

操 作 マ ニ ュ ア ル



XTC/3

薄膜蒸着コントローラー

PN 074-446-P1L



商標

本書に記載の製品の商標は、それぞれの製造会社が所有します。
Windows[®]、Windows 95[®] および Microsoft[®] は、Microsoft Corporation の登録商標です。

Viton[®]、Kalraz[®] および Teflon[®] は、DuPont Co. の登録商標です。

ConFlat[®] は、Varian Corporation の登録商標です。

Chemraz[®] は、Greene, Tweed & Co., Inc. の登録商標です。

Cajon[®] および VCR[®] は、Cajon Co. (OH 州 Macedonia) の登録商標です。

SWAGELOK[®] は、Swagelok Co. の登録商標です。

Inconel[®] は、Inco Alloys International (WV 州 Huntington) の登録商標です。

その他のブランド名および商品名は、それぞれの会社の商標または登録商標です。

免責事項

INFICON は、本書に含まれる情報の正確さと信頼性を保つべく記述に努めましたが、本書の内容とその使用に対して何らかの保証をするものではありません。INFICON は、本製品の使用に起因するいかなる損害（特別な事情から生じた損害、付随的損害、間接的損害）に関しても、一切責任を負いません。
継続的製品改善プログラムにより、製品の仕様は通知なしに変更される場合があります。

著作権

©2016 All rights reserved.

本書の一部または全部について、許諾を得ずに複製または改作することは禁じられています。



**DECLARATION
OF
CONFORMITY**

This is to certify that this equipment, designed and manufactured by:

**INFICON Inc.
Two Technology Place
East Syracuse, NY 13057
USA**

Meets the essential safety requirements of the European Union and is placed on the market accordingly. It has been constructed in accordance with good engineering practice in safety matters in force in the Community and does not endanger the safety of persons, domestic animals or property when properly installed and maintained and used in applications for which it was made.

Equipment Description: XTC/3M and XTC/3S Thin Film Deposition Controllers, including the Oscillator Package (XIU)

Applicable Directives: 2014/35/EU (LVD)
2014/30/EU (General EMC)
2011/65/EU (RoHS)

Applicable Standards:

Safety: EN 61010-1: 2010 Safety Requirements for Electrical Equipment For Measurement, Control, And Laboratory Use.
PART 1: General Requirements

Emissions: EN 61326-1: 2013 (Radiated & Conducted Emissions)
(EMC – Measurement, Control & Laboratory Equipment)
CISPR 11/EN 55011 Edition 2009-12 Emission standard for industrial, scientific, and medical (ISM) radio RF equipment
FCC Part 18 Class A emissions requirement (USA)

Immunity: EN 61326-1: 2013 (Industrial EMC Environments)
(EMC – Measurement, Control & Laboratory Equipment)

RoHS: Fully compliant

CE Implementation Date: August 21, 2006 (Updated July, 2015)

Authorized Representative:

Steve Schill

Thin Film Business Line Manager
INFICON Inc.

ANY QUESTIONS RELATIVE TO THIS DECLARATION OR TO THE SAFETY OF INFICON'S PRODUCTS SHOULD BE DIRECTED, IN WRITING, TO THE AUTHORIZED REPRESENTATIVE AT THE ABOVE ADDRESS.



適合宣言

ここに、宣言対象物である本機器が、下記の製造者によって設計および製造されたことを宣言する。

INFICON Inc.
Two Technology Place
East Syracuse, NY 13057
USA

宣言対象物は、欧州の安全性に関する必須要件を満たし、市販されている。

宣言対象物は欧州で施工される安全性に関する適正製造規範に従って製造され、適切に設置および保守され、製造時の意図に従って使用されている場合に、人身、家畜、財物に対する危険保護がなされていることを示す。

機器の種類： オシレーターパッケージ (XIU) を含む、
XTC/3M および XTC/3S 薄膜蒸着コントローラー

適用される指令： 2014/35/EU (LVD)
2014/30/EU (EMC 指令)
2011/65/EU (RoHS)

適用される規格：

安全性： EN 61010-1 : 2010 測定、制御および実験用電気機器に関する安全要件
パート 1 : 一般要求事項

エミッション： EN 61326-1 : 2013 年 (放射電解強度および雑音端子電圧)
(測定、制御、および実験用電気機器に関する EMC 要件)
CISPR 11/EN 55011 版 2009-12 産業、科学、および医療用 (ISM) の高周波装置に関するエ
ミッション規格
FCC パート 18 クラス A 放射要件 (米国)

イミュニティ： EN 61326-1 : 2013 (産業 EMC 環境)
(測定、制御、および実験用電気機器に関する EMC 要件)

RoHS： 完全準拠

CE 発効日： 2006 年 8 月 21 日 (2015 年 7 月に更新)

製造元代表者：

Steve Schill

薄膜営業部門マネージャー
INFICON Inc.

この適合宣言またはインフィコン製品の安全性に関するご質問は、上記住所の製造元代表者宛に書面にてお問い合わせください。

保証

INFICON では、その販売製品に原材料、施工および構造の不具合があった場合、製品を無償で配送し、INFICON で定められている製品の仕様を満たすことを保証しています。

INFICON では、お客様への製品の送り状の日付から 1 年間の製品保証をご提供しています。キャリアガス、GC カラム、コンセントレーター管、その他 INFICON が消耗品と見なすアイテムはすべて保証から除外されます。お客様が前述の保証を満たさない不具合品を見つけた場合、INFICON に届け出てください。お客様は、INFICON サービスセンターから Return Material Authorization (RMA) を取得後、修理対象の不具合システム、付属品および部品を INFICON または INFICON 契約サプライヤーに返却していただきます。

本保証の下で生じる INFICON の責任は、保証適用の有効期間満了日より 30 日以内に INFICON の工場まで輸送費前払いでご返却いただいた製品で、施工の不具合による故障が INFICON の試験により明らかになった場合の製品に限らせていただきます。INFICON では、製品を修理して返却するか、交換製品をご提供しますが、いずれの場合も輸送費は INFICON が負担させていただきます。

本保証は、明示または暗示を問わず、特定の目的の商品性または適格性のあるなしに関わらず、本契約に基づき、販売製品の不具合に対する購入者の唯一の法的救済として他の保証のすべてに代わって成立し容認されるものです。INFICON のその他の義務および法的責任はすべて、契約の記述または不法行為（過失を含む）のあるなしを問わず、明示的に除外されています。いかなる場合も INFICON は、不具合品の請求に対して、購入者が製品に支払った価格に前払いの返却輸送費を加えた金額を超過して、直接的または間接的を問わず、原価、費用または損害の責任を負う義務はありません。

INFICON 作成の説明書に反してインストール、使用または操作を行った INFICON 製品、誤用、不注意あるいは事故の被害を受けた INFICON 製品、INFICON 以外の者が修理または改造した INFICON 製品、製品の意図しない方法または目的で使用された INFICON 製品に対して、INFICON は保証を行いません。



www.inficon.com reachus@inficon.com

表紙
商標
免責事項
著作権
適合宣言
保証

第 1 章

概要および仕様

1.1	はじめに	1-1
1.1.1	関連マニュアル	1-2
1.2	XTC/3 の安全性	1-2
1.2.1	注、注意、および警告の定義	1-2
1.2.2	安全注意情報全般	1-3
1.2.3	接地	1-4
1.2.4	主電源の接続	1-4
1.3	インフィコンへの連絡方法	1-5
1.3.1	センサーのインフィコンへの返品 / 返送	1-5
1.4	XTC/3 の仕様	1-6
1.4.1	測定	1-6
1.4.2	画面とパラメーター	1-6
1.4.3	プロセスレシピの保存	1-7
1.4.3.1	成膜パラメーター	1-7
1.4.4	画面	1-8
1.4.5	蒸発源 / レコーダー出力	1-9
1.4.6	リレー / 入力	1-9
1.4.7	リモート通信	1-10
1.4.8	付属品	1-10
1.4.9	電源	1-10
1.4.10	動作環境	1-11
1.4.11	保管温度	1-11
1.4.12	予備加熱時間	1-11
1.4.13	サイズ	1-11
1.4.14	コネクタークリアランス要件	1-11
1.4.15	重量	1-11
1.4.16	クリーニング	1-11
1.5	開梱および点検	1-12
1.6	部品およびオプションの概要	1-12
1.6.1	基本構成	1-12

1.6.2	付属品	1-13
1.6.3	交換用ケーブルおよびオシレーター	1-14
1.6.4	センサー	1-15
1.7	初回電源投入時の検証	1-17
第2章		
設置およびインタフェース		
2.1	設置場所のガイドライン	2-1
2.1.1	センサータイプ	2-1
2.1.2	センサー設置	2-2
2.1.3	XTC/3 の設置	2-4
2.2	電氣的干渉の回避	2-4
2.2.1	接地の確立と確認	2-4
2.2.2	接地の接続	2-5
2.2.3	外部配線からのノイズの抑制	2-6
2.3	コントローラーの接続	2-7
2.3.1	正しい入力電圧の検証	2-7
2.3.2	オシレーター (XIU) ケーブルの配線	2-7
2.3.3	インタフェースケーブルの製作およびピン配列	2-7
2.3.3.1	蒸発源制御部の接続	2-7
2.3.3.2	入力と出力の接続	2-8
2.3.3.2.1	システム I/O コネクタ	2-9
2.3.3.2.2	Aux I/O コネクタ	2-10
2.3.3.2.3	入力	2-10
2.3.4	RS-232C 通信	2-11
2.3.5	TCP/IP 通信接続 (オプション)	2-11
2.3.5.1	ネットワーク接続	2-11
2.3.5.2	XTC/3 での IP アドレスの変更	2-11
2.3.5.3	PC のセットアップ	2-11
第3章		
操作		
3.1	前面パネルの制御	3-1
3.2	背面パネルのインタフェース	3-2
3.3	各種画面	3-4
3.3.1	メニュー画面	3-5
3.3.2	操作画面	3-5
3.3.2.1	水晶振動子の寿命と開始周波数	3-8
3.3.2.2	正しい水晶振動子の選択	3-8
3.3.2.3	[% Life] の自動ゼロ設定	3-8
3.3.3	成膜名の画面	3-9
3.3.4	プロセスリスト画面 (XTC/3M のみ)	3-10
3.3.5	一般パラメーター画面	3-11

3.3.6	I/O マップ画面	3-12
3.3.7	診断画面	3-12
3.3.8	センサー情報画面	3-13
3.4	プロセスの実行	3-14
3.5	状態の説明	3-17
3.5.1	アラームと停止	3-23
3.5.1.1	アラーム	3-23
3.5.1.2	停止	3-23
3.5.1.3	[STOP] からの回復	3-24
3.6	特殊な機能	3-24
3.6.1	プロセスの自動化	3-24
3.6.2	イオンアシスト蒸着	3-25
3.6.3	制御遅延	3-25
3.6.4	シャッター遅延	3-25
3.6.5	最終膜厚のレートランプトリガー	3-25
3.6.6	伝達センサー	3-25
3.6.7	るつぼの切り替え	3-26
3.6.7.1	Bin モード	3-26
3.6.7.2	BCD モード (XTC/3M のみ)	3-26
3.6.8	水晶振動子の切り替え	3-26
3.6.8.1	CrystalTwo	3-27
3.6.8.2	CrystalSix	3-28
3.6.8.3	Crystal12	3-28
3.6.8.4	ロータリーセンサー水晶振動子の切り替え	3-29
3.6.8.5	デュアルヘッド	3-29
3.6.8.6	XTC/3S センサーシャッター / 水晶振動子の切り替え出力	3-30
3.6.9	バックアップ用水晶振動子を設定しない場合の膜層の開始	3-30
3.6.10	RateWatcher	3-31
3.6.11	ハンディコントローラー (オプション)	3-31
3.6.12	ロックコード	3-32
3.6.13	パラメーターの消去	3-32
3.6.14	データログ	3-32
3.6.15	TCP/IP	3-33

第 4 章

XTC/3 のプログラミング

4.1	概要	4-1
4.2	成膜のセットアップの概要	4-3
4.2.1	成膜のセットアップ	4-3
4.2.2	成膜の定義	4-4
4.2.3	成膜定義のパラメーター	4-5
4.2.3.1	プレ / ポスト蒸着パラメーター	4-5
4.2.3.2	蒸着	4-7

4.2.3.3	センサーパラメーター	4-8
4.2.3.3.1	S&Q パラメーターの設定 (水晶振動子のソフト故障)	4-9
4.2.3.3.2	[Stability]	4-9
4.2.3.3.3	[Quality]	4-10
4.2.3.4	蒸発源パラメーター	4-11
4.2.3.5	[Option]	4-14
4.3	プロセスセットアップの概要 (XTC/3M のみ)	4-16
4.3.1	プロセス定義	4-17
4.3.1.1	プロセス番号	4-17
4.3.1.2	プロセス名	4-17
4.3.1.3	膜層シーケンスの構築	4-17
4.4	一般パラメーター	4-18
4.4.1	プロセスパラメーター	4-19
4.4.2	ハードウェアパラメーター	4-21
4.4.2.1	XTC/3S 成膜選択オプション	4-23
4.4.3	[Comm Info]	4-24
4.4.3.1	リモート通信パラメーター	4-25
4.5	I/O の概要	4-26
4.5.1	XTC/3S の入力と出力	4-27
4.5.2	XTC/3M の入力	4-28
4.5.3	XTC/3M の出力	4-29
4.5.4	入力または出力のクリア	4-31

第 5 章

リモート通信

5.1	リモート通信の概要	5-1
5.1.1	メッセージプロトコル	5-1
5.1.2	物理接続	5-2
5.1.3	RS-232C シリアルポート	5-2
5.1.4	TCP/IP Ethernet ポート	5-2
5.1.4.1	ネットワーク接続	5-2
5.1.4.2	PC でのネットワークプロトコルのセットアップ方法	5-3
5.2	標準プロトコルのメッセージ形式	5-6
5.2.1	標準プロトコル	5-6
5.2.1.1	標準コマンドパケット (ホストから XTC/3 へのメッセージ)	5-6
5.2.1.2	標準応答パケット (XTC/3 からホストへのメッセージ)	5-8
5.2.2	標準通信コマンド	5-10
5.2.2.1	標準エコーコマンド	5-10
5.2.2.2	標準ハローコマンド	5-10
5.2.2.3	標準クエリコマンド	5-11
5.2.2.3.1	クエリブロック	5-11
5.2.2.3.2	標準クエリ成膜名 (XTC3/M のみ)	5-13

5.2.2.3.3	標準クエリ成膜パラメーター	5-13
5.2.2.3.4	標準クエリ一般パラメーター	5-13
5.2.2.3.5	標準クエリ入力定義 (XTC/3Mのみ)	5-14
5.2.2.3.6	標準クエリ出力定義 (XTC/3Mのみ)	5-15
5.2.2.3.7	標準クエリ出力タイプ定義 (XTC/3Mのみ)	5-18
5.2.2.3.8	標準クエリプロセスパラメーター (XTC/3Mのみ)	5-18
5.2.2.4	標準更新コマンド	5-19
5.2.2.4.1	更新ブロック	5-19
5.2.2.4.2	標準更新成膜名 (XTC/3Mのみ)	5-20
5.2.2.4.3	標準更新成膜パラメーター	5-21
5.2.2.4.4	標準更新一般パラメーター	5-25
5.2.2.4.5	標準更新入力定義 (XTC/3Mのみ)	5-27
5.2.2.4.6	標準更新出力定義 (XTC/3Mのみ)	5-27
5.2.2.4.7	標準更新出力タイプ定義 (XTC/3Mのみ)	5-28
5.2.2.4.8	標準更新プロセスパラメーター (XTC/3Mのみ)	5-28
5.2.2.5	標準ステータスコマンド	5-29
5.2.2.6	標準リモートコマンド	5-34
5.3	XTC/2 プロトコル	5-36
5.3.1	基本コマンド構造	5-36
5.3.2	チェックサムを使用した XTC/2 シリアル通信	5-37
5.3.3	XTC/2 シリアル通信 - チェックサムなし	5-37
5.3.4	XTC/2 エラーコード	5-38
5.3.5	XTC/2 メッセージの文字列	5-39
5.3.5.1	XTC/2 エコーコマンド	5-39
5.3.5.2	XTC/2 ハローコマンド	5-39
5.3.5.3	XTC/2 クエリコマンド	5-39
5.3.5.4	XTC/2 更新コマンド	5-41
5.3.5.5	XTC/2 ステータスコマンド	5-42
5.3.5.6	XTC/2 リモートコマンド	5-46
5.3.5.7	XTC/2 サンプルホストプログラム	5-48
5.3.5.7.1	チェックサムを使用しない XTC/2 プログラム	5-48
5.3.5.7.2	チェックサムを使用する XTC/2 プログラム	5-49

第 6 章

トラブルシューティング、ステータスおよび エラーメッセージ

6.1	ステータスおよびエラーメッセージ	6-1
6.2	XTC/3 診断	6-6
6.3	トラブルシューティングガイド	6-8
6.3.1	XTC/3 のトラブルシューティング	6-9
6.3.2	トランスデューサー / センサーのトラブルシューティング	6-12
6.3.2.1	水晶振動子の切り替えと回転の確認	6-12

6.3.2.2	センサーシャッター操作の確認	6-12
6.3.3	コンピューター通信のトラブルシューティング	6-18
6.3.3.1	TCP/IP モジュールの LED 診断	6-18
6.4	水晶振動子の交換	6-19
6.4.1	前面装着シングルセンサー	6-19
6.4.2	シャッター付き前面装着シングルセンサーおよび前面装着デュアルセンサー	6-20
6.4.3	Cool Drawer センサー	6-20
6.4.4	ベーキング対応センサー	6-22
6.4.5	スパッタリングセンサー	6-23
6.4.6	Crystal Snatcher	6-24
6.4.7	CrystalSix	6-24
6.4.8	Crystal12	6-24
6.5	水晶振動子センサーエミュレーター PN 760-601-G2	6-25
6.5.1	診断手順	6-26
6.5.1.1	測定システムの診断手順	6-26
6.5.1.2	フィードスルーまたは真空内ケーブル診断手順	6-27
6.5.1.3	センサーヘッドまたはモニター用水晶振動子診断手順	6-28
6.5.1.4	システム診断に合格したが水晶振動子の故障メッセージが引き続き表示される	6-29
6.5.2	% 水晶振動子の寿命	6-29
6.5.3	センサーカバー接続	6-30
6.5.3.1	互換性があるセンサーヘッド	6-30
6.5.3.2	互換性がないセンサーヘッド	6-30
6.5.4	仕様	6-31
第 7 章		
	校正手順	
7.1	密度、ツーリング、および Z レシオの重要性	7-1
7.2	密度の決定	7-1
7.3	ツーリングの決定	7-2
7.4	Z レシオの実験的測定	7-3
7.5	Z レシオの推定	7-4
第 8 章		
	測定および制御の理論	
8.1	原理	8-1
8.1.1	モニター用水晶振動子	8-2
8.1.2	周期測定法	8-4
8.1.3	Z-match 法	8-5
8.1.4	アクティブオシレーター	8-5
8.1.5	ModeLock オシレーター	8-7

8.1.6 制御ループの理論 8-8

第 A 章

物質表

第1章

概要および仕様

1.1 はじめに

XTC/3 は以下の 2 つのバージョンで製作されています :

- ◆ XTC/3M 多層膜蒸着コントローラー
- ◆ XTC/3S 単層膜蒸着コントローラー

本書では両方の機器について記載します。主題が両方の機器に適用される場合は名称 XTC/3、主題が特定の機器に適用される場合は名称 XTC/3M または XTC/3S が使用されます。

この操作マニュアルには、XTC/3 の設置、プログラミング、および操作に関するユーザー向け情報が記載されています。

XTC/3 は、主に物理蒸着で使用するために設計されたクローズドループプロセスコントローラーです。XTC/3 は、薄膜蒸着のレートと膜厚を監視および制御します。水晶振動子に付着した物質の質量に応じて周波数が変動する性質を利用して、蒸着レートと蒸着膜厚を制御します。

この技法では、ターゲット基板と蒸発させる物質の蒸発源との間または側面にある経路にセンサーを配置します。このセンサーには、物質が堆積するに従って振動周波数が低下する、露出した水晶振動子が内蔵されています。この周波数の変化により、レートと膜厚を決定し、蒸発電源を継続的に制御するための情報が得られます。

XTC/3 は、ユーザーが指定した時間、膜厚、パワー制限値、さらには要求されるレートや材料特性に基づいて、正確かつ再現性の高い方法でプロセスを自動的に制御します。ユーザーは、前面パネルまたはシリアル通信を介して操作します。具体的には、パラメーターを選択または入力して、プロセスを定義します。

システム一式は、以下の要素で構成されます :

- ◆ メインコントロールユニット (XTC/3)
- ◆ 1 つまたは複数のセンサー
- ◆ 取り付けたセンサーごとの水晶振動子インタフェースユニット (XIU)

これらの機器や部品は、通常は工場にてシステムとして組み込まれて出荷されますが、個別に購入することも可能です。

本書を読む際は、特に本書で用いられる「注」、「注意」、および「警告」の内容に注意してください。「注」、「注意」、および「警告」の定義については、1-2 ページの[セクション 1.2.1](#) を参照してください。

1.1.1 関連マニュアル

センサーごとに、個別のマニュアルが提供されています。これらのマニュアルの PDF ファイルは、シッパキットに同梱の Thin Flim Manuals CD (PN 074-5000-G1) に付属しています。

- ◆ PN 074-154 - ベーキング対応
- ◆ PN 074-155 - CrystalSix
- ◆ PN 074-156 - シングル / デュアル
- ◆ PN 074-157 - スパッタリング
- ◆ PN 074-398 - Crystal12

1.2 XTC/3 の安全性

1.2.1 注、注意、および警告の定義

本書を使用する際は、本書で用いられる「注」、「注意」、および「警告」の内容に注意してください。本書では、それぞれ次のように定義されています：

注： これらは、XTC/3 の効率性を最大限まで引き出す上で有用となる情報です。



CAUTION

これらのメッセージに注意を払わなかった場合、XTC/3 が破損することがあります。



WARNING

これらのメッセージに注意を払わなかった場合、負傷することがあります。



WARNING - Risk Of Electric Shock

危険電圧が存在するため、負傷することがあります。

1.2.2 安全注意情報全般



WARNING - Risk Of Electric Shock

XTC/3 のケースを開けないでください。XTC/3 ケースの内部には、ユーザーが修理できるコンポーネントはありません。

電源コードまたは外部入力 / リレーコネクタが接続されている間は危険電圧が存在する可能性があります。

メンテナンス作業は、必ず有資格技術者が実施してください。



CAUTION

XTC/3 には、電源ラインの過渡電圧の影響を受けやすい精巧な回路が搭載されています。何らかの機器と接続する際は、ラインコードを抜いてください。メンテナンス作業は、必ず有資格者が実施してください。



WARNING

インフィコンが意図する方法で XTC/3 を操作しない場合、XTC/3 が備える安全保護が受けられず、けがをする可能性があります。

1.2.3 接地

XTC/3 は、保護接地端子を備えたコンセントに接続した三芯（3 線式）シールド電源ケーブルを介して接地する必要があります。延長ケーブルも、保護接地端子を備えた 3 線ケーブルとしてください。



WARNING - Risk Of Electric Shock

保護接地回路は、遮断しないでください。

XTC/3 の内部または外部の保護接地回路を遮断した場合、または保護接地端子の接続を切断した場合、XTC/3 は危険な状態になる可能性があります。



この記号は、XTC/3 の内部で保護接地が接続されている箇所を示しています。この接続を外したり緩めたりしないでください。

1.2.4 主電源の接続



WARNING - Risk Of Electric Shock

XTC/3 を主電源に接続している間、一次回路に線間電圧が存在します。

通常動作中は、XTC/3 からカバーを取り外さないでください。

XTC/3 の内部には、オペレーターが修理できる部品はありません。

上部 / 下部カバーの取り外し作業は、有資格者に限定されます。

1.3 インフィコンへの連絡方法

世界各地のカスタマーサポートに関する情報については、www.inficon.com にアクセスし、[Support]-[Support Worldwide] から確認できます：

- ◆ セールスおよびカスタマーサービス
- ◆ テクニカルサポート
- ◆ 修理サービス

XTC/3 に関してインフィコンへお問い合わせいただく際は、以下の情報をお手元にご用意ください：

- ◆ ご購入いただいた XTC/3 の販売注文番号または注文番号
- ◆ オプションのアプリケーションソフトウェアのファームウェアバージョンとソフトウェアバージョン（XTC/3 の電源投入時に表示）
- ◆ 発生している問題の説明
- ◆ 表示された場合は、エラーメッセージの厳密な文言
- ◆ すでに試行した場合は、その是正措置に関する説明

1.3.1 センサーのインフィコンへの返品 / 返送

センサーコンポーネントをインフィコンに返品 / 返送するには、あらかじめカスタマーサービス担当者に連絡して、RMA（Return Material Authorization：返品承認）番号を取得してください。RMA 番号のない XTC/3 には、修理 / サービスは提供されません。

インフィコンに返送された RMA 番号のないパッケージは、該当するお客様と連絡が取れるまで保留状態となるため、XTC/3 に対する修理 / サービスの開始が遅れることとなります。

RMA 番号が付与される前に、DoC（Declaration Of Contamination：汚染申告）フォームの記入が必要となる場合があります。RMA 番号の発行は、インフィコンによる DoC フォームの承認後になります。状況によっては、該当 XTC/3 を工場ではなく、指定の除染施設に返送いただく場合があります。

XTC/3 を返品 / 返送する前に、ユーザーが入力したパラメーターを再入力できるように、必要に応じて該当パラメーターをすべて記録しておいてください。

1.4 XTC/3 の仕様

1.4.1 測定

測定周波数範囲	6.0 ~ 5.0MHz (固定)
周波数分解能	6MHz において $\pm 0.028\text{Hz}$
膜厚およびレート 分解能 / 測定	ツーリング / 密度 = 100/1、 基本周波数 = 6MHz において、 $\pm 0.034\text{\AA}$
測定間隔	0.25 秒
膜厚精度	0.5% (代表値) (プロセス条件、特にセン サー位置、材料応力、温度、密度によって異 なる)
周波数精度	$\pm 2.5\text{ppm}$ 、0 ~ 50 °C
測定周波数	4Hz
測定技法	ModeLock
ユーザーインターフェース	TFT LCD および専用メンブレンキーパッド。 コンピューター通信を介して、全パラメー ターにアクセスできます。状態を表示、さら には異常や停止の詳細情報を表示する複数 のメッセージエリアがあります。

1.4.2 画面とパラメーター

ナビゲーション	画面間を移動する [Menu] キー。 画面上でパラメーター間を移動する 4 つの カーソルキー。
構造	以下の項目ごとに専用画面で表示されます: 1) データ操作画面 2) 成膜パラメーター 3) プロセスリスト (XTC/3M のみ) 4) 一般パラメーター 5) I/O マップ 6) 診断 7) センサー

1.4.3 プロセスレシピの保存

	XTC/3M	XTC/3S
プロセスプログラム	99	1
成膜プログラム	32	9
プロセス膜層	プロセスにつき 999	1

1.4.3.1 成膜パラメーター

[Pre/Post]

[Power Ramps]	成膜につき 2 個
[Power Level]	0.0 ~ 100%
[Rise Time]	00:00 ~ 99:59 (分:秒)
[Soak Time]	00:00 ~ 99:59 (分:秒)
[Idle Ramps]	成膜につき 1 個
[Idle Power]	0.0 ~ 100.0%
[Idle Ramp Time]	00:00 ~ 99:59 (分:秒)

[Deposit]

[Deposition Rate]	0.0 ~ 999.9Å/秒 (画面に 3 桁表示)
[Final Thickness]	0.0 ~ 999.9kÅ
[Thickness Set Point]	0.0 ~ 999.9kÅ
[Rate Ramp]	成膜につき 1 個
[New Rate]	0.0 ~ 999.9Å/秒 (画面に 3 桁表示)
[Ramp Time]	00:00 ~ 99:59 (分:秒)
[RateWatcher] [®]	[Sample] および [Hold] 機能
[RateWatch Accuracy]	1 ~ 99%
[RateWatch Hold]	00:00 ~ 99:59 (分:秒)

[Sensor]

[Sensor #]	1 または 2
[Tooling]	10.0 ~ 500.0%
[Second Tooling]	10.0 ~ 500.0%
[Crystal Stability, Single]	0、25 ~ 9999Hz (1 ~ 24 を除く)
[Crystal Stability, Total]	0、25 ~ 9999Hz (1 ~ 24 を除く)
[Crystal Quality Percent]	0 ~ 99%
[Crystal Quality Counts]	0 ~ 99

[Source]

[Source #]	1 または 2
[Crucible Selection]	0 ~ 8、各蒸発源 (0 = 無効)
[Control Gain]	0.01 ~ 100Å/ 秒 /% パワー
[Control Time Constant]	0.1 ~ 100.0 秒
[Control Dead Time]	0.1 ~ 100.0 秒
[Maximum Source Power]	0.0 ~ 100%
[Density]	0.50 ~ 99.99g/cm ³
[Z-Ratio]	0.100 ~ 9.999

[Option]

[Time Power]	[Yes]/[No]
[Delay Option]	[None]、[Shutter]、[Control]、[Both]
[Transfer Sensor].....	[Yes]/[No]
[Transfer Tooling].....	10.0 ~ 500.0%
[Control Delay Time].....	00:00 ~ 99:59 (分: 秒)
[Ion Assist Deposit]	[Yes]/[No]
[Name] (XTC/3M のみ)	15 個の英数字に規定

1.4.4 画面

タイプ / カラー / サイズ	TFT LCD、3.8 インチ (対角線)
形式	クオーター VGA
分解能	320 H x 240 V
膜厚表示範囲	0.000 ~ 999.9kÅ
膜厚表示分解能	0 ~ 9.999kÅ については 1Å 10.00 ~ 99.99kÅ については 10Å 100.0 ~ 999.9kÅ については 100Å 1000 ~ 9999kÅ については 1kÅ
レート表示範囲	0.0 ~ 99.9Å/ 秒、100 ~ 999Å/ 秒
レート表示分解能	0 ~ 99.9Å/ 秒については 0.1Å 100 ~ ±999Å/ 秒については 1Å
パワー表示範囲	0.0 ~ 99.9%
グラフィカル表示機能	±5、10、20 または 40Å/ 秒でのレート偏差、 あるいは 0.0 ~ 100% のパワー
表示データ更新レート	1Hz

1.4.5 蒸発源/レコーダー出力

数量	3 BNC、メス
構成	蒸発源 1、蒸発源 2、レコーダー
機能範囲	
蒸発源制御	0 ~ 10V、0 ~ -10V、0 ~ 5V、 0 ~ -5V、0 ~ 2.5V、0 ~ -2.5V
レコーダー出力	0 ~ +10V
電流定格	蒸発源 1 および蒸発源 2 のチャンネルにつき最大25mA、レコーダーの場合は最大5mA
分解能	フルレンジ (10V) に対して 15 ビット
更新レート	最大 4Hz (蒸発源特性による)
レコーダー出力機能	レートまたは膜厚またはパワーまたはレート偏差
レコーダー出力範囲	
パワー	0 ~ 100%
レート	0 ~ 100Å/秒、0 ~ 1000Å/秒
膜厚	0 ~ 100Å、0 ~ 1000Å (どちらの範囲もモジュロ)
レート偏差	目的レート ±50Å/秒
精度	2% フルスケール

1.4.6 リレー/入力

リレー	30V (DC) または 30V (AC) RMS、あるいは最大 42V (ピーク) における定格 2.5A の SPST リレー 標準で 12、Dsub コネクター。リレーは通常電源オフの状態オープンになりますが、動作中は XTC/3M で通常オープンまたは通常クローズになるようにプログラミング可能です。
リレー定格	誘導 100VA、最大 2.5A
TTL 互換出力の数	標準で 8、内部では最大 5V (DC) まで引き上げ可能、外部では 2.4k レジスタ使用で最大 24V (DC) まで引き上げ可能です。最小ハイレベルは 3.75V で 0.5mA 負荷 最大ローレベルは 1.1V で 10mA 負荷
入力 (TTL 互換)	標準で 9

入力レベル

最大ハイ	24V
最小ハイ	2.5V
最大ロー	1.1V
スキャン / 更新レート	4Hz

1.4.7 リモート通信

RS232C シリアルポート	標準、5-1 ページの セクション 5.1.1 を参照してください。
ボーレート	9,600、19,200、38,400、57,600、115,200
Ethernet TCP/IP ポート	オプション。静的アドレス、DHCP はサポートされません。

1.4.8 付属品

ハンディパワーコントローラーオプション（前面パネルのジャックに接続）	
機能	パワーの増減、停止、水晶振動子の切り替え
コネクタキット	入力およびリレー用コネクタ
操作マニュアル	CD、PN 074-5000-G1

1.4.9 電源

電源	100 ~ 230V (AC)、50/60Hz
最大皮相電力	最大 60VA
ヒューズ	1.25A、250V、タイプ (T)
一時的過電圧	短期：1430 V、5 秒未満 長期：480 V、5 秒超

1.4.10 動作環境

使用	室内のみ
温度	0 ~ 50 °C (32 ~ 122°F)
湿度	31°C で最大 80% RH、結露なきこと
高度	最大 2000m
設置 (過電圧)	カテゴリー II
測定カテゴリー	II
汚染度	2

1.4.11 保管温度

保管温度	-10 ~ 70°C (14 ~ 158°F)
------------	-------------------------

1.4.12 予備加熱時間

予備加熱時間	必須ではありませんが、 最大の安定性を得るには5分間実施します。
--------------	-------------------------------------

1.4.13 サイズ

H x W x L (取り付け部やユーザーが追加したコネクターを含まない場合)
89 x 203 x 305mm (3.5 x 8 x 12 インチ)

1.4.14 コネクタークリアランス要件

前面	26mm (1.0 インチ) 未満
背面	102mm (4.0 インチ) 未満

1.4.15 重量

全オプション搭載時	2.7kg (6 ポンド)
-----------------	---------------

1.4.16 クリーニング

研磨剤を含まない低刺激性の洗浄液または洗浄剤を使用し、液剤がユニットに入らないように注意してください。

1.5 開梱および点検

- 1 XTC/3コントロールモジュールを開梱していない場合は、この時点で実施してください。
- 2 輸送中に損傷を受けていないか、コントロールモジュールを慎重に確認します。特に、手荒な取り扱いを示すような傷などが箱の外側に付いていないか確認してください。損傷がある場合は、直ちに運送会社およびインフィコンに報告してください。
- 3 すべての品目が揃っていることを確認し、電源投入時の検証が完了するまでは、梱包材一式を破棄しないでください。
- 4 品目が揃っていることを確認するには、送り状および 1-12 ページの[セクション 1.6](#)に記載の情報を参照してください。
- 5 電源投入時の検証を実施する方法については、1-17 ページの[セクション 1.7](#)を参照してください。
- 6 追加情報または技術的な支援については、インフィコンまでお問い合わせください
(1-5 ページの[セクション 1.3](#)を参照)。

1.6 部品およびオプションの概要

1.6.1 基本構成

XTC/3M コントロールユニット公称値 120V (AC)	PN XC3M-1xxx
XTC/3M コントロールユニット公称値 230V (AC)	PN XC3M-2xxx
XTC/3S コントロールユニット公称値 120V (AC)	PN XC3S-1xxx
XTC/3S コントロールユニット公称値 230V (AC)	PN XC3S-2xxx
Technical Manual	074-5000-G1 CD に PN 074-446 を収録
ハンディパワーコントローラー	PN 755-262-G1、オプション
シッPKIT	PN 780-603-G1 (120V (AC)) または PN 780-603-G2 (230V (AC))

1.6.2 付属品

各センサーには、コントローラーに接続するためのオシレーターキットが必要です：

XTC/3 4.6m (15 フィート) オシレーターキット	PN 780-611-G15
XTC/3 9.2m (30 フィート) オシレーターキット	PN 780-611-G30
XTC/3 15.3m (50 フィート) オシレーターキット	PN 780-611-G50
XTC/3 30.5m (100 フィート) オシレーターキット	PN 780-611-G100

上記のキットは、フィードスルーケーブル PN 755-257-G6 へのオシレーター PN 780-600-G1 (15.2cm (6 インチ) BNC オシレーター)、およびオシレーターケーブル PN 600-1261-P15、600-1261-P30、600-1261-P50 または 600-1261-P100 へのマルチコンダクターコントローラーで構成されます。

これらのキットは、長さが 15.2cm (6 インチ) ~ 182.9cm (72 インチ) の標準真空内ケーブルで使用するよう設計されています。非 UHV ベーキング対応センサーバージョンに付属の PN 007-044 標準真空内ケーブルの長さは 78.1cm (30.75 インチ) です。

XTC/3 4.6m (15 フィート) オシレーターキット、4m/6 インチ	PN 780-612-G15
XTC/3 9.2m (30 フィート) オシレーターキット、4m/6 インチ	PN 780-612-G30
XTC/3 15.3m (50 フィート) オシレーターキット、4m/6 インチ	PN 780-612-G50
XTC/3 30.5m (100 フィート) オシレーターキット、4m/6 インチ	PN 780-612-G100

上記のキットは、フィードスルーケーブル PN 755-257-G6 (4m (157.5 インチ) 真空内ケーブル PN 321-039-G16 へのオシレーター PN 780-600-G2 (4m (6 インチ) BNC オシレーター)、およびオシレーターケーブル PN 600-1261-P15、600-1261-P30、600-1261-P50 または 600-1261-P100 へのマルチコンダクターコントローラーで構成されます。

XTC/3 4.6m (15 フィート) オシレーターキット、4m/20 インチ	PN 780-613-G15
XTC/3 9.2m (30 フィート) オシレーターキット、4m/20 インチ	PN 780-613-G30
XTC/3 15.3m (50 フィート) オシレーターキット、4m/20 インチ	PN 780-613-G50
XTC/3 30.5m (100 フィート) オシレーターキット、4m/20 インチ	PN 780-613-G100

上記のキットは、フィードスルーケーブル PN 755-257-G20 (3.5m (138 インチ) 真空内ケーブル PN 321-039-G15 へのオシレーター PN 780-600-G2 (4m (20 インチ) BNC オシレーター)、およびオシレーターケーブル PN 600-1261-P15、600-1261-P30、600-1261-P50 または 600-1261-P100 へのマルチコンダクターコントローラーで構成されます。

4m オシレーターキットでは、オシレーターの出力 BNC からセンサーヘッドの Microdot コネクターまでの同軸ケーブルの全長範囲を 3m (118 インチ) ~ 4m (157.5 インチ) にすることができます。標準オシレーターキットシリーズ PN780-611-Gxx では、この長さの範囲を、30.5cm (12 インチ) ~ 1.98m (78 インチ) にすることができます。

センサーエミュレーターキット (オプション)	PN 760-601-G2
XTC/3 モニター / エディターソフトウェア	PN 780-032-G1
XTC/3 DLL	PN 780-034-G1

すべてのシャッター付きセンサーとすべてのマルチポジションセンサーでは、エアチューブとソレノイドバルブの付いたフィードスルーが必要です。

ソレノイドバルブ	PN 750-420-G1
----------------	---------------

1.6.3 交換用ケーブルおよびオシレーター

オシレーターから真空フィードスルー BNC ケーブル、15.2cm (6 インチ)	PN 755-257-G6
オシレーターから真空フィードスルー BNC ケーブル、50.8cm (20 インチ)	PN 755-257-G20
4m/6 インチ XIU ケーブルキット PN 755-257-G6 (6 インチ BNC ケーブル) と PN 321-039-G16 (4.0m 真空内センサーケーブル) で構成.....	PN 760-700-G6
4m/20 インチ XIU ケーブルキット PN 755-257-G20 (20 インチ BNC ケーブル) と PN 321-039-G15 (3.5m 真空内センサーケーブル) で構成.....	PN 760-701-G20
XTC/3 ユニットからオシレーターケーブル、4.6m (15 フィート)	PN 600-1261-P15
XTC/3 ユニットからオシレーターケーブル、9.2m (30 フィート)	PN 600-1261-P30
XTC/3 ユニットからオシレーターケーブル、15.3m (50 フィート)	PN 600-1261-P50
XTC/3 ユニットからオシレーターケーブル、30.5m (100 フィート)	PN 600-1261-P100
標準 XTC/3 オシレーター	PN 780-600-G1
4m XTC/3 オシレーター	PN 780-600-G2

1.6.4 センサー

XTC/3 は、以下のインフィコンセンサータイプと互換性があります：

前面装着シングルセンサー	PN SL-xxxx
前面装着デュアルセンサー	PN DL-Axxx
Cool Drawer シングルセンサー	PN CDS-xxFxx
Cool Drawer デュアルセンサー	PN CDD-xxFxx
スパッタリングセンサー	PN 750-618-G1
前面装着ベーキング対応センサー	PN BK-AxF
CrystalSix センサー	PN 750-446-G1
Crystal12 センサー	PN XLI2-1xxxxx
RSH-600 センサー	PN 15320x-xx

インフィコンの QCM センサー全製品の詳細については、インフィコンの担当者にお問い合わせいただくか、www.inficon.com をご覧ください。

表 1-1 Crystal12 センサー

Crystal12 センサーパッケージ XL12-xxxxX	XL12-
基本ユニット	
なし	0
Crystal12 センサー	1
真空内ケーブルアセンブリー長さ	
なし	0
78 cm (30.75 インチ)	1
15.2 cm (6 インチ)	2
30.5 cm (12 インチ)	3
61 cm (24 インチ)	4
91.4 cm (36 インチ)	5
121.9 cm (48 インチ)	6
152.4 cm (60 インチ)	7
182.9 cm (72 インチ)	8
水晶振動子カルーセルアセンブリー	
1 個 (基本ユニットに同梱)	0
スペア水晶振動子カルーセルアセンブリー	1
Front Deposition Shield	
1 個 (基本ユニットに同梱)	0
スペア前面蒸着シールド	1
ハードウェアを含む取り付けポスト	
なし	0
取り付けポストキット	1
例 : 78cm (30.75 インチ) ケーブル、スペアカルーセル、スペア前面蒸着シールド、取り付けポストキットおよびソレノイドバルブ付きの Crystal12 センサーは PN XL12-11111 です。	

1.7 初回電源投入時の検証

正式な設置の前に、XTC/3 の機能予備チェックを実施できます。このチェックの実施には、センサー、蒸発源制御部、入力、リレーの接続は不要です。包括的な設置情報については、第 2 章、設置およびインタフェースを参照してください。



WARNING - Risk Of Electric Shock

XTC/3 ケースの内部には、ユーザーが修理できるコンポーネントはありません。

電源コードまたは外部入力 / リレーコネクタが接続されている間は危険電圧が存在する可能性があります。

メンテナンス作業は、必ず有資格者が実施してください。



WARNING - Risk Of Electric Shock

保護接地回路は、遮断しないでください。

XTC/3 の内部または外部の保護接地回路を遮断した場合、または保護接地端子の接続を切断した場合、XTC/3 は危険な状態になる可能性があります。



この記号は、XTC/3 の内部で保護接地が接続されている箇所を示しています。この接続を外したり緩めたりしないでください。

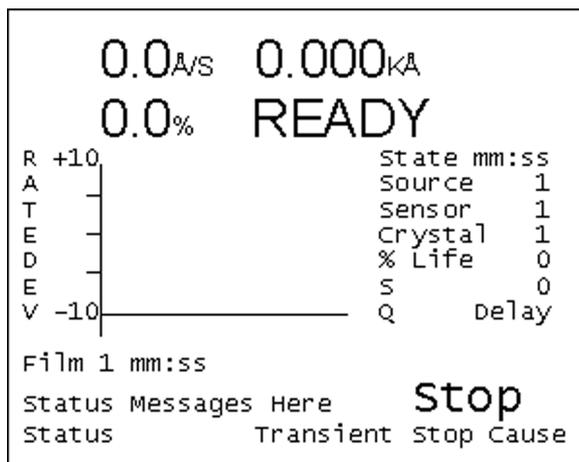
- 1 適切な AC ライン電圧が XTC/3 に供給されていることを確認します。XTC/3 背面パネルの電源スイッチをオンに設定してください。
- 2 前面パネルの電源ボタンを押します。電源スイッチの横の緑色の LED が点灯します。

3 LCDには、 1-1 または  1-2 に示す画面と同様の画面が表示されます。

図 1-1 XTC/3M 操作画面



図 1-2 XTC/3S 操作画面



第 2 章

設置およびインターフェース

2.1 設置場所のガイドライン

XTC/3 を永続的に設置する前に、設置とインターフェースに関する本章全体をお読みください。可能な限り、記載の推奨事項に従ってください。ただし、推奨事項や正しい操作方法を守らなかった場合、XTC/3 の性能が低下する、あるいは製品寿命が短くなる可能性があります。

2.1.1 センサータイプ

採用するセンサータイプは、プロセス、蒸着物質、およびプロセスチャンバーの物理特性に基づいて決定します。インフィコン製センサーのタイプごとの基本ガイドラインについては、弊社 Web サイト www.inficon.com の該当センサーデータシートを参照してください。

具体的な推奨事項については、インフィコンの担当者にお問い合わせください。

注： 設置時に XTC/2 または XTC/C がデュアルセンサーに交換され、センサータイプ **[CrystalTwo]** が選択されている場合は、PN779-220-G1 (6 インチ BNC ケーブル) または PN779-220-G2 (20 インチ BNC ケーブル) および水晶振動子 2 (CrystalTwo) スイッチが必要です。XTC/3 では、デュアルセンサー用に XTC/3 の水晶振動子インターフェースユニット (XIU) 信号接続を 1 つだけ使用します。水晶振動子 2 スイッチは、シャッターが作動すると同時に一方の水晶振動子から他方の水晶振動子へ XIU 接続を送るために、ソレノイドバルブ (PN750-420-G1) と並列に配線されます。センサータイプ **[Dual Head]** を選択した場合、2 つの XIU パッケージが必要となり、センサー 1 と 2 に接続されます。

注： XTC/3 は、現在はもう製造されていない CrystalSix センサー (PN750-260-G1) に対応していません。現在の製品 CrystalSix (PN750-446-G1) は、XTC/3 と完全に互換性があります。



CAUTION

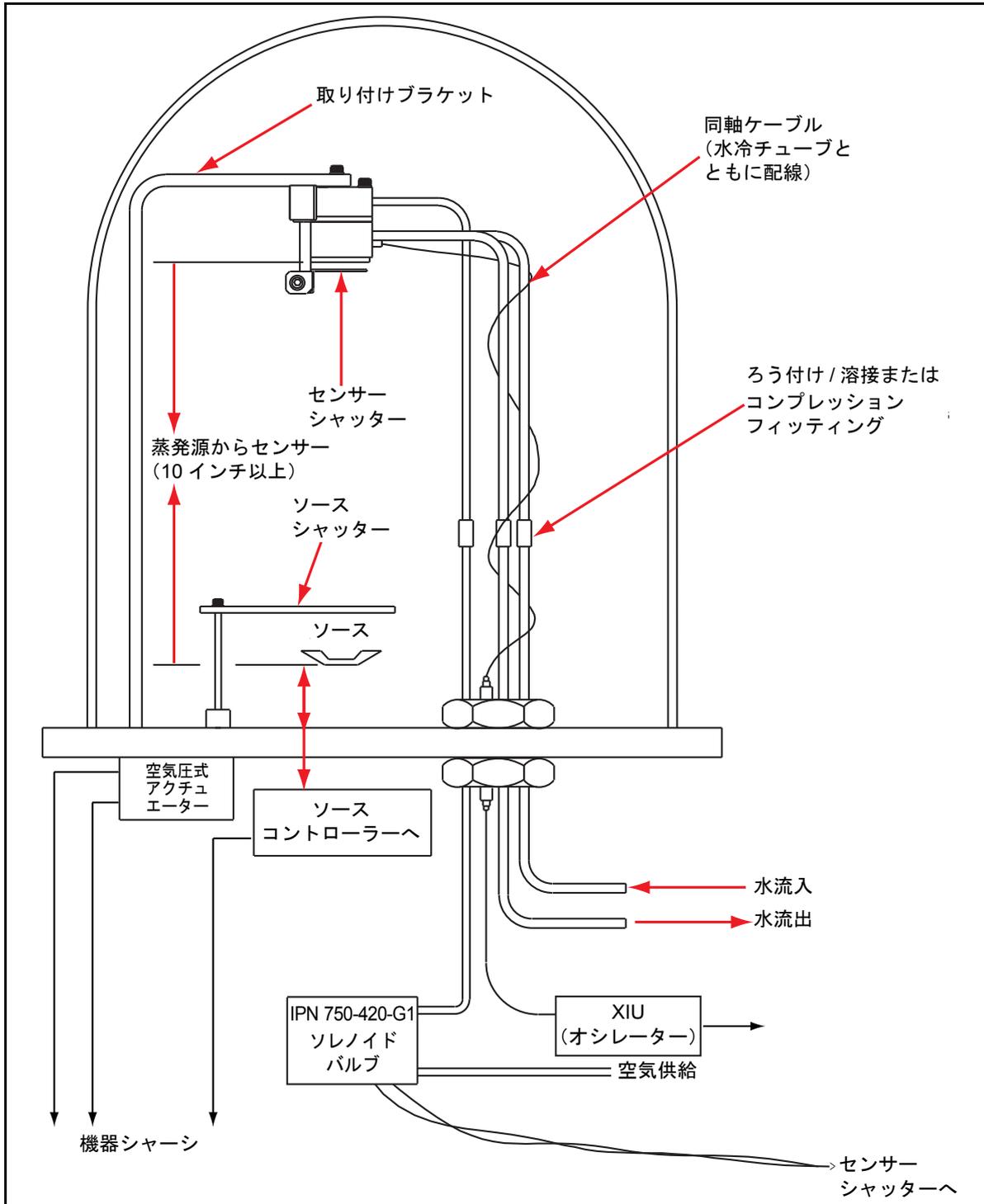
選択したセンサーを慎重に設置することで、XTC/3 の性能が確保されます。

適切に設置されなかった場合には、蒸着の再現性、水晶振動子の寿命、レートの実安定性に関する問題が生じます。

2.1.2 センサー設置

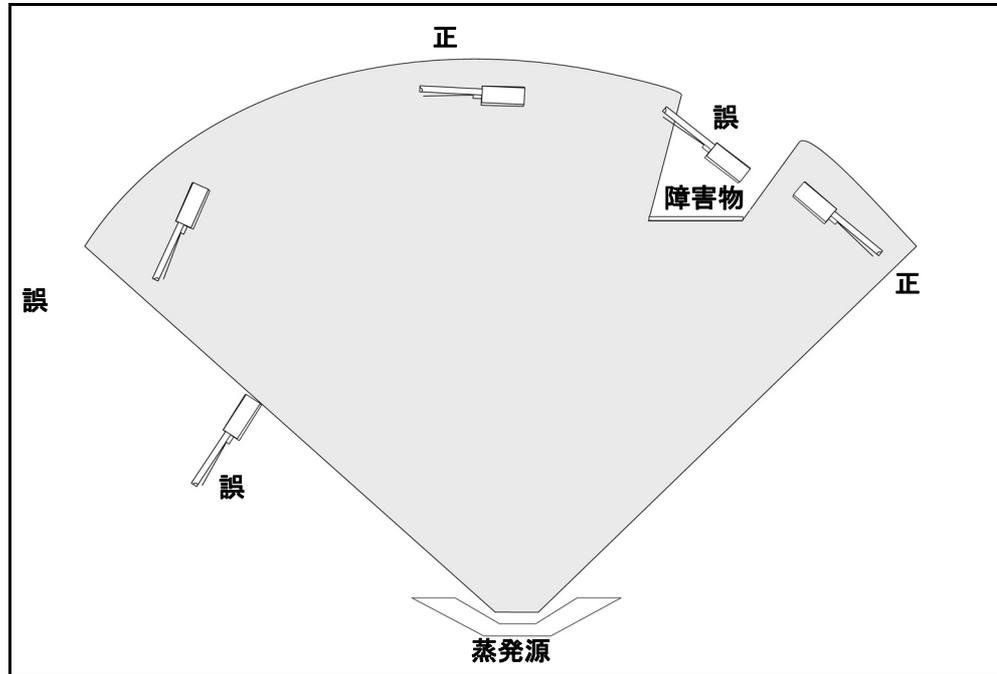
図 2-1 に、真空プロセスチャンバーへの INFICON 水冷式水晶振動子センサーの一般的な設置方法を示します。この図と、それに続くガイドラインに従って、最適な性能と利便性を得られるようにセンサーを設置してください。

図 2-1 一般的な設置方法



センサーは蒸発源からできる限り遠くに取り付けてください（254mm（10 インチ）以上離すことを推奨）。その際、基板上に堆積する膜厚に比例するレートでセンサーにも膜厚が堆積されるようにセンサーを配置します。図 2-2 に、センサーの適切および不適切な設置方法を示します。

図 2-2 センサー設置ガイドライン



飛散から保護するために、初期ソーク時間中にセンサーを遮蔽するためにソースシャッターまたは水晶振動子シャッターを使用します。溶融物質の極めて小さな粒子が水晶振動子に接触しても、振動子は損傷し、発振しなくなります。発振が完全に停止しない場合であっても、水晶振動子が不安定な状態になることがあります。

以下の注意事項に従ってください：

- ◆ チャンバー内に固定された、しっかりとした台などにセンサーを取り付けます。センサーを支える目的で水冷チューブを使用しないでください。
- ◆ センサーと蒸発源を結ぶ経路上に障害物がないように、設置方法を計画してください。回転式または可動式の固定金具の動きも考慮してください。
- ◆ センサーの中心軸（水晶振動子の平らな面の中心から垂直に伸びた仮想的な線）が監視対象の仮想蒸発源に直接向くように、センサーを取り付けます。標準 PN 780-600-G1 オシレーターからセンサーまでの外部および内部同軸ケーブルの全体の長さが 254cm（100 インチ）を超えないようにしてください。長さ 3 ~ 4m（118 ~ 158 インチ）の真空内同軸ケーブルを扱うには、オプションの PN780-600-G2 オシレーターを使用できます。
- ◆ 水晶振動子の交換時に容易にアクセスできるようにしておきます。
- ◆ 同時蒸着を行うための 2 台の XTC/3 を使用するシステムについては、各蒸発源からの蒸気が 1 つのセンサーにのみ届くように、センサーの位置を調整します。通常、こうした流れを設定するには、専用の遮蔽部品やオプションであるマテリアルダイレクターが必要です。

2.1.3 XTC/3 の設置

XTC/3 は、オプションのラック取り付けキット (PN780-702-G1) でラックに取り付けるように設計されています。台の上で使用することも可能です。2 台の XTC/3 を並べて取り付けするには、2 ユニットラック取り付けオプションキット (PN780-702-G2) を使用できます。

コントローラーを中央に配置して、外部ケーブルの長さを最短にします。

2.2 電氣的干渉の回避

設置時に、電気に関する基本的なガイドラインを慎重に考慮することで、電気ノイズに起因する多くの問題を回避できます。

要求される遮蔽状態や内部接地を維持し、安全に正しく運用できるように、筐体カバー、サブパネル、締め具のすべてを所定位置に取り付け、付属のねじや留め具で確実に固定した状態で XTC/3 を動作させる必要があります。

注： XTC/3 を RF スパッタリングシステムとともに使用する場合は、XTC/3 とオシレーターを接続するケーブルを、RF 伝送ケーブルからできる限り遠ざけておく必要があります。RF 伝送ケーブルからの干渉が、水晶振動子の不良や故障を引き起こす可能性があります。

2.2.1 接地の確立と確認

接地を行う際は、以下の手順が推奨されます：

- ◆ 地盤状況によって可能な場合は、10 フィートの銅覆鋼棒 2 本を 6 フィートの間隔を開けて地面に打ち込みます。接地の導通性を向上させるために、周囲に硫酸銅液または食塩水を流します。測定した抵抗値がほぼゼロであれば、接地が確立されています。
- ◆ この接地ネットワークへの接続の長さは、できる限り短くしてください。

2.2.2 接地の接続

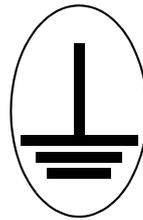
接地接続は 2 つあり、どちらも必要です：

- ◆ コントローラーの接地接続部は、ねじ山付きスタッド（六角ナット付き）です。リング端子を接地用ストラップに接続することで、固体銅バー接地バスへの接続状態が良好になり、着脱と設置が容易になります。0.5 インチ以上の銅編組ストラップまたは長さ 12 インチを超えない 16 AWG 銅ワイヤを使用して、電気ノイズに対するイミュニティーが最適になるようにします。推奨の接地方法については、2-6 ページの [図 2-3](#) を参照してください。
- ◆ XTC/3 は、保護接地端子を備えたコンセントに接続した三芯シールド電源ケーブルを介して接地する必要もあります。延長ケーブルも、保護接地線を備えた 3 線ケーブルとしてください。この接地で個人の安全が確保されますが、電気ノイズを抑制する効果はありません。



WARNING - Risk Of Electric Shock

保護接地を意図的に遮断しないでください。XTC/3 の内部または外部の保護接地接続を遮断した場合、または保護接地端子の接続を切断した場合、XTC/3 は危険な状態になる可能性があります。



この記号は、XTC/3 の内部で保護接地が接続されている箇所を示しています。この接続を外したり緩めたりしないでください。



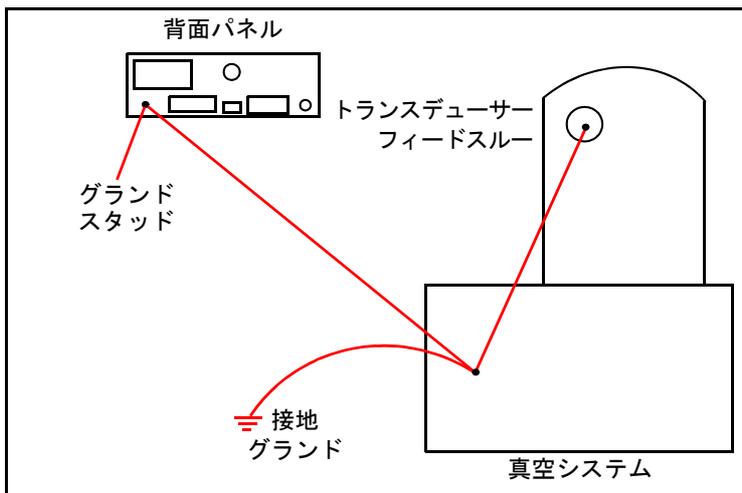
CAUTION

特に電気ノイズが多い環境では、正しい動作を保証するためにも、外部接地接続を行ってください。

RF パワーを使用するスパッタリングシステムとともに使用する場合は、具体的な状況に応じて、接地方法の変更が必要となることがあります。接地および RFI 防止に関する有益な情報として、H.D. Alcaide (1982 年 4 月) による論文 Solid State Technology (p.117) が公開されています。

多くの状況では、接地用の編組ストラップで十分です。ただし、RF インピーダンスが低い状況では、ソリッド銅ストラップ（厚さ 0.030 インチ、幅 1 インチ）が必要になることがあります。

図 2-3 システム接地図



2.2.3 外部配線からのノイズの抑制

XTC/3 が蒸着システムに完全に統合されている場合、配線数が多くなり、それぞれが XTC/3 内部に到達する電気ノイズの経路となる可能性があります。こうしたワイヤ線による問題が発生する確率は、以下のガイドラインに従うことで大幅に低くなります：

- ◆ 接続には、必ず同軸シールドケーブルまたはツイストペアケーブルを使用します。
- ◆ ケーブルの長さをできる限り短くします。
- ◆ 高レベルの干渉を発生させる可能性があるエリア近くへのケーブル配線を避けます。たとえば、電子ビームガンやスパッタリングソースなどに使用される大型電源は、大規模で急激な電磁場変動の要因となることがあります。こうした問題が生じやすいエリアから、ケーブルを 1 フィート以上離すことで、受けるノイズを大幅に低減できます。
- ◆ 2-5 ページの [セクション 2.2.2](#) の推奨事項に従って、適切な接地システムを準備し、接地ストラップを所定位置に取り付けます。
- ◆ XTC/3 のカバー類やオプションのパネル類のすべてを所定位置に取り付け、付属の留め具で確実に固定します。

注： 受ける電気ノイズを最小限に抑えるために、XTC/3 の背面パネルへの接続には、必ずシールドケーブルを使用してください。

2.3 コントローラーの接続

電源を正しく接続し、設備側の機器やソースとの信号インタフェースを正しく接続することで、XTC/3 は正しく動作します。

2.3.1 正しい入力電圧の検証



WARNING - Risk Of Electric Shock

XTC/3 を主電源に接続している間、一次回路に線間電圧が存在します。

通常動作中はXTC/3 からカバーを取り外さないでください。

XTC/3 の内部には、オペレーターが修理できる部品はありません。

上部 / 下部カバーの取り外し作業は、有資格者に限定されます。

XTC/3 は、AC ライン電流により通電します。許容可能な電圧入力範囲とヒューズの定格およびタイプを 1-10 ページの[セクション 1.4.9](#)に示します。

2.3.2 オシレーター (XIU) ケーブルの配線

このケーブルには、アナログ信号とデジタル信号の両方が流れます。そのため、ケーブル長さが多少長くなっても、高レベルの電磁干渉が生じるエリア近くへの配線は避けてください。

2.3.3 インタフェースケーブルの製作およびピン配列

コントローラーと蒸着システムを接続するために、数本のケーブルを製作する必要があります。2-6 ページの[セクション 2.2.3](#)の外部配線からのノイズの抑制を参照してください。

2.3.3.1 蒸発源制御部の接続

2 本の BNC コネクタ ([Source 1] と [Source 2]) は、アナログ制御電圧を電源に供給します。標準 50 オームの同軸ケーブルを使用できます。

2.3.3.2 入力と出力の接続



CAUTION

リレー、リレー回路、および I/O コネクタの関連ピンの最大電圧定格は、30V (DC) または 30V (AC) RMS、あるいは 42V (ピーク) です。
各コネクタピンまたは各リレー接点の最大電流定格は、2.5A です。

注： I/O 機能は XTC/3S で固定され、XTC/2 のデフォルトの割り当てと同じです。

注： XTC/3M では、I/O 機能はユーザーが選択可能です。デフォルトの割り当ては、XTC/2 のデフォルトの割り当てと同じです。

2.3.3.2.1 システム I/O コネクタ

表 2-1 システム I/O コネクタ

説明	ピン番号	XTC/3S の機能
リレー 1	1、2	ソースシャッター 1
リレー 2	3、4	ソースシャッター 2
リレー 3	5、6	** センサーシャッター 1
リレー 4	7、8	** センサーシャッター 2
リレー 5	9、10	停止
リレー 6	11、12	プロセスの終了
入力 1	18	開始
入力 2	19	停止
入力 3	20	蒸着の終了
入力 4	21	* サンプルの開始
入力 5	22	* サンプルの抑止
入力 6	23	* 水晶振動子の故障の抑止
入力 7	24	* ゼロ膜厚
入力 8	25	* ソーク 2 保留
グラウンド	13、14、15、 16、17	入力コモン
* これらの入力機能は、Table 2-2 に従って再割り当てすることができます。		
** XTC/3S の水晶振動子の切り替えに使用されます。		

Table 2-2 XTC/3S の [General]/[Process] 画面 で選択する成膜選択オプション

入力 番号	ピン番号	機能	説明				
			pin22	pin23	pin24	pin25	成膜 番号
4	21	RESET					
5	22	成膜選択 MSB	0	0	0	X	1
6	23	成膜選択	0	0	1	0	2
7	24	成膜選択	0	0	1	1	3
8	25	成膜選択 LSB	0	1	0	0	4
			0	1	0	1	5
			0	1	1	0	6
			0	1	1	1	7
			1	0	0	0	8
			1	0	0	1	9
			1	X	1	X	1
X = 重要ではない							

2.3.3.2.2 Aux I/O コネクタ

表 2-3 Aux I/O コネクタ

説明	ピン番号	XTC/3S の機能
リレー 7	1、2	膜厚セットポイント
リレー 8	3、4	ソーク 2
リレー 9	5、6	水晶振動子の故障
リレー 10	7、8	アラーム
リレー 11	9、10	蒸発源 1/ 蒸発源 2
リレー 12	11、12	蒸着の終了（最終膜厚）
TTL 出力 1 13 るつぼ SRC 1 Bin	18	るつぼ選択 1 (アクティブな膜層が 0 または 1 の場合)
TTL 出力 2 14 るつぼ SRC 1 Bin	19	るつぼ選択 2
TTL 出力 3 15 るつぼ SRC 1 Bin	20	るつぼ選択 3
TTL 出力 4 16 るつぼ SRC 1 Bin	21	るつぼ選択 4
TTL 出力 5 17 るつぼ SRC 1 Bin	22	るつぼ選択 5
TTL 出力 6 18 るつぼ SRC 1 Bin	23	るつぼ選択 6
TTL 出力 7 19 るつぼ SRC 1 Bin	24	るつぼ選択 7
TTL 出力 8 20 るつぼ SRC 1 Bin	25	るつぼ選択 8
入力 9	14	るつぼ有効
グラウンド	13、15、16、17	コモン

2.3.3.2.3 入力

コモン (GND) への接点開閉を介して指定の入力端子をグラウンド (0.8V 未満) にプルするか、2mA (1 低パワー-TTL 負荷) の電流シンク機能を有する TTL/CMOS ロジックを使用することで、入力が作動します。これらのポートは 250 ミリ秒ごとに読み取られるため、読み取りサイクル中は信号が必要です。

2.3.4 RS-232C 通信

XTC/3 では、RS-232C シリアル通信が標準です。

RS-232C は、XTC/3 のリモートによる制御または監視に使用されます。

オプションの Windows® 互換ソフトウェアのインフィコン PN780-032-G1 は、パラメーターの入力、レシピの保存、データのログ記録と監視、および開始、停止、リセットの制御を行います。

ホストコンピューター側の接続には、業界標準である 9 ピン D-Sub コネクタが必要です。ケーブルの許容長さは、公開されている規格によって決まります。

コントローラーインターフェースは DCE (Data Communication Equipment : データ通信機器) として動作し、ハードウェアハンドシェイクはサポートされていません。

以下のピンの割り当ては、XTC/3 コネクタ用です。ほとんどの場合、PC 側にメス 9 ピン D コネクタ、XTC/3 側にオス 9 ピン D コネクタが付いたストレートスルーシリアルケーブル (ヌルモデムケーブル以外) が動作しますが、使用されるのはピン 1、2、3、5 のみです。

表 2-4 RS-232C ピン割り当て

信号名		ピン	EIA 名
TX	送信データ	2	BA
RX	受信データ	3	BB
SG	信号接地	5	AB
	ケーブル遮蔽	1	
	(未使用)	4、6、7、8	

2.3.5 TCP/IP 通信接続 (オプション)

注： このセクションは、オプションの TCP/IP インターフェースがインストールされている場合のみ適用されます。

XTC/3 の TCP/IP インターフェースオプションでは、標準の Ethernet TCP/IP 通信接続が可能です。XTC/3 がスタンドアロンコンピューターから直接接続されている場合は、PC にそれ自体を動的に再設定する機能がある場合を除き、Ethernet ケーブルはクロスオーバーケーブルにしてください。静的アドレスはサポートされませんが、

DHCP はサポートされません。

2.3.5.1 ネットワーク接続

XTC/3 をネットワークまたはハブを介して接続する場合には、標準のストレート Ethernet ケーブルが必要です。

2.3.5.2 XTC/3 での IP アドレスの変更

4-25 ページの [セクション 4.4.3.1](#) を参照してください。

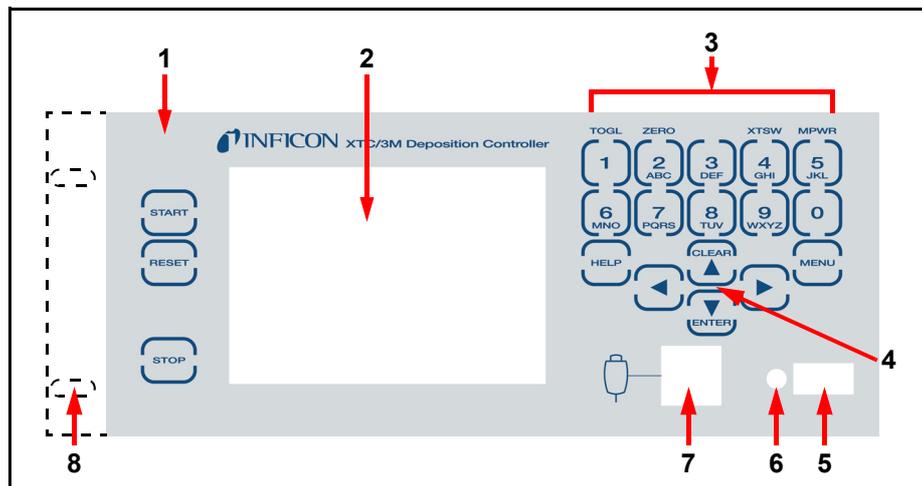
2.3.5.3 PC のセットアップ

5-2 ページの [セクション 5.1.4](#) を参照してください。

第3章 操作

3.1 前面パネルの制御

図 3-1 XTC/3M の前面パネル



1 システムスイッチ

プロセスの制御に使用する **[START]**、**[STOP]** および **[RESET]**。

2 LCD 画面

グラフィカル表示、セットアップメニュー、ステータスメッセージ、およびエラーメッセージが表示されます。

3 データ入力キー

文字が電話様式で割り当てられている、パラメーター入力用の数字 **0 ~ 9** のキーパッド配列 (XTC/3M のみ)、および **[HELP]**、**[CLEAR]** ▲ (上向き矢印)、**[MENU]**、**[ENTER]** ▼ (下向き矢印) のキー。
数字をすべて入力した後に **[ENTER]** を押します。

誤って入力したデータは、**[CLEAR]** を押して消去できます。不正な値を入力した場合、**[CLEAR]** を押すことでエラーメッセージが消去され、最後に表示された有効なデータが再表示されます。

[MENU] を使用して、XTC/3 の画面間を移動します。

[HELP] キーを押すと、状況に応じたヘルプ情報が表示されます。

4 カーソルキー

画面上のカーソルを上下左右に移動するための 4 つのキーが配置されています。これらのキーは長押しに対応しています。キーを押し続けると、その間はカーソルが動き続けます。状況に応じて、**[▲]** は **[CLEAR]** として機能し、**[▼]** は **[ENTER]** として機能します。**[▼]** キーと **[▲]** キーは、手動操作時にパワーレベルを増減する場合にも使用します。

5 電源

このスイッチを使用して、XTC/3 への二次電源の [ON] と [STANDBY] を切り替えます。電源は、ボタンを押し下げた状態のときに供給されます。

6 パイロットライト

電源スイッチの横にある緑の LED です。電源を投入すると点灯します。

7 リモートコントロール用ジャック

オプションである有線ハンディリモートコントローラー PN 755-262-G1 用のレセプタクルです。

8 オプションラック取り付けキット（図には示されていない）

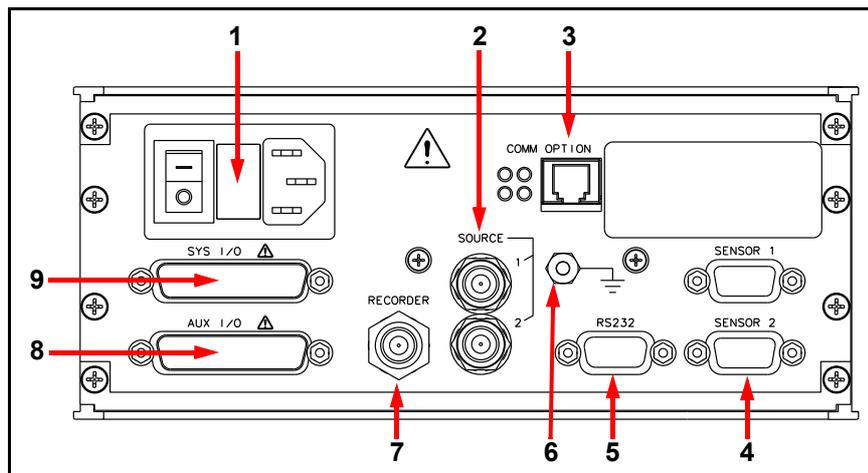
1 台の XTC/3 の場合は PN 780-702-G1

2 台の XTC/3 を並べて取り付ける場合は PN 780-702-G2

3.2 背面パネルのインターフェース

XTC/3 のインターフェースは、背面パネルに配置されています。図 3-2 を参照してください。

図 3-2 XTC/3 の背面パネル



1 AC 電源インレットおよび電源スイッチ

世界各国のプラグセットに対応する共通コネクタを備えています。

2 蒸発源制御 DAC 出力

2 つの蒸発源の蒸発源制御電圧です (BNC コネクタ)。

さまざまな電圧範囲と極性に対応するように出力のプログラミングが可能です。

3 通信オプションコネクタ（オプションの TCP/IP）

TCP/IP インターフェースの接続部です。

4 センサーコネクタ - チャンネル 1 および 2

2 つのセンサーチャンネルのための接続部です。

5 RS-232C リモート通信コネクタ

9 ピン RS-232C 通信ポートです。

6 接地スタッド

2-5 ページのセクション 2.2.2 の接地の接続を参照してください。

7 レコーダー DAC 出力

さまざまな範囲とパワー（BNC コネクタ）でレート、レート偏差および膜厚に対応するように、0 ~ 10V の出力の選択が可能です。

8 Aux I/O コネクタ

定格 30V（DC）または 30V（AC）RMS、あるいは最大 42V（ピーク）の 6 個のリレー、8 個のロジック出力、1 個のロジック入力のピン接続を行います。

9 システム I/O コネクタ

定格 30V（DC）または 30V（AC）RMS、あるいは最大 42V（ピーク）の 6 個のリレー、および 8 個のロジック入力のピン接続を行います。

3.3 各種画面

XTC/3 の以下の 7 つの画面がプロセスの監視とプログラミングに使用されます：

- ◆ [Operate]
- ◆ [Film Parameter]
- ◆ [Process List] (XTC/3M のみ)
- ◆ [General Parameter]
- ◆ [I/O Map]
- ◆ [Diagnostics]
- ◆ センサー

画面の製品寿命を延ばすために、1～99 分の範囲で指定した時間内にキー操作がなかったときに暗くなるよう設定できます(4-21 ページの [セクション4.4.2 のハードウェアパラメーター](#) のパラメーター「[LCD Dimer Time]」を参照)。

この調光時間が経過する前にキーを操作すると、調光間隔のカウントダウンがリセットされます。

デフォルト値である 0 を設定すると、調光機能は無効になります。

画面が薄暗くなると、明るさは以下ようになります：

- ◆ 成膜が実行している場合は明るい
- ◆ 成膜が実行していない場合は暗い (準備完了またはアイドル状態)

キーはすべてアクティブのままです。誤ってパラメーターを変更しないように画面の明るさを最大に戻すには、[HELP]: あるいは [◀] または [▶] を押します。

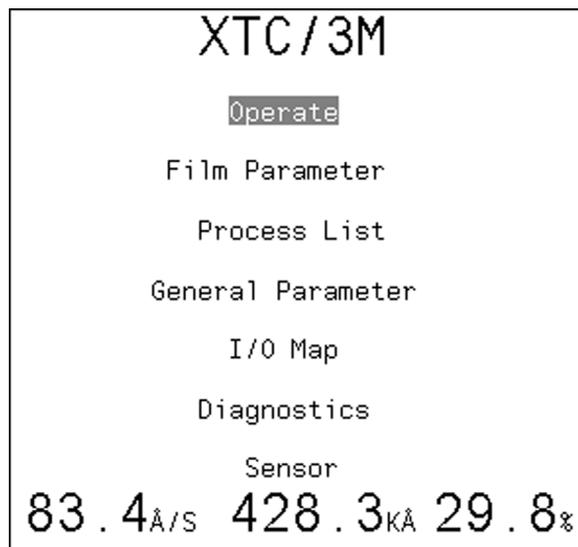
3.3.1 メニュー画面

他の画面で **[MENU]** を押すと、**[Menu]** 画面が表示されます（[図 3-3](#) を参照）。

[Menu] 画面では、他のすべての画面間の移動が可能です。

- 1 **[▲]** または **[▼]** を使用して画面一覧をスクロールすると、目的の画面を選択できます。
- 2 **[MENU]** を押して、選択した画面に移動します。

図 3-3 XTC/3M のメニュー画面



パラメーターが不正に入力されないように前面パネルからロックコードが設定されている場合は、この画面の右上端にロックコードの **[L Lock]** メッセージが表示されます。

リモート通信でロックコードが設定されている場合は、代わりに **[R Lock]** メッセージが表示されます。

パラメーターの入力や変更を有効にするには、ロックコードメッセージ（**[Sensor]** の右側にある）にカーソルを移動し、ロックコードを入力して **[Enter]** を押します。ロックコードメッセージが消えます。

XTC/3 は、**[Operate]** 画面に入ると再度ロックされます。

3.3.2 操作画面

[Operate] 画面は、電源投入時、一時初期化画面の後に表示されます。この画面には、現在アクティブな成膜とプロセスに関する情報が表示されます。**[Operate]** 画面の情報として、ユーザーが入力したプロセス名や成膜名（XTC/3M のみ）、レート、パワー、膜厚、状態、状態時間、膜層時間、プロセス時間（XTC/3M のみ）、使用中の蒸発源とセンサー、水晶振動子の数と寿命、S 値、Q 値などがあります。（[図 3-4](#) および [図 3-5](#) を参照）。

また、時間の経過に伴うレート偏差やパワーのグラフも表示されます。グラフの表示を変更するには、Y 軸のグラフラベルにカーソルを置き、[TOGL] を押してレート偏差とパワーを切り替えます。グラフのY軸の値にカーソルを置いた場合、レート偏差スケールを5、10、20、40Å/秒の間で切り替えることもできます。

システムのメッセージとエラーは、[I/O Map] を除くすべての画面に表示されま

注： XTC/3M では、プロセスや成膜の名前がない場合、プロセス番号や成膜番号で置き換えられます。

図 3-4 XTC/3M の操作画面

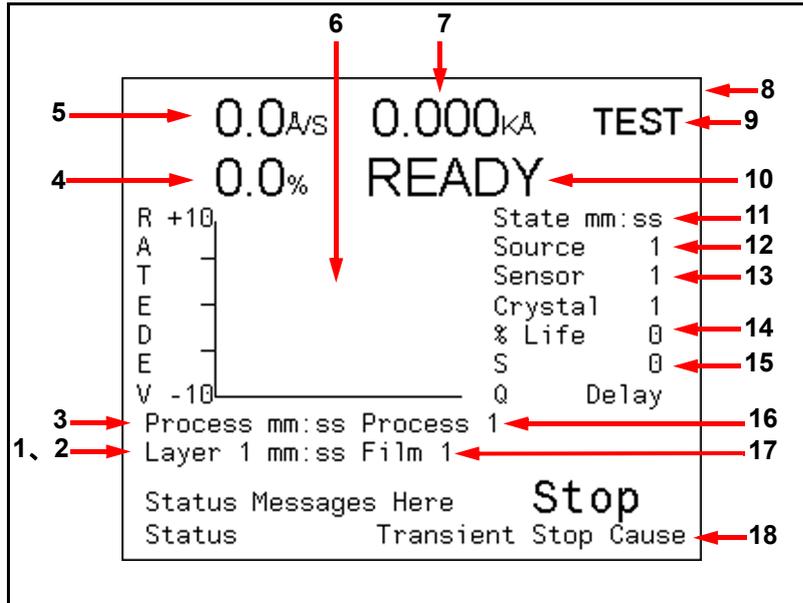
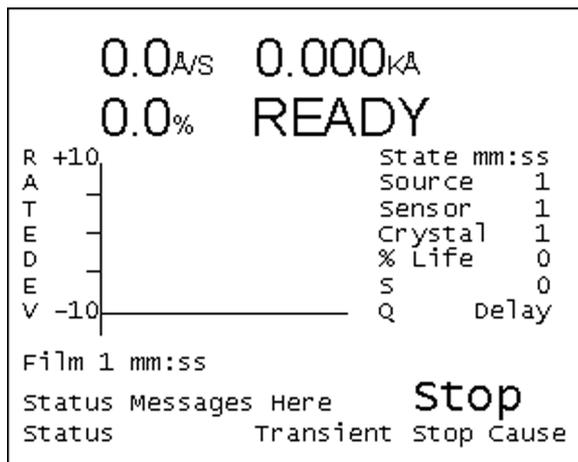


図 3-5 XTC/3S の操作画面



操作画面の説明（[図3-4](#)を参照）

1. プロセスの現在の膜層（XTC/3S の場合は成膜）
2. [Layer] [Time]
3. プロセス時間（XTC/3M のみ）
4. % パワー
5. レート
6. レート偏差またはパワーのグラフ表示
7. 膜厚
8. ロックステータスエリア
9. テストモードインジケータ
10. 膜層の状態
11. 状態時間
12. 使用中の蒸発源の番号
13. 使用中のセンサーの番号、使用中の水晶振動子
（マルチポジションセンサーの場合）
14. % 水晶振動子の寿命
15. S カウンターと Q カウンター（ゼロ以外の値に設定される場合）
16. 実行中のプロセスの名前（XTC/3M のみ）
17. 蒸着中の成膜の名前（XTC/3S の場合は常に成膜）
18. メッセージエリア

3.3.2.1 水晶振動子の寿命と開始周波数

[Operate] 画面では、水晶振動子の寿命は、XTC/3 で許可されている終了周波数 5.0MHz に対する、公称周波数シフト 1MHz のパーセンテージで表示されます。この数量は、蒸着時の水晶振動子の故障を防ぐために、モニター用水晶振動子を交換する時期のインジケータとして役立ちます。通常は、一定の水晶振動子の寿命（% の変化）が消費された後に水晶振動子を変更します。

水晶振動子の 100% の寿命までモニター用水晶振動子を使用することはあまりありません。有効な水晶振動子の寿命は、蒸着対象の物質の種類と、この物質がモニター用水晶振動子に与える影響に大きく依存します。銅といった良好な挙動を示す物質であっても、モニター用水晶振動子の固有品質 Q は、共振の鋭さを維持するのが困難になる状態まで劣化するため、理論上の 100% 寿命に達する前にモニター用水晶振動子の周波数測定機能が劣化します。

誘電物質や光学物質を蒸着する場合、金電極、合金電極、または銀電極のモニター用水晶振動子の寿命は、10 ~ 20% 程度まで大幅に短くなります。これは、水晶と誘電体膜の境界面で生じる熱応力と固有応力に起因するもので、膜の機械的強度が弱いためにさらに悪化します。こうした物質の場合、水晶振動子の固有品質 Q は、モニター用水晶振動子の故障にそれほど影響しません。

3.3.2.2 正しい水晶振動子の選択

ほとんどの用途で、金電極水晶振動子をお勧めします。ただし、銀電極水晶振動子は、スパッタリングのような高い熱負荷を伴うプロセスで優れた性能を発揮します。銀電極水晶振動子も酸化物の蒸着で利用できますが、最初は金電極水晶振動子を試してください。銀は変色するため、長期保管はできませんのでご注意ください。インフィコンの銀電極水晶振動子は、保管寿命を最大にするために、不活性ガスを充填した密封袋に入れて出荷されます。

3.3.2.3 [% Life] の自動ゼロ設定

新しい水晶振動子の開始時周波数が 5.92MHz を超えており、最後の有効測定値との差が 0.04MHz 以上ある場合、その [% Life] は 0 に設定されます。これにより、有効寿命を無駄にすることなく、既知かつ一定の [% Life] 点まで水晶振動子を利用することが容易になります。どの状況においても、[% Life] が 100% に到達していなくても、5.0MHz になると水晶振動子の寿命が終了します。たとえば、開始時周波数が 5.95MHz である水晶振動子が 5.0MHz に到達した際、[% Life] の測定値は 95% になります。

3.3.3 成膜名の画面

図 3-6 成膜名の画面

FILM NAME		
	Film Number	1
Pre/Post	Rise Time 1	00:00 mm:ss
	Soak Power 1	0.0 %
Deposit	Soak Time 1	00:00 mm:ss
Sensor	Rise Time 2	00:00 mm:ss
	Soak Power 2	0.0 %
Source	Soak Time 2	00:00 mm:ss
Option	Idle Ramp Time	00:00 mm:ss
	Idle Power	0.0 %
40.0 _{A/S} 183.6 _{KA} 0.0%		

成膜名の画面には、成膜パラメーターとその値が表示されます。XTC/3M では 32 個の成膜、XTC/3S では 9 個の成膜をプログラミングできます。**[Pre/Post]**、**[Deposit]**、**[Sensor]**、**[Source]** および **[Option]** 画面には **[FILM NAME]** 画面からアクセスできます。

パラメーターをロックすると、**[L Lock]** または **[R Lock]** メッセージが右上端に表示されます。パラメーターをロックした状態で、引き続き該当の成膜番号を変更して、他の成膜を表示できます。

プログラミングの詳細については、4-3 ページの[セクション 4.2](#) を参照してください。

3.3.4 プロセスリスト画面 (XTC/3M のみ)

[Process] 画面は、XTC/3M のみにあります。
XTC/3S は単一のプロセスと単一の膜層を扱うコントローラーです。

図3-7 XTC/3M のプロセス画面

Process 1		Active Process 1
Layers	Process 1 Name	
1-10	1	Film_Name_1
11-20	2	Film 3
21-30	3	Film 2
	4	Film 3
	5	Film_Name_1
	6	Film 6
	7	Film 7
	8	Film_Name_1
	9	Film 2
	10	Film 2
40.0 A/S		183.6 kA
		0.0 %

プロセスは、順番に実行される1つまたは複数の膜層で構成されます。プログラミングの詳細については、4-16 ページの[セクション 4.3](#) を参照してください。99 個のプロセスをプログラミングでき、各プロセスには最大999の膜層があります。

[Process] 画面に入ると表示されるプロセスは、**[Process]** 画面を最後に表示したときのプロセスです。別のプロセスを表示するには、プロセス番号パラメーターに移動し、目的のプロセス番号を入力して **[ENTER]** を押します。

パラメーターをロックすると、**[L Lock]** または **[R Lock]** メッセージが右上端に表示されます。プロセスリストは表示されますが、変更はできません。ただし、引き続き該当のプロセス番号を変更して、他のプロセスを表示できます。

選択パネルには、パラメーターパネルに表示可能な 10 個の膜層のセットが含まれます。

3.3.5 一般パラメーター画面

図 3-8 XTC/3M の一般パラメーター画面

General		
	Process to run	1
Process	AutoStart Next Layer	No
	Start Without Backup	No
Hardware	Stop on Alarms	No
	Stop on Max Power	No
Comm Info	Dep/Etch Mod	Deposit
	Test	No
	Lock Code	XXXX
	40.0 _{A/S} 183.6 _{KA} 0.0%	

注： XTC/3S では、[Process to Run] が [Film To Run] に置き換えられます。
 XTC/3S では [AutoStart Next Layer] はサポートされません。

[General] パラメーター画面は、[Process]、[Hardware] および [Communication Info] 画面に分けられます。最初に [L Lock] ロックコードが [Process] 画面で設定されます。

ここでパラメーターをロックすると、右上端に [L Lock] メッセージが表示されます。パラメーターは表示されますが、アクセスはできません。

プログラミングの詳細については、4-18 ページの [セクション 4.4](#) を参照してください。

3.3.6 I/O マップ画面

図 3-9 XTC/3M の I/O マップ画面

I/O Map		
	1 Start	5 RW Sampl Inhib
	2 Stop	6 XtalFail Inhibit
	3 End Deposit	7 Zero Thick
	4 RW Sampl Init	8 Soak 2 Hold
	9 Cruc 1 Valid	
Inputs	1 Source Shut 1	7 Thick Setpoint
	2 Source Shut 2	8 Soak 2
	3 Sensor Shut 1	9 Xtal Fail
Relay	4 Sensor Shut 2	10 Alarms
	5 Stop	11 Source in use
TTL	6 End of Process	12 Final Thick
	13 Cruc Src 1 Bin	17 Cruc Src 1 Bin
	14 Cruc Src 1 Bin	18 Cruc Src 1 Bin
	15 Cruc Src 1 Bin	19 Cruc Src 1 Bin
	16 Cruc Src 1 Bin	20 Cruc Src 1 Bin

[I/O Map] 画面には、XTC/3M の場合は現在選択されているプログラミング可能な I/O 機能、XTC/3S の場合は固定の I/O が表示されます。XTC/3M プログラミングの詳細については、4-26 ページの [セクション 4.5](#) を参照してください。

3.3.7 診断画面

図 3-10 診断画面

Diagnostics		
Firmware Revision	1.00	
Board Number	Serial Number	
XTC/3	XXXXXXXXXX	
XIU 1	XXXXXXXXXX	
XIU 2	Not Attached	
Diagnostics tests will not run if a process is running. In diagnostics mode the START, STOP and RESET functions and the remote U and R commands will be ignored.		
Press ENTER to continue		
Press MENU to exit diagnostics mode		
40.0 _{A/S}	183.6 _{K/A}	0.0%

[Diagnostics] 画面については、6-6 ページの [セクション 6.2](#) の XTC/3 診断で説明しています。[Diagnostics] 画面の内容は以下のとおりです：

- ◆ ファームウェアバージョンを表示します。
- ◆ メインボードのシリアル番号を表示します。
- ◆ 水晶振動子インタフェースユニット (XIU) のシリアル番号を表示します。
- ◆ RS 232 インタフェースをテストできます。
- ◆ アクティブな XIU をテストできます。
- ◆ ソースシャッターとセンサーシャッターの切り替えが可能です。
- ◆ るつぼの回転をチェックできます。

3.3.8 センサー情報画面

図 3-11 典型的なセンサー情報画面

Sensor Information		
Active Sensor	1	Clear S & Q
Frequency	5763566.879 Hz	Clear Failed Crystals
Raw Rate	0.147 A/s	
Type	CrystalTwo	Rotate Head Switch Crystal
Crystal Position	1	
Failed Crystals		
S Count	0	TOGL selection to initiate.
Q Count	Delay	
40.0_{A/S} 187.5_{KA} 0.0%		

非アクティブな選択肢はグレー表示になります。

S または Q パラメーター（あるいはその両方）にゼロ以外の値がプログラミングされている場合、この画面で累積カウントを消去できます。

マルチポジションセンサーを使用している場合は、カーソルを **[Switch Crystal]** または **[Rotate Head]** に合わせて **[TOGL]** を押すことで、次のセンサーに切り替えるか、マルチポジションセンサーのすべての位置で順に回転させることができます。

注： **[Rotate Head]** は、プロセスの終わりの準備完了またはアイドル状態でのみ使用できます。

[Frequency] は、水晶振動子の故障が発生する前の現在の共振または最後の良好な値を示します。

3.4 プロセスの実行

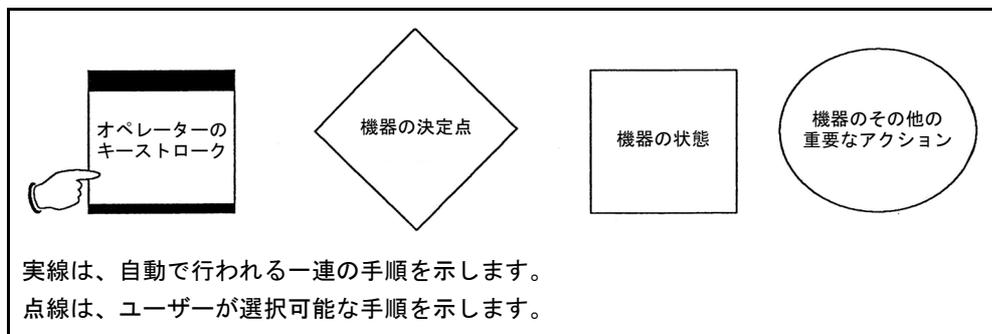
第4章の説明に従ってプロセスを定義すると、実行の準備ができます。

- ◆ **[START]** を押すと、プロセスは、その停止した時点から開始または続行します。
- ◆ **[STOP]** を実行すると、プロセスが停止し、画面上のステータス情報は維持され、制御電圧出力が0に設定されます。
- ◆ XTC/3 が停止状態のときに **[RESET]** を押すと、プロセスは最初の膜層に戻ります。

ヒント：シャッター動作、シーケンス、制限値などが正しいかどうかを確認するために、実際の蒸着を実行する前に、**[TEST]**（**[General Parameter]** 画面の **[Process]** サブ画面で有効化、4-19 ページの**セクション 4.4.1** を参照）で新しいプロセスを実行することを推奨します。

以下の状態図に、プロセスの実行を示します。（[図 3-12](#) および [図 3-13](#) を参照）。

図 3-12 フローチャートで使用される記号



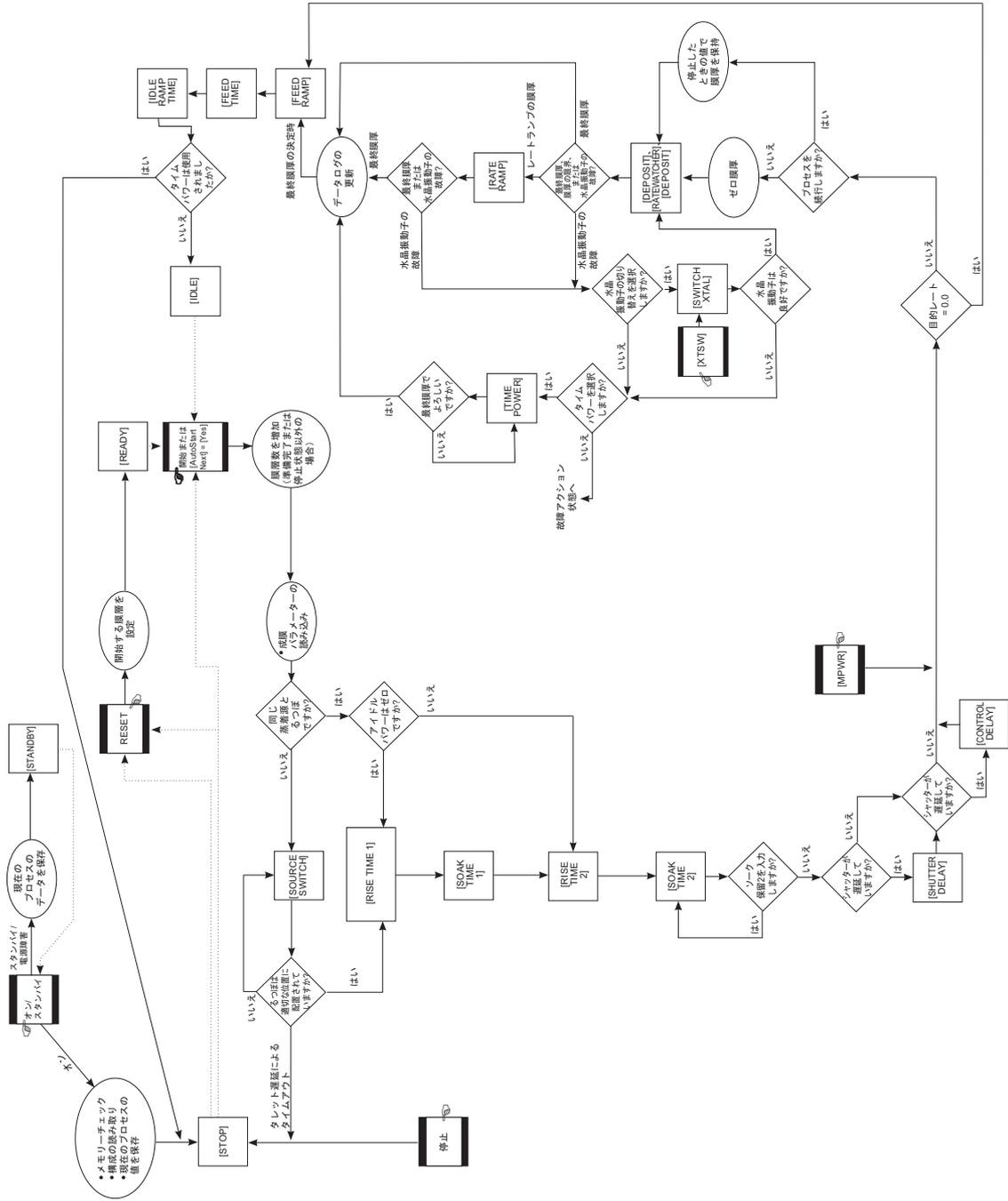


図 3-13 XTC/3 の状態図

- 1 XTC/3 が **[READY]** または **[IDLE]** になっていることを確認します。
- 2 **[START]** を押します。実行される次の膜層は、プレ蒸着状態に入り、続けて蒸着およびポスト蒸着状態になります。
- 3 膜層が完了すると、XTC/3 は **[IDLE]** に移行します。**[AutoStart Next Layer]** (XTC/3M のみ) が **[General Parameter]** 画面の **[Process]** サブ画面で **[Yes]** に設定されている場合、次の膜層 (ある場合) が自動的に開始します。それ以外の場合は、再度 **[START]** を押して次の膜層を開始します。プロセスが完了するまで繰り返します。
- 4 プロセスを中断または中止する必要がある場合は、その時点で **[STOP]** を押します。センサーシャッターとソースシャッターが閉じ、制御電圧出力は 0 に設定され、画面表示が固定されます。中断した箇所からプロセスを再開するには、**[START]** を押します (プレ蒸着フェーズを繰り返します)。実行を完全に中止するには、**[STOP]** の後に **[RESET]** を押します。
- 5 プロセスの実行中に、重大なエラーが発生することがあります。

たとえば、プレ蒸着中に、水晶振動子シングルセンサーヘッドで水晶振動子が故障することがあります。XTC/3 は自動的に**停止するかタイムパワー**状態になります (蒸着状態の間および **[Time Power]** オプションが **[Yes]** に設定されているときに水晶振動子が故障した場合)。エラーが対処された場合は、**[START]** を押して、中断した箇所からプロセスを続行できます。**[RESET]** を押すと、実行は完全に中止されます。

3.5 状態の説明

表 3-1 状態の説明

STATE	状況	リレー接点のステータス	
		ソースシャッター	センサーシャッター
<p>注：以下にプレ蒸着の状態を示します。 関連するパラメーターは、「状況」列に、左右を角カッコ [] で囲まれて記載されています。</p>			
READY	XTC/3 は [START] コマンドを受け入れます。レートが表示され、膜厚が堆積されます。	非アクティブ	非アクティブ
[CRUCIBLE SWITCH]	XTC/3 は、るつぼ有効入力が少ない場合、次の状態に移行します。前の膜層（この蒸発源を使用）の [Idle Power] が 0 ではない場合、るつぼ位置が変更される前にパワーが 0 に設定されます。[Crucible #]、[Source #]	非アクティブ	非アクティブ
RISE 1	蒸発源が [Soak Power 1] レベルまで上昇します。[Rise Time 1]	非アクティブ	非アクティブ
[SOAK 1]	蒸発源が [Soak Power 1] レベルで維持されます。[Soak Time 1]、[Soak Power 1]	非アクティブ	非アクティブ
[SOAK HOLD 1] (M のみ) (ソーク 1 状態)	蒸発源がソークパワーレベル [Soak Hold 1 input] で維持されます。画面には [SOAK 1] が表示されます。	非アクティブ	非アクティブ
RISE 2	蒸発源が [Soak Power 2] レベルまで上昇します。[Rise Time 2]	非アクティブ	非アクティブ
[SOAK 2]	蒸発源が [Soak Power 2] レベルで維持されます。[Soak Time 2]、[Soak Power 2]	非アクティブ	非アクティブ
[SOAK HOLD 2] (ソーク 2 状態)	蒸発源がソークパワーレベル [Soak Hold 2 input] で維持されます。画面には [SOAK 2] が表示されます。	非アクティブ	非アクティブ
[SHUTTER DEL(A)]	レートが制御されます。[Transfer Sensor] が [Yes] に設定されている場合、2 番目のセンサーが使用中になります。蒸発源が 5% と 0.5Å のいずれか多い方で 5 秒間レート制御されると、蒸着状態に移行します。[Delay Option]、[Shutter Delay ON]	非アクティブ	有効

表 3-1 状態の説明 (続き)

STATE	状況	リレー接点のステータス	
		ソースシャッター	センサーシャッター
注：以下に蒸着状態を示します。			
[CONTROL DELAY] (蒸着状態)	ソークパワー 2 の定電力。制御遅延時間が経過すると、レート制御を開始します。 [Delay Option]、[Control Delay]、[Control Delay Time]	有効	有効
[DEPOSIT]	膜厚は、入力時にゼロに設定されるか、リセットせずに停止 / 開始時に格納された値にリセットされます。レートが制御されます。 [Rate]、[Final Thickness]、[PID Control]、[Process Gain]、[Primary Time Constant]、[System Dead Time]	有効	有効
[RATEWATCHER (SAMPLE)] (蒸着状態)	レートが制御されます。 [RateWatch Accuracy]	有効	有効
[RATEWATCHER (HOLD)] (蒸着状態)	最後のサンプルの平均パワーに基づく定電力。 [RateWatch Hold Time]	有効	非アクティブ
[RATE RAMP]	目的のレート変化でレートが制御されません。 [New Rate]、[Start Ramp]、[Ramp Time]	有効	有効
[MANUAL]	ハンディコントローラーまたは前面パネルの上向き / 下向きカーソルキーで電源が制御されます。	有効	有効
[TIME-POWER]	水晶振動子が故障しました。蒸発源は、水晶振動子が故障する前の平均制御パワーに維持されます。 [Time Power]、[Yes]/[No]	有効	有効
注：以下にポスト蒸着状態を示します。			
[IDLE RAMP]	蒸発源は、[Idle Power] に変化します。 [Idle Ramp Time]、[Idle Power]	非アクティブ	非アクティブ
[IDLE (=0% Power)]	蒸発源はゼロパワーに維持されており、[START] コマンドを受け入れます。	非アクティブ	非アクティブ
[IDLE (>0% Power)]	蒸発源は [Idle Power] に維持されており、[START] コマンドを受け入れます。上昇 1 およびソーク 1 はスキップされません。	非アクティブ	非アクティブ
[STOP] メモ：停止は個別の状態ではなく、現在の状態の中断を表します。	蒸発源出力がゼロパワーに設定されます。画面は、最後のレート値および膜厚値で固定されます。 基準：[STOP] からの回復、セクション 3.5.1.3 を参照	非アクティブ	非アクティブ

表 3-2 出力状態

出力	有効	非アクティブ
ソースシャッター 1	任意の蒸着状態の場合	制御状態から抜けるとき
ソースシャッター 2		
センサーシャッター 1 ¹	シャッター遅延または任意の蒸着状態の場合 RateWatcher のサンプル時	制御状態から抜けるときにクローズします。 RateWatcher の保留時
センサーシャッター 2 ¹		
注 1 : XTC/3S では、マルチポジションセンサーが選択されている場合、センサーシャッター 1 とセンサーシャッター 2 の出力を使用して水晶振動子の切り替え機能を実行します。		
停止	停止状態に入ります。	停止状態を終了します。
プロセスの終了	該当の成膜がプロセス内の最後の成膜で、アイドル状態に入るとき	開始またはリセットが行われるとき
膜厚セットポイント	蒸着またはタイムパワー状態で、膜厚セットポイントに達します。	開始またはリセットが行われるとき アイドル状態に入るとき
水晶振動子の故障	アクティブな水晶振動子が故障したとき	アクティブな水晶振動子が有効になるとき 水晶振動子の故障の抑止がデジタルで設定される場合
アラーム	レート偏差エラーの発生時 シャッター遅延エラーの発生時 最大パワーに達したとき るつぼ切り替えエラーの発生時	各エラーが消去され、他のエラーは設定されません。 開始またはリセットが行われるとき アイドルランプ状態に入るとき
使用中の蒸発源	蒸発源 2 がアクティブのとき	蒸発源 1 がアクティブのとき
最終膜厚	最終膜厚に達します。	開始またはリセットが行われるとき
成膜の終了 (M のみ)	アイドル状態を開始します。	開始またはリセットが行われるとき
膜層内 (M のみ)	膜層が開始するとき	アイドル状態または停止状態に入ります。
イオンアシスト蒸着 (M のみ)	任意の蒸着状態に入り、イオンアシスト蒸着が有効になります。	アイドルランプ状態に入ります。 停止状態に入ります。
水晶振動子の切り替え 1 (M のみ)	水晶振動子の切り替えを参照 セクション 3.6.8	水晶振動子の切り替え セクション 3.6.8 を参照してください。
水晶振動子の切り替え 2 (M のみ)	水晶振動子の切り替えを参照 セクション 3.6.8	水晶振動子の切り替え セクション 3.6.8 を参照してください。

表 3-2 出力状態 (続き)

出力	有効	非アクティブ
準備完了 (Mのみ)	各状態が開始すると、必要に応じて古い状態出力と新しい状態出力が設定または消去されます。	各状態が開始すると、必要に応じて古い状態出力と新しい状態出力が設定または消去されます。
るつぼの切り替え (Mのみ)		
上昇 1 (Mのみ)		
ソーク 1 (Mのみ)		
上昇 2 (Mのみ)		
ソーク 2		
シャッター遅延 (Mのみ)		
蒸着 (Mのみ)		
レートランプ (Mのみ)		
手動 (Mのみ)		
タイムパワー (Mのみ)		
アイドルランプ (Mのみ)		
アイドル (Mのみ)		
最大パワー (Mのみ)	パワーが最大パワーに達したとき	パワーが最大パワーではないとき
レート偏差の障害 (Mのみ)	レート偏差が、60 秒間または時定数の 20 倍 (時定数が 3 秒よりも大きい場合)、目的のレートの 5% または 0.5Å よりも大きいとき	レート偏差がテスト制限値以内のとき アイドルランプ状態に入るとき
水晶振動子の切り替えの障害 (Mのみ)	取り付けた水晶振動子の切り替えが失敗したとき	別の水晶振動子の切り替えが開始するとき
水晶振動子の切り替え (Mのみ)	水晶振動子の切り替えがアクティブである場合は必ず	水晶振動子の切り替えが行われるとき
るつぼの切り替えの障害 (Mのみ)	るつぼの切り替えの 30 秒以内にるつぼの有効な入力がない	開始またはリセットが行われるとき [Stop on Alarms] が [No] に設定される場合、XTC/3 はエラーメッセージを表示しますが、それ以外の処理は行いません。るつぼの切り替え状態で留まります。るつぼ有効入力の設定されると、出力は消去されます。

表 3-2 出力状態 (続き)

出力	有効	非アクティブ
シャッター遅延の障害 (M のみ)	シャッター遅延が有効になり、レート偏差が、目的のレートの5% または 0.5Å よりも 60 秒間大きいとき	開始またはリセットが行われるとき [Stop on Alarms] が [No] に設定される場合、ユニットはエラーを表示しますが、それ以外の処理は行いません。シャッター遅延状態で留まり、パワーを制御して正しいレートを取得します。レートが指定の範囲になると、出力は消去されます。アイドルランプ状態に入るとき
コンピューター制御 (M のみ)	リモートコマンドで設定されます。	リモートコマンドで消去されます。
るつぼ Src 1 Bin るつぼ Src 1 BCD (M のみ) るつぼ Src 2 Bin るつぼ Src 2 BCD (M のみ)	開始が行われるとき るつぼをバイナリ (8 個のうちの1 個) または BCD として選択するように、出力が設定および消去されます。	開始が行われるとき るつぼをバイナリ (8 個のうちの1 個) または BCD として選択するように、出力が設定および消去されます。

表 3-3 入力

入力機能	説明
開始	膜層がまだ実行していない場合、立ち下がリエッジの検出は開始に影響します。
停止	立ち下がリエッジの検出は停止に影響します。
蒸着の終了	立下リエッジの検出により、最終膜厚に達したかのように蒸着状態が終了します。
RW サンプルの開始	成膜がこの機能用にプログラミングされる場合、立ち下がリエッジの検出により、RateWatcher サンプルが開始されます。
RW サンプルの抑止	接地基準電圧を印加すると、RateWatcher は保留状態で維持されます。
水晶振動子の故障の抑止	接地基準電圧を印加すると、水晶振動子の故障リレーと関連手順はクローズされません。
ゼロ膜厚	立下リエッジが検出されると、前面パネルのゼロが重複します。
ソーク 2 保留	接地基準電圧を印加すると、信号 / クローズが解除されるまでソーク 2 状態が延長されます。
るつぼ 1 有効 (XTC/3S では蒸発源 2 にも使用される)	るつぼ回転機構からの接地基準電圧の印加を使用して、蒸発源 1 (XTC/3S の場合は蒸発源 2) 用の適切なるるつぼが位置に設定され、状態のシーケンスが進行することを知らせます。
るつぼ 2 有効 (M のみ)	るつぼ回転機構からの接地基準電圧の印加を使用して、蒸発源 2 用の適切なるるつぼが位置に設定され、状態のシーケンスが進行することを知らせます。
リセット (M、成膜選択オプションを使用する場合は S)	停止状態の場合は、立ち下がリエッジの検出がリセットに影響します。
選択プロセス (4) (M のみ)	2 つの関連する入力の状態によって、ユニットが最後の膜層の準備完了状態またはアイドル状態にある間に [Start] が処理された場合に選択されるプロセス 1 ~ 4 が決まります。1 の場合は 00、2 の場合は 01、3 の場合は 10、4 の場合は 11 です。
選択プロセス (16) (M のみ)	上記と同様。ただし、4 つの入力を使用してプロセス 1 ~ 16 を選択します。

表 3-3 入力 (続き)

入力機能	説明
選択プロセス (64) (M のみ)	上記と同様。ただし、6 つの入力を使用してプロセス 1 ~ 64 を選択します。
選択プロセス (99) (M のみ)	上記と同様。ただし、7 つの入力を使用してプロセス 1 ~ 99 を選択します。
水晶振動子の切り替え (M のみ)	立ち下がリエッジの検出により、前面パネルの XTSW が重複します。
非蒸着保留 (M のみ)	この機能は、非蒸着状態での状態タイマーを保留にします。非蒸着状態には、以下のプレ蒸着状態があります：準備完了、るつぼの切り替え、上昇 1、ソーク 1、上昇 2、ソーク 2。ポスト蒸着状態はアイドルランプおよびアイドルです。機能を有効にするには、状態の時間をゼロ以外にしてください。メッセージ [NON-DEP HOLD] が表示されます。XTC/3 が [READY] または [IDLE] 状態で、[NON-DEP HOLD] がアクティブの間に [START] コマンドが実行された場合、XTC/3 は、状態時間がゼロ以外の最初のプレ蒸着状態に進みます。XTC/3 がるつぼの切り替え状態で、るつぼ有効入力を待機し、るつぼ有効入力 that アクティブのときに [NON-DEP HOLD] が有効になっている場合、XTC/3 は、状態時間がゼロ以外の次のプレ蒸着状態に進みます。アクションが無効になるまで、XTC/3 は状態処理を続行できません。
ゼロ成膜時間 (M のみ)	立ち下がリエッジの検出により、蒸着対象の膜厚の膜層蒸着時間がゼロに設定されます。
開始の抑止 (M のみ)	入力がアクティブな間は膜層を開始できません。
ソーク 1 保留 (M のみ)	接地基準電圧を印加すると、信号 / クローズが解除されるまでソーク 1 状態が延長されます。
成膜選択 (S のみ)	4-23 ページの セクション 4.4.2.1 を参照してください。

3.5.1 アラームと停止

XTC/3 の異常な状況はいくつかあり、オペレーターの注意が必要です。これらの状況が検出されると、**[ALARMS]** または **[STOPS]** として扱われます。**[ALARMS]** と **[STOPS]** はどちらも、個々のリレーがクローズすることで示されます (XTC/3M でのデフォルトまたは選択された割り当て、XTC/3S では固定の割り当て)。

[ALARM] 状態は致命的なものではなく、XTC/3 は膜層やプロセスが正常に終了するまで続行します。

[STOP] は致命的なものであり、プロセスをすぐに停止します。必要に応じて、**[General Parameter]** 画面の **[Process]** サブ画面で **[Stop On Alarms]** パラメーターを設定し、**[ALARM]** を **[STOP]** と同様に扱うように XTC/3 を設定できます (異常状態検出時の停止処理)。

3.5.1.1 アラーム

XTC/3 では、次の状態が **[ALARM]** とみなされ、**[ALARM]** リレーがクローズします (割り当てられている場合) :

- ◆ るつぼの炉床の選択が、**るつぼ有効**入力によって30秒以内に有効にならない。
- ◆ **[SHUTTER DELAY]** の最初の 60 秒間(または **[TIME CONSTANT]** の 20 倍のいずれか大きい方) に、レート制御が確立されない。
- ◆ **[DEPOSIT]** で 60 秒間(または **[TIME CONSTANT]** の 20 倍のいずれか大きい方)、レートが制御不能になっている。制御不能は、レートエラーが 0.5Å/秒よりも大きく、セットポイントの蒸着レートの 5% を超える状態として定義されます。
- ◆ 蒸着源パワーが、**[Film Parameter]** 画面の **[Source]** サブ画面で設定されている **[Maximum Power]** パラメーターを 5 秒間継続して超えた。

3.5.1.2 停止

次のアクションまたは状況により、**[STOP]** 状態となります。この状態は、XTC/3 での **[STOP]** メッセージと、**[STOP]** リレー (割り当てられている場合) がクローズすることで示されます :

- ◆ 意図的または偶発的な停電。
[Power Loss] メッセージで示されます。
- ◆ マルチポジションセンサーで有効な位置を検出できなかった場合に **[Switcher Fail]** メッセージが表示される。
- ◆ XTC/3 またはハンディコントローラーの前面パネルの **[STOP]** キーを押す。
- ◆ リモート通信で **[STOP]** 状態を開始する。
- ◆ **[STOP]** 外部入力を有効にする。
- ◆ 任意のプレ蒸着フェーズで **[CRYSTAL FAIL]** が検出された (水晶振動子の切り替えが利用できない場合)。
- ◆ **[Time Power]** パラメーター (**[Film Parameter]** 画面の **[Option]** サブ画面) が **[No]** に設定されている場合に **[DEPOSIT]** 状態で **[CRYSTAL FAIL]** が検出された (水晶振動子の切り替えが利用できない場合)。

- ◆ **[DEPOSIT]**状態が**[TIME POWER]**で完了したときの膜層の**[POST-DEPOSIT]**状態後。
- ◆ **[Stop on Alarms]** または **[Stop on Max Power]** 設定が有効になっている場合 (**[General Parameter]** 画面の **[Process]** サブ画面)、上記の**セクション 3.5.1.1** に示す**アラーム**状態のいずれか。

3.5.1.3 **[STOP]**からの回復

中断されたプロセスは、成膜またはプロセスパラメーターを手動で再プログラミングすることなく、**[STOP]** から完了（回復）することができます。**[STOP]**（オペレーターまたは任意の機械誘導状態によって生じる）から回復するには、**[START]** コマンドを指定するだけで済みます。**[STOP]** が、水晶振動子の故障のような機械によって引き起こされた状態から生じた場合、**[START]** コマンドが受け入れられる前に、その状態を修正する必要があります。**[STOP]** 時にプロセス内の成膜は最初から再実行されますが、表示されている膜厚は再度 **[DEPOSIT]** 状態になってもゼロにはなりません。代わりに、**[STOP]** が生じたときに堆積された膜厚が使用されます。膜厚は、その時点から正常に堆積します。すべての処理は、再度 **[DEPOSIT]** 状態になってから、通常どおり先に進められます。

上記で説明したとおりに回復できない場合、**[START]** コマンドの前に **[RESET]** コマンドを発行することで、プロセスを膜層 1 の先頭にリセットできます。**[RESET]** コマンドは、**[RESET]** を押すか、I/O またはリモート通信で実行できます。

3.6 特殊な機能

3.6.1 プロセスの自動化

プロセスを自動化することで、1 つの膜層を実行するたびに **[START]** を押すことなく、すべての膜層を実行できます。プロセスの自動化は、以下の 3 つのいずれかの方法で行えます：

- ◆ **[Autostart Next Layer]** (XTC/3M のみ) : **[General Parameter]** 画面の **[Process]** サブ画面で、**[TOGL]** を押してこのオプションを **[Yes]** に設定します。
- ◆ リモート通信による制御：プロセスのステータスを監視して、必要なときに **[START]** コマンドを発行するように、外部コンピューターを設定できます（第 5 章、**リモート通信** を参照）。
- ◆ リモート入力ラインによる制御。リモート入力ラインを有効にして、**[START]** コマンドを生成できます（4-27 ページの**セクション 4.5.1** を参照）。

3.6.2 イオンアシスト蒸着

この機能は、現在実行中の成膜が蒸着状態であり、[Film Parameter] 画面の [Option] サブ画面の [Ion Assist Deposit] パラメーターが [Yes] に設定されている場合に、指定された出力を有効にします。

3.6.3 制御遅延

蒸着の開始時にソースシャッターが開くと、水晶振動子に届く急激な熱負荷が原因で、大きなレートスパイクが発生することがよくあります。通常は、わずか数秒で水晶振動子は平衡になり、再び安定します。[Control Delay] 機能は、制御ループがこの一時的なレートスパイクに反応しないように、プログラミング可能な時間間隔で、蒸発源制御パワーに対する制御ループの動作を中断します。

3.6.4 シャッター遅延

この機能は、レートが特定の要件を満たすまで、基板上に物質が堆積されないようにします。ソースシャッターリレーは通常の状態のままであり、センサーシャッターリレーはアクティブです。センサーは、ソースシャッターが閉じた状態で蒸発源の流束をサンプリングするために位置決めする必要があります、これはクロズドループレート制御を行います。レート制御は、XTC/3 が [DEPOSIT] 状態になり、ソースシャッターを開いて、適切に制御されたレートの蒸気流束に基板をさらす前に、目的の蒸着レートの $\pm 5\% \text{Å/秒}$ または $\pm 0.5 \text{Å/秒}$ のうち大きい方で 5 秒間維持されなければなりません。必要なレート制御の精度が 60 秒以内に達成できない場合は、[Delay Failure] アラームメッセージが表示されます。[Stop on Alarms] が [Yes] に設定されている場合、膜層は同時に停止します。

3.6.5 最終膜厚のレートランプトリガー

このタイプの成膜を終了するには、レートランプの [New Rate] 値を 0.1Å/秒 にプログラミングします。レートランプが完了すると、[Final Thickness] の制限に達したかのように成膜プログラムが進行します。

レートランプの処理中、[Rate] パラメーターの内部値は、レートランプのスロープに一致するように断続的に更新されます。

注： タイムパワー状態になると、レートランプは実行されません。プログラミングした最終膜厚で成膜が完了します。

3.6.6 伝達センサー

この機能は、蒸着状態に入る前に [Shutter Delay] でレート制御を設定する目的で [Transfer Sensor] で指定する二次センサーを使用できるようにして、その後蒸着状態に入るとすぐに成膜のセンサーに戻します。この機能は、[Film Parameter] 画面の [Option] サブ画面で選択します。[Transfer Sensor] 機能を利用できるようにするには、[Delay] オプションを [Shutter Delay] または [Both] に設定してください。レート制御が行われない場合 (4-14 ページを参照)、[Delay Failure] アラームメッセージが表示されます。[Stop on Alarms] がデフォルト設定の [No] の場合、最大パワーに達するまでパワーは増加し続けます。

3.6.7 るつぼの切り替え

るつぼ位置出力ラインを使用して、最大 8 個のるつぼ位置で蒸発源を制御できます。蒸発源の **[Crucible]** パラメーターをゼロ以外に設定する場合、**るつぼ x 有効** 入力が入力になるまでパワーは蒸発源に適用されません。その間、**[Crucible Sw]** メッセージが表示されます。**るつぼ有効** 入力が真（低）にならずに 30 秒が経過すると、**[Crucible Sw Fail]** メッセージが表示されます。

3.6.7.1 Bin モード

Bin モードでは、8 個の連続する個別出力（蒸発源 1 のるつぼの場合は **[Cruc Src 1 Bin]**、蒸発源 2 のるつぼの場合は **[Cruc Src 2 Bin]**（XTC/3M のみ））が位置につき 1 つ使用されます。固定の XTC/3S TTL 出力割り当てについては、2-10 ページの表 2-3 を参照してください。これらの割り当ては、現在アクティブな蒸発源 1 または 2 に適用されます。XTC/3M では連続する 8 個のリレー出力または連続する 8 個の TTL 出力を割り当てることができます（4-29 ページのセクション 4.5.3 を参照）。

3.6.7.2 BCD モード（XTC/3M のみ）

BCD モードでは、000 が位置 1、111 が位置 8 を表すように、連続する 3 つの出力が使用されます。BCD 出力（蒸発源 1 のるつぼの場合は **[Cruc Src 1 BCD]**、蒸発源 2 のるつぼの場合は **[Cruc Src 2 BCD]**）は、**[I/O Map]** 画面の **[Relay]** または **[TTL Outputs]** サブ画面から設定できます。（4-29 ページのセクション 4.5.3 を参照）。

3.6.8 水晶振動子の切り替え

XTC/3 では、シングル、CrystalTwo、CrystalSix、Crystal12、回転またはデュアルヘッドのセンサーを選択できます。CrystalTwo、CrystalSix、Crystal12、回転およびデュアルヘッドセンサーでは、蒸着中の水晶振動子故障に備えて、1 つまたは複数のバックアップ用水晶振動子が提供されます。センサータイプは、**[General Parameter]** 画面の **[Hardware]** サブ画面で指定します（4-21 ページを参照）。

[CrystalTwo] オプションの場合、PN 779-220-G1 または PN 779-220-G2 XTAL 2 スイッチ付きの PN 750-212-G2 デュアルセンサーが必要です。

[Dual Head] オプションの場合、PN 779-220-Gx XTAL 2 スイッチの代わりに、別の XIU 付きの PN 750-212-G2 デュアルセンサーが必要です。通常は露出している水晶振動子はセンサー 1 に接続し、シャッターにより通常は遮蔽されているバックアップ用水晶振動子はセンサー 2 に接続します。

多位置センサーおよびシャッター付きセンサーにはすべて、ソレノイドバルブ（PN 750-420-G1）とエアチューブを備えたフィードスルーが必要です。

水晶振動子（デュアルヘッドの場合はセンサー）の切り替えは、以下の場合に自動的に実行されます：

- ◆ XTC/3 がセンサータイプ **[CrystalTwo]** または **[Dual Head]** 用に設定されており、成膜が**開始**または実行しており、有効な水晶振動子が故障したときに備えて別の良好な水晶振動子が用意されている場合。
- ◆ XTC/3 が **[CrystalSix]** または **[Crystal12]** 用に設定されており、成膜が**開始**または実行しており、有効な水晶振動子が故障したときに、カルーセル内に1つ以上の良好な水晶振動子が残っている場合。
- ◆ XTC/3 が **[Rotary]** センサー用に設定されており、成膜が**開始**または実行しており、有効な水晶振動子が故障したときに、回転センサー内に1つ以上の良好な水晶振動子が残っている場合。

蒸着状態での水晶振動子の切り替え中に、膜厚はセットポイントレートで堆積されます。パワーは、最後の2秒を含まない、事前の6.25秒間の平均蒸着パワーで一定に保持されます。

以下の状況では、水晶振動子の切り替えは自動的に行われません：

- ◆ **[STOP]**、**[READY]** または **[IDLE]** 状態の間。
- ◆ 蒸着中、デュアルセンサーの二次水晶振動子、または回転、CrystalSix、Crystal12 の最後の良好な水晶振動子が故障した場合は、**[Time Power]** オプションを **[Yes]** と **[No]** のどちらに選択するかに応じて、**[TIME-POWER]** または **[STOP]** が生じます。

システムが **[CrystalTwo]**、**[CrystalSix]**、**[Crystal12]**、**[Rotary]**、または **[Dual Head]** センサー用に設定されている場合は、前面パネルの **[XTSW]** キー、ハンディコントローラー、またはリモート通信を使用して水晶振動子の切り替えを手動で実行できます。

注： 良好な水晶振動子が残っていない場合、水晶振動子の故障メッセージが表示されます。

3.6.8.1 CrystalTwo

CrystalTwo (PN779-220-G1 または PN779-220-G2XTAL2 スイッチ付きの PN750-212-G2 デュアルセンサー) の場合は、CrystalSwitch 出力が次の項目に同時に通電するように配線されている必要があります：

- ◆ 空気圧を加えてデュアルセンサーシャッター機構を作動させるソレノイドバルブ (PN750-420-G1)。
- ◆ 水晶振動子2スイッチのRFリレー。水晶振動子#1を覆ってRF信号の経路を変更しながら水晶振動子 #2 を露出させます。

この方法により、1つのオシレーターキットだけでデュアルセンサーを動作させることができ、コントローラーには1つのセンサー接続だけで済みます。バックアップ水晶振動子の状態が良好であることを確認するために、デュアルセンサーの起動時に初期化が行われます。蒸着状態中に水晶振動子が故障した場合、XTC/3 ではバックアップ用水晶振動子に切り替えて続行します。膜層の完了後に **[START]** が試行され、次の膜層で同じセンサーを使用する場合、**[START]** は受け入れられず (**[Start Without Backup]** が **[Yes]** に設定されている場合を除く)、メッセージ **[No Backup Crystal]** が表示されます。

水晶振動子の故障状態をクリアするには、[Sensors] 画面でカーソルを [Clear Failed Crystals] に合わせて [TOGL] を押すか、電源をいったん切ってからもう一度入れます。XTC/3 では、どちらの場合も最後に切り替えた水晶振動子の位置を使用して、次の膜層を実行します。水晶振動子の故障状態をクリアするには、[XTSW] キーを使用して前面パネルから水晶振動子の切り替えを実行するか、カーソルを [Switch Crystal] に合わせて [Sensors] 画面で [TOGL] を押すか、通信コマンド R14（水晶振動子の切り替え）または R26（すべての水晶振動子をクリア）を使用します。水晶振動子の切り替えを行うには、切り替え先の良好な水晶振動子が用意されていることが必要です。

3.6.8.2 CrystalSix

起動時に、すべての水晶振動子が読み込まれ、良好と不良のそれぞれの個数が確認されます。XTC/3 では、CrystalSix 内の 6 つすべての位置を個々に識別して追跡します。

蒸着中に水晶振動子が故障した場合、XTC/3 では、良好な水晶振動子が存在する次の位置に自動的に切り替えます。最後の良好な水晶振動子が故障すると、XTC/3 は、必要に応じてタイムパワーまたは停止状態に直接移行します。

選択したセンサーが CrystalSix である場合、リレー接点は各位置に対して、1 秒間パルスでクローズ、1 秒間パルスでオープン、1 秒間パルスでクローズ、さらに 1 秒間パルスでオープンになります。最初の 1 秒間クローズによって、CrystalSix のカルーセルは 2 つの水晶振動子の中間位置に進みます。続く 1 秒間オープンによって歯車機構が緩み、2 回目の接点クローズにより、次の水晶振動子が正しい位置に進みます。

3.6.8.3 Crystal12

最初に電源を入れると、XTC/3 は位置 1 が検出されるまでセンサーを回転させます。次に、他の 11 の位置に回転を続けて、すべての水晶振動子の状態を確認します。このシーケンスが終了すると、[Sensor] 画面には位置 1 にあるセンサーと、故障した水晶振動子（存在する場合）の位置番号が表示されます。

XTC/3 では、各位置の抵抗値が正しいことを確認します。想定された値ではない場合、XTC/3 は再度パルスを送り、位置を再確認します。位置 1 が検出されない、または不正な値のパルスが 12 回送られると、XTC/3 には [Crystal Sw Fail] メッセージが表示されます。この場合、すべての水晶振動子が故障として示されます。

水晶振動子の交換のためにセンサーからカルーセルを取り外すと、XTC/3 には [Carousel Open] が表示されます。このメッセージは、XIU（オシレーター）とセンサーの間の接続が確立していない場合にも表示されます。

カルーセルを交換後、XTC/3 では、現在位置は 12 であり、すべての水晶振動子が故障していると想定します。[Sensor] 画面またはリモート通信を介して [Crystal Switch] または [Rotate Head] 機能を開始して、XTC/3 ですべての水晶振動子の状態を登録して位置 1 に戻します。センサータイプを [Crystal12] に変更した後も、この手順を実行する必要があります。[Rotate Head] 機能は、プロセスの終了時に準備完了またはアイドル状態でのみ使用できます。

蒸着中に水晶振動子が故障した場合、XTC/3 では、良好な水晶振動子が存在する次の位置に自動的に切り替えます。最後の良好な水晶振動子が故障すると、XTC/3 は、必要に応じてタイムパワーまたは停止状態に直接移行します。

Crystal12 センサー用に設定されている場合、リレー接点は各位置に対して、1 秒間パルスでクローズ、そして 1 秒間パルスでオープンになります。中間位置はありません。

3.6.8.4 ロータリーセンサー水晶振動子の切り替え

ロータリーセンサータイプを選択すると、6 つの位置でのみ、連続する水晶振動子の切り替えが可能になります。水晶振動子が切り替えられると、水晶振動子の切り替え出力が 1 秒間クローズしてからオープンします（1 つの位置を移動するには 1 つのパルス）。中間位置はありません。XTC/3 では、ロータリーセンサーの現在位置や現在良好または故障した水晶振動子について監視しません。**[START]** コマンドの後は、すべての水晶振動子が良好と見なされます。1 秒パルス後、XTC/3 では、この位置にある水晶振動子の共振周波数を特定しようと試みます。

XTC/3 が蒸着状態で、この水晶振動子に対する良好な共振周波数が特定できない場合、XTC/3 では再び水晶振動子の切り替え出力に 1 秒間パルスを送り、この新しい位置で共振周波数の特定を試みます。

良好な共振周波数（最大 5 パルスの水晶振動子の切り替え出力）を特定するには、最大 5 回の試行が行われます。

5 回の試行後に良好な共振周波数が見つからない場合、**[Film Parameter]** 画面の **[Option]** サブ画面の **[Time Power]** が **[Yes]** と **[No]** のどちらかに設定されているかに応じて、XTC/3 はタイムパワー、アイドルランプまたは停止状態に入ります。

3.6.8.5 デュアルヘッド

センサー 1 のみデュアルヘッドとして設定できます（第 2 の XIU を有する PN750-212-G2 デュアルセンサー）。センサーシャッター 1 出力は、空気圧を加えてデュアルセンサーシャッター機構を作動させるソレノイドバルブに通電し、水晶振動子 #1（センサー 1）を覆いながら水晶振動子 #2（センサー 2）を露出させるように配線してください。バックアップ用水晶振動子の状態が良好であることを確認するために、電源投入の初期化が行われます。蒸着状態中に水晶振動子が故障した場合、XTC/3 ではバックアップ用水晶振動子に切り替えて続行します。水晶振動子 #1 が故障していない場合でも、バックアップ用水晶振動子 #2 から水晶振動子 #1 への故障時の自動切り替えは行われません。

膜層の完了後に **[START]** が試行され、次の膜層で同じセンサーを使用する場合、**[START]** は受け入れられず（**[Start Without Backup]** が **[Yes]** に設定されている場合を除く）、メッセージ **[No Backup Crystal]** が表示されます。水晶振動子の故障状態をクリアするには、**[Sensors]** 画面で **[Switch Crystal]** にカーソルを合わせて **[TOGL]** キーを押すか、**[Operate]** 画面から **[XTSW]** キーを押すか、通信コマンド R14（水晶振動子の切り替え）を使用するか、電源をいったん切つてからもう一度入れて **[RESET]** または **[START]** を実行します。どのような場合でも、切り替え先の良好な水晶振動子を用意しておく必要があります。**RateWatcher** はデュアルヘッド構成では使用できませんが、**[Transfer Sensor]** 機能は使用できます。

3.6.8.6 XTC/3S センサーシャッター / 水晶振動子の切り替え出力

XTC/3S では固定の I/O 機能によって制限が設けられているため、センサーシャッター出力の機能は、[General Parameter] 画面の [Hardware] サブ画面の [Sensor Type] 設定に依存します。

シングルヘッドセンサータイプを選択した場合、センサーシャッターリレー接点は非アクティブに設定されます。センサーシャッターリレー接点は、蒸着状態、シャッター遅延または制御遅延になるとき、または [RateWatcher] 機能のサンプル期間中にアクティブ（シャッターのオープン）になります。

マルチポジションセンサータイプを選択した場合、センサーシャッターリレーは、水晶振動子の切り替えリレーとして機能します。水晶振動子の切り替えを開始すると、センサーシャッターリレー接点がアクティブになります。センサーシャッターのリレー出力から水晶振動子の切り替えのリレー出力で機能が変化するため、XTC/3S がマルチポジションセンサー用に設定されている場合、[RateWatcher] は無効になります。

XTC/3M には、個別のセンサーシャッターおよび水晶振動子の切り替えオプションがあるため、RateWatcher とマルチポジションセンサーが共存する可能性があります。

3.6.9 バックアップ用水晶振動子を設定しない場合の膜層の開始

以下の内容は、成膜で CrystalTwo (PN779-220-G1 または PN779-220-G2XTAL2 スイッチ付きの PN750-212-G2 デュアルセンサー)、CrystalSix、Crystal12、ロータリーセンサー、デュアルヘッドなどのマルチポジションセンサーを指定する場合にのみ該当します。

[Start Without Backup] がデフォルトモードの [No] に設定されている場合、マルチポジションセンサーに少なくとも 2 つの既知の良好な水晶振動子が存在しない限り、膜層を開始できません。このいずれかが現在使用中の水晶振動子であり、もう一方は既知の良好なバックアップ用水晶振動子になります。

[Start Without Backup] を [Yes] に設定すると、良好な水晶振動子が 1 つしかない場合でも、マルチポジションセンサーによる膜層を開始できます。

さらに、[Start Without Backup] が [Yes] に設定されていて、プロセス中に XTC/3 がバックアップ用水晶振動子に切り替えた場合、一次水晶振動子が交換されても、プロセスがリセットされるまでバックアップ用水晶振動子の使用が続きます。これを回避するには、故障した水晶振動子を交換した後に、一次水晶振動子に手動で切り替えます。

3.6.10 RateWatcher

蒸着レートを定期的に自動サンプリングしてから、レートをセットポイントで長時間維持する場合に必要な適切な蒸発源パワーレベルを維持することは容易です。平板マグネトロンのような本質的に安定した蒸発源で必要になるのは、レートを不定期に確認（必要なパワーレベルに関連する自動再計算）することだけです。

このサンプルおよび保留タイプの制御は、完全にアクティブなタイプのレート制御に取り替えることができます。この制御は、通常、インラインまたは負荷ロックシステムに対して水晶振動子モニターの使用を制限します。

[RateWatcher] 機能では、[Film Parameter] 画面の [Deposit] サブ画面に 2 つのパラメーターを入力する必要があります。最初に、プロセスエンジニアは、[RW Accuracy] のパーセントを決定する必要があります (4-8 ページの [RW Accuracy] 1 ~ 99% を参照)。このパラメーターでは、サンプル状態から抜けるために 5 秒以上維持する必要がある精度を設定します。

注： 最小精度範囲の設定は、内部的に、セットポイントとちょうどサンプリングされたレートとの間の差 0.5Å/秒に制限されます。このため、パワーの不要な変化が回避されます。

次に、[RW Hold] の時間をプログラミングする必要があります (4-8 ページの [RW Hold] 00:00 ~ 99:59 (分:秒) を参照)。これは、最後のサンプル期間の完了（またはレート制御の達成）から次のサンプル期間の開始までの時間の長さです。プロセスエンジニアは、自動操作用に最大 99:59 (分:秒) の間隔を設定できます。さらに長い間隔や定期的なサンプルが必要な場合は、SYSTEM I/O コネクタで RW サンプル開始および RW サンプル抑止の入力を使用できます。[RateWatch Hold] の期間中、膜厚はセットポイント [Rate] で堆積され、パワーは、内部で計算された [Time Power] の値で保持されます。[RateWatch Hold] 期間の終わりに、[RateWatch Delay] が、[RateWatch Sample] メッセージが表示される前に 5 秒間表示されます。[RateWatch Sample] 期間中、パワーは制御ループパラメーターに従って調整されます。

[HOLD TIME] に 00:00 を入力すると、RateWatcher 機能が無効になります。

注： XTC/3S では、センサータイプがマルチポジションセンサーヘッド用に設定されている場合、RateWatcher 機能は無効になります。また、RateWatcher はデュアルヘッド構成では使用できません。

3.6.11 ハンディコントローラー (オプション)

ハンディコントローラーはオプションとして用意されています。コントローラーは、パワーの制御、水晶振動子の切り替え、および [STOP] の実行を手動で行うための有線のリモート機器です。ハンディコントローラーは、コイル状のコードで XTC/3 に接続され、モジュラープラグで XTC/3 の前面パネルに取り付けられます。コントローラーの上部にある [POWER/STOP] スイッチは、パワーの増減方向に意識が向くように非対称になっています。

[MPWR] キーを押して XTC/3 を手動パワーモードにすると、[POWER/STOP] スイッチを横方向に動かすことでパワーが影響を受けます。[STOP] は [POWER/STOP] を押して実行されます。

水晶振動子の切り替えは、XTC/3 本体の赤いボタンを押すと有効になります。このアクションにより、デュアルヘッド構成のアクティブな水晶振動子が交互になるか、またはマルチポジションセンサーを次の利用可能な水晶振動子に進めます。

注： **[MANUAL POWER]** 状態から抜けると、XTC/3 は **[DEPOSIT]** 状態に入ります。蒸着は、**[Final Thickness]** パラメーターの値を超えると終了します。ハンディコントローラーには、コントローラー用の便利なフックがあり、XTC/3 やその他の利用可能な場所に取り付けることができます。

3.6.12 ロックコード

ロックコードを **[General Parameter]** 画面の **[Process]** サブ画面に入力した場合、**[L Lock]** メッセージが表示されます。リモート通信で XTC/3 をロックした場合、**[R Lock]** メッセージが表示されます。パラメーターは表示できますが、前面パネルから変更することはできません。ただし、**[LOCK Code]** 選択にカーソルを配置して **[Menu]** 画面でロックコードを再入力する場合があります。

失われたロックコードを消去するには、電源投入後すぐに **[CLEAR]** キーを押して、短押しします。ユーザーがプログラミングしたパラメーターは維持されます。

注： ロックコードがない場合、すべてのパラメーターが消去されます。

3.6.13 パラメーターの消去

ロックコードがない場合は、電源投入時に **[CLEAR]** キーを押すことで、ユーザーがプログラミングしたすべてのパラメーター（IP アドレスを除く）が消去され、デフォルト値に設定されます。ロックコードがある場合は、プロセスを繰り返します。

3.6.14 データログ

通信タイプが **[Datalog]** に設定されている場合、RS-232 ポートは「送信専用」ポートになります（リモートコンピューターからのコマンドを受け付けません）。膜層が蒸着状態から抜けると（蒸着の終わりまたは停止後のいずれか）、データのストリームが出力されます。データは一連の ASCII 文字列で、各文字列はキャリッジリターンとラインフィードによって次の順序で区切られます：

- 1 膜層 x
- 2 成膜 x (x = 成膜の番号または名前、名前 (XTC/3M のみ) がプログラミングされている場合)
- 3 レート = xxx.x Å/秒 (0.0 ~ 999.9)
- 4 膜厚 xÅ (x = 0 ~ 999999 オングストローム)
- 5 蒸着時間 = xx:xx (分 : 秒)
- 6 平均パワー = xx.x%
- 7 S 値 = 0 ~ 9999
- 8 Q 値 = 0 ~ 99
- 9 開始周波数 = xxxxxxxx.xHz
- 10 終了周波数 = xxxxxxxx.xHz
- 11 水晶振動子の寿命 = xx% (0 ~ 99)
- 12 正常完了または

13 タイムパワーで終了または

14 (停止理由により) 停止状態で終了停止理由は、以下のいずれかになります：

- ◆ キーボード
- ◆ 水晶振動子の故障
- ◆ 最大パワー
- ◆ ハンディコントローラー
- ◆ 通信
- ◆ デジタル入力
- ◆ パワー損失
- ◆ レート偏差の障害
- ◆ 水晶振動子の切り替えの障害

注：膜層がプロセスの最初の膜層である場合は、序文 **[Begin Process xxx]** (xxx はプロセスの番号または名前 (XTC/3M のみ)、名前がプログラミングされている場合) が出力されます。

膜層がプロセスの最後の膜層である場合は、ポストスクリプト **[End Process]** が出力されます。データログ情報は、リモート通信 S19 コマンドで入手できます。リモート通信ステータスコマンドについては、5-29 ページの [セクション 5.2.2.5](#) または 5-42 ページの [セクション 5.3.5.5](#) を参照してください。

3.6.15 TCP/IP

オプションの TCP/IP インタフェースは、標準 RS232 インタフェースで利用可能なコマンドをすべて備えています。このインタフェースでは、XTC/3 の前面パネルから入力する静的アドレスが使用されます (4-25 ページの [セクション 4.4.3.1](#) を参照)。

DHCP はサポートされません。

第4章

XTC/3 のプログラミング

4.1 概要

以下の基本手順を使用して XTC/3 をプログラミングします。ロックコードをプログラミングした場合、[Menu] 画面の [Lock Code] にカーソルを合わせてからロックコードを入力する必要があります。(必ずしもすべての手順を指定の順序で行う必要はありません)。

1 XTC/3 が [READY] になっていることを確認します。

XTC/3 が [READY] になっている間のみ、一部の構成パラメーターやプロセスパラメーターを変更できます。ツーリング、レート、最終膜厚、制御ループ設定など、多くのパラメーターは、膜層の実行中でも変更できます。初期構成で [Operate] 画面に [READY] が表示されない場合、[STOP] を押してから [RESET] を押します。

2 成膜の定義

成膜の定義は、以下の 5 つのサブ画面へのパラメーターの入力で構成されます：

- ◆ [Pre/Post (Deposit)]
- ◆ [Deposit]
- ◆ [Sensor]
- ◆ [Source]
- ◆ [Option]

これらのパラメーターでは、蒸発源の事前調整と冷却、蒸着レート、最終膜厚、制御ループ特性、その他詳細（密度、Z レシオ、ツーリングなど）を設定します。また、特定のセンサーや蒸発源が各成膜に関連付けられます。XTC/3M では、すべての成膜に名前を付けることができます。

3 プロセスの定義 (XTC/3M のみ)

アクティブになるのは常に 1 つのプロセスのみです。すべてのプロセスに固有の名前を付けることができます。プロセスは、順番に並べられた成膜の集合です。成膜は、[Process] 画面に目的の膜層順で入力されます。成膜が [Process] に入力されると膜層になります。アクティブにできるのは常に 1 つの膜層のみです。

XTC/3M では、すべてのプロセスに名前を付けることができます。

4 一般パラメーターの構成

[General Parameter] 画面から、次の 3 つのサブ画面にアクセスできます : [Process]、[Hardware]、[Comm Info]。[Process] 画面には、どのプロセス (XTC/3M) またはどの成膜 (XTC/3S) を実行するかを含む選択項目が多数あります。[Hardware] 画面では、センサータイプ、蒸発源制御電圧の範囲および極性、チャートレコーダーモード、音響フィードバック、LCD 調光時間を選択できます。[Comm Info] 画面では、RS232 ボーレートおよびプロトコルや、オプションの TCP/IP インタフェースの IP アドレスとネットマスクを選択します。

4a センサーの構成

センサータイプを構成するには、センサーが [Single]、[CrystalTwo]、[CrystalSix]、[Crystal12]、[Rotary]、[Dual Head] のどれになるかを指定する必要があります。これらのパラメーターは、[General Parameter] 画面の [Hardware] ページにあります。

4b 蒸発源の構成

蒸発源を構成するには、[General Parameter] 画面の [Hardware] ページでデジタル / アナログ電圧変換器 (DAC) の出力電圧範囲と極性を選択する必要があります。

蒸発源に複数のるつぼがある場合、これは [Film Parameter] 画面の [Source] 画面でセットアップします。

4c 通信の構成

必要に応じて、[General Parameter] 画面の [Comm Info] サブ画面で適切な RS232 ボーレートとプロトコル、およびオプションの Ethernet インタフェースの IP アドレスとネットマスクを選択します。

5 I/O の構成

XTC/3S では、I/O は固定されます。XTC/3M では、入出力のプログラミングが可能です。

4.2 成膜のセットアップの概要

4.2.1 成膜のセットアップ

成膜の画面は、[MENU] キーを押してから [Film Parameter] にカーソルを合わせて [Menu] を押すと表示されます。

図 4-1 メインメニュー画面 [XTC/3M]

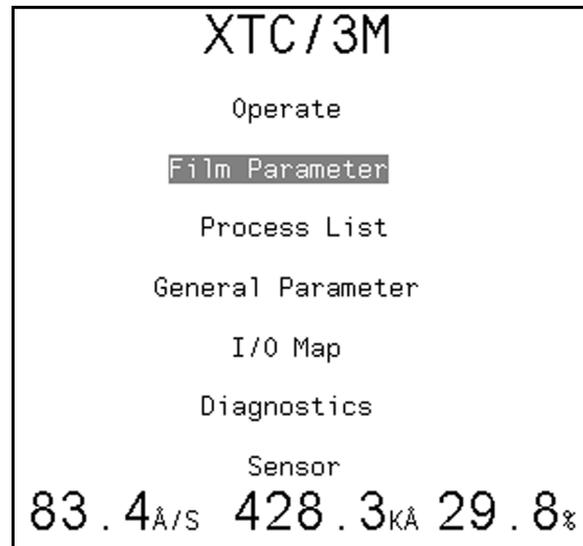


図 4-2 [Pre/Post] 成膜プログラミング画面

FILM NAME		
	Film Number	1
Pre/Post	Rise Time 1	00:00 mm:ss
	Soak Power 1	0.0 %
Deposit	Soak Time 1	00:00 mm:ss
Sensor	Rise Time 2	00:00 mm:ss
	Soak Power 2	0.0 %
Source	Soak Time 2	00:00 mm:ss
Option	Idle Ramp Time	00:00 mm:ss
	Idle Power	0.0 %
		40.0 A/S 183.6 kA 0.0 %

[Film Parameter] 画面から [Pre/Post]、[Deposit]、[Sensor]、[Source]、[Option] 画面にするには、それぞれのラベルにカーソルを合わせます。[◀][▶] キーで、選択 (左) パネルとパラメーター (右) パネル間を移動します。[▲][▼] キーを使用して、選択項目間またはパラメーター間を移動します。大部分の成膜パラメーターの値は、数字キーパッドと [ENTER] キーを使用して更新できます。[Transfer Sensor] など、[TOGL] キーを使用して選択肢のリストを切り替える場合もあります。

4.2.2 成膜の定義

成膜は、その実行に必要なパラメーターで定義されます。パラメーターには、センサーや蒸発源の数、蒸発源の加熱および冷却パラメーター、蒸着レート、最終膜厚、物質パラメーター、制御ループパラメーターなどがあります。XTC/3M では 32 個の成膜を定義して、名前を付けることができます。すべての成膜は、パラメーターのデフォルト値で開始します。これらは任意の順序で変更できます。成膜は、その番号をプロセスで選択すると、プロセス内で膜層になります。

XTC/3S にプロセスや膜層はありません。1～9 の 9 個の成膜を定義できますが、名前を付けることはできません。**[General]** パラメーターで、どの成膜を実行するかを指定します。

成膜の画面に入ると表示される成膜は、この画面を最後に終了したときに表示されていた成膜です。別の成膜を表示するには、**[Film Number]** に移動してその成膜の番号を入力します。

パラメーターをキーボードからロックすると、右上端に **[L Lock]** メッセージが表示されます。リモート通信でパラメーターをロックする場合、**[R Lock]** メッセージが表示されます。パラメーターの値は表示されるだけで、ロックコードを入力するまで変更はできません。パラメーターをロックした状態で、引き続き該当の成膜番号を変更して、他の成膜を表示できます。

4.2.3 成膜定義のパラメーター

成膜パラメーターは、[Pre/Post]、[Deposit]、[Sensor]、[Source]、[Option] 画面で入力します。

4.2.3.1 プレ/ポスト蒸着パラメーター

[Rise Time 1] 00:00 ~ 99:59 (分:秒)

このパラメーターでは、蒸発源パワーが 0 から **[Soak Power 1]** に増加する期間を指定します。デフォルト値は 00:00 です。

[Soak Power 1] 0.0 ~ 100%

このパラメーターは、通常、蒸発源の物質が溶け始めるパワーレベルに設定されます。

XTC/3 は、**[Rise Time 1]** の期間にわたって、パワーレベルをゼロから **[Soak Power 1]** まで直線的に増加します。

デフォルト値は 0% です。

[Soak Time 1] 00:00 ~ 99:59 (分:秒)

このパラメーターは、XTC/3 が **[Soak Power 1]** で保留になる期間を指定します。デフォルト値は 00:00 です。

[Rise Time 2] 00:00 ~ 99:59 (分:秒)

このパラメーターでは、蒸発源パワーが **[Soak Power 2]** に増加する期間を指定します。デフォルト値は 00:00 です。

[Soak Power 2] 0.0 ~ 100%

このパラメーターは、通常、蒸発源の物質がおおよそのターゲットレートで物質を蒸着させるパワーレベルに設定されます。XTC/3 は、**[Rise Time 2]** の期間にわたって、パワーレベルを **[Soak Power 1]** から **[Soak Power 2]** まで直線的に増加します。

デフォルト値は 0% です。

[SOAK TIME 2] 00:00 ~ 99:59 (分:秒)

このパラメーターは、XTC/3 が **[Soak Power 2]** で保留になる期間を指定します。デフォルト値は 00:00 です。

アイドルランプ

次の2つのパラメーターでは、蒸着状態後に制御電圧のパワーレベルを維持するために用意されるアイドルランプを定義します。制御電圧は、蒸着状態の終わりのパワーレベルからアイドルパワーレベルに増加します。制御電圧は、XTC/3が停止状態になるまで、あるいは指定の蒸発源を使用して次の膜層が開始するかタレット蒸発源が回転するまでアイドルパワーレベルで維持されます。

注： 開始した次の膜層がゼロ以外のアイドルパワーで蒸発源を使用する場合、昇温 1 状態とソーク 1 状態は、プレ蒸着のシーケンスでスキップされます。

[Idle Ramp Time] 00:00 ~ 99:59 (分:秒)

これは、蒸発源パワーが蒸着の終わりのパワーレベルからアイドルパワーまで直線的に増加する時間間隔です。デフォルト値は 00:00 です。

[Idle Power] 0.0 ~ 100%

これは、アイドルパワーランプを有効にするために使用される2つのパラメーターのうちの1つです。この値は、蒸着フェーズ後に、蒸発源が維持されるパワーレベルです。後続の膜層で物質を使用する場合や、サイクル時間の短縮が求められる場合、**[Idle Power]** を **[Soak Power 1]** と同じ値に設定してください。

[Rise Time 1] 状態と **[Soak Time 1]** 状態は、**[Idle Power]** がゼロ以外の場合スキップされます。デフォルト値は 0% です。

4.2.3.2 蒸着

図 4-3 [Deposit] 成膜プログラミング画面

FILM NAME		
	Film Number	1
Pre/Post	Rate	0.0 Å/sec
	Final Thickness	0.000 kÅ
Deposit	Thickness Set Point	0.000 kÅ
Sensor	New Rate	0.0 Å/sec
	Rate Ramp Time	00.00 mm:ss
Source	RW Accuracy	5 %
Option	RW Hold	00:00 mm:ss
40.0 _{A/S} 183.6 _{kA} 0.0%		

[Film Number]..... 1 ~ 32 (XTC/3M)
1 ~ 9 (XTC/3S)

[Rate]..... 0.0 ~ 999.9Å/ 秒

蒸着状態とシャッター遅延状態で蒸着が制御されるレートを指定します。値が0.0Å/秒の場合、蒸着状態をスキップできます。デフォルト値は0.0Å/秒です。

[Final Thickness] 0.000 ~ 999.9Å/ 秒

蒸着状態の終了をトリガーする膜厚設定です。ソースシャッターリレーと水晶振動子シャッターリレーは、通常の状態に戻り、膜層はアイドルランプ状態になります。デフォルト値は0.000kÅです。

[Thickness Set Point]..... 0.000 ~ 999.9kÅ

[Thickness Set Point] がトリガーされて **[New Rate]** (ゼロ以外の場合) が開始する膜厚を設定します。この膜厚は、蒸着状態になった後、堆積を開始します。この状態は、**[Thickness Set Point]** に達してからアイドル状態が開始するまでアクティブのままです。デフォルト値は0.000kÅです。

[New Rate]..... 0.0 ~ 999.9Å/ 秒

この値は、**[Thickness Set Point]** に達するときの目的の新しい制御レートを設定します。デフォルト値は0.0Å/ 秒で、機能が無効になります。値が0.1Å/秒の場合、**[Rate Ramp Time]** の終わりに **[Final Thickness]** がトリガーされます。

3-25 ページのセクション 3.6.5 を参照してください。

[Rate Ramp Time]..... 00:00 ~ 99:59 (分 : 秒)

この値により、レートを元のレートから **[New Rate]** に増加する期間が決まります。デフォルト値は00:00です。

[RW Accuracy] 1 ~ 99%

レートサンプリング期間中、蒸着レートが水晶振動子によって測定され、蒸発源パワー制御がアクティブになります。測定したレートが 5 秒間断続的に目的の精度内にある場合、シャッターが閉じ、蒸着状態は **[HOLD]** に戻ります。最小精度は 1% または 0.5Å/ 秒のいずれか大きい方です。デフォルト値は 5% です。

[RW Hold] 00:00 ~ 99:59 (分:秒)

[RW Hold] により、サンプル期間同士の時間間隔が決まります。水晶振動子シャッターリレーは、この時間中は通常の状態になります。デフォルト値は 00:00 で、機能が無効になります。

レートランプの間、**[Sample]** 機能と **[Hold]** 機能は非アクティブになります。つまり、水晶振動子シャッターが開き、レートは水晶振動子で制御されます。

4.2.3.3 センサーパラメーター

図 4-4 [Sensor] 成膜プログラミング画面

FILM NAME		
	Film Number	1
Pre/Post	Sensor	1
	Tooling	100.0 %
Deposit	Second Tooling	100.0 %
	Sensor	
Source	Stability	
	Single	0 Hz
Option	Total	0 Hz
	Quality	
	Percent	0 %
	Counts	0
40.0 A/S 183.6 kÅ 0.0%		

[Sensor] 1、2

成膜に使用するセンサーを選択します。デフォルト値は 1 です。

[Tooling] 10.0 ~ 500.0%

[Tooling] パラメーターは、一次水晶振動子に適用されます。

[Second Tooling] 10.0 ~ 500.0%

[Second Tooling] パラメーターは、Crystal Two の水晶振動子スイッチリレーがアクティブになると適用されます。このパラメーターは、Crystal Two センサーが使用中の場合を除き、利用できません。

どちらのデフォルト値も 100% です。

ツーリングは、基板上に膜厚が堆積する状態でレートや膜厚の堆積を水晶振動子上で補正する場合に使用される補正係数です。

この膜厚の違いは、蒸発源からの物質の流束の幾何分布によるものです。

ツーリングファクターは、以下の式で計算されます：

$$[\text{Tooling}] = \text{TF}_i \times \left(\frac{T_m}{T_x} \right) \quad [1]$$

ここで、 TF_i = 初期ツーリングファクター、 T_m = 基板の実際の膜厚、 T_x = 水晶振動子上の膜厚になります。

[Tooling] パラメーターを変更する場合、新しい **[Tooling]** 値が、レートと膜厚の以降の計算に使用されます。また、これまでに堆積された膜厚は、**[Tooling]** の変更に基づき、再度スケージングされます。

4.2.3.3.1 S&Q パラメーターの設定 (水晶振動子のソフト故障)

水晶振動子は、蒸着中のある時点で不安定または不規則になりますが、引き続き XTC/3 で許容可能な周波数範囲 6.0 ~ 5.0MHz で発振します。

結果として生じるレート制御の性能は低くなり、膜厚の測定が不正確になる可能性があります。**[Stability]** または **[Quality]** (あるいはその両方) にゼロ以外の値をプログラミングすることで、1 つ以上のバックアップ水晶振動子が利用できる場合、プロセス制御のさまざまな改善を実現できます。

XTC/3 は、別の水晶振動子への切り替えを自動的にを行い、正常に蒸着を続けます。あるいは、**タイムパワーモード**での実行を完了するか、バックアップ水晶振動子が利用できない場合はプロセスを終了することもあります。

4.2.3.3.2 [Stability]

水晶振動子に堆積する物質の質量が増すため、理想的な状況では、その水晶振動子の周波数は蒸着中に減少するだけです。ただし、場合によっては、好ましくない外部の影響の結果、水晶振動子の周波数が蒸着中に増加することがあります。**[Stability]** では、水晶振動子の故障が判明して水晶振動子の自動切り替えが開始する前 (バックアップ水晶振動子またはセンサーが利用できる場合)、あるいは膜層が**タイムパワーモード**で完了するか**停止**で終了する前に、センサーの連続する測定間で許容される周波数の増加分を選択します。

水晶振動子が周波数の増加を示す場合、さまざまな理由があります。たとえば、水晶振動子の寿命が近い場合に不安定になる傾向があり、水晶振動子の周波数が一時的に増加することがあります。また、周波数の増加は、膜応力の軽減や水晶振動子の成膜の剥がれによって生じる場合があります。さらに、温度の影響で周波数の増加が生じる可能性があります。水晶振動子は 100°C を超える温度の影響を受け、周波数の変化など、温度のわずかな変化に対してより敏感です。チャンバー内で熱を加えたり、シャッターを開けたりすると (水晶振動子が熱い蒸発源に晒される)、熱平衡になるまで水晶振動子の周波数は増加します。アクティブなプロセスが終了するか、シャッターが閉じると、冷却するため水晶振動子の周波数は減少します。周波数のわずかな増加は、たいいていの場合避けられないため、水晶振動子の故障が誤ってトリガーされないように、**[Single]** と **[Total]** の安定性パラメーターに 1 ~ 24 の値は使用できません。

注： **[Stability]** は **[Etch]** モードでは無効です。

[Single] 0Hz、および 25 ~ 9999Hz (値 1 ~ 24 は不可)

1 つの測定から次の測定までの周波数の最大許容増加を設定します。デフォルト値は 0Hz で、機能が無効になります。

[Total] 0Hz、および 25 ~ 9999Hz (値 1 ~ 24 は不可)

アクティブな膜層で堆積される、周波数の最大合計許容増加を設定します。デフォルト値は 0Hz で、機能が無効になります。

注：許容される Hz 値を超えたために水晶振動子が故障した後、**水晶振動子の故障状態**をクリアするには、新しい水晶振動子を取り付けるか、カーソルを **[Clear S & Q]** に合わせて **[Sensors]** 画面で **[TOGL]** キーを押します。

4.2.3.3.3 [Quality]

[Quality] では、測定されたレートの目的のレートに対する許容可能なレート偏差 (単位はパーセント) を選択し、水晶振動子が故障と判定される前に、いくつかの測定を範囲外にする必要があるかを選択します。

[Percent] 0 ~ 99%、> 0.5Å/秒

[Counts] を増分するために超過する必要がある偏差を設定します。デフォルト値は 0% で、機能が無効になります。

[Counts] 0 ~ 99

水晶振動子が故障と判定される前に、許容されるパーセントの範囲外にする必要がある測定の数を設定します。プログラミングされたレートに対するレート偏差が、プログラミングされた閾値限界より大きい場合、**[Counts]** の値は増分します。レート偏差が、プログラミングされた閾値未満の場合、**[Counts]** の値は減少します。**[Counts]** に負の値は使用できません。**[Counts]** が、プログラミングされた値を超えた場合、XTC/3 は水晶振動子を自動的に切り替え、**タイムパワー** でプロセスを完了するか、プロセスを**停止**します。レート偏差は、蒸着フェーズ中の個々のレート測定 (250ms) ごとに計算されます。

蒸着状態になると、通常の制御ループが安定するように、**品質カウント**は、**時定数にデッドタイム**を加えた値の 4 倍に等しい時間だけ遅延します。**[Operate]** 画面の **[Q Count]** には、プレ蒸着中、および蒸着開始時の遅延期間中に**遅延**が表示されます。

デフォルト値は 0 で、機能が無効になります。

注：**[Counts]** の値を超えたために水晶振動子が故障した後、**水晶振動子の故障状態**をクリアするには、新しい水晶振動子を取り付けるか、カーソルを **[Clear S & Q]** に合わせて **[Sensors]** 画面で **[TOGL]** キーを押します。

4.2.3.4 蒸発源パラメーター

図 4-5 [Source] 成膜プログラミング画面

FILM NAME		
	Film Number	1
Pre/Post	Source	1
	Crucible	0
Deposit	Control Gain	10.00
	Time Constant	1.0 sec
Sensor	Dead Time	1.0 sec
	Maximum Power	100 %
Option	Density	1.00 gm/cc
	Z-Ratio	1.000
40.0 _{A/S}		183.6 _{KA} 0.0%

[Source]..... 1、2

このパラメーターにより、定義する物質の蒸発源制御電圧にどの蒸発源出力を使用するかが決まります。デフォルトは1です。このパラメーターは、成膜の実行中は変更できません。

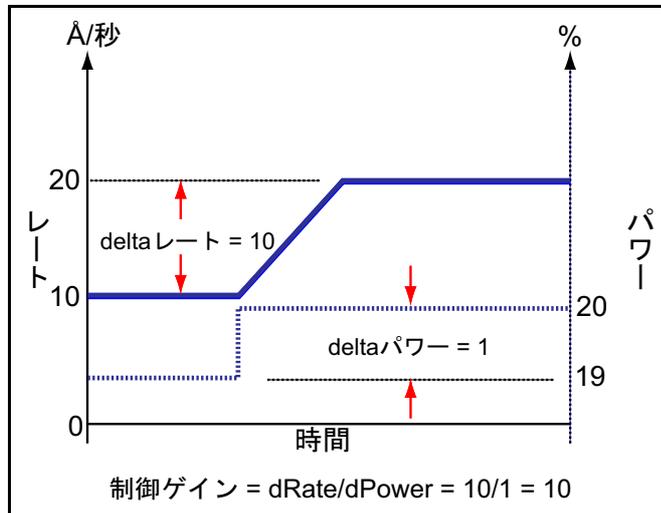
[Crucible]..... 0 ~ 8

複数ポケットのタレットの蒸発源を使用する場合、このパラメーターを使用して、タレットの位置を自動的に割り出すことができます。選択した値は、この成膜でタレットの蒸発源のどのポケットを使用するかを示します。デフォルト値は0で、単一ポケットの蒸発源を示します。ゼロ以外の値を入力すると、適切な出力が自動的に有効になります。適切な **[Cruc Valid]** 入力が有効になるまで蒸発源パワーは適用されません。

[Control Gain] 0.01 ~ 100.0Å/秒 /% パワー

このパラメーターにより、特定のレート偏差 (dRate/dPower) に対する % パワーの変化が決まります。プロセスゲイン値が大きいほど、指定のレートエラーに対するパワーの変化は小さくなります。デフォルトは 10Å/秒 /% パワーです。

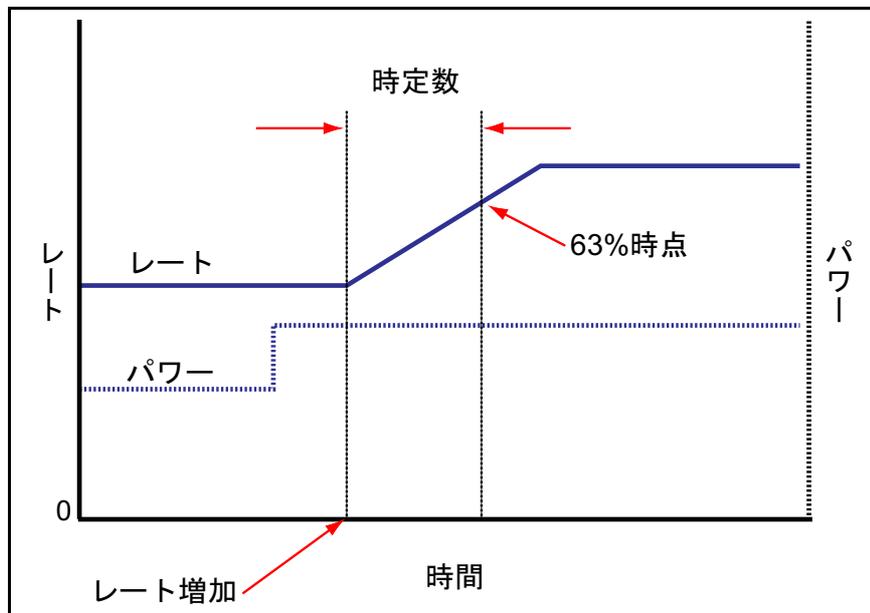
図 4-6 制御ゲイン



[Time Constant] 0.1 ~ 100.0 秒

これは、蒸発源の時定数です。この値は、レート変化の実際の開始と、レートステップの 63% が達成される時間との時間差として定義されます。この値は、上記の基準に従って測定したり、経験的に決定することができます。デフォルト値は 1 です。

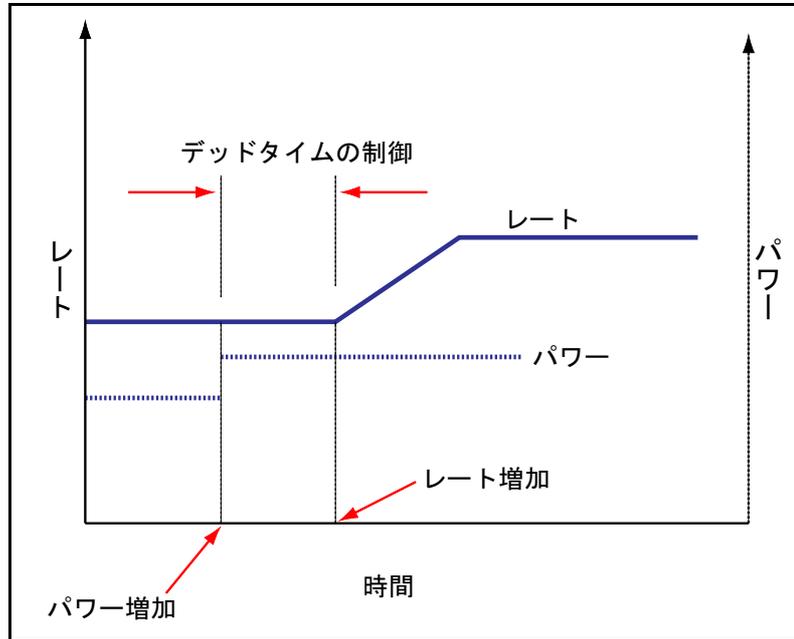
図 4-7 [Time Constant]



[Dead Time]..... 0.1 ~ 100.0 秒

この値は、% パワーの変化と実際のレート変化の開始との時間差として定義されます。デフォルト値は 1 です。

図 4-8 [Dead Time]



[Maximum Power]..... 0.0 ~ 100.0%

このパラメーターは、最大許容 % パワーレベルの設定に使用されます。制御電圧出力は、この制限を超えません。デフォルト値は 100.0% です。

[Density] 0.50 ~ 99.99g/cm³

このパラメーターは、水晶振動子に蒸着する物質に固有です。これは、水晶振動子上の質量負荷を膜厚に関連付ける 2 つのパラメーターのうちの 1 つです。デフォルト値は 1.00g/cm³ です。

[Z-Ratio]..... 0.100 ~ 9.999

このパラメーターは、蒸着する物質に固有です。これは、水晶振動子上の質量負荷を膜厚に関連付ける 2 つのパラメーターのうちの 1 つです。デフォルト値は 1.000 です。物質の密度と Z レシオの値については、[第 A 章](#)を参照してください。

4.2.3.5 [Option]

図 4-9 XTC/3M の [Option] 成膜プログラミング画面

FILM NAME		
	Film Number	1
Pre/Post	Time Power	Yes
Deposit	Delay Option	None
	Transfer Sensor	No
Sensor	Transfer Tooling	100.0 %
	Control Delay Time	00:00 mm:ss
Source		
	Ion Assist Deposit	No
Option	Name	FILM NAME
40.0 _{A/S} 183.6 _{K/A} 0.0%		

[Time Power]. [TOGL] キーを使用して [Yes]/[No] を選択デフォルトは [No] です。

バックアップ水晶振動子がないときに水晶振動子が故障した場合、XTC/3 が蒸着またはレートランプ状態で成膜のプログラムがタイムパワーで完了するように設定されている間のみ、タイムパワー状態になります。プレ蒸着状態の間に水晶振動子の故障が検出されると、XTC/3 はそれ以上継続しないため、タイムパワーで完了 ([Yes]) オプションが選択されていても XTC/3 は停止します。

一度タイムパワー状態になると、蒸発源パワーは、故障までの 2 秒で計算された蒸発源制御出力の平均パワー値で 4 秒間留まります。(これらの時間は、PID 制御に対して適宜変更されます)。膜厚は、プログラミングされた蒸着 [RATE] 値で堆積されます。タイムパワー状態は、[Final Thickness] の値を超えると終了します。

蒸着後状態は、通常の蒸着が行われたかのように正確に実行されます。蒸着後状態が完了すると、XTC/3 は膜層と画面 [STOP] を終了します。レートランプは、タイムパワーで実行できないため、その状態はスキップされます。

[Delay Option]. [None]、[Shutter]、[Control]、[Both]

[TOGL] キーを押して、選択肢間を移動します。遅延を選択しない場合、デフォルト値は [None] です。

[Shutter] [Soak Power 2] 直後および蒸着直前のシャッター遅延状態。ソースシャッターリレーは、通常の状態のままで、センサーシャッターリレーはアクティブです。センサーは、ソースシャッターが閉じた状態で蒸発源の流束をサンプリングするために位置決めする必要があり、これはクローズドループプレート制御を行います。

レート制御は、XTC/3 が蒸着状態になり、ソースシャッターを開いて、十分に制御されたレートの蒸気流束に基板をさらす前に、目的の蒸着レートの +/-5% または +/-0.5Å/秒のうち大きい方で 5 秒間維持されなければなりません。必要なレート制御の精度が 60 秒以内に達成できない場合は、[Delay Failure] アラームメッセージが表示されます。[Stop on Alarms] が [Yes] に設定されている場合、膜層は同時に停止します。

[Control] 制御遅延状態。蒸着状態に入り、制御遅延は、**[Control Delay Time]** でプログラミングされた時間間隔で、蒸発源制御パワーに対する制御ループアクションを中断します。

ソースシャッターとセンサーシャッターは、制御遅延の間、有効になります。制御遅延時間の経過後、制御ループアクションが開始します。

[Both] XTC/3 は、最初にシャッター遅延状態になった後、制御遅延になります。

[Transfer Sensor] **[Yes]/[No]**

[TOGL] キーを押して、選択肢間を移動します。デフォルトは **[No]** です。この機能は、**[Delay]** オプションの **[Shutter]** または **[Both]** が有効な場合のみ有効にすることができます。さらに、この機能を使用するには、別のセンサーを入手する必要があります。**[Yes]** に設定する場合、XTC/3 では、シャッター遅延時間の間、レート制御用の第 2 のセンサーを使用し、シャッター遅延時間が経過した後、一次センサーに戻ります。

[Transfer Tooling] 10.0 ~ 500.0%

このパラメーターは、**[Transfer Sensor]** を **[Yes]** に設定した場合に有効になります。伝達センサーと一緒に使用するには、ツーリングファクターを設定します。4-8 ページのセクション 4.2.3.3 のセンサーパラメーターの「**[Tooling]**」を参照してください。デフォルトは 100.0% です。

[Control Delay Time] 00:00 ~ 99:59 (分:秒)

[Delay Option] で **[Control Delay]** または **[Both]** を選択した場合、このパラメーターは、蒸着に入ると有効になり、制御が中断される時間と、ソーク 2 パワーレベルで維持されるパワーを設定します。デフォルトは 00:00 です。

[Ion Assist Deposit] **[Yes]/[No]**

[TOGL] キーを押して、選択肢間を移動します。デフォルトは **[No]** です。**[Yes]** の場合、蒸着に入るとイオンアシスト出力が有効になり、蒸着が終了すると無効になります。

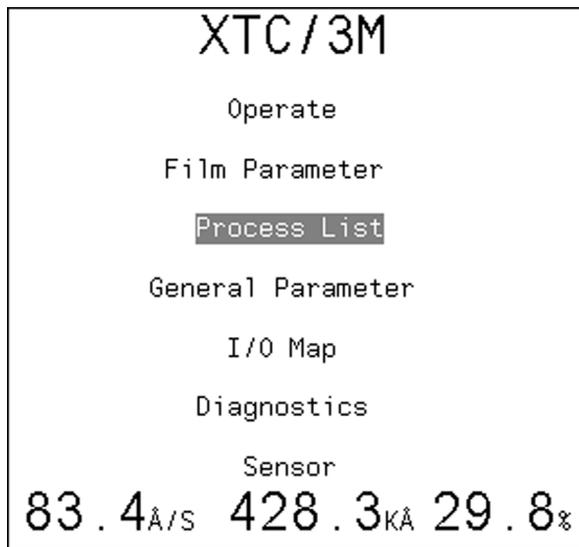
[Name] (XTC/3M のみ) 15 のアルファベット文字

成膜を一意に特定する、最大 15 のアルファベット文字を使用できます。成膜名を入力するには、**[Film Name]** に移動して、携帯電話と同様の方法でキーパッドを使用します。たとえば、文字 S を入力するには、**[PQRS]** キーを 4 回押します。文字 A を入力するには、**[ABC]** キーを一度押します。図 4-9 に、**FILM NAME** という名前を付けた成膜を示します：

通信経由で入力した名前には、前面パネルから入力可能な 15 個のアルファベット文字を超える文字を使用できません。

4.3 プロセスセットアップの概要 (XTC/3M のみ)

図 4-10 メインメニュー画面



XTC/3M では、[MENU] キーを押してから、カーソルを [Process List] に合わせて [Menu] を押すと、[Process] 画面が表示されます。XTC/3S には [Process List] メニューオプションはありません。

XTC/3M では、事前にプログラミングされた最大 99 個のプロセスを保有できます。各プロセスでは、順番に実行される最大 999 個の膜層のリストを保有できます。さらに、プロセスには最大長 15 のアルファベット文字で名前を付けることができます。99 個のプロセスは、いずれも任意の順序でプログラミングや削除が可能です（たとえば、プロセス 4 が空でもプロセス 5 の作成が可能）。

成膜を削除するには、プロセスリストで削除する成膜にカーソルを合わせます。[0] キーの後に [ENTER] キーを押します。

削除の唯一の制約は、[General Screen Process] ページにある [Process to Run] を空にできない点です。

パラメーターをロックすると、[L Lock] または [R Lock] メッセージが [Process] 画面の右上端に表示されます。プロセスリストは表示されますが、変更はできません。パラメーターをロックした状態で、引き続き該当のプロセス番号を変更して、他のプロセスを表示できます。

[◀] キーまたは [▶] キーを押して、選択パネルとパラメーターパネル間を移動します。

4.3.1 プロセス定義

図 4-11 プロセス画面

Process 1		Active Process 1
Layers	Process 1	
	Name	
1-10	1	Film_Name_1
11-20	2	Film 3
21-30	3	Film 2
	4	Film 3
	5	Film_Name_1
	6	Film 6
	7	Film 7
	8	Film_Name_1
	9	Film 2
	10	Film 2
40.0 A/S		183.6 kA
		0.0%

4.3.1.1 プロセス番号

[Process]..... 1 ~ 99

[Process] 画面に入ると表示されるプロセスは、この画面を最後に終了したときに表示されていたプロセスです。別のプロセスを表示するには、プロセス番号パラメーターに移動して新しいプロセス番号を入力します。

4.3.1.2 プロセス名

[Name] 最大 15 個のアルファベット文字を使用できます。

プロセス名をプログラミングするには、プロセス名に移動して、携帯電話と同様の方法でキーパッドを使用します。たとえば、文字 S を入力するには、[PQRS] キーを 4 回押します。文字 A を入力するには、[ABC] キーを一度押します。名前を入力しない場合、プロセス番号 (1 ~ 99) が表示されます。

リモート通信経由で入力した名前には、前面パネルから入力可能な 15 個のアルファベット文字を超える文字を使用できません。

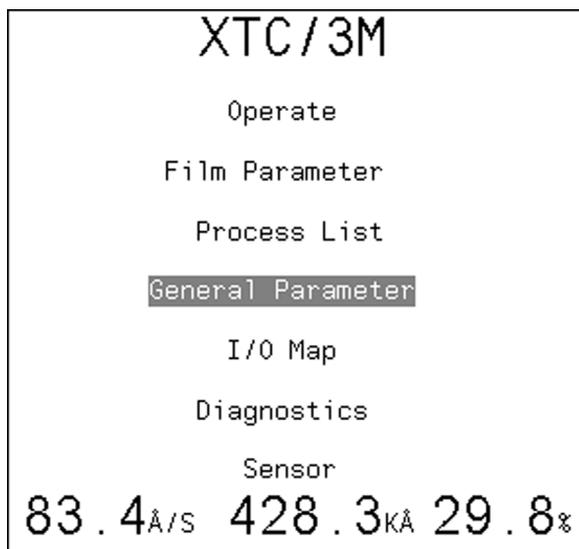
4.3.1.3 膜層シーケンスの構築

選択パネルには、パラメーターパネルに表示可能な 10 個の膜層のセットが含まれます。[▲] または [▼] 矢印キーを使用して、プロセス内の特定の膜層または最後に定義した膜層の後のブランクスペースにカーソルの位置を合わせます。

膜層番号の横に 1 ~ 32 の成膜番号を入力して **[ENTER]** キーを押すと、その膜層に目的の成膜が配置されます。成膜番号を事前に入力していた場合は再配置されます。0 を入力すると、指定した成膜が削除され、以降のすべての成膜が上に移動します。目的の膜層にカーソルを合わせて右矢印キーを選択すると、成膜を既存の成膜シーケンスに挿入できます。このアクションにより、膜層リストが下に移動して、追加した膜層が入ります。キーボードを使用して、挿入する成膜番号を入力してから **[ENTER]** を押します。**[CLEAR]** ボタンを押すと、膜層の挿入はキャンセルされます。成膜に名前を付けると、その成膜名がリストに表示されます。名前を付けない場合は成膜番号が表示されます。

4.4 一般パラメーター

図 4-12 メインメニュー画面 [XTC/3M]



注： **[Process List]** 行は、XTC/3S にはありません。

[General Parameter] 画面は、**[MENU]** キーを押してから、カーソルを **[General Parameters]** に合わせて **[MENU]** を押すと表示されます。

[General Parameter] 画面は、以下の画面に分かれます：

- ◆ **[Process]**
- ◆ **[Hardware]**
- ◆ **[Comm(unications) Info]**

[▲] または **[▼]** 矢印キーを使用して、パラメーター間を移動します。
[◀] または **[▶]** キーを使用して、選択パネルとパラメーターパネル間を移動します。ほとんどの場合、値を更新するには、**[TOGL]** キーを使用して、一連の選択肢を切り替えます。わずかですが、一部のパラメーターでは数字キーパッドと **[ENTER]** キーを使用します。

パラメーターをロックすると、**[L Lock]** または **[R Lock]** メッセージが右上端に表示されます。パラメーターの値は表示されますが、変更はできません。

4.4.1 プロセスパラメーター

図 4-13 XTC/3M の [Process] 画面

General		
	Process to run	1
Process	AutoStart Next Layer	No
	Start Without Backup	No
Hardware	Stop on Alarms	No
	Stop on Max Power	No
Comm Info	Dep/Etch Mod	Deposit
	Test	No
	Lock Code	XXXX
40.0 _{A/S} 183.6 _{KA} 0.0%		

図 4-14 XTC/3S の [Process] 画面

General		
	Film to run	1
Process	Start Without Backup	No
Hardware	Stop on Alarms	No
	Stop on Max Power	No
Comm Info	Dep/Etch Mod	Deposit
	Test	No
	Lock Code	XXXX
40.0 _{A/S} 183.6 _{KA} 0.0%		

[Process to run] 1~99 (XTC/3Mのみ)

実行するプロセスを選択します。膜層のあるプロセスのみを入力できます。デフォルトは1です。この機能はXTC/3Sでは利用できません。

[Film to run] 1~9 (XTC/3Sのみ)

実行する成膜を選択します。デフォルトは1です。この機能はXTC/3Mでは利用できません。

[AutoStart Next Layer] [Yes]/[No] (XTC/3Mのみ)

[TOGL] キーを押して、選択肢間を移動します。デフォルトは **[No]** です。
[Yes] の場合、以前の膜層がアイドル状態に達すると、その膜層がプロセス内の最後の膜層でなければ、プロセス内の次の膜層の自動的な開始が有効になります。この機能は XTC/3S では利用できません。

[Start Without Backup] . . . [Yes]/[No]

[TOGL] キーを押して、選択肢間を移動します。このオプションは、マルチポジションセンサーを使用している場合のみ有効です。デフォルトモード **[No]** では、既知の実用的なバックアップ水晶振動子が少なくとも 1 つ利用できる場合を除き、膜層を開始できません。

[Yes] に設定すると、膜層は実用的なバックアップ水晶振動子なしで開始できます。

[Stop On Alarms] [Yes]/[No]

[TOGL] キーを押して、選択肢間を移動します。デフォルト設定は **[No]** です。アラーム条件については、3-23 ページの **セクション 3.5.1** で定義しています。

[Stop On Max Power] [Yes]/[No]

[TOGL] キーを押して、選択肢間を移動します。デフォルト設定は **[No]** です。
[Yes] に設定する場合、**最大パワー**条件が断続的に 5 秒間当てはまる場合、XTC/3 は停止します。

[Dep/Etch Mod] [Deposit]/[Etch]

[TOGL] キーを押して、選択肢間を移動します。デフォルトモードは **[Deposit]** です。モードを **[Etch]** に設定することで、水晶振動子の平らな面から除去された膜厚や質量を表示するように XTC/3 を構成できます。水晶振動子のアクティブ面積にわたって物質を均一に除去することが必須です。これを行わない場合、不適切な測定値が表示されます。この不正確さは、モニター用水晶振動子の平らな面全体での放射状の質量感度差が原因で生じます。

ユニットは正常に動作し、**[ZERO]** キーは、表示された膜厚をゼロにする場合に使用されます。**[Final Thickness]** パラメーターは、プロセスを終了するようにプログラミングできます。

[Test] [Yes]/[No]

[TOGL] キーを押して、選択肢間を移動します。デフォルトは **[No]** です。XTC/3 には、実際の操作をシミュレートする、ソフトウェア制御の**テストモード**があります。テストモードの目的として、基本操作を検証し、技術者に対して標準的な操作を実証します。

テストモード操作中に表示されるレートは、以下のように決定します：

$$\text{表示されたレート} = \frac{40}{\text{DENSITY (gm/cc)}} \times \frac{\text{TOOLING (\%)}}{100\%} \text{ \AA/秒} \quad [2]$$

テストモード中は、リレー、入力、蒸発源、レコーダー出力は正常に動作しますが、水晶振動子の故障は無視されます。

[Lock Code]. 1 ~ 9999

[L Lock] ロックコードを設定するには、**[Lock Code XXXX]** に移動して、最大 4 桁の目的のコードを入力します。目的のロックコードがない場合、エントリーを行う必要はありません。0 を入力すると、以前に設定したロックコードがクリアされ、すべてのパラメーターに自由にアクセスできます。(注: 以前にプログラミングされたロックコードがある場合、最初にそのコードを **[Menu]** 画面に入力して、カーソルを **[Lock Code]** に合わせます)。ロックコードは、電源投入時に **[CLEAR]** キーを押してクリアすることもできます。ただし、ロックコードをプログラミングしていない場合、すべてのパラメーターがデフォルト値にリセットされます。

4.4.2 ハードウェアパラメーター

図 4-15 XTC3/M の [Hardware] 画面

General		
	Sensor 1 Type	Single
	Sensor 2 Type	Single
Process	Source Control Volt	+10
Hardware	Recorder Mode	Rate
	Range	100
Comm Info	Filter	Unfiltered
	Audio Feedback	Yes
	LCD Dimmer Time	0 min
40.0_{A/S} 183.6_{KA} 0.0%		

[Sensor 1 Type]. **[Single]**、**[CrystalTwo]**、**[CrystalSix]**、**[Crystal12]**、**[Rotary]**、**[Dual Head]**。 **[TOGL]** キーを押して、選択肢間を移動します。デフォルトは **[Single]** です。

[Sensor 2 Type]. **[Single]**、**[CrystalTwo]**、**[CrystalSix]**、**[Crystal12]**、**[Rotary]**。
[TOGL] キーを押して、選択肢間を移動します。デフォルトは **[Single]** です。

注: マルチポジションセンサーを選択した場合、次の位置への切り替えを有効にするには、**[Xtal Switch 1]** または **[Xtal Switch 2]** 機能に対して出力を選択する必要があります。XTC/3S については、3-30 ページの **セクション 3.6.8.6 の XTC/3S センサーシャッター / 水晶振動子の切り替え出力** を参照してください。XTC/3M については、4-29 ページの **セクション 4.5.3 の XTC/3M の出力** を参照してください。

[Source Control Volt] 0 ~ +10、0 ~ -10、0 ~ +5、0 ~ -5、0 ~ +2.5、0 ~ -2.5
[TOGL] キーを押して、選択肢間を移動します。デフォルトは **0 ~ -10** です。

[Recorder Mode] [Rate]、[Thickness]、[Power]、[Rate Deviation]。
[TOGL] キーを押して、選択肢間を移動します。デ
フォルトは **[Rate]** です。

[Range] 100、1000

[TOGL] キーを押して、選択肢間を移動します。デフォルトは **1000** です。

レートは範囲値で固定されます。膜厚は範囲内で実行されます。つまり、フルスケール値を超えるたびに、レコーダー出力は 0 に戻り、のこぎり歯出力を発生させるために再度増加を開始します。レコーダー出力の範囲は 0 ~ +10V です。

このパラメーターは、[Recorder Mode] が [Power] または [Rate Deviation] の場合は無視されます。パワーは常にフルスケールの 100% になります。

レート偏差は、常にフルスケール ± 50 オングストローム / 秒になります。レート偏差を表示するには、ユニットを蒸着状態にします。停止状態にしないでください。

[Filter] [Smooth]/[Unfiltered] (レート)

[TOGL] キーを押して、選択肢間を移動します。デフォルトは **[Unfiltered]** レートです。**[Unfiltered]** は、1/4 秒の測定値を提供します。**[Smooth]** は、1 秒の平均レート値を提供します。

このパラメーターは、[Recorder Mode] が **[Thickness]**、**[Power]** または **[Rate Deviation]** の場合は無視されます。

[Audio Feedback] [Yes]/[No]

[TOGL] キーを押して、選択肢間を移動します。デフォルトは、ビーブ音をオフにする **[No]** です。前面パネルの音響フィードバックやハンディコントローラーキーの押下をオンまたはオフにします。

[LCD Dimmer Time] . . . 0 ~ 99 分

ランプの寿命を保つために、バックライトが暗くなるまでの時間を指定します。デフォルトは 0 分で、調光機能を無効にします。プロセスが実行している場合、LCD は点灯します。プロセスが実行していない場合、LCD は消灯します。

4.4.2.1 XTC/3S 成膜選択オプション

図 4-16 XTC/3S 成膜の選択

General		
	Sensor 1 Type	Single
	Sensor 2 Type	Single
Process	Source Control Volt	+10
Hardware	Recorder Mode	Rate
	Range	100
Comm Info	Filter	Unfiltered
	Audio Feedback	Yes
	LCD Dimmer Time	0 min
40.0 _{AVS} 183.6 _{KA} 0.0%		

[INPUT OPTION] [Standard]、[Film Select] (XTC/3S のみ)

[TOGL] キーを押して、選択肢間を移動します。デフォルトは [Standard] です。
 [Film Select] オプションを選択すると、次の表に示すように、成膜選択入力 5、6、7、8 の状態に基づいて 9 個の成膜のいずれかを選択できます。さらに、[RESET] 機能を実行するには、入力 # 4 が再度割り当てられます。

表 4-1 XTC/3S 成膜の選択

入力 #5 --MSB	入力 #6	入力 #7	成膜 #8 --LSB	成膜 #
0	0	0	0 または 1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0 または 1	1	0 または 1	1

4.4.3 [Comm Info]

図 4-17 TCP/IP オプションをインストールした [Comm Info] 画面

General	
Process	RS-232 Baud Rate 115200 Protocol Standard
Hardware	Ethernet Interface
Comm Info	IP Address 10.211. 70.203 Net Mask 255.255. 0. 0
40.0 _{A/S} 183.6 _{KA} 0.0%	

注： IP アドレスとネットマスクは、電源投入後 1 分で開始します。
IP アドレスとネットマスクのテキストは、TCP/IP オプションをインストールしていない場合や通信を確立できていない場合はグレー表示になります。6-18 ページの[セクション 6.3.3](#) を参照してください。

4.4.3.1 リモート通信パラメーター

RS-232

[Baud Rate] 9600、19200、38400、57600、115200

[TOGL] キーを押して、選択肢間を移動します。デフォルトは 115200 です。

[Protocol] RS232 [Standard]、[Datalog]、[XTC/2 Ck Sum]、
[XTC/2 No Ck Sum]、[XTC/C Ck Sum]、
[XTC/C No Ck Sum]

[TOGL] キーを押して、選択肢間を移動します。デフォルトは **[Standard]** です。
5-6 ページの [セクション 5.2](#) を参照してください。

[Datalog] は、膜層が蒸着状態から出るたびに、5-29 ページの [セクション 5.2.2.5](#) の S19 コマンドで説明する応答を返します。

3-32 ページの [セクション 3.6.14](#) の [データログ](#) も参照してください。

[XTC/2 Ck Sum]、**[XTC/C Ck Sum]** については、5-37 ページの [セクション 5.3.2](#) を参照してください。

[XTC/2 No Ck Sum]、**[XTC/C No Ck Sum]** については、5-37 ページの [セクション 5.3.3](#) を参照してください。



CAUTION

プロトコルを **[XTC/2Ck Sum]**、**[XTC/C Ck Sum]**、**[XTC/2No Ck Sum]**、または **[XTC/C No Ck Sum]** に変更する際には、以前に入力したすべてのパラメーターを確認して、XTC/2 プロトコルで使用可能な縮小版のパラメーターセットと互換性があるかどうかを検証することを強くお勧めします。これを行わない場合、予想外の動作が生じる可能性があります。

Ethernet インタフェースオプション

オプションのTCP/IPインタフェースでは、静的アドレスはサポートされますが、DHCPはサポートされません。

注： IP アドレスとネットマスクは、電源投入後 1 分で開始します。この後、IP アドレスとネットマスクを変更できます。新しい値がアクティブになるには、XTC/3 の電源を入れ直す必要があります。

[IP Address]と**[Net Mask]**は32ビットの数字で、10進数で区切られた4つの8ビットの数字として書き出されます。

[IP Address] nnn.nnn.nnn.nnn

上下のカーソルキーでアドレスをスクロールし、数字キーで目的のアドレスを入力します。デフォルトのアドレスは、**10.211.70.203** です。

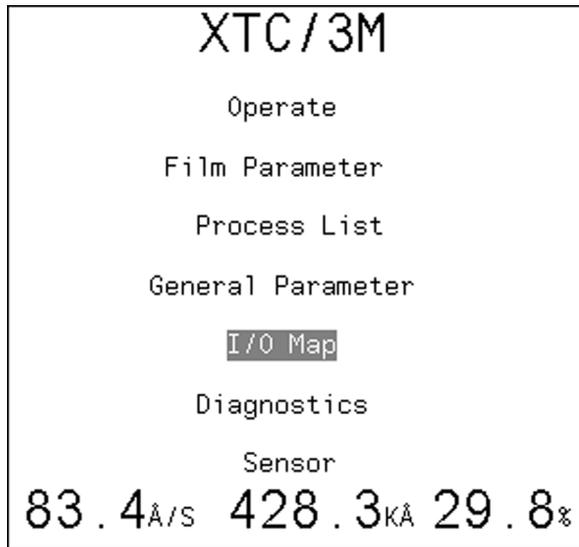
[Net Mask] nnn.nnn.nnn.nnn

ネットマスクは、1 に設定された複数の先行ビットの後にすべて 0 が続きます。デフォルトのネットマスクの値は **255.255.0.0** です：

```
255 . 255 . 0 . 0
11111111 11111111 00000000 00000000
```

4.5 I/O の概要

図 4-18 XTC3/M メインメニュー画面



[I/O Map] 画面は、[MENU] キーを押してから [I/O Map] にカーソルを合わせて [Menu] を押すと表示されます。

図 4-19 XTC/3M の [All I/O] 画面

I/O MAP	
	1 Start 5 RW Sampl Inhib
	2 Stop 6 XtalFail Inhibit
	3 End Deposit 7 Zero Thick
	4 RW Sampl Init 8 Soak 2 Hold
All I/O	9 Cruc 1 Valid
Inputs	1 Source Shut 1 7 Thick Setpoint
	2 Source Shut 2 8 Soak 2
	3 Sensor Shut 1 9 Xtal Fail
Relay	4 Sensor Shut 2 10 Alarms
	5 Stop 11 Source in use
TTL	6 End of Process 12 Final Thick
	13 Cruc Src 1 Bin 17 Cruc Src 1 Bin
	14 Cruc Src 1 Bin 18 Cruc Src 1 Bin
	15 Cruc Src 1 Bin 19 Cruc Src 1 Bin
	16 Cruc Src 1 Bin 20 Cruc Src 1 Bin

[All I/O] 画面には、デジタル I/O マップ形式が表示されます。入力 1～9 の機能は画面上部に、出力のステータスは画面下部に表示されます。アクティブな出力は強調表示されます。

XTC/3M では、選択パネルで [All I/O]、[Inputs]、[Relay] または [TTL] 画面を選択できます。XTC/3M で [All I/O] 以外を選択すると、対応する入力または出力を更新できません。

パラメーターをロックすると、[L Lock] または [R Lock] メッセージが右上端に表示されます。[Inputs]、[Relay]、[TTL] (出力) 画面はプログラミングには使用できません。

4.5.1 XTC/3S の入力と出力

XTC/3Sでは、固定のI/Oが[I/O Map]画面に表示されます。9個の固定入力の割り当ては、XTC/2のデフォルト割り当てに対応します。

入力については、4-23ページのセクション4.4.2.1のXTC/3S 成膜選択オプションも参照してください。

すべてのリレー（1～12）および TTL オープンコレクター出力（13～20）は、画面に表示される機能を実行するように固定されています。

これらの機能割り当ては、2-9 ページのセクション 2.3.3.2.1 に示すように、XTC/2 で提供されているデフォルト構成と同じです。

図 4-20 XTC/3S の [I/O Map] 画面、標準入力オプション

I/O MAP	
1 Start	5 RW Sampl Inhib
2 Stop	6 XtalFail Inhibit
3 End Deposit	7 Zero Thick
4 RW Sampl Init	8 Soak 2 Hold
All I/O	9 Cruc 1 Valid
1 Source Shut 1	7 Thick Setpoint
2 Source Shut 2	8 Soak 2
3 Sensor Shut 1	9 Xtal Fail
4 Sensor Shut 2	10 Alarms
5 Stop	11 Source in use
6 End of Process	12 Final Thick
13 Cruc Src 1 Bin	17 Cruc Src 1 Bin
14 Cruc Src 1 Bin	18 Cruc Src 1 Bin
15 Cruc Src 1 Bin	19 Cruc Src 1 Bin
16 Cruc Src 1 Bin	20 Cruc Src 1 Bin

図 4-21 XTC/3S の [I/O Map] 画面、成膜選択オプション

I/O Map	
1 Start	5 Film Select MSB
2 Stop	6 Film Select
3 End Deposit	7 Film Select
4 Reset	8 Film Select LSB
All I/O	9 Cruc 1 Valid
1 Source Shut 1	7 Thick Setpoint
2 Source Shut 2	8 Soak 2
3 Sensor Shut 1	9 Xtal Fail
4 Sensor Shut 2	10 Alarms
5 Stop	11 Source in use
6 End of Process	12 Final Thick
13 Cruc Src 1 Bin	17 Cruc Src 1 Bin
14 Cruc Src 1 Bin	18 Cruc Src 1 Bin
15 Cruc Src 1 Bin	19 Cruc Src 1 Bin
16 Cruc Src 1 Bin	20 Cruc Src 1 Bin

入力 1～9 の固定機能は画面上部に、固定出力のステータスは画面下部に表示されます。

アクティブな出力は強調表示されます。

4.5.2 XTC/3M の入力

図 4-22 [Inputs] 画面 1 (XTC/3M のみ)

Inputs		
	<Blank>	1 Start
	Start	2 Stop
All I/O	End Deposit	3 End Deposit
	RW Initiate	4 RW Initiate
Inputs	RW Inhibit	5 RW Inhibit
	XtalFailInibt	6 XtalFailInibt
Relay	Zero Thick	7 Zero Thick
	Soak 2 Hold	8 Soak 2 Hold
TTL	Cruc 1 Valid	9 Cruc 1 Valid
	Cruc 2 Valid	
	<More>	

図 4-23 [Inputs] 画面 2 (XTC/3M のみ)

Inputs		
	<Previous>	1 Start
	Reset	2 Stop
	Sel Process (4)	3 End Deposit
All I/O	Sel Process (16)	4 RW Sampl Init
	Sel Process (64)	5 RW Sampl Inhib
Inputs	Sel Process (99)	6 XtalFailInhibit
	Switch Crystal	7 Zero Thick
Relay	Non-Dep Hold	8 Soak 2 Hold
	Zero Film Time	9 Cruc 1 Valid
TTL	Start Inhibit	
	Soak 1 Hold	

XTC/3M では、この画面で 9 個の入力を変更できます。パラメーターパネルの右側には、現在プログラミングされているとおりに入力の列が表示されます。入力が定義されていない場合は空白になります。XTC/3M で使用可能な入力機能の一覧については、3-21 ページの表 3-3 を参照してください。

パラメーターパネルの左側に、許可されている入力機能のスクロール可能なリストが表示されます。[▲][▼][◀][▶] キーで、このリストにカーソルを合わせます。数字 (1 ~ 9) を入力して [ENTER] キーを押すと、選択した入力機能がその入力番号に割り当てられます。単一インスタンスに制限されている [Sel Process (XX)] を除き、任意の数の入力を同じ機能に割り当てることができます。

[◀][▶] 矢印キーで、[Inputs] の選択肢と選択パネルとの間を移動します。入力によって選択されたプロセスは、プロセスのアイドル終了および準備完了時にアクティブになります。

注： 入力を使用して空のプロセスを選択する場合、その選択は無視されます。実行するプロセスがアクティブなプロセスになります。以前は空であったこのプロセスに、その後 1 つまたは複数の膜層が挿入される場合、リセットが行われるまで、デジタル入力による膜層の選択は受け入れられません。

4.5.3 XTC/3M の出力

[Relay Outputs] および [TTL Outputs] 画面では、それぞれ 12 個のリレーまたは 8 個の TTL 出力を変更できます。すべてのリレー (1 ~ 12) と TTL オープンコレクター出力 (13 ~ 20) を選択して、画面に表示される機能を実行できます。任意の数の出力を同じ機能に割り当てることができます。デフォルトの割り当ては、XTC/2 で提供されて上記で参照されているデフォルト構成と同じです。

パラメーターパネルの右側には、現在プログラミングされているとおりに出力の列が表示されます。出力が定義されていない場合はブランクになります。

パラメーターパネルの左側に、許可されている出力機能のスクロール可能なリストが表示されます。[▲][▼][◀][▶] キーで、このリストにカーソルを合わせます。<More> にカーソルを合わせて、[▼] 矢印を押してその他の機能にアクセスします。<Previous> にカーソルを合わせて、[▲] 矢印を押すと戻ります。数字 (リレーの場合は 1 ~ 12、TTL の場合は 13 ~ 20) を入力して [ENTER] キーを押すと、選択した出力機能がその出力番号に割り当てられます。カーソルを右端の列に移動すると、[TOGL] キーを使用して出力を [NO] (ノーマルオープン) と [NC] (ノーマルクローズ) の間で切り替えることができます。ユニットの電源を切ると、出力は常にオープンになります。

[◀][▶] 矢印キーで、選択パネルとパラメーターパネルとの間を移動します。XTC/3M で使用可能な出力機能の一覧については、3-19 ページの表 3-2 を参照してください。

図 4-24 リレー出力 1

Relay Outputs		
	<Blank>	1 Source Shut 1 NO
	Source Shut 1	2 Source Shut 2 NO
All I/O	Source Shut 2	3 Sensor Shut 1 NO
	Sensor Shut 1	4 Sensor Shut 2 NO
Inputs	Sensor Shut 2	5 Stop NO
	Stop	6 End of process NO
Relay	End of Process	7 Thick Setpoint NO
	Thick Setpoint	8 Soak 2 NO
TTL	Soak 2	9 Crystal Fail NO
	Crystal Fail	10 Alarms NO
	Alarms	11 Source in use NO
	Source in use	12 Final Thick NO
	Final Tick	
	<More>	

図 4-25 リレー出力 2

Relay Outputs			
	<Previous>	1 Source Shut 1	NO
	Final Thick	2 Source Shut 2	NO
All I/O	End of Film	3 Sensor Shut 1	NO
	In Layer	4 Sensor Shut 2	NO
Inputs	Ion Assist Dep	5 Stop	NO
	Xtal Switch 1	6 End of Process	NO
Relay	Xtal Switch 2	7 Thick Setpoint	NO
	Ready	8 Soak 2	NO
TTL	Rise 1	9 Crystal Fail	NO
	Soak 1	10 Alarms	NO
	Rise 2	11 Source in use	NO
	Shutter Delay	12 Final Thick	NO
	Deposit		
	<More>		

図 4-26 リレー出力 3

Relay Outputs			
	<Previous>	1 Source Shut 1	NO
	Rate Ramp	2 Source Shut 2	NO
All I/O	Idle Ramp	3 Sensor Shut 1	NO
	Idle	4 Sensor Shut 2	NO
Inputs	Time Power	5 Stop	NO
	Manual	6 End of Process	NO
Relay	Max Power	7 Thick Setpoint	NO
	Rate Dev Fail	8 Soak 2	NO
TTL	Xtal Sw Fail	9 Crystal Fail	NO
	Xtal Switching	10 Alarms	NO
	Crucib Sw Fail	11 Source in use	NO
	Crucib Switch	12 Final Thick	NO
	ShutterDelFail		
	<More>		

図 4-27 リレー出力 4

Relay Outputs			
	<Previous>	1 Source Shut 1	NO
	Computer Cont1	2 Source Shut 2	NO
All I/O	Cruc Src 1 Bin	3 Sensor Shut 1	NO
	Cruc Src 1 BCD	4 Sensor Shut 2	NO
Inputs	Cruc Src 2 Bin	5 Stop	NO
	Cruc Src 2 BCD	6 End of Process	NO
Relay		7 Thick Setpoint	NO
		8 Soak 2	NO
TTL		9 Crystal Fail	NO
		10 Alarms	NO
		11 Source in use	NO
		12 Final Thick	NO

図 4-28 TTL 出力

TTL Outputs		
	<Blank>	
All I/O	Source Shut 1	
	Source Shut 2	13 Cruc Src 1 Bin NO
	Sensor Shut 1	14 Cruc Src 1 Bin NO
Inputs	Sensor Shut 2	15 Cruc Src 1 Bin NO
	Stop	16 Cruc Src 1 Bin NO
Relay	End of Process	17 Cruc Src 1 Bin NO
	Thick Setpoint	18 Cruc Src 1 Bin NO
TTL	Soak 2	19 Cruc Src 1 Bin NO
	Xtal Fail	20 Cruc Src 1 Bin NO
	Alarms	
	Source in use	
	<More>	

注： さらに TTL 出力を選択するには、リレー出力の場合と同じ 3 つの追加選択画面を使用できます。

注： BCD 出力機能（**[Cruc Src 1 BCD]** または **[Cruc Src 2 BCD]**）を選択するときは、3 つの連続したリレーまたは TTL 出力が使用できなければなりません。

位置 1 では 3 つの出力すべてが非アクティブになり、位置 8 では 3 つの出力すべてがアクティブになります。シーケンスの最初の出力は LSB です。

Bin 出力機能（**[Cruc Src 1 Bin]** または **[Cruc Src 2 Bin]**）を選択するときは、連続した 8 個のリレーまたは TTL 出力が使用できなければなりません。

BIN モードでは、これら 8 個の出力のうち 1 個のみが任意の時点でアクティブになります（位置 1 の出力 13、位置 2 の出力 14 など）。

4.5.4 入力または出力のクリア

入力または出力の割り当てをクリアするには、該当の画面で **<Blank>** にカーソルを合わせ、クリアする入力または出力の番号を入力します。

第5章 リモート通信

5.1 リモート通信の概要

XTC/3は、リモートによる制御、プログラミング、問い合わせが可能です。これは、リモート通信やリモートコマンドセットの使用によって行われます。

XTC/3は、これらのコマンドを含むメッセージに応答します。

メッセージを一度に1つずつ受け付けて処理します。また、有効な操作を実行したり、送信者にメッセージを返したりすることで、各コマンドに応答します。ホスト/サーバーの関係は、リモート通信で確立されます。

サーバーとしてのXTC/3は、リモートホストのコマンドに応答します。

注： RS-232のハードウェアとソフトウェアの組み合わせが予測できないものである場合、コマンドがXTC/3で認識されないことがあります。したがって、すべての通信に自動再試行手続きを含める必要があります。RS-232経由で送信されたコマンドが、3秒以内にXTC/3からの応答を生成しない場合は、コマンドを再送信する必要があります。

5.1.1 メッセージプロトコル

メッセージプロトコルは、含まれるコマンドまたは応答情報の構造体として機能します。また、ホストとサーバー間の確認応答のレベル、および情報の内容を検証するためのメカニズムも備えています。XTC/3は、オプションのTCP/IPインタフェースに加えて、**[Standard]**、**[Datalog]**、**[XTC/2 Ck Sum]**、**[XTC/2 No Ck Sum]**、**[XTC/C Ck Sum]**、**[XTC/C No Ck Sum]**のRS-232プロトコルをサポートします。**[Datalog]**プロトコルのみ、3-32ページの**セクション 3.6.14**で説明するように、XTC/3からの膜層データの一方方向伝送を行います。最後の4つのプロトコルは、XTC/2またはXTC/CからXTC/3への切り換えが容易になるように、外部コンピューターやPLCの再プログラミングを幅広く行わずに、以前にXTC/2に送られたコマンドにXTC/3SまたはXTC/3Mが応答できるようにすることを目的としています。

注： XTC/3では、XTC/2やXTC/Cと異なり、ハードウェアハンドシェイクをサポートしていません。



CAUTION

XTC/2プロトコルでは利用可能なパラメーターセットが縮小されているため、前面パネル、RS-232、またはTCP/IP経由で以前に入力されたパラメーターや後から入力されたパラメーターの一部がXTC/2プロトコルで表示されませんが、アクティブなままになります。

たとえば、XTC/2プロトコル以外で3つを超える膜層を含むようにアクティブプロセスがプログラミングされる場合、膜層3がアイドル状態になった後に発行される開始コマンドは、いずれも膜層4を実行します。

注： TCP/IPは、常に**[Standard]**プロトコルのコマンドセットを使用して動作します。RS-232プロトコルの選択による影響はありません。

5.1.2 物理接続

2種類のデータ通信ハードウェアポートを利用できます。
標準機器には、ビットシリアル RS-232C ポートが付属しています。オプションで、TCP/IP ポートを追加できます。一般的に、ホストとサーバーの両方で同じ形式の通信機器と補完セットアップが必要です。シリアル通信の場合、ボーレートは一致している必要があるため、データ語形式も一致していなければなりません。ビットシリアルライン (RS-232C) の語形式は、10 個の信号ビット、つまり 8 個のデータビット、1 個のスタートビット、1 個のストップビットで構成され、パリティはありません。8 個のデータビットは、ASCII 値の範囲が 0 ~ 255 の情報または文字のバイトで構成されます。

RS-232C ポートと TCP/IP ポートの両方を同時に使用できます。

5.1.3 RS-232C シリアルポート

RS-232C シリアル通信は、XTC/3 の背面パネルにある業界標準の 9 ピンメスコネクタを介して行われます。ホストインタフェースの接続には、嵌め合わせ側のオスコネクタが必要です。マルチコンダクターシールドデータケーブルを使用すると、ホストと XTC/3 を最大 50 フィート離すことができます。

XTC/3 は DCE (Data Communications Equipment : データ通信機器) として構成されます。PC やその他のホストデバイスは、パリティなし、8 個のデータビット、1 個のストップビットに設定してください。XTC/3 では、ハードウェアハンドシェイクはサポートされません。ケーブル接続とピン配列については、2-11 ページの[セクション 2.3.4](#) を参照してください。

5.1.4 TCP/IP Ethernet ポート

XTC/3 は TCP ポート番号 2101 で TCP/IP を介して通信を行い、[セクション 5.2](#) で説明されているように、さまざまなバイナリコマンドを使用します。適切な Ethernet ケーブルのタイプについては、2-11 ページの[セクション 2.3.5](#) および[セクション 2.3.5.1](#)、IP アドレスの決定や変更については、4-25 ページの[セクション 4.4.3.1](#) を参照してください。このインタフェースでは、静的アドレスはサポートされますが、DHCP はサポートされません。

5.1.4.1 ネットワーク接続

XTC/3 をネットワークまたはハブを介して接続する場合には、標準のストレート Ethernet ケーブルが必要です。

5.1.4.2 PCでのネットワークプロトコルのセットアップ方法

大半のパーソナルコンピュータでは、インターネット上のコンピューターを定義するアドレスである IP アドレスを、サーバーから自動的に取得するように設定されています。

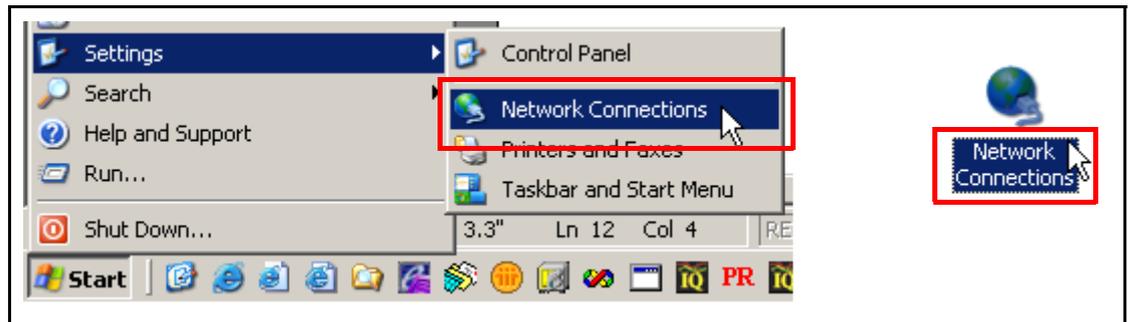
XTC/3 と直接通信するには、PC で IP (Internet Protocol : インターネットプロトコル) を手動で設定し、Ethernet クロスオーバーケーブル (PN 600-1211-P5) で PC と XTC/3 を接続する必要があります。一部の PC では、自動的に設定され、ストレートケーブルまたはクロスオーバーケーブルのどちらでも接続できます。ここに記載する手順は、インターネットプロトコルを手動で設定する手順です。

注： パーソナルコンピュータに Ethernet ポートが 1 つのみ搭載されている場合 (単一のネットワーク接続)、直接通信するように PC を設定すると、その設定を変更するまではインターネットにはアクセスできなくなります。

注： これらの手順では、2 つの値、すなわち IP アドレスとサブネットマスクを設定しますが、それによってインターネットへのアクセスは禁止される可能性があります。これらの値がすでに設定されている場合は、インターネット接続を回復する際に使用できるように、書き留めておいてください。

PC の [ネットワーク接続] を開くには、[図 5-1](#) に示すように、[スタート] メニューまたは [コントロール パネル] で [ネットワーク接続] を選択します。

図 5-1 [ネットワーク接続] を開く



[図 5-2](#) に示すように、変更する [ローカル エリア接続] を選択し、右クリックして [プロパティ] を選択します。

図 5-2 [ローカルエリア接続]の[プロパティ]

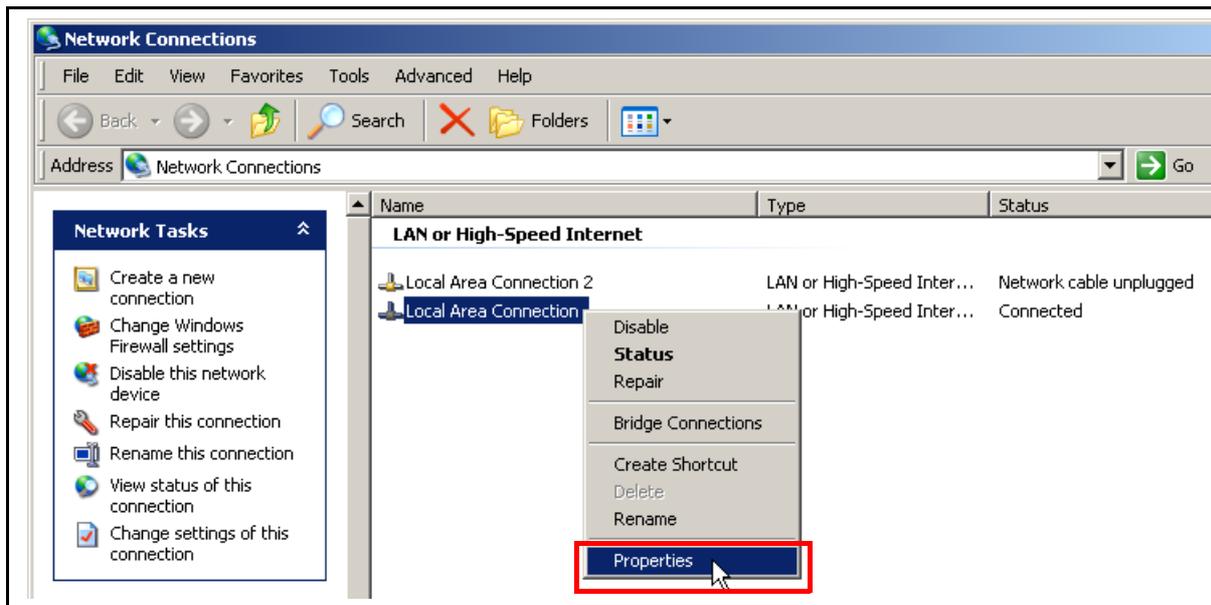
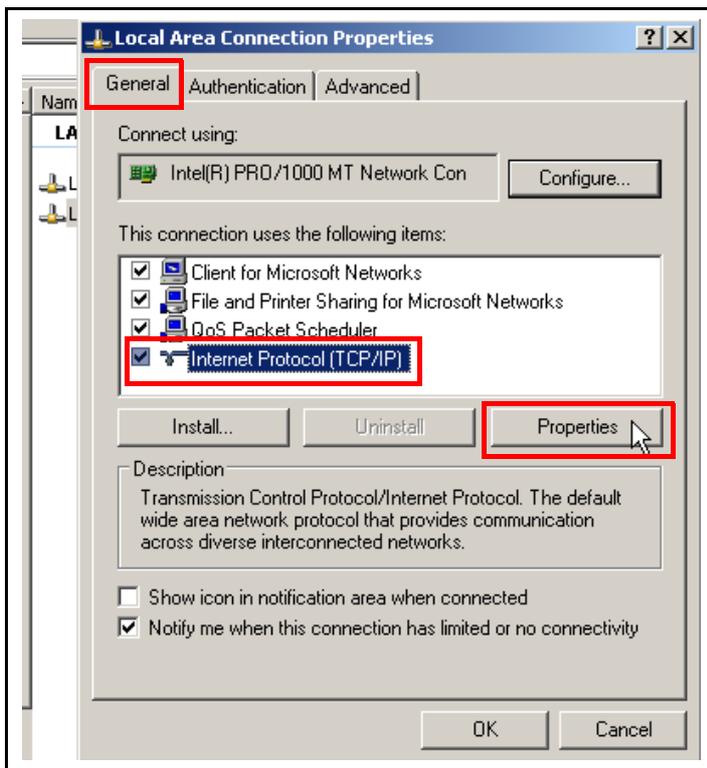


図 5-3 に示すように、[全般] タブで、[インターネット プロトコル (TCP/IP)] を選択し、[プロパティ] ボタンを押します。

図 5-3 [インターネット プロトコル (TCP/IP)] の [プロパティ]

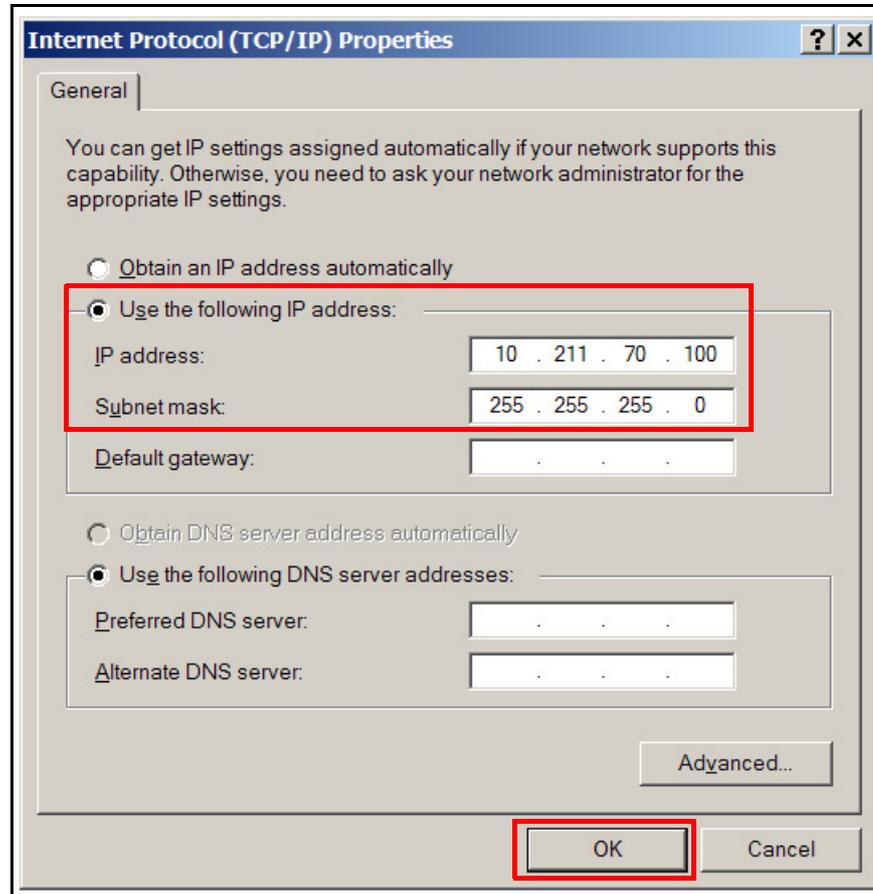


[次の IP アドレスを使う] のボタンを選択し、図 5-4 に示すように [IP アドレス] および [サブネット マスク] を入力して、[OK] を押します。このように選択すると、XTC/3 との通信で使用する IP アドレスが PC に割り当てられます。

XTC/3 は、アドレス 10.211.70.203 が事前に割り当てられた状態でインフィコンから出荷されます。

PC から XTC/3 に直接通信するには、PC にも「10.211.70」で開始するアドレスを割り当てる必要があります（ただし、「10.211.70.203」には設定できません）。
 図 5-4 に示す例では、PC はアドレス「10.211.70.100」を使用します。

図 5-4 [IP アドレス] および [サブネット マスク] の入力



開いているすべてのダイアログボックスで **[OK]** をクリックして、[ローカル エリア接続]の[インターネット プロトコル (TCP/IP)]のセットアップ画面を閉じます。

5.2 標準プロトコルのメッセージ形式

RS-232 プロトコルのパラメーターで **[Standard]** を選択し、これが TCP/IP ポートに対して常に有効になる場合、このメッセージ形式が実施されます。

メッセージはすべて、シリアルバイト情報で構成されます。バイト値は、コマンドや応答文字、制御文字、または数値を表します。

ニーモニックは、各メッセージ形式の部分を記述するために使用されます。

注：これらのニーモニックは、メッセージストリームの一部ではありません。つまり、メッセージストリームを構成する特定の ASCII コード、文字、または数値を表すために使用されます。

5.2.1 標準プロトコル

キー：

- <> 囲まれている要素。以降（または繰り返し使用の場合は上記）でさらに定義されます。
- () オプションの要素
- | または
- x...x 1つ以上の x が含まれます。

5.2.1.1 標準コマンドパケット（ホストから XTC/3 へのメッセージ）

<長さ><メッセージ><チェックサム>

長さ 2バイト下位/上位（チェックサムまたは長さバイトは含まれません）。コマンド内の文字数を表す0~57,800の数値（2バイト）。送信順では、下位バイトが上位バイトよりも優先されます。ほとんどのコマンドで文字数は256未満になります。この場合、下位バイトには文字カウントが含まれ、上位バイトには値0があります。

メッセージ <コマンド>(<コマンド>...<コマンド>)

コマンド = <コマンドグループ>(<コマンドサブグループ>)(<コマンドID>)
(<パラメーター>...<パラメーター>)

コマンドグループ = 1ASCII バイト、コマンドのカテゴリーを指定：

- E - エコー
- H - ハロー
- Q - クエリ
- R - リモートアクション
- S - ステータス
- U - 更新

コマンドサブグループ = 1ASCII バイト、コマンドをさらに指定する場合に複数のコマンドグループと一緒に使用します。

コマンドQおよびUの場合：

F - 成膜

G - 一般

I - 入力

N - 成膜名

O - 出力

P - プロセス

T - 出力タイプ

H、E、S、Rにサブグループは使用できません。

コマンド ID = 1 バイナリバイト。複数のコマンドグループとサブグループ内で特定のコマンドを定義します。

パラメーター = <バイト>|<整数>|<浮動小数点>|<文字列>|

バイト = 1バイト

整数 = 4バイト、下位から上位

浮動小数点 = 4バイト、ANSII標準、単精度、下位から上位

文字列 = ヌル終端ASCII文字

チェックサム 1 バイト、全バイトの和をモジュロ 256 で
チェック。長さは含まれません。

5.2.1.2 標準応答パケット (XTC/3 からホストへのメッセージ)

<長さ><CCB><タイマー><応答メッセージ><チェックサム>

長さ	2 バイト下位 / 上位 (チェックサムまたは長さバイトは含まれません)。CCB、タイマー、応答メッセージを含む応答パケット内の文字数を表す、0 ~ 57,800 の数値 (2 バイト)。長さバイトとチェックサムは、長さカウンタに含まれません。2 バイト値 (上位と下位) がこの数字を表します。送信順では、下位バイトが上位バイトよりも優先されません。
CCB	(状態コードバイト) = 1 バイトバイナリ。MSB セット (16 進数 80) はコマンドパケットエラーを示します。
タイマー	1 バイトバイナリ、0 ~ 255 の数字 (16 進数 00 ~ FF) は 1/4 秒ごとに増加します。
応答メッセージ	<コマンド応答>...<コマンド応答> <パケットエラーコード>

注: コマンド応答の数と、送信されたコマンドの数は等しくなります。

CCB MSB (コマンドパケットエラーを示す (16 進数 80)) が設定される場合、応答メッセージはシングルパケット応答エラーとなります。

CCB MSB がクリアされる場合 (16 進数 00)、コマンドパケットが解析され、有効なコマンドパケット形式が検出されています。

コマンド応答 = <ACK>< 応答 >|< 応答エラーコード >

注: ACK は、10 進数または 16 進数の値 6 を持つ ASCII コードで、コマンドの肯定確認応答を示します。応答エラーコードが返される場合は送信されません。

応答 =

(< 整数 >|< 浮動小数点 >|< 文字列 >|< その他 >.....< 整数 >|< 浮動小数点 >|< 文字列 >|< その他 >)

整数 = 4 バイト、下位から上位

浮動小数点 = 4 バイト、ANSII 標準、単精度、下位から上位

文字列 = ヌル終端 ASCII 文字

応答エラーコード = 1 バイト ASCII

A = 不正なコマンド

B = 不正なパラメーター値

C = 不正なID

D = 不正な形式

E = データの使用不可

F = 現在実行不可（一部のコマンドでは、IC6が[READY]/[STOP]状態であることが必要です）。

L = 長さエラー、0よりも大きく、57,800以下でなければなりません。

O = 応答サイズに対する十分な余裕がありません。

P = 前回のコマンドの失敗（複数コマンドパケットのいずれかのコマンドが失敗した場合、以降のコマンドはいずれも実行されず、このエラーコードが返されます）。

パケットエラーコード = 1バイトASCII。

C - 無効なチェックサム

F - 不正な形式（リクエストしたコマンドのバイトが多すぎるか、コマンドの値が欠落しています）。

I - 無効なメッセージ

L - 長さエラー、0よりも大きく、57,800以下でなければなりません。

M - コマンドが多すぎます（100のみ使用可）。

チェックサム 1 バイト、全バイトの和をモジュロ 256 で
チェック。CCB、タイマー、応答メッセージ
は含まれますが、長さは含まれません。

タイムアウト コマンドパケットの文字間で3秒超が経過し
た場合、XTC/3 はタイムアウトします。
応答パケットは送信されず、XTC/3 はその
バッファをクリアして、この後の文字が新
しいパケットの開始になると見なします。

5.2.2 標準通信コマンド

注：以下には、コマンドパケットの「コマンド」部分と応答パケットの「応答」部分のみが含まれます。ヘッダー/トレーラーが想定されます。(ヘッダー/トレーラーの定義については、上記のプロトコルドキュメントを参照)。

一般的な定義

< 浮動小数点 > = 4 バイト、単精度 ANSI 標準浮動小数点、ローエンド最優先

< 整数 > = 4 バイト、符号付き整数、ローエンド最優先

< 文字列 > = 変数長さ、ヌル終端 ASCII 文字

5.2.2.1 標準エコーコマンド

コマンド

E < 文字列 >

応答：

< 文字列 > 送信された同じ文字列。

文字列 = ヌル終端 ASCII 文字

5.2.2.2 標準ハローコマンド

コマンド：

H < コマンド ID >

応答：

< 文字列 > | < 浮動小数点 >

文字列 = ヌル終端 ASCII 文字

浮動小数点 = 4 バイト、ANSI 標準、単精度、下位から上位

表 5-1 ハローコマンドの応答

標準コマンド ID	意味	応答
1	ASCII の名前とバージョン	< 文字列 > = "XTC/3x Version y.yy" x = M または S y.yy = ファームウェアバージョン
2	構造番号 互換性番号 範囲番号 ユニットタイプ	< 整数 > < 整数 > < 整数 > < 整数 > (0 = XTC3/M、1 = XTC3/S) (77 = XTC3/M、83 = XTC3/S)
3	ファームウェアバージョン番号	< 浮動小数点 >

5.2.2.3 標準クエリコマンド

5.2.2.3.1 クエリブロック

コマンド:

QB<コマンドID>

コマンド ID = 以下のリストを参照

応答:

コマンド ID によって異なります。以下のリストを参照してください。

コマンド ID = 1 「すべてのパラメーター」

コマンドは、次の順序ですべてのパラメーターを返します。形式は、個々のコマンドに列挙されます。応答での最大許容バイトは 57,800 です。コマンド長さエラーコード L は、データが多すぎる場合に返されます。

応答:

< 応答のバイト数 >< 一般パラメーター >< 成膜 1 パラメーター >...< 成膜 32 パラメーター >< 入力 >< 出力 >< 出力タイプ >< 成膜 1 の名前 >...< 成膜 32 の名前 >< プロセス 1 >...< プロセス 99 >< プロセス 1 の名前 >...< プロセス 99 の名前 >

応答のバイト数 (2 バイト)

すべての一般パラメーター (パラメーターにつき 4 バイト)

各成膜のすべてのパラメーター (パラメーターにつき 4 バイト) (XTC/3S または XTC/3M に基づき 9 個または 32 個の成膜)

すべての入力定義 (9) (入力につき 1 バイト) (XTC/3M のみ)

すべての出力定義 (20) (出力につき 1 バイト) (XTC/3M のみ)

すべての出力タイプ (20) (出力につき 1 バイト) (XTC/3M のみ)

すべての成膜名 (ヌル終端) (32 個の成膜) (XTC/3M のみ)

各プロセスのすべてのプロセス膜層リスト (99) ((プログラミングされた膜層数の) 2 バイトの後にプログラミングされた各膜層の 1 バイト) (XTC/3M のみ)

すべてのプロセス名 (ヌル終端) (99) (XTC/3M のみ)

コマンド ID = 2 「プロセス膜層リストとプロセス名のないすべてのパラメーター」。

個々のコマンドに列挙されている形式を使用して、次の順序ですべてのパラメーターを返します。

応答：

< 応答のバイト数 >< 一般パラメーター >< 成膜 1 パラメーター >...< 成膜 32
パラメーター >< 入力 >< 出力 >< 出力タイプ >< 成膜 1 の名前 >...< 成膜 32 の名前 >

応答のバイト数 (2 バイト)

すべての一般パラメーター (パラメーターにつき 4 バイト)

各成膜のすべてのパラメーター (パラメーターにつき 4 バイト) (XTC/3S ま
たは XTC/3M に基づき 9 個または 32 個の成膜)

すべての入力定義 (9) (入力につき 1 バイト) (XTC/3M のみ)

すべての出力定義 (20) (出力につき 1 バイト) (XTC/3M のみ)

すべての出力タイプ (20) (出力につき 1 バイト) (XTC/3M のみ)

すべての成膜名 (ヌル終端) (32 個の成膜) (XTC/3M のみ)

コマンド ID = 3 「下位 50 プロセスに関する情報」 (XTC/3M のみ)

応答：

< 応答のバイト数 >< プロセス 1 >...< プロセス 50 >< プロセス 1 の名前 >...<
プロセス 50 の名前 >

応答のバイト数 (2 バイト)

プロセス 1 ~ 50 の膜層リスト ((プログラミングされた膜層数の) 2 バイト
長の後にプログラミングされた各膜層の 1 バイト)

プロセス 1 ~ 50 の名前 (ヌル終端)

コマンド ID = 4 「上位 49 プロセスに関する情報」 (XTC/3M のみ)

応答：

< 応答のバイト数 >< プロセス 51 >...< プロセス 99 >< プロセス 51 の名前 >...<
プロセス 99 の名前 >

応答のバイト数 (2 バイト)

プロセス 51 ~ 99 の膜層リスト ((プログラミングされた膜層数の) 2 バイト
長の後にプログラミングされた各膜層の 1 バイト)

プロセス 51 ~ 99 の名前 (ヌル終端)

5.2.2.3.2 標準クエリ成膜名 (XTC3/M のみ)

コマンド :

QN < 成膜番号 >

成膜番号 = < バイト > 1 ~ 32

応答 :

< 文字列 > (最大 15 文字 + 終端ヌル文字)

文字列 = ヌル終端ASCII文字

5.2.2.3.3 標準クエリ成膜パラメーター

コマンド :

QF < コマンド ID > < 成膜番号 >

コマンド ID = < バイト >。5-22 ページの表 5-2 の「UF コマンド ID」列を参照してください。

成膜番号 = < バイト > 1 ~ 9 (XTC/3S) または 1 ~ 32 (XTC/3M)

応答 :

< 整数 > | < 浮動小数点 >

整数 = 4バイト、下位から上位

浮動小数点 = 4バイト、ANSII標準、単精度、下位から上位

説明 : 応答のタイプは、コマンド ID によって異なります。5-22 ページの表 5-2 の「データ型 / 形式」列を参照してください。

特殊例 : QF255 < 成膜番号 > は、指定の成膜のすべての成膜パラメーターを番号順で返します。

5.2.2.3.4 標準クエリ一般パラメーター

コマンド :

QG < コマンド ID >

コマンド ID = < バイト >。5-25 ページの表 5-3 の「UG コマンド ID」列を参照してください。

応答 :

< 整数 > | < 浮動小数点 >

整数 = 4バイト、下位から上位

浮動小数点 = 4バイト、ANSII標準、単精度、下位から上位

説明 : 応答のタイプは、コマンド ID によって異なります。5-25 ページの表 5-3 の「データ型 / 形式」列を参照してください。

特殊例 : QG255 は、すべての一般パラメーターを番号順で返します。

5.2.2.3.5 標準クエリ入力定義 (XTC/3M のみ)

コマンド :

QI <入力番号>

入力番号 = <バイト> 1 ~ 9、255 (255 = 9 個すべての入力)

応答 :

入力番号が 1 ~ 9 の場合 :

<入力定義>

入力番号が 255 の場合 :

<入力 1 定義> <入力 2 定義> ... <入力 9 定義>

入力定義 = <バイト>。次のようにデコードします。

0 ブランク (入力は未使用)

1 開始

2 停止

3 蒸着の終了

4 RateWatcher 保留の開始

5 RateWatcher 保留の抑止

6 水晶振動子の故障の抑止

7 ゼロ膜厚

8 ソーク 2 保留

9 るつぼ 1 有効

10 るつぼ 2 有効

11 リセット

12 選択プロセス 1 ~ 4、2 ビット *

13 (選択プロセス 1 ~ 4、2 ビット、ビット 2)

14 選択プロセス 1 ~ 16、4 ビット *

15 (選択プロセス 1 ~ 16、4 ビット、ビット 2)

16 (選択プロセス 1 ~ 16、4 ビット、ビット 3)

17 (選択プロセス 1 ~ 16、4 ビット、ビット 4)

18 選択プロセス 1 ~ 64、6 ビット *

19 (選択プロセス 1 ~ 64、6 ビット、ビット 2)

20 (選択プロセス 1 ~ 64、6 ビット、ビット 3)

21 (選択プロセス 1 ~ 64、6 ビット、ビット 4)

22 (選択プロセス 1 ~ 64、6 ビット、ビット 5)

23 (選択プロセス 1 ~ 64、6 ビット、ビット 6)

- 24 選択プロセス 1 ~ 99、7 ビット *
- 25 (選択プロセス 1 ~ 99、7 ビット、ビット 2)
- 26 (選択プロセス 1 ~ 99、7 ビット、ビット 3)
- 27 (選択プロセス 1 ~ 99、7 ビット、ビット 4)
- 28 (選択プロセス 1 ~ 99、7 ビット、ビット 5)
- 29 (選択プロセス 1 ~ 99、7 ビット、ビット 6)
- 30 (選択プロセス 1 ~ 99、7 ビット、ビット 7)
- 31 水晶振動子の切り替え
- 32 非蒸着の保留
- 33 ゼロ成膜時間
- 34 開始の抑止
- 35 ソーク 1 保留

* いずれかの選択プロセスの二次ビットに対応する入力にクエリを行うと、対応する番号が返されます。個々の更新については、一次ビットのみを設定できます。対応する二次ビットは自動的に設定されます。ブロック更新 (UI255 または UBx、下記参照) では、選択プロセスが設定されている場合、一次ビットを設定する必要があります。選択プロセスに対応する各追加ビットには、適切な対応番号または 0 が必要です。

5.2.2.3.6 標準クエリ出力定義 (XTC/3M のみ)

コマンド :

QO < 出力番号 >

出力番号 = < バイト > 1 ~ 20、255 (255 = すべての出力)

応答 :

出力番号が 1 ~ 20 の場合 :

< 出力定義 >

出力番号が 255 の場合 :

< 出力 1 定義 > < 出力 2 定義 > ... < 出力 20 定義 >

出力定義 = < バイト >。次のようにデコードします。

0 ブランク (出力は未使用)

1 ソースシャッター 1

2 ソースシャッター 2

3 センサーシャッター 1

4 センサーシャッター 2

5 停止

6 プロセスの終了

- 7 膜厚セットポイント
- 8 水晶振動子の故障
- 9 アラーム
- 10 使用中の蒸発源（開 = 1、閉 = 2）
- 11 最終膜厚
- 12 成膜の終了
- 13 膜層内
- 14 イオンアシスト蒸着
- 15 水晶振動子スイッチャー 1
- 16 水晶振動子スイッチャー 2
- 17 準備完了
- 18 るつぼの切り替え
- 19 上昇 1
- 20 ソーク 1
- 21 上昇 2
- 22 ソーク 2
- 23 シャッター遅延
- 24 蒸着
- 25 レートランプ
- 26 手動
- 27 タイムパワー
- 28 アイドルランプ
- 29 アイドル
- 30 最大パワー
- 31 レート偏差エラー
- 32 水晶振動子スイッチャーの故障
- 33 水晶振動子の切り替え
- 34 るつぼスイッチャーの故障
- 35 シャッター遅延エラー
- 36 コンピューター制御
- 37 るつぼ選択蒸発源 1 バイナリ（8 個の出力が必要、1 箇所につき 1 個）*
- 38 （るつぼ選択蒸発源 1 のバイナリ、ビット 2）
- 39 （るつぼ選択蒸発源 1 のバイナリ、ビット 3）
- 40 （るつぼ選択蒸発源 1 のバイナリ、ビット 4）

- 41 (るつぼ選択蒸発源 1 のバイナリ、ビット 5)
- 42 (るつぼ選択蒸発源 1 のバイナリ、ビット 6)
- 43 (るつぼ選択蒸発源 1 のバイナリ、ビット 7)
- 44 (るつぼ選択蒸発源 1 のバイナリ、ビット 8)
- 45 るつぼ選択蒸発源 1 の BCD、3 個の出力が必要、BCD) *
- 46 (るつぼ選択蒸発源 1 の BCD、ビット 2)
- 47 (るつぼ選択蒸発源 1 の BCD、ビット 3)
- 48 るつぼ選択蒸発源 2 バイナリ (8 個の出力が必要、1 箇所につき 1 個) *
- 49 (るつぼ選択蒸発源 2 のバイナリ、ビット 2)
- 50 (るつぼ選択蒸発源 2 のバイナリ、ビット 3)
- 51 (るつぼ選択蒸発源 2 のバイナリ、ビット 4)
- 52 (るつぼ選択蒸発源 2 のバイナリ、ビット 5)
- 53 (るつぼ選択蒸発源 2 のバイナリ、ビット 6)
- 54 (るつぼ選択蒸発源 2 のバイナリ、ビット 7)
- 55 (るつぼ選択蒸発源 2 のバイナリ、ビット 8)
- 56 るつぼ選択蒸発源 2 の BCD (3 個の出力が必要、BCD) *
- 57 (るつぼ選択蒸発源 2 の BCD、ビット 2)
- 58 (るつぼ選択蒸発源 2 の BCD、ビット 3)

* いずれかのるつぼ選択の二次ビットに対応する出力にクエリを行うと、対応する番号が返されます。個々の更新については、一次ビットのみを設定できます。対応する二次ビットは自動的に設定されます。ブロック更新 (UO255 または UBx、下記参照) では、るつぼ選択が設定されている場合、一次ビットを設定する必要があります。るつぼ選択に対応する各追加ビットには、適切な対応番号または 0 が必要です。

5.2.2.3.7 標準クエリ出力タイプ定義 (XTC/3M のみ)

コマンド :

QT <出力番号>

出力番号 = <バイト> 1 ~ 20、255 (255 = すべての出力)

応答 :

出力番号が 1 ~ 20 の場合 :

<出力タイプ>

出力番号が 255 の場合 :

<出力 1 タイプ> <出力 2 タイプ> ... <出力 20 タイプ>

出力タイプ = <バイト>

0 = ノーマルオープン

1 = ノーマルクローズ

5.2.2.3.8 標準クエリプロセスパラメーター (XTC/3M のみ)

コマンド :

QP <コマンド ID> <プロセス番号> [<パラメーター>]

コマンド ID = 以下のリストを参照

プロセス番号 = <バイト> 1 ~ 99

<パラメーター> = コマンド ID によって異なります (以下のリストを参照)。

応答 :

コマンド ID によって異なります。以下のリストを参照してください。

コマンド ID = 1 「膜層リスト」

応答 :

<膜層数> <膜層1> <膜層2> ... <膜層n>

膜層数 = <2バイト> n = このプロセスの膜層数

膜層n = <バイト> 各膜層の成膜番号、1 ~ n (n = 膜層数の場合)

コマンド ID = 2 「名前」

応答 :

<プロセス名>

プロセス名 = <文字列> 最大15文字+終端ヌル文字。

コマンド ID = 3 「特定の膜層」

<パラメーター> = <2バイト> 目的の膜層

応答 :

<バイト> 1 ~ 32、指定の膜層の成膜番号

5.2.2.4 標準更新コマンド

5.2.2.4.1 更新ブロック

コマンド:

UB<コマンド ID> <パラメーターのリスト>

応答:

なし (ヘッダーとトレーラーのみ)

コマンド ID 1 のパラメーターのリスト =

< 応答のバイト数 >< 一般パラメーター >< 成膜 1 パラメーター >...< 成膜 32
パラメーター >< 入力 >< 出力 >< 成膜 1 の名前 >...< 成膜 32 の名前 > < プロ
セス 1 >...< プロセス 99 >< プロセス 1 の名前 >...< プロセス 99 の名前 >

応答のバイト数 (2 バイト)

すべての一般パラメーター (パラメーターにつき 4 バイト)

各成膜のすべてのパラメーター (パラメーターにつき 4 バイト) (XTC/3S ま
たは XTC/3M に基づき 9 個または 32 個の成膜)

すべての入力定義 (9) (入力につき 1 バイト) (XTC/3M のみ)

すべての出力定義 (20) (出力につき 1 バイト) (XTC/3M のみ)

すべての出力タイプ (20) (出力につき 1 バイト) (XTC/3M のみ)

すべての成膜名 (ヌル終端) (XTC/3M のみに基づき 32 個の成膜)

各プロセスのすべてのプロセス膜層リスト (99) ((プログラミングされた膜
層数の) 2 バイト長の後にプログラミングされた各膜層の 1 バイト)
(XTC/3M のみ)

すべてのプロセス名 (ヌル終端) (99) (XTC/3M のみ)

注: 最大許容バイトは 57,800 です。コマンドにさらにバイトがある場合、デー
タを以下のコマンドに割り込ませる必要があります。

コマンド ID 2 のパラメーターのリスト =

< 応答のバイト数 >< 一般パラメーター >< 成膜 1 パラメーター >...< 成膜 32
パラメーター >< 入力 >< 出力 >< 成膜 1 の名前 >...< 成膜 32 の名前 >

応答のバイト数 (2 バイト)

すべての一般パラメーター (パラメーターにつき 4 バイト)

各成膜のすべてのパラメーター (パラメーターにつき 4 バイト) (XTC/3S ま
たは XTC/3M に基づき 9 個または 32 個の成膜)

すべての入力定義 (9) (入力につき 1 バイト) (XTC/3M のみ)

すべての出力定義 (20) (出力につき 1 バイト) (XTC/3M のみ)

すべての出力タイプ (20) (出力につき 1 バイト) (XTC/3M のみ)

すべての成膜名 (ヌル終端) (XTC/3M のみに基づき 32 個の成膜)

コマンド ID 3 のパラメーターのリスト = (XTC/3M のみ)

< 応答のバイト数 >< プロセス 1>...< プロセス 50>< プロセス 1 の名前 >...
< プロセス 50 の名前 >

応答のバイト数 (2 バイト)

各プロセス 1 ~ 50 のすべてのプロセス膜層リスト ((プログラミングされた膜層数の) 2 バイト長の後にプログラミングされた各膜層の 1 バイト)

すべてのプロセス名 (ヌル終端) (1 ~ 50)

コマンド ID 4 のパラメーターのリスト = (XTC/3M のみ)

< 応答のバイト数 >< プロセス 51>...< プロセス 99>< プロセス 51 の名前 >...
< プロセス 99 の名前 >

応答のバイト数 (2 バイト)

各プロセス 51 ~ 99 のすべてのプロセス膜層リスト ((プログラミングされた膜層数の) 2 バイト長の後にプログラミングされた各膜層の 1 バイト)

すべてのプロセス名 (ヌル終端) (51 ~ 99)

5.2.2.4.2 標準更新成膜名 (XTC/3M のみ)

コマンド :

UN < 成膜番号 >< 名前 >

成膜番号 = < バイト > 1 ~ 32

< 名前 > = 文字列 (最大 15 文字。文字は 16 進数値 20 ~ 7E + 終端ヌル文字に制限されます)。

応答 :

なし (ヘッダーとトレーラーのみ)

5.2.2.4.3 標準更新成膜パラメーター

コマンド:

UF <コマンド ID> <成膜番号> <パラメーター値>

コマンド ID = <バイト>。表 5-2 の「UF コマンド ID」列を参照してください。

成膜番号 = <バイト> 1 ~ 9 (XTC/3S) または 1 ~ 32 (XTC/3M)

パラメーター値 = <整数> | <浮動小数点>

整数 = 4バイト、下位から上位

浮動小数点 = 4バイト、ANSII標準、単精度、下位から上位

説明: パラメーター値のタイプは、コマンド ID によって異なります。

表 5-2 の「データ型 / 形式」列を参照してください。

応答:

なし (ヘッダーとトレーラーのみ)

特殊例: UF255 <成膜番号> <順序どおりの成膜パラメーター値の一覧> は、指定の成膜のすべての成膜パラメーターを番号順で更新します。

注: 特定の成膜パラメーターがいつ更新されるかに応じて、いくつかの制限が適用されます。たとえば、成膜で使用されるハードウェアは、その成膜がアクティブの間は再定義できません。すべてのパラメーターは、準備完了状態で更新できます。

表 5-2 標準成膜パラメーター

UF (0x5546) コマンドID	名前	単位/許容値/注	データ型/ 形式	下限	上限
0 (0x00)	[Rise Time 1]	MM:SS (秒)	Int	0	99:59 (5999)
1 (0x01)	[Soak Power 1]	%	Float xxx.x	0.0	100.0
2 (0x02)	[Soak Time 1]	MM:SS (秒)	Int	0	99:59 (5999)
3 (0x03)	[Rise Time 2]	MM:SS (秒)	Int	0	99:59 (5999)
4 (0x04)	[Soak Power 2]	%	Float xxx.x	0.0	100.0
5 (0x05)	[Soak Time 2]	MM:SS (秒)	Int	0	99:59 (5999)
6 (0x06)	[Idle Ramp]	MM:SS (秒)	Int	0	99:59 (5999)
7 (0x07)	[Idle Power]	%	Float xxx.x	0.0	100.0
8 (0x08)	[Deposition Rate]	Å/ 秒	Float xxx.x	0.000	999.9
9 (0x09)	[Final Thickness]	kÅ	Float x.xxx xx.xx xxx.x	0.000	999.9
10 (0x0a)	[Thickness Set Point]	kÅ	Float x.xxx xx.xx xxx.x	0.000	999.9
11 (0x0b)	[New Rate]	Å/ 秒	Float xxx.x	0.0	999.9
12 (0x0c)	[Rate Ramp Time]	MM:SS (秒)	Int	0	99:59 (5999)
13 (0x0d)	[RateWatcher Accuracy]	%	Int	1	99
14 (0x0e)	[RW Hold Time]	MM:SS (秒)	Int	0	99:59 (5999)

表 5-2 標準成膜パラメーター (続き)

UF (0x5546) コマンドID	名前	単位/許容値/注	データ型/ 形式	下限	上限
15 (0x0f)	センサー	成膜の実行中は変更不可	Int	1	2
16 (0x10)	[Tool Factor 1]	%	Float xxx.x	10.0	500.0
17 (0x11)	[Tool Factor 2]	% (センサータイプが [CrystalTwo] の場合のみアクティブ)	Float xxx.x	10.0	500.0
18 (0x12)	[Xtal Stability Single]	値 1 ~ 24 は使用不可	Int	0	9999
19 (0x13)	[Xtal Stability Total]	値 1 ~ 24 は使用不可	Int	0	9999
20 (0x14)	[Xtal Quality Percent]	%	Int	0	99
21 (0x15)	[Xtal Quality Counts]		Int	0	99
22 (0x16)	² [Source]		Int	1	2
23 (0x17)	² [Crucible]		Int	0	8
24 (0x18)	[Control Gain]	Å/秒 /%	Float xx.xx	00.01	100.0
25 (0x19)	[Control Time Constant]	[秒]	Float xxx.x	0.1	100.0
26 (0x1a)	[Control Dead Time]	[秒]	Float xxx.x	0.1	100.0
27 (0x1b)	[Max Power]	%	Float xxx.x	0.0	100.0
28 (0x1c)	[Density]	g/cm ³	Float x.xx xx.xx	0.50	99.99
29 (0x1d)	Z レシオ		Float x.xxx xx.xx xxx.x	0.100	9.999
30 (0x1e)	[Time Power]	1 = [Yes] 0 = [No]	Int	0	1

表 5-2 標準成膜パラメーター (続き)

UF (0x5546) コマンドID	名前	単位/許容値/注	データ型/ 形式	下限	上限
31 (0x1f)	[Delay Option]	0 = [None] 1 = [Shutter] 2 = [Control] 3 = [Both]	Int	0	3
32 (0x20)	[Transfer Sensor] ¹	1 = [Yes]、0 = [No] 成膜の実行中は変更 不可	Int	0	1
33 (0x21)	[Transfer Tooling] ¹	%	Float xxx.x	10.0	500.0
34 (0x22)	[Control Delay] ¹ 時刻	MM:SS (秒)	Int	0	99:59 (5999)
35 (0x23)	[Ion Assisted Deposit] ²	1 = [Yes] 0 = [No]	Int	0	1
36 (0x24)	[Graph Label]	0 = [Rate Dev] 1 = [Power]	Int	0	1
37 (0x25)	[Graph Scale]	0 = 5 1 = 10 2 = 20 3 = 40	Int	0	3
255 (0xff)	すべての パラメーター ²				

¹ 4-14 ページのセクション 4.2.3.5 の [Option] を参照してください。
² 成膜の実行中は変更できません。

5.2.2.4.4 標準更新一般パラメーター

コマンド :

UG <コマンド ID> <パラメーター値 >

コマンド ID = <バイト>。表 5-3 の「UG コマンド ID」列を参照してください。

パラメーター値 = <整数 > | <浮動小数点 >

整数 = 4バイト、下位から上位

浮動小数点 = 4バイト、ANSII標準、単精度、下位から上位

説明 : パラメーター値のタイプは、コマンド ID によって異なります。表 5-3 の「データ型 / 形式」列を参照してください。

応答 :

なし (ヘッダーとトレーラーのみ)

特殊例 : UG255< 順序どおりの一般パラメーター値の一覧 > は、すべての一般パラメーターを番号順に更新します。

注 : 一般パラメーターをいつ更新するかに応じて、いくつかの制約が適用されます。

表 5-3 標準一般パラメーター

UG (0x5547) コマンドID	名前	単位/許容値/注	データ型 /形式	下限	上限
0 (0x00)	[Process to run] ¹ (XTC/3M のみ)	最後の膜層で準備完了またはアイドル状態の場合のみ変更可能	Int	1	99
	[Film to run] ¹ (XTC/3S のみ)			1	9
1 (0x01)	[Start Layer Without Backup Xtal]	1 = [Yes], 0 = [No]	Int	0	1
2 (0x02)	[Stop on Alarms]	1 = [Yes], 0 = [No]	Int	0	1
3 (0x03)	[Stop On Max Power]	1 = [Yes], 0 = [No]	Int	0	1
4 (0x04)	[Dep/Etch Mod] ¹	0 = [Deposit] 1 = [Etch]	Int	0	1
5 (0x05)	[Test] ¹	1 = [Yes], 0 = [No]	Int	0	1

表 5-3 標準一般パラメーター (続き)

UG (0x5547) コマンドID	名前	単位/許容値/注	データ型 /形式	下限	上限
6 (0x06)	[Sensor 1 Type] ¹	0 = [Single] 1 = [CrystalTwo] 2 = [CrystalSix] 3 = Crystal12 4 = [Rotary] 5 = [Dual Head]	Int	0	5
7 (0x07)	[Sensor 2 Type] ¹	0 = [Single] 1 = [CrystalTwo] 2 = [CrystalSix] 3 = Crystal12 4 = [Rotary] (クエリの場合のみ : 5 = [Dual Head])	Int	0	4 (クエリ コマン ドの場 合は 5)
8 (0x08)	[Source ¹ Control Voltage]	0 = 0 ~ +10 1 = 0 ~ -10 2 = 0 ~ +5 3 = 0 ~ -5 4 = 0 ~ +2.5 5 = 0 ~ -2.5	Int	0	5
9 (0x09)	[Recorder Mode]	0 = [Rate] 1 = [Thickness] 2 = [Power] 3 = [Rate Deviation]	Int	0	3
10 (0x0a)	[Recorder Range]	0 = 100 1 = 1000	Int	0	1
11 (0x0b)	[Filter]	1 = [Smooth] 0 = [Unfiltered]	Int	0	1
12 (0x0c)	[Audio Feedback]	1 = [Yes]、0 = [No]	Int	0	1
13 (0x0d)	[LCD Dimmer Time]	分	Int	0	99
14 (0x0e)	[RS232 Baud Rate]	0 = 9600 1 = 19200 2 = 38400 3 = 57600 4 = 115200	Int	0	4

表 5-3 標準一般パラメーター (続き)

UG (0x5547) コマンドID	名前	単位/許容値/注	データ型 /形式	下限	上限
15 (0x0f)	[RS232 Communications Protocol]	0 = [Standard RS232] 1 = [Datalog] 2 = [XTC/2 w/checksum] 3 = [XTC/2 no checksum]	Int	0	3
16 (0x10)	[Auto Start Next Layer] (XTC/3M の み)	1 = [Yes]、0 = [No]	Int	0	1
	[Input Option] (XTC/3S のみ)	0 = [Standard] 1 = [Film Select]			
255 (0xff)	¹ すべてのパラメーター (準備完了状態でなければならぬ)				
¹ 成膜の実行中は変更できません。					

5.2.2.4.5 標準更新入力定義 (XTC/3M のみ)

コマンド :

UI < 入力番号 > < 入力定義 > | < 入力番号 = 255 > < 入力 1 定義 >
< 入力 2 定義 > ... < 入力 9 定義 >

入力番号 = < バイト > 1 ~ 9 (255 = すべての入力)

入力定義 = < バイト >。5-14 ページの [セクション 5.2.2.3.5](#) を参照してください。

応答 :

なし (ヘッダーとトレーラーのみ)

5.2.2.4.6 標準更新出力定義 (XTC/3M のみ)

コマンド :

UO < 出力番号 > < 出力定義 >

出力番号 = < バイト > 1 ~ 20 (255 = すべての出力)

出力定義 = < バイト >。5-15 ページの [セクション 5.2.2.3.6](#) を参照してください。

応答 :

なし (ヘッダーとトレーラーのみ)

5.2.2.4.7 標準更新出力タイプ定義 (XTC/3M のみ)

コマンド:

UT<出力番号><出力タイプ>|<出力番号 = 255><出力 1 タイプ><出力 2 タイプ> ... <出力 20 タイプ>

出力番号 = <バイト> 1 ~ 20 (255 = すべての出力)

出力タイプ = <バイト> (0 = ノーマルオープン、1 = ノーマルクローズ)

応答:

なし (ヘッダーとトレーラーのみ)

5.2.2.4.8 標準更新プロセスパラメーター (XTC/3M のみ)

コマンド:

UP<コマンド ID><プロセス番号><パラメーターリスト> [<パラメーター値>]

コマンド ID = 以下のリストを参照

プロセス番号 = <バイト> 1 ~ 99

パラメーターリスト = コマンド ID によって異なります (以下のリストを参照)。

パラメーター値 = コマンド ID によって異なります (以下のリストを参照)。

応答:

なし (ヘッダーとトレーラーのみ)

コマンド ID = 1 「膜層リスト」

パラメーターリスト = <膜層数><膜層 1><膜層 2> ... <膜層 n>

膜層数 = <2 バイト> このプロセスの膜層数

膜層 n = 膜層のプログラミングに使用される成膜番号 (1 ~ 32)。

n = 膜層数

コマンド ID = 2 「名前」

パラメーターリスト = <プロセス名>

プロセス名 = <文字列> 最大 15 文字。文字は、16 進数 20 ~ 7E+ ヌル終端文字に制限されます。

コマンド ID = 3 「特定の膜層」

パラメーターリスト = 更新対象の膜層 <2 バイト>

パラメーター値 = プログラミング対象の指定膜層の成膜番号
<バイト> (1 ~ 32)

5.2.2.5 標準ステータスコマンド

コマンド:

S <コマンド ID> (<アクション値>) - 以下の特殊例 S0 を参照してください。

コマンドID = <バイト>。表5-4の「SコマンドID」列を参照してください。

アクション値 = <バイト>、S0の場合のみ必要。

S0 コマンド: S0 コマンドでは、タイマー刻みを送信する必要があります。タイマー刻みは、1秒当たり4倍のレートで0～256 (0x00～0xFF) で内部的に増分します。

XTC/3は、各タイマー刻みに有効なS0データセットを格納し、S0コマンドがその特定のタイマー刻みで送信されたときにその特定のデータセットを返します。送信されたタイマー刻みが現在のものでない場合、返されたデータは古いデータとなり、64秒(1秒当たり、256タイマー刻み÷4)古い可能性があります。したがって、現在のデータを取得するには、まず、先行のコマンドからタイマー刻みを抽出してから250ミリ秒ごとに増分し、<アクション値>としてS0にタイマー刻みを挿入する必要があります。

応答:

<バイト | 整数 | 浮動小数点>(<バイト | 整数 | 浮動小数点>...<バイト | 整数 | 浮動小数点>

整数 = 4バイト、下位から上位

浮動小数点 = 4バイト、ANSII標準、単精度、下位から上位

表 5-4 標準ステータスコマンド

S (0x53) コマンド ID	説明	応答： 説明（データ形式）単位 -詳細-
0 (0x00)	プロセス情報： （リクエストした特定のタイマー刻みにのみ有効）	送信されたタイマー刻み（0x00 ~ 0xFF）に対して以下を返します。 水晶振動子のステータス（1バイト） ビット 0 - 0 = 良好、1 = 水晶振動子の故障 ビット 1 - 0 = 切り替えなし、1 = 水晶振動子の切り替え ビット 2 - 0 測定値良好、1 = 測定値無効（センサー水晶振動子の周波数測定が失われた後、数秒の共振回復時間中は、測定値が無効になります）。 状態（1バイト） アクティブセンサー（1バイト） アクティブ水晶振動子（1バイト） * レート（浮動小数点） - 平均 1 秒 - 膜厚（浮動小数点） パワー（浮動小数点） * レート偏差（浮動小数点） 周波数（Int DDS 単位）。 - 0.0034924596 を掛けてヘルツに変換します。 リクエストされたタイマー刻みに、送信する新しいデータがない場合、[No Data] を返します。 - ストップ状態の場合、または蒸着以外の状態の場合、レートおよびレート偏差の戻り値は 0 になります。
水晶振動子のステータスバイトから無効な測定値バイトを抽出する手順： 1. S1 コマンドを送信してレートを取得します。 2. 結果として生じる応答パケットから、応答パケットの 4 番目のバイトでタイマー刻み値を探します。 3. このタイマー刻み値を S0 コマンドに付加して送信します。 4. 応答パケットの応答メッセージ部分から最初のバイトを抽出します。 5. 該当のバイトのビット 2 が 1 の場合、水晶振動子のステータスは無効になります。つまり、水晶振動子は回復モードです（ステータスは、受信した特定のレートと関連します）。 6. 手順 1 ~ 5 を繰り返します。		
1 (0x01)	* 現在のレート	（浮動小数点）Å/秒 - 平均 1 秒の回転 -
2 (0x02)	現在のパワー	（浮動小数点）%
3 (0x03)	現在の膜厚	（浮動小数点）kÅ

表 5-4 標準ステータスコマンド(続き)

S (0x53) コマンド ID	説明	応答： 説明 (データ形式) 単位 -詳細-
4 (0x04)	現在の状態	(バイト) - 以下のようにデコードされます :- 0 = 準備完了 1 = るつぼの切り替え 2 = 上昇 1 3 = ソーク 1 4 = 上昇 2 5 = ソーク 2 6 = シャッター遅延 7 = 蒸着 8 = ランプレート 9 = 手動 10 = タイムパワー 11 = アイドルランプ 12 = アイドル
5 (0x05)	現在の状態時間	(整数) - 秒数 -
6 (0x06)	アクティブな膜層	(整数)
7 (0x07)	アクティブな成膜	(バイト)
8 (0x08)	アクティブな センサー	(バイト) (1 または 2)
9 (0x09)	水晶振動子の寿命	(バイト)
10 (0x0a)	電源	(バイト) (1 または 2)
11 (0x0b)	出力ステータス バイト	(4 バイト) - 各ビットは出力を表す - (0 = 未設定、1 = 設定) 出力 1 = LSB、出力 20 = 20 番目のビット
12 (0x0c)	入力ステータス バイト	(2 バイト) - 各ビットは入力を表す - (0 = 未設定、1 = 設定) 入力 1 = LSB、入力 9 = 9 番目のビット 0x0100 = 入力 1 0x0200 = 入力 2 0x0400 = 入力 3 0x0800 = 入力 4 0x1000 = 入力 5 0x2000 = 入力 6 0x4000 = 入力 7 0x8000 = 入力 8 0x0001 = 入力 9 0x0300 = 入力 1 および 2 0x0101 = 入力 1 および 9 0x3800 = 入力 4、5、6 など
13 (0x0d)	未処理周波数	(Int DDS 単位)。 - 0.0034924596 を掛けてヘルツ に変換します。 -

表 5-4 標準ステータスコマンド(続き)

S (0x53) コマンド ID	説明	応答： 説明 (データ形式) 単位 -詳細-
14 (0x0e)	水晶振動子の故障	(バイト) 0 = 水晶振動子は良好 / 水晶振動子は故障していない、 1 = 水晶振動子の故障 / 水晶振動子は故障している
15 (0x0f)	[Max Power]	(バイト) 0 = 偽、最大パワーではない 1 = 真、最大パワーである
16 (0x10)	Crystal Switching	(バイト) 0 = 切り替えなし、1 = 切り替えあり
17 (0x11)	プロセスの終了	(バイト) 0 = 偽、1 = 真
18 (0x12)	停止	(バイト) 0 = 偽、1 = 真
19 (0x13)	データログ	以下のようにデータを返します。 膜層 # (整数) 成膜 # (整数) レート (浮動小数点) Å/ 秒 - 平均 1 秒 - 膜厚 (浮動小数点) kÅ 蒸着時間 (整数) 秒 平均パワー (浮動小数点) % S 値 (整数) Q 値 (バイト) 開始周波数 (浮動小数点) HZ 終了周波数 (浮動小数点) HZ 水晶振動子の寿命 (バイト) % 膜層終了タイプ (バイト) - 通常終了 (0)、タイムパワー終了 (1) または停止 (2) - 停止の理由: (バイト) 0 = 停止しない 1 = キーボード 5 = 水晶振動子の故障 6 = 最大パワー 7 = ハンディコントローラー 8 = 通信 9 = デジタル入力 10 = パワー損失 11 = レート偏差エラー 12 = 水晶振動子スイッチャーの故障
20 (0x14)	アクティブプロセス	(バイト)
21 (0x15)	起動エラーフラグ	(バイト) 以下のように、エラーを示すビットが設定されます： 0 = 電源を入れ直す際のパラメーターの損失 1 = 電源を入れ直す際のプロセス変数の損失 2 = 電源の切 / 入サイクル

表 5-4 標準ステータスコマンド(続き)

S (0x53) コマンド ID	説明	応答： 説明 (データ形式) 単位 -詳細-
30 (0x1e)	水晶振動子の ステータス	(2 バイト) 各ビットは、マルチヘッドセンサー の1つの水晶振動子を示します。1 = 水晶振動子 は良好、0 = 水晶振動子の故障 LSB は水晶振動 子1です。全ビットがセンサーの水晶振動子の 数よりも多い場合は0になります。
31 (0x1f)	回転平均	(浮動小数点) Å/ 秒、測定レートの回転平均 6.25 秒を返します。0.25 秒ごとに更新されます。
32 (0x20)	アクティブな水晶 振動子	(バイト) 使用中の現在のセンサーの水晶振動子
33 (0x21)	ステータス メッセージ	(4 バイト) 各ビットは、どのステータスメッ セージが表示されるかを示します。 0x80000000 = 最大パワー 0x40000000 = 水晶振動子の故障 0x20000000 = 水晶振動子切り替えの故障 0x10000000 = 水晶振動子の切り替え 0x08000000 = カルーセルオープン 0x04000000 = 制御遅延 0x02000000 = 伝達遅延 0x01000000 = 遅延障害 0x00800000 = プロセスの終了 0x00400000 = RateWatcher 遅延 0x00200000 = RateWatcher 保留 0x00100000 = RateWatcher サンプル 0x00080000 = るつぼ切り替えの故障 0x00040000 = ソーク保留 0x00020000 = 非蒸着保留 0x00010000 = エッチモード 0x00008000 = ローカルロック 0x00004000 = リモートロック 0x00002000 = テスト 0x00001000 = 開始遅延 0x00000800 = XIU のテスト 0x00000400 = 膜層挿入 0x00000200 ~ 0x00000001 未定義
34 (0x22)	未処理レート	(浮動小数点) レート Å/ 秒
35 (0x23)	Ethernet パラメーター	(8 バイト) 最初の 4 バイト = IP アドレス (xx.xx.xx.xx) 2 番目の 4 バイト = ネットマスク (xx.xx.xx.xx) どちらも左端の xx グループは MSB です。

5.2.2.6 標準リモートコマンド

R <コマンド ID> (<アクション値>)

コマンド ID = <バイト>。表 5-5 の「R コマンド ID」列を参照してください。

アクション値 = <バイト> | <浮動小数点>

浮動小数点 = 4バイト、ANSII標準、単精度、下位から上位

値を保有するコマンドも少数ですがあります。表 5-5 を参照してください。

応答 = なし (ヘッダーとトレーラーのみ)

表 5-5 標準リモートコマンド

R (0x52) コマンドID	機能	説明
0 (0x00)	開始	アクティブプロセスの次の膜層を開始します。
1 (0x01)	停止	膜層を停止し、パワーをゼロにして、シャッターなどを閉じます。
2 (0x02)	リセット	停止状態の場合、プロセスの開始時に XTC/3 を準備完了状態にリセットします。
3 (0x03)	リモートロックオン	前面パネル経由でのパラメーターの更新を行わないようにします。
4 (0x04)	リモートロックオフ	リモートロックを解除します。
5 (0x05)	水晶振動子の故障の抑止オン	水晶振動子の故障リレーが機能しないようにします。
6 (0x06)	水晶振動子の故障の抑止オフ	水晶振動子の故障リレーは正常に作動します。
7 (0x07)	ソーク保留 2 オン	ユニットは一度ソーク 2 状態になると、ソーク保留が解除されるまで、そのままの状態になります (R8)。
8 (0x08)	ソーク保留 2 オフ	ユニットはソーク 2 状態ではなくなります。
9 (0x09)	手動オン	ユニットを手動パワー状態にします。
10 (0x0a)	手動オフ	ユニットを手動パワー状態から移動させて、蒸着状態にします。
11 (0x0b)	<値> vv へのパワーの設定	アクティブ膜層を vv % パワーにします。vv = <浮動小数点> 0 ~ 100 (注: 現在の状態が手動の場合のみ許可されます)。
12 (0x0c)	ゼロ膜厚	現在の膜層の厚さをゼロにします。

表 5-5 標準リモートコマンド (続き)

R (0x52) コマンドID	機能	説明
13 (0x0d)	最終膜厚トリガー	最終膜厚に達しているかのように、アクティブな成膜が反応します。
14 (0x0e)	水晶振動子の切り替え	マルチ水晶振動子センサーをユニットに取り付ける場合、センサーは次の位置に切り替えられます。
15 (0x0f)	通信 I/O モードの開始 XTC/3S のみ。	これは、すべてのデジタル出力がリモート通信制御下であり、その通常の機能が無効になっていることを示します。 リモートでリレーを設定またはクリアする (R17 および R18) には、XTC/3 をこのモードにしてください。ユニットが XTC/3M の場合、不正 ID エラーが返されます。
16 (0x10)	通信 I/O モードの終了 XTC/3S のみで使用されます。	通信 I/O モードを終了し、すべてのデジタル出力を通常の XTC/3 制御操作に戻します。ユニットが XTC/3M の場合、不正 ID エラーが返されます。
17 (0x11)	デジタル出力 < 値 > vv の設定 (クローズ)	vv = < バイト > (出力 # 1 ~ 20)。 XTC/3S でこのコマンドを操作するには、通信 I/O モードをアクティブにする必要があります。 XTC/3M でこのコマンドを操作するには、選択した出力をコンピューター制御に設定する必要があります。
18 (0x12)	デジタル出力 < 値 > vv のクリア (オープン)	vv = < バイト > (出力 # 1 ~ 20)。 XTC/3S でこのコマンドを操作するには、通信 I/O モードをアクティブにする必要があります。 XTC/3M でこのコマンドを操作するには、選択した出力をコンピューター制御に設定する必要があります。
19 (0x13)	バックライトオン	LCD バックライトを完全にオンにします。
20 (0x14)	バックライトオフ	LCD バックライトを完全にオフにします。
21 (0x15)	ビープ装置のトリガー	音響ビープ音を鳴らします。
22 (0x16)	起動エラーフラグのクリア	起動エラーをクリアします。

表 5-5 標準リモートコマンド (続き)

R (0x52) コマンドID	機能	説明
26 (0x1a)	すべての水晶振動子のクリア	現在のセンサーにあるすべての水晶振動子のステータスを良好に設定します。
27 (0x1b)	ヘッドの回転	選択されている現在のセンサーが [CrystalSix]、[Crystal12]、[Rotary]、または [Dual Head] の場合は、センサーが完全に回転し、すべての水晶振動子が検証されます。[Single]、[Crystal Two]、または [Dual Head] に構成されている場合は、A 応答エラーコードを返します。出力が定義されていない場合は、F 応答エラーコードを返します。
28 (0x1c)	S カウントと Q カウントのクリア	蓄積した安定性と品質カウントをクリアします。

5.3 XTC/2 プロトコル

RS-232 プロトコルパラメーターで [XTC/2 Ck Sum]、[XTC/2 No Ck Sum]、[XTC/C Ck Sum] または [XTC/C No Ck Sum] を選択した場合、これらのプロトコルのいずれかが有効になります。

TCP/IP では常に [Standard] プロトコルを使用します。

バイナリベースの XTC/3 の標準プロトコルとは異なり、XTC/2 プロトコルは ASCII ベースです。つまり、数は、「浮動小数点」や「整数」ではなく ASCII コードで表されます。

5.3.1 基本コマンド構造

以下のコマンドは、コンピューター通信経由で利用できます：

E エコー。送信されたメッセージを返します。

H ハロー。モデルとソフトウェアのバージョン番号を返します。

Q クエリ。プログラミング可能なパラメーターを調べ、リクエストされたパラメーターの値を返します。

U 更新。特定のパラメーターを、送信された値で置き換えます。

S ステータス。特定のリクエストに基づき、関連情報を送り返します。

R リモート。指定の特定コマンドに基づき、アクションを実行します。

送受信プロトコル形式を以下に示します。

注： キーボードへの入力でコマンドを直接送信する場合、ACK を含むコマンド全体をすぐに入力する必要があります。すぐに入力しない場合、XTC/3 は、その送信を有効なコマンドとして認識できません。

5.3.2 チェックサムを使用した XTC/2 シリアル通信

プロトコルのこの部分は、RS-232 プロトコルパラメーターで **[XTC/2 Ck Sum]** または **[XTC/C Ck Sum]** が選択されている場合は、前述の[セクション 5.3.1](#) で説明した部分に加えて有効になります。

ACK コマンドの肯定応答文字、ASCII文字値d06、キーボードからの [Ctrl] + [F]

NAK コマンドの否定応答文字、ASCII文字値d21

STX 送信文字の開始、ASCII文字値d02

00、NN コマンドのサイズは2バイト長で、00は上位バイトを表し、NNは下位バイトを表します。

CS チェックサム、message_stringのモジュロ256、およびACKまたはNAK

XTC へ送信 : STX 00 NN message_string CS

XTC からの送信 : STX 00 NN ACK message_string CS (成功した場合)

または

STX 00 NN NAK エラーコード CS (失敗した場合)

5.3.3 XTC/2 シリアル通信 - チェックサムなし

プロトコルのこの部分は、RS-232 プロトコルパラメーターで **[XTC/2 No Ck Sum]** または **[XTC/C No Ck Sum]** が選択されている場合は、前述の[セクション 5.3.1](#) で説明した部分に加えて有効になります。

ACK コマンドの肯定応答文字、ASCII文字値d06、キーボードからの [Ctrl] + [F]

NAK コマンドの否定応答文字、ASCII文字値d21

XTC へ送信 : message_string ACK

XTC からの送信 : message_string ACK (成功した場合)

または

error_code NAK (失敗した場合)

5.3.4 XTC/2 エラーコード

表 5-6 XTC/2 エラーコード

コード	説明
A	不正なコマンド
B	不正な値
C	不正な ID
D	不正なコマンド形式
E	取得対象のデータなし
F	現在は値の変更不可
G	チェックサムの不良

5.3.5 XTC/2 メッセージの文字列

5.3.5.1 XTC/2 エコーコマンド

メッセージをエコーします。つまり、送信されたメッセージを返します。

形式は以下のとおりです：E メッセージ 文字列

5.3.5.2 XTC/2 ハローコマンド

ハローコマンドは文字列XTC/yVERSIONx.xxを返します。yは、設定したRS232プロトコルに応じて2またはCになり、x.xxはソフトウェアのリビジョンコードになります。

形式は以下のとおりです：H

5.3.5.3 XTC/2 クエリコマンド

クエリコマンドは、現在の XTC/3 パラメーター値に関する情報を返します。

クエリコマンドの形式は以下のとおりです：

Q pp F - 成膜 F のクエリパラメーター pp、あるいは膜層パラメーターの場合は Q pp L。スペースは、Q と pp との間および pp と F との間の区切り文字として使用されます。F (または L) は 1 ~ 9 の数字、L は 0 ~ 3 の数字であり、問い合わせた成膜または膜層番号を表します。

注： pp が 99 に設定されている場合、以下の指定順序ですべてのパラメーターを出力します。

各パラメーターはスペースで区切られます。このコマンドにより、成膜のダウンロードに便利なデータの迅速なブロック転送が可能になります。

表 5-7 XTC/2 パラメーター定義表 (クエリおよび更新コマンド用)

XTC/2 PP	XTC/3	パラメーター範囲
0	[Rise Time 1]	0 ~ 5999 または 00:00 ~ 99:59
1	[Soak Power 1]	0.0 - 100.0
2	[Soak Time 1]	0 ~ 5999 または 00:00 ~ 99:59
3	[Rise Time 2]	0 ~ 5999 または 00:00 ~ 99:59
4	[Soak Power 2]	0.0 - 100.0
5	[Soak Time 2]	0 ~ 5999 または 00:00 ~ 99:59
6	[Shutter Delay]	0 ~ 1
7	[New Rate]	0.0 - 999.9
8	[Rate Ramp Time]	0 ~ 5999 または 00:00 ~ 99:59
9	[Idle Ramp]	0 ~ 5999 または 00:00 ~ 99:59
10	[Idle Power]	0.0 - 100.0
11	[Time Power]	1 または 0 または 'Y' または 'y' または 'N' または 'n'
12	[Xtal Switch S]	0 ~ 9 (XTC/2 マニュアルのセクション 4.6 を参照)
13	[Xtal Switch Q]	0 ~ 9 (XTC/2 マニュアルのセクション 4.6 を参照)
14	[Tool Factor 1]	10 - 500.0

表 5-7 XTC/2 パラメーター定義表 (クエリおよび更新コマンド用) (続き)

XTC/2 PP	XTC/3	パラメーター範囲
15	[Tool Factor 2]	10 - 500.0
16	[Deposition Rate]	0 - 999.9
17	[Final Thickness]	0.0 - 999.9
18	[Thickness Spt]	0.0 - 999.9
19	[Density]	0.5 - 99.99
20	Z レシオ	0.1 - 9.999
21	センサー	1 - 2
22	蒸発源	1 - 2
23	[Crucible]	0 - 8
24	[Control Gain]	0.01 ~ 100.0
25	[Control TC]	0.1 - 100
26	[Control DT]	0.1 - 100
27	[Max Power]	0.0 - 100.0
28	試料	0 - 99
29	[Hold Time]	0 ~ 5999 または 00:00 ~ 99:59
30 ~ 39**	未使用 **	
40	[Layer]	1 ~ 3 ¹ 、0 ~ 9 ²
99	すべて	
1) Q コマンドの場合は 0 になります。0 の場合、膜層 1 ~ 3 の値を返します。 XTC3/S では、膜層は 1 つだけになります。Q 40 2 または Q 40 3 はエラーを返します。 Q 40 0 は 1 0 0 を返します。XTC/3M では、膜層に成膜がない場合、Q 40 2 または Q 40 3 は [NO DATA] エラーを返します。 2) U 40 コマンドにのみ適用されます。膜層 1 に 0 は使用できません。		

Table 5-8 Q40 コマンドの応答

コマンド	XTC/3S の応答	XTC/3M の応答
Q40 0	"a 0 0" (a = 1 ~ 9、 0 = 膜層に成膜はない)	"a b c" (a = 1 ~ 32、b = 0 ~ 32、c = 0 ~ 32)
Q40 1	"a" (a = 1 ~ 9)	"a" (a = 1 ~ 32)
Q40 2	[No Data] エラー	"b" if b = 1 ~ 32 [No Data] エラー if b = 0
Q40 3	[No Data] エラー	"c" if c = 1 ~ 32 [No Data] エラー if c = 0
a = 膜層 1 の成膜 # b = 膜層 2 の成膜 # c = 膜層 3 の成膜 #		

5.3.5.4 XTC/2 更新コマンド

更新コマンドは、現在のパラメーター値を、送信されたデータで置き換えます。成膜パラメーターを更新するには、以下の更新コマンドの形式を使用します：

U pp F vv - 成膜 F のパラメーター pp, 値 vv

成膜 F のパラメーター pp を値 vv で更新します。スペースは、pp と F 値との間および F と vv 値との間の区切り文字として使用されます。F は 1 ~ 9 の数字です。パラメーターの番号付きリストとその制限については、表 5-7 を参照してください。値 vv が空白のままの場合、コマンドは受け入れられ、値 0 が送信されます。

注： pp が 99 に設定されている場合、データは、指定した順序のパラメーターの一覧になります。

このコマンドにより、成膜のダウンロードに便利なデータの迅速なブロック転送が可能になります。各パラメーター値はスペースで区切る必要があります。

膜層を更新するには、以下の更新コマンドの形式を使用します：

U 40 L v

40 は、膜層が更新されることを示します。値 L は、どの膜層を更新するかを示します。値 L は 1、2、3 のいずれかになり、v は膜層 L に挿入する成膜番号を指定します。

たとえば、更新コマンド U 40 1 4 の場合、膜層 1 に成膜番号 4 を入れます。

注： XTC/2 では、膜層 2 で成膜番号 0 をプログラミングして、膜層 3 で良好な成膜番号をプログラミングできます。これは XTC3 では許可されません。ゼロを膜層 2 でプログラミングして膜層 3 に良好な成膜番号がある場合、膜層 3 の成膜は膜層 2 に配置されます。膜層 3 は空になります。

XTC3/S では 1 つの成膜しか使用できないため、XTC3/S では U 40 2 v または U 40 3 v は許可されません。

5.3.5.5 XTC/2 ステータスコマンド

特定のリクエストに基づき、情報を送り返します。

ステータスコマンドの形式は以下のとおりです：

S xx xxのステータス（値）を返します。

説明：

S..... リテラルSです。

xx 以下に示す、1桁または2桁のコード：

S0 プロセス情報。S1～S10のすべての情報。スペースで区切られます。

S1..... 現在読み取られるレート（Å/秒）。x.x～xxx.xÅ/秒

S2..... 現在出力されるパワー（%）。x.x～xxx.x%

S3..... 現在堆積している膜厚（KÅ）。x.xxxxkÅ～xxxx.xxxxkÅ

S4..... プロセスの現在のフェーズ。x

S4 応答コード

- 0..... 準備完了フェーズ
- 1..... 蒸発源切り替えフェーズ
- 2..... 上昇1フェーズ
- 3..... ソーク1フェーズ
- 4..... 上昇2フェーズ
- 5..... ソーク2フェーズ
- 6..... シャッター遅延フェーズ
- 7..... 蒸着フェーズ
- 8..... レートランプフェーズ
- 9..... 手動フェーズ
- 10 タイムパワーフェーズ
- 11 アイドルランプフェーズ
- 12 アイドルフェーズ

S5..... フェーズ時間（mm:ss）。xx:xx

S6..... アクティブ膜層。x

S7..... アクティブ成膜。x

S8..... アクティブセンサー。x

S9..... 水晶振動子の寿命（%）。x～xx%

S10..... 電源番号。x（1または2）

S11 出力ステータス - 16個のASCIIバイトの文字列を返します。出力につき1つ。各バイトには、出力ステータスに相当する0または1のASCII値があります。

応答形式（チェックサムなし）：

バイト 1..... バイト 16<ACK>、バイト 1 は出力 1 に相当します。

表 5-9 XTC/2 出カステータスビット

Output#	出力デフォルト機能	出力状態
1	ソースシャッター 1	1 = 開、0 = 閉
2	ソースシャッター 2	1 = 開、0 = 閉
3	センサーシャッター 1	1 = 開、0 = 閉
4	センサーシャッター 2	1 = 開、0 = 閉
5	停止	1 = 停止、0 = 停止しない
6	プロセスの終了	1 = プロセスを終了する、0 = プロセスを終了しない
7	膜厚セットポイント	1 = 膜厚セットポイント
8	ソーク 2	1 = ソーク 2 フェーズ
9	水晶振動子の故障	1 = 水晶振動子の故障
10	アラーム	1 = アラーム状態
11	蒸発源 1/ 蒸発源 2（切り替え）	1 = 蒸発源 2、0 = 蒸発源 1
12	蒸着の終了（最終膜厚）	1 = 蒸着の終了（最終膜厚）に到達
13	るつぼ選択 LSB (XTC/2)	アクティブ蒸発源のるつぼ位置を表す BCD 値： 000 = 位置 0 または 1 111 = 位置 8
14	るつぼ選択 (XTC/2)	
15	るつぼ選択 MSB (XTC/2)	
16	未使用	

S12..... 入力ステータス - バイト順1~9で9個のASCIIバイトを返します。入力につき1バイト。各バイトには、入力ステータスに相当する0または1のASCII値があります。0 = 接地（アクティブ）、1 = 開または高（非アクティブ）。

Table 5-10 S12 コマンド入力ステータス

入力 # バイト #	機能
1	開始
2	停止
3	終了
4	サンプルの開始
5	サンプルの抑止
6	水晶振動子の故障の抑止
7	ゼロ膜厚
8	ソーク 2 保留
9	るつぼ有効

S13..... 未処理周波数 - 読み取り対象の水晶振動子の周波数。xxxxxxx.xHz [失敗した場合は最後の良好な周波数の負の値]

S14..... 水晶振動子の故障 - 現在故障している水晶振動子の場合ASCII 1を返し、それ以外の場合は0を返します。

S15..... 最大パワー - 現在出力している最大パワーの場合ASCII 1を返し、それ以外の場合は0を返します。

S16..... 水晶振動子の切り替え - 現在水晶振動子を切り替えしている場合はASCII 1を返し、それ以外の場合は0を返します。

S17..... プロセスの終了 - プロセスが終了した場合はASCII 1を返し、それ以外の場合は0を返します。

S18..... 停止 - プロセスが停止状態の場合はASCII 1を返します。

S19..... データログ - データログの文字列を返します。詳細については、[セクション5.2.2.5の「S19コマンド」](#)を参照してください。データはCR/LFではなくスペースで区切られます。

返された最後のバイトは、タイムパワーで終了または正常完了に関する情報をそれぞれ1または0として識別します。

また、S19 コマンドを使用する場合、プロセスの開始およびプロセスの終了メッセージは返されません。

S20..... 構成選択の表示 - 値0または1とともに16個のASCIIバイトを返します。

データバイト順(チェックサムなし): 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 <ACK>

1 = 選択はアクティブ、0 = 選択はデフォルト状態

以下の S22 も参照してください。

注： デフォルト構成では、ビット 8 と 9 は値 1 を返しますが、これらのビットのデフォルトは XTC/2 では 0 でした。S20 応答を XTC/2 のデフォルト応答と同じにする場合は、どちらも 4-21 ページの[セクション 4.4.2](#)に従って、[Recorder Range] を 100 に、[Audio Feedback] を [Yes] に変更します。

Table 5-11 S20 コマンド入カステータス

バイト #	機能	状態
# 1	テストモード	(0 = オフ、1 = オン)
# 2	パラメーターロック	(0 = オフ、1 = オン)
# 3	制御モード	(0 = 蒸着、1 = エッチ)
# 4	アラームで停止	(0 = いいえ、1 = はい)
# 5	最大パワーで停止	(0 = いいえ、1 = はい)
# 6 # 7 # 8	レコーダータイプ (順序： バイト 6、7、8)	000 は、レート、100Å/ 秒フルスケール (フィルタリングなし) を指定します。 001 は、レート、1000Å/ 秒フルスケール (フィルタリングなし) を指定します。 010 は、膜厚、100Å フルスケールを指定しま す。 011 は、1000Å フルスケールを指定します。 100 はパワー % を指定します。 101 はレート偏差 (± 50Å/ 秒) を指定します。 110 は、レート、100Å/ 秒フルスケール (スムーズ) を指定します。 111 は、レート、1000Å/ 秒フルスケール (スムーズ) を指定します。
# 9	ビーブ音のオン/オフ	(0 = オン、1 = オフ)
# 10	バックライトの 低輝度表示	(0 = いいえ、1 = はい)
# 11	バックアップ水晶振 動子を使用しない膜 層の開始	(0 = いいえ、1 = はい) 注：説明については、3-30 ページの セクショ ン 3.6.9 を参照してください。
# 12	入力オプション	0 = 標準、1 = 成膜選択
# 13	未使用、0 を返します。	
# 14 # 15	センサータイプ (順序：バイト 14、 15)	00 = シングルヘッド 10 = センサー 1 のシングル CrystalSix 11 = 2 つの CrystalSix センサー
# 16	蒸発源制御 電圧極性	0 = 負、1 = 正

S21..... エラーフラグ - 複数のエラーコードが存在する場合、応答文字列は、それぞれを1つのスペースで区切ってすべてのコードを返します。

S21応答コード:

- 0 エラー0
- 2 電源障害またはSTBY/ONシーケンス
- 9 エラー9
- 10 エラーなし

S22..... XTC/3構成の読み出し、S20と同じ。

S30..... マルチヘッドセンサーの各水晶振動子のステータスを返します。

S31..... 測定レートの回転平均6.25秒を返します（0.25秒ごとに更新）。

5.3.5.6 XTC/2 リモートコマンド

リモートコマンドの形式は以下のとおりです：

R xx vv (xx と vv の間にスペースが必要)

説明：

R..... リテラルRです。

xx..... 以下に示すリモートコードです。

vv..... 一部のリモートコマンドに必要な関連値です。

R0 = 開始。[START]キーを押す操作に相当します。

R1 = 停止。[STOP]キーを押す操作に相当します。

R2..... リセット。[RESET]キーを押す操作に相当します。

R3..... リモートロックオン。前面パネルからパラメーターを入力できないようにします。

R4..... リモートロックオフ。リモートロック状態をクリアします。

R5..... 水晶振動子の故障の抑止オン。リモート入力をシミュレートします。

R6..... 水晶振動子の故障の抑止オフ。リモート入力の解除をシミュレートします。

R7..... ソーク保留2オン。リモート入力をシミュレートします。

R8..... ソーク保留2オフ。リモート入力の解除に相当します。

R9..... 手動オン。前面パネルのMPWRキーストロークに相当します。

R10..... 手動オフ。前面パネルのMPWRキーストロークに相当します。

R11..... パワーレベルvvの設定。ユニットが手動モードの場合、アクティブな蒸発源のパワーをvv%に設定します。

R12..... ゼロ膜厚。リモート入力または前面パネルのZEROキーストロークをシミュレートします。

- R13..... 最後の膜厚終了の蒸着トリガー。リモート入力をシミュレートします。
- R14..... 水晶振動子の切り替え。前面パネルのXTSWキーストロークに相当します。
- R15..... XTC/3Sのみ。通信I/Oモードに入ります。R16（通信I/Oモードの場合のみ適用）を参照してください。
- R16..... XTC/3Sのみ。通信I/Oモードを終了します。R15（通信I/Oモードの場合のみ適用）を参照してください。
- R17..... リレーxx（xx = 1~12）を設定します（閉じます）。（出力が[Computer Cont]タイプとして選択されている場合は、XTC/3Mでも機能します）。
- R18..... リレーxx（xx = 1~12）をクリアします（開きます）。（出力が[Computer Cont]タイプとして選択されている場合は、XTC/3Mでも機能します）。
- R19..... バックライトオン
- R20..... バックライトオフ
- R21..... ビープ装置のトリガー
- R22..... エラーフラグのクリア
- R23..... 未サポート
- R24..... 未サポート
- R25..... 周波数上限を6.027MHzに設定。
（このコマンドは受け入れられますが、デフォルトの周波数上限が6.027MHzを超えるため実行されません）。
- 以下の追加コマンドはXTC/Cのみで利用できます：
- R30..... テストオン
- R31..... テストオフ
- R32..... 制御モード蒸着
- R33..... 制御モードエッチ
- R34..... アラームで停止
- R35..... アラームで停止しない
- R36..... 最大パワーで停止
- R37..... 最大パワーで停止しない

R38 x ... レコーダタイプx (0 = レート0~100Å/秒、
 1 = レート0~1000Å/秒、
 2 = 膜厚0~100Å、
 3 = 膜厚0~1000Å、
 4 = パワー
 5 = レート偏差、
 6 = レート0~100Å/秒スムーズ、
 7 = レート0~1000Å/秒スムーズ)

R39 未サポート

R40 未サポート

R41 未サポート

R42 未サポート

R43 未サポート

5.3.5.7 XTC/2 サンプルホストプログラム

5.3.5.7.1 チェックサムを使用しないXTC/2 プログラム

```

10 '----チェックサムを使用しないXTC/3 RS232通信プログラム----
20 '
30 '-----このプログラムは、XTC/3に個々のコマンドを送信し、GWBASIC 2.32で書かれたXTC/3
   からの適切な応答を受け取るように設計されています。
40 '
50 OPEN "COM1:9600,N,8,1,CS,DS" AS #1 :--通信ポート1を開く
60 NAK$ = CHR$(21): ACK$ = CHR$(6) :--ASCIIコードを定義
70 '
80 INPUT "ENTER COMMAND"; CMD$ :--XTC/3にコマンドを入力
90 GOSUB 130 :--送信コマンドに移動
SUBROUTINE.
100 PRINT RESPONSE$ :--XTC/3応答を印刷
110 GOTO 80 :--別のコマンドのループバック。
120 '
130 '----コマンドを送信および応答サブルーチンを受信----
140 '
150 '----コマンドメッセージストリームをXTC/3に送信----
160 PRINT #1, CMD$ + ACK$;
170 '
180 '----XTC/3からの応答メッセージを受信----
190 RESPONSE$ = "" :--応答を無効にする
200 TOUT = 3: GOSUB 260 :' STRING AND SET TIMER.
210 IF I$ = ACK$ THEN RETURN :--応答が終了する場合

```

```

220 IF I$ = NAK$ THEN RETURN : ' CHARACTER IS RECEIVED
GOTO PRINT RESPONSE.
230 RESPONSE$ = RESPONSE$ + I$ : '--応答の文字列を構築
240 GOTO 200 : ' CHARACTER BY CHARACTER.
250 '
260 '----各文字を機器から変数I$に順次読み取る----
270 ON TIMER (TOUT) GOSUB 300: TIMER ON
280 IF LOC(1) < 1 THEN 280 ELSE TIMER OFF: I$ = INPUT$(1,#1)
290 RETURN
300 TIMER OFF : '--文字かどうかを示す
310 RESPONSE$ = "RECEIVE TIMEOUT" : ' IS NOT RECEIVED WITHIN
320 I$ = NAK$: RETURN 290 : ' 3 SECS.

```

5.3.5.7.2 チェックサムを使用するXTC/2 プログラム

```

10 '--インフィコン形式を使用した、チェックサム付きXTC/3R S232通信プログラム--
20 '
30 '-----このプログラムは、XTC/3に個々のコマンドを送信し、GWBASIC 2.32で書かれたXTC/3
からの適切な応答を受け取るように設計されています。
40 '
50 OPEN "COM1:9600,N,8,1,cs,ds" AS #1 : '--通信ポート1を開く
60 STX$ = CHR$(2) : NAK$ = CHR$(21) : ACK$ = CHR$(6) : '--ASCIIコードを定義
70 '
80 INPUT "ENTER COMMAND"; CMD$ : '--XTC/3にコマンドを入力
90 GOSUB 170 : '--送信コマンドサブルーチンに移動
100 IF RESPONSE$ = "RECEIVE TIMEOUT" THEN 140
110 L = LEN(RESPONSE$): L = L-1 : '--ACKを除去、または
120 RESPONSE$ = RIGHT$(RESPONSE$,L) : ' NAK CHARACTER FROM THE
130 ' : ' RESPONSE STRING.
140 PRINT RESPONSE$ : '--XTC/3応答を印刷
150 GOTO 80 : '--別のコマンドのループバック。
160 '
170 '----コマンドを送信および応答サブルーチンを受信----
180 '
190 '--コマンドメッセージストリームを構築してXTC/3に送信--
200 SIZEM$ = CHR$(LEN(CMD$) / 256) : '--2バイトを計算
210 SIZEL$ = CHR$(LEN(CMD$) MOD 256) : ' SIZE OF THE COMMAND.
220 '
230 CHECKSUM = 0 : '--チェックサムを初期化
240 FOR X = 1 TO LEN(CMD$) : ' ZERO AND CALCULATE A
250 CHECKSUM = CHECKSUM + ASC(MID$(CMD$,X,1)) : ' CHECKSUM ON THE COMMAND
260 NEXT X : ' STRING.
270 CHECKSUM$ = CHR$(CHECKSUM AND 255) : '--チェックサムとして下位バイトを使用。

```

```
280 '  
290 PRINT #1, STX$ + SIZEM$ + SIZEL$ + CMD$ + CHECKSUM$  
300 '  
310 '----XTC/3からの応答メッセージを受信----  
320 TOUT = 3: GOSUB 510 :'-タイマーを設定して待機  
330 IF I$ <> STX$ THEN 290 : ' START OF TRANSMISSION CHARACTER.  
340 TOUT = 3: GOSUB 510 :'-上位バイトを受信  
350 SIZE = 256 * ASC(I$) : ' OF TWO BYTE RESPONSE SIZE.  
360 TOUT = 3: GOSUB 510 :'-下位バイトを受信  
370 SIZE = SIZE + ASC(I$) : ' OF TWO BYTE RESPONSE SIZE.  
380 CHECKSUM = 0 :'-チェックサムをゼロに設定  
390 RESPONSE$ = "" : ' AND NULL THE RESPONSE  
400 FOR I = 1 TO SIZE : ' STRING.BUILD THE  
410 TOUT = 3: GOSUB 510 : ' RESPONSE STRING AND  
420 RESPONSE$ = RESPONSE$ + I$ : ' CALCULATE THE CHECKSUM  
430 CHECKSUM = CHECKSUM + ASC(I$) : ' CHARACTER BY CHARACTER.  
440 NEXT I  
450 TOUT = 3: GOSUB 510 :'-チェックサムを受信  
460 N = ASC(I$) : ' CHARACTER AND COMPARE  
470 Z = (CHECKSUM AND 255) : ' IT TO THE LOW ORDER  
480 IF N <> Z THEN PRINT "RESPONSE CHECKSUM ERROR" : ' BYTE OF THE CALCULATED  
490 RETURN : ' CHECKSUM.  
500 '  
510 '----各文字を機器から変数I$に順次読み取る----  
520 ON TIMER (TOUT) GOSUB 550: TIMER ON  
530 IF LOC(1) < 1 THEN 530 ELSE TIMER OFF: I$ = INPUT$(1,#1)  
540 RETURN  
550 TIMER OFF :'-文字かどうかを示す  
560 RESPONSE$ ="RECEIVE TIMEOUT": RETURN 570 : 'IS NOT RECEIVED WITHIN  
570 RETURN 490 : ' 3 SECS.
```


第6章

トラブルシューティング、ステータスおよびエラーメッセージ

6.1 ステータスおよびエラーメッセージ

[ALREADY RUNNING]

このメッセージは、膜層に [START] コマンドが指定され、その膜層がすでに実行中の場合に表示されます。

[ALREADY SWITCHING]

水晶振動子またはるつぼの切り替えが実行中の間に、水晶振動子またはるつぼを切り替えようとしています。

[CAN'T EMPTY ACTIVE PROCESS]

アクティブプロセス内の膜層はすべて削除できません。

[CAROUSEL OPEN]

水晶振動子カルーセルアセンブリーが Crystal12 センサーから取り外されました。

[COMMUNICATION]

[STOP] コマンドを受信したため、ユニットは [STOP] 状態になりました。

[CONTROL DELAY]

XTC/3 は制御遅延状態です。

[CRUCIBLE FAIL]

るつぼ切り替えエラーが原因でユニットは [STOP] 状態になりました。

[CRUCIBLE SW]

るつぼの切り替えが実行中です。

[CRUCIBLE SW FAIL]

このエラーは、るつぼ有効フィードバック入力信号を受信せずに膜層が 30 秒を超えてるつぼ切り替え状態にある場合に発生します。

[CRYSTAL FAIL]

ユニットが共振を検出できないか、水晶振動子の S 許容しきい値または Q 許容しきい値を超えています。

[CRYSTAL SWITCH]

水晶振動子の切り替えが実行中です。

[CRYSTAL SW FAIL]

水晶振動子の切り替えを完了できませんでした。

[DELAY FAILURE]

XTC/3 は、シャッター遅延状態のときにレート制御に達することができませんでした。

[DELAYED START]

XTC/3 で内部処理の完了後に開始が実行されます。

[DIGITAL INPUT]

指定された停止入力の有効になったため、ユニットは **[STOP]** 状態になりました。

[EMPTY PROCESS]

選択したプロセスに膜層がないため、プロセス実行の選択ができません。

[END OF PROCESS]

プロセス内の最後の膜層がアイドル状態に達しています。

[ETCH MODE]

XTC/3 はエッチモードです。

[ETHERNET IN USE]

このときに Ethernet 値を変更することはできません。

[ETHERNET VALUES HAVE CHANGED]

変更内容は、電源投入時に有効になります。

[FRONT PANEL]

前面パネルで **[STOP]** を押すことで XTC/3 が停止しました。

[HANDCONTROL]

ハンディコントローラーで **[STOP]** を押すことで XTC/3 が停止しました。

[INCORRECT TIME]

正しくない値が入力されました。

[INPUT INCORRECT]

ユニットのロックを解除する際に正しくないロックコードが入力されました。

[INVALID MASK]

ゲートウェイのマスクの値が正しくありません。

[L LOCK]

XTC/3 はローカルプログラムロックモードです。プログラムロックコードを入力するまで、前面パネルからパラメーターを入力できません。

[LAYER INSERT]

プロセスリストに表示され、膜層の挿入が成功したことを表します。

[MAX POWER]

指定した最大パワーに達しました。パワーの値は赤で表示されます。

[NO BACKUP CRYSTAL]

膜層を開始しようとしていますが、センサーヘッドに良好な水晶振動子がありません。このメッセージは、[Start without Backup] が有効な場合を除き表示されません。

[NO GOOD XTAL TO SW]

切り替え先として使用できる良好な水晶振動子がありません。

[NO MANUAL XTAL FAIL]

手動操作を開始できません。

[NO MANUAL IN STOP]

手動操作を開始できません。

[NO MANUAL IN IDLE]

手動操作を開始できません。

[NO OUTPUT FOR SW]

機能に出力が設定されていない場合、水晶振動子ヘッドの回転や切り替え機能を実行できません。

[NO SWITCH SINGLE]

シングルセンサーで水晶振動子の切り替え機能を実行できません。

[NON-DEP HOLD]

非蒸着保留入力が設定され、膜層がまだ蒸着状態またはシャッター遅延状態になっていない場合は、膜層を非蒸着保留状態に維持します。

[NOT RELAY OUTPUT]

このメッセージは、[Relay] 画面で TTL 出力を設定しようとする则表示されます。

[NOT TTL OUTPUT]

このメッセージは、[TTL] 画面でリレー出力を設定しようとする则表示されます。

[ONE SEL PROC ONLY]

このメッセージは、複数の選択プロセス入力イベントを設定しようとする则表示されます。

[ONE WIRE READ FAIL]

([Diagnostic] ページ) インフィコンに連絡してください。

[PARAMETER DEFAULT]

XTC/3 パラメーターは、そのデフォルト値に設定されています。以前にプログラミングされた値は、デフォルト値に変更されます。

[POWER LOSS]

XTC/3 は最新の電源入れ直しの直前にラインパワーを失いました。

[PROCESS RUNNING]

プロセスの実行中に診断モードに入ろうとするとメッセージが表示されません。

[PROCESS VAR DEFAULT]

XTC/3 プロセス変数は、そのデフォルト値に設定されています。以前のプロセス変数は、デフォルト値に変更されます。

[R LOCK]

XTC/3 はリモートプログラムロックモードです。リモート通信でロックを解除するまで、前面パネルからパラメーターを入力できません。

[RATE DEV ERR]

60 秒以内にレート制御に達しなかったため、XTC/3 が停止モードに入りました。

[RATEWATCH DELAY]

RateWatcher 機能がアクティブです。センサーは **[SAMPLE]** 状態までの 5 秒間は安定しています。以前のサンプル期間の平均レートは、膜厚用に統合されています。以前のサンプル期間の平均パワーは、一定に保たれています。

[RATEWATCH HOLD]

RateWatcher 機能がアクティブです。センサーシャッターはクローズです。以前のサンプル期間の平均レートは、膜厚用に統合されています。以前のサンプル期間の平均パワーは、一定に保たれています。

[RATEWATCH SAMPLE]

RateWatcher 機能がアクティブです。センサーシャッターはオープンです。蒸発源レートが測定され、そのパワーが制御されます。

RS-232 FAILED

ループバックコネクタを使用したセルフテストに失敗しました。XTC/3 またはループバックコネクタのいずれかにハードウェアの不良があります。

RS-232 PASSED

ループバックコネクタを使用したセルフテストに合格しました。

[SHUTTER DELAY]

シャッター遅延状態で 60 秒以内にレート制御に達しなかったため、膜層は停止状態になります。

[SOAK HOLD]

現在の蒸着源は実行を一時停止しており、保留がオフになるまで現在のパワーレベルを維持します。

[START INHIBITED]

開始抑止入力の設定されているため、[Start] コマンドが処理されませんでした。

STOP

膜層は **[STOP]** 状態です。画面上には、必ず停止の原因を示す別のメッセージが同時に表示されます。

[SWITCHER FAIL]

マルチポジションセンサーの不良です。

TEST

XTC/3 はテストモードです。

[TESTING XIU]

XIU のテストが実行中です。

[TIME POWER]

最後の良好な水晶振動子の故障が原因で XTC/3 がタイムパワーモードに入り、[Time Power] が [Yes] に設定されました。

[TRANSFER DELAY]

XTC/3 がプレ蒸着センサーから蒸着センサーへ移行しています。

[VALUE TOO LOW]

パラメーターの入力が範囲外です。許容値は、ユニット構成または定義対象のパラメーターによって異なります。**[CLEAR]** を押して値を削除し、再入力します。

[VALUE TOO HIGH]

パラメーターの入力が範囲外です。許容値は、ユニット構成または定義対象のパラメーターによって異なります。**[CLEAR]** を押して値を削除し、再入力します。

[XIU NOT ATTACHED]

([Diagnostics] ページ) XIU および XIU ケーブルは、特定のセンサーチャンネルに取り付けられません。

[XIU TEST FAILED]

水晶振動子インタフェースユニット (XIU) で XIU テストに失敗しました。

[XIU TEST PASSED]

水晶振動子インタフェースユニット (XIU) で XIU テストに合格しました。

6.2 XTC/3 診断

最初のページには、ファームウェアのリビジョンレベルとシリアル番号が表示されます。

図 6-1 診断画面

Diagnostics		
Firmware Revision	1.00	
Board Number	Serial Number	
XTC/3		
XIU 1		
XIU 2	Not Attached	
Diagnostics tests will not run if a process is running. In diagnostics mode the START, STOP and RESET functions and the remote U and R commands will be ignored.		
Press ENTER to continue Press MENU to exit diagnostics mode		
40.0A/S	183.6KA	0.0%

[Enter] を押すと、テストやメンテナンスの各種機能が許可されます。

図 6-2 診断テスト/メンテナンス画面

Diagnostics		
Source 1 Shutter	Advance Crucible 1	
Output 1 is set		
Source 2 Shutter	Advance Crucible 2	
Output 2 is clear		
Sensor 1 Shutter	Active XIU Test	
Output 3 is clear		
Sensor 2 Shutter	RS-232 Loopback	
Output 4 is clear		
Press TOGL to activate selected test. Press MENU to exit Diagnostics mode		
40.0A/S	183.6KA	0.0%

Diagnostics		
Source 1 Shutter	Advance Crucible 1	
Output 1 is set		
Source 2 Shutter	Advance Crucible 2	
Output 2 is clear		
Sensor 1 Shutter	Active XIU Test	
Output 3 is clear		
Sensor 2 Shutter	RS-232 Loopback	
Output 4 is clear		
Press TOGL to activate selected test. Press MENU to exit Diagnostics mode		
40.0A/S	183.6KA	0.0%

出力の設定または消去

出力の操作を確認するには、目的の出力にカーソルを合わせて、**[TOGL]** キーを押します。出力状態と設定 / 消去の画面が適宜変わります。

上記の例 図 6-2 の **[Source 1 Shutter]**、**[Source 2 Shutter]**、**[Sensor 1 Shutter]**、**[Sensor 2 Shutter]** のようなアクティブ出力のみ切り替えることができます。上記の例 図 6-2 の **[Advance Crucible 1]** および **[Advance Crucible 2]** のようなグレー表示（非アクティブ）の出力にはカーソルは当たりません。

アクティブ XIU テスト

XIU セルフテストを開始するには、センサーフィードスルーの XIU BNC ケーブルを抜き、カーソルを項目に移動して、**[TOGL]** キーを押します。XIU セルフテストにより、アクティブセンサーの水晶振動子インタフェースユニット (XIU)、相互接続ケーブル、および測定回路が正常に動作しているかどうかを確認します。

注： XIU (PN780-600-GX) に 15cm (6 インチ) BNC ケーブル (PN755-257-G6) を取り付けて、センサーフィードスルーから XIU を抜いてください。XIU セルフテストは、50cm (20 インチ) BNC ケーブルとは互換性はありません。

RS-232 ループバック

RS-232C 通信ポートセルフテストを開始するには、ループバックコネクタを取り付け、カーソルを項目に移動して、**[TOGL]** キーを押します。テストが完了すると、ユニットは、テストが正常に終了したことと、通信ポートに問題がないことを示すメッセージを表示します。それ以外の場合、テストは失敗し、通信ポートは不良となります。

注： セルフテストが適切に機能するには、RS-232C ループバックコネクタ (PN760-406-P1) を XTC/3 の RS-232C ポートに取り付ける必要があります。

6.3 トラブルシューティングガイド

XTC/3 が機能しない場合、あるいは性能が低下していると思われる場合は、次の症状 / 原因 / 対処法の表が役立ちます。



CAUTION

XTC/3 ケースの内部には、ユーザーが修理できるコンポーネントはありません。



WARNING - Risk Of Electric Shock

ラインコード、入力または出力が接続されていると、致命的となり得る電圧が発生します。



CAUTION

メンテナンス作業は、必ず有資格技術者が実施してください。



CAUTION

XTC/3 には、過渡事象の影響を受けやすい精密な回路が内蔵されています。
何らかの機器と接続する際は、ラインコードを抜いてください。メンテナンス作業は、必ず有資格者が実施してください。

6.3.1 XTC/3 のトラブルシューティング

表 6-1 XTC/3 のトラブルシューティング

症状	CAUSE	REMEDY
1. 電源投入 LED が点灯しない	a. ヒューズが飛んでいる / ブレーカーが遮断している	a. 有資格者にヒューズの交換 / ブレーカーのリセットを依頼します。
	b. 電気コードが壁または XTC/3 の背面から抜けている	b. 電源コードを再接続します。
	c. 線間電圧が正しくない	c. 有資格者に線間電圧の確認を依頼します。
2.XTC/3 がロックアップする	a. カバーまたは背面パネルが XTC/3 に取り付けられていない	a. すべてのカバーとパネルが所定の位置にあり、しっかりと固定されていることを確認します。
	b. 電気ノイズが高い環境	b. 受けるノイズ（高電力の導電線から 1 フィート離れると、XTC/3 に入るノイズの量がかなり減少する）を減らすためにケーブルの経路を変更し、表面積を大きく占めている接地ワイヤをすべて短くして接地インピーダンスを最小限に抑えます。
	c. 接地または接地作業が適切ではない	c. 接地が適切かどうかを確認し、該当の接地用ストラップを使用します。正しいシステム接地を設定することで接地ループをなくし、XTC/3 の接地が適切かどうかを確認します。
3.XTC/3 で電源を切ったときにパラメーターが保持されない（電源投入時のパラメーターの損失）	a. 静的 RAM の故障	a. SRAM バッテリーの平均寿命は通常 10 年です。お使いの XTC/3 に SRAM の問題がある場合は、インフィコンに連絡してください。
	b. 電源の問題	b. インフィコンに連絡してください。
	c. バッテリー切れ	c. インフィコンに連絡してください。
4. 前面パネルで機能するキーと機能しないキーがある	a. キーパッドまたはキーパッドリボンケーブルの故障	a. インフィコンに連絡してください。
5. 前面パネルのキーがすべて機能しない	a. XTC/3 がロックアップしている	a. 電源を [OFF] または [STBY] にしてから [ON] にします。上記の項目 2 を参照してください。

表 6-1 XTC/3 のトラブルシューティング (続き)

症状	CAUSE	REMEDY
6. 制御電圧出力が適切に機能しない	a. 制御電圧出力への電圧の印加により XTC/3 が破損した	a. 蒸発源出力へのケーブル接続で接点間に電位がないことを確認し、インフィコンに連絡してください。
	b. 電源で受け入れる制御電圧に対して、制御電圧の極性が逆になっている	b. 蒸発源出力の極性と電源に必要な入力極性を確認します。取扱説明書を参照し、必要に応じて XTC/3 を再設定してください。
	c. 制御ケーブルの製作が正しくない	c. マニュアルの該当のセクションで、ケーブル配線が正しいかどうかを確認します。
7. LCD 画面に何も表示されない	a. LCD または CRT/ 電源の問題	a. インフィコンに連絡してください。
	b. LCD の調光時間が経過した	b. カーソルキーを押して画面を再表示します。
8. レート制御の不良	a. 制御ループパラメーターの選択が正しくない	a. 取扱説明書で、制御ループパラメーターの調整に関するセクションを参照してください。
	b. 電子ビーム掃引周波数と XTC/3 測定周波数で「うなり」が生じている	b. 掃引周波数が XTC/3 測定周波数 (4Hz) の倍数にならないように調整します。
9. 電源投入 LED が点滅する	a. ハードウェアの内部故障	a. インフィコンに連絡してください。

表 6-1 XTC/3 のトラブルシューティング (続き)

症状	CAUSE	REMEDY
10. 水晶振動子の故障 メッセージが常に表示 される	a. XIU/ オシレーターが接 続されていない	a. センサー / オシレーターが適切 に接続されているかを確認します。
	b. XIU オシレーターが正常 に機能していない	b. 可能な場合は、疑わしい XIU/ オ シレーターの代わりに、機能する ことがわかっている XIU/ オシレー ターを挿入します。 XIU/ オシレー ターの不良が確認された場合は、 インフィコンに連絡してください。
	c. フィードスルーから XIU/ オシレーターまたは XTC/3 から XIU/ オシレーターま でのケーブルの不良	c. オームメーターまたは DVM を 使用して、導通や絶縁を適宜 チェックします。
	d. トランスデューサー、 フィードスルー、または真 空内ケーブルの電気接触の 不良	d. オームメーターまたは DVM を 使用して、導通や絶縁を適宜 チェックします。
	e. 水晶振動子の故障 / 水晶 振動子が存在しない	e. 水晶振動子を交換 / 挿入します。
	f. 水晶振動子ホルダーに 2 つの水晶振動子が配置され ている	f. 2 つの水晶振動子のいずれかを取 り外します。
	g. 水晶振動子の周波数が範 囲外	g. 水晶振動子の周波数が必要な範 囲内にあることを確認して、イン フィコンの水晶振動子を使用しま す。
	h. S または Q の障害によ り水晶振動子が故障した	h. [Sensor] ページで S と Q の値 を消去します。

6.3.2 トランスデューサー/センサーのトラブルシューティング

センサーヘッドの問題の多くは DVM (Digital Volt Meter : デジタルボルトメーター) で診断できます。短いオシレーターケーブルをフィードスルーから抜き、フィードスルーの中心ピンから接地までの抵抗を測定します。測定値が 1 ~ 2MΩ 未満の場合、漏れの原因を突き止めて修正してください。同様に、中心導体の導通に対する真空システムのオープンチェックでは、フィードスルーからトランスデューサーの接点までの測定値が 1Ω を超えている場合、問題となります。接点のクリーニングや真空内ケーブルの交換が必要になる場合があります。

オプションの水晶振動子センサーエミュレーター (PN760-601-G2) では、より詳細な診断を実行できます。その使用と診断機能については、6-25 ページの [セクション 6.5](#) を参照してください。

6.3.2.1 水晶振動子の切り替えと回転の確認

[Sensor Information] 画面では、XTC/3 前面パネルからアクティブなセンサー機能を確認できます。3-13 ページの [セクション 3.3.8 のセンサー情報画面](#) を参照してください。

6.3.2.2 センサーシャッター操作の確認

Crystal Two でシャッターを実行するには、[セクション 3.3.8](#) で説明するように、水晶振動子の切り替え機能を使用します。シャッター付きセンサー (シャッター付きの標準、コンパクト、スパッタリング、CrystalSix、Crystal12、ロータリーまたは UHV ベーキング対応センサー) を実行するには、上記の 6-6 ページの [図 6-2](#) に従って、[Diagnostics] 画面で該当のセンサーのシャッター切り替え機能を使用します。

注： センサーには、情報がさらに詳細に記載されているトラブルシューティングガイドが付属しています。
センサーの操作マニュアルを参照してください。

表 6-2 トランスデューサー/センサーのトラブルシューティング

症状	CAUSE	REMEDY
1. 蒸着中、膜厚測定値が急激に変化する	a. 不良の水晶振動子によるモードホッピング	a. 水晶振動子を交換します。
	b. 応力が原因で水晶振動子の表面から成膜が剥がれている	b. 水晶振動子を交換します。
	c. 熔融蒸発源からの粒子「スパッター」が水晶振動子に飛散している	c. 蒸着の前に蒸発源を十分に熱で調整し、蒸発源の調整の間、シャッターを使用して水晶振動子を保護します。
	d. 振動子ホルダーの水晶振動子設置部分に傷や異物が確認できる（振動子が適切に取り付けられていない）	d. 振動子ホルダーの水晶振動子設置部分をクリーニングして磨いてください。
	e. 材料の小片が水晶振動子に落下した（水晶振動子を上に向けたスパッタリング状況の場合）	e. 水晶振動子の表面を確認して、清浄な空気で大片を吹き飛ばします。
	f. 磁性物質の小片がセンサーの磁石に引き付けられ、水晶振動子に接触している（スパッタリングセンサーヘッド）	f. センサーカバーの開口部を確認し、水晶振動子の有効範囲を制限している可能性のある異物を除去します。
2. 通常の寿命には到達していないが、蒸着時に水晶振動子が発振しない	a. 熔融蒸着源からの粒子「スパッター」が水晶振動子に飛散している	a. 蒸着の前に蒸発源を十分に熱で調整し、蒸発源の調整の間、シャッターを使用して水晶振動子を保護します。
	b. 水晶振動子カバーの開口部を部分的に覆う水晶振動子ホルダー上に材料がある	b. 水晶振動子ホルダーをクリーニングします。
	c. 電氣的に短絡しているか、オープン状態になっている	c. オームメーターまたはDVMを使用して、センサーケーブル、コネクタ、接点スプリング、センサー内部の接続ワイヤ、およびフィードスルーの導通をチェックします。
	d. 熱誘導の電氣的短絡またはオープン状態のチェック	d. 上記の C を参照してください。
注： 水晶振動子の寿命は、レート、蒸発源からの放出電力、位置、材料、および残存ガス組成といったプロセス条件に大きく依存します。		

表 6-2 トランスデューサー/センサーのトラブルシューティング(続き)

症状	CAUSE	REMEDY
3. 水晶振動子が発振しない、または断続的に発振する（真空下および大気下において）	a. 電気接触が断続的または不良（接触酸化）	a. オームメーターまたはDVM を使用して、導通チェックを行い、接点をクリーニングします。
	b. リーフスプリングで保持力が失われた（セラミック製リテーナー、中央の絶縁体）	b. リーフを 45 度程度まで曲げてください。
	c. スパッタリング電源からの RF 干渉	c. 接地を確認し、RF 接地に適した接地用ストラップを使用します。XTC/3 とオシレーターのケーブルの位置を RF 電源ラインから離れるように変更し、XTC/3 を別の電源ラインに接続します。
	d. ケーブル/オシレーターが接続されていないか、間違ったセンサー入力に接続されている	d. 接続が適切かを確認し、プログラミングされたセンサーパラメーターに関連する入力を確認します。
4. 水晶振動子が真空下では発振するが大気に戻すと発振しなくなる	a. 水晶振動子の寿命が近づいている。大気に戻すことで膜酸化が生じ、その結果、膜応力が高くなる	a. 水晶振動子を交換します。
	b. 水晶振動子に大量の水分が蓄積した	b. 放出の前にセンサーへの冷却水を止め、チャンバーが開いている間にセンサーから温水を流します。

表 6-2 トランスデューサー/センサーのトラブルシューティング(続き)

症状	CAUSE	REMEDY
5. 熱的不安定性：蒸発源の予備加熱時および蒸着終了後に、膜厚測定値が大きく変動する（通常、予備加熱時に測定値が下降し、終了時に測定値が上昇する）	a. 冷却水が不足している / 冷却水温度が高すぎる	a. 冷却水の流量を確認し、冷却水温度を 30°C 未満にします。センサーの適切なマニュアルを参照してください。
	b. 水晶振動子の過度の熱入力	b. 熱が蒸発源からの放射によるものである場合は、センサーを蒸発源からさらに遠ざけ、熱安定性を向上させるためにスパッタリング用水晶振動子を使用して、放射線遮蔽を取り付けてください。
	c. 水晶振動子がホルダーに正しく取り付けられていない	c. 振動子ホルダーの水晶振動子設置部分をクリーニングして磨いてください。
	d. 水晶振動子の加熱が高エネルギー電子束（RF スパッタリングでよく見られる）によって生じる	d. スパッタリングセンサーヘッドを使用します。
	e. 水冷チューブから本体への熱伝達の不良（CrystalSix または Crystal12 センサー）	e. クランプアセンブリーを本体から取り外した場合は、必ず新しい水冷チューブを使用します。新しい水冷チューブを利用できない場合は、水冷チューブとセンサー本体の間にアルミ箔を 1 層使用してください（プロセスで可能な場合）。
	f. 熱伝達の不良（ベーキング対応）	f. 水晶振動子ホルダーとセンサー本体の間にアルミニウムまたは金の箔ワッシャーを使用します。

表 6-2 トランスデューサー/センサーのトラブルシューティング(続き)

症状	CAUSE	REMEDY
6. 膜厚の再現性が低い	a. 蒸発源の流束分布が定まらない	a. 蒸発物を確実にサンプリングするためにセンサーをより中央に移動し、相対的な溶融プール高さを一定にし、溶融物質の一部が極端に減らないようにします。
	b. 掃引、ディザ、または電子ビームが溶融物質に当たる位置が、最後の蒸着以降に変化した	b. 安定した掃引周波数、掃引振幅および電子ビームの位置設定を維持することによって、一貫した蒸着源分布を維持します。
	c. 蒸着物質が水晶振動子に付着しない	c. 水晶振動子の表面がきれいであることを確認します。水晶振動子に指が触れないようにして、中間接着層を利用します。
	d. レートの周期的な変化	d. 特定の蒸発源の掃引周波数と XTC/3 測定周波数で「うなり」が生じていないかを確認します。
7. スパッタリング終了後の膜厚のずれが大きい (密度 5.00g/cc で 200A を上回る)	a. 熱的な接触の不良が原因で水晶振動子が加熱している	a. 振動子ホルダーの水晶振動子設置部分をクリーニングして磨いてください。
	b. 外部磁界がセンサーの磁界に干渉している (スパッタリングセンサー)	b. センサー磁石を外部磁界で適切な方向に回転します。スパッタリングセンサーマニュアル (CD PN074-5000) を参照してください。
	c. センサー磁石の割れまたは消磁 (スパッタリングセンサー)	c. センサーの磁界強度を確認し、開口部の中心の最大磁界を 700 ガウス以上にします。

表 6-2 トランスデューサー/センサーのトラブルシューティング(続き)

症状	CAUSE	REMEDY
8. CrystalSix および Crystal12 : 水晶振動子の切り替えに関する問題 (切り替えが行われない、または開口部の中心に配置されていない)	a. 空気圧供給の損失が発生した、または圧力が適切な動作に十分でない	a. 空気供給を 80 ~ 90PSIG で調整します。
	b. カバーに材料が蓄積されたため、動作が損なわれた	b. 必要に応じて蓄積された材料をクリーニングします。メンテナンスについては、CD PN 074-5000 に収録の CrystalSix マニュアル PN 074-155 または Crystal12 マニュアル PN 074-398 を参照してください。
	c. 位置調整が適切でない	c. CD PN 074-5000 に収録の CrystalSix マニュアル PN074-155 または Crystal12 マニュアル PN074-398 の指示に従って位置を再調整します。
	d. 直径 0.0225 インチのオリフィスがソレノイドバルブアセンブリの供給側に取り付けられていない	d. CD PN 074-5000 に収録の CrystalSix マニュアル PN 074-155 または Crystal12 マニュアル PN 074-398 に示すように、オリフィスを設置します。
9. Crystal12 : カルーセルを取り付けた後も引き続き [Carousel Open] と [Xtal Fail] のメッセージが表示される	a. 回路がオープンになっている	a. 水晶振動子切り替え機能またはヘッド回転機能を開始してください。
10. Crystal12 : ユニットが割り出しを 12 回行うと、[Xtal Switch Error]、[Xtal Fail]、または [Carousel Open] のメッセージが表示される	a. 電気信号の損失	a. 導通チェックと絶縁チェックを行ってください。
	b. レジスター #1 がオープンになっている	b. 導通チェックと絶縁チェックを行ってください。
	c. カルーセルが取り付けられていない	c. カルーセルを取り付けてください。
	d. 電気接続アセンブリの Torsion Spring が破損している	d. 電気接続アセンブリを交換します。CD PN 074-5000 に収録の Crystal12 マニュアル PN 074-398 を参照してください。

6.3.3 コンピューター通信のトラブルシューティング

表 6-3 コンピューター通信 のトラブルシューティング

症状	CAUSE	REMEDY
1. ホストコンピューターとXTC/3 との間で通信を確立できない	a. ケーブルの接続が正しくない	a. マニュアルの説明に従ってケーブル配線が正しいことを確認します。
	b. ホストコンピューターのボーレートがXTC/3 と異なる	b. ホストのアプリケーションプログラムでボーレートを確認し、XTC/3 でボーレートを確認します。
	c. 使用するプロトコルに互換性がない	c. XTC/3 のプロトコル RS232 および TCP/IP がホストに適していることを確認します：
	d. デバイスアドレスが正しくない (TCP/IP)	d. ホストのアプリケーションプログラムでデバイスアドレスを確認し、XTC/3 のアドレスを確認します。
2. 標準プロトコル：エラーコードがパケットエラーバイトまたは応答エラーバイトで返される	a. さまざまな原因がある	a. 5-8 ページの セクション 5.2.1.2 を参照してください。
3.XTC/2 プロトコル：エラーコードが返される	a. さまざまな原因がある	a. 5-38 ページの セクション 5.3.4 を参照してください。

6.3.3.1 TCP/IP モジュールのLED 診断

表 6-4 TCP/IP モジュールのLED

LED	説明
緑 (左上)	シリアルポートの動作： オフ - シリアルポートはアイドルです。 オン - シリアルデータが送受信されます。
緑 (右上)	ネットワークリンクのステータス： オフ - リンクは検出されていません。 オン - リンクは検出されています。
赤 (左下)	診断：点滅 1-1-1 - オペレーティングシステムを起動しています。 点滅 1-5-1 - 構成が工場出荷時のデフォルト設定に戻されました。他の点滅パターンが発生した場合は INFICON サービスに連絡してください。 オン - 通常動作
黄色 (右下)	点滅 - ネットワークデータが送受信されます。

6.4 水晶振動子の交換

水晶振動子を交換する手順は、基本的にすべてのトランスデューサーで同じです。ただし、Cool Drawer、RSH-600、CrystalSix、および Crystal12 を除きます。



CAUTION

水晶振動子を取り扱う際は、清潔なナイロン製のラボ用グローブとプラスチック製のピンセットを必ず使用してください（電極への成膜の接着不良を引き起こす可能性のある汚れを避けるため）。

セラミック製リテーナーアセンブリーを取り付けた後で回転させないでください（水晶振動子の電極に傷をつけ、接触不良を引き起こすため）。

セラミック製リテーナーアセンブリーを取り扱う際は、破損の恐れがあるため、無理な力を加えないでください。

注：特に誘電物質など、材料によっては水晶振動子の表面への付着が弱くなり、測定値が不安定になることがあります。

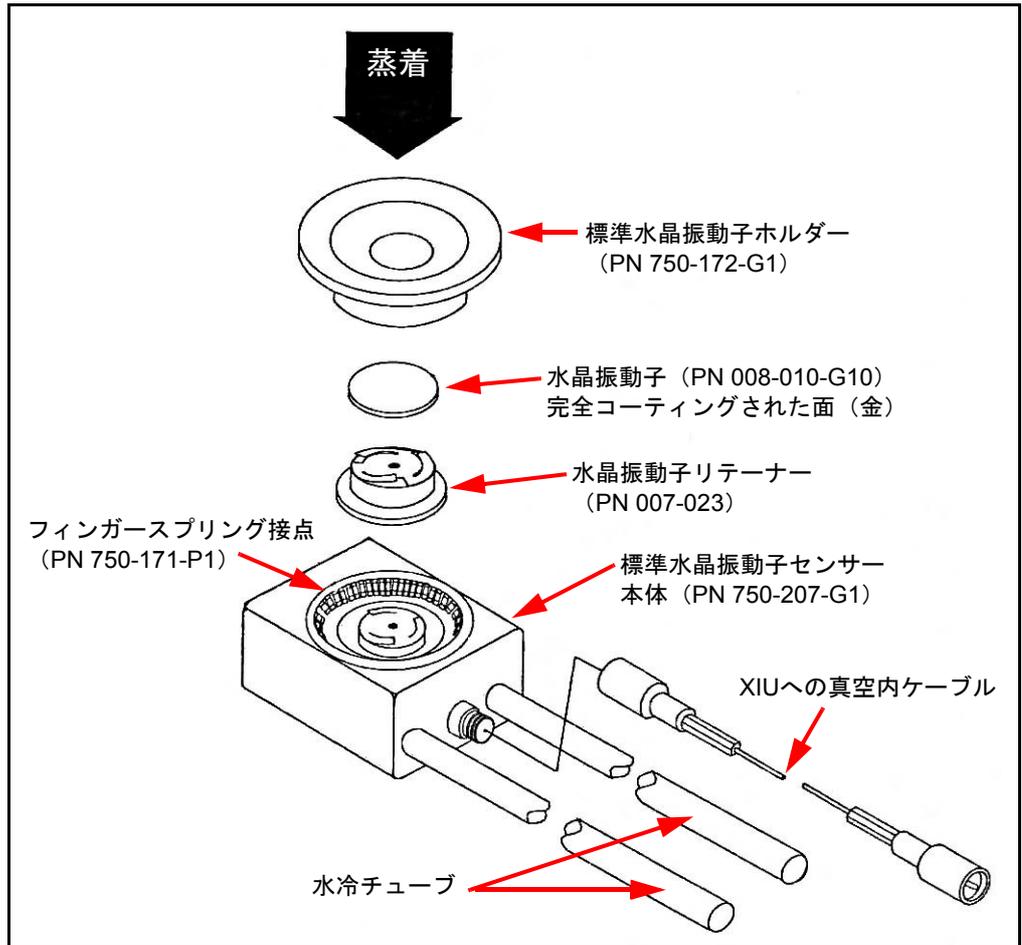
注：通常、SiO₂、Si、および Ni といった材料の蒸着において膜厚が大きい場合、空気にさらされたときに水晶振動子の表面が剥離します。これは、ガス吸収により膜応力が変化することが原因です。剥離が確認された場合は、水晶振動子を交換してください。

6.4.1 前面装着シングルセンサー

前面装着シングルセンサーの水晶振動子を交換するには、以下の手順に従ってください（[図 6-3](#) を参照）：

- 1 水晶振動子ホルダーを指でつかみ、センサー本体からまっすぐ引き出します。
- 2 水晶振動子リテーナーをホルダーからゆっくり引きます（または Crystal Snatcher を使用します。6-24 ページの [図 6-8](#) を参照）。
- 3 リテーナーを逆さにすると、水晶振動子はずれます。
- 4 電極の模様のある面を上に向けて新しい水晶振動子を取り付けます。
- 5 リテーナーをホルダーに押し戻し、センサー本体のホルダーを交換します。

図 6-3 前面装着シングルセンサー（分解組み立て図）



6.4.2 シャッター付き前面装着シングルセンサーおよび前面装着デュアルセンサー

シャッターは、弛緩状態にあるときに水晶振動子の開口部から離れて回転するため、シャッター付き前面装着シングルセンサーとシャッターなし前面装着シングルセンサーとの間に水晶振動子の交換手順における差はありません。

6.4.3 Cool Drawer センサー

以下の手順に従って、次世代 Cool Drawer™ センサーの水晶振動子を交換します：

- 1 親指と人差し指を使って、中央部分のリテーナーの側面を軽くつまみ、引き出しから離して持ち上げます。
6-21 ページの [図 6-4](#) を参照してください。
- 2 ドrawerのハンドルを持ち、逆さにして使用済みの水晶振動子を取り外します。
- 3 ドrawerに新しい水晶振動子を設置します。設置方向を確認してください。[図 6-5](#) に示すように、電極の模様のある面を上向きにしてください。

- 4 リテーナーの側面を持ちます。方向のノッチとドロワーの位置を合わせ、リテーナーをゆっくりと均等に押し下げて、ドロワーにしっかりと嵌め込みます。図 6-5 を参照してください。絶対に接点スプリングを押し下げたり引き上げたりしないでください。接点スプリングが永続的に破損するおそれがあります。

アセンブリ全体を点検します。リテーナーは平らな状態で、ドロワーの四隅すべてに嵌まるようにします。

図 6-4 Cool Drawer - 水晶振動子の取り外し

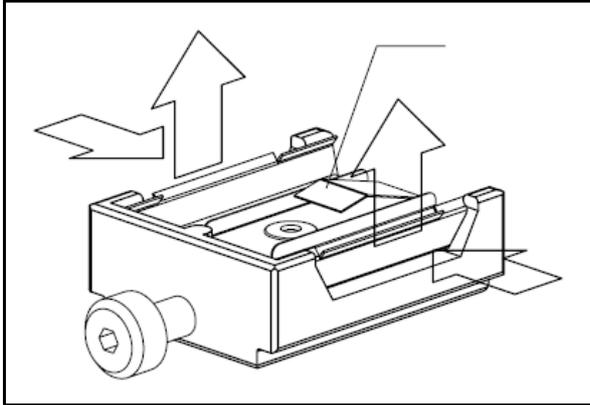
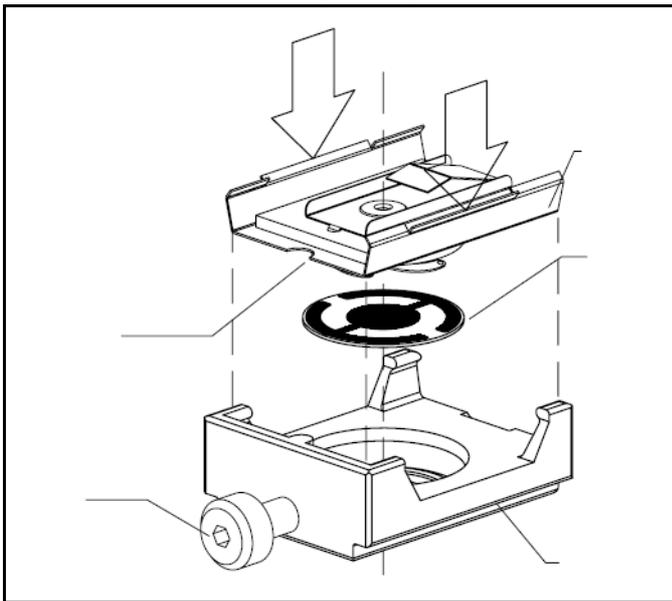


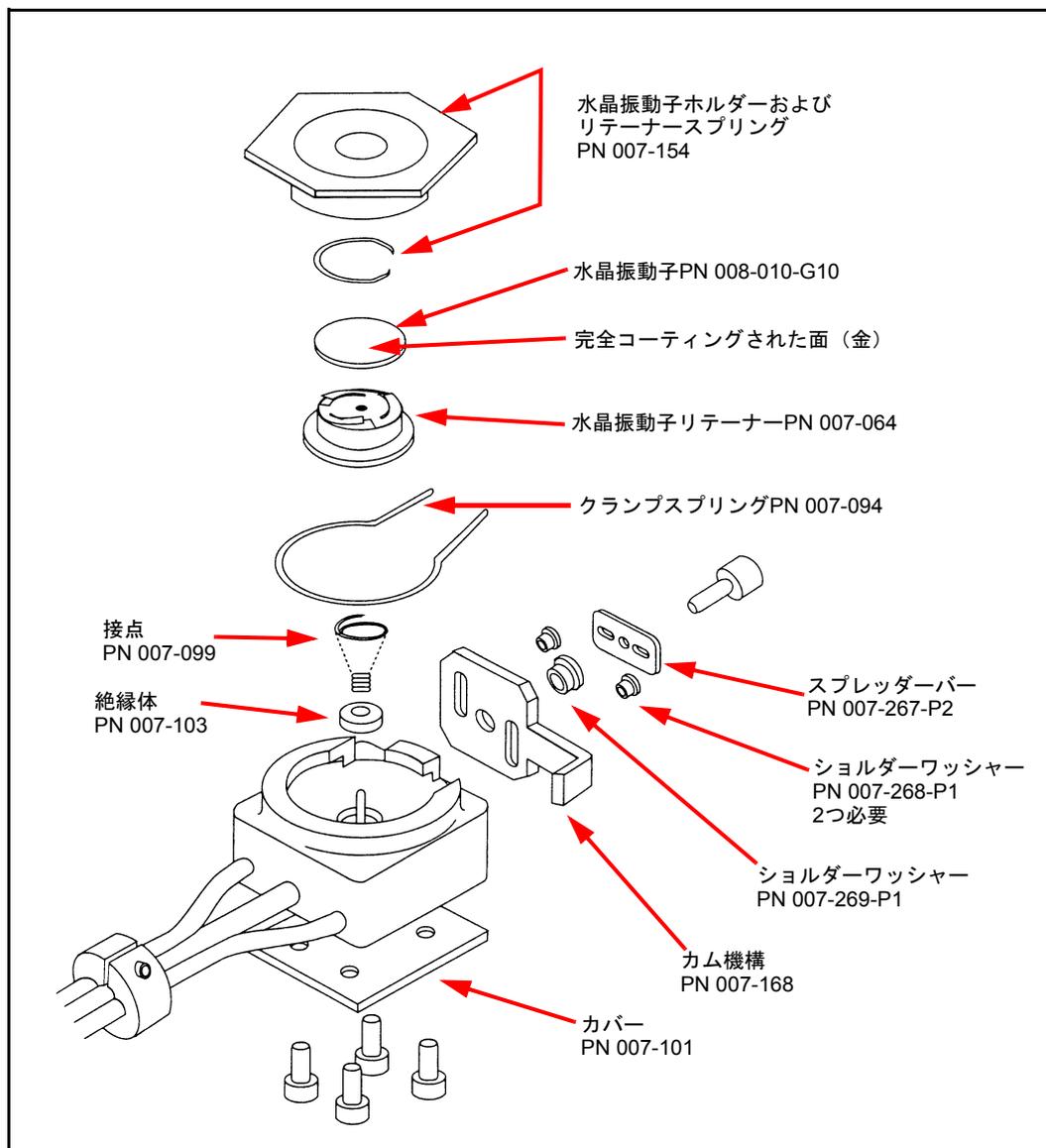
図 6-5 Cool Drawer - 水晶振動子の交換



6.4.4 ベーキング対応センサー

ベーキング対応センサーの場合、手順は前面装着シングルセンサーの場合と同じですが、カムアセンブリーを切り替えてロック解除する必要があります。水晶振動子を交換したら、ホルダーの平らな縁がカム機構と同一平面上になるようにして、カムで所定の位置にロックします。図 6-6 を参照してください。

図 6-6 ベーキング対応水晶振動子センサー



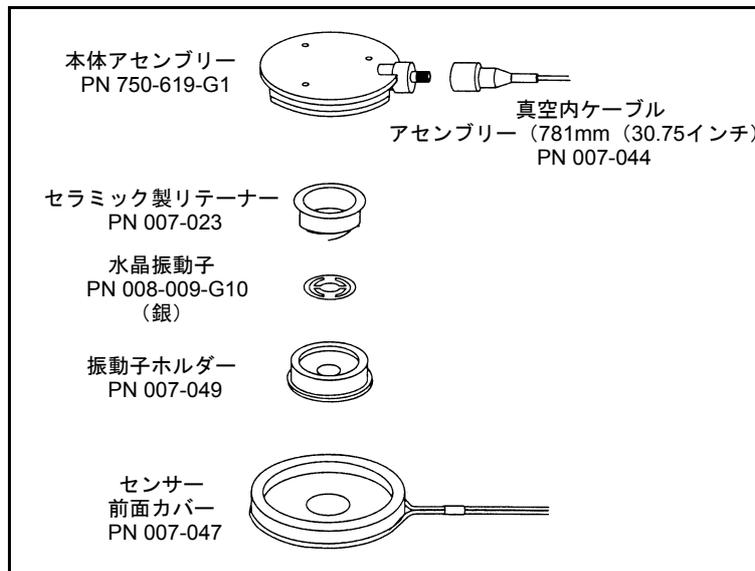
PN 074-446-P1L

6.4.5 スパッタリングセンサー

スパッタリングセンサーの水晶振動子を交換するには、水晶振動子の交換に関する一般的な注意事項を遵守し、以下の指示に従います。

- 1 本体アセンブリーを指でつかみ、まっすぐに引き抜いて水冷式前方部から離します（部品を分離するには、センサーケーブルを取り外す必要があります）。
図 6-7 を参照してください。
- 2 水晶振動子ホルダーをセンサーの正面からまっすぐ引き出します。
- 3 水晶振動子ホルダーからセラミック製リテーナーをCrystal Snatcherでまっすぐ引き出して取り外します（6-24 ページのセクション 6.4.6 を参照）。
- 4 水晶振動子が落ちるように水晶振動子ホルダーをひっくり返します。
- 5 電極の模様のある面を裏に向け、セラミック製リテーナーのリーフスプリングに接触させた状態で、新しい水晶振動子を水晶振動子ホルダーに設置します（スパッタリングには特定の水晶振動子 PN008-009-G10 のみを使用）。
- 6 セラミック製リテーナーを水晶振動子ホルダーに戻し、ホルダーをセンサーの前面カバーに入れます。
- 7 コネクタがセンサー前面のノッチに一致するように背面部の位置を合わせます。2つの部品を一緒にカチッと所定の位置に収めます。センサーケーブルが外れている場合は、再接続します。

図 6-7 スパッタリング用水晶振動子センサー

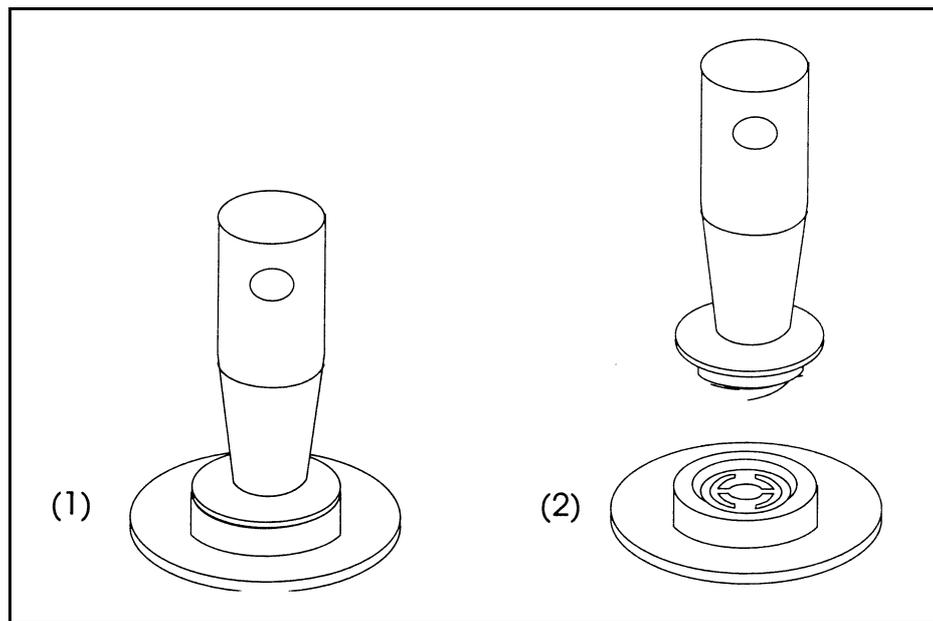


6.4.6 Crystal Snatcher

センサー（Cool Drawer センサーを除く）に付属の Crystal Snatcher は、以下のように使用します：

- 1 Crystal Snatcher をセラミック製リテーナー（1）に挿入し、少し圧力を加えます。これにより、Crystal Snatcher にリテーナーがはまり、そのまま真上にリテーナーを引き出すことができます（2）。
- 2 水晶振動子を交換した後、ホルダーにリテーナーを再挿入します。
- 3 軽く左右に振るような動作で、Crystal Snatcher を放します。

図 6-8 Crystal Snatcher の使用



6.4.7 CrystalSix

このデバイスの詳細な説明については、「CrystalSix 操作マニュアル」（CD PN 074-5000-G1 に収録の PN 074-155）を参照してください。

6.4.8 Crystal12

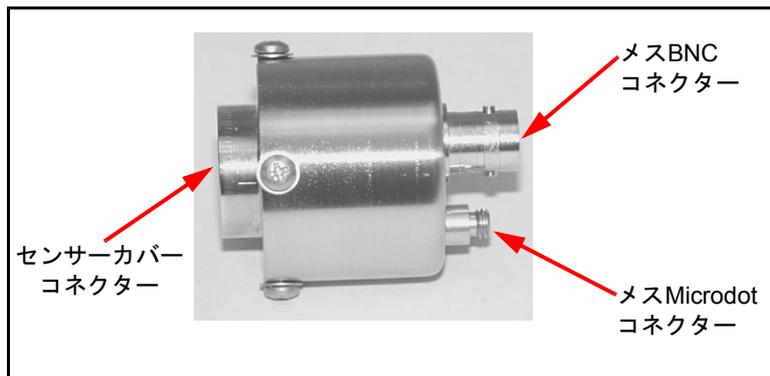
このデバイスの詳細な説明については、「Crystal12 センサー操作マニュアル」（CD PN 074-5000-G1 に収録の PN 074-398）を参照してください。

6.5 水晶振動子センサーエミュレーター PN 760-601-G2

注：760-601-G2は、すべてのインフィコン薄膜蒸着コントローラーと完全に互換性があります。

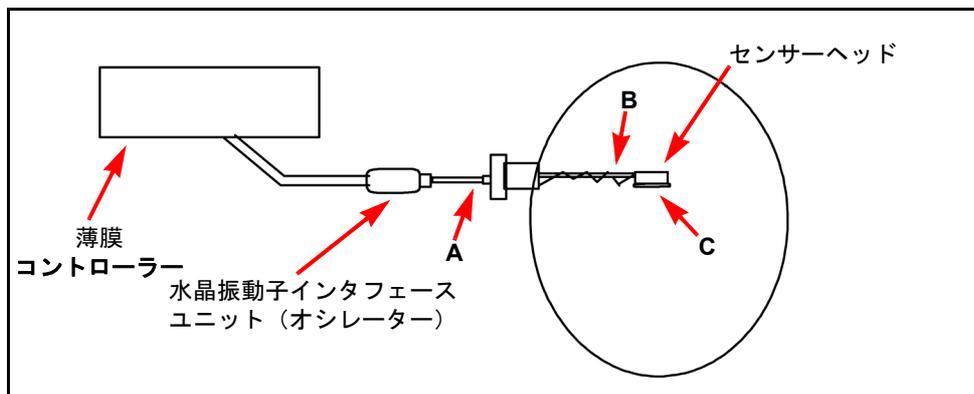
水晶振動子センサーエミュレーターオプションは、薄膜蒸着コントローラーと併用し、蒸着コントローラーの測定システムの問題をすばやく診断します。図 6-9 を参照してください。

図6-9 水晶振動子センサーエミュレーター



水晶振動子センサーエミュレーターは、オシレーターからセンサーヘッドまでの測定システムのさまざまな箇所に取り付けることができます。これは、既知の良好なモニター用水晶振動子を備えており、既知の良好な電気接続があります。エミュレーターとコントローラーを体系的に使用することで、測定システム、ケーブル、またはセンサーの問題をすばやく切り分けることができます。図 6-10 を参照してください。

図6-10 水晶振動子センサーエミュレーターの取り付けポイント



CAUTION

本製品は診断ツールとして設計されており、真空内での使用は意図していません。
真空システム内に水晶振動子センサーエミュレーターを設置した状態でプロセスを実行しないでください。

6.5.1 診断手順

以下の診断手順では、水晶振動子センサーエミュレーターを使用して、定期的に表示される水晶振動子の故障メッセージを分析します。症状は水晶振動子の故障メッセージで、モニター用水晶振動子を良好な新品に交換した後も、蒸着コントローラーによって表示されます。

6.5.1.1 測定システムの診断手順

- 1 6-25 ページの  6-10 を参照してください。ポイント A において、フィードスルーから 6 インチ BNC ケーブルを抜きます。
- 2 6 インチ BNC ケーブルのポイント A に、水晶振動子センサーエミュレーターを接続します。
 - ◆ 約 5 秒後に水晶振動子の故障メッセージが消えれば、測定システムは適切に動作しています。フィードスルーに 6 インチ BNC ケーブルを再接続します。セクション 6.5.1.2 に進みます。
 - ◆ 水晶振動子の故障メッセージが消えない場合は、そのまま手順 3 に進みます。
- 3 オシレーターとエミュレーターから 6 インチ BNC ケーブルを抜きます。
- 4 6 インチ BNC ケーブルを目視で点検して、中心ピンが適切に取り付けられていることを確認します。
- 5 オームメーターを使用して、6 インチ BNC ケーブルでの電気接続を確認します。
 - ◆ 中心ピンと中心ピンの間には導通 (0.2Ω 未満) が必要です。
 - ◆ 中心ピンとコネクタースールド間には絶縁 (10MΩ 超) が必要です。
 - ◆ コネクタースールドとコネクタースールドの間には導通が必要です。6 インチ BNC ケーブルの不良が確認された場合は交換して、手順 2 を繰り返します。
- 6 6 インチ BNC ケーブルが不良ではない場合、オシレーターと水晶振動子センサーエミュレーターに 6 インチケーブルを再接続します。水晶振動子の故障メッセージが消えない場合は、インフィコンに連絡してください (1-5 ページのセクション 1.3 を参照)。

6.5.1.2 フィードスルーまたは真空内ケーブル

診断手順

- 1 6-25ページの図6-10を参照してください。センサーヘッドのポイントBから真空内ケーブルを抜きます。
- 2 水晶振動子センサーエミュレーターを、真空内ケーブルに接続します。
 - ◆ 約5秒後に水晶振動子の故障メッセージが消えれば、フィードスルーと真空内ケーブルは適切に動作しています。センサーヘッドに真空内ケーブルを再度取り付けます。6-28ページのセクション6.5.1.3に進みます。
 - ◆ 水晶振動子の故障メッセージが消えない場合は、そのまま手順3に進みません。
- 3 フィードスルーおよびエミュレーターから真空内ケーブルを抜きます。フィードスルーから6インチBNCケーブルを抜きます。
- 4 オームメーターを使用して、フィードスルー上のBNC中心ピンからフィードスルー上のMicrodot中心ピンまでの導通を確認します。一般的な値は 0.2Ω 未満です。
- 5 電気接地（フィードスルー本体）からのフィードスルー上の中心ピンの絶縁を確認します。一般的な値は $10M\Omega$ を上回ります。

フィードスルーの不良が確認された場合は、フィードスルーを交換し、BNCケーブルと真空内ケーブルを再接続して、手順2から繰り返します。それ以外の場合は、そのまま手順6に進みます。

- 6 真空内ケーブルの中心ピンから中心ピンへの導通を確認します。
- 7 真空内ケーブルの中心ピンが真空内ケーブルシールドから電氣的に絶縁されていることを確認します。

真空内ケーブルの不良が確認された場合は交換します。BNCケーブルと真空内ケーブルを再度取り付けて、手順2から繰り返します。それ以外の場合は、そのまま手順8に進みます。

- 8 真空内ケーブルをフィードスルーに接続します。
- 9 フィードスルーのBNCコネクターの中心ピンから真空内ケーブルの未終端の末端にある中心ピンまでの導通を確認します。
- 10 中心ピンから電気接地（フィードスルー本体）の絶縁を確認します。

フィードスルー/真空内ケーブルシステムの不良が確認された場合は、フィードスルーから真空内ケーブルまでの接続で不良の電気接点を探します。必要に応じて、フィードスルーを修理または交換します。

BNCケーブルと真空内ケーブルを再度取り付けて、手順2から繰り返します。それ以外の場合は、そのまま手順11に進みます。

- 11 フィードスルーに6インチBNCケーブルを接続し、水晶振動子インタフェースユニット（オシレーター）からケーブルを抜きます。
- 12 フィードスルーのMicrodotコネクターの中心ピンから6インチBNCケーブルの未終端の末端までの導通を確認します。

13 中心ピンから電気接地（フィードスルー本体）の絶縁を確認します。

フィードスルー /6 インチ BNC ケーブルシステムの不良が確認された場合は、フィードスルーから BNC ケーブルまでの接続で不良の接点を探します。必要に応じて、フィードスルーを修理または交換します。XIU への BNC ケーブルと、水晶振動子ヘッドへの真空内ケーブルを再度取り付けて、手順 2 から繰り返します。

6.5.1.3 センサーヘッドまたはモニター用水晶振動子

診断手順

- 1 センサーヘッドから水晶振動子カバーを外します。
- 2 6-25 ページの  6-10 を参照してください。水晶振動子センサーエミュレーターを、センサーヘッドのポイント C に接続します。
 - ◆ 約 5 秒後に水晶振動子の故障メッセージが消えれば、センサーヘッドは適切に動作しています。センサーヘッドに水晶振動子カバーを再挿入し、6-29 ページの [セクション 6.5.1.4](#) に進みます。
 - ◆ 水晶振動子の故障メッセージが消えない場合は、そのまま手順 3 に進みます。
- 3 センサーヘッドとフィードスルーから真空内ケーブルを抜きます。センサーヘッドから水晶振動子センサーエミュレーターを外します。
- 4 オームメーターを使用して、センサーヘッドの電気接続を確認します。
 - ◆ センサーヘッドの Microdot コネクターの中心ピン接点からセンサーヘッドのフィンガースプリング接点までに導通があることを確認します。
 - ◆ Microdot コネクターの中心ピンとセンサーヘッド本体との間には絶縁が必要です。

センサーヘッドの不良が確認された場合は、インフィコンに連絡して、センサーヘッドの修理を依頼してください。1-5 ページの [セクション 1.3](#) を参照してください。

- 5 センサーヘッドに真空内ケーブルを接続します。
 - ◆ センサーヘッドのフィンガースプリング接点から、真空内ケーブルの未終端の末端にある中心ピンまでの間に導通 (0.2Ω 未満) があることを確認します。
 - ◆ フィンガースプリング接点と、真空内ケーブルシールドとの間に絶縁 (10MΩ 超) があることを確認します。

センサーヘッドまたは真空内ケーブルシステムの不良が確認された場合は、真空内ケーブルからセンサーヘッドまでの接続で不良の接点を探します。必要に応じて、センサーヘッドを修理または交換してください。フィードスルーに真空内ケーブルを再度取り付けして、手順 2 から繰り返します。

- 6 センサーヘッドのリーフスプリングとセラミック製リテーナーのリーフスプリングは、60 度程度まで曲げてください。

6.5.1.4 システム診断に合格したが水晶振動子の故障メッセージが引き続き表示される

システムが適切に動作していても水晶振動子の故障メッセージが引き続き表示される場合は、以下の手順を実行します。

- 1 セラミック製リテーナーで、中央のリベットがしっかりと固定されていることを確認します。必要に応じて、セラミック製リテーナーを修理または交換します。
- 2 水晶振動子カバーの内部を点検して、材料が堆積されているかを確認します。必要に応じて、水晶振動子カバーをクリーニングまたは交換します。

センサーヘッドの接点、センサーヘッド / 真空内ケーブルの接続、およびセラミック製リテーナーの接点を確認したら、システムを再度組み立てます。水晶振動子の故障メッセージが引き続き表示される場合、モニター用水晶振動子を良好なモニター用水晶振動子と交換します。モニター用水晶振動子を既知の良好な測定システムに挿入して、正しく動作することを確認します。引き続き問題が発生する場合は、1-5ページの[セクション1.3](#)を参照してインフィコンに連絡してください。

6.5.2 % 水晶振動子の寿命

水晶振動子センサーエミュレーターは、基本周波数 5.5MHz を有する水晶振動子を備えています。水晶振動子センサーエミュレーターを接続した状態では、% 水晶振動子の寿命の画面に約 50% が表示されます。

6.5.3 センサーカバー接続

水晶振動子センサーエミュレーターを使用して、インフィコン薄膜蒸着コントローラーおよびモニターの測定システムを確認できます。

ただし、水晶振動子センサーエミュレーターのセンサーカバーコネクタに対して、互換性があるセンサーヘッドと、互換性がないセンサーヘッドがあります。これについては、以降のセクションで説明します。

6.5.3.1 互換性があるセンサーヘッド

センサーカバー接続は、表 6-5 に示すセンサーヘッドに適しています。

表 6-5 互換性があるセンサーヘッド

センサーヘッド	部品番号
前面装着シングルセンサーヘッド	SL-XXXXX
前面装着デュアルセンサーヘッド	DL-AEXX

6.5.3.2 互換性がないセンサーヘッド

表 6-6 に、水晶振動子センサーエミュレーターのセンサーカバーコネクタに適していないセンサーヘッドを示します。

表 6-6 互換性がないセンサーヘッド

センサーヘッド	部品番号
前面装着 UHV ベーキング対応センサーヘッド	BK-AXX
Cool Drawer シングルセンサーヘッド	CDS-XXXXX
スパッタリングセンサーヘッド	750-618-G1
CrystalSix センサーヘッド	750-446-G1
Cool Drawer デュアルセンサーヘッド	CDD-XXXX
Crystal12 センサーヘッド	XL12-XXXXXX
RSH-600 センサーヘッド	15320X-XX

注：水晶振動子センサーエミュレーターのセンサーカバーは、半田付けされたフィンガースプリングを備える旧型のインフィコントランスデューサーの水晶振動子ホルダーの開口部には接続できません。

6.5.4 仕様

寸法

直径 1.58 x 1.79 インチ
(直径 40.13mm x 45.47mm)

温度範囲

0 ~ 50°C

周波数

PN 760-601-G2 : 室温で 5.5MHz ± 1ppm

材質

304 ステンレス製、ナイロン、Teflon[®]、真ちゅう一部の内部コンポーネントには、亜鉛、スズ、鉛が含まれています。

第7章 校正手順

7.1 密度、ツーリング、およびZレシオの重要性

QCM (quartz crystal microbalance : 水晶振動子マイクロバランス法) は、水晶振動子センサーの面に堆積した蒸着物の質量を正確に測定する手法です。XTC/3は、この付加された材料の密度 (成膜 / 蒸発源パラメーター設定の [Density] パラメーターで指定) を把握しているため、質量情報を膜厚に変換できます。最高レベルの精度が要求される状況では、[セクション 7.2](#) に示すように、密度校正を行う必要があります。

蒸発源からの物質流は均一ではないため、基板に到達する物質量に対する、センサーに到達する物質量の差を考慮することが必要です。この要素は、成膜 / センサーパラメーター設定の [Tooling] パラメーターで設定します。ツーリングファクターは、[セクション 7.3](#) に示すガイドラインに従って実験的に確定できます。

Zレシオが不明な場合は、[セクション 7.4](#) に示す手順で決定するか、[セクション 7.5](#) に示すように推定するか、デフォルト値の 1.0 に設定できます。推定した値が原因で生じる膜厚誤差は非線形となり、膜厚合計、代替材料の膜層数、および実際のZレシオとの差とともに増加します。一般に、水晶振動子の寿命が 10% に達する前に振動子を交換する場合、膜厚誤差の大きさは小さく、ほとんどのアプリケーションで無視できる程度です。

7.2 密度の決定

注： 大半のアプリケーションには、材料ライブラリーから取得したバルク密度値を使用すれば、精度の面で問題はありません。

以下の手順に従って、密度値を決定します：

- 1 水晶振動子とこの基板に同一膜厚が成膜されるように、センサーの横に (膜厚測定に適した覆いを施した) 基板を配置します。
- 2 密度を、成膜材料のバルク値または適切な値に設定します。
- 3 Zレシオを 1.000、ツーリングを 100% に設定します。
- 4 センサーに新品の水晶振動子を取り付けて、手動制御で短時間の蒸着 (1000 ~ 5000Å) を実行します。
- 5 蒸着後、テスト用基板を取り出し、多光束干渉計またはスタイラス型表面形状測定装置を使用して、膜厚を測定します。

- 6 以下の式を用いて、新しい密度値を決定します：

$$[\text{Density}](\text{g}/\text{cm}^3) = D_1 \left(\frac{T_x}{T_m} \right) \quad [1]$$

説明：

D_1 = 初期密度設定

T_x = Cygnus に示される膜厚測定値

T_m = 膜厚測定値

- 7 テスト蒸着実施から計算された密度値を入力するまでに、XTC/3に示された膜厚が0にリセットされていない場合は、計算された密度をチェックできます。具体的には、新しい密度値でXTC/3をプログラミングして、表示された膜厚値が測定値と等しいことを確認します。

注： $T_x = T_m$ となるように、密度の微調整が必要となる場合があります。

7.3 ツーリングの決定

- 1 システムの基板ホルダーに、テスト用基板を取り付けます。
- 2 短時間の蒸着を実行して、実際の膜厚を測定します。
- 3 以下の関係に基づいて、ツーリングを計算します：

$$[\text{Tooling}] (\%) = \text{TF}_i \left(\frac{T_m}{T_x} \right) \quad [2]$$

ここで、

T_m = 基板ホルダーにおける実際の膜厚

T_x = Cygnus に示される膜厚測定値

TF_i = 初期ツーリングファクター

- 4 ツーリングのパーセント値を四捨五入して、0.1%の位に丸めます。
- 5 この新しい値をツーリング値としてプログラムに入力すると、計算が正しく実行されれば、 T_m は T_x と等しくなります。

注： ツーリングの校正には、個別の蒸着を3回以上実行することを推奨します。蒸発源の分布やシステム側の他の要素の違いや変動があると、膜厚も若干異なります。最終校正には、ツーリングファクターの平均値を使用します。

7.4 Z レシオの実験的測定

よく使用される材料の Z 値のリストは、材料ライブラリーで提供されています。それ以外の材料の Z 値は、以下の式から計算できます：

$$Z = \left(\frac{d_q \mu_q}{d_f \mu_f} \right)^{\frac{1}{2}} \quad [3]$$

$$Z = 9.378 \times 10^5 (d_f \mu_f)^{-\frac{1}{2}} \quad [4]$$

説明：

d_f = 蒸着膜の密度 (g/cm³)

μ_f = 蒸着膜のせん断弾性率 (dynes/cm²)

d_q = 石英 (水晶) の密度 (2.649g/cm³)

μ_q = 石英 (水晶) のせん断弾性率 (3.32 x 10¹¹dynes/cm²)

多くの材料の密度やせん断弾性率は、各種の物質ハンドブックに掲載されていません。

実験結果から、薄膜形態の材料の Z 値は、それぞれのバルク値に非常に近いことがわかっています。しかし、高い応力が生じる材料の場合、薄膜形態での Z 値は、バルク材料の Z 値よりもわずかに低くなります。より正確な校正が要求されるアプリケーションについては、以下の直説的な手法を使用することを推奨します：

- 1 7-1 ページの **セクション 7.2** の説明に従って、正しい密度値を確定します。
- 2 新品の水晶振動子を取り付けて、開始時周波数 F_{c0} を記録します。この情報を得るには、S13 コマンドを送信する必要があります (第 5 章、リモート通信を参照)。
- 3 水晶振動子の [% Life] が約 50% と表示されるまで、またはその材料に対する水晶振動子の寿命の終了に近くなるまで (値の小さい方)、テスト用基板で蒸着を行います。
- 4 蒸着を停止し、S13 コマンドを使用して終了時周波数 F_c を記録します。
- 5 テスト用基板を取り出し、多光束干渉計またはスタイラス型表面形状測定装置を使用して、膜厚を測定します。
- 6 手順 1 で得た密度値と記録した F_{c0} および F_c の値を使用して、計算した膜厚値が実際の膜厚値と等しくなるように、**数式 [5]** の膜厚の Z レシオ値を調整します。計算した膜厚値が実際の膜厚値よりも大きい場合は、Z レシオ値を上げます。計算した膜厚値が実際の膜厚値よりも小さい場合は、Z レシオ値を下げます。

$$T_f = \frac{Z_q \times 10^4}{2\pi zp} \left\{ \left(\frac{1}{F_{co}} \right) A \tan \left(z \tan \left(\frac{\pi F_{co}}{F_q} \right) \right) - \left(\frac{1}{F_c} \right) A \tan \left(z \tan \left(\frac{\pi F_c}{F_q} \right) \right) \right\} \quad [5]$$

説明：

T_f = 蒸着膜の膜厚 (kÅ)

F_{co} = センサーの水晶振動子の開始時周波数 (Hz)

F_c = センサーの水晶振動子の終了時周波数 (Hz)

F_q = 未成膜時の公称周波数 = 6045000 (Hz)

z = 蒸着膜の材料の Z レシオ

Z_q = 石英の比音響インピーダンス = 8765000 (MKS 単位)

p = 蒸着膜の密度 (g/cc)

7.5 Z レシオの推定

多層膜の蒸着の場合 (2つの膜層など)、2つ目の膜層に使用した Z 値は、2つの膜層の相対膜厚に基づいて推定できます。大半のアプリケーションには、以下の3つのルールに従うことで、十分な精度を達成できます：

- ◆ 膜層1の膜厚が膜層2と比較して大きい場合、両方の膜層に物質1のZレシオを使用する。
- ◆ 膜層1の膜厚が膜層2と比較して薄い場合、両方の膜層に物質2のZレシオを使用する。
- ◆ 両方の膜層の膜厚がほぼ等しい場合は、膜層2とそれ以降の膜層の蒸着には、2つのZ値の重み付け平均である値をZレシオ値として使用する。

第 8 章

測定および制御の理論

8.1 原理

QCM (Quartz Crystal deposition monitor : 水晶振動子蒸着モニター) は、蒸着物の堆積による質量増加に対するモニター用水晶振動子の圧電感度を利用します。QCM は、この質量感度を使用して、真空蒸着の蒸着レートと最終膜厚を制御します。

適切な形状に切り出した圧電性水晶板の面に対して電圧を印加すると、水晶板は歪み、印加電圧に応じて形状を変化させます。印加電圧の特定の離散周波数において、非常に鋭い電気機械共振状態が生じます。

水晶振動子の面に質量が付加されると、その共振周波数は減少します。この周波数変化は再現性が高く、水晶振動子の具体的な振動モードに対して正確に把握されています。このヒューリスティックに把握しやすい現象が、原子層にも満たない蒸着物の付加を容易に検出できる、測定およびプロセス制御には欠かせないツールの原理です。

1950 年代後半、Sauerbrey^{1,2} と Lostis³ により、物質堆積時の (または合成物を伴う) 周波数 F_C および未堆積時の周波数 F_q を持つ水晶振動子の周波数変化 $\Delta F = F_q - F_C$ と、付加された物質の質量変化 f には、以下の式による関係が成り立つことが確認されました :

$$\frac{M_f}{M_q} = \frac{(\Delta F)}{F_q} \quad [1]$$

ここで、 M_q は未堆積時の水晶振動子の質量です。

これを単純に置き換えることで、初の周波数測定器で採用されることになった以下の式が導かれます :

$$T_f = \frac{K(\Delta F)}{d_f} \quad [2]$$

ここで、膜厚 T_f は、周波数変化 ΔF に (K を介して) 比例し、膜密度 d_f に反比例します。定数は $K = N_{at}d_q/F_q^2$ です ($d_q (= 2.649\text{g/cm}^3)$ は単一の石英 (水晶) の密度、 $N_{at} (= 166100\text{Hz cm})$ は AT カット水晶の周波数定数)。開始時周波数が 6.0MHz の水晶振動子は、その表面に 1 オングストロームのアルミニウム (密度 2.77g/cm^3) が付加されたとき、周波数は 2.27Hz 減少します。この方法を用いて、水晶振動子の周波数シフトの正確な測定により、剛体の吸着層の膜厚を導き出せます。それまでは利便性の高い、あるいは実用的な測定方法が存在しなかった状況で、この効果の定量的な知識を得られるようになり、真空システムでどの程度の量の材料が基板に蒸着しているのかを測定する手段が提供されるようになりました。

1.G. Z. Sauerbrey, Phys.Verhand .8, 193 (1957)

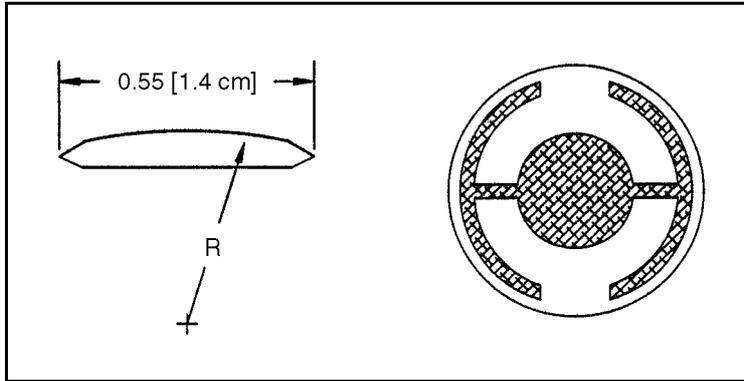
2.G. Z. Sauerbrey, Z. Phys.155,206 (1959)

3.P. Lostis, Rev. Opt.38,1 (1959)

8.1.1 モニター用水晶振動子

周辺の電子部品がどれほど高機能であっても、蒸着モニターの基幹部品は水晶振動子です。図 8-1 に示す水晶振動子は、図 8-2 に示す周波数応答スペクトルを有します。縦座標は、指定周波数における応答の大きさ、つまり水晶振動子内の電流の流れを表します。

図 8-1 水晶振動子



最低周波数応答は、主として、基本振動と呼ばれる厚みすべり振動モードです。厚みすべり振動モードの特長な動きとして、モニター用水晶振動子の主要面に平行な方向に変位が生じます。言い換えれば、図 8-3 に示すように、これらの面が変位の波腹になります。

わずかに高い周波数における応答は非調和と呼ばれ、厚みすべり振動モードと厚みねじれ振動モードが組み合わされたものです。基本周波数の約 3 倍の周波数での応答は、三次準調和と呼ばれています。また、準調和に関連付けられた、わずかに高い周波数での一連の非調和も存在します。

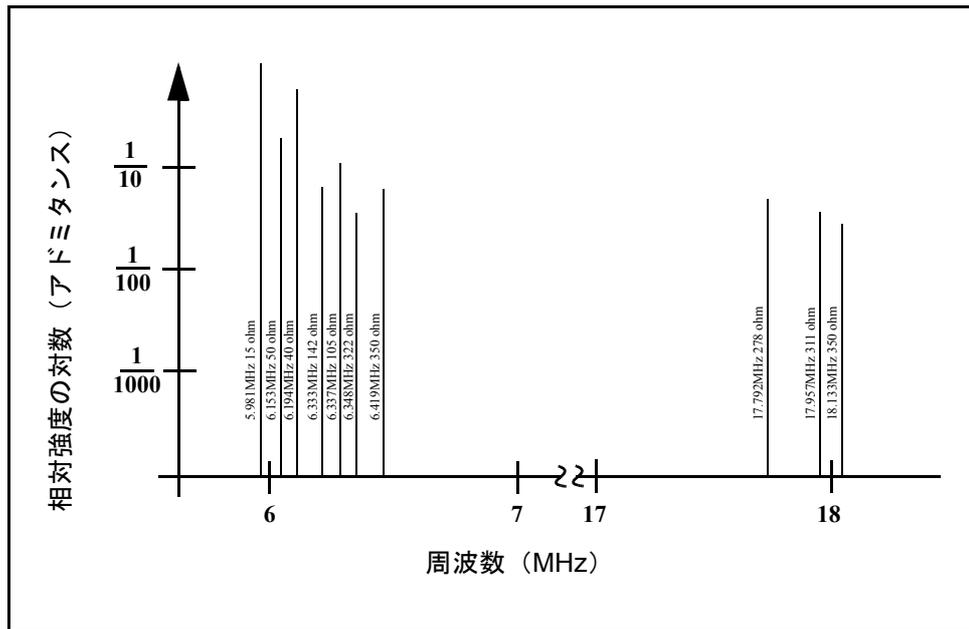
図 8-1 に示すモニター用水晶振動子の設計は、当初採用されていた、全面電極化された平面に平行な面を持つ四角形の水晶板から、いくつかの大きな改良を経ていきます。

第一の改良は、円形的水晶板を採用したことです。対称性が高まったことで、許容振動モード数が大幅に減りました。第二の改良では、水晶板の 1 つの面に輪郭処理が施され、励起する電極のサイズが小さくなりました。こうした改良は、音響エネルギーを閉じ込める効果につながります。電極の直径を小さくすることで、励起は中心部に制限されます。

輪郭処理により、進行する音響波のエネルギーは、水晶板の縁に到達する前に散逸します。新たに発生した波との干渉が生じる可能性がある中心部までエネルギーが反射されないため、小さな水晶板であっても、無限の範囲を有するかのような挙動を示すことができます。水晶板の振動は中心部に限定されるため、水晶板の外縁をホルダーに固定しても、望ましくない影響を引き起こすことはありません。

さらに、輪郭処理によって、通常は望ましくない非調和振動モードの応答強度も低減されます。結果として、オシレーターにとって望ましくない振動が持続する可能性も大幅に減ります。

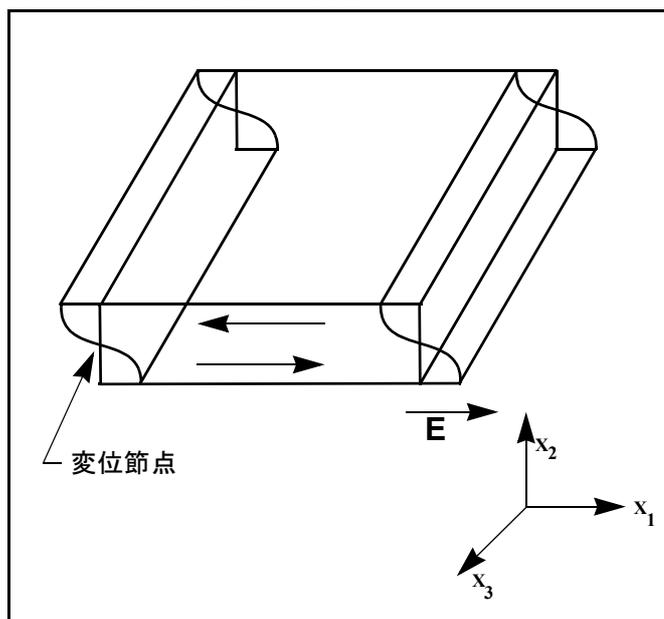
図 8-2 周波数応答スペクトル



接着層を採用したことで電極と水晶板の結合が向上し、膜応力が上昇するにつれて発生する、電極と水晶板の間の極小の剥がれに起因するレートスパイクが減ります。こうした極小の剥がれによって、蒸着膜の一部が未接着のままとなり、発振に寄与できなくなります。こうした未接着部分は検出されなくなるため、膜厚を正確に測定できません。

AT 振動子は、室温では、温度変化によって生じる周波数変化が非常に小さいため、蒸着監視用によく採用されています。現在、質量の付加による周波数変化（負の値）を区別する方法や、水晶振動子または成膜によって誘発される応力に関する温度勾配に起因する周波数変化さえも区別する方法はないため、こうした温度に誘発される変化をできる限り抑えることが重要になります。わずかな質量変化を正確に測定できる唯一の方法であるのは、こうした理由に基づきます。

図 8-3 厚みすべり振動による変位



8.1.2 周期測定法

数式 [2] を用いた機器は非常に有効ではあったものの、一般的に ΔF の精度が $0.02F_q$ 未満に制限されるなど、精度が極めて限定されることがすぐに判明しました。1961年に、Behrndt⁴によって、以下の式が成り立つことがわかりました：

$$\frac{M_f}{M_q} = \frac{(T_c - T_q)}{T_q} = \frac{(\Delta F)}{F_c} \quad [3]$$

ここで、 T_c は成膜（合成物）を伴う水晶振動子の振動周期、 T_q は未成膜の水晶振動子の振動周期です。

周期測定法は、2つの要素から派生しています。1つは、時間測定のデジタルな実装です。もう1つは、水晶振動子の厚さ l_q と振動周期 $T_q = 1/F_q$ の間の比例性を数学的に厳密に表した式の確立です。

電子機器に導入された周期測定法では、蒸着による影響を受けず、通常はモニター用水晶振動子よりも大幅に高い周波数を有する基準振動子と呼ばれる2つ目の水晶振動子を使用します。この基準振動子を用いて、モニター用水晶振動子の振動周期を把握するための、短く正確な時間間隔を設定します。これには、2つのパルスアキュムレーターを使用します。1台目のアキュムレーターを使用して、モニター用水晶振動子の固定のサイクル数 m を累算します。2台目のアキュムレーターも同じタイミングで起動しますが、1台目のアキュムレーターで m カウントが累算されるまで、基準振動子のサイクル数を累算します。

基準振動子の周波数は既知の値であり、安定しているため、 m カウントを累算するまでの時間は、 $\pm 2/F_r$ (F_r は基準振動子の周波数) の精度に等しいことが知られています。モニター用水晶振動子の周期は $(n/F_r)/m$ (n は2台目のアキュムレーターで累算されたカウント数) です。測定精度は、基準クロックの速度とゲート時間の長さ (m の大きさに設定される) によって決まります。どちらか一方または両方を増加させることで、測定精度が向上します。

(短いゲート時間が要求される) 高速測定、低蒸着レート、低密度材料が要求される場合は、高周波数の基準振動子が不可欠です。どれも測定間における質量に誘発される微細な周波数シフトを解くために、高い時間精度を必要とします。モニター用水晶振動子の測定ごとの周波数変化が小さい場合、つまり測定精度と同程度である場合には、高品質なレート制御を達成できません。測定の不確かさによって、より多くのノイズが制御ループで生じるため、さらに長い時定数でしか対処できません。時定数が長いと、レート誤差の補正が非常に遅くなり、目的レートからの逸脱が比較的長時間になります。こうした逸脱は、単純な成膜にとって重要でないこともありますが、低レートで成膜する極薄膜の超格子や光学フィルターといった重要な成膜部品の製造においては、許容できない誤差の原因となります。多くの場合、層ごとの再現性が1～2%を超えると、こうした成膜に要求される特性は失われます。最終的には、基準振動子の実際の安定性と周波数によって、従来の測定機器の測定精度が制限されます。

4.K. H. Behrndt, J. Vac.Sci.Technol.8, 622 (1961)

8.1.3 Z-match 法

共振する水晶振動子と蒸着膜システムを 1 次元の連続音響共振器として厳密に扱った Miller と Bolef⁵ による基礎研究に基づいて、Lu と Lewis⁶ は、1972 年に、単純化された Z-match™ 方程式を構築しました。同じ頃、電子工学分野では最先端技術としてマイクロプロセッサが登場しており、Z-match 方程式をリアルタイムで解くことが実際にも必要となりました。現在販売されている蒸着プロセスコントローラーの大半は、共振する水晶振動子と成膜システムの音響特性を考慮した、[数式 \[4\]](#) に示す高度な方程式を採用しています。

$$T_f = \left(\frac{N_{at}d_q}{\pi d_f F_c Z} \right) \arctan \left(Z \tan \left[\frac{\pi(F_q - F_c)}{F_q} \right] \right) \quad [4]$$

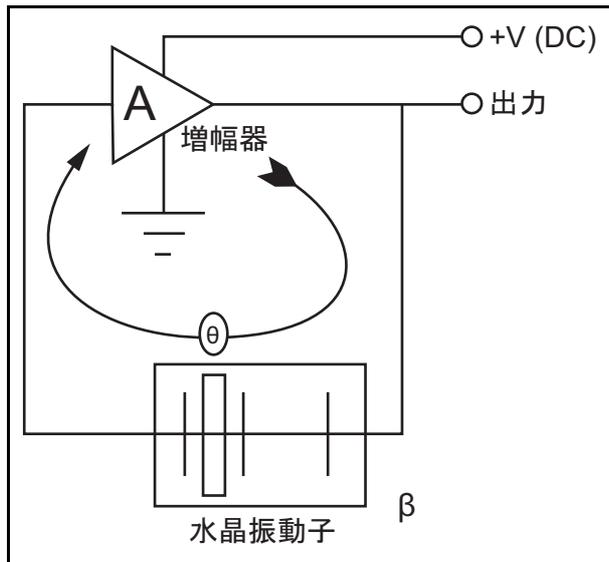
ここで、 $Z = (d_q u_q / d_f u_f)^{1/2}$ は音響インピーダンス比、 u_q は水晶振動子のせん断弾性率、 u_f は膜のせん断弾性率です。ようやく、プロセス制御に実用的な時間枠内で、理論的に正しい結果をもたらすことができる、周波数 - 膜厚変換に関する基礎的な理解を得ることになりました。この新たなレベルの精度を達成するには、ユーザーが蒸着中の膜の材料に関する追加パラメーター Z を入力するだけです。この方程式は、さまざまな材料に対してテストされており、 $F_f = 0.4F_q$ に相当する周波数シフトに対して有効であることが確認されています。ただし、[数式 \[2\]](#) は $0.02F_q$ に対してのみ、[数式 \[3\]](#) は $0.05F_q$ 未満に対してのみ有効であることに注意してください。

8.1.4 アクティブオシレーター

今日までに開発された機器はすべて、[図 8-4](#) に概略を示したようなアクティブオシレーターを利用しています。この回路は、能動的に水晶振動子を共振状態に維持することで、あらゆる周期または周波数の測定を可能にします。このタイプの回路では、増幅器によって与えられるゲインが、水晶振動子と回路での損失を相殺するのに十分であり、要求される位相シフトを水晶振動子が行える時間だけ、発振が持続されます。[図 8-5](#) に示すように、水晶振動子の基本的な安定性は、直列共振点近くでの水晶振動子のわずかな周波数変化に対する、急激な位相変化から達成されます。

5. J. G. Miller and D. I. Bolef, J. Appl. Phys. 39, 5815, 4589 (1968)
6. C. Lu and O. Lewis, J Appl. Phys. 43, 4385 (1972)

図 8-4 アクティブオシレーター

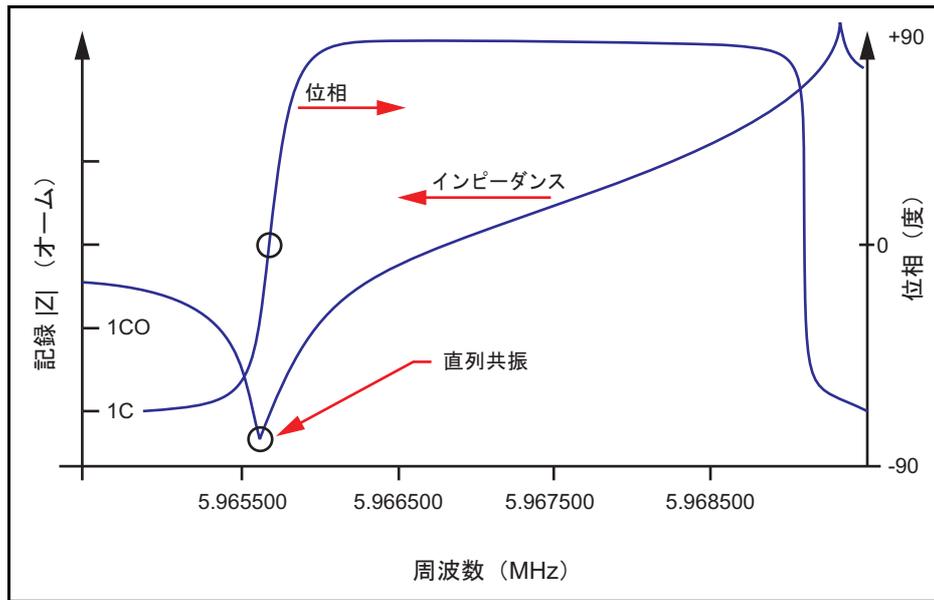


アクティブオシレーターは、直列共振点において作動できるように、0度の位相シフトを行うことが水晶振動子で要求されるよう設計されています。発振に必要な位相シフトを維持するには、微細な周波数変化が必要であるため、水晶振動子の特性として長期的および短期的な周波数安定性が要求されます。温度、経年劣化、短期間のノイズ誘発位相ジッターに起因する電気コンポーネントの値の長期的な変動が生じて、周波数の安定性は水晶振動子によって達成されます。

水晶振動子に質量が付加されると、その電気特性が変化します。8-8 ページの図 8-6 は、図 8-5 に、高負荷をかけた水晶振動子の応答を重ねた図です。図 8-5 で示された急なスロープは見られません。位相のスロープが急でないため、オシレーター内で発生したノイズは、新品の水晶振動子で生成される可能性のあるものよりも大きな周波数シフトにつながります。極端なケースでは、位相 / 周波数の基本形状は維持されず、水晶振動子では 90 度までの位相シフトを与えることができません。

インピーダンス $|Z|$ も、極めて高い値まで上昇することが確認できます。このとき、オシレーターは非調和周波数の 1 つで共振する傾向が高くなります。この状態は短時間で終了することがあり、オシレーターは基本振動モードと非調和振動モードの間で切り替わるか、非調和振動モードでの発振を続けます。これは、モードホッピングと呼ばれる現象で、明らかな周波数変化によって、厄介なレートノイズだけでなく、成膜の誤停止につながることもあります。コントローラーが、こうした状況下でも作動し続けることは珍しくありません。発振を継続している基本振動モードと非調和振動モードの周波数差に相当する量だけ膜厚が突然かつ明らかに薄くなる点を除き、この現象が発生したことを識別できる方法はありません。

図 8-5 直列共振点近くでの水晶振動子の周波数

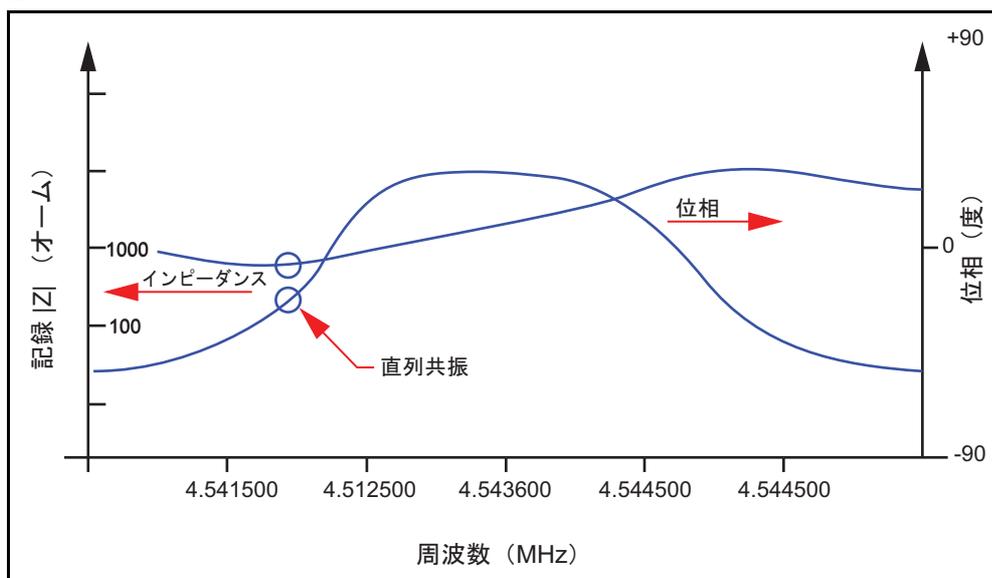


8.1.5 ModeLock オシレーター

インフィコンは、アクティブオシレーターとその限界を取り除く、新しい技術を開発しました。この新しいシステムは、印加した周波数に対する水晶振動子の応答を常時テストして、共振周波数を測定するとともに、水晶振動子が目的の振動モードで発振していることを確認します。この新システムは、モードホッピングと、それによって生じる不正確さから実質的に影響を受けることはありません。高速かつ精度の高いシステムであり、1秒間に4回のレートで.05Hz未満まで、水晶振動子の周波数を測定します。

水晶振動子の振動モードを特定して測定できる能力により、このシステムは、こうした振動モードによってもたらされる追加情報を活用できる新しい機能も提供します。このインテリジェントな新しい測定システムは、水晶振動子の位相 / 周波数特性を利用して、共振周波数を測定します。具体的には、特定周波数の合成正弦波を水晶振動子に印加し、印加された信号の電圧と、水晶振動子内を流れる電流の間の位相差を測定します。直列共振において、この位相差は厳密に0度です。つまり、水晶振動子は純抵抗のような挙動を示します。印加された電圧と水晶振動子から戻る電流を分離し、位相比較器の出力を監視することで、印加した周波数が水晶振動子の共振点よりも高いか低いかを確定できます。水晶振動子のインピーダンスは、基本周波数を大きく下回る周波数では容量性ですが、共振点よりもわずかに高い周波数では本質的に誘導性です。この情報は、水晶振動子の共振周波数が不明であるときに有用です。位相比較器の出力が変化するまで周波数を急速に掃引することで、共振イベントを識別できます。AT水晶振動子については、遭遇する最も低い周波数イベントは基本周波数であることが判明しています。周波数がわずかに高いイベントは、非調和周波数です。この情報は初期化だけでなく、稀に機器で基本周波数を見失う状況においても有用です。水晶振動子の周波数スペクトルを把握できれば、機器は変化する共振周波数を追跡し、以降の膜厚への変換を行うために、周波数の測定値を定期的に提供します。

図 8-6 高負荷をかけた水晶振動子



インテリジェントな測定システムを使用することで、前世代のアクティブオシレーターと比較して、モードホッピング、測定速度、測定精度による影響を受けないといった極めて明確なメリットを多く受けます。

8.1.6 制御ループの理論

測定機器の速度、精度、そして信頼性は向上しても、そうして得られた向上した情報を向上したプロセス制御に伝える手段なしには完全とは言えません。これは、蒸着プロセスにおいて蒸着レートを目的レートにできる限り近付けて維持することを意味します。制御ループの目的は、測定システムからの情報フローを受け取り、使用する蒸発源の特性に適したパワー補正を行うことです。正しく動作している制御システムでは、制御対象のパラメーター（レート）における微細な誤差を、操作パラメーター（パワー）における適切な補正值に変換します。コントローラーでは、素早くかつ高い精度で測定を行い、微細な変化に適切に反応することで、プロセスがセットポイントから大きく逸脱しないようにします。

誤差をアクションに変換するために最も多く採用されているコントローラーモデルがPIDです。PIDは、それぞれProportional（比例）、Integral（積分）、Derivative（微分）の各アクションの頭文字から成ります。このモデルの詳細のいくつかについては後述します。蒸発源の反応性は、特定のコントローラー設定のもとで、外乱に対するシステムの応答を繰り返し観察することで把握できます。応答を観察後、コントローラーの改善されたパラメーターを推定し、十分なレベルの制御が得られるまで推定を繰り返します。最終的に制御が最適化されると、蒸発源の特性に対してコントローラーモデルのパラメーターが一致します。

最適な蒸発源制御パラメーターを計算する方法は、チューニングに使用するデータタイプに基づいて分類されます。基本的には、以下の3つのカテゴリーに分類されます：

- ◆ クローズドループ手法
- ◆ オープンループ手法
- ◆ 周波数応答手法

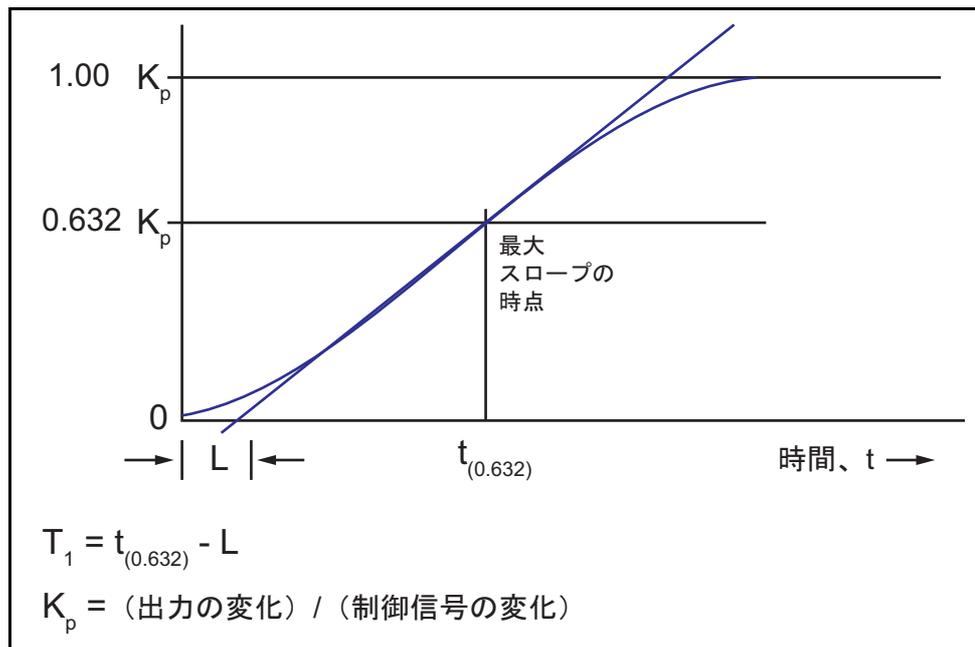
これらのカテゴリの中では、オープンループ手法が最も優れていると考えられています。必要な実験データを容易に得られ、計算法を用いたときのトライアルアンドエラー（の大部分）が不要となる点で優れています。図 8-7 に示すように、重要な応答特性を評価します。

一般に、すべてのプロセスを厳密に特性評価することは不可能です。いくつかの近似値を扱う必要があります。最も一般的なのは、プロセスの動的特性を一次遅れにデッドタイムを加算した値で表せると仮定した方法です。このモデルのラプラス変換（s 領域への変換）は、以下の式で近似値を得られます：

$$\frac{\text{Output}}{\text{Input}} = \frac{K_p \exp(-Ls)}{T_1 s + 1} \quad [5]$$

プロセス反応曲線からは、3 つのパラメーターが決まります。具体的には、定常ゲイン K_p 、デッドタイム L 、そして時定数 T_1 です。図 8-7 のグラフに示すように、システム応答から要求パラメーターを導き出す方法がいくつか提示されています。これらは、遷移の 63.2% 時点での 1 点近似（1 つの時定数）、2 点指数近似、および重み付き最小二乗法指数近似です。前述の情報からプロセスの特性評価を十分に行え、コントローラーのアルゴリズムをカスタマイズできるようになります。

図 8-7 オープンループステップ変化に対するプロセス応答
($t = 0$ において制御信号を増加)



広く利用されているコントローラーモデルが PID タイプで、数式 [6] にラプラス形式で示しています。

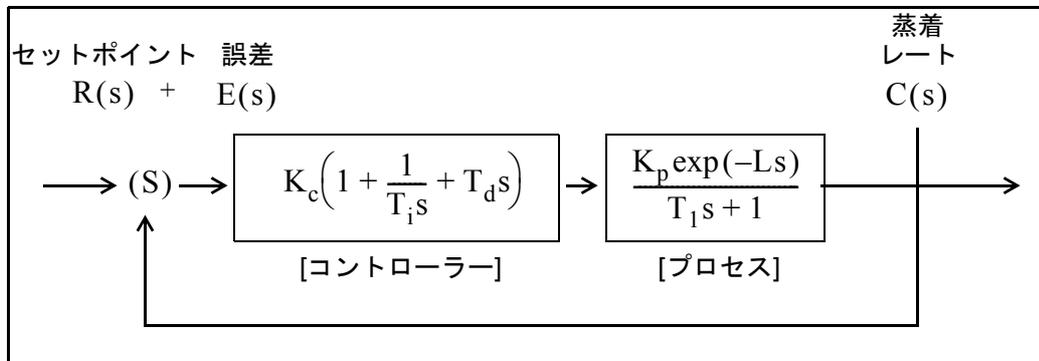
$$M(s) = K_c \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right) E s \quad [6]$$

ここで、

- ◆ $M(s)$ = 操作する変数またはパワー
- ◆ K_c = コントローラーのゲイン（比例項）
- ◆ T_i = 積分時間
- ◆ T_d = 微分時間
- ◆ $E(s)$ = プロセスの誤差

図 8-8 は、コントローラーのアルゴリズムと、一次遅れにデッドタイムを加算したプロセスを表したものです。プロセスブロックには、測定機器と最終制御要素（ここでは蒸発源の電源）の関係も暗黙的に含まれています。 $R(s)$ は、レートセットポイントを表しています。フィードバックのメカニズムは、蒸着レート測定値 $C(s)$ とレートセットポイント $R(s)$ の差によって生じる誤差です。

図 8-8 PID コントローラーのブロック図



制御システムを使用する上で重要なのは、適切な K_c 値、 T_d 値、および T_i 値を選択することです。以下に示すいくつかの数学的定義が存在することからもわかるように、最適な制御は、多少主観的な数量に基づきます。

ISE (Integral of the Squared Error : 制御偏差の二乗積分) は、制御システムの性能について広く提示されている評価基準です。

以下の式で表されます：

$$\text{ISE} = \int e^2(t) dt \quad [7]$$

ここで、誤差 = e = セットポイントから測定レートを引いた値です。ISE による評価は、微細な誤差には比較的影響を受けにくいものの、大きな誤差は積分値に大きく反映されます。そのため、性能の評価基準として ISE を使用すると、遅いタイミングで発生した微細な誤差は積分値にほぼ反映されないため、オーバーシュートが小さく、整定時間が長い応答となります。

性能の評価基準としては、IAE (Integral Absolute Error : 積分絶対誤差) も広く提示されています：

$$\text{IAE} = \int |e(t)| dt \quad [8]$$

この評価基準は、ISE よりも微細な誤差による影響を受けやすいものの、大きな誤差にはそれほど影響を受けません。

さらに別の評価基準としては、Graham と Lathrop⁷による ITAE (Integral of Time multiplied by the Absolute Error : 時間加重偏差絶対値積分) もあります :

$$ITAE = \int t|e(t)|dt \quad [9]$$

ITAE は、避けられない初期の誤差による影響を受けにくいものの、後で発生する誤差に重みを置きます。ITAE により定義される最適な応答では、他の評価基準よりも短い総応答時間と長いオーバーシュートが示されます。一般に、この評価基準は蒸着プロセスの制御に最も有効であると言われています。

蒸着コントローラーの性能評価基準として最も適しているのは ITAE です。オーバーシュートは生じますが、応答時間と整定時間はどちらも短くなります。前述の積分値による性能評価基準のすべてについて、関連付けられた誤差を最小化するために、コントローラーのチューニング関連機能が開発されています。手動入力または実験的測定によるプロセス応答係数を使用することで、以下に示すように、ITAE 評価基準に対して理想的な PID コントローラー係数を計算できます。

$$K_c = (1.36/K_p)(L/T_1)^{-0.947} \quad [10]$$

$$T_i = (1.19T_1)(L/T_1)^{0.738} \quad [11]$$

$$T_d = (0.381T_1)(L/T_1)^{0.995} \quad [12]$$

低速のシステムでは、コントローラーのウィンドアップ (ウィンドアップとは、変化した信号に対してシステムが応答する前に、制御信号が急激に増加する現象) を防止するために、操作する変数 (制御電圧) の変化間隔が延長されます。これにより、システムは前のコントローラー設定変更に応答できるようになり、比較的極端なコントローラー設定にも対応できるようになります。

2 つ目の利点は、合計質量に反応する水晶振動子の性質を利用して、制御に使用するデータが単一レート測定ではなく、複数の測定値で構成されるようになり、プロセスノイズへの耐性が高くなる点です。

迅速に応答し (短い時定数)、デッドタイムがほぼない、または一切ないプロセスシステムの場合、PID コントローラーでは蒸着プロセスノイズに関する問題 (ビームスイープ、溶融プールとるつぼ間での高速なサーマルショートなど) を抱えることが多くなります。こうした状況で有用となる制御アルゴリズムは、積分 / リセットタイプのコントローラーです。このタイプのコントローラーでは、誤差を積分して、システムでの誤差 0 に向かって制御します。この技法は、デッドタイムがほぼない、または一切ない場合に良好に機能します。測定できる程度の遅れやデッドタイムが存在するプロセスに対して、この技法を使用した場合、システム側で応答する前に、制御ループが制御信号を過剰に補正してしまい、制御ループが変動しやすくなります。

7. Graham, D., and Lanthrop, R.C., "The Synthesis of Optimum Transient Response: Criteria and Standard Forms, Transactions IEEE, vol. 72 pt. II, November 1953.

第 A 章 物質表



CAUTION

これらの物質の一部は有毒です。
ご使用前に、物質安全データシートおよび安全上の注意を
参照してください。

* は、特定の物質に対して Z レシオが規定されていないことを示す場合に使用されます。この場合、値 1.000 がデフォルト設定されています。

表 A-1 物質表

化学式	[Density]	Z レシオ	物質名
Ag	10.500	0.529	銀
AgBr	6.470	1.180	臭化銀
AgCl	5.560	1.320	塩化銀
Al	2.700	1.080	アルミニウム
Al ₂ O ₃	3.970	0.336	酸化アルミニウム
Al ₄ C ₃	2.360	*1.000	炭化アルミニウム
AlF ₃	3.070	*1.000	フッ化アルミニウム
AlN	3.260	*1.000	窒化アルミニウム
AlSb	4.360	0.743	アンチモン化アルミニウム
As	5.730	0.966	ヒ素
As ₂ Se ₃	4.750	*1.000	セレン化ヒ素
Au	19.300	0.381	金
B	2.370	0.389	ホウ素
B ₂ O ₃	1.820	*1.000	酸化ホウ素
B ₄ C	2.370	*1.000	炭化ホウ素
BN	1.860	*1.000	窒化ホウ素
Ba	3.500	2.100	バリウム
BaF ₂	4.886	0.793	フッ化バリウム
BaN ₂ O ₆	3.244	1.261	硝酸バリウム
BaO	5.720	*1.000	酸化バリウム
BaTiO ₃	5.999	0.464	チタン酸バリウム (正方晶)
BaTiO ₃	6.035	0.412	チタン酸バリウム (立方晶)
Be	1.850	0.543	ベリリウム
BeF ₂	1.990	*1.000	フッ化ベリリウム
BeO	3.010	*1.000	酸化ベリリウム

表 A-1 物質表 (続き)

化学式	[Density]	Z レシオ	物質名
Bi	9.800	0.790	ビスマス
Bi ₂ O ₃	8.900	*1.000	酸化ビスマス
Bi ₂ S ₃	7.390	*1.000	三硫化ビスマス
Bi ₂ Se ₃	6.820	*1.000	セレン化ビスマス
Bi ₂ Te ₃	7.700	*1.000	テルル化ビスマス
BiF ₃	5.320	*1.000	フッ化ビスマス
C	2.250	3.260	炭素黒鉛
C	3.520	0.220	黒ダイヤモンド
C ₈ H ₈	1.100	*1.000	パリレン (ユニオンカーバイド)
Ca	1.550	2.620	カルシウム
CaF ₂	3.180	0.775	フッ化カルシウム
CaO	3.350	*1.000	酸化カルシウム
CaO-SiO ₂	2.900	*1.000	ケイ酸カルシウム (3)
CaSO ₄	2.962	0.955	硫酸カルシウム
CaTiO ₃	4.100	*1.000	チタン酸カルシウム
CaWO ₄	6.060	*1.000	タングステン酸カルシウム
Cd	8.640	0.682	カドミウム
CdF ₂	6.640	*1.000	フッ化カドミウム
CdO	8.150	*1.000	酸化カドミウム
CdS	4.830	1.020	硫化カドミウム
CdSe	5.810	*1.000	セレン化カドミウム
CdTe	6.200	0.980	テルル化カドミウム
Ce	6.780	*1.000	セリウム
CeF ₃	6.160	*1.000	フッ化セリウム (III)
CeO ₂	7.130	*1.000	二酸化セリウム (IV)
Co	8.900	0.343	コバルト
CoO	6.440	0.412	酸化コバルト
Cr	7.200	0.305	クロム
Cr ₂ O ₃	5.210	*1.000	酸化クロム (III)
Cr ₃ C ₂	6.680	*1.000	炭化クロム
CrB	6.170	*1.000	ホウ化クロム
Cs	1.870	*1.000	セシウム
Cs ₂ SO ₄	4.243	1.212	硫酸セシウム
CsBr	4.456	1.410	臭化セシウム
CsCl	3.988	1.399	塩化セシウム
CsI	4.516	1.542	ヨウ化セシウム

表 A-1 物質表 (続き)

化学式	[Density]	Z レシオ	物質名
Cu	8.930	0.437	銅
Cu ₂ O	6.000	*1.000	酸化銅
Cu ₂ S	5.600	0.690	硫化銅 (I) (アルファ)
Cu ₂ S	5.800	0.670	硫化銅 (I) (ベータ)
CuS	4.600	0.820	硫化銅 (II)
Dy	8.550	0.600	ジスプロシウム
DY ₂ O ₃	7.810	*1.000	酸化ジスプロシウム
Er	9.050	0.740	エルビウム
Er ₂ O ₃	8.640	*1.000	酸化エルビウム
Eu	5.260	*1.000	ユウロピウム
EuF ₂	6.500	*1.000	フッ化ユウロピウム
Fe	7.860	0.349	鉄
Fe ₂ O ₃	5.240	*1.000	酸化鉄
FeO	5.700	*1.000	酸化鉄
FeS	4.840	*1.000	硫化鉄
Ga	5.930	0.593	ガリウム
Ga ₂ O ₃	5.880	*1.000	酸化ガリウム (B)
GaAs	5.310	1.590	ガリウムヒ素
GaN	6.100	*1.000	ガリウムナイトライド
GaP	4.100	*1.000	ガリウムリン
GaSb	5.600	*1.000	アンチモン化ガリウム
Gd	7.890	0.670	ガドリニウム
Gd ₂ O ₃	7.410	*1.000	酸化ガドリニウム
Ge	5.350	0.516	ゲルマニウム
Ge ₃ N ₂	5.200	*1.000	窒化ゲルマニウム
GeO ₂	6.240	*1.000	酸化ゲルマニウム
GeTe	6.200	*1.000	テルル化ゲルマニウム
Hf	13.090	0.360	ハフニウム
HfB ₂	10.500	*1.000	ホウ化ハフニウム
HfC	12.200	*1.000	炭化ハフニウム
HfN	13.800	*1.000	窒化ハフニウム
HfO ₂	9.680	*1.000	酸化ハフニウム
HfSi ₂	7.200	*1.000	ケイ酸ハフニウム
Hg	13.460	0.740	水銀
Ho	8.800	0.580	ホルミウム
Ho ₂ O ₃	8.410	*1.000	酸化ホルミウム

表 A-1 物質表 (続き)

化学式	[Density]	Z レシオ	物質名
In	7.300	0.841	インジウム
In ₂ O ₃	7.180	*1.000	三二酸化インジウム
In ₂ Se ₃	5.700	*1.000	セレン化インジウム
In ₂ Te ₃	5.800	*1.000	テルル化インジウム
InAs	5.700	*1.000	ヒ化インジウム
InP	4.800	*1.000	リン化インジウム
InSb	5.760	0.769	アンチモン化インジウム
Ir	22.400	0.129	イリジウム
K	0.860	10.189	カリウム
KBr	2.750	1.893	臭化カリウム
KCl	1.980	2.050	塩化カリウム
KF	2.480	*1.000	フッ化カリウム
KI	3.128	2.077	ヨウ化カリウム
La	6.170	0.920	ランタン
La ₂ O ₃	6.510	*1.000	酸化ランタン
LaB ₆	2.610	*1.000	ホウ化ランタン
LaF ₃	5.940	*1.000	フッ化ランタン
Li	0.530	5.900	リチウム
LiBr	3.470	1.230	臭化リチウム
LiF	2.638	0.778	フッ化リチウム
LiNbO ₃	4.700	0.463	ニオブ酸リチウム
Lu	9.840	*1.000	ルテチウム
Mg	1.740	1.610	マグネシウム
MgAl ₂ O ₄	3.600	*1.000	アルミン酸マグネシウム
MgAl ₂ O ₆	8.000	*1.000	スピネル
MgF ₂	3.180	0.637	フッ化マグネシウム
MgO	3.580	0.411	酸化マグネシウム
Mn	7.200	0.377	マンガン
MnO	5.390	0.467	酸化マンガン
MnS	3.990	0.940	硫化マンガン (II)
Mo	10.200	0.257	モリブデン
Mo ₂ C	9.180	*1.000	炭化モリブデン
MoB ₂	7.120	*1.000	ホウ化モリブデン
MoO ₃	4.700	*1.000	三酸化モリブデン
MoS ₂	4.800	*1.000	二硫化モリブデン
Na	0.970	4.800	ナトリウム

表 A-1 物質表 (続き)

化学式	[Density]	Z レシオ	物質名
Na_3AlF_6	2.900	*1.000	氷晶石
$\text{Na}_5\text{Al}_3\text{F}_{14}$	2.900	*1.000	キオライト
NaBr	3.200	*1.000	臭化ナトリウム
NaCl	2.170	1.570	塩化ナトリウム
NaClO_3	2.164	1.565	塩素酸ナトリウム
NaF	2.558	0.949	フッ化ナトリウム
NaNO_3	2.270	1.194	硝酸ナトリウム
Nb	8.578	0.492	ニオブ (コロンビウム)
Nb_2O_3	7.500	*1.000	三酸化ニオブ
Nb_2O_5	4.470	*1.000	酸化ニオブ (V)
NbB_2	6.970	*1.000	ホウ化ニオブ
NbC	7.820	*1.000	炭化ニオブ
NbN	8.400	*1.000	窒化ニオブ
Nd	7.000	*1.000	ネオジム
Nd_2O_3	7.240	*1.000	酸化ネオジム
NdF_3	6.506	*1.000	フッ化ネオジム
Ni	8.910	0.331	ニッケル
NiCr	8.500	*1.000	ニクロム
NiCrFe	8.500	*1.000	インコネル
NiFe	8.700	*1.000	パーマロイ
NiFeMo	8.900	*1.000	スーパーマロイ
NiO	7.450	*1.000	酸化ニッケル
P_3N_5	2.510	*1.000	窒化リン
Pb	11.300	1.130	鉛
PbCl_2	5.850	*1.000	塩化鉛
PbF_2	8.240	0.661	フッ化鉛
PbO	9.530	*1.000	酸化鉛
PbS	7.500	0.566	硫化鉛
PbSe	8.100	*1.000	セレン化鉛
PbSnO_3	8.100	*1.000	スズ酸塩
PbTe	8.160	0.651	テルル化鉛
Pd	12.038	0.357	パラジウム
PdO	8.310	*1.000	酸化パラジウム
Po	9.400	*1.000	ポロニウム
Pr	6.780	*1.000	プラセオジム
Pr_2O_3	6.880	*1.000	酸化プラセオジム

表 A-1 物質表 (続き)

化学式	[Density]	Z レシオ	物質名
Pt	21.400	0.245	白金
PtO ₂	10.200	*1.000	酸化白金
Ra	5.000	*1.000	ラジウム
Rb	1.530	2.540	ルビジウム
RbI	3.550	*1.000	ヨウ化ルビジウム
Re	21.040	0.150	レニウム
Rh	12.410	0.210	ロジウム
Ru	12.362	0.182	ルテニウム
S ₈	2.070	2.290	硫黄
Sb	6.620	0.768	アンチモン
Sb ₂ O ₃	5.200	*1.000	三酸化アンチモン
Sb ₂ S ₃	4.640	*1.000	三硫化アンチモン
Sc	3.000	0.910	スカンジウム
Sc ₂ O ₃	3.860	*1.000	酸化スカンジウム
Se	4.810	0.864	セレン
Si	2.320	0.712	シリコン
Si ₃ N ₄	3.440	*1.000	窒化ケイ素
SiC	3.220	*1.000	炭化ケイ素
SiO	2.130	0.870	酸化ケイ素 (II)
SiO ₂	2.648	1.000	二酸化ケイ素
Sm	7.540	0.890	サマリウム
Sm ₂ O ₃	7.430	*1.000	酸化サマリウム
Sn	7.300	0.724	錫
SnO ₂	6.950	*1.000	酸化スズ
SnS	5.080	*1.000	硫化スズ
SnSe	6.180	*1.000	セレン化スズ
SnTe	6.440	*1.000	テルル化スズ
Sr	2.600	*1.000	ストロンチウム
SrF ₂	4.277	0.727	フッ化ストロンチウム
SrO	4.990	0.517	酸化ストロンチウム
Ta	16.600	0.262	タンタル
Ta ₂ O ₅	8.200	0.300	酸化タンタル (V)
TaB ₂	11.150	*1.000	ホウ化タンタル
TaC	13.900	*1.000	炭化タンタル
TaN	16.300	*1.000	窒化タンタル
Tb	8.270	0.660	テルビウム

表 A-1 物質表 (続き)

化学式	[Density]	Z レシオ	物質名
Tc	11.500	*1.000	テクネチウム
Te	6.250	0.900	テルル
TeO ₂	5.990	0.862	酸化テルル
Th	11.694	0.484	トリウム
ThF ₄	6.320	*1.000	フッ化トリウム (IV)
ThO ₂	9.860	0.284	二酸化トリウム
ThOF ₂	9.100	*1.000	オキシフッ化トリウム
Ti	4.500	0.628	チタニウム
Ti ₂ O ₃	4.600	*1.000	三二酸化チタン
TiB ₂	4.500	*1.000	ホウ化チタン
TiC	4.930	*1.000	炭化チタン
TiN	5.430	*1.000	窒化チタン
TiO	4.900	*1.000	酸化チタン
TiO ₂	4.260	0.400	酸化チタン (IV)
Tl	11.850	1.550	タリウム
TlBr	7.560	*1.000	臭化タリウム
TlCl	7.000	*1.000	塩化タリウム
TlI	7.090	*1.000	ヨウ化タリウム (B)
U	19.050	0.238	ウラン
U ₃ O ₈	8.300	*1.000	八酸化三ウラン
U ₄ O ₉	10.969	0.348	酸化ウラン
UO ₂	10.970	0.286	二酸化ウラン
V	5.960	0.530	バナジウム
V ₂ O ₅	3.360	*1.000	五酸化バナジウム
VB ₂	5.100	*1.000	ホウ化バナジウム
VC	5.770	*1.000	炭化バナジウム
VN	6.130	*1.000	窒化バナジウム
VO ₂	4.340	*1.000	二酸化バナジウム
W	19.300	0.163	タングステン
WB ₂	10.770	*1.000	ホウ化タングステン
WC	15.600	0.151	炭化タングステン
WO ₃	7.160	*1.000	三酸化タングステン
WS ₂	7.500	*1.000	二硫化タングステン
WSi ₂	9.400	*1.000	ケイ化タングステン
Y	4.340	0.835	イットリウム
Y ₂ O ₃	5.010	*1.000	酸化イットリウム

表 A-1 物質表 (続き)

化学式	[Density]	Z レシオ	物質名
Yb	6.980	1.130	イッテルビウム
Yb ₂ O ₃	9.170	*1.000	酸化イッテルビウム
Zn	7.040	0.514	亜鉛
Zn ₃ Sb ₂	6.300	*1.000	アンチモン化亜鉛
ZnF ₂	4.950	*1.000	フッ化亜鉛
ZnO	5.610	0.556	酸化亜鉛
ZnS	4.090	0.775	硫化亜鉛
ZnSe	5.260	0.722	セレン化亜鉛
ZnTe	6.340	0.770	テルル化亜鉛
Zr	6.490	0.600	ジルコニウム
ZrB ₂	6.080	*1.000	ホウ化ジルコニウム
ZrC	6.730	0.264	炭化ジルコニウム
ZrN	7.090	*1.000	窒化ジルコニウム
ZrO ₂	5.600	*1.000	酸化ジルコニウム

改版履歴

Rev.	日付	内容
初版	2019年12月	日本語版作成