



XTC/C XTC/2

薄 膜 镀 层 控 制 仪

使 用 说 明 书

IPN 074 - 183M



第二章

快 速 使 用 指 导

内 容

- 2.0 快速使用指导
- 2.1 开箱, 初验和清单
 - 2.1.1 开箱和验收步骤
 - 2.1.2 清单
 - 2.1.2.1 XTC/2 的系统配置
 - 2.1.2.2 XTC/C 的系统配置
 - 2.1.2.3 XTC/2 XTC/C 附件
- 2.2 电压选择
- 2.3 安装指导和图示
- 2.4 XTC/2 面板说明
 - 2.4.1 XTC/2 控制面板说明
 - 2.4.2 XTC/2 显示器说明
- 2.5 XTC/C 面板说明
- 2.6 后板说明
 - 2.6.1 电源组件
 - 2.6.2 配置开关 1 和 2
 - 2.6.3 接地螺栓
 - 2.6.4 系统 I/O
 - 2.6.5 AUX I/O
 - 2.6.6 传感器 1, 传感器 2
 - 2.6.7 RS 232

- 2.6.8 通讯选件
- 2.6.9 源 1, 2
- 2.6.10 制造厂标识和系列号牌
- 2.6.11 记录仪
- 2.7 用作镀膜监测仪
 - 2.7.1 监测 – 无源挡光器的系统
 - 2.7.2 监测 – 有源挡光器的系统
 - 2.7.3 速率取样
 - 2.7.4 非常规应用
 - 2.7.4.1 刻蚀
 - 2.7.4.2 浸入液体中
 - 2.7.4.3 生物
 - 2.7.4.4 测量液体
- 2.8 用作单层膜控制器
- 2.9 用作多层膜控制器

2.0 快速使用指导

2.1 开箱, 初验和清单

2.1.1 开箱和验收步骤

1. 如您还未从包装箱中取出仪器, 现在请开箱。
2. 仔细检查仪器在运输过程中有无损伤。这是尤其重要的, 检查外纸箱有无明显的野蛮搬运迹象。如发现任何损伤, 请立即向 INFICON 和运输公司报告。
3. 在按装箱单详细检查与仪器满意运行前, 切勿抛弃包装材料。有关电压选择见 2.2 节。有关测试模式运行见 3.6 节。

2.1.2 清单

按下面的清单检查包装箱内是否已包含您所需要的全部设备。INFICON 在性能-选件基础上交货。在按下面的清单检查前, 请核对设备的订货号。

2.1.2.1 XTC/2 的系统配置

基本配置	IPN#	编码#
115V 50/60Hz	757-500-G1	1
220 V 50/60Hz	757-500-G2	2
计算机通讯组件		
无	757-211-G1	1
IEEE-488 平行	760-142-G1	2
遥控组件		
无		0
手持控制器	755-262-G1	1
机架安装		
无		0
一台仪器安装件	757-212-G1	1
两台仪器安装件	757-212-G2	2

2.1.2.2 XTC/C 的系统配置

基本配置	IPN#	编码#
115V 50/60Hz	757-500-G1	1
220 V 50/60Hz	757-500-G2	2
计算机通讯组件		
无	757-211-G1	1
IEEE-488 平行	760-142-G1	2
遥控组件		
无		0
手持控制器	755-262-G1	1
机架安装		
无		0
一台仪器安装件	757-212-G1	1
两台仪器安装件	757-212-G2	2

2.1.2.3 XTC/2 XTC/C 附件

两种型号的仪器交货时均包括下列附件。注有“X”标记的一列为适用该电压的仪器所包含的附件。

项号	数量		IPN 号	部件号 和说明
	G2	G1		
(230V) (115V)				
01	-	X	757-203-G1	附件 - XTC/2 和 XTC/C 110 伏
02	X	-	757-203-G2	附件 - XTC/2 和 XTC/C 230 伏
03	-	1	068-002	17250 电源电缆, 北美
04	1	-	068-151	86511000 欧洲, 电源电缆
05	1	1	051-485	Conn 9 脚 D/Sub Sod.Cup 插头
06	1	1	051-620	电缆夹 11.3015
07	2	2	051-483	Conn 25 脚 D/Sub Sod.Cup 插座
08	2	2	051-619	电缆夹
09	-	1	062-011	3/8 安培保险丝, 慢熔
10	1	-	062-053	3/16 安培保险丝, 慢熔
11	4	4	070-811	8014 自粘结橡胶脚

此外, 还有一份说明书, IPN 074-183。

2.2 电压选择

只需要在低（额定 100-120V）与高（额定 200-240V）之间选择。50 与 60Hz 之间没有区别。

注意：拔出保险丝座观察保险丝是否在位置上，并检查其额定值。如使用的保险丝不正确将产生安全隐患。

- 100-120V 电压使用 3/8 安慢熔保险丝
- 200-240V 电压使用 3/16 安慢熔保险丝

注：这些仪器设计于±10%的电压范围。



图 2.1 保险丝

注意：检查电压选择器的指向位置是否正确。

- 100-120V 电压指向 115V
- 200-240V 电压指向 230V

如需要变换电压选择器，必须取下电源电缆和保险丝座。将选择器指向正确位置（115/230V）。重新安上保险丝。必须安装正确额定值的保险丝。

2.3 安装指导和图示

许多有经验的镀膜监测仪用户根据下一页的图 2.2 和状态顺序图, 图 4.1, 4.2 和 4.3 完全能够安装和使用仪器。

更系统化的方法可根据两个图和下述步骤进行:

1. 完全遵守 1.1 节的安全规则。
2. 检查正确的电源电压, 2.2 节。
3. 执行测试模式, 检查仪器的基本运行, 3.6 节。
4. 按 2.6 节中的概述熟悉系统的接口能力。尤其要注意配置开关的特殊功能, 2.6.2 节。
5. 按 3.1, 3.2 和 3.3 节的安装步骤连接需要的连接件。
6. 按 2.4 节 (对 XTC/2) 或 2.5 节 (对 XTC/C), 熟悉面板控制和显示说明。
7. 按 4.1 和 4.2 节编程膜层参数。
8. 用测试模式验证刚才编程的膜层运行。
9. 连接 XIU (757-305-G15, G30 或 G100) 至当前的传感器, 或按 3.5 节和图 3.3 安装新的传感器。
10. 退出测试模式, 此时已作好镀膜的准备。

图 2.2 安装指导示意图

2.4 XTC/2 面板说明

XTC/2 的面板说明分为两个部分：显示器区和控制面板。

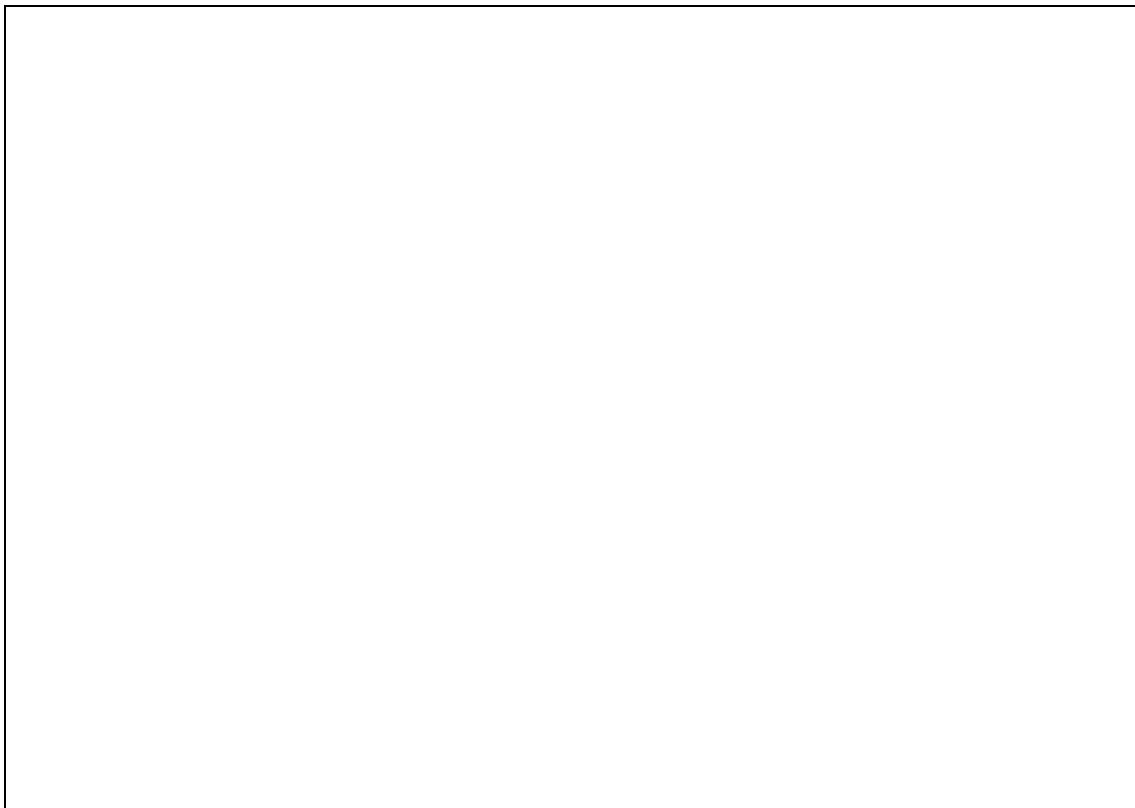


图 2.3 XTC/2 的控制面板

2.4.1 XTC/2 控制面板说明

- | | |
|-----------|--|
| 1 – 液晶显示器 | 当前信息的高清晰显示。详见节 2.4.2。 |
| 2 – 寿命 | 当显示在运行模式时，按 1 键瞬间地转换至使用寿命百分比、软件版号、晶体频率和 S 与 Q 值显示。 |
| 3 – 抑零 | 当显示在运行模式时，按 2 键，将显示厚度抑零。 |

4 – XTSW	CrystalSwitch, 当显示在运行模式时, 按 3 键, CrystalSix 转换至下一个晶体位置, 或双头转换工作晶体。(见 4.15.1 节)
5 – MPWR	手动, 当显示在运行模式时, 按 4 键, 仪器进入手动功率控制模式或速率控制模式。
6 – START	启动动作。(启动状态顺序, 见图 4.1)
7 – STOP	停机状态顺序, 见图 4.1。
8 – PROG	编程。显示在编程与运行之间切换。
9 – ON/STBY	仪器在 ON 与 STANDBY 之间切换的二次电源开关。
10 –	绿色指示灯, 表示仪器已连接工作电源和 ON/STBY 开关在 ON 的位置。
11 –	进入液晶显示器的对比度调节, 见 6.1 节。
12 –	用于连接选件手动功率与晶体转换手持控制器 (IPN 755-262-G1) 的插座。
13 – E	输入或光标向下 。当显示在编程模式时, 两个功能转换使用。全部数字输入和“Y”“N”参数输入必须按 E 键确认。在 MPWR 和显示在运行模式时也用于手动降低源功率。
14 – 0/N	零或否 。当显示在编程模式时用于两个功能转换。在上电过程中按下此键将仪器置于通讯设置模式。
15 – 9/Y	9 或是 。当显示在编程模式时用于两个功能转换。
16 – C/RESET	清除或光标向上 。两个功能转换, 也用于将仪器从停机状态“复位”至过程的开始。在 MPWR 和显示在运行模式时也用于手动提高源功率。
17 – DIGITS (0-9)	用于数据输入的十位数键盘。在上电过程中按下 9 键, 所有液晶显示将保持亮着, 直至放开按键, 见图 2.4。
18 –	安装件选件, (IPN 757-212-G1) 用于在机架上安装一台仪器, 或 (IPN 757-212-G2) 用于在机架上安装两台仪器。

2.4.2 XTC/2 显示器说明

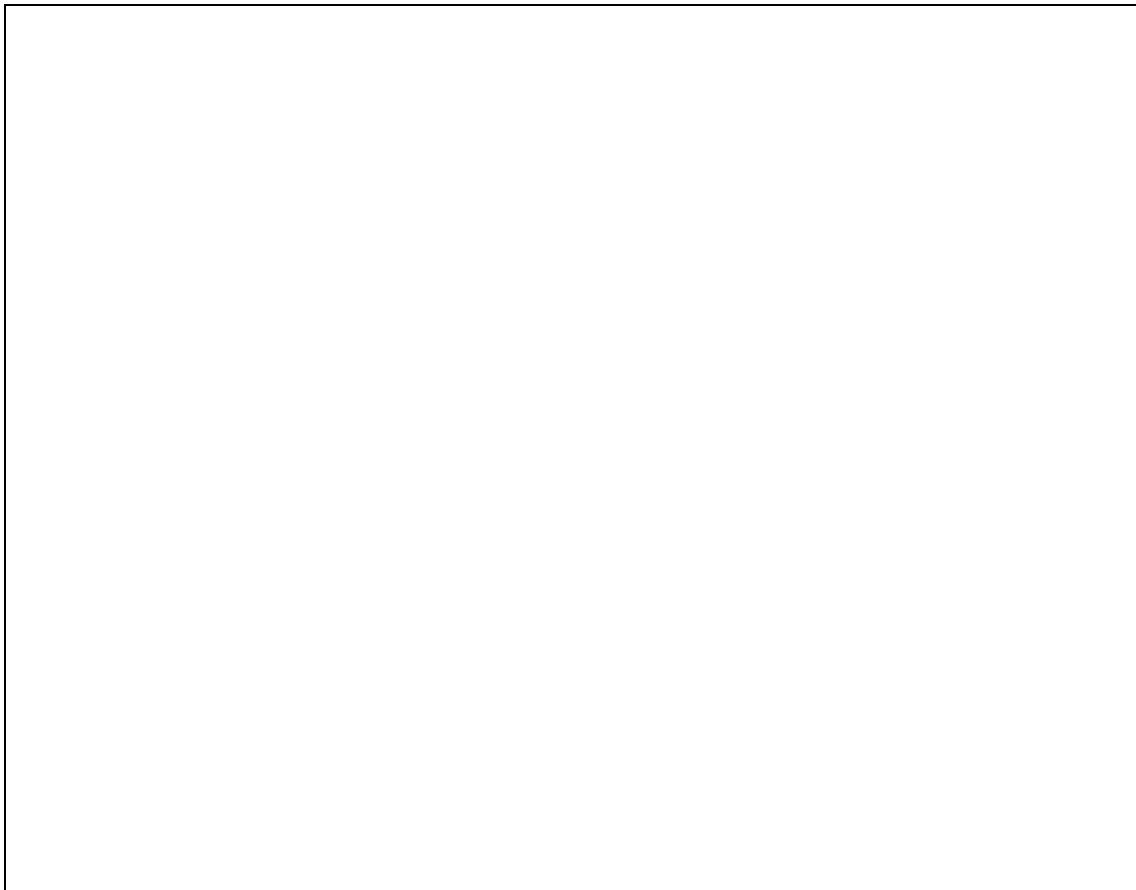


图 2.4 XTC/2 显示器

1 – 速率显示组	当按下 LIFE 键和显示在运行模式时, 指示镀膜或刻蚀速率(Å/秒)和安装的固件版号。当显示在编程模式时, 用于显示和输入需要三位有效数字的参数值。
2 – 通讯与测试组	信息区: 一个信息区: <ul style="list-style-type: none">a. 表示通过 R-15 和 R18 指令已将 I/O 置于外通讯控制中。b. 仪器在测试模式, 见 3.6 节。c. 仪器正在发送或接收外计算机的 COMM 指令。
3 – 镀膜 (刻蚀) 速率和厚度次组	输入起始镀膜速率、膜层最终厚度和一个中间厚度设点参数的指示器和信号器。
4 – 膜厚和频率组 刻蚀	当按下 LIFE 键和显示在运行模式时, 指示镀膜或厚度或工作晶体的频率(KHz)。当显示在编程模式时, 用于显示和输入需要四位有效数字的参数值。
5 – RateWatcher 次组	当显示在编程模式时, 用于定义 RateWatcher 参数的指示器信号器和光标陈列。当显示在运行模式时, 用于指示取样和保持镀膜基片。
6 – 速率偏差组	图形信号器显示当前镀膜速率与工作膜层的镀膜速率参数之间的偏差, 当显示在运行模式时, 每 250 毫秒更新信号的显示。0%偏差值表示与计算值差别小于±2%。±10%值表示与计算值差别大于±10%。
7 – 工作晶体指示组	图形信号器用于提供有关当前晶体或后备晶体的信息。它的含义将由仪器晶体转换型式的配置而改变, 见 2.6.2 节。 <ul style="list-style-type: none">a. 如仪器的配置为“单头”; 信号器指示工作的晶体。b. 如仪器的配置为“双传感器头”; 信号器指示工作晶体的“传感器号码”。当仪器工作有后备晶体时, 后备晶体的号码闪表示缺少随后可使用的后备晶体。

2-10

- c. 如仪器的配置为一个或两个 CrystalSix，信号器将显示全部“好”的工作传感器输出的晶体号码。“工作”晶体号码将闪。如无全部号码表示转换器不工作。

8 – 状态信息组

提供有关仪器状态信息的一组信号器。

- a. **准备** – 当亮时表示仪器将接受开始工作膜层的状态过程的启动指令。
- b. **停机** – 当亮时表示仪器在停机状态，参阅 4.3 和 4.4 节。
- c. **定时功率** – 当亮时表示仪器在定时功率状态，参阅 4.11 节。
- d. **继续** – 当亮时，当按下**启动键**时，表示仪器重新执行工作膜层的状态过程，接受任何先前积聚的材料。在按启动键前按**复位键**将过程复位至膜层 1；见 4.4 节。
- e. **手动** – 当亮时表示仪器在手动功率控制模式，源功率值可用手持控制器操作或按面板上的**E, C** 键操作（仅 XTC/2）。
- f. **晶体故障** – 当指示器亮时表示工作晶体出现故障。在仪器配置双或 CrystalSix 的情况下表示已无可用的晶体。

9 – 功率和过程组

当显示在运行模式时指示相对源功率，和当按下**LIFE** 键时，显示%晶体寿命。当显示在编程模式时，这三个数字用于输入三位膜层参数值，它也用于定义仪器的多层膜顺序，见 2.9 节。

10 – 传感器和源次组	信号器和光标用于定义膜层的： a. 传感器# — 指定膜层的工作或初级（对双头）传感器为 1 或 2。 b. 源# — 指定膜层的工作源控制输出为 1 或 2。 c. 坩埚# — 指定工作膜层的坩埚熔池为 1-8，相应于坩埚选择输出 1-8。值 0 为此功能未启用此参数和输出；见 2.6.5 节。
11 – 控制参数次组 见	信号器和光标用于输入膜层的速率控制演算的值； 4.5 节。
12 – 晶体和过程次组	当显示在编程模式时： a. 晶体转换参数 值输入作为标识的 S & Q 。 b. “ 膜层# ”参数值定义正在编程/显示的特定膜层（1-9）值。 c. “ 镀层# ”定义指定膜层的过程镀层。这参数与功率和过程显示组一起工作。
13 – 计时组	当显示在运行模式时： a. “ 膜层# ”参数值定义正在执行的膜层，“ 镀层# ”参数值定义正在执行的镀层。
14 – 校准次组	当显示在运行模式时，用作消逝的时间指示器和仪器信号器。当按下 LIFE 键时也显示 S & Q 。在按下 LIFE 键时 S 累积值代替时间显示。当键释放时， Q 累积值显示约 1 秒钟。当显示在编程模式时，用于输入和显示基于时间的参数值。
15 – 晶体故障次组 性能	信号器和光标用于当显示在运行模式时。允许将晶体的频移转换至材料厚度；见 5.1 – 5.4 节。
	信号器和光标用于当显示在编程模式时确定晶体的允差值和随后的仪器动作。 a. 定时功率是-否 — 定义当发生晶体故障时采取的动作；见 4.11 节。 b. 晶体转换 S – Q — 两参数数据区，与晶体和过程次组的数字一起使用。这些用于设定软晶体故障的允许值范围；见 4.6 节。

2-12

- 16 – 后镀膜次组 信号器和光标用于定义源的后镀膜功率；见 4.9.3 节。
- 17 – 速率斜坡次组 信号器和光标用于定义在镀膜过程中镀膜速率的变化，见 4.7 节。
- 18 – 镀膜状态指示器 信号器用于指示仪器在执行工作膜层的镀膜状态，见 4.1 节。
- 19 – 预镀膜次组 信号器和光标，当显示在编程模式时用于定义后镀膜源的过程处理。
 - a. 上升时间 1-2 — 定义上升 1 (2) 状态的时长。
 - b. 预热功率 1-2 — 定义预热 1 (2) 状态的功率值。
 - c. 预热时间 1-2 — 定义预热 1 (2) 状态的时长。这些参数一起定义两步源功率值与值之间的线性变化，如图 2.5 所示。
 - d. 挡光器延迟是-否 — 执行 (是) 或跳过 (否) 挡光器延迟阶段；见 4.13 节。



图 2.5 源功率值图形

- 20 – 编程和阶段
指示器组 信号器和光标，当显示在编程模式时用于导航、显示和更改膜层的单个参数值。
- 信号器，当显示在运行模式时还用于指示当前执行的镀膜状态。

2-13

2.5 XTC/C 面板说明

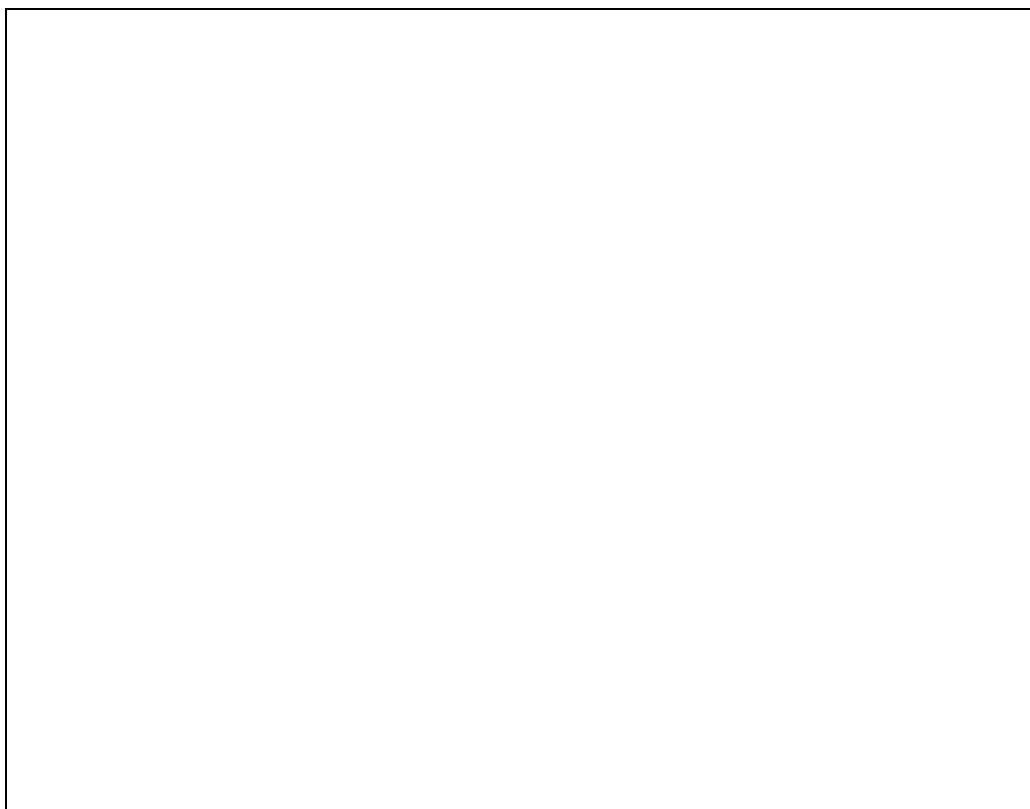


图 2.6 XTC/C 的面板

- | | |
|----------|---|
| 1 — 准备 | 当指示灯亮时，仪器处于准备至启动状态。 |
| 2 — 过程执行 | 当指示灯亮时，仪器处于执行镀层状态。见图 4.1。 |
| 3 — 停止 | 当指示灯亮时，仪器处于停止状态。 |
| 4 — 晶体故障 | 当指示灯亮时，晶体产生故障。在双或 CrystalSix 配置下表示无下一步可使用的晶体。 |
| 5 — 接收 | 当指示灯亮时，仪器从连接的计算机控制器接收信息。 |
| 6 — 发送 | 当指示灯亮时，仪器向连接的计算机控制器发送信息。 |
| 7 — CPU | 当指示灯亮时，仪器的计算机工作不正常。 |

2-14

- 8 — 手动 当指示灯亮时, 仪器反应由选件手动功率控制器调节的功率变化。
- 9 — 用于连接选件手动功率与晶体转换手持控制器(IPN 755-262-G1)的插座。
- 10 — 绿色指示灯, 表示仪器已连接工作电源和 **ON/STBY** 开关在 ON 的位置。
- 11 — **ON / STBY** 二次电源开关, 在 ON 与 STANDBY 之间切换。
- 12 — 安装件选件, 用于在机架上安装一台仪器(IPN 757-212-G1), 或用于在机架上安装两台仪器 (IPN 757-212-G2)。

2-15

2.6 后板说明

仪器后板提供所有外连接件与仪器的连接接口，如下图 2.7 所示。

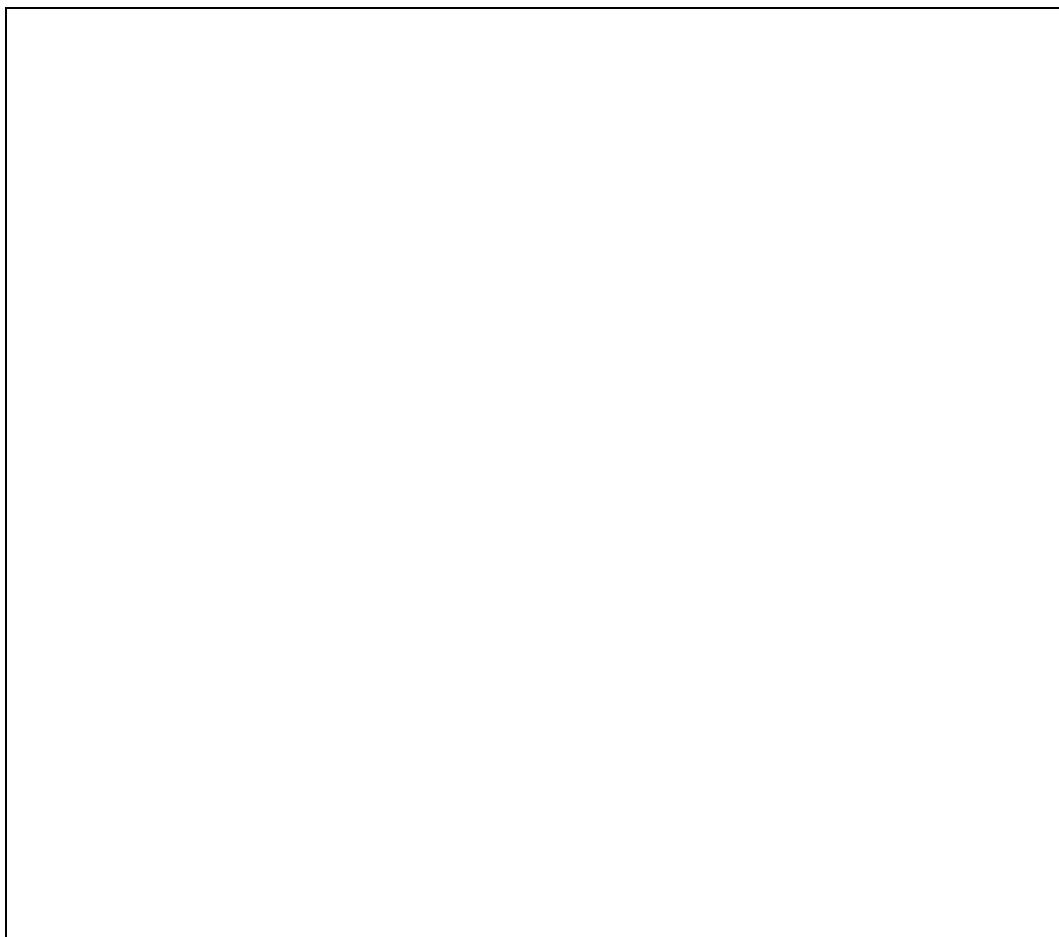


图 2.7 后板

2-16

2.6.1 电源组件

用于选择电压，包含仪器的保险丝和至供电电源的模块式连接。见 2.2 节。



图 2.8 电源组件

2.6.2 配置开关 1 和 2

两个 8 位置的 DIP 开关用于用户对仪器执行配置。

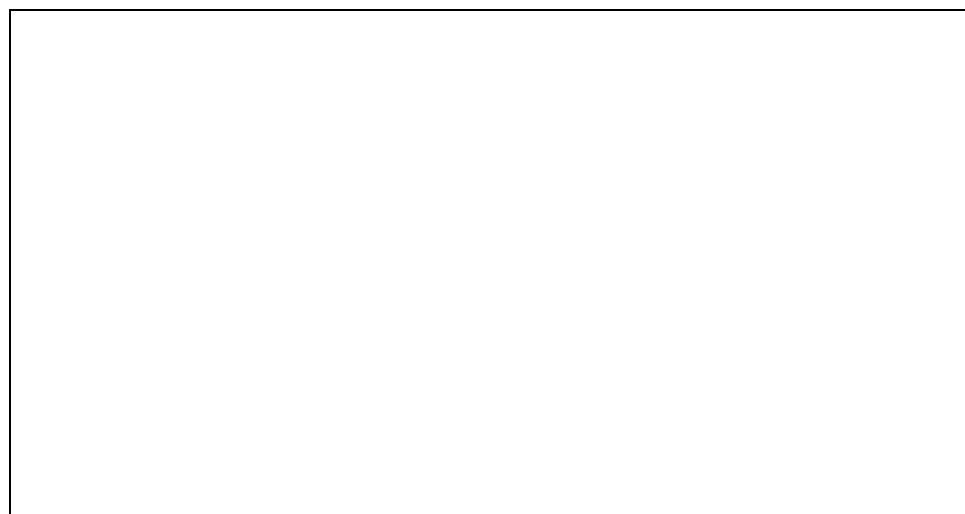


图 2.9 配置开关

注意：配置开关只在仪器上电时读出。如改变了仪器的配置必须先转换至待用

然后再上电。

2-17

表 2.1 配置开关设定值

	XTC/2	XTC/C
开关 1	测试模式 (0 = off, 1 = on)	通讯地址 (2 ⁴)
开关 2	参数锁定 (0 = off, 1 = on)	通讯地址 (2 ³)
开关 3	控制模式 (0 = 镀膜, 1 = 刻蚀)	通讯地址 (2 ²)
开关 4	报警停机 (0 = 否, 1 = 是)	通讯地址 (2 ¹)
开关 5	最大功率停机 (0 = 否, 1 = 是)	通讯地址 (2 ⁰)
注: XTC/C 开关 1-5 仅用于选件 IEEE-488 (IPN 760-142-G1 或 757-122-G1) (允许地址 0 至 30)		
开关 6	记录仪型式 MSB	通讯协议 0 = INFICON , 1 = SECS
开关 7	记录仪型式	波特率 MSB
开关 8	记录仪型式 LSB	波特率 LSB
注: 对 XTC/2 : 000 表示速率, 100 Å/秒全量程 (未过滤) 001 表示速率, 1000 Å/秒全量程 (未过滤) 010 表示厚度, 100 Å 全量程 011 表示厚度, 1000 Å 全量程 100 表示功率% 101 表示速率偏离 (±50 Å/秒) 110 表示速率, 100 Å/秒全量程 – 平滑 111 表示速率, 1000 Å/秒全量程– 平滑		
注: 对 XTC/C : 00 为 9600 波特 01 为 4800 波特 10 为 2400 波特		

11 为 1200 波特

2-18

	XTC/2	XTC/C
开关 9	蜂鸣声 (0 = off, 1 = on)	校验和 (0 = 否, 1 = 是)
开关 10	背光浅淡 (0 = 否, 1 = 是)	未用
开关 11	启动镀膜无后备晶体 (0 = 否, 1 = 是)	启动镀膜无后备晶体 (0 = 否, 1 = 是)
注： 说明见 4.16 节		
开关 12	输入选件 0 = 标准 1 = 膜层选择	未用
开关 13	继电器选件 0 = on 继电器 7 = 膜层终止 继电器 10 = 在过程中 1 = off 继电器 7 = 厚度设点 继电器 10 = 报警	0 = on 继电器 7 = 膜层终止 继电器 10 = 在过程中 1 = off 继电器 7 = 厚度设点 继电器 10 = 报警
开关 14	晶体转换型式 MSB	晶体转换型式 MSB
开关 15	晶体转换型式 LSB	晶体转换型式 LSB
注： 00 表示单头 01 表示一个双头 10 表示一个 CrystalSix，在晶体 1 上 11 表示两个 CrystalSix		
开关 16	源控制 电压极性 0 = 正, 1 = 负	源控制 电压极性 0 = 正, 1 = 负

2-19

2.6.3 接地螺栓

用于连接系统接地条的点。详见“电接地和屏蔽要求”，在本说明书的安装一节中。

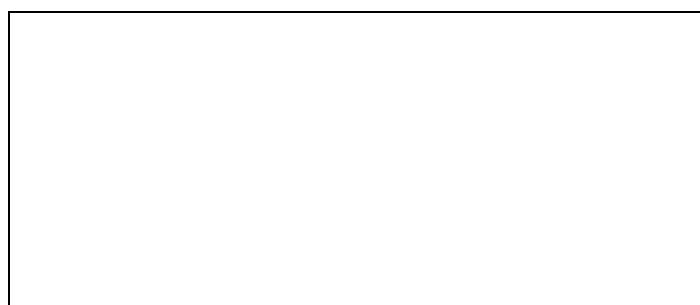


图 2.10 接地螺栓

2.6.4 系统 I/O

25 脚 “D” 型插头用于接口连接（见图 2.11 — 25 脚 “D” 型插头和详见 3.7 节）。

<u>继电器 #</u>	<u>脚 #</u>	<u>功能</u>
	<u>输出</u>	
1	1,2	源挡光器 1
2	3,4	源挡光器 2
3	5,6	源挡光器 1*
4	7,8	源挡光器 2*
5	9,10	停机
6	11,12	过程终止
*也用于晶体转换，见 4.15.1 节		
<u>继电器 #</u>	<u>输出</u>	
	13,14,15,16,17	输入公用 (GND)
1	18	启动镀膜
2	19	停止镀膜
3	20	终止镀膜
4	21	取样起始
5	22	取样禁止
6	23	镀膜故障禁止

7	24	厚度抑零
8	25	预热 2 保持

2-20

2.6.5 AUX I/O

25 脚 “D” 型插头用于接口连接，见图 2.11 和 3.7 节。

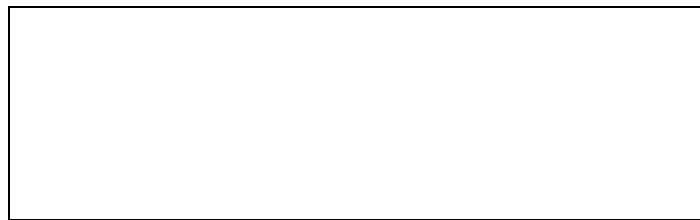


图 2.11 25 脚 “D” 型插头

脚 #	功能
<u>继电器 #</u>	<u>输出</u>
7	1,2 厚度设点 / 终止膜层*
8	3,4 饲送时间 (预热 2)
9	5,6 晶体故障
10	7,8 报警 / 在过程中*
11	9,10 源 1 / 源 2 切换 (当源 2 工作时关闭)
12	11,12 终止镀膜
<u>继电器 #</u>	<u>输出</u>
	13 输入公用 (GND)
9	14 坩埚有效
	15,16,17 输入公用 (GND)
<u>继电器 #</u>	<u>输出</u> (打开 8 个收集极中的 1 个编码) **
1	18 坩埚选择 1
2	19 坩埚选择 2
3	20 坩埚选择 3
4	21 坩埚选择 4
5	22 坩埚选择 5
6	23 坩埚选择 6
7	24 坩埚选择 7
8	25 坩埚选择 8

* 注：见配置开关 13 的说明，2.6.2 节。

** 注：坩埚选择输出是在传感器 1 连接件上 BCD 编码的，见 2.6.6 节。

2-21

2.6.6 传感器 1, 传感器 2

高密度 15 脚 “D” 型插座。用于智能振荡器 1,2 (IPN 757-302-G1) 的输入连接件。这些振荡器的常规供应带有 15 呎 (4.5 米) 电缆 IPN 757-305-G15。电缆长度有 30 呎和 100 呎，只要更改 Gxx 为 G30 或 G100 即可。坩埚选择输出是只在传感器 1 上常开收集极 BCD 编码的。

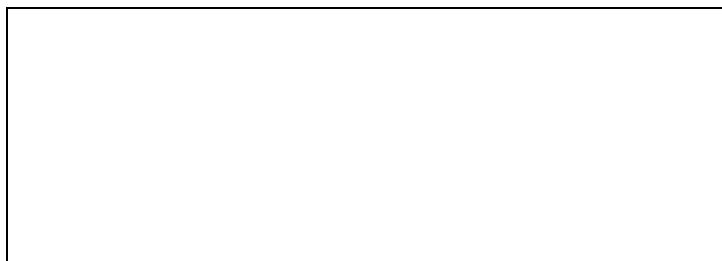


图 2.12 15 脚 “D” 型插座

脚 #	说明
11	坩埚选择 (LSB)
12	坩埚选择 BCD 编码的
13	坩埚选择 (MSB)
14	地
15	地

注意：只连接至脚 11-15。不管这警告将影响晶体和仪器性能。

确保尽可能做到最好的接线和接地，见 3.2.3 节。

2-22

2.6.7 RS 232

9 脚 “D” 型插座用于仪器由主计算机控制。



图 2.13 9 脚 “D” 型插座

脚 #	说明	DB9*	DB25**
1	未用	1	-
2 TXD	从 XTC 数据输送	2	3
3 RXD	由 XTC 数据接收	3	2
4	未用	4	-
5 GND	讯号地	5	7
6 DTR	从 XTC 输出表示作好输送准备	6	6
7 CTS	输入至 XTC 表示停止输送	7	4
8	未用	8	-
9 GND	屏蔽接地	9	-

*主计算机

**IBM 兼容的计算机连接件

2-23

2.6.8 通讯选件

选件计算机接口的位置。

IEEE-488



图 2.14 IEEE-488 选件

2.6.9 源 1, 2

BNC 型插口，将控制电压供应至指定的蒸发源电源。输出电压可用配置开关选择相对于屏蔽正或负。见 2.6.2 节。

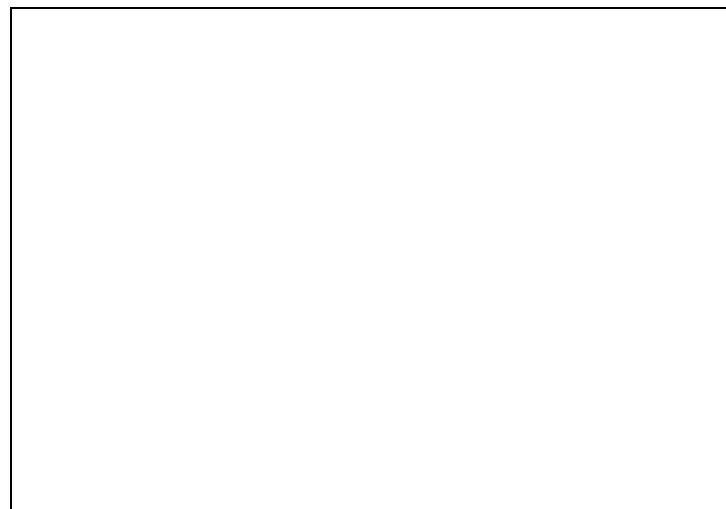


图 2.15 BNC 型插口

2-24

2.6.10 制造厂标识和系列号牌

这块牌子是最后安装的，标示仪器的型号和出厂系列号。

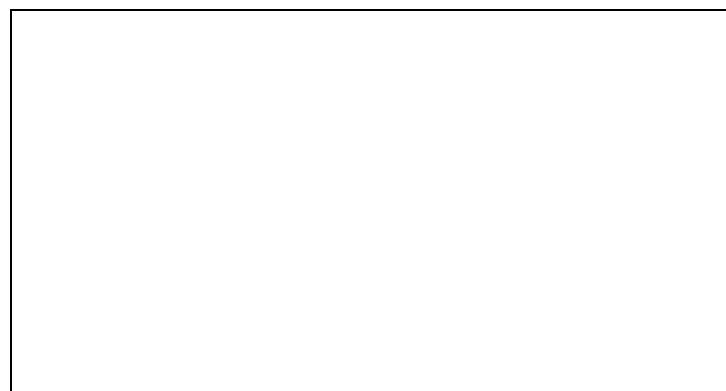


图 2.16 系列号标牌

2.6.11 记录仪

BNC 型插口，供应与速率、厚度、功率或速率偏离成正比的模拟电压。由配置开关决定其功能，见 2.6.2 节。当使用 XTC/C 时，如何通过遥控通讯选择这功能见节 3.7.6 中的遥控指令说明。



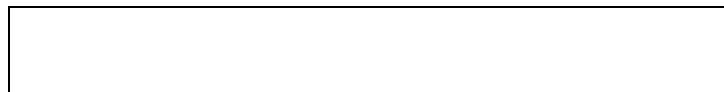


图 2.17 BNC 型插口

2-25

2.7 用作镀膜监测仪

虽然这仪器设计为多层膜过程控制仪，它也可容易地用作为镀膜速率与膜厚监测仪。此外它也可容易地用于许多其它应用的质量测量。

下面的讨论分为四部分。首先是不需要源挡光器的应用。其次是有源挡光器的应用。第三是用作手动速率取样。第四是非常规的应用，包括生物、刻蚀和液体样品的测量。

2.7.1 监测 – 无源挡光器的系统

将仪器作为膜层速率 / 膜厚监测仪使用只需要编程下面三个参数。按 **PROG** 键将显示置于编程模式，并输入相应的参数：

密度 取决于要测量的材料，见 5.7 节的密度和 Z-比值表。

Z-比值 取决于要测量的材料，见 5.7 节的密度和 Z-比值表。

工艺因素 1, 2 校正传感器与基片间的几何差别，见 **校准与测量** 中的“确定工艺因素”节。**工艺因素 2** 为当使用双头时用于后备晶体。

正确地安装和连接适当的传感器（见 **安装** 中的“安装和连接传感器指导”）。

设定后板配置开关于适当的传感器型式；见 2.6.2 节。

按 **PROG** 键在编程与运行间切换显示。

按 **START** 或 **RESET** 键清除 **STOP**。按 **RESET** 键，起始整个过程（即从镀层 1 开始）。

任何时候按 **ZERO** 键，将显示的厚度值设定至 000.0 KÅ。

速率显示组将指示蒸发速率，厚度显示组将指示膜厚的增量。面板控制器常规工作。

2-26

2.7.2 监测 – 有源挡光器的系统

除了测量速率和厚度外，这些仪器能用于当达到规定的膜厚时终止镀膜。执行这项功能需要在镀膜系统中有可自动运行的源（或基片）挡光器。源挡光器控制器必须通过仪器后板上的**系统 I/O** 连接件接线。（除上节所述的参数值外）必须编程下面的参数：

镀膜速率 编程至 $0.1\text{\AA}/\text{秒}$

注：将**镀膜速率**编程为 $0.0\text{\AA}/\text{秒}$ 将跳过镀膜状态。

最终厚度 编程至所需要的膜厚值

此外将所有预镀膜和后镀膜参数设至零（详见**编程和运行**）。

操作人员手动增加源功率（用源电源控制器）至标称的运行值。一旦满意，即可按**START** 键开始镀膜。这个动作将累积的显示膜厚抑零并打开源挡光器。然后操作人员必须手动调节源功率达到要求的速率。当膜厚达到最终膜厚设点值时，挡光器将自动关闭。

2.7.3 速率取样

可用仪器周期性地对镀膜系统进行速率取样。必须使用有挡光器的传感器，见本说明书**安装**章中的“**传感器选择指导**”。

注：有关传感器与驱动控制阀的安装，参阅针对不同型式的**INFICON 晶体**
传感器说明书（列出如下）是有用的：

IPN	型式
074-154	可烘烤的
074-155	CrystalSix

074-156 标准, 简型和双头型
074-157 溅射型

2-27

1. 电连接气动挡光器驱动控制阀 (IPN 007-199) 至系统 I/O 连接件的传感器挡光器接脚。

注意: 检查电连接是否正确, 切勿将源挡光器继电器与传感器挡光器继电器相混淆。

2. 将**镀膜速率**编程至 $0.1\text{ \AA}/\text{秒}$ 。

注: 将**镀膜速率**编程为 $0.0\text{ \AA}/\text{秒}$ 将跳过镀膜状态。

3. 将**最终膜厚**参数编程至一个允许在传感器头上积聚约 20 秒材料的值。例如, 如标称速率为 $20\text{ \AA}/\text{秒}$, 设定最终膜厚为 $20\text{ 秒} \times 20\text{ \AA}/\text{秒} = 400\text{ \AA}$ 。如取样时间太短, 由于跨晶体的温度瞬变可产生误差。

按 **START** 键开始取样 (从 **READY** 模式)。这个动作将显示膜厚抑零并打开源挡光器。操作人员可观察显示的镀膜速率 (等它稳定) 然后与要求的速率比较。如时间长于编程的取样时间, 可调节实际的镀膜速率, 操作人员可按 **MPWR** 键。一旦调整完成, 再次按 **MPWR** 键关闭挡光器。

2.7.4 非常规应用

除了作为镀膜监测仪 / 控制仪的常规应用外, 石英晶体微量天平可用作通常的质量传感器。这个特定的仪器族可测量监测仪晶体表面质量的增减至 ± 0.617 纳克/平方厘米 (密度 = 1.00, $z = 1.00$)。总是不可避免地会出现质量不能很好地粘附晶体表面或不正确的读值等问题。这对于辨别测量液体或非固体材料的要求尤其重要。INFICON 的 6MHz 的晶体保持架开口面积约 0.535 平方厘米。为达到最好的精度, 建议用移动显微镜精确测量每个晶体保持架开口面积。

2.7.4.1 刻蚀

仪器可配置于显示从晶体表面由刻蚀移除的厚度或质量。不可避免地在晶体的工作表面上产生材料的不均匀移除或不正确的读值。这个不精确度产生于监测仪晶体的径向灵敏度与跨表面灵敏度的差异。

2-28

刻蚀模式的建立可由仪器后板上的配置开关设定（见 2.6.2 节）。

仪器的常规运行，用 **ZERO** 和 **START** 键将显示的厚度抑零。可编程**最终厚度**参数终止过程。

2.7.4.2 浸入液体中

测量液体中的质量变化是一个相当新的领域，有关应用的信息很少。从振荡的晶体丢失在液体中的能量高，限制了测量的精度。ModeLock 振荡器再次提供卓越的性能，可工作在高凝滞度的液体中。当浸没在液体中时晶体表面存在的气泡将大大地改变频移，从而改变一次浸没与另一次浸没之间的灵敏度。

注：不推荐将未修改的标准 INFICON 传感器用于液体中。

2.7.4.3 生物

在生物样品的测量中所遇到的问题与液体测量大致相同。

2.7.4.4 测量液体

测量晶体表面的液体质量会产生很大的误差。对于液体有两个主要的问题，首先，它不是无限的刚性结构与不需要形成均匀层。由于液体不如刚性固体那样的振荡，不是所有质量参与谐振。因此，不是检测所有的液体。在某种程度上，更适合将晶体称为凝滞度传感器。其次，在积聚几个单分子层后，液体趋向于在晶体表面形成球形。这将恶化由非无限刚性引起的问题。另一方面问题是跨晶体表面的任意位置形成球形液体。由于监测仪晶体有不同的径向灵敏度，存在一个不可控制的测量问题。在晶体中心部位形成球的量超过晶体孔径的边缘部位。

2-29

2.8 用作单层膜控制器

这仪器设计于提供自动镀膜速率控制和膜层终止以及预镀膜和后镀膜源处理。全自动运行要求仪器连接镀膜源电源控制器和源挡光器。此外，仪器通过**系统 I/O** 和 **AUX I/O** 连接件与其它镀膜系统元件连接。

仪器用作为单层膜控制器必须编程膜层的顺序参数。膜层的顺序由 **START** 指令开始，当同一个膜层达到“空闲”状态时终止。

注：执行 **START** 指令，可按 **START** 键或来自系统 I/O 连接件上的 **START** 输入。

产生于这些事例中的全部仪器动作决定于对相应膜层特定参数的编程值。只要您作出监测或控制过程的决定编程是容易完成的，选用要镀膜的材料和要求的速率与厚度并熟悉仪器的编程步骤。如您熟悉镀膜技术，只需要为指定的膜层# 输入每个参数要求的值。

一个膜层包含许多可能的状态，一个状态被定义为一个过程事例。在本说明书的**编程和运行详述**中按顺序地定义和图示这些状态。各种参数值通知仪器如何执行镀膜过程，有关哪一个参数影响给定的过程状态见 4.2 节。图 2.18 是常规膜层和它的过程的一般概况。

例如，如过程的第一个膜层为 1000Å 的铜，可方便地指定这个特定镀膜过程的膜层 1 参数。

这些仪器允许对膜层的定义、储存和调出进行编程，可编程多至 9 个膜层的参数。当显示在编程模式时，始终可观察到特定膜层#的修改情况（正编程中的 S & Q 参数时除外）。更改膜层#可由光标移动至那个参数和更改它的值。当显示在运行模式时，显示膜层#的执行和有关执行的情况。

如无另一个膜层正在执行镀膜过程或处于 **STOP** 状态，**START** 指令将开始一个膜层的工艺过程。如已经进入过程 **START** 指令将被置之不理。

2-30

跳过状态概述

当编程膜层时，没有必要使用全部可能的膜层状态。如将用于定义膜层状态的参数设定于零，不需要的状态将执行 250 毫秒。然而膜层的空闲状态是始终执行的。当将要求的镀膜速率编程为零时，整个镀膜状态将被跳过（包括任何速率斜坡）。如无编程的参数，当按 **START** 键时，膜层将立即进入空闲顺序。

空闲状态概述

当一个膜层程序在编程的空闲功率而不是零的条件下完成空闲状态，随后的 **START** 指令将在上升时间 2 状态，利用同样的源输出起始任何膜层程序，跳过所有先前的状态，即使它们是已编程的状态。如在这个膜层中不存在上升时间 2，仪器将（按次序）进入下一个状态 – 挡光器延迟，镀膜，空闲斜坡或空闲状态。

手动功率概述

只要仪器不在 **STOP** 或 **IDLE** 状态，任何时间按 **MPWR** 键即可进入手动状态。挡光器将始终打开，最终膜厚事例将置之不理。当手动控制状态终止时，仪器将顺序进入镀膜状态，不能超过最终膜厚的限值。仪器进入手动状态后积聚的任何膜厚值将保留加至镀膜状态中。

仪器在手动状态中，可通过手持功率控制器（选件）或面板上的 **C** 或 **E** 键增加或减少控制电压输出（显示为%功率）。源功率的改变速率是线性斜坡在 4 秒内从每秒 0.4% 至每秒 4%，然后保持在每秒 4%。这个功能是用于必要时允许细调和快速调节控制电压。

2-31

定时功率状态概述

定时功率状态只能在仪器处于**镀膜**或**速率斜坡**状态和膜层程序已设定于当晶体故障时在定时功率下完成的前提下进入。如在预镀膜过程中检测到晶体故障，仪器将不再按顺序进行下去，即使已选择在**定时功率（是）**下完成也将进入**STOP**状态。

一旦进入定时功率状态，源功率将保持晶体故障前 2.5 秒源控制输出的平均功率值 5 秒钟（对 PID 控制这些时间将稍有变动）。在编程的**镀膜速率**值下积累膜厚值。当达到**最终膜厚**值时定时功率状态将终止。只要常规的镀膜已发生将正确地执行任何后镀膜状态。**定时功率**信号将保留在显示器上。当后镀膜状态完成时，仪器将进入**STOP**状态。在定时功率中不能执行**速率斜坡**，将跳过这个状态。

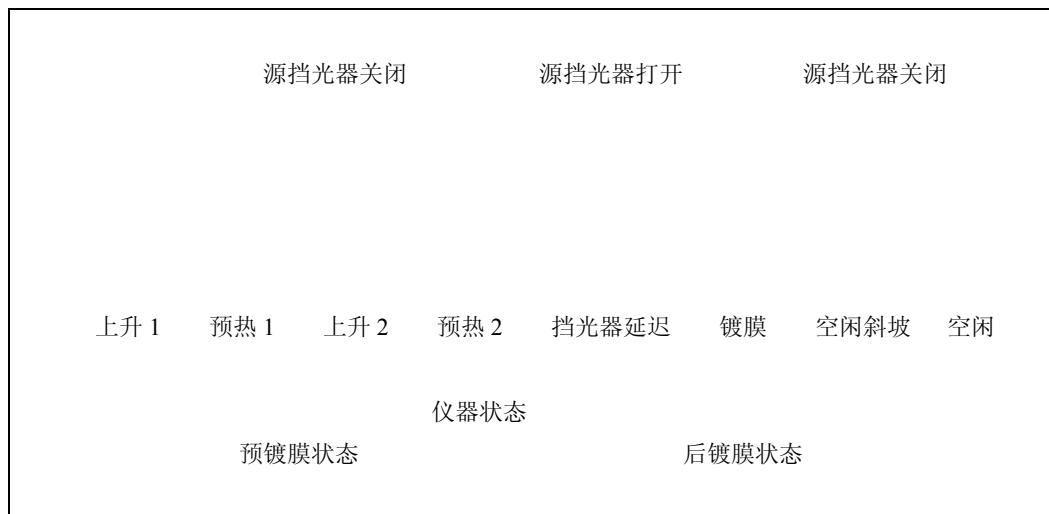


图 2.18 膜层的状态过程

2-32

源控制概述

在镀膜过程中稳定的速率控制要求正确设定下列控制环演算程序调节参数：**CTL GAIN**, **CTL TC**, 和 **CTL DT**。正确地调节这些参数可利用 PID 或积分算法控制任何特性的源。有关调节技术和详细的算法说明参阅 4.5 节**编程和运行详述**中的“调节控制环”节。

2-33

2.9 用作多层膜控制器

仪器可编程在一个重多次反复的顺序中执行一系列多至 3 个储存的膜层。这个膜层的顺序称为 **PROCESS**。起始每个膜层必须有单独的 **START** 指令。这个指令可通过面板上的开关、后板的 I/O 或计算机接口发出。

定义一个过程概述

过程的编程可当显示在编程模式时将光标移动至 **LYR** 参数。**LYR** 参数值是任何时间可在运行模式中在显示器上看到的。当 **LYR** 参数选定后；分段数字立即移至右边开始闪。输入一个 1 至 9 之间的数字将指定相应编号的膜层在 **PROCESS** 中首先

执行。随着输入，所选的号数将静止，下一个分段数字开始闪，输入第二个（或甚至相同的）数字将建立 **PROCESS** 中的第二个膜层。现在第三个数字开始闪，输入第三个数字完成整个过程顺序。

任何时候可通过未锁定的键盘或通过各计算机接口改变 **PROCESS** 顺序。

注：如第二个或第三个膜层输入零值，这膜层将跳过。第一个膜层必须非零值。

2-34



第三章

安 装

内 容

- 3.0 安装
- 3.1 安装仪器 – 详述
 - 3.1.1 控制单元安装
- 3.2 电气接地和屏蔽要求
 - 3.2.1 验证 / 建立地线
 - 3.2.2 连接地线
 - 3.2.3 从外电缆拾取的噪声最小化
- 3.3 连接至后板
 - 3.3.1 BNC 连接件
 - 3.3.2 “D” – Shell 连接件
- 3.4 传感器选用指导
- 3.5 传感器安装指导
 - 3.5.1 传感器安装
 - 3.5.2 CrystalSix
 - 3.5.3 检查传感器安装清单

3.6 使用测试模式（仅 XTC/2）

3.6.1 运行测试

3.7 输入和输出详述

3.7.1 继电器

3.7.2 输入

3.7.3 图形记录仪

3.7.4 源输出

3-i

3.8 计算机通讯

3.8.1 通讯设置

3.8.1.1 National Instruments 的 IEEE-488 设定值

IEEE-GPIB 板

3.8.2 基本指令结构

3.8.3 服务请求和有用信息

3.8.4 数据登录

3.8.5 计算机指令详述

3.8.6 RS 232 程序实例

3.8.7 SEM II 程序实例

3.8.8 IEEE-488 程序实例

3.9 共镀膜（两台仪器相互连接）

3-ii

3.0 安装

3.1 安装仪器 – 详述

使用 2.3 节中给出的仪器安装示意图作为参考。必须强调仪器接地对安全与性能的重要性。

3.1.1 控制单元安装

阅读第 1 章中有关安全与安装的建议。

一般建议要求集中安置控制器，外电缆长度最短化。从仪器至 XIU 的电缆为 15 呎。可供应长度为 30 或 100 呎（最长）的。有关订货细节参阅 2.6.6 节。

控制单元装在机架上，也可桌上使用；附件包中有 4 个自粘结橡胶脚用于此目的。

3-1

3.2 电气接地和屏蔽要求

在安装过程中周密地考虑与单电准则将有助于避免由于电干扰引起的问题。

保持必要的屏蔽和内部接地将确保安全和正常的运行，仪器必须工作于全封闭的外壳中，次装板和固定条就位，并用螺丝和紧固件可靠地固定。

3.2.1 验证 / 建立地线

如在仪器附近没有低阻抗接地设施，应按下列顺序建立接地：

如有土壤条件，将两根 10 呎包铜的钢杆相距 6 呎打入土地内。周围倾倒一些硫酸铜或盐溶液以改善地导。如达到接近零的电阻表明接地已达到要求。在条件差的情况下，可在数天内倾倒数次溶液以达到要求。

注：保持与这接地网尽可能短的连接。大多噪声包含高频功率。长的途径增大地回路的感抗因而增大对这些频率的阻抗。

3.2.3 从外电缆的噪声最小化

在控制器上的接地连接是一个带六角螺帽的螺杆。建议连接接地条的环端，这样可达到良好的连接和容易拆卸与安装。建议的接地方法参见图 3-1。大多情况下使用编织接地条已足够。当需要低的 RF 阻抗时采用（0.030” 厚×1” 宽）的实心铜条。

3-2

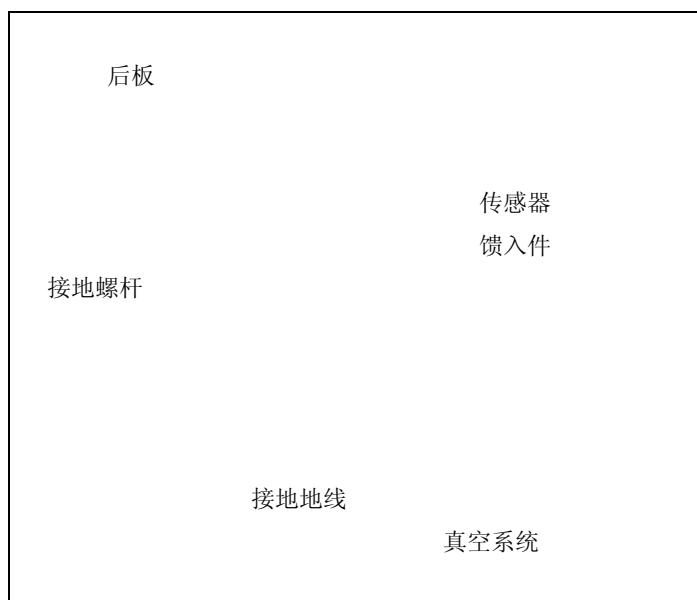


图 3.1 系统接地图

警告!!

为确保正常运行，外接地是必要的，尤其存在电干扰的环境下。

当使用 RF 溅射系统时，接地方法必须按特定要求执行。可参阅 H.D Alcaide 在“Solid State Technology” p.117, April, 1982 上发表的文章 ‘Grounding and RFI Prevention’。

11.2.3 从外电缆拾取的噪声最小化

完全安装在镀膜系统中的控制器有许多连接线，均是进入控制器的噪声潜在路径。只要遵守以下准则，可大大地减轻这些接线引起的问题：

- 所有连接线使用屏蔽的同轴电缆或绞线电缆。

- 将控制器集中化使电缆长度减至最短。

3-3

- 避免路由电缆靠近可能产生高干扰的区域。例如，用于电子束枪或溅射源的大功率电源可能是大和快速地改变电磁场的源。布置这些电缆时，离开这些问题区域一呎远可大大地降低噪声的拾取。
- 确认已按上面所述的要求准备好接地系统和接地条。
- 确认所有仪器盖与板选件均就位，已用紧固件固定。

3-4

3.3 连接至后板

仪器的长期性能与安装质量有关。首先重要的是用户/OEM 安装的电缆连接。下面章节中说明用于本仪器安装的连接件：

3.3.1 BNC 连接件

由于 BNC 电缆是普通常用的，仪器的附件中未包括用于源和记录仪输出的连接件。建议在当地购买 BNC 电缆，一端可切开连接外设备。

3.3.2 “D” – Shell 连接件

“D” – Shell 连接件采用焊杯触点，可接受最大线径至 20 AWG 的实心线或绞线。多股绞线连接线可等于 18 AWG 或使用两根 22 AWG 线。建议剥线长度 1/4”（6.4 毫米）。

复合的锡/铅焊杯可接受带锡的端线，如焊接正确可确保无应力的接线。

建议采用美国国家标准学会的钎焊电子学连接件标准（ANSI/IPC-S & Q-815A）作为焊接质量的准则。

焊接步骤如下：

1. 按要求准备需要型号和尺寸的连接件与接线。
2. 确保要焊接件的表面清洁度，无任何影响焊接质量的污染物。
3. 建议剥线长度 1/4”。线头上沾锡。
4. 准备树脂溶剂，40/60 合金焊剂，和低瓦数的烙铁。

注: 常用热收缩套管套在焊接的接头外面确保与焊杯的绝缘。使用热收缩套管时要确保管套的正确长度，在焊接前套在线上。焊接后，将管套移至接头上，然后用适当的热源使它收缩。

3-5

5. 接线剥离的部分涂上树脂溶剂，插入触点的焊杯中一直插到小腔的底部。
6. 用烙铁加热焊杯，使焊料流入杯中直至填满小腔，但无溢出。
7. 连续焊接接线直至完成全部端接。
8. 用酒精清洗焊接处并用水冲洗，除去残余的溶剂与焊料。



图 3.2 焊杯连接件

3-6

3.4 传感器选用指导

传感器型式的选用取决于过程、镀膜材料和工艺室的物理特性。INFICON 生产的传感器一般选用指导列于下面传感器选用表中。如有特殊要求, 请与当地的 INFICON 办事处联系。

表 3.1 传感器选用表

特性					
名称	IPN	温度°C*	晶体更换	公用连接件	备注
标准		130°	前	侧	
标准 w/传感器		130°	前	侧	
小型		130°	前	后	用于空间窄小处
小型 w/传感器		130°	前	后	用于空间窄小处
双头		130°	前	侧	两晶体可转换。 包括挡光器。
溅射		130°	后	侧	用于 RF 和两极溅射。 (有挡光器选件)
可烘烤:					
12"		450°	前	侧	烘烤前必须卸下水冷
20"					和打开管道
30"					
可烘烤 w/传感器:					
12"		450°	前	侧	烘烤前必须卸下水冷
20"					和打开管道
30"					
CrystalSix		130°	前	后	6 晶体确保过程安全

*这是设备的最高温度，受 Teflon 材料的高温性能限制。在使用中，允许工作于相当高的水冷温度，无不利影响。

注：不允许水管冷冻。如管道通过低温屏蔽板可发生水流阻断的情况。

注：最佳运行时，保持进水温度低于 30°C。

注：在高温环境下，通过水管中的水传导的热量比通过传感器传导的热量多。在极端情况下，可在水管外加屏蔽层来解决。

3-7

3.5 传感器安装指导

注意：仪器的性能与传感器的安装正确与否有关。不正确的安装将出现镀膜生产再现性、晶体寿命和速率稳定性等问题。

3.5.1 传感器安装

图 3.3 表示 INFICON 水冷传感器在真空工艺室中的典型安装。为达到最佳性能和方便，安装时可按照这个方法和下列指导。

3-8



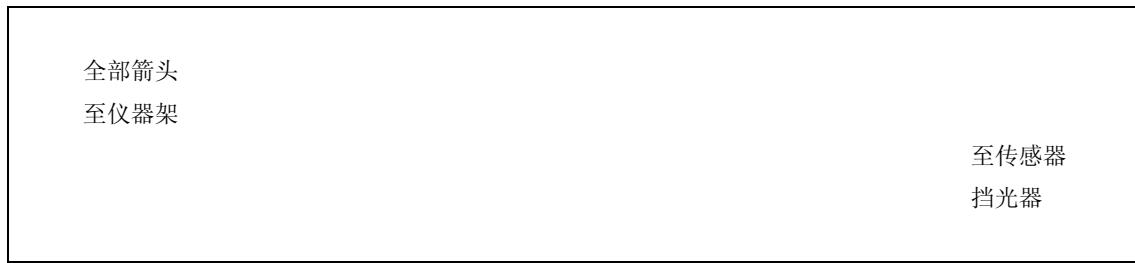


图 3.3 典型安装

3-9

一般传感器的安装位置应尽可能远离蒸发源(至少 10" 或 25.4 厘米), 这个位置必须仍然保持厚度的积聚速度与基片成正比。在图 3.4 中表示传感器安装的正确与不正确方法。

为防止溅射, 采用源挡光器或晶体挡光器在初始预热过程中屏蔽传感器。如晶体受到即使很微小的熔融材料的打击即会损坏和停止振荡。即使未完全停止振荡, 也变得不稳定。

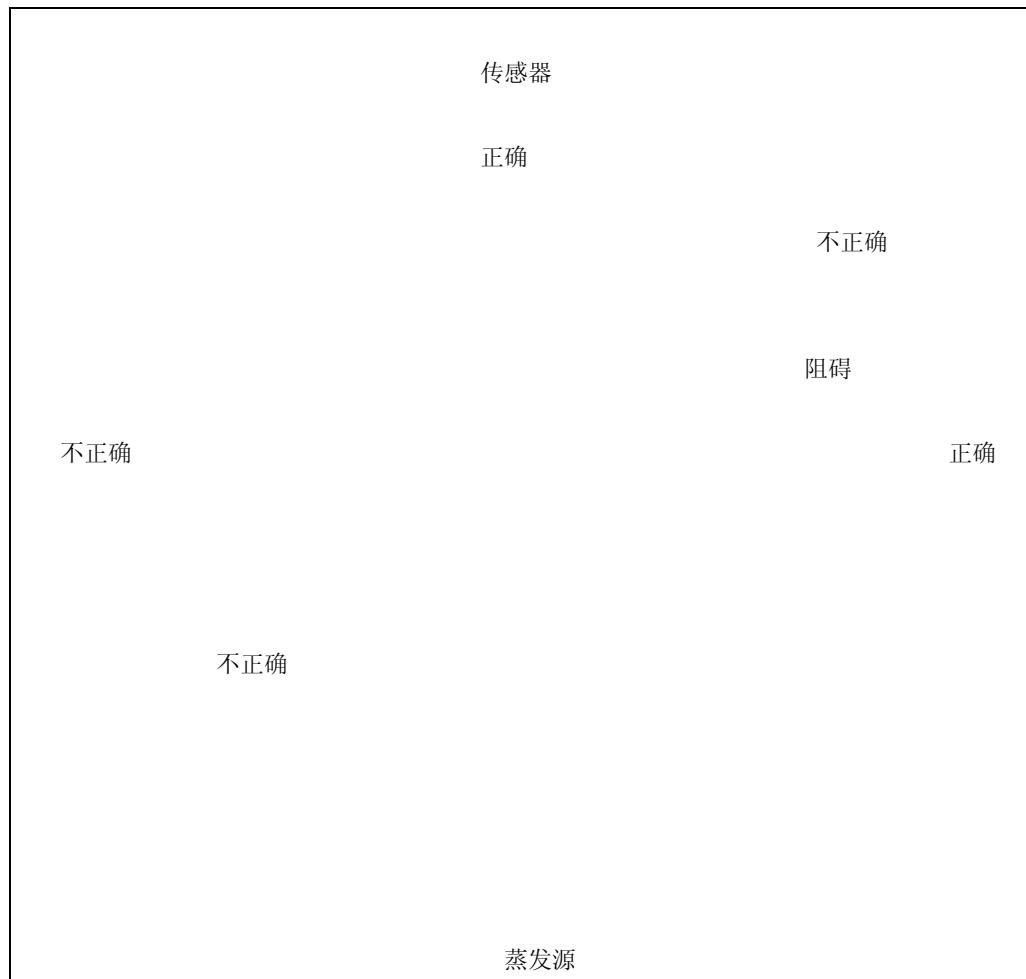


图 3.4 传感器安装准则

3-10

3.5.2 CrystalSix

安装 CrystalSix 要求正确设定 CrystalSwitch 配置开关见 2.6.2 节。按照 CrystalSix 说明书 (IPN 074-155) 和图 3.5 来安装。如仪器配置一个 CrystalSix，必须连接至传感器 1。

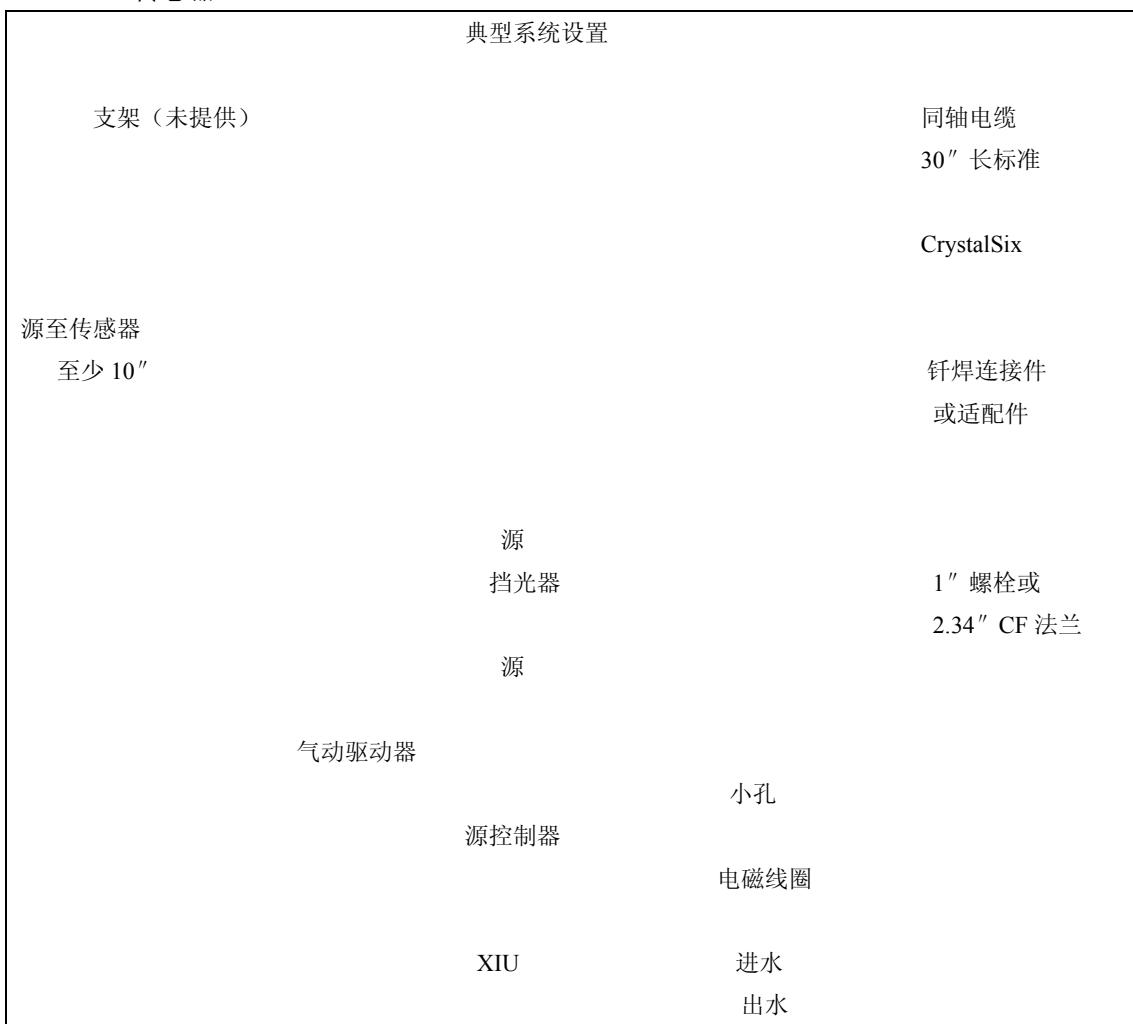




图 3.5 XTC/2 和 XTC/C 的 CrystalSix 安装

3-11

3.5.3 检查传感器安装的清单

- 将传感器安装在工艺室内牢靠和固定的部件上。不要用水管作支架。
- 在源与传感器的路径上没有任何阻挡。考虑旋转或移动的夹具。
- 传感器的中心轴（一根虚构的线垂直引至晶体面上）直接对准所监测的源。
- 容易进入更换晶体。
- 当系统使用共镀膜时，传感器的位置做到从一个源发出的蒸发物只飞行至一个传感器上。如无特殊的传感器屏蔽或选件“材料导向器”一般不可能达到此要求。
- 建议始终采用水冷，即使热负载和速率很低的情况下。
- 如穿过低温挡板，必须确保冷却水保持流通或放空。否则可能引起水被冻住或水管破裂。
- 避免冷却水管上的凝聚物滴落入馈入件中。这些凝聚物可引起晶体驱动电压短路，导致晶体过早损坏。

3-12

3.6 使用测试模式（仅 XTC/2）

仪器包含一个软件控制的测试模式模拟实际运行。测试模式的目的是验证基本运行和向操作人员演示典型的操作运行。

在测试模式中显示的速率由下式决定：

$$\text{显示的速率} = \frac{40}{\text{密度 (克/毫升)}} \times \frac{\text{工艺因素 (\%)} }{100\%} \quad \text{\AA / 秒}$$

在测试模式中全部继电器和输入正常运行。

3.6.1 运行测试

在将仪器连接上电源前，电源开关应在 **STBY** 位置上。

执行本机测试如下：

1. 证实除电源电缆外，无系统电缆连接至仪器上。用欧姆表或用户测试箱测量继电器。
2. 将配置开关 1 设置于“ON”的位置。
3. 按下 **ON/STBY** 开关，绿色电源指示灯亮。如液晶显示器上出现 **Err**，参阅“误差信息”，见 6.2 节。
4. 液晶显示器上将出现下列显示：

测试
准备
XX: XX 阶段 分: 秒
XX% 功率
晶体故障

5. 按 **PROG** 键。将出现程序显示，光标位于上升时间边上。

3-13

6. 参考表 3.2 中的参数，输入给出的数据。

表 3.2 测试运行参数

上升时间 1
预热功率 1
预热时间 1
上升时间 2
预热功率 2
预热时间 2
挡光器延迟
新速率
R 斜坡时间
空闲斜坡
定时功率
晶体转换 S
晶体转换 Q
工艺因素 1
工艺因素 2
镀膜速率
最终膜厚
厚度设点
密度
Z-比值
传感器#
源#
坩埚#
CTL GAIN

CTL TC

CTL DT

最大功率

取样

保持时间

8. 当正确的数值顺序出现闪的显示时，按 **E** 键输入和储存数据。

9. 按 **PROG** 键退出程序显示。

10. 按 **START** 键开始编程顺序。

3-14

11. 显示**上升时间 1**，当**功率**增加至 20%时，分：秒计时器开始从 00: 20 减少。

当达到 00: 00 时状态信息改变至**预热时间 1**，计时器开始从 00: 10 减少，当达到 00: 00 时状态信息改变至**预热时间 2**。

12. 当**功率**增加至 35%时，**预热时间 2**开始从 00: 15 减少。当达到 00: 00 时状态信息改变至**预热时间 2**，计时器重新开始从 00: 10 减少，当达到 00: 00 时状态信息改变为**镀膜**。

13. 一旦进入**镀膜**后，时间开始增加，镀膜速率将为 16.1Å/秒。**厚度设点**信号器显示，功率为 36%。当达到**最终膜厚**参数 2.000kÅ 时，镀膜停止，消逝时间为 02: 03。计时器开始从 00: 00 计时。**最终膜厚**信号器显示。

14. 仪器现在进入**空闲功率**，保持这个模式直至按下 **START** 按键。

15. 当按下 **START** 按键后，过程将重复步骤 12 至 14。

注：如将**空闲功率**编程为 0，过程将从**上升时间 1**开始。

16. 上述步骤完成后，将配置开关 1 “OFF”，使仪器离开**测试模式**。然后将仪器先置于 **STBY** 再 “ON” 读新的配置。

3-15

3.7 输入和输出详述

3.7.1 继电器

继电器和电路的安全额定值为 120 伏交流，100 伏安，最大电流为 2.5 安。其功能如下：

表 3.3 系统 I/O 连接件

继电器#	接脚#	功能**	闭合触点	开启触点
1	1, 2	源挡光器 1	在镀膜过程中和手动状态 当指定源 1 时	平衡
2	3, 4	源挡光器 2	在镀膜过程中和手动状态 当指定源 2 时	平衡
3	5, 6	传感器挡光器 1	当指定的传感器工作时，在	
4	7, 8	传感器挡光器 2	下列状态： <ul style="list-style-type: none">• RateWatcher 取样• 镀膜• 手动• CrystalSwitch 至双头后备• 在 CrystalSix 转换过程中脉动• 挡光器延迟	平衡

5	9, 10	停止	当停止条件产生时, 见 4.3.2,4.3.1 和 2.6.2 节	当清除停止条件时
6	11, 12	过程终止	当过程的最后镀层达到空闲状态时	启动至下一个过程

3-16

表 3.4 AUX I/O 连接件

继电器#	接脚#	功能**	闭合触点	开启触点
7	1, 2	厚度设点或 膜层终点	两次连续测量超过 厚度设点 当膜层达到空闲状态	进入空闲状态 复位或启动下一个镀层
8	3, 4	馈送时间 (预热 2)	在预热 2 过程中	平衡
9	5, 6	晶体故障	当全部晶体均用完时	当晶体故障被清除时
10	7, 8	报警或 在过程中	当触发报警时, 见 4.3.1 当启动一个过程时	当报警停止时 当在停止、准备或空闲 状态时
11	9, 10	源 1/ 源 2	使用源 1 (切换) 启动镀层时	使用源 2 启动镀层时
12	11, 12	镀膜终止	两次连续测量超过 最终厚度	进入准备状态

表 3.5 开收集极输出* (8 个编码中的 1 个)

TTL 输出#	高	低
1 18 坩埚选择 1	如工作膜层的指定坩埚为 1, 或 0	平衡

2	19	坩埚选择 2	如工作膜层的指定坩埚为 2	平衡
3	20	坩埚选择 3	如工作膜层的指定坩埚为 3	平衡
4	21	坩埚选择 4	如工作膜层的指定坩埚为 4	平衡
5	22	坩埚选择 5	如工作膜层的指定坩埚为 5	平衡
6	23	坩埚选择 6	如工作膜层的指定坩埚为 6	平衡
7	24	坩埚选择 7	如工作膜层的指定坩埚为 7	平衡
8	25	坩埚选择 8	如工作膜层的指定坩埚为 8	平衡

*坩埚选择输出是开收集极型的，最大 5 伏，可驱动 5 个 TTL 负荷（10 毫安）

**功能可由遥控通讯指令 R15-R18 重写，见 3.8.5 节。

3-17

3.7.2 输入

通过一个触点闭合至公共地（GND）或用有 2 毫安电流容量（1 个低功率 TTL 负荷）的 TTL/CMOS 逻辑将输入端拉至地（<0.8 伏）来启动输入。这些端口每 250 毫秒读值一次；在读的周期中信号必须存在。

表 3.6 系统 I/O 连接件

输入#	接脚#	功能**	说明
	13,14,15,16,17	输入指令（GND）	用作启动任何输入的参考
1	18	启动镀膜	检测下降边复制面板启动
2	19	停止镀膜	检测下降边产生停止
3	20	终止镀膜	检测下降边终止镀膜状态，与达到最终膜厚相同
为“标准”输入选件设定配置开关#12			
4	21	取样起始	检测下降边起始 RateWatcher 取样，如膜层编程这个功能
5	22	取样禁止	应用地参考电压将 RateWatcher 维持在保持状态

6	23	晶体故障禁止	应用地参考电压禁止晶体故障继电器闭合和产生停止
7	24	厚度抑零	检测下降边复制面板抑零
8	25	预热 2 保持	应用地参考电压延长预热 2 状态直至去除信号/闭合
为“膜层选择”输入选件设定配置开关#12			
4	21	复位	
5	22	选择膜层 MSB	
6	23	选择膜层	
7	24	选择膜层	
8	25	选择膜层 LSB	

3-18

表 3.7 AUX I/O 连接件

输入#	接脚#	功能**	说明
	13	输入公共 (GND)	用作启动任何输入的参考
9	14	坩埚有效	应用地参考电压，坩埚旋转机构用于给出讯号指示坩埚已进入位置，状态顺序可执行。
	15, 16, 17	输入公共 (GND)	用作启动任何输入的参考

3.7.3 图形记录仪

图形记录仪输出有 12 位分辨和一个附加信号信息位，整个范围从 -10 至 +10 伏。可供应 5 毫安，内阻 100 欧姆。输出与速率、厚度或速率偏差成正比，取决于 XTC/2 配置开关的设定值；见 2.6.2 节。XTC/C 的缺省记录仪功能为 0-100Å/秒速率，并由发送 R38 指令来更改，见 3.7.6 节。在这些输出中出现纹波是正常的，约 84Hz 时最大 5 毫伏。每 250 毫秒更新输出。

3.7.4 源输出

源输出将驱动±10.00 伏在 400 欧姆负荷中。输出与要求的源功率成正比（15 位）。在这些输出中出现纹波是正常的，约 84Hz 时最大 50 毫伏。极性由每 2 配置开关设定；见 2.6.2 节。每 250 毫秒更新输出。

3-19

3.8 计算机通讯

仪器支持一系列标准或选择的计算机通讯协议格式。RS 232 是标准的，运行校验和或非校验和以及 SECS II 格式。它也可配置自动输出达到最终厚度的过程数据(数据记录)。此外，可安装 IEEE-488 选件。

3.8.1 通讯设置

设置遥控通讯接口，当 XTC/2 上电时，按下 0 键。可使用数字键、输入键和清除键输入下列参数：

tyPE (0=Inficon 校验和,1= Inficon 无校验和,2=SECS,3=数据登录)

(如为 tyPE 选 SECS，可存取下面 5 个参数)：

dId (设备 ID 0-32767)

t1 (按 SECS 定义计时器 1) (0-10.0 秒)

t2 (按 SECS 定义计时器 2) (0.2-25.0 秒增量为 0.2 秒)

rtrY (按 SECS 定义重试限值) (0-31)

dUPL (按 SECS 定义复制程序)

baUd (0 =1200, 1 =2400, 2 =4800, 3 =9600)

IEEE (IEEE 地址, 0-30) - 要求选件硬件

当这个清单完成时, READY 信息闪, 可选择重复列清单或继续正常运行。按 ENTER 键将进入正常运行。按 CLEAR 键将重复列清单。

注: 当在通讯程序模式中时, 不要关断仪器, 否则新的参数值将不会存入。

有关 XTC/C 设置通讯接口, 参见配置开关设置 (2.6.2) 和通讯指令节 (3.8.5)。XTC 与主计算机之间的电缆必须按 2.6.7 节中的电缆图连接。

3-20

3.8.1.1 National Instruments 的 IEEE-488 设定值 IEEE-GPIB 板

当建立 IEEE 通讯时, 采用 Nationan Instruments IEEE-GPIB 板工作, 有下面的设定值。这些值使用 Nationan Instruments 提供的 IBCONF.EXE 设定。

板特性

板: GPIB0	选择 (用左/右箭头键):
初级 GPIB 地址	0 至 30
次级 GPIB 地址	
超时设定值	
EOS 字节	
EOS 的终止读值	
设定 EOI 和 EOS 写	
EOS 的比较型式	
设定 EOIw/last 写字节	
系统控制器	
重复寻址	
自动串行轮询未用	
高速计时	
中断设定	
基本 I/O 地址	
DMA 通道 (任意)	

设备特性

板: XTC/2	选择 (用左/右箭头键):
初级 GPIB 地址	0 至 30
次级 GPIB 地址	
超时设定值	
EOS 字节	
EOS 的终止读值	
设定 EOI 和 EOS 写	
EOS 的比较型式	
设定 EOIr/last 写字节	

3-21

3.8.2 基本指令结构

通过计算机通讯有下列指令:

E 回送。返回发送的信息。

H 呼叫。返回模式和软件版号。

Q 查询。查询编程参数和返回请求的参数值。

U 更新。用发送的值更换参数。

S 状态。基于特定的请求发回适当的信息。

R 遥控。基于特定的指令执行一个动作。大多模仿面板的键盘。

发送与接收协议格式说明如下和使用下列缩写:

STX 开始传送字符

00,NN 指令的大小是 2 字节长, 00 代表高次字节, NN 代表低次字节

ACK 指令确认字符

NAK 指令未确认字符

LF 换行 (IEEE 为 EOT 字节)

CS 校验和

CR 回车

校验和格式信息协议

至 XTC: STX 00 NN 信息_字符串 CS

从 XTC: STX 00 NN ACK 信息_字符串 CS (如成功)

或

STX 00 NN NAK 误差_字符串 CS (如失败)

3-22

无校验和格式信息协议

至 XTC: 信息_字符串 ACK

从 XTC: 信息_字符串 ACK (如成功)

或

误差_字符串 NAK (如失败)

IEEE-488 格式信息协议

至 XTC: 信息_字符串 LF

从 XTC: 信息_字符串 LF (如成功)

或

误差_字符串 LF (如失败)

SECS 格式信息协议

至 XTC: NN SECS_10_BYTE_HEADER 信息_CS CS

从 XTC: NN SECS_10_BYTE_HEADER ACK 信息_CS CS (如成功)

或

NN SECS_10_BYTE_HEADER NAK 误差_CS CS (如失败)

使用下列误差码:

A - 不合理指令

- B - 不合理值
- C - 不合理 ID
- D - 不合理指令格式
- E - 无数据检索
- F - 现在不能更改值
- G - 坏的校验和

3-23

3.8.3 服务请求和有用信息

在 IEEE 模式中有一系列事例将启动服务请求，仪器的请求将传送至主计算机。仪器由触发状态字节的 RQS 位元完成。主计算机开始串行轮询然后由在状态字节的 RQS 位元 (2^6) 中存在 1 来识别请求的设备。特定的服务请求产生事例在位元 2^0 - 2^3 是编码的，如下所示：

表 3.8 服务请求编码

产生事例	码	值
最终厚度	0001	1
仪器在 STOP 状态	0010	2
镀层终止	0011	3
STBY / ON 顺序	0100	4
过程终止	0101	5
晶体故障	0110	6
250 毫秒数据准备，仅在 R23 发出后存在，	0111	7

见 3.7.6 节.晶体故障是自动清除的

对于各种信息查询正确反应的格式化仪器需要不同的时间长度。为避免不必要的母线通信量，建议主计算机监测 MAV（信息存在）状态来决定何时传送完全组合和作好准备的信息。有关利用这些功能用于样品程序参阅 3.8.8 节。

3-24

3.8.4 数据登录

DATALOG 数据输出表示有关最近的“挡光器打开”至“挡光器关闭”顺序的信息。

选用 DATALOG 通讯型式将自动启用数据登录，见 3.8.1 节。如选用 DATALOG，RS 232 端口配置于只输出 DATALOG 信息，不能从主计算机接收指令。如安装了 IEEE 选件，将继续工作在常规的方式。

数据是一系列 ASCII 字符串，每个由“回车或换行”分开，次序如下：

- 1) 镀层# (1-3)
- 2) 膜层# (1-9)
- 3) 速率 = _____.____ Å/秒
- 4) 厚度 = _____.____ kÅ [如晶体故障，最后的好的厚度]
- 5) 镀膜时间 = _____.____ 分：秒
- 6) 平均功率 = _____.____ %
- 7) 起始频率 = _____.____ Hz
- 8) 终止频率 = _____.____ Hz [如晶体故障，最后的好的频率负值]
- 9) 晶体寿命 = ____ %
- 10) 定时功率终止或正常下完成

注：此外 – 如镀层是过程的第一个膜层，在前缀“开始过程”后输出 2 个空行。如镀层是过程最后一个膜层，在后缀“终止过程”前输出 2 个空行。

自动数据登录只用于 XTC/2；但是，通过 S19 指令的自动数据登录信息字符串对

XTC/2 和 XTC/C 均可使用。

3-25

3.8.5 计算机指令详述

回送指令 回送信息，即返回发出的信息。

格式为： **E** 信息字符串

呼叫指令 呼叫指令将返回字符串“XTC/2 版号 x.xx”，其中 x.xx 为软件版本号。

格式为： **H**

查询指令 查询指令返回有关当前仪器参数值的信息。

格式为： **Q pp F -** 查询膜层 **F** 的参数 **pp**，或镀层参数 **Q pp L**。空格用作为分隔符 **Q** 与 **pp** 以及 **pp** 与 **F** 之间的分隔符，其中 **F**（或 **L**）是 1 与 9 之间的数字，**L** 是 0 与 3 之间的数字，和表示草写的膜层或镀层号。

注：如设定 **pp** 为 99，按下面特定的次序输出全部参数；每个参数由空格分开。这指令允许一个快速的数据信息块传送，方便于膜层下载。

3-26

表 3.9 参数定义表（用于查询与更新指令）

PP	XTC/2 参数	范围
0	上升时间 1	
1	预热功率 1	
2	预热时间 1	
3	上升时间 2	
4	预热功率 2	
5	预热时间 2	
6	挡光器延迟	
7	新速率	
8	速率斜坡时间	
9	空闲斜坡	
10	空闲功率	
11	定时功率	
12	晶体转换 S	
13	晶体转换 Q	
14	工艺因素 1	
15	工艺因素 2	
16	镀膜速率	
17	最终膜厚	
18	厚度设点	
19	密度	
20	Z-比值	

21	传感器
22	源
23	坩埚
24	控制增益
25	控制 TC
26	控制 DT
27	最大功率
28	取样
29	保持时间
30-39	**未用**
40	镀层
99	全部

3-27

更新指令 更新指令用发送的 DATA 更换当前的参数。

更新膜层参数的更新指令格式如下：

U pp F vvv – 膜层 **F** 的参数 **pp**, 值 **vvv**。

用值 **vvv** 更新膜层 **F** 的参数 **pp**, 空格用作为 **pp** 与 **F** 之间以及 **F** 与 **vvv** 之间的分隔符, 其中 **F** 是 1 至 9 之间的数字。见表 3.9 编号的参数清单及其限值。

注: 如设定 **pp** 为 99, 按下面特定的次序输出全部参数; 这指令允许一个快速的数据信息块传送, 方便于膜层下载。每个参数由空格分开。

更新镀层参数的更新指令格式如下：

U 40 L v

其中 40 为指定要更新的镀层。L 表示更新那一个镀层。L 的值可为 1, 2, 或 3。v 为插入镀层 L 的膜层号。

例如, 更新指令为

U 40 1 4

将膜层号 4 插入镀层 1。

3-28

状态指令 基于特定的请求发回信息。

状态指令的格式为：

S xx 返回状态（值）xx

其中：

S 为文字 S

xx 一或两个数码，如下：

S0 过程信息。全部信息从 S1 至 S10 由空格分开

S1 当前读出的速率（Å/秒）。从 x.x 至 xxx.x Å/秒

S2 当前输出的功率（%）。从 x.x 至 xxx.x %

S3 当前积累的膜厚（k Å）。从 x.xxxx k Å 至 xxxx.xxxx k Å

S4 当前的过程阶段

S4 反应码

0	准备阶段
1	源转换阶段
2	上升 1 阶段
3	预热 1 阶段
4	上升 2 阶段
5	预热 2 阶段
6	挡光器延迟阶段
7	镀膜阶段
8	速率斜坡阶段
9	手动阶段
10	定时功率阶段
11	空闲斜坡阶段
12	空闲阶段

3-29

- S5** 阶段时间 (秒/分) xx:xx
- S6** 工作镀层 x
- S7** 工作膜层 x
- S8** 工作晶体 x
- S9** 晶体寿命 x % 至 xx %
- S10** 功率源号码 x
- S11** 输出状态 – 返回 16 个 ASCII 字节的字符串, 每次输出一个。每字节有 ASCII 值 0 至 1, 相应于输出状态。

位置	输出	
1	源挡光器 1	1 = 开启, 0 = 关闭
2	源挡光器 2	1 = 开启, 0 = 关闭
3	源挡光器 1	1 = 开启, 0 = 关闭
4	源挡光器 2	1 = 开启, 0 = 关闭
5	停止	1 = 停止, 0 = 不停止

6	过程终止	1 = 过程终止, 0 = 过程不终止
7	膜厚设点	1 = 膜厚设点
8	馈送时间 (预热 2)	1 = 预热 2 阶段
9	晶体故障	1 = 晶体故障
10	报警	1 = 报警条件
11	源 1 / 源 2 (切换)	1 = 源 2 0 = 源 1
12	终止镀膜	1 = 关闭
13	坩埚选择 (LSB)	
14	坩埚选择	二进制编码
15	坩埚选择 (MSB)	
16	未用	

3-30

S12 输入状态 – 返回 9 个 ASCII 字节的字符串。每字节有 ASCII 值 0 至 1, 相应于输出状态。

输入#	功能
-----	----

1	启动
2	停止
3	终止
4	取样起始
5	取样禁止
6	晶体故障禁止
7	厚度抑零
8	预热 2 保持
9	坩埚有效?

S13 原始频率 – 读出的晶体频率。xxxxxxxx.x Hz
[如晶体故障, 最后的好频率负值]

S14 晶体故障 – 如当前晶体故障返回 ASCII 1, 如否 0

S15 最大功率 - 如当前输出的最大功率返回 ASCII 1, 如否 0

- S16** 晶体转换 - 如当前晶体转换返回 ASCII 1, 如否 0
- S17** 过程终止 - 如过程已终止返回 ASCII 1, 如否 0
- S18** 停止 - 如过程停止返回 ASCII 1
- S19** DATALOG - 返回数据登录字符串, 详见 3.8.4 节。数据用空格分开而不是 CR / LF。***

***返回的最后字节相应用 1 或 0 来识别定时功率终止或常规完成信息。当使用 S19 指令时“开始过程”与“终止过程”信息是不返回的。

3-31

- S20** 当前配置开关设定值 - 返回 16 个 ASCII 字节的字符串, 每字节有 ASCII 值 0 至 1, 相应于配置开关的位置 1-16; 字节 1 相应于开关 1。

1 = 开关 on

参见下面 S22。

注: 开关设定值要在电源 STBY /ON 顺序作用后才有效。

- S21** 误差标志 - 如存在一个以上的误差码, 反应字符串将它们全部返回, 每个由单个空格分开。

S21 反应码	
0	误差 0
2	电源故障或 STBY /ON 顺序
9	误差 9
10	无误差

S22 仪器配置读值 – 在最后 STBY /ON 顺序配置开关的位置。
见上面 S20 和 2.6.2 节。

遥控指令 遥控指令的格式为：

R xx vvv

其中，

R 为文字 **R**

xx 为遥控码，列于下

vvv 为某些遥控指令需要的值

3-32

R0 启动。等效于按 **START** 键

R1 停止。等效于按 **STOP** 键

R2 复位。等效于按 **RESET** 键

R3 遥控锁定 On。禁止从面板输入任何参数

R4 遥控锁定 Off。清除遥控锁定条件

R5 晶体故障禁止 On。模拟遥控输入

R6 晶体故障禁止 Off。模拟释放遥控输入

R7 预热 2 On。模拟遥控输入

R8 预热 2 Off。模拟释放遥控输入

R9 手动 On。等效于面板上的 **MPWR** 键

R10 手动 Off。等效于面板上的 **MPWR** 键

R11 设定功率值 vv。设定工作源的功率于 vv%

- R12** 厚度抑零。模拟遥控输入或面板上的抑零键
- R13** 最终厚度触发。模拟遥控输入
- R14** CrystalSwitch。等效于面板上的 XTSW 键
- R15** 进入通讯 I/O 模式 – 见 **R16** （仅用于通讯 I/O 模式）
- R16** 退出通讯 I/O 模式 – 见 **R15** （仅用于通讯 I/O 模式）
- R17** 设定（闭合）继电器 xx （xx = 1-12）
- R18** 清除（打开）继电器 xx （xx = 1-12）
- R19** 将背光 ON
- R20** 将背光 OFF
- R21** 触发笛音

3-33

- R22** 清除误差标志
- R23** 设定 250 毫秒 DATA 准备服务请求（仅 IEEE）
- R24** 清除 250 毫秒 DATA 准备服务请求（仅 IEEE）
- R25** 将频率上限设定于 6.027 MHz

注：晶体故障将自动清除 250 毫秒服务请求

下面的附加指令仅用于 XTC/C :

- R30** 测试 ON
- R31** 测试 OFF
- R32** 控制模式镀膜
- R33** 控制模式刻蚀
- R34** 报警时停止

- R35** 报警时不停止
- R36** 最大功率时停止
- R37** 最大功率时不停止
- R38 x** 记录仪型式 x (0=速率 0 至 100Å/秒,1=速率 0 至 1000Å/秒,
2=厚度 0 至 100Å,3=厚度 0 至 1000Å,4 =功率,5=速率偏差,
6 = 速率 0 至 100Å/秒平滑,7 = 速率 0 至 1000Å/秒平滑)
- R39** 设定 SECS 定时器 1 (0.1 – 10.0)
- R40** 设定 SECS 定时器 2 (0.2 – 25.0)
- R41** 设定 SECS 最大重试 (0-31)
- R42** 设定 SECS 复制程序块至是
- R43** 设定 SECS 复制程序块至否

3-34

3.8.6 RS 232 程序实例

3-35

3-36

3.8.7 SEM II 程序实例

3-37

3-38

3.8.8 IEEE-488 程序实例

3-39

为执行信息有效 (MAV) 位的串行轮询，可在上述 IEEE-488 程序中增加下列语句：

```
285 CALL IBRSP (XTC2%, SPR%)
287 B = SPR% / 16: B = INT (B)
289 IF B = 1 THEN 290 ELSE 285
```

在发送指令至 XTC/2 状态字节轮询后。对指令的反应只在 MAV 位设定 ($2^4 = 16$) 后检索。

为执行请求服务位的串行轮询，您只需要测试要设定的 RQS 位。

例：

```
(串行轮询)      CALL IBRSP (XTC2%, SPR%)
                  B = SPR% / 64: B = INT (B)
                  IF B = 1 THEN (继续程序) ELSE (串行轮询)
```

如 RQS 位已设定，然后程序读出第一个 4 位状态字节 (2^0 至 2^3) 确定服务请求产生的事例。一旦确定后，采取适当的动作。

3-40

3.9 共镀膜（两台仪器相互连接）

采用多台 XTC 仪器相互连接可同时控制两（或更多）源。这是容易做到的，只要按图 3.6 所示将仪器的输入和输出相互连接。

建议用户安装两个元件。一个“外启动”开关用于在系统 I/O 上施加一个 **START** 输入讯号来同步两台仪器膜层的起始。继电器反向电路用于确保两台仪器同时进入 **镀膜** 状态。

当使用所建议的配置时：

- 在任一仪器上的 **STOP** 条件将停止另一台仪器。按一台仪器的 **STOP** 键停止两台仪器。
- 首先达到**最终膜厚**的仪器将触发另一台仪器的终止镀膜输入。
- 被指定为“从属”的仪器必须编程在“主”仪器前达到**预热 2** 终止状态，以避免由预热保持终止而引起的延迟。
- 在按外启动开关前，操作人员必须确认两台仪器均处于 **READY** 状态。

- 如发生 **STOP** 而不要求重新运行镀膜（见 4.4 节），**RESET** 指令必须分别发给每台仪器。
- 如有材料跨灵敏度（如一台仪器的传感器接收到从不止一个源来的材料）**工艺因素或最终膜厚参数**必须按这个情况调整。
- 为计算传感器上的混合材料，调整 Z-比值是必要的。如组分过扩展运行是临界的情况，这是尤其重要的。

3-41

接脚 连接	仪器 1 (主)	仪器 2 (从)	接脚 连接
	启动 输入	外启动开关	启动 输入
	停止 继电器		停止 输入
	停止 输入		停止 继电器
源 挡光器 1		挡光器 1 (主 XTC/2)	
		继电器 反向电路	预热 2 保持 输入
源 挡光器 2		挡光器 2 (主 XTC/2)	
		挡光器 1	



图 3.6 两台 XTC/2 仪器相互连接用于共镀膜

3-42



第四章

编 程 和 运 行

内 容

4.0 编程系统操作详述

4.1 状态和测量系统顺序

- 4.2 状态说明和参数限值
- 4.3 报警和停止
 - 4.3.1 报警
 - 4.3.2 停止
- 4.4 从“停止”恢复
- 4.5 调整控制环
 - 4.5.1 调整快源
 - 4.5.2 调整慢源
 - 4.5.3 设定最大功率
- 4.6 设定 S & Q 参数（软晶体故障）
 - 4.6.1 Q-因素（质量）
 - 4.6.2 S-因素（稳定性）
 - 4.6.3 确定 S 和 Q 值
- 4.7 速率斜坡
 - 4.7.1 速率斜坡至零速率
- 4.8 使用手持控制器（选件）
- 4.9 设定预热和空闲功率值
 - 4.9.1 设定预热功率 1 参数
 - 4.9.2 设定预热功率 2 参数
 - 4.9.3 设定空闲功率参数

4-i

- 4.10 执行 RateWatcher
- 4.11 晶体故障
- 4.12 完成于定时-功率
- 4.13 晶体故障禁止
- 4.14 挡光器延迟
- 4.15 晶体转换详述
 - 4.15.1 传感器挡光器 / CrystalSwitch 输出
- 4.16 启动镀层，无后备晶体配置
- 4.17 晶体寿命和起始频率

4-ii

4.0 编程系统操作详述

4.1 状态和测量系统顺序

下面是仪器运行流程的综述。只有三个基本的执行环路；其中两个是独立的：1) 显示环；和 2) 测量与控制过程环。第三个环状态过程环大多显示给操作人员，指示仪器与镀膜系统间的内在联系。由于测量与控制环的时间临界性质可认为它是仪器的精华，将状态顺序与显示功能融合在它的功能只。下面的符号用于流程图中：

操作人员 击键	仪器 判定点	仪器 状态	其它关键的 仪器动作
------------	-----------	----------	---------------

注：下面的流程图只是一般精确，未包含所有可能的偶然事例。其目的是对仪器运行的快速浏览。

4-1

ON/STBY	STBY/电源	储存当前的 过程数据	待用	
• 内存检查			复位	设定镀层 从 1 开始
• 读配置开关				
• 恢复当前过程值				
停止				
30 秒超时	坩埚进入 位置?	选择 坩埚	同一源 和坩埚	• 装载 膜层参数
		上升 时间 1	空闲功率 零?	
停止		预热 时间 1		

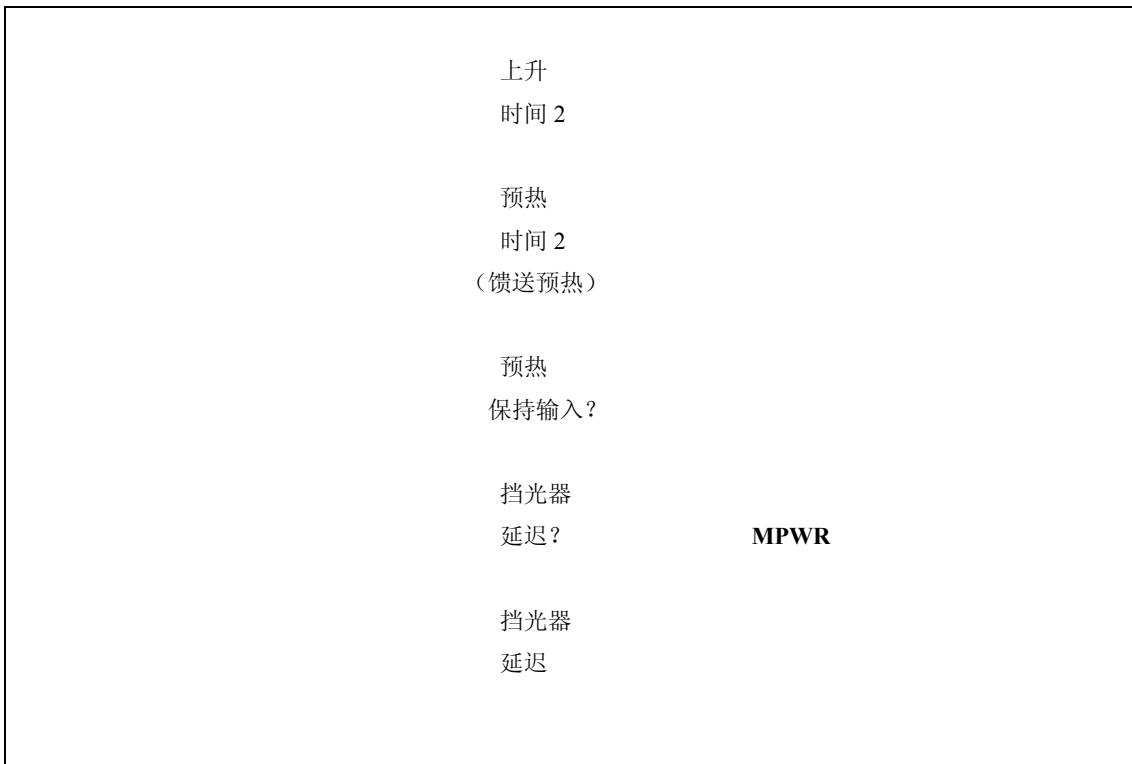


图 4.1 膜层状态示意图

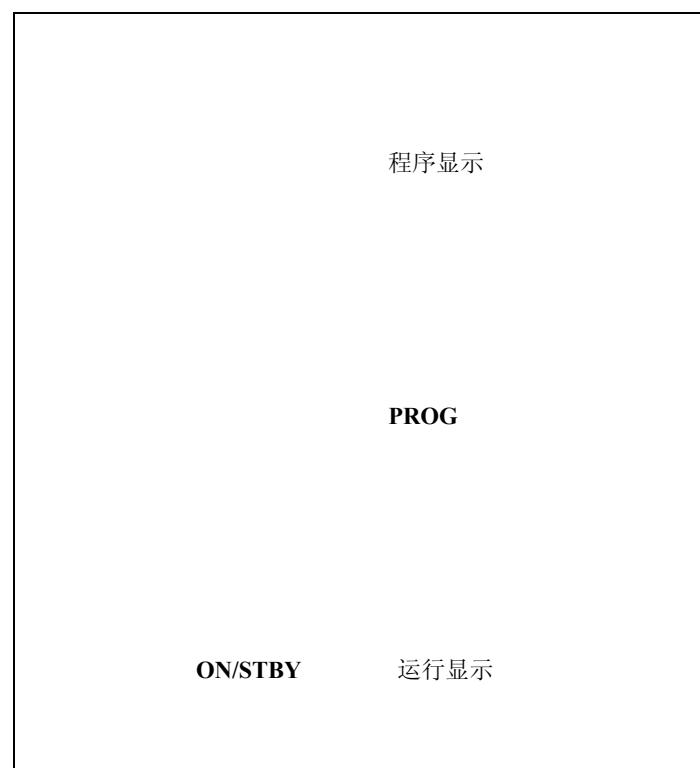
4-2





图 4.1a 膜层状态示意图（续）

4-3



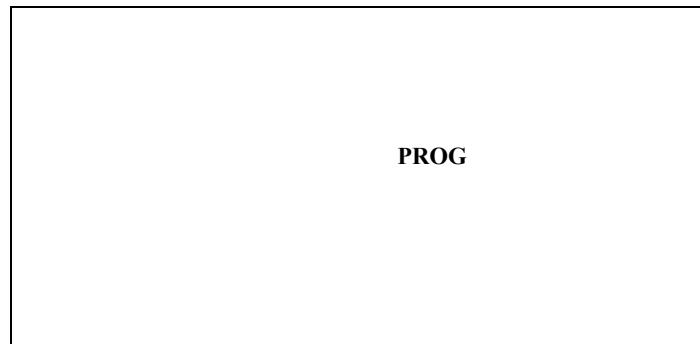


图 4.2 显示环

测量和控制环是由它的时间临界性质特征的。不管发生什么情况，每 250 毫秒，仪器将测量晶体的频率和更新控制环的电压以及所有其它输出。

电缆补偿工艺用于匹配晶体、传感器、馈入仅和至驱动电路的真空中电缆。

扫频工艺扫描系统晶体的基频谐振。一旦找到谐振执行常规的频率寻迹。

4-4

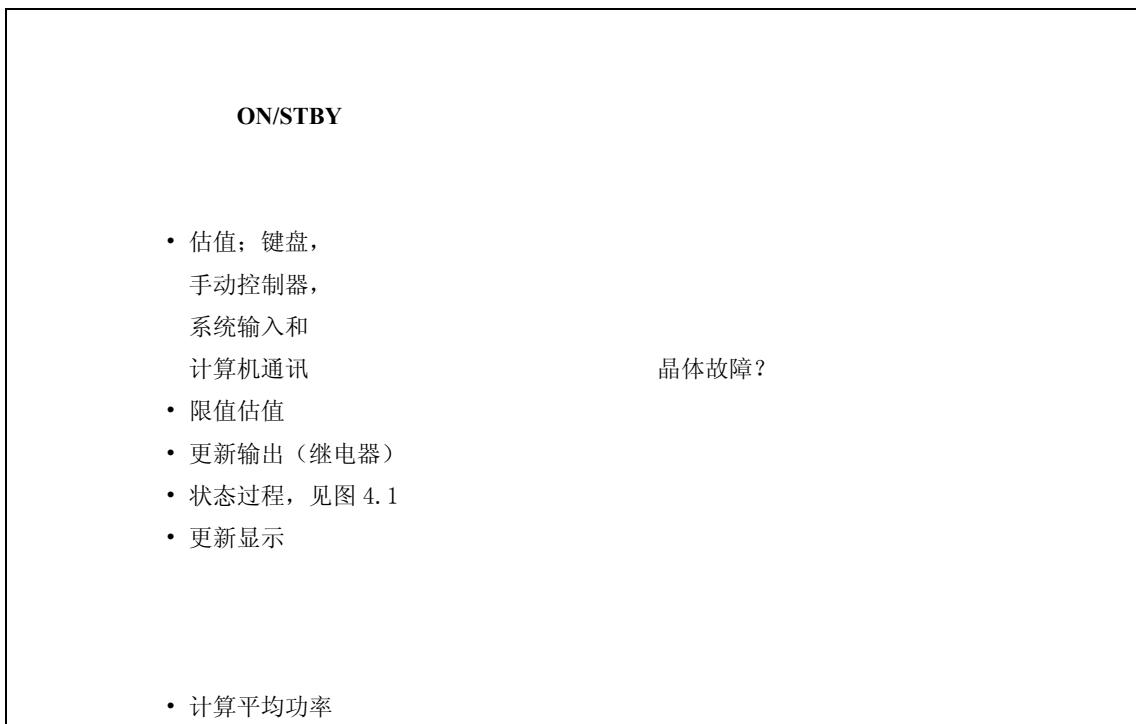




图 4.3 测量和控制过程环

4-5

4.2 状态说明和参数限值

将 XTC 用作为膜层厚度/速率控制仪需要编程膜层的顺序参数。膜层顺序由 **START** 指令开始，当过程达到空闲状态时终止。在这些事例中发生的任何过程控制决定于编程的参数值。膜层顺序包含许多可能的状态，将一个状态定义为一个过程事例。这些状态说明如下，也见图 4.1。作用于每个状态的参数列在状态说明后面的括号中。

表 4.1 状态说明

状态	条件	继电器触点状态		
		源 挡光器	传感器 挡光器	馈入
1. 准备	注：从 1 至 7 为预镀膜状态 将接受 START 指令	开	开	开

2. 选择坩埚 / 转换晶体	当“坩埚进入位置”输入低时，仪器进入下一个状态。如先前膜层的空闲功率不等于零，在坩埚位置变更请将功率设定至零。如选择的传感器不是上次使用的那个，然后将发生转换至那个传感器 [坩埚#, 传感器#, 源#]	开	开	开
3. 上升时间 1	源上升至预热功率 1 值 [上升时间 1]	开	开	开
4. 预热时间 1	源维持在预热功率 1 值 [预热时间 1, 预热功率 1]	开	开	开
5. 上升时间 2 (馈送斜坡)	源上升至预热功率 2 值 [上升时间 2]	开	开	开
6. 预热时间 2 (馈送预热)	源维持在预热功率 2 值 [预热时间 2, 预热功率 2]	开	开	闭
7. 预热保持	源维持在预热功率 2 值 [预热保持输入]	开	开	开

4-6

状态	条件	继电器触点状态		
		源 挡光器	传感器 挡光器	馈入
	注：从 8 至 14 为镀膜状态			
8. 挡光器延迟	速率控制。一旦源速率控制在 5%以内即进入镀膜状态 [挡光器延迟 是]	开	闭	开
9. 镀膜	速率控制 [淀积速率, 最终厚度, 控制增益, 控制 Tc, 控制 Dt]	闭	闭	开
10. 速率斜坡时间	速率控制，要求的速率改变 [厚度设点。新速率, R 斜坡时间]	闭	闭	开
11. RateWatcher	速率控制	闭	闭	开

(取样)	[取样%]			
12. RateWatcher (保持)	固定功率, 基于上次取样的平均功率 [保持时间]	闭	开	开
13. 手动	用手持控制器控制源功率	闭	闭	开
14. 定时功率	晶体故障; 源维持在晶体发生故障前的平均 控制功率 [定时功率 是]	闭	闭	开
15. 空闲斜坡	源改变至空闲功率 [空闲斜坡]	开	开	开
16a. 空闲功率 (= 0%)	源维持在零功率; 将接受 START 指令 [空闲功率]	开	开	开
16b. 空闲功率 (>0%)	源停留在空闲功率; 将接受 START 指令	开	开	开

注: 停止状态 – 仪器将接受 START 指令, 当晶体故障未发生时。
参阅 4.16 节。

4-7

下面列出参数的变量及其限值。如超出限值, 将出现 **ERR** 信息。

表 4.2 膜层参数限值

参数	限值	单位
上升时间	00.00 – 99:59	分: 秒
预热功率	0.0 – 100	%
预热时间	00.00 – 99:59	分: 秒
挡光器延迟	是或否	—
新速率	0.000 – 999.9	kÅ
R 斜坡时间	00.00 – 99:59	分: 秒
空闲斜坡	00.00 – 99:59	分: 秒
空闲功率	0.0 – 100	%
定时功率	是或否	—

晶体转换 S, Q	0 – 9	全数
工艺因素	10.0 – 500	%
淀积速率	0.000 – 999.9	Å/秒
最终厚度	0.000 – 999.9	kÅ
厚度设点	0.000 – 999.9	kÅ
密度	0.500 – 99.99	克/毫升
Z-比值	0.100 – 9.999	——
传感器#	1 或 2	——
源#	1 或 2	——
坩埚#	0 – 8	全数
控制增益	00.01 – 100.0	(Å/秒) / %
控制 TC	0.1 – 100	秒
控制 DT	0.1 – 100	秒
最大功率	0.0 – 100	%
取样	0 – 99	%
保持时间	00.00 – 99:59	分：秒

4-8

4.3 报警和停止

有一系列不正常状态要求操作人员注意。这些状态被检测和处理为**报警**，如很严重则**停止**。

报警和停止均分别由继电器闭合来指示。报警条件不是灾难性的，仪器将继续镀膜过程直至终止。**停止**是灾难性的，立即中止过程。需要时，用户可设定**报警时停止**配置开关（见节 2.6.2）将**报警**的处理与**停止**相同；即当检测到不正常情况时即中止过程。

4.3.1 报警

下列条件为仪器闭合**报警继电器**的**报警**条件。

- 在**坩埚有效输入** 30 秒内坩埚选择未生效。
- 在**挡光器延迟**的第一个 60 秒内（如使用 **PID** 环路时，**20X CTL TC**）未建立速率控制。
- 速率已超出**镀膜**控制 60 秒（如使用 **PID** 环路时，**20X CTL TC**）。
- 源功率已超出**最大功率**参数 5 秒。这也由最大功率信号器闪来指示。

4.3.2 停止

下列动作或条件产生**停止**状态。这个情况在 XTC/2 由**停止**信号器指示，在 XTC/C 由**停止指示灯**指示，并闭合停止继电器。

- 按 XTC/2 面板上的开关
- 启用外输入的**停止**
- 在任何预镀膜阶段中检测到**晶体故障**（当晶体转换不存在时）
- 如**定时功率**设定于否，在**镀膜**过程中检测到**晶体故障**（当晶体转换不存在时）

4-9

- 接着**后镀膜**状态，在**定时功率**下完成**镀膜**过程
- 如启用**报警时停止**或**最大功率时停止**配置开关，在 4.3.1 节中列出的任何报警条件。

4-10

4.4 从“停止”恢复

这些仪器有能力不需要手动再编程任何膜层或过程参数，从停止完成（恢复）一个过程。从（由操作人员或任何机器条件产生的）停止恢复只需要给出 **START** 指令（确认显示器上的继续指示灯亮）。将重新从开始起执行停止时的膜层过程，但在重新进入镀膜状态时，显示的厚度将不“抑零”，而是使用在停止发生时已经积累的膜层厚度。从这一点开始厚度的积累进入正常方式。从重新进入镀膜状态起全部过程将进入正常方式。在这情况下，“修复”的镀层将加到先前运行的膜层中直到达到规定的膜厚。

如不要求恢复，只要在 **START** 指令前发出 **RESET** 指令。过程可复位至镀膜开始。在给出 **RESET** 指令后工作的显示器上将看到继续信号。如这个有问题的膜层不能由增加第二层同样材料膜层达到最后规定的要求而成功地修复，可以使用这个程序。

注: **RESET** 指令, 可当显示器在运行模式下, 按面板上的复位键或通过遥控指令给出。

4-11

4.5 调整控制环

控制环参数的功能与仪器对与时间相关的镀膜源特性和它的电源的误差(测量的镀膜速率与要求的速率之间)的反应相匹配。有三估可调整的参数; **CTL GAIN**, **CTL TC** 和 **CTL DT**。为方便起见, 将源分为两种类型“快源”和“慢源”。有关控制环在 5.6 节中将进一步讨论。调整参数受到源值、速率、扫描范围或束流密度、工艺因素和源条件的影响。

注: 使用图形记录仪, 尤其在新的应用开始时, 特别建议将记录仪的输出设定于“速率”和用它检测对沉积速率小变化的反应。

注: 如不知道源是“快源”还是“慢源”, 可用记录仪直接测量延迟。用手动控制功率, 建立速率和使它变得稳定。当图形记录仪笔跨过某些方便的参考点时, 增大源功率数个百分数(约 5%, 如可能)。让源再次稳定下来。画出延

迟的时间，如图 5.7 所示，确定源是“快源”还是“慢源”。将记录仪运行于足够快的图形速度来精确地测量时间。延迟时间大于 1 秒的源为“慢源”。

4.5.1 调整快源

在这里讨论的快源，是控制电压变化（在源的电源中）与测量系统对这个变化的反应能力间的延迟（滞后）不大于 1 秒的镀膜源。一般快源是：所有电子束型（使用坩埚内衬的除外）、某些小型灯丝源和溅射源。

如源的反应已特性化为“快源”（如 4.5 节的注中建议的）；可容易地设定 INTEGRATING TYPE 控制参数如下：

CTL DT - 因为这是快源，将这个参数设定于 0.1，并留它在那里。

CTL TC - 将这个参数设定于 0.1，并留它在那里。

4-12

CTL GAIN - 用镀膜速率的增量 ($\text{\AA}/\text{秒}$) 除以源功率的增量 (%) 近似地得到过程的增益。将这个参数设定于这个计算值。在使用中更改这个值使它最佳化。记住增加这个参数的值将减小控制器在镀膜速率中给定误差的变化。

注：如中使用 **CTL GAIN** 不能达到满意的控制，这个源可能不是“快源”。

控制仪增益反应太小的系统（它的 **CTL GAIN** 值太大）是过阻尼，如图 4.4 所示。减小 **CTL GAIN** 值直到系统振荡如图中所示的低阻尼曲线。正确的控制建立于中间值，接近于临界阻尼曲线。

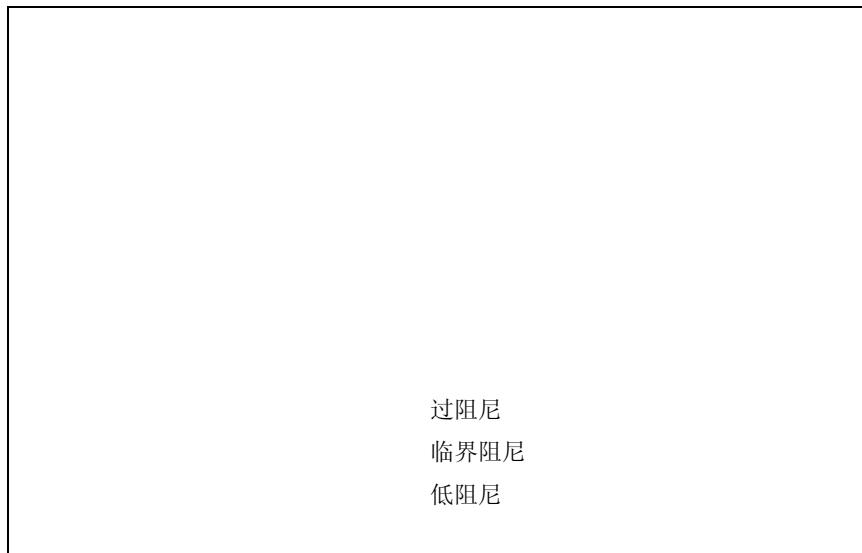


图 4.4 阻尼曲线实例

4-13

4.5.2 调整慢源

在这里讨论的慢源，是控制电压变化（在源的电源中）与测量系统对这个变化的反应能力间的延迟（滞后）大于 1 秒的镀膜源。大多热源为慢源。（典型的快源是电子束加热型不使用坩埚内衬）。

如源的反应已特性化为“慢源”（如 4.5 节的注中建议的）；参阅 5.6 节，然后设定 PID 控制参数如下：

CTL GAIN = K_p ，将这个值输入参数中

CTL TC = T_1 ，将这个值输入参数中

CTL DT = L ，将这个值输入参数中

如图 5.7 中所示的，控制死时间 L 是源功率设定值的变化与明显的镀膜速率的变化之间的时间延迟。控制时间常数 T_1 是 $(T_{0.632} - L)$ 其中 $T_{0.632}$ 是源功率设定值的变化与达到新平衡速率的 63.2%之间的时间。

K_P 是镀膜速率的变化与源功率变化之比值。

$$K_P = \frac{\text{(输出的变化)}}{\text{(控制讯号的变化)}} = \frac{\Delta \text{埃 / 秒}}{\Delta \% \text{ 功率}}$$

这些值在使用中稍加调节以达到调整最佳化。调整可因过程变化而改变。通常 **CTL TC** 和 **CTL DT** 不需要改变。

注：记住增加 **CTL GAIN** 值将减小控制器给定速率误差的变化。

4-14

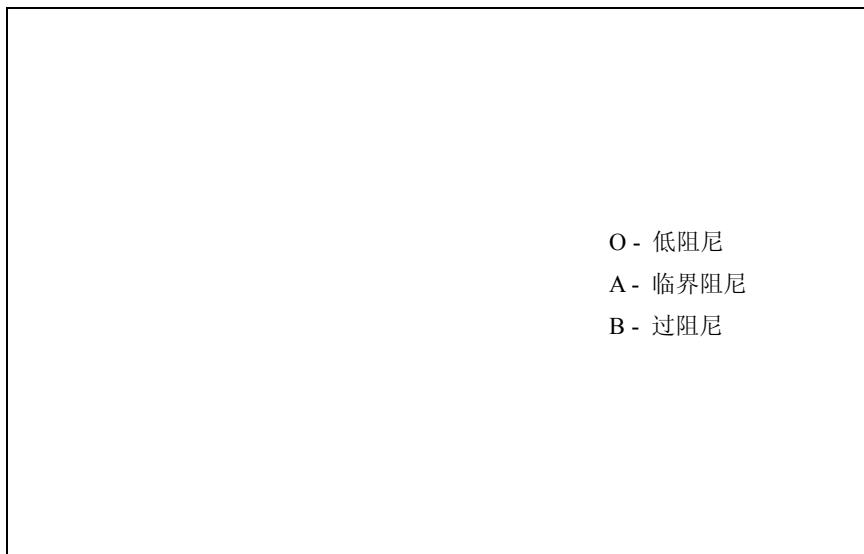


图 4.5 延迟设定值的实例

4.5.3 设定最大功率

最大功率参数通常用于确保点镀膜源在速率控制下经历一个不寻常的事例时不会发生严重的损害。设置一个允许施加于源的最大功率，可避免严重的损伤，例如材料耗尽。如没有这个保护速率控制器将增加功率直至完全的 100%。这是灾难性的！通常将这个参数设定于比镀膜过程中需要的正常功率高 2-5%。超过最大功率将导致 STOP 或报警；见 4.3 节。

4-15

4.6 设定 S & Q 参数（软晶体故障）

在镀膜过程中的某一点，晶体可出现不稳定或反常情况，还继续在仪器可接受的频率范围 6.0 MHz 至 5.0 MHz 内振荡，导致差的速率控制和不准确的厚度测量。将 **S** 和/或 **Q** 值编程为非零值，可达到对过程控制的各种改进。仪器可自动转换至不同的晶体和继续正常镀膜，在定时功率下完成运行或当超过编程的不稳定性阈值时终止过程。如 **S & Q** 值编程于较大的值，在转换前允许的不稳定性阈值就较低。

4.6.1 Q-因素（质量）

Q - 因素是工作过程速率控制的质量因素。当 **Q - 因素**起作用时，仪器对离要求的编程速率的速率偏差敏感。设定 **Q** 于 1 与 9 之间启用一个设定速率偏差阈值限制的算法。如相对于编程速率的速率偏差大于编程的阈值，**Q** 计数器是增量。如速

率偏差小于编程的阈值，**Q** 计数器是减量。**Q** 不允许有负值。如 **Q** 计数器超过 50，仪器将自动转换晶体，使过程完成于定时功率下或 **STOP** 过程。质量限值（或允许的速率偏差范围）示于表 4.3 中。这个偏差是在镀膜过程中每 250 毫秒对每个晶体的读值进行计算的结果。

表 4.3

质量限值	
Q – 因素	速率偏差阈值 (%)
0	无用
1	30.0
2	25.0
3	20.0
4	15.0
5	12.5
6	10.0
7	7.5
8	5.0
9	2.5

例： 如编程的速率为：45 Å/秒，工作速率为 40 Å/秒，则
偏差 (%) = $(45 - 40) / 45 \times 100\% = 11.1\%$

4-16

4.6.2 S-因素（稳定性）

通常，当材料沉积在晶体上时，它的工作频率将降低。正是这个频率变化（在整个测量过程中）使仪器具有测量膜厚与控制速率的功能。

有时候晶体会出现不稳定，并在测量的时间周期中出现正的频移。S – 因素可用于测量晶体的不稳定性。

当 S – 因素起作用时和正频移发生时，正频移的值被累计在 S – 寄存器中。将 S – 因素编程于 1 至 9 来设定一个总的累计正频移值。当超过限值时，取决于仪器的配置，当出现晶体故障时进入 CrystalSwitch、将镀膜完成于定时功率或 STOP 仪器。

所选 S – 因素最大的累计值列于表 4.4 中。为避免 S – 寄存器累计中的随机噪声，

要求最小的正频移值为 25Hz。

表 4.4

所选 S - 因素的最大累计值	
S - 因素	正频移累计值
0	无用
1	5000 (最大单频移 1250)
2	1000
3	500
4	400
5	200
6	200 (最大单频移 100)
7	100
8	100
9	25

晶体出现正频移有许多原因。例如，当晶体接近寿命终止时易于出现不稳定，可能由于暂时加大晶体的频率的缘故。由于在晶体上的膜层剥离也可能发生正频移。

4-17

此外，温度效应也可发生正频移。晶体温度超过 100°C 时，对一些小的温度变化更灵敏，而产生频移。当施加的热在工艺室内和/或当挡光器打开时（晶体暴露于热的蒸发源），晶体频移较高直到达到热平衡。当工作过程终止和/或挡光器关闭时，由于冷却，晶体频率将向负方向移动。

图 4.6 表示 AT 切割晶体的温度与频率的关系。



图 4.6 35° 20' AT 切割晶体的温度与频率的关系

4-18

4.6.3 确定 S 和 Q 值

S 和 Q 因素是用于确保蒸发过程始终在晶体能提供的最好可能的速率控制下。过程工程师可将这些参数编程于 0 至 9 的值。这样，当初级晶体达到一个特性不适宜的点时，它将进行正确的转换，或进入定时功率状态，或作出停止的决定。当 S 和 Q 增加至 9 时，不稳定性的允许值变得越来越小。这两个参数是相互独立的，一次可处理一个。

如晶体故障而无后备晶体。定时功率参数决定过程是否应停止（否）或在定时功率下完成（是），[或晶体转换，如使用双或 CrystalSix 晶体传感器头]。

当显示器在运行模式和按下 LIFE 键时，可观察 S 和 Q 值。S 积累值代替时间显

示。当释放 **LIFE** 键时，在时间显示上 **Q** 值取代 **S** 值显示约 1 秒钟。

当使用一个新的晶体时，如 **Q** 参数编程正确，**Q** 积累值通常是 1 或 0。当晶体变坏时，当 **Q** 累计器计数上升或下降会出现较大的值。转换点发生在 **Q** 积累值等于 50 时。指定的计数 50 要求速率偏差不稳定性维持数秒钟。这是为什么演算系统在短寿命事例下不跳开的原因。**Q** 累计器并不保留这个值，而是当速率偏差超过它的设定允许值时上升，当速率偏差在它的编程允许值范围内时下降至零。

S 累计器只表示从开始按下启动按钮的片刻直至膜层完成和下一个膜层开始期间的正频移 (Hz) 总幅值。当 **S** 值超过设点时，晶体不工作。与 **Q** 积累值不同，当正频移大于 25 Hz 时总是将 **S** 值保持和加至累计器中。表 4.4 表示需要触发转换的累计频移。

一个问题是电子束枪产生电弧放电时。如在电弧放电过程中 **S** 值不断增加通常表示接地不良，**S** 因素应在问题纠正前停止作用。

4-19

改进的速率和厚度信息产生于将 **Q** 和 **S** 值编程为非零值。要在改进的过程控制与低的晶体利用率之间取得折衷方案。在观察几个运行后可作出判断，是否编程的值可达到折衷的要求。

INFICON 实验室提供下列有用的值作为一般指导。

源	材料	S-因素	Q-因素
2" E -B 枪 w/内衬	Cu	7	7
2" E -B 枪	Cu	5	7
1-1/8" E -B 枪	Al	4	4
1-1/8" E -B 枪	Ni	4	3
集成式 W-Al ₂ O ₃	Cu	6	7

如过程/晶体性能未知时和您需要确定 **Q** 和 **S** 因素，在开始可用 **S = Q = 5**，按 **LIFE** 键观察显示器上的特性。检测和细调这些参数直到达到速率控制的要求。

常在过程中设置，**Q**-因素的初始设定值可使晶体传感器产生软故障。这可能是由于取得系统在控制下过程的延迟（即慢反应源或预热功率设定值不合理）。晶体传感器的软故障状态可由重新输入 **Q** 或 **S** 因素参数来清除或复位。

例如，如 **Q** 因素参数值为 5，而速率控制变化大于±12.5%，这导致 **Q** 积累值增大。当达到 50 时，由于晶体质量规则系统晶体出现“软故障”。这个“**Q**”故障晶体可由重新输入 **Q** 因素参数值 5 或将它改为另一个值来清除。

4-20

4.7 速率斜坡

每个膜层程序包含速率变化参数。它用于产生精确的蒸发速率的线性改变。“速率斜坡”在膜层的镀膜状态中执行。当达到膜层程序的厚度设点时开始。如速率斜坡终止于膜层达到最终膜厚前，仪器将回到镀膜阶段。

速率斜坡的坡度决定于下式：

$$\Delta \text{速率 / 秒} = (\text{新速率} - \text{沉积速率}) / \text{斜坡时间}$$

如在速率斜坡的过程中改变斜坡参数，将计算新的坡度，计入过程已进行的斜坡时间中。

4.7.1 速率斜坡至零速率

有时当使用合金镀膜时要求速率斜坡为零，达到最终膜厚时完成镀膜过程。常规下可输入**新速率**为零来删除速率斜坡。为完成这种类型的膜层，将**新速率**的速率斜坡值编程为 0.1 \AA/s 。当达到这个速率值时，膜层程序按已达到**最终膜厚**一样地进行。

在速率斜坡进行过程中，**淀积速率**参数内部值不断地更新以匹配速率斜坡的坡度。

注：如进入**定时功率**状态，速率斜坡不再执行；膜层将在达到编程的**最终膜厚**时完成。

4-21

4.8 使用手持控制器（选件）

手持控制器作为选件提供。有连线的遥控控制器用于手动控制功率、转换晶体和发出 **STOP** 指令。

控制器通过螺旋形电缆与仪器连接，将模块式插头插在仪器的面板上。位于控制器顶部的**功率/停止**开关，是非对称的，便于提高操作人员对增加与减小功率的注意。

横向移动**功率/停止**开关可调节功率（仅用于手动模式）。将**功率/停止**开关沉入即停止仪器的工作。

当在 **READY** 时，按下控制器上的红色按钮可启动晶体转换。这个动作对双头配置

是交换工作晶体。对 CrystalSix 是进入下一个晶体位置。只要仪器不是 **STOP** 状态，任何时间可执行。

注：在离开手动功率状态后，仪器进入镀膜状态。当达到最终膜厚参数值时镀膜将终止。

附件工具包中包含一个方便的钩子用于将控制器悬挂在仪器上或其它易于取放的地方。

4-22

4.9 设定预热和空闲功率值

仪器后板的源# 连接件提供 0 至 ±10 伏的源功率控制。电压输出与功率的百分数成正比，50% 功率输出显示为 5 伏。控制电压的极性由相应的配置开关设定，见 2.6.2 节。

注：最大电压输出受到每个膜层的最大功率参数值的限制。

4.9.1 设定预热功率 1 参数

典型的预热功率 1 值设定于产生的蒸发源温度刚好低于蒸发温度。在手动功率模式下，用手持控制器或 C/E 键可容易地转换为功率百分比（预热功率 1）值。将功率值缓慢地调节至刚刚开始融熔，然后记下液晶显示器上的功率百分比值。用这个值作为预热功率 1 设定值。这个功率值也可用于非零空闲功率的快镀膜机。设定相应的上升时间和预热时间确保融熔不发生激烈的涡旋但又不浪费过多的时间。

4.9.2 设定预热功率 2 参数

典型的预热功率 1 值设定于产生的蒸发源温度刚好低于维持选用的蒸发率值。这是用手动将功率值调节至要求的速率，然后输入自动速率控制。让源稳定下来，然后记下显示器上的平均功率值。用这个值或稍低的值作为预热功率 2 值。设定足够的上升和预热时间长度确保融熔不发生激烈的溅射，但又足够短，不浪费昂贵的材料。

4.9.3 设定空闲功率参数

在镀膜完成后，需要缓慢地将蒸发源的功率降低至零或某个非零值。空闲斜坡参数定义从镀膜终止的功率下降至空闲功率值的线性下降坡度。

4-23

4.10 执行 RateWatcher

可容易地设置镀膜速率的周期性自动取样，然后必须保持正确的源功率值，在延长的时间周期内将自动功率控制保持于设点值。使用固有稳定的镀膜源；如平面磁控源，只需要偶尔的速率检测（具有必要的功率值的自动反复计算功能）。

这个“取样与保持”型控制器可取代通常限制用于在线连续或自锁型系统晶体监测的全作用型速率控制器。

RateWatcher 的功能要求两参数输入。

首先，过程工程师必须决定取样百分比。这参数设定必须维持超过 5 秒时间间隔的

精度。

注: 设点与刚取样的速率之间的差别, 最小精度范围设定值内部限制于 0.5Å/秒。这避免不必要的功率变化。

其次, **保持时间**必须编程。这是在完成最后的取样周期(或达到速率控制)与下一个取样周期开始之间的时间长度。用于自动运行, 过程工程师可设定这个时间间隔最长至 99.59。如需要更长的时间间隔或周期取样, 在**系统 I/O**连接件上有**取样起始与取样禁止**输入。在**保持**周期中, 厚度积累于自动控制速率(**淀积速率**), 功率保持在内部计算的定时-功率值。在**取样**周期中, 功率将不改变除非相继两次取样超出规定的精度范围(1-99%)。

输入**保持时间** 00:00, 将停止 RateWatcher 的功能。

注: 如晶体型式配置于双头或 CrystalSix 传感器头, RateWatcher 的功能将停止。见 4.15.1 节。

4-24

4.11 晶体故障

当 ModeLock 测量系统不能识别和驱动监测晶体时, 执行一组特殊的扫描和寻找解决方法。这个顺序需要 5 秒钟, 因为它要重复多次。这个顺序在图 4.3 的“测量和控制过程环”流程图中描述。

如测量系统不能恢复, 将显示晶体故障信息。下一步仪器采取的动作取决于在 4.12 节中说明的**定时-功率**参数。

有时监测晶体将自发地恢复, 如它的温度降低和充分的时间传送, 或由于镀层的自然释放使应力降低。即使显示晶体故障, 测量系统将继续试图找到基本谐振模式的频率。当晶体恢复或更换后这个信息将消失。

有关晶体故障的附加资料示于 6.3.2 节中。有关 ModeLock 振荡器，在 5.5.5 和 5.5.6 节中有更详细的说明。

4.12 完成于定时-功率

仪器作为控制器使用，在镀膜过程中当发生晶体故障时有能力正常地完成镀膜。取决于**定时-功率**设定值，当晶体发生故障时，仪器将完成于**定时-功率(是)**或**START(否)**。当设置完成于**定时-功率**，晶体故障发生时，仪器将建立一个平均功率 — 基于在晶体故障前输出至源的值。当在**沉积速率**下积累厚度时使用这平均功率。镀膜将正常终止。膜厚精度将取决于**定时-功率**阶段的时间长度。**定时-功率**阶段的时间长度越短最终膜厚精度将越高；时间长度越长精度将越低。如仪器只用作为监测仪这功能将不起作用。

4-25

4.13 晶体故障禁止

在许多镀膜系统中，晶体故障继电器闭合被设定为重大的事例而造成整个系统停机。当更换晶体作为正常的重新装载程序的一部分时产生问题。这个潜在的矛盾可利用晶体故障禁止来解决；见 2.6.4 节。当输入激活时晶体故障继电器将不会因为发生晶体故障而闭合。

如仪器在镀膜状态，晶体故障禁止输入是无作用的。

面板信息和仪器运行仍正常工作。操作人员现在可更换晶体，并证实不再有产生大的使过程中止的情况。

可使用**终止镀膜继电器**手动或自动切换晶体故障禁止输入；见 2.6.5 节。

4.14 挡光器延迟

挡光器延迟用于基片暴露于蒸发束流前建立速率控制。为完成这过程在挡光器延迟状态中敏感的晶体必须暴露于镀膜源。将**挡光器延迟**参数编程于“是”即可进入挡光器延迟。控制环试图在预镀膜状态终止时建立速率控制。然而，源挡光器打开延迟一个时间周期可确保稳定的速率控制。当速率控制已经建立（在**淀积速率**的 5% 内），挡光器打开，积聚的厚度抑零，基片立即暴露于严密速率控制下的蒸发束流中。随着正确地调整控制环参数，延迟时间可以保持最小。如仪器不能在 60 秒内建立速率控制（或 20x **CTL TC**，如使用 PID 环），**AUX I/O** 的报警继电器将闭合。如相应的配置开关置于 on 时，仪器也可以设置于当报警条件时自动 **STOP**；见 2.6.2 节。

4-26

4.15 晶体转换详述

在下列情况下，晶体转换将自动进行：

1. 仪器配置于双头，镀层运行于初级晶体上，而初级晶体发生故障。
2. 仪器配置于 CrystalSix，镀层运行中当工作晶体故障时，至少有一个好的晶体在转盘上。
3. 仪器配置于双头或单头，执行 **START** 时指定的初级晶体与上次传感器运行的不同。在进入上升 1 或上升 2 状态前将发生这个转换。

注: 当使用双头时, 如用于这个镀层的初级晶体故障镀层将不能 **START**, 除非“无后备晶体可启动镀膜”的配置开关被激活; 见 2.6.2 和 4.16 节。

4. 发生软晶体故障; 见 4.6 节。

在下列情况下, 晶体转换将不自动进行:

1. 在 **STOP**, **READY** 或 **IDLE** 状态。
2. 在镀膜 **START** 时, 指定的初级晶体已发生故障。将执行 **STOP**, 除非“无后备晶体可进行镀膜”的配置开关被选择; 见 4.6 节。
3. 当双头的次级晶体故障时。(将执行**定时-功率**或 **STOP**)。

当系统配置于双头或 CrystalSix 时, 晶体转换可在任何时候通过面板、手持控制器或遥控通讯手动执行。

注: 双头的初级晶体#是在膜层参数中编程的传感器。次级晶体是另一个传感器。在 XTC/2 显示器上, 工作的晶体号码亮。如初级晶体故障, 工作晶体的号码(后备)将闪, 表示没有后备晶体。

4-27

CrystalSix 晶体, 在仪器上电时检测还存在多少好的晶体。当配置 CrystalSix 的 XTC/2 在上电时除显示 CrystalSwitch 和 STOP 外其它均不显示。一旦完成初始化 XTC/2 将自动进入运行显示。在 XTC/2 显示器上, 好的晶体信号器亮, 工作晶体的号码闪。如全部晶体的信号器关闭表明 CrystalSix 转换器故障。如 CrystalSix 转盘故障不能正确旋转将出现 CrystalSix 转换器故障。

注: 如 XTC/2 和 XTC/C 不再有好的晶体时, 晶体故障信号器亮。

4.15.1 传感器挡光器 / CrystalSwitch 输出

传感器挡光器的功能取决于仪器后板上的配置开关。(见表 2.1, 配置开关设定值定义清单)。如选用单头传感器型式, 传感器挡光器继电器触点设置于常开。当进入

镀膜状态、挡光器延迟状态、或在 RateWatcher 功能的取样阶段，传感器挡光器继电器触点闭合（打开挡光器）。

如选用双头传感器型式，传感器挡光器继电器的功能作为 CrystalSwitch 继电器。触点设置于常开。当起始 CrystalSwitch 时传感器挡光器继电器触点闭合。这将驱动挡光器机构，拔动挡光器，暴露传感器 2 的晶体，覆盖传感器 1 的晶体。第二个 CrystalSwitch 功能将打开触点，拔动挡光器，暴露传感器 1 的晶体，覆盖传感器 2 的晶体。由于将继电器输出的功能从传感器挡光器改变至 CrystalSwitch 之一，当仪器配置双头传感器时 RateWatcher 不起作用。

注：当仪器配置双头传感器时，传感器 1 的挡光器继电器用于 CrystalSwitch 功能。传感器 2 的挡光器继电器不起作用。

如选用 CrystalSix 传感器型式，传感器挡光器继电器的功能作为 CrystalSwitch 继电器。继电器触点的运行与双头传感器不同。在这情况下，继电器触点脉冲闭合 1 秒，打开 1 秒，闭合 1 秒，然后打开。当连接正确时，第一个闭合 1 秒将驱使 CrystalSix 转盘进入两晶体间的中间位置。打开闭合 1 秒时，使棘轮机构放开，随后第一个闭合时驱动下一个晶体进入正确位置。两晶体之间的中间位置对用于验证 CrystalSix 传感器头的正确运行是重要的。由于改变继电器输出的功能从传感器挡光器至 CrystalSwitch 之一，当仪器配置 CrystalSix 传感器时 RateWatcher 不起作用。

4-28

4.16 启动镀层，无后备晶体配置

仪器可使用“后备”晶体自动继续过程。在常规运行中，当过程中晶体发生故障时，过程自动停止，必须更换晶体才能继续镀膜过程。当配置开关 11 on 时，用户可使用第二个，“后备”晶体继续过程。进行晶体转换或完成于定时功率功能正常工作。下面的例子进一步说明各种情况。

例如使用两个单传感器，在镀膜过程中一个晶体故障时，镀膜将依据编程完成于定时功率或 **STOP**。如配置开关 11 on，“后备”晶体是好的，并按 **START** 键，可继续镀膜或开始下一个镀膜过程。

如使用双头，在镀膜过程中晶体故障时，仪器将“晶体转换”至双头的第二个晶体

来完成镀膜。如配置开关 11 on, 按 **START** 键, 将使用“后备”晶体, 不管初级晶体是否损坏。当使用 CrystalSix 传感器时, 必须 6 个晶体全部损坏后才能使用“后备”晶体。

如使用两个单传感器或一个双传感器, 当使用“后备”晶体时晶体#的信号器将闪。当使用 CrystalSix 传感器时, 当前使用的晶体信号器将一直闪。

此外, 如仪器在过程中转换至“后备”晶体, 它将继续使用“后备”晶体直到过程 **RESET**, 即使初级晶体已更换。这可防止手动更换至初级晶体。

4-29

4.17 晶体寿命和起始频率

晶体寿命显示为监测晶体的频移相对于仪器允许 1 MHz 频移百分比。这个量对于何时更换晶体, 防止在镀膜过程中发生晶体故障是有用的。在晶体寿命消耗至一定量 (% 更换) 后更换晶体是正常的。

不是始终使用晶体至 100% 寿命。通常, 晶体寿命与镀膜材料的类型和这材料对石英晶体产生的影响关系很大。对于表现良好的材料如铜, 约 100% 晶体寿命。晶体的固有质量 Q 下降至一个难于维持尖锐谐振的点, 因而测量晶体频率的能力变坏。

当镀介质膜层或光学材料, 如金、铝或银时, 监测晶体的寿命很短: 10 至 20%。这是由于在石英与介质界面上的热和内在应力, 它通常由于膜层的机械强度差而

加剧，石英的固有质量对于晶体的损坏几乎无能为力。

由于在生产过程中工艺的变化，一个优质的新石英监测晶体显示已消耗 0 至 5% 是正常的。自然会产生这样的问题：“是否标示消耗 5% 寿命的优质新晶体比标示消耗 1% 寿命的晶体差？”

如果一个新晶体标示消耗 5% 寿命，其含义是或是石英基板比常规的稍厚（更好的机械强度），或是金电极比常规的稍厚（更好的热性能和电性能），或两者均是。在任何情况下，它的使用于材料沉积的寿命不会比常规的低。为证实这一点，对有关晶体寿命的问题进行了实验测试。结果表明标示消耗 3 至 5% 寿命的优质新晶体与标示消耗 0 至 2% 的晶体相比，若不是好于，也至少是一样好。

结论是，考虑晶体寿命的变化 ($\Delta \%$) 是重要的，不仅是表示的绝对寿命 (%)。

4-30



第五章

校准和测量

内 容

- 5.0 校准和测量
- 5.1 密度、工艺因素和 Z-比值的重要性
- 5.2 确定密度
- 5.3 确定工艺因素
- 5.4 实验确定 Z-比值
- 5.5 测量原理
 - 5.5.1 基础
 - 5.5.2 监测晶体
 - 5.5.3 周期测量技术
 - 5.5.4 Z - 匹配技术
 - 5.5.5 有源振荡器
 - 5.5.6 ModeLock 振荡器
- 5.6 控制环原理
- 5.7 密度和 Z - 比值表

5-i

5.0 校准和测量

5.1 密度、工艺因素和 Z-比值的重要性

石英晶体微量天平可精确测量增加至振荡石英晶体传感器表面的质量。仪器将增加材料的密度（由膜层的密度参数规定的）转换为厚度信息。在精度要求最高的情况下，必须进行如 5.2 节中说明的密度校准。

由于从镀膜源出来的材料束流不是各处均匀的。必须考虑到淀积于传感器与基片上不同的材料束流量。这个因素由膜层的工艺因素参数计算。工艺因素采用下面 5.3 节中的规则来建立。

Z - 比值是一个参数，校正频率变化至厚度的转换功能，由于晶体与镀膜材料之间声阻不匹配效应。

5.2 确定密度

注：从密度和 Z - 比值表中检索的体积密度值对于大多数应用已足够精确。

下面列出确定密度值的步骤：

1. 将基片（有用于膜层厚度测量的掩模）放置在传感器的邻近，这样在晶体与基片上将积聚同样的膜厚。
2. 将密度设置于膜层材料的体积密度值或一个近似值。
3. 设置 Z - 比值于 1.000，工艺因素于 100%。
4. 放置一块新的晶体于传感器上，使用手动控制进行一次短时间的镀膜（1000-5000Å）。
5. 镀膜后，取下测试晶体，用多束干涉仪或记录针型光波干涉仪测量膜层厚度。

5-1

6. 按下式确定新的密度值：

$$\text{密度 (克/毫升)} = D_1 \frac{T_x}{T_m}$$

式中，

D_1 = 初始密度设定值

T_x = 显示器上的厚度读值

T_m = 测量的厚度值

7. 用新的密度值编程仪器，观察显示的厚度是否等于测量的厚度可快速地校核计算的密度值，要求仪器在镀膜测试与输入计算的密度值之间不要抑零。

注：为达到 $T_X = T_M$ ，将密度稍加调整是必要的。

5-2

5.3 确定工艺因素

1. 在系统的基片保持架上放置一块测试基片。
2. 进行一次短时间的镀膜，并确定实际厚度。
3. 从下式计算工艺因素：

$$\text{工艺因素}(\%) = TF_1 \times \frac{T_M}{T_X}$$

式中，

T_M = 在基片保持架上测量的的实际厚度值

T_X = 显示器上的厚度读值

TF_1 = 初始工艺因素

4. 将工艺因素的百分数取整至接近 0.1%
5. 当将这个新的工艺因素值输入至程序中，如计算正确 T_M 将等于 T_X 。

注：当校准工艺因素时，建议至少分别进行三次运行。从一次运行至另一次运行间，源分布和其它系统因素的变化将导致厚度稍有变化。最后校准时应使用一个平均工艺因素值。

5-3

5.4 实验确定 Z-比值

在 5.7 节的密度和 Z - 比值表中列出常用材料的 Z - 比值。对于其它材料可用下式计算：

$$\begin{aligned} Z &= (d_q \mu_q / d_f \mu_f)^{1/2} \\ &= 9.378 \times 10^5 (d_f \mu_f)^{-1/2} \end{aligned}$$

式中，

d_f = 镀膜膜层的密度（克/毫升）

μ_f = 镀膜膜层的剪切模量（达因/平方厘米）

d_q = 石英（晶体）的密度（2.649 克/毫升）

μ_q = 石英（晶体）的剪切模量 (3.32×10^{11} 达因/平方厘米)

任何材料的密度和剪切模量可从常用的手册中找到。

实验的结果表明膜层材料的 Z - 值与体积值很接近。然而，对于高应力材料，膜层材料的 Z - 值稍小于它们的体积值。对于要求更精确校准的应用，建议采用下面的直接方法：

1. 使用校准的密度值和 100% 工艺因素，进行一次镀膜，这样晶体寿命百分数将读出约 50%，或对特别的材料接近晶体的寿命，无论那个是较小的
2. 在传感器邻近放置一块新的基片，进行第二次短时间镀膜 (1000-5000 Å/秒)
3. 确定在基片上的实际厚度（如密度校准中建议的一样）
4. 调整仪器的 Z - 值使厚度读值与实际厚度一致

5-4

对于多层镀膜（例如双层），用于第二次膜层的 Z - 值由两层膜的相对厚度决定。
对于大多数应用下面三条规则将提供合理的精度：

如膜层 1 的厚度比膜层 2 的厚度大，两个膜层均采用材料 1 的 Z - 值。

如膜层 1 的厚度比膜层 2 的厚度小，两个膜层均采用材料 2 的 Z - 值。

如两个膜层的厚度相似，采用两个 Z - 值的权重平均值，用于膜层 2 和随后的镀层。

5-5

5.5 测量原理

5.5.1 基础

石英晶体镀膜监测仪，或称 QCM，利用石英监测晶体对附加质量的压电灵敏度。QCM 利用这个质量灵敏度控制真空镀膜的镀膜速率和最终膜厚。当一个电压加在正确形状的压电晶体表面上时，晶体的扭曲与变形与施加的电压成正比。在施加电压的某些离散频率上发生很尖锐的电机械共振。当质量累加至一个共振的石英晶体表面上时这些谐振的频率降低。这个频率的变化是很重复性的，并且可精确地知道特定的石英振荡模式。这个启发式的容易了解的现象是一种不可缺少的测量和过程控制工具的基础，它可以容易地检测小于一个原子层厚度的附着在晶体上的外来材

料。

1950 年代后期 Sauerbrey 和 Lostis 指出频率的变化， $\Delta F = F_q - F_c$ ， F_c 和 F_q 相应为镀膜（或复合）和未镀膜的石英晶体频率，与由附加材料质量 M_f 而形成质量变化的关系如下：

$$\frac{M_f}{M_q} = \frac{(\Delta F)}{F_q} \quad \text{式 1}$$

式中， M_q 为未镀膜晶体的质量。用简单的替代法导出用于第一台“频率测量”仪器的公式：

$$T_f = \frac{K(\Delta F)}{d_f} \quad \text{式 2}$$

式中，厚度 T_f 与频率变化 ΔF 成正比（通过 K ），与膜层密度 d_f 成反比。常数 $K = N_{at} d_q / F_q^2$ ；其中 $d_q (=2.649 \text{ 克/毫升})$ 是单石英晶体的密度， $N_{at} (=166100 \text{ Hz cm})$ 是 AT 切割晶体的频率常数。当 1\AA 的铝（密度为 2.77 克/毫升 ）附加在表面上时，一个起始频率为 6.0 MHz 的晶体将显示频率降低 2.27Hz 。在这状态下，附着层的厚度可从晶体的频移来精确地推算出来。这个效应的定量知识提供了确定多少材料被镀覆在真空系统中的基片上的方法，在此之前人们使用的测量方法是不方便与不实用的。

5-6

5.5.2 监测晶体

不管外围的电子学如何复杂，镀膜监测仪的基本设备是石英晶体。这个石英谐振器表示于图 5.1 中，频率响应谱线示意性地表示于图 5.2 中。纵座标代表响应的幅值，或在特定频率下晶体的流量。





图 5.1 石英谐振器

最低的频率响应是基本的“厚度剪切”模式称为基频。厚度剪切模式的特征运动是发生平行于主要监测晶体表面的位移。换言之，表面是位移节点如图 5.3 所示。稍高的频率称为谐频，它们是厚度剪切与厚度扭曲模式的组合。三倍的频率称为三次准谐频。除准谐频外，还有一系列稍高于基频的谐频。

5-7

监测晶体的结构示于图 5.1 中，它是从首次使用的具有全电极的平行表面的方形晶体经过几次重大改进的结果。第一次改进采用圆形晶体。提高的对称性大大地减少了可振荡模式的数量。第二次改进是造型晶体的一个表面和减小激励电极的尺寸。这些改进有俘获声能的效果。减小电极直径限制激励至中心区。造型晶体通过总内反射在它到达边缘前俘获行进的声波。能量反射回至中心在那里与新发生的波进行干涉，达到小晶体可显示无限的特性。实用上将晶体的外缘夹持在晶体保持架中将晶体的振动限制至中心不产生任何不需要的效应，造型还减少对一般不需要的谐频模式的响应强度，因此大大降低了振荡器维持不需要振荡的潜能。采用附着层提高了电极与石英的结合力，减少了由电极与石英间膜层应力上升引起微裂隙而产生的“速率尖峰”。这些裂隙使镀层部分剥离因而不能参与振荡。这些自由的部分不再参与检测，从而推断错误的厚度值。

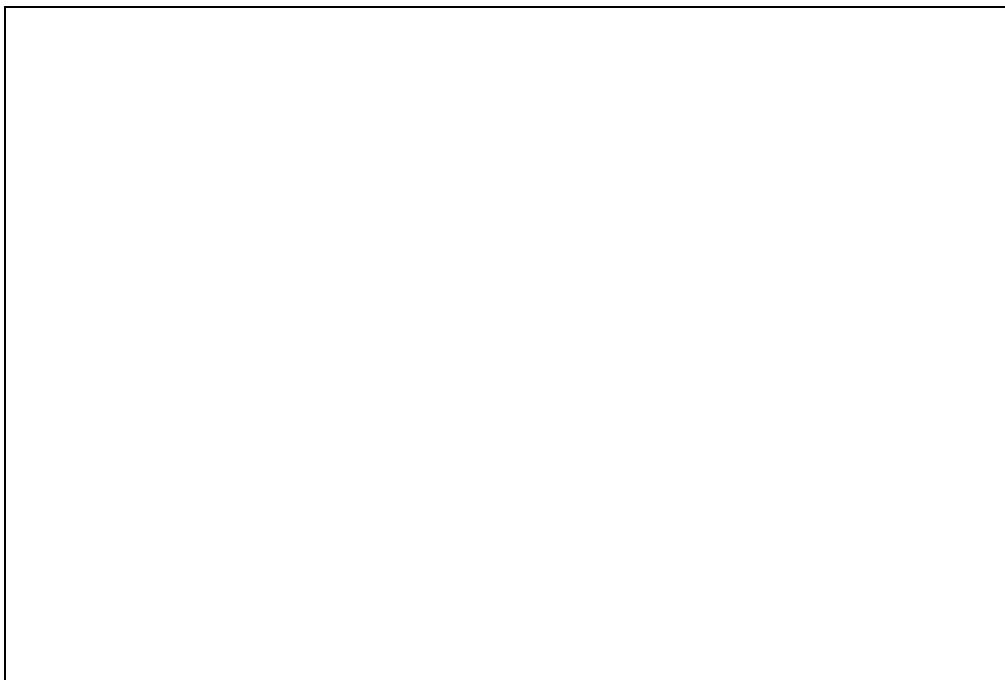


图 5.2 频率响应谱线

5-8

“AT”谐振通常用于镀膜监测是因为在室温下它呈现很小的由于温度变化引起的频率变化。因为至今还没有办法区分由附加质量引起的频率变化（它是负的）与由于温度变化引起的频率变化（它是正的或负的）或甚至由跨晶体的温度梯度或膜层应力引起的频率变化。将这些温度引起的变化降低至最小程度是重要的。这是唯一可精确测量小量质量改变的方法。



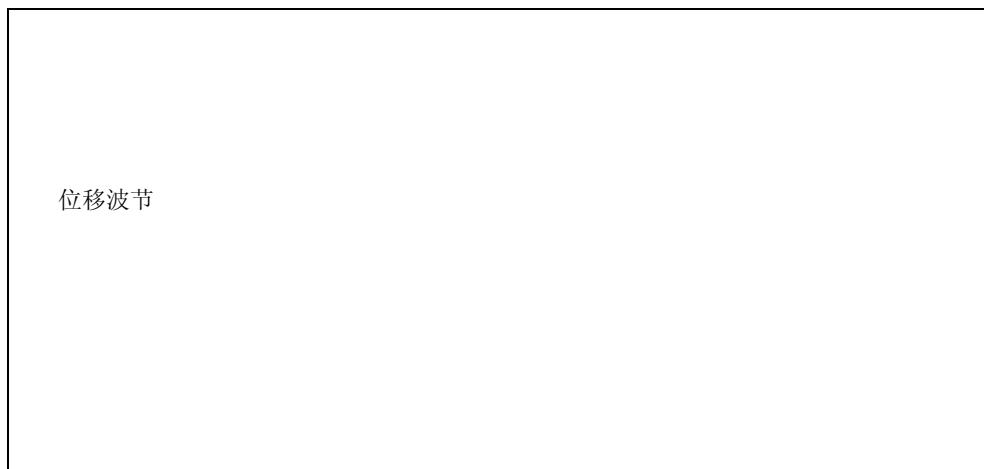


图 5.3 厚度剪切位移

5.5.3 周期测量技术

尽管式 2 很有用，但它的精度范围很有限， ΔF 的保持精度低于 $0.02 F_q$ 。1961 年，Behrndt 提出下面的关系式：

$$\frac{M_f}{M_q} = \frac{(T_c - T_q)}{T_q} = \frac{\Delta F}{F_c} \quad \text{式 3}$$

5-9

式中 T_c 和 T_q 分别为带有膜层与不带膜层晶体的振荡周期。周期测量技术是时间测量的数字实施和识别算术上严密的晶体厚度 I_q 与振荡周期 $T_q = 1/F_q$ 之间的正比关系的生成物。从电子学，周期性测量技术利用第二个晶体振荡器，或参考振荡器，它不受到镀层的影响，其频率通常比监测晶体高得多。这个参考振荡器用于产生精确的小时间段，用于确定监测晶体的振荡周期。它使用两个脉冲累加器。第一个用于累计监测晶体的固定周期数 m 。第二个同时闸（合）上，累计当 m 计数首先累加完成后的参考晶体周期数。由于参考晶体的频率是稳定和已知的，累计 m 计数的时间的已知精度等于 $\pm 2/F_r$ ，其中 F_r 为参考晶体的频率。监测晶体的周期为 $(n/F_r) / m$ ，其中 n 为第二个累加器的计数。测量精度决定于参考时钟的速度和门控时间（它由 m 的大小设定）。将其中一个或两个均增大将提高测量的精度。

对于快速测量（它要求短的门控时间）、低淀积速率和低密度材料，一个高频率的参考振荡器是重要的。所有这些要求高的时间精度来分辨两次测量之间的小的质量引起的频移。当两次测量之间监测晶体的频移小至测量精度的量级时，就不可能建立速率控制。这个测量不定性产生更多的噪声进入控制环中，它只能由长的时间常数来抵消。长的时间常数引起速率误差的收集非常慢，导致离要求的速率相对长时间的偏离。这些偏差对于某些单层膜是不重要的，但是在生产如滤光片或很薄镀层的低速率超晶格生长这类关键膜层时会出现不可接受的误差。在大多情况下，如果镀层至镀层间的生产重复性超过 1-2% 时将不能达到这些膜层要求的性能。总之，对于常规的仪器而言，参考振荡器的实际稳定性和频率限制测量的精度。

5-10

5.5.4 Z - 匹配技术

在学习 Miller 和 Bolef 用一维连续声波谐振原理，严密地处理谐振石英和镀膜膜层系统的基础工作后，在 1972 年，Lu 和 Lewis 发展了简化的 Z - 匹配方程。恰逢电子学发展的年代，微处理机的出现使他们有可能用“实时”方法解 Z - 匹配方程。当前大多镀膜过程控制仪采用这个先进的方程计算谐振石英的声波性能和薄膜系统：

$$T_f = \left(\frac{N_{at} d_q}{P_i d_f F_c Z} \right) \tan^{-1} \left(Z \tan \left[\frac{P_i (F_q - F_c)}{F_q} \right] \right) \quad \text{式 4}$$

式中， $Z = (d_q \mu_q / d_f \mu_f)$ 是声阻比， μ_q 和 μ_f 分别为石英与膜层的剪切模数。最后，关于频率至膜厚的转换，能从理论上正确产生用于过程控制实践的时帧结果有一个基本了解。为达到这个新的精度只要求用户为正在镀膜的膜层输入一个附加的材料参数 Z 。这个方程经过测试后发现它可以掌握一系列材料；其频移的有效性等效于 $F_f = 0.4 F_q$ ，而方程式 2 只有效至 $0.02 F_q$ ，方程式 3 只有效至约 $0.05 F_q$ 。

5-11

5.5.5 有源振荡器

至今所有开发的仪器均与有源振荡器电路有关，图 5.4 为典型的示意图。这个电路保持晶体谐振，从而可进行任何型式的周期或频率测量。在这种型式的电路中只要放大器提供足够的增益补偿晶体与电路中的损失和晶体能提供所需要的相移就能维持振荡。

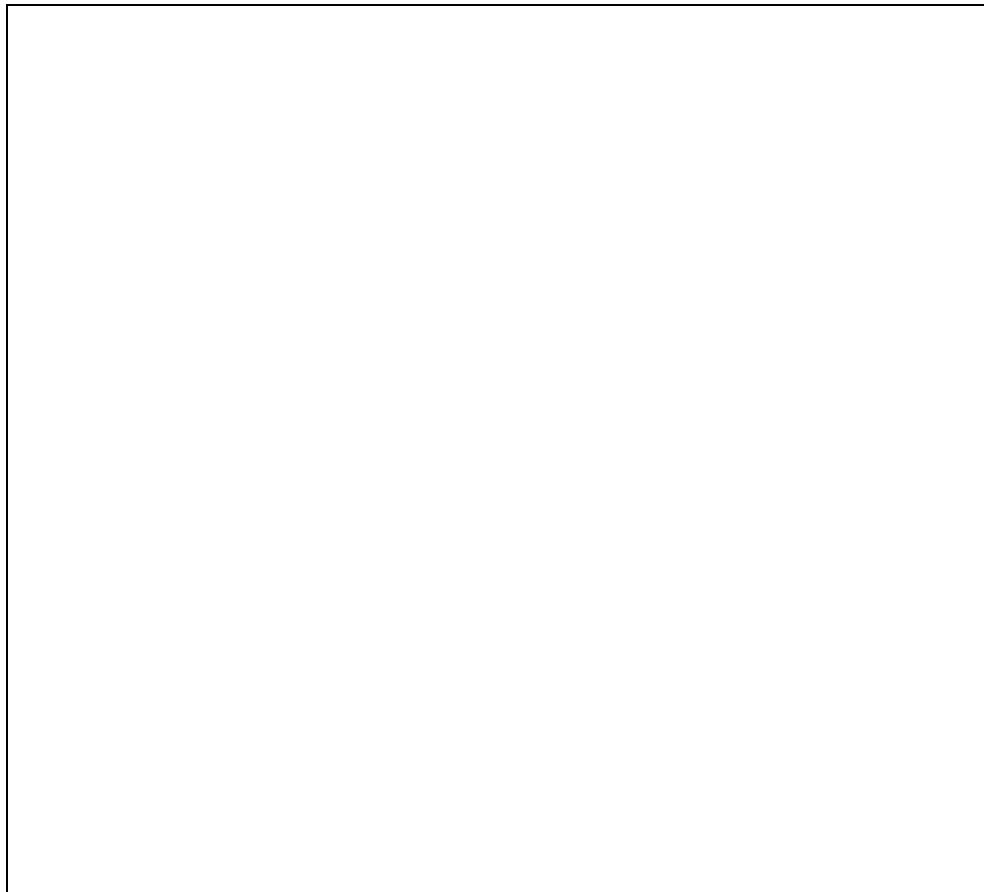


图 5.4 有源振荡器电路

5-12

晶体振荡器的稳定性，是从对晶体频率接近于串列共振点的小变化的快速的相变化导出的，表示于图 5.5 中。

相位

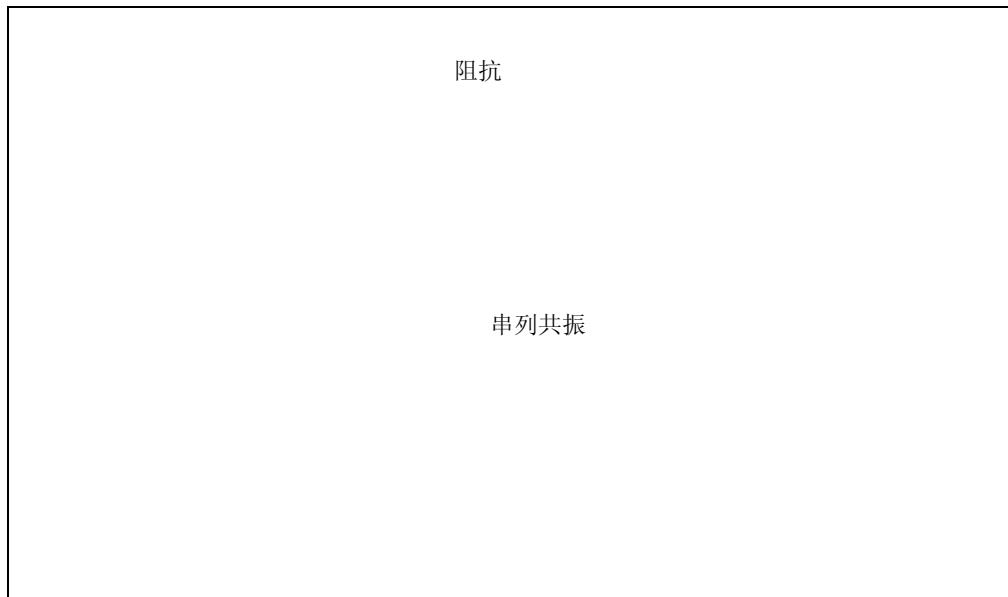


图 5.5 接近于串列共振点的新晶体的相位和增益

振荡器电路通常用于要求晶体产生相移 θ 为 0° ，允许工作在串列谐振点。长期和短期的频率稳定性是晶体振荡器的特性，由于需要很小的频率变化维持振荡要求的相移。频率稳定性是由石英晶体提供的，即使有因温度或老化引起的电元件数值的长期变化或短期噪声引起的相位抖动。当质量淀积至晶体上时它的电性能改变。

5-13

图 5.6 是与图 5.5 相同具有重负载的晶体覆盖的响应曲线。在图 5.5 中显示晶体已失去陡削的坡度。由于相坡度已不那么陡削，与新晶体相比，在振荡器电路中的任何噪声转换为较大的频移。在极端情况下，基本的相位/频率形状是不保存的，晶体不能提供一个完全 90° 的相移。

注意到阻抗 Z 上升至一个极高的值。当这发生时常常是振荡器更倾向于谐振在一个谐频上。这个情况有时是短期的，振荡器在基频与谐频间转换，或继续振荡在谐

频上。这个条件是已知的模式跳跃加上干扰速率的噪声还可能由于视在的频率变化导致虚假的膜层终止。这是重要的注意控制器是否频繁地继续工作于这些条件下；事实上除了由一个在基频与谐频间维持振荡的等效于频率差的量使厚度突然地明显减薄外没有办法告知这种情况的发生。



图 5.6 接近串列谐振处重负载晶体的相位和增益

5-14

5.5.6 ModeLock 振荡器

INFICON 已经开创一种消除有源振荡器的限制的新工艺。这个新系统定常地测试晶体对使用频率的响应，它不仅确定谐振频率还要验证晶体在要求模式下的振荡。这个新系统本质上免除了模式跳跃和造成的不精确性。它是快速与精确的，确定晶体的频率当速率为每秒 4 次时小于 0.05Hz。由于系统的辨别和测量特定晶体模式

的能力，它现在能提供新的利用这些模式的附加信息的功能。

这个新的“智能”测量系统采用石英晶体的相位/频率特性确定谐振频率。它工作于将特定频率的合成正弦波施加至晶体，并测量施加讯号电压与通过晶体的电流之间的相位差。在串列谐振中，这个相位差为 0° ；即，晶体的特性象一个纯电阻。由于分开施加的电压与从晶体返回的电流和监测相位比较器的输出，有可能辨别施加的频率是高于或低于晶体的谐振点。当频率低于基频时，晶体的阻抗为容性，稍高于基频时，晶体的阻抗为感性。如未知晶体的谐振频率这个信息是有用的。可进行频率的快扫描直到相位比较器的输出改变，标志谐振的发生。

对于 AT 晶体，我们知道最低频率是基频，稍高的频率为谐频。这个信息不仅对初始化有用，也有用于偶尔发生的仪器丢失基频情况。一旦晶体的频谱确定，仪器的任务是跟踪变化的谐振频率，周期性地提供频率的测量用于随后的厚度转换。

与老一代的有源振荡器相比，使用“智能”的测量系统有一系列很明显的优点：免除模式跳跃、提高测量速度、测量精度和测量重负载（阻尼的）晶体的能力。

5-15

5.6 控制环原理

如果没有一个措施将改进的信息转换为改进的过程控制，仪器在测量速度、精度和可靠性方面的进展就不能实现。对于镀膜过程，这意味着保持镀膜速率尽可能接近于要求的速率。控制环的目的是从测量系统取得信息流，进行校正使它适应于蒸发源的特性。当正常运行时，控制系统将被控制的参数或速率中的小误差转换为适当

的控制参数、功率。控制器能快速和精确地测量，对小的变化作出适当的反应，将过程从很远的偏离拉近至设定点。

用于将误差转换为动作的最常用控制器型式为 PID。其中 P 代表正比，I 代表积分，D 代表微分作用，这个型式的某些方面将有稍详细的探讨。

在特别设定控制仪设定值的情况下，由重复观察系统对扰动的反应可找到蒸发源的反应信息。在这基础上估计出控制仪的改进参数，然后重新试验直到满意为止。当达到最终的最佳化后，将达到控制仪的参数与蒸发源的特性相匹配。

5-16

一般而言，不可能完全特性化所有过程；必须应用某些近似。最常用的是假定过程的动态特性可用一次滞后加死时间来表示。这个模型的 Laplace（拉普拉斯）转换（转换至 s 域）近似为：

$$\frac{\text{输出}}{\text{输入}} = \frac{K_p \exp(-L/s)}{T_1 s + 1} \quad \text{式 5}$$



图 5.7 过程对开环阶段变化的反应

$t = 0$ (控制讯号增大时)

从过程反应曲线确定三个参数：稳态过程增益 K_p ，死时间 L 和时间常数 T_1 。已建议几种方法从如图 5.7 的系统反应中提取需要的参数。有一点拟合，在 63.2% 的过渡点（一个时间常数），两点指数拟合，或权重最小平方指数拟合。从以上信息将过程充分特性化，这样可以制定控制仪的演算方法。

5-17

一种广泛应用的控制仪型式是 PID 型式，由下面式 6 的 Laplace 转换表示。

$$M(s) = K_c \times \left(1 + \frac{s}{T_i} + T_d \times s\right) \times E(s) \quad \text{式 6}$$

式中，

$M(s)$ = 手控的变量或功率

K_c = 控制器增益（正比项）

T_i = 积分时间

T_d = 微分时间

$E(s)$ = 过程误差

下面图 5.8 表示控制仪的演算方法和有一次滞后加死时间的过程。过程块内含地包含动态测量设备和最终控制元件，在我们的情况下为蒸发器电源。 $R(s)$ 表示速率设点。反馈机制是由测量的镀膜速率 $C(s)$ 与速率设点 $R(s)$ 之间的差别产生的误差。



图 5.8 PID 控制器方块图

5-18

使用任何控制系统的关键是选用正确的 K_c , T_d 和 T_i 值。最佳控制是下面几个数学定义表示的一个多少有些主观的量。

平方误差的积分 (ISE) 是一般建议用于控制系统性能的标准，它表示为：

$$ISE = \int e^2(t)dt \quad \text{式 7}$$

式中，误差 = $e = \text{设点} - \text{测量速率}$ 。ISE 测量对小误差相对不灵敏，但是大误差主要受到积分值的加强。因而，使用 ISE 作为性能标准将导致在响应中具有小的过冲但长的设定时间，因为小误差在时间上迟，对积分的贡献小。

误差绝对值的积分 (ISE) 也常建议作为性能标准：

$$IAE = \int |e(t)| dt \quad \text{式 8}$$

这个标准对小误差更灵敏些，但对大误差不如 ISE 灵敏。

Graham 和 Lathrop 引入将时间与绝对误差的乘积的积分 (ITAE) 作为性能标准：

$$ITAE = \int t |e(t)| dt \quad \text{式 9}$$

ITAE 对初始和有些不可避免的误差不灵敏，但将加重时间上较迟的权重误差。ITAE 定义的最佳反应与其它标准相比，将显示短的总反应时间的较大的过冲。通常，这个标准对镀膜过程控制最为适用。

由于过程反应特性与系统的位置有关（在这里为镀膜速率），过程反应最佳测量是在系统的工作点。测量的过程信息（如过程增益 K_p ，时间常数 T_1 ，和死时间 L ）用于产生特定系统中最佳拟合的 PID 控制环参数。

5-19

镀膜控制仪最满意的性能标准是 ITAE。它有过冲，但反应时间快，设定时间短。对于所有以上积分性能标准，控制器的调谐关系已发展至最小化相关的误差。采用手动输入或实验决定的过程反应系数，理想 ITAE 标准的 PID 控制仪系数可容易地用下面的公式计算：

$$K_c = (1.36 / K_p)(L / T_1)^{-0.947} \quad \text{式 10}$$

$$T_i = (1.19T1)(L/T1)^{0.738} \quad \text{式 11}$$

$$T_d = (0.381T1)(L/T1)^{0.995} \quad \text{式 12}$$

对于慢系统，为了避免控制仪 windup (windup: 在系统有机会对变化的讯号作出反应前快速地增大控制讯号)，手控变量（控制电压）变化加长之间的时间周期。这允许系统对先前控制仪设定值改变作出反应，从而可使用积极的控制仪设定值。第二个优点是消除了过程噪声由于现在用于控制的数据包含多读值而不是单速率测量，充分发挥石英晶体质量积分性质的特点。

对于反应快（时间常数短）和可测量的死时间小（以至没有）的过程系统，PID 控制器常常有镀膜过程噪声（束流扫描，熔池与坩埚之间快的热短缺，等）。在这些情况下成功地使用的一种控制演算方法为积分/复位型控制器。这种型式的控制器始终将死时间积分，驱动系统趋向于零误差。当死时间小以至没有时，这个技术工作良好。如将这个技术用于有可测量的滞后或死时间的过程，由于在系统有机会反应前控制环对控制信号的过补偿导致控制环趋于振荡。

5-21

参考文献：

5-21

5.7 密度和 Z - 比值表

下面的资料是在最大努力的基础上提供的。*号用于表示某些未建立 Z - 值的材料。这些材料用 Z =1.000 或实验值表示。如您能提供有关这一章的补充资料，我们深表感谢，请发给 INFICON 薄膜生产部经理。

警告!!

某些材料是有毒的。在使用前请参阅材料安全数据资料和安全规程。

化学式密度Z - 比值材料名称

5-23

5-25

5-26

5-27



第六章

调整和问题

内 容

- 6.0 调整和问题
- 6.1 LCD 对比度调整（仅 XTC/2）
- 6.2 误差信息
 - 6.2.1 上电误差
 - 6.2.2 参数更新误差
 - 6.2.3 其它误差
- 6.3 故障查找指导
 - 6.3.1 主要仪器元件，组件和匹配连接件
 - 6.3.2 仪器故障查找
 - 6.3.3 传感器/源故障查找
 - 6.3.4 计算机通讯故障查找
- 6.4 更换晶体
 - 6.4.1 标准型和简便型
 - 6.4.2 带挡光器的传感器和双传感器
 - 6.4.3 可烘烤的传感器
 - 6.4.4 溅射型传感器
 - 6.4.5 晶体抓取器
 - 6.4.6 CrystalSix

6-i

6.0 调整和问题

用户唯一可维护的调整是 LCD 对比度（见下面）。本仪器中无其它用户可维护调整的元件。

警告!!

本仪器中存在致命的电压。这些电压的来源是供电电源和系统以及 AUX I/O 连接件。

6.1 LCD 对比度调整（仅 XTC/2）

LCD 对比度是“显示器”观察角的最佳化，在工厂调整。当现场将仪器置于极端观察角位置时可进行调整。

为达到在安装位置上的最佳对比度可使用电位差计调整工具或常用的小螺丝刀小心地通过面板插入（见 2.4 节第 11 项）顺时针或逆时针旋转以达到使用观察角的最佳对比度显示。

6-1

6.2 误差信息

下面是 XTC/2 产生和显示的误差码。

6.2.1 上电误差

- **ERR 0** 上电时膜层参数丢失。可按任何键清除。全部膜层和镀层参数必须重新输入。
- **ERR 9** 上电时过程参数丢失。可按任何键清除。自动过程恢复将不可能。

注: 随着检测电源故障, 常规地将全部当前的镀层和过程数据储存起来以便用于随后的镀膜系统恢复中的过程恢复。

6.2.2 参数更新误差

- **ERR 1** 参数超出范围; 试图输入的值超出仪器可接受的范围。用 **C** 键清除。有关参数范围见表 4.2。
- **LOC** 当配置开关设定于**参数锁定**或通过遥控通讯锁定参数时, 试图输入(或变更)参数。当在工作过程中试图更新某个参数(传感器, 源, 镀层)时也显示 **LOC**。

6.2.3 其它误差

- **ERR 7** 微处理器超时误差。不预期在现场出现这个误差。

6-2

6.3 故障查找指导

如仪器不能工作或性能削弱, 下面的症状/原因图表将有助于消除故障。

警告!!

在仪器中无用户可维修的元件。

当连接电源, 系统 I/O 或 AUX I/O 时存在致命的电压。

全部维护工作必须由经培训的人员执行。

注意: 本仪器包含对瞬态敏感的易损电路。当进行任何接口连接时断开电源电缆。全部维护工作必须由经培训的人员执行。

6-3

6.3.1 主要仪器元件, 组件和匹配连接件

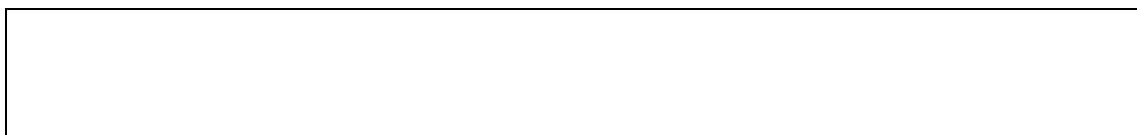




图 6.1 元件, 组件和匹配连接件

6-4

6.3.2 仪器故障查找

症状	原因	解决方法

1. 电源指示灯不亮	a. 保险丝断/断路器跳闸 b. 电缆插头未插在墙上或仪器后板上 c. 电源电压不正确	a. 由维修人员更换保险丝/复位断路器 b. 插上电缆插头 c. 由维修人员检查电源电压 检查仪器的配置是否正确
2. 仪器“锁”住	a. 盖或后板未装在仪器上 b. 环境噪声高 c. 地线或接地不良	a. 确保全部盖板均装上并可靠拧紧螺丝 b. 重新布置电缆降低噪声(离开高功率导线 1 呎可大大降低噪声的影响),保持所有的接地线短和足够大的截面降低接地电阻 c. 检查地线,采用适当的接地带,建立正确的系统接地点,消除地环路,检查仪器接地是否正确
3. 在降电时,仪器不保留参数 (上电时丢失参数)	a. 静态 RAM 故障 b. 电源问题	a. SRAM 电池正常寿命为 10 年,请与 INFICON 服务部门联系 b. 请与 INFICON 服务部门联系
4. 面板上某些键无功能	a. 键盘故障或键盘扁电缆故障	a. 请与 INFICON 服务部门联系

6-5

症状	原因	解决方法
5. 面板上所有键无功能	a. 仪器“锁”住	a. 将电源 OFF, 或 STBY, 然后 ON, 见上页第 2 项

6. 控制电压输出功能不正常	a. DAC 板损坏, 从施加电压至控制电压输出 b. 控制电压的极性与相对于源电源接受的电压极性相反 c. 控制电缆不正常	a. 确保电缆连接至 DAC 板无触点跨线, 请与 INFICON 服务部门联系 b. 检查 DAC 的源输出极性和源电源要求的输入极性。参阅仪器说明书重新配置仪器 c. 按说明书的有关章节检查电缆接线是否正确
7. CRT 或 LCD 显示暗或无显示	a. 需要调节亮度/对比度 b. CRT 或 LCD / 电源问题	a. 按说明书的电位差计位置按要求调节 b. 请与 INFICON 服务部门联系
8. 速率控制不正常	a. 控制环参数选用不当 b. 电子束扫频与仪器的测量频率“拍频”	a. 按说明书调整控制环参数 b. 调整扫频使它不是仪器测量频率的倍数
9. 晶体故障总是 on	a. XIU/振荡器未连接 b. XIU/振荡器不工作	a. 检查传感器/振荡器的连接 b. 在有问题的位置换一个工作正常的 XIU/振荡器, 如仍然不工作, 请与 INFICON 服务部门联系

6-6

症状	原因	解决方法
	c. 从馈入件至 XIU/振荡器或从仪器至 XIU/振荡器的电缆故障	c. 用欧姆表或 DVM 检查电路的连通或绝缘

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| d. 传感器、馈入件或真空中
的电缆电接触不良 | d. 用欧姆表或 DVM 检查电路
的连通或绝缘 |
| e. 晶体损坏 / 无晶体 | e. 转换晶体 / 插入晶体 |
| f. 在晶体保持架中有两个晶体 | f. 去除一个晶体 |

6-7

6.3.3 传感器/源故障查找

注: 诊断传感器头问题最常用的工具是 DVM (数字电压表)。从馈入件上断开短的振荡器电缆。测量从中心脚至地的电阻。如读值低于 1-2 兆欧, 应寻找

与纠正源的漏电。同样，在真空系统打开时检查中心导体的连通，如从馈入件至 传感器触点的读值大于 1 欧姆表示存在问题。可清洗触点，必要时更换真空中的电缆。

注：传感器供货时包含一份更详细的故障查找指导。有关更详细的情况可参阅该说明书。

症状	原因	解决方法
1. 在镀膜过程中厚度读值有大的跳动	a. 由于晶体损坏模式跳跃 b. 应力导致膜层从晶体表面剥离 c. 从融熔的源出来的粒子或“溅物”打击晶体 d. 晶体保持架座的表面划伤或有外来微粒（晶体座不正常） e. 小块材料落在晶体上（由于晶体面向溅射） f. 传感器磁场吸引小块磁性材料并接触晶体（溅射传感器头）	a. 更换晶体，用 ModeLock 测量系统 b. 更换晶体或使用高性能的备用晶体；咨询工厂 c. 在镀膜前对源进行彻底的热处理，在源热处理过程中用挡光器保护晶体 d. 清洗和抛光晶体保持架座的晶体座表面 e. 检查晶体表面，用清洁的压缩空气吹除 f. 检查传感器盖的孔径，除去任何可限制整个晶体面积的外来材料

6-8

症状	原因	解决方法
2. 镀膜过程中，在达到它的“正常”寿命前，	a. 从融熔的源出来的粒子或“溅物”打击晶体	a. 在镀膜前对源进行彻底的热处理，在源热处理过程

晶体停止振荡	中用挡光器保护晶体 b. 晶体保持架上的材料 部分地掩盖晶体盖孔径 c. 存在电短路或开路 d. 检查由热产生的电短路 或开路		中用挡光器保护晶体 b. 清洗晶体保持架 c. 用欧姆表或 DVM 检查传感器电缆、连接件、触点弹簧、传感器内连接线和馈入件的电连通 d. 见上面 c 项
注： 晶体寿命与过程条件：速率、源的热辐射、位置、材料和残余气体的组分等关系很大			
3. 晶体不振荡或间歇振荡 (在真空中或大气中)	a. 间歇接触或接触不良 (触点氧化)	a. 用欧姆表或 DVM 检查电 连通，清洗触点	a. 用欧姆表或 DVM 检查电 连通，清洗触点
	b. 叶片弹簧已失去保持能力 (陶瓷座圈，中心绝缘 件)	b. 将叶片重新弯曲约 45°	
	c. 从溅射电源来的 RF 干扰	c. 检查地线，使用符合 RF 要 求的接地带，改变仪器和振 荡器电缆线的位置，远离 RF 电源线，将仪器连接不 同的供电电源	
	d. 电缆 / 振荡器未连接， 或传感器输入接错	d. 检查连接和与编程的传感器 参数相关的输入是否正确	

6-9

症状	原因	解决方法

4. 晶体在真空中振荡 但在大气中停止振荡	a. 晶体接近它的终止寿命； 打开至大气中导致膜层 氧化，增大膜层应力	a. 更换晶体
	b. 在晶体表面积聚过量的 潮气	b. 在放空系统前关断冷却水 打开真空室时将热水通过 传感器
5. 热不稳定性；厚度读值 在源温升的过程中（通常 厚度读值减小）和终止镀 膜后(通常厚度读值增大) 有大的变化	a. 冷却水不符合要求 / 冷却水温度过高 b. 过多热量输入至晶体 c. 晶体未正常地放置在 保持架座上 d. 晶体被高能电子束流加热 (常见于 RF 溅射) e. 从水管至 (CrystalSix 传感器) 本体的热传输差 f. 热传输差 (可烘烤的)	a. 检查冷却水流量，保持 冷却水温度低于 30°C； 参阅相应的传感器说明书 b. 如热来自蒸发源的辐射，移 动传感器远离源和使用溅 射晶体以达到较好的热稳 定性；安装辐射屏蔽 c. 清洗或抛光保持架座上的 晶体座表面 d. 使用溅射晶体头 e. 夹持组件从本体上卸下后， 换用新的水管；如无新水管 可在冷却水管与传感器本 体惊使用单层铝箔，如您的 过程允许 f. 在晶体保持架与传感器本体 之间使用铝或金的垫圈

6-10

症状	原因	解决方法

6. 膜厚再现性差	a. 可变的源束流分布 b. 扫动, 抖动, 或从上次镀膜后电子束打击熔池的位置已变动 c. 材料不能粘附在晶体上 d. 镀膜速率周期性变化	a. 将传感器移动至更接近中心的位置更可靠地接收蒸发材料, 确保相对固定的熔池高度, 避免熔池中产生沟道 b. 由维持不变的扫频, 扫幅和电子束位置的设定值, 保持不变的源分布 c. 确保晶体表面的清洁; 避免手指触及晶体, 使用中间附着层 d. 确保源的扫频与测量频率未产生“拍频”[与测量频率(4Hz)相同或接近于它的倍数]
7. 终止溅射后膜厚大的偏离 (密度约 5.00 克/毫升时大于 200Å/秒)	a. 由于热接触差晶体被加热 b. 外磁场干扰晶体的磁场 (溅射传感器) c. 传感器磁铁破裂或退磁 (溅射传感器)	a. 清洗或抛光晶体保持架的晶体座表面 b. 旋转晶体磁场至正确的方位, 参阅溅射传感器说明书 IPN 074-157 c. 检查传感器磁场强度, 在孔径中心的最大磁场强度应为 700 高斯或更高些

6-11

症状	原因	解决方法

- | | | |
|---|-----------------------------------|---|
| 8. CrystalSix , 晶体转换
问题 (不转换或不对准
孔径的中心) | a. 无气源, 或气动压力
不足 | a. 确保气动压力调整在
80-90 磅 / 吋 ² 之间 |
| | b. 由于材料积聚在盖上
运行已受阻 | b. 按要求清除积聚的材料,
维护时参阅 CrystalSix
说明书 IPN 074-155 |
| | c. 准直不正确 | c. 按 CrystalSix 说明书
IPN 074-155 重新准直 |
| | d. 0.0225" 直径的小孔未
安装在电磁阀组件的供应侧 | d. 按 CrystalSix 说明书
IPN 074-155 安装小孔 |

6.3.4 计算机通讯故障查找

症状	原因	解决方法
1. 在主计算机与仪器间不能建立通讯	a. 电缆连接不正确 b. 主计算机的波特率与仪器不同 c. 使用的协议不兼容 d. 不正确的设备地址 (GPIB 或 SECS 协议)	a. 按说明书检查电缆的连接 b. 检查主计算机应用程序的波特率检查仪器的波特率 c. 检查仪器的协议：RS232, SECS, GPIB, DATALOG, CHECKSUM 是否与主计算机匹配 d. 检查主计算机应用程序的设备地址 (或 National Instr. GPIB 的 IBCONF 文件) 和检查仪器的地址
2. 返回错误码	a. A = 不合理指令 b. B = 不合理值 c. C = 不合理 ID d. D = 不合理指令格式 e. E = 无数据检索	a. 发出的指令无效；按仪器说明书检查指令的语法 (指令字符串中的放置空格是重要的) b. 发出的参数值超出给定的参数范围，检查参数范围 c. 发出的指令参数不存在；检查正确的参数号 d. 发出的指令无效；按仪器说明书检查指令的语法 (指令字符串中的放置空格是重要的) e. 某些参数未使用，与其它参数的值有关

6-13

症状	原因	解决方法
----	----	------

- | | |
|----------------|--|
| f. F = 现在不能更改值 | f. 当仪器正执行过程时,发出的指令参数不能更改; 要更改这个值将仪器置于 READY 状态 |
| g. G = 坏的校验和 | g. 校验和值与由主计算机应用程序发出的值不匹配, 可能由于 RS232 电缆的噪声或应用程序计算的校验和不正确 |
| h. O = 数据超限 | h. I/O 端口不能保持数据传输速率; 低的波特率, 增加主计算机应用程序的速度由: 采用与程序兼容的版本, 流准线执行程序, 快速的 CPU |

6.4 更换晶体

更换晶体的步骤，除 CrystalSix 外所有传感器基本上是相同的。

注意：始终使用清洁的尼龙手套和塑料镊子夹取晶体（避免可能影响膜层与电极附着的污染物）。

放置晶体后，不要旋转陶瓷座圈组件（它将划伤晶体电极，导致接触不良）。

当拿取陶瓷座圈时不要过分用力，以免损坏。

注：某些材料，尤其是介电材料，不能很好地附着在晶体表面上，产生不稳定的读值。

某些材料如 SiO, Si 和 Ni 的厚镀层，当暴露空气时，由于气体吸附导致膜层应力的变化，容易从晶体表面剥离。当发现剥离现象时，更换晶体。

6.4.1 标准型和简便型

更换标准型和简便型传感器晶体的步骤如下：

1. 用手指夹住晶体保持架，将它从传感器本体中取出。
2. 轻轻地从保持架中挖出晶体座圈（或使用晶体夹持器；见图 6.5）。
3. 翻转座圈，这样晶体可掉出来。
4. 安装新的晶体，有图案的电极面朝上。
5. 将座圈放回保持架中，将保持架放入传感器本体中。

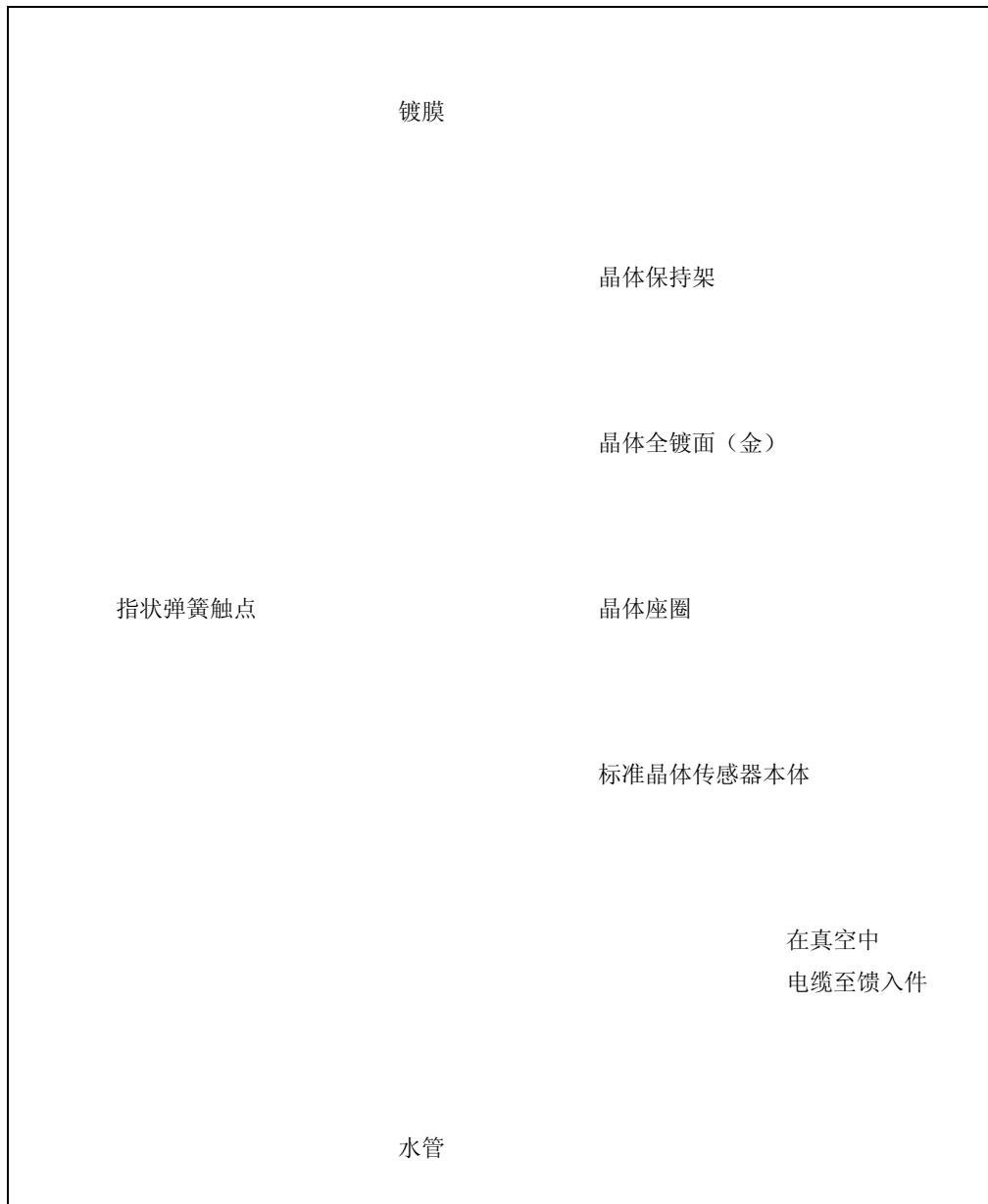


图 6.2 标准晶体传感器（分解图）

6.4.2 带挡光器的传感器和双传感器

带挡光器的和无挡光器的标准型和简便型传感器，更换晶体的步骤没有差别，因为当不使用挡光器时，挡光器的枢轴将它从晶体的开口处移开。

6.4.3 可烘烤的传感器

可烘烤的传感器的步骤除了必须先开锁(将凸形组件向上拔)外,与常规晶体相同。一旦更换晶体后,将保持架的平边与凸形组件齐平,用凸形机构将它锁住(图 6.3)。



图 6.3 可烘烤的晶体传感器 (分解图)

6.4.4 溅射型传感器

遵守一般更换晶体的预防措施（6.4 节），按下列步骤更换溅射型传感器的晶体：

1. 用手指夹住本体组件，将它从水冷却的端盖中取出。（为将部件分离，必须卸下传感器电缆）见图 6.4。
2. 从传感器端部取出晶体保持架。
3. 从晶体保持架中用晶体抓取器取出陶瓷座圈（6.4.5 节 – 使用晶体抓取器）。
4. 翻转座圈，这样晶体可掉出来。
5. 将新的晶体安装在保持架中，有图案的电极面朝下，并与陶瓷座圈上的叶片弹簧接触。（仅特殊的晶体用于溅射，IPN 008-009-G10）。
6. 将陶瓷座圈放回晶体保持架中，再将保持架放回晶体的端盖中。
7. 对准背件的位置，使连接件与传感器端盖的凹口匹配。将两个部件装在一起。重新连上传感器电缆（如已卸下）。



图 6.4 溅射型晶体传感器（分解图）

6.4.5 晶体抓取器

按下面的方法使用随传感器一起供应的晶体抓取器：

1. 将晶体抓取器插入陶瓷座圈（1）中，稍稍加些压力。这样可将座圈锁在抓取器上，将座圈取出来（2）。
2. 更换晶体后，将座圈重新插入保持架中。
3. 由轻轻地晃动，脱开晶体抓取器。

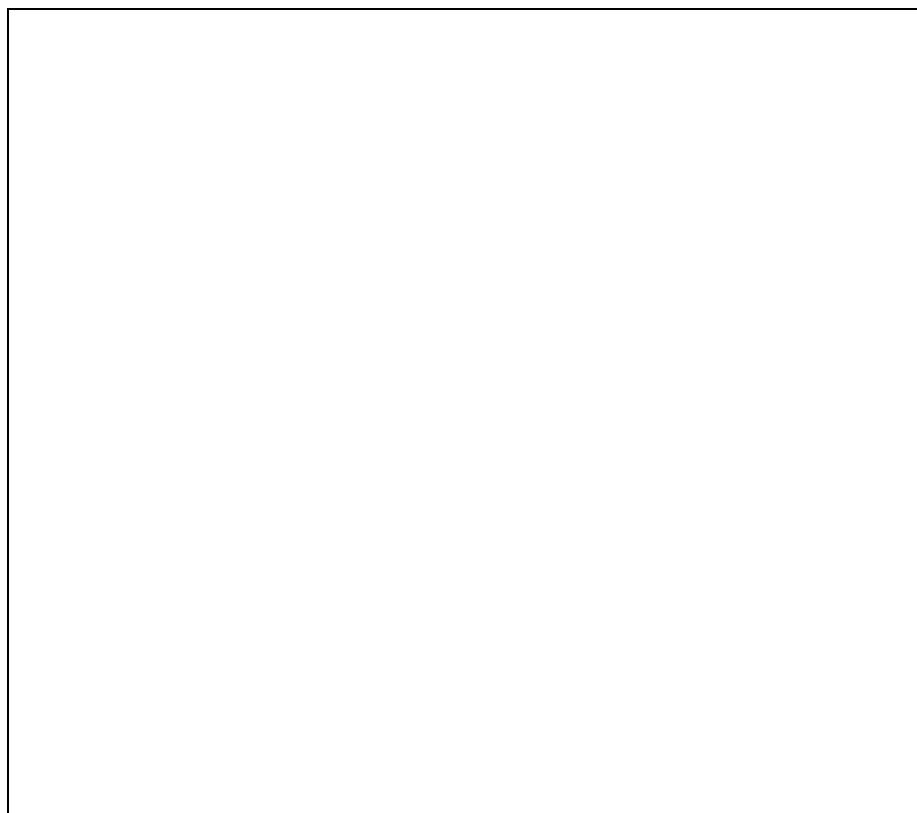


图 6.5 晶体抓取器的使用

6.4.6 CrystalSix

有关这个设备的晶体更换, 请参阅说明书 (IPN 074-155)。