

薄膜技术

# 先进太阳能电池制造

INFICON 在最大限度提高光伏产品的生产效率和产量方面，拥有近六十年的薄膜制造经验。连续沉积控制可以通过实时监测和控制累积厚度来最大限度地提高重现性和均匀性，提供最佳的测量分辨率，而不需要频繁的排气。对于异质结（HJT）太阳能电池，钙钛矿太阳能电池和薄膜面板制造，INFICON 提供市场领先的薄膜沉积控制器和监控器，包括 Cygnus® 2。

## 最佳测量精度

Cygnus 2 是一款高分辨率控制器，能够控制低至  $0.1 \text{ \AA/s}$ （典型的先进太阳能电池制造工艺）的六个独立速率。这在 OLED 和太阳能市场尤其重要，因为它消除了多源工具对多个控制器的需求。一个 Cygnus 2 可以独立、同时或以任何所需的组合控制所有六个源，从而最大限度地降低整体成本，而无需为每个腔室配备六个不同的沉积控制器。

OLED 工艺由极低速率沉积的多种有机材料组成，而 Cygnus 2 在控制这些有机材料方面非常成功。下图所示是由 Cygnus 2 控制的 AIQ3 升华过程，其速率稳定性极佳。Cygnus 2 可以将四个独立 AIQ3 源的沉积速率控制在低于  $1 \text{ \AA/s}$  的水平。



**INFICON ModeLock 技术**确保了最稳定、最高的分辨率和厚度测量，即使在非常低的速率下也是如此。

一台 Cygnus 2 最多可同时、独立或以任意组合方式控制六个信号源，从而省去了两台或三台控制器。

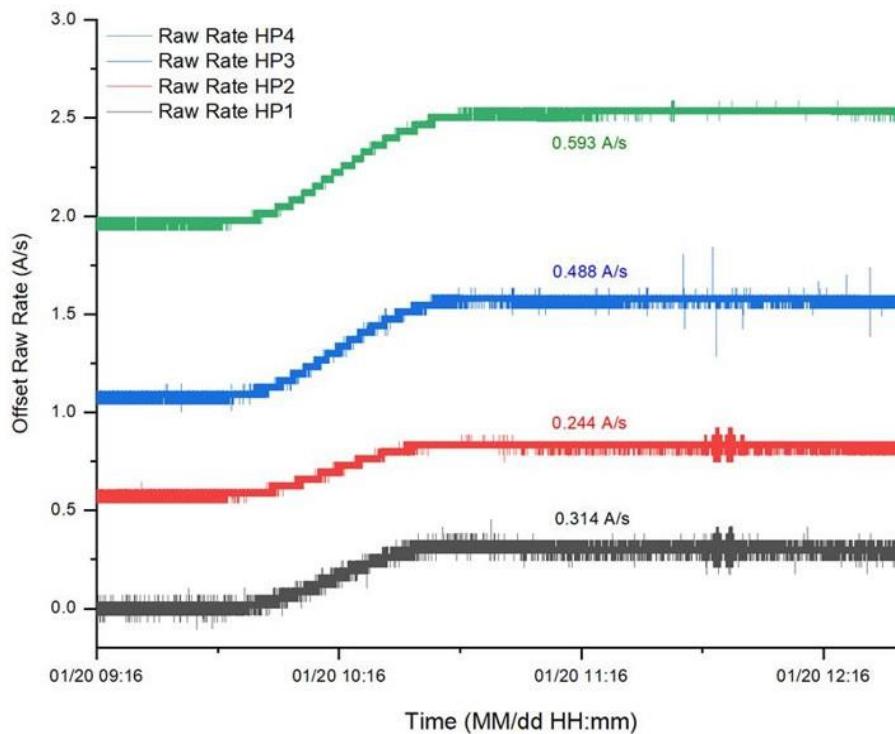


Figure 1: AIQ3 Sublimation Rate Control with Cygnus 2

钙钛矿太阳能电池的制造工艺与有机发光二极管（OLED）制造工艺非常相似，使用类似的工具和特定材料。特定材料没有已知的 z-ratio，而 z-ratio 是精确 QCM 测量的必要参数。一般来说，未知的 z-ratio 是使用实验室技术估算的，可能会导致厚度误差。Cygnus 2 的 Auto-z 功能可在整个沉积过程中精确、连续地计算 z-ratio 数值，而无需任何实验近似值，从而提高了厚度重现性和良品率。

## ModeLock：频率合成、相位敏感的智能振荡器

Cygnus 2 还采用了 ModeLock 技术，该技术可以以最佳精度实现低速率控制。ModeLock 是 INFICON 获得专利的振荡器技术，其中晶振片是电路中的无源元件。传统振荡器技术会使晶振片跳到不需要的频率模式。当晶振片跳转到另一种频率模式时，会导致较大的厚度误差，而且如果晶振片连续切换频率模式，还会产生明显的速率噪声。ModeLock 振荡器将数字合成频率应用于晶振片，并不断调整频率以保持对基频的“锁定”。通过这种方法，用户可以获得可靠的频率、10 倍的分辨率和更快的频率更新，从而允许用户控制低至 0.1 Å/s 的速率。将 ModeLock 的速度和精度与太阳能电池制造工艺中的低沉积速率相结合，ModeLock 振荡器将有助于生产出更高质量的薄膜，提高产量和产率。ModeLock 还能延长晶振片在需要更换之前的监测时间。在大多数情况下，与使用传统振荡器电路的晶振片相比，晶振片的使用寿命将延长一倍，因为传统振荡器电路中施加到晶振片上的能量是固定的。在沉积任何有机物或氧化物材料时，这一点极为重要，因为这些材料会给晶振片增加很大的压力，导致晶振片更快失效。因此，通过延长晶振片寿命，可以增加过程监测时间，从而延长工具的正常运行时间。用户还可以将更长的真空电缆长度与 ModeLock 振荡器一起用于大规模生产工具。



## 使用 Crystal 12® 传感器最大限度地延长生产时间

Crystal 12 传感器可容纳 12 个晶振片，并能自动切换到新晶振片，无需中断制程，从而延长制程监测时间。灵活的冷却管允许专门的放置传感器，使用户可以选择如何将其集成到工具中。

当全部 12 个晶振片都用完时，它们可以很容易地更换，用户可以通过可选的第二个转盘备用来减少工具停机时间。Crystal 12 的一个独特功能是，与市场上许多采用电机驱动晶振片切换系统的旋转传感器不同，Crystal 12 采用气动驱动，因此不会给系统带来任何可能导致速率和厚度读数不稳定的温度。Crystal 12 还有一个集成的重电阻网络，用于在不使用继电器的情况下选择特定的晶振片位置，这可以简化工具集成。然后，Cygnus 2 能够跟踪这些晶振片位置，并报告哪些晶振片仍可用于监测，哪些晶振片必须更换。



## INFICON 优质石英晶振片： 100% 经过测试，准确可靠

晶振片是 QCM 系统最关键的组件之一，可确保稳定的速率和厚度测量。INFICON 在堪萨斯州 Overland Park 的世界级制造工厂制造自己的晶振片。通过制造自己的晶振片，我们可以确保最佳的质量和性能。对于有机材料的应用，建议使用合金晶振片，因为这些晶振片能够更好地处理与这些材料相关的薄膜应力，并提供更长时间的过程监控。将 Cygnus 2 和 Crystal 12 传感器与 INFICON 合金晶振片配对使用，可提供精度最高、过程监控时间最长的 QCM 测量系统。

INFICON 还拥有一系列适用于高精度光学、OLED 和半导体应用的晶振片，能够为新应用创造新的特殊的晶振片，并提供多种封装选项。

更多信息 → [inficon.com](http://inficon.com)

