



By Scientists For Scientists

高精度光学浮区法单晶炉



Quantum Design China

光学浮区炉

(Optical Floating Zone Furnace)

Quantum Design Japan

Quantum Design 日本分公司近日推出新款高精度光学浮区炉，采用镀金双面镜或四面镜、高反射曲面设计，最高温度可达2100-2200摄氏度，系统采用高效冷却节能设计（不需要外部冷却系统），稳定的电源输出保证了灯丝的恒定加热功率，可用于超导材料、介电、磁性材料、金属化合物、半导体、光学晶体、宝石等各种材料晶体生长。

技术特色：

- 优异的性能，紧凑设计，CCD成像监控
- 方便轻巧、独立支撑设计
- 镀金双面或四面高效反射镜
- 2150°C（可用MgAl₂O₄熔点验收）
- 稳定的电源
- 无需外置冷却系统
- 采用商业标准化卤素灯



| | | |
|-------|--------|--|
| 卤素灯 | 数量 | 2个或4个 |
| | 类型 | 卤素灯 |
| | 功率 | 650W (2镜) 或 800W (4镜) |
| | 冷却 | 风冷 |
| | 功率调节范围 | 0-100V |
| 镜面 | 类型 | 双面或4面镀金椭球反射镜 |
| | 浮区温度 | 2100-2150°C, 可融化MgAl ₂ O ₄ |
| | 籽晶夹具直径 | 4mm、6mm |
| | 冷却 | 循环冷却剂 |
| 料棒轴控制 | 提拉速度 | 0.1~290mm/hr |
| | 料棒轴驱动 | 上下独立 |
| | 位移长度 | 15cm |
| | 转动 | 2.5 to 36 RPM |
| | 晶体生长监控 | CCD相机 LCD显示 |
| 其他 | 熔区最大施压 | (10 bar) 10个大气压 |
| | 炉子尺寸 | Width: 80 cm Depth: 90 cm Height: 180 cm |
| | 重量 | 400 KG (双镜) 或 500KG (4镜) |
| | 功率 | 200 to 240 V, 15A (双镜) 或 20A (4镜) , 1Φ, 50 or 60 hz |



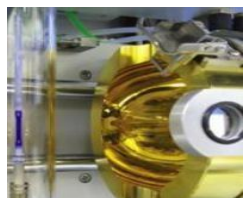
系统组件

灯丝系统



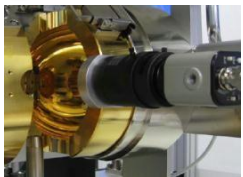
系统采用卤素灯加热，使用商用灯丝，非常方便购买和更换，也使得灯丝寿命大大延长，成本较低。灯丝输出功率稳定性，而非非常高的稳定性对生长优质单晶样品至关重要。

冷却系统



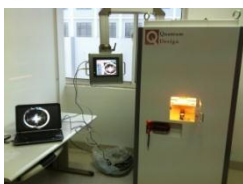
传动轴和镜面采用闭循环液体冷却方式，使得多余热量被迅速带走。料棒传动装置采用液体闭循环制冷，可使上下传动轴不至于温度过高而产生形变。双镜采用液体制冷，使得双镜不会因温度过高导致形变而使样品生长过程中对焦不准。

成像监控系统



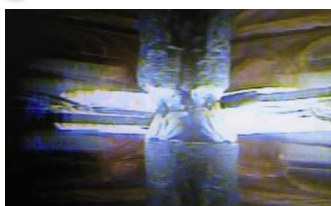
系统采用先进的CCD实时监控系统，保证了从开始生长到结束生长的动态过程监控。

远程控制软件（选配）



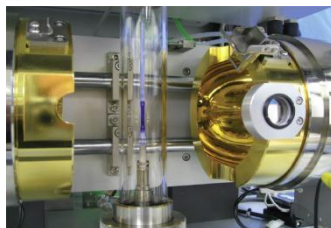
软件方便用户通过互联网能够远程从其他地方登陆浮区炉的监控系统，实时查看样品生长状态以及可以操控硬件进行调整熔区或者停止样品生长等操作

控制系统



系统可采用手动或计算机程控制(选配)。控制部分使得最慢拉伸速度为0.1毫米/小时。这种技术使单晶在生长过程中可获得更高的控制精度和更高的生长稳定性。

镜面系统



镜面采用高效镀金双面反射镜设计，并且镜面曲面由计算机经过高精度模拟计算出最优对焦曲率设计。这些先进设计保证只需低功率灯丝就能达到2150度高温。

料棒等静压机（选配）



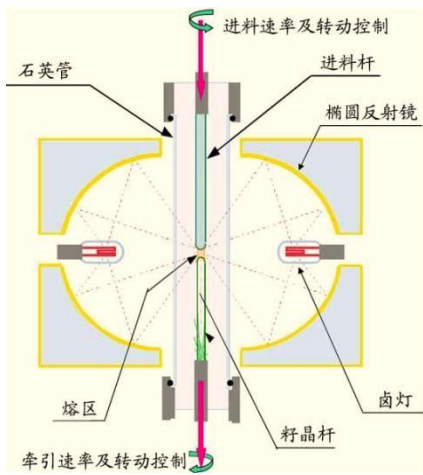
进口等静压机，用于压制晶体料棒，料棒粗细均匀，致密性高。压机采用高效油压方式加压，O圈密封，密封效果好。

| | |
|-------|--------------|
| 腔体尺寸 | Φ20mm×长220mm |
| 压力腔材质 | 不锈钢 |
| 密封方式 | 橡皮O圈 |

优势对比表

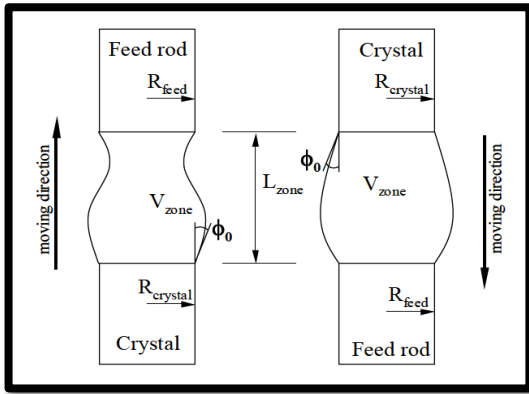
| 配置 | 其它公司 | Quantum Design | 优势 | |
|----|------------|----------------|-----------|-----------|
| 镜面 | 镜面个数 | 4 | 2或4 | 对焦方便，温区均匀 |
| | 镜面设计 | 普通椭球曲面 | 高效对焦曲面 | 聚焦点集中 |
| | 材料 | 镀铝 | 镀金 | 反射率高 |
| 灯丝 | 材料 | 汞灯 / 卤素灯 | 卤素灯 | 更换方便 |
| | 温度稳定性 | 0.2% | 0.01% | 温度稳定性高 |
| 冷却 | 灯丝 | 风冷 | 风冷 | |
| | 镜面 | 风/水冷 | 冷却液 | 防止受热镜面形变 |
| | 料棒传动轴 | 风/水冷 | 冷却液 | 防止转动轴形变 |
| 对焦 | CCD成像，目视对焦 | CCD成像及坐标板精确对焦 | 对焦非常方便准备确 | |





光学浮区法基本原理

光学浮区法（垂直区熔法）也可以说是一种垂直的区熔法。在生长装置中，在生长的晶体和多晶棒之间有一段靠光学聚焦加热的熔区，该熔区有表面张力所支持。熔区自上而下或自下而上移动，以完成结晶过程。浮区法的主要优点是不需要坩埚，也由于加热不受坩埚熔点限制，可以生长熔点极高材料。生长出的晶体沿轴向有较小的组分不均匀性，在生长过程中容易观察等。浮区法晶体生长过程中，熔区的稳定是靠表面张力与重力的平衡来保持，因此，材料要有较大的表面张力和较小的熔态密度。浮区法对加热技术和机械传动装置的要求都比较严格。



浮区动态平衡方程

$$-\rho_{melt} \cdot g \cdot z + \frac{\rho_{melt} \cdot \Omega^2 \cdot r^2}{2} + P = \frac{\gamma}{r \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{dr}{dz}\right)^2}} - \frac{\frac{d^2 r}{dz^2}}{\sqrt{1 + \left(\frac{dr}{dz}\right)^2}}$$

部分浮区法单晶生长条件

(仅供参考，具体取决于实际实验状态)

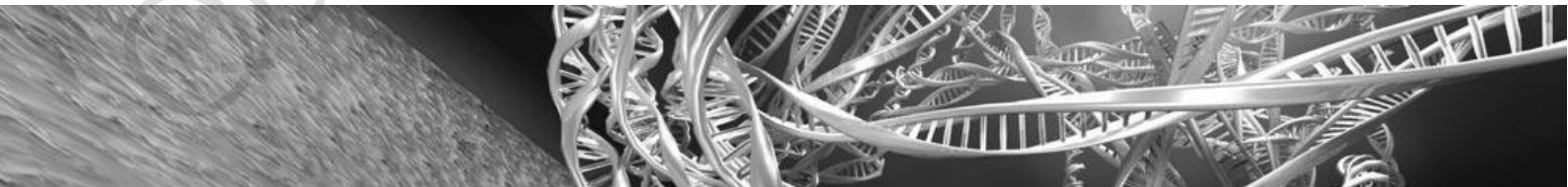
Choice of atmosphere and pressure

- RTiO₃: 2 atm 95% Ar, 5% H₂
- RMnO_{3 hex.}: 1 atm air + 0.5 atm O₂
- RMnO_{3 orth.}: no evacuation, no flushing
- RVO₃: 1.5 atm Ar
- TbMn₂O₅: 6 atm O₂

Growth rate

- RTiO₃: 5 mm/hr
- RMnO_{3 orth.}: 10 mm/hr
- RMnO_{3 hex.}: 4 mm/hr ; 1.5 mm/hr if doped with Ca.
- RVO₃: 2 mm/hr
- TbMn₂O₅: 1.5mm/hr

Crystal growers in action!



光 学 浮 区 炉 Optical Floating Zone Furnace



Quantum Design中国子公司（北京）

北京市朝阳区酒仙桥路10号
恒通商务园B22座501室 100015
电话: 010-85120277/78/79/80
传真: 010-85120276
邮箱: info@qd-china.com
节假日紧急垂询电话: 13021034795

QuantumDesign中国子公司（上海）

上海市静安区威海路511号
上海国际集团大厦1703A室 200041
电话: 021-52280980
传真: 021-52282156
邮箱: info@qd-china.com
节假日紧急垂询电话: 13021034795

QuantumDesign中国子公司（广州）

广州市番禺区汉溪大道东290号
保利大都汇A3栋1509室 511495
电话: 020-89202739
传真: 020-98202750
邮箱: info@qd-china.com
节假日紧急垂询电话: 13021034795