

# 等离子体刻蚀



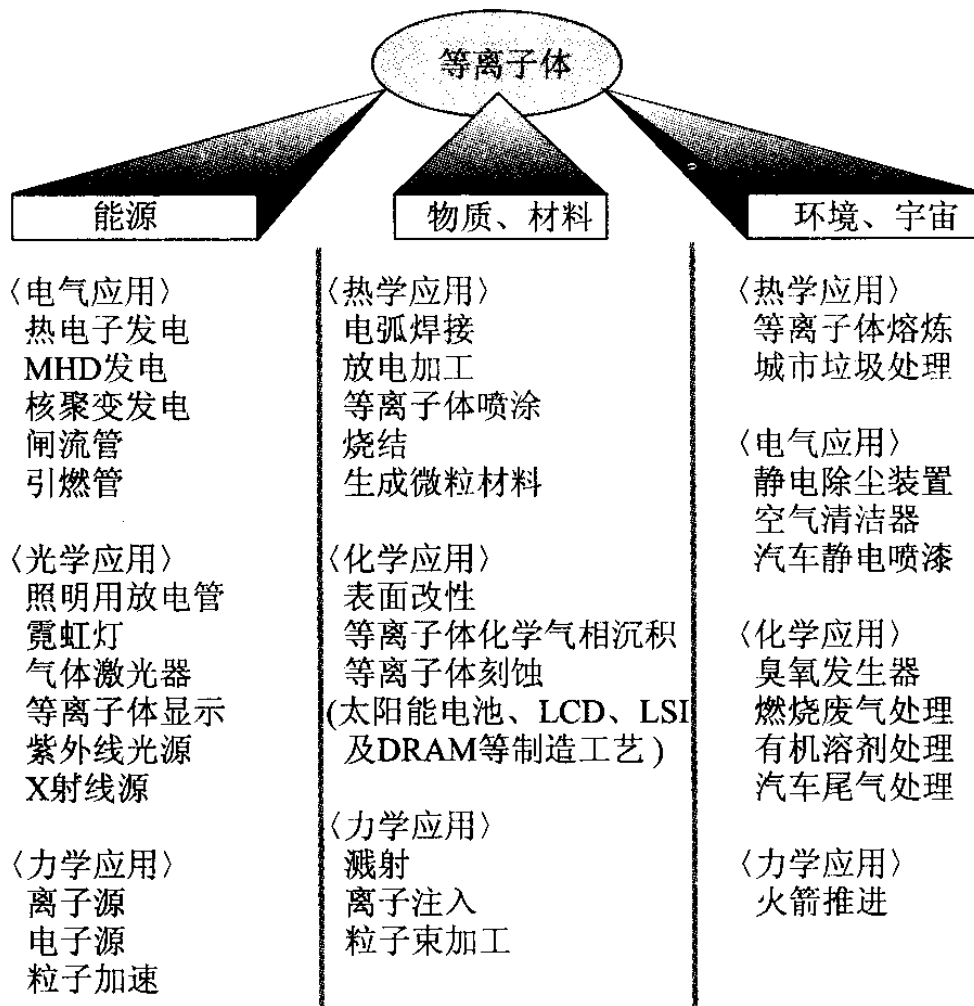
# 目录

- 等离子体的原理及应用
- 等离子刻蚀原理
- 等离子刻蚀过程及工艺控制
- 检验方法及原理

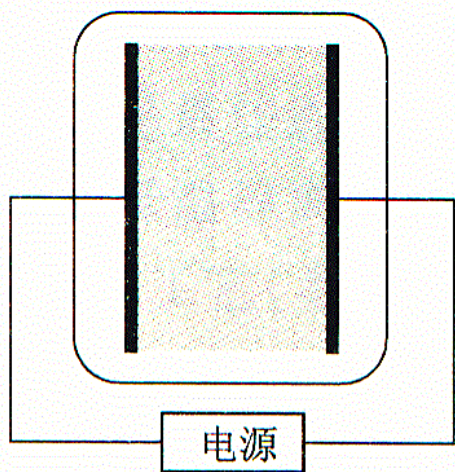
# 什么是等离子体？

- 随着温度的升高，一般物质依次表现为固体、液体和气体。它们统称为物质的三态。
- 如果温度升高到 $10^4\text{K}$ 甚至 $10^5\text{K}$ ，分子间和原子间的运动十分剧烈，彼此间已难以束缚，原子中的电子因具有相当大的动能而摆脱原子核对它的束缚，成为自由电子，原子失去电子变成带正电的离子。这样，物质就变成了一团由电子和带正电的离子组成的混合物。这种混合物叫**等离子体**。它可以称为物质的第四态。

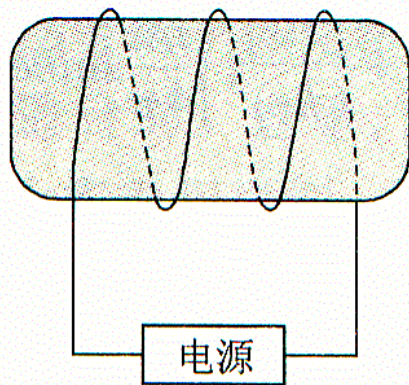
# 等离子体的应用



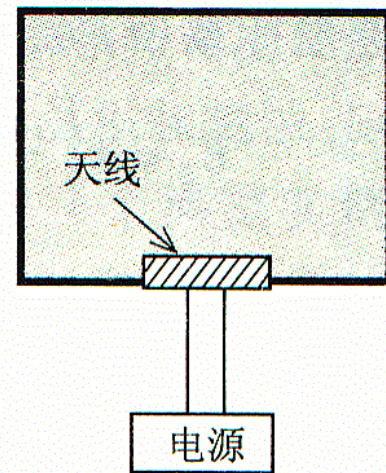
# 等离子体的产生



(a) 静电耦合



(b) 感应耦合



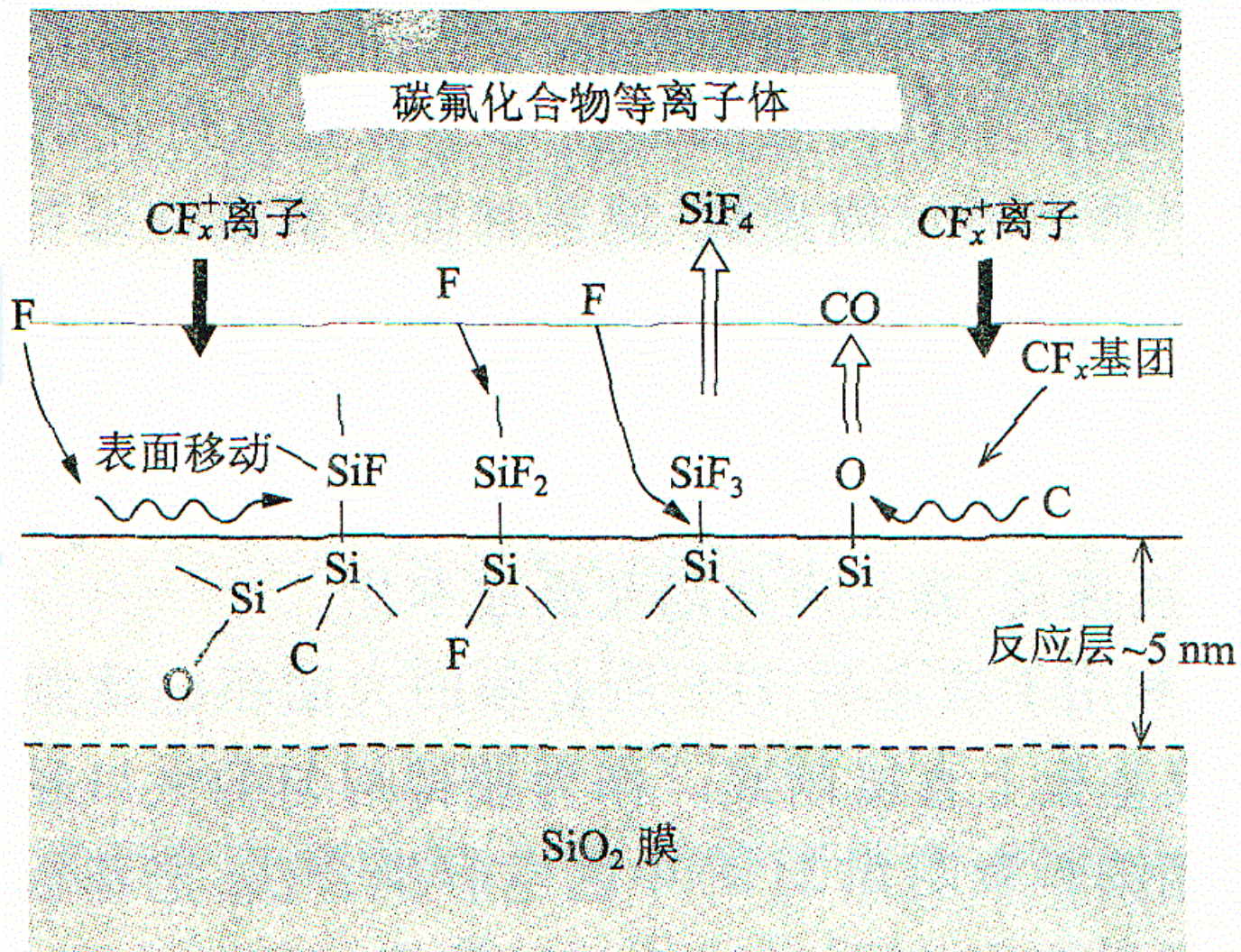
(c) 电磁波耦合

# 等离子体刻蚀原理

- 等离子体刻蚀是采用高频辉光放电反应，使反应气体激活成活性粒子，如原子或游离基，这些活性粒子扩散到需刻蚀的部位，在那里与被刻蚀材料进行反应，形成挥发性生成物而被去除。它的优势在于快速的刻蚀速率同时可获得良好的物理形貌。（这是各向同性反应）
- 这种腐蚀方法也叫做干法腐蚀。



# 等离子体刻蚀反应



- 首先，母体分子 $\text{CF}_4$ 在高能量的电子的碰撞作用下分解成多种中性基团或离子。



- 其次，这些活性粒子由于扩散或者在电场作用下到达 $\text{SiO}_2$ 表面，并在表面上发生化学反应。
- 生产过程中， $\text{CF}_4$ 中掺入 $\text{O}_2$ ，这样有利于提高Si和 $\text{SiO}_2$ 的刻蚀速率。



# 等离子体刻蚀工艺

- 装片

在待刻蚀硅片的两边，分别放置一片与硅片同样大小的玻璃夹板，叠放整齐，用夹具夹紧，确保待刻蚀的硅片中间没有大的缝隙。将夹具平稳放入反应室的支架上，关好反应室的盖子。

## • 工艺参数设置

负载容量 (片)	工作气体流量 (sccm)			气压 (Pa)	辉光功率 (W)	反射功率 (W)
	CF <sub>4</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>			
200	184	16	200	120	650~750	0
工作阶段时间 (分钟)					辉光颜色	
预抽	主抽	充气	辉光	充气	腔体内呈乳白色, 腔壁处呈淡紫色	
0.2~0.4	2.5~4	2	10~14	2		

\*可根据生产实际做相应的调整

## 边缘刻蚀控制

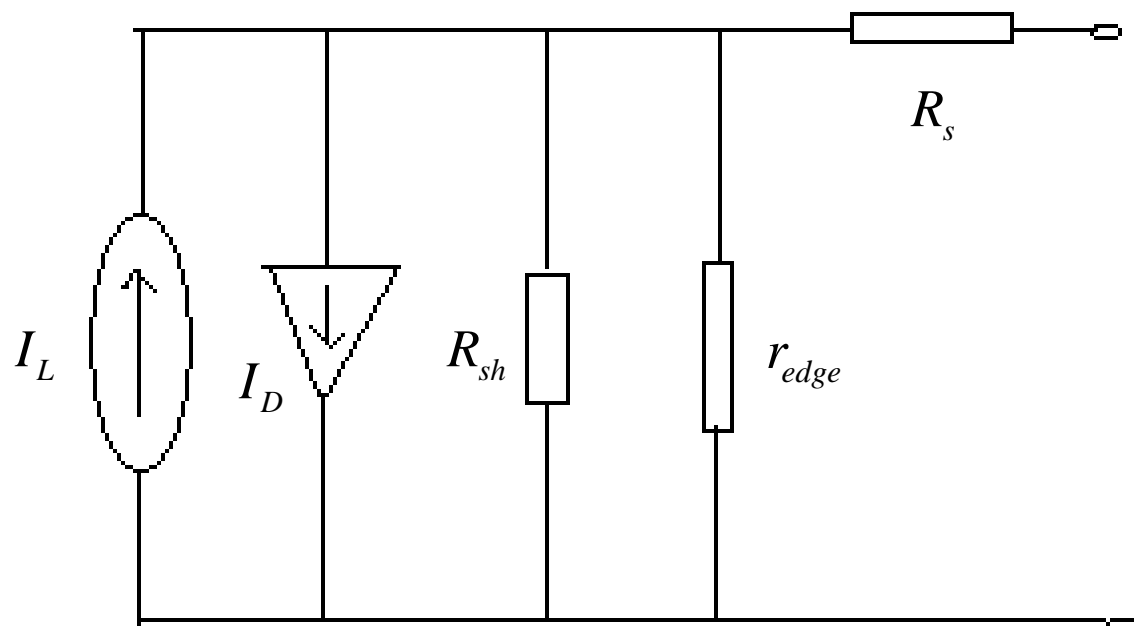
### ➤ 短路形成途径

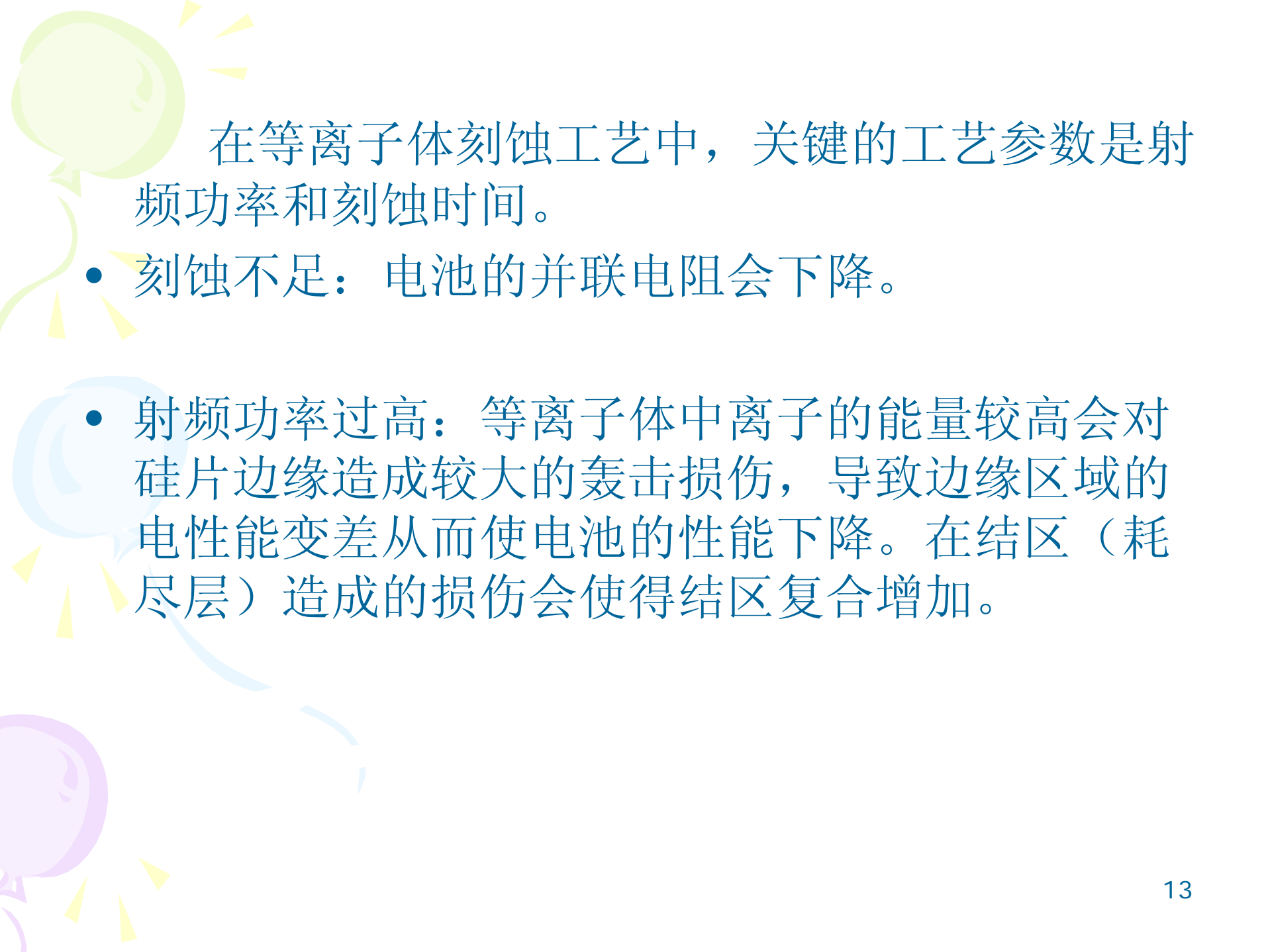
由于在扩散过程中，即使采用背靠背扩散，硅片的所有表面（包括边缘）都将不可避免地扩散上磷。PN结的正面所收集到的光生电子会沿着边缘扩散有磷的区域流到PN结的背面，而造成短路。此短路通道等效于降低并联电阻。

### ➤ 控制方法

对于不同规格的硅片，应适当的调整辉光功率和刻蚀时间使达到完全去除短路通道的效果。

# 刻蚀工艺不当的影响





在等离子体刻蚀工艺中，关键的工艺参数是射频功率和刻蚀时间。

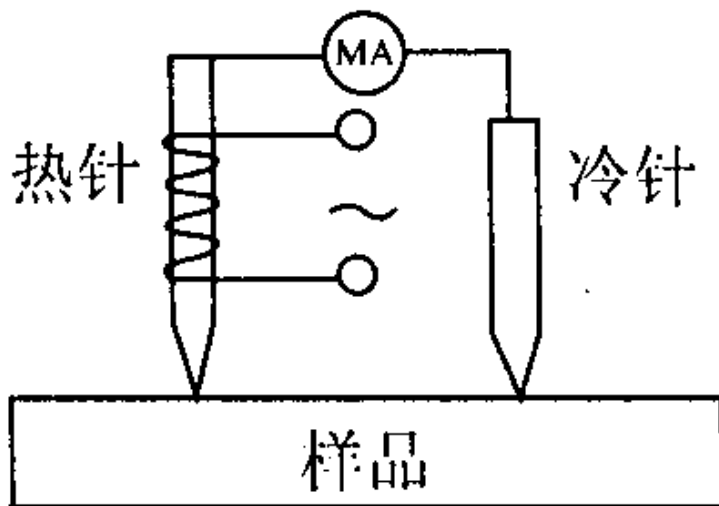
- 刻蚀不足：电池的并联电阻会下降。
- 射频功率过高：等离子体中离子的能量较高会对硅片边缘造成较大的轰击损伤，导致边缘区域的电性能变差从而使电池的性能下降。在结区（耗尽层）造成的损伤会使得结区复合增加。



- 刻蚀时间过长：刻蚀时间越长对电池片的正反面造成损伤影响越大，时间长到一定程度损伤不可避免会延伸到正面结区，从而导致损伤区域高复合。
- 射频功率太低：会使等离子体不稳定和分布不均匀，从而使某些区域刻蚀过度而某些区域刻蚀不足，导致并联电阻下降。

# 检验方法

- 冷热探针法



冷热探针法测导电型号

# 检验原理

- 热探针和N型半导体接触时，传导电子将流向温度较低的区域，使得热探针处电子缺少，因而其电势相对于同一材料上的室温触点而言将是正的。
- 同样道理，P型半导体热探针触点相对于室温触点而言将是负的。
- 此电势差可以用简单的微伏表测量。
- 热探针的结构可以是将小的热线圈绕在一个探针的周围，也可以用小型的电烙铁。

# 检验操作及判断

1. 确认万用表工作正常，量程置于200mV。
2. 冷探针连接电压表的正电极，热探针与电压表的负极相连。
3. 用冷、热探针接触硅片一个边沿不相连的两个点，电压表显示这两点间的电压为正值，说明导电类型为P型，刻蚀合格。相同的方法检测另外三个边沿的导电类型是否为P型。
4. 如果经过检验，任何一个边沿没有刻蚀合格，则这一批硅片需要重新装片，进行刻蚀。