

■ 晶体具有均匀性、有限性、对称性、各向异性和解理性。基本特征有：

1：晶体有规则而对称的外形。 2：晶体有固定的熔点。 3：晶体有各向异性的特征。 4：解理性。

■ 滚磨开方是一个机械磨削加工过程，通过磨轮与工件产生相对运动，使磨轮上的金刚石颗粒对工件进行磨削而达到加工目的。

■ 磨削加工是指用磨料来去除工件表面多余材料的方法。

■ 磨削加工的分类：按磨削的类型分类，有固定磨粒加工和游离磨粒加工两大类。

■ 硅片加工中，硅单晶滚磨、内圆切割、金刚线切割和倒角等都属于固定磨粒加工，而研磨、喷砂、多线切割和抛光等则属于游离磨粒加工。

■ 磨削加工稳定性好、精度高、速递快并且能加工各种高硬度的材料。

■ 磨削过程的三个阶段： 第一阶段：弹性变形阶段。 第二阶段：刻划阶段。 第三阶段：切割阶段。

■ 硅片主副参考面的作用：主参考面是为了在器件生产中获得管芯分割的最佳划片合格率而制作的，因此又叫做最佳划片方位，规定硅片的主参考面方位（110）副参考面的作用是便于宏观区分硅片的型号和晶向。

■ 滚磨开方设备：包括单晶切方滚磨机、带锯和开方线锯。

DQMF08 单晶切方滚磨机主体结构有设备基座与框架、滚磨区和切方区构成。（基座与框架是整个机器的基础与支撑。滚磨区是对晶体进行外圆整形滚圆及制作参考面的工作区域，切方区包括切方锯片、油缸及其相应设置，是晶体进行切方加工的作业区域。）

■ 四大运动（单晶切方滚磨机的多元运动）

1：纵向工作台的纵向往复运动。 2：工件的纵向移动和旋转运动。

3：滚磨砂轮的前后往复运动和旋转运动。 4：切方锯片的上下垂直运动和旋转运动。

■ 定向：采用专门的设备及工艺手段确定单晶或者晶片的晶向的过程。

■ 硅单晶滚磨切方是为了得到需要的符合要求的直径、参考面及太阳能单晶的四个平面，也就是得到所需要的符合要求的硅片外形轮廓。

■ 开方线锯可以同时完成 X 与 Y 方向的分割，大大提高了加工效率，损耗更低、切削面更滑、加工精度更高，是更理想的大规模生产切方设备。

■ 整个设备由机械传动系统、液压系统、电气系统和冷却系统四大部分组成，液压系统和电气系统为设备提供动力，通过机械传动系统而实现整个设备的多元运动。

■ 硅单晶主副参考面方位的确定（光图定向法/晶棱连线法）

■ 硅单晶主副参考面的制作要求主要有两点：参考面方位和参考面长度。

■ 带锯与单晶切方滚磨机比较，产能高，锯缝小，相对效率提高，原料损耗降低，因此更利于规模生产。

■ 磨削加工的特点：

1：磨削界面都有大量磨粒。 2：磨粒硬度高，热稳定性好。

3：每颗磨粒的切割厚度很薄。 4：磨削加工的效率。 5：磨粒具有一定的脆性。

## 第 2 章

■ 内圆切割与多线切割：晶体切割就是利用内圆切片机或者线切割机等专用设备将硅单晶或多晶切割成符合使用要求的薄片的过程。

■ 硅单晶的切割主要有：内圆切割和多线切割两种形式。

■ 宏观对称元素有对称面、对称中心、对称轴和旋转-反演轴 4 种。

■ 微观对称元素主要分为平移轴、螺旋轴和滑移面三类。

■ 晶面夹角指晶面法线间的夹角，它反映了晶面与晶面在空间的几何关系。

■ 定向切割：器件生产的硅单晶片，对其表面取向有一定的要求，即指硅片表面的结晶方向及其偏离度数。

■ 内圆切割工艺过程：1 准备工作 2 单晶粘接 3 定向与校对 4 上机切割 5 冲洗与去胶 6 送清洗

■ 导轮的选择：在多线切割中，导轮的槽距设计主要取决于硅片目标厚度、钢线直径、磨料粒度及设备性能。

## 第 3 章

■ 硅片边缘倒角：就是利用专门的设备与工艺，使高转速的金刚石磨轮相对一定转速的硅片作摩擦运动而对硅片边缘进行磨削的过程。

■ 硅片倒角的目的 为了有效地释放这部分应力，以减少在后续加工中的损伤。

■ 硅片倒角按其边缘轮廓分为两种，即 R 型倒角和 T 型倒角。通常以 R 型倒角最为常见。

■ 磨削液的作用：磨削液作用主要体现在降低磨削温度、改善加工表面质量、提高磨削效率和延长磨具使用寿命四个方面（冷却作用、排渣作用、润滑作用、防锈作用）

■ 硅片研磨的目的：通过对硅片上下两个平面的磨削，去除硅片表面的刀痕或线痕，改善硅片的表面平整度，制造均

匀一致的表面损伤层，同时使每批硅片的厚度偏差尽量接近，为后工序（抛光）制备无损伤的硅片表面创造条件。

■ 研磨机理分析：切削作用、化学作用、塑性变形

■ 硅片研磨最重要的目的和作用是为了保证硅片的几何形状，制造统一合理的损伤层，从而得到批量厚度一致并具有表面形态完整性和一致性的硅片。

■ 硅片研磨步骤：1 硅片分选 2 配研磨液 3 修盘 4 设置 5 研磨 6 送清洗

■ 研磨液的浓度对研磨速率也会有所影响，在一定的浓度范围内研磨速率随研磨液浓度增大而上升，但是到了某一浓度值时便不再上升。

■ 半导体：具有一定的晶体结构，有一定的熔化、固化温度，有一定的光泽、颜色，既有电子，又有空穴参与其导电过程。半导体的电阻率正好介于导体和绝缘体之间。

■ 硅单晶的电阻率会随其内部或外界条件的变化而变化。主要反映在其基本特性上，即热敏性、光敏性和杂质敏感性。

■ 这种半导体的电子浓度  $n$  大于空穴浓度  $p$ ，把这种主要依靠电子导电的半导体称为 N 型半导体。

■ N 型硅单晶：硅单晶在生长过程中掺入施主杂质后成为 N 型硅单晶。

■ 硅片热处理主要有两个作用，其一是消除氧的施主效应，得到一个真实稳定的电阻率；其二就是释放应力。

■

#### 第 4 章

■ 理想平面：指一个绝对平整的平面，此平面上任意三点所构成的平面都在这个平面内。

■ 硅片表面平整度：表面平整度是硅片的一种表面性质，它被定义为硅片表面对一个虚构的近乎平行的基准平面的最大偏离。

■ 硅片的化学减薄：硅片在抛光前，通常都要进行化学减薄。所谓化学减薄，就是通过酸与硅片表面在一定条件下产生化学反应，对硅片表面进行一层剥离，为抛光工艺创造条件的工艺过程。

■ 硅片减薄主要有三个作用，第一是使硅片表面洁净，第二可以提高抛光效率，第三可以消除硅片内应力。

■ 硅片化学减薄工艺过程：1 准备工作 2 硅片厚度分选 3 化学腐蚀 4 冲洗甩干 5 送检

■ 机械抛光的特点是速度快、平整度高、适应性强，但是，由于磨料硬度大且颗粒不均匀，致使硅片表面较粗糙，有时划痕并形成新的损伤层。

■ 硅片抛光方式：有蜡抛光、无蜡抛光、双面抛光

■ 碱性二氧化硅抛光方法原理：碱对硅的腐蚀反应、胶粒间的吸附作用、抛光布垫和胶粒与硅片的机械摩擦作用以及碱的络合反应。

■

#### 第 5 章

■ 吸附的定义：硅片的表面是硅单晶的一个断面，这个断面所有的晶格都处于破坏状态。所谓破坏状态，就是说有一层或多层硅原子的键被打开而呈现一层到多层的悬挂键，也称为非饱和键。非饱和键化学活性高，处于不稳定状态。极容易与周围的分子或原子结合，这就是吸附。

■ 吸附可以分为化学吸附和物理吸附两种形式。

■ 硅片表面沾污类型：硅片经过不同工序加工后，其表面已收到严重沾污，一般讲硅片表面沾污大致可分为有机杂质沾污、颗粒类杂质沾污和金属杂质沾污三类。

■ 硅片清洗处理方法分为湿法清洗和干法清洗两大类。

■ 化学清洗的定义：就是利用各种化学试剂对杂质的腐蚀、溶解、氧化及络合等作用，去除硅片表面的杂质沾污。

■ 超声波清洗原理：超声波在传递过程中会使液体形成许多微小的气泡，这些小气泡形成后迅速膨胀并爆裂，产生能量极大的冲击波，将浸没在清洗液中的硅片表面的沾污物振落剥离下来，随着流动的液体流走。

■ 超声波频率的影响：超声波频率越低，在液体中产生空化越容易，作用也越强，但是方向性差。频率高则超声波方向性强，且随着超声频率的提高，气泡数量增加而爆破冲击力减弱

■ 硅切割片清洗工艺过程：1 准备工作 2 去除胶黏剂和石墨 3 超声清洗 4 甩干 5 结束工作

■

#### 第 6 章

■ 硅片检验方法的分类：硅片检验分接触式与非接触式两种方式。

■ 硅片电学参数检验主要包括硅片导电类型检验、硅片电阻率和径向电阻率均匀性检验。

■ 硅片质量特性用一系列质量参数来体现，大致可分为电学参数、结晶学参数、机械几何参数和表面参数四大类，硅片检验就是对硅片各种参数的检验。

■ 硅片导电类型的检验有多种方法，主要有热探针法、冷探针法、点接触整流法、全类型系统测试法和霍尔效应极性法等。

■ 随机抽样：即每次抽取时，批中所有单位产品被抽中的可能性都相等的抽样方法。

■ 5S 现场管理：1 清理 2 整理 3 清扫 4 清洁 5 素养