

碲镉汞晶片的多晶化与形变织构

杨雄超 王家库 董先庆 唐家钊

(昆明物理研究所)

本文重点介绍采用 X 射线衍射仪对碲镉汞单晶片在经受研磨和抛光过程中所进行的跟踪分析。在只经研磨的晶片的 X 射线衍射图谱上, 2θ 角在 $20^\circ \sim 90^\circ$ 的范围内有 (111), (220), (311), (331), (420), (422) 等晶面的衍射峰出现, 属多晶衍射谱。将此晶片仔细抛光后, 其衍射峰数目急剧下降。通常只有一个峰, 有的为 (111), 有的为 (220) 或 (420) 等。表明经抛光后的晶片为单晶片。对约 20 余个晶片反复“研磨——衍射分析——抛光——衍射分析”后, 其衍射谱也多峰——单峰交替出现。说明研磨加工确实使单晶片表面层多晶化。有多晶层的晶片是不能用来制作器件的。必须进行充分的抛光以去除表面多晶层。

实验中还发现部分晶片在多层次研磨后的多峰谱中, (110) 面的二级衍射即 (220) 峰出现强化的几率最大。此现象表明研磨能导致择优取向, 出现形变织构。

晶体范性形变的 X 射线研究指出, 单晶体在受到研磨时会破碎为较小的晶粒。如果在研磨前后拍摄照片, 则衍射花样将由劳埃斑点变成德拜环。当用衍射仪记录时, 衍射图将由单峰谱变成多峰谱。研磨使晶体受到形变。形变最简单和最常见的方式为滑移, 即晶体沿一定的面(称滑移面)向一定的方向(称滑移方向)进行相对滑移。不同结构的晶体有其特定的滑移面和滑移方向。滑移面通常都是原子密度最大的结晶面, 滑移方向为原子密排方向。滑移时, 除了原子面作相对位移外, 还有晶体的转动和旋转。当拉伸时晶体的滑移面向外力方向转动; 在受压时, 滑移面力图转至与压力方向垂直的位置。

碲镉汞晶体属闪锌矿结构, 从晶体范性形变的研究得知它的滑移面和方向分别为 (110) 和 $[110]$ 。当研磨使晶片表层多晶化后, 在继续研磨的过程中, 晶体始终处于受压状态。按晶体学原理, 滑移面力图转至与压力方向垂直的位置。即表层中各晶粒的 (110) 面力图与晶片表面趋于平行。

根据 X 射线衍射原理, 当计入影响衍射束强度的结构因子后, 已证明碲镉汞晶体没有面指数为奇偶混合的 (100), (110), (210) 等晶面的衍射出现, 只有面指数全部为奇数或全部为偶数的 (111), (220), (311), (331) 等晶面才有衍射产生。(220) 峰实际上就是 (110) 面的二级衍射峰。(220) 衍射峰的强弱就代表了多晶层中 $[110]$ 方向垂直于晶片表面的晶粒有多少。

综上所述, 切割研磨处理使碲镉汞晶体的单晶结构受到破坏, 导致单晶片表层的多晶化和形变织构。这是不利于器件制作的。进一步的表面处理, 充分的抛光可去除形变层。