

蓝宝石窗口片晶体缺陷初探

孙家龙

(天津市半导体技术研究所)

光轴方向的蓝宝石单晶片作为红外透过窗口材料使用时, 经常遇到封接炸裂和红外透过率低等现象, 这是与晶体本身存在的缺陷相联系的。本文通过从晶体制备过程中积累的和从器件应用中搜集到的现象, 与单晶制备工艺联系起来对晶体应力及光散射的成因及改进措施作一分析。

晶体应力的存在, 在偏振光下观察表现为应力双折射现象, 在加工及使用过程中表现为容易变形、炸裂等, 从而降低了它的使用性能。应力的产生主要是由于在晶体制备过程中组成的不均匀、结构的不对称以及热冲击等, 使生长的晶体内部力的分布不平衡, 应力的存在导致应变, 应变部位就会产生应力双折射, 当应变程度超出范性形变范围而局部超出屈服点时, 晶体往往沿解理面而开裂。在晶体制备中热应力产生的原因主要是: 1) 热场梯度大于正常使用梯度。2) 热场不对称。3) 生长完成后降温过快, 4) 电网波动、控温不稳等。组成应力产生的原因主要是: 1) 气氛污染而引起的成份不纯。2) 原料纯度不高。结构应力产生的原因主要是: 1) 位错大或有镶嵌结构。2) 外形对称性差。

晶体光散射直接影响红外窗口的透过性能, 蓝宝石单晶片光轴方向红外透过率大于80%, 光散射严重时低于此值, 并且用单色光透射晶体时可见散光颗粒。光散射产生的原因主要有两种, 即杂质散射和气泡散射。杂质散射是由在晶体生长过程中, 沉积在晶体内部的与晶体本身折射率不同的杂质颗粒引起的, 杂质来自原料本身和处理过程以及气氛的污染, 沉积的成因是热场径向梯度小、生长过快、组份过冷、热场中存在负梯度等。气泡散射是由于晶体中存在的气泡和云层引起的, 它们的形成一般是由于生长速度不稳定、晶转不稳定、温控不稳、热场梯度过小等。

在长期的晶体制备试验中, 我们积累了一些减少晶体应力和减少造成光散射的杂质沉积和气泡云层的工艺条件: 1) 提高原料及保护性气体的纯度。2) 严格热场条件的化学处理和高温处理。3) 不断调整炉丝和热屏以保证梯度合适及热场对称。4) 晶体生长中接触、提拉、放肩的速度保持稳定。5) 稳定生长速度和晶转速度。6) 温控力求稳定。7) 生长完毕降温要缓慢。8) 进行晶体炉外退火处理。