

由于散射颗粒较小且形状不规则(圆点状或无定形),尚不能分析其成分。但考虑到 YAG:Nd³⁺ 晶体是高熔点氧化物晶体(熔点 1970°C),在高温结晶过程中很容易产生大量过饱和点缺陷,而掺入的杂质原子 Nd 其离子半径虽大于 Y 的离子半径,一旦 Nd 的浓度大于溶解限度时,也有可能扩散并沉积在位错线上。此外,还有坩埚及加热体挥发进入熔体后,也会形成散射颗粒而引起缀饰效应,因对其形成的原因尚不了解,需作进一步的探讨。

YAG:Nd³⁺ 晶体散射颗粒的研究

中国科学院上海光机所八室

目前一般国产水平的 YAG:Nd³⁺ 晶体中散射颗粒的存在是影响晶体质量的主要原因。我们对 YAG:Nd³⁺ 晶体中散射颗粒进行了一系列观察分析,找到了产生散射颗粒的主要原因,提出了减少它的生长工艺条件。研究表明:

1. YAG:Nd³⁺ 晶体中散射颗粒引起的散射损耗占光衰减的很大比重,使单程激光的内耗增加,激光阈值提高,效率下降。对连续工作激光影响更大,严重时甚至不能产生连续激光。在高功率工作下,散射颗粒是造成晶体破坏的主要原因,因为在千兆瓦/厘米²激光功率密度下,晶体中的金属颗粒吸收光能后可使其升温上万度,颗粒气化后产生 10⁵ 公斤/厘米²的张应力,而晶体的抗张强度仅为 1400 公斤/厘米²。

2. 对我所高频引上法和电阻炉引上法生长的 YAG:Nd³⁺ 晶体的大量观察发现,晶体中散射颗粒的分布具有一定规律性,一般在晶体头部多,中心密,并成层状分布。颗粒的大小不等,一般在微米量级。各种形状颗粒可分为四类:

(1) 固体颗粒——多呈现有规则形状的金属颗粒和具有一定应力的无定形颗粒;

(2) 液体颗粒——由组分过冷形成的液体包裹物;

(3) 气体颗粒——球形气体包裹体;

(4) 线状散射体——用超显微观察法观察到各种奇异形状的线状散射体,如封闭环、螺旋形、锯齿形和延伸整个晶体的直线,这是由于杂质在位错附近沉积缀饰引起的。

3. 通过掺杂、浓度、组分偏析、掺碳、掺钼等大量实验研究,得出结论:散射颗粒产生的主要原因是坩埚材料、加热材料对熔体的污染和生长工艺条件的突变引起的;而在正常情况下,与生长所用原料中的杂质浓度和可能的组分偏析影响不大。

熔体中的杂质被正在生长的晶体捕获存在一临界生长速度,而临界生长速度与颗粒的大小、热导率等有关。当晶体生长速度或转速、温度的波动使实际生长速度达到一临界生长速度时,对应的颗粒即被捕获。在此基础上提出了减少晶体中散射颗粒的几项具体措施,获得了较好的效果。

电阻炉 YAG 晶体的色心发光

中国科学院上海光机所 吴光照 张秀荣

在附加着色的电阻炉 YAG 晶体中发现了一个色心发光。测量表明,它很象 F⁺ 心的发射并有以下特点(300°K):

1. 发射几率大,荧光寿命极短;

2. 激发谱与发射谱大致是镜对称的;

3. 振动能级间的声子过程相当快;