

高,但由于 Nd^{3+} 之间被 $-\text{O}-\text{P}-\text{O}-$ 基团隔离,减弱了 Nd^{3+} 与 Nd^{3+} 之间的偶极作用,从而降低了荧光猝灭。同时, Ndpp 晶体的发射截面和线宽同 $\text{Nd}:\text{YAG}$ 相似,而光学增益比 $\text{Nd}:\text{YAG}$ 约高 30 倍。这样可以用较小样品在很小体积内获得较高的光增益。用 Ndpp 晶体制成的激光器具有增益高、泵浦阈值低、转换效率高、体积小等特点。这种高效率的 Ndpp 小型激光器将在激光测距、激光扫描、集成光学等方面有着广泛的应用前景。特别由于它的发射波长为 1.051 微米,作为光纤通信表现出模特性好、发散角小、吸收和发射损耗小等优点。因此,引起了国内外的重视,认为是一种有希望有前途的新型激光工作物质。

自 1972 年发现 Ndpp 晶体的激光特性以来,在晶体的生长、掺杂、结构以及实验室的激光性能试验等方面作了不少工作。我们研究了多聚磷酸和水的蒸发速率对晶体生长的影响,并改进了生长工艺,从而生长出 1 厘米左右外形完整的光学均匀性良好的 Ndpp 大单晶。

掺 MgO 铌酸锂晶体的生长及其倍频性质

中国科学院上海硅酸盐所 徐良英 朱亚男 吴惠法 方轩朗

铌酸锂是一种用途较多的铁电、压电晶体材料。随着激光技术的发展,在激光倍频、光参量振荡等方面对它的需要越来越多。 LiNbO_3 晶体可以实现临界相位匹配和非临界相位匹配,且易得到高质量、大尺寸的晶体,因此,是目前常用的非线性光学材料。将同成分熔体生长的 LiNbO_3 晶体用于 $\text{Nd}:\text{YAG}$ 激光倍频,其相位匹配温度在 $0\sim-10^\circ\text{C}$ 左右,使用很不方便;若采用临界相位匹配,室温下找不到匹配角,不能有效地发生二次谐波。据已有文献报导,现有 LiNbO_3 晶体的倍频转换效率一般为 $4\sim14\%$ 。本文介绍在同成分熔体中分别掺入 0.5、1.0、1.5% 克分子 MgO 和改变熔体中 $\text{Li}:\text{Nb}$ 比,即 1.0、1.04、1.08 的 LiNbO_3 晶体生长。测量了它们的相位匹配温度和对 $\text{Nd}:\text{YAG}$ 激光倍频的转换效率,观察并讨论了晶体中的主要不完整性。结果表明,当同成分熔体掺入 1% 克分子 MgO 生长的晶体,其相位匹配温度在 40°C 左右;室温下可以实现临界相位匹配。以脉冲 $\text{Nd}:\text{YAG}$ 激光作光源,腔内倍频,当基波输出能量为 540 毫焦耳时,二次谐波发出的能量为 108 毫焦耳。若将分光棱镜的损失加入在内,其倍频转换效率可达 30.6%。 $\text{Li}:\text{Nb}$ 为 1.08 熔体生长的晶体,其相位匹配温度高达 170°C 以上。掺 MgO 的 LiNbO_3 晶体的不完整性主要是与生长方向相垂直的生长条纹,一种是透明的与 C 轴垂直的等间距的细条纹,它们的间距约为 300 微米。当晶体生长时提拉速度为 3 毫米/小时,300 微米宽度相当于 5~6 分钟的时间内拉出晶体的长度,这和生长时手动降温的间隔相一致,条纹的出现与降温生长时的温度波动有关。另一种条纹是云层状间距不等的条纹,这种条纹实际上是温度波动产生的溶质偏析形成的生长层,它敏感地反映出晶体生长时固液界面的形状和变化情况。改变晶体的生长速度,也就是说,当生长速度小于 7 克/小时,上述条纹均可消失。掺 MgO 晶体中的另一个问题是 Mg 的分布。 MgO 在 LiNbO_3 中的分配系数约为 1.5,因此,随着晶体的生长,熔体中 MgO 的浓度逐步降低,分析了晶体头部和尾部中 MgO 的含量,结果证实了这个情况。因为每 1% 克分子 MgO 在熔体中将使 0.6% Li_2O 过剩,这过剩的 Li_2O 的分配系数为 0.3,由于 Li_2O 和 MgO 浓度互相补偿,保持了晶体的折射率的均匀性。因此,就其光学质量来说,并未因掺有 MgO 而下降。 $\text{Li}:\text{Nb}\geq 1$ 熔体生长的晶体,也会产生 Li_2O 过剩,过剩的 Li_2O 在 LiNbO_3 中的分配系数亦为 0.3,因此,在晶体生长过程中,熔体中 Li_2O 的浓度逐渐增加,随着生长晶体长度的增加,晶体中 Li 的含量也增加,这由晶体头部和尾部的化学分析和相位匹配温度测定的结果加以证实。 Li_2O 的递增造成了晶体空间相位匹配温度的不均匀。实验表明,掺 MgO 铌酸锂晶体生长工艺简单,只要掌握晶体的生长速度,就可以长出倍频转换效率高、性能重复良好的晶体。为了提高 LiNbO_3 抗可逆光伤的能力,对掺 MgO 铌酸锂晶体进行了 600°C 的中温处理,取得了较好的效果。将此 YAG 激光倍频器件装于眼科用裂隙灯上,可以获得大于 100 毫焦耳的单次脉冲的绿光,将这种绿光用于临床,对眼疾患者进行治疗,获得了良好的临床效果。