

# Ti, Mg : LiNbO<sub>3</sub> 晶体的腔内倍频

徐观峰 郭永金 陈家蓉 李斌

李瑞宁 张小虎

(西南技术物理研究所, 成都)

(山西大学光电研究所, 太原)

**摘要:** 本文首次报导提拉法生长的钛-镁共掺铌酸锂晶体 (Ti, Mg : LiNbO<sub>3</sub>) 用于Q开关Nd : YAG激光器1.064 $\mu$ m辐射的腔内双通倍频, 获得了61%的能量转换效率。

## Intracavity frequency doubling of Ti, Mg : LiNbO<sub>3</sub> crystal

Xu Guanfeng, Guo Yongjin, Chen Jiarong, Li Bin

(Southwest Institute of Technical Physics)

Li Ruining, Zhang Xiaohu

(Research Institute of Electro-Optics, Shanxi University)

**Abstract:** This paper reports that Ti, Mg : LiNbO<sub>3</sub> crystal grown by Czochralski method has been used for two-pass intracavity frequency doubling of 1.064 $\mu$ m radiation of a Q-switched Nd : YAG laser for the first time to our knowledge. The energy conversion efficiency of 61% has been obtained.

### 一、引 言

铌酸锂 (LiNbO<sub>3</sub>) 是一种重要的非线性材料, 它的非线性系数大, 可以实现90°非临界位相匹配和临界室温角度位相匹配。固液同成分LiNbO<sub>3</sub>在可见光辐照下会产生光折变, 在掺入大于4.6%mol的MgO后生长的MgO : LiNbO<sub>3</sub>则大大降低了光折变效应<sup>[1]</sup>。

我们从熔体中用提拉法生长的Ti, Mg : LiNbO<sub>3</sub>晶体, 不仅和MgO : LiNbO<sub>3</sub>一样抗光折变, 而且Ti<sup>4+</sup>、Mg<sup>2+</sup>与Li<sup>+</sup>、Nb<sup>5+</sup>的离子半径和电负性彼此相差不大, 电荷可以补偿, 克服了Mg<sup>2+</sup>离子单掺入LiNbO<sub>3</sub>时电荷不能完全补偿而易产生色心的缺点。另外, Ti与Mg共掺时, 可以提高彼此在LiNbO<sub>3</sub>中的分凝系数, 有利于固液界面的稳定和组分过冷的克服<sup>[2]</sup>。

至今, 还未见熔体提拉法生长的Ti, Mg : LiNbO<sub>3</sub>晶体用于激光倍频的报导, 我们首次将这种晶体用于Nd : YAG激光器1.064 $\mu$ m辐射的腔内双通式倍频, 获得了61%的倍频转换效率。

### 二、实 验 装 置

实验采用90°非临界位相匹配, 这时没有所谓离散角问题, 倍频效率要高些。Ti, Mg : LiNbO<sub>3</sub>晶体放在一个炉子中, 通过调节晶体温度实现位相匹配, 即达到 $n_e(\omega) = n_o(\omega)$ 。

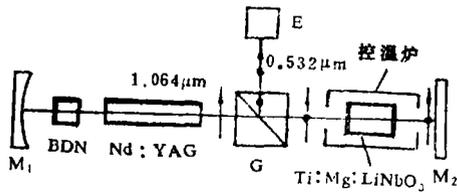


图1 Ti, Mg:LiNbO<sub>3</sub>腔内倍频示意图

(2 $\omega$ )。实验装置如图1所示。其中M<sub>1</sub>为凹镜，焦距2m，对1.064 $\mu$ m全反。M<sub>2</sub>为平面镜，对1.064 $\mu$ m和0.532 $\mu$ m辐射双全反，腔长1m。用BDN染料盒调Q，脉宽10ns。Nd:YAG激光棒 $\phi 5 \times 60$ mm。G为90°双输出格兰偏振棱镜。倍频晶体Ti, Mg:LiNbO<sub>3</sub>沿Y轴通光，通光长度20mm，通光面为10mm $\times$ 10mm，通

光面对基波增透。倍频晶体放在控温炉中央，用半导体测温探头测量温度，其X轴水平放置，使通过格兰棱镜的基波成o光偏振，满足I类位相匹配。倍频出来的绿光最后由格兰棱镜G从垂直于腔轴的方向输出，由能量E计接收。

### 三、实验结果

当由Ti, Mg:LiNbO<sub>3</sub>晶体倍频出的0.532 $\mu$ m二次谐波输出能量达到45mJ时，在保持电输入功率不变的情况下，把M<sub>2</sub>换成1.064 $\mu$ m基波最佳输出耦合镜（反射率20%左右），使倍频晶体失配（使晶体温度降到匹配温度以下，完全没有绿光输出），这时测得基波输出能量为74mJ。因此，我们得到1.064 $\mu$ m到0.532 $\mu$ m倍频能量转换效率

$$\eta = 45\text{mJ}/74\text{mJ} = 61\% \quad (1)$$

这是按大家惯用的方法计算的效率，真实的效率计算公式还要进一步的研究。同时测得位相匹配温度

$$T_{\text{PM}} = 118^\circ\text{C} \quad (2)$$

实验中观察到，当温度低于或高于 $T_{\text{PM}}$ 时，二次谐波绿光光斑外围有一个光环，当倍频晶体的温度达到 $T_{\text{PM}}$ 时，光环消失，整个光斑缩成一点，而且亮度明显增强。测量转换效率时就要在此时测。

倍频时，在基波功率密度为60MW/cm<sup>2</sup>左右时，未观察到SHG绿光光斑发散畸变，表明Ti, Mg:LiNbO<sub>3</sub>晶体具有抗光折变的能力。

本文结果表明，我们用熔体提拉法生长的Ti, Mg:LiNbO<sub>3</sub>晶体可以用于Q开关Nd:YAG激光器1.064 $\mu$ m辐射的倍频。

作者感谢山西大学光电所黄茂全副教授对实验工作的指导与帮助。

### 参 考 文 献

- [1] 仲济国, 徐观峰, 王廷福 *et al.* 高掺镁铌酸锂晶体的生长和倍频性能. 物理学报, 1983, 32 (6): 795~798
- [2] Malicksko L, Cravero I, Krajewski Th. Chemical and microscopical investigations on Ti- and Mg-doped LiNbO<sub>3</sub> single crystals. Crystal Res. and Technol, 1984, 19 (7): 999~1006

收稿日期: 1990年9月12日。