

CD*A 晶体的倍频实验

潘忠汉 崔益本

(中国科学院安徽光学精密机械研究所)

寻求高功率、高效率的倍频晶体及其实验技术, 磷酸盐类晶体是理想的一类, 其中 CD*A (磷酸二氘铯) 是较为成功的一例。这是因为它的匹配角宽度, 匹配温度宽度和光谱匹配宽度都比其它倍频晶体宽, 如表 1 所示^[1,2]; 抗激光损伤能力强, 光损伤阈值为 300—500MW/cm²^[3], 仅次于磷酸盐类晶体, 对钕激光能够 90° 相位匹配。然而 CD*A 的非线性系数 d_{36} 低(与磷酸盐类晶体相近), 约为 3.72×10^{-22} (mks), 但是由于它能 90° 相位匹配和抗激光损伤能力强, 所以允许采用增加晶体长度和提高基波功率密度的方法提高 CD*A 的倍频效率和倍频输出。

本文报道重复率 YAG:Nd³⁺ 激光泵浦, 非

表 1 若干倍频晶体的匹配宽度(基波 1.06 μm)

晶体	温度匹配宽度 ΔT (°C-cm)	角度匹配宽度 $\Delta \theta$ (mrad-cm)	光谱匹配宽度 $\Delta \lambda$ (Å-cm)
CDA	5.8	69	~100
CD*A	6	70	~100
BNN	0.5	43	
LiNbO ₃	0.6	47	2.3
KDP	3.4	1	6
KD*P	6.7	1.7	65

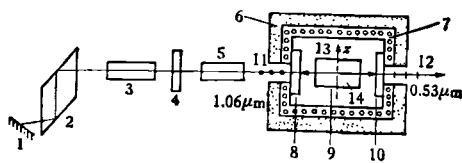


图 1 CD*A 倍频实验方块图

1. 1.06 μm 全反镜; 2. 双 45° LiNbO₃ 调 Q 晶体;
3. YAG:Nd³⁺ 振荡棒; 4. 平板玻璃腔片; 5. YAG:Nd³⁺ 放大棒; 6. 保温部分; 7. 加热部分; 8. 倍频输入窗口; 9. 倍频晶体 CD*A; 10. 倍频输出窗口;
11. ● 光振动方向; 12. ○ 光振动方向; 13. CD*A 的光轴方向; 14. CD*A 晶体

临界相位匹配的 CD*A 腔外双向倍频, 其实验方块图如图 1 所示。

YAG:Nd³⁺ 振荡器采用双平板腔, 一级放大后, 脉宽 20ns, 发散角 3mrad, 当基波 1.06 μm 能量 600mJ 时, 二次谐波能量 160mJ, 脉宽 15 ns, 所以倍频的能量转换效率为 27%, 功率转换效率为 36%, 这是多模情况。据报道, 如果改进基波的横模, 则倍频效率可达到 60%^[4]。

CD*A 按照 45°y, 90°z 切割, 长 10—13 mm, 密封在一个恒温槽里, 恒温可调范围 40—120°C, 温度稳定性 <0.1°C。在保证 1.06 μm 输出特性不变条件下, 恒温槽自 90°C 开始升温, 每隔 0.3°C 为一个温度点, 在每个温度点上, 三次测出 0.53 μm 能量且取平均值, 即为 CD*A 在该点温度时的能量。按照此法测到 109.8°C, 其中能够准确测量的可取温度范围为 98.1—106.8°C, 最后得到温度匹配曲线如图 2 所示。

从图 2 中可知, 最佳匹配温度点 $T_{pm} =$

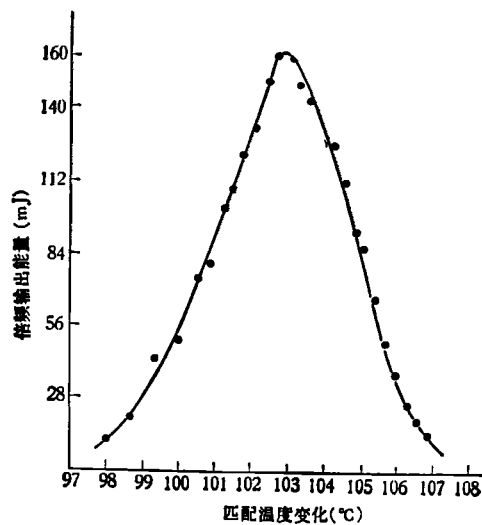


图 2 CD*A 倍频的温度匹配曲线

102.8℃, 温度匹配的半宽度 $\Delta t = 105.12^\circ\text{C} - 100.86^\circ\text{C} = 4.26^\circ\text{C}$. 而按照 CD*A 的温度匹配宽度公式^[4]为

$$\Delta t = \frac{\lambda_1}{2.26l} \times \frac{1}{d(n_2^i - n_1^i)/dt}, \quad (1)$$

其中 λ_1 为基波波长 $1.06\mu\text{m}$; l 为 CD*A 晶体的作用长度 12mm ; n_2^i 为二次谐波的非寻常光折射率; n_1^i 为基波的寻常光折射率; $d(n_2^i - n_1^i)/dt$ 为双折射随温度的变化量, 其值为 $(7.8 \pm 0.2) \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ ^[5]. 将以上数据代入 (1) 式, 计算出 $\Delta t = 5.02^\circ\text{C}$, 这表明实验结果与理论值基本相符.

T_{pm} 与 CD*A 的组分、承受的激光功率、特别与氧化程度有关. 所以 CD*A 的 T_{pm} 之取值范围, 一般为 $98-112^\circ\text{C}$, 例如氧化 80%, $T_{\text{pm}} \approx 102^\circ\text{C}$, 氧化 99%, $T_{\text{pm}} \approx 112^\circ\text{C}$. 本实验中, 当 YAG:Nd³⁺ 激光的工作重复率为 1 次/s, $T_{\text{pm}} = 102.8^\circ\text{C}$, 随着重复率上升; T_{pm} 必须相应地稍有下降, 才能保持最佳匹配状态, 这是因为随着激光平均功率的提高, CD*A 自身受热温度增加.

CD*A 的潮解值得注意, 理想的方法是浸在折射率匹配的 FC (碳氢化合物) 类型溶液中, 或者在通光面上镀防潮兼增透膜. 本实验采用恒温方法, 既能满足 90° 匹配所须的温度, 又能防潮. 因为二端窗口膜片密封恒温槽, 这样能够提高温度稳定性和防潮作用. 此外, 因为输出窗口膜片对 $1.06\mu\text{m}$ 全反, 对 $0.53\mu\text{m}$ 高透, 故有二种作用, 一是去除倍频光 $0.53\mu\text{m}$ 中

的 $1.06\mu\text{m}$ 成分; 二是被全反的 $1.06\mu\text{m}$ 激光, 再对 CD*A 进行反向泵浦, 输入窗口膜片(对 $1.06\mu\text{m}$ 高透, 对 $0.53\mu\text{m}$ 全反), 把这种反向泵浦的倍频光变成有用的正向输出, 本实验测得反向倍频能量约为正向倍频能量的三分之一.

90° 匹配无光孔效应, 允许很长的晶体作用长度, 但是国内 CD*A 尺寸有限, 所以采用“串接倍频增强”效应. 我们采用长 12mm , 9mm 二块 CD*A 串接 (按理同长度), 倍频光输出 184mJ , 比单块增加 24mJ . 串接晶体之间距离尽可能小, 注意到它们之间的匹配、方位和偏振方向的一致性.

为了 CD*A 匹配温度达到最佳工作状态, 高效率的倍频, 则恒温槽的温度稳定性和温场均匀性是很重要的. 为此, 我们对恒温槽的结构和工艺方面, 如加热筒, 加热丝, 保温材料, 感温元件, 二端加热, 控温和测温等, 都应合理的设计, 并要通过多次试验, 才能满足 CD*A 的温度匹配要求.

新疆冶金科学研究所研制并供给 CD*A 晶体.

参 考 文 献

- [1] M. L. Stitch, *Laser Handbook*, North-Holland, Vol. 3, (1979), 448—457.
- [2] Koechner Walter, *Solid state Engineering*, Springer-Verlag, (1979), 511—515.
- [3] C. Brock Hitz, *Laser Focus*, 12(1976), 32—35.
- [4] R. M. Kogan et al., *Opt. Engin.*, 17-2(1978), 122.
- [5] K. Kato, *IEEE J. Quantum Electron.*, QE-10 (1974), 616.

用 X 射线衍射的驻转法测量半导体单晶片

林振金 刘玉梁 林志南 彭梦华

(北京师范大学物理系)

用 X 射线衍射仪进行多晶分析和粉末样品分析是很方便和精确的, 但是对于单晶样品的分析则有困难, 因为分析单晶样品要用四圆 X

射线衍射仪, 而目前国内尚无这种商品. 为了充分发挥多晶衍射仪的使用效率, 做到一机二用, 可以运用衍射驻转法对仪器稍加改装. 为