

## 氩激光腔外倍频

**Abstract:** The performance of the ADP crystal for extracavity 90°C phase-matched SHG of Ar<sup>+</sup> lasers is reported. The phase-matching temperature was -11.61°C, and the efficiency 3.2%. The SHG power of 5.8 mw was obtained at the fundamental power of 1.8 w. The fluctuation of SH power was less than 5% during one hour operation.

ADP 晶体为负单轴晶体, 实验采用第 I 类 (00-e)90° 相位匹配。晶体作 45°-Z 切割, 通光面为 (110) 面, 晶体尺寸为 76×10×10 毫米<sup>3</sup>。通光端面均以光胶方法贴上 φ9 毫米、厚度 1 毫米的石英片用以保护端面。晶体置于晶体室中, 其温度可以调节和严格控制。晶体室结构见图 1。晶体嵌在紫铜块中, 晶体与紫铜块间填满金属绵使晶体与铜块之间有良好的热传导, 并使整块晶体有较好的温度均匀性。铜块底部为致冷器, 铜块中部绕有电热丝, 铜块中埋有温度探测元件用以测量温度并通过电子线路调节加热电源, 用以将铜块控制在给定温度达到恒温目的, 温度控制精度为 ±0.01°C。铜块置于不锈钢罩中, 罩两端有通光孔, 孔内分别装有镀有 514.5 毫微米和 257.3 毫微米增透膜的石英片, 并用 O 环密封。罩内真空度可抽到 10<sup>-3</sup> 托, 以防止石英片表面雾化以及由于罩内空气的热传导引起晶体温度波动。温度控制器工作后半小时即可使晶体温度稳定在工作温度。由于 ADP 晶体对热冲击比较灵敏, 致冷速率不宜过大。

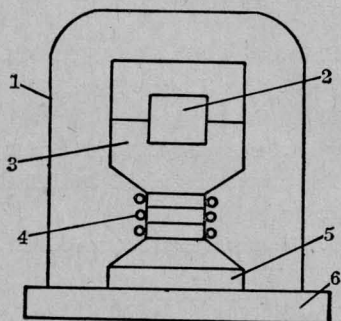


图 1 晶体室结构图

- 1—不锈钢罩; 2—ADP 晶体; 3—铜块;  
4—电热丝; 5—致冷器; 6—底座

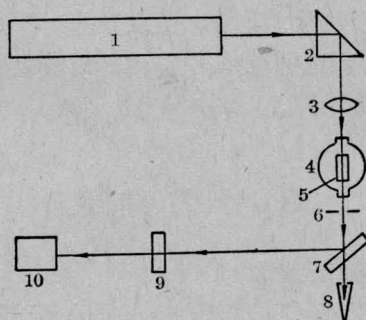


图 2 倍频装置图

- 1—氩激光器; 2—直角棱镜; 3—聚焦透镜; 4—晶体室; 5—ADP 晶体; 6—光阑; 7—双色镜; 8—吸收盒; 9—紫外高透滤光片; 10—探测器

倍频装置如图 2 所示。TEM<sub>00</sub> 模 514.5 毫微米激光束经直角棱镜 90° 转向, 由透镜聚焦在晶体中部, 出射的基波和谐波光束经光阑后入射在一双色镜上, 基波光大部分透射, 谐波光全部反射, 再经一紫外高透滤光片得到纯谐波输出。谐波功率由 LW-1 绝对辐射计测量, 基波功率由氩激光功率计测量。测量功率稳定性时, 谐波和基波信号分别用光电二极管和硅光电池探测, 探测器在线性区工作, 信号由双笔记录仪记录。

图 3 为基波功率不变时谐波功率与晶体温度的关系, 由图可见, 相位匹配温度  $T_m = -11.61^\circ\text{C}$ , 匹配温度半宽度  $\delta T = 0.1^\circ\text{C}$ , 与文献 [1] 一致。图 3 曲线在高于匹配温度与低于匹配温度时不对称, 是在  $\xi = 2.99$  时测得的。

实验测量了聚焦参量  $\xi$  对倍频效率的影响, 并得到与理论值接近的最佳聚焦参量。实验中用不同焦距的透镜并将晶体中部与基波光束束腰重合, 得到不同的  $\xi$  参量, 同时测量谐波功率。实验结果如

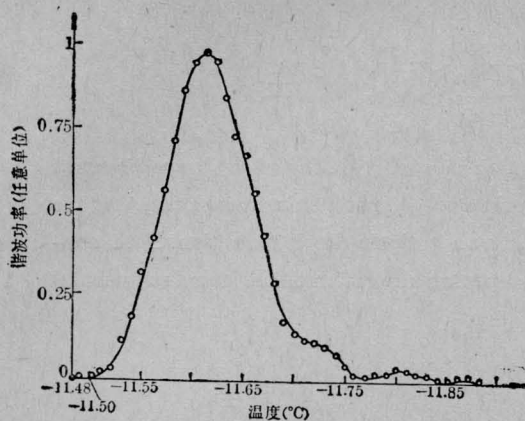


图3 谐波功率与晶体温度的关系  
 $\xi=2.99$ ;  $l=7.6$  厘米

图4所示。图中横坐标  $\xi=d/k\omega_0^2$ ,  $d$  为晶体长度,  $k$  为基波波数,  $\omega_0$  为聚焦光束的束腰半径。纵坐标为  $h(\xi)$ , 正比于倍频效率<sup>[2]</sup>。图中曲线为理论值, 圆点为实验值。

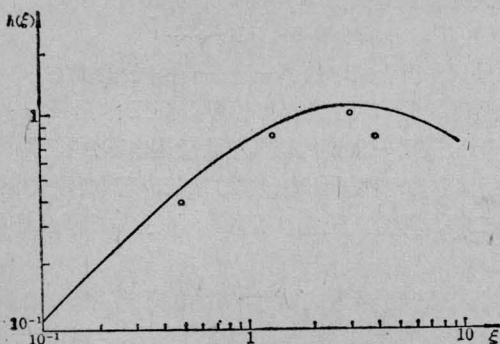


图4  $h(\xi)$  函数与聚焦参数  $\xi$  的关系  
 $l=7.6$  厘米;  $T=-11.61^\circ\text{C}$

测量谐波功率是在光束出射晶体室后直接由棱镜分束测量。晶体温度为  $-11.61^\circ\text{C}$ , 基波功率为 1.8 瓦时, 谐波功率为 5.8 毫瓦, 转换效率为 3.2%。由于棱镜未镀增透膜, 且谐波偏振垂直入射面, 棱镜对谐波的反射损耗较大, 约为 24.4%。如考虑棱镜反射损耗, 实际谐波输出功率为 7.7 毫瓦, 转换效率为 4.3%。

本实验装置可获得较高的温度稳定性和谐波输出的稳定性。实验用双笔记录仪同时记录基波和谐波功率。在晶体温度为  $-11.61^\circ\text{C}$  时, 谐波功率在一小时中的波动小于 5%, 见图5所示。

实验获得的谐波光斑呈圆形, 光强均匀, 如图6所示。表明 ADP 晶体内温度和应力均匀。

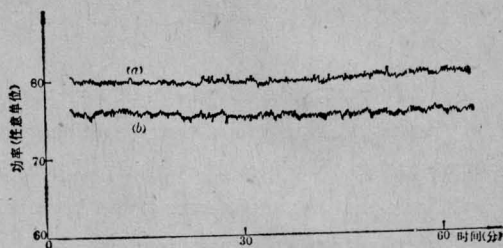


图5 基波与谐波功率的波动  
 (a) 基波信号; (b) 谐波信号  
 $l=7.6$  厘米;  $T=-11.61^\circ\text{C}$

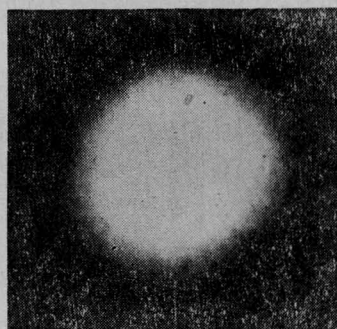


图6 257.3 毫微米倍频光斑图  
 (放大6倍)

本实验中首次采用了光胶技术, 使晶体端面与石英片光胶, 以保护 ADP 晶体抛光面, 避免了胶合剂引进的光损耗, 并避免了胶合剂在紫外光长期照射下产生的分解和热散焦, 可增大倍频效率和延长晶体的工作寿命。

本实验的温度控制装置为王震森、马洪其、王荣华等同志协助解决的。晶体抛光及光胶是在曹连科、王志平等同志帮助下完成的。特此表示感谢。

### 参 考 文 献

- [1] D. Hon; "High average power, efficiency second harmonic generation", Laser Handbook, Vol. 3, ed. M. L. Stitch, p. 421, North-Holland Pub. Co., Amsterdam, 1979.
- [2] G. D. Boyd et al.; J. Appl. Phys., 1968, 39, 3597.

(上海市激光技术研究所  
 顾原岗 曾永健 邱明新  
 1983年12月5日收稿)