

β -BaB₂O₄ 晶体中 367.3—379.4nm 的和频产生*

鲁士平 袁恽谦 杨立书

中国科学院安徽光学精密机械研究所, 合肥, 230031

1990年1月5日收到

用调谐的 Rh·6G 染料激光与 Q-YAG 激光在 β -BaB₂O₄(BBO) 晶体中和频, 已获得 367.3—379.4nm 范围内连续可调谐输出. 和频输出能量为 2mJ, 转换效率为 12%. 还讨论了非共线传播对和频输出能量及转换效率的影响.

PACC: 4265K

一、引 言

在非线性光学晶体中混频是实现频率上转换的有效方法, 获得宽带连续可调谐紫外光源更具有重要的实用价值. 在早先的论文中我们已报道了在 BBO 晶体中实现宽范围内连续可调谐输出^[1]. 本文使用调谐的 Rh·6G 染料激光与 Q-YAG 激光在 BBO 晶体中和频, 已获得 367.3—379.4nm 范围内的连续可调谐输出, 最大输出能量为 2mJ, 转换效率高达 12%. 在参与和频的两光束之间的夹角小于 25' 的情况下, 输出能量及转换效率只减小了约 10%. 因此, 在实验中两光束的共线传播, 要求不必十分苛刻.

二、实 验

产生和频输出的实验方框图如图 1 所示. 图 1 中 BS 为分束片, DL 为光学延迟器, J

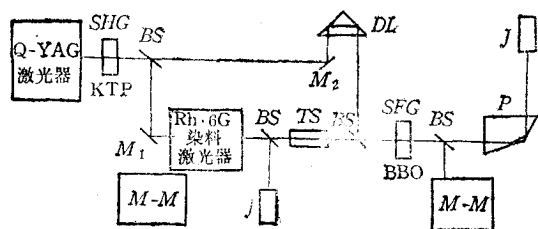


图 1 实验装置方框图

为能量计, TS 为用于缩小光束直径的倒置望远镜, P 为 Pelin-Broca 石英棱镜, M-M 为单色仪.

实验中使用的 Q-YAG 激光器采用了非稳腔结构, 以获得低阶模输出. 用 KTP 倍频, 经分束片后泵浦 Rh·6G 染料激光, 能得到 565—595

nm 范围内的调谐染料激光输出, 再经倒置的扩束望远镜(放大倍率为 1/5), 把光束直径

* 国家自然科学基金资助的课题.

压缩到 2mm。这一光束与经过延时的剩余泵浦光 (1064nm) 经一块分束器后,可共线或非共线地进入非线性晶体 BBO 中和频。一块具有 31.3° 切割的 BBO 晶体安装在一个高精度转台上,当仔细地调节转台的角度时,即可获得连续调谐的和频输出。和频束用 Pelin-Broca 石英棱镜来分离,其波长用单色仪,光电倍增管等仪器构成的系统来分析,和频束和染料激光束的能量则分别用能量计来监测。测试系统和高精度转台的详细描述见文献[1]。

实验中使用的 BBO 晶体由中国科学院福建物质结构研究所提供,其尺寸为 $6 \times 7 \times 6 \text{ mm}^3$ 。

三、结果与讨论

BBO 晶体的 Sellmeier 方程分别由陈创天和 Kato 给出。我们已从实验上证实,由 Kato 的 Sellmeier 方程计算出的调谐曲线与实验值更接近^[2]。因此,我们用 Kato 提出的 BBO 晶体的 Sellmeier 方程计算了 Rh·6G 染料激光与 YAG 泵浦光之间的和频调谐曲线,用实线示于图 2 中,而实验值则用 * 号表示。从图 2 可见,实验点与计算曲线符合得很好。在 367.3—379.4nm 调谐范围内最大的和频输出能量高达 2mJ,这一光源已能满足许多实际应用的需要。我们用和频束强度 P_s 与参加和频的两光束强度 P_1 和 P_2 的乘积的平方根之比 $\eta = P_s / \sqrt{P_1 \cdot P_2}$ 来表示和频转换效率。已得到最高转换效率为 12%。从 η 的表示式可见,它不仅与 P_1 和 P_2 各自的强度有关,与两强度的比值也有关。当然,与和频束强度的关系则更为密切。所以,在实验中应选择恰当的条件,获取更大的和频输出能量。

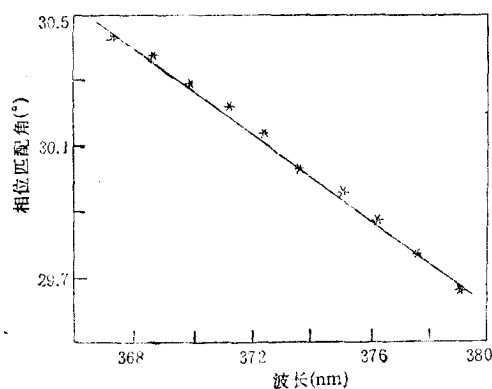


图 2

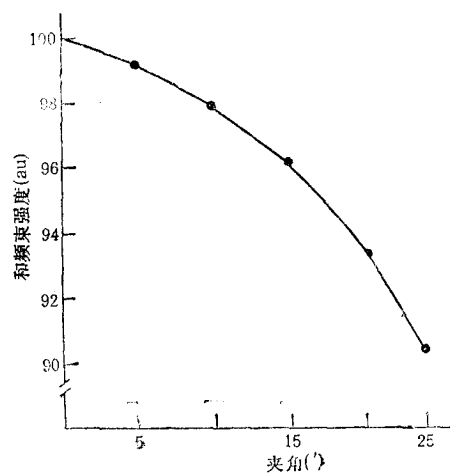


图 3

一般情况下,在和频产生的实验中,一是要求获得最大的和频输出能量与最高的和频转换效率。这一要求我们已在文献[1]中用实验数据详细地讨论过。二是实验比较容易实现,就是说它的条件不是十分苛刻。我们知道,如果相互作用长度 l (非线性晶体的长

度)是有限的,那末动量守恒在 $1/l$ 的数量级范围内是满足的。因此,和频输出应当是一个具有角宽近似为 $1/l$ 的有限相位匹配峰,如果非线性晶体较短,就有更宽的匹配峰。再考虑光在介质中的吸收作用,它还可以加宽相位匹配峰。一般情况下,为了简化对问题的处理,这种吸收加宽相位匹配峰的因素可以不必考虑。另外,具有一定厚度的介质表面层对和频输出的影响更可以忽略不计。在我们的实验中使用的 BBO 晶体长度只有 6mm,可以预料它有较宽的相位匹配峰。如果参与和频的两光束在 BBO 晶体中是非共线传播的,也可能获得较强的和频输出。图 3 示出了实验中得到的两光束夹角与和频输出能量的关系。图 3 表明,随着两光束夹角的增大,和频输出能量逐渐减小,当夹角为 $25'$ 时,和频输出能量降低了 10% 左右,当夹角继续增加时,和频输出能量将以更大的速率减小。从这个变化趋势看,在一定的夹角范围内,我们是可以得到较强的和频输出能量的。如夹角小于 $5'$ 时,和频输出能量与共线时相差甚小。所以,在实验中,由于光路的调节不是十分准确,以致于两光束在晶体中并非共线传播时,对获得强的和频输出能量和高的转换效率并无影响。因此,我们不必对光路的调整要求十分苛刻。

[1] 鲁士平等,物理学报,39(1990),190.

[2] 鲁士平等, Proceedings of the Topical Meeting on Laser Materials and Laser Spectroscopy, Editors by Wang Zhijiang Zhang Zhiming. World Scientific, (1988), p. 77.

SUM-FREQUENCY GENERATION OF 367.3—379.4 nm IN β -BaB₂O₄ CRYSTAL

LU SHI-PING YUAN YI-QIAN YANG LI-SHU

Anhui Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica, Hefei, 230031

(Received 5 January 1990)

ABSTRACT

The continuously tunable sum-frequency generation of 367.3—379.4 nm of the Rh·6G dye laser and the Q-YAG laser was obtained in β -BaB₂O₄ crystal. The sum-frequency output energy is about 2 mJ, and the conversion efficiency is about 12%. The influence of the non-collinear propagation on the output energy and conversion efficiency of sum-frequency generation are also discussed.

PACC: 4265K