

β -BaB₂O₄晶体在连续波可调谐环形染料激光器腔内倍频 染料激光器腔内倍频

汪晓元

摘要: 本文以角调谐 β -BaB₂O₄晶体用于若单明6G连续波环形染料激光器内腔倍频,在290—305nm波段范围产生了可调谐紫外辐射。在296nm处,最大二次谐波功率输出为0.6mW。线宽2MHz。

一、引言

连续波紫外可调谐激光器研究一直是人们所关注的问题^[1-6]。由于染料及泵浦源的限制,染料激光波长一般限于320nm以上,短于此波长的光,现在,一般都采用最为经济的非线性光学手段获得。其中,采用最普遍的是二次谐波产生技术。对于连续波染料激光器,功率密度低,一般采用腔内倍频。一种是角度调谐匹配,一种是温度调谐匹配。在过去的一些研究工作中^[1-6],温度匹配的较多。这种方法有三点不足^[7]: 1. 受晶体的温度特性所限,可匹配长范围受到限制,以致于染料激光的可匹配波长范围未充分利用; 2. 对温度的控制要求十分严格,在某一波长处,连续扫描范围窄; 3. 晶体中热效应严重,影响激光稳定度。如果采用角度匹配,这些问题就可解决。可调谐匹配波长范围大,连续扫描范围宽,易调谐,热效应小。

我们用国产优质 β -BaB₂O₄晶体^[7]在连续波环形染料激光器腔内,采用I型角匹配,在290—305nm范围成功地实现了二次谐波输出。

二、实验装置

我们所用的基本仪器是连续波801D型环形染料激光器,实验基本光路原理图如图1

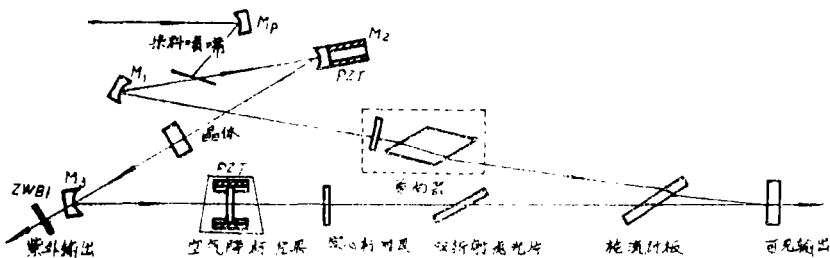


图1 光学原理图

注: 本文作者的导师为荆宝全, 辅助导师为叶子青。

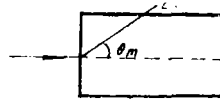
环形腔由 M_1 、 M_2 、 M_3 、 M_4 四块反射镜构成，光路呈 8 字形。腔内有两个束腰。第一束腰在 M_1M_2 间，距 M_1 30.95mm，束腰直径 $\sim 30\mu\text{m}$ ，染料喷嘴位于此处；第二束腰在 M_2M_3 之间，离 M_3 110mm。

实验中将原 M_3 换成曲率厚度不变，远紫外熔石英玻璃镜，镀膜在 570—620nm 波段，反射率为 99.5% 以上，且在 285—310nm 波段，透过率大于 75%。这样既满足了对基频波高反射以维持振荡，又满足了对倍频波透射获紫外输出的目的。原 M_4 对可见波段的光透过率 4%，改为反射率为 99.5%。此处出射的基频光供电子学控制用。原 M_2M_3 之间的像散补偿块，由于空间限制及加晶体后效应所致，可不用。

据晶体特性，采用角度匹配，取两种切割方式。一种是布氏切割 [$\alpha = \beta = 59^\circ$ ，方位角 $\varphi = 0$]；一种是正切割方式 [$\alpha = 90^\circ$ ， $\beta = 0$ ， $\varphi = 0$]。后一种我们镀可见增透膜。见图 2.3。



图 2

图 3 β -BaB₂O₄ 晶体方向

由位相匹配条件^[4]及晶体的 Sellmeier 色散公式^[9]算得匹配角 $\theta_m^1(570\text{nm}) \approx 43.27^\circ$ ； $\theta_m^2(952\text{nm}) \approx 41.17^\circ$ ； $\theta_m^3(620\text{nm}) \approx 38.83^\circ$ 。晶体的离散效应长度^[10]由

$$l_s \approx \frac{\sqrt{\pi \omega_0}}{\rho}$$

来确定。 ω_0 为光束最小光斑， ρ 为双折射角。经计算 $l_s(592\text{nm}) \sim 1.2\text{mm}$ 。

由理论分析知，应从转换效率与晶体附加效应两方面综合考虑确定晶体长度^[5]，我们对布氏切割和正切割分别取尺寸为 $6 \times 6 \times 3$ 和 $6 \times 4 \times 4$

三、实验结果

实验中，以 Ar^+ 激光泵浦的环型染料激光器为基波源。染料为 Rh6G。首先，在腔内未放晶体的情况下，通过监测 M_4 镜透过光强将染料激光器调整至最佳工作状态。随之插入布氏切割的倍频晶体，通过监测 M_3 镜透过的紫外光强，调整倍频晶体的相位匹配角与各腔镜位置，得到稳定的二次谐波输出。当泵浦光功率约 3W 时，在波长 296nm 处，获得最大紫外输出为 0.6mW。然后通过电子学同步调谐倍频晶体和腔内调谐元件，在 290—305nm 范围内均获得稳定的二次谐波输出。

在 296nm，实测功率为 0.6mW，考虑到 ZWB₁ 的透过率和晶体表面损耗及 M_3 镜紫外透过率等因素，在晶体表面出射的最大功率约 1.1mW 此时腔内基频波功率 $\sim 3\text{W}$ ，二次转换效率 $\sim 3 \times 10^{-4}$ 。线宽约 20MHz。

四、结 尾

以上所提到的仅是本工作的一部分。还有一些问题正在研究中，如用 DCM 染料代替 Rh6G，正切割晶体插入腔内倍频实验等。这些工作将在课题组的同志的齐心努力下，逐步完成。

参 考 文 献

- [1] C. Gabel, M. Hercher, IEEE. J. Quant. Electr., 1972, QE—8, 850.
- [2] C. E. Wagstaff, M. H. Dunn, J. Phys. D. Appl. phys., 1979, 12, 355.
- [3] C. R. Webster et al., Opt. Commnu, 1980, 35, No. 3, 345.
- [4] C. M. Marshall et al., Appl. Opt., 1980, 19, No. 12, 1980.
- [5] W. A. Majewski, Opt. commnu., 1983, 45, No. 3, 201.
- [6] 林海等,《中国激光》, 1986, 14, No. 1, 31.
- [7] 陈创天等,《中国科学》 B辑, 1984, 4, No7, 598.
- [8] 徐甫荣等,《激光器件与技术教程》, 北京工业学院出版社, 1986.
- [9] K. Kato, IEEE, J. Quant, Electr., 1986, 22, No. 7, 1013.
- [10] G. D. Boyd, D. A. Kleiman, J. Appl. Phys., 1968, 39, 3597.

Intracavity Frequency Doubling of β -BaB₂O₄ Crystal in CW Tunable Ring Dye Laser

Wang Xiaoyuan

Abstract

By intracavity frequency doubling of CW RH6G ring dye laser output using an angle tuned β -BaB₂O₄ crystal placed in cavity, CW tunable UV radiation within the range of 290—305nm has been generated. maximum intracavity second—harmonic power of 0.6 mW was obtained at 296 nm with a linewidth of 20MHz.