

## BBO 光参量振荡器压窄线宽实验研究

韦春龙

(上海科技大学无线电系, 嘉定, 201800)

范琦康 邱文法

(浙江大学光科系, 杭州, 310027)

**摘要:** 本文对  $0.532\mu\text{m}$  泵浦 BBO 光参量振荡器进行了线宽压窄的实验研究, 在简并点处获得小于  $0.1\text{nm}$  的输出线宽, 参量转换效率达 12%。

**关键词:** BBO 光参量振荡器

### Experimental study of BBO OPO with narrowed linewidth

Wei Chunlong

(Dept. of Electronic Engineering, Shanghai University of Science & Technology)

Fan Qikang, Qiu Wenfa

(Dept. of Optical Engineering, Zhejiang University)

**Abstract:** The experimental study of BBO OPO with narrowed linewidth pumped by a laser at  $0.532\mu\text{m}$  is presented. The output linewidth less than  $0.1\text{nm}$  is reached at degererate point. The maximum energy conversion efficiency as high as 12% is obtained.

**Key words:** BBO crystal OPO

### 一、引言

光参量振荡器(OPO)是获得宽调谐相干光的有效手段。随着新型优质晶体的不断涌现, 对其研究不断深化, 并迅速推向实用化。BBO 晶体就是近年来研制成功的优质晶体之一。它具有高有效非线性系数, 宽透明波段, 高光损伤阈值, 折射率受温度影响小等特点<sup>[1]</sup>, 是一种较理想的非线性光学材料。此外, 其双折射大, 采用角度调谐可获得很宽的波长调谐范围。但是, 由其制成的平行平面腔 I 型相位匹配的 BBO 光参量振荡器, 输出线宽却较大, 在简并点处可达几十纳米。这严重阻碍了其实用化。因此, 有必要对其进行线宽压窄。文献[2]报道了  $0.355\mu\text{m}$  泵浦的 II 型相位匹配的较窄输出线宽的 BBO 光参量振荡器, 在  $0.48\sim 0.63\mu\text{m}$  和  $0.81\sim 1.36\mu\text{m}$  可调谐范围内, 线宽仅为  $0.05\sim 0.3\text{nm}$ , 参量转换效率达 12%。文献[3]给出了  $0.355\mu\text{m}$  泵浦的运用单光栅腔的 BBO 光参量振荡器的结果, 在  $0.42\sim 2.3\mu\text{m}$  可调谐范围内, 获得小于  $0.03\mu\text{m}$  的输出线宽, 参量转换效率高达 33%。

我们运用光栅腔及在腔内插入 F-P 标准具对  $0.532\mu\text{m}$  泵浦的 BBO 光参量振荡器进行了输出线宽压窄实验研究, 在简并点处, 将线宽压窄到  $0.1\text{nm}$  以下, 参量转换效率达 12%。

### 二、实验装置及结果

实验装置如图 1, 泵浦源采用调 Q Nd:YAG 倍频光, 脉宽约 15ns。BBO 晶体参数如下: 切

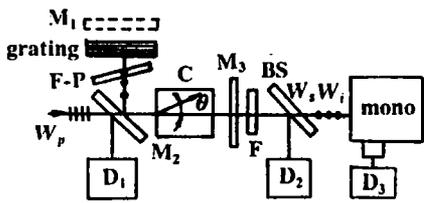


Fig. 1 BBO OPO configuration  
C—BBO crystal M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>—reflecting mirrors F—filter BS—beam splitter D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>—detectors mono—monochromator

角  $\theta = 22.8^\circ$ ,  $\varphi = 0^\circ$ ; 尺寸: 宽  $\times$  高  $\times$  长 =  $8.5\text{mm} \times 9.7\text{mm} \times 7.7\text{mm}$ 。晶体表面未镀膜。反射镜 M<sub>1</sub>: 对  $1.06\mu\text{m}$  附近高反,  $R = 97\%$ ; 输出镜 M<sub>3</sub>: 对  $0.532\mu\text{m}$  高透  $T = 90\%$ , 对  $1.06\mu\text{m}$  附近透过率  $T = 15\%$ ; 分束镜 M<sub>2</sub>:  $45^\circ$  放置, 对  $0.532\mu\text{m}$  高透  $T = 92\%$ , 对  $1.06\mu\text{m}$  附近  $R = 97\%$ 。光栅参数如下: 闪耀波长  $1.06\mu\text{m}$ , 槽线数为  $300\text{l/mm}$ , 取一级 Littrow 自准直工作状态。F-P 标准具板参数: 厚度  $h = 4\text{mm}$ , 中心波长  $\lambda = 1.06\mu\text{m}$ , 两边反射率  $R = 50\%$ 。

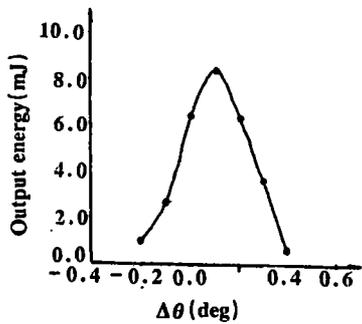


Fig. 2 Output energy vs.  $\Delta\theta$

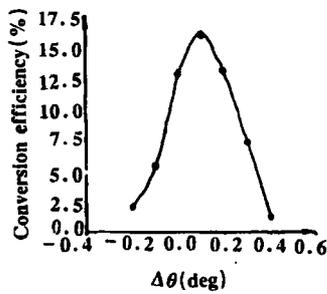


Fig. 3 Conversion efficiency vs.  $\Delta\theta$

1. 在图 1 中, 移去光栅和 F-P 标准具。当泵浦光强每脉冲为  $50.4\text{mJ}$  时, 能量调谐及效率曲线如图 2、图 3。最高输出参量的能量为每脉冲  $8.2\text{mJ}$ , 相应的效率达  $16\%$ 。在简并点附近  $1.062\mu\text{m}$  处, 输出线宽达  $82.5\text{nm}$  (FWHM)。

2. 在图 1 中, 移去 M<sub>1</sub> 及 F-P 标准具, 采用单光栅调谐。当泵浦光强每脉冲为  $50\text{mJ}$  时, 能量调谐及效率曲线如图 4、图 5。在  $1.02\mu\text{m} \sim 1.08\mu\text{m}$  范围内, 测得输出线宽 (FWHM) 小于  $1\text{nm}$ 。

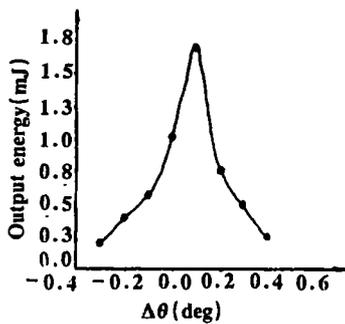


Fig. 4 Output energy of BBO OPO with a grating vs.  $\Delta\theta$

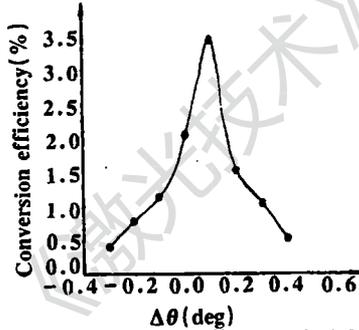


Fig. 5 Conversion efficiency of BBO OPO with a grating vs.  $\Delta\theta$

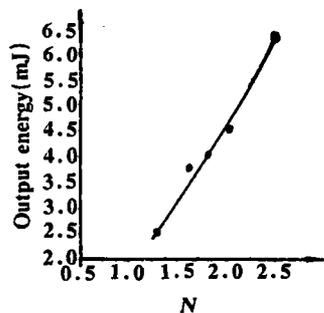


Fig. 6 Output energy of BBO OPO with a F-P etalon vs times above threshold

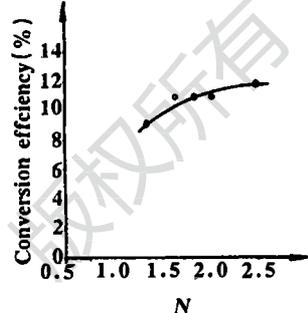


Fig. 7 Conversion efficiency of BBO OPO with a F-P etalon vs times above threshold

3. 在光栅与 M<sub>2</sub> 之间进一步插入倾斜 F-P 标准具板, 转动光栅, 有一极灵敏的角度; 但由于防震不利, 转动调谐 F-P 板时, 输出波长信号时有时无, 无法测准线宽。但仍在光栅腔线宽范围内 ( $< 1\text{nm}$ ) 变化。

在图 1 中, 我们将光栅

移去, 仅用 F-P 标准具板作为反射镜。在不同超调倍数条件下, 获得的能量及效率曲线如图 6、图 7。测得在  $\lambda = 1.062\mu\text{m}$  处, 输出线宽  $\Delta\lambda = 0.1\text{nm}$ , 由于单色仪分辨率极限为  $0.1\text{nm}$ , 因此, 实际输出线宽(FWHM)小于  $0.1\text{nm}$ 。

### 三、讨论

在上面的研究中虽将 BBO 光参量振荡器的输出线宽压窄至  $0.1\text{nm}$  以下, 但是, 由于 F-P 标准具板本身不能调谐, 因此, 该装置可用于指定参量波长的应用上。进一步改进防震条件, 及采用  $600\text{l/mm}$  或更高槽线数的光栅, 提高分辨率<sup>[4]</sup>, 有望实现光栅结合 F-P 标准具的窄输出线宽的可调谐波长的 BBO 光参量振荡器。而采用二块相同的镀有增透膜的 BBO 晶体, 实施离散效应的补偿, 将使之获得高的输出参量转换效率。

### 四、结束语

我们成功地将  $0.532\mu\text{m}$  泵浦的 BBO 光参量振荡器的输出线宽压窄至  $0.1\text{nm}$  以下, 获得了 12% 的参量转换效率。

作者感谢浙江大学光科系非线性光学室陆祖康教授、吴碧珍高工在实验过程中给予的指导及各位给予热心帮助的先生。

#### 参考文献

- 1 Eimerl D, Davis L, Velsko S *et al.* J A P, 1987; 62(5): 1968~1983
- 2 Bosenberg W R, Tang C L. A P L, 1990; 56(19): 1819~1821
- 3 Bosenberg W R, Pelouch W S, Tang C L. A P L, 1989; 55(19): 1952~1954
- 4 Brosnan S J, Byer R L. IEEE J Q E, 1979; 15(6): 415~431



作者简介: 韦春龙(附照片), 男, 1964 年出生。讲师。现从事激光非线性光学及光纤放大器的研究。

范琦康, 男, 1942 年出生。教授。从事激光非线性光学的研究。

邱文法, 男, 1955 年出生。工程师。现从事固体激光器的研究。

收稿日期: 1995-01-23

#### · 简 讯 ·

### 第十二届全国激光学术会议在武汉召开

5 月 13 日至 15 日, 中国光学学会激光专业委员会和中国电子学会量子电子学与光电子学分会在武汉华中理工大学联合召开了第十二届全国激光学术会议。来自全国各地的专家、学者 150 人, 其中科学院院士和工程院院士 8 人。会议宣读论文涉及到激光物理、激光技术、激光器件、激光应用(包括在军事及科学技术、工农业、生物医学上的应用)等方面。会上组织委员会主任委员邓锡铭院士作了题为“激光科技发展回顾与展望”的特邀报告, 杜祥琬教授作了题为“国家 863 计划激光技术研究的若干进展”的特邀报告。

国家 863 计划发起人、82 岁高龄的著名科学家王大珩院士在会上作了讲话。

会议在浓厚的学术气氛中进行, 交流论文水平高。与会的专家、学者积极参加学术研讨, 提出了很多宝贵意见和建议, 并获得圆满成功。

许德胜 供稿