

可见波段 BBO 晶体光参量振荡器*

刘 晔 丘 治 李庆国 朱小磊 杨香春

(中国科学院上海光机所, 201800)

吴柏昌

(中国科学院福建物构所, 350002)

提要: 本文给出了角度调谐 BBO 晶体光参量振荡器(OPO)的实验结果。采用 ns 的 Nd:YAG 激光的三次谐波 355 nm 作为泵浦源。在 $\lambda=650$ nm 处, 得到信号波的转换效率为 26.6%, 连续可调谐输出范围为 480~720 nm。

关键词: BBO, OPO

Visible optical parametric oscillator with BBO crystal

Liu Ye, Ju Zhi, Li Qingguo, Zhu Xiaolei, Yang Xiangchun

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica, Shanghai)

Wu Bochang

(Fujian Institute of Matter Structure, Academia Sinica, Fuzhou)

Abstract: Experimental results of crystal BBO optical parametric oscillator (OPO) pumped by the third harmonic of a nsNd:YAG laser are presented. The signal wave conversion efficiency of 26.6% at 650 nm has been achieved, continuously tunable range being from 480 nm to 720 nm.

Key words: BBO, OPO

β -BaB₂O₄ 晶体的透过波段宽, 从 198~3500 nm, 位相匹配范围宽(409.6~3500 nm), 二次谐波的有效系数是 KDP 的 3~6 倍, 损伤阈值也高, 当波长为 1064 nm, 脉冲宽度为 10 ns 时, 损伤阈值为 5 GW/cm², 当脉冲宽度为 100 ps 时, 损伤阈值为 10 GW/cm², 又有较好的光学性质等^[1]优点, 宜制作光参量振荡器^[1, 2]。BBO 晶体生长的成功, 使人们看到用光参量振荡的可调谐输出代替可调谐染料激光的可能性及实现用固体调谐代替液体调谐的希望。

本文报道在泵浦光能量不算很高、脉冲宽度较窄的情况下的实验结果, 得到了较好的转换效率。

一、实验装置

实验装置见图 1 所示。光参量振荡器的泵浦源为调 Q Nd:YAG 激光器。其 1064 nm 输出为低阶模, 脉冲宽度为 4 ns。用 BBO 晶体作为二倍频元件, 得到 532 nm 的绿光。KDP 晶

收稿日期: 1990 年 11 月 19 日。

* 此项工作在中国科学院上海光机所激光技术实验室完成。

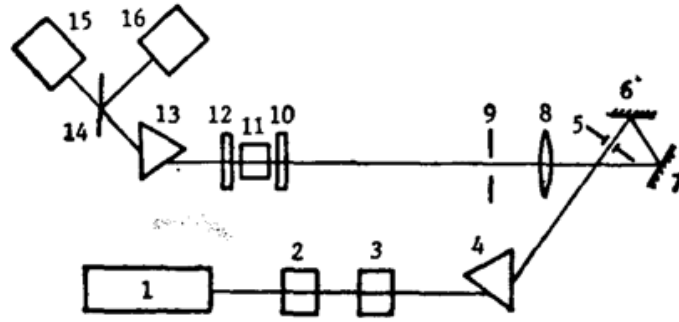


Fig. 1 Schematic drawing of OPO setup

1—Nd:YAG laser; 2, 3—frequency-doubling crystal; 4, 13—quartz prism; 5, 9—aperture; 6, 7—mirror; 8—lens, 10, 12—OPO mirror; 11—BBO OPO medium; 14—energy meter; 15—grating monochromator

体将 1064 nm 与 532 nm 和频, 得到 355 nm 的紫外输出。经石英三棱镜分光后, 由小孔取出 355 nm 的激光, 经 $f=2\text{ m}$ 的石英透镜会聚后, 进入光参量振荡器。

光参量振荡器采用单谐振振荡。由宽带高反镜与半透输出耦合镜及 BBO 晶体组成。355 nm 的泵浦光由高反端进入腔内, 腔片对 355 nm 的透过率为 $T=83\%$; 对可见波段高反, 当 $\lambda=650\text{ nm}$ 时, $R=99\%$ 。耦合输出镜对可见光波段反射率为 $R=80\%$ 。OPO 器件所使用的 BBO 晶体尺寸为 $8\times 8\times 10\text{ mm}^3$, $\theta=31.3^\circ$ 。参量振荡器的腔长为 20 mm。依靠调节 BBO 晶体的角度实现参量振荡的波长调谐。其参量输出经石英三棱镜分光, 由 WDG30 型光栅单色仪测其波长。由 NJ-J1 型激光能量计测量其输出能量。

二、实验结果及其分析

实验中, 我们通过改变 BBO 晶体光轴与泵浦波矢间的夹角的方法, 即角度调谐来实现光参量振荡激光的连续可调谐输出。得到从 480~720 nm 的可见波段覆盖。其起止波长是受膜片的截止波长限定的。晶体的角度变化约为 3.7° 。为实现如此宽的波段覆盖, 使用了两组腔片, 以尽量减少膜层厚度, 提高膜层的破坏阈值。

实验中, 采用 26 mJ 的 355 nm 紫外激光泵浦 BBO 晶体参量振荡器和纵向共线泵浦方式。355 nm 激光是从参量振荡器的高反端进入腔内, 由于该腔片要求可见波段高反, 故影响了 355 nm 的透过。当 $\lambda=650\text{ nm}$ 时, 我们得到参量输出的实际转换效率为 26.6%。

实验发现, BBO 晶体的光参量振荡阈值与泵浦光的振荡模式有关, 包括横模与纵模。当其为 TEM_{00} 模时, 参量阈值明显下降, 而当其为高阶模时, 参量阈值立刻上升。同时输出不稳定。尽量减少泵浦光的纵模个数, 会使参量输出更加稳定。当我们的泵浦源处于最佳状态时, 参量振荡器的阈值只有 10 mJ 左右。

属紫外波段的 355 nm, 其破坏力较长波大得多, 很易造成介质膜层的损伤。我们测得可见波段高反, 355 nm 高透的膜片的破坏阈值为 240 MW/cm^2 (一次作用)。因而, 不能随意提高泵浦光功率密度。若想提高光参量振荡器的输出, 需采取其它途径。比如, 提高泵浦光的能量, 扩大作用横截面, 增大模体积, 充分利用晶体尺寸。特别重要的是, 改善泵浦光的光束质量, 使其横截面内各点的光能, 既能达到参量振荡阈值, 又不出现个别强点, 以便保证在膜片不

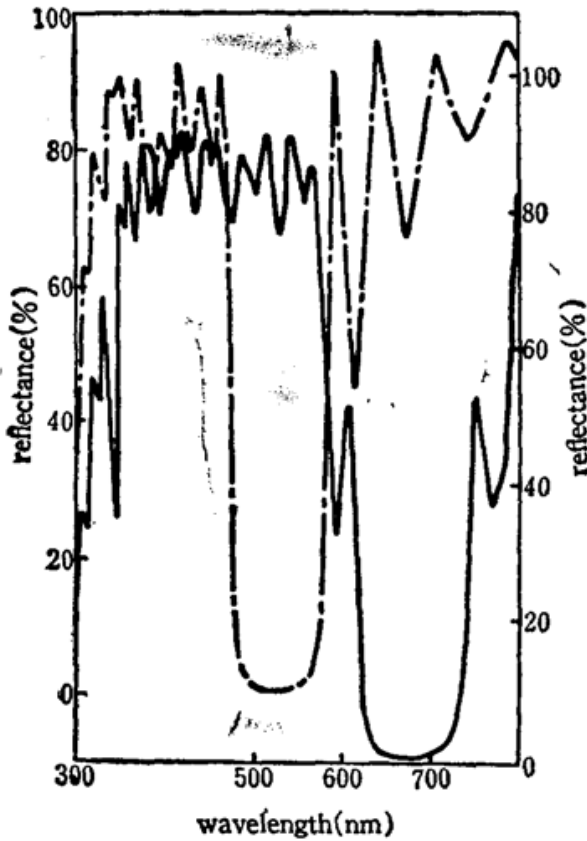


Fig. 2 Reflectance curves of OPO mirror

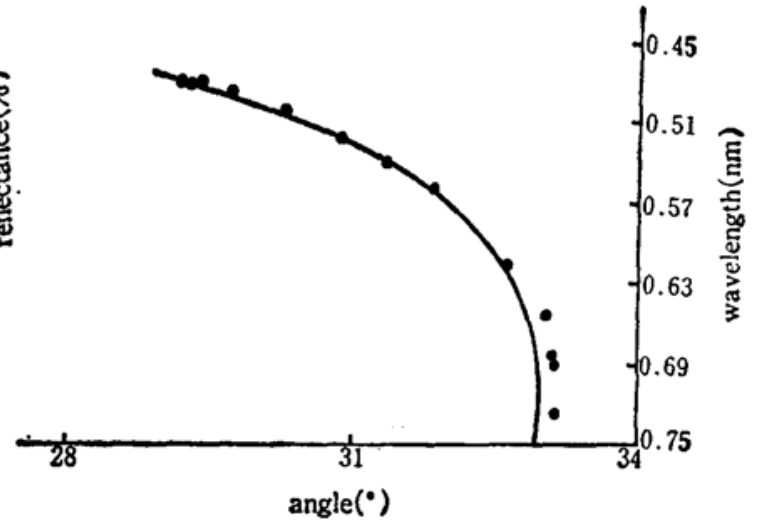


Fig. 3 Angle tuning curve for OPO

被损伤的同时, 得到更大更稳定的光参量振荡输出, 达到较高的能量转换效率。

实验还发现, 在 355 nm 激光照射下, 不同的 BBO 晶体, 其破坏阈值不同, 甚至同一晶体的不同部位破坏阈值也不同。这主要决定于晶体的光学质量。对于我们所使用的 BBO 晶体, 作用波长为 355 nm 时, 其破坏阈值大约为 750 MW/cm^2 , 比 1064 nm 处低得多。

实验中观察到光参量激光输出的脉冲宽度窄于泵浦光脉冲宽度。因为我们的腔长很短, 只有 20 mm 长, 在腔内循环一周的时间只需 0.13 ns, 而晶体的非线性系数很高, 增益也很大, 光在腔内几次循环就能达到阈值, 因此, 脉冲的建立时间与泵浦光时间相比是相当短的。

参 考 文 献

- 1 R. S. Adhav et al., *Laser Focus/Electro-Optics*, **23**(9), 88(1987)
- 2 Y. X. Fan et al., *Appl. Phys. Lett.*, **53**(21), 2014, (1988)