

文章编号: 1001-3806(2003)02-0145-02

## 无后向反射镜的 SBS YAG 激光器实验研究

刘丹平 冯国英 欧群飞

钟 鸣 孙年春

(四川大学电子信息学院, 成都, 610064)

(西南技术物理研究所, 成都, 610041)

摘要: 对无后向反射镜 SBS 调  $Q$  的 YAG 激光器做了实验研究。在对透镜焦距、池子长度、聚焦位置优化后, 当重复频率分别为 1Hz 和 5Hz 时, 得到了稳定的高质量激光输出。

关键词: YAG 激光器; SBS 调  $Q$ ; SBS 相位共轭腔

中图分类号: TN248.1 文献标识码: A

### SBS YAG laser without back reflective mirror

Liu Danping, Feng Guoying, Ou Qunfei

(Electronical Information College, Sichuan University, Chengdu, 610064)

Zhong Ming, Sun Nianchun

(Southwest Institute of Technical Physics, Chengdu, 610041)

**Abstract:** Properties of YAG laser  $Q$ -switched by SBS without back reflective mirror were investigated, and laser pulse was obtained at repetition rate of 1Hz and 5Hz after optimizing lens focal length, length of cell and position of lens focal point.

**Key words:** YAG laser;  $Q$ -switching by SBS; SBS phase conjugation resonator

## 引 言

YAG 棒激光器的热透镜和双折射可引起波前畸变, 导致输出激光光束质量变坏。SBS 相位共轭镜能补偿这些畸变, 得到稳定的高质量激光输出。对单棒带全反镜情况的 SBS 腔内调  $Q$  已有许多作者作过详细研究<sup>[1~4]</sup>, 但是对无后向反射镜 SBS 激光器的研究较少。作者研究了短池短焦距情况下的 SBS 调  $Q$  的 YAG 激光器, 通过数值模拟表明, 去掉后向反射镜同样可实现激光输出后, 又用实验证实了完全去掉后向反射镜后仍能得到调  $Q$  脉冲。通过对透镜焦距、池子长度、聚焦位置等参数进行优化, 在泵浦能量 17J (阈值附近), 重复频率分别为 1Hz 和 5Hz 时, 得到稳定输出的能量为 19mJ, 脉宽为 10.7ns, 光束质量很好的激光脉冲。

## 1 实验研究

实验装置如图 1 所示, YAG 棒的尺寸为  $\varnothing 6\text{mm}$

作者简介: 刘丹平, 男, 1969 年 6 月出生。博士研究生。主要从事空间通信、ATP 技术、激光技术以及非线性光学研究。

收稿日期: 2002-05-29; 收到修改稿日期: 2002-07-01

$\times 80\text{mm}$ , 聚光腔为单灯泵浦紧包腔。实验中选用分析纯丙酮为散射介质, 主要是它的增益比较大, 物理化学稳定性好, 泵浦能量在 SBS 阈值附近不会出现自聚焦, 不会被击穿, 凝固点低, 沸点高, 能满足实用化要求。SBS 池子长度为 5.0cm, 池子前后表面镀  $1.06\mu\text{m}$  增透膜。相位共轭腔由受激布里渊散射相位共轭镜和输出耦合镜  $M_1$  组成,  $M_1$  的反射率为 50%。透镜焦距为 5.5cm。透镜 L 面向激光棒的凸曲面没有镀  $1.06\mu\text{m}$  增透膜, 所以, 透镜与输出镜之间所成腔的起始腔是个平凸腔, 而平凸腔始终是非稳腔<sup>[6]</sup>。非稳腔有很大的衍射损耗, 特别是高阶横模的损耗, 激光输出光束质量较好。高阶模减少后, 有利于提高 SBS 反射率。一般的 SBS 调  $Q$  的激光器在激光棒后端还有透镜和全反镜, 而在实验中将这两个元件去掉, 故取名无后向反射镜 SBS 激光器。实验中, 输出激光脉冲波形由光纤探头和 Tek TDS544pps 型示波器测量, 输出激光能量由 OPHIR DGX 型能量计测量。

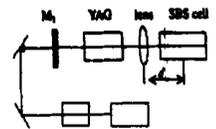


Fig. 1 Experimental arrangement

## 2 实验结果

当重复频率为 1Hz、泵浦能量为 17J 时,观察到明显的声光现象:超声波传过丙酮液体引起光路上的液体振动清晰可见,引起池子共鸣清脆可闻。改变重复频率为 5Hz 时,仍然在泵浦能量为 17J 时观察到这种声光现象。

激光脉冲波形如图 2 所示,上升沿 6.5ns,下降沿 6.9ns,脉宽 10.7ns。

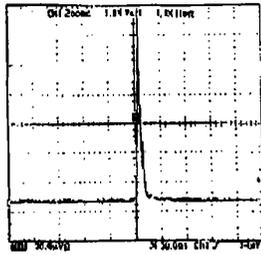


Fig. 2 Temporal profile of SBS Q-switch pulse

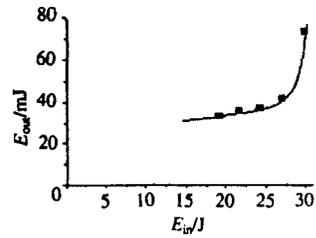


Fig. 3 Output energy phase conjugate resonator versus pump energy

图 3 为在不同泵浦能量下的激光输出能量。在泵浦能量为 17J~28J 时是单峰区,当泵浦能量大于 28J 时开始看到双脉冲。

实验中发现,当池长一定时,透镜焦

距短时, SBS 的阈值低,但是 Stokes 脉冲容易损坏器壁,而且输出激光的稳定性不太好,漏闪严重。透镜焦距长时,阈值能量高不易起振。透镜焦距一定时,池太短(小于 2cm)不易振荡。在本实验中,池长为 2cm,透镜焦距为 3cm 时,可输出激光,但不太稳定。当池子为 5cm、透镜焦距为 5.5cm 时,不易损坏器壁,同时激光输出比较稳定。

图 4 示出泵浦能量为 40J 时,输出能量随透镜和池中心间距离  $d$  的变化。由图 4 可看出,当  $d$  由 3cm 变化到 4.5cm,有激光输出。在这个范围内,激光输出有一个最大值,这说明透镜与池中心间的距离有一个最佳值。实验的最佳值是 4.2cm。

图 5 为用 CCD 记录的在 1Hz 时 SBS 相位共轭腔上动态输出的激光脉冲能量的横向分布。在实验

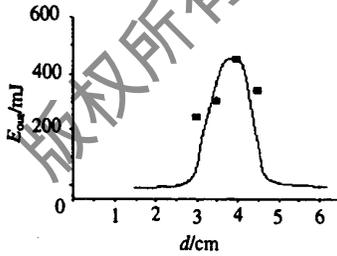


Fig. 4 Output energy as a function of the length of the center of SBS cell and lens

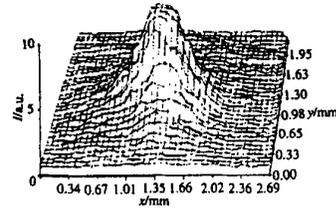


Fig. 5 Transversal mode profile taken at a distance of 50cm from a laser pulse from the SBS based oscillator

分布近高斯型,远场发散角低于 0.5mrad。当重复频率从 1Hz 变到 5Hz 时,相对光强分布基本不变。作为对比,在其它条件不变的情况下,将相位共轭镜换为全反射镜,输出激光的横向分布如图 6 所示,强度横向分布近超高斯型,超高斯平台不平,边缘有较强的调制,中间杂乱无章。光束质量明显要差些,远场发散角约 1.5mrad。

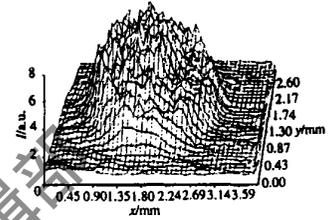


Fig. 6 Transversal mode profile taken a distance of 50cm from a laser pulse from a conventional oscillator

## 3 结论

针对无后向反射镜的 SBS 调 Q YAG 激光器,研究了透镜焦距对激光器输出能量、输出稳定性和对器壁破坏程度的影响,以及池子长度和聚焦位置对激光输出能量的影响。在对透镜焦距、池子长度、聚焦位置优化后,当泵浦能量 17J,重复频率分别 1Hz 和 5Hz 时,得到了稳定的光束质量好的窄脉冲激光,脉冲能量为 19mJ,脉宽为 10.7ns。

实验得到川大物理系杨经国老师、西物所苏心智和赵刚等老师的热情帮助,在此一并致谢。

### 参考文献

- [1] 杨经国,杜定旭,姜宏伟 *et al.* 中国激光,1991(3): 212~ 216.
- [2] 陈 军,龙 鹰,周月明.中国激光,1993(6): 421~ 425.
- [3] 姚敏言,汤剑鸣.光学学报,1992,12(2): 144~ 148.
- [4] 柳 强,鞠有伦,王月珠 *et al.* 光学学报,1998(8): 1089~ 1093.
- [5] Eichler H J, Menzel R, Schumann D. Appl Opt, 1992(8): 5038~ 5042.
- [6] Koechner W. Solid state laser engineer. Berlin: Springer, 1994.