

一种新型的激光测距仪理想光源

柳 强 王月珠 姚宝权 王 骥

(哈尔滨工业大学光电子技术研究所, 哈尔滨, 150001)

摘要: 报道了用光学参量振荡的方法(OPO), 在Nd:YAG激光器上, 用受激布里渊散射(SBS)后向放大输出作泵浦源, 获得激光测距仪的理想光源($1.57\mu\text{m}$), 最大输出能量为21.6mJ, 相应的转换效率为32%。实验结果与理论分析符合得较好。

关键词: OPO SBS 光束质量

A new kind of preferable light source for laser range finder

Liu Qiang, Wang Yuezhu, Yao Baoquan, Wang Qi

(Institute of Opto-Electronics, Harbin Institute of Technology, Harbin, 150001)

Abstract: In this paper, it is first reported that the optical parametric oscillator(OPO), which is pumped by the back-amplified output of stimulated Brillouin scattering(SBS) in the Nd:YAG laser system, is utilized as a preferable light source of the laser range finder($1.57\mu\text{m}$). The most output energy of the OPO is 21.6mJ, and the corresponding transmitting efficiency is 32%. The experiment results agree well with the theory analysis.

Key words: OPO SBS beam quality

引 言

众所周知, 激光测距仪在军事装备(主战坦克、火炮等)和民用(地形、油田、铁路的测绘等)场所一直起着极其重要的作用。现代的测距仪光源主要采用YAG激光器, 另外还有用CO₂激光器和半导体激光器的, 其中, YAG激光($1.06\mu\text{m}$)对人眼有致盲作用, 且穿雾能力差。CO₂激光($10.6\mu\text{m}$)穿雾能力强, 但处于大气的强吸收线内, 同时, 目标对其反射率不如短波强。半导体激光($0.8\sim 0.9\mu\text{m}$)受其结构和储能机制的影响, 使输出功率受到限制, 不适合远距离测距。诸多原因使测距仪由于缺少理想的激光光源而限制了它的应用范围。 $1.57\mu\text{m}$ 左右波段激光则被认为是理想的测距仪光源, 此波段激光对人眼无伤害, 并且是很好的“大气窗口”。我们所述的是在Nd:YAG $1.06\mu\text{m}$ 激光器上, 用SBS相位共轭光泵浦的光学参量振荡方法来实现较高效率、较大能量的 $1.57\mu\text{m}$ 激光输出, 以满足测距仪的要求, 理论和实验都证明了该方法是极其简捷、有效的。

一、优质泵浦光源的获得

高效率光学参量振荡器的优点是: (1) 具有高转换效率的OPO可产生高光束质量的参量光, 也可放松对泵浦源、非线性晶体及腔膜片的要求。(2) 欲获得较大的能量输出, 如果OPO的效率较低, 那么就得相应地提高泵浦能量, 这样势必会接近或达到晶体的损伤阈值, 对晶体不利。光学参量振荡器能够稳定运行的一个必要条件是高功率、高光束质量的激光泵浦^[1], 用普通Nd:YAG激光器的输出作泵浦源, 很难实现高效率参量输出, 而将受激布里渊散射(SBS)技术引入OPO, 使泵浦光源的光束质量得到极大的改善, 补偿了因光学元件的不均匀造

成的相位畸变,减小 OPO 的相位失谐量 Δk ,压缩了脉宽(压缩比为 3),提高了功率密度,改善了光强分布。用这样的光作泵浦源,OPO 的振荡阈值将会大大降低,效率有望提高。实验装置如图 1 所示,由 Nd:YAG 激光器输出的线偏振光入射到 SBS 池中,SBS 池中装具有较高增益,且对 $1.06\mu\text{m}$ 激光吸收系数较小的 CS_2 散射介质,因为 CS_2 受激布里渊散射频移为 $5,850\text{MHz}$,正好包含在 Nd:YAG 增益区域 $20,000\text{MHz}$ 范围内,其增益系数 g_B (极大) $0.197\text{cm}/\text{MW}$,比其它液体介质大一个数量级,因此,选用 CS_2 作为受激布里渊散射介质。实验中看出:SBS 有明显的阈值性,当泵浦能量为 18.5mJ ,才有微弱的后向散射光输出。转换效率在起始阶段随泵浦能量的增加上升得较快,当泵浦能量达到一定值(约 135mJ ,相应效率为 72%)后再增大,转换效率有趋于饱和的趋势。

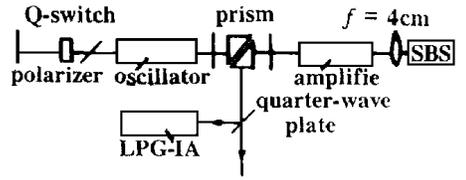


Fig. 1 Nd:YAG laser with a SBS PCM

二、光学参量振荡器实验研究

光学参量振荡器能够稳定运行的另一个必要条件是要求高质量的非线性晶体材料, KTiPO_4 ^[2] 晶体由于具有较大的非线性系数,较高的损伤阈值,物化性能稳定,较大的品质因数等优点,有利于实用化,是获得大能量、高效率近红外参量激光输出的良好材料。本实验采用的 KTP 晶体是由北京人工晶体研究所通过计算机编程计算,专门为

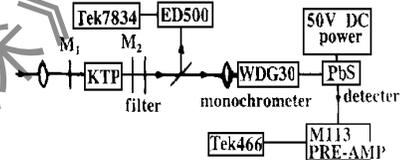


Fig. 2 Experimental setup of KTP OPO

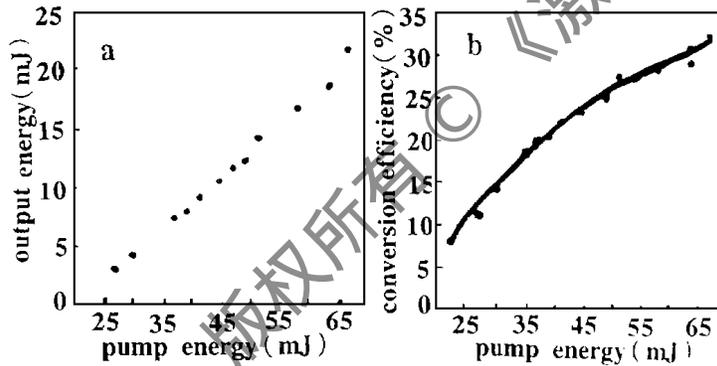


Fig. 3 Output energy and energy conversion efficiency of the KTP OPO pumped by Nd:YAG laser with a SBS PCM versus pump energy

光经放大后由格兰棱镜侧面输出,形成垂直方向的线偏振光,沿晶体的 x 轴正入射到晶体的前表面上,此时,晶体中三波的波矢始终是共线的(即 $\Delta k = 0$),信号光在晶体中的单程增益最大,OPO 的振荡阈值最低,则转换效率应是最高的。用 ED-500 和示波器测其能量,并观测输出能量的稳定度,同时用单色仪测其波长。给出输出能量、转换效率与泵浦能量的关系,如图 3 所示。输出能量与转换效率随着泵浦能量的增加而增大,当泵浦能量为 68.5mJ 时,获得的输出能量为 21.6mJ ,相应的转换效率为 32% ,OPO 的振荡阈值为 22.5mJ ,理论计算当泵浦能量为振荡阈值的 5 倍时,OPO 的转换效率最高,输出能量则会更大。受本实验中的 Nd:YAG 激光器输出能量所限,泵浦能量不能达到振荡阈值的 5 倍,但 20mJ 左右的能量也能满足测距仪的要求。实验中,用单色仪测得峰值输出波长为 $1.57\mu\text{m}$,同时 KTPOPO 可实现 $1.57\mu\text{m}$

$1.57\mu\text{m}$ 左右波段激光输出设计制作的,晶体尺寸为 $7\text{mm} \times 7\text{mm} \times 15\text{mm}$ (宽 \times 高 \times 长),其切割方式为: $\theta = 90^\circ, \varphi = 0$ 。OPO 的实验装置如图 2 所示。KTP 作为双轴晶体,它的光轴位于 $x-z$ 平面内,通常的匹配方式为 \oplus 类相位匹配,为使泵浦光、信号光和闲频光三者之间满足这种相位匹配关系,由 SBS 池中产生的后向相位共轭

激光雕刻中光刻槽补偿算法研究

刘晓东 胡 兵 何云贵

(华中理工大学激光技术与工程研究院, 武汉, 430074)

摘要: 分析了激光雕刻中光刻槽现象的成因, 并提出了三种基于计算机图形学的补偿算法以解决这一问题, 在实践中取得了良好效果。

关键词: 激光雕刻 光刻槽 矢量环 补偿算法

Compensative algorithms for laser trough in laser carving

Liu Xiaodong, Hu Bing, He Yungui

(Institute of Laser Technology & Engineering, HUTS, Wuhan, 430074)

Abstract: This paper analyses the reasons of laser trough in laser carving. We propose three compensative algorithms, called vector filling algorithm, square filling and parallel movement algorithm, based on computer graphics. All the algorithms are proved to be well in practice.

Key words: laser carving laser trough vector hoop compensative algorithm

引 言

激光雕刻技术是 80 年代兴起的一门崭新的工业加工技术, 由于其加工速度快、字迹清晰

左右小范围的调谐输出, 能满足测距仪对该波段不同波长的需求。

三、结 论

光学参量振荡是获得测距仪理想光源的有效方法, 实现了较大能量、较高效率的激光输出。在实验中我们看到: 采用作者所述的用 SBS 后向放大输出泵浦 KTP OPO 作为测距仪的光源, 所获得的能量完全可以满足测距仪的要求, 能实现远距离测距。进一步的工作是要在元器件上下功夫, 改善泵浦光的光束质量, 使 OPO 的结构紧凑, 提高输出激光的稳定度, 做出一台实用的、小型的 1.57 μm 激光测距仪。它将很有希望取代现有的 Nd: YAG 1.06 μm 激光测距仪。

参 考 文 献

- 1 姚建铨. 非线性频率变换及激光调谐技术. 北京: 科学出版社, 1995: 177~ 190
- 2 Zumsteg F C, Bierlein J D, Grei T E. J A P, 1976; 47(11): 4980~ 4985
- 3 Brosnan S J, Byer R L. IEEE, 1979; QE-15(6): 415~ 431
- 4 Yao B, Ju Y, Yu X *et al.* SPIE, 1996; 2889: 263~ 267
- 5 赵庆春, 郭晶华, 陆雨田 *et al.* 中国激光, 1992; 19(7): 523~ 528
- 6 王月珠, 陈德应, 鞠有伦 *et al.* 自然科学进展, 1991; 1(5): 470~ 471

作者简介: 柳 强, 男, 1972 年 7 月出生。博士生。现从事光学参量振荡器的研究工作。