

文章编号 : 0253-2239(2001)09-1148-02

全固态激光器抽运的 PPLN 光参变振荡*

梁晓燕 侯 玮 吕军华 许祖彦

(中国科学院物理研究所, 北京 100080)

摘要: 用全固态 1064 nm 调 Q 激光输出, 抽运多周期 PPLN, 实现了宽调谐的准相位匹配光参变振荡。振荡阈值 10.3 μJ (脉宽 22 ns), 信号光最高输出平均功率为 42.5 mW, 斜率效率为 12.5%。

关键词: 准相位匹配; 周期极化 LiNbO₃; 调谐

中图分类号: O437.4 文献标识码: A

1 引 言

近年来, 准相位匹配晶体, 如: PPLN, PPLT, PPKTP, PPRTA 等^[1~4]以其有效非线性系数高出常用块状晶体一个数量级的特点而发展非常迅速, 尤其在全固态激光器抽运的非线性频率变换过程中充分显现出了它们的优势。目前已经实现了脉冲和连续的倍频^[1,2]及光参变振荡和放大^[5]等。我们采用全固态激光器 1064 nm 调 Q 输出, 抽运多个周期均匀排列的 PPLN, 在光学窗口 1.55 μm 附近、人眼安全的波段范围内实现了宽调谐、低阈值准相位匹配光参变振荡。

2 实 验

实验中所用 PPLN 的尺寸为: 20 mm \times 10 mm \times 0.5 mm, 片子上从 28.2 μm ~ 31.0 μm 共平行排列 14 个周期, 相邻两周期之差为 0.2 μm 。晶体两端镀有对 1064 nm、1300 nm ~ 1900 nm、3000 nm ~ 4000 nm 波长光的增透膜。

抽运源是 10 W 激光二极管抽运的 Nd:YVO₄ 激光器, 声光调 Q 1064 nm 脉冲输出。鉴于声光 Q 开关功率的限制, 重复频率为 10 kHz, 脉宽为 22 ns 时, 最高平均输出功率为 400 mW。在实验过程中我们保持抽运光的工作模式为单横模(TEM₀₀), 表征光束质量的 $M^2 = 1.2$ 。经一焦距为 100 mm 的透镜聚焦后, 抽运光在介质中的光斑半径约为 68 μm 。光参变振荡由一平面输入耦合镜 M₁ 和一曲率半径

为 25 mm 的平凹输出耦合镜 M₂ 组成, 腔长约为 27 mm, PPLN 晶体靠近 M₁, 谐振腔本振模半径为 70 μm , 与抽运光基本匹配, 这样可以保证光参变振荡的基模振荡。

由于 LiNbO₃ 晶体的光损伤阈值与晶体温度有关, 在 60 $^{\circ}\text{C}$ ~ 100 $^{\circ}\text{C}$ 范围内的光折变损伤阈值与室温相比明显升高^[5], 所以, 为了避免晶体光折变损伤, 我们把 PPLN 的温度保持在 63 $^{\circ}\text{C}$ 附近。PPLN 的通光方向为 x 轴, y 向平移晶体可以改变 PPLN 的准相位匹配周期, 从而实现信号光调谐输出。实验过程中我们用一套腔镜实现了 1.436 μm ~ 1.711 μm 的宽调谐。调谐曲线如图 1 所示, 其中实线是 $T = 63.4$ $^{\circ}\text{C}$ 时信号光波长随 PPLN 周期调谐的理论曲线, 圆点是实验值, 可以看出, 理论与实验值吻合得较好。

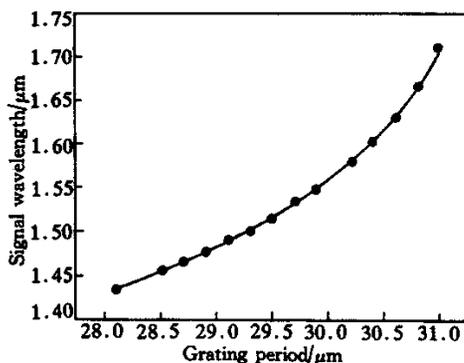


Fig. 1 OPO tuning wavelength as a function of PPLN grating period, achieved by translation of the PPLN crystal through 14 different grating sections

在极化周期为 29.9 μm , 信号光波长为 1.55 μm 处, 光参变振荡阈值能量为 10.3 μJ , 在 PPLN 整个调谐范围内阈值基本保持不变, 对应阈值能量密度为 0.18 J/cm^2 。输出信号光强度及转换

* 973 国家重点基础研究发展规划项目(G1998061405-5) 资助课题。

效率随抽运光的变化特性如图 2 所示。在抽运光为阈值的 3.3 倍时,信号光平均输出功率为 42.5 mW,单脉冲能量为 4.25 μ J,斜率效率为 12.5%。在不同抽运光强度下,信号光一直工作在单横模状态。

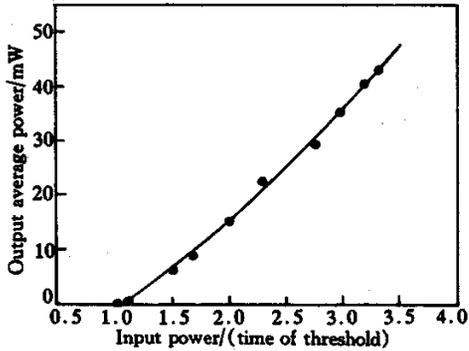


Fig.2 Output signal average power as a function of the pumping level

结论 实现了全固态抽运的 PPLN-光参变振荡,从实验上证明了准相位匹配光参变振荡的低阈值、高增益及宽调谐,其调谐波段在光通讯等领域有着广泛的应用。但由于 1064 nm 调 Q 输

出功率有限,未能观察到抽运光达到高倍阈值时的参变输出,同时,输出腔镜的透过率较小,约为 2%,没有达到最佳输出耦合,也降低了光参变振荡信号光的斜率效率。

参 考 文 献

- [1] Ross G W, Pollnaw M, Smith P G R *et al.*. Generation of high-power blue light in periodically poled LiNbO₃. *Opt. Lett.*, 1998, **23**(3):171 ~ 173
- [2] Kitaoka Y, Mizuchi K, Yamamoto K *et al.*. Intracavity second-harmonic generation with a periodically domain-inverted LiTaO₃ device. *Opt. Lett.*, 1996, **21**(24):1972 ~ 1974
- [3] Garashi A, Arie A, Skliar A *et al.*. Continuous-wave optical parametric oscillator based on periodically poled KTiOPO₄. *Opt. Lett.*, 1998, **23**(21):1739 ~ 1741
- [4] Karlsson H, Olson M, Arvidsson G *et al.*. Nanosecond optical parametric oscillator based on large-aperture periodically poled RbTiOAsO₄. *Opt. Lett.*, 1999, **24**(5):330 ~ 332
- [5] Myers L E, Eckardt R C, Fejer M M *et al.*. Quasi-phase-matched optical parametric oscillator in bulk periodically poled LiNbO₃. *J. Opt. Soc. Am. (B)*, 1995, **12**(11):2102 ~ 2115

All-Solid-State Pumped Tunable PPLN Optical Parametric Oscillator

Liang Xiaoyan Hou Wei Lü Junhua Xu Zuyan

(Institute of Physics, The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

(Received 7 April 2000 ; revised 13 July 2000)

Abstract : A widely tunable quasi-phase-matched optical parametric oscillator was demonstrated by using periodically poled LiNbO₃ (PPLN) with a multigrating structure. With a 1064 nm acousto-optically Q-switched Nd:YVO₄ pump laser, a tunable IR output from 1.436 μ m to 1.7 μ m was obtained. The threshold was 10.3 μ J with pulses repetition rate of 10 kHz. The maximum average output power of signal is 42.5 mW with pump-to-signal conversion efficiency of 12.5%.

Key words : quasi-phase-matching ; periodically poled LiNbO₃ ; tuning