

Nd:YVO₄-KTP 环形倍频激光器中 KTP 晶体温度与倍频输出波长关系的研究

张 辉¹, 彭月祥², 沈乃徵¹

1. 中国科学院物理研究所计量测试高技术联合实验室, 北京 100080
2. 北京交通大学理学院, 北京 100044

摘 要 采用 Nd:YVO₄-KTP 环形倍频激光器, 在精确控制泵浦源电流与 YVO₄ 晶体温度的条件下, 得到 KTP 的温度变化与倍频输出波长的关系。

主题词 环形倍频激光器; KTP 晶体; Nd:YVO₄

中图分类号: O443 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0593(2005)04-0497-02

引 言

随着近几十年来激光技术的发展, 许多非线性光学晶体材料相继问世, 其中, 在上世纪 70 年代发现、在 80 年代得到广泛应用的磷酸钛氧钾(KTiOPO₄, KTP)晶体值得关注。对 KTP 晶体的非线性光学性质已作了许多的研究^[1,2], 但关于晶体温度对晶体倍频输出波长的影响, 尚未见报道, 本文就是在已有工作的基础上, 采用自行设计的激光器进行实验, 得到关于 KTP 晶体温度与输出波长的对应关系。

1 实 验

实验装置如图 1 所示。

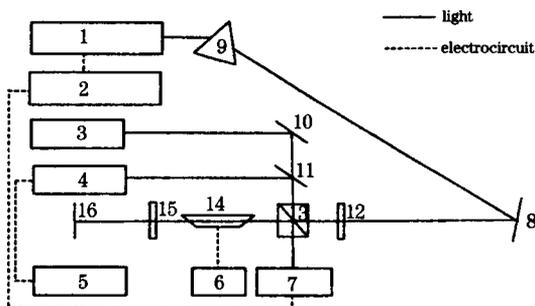


Fig.1 The equipment for the experiment

- 1, YVO₄-KTP laser; 2, Servo circuit; 3, Wavelength meter;
- 4, F-P interferometer; 5, Oscilloscope; 6, Temperature controller;
- 7, Detector; 8, 10, 16, Holophote; 9, Newton prism;
- 11, Beam splitter; 12, $\lambda/2$ plate; 13, Polarizing beam splitter;
- 14, I₂ cell; 15, $\lambda/4$ plate

实验中采用的激光器是中国计量科学研究院研制的 Nd:YVO₄-KTP 环形激光器, 结构如图 2 所示。

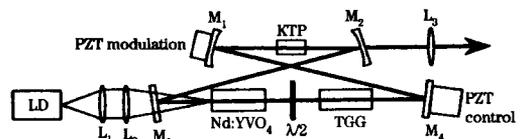


Fig.2 The configuration of the ring Nd:YVO₄-KTP laser

- LD: laser diode; L₁, L₂, L₃: lenses;
- M₁, M₂, M₃, M₄: cavity mirrors;
- Nd:YVO₄: laser crystal; $\lambda/2$: plate;
- TGG: Terbium Gallium Garnet; KTP: SHG crystal

实验采用中国科学院半导体所的 2W 商品半导体激光器 LD 作为激光器的泵浦光源, 泵浦光的中心波长为 809 nm。激光晶体采用的是 Nd³⁺ 掺杂浓度为 0.5% 的 Nd:YVO₄, 晶体的 c 轴与泵浦光的偏振方向相匹配。利用钕铁硼磁体对磁光晶体 TGG 施加轴向磁场, $\lambda/2$ 波片与 TGG 磁光晶体组成光学单向器, 以实现单向环形激光运转。反射镜 M₁ 上装有 5 mm 厚度的压电陶瓷 (PZT) 以实现调制和快速调谐, 反射镜 M₄ 上装有 15 mm 厚的 PZT 实现激光频率控制。腔内倍频采用厚度为 5 mm 的 KTP 晶体。反射镜 M₁, M₂, M₃ 和 M₄ 组成四镜环形激光谐振腔, 其中, M₃ 是作抽运激光的输入镜, M₂ 是 532 nm 激光的输出镜, 透镜 L₃ 用于输出光束准直, 使之成为接近平行的光束。激光晶体和倍频晶体分别安装在铜制热沉上, 通过改变单块晶体的温度调谐激光频率。

实验中, 通过控制电路使 LD 的电流与温度保持恒定, 调节 YVO₄ 和 KTP 晶体的温度, 在示波器上显示不同的激光单模输出, 控制电路中使用的热敏电阻与温度的关系可由

收稿日期: 2005-01-21, 修订日期: 2005-03-22

作者简介: 张 辉, 1976 年生, 中国科学院物理研究所博士研究生

下式拟合: $Y = 61.95724 - 4.86247X + 0.11708X^2$, 其中, X 是热敏电阻的阻值($k\Omega$), Y 是温度值($^{\circ}\text{C}$)。实验中, LD 电流值是 1.6019 A, LD 的温度控制在 15.36 $^{\circ}\text{C}$, 碘室(见图 1)温度控制在 14.33 $^{\circ}\text{C}$, 在波长小于 532.245 nm 的一个较宽的范围内, 532 nm 波段有很丰富的碘吸收线, 用 Nd:YVO₄/KTP 激光器探测到的谱线大致在 532.255 ~ 532.140 nm。在精确控制激光晶体 Nd:YVO₄ 和倍频晶体 KTP 的温度后(温度可准确到 0.01 $^{\circ}\text{C}$), 激光频率可以稳定在某一碘吸收线的多普勒宽度以内, 约在 500 MHz 范围内。通过观测激光在碘室产生的黄色荧光, 并在示波器上显示单模输出, 同时在波长计上显示波长值, 即可认为获得激光的一个单模输出。

2 实验结果与讨论

实验表明, 当 Nd:YVO₄ 的温度保持不变的时候, 对环形激光器的输出波长起决定作用的是 KTP 晶体的温度, 图 3 是实验中 KTP 晶体的温度与激光输出波长的关系, 其中, X 轴对应的是 KTP 晶体的温度($^{\circ}\text{C}$), Y 轴对应的是激光器输出波长(nm)。

从实验图像上可以得到这个关系的一个拟合公式:

$$Y = 547.5758 - 2.80668X + 0.1938X^2 - 0.00598X^3 + 6.9444 \times 10^{-5}X^4$$

其中, Y 是波长值(nm), X 是 KTP 的温度值($^{\circ}\text{C}$)。

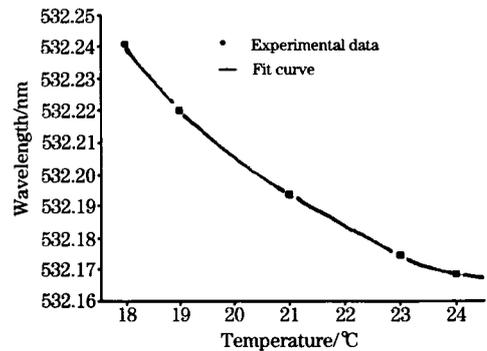


Fig. 3 The relation between the temperature of KTP and the output wavelength

3 实验结论

在一定温度范围内, KTP 晶体的温度与输出波长的关系理论推导是一个复杂的解析关系式, 根据实验图像可以得到一个近似的关系式。KTP 晶体温度在 18 ~ 24 $^{\circ}\text{C}$ 之间, 关系式与实验比较符合。

致谢: 作者感谢中国科学院物理研究所聂玉昕研究员和中国计量科学研究院臧二军研究员对实验工作的支持和指导。

参 考 文 献

- [1] Kato K. IEEE J. QE-28, 1992, 1974.
- [2] Shen H Y, Zhou Y P, Lin W X, Zeng Z D, Zeng R R, Yu G F, Huang C H, Jiang A D, Jia S Q, Shen D Z. IEEE J. QE-28, 1992, 48.

Studies on the Relation between the Temperature of KTP and the Secondary Harmonic Output

ZHANG Hui¹, PENG Yue-xiang², SHEN Nai-zheng¹

1. Joint Laboratory of the Advanced Technology in Measurements, Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China

2. School of Science, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China

Abstract Using the Nd:YVO₄-KTP ring frequency-doubled laser designed by the lab, and controlling the laser power current and the crystals temperature accurately, the authors obtained the relation between the temperature changes of KTP crystal and the secondary harmonic output wavelength while the temperature of YVO₄ was constant.

Keywords Ring frequency-doubled laser; KTP crystal; Nd:YVO₄

(Received Jan. 21, 2005; accepted Mar. 22, 2005)