

掺杂铌酸锂氩氛相位共轭激光器

刘劲松*

(西安电子科技大学技术物理系, 陕西, 西安, 710071)

吴仲康**

(南开大学物理系, 天津, 300071)

徐玉恒**

(哈尔滨工业大学化学系, 黑龙江, 哈尔滨, 150006)

摘要——以掺杂铌酸锂单晶为相位共轭镜, 氩氛气体为激活介质构成了外泵浦相位共轭激光器。实现了 LiNbO_3 在 632.8 nm 波段上相位共轭激光器的连续自振荡。

关键词——相位共轭, 激光器, 光折变材料。

气体相位共轭激光器, 其相位共轭反射镜 PCM (Phase Conjugate Mirror) 大多采用钛酸钡单晶, 激活介质大多采用氩离子气体^[1]。我们以掺杂铌酸锂单晶为 PCM, He-Ne 气体为激活介质构成了外泵浦相位共轭激光器 PCL (Phase Conjugate Laser)。

我们的掺杂铌酸锂的相位共轭反射率比掺铁铌酸锂 $\text{Fe}:\text{LiNbO}_3$ 大得多^[2]。图 1 是这种晶体在 632.8 nm 的简并四波混频相位共轭反射率 $R (R = I_4/I_3)$ 随物光 I_3 的变化规律 (以透射光栅为主)。作为对比, 当 $I_3 = 100 \mu\text{W}$ 时, 共轭光 $I_4 = 80 \mu\text{W}$, 则 $R = 80\%$, 比同等泵浦功率下 $\text{Fe}:\text{LiNbO}_3$ 的共轭反射率大了近 200 倍^[2]。

PCL 的光路如图 2(a) 所示。图中 S 为单横模 He-Ne 激光器, BS_1 为分束器, M_1, M_2, M_3 为全反镜, HN 为 450 半外腔 He-Ne 激光管, D 为 He-Ne 功率计, H 为光栏。PCM 由一块尺寸为 $10 \times 10 \times 1.3 \text{mm}^3$ 的掺杂铌酸锂单晶 DLN 构成, 其泵浦光为 I_1 和 I_2 , 以透射光栅的形式工作, 晶体通光面法线方向与泵浦光的方向平行。PCL 的长度 (即 M_2 至 DLN 的距离) 为 60~70 cm。光束 I_1 和 I_3 的夹角 θ 为 10° 左右。

用 He-Ne 功率计接收 PCL 的输出光功率 I_R 并用记录仪记下了 I_R 随时间 t 的变化规律 (见图 3(a))。这种激光器的起振时间 τ 相当长, 从几分到十几分不等, 这同 PCM 的总泵

本文 1989 年 9 月 12 日收到。

•得到霍英东教育基金会资助。

••得到国家自然科学基金会资助。

浦功率有关, 总泵浦功率越大, τ 越小. 经过长时间起振后, 系统达到了稳态, 即 I_R 基本上不随 t 而变化. 此时停机十多小时后重新开机, 由于 DLN 的记忆特性, 使 I_1 和 I_3 所形成的折射率光栅依旧存在于 DLN 中, 因此, PCL 能立即基本复现出停机前的工作状态, 而不再重复第一次开机时从零起振的过程.

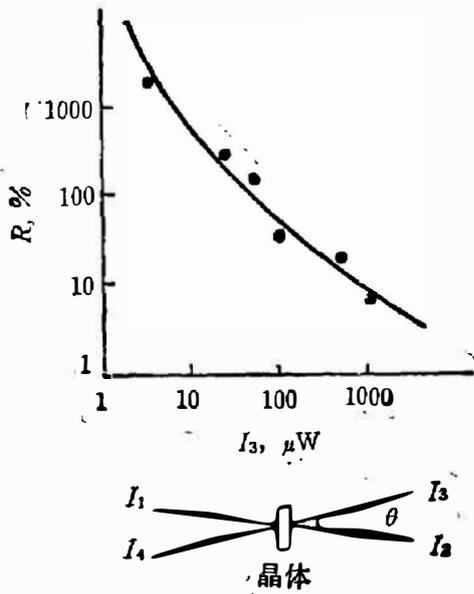


图 1 $R-I_3$ 关系曲线

I_1 —读出泵浦光, I_2 —写入泵浦光,
 I_3 —物光, I_4 —相位共轭光
 $I_1=1.5\text{ mW}$, $I_2=1\text{ mW}$, $\theta \approx 10^\circ$

Fig. 1 A plot of R as a function of I_3 .

I_1 —Reading pump beam; I_2 —Writing pump beam;
 I_3 —Object beam; I_4 —Phase conjugate beam.
 $I_1=1.5\text{ mW}$, $I_2=1\text{ mW}$, $\theta=10^\circ$.

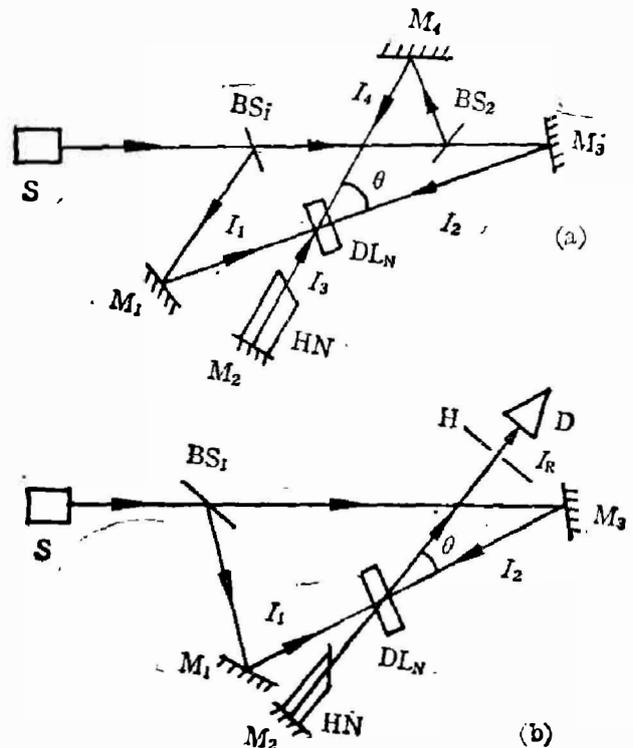


图 2 PCL 光路示意图

(a) 自启动式 (b) 外启动式

Fig. 2 Schematic diagram of the experimental PCL set-up.

(a) Self-start form (b) External-start form.

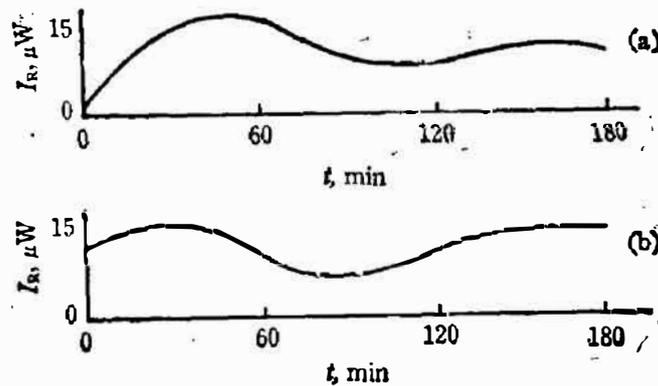


图 3 I_R-t 关系曲线

(a) 自启动 $I_1=6\text{ mW}$, $I_2=4\text{ mW}$, (b) 外启动 $I_1=6\text{ mW}$, $I_2=4\text{ mW}$, $I_4=2\text{ mW}$

Fig. 3 The time characteristic curve of the PCL's output power.

(a) Self-start form, $I_1=6\text{ mW}$, $I_2=4\text{ mW}$ (b) External-start form, $I_1=6\text{ mW}$, $I_2=4\text{ mW}$, $I_4=2\text{ mW}$.

借助于 DLN 的记忆特性, 这种 PCL 还可以采用外启动式光路(见图 2(b))事先使 I_1 和 I_3 在 DLN 中建立光栅. 由分束器 BS_2 和反射镜 M_4 引入光束 I_4 , 经 M_2 反射后即成为

I_3 . 调整各路光到达 DLN 的光程使 I_1 和 I_3 相干, I_2 和 I_4 不相干. 待 I_1 和 I_3 形成的光栅建立后(约几分钟), 去掉 BS_2 和 M_4 , 光路恢复到自启动的形式. 此后可立即观察到 I_B 随 t 的变化规律(见图 3(b)).

PCL 都包含 PCM 和激活介质两个增益元件. 对于我们的 PCL 来说, PCM 的增益远大于激活介质 HN 的增益. 故在 PCL 的输出光功率中, HN 所起作用较小. 测量表明, PCL 输出光功率中大约百分之十由 HN 提供. 稳态时 PCL 的输出光功率视 PCM 的总泵浦功率而定, 一般在十几到几十 μW . 由于 PCL 腔内光功率太小, 我们没有采用从真镜 M_2 一端输出光功率的形式.

关于这一 PCL 的阈值及瞬态与稳态工作特性, 我们将另文报道.

致谢——感谢过己吉教授的支持和石顺祥副教授的有益讨论, 以及方湖宝先生的热情关切. 本工作的主要实验结果是在南开大学固体物理教研室完成的, 作者也表示感谢.

参 考 文 献

- [1] Mark Cronin-Golomb, et al., *Appl. Phys. Lett.*, **41**(1982), **3**: 219.
- [2] 张洪钧等, *物理学报*, **33**(1984), **11**: 1593

DOPED LITHIUM NIOBATE He-Ne PHASE CONJUGATE LASER

LIU JINSONG

*(Department of Technical Physics, Xi'an University of Electronic Science and
Technology, 710071, Xi'an Shaanxi, China)*

WU ZHONGKANG

(Department of Physics, Nankai University, 300071, Tianjin, China)

XU YUHENG

*(Department of Chemistry, Harbin Institute of Technology, Harbin,
Hei longjiang, China)*

ABSTRACT

The externally-pumped phase conjugate laser is constructed with a doped lithium niobate single-crystal as phase conjugate mirror and He-Ne gas as laser gain medium. The cw self-oscillation in a LiNbO_3 phase conjugate laser at 632.8nm is observed for the first time.