

不均匀磁场中的氦-镉激光

邱明新 周政卓 邵美珍

(上海市激光技术研究所)

提要: 本文报导氦-镉激光运转在不均匀磁场中, 获得 4416 埃激光 100 毫瓦功率输出, 比零磁场下增加 40% 以上。在阈值附近, 功率增加达 100%。3250 埃激光功率增加更为明显。

A He-Cd laser in a nonuniform magnetic field

Qiu mingxin Zhou Zhenzhuo Shao Meizhen

(Institute of Laser Technology, Shanghai)

Abstract: In this article a He-Cd laser operating in a nonuniform magnetic field is reported 100 milliwatts at 4416 Å is obtained, which is 40% higher than that obtained without magnetic field. In the vicinity of laser threshold, the power increase is up to 100%. It is also found that the power increase at 3250 Å is even more obvious.

Hera^[1] 将氦-镉激光运转在均匀横向磁场中, 对微瓦级的氦-镉激光器功率输出增加了 50%。Hernqvist^[2] 发现当均匀横向磁场平行于激光电矢量时功率增加, 垂直时则减小, 激光功率 5 毫瓦。Brown^[3] 发现在均匀弱轴向磁场中, 输出为 10 毫瓦的氦-镉激光功率增加了 30% 以上。

本文使用横向及纵向均为不均匀的磁场。其横向分量的平均值远低于 300 高斯。实验使用两根激光管。器件 A 带有布氏窗, 放电长度 140 厘米, 腔长 193.5 厘米, 内径 3.3 毫米; 器件 B 放电长度 72 厘米, 腔长 136 厘米, 内径 2.8 毫米。内腔式结构, 腔内无起偏元件。由永久磁铁产生不均匀磁场, 每个磁铁长 5.6 厘米。图 1(a) 为磁铁沿激光轴向排列, 磁铁离管轴线距离为 8 毫米; 图 1(b)、(c) 分别为激光管轴位置上轴向及横向磁场

分布。由图可见, 其峰值分别为 100 高斯及 17 高斯左右。横向磁场平均值或峰值都远低于 300 高斯。

器件 A 在 150 毫安放电电流和较低镉炉温度下加不均匀磁场后, 输出功率上升, 数分钟后又逐渐恢复到未加磁场时的功率值。在 160 毫安放电电流和较高镉炉温度下, 毛细管中镉浓度较高, 加不均匀磁场使激光功率上升到一个稳定值, 不再下降。未加磁场时为 70 毫瓦, 加不均匀磁场后为 100 毫瓦, 增大 40% 以上。这说明不均匀磁场仅在较高镉离子浓度下起作用。

图 2 为器件 A 在加不均匀磁场前后激光输出功率与放电电流的关系。由图 2 可知, 激光功率由 68 毫瓦增加到 96 毫瓦, 曲线变尖, 最佳电流增加, 这一点与 [1] 在均匀磁

收稿日期: 1980 年 5 月 3 日。

表 1 磁场的不同配置与激光功率输出

磁场配置	特点	加磁场前功率(毫瓦)	加磁场后功率(毫瓦)
	磁场适中	65	99
	轴向分量增强 横向分量减弱	65	89
	轴向分量减弱 横向分量增强	65	97

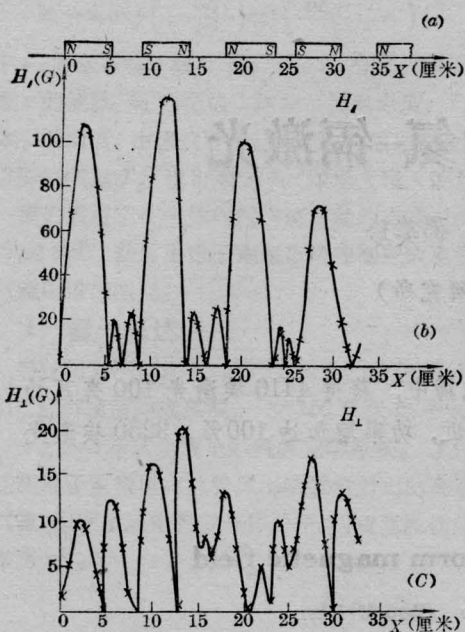


图 1 不均匀磁场在激光管轴上的分布图

- (a) 磁铁在激光轴向上的分布图;
- (b) 激光轴线上纵向磁场的分布;
- (c) 激光轴线上横向磁场的分布

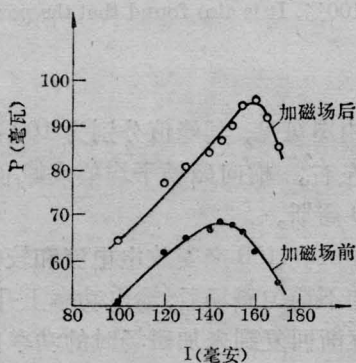


图 2 加不均匀磁场前后激光最佳电流的变化

场中得到的结果相反。

表 1 给出三种磁场配置之间的比较。由表可知：第一种磁场配置最佳。而轴向或横向磁场的增加并不显得有利。

不均匀磁场的横向分量垂直或平行于激光偏振方向，都使输出功率从 70 毫瓦增加到 100 毫瓦。这也与 [2] 在均匀横向磁场中得到的结果相反。

加不均匀磁场后，3250 Å 激光输出功率

的增大比 4416 Å 大，磁场效果更为明显。

器件 B 加不均匀磁场后，输出功率也增加 40% 以上。阈值附近运用时，功率增加大于 100%。零磁场时激光输出为圆偏振。由于谐振腔存在微小的不对称性(由图 3 所示)，零磁场时 4416 Å 激光是偏心率很小的椭圆偏振。加不均匀磁场后椭圆偏心率变大，椭圆偏振光长轴发生旋转。

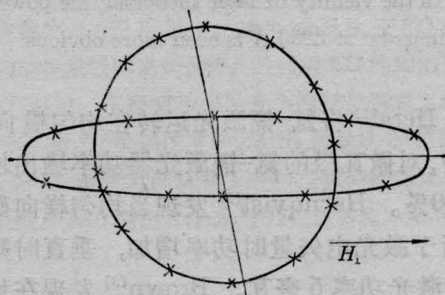


图 3 加不均匀磁场前后 4416 Å 输出偏振的变化

测量了加不均匀磁场前后，最佳工作下 E/P 值的变化。例如器件 A， E/P 从 7.4 伏/厘米·托增加到 7.8 伏/厘米·托。由于电子温度 T_e 近似地正比于 E/P ，所以表明不均匀磁场下，电子温度得到了增加。

用 Tropel 360 型扫描干涉仪测量激光光谱频谱分布，结果于图 4 所示。(a)、(b) 分别为加不均匀磁场前后的情形。扫描干涉仪间隔为 4 厘米，自由光谱区为 3750 兆赫。两个

(下转第 16 页)

电电流的增加而增加,直到峰值电流达到 50 安培还没有观察到输出功率的饱和。

连续激光输出功率随氖气压的变化关系在图 5 中给出,压力从 3.5 托到 15 托范围内均能获得激光输出,以 8 托左右为最佳。

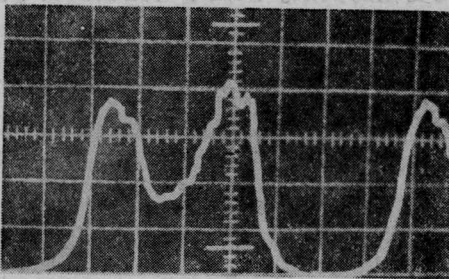
Ne-Ag⁺ 空心阴极激光器的研制工作还是初步的,在提高功率和寿命方面还有许多问题需要研究,特别是紫光和紫外波段 4086 埃、3180 埃和 2243 埃等激光谱线都有重要

的应用价值,有待进一步研究。

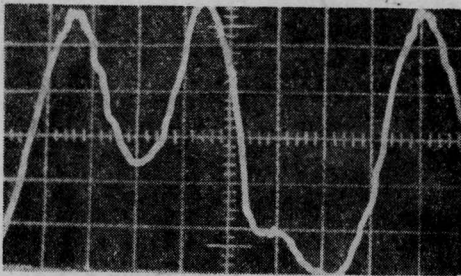
参 考 文 献

- [1] 伍长征等;《激光》,1979,6, No. 8, 28.
- [2] 伍长征等;《物理》,1980,9, No. 4, 299.
- [3] B. E. Warner et al.; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1978, **QE-14**, No. 8, 568.
- [4] W. E. Jonnson et. al., *Appl. Phys. Lett.*, 1976, **29**, 101-102.

(上接第 18 页)



(a) 加磁场前



(b) 加磁场后

图 4 加不均匀磁场前后氖-镉激光 4416 Å 激光光频频谱的变化

峰是同位素 Cd¹¹² 和 Cd¹¹⁴ 的激光谱线。峰的宽度对应于多普勒增益曲线高于阈值部分,加磁场前后分别为 640 兆赫及 960 兆赫,加不均匀磁场后出现了一个小峰隆起,是由除 Cd¹¹²、Cd¹¹⁴ 以外其它同位素的激光振荡引起的。在不均匀磁场中激光谱线的加宽主要是由于增益的增加,而不是由于塞曼分裂引起的,这是因为实验中使用的磁场强度较低。以上结果是在 160 毫安放电电流和较高的镉浓度下得到的。在较低放电电流和较低镉浓度下,加不均匀磁场,与以上结果一致,输出功率恢复到未加磁场时的数值,谱线也未出现增宽现象和小的隆起,这是由于在该浓度下加不均匀磁场不引起增益的增加。

参 考 文 献

- [1] T. Hera et al.; *Phys. Lett.*, 1979, **72A**, 349.
- [2] K. G. Hernqvist; *J. Appl. Phys.*, 1969, **40**, 5399.
- [3] D. C. Brown; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1974, **QE-10**, 94.