

一种制冷式气体激光器装置*

归振兴 张顺怡

(中国科学院上海光机所, 201800)

摘要: 本文报道一种用蒸发器冷却放电管的 CO_2 气体激光器, 并给出它的工作特性。

关键词: 蒸发器, 制冷式气体激光

A gas laser with a refrigerator

Gui Zhenxing, Zhang Shunyi

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica, Shanghai)

Abstract: A gas laser with a refrigerator is reported and its operation characteristics are investigated.

Key words: refrigerator, cool gas laser

激光器一般都需要冷却, 通常采用水冷, 如 CO 、 CO_2 分子激光器和 Ar^+ 、 Kr^+ 离子激光器等。但由于 CO 、 CO_2 激光器存在明显的温度效应, 冷却水温的变化将引起激光功率的起伏。为了获得高的、稳定的激光输出, 可采用制冷的循环水冷却, 缺点是整套装置庞大、制冷效率低, 且噪声也大, 如果要获得零下二、三十度的低温冷却, 还需选择凝固点低的液体作冷却介质, 并采用相应的保温措施。随着制冷技术的发展, 小型低噪声压缩机的广泛使用, 为研制直接制冷式气体激光器提供了有利条件。本文介绍一种直接制冷的 CO_2 激光器, 实验表明, 该装置具有制冷温度低、制冷效率高、噪声小的优点, 并适用于多种纵向放电的气体激光器。

一、装置的结构设计

制冷式气体激光器装置的基本结构见图1。图1(左)中制冷系统由压缩机(1)、蒸发器(2)、冷凝器(5)、过滤器(4)、毛细管(3)和风扇(6)组成。放电毛细管(7)加上谐振腔和蒸发器(2)一起构成制冷的气体激光器, 在它的外面用绝缘材料制成外壳(9)保温以提高制冷效率。图1(右)是制冷激光器的剖面图。中间是放电毛细管, 周围排列着一排紫铜管弯成的蒸发器, 在蒸发器和放电管壁之间填满了金属粉屑(8)作导热介质。由于金属的热导系数比水大3~4个数量级, 因此能迅速将放电产生的热量传给蒸发器带走。为了充分冷却放电激活区, 蒸发器的长度应大

收稿日期: 1989年2月1日。

*本工作已申请专利, 专利号: 88.2.11352.6

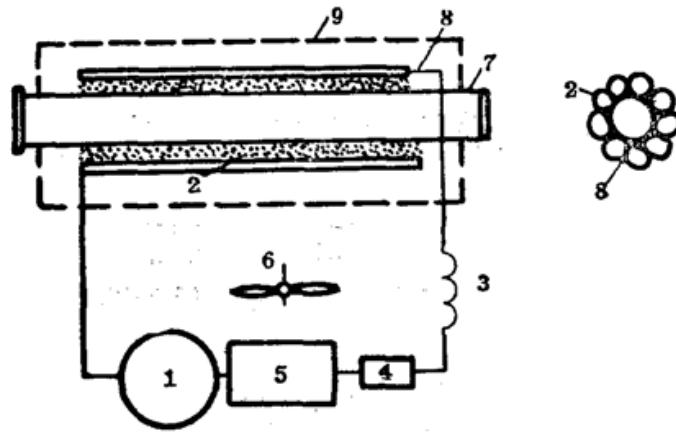


图1 制冷式气体激光装置示意图

于增益区的放电长度, 并且其吸热量要几倍于放电释放出来的能量, 这样才能保证激光器处在低温下连续工作。由图可见, 将蒸发器直接冷却放电毛细管是本装置的主要特征。

考虑到蒸发器的热胀冷缩导致放电管的变形, 使得谐振腔失调, 激光器两端用支架固定在不受蒸发器作用的材料上, 并加有微调机构以保持腔的最佳状态。

三、实验和结果

在本装置上进行了 CO_2 激光器输出特性的研究, 并同在水冷的条件下进行了实验比较。

实验用的放电管结构见图2。放电管内径为 $\phi 10$ mm, 放电长度为 80 cm, 管内充入 23 Torr CO_2 、 N_2 、 Xe 、 He (比例为 1:2:0.5:7) 的混合气体。谐振腔采用内腔结构, 由一端锗平面镜和一块曲率半径为 4 m 的球面反射镜组成, 谐振腔长为 95 cm。

放电管外围的蒸发器是用 10 根长 85 cm、直径为 $\phi 9.5$ mm 的紫铜管围成, 中间用铝屑填充作为导热介质, 制冷系统采用 2PST34 型旋转式压缩机, 制冷量为 7952 kJ/h, 取小型窗式空

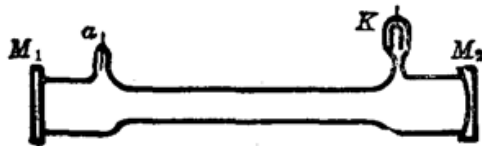
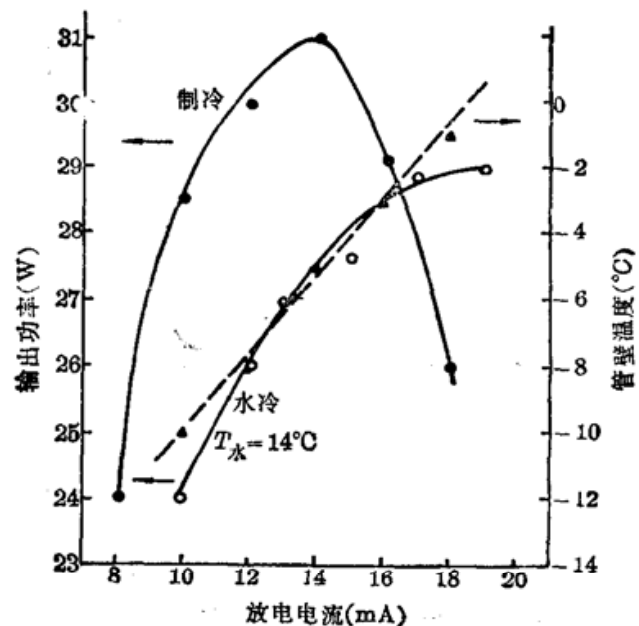


图2 实验用的激光管结构

图3 制冷式 CO_2 激光器输出特性和用水冷却时的比较

调机上的散热器用作冷凝器。系统中注入 F-R 制冷液, 开机十分钟后, 测得蒸发器中的温度为零下 30°C 。本实验的温度测量是用水银温度计读数的。由于本实验装置中没有接入温度控制装置, 因此工作时激光管的制冷温度完全由压缩机中的制冷液的蒸发温度和放电管中释放的热量自己平衡所决定。

图 3 给出了同一根放电管在直接制冷下和通水冷却下(放电管外加一简易水套)激光输出特性的比较及在制冷条件下管壁温度的变化。由图可见, 用压缩机制冷的激光器其激光输出功率可高于水冷时的输出, 特别是在低电流下更为明显, 最佳工作电流偏低, 这主要归因于 CO_2 激光介质的温度效应。随着放电电流升高, 气体温度迅速升高, 由于放电管冷却完全是靠金属粉屑将热量传递给蒸发器, 存在着一温度梯度, 在管壁上的平衡温度也将随注入功率的增加而升高, 使得输出功率下降, 为了更有效地冷却放电管, 选用导热系数高的导热介质, 并均匀地填满在蒸发器中是必要的。

实验还观察了器件连续运转特性。在开机放电半小时后, 在一定的放电电流下连续放电, 激光器输出功率和蒸发器内冷却温度基本恒定。若停机后, 重新启动, 半小时即可恢复稳定输出。

作者在工作中曾得到徐延令、王世尧二位先生的大力帮助, 在此谨表衷心的感谢。

全国激光技术展览会在上海举办

国家科委高技术司、中国光学学会和上海激光学会, 1990 年 11 月 3 日至 8 日在上海举办“全国激光技术展览会”, 有包括研究所、高等院校及生产厂等 57 家参加展出。展出的有激光器、激光元件、激光测量检测仪器、激光加工机和激光医疗机, 这些产品从不同的侧面反映出了我国现在的激光技术水平和应用状况。

激光器件是推广激光技术应用的基础, 近 30 年的时间我国在激光器的研究上已取得了很大成绩, 激光器输出功率水平和激光器的工作稳定性、可靠性都达到了相当高的水平。中国科学院上海光机所在 1988 年建成了输出功率 10^{12} 瓦的钕玻璃激光器系统, 它的研制成功, 带动了我国在激光技术研究上取得了多项重要成果, 其中有一些在国际上也属创新。上海国嘉光电公司的钕玻璃激光器, 长时间连续工作输出性能稳定、可靠, 用这种激光器在不锈钢上连续打孔 20 余万个, 孔孔规整, 形状划一, 盲孔只有 10 万分之一。

长度精密计量在精密机械加工业中是不可缺少的工作, 用激光波长作计量, 可以达到很高的长度计量精度。上海第二光学仪器厂生产的立式激光测长仪, 在 0 至 100 mm 的长度计量中, 测量误差小于 $0.2\mu\text{m}$, 测量手续很简便。

激光加工是激光工业应用中收到经济效益最好的工艺, 上海手表行业和金笔生产厂采用激光打孔、焊接, 生产效率提高 5 到 10 倍, 还大大降低了劳动强度。

激光在艺术领域的应用也受到观众的关注。上海激光技术研究所的高速全息图压印复制技术、激光雕刻等, 在观众中都留下深刻的印象。

展览会交流了激光生产技术和应用信息, 传播了激光技术知识, 对推进我国激光技术发展起了积极作用。

(纪钟)