

氧化铍陶瓷波导CO₂激光器

贺跃坤 林良华

一、前 言

波导CO₂激光器，发射波长10.6μm，处于大气窗口。因器件具有小巧紧凑，工作气压高和光斑小等特点，广泛受到重视，发展迅速。器件的放电管具有光波导的作用，对波导壁材料有选择性[1]。材料的折射率在 $v < 2.02$ 时，EH₁₁模衰减常数最小， $v = \sqrt{3}$ 时EH₁₁模有最小的衰减常数。CO₂激光器，由于是在较低的分振动能级间的跃迁，激光输出功率对放电气体温度很敏感，所以对波导壁材料的热导率也应有选择[2]。因此作波导CO₂激光器，选择波导壁材料时，必须考虑材料的折射率和热导率。现将几种材料的热导率和折射率列于表1。

作者在过去相当的一段时间里曾以硼硅玻璃、石英玻璃、YAG晶体、白宝石、氧化铍陶瓷等材料作介质波导壁进行过一些实验，实验证明它们都可选用。在这些波导壁材料中，着重研究了纵向直流放电激励的硼硅玻璃制作的波导CO₂激光器。这种器件在放电激活区长180mm，波导管内径1.8mm，输出功率3.5W，平均输出功率~0.2W/cm。还在放电激活区长4.5cm、激光管总长6.5cm的封离式硼硅玻璃波导CO₂激光器的小器件上，得到了100mW的连续输出。本文主要介绍以BeO陶瓷作波导壁材料的直流放电激励的封离型波导CO₂激光器。

表1 几种材料的热导率和折射率

材 料	热 导 率 (cal/cm·s·°C)	折 射 率
石 英	0.0035	1.4
氧化铝	0.054	1.6
氧化硼	0.023~0.145	
氧化铍	0.525	1.7
玻 璃	0.003	1.5
Y A G	0.033	1.82

前面提到波导CO₂激光器介质壁的理想折射率为 $\sqrt{3}$ ，即1.73。氧化铍材料的折射率为1.7，与最佳值很接近，热导率为0.525(Cal/cm·s·°C)，和金属铝相近，是目前所知道的最好的波导CO₂激光器波导介质壁材料。其不足点是烧制BeO陶瓷要使用有毒的BeO粉末原料，瓷件的表面光学加工也比较困难，因此制作满意的BeO陶瓷管是不太容易的[3]。

以BeO陶瓷管制作的直流放电激励的波导CO₂激光器，国外得到的最大输出功率为0.51W/cm，国内最大输出功率约2W；最高混合气体压力180Torr，输出0.14W；170Torr输出1W。在BeO陶瓷管或片与水冷套的连接处，国内器件多采用环氧封接，器件工作寿命一

收稿日期：1985年12月20日。

般难以保证。我们采用了金属传热的冷却水结构，器件紧凑，冷却效果好，输出稳定。

二、器 件 结 构

实验使用的氧化铍陶瓷毛细管，用氦氛激光选择选择，衍射光环比较多而匀称者使用。器件所使用的氧化铍陶瓷毛细管外径 $10\sim 12\text{mm}$ ，内径 $1.5\sim 2.4\text{mm}$ 。毛细管外径与金属套结合，金属套有一水冷却循环孔道，工作过程中散发出的热量由陶瓷管传给金属套，再由循环冷却水带走。器件还有一金属储气套，它与毛细管相通。光腔采用平-平结构，构成谐振腔的平面镜紧贴于毛细管的两端。在器件的高压输入端有一保护罩，以免高压短路。

整个器件的外观尺寸为 $200\times 50\times 30\text{mm}$ （不包括工作时所使用的电源和冷却用循环水的供给部分）。实验中使用电源与以前使用的相同。

三、实 验 结 果

在作总体结构之前，先进行了组合结构试验。试验证明：激光输出较强，冷却方式较为合理。在未通入冷却水条件下，可连续工作数分钟，通冷却水后，能长期工作，激光输出稳定。将这结构正式移到总体器件上，效果仍然一致。这样我们就从氧化铍陶瓷毛细管直接与冷却水套的环氧连接中解脱出来，确保波导 CO_2 激光器长期使用的可能性。使用这样的结构装置，将器件从真空台取下，曾作过长达 100h 的连续运转（后因故而停止了这一实验）。连续运转中功率输出正常。

器件输出窗口的输出比为 12% ；玻璃镜片镀金作全反射镜；毛细管内径 1.5mm ；放电激活区长 150mm ；腔长 170mm ；混合气体总压力 85Torr ，放电电压 8900V ，放电电流 5.0mA ，输出功率 5.17W 。平均输出功率 0.34W/cm ，效率约 12% 。用上述同样结构，毛细管内径 2.4mm ，波导激活区长为 150mm ，混合气体总压力比： $\text{He}:\text{CO}_2:\text{CO}:\text{Xe}=8:1:0.5:0.25$ ，混合气体总压力 242Torr ，放电电流 4mA ，工作电压 10.5kV ，输出功率 3.5W ，平均输出功率 0.23W/cm ，效率接近 8% （此时金膜已出现烧蚀点）。同样器件，在另一近似的混合比条件下，气体总压力为 265Torr ，功率输出 0.59W 。我们未测定带宽，但根据公式推算，气体总压力在 242Torr 时，带宽可达 1200MHz 。



图1 混合气压-功率曲线

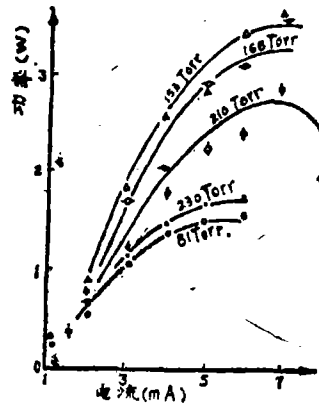


图2 电流-功率曲线

对上述器件，使用混合气体比为： $\text{He}:\text{CO}_2:\text{CO}:\text{Xe}=8:1:0.32:0.16$ ，在不同的

半导体激光器的成象光学系统

一、发明的概述

该发明的目的是提供一个在利用半导体激光器作为光源时,对任何光学系统都不需要校正象散的最佳光学系统。最佳系统的确定取决于光学参数,例如光学系统的焦距和F数等与激光器特性的一致性,应使得聚焦点的峰值功率达到最大值。更具体地说,在这种情况下是将作为光源的半导体激光器的聚光点通过成象透镜成象在象平面上,而这个成象透镜的F数和焦距则必须根据半导体激光器的特性严格地选择,并且光学系统的放大倍数也应根据激光器的特性来确定。这样成象点的峰值功率才能达到最大值。

在该发明的光学系统中,半导体激光器水平和垂直方向上发散光束分别各自被独立的横气体压力和不同的放电条件下,测定输出功率的变化值,得到如图1和图2的两种组曲线。从图2的几条曲线中看出,在同一放电电流下,气体压力对输出功率有一最佳范围,随着放电电流的增加,这一最佳功率值也增大,而最佳值范围变得越来越小,这个值多数在140~180 Torr范围。图2是一组电流-功率曲线,输出功率随放电电流增加而增加,在7mA左右是最佳放电电流范围,此时输出功率最强。另外从这几条曲线看到,随气压的升高输出功率增大,但到一定的混合气体总压力后,功率又开始下降,在230Torr压力的输出功率水平和在81Torr压力时的输出功率水平相近,最好的混合气体压力在150Torr至170Torr之间,这和图1的结果是一致的。

此结构输出的激光是确定方向的平面偏振光。利用激光束经过斩波,投射到检偏器镜面上,在不同的方位角测定其强度大小,将测定值代入下式:

$$P = \frac{P_L - P_H}{P_L + P_H}$$

测得此种器件的偏振度为:76%。观察5min,偏振度稳定在75%。

四、结 语

本实验的目的在于我们可以得到一种输出功率比较强,工作时混合气体压力比较高,结构小巧、紧凑的氧化铍陶瓷波导CO₂激光器,为下步工作创造条件,亦有利于推广这种器件的使用范围。

参 考 文 献

- [1] Appl. Opt., 1974, Vol. 13, No. 9, P. 2117~2125.
- [2] Opt. Commun., 1972, Vol. 6, P. 193.