4(1985), 4:311~316

红 外 研 究
Chin. J. Infrared Res.

用于测量半导体材料氧含量的 9.1 μm CO_2 激光器

何懋麒　王国益　赵有源　高如芳　王兆永

（复旦大学物理系）

摘要——测量半导体材料中氧含量的微区分布，需要 9.1 μm 附近、基模、1 W 左右且支线稳定、结构紧凑的 CO_2 激光器。本文对这种激光器的设计方案进行了实验研究。

一、引　　言

测量硅单晶中氧的分布一般使用半导体激光器作为光源[1]。由于半导体激光器的光束发散度很大，使被测氧含量的空间分辨率只能达到 200 μm 左右。P. Rova 等人[2]用支线可调的 CO_2 激光器作为光源，使空间分辨率提高到 30 μm 左右。为了实现这种测量方法，要求 CO_2 激光器输出波长在(00°1—02°0)带，9.1 μm 附近、基模模式、功率为 1 W，同时要求它结构紧凑，便于推广应用。

要得到 9.1 μm 附近的连续波 CO_2 激光器谱线，可以采用简单腔方案（参见图 1）和复合腔方案（图 2）[3,4]。由于 CO_2 低增益谱线的增益系数、激光器的损耗等参数缺乏准确的数据，很难通过计算评价这两种方案的优劣。我们通过实验数据，对这两种方案进行比较。

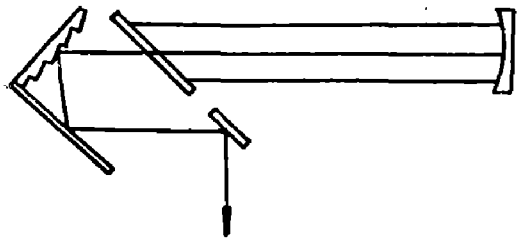

图 1　光栅简单腔 CO_2 激光器
Fig. 1　CO_2 laser with grating common cavity

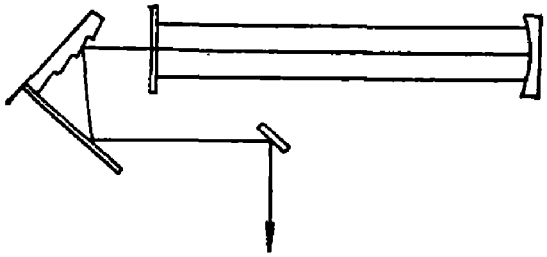

图 2　光栅复合腔 CO_2 激光器
Fig. 2　CO_2 laser with grating compound cavity

二、实验和结果

在两种方案的实验过程中，我们采用每毫米 100 条线的玻璃基底光栅，其闪耀波长在

本文 1985 年 2 月 13 日收到。

9 μm 附近，窗片均用硒化锌(复合腔的硒化锌外面镀增透膜，朝放电管面的反射率为17%)，玻璃管壳，恒偏向输出。工作气压为 12.4～20 Torr，与管长有关。CO_2:N_2:Xe:He=1.8:1.8:0.8:8。实验结果列于表 1。

表1 两种方案的实验结果

Table 1 Experimental result of both cavities

管 号	实验条件	激光输出特性			
		最短输出波长	模 式	功 率	稳 定 性
1#	L=90 cm (如图 1)	R_{38} 9.18 μm	TEM_{00}	1 W	未 测
2#	L=180 cm (如图 1)	R_{48} 9.14 μm	TEM_{00}	1.5 W	长期: 支线不跳 短期 20%(见图 2)
3#	L=90 cm (如图 2)	R_{52} 9.12 μm	TEM_{00}	1.4 W	长期: 支线不跳 短期: 10%(见图 4)
4#	L=120 cm (如图 2)	P_{20} 10.6 μm	TEM_{00}	1.7 W	未 测
5#	L=100 cm (如图 2)	R_{56} 9.10 μm	TEM_{00}	1.3 W	近似于 3#

L: 放电管长度。

由表中 1#、2#、3# 数据可以看出，与简单腔相比，复合腔具有以下优点：

1. 获得的输出波长短。由于复合腔是窄带高反波长选择器[3]，所以获得短的输出波长。

2. 输出短波长所需要的放电管长度短[3]。

3. 输出稳定。由于光栅上承受的光辐照较弱[4]，所以输出稳定。

由于这些优点，激光器的工作电压可大大降低，激光器长度也可缩短，为制作紧凑的器件创造了有利条件。

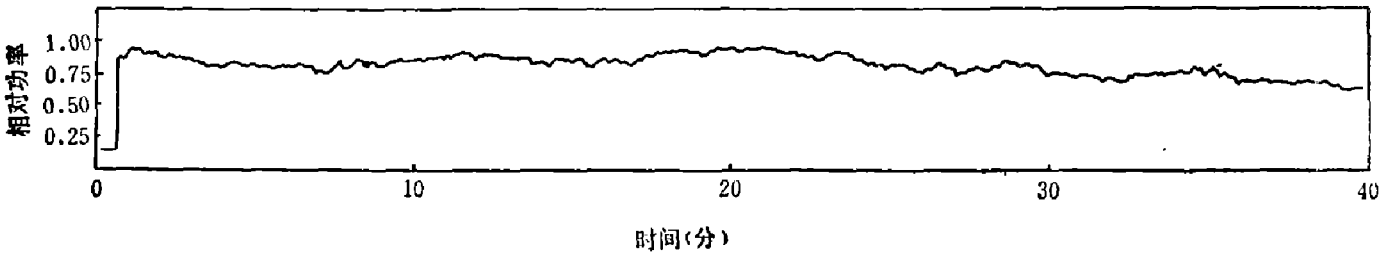

图 3 3# 管功率稳定性曲线

Fig. 3 Stability of output power of 3# laser

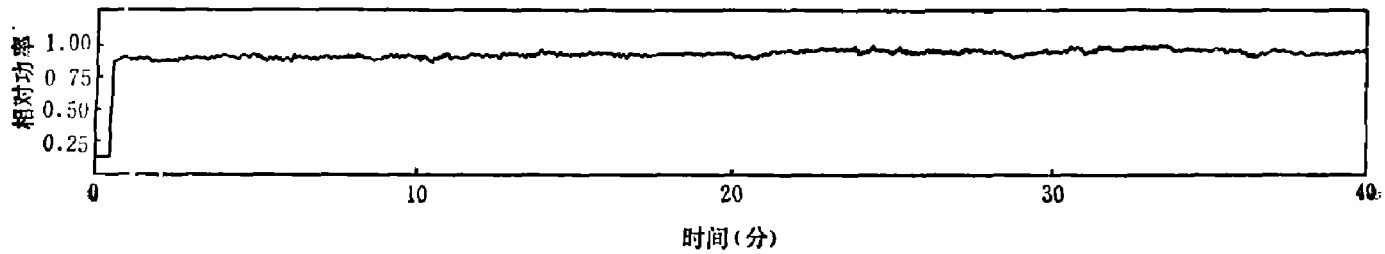

图 4 2# 管功率稳定性曲线

Fig. 4 Stability of output power of 2# laser

此外，比较 3#、4#、5# 数据可以看出，对于反射率为 17% 的硒化锌窗片，3# 放电管太短，而 4# 管又太长，在所有工作电流下，不加光栅已过耦合输出 P_{20}，R_{50} 难于与 P_{20} 竞争，所以，3#、4# 放电管均不适合。而 5# 放电管长度较好，既能获得 CO_2 激光器较短的波长 R_{56}，又不过耦合。这里应指出：在 5# 实验中，仅当工作电流在 8～10 mA 时才有微弱的 P_{20} 输出，这对光栅的调整是有好处的。当光栅调好后，可以让电流偏离 8～10 mA，即可获得所需支线。

为了进一步改善输出功率的稳定性，有人在光栅后面加一压电陶瓷(PZT)，用一反馈电路通过 PZT 控制腔长，就可以获得更佳长期和短期稳定性[5]。我们重复进行了这项实验。我们认为，如果使用金属光栅，可望获得更短的波长输出。

三、结　论

根据实验数据，采用 5# 管较为理想。我们目前正在使用这种激光器，进行测量硅中氧原子微区分布的实验。

致谢——本校学生黄向阳、牟宛峰参加了该实验的前阶段工作，所用光栅由上海光学仪器研究所光栅室提供，在此一并表示感谢。

参 考 文 献

[1] Chsawa A., Honda K., et al., *Appl. Phys.* Lett., **36**(1980), 2.
[2] Rora P., Gatos H. C. and Lagowski J., *J. Electrochemical Society*, **129**(1982), 12.
[3] 何懋麒等，激光，**7**(1980)，5～6.
[4] 赵有源等，光学学报，**2**(1982)，3.
[5] 屠世谷等，中国激光，**10**(1983)，7.

A 9.1 μm CO_2 LASER FOR MEASURING MICRO-DISTRIBUTION OF OXYGEN IN SEMICONDUCTOR MATERIAL

HE MAOQI, WANG GUOYI, ZHAO YOUYUAN,
GAO RUFANG, WANG ZHAOYONG
(*Department of Physics, Fudan University*)

ABSTRACT

The design of a CW CO_2 laser with output characters of 1 W, 9.1 μm TEM_{00} mode which is to be used for measuring micro-distribution of oxygen in semiconductor material is studied experimentally.