

短腔长室温封离式 CO 激光器

周瑛玮

(东北大学, 沈阳, 110006)

罗 霄 林钧岫

(大连理工大学, 大连, 116024)

摘要: 描述了一短腔长室温封离式 CO 激光器。该激光器的有效增益长度为 80cm, 混合气体的比例为 $\text{He}:\text{N}_2:\text{CO}=73:35:1$ 。利用流动的自来水进行冷却, 水温为 10°C 的情况下, 获得了 10 个振转谱带的激光跃迁, 波长范围为 $5.0\sim 6.0\mu\text{m}$, 输出功率为 0.2W, 在关闭一半放电, 有效增益长度仅为 40cm 时, 仍获得 30mW 的激光输出。

关键词: CO 激光器 室温封离式 有效增益长度

A short length room temperature sealed off CW CO laser

Zhou Yingwei

(Northeastern University, Shenyang, 110006)

Luo Xiao, Lin Junxiu

(Dalian University of Technology, Dalian, 116024)

Abstract: A short length room temperature sealed off CW CO laser has been described. It has an active medium length of 80cm, uses a gas mixture of $\text{He}:\text{N}_2:\text{CO}$ equals 73:35:1, cooled with running water at 10°C , laser transitions have been observed in ten rovibrational band, covering the spectral range from 5.0 to 6.0cm. The output is 0.2W. Especially with only half discharge, that means an active medium length of 40cm it could still give out 30mW laser output.

Key words: CO laser room temperature sealed off an active medium length

引 言

CO 激光器自 1964 年由 C. N. Patel^[1] 首次研制成功以来, 在中红外区的激光光谱及许多方面的应用中成为必不可少的相干光源。虽然它不能连续可调, 但它优质的激光束仍不能被许多连续激光器, 如色心激光器及半导体激光器所代替。目前, 在实验室中, 一些 CO 激光器, 如低温流动式 CO 激光器、室温封离式 CO 激光器, 已在许多研究方面如激光磁共振光谱^[2]、用于毒气检测的光声光谱^[3] 中得到广泛的应用。

我们在 1982 年研制成功的宽频带低温流动式 CO 激光器^[4], 其工作波长为 $4.8\mu\text{m}\sim 8.4\mu\text{m}$, 把它用于光声光谱的检测装置中, 用来检测有毒气体如 NO , NO_2 , C_6H_6 , COCl_2 等, 其灵敏度达 10^{-9} ^[5] 量级。但此激光器的不足之处是在其工作时需要用液氮冷却, 且工作气体需要不断地流动, 这就使其工作起来很不方便, 而且造价也比较昂贵。在实际应用中, 对于一组预定的分析对象, 通常并不需要这样宽的波长范围。许多文献上报道的室温封离式 CO 激光器, 工作在 $5.3\mu\text{m}\sim 6.3\mu\text{m}$, 输出功率可达瓦量级(强线)^[6,7], 增益长度一般为 2m~3m, 它们具有不需液氮冷却, 操作方便的特点, 但其激光腔太长, 仍不适合于实际应用。

因此, 为使毒气检测系统在实际中得到应用, 我们需要研制一种小型化、短腔长室温封离式 CO 激光器。

1 实验装置

激光器的结构和实验装置如图 1 所示。激光管由 95 玻璃制成, 全长 110cm。放电分两部分, 管的中部为阴极, 距阴极两端 40cm 处各有一阳极, 阴极由铝构成, 阳极由镍组成。激光管的两端由 CaF_2 窗片按布儒斯特角来封闭。腔的一端为 $R = 10\text{m}$ 的镀金反射镜, 输出耦合通过 $R = 5\text{m}$, 有 $\varnothing 2\text{mm}$ 的小孔的镀金反射镜。有一混气系统用来改变气体的配比。用流动水通过冷却套对激光管进行冷却。阴极与自制的高压电源的负极相连, 其中一阳极接地, 两个阳极都通过稳压装置与高压激光电源的正极相连, 阴极也通过流动水进行冷却, 以便得到最佳的放电效果。

激光束首先通过 Jobin & Yvon HR310 单色仪, 经前置放大器后由液氮冷却的 TeCdHg 探测器探测, 一路接 Tektronics 760 示波器显示其波形, 另一路经 Ithaco 391A 锁相放大器放大之后与计算机相连, 输出结果由带有自制 12 位 A/D 卡的 IBM XT 286 机来记录。

2 结果与讨论

用图 1 所示装置获得了激光输出。在经过对各种气体的配比及放电条件的优化之后, 在计算机上记录了全线振荡时的光谱图(见图 2), 输出功率为 0.2W, 其谱线已全部被标识(见表 1)。已观察到 10 个振转谱带的 p 支跃迁, 波长覆盖范围 $5\mu\text{m} \sim 6\mu\text{m}$ (中红外区), 几乎每条谱线对应 1 个振转谱带。这可解释为: 每个振动能级中, 转动弛豫很快, 其分布是波尔兹曼分布。虽然在两个振动能级间有可能形成多对振转能级的布居数的反转, 但在全线振荡工作时, 一条振转跃迁的激光谱线将使整个振动能级的布居数下降, 从而抑制其它谱线起振。这种现象类似于均匀加宽中各纵模之间的竞争效应。一个令人感兴趣的结果是: 关闭一半放电, 有效增益长度仅为 40cm 时, 仍获得 30mW 的激光输出。本实验中并未使用文献中通常认为必不可少的氙气^[6]。

3 结 论

我们报道了一个短腔长室温封离式 CO 激光器, 实验结果表明, 制作一个像 CO_2 一样小型的 CO 激光器是可能的。根据国内外文献查阅的结果, 在有效增益长度仅为 40cm 时获得 CO 激光输出尚未见报道。预期该结果在 CO 激光器小型化、商品化和实用化方面将具有重要意义。

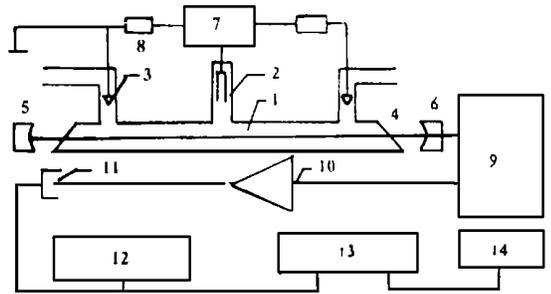


Fig. 1 Schematic illustration of CO laser experiment arrangement

1—laser tube 2—a cathode from aluminum 3—two anodes from Ni 4—two CaF_2 Brewster windows 5—a reflecting mirror 6—a mirror with a hole 7—high voltage power supply 8—stable voltage arrangement 9—monochromatic 10—amplifier 11—TeCdHg infrared detector 12—oscilloscope 13—lock in amplifier 14—computer

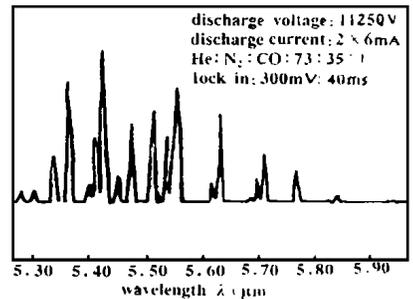


Fig. 2 Recorded spectrum of the CO laser in all line operation

Table 1 Assigned rovibrational transitions of the recorded spectrum(μm)

transitions	wavelength	transitions	wavelength	transitions	wavelength	transitions	wavelength
(7-6) p(22)	5.26976	(9-8) p(22)	5.41384	(11-10) p(21)	5.55209	(14-13) p(19)	5.76562
(7-6) p(24)	5.29422	(9-8) p(23)	5.42646	(12-11) p(20)	5.61722	(15-14) p(17)	5.82251
(8-7) p(22)	5.34093	(10-9) p(19)	5.45084	(12-11) p(21)	5.63028	(15-14) p(18)	5.83586
(8-7) p(23)	5.35322	(10-9) p(21)	5.47581	(13-12) p(19)	5.68396	(16-15) p(19)	5.93503
(8-7) p(24)	5.36586	(11-10) p(18)	5.51415	(13-12) p(20)	5.69711		
(9-8) p(21)	5.40136	(11-10) p(20)	5.53929	(13-12) p(21)	5.71043		

参 考 文 献

- 1 Patel C K N. Phys Rev, 1966; 14(1): 71
- 2 Rohrbeck W, Hinz A, Nelle P *et al.* Appl Phys, 1983; B31(5): 139~ 144
- 3 Bernegger S, Sigrist M W. Appl Phys, 1987; B44(3): 125~ 132
- 4 Lin T X, Rohrbeck W, Urban W. Appl Phys, 1981; B26(1): 73~ 76
- 5 Luo X, Shi F Y, Lin J X. International Journal of Infrared and Millimeter Waves(USA), 1991; 12(2): 141~ 147
- 6 黄元网, 孟刚. 激光, 1979; 6(6): 6~ 9
- 7 雷仕湛, 茅文英, 胡文富 *et al.* 激光, 1979; 6(10): 6~ 8

作者简介: 周瑛玮, 女, 1964 年 12 月出生。工学硕士, 讲师。现从事教学工作及光谱方面的研究工作。

收稿日期: 1998-03-10

• 简 讯 •

《激光技术》杂志连续十年入选为中国科技论文统计源刊

中国科技信息研究所受原国家科委委托, 从 1988 年起, 将我国国内公开出版的数千种自然科学、科技期刊中发表科技论文数量较多、学(技)术水平较高、编辑质量较优, 且能够反映有关专业(学科)最新的科技成果和前沿动态并受到有关专业的读者特别关注的约 1200 种左右的优秀期刊, 选列为中国科技论文统计源刊。到 1997 年为止, 《激光技术》杂志已连续十年入选为电子、通讯与自控类专业的统计源刊。这类刊物中的大多数也是国内图书文献和文摘索引部门选列的核心期刊。

中国科技信息研究所每年对统计源刊上发表的科技论文, 按不同专业(学科), 第一作者所在的机构和地区, 受各项基金资助的情况等进行统计和分析。并按论文数量分类进行排序后, 于每年第 4 季度向全国公布上年度的统计结果, 成为衡量一个地区、单位和科技人员在科技成就与贡献方面的一项重要度量, 并可从一个侧面看出各学科的发展趋势、科技水平、新兴领域的潜力、科技人员的成长、能力分布以及在社会中的地位等, 在国内引起了强烈的反响, 使统计结果成为科研管理和人事部门作为定量评价的有力工具。有些部门还将凡是在统计源刊上发表论文的作者给予奖励和作为个人提职、评奖、申请科学基金和科研项目及各种荣誉的重要依据, 从而促使广大科技人员更积极主动地将高水平的科技论文向统计源刊投送发表, 同时, 也进一步促进了这类刊物质量的提高。

随着时间的推移, 在版期刊的数量、质量和水平都处在不断的动态变化之中, 为此, 按照选刊的要求, 中国科技信息研究所每年对统计源刊的数量要作少量调整, 剔除个别质量平平的期刊, 增加少量未入选的优秀期刊, 吐故纳新, 以保证统计源刊的质量和水平。

注: 迄今为止, 本刊仍为中国科技论文统计源刊。——编者

(本刊读者 范文田 供稿)