



RF 激励全金属 CO₂ 波导激光器散热系统的设计

刘玉华

(佛山科学技术学院 物理学系,广东 佛山 528000)

摘要:探索提高 RF 激励全金属 CO₂ 波导激光器性能稳定,用于批量制造的最佳结构设计和一体化的内外散热系统。研究表明,可有效地将工作气体产生的热量快速传导出腔外,降低和稳定工作气体的温度,提高了激光器输出功率和稳定性,从而解决了激光器件产品化问题,特别是内循环水冷系统的设计大大提高了输出功率和工作性能。

关键词:内循环水冷系统;稳定性;一体化

中图分类号:TN23 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-274X(2013)03-0400-03

Devising of an Inner Hydro-Cooling Circulation System of RF-excited the all metal CO₂ waveguide laser

LIU Yu-hua

(Department of Physics, Foshan University, Foshan 528000, China)

Abstract: To explore the method improving RF-excited full-metal waveguide CO₂ laser stable performance, used to batch manufacturing optimum structure and internal and external cooling system with integration. The results of the study show that the heat produced from working gas can be transferred effectively and rapidly to outside, which can reduce and stabilize working gas temperature, improve the laser output power and stability. So the problem of laser device produced is solved, especially, the design of internal circulation water system has greatly improved the output power and working performance.

Key words: internal and external cooling system; stability; integration

目前,国内市场的中小功率射频激励波导 CO₂ 激光器仍然以进口为主,少数几家公司也进行了产品的研发,但都存在激光输出不稳定,光电转换效率不高,结构较为复杂等问题。我们根据目前工业制造技术,对器件结构进行了优化设计,并通过设计一体化的内外散热系统,达到了降低工作气体温度,提高激光输出稳定性和光电转换效率的目的。此设计制造成本较低,加工方便,适合批量生产,并有望替代同类进口产品,已获得国家实用新型专利。

1 新型器件整体设计

我们设计的新型结构,包括激光腔体、设置在激光腔体内的电感、连接在电感下面的金属板上电极、连接在金属板上电极下面的金属板,连接在金属板下面的下电极。金属板包括两块以上的子金属板,在子金属板间设置有放电区。激光腔体容腔内的除电感、金属板上电极、金属板、金属板下电极、放电区外的部分为密闭的储气室。储气室内是能放电发出激光的气体。其特别之处在于在储气室的外侧的上下4个角的激光腔体的腔壁内设置有循环水冷却通

收稿日期:2012-12-01

基金项目:广东省自然科学基金资助项目(9151022002000009);佛山市科技发展专项基金资助项目(2009010)

作者简介:刘玉华,女,陕西西安人,佛山科学技术学院副教授,从事新型气体激光器件的研制研究。

道,在激光腔体的外侧壁上设置有散热翼片。工作时,一是将激光工作气体的一部分热量通过散热片直接散发出去;二是通过激光器的内部水冷循环系统,有效地将工作气体产生的热量快速吸收、传导并散发出去,达到很高的散热效果,降低和稳定了工作气体温度,改善了激光器的工作特性,增大和稳定了激光器的输出功率和工作性能。

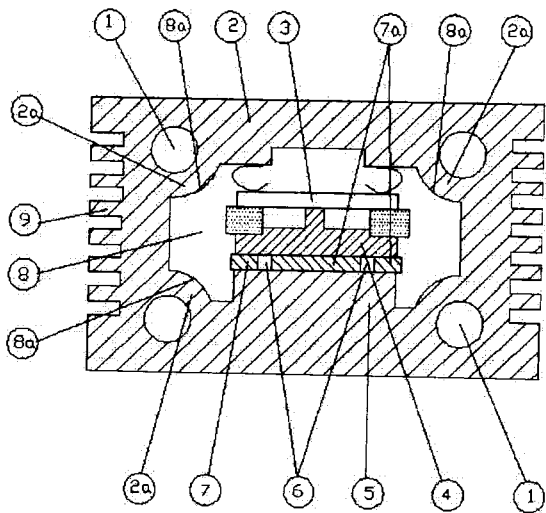


图1 激光器剖面结构示意图
Fig.1 Sectional drawing of laser

图1中:激光腔体2;设置在激光腔体2内的电感3;连接在电感3下面的金属板上电极4;连接在金属板上电极4下面的金属板7;连接在金属板7下面的金属板下电极5。金属板7包括两块以上的子金属板7a,在子金属板7a间设置有放电区6;激光腔体2容腔内的除电感3;金属板上电极4;金属板7;金属板下电极5;放电区6外的部分为密闭的储气室8;储气室8内是能放电发出激光的气体。其特别之处在于在储气室8的外侧的上下角8a的激光腔体2的腔壁2a内设置有带有进口1a、出口1b的循环水冷却通道1,在激光腔体2的外侧壁上设置有散热翼片9。

2 外散热系统的设计

激光器的散热系统对于提高激光器能量转换效率有很大的影响,在激光器件运转过程中,如果可以及时地排除工作气体产生的热量,就可以迅速地使工作气体的温度保持稳定,从而获得高效的 RF 电光转换效率,提高激光和稳定激光输出功率。

我们知道,排除工作气体的热量有两种方式^[1]。目前,国内外中小功率 RF 激励波导 CO₂ 激

光器一般都采用风冷或在谐振腔外镶嵌铜管水冷的方式进行激光器工作物质的散热和冷却,由于铜管不能与金属腔体良好的接触,并且接触面积较小,所以会产生一定的热阻,导热散热和冷却的效果并不理想,以致于对激光器件的工作性能和寿命产生了较大的影响。

我们通过设计一体化的外散热系统,即在激光腔体的外侧壁上设置散热翼片,如图1所示。不仅使工作气体的温度迅速降低,而且提高了 RF 电光转换效率,提高了激光输出的稳定性和功率^[2]。由于激光器腔体是采用金属挤压成型一次完成,如图1中9,为激光腔体外散热片,在激光器运转过程中内循环系统通过冷水循环迅速地先将工作气体散发出的热量传递到金属外壁上,然后直接通过我们设计的外散热片,将热量迅速传递出去,不需要外部设置风冷系统。

3 内散热系统的设计

激光器的内散热系统,是提高激光器输出功率和稳定性的重要保证。如何使工作气体产生的热量迅速传出腔体外,对于降低激光工作气体的温度,提高激光器的稳定性和激光输出功率有重要的作用。我们根据目前的工业制造技术,设计了一体化的内散热水冷循环系统,如图2所示,由于内循环水冷却通道设计在储气室的外侧的上下4个角的激光腔体的腔壁内,与在激光腔体的外侧壁上设置有散热翼片是一体的,故可将工作气体的热量通过内循环水冷通道直接迅速地传导到外散热翼片上,进而传至激光器外部,达到稳定工作气体温度的效果。

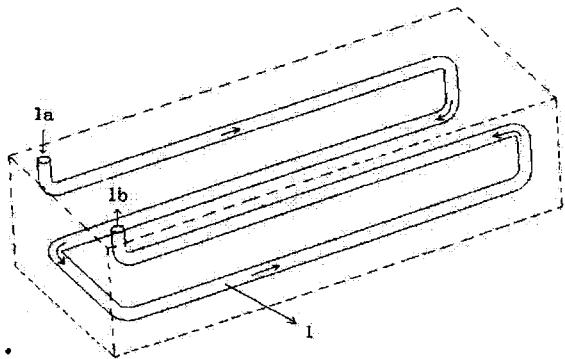


图2 内循环水冷却通道示意图
Fig.2 Internal circulation water system

内循环水冷系统由在储气室的外侧的上下4个角的激光腔体的4个水冷却循环通道,直接与器件的技术外壳相连,这样保证了激光器运转时以及

时将工作气体产生的热量迅速传递到外散热片上,然后直接通过金属外壳传导出腔外去,使激光器迅速达到冷却,达到很高的散热效果,增大和稳定了激光器的输出功率和工作性能。

这样,通过内循环水冷却系统直接将工作物质产生的热量传导到外散热翼片的内外散热系统的有效结合,高效地稳定了工作物质的温度,提高和稳定了激光输出功率,获得高品质的激光输出。

循环水冷却通道 1 截面呈圆柱形,相应的储气室 8 的外侧的上下角 8a 的腔壁 2a 呈圆弧形,带有循环水冷却通道 1、墙体的激光腔体 2 用金属整体挤压成型而成,金属采用铝合金或者铜。

此项研究为该类激光器件的产品化奠定了一定的基础^[3-4]。

4 结 语

本实用新型与已有技术相比,由于采用了在储气室的外侧的上下角的激光腔体的腔壁内设置循环水冷却通道,因此具有能够有效地将工作气体产生的热量快速传导出腔外,从而稳定了激光工作气体的温度,提高了 RF 电光转换效率,稳定和提高了激

光输出功率。

我们设计的 380mm × 72mm × 88mm 3N 型折叠式射频激励全金属波导 CO₂ 激光器,由于设计了一体化的内外散热系统,不仅结构紧凑、器件的散热效果好,而且提高了器件的品质,便于产品化生产。初步实验研究已获得波长为 10.6μm,功率大于 38W 的基模激光输出,稳定性大于 3%/h,光电转换效率为 12.7%。

参考文献:

- [1] 王又良,吴恒莱,萧明强,等. 射频激励 CO₂ 激光器综述[J]. 激光与红外, 2001, 3(1): 10-12.
- [2] 刘玉华. 实用新型射频激励金属波导 CO₂ 激光器的研制[J]. 西北大学学报: 自然科学版, 2011, 41(3): 415-417.
- [3] 田兆硕,王鹏华,慕金龙,等. 射频激励“Z”折叠部分波导 CO₂ 激光器研究[J]. 激光与红外, 2003(5): 942-943.
- [4] 刘玉华. 提高 RF 激励波导 CO₂ 激光器特性的新型结构研究[J]. 西北大学学报: 自然科学版, 2011, 41(1): 30-32.

(编辑 姚 远)

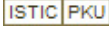
(上接第 392 页)

个标准的光纤布拉格光栅和一短截细芯光纤相熔接。传感结构对微弯或振动表现出高灵敏度,通过测量输出功率的响应有效避免了温度的影响。因此具有极其广泛的应用前景。

参考文献:

- [1] KERSEY A D, DAVIS M A, PATRICK H J, et al. Joseph friebele, fiber grating sensors[J]. Journal of Light-wave Technology, 1997, 15(8): 1442-1460.
- [2] TODD M D, JOHNSON G A, ALTHOUSE B A, et al. Flexural beam-based fiber Bragg grating accelerometers [J]. IEEE Photonics Technology Letters, 1998, 10(11): 1605-1607.
- [3] ZHOU Wen-jun, DONG Xin-yong N K, et al. Temperature-insensitive accelerometer based on a strain-chirped FBG[J]. Sensors and Actuators A, 2010, 157: 15-18.
- [4] CHEN C, ALBERT J. Strain-optic coefficients of individual cladding modes of singlemode fibre: theory and experiment[J]. Electronics Letters, 2006, 42: 1027-1028.
- [5] MIAO Yin-ping, LIU Bo, ZHANG Wei-hua, et al. Dynamic temperature compensating interrogation technique for strain sensors with tilted fiber Bragg gratings [J]. IEEE Photonics Technology Letters, 2008, 20(16): 1393-1395.
- [6] ZHOU Bin, ZHANG A-Ping, HE Sai-ling, et al. Cladding-Mode-Recoupling-Based tilted fiber Bragg grating sensor with a Core-Diameter-Mismatched fiber section [J]. IEEE, Photon J, 2010, 2(2): 152-157.
- [7] GUO Tuan, VAMPV A, CHEN Cheng-kun, et al. Temperature-independent tilted fiber grating vibration sensor based on cladding-core recoupling [J]. Optics Letters, 2008, 33(9): 1004-1006.
- [8] ZHANG A-ping, TAO Xiao-ming, CHUNG Weng-hong, et al. Cladding-mode-assisted recouplings in concatenated long-period and fiber Bragg gratings [J]. Optic Lett, 2002, 27(4): 1241-1216.

(编辑 曹大刚)

作者: 刘玉华, LIU Yu-hua
作者单位: 佛山科学技术学院 物理学系, 广东 佛山, 528000
刊名: 西北大学学报(自然科学版) 
英文刊名: Journal of Northwest University(Natural Science Edition)
年, 卷(期): 2013, 43(3)

参考文献(4条)

1. 王又良;吴恒莱;萧明强 射频激励CO2激光器综述[期刊论文]-激光与红外 2001(01)
2. 刘玉华 实用新型射频激励金属波导CO2激光器的研制[期刊论文]-西北大学学报(自然科学版) 2011(03)
3. 田兆硕;王鹏华;慕金龙 射频激励“Z”折叠部分波导CO2激光器研究 2003(05)
4. 刘玉华 提高RF激励波导CO2激光器特性的新型结构研究[期刊论文]-西北大学学报(自然科学版) 2011(01)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_xbdxxb201303013.aspx