



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103674484 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201310695195. 1

(22) 申请日 2013. 12. 16

(71) 申请人 西安北方捷瑞光电科技有限公司

地址 710075 陕西省西安市高新区高新三路  
9 号新时代大厦

(72) 发明人 蒋军彪 刘健宁 马家君

(74) 专利代理机构 西安西交通盛知识产权代理  
有限责任公司 61217

代理人 黄瑞华

(51) Int. Cl.

G01M 11/00 (2006. 01)

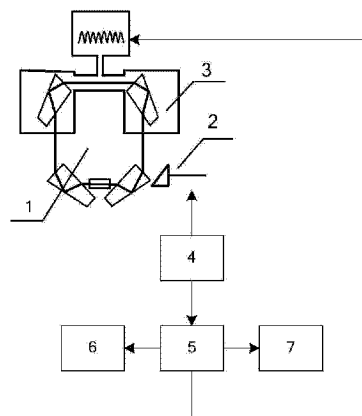
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

### (54) 发明名称

一种棱镜式谐振腔模间增损比检测系统及检测方法

### (57) 摘要

本发明公开了一种棱镜式谐振腔模间增损比检测系统及检测方法,包括与谐振腔模态伺服控制器相连的棱镜式激光器,出射激光束经耦合输出镜至双光窗光电探测器;双光窗光电探测器置于开伺服基座上,开伺服基座分别连接示波器和计算机,开伺服基座并与谐振腔模态伺服控制器相连。方法包括:1) 将棱镜式激光器出射激光束经耦合输出镜投射到双光窗光电探测器;2) 伺服基座施加机械抖动;3) 调制双光窗光电探测器抖动光信号,在示波器上读取;4) 调整双光窗光电探测器相对于棱镜式激光器输出光的位置,至两路信号幅值相等;5) 双光窗光电探测器采集光强信号输入伺服基座;6) 结果输送到计算机。该系统可视化操作简单、处理快捷、检测结果准确。



1. 一种棱镜式谐振腔模间增损比检测系统,包括一与谐振腔模态伺服控制器(3)相连的棱镜式激光器(1),其特征在于,所述棱镜式激光器(1)谐振腔出射的激光束通过四个全反射镜反射后的光束经耦合输出镜(2)出射,出射的激光束通过耦合输出镜(2)投射到双光窗光电探测器(4)表面;所述双光窗光电探测器(4)置于开伺服基座(5)上,开伺服基座(5)分别连接至示波器(6)和计算机(7),开伺服基座(5)并与谐振腔模态伺服控制器(3)相连。

2. 如权利要求1所述一种棱镜式谐振腔模间增损比检测系统,其特征在于,所述棱镜式激光器(1)上设有谐振腔模态伺服控制器(3),所述谐振腔模态伺服控制器(3)包括一微晶玻璃保护罩(3-3),微晶玻璃保护罩(3-3)上设有合金加热丝(3-1)。

3. 如权利要求2所述一种棱镜式谐振腔模间增损比检测系统,其特征在于,所述谐振腔模态伺服控制器(3)上微晶玻璃保护罩(3-3)下设有橡胶密封圈(3-2)。

4. 一种棱镜式谐振腔模间增损比检测方法,其特征在于,包括下述步骤:

1) 将棱镜式激光器(1)与谐振腔模态伺服控制器(3)相连,棱镜式激光器(1)出射的激光束通过耦合输出镜(2)投射到双光窗光电探测器(4)表面;

2) 并打开伺服基座(5)的机械抖动开关,施加机械抖动;

3) 置于伺服基座(5)上的双光窗光电探测器(4)表面由于机械抖动对光信号的调制,将获得两路信号,将这两路信号接在示波器(5)上读取;

4) 调整双光窗光电探测器(4)相对于耦合输出镜(2)出射的光斑的位置,使两路信号幅值相等,以此保证双光窗光电探测器(4)位置恰当对准棱镜式激光器(1)输出光斑;

5) 由双光窗光电探测器(4)采集的光强信号通过A/D转换模块进行模拟信号到数字信号的转换,并将转换后的数字信号输入伺服基座(5)中;

6) 经由控制电路对信号进行滤波、比较幅值后,将结果输送到计算机(7)中,通过编写的程序直接显示出来;

7) 伺服基座(5)同时控制谐振腔模态伺服控制器(3)对棱镜式激光器(1)的出射光束控制。

5. 如权利要求4所述一种棱镜式谐振腔模间增损比检测方法,其特征在于,利用双光窗光电探测器(4)施加小幅机械抖动,抖动频率为350Hz,通过示波器判断由双光窗光电探测器所得两路信号等幅的方式保证光电探测器位置精确恰当。

6. 如权利要求4所述一种棱镜式谐振腔模间增损比检测方法,其特征在于,利用谐振腔模态控制伺服机构(3)中的合金加热丝(3-1)、微晶玻璃保护罩(3-3),橡胶密封圈(3-2)作为谐振腔模态控制伺服机构的主要部件,通过升高、降低合金加热丝(3-1)上的电压,控制环形棱镜式激光器(1)光路中一段空气的密度,从而控制棱镜式激光器(1)谐振腔光学腔长,实现激光器工作模式状态的实时控制。

7. 如权利要求6所述一种棱镜式谐振腔模间增损比检测方法,其特征在于,所述升高、降低合金加热丝(3-1)上的电压为0~15V。

8. 如权利要求6所述一种棱镜式谐振腔模间增损比检测方法,其特征在于,所述控制环形棱镜式激光器(1)光路中一段空气密度为1~1.07KPa。

9. 如权利要求6所述一种棱镜式谐振腔模间增损比检测方法,其特征在于,所述棱镜式激光器(1)谐振腔光学腔长为0.45m,光学腔长扫描变化量为1个光波长632.8nm。

## 一种棱镜式谐振腔模间增损比检测系统及检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及精密装配技术领域,特别涉及一种棱镜式谐振腔模间增损比检测系统及检测方法。

### 背景技术

[0002] 对于有着高性能稳定度要求的相干检测激光光源——棱镜式环形激光器而言,其各光学元件装配位置是否恰当、一致,直接关系激光器工作时性能的稳定性。这种激光器对关键部件装配位置的精度要求很高,一般几十纳米的偏差就足以差生影响,由于偏差细微,直接检测非常困难。为此,本发明根据激光器工作原理设计了新的检测方案,即通过检测谐振腔各振荡模式(纵模)的增益——损耗比,并进行量化比较的办法,间接检测谐振腔光学部件的装配精度,实践证明这种方案检测灵敏度很高,满足工程实际需求。这套检测系统读出的谐振腔输出光强随纵模移动起伏变化的波形,能够有效反应谐振腔各纵模间增益——损耗的综合情况。可以作为衡量谐振腔棱镜、光阑装配位置的主要手段。研制一种棱镜式谐振腔模间增损比检测系统,以及“利用双光窗光电探测器配合小抖动对光”、“通过热过程改变谐振腔光学腔长,达到扫描谐振腔工作模式”的技术方案,对填补对谐振腔光阑、合光棱镜装配位置是否恰当的检测方案的空白成为目前本领域亟待解决的技术问题。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种棱镜式谐振腔模间增损比检测系统及检测方法,以解决这种激光器装配过程中各光学件装配位置准确度难以衡量的技术问题,从而实现对这种高工作稳定要求的激光器装配质量的有效控制。

[0004] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0005] 一种棱镜式谐振腔模间增损比检测系统,包括一与谐振腔模态伺服控制器相连的棱镜式激光器,所述棱镜式激光器谐振腔出射的激光束通过四个全反射镜反射后的光束经耦合输出镜出射,出射的激光束通过耦合输出镜投射到双光窗光电探测器表面;所述双光窗光电探测器置于开伺服基座上,开伺服基座分别连接至示波器和计算机,开伺服基座并与谐振腔模态伺服控制器相连。

[0006] 进一步地,所述棱镜式激光器上设有谐振腔模态伺服控制器,所述谐振腔模态伺服控制器包括一微晶玻璃保护罩,微晶玻璃保护罩上设有合金加热丝。

[0007] 进一步地,所述谐振腔模态伺服控制器上微晶玻璃保护罩下设有橡胶密封圈。

[0008] 相应地,本发明进而给出了一种棱镜式谐振腔模间增损比检测方法,包括下述步骤:

[0009] 1) 将棱镜式激光器与谐振腔模态伺服控制器相连,棱镜式激光器出射的激光束通过耦合输出镜投射到双光窗光电探测器表面;

[0010] 2) 并打开伺服基座的机械抖动开关,施加机械抖动;

[0011] 3) 置于伺服基座上的双光窗光电探测器表面由于机械抖动对光信号的调制,将获

得两路信号,将这两路信号接在示波器上读取;

[0012] 4) 调整双光窗光电探测器相对于棱镜式激光器出射光斑的位置,使两路信号幅值相等,以此保证双光窗光电探测器位置恰当对准棱镜式激光器的出射光;

[0013] 5) 由双光窗光电探测器采集的光强信号通过 A/D 转换模块进行模拟信号到数字信号的转换,并将转换后的数字信号输入伺服基座中;

[0014] 6) 经由控制电路对信号进行滤波、比较幅值后,将结果输送到计算机中,通过编写的程序直接显示出来;

[0015] 7) 伺服基座同时控制谐振腔模态伺服控制器对棱镜式激光器的出射光束控制。

[0016] 进一步地,利用双光窗光电探测器施加小幅机械抖动,抖动频率为 350Hz,通过示波器判断由双光窗光电探测器所得两路信号等幅的方式保证光电探测器位置精确恰当。

[0017] 进一步地,利用谐振腔模态控制伺服机构中的合金加热丝、微晶玻璃保护罩,橡胶密封圈作为谐振腔模态控制伺服机构的主要部件,通过升高、降低合金加热丝上的电压,控制环形棱镜式激光器光路中一段空气的密度状况,从而控制棱镜式激光器谐振腔光学腔长,实现激光器工作模式状态的实时控制。

[0018] 进一步地,所述升高、降低合金加热丝上的电压为 0 ~ 15V。

[0019] 进一步地,所述控制环形棱镜式激光器光路中一段空气密度为 1 ~ 1.07 个标准大气压 (KPa)。

[0020] 进一步地,所述棱镜式激光器谐振腔光学腔长为 0.45m,光学腔长扫模变化量为 1 个光波长 (632.8nm)。

[0021] 本套系统利用棱镜式激光器输出光强随工作模式 (纵模) 移动而起伏,其扫描获得的曲线 (增益与损耗结果) 与各光学件装配 “深、浅” 直接相关的原理,由伺服基座控制的谐振腔模态伺服控制器在数字电路的控制下扫描出激光器各纵模的增益曲线,通过软件对比激光器不同模式增益曲线的高低,确定激光器谐振腔装配质量合格,保证装配一致性。

[0022] 本发明将激光器固定在伺服基座上,通过伺服基座施加小抖动,并保证双光窗光电探测器得到的两路信号等幅的办法,使光电探测器检测位置最佳。再通过谐振腔模式伺服控制器扫描谐振腔模式,计算机自动比较扫描结果,输出谐振腔装配质量检测结果报告。

[0023] 本发明具有以下优点:光电探测器检测位置采用间接、高灵敏度的判定方法,保证检测时光电探测器位置最佳,从而保证检测结果可靠。谐振腔模式伺服控制器采用加热器扫模替代了传统压电元件扫模,获得了适合于棱镜式谐振腔的模态控制方案;设计了操作界面及控制软件,整个检测过程可视化操作简单、处理快捷、检测结果准确;设计了一套结构稳定,适应于输出光对准的工装夹具。

[0024] 本装配系统已在工程实际中得到应用,测试结果准确、有效、直观,只需稍作改进,原理上可适用于各类高精度相干检测用激光光源的精密定位装配结果的检测及激光器增损比检测的要求。该系统对棱镜式激光器光学部件装配位置的准确检测有重要意义。

## 附图说明

[0025] 图 1 为本发明一种棱镜式谐振腔模间增损比检测系统的结构示意图。

[0026] 图 2 为本发明谐振腔模态控制伺服器结构示意图。

[0027] 图 3 (a)、图 3 (b)、图 3 (c) 为本发明输出的谐振腔模式间增益损耗比检测结果

图。

[0028] 图中:1-棱镜式激光器;2-耦合输出镜;3-谐振腔模态伺服控制器;4-双光窗光电探测器;5-伺服基座;6-示波器;7-计算机;3-1-合金加热丝;3-2-橡胶密封圈;3-3-微晶玻璃保护罩。

### 具体实施方式

[0029] 下面结合附图对本发明做进一步详细描述。

[0030] 请参阅图1所示,本发明是一种棱镜式谐振腔模间增损比检测系统,包括:棱镜式激光器1、耦合输出镜2、谐振腔模态伺服控制器3、双光窗光电探测器4、伺服基座5、示波器6、计算机7。

[0031] 与谐振腔模态伺服控制器3相连有棱镜式激光器1,棱镜式激光器1谐振腔出射的激光束通过四个全反射镜反射后的光束经耦合输出镜2出射,出射的激光束通过耦合输出镜2投射到双光窗光电探测器4表面;双光窗光电探测器4置于开伺服基座5上,开伺服基座5分别连接至示波器6和计算机7,开伺服基座5并与谐振腔模态伺服控制器3相连,在伺服基座5中设有控制电路和A/D转换模块。

[0032] 如图2所示,棱镜式激光器1上设有谐振腔模态伺服控制器3,谐振腔模态伺服控制器3包括一微晶玻璃保护罩3-3,微晶玻璃保护罩3-3上设有合金加热丝3-1。谐振腔模态伺服控制器3上微晶玻璃保护罩3-3下设有橡胶密封圈3-2。

[0033] 本发明棱镜式谐振腔模间增损比检测方法如下:

[0034] 由棱镜式谐振腔1出射的光通过耦合输出镜2投射到双光窗光电探测器4表面,并打开伺服基座5的机械抖动开关,施加频率为350Hz的机械抖动。此时,在双光窗光电探测器4表面由于机械抖动对光信号的调制,将获得两路信号,将这两路信号接在示波器5上读取。调整光电探测器4的位置,尽可能使两路信号幅值相等,以此保证光电探测器4位置恰当对准。由光电探测器采集的光强信号通过A/D转换模块进行模拟信号到数字信号的转换,并将转换后的数字信号输入伺服基座5中。经由控制电路对信号进行滤波、比较幅值后,将结果输送到计算机7中,通过编写的程序直接显示出来。伺服基座同时控制谐振腔模态伺服控制器3的工作。

[0035] 本发明利用双光窗光电探测器和施加小幅机械抖动,通过示波器判断由双光窗光电探测器所得两路信号等幅的方式保证光电探测器位置精确恰当。利用合金加热丝、微晶玻璃保护罩,橡胶密封圈作为谐振腔模态控制伺服机构的主要部件,通过升高、降低加热丝上的电压范围为0~15V,控制环形激光器光路中一段空气的密度为1~1.07个标准大气压(KPa),从而控制谐振腔光学腔长增减1个波长(632.8nm),实现激光器工作模式状态的实时控制。

[0036] 本实施例如下:

[0037] 将待装配棱镜式激光器固定在伺服基座的抖动杆上,需保证抖动杆上套氟塑料套筒以减震保护谐振腔,谐振腔体不直接与抖动杆接触。引燃激光器,打开伺服基座上机械抖动开关。将双光窗光电探测器靠近激光器输出光,此时在示波器上可观察到幅值不等的两路信号,通过调整支架微调光电探测器位置,使两路信号幅度相等。打开计算机,打开专用测试软件,控制谐振腔模态伺服控制器内的加热丝发热,开始激光器模态扫描过程,1分钟

后模态扫描完成,系统获得谐振腔不同纵模的增损比对比曲线。根据对比曲线上不同峰值的高度关系,系统自动判定该次装配是否合格,如合格,可停止系统工作,关闭电源;如装配结果不合格,需要重新扫模,再次验证。必要时,重新装配谐振腔。

[0038] 在实际测量中由于位置调整夹具方便、实用,可以保证3~5分钟内完成一个谐振腔模间增损比的检测。

[0039] 本发明通过将棱镜式激光器固定在伺服基座上,通过伺服基座施加小抖动,并保证双光窗光电探测器得到的两路信号等幅的办法,使双光窗光电探测器检测位置最佳。再通过谐振腔模式伺服控制器扫描谐振腔模式,计算机自动比较扫描结果,输出谐振腔装配质量检测结果报告。

[0040] 图3给出了本发明输出的谐振腔模式间增益损耗比检测结果图。其中,图3(a)对应装配限模“浅”的谐振腔测试结果,图3(b)对应装配限模“适中”的谐振腔测试结果,图3(c)对应装配限模“深”的谐振腔测试结果。

[0041] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施方式仅限于此,对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干简单的推演或替换,都应当视为属于本发明由所提交的权利要求书确定专利保护范围。

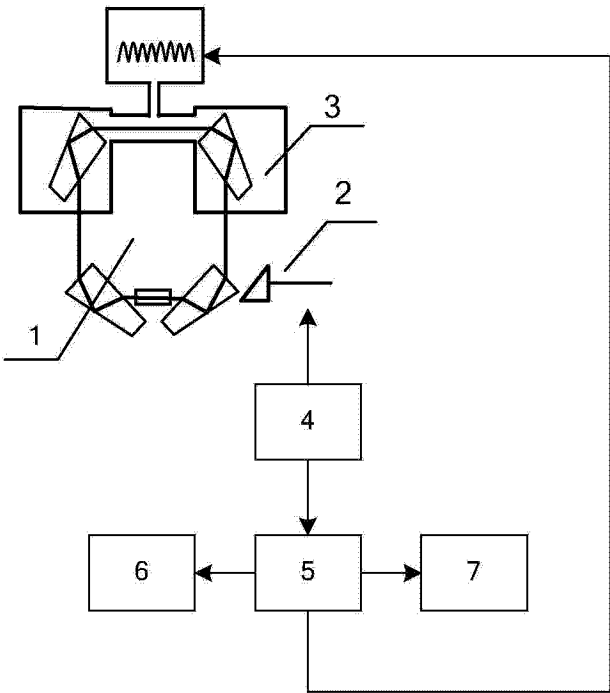


图 1

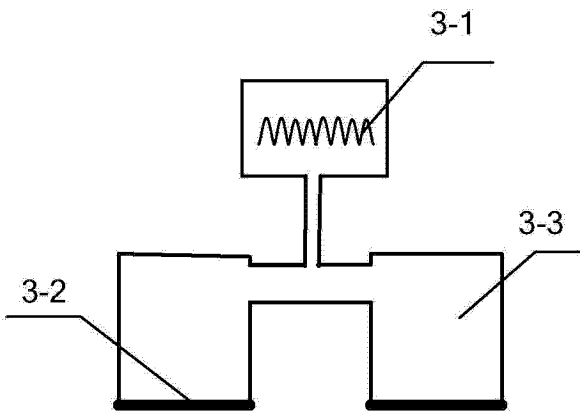


图 2

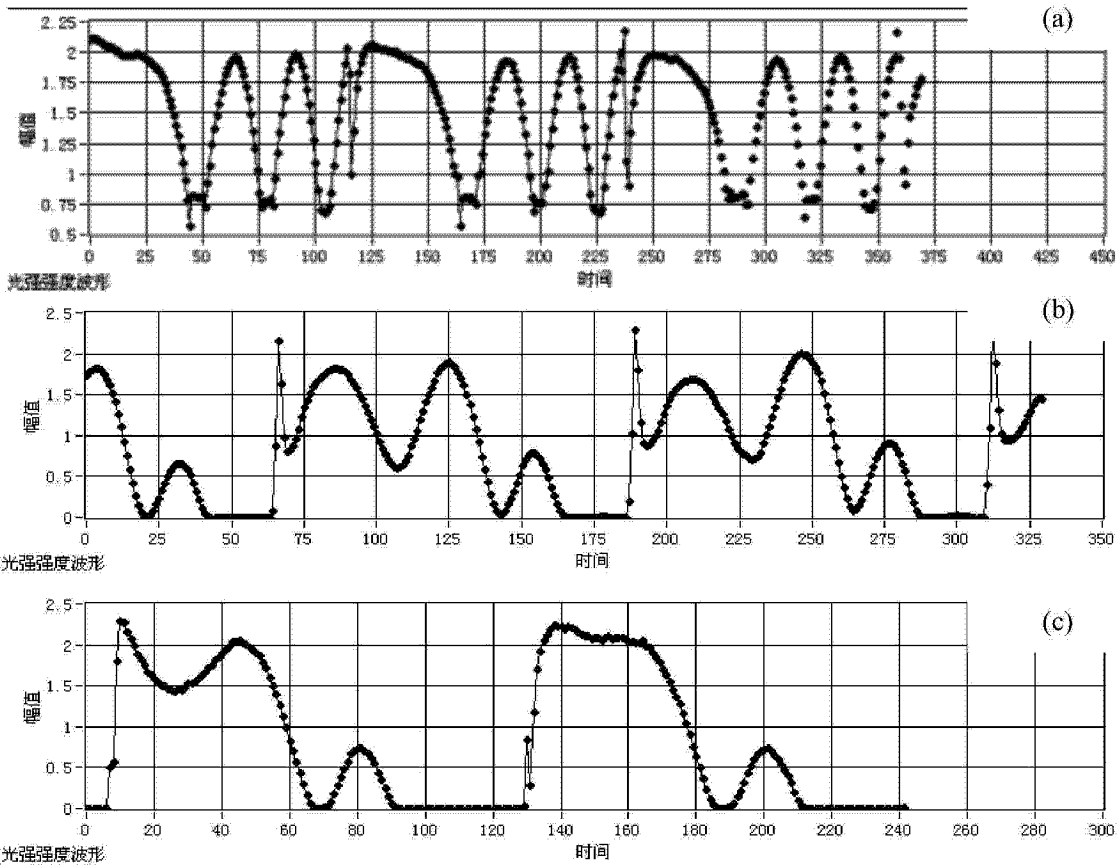


图 3