



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104713539 B

(45)授权公告日 2018.10.12

(21)申请号 201310675655.4

(22)申请日 2013.12.11

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104713539 A

(43)申请公布日 2015.06.17

(73)专利权人 中国航空工业第六一八研究所

地址 710065 陕西省西安市雁塔区电子一路92号

(72)发明人 陈林峰 韩宗虎 王京献 杨洪友 傅鑫 李龙

(74)专利代理机构 中国航空专利中心 11008

代理人 杜永保

(51)Int. Cl.

G01C 19/66(2006.01)

(56)对比文件

CN 101975574 A, 2011.02.16,

CN 102147254 A, 2011.08.10,

US 4963026 A, 1990.10.16,

CN 202284954 U, 2012.06.27,

US 5189487 A, 1993.02.23,

刘建宁.全反射棱镜式激光陀螺稳频技术研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑》.2012,(第12期),第5-10、15-18、37-39页.

刘建宁.全反射棱镜式激光陀螺稳频技术研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑》.2010,(第12期),第5-10、15-18、37-39页.

黄勇,蒋军彪.棱镜激光陀螺数字稳光强稳腔长控制系统.《弹箭与制导学报》.2008,第28卷(第6期),第66-69页.

潘献飞等.激光陀螺数字直流稳频系统设计.《中国惯性技术学报》.2006,第14卷(第3期),第61-62页.

刘健宁等.全反射棱镜式环形激光器合光输出及陀螺精度特性分析.《中国激光》.2013,第40卷(第1期),第1-6页.

谭新洪,杜建邦.激光陀螺数字式稳频方法的研究.《计量学报》.2002,第23卷(第3期),第216-218页.

审查员 段竹青

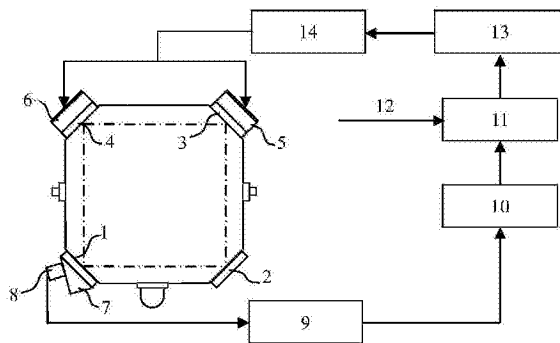
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种激光陀螺腔长控制系统及控制方法

(57)摘要

本发明属于激光陀螺技术,涉及一种用于激光陀螺腔长控制的方法。本发明利用激光陀螺经合光后输出的拍频信号进行腔长控制:将拍频信号进行幅值检波,经与参考电压求差放大后得到腔长控制信号,通过三点比较法控制使得该信号稳定在极大值(增益曲线的顶点),从而实现腔长的稳定。本发明利用激光陀螺经合光输出的拍频信号进行腔长控制,无需接收陀螺顺、逆时针光的光电转换器、分光棱镜以及前置放大器,只需要1个输出镜,显著降低了成本,简化了陀螺装调工序并显著降低了腔损耗,从而有利于陀螺精度的提高。



1. 一种激光陀螺腔长控制系统,其特征在于,包括激光陀螺谐振腔和控制电路,其中,激光陀螺谐振腔包括四个对角反射镜构成闭合光路,其中,3个为高反镜,1个为输出镜,且输出镜上设置合光棱镜,控制电路一端经光电转换器接收合光棱镜的光信号,将拍频信号的幅值作为腔长控制信号来源,通过三点比较法将拍频信号的幅值稳定在极大值,另一端经电压放大器连接控制激光陀螺谐振腔的两个稳频球面高反镜的压电陶瓷上。

2. 根据权利要求1所述的激光陀螺腔长控制系统,其特征在于,所述控制电路包括顺次连接的光电转换器、前置放大器、幅值检波器、差分放大器、PID控制器和电压放大器。

3. 根据权利要求1所述的激光陀螺腔长控制系统,其特征在于,3个高反镜除两个带有压电陶瓷的稳频球面镜外,另一个高反镜为平面镜。

4. 一种激光陀螺腔长控制方法,其特征在于,基于权利要求1所述的激光陀螺腔长控制系统,先对激光陀螺经合光后输出的拍频信号进行幅值检波,经与参考电压求差放大后得到腔长控制信号,通过三点比较法控制使得该信号稳定在极大值,达到腔长的稳定。

5. 根据权利要求4所述的激光陀螺腔长控制方法,其特征在于,具体步骤如下:

步骤1:谐振腔输出镜输出光经合光后产生拍频信号

谐振腔内顺、逆时针光经过输出镜输出,并经合光棱镜合光产生拍频信号,该拍频信号为直流信号上叠加有交流分量;

步骤2:然后由前置放大器滤除直流信号,并对交流信号进行放大;

步骤3:由幅值检波器检测出该交流信号的幅值,并对该幅值进行差分放大,该幅值能够表征激光陀螺在增益曲线上的工作点位置;

步骤4:利用三点比较法将工作点稳定在增益极值

设定当前的稳频PZT电压为2,将PZT电压增加step至3,输出的拍频信号幅值为A3,将PZT电压减小 $2 \times \text{step}$ 至1,输出的拍频信号幅值为A1,再将PZT电压增加step回复至2,输出的拍频信号幅值为A2,根据这3点的电压大小关系,确定加载在PZT上的电压是增加、减小或维持不变,具体为:

$A3 > A2 > A1$, 则 $PZT = PZT + \text{step}$;

$A3 < A2 < A1$, 则 $PZT = PZT - \text{step}$;

$A2 > A1$ 且 $A2 > A3$, PZT维持不变。

一种激光陀螺腔长控制系统及控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于激光陀螺技术,涉及一种用于激光陀螺腔长控制的方法。

背景技术

[0002] 激光陀螺是一种基于Sagnac效应的光学陀螺。当载体相对于惯性空间有转速为 Ω 的转动时,激光陀螺将会产生一个正比于该转速的拍频输出,如(1)式所示:

$$[0003] \quad \Delta v = \frac{4A}{L\lambda} \Omega = K\Omega \quad (1)$$

[0004] 其中: Δv 为拍频

[0005] A为环形光路所包围的面积

[0006] L为环形光路的光程长度

[0007] Ω 为转动角速度

[0008] λ 为激光工作波长

[0009] K为激光陀螺的标度因数

[0010] 由于具有启动快、动态范围宽、线性度好、数字输出等诸多优点,激光陀螺在许多领域取代了传统的机械式陀螺,已经成为现代导航、制导与控制系统的核心传感器。

[0011] 由(1)式知,要获得精确的角速度测量必须要求标度因数高度稳定。当环境温度改变时,引起环路光程长度L发生变化,从而导致标度因数发生变化。因此必须采取腔长控制(稳频)技术才能确保激光陀螺在全温度范围内正常工作,以获得精确的角速度测量,稳频精度是决定激光陀螺性能水平的关键因素之一。

[0012] 传统的方法是采用压电交流调制来控制腔长,即在稳频压电陶瓷上施加频率为几kHz交流电压信号,对激光陀螺的腔长进行调制,光电接收器接收顺逆时针光,经带通放大和得到交流光强,经相敏解调得到腔长控制误差信号,通过闭环控制使得该误差信号稳定在零值,从而实现腔长的稳定,使得激光陀螺工作在增益曲线的顶点(光强最大处)。

[0013] 图1是压电交流调制腔长控制原理图,如图1所示: v_0 为激光陀螺第q个纵模的增益曲线的中心频率。在稳频压电陶瓷上施加频率为几kHz的正弦扫描电压。当谐振腔内激光工作频率 $v < v_0$ 时,即工作点位于增益曲线峰值点的左边时,经过光电转换器输出的信号为与扫描信号同频同相的电压信号,经求和放大和带通滤波器后进入到相敏检波器中,经整流器输出一正的直流电压,经过PID控制器后,输出控制电压加到稳频压电组件上,驱动压电陶瓷使腔长变长,从而驱动工作点向增益曲线的峰值点移动。当 $v > v_0$ 时,经过光电转换器输出的信号为与扫描信号同频反相的电压信号,经求和放大和带通滤波器后进入到相敏检波器中,经整流器输出一负的直流电压,经过PID控制器后,输出控制电压加到稳频压电组件上,驱动压电陶瓷使腔长变短,从而驱动工作点向多普勒增益曲线的峰值点移动。当 $v \approx v_0$ 时,输出信号的频率是扫描信号频率的2倍,由于带通滤波的选通频率与扫描信号频率一致,故该信号不能通过带通滤波器,因而无输出电压加到压电陶瓷组件上,当前工作点就是增益曲线的峰值点。

发明内容

[0014] 本发明的目的:提供一种能够利用拍频信号进行激光陀螺腔长控制的方法。

[0015] 本发明的技术方案:一种激光陀螺腔长控制系统,其包括激光陀螺谐振腔和控制电路,其中,激光陀螺谐振腔包括四个对角反射镜构成闭合光路,其中,3个为高反镜,1个为输出镜,且输出镜上设置合光棱镜,控制电路一端经光电转换器接收合光棱镜的光信号,一端经电压放大器连接控制激光陀螺谐振腔的两个稳频球面高反镜的压电陶瓷上。

[0016] 所述控制电路包括顺次连接的光电转换器、前置放大器、幅值检波器、差分放大器、PID控制器和电压放大器。

[0017] 3个高反镜除两个带有压电陶瓷的稳频球面镜外,另一个高反镜为平面镜。

[0018] 一种激光陀螺腔长控制方法,其对激光陀螺经合光后输出的拍频信号进行幅值检波,经与参考电压求差放大后得到腔长控制信号,通过三点比较法控制使得该信号稳定在极大值,达到腔长的稳定。

[0019] 所述的激光陀螺腔长控制方法,其具体步骤如下:

[0020] 步骤1:谐振腔输出镜输出光经合光后产生拍频信号

[0021] 谐振腔内顺、逆时针光经过输出镜输出,并经合光棱镜合光产生拍频信号,该拍频信号为直流信号上叠加有交流分量;

[0022] 步骤2:然后由前置放大器滤除直流信号,并对交流信号进行放大;

[0023] 步骤3:由幅值检波器检测出该交流信号的幅值,并对该幅值进行差分放大,该幅值能够表征激光陀螺在增益曲线上的工作点位置;

[0024] 步骤4:利用三点比较法将工作点稳定在增益极值

[0025] 设定当前的稳频PZT电压为2,将PZT电压增加step至3,输出的拍频信号幅值为A3,将PZT电压减小 $2 \times \text{step}$ 至1,输出的拍频信号幅值为A1,再将PZT电压增加step回复至2,输出的拍频信号幅值为A2,根据这3点的电压大小关系,确定加载在PZT上的电压是增加、减小或维持不变,具体为:

[0026] $A3 > A2 > A1$,则 $PZT = PZT + \text{step}$;

[0027] $A3 < A2 < A1$,则 $PZT = PZT - \text{step}$;

[0028] $A2 > A1$ 且 $A2 > A3$,PZT维持不变。

[0029] 本发明的优点和有益效果是:利用激光陀螺经合光输出的拍频信号进行腔长控制,无需传统腔长控制方法中用到的接收陀螺顺、逆时针光的光电转换器以及前置放大器,显著降低了成本;利用激光陀螺经合光输出的拍频信号进行腔长控制,只需要1个输出镜(传统方法需要2个),显著降低了腔损耗,有利于陀螺精度的提高;利用激光陀螺经合光输出的拍频信号进行腔长控制,无需传统腔长控制方法中需要用到的分光棱镜和光电转换器,简化了陀螺装调工序。

附图说明

[0030] 图1是现有技术压电交流调制腔长控制原理图;

[0031] 图2是本发明用于激光陀螺腔长控制的方法的结构图;

[0032] 图3是本发明用于激光陀螺腔长控制的方法的原理图;

[0033] 其中,1-平面反射镜(部分透射输出)、2-平面反射镜、3-球面反射镜、4球面反射镜、5-稳频压电组件、6-稳频压电组件、7-合光棱镜、8-双光窗光电转换器、9-前置放大器、10-幅值检波器、11-差分放大器、12-参考电压、13-PID控制器、14-电压放大器。

具体实施方式

[0034] 下面结合附图对本发明作进一步的说明:

[0035] 请参阅图2,其为本发明激光陀螺腔长控制系统的结构图。本发明激光陀螺腔长控制系统由环形激光谐振腔和控制电路组成。环形激光谐振腔包括四个对角反射镜1、2、3、4,构成闭合光路。4个反射镜中,3个为高反镜,无透射光输出,1个为输出镜,环形激光谐振腔内顺、逆时针光的小部分能量通过该镜输出到谐振腔外,所述输出镜上安装有合光棱镜7,通过该合光棱镜将输出到谐振腔外的顺、逆光合光形成干涉条纹,所述合光棱镜上安装有双光窗光电转换器8,用于将干涉条纹(光信号)转换为电信号。控制电路的前置放大器连接到双光窗光电转换器,控制电路的电压放大器输出连接到稳频压电组件5、6的压电陶瓷上,以控制腔长。控制电路包括顺次连接的前置放大器9、幅值检波器10、差分放大器11、PID控制器13和电压放大器14。参考电压12连接到差分放大器。

[0036] 本发明用于激光陀螺腔长控制的方法对激光陀螺经合光后输出的拍频信号进行幅值检波,经与参考电压求差放大后得到腔长控制信号,通过三点比较法控制使得该信号稳定在极大值(增益曲线的顶点),从而达到腔长的稳定。

[0037] 本发明三点比较法得到光强极值的具体步骤为:

[0038] 步骤1:谐振腔输出镜输出光经合光后产生拍频信号

[0039] 谐振腔内顺、逆时针光经过输出镜输出,并经合光棱镜合光产生拍频信号,该拍频信号为直流信号上叠加有交流分量;

[0040] 步骤2:然后由前置放大器滤除直流信号,并对交流信号进行放大;

[0041] 步骤3:由幅值检波器检测出该交流信号的幅值,并对该幅值进行差分放大,该幅值能够表征激光陀螺在增益曲线上的工作点位置;

[0042] 步骤4:利用三点比较法将工作点稳定在增益极值

[0043] 如图3所示,设定当前的稳频PZT电压为2,将PZT电压增加step至3,输出的拍频信号幅值为A3,将PZT电压减小 $2 \times \text{step}$ 至1,输出的拍频信号幅值为A1,再将PZT电压增加step回复至2,输出的拍频信号幅值为A2,根据这3点的电压大小关系,确定加载在PZT上的电压是增加、减小或维持不变,具体为:

[0044] $A3 > A2 > A1$,则 $PZT = PZT + \text{step}$;

[0045] $A3 < A2 < A1$,则 $PZT = PZT - \text{step}$;

[0046] $A2 > A1$ 且 $A2 > A3$,PZT维持不变。

[0047] 本专利方法的优点为:

[0048] 1利用激光陀螺经合光输出的拍频信号进行腔长控制,无需传统腔长控制方法中用到的接收陀螺顺、逆时针光的光电转换器以及前置放大器,显著降低了成本。

[0049] 2利用激光陀螺经合光输出的拍频信号进行腔长控制,只需要1个输出镜(传统方法需要2个),显著降低了腔损耗,有利于陀螺精度的提高。

[0050] 3利用激光陀螺经合光输出的拍频信号进行腔长控制,无需传统腔长控制方法中

需要用到的分光棱镜和光电转换器,简化了陀螺装调工序。

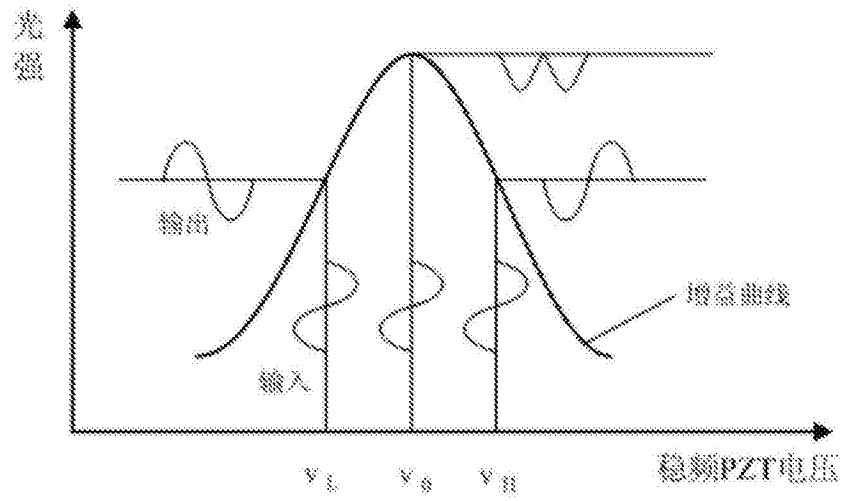


图1

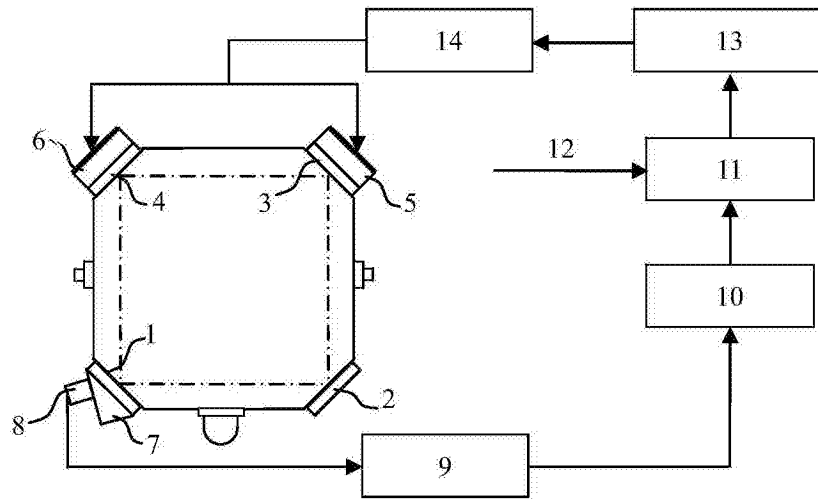


图2

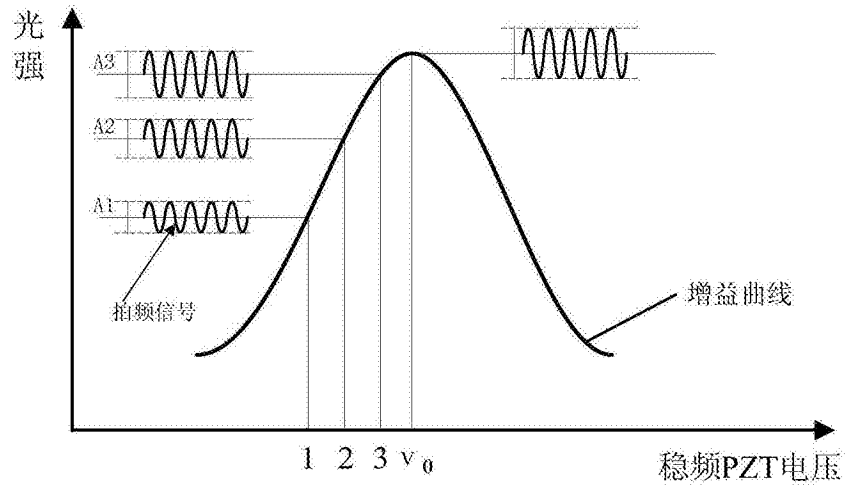


图3