

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01C 19/64 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200610081172.1

[43] 公开日 2006 年 10 月 25 日

[11] 公开号 CN 1851402A

[22] 申请日 2006.5.24

[21] 申请号 200610081172.1

[71] 申请人 北京航空航天大学

地址 100083 北京市海淀区学院路 37 号

[72] 发明人 冯丽爽 张春熹 刘惠兰 杨德伟
林 恒 马迎建 刘 恒 贺 斌
许光磊

[74] 专利代理机构 北京永创新实专利事务所
代理人 周长琪

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页

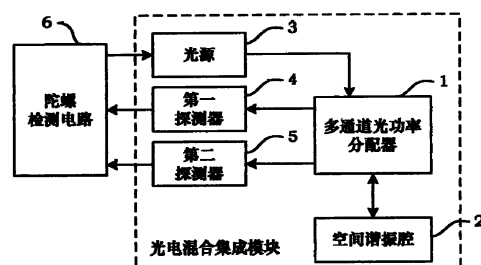
[54] 发明名称

空间谐振式微光机电陀螺

[57] 摘要

本发明公开了一种空间谐振式微光机电陀螺，由陀螺检测电路模块和光电混集成模块组成，光电混集成模块由光源、第一探测器、第二探测器、多通道光功率分配器和空间谐振腔组成，光源输出端与多通道光功率分配器输入端光耦合连接，多通道光功率分配器输出端与空间谐振腔、第一探测器、第二探测器光耦合连接；多通道光功率分配器输出的一路平行光经菲涅耳微透镜 A 射入空间谐振腔中，且在空间谐振腔内形成顺时针传播的平行光，所述顺时针传播的平行光经菲涅耳微透镜 B 射出至第二探测器中；多通道光功率分配器输出的另一路平行光经菲涅耳微透镜 B 射入空间谐振腔中，在空间谐振腔内形成逆时针传播的平行光，所述逆时针传播的平行光经菲涅耳微透镜 A 射出至第一探测器中；第一探测器和第二探测器将光转换成电信

号输出至陀螺检测电路，并由陀螺检测电路输出驱动信号给光源。



1、一种空间谐振式微光机电陀螺，由陀螺检测电路模块（6）和光电混合集成模块组成，其特征在于：所述光电混合集成模块由光源（3）、第一探测器（4）、第二探测器（5）、多通道光功率分配器（1）和空间谐振腔（2）组成，光源（3）输出端与多通道光功率分配器（1）输入端光耦合连接，多通道光功率分配器（1）输出端与空间谐振腔（2）、第一探测器（4）、第二探测器（5）光耦合连接；

所述多通道光功率分配器（1）由 LiNbO_3 基板（101）、菲涅耳微透镜 A（107）和菲涅耳微透镜 B（106）组成，在 LiNbO_3 基板（101）上采用微刻蚀掩膜工艺刻画出沟槽和 L 形台（105），然后采用退火质子交换法或者钛扩散法处理将沟槽制作成波导槽（108）；菲涅耳微透镜 A（107）、菲涅耳微透镜 B（106）通过键合方式固定在 L 形台（105）上，且菲涅耳微透镜 A（107）和菲涅耳微透镜 B（106）保持平行；

在 LiNbO_3 基板（101）上的波导槽（108）的交汇点构成三个 Y 分支耦合器，即 Y 分支耦合器 A（102）、Y 分支耦合器 B（103）和 Y 分支耦合器 C（104）；其中，在 Y 分支耦合器 A（102）的 B 输出端上设有电极 A（111）、电极 B（112），电极 A（111）与电极 B（112）平行布置在波导槽（108）两侧；其中，Y 分支耦合器 A（102）的 C 输出端上设有电极 C（113）、电极 D（114），电极 C（113）与电极 D（114）平行布置在波导槽（108）两侧；电极 A（111）与电极 B（112）上电后构成相位移频器 A；电极 C（113）与电极 D（114）在上电后构成相位移频器 B；

菲涅耳微透镜 A（107）的镜面与多通道光功率分配器（1）的 Y 分支耦合器 B（103）的 B 输出端相连；

菲涅耳微透镜 B（106）的镜面与多通道光功率分配器（1）的 Y 分支耦合器 C（104）的 B 输出端相连；

光源（3）与多通道光功率分配器（1）的 Y 分支耦合器 A（102）的 A 输入端耦合；

多通道光功率分配器（1）输出的一路平行光经菲涅耳微透镜 A（107）射入空间谐振腔（2）中，且在空间谐振腔（2）内形成顺时针传播的平行光，所述顺时针传播的平行光经菲涅耳微透镜 B（106）射出至第二探测器（5）中；

多通道光功率分配器（1）输出的另一路平行光经菲涅耳微透镜 B（106）射入

空间谐振腔 (2) 中, 在空间谐振腔 (2) 内形成逆时针传播的平行光, 所述逆时针传播的平行光经菲涅耳微透镜 A (107) 射出至第一探测器 (4) 中;

第一探测器 (4) 和第二探测器 (5) 将光信号转换成电信号后输出至陀螺检测电路 (6)。

- 2、根据权利要求 1 所述的空间谐振式微光机电陀螺, 其特征在于: 所述电极 A (111)、电极 B (112)、电极 C (113) 和电极 D (114) 采用电镀工艺将金薄膜镀在 LiNbO_3 基板 (101) 的波导槽 (108) 两侧。
- 3、根据权利要求 1 所述的空间谐振式微光机电陀螺, 其特征在于: 所述空间谐振腔 (2) 在基座 (201) 上设有输入输出镜 (202)、微镜 A (203)、微镜 B (204)、微镜 C (205), 输入输出镜 (202)、微镜 A (203)、微镜 B (204)、微镜 C (205) 分别安装在基座 (201) 边上。
- 4、根据权利要求 1 所述的空间谐振式微光机电陀螺, 其特征在于: 所述空间谐振腔 (2) 在三边形基座 (211) 上设有输入输出镜 (212)、微镜 A (213)、微镜 B (214), 输入输出镜 (212)、微镜 A (213)、微镜 B (214) 分别安装在三边形基座 (211) 边上。
- 5、根据权利要求 3 或 4 所述的空间谐振式微光机电陀螺, 其特征在于: 微镜采用高反射率为 90~99.9999% 的平面镜、球面镜, 输入输出镜采用高反射率为 90~99.99% 的平面镜、球面镜。
- 6、根据权利要求 3 所述的空间谐振式微光机电陀螺, 其特征在于: 所述基座 (201) 为多边形, 至少包括有四边形、六边形、八边形。
- 7、根据权利要求 3 所述的空间谐振式微光机电陀螺, 其特征在于: 所述输入输出镜 (202)、微镜 A (203)、微镜 B (204)、微镜 C (205) 与基座 (201) 的边重合, 或者所述输入输出镜 (202) 与基座 (201) 的边不重合, 且相距 0.01~5mm, 微镜 A (203)、微镜 B (204)、微镜 C (205) 与基座 (201) 的边重合, 或者输入输出镜 (202)、微镜 A (203)、微镜 B (204)、微镜 C (205) 与基座 (201) 的不边重合, 且相距 0.01~5mm。
- 8、根据权利要求 1 所述的空间谐振式微光机电陀螺, 其特征在于: 所述空间谐振腔 (2) 内传播的光为两束光, 分别沿逆时针和顺时针两个方向传播, 构成闭合光路。

空间谐振式微光机电陀螺

技术领域

本发明涉及一种角速度测量装置，具体地说，是指一种建立在光学 SAGNAC 效应基础上的一种光在空间光路传输，利用微机电技术和集成光学技术进行加工，利用谐振技术和数字闭环技术实现测量的微光机电陀螺。

背景技术

光学陀螺是基于萨格奈克 (Sagnac) 效应，在惯性空间通常萨格奈克效应可以描述为：“在同一闭合回路中，沿顺时针方向 (CW) 和逆时针方向 (CCW) 传播的两束光，围绕垂直于回路的轴的转动将引起两束光之间相位差的变化，该相位差的大小与光回路旋转速率成比例关系”。

由于 SAGNAC 效应很小，常见的一种方法是利用一个循环的环形谐振腔使光在腔内循环许多次再干涉，来增强旋转引起的 SAGNAC 效应，这种光学陀螺叫做谐振式光学陀螺。谐振式光学陀螺中两束反向传播光波通过输入输出镜入射进腔内，经闭合光路从输入输出镜输出。静止时，因为沿两个方向的腔长都相等，两束光的发射频率是相等的。当腔旋转时，由于 SAGNAC 效应，两束传播方向相反波的腔长存在一个很小的差，从而使两个输出光束之间产生一个频差 $\Delta f_R = 4 \frac{A}{\lambda B} \cdot \Omega$ ，式中 A 为环形腔的闭合面积， B 为周长， λ 为静止时入射光的波长。通过测量该频差 Δf_R 可以计算出腔旋转的角速度 Ω 。

与干涉式微光机电陀螺相比，谐振式微光机电陀螺具有以下优点：(1) 达到相同灵敏度条件下，所需光路长度短；(2) 因温度不均匀性造成的漂移小；(3) 采用高相干稳定光源；(4) 通过测量频率测量角速度，易达到高精度、大测量动态范围。随着应用领域需要的发展，目前对陀螺体积和重量提出了更高的要求，要求体积更小，成本更低。而光纤陀螺的体积受到光纤环的限制，因此，综合微型化与光学高灵敏度的微光机电陀螺的研究引起了国际上广泛的关注。

发 明 内 容

本发明的目的是提供一种空间谐振式微光机电陀螺,该陀螺为了减小系统的尺寸和重量,对转动敏感结构光路部分进行了结构优化设计,并利用微加工技术加工光学环形腔的反射面,并使组成环形腔的四个镜子按照一定的空间尺寸要求固化在一起,在较小的空间实现光路谐振,使光路得到延长。配合光路、电路、器件结构等组件,构成空间光路的谐振式微光机电陀螺。

本发明是一种空间谐振式微光机电陀螺,由陀螺检测电路模块和光电混合集成模块组成,所述光电混合集成模块由光源、第一探测器、第二探测器、多通道光功率分配器和空间谐振腔组成,光源输出端与多通道光功率分配器输入端光耦合连接,多通道光功率分配器输出端与空间谐振腔、第一探测器、第二探测器光耦合连接;

所述多通道光功率分配器由 LiNbO_3 基板、菲涅耳微透镜 A 和菲涅耳微透镜 B 组成,在 LiNbO_3 基板上采用微刻蚀掩膜工艺刻画沟槽和 L 形台,然后采用退火质子交换法或者钛扩散法处理将沟槽制作成波导槽;菲涅耳微透镜 A、菲涅耳微透镜 B 通过键合方式固定在 L 形台上,且菲涅耳微透镜 A 和菲涅耳微透镜 B 保持平行;

在 LiNbO_3 基板上的波导槽的交汇点构成三个 Y 分支耦合器,即 Y 分支耦合器 A、Y 分支耦合器 B 和 Y 分支耦合器 C;其中,在 Y 分支耦合器 A 的 B 输出端上设有电极 A、电极 B,电极 A 与电极 B 平行布置在波导槽两侧;其中, Y 分支耦合器 A 的 C 输出端上设有电极 C、电极 D,电极 C 与电极 D 平行布置在波导槽两侧;电极 A 与电极 B 上电后构成相位移频器 A;电极 C 与电极 D 在上电后构成相位移频器 B;

菲涅耳微透镜 A 的镜面与多通道光功率分配器的 Y 分支耦合器 B 的 B 输出端相连;菲涅耳微透镜 B 的镜面与多通道光功率分配器的 Y 分支耦合器 C 的 B 输出端相连;

光源与多通道光功率分配器的 Y 分支耦合器 A 的 A 输入端耦合;

多通道光功率分配器输出的一路平行光经菲涅耳微透镜 A 射入空间谐振腔中,且在空间谐振腔内形成顺时针传播的平行光,所述顺时针传播的平行光经菲涅耳微透镜 B 射出至第二探测器中;多通道光功率分配器输出的另一路平行光经菲涅耳微透镜 B 射入空间谐振腔中,在空间谐振腔内形成逆时针传播的平行光,所述逆时针传播的平行光经菲涅耳微透镜 A 射出至第一探测器中;

第一探测器和第二探测器将光信号转换成电信号后输出至陀螺检测电路。

所述的空间谐振式微光机电陀螺,其电极 A、电极 B、电极 C 和电极 D 采用电镀工艺将金薄膜镀在 LiNbO_3 基板的波导槽两侧。

所述的空间谐振式微光机电陀螺，其空间谐振腔在基座上设有输入输出镜、微镜 A、微镜 B、微镜 C，输入输出镜、微镜 A、微镜 B、微镜 C 分别安装在基座边上。

所述的空间谐振式微光机电陀螺，其空间谐振腔内传播的光为两束光，分别沿逆时针和顺时针两个方向传播，构成闭合光路。

本发明微光机电陀螺的优点在于：(1) 微光机电陀螺无运动部件、系统抗环境干扰能力强；(2) 光束在自由空间内传播，损耗小、易于提高测量精度；(3) 无偏振耦合和背向散射问题，光路误差小；(4) 光路可以交叉，从而可以充分利用空间，易于实现三轴集成；(5) 利用微加工的微镜构建环形谐振光路，易于实现单片集成和小型化；(6) 成本低、工艺简单、易于批量生产；(7) 采用光频闭环检测电路，有效提高了抗干扰能力和陀螺测试动态范围。

附图说明

图 1 是本发明微光机电陀螺的原理框图。

图 2 是本发明多通道光功率分配器结构图。

图 3 是四边形空间谐振腔的结构示意图。

图 3A 是四边形空间谐振腔的光路走向示意图。

图 4 是三角形空间谐振腔的结构示意图。

图 4A 是三角形空间谐振腔的光路走向示意图。

图 5 是陀螺检测电路的结构框图。

图中： 1.多通道光功率分配器 101.基板 102.Y 分支耦合器 A
103.Y 分支耦合器 B 104.Y 分支耦合器 C 105.L 形台
106.菲涅耳微透镜 A 107.菲涅耳微透镜 B 108.波导槽
111.电极 A 112.电极 B 113.电极 C 114.电极 D
2.空间谐振腔 201.四边形基座 202.输入输出镜 203.微镜 A 204.微镜 B
205.微镜 C 211.三边形基座 212.输入输出镜 213.微镜 A 214.微镜 B
3.光源 4.第一探测器 5.第二探测器 6.陀螺检测电路

具体实施方式

下面将结合附图对本发明作进一步的详细说明。

本发明是一种空间光路的谐振式微光机电陀螺，由光电混合集成模块和陀螺检测电路 6 组成，请参见图 1 所示，所述光电混合集成模块由光源 3、第一探测器 4、第

二探测器 5、多通道光功率分配器 1、和空间谐振腔 2 组成,光源 3 输出端与多通道光功率分配器 1 输入端光耦合连接,多通道光功率分配器 1 输出端与空间谐振腔 2、第一探测器 4、第二探测器 5 光耦合连接。多通道光功率分配器 1 输出的一路平行光经菲涅耳微透镜 A 107 射入空间谐振腔 2 中,且在空间谐振腔 2 内形成顺时针传播的平行光,所述顺时针传播的平行光经菲涅耳微透镜 B 106 射出至第二探测器 5 中;多通道光功率分配器 1 输出的另一路平行光经菲涅耳微透镜 B 106 射入空间谐振腔 2 中,在空间谐振腔 2 内形成逆时针传播的平行光,所述逆时针传播的平行光经菲涅耳微透镜 A 107 射出至第一探测器 4 中;第一探测器 4 和第二探测器 5 将光信号转换成电信号输出至陀螺检测电路 6。

在本发明中,请参见图 2 所示,所述多通道光功率分配器 1 由 LiNbO_3 基板 101、菲涅耳微透镜 A 107 和菲涅耳微透镜 B 106 组成,在 LiNbO_3 基板 101 上采用微刻蚀掩膜工艺刻画沟槽(沟槽深度为 $3\sim 10\mu\text{m}$,宽度为 $3\sim 10\mu\text{m}$)和 L 形台 105,然后采用退火质子交换法或者钛扩散法处理将沟槽制作成波导槽 108(波导槽的折射率高于周围介质折射率,从光源 3 耦合进波导槽的光基于光全反射原理沿波导槽传播);菲涅耳微透镜 A 107、菲涅耳微透镜 B 106 通过键合方式固定在 L 形台 105 上,且菲涅耳微透镜 A 107 和菲涅耳微透镜 B 106 保持平行;

在 LiNbO_3 基板 101 上的波导槽 108 的交汇点形成一个 Y 分支耦合器,根据本发明设计要求共设有三个 Y 分支耦合器,即 Y 分支耦合器 A 102、Y 分支耦合器 B 103 和 Y 分支耦合器 C 104;其中,

在 Y 分支耦合器 A 102 的 B 输出端上设有电极 A 111、电极 B 112,电极 A 111 与电极 B 112 平行布置在波导槽 108 两侧;其中,

在 Y 分支耦合器 A 102 的 C 输出端上设有电极 C 113、电极 D 114,电极 C 113 与电极 D 114 平行布置在波导槽 108 两侧;

电极 A 111 与电极 B 112 上电后基于电光效应,实现对输出光的相位调制及输出光的移频,既构成相位移频器 A;

电极 C 113 与电极 D 114 在上电后基于电光效应,实现对输出光的相位调制及移频,既构成相位移频器 B;

菲涅耳微透镜 A 107 是基于二元光学原理制作而成的,菲涅耳微透镜 A 107 通过键合方式固定在 L 形台 105 上,菲涅耳微透镜 A 107 的镜面与多通道光功率分配器 1 的 Y 分支耦合器 B 103 的 B 输出端相连;

菲涅耳微透镜 B 106 是基于二元光学原理制作而成的, 菲涅耳微透镜 A 106 通过键合方式固定在 L 形台 105 上, 菲涅耳微透镜 A 106 的镜面与多通道光功率分配器 1 的 Y 分支耦合器 C 104 的 B 输出端相连;

Y 分支耦合器 C 104 的 C 输出端与第二探测器 5 光耦合连接;

Y 分支耦合器 B 103 的 C 输出端与第一探测器 4 光耦合连接。

在本发明中, 所述空间谐振腔 2 内所传播的光要求有两束光, 分别沿逆时针和顺时针两个方向传播, 构成闭合光路。根据光路走向要求设计了一个具有三个镜子、或者四个镜子、或者六个镜子、或者八个镜子的一个空间谐振腔, 其基座 (供安装镜子用) 相应的设计为三边形、四边形、六边形和八边形。请参见图 3、图 4 所示, 所述空间谐振腔 2 在一个四边形的基座 201 上顺次安装有输入输出镜 202、微镜 A203、微镜 B204、微镜 C205, 输入输出镜 202、微镜 A203、微镜 B204、微镜 C205 分别安装在基座 201 的每个边上。各个微镜采用高反射率为 90~99.9999% 的平面镜、球面镜, 输入输出镜采用高反射率为 90~99.99% 的平面镜、球面镜。所述输入输出镜 202、微镜 A203、微镜 B204、微镜 C205 与基座 201 的四个边可以重合安装, 或者不予四个边重合安装, 其相距 0.01~5mm; 或者输入输出镜 202 与基座 201 的边不重合, 且相距 0.01~5mm, 微镜 A203、微镜 B204、微镜 C205 与基座 201 的四个边重合安装。当基座 211 为三边形时 (如图 4、图 4A 所示), 三个镜子分别安装在三边形基座 211 的角上, 此空间谐振腔 2 的形成是在基座 211 的三个角上顺次安装有输入输出镜 212、微镜 A213、微镜 B214。

本发明空间谐振式微光机电陀螺的光传播方向为: 由光源 3 输出的光被多通道光功率分配器 1 的 Y 分支耦合器 A 102 分成两束光, 一束光 (由 Y 分支耦合器 A 102 的 B 端输出的光) 经相位移频器 A (电极 A 111 与电极 B 112 上电后具有的功能) 移频后射入 Y 分支耦合器 B 103 中, 然后由 Y 分支耦合器 B 103 的 B 端输出给菲涅耳微透镜 A 107 经准直后输出平行光给空间谐振腔 2; 在本发明中, 经菲涅耳微透镜 A 107 射入空间谐振腔 2 中的光称为顺时针传播的光 (CW)。另一束光 (由 Y 分支耦合器 A 102 的 C 端输出的光) 经相位移频器 B (电极 C 113 与电极 D 114 上电后具有的功能) 移频后射入 Y 分支耦合器 C 104 中, 然后由 Y 分支耦合器 C 104 的 B 端输出给菲涅耳微透镜 B 106 经准直后输出平行光给空间谐振腔 2; 在本发明中, 经菲涅耳微透镜 B 106 射入空间谐振腔 2 中的光称为逆时针传播的光 (CCW)。

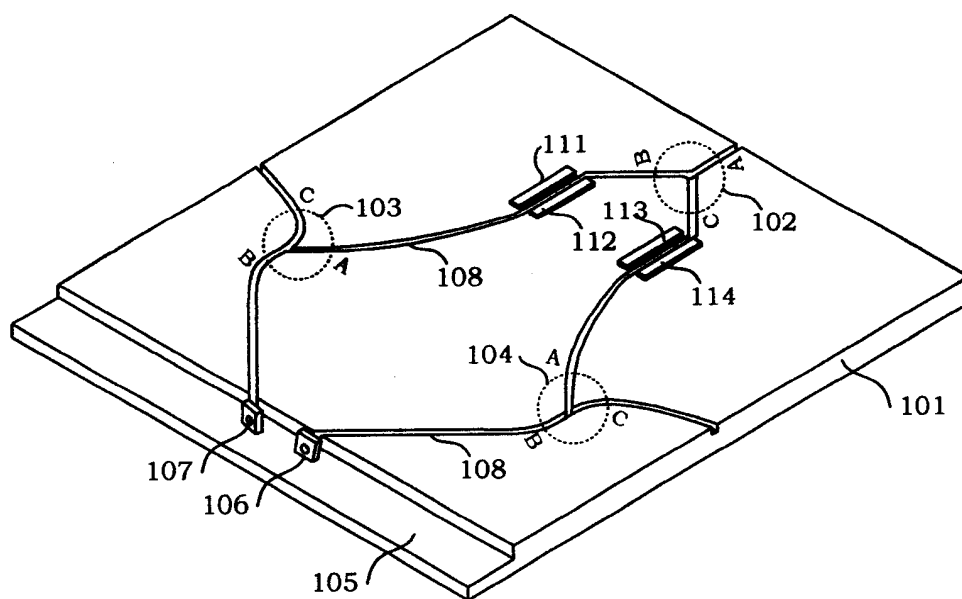
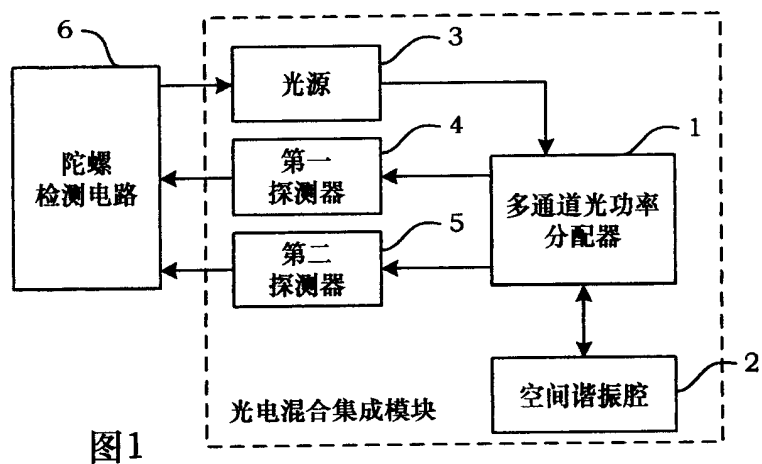
空间谐振腔 2 内光的走向 (如图 3A、图 4A 所示) 为: 菲涅耳微透镜 A 107 射出的平行光入射至输入输出镜 202 上, 平行光经微镜 A 203 反射后入射至微镜 B 204 上, 平行光经微镜 B 204 反射后入射至微镜 C 205 上, 平行光经微镜 D 205 反射后返回至输入输出镜 202 上, 构成顺时针光路 (CW); 菲涅耳微透镜 B 106 射出的平行光入射至输入输出镜 202 上, 平行光经微镜 C 205 反射后入射至微镜 B 204 上, 平行光经微镜 B 204 反射后入射至微镜 A 202 上, 平行光经微镜 A 202 反射后返回至输入输出镜 202 上, 构成逆时针光路 (CCW)。顺时针光路的平行光从输入输出镜 202 输出后射到菲涅耳微透镜 B 106 上, 变成会聚光耦合进 Y 分支耦合器 C 104 的 B 端, 被分光后由 Y 分支耦合器 C 104 的 C 端将光输入到第二探测器 5; 逆时针光路的平行光从输入输出镜 202 输出后射到菲涅耳微透镜 A 107 上, 变成会聚光耦合进 Y 分支耦合器 B 103 的 B 端, 被分光后由 Y 分支耦合器 B 103 的 C 端将光输入到第一探测器 4; 多通道光功率分配器 1 输出的两束光进入空间谐振腔 2 中形成顺时针、逆时针传播光路。当陀螺转动时, 这两束光在谐振腔内产生频差。该频差信息经检测电路处理后可得到陀螺的角速度值的大小, 由于光在谐振腔内传播介质是空气, 因此不存在由克尔效应、偏振效应、背向反射和瑞利散射等引入的陀螺噪声, 光路噪声被大大减小, 有效地提高了陀螺检测精度。

一种用于微光机电陀螺的陀螺检测电路至少包括中心处理器 (FPGA+DSP)、信号采集单元和控制信号发生单元 (参见图 5 所示), 所述中心处理器包括 FPGA 处理器和 DSP 处理器; 信号采集单元包括信号采集单元 A 和信号采集单元 B, 且信号采集单元 A 和信号采集单元 B 的电路结构相同, 信号采集单元 A 由第一前置放大电路、滤波器和 A/D 转换器构成, 信号采集单元 B 由第二前置放大电路、滤波器和 A/D 转换器构成; 所述控制信号发生单元包括用于控制第一相位移频器的阶梯波发生电路, 用于控制第二相位移频器的阶梯波发生电路, 以及用于控制光源的电压转换电路, 第一相位移频器的阶梯波发生电路与第二相位移频器的阶梯波发生电路结构相同。信号采集单元 A 将采集得到的由第一探测器输出的光强电压信号经第一前置放大电路放大、滤波器滤波后, 经 A/D 转换器转换输出的数字信号给 FPGA 处理器接收; 信号采集单元 B 将采集得到的由第二探测器输出的光强电压信号经第二前置放大电路放大、滤波器滤波后, 经 A/D 转换器转换输出的数字信号由 FPGA 处理器接收;

中心处理器对接收的两路数字信号经处理后输出频率补偿电压信号给控制信号发生单元的光源电压转换电路的 D/A 转换器、电压变换电路，从而输出控制光源的波长信号，使顺时针传输光的干涉光强恒定在谐振点；

中心处理器对接收的两路数字信号经处理后输出两路信号，一路信号经 D/A 转换器后输出电流信号给模拟放大器 A，经模拟放大器 A 放大处理后输出阶梯波信号给第一相位移频器进行频率调整，使逆时针传输光的干涉光强恒定在谐振点；另一路信号经 D/A 转换器后输出电流信号给模拟放大器 B，经模拟放大器 B 放大处理后输出固定阶梯波信号给第二相位移频器。

本发明空间谐振式微光机电陀螺的整体信号流程可以分为光路和电路两部分，光路部分由光电混集成模块构成，电路部分由陀螺检测电路构成。其中，第一探测器 4、第二探测器 5 和相位移频器 A、相位移频器 B 分别完成光电、电光的信号转换。电压变换电路给光源 3 提供高稳定的驱动电流，使光源发光。光源 3 发出的光经 Y 分支耦合器 A 102、Y 分支耦合器 B 103 和 Y 分支耦合器 C 104 至相位移频器 A、相位移频器 B 完成分光和加载控制信号，光信号在第一探测器 4、第二探测器 5 中完成光电转换，经前放电路完成模拟放大和滤波，再经 A/D 转换器转换成数字信号，由 FPGA 完成信号的解调、滤波、积分等工作后输出四路信号，其中第一路输出角速度测量信号；第二路产生固定双频率的阶梯波给 Y 分支耦合器 A 102 上的相位移频器 B 进行光波扫频，以便寻找光谐振电和后端电路进行光频率锁定。第三路经 D/A 转换器转换后输出至电压变化电路，控制光源输出光的中心波长，使顺时针传输光谐振；。第四路经 D/A 转换器转换后输出至相位移频器 A 驱动电路，经电路解调后输出电压信号分别控制相位移频器 A 一的相位，改变逆时针传输光的光波频率，使你时针光出现谐振现象；这样就实现了控制部分的全数字式闭环控制。闭环控制在相向传播的两束光波之间人为引入一个与 Sagnac 相移大小相等、方向相反的频差，用以抵消 Sagnac 频移，使系统始终工作在零位状态，从而扩大了系统的动态范围。相位移频技术是指在光路中人为地引入非互易相位，从而使光的相位及频率发生改变的技术，是谐振式光学陀螺中的主要技术之一，相位移频由多通道光功率分配器 1 来实现。多通道光功率分配器 1 是一个多功能器件，可实现起偏、双光路移频、多光路分光的功能。



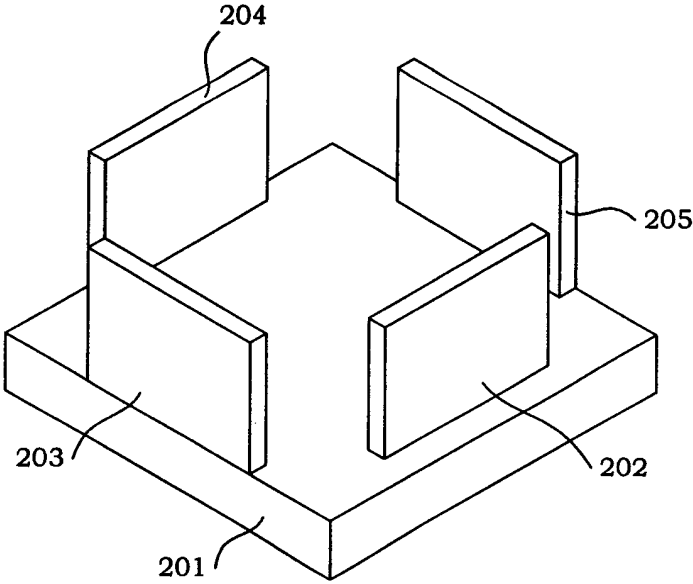


图3

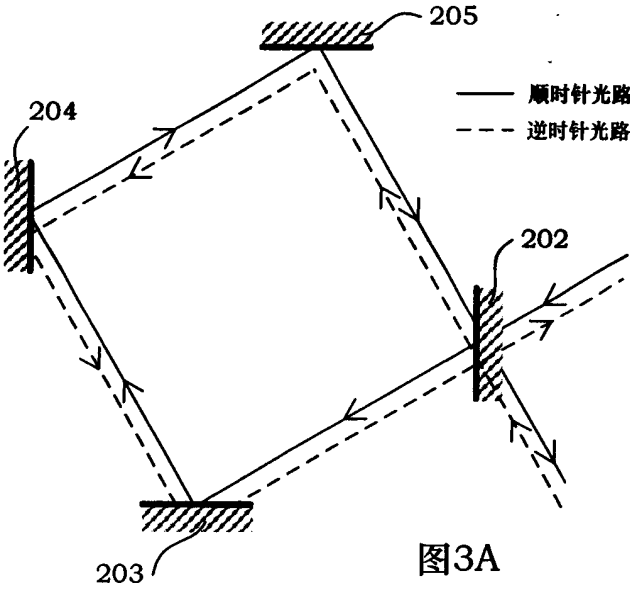


图3A

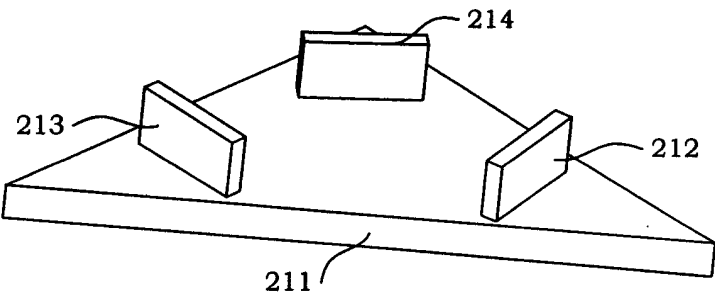


图4

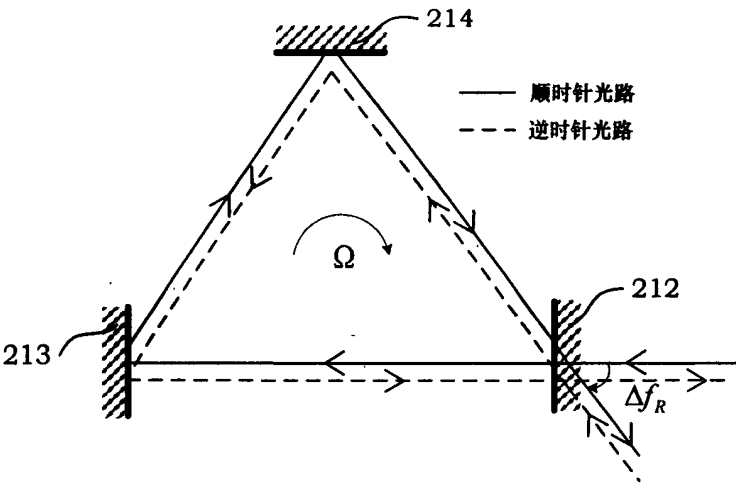


图4A

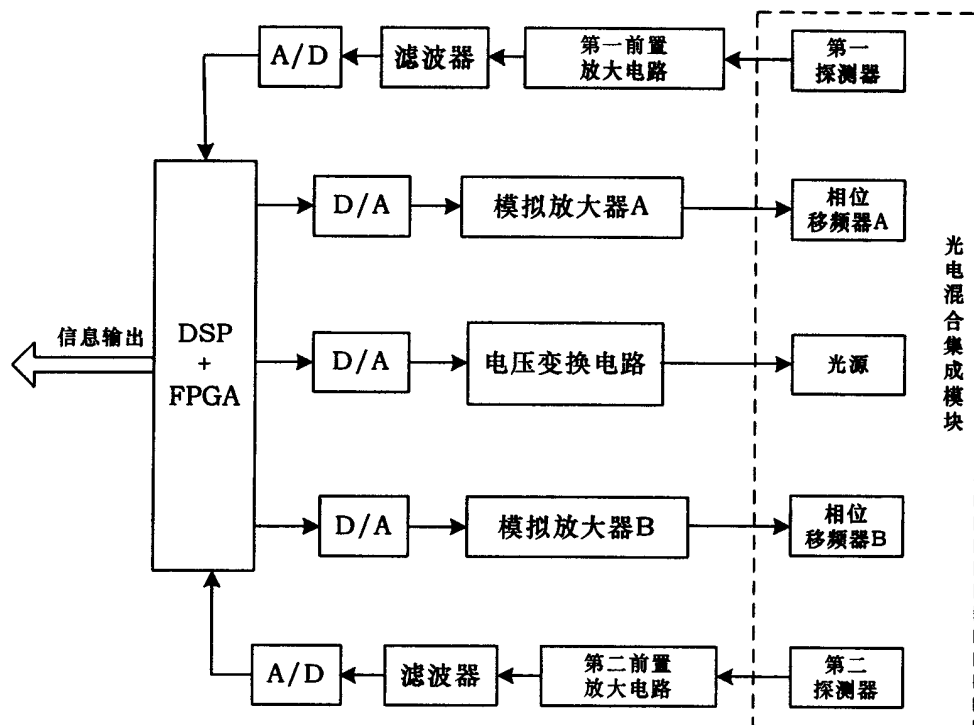


图5