



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102645708 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 15

(21) 申请号 201210104133. 4

(22) 申请日 2012. 04. 10

(73) 专利权人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路
38 号

(72) 发明人 马慧莲 陈振 金仲和

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务有限公
司 33200

代理人 张法高

(51) Int. Cl.

G02B 6/34 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1382957 A, 2002. 12. 04, 说明书第 1 页至
第 2 页、图 2.

CN 200997432 Y, 2007. 12. 26, 说明书第 3 页

至第 4 页、图 1.

US 4676583 A, 1987. 06. 30, 全文.

马文蔚 等. 反射光和折射光的偏振. 《物理
学》. 高等教育出版社, 1999, 157-159.

张旭琳 等. 谐振式光纤陀螺的研究进
展. 《光通信研究》. 2003, (第 2 期), 58-62.

审查员 郭凯

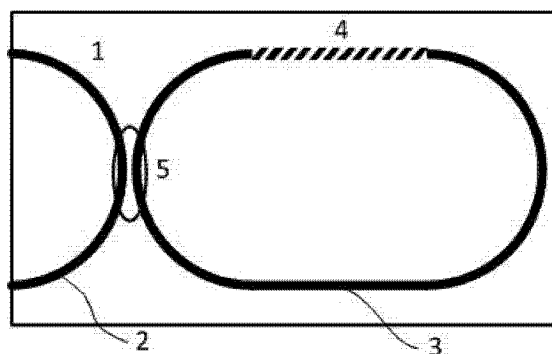
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

基于倾斜波导光栅结构的高偏振消光比的光
波导谐振腔

(57) 摘要

本发明公开了一种基于倾斜波导光栅结构的高偏振消光比光波导谐振腔。在光波导芯片本体上设有输入/输出光通路与谐振环;输入/输出光通路的两端位于光波导芯片的边缘;谐振环与输入/输出光通路通过输入/输出耦合器相连,构成光波导谐振腔;谐振环上刻蚀有倾斜波导光栅;倾斜波导光栅的反射界面与光线传输方向的夹角 $\theta = \arctan(n_2/n_1)$,其中 n_1 为光波导芯片包层部分的折射率, n_2 为光波导芯片芯层部分的折射率;倾斜波导光栅的刻蚀深度大于零且小于光波导芯片芯层厚度。本发明克服了光波导谐振腔没有抑制偏振波动噪声有效手段的缺陷,能够应用在谐振式微光学陀螺等其他领域,具有重要的科学意义与应用价值。



1. 一种基于倾斜波导光栅结构的高偏振消光比光波导谐振腔,其特征在于在光波导芯片(1)本体上设有输入/输出光通路(2)与谐振环(3);输入/输出光通路(2)的两端位于光波导芯片(1)的边缘;谐振环(3)与输入/输出光通路(2)通过输入/输出耦合器(5)相连,构成反射式光波导谐振腔;谐振环(3)上刻蚀有倾斜波导光栅(4);倾斜波导光栅(4)的反射界面与光线传输方向的夹角 $\theta = \arctan(n_2/n_1)$,其中 n_1 为光波导芯片(1)包层部分的折射率, n_2 为光波导芯片(1)芯层部分的折射率;倾斜波导光栅(4)的刻蚀深度大于零且小于光波导芯片(1)芯层厚度。

2. 一种基于倾斜波导光栅结构的高偏振消光比光波导谐振腔,其特征在于在光波导芯片(6)本体上设有输入光通路(7)、输出光通路(8)与谐振环(9);输入光通路(7)的两端位于光波导芯片(6)的一侧边缘;输出光通路(8)的两端位于光波导芯片(6)的另一侧边缘;谐振环(9)位于输入光通路(7)与输出光通路(8)之间,谐振环(9)一侧通过输入耦合器(12)与输入光通路(7)相连、谐振环(9)另一侧通过输出耦合器(13)与输出光通路(8)相连,构成透射式光波导谐振腔;谐振环(9)的两臂分别刻蚀有第一倾斜波导光栅(10)、第二倾斜波导光栅(11);第一倾斜波导光栅(10)和第二倾斜波导光栅(11)的反射界面与光线传输方向的夹角 $\theta = \arctan(n_2/n_1)$,其中 n_1 为光波导芯片(6)包层部分的折射率, n_2 为光波导芯片(6)芯层部分的折射率;第一倾斜波导光栅(10)和第二倾斜波导光栅(11)的刻蚀深度大于零且小于光波导芯片(6)芯层厚度。

基于倾斜波导光栅结构的高偏振消光比的光波导谐振腔

技术领域

[0001] 本发明涉及光波导谐振腔,尤其涉及一种基于倾斜波导光栅结构的高偏振消光比光波导谐振腔。

背景技术

[0002] 光波导环形谐振腔是谐振式微光学陀螺 (Resonator Micro Optic Gyro, RMOG) 的核心敏感部件,将一个 2×2 光波导耦合器的其中一个输出端,反馈连接到其中一个输入端,就构成了一个最基本的反射式光波导谐振腔结构;透射式谐振腔结构则由 2 个 2×2 光波导耦合器构成。在光波导谐振腔中,除了特殊情况外,存在两个本征偏振态 (Eigenstate of polarization, ESOP)。通常情况下,一个 ESOP 与另一个 ESOP 是正交的。由于环境因素的影响,ESOP 的形态是变化的,并且彼此独立运动,这样就在陀螺的输出中产生噪声。偏振波动噪声是谐振式微光学陀螺系统中重要的光学噪声源之一。为克服偏振波动噪声影响,研究谐振式微光学陀螺的学者,多采用保偏光波导技术研制谐振腔,克服单模光波导的偏振不稳定性。虽然采用保偏光波导研制谐振腔,但其固有双折射率受环境影响严重,导致其本征偏振态随环境波动也比较严重。

[0003] 抑制偏振波动噪声主要是通过光波导结构的设计获取一定的偏振消光比或在局部波导上淀积一层薄膜,通过控制双折射率差。

[0004] 保偏光波导的双折射率随温度变化时,会导致光波导谐振腔的两个 ESOPs 各自所对应的谐振光波发生叠加与干涉效应,引起谐振曲线的不对称性和 ESOPs 之间的干涉,导致谐振频率点的检测误差,进而引起陀螺的输出误差,这就是偏振波动噪声的主要因素。在以光纤环形谐振腔为核心敏感元件的谐振式光纤陀螺中,偏振噪声的克服可以采取光纤谐振腔内偏振轴旋转 90 度的熔接技术。

[0005] 对于平面光波导,由于工艺的限制,无法采取腔内偏振轴旋转 90 度的熔接技术,抑制偏振波动噪声主要是通过光波导结构的设计来获得两个偏振态不同的传输损耗,或在局部波导上淀积一层薄膜来控制双折射率差。然而,上述技术都无法获得足够的偏振消光比,进一步制约了 RMOG 的性能。

[0006] 晶体切割面沿着 Brewster 角或光波导端面磨成 Brewster 角的结构可实现线偏振输出, Brewster 角结构被广泛应用于起偏器、偏振计等相关领域。本发明的目的在于利用微加工工艺,在光波导谐振腔局部波导上,集成倾斜角度为 Brewster 角大小的倾斜波导光栅结构,利用 Brewster 原理,研制出高偏振消光比的光波导谐振腔,减小 RMOG 中的偏振波动噪声。

发明内容

[0007] 本发明的目的是克服现有技术的不足,提供一种基于倾斜波导光栅技术的光波导谐振腔结构。

[0008] 一种基于倾斜波导光栅结构的高偏振消光比光波导谐振腔:在光波导芯片本体上

设有输入 / 输出光通路与谐振环 ; 输入 / 输出光通路的两端位于光波导芯片的边缘 ; 谐振环与输入 / 输出光通路通过输入 / 输出耦合器相连, 构成反射式光波导谐振腔 ; 谐振环上刻蚀有倾斜波导光栅 ; 倾斜波导光栅的反射界面与光线传输方向的夹角 $\theta = \arctan(n_2/n_1)$, 其中 n_1 为光波导芯片包层部分的折射率, n_2 为光波导芯片芯层部分的折射率 ; 倾斜波导光栅的刻蚀深度大于零且小于光波导芯片芯层厚度。

[0009] 另一种基于倾斜波导光栅结构的高偏振消光比光波导谐振腔 : 在光波导芯片本体上设有输入光通路、输出光通路与谐振环 ; 输入光通路的两端位于光波导芯片的一侧边缘 ; 输出光通路的两端位于光波导芯片的另一侧边缘 ; 谐振环位于输入光通路与输出光通路之间, 谐振环一侧通过输入耦合器与输入光通路相连、谐振环另一侧通过输出耦合器与输出光通路相连, 构成透射式光波导谐振腔 ; 谐振环的两臂分别刻蚀有第一倾斜波导光栅、第二倾斜波导光栅 ; 第一倾斜波导光栅和第二倾斜波导光栅的反射界面与光线传输方向的夹角 $\theta = \arctan(n_2/n_1)$, 其中 n_1 为光波导芯片包层部分的折射率, n_2 为光波导芯片芯层部分的折射率 ; 第一倾斜波导光栅和第二倾斜波导光栅的刻蚀深度大于零且小于光波导芯片芯层厚度。

[0010] 本发明与现有技术相比具有的有益效果 :

[0011] 1) 基于倾斜波导光栅结构的光波导谐振腔在保留光波导谐振腔重量轻、体积小的优点的同时, 集成了起偏器, 具有高偏振消光比, 提高了偏振性能, 有利于提高光波导陀螺的性能。

[0012] 2) 制作倾斜波导光栅的刻蚀工艺与现有制作光波导谐振腔的工艺兼容。特别是, 如果刻蚀后填充的材料与光波导芯片的上包层材料相同, 倾斜波导光栅结构与光波导芯片的上包层可以同时制成, 不需要增加额外工艺步骤。

附图说明

[0013] 图 1 是一种基于倾斜波导光栅结构的高偏振消光比光波导谐振腔 ;

[0014] 图 2 是另一种基于倾斜波导光栅结构的高偏振消光比光波导谐振腔。

具体实施方式

[0015] 如图 1 所示, 一种基于倾斜波导光栅结构的高偏振消光比光波导谐振腔 : 在光波导芯片 1 本体上设有输入 / 输出光通路 2 与谐振环 3 ; 输入 / 输出光通路 2 的两端位于光波导芯片 1 的边缘 ; 谐振环 3 与输入 / 输出光通路 2 通过输入 / 输出耦合器 5 相连, 构成反射式光波导谐振腔 ; 谐振环 3 上刻蚀有倾斜波导光栅 4 ; 倾斜波导光栅 4 的反射界面与光线传输方向的夹角 $\theta = \arctan(n_2/n_1)$, 其中 n_1 为光波导芯片 1 包层部分的折射率, n_2 为光波导芯片 1 芯层部分的折射率 ; 倾斜波导光栅 4 的刻蚀深度大于零且小于光波导芯片 1 芯层厚度。

[0016] 如图 2 所示, 另一种基于倾斜波导光栅结构的高偏振消光比光波导谐振腔 : 在光波导芯片 6 本体上设有输入光通路 7、输出光通路 8 与谐振环 9 ; 输入光通路 7 的两端位于光波导芯片 6 的一侧边缘 ; 输出光通路 8 的两端位于光波导芯片 6 的另一侧边缘 ; 谐振环 9 位于输入光通路 7 与输出光通路 8 之间, 谐振环 9 一侧通过输入耦合器 12 与输入光通路 7 相连、谐振环 9 另一侧通过输出耦合器 13 与输出光通路 8 相连, 构成透射式光波导谐振腔 ;

谐振环 9 的两臂分别刻蚀有第一倾斜波导光栅 10、第二倾斜波导光栅 11；第一倾斜波导光栅 10 和第二倾斜波导光栅 11 的反射界面与光线传输方向的夹角 $\theta = \arctan(n_2/n_1)$ ，其中 n_1 为光波导芯片 6 包层部分的折射率， n_2 为光波导芯片 6 芯层部分的折射率；第一倾斜波导光栅 10 和第二倾斜波导光栅 11 的刻蚀深度大于零且小于光波导芯片 6 芯层厚度。

[0017] 所述的波导光栅，是在光波导芯片的光通路上，通过刻蚀工艺去除部分芯层材料，再填充其他材料，从而形成反射界面，形成光栅。

[0018] 所述的倾斜波导光栅，是反射界面与光波导横向截面有一定夹角的波导光栅。设光波导芯片包层部分的折射率为 n_1 ，光波导芯片芯层部分的折射率为 n_2 ，当倾斜波导光栅的反射界面与光波导横向截面的夹角满足 Brewster 定律，即倾斜角 $\theta = \arctan(n_2/n_1)$ 时，倾斜波导光栅对 s 光（垂直于入射面的光振动）的反射率远远大于对 p 光（平行于入射面的光振动）的反射率，构成了具有偏正相关损耗（PDL）的光波导起偏器。本专利所示意的倾斜波导光栅的刻蚀深度可以大于零且小于光波导芯片的芯层厚度。光栅深度越大，单位光栅长度实现偏振消光比越大，起偏效果越好，插入损耗也越大。光栅深度等于波导本身深度时，单位光栅长度实现的偏振消光比最大，起偏效果最好，但是插入损耗也最大。

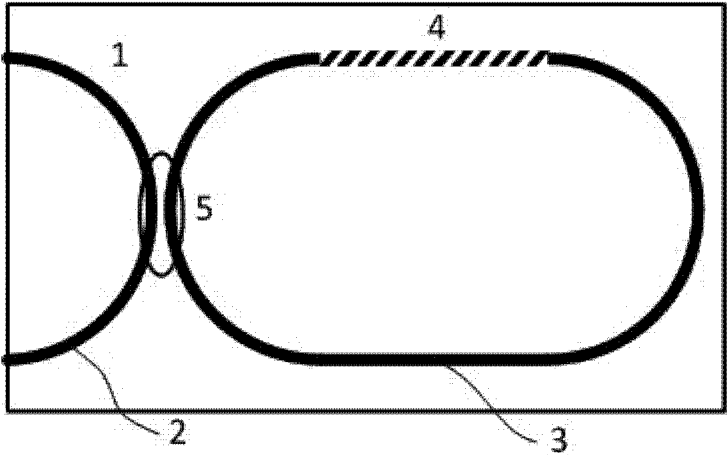


图 1

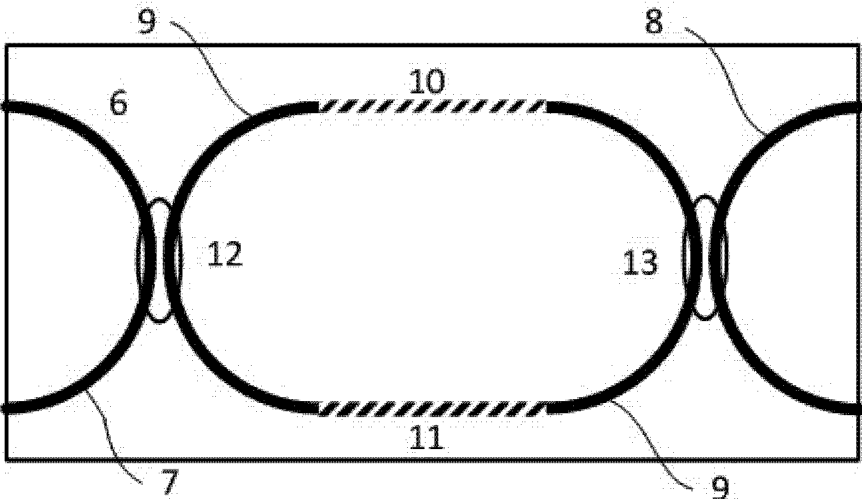


图 2