



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110945406 A

(43)申请公布日 2020.03.31

(21)申请号 201880048722.0

(22)申请日 2018.07.24

(30)优先权数据

17305999.9 2017.07.25 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.01.21

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2018/069994 2018.07.24

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/020603 EN 2019.01.31

(71)申请人 依视路国际公司

地址 法国沙朗通勒蓬

(72)发明人 A·鲍彻尔 C·比瓦

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038

代理人 杜文树

(51)Int.Cl.

G02B 27/01(2006.01)

G02B 5/20(2006.01)

G03H 1/04(2006.01)

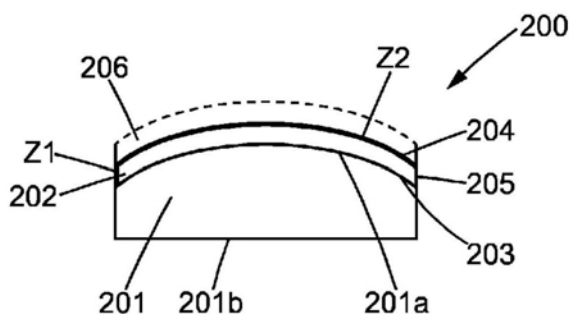
权利要求书2页 说明书10页 附图7页

(54)发明名称

具有全息波导的光学制品

(57)摘要

一种光学制品(200),至少包括:-基材(201),以及-全息波导(202),所述全息波导覆盖所述基材(201)的至少一部分并且包括:-两个主表面(203,204),所述主表面中的至少一个主表面与所述基材(201)的表面(201a)相符合,以及-至少第一和第二区(Z1,Z2),所述第一区和所述第二区被配置为使得入射在所述第一区和所述第二区(Z1;Z2)之一上的光被至少部分地引导朝向所述第一区和所述第二区(Z2;Z1)中的另一个区。



1. 一种光学制品 (100;200;300), 至少包括:
 - 基材 (101;201;301), 以及
 - 全息波导 (102;202;302), 所述全息波导覆盖所述基材 (101;201;301) 的至少一部分并且包括:
 - 两个主表面 (103,104;203,204;303,304), 所述主表面中的至少一个主表面与所述基材 (101;201;301) 的表面 (101a;201a;301a) 相符合, 以及
 - 至少第一区和第二区 (Z1,Z2), 所述第一区和所述第二区被配置为使得入射在所述第一区和所述第二区 (Z1;Z2) 中的一个上的光被至少部分地引导朝向所述第一区和所述第二区 (Z2;Z1) 中的另一个。
2. 根据权利要求1所述的光学制品 (100;200;300), 其中:
 - 所述全息波导 (102;202;302) 进一步包括一个周边边缘 (105;205;305),
 - 所述第一区 (Z1) 包括所述全息波导的周边边缘的至少一部分, 以及
 - 所述第二区 (Z2) 包括所述全息波导 (102;202;302) 的主表面中的一个的至少一部分。
3. 根据权利要求1或2所述的光学制品 (100;200;300), 其特征在于, 所述全息波导 (102;202;302) 在所述基材的表面的至少10%上延伸、优选地在所述表面的至少50%上延伸、甚至更优选地在所述表面的至少70%上延伸、甚至更优选地在所述基材的整个表面上延伸。
4. 根据前述权利要求之一所述的光学制品 (100;200;300), 其特征在于, 所述光学制品包括多个全息波导。
5. 根据权利要求4所述的光学制品 (100;200;300), 其特征在于, 每个全息波导被配置为在其相应的第一区与第二区之间选择性地传播相应不同波长的光。
6. 根据权利要求4或5所述的光学制品 (100;200;300), 其特征在于, 由每个全息波导传播的光线根据相对于所述第二区的法线的不同角度进入所述波导的相应第二区 (Z2) 或者从所述波导的相应第二区出去。
7. 根据前述权利要求之一所述的光学制品 (100;200;300), 其特征在于:
 - 所述光学制品进一步包括耦合装置 (CD), 所述耦合装置位于所述波导的一个主表面的周边上并且被配置为将光耦合到所述全息波导中或从所述全息波导中耦合出, 以及
 - 所述耦合装置 (CD) 优选地选自涂层或光栅之一。
8. 根据前述权利要求之一所述的光学制品 (100;200;300), 其特征在于, 所述第一区 (Z1) 在所述全息波导的周边边缘的至少50%上延伸、优选地在所述周边边缘的至少70%上延伸、甚至更优选地在所述周边边缘的整个表面上延伸。
9. 根据前述权利要求之一所述的光学制品 (100;200;300), 其特征在于, 所述基材选自由以下各项组成的组:
 - 平坦基材 (101),
 - 弯曲基材 (201),
 - 半成品镜片毛坯 (201) 或眼科镜片 (301)。
10. 根据前述权利要求中任一项所述的光学制品 (200;300), 其特征在于, 所述全息波导 (202;302) 的主表面 (203,204;303,304) 中的至少一个平行于所述基材 (201;301) 的弯曲表面 (201a;301a) 延伸。

11. 根据前述权利要求中任一项所述的光学制品(100;200;300),其特征在于,所述全息波导的两个主表面形成前表面和后表面,所述后表面旨在指向配戴者的眼睛方向,所述前表面旨在指向外部环境,并且所述第二区是输入区,而所述第一区是输出区。

12. 一种光学装置(100;200;300),包括:

- 根据权利要求1至11中任一项所述的光学制品,并且进一步包括
- 至少传感器(S1,S2,S3,S4)、光伏电池、光阱或吸收器,所述传感器、光电池、光阱或吸收器被配置为接收在所述第一区(Z1)处输出的或由根据权利要求7所述的耦合装置(CD)输出的光,或

- 至少光发射器(LE),所述光发射器被配置为朝向所述第二区(Z2)发射旨在被耦合到所述全息波导(HW)中的光。

13. 根据权利要求12所述的光学装置(100;200;300),其特征在于,所述光学制品(100;200;300)旨在被安装在框架上,并且至少所述传感器(S1,S2,S3,S4)、光伏电池、光阱、吸收器或光发射器(LE)被放置在所述框架上在所述全息波导附近。

14. 一种用于在基材中选择性地传播光的方法,所述方法包括以下步骤:

- 提供光学制品(100;200;300),所述光学制品包括基材(101;201;301)和全息波导(102;202;302),所述全息波导覆盖所述基材(101;201;301)的至少一部分并且包括:

- 两个主表面(103,104;203,204;303,304),所述主表面中的至少一个主表面与所述基材(101;201;301)的表面(101a;201a;301a)相符合,以及

- 至少第一区和第二区(Z1,Z2),所述第一区和所述第二区被配置为使得入射在所述第一区和所述第二区(Z1;Z2)中的一个上的光被至少部分地引导朝向所述第一区和所述第二区(Z2;Z1)中的另一个,

- 用到达所述第一区和所述第二区(Z1;Z2)中的一个的光照射所述全息波导(102;202;302),

- 选择性地所述光耦合到所述波导中,

- 将所述全息波导中的光线引导朝向所述第一区和所述第二区(Z2;Z1)中的另一个区的方向。

15. 根据权利要求14所述方法,其特征在于,提供所述光学制品的步骤包括:

- 在基材(401)上涂敷感光材料(402)层,

- 将相干光束(B0)分成至少第一束和第二束(B01,B02),

- 通过经以下方式使至少所述第一束和所述第二束(RB,0B)重叠来在所述感光材料(402)层内产生干涉图样:

- 将至少所述第一束(0B)耦合到所述感光材料层(402)中,

- 用至少所述第二束(RB)从镜片的外侧照射所述感光材料层,

所述干涉图样引起折射率改变,所述折射率改变根据所述感光材料(402)内的至少一个频率在空间上变化。

具有全息波导的光学制品

技术领域

[0001] 本发明涉及例如在智能眼镜和窗内的无源和有源部件的集成,并且涉及到达这种智能装置的光的选择性收集以及朝向用户的方向的光的选择性发射。

背景技术

[0002] 在智能眼镜或窗内的部件的集成具有许多有意义的应用。

[0003] 例如,在电致变色(EC)或液晶玻璃和窗的情况下,传感器被用于测量环境的光度并且控制电致变色元件或液晶的激活以避免针对用户的眩光。

[0004] 然而,这种智能眼镜和窗的自主性受限制于可以被集成在其框架内的电池。考虑到受限的可用空间,传感器在这种光学装置中的集成也可能是复杂的,并且可能需要在框架上打孔或进行特殊调整。

[0005] 智能眼镜的另一个示例是头戴式显示器,其中由显示器产生的光使用具有小面的玻璃板被引导朝向配戴者的眼睛的方向,以朝向配戴者的眼睛的方向反射显示器发射的光。

[0006] 例如,在文件W0 2013/138107中公开了头戴式显示器的实施例。

[0007] 这些玻璃板具有几毫米的厚度而且体积较大。而且,玻璃板必须是平坦的,这使它们在日常生活眼睛配戴物中的集成变得不容易。所产生的装置对于配戴者而言可能是沉重的、不舒服的以及不美观的。

[0008] 一些眼镜还配备有滤光器,这些滤光器适于选择性地反射比如UV或一些蓝色波长等不利波长的光,以便避免这种波长被引导朝向配戴者。然而,这些滤光器可以朝向其他用户反射光,并且还可能引起不美观的彩色反射。因此,期望提供一种选择性滤光器,该滤光器允许收集不利的波长而不朝向其他用户反射不利的波长。

[0009] 因此,除了需要在滤光器或传感器被集成到光学装置的应用中选择性收集由眼睛配戴物或窗接收的光之外,还需要在比如智能眼镜中的头戴式显示器等应用中改善光朝向用户的选择性引导发射。

发明内容

[0010] 鉴于以上所述,本发明的一个目的是减轻现有技术的至少部分不便。

[0011] 特别地,本发明的一个目的是使比如传感器、显示器、或光伏电池等智能部件更容易地集成到光学装置中,同时保持这种光学装置的紧凑设计。

[0012] 本发明的另一个目的是允许选择性地收集被引导朝向光学装置的波长,而不朝向其他用户反射那些波长。

[0013] 本发明的另一个目的是允许制造合并了头戴式显示器的眼镜,所述眼镜对于用户而言更轻、更舒适和美观。

[0014] 为此,根据第一方面,提出了一种光学制品,所述光学制品至少包括:

[0015] -基材,以及

- [0016] -全息波导,所述全息波导覆盖所述基材的至少一部分并且包括:
- [0017] -两个主表面,所述主表面中的至少一个主表面与所述基材的表面相符合,以及
- [0018] -至少第一和第二区,所述第一和第二区被配置为使得入射在所述第一和第二区之一上的光被至少部分地引导朝向所述第一和第二区中的另一个区。
- [0019] 根据本发明,所述全息波导由感光材料形成,所述感光材料包括根据至少一个频率在空间上变化的折射率。
- [0020] 根据一个实施例,所述全息波导进一步包括一个周边边缘,所述第一区包括所述全息波导的周边边缘的至少一部分,并且所述第二区包括所述全息波导的主表面之一的至少一部分。
- [0021] 在实施例中,所述光学制品可以进一步包括以下特征之一或组合:
- [0022] -所述全息波导在所述基材的表面的至少10%上延伸、优选地在所述表面的至少50%上延伸、甚至更优选地在所述表面的至少70%上延伸、甚至更优选地在所述基材的整个表面上延伸,
- [0023] -所述光学制品包括多个全息波导,
- [0024] -所述全息波导彼此叠置,
- [0025] -所述全息波导在所述基材的表面的不同部分上延伸,
- [0026] -每个全息波导被配置为在其相应的第一区与第二区之间选择性地传播相应不同波长的光,
- [0027] -由每个全息波导传播的光线根据相对于所述第二区的法线的不同角度进入所述波导的相应第二区或者从所述波导的相应第二区出去,
- [0028] -所述光学制品进一步包括耦合装置,所述耦合装置位于所述波导的一个主表面的周边上并且被配置为将光耦合到所述全息波导中或从所述全息波导中耦合出,
- [0029] -所述耦合装置优选地选自涂层或光栅(例如全息光栅)之一,
- [0030] -所述耦合装置可以是无源或有源的,有源耦合装置由命令信号驱动或激活,有源耦合光学装置可以例如包括一组液晶单元,所述被激活或被驱动的液晶单元提供振幅光栅或相位光栅,
- [0031] -所述第一区在所述全息波导的周边边缘的至少50%上延伸、优选地在所述周边边缘的至少70%上延伸、甚至更优选地在所述周边边缘的整个表面上延伸,
- [0032] -所述基材选自由以下各项组成的组:
- [0033] o平坦基材,
- [0034] o弯曲基材,
- [0035] o半成品镜片毛坯或眼科镜片,其中,所述眼科镜片可以是隐形眼镜,
- [0036] o掩模,
- [0037] -所述全息波导的主表面中的至少一个平行于所述基材的弯曲表面延伸,
- [0038] -所述全息波导的两个主表面形成前表面和后表面,所述后表面旨在指向配戴者的眼睛方向,所述前表面旨在指向外部环境,并且所述第二区是输入区,而所述第一区是输出区。
- [0039] 根据第二方面,还提出了一种光学装置,所述光学装置包括:
- [0040] -根据前述实施例中任一个实施例的光学制品,并且进一步包括:

[0041] -至少传感器、光伏电池、光阱或吸收器,所述传感器、光伏电池、光阱或吸收器被配置为接收在所述第一区处输出的或由耦合装置输出的光,所述耦合装置位于所述波导的一个主表面的周边上并且被配置为将光耦合进入所述全息波导或从所述全息波导耦合出来,所述耦合装置优选地选自涂层或光栅(例如全息光栅)之一,或

[0042] -至少光发射器,所述光发射器被配置为朝向所述第二区发射旨在被耦合到所述全息波导中的光。

[0043] 如前面所讨论的,所述耦合装置可以是无源的或有源的。

[0044] 在实施例中,所述光学制品可以进一步包括以下特征之一或组合:

[0045] -所述至少传感器、光伏电池、光发射器、光阱或吸收器被放置在所述基材上,

[0046] -所述光学制品旨在被安装在框架上,并且至少传感器、光伏电池、光阱、吸收器或光发射器被放置在所述框架上在所述全息波导附近,可选的耦合装置在所述框架与所述光学制品之间,

[0047] 根据第三方面,还提出了一种用于在基材中选择性地传播光的方法,所述方法包括以下步骤:

[0048] -提供光学制品,所述光学制品包括基材和全息波导,所述全息波导覆盖所述基材的至少一部分并且包括:

[0049] -两个主表面,所述主表面中的至少一个主表面与所述基材的表面相符合,以及

[0050] -至少第一和第二区,所述第一和第二区被配置为使得入射在所述第一和第二区之一上的光被至少部分地引导朝向所述第一和第二区中的另一个区

[0051] -用到达所述第一和第二区之一的光照射所述全息波导,

[0052] -选择性地所述光耦合到所述波导中,

[0053] -将所述全息波导中的光线引导朝向所述第一和第二区中的另一个区的方向。

[0054] 根据实施例,提供所述光学制品的步骤包括:

[0055] -在基材上涂敷感光材料层,

[0056] -将相干光束分成至少第一和第二束,

[0057] -通过经以下方式使至少所述第一束和第二束重叠来在所述感光材料层内产生干涉图样:

[0058] -将至少所述第一束耦合到所述感光材料层中,

[0059] -用至少所述第二束从镜片的外侧照射所述感光材料层,

[0060] 所述干涉图样引起折射率改变,所述折射率改变根据所述感光材料内的至少一个频率在空间上变化。

[0061] 根据本发明的光学制品允许从位于所述波导的表面上一个区朝向所述波导的周边引导光。被引导在所述全息波导内的光可以根据光的波长和相对于所述波导的取向来选择。这使得可以过滤不期望的波长(比如UV或蓝光波长),而不朝向其他用户反射它们。

[0062] 传感器可以设置在所述光学制品的周边处或在所述光学制品的框架内,以便测量所收集的光的特征。例如,这种传感器可以测量环境光度并控制电致变色(EC)或液晶玻璃。

[0063] 所述光学制品还允许将光从被定向朝向所述光学制品的周边边缘的发射器引导到用户。因此,所述光学制品可以被用在例如头戴式显示器应用中。由于所述光学制品是通过在基材上形成全息波导而获得的,所以所述基材可以是弯曲的眼科镜片。因此,所述波导

可以容易地被集成在弯曲的眼科镜片中,并且所产生的、包括头戴式显示器的眼镜可以更轻、更美观、以及体积更小。

附图说明

[0064] 将仅以举例方式参考附图来描述所提出的解决方案的进一步细节、方面和实施例。

[0065] 图1A、图1B和图1C图示了三个不同实施例的根据本发明的光学制品。

[0066] 图2A、图2B和图2C图示了全息波导的原理。

[0067] 图3A、图3B和图3C图示了全息波导的第一和第二区的不同布置及其一些应用。

[0068] 图4A和图4B图示了包括耦合装置的全息波导的正视图和侧视图。

[0069] 图5图示了被用于全息波导的记录的光学设置的示例。

[0070] 图6图示了根据实施例的多个全息波导的布置以及应用的示例。

具体实施方式

[0071] 图1A图示了根据本发明的第一实施例的光学制品100。光学制品100包括基材101和全息波导102。基材101分别具有第一表面101a和第二表面101b。基材101是平坦表面并且例如可以是窗。全息波导102覆盖基材的至少一部分并且包括第一主表面103、第二主表面104以及周边边缘105。因此,第一主表面103与基材101的平坦表面相符合。第二主表面104基本上平行于第一主表面103。

[0072] 全息波导102进一步包括第一区Z1和第二区Z2。第一区Z1包括全息波导102的周边边缘105的至少一部分,并且第二区Z2包括全息波导102的两个主表面103、104之一的至少一部分。取决于参考图3A、图3B和图3C所示的所考虑的应用,全息波导102被配置成使得入射在第一区Z1上的光被至少部分地引导朝向第二区Z2,第一区Z1是输入区并且第二区Z2是输出区,或者使得入射在第二区Z2上的光被至少部分地引导朝向第一区Z1,第二区Z2是输入区并且第一区Z1是输出区。将参考图2A、图2B、图2C进一步描述全息波导102。

[0073] 图1B图示了根据第二实施例的光学制品200。光学制品200包括基材201和全息波导202。基材201分别具有第一和第二表面201a、201b。至少第一表面201a是弯曲的。基材201可以是半成品镜片毛坯,在这种情况下,第二表面201b是平坦的,如图1B所示。第二表面201b旨在根据与配戴者有关的数据(比如包括球镜度和散光的处方数据)进行机加工。基材201可以是眼科镜片,在这种情况下,第二表面201b是弯曲的。

[0074] 全息波导202覆盖基材201的至少一部分并且包括第一主表面203、第二主表面204以及周边边缘205。第一主表面203与基材201的弯曲表面201a相符合。第二主表面204基本上平行于弯曲的第一主表面203。全息波导因此是弯曲的并且所获得的半成品镜片毛坯或眼科镜片的体积因此更小、特别是比具有通常厚直波导的半成品镜片毛坯或眼科镜片体积更小。

[0075] 全息波导202进一步包括如前所述的第一区Z1和第二区Z2。

[0076] 光学制品200可以进一步包括一个或多个附加层206。附加层206可以是另一个全息波导、保护层、膜或薄片、比如抗反射涂层等功能层、偏振层、包括光致变色元件的层、包括电致变色元件的层、包括液晶单元元件的层、和/或至少部分透明的导电层中的一个或多

个。例如，两个至少部分透明的导电层可以被用于控制包括电致变色或液晶单元元件的层、或者控制有源全息波导。

[0077] 一个或多个附加层206可以被放置在全息波导202的顶部，即在第二主表面204上，如图1B所示，和/或在全息波导202的第一主表面203的下方。根据一个变型，基材201包括附加层206并且基材的第一表面201a例如由附加层206形成。

[0078] 图1C图示了根据第三实施例的光学制品300。光学制品300包括第一基材301、全息波导302以及第二基材306。第一基材301和第二基材306分别包括两个主表面301a、301b和306a、306b。第一基材301和第二基材306还分别包括周边边缘301c和306c。全息波导302包括第一主表面303、第二主表面304以及周边边缘305。全息波导302的第一主表面303与第一基材301的主表面301a相符合，并且全息波导302的第二主表面304与第二基材306的第一表面306a相符合。因此，全息波导在光学制品300内被嵌入在第一基材301与第二基材306之间。全息波导302进一步包括如前所述的第一区Z1和第二区Z2。

[0079] 光学制品300可以是眼科镜片，在这种情况下，外表面306b和301b优选是弯曲的，如图1C所示。光学制品300还可以是半成品毛坯，在这种情况下，仅仅外表面306b或301b之一是弯曲的。

[0080] 全息波导302的第一和第二表面303、304优选是基本上彼此平行。第一和第二基材301、306的内表面301a和306a可以具有与外表面306b和301b相同的曲率半径。在替代方案中，第一和第二基材301、306的内表面301a和306a可以是平坦的。

[0081] 在图1B和图1C的实施例中，光学制品200、300可以是半成品镜片毛坯或眼科镜片，并且主表面之一（后表面）旨在被引导朝向配戴者的眼睛的方向，并且另一个主表面（前表面）旨在被引导朝向外部环境。基材301和306可以承担部分矫正功能，像处方、散光、下加光。

[0082] 光学制品300可以通过在第一与第二基材301、306之间注入感光材料来形成，第一与第二基材301、306被保持在与全息波导的宽度相对应的给定距离处，并且在两个基材301、306之间的空间的一部分在其周边上被阻塞。根据另一个变型，全息波导302可以被结合到第一和第二基材301、306的内表面301a和306a。当全息波导是有源全息波导时，所述有源全息波导被两个至少部分透明的导电层包围，这两个至少部分透明的导电层被结合到第一和第二基材301、306的内表面301a和306a。

[0083] 光学制品300也可以是窗，在这种情况下，两个外表面306b或301b都是平坦的。

[0084] 可以注意到，全息波导可以在先前所述的基材之一的表面的至少10%上延伸、优选地在所述表面的至少50%上延伸、甚至更优选地在所述表面的至少70%上延伸、以及甚至更多优选地在基材的整个表面上延伸。

[0085] 全息波导由感光材料形成，感光材料包括根据至少一个频率在空间上变化的折射率。使用全息设置记录全息波导。全息波导可以是无源的或有源的。当感光材料与液晶混合时，有源全息波导可以例如被激活或去激活。例如，有源全息光栅的示例是在WO 2017/005608中所公开的全息聚合物分散液晶（H-PDLC）、文件EP 2187254 A1中所述的Polycrrips或Polyphems。

[0086] 图2A示意性地图示了在由感光材料形成的感光层PHL中的全息波导HW的记录。例如，感光材料可以是光聚合物或重铬酸盐明胶并且被沉积在比如前述的基材（未示出）上。

[0087] 光聚合物可以处于任何物理状态(液态、固态、糊状等)并且包括在标准条件下的那些固态和那些液态。光聚合物配方通常包含一个或多个单体或低聚物,所述单体或低聚物呈现为例如烯属不饱和光聚合部分以及具有至少一个对照射波长敏感的组分聚合的光引发体系。它们可以包含允许增大可见光的光谱灵敏度的范围的光引发剂和光敏剂的组合。

[0088] 这些光聚合物配方可以包含各种添加剂,比如,在不详尽的清单中,聚合物、溶剂、增塑剂、转移剂、表面活性剂、抗氧化剂、热稳定剂、消泡剂、增稠剂、均化剂、催化剂等。

[0089] 光聚合物的示例包括商用光聚合物,例如OmniDex(E.I. du Pont de Nemours (EP 0377182 A2))、Bayfol HX(以前是Bayer,现在是Covestro)、Darol (Polygrama) 或SM-TR光聚合物(Polygrama)。

[0090] 光聚合物配方也可以与液晶混合物混合以形成有源全息波导。取决于它们的组成,特别是取决于溶剂存与否及其粘度,可以设想不同类型的处理。包含溶剂的配方可以以不同的方式进行处理,例如通过旋涂、浸涂、喷涂或棒涂、或由平坦的基材(例如玻璃(无机或有机的))的喷墨印刷进行的涂覆,或者通过旋涂、浸涂、喷涂或棒涂、或由在弯曲的基材(例如玻璃(无机或有机的))上的喷墨印刷进行的涂覆,以便获得期望的厚度。在涂覆之后,通常必需(多个)溶剂的蒸发的步骤以获得准备要被记录的光聚合物层。当配方不含溶剂时,在它们的粘度不太高时能以相同的方式使用它们。在这种情况下,蒸发步骤不是必需的。

[0091] 用于用感光材料涂覆基材的所述一些方法也可以被应用在包括附加层的基材上。

[0092] 感光层的厚度典型地被包括在 $1\mu\text{m}$ 与 $100\mu\text{m}$ 之间、优选地被包括在 $4\mu\text{m}$ 与 $60\mu\text{m}$ 之间。

[0093] 从侧面观察感光层PHL。像在任何全息设置中一样,感光材料层被暴露在至少两个不同的束下:参考束RB和物体束OB。取决于所考虑的应用,参考束RB和物体束OB可以由平行的、会聚的或发散的光线形成。

[0094] 参考束RB入射在感光层的两个主表面之一的第二区Z2上,并且物体束OB入射在感光层PHL的一个边缘的第一区Z1上。物体束OB被耦合到感光层中并且传播至少部分地穿过感光层。由于感光层是由具有比周围空气折射率高的折射率的材料形成的,因此感光层形成了波导。因此,被包括在物体束OB中的光被引导在感光层PHL中。通过物体束OB和参考束RB在感光层中的叠加形成干涉图样。干涉图样被记录在感光材料内作为在感光材料的特定处理之后的折射率变化。因此,感光材料的折射率根据至少一个频率在空间上变化。特别地,折射率根据干涉图样的强度而变化。

[0095] 当感光材料是光聚合物时,折射率变化是由单体或低聚物的聚合引起的。

[0096] 当光聚合物与液晶混合时,折射率变化是由具有液晶和聚合的单体或低聚物的区域的交替引起的。取决于所使用的配方,明亮的干涉条纹可以由液晶或由聚合的单体或低聚物形成。通过在由导电层(该导电层被放置在记录有全息波导的感光层的两侧)形成的两个电极上施加张力,液晶可以改变其取向并且因此改变如通过穿过感光层的光所看到的有效折射率。通过适当选择光聚合物配方和液晶混合物配方,可以使在包括液晶的区域中的折射率与在包括聚合的光聚合物的区域中的折射率匹配。因此,取决于被施加在导电层(所述导电层被放置在全息波导的两侧)上的张力,可以激活或去激活全息波导。

[0097] 当参考束RB和物体束OB由平行的光线形成时,折射率根据一个取决于参考束RB与

物体束OB之间的角度的频率而变化。当RB或物体束OB中的至少一个是会聚的或发散的时，折射率根据其他频率在空间上变化。

[0098] 图2B和图2C示意性地图示了读取全息波导的两种不同方式。

[0099] 在图2B中，束B1入射在感光层PHL的边缘上的第一区Z1上。来自束B1的光中的一些光被耦合到感光层并且耦合到全息波导中。耦合光在全息波导内至少部分地被引导朝向第二区Z2。然后，光从全息波导被耦合出来，并从第二区Z2出来，形成束B2。

[0100] 仅束B1的、对应于物体束的部分被有效地耦合到全息波导HW中。当被用于读取的波长与被用于记录的波长相同时，从全息波导出来的束B2对应于参考束RB，使得B2的光线具有与参考束RB相同的角度再分隔，但是在相反的方向上传播。否则，当被用于读取的波长与被用于记录的波长不同时，束B2的光线的角度再分隔取决于与所记录的干涉图样相对应的空间折射率变化或改变。

[0101] 在图2B的实施例中，到达全息波导HW的边缘上的区Z1的光以特定的角度再分隔从全息波导HW的主表面之一上的区Z2出来。

[0102] 在图2C中，束B2入射在感光层PHL的主表面之一的第二区Z2上。来自束B2的光中的一些光被耦合到感光层PHL中并且耦合到全息波导HW中。耦合光在全息波导HW内至少部分地被引导朝向第一区Z1。然后，光从全息波导HW被耦合出来，并且从全息波导的第一区Z1出来，从而形成束B1。束B1对应于物体束OB，但是在相反的方向传播。

[0103] 束B2的对应于物体束OB的部分被有效地耦合到全息波导HW中。当被用于读取的波长与被用于记录的波长相同时，从全息波导出来的束B1对应于物体束OB，使得B1的光线具有与物体束OB相同的角度再分隔，但是在相反的方向上传播。否则，当被用于读取的波长与被用于记录的波长不同时，束B1的光线的角度再分隔取决于与所记录的干涉图样相对应的空间折射率变化。

[0104] 在图2C的实施例中，以特定的角度再分隔入射在全息波导HW的第二区Z2上的光可以被收集在全息波导HW在第一区Z1附近的边缘上。

[0105] 因此，全息波导HW能够选择性地将入射在第一区Z1和第二区Z2之一上的光传播到第一和第二相应区Z2、Z1中的另一个区。进或出第一和第二区的光具有由沿与在感光材料中所记录的干涉图样相对应的至少一个频率在空间上变化的折射率限定的角度再分隔。进一步地，对于取决于与干涉图样的记录相对应的折射率变化的特定波长，全息波导选择性地将入射在第一区Z1和第二区Z2之一上的光传播到第一和第二相应区Z2、Z1中的另一个区。

[0106] 图3A、图3B和图3C图示了全息波导的第一和第二区的不同的非限制性布置。

[0107] 图3A图示了全息波导HW的俯视图，所述全息波导包括在全息波导的整个周边边缘上延伸的第一区Z1和在全息波导的主表面之一上延伸的第二区Z2。

[0108] 在这种布置中，到达第二区Z2的光可以例如被收集并引导朝向全息波导的周边边缘的第一区Z1。因此，全息波导可以被用于拒绝有害波长，比如UV或被包括在380nm至450nm之间的一些蓝光波长，这些波长不被传输穿过基材并且不被引导朝向其他用户。因此，全息波导可以充当选择性滤光器。从第一区Z1出来的光可以由吸收器或光阱收集。替代地，光可以由光伏电池收集，光伏电池向被设置在光学装置的框架内的电池供应电力，所述电池例如为电致变色或液晶玻璃的电极以及窗或头戴式显示器提供电力。

[0109] 图3B图示了全息波导HW的俯视图,所述全息波导包括在全息波导的周边边缘的一部分上延伸的第一区Z1和在全息波导的主表面之一上延伸的第二区Z2。

[0110] 在图3B所示的这种布置中,第一区Z1可以具有比如尺寸为 2mm^2 的发光二极管等光发射器LE的尺寸。发光二极管发射的光可以被引导朝向全息波导的主表面的第二区Z2。因此,全息波导可以被用于例如用被包括在470nm与510nm之间的特定波长来照射眼科镜片的配戴者的眼睛。例如,这种波长可以被用在光疗法中以治疗比如睡眠相位后移综合症等昼夜节律紊乱,并且还可以被用于治疗季节性情感障碍。

[0111] 这种布置也可以被用于通过在一副眼镜中构建集成的眼动跟踪器来执行眼动跟踪。眼动跟踪器主要使用相机作为传感器以及使用IR源(主要是LED)来照亮所跟踪的眼睛。相机测量眼睛的取向或位置。全息波导可以被用于引导IR光朝向配戴者的眼睛的方向。充当反射镜的全息光栅可以被放置在镜片的顶部。全息光栅被配置为将来自配戴者眼睛的光朝向被集成在框架的铰链或镜腿中的相机的方向反射。

[0112] 替代地,第一区Z1可以是具有几 mm^2 尺寸的光传感器的尺寸。类似于图3A的示例,进入第二区Z2上的全息波导并从第一区Z1出来的光可以由传感器收集,然后所产生的装置可以被用作剂量计。

[0113] 图3C图示了多个全息波导HW1、HW2、HW3、HW4。全息波导HW1、HW2、HW3、HW4彼此相邻,并且覆盖前述基材的至少一部分。每个全息波导HW1、HW2、HW3、HW4分别包括第一区Z11、Z12、Z13、Z14和第二区Z21、Z22、Z23、Z24。第二区Z21、Z22、Z23、Z24在全息波导HW1、HW2、HW3、HW4的整个表面上延伸。第一区Z11、Z12、Z13、Z14在全息波导HW1、HW2、HW3、HW4的周边边缘的一部分上延伸。

[0114] 不同的全息波导HW1、HW2、HW3、HW4可以被用于收集到达基材的、与全息波导HW1、HW2、HW3、HW4的第二区Z21、Z22、Z23、Z24相对应的不同部分上的光并且例如使用不同的传感器S1、S2、S3、S4测量从第一区Z11、Z12、Z13、Z14出来的所收集的光。

[0115] 这种布置可以被用于检测潜在地从不同方向入射在基材的不同部分上的光,并且可以被用于控制智能眼镜或窗的电致变色或液晶。

[0116] 这种布置还可以被用于检测入射在基材的不同部分上的不同波长,并且可以被用于取决于被检测到的光量来控制可调滤光器。WO 2017/032649中给出了可以使用的可调滤光器的示例。

[0117] 图4A和图4B图示了包括耦合装置CD的全息波导HW的正视图和侧视图。耦合装置CD位于全息波导的主表面之一的周边上。在替代方案中,耦合装置CD可以位于全息波导的周边边缘上。耦合装置被配置为将光耦合到全息波导中或从全息波导耦合出,即将光提取或注入到全息波导中。例如,耦合装置可以选自涂层、突起和/或凹陷结构、漫射元件或全息光栅(比如在全息波导中所记录的布拉格光栅)。例如,突起和/或凹陷结构可以由位于基材上与全息波导接触的单个突起或凹陷形成,或者由周期性连续的突起和/或凹陷形成,由此形成波纹状光栅,或者甚至更复杂的结构,比如衍射光学元件。这种凹陷和/或突起结构的示例例如在文件WO 2009/032721中进行了描述。

[0118] 在图4A和4B的示例中,入射在全息波导HW上在全息波导的主表面之一上的第二区Z2上的光至少部分地被引导朝向全息波导HW的第一区Z1。被引导朝向第一区Z1的光的一部分被耦合出,即通过耦合装置CD从全息波导中被提取,并且朝向被配置为接收由耦合装置

输出的光的光学部件的方向从全息波导HW传播出来。这种光学部件可以是被放置在智能眼镜或窗的框架上的传感器、光伏电池、光阱或吸收器。

[0119] 替代地,光通过耦合装置CD可以被耦合到(即,被注入到)全息波导HW中,然后光从耦合装置CD朝向全息波导HW的第二区Z2被部分地引导。比如光发射器等光学部件位于智能眼镜或窗的框架上在全息波导附近,使得朝向耦合装置CD的方向发射光。

[0120] 因此,可以通过选择耦合装置的位置来调节光学部件在眼镜或窗的框架内的位置,使得由光学部件发射或接收的光被引导朝向耦合装置。根据本发明,其使得在眼镜或窗的框架内的光学部件的设计和集成方面能够具有更大的灵活性。

[0121] 图5图示了被用于记录在被放置在基材401上的感光层402上的全息波导的光学设置的示例。

[0122] 光学设置400例如包括比如沿着一个初始直线偏振发射光的激光器403等相干光源、半波长片404、偏振分束器405、两个反射镜407、408、第一束形成组件409以及第二束形成组件406。

[0123] 光学设置400适于从单个激光束B0中产生参考束RB和物体束OB。参考束RB旨在被引导朝向感光层402的与全息波导的第二区Z2相对应的主表面402a的至少一部分。物体束OB旨在被引导朝向感光层402的与全息波导HW的第一区Z1相对应的周边边缘402b的至少一部分。

[0124] 来自激光器403的激光束B0具有初始直线偏振。激光器403可以直接发射直线偏振束B0,或者附加的四分之一波长片可以被用于获得直线偏振束B0。偏振方向可以通过旋转半波长片404来改变。然后,使用偏振分束器405通过反射具有第一直线偏振的光并且传输具有垂直于第一直线偏振的第二直线偏振的光来将激光束B0分成两个激光束B01和B02。旋转半波长片404以便控制两个激光束B01和B02各自的强度。使用两个反射镜407和408将第一束B01引导朝向感光层402的周边边缘402b。使用第一束形成组件409将第一束B01形成成为物体束OB。物体束OB由会聚光线形成,并且被聚焦到感光层402的周边边缘402b中。使用第二束形成组件406,取决于应用,参考束RB由平行的、发散的或会聚的光线形成。第一和第二束形成组件406、409可以包括一个或多个用于形成会聚的或发散的束的镜片。例如,第一和第二束形成组件406、409还可以包括用于划定区Z1、Z2和/或液晶矩阵的界限以控制束B01、B02的强度和/或相位的掩模。替代地,被用于记录全息波导的基材401可以包括用于划定被记录到感光层中的(多个)全息波导的范围的掩模。可以旋转基材401以相对于聚焦的物体束OB的尺寸而增大全息波导的第一区Z1的尺寸。

[0125] 通过平移和旋转基材401并且通过调整第一和第二区在感光层402上的位置,不同的全息波导可以被记录在同一个感光层402上。针对新的全息波导HW的每次记录,可以根据所需参考束RB选择第一束形成组件406。在一个实施例中,在同一感光层402内记录一个或多个全息波导之后,感光层可以从基材401中被取回,并且被放置在图1A、图1B的基材101、201之一上。

[0126] 在另一个实施例中,全息波导HW被直接记录在感光层102、202之一上,所述感光层覆盖图1A、图1B、图1C的光学制品100、200的基材101、201。在又一个实施例中,图1C的感光层302被直接记录、同时被嵌入在第一与第二基材301、306之间。

[0127] 如图3C先前所示的,不同的全息波导可以是相邻的并且彼此接触,或者可以被由

感光层402形成的空间分隔开。在不同的全息波导之间的空间可以被用于实现如图6所示的其他功能。

[0128] 图6图示了包括四个周边全息波导HW01、HW02、HW03、HW04和一个中央全息波导HW00的感光层的俯视图。

[0129] 中央全息波导HW00的第二区Z200的一部分被放置在感光层的中心，一个周边部分朝向感光层的边缘延伸。第一区Z100被放置在感光层的周边边缘上。

[0130] 周边全息波导HW01、HW02、HW03、HW04与第二区Z200的中央部分相邻，并且全息波导HW01和HW04也与中央全息波导HW00的第二区Z200的周边部分相邻。周边全息波导类似于参考图3C先前所描述的全息波导HW1、HW2、HW3、HW4。全息波导HW01、HW02、HW03、HW04分别包括位于每个全息波导的周边边缘的一部分上的第一区Z101、Z102、Z103、Z104。有利地，感光层进一步包括三个波导W1、W2和W3。波导由被包括在全息波导之间的感光层部分形成。全息反射镜形成在每个波导的顶部，全息反射镜被配置为耦合出被引导到波导中的光。

[0131] 这种布置还可以被用于在眼镜的框架中构建集成的眼动追踪器。然后，由集成在眼镜的框架中的IR LED发出的IR光朝向眼科镜片的中心被引导到三个波导W1、W2、W3。然后，IR光经由全息反射镜被从波导中耦合出来，然后被引导朝向配戴者的眼睛。

[0132] 然后，配戴者的眼睛反射的光被引导朝向眼科镜片，更具体地朝向全息波导HW00、HW01、HW02、HW03、HW04的充当输入区的第二区的至少一些区的方向。然后，光被引导朝向全息波导HW00、HW01、HW02、HW03、HW04的在眼科镜片的周边边缘处的第一区Z100、Z101、Z102、Z103、Z104。然后，在输出区Z100、Z101、Z102、Z103、Z104中由每个全息波导收集的光量可以由传感器S0、S1、S2、S3、S4来测量。例如，传感器可以被放置在每个全息波导的周边边缘上的对应输出区Z100、Z101、Z102、Z103、Z104的附近。当传感器S0、S1、S2、S3、S4或光发射器LE1、LE2、LE3不被直接放置在每个全息波导的周边边缘上时，可以使用可选的耦合装置。

[0133] 根据这个实施例，可以基于由全息波导的输入区形成的五个不同区的所测量的反射的差异来确定配戴者的眼睛的取向。例如，由于眼睛的每个部分的表面、吸收和几何形状的差异，配戴者的眼睛反射的光可能取决于眼睛的哪些部分（巩膜、瞳孔和虹膜）被照亮而不同。

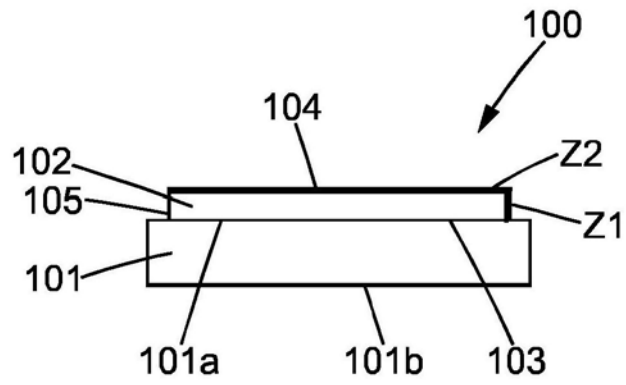


图1A

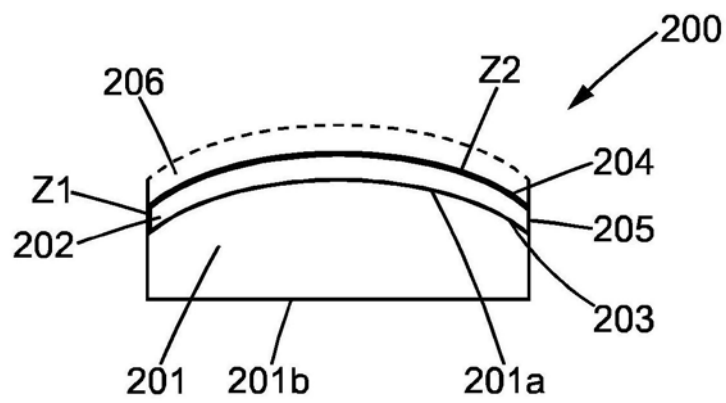


图1B

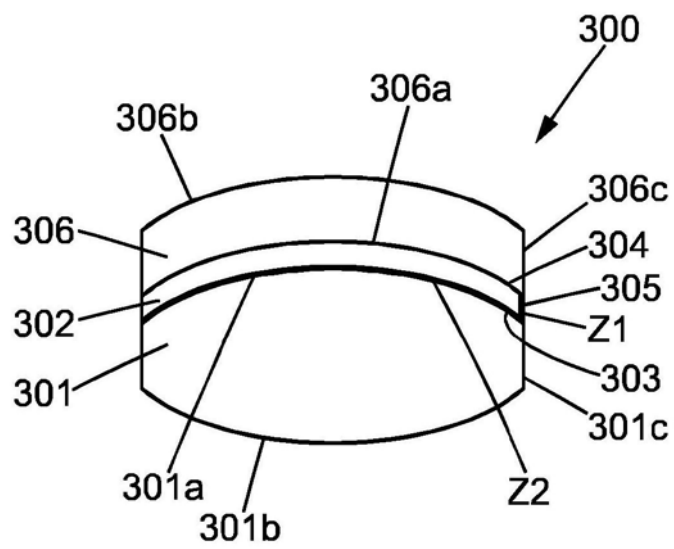


图1C

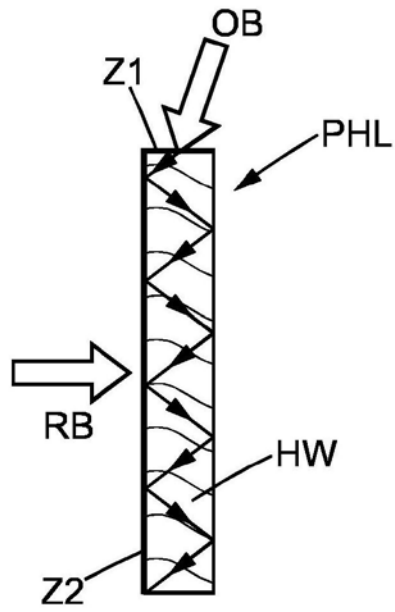


图2A

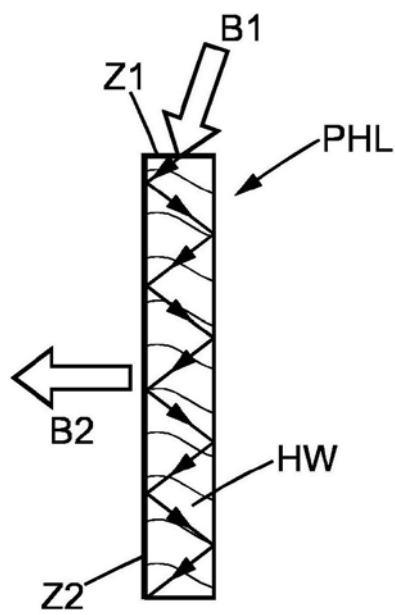


图2B

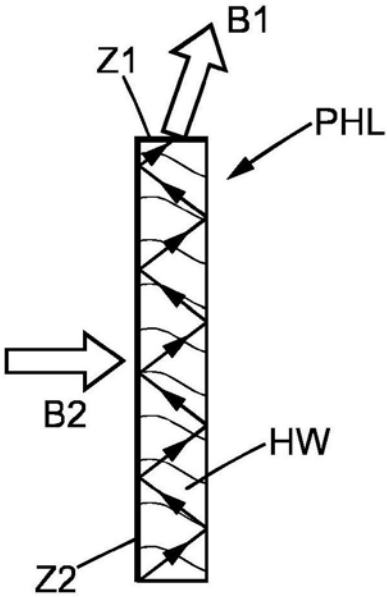


图2C

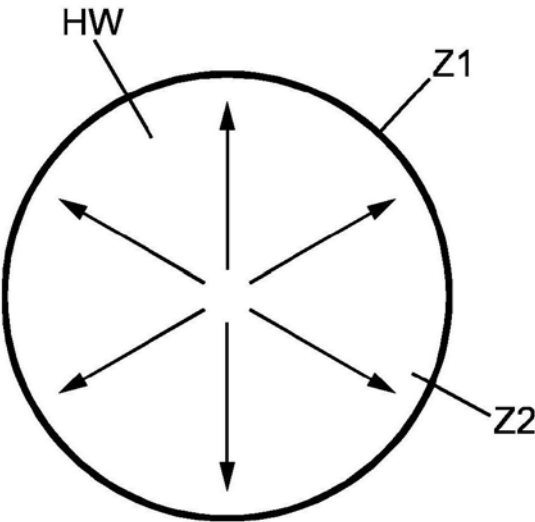


图3A

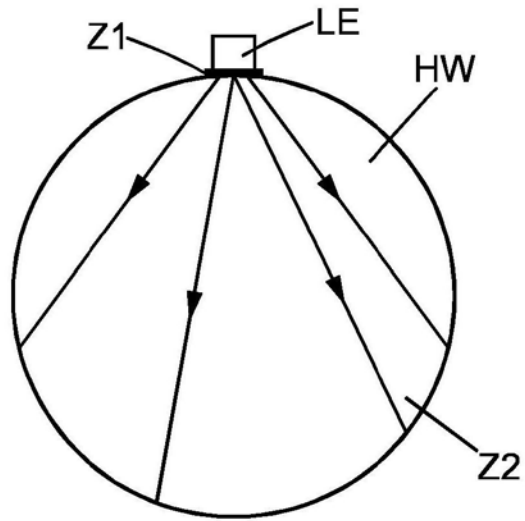


图3B

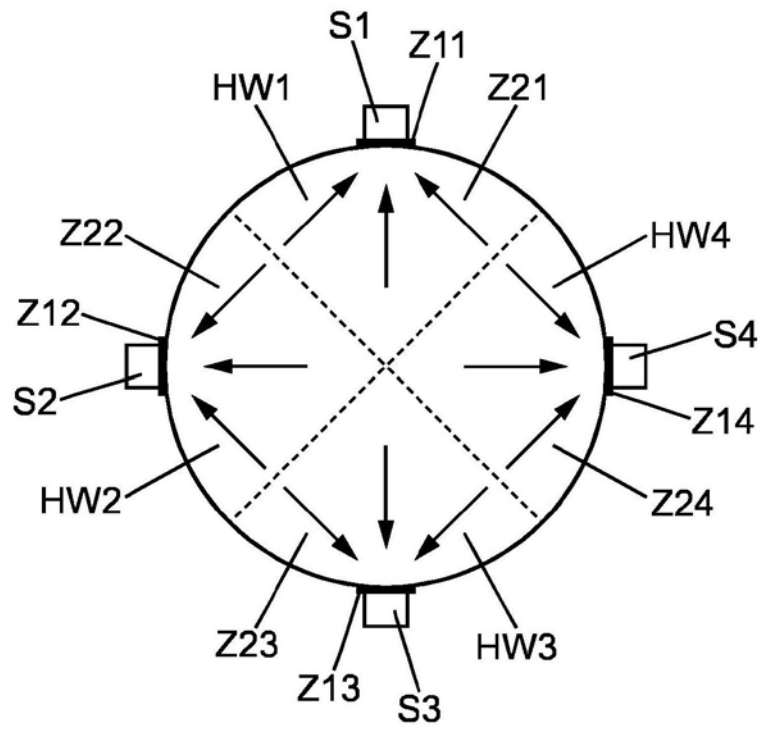


图3C

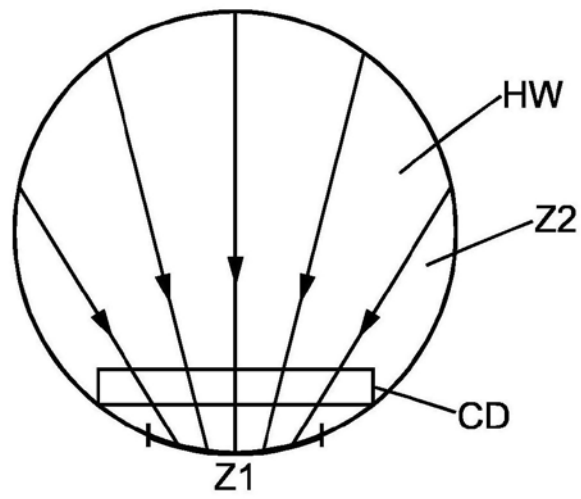


图4A

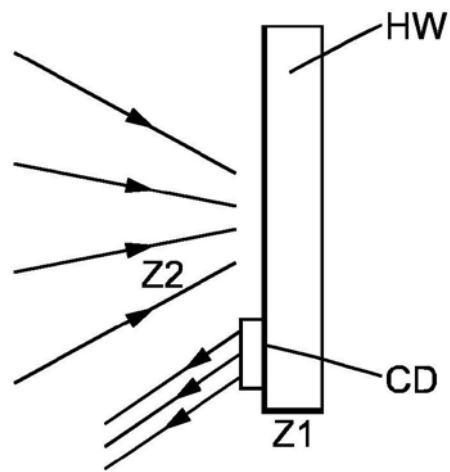


图4B

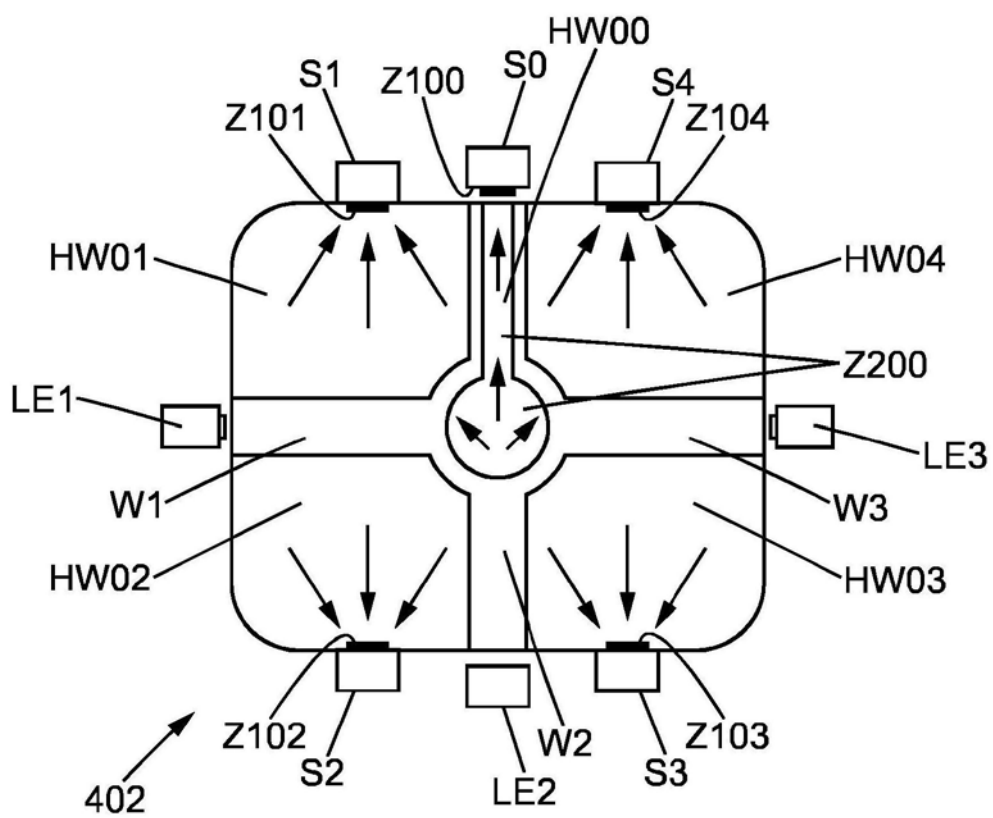


图6