(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 113366261 A
(43)申请公布日 2021.09.07

(21)申请号 202080012268.0

(22)申请日 2020.01.31

(30)优先权数据
102019102604.0 2019.02.01 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2021.08.02

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2020/052482 2020.01.31

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2020/157306 DE 2020.08.06

(71)申请人 卡尔蔡斯耶拿有限公司
地址 德国耶拿

(72)发明人 罗曼·克莱因迪恩斯特
克里斯托弗·埃勒
彼得·沃伊蒂塞克 马克·荣汉斯
丹尼尔·托梅
马蒂亚斯·伯克哈特
亚历山大·加托
安德烈亚斯·卢茨
米尔科·里特米勒

(74)专利代理机构 北京市创世宏景专利商标代理有限责任公司 11493
代理人 崔永华

(51)Int.Cl.
F21V 8/00(2006.01)
G02B 27/01(2006.01)
G02B 27/42(2006.01)

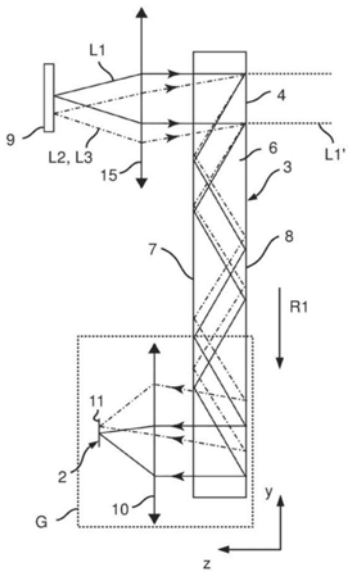
权利要求书2页 说明书28页 附图29页

(54)发明名称

用于检测器系统的功能化的波导

(57)摘要

本发明涉及一种用于检测器系统的功能化波导，其中，波导(1)包括具有前侧(7)和后侧(8)的透光基体(6)。基体(6)具有部分透光的输入耦合区域(4)和在第一方向(R1)上与输入耦合区域间隔开的输出耦合区域(5)。输入耦合区域(4)包括衍射结构，该衍射结构使来自要检测的物体的并且撞击到前侧(7)上的仅部分辐射偏转，使得偏转的部分通过反射作为耦入辐射在基体(6)中传播直至输出耦合区域(5)并且撞击到输出耦合区域(5)上。输出耦合区域(5)使撞击在输出耦合区域上的耦入辐射的至少一部分偏转，使得偏转的部分通过前侧(7)或后侧(8)从基体(6)中射出，以便撞击在检测器系统(2)上。输入耦合区域(4)在横向于第一方向(R1)的第二方向(R2)上的范围大于输出耦合区域(5)在第二方向(R2)上的范围。



CN 113366261 A

1.一种用于检测器系统的功能化的波导，

其中，所述波导(1)包括透光的基体(6)，所述透光的基体(6)具有前侧(7)和后侧(8)，

其中，所述基体(6)包括部分透光的输入耦合区域(4)和在第一方向(R1)上与所述输入耦合区域间隔开的输出耦合区域(5)，

其中，所述输入耦合区域(4)包括衍射结构，所述衍射结构使来自要检测的物体的并且撞击到所述前侧(7)上的辐射的仅一部分偏转，使得被偏转的部分作为耦入辐射在所述基体(6)中通过反射传播直到所述输出耦合区域(5)，并且撞击到所述输出耦合区域(5)上.

其中，所述输出耦合区域(5)使撞击到其上的耦入辐射的至少一部分偏转，使得被偏转的部分从所述基体(6)经由所述前侧(7)或所述后侧(8)射出，以撞击到所述检测器系统(2)上，

其中，所述输入耦合区域(4)在横向于所述第一方向(R1)的第二方向(R2)上的范围大于所述输出耦合区域(5)在所述第二方向(R2)上的范围。

2.根据权利要求1所述的波导，其中，所述输入耦合区域(4)的所述衍射结构被实现为反射性的或透射性的体积全息图。

3.根据权利要求1所述的波导，其中，所述输入耦合区域(4)的所述衍射结构被实现为凸版光栅。

4.根据前述权利要求中任一项所述的波导，其中，所述输出耦合区域(5)包括反射性的或透射性的体积全息图。

5.根据前述权利要求中任一项所述的波导，其中，所述输出耦合区域(5)包括反射性的或透射性的凸版光栅。

6.根据前述权利要求中任一项所述的波导，其中，所述输出耦合区域(5)包括镜面或棱镜。

7.根据前述权利要求中的任一项所述的波导，其中，所述输出耦合区域(5)包括反射性的或透射性的菲涅尔结构。

8.根据前述权利要求中任一项所述的波导，其中，所述输入耦合区域(4)和/或所述输出耦合区域(5)除了光束偏转之外还包括成像光学功能。

9.根据前述权利要求中任一项所述的波导，其中，所述衍射结构透射来自所述要检测的物体的并撞击在所述前侧(7)上的辐射的一部分，使得所述部分从所述基体经由所述后侧(8)射出。

10.根据前述权利要求中任一项所述的波导，其中，所述输入耦合区域(4)和所述输出耦合区域(5)以在所述第二方向(R2)上相对于彼此居中的方式布置。

11.根据权利要求1至9中任一项所述的波导，其中，所述输入耦合区域(4)和所述输出耦合区域(5)以在所述第二方向(R2)上相对于彼此偏心的方式布置。

12.根据权利要求11所述的波导，其中，提供有多个输出耦合区域，所述多个输出耦合区域在所述第二方向(R2)上彼此相邻地布置。

13.根据权利要求11所述的波导，其中，所述输出耦合区域中的至少一个还包括横向于所述第一方向(R1)的偏转功能。

14.根据前述权利要求中任一项所述的波导，其中，所述输入耦合区域(4)对于来自所述要检测的物体的并撞击在所述前侧(7)上的辐射具有至少50％的透射率。

15.一种检测器系统,包括根据前述权利要求中任一项所述的功能化的波导。

16.根据权利要求15所述的检测器系统,其中,所述检测器系统包括检测器,辐射的由所述输出耦合区域偏转的部分撞击在所述检测器上。

17.根据权利要求16所述的检测器系统,其中,所述检测器(11)连接到所述基体(6)的前侧或后侧(7、8)。

18.根据权利要求15或16所述的检测器系统,其中,在所述检测器(11)与所述前侧和/或后侧(7、8)之间没有布置单独的成像光学元件。

19.一种用于照明和/或投影系统的功能化的波导,

其中,所述波导(1)包括透光的基体(6),所述透光的基体(6)具有前侧(7)和后侧(8),

其中,所述基体(6)包括输入耦合区域(5)和在第一方向(R1)上与所述输入耦合区域间隔开的输出耦合区域(4),

其中,所述输入耦合区域(5)使来自照明和/或投影系统的光源或图像源的并且撞击到所述输入耦合区域(5)上的辐射的至少一部分偏转,使得被偏转的部分作为耦入辐射在基体(6)中通过反射传播直到所述输出耦合区域(4),并且撞击到所述输出耦合区域(4)上.

其中,所述输出耦合区域(5)包括衍射结构,所述衍射结构使撞击在其上的耦入辐射的至少一部分偏转,使得被偏转的部分从所述基体(6)经由所述前侧(7)或所述后侧(8)射出,

其中,所述输出耦合区域(4)在横向于所述第一方向(R1)的第二方向(R2)上的范围大于所述输入耦合区域(4)在所述第二方向(R2)上的范围。

20.一种具有根据权利要求19所述的功能化的波导的照明和/或投影系统,其中,所述照明和/或投影系统包括光源和/或图像源,来自所述光源和/或图像源的光撞击在所述输入耦合区域(5)上。

用于检测器系统的功能化的波导

技术领域

[0001] 本发明涉及用于检测器系统的功能化的波导。

背景技术

[0002] 由玻璃或塑料构成的透光表面，例如汽车中的窗户或挡风玻璃，包括透光基体并且通常仅用于保护人或物体免受环境(例如风、温度、颗粒或辐射)影响。

[0003] 人们越来越关注提供一种提供附加的光学功能性的透光基体。

发明内容

[0004] 因此，本发明的目的是提供一种具有附加的光学功能性的透光基体。

[0005] 本发明在独立权利要求中限定。在从属权利要求中指定有利的配置。

[0006] 在根据本发明的功能化波导的情况下，在透光基体中提供或实施部分透光的输入耦合区域和在第一方向上与输入耦合区域间隔开的输出耦合区域。部分透光的输入耦合区域可以包括衍射结构，该衍射结构用于在较大的角度和波长范围内通过输入耦合区域进行正常观察期间保持输入耦合区域的透光度。因此，撞击到透光基体的前侧上的辐射的仅一部分可以借助于透光输入耦合区域偏转，使得偏转部分作为耦入辐射借助于反射传播到基体中直至输出耦合区域，并且撞击到输出耦合区域上。

[0007] 在这种情况下，输入耦合区域的透光度取决于辐射的输入耦合效率。随着输入耦合效率增加，在输入耦合区域中的功能化波导的输入耦合区域中的透光度也降低。为了获得尽可能高的透光度，借助于例如衍射结构(特别是至少一个体积全息图)的辐射的输入耦合可以精确地有效，使得足够的辐射功率撞击在输出耦合区域上。部分透光的输入耦合区域可以被实施为使得输入耦合效率例如为2％、5％、10％、15％、20％、25％、30％、35％、40％、45％或50％。特别地，输入耦合效率可以在2％-50％的范围内，使得输入耦合区域的透光度在50％-98％的范围内。另外的示例性实施例的(一个或多个)输入耦合区域还可以包括这样的输入耦合效率或这样的透射特性。

[0008] 透光的输入耦合区域优选地被实施为使得撞击在透光基体的前侧上的辐射的被偏转部分的偏转被实现为没有光学成像功能(例如没有聚焦效应)的纯偏转。

[0009] 反射尤其可以是在透光基体的前侧和/或后侧处的全内反射。然而，也可以为此目的提供反射性层或涂层或部分反射性层或涂层。

[0010] 部分透光的基体的前侧和后侧可以被实施为平面表面。在此，部分透光的基体例如可以设计为平面平行板。

[0011] 然而，前侧和/或后侧也可以实施为弯曲的。

[0012] 部分透光的基体可以由玻璃和/或塑料构成。该基体可以是一体的或包括多层结构。

[0013] 特别地，透光基体可以对来自可见光波长范围的辐射或光是透光的。此外，可以存在对近红外和/或红外范围的透光性。

[0014] 透光基体的输出耦合区域可以偏转撞击在其上的耦入辐射的至少一部分，使得偏转部分从基体射出。这优选通过透光基体的前侧或后侧实现。

[0015] 输出耦合区域可以被实施为部分透光的。特别地，输出耦合区域的输出耦合效率可以是例如2％、5％、10％、15％、20％、25％、30％、35％、40％、45％或50％。特别地，输出耦合区域的输出耦合效率可以在2％-50％的范围内，使得输出耦合区域的透光度在50％-98％的范围内。另外的示例性实施例的(一个或多个)输出耦合区域也可以包括这样的输出耦合效率或这样的透射特性。

[0016] 例如，如果输入耦合区域和输出耦合区域被实施为衍射结构(例如，体积全息图)，则部分透光的实施例是有利的。输入耦合区域和输出耦合区域然后可以例如以膜的形式实现，这从制造工程的观点来看是有利的。

[0017] 然而，输出耦合区域也可以包括最大输出耦合效率。这例如可以通过反射性涂层(优选地完全反射性涂层)来实现。

[0018] 输入耦合区域和输出耦合区域可以被实施为使得它们除了偏转之外不产生光学成像功能。然而，输入耦合区域和/或输出耦合区域除了偏转之外还可以提供光学成像功能，并且因此产生光学成像。在这方面，光学成像功能可以实现例如会聚透镜元件或发散透镜元件、凹面镜或凸面镜的功能，其中曲面可以是(居中或偏心的)球面曲面或非球面曲面。

[0019] 输入耦合区域的衍射结构可以实现为埋入衍射结构、两个衬底之间的衍射结构或者实施在前侧或后侧上的衍射结构。

[0020] 此外，输出耦合区域可以包括衍射结构。输出耦合区域的衍射结构可以被实施为埋入衍射结构或者被实施为前侧或后侧上的衍射结构。

[0021] 反射性体积全息图或透射性体积全息图可被设置为输入耦合区域和/或输出耦合区域的衍射结构。此外，输出耦合和/或输入耦合区域的衍射结构可以是透射性凸版光栅或反射性凸版光栅。

[0022] 输出耦合区域还可以包括镜面、棱镜和/或反射性菲涅耳结构或透射性菲涅耳结构。这些变型方案可以作为输出耦合区域的衍射结构的替代方案或补充方案而提供。

[0023] 此外，提供一种包括根据本发明的功能化波导的检测器系统(包括所有的改进)。检测器系统(在下文中也称为检测系统)可以包括检测器，由输出耦合区域偏转的部分辐射撞击在该检测器上。检测器可以连接到基体的前侧或后侧。特别地，可以存在直接连接。检测器可以是数字图像传感器(例如CCD传感器或CMOS传感器)、检测器阵列或例如太阳能电池。

[0024] 此外，检测器系统可以被实施为使得至少一个光学成像元件被布置在检测器与前侧和/或后侧之间的区域中。至少一个光学成像元件可以例如实施为透镜、折射性透镜或折射性相机透镜。在检测器与前侧和/或后侧之间的区域也可以没有光学成像元件。换句话说，从输出耦合区域耦出的辐射因此撞击在检测器上，而没有穿过另外的光学成像元件。在这种情况下，如果输出耦合区域除了偏转之外还包括光学成像特性，则是有利的。

[0025] 功能化波导可以被实施为使得其执行无限-无限成像。然而，所述波导也可以执行有限-无限成像、无限-有限成像或有限-有限成像。

[0026] 当然，检测器系统也可以被实施为使得至少一个光学成像元件也被布置在检测器与前侧和/或后侧之间。该至少一个光学成像元件尤其用于引导由输出耦合区域偏转的部

分辐射，并且可以例如实施为透镜元件。该至少一个光学成像元件可以例如实施为透镜、折射性透镜或折射性相机透镜。

[0027] 在功能化波导的情况下，输入耦合区域在横向于第一方向的第二方向上的范围可以大于输出耦合区域在第二方向上的范围。输入耦合区域的范围(或例如宽度)在此尤其理解为如所期望的那样有效使用的范围或光学上使用的范围。这例如是输入耦合区域的局部范围，偏转的辐射从该局部范围撞击到检测器系统上。输出耦合区域的范围(或例如宽度)在此尤其理解为如所期望的那样有效使用的范围或光学上使用的范围。这例如是输出耦合区域的局部范围，偏转的辐射从该局部范围撞击到检测器系统上。

[0028] 此外，输入耦合区域和输出耦合区域可以以在第二方向上相对于彼此居中的方式布置。

[0029] 然而，输入耦合区域和输出耦合区域也可以以在第二方向上相对于彼此偏心的方式布置。

[0030] 可以提供在第二方向上彼此相邻布置的多个输出耦合区域。至少一个输出耦合区域可以附加地包括横向于第一方向的偏转功能。

[0031] 功能化波导的视场(在下文中称为“FoV”)可以与检测器(或者具有至少一个光学成像元件(例如透镜)的检测器)的FoV协调。这尤其可以通过适配输入耦合区域和输出耦合区域之间沿着第一方向的距离以及输入耦合区域横向于第一方向的范围和输出耦合区域横向于第一方向的范围来实现。通过适配透镜焦距和/或检测器的尺寸，可以实现检测器(或具有至少一个光学成像元件的检测器)的FoV适配于功能化波导的FoV。优选地，功能化波导的FoV对应于检测器(或者具有至少一个光学成像元件的检测器)的FoV。这可以通过功能化波导的FoV的有针对性的设置和/或检测器(或具有至少一个光学成像元件的检测器)的FoV的有针对性的设置来实现。

[0032] 此外，还提供一种用于照明和/或投影系统的功能化波导，其中，所述波导包括具有前侧和后侧的透光基体。原则上，透光基体可以以与用于检测器系统的功能化波导的透光基体相同的方式实施和改进。

[0033] 在此，基体可以包括输入耦合区域和在第一方向上与输入耦合区域间隔开的输出耦合区域，其中，输入耦合区域使来自照明和/或投影系统的光源或图像源并且撞击到输入耦合区域上的至少一部分辐射偏转，使得偏转的部分作为耦入的辐射在基体中通过反射传播直到输出耦合区域并且撞击到输出耦合区域上。输出耦合区域可以包括例如衍射结构的结构，该结构使撞击到其上的耦入辐射偏转，使得偏转的部分经由前侧和后侧从基体射出。衍射结构可以适应于来自光源或图像源的辐射的波长，使得尽可能多的辐射被反射。然而，例如在通过衍射结构观察时衍射结构仍然可以包括期望的透光度。此外，衍射结构可以偏转来自光源或图像源的辐射的仅一部分。

[0034] 输出耦合区域的结构可以是透射性衍射结构或反射性衍射结构、透射性体积全息图或反射性体积全息图、镜面、棱镜或透射性凸版光栅或反射性凸版光栅。

[0035] 因此，提供透光的输出耦合区域。输出耦合区域在横向于第一方向的第二方向上的范围可以大于输入耦合区域在第二方向上的范围。

[0036] 此外，提供一种具有用于这种照明和/或投影系统的功能化波导的照明和/或投影系统，其中，附加地提供光源和/或图像源，来自光源和/或图像源的光撞击在输入耦合区域

上。

[0037] 在用于检测器系统的功能化波导的情况下，输入耦合区域可以包括至少两个体积全息图，其中每个体积全息图偏转来自要检测的物体的并且撞击在前侧上的辐射的仅一部分，使得偏转的部分通过反射作为耦入辐射在基体中传播直到输出耦合区域并且撞击在输出耦合区域上。输入耦合区域的体积全息图可以不同在于，体积全息图的偏转功能包括不同的光谱角特性。结果，对于相同的入射角，可以偏转不同的波长。输出耦合区域使撞击到其上的耦入辐射的至少一部分偏转，使得偏转的部分从基体(优选经由前侧或后侧)射出，以便撞击到检测器系统上。

[0038] 这种波导使得能够透射更多的颜色，因为输入耦合区域的体积全息图包括不同的光谱角特性，并且因此对于相同的入射角偏转不同的波长，使得它们成为基体中的耦入辐射的一部分。

[0039] 输入耦合区域的体积全息图可以相邻布置(彼此之间具有或不具有间隔)；特别地，该体积全息图可以在第一方向上相邻地布置。然而，输入耦合区域的体积全息图也可以彼此上下布置或彼此堆叠布置(也就是说，优选地布置在横向于第一方向和横向于第二方向的堆叠方向上)，使得就像存在体积全息图的层堆叠一样。替代地或附加地，输入耦合区域的一些或全部的体积全息图的功能可以在单个体积全息图中实现。这种实现也被称为多路复用。输入耦合区域的这些可能的配置可以在所描述的所有示例性实施例中提供。

[0040] 输出耦合区域可以针对用于输入耦合区域的每个体积全息图包括分配的体积全息图，分配的体积全息图在偏转期间提供与输入耦合区域的对应体积全息图相同的光谱角特性。因此，可以补偿输入耦合区域的体积全息图的色散。

[0041] 输出耦合区域的体积全息图可以相邻布置(彼此之间具有或不具有间隔)；特别地，该体积全息图可以在第一方向上相邻地布置。然而，输出耦合区域的体积全息图也可以被布置为彼此上下布置或彼此堆叠布置(也就是说，优选地布置在横向于第一方向和横向于第二方向的堆叠方向上)，使得就像存在体积全息图的层堆叠一样。替代地或附加地，输出耦合区域的一些或全部体积全息图的功能可以在单个体积全息图中实现。这种实现也被称为多路复用。输出耦合区域的这些可能的配置可以在所描述的所有示例性实施例中提供。

[0042] 输入耦合区域的体积全息图可以被实施为反射性积全息图或透射性体积全息图。这同样适用于输出耦合区域的体积全息图。

[0043] 输入耦合区域可以至少或精确地包括2个、3个、4个、5个、6个、7个、8个、9个、10个、多达40个、多达50个或多达100个(或1和100之间的任何值的)体积全息图。

[0044] 在用于检测器系统的功能化波导的情况下，输入耦合区域可以包括多个衍射输入耦合结构，所述多个衍射输入耦合结构在第一方向上相邻并且不同之处在于它们包括在由垂直于前侧的垂线和横向于第一方向的第二方向所跨越的平面中的不同水平视场，使得它们将来自不同水平视场的辐射朝向输出耦合区域偏转。

[0045] 因此，可以捕获更大的水平视场并将其引导至检测器。

[0046] 衍射输入耦合结构可以被实施为使得它们将来自不同的水平视场的辐射朝向输出耦合区域偏转。

[0047] 因此，可以捕获更大的水平视场并将其引导至检测器。

[0048] 衍射输入耦合结构可以实施成，使得它们在偏转期间借助不同的偏转波长对来自不同的水平视场的辐射进行编码，从而可以针对不同的水平视场选择性地进行输出耦合和/或检测。

[0049] 输出耦合区域可以针对衍射输入耦合结构包括分配的衍射输出耦合结构，分配的衍射输出耦合结构偏转具有分配的衍射输入耦合结构的波长的选择性辐射。

[0050] 衍射输出耦合结构可以偏转所分配的输入耦合结构的辐射，使得所述辐射撞击在检测器系统的位置不同的区域上。

[0051] 可以为检测器的至少一个位置不同的区域提供滤色器，滤色器仅将相应的波长范围引导到检测器。

[0052] 衍射输入耦合结构可以实施成，使得它们对来自不同的偏转角范围的辐射进行编码，从而可以针对不同的水平视场选择性地进行输出耦合和/或检测。

[0053] 输入耦合区域可以在每个衍射输入耦合结构的前面包括具有层状结构的遮光光阑，遮光光阑为每个衍射输入耦合结构在由垂直于前侧的垂线和第一方向所跨越的平面中限定不同的竖直视场。

[0054] 输出耦合区域可以针对每个衍射输入耦合结构包括分配的衍射输出耦合结构，分配的衍射输出耦合结构偏转来自分配的衍射输入耦合结构的不同偏转角范围的选择性辐射。衍射输出耦合结构可以在第一方向上相邻布置。

[0055] 衍射输出耦合结构可以分别实施为反射性的或透射性的体积全息图。

[0056] 用于检测器系统的功能化波导可以被实施或改进为使得输入耦合区域沿着第二方向包括至少两个不同的衍射输入耦合结构，衍射输入耦合结构的不同之处在于，衍射输入耦合结构包括在第二方向上的不同偏转分量。

[0057] 因此，在耦入辐射的利用方面具有更高的效率。

[0058] 对于每个相对于输出耦合区域沿第二方向偏移的衍射输入耦合结构，第二方向上的偏转分量可以被选择成以便补偿耦入辐射的当前偏移。

[0059] 输出耦合区域可以实施成，使得其将通过不同的衍射输入耦合结构耦入的辐射偏转到相同的角度范围中。

[0060] 用于检测器系统的功能化波导可以被实施或改进为使得输入耦合区域包括输入耦合凸版光栅，并且输出耦合区域包括输出耦合凸版光栅。

[0061] 特别地，输入耦合凸版光栅和输出耦合凸版光栅可以包括相同的光栅周期。

[0062] 功能化波导还可以被实现为具有透光基体的屏幕。在这种情况下，透光基体可以是屏幕的一部分。

[0063] 屏幕可以是例如便携式设备(诸如例如智能电话或膝上型计算机)的屏幕、固定屏幕或例如安装在机动车辆中的一些其它屏幕。

[0064] 输出耦合区域可以被布置为沿着第一方向比输入耦合区域更靠近基体的边缘。

[0065] 此外，输入耦合区域可以布置在后侧。

[0066] 此外，屏幕可以包括布置在基体的后侧上的发光层，并且输入耦合区域可以布置在基体和发光层之间。

[0067] 图像传感器可以在用作屏幕的显示区域的区域中布置在基体的后侧，该区域在借助于图像传感器进行记录期间是空白的。

[0068] 屏幕可以包括记录物体的附加相机，其中由相机实现的记录用于随后对借助于图像传感器对物体的记录进行着色。

[0069] 屏幕可以包括布置在基体的后侧上的发光层，该层产生实像。为此，发光层可以包括例如发光像素。在这种情况下，在像素平面中产生实像。所述像素可各自包括至少50°、60°、70°、80°、90°、100°、110°、120°、130°、140°、150°、160°、170°至小于180°的发射角。

[0070] 由于该像素化发光层被布置在基体的后侧上，因此由像素发射的光透射通过基体并且到达观察者。

[0071] 为了防止由发光层发射的光在输入耦合区域的衍射结构处衍射并且因此不到达观察者，输入耦合区域的衍射结构可以被设计成使得仅具有特定偏振装置的光被衍射并且因此在基体(或波导)中被引导。由发光层发射的光于是可以包括对于输入耦合区域的衍射结构而言低效的偏振，并且被透射而不受输入耦合区域的衍射结构的干扰。因此，发光层不再构成散射光的光源，并且不再需要在输入耦合区域的区域中消隐或省略像素化发光层，以便避免在借助于图像传感器的记录期间散射光的输入耦合。

[0072] 对于限定的偏振装置可以尤其是LCD显示器或者在发光层和基体之间应用偏振膜。

[0073] 功能化波导(或所述检测器系统)可以被实施或改进为使得其被提供为用于车辆的功能化窗户(或检测器系统)。车辆可以是汽车、卡车、飞机、机动或非机动的车辆或一些其它车辆。该窗户可以是车辆的任意窗户，例如挡风玻璃、侧窗或后窗。特别地，可以提供用于车辆的多个窗户(或检测器系统)。它们可以用于检测例如车辆内的人或物体的位置。此外，提供包括一个或多个这样的功能化窗户(或包括一个或多个检测器系统)的车辆。

[0074] 输出耦合区域可以被布置为沿着第一方向比输入耦合区域更靠近基体的边缘。

[0075] 以这种方式功能化的窗户可以用于可以以所述方式实施和改进的检测器系统(或检测系统)。特别地，可以提供检测器，由输出耦合区域偏转的部分辐射撞击在该检测器上。在输出耦合区域和检测器之间，检测系统可以包括至少一个光学成像元件。至少一个光学成像元件可以例如实施为透镜、折射性透镜或折射性相机透镜。

[0076] 基体可以包括另一输入耦合区域和在第一方向上与该另一输入耦合区域隔开的另一输出耦合区域，其中，该另一输入耦合区域使来自光源或图像源并且撞击在另一输入耦合区域上的辐射的至少一部分偏转，使得偏转的部分借助于反射作为耦入的另一辐射在基体中传播直到该另一输出耦合区域并且撞击在该另一输出耦合区域上。该另一输出耦合区域可以包括诸如衍射结构的结构，该结构使撞击在其上的耦入的另一辐射偏转，使得偏转的部分通过前侧或后侧从基体射出，以便产生期望的照明和/或投影。衍射结构可以适应于来自光源或图像源的辐射的波长，使得尽可能多的辐射被反射。然而，衍射结构例如在通过衍射结构观察时仍然可以包括期望的透光度。此外，衍射结构可以偏转来自光源或图像源的辐射的仅一部分。

[0077] 另一输出耦合区域的结构可以是透射性衍射结构或反射性衍射结构、透射性体积全息图或反射性体积全息图、镜面、棱镜或透射性凸版光栅或反射性凸版光栅。

[0078] 因此，提供包括两种附加光学功能的窗户。

[0079] 耦入的辐射和耦入的另一辐射例如可以至少部分地在基体中的相同的区域中沿相反的方向传播。因此，在不同的方向上使用相同的透射通道。

[0080] 当然，耦入的辐射和耦入的另一的辐射也可以在基体中的完全不同的区域中传播。

[0081] 输入耦合区域和另一输出耦合区域可以至少部分地在基体中的相同区域中实施。它们可以以集成的方式共同地实施，例如，它们可以以彼此上下堆叠的方式实施，和/或它们可以部分地重叠。

[0082] 此外，输入耦合区域和另一输出耦合区域可以在基体中的不同区域中实施。

[0083] 此外，功能化波导可以被实施或改进为用于照明和/或投影的功能化窗户，其中，基体包括输入耦合区域和在第一方向上与输入耦合区域间隔开的输出耦合区域。输入耦合区域使来自光源或图像源并撞击在输入耦合区域上的辐射的至少一部分偏转，使得偏转的部分作为耦入辐射在基体中通过反射传播直到输出耦合区域，并撞击在输出耦合区域上。输出耦合区域可以包括诸如衍射结构的结构，该结构使撞击到其上的耦入辐射偏转，使得偏转的部分从基体(优选地经由前侧或后侧)射出，以便产生期望的照明和/或投影。输出耦合区域的衍射结构优选地是部分透光的。衍射结构可以适应于来自光源或图像源的辐射的波长，使得尽可能多的辐射被反射。然而，衍射结构例如在通过衍射结构观察时仍然可以包括期望的透光度。此外，衍射结构可以偏转来自光源或图像源的辐射的仅一部分。

[0084] 输出耦合区域的结构可以是透射性衍射结构或反射性衍射结构、透射性体积全息图或反射性体积全息图、镜面、棱镜或透射性凸版光栅或反射性凸版光栅。

[0085] 此外，用于检测的第一输入耦合区域可以包括比用于检测的第一输出耦合区域更大的水平范围，并且用于投影和/或照明的第二输出耦合区域可以包括比用于投影和/或照明的第二输入耦合区域更大的水平范围和更大的竖直范围。

[0086] 在此，用于检测的全息带(不需要光瞳复制)和用于投射和/或照明的全息表面可以位于透光基体的上部可见区域中，其中，全息表面通常可以在水平和竖直方向上比透光基体的不可见区域中的第二输入耦合区域包括更大的范围以用于眼睛的定位。

[0087] 第一输入耦合区域和第二输出耦合区域可以位于透光基体的可见区域中(特别是如果功能化波导是检测器系统和照明和/或投影系统的一部分的话)。

[0088] 此外，提供一种包括用于照明和/或投影的功能化窗户的照明和/或投影系统。照明和/或投影系统还可以包括光源或图像源。

[0089] 功能化波导可以被实施或改进为使得其不仅适用于检测器系统，而且适用于照明和/或投影系统。为此，基体可以包括第二输出耦合区域，第二输出耦合区域偏转来自光源或图像源的作为照明辐射撞击到第二输出耦合区域上的光的至少一部分，使得偏转的部分用于照明和/或投影。

[0090] 第二输出耦合区域可以以与上述输出耦合区域和相应的第一输出耦合区域相同的方式来实施和改进。

[0091] 波导可以被实施为使得基体包括第二输入耦合区域，第二输入耦合区域偏转来自光源或图像源的光，使得基体通过反射传播直到第二输出耦合区域并且撞击在所述第二输出耦合区域上。

[0092] 替代地或附加地，来自光源或图像源的光可以作为自由射束撞击到基体上并且由此撞击到第二输出耦合区域上，使得光不在基体中通过反射被引导。

[0093] 此外，还提供一种具有用于检测系统和照明和/或投影系统的功能化波导的检测

系统以及照明和/或投影系统。该系统可以包括光源或图像源。

[0094] 只要在技术上是有利的，功能化波导、功能化屏幕和功能化窗户的所述不同实施例可以彼此组合。也可以互换各个特征组。

[0095] 根据本发明的检测系统可以被实施为相机(例如，数字相机或摄像机)。

[0096] 应当理解，在不脱离本发明的范围的情况下，上述特征和下面将要解释的特征不仅可以以特定组合使用，而且可以以其它组合或单独使用。

附图说明

[0097] 下面参照附图基于示例性实施例更详细地解释本发明，附图同样公开了本发明的必要特征。这些示例性实施例仅是说明性的，而不应被解释为限制性的。例如，具有多个元件或部件的示例性实施例的描述不应被解释为意味着所有这些元件或部件对于实现是必要的。相反，其它示例性实施例也可以包含替代元件和部件、更少的元件或部件、或附加的元件或部件。除非另有说明，不同示例性实施例的元件或部件可以彼此组合。针对示例性实施例之一描述的修改和变型也可以应用于其它示例性实施例。为了避免重复，不同附图中的相同元件或相应元件由相同的附图标记表示，并且不多次解释。其中：

[0098] 图1示出根据本发明的检测器系统的一个实施例的侧视图；

[0099] 图2示出图1的波导1的平面图；

[0100] 图3示出从波导1的俯视图；

[0101] 图4示出输入耦合区域4的反射性体积全息图的光谱分辨的、与角度相关的偏转效率的示意图；

[0102] 图5示出作为波长的函数的三个不同入射角的偏转效率的示意图；

[0103] 图6示出侧视图的放大提取图示，其用于说明由检测器像素实现的在限定的角度范围内的平均化；

[0104] 图7A-图7C示出波导的平面图，其用于说明输入耦合区域和输出耦合区域之间的不同宽度比；

[0105] 图7D示出俯视图，其用于说明在具有透镜1的检测器系统2中对水平视场的可能的限制；

[0106] 图8A和图8B示出根据本发明的波导1的其它的示例性实施例；

[0107] 图8C示出波导1的输出耦合区域的放大的侧视图，以用于说明竖直视场的可能的减小；

[0108] 图9A和图9B示出用于说明产生输入耦合区域的体积全息图的图示；

[0109] 图10示出根据另一示例性实施例的波导的平面图；

[0110] 图11A-图11F示出图10的波导的输入耦合区域的侧视图；

[0111] 图12示出根据图10的输入耦合区域的光谱分辨的、与角度相关的偏转效率的示意图；

[0112] 图13A-图13C示意性地示出作为波长的函数的不同入射角的偏转效率；

[0113] 图14A-图14F示出用于说明根据图10的波导的输出耦合区域的示意性侧视图；

[0114] 图15示出对于40个不同的体积全息图，波导的输入耦合区域的光谱分辨的、与角度相关的偏转效率的示意图；

[0115] 图16示出根据本发明的根据另一示例性实施例的波导的平面图；

[0116] 图17示出图16的波导的俯视图；

[0117] 图18A、图18B示出输入耦合区域的侧视图，其用于说明根据图16和图17的波导的功能；

[0118] 图19A-图19C示意性地示出根据图16的波导的相互侧向偏移的输入耦合体积全息图的与入射角和光谱相关的效率；

[0119] 图20示意性地示出根据图16的包括光谱滤波的实施例的输出耦合全息图的光谱的与角度相关的光谱；

[0120] 图21和图22示出两个不同波导1的平面图，其用于说明另一示例性实施例；

[0121] 图23示出根据本发明的波导的另一实施例的侧视图；

[0122] 图24示出根据图23的波导的几何透射光谱的示意图；

[0123] 图25示出图23的波导的输出耦合区域的放大的侧视图；

[0124] 图26示出在由检测器系统的入射光瞳引起渐晕(Vignettierung)的情况下的几何透射光谱的示意图；

[0125] 图27示意性地示出穿过埋入的输入耦合光栅的光栅周期的模拟横截面，所述输入耦合光栅是根据图23的波导的；

[0126] 图28示意性地示出凸版光栅的作为波长的函数的衍射效率；

[0127] 图29示出另一示例性实施例的平面图；

[0128] 图30示出图29的示例性实施例的侧视图；

[0129] 图31示出另一示例性实施例；

[0130] 图32示出相对于图31的侧视图；

[0131] 图33示出光学系统的示意图；

[0132] 图34示出根据图33的具有根据本发明的波导的光学系统；

[0133] 图35示出根据本发明的尤其可以用于投影和/或照明的波导的另一示例性实施例；

[0134] 图36示出图35的波导的侧视图；

[0135] 图37示出图35的波导的俯视图；

[0136] 图38-图40示意性地示出利用波导的照明和/或投影；

[0137] 图41A-图41C示出照明和/或投影，所述照明和/或投影包括从光源/照明源直到输出耦合区域的自由光束路径，其中，输出耦合区域以反射方式使用；

[0138] 图42A-图42C示出以透射方式使用输出耦合区域时根据图41A-图41C的相应布置；

[0139] 图43A-图43C示出将检测与投影和/或照明组合的一个变型方案；

[0140] 图44A-图44C示出将检测与投影和/或照明组合的另一变型方案；

[0141] 图44D-图44F示出将检测与照明和/或投影组合的另一变型方案；

[0142] 图45示出波导用于显微镜的示例性实施例；

[0143] 图46-图46D示出将波导集成或实施在车辆的挡风玻璃中的示例性实施例，以及

[0144] 图47A-图47C以汽车的侧视图示出根据本发明的波导的集成的变型方案。

具体实施方式

[0145] 根据图1至图3的视图示出根据本发明的波导1的实施例以及检测器系统2,以便实现相机3。

[0146] 为此,波导1包括输入耦合区域4和与其间隔开的输出耦合区域5,并且如图1至图3所示,其可以在具有平面前侧7和平面后侧8的平面平行的板6上实现,也可以称为基体6的平面平行的板6由透光材料形成,例如由玻璃或塑料形成。

[0147] 检测器系统2和板6的具有输出耦合区域5的下部部分可以被布置在壳体G中,其在图1中仅示意性地示出,使得对于使用者来说,乍一看并不会明显地意识到其涉及相机3。

[0148] 借助于相机3,物体9可以以这样的方式成像,即,从物体9发出的光束L1、L2、L3经由前侧7进入板6,并且被输入耦合区域4偏转,使得光束以一定角度撞击在前侧7上,从而发生全内反射。光束L1、L2和L3因此借助于前侧7和后侧8处的全内反射被引导直到输出耦合区域5,所述输出耦合区域产生朝向前侧7的方向上的偏转,使得光束L1-L3经由前侧7从板射出。光束L1-L3因此在波导1中沿着从输入耦合区域4到输出耦合区域5的第一方向R1(这里是y方向)传播。

[0149] 然后,通过检测器系统2的透镜10,光束L1-L3聚焦到检测器系统2的检测器11上,使得可以通过检测器11记录物体9的期望图像。

[0150] 输入耦合区域4被实施为反射性体积全息图(Volumenhologramm),所述反射性体积全息图包括与入射角相关的波长选择性,使得其对于较大的角度和波长范围具有较高的透光度(如图1中的被透射的光束L1′所示;为了简化图示,未示出其它被透射的光束)。这意味着,光束L1-L3中的从物体9发出的并撞击在输入耦合区域4上的仅一些光束以所述方式被偏转。来自物体9的其它光束穿过输入耦合区域4传播,并通过后侧8从板6射出,因此输入耦合区域4可以被称为部分透光的。

[0151] 图4示意性地示出用于输入耦合区域4的反射性体积全息图的作为相应光束的入射角的函数的光谱分辨的、与角度相关的偏转效率,其中,沿x轴绘制以μm为单位的波长,沿y轴绘制以°为单位的入射角。图5示出入射角为+20°、0°和-20°时的偏转效率,其中,沿x轴绘制以nm为单位的波长,沿y轴绘制效率。

[0152] 从图4和图5可以得出,对于-20°的入射角,输入耦合区域4的反射性体积全息图以较高的效率偏转来自392nm到398nm的光谱范围($\lambda_{central}$=395nm±3nm)的辐射,并因此将该辐射耦合到平面平行的板6中,对于0°的入射角,对于528nm到536nm($\lambda_{central}$=532nm±4nm)的光谱范围存在较高的效率,并且对于+20°的入射角,对于600nm到610nm($\lambda_{central}$=605nm±5nm)的光谱范围存在较高的输入耦合效率。

[0153] 由于根据图1至图3的波导1被实施为使得输入耦合区域4和输出耦合区域5都不包括成像功能,所以存在波导1的无限(Unendlich)-无限配置。还可以说波导1执行无限-无限成像。因此,输入耦合区域4的反射性体积全息图的光谱的和与角度相关的偏转效率具有这样的效果,即,在通过输入耦合区域4输入耦合之后,每个场角(以及因此被成像物体9的每个点)仅由较小的光谱范围组成,如参照图4和图5所解释的那样。这产生光谱分辨的角分布,该角分布在检测器11上最终导致具有光谱轮廓(或具有彩色轮廓)的图像。因此,通过输出耦合区域5耦出的光束L1-L3以角度光谱耦出,该角度光谱通过透镜10转换成检测器11上的位置分布。检测器11可以是例如CCD检测器或CMOS检测器。

[0154] 由于输入耦合区域4包括反射性体积全息图，所以借助于反射性体积全息图的输入耦合对于每个角度在耦入光谱范围内产生色散。如果输出耦合区域5包括以与输入耦合区域4相同的方式实现的反射性体积全息图，则由输入耦合区域4引起的色散被补偿，并且所有光谱分量被再次偏转到对应的角度。

[0155] 作为波导1的所述无限-无限配置的替代方案，输入耦合区域4和/或输出耦合区域5可以包括例如透镜元件功能或凹面镜功能形式的成像功能。结果，通过波导1可以实现有限-无限成像配置、无限-有限成像配置或有限-有限成像配置。在输入耦合区域4的情况下，这可以用来例如记录物体9，该物体是如此靠近波导1使得光学上不再能够假定物体无限远。在输出耦合区域5的情况下，这种透镜元件功能或凹面镜功能的实施使得可以将耦出的角度光谱直接转换成所实施的该透镜元件功能或反射镜功能的焦平面中的位置分布。在这种情况下，例如可以省去透镜9。在这种情况下，可以说检测器系统2包括检测器11并且还包括输出耦合区域5的透镜元件功能和/或凹面镜功能。由于可以省去透镜10，所以检测器11可以例如直接定位和/或固定在波导1的前侧7上，由此可以实现非常高的集成度、最小的体积和较高的鲁棒性。

[0156] 如已经解释的那样，借助于透镜10或集成到输出耦合区域5中的成像功能，借助于输出耦合区域5的输出耦合之后的角分布(该角分布是光谱分辨的)被转换成检测器11上的位置分布。这种检测器11包括像素形式的离散化。根据图6的图示(该图示示出检测器侧上的展开的波导系统)，这里每个像素PX在一个限定的角度范围内取均值，所述限定的角度范围由像素尺寸PG、像素距光轴A_P的距离和透镜10或输出耦合区域5的成像功能的焦距F_{AK}给出。

[0157] 根据图4和图5中的图示，对一个角度范围的记录也与一个光谱范围内的积分相关联。在这种情况下，光谱带宽通过由像素记录的最大角度(α_2，图4)和最小角度(α_1，图4)给出，这些角度可以如下计算：

[0158] $$\alpha_{1,n} = atan\left(\frac{PG \cdot 0.5 + (n-1) \cdot PG}{f}\right)$$

[0159] $$\alpha_{2,n} = atan\left(\frac{PG \cdot 0.5 + n \cdot PG}{f}\right)$$

[0160] 其中，n表示相应像素的号(0表示在光轴上，n＜0表示在光轴以下，n＞0表示在光轴以上)，PG表示像素尺寸，并且f表示光学系统的焦距。

[0161] 借助于这些极限角，例如，可以基于Kogelniks耦合波理论来计算每个像素在其上进行积分的带宽。因此，由像素检测的总光谱由在所检测的角度范围内的光谱组成，从而导致如图5所示的示出的光谱变宽。对于检测器11仅由一个像素组成的极限情况，所有角度范围被透射到该像素上，带有所有光谱分量的图像信息将被记录。

[0162] 在波导1的无限-无限配置的情况下，光瞳的位置(光束限制光阑(Blende)或位置，在该处所有场角的主光线相交)由输入耦合区域4(图2)的宽度B1(沿着第二方向R2横向于第一方向R1的范围，这里第二方向R2对应于x方向)与输出耦合区域5的宽度B2的比率来确定，波导1在方向R2上的视场还另外取决于输入耦合区域4与输出耦合区域5之间沿着波导1中的传播方向R1或第一方向R1的距离D。

[0163] 当然，输入耦合区域4的尺寸和输出耦合区域5的尺寸可以由光阑限制。这里总是假定光学上使用的尺寸或光学上使用的宽度。这些在下文中也被称为有效宽度。

[0164] 图7A、图7B和图7C示出输入耦合区域4与输出耦合5的三种非常不同的宽度比率。在分析光瞳位置时只考虑非渐晕的(nicht-vignettierte)场角。

[0165] 图7A揭示出对于比率B1/B2＞1时，波导1的输出耦合区域5用作光瞳。因此，所有的角度存在于输出耦合区域5的每个位置处。

[0166] 在B1/B2＝1的特殊情况下(图7B)，只有中心场角物渐晕地传播穿过波导1。在这种情况下，输入耦合区域4和输出耦合区域5二者形成光瞳。

[0167] 在B1/B2＜1的比率的情况下(图7C)，输入耦合区域4是波导1的光瞳，使得不同的角度范围在输出耦合区域5的每个位置处存在并且被耦出。

[0168] 此外，原则上可以在波导1的视场(下文中也称为FoV)和检测器系统2的视场(下文中也称为FoV)之间进行区分。这里两个视场(或两个FoV)中较小的一个确定整个系统的视场。

[0169] 在波导1的无限-无限配置的情况下，由波导1捕获并再次耦出的水平FoV(在x方向上)由输入耦合区域4和输出耦合区域5的宽度B1、B2以及这些区域之间的距离D确定(与光瞳是否位于输入耦合区域4和/或输出耦合区域5上无关)。检测器系统2的FoV通过透镜10(或包含在输出耦合区域5中的透镜元件功能)的焦距和检测器11在水平FoV方向上的尺寸而被给予第一近似。

[0170] 在理想情况下，波导1的FoV和检测器系统2的FoV是相同的。这产生在波导1的整个FoV上的最佳分辨率。只要检测器系统2的FoV大于波导1的FoV，整个系统的水平FoV就由输入耦合区域4的宽度、输出耦合区域5的宽度以及输入耦合区域4和输出耦合区域5之间的距离D给出。有利地，通过这样而捕获整个FoV。然而，存在降低的分辨率。对于检测器系统2的水平FoV小于波导1的FoV的情况，整个系统的FoV受到检测器系统的FoV的限制。这产生分辨率增加的优点，其中仅捕获波导1的FoV的一部分。如果使用透镜10，在某些情况下，可能发生检测器系统2和波导1之间的距离限制FoV的情况，因为靠外的角范围不再能够被透镜10捕获，如图7D所示。

[0171] 波导1的FoV与检测器系统2的FoV的所期望的协调可以通过适配B1、B2和D来实现。通过适配透镜焦距和/或检测器的尺寸，可以实现检测器系统2的FoV与波导1的FoV的所期望的适配。

[0172] 如已经解释的，波导1的光瞳位置由输入耦合区域4的宽度B1与输出耦合区域5的宽度B2的比率限定。在输出耦合区域5处存在的角分布的形式因此发生改变。这产生对于特定布置和应用的有利的特性。

[0173] 对于B1/B2＞1的情况，输出耦合区域5形成波导1的光瞳。如果考虑所有非渐晕光束，则所有场角存在于输出耦合区域5的每个位置处。因此，所有的场角，即波导1的完整FoV，可以仅通过一个具有足够大的FoV且作为足够大的入射光瞳的检测器系统2来捕获。为了实现波导1的较大的FoV，使输入耦合区域4比输出耦合区域5更宽是有利的。此外，输入耦合区域4和输出耦合区域5之间的较小距离是有利的。

[0174] 根据图7A的图示假定存在输入耦合区域4和输出耦合区域5的水平对称布置，因此产生波导1的对称的FoV。然而，如图8A所示，可以侧向(在x方向上)偏移输出耦合区域5。这

也导致水平FoV的偏移。在没有输出耦合区域5的相应校正的情况下，带有由于移位而导致的相应偏移的角分布也在检测器11上以移位的方式产生。这可能产生超出检测器系统2的FoV的结果，并且总FoV因此被限制。这可以通过在输出耦合区域5中实施附加的偏转功能(例如棱镜、倾斜镜、线性光栅等的偏转功能)来改变。因此，可以补偿(或对称化)耦出角度光谱的偏移，并且输出耦合FoV可以再次与检测器系统2的FoV匹配。替代地，还可以根据角度偏移来倾斜检测器系统2。如果不是提供仅一个移位的输出耦合区域5，而是提供多个彼此相邻的输出耦合区域5_1、5_2，在包括相应的补偿和适配的检测系统2的情况下，则可以生成由多个单独的FoV组成的放大的水平FoV(图8B)。

[0175] 在这种结构的情况下，事实上可能实现所有输出耦合区域5的宽度一起等于输入耦合区域4的宽度的极限情况。然而，重要的是，每个单独的输出耦合区域5应该相对于输入耦合区域4单独考虑。只要对于每个单独的输出耦合区域5，宽度比率为B1/B2＞1，则每个输出耦合区域5仍是系统的光瞳，并且因此所描述的关系仍然成立。

[0176] 基于水平光瞳位置和水平FoV的示例描述的关系同样可以与竖直光瞳位置和竖直FoV相关，其中，光束路径在该方向上的折叠应当被考虑。然而，在竖直方向上出现以下特殊特征，其中，还考虑了渐晕光束。

[0177] 在波导1的无限-无限配置的情况下，由假设的无限延伸的波导系统捕获并被传送到输出耦合表面的竖直FoV由波导1内的全内反射的临界角和相对于波导界面或前侧7和后侧8的垂线的小于90°的传播角给出。然而，对于有限范围的实际波导1，应当实现相对于前侧7或后侧8的垂线的小于80°的传播角，以便确保来自较大角度范围的光束L1-L3传播到输出耦合区域5而不穿过输出耦合区域。对于常规的折射率1.5，相对于前侧7或后侧8的垂线的在40°到80°之间的角度范围因此在波导1中传播，并且通过输出耦合区域5被再次耦出。

[0178] 就像水平FoV一样，整个系统(波导1与检测器系统2一起)的竖直FoV也可以由检测器系统2的竖直FoV限制。由于在光谱上被分割的耦入并再次耦出的角度范围，检测器11的光谱灵敏度可以另外地对竖直FoV具有限制性影响。例如，如果检测器11不能接收特别长的波长和/或特别短的波长的辐射，则检测器11的有效范围会减小，进而检测器系统2的竖直FoV(图8C)也减小。

[0179] 在所描述的示例性实施例中，检测器上的图像包括所描述的彩色轮廓，使得无法通过波导1传送和记录全彩色图像。

[0180] 用于输入耦合区域4和输出耦合区域5的所述反射性体积全息图例如可以这样产生，使得集成到波导1中的光敏体积全息材料12被具有532nm波长的基准波13和具有相同波长的信号波14曝光，如图9A所示，所述基准波13以0°的入射角入射到前侧7上，所述信号波14以60°的入射角入射到后侧8上，其中，基准波13和信号波14源自相同的激光器，使得在光敏体积全息材料上出现干涉场或干涉体积，并且相应的折射率修改可以在那里形成。

[0181] 光敏玻璃、重铬酸盐明胶或光聚合物可以被用作光敏体积全息材料。它们可以例如被施加到PC膜(聚碳酸酯膜)上并在那里被相应地曝光。然后，该膜可以被层压在波导1的衬底上，以便制造波导1。在这种情况下，该膜可以仅被层压在例如输入耦合区域4的区域和输出耦合区域5的区域中。替代地，可以在整个波导表面上进行全面积层压，其中，相应的输入耦合功能和输出耦合功能仅被曝光到输入和输出耦合区域中。为了保护体积全息图，适合将另一衬底施加到层压的体积全息图上。因此实现了具有以下基本结构的层堆叠：透光

衬底、胶合或粘合层(Kitt-bzw.Kleberschicht)、体积全息图、胶合或粘合层、透光衬底。

[0182] 由于已经描述的光谱的角依赖性,从以+20°的角度撞击到材料中的反射性体积全息图上的入射平面波W1(图9B),605nm±5nm的光谱范围被向前侧7偏转,使得被偏转的波W1以大约40°的角度β_1撞击到前侧7上。输入耦合区域4的反射性体积全息图对于平面波W1的其余波长是透光的。

[0183] 在平面波W2以0°的角度撞击到反射性体积全息图上的情况下,532nm±4nm范围的波长被反射,使得它们以大约60°的角度β_2撞击到前侧7上。平面波W2的其余波长穿过反射性体积全息图,使得反射性体积全息图对平面波W2的这些波长是透光的。

[0184] 从以-20°的角度撞击到材料中的反射性体积全息图上的平面波W3,395nm±3nm的波长被反射到前侧,使得它们以大约80°的角度β_3入射到前侧。平面波W3的其余波长穿过反射性体积全息图,使得反射性体积全息图对这些波长是透光的。

[0185] 为了在可能的最大光谱范围内通过波导1实现角度信息(来自无限远的图像信息)的传输,图4所示的依赖于角度的光谱可以通过不是仅包括一个反射性体积全息图、而是包括彼此上下布置的多个反射性体积全息图4_1、4_2、43、4_4和4_5(如图10和图11A-图11F所示)的输入耦合区域4来改善。体积全息图4_1-4_5的不同之处在于它们包括不同的光谱角度选择性,结果,对于相同的入射角,由体积全息图4_1-4_5反射不同的波长。由于该角度选择性,例如由体积全息图4_1通过朝向前侧7的反射而耦合到波导1中的辐射不受下面的全息图4_2-4_5影响(或仅轻微地受影响),使得耦入的辐射可以(在最大可能的程度上)传播到输出耦合区域5而不受影响。

[0186] 体积全息图4_1-4_5还可以在z方向上彼此上下布置,从而在波导上产生层堆叠。此外,可以在一个全息图(或体积全息图)中实现所有五个全息图的功能,也称为多路复用。

[0187] 例如,通过对于基准波12和信号波13使用不同的波长,给定与图9A中相同的角度设置的情况下,可以实现不同的光谱角度特性。替代地,可以对所有体积全息图4_1-4_5使用相同的波长,其中,基准波12和信号波13的入射角以适当的方式变化。

[0188] 反射性体积全息图4_1-4_5是用根据图9A的曝光配置在不同的波长下记录的。在此,体积全息图4_1的曝光波长为900nm(黑色),体积全息图4_2的曝光波长为660nm(红色),体积全息图4_3的曝光波长为532nm(绿色),体积全息图4_4的曝光波长为400nm(蓝色),体积全息图4_5的曝光波长为370nm(紫色)。

[0189] 图11B-图11F对于每个体积全息图4_1-4_5示意性地示出,包括最小角度-20°、最大角度+20°和中心入射角0°的角度范围的输入耦合,在0°处,在这种情况下,每个反射性体积全息图4_1-4_5分别在中心波长周围的光谱范围中偏转和耦合,通过该中心波长相应的反射性体积全息图4_1-4_5的曝光被执行。

[0190] 图12以与图4相同的方式示出通过五个反射性体积全息图4_1-4_5耦合到波导1中的模拟总光谱。因此,每个反射性体积全息图4_1-4_5在每个入射角处贡献不同的光谱范围。如果考虑所有反射性体积全息图4_1-4_5的全部,结果,各个角度中的光谱带宽增加,并且最终总体上确保在所有入射角上形成宽带图像。

[0191] 此外,可以从图12中看出,随着入射角的增加耦入光谱在较短波长方向上的偏移以及由于入射角的减小耦入光谱在较长波长方向上的偏移。

[0192] 图13A通过示例的方式示出以0°入射角耦入的光谱。图13B示出+20°入射角的相应

光谱，图13C示出-20°入射角的耦入光谱。在根据图13A-13C的所有图示中，沿x轴表示以μm为单位的波长，沿y轴表示在0(无输入耦合)到1(完全输入耦合)范围内的输入耦合效率。与根据图5的图示的比较表明，与单个反射性体积全息图相比，由于使用更大数量的(与一个反射性体积全息图相比五个反射性体积全息图)以目标方式记录的的体积全息图，因此显著地改善对耦入光谱的采样。

[0193] 图14示出用于输出耦合的相应的反射性体积全息图5_1-5_5。反射性体积全息图5_1-5_5的总高度优选地被选择为与检测器系统2的入射光瞳14相似，以便能够检测尽可能多的光。

[0194] 正如在输入耦合全息图的情况下那样，用于输出耦合的体积全息图5_1-5_5也可以在z方向上彼此上下地布置，从而在波导上产生层堆叠。此外，可以在一个全息图或一个体积全息图中实现所有五个全息图的功能，也称为多路复用。

[0195] 为了例如在每个角度处使基本上连续的光谱能够耦合到波导1中，从而确保全彩色图像信息的传送，例如可以将四十个以目标方式曝光的反射性体积全息图彼此上下地布置。图15示出依赖角度的输入耦合光谱的相应模拟。根据图9A中的曝光配置来记录单个反射性体积全息图的曝光波长可以被选择如下，例如，其中在每种情况下波长以nm表示：358、368、378、389、400、411、421、432、443、454、464、474、487、498、509、519、532、544、556、568、583、598、613、629、645、662、679、696、715、735、755、775、795、815、835、855、875、896、917和940。

[0196] 替代地，也可以在一个波长处并利用基准波12和信号波13的适配的曝光角度来记录反射性体积全息图。

[0197] 在辐射在波导1中传播直至输出耦合区域5之后，在那里通常在相对较大的面积中在该扩展的输出耦合区域5的每个位置处存在所有角度和完整的光谱。然后可以利用相应的反射性体积全息图如前所述地来执行输出耦合。优选地生成与输入耦合区域4中存在的相同的四十个体积全息图。

[0198] 然而，由于输出耦合区域5通常根本不必是透光的，因此已传播至输出耦合区域5的辐射的任何其它类型的输出耦合也是可能的。在这方面，可以使用倾斜的镜面、棱镜、反射性涂层光栅、透射光栅和/或透射性或反射性的多阶菲涅耳结构。可以在波导1的这一点上使用不透光的光学表面，因为不管怎样都要提供不透光的检测器11它。

[0199] 当然，输出耦合区域5的实施例的这种可能性也适用于已经描述的实施例和还将描述的实施例。

[0200] 倾斜的镜面和反射性或透射性的多阶菲涅耳结构有利地具有较高的效率，并且在偏转期间不引入附加的色散(Dispersion)。然而，它们也不会带来色散补偿。用于输出耦合的反射性涂层光栅和透射光栅可以执行期望的色散校正。然而，它们具有较低的效率。棱镜具有较高的效率，但会不利地放大色散。在反射性体积全息图的实施例的情况中，所期望的色散校正有利地存在，因为每个波长信道都经由单独的反射性体积全息图耦出。然而，相对较低的效率是存在的，因为输出耦合区域5的面积必须被单独的反射性体积全息图的数量分割。

[0201] 图16至图18B示出波导1的示例性实施例，其中水平FoV(即x-z平面中的FoV)被放大。这里假设检测器系统2的FoV不限制波导1的FoV。

[0202] 输入耦合区域4包括三个相同宽度的反射性体积全息图4_1、4_2和4_3，它们(在y方向上)彼此上下布置，并且覆盖不同的角度范围，从而覆盖x-z平面中的不同水平视场，如尤其在图17中的俯视图中所示的角度空间中。

[0203] 作为在y方向上彼此上下布置全息图4_1、4_2和4_3的替代方案，全息图也可以在z方向上彼此上下布置，从而在波导上产生层堆叠。此外，可以在一个全息图(或体积全息图)中实现所有三个全息图的各个的全息图功能，也称为多路复用。

[0204] 在这方面，例如第二反射性体积全息图4_2可以在x-z平面中覆盖角度范围$\gamma_0\pm\gamma_1$并且因此覆盖$\gamma_0=0$的中心视场。在此，例如通过第二体积全息图4_2的宽度、相应分配的第二输出耦合全息图5_2的宽度以及通过两个体积全息图4_2、5_2之间的距离来给出中心视场。

[0205] 与第二反射性体积全息图4_2相比，第一反射性体积全息图4_1包括在水平方向(在x-z平面)上的附加的一维偏转功能。因此，分配给第一体积全息图4_1的水平视场在角度范围内被以所施加的偏转功能的绝对值(角度偏移)移位，并且总计为$\gamma_0-2\cdot\gamma_1\pm\gamma_1$。第三反射性体积全息图$4_3$的相应施加的偏转功能导致$\gamma_0+2\cdot\gamma_1+\gamma_1$的水平视场。因此，通过将每个体积全息图$4_1$-$4_3$与相应的用于输出耦合的目的的体积全息图$5_1$-$5_3$组合，不同的水平FoV可以被透射。借助于分别施加的偏转功能(角度偏移)的绝对值和方向，可以有针对性地影响总FoV。在此方面，可以产生例如对称的或不对称的总FoV和具有重叠的部分FoV或在部分FoV之间具有间隙的FoV。

[0206] 为了实现根据图17的最大可能的、对称的和无间隙的水平FoV，应该根据前面的部分中的说明以这样的方式选择所实施的偏转功能，使得角度范围彼此邻接并且尽可能少地重叠。

[0207] 在这里描述的实施例中，所有的水平角度范围在输入耦合之后在相同的水平通道中传播，如图16所示。这也是必要的，以便确保仅由一个检测系统2进行检测。如果所有的输入耦合全息图4_1-4_3除了偏转功能之外都被相同地记录，则根据图18A，沿竖直方向的重叠也会出现。因此，在输出耦合之后，所有的水平FoV将被叠加在检测器11上。为了区分各个水平角度范围，这里描述的示例性实施例能够将水平角度范围编码在根据图18B的相应数量的竖直角度范围中。在这种情况下，这里注意了确保输入耦合区域4仍保持透光以便通过它在较大的角度和波长范围内正常观察。将水平角度范围编码到竖直角度范围中可以实现为，使得反射性体积全息图4_1至4_3被实施为使得它们在波导1内偏转到不同的竖直传播角度范围中。具有相应的偏转特性的反射性体积全息图可以用于此目的。替代地，未示出的用于限制相应竖直FoV的层状结构(Lamellenstrutur)(网(Stege))可以安装在每个反射性体积全息图4_1-4_3的前面。然而，结果是，输入耦合区域4中的透光度受到相当大的限制。

[0208] 利用不同的竖直传播角度范围的这种差别，来自每个输入耦合体积全息图4_1-4_3的辐射以及因此来自每个水平FoV的辐射在不同的竖直FoV中传播。在输出耦合之后，不同的竖直FoV然后被转换成侧向地彼此上下地放置在检测器11上的相互邻接的位置分布。因此，可以捕获放大的水平FoV，竖直FoV则以水平FoV的放大因子被缩小。

[0209] 被编码在竖直FoV中的水平FoV的检测器侧的光谱的和依赖角度的分离可以用于替代的变型方案中，所述分离在下面被更详细地解释。

[0210] 如果每个水平FoV都通过除了偏转功能(角偏移)之外相同地实施的体积全息图被耦入，则每个水平FoV在相同的竖直角度范围和光谱范围内传播通过波导1。例如，对于每个

水平FoV,近似产生图4中所示的依赖于入射角的光谱。于是检测器侧的分离不再可能。

[0211] 然而,替代地,每个水平FoV都可以通过波导1中的不同方向上的特定体积全息图而被耦入,其中,每个体积全息图4_1-4_3以不同的配置(曝光角和/或波长)被记录。

[0212] 图19A、图19B和图19C示出了相互侧向偏移的输入耦合体积全息图4_1、4_2和4_3(图18B)的依赖于入射角且依赖于光谱的效率。在以下的考虑中,假定,通过波导中的全内反射,耦入的角度范围竖直地被限制在±20°。此外,检测器11仅包括400nm至700nm的光谱灵敏度。当然,该过程也适用于其它的竖直角度范围和检测器灵敏度。

[0213] 根据图19B的图示,第一体积全息图4_1将在400nm至440nm之间的光谱范围中的6.67°至20°之间的入射角范围耦合到波导1中,与第一体积全息图4_1相反,第二体积全息图4_2将在400nm到650nm的光谱范围中的来自整个入射角范围的辐射耦合到波导1中,第三体积全息图4_3将在565nm到700nm的光谱范围中的-6.67°至-20°之间的入射角范围耦合到波导1中。因此,每个水平视场通过具有不同特性的特定体积全息图4_1-4_3耦合到波导1中。这些特性用于在输出耦合之后分离水平FoV。

[0214] 全息图4_1、4_2和4_3也可以在z方向上彼此上下布置,从而在波导上产生层堆叠。此外,可以在一个全息图(或体积全息图)中实现所有的三个全息图的单独的全息图功能,也称为多路复用。

[0215] 在输出耦合区域5中,可以预期,由所有输入耦合体积全息图4_1-4_3耦入的光谱的角度光谱(spektrale Winkelspectrum)存在于每个位置处。在输出耦合区域5中,具有与竖直输入耦合相同的行为的体积全息图5_1、5_2、5_3被布置为彼此上下地侧向偏移。然后,所述全息图5_1-5_3中的每一个能够将由相应的输入耦合体积全息图4_1-4_3(光谱角度分布根据图19A-图19C示出的)耦入的辐射的输出耦合。

[0216] 正如在输入耦合区域中那样,全息图5_1、5_2、5_3也可以替代地在z方向上彼此上下布置,从而在波导上产生层堆叠。此外,可以在一个全息图(或体积全息图)中实现所有的三个全息图的单独的全息图功能,也称为多路复用。

[0217] 在输出耦合之后,总场被分离,以使得可以单独地检测不同的水平FoV。为此,首先竖直地划分检测器11的检测器区域。在这种情况下,每个区域部分对应于竖直角度范围。在这种情况下,区域部分(竖直角度范围)的数量与不同的水平FoV的数量相同。在正常情况下,检测器区域(竖直总角度范围)被细分成相等尺寸的区域部分(细分成不同尺寸的区域部分也是可能的)。然而,根据图19C,光谱叠加由于反射性体积全息图中的在各个角度范围内的典型行为而发生,使得最终不同的水平FoV将与相同的竖直FoV叠加。为了避免这一点,可以为检测器11的每个部分区域,即为每个竖直的部分角度范围提供光谱滤波器,所述光谱滤波器实现对相应角度范围的非预期光谱分量的抑制。因此,不同的水平FoV可以唯一地分配给检测器上的不同区域(即,竖直角度范围/FoVs)。因此,将不同的水平FoV唯一地分配给不同的竖直FoV被根据图18b实现。

[0218] 作为使用光谱滤波器的替代方案,也可以使用仅在要求的光谱范围内实现输出耦合的特定输出耦合体积全息图。

[0219] 在应用光谱滤波器之后或在使用光谱适应的输出耦合体积全息图时,得到图20中所示的依赖于角度的光谱。因此,不再出现不同的水平FoV的叠加,并且因此出现将水平FoV分配给对应竖直FoV的唯一分配。

[0220] 以这种方式放大可检测的水平FoV。然而，同时这导致了竖直FoV的减小。

[0221] 与将水平FoV角度编码在竖直FoV中相比，所述的将水平FoV光谱编码在竖直FoV中的优点主要在于，在通过输入耦合区域4正常观察时，在较大的角度范围和光谱范围中存在较高的透光度。

[0222] 光谱编码的缺点是，每个水平FoV捕获不同的光谱带，并且如果例如在特定的水平FoV中相应的光谱范围中没有或仅有很少的辐射发生，则结果可能丢失信息。这种缺陷可以通过提供多个输出耦合区域(其输入耦合光谱对于不同的水平FoV而言相应地发生光谱偏移)来补偿。然而，于是也需要相应数量的检测器系统2。

[0223] 在波导1的整体系统的一般设计以及输入耦合体积全息图和输出耦合体积全息图的设计中，尤其应当考虑以下方面：

[0224] 实现n个不同的水平FoV需要n个不同的输入耦合体积全息图和输出耦合体积全息图以及包括相应带通或边缘滤波功能的n个角度范围(检测器区域)。n个水平角度范围被转换成n个竖直角度范围。

[0225] 体积全息图的各个效率曲线不能包括在相同角度范围内的任何光谱重叠，因为否则竖直FoV的光谱分离以及因此水平FoV的光谱分离不再可能。尽管进行了光谱过滤，但是仍会发生不同水平FoV的辐射分量的叠加。

[0226] 为了捕获尽可能多的辐射功率，每个体积全息图应当被设计成在各自覆盖的角度范围内使得最大可能的光谱范围被覆盖。然而，在此也应该考虑检测器的光谱灵敏度。对比图19B和图19C中的依赖于角度和波长的效率曲线能够清楚地看出，在+6.67°至+20°之间的角度范围内仅使用40nm的辐射带宽。该体积全息图的相应优化设计将使得该带宽能够增加，并因此耦入潜在地更高的辐射功率。与+6.67°至+20°之间的角度范围相比，在-6.67°至-20°之间的角度范围内耦入135nm的光谱范围。

[0227] 水平FoV的细分与体积全息图的光谱特性耦合。在正常情况下，所有的竖直局部FoV具有相同的尺寸。然而，根据应用，对于不同的水平FoV，也可以实现不同尺寸的竖直FoV。这需要与各个检测器区域上游的滤波相结合的体积全息图的对应设计。

[0228] 图21示出波导1的示例性实施例，其中，输入耦合区域4比输出耦合区域5宽，并且输入耦合区域4由反射性体积全息图实现。输出耦合区域5也可以包括反射性体积全息图。在这种情况下，FoV由这些区域的大小和它们之间的距离给出。在结合图22描述的示例性实施例的情况下，假设检测器系统2的FoV不限制波导11的FoV。

[0229] 根据图22的用于提高检测效率的方法规定，将输入耦合区域4竖直地(沿着第二方向)划分成三个输入耦合子区域4_1、4_2和4_3。而中心输入耦合区域(或中心反射性体积全息图4_1)仅具有用于将辐射在第一方向上(仅在无x分量的y方向上)偏转到输出耦合区域5的功能，在右侧输入耦合子区域4_2中附加地集成有沿着第二方向(朝向中心体积全息图4_1)的水平偏转功能(或偏转的x分量)，如在图22中示意性地示出的那样。在左侧输入耦合子区域4_3中也集成有沿第二方向(朝向中心体积全息图4_1)的相应水平偏转功能。

[0230] 在没有这种偏转功能的情况下，输入耦合区域4_2和输出耦合区域5的FoV将由区域的尺寸、区域之间的距离以及输入耦合4_2(沿着第二方向)相对于输出耦合区域5的偏心产生(同样的情况也适用于左侧的输入耦合区域4_3与输出耦合区域的组合)。该FoV相对于中心FoV(由中心输入耦合区域4_1和输出耦合区域5给出)具有角度偏移。总体而言，获得了放

大的FoV，该放大的FoV由两个输入耦合区域的总宽度给出。

[0231] 所述的角度偏移可以通过将所述偏转功能集成到两个侧向输入耦合区域4_2和4_3中来补偿，然后，与输出耦合体积全息图5组合的偏心的输入耦合体积全息图4_2、4_3覆盖与中心输入耦合体积全息图4_1相同的FoV。然而，从偏心的输入耦合体积全息图4_2、4_3发出的辐射然后在波导中以水平角度偏移在水平方向上传播，并且以所述偏移从波导1耦出。因此，在输出耦合之后，相同的FoV彼此相邻地存在。彼此相邻的这些相同的FoV可以使用具有足够大的FoV的检测器系统2来捕获。因此，对于该水平FoV来说，检测到的辐射功率增加，而与信噪比相关的功率密度没有增加。

[0232] 为了实现这一点，借助于体积全息图来配置输出耦合区域5，使得输出耦合区域将通过中心输入耦合体积全息图4_1耦入的辐射和通过偏心的输入耦合体积全息图4_2、4_3耦入的辐射耦出到相同的角度范围中。

[0233] 这是通过使输出耦合区域5包括不同的输出耦合功能来实现的，所述不同的输出耦合功能是在曝光中被包括进来的。在这种情况下，每个输出耦合功能仅对于相应的输入耦合体积全息图4_1-4_3的辐射是有效的(体积全息图的角度选择性)，使得最终从不同方向传播到输出耦合区域5的辐射通过相应的输出耦合功能被以相同的角度范围耦出。角度选择性的强度可以通过体积全息材料的厚度和折射率调制以及曝光配置的方式来设置。

[0234] 这些功能中的一个对应于原始的输出耦合功能并且仅提供辐射的竖直输出耦合。所实现的所有其它功能包括特定的、适配的角度选择性，使得它们仅对于相应的水平角度偏移周围的水平角度范围是有效的，该水平角度偏移从对应的偏心的输入耦合区域4_2、4_3沿输出耦合区域5的方向传播。这一输出耦合功能，除了竖直输出耦合功能之外，还包括水平角度偏移的补偿，使得由偏心的输入耦合区域4_2、4_3生成的FoV与由中心输入耦合区域4_1生成的FoV叠加。因此，这导致FoV内的功率密度的增加，并且因此在信噪比的改善方面也增加。

[0235] 这里描述的方法在光学意义上也可以称为光瞳减小(参见在成像＝相反光路期间的光瞳复制或光瞳扩展)。这样，功率可以在输入耦合区域4中的较大的面积上收集，并且可以在输出耦合区域5中的较小的面积上耦出。

[0236] 因此，可以实现具有非常低的效率且因此具有较高透射率的输入耦合区域4。因此，这使得有可能通过具有可能的最高透射率的输入耦合区域4以较高的光强度捕获图像信息。

[0237] 另一方面，输入耦合区域例如可以以刚好还可以接受的透射率实现，即以较高的输入耦合效率实现，以便将尽可能多的辐射功率集中在刚好非常小的输出耦合区域上。例如，用于将辐射能转换成电能的非常小的太阳能电池可以安装在输出耦合区域处。还可以进行到检测器阵列的输出耦合。

[0238] 不同的输出耦合功能可以通过足够厚的、具有足够高的折射率放大的体积全息材料来实现。不同功能仅在一个全息区域中的实现也被称为功能多路复用。替代地，各个输出耦合功能也可以被曝光在多个相互上下堆叠的体积全息膜中。

[0239] 应当考虑到，正如在竖直方向上那样，在水平方向上，这也伴随着依赖于角度的、光谱的输入耦合，并且因此在水平方向上也出现依赖于角度的光谱轮廓。然而，由于光谱信息无论如何都会由于竖直方向上的光谱分布而丢失，所以该彩色轮廓不构成该方法的显著

缺点。

[0240] 然而，如从图22中明显看出的，在输入耦合区域的宽度保持恒定的情况下，通过输入耦合区域4的竖直细分带来的效率的增加却与水平FoV的减小相关联。这个缺点可以通过与根据图16至图18的变型方案的组合来补偿，尽管这导致竖直FoV的减小。

[0241] 相反，如果根据图16对来自图21的输入耦合区域进行水平细分，仅一个输入耦合体积全息图的原始FoV(图21)则可以被放大。然而，在输入耦合体积全息图面积保持恒定的情况下，在这种情况下总体上不能实现耦入辐射功率的增加。然而，如果每个输入耦合体积全息图的面积被扩大，则系统的效率可以借助于上述过程来提高。

[0242] 原则上，输入耦合体积全息图可以自由地分布在波导1上，然后必须考虑输入耦合体积全息图方面对各个FoV的影响以及耦出角度范围的相应的自适应校正。

[0243] 图23示出一个示例性实施例，其中在输入耦合区域4和输出耦合区域5中都实施有凸版光栅(Relief-Gitter)，用于限定光栅周期的规则与用于体积全息图的规则基本相同。要求了确保波导1中的全内反射的衍射角。此外，对称光栅被有利地用于输入耦合和输出耦合。此外，可选地，如果需要，成像功能可以被应用于输入耦合光栅和/或输出耦合光栅。因此，即使是与波导1相距例如仅50cm的距离的物体也可以被清晰地成像。

[0244] 作为凸版结构的输入耦合光栅和输出耦合光栅的实施例的相对于体积全息图的优点在于较低的角度选择能力和波长选择能力。如上所述，如果使用体积全息图，则观察角与受限的波长范围相关联。在没有根据图11的实施例的情况下，照射光谱中的间隙导致竖直观察死角。这些失效可以通过凸版结构的更大的波长和角度接收性来防止。

[0245] 输入耦合光栅20可以借助于环氧树脂或UV固化聚合物模制到例如图23中厚度为d_1的左侧板22的右侧表面21上。在这种情况下，典型的聚合物包括大约1.5的折射率n。

[0246] 输入耦合光栅20随后借助于较薄的高折射率电介质层23来涂敷，其典型的折射率是$n>2.0$。例如，10至100nm之间的值可以用作层23的厚度。在这种情况下，特别有利的是不仅用较薄的高折射率层23涂覆输入耦合光栅20，而且涂覆整个左侧板22，以便在整个区域上实现均匀的透射效果。

[0247] 第二板24(具有厚度d_2)随后通过环氧树脂或UV固化聚合物粘合地结合到输入耦合光栅20和具有厚度d_1的相关联的板22上。输入耦合凸版光栅20因此埋入由两个板22和24形成的基底中，并且由于其较薄的高折射层，输入耦合凸版光栅充当具有在5％至20％之间的衍射效率的反射光栅20。

[0248] 对于输出耦合光栅25，使用具有相同行数(光栅周期)的光栅，输出耦合光栅被模制到左侧板22的外表面7上或第二板24的外表面8上。在图23所示的示例性实施例的情况下，输出耦合光栅25被模制到前侧7上。在模制之后将铝气相沉积在该光栅25上，以便获得较高的输出耦合效率。在此，在较宽的波长和角谱上可实现大约50％的效率值。

[0249] 具有输入耦合光栅20和输出耦合光栅25的波导1具有两个光阑，因为输入耦合光栅20的边缘和输出耦合光栅25的边缘各自充当光阑，这些光阑修整光束路径。根据图23的图示仅示出用于恰好一个波长的一个光束。从同一物点发出的其它波长被输入耦合光栅20偏转到波导1中的其它角度，波导1中的波长和传播角度之间的这种关系是连续的，尽管不是线性的。

[0250] 因此，在具有许多(例如10个、20个等)反射的长波导1的情况下，存在输入耦合光

栅20的区域(如在竖直截面中所见)精确地落在输出耦合光栅25上的可能性。然后传输大量的光。然而,也可能发生的是,输入耦合光栅20的光阑仅在输出耦合光栅25之上和之下成像一次,使得没有光在输出耦合光栅25中耦出。

[0251] 结果,传输的光谱被分成几乎周期性交替的有效范围和无效范围。图24中示出了这种纯粹在几何上规定的传输光谱,其中沿x轴绘出以nm为单位的波长,沿y轴绘出在0(入射在输入耦合光栅20上的光没有传输)至1(入射在输入耦合光栅20上的全部光经由输出耦合光栅25耦出,而不考虑光栅衍射效率)之间的透射效率。所述透射效率针对以下情况被示出:-15°的入射角,该入射角覆盖400至530nm的波长范围(虚线),0°的入射角,该入射角覆盖440至645nm的波长范围(实线),以及+15°的入射角,该入射角覆盖555nm至690nm的波长范围(虚线)。在这种情况下,光谱限制首先由全内反射的条件带来,其次由输入耦合之后的偏转角带来,在该偏转角下输出耦合光栅仍然刚好被撞击(在外部区域处没有全内反射)。由此可以明显看出,传输的光谱区间(Spektralintervall)随入射角而移动。随着波导1的折射率增加,传输的光谱区间变得更大。

[0252] 图25示意性地示出由检测器系统2的入射光瞳EP引起的渐晕(Vignettierung),因此,一部分耦出的光线可能不会撞击到检测器11上,这导致了如图26中示意性地示出的被几何地限定的透射光谱。图26中的图示对应于图24中的图示。如可以预期的那样,对于-15°和+15°的入射角,该渐晕导致更差的透射光谱。

[0253] 输入耦合光栅20可以被配置为锯齿光栅,也就是说,每个光栅周期的轮廓形状至少近似地遵循锯齿形状。图27示出穿过埋入的输入耦合光栅的光栅周期的模拟横截面,其中针对光栅假定轻微的轮廓圆化。沿x轴绘出0到430nm的横向范围,沿y轴绘出0到300nm范围内的轮廓剖面,从而得到约60nm的层厚度同时约120nm的闪光深度(Blazetiefe)的。这种结构使得能够以大约10%到15%的效率将较宽的波长范围耦合到波导1中。图28中绘出针对400至650nm波长范围(沿x轴绘出)的衍射效率(反射率)。曲线RE0和RM0示出对于s偏振场(RE)和p偏振场(RM)的零级反射的反射率。曲线RM1和RE1示出s偏振场(RE)和p偏振场(RM)的负一级衍射的反射率。

[0254] 类似于图27中的轮廓形状的轮廓形状可以用于输出耦合光栅25。然而,在那里使用金属涂层代替高反射率电介质。

[0255] 图29和图30示出波导1被集成在显示器30中的示例性实施例。显示器30可以是移动消费设备(例如,蜂窝电话或膝上型计算机)的显示器。显示器也可以是固定的计算机的显示器。

[0256] 如图29和图30所示,具有反射性体积全息图的输入耦合区域4被实施在后侧8上,所述全息图产生光束偏转,使得偏转的光线在显示器内通过例如全内反射被引导,直到光线撞击在具有输出耦合体积全息图的输出耦合区域5上,这产生朝向相机传感器11的方向上的偏转。这样记录的图像就像是当前观察输入耦合区域4的使用者B的正视图。该图像因此对应于由输入耦合区域4的区域中的相机传感器进行的记录。因此,根据图29和图30的解决方案可以被指定为集成到显示器中的透光图像传感器,而不会不利地影响显示器的显示功能。因此,可以实现在显示器30的位置中的图像或图像序列的记录,并且因此实现要成像的场景的正面视图。

[0257] 这种特性可以有利地用于例如视频电话或自画像的记录(所谓的自拍),因为使用

者B朝向显示器的观察方向与由相机记录的图像的中心一致。因此，例如在视频电话期间，通话的双方可以或多或少地保持目光接触，这迄今为止是不可能的，因为相应的相机总是安装在显示器的边缘。所述目光接触产生更自然和更沉浸的对话体验。当拍摄自拍时，使用者可以例如跟踪要记录的图像的实况预览，而不必将他/她的视线从相机移开并朝向显示器。

[0258] 除了偏转功能之外，例如输出耦合光栅5可以包括成像功能，使得不再需要相机传感器11上游的附加光学单元。因此，可以最大化相机集成到显示器30中的程度。

[0259] 由于具有显著的波长和角度选择性的衍射效率(体积全息图的典型特性)，并且由于能够以定制方式设置所述衍射效率，显示器30被输入耦合光栅覆盖的那部分大多以透光的方式呈现，并且显示器上显示的内容保持对观察者可见。为了实现该目的，一方面，输入耦合光栅4的效率必须足够高，以便能够在相机传感器11的部分上进行图像获得。另一方面，输入耦合光栅的效率必须足够低，以便保持透光度并且不会产生对观察者的干扰效应。因此，所得到的在输入耦合区域中所施加的体积全息图的透光度也取决于所使用的相机传感器11的光敏感度。

[0260] 在根据图1至图3中的实施例的输入耦合区域4和输出耦合区域5的最简单的结构中，对于每个角度，不同的波长范围被透射到检测器11或相机传感器11，从而产生具有竖直彩色轮廓的图像。所述图像随后可以被转换成单色图像。为了获得自然的多色图像，例如，单色图像可以随后实时地用由另一前置相机记录的图像信息来着色。这样，通过具有前视图的所述优点的以体积全息的方式实现的照相功能可以获得自然图像。

[0261] 替代地，以体积全息的方式实现的照相功能的彩色功能可以根据图10至图15中的示例性实施例来实现。因此可以避免需要附加的前置相机和随后的着色。

[0262] 图29和图30中所示的示例性实施例假定输出耦合区域5以及相机传感器11均位于显示器30的非显示区域31之下，因为否则由显示器发射的光也将落在相机传感器11上，这将干扰图像的记录。

[0263] 然而，如果使用在未激活的情况下是透光的显示器30，则相机传感器也可以被布置在由显示器实际使用的区域下方，如在根据图31和图32的示例性实施例的情况下所示。

[0264] 在记录图像期间，显示器30的相关区域于是被消隐，使得仅来自输出耦合区域5的光落在相机传感器11上。这样，当照相功能未被激活时，显示器30可以完全用于显示目的。如果激活了照相功能，则仅消隐显示器30的一部分。因此，显示区域仅在必要时受到限制，并且此外仅限于边缘附近。

[0265] 在许多应用中，如果在光学系统的光束通道中可以引入附加辐射和/或在光学系统的光束通道中可以检测辐射而不显著影响光学系统的实际光学功能，则可以产生相当大的附加值。在辐射检测的情况下，辐射在适当的点处被反射出光束路径并被引导到传感器上。在辐射被引入系统的情况下，使用相反的光路并且引入附加的辐射分量。这可以例如用于照明物空间或用于引入附加信息。

[0266] 以已知的方式，部分反射地涂覆的基底40被用于该目的，如图33中示意性地示出的，其中意性地示出用于光学系统的两个透镜元件41和42。这就是所谓的组合器原理。然而，这需要光学系统中的足够的结构空间，所述结构空间由倾斜的基底40的尺寸或在输入和/或输出反射的位置处的投影光束直径给定。此外，在光束路径的相同位置处进行辐射的

引入以及检测仅在较高的费用(特殊涂层、用于辐射叠加的复杂光学装置)的情况下才是可能的。

[0267] 根据本发明的如已经描述的那样的波导1也可以用在这种情况,所述波导使得能够在对结构空间具有较小要求的情况下引入和/或检测辐射,如图34中示意性地示出的那样。

[0268] 除了引入和检测辐射之外,该方法还使得能够通过滤波有意地影响所反射入或反射出的辐射的光谱特性。由于波导1的较高的透光度,这些多功能部件实际上可以用在光学系统的任何位置处(如果需要,甚至在光轴上)。此外,体积全息图的特定物理特性使得可以在几乎相同的位置实现这些功能。

[0269] 所提及的光学系统被理解为技术上的光学系统,但也可以是透光表面,例如窗户、车窗等。在大多数情况下,通过倾斜的、部分反射地涂覆的基底将信息反射进或反射出不构成可接受的解决方案。然而,所描述的波导1的原理使得可以直接在透光基底(窗户、车窗等)本身中实现这些功能,而不会显著影响通过其观察,即,不会显著影响通过原始光束路径观察。因此,对于在正常情况下例如仅用于保护人或物体免受诸如风、温度、颗粒或辐射的环境影响的表面来说,这产生完全新颖的应用。

[0270] 在这方面,波导1的所述原理也可以用于照明和/或投影。为此,在相反方向上使用波导1中的光路,并且使用静态光源或动态光源(或相应的发光图像源)代替检测器。因此,如图35、图36和图37所示,之前的输出耦合区域成为输入耦合区域4,而之前的输入耦合区域成为输出耦合区域5。来自光源32的辐射通过输入耦合区域4耦合到波导1中,并在所述波导中被引导直至输出耦合区域5,通过该耦合区域5,实现输出耦合到相应设置在下游的空间或光学系统中。

[0271] 从物理的观点来看,在投影和照明之间没有根本的差别,因为在两种情况下,通常在空间中或在光束路径中以预定的形式(角度分布和/或位置分布)提供辐射。图38示意性地示出物体的照明,图39示意性地示出针对观察者B的虚像的投影,图40示意性地示出实像(这里是字母F)的投影。实像的投影与照明相同。

[0272] 由于输入耦合区域4和输出耦合区域5可以用体积全息图(优选反射性体积全息图)实现,因此由于体积全息图的较大的角度和波长选择性,可以实现几乎透明的光源或几乎透明的投影设备。在这种情况下,可以实现从输入耦合到输出耦合的较高的传输效率、限定的发射特性(即角度分布或位置分布)的产生和期望的光谱组成。

[0273] 对于检测系统,输入耦合区域4和输出耦合区域5在水平方向上的范围可以适应于所需的FoV。在竖直方向(或在第一方向)上,区域的大小由检测系统的孔径的大小给出。为了实现扩展的FoV,输入耦合区域4在水平方向(或在第二方向)上的范围(其大于输出耦合区域5的范围)优选地应当被选择。输入耦合带就出现了。

[0274] 对于投影系统,2D光瞳复制是优选的,以便能够在扩展区域(眼眶)上获得图像信息或照明。在这种情况下,耦合到基底中的光瞳被在水平和竖直方向上复制。因此,输出耦合区域在水平和竖直方向上的范围与输入耦合区域的范围不同(这不同于上述检测系统)。

[0275] 在连接检测系统及投影系统时,具有上述范围的检测的输入耦合区域和具有上述范围的投影的输出耦合区域因此位于波导的可见区域中。

[0276] 当然,在用于投影和/或照明的波导1的情况下,光学成像功能也可以被分配给输

入耦合区域4和/或输出耦合区域5。因此，波导1的有限-无限配置、无限-有限配置、有限-有限配置或无限-无限配置可以再次实现。因此，在输入耦合和/或输出耦合期间，可以有意地影响辐射传播并且也可以有意地影响角分布和/或限定的位置中的分布。除了例如透镜元件形式的光学成像功能和/或凹面镜功能或代替例如透镜元件形式的光学成像功能和/或凹面镜功能，还可以将漫射器或光束变换功能引入输入耦合区域和/或输出耦合区域中，由此同样可以有意地影响辐射的传播。

[0277] 与检测结构的情况一样，在照明/投影结构的情况下，输入耦合区域4和输出耦合区域5中的有效尺寸也对由功能化波导1传输、接收和相应地发射的角度范围具有相当大的影响。

[0278] LED、激光器等可用作光源32，且显示器(例如，DMD显示器、LCD显示器等)可用作图像源。可以通过使用动态光源或动态图像源产生时间上可变的角度或位置分布。因此，例如，可以在显微镜中实现适应性照明解决方案，或者可以将可变信息(虚像或实像内容)引入到光束路径中。

[0279] 作为基于波导的解决方案的替代方案，基于根据图41A、图41B和图41C的反射性体积全息图或基于根据图42A、图42B和图42C的透射体积全息图可以也进入的自由光束设置的情况下在正常观察通过其时在较大的角度和长度范围内实现具有高透光度的照明功能和/或投影功能。

[0280] 如已经多次解释的，体积全息图表现出依赖于角度的光谱灵敏度。由于这种特性，在特定角度处，在限定的波长范围内的辐射仍然被有效地偏转并耦合到例如波导1中。虽然这种效应对于一般的检测应用和照明应用是相当不利的，但是它也可以有利地用于例如光谱检测或照明应用。

[0281] 在照明领域，在定向入射辐射的情况下，体积全息图的这种性能可以用于滤除限定的光谱范围。在此，可以实现具有部分相干性的窄带光源，例如，与激光器相比，该窄带光源特别适合于虚拟图像内容或真实图像内容的全息投影。在会聚辐射或发散辐射的情况下，在相应记录的体积全息图的情况下，由体积全息图偏转的波长光谱可能受到存在于体积全息图处的角分布的影响。

[0282] 体积全息图的依赖于角度的光谱灵敏度也可以用于检测应用。根据图4所示的模拟的、依赖于入射角且依赖于与光谱的效率，对于每个入射角，不同的光谱范围被有效地偏转并竖直地耦合到例如波导1中。在相机的最简单的设置中，如图1至图3所示，与输入耦合体积全息图4相对应的输出耦合体积全息图5被使用，并且提供在波导1中传播的角度的输出耦合，其中，作为滤波或输入耦合的结果，每个角度由限定的光谱范围组成。随后，借助于输出耦合体积全息图5中的成像功能或借助于透镜，将角分布转换成检测器11上的位置分布，其中，竖直方向上的每个位置于是对应于限定的光谱范围。通过在竖直方向上的角度扫描和对在检测器11上的强度的同步检测，可以在水平方向上以平行的方式确定依赖于角度的光谱信息。

[0283] 例如，这种系统可以装配到飞行器的下侧。通过检测系统2、飞行速度和飞行器位置的知识，可以确定关于飞过区域的光谱信息，其中数据以并行方式水平地记录。

[0284] 上述示例性实施例已经呈现了功能化的透光表面的能力，其中在通过所述表面的正常观察期间，所述表面的高透光度可以在较大的角度和波长范围内保持。在这种情况下，

透光区域中的辐射借助于特定的体积全息图4在检测的情况下耦合到波导1中，并且在照明/投影的情况下耦合到波导1之外。在该透光检测和/或发射区域之间的传播基于基底或波导内的全内反射来实现。然而，基于合适的反射性涂层的反射也是可能的。然后，可以在设计或功能方面的有利位置处引入光电子装置(检测器和控制源)。因此，辐射检测和/或辐射发射的位置不再依赖于光电子装置的位置。

[0285] 所描述的以体积全息的方式引入的功能的高透光度允许这些功能实际上在相同的位置实现，因为在体积全息图的适当设计的情况下，这些功能不相互影响，或者仅略微相互影响。

[0286] 这在实践中例如可以通过将在其中实现各个功能的体积全息图彼此上下施加(作为叠层)来实现。替代地(通过对体积全息材料的足够大的最大折射率修改)，多个光学功能也可以被曝光到体积全息图中。在体积全息图4、5的适当设计的情况下，功能化波导1的透光度在此被保持。与基于波导的光束传输和与之相关联的较小设计相结合，首先，可以实现高度功能化的透光表面，例如窗户。其次，该方法通过在光路中相对较小的干涉而允许光学系统的功能性显著扩展。

[0287] 图43D示出窗户40的功能化的实例，其中以体积全息的方式引入照明功能(图43A)、检测功能(图43B)和投影功能(图43C)，并且以基于波导的方式实现辐射传输。输入耦合区域和输出耦合区域的不同体积全息图由以下编号区分：4_1、4_2等，5_1、5_2等。

[0288] 替代地，也可以以非基于波导的方式(即，通过自由光束传播方法)实现各个功能。

[0289] 图44A示意性地示出用于照明的这种情况，图44B示意性地示出用于检测的这种情况，以及图44C示意性地示出用于投影的这种情况。然而，在这些示例性实施例中，由波导产生的结构空间优势(至少部分地)再次丧失。图44A-图44C示出通过具有反射性体积全息图的相应自由光束配置的实现。这与图44D、图44E和图44F中的透射体积全息图一起示出。在图44A-图44F中，所有不是通过自由光束传播实现的功能都是以基于波导的方式实现的。

[0290] 图45示出基于显微镜45中的照明和检测的光学系统的功能扩展，以便记录样品概况。在此，辐射被耦合到波导1中并且被引导到体积全息输出耦合区域5，该体积全息输出耦合区域然后提供辐射到投影空间(样品载体46)中的输出耦合。从样品47反向散射的辐射随后再次通过另一体积全息图4′耦合到波导1中，所述波导然后提供辐射传输直至检测器11。

[0291] 在显微镜45的照明系统的合适的设计方案中，基于波导的系统1例如可以作为样品检测器保持在光路中，而不会干扰透射光照明光路。作为图45所示的布置的替代方案，基于波导的照明和成像系统(波导1)也可以安装在样品47上方。然而，通常显微镜45的物镜48和样品47之间的结构空间在显微镜的情况下受到很大限制。

[0292] 在这两个变型方案中，照明和检测位于相同位置处并且在显微镜45的光轴上的特性对系统的整体功能具有积极影响。由于样品47的竖直照明和辐射的垂直检测，可以实现相对较高的效率(检测功率/照明功率)。同时投影功能也是可用的。这在传统的光学系统中只能以较高的费用和/或较大的结构空间来实现。在功能化窗户40或功能化波导1的情况下，仅利用透光辐射源和检测器就可以实现类似的特性。

[0293] 波导1的所述实施例可以用在车辆(例如汽车、卡车、摩托车等)领域中。

[0294] 为了能够监视或观察外部环境和车辆内部，越来越多的光学投影系统，例如相机，被安装在内部和外部。在通过辅助驾驶从人类对车辆进行纯手动控制到自主驾驶的变化过

程中，可以假设，将来越来越强大的检测器将被用在汽车领域中，以便确保全面且安全的传感器系统。然而，这些检测器不能满足美学要求，特别是在汽车领域。理想地，传感器系统对于汽车的顾客或观察者是不可见的。

[0295] 目前，光学检测系统例如集成在非透光区域(诸如B柱)中。非透光区域则仅具有用于透镜的较小的开口。为了提高设计的自由度和允许乘客更好地向外观察，将来车身的不透光区域将被减少。因此，必须基于传统方法安装在特定区域中的传感器不能再实际上不可见地被集成。这种现象现在已经在用于道路标志和车道识别的光学系统上显现，该光学系统必须安装在挡风玻璃的上部中心区域中，以便能够确定正确的测量数据。通过使用传统的光学系统，这些在挡风玻璃中产生不透光区域，这会限制驾驶员的视野并且对汽车的外观具有负面影响。利用所描述的波导，将来汽车的所有窗户将能够配备有检测器区域，而不会显著地损害透光度。在这种情况下，辐射可以通过设置在窗户中的输入耦合区域耦合到窗户中，并且可以通过波导透射到检测器，检测器则可以位于汽车的不透光区域。

[0296] 图46A、图46B、图46C和图46D示意性地示出在机动车辆51的挡风玻璃50中实现波导1的各种变型方案。输入耦合区域4可以位于挡风玻璃50中的期望位置，因为它不会显著影响挡风玻璃在该位置的透光度。通过输入耦合区域4耦入的辐射然后通过挡风玻璃50中的反射被引导直至输出耦合区域5，该输出耦合区域可以位于不再用于通过其观察的区域中。然后，检测器系统2(未示出)也可以位于该区域中。

[0297] 在根据图46A的变型方案中，输出耦合区域5位于汽车的顶部区域中。在根据图46B的变型方案中，输出耦合区域在发动机罩或仪表板的区域中。当然，如图46C和图46D所示，朝向侧面的输入耦合也是可能的，使得输出耦合区域5然后被定位在例如右侧A柱(图46C)或左侧A柱(图46D)的区域中。因此，挡风玻璃50(或任何其它透光区域)可以借助于(体积)全息结构和/或微光学凸版结构来功能化，以便在通过该区域在较大的波长和角度范围内正常观察期间不会显著影响该区域的透光度。通过所述的功能性实施，来自周围环境或来自机动车辆内部的辐射被耦合到挡风玻璃50中。挡风玻璃然后用作波导，并且例如通过全内反射提供辐射传播到输出耦合区域，该输出耦合区域然后将辐射耦出到检测器系统2，因此，挡风玻璃的基本透光的表面可以用作检测区域，同时检测器11可以在设计和/或功能方面被装配在有利的位置处。因此，辐射检测和/或辐射捕获的位置不再依赖于检测器11的位置。这在辐射检测必须在特定位置实现但是该特定位置同时应具有高透光度的情况下是特别有利的。

[0298] 结合图46A-图46D描述的波导系统也可以用于相反的光路中，以用于照明物空间和/或用于投影目的。在这种配置中，从静态源或动态源(例如光源和/或图像源)发出的辐射经由输出耦合区域耦合到波导(即窗户50)中，然后该输出耦合区域用作输入耦合区域并位于车辆的不透光区域中，并且借助于输入耦合区域4再次耦出，该输入耦合区域现在用作输出耦合区域并位于透光区域中。

[0299] 当然，也可以组合所描述的检测和所描述的投影和/或照明，并且然后如已经描述的，将布置在挡风玻璃的透光区域中的输入耦合区域和输出耦合区域可以实施成彼此靠近或彼此上下布置。使照明有针对性地适配于检测(尤其是在光谱上并且以依赖于角度的方式适配于检测)可以实现优化的检测，。

[0300] 在波导1的最简单配置(无限-无限配置，以一个波长记录)中，应当考虑在每个角

度的折叠/波导方向上，仅特定的光谱带被耦合到波导中并最终再次耦出。如果输入耦合区域4和输出耦合区域5被彼此上下布置(例如，如图46A和图46B所示)，则在竖直方向上相对于道路产生依赖于角度和/或位置的彩色轮廓。在该布置旋转±90°时(如图46C和图46D所示)，彩色轮廓指向水平方向(即平行于道路)。因此，输入耦合区域4相对于输出耦合区域5的取向应当根据相应的物体仔细选择。在这种情况下，还必须考虑彼此垂直的两个方向的FoV的不同表现(由输入耦合区域4和输出耦合区域5之间的尺寸比和距离以及检测器的光谱灵敏度给出)。

[0301] 此外，在输入耦合区域的设计中应当考虑相应窗户50的倾斜和要检测物体的预期位置。在此，例如在借助在挡风玻璃中引入的输入耦合区域4观察驾驶员时，有必要引入相应的偏转功能形式的竖直FoV的角位移，以便在竖直方向上的光轴近似对应于驾驶员的脸部区域，并且例如不检测驾驶员的躯干。因此，通过输入耦合区域4的特定设计，可以实现对预期目标的适应性调整和对其投影。对于使用波导系统作为照明，会出现相同的关系。这里，输出耦合区域5应当适应于物空间的期望照明。

[0302] 如结合图10至图15所述的用于提供RGB功能的实施例对于汽车领域中的传感器系统是有利的，以避免由于缺少光谱分量而导致的各个角度范围中的检测失败。以这种方式确保在限定的光谱范围(理想地为检测器的光谱灵敏度)内，可以在每个角度检测信号。此外，相对于由于输入耦合区域4的频谱不敏感性而导致的检测失败，通过借助于所描述的表面凸版结构实施输入耦合区域4和输出耦合区域5，还可以增加的安全性。

[0303] 如结合图16至图20所描述的用于扩大水平FoV的波导的变型方案可以有利地用在汽车领域中，因为这里经常需要显著大于竖直FoV的水平FoV，在该变型方案中，通过在竖直FoV中编码来增加水平FoV。

[0304] 如结合图21和图22所述的用于提高检测效率的变型方案可以有利地用在汽车领域中，因为窗户形式的较大面积可用于输入耦合区域4。因此，可以将尽可能多的光束功率引导到检测器系统2，并且还可以在较差的照明条件下获取图像信息。

[0305] 此外，还存在耦合可见光谱范围之外的辐射的可能性，例如耦合来自近红外的辐射。因此，通过使用相应合适的检测器系统，可以在对人类不利的照明条件下获取图像信息。

[0306] 如结合图33至图45所描述的，功能化的波导1不仅可以被功能化以用于捕获辐射，而且可以用于照射物空间或用于投影。为此，与所描述的检测装置相比，通过波导1使用相反的光路。这样，车辆的外部和/或内部区域可以以有针对性的方式被照亮，以便即使在较差的照明条件下也确保可靠的检测。在这方面，可以避免例如在各个单独的角度范围内的检测失败，所述检测失败例如在波导1的最简单的实施例中当缺少各个单独的光谱范围时可能发生。在这种情况下，人工照明和输入耦合区域的依赖于角度的光谱灵敏度应当彼此协调。

[0307] 在挡风玻璃50和机动车辆后窗的情况下，目前已经特别要求将位于规定位置的检测区域制造成尽可能透光，并且要求将相应的检测器或检测系统2移动到车身内的不透光区域。在同时集成用于驾驶员辅助系统的光学传感器情况下，对于驾驶员而言这允许自由视场，由此可以增加道路交通中的安全性。除了在外部区域中的检测之外，上述的功能化还使得能够获取车辆内部的图像信息。利用由此获得的图像序列，结合相应的数据处理，可以

实现诸如疲劳识别或手势控制的另外的安全系统。以这种方式，在没有用于相机的可见开口的情况下也可以识别驾驶员和/或乘客。

[0308] 与在挡风玻璃和后窗中的方式一样，在固定侧窗的情况下，也能够在框架车身区域中容纳输出耦合区域和检测器。这里，附加的功能化也可以用于获取内部区域和外部区域中的图像信息，而基本上不影响表面的透光度。

[0309] 还可以将多个检测系统集成在车辆的不同窗户中。这样，可以确定如空间中的人和物体的三维坐标系的情况下的位置(关键字：断层照相法，并且因此从多个视角进行测量)。

[0310] 功能化区域和检测器的布置同样可以应用于照明设计。然而，在这种情况下，输出耦合区域，即发射区域位于透光区域中，而包括辐射源的输入耦合区域位于非透光区域中。

[0311] 在适当设计检测系统和/或照明系统的情况下，照明系统的输出耦合区域可以与检测系统的输入耦合区域重合。

[0312] 与固定的窗户相比，在可移动窗户的情况下，输出耦合区域的布置优选地被选择为使得其位于即使在移动期间或之后也不位于车身内或不位于不透光区域内的区域中。此外，检测系统必须固定地连接到可移动窗，以便即使在移动期间或移动之后也确保检测功能。图47A-图47C示出基于可移动侧窗的示例的输入耦合区域和输出耦合区域的各种布置。

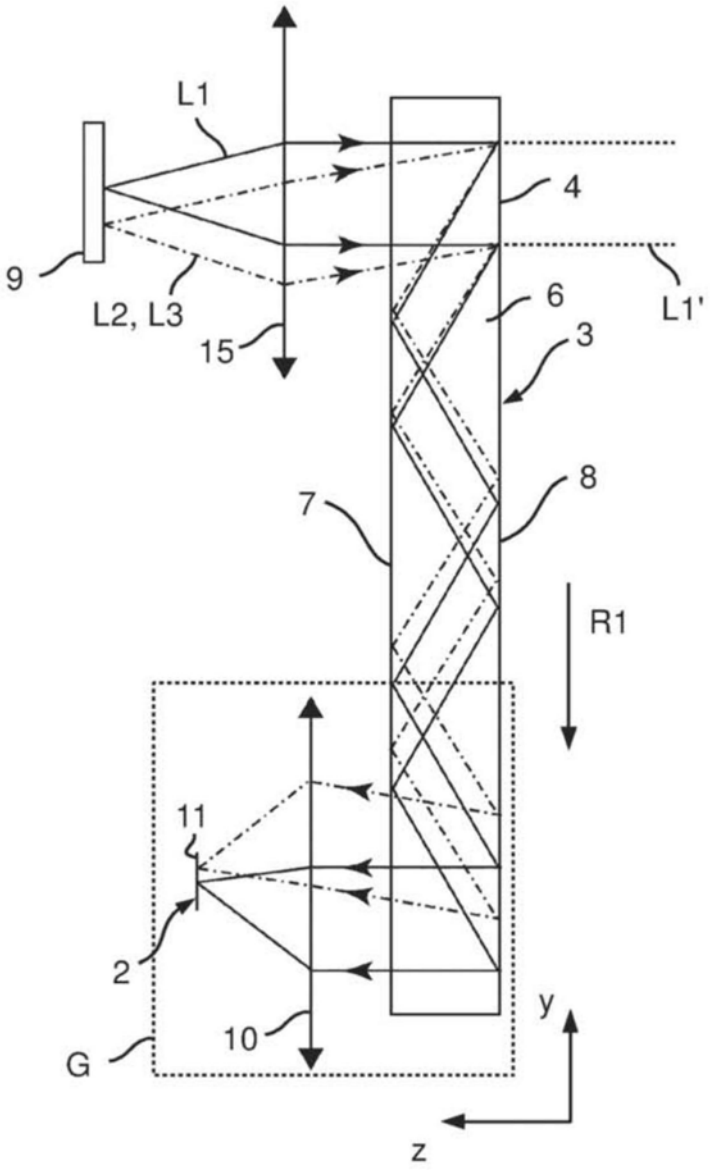


图1

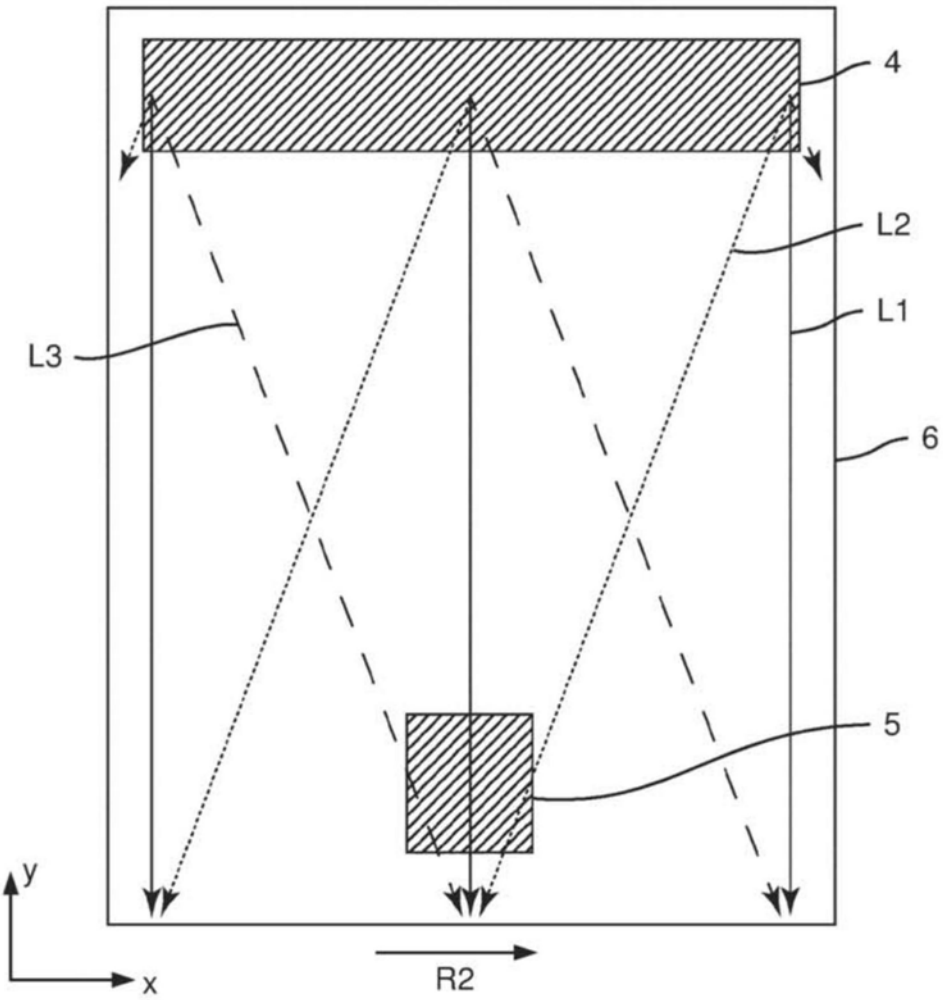


图2

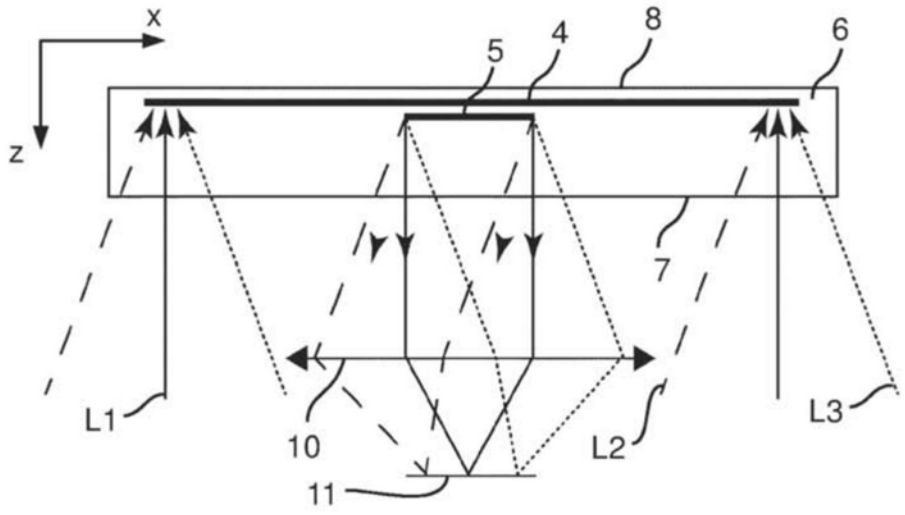


图3

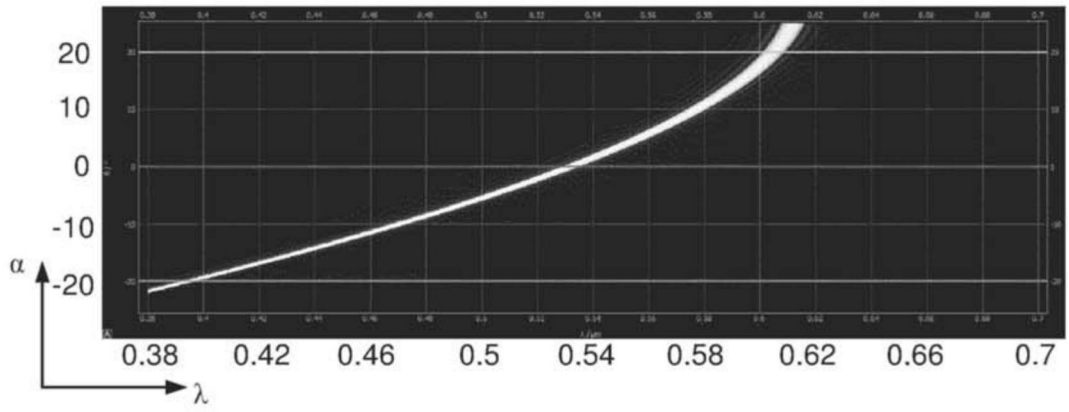

20
10
0
-10
-20
α
0.38
0.42
0.46
0.5
0.54
0.58
0.62
0.66
0.7
λ

图4

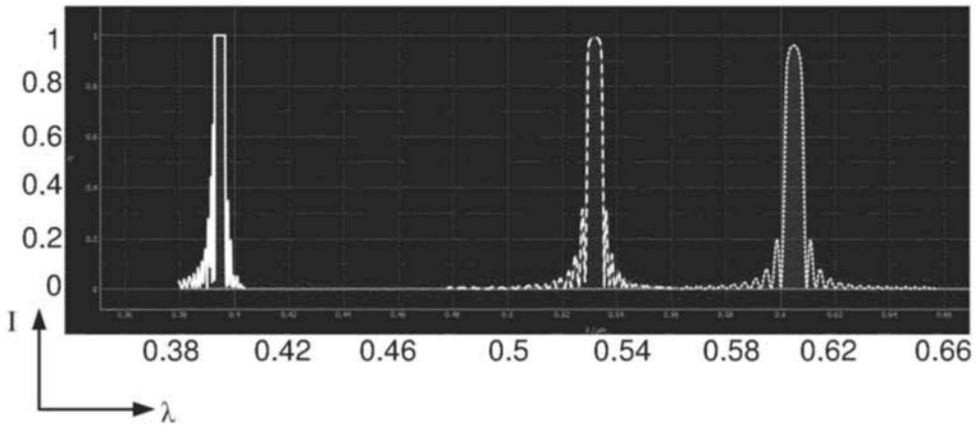

1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
I
0.38
0.42
0.46
0.5
0.54
0.58
0.62
0.66
λ

图5

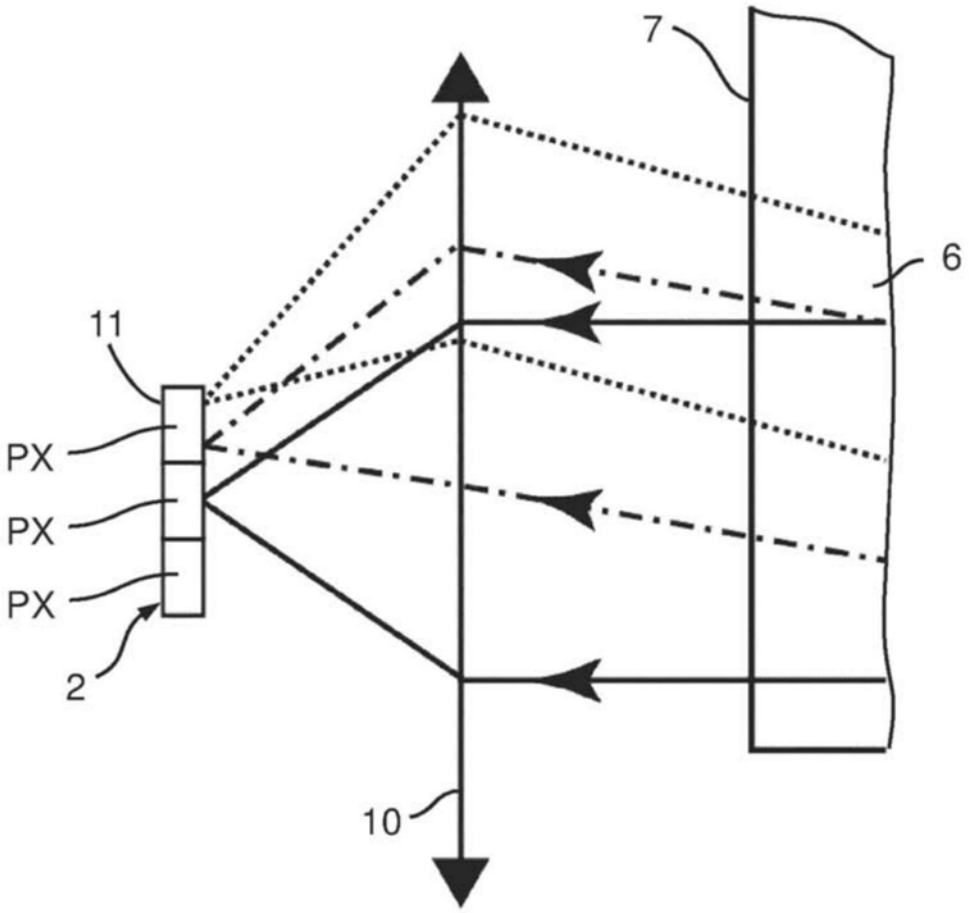


图6

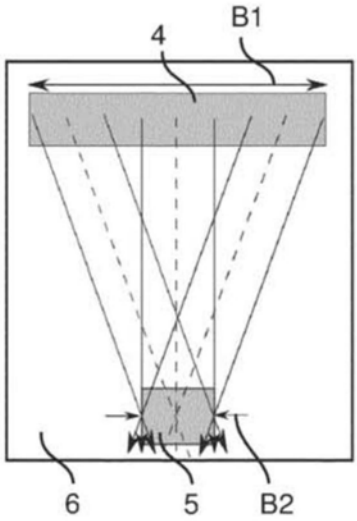


图7A

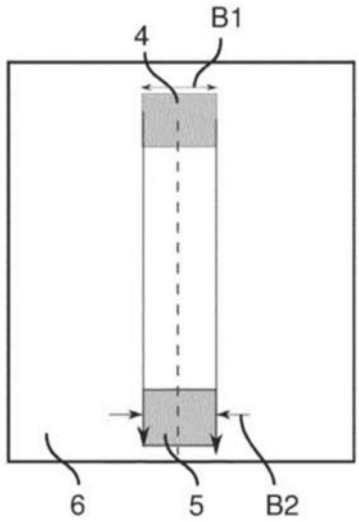


图7B

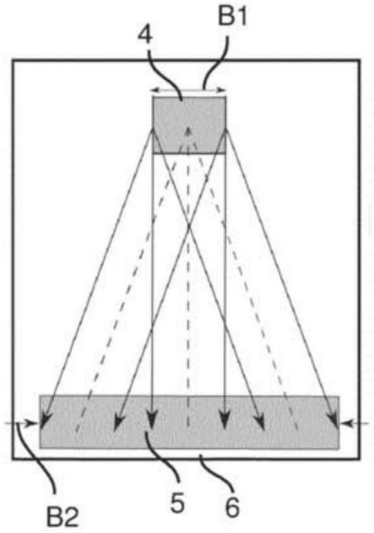


图7C

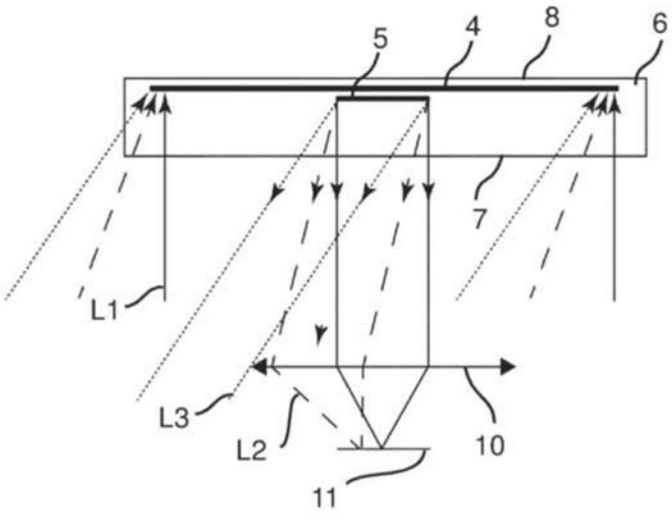


图7D

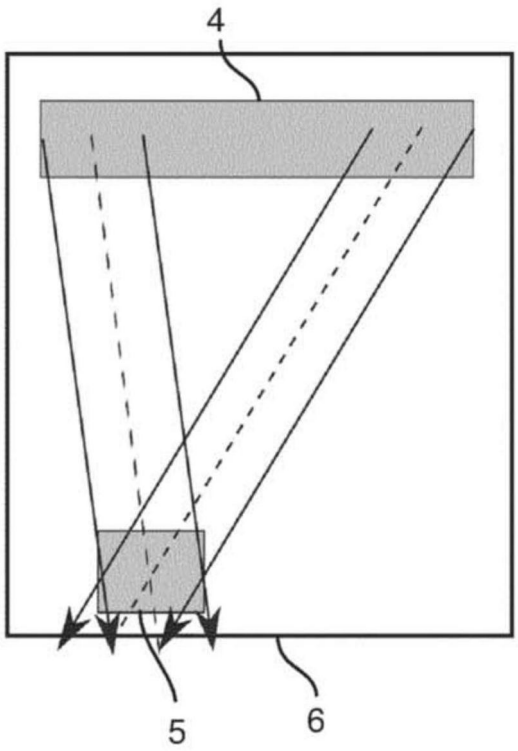


图8A

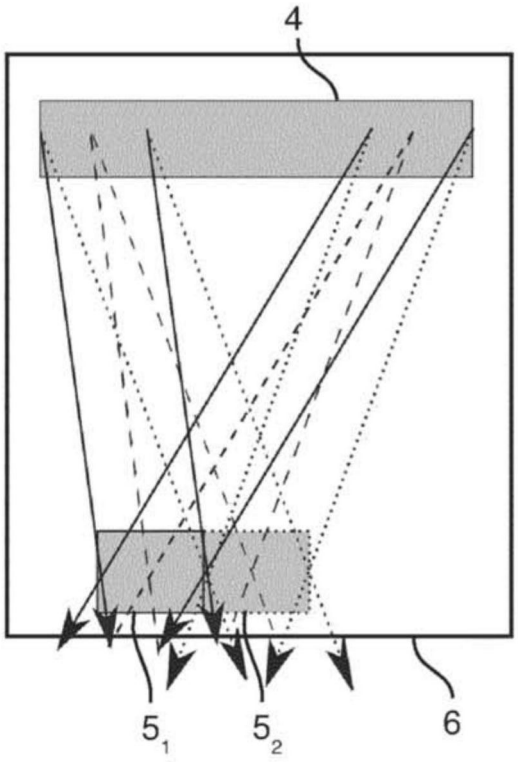


图8B

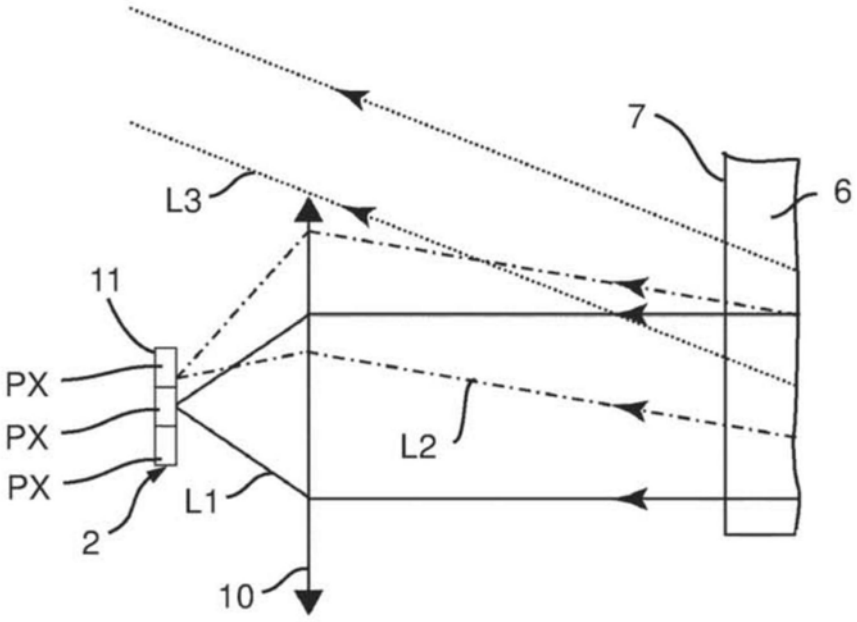


图8C

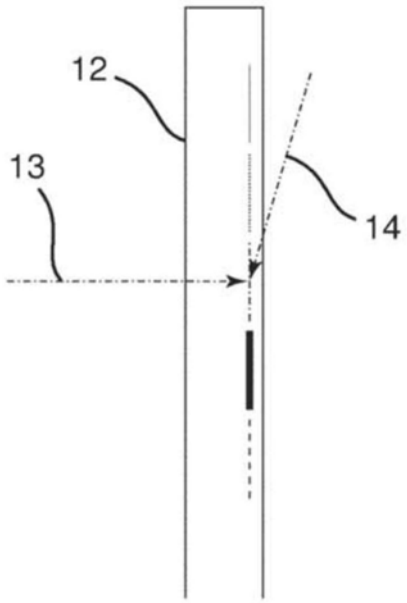


图9A

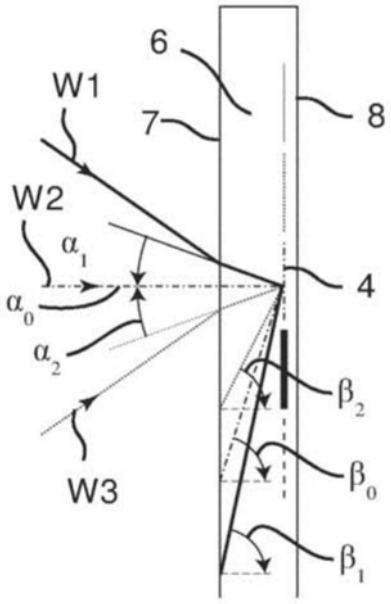


图9B

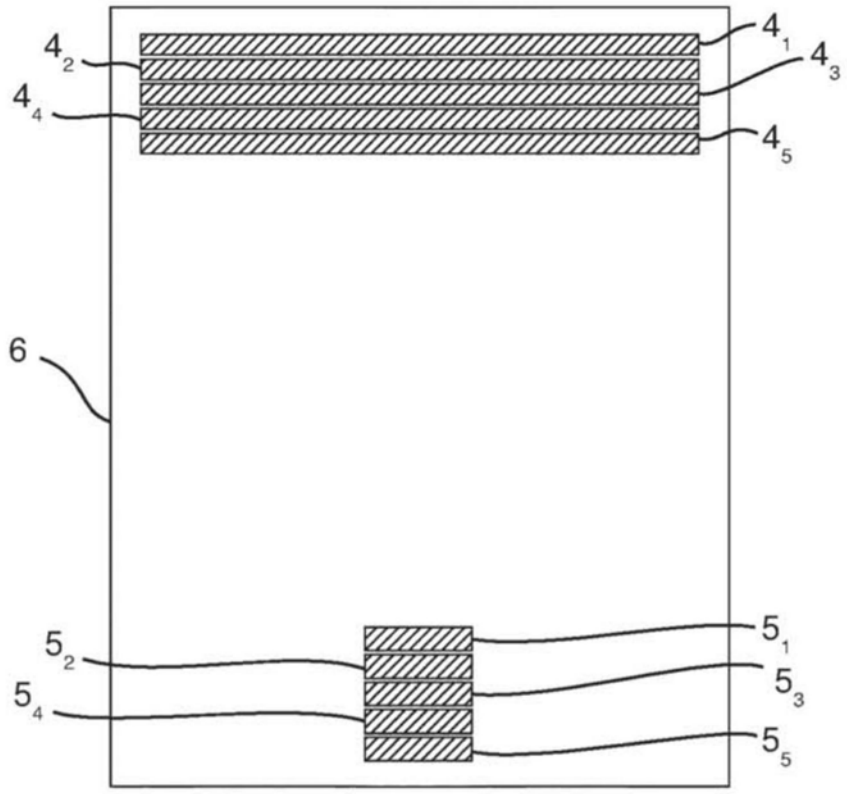


图10

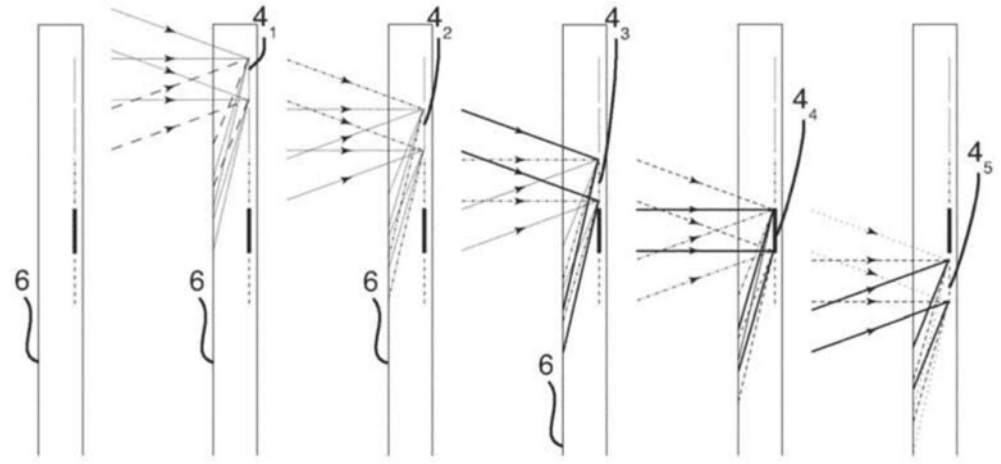


图 11A 图 11B 图 11C 图 11D 图 11E 图 11F

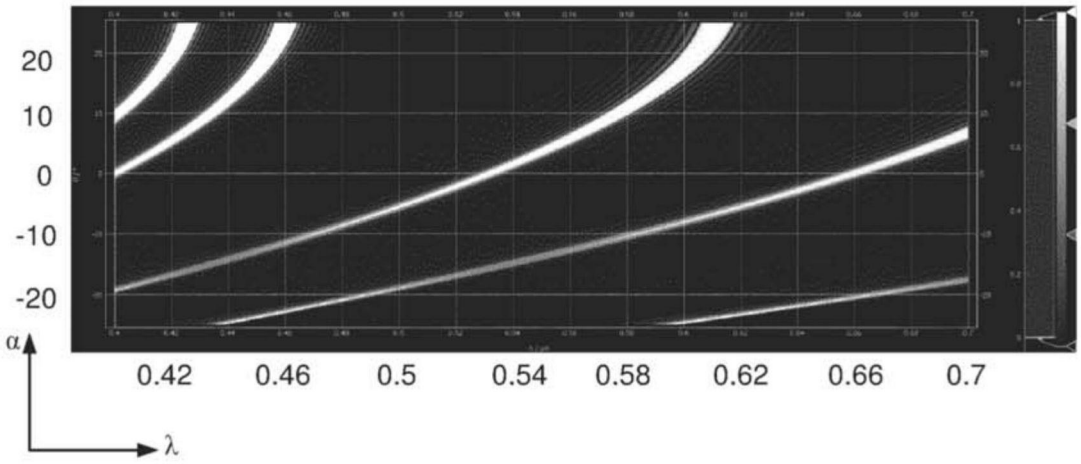


图12

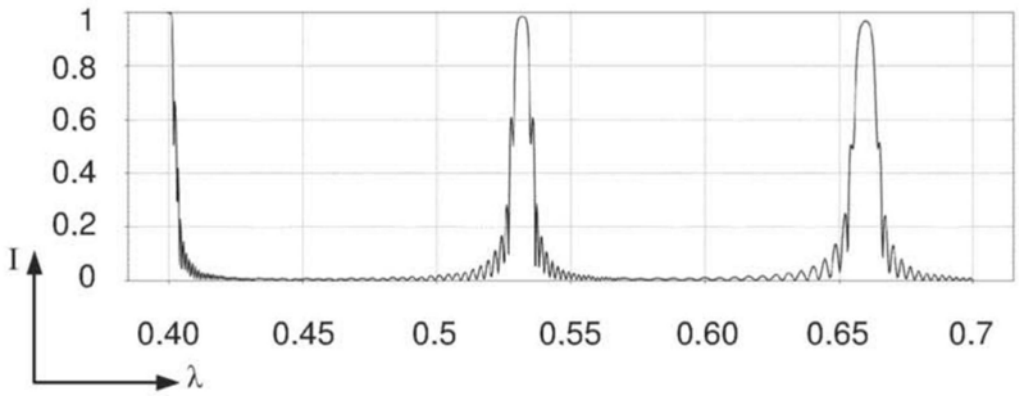


图13A

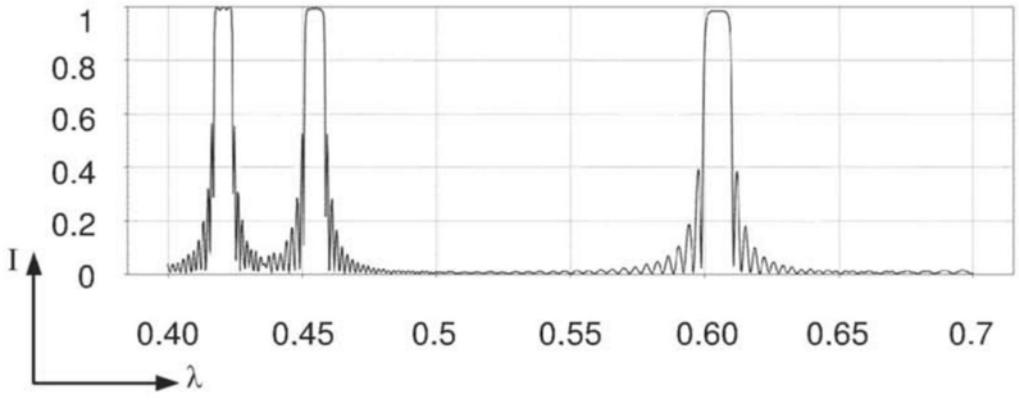


图13B

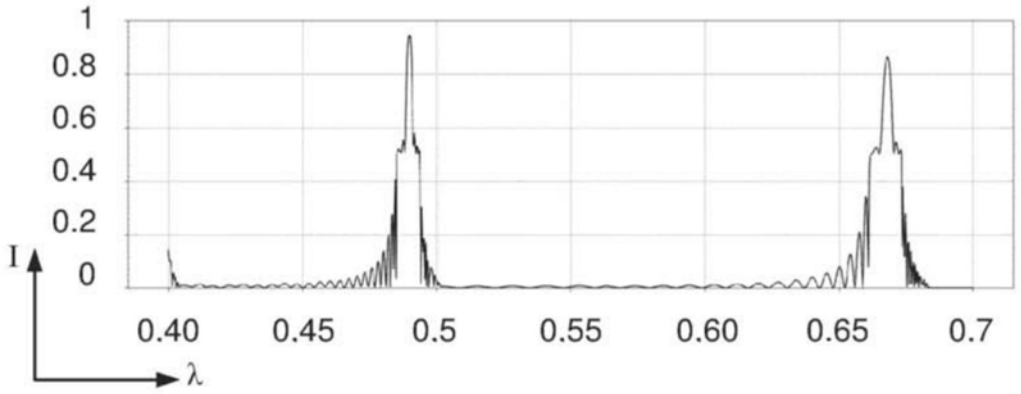


图13C

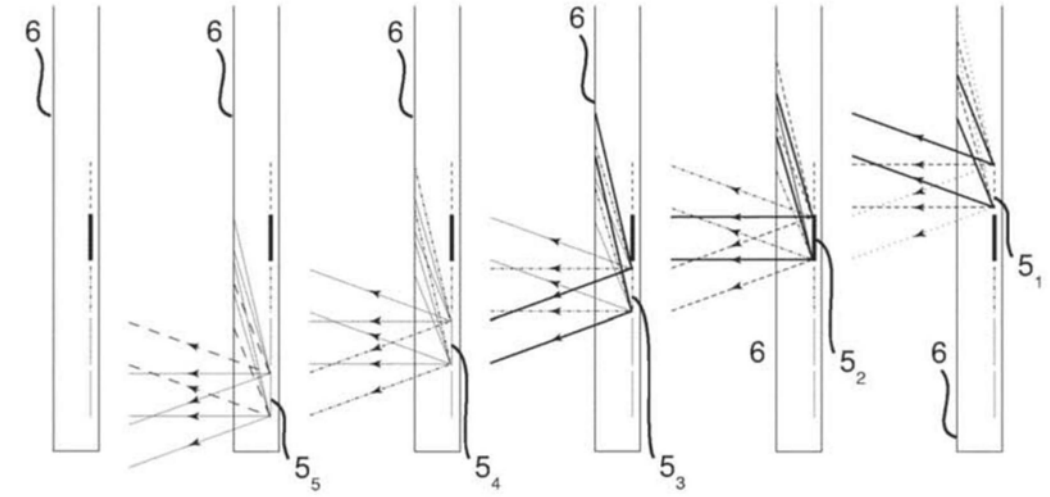


图 14A 图 14B 图 14C 图 14D 图 14E 图 14F

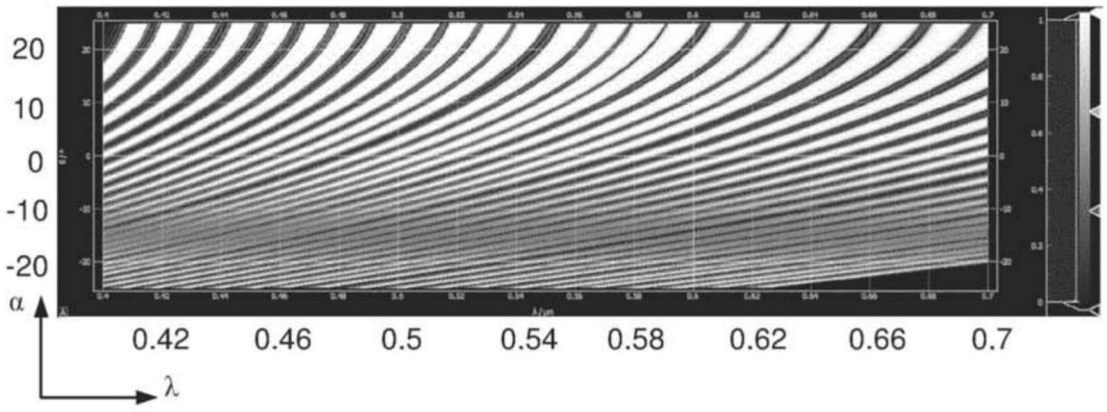


图15

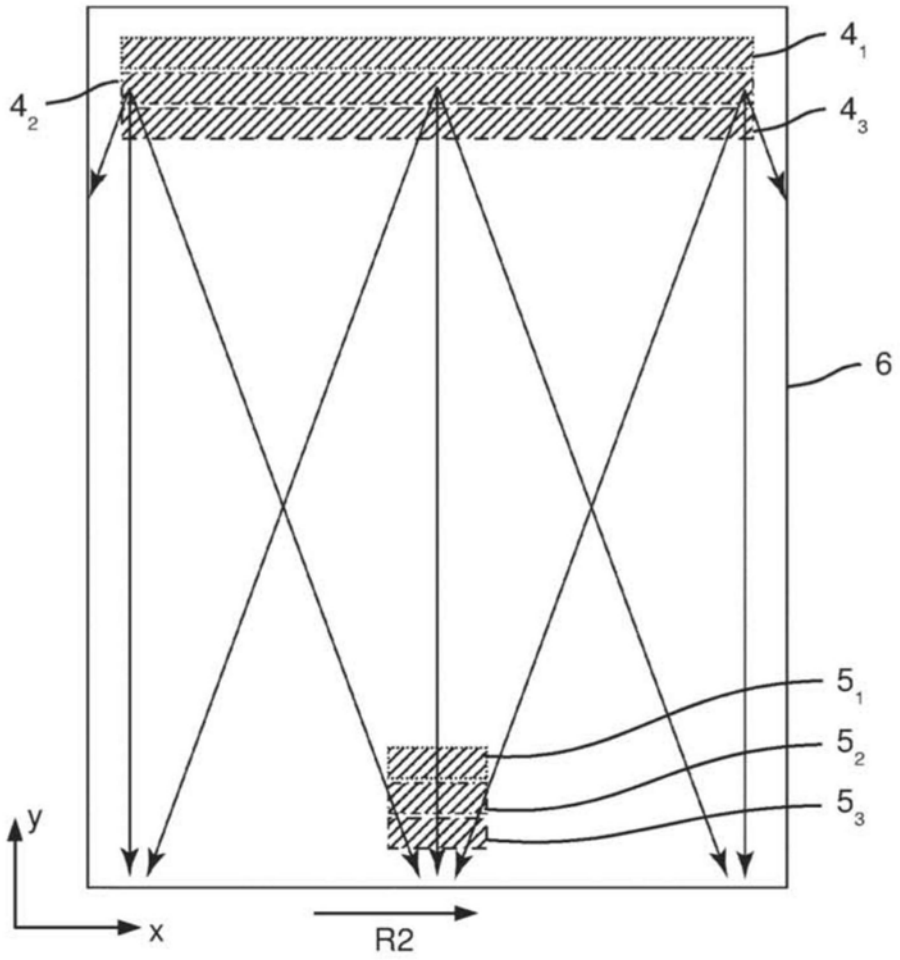


图16

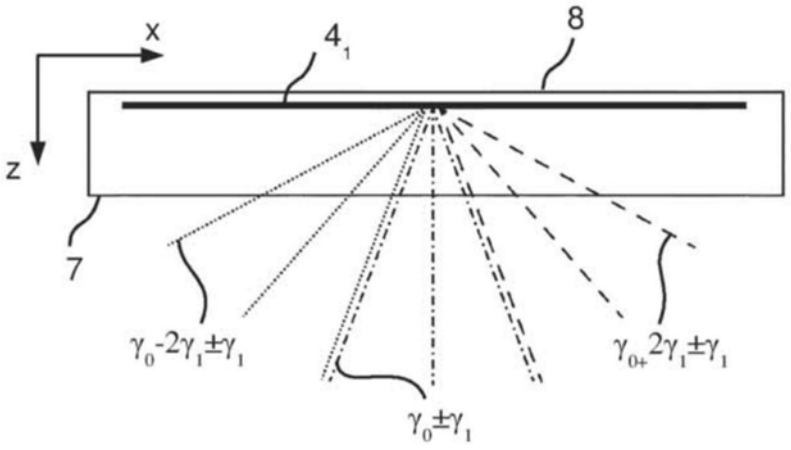


图17

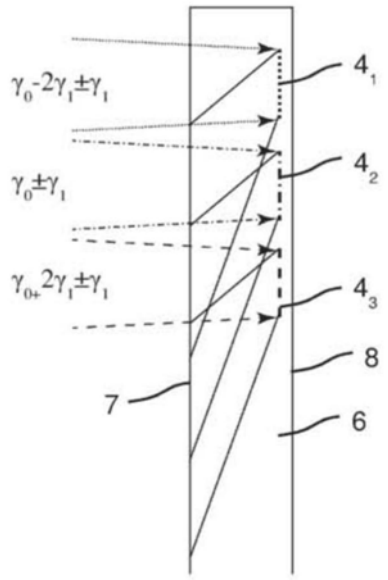

γ_0-2γ_1±γ_1
γ_0±γ_1
γ_{0+}2γ_1±γ_1
4$_1$
4$_2$
4$_3$
8
7
6

图18A

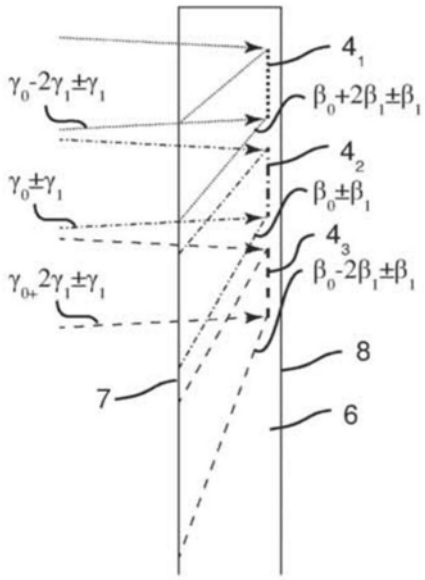

γ_0-2γ_1±γ_1
γ_0±γ_1
γ_{0+}2γ_1±γ_1
4$_1$
β_0+2β_1±β_1
4$_2$
β_0±β_1
4$_3$
β_0-2β_1±β_1
8
7
6

图18B

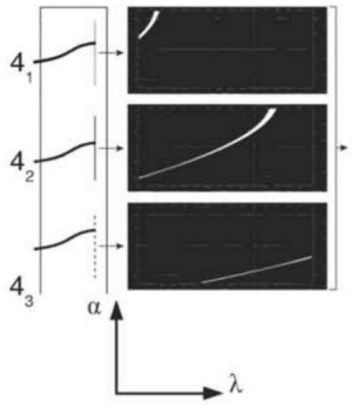


图 19A 图 19B

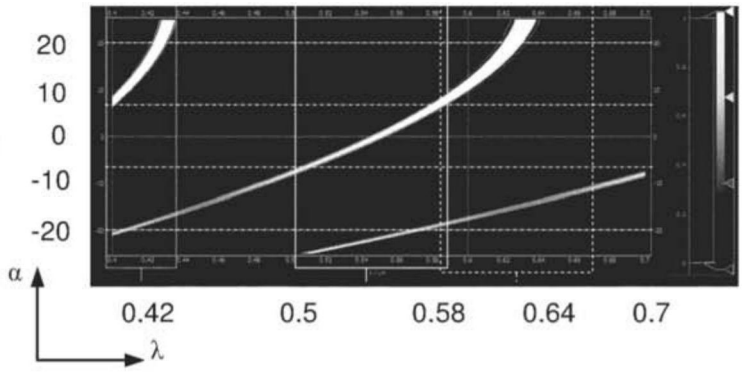


图19C

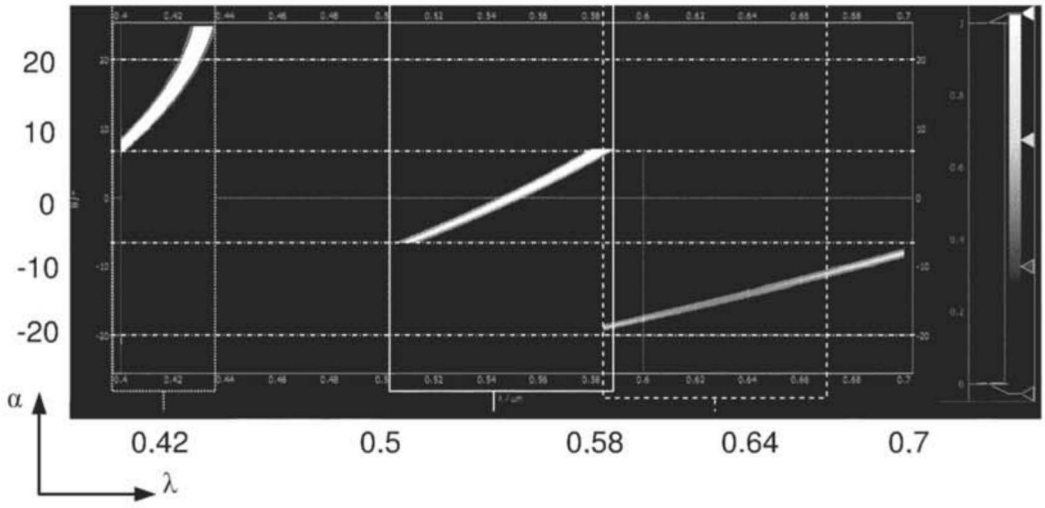


图20

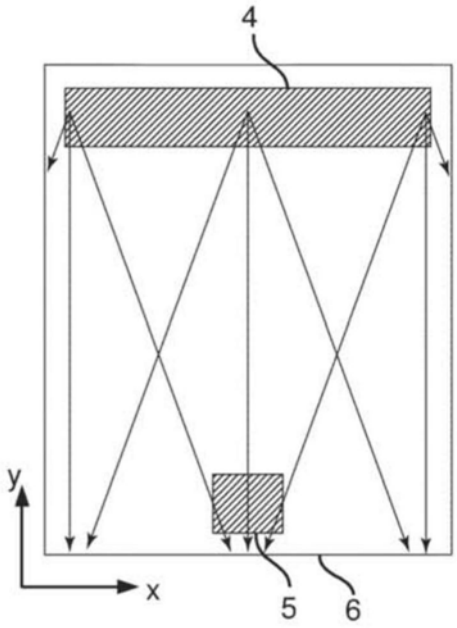


图21

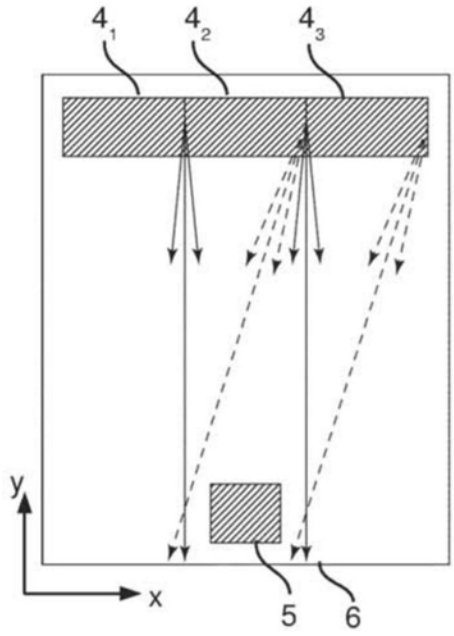


图22

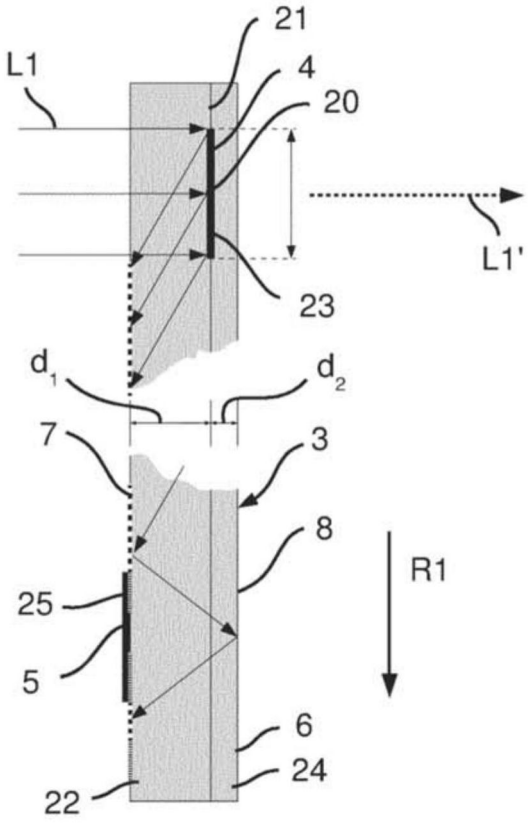

21
L1
4
20
L1'
23
d1
d2
7
3
8
R1
25
5
6
24
22

图23

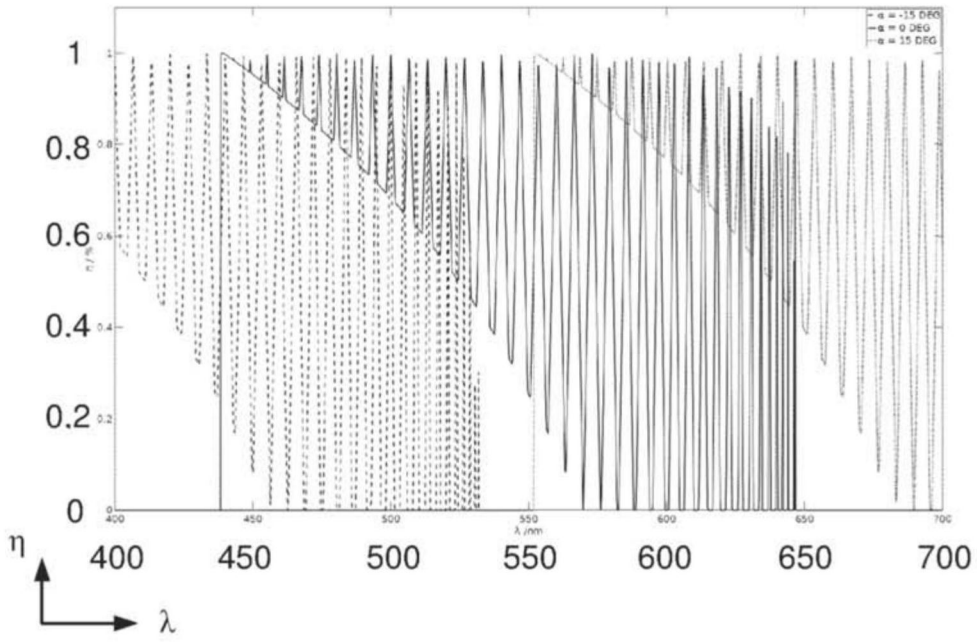

1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
η
400
450
500
550
600
650
700
λ

图24

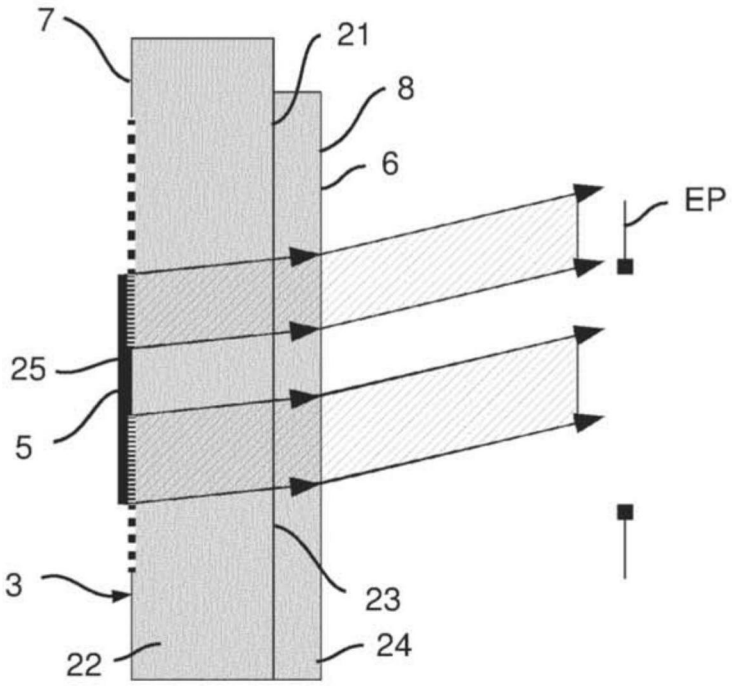

7
21
8
6
EP
25
5
3
23
22
24

图25

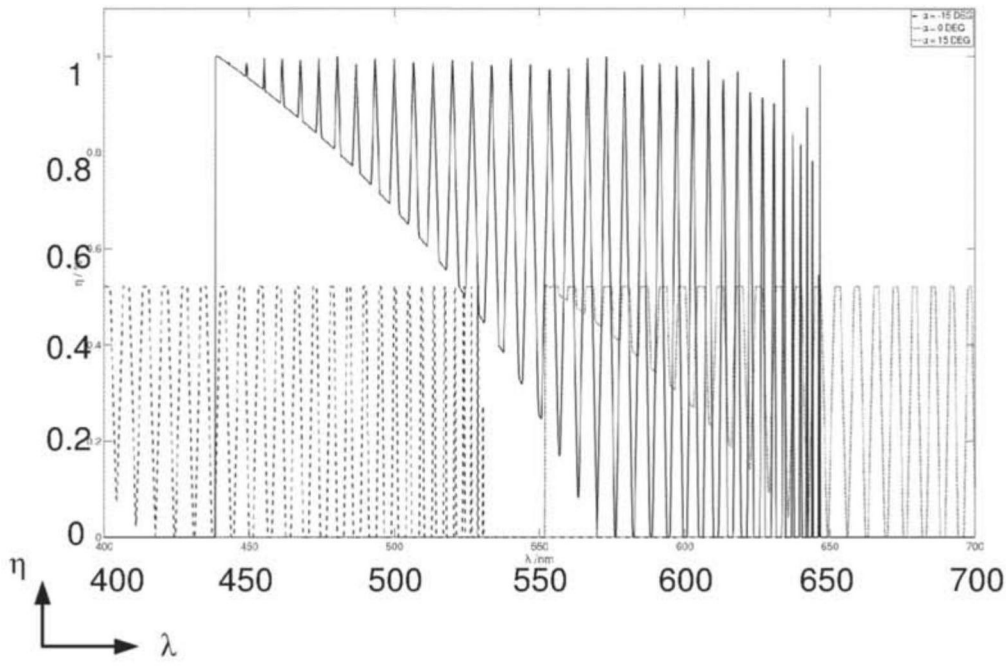

1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
η
400
450
500
550
600
650
700
λ

图26

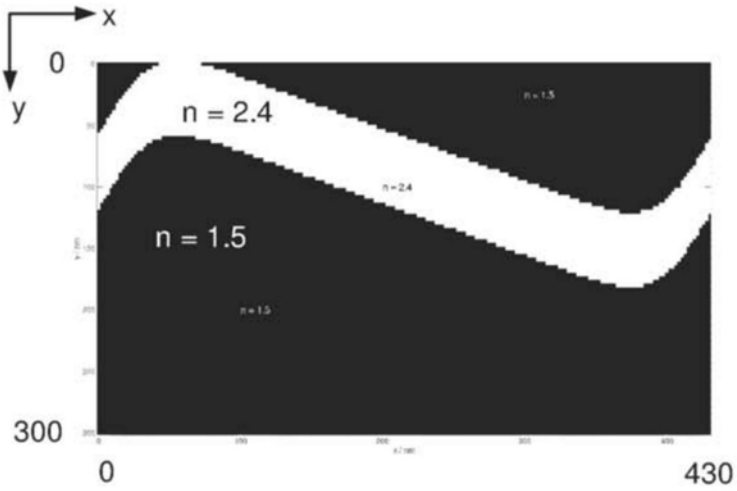

x
0
y
n = 2.4
n = 1.5
300
0
430

图27

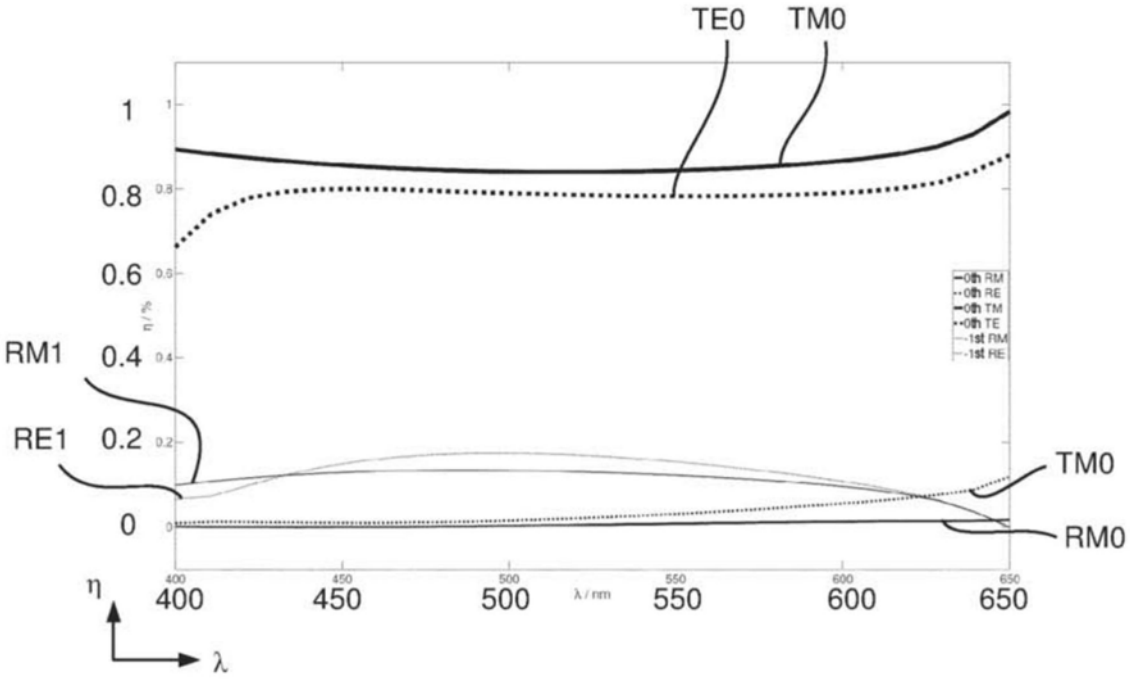

TE0
TM0
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
RM1
RE1
TM0
RM0
η
400
450
500
λ / nm
550
600
650
λ

图28

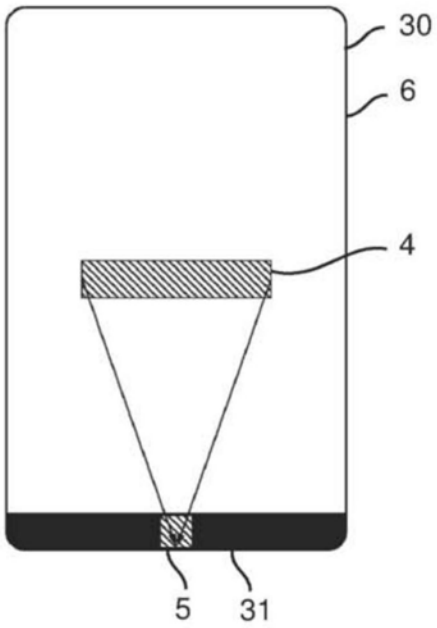


图29

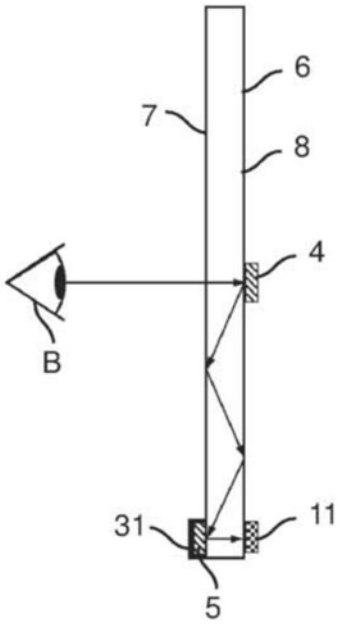


图30

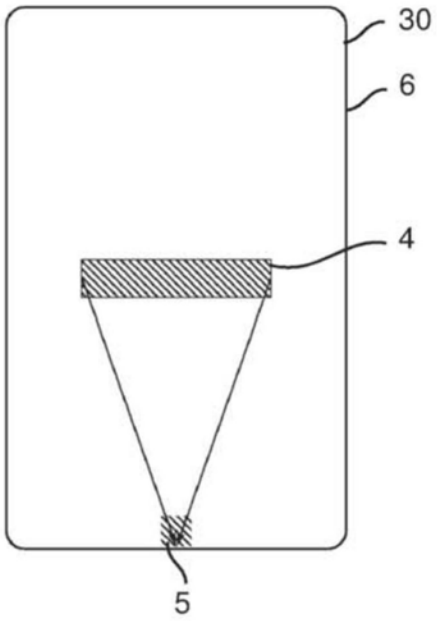


图31

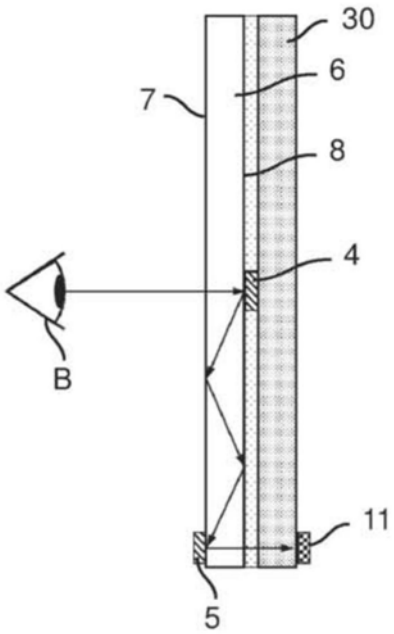


图32

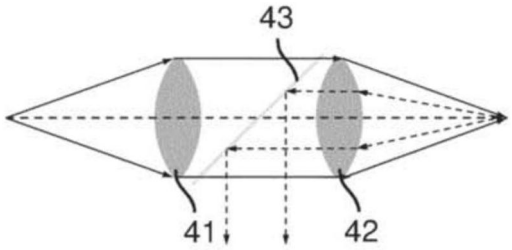


图33

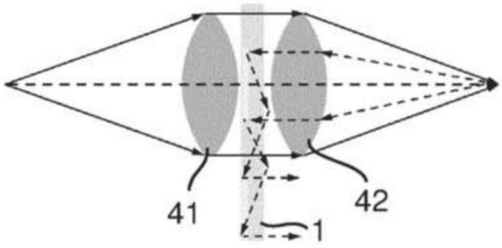


图34

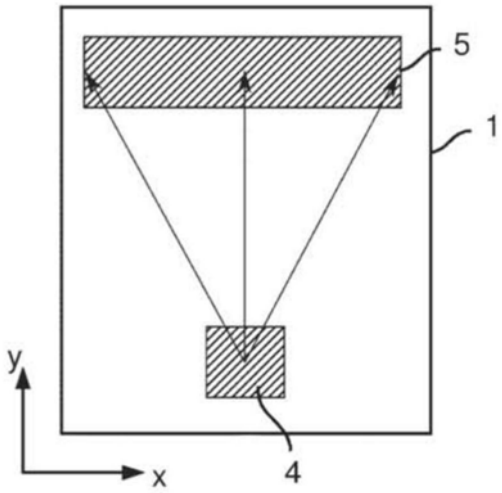


图35

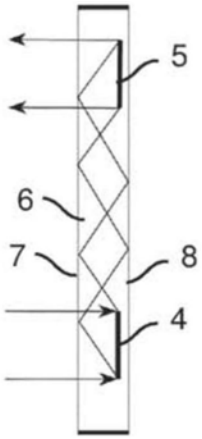


图36

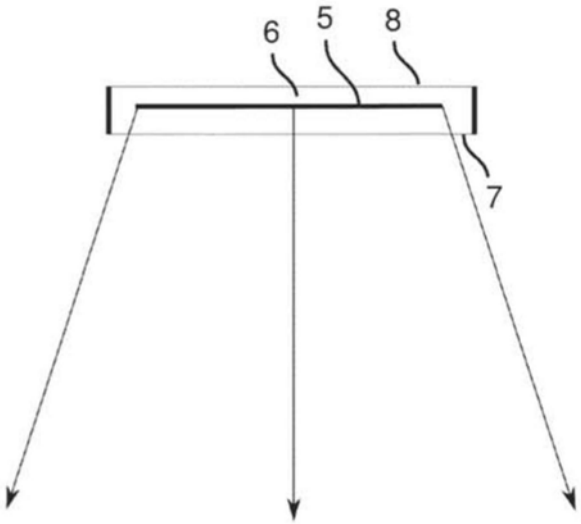


图37

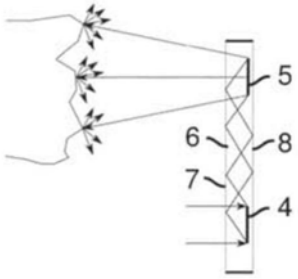


图38

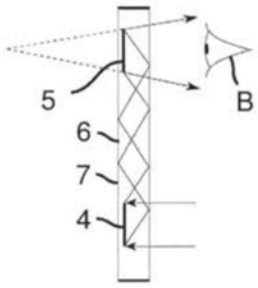


图39

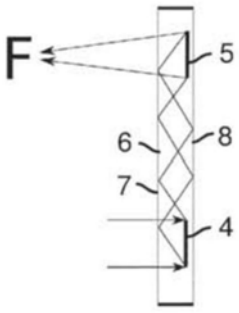


图40

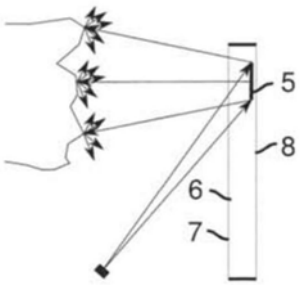


图41A

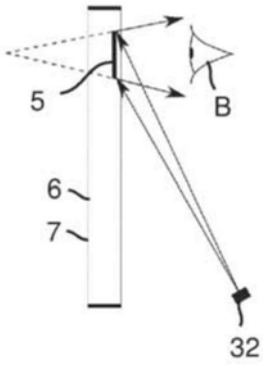


图41B

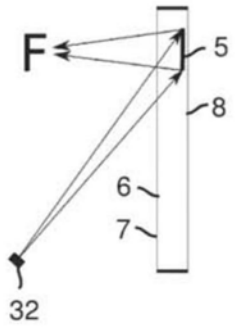


图41C

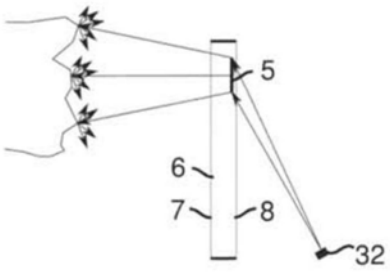


图42A

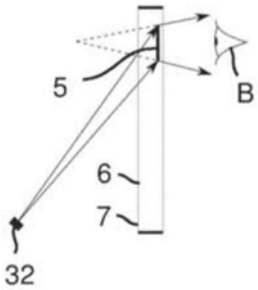


图42B

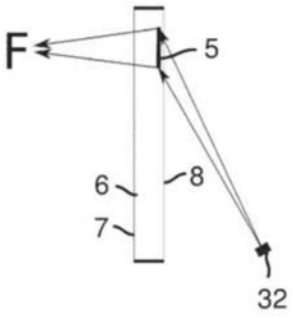


图42C

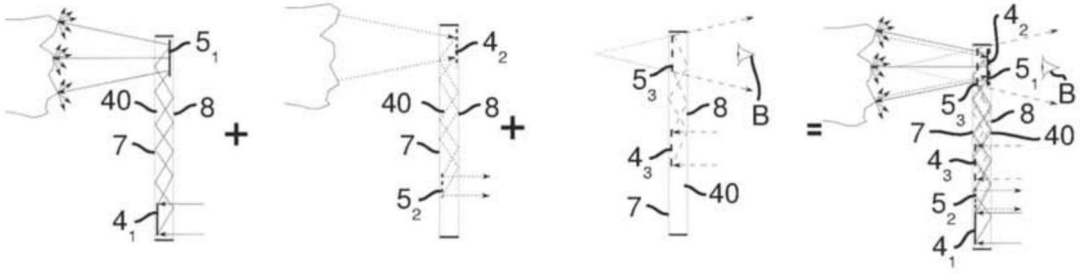


图 43A 图 43B 图 43C

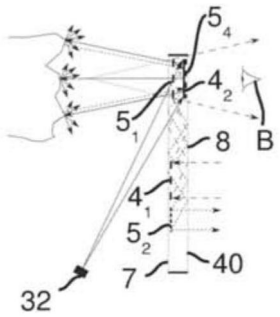


图44A

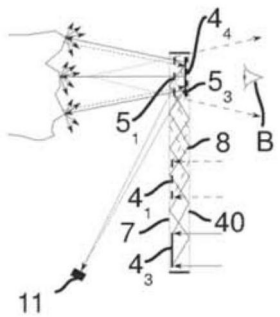


图44B

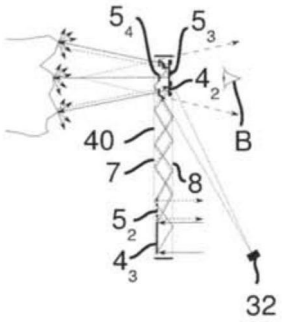


图44C

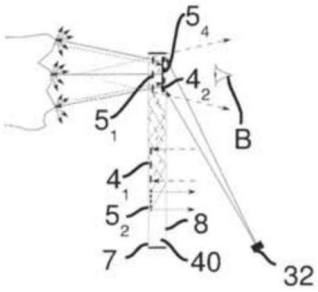


图44D

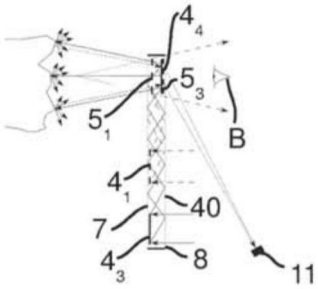


图44E

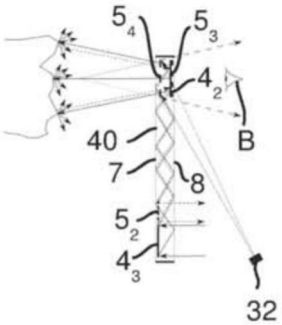


图44F

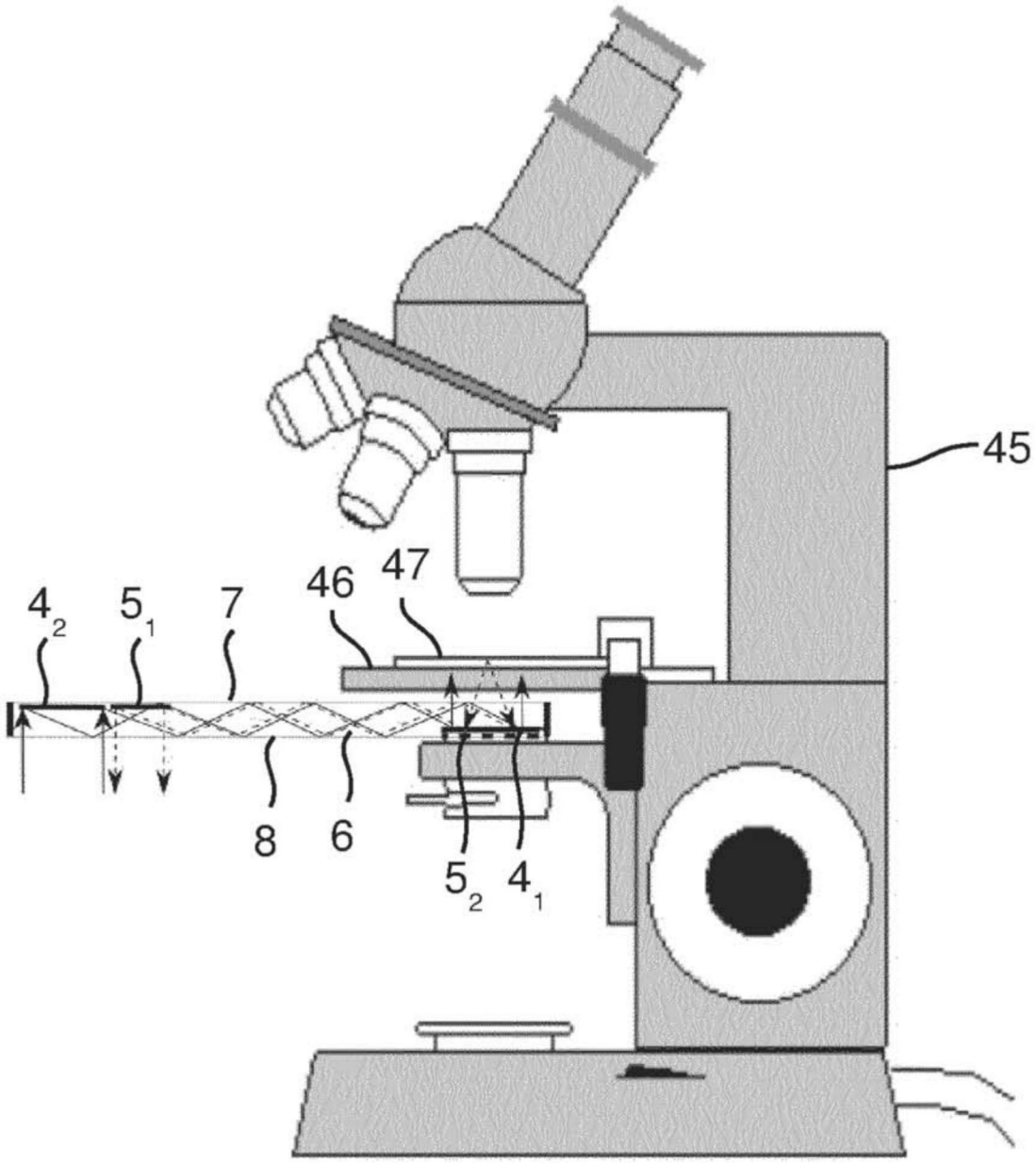


图45

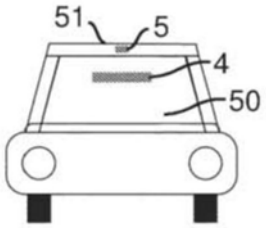


图46A

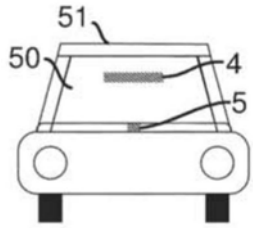


图46B

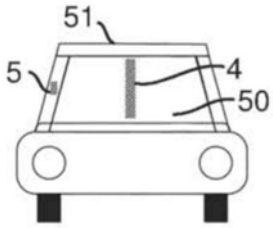


图46C

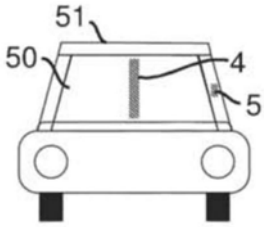


图46D

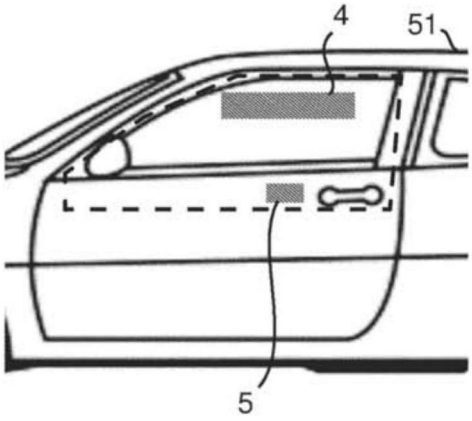


图47A

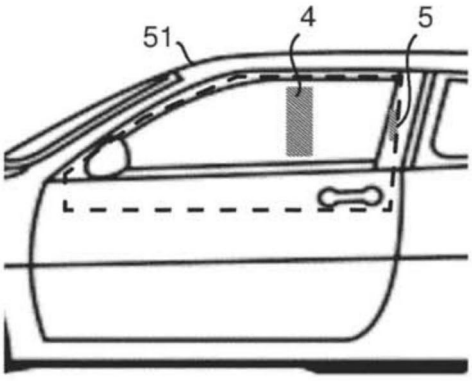


图47B

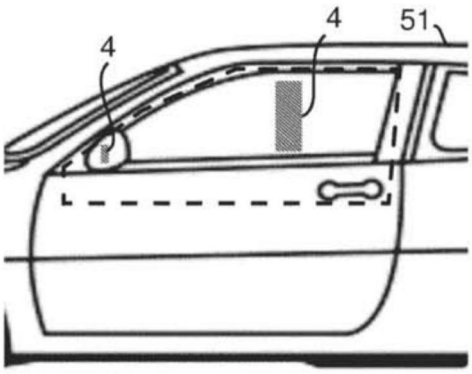


图47C