



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113660897 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 16

(21) 申请号 202080026972.1

托比亚斯·比赫伦

(22) 申请日 2020.03.31

罗曼·克莱丁森 亚历山大·佩施

(30) 优先权数据

102019108677.9 2019.04.03 DE

(74) 专利代理机构 北京睿阳联合知识产权代理有限公司 11758

代理人 杨生平 王朋飞

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.09.30

(51) Int. Cl.

A61B 3/10 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2020/059118 2020.03.31

A61B 3/13 (2006.01)

F21V 8/00 (2006.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2020/201281 DE 2020.10.08

G02B 21/06 (2006.01)

G02B 27/01 (2006.01)

(71) 申请人 卡尔蔡司耶拿有限责任公司

地址 德国耶拿

G02B 27/09 (2006.01)

G02B 27/10 (2006.01)

(72) 发明人 马蒂亚斯·希伦布兰德

丹尼尔·布布利茨

托马斯·诺比斯 马丁·哈克

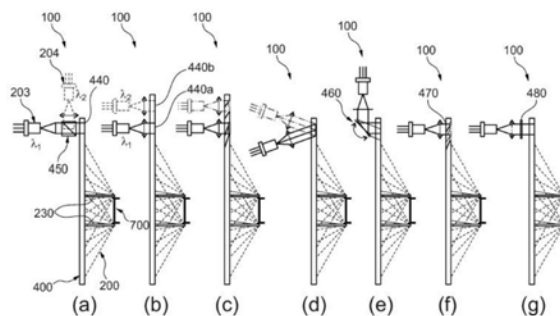
权利要求书4页 说明书19页 附图11页

(54) 发明名称

一种用光波导产生光分布的装置

(57) 摘要

本发明涉及用于产生光分布(200)的装置(100),所述光分布(200)用于用光波导照明物体,所述光波导包括至少一个耦合元件和多个复制区域。所述装置被设置为提供光分布。本发明还涉及角膜曲率仪、投影装置、显微镜、校准装置、表面灯和窗户。



1. 一种用于产生照明物体 (700) 的光分布 (200) 的装置 (100), 包括:
光波导 (400), 所述光波导 (400) 包括以下光学元件:
至少一个耦合元件 (440; 441-443), 所述至少一个耦合元件 (440; 441-443) 被设置为用于将光 (210) 作为具有相关光束轮廓 (215) 的光束耦合输入到所述光波导 (400) 中,
用于复制所述光束的多个复制区域 (500), 所述多个复制区域的每一个被设置为接收具有输入光束轮廓的至少一个关联输入光束, 并且提供具有相应的输出光束轮廓的多个关联输出光束,
其中, 所述多个复制区域 (500) 中的至少一个第一复制区域 (501) 与所述多个复制区域 (500) 中的第二复制区域 (502) 光学耦合 (600), 使得所述第二复制区域被设置为接收所述第一复制区域的多个关联输出光束 (310) 中的至少一个作为所述第二复制区域 (305) 的关联输入光束, 并且
其中, 所述第一复制区域与所述至少一个耦合元件 (440; 441-443) 光学耦合 (600), 以接收光束作为所述第一复制区域 (501) 的关联输入光束 (300),
其中, 所述装置 (100) 还被设置为将来自所述光波导 (400) 的一组所述多个复制区域的输出光 (610) 耦合, 以提供所述光分布 (200)。
2. 根据权利要求1所述的装置 (100), 其中, 所述光波导 (400) 被设置为接收具有第一调制 (215) 的光, 其中, 所述装置 (100) 被设置为使得所述光分布 (200) 具有第二调制 (218), 其中, 所述第二调制 (218) 比所述第一调制 (216) 具有更多数量的极值。
3. 根据权利要求1或2所述的装置 (100), 其中, 所述装置 (100) 不包括空间光调制器, 所述空间光调制器被设置为根据数据来调制要耦合到所述光波导中的光。
4. 根据前述权利要求中任一项所述的装置 (100), 其中, 所述多个复制区域的至少一个子集提供具有有效的聚焦的所述光分布 (200) 的部分光分布 (200)。
5. 根据前述权利要求中任一项所述的装置 (100), 其中, 所述光分布包括在所述波导 (400) 上重叠的不同的光束。
6. 根据前述权利要求中任一项所述的装置 (100), 其中, 所述光学元件中的至少一个是体积全息图, 其中, 所述体积全息图在所述光波导 (400) 内被直线地或倾斜地布置和/或被多次曝光。
7. 根据前述权利要求中任一项所述的装置 (100), 其中, 所述装置 (100) 包括被设置为提供所述光的光源装置, 其中, 所述光源装置包括以下元件中的至少一种:
两个光源, 所述两个光源被设置为在不同方向和/或在不同波长范围上和/或在所述至少一个耦合元件 (440; 441-443) 的不同照明位置提供光,
分束器 (450),
扫描镜 (460),
可切换元件 (470)。
8. 根据前述权利要求中任一项所述的装置 (100), 其中, 所述多个复制区域 (500) 包括第一组复制区域 (510), 所述第一组复制区域 (510) 中的每个复制区域彼此光学耦合, 并且其中, 所述第一组复制区域 (510) 的每个复制区域被设置为:
将所述多个输出光束中的至少一个第一关联输出束提供给所述第一组复制区域 (510) 的另一复制区域, 以及

不将所述多个输出光束的至少一个第二关联输出光束提供给所述第一组复制区域(510)的另一复制区域提供,以获得所述第一组复制区域(510)的一组输出光束(320)。

9. 根据权利要求6所述的装置(100),其中,所述光学耦合具有串联结构(511)。

10. 根据权利要求8或9所述的装置(100),其中,所述光学耦合具有树状结构(530)。

11. 根据权利要求8至10中任一项所述的装置(100),其中,所述多个复制区域(500)包括第二组复制区域(520),所述第二组复制区域(520)中的每个复制区域彼此光学耦合,并且其中,所述第二组复制区域(520)的子集被设置为接收所述第一组复制区域(510)的一组输出光束(320)作为相应的输入光束。

12. 根据权利要求11所述的装置(100),其中,所述第一组复制区域(510)和/或所述第二组复制区域(520)的光学耦合包括串联光学耦合和/或所述光学耦合包括树状结构(530)。

13. 根据前述权利要求中任一项所述的装置(100),其中,所述光学元件还包括:
至少一个去耦元件,所述去耦元件被设置为将光从所述光波导中耦合出来。

14. 根据权利要求13所述的装置(100),其中,所述至少一个去耦元件和/或所述至少一个耦合元件(440;441-442)包括一个或多个附加的光学元件,所述附加的光学元件选自如下组:透镜、棱镜、表面光栅、偏光滤光片。

15. 根据前述权利要求和权利要求4中任一项所述的装置(100),其中,所述光分布(200)被设置为使得多个光束(285)从所述光波导的不同区域发射,使得所发射的光被有效地聚焦和/或有效地散焦。

16. 根据权利要求15所述的装置(100),其中,所述多个光束(285)被准直和/或在离散的角度范围内从所述光波导发射。

17. 根据权利要求13至16中任一项所述的装置(100),其中,所述至少一个去耦元件包括至少一个附加的光学元件,所述附加的光学元件被设置为产生去耦合光的图案。

18. 根据前述权利要求中任一项所述的装置(100),其中,所述光学元件和/或所述至少一个附加的光学元件选自:衍射元件、可切换衍射元件、体积全息图。

19. 根据前述权利要求中任一项所述的装置(100),其中,所述至少一个耦合元件(440;441-443)被设置为根据光的特性进行耦合,并且其中,所述复制区域被设置为对于所述光的至少两个不同的特性产生至少两个不同的相关联的光分布(200)。

20. 根据前述权利要求中任一项所述的装置(100),其中,所述装置(100)被设置为提供用于以可变的角度的照明远离所述装置(100)的物体(700)的光分布(200),其中,所述物体(700)具有比所述光波导(400)更小的直径。

21. 根据权利要求20所述的装置(100),其中,所述装置(100)被设置为当所述物体(700)与所述光波导(400)的表面法线成角度地布置时,为所述物体(700)提供所述光分布(200)。

22. 一种光波导系统,包括根据前述权利要求中任一项所述的多个光波导(400),其中,所述多个光波导(400)包括具有耦合输出面的公共光波导(400),

其中,所述公共光波导(400)具有至少一个凹部(420),所述凹部在所述耦合输出面中具有凹部区域,并且其中,所述布置多个装置使得所述多个装置(100)的光分布(200)从所述耦合输出面的至少80%开始,而不会超出所述凹部区域。

23. 根据权利要求1至22中任一项所述的装置(100), 其中, 所述光波导(400)具有第一侧和第二侧, 并且其中, 所述光分布(200)具有在所述光波导(400)的所述第一侧上的第一光分布(200)和在所述第二侧上的第二光分布(200)。

24. 一种用于测量人眼角膜的角膜曲率仪(120), 包括:

根据权利要求1至23中任一项所述的装置(100), 其中, 所述装置(100)被设置为在所述光波导(400)的第一侧上向人眼提供包括多个准直光束的光分布(200), 所述多个准直光束在所述光波导(400)上分别具有限定的传递区域,

检测装置(900), 所述检测装置(900)被设置为接收来自被人眼反射的准直光束的光。

25. 根据权利要求24所述的角膜曲率仪(120), 其中, 所述检测装置(900)布置在所述光波导(400)的第二侧上并且被设置为接收沿着穿过所述至少一个凹部(420)的光路的反射光。

26. 根据权利要求24或25所述的角膜曲率仪, 其中, 所述光波导(400)被设置为提供具有同心环结构的照明分布。

27. 根据权利要求10和权利要求24至26中任一项所述的角膜曲率仪(120), 其中, 所述复制区域的树状结构沿径向布置。

28. 根据权利要求24至27以及权利要求13和7中任一项所述的角膜曲率仪(120), 其中, 所述光源包括两个光源, 所述两个光源被设置为在不同方向和/或在不同波长范围和/或在所述至少一个耦合元件(440; 440-443)的不同照明位置上提供光,

其中, 所述两个光源中的第一光源发射红外光, 并且所述两个光源中的第二光源发射可见光, 并且其中, 所述去耦元件被设置为提供来自所述第二光源的光作为固定标记(230)。

29. 根据权利要求24至28中任一项所述的角膜曲率仪(120), 其中, 所述装置(100)包括响应光耦合装置(100), 所述响应光耦合装置被设置为将反射光耦合到所述光波导(400)中并且将所述反射光从所述光波导(400)传输到所述评估装置,

其中, 所述响应光耦合装置(100)是基于由于在所述眼睛上的反射而对所述光分布(200)的光束轮廓的修改来构成的。

30. 一种用于眼科装置的投影装置(160), 包括根据权利要求1至23中任一项所述的装置(100), 其中, 所述投影装置(100)包括可以多种方式调制的光源, 所述光源被设置为向所述装置(100)提供光提供, 并且其中, 所述装置(100)被设置为提供所述光分布(200), 使得为所述可以多种方式调制的光源的至少一次调制提供至少两个经调制的光分布, 其中, 所述至少两个经调制的光分布是关于方向和/或位置而被调制。

31. 根据权利要求30所述的投影装置(160), 其中, 所述至少两个经调制的光分布是标记和/或朗多环视标和/或字母和/或条纹图案。

32. 一种显微镜(130), 所述显微镜(130)具有光路和样本本照明装置(140),

其中, 所述样本本照明装置(140)包括权利要求1至23中任一项所述的至少一个装置(100), 并且

其中, 当所述光波导(400)被布置在所述光路中时, 所述光波导(400)被设置为在所述显微镜(130)中的样本上生成具有所述光分布(200)样本的图案。

33. 根据权利要求32所述的显微镜(130), 其中, 所述图案是可切换图案。

34. 根据权利要求32或33所述的显微镜(130), 其中, 所述图案是可变角度图案, 可在不同角度进行切换。

35. 一种用于光学装置(910)的校准装置(150), 包括根据权利要求1至23中任一项所述的至少一个装置(100), 其中, 所述光分布(200)被设置成为所述光学装置提供测试光场。

36. 根据权利要求35所述的校准装置(150), 其中, 所述测试光场与所述光学装置的所述校准装置(150)的变焦和/或焦平面位置和/或安装位置相匹配。

37. 根据权利要求36所述的校准装置(150), 其中, 所述安装位置是在所述光学装置的的光学元件内并且在所述光学装置的光路中的位置。

38. 一种用于物镜的平面玻璃、滤光玻璃或保护玻璃, 包括根据权利要求25至27中任一项所述的校准装置(150)。

39. 一种表面灯(170), 包括根据权利要求1至23中任一项所述的装置(100), 其中, 所述光波导(400)在一个方向上具有小于 $50\mu\text{m}$ 的尺寸。

40. 一种窗户(180), 包括:

窗玻璃(430), 所述窗玻璃(430)包括根据权利要求1至23或39中任一项所述的装置(400),

窗框(190), 所述窗框包括被设置为提供红外光的光源(203), 其中, 所述光源被设置为向所述至少一个耦合元件(440; 441-443)提供光, 并且其中, 所述光分布(200)被设置为在所述窗玻璃的至少一侧提供所述红外光作为热源。

41. 根据权利要求40所述的窗户(180), 其中, 所述红外光在 1 至 $10\mu\text{m}$ 的光谱范围内具有强度最大值。

一种用光波导产生光分布的装置

技术领域

[0001] 本申请涉及一种用光波导产生光分布的装置,特别是用于照明物体。

背景技术

[0002] 在许多应用领域,对光源提供的光进行修改,使其适用于各种应用,特别是用于照明物体,可能是有用的。

[0003] 从US 8,320,032 B2以及US 2016/0231568 A1得知波导系统用于图像生成。在这种系统中,成像特性必须是,使得通过光源生成的图像得以保留,在像素光源的情况下,例如像素化显示器,这意味着分配给像素的光线,在去耦元件处离开波导继续彼此平行从而在用人眼观察时在视网膜上产生期望的图像。然而,本申请并不涉及根据数据说明的光被投影的布置,而是涉及物体的照明。对于许多应用,需要照明诸如样本的物体,例如检查物体。对于这种照明,对照明光的光分布提出了各种要求。提供满足这些要求的方法是一项任务。

发明内容

[0004] 该目的通过权利要求1的装置来实现。从属权利要求限定了优选的实施例。

[0005] 此外,还提供了根据权利要求23所述的角膜曲率仪、根据权利要求29所述的投影装置、根据权利要求31所述的显微镜、根据权利要求34所述的校准装置、根据权利要求38所述的表面灯和根据权利要求39所述的窗户,每个都包括这样的装置。从属权利要求在此还定义了进一步的示例性实施例。

[0006] 根据本发明,提供了一种用于产生照明物体的光分布的装置。所述装置包括光波导。所述光波导包括:

[0007] 至少一个耦合元件,其被设置用于将光作为具有相关光束轮廓的光束耦合输入到所述光波导中,以及用于复制所述光束的多个复制区域。所述多个复制区域的每一个被设置为接收具有输入光束轮廓的至少一个关联输入光束,并且提供具有相应的输出光束轮廓的多个关联输出光束,其中,所述多个复制区域中的至少一个第一复制区域与所述多个复制区域中的第二复制区域光学耦合,使得所述第二复制区域被设置为接收所述第一复制区域的多个关联输出光束中的至少一个作为所述第二复制区域的关联输入光束。其中,所述第一复制区域与所述至少一个耦合元件光学耦合,以接收光束作为所述第一复制区域的关联输入光束。该装置还可以被设置用于将来自所述光波导的一组所述多个复制区域的输出光耦合,以提供所述光分布。

[0008] 在这种情况下,光被理解为电磁辐射。光,例如,可以是在可见波长范围内的光,也可以是全部或部分在红外或紫外光谱范围内的光。另外,所述方法和应用也可以使用不同的波长范围的光的组合。例如,如果光分布包括第一光分布和第二光分布,其中,所述第一光分布对于人眼是可见的,而第二光分布对于人眼是不可见的,则这可能是有利的。

[0009] 光分布在此被理解为由所述装置基于耦合输入的光所提供的光场。

[0010] 所述复制区域的至少一部分可以被设置为用于将光从所述光波导中耦合输出。

[0011] 所述复制区域被设置成用于接收具有输入光束轮廓的至少一个关联输入光束。例如,各个复制区域可以被设置为恰好接收一个关联输入光束。在其他示例中,所述复制区域也可以被设置为接收多个输入光束。这些可以由单个复制区域提供,也可以由其他元件提供,例如由耦合元件和两个不同的复制区域提供。

[0012] 通过所述复制区域可以提供所需的光分布,用于照明,例如样本之类的物体样本,这可以满足各种要求。所述物体也可以是房间等空间区域。

[0013] 输入光束和输出光束可以具有不同的形状,既有空间上的尖锐地限定,也有连续的形状。例如,它们可以具有长方形、正方形、圆形、六边形或椭圆形的横截面形状,但也可以是其他形状和这些形状的组合。

[0014] 上述光学元件在此可以是衍射元件。衍射元件可以是常规的衍射元件,例如,影院形式(Kinoforn)或表面光栅,但其他衍射元件,例如,体积全息图,也是可能的。这些光学元件可以分别以不同的方式制造并且组合在所述装置中。其他可能的光学元件的示例是表面光栅、棱镜、具有折射率梯度的光学元件,有时也被称为梯度光学元件,例如,Grintech公司的产品,体积全息图、嵌入光波导中的(部分反射的)镜面,包括菲涅尔表面、等离子体表面和超表面。根据具体的应用,光学元件对于在特定波长范围内的特定视角,例如,在人眼可见的波长范围内沿着光波导的表面法线观察时,可以是透明的、部分透明的或不透明的。

[0015] 内置和/或嵌入所述光波导中的光学元件的功能性可以利用位于光波导外部或其上的附加光学元件来补充,如镜子、棱镜、透镜、微透镜、微透镜阵列等。

[0016] 一些光学元件可以在光波导中形成。这有时被称为“写作(Schreiben)”。例如,衍射结构可以在光波导中或光波导上用激光写入的方式创建产生,但其他工艺也是可能的。

[0017] 影院形式被理解为具有周期性高度轮廓的衍射元件。周期性高度轮廓可以是,例如,锯齿形轮廓。

[0018] 所述复制区域可以地实施为离散元件,彼此分开设计。然而,所述复制区域也可以连续的,例如,在具有空间可变的光学特性的区域中。替代的或补充地,所述复制区域也可以重叠,例如,当它们被实施为光波导中的全息图时,例如,通过对光波导的特定位置进行多次曝光,以形成多次曝光的体积全息图。

[0019] 所述装置可用于提供连续和离散的光分布。所述装置,例如,可以提供固定标记、调整标记和/或其他图案作为光分布。

[0020] 这使得能够实现提供紧凑的照明系统,例如,用于角膜曲率测量,即测量角膜形状。所述固定标记和图案可以有利地用于眼科装置中。

[0021] 图案可以在光分布的位置空间和频率空间中实现。

[0022] 固定标记可以被理解在设定的距离处作为虚拟图像呈现给患者的光。这种固定标记可以以已知的方式产生,例如,借助于由在可见光谱范围中发射的光源照明的掩模,通过经典的成像光学装置,例如会聚透镜,将其成像到无限远。所述虚拟图像在患者的视野内呈现给他们。为了清晰地看到聚焦的标记,患者将他们的眼睛对准,使标记成像到中央凹上,即视觉最敏锐的地方,从而使他们的眼睛处于所需的取向,以便可以进行测量。

[0023] 因此,所述装置可以提供用于提供这种固定标记的替代可能性。根据本发明提供的固定标记可以具有改进的特性,例如,改进的成像质量和/或光效率。附加地或替代地,所

述装置的尺寸和/或复杂性可以比提供固定标记的已知装置有所改进。

[0024] 所述装置也可以用于,例如,为成像光学装置提供调整标记和/或校准目标。所述的装置中的一些允许,例如,从离散的方向,对微观样本进行有利的照明,例如,可变角度的照明。

[0025] 通常期望的是,光分布具有一定的强度分布。为此,可能需要在空间上改变各个耦合的强度,例如在各个复制元件之间。例如,可以期望光分布的均匀的强度分布。换言之,可以期望的是,例如,在物体的方向上传播的所有准直光束可以提供光分布,例如,的输送相同的功率。然而,在这种情况下,光在被重定向到物体之前所经过的复制区域的数量可能是不同的,例如,因为一些复制区域在空间上比其他复制区域更靠近至少一个耦合元件。如果多个复制区域,例如,具有相同的尺寸,并且例如,以矩形布置,如果沿着相应的输出光束方向的耦合输出效率恒定为10%,则在光波导中传播的辐射与这样的复制区域之间的第一相互作用中,10%的光将被耦合出来,例如,作为输出光,而90%的光将作为输出光束继续传播到另一复制区域,并在那里作为输入光束被接收。在第二次相互作用中,只有9%的光会被耦合出来作为输出光,在第三相互作用中为,8.1%,以此类推。因此,改变用于提供光分布的光学元件的耦合效率和/或去耦效率可能是有利的。例如,这可以在所需的照明分布方面进行,并且在考虑已经经过的耦合数量。对于连续执行的复制区域的,例如,可以将传播长度作为标准。

[0026] 为了保护波导系统免受污染、机械损坏或由清洁剂/清洁过程造成的损坏,所述装置可以与其他元件相组合,例如,平板。可以想到,有气隙和无气隙的变型方案都是可行的。

[0027] 所述光波导可以被设置为用于接收具有第一调制的光。在这种情况下,所述装置可以被设置用于使得所述光分布具有第二调制,其中,所述第二调制比所述第一调制具有更多数量的极值。

[0028] 调制可以被理解为,光的强度作为变量的函数的改变,例如从暗到亮或从亮到暗。所述变量可以通过一个或多个位置坐标描述的位置,例如,当光在屏幕上成像时。在这种情况下,所述变量也可以被归一化为屏幕的尺寸或光的尺寸或光的分布。所述变量也可以是一个角度或多个角度,例如,相对于耦合元件的中心或物体的中心定义的角度,例如,作为方位角和/或极角。然后,光的调制可以通过相关光的强度的多个极值来描述。在这种情况下,极值可以是最大值或最小值,例如,关于变量的明-暗过渡或暗-明转换的数量。

[0029] 如果一个变量的极值的数量,例如,光分布强度的最大值或最小值的数量大于另一个变量或该变量上的光的强度变化的极值的数量时,则第二调制比第一调制具有更多数量的极值。

[0030] 所述第一调制可以是光在耦合元件上的调制。

[0031] 这里可以确定第一和第二调制,例如,关于位置空间或在度空间的调制。例如,可以选择与垂直于要确定其调制的各光的传播方向的平面内的空间坐标有关的调制作为位置空间。在其他示例中,调制可以被确定为角度的函数,例如,当光未被准直时,例如,当光被有效地聚焦到物体上时。

[0032] 根据光的类型来选择合适的调制确定类型可能是有用的。例如,随角度变化的准直光的调制可能难以确定。在这种情况下,确定空间上的调制,例如,对光束直径或光分布

进行归一化处理,可能是有利的。归一化可以有效地与,例如,光分布的面积或一个或多个特征长度有关,例如,光束直径或相应的光束主轴。

[0033] 另一方面,在聚焦光的情况下,确定角度空间中的调制可能是有利的。

[0034] 这样做的好处是,所述装置可用于产生复杂的照明分布,而不要求向耦合元件提供光的光源装置具有高的复杂性的光束轮廓。

[0035] 例如,包括例如具有准直器的单个LED的光源装置,作为关于光源布置和至少一个耦合元件的连接矢量的角度的函数,具有暗—明—暗的调制。这种光源布置的极值的数量可以被计数为一个最大值或两个最小值。

[0036] 在未要求保护的示例中,如果照明分布也具有暗—明—暗的区域,如果极值的数量一致确定的,即将最小值的数量与最小值的数量进行比较,或最大值的数量与最大值的数量进行比较,则所述第二调制的极值的数量等于所述第一调制的极值的数量。这对于成像系统来说是常见的。

[0037] 因此,例如,所述装置可以通过单个LED的光提供复杂的光分布。这种复杂的光分布可以具有比光源阵列的调制的极值的数量更多的调制的极值。

[0038] 例如,光分布可以具有暗—明—暗—明—暗的调制作为第二调制,即两个最大值或三个最小值。在这种情况下,所述第二调制的极值的数量大于所述第一调制的极值的数量。对于更复杂的光源布置,也可以相应地执行。例如,光波导可以被设置用于接收来自五个离散光源的光,并且提供形成五个以上离散光点的光分布,例如十个光点。但是,大于五个光点的其他数量和点状图案以外的其他图案也是可能的。

[0039] 在另一示例中,所述光源装置可以提供空间上基本上未调制的光,用于耦合到光波导中,并且光分布可以被调制。这里,基本上意味着,光源可以具有内在的一可能是不希望有的一强度的调制。例如,激光辐射可以具有横向波,有时被称为横向电磁模式TEM_{xy}。然而,也可以存在光源的其他强度调制。

[0040] 在一些实施方式中,所述装置不包括空间光调制器,所述空间光调制器被设置用于基于数据来调制要耦合到光波导中的光。

[0041] 这种空间光调制器的示例包括像素化显示器和数字微镜装置(英文: DigitalMicromirrorDevice, DMD)。因此,这里的重点不是产生一个通过这样的光调制手段产生的图像。

[0042] 多个复制区域的集合的至少一个子集可以提供光分布的部分光分布。这种部分光分布可以具有有效的聚焦。

[0043] 该部分光分布可以具有有效的散焦。

[0044] 在本申请的范围,有效的聚焦被理解为,从假想的输出面离开光波导的输出光朝向假想的聚焦面汇聚,其中,所述假想的聚焦面小于所述输出面。

[0045] 也可以说,部分光分布或第二部分光分布具有有效的散焦。在这种情况下,假想的聚焦面可以在实际上连续的反向光方向上会聚虚拟光束路径,例如,从发散透镜的负焦距定义中可以知道。因此,对于在光束方向上与输出面相距甚远的假想平面上入射的光来说,真实的光束路径可以发生偏离。

[0046] 光学元件中的至少一个可以是体积全息图。所述至少一个体积全息图可以直线地或倾斜地布置在光波导内。所述体积全息图可以多次曝光。

[0047] 通过体积全息图在光波导中的倾斜布置,可以减少光分布中的可能的间隙。

[0048] 例如,当从复制区域复制的光束在光波导附近具有间隙时,可能出现光分布的间隙。例如,复制区域可以在空间上彼此间隔开地布置,使得例如可以通过去耦元件提供的光分布可以在光波导附近具有间隙。根据所述间隙的间距和到被照明物体的距离,在物体上的横向照明中也可能出现间隙。这种间隙在某些使用情况下可能是有利的,例如,当提供应具有间隙的固定标记时。在其他使用情况下,例如,当光分布在物体上为1mm的间隙,例如,人眼,但物体具有3mm的瞳孔(例如人眼的眼睛瞳孔)时,这种间隙可能是没有问题的。

[0049] 然而,在其他实施例中,例如,在显微镜中的样本照明中,这种间隙可能是不期望的。在对这种间隙敏感的应用中,尽量减少或完全防止光分布中的间隙可能是有利的。

[0050] 在没有倾斜布置的体积全息图的实施例中,来自离散复制区域的光束之间的间隙可以取决于以下参数:所述准直光束的形状和直径,所述耦合元件的尺寸,所述束在通过所述耦合元件偏转之后的传播角,例如,由相对于所述耦合元件的区域中的光波导的表面法线的耦合角 α 来描述,以及所述光波导的厚度 d 。假设边长为 b 的方形耦合元件完全被准直光束照明,形成发光分布的光束之间的间隙可以通过观察以下关系来消除

$$[0051] \quad b/2 > d * \tan(\alpha) \quad (1)$$

[0052] 是可以避免的。同时, α 必须大于光波导的全反射的极限角,以确保在光波导中几乎无损耗的辐射传播。

[0053] 因此,通过为此类系统适当设计参数 b 、 d 和 α ,可以减少或完全避免光分布中的间隙。

[0054] 在一些实施例中,通过以一定的角度排列体积全息图,可以减少产生所需的发光分布和避免空隙所需的光波导的厚度。

[0055] 换言之,在倾斜布置的体积全息图的情况下,即使对于不满足方程(1)条件的光分布,例如具有较小的厚度 d ,也有可能提供减少间隙或无间隙的发光分布。

[0056] 所述装置可包括光源装置。所述光源装置可以被设置用于提供光。所述光源装置可以包括以下元件中的至少一种:

[0057] 两个光源,所述两个光源被设置为用于在不同的方向和/或在不同的波长范围上和/或在所述至少一个耦合元件的不同照明位置提供光。

[0058] 由此可以产生复杂的光分布,例如,不同波长下的光分布的叠加,而不需要复杂的光源。

[0059] 替代的或补充地,所述光源装置可以包括附加的元件,例如分束器、扫描镜和/或可切换元件。

[0060] 所述多个复制区可以包括第一组复制区,其中每个复制区都与其他复制区光学耦合。所述第一组复制区域中的每个复制区域可以被设置为用于:

[0061] 将所述多个输出光束中的至少一个第一关联输出束提供给所述第一组复制区域的另一复制区域,并且不将所述多个输出光束的至少一个第二关联输出光束提供给所述第一组复制区域的另一复制区域提供,以获得所述第一组复制区域的一组输出光束(320)。

[0062] 可以通过一个或多个光学元件实施复制区域组的单个元件或所有元件,例如,作为具有低效率的偏转光栅。这可以是有利的,例如,当光在光波导中传播并且由于(全)反射而在不同的离散区域处击中光学元件时。

- [0063] 这组输出光束可以被设置为用于提供光分布。
- [0064] 所述光学耦合可以具有串联结构。
- [0065] 所述光学耦合可以具有树状结构。
- [0066] 所述光学耦合的树状结构在此被理解为,第一组复制区域的复制区域各自将多个关联输出光束中的至少两个提供给至少两个复制区域作为相应的输入光束。
- [0067] 在一个示例中,第一组复制区域的一个复制区域可以具有三个输出光束。在该示例的第一变型方案中,可以提供两个输出光束作为输入光束。因此,提供了分支为 $2n$ 的树状结构,其中, n 表示复制区域的数量。第三输出光束可以从光波导中耦合输出。
- [0068] 在该示例的第二变型方案中,所有三个输出光束可以作为输入光束被提供,从而形成 $3n$ 树状结构。光可以从树状结构的分支处的进一步复制区域和/或单独的外耦合元件或其组合中耦合出来。
- [0069] 在其他示例中,可以提供其他分支,一般为 yn ,其中, y 是输出光束的数量或输出光束的数量 -1 。
- [0070] 不同的光学耦合的组合也是可能的,例如,树状结构可以先进行光学耦合,并且在树状结构的单个分支内,光学元件可以再次以串联结构进行光学耦合。
- [0071] 所述多个复制区域包括第二组复制区域,所述第二组复制区域中的每个复制区域彼此光学耦合,并且其中,所述第二组复制区域(520)的子集被设置为接收所述第一组复制区域的一组输出光束作为相应的输入光束。所述第一组复制区域和/或所述第二组复制区域的光学耦合可以包括串联光学耦合和/或所述光学耦合可以包括树状结构。在这些示例中,串联结构和树状结构的组合也是可能的。
- [0072] 如上所述,复制区域的至少一部分可以被设置用于将光从光波导中耦合输出。下面描述可替代的或补充地使用的光耦合输出的另一可能性。
- [0073] 所述光学元件还可以包括:至少一个去耦元件,其被设置用于将光从光波导中耦合输出。
- [0074] 所述至少一个去耦元件同样可以作为复制区域起作用。如上所述,一个或多个复制区域也可以作为去耦元件。换言之,所述复制区域和所述去耦元件的功能可以重合和/或互补地起作用。
- [0075] 不同去耦类型的组合也是可能的。例如,光可以从光波导的第一区域的一个或多个复制区域耦合输出,并且光从光波导的第二区域的一个或多个去耦元件耦合输出。
- [0076] 此外,至少一个去耦元件可以从至少两个不同方向接收光,例如,从至少两个复制区域接收光。然后,去耦元件可以提供一个或多个光束作为输出光或输出光的一部分。在这种情况下,这种至少一个去耦元件可以在每种情况下接收分别具有相同方向的光,例如,光波导中全反射运动的光束的部分,并从具有相同方向的各自复制区域提供给外耦合元件。所述至少一个去耦元件可以接收具有相同或相似方向的多个输入束,并且将其转换成一个或多个输出束,以提供光分布的至少一部分。在这里,多个输出光束可以具有不同的方向和/或波前形状。
- [0077] 替代的或补充地,去耦元件可以被设置为用于在没有复制的情况下进行耦合。换言之,这种去耦元件不能与其他复制区域和/或其他去耦元件进行光学耦合。这可以,例如用于提供光分布的边缘区域。

[0078] 所述至少一个去耦元件和/或所述至少一个耦合元件可以包括一个或多个附加的光学元件,例如透镜、棱镜、表面光栅、偏振滤波器。

[0079] 这些光学元件可以用于进一步改善光分布的质量和/或增加设计光分布的自由度。

[0080] 所述光分布可以被设置用于,使得多个光束从光波导的不同区域发射出来,从而使发射的光被有效聚焦和/或有效散焦。

[0081] 所述多个光束可以被准直和/或在离散的角度范围内从所述光波导发射。

[0082] 这种光分布对于一些应用情况可能是有利的,例如,在角膜曲率测量和显微镜中。

[0083] 因此,物体的不同位置,例如,在人眼的角膜曲率测量的情况下,可以以不同角度的被准直光束照射。

[0084] 所述至少一个去耦元件可以包括至少一个附加的光学元件。这可以被设置用于产生耦合输出的光的图案。

[0085] 这种图案可以是,例如,线和/或矩形和/或蜂窝和/或十字形状。换言之,作为光波导的一部分的光学元件可以通过附加的光学元件来补充。例如,在一个实施例中,可以在没有其他光学元件的情况下从复制区域提供光,以便提供光分布的一部分。在另一实施例中,所述装置可以包括至少一个附加的光学元件,例如透镜。在该实施例中,由复制区域提供的来自光波导的光然后可以穿过透镜并且在穿过至少一个附加的光学元件之后对装置的光分布作出贡献。在这种情况下,所述至少一个附加的光学元件可以与光波导一体成型,但其也可以独立地实施,例如,附接在光波导上或与光波导相距一定距离设置的支架。还可以执行附加的光学元件的功能集成。例如,附加的光学元件可以是去耦元件的一部分,例如其方式是,去耦元件具有弯曲的表面并且由此附加地充当会聚透镜。

[0086] 所述光学元件中的至少一个和/或所述至少一个附加的光学元件可以是衍射元件、可切换衍射元件、体积全息图。

[0087] 例如,所述耦合元件可以实施为衍射元件,例如表面光栅。所述第一复制区域可以实施为体积全息图。所述至少一个附加的光学元件可以是可切换衍射元件。通过这种可切换元件可以修改由所述装置提供的光分布。

[0088] 所述至少一个耦合元件可以被设置为用于基于光的特性进行耦合输入。所述复制区域可以被设置为用于针对光的至少两个不同特性产生至少两个不同的相关联的光分布。

[0089] 所述光的特性可以是,例如,波长、偏振和耦合角、耦合位置,但也可以是它们的组合。

[0090] 以这种方式,此也可以由一个装置提供不同的光分布。通过改变光特性,可以控制装置的光分布,而装置本身不需要包括有源部件。例如,控制器可以修改来自所述光源装置的光的特性。

[0091] 在另一实施例中,也可以耦合不同的控制选项,例如,可以控制布置在光波导中的光学元件,并且同时可以改变光的特性。以此方式,可以改变光分布并且实现具有相对不太复杂的部件的所期望的光分布的众多变型方案。

[0092] 所述装置可以被设置为用于提供可变角度的照明远离所述装置的物体的光分布,其中,所述物体具有比所述光波导更小的直径。

[0093] 所述可变角度的照明在此被理解为表示从不同角度和不同方向的可调节的照明。

[0094] 例如在申请DE 10 2014 101 219 A1、DE 10 2016 116 311 A1和DE 10 2014 112 242 A1中描述了用于可变角度的照明装置。

[0095] 为了确定所述物体是否具有比所述光波导更小的直径,可以考虑所述物体和所述光波导在光分布方向上的相应直径。例如,所述光波导也可以在不提供光分布的方向上具有比所述物体的直径更小的尺寸。例如,所述光波导可以制成几毫米薄,但具有几厘米的横向尺寸,并且照射直径为5mm的物体。

[0096] 当所述物体与所述光波导的表面法线成角度地布置时,所述装置可以被设置成,为所述物体提供光分布。

[0097] 这可以具有以下优点:所述装置对于期望的光分布具有更大的设计自由度。例如,这可以提供功能和/或美学上的优势,例如,当所述装置置于眼镜中,并用于为用户眼睛中的眼睛植入物供电时。在这样的示例中,但不限于此,如果可以选择与光波导的表面法线的角度可能是有利的。例如,这可以改善这种眼镜的美观性。

[0098] 根据一个实施例,提供了一种具有多个装置的光波导系统。所述多个装置分别根据前述实施例中的一个实施例实施,其中,所述多个装置具有共同的光波导,所述光波导具有耦合输出面。共同的光波导可以具有至少一个凹部,所述凹部在所述耦合输出面中具有凹部面。所述多个装置可以这样布置,使得所述多个装置的光分布在没有所述凹部面的情况下从所述耦合输出面的至少80%发出。

[0099] 这可以具有以下优点:可以将所述光波导系统用于照明,其中,可以通过检测系统观察由所述光波导系统产生的光分布。通过所述凹部可以实现光分布的高自由度,而所述光波导不会对所述检测系统产生负面影响。如果所述光波导系统被用作测量装置的替代照明系统,并且所述测量装置不应被重新校准,或者所述光波导系统被集成到现有的测量装置中,例如,被改装到现有的测量装置中时,那么这可能是特别有利的。如果,例如,响应于光分布从物体发出的响应光不通过与光波导的相互作用而改变,则这种光波导系统也可以是有利的。在这种情况下,通过一个或多个凹部可以避免不期望的效果,例如折射、反射、相干性损失等。

[0100] 在角膜曲率测量中,例如,需要对从角膜反射回来的光进行无光晕、远心检测。这可以通过在眼睛和检测器之间的凹部来确保。

[0101] 所述光波导可以具有第一侧和第二侧。在此,光分布可以包括在光波导的第一侧上的第一光分布和在第二侧上的第二光分布。

[0102] 在下文中,关于各种特定的可能应用来描述上述装置的实施例。所描述的应用示例应理解为示例。因此,下面讨论的应用示例的方面也可以独立于特定应用可能性而使用,无论是通常用于根据本发明的设备还是用于所描述的其他应用可能性。

[0103] 根据一个应用示例,提供了一种用于测量人眼角膜的角膜曲率仪。

[0104] 角膜曲率仪是眼科广泛使用的方法,用于测量人眼角膜的形状。例如,在DE 10 2011 102 355 A1中阐述了该测量方法的重要性和基本工作原理。现有技术中已知各种不同的布置,例如,所谓的利特曼(Littmann)角膜曲率仪,其将来自不同方向的准直光束投射到眼睛的角膜上并评估反射光。评估的质量取决于准直光束的数量。通常,产生足够数量的准直光束通常需要很大的努力并限制了方法的可能质量。普拉西多(Placido)圆盘角膜曲率仪是基于带有多个同心自发光环的平面或弯曲圆盘。角膜上环的反射可以用相机传感器

成像和评估。角膜的形貌可以通过环的变形中确定。

[0105] 由DE 10 2011 102 355 A1已知利特曼角膜曲率仪和普拉西多圆盘角膜曲率仪的组合。借助于单个或较少的辐射源,产生多个准直光束的阵列,所述准直光束从不同方向朝向眼睛瞳孔传播。通过使用准直光束,该原理相对于眼睛的轴向定位更加稳健,同时,通过大量的准直光束使得对于局部角膜缺损实现很大的稳健性成为可能。此外,该方法的特点是光效率高。DE 10 2011 102 355 A1的光学元件使用反射表面和折射表面的组合,并且具有复杂的基本几何形状,这会导致在元件的制造中付出巨大努力。准直光束的直径受所使用的光学元件的自由曲面的尺寸的限制。为了使装置对眼睛的运动有足够的容忍度,各个束必须具有取决于入射角的最小直径。在预定数量的小平面下,这导致了光学元件和病人眼睛之间的距离很大,因此也导致了光学元件的直径很大。在根据DE 10 2011 102 355 A1的元件的中心必须提供开口,所述开口能够实现从角膜反射回来的光的无晕染的远心检测。在该检测区域中,不能射入照明光束。为了最大限度地减少角膜中央区域产生的测量间隙,元件必须尽可能地远离眼睛,这就导致了较大的圆盘直径。下面解释的实施例使得能够通过所述装置改进各种角膜曲率仪。

[0106] 为了使整个角膜曲率仪具有高测量精度,非常精确地知道落在眼睛上的光束的斜率是有利的,例如,达到相对于光波导的法线的相应偏转角的1/500。在眼睛的瞳孔区域之外可以降低对角膜测量精度的要求。考虑光波导的几何形状,各种光学元件的偏转行为以及光源的波长、位置和方向可以取决于外部参数,例如温度,可能是有利的。所使用的辐射的变化的波长又会影响光学元件的行为,例如耦合。其他因素,例如,在光波导中引起的机械应力或重力,也会影响所提供的光束的方向。为了最大限度地减少所有这些影响对测量结果的影响并实现最大可能的制造和组装公差,可以在不同温度、空气湿度和光源的操作条件下表征具有光波导的角膜曲率仪,并且在评估时考虑这一点。通过借助附加的传感器,例如,温度和/或湿度传感器,评估在测量期间实际存在的参数,并且通过求助于所获得的校准曲线和/或系统行为的分析或数值模型,可以确保实现高的测量精度。此类程序可与所描述的角膜曲率仪一起使用。

[0107] 根据一个实施例的角膜曲率仪包括:

[0108] 根据前述实施例的装置,其中,所述装置被设置为向在所述光波导的第一侧上的人眼提供包括多个准直光束的光分布,所述多个准直光束在所述光波导上分别具有各自限定的传输区域。

[0109] 所述角膜曲率仪还可以包括检测装置,所述检测装置被设置为用于接收来自被人眼反射的准直光束的光。

[0110] 由于所述装置的高光谱选择性和角度选择性,尽管提供照明分布效率很高,但光波导仍可具有非常好的透明度。这可以适用于在此描述的所有实施例。因此,当此类装置用于角膜曲率测量时,例如,可以在测量期间观察患者的眼睛,并且可以更容易地与患者沟通——包括眼神接触。测量系统,例如角膜曲率仪,以及患者可以在测量期间继续观察环境并且其中真实环境和虚拟光分布合并的其他测量系统也是可能的。

[0111] 角膜曲率仪或其他装置可以被设计为头戴式眼镜式测量装置,其在患者的正常日常活动期间进行测量,或者通过投影图案有意识地刺激患者的眼睛。

[0112] 这种装置也可以用于其他应用领域,例如,以,例如,红外辐射照,射患者眼睛的选

定区域进行治疗。

[0113] 所述检测装置可以布置在光波导的第二侧上,并且被设置为用于沿着穿过至少一个凹部的光路接收反射光。

[0114] 光波导可以被设置为用于提供具有同心环形结构的光分布。这里,所述同心环形结构可以是连续的环。然而,也可以提供具有离散方向和/或间隙的环形结构的光分布。其他形状,例如椭圆,也是可能的。

[0115] 所述同心环形结构可以具有类似于普拉西多圆盘的光分布。

[0116] 这可以具有以下优点:可以使用已知的评估方法,并且同时可以提高测量的质量和/或可以降低角膜曲率仪的复杂性。

[0117] 所述复制区域的树状结构可以沿着径向方向布置。

[0118] 这可以具有以下优点:光分布可以在极向方向上具有均匀的照明特性,例如在同心环结构的情况下。以此方式,尤其可以避免极向方向上的照明强度的不均匀性。

[0119] 所述角膜曲率仪可以包括两个光源作为光源。这两个光源可以被设置为用于在不同方向和/或在不同波长范围上和/或在至少一个耦合元件的不同照明位置提供光。

[0120] 所述两个光源中的第一光源可以发出红外光,所述两个光源中的第二光源可以发出可见光范围内的光。所述去耦元件可以被设置为用于提供来自所述第二光源的光作为固定标记。

[0121] 所述红外光可以,例如,由LED和/或激光二极管和/或超辐射发光二极管提供。红外光可以,例如,在825nm或1064nm处具有最大强度值。

[0122] 所述固定标记可以是在可见光谱范围内从光波导在多个位置发出的图案。所述固定标记可以作为成形的和/或准直的光线提供。所述光线可以具有不同的传播方向或彼此平行地延伸。组合也是可能的。所述图案可以具有,例如,十字形,但是其他形状,例如,单个点或无穷远处的单个点、点图案、空的或实心的圆、空的或实心的正方形等也是可能的。

[0123] 例如,可以实现由光分布中的五个点构成的十字形。每个点都可以由入射到眼睛上的准直光束产生。由于五个准直光束从不同的方向入射到眼睛上,其被眼睛晶状体聚焦在视网膜上的不同点并在那里产生五个像素。

[0124] 所述光线可以从患者/用户眼睛前方或后方的虚拟点发出或会聚到这些虚拟点上。这可以被称为有限的固定标记,并且可以用于,例如,屈光不正的患者,或者用于表示近视目标。

[0125] 在一些应用中,可以从波导内的单个准直输入光束和/或单个准直光束提供复杂图案。

[0126] 所述去耦元件在此可以被设计为,例如,体积全息图,以便在光分布中提供图案,但是用于产生图案的其他光学元件的组合也是可能的。

[0127] 所述光波导可以包括响应光耦合装置。这可以被设置为用于将反射光耦合到光波导中,并且将其从光波导传输到所述评估装置。

[0128] 在这种情况下,所述响应光耦合装置可以基于由于眼睛上的反射而导致的光分布的光束轮廓的修改来设计。

[0129] 这种响应光耦合装置可以具有以下优点:可以简化检测光路的光学结构。同时,由此可以提供更紧凑的角膜曲率仪。换言之,相反地,用于产生光分布的装置的灵活性也可

以用于耦合光,并且将其传输到一个或多个检测器。光路可以在此反转。

[0130] 这种装置可以具有以下优点:可以以不同的方式利用通常被所述检测装置阻挡的立体角。例如,这使得能够获得患者眼睛的中心视图。换言之,根据本发明,通常看起来是庞大的光学结构的装置可以像窗玻璃一样起作用。这样可以使检查更加愉快。允许查看周围环境的头戴式系统也是可能的。

[0131] 所述响应光耦合装置可以是光波导的一部分。然而,其也可以与光波导分开地设计,例如与光波导连接,例如与光波导粘接。

[0132] 得到响应光耦合装置可以被设计为考虑波前的典型曲率。例如,可以预先计算该曲率,并且将相应的补偿功能集成到相关联的耦合元件中。为此,考虑光波导内部的光路的观察光路可以远心地构造。

[0133] 根据本发明,可以提供用于在眼科装置中投影固定标记和图案的装置。

[0134] 根据一个实施例,提供了一种用于眼科器械的投影装置。所述投影装置包括根据前述实施例中任一项所述的装置,其中,所述投影装置可以包括可以多种方式调制并且可以被设置为向所述装置设备提供光的光源。所述装置可以被设置为用于以这样的方式提供光分布,使得可以多种方式调制的光源的至少一次调制提供至少两个经调制的光分布,其中,所述至少两个经调制的光分布相对于方向和/或位置被调制。

[0135] 所述至少两个经调制的光分布可以是标记和/或朗多环视标和/或字母和/或条纹图案。

[0136] 例如,可多次调制的光源可以具有三个调制A、B和C。在这种情况下,所述装置可以提供调制A的由光分布,所述光分布是四个经调制的光分布的叠加。对于调制B,所述装置可以提供未调制的光分布。对于调制C,所述装置可以提供两个另外的经调制的光分布的叠加的光分布。

[0137] 所述至少两个调制光分布的方向和/或位置可以以它们部分对应和部分不同的方式进行调制。例如,第一调制光分布可以具有中央十字和外围环。第二调制光分布可以具有相同的中央十字,但是具有可以部分地中断的多个外围环。

[0138] 根据另一个应用示例,可以在显微镜中提供可变角度的样本照明。

[0139] 上述的装置可以被设计为样本照明装置,例如,作为现有显微镜的补充。

[0140] 根据一个实施例,提供了一种具有光路和样本照明装置的显微镜。在此,所述样本照明装置包括根据前述实施例的装置。光波导可以被设置为,当其被布置在所述光路中时,利用光分布在显微镜中的样本上产生图案。

[0141] 所述图案可以是可切换的图案。

[0142] 所述图案可以是可变角度的图案。所述图案可以可变角度的切换。换言之,对于每个复制区域或对于一些复制区域,可以改变多个输出光束中相应的输出光束的强度比。如上所述,这可以通过复制区域本身,或者通过一个或多个去耦元件或者通过至少一个去耦元件与复制区域的相互作用来实现。

[0143] 根据另一应用示例,提供了用于光学装置的校准标记。

[0144] 根据一个实施例,提供一种用于光学装置的校准装置,其包括至少一个根据前述实施例的装置。光分布可以被设置为用于为所述光学装置提供测试光场。

[0145] 所述测试光场可以与所述光学装置的校准装置的变焦和/或焦平面位置和/或安

装位置相匹配。

[0146] 所述安装位置可以是所述光学装置的光学元件内部和所述光学装置的光路中的位置。

[0147] 根据一个实施例,提供用于物镜的平面玻璃、滤光玻璃或保护玻璃。这可以包括根据前述实施例的校准装置。

[0148] 根据另一应用示例的实施例,提供一种表面灯。其包括根据前述实施例的装置。这里,光波导可以在一个方向上具有小于 $50\mu\text{m}$ 的尺寸。

[0149] 根据一个实施例,提供一种窗户。其包括:

[0150] 窗玻璃,其包括根据前述实施例的装置,以及

[0151] 窗框,其包括光源。所述光源可以被设置用于提供红外光。所述光源还可以被设置为用于向至少一个耦合元件提供光。所述光分布可以被设置用于在窗玻璃的至少一侧提供红外光作为热源。

[0152] 在一些实施例中,所述窗户附接在房间的外壁上。在这些情况下,可以在所述窗户的内侧提供红外光,例如,以便为房间提供热量,其中,所述热量可以作为红外光的辐射热提供。

[0153] 在另一实施例中,所述窗户附接在房间和温室之间的外壁上。在这种情况下,光分布可以在所述窗户的两侧提供红外光来加热温室和房间。

[0154] 所述红外光在 1 至 $10\mu\text{m}$ 的光谱范围内具有最大强度。

附图说明

[0155] 下面将参考附图通过实施例对本发明进行详细说明:

[0156] 图1A示出了根据不同实施例的用于产生光分布的装置。

[0157] 图1B示出了根据另一实施例的对应于图1A的装置。

[0158] 图2示出了对应于图1A和/或图1B的装置的正视图。

[0159] 图3示出了具有树状结构的装置的示例。

[0160] 图4示出了图1A和图1B的另一实施例。

[0161] 图5示出了图4的装置的另一个变型方案。

[0162] 图6示出了根据不同实施例的装置,所述装置是多通道的和/或可切换的。

[0163] 图7A示出了根据本发明的角膜曲率仪的侧视图。

[0164] 图7B示出了图7A的角膜曲率仪的正视图。

[0165] 图8示出了角膜曲率仪的另一实施例。

[0166] 图9至图12示出了用于角膜曲率测量装置的各种实施例。

[0167] 图13A和图13B示出了具有固定标记的角膜曲率仪的替代实施例。

[0168] 图14和图15示出了根据不同实施例的显微镜。

[0169] 图16示出了根据各种实施例的用于光学装置910的校准装置150。

[0170] 图17示出了包括根据不同实施例的装置100的表面灯170。

[0171] 图18示出了根据一个实施例的窗户。

[0172] 图19示出了根据一个实施例的主动式眼睛植入物的照明装置。

具体实施方式

[0173] 下面详细阐述各种示例性实施例。这些实施例仅用于说明目的并且不应被解释为限制性的。例如,对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所有这些元件或部件对于实现都是必需的。更确切地说,其他实施例也可以包含替代的元件或部件,更少的元件或部件或附加的元件或部件。除非另有说明,否则不同示例性实施例的元件或部件可以彼此组合。针对所述实施例之一所描述的修改和变化也可以应用于其他示例性实施例。

[0174] 附图旨在说明基本原理。例如,因此,可以示意性的指示表面形状和折射。例如,折射可以被夸大或忽略。

[0175] 为了避免重复,相同的或彼此对应的元件在不同的附图中用相同的附图标记表示并且不重复解释。

[0176] 首先,参考图1A、图1B和图2解释该装置的两个实施例。

[0177] 图1A示出了根据一个实施例的用于产生光分布的装置。

[0178] 装置100包括具有耦合元件440的光波导400。装置100被设置为接收来自光源203的光210,并且发射输出光610作为光分布200。光分布可用于照明物体。在图1A和图1B的示出的示例中,光分布具有有效的聚焦,这由朝向彼此汇聚的光分布200的箭头表示。在其他示例中,光分布也可以具有有效的散焦。在这种情况下,表示光分布200的箭头会发散,并且在图1的光波导400的左侧具有虚拟起点。

[0179] 在其他示例中,光分布200可以被设置为使得从光波导400的不同区域发射多个光束,使得发射的光被有效地聚焦和/或有效地散焦。

[0180] 例如,来自光波导400上半部分的光可以具有有效的聚焦,而来自光波导400下半部分的光可以具有有效的散焦。

[0181] 图1B示出了根据另一个实施例的与图1A对应的装置。

[0182] 在图1A和图1B的实施例中,光210在碰到耦合元件440之前被准直器213准直。准直的光束对于一些耦合元件可能是有利的,并且,例如,提高耦合效率。如在图1B的示例中所示,可以通过单独的准直器213实现准直。在未示出的其他实施例中,也可以通过耦合元件本身来实现准直。

[0183] 光210具有第一调制216的光束轮廓215。装置100将光210传输到光分布200中。光分布200具有第二调制218。在此,第二调制218的极值的数量大于第一调制216的极值的数量。如所表示的那样,可以在位置空间(矢量“ x ”)中或在角度空间(“ φ ”)中确定第一和/或第二调制。换言之,可以观察到调制,因为强度作为一个或多个位置坐标的函数和/或作为一个或多个角度坐标的函数是可变的,其中,第二调制218的极值的数量大于第一调制216的极值的数量。在此,坐标可以方便地归一化,例如,当光从一侧入射到物体上或入射到位置空间中的光束直径上时,则基于单位球体的半空间归一化。

[0184] 在图1B的示例中,光束轮廓215相对于光束直径具有多个最大值和两个最小值。另一方面,光分布200的第二调制218具有4个最大值或5个最小值。因此,第二调制218比第一调制216具有更多数量的极值。

[0185] 因此,所述装置可以将相对简单的输入光分布转换成复杂的输出光分布。

[0186] 图2示出了对应于图1A和/或图1B的装置的正视图。

[0187] 在图2的实施例中,光波导400中的光学元件被设计为离散单元。在其他实施例中,它们也可以连续地实施,如之前和之后所描述的那样。耦合元件440与多个复制区域500光学耦合,光学耦合600被表示为箭头。多个复制区域500的每个元件被设置为接收具有输入光束轮廓的关联输入光束并且提供具有相应的输出光束轮廓的多个关联输出光束。

[0188] 光也可以与复制区域相互作用多次,例如,在光波导中全反射之后。

[0189] 特别地,多个复制区域500中的第一复制区域501与至少一个耦合元件440光学耦合600,使得第一复制区域501被设置为接收光束作为第一复制区域的相关输入光束300。第一复制区域501还与多个复制区域500中的第二复制区域502光学耦合600,使得第二复制区域502被设置为接收第一复制区域的多个关联输出光束310中的一个作为第二复制区域305的关联输入光束。

[0190] 装置100被设置为将来自光波导400的一组多个复制区域500的输出光610耦合,以提供光分布200,例如,在图1A和图1B中示出的光分布200。在这种情况下,光从光波导400的耦合输出区域630发出。

[0191] 在图2所示的实施例中,多个复制区域500包括第一组复制区域510(由阴影线突出显示),第一组复制区域中的每个复制区域彼此光学耦合,并且在每种情况下将光传输到各个组元件—除了第一组的最后一个元件—并且沿不同的方向转发到不属于第一组复制区域的其他复制区域。在示出的实施例中,所有复制区域要么属于第一组复制区域,要么属于多个复制区域的集合。然而,在其他实施例中,这可以根据需要改变。

[0192] 通过这种装置100,可以有利地将耦合元件440上提供的光转换成照明分布。

[0193] 图3示出了具有树状结构的装置的示例。

[0194] 图3示出了同样布置在光波导中的装置100的细节视图。根据图2的图示,示意性地示出了多个复制区域500,其中,第一复制区域501光学地耦合到耦合元件440。多个复制区域的其他元件具有树状结构530。

[0195] 复制区域500可以被设置为不仅用于在光波导中传输光,而且用于将光从光波导中耦合输出,以产生照明分布。通过树状结构进一步提高可由装置100产生的光分布的自由度。

[0196] 图4示出了图1A和图1B的另一个实施例。

[0197] 图4示出了装置100的实施例,其中附图标记对应于图1A和图1B的装置。图4的装置100被设置为提供用于照明物体700的照明分布200。在图4的示出的实施例中,光分布200被设置为使得从光波导400的不同区域发射多个光束285。

[0198] 换言之,光分布包括不同的光束,例如在波导400上重叠的光束285。因此,波导400的区域可以是具有不同方向的光束的起点。这可以,例如,通过用作复制区域和/或去耦元件的多次曝光的体积全息图来实现。

[0199] 由此,接收到的光通过装置100有效地聚焦到物体700上。在示出的实施例中,光束285被准直并且以离散的角度范围从光波导400发射。

[0200] 在此,光波导400可以包括至少一个去耦元件。例如,可以通过相应的去耦元件为多个光束中的每一个光束提供285。在这种情况下,相应的去耦元件可以分别接收来自多个复制区域的光。

[0201] 图5示出了另一种装置100。其基本上对应于图4中的装置。图5的装置也被设置为

以与图4的装置100相同的角度照明物体700,但是在物体700与光波导400的距离更大。因此,图5的装置100被做得比图4的装置100大。

[0202] 从图4与图5的比较中可以看出,如果要以相同或类似的光分布在更远的距离上照射具有给定直径的物体,则可能需要增大波导的直径。

[0203] 图6示出了根据不同实施例的多通道的和/或可切换的装置。

[0204] 图6(a)至图6(g)示出了多通道的或可切换的装置的各种示例,所述装置被设置为提供不同的光分布。

[0205] 下面,参考(a)至(g)处的装置100描述多通道波导系统的各种概念。这些概念可以利用衍射元件的高光谱选择性和/或角度选择性,例如,体积全息图或其他微结构光学元件,以便能够在光波导400的同一体积内独立地传输多个光束。在这种情况下,高光谱选择性被理解为元件的效率下降,例如半度下降50%,有时也被表现为半高宽度(英文:Full Width at Half Maximum,FWHM)在与设计波长的波长偏差例如 $\leq 40\text{nm}$,例如 $\leq 10\text{nm}$ 。

[0206] 由于具有高角度选择性,在光束入射角偏差相应光学元件设计的设计角度时,元件的效率下降50%半高宽度,例如,从该角度,例如 $< 10^\circ$,例如 $< 2^\circ$,接收相关输入光束。在这样的情况下,但不限于此,具有不同方向和/或波长的多个光束可以在光波导400的同一体积内传播,并且可以被相关的,有时也被描述为“匹配”的,光学元件选择性地耦合和传递。换言之,可以在光波导400的相同体积内提供选择性作用的复制区域。这些都可以叠加操作,并且针对不同的特性,例如入射角,将光转换成不同的光分布。这有时也被描述为多路复用,例如光谱多路复用,如果光学元件,例如,体积全息图,被设置为使得它们对于光的不同光谱特性具有不同的耦合行为。其他类型的多路复用也是可能的,例如,与角度相关的或与偏振相关的多路复用以及它们的组合。

[0207] 下面,以图6中的装置100的侧视图为例,简要地阐述这一基本思想。这里仅示例性地示出最多两个光源的示例,这当然不应被解释为限制性的;更复杂的系统,例如,具有两个以上的光源,也是可能的。

[0208] (a)处的装置示出了装置100,其被设置为接收来自第一光源203的具有第一波长 λ_1 的光和来自第二光源204的具有第二波长 λ_2 的光,并且对于每个接收的波长产生光分布200。在所示的示例中,光分布200包括由图4的光分布200和固定标记230的光分布组成的光分布。这种结构可以具有以下优点:可以利用相同的光波导400在不同的波长范围内为不同的目的提供不同的光分布,在所示的示例中,例如,在可见光范围内的第二光源204的波长为 λ_2 处的固定标记230和在红外光范围内的第一光源203的波长为 λ_1 处的红外光。

[0209] 图6(b)示出了图6(a)的装置的替代实施例,具有不同设计的耦合元件440。在该实施例中,耦合元件440包括两个不同的区域,其中,第一耦合区域440a被设置为耦合来自第一光源203的光,第二耦合区域440b被设置为将来自第二光源203的光耦合到光波导400中。

[0210] 图6(c)至图6(g)示出了用于实现可切换的系统 and/或允许多个光分布叠加的系统的各种可能性。有时也被称为叠加。

[0211] 在图6(c)的示例中,光源203,204横向错开的布置并且由耦合元件440a,440b在不同的位置处耦合到光波导400中。

[0212] 相应的相关的耦合元件440a,440b可以这样设计,使得即使使用相同类型的光源203,204的情况下,也可以实现不同的耦合输入到光波导400中,例如,不同的耦合输入角

度。因此,装置100可以被设置为提供两个照明分布,在示例中示出每个光源的相应照明分布。在一些示例中,这些光分布可以彼此独立地选择,例如,基于所使用的光学元件的前述的角度选择性和/或波长选择性。

[0213] 图6(d)示出了图6(c)的变型示例,其中,两个光源204,203以不同的角度入射到耦合元件440上。这样设置是为了将两个光源彼此独立地耦合到光波导400中。在图6(e)的示例中,只存在一个光源203。光源203的光的入射角是由扫描镜460改变的,从而形成可切换的照明分布。在图6(f)的示例中,在光波导400中存在可切换的光学元件470,例如,可切换全息图。这也可以用来实现不同照明分布的叠加。在图6(g)的示例中,偏振改变元件480改变来自光源203的光的偏振特性。装置100的光学元件可以具有与偏振相关的特性,从而也可以通过改变入射到装置100上的光的偏振来引起不同的照明分布。

[0214] 图6(a)至图6(g)所示的实施例也可以彼此组合。例如,可以将具有不同偏振方向的不同光源一对应于图6(g)的示例一与扫描镜一如图6(e)所示一组合。然而,所示元件和过程的任何其他组合也是可能的。

[0215] 结合以下附图,进一步说明迄今所示装置的各种可能的应用。

[0216] 图7A至图13B示出了根据本发明的用于提供角膜曲率仪的装置。图14和图15示出了根据各种实施例的显微镜的各种设置。图16示出了用于光学装置的校准装置,图17和图18示出了用于区域照明的装置以及用于建筑物的窗户。

[0217] 图7A示出了根据本发明的角膜曲率仪的侧视图。图7B示出了正视图。

[0218] 利用根据本发明的装置100,提供用于眼睛800的角膜的角膜曲率测量的光分布200。由眼睛800的角膜反射的光被检测装置900沿着检测光路905检测,并且随后可以被分析以推断角膜的拓扑结构。装置100的光波导400具有凹部420。为了实现适合于角膜曲率测量的照明分布200尽可能地照明整个待检查的眼睛,尽管有凹部420,光由两个光源203,204提供,并且由两个耦合元件440,441耦合进来。从相应的耦合元件440,441开始,光在多个复制区域上被复制,并且作为照明分布200在眼睛800的方向上被耦合出去。

[0219] 在所示的测绘仪的示例中,光波导的表面法线被布置为平行于眼睛800的主视轴。然而,在其他实施例中,光波导的法线也可以恰好不平行于眼睛800的主视轴地布置。这样,例如,可以减少或避免反射。

[0220] 图8示出了角膜曲率仪的另一个实施例。

[0221] 在图8的装置100中有四个耦合元件440至443。多个复制区域500以这样的方式彼此耦合,使得可以通过多个复制区域500提供诸如图7(a)中的照明分布200这样的照明分布。

[0222] 图9至图12示出了用于角膜曲率测量装置的各种实施方案。图9至图11的每个装置在圆形光波导400的中心具有凹部420。在图9的示例中,光在凹部420附近由多个耦合元件440接收,并且串联地传递到多个复制区域,这些复制区域同样用于将光向眼睛800的方向耦合输出。图10示出了类似的布置,其中多个耦合元件440在空间上不是靠近凹部420布置的,而是布置在光波导400的边缘附近。由多个耦合元件440接收的光以串联的方式传递到多个复制区域。复制区域可以根据需要成形。在图10所示的示例中,它们的形状是矩形,但在凹部420附近,它们具有更复杂的形状,其他形状也是可能的,并且所示的形状仅是示例性的。

[0223] 在图11的实施例中,根据图9,耦合元件440再次被布置在凹部420附近。多个复制区域的光学耦合现在具有树状结构530。这使得实现眼睛的均匀照明成为可能。

[0224] 在图12的实施例中,光通过光波导400中心的单个耦合元件440耦合输入。在图12的实施例中,多个复制区域500的形状是圆形的,并且在正视图中彼此重叠。这可以通过光波导内的偏移或通过体积重叠来实现,例如,在体积全息图的情况下,如上所述。由于一些衍射元件的角度选择性,尽管多个耦合区域500重叠,但仍可以提供明确限定的光分布200。

[0225] 图13A和图13B示出了具有固定标记的角膜曲率仪的替代实施方案。

[0226] 在图13A和图13B的实施例中,光波导400不具有凹部。通过光波导400借助检测装置900进行观察。角膜曲率仪120可以包括根据图6的实施例的装置100。在此示出了根据图6(b)的实施例。如图6(b)所描述的,两个光源203,204产生两个照明分布200,其中,第一光源203提供红外线中的角膜曲率测量所需的照明分布200,而在可见光中发射的光源204提供固定标记230。在图13B的侧视图中可以看出,装置100为此具有用于红外光的耦合元件440a,该耦合元件根据图2的实施例起作用。对于固定标记,来自光源204的光由耦合元件440b耦合进来,并且从复制区域500b耦合出去,以便提供固定标记230作为照明分布。

[0227] 下面再阐述一下在显微镜领域的另一应用示例。

[0228] 图14和图15示出了根据各种实施例的显微镜。

[0229] 显微镜130具有样本照明装置140和目镜142。该装置包括根据前述实施例的装置100,并且被设置为在样本700上产生照明分布。照明分布尤其可以是在样本700上的图案。为此,装置100可以被设置为接收来自可以多种方式调制的光源205的光。然后将接收到的光转换成光分布200。可以多种方式调制的光源不仅可以布置在背离显微镜的一侧,如图14中所示;但也可以布置在面向显微镜的一侧,如图15中所示。通过装置100的设计自由度,尤其可以提供微观样本700的可变角度的照明。通过这种方式,可以通过降低耗费和/或提高质量来满足显微镜中的照明要求,例如,在傅里叶叠层成像中出现的照明要求。可以调制的光源可以时间选择性地切换。

[0230] 通常,不必单独切换光束,而是可以打开和关闭光束组以加速图像采集。这些联合切换光束组中的每一组的光束也可以被看作是一个光分布。在这种情况下,可以通过光源装置提供光分布,如上文和下文所述。一些图像优化方法,例如,可以通过来自四个可单独切换的照明分布的光来实现。然而,为此需要的是,四个可切换的光分布中的每一个都必须从多个离散的方向将光发送到样本上。根据本发明也可以提供这种切换的光分布用于少于或多于4个切换状态的光分布。

[0231] 下面将进一步阐述另一应用示例。

[0232] 图16示出了根据各种实施例的用于光学装置910的校准装置150。

[0233] 根据各种实施例的装置可以有利地用于校准和调整成像光学系统,例如,透镜。这在难以接近的光学装置方面可能是特别有利的,例如,位于机器内部或在恶劣环境条件下(例如,在水下或太空中)使用的透镜或其他成像系统。

[0234] 在图16的实施例中,平面光波导系统400被直接布置在光学装置910的光路290中。装置100被设置为接收来自可以多种方式调制的光源205的光,并且提供照明分布。然而,可以多种方式调制的光源205也可以是不可调制的光源,例如,当仅需要单个照明分布,例如单个测试图像时。

[0235] 该光分布200现在可以用于执行光学装置910的校准。为此,特别地,可以由可以多种方式调制的光源205同时或按时间顺序提供不同波长的光。附加地或替代地,光分布200可以以光210离开光波导的方式被提供,使得光以明确限定的入射光角度入射到光学装置910中。由此,可以有利地执行光学装置910的校准。

[0236] 同时,由于光波导400中光学元件的高角度选择性,光学装置910的正常操作不受影响或只受到可忽略的影响。在图16所示的实施例中,校准装置150位于第一安装位置930中。光学装置910的光学元件外部的这种安装位置尤其能够实现简单的可更换的安装,例如作为滤光元件。

[0237] 替代的或附加地,校准装置150可以安装在光学装置940的光学元件内的位置处。这使得能够有效地实现各个光学元件的部分校准。

[0238] 由于光分布不是在透镜组件的前面而是例如在透镜组件之间提供,因此可以实现用于测量和调整光学装置的新概念。在这种情况下,光分布可以表示,例如,是光学装置的标称波前,其由上游的物镜子组和标准测试物体产生。

[0239] 诸如所示校准装置150的这种校准装置的安装可以是永久的或临时的。例如,校准装置可以移动到光路中进行校准。在其他实施方式中,其也可以牢固地保持在光路中。在此可能有利的是,由于所使用的装置的强波长选择性和/或角度选择性,校准装置对光学装置的光路的影响可能很小。在装置永久地安装在光路中的这样的情况下,可以在光学装置的光学设计中考虑该装置。由于该装置在光波导中的高角度选择性和光谱选择性,对于光学装置的选定场点,光波导只能滤除窄光谱子带,从而使得光学装置的功能不受影响或仅受到最低程度的影响。利用这些波段,可以高效率地反映调节标记和测试图案。

[0240] 该装置提供的测试图案可以以不同的距离、波长、位置和形状呈现。在此,可以使用一个辐射源同时生成多个测试图案。然而,也可以使用多个光源装置和/或可以使用所描述的其他过程,以便附加地或替代地产生可切换的图案。

[0241] 图17示出了包括根据各种实施例的装置100的表面灯170。在图17的实施例中,来自第一光源203的光由抛物面反射器218提供给装置100的耦合元件450。如上所述,耦合输入的光通过光波导400内的多个复制区域被传递。在图17的实施例中,光分布200由去耦元件620提供。然而,也可以使用如上所述的用于提供光分布200的其他可能性。特别地,可以实现光波导400的非常小的尺寸A,同时可提供光分布200的高自由度。在图17示出的实施例中,准直光作为光分布200被提供,但是也可以产生其他更复杂的光分布。

[0242] 图18示出了根据各种实施例的窗户180。窗户180包括窗玻璃430,具有根据前述装置的各种实施例的光波导400。窗户180还包括窗框190。光源203布置在窗框190内,并且在图18的实施例中不可见。光源203被设置为提供红外光,并且将红外光提供给装置100的至少一个耦合元件450。光波导中的装置100产生光分布200。在此,光分布200可以在窗户的至少一侧作为热源提供,例如作为房屋中房间的加热装置。由光源203提供的红外光尤其可以在1至10 μm 的光谱范围内具有强度最大值。

[0243] 图19示出了根据一个实施例的用于有源眼睛植入物的照明装置。

[0244] 装置100被设置为将来自光源203的光提供给用户眼睛800中的有源眼睛植入物。在该应用示例中,光由耦合元件440耦合输入到光波导400中。光波导400被布置在一个与眼睛相对的角度。当光波导被布置在眼镜中时,这可以提供美学上的优势。

[0245] 光在光波导440中以全反射方式传播并且通过去耦元件620去耦,并且将光分布200提供给眼睛并且因此提供给眼睛植入物。在所示示例中,光被提供为多个准直光束,例如准直光束212。在这种情况下,多个准直光束被有效地聚焦,因为它们从光波导400出发穿过光波导上比在假想的聚焦平面(表示为眼睛800前面的虚线)更大的输出面。

[0246] 通过多个耦合输出光束,可以确保当眼睛围绕眼睛枢轴点800a旋转时,无论观察方向如何,都可以向为眼睛植入物提供光。

[0247] 如已经解释的那样,上述示例性实施例仅用于说明而不应被解释为限制性的。尤其是,示例性实施例也可以部分地相互组合。例如,结合显微镜应用作为示例性实施例描述的量具也可以用于一般的照明装置使用,但也可以在其他实施例中,例如,如果窗户用于加热特定物体时,结合窗户的实施例使用。作为另一个示例,结合角膜曲率仪描述的固定标记也可用于在校准装置或显微镜处提供固定标记。

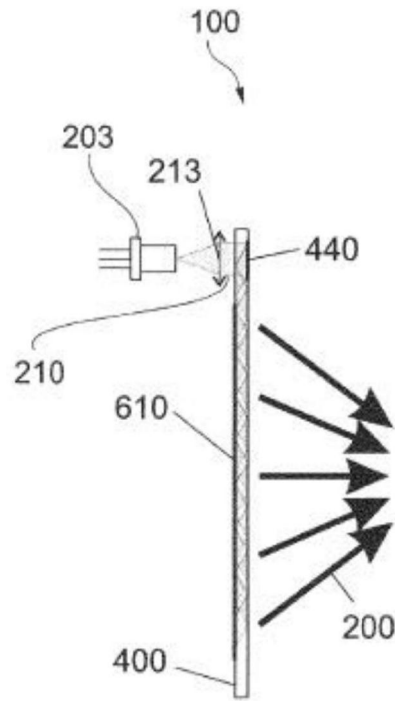


图1A

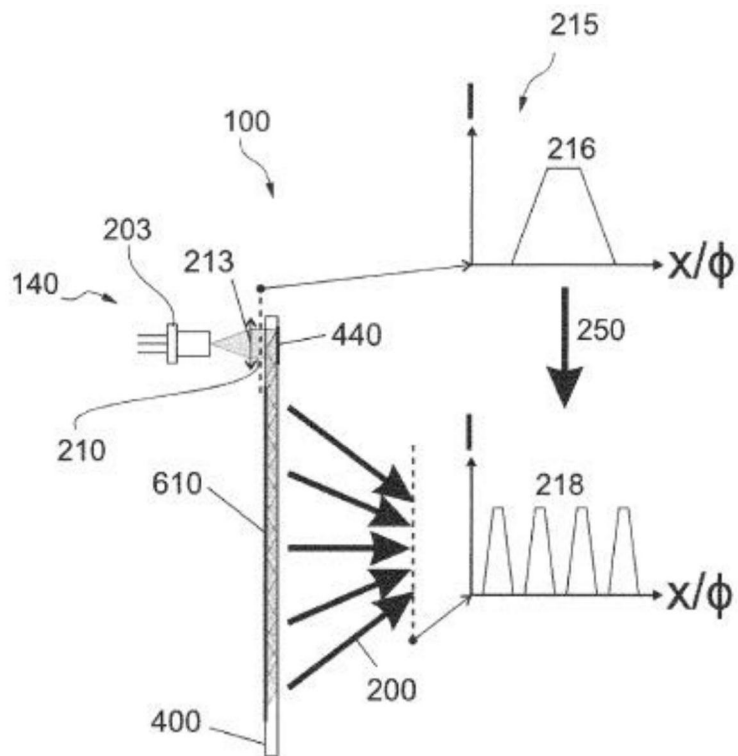


图1B

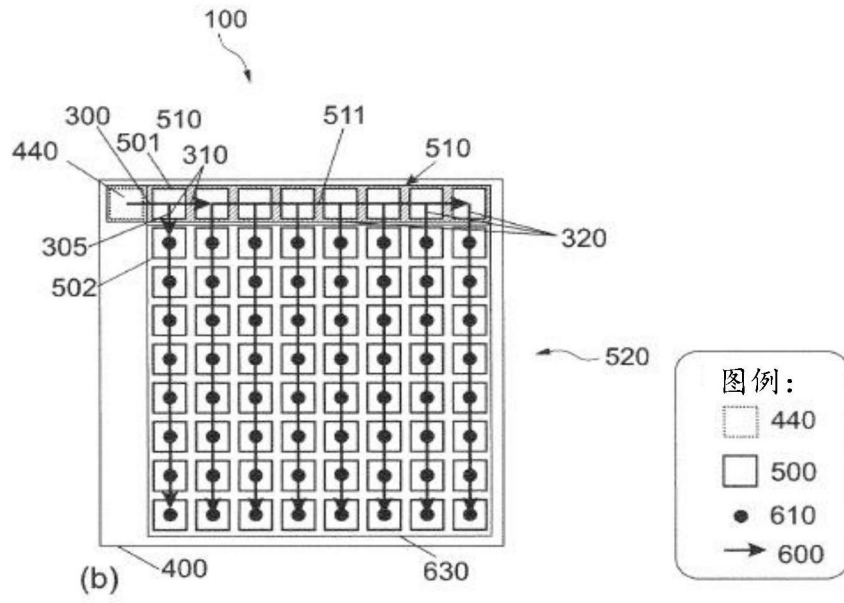


图2

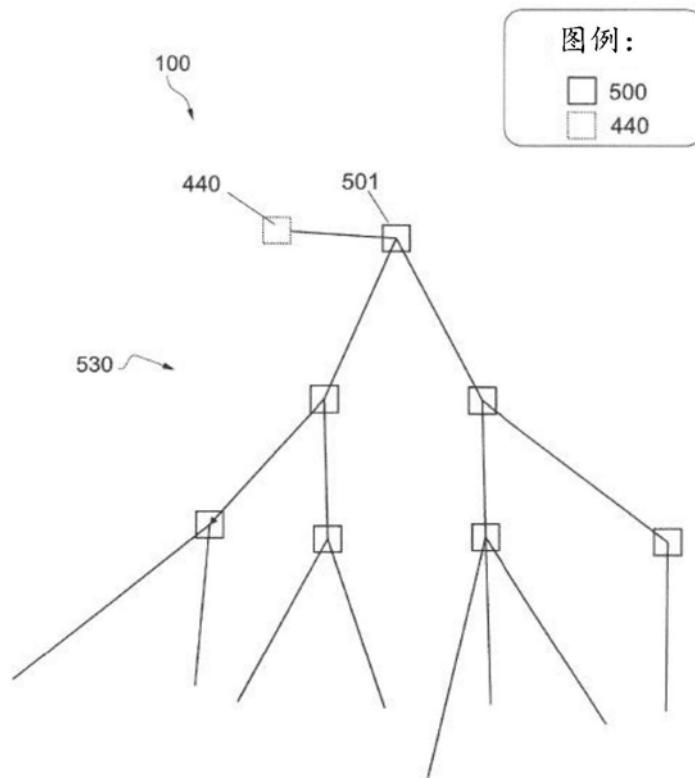


图3

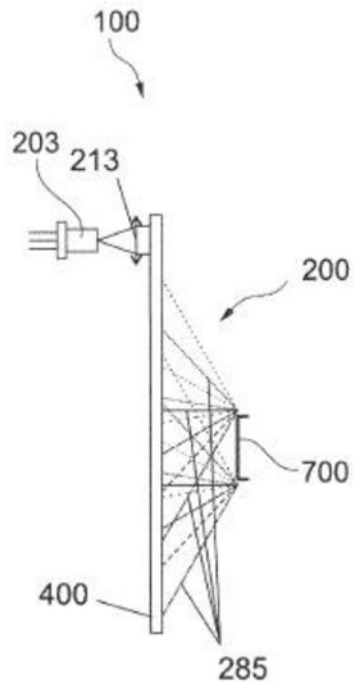


图4

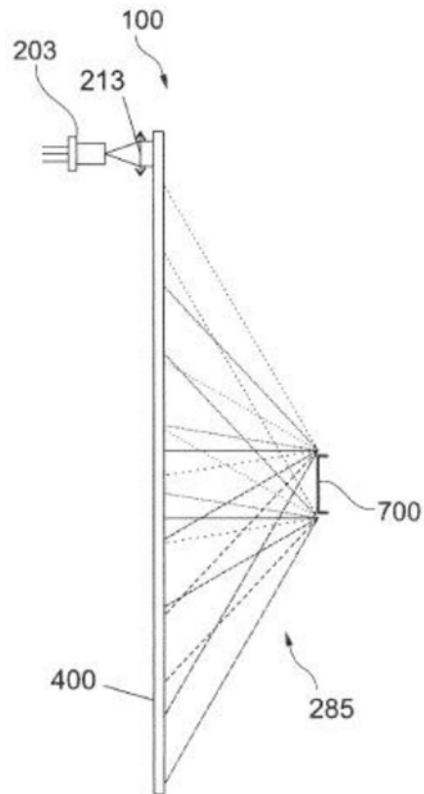


图5

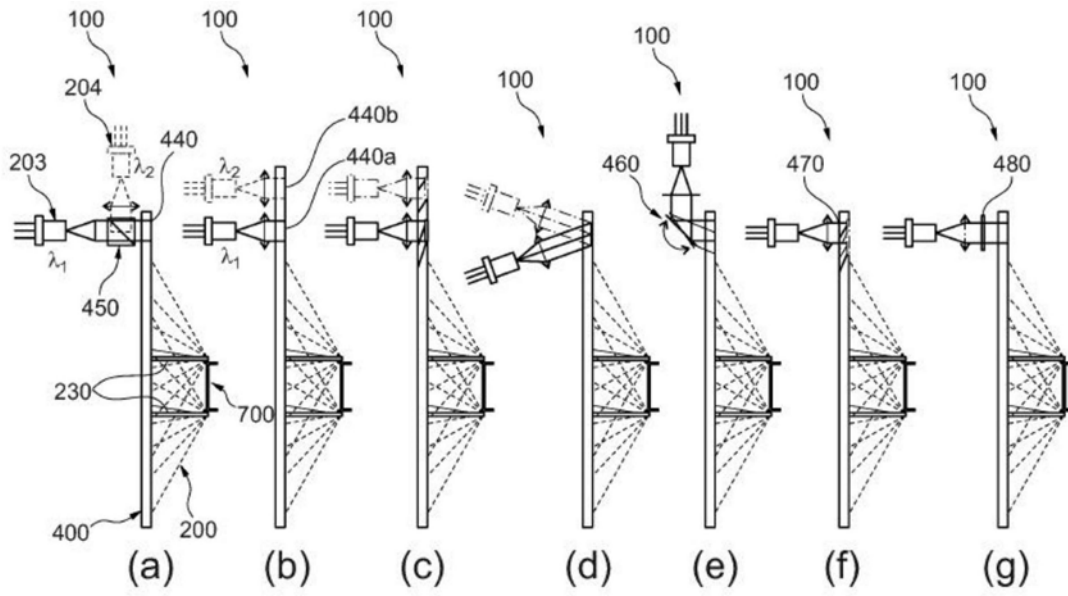


图6

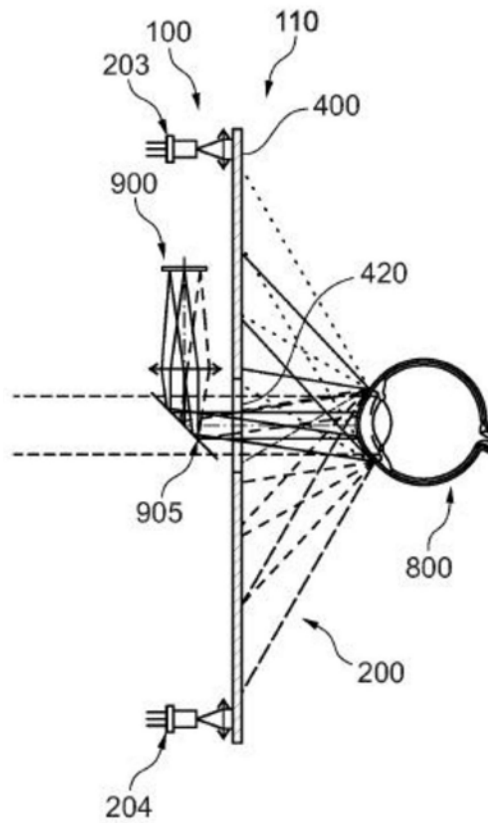


图7A

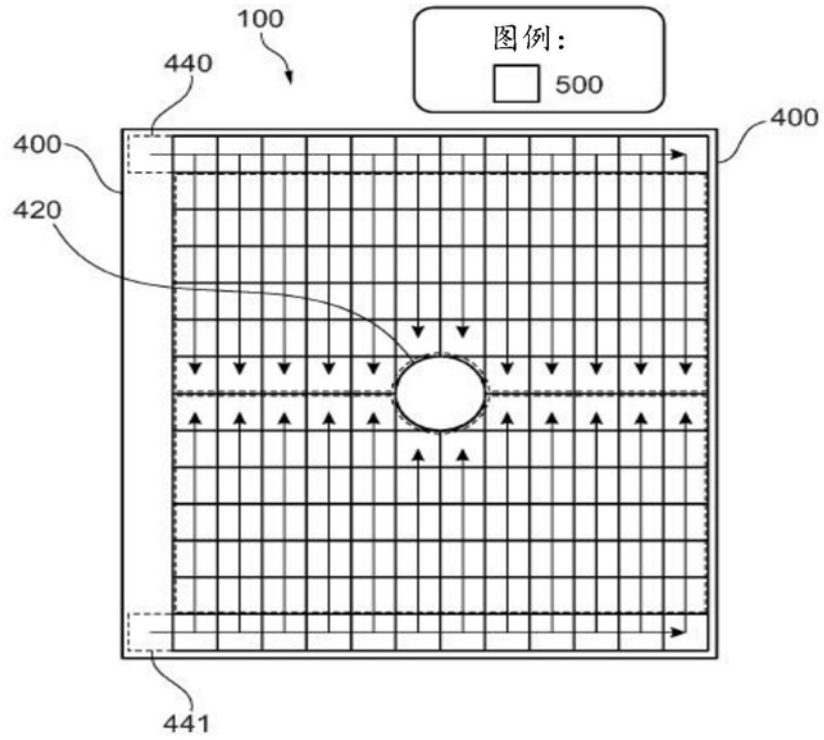


图7B

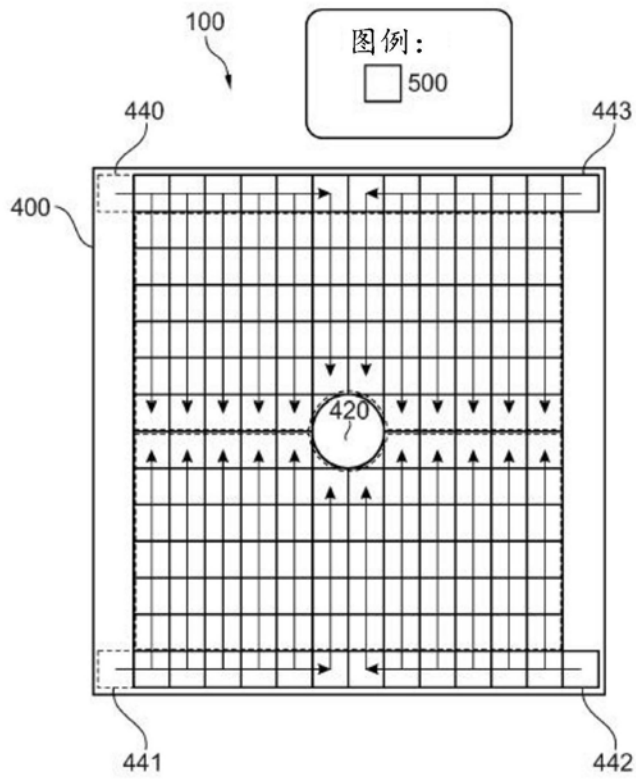


图8

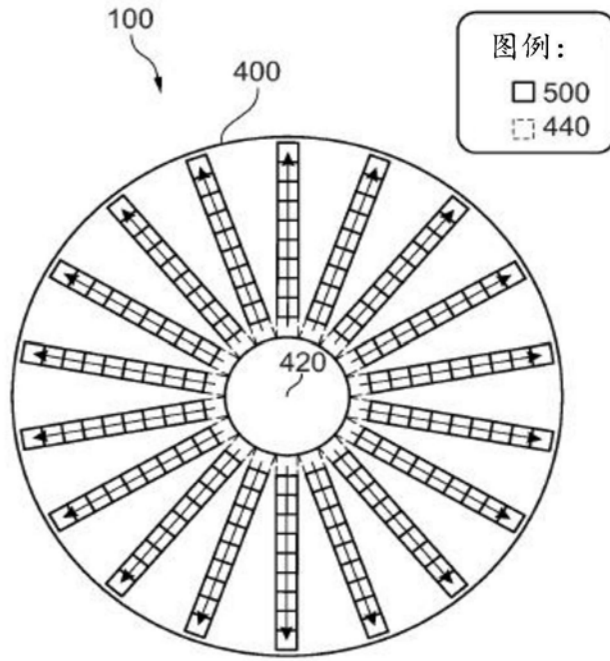


图9

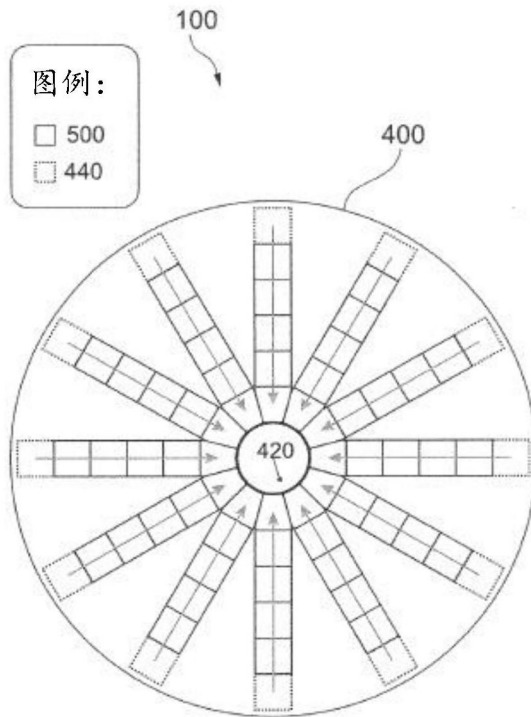


图10

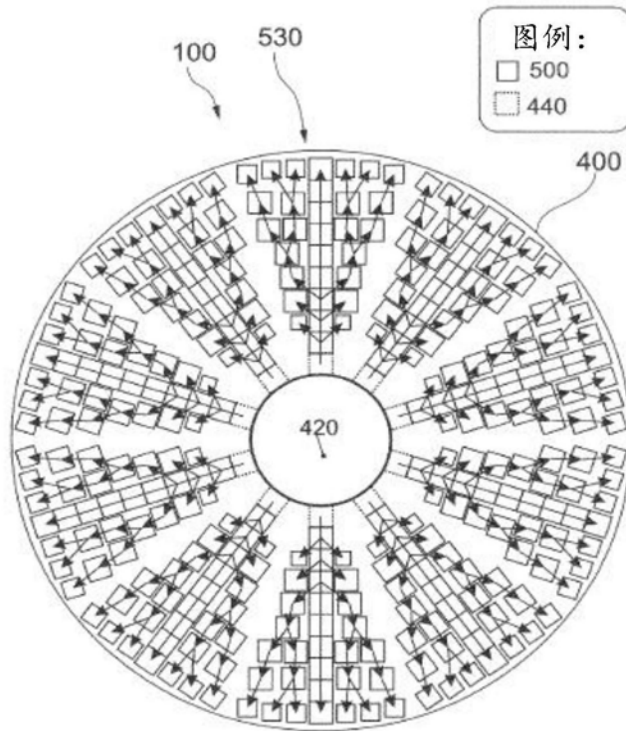


图11

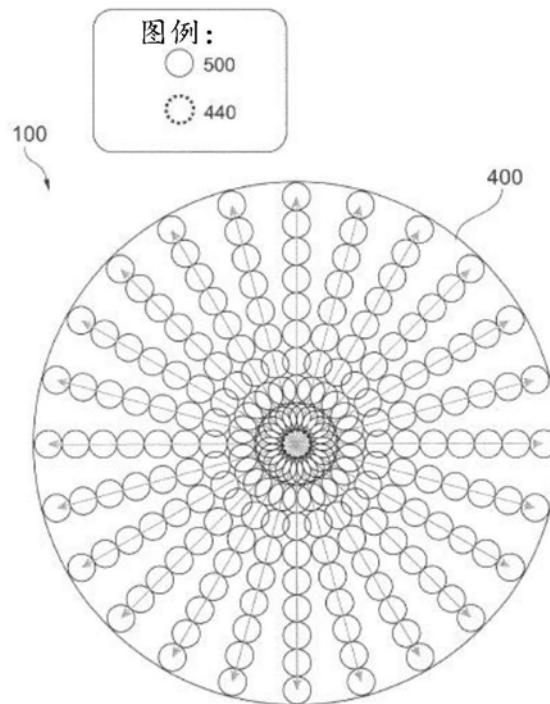


图12

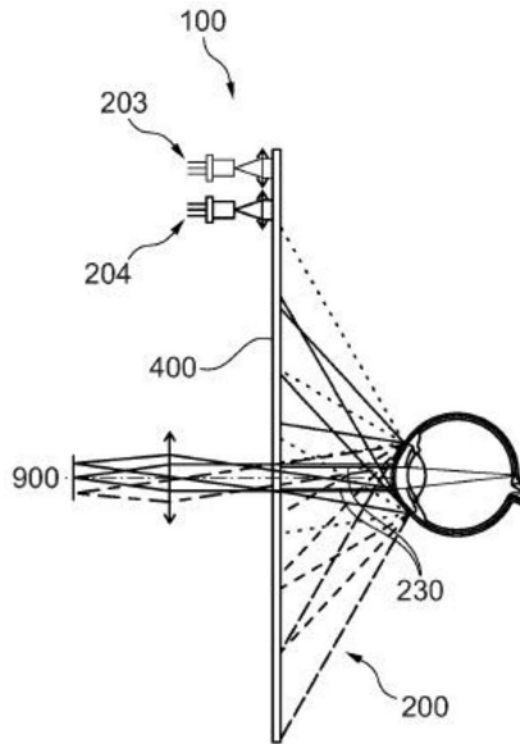


图13A

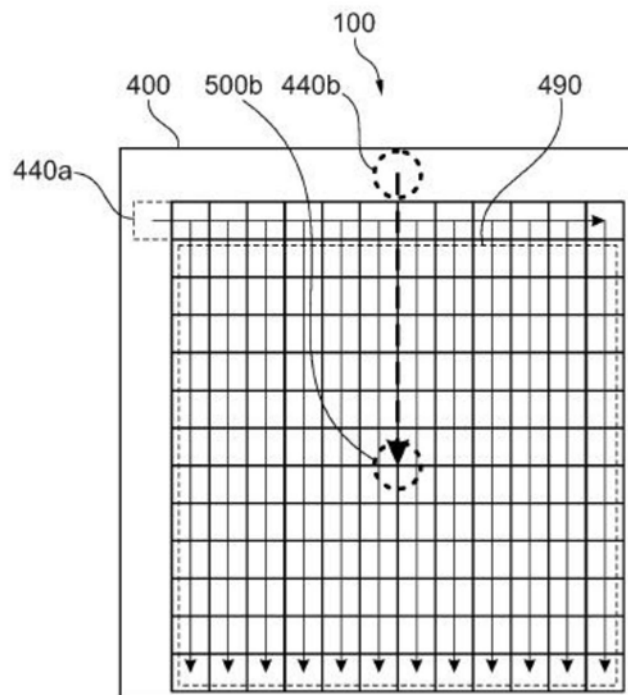


图13B

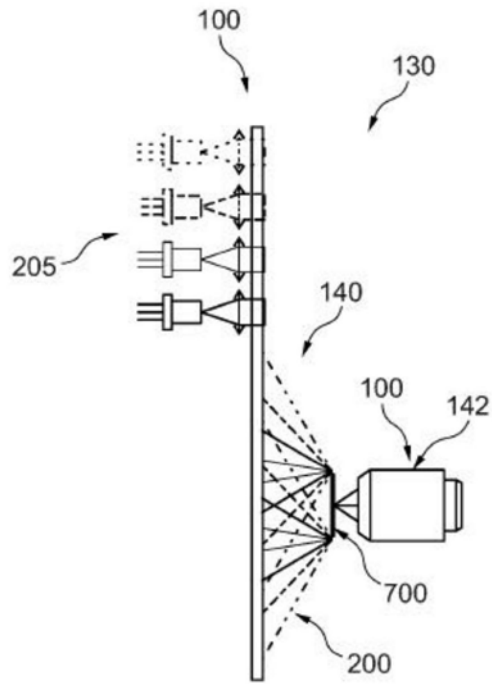


图14

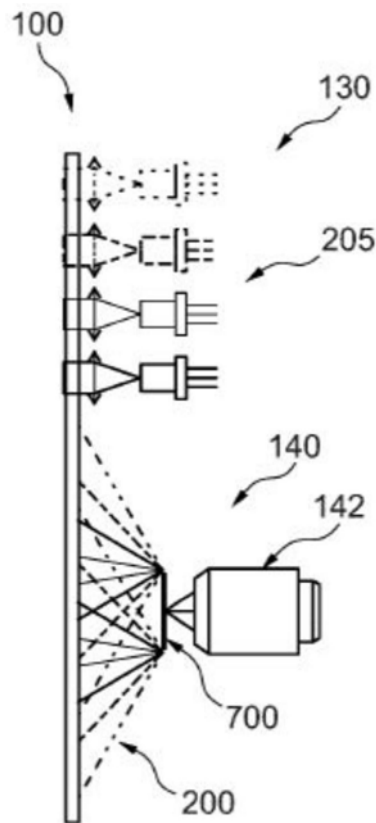


图15

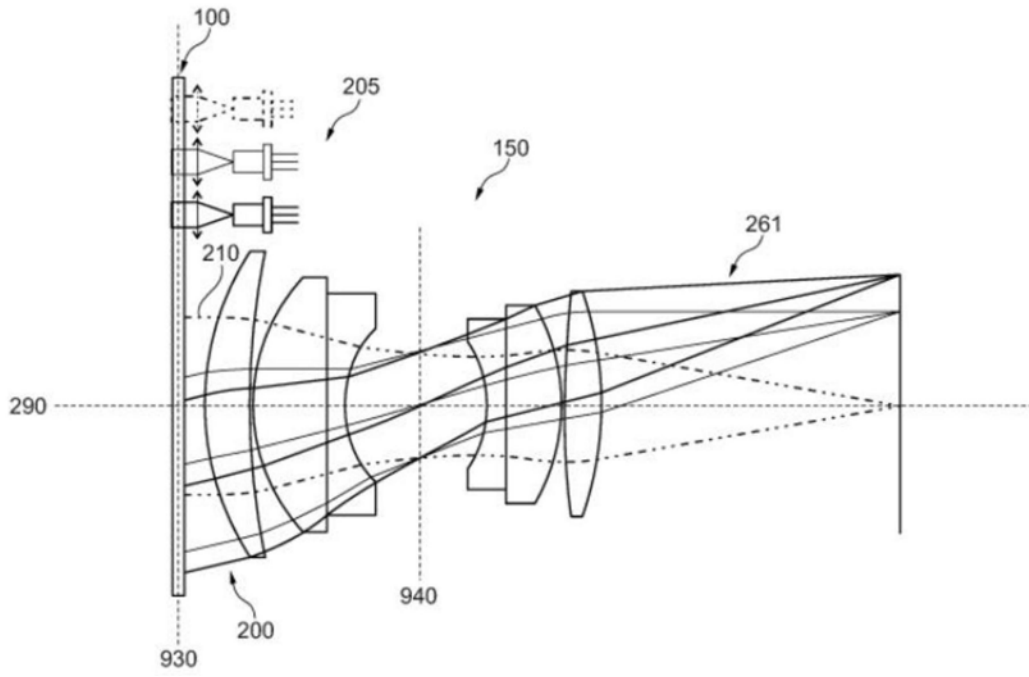


图16

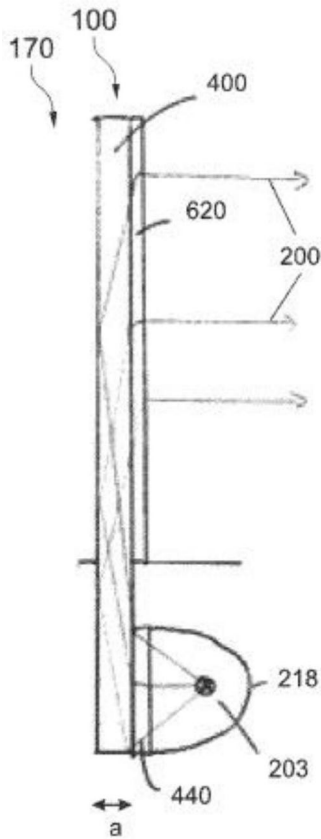


图17

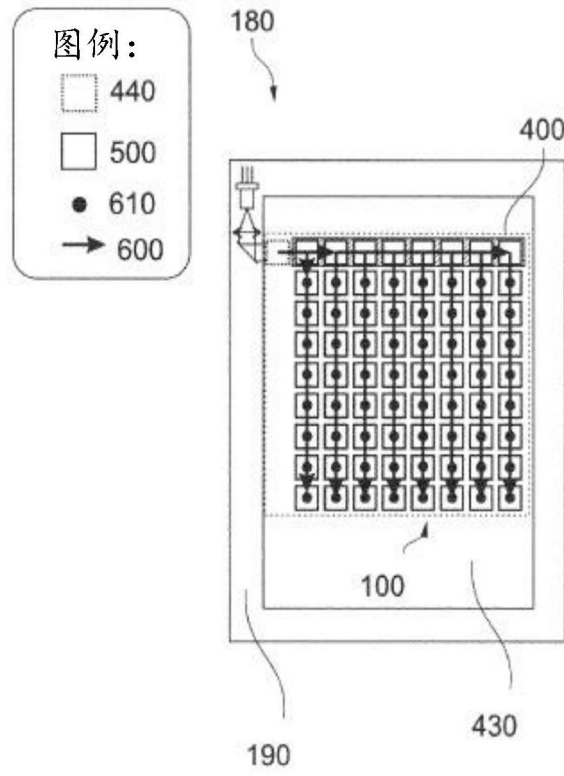


图18

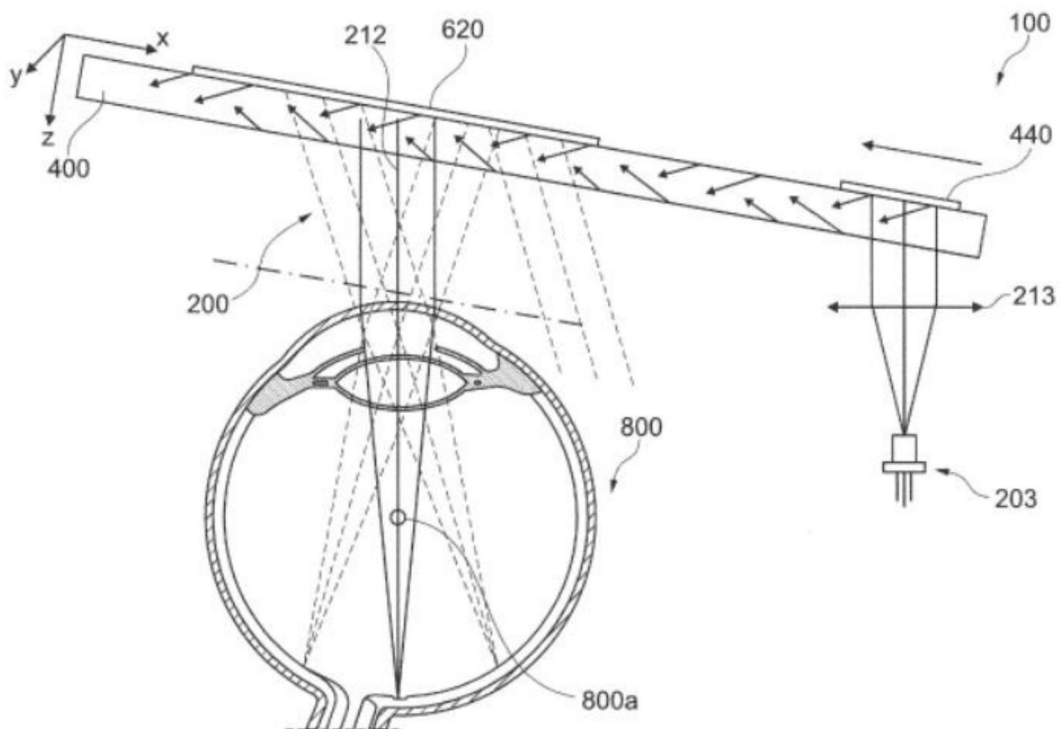


图19