



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119278397 A

(43) 申请公布日 2025. 01. 07

(21) 申请号 202380034859.1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2023.03.29

G02B 6/35 (2006.01)

G02B 26/08 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2024.10.18

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2023/012997 2023.03.29

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02024/201848 JA 2024.10.03

(71) 申请人 santec Holdings株式会社  
地址 日本国爱知县

(72) 发明人 桜井康树

(74) 专利代理机构 北京市汉坤律师事务所  
11602

专利代理师 王其文 张涛

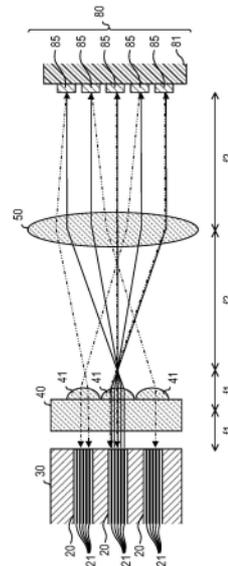
权利要求书1页 说明书7页 附图7页

(54) 发明名称

光开关

(57) 摘要

本公开涉及一种光开关,其具备连接部、透镜、以及反射镜阵列。透镜配置成供来自与连接部连接的一个以上的多芯光纤的输入光穿过。反射镜阵列构成为使通过透镜而传播的输入光朝向输出端反射。一个以上的多芯光纤的每一个均具备以规定的间距二维排列的多个芯,以形成规定的几何学形状。反射镜阵列具备以被放大的几何学形状和间距二维排列的多个反射镜。多个反射镜的每一个构成为能够驱动反射面以使反射面绕两个旋转轴旋转。



1. 一种光开关,其特征在于,具备:  
连接部,所述连接部连接一个以上的多芯光纤;  
透镜,所述透镜配置成,供来自与所述连接部连接的所述一个以上的多芯光纤的输入光穿过;以及  
反射镜阵列,所述反射镜阵列构成为,使通过所述透镜而入射的所述输入光朝向输出端反射,而且  
所述一个以上的多芯光纤的每一个均具备以规定的间距二维排列的多个芯,以形成规定的几何学形状,  
所述透镜配置成,使得穿过所述透镜的所述输入光以被放大的几何学形状和间距入射至所述反射镜阵列,  
所述反射镜阵列具备以所述被放大的几何学形状和间距二维排列的多个反射镜,  
所述多个反射镜的每一个构成为,能够驱动反射面以使所述反射面绕两个旋转轴旋转。
2. 根据权利要求1所述的光开关,其特征在于,  
所述多个反射镜包括多个微机电系统MEMS倾斜镜。
3. 根据权利要求1或2所述的光开关,其特征在于,  
所述多个反射镜的每一个具备表面具有所述反射面的本体、以及供电用的电极焊盘,所述电极焊盘设置于所述本体的背面。
4. 根据权利要求3所述的光开关,其特征在于,  
所述反射镜阵列具备基板,  
所述多个反射镜通过所述电极焊盘而表面装配于所述基板。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的光开关,其特征在于,  
所述反射镜阵列具备多个MEMS设备作为所述多个反射镜,所述多个MEMS设备作为各自均具有一个反射面的MEMS倾斜镜而构成。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的光开关,其特征在于,所述反射镜具备:  
第一结构体,所述第一结构体被驱动成绕所述两个旋转轴旋转;以及  
第二结构体,所述第二结构体具有表面和背面,并且所述第二结构体在所述背面与所述第一结构体连接;  
所述第二结构体的所述表面以在法线方向上与所述第一结构体重叠的方式,在与所述法线方向垂直的方向上延展,  
所述反射面设置于所述第二结构体的所述表面。

## 光开关

### 技术领域

[0001] 本公开涉及一种光开关。

### 背景技术

[0002] 近年来,随着移动通信的高速化,作为骨干的光网络的通信流量持续增加。目前使用单模光纤(SCF)的光链路难以持续满足增长的流量需求。因此,提出使用多模光纤(MCF)的空分复用(SDM)网络。

[0003] SDM网络除使用SCF的波分复用(WDM)层以外,还具备利用基于MCF的空间分割的信道路由的SDM层。近年来,作为使用MCF的空间交叉连接(SXC)架构,提出基于芯选择开关(CSS)的简易且经济性优异的SXC架构(例如参照非专利文献1)。

[0004] 现有技术文献

[0005] 非专利文献

[0006] 非专利文献1:神野正彦等,“空间信道网络用超宽频带波长范围的低插入损耗的芯选择开关(Core selective switch with low insertion loss over ultra-wide wavelength range for spatial channel networks)”,光波技术期刊(Journal of Lightwave Technology),美国,2022年3月15日,第40卷6号,p.1822-p.1828

### 发明内容

[0007] 发明要解决的问题

[0008] 在所提出的芯选择开关中,采用倾斜式MEMS(微机电系统)镜作为开关元件。通过控制对MEMS镜的施加电压来控制MEMS镜的倾斜角。通过控制倾斜角来选择输出端的多芯光纤的芯。

[0009] 但是,在包括上述芯选择开关的、与多芯光纤对应的光开关中,多芯光纤的芯集成度越高,则在反射镜阵列中,反射镜的配置越受到限制。

[0010] 因此,根据本公开的一个方案,期望能够提供一种适合于芯集成度高的多芯光纤的光开关。

[0011] 解决问题的方法

[0012] 根据本公开的一个方案,提供一种光开关。光开关具备连接部、透镜、以及反射镜阵列。在连接部连接一个以上的多芯光纤。

[0013] 透镜配置成,供来自与连接部连接的一个以上的多芯光纤的输入光穿过。反射镜阵列构成为使通过透镜而传播的输入光朝向输出端反射。

[0014] 一个以上的多芯光纤的每一个均具备以规定的间距二维排列的多个芯,以形成规定的几何学形状。透镜配置成,使得穿过透镜的输入光以被放大的几何学形状和间距入射至反射镜阵列。

[0015] 反射镜阵列具备以被放大的几何学形状和间距二维排列的多个反射镜。多个反射镜的每一个构成为,能够驱动反射面以使反射面绕两个旋转轴旋转。

[0016] 根据上述构成的光开关,反射镜阵列以被放大的几何学形状和间距接收来自一个以上的多芯光纤的输入光,能够使这些输入光各自朝向对应的输出端反射。

[0017] 因此,根据本公开的一个方案,能够提供一种适合于芯集成度高的多芯光纤的光开关。

[0018] 根据本公开的一个方案,多个反射镜可以包括多个MEMS倾斜镜。作为开关元件的MEMS倾斜镜具有较低的光损耗和较宽的带宽,能够以低功耗运作。

[0019] 根据本公开的一个方案,多个反射镜的每一个可以具备表面具有反射面的主体、以及供电用的电极焊盘。电极焊盘可以设置于主体的背面。根据该电极焊盘的配置,与在表面设置电极焊盘的情况相比,可以在表面设置较宽的反射面。因此,能够抑制由入射至反射镜的光超出反射面所导致的插入损耗。

[0020] 根据本公开的一个方案,反射镜阵列可以具备基板。多个反射镜可以通过电极焊盘而表面装配于基板。

[0021] 根据本公开的一个方案,反射镜阵列可以具备多个MEMS设备作为多个反射镜,多个MEMS设备作为各自均具有一个反射面的MEMS倾斜镜而构成。

[0022] 根据本公开的一个方案,反射镜可以具备第一结构体和第二结构体。第一结构体可以被驱动成绕所述两个旋转轴旋转。第二结构体具有表面和背面,并且第二结构体可以在背面与第一结构体连接。第二结构体的表面可以以在法线方向上与第一结构体重叠的方式,在与法线方向垂直的方向上延展。反射面可以设置于第二结构体的表面。

[0023] 与在第一结构体的表面设置反射面的情况相比,通过在与被旋转驱动的第一结构体重叠的第二结构体的表面设置反射面,能够在第二结构体设置较宽的反射面。因此,能够抑制插入损耗。

## 附图说明

[0024] 图1是对光网络中的芯选择开关的设置例进行说明的图。

[0025] 图2是对芯选择开关的光学构成进行说明的图。

[0026] 图3是对控制芯选择开关的控制器进行说明的图。

[0027] 图4是概念性地说明芯选择开关中的光开关的图。

[0028] 图5A是示出垂直于光轴的面中的多芯光纤的二维配置的俯视图,图5B是示出反射镜阵列中的MEMS倾斜镜的二维配置的俯视图。

[0029] 图6A是MEMS倾斜镜的俯视图,图6B是MEMS倾斜镜的仰视图。

[0030] 图7是反射镜阵列的主视图。

[0031] 图8A是变形例的MEMS倾斜镜的俯视图,图8B是变形例的MEMS倾斜镜的主视图。

[0032] 附图标记的说明

[0033] 1……光网络;10……芯选择开关;20……多芯光纤;21……芯;

[0034] 30……MCF阵列;40……微透镜阵列;41……微透镜;

[0035] 50……聚光透镜;80……反射镜阵列;81……基板;

[0036] 85……MEMS倾斜镜;90……控制器;100……MEMS倾斜镜;

[0037] 110……下部构成体;111……主体;111A……开口部;

[0038] 111B……梳齿电极;113……框架;113A……梳齿电极;

- [0039] 113B……梳齿电极;115……极板;115A……梳齿电极;  
[0040] 119……电极焊盘;150……上部构成体;151……支柱;  
[0041] 155……支承板;159……反射面;850……主体;851……反射面;  
[0042] 859……电极焊盘。

### 具体实施方式

[0043] 以下参照附图对本公开的示例性实施方式进行说明。

[0044] 图1所示的本实施方式的芯选择开关(CSS)10为设置于使用多芯光纤(MCF)20而构建的光网络1的节点的光开关。

[0045] 多芯光纤20的每一个光纤为一个包层内具备多个芯21的光纤。芯选择开关10连接于多个多芯光纤20。芯选择开关10构成为,能够在输入MCF与输出MCF之间以芯为单位切换光信号的传播路径。

[0046] 输入MCF为多个多芯光纤20中将光信号输入至芯选择开关10的一个以上的多芯光纤20。输出MCF为多个多芯光纤20中将光信号从芯选择开关10输出至外部的一个以上的多芯光纤20。

[0047] 图2所示的芯选择开关10具备MCF阵列30、微透镜阵列40、聚光透镜50、以及反射镜阵列80。图2中的单点划线概念性地示出输入光,即,从输入MCF输入的光信号向反射镜阵列80的传播。

[0048] 如图3所示,芯选择开关10连接有控制器90。控制器90以能够控制反射镜阵列80的方式电连接于反射镜阵列80。

[0049] 图4是概念性地说明芯选择开关10中实现的光开关。图4中的实线箭头概念性地示出来自输入MCF的输入光的传播。图4中的双点划线箭头概念性地示出如下反射光的传播,该反射光来自与输入光对应的反射镜阵列80,并通过输出MCF输出至外部。

[0050] MCF阵列30作为与多芯光纤20的连接部发挥功能。连接并固定于MCF阵列30的多个多芯光纤20的至少一部分作为上述输入MCF发挥功能。多个多芯光纤20的至少一部分作为上述输出MCF发挥功能。多个多芯光纤20中可以包括作为输入MCF和输出MCF的两者发挥功能的多芯光纤20。

[0051] 微透镜阵列40具备多个微透镜41。多个微透镜41在微透镜阵列40中二维排列。具体而言,多个微透镜41以与连接于MCF阵列30的多芯光纤20的二维排列相应的二维排列配置于微透镜阵列40。各个微透镜41作为准直器发挥功能。

[0052] 各个微透镜41分别与多个多芯光纤20中的一个建立对应关系。各个微透镜41配置于来自多个多芯光纤20中对应的一个多芯光纤20的输入光所传播的路径、或者朝向该对应的一个多芯光纤20的输出光所传播的路径。

[0053] 来自输入MCF的各个芯21的输入光利用对应的微透镜41转换为平行光,并入射至聚光透镜50。聚光透镜50上的入射位置针对每一芯21而不同。在图4中,图示的3个多芯光纤20中的中段的一个多芯光纤20与输入MCF对应。

[0054] 芯选择开关10的光学系统构成为使用微透镜阵列40和聚光透镜50的4f光学系统。因此,来自多芯光纤20的输入光以与多芯光纤20中的芯间距和芯MFD(模场直径)的 $f_2/f_1$ 倍对应的间距和光束直径入射至反射镜阵列80。在此, $f_1$ 为微透镜41的焦点距离, $f_2$ 为聚光透

镜50的焦点距离。

[0055] 聚光透镜50配置成形成远心光学系统。来自输入MCF的输入光通过聚光透镜50,以穿过聚光透镜50后的光与聚光透镜50的主光线(主轴)平行的方式偏转,以在聚光透镜50的焦点位置聚焦的方式聚光。

[0056] 反射镜阵列80配置成在该焦点位置反射输入光。反射镜阵列80在相对于主光线垂直配置的基板81的表面具备多个MEMS倾斜镜85作为MEMS型反射镜。

[0057] 多个MEMS倾斜镜85设置于来自聚光透镜50的输入光的成像面。反射镜阵列80可以具备与输入MCF的芯数相同数量的MEMS倾斜镜85。

[0058] 即,各个MEMS倾斜镜85配置于通过聚光透镜50传播的、来自对应的一个芯21的输入光所聚光的位置处。多个MEMS倾斜镜85以放大了输入MCF的芯21的二维排列的形状而在基板81上进行二维排列。

[0059] 如图5A所示,在各个多芯光纤20中,多个芯21在包层内以规定的间距二维排列,以形成规定的几何学形状。入射至反射镜阵列80的输入光通过穿过微透镜阵列40和聚光透镜50,以将多个芯21的几何学形状和间距放大的几何学形状和间距入射至反射镜阵列80。

[0060] 在反射镜阵列80中,如图5B所示,多个MEMS倾斜镜85以被放大的几何学形状和间距在基板81上二维排列。图5B中的符号D1示出相邻的MEMS倾斜镜85之间的间隔,即,镜间距。镜间距D1为相邻的MEMS倾斜镜85的反射面851的中心间的距离。图5B中的符号D2示出反射面851的直径,即,镜直径。

[0061] 图6A是从反射镜阵列80的上方观察到的MEMS倾斜镜85的俯视图,换言之,为顶视图。图6B为MEMS倾斜镜85的仰视图。由图6A和图6B可以理解到,MEMS倾斜镜85构成为,在主体850的表面形成有一个反射面851,在背面形成有供电用的多个电极焊盘859。

[0062] 如图7所示,MEMS倾斜镜85以电极焊盘859与基板81相对的形态,利用焊接而表面装配于基板81上。在图7中,省略后排的MEMS倾斜镜85的图示。

[0063] MEMS倾斜镜85构成为,基于通过基板81从电极焊盘859供给的电力,能够驱动反射面851以使反射面851围绕与基板81的表面平行的两个旋转轴Cx、Cy旋转。两个旋转轴Cx、Cy互相正交。

[0064] 在基板81上以能够对多个MEMS倾斜镜85供给电力的方式连接控制器90。各个MEMS倾斜镜85通过电极焊盘859接收来自控制器90的电力供给,从而旋转驱动反射面851。

[0065] 控制器90以能够分别控制对多个MEMS倾斜镜85的每一个施加的施加电压的方式与反射镜阵列80连接。通过控制器90对施加电压的控制来控制反射面851的旋转和反射面851的倾斜角。在下文中,也将反射面851的倾斜角称为MEMS倾斜镜85的倾斜角。

[0066] 反射镜阵列80所具备的多个MEMS倾斜镜85的倾斜角由控制器90分别控制成与输出芯各自对应的倾斜角。在此所说的输出芯是指应与反射光进行光耦合的对象,即,输出MCF的芯21。输出芯对应于反射光的输出端。

[0067] 各个MEMS倾斜镜85以由控制器90控制的倾斜角反射来自对应的一个芯21的输入光。对应于倾斜角,反射光传播至输出MCF所具备的多个芯21中由控制器90选择的一个芯21,即,上述输出芯,并作为输出光从该芯21输出至芯选择开关10的外部。

[0068] 在按上述方式构成的芯选择开关10中,来自输入MCF的各个芯21的输入光穿过对应的微透镜41和聚光透镜50。穿过聚光透镜50的输入光入射至对应的MEMS倾斜镜85。

[0069] 入射至MEMS倾斜镜85的光在其反射面851反射至与MEMS倾斜镜85的倾斜角对应的方向。反射光与作为输出MCF的一个芯21的输出芯进行光耦合,该输出MCF的一个芯21是控制器90通过对相应的MEMS倾斜镜85的倾斜角的控制而选择的。

[0070] 反射光从MEMS倾斜镜85的反射面851通过聚光透镜50和相应的微透镜41而入射至输出芯。入射至输出芯的光通过输出芯而传播至芯选择开关10的外部。

[0071] 通过以上说明的芯选择开关10,反射镜阵列80以被放大的几何学形状和间距接收来自多芯光纤20的输入光,并能够使这些输入光各自朝向输出芯反射。作为反射镜阵列80中的反射镜的MEMS倾斜镜85具有较低的光损耗和较宽的带宽,能够以低功耗运作。

[0072] 进一步而言,在本实施方式的MEMS倾斜镜85中,在与设置有反射面851的主体850的表面为相反侧的背面设置电极焊盘859。根据上述构成,与在主体850的表面设置电极焊盘859的情况相比,能够在主体850的表面设置较大面积的反射面851。因此,能够抑制由入射至MEMS倾斜镜85的光超出反射面851所导致的插入损耗。

[0073] 在芯选择开关10中,插入损耗可能由于反射镜阵列80中的输入光的渐晕而产生。由于与MEMS倾斜镜85的反射面851相比,入射至此处的输入光的光束直径较大,因此渐晕对应于输入光的一部分超出反射面851。输入光超出反射面851的部分产生插入损耗。

[0074] 由渐晕产生的插入损耗对应于MEMS倾斜镜85的镜直径D2、和相邻的MEMS倾斜镜85之间的间隔D1即镜间距D1之间的比例而发生变化。镜直径D2和镜间距D1之间的比例D2/D1也称为填充率(Fill Factor)。

[0075] 填充率越小,则产生的插入损耗越大。当将由渐晕引起的插入损耗控制为小于一定比率时,多芯光纤20的芯集成度越高,则要求越高的填充率。

[0076] 在本实施方式中,如上所述,由于在主体850的背面设置电极焊盘859,因此与在主体850的表面设置电极焊盘859的情况相比,能够增大设置于表面的反射面851的镜直径D2。

[0077] 如果能够相对于主体850的尺寸增大镜直径D2,则能够提高填充率。因此,根据本实施方式,能够抑制由渐晕导致的插入损耗。

[0078] 上述MEMS倾斜镜85可以置换成图8A和图8B所示的MEMS倾斜镜100。或者,上述MEMS倾斜镜85可以构成为图8A和图8B所示的MEMS倾斜镜100。

[0079] 图8A和图8B所示的MEMS倾斜镜100具备作为第一结构体的下部构成体110、以及作为第二结构体的上部构成体150。下部构成体110具备主体111、框架113、以及极板115。下部构成体110构成为,能够驱动极板115以使极板115绕两个旋转轴Cx,Cy旋转。在图8A中,透视示出上部构成体150的构成要素。这些构成要素在该图中用虚线示出。

[0080] 极板115为呈矩形的极板115,以能够绕旋转轴Cx旋转的方式连接于框架113。极板115在与旋转轴Cx平行的两边具有梳齿电极115A。设置梳齿电极115A用于利用静电力旋转驱动极板115使其绕旋转轴Cx旋转。

[0081] 框架113为呈矩形的框架113,其规定能够收容极板115的内部空间。极板115以能够在内部空间绕旋转轴Cx旋转的方式连接于框架113。框架113在与极板115连接的状态下包围极板115的周围。

[0082] 框架113在与设置于极板115的梳齿电极115A对置的位置处,即,与旋转轴Cx平行的内侧的两边,具有梳齿电极113A,该梳齿电极113A相对于设置于极板115的梳齿电极115A具有互补的形状。

[0083] 以使得设置于极板115的梳齿电极115A与设置于框架113内侧边部的梳齿电极113A隔着微小间隔而啮合的方式,极板115连接于框架113。利用在梳齿电极115A与梳齿电极113A之间产生的静电力,极板115相对于框架113绕旋转轴Cx旋转。

[0084] 框架113在与旋转轴Cy平行的外侧的两边具有梳齿电极113B。设置该梳齿电极113B用于利用静电力旋转驱动框架113使其绕旋转轴Cy旋转。

[0085] 主体111为具有底部的呈矩形箱状的结构体,其具有能够收容框架113的开口部111A。框架113以能够在开口部111A处绕旋转轴Cy旋转的方式连接于主体111。主体111在与框架113连接的状态下,使其内表面与框架113的外表面对向,并包围框架113的周围。

[0086] 主体111在与设置于框架113外侧的边部的梳齿电极113B对置的位置处,即,与旋转轴Cy平行的内侧的两边,具有梳齿电极111B,该梳齿电极111B相对于设置于框架113的梳齿电极113B具有互补的形状。

[0087] 以使得设置于框架113外侧的边部的梳齿电极113B与设置于主体111内侧的边部的梳齿电极111B隔着微小间隔而啮合的方式,框架113连接于主体111。利用在梳齿电极113B与梳齿电极111B之间产生的静电力,框架113相对于主体111绕旋转轴Cy旋转。

[0088] 在主体111的背面,与MEMS倾斜镜85同样地,设置供电用的电极焊盘119。变形例的MEMS倾斜镜100也与MEMS倾斜镜85同样地,表面装配于反射镜阵列80的基板81上。

[0089] MEMS倾斜镜100通过基板81和电极焊盘119接收来自控制器90的电压施加。MEMS倾斜镜100的极板115通过由电压施加而产生的静电力以绕两个旋转轴Cx、Cy旋转的方式被旋转驱动。

[0090] MEMS倾斜镜100的上部构成体150固定于以上述方式被旋转驱动的极板115。上部构成体150具备支柱151、支承板155、以及反射面159。如上所述,在图8A中透视示出作为上部构成体150的构成要素的支柱151、支承板155、以及反射面159。

[0091] 支柱151的下端固定于极板115,以使得支柱151立设于极板115的法线方向上。具体而言,支柱151立设于极板115的中心。支承板155在其背面,即,下表面与支柱151的上端连接,并固定于支柱151。

[0092] 支承板155在从下部构成体110的极板115起在极板115的法线方向上隔开间隔的状态下,与极板115平行配置,其中,该间隔的高度为支柱151的高度。由此,支承板155以在法线方向上与下部构成体110重叠的方式配置于下部构成体110上,并在与法线方向垂直的方向上延展。

[0093] 具体而言,支承板155具有比下部构成体110的极板115大的尺寸。支承板155配置成从上方完全覆盖下部构成体110的极板115。

[0094] 支承板155的表面即上表面具有比极板115的表面大的面积。在该较大的支承板155的表面形成反射面159。该反射面159大于能够形成于极板115的表面的反射面的面积。

[0095] 即,变形例的MEMS倾斜镜100构成为,具有较大面积的支承板155设置成与下部构成体110的极板115重叠,并且支承板155具有面积较大的反射面159。

[0096] 因此,根据变形例的MEMS倾斜镜100,能够有效地抑制由对反射镜阵列80的输入光超出反射面159所导致的插入损耗。

[0097] 其他实施方式

[0098] 本公开并不限于上述实施方式,可以采用各种方式。例如,图示的多芯光纤20的

数目或其芯数仅为例示。本公开能够应用于具备一个以上的任意数目的多芯光纤20的光开关。

[0099] 上述实施方式中的一个构成要素所具有的功能可以分散设置于多个构成要素。多个构成要素所具有的功能也可以统合于一个构成要素中。可以省略上述实施方式的构成的一部分。由权利要求书中记载的语句特定的技术思想中包含的所有方式都为本公开的实施方式。

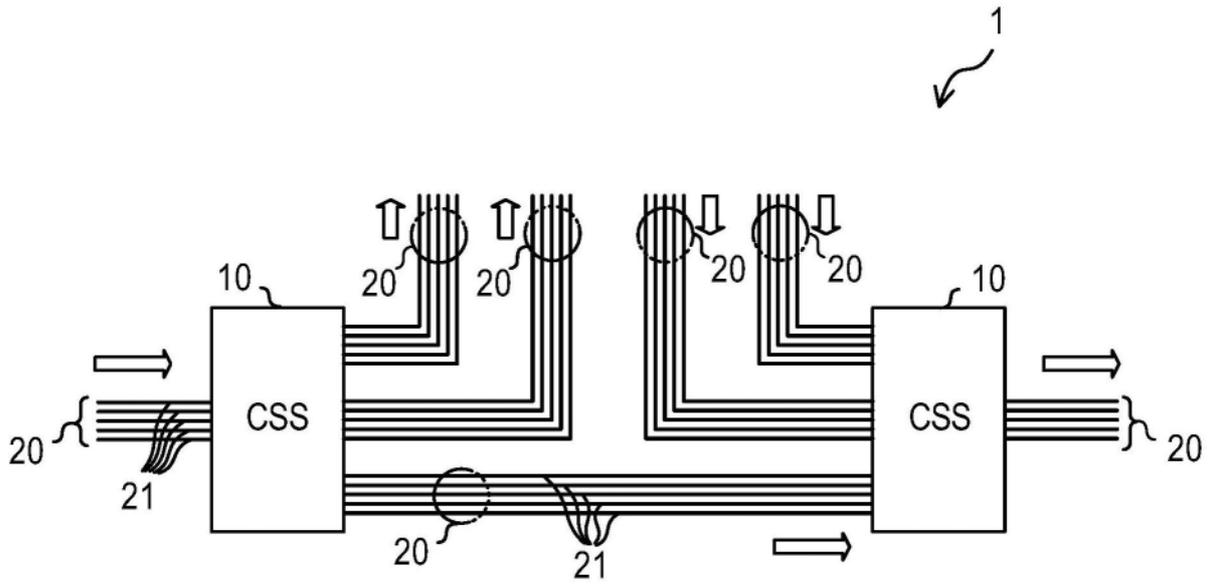


图1

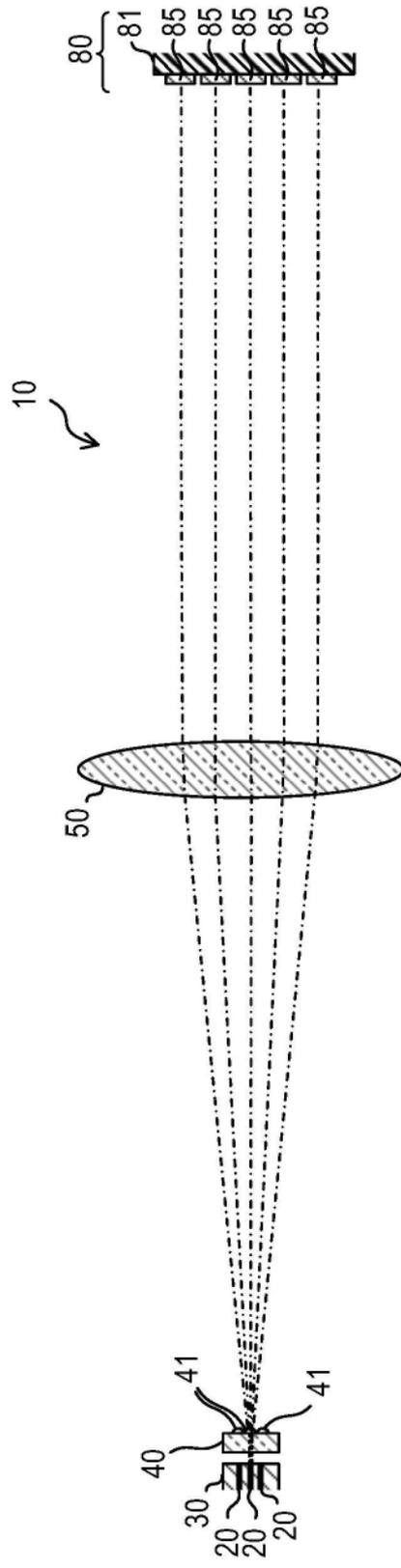


图2

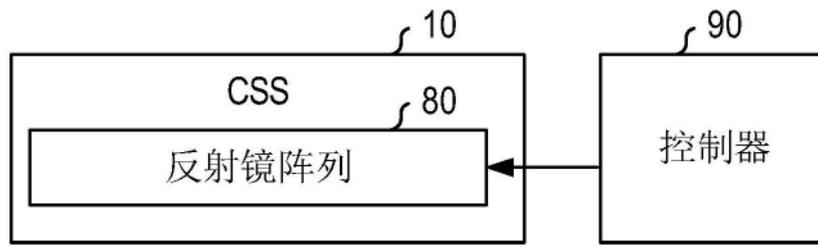


图3

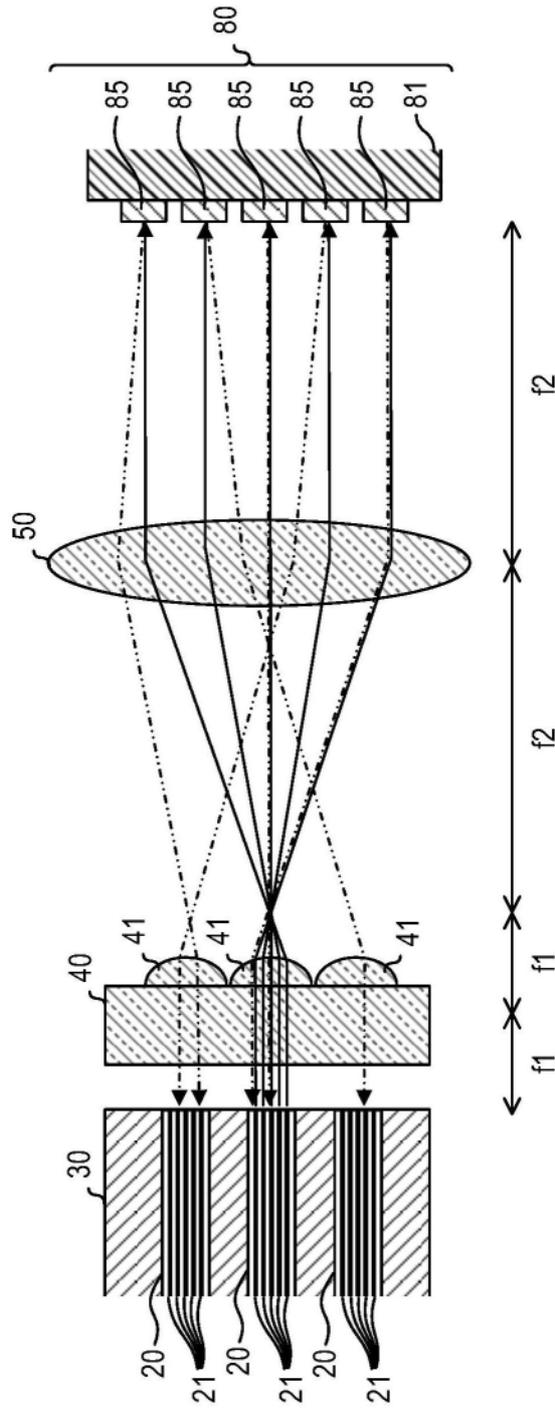


图4

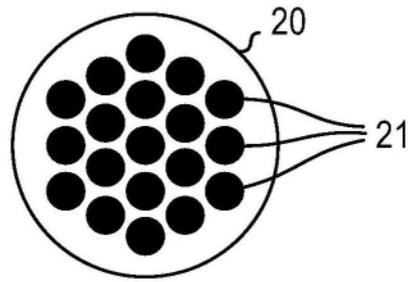


图5A

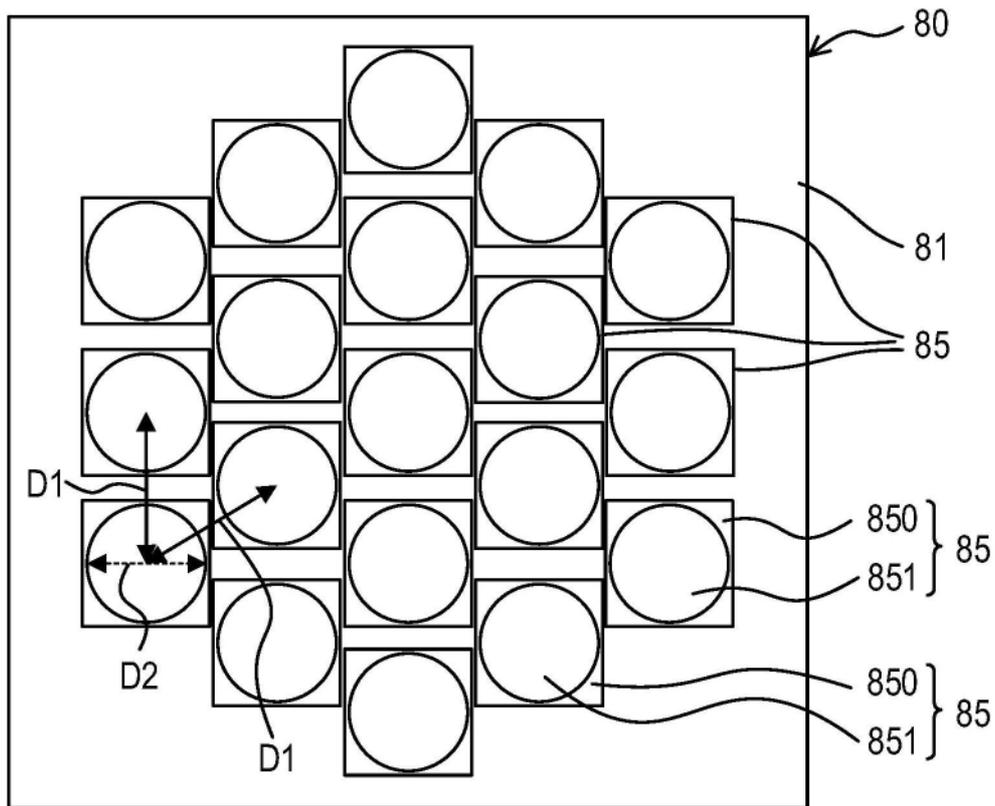


图5B

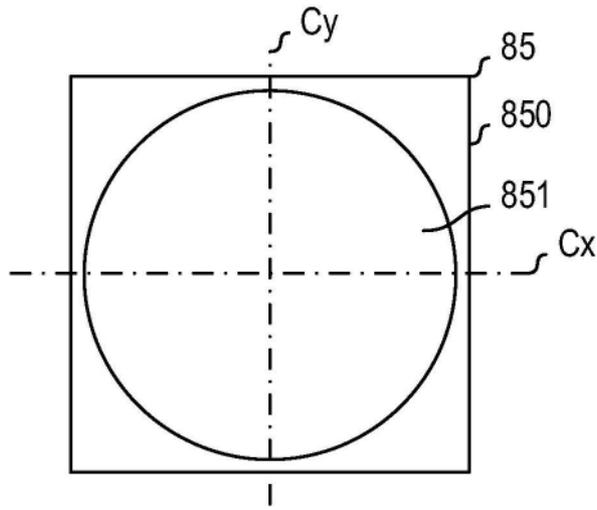


图6A

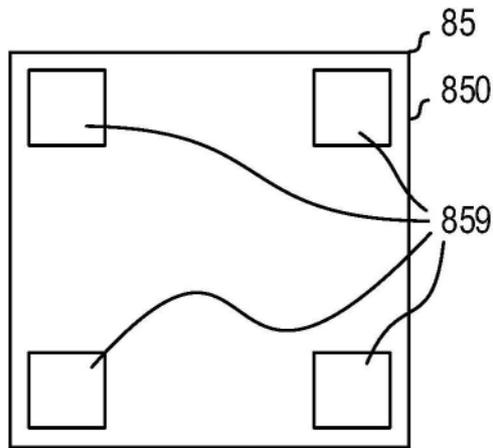


图6B

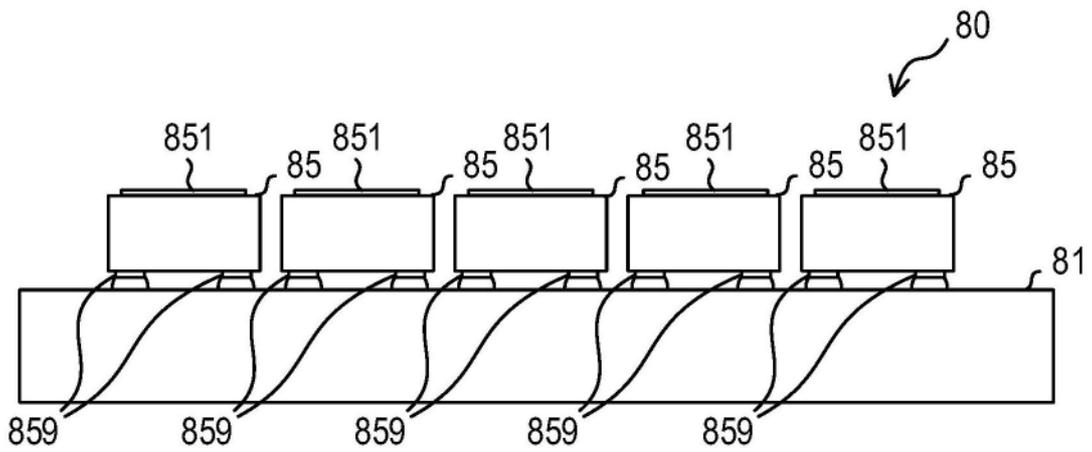


图7

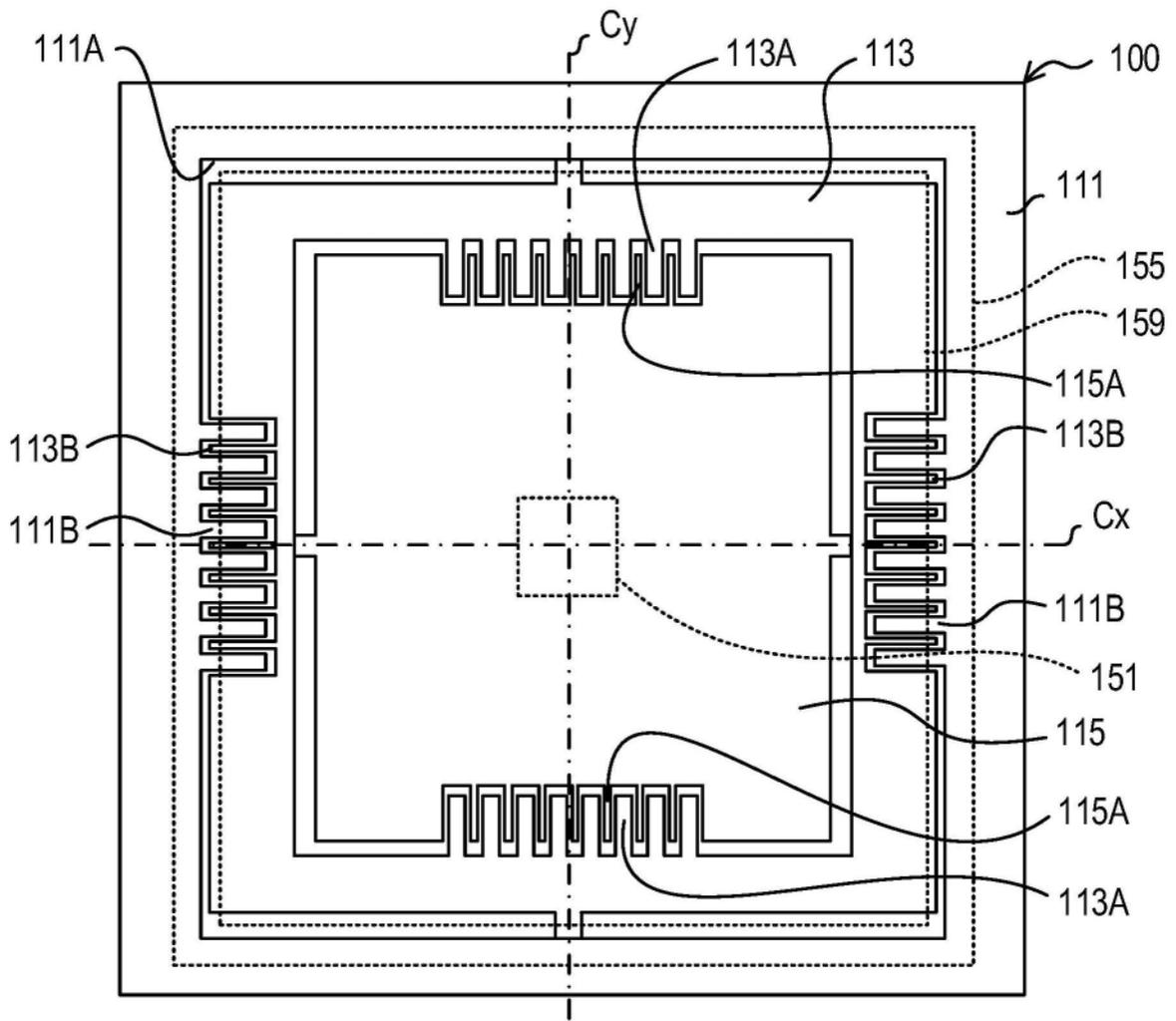


图8A

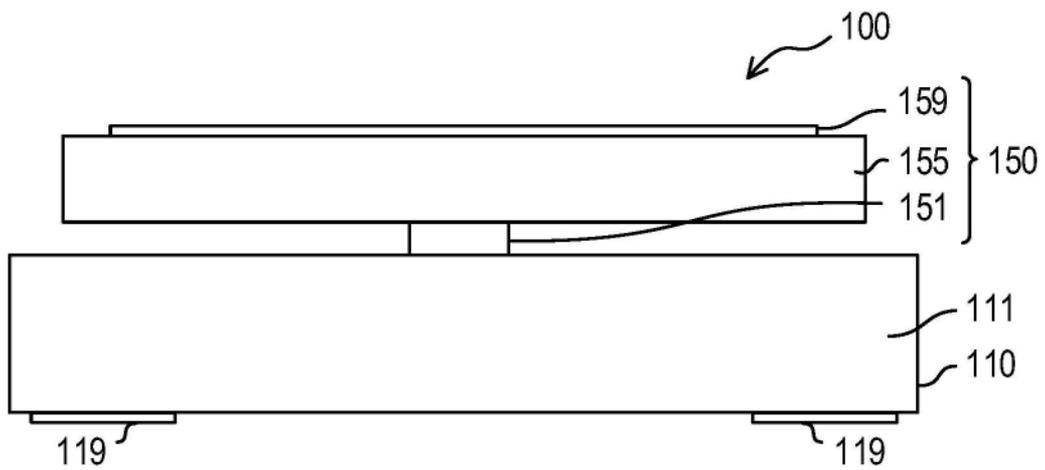


图8B