

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2018 年 1 月 4 日 (04.01.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/000850 A1

(51) 国际专利分类号:

B81B 7/02 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/075614

(22) 国际申请日: 2017 年 3 月 3 日 (03.03.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:

201610495464.3 2016 年 6 月 28 日 (28.06.2016) CN

(71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(72) 发明人: 姚丹阳(YAO, Danyang); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 蒋臣迪(JIANG, Chendi); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 张鹏(ZHANG, Peng); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(74) 代理人: 北京同达信恒知识产权代理有限公司 (TDIP & PARTNERS); 中国北京市海淀区知春路 7 号致真大厦 A1304-05 室, Beijing 100191 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,

BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) **Title:** MICROMIRROR UNIT AND MANUFACTURING METHOD, MICROMIRROR ARRAY, AND OPTICAL CROSS-CONNECT MODULE

(54) 发明名称: 微镜单元及制备方法、微镜阵列和光交叉连接模块

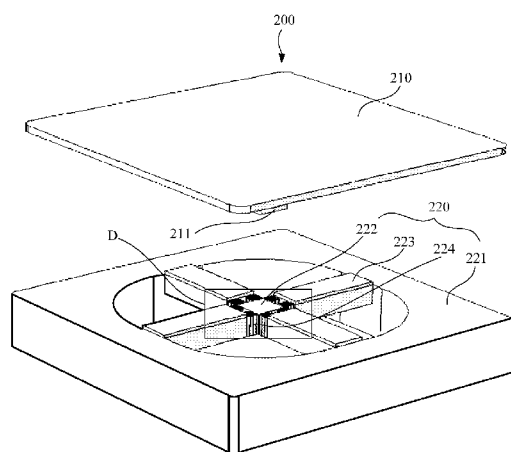


图 2

(57) **Abstract:** A micromirror unit (200), comprising a mirror (210) and a driver (220). A side of the mirror (210) facing the driver (220) is provided with a support column (211). The driver (220) comprises a supporting frame (221), an actuating block (222) fixedly connected to the supporting column (211), and a plurality of piezoelectric-driven arms (223) provided along a peripheral edge of the actuating block (222). An end of each of the piezoelectric -driven arms is fixed on the supporting frame (221), and another end thereof is connected to the actuating block (222) via an elastic part (224) provided between the other end and the actuating block. The piezoelectric-driven arm (223) comprises an upper electrode, a bottom electrode, and a piezoelectric material clamped between the upper electrode and the bottom electrode. Further disclosed are a micromirror array (2) comprising a plurality of the micromirror units (200) arranged in an array; and an optical cross-connect module comprising the micromirror array (2).

(57) 摘要：一种微镜单元（200），包括镜片（210）和驱动装置（220），所述镜片（210）朝向所述驱动装置（220）的一侧设有支撑柱（211），所述驱动装置（220）包括支撑框（221）、与所述支撑柱（211）固定连接的转动块（222）、设置于所述转动块（222）的周边的多个压电驱动臂（223）；每一个所述压电驱动臂（223）的一端固定于所述支撑框（221），另一端与所述转动块（222）之间通过弹性件（224）连接，且所述压电驱动臂（223）包括上电极、下电极、以及夹设在所述上电极和下电极之间的压电材料。还公开了一种微镜阵列（2），其包括呈阵列分布的多个微镜单元（200）；一种光交叉连接模块，其包括微镜阵列（2）。

微镜单元及制备方法、微镜阵列和光交叉连接模块

本申请要求在2016年06月28日提交中国专利局、申请号为201610495464.3、发明名称为“微镜单元及制备方法、微镜阵列和光交叉连接模块”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及涉及通信技术领域，特别涉及一种微镜单元及制备方法、微镜阵列和光交叉连接模块。

背景技术

现代通信技术，尤其是近几年发展起来的高速移动互联网、云计算和大数据技术，给人们在日常生活中随时随地接入互联网进行购物、观看高清视频和查询数据等需求提供了便利性和畅快感。这些新的互联网体验必然会带来海量通信数据处理需求，而现有的通信设备面对如此巨大的信息传输和交换业务时，阻塞和延时现象时有发生，无形中削弱了用户的体验感受。

利用微机电系统（Micro-Electro-Mechanical System, MEMS）微镜阵列搭建的光交叉连接（Optical Cross-Connect, OXC）模块可以帮助通信系统实现光传输和光交换的无电转换，使信息传输的容量和速率可以得到保障。而基于微镜阵列的光交叉连接模块具备低损耗、低串扰、低偏振敏感性和高消光比等优点，因此广泛应用于骨干网或中大型数据中心，从而实现全光网路径下的高速信息传输，能够对未来海量信息交换业务进行强有力的支撑。

现有技术中，如图 1a 以及图 1b 结构所示的一种静电驱动的微镜阵列的微镜单元 100，该微镜单元 100 包括镜片 101、静电驱动装置 102 和电极部分 103；镜片 101 和静电驱动装置 102 分置于不同的平面 A、B 上，镜片 101 的支撑柱与静电驱动装置 102 的转动块键合连接，静电驱动装置 102 铰接于框架 104，以使静电驱动装置 102 在电极部分 103 的静电吸引作用下能够进行动作，而电极部分 103 放置于第三个平面 C 上，框架 104 的支架 105 与设置有电极 1031 的电极部分 103 键合连接，因此，现有微镜单元 100 采用静电驱动装置 102 且具有三层结构，在制造过程中需要进行两次键合连接，导致微镜单元 100 结构复杂和制造困难。

发明内容

本申请实施例提供了一种微镜单元及制备方法、微镜阵列和光交叉连接模块，该微镜阵列包括呈阵列分布的多个微镜单元，光交叉连接模块包括微镜阵列，该微镜单元结构简单、便于制造、切换速度快且镜片占空比高。

第一方面，本申请实施例提供一种微镜单元，包括镜片和驱动装置，所述镜片朝向所述驱动装置的一侧设有支撑柱；所述驱动装置包括支撑框、与所述支撑柱固定连接的转动块、设置于所述转动块的周边的多个压电驱动臂；每一个所述压电驱动臂的一端固定于所述支撑框，另一端与所述转动块之间通过弹性件连接，且所述压电驱动臂包括上电极、下电极、以及夹设在所述上电极和下电极之间的压电材料。

结合上述第一方面，在第一种可能的实现方式中，所述支撑框为硅材料制备的支撑框；和/或，

所述支撑柱为硅材料制备的支撑柱；和/或，

所述弹性件为硅材料制备的弹性件；和/或，

所述转动块为硅材料制备的转动块。

由于硅材料具有化学性质稳定、热传导效果好、可靠性好以及使用寿命长等特点，因此，采用由硅材料制备的支撑框、支撑柱、弹性件以及转动块，使微镜单元具有散热效果好、使用寿命长和可靠性好的特点。

结合上述第一方面，在第二种可能的实现方式中，所述弹性件为至少一个弹簧。

结合上述第一方面，在第三种可能的实现方式中，所述驱动装置中具有多个压电驱动臂绕所述转动块的周向均匀分布。

由于驱动装置的多个压电驱动臂绕转动块的周向均匀分布，且压电驱动臂的一端通过弹性件与转动块连接，因此，驱动装置的多个压电驱动臂形成以转动块为圆心的径向辐射状，通过均匀分布的多个压电驱动臂能够提高驱动装置的动作准确性及稳定性。

结合上述第一方面的第三种可能的实现方式，在第四种可能的实现方式中，所述驱动装置包括延伸方向经过所述转动块中心的第一压电驱动臂、第二压电驱动臂、第三压电驱动臂和第四压电驱动臂，其中，所述第一压电驱动臂的延伸方向与所述第二压电驱动臂的延伸方向平行，所述第三压电驱动臂的延伸方向与所述第四压电驱动臂的延伸方向平行，且所述第三压电驱动臂的延伸方向与所述第一压电驱动臂的延伸方向垂直。

结合上述第一方面的第三种可能的实现方式，在第五种可能的实现方式中，所述驱动装置包括延伸方向经过所述转动块中心的第五压电驱动臂、第六压电驱动臂和第七压电驱动臂，其中，所述第五压电驱动臂的延伸方向与所述第六压电驱动臂的延伸方向之间所呈角度为 120° ，所述第五压电驱动臂的延伸方向与所述第七压电驱动臂的延伸方向之间所呈角度为 120° ，所述第六压电驱动臂的延伸方向与所述第七压电驱动臂的延伸方向之间所呈角度为 120° 。

结合上述第一方面、第一种可能的实现方式、第二种可能的实现方式、第三种可能的实现方式、第四种可能的实现方式、第五种可能的实现方式，在第六种可能的实现方式中，所述镜片为圆形镜片，或者，所述镜片为方形镜片。

第二方面，本申请实施例提供一种微镜阵列，该微镜阵列包括多个上述七种可能的实现方式中的任意一种微镜单元，多个所述微镜单元呈阵列分布。

第三方面，本申请实施例提供一种光交叉连接模块，该光交叉连接模块包括上述第二方面的一种可能的实现方式中的微镜阵列。

微镜阵列采用上述微镜单元进行阵列分布时，由于上述微镜单元的镜片占空比高，因此，在单位面积上能够集成更多的微镜单元，进而提高微镜阵列的集成度，在微镜单元数量不变的情况下能够减小微镜阵列所占的体积。

第四方面，本申请实施例提供一种上述第一方面的七种可能的实现方式中的任意一种微镜单元的制备方法，包括：

形成镜片结构和驱动结构，其中，所述镜片结构包括镜片和位于所述镜片一侧的支撑柱；所述驱动结构包括衬底和形成于衬底朝向镜片一侧的多个压电驱动臂；所述衬底包括底板、第一二氧化硅层和单晶硅层，所述单晶硅层用于形成转动块和弹性件；多个所述压

电驱动臂设置于所述转动块的周边，每一个所述压电驱动臂的一端与所述转动块之间通过弹性件连接，且所述压电驱动臂包括上电极、下电极、以及夹设在所述上电极和下电极之间的压电材料；

将所述支撑柱与转动块键合固定；

对所述驱动结构的底板进行刻蚀形成支撑框，且将所述第一二氧化硅层与所述弹性件、转动块以及每一个所述压电驱动臂的至少一部分相对的部位去除以形成所述驱动装置。

结合上述第四方面，在第一种可能的实现方式中，形成所述驱动装置的步骤中：

在所述将所述支撑柱与转动块键合固定之前，包括：

在衬底的单晶硅层背离所述底板的一侧依次沉积第二二氧化硅层、下电极、压电材料层和上电极；

刻蚀上电极、压电材料层、下电极和第二二氧化硅层，以形成多个压电驱动臂；

刻蚀单晶硅层，以形成弹性件和转动块；

在所述将所述支撑柱与转动块键合固定之后，包括：

将所述第一二氧化硅层与所述弹性件、转动块以及每一个所述压电驱动臂的至少一部分相对的部位去除。

结合上述第四方面，在第二种可能的实现方式中，形成所述镜片结构的步骤，包括：

刻蚀衬底的单晶硅层，以形成支撑柱。

结合上述第四方面、第一种可能的实现方式、第二种可能的实现方式，在第三种可能的实现方式中，所述将所述支撑柱与转动块键合固定中，所述键合为低温键合。

由于支撑柱与转动块之间通过低温键合，因此，能够提高支撑柱与转动块之间的键合质量和键合强度。

本申请实施例中，根据第一方面提供的微镜单元、第二方面提供的微镜阵列、第三方面提供的光交叉连接模块以及第四方面提供的微镜单元的制备方法，该微镜单元包括镜片和驱动装置，驱动装置通过压电驱动臂驱动镜片转动，微镜单元的镜片通过支撑柱与驱动装置的转动块固定连接，驱动装置不需要在另外的平面上单独设置电极，同时，由于镜片的支撑柱与驱动装置的转动块处于不同平面，镜片与驱动装置能够分离、两者互不影响，能够提高镜片占空比（镜片面积占整个微镜单元面积的比例），镜片占空比可达到 80%以上；与现有技术中的静电驱动相比，该微镜单元采用压电驱动的驱动力比静电驱动的驱动力大 2~3 个数量级，因此，采用压电驱动臂驱动镜片从一个偏转角度切换到另一个偏转角度时切换速度快；同时，由于镜片与驱动装置之间仅需要将支撑柱与转动块固定连接即可，只需一次固定连接，微镜单元结构简单、便于制造。

因此，该微镜单元结构简单、便于制造、切换速度快且镜片占空比高。。

附图说明

图 1a-1b 为现有技术中一种微镜单元的结构示意图；

图 2 为本申请实施例提供的一种微镜单元的结构示意图；

图 3 为图 2 中微镜单元的镜片的结构示意图；

图 4 为图 2 中微镜单元的驱动装置的局部放大示意图；

图 5 为本申请实施例提供的另一种微镜单元的结构示意图；

图 6 为本申请实施例提供的另一种微镜单元的结构示意图；
图 7a-7e 为本申请实施例提供的一种的驱动装置的结构示意图；
图 8a 为本申请实施例提供的一种微镜阵列的结构示意图；
图 8b 为本申请实施例提供的另一种微镜阵列的结构示意图；
图 9 为本申请实施例提供的一种微镜单元的制备方法的工艺流程图；
图 10 为图 9 的制备方法中形成驱动装置的工艺流程图；
图 11 为图 9 的制备方法中形成镜片结构的工艺流程图；
图 12a-12d 为与图 10 中的工艺流程图对应的驱动结构的结构变化图；
图 13a-13b 为与图 11 中的工艺流程图对应的镜片结构的结构变化图；
图 14 为与图 9 中第二步骤对应的结构变化图；
图 15a-15b 为与图 9 中第三步骤对应的结构变化图。

具体实施方式

下面将结合附图对本申请实施例作进一步地详细描述。

本申请实施例提供了一种微镜单元及制备方法、微镜阵列和光交叉连接模块，该微镜阵列包括呈阵列分布的多个微镜单元，光交叉连接模块包括微镜阵列，该微镜单元结构简单、便于制造、切换速度快且镜片占空比高。

请参考图 2、图 3 以及图 4，其中，图 4 为图 2 中 D 部分的局部放大图，本申请一种实施例提供的微镜单元 200，包括镜片 210 和驱动装置 220，如图 3 结构所示，镜片 210 朝向驱动装置 220 的一侧设有支撑柱 211；驱动装置 220 包括支撑框 221、与支撑柱 211 固定连接的转动块 222、设置于转动块 222 的周边的多个压电驱动臂 223，如图 3 以及图 4 中结构所示的驱动装置 220 包括四个压电驱动臂，如图 5 以及图 6 中结构所示的驱动装置 220 包括三个压电驱动臂；每一个压电驱动臂 223 的一端固定于支撑框 221，另一端与转动块 222 之间通过弹性件 224 连接，且压电驱动臂 223 包括上电极、下电极、以及夹设在上电极和下电极之间的压电材料，如图 4 结构所示，压电驱动臂 2231 包括上电极 22311、下电极 22312 以及夹设在上电极 22311 和下电极 22312 之间的压电材料 22313，压电驱动臂 2233 包括上电极 22331、下电极 22332、以及夹设在上电极 22331 和下电极 22332 之间的压电材料 22333。

在具体工作过程中，上述微镜单元 200 向压电驱动臂 223 的上电极和下电极施加电压，压电材料在上电极和下电极的电压的驱动下动作，压电驱动臂 223 通过弹性件 224 带动转动块 222 动作，如图 4 结构所示，在压电驱动臂 2231 的上电极 22311 和下电极 22312 上施加正向电压，压电驱动臂 2231 在压电材料 22313 的带动下通过弹性件 224 驱动转动块 222 一侧向上运动，而同时在压电驱动臂 2232 的上电极和下电极上施加反向电压，压电驱动臂 2232 在自身的压电材料的带动下通过弹性件 224 驱动转动块 222 一侧向下运动，此时，通过在压电驱动臂 2231 和压电驱动臂 2232 上施加不同的电压，即可实现转动块 222 沿与压电驱动臂 2231 的延伸方向相交且垂直的轴线转动，同理，可实现转动块 222 沿与压电驱动臂 2233 的延伸方向相交且垂直的轴线转动，进而通过转动块 222 和支撑柱 211 的固定连接实现镜片 210 的转动，以调节镜片 210 的偏转角度；多个压电驱动臂 223 的不同电压能够实现转动块 222 的不同动作，由于镜片 210 的支撑柱 211 与转动块 222 固定连接，进而转动块 222 带动镜片 210 动作，从而完成压电驱动臂 223 对镜片 210 的驱动以调节镜片

210 的偏转角度。

上述微镜单元 200 的驱动装置 220 通过压电驱动臂 223 驱动镜片 210；微镜单元 200 的镜片 210 通过支撑柱 211 与驱动装置 220 的转动块 222 固定连接，驱动装置 220 不需要在另外的平面上单独设置电极，因此，镜片 210 和驱动装置 220 只需设置在两个平面上，同时，由于镜片 210 的支撑柱 211 与驱动装置 220 的转动块 222 处于不同平面，镜片 210 与驱动装置 220 能够分离、两者互不影响，能够提高镜片占空比（镜片 210 面积占整个微镜单元 200 面积的比例），镜片占空比可达到 80% 以上；由于驱动装置 220 采用压电驱动臂 223 对镜片 210 进行驱动，与现有技术中的静电驱动相比，该微镜单元 200 采用压电驱动的驱动力比静电驱动的驱动力大 2~3 个数量级，因此，采用压电驱动臂 223 驱动镜片 210 从一个偏转角度切换到另一个偏转角度时切换速度快；同时，由于镜片 210 与驱动装置 220 之间仅需要将支撑柱 211 与转动块 222 固定连接即可，因此，只需一次固定连接，微镜单元结构简单、便于制造。

因此，该微镜单元 200 结构简单、便于制造、切换速度快且镜片占空比高。

一种具体的实施方式中，上述微镜单元 200 中，

支撑框 221 可以为硅材料制备的支撑框 221；和/或，

支撑柱 211 可以为硅材料制备的支撑柱 211；和/或，

弹性件 224 可以为硅材料制备的弹性件 224；和/或，

转动块 222 可以为硅材料制备的转动块 222。

由于硅材料具有化学性质稳定、热传导效果好、可靠性好以及使用寿命长的特点，因此，采用由硅材料制备的支撑框 221、支撑柱 211、弹性件 224 以及转动块 222，微镜单元 200 具有散热效果好、使用寿命长和可靠性好的特点。

具体地，弹性件 224 可以为至少一个弹簧，当弹性件 224 由硅材料制成时，弹性件 224 为至少一个硅弹簧，如图 4 结构所示，弹性件 224 为两个弹簧，每一个压电驱动臂 223 的一端通过两个弹簧 224 连接转动块 222。

更进一步地，如图 2、图 5 以及图 6 结构所示，驱动装置 220 中具有多个压电驱动臂 223 绕转动块 222 的周向均匀分布。

由于驱动装置 220 的多个压电驱动臂 223 绕转动块 222 的周向均匀分布，且压电驱动臂 223 的一端通过弹性件 224 与转动块 222 连接，因此，驱动装置 220 的多个压电驱动臂 223 形成以转动块 222 为圆心的径向辐射状，通过均匀分布的多个压电驱动臂 223 能够提高驱动装置 220 的动作准确性及稳定性。

在上述各种微镜单元 200 的基础上，根据驱动装置 220 的压电驱动臂 223 的数量可以具有以下两种实施方式：

方式一，如图 2 以及图 4 结构所示，驱动装置 220 包括延伸方向经过转动块 222 中心的第一压电驱动臂 2231、第二压电驱动臂 2232、第三压电驱动臂 2233 和第四压电驱动臂 2234，其中，第一压电驱动臂 2231 的延伸方向与第二压电驱动臂 2232 的延伸方向平行，第三压电驱动臂 2233 的延伸方向与第四压电驱动臂 2234 的延伸方向平行，且第三压电驱动臂 2233 的延伸方向与第一压电驱动臂 2231 的延伸方向垂直。

上述驱动装置 220 包括绕转动块 222 的周向均匀分布的四个压电驱动臂 223，四个压电驱动臂 223 的一端均通过弹性件 224 与转动块 222 连接，通过控制向第一压电驱动臂 2231、第二压电驱动臂 2232 的上电极及下电极施加的电压时，能够控制转动块 222 以与

第一压电驱动臂 2231 的延伸方向垂直的轴线为中心线朝向第一压电驱动臂 2231 或第二压电驱动臂 2232 转动, 同理, 通过控制向第三压电驱动臂 2233、第四压电驱动臂 2234 的上电极及下电极施加的电压时, 能够控制转动块 222 以与第三压电驱动臂 2233 的延伸方向垂直的轴线为中心线朝向第三压电驱动臂 2233 或第四压电驱动臂 2234 转动, 同时控制向四个压电驱动臂 223 的上电极和下电极施加的电压时, 还能控制转动块 222 朝其它方向的转动, 进而带动镜片 210 进行旋转以调节镜片 210 的偏转角度。

压电驱动臂 223 的形状也不局限于上述驱动装置 220 中提到的形状, 如图 2 中的压电驱动臂 223 为矩形, 而为了提高驱动装置 220 整体结构的固有频率, 可将上述方式一中压电驱动臂 223 的形状从矩形变为锥形, 图 7a 中的压电驱动臂 223 可看做锥角为 0° 的锥形压电驱动臂, 图 7b 中压电驱动臂 220 的锥角为 10° , 图 7c 中压电驱动臂 220 的锥角为 20° , 图 7d 中压电驱动臂 220 的锥角为 30° , 图 7e 中压电驱动臂 220 的锥角为 40° 。

方式二, 如图 5 以及图 6 结构所示, 驱动装置 220 包括延伸方向经过转动块 222 中心的第五压电驱动臂 2235、第六压电驱动臂 2236 和第七压电驱动臂 2237, 其中, 第五压电驱动臂 2235 的延伸方向与第六压电驱动臂 2236 的延伸方向之间所呈角度为 120° , 第五压电驱动臂 2235 的延伸方向与第七压电驱动臂 2237 的延伸方向之间所呈角度为 120° , 第六压电驱动臂 2236 的延伸方向与第七压电驱动臂 2237 的延伸方向之间所呈角度为 120° 。

上述驱动装置 220 包括绕转动块 222 的周向均匀分布的三个压电驱动臂 223, 并且每相邻的两个压电驱动臂 223 的延伸方向之间所呈角度均为 120° , 三个压电驱动臂 223 的一端均通过弹性件 224 与转动块 222 连接, 通过控制向三个压电驱动臂 223 的上电极及下电极施加的电压时, 能够控制转动块 222 分别以三条轴线为中心线进行转动, 三条轴线为分别垂直于三个压电驱动臂 223 的延伸方向的轴线, 进而带动镜片 210 进行旋转以调节镜片 210 的偏转角度。

如图 2、图 5 以及图 6 结构所示, 上述微镜单元 200 中的镜片 210 可以为圆形镜片 210 或方形镜片 210, 镜片 210 的形状并不限于圆形和方形, 还可以根据实际需要选择其它形状的镜片 210。

同时, 如图 8a 以及图 8b 结构所示, 本申请还提供了一种微镜阵列 2, 该微镜阵列 2 包括多个上述实施例提供的任意一种微镜单元 200, 多个微镜单元 200 呈阵列分布, 如图 8a 以及图 8b 中分别具有阵列分布的 25 个微镜单元 200, 微镜阵列 2 还可以根据实际使用情况包括任意数量的阵列分布的微镜单元 200。

微镜阵列 2 采用上述微镜单元 200 进行阵列分布时, 由于上述微镜单元 200 的镜片占空比高, 因此, 在单位面积上能够集成更多的微镜单元 200, 进而提高微镜阵列 2 的集成度, 在微镜单元 200 数量不变的情况下能够减小微镜阵列 2 所占的体积。

本申请还提供了一种光交叉连接模块, 该光交叉连接模块包括上述实施例提供的微镜阵列 2。

当光交叉连接模块采用上述微镜阵列 2 时, 在微镜单元 200 的镜片占空比高的情况下, 不仅在单位面积上能够集成更多的微镜单元 200, 同时还有利于通过微镜阵列 2 组装多端口的光交叉连接模块。

另外, 如图 9 所示, 本申请还提供了一种上述实施例提供的任意一种微镜单元 200 的制备方法, 具体包括:

步骤 S21, 形成镜片结构和驱动结构, 其中, 镜片结构包括镜片 210 和位于镜片 210 一侧的支撑柱 211; 驱动结构包括衬底和形成于衬底朝向镜片 210 一侧的多个压电驱动臂 223; 衬底包括底板 301、第一二氧化硅层 302 和单晶硅层 303, 单晶硅层 303 用于形成转动块 222 和弹性件 224; 多个压电驱动臂 223 设置于转动块 222 的周边, 每一个压电驱动臂 223 的一端与转动块 222 之间通过弹性件 224 连接, 且压电驱动臂 223 包括上电极、下电极、以及夹设在上电极和下电极之间的压电材料, 具体形成过程中所对应的结构示意图可参考图 12a-12d、图 13a 以及图 13b 中结构所示;

步骤 S22, 将支撑柱 211 与转动块 222 键合固定;

步骤 S23, 对驱动结构的底板进行刻蚀形成支撑框 221, 且将第一二氧化硅层 302 与弹性件 224、转动块 222 以及每一个压电驱动臂 223 的至少一部分相对的部位去除以形成驱动装置 220, 如图 15a 以及图 15b 结构所示, 通过对底板进行刻蚀形成支撑框 221, 并将底板与弹性件 224、转动块 222 以及每一个压电驱动臂 223 相对的部位去除以形成驱动装置 220。

一种具体的实施方式中, 如图 10 所示, 形成驱动装置 220 的步骤 S21 中:

在将支撑柱 211 与转动块 222 键合固定之前, 包括:

步骤 S211, 在衬底的单晶硅层 303 背离底板 301 的一侧依次沉积第二二氧化硅层 304、下电极 305、压电材料层 306 和上电极 307, 如图 12a 结构所示依次形成在单晶硅层 303 上的第二二氧化硅层 304、下电极 305、压电材料层 306 和上电极 307;

步骤 S212, 刻蚀上电极 305、压电材料层 306、下电极 307 和第二二氧化硅层 304, 以形成多个压电驱动臂 223, 如图 12b 以及图 12c 结构所示;

步骤 S213, 刻蚀单晶硅层 303, 以形成弹性件 224 和转动块 222, 如图 12d 结构所示, 通过刻蚀单晶硅层 303, 使压电驱动臂 223 的一端通过弹性件 224 连接转动块 222。

在将支撑柱 211 与转动块 222 键合固定之后, 包括:

步骤 S214, 将第一二氧化硅层 302 与弹性件 224、转动块 222 以及每一个压电驱动臂 223 的至少一部分相对的部位去除, 以形成驱动装置 220, 如图 15a 以及图 15b 结构所示。

具体地, 如图 11 所示, 形成镜片结构的步骤, 包括:

步骤 S218, 刻蚀衬底的单晶硅层 403, 以形成支撑柱 211, 如图 13b 结构所示, 衬底结构如图 13a 结构所示, 衬底包括底板 401、第一二氧化硅层 402 和单晶硅层 403;

更进一步地, 步骤 S22, 将支撑柱 211 与转动块 222 键合固定中, 键合为低温键合, 如图 14 结构所示的键合固定的支撑柱 211 与转动块 222。

由于支撑柱 211 与转动块 222 之间通过低温键合, 因此, 能够提高支撑柱 211 与转动块 222 之间的键合质量和键合强度。

以下, 对本申请中的部分用语进行解释说明, 以便与本领域技术人员理解。

多个, 是指两个或两个以上。

另外, 需要理解的是, 在本申请的描述中, “第一”、“第二”等词汇, 仅用于区分描述的目的, 而不能理解为指示或暗示相对重要性, 也不能理解为指示或暗示顺序。

本领域内的技术人员应明白, 本申请的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此, 本申请可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且, 本申请可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质 (包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等) 上实施的计

计算机程序产品的形式。

本申请是参照根据本申请实施例的方法、设备（系统）、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

显然，本领域的技术人员可以对本申请实施例进行各种改动和变型而不脱离本申请实施例的精神和范围。这样，倘若本申请实施例的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内，则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

权 利 要 求

1、一种微镜单元，包括镜片和驱动装置，其特征在于，所述镜片朝向所述驱动装置的一侧设有支撑柱；所述驱动装置包括支撑框、与所述支撑柱固定连接的转动块、设置于所述转动块的周边的多个压电驱动臂；每一个所述压电驱动臂的一端固定于所述支撑框，另一端与所述转动块之间通过弹性件连接，且所述压电驱动臂包括上电极、下电极、以及夹设在所述上电极和下电极之间的压电材料。

2、根据权利要求 1 所述的微镜单元，其特征在于，所述支撑框为硅材料制备的支撑框；和/或，

所述支撑柱为硅材料制备的支撑柱；和/或，

所述弹性件为硅材料制备的弹性件；和/或，

所述转动块为硅材料制备的转动块。

3、根据权利要求 1 所述的微镜单元，其特征在于，所述弹性件为至少一个弹簧。

4、根据权利要求 1 所述的微镜单元，其特征在于，所述驱动装置中具有多个压电驱动臂绕所述转动块的周向均匀分布。

5、根据权利要求 4 所述的微镜单元，其特征在于，所述驱动装置包括延伸方向经过所述转动块中心的第一压电驱动臂、第二压电驱动臂、第三压电驱动臂和第四压电驱动臂，其中，所述第一压电驱动臂的延伸方向与所述第二压电驱动臂的延伸方向平行，所述第三压电驱动臂的延伸方向与所述第四压电驱动臂的延伸方向平行，且所述第三压电驱动臂的延伸方向与所述第一压电驱动臂的延伸方向垂直。

6、根据权利要求 4 所述的微镜单元，其特征在于，所述驱动装置包括延伸方向经过所述转动块中心的第五压电驱动臂、第六压电驱动臂和第七压电驱动臂，其中，所述第五压电驱动臂的延伸方向与所述第六压电驱动臂的延伸方向之间所呈角度为 120° ，所述第五压电驱动臂的延伸方向与所述第七压电驱动臂的延伸方向之间所呈角度为 120° ，所述第六压电驱动臂的延伸方向与所述第七压电驱动臂的延伸方向之间所呈角度为 120° 。

7、根据权利要求 1-6 任一项所述的微镜单元，其特征在于，所述镜片为圆形镜片，或者，所述镜片为方形镜片。

8、一种微镜阵列，其特征在于，包括多个如权利要求 1-7 任一项所述的微镜单元，多个所述微镜单元呈阵列分布。

9、一种光交叉连接模块，其特征在于，包括如权利要求 8 所述的微镜阵列。

10、一种如权利要求 1-7 任一项所述的微镜单元的制备方法，其特征在于，包括：

形成镜片结构和驱动结构，其中，所述镜片结构包括镜片和位于所述镜片一侧的支撑柱；所述驱动结构包括衬底和形成于衬底朝向镜片一侧的多个压电驱动臂；所述衬底包括底板、第一二氧化硅层和单晶硅层，所述单晶硅层用于形成转动块和弹性件；多个所述压电驱动臂设置于所述转动块的周边，每一个所述压电驱动臂的一端与所述转动块之间通过弹性件连接，且所述压电驱动臂包括上电极、下电极、以及夹设在所述上电极和下电极之间的压电材料；

将所述支撑柱与转动块键合固定；

对所述驱动结构的底板进行刻蚀形成支撑框，且将所述第一二氧化硅层与所述弹性件、转动块以及每一个所述压电驱动臂的至少一部分相对的部位去除以形成所述驱动装

置。

11、根据权利要求 10 所述的制备方法，其特征在于，形成所述驱动装置的步骤中：在所述将所述支撑柱与转动块键合固定之前，包括：

在衬底的单晶硅层背离所述底板的一侧依次沉积第二二氧化硅层、下电极、压电材料层和上电极；

刻蚀上电极、压电材料层、下电极和第二二氧化硅层，以形成多个压电驱动臂；

刻蚀单晶硅层，以形成弹性件和转动块；

在所述将所述支撑柱与转动块键合固定之后，包括：

将所述第一二氧化硅层与所述弹性件、转动块以及每一个所述压电驱动臂的至少一部分相对的部位去除。

12、根据权利要求 10 所述的制备方法，其特征在于，形成所述镜片结构的步骤，包括：

刻蚀衬底的单晶硅层，以形成支撑柱。

13、根据权利要求 10-12 任一项所述的制备方法，其特征在于，所述将所述支撑柱与转动块键合固定中，所述键合为低温键合。

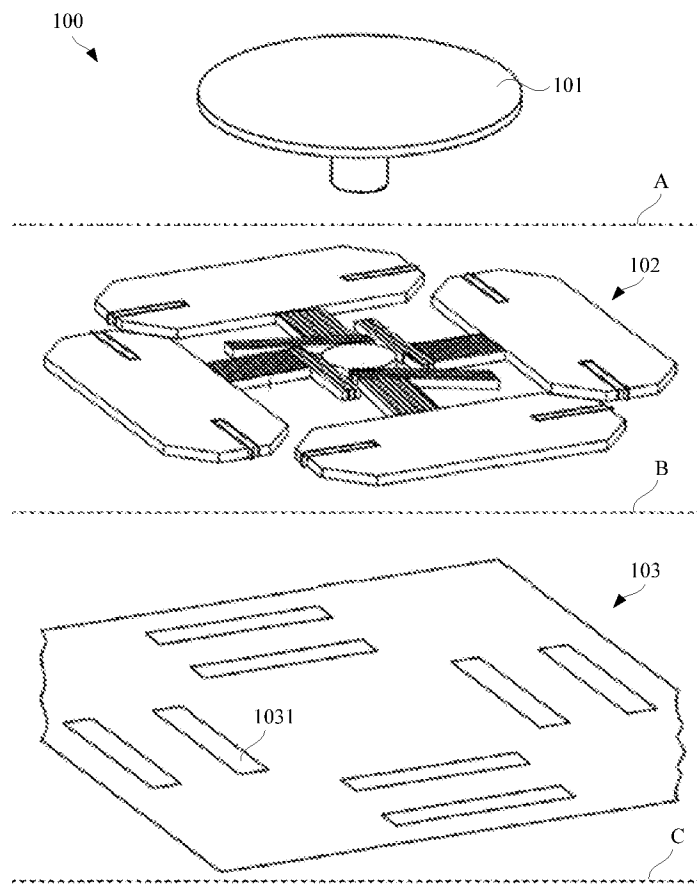


图 1a

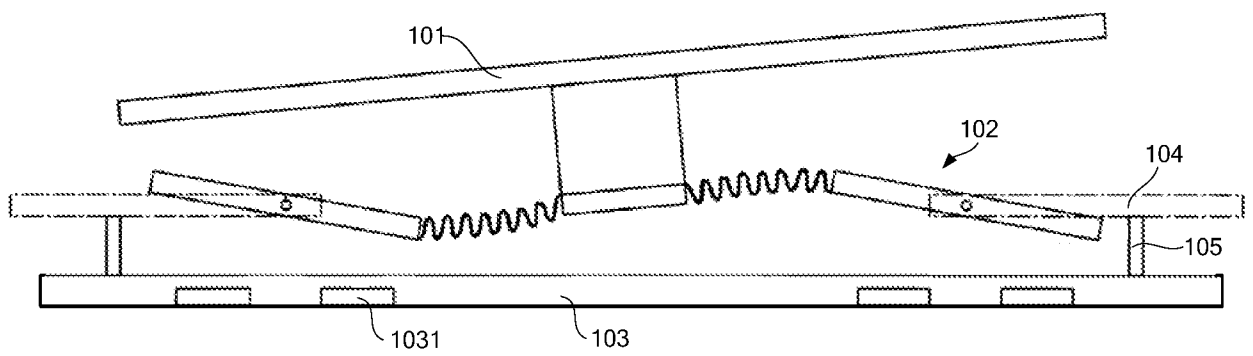


图 1b

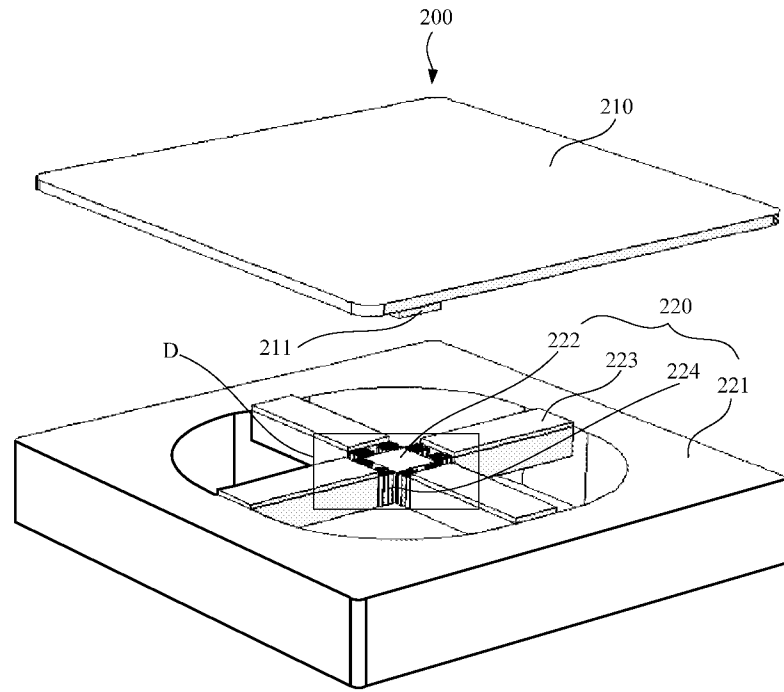


图 2

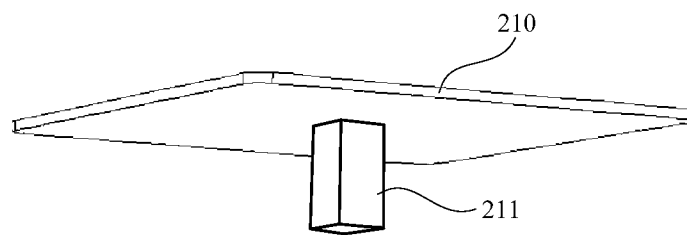


图 3

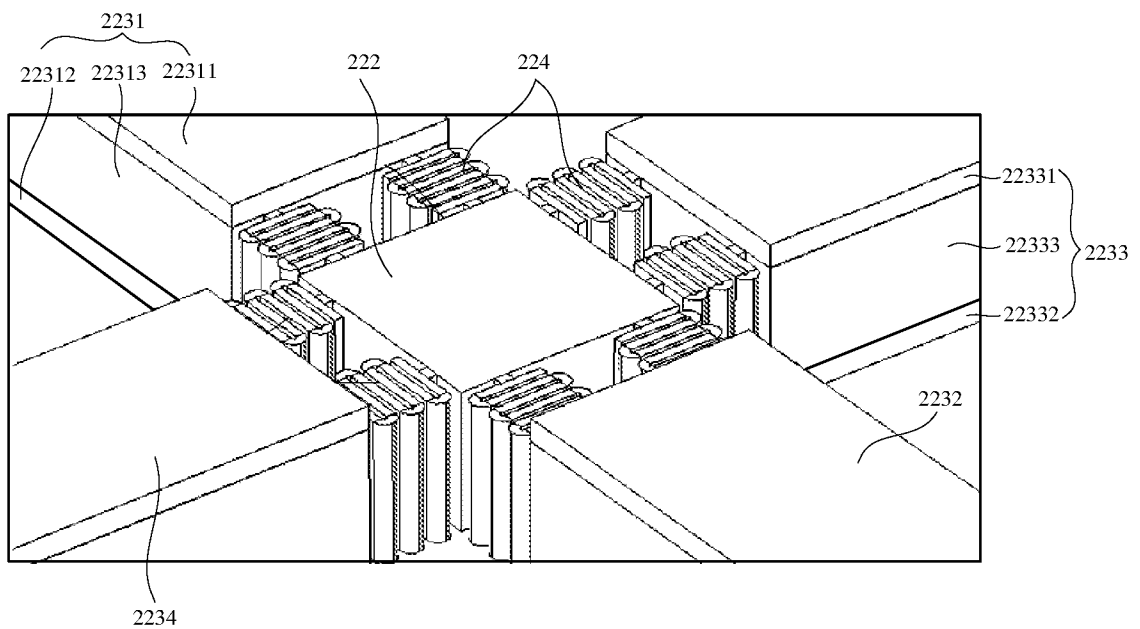


图 4

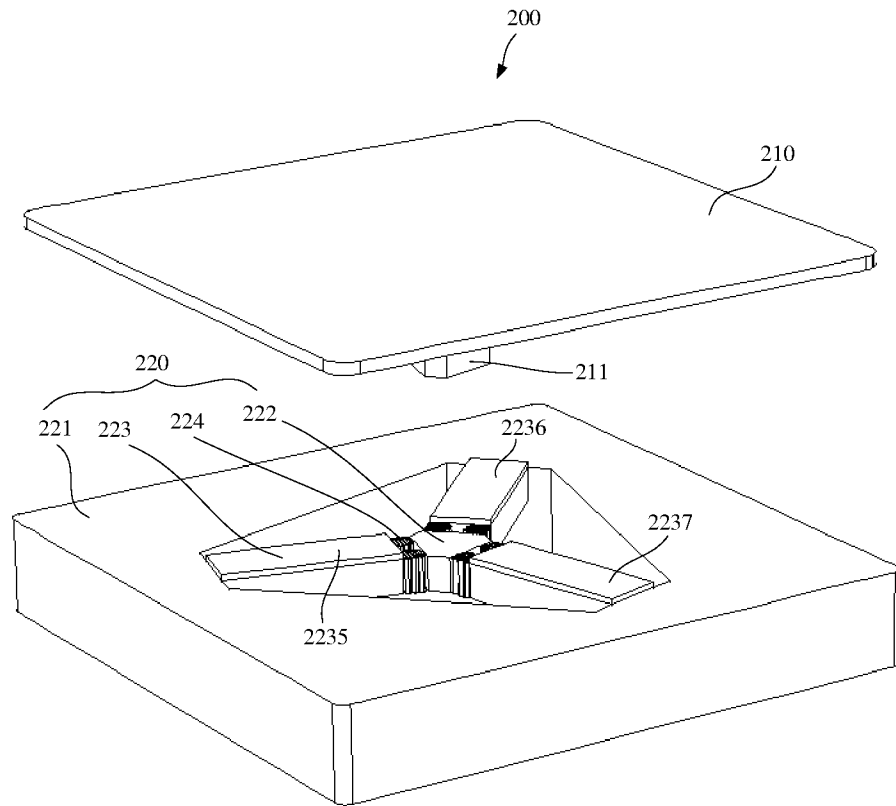


图 5

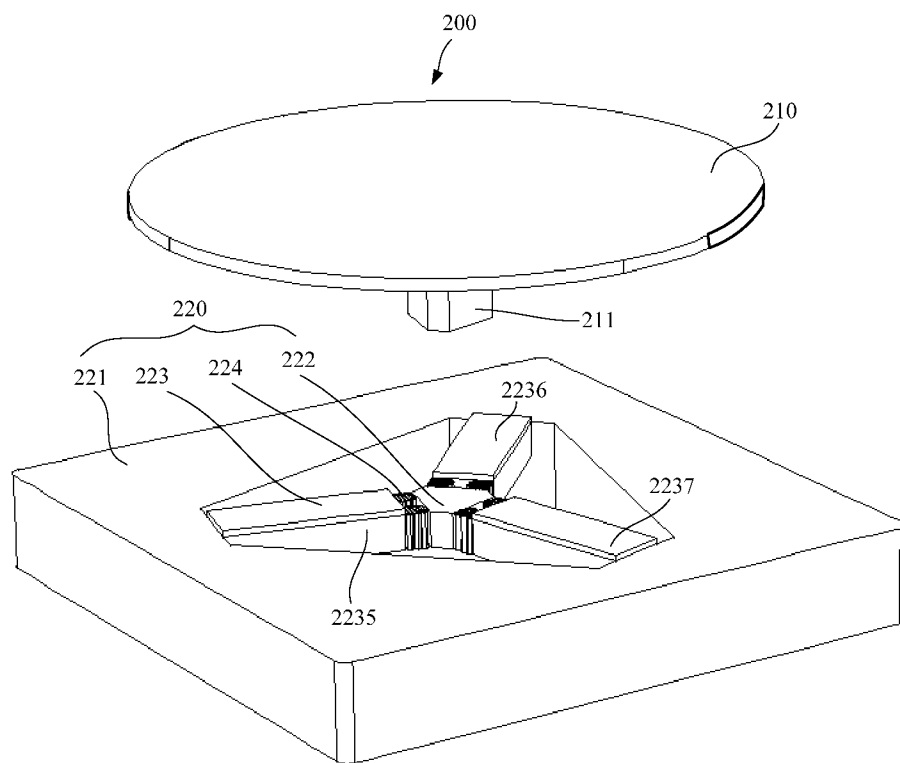


图 6

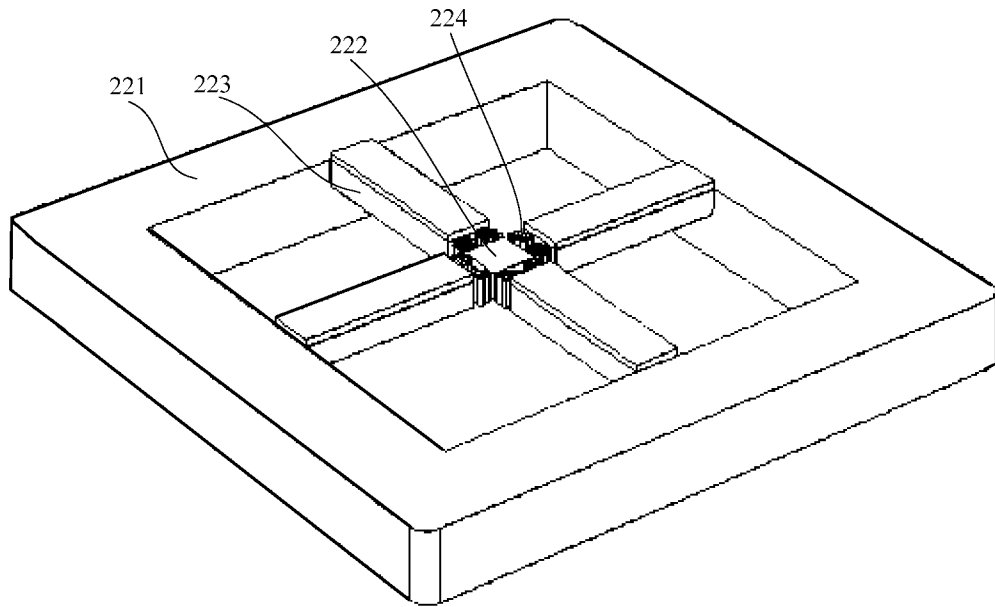


图 7a

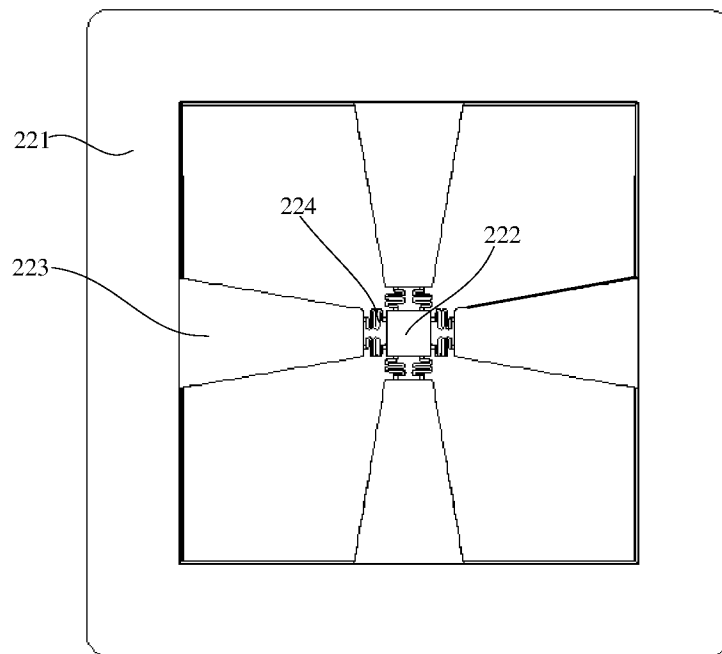


图 7b

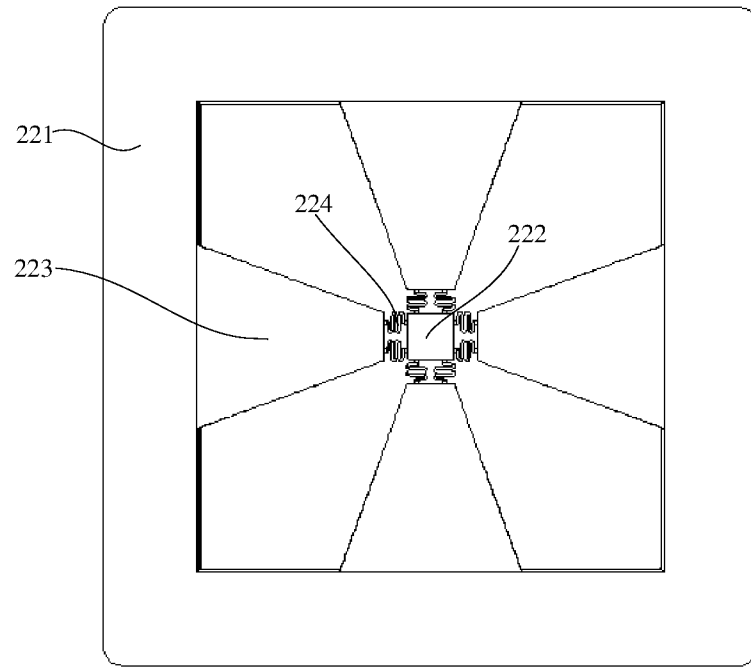


图 7c

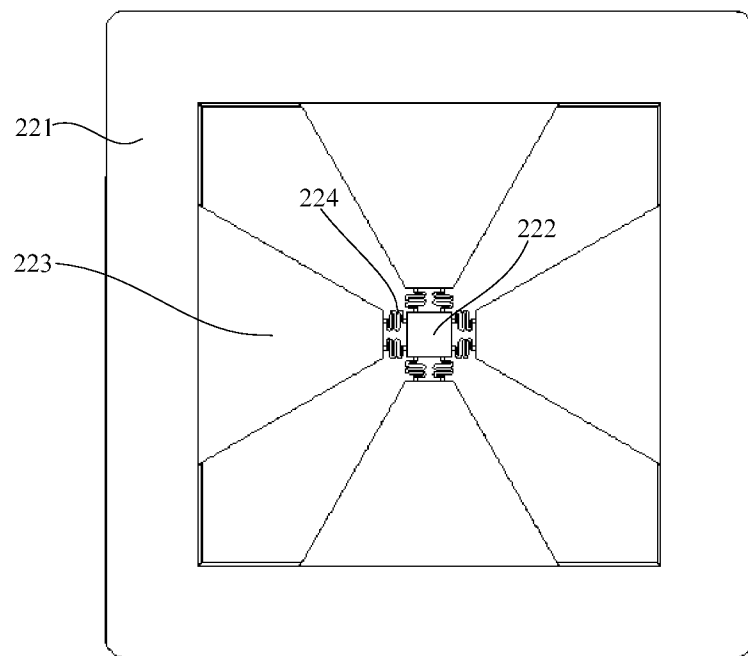


图 7d

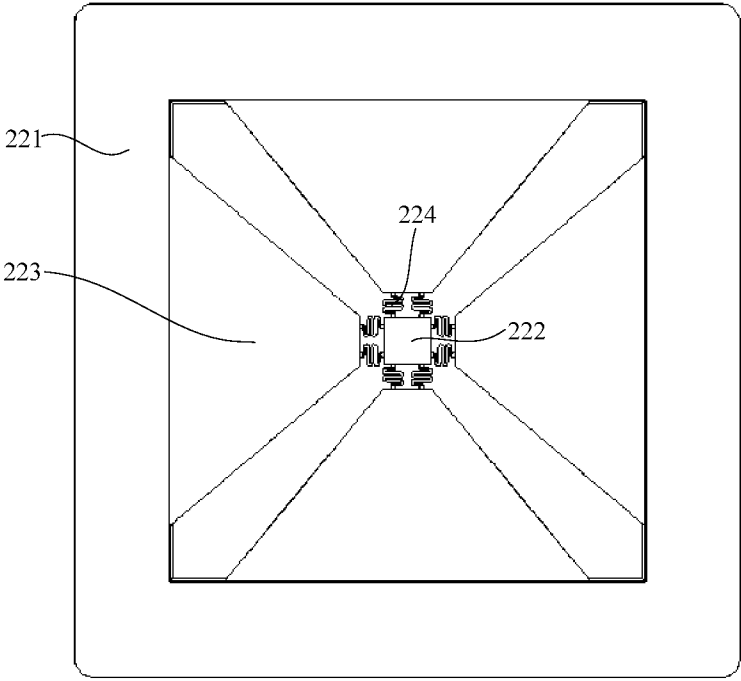


图 7c

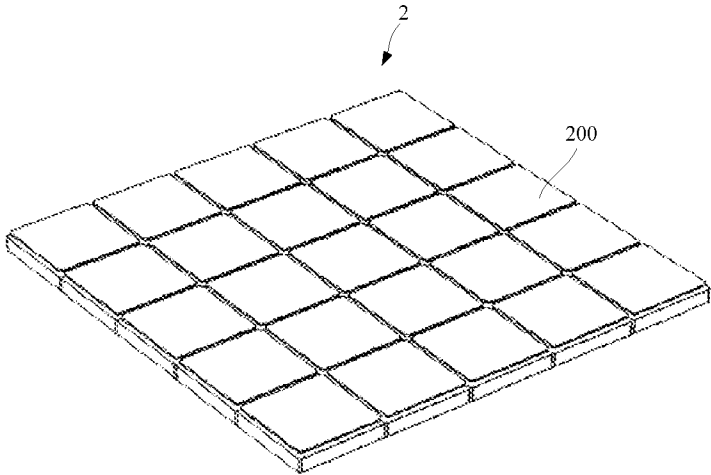


图 8a

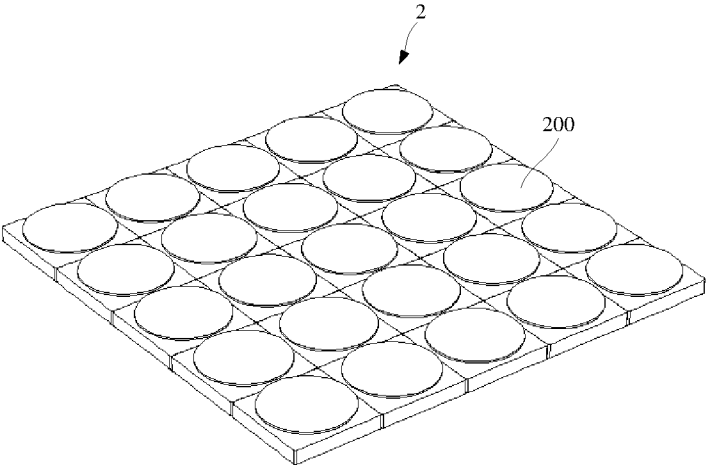


图 8b

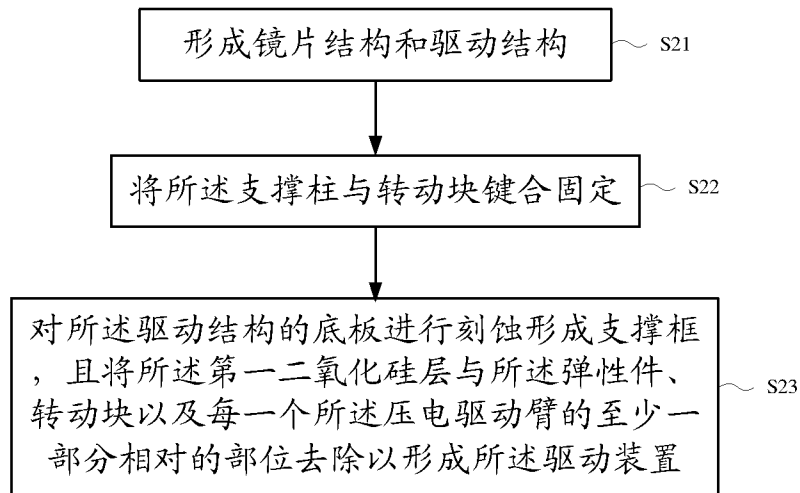


图 9

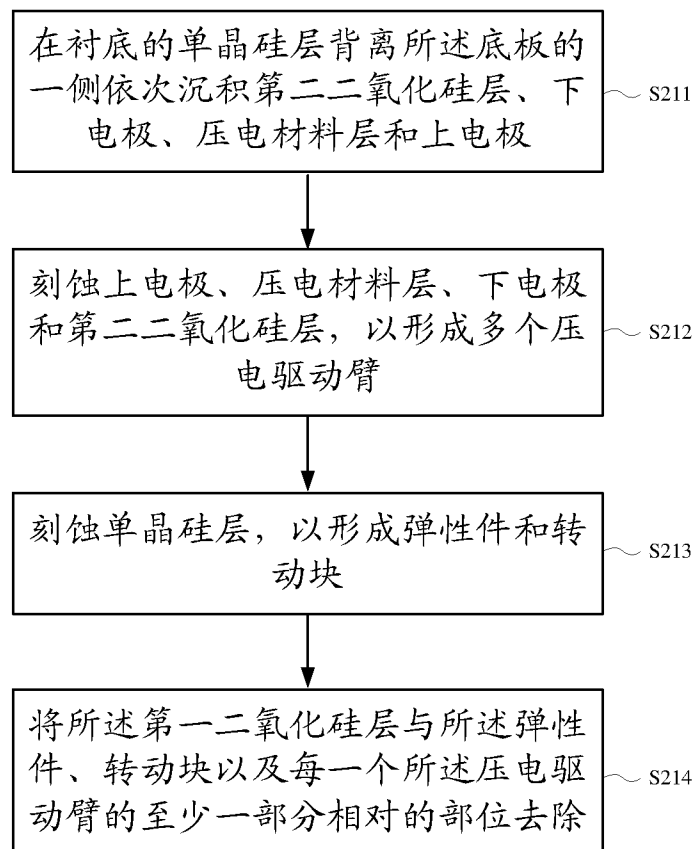


图 10

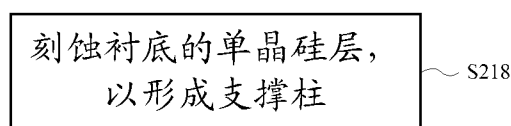


图 11

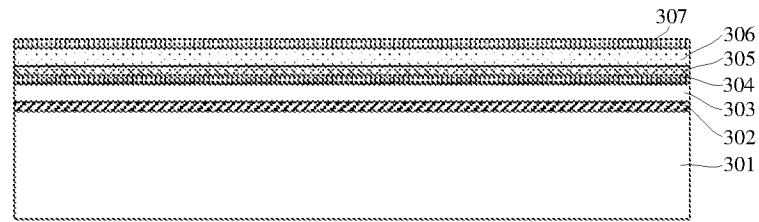


图 12a

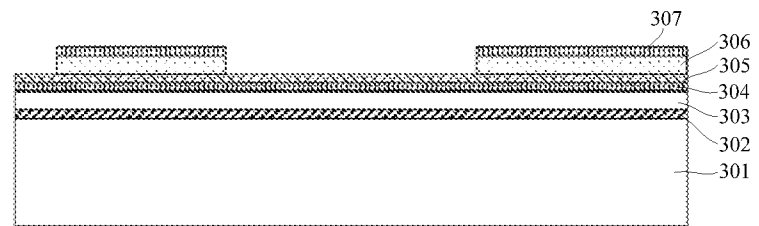


图 12b

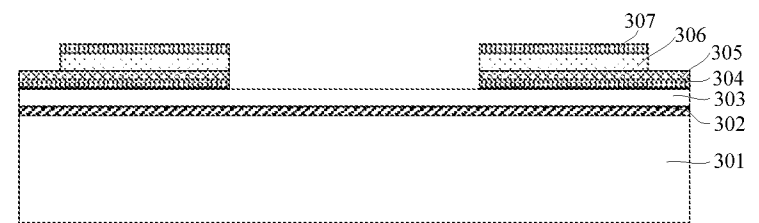


图 12c

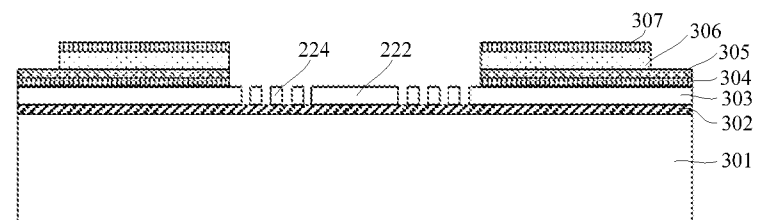


图 12d

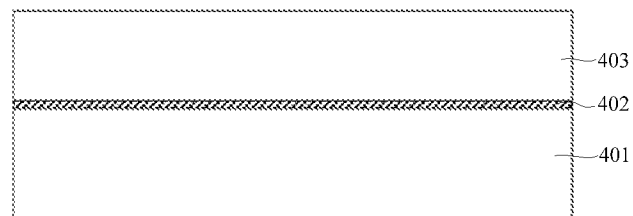


图 13a

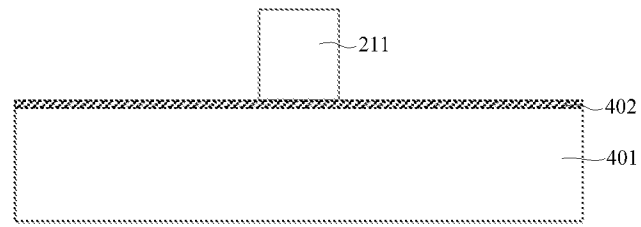


图 13b

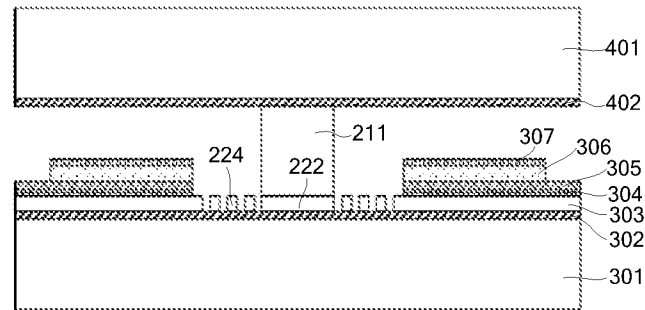


图 14

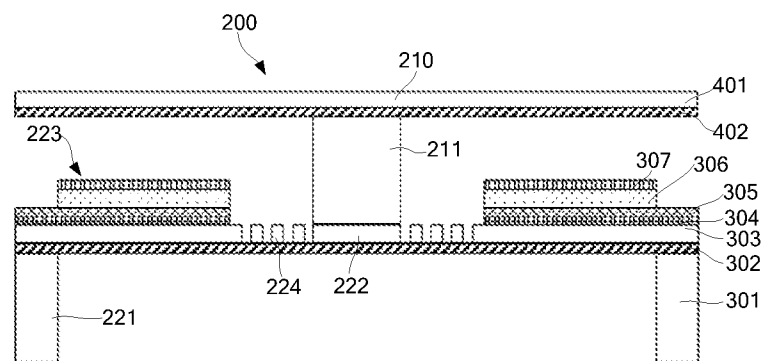


图 15a

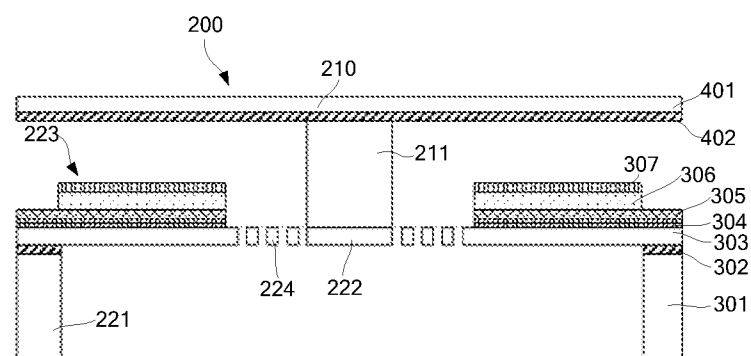


图 15b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2017/075614

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B81B 7/02 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B81B 7/+

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNKI, VEN, WPI: micro-mirror, piezoelectricity, elasticity, lens, driv+, rotat+, electrode, spring, arm, angle, silicon, array

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2016062076 A1 (LG INNOTEK CO., LTD.), 03 March 2016 (03.03.2016), description, paragraphs [0035]-[0191], and figures 1-20	1-13
A	CN 102674232 A (NYMPH TIANJIN TECHNOLOGY CO., LTD.), 19 September 2012 (19.09.2012), the whole document	1-13
A	KR 20110077522 A (UNIV NAT CHONNAM IND FOUND), 07 July 2011 (07.07.2011), the whole document	1-13
A	KR 20150002220 A (LG INNOTEK CO., LTD.), 07 January 2015 (07.01.2015), the whole document	1-13
A	CN 202720387 U (NYMPH TIANJIN TECHNOLOGY CO., LTD.), 06 February 2013 (06.02.2013), the whole document	1-13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 14 April 2017 (14.04.2017)	Date of mailing of the international search report 04 May 2017 (04.05.2017)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer XU, Yanyan Telephone No.: (86-10) 010-62089883

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2017/075614

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US 2016062076 A1	03 March 2016	WO 2014171799 A1	23 October 2014
		KR 20140125666 A	29 October 2014
CN 102674232 A	19 September 2012	CN 102674232 B	05 November 2014
KR 20110077522 A	07 July 2011	KR 101137979 B1	20 April 2012
KR 20150002220 A	07 January 2015	None	
CN 202720387 U	06 February 2013	None	

A. 主题的分类 B81B 7/02 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类																				
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) B81B 7/+ 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNABS, CNKI, VEN, WPI: 显微镜, 镜片, 转动, 驱动, 电极, 压电, 阵列, 弹性, 臂, 角度, 硅 lens, driv+, rotat+, electrode, spring, arm, angle, silicon, array																				
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>US 2016062076 A1 (LG INNOTEK CO LTD) 2016年 3月 3日 (2016 - 03 - 03) 说明书第[0035]-[0191]段、附图1-20</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102674232 A (凝辉天津科技有限责任公司) 2012年 9月 19日 (2012 - 09 - 19) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 20110077522 A (UNIV NAT CHONNAM IND FOUND) 2011年 7月 7日 (2011 - 07 - 07) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 20150002220 A (LG INNOTEK CO LTD) 2015年 1月 7日 (2015 - 01 - 07) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 202720387 U (凝辉天津科技有限责任公司) 2013年 2月 6日 (2013 - 02 - 06) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	US 2016062076 A1 (LG INNOTEK CO LTD) 2016年 3月 3日 (2016 - 03 - 03) 说明书第[0035]-[0191]段、附图1-20	1-13	A	CN 102674232 A (凝辉天津科技有限责任公司) 2012年 9月 19日 (2012 - 09 - 19) 全文	1-13	A	KR 20110077522 A (UNIV NAT CHONNAM IND FOUND) 2011年 7月 7日 (2011 - 07 - 07) 全文	1-13	A	KR 20150002220 A (LG INNOTEK CO LTD) 2015年 1月 7日 (2015 - 01 - 07) 全文	1-13	A	CN 202720387 U (凝辉天津科技有限责任公司) 2013年 2月 6日 (2013 - 02 - 06) 全文	1-13
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
X	US 2016062076 A1 (LG INNOTEK CO LTD) 2016年 3月 3日 (2016 - 03 - 03) 说明书第[0035]-[0191]段、附图1-20	1-13																		
A	CN 102674232 A (凝辉天津科技有限责任公司) 2012年 9月 19日 (2012 - 09 - 19) 全文	1-13																		
A	KR 20110077522 A (UNIV NAT CHONNAM IND FOUND) 2011年 7月 7日 (2011 - 07 - 07) 全文	1-13																		
A	KR 20150002220 A (LG INNOTEK CO LTD) 2015年 1月 7日 (2015 - 01 - 07) 全文	1-13																		
A	CN 202720387 U (凝辉天津科技有限责任公司) 2013年 2月 6日 (2013 - 02 - 06) 全文	1-13																		
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																				
<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> * 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 </td> <td style="vertical-align: top;"> “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件 </td> </tr> </table>			* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																			
国际检索实际完成的日期 2017年 4月 14日		国际检索报告邮寄日期 2017年 5月 4日																		
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10) 62019451		授权官员 许炎炎 电话号码 (86-10) 010-62089883																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/075614

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
US	2016062076	A1	2016年 3月 3日	WO	2014171799	A1	2014年 10月 23日
				KR	20140125666	A	2014年 10月 29日
CN	102674232	A	2012年 9月 19日	CN	102674232	B	2014年 11月 5日
KR	20110077522	A	2011年 7月 7日	KR	101137979	B1	2012年 4月 20日
KR	20150002220	A	2015年 1月 7日	无			
CN	202720387	U	2013年 2月 6日	无			