



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102401992 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 24

(21) 申请号 201110347953. 1

(22) 申请日 2006. 02. 23

(30) 优先权数据

60/655, 827 2005. 02. 23 US

60/676, 053 2005. 04. 29 US

11/218, 690 2005. 09. 02 US

(62) 分案原申请数据

200680005842. X 2006. 02. 23

(73) 专利权人 皮克斯特隆尼斯有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 N·W·哈古德 R·巴顿

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司
责任公司 11287

代理人 章蕾

(51) Int. Cl.

G02B 26/02 (2006. 01)

G09G 3/34 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1206218 A, 1999. 01. 27, 说明书第 1 页第 1 段 - 第 2 页第 1 段, 附图 1-5.

EP 02459777 A, 1987. 11. 19, 全文.

US 2003/0085867 A1, 2003. 05. 08, 全文.

CN 1498408 A, 2004. 05. 19, 全文.

US 2003/0043157 A1, 2003. 03. 06, 说明书第 67-75, 附图 5A-7B.

审查员 杨钊

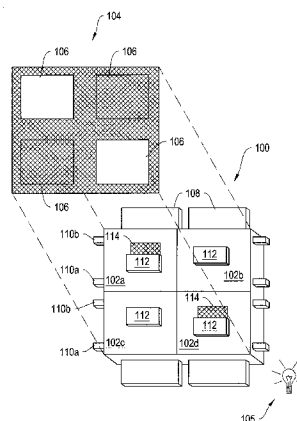
权利要求书1页 说明书31页 附图30页

(54) 发明名称

形成图像的方法

(57) 摘要

公开了一种形成图像的方法, 包括: 把光引入到一个反射性光学腔中, 该反射性光学腔包括多个光透射性区域, 通过该多个光透射性区域光可以逸出该反射性光学腔; 允许所引入的光经过至少一个所述光透射性区域逸出该反射性光学腔; 提供多个光调制器, 每个光调制器都具有至少第一状态和第二状态, 其中在所述第一状态下, 光调制器遮挡对应的光透射性区域, 从而阻止引入到该反射性光学腔中的光照亮对应于所述光透射性区域的图像像素, 并且在所述第二状态下, 光调制器允许通过对应的光透射性区域逸出该反射性光学腔的光照亮对应于所述光透射性区域的图像像素; 以及通过选择性地控制所述多个光调制器的状态来形成图像。



1. 一种形成图像的方法,包括:

把光引入到一个反射性光学腔中,该反射性光学腔包括多个光透射性区域,通过该多个光透射性区域光可以逸出该反射性光学腔;

允许所引入的光经过至少一个所述光透射性区域逸出该反射性光学腔;

提供多个光调制器,每个光调制器都具有至少第一状态和第二状态,其中在所述第一状态下,光调制器遮挡对应的光透射性区域,从而阻止引入到该反射性光学腔中的光照亮对应于所述光透射性区域的图像像素,并且在所述第二状态下,光调制器允许通过对应的光透射性区域逸出该反射性光学腔的光照亮对应于所述光透射性区域的图像像素;以及

通过选择性地控制所述多个光调制器的状态来形成图像,其中所述光调制器包括一个基于 MEMS 的快门组件。

2. 如权利要求 1 所述的方法,包括在整个反射性腔中基本上均匀地分布所引入的光。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其中把光引入包括交替地由多个不同着色的光源照明。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其中选择性地控制光调制器的状态包括改变施加至光调制器的电压。

5. 如权利要求 1 所述的方法,其中该基于 MEMS 的快门组件包括能移动的快门。

6. 如权利要求 1 所述的方法,包括选择性地反射照射在该光透射性区域的对应区域上的环境光,经过该光透射性区域允许引入的光逸出。

7. 如权利要求 1 所述的方法,其中至少一个光透射性区域包括一个孔径光阑。

8. 如权利要求 1 所述的方法,其中至少一个光透射性区域包括一个滤光器。

9. 如权利要求 1 所述的方法,其中至少一个光透射性区域包括一个液晶部件。

10. 如权利要求 1 所述的方法,其中该反射性光学腔包括一个第一反射性表面和一个第二反射性表面,该第一反射性表面包括所述多个光透射性区域,该第二反射性表面至少部分地面对该第一反射性表面。

11. 如权利要求 1 所述的方法,包括把引入的光引入到基本包含于该反射性腔内的一个光导中。

形成图像的方法

[0001] 本申请为分案申请,其原申请的申请日为2006年2月23日,申请号为200680005842.X(国际申请号PCT/US2006/006761),名称为“空间光调制方法和装置”。

技术领域

[0002] 总体上本发明涉及空间光调制领域,具体地,本发明涉及具有改善了的背光的显示器。

背景技术

[0003] 用机械的光调制器构成显示器是基于液晶技术的显示器的一种有诱惑力的可供选择的替代方案。机械的光调制器快速得足以用良好的视角和大范围的色彩及灰度显示视频内容。机械的光调制器在投影显示应用中已经取得成功。然而使用机械的光调制器的背光显示器却还没有表现亮度与低功率的有足够诱惑力的组合。当以透射的模式工作时,许多机械的光调制器,具有10%至20%范围内的孔径光阑比,只能够向该观看者发送10%至20%的可以从该背光得到的光,以产生图像。该机械的孔径光阑与彩色滤光器组合将光学效率降低到约5%,即不优于用当前的彩色液晶显示器可得到的效率。需要一种提高照明效率的低功率显示器。

发明内容

[0004] 在此描述的装置和方法提供一种具有改善了的照明效率的机械光调制器,使得机械作动器(actuator)对于在便携的和大面积的显示器的使用有诱惑力。在一些情况下,耦接到背光的机械调制器的透射比或者光学效率可以提高到40%至60%的程度,或者说效率是液晶显示器中的典型效率的10倍以上。另外,本文所描述的装置和方法可以结合到小尺寸、高分辨率的显示器中,而不论光调制机制如何,以提高该显示器的亮度和降低显示应用中的功率要求。

[0005] 在此描述的光调制器使便携视频显示器能够既亮又低功率。可以足够快速地切换该光调制器,以使用时间序列彩色技术提供彩色图像而不依赖于彩色滤光器。可以使用少到三个的功能层来构造该显示器,以既形成机械快门组件又形成阵列寻址所必要的电连接。

[0006] 在一方面,本发明涉及一种空间光调制器,该空间光调制器包括第一反射性表面和第二反射性表面。该第一反射性表面确定多个光透射区域,譬如孔径光阑、滤光器或者液晶部件。该第二反射性表面至少部分地面对该第一反射性表面并且向由该第一反射性表面确定的该光透射区域反射光。这些反射性表面可以是镜、介电体镜或者功能薄膜。在一个实施方案中,该第一反射性表面平行于或者基本平行于该第二反射性表面。在另一个实施方案中,该反射性表面至少部分地相互横向。该第一和第二反射性表面之间的空间确定基本透明的光学腔的区域。

[0007] 在一个实施方案中,该空间光调制器包括一光调制器的阵列用于选择性地遮挡该

光透射区域。遮挡可以包括,而不限于,部分地或者完全地阻断、反射、偏转、吸收或者以其他的方式阻止光到达该空间的光调制器的预期的观看者。在一个实施方案中,该光调制器的阵列包括该第一反射性表面。在该光调制器的阵列中的该光调制元件的一个特征是它们可以单独地被控制。在一个实施方案中,该光调制元件可以是基于 MEMS 的快门组件,并且可选地可以是双稳态的或者可形变的快门。在一个实现方式中,该快门组件包括涂覆有第一膜的快门,该第一膜用于吸收从一个方向照射在该快门上的光,并且该快门涂覆有第二膜,该第二膜用于反射从另一个方向照射在该快门上的光。在一个实施方案中,该快门在一个平面中运动,使得在一个位置中该快门基本遮挡光穿过对应的光透射区的通道,并且在第二位置中它们允许光穿过该光透射区域。在另一个实施方案中,该快门至少部分地运动出由包括该快门的快门组件的阵列确定的平面。当基本在该平面中时,该快门遮挡光穿过对应的光透射区域的通道。当基本在该平面外时,该快门允许光穿过该光透射区域。在另一个实施方案中,该光调制器的阵列包括多个液晶单元。

[0008] 在另一个实施方案中,该空间光调制器包括光导,用于在整个光学腔上分布光。该反射性表面可以直接地布置在该光导的前表面和后表面上。作为可供选择的替代方案,该前反射性表面可以布置在其上布置该光调制器的一个分开的基片上。类似地,该第二反射性表面可以直接地耦接到该光导的后侧,或者说它可以附着到第三表面上。

[0009] 在其上形成该光调制器的阵列的该基片可以是透明的或者是不透明的。对于不透明的基片,穿过该基片蚀刻孔径光阑,以形成光透射区域。该基片可以直接耦接到该光导上,或者它可以用一个或者多个垫片或者支承件与该光导分开。在又一个实施方案中,该空间光调制器包括散射器或者亮度增强膜。该空间光调制器还可以包括诸如发光二极管之类的光源。

[0010] 在另一方面,本发明涉及一种形成图像的方法。该方法包括把光引入到反射性的光学腔中。该反射性的腔包括多个光透射区域,通过该光透射区域光可以逸出该反射性的光学腔。该方法还包括通过允许所引入的光通过至少一个该光透射区域逸出该反射性的光学腔而形成图像。在一个实施方案中,该光的逸出由光调制器的阵列控制的,该光调制器要么遮挡穿过光透射区域的光,要么允许它通过。在另一个实施方案中,该方法包括通过交替地照明多个不同着色的光源形成彩色图像。在还一实施方案中,该方法包括反射照射在未遮挡的光透射区域的环境光的一部分。

[0011] 在又一方面,本发明涉及一种制造空间光调制器的方法,该方法包括形成具有第一和第二对置侧面的基本透明的腔,其中可以引入光。该方法还包括把第一反射性表面耦接到该透明的腔的第一侧面,使得该第一反射性表面面对该透明的腔的内部。在该第一反射性表面中形成多个光透射区域。另外,该方法包括把第二反射性表面耦接到该透明的腔的第二侧面,使得该第二反射性表面面对该透明的腔的内部。

[0012] 在另一方面,本发明涉及一种形成图像的方法,该方法是通过接收环境光并且把形成在至少一个基片上的快门放置成选择性地反射所接收的环境光,以形成该图像。

[0013] 本发明的一个目的是提供用于显示器的装置和方法,该显示器利用聚光器的阵列把光聚在机械光调制器的表面上或者聚得穿过机械光调制器的表面,以提高该显示器的对比度或者亮度。

[0014] 在一方面,本发明涉及一种显示器,用于向观看者显示图像。该显示器包括光调制

器的阵列和置于该光调制器的阵列与该观看者之间的反射性光漏斗 (funnel) 的阵列。该反射性光漏斗的阵列把光聚在该光调制器的阵列中的一些相应的光调制器上。在一个实施方案中,该光调制器的阵列选择性地向该观看者反射光以显示该图像。在另一个实施方案中,该光调制器的阵列向该观看者选择性地调制光以显示该图像。

[0015] 在另一方面,本发明涉及一种通过形成反射性或者透射性光调制器的阵列制造显示器的方法。该方法还包括通过在基本透明的片材上形成凹陷的阵列形成反射性光漏斗的阵列。每个凹陷各具有顶部、底部和壁。形成该反射性光漏斗的阵列还包括在该凹陷的壁上沉积反射性的膜,并且在该凹陷的底部形成光学开口使得该光学开口的直径小于该凹陷的顶部的直径。作为可供选择的替代方案,可以通过用透明的材料形成漏斗型物体的阵列并且用反射性膜涂覆该漏斗型物体的壁的外侧形成该反射性光漏斗的阵列。

附图说明

[0016] 通过下面参照附图的说明性描述将更好地理解该系统和方法,其中:

[0017] 图 1A 是根据本发明的说明性实施方案的光调制器的阵列的等比例概念图;

[0018] 图 1B 是根据本发明的说明性实施方案的包括在图 1A 的光调制器阵列中的快门组件的横截面图;

[0019] 图 1C 是根据本发明的说明性实施方案的图 1B 的快门组件的快门层的等比例图;

[0020] 图 1D 是诸如图 1A 的光调制阵列的光调制器各个功能层的俯视图;

[0021] 图 2 是根据本发明的说明性实施方案的用于空间光调制器中的光学腔的横截面图;

[0022] 图 3A-3D 是根据本发明的说明性实施方案的可供选择的替代快门组件的横截面图;

[0023] 图 4 是根据本发明的说明性实施方案的具有第一涂层了的快门的快门组件的横截面图;

[0024] 图 5 是根据本发明的说明性实施方案的具有第二涂层了的快门的快门组件的横截面图;

[0025] 图 6 是根据本发明的说明性实施方案的具有用于光调制器阵列中的弹性作动器的快门组件的横截面图;

[0026] 图 7 是根据本发明的说明性实施方案的具有用于光调制器阵列中的形变快门的快门组件的横截面图;

[0027] 图 8A-8B 是根据本发明的说明性实施方案的构建在用于光调制器阵列中的不透明的基片上的快门组件的横截面图;

[0028] 图 9 是根据本发明的说明性实施方案的基于液晶的空间光调制器的横截面图;

[0029] 图 10 是根据本发明的说明性实施方案的第一基于快门的空间光调制器的横截面图;

[0030] 图 11 是根据本发明的说明性实施方案的第二基于快门的空间光调制器的横截面图;

[0031] 图 12A-12D 是根据本发明的说明性实施方案的第三、第四、第五和第六说明性的基于快门的空间光调制器的横截面图;

- [0032] 图 13 是根据本发明的说明性实施方案的第七基于快门的空光调制器的横截面图；
- [0033] 图 14A 和 14B 是根据本发明的说明性实施方案的两个附加的空光调制器的横截面图；
- [0034] 图 15 是根据本发明的说明性实施方案的附加的快门组件的横截面图；
- [0035] 图 16 是根据本发明的说明性实施方案的又一空光调制器的横截面图；
- [0036] 图 17 是根据本发明的实施方案的说明性透射反射性快门组件；
- [0037] 图 18 是根据本发明的实施方案的第二说明性透射反射性快门组件；
- [0038] 图 19 是根据本发明的说明性实施方案的前反射性快门组件的横截面图；
- [0039] 图 20 是根据本发明的说明性实施方案的由光调制阵列形成的较大规模显示器的等比例图；
- [0040] 图 21A 是适于包括进显示装置 100 中用于寻址像素的矩阵的有源控制矩阵 2100 的示意图；
- [0041] 图 21B 是包括图 21A 的控制矩阵的该像素阵列的一部分的等比例图。
- [0042] 图 22 是根据本发明的说明性实施方案的显示装置的概念性等比例图；
- [0043] 图 23 是根据本发明的说明性实施方案的图 22 的显示装置的各个快门和像素组件的局部截面图；
- [0044] 图 24A 和图 24B 是根据本发明的说明性实施方案的图 22 和图 23 的显示装置的快门层在不同作动状态下的俯视图；
- [0045] 图 25 是根据本发明的说明性实施方案的图 22-24B 的显示装置的快门层的等比例图，类似于图 22 的图示，示出在该显示装置中安排该快门组件的概念性布设图解；
- [0046] 图 26A-26D 是根据本发明的说明性实施方案图 22-25 的显示装置的聚光器阵列层在不同的制造阶段的局部横截面图；
- [0047] 图 27A-27C 是根据本发明的另一说明性实施方案的图 22-25 的显示装置的聚光器阵列层在不同的制造阶段的局部横截面图；
- [0048] 图 28 是根据本发明的说明性实施方案的图 22-27C 的显示装置的各个快门和像素组件的等比例局部横截面图；
- [0049] 图 29 是根据本发明的说明性实施方案的实施成透射反射型显示器的图 22-28 的显示装置的各个快门和像素组件的等比例局部横截面图；
- [0050] 图 30 是根据本发明的说明性实施方案的实施成透射型显示器的图 22-28 的显示装置的各个快门和像素组件的等比例局部横截面图。

具体实施方式

[0051] 为了提供对本发明的总体理解，现在将描述某些说明性实施方案，包括用于空间调制光的装置以及方法。然而，本领域内的普通技术人员将会理解，本文所描述的系统和方法可以适当地对所针对的应用进行适应和修改，并且本文所描述的装置和方法可以用于其他适合的应用中，并且诸如此类的其他补充和修改不偏离其范围。

[0052] 图 1A 是根据本发明的说明性实施方案的光调制器的阵列 100（也称为“光调制阵列 100”）的等比例概念图。光调制阵列 100 包括多个按行和列安排的快门组件

102a-102d(统称“快门组件 102”)。总体上,快门组件 102 具有两个状态,即开放和关闭(尽管为了实现灰度可以采用部分开放)。快门组件 102a 和 102d 处于开放状态,允许光通过。快门组件 102b 和 102c 处于关闭状态,遮挡光的通路。通过选择性地设定快门组件 102a-102d 的状态,就可以利用光调制阵列 100 形成投影显示或者背光显示灯 105 照明的图像 104。在光调制阵列 100 中,每个快门组件 102 对应于图像 104 中的像素 106。在替代的实现方式中,光调制阵列包括每个像素的各三个色彩特定的快门组件。通过选择性地开放与像素对应的一个或者多个特定颜色的快门组件,该快门组件可以产生该图像中的彩色像素。

[0053] 每个快门组件 102 的状态都可以使用一种无源矩阵寻址方案被控制。每个快门组件 102 由一个列电极 108 和两个行电极 110a(一个“行开放电极”)和 110b(一个“行关闭电极”)控制。在光调制阵列 100 中,给定列中的所有快门组件 102 共享一个单个的列电极 108。给定的行中所有的快门组件 102 共享公共的行开放电极 110a 和公共的行关闭电极 110b。有源矩阵寻址方案也是可能的。有源矩阵寻址(其中借助于薄膜晶体管阵列控制像素和切换电压)在整个视频帧的周期中必须以稳定的方式保持所施加的电压的情况中是有用的。可以用每像素只有一个行电极构成有源矩阵寻址的实现。

[0054] 在该无源矩阵寻址的方案中,为了把一个快门组件 102 的状态从一种关闭的状态改变成一种开放的状态,即为了开放快门组件 102,光调制阵列 100 向与快门组件 102 所位于的光调制阵列 100 的列相应的列电极 108 施加电势,并且向与快门组件 102 所位于的光调制阵列 100 的行相应的行开放电极 110a 施加一个第二电势,在一些情况下该第二电势具有相反的极性。为了把快门组件 102 的状态从开放的状态改变成关闭的状态,即为了关闭快门组件 102,光调制阵列 100 向与快门组件 102 所位于的光调制阵列 100 的列相应的列电极 108 施加电势,并且向与快门组件 102 所位于的光调制阵列 100 的行相应的行关闭电极 110b 施加第二电势,在一些情况下该第二电势具有相反的极性。在一个实现方式中,快门组件响应于施加到该列电极与该行电极 110a 或者 110b 之一的电势差越过预定的切换阈值而改变状态。

[0055] 在一个实现方式中,为了形成图像,光调制阵列 100 以时间顺序次序设定一行的每个快门组件 102 的状态。对于给定的行,光调制阵列 100 首先通过向对应的行关闭电极 110b 施加电势和向所有的列电极 108 施加脉冲电势关闭该行中的每个快门组件 102。然后光调制阵列 100 通过向行开放电极 110a 施加电势并且向包括要被开放的行中快门组件的列的列电极 108 施加电势而开放光要经之通过的快门组件 102。在一个可供选择的替代工作模式中,取代于顺序地关闭每行快门组件 102,在把光调制阵列 100 中的所有行设于正确的位置以形成一个图像 104 以后,光调制阵列 100 通过同时地对所有的行关闭电极 110b 和所有列电极 108 施加一个电势而全局地同时复位所有的快门组件 102。在另一个可供选择的替代工作模式中,光调制阵列 100 放弃复位快门组件 102 并且只改变对显示一个后续图像 104 需要改变状态的快门组件 102 的状态。

[0056] 除了列电极 108 和行电极 110a 和 110b 之外,每个快门组件包括一个快门 112 和一个孔径光阑 114。为了照明图像 104 中的一个像素 106,把该快门布置成使它没有任何显著遮挡地允许光向观看者穿过孔径光阑 114。为了保持一个像素不发光,把该快门 112 布置得使之遮挡光穿过孔径光阑 114 的通道。该孔径光阑 114 由穿过在每个快门组件中的反射

性材料蚀刻的区域,譬如列电极 108,形成。该孔径光阑 114 可以填充介电体材料。

[0057] 图 1B 是图 1A 的快门组件 102 中的一个的横截面图(参见下面的图 1D 中的线 A-A'),示出快门组件 102 的附加特征。参见图 1A 和图 1B,快门组件 102 构成在一个基片 116 上,该基片被与光调制阵列 100 的其他快门组件 102 共用。基片 116 可以支承多达 4,000,000 个快门组件,安排成高达约 2000 行和高达约 2000 列中。

[0058] 如前文所描述,快门组件 102 包括一个列电极 108、一个行开放电极 110a、一个行关闭电极 110b、一个快门 112 和一个孔径光阑 114。列电极 108 由一种基本连续的反射金属层形成,该基本连续的反射金属层即置于基片 116 上的列金属层 118。列金属层 118 起用于光调制阵列 100 中的快门组件 102 的列的列电极 108 的作用。间断列金属层 118 的连续性,以把一个列电极 108 与光调制阵列 100 中的其他列的快门组件 102 中的列电极 108 电绝缘。如上所述,每个快门组件 102 各包括穿过列金属层 118 蚀刻以形成一个光透射性区域的孔径光阑 114。

[0059] 该快门组件包括一个行金属层 120,该行金属层由一个或者多个介电体材料或者金属的居间层与列金属层 118 分开。行金属层 120 形成两个由光调制阵列 100 中的一行快门组件 102 共用的两个行电极 110a 和 110b。行金属层 120 还起反射穿过列金属层 118 中的缝隙而不是通过孔径光阑 114 的光的作用。列金属层和行金属层在约 0.1 与 2 微米厚之间。在诸如图 1D 中所示的(下文说明)可供选择的替代实现方式中,行金属层 120 可以处于快门组件 102 中的列金属层 118 的下方。

[0060] 快门 102 的组件包括一个第三功能层、称为快门层 122,该快门层包括快门 112。快门层 122 可以用金属或者半导体形成。金属或者半导体渡通 124 把列金属层 118 和行金属层 120 的行电极 110a 和 110b 电连接到快门层 122 上的零件上。快门层 122 通过润滑剂、真空或者空气与行金属层 120 分开,为快门 112 提供运动的自由度。

[0061] 图 1C 是根据本发明的说明性实施方案的快门层 122 的等比例图。参照 1B 和 1C 两图,除了快门 112 以外,快门层 122 还包括四个快门支撑点 126、两个行支撑点 128a 和 128b 和两个作动器 130a 和 130b,每个各包括两个对置的顺性的梁。快门 112 包括遮挡的部分 132,并且可选地,如在图 1C 中所示,还包括到快门孔径光阑 134。在开放的状态下,要么快门 112 离开孔径光阑 114,要么快门孔径光阑 134 位于孔径光阑 134 的上方,从而允许光穿过快门组件 102。在关闭的状态下,遮挡部分 132 置于该孔径光阑的上方,遮挡光穿过快门组件 102 的通道。在可供选择的替代实现方式中,快门组件 102 可以包括附加的孔径光阑 114,并且快门 112 可以包括多个快门孔径光阑 134。例如,快门 112 可以设计有一系列做有窄槽的快门孔径光阑 134,其中快门孔径光阑 134 的总面积等于图 1C 中所示的单个快门孔径光阑 134 的面积。在这样的实现方式中,可以显著地降低快门在开放的和关闭的状态之间运动所要求的运动量。

[0062] 每个作动器 130a 和 130b 用两个对置的顺性的梁形成。第一对顺性的梁,即快门作动器梁 135 把快门 112 的每个端部物理地和电气地连接到位于快门组件 102 的每个角中的快门支撑点 126 上。快门支撑点 126 进而电连接到列金属层 118。第二对顺性的梁,即行作动器梁 136a 和 136b 从每个行支撑点 128a 和 128b 伸出。行支撑点 128a 经由一个渡通电连接到行开放电极 110a。行支撑点 128b 由渡通电连接到行关闭电极 110b。快门作动器梁 135 和行作动器梁 136a 和 136b(集体地称为“作动器梁 135 和 136”)由诸如 Au、Cr 或

者 Ni 的沉积金属形成,或者由诸如多晶硅、或者非晶硅的半导体形成,或者,如果形成在一种隐埋的氧化物(也称为绝缘体上的硅)的顶部上,则由单晶硅形成。作动器梁 135 和 136 构图为约 1 至 20 微米宽的尺寸,使得作动器梁 135 和 136 是顺性的。

[0063] 图 1D 是根据本发明的说明性实施方案的光调制阵列 100' 的各种功能层的俯视图。在完成的不同阶段,光调制阵列 100' 包括十二个快门组件 102' a-102' l。快门组件 102' a 和 102' b 只包括光调制阵列 100' 的列金属层 118'。快门组件 102c' -102' f 只包括光调制阵列 100' 的行金属层 120' (即行开放电极和行关闭电极)。快门组件 102' g 和 102' h 包括列金属层 118' 和行金属层 120'。与图 1B 中的快门组件 102 相反,列金属层 118' 布置在行金属层 120' 的顶部上。快门组件 102' i-1 描绘快门组件 102' 的所有三个功能层,即行金属层 120'、列金属层 118' 和快门金属层 122'。由通过包括在快门组件 102' i 和 102' k 中的快门孔径光阑 134' 可看见的列金属层 118' 所指示,快门组件 102' i 和 102' k 是关闭的。由在快门孔径光阑 134' 中可看见的列金属层 118' 孔径光阑 114' 所指示,快门组件 102' j 和 102' l 在开放的位置。

[0064] 在其他的可供选择的替代实现方式中,快门组件可以每像素包括多个孔径光阑和对应的快门以及作动器(例如在 1 至 10 个之间)。在改变该快门组件的状态时,所激励的作动器数可以取决于所施加的切换电压,或者取决于被选择以接受切换电压的行和列电极的特定组合。其中通过提供在最低和最高切换电压之间的切换电压,按模拟的方式部分地开放孔径光阑的实现方式也是可能的。这些可供选择的替代实现方式提供了产生灰度的改进手段。

[0065] 对于快门组件 102 的作动,响应于向快门组件 102 的列电极 108 施加电势,同样地用所施加的电势为快门支撑点 126、快门 112 和快门作动器梁 135 施加电压。在为行电极 110a 或者 110b 之一施加电压时,也为对应于行支撑点 128a 或者 128b 和对应的行作动器梁 136a 或者 136b 施加电压。如果得出的行作动器梁 136a 或者 136b 与其对置的作动器梁 135 之间的电势差超过预定的切换阈值,行作动器梁 136a 或者 136b 吸引其对置的快门作动器梁 135,从而改变快门组件 102 的状态。

[0066] 随着把作动器梁 135 和 136 拉在一起,它们弯曲或者改变状态。每对作动器梁 135 和 136 (即,行作动器梁 134a 或者 134b 以及其对置的快门作动器梁 135) 可以具有两个交替且稳定的曲度形式之一,要么以平行的形状或者曲度被拉在一起,要么以稳定的方式被保持分开,对其曲度赋与相反的符号。从而,每对都是机械双稳态的。每对作动器梁 135 和 136 在两个位置是稳定的,一个是快门 112 在“开放的”位置,而第二个是快门 112 在“关闭的”位置。一旦作动器梁 135 和 136 达到该稳定位置之一,对列电极 108 或者两个行电极 110a 或者 110b 的任一个都不需要施加功率或者电压来将快门 112 保持在该稳定的位置。为了将快门 112 运动出该稳定的位置需要施加高于预定阈值的电压。

[0067] 尽管快门组件 102 不论是在开放的位置还是在关闭的位置都是能量稳定的,但是一个稳定的位置可以比另一个稳定的位置具有较低的能量状态。在一种实现方式中,将快门装置 102 设计为使得关闭位置具有比开放位置更低的能量状态。因此可以对任何像素或者所有像素施加低能量的复位脉冲,以把整个阵列复原到其最低应力的状态,也就是对应于全黑的图像。

[0068] 光调制阵列 100 以及其部件快门组件 102 是使用本领域内公知的标准的微加工

技术形成的,包括:光刻;蚀刻技术,诸如湿化学蚀刻、干蚀刻、和光致抗蚀剂去除;硅的热氧化;电镀和无电镀;扩散工艺,譬如硼、磷、砷和锑扩散;离子植入;膜沉积,譬如蒸发(热丝、电子束射、闪光和遮蔽(shadowing)以及台阶覆盖)、喷溅、化学气相沉积(CVD)、外延附生(蒸发相、液相和分子束),电镀、丝网印刷和层化。总体上参见 Jaeger 著微电子制造导论(Addison-Wesley 出版公司,Reading Mass. 1988);Runyan 等人著半导体集成电路工艺技术(Addison-Wesley 出版公司,Reading Mass,1988);1987-1998 IEEE 微电子机械系统会议论文集;Rai-Choudhury 编辑的微光刻、微加工和微制造手册(SPIE 光学工程出版社,Bellingham,华盛顿,1997)。

[0069] 更加具体地,在基片的顶部沉积多层材料(典型地在金属与介电体之间交替地沉积)形成堆栈。在该堆栈上加入一层或者多层材料以后,在该堆栈的最顶层的顶部上构图,标记要么从该堆栈上去除要么保留在该堆栈上的材料。然后向构图了的堆栈施加各种蚀刻技术,包括湿蚀刻和/或干蚀刻以去除不想要的材料。该蚀刻工艺可以基于该蚀刻的化学成分、该堆栈中的层和施加该蚀刻的时间量从该堆栈的一个层或者多个层中去除材料。该制造工艺可以包括分层(layering)、构图和蚀刻的多个迭代。

[0070] 该工艺还包括一个释放步骤。为了提供部件在成品装置中运动的自由度,在将形成在成品装置中的运动部件的材料近端的堆栈中插入牺牲材料。蚀刻去除大部分该牺牲材料,从而使得该部件可以自由运动。

[0071] 在释放之后,把该运动的快门的表面绝缘,从而不会在接触时在运动的部件之间传递电荷。这可以通过热氧化完成和/或通过保形化学气相沉积诸如 Al_2O_3 、 Cr_2O_3 、 TiO_2 、 HfO_2 、 V_2O_5 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 SiO_2 、或者 Si_3N_4 之类的绝缘体完成,或者通过使用诸如原子层沉积之类的技术沉积类似的材料完成。通过化学变换工艺,譬如氟化或者氢化该绝缘了的表面,化学地钝化所绝缘了的表面,以防止诸如接触表面之间静摩擦的问题。

[0072] 图 2 是用于根据本发明的说明性实施方案的用于空间光调制器中的一个光学腔 200 的横截面图。光学腔 200 包括一个前反射性表面 202 和一个后反射性表面 204。前反射性表面 202 包括一个光透射区域阵列 206,光 208 通过该光透射区域阵列可以逸出光学腔 200。光 208 从一个或者多个光源 210 进入光学腔 200。光 206 在前和后反射性表面 202 与 204 之间反射直到它反射穿过该光透射区域 206 之一为止。沿该光学腔的侧面可以添加附加的反射性表面。

[0073] 在一个实现方式中,前和后反射性表面 202 和 204 通过或在一个玻璃基片或在一个塑料基片上沉积一种金属或者半导体而形成。在其他的实现方式中,前和后反射性表面 202 和 204 通过或在一个介电体膜的顶部上沉积金属或者半导体而形成,该介电体膜布置成构建在一个基片上的一系列薄膜之一。反射性表面 202 和 204 具有约 50% 以上的反射率。例如,反射性表面 202 和 204 可以具有 70%、85%、96% 或者更高的反射率。

[0074] 更光滑的基片和更精细粉末金属得出更高的反射率。可以通过抛光玻璃基片或者通过把塑料模制成光滑的壁的形状得到光滑的表面。作为可供选择的替代方案,可以浇铸玻璃或者塑料使得通过安置液体/空气界面形成光滑的表面。可以通过多种气相沉积技术,包括喷溅、蒸发、离子镀、激光剥蚀或者化学气相沉积,形成精细的粉末金属膜。对这种反射应用有效的金属,包括而不限于 Al、Cr、Au、Ag、Cu、Ni、Ta、Ti、Nd、Nb、Si、Mo 和/或其合金。

[0075] 作为替代方案,该反射性表面可以通过在光学腔 200 中的光导与布置在其顶部上的一系列薄膜中的任何一个之间插入低折射率介电体材料而形成。在该光导与该薄膜之间的折光率改变导致在该光导中的内全反射的情况,从而可以以近于 100% 的效率反射足够低的入射角的入射光。

[0076] 在该替代方案中,反射性表面 202 或者 204 可以用镜,譬如介电体镜形成。介电体镜制造成在高和低折光率的材料之间交替的介电体薄膜的堆栈。从折光率改变处的每个界面反射该入射光的一部分。通过把该介电体层的厚度控制到波长的某个固定的分数或者倍数,并且通过增加从多个平行的界面的反射,可以产生反射率超过 98% 的净反射性表面。某些介电体镜具有大于 99.8% 的反射率。介电体镜可以是客户定制设计的以接受可见光范围内预定的波长范围,并且接受预定的入射角范围。只要该制造可以控制该介电体膜堆栈中的光滑性,在这种条件下就可以有超过 99% 的反射率。该堆栈可以包括 20 个至 500 个膜。

[0077] 在另一个替代方案中,第一和第二反射性表面 202 或者 204 作为分开的部件包括在光学腔 200 中。抛光的不锈钢或者铝薄片对于该目的可能就足够了。而且可能在连续的片材或者塑料卷的表面上产生反射的金属表面或者介电体镜。然后可以把反射性塑料的片固附到或者粘帖到光学腔 200 的其他部件上。

[0078] 光透射的区域 206 被安排成一个阵列,以形成用之形成图像的像素。在说明性的实施方案中,光透射的区域 206 间隔开约 100 至约 350 微米。该光透射的区域在形状上是细长的或者矩形的,其中较大的尺寸是约 50 至约 300 微米,而较窄的尺寸是在 2 至 100 微米之间,尽管其他的形状和尺寸也可以是适合的。对于投影显示器,该节距可以小至 20 微米,同时孔径光阑宽度小到 5 微米。由光透射区域 206 占据的前反射性表面 202 的面积与前反射性表面 202 的总面积的比在本文中称为透射比。光学腔 200 的说明性实施方案具有在约 5% 至约 50% 之间的透射比。通常,有这样的低透射比的空间光调制器会发射不足以形成可用图像的光。为了保证从光学腔 200 发射较多的光 208,前和后反射性表面 202 和 204 数次来回反射光 208,直到所反射的光 208 穿过一个光透射区域 206 为止,或者直到光 208 由于反射丢失其能量为止。较高反射率的表面造成较多的光 208 从光学腔 200 逸出以形成图像。

[0079] 下面的表 1 对几个透射比 / 反射率偶对列出经光透射区域 206 逸出的引入光学腔 200 的光 208 的百分数(就效率而言)。

[0080]

透射比	反射率	效率
8%	0.97	59%
	0.93	40%
	0.88	30%
14%	0.97	71%
	0.93	55%
	0.88	43%
20%	0.97	79%
	0.93	65%
	0.88	53%

[0081] 表 1

[0082] 当使用光学腔 200 形成透射显示器的基础时,一个或者多个光源 210 把光引入进光学腔 200 中。光源 210 可以是任何适当的类型的,例如,包括在美国专利 No. 4, 897, 771 和 No. 5, 005, 108 中揭示的任何类型,这两个专利全部公开内容通过引用的方式而并入本文中。具体地,光源 201 可以是一种弧光灯、一个也可以彩色、滤光或着色的白炽灯、一个透镜 (lens end) 灯、一个线灯 (line light)、一个卤素灯、一个发光二极管 (LED)、一种 LED 芯片、一个氖灯、一个荧光灯管、从一个远程的光源发射的纤维光导管、一个激光器或者激光二极管,或者其他适当的光源。另外,该光源可以是多个彩色的 LED 或者多个彩色的辐射源 210 的组合,以提供所希望的彩色的光或者白光输出分布。例如可以采用多个色彩的光,譬如不同色彩 (红、蓝、绿) 的 LED,或者采用具有多个彩色芯片的单个 LED,以通过改变每个各别的彩色光的强度产生白光或者任何其他彩色的光输出分布。可以在光源 210 的近端布置反射器,以向光学腔 200 反射从光学腔 200 发射出的光 208。在一个实现方式中,三个光源 210,即一个红光源 210、一个绿光源 210 和一个蓝光源 210,以 20 至 600Hz 范围的频率交替,顺续地把光 208 引入进光学腔 200 中。超过 100Hz 的频率通常大于人眼可以察觉的范围,从而提供彩色的图像。

[0083] 图 3A 是在开放的位置的一个快门组件 300 的线形横截面图。快门组件 300 形成在厚度从约 0.3mm 至约 2mm 的透明基片 302 上。例如基片 302 可以用一种玻璃或者塑料制造。适用的玻璃包括硼硅玻璃,或者其他可以耐受高达或者超 400 摄氏度的工艺温度的玻璃。适用于基片 302 的塑料例如包括聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET),或者聚四氟乙烯 (PETF),或者其他可以耐受超过 200℃ 的温度的基本透明的塑料。其它可选用的基片材料包括石英和蓝宝石,它们被理解为可以耐受超过 800℃ 的温度。

[0084] 快门组件 300 的最下层,称为“列金属层”304,起图 2 的该光学腔的前反射性表面 202 的作用。在制造快门组件 300 的过程中,穿过列金属层 304 蚀刻孔径光阑 306 以形成诸如图 2 所示的光透射区域 206 的光透射区域。孔径光阑 306 可以总体上是圆形的、椭圆形的、多边形的、螺旋形的或者形状上不规则的。该孔径光阑占据该光调制器阵列中的专用于

特定快门组件 300 的面积约 5% 至约 25%。不同于孔径光阑 306, 列金属层 304 基本是不间断的。孔径光阑 306 填充以介电体材料 307。适用于包括进快门组件 300 中的示例介电体材料包括 SiO_2 、 Si_3N_4 和 Al_2O_3 。

[0085] 下一层主要由介电材料 307 构成, 把列金属层 304 与布置在上一层上的行电极 308a 和 308b 分开。介电体层 316 可以是 0.3 至 10 微米厚。快门组件 300 的顶层包括一个快门支撑点 312、两个行支撑点 313、两个作动器和一个快门 310。该作动器的梁未示出, 因为快门组件 300 的横剖面以在该行作动器梁与行支撑点 313 相遇并且快门作动器梁与快门 310 相遇处的位置 (例如, 参见图 1D 中的线 B-B') 取的。该顶层由该支撑点 312 支承在该较低层的上方, 从而快门 310 自由运动。

[0086] 在替代实现方式中, 行电极 308a 和 308b 位于比列金属层 304 低的快门组件 300 中的层中。在另一个实现方式中, 快门 310 和作动器可以处于低于列金属层 304 或低于行电极 308a 和 308b 的层中。

[0087] 如参照图 1B 所描述的, 包括在该快门组件中的作动器可以设计成机械双稳态的。作为可供选择的替代方案, 该作动器可以设计成只有一个稳定的位置。就是说, 当不施加某种形式的作动力时, 这样的作动器返回到预定的位置, 不论是开放的, 还是关闭的。在这样一些实现方式中, 快门组件 300 包括单个的行电极 308, 该行电极当通电时, 引起该作动器把快门 310 推出或者拉出其稳定的位置。

[0088] 图 3B 是根据本发明的说明性实施方案的处于开放位置的第二可供选择的替代快门组件 300' 的横截面图。第二快门组件 300' 包括一个基片 302'、一个列金属层 304'、一个孔径光阑 306'、行电极 308'a 和 308'b、一个快门 310'、两个作动器、一个快门支撑点 312' 和两个行支撑点 313'。作动器的梁未示出, 因为快门组件 300' 的横截面取于行作动器梁与行支撑点 313' 相遇并且快门作动器梁与快门 310' 相遇的位置处。(例如参见图 1D 中的线 B-B')。

[0089] 在快门组件 300' 中, 在列金属层 304' 中蚀刻附加的间隙。该间隙把列金属层 304' 的不同部分电分离开, 从而可以向每个部分上施加不同的电压。例如, 为了降低可以在列金属层 304' 与行电极 308a' 和 308b' 之间因其重叠导致出现的寄生电容, 可以选择性地向直接地衬在行电极 308a' 与 308b' 和支撑点 312' 下方的列金属层 304' 的部分 314 上施加电压。

[0090] 图 3C 是根据本发明的说明性实施方案的另一个第三替代快门组件 300'' 的横截面图。快门组件 300'' 包括一个基片 302''、一个列金属层 304''、一个孔径光阑 306''、行电极 308''a 和 308''b、一个快门 310''、两个作动器、一个快门支撑点 312'' 和两个行支撑点 313''。该作动器的梁未示出, 因为快门组件 300'' 的横截面在该行作动器梁与行支撑点 313'' 相遇处并且该快门作动器梁与快门 310'' 相遇的位置处取得。(例如参见图 1D 中的线 B-B')。快门组件 300'' 包括布置在基片 302'' 上的反射膜 316。反射膜 316 起组合到快门组件 300'' 的光学腔的前反射性表面的作用。除非孔径光阑 306'' 形成在反射膜 316 中以提供光透射区域的孔径光阑 306'', 反射性膜基本不间断的。介电体层 318 把反射性膜 316 与列金属层 304'' 分隔开。至少一个附加的介电体层 318 将列金属层 304'' 与两个行电极 308a'' 和 308b'' 分开。在制造第三可供选择的替代快门组件 300'' 的工艺过程中, 蚀刻列金属层 304'' 以去除位于行电极 308'' 和 308b'' 下方的金属以减少行电极 308a'' 和 308'' 与列金属层 304'' 之

间可能形成的潜在电容。在列金属层 304”中形成的缝隙 320 填充有介电体。

[0091] 图 3D 是根据本发明的说明性实施方案的处于关闭的位置中的另一个可供选择的替代快门组件 300''' 的横截面图。该第四可供选择的替代快门组件 300''' 包括一个基片 302'''、一个列金属层 304'''、一个孔径光阑 306'''、行电极 308a''' 和 308b'''、一个快门 310'''、两个作动器、一个快门支撑点 312''' 和两个行支撑点 313'''。作动器的梁未示出,因为快门组件 300''' 的横截面在该行作动器梁与行支撑点 313''' 相遇处并且该快门作动器梁与快门 310''' 相遇的位置处取得。(例如参见图 1D 的线 B-B')。与前面说明的快门组件 102、300、300' 和 300'' 相反,在构建第四可供选择的替代快门组件 300''' 时使用的多数介电体材料通过一个或者多个蚀刻步骤去掉。

[0092] 以前由该介电体材料占据的空间可以用一种润滑剂填充以降低磨擦和阻止快门组件 300''' 的运动的部件之间的粘连。该润滑液加工为优选地低于 10 厘泊的粘度并且具有优选地在 2.0 以上的相对介电常数,和约 10^4V/cm 以上的介电击穿强度。这样的机械和电特性在降低在开放与关闭的位置之间运动该快门所需要的电压上有效。在一个实现方式中,该润滑剂优选地具有低折光率,优选的是低于约 1.5。在另一实现方式中,该润滑剂具有与基片 302 的折光率相匹配的折光率。适当的润滑包括但是不限于去离子水、甲醇、乙醇、硅油、氟化硅油、二甲基硅氧烷、聚二甲基硅氧烷、六甲基二硅氧烷和二甲基苯。

[0093] 图 4 是根据本发明的说明性实施方案的带有一个涂层的快门 402 的一种快门组件 400 的横截面图。快门组件 400 被示出为具有图 3A 中所示的快门组件 300 的一般结构。然而,快门组件 400 可以采取以上描述的任何快门组件 102、300、300'、300'' 或者 300''' 的形式或者任何以下描述的其它快门组件的形式。

[0094] 一个反射膜 404 涂覆在快门 402 的底部,以当快门 402 在关闭的位置中时穿过快门组件 400 向回反射光 406。适当的反射膜 404 包括,但是不限于光滑沉积的 Al、Cr 或者 Ni。如果膜 404 大于约 0.2 微米厚,沉积这样的膜 404 为快门提供 95% 或者更高的反射度。作为可供选择的替代方案,当沉积在光滑的介电体表面上时,非晶或者多晶硅可以提供足够高以用于此应用的反射率。

[0095] 快门 402 的顶部涂覆有光吸收膜 408,以降低照射在快门组件 400 的顶部上的环境光 410 的反射。该光吸收膜 408 可以用以产生粗糙或者多微孔的表面的方式沉积和 / 或阳极氧化数种金属形成,该金属譬如 Cr、Ni 或者 Au 或者 Si。作为可供选择的替代方案,光吸收膜 408 可以包括丙烯树脂或者乙烯树脂,该丙烯树脂或者乙烯树脂包括光吸收颜料。在快门组件 400 的可供选择的替代实现方式中,吸收膜 408 可以施加在快门组件 400 的整个顶部表面上或者基本整个顶部表面上。

[0096] 图 5 是根据本发明的说明性实施方案的带有第二涂层的快门 502 的快门组件 500 的横截面图。快门组件 500 被示出为具有图 3A 中所示的第一可供选择的替代快门组件 300 的一般结构。然而,快门组件可以采取以上描述的任何快门组件 102、300、300'、300'' 或者 300''' 的形式或者任何以下描述的其它快门组件的形式。在快门组件 500 中,快门 502 的顶部和底部都涂覆以诸如光吸收膜 408 的光吸收膜 504。在快门 502 的底部上的光吸收膜 504 在关闭的位置吸收照射在快门 502 上的光。对于诸如图 2 的光学腔 200 的光腔,包括快门组件 500,从光学腔发出的光的强度与形成的图像无关。就是说光强度与可以处于开放的或者关闭的位置的快门的比值无关。

[0097] 图6是根据本发明的说明性实施方案的用于诸如光调制器阵列102中的光调制阵列的弹性作动的快门组件600的横截面图。弹性作动的快门组件600包括一个列金属层602、一个单个的行电极604、一个弹性元件606和一个快门608。弹性元件606提供一种恢复力,该恢复力保持快门608处于开放的位置,离开列金属层602中的对应的孔径光阑610。在该开放位置,光612可以穿过孔径光阑610。向单个行电极604提供切换电压对抗弹性元件606的力,从而把快门608推入在孔径光阑610上方的关闭的位置。在该关闭的位置,快门608阻挡光612化穿过孔径光阑610出射。在一个可供选择的替代实施方案中,快门组件600可以包括闩锁把快门608锁定在关闭的位置使得在快门608关闭以后,可以去掉加在电极604上的电压而不会开放快门608。开放快门608要释放该闩锁。在快门组件600的又一个实现方式中,该弹性的作动器倾向于把快门608保持在关闭的位置。向行电极604施加电压把快门608运动进开放的位置。

[0098] 图7是根据本发明的说明性实施方案的带有可形变的快门701的用于光调制阵列中的快门组件700的横截面图。快门组件700包括列金属层702、和形成在基片708上的行电极704。形变的快门701,取代从快门组件700的一侧位移到快门组件700的另一侧开放和关闭,响应于对行电极704施加电压而形变。形变的快门701形成得使该形变的快门701保持剩余应力,造成形变的快门701趋于卷动出它包括于其中的该光调制阵列的平面。通过在行电极704与列金属层702之间施加以切换电压,形变的快门701被吸引向基片708,从而盖住形成在列金属层702中的孔径光阑710。可变形的或者铰链型的作动器在所属技术领域内已有说明,例如说明于美国专利 No. 4, 564, 836 和 No. 6, 731, 492 中。

[0099] 图8A是根据本发明的说明性实施方案的用于光调制阵列中的带有诸如硅之类的不透明基片802的快门组件800的横截面图。不透明的基片802的厚度在约200微米至约1mm的范围内。尽管快门组件800类似于图3A中所示的快门组件300,但是快门组件800可以采取图3-7中说明的任何快门组件300、300'、300''、300'''、400、500、600或者700的任何一个基本相同的形式。穿过整个不透明的基片802蚀刻孔径光阑804。在一个实现方式中使用各向异性的干蚀刻譬如在有离子或者离子辅助的 CFCI_3 气体中,形成孔径光阑804。快门组件800还可以包括沉积在对置于列金属层的不透明的基片802侧的反射性涂层810。

[0100] 图8B是根据本发明的说明性实施方案的用于光调制阵列中的带有不透明的基片802'的第二快门组件800'的横截面图。与图8A中的快门组件800相比较,蚀刻掉不透明的基片802'的下侧,形成在快门组件800'的孔径光阑804'的下方的腔806。腔806使得从较大范围的角度发出的光能够穿过孔径光阑804'逸出。该较大的范围提供用于较亮的图像和较大的视角。

[0101] 图1和图3-8中描述的快门组件依靠静电力作动。多个可供选择的替代作动器施力机构可以设计进快门组件中,包括而不限于使用电磁作动器、热弹性作动器、压电作动器和电致伸缩作动器。可以使用可控制地遮挡孔径光阑的其他快门运动包括而不限于滑动、旋转、弯曲、枢转、铰链运动或者扑动(flapping);所有的运动或在该反射性表面的平面内或横向于该表面。

[0102] 图9是基于液晶的空间光调制器900的横截面图。基于液晶的空间光调制器900包括液晶单元902的阵列901。液晶单元902包括在液晶分子906的一个层的任一侧上的对置的透明电极904对。在液晶阵列901的一侧上,基于液晶的光调制器900包括偏振器

908。在阵列 901 的对侧上,基于液晶的空间光调制器 900 包括分析器 910。从而如果没有干涉,穿过偏振器 908 的光会由分析器 910 滤光地遮断。当在透明的电极 904 之间上加电压时,电极 904 之间的液晶分子 906 自身与所得出的电场对齐,重新定向穿过偏振器 908 的光,从而它可以穿过分析器 910。偏振器 908 置于前反射性表面 911 的顶部上,这形成多个光透射区域 913。阵列 901 附着在诸如光学腔 200 的光学腔上并且包括盖板 912。盖板将参照图 11 更加详细地描述。

[0103] 每个液晶单元 902 可以具有对应的红、绿或者蓝色的特定滤光器。作为可供选择的替代方案,可以通过前文参照图描述的顺序工作的多个灯提供色差。

[0104] 大多数液晶显示器 (LCD) 被设计为具有每英寸 80 至 110 个点的分辨率,像素宽度在 250 至 330 微米的范围内。在这样的 LCD 显示器中,即使用有源矩阵或者薄膜晶体管 (TFT) 寻址或者切换,该液晶显示器的透射比在 75% 至 90% 的范围内。然而,对于所希望的分辨率在每英寸 300 至 500 个点的高分辨率应用 (例如对文件显示器或者投影显示器),并且在像素仅为 50 微米直径的情况下,TFT 寻址所需的开销可能会把可用透射比限制于 30% 至 50%。因此,由于损失孔径光阑比,这样的高分辨率显示器典型地比其低分辨率的对应显示器遭受更低的照明效率。通过使用前文描述的光学腔构成液晶显示器,即使在高分辨率的 LCD 显示器中也能够获得较高的照明效率。

[0105] 图 10 是根据本发明的说明性实施方案的第一基于快门的空间光调制器 1000 的横截面图。基于快门的光调制器 1000 包括光调制器阵列 1002、光学腔 1004 和光源 1006。光调制器阵列 1002 可以包括前文在图 3-8 中描述的任何快门组件 300、300'、300''、300'''、400、500、600、700、800 或者 800'。在该第一基于快门的空间调制器 1000 中,光学腔 1004 由具有前表面和后表面的光导 1008 形成。前反射性表面 1010 直接地沉积在光导 1008 的前表面上并且第二反射性表面 1012 直接沉积在光导 1008 的后表面上。

[0106] 光导 1008 可以用诸如聚碳酸酯或者聚乙烯之类的玻璃或者透明塑料形成。光导 1008 是约 300 微米至 2mm 厚。光导 1008 把引入在光学腔 1004 中的光 1014 基本均匀地分布在前反射性表面 1010 的表面上。光导 1008 借助于一组内全反射及通过审慎地布置光散射元件 1016 达到这样的分布。光散射元件 1016 可以形成在光导 1018 的后侧内或上,以辅助把光 1014 重新引导出光导 1008 并且穿过形成在前反射性表面 1010 中的光透射区域 1019。

[0107] 图 11 是根据本发明的说明性实施方案的第二基于快门的空间光调制器 1100 的横截面图。如同图 10 中第一基于快门的空间光调制器 1000,第二基于快门的光调制器 1100 包括光调制器阵列 1102、光学腔 1104 和光源 1106。另外,第二空间光调制器包括一个盖板 1108。

[0108] 盖板 1108 用于几种功能,包括保护光调制器 1100 不受机械和环境损害。盖板 1108 是薄透明塑料,譬如聚碳酸酯,或者玻璃片。该盖板可以涂覆或者构图有光吸收材料,也称为黑基质 1110。该黑基质可以作为含有光吸收颜料的厚膜丙烯酸树脂或者乙烯树脂涂覆在该盖板上。

[0109] 黑基质 1100 吸收基本所有照射的环境光 1112,除非基本置于形成在光学腔 1114 中的光透射区域 1116 近端的所构图的光透射区 1116,该环境光是起源于空间光调制器 1100 的外部,从该观看者附近发出的光。从而黑基质 1110 提高由空间光调制器 1100 形成

的图像的对比度。黑基质 1100 还可以起吸收逸出光学腔 1104 的光的作用,该逸出该光学腔 1104 的光可以以泄露或者时间上连续的方式发射。

[0110] 在一个实现方式中,可以在盖板 1108 上沉积例如丙烯树脂或者乙烯树脂形式的彩色滤光器。该滤光器可以以类似于用于形成黑基质 1110 的方式沉积,但是取而代之的是,该滤光器构图在光学腔 1104 的开放孔径光阑光透射区域 1116 上方。该树脂可以交替地掺杂红、绿或者蓝颜料。

[0111] 光调制阵列 1102 与盖板 1108 之间的间隔低于 100 微米,并且可以小到 10 微米或者 10 微米以下。除在一些情况外,在预定的点,光调制阵列 1102 和盖板 1108 优选地不接触,因为接触可能干扰光调制阵列 1102 的工作。该间隔可以借助于 2 至 20 微米高的光刻形成的垫片或者柱保持,该垫片或者柱置于光调制器阵列 1102 中的各个正确的调制器之间,或者该间隔可以通过围绕该组合的装置的边缘插入的金属板垫片保持。

[0112] 图 12A 是根据本发明的说明性实施方案的第三基于快门的空間光调制器 1200 的横截面图。第三基于快门的空間光调制器 1200 包括光学腔 1202、光源 1204 和光调制器阵列 1206。此外,第三基于快门的空間光调制器 1204 包括盖板 1207,譬如参照图 11 描述的盖板 1108。

[0113] 在第三基于快门的空間光调制器 1200 中,光学腔 1202 包括光导 1208 和光调阵列 1206 的面向后方的部分。光调制阵列 1206 形成在其自身的基片 1210 上。光导 1208 和基片 1210 两者每个都各有前侧和后侧。光调制器阵列 1206 形成在基片 1210 的前侧上。以第二金属层的形式,面向前方的后反射性表面 1212 沉积在光导 1208 的后侧上,以形成光学腔 1202 的第二反射性表面。作为可供选择的替代方案,光学腔 1202 包括位于光导 1208 的后方并且基本面对光导 1208 的后侧的第三表面。在这样的实现方式中,面向前方的、后反射表面 1212 沉积在面向空間光调制器 1200 的前部的第三表面上,取代于直接沉积在光导 1208 的后侧上。光导 1208 包括多个光散射元件 1209,譬如参照图 10 描述的光散射元件 1016。如同图 10 中的情况那样,该光散射元件以预定的图形分布在光导 1208 的面向后方的侧面上以在整个光学腔上产生更加均匀的光分布。

[0114] 在一个实现方式中,光导 1208 和基片 1210 保持得相互紧密接触。它们优选地用具有相似的折光率的材料形成,从而在其界面上避免反射。在另一个实现方式中小支座或者垫片材料保持光导 1208 与基片 1210 以预定的间距间隔开,从而把光导 1208 与基片 1210 相互光学地退耦。光导 1208 与基片 1210 间隔开造成形成在光导 1208 与基片 1210 之间的气隙 1213。该气隙促进在光导 1208 内于其面向前方的表面上的内全反射,从而在光散射元件 1209 将光 1214 指向光调制阵列 1206 快门组件之前促进光 1214 在该光导内的分布。作为可供选择的替代方案,在光导 1208 与基片 1210 之间的该间隙可以用真空、一个或者多个选取的气体或者液体填充。

[0115] 图 12B 是根据本发明的说明性实施方案的第四基于快门的空間光调制器 1200' 的横截面图。如同图 12A 的空間光调制器 1200,第四空間光调制器 1200' 包括光学腔 1202'、光源 1204'、光调制阵列 1206' 和盖板 1207',譬如参照图 11 描述的盖板 1108。光学腔 1202' 包括在光调制阵列 1206' 中的面向后方的反射性表面、光导 1208' 和面向前方的后反射性表面 1212'。如同在第三空間光调制器 1200,第四空間光调制器 1200' 的光调制器阵列 1206' 形成在基片 1210' 上,该基片与光导 1208' 分开。

[0116] 在第四空间光调制器 1200' 中, 光导 1208' 与基片 1210' 由光散射器 1218 和亮度增强膜 1220 分开。散射器 1218 帮助随机化散射的光 1214' 的光学角度以提高均匀性并且降低从光源 1204 或者光调制阵列 1206 形成幻象图像。在一个实现方式中, 亮度增强膜 1220 包括光学棱镜的阵列, 该光学棱镜模制成薄塑料片, 并且起把光聚集成狭窄的照明圆锥的作用。亮度增强膜 1220 将以倾斜的角度穿过光透射区域 1222 离开光导 1208' 的光重新导向观看者, 从而造成相同输入功率下沿光学轴线的亮度明显增加。

[0117] 图 12C 是根据本发明的说明性实施方案的第五基于快门的空间光调制器 1200'' 的横截面图。如同图 12A 的空间光调制器 1200, 第五基于快门的空间光调制器 1200'' 包括一个光学腔 1202''、一个光源 1204''、一个光调制阵列 1206'' 和一个盖板 1207'', 譬如参照图 11 描述的盖板 1108。光学腔 1202'' 包括在光调制阵列 1206'' 中的面向后方的反射性表面、一个光导 1208'' 和一个面向前方的后反射性表面 1212''。如同在第三空间光调制器 1200, 第五空间光调制器 1200'' 的光调制阵列 1206'' 形成在基片 1210'' 上, 该基片与光导 1208'' 分开。

[0118] 在第五空间光调制器 1200'' 中, 光导 1208'' 与基片 1210'' 由显微透镜阵列 1224 分开。显微透镜阵列 1224 将以倾斜的角度穿过光透射区域 1222' 离开光导 1208'' 的光重新导向观看者, 从而造成相同输入功率下沿光学轴线的亮度明显增加。

[0119] 另外, 因为在第五基于快门的空间光调制器 1200'' 中, 光调制器阵列 1206'' 形成在其自身的基片 1210'' 上, 与光导 1208'' 分开, 光导 1208'' 可以用可模制的塑料构成, 而不限限制可用于构成光调制阵列 1210'' 的制造工艺的塑料过性温度。从而, 可以模制光导 1208'' 以基本把用于引入光的光源 1204'' 封装在光学腔 1202'' 中。把光源 1204'' 封装在光导 1208'' 中提供光 1214'' 向光导 1208'' 中的耦合的改进。类似地, 散射元件 1209'' 可以直接地合并并在光导 1208'' 的模子中。

[0120] 图 12D 是根据本发明的说明性实施方案的第六基于快门的空间光调制器 1200''' 的横截面图。如同图 12A 的空间光调制器 1200, 第六基于快门的空间光调制器 1200''' 包括一个光学腔 1202'''、一个光源 1204'''、一个光调制器阵列 1206''' 和一个盖板 1207''', 譬如参照图 11 描述的盖板 1108。光学腔 1202''' 包括在光调制阵列 1206''' 中的一个面向后方的反射性表面、一个光导 1208'''、一个面向前方的后反射性表面 1212'''、散射器 1218''' 和一个亮度增强膜 1220'''。

[0121] 在光调制阵列 1206''' 与盖板 1207''' 之间的空间填充以润滑剂 1224, 诸如参照图 3D 描述的润滑剂。盖板 1207''' 用环氧树脂 1225 固附到快门组件 1206 上。该环氧树脂应当具有优选地低于约 200°C 的固化温度, 它应当具有优选地低于每摄氏度 50ppm 的热膨胀系数并且应当是耐潮湿的。示例的环氧树脂是由 Epoxy Technology 公司销售的 EPO-TEK B9021-1。该环氧树脂也起密封润滑剂 1224 的作用。

[0122] 一个金属片或者模制的塑料组件支架 1226 围绕边缘把盖板 1207'''、光调制阵列 1206''' 和光学腔 1204''' 保持在一起。组件支架 1226 用螺丝或者榫片紧固以增加该组合的装置的刚性。在一些实现方式中, 通过环氧树脂浇灌成分将光源 1204''' 模制在适当位置。

[0123] 图 13 是根据本发明的说明性实施方案的第七基于快门的空间光调制器 1300 的横截面图。第七基于快门的空间光调制器 1300 包括一个基片 1302 以及光导 1306, 在该基片上形成一个光调制阵列 1304。光调制阵列 1304 包括空间光调制器 1300 的光学腔 1310 的一

个前反射性表面。一种反射性材料沉积或者粘附在该光导的后侧,以起后反射性表面 1308 的作用。光导 1306 的后侧做成有角的,或者相对于光导 1308 的前侧成型以促进光在光调制阵列 1304 中的均匀分布。然而后反射性表面 1308 却还是部分地面对前反射性表面。

[0124] 图 14A 是根据本发明的说明性实施方案的另一种空间光调制器 1400 的横截面图。该空间光调制器 1400 包括一个基片 1402,在该基片上形成一个光调制阵列 1404。光调制阵列包括用作光学腔的前反射性表面 1405 的反射性表面。空间光调制器 1400 还包括基本面向光调制阵列 1404 的后侧的后反射性表面 1406。一个光源 1408 置于在其上形成光调制阵列 1404 的基片 1402 与后反射性表面 1406 之间的空间中。该空间还可以填充以基本透明的塑料,光源 1408 嵌入在该基本透明的塑料中。

[0125] 图 14B 是类似于图 14A 的空间光调制器 1400 的另一空间光调制器 1400' 的横截面图。该空间光调制器 1400' 包括一个基片 1402',在该基片上形成一个光调制阵列 1404'。光调制阵列 1404' 包括用作光学腔的前反射性表面 1405 的反射性表面。空间光调制器 1400' 还包括后反射性表面 1406'。后反射性表面 1406' 是做成波浪形的、做有纹理的,或者成型为促进在由该反射性表面(即后反射性表面 1406' 和组合到空间光调制器 1400' 的光调制阵列 1404' 中的反射性表面)形成的光学腔中光的分布。

[0126] 图 15 是根据本发明的说明性实施方案的用于光调阵列中的另一种快门组件 1500 的横截面图。快门组件 1500 包括一个列金属层 1502、两个行电极 1504a 和 1504b、一个快门 1506,构建在一个基片 1509 上。快门组件 1500 还包括一个或者多个光散射元件 1508。如同在上述的快门组件的其他实现方式,穿过列金属层 1502 蚀刻孔径光阑 1510。光散射元件 1510 可以包括基片 1509 的形状或者几何状态的任何改变,譬如通过粗化、涂覆或者处理基片 1509 的表面。例如,光散射元件可以包括尺度在约 1 至约 5 微米的列金属 1502 的构图余留物。光散射元件 1508 帮助提取由于内全反射而捕获在基片 1508 中的光 1512。当这样被捕获光 1512 照射到散射元件 1508 之一上时,光 1512 的光路的角度改变。如果光 1512 的光路的角度变得足够地尖锐,它就会穿出基片 1509。如果快门 1506 在开放的位置,散射的光 1512 就可以穿出孔径光阑 1510,并且作为图像的一部分进行到观看者。

[0127] 图 16 是根据本发明的说明性实施方案的又一空间光调制器 1600 的横截面图。空间光调制器 1600 包括形成在基片 1604 的后反射表面上、面对光学腔 1606 内部的光调制阵列 1602。组成光调制阵列 1602 的各个光调制元件 1608,譬如在图 3-8 中说明的快门组件 300、300'、300''、300'''、400、500、600、700、800 和 800' 或者图 9 中描述的液晶单元 902,都被修改,以与在参照图 4 和图 5 描述的相比较颠倒反射或者吸收光的光调制元件 1608 的侧面。

[0128] 光学腔 1606 包括前反射性表面 1610、后反射性表面 1612 以及光导 1614。由光源 1613 把光引入进光学腔中。前反射性表面 1610 被布置在光导 1614 的面向前方的表面上,提供一个基本连续的高反射度层,并且还确定光透射区域 1616。前反射性表面 1610 由透明的间隙 1618 与光调制阵列 1602 分开。间隙 1618 优选地比光透射区域的宽度窄,例如窄约 100 微米。间隙 1618 可以窄到约 10 微米宽,或者甚至更窄。

[0129] 在一个实现方式中,间隙 1618 可以填充有润滑剂 1612,譬如参照图 3D 所描述的润滑剂。润滑剂 1620 可以具有与光导 1614 的折光率基本匹配的折光率,以促进从光导 1614 提取光。

[0130] 空间光调制器 1600 可以可选地放弃盖板,因为该快门组件由基片 1604 的环绕保护。如果省略盖板,可以向基片 1604 的面向前方的表面上施加黑基质,例如图 11 的黑基质 1110。

[0131] 图 17 是根据本发明的说明性实施方案的可以结合进图 10-15 中描述的空间光调制器 1000、1100、1200、1300、1400 和 1500 中的透射反射性快门组件 1700 的横截面图。透射反射性快门组件 1700 用由置于快门组件 1700 后方的光源发射的光和环境光 1703 两个形成图像。透射反射性快门组件 1700 包括一个列金属层 1702、两个行电极 1704a 和 1704b 和一个快门 1706。透射反射性快门组件 1700 包括穿过列金属层 1702 蚀刻的孔径光阑 1708。列金属层 1702 的尺度在约 1 至 5 微米的部分留在孔径光阑 1708 的表面上,以起透射反射性元件 1710 的作用。一个光吸收膜 1712 覆盖快门 1706 的顶表面。

[0132] 当该快门处于关闭的位置时,光吸收膜 1712 吸收照射在快门 1706 的顶表面上的环境光 1703。当快门 1706 处于图 17 中所示的开放的位置时,透射反射性的快门组件 1700 通过既允许源于专用光源的光 1701 穿过该透射性快门组件也允许源于所反射的环境光穿过该透射反射性快门组件对形成图像起作用。透射反射性元件 1710 的小尺寸造成环境光 1703 反射的有些随机图形。

[0133] 透射反射性快门组件 1700 覆以一个盖板 1714,该盖板包括黑基质 1716。该黑基质吸收光,从而基本阻止环境光 1703 向观看者反射回,除非从不受覆盖的孔径光阑 1708 反射开环境光 1703。

[0134] 图 18 是根据本发明的说明性实施方案的可以结合进图 10-15 中说明的空间光调制器 1000、1100、1200、1300、1400 和 1500 中的第二透射反射性快门组件 1800 的横截面图。透射反射性快门组件 1800 包括一个列金属层 1802、两个行电极 1804a 和 1804b 和一个快门 1806。透射反射性快门组件 1800 还包括穿过列金属层 1802 蚀刻的孔径光阑 1808。列金属层 1802 的尺度在约 5 至约 20 微米的至少一部分留在孔径光阑 1808 的表面上,起透射反射元件 1810 的作用。光吸收膜 1812 覆盖快门 1806 的顶表面。当该快门处于关闭的位置时,光吸收膜 1812 吸收照射在快门 1806 的顶表面上的环境光 1803。当快门 1806 处于开放的位置时,透射反射性的元件 1810 向观看者反射回一部分照射在孔径光阑 1808 上的环境光 1803。与透射反射性元件 1710 相比较,透射反射性元件 1810 的更大的尺度产生更多个特定的反射模式,从而基本直接地向该观看者反射回源于该观看者后方的环境光。

[0135] 透射反射性快门组件 1800 覆以一个盖板 1814,该盖板包括黑基质 1816。该黑基质吸收光,从而基本阻止环境光 1803 向观看者反射回,除非环境光 1803 从不受覆盖的孔径光阑 1808 反射开。

[0136] 参见图 17 和 18 两图,即使有位于孔径光阑 1708 和 1808 中的透射反射性元件 1710 和 1810,环境光 1703 和 1803 的一些部分还是穿过对应的透射反射性快门组件 1700 和 1800 的孔径光阑 1708 和 1808。当透射反射性快门组件 1700 和 1800 结合进如前文描述的具有光学腔和光源的空间光调制器中时,穿过孔径光阑 1708 和 1808 的环境光 1703 和 1803 进入该光学腔并且与由该光源引入的光一起被重新利用。在可供选择的替代透射反射性快门组件中,在该列金属层中的孔径光阑至少部分地填充以半反射性半透射性的材料。

[0137] 图 19 是根据本发明的说明性实施方案的前反射性快门组件 1900 的横截面图。前反射性快门组件 1900 可以用在反射性光调制阵列中。前反射性快门组件 1900 向观看者反

射环境光 1902。从而在空间光调制器中使用前反射性快门组件 1900 的阵列排除了在具有大量环境光 1902 的环境中观察时对专用的光源的需要。前反射性快门组件 1900 可以采取基本与图 3-8 中说明的快门组件 300、300'、300''、300'''、400、500、600、700、800 或 800' 相同的形式。然而,取代于包括允许光通过的孔径光阑的快门组件 300、400、500、600、700 或 800 的列金属层,该列金属层包括处于关闭的快门 1904 的位置下方的反射性表面。反射性快门组件 1900 最前方的层,至少包括快门 1904 的前表面,被涂覆在光吸收膜 1908 中。从而当关闭快门 1904 时,照射在反射性快门组件 1900 上的光 1902 被吸收。当开放快门 1904 时,照射在反射性快门组件 1900 上的光 1902 的至少一部分从暴露的列金属层 1910 朝观看者向回反射。作为可供选择的替代方案,列金属层 1910 可以涂覆有吸收膜,而快门 1908 的前表面可以覆于反射性膜中。以此方式只在在关闭该快门时才朝该观看者向回反射光。

[0138] 如同前文说明的其他快门组件和光调制器,反射性快门组件 1900 可以覆以具有其上施加黑基质 1912 的盖板 1910。黑基质 1912 覆盖盖板 1910 的不与快门的开放位置对置的部分。

[0139] 图 20 是根据本发明的说明性实施方案的包括多个光调制阵列 2002 的空间光调制器 2000 的等比例图示。上面描述的几个光调制阵列 2002 的尺寸,在一定程度上,受用于构成它们的半导体制造技术的限制。然而光导 2004 和反射性膜 2006 可以在显著地大得多的规模形成。包括多个安排在一个或者多个光导 2004 上方相邻地布置的光调制阵列 2002 的空间光调制器可以产生更大的图像,从而避开了这些限制。

[0140] 如上所述,在前面公开的快门组件中的快门组件可以由有源矩阵控制。图 21A 是适于包括在显示装置 100 中寻址像素阵列 2140 (“阵列 2140”)中的有源控制矩阵 2100 的概念图解。每个像素 2101 包括弹性的快门组件 2102,譬如图 1C 的快门组件 122,由作动器 2103 控制。每个像素还包括一个包括孔径光阑孔 2154 的孔径光阑层 2150。可以采用快门组件和控制该快门组件的电路的其他电气和机械的配置而不脱离本发明的范围。

[0141] 控制矩阵 2100 可以制造成一种在其上形成快门组件 2102 的基片 2104 的表面上的扩散或者薄膜沉积的电路。控制矩阵 2100 包括用于控制矩阵 2100 中的每行像素 2101 的扫描线互连 2106 和用于控制矩阵 2100 中的每列像素 2101 的数据互连 2108。每个扫描线互连 2106 把写使能电压源 2107 电连接到对应的像素行 2101 中的像素 2101。每个数据互连 2108 把数据电压源 (“Vd 源”)2109 电连接到对应的像素列 2101 中的像素 2101。在控制矩阵 2100 中,数据电压 Vd 提供作动快门装置 2102 需要的能量的大部分。从而,该数据电压源 2109 还起作动电压源的作用。

[0142] 图 21B 是包括控制矩阵 2100 的像素阵列 2140 的一部分的等比例图。参见图 21A 和 21B,对于像素阵列 2140 中的每个像素 2101 或每个快门组件,控制矩阵 2100 包括晶体管 2110 和电容器 2112。每个晶体管 2110 的栅极电连接到像素 2101 所位于的阵列 2140 中的行的扫描线互连 2106。每个晶体管 2110 的源极电连接到其对应的数据互连 2108。每个快门组件的作动器 2103 都包括两个电极。每个晶体管 2110 的漏极与对应的电容器 2112 的电极之一并联地电连接并且连接到对应的作动器 2103 的电极之一。电容器 2112 的另一个电极和作动器 2103 的另一个电极连接到一个公共电势或者地电势。

[0143] 在工作中,为了形成图像,控制矩阵 2100 通过依次向每个扫描线互连 2106 施加电压 V_{we} 顺序地写使能阵列 2140 中的每个行。对于写使能的行,对该行中的像素 2101 的晶体

管 2110 的栅极施加 V_{we} 使电流能够经过数据互连 2108 流过该晶体管,以向快门组件 2102 的作动器 2103 施加电势。当该行写使能时,数据电压 V_d 选择性地施加到数据互连 2108 上。在提供模拟灰度的实现方式中,与所希望的位于该写使能的扫描线互连 2106 与数据互连 2108 的交点处的像素 2101 亮度相关联地改变施加于每个数据互连 2108 的数据电压。在提供数字控制方案的实现方式中,该数据电压被选择为或是相对低幅度的电压(即接近地电压)或是等于或超过 V_{at} (作动阈值电压)。响应于对数据互连 2108 施加电压 V_{at} ,对应的快门组件 2102 中的作动器作动,开放在快门组件 2102 中的快门。施加于数据互连 2108 的电压即使在控制矩阵 2100 停止向行施加电压 V_{we} 以后也保留存储在像素 2101 的电容器 2112 中。因此不需要等待和保持行上的电压 V_{we} 长久到足以作动快门组件 2102;这样的作动可以在已经从行上去除该写使能电压后开始进行。行中的电容器 2112 中的电压基本一直存储到写完整个视频帧为止,并且在某些实现方式中一直存储到对该行写新的数据为止。

[0144] 在各种实现方式中,快门组件与其对应的作动器一起可以被做成双稳态的。就是说,快门组件中的快门可以存在于两个平衡的位置(例如开放或者关闭),把它们保持在两个位置中的任一个只要求少量的功率或者完全不要求功率。更加具体地,快门组件可以是机械双稳态的。一旦把快门组件的快门置位,不要求电能或者保持电压来保持该位置。该快门组件的物理元件上的机械应力可以把该快门保持在适当的位置。

[0145] 快门组件与其对应的作动器一起还可以做成电双稳态的。在一个电双稳态的快门组件中,存在一个低于该快门组件的作动电压的电压,如果把该电压施加到一个关闭的作动器(同时该快门或是开放或是关闭的),保持该作动器关闭并且保持该快门在位,即使在该快门上作用相反的力。该相反的力可以通过一个弹簧,或者该相应的力可以通过一个对置的作动器作用,譬如“开放的”或者“关闭的”作动器。

[0146] 阵列 2140 的像素 2101 形成在一个基片 2104 上。该阵列包括布置在该基片上的孔径光阑层 2150,该孔径光阑层包括阵列 2140 中的每个像素 2101 的一组孔径光阑孔 2154。孔径光阑孔 2154 与每个像素中的快门组件 2102 对齐。

[0147] 矩阵 2140 可以通过按以下的步骤序列制造。首先在透明的基片 2104 上沉积和构图一个孔径光阑层 2150。接着在孔径光阑 2150 的顶部制造该控制矩阵,包括薄膜开关或者晶体管 2110 的阵列,连同电容器 2112 和互连,譬如扫描线互连 2106 或者数据互连 2108,一起制造。用于制造晶体管 2110 和电容器 2112 的工艺可以是制造液晶显示器中用的有源矩阵阵列的技术领域内典型地公知的工艺。在最后的步骤中,在该薄膜开关阵列的顶部形成微-电-机械(或者 MEMS)快门组件。

[0148] 在一个简单的实现方式中,该孔径光阑层 2150 通过居间的介电体层与该控制矩阵绝缘。孔径光阑层 2150 可以包括与要在其上方制造的有源矩阵兼容地加工的薄膜材料,但是不需要电连接到该有源矩阵。孔径光阑孔 2154 在形状上总体可以是圆、椭圆、多边形、螺旋形或者不规则形状。

[0149] 在另一个实现方式中,孔径光阑层 2150 电连接到该控制矩阵。这种连接可以借助于蚀刻穿过居间的介电层的渡通进行,从而使得该控制矩阵中的互连对该孔径光阑层造成电接触。如果孔径光阑层 2150 包括导电材料,于是它对该控制矩阵就可以起基底平面的作用或者公共互连的作用。

[0150] 在该显示器的其他实现方式中,分开的孔径光阑层不需要作为序列中的第一步骤

制造。取而代之地,可以用在制造有源矩阵或者无源矩阵中使用的相同的薄膜材料和相同的加工步骤直接将孔径光阑层制造在玻璃基片上,如所属领域内典型地公知的那样。只需要改变掩模设计或者像素布局,以适应孔径光阑孔的形成。

[0151] 在另一个实现方式中,该孔径光阑层作为加工顺序中的最后的步骤制造。该孔径光阑层刚性地附着在该基片上但是总体上悬挂在该快门组件的上方,下方留出空间用于该快门组件的自由位移。

[0152] 图 22-30 涉及附加的基于 MEMS 的显示装置。具体地,图 22-30 的基于 MEMS 的快门装置包括聚光器。图 22 是根据本发明的说明性实施方案的反射性显示装置 A10 的等比例概念图解,该反射性显示装置包括光调制器的阵列 A100(也称为“光调制阵列 A100”)、聚光器的阵列 A150(也称为“聚光阵列 A150”)。作为可供选择的替代方案,显示装置 A10 可以形成为透射反射性的或者透射性的显示器。这些实施方案将参照图 29 和图 30 进一步被描述。光调制阵列 A100 包括按行和列(尽管还可以采用没有行和列的分段的显示器而不偏离本发明的精神和范围)安排的多个快门组件 102a-102u(统称“快门组件 A102”)。总体上,快门组件 A102 有两个状态,即开放的状态和关闭的状态(尽管可以采用部分地开放的以赋与灰度,例如将在下方中更加详细地说明的那样)。每个快门组件 A102 包括快门 A112,用于选择性地覆盖对应的可暴露的表面 A114。快门组件 A102a-c、A102e-m 和 102p-u 处于开放的状态,把其对应的可暴露的表面 A114 暴露于已经穿过聚光阵列 A150 的光。快门组件 A102d、A102n 和 A102o 处于关闭的状态,遮挡穿过聚光阵列 A150 照射在其对应的可暴露的表面 A114 上的光。总体上,装置 A10 选择性地设定快门组件 A102 的状态,以向用于形成图像 A104 的面 A103 反射回源于与观看者同侧的环境光源 A107 的光束(例如还可以参见图 7)。作为可供选择的替代方案,取代于在装置 A10 的环境,可以以集成的前光提供光源 A107。

[0153] 在本发明的一个实施方案中,光调制阵列 A100 的每个快门组件 A102 可对应于图像 A104 中的图像像素 A106。如上所述,每个快门组件 A102 包括快门 A112 和可暴露的表面 A114。在一个实现方式中,面对光源 A107 的快门 A112 的表面是反射性的,而可暴露的表面 A114 是光吸收性的。为了照明像素,快门 A112 至少部分地关闭以向表面 A103 反射光。在一个可供选择的替代实施方案中面对光源 A107 的快门 A112 的表面吸收光而可暴露的表面 A114 反射光。在该实现方式中,当快门 A112 完全开放时像素 A106 最亮,而在快门 A112 完全关闭时最暗。

[0154] 在各替代实施方案中,显示装置 A10 可以对每个图像像素 A106 采用多个快门组件 A102。例如,该显示装置可以每图像像素 A106 包括三个或者四个颜色专有的快门组件 A102。通过选择性地开放与特定的像素 A106 相应的一个或者多个颜色专有的快门组件 A102,该显示装置可以产生图像 A104 中的彩色像素 A106。在另一个例子中,显示装置 A10 包括快门组件 A102,该快门组件可以用于提供对每像素 A106 的多个部分开放或者关闭状态,以提供图像 A104 中的灰度。

[0155] 可暴露的表面 A114 可以以各种方式用膜、沉积物、或者任何其他适当的材料、或者其组合或者其缺失,要么反射要么吸收光,这取决于所希望的快门组件 A102 的实现方式。类似地,每个快门 A112 可以设有从其上反射光或者于其内吸收光的表面,从而与其相关联的可暴露的表面 A114 结合,如所希望地,由组件 A102 向观看者正确地反射或者吸收

光。这样一些材料将参照图 23 进一步描述。在其他的又一些实现方式中,显示装置 A10 可以包括其他形式的光调制器,譬如微镜、滤光器、偏振器、液晶调制单元、干涉计装置和其他适当的装置,用于取代快门组件 A102 调制光形成图像。

[0156] 聚光阵列 A150 包括光学元件的阵列,用于把光聚在光调制器阵列 A100 中的各个光调制器上,以取决于快门 A112 的位置增加或照射在快门 A112 上或照射在可暴露的表面 A114 上的环境光的百分比。可以在聚光阵列 A150 中提供各种类型的光学元件,例如,包括反射性的光漏斗、高数值孔径的透镜,和其他的非成像光学装置。在图 22 中所示的说明性实施方案中,聚光阵列 A150 包括反射性光漏斗 A152 的阵列。每个漏斗 A152 都与各自相应的快门组件 A102 相关联,用于把从环境光源 A107 发射出的光聚到与漏斗 A152 对应的快门组件 A102 的特定的区域上。每个反射性漏斗 A152 优选地包括指向表面 A103 的第一光学开口 A156、指向其相关联的快门组件 A102 的第二光学开口 A154 和把第一光学开口 A156 连接到第二光学开口 A154 的壁 A158。

[0157] 优选地把第一光学开口 A156 的尺寸做得匹配于相关联的像素 A106 的尺寸,并且优选地把第二光学开口 A154 的尺寸做得匹配于或者稍小于其相关联的快门组件 A102 的可暴露的表面 A114 的尺寸。壁 A158 优选地是高反射性的并且第一光学开口 A156 优选地大于第二光学开口 A154,从而以最大程度的可能性,源于环境光源 A107 的环境光束可以从一个宽的角度范围在第一光学开口 A156 处进入漏斗 A152,并且经第二光学开口 A154 反射到快门组件 A102 的聚光区域上。这增加了形成得到每个快门组件 A102 的调制的光的可供使用的图像的百分比,从而提高显示装置 A10 的对比度。而且,由于在快门组件 A102 的反射元件上漏斗聚集提高了百分比的环境光 A107,显示装置 A10 能够提供增加了的亮度和照明效率,同时免除对背光和附加功率的需要。

[0158] 壁 A158 可以是直的、弯曲的、CPC(复合抛物线收集器)形状的,或者是提供环境光 A107 的光学高效聚光并且还得出高填充因数的其适当的组合。壁 A158 可以是圆锥形的,或者可以包括多个侧面,这取决于该漏斗光学开口的尺寸和形状。光学开口 A154 和 156 可以是各种形状和尺寸而不偏离本发明的精神和范围。例如,光学开口 A156 可以是六边形的,而光学开口 A154 可以是圆形的。壁 A158 可以设有反射性的内表面或者设有透明的内表面和外反射性涂层(如下文参照图 26A-27C 更详细地描述的)。

[0159] 图 23 是图 22 的组合的快门-漏斗组件之一的横截面图,示出显示装置 A10 的附加的特征。参见图 22 和 23,显示装置 A10 还可以包括在该观看者与聚光阵列 A150 之间的盖片 A109 和滤光器阵列层 A111。盖片 A109 用于几个功能,包括保护光调制阵列 A100 不受机械和环境损害。盖片 A109 可以是薄透明塑料,譬如聚碳酸酯或者玻璃片。在某些实施方案中,该盖片可以涂覆和构图以光吸收材料,也称为黑基质 A120。黑基质 A120 可以作为包含光吸收颜料的厚膜丙烯酸树脂或者乙烯树脂沉积在盖片 A109 上。黑基质 A120 可以吸收某些入射的环境光,从而增加由装置 A10 形成的图像 A104 的对比度。黑基质 A120 还可以用作吸收以泄露或者时间连续的方式逸出的光。盖片 A109 的顶表面 A103 可以向观看者显示图像 A104。

[0160] 在一个实现方式中,可以沉积在盖片 A109 上的滤光器阵列 A111 可以包括例如丙烯酸树脂或者乙烯树脂形式或者薄膜介电体形式的彩色滤光器。滤光器可以以类似于用于形成黑基质 A120 的方式沉积,然而,取而代之的是,该滤光器构图在聚光阵列 A150 的圆锥体

A152 的第一光学开口 A156 或者第二光学开口 A154 上,为色彩专用的快门组件 A102 提供适当的彩色滤光器。例如,显示装置 A10 可以包括多个三个或者多个色彩专用的快门组件 A102 的多个分组(例如,一个红快门组件、一个绿快门组件和一个蓝快门组件;一个红快门组件、一个绿快门组件、一个蓝快门组件和一个白快门组件;一个青快门组件、一个深红快门组件、和一个黄快门组件等等。- 尽管可以提供快门组件的任何其他数量和/或色彩组合用于形成图像像素而不偏离本发明的精神和范围),使得分组的色彩专用的快门组件 A102 相关联的每个子像素都可以形成图像像素 A106。可以有三个以上的彩色子像素,以构成一个完全的图像像素。通过选择性地开放与特定的像素对应的分组中的一个或者多个色彩专用的快门组件 A102,显示装置 A10 可以产生图像 A104 的各种色彩的图像像素 A106。

[0161] 这些彩色滤光器可以用几个方式制造。例如,可以用充分公知的光刻技术,类似于制造该快门和控制矩阵的无源矩阵或者有源矩阵的部件时使用的步骤,在显示器的表面上构图有选择性吸收率的材料。具有弥散的金属和金属氧化物的材料或者更加一般地专用的吸收性材料的材料可以是光敏的并且可以确定得象光致抗蚀剂那样。作为可供选择的替代方案,这样的吸收中心可以以一种薄膜的形式施加并且接着用充分公知的光刻和蚀刻工艺构图。而且可以在该基片上构图基于薄膜层的干涉特性的薄膜,用于例如在代表性的红、蓝和绿像素上形成干涉滤光器。彩色滤光材料还可以用弥散在譬如聚乙烯丙烯酸树脂等的树脂中的有机染料形成。

[0162] 漏斗 A152 的光学开口的高度、厚度、形状和直径可以根据所用的材料和应用改变。当漏斗 A152 的壁 158 的高度与光学开口 A154 和 A156 之间的尺寸差相比很小时,壁 A158 的斜度相对地小(即,壁 A158 基本平行于表面 A103),并且漏斗 A152 总体上像回反射器那样动作,这是通过向观看者反射大多数环境光 A107 而不首先把光聚到快门组件 A102 的反射性区域上。另一方面,当漏斗 A152 的壁 158 的高度与光学开口 A154 和 A156 之间的尺寸差相比很大时,壁 A158 的斜度相对地大(即,壁 A158 基本垂直于表面 A103),由于从壁 A158 多重反射环境光 A107 的光束导致光强度显著损失。在一个优选的实施方案中,第一光学开口 A156 的直径可以在 75 微米至 225 微米的范围,并且优选的是 150 微米;第二光学开口 A154 的直径可以在 25 微米至 75 微米的范围,并且优选的是 50 微米;并且圆锥体 A152 的高度可以在 100 微米至 300 微米的范围,并且优选的是 200 微米,例如得出范围从约 3.5 至 4 的斜度。

[0163] 另外,透镜阵列可以设有透镜 A157,用于把发来的环境光聚焦到各自相应的漏斗 A152,并且因此聚焦到相关联的快门组件 A102 上,从而既降低从壁 A158 反射开的次数又降低回反射路径的几率(注意为了图示清晰在图 22 中没有示出透镜 A157)。布置在漏斗 A152 的第一光学开口 A156 处的透镜 A157 可以帮助把源于环境光源 A107 的倾斜入射的光线指引和聚光到漏斗 A152 中因而到快门组件 A102 的反射区域上。例如,矩阵 A111 的彩色滤光器可以固定到透镜 A157 的底侧,如图 23 中所示。如在图 26 中所示,可以在单个模制工艺中作为一个形成透镜和光学漏斗结构。

[0164] 彩色滤光还可以在显示装置 A10 的其他位置进行。除了在盖片 A109 内以外,例如,彩色滤光器阵列 A111 可以施加在每个反射性光漏斗 A152 的第二光学开口 A154 处。本实施方案可能在该漏斗 A152 添充有硬透明光学材料(如将参照图 26A-27C 更详细地描述的)的实现方式中是特别优选的。滤光器阵列 A111 可以交替在施加在快门组件 A102 的反射性

区域的近端。总体上,滤光器阵列的滤光器 A111 可以在表面 A103 与快门组件 A102 的反射性表面之间的给定像素的光路中任何处。

[0165] 反射性壁 A158 具有高于约 50% 的反射率。例如,反射性壁 A158 可以具有 70%、85%、92%、96% 或者更高的反射率。更光滑的基片和更精细的粉末金属可以产生更高反射率。光滑的表面可以通过把塑料模制成光滑壁的形式得到。没有内含物的精细粉末金属膜可以通过多种气相沉积技术形成,这些技术包括喷溅、蒸发、离子镀、激光剥蚀或者化学气相沉积。对这种反射性应用有效的金属包括而限于 Al、Cr、Au、Ag、Cu、Ni、Ta、Ti、Nd、Nb、Rh、Si、Mo 和 / 或其任何合金或者组合。

[0166] 作为替代方案,反射性壁 A158 可以用镜形成,譬如介电体镜。介电体镜制造成介电体薄膜的堆栈,该介电体薄膜在高和低折光率材料之间交替。入射光的一部分从折光率改变处的每个界面被反射。通过把介电体层的厚度控制到该波长的某个固定的分数或者倍数并且通过增加从多个平行界面的反射,可以制造具有超过 98% 的反射率的净反射性表面。某些介电体镜具有大于 98.8% 的反射率。介电体镜可以是客户定制设计的以接受可见光范围内预定的波长范围和预定的入射角范围。只要制造可以控制该介电体膜堆栈中的光滑性在这种条件下就可以有超过 99% 的反射率。例如,该堆栈可以包括 20 个至 500 个膜。

[0167] 每个快门组件 A102 的状态可以使用无源寻址方案控制。每个快门组件 A102 由一系列电极 A108 和两行电极 A110a (“行开放电极”) 和 A110b (“行关闭电极”) 控制。在光调制阵列 A100 中,给定列中的所有快门组件 A102 共享单个的列电极 108。行中的所有快门组件 A102 共享公共的行开放电极 A110a 和公共的行关闭电极 A110b。

[0168] 类似于前文参照图 21A 和 21B 所描述的,有源矩阵寻址方案也是可以的。有源矩阵寻址(其中通过薄膜晶体管阵列或者金属绝缘体金属 (“MIM”) 二极管阵列控制像素和切换电压)在整个视频帧的周期中必须以稳定的方式保持所施加的电压的情况中是有用的。可以用每行快门组件只有一行电极构成有源矩阵寻址的实现。

[0169] 参见图 22 和图 23,快门组件 A102 构成在玻璃、硅或塑性聚合物的基片 A116 上,该基片与光调制阵列 A100 的其他快门组件 A102 共用。基片 A116 可以支承多达 4,000,000 个快门组件,安排在高达约 2000 行和高达约 2000 列中。例如对于 signage 应用可以在一个阵列中安排多个基片。

[0170] 光调制阵列 A100 以及其部件快门组件 A102 使用本领域内公知的标准的微加工技术形成,包括:光刻;蚀刻技术,诸如湿化学蚀刻、干蚀刻、和光致抗蚀剂去除;硅的热氧化;电镀和无电镀;扩散工艺,譬如硼、磷、砷和锑扩散;离子植入;膜沉积,譬如蒸发(热丝、电子束射、闪光和遮蔽以及台阶覆盖)、喷溅、化学气相沉积(CVD)、外延附生(蒸发相、液相和分子束),电镀、丝网印刷和层化。总体上参见 Jaeger 著“微电子制造导论(Addison-Wesley 出版公司, Reading Mass, 1988);Runyan 等人著半导体集成电路工艺技术(Addison-Wesley 出版公司, Reading Mass, 1988);1987-1998 IEEE 微电子机械系统会议论文集;Rai-Choudhury 编辑的”微光刻、微加工和微制造手册(SPIE 光学工程出版社, Bellingham, 华盛顿, 1997)。

[0171] 更加具体地,在基片的顶部沉积多层材料(典型地在金属与介电体之间交替地沉积)形成堆栈。向该堆栈上加入一层或者多层材料以后向该堆栈的最顶层施加构图,标记要么从该堆栈上去除要么保留在该堆栈上的材料。然后向构图了的堆栈施加各种蚀刻技

术,包括湿蚀刻和 / 或干蚀刻以去除不想要的材料。该蚀刻工艺还可以基于该蚀刻的化学成分、该堆栈中的层和施加该蚀刻的时间量从该堆栈的一个层或者多个层中去除材料。该制造工艺可以包括平铺、构图和蚀刻的多个迭代。

[0172] 该工艺还包括释放步骤。为了提供部件在成品装置中运动的自由度,在将形成在成品装置中的运动部件的材料近端的堆栈中插入牺牲材料。蚀刻或其它短暂 (fugitive) 相工艺去除大部分该牺牲材料,从而使得该部件可以自由运动。

[0173] 在释放了之后,把该运动快门的表面绝缘,从而不会在接触时在运动部件之间传递电荷。这可以通过热氧化完成和 / 或通过保形化学气相沉积诸如 Al_2O_3 、 Cr_2O_3 、 TiO_2 、 HfO_2 、 V_2O_5 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 SiO_2 、或者 Si_3N_4 之类的绝缘体完成,或者通过使用诸如原子层沉积之类的技术沉积类似的材料完成。通过化学变换工艺,譬如氟化或者氢化绝缘了的表面,化学地钝化所绝缘了的表面以防止诸如在接触表面之间磨擦的问题。

[0174] 双顺性电极作动器构成用于驱动快门组件 A102 中的快门 A112 的适用的作动器类型。应当指出,可以使用其他不同类型的作动器,包括非双顺性电极作动器,用于驱动快门组件 A102 中的快门 A112 而不偏离本发明的精神和范围。总体上,双顺性梁电极作动器由两个或者多个至少部分地顺性的梁形成。该梁的至少两个起电极 (也称为“梁电极”) 的作用。响应于在梁电极两端施加电压,该梁电极因得出的静电力相互吸引。在双顺性梁中两个梁都至少部分地是顺性的。就是说,每个梁的至少一些部分可以是挠曲或者弯曲以有助于把梁带到一起。在一些实现方式中,通过包括波纹弯曲或者销钉连接达到该顺性。该梁的某个部分可以是基本刚性的或者固定在适当位置的。优选的是,该梁的至少主要部分是顺性的。

[0175] 双顺性电极作动器相对于本领域内公知的其他作动器有优势。静电梳驱动非常适于在相对长的距离作动,但是却只能够产生相对弱的力。平行板或者平梁作动器可以产生相对大的力但是要求在该平行板或者梁之间小的间隙,并且因此只在相对小的距离上作动。R. Legtenberg 等人 (Journal of Microelectromechanical System v. 6, p. 257, 1997) 表明使用弯曲的电极作动器可以如何产生相对大的力并且得出相对大的位移。然而,在 Legtenberg 的文章中发起作动所要求的电压却还是相当地大。如在本文中所说明,通过使这两个电极都能够运动或者挠曲可以降低这种电压。

[0176] 在一个基于双顺性梁电极作动器的快门组件中,一个快门耦接到一个双顺性梁电极作动器的至少一个梁上。随着把该作动器中的该梁之一向另一个梁拉时,受拉的梁也运动该快门。在如此进行时,该快门从第一位置向第二位置运动。在这些位置之一中,该快门例如通过而不限于遮断、反射、吸收、滤光、偏振、漫射或者以其他方式改变该光的特性或者光路而与光路中的光相互作用。该快门可以涂覆以反射性的或者光吸收的膜以提高其干涉特性。例如,可暴露的表面 A114 以与该快门提供的光学效果互补的方式,通过而不限于遮断、反射、吸收、滤光、偏振、漫射或者以其他方式改变该光的特性或者光路而与该光路中的光相互作用。

[0177] 图 24A 和 24B 是根据本发明的说明性实施方案的快门组件 A102 分别在完全开放状态和完全关闭状态的平面图。快门组件 A102 利用双顺性梁电极作动器作动。参见图 23、24A 和 24B,快门组件 A102 调制光以通过可控制地运动快门 A112 出入在该观看者与可暴露的表面 A114 之间的的光的光路而形成图像,该快门 A112 包括两个半遮挡的快门部 A112a

和 A112b。当关闭时,快门部 A112a 和 A112b 基本遮挡光使之不照射到可暴露的表面 A114 上。在一个实现方式中,取代于快门部 A112a 和 A112b 是大致相同尺寸的,快门部 A112a 或者 A112b 大于另一个快门部 A112a 或者 A112b,并且可以独立地作动它们。从而通过选择性地开放零个、一个或者全部两个快门部 A112a 和 A112b,快门组件 A102 可以提供用于 4 个灰度级(例如关断、三分之一开、三分之二开,和全开)。

[0178] 快门 A112a 和 A112b 每一个都由一个基本上平面的实心体形成。快门 A112a 和 A112b 实际上可以采取任何形状,不论是规则的还是不规则的,从而在关闭的位置,快门 A112a 和 A112b 充分地遮挡通向可暴露的表面 A114 的光路。另外,快门 A112a 和 A112b 必须具有与该可暴露的表面的宽度一致的宽度,从而在该开放的位置(如在图 24A 中所示),可以由可暴露的表面 A114 吸收或者反射足够的光以分别变暗或者照明像素。

[0179] 如在图 24A 和 24B 中所示,快门 A112a 和 A112b 的每个(快门 A112)耦接到两个负荷梁 A208 的每一个的端部。负荷支撑点 A210,在每个负荷梁 A208 的对置的端部物理地把负荷梁 A208 连接到基片 A122 并且把负荷梁 A208 电连接到形成在该基片上的驱动器电路。负荷梁 A208 和负荷支撑点 A210 一起起机械支承的作用,把快门 A112 支承在形成于该基片上的可暴露的表面 A114 的上方。

[0180] 快门组件 A102 包括一对驱动梁 A212 和一对驱动梁 A214,每对各一个沿每个负荷梁 A210 的两侧之一布置。驱动梁 A212 和 A214 以及负荷梁 A210 一起形成作动器。驱动梁 A212 起快门开放电极的作用,而另一个驱动梁 A214 起快门关闭电极的作用。位于驱动梁 A212 和 A214 最靠近快门 A112 的端部的驱动支撑点 A216 和 A218 物理地和电气地把每个驱动梁 A212 和 A214 连接到形成基片 A122 上的电路。在该实施方案中,驱动梁 A212 和 A214 的其他端部和大部分长度保留不受支撑或者说保持自由运动。

[0181] 负荷梁 A208 和驱动梁 A212 和 A214 是顺性的。就是说,它们是足够挠性和弹性的,从而可以把它们从其不受应力的(“静止的”)位置或者形状弯曲到至少某种可用的程度,而没有任何显著的疲劳或者拆断。因为负荷梁 A208 和驱动梁 A212 和 A214 只在一端受支撑,所以梁 A208、A212 和 A214 的长度的大部分响应于所施加的力而自由运动、弯曲、挠曲或者形变。例如,可以提供波纹(例如在梁 A208 上的波纹 A208a)以克服由于该挠曲的预缩短造成的轴向应力以及在给定的电压下提供较高的偏转。

[0182] 显示装置 A10 通过经由其相应驱动支撑点 A216 或 A218 从可控制的电压源向驱动梁 A212 或者 A214 施加电势作动快门组件 A102(即改变快门组件 A102 的状态),同时负荷梁 A208 电耦接到地或者某种不同的电势,导致在梁 A208、A212 和 A214 的两端产生电压。该可控制的电压源,譬如无源或者有源的矩阵阵列驱动器,经由如前文所说明的无源的或者有源的矩阵电耦接到负荷梁 A208。显示装置 A10 可以附加地或者替代地经由快门组件 A102 的负荷支撑点 A210 向负荷梁 A208 施加电势,以增加该电压。驱动梁 A212 或者 A214 与负荷梁 A218 之间的电势差,不论正负或地电势,都将在该梁之间产生静电力,这使得快门横向地在该运动平面中运动。

[0183] 快门组件的布设或者像素安排不需要限于正方阵列的约束。还可以使用矩形的、棱形的或者六边形的像素阵列达到致密的布设,例如,所有这些都可以用于视频的和彩色的图像显示器。

[0184] 图 25 示出一种把快门组件布设进像素阵列中以最大化致密的阵列中的孔径光阑

比和最小化驱动电压的方法。图 25 示出一种基于双顺性密闭 (zipper) 电极作动器的快门组件 102 的一种布设 A400, 该基于双顺性密闭电极作动器的快门组件布设在基片 A122 上以用三个总体上矩形的快门组件 A102 形成图像像素 A106。每个像素 A106 的三个快门组件 A102 都可以独立地或者集体地受控制。

[0185] 优选的是, 快门组件 A102 紧密地封装在一起, 在其间有尽可能小的死区以提供提高了的填充因数。如在图 25 中所示, 可以利用相邻的快门组件 A102 之间的间隙交叉快门组件 A102 的一部分。如果希望, 布设 A400 的交叉安排可以映射到行和列的正方形安排。如图所示, 列 A420a、420b 和 420c 的重复顺序可以每个各与具有特定地彩色滤光器 A111 (例如, 分别是红、绿和蓝) 的子像素相关联。还有, 快门组件 A102 的两个内叉行包括在单个的行电极 A430 中。该内叉可以利用于提供像素 A106 的六边形封装。

[0186] 在其他的替代实现方式中, 显示装置 A102 可以每图像像素 A106 包括多个 (例如在 1 至 10 个之间) 对应的可暴露的表面 A114 和对应的快门 A112。在改变这样的图像像素 A106 的状态时, 激励的作动器数量可以取决于所施加的切换电压或选作接受切换电压的行和列电极的特定组合。还可以有一些实现方式可以以模拟的方式通过提供在最低与最高切换电压中间的切换电压能够部分地开放孔径光阑。例如, 这些可供选择的替代实现方式提供产生空间灰度的改进手段。

[0187] 聚光阵列 A150 的漏斗 A152 可以用非常大的一族聚合物例如丙烯酸、酰亚胺、乙酸盐之类, 以及塑料、玻璃或者 UV 固化的环氧树脂微模制、浮雕或者熔模浇铸。微模制可以包括相消技术, 譬如光刻、和蚀刻, 或者浮雕技术, 其中在硬材料中做反图形, 并且接着在该表面上对齐和压入软材料, 接着可以固化或者硬化该软材料。作为替代方案, 例如可以用可以光成像的材料, 譬如 Novalac 或者 PMMA 或聚酰亚胺类的许多可以在光辅助下交联或者断开其交联的聚合物制造漏斗 A152。例如参阅 1998 年 11 月 17 日 Alex Ning, Ph.d 等的塑料镜片对玻璃镜片: 要考虑的因素 (SPIE' 精密塑料' 短训班注的部分); 2005 年 11 月 5-11, IMECE2005 的论文汇编, Julian M. Lippmann 等著的微熔模浇铸模制: 用于产生注模空心部件的方法; 和 2005 年 Julian M. Lippmann 等著的通过聚合物熔模浇铸制造的平面内、空心微针。

[0188] 参见图 26A-26D, 在一个实施方案中, 例如可以通过首先用聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸酯、硅氧烷基聚合物 (“PDMS”), 或者聚酰亚胺或者任何其他适当的材料模制实心圆锥体 A152 和可选的透镜结构形成漏斗 A152 的阵列 A150 (例如参见图 26A), 然后可以, 优选地从阵列 A150 的下侧, 在每个圆锥体 A152 的外部 and 底部表面上涂覆反射性层 (例如参见图 26B), 以形成反射性的壁 A158。接着抛光掉涂覆在圆锥体 A152 的底部的反射性层, 以提供每个圆锥体的第二光学开口 A154 (例如参见图 26C)。供选择地, 可以把聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸酯、硅氧烷基聚合物 (“PDMS”), 或者聚酰亚胺或者任何其他适当的材料提供成圆锥体 A152 之间的回填物 A155, 从而把它们形成为单个的填充片 (例如参见图 26D)。例如, 在圆锥体 A152、透镜 A157 和盖片 A109 都形成在一个层中的实施方案中, 滤光器阵列 A111 可以设在每个圆锥体 A152 的第二光学开口 A154 处。

[0189] 参见图 27A-27C, 替代地在另一个实施方案中, 例如, 空心漏斗 A152 形式的凹陷阵列可以形成在可光成像的材料 A155 的片 A153 中, 该可光成像的材料譬如 Novalac 或者 PMMA 或者聚酰亚胺之类的聚合物 (参见图 27A)。然后可以把反射性材料涂覆在每个凹陷

的内侧上以形成反射性的壁 A158(参见图 27B)。最后,并且可选地,可以把例如聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸乙酯、硅氧烷基聚合物(“PDMS”),或者聚酰亚胺或者任何其他适当的材料提供成圆锥体 A152 内的回填物 A159,从而把它们形成为单个的填充片(例如参见图 27C 中由虚线包围的区域)。在该方法的一个可供选择的替代实施方案中,可以在整个片 A153 上冲制凹陷,防止反射性材料聚集在空心漏斗 A152 的尖端处,从而不再需要去除任何材料来形成第二光学开口。

[0190] 图 28 是根据本发明的说明性实施方案的图 22 所示的一个组合的快门、漏斗和像素组件的等比例局部横截面图,示出把显示装置实施成反射型显示装置 A1010 时的显示装置 A1010 的其他特征。反射性显示装置 A1010 可以用有包括反射性快门组件 A1102 的阵列的反射性光调制阵列。反射性快门组件 A1102 经滤光器阵列 A111 和盖片 A109(注意为了简化图示,在图 28 中没有示出层 A111 和片 A109 的部分,包括透镜 A157)向观看者反射源于环境光源 A107 的环境光(例如,典型的环境光束 A702)。

[0191] 反射性快门组件 A1102 可以采取与图 22-25 的快门组件 A102 基本相同的形式。面向观看者的反射性快门组件 A1102 的最前方表面,至少包括快门 A1112a 和 1112b 的前表面,涂覆以光吸收膜 A1152。从而,当快门 A1112 关闭时,由漏斗 A152 聚在反射性快门组件 A1102 上的光 A702 由膜 A1152 吸收。当快门 A1112 至少部分的开放时(如图 28 中所示),聚在反射性快门组件 A1102 上的光的至少一部分通过漏斗 A152 从暴露了的反射性表面 A1015(例如可暴露的表面 A1114)作为定向光束向观看者反射回。反射性表面 A1015 可以具有高于约 50% 的反射率。例如反射性表面 A1015 可以具有 70%、85%、92%、96% 或者更高的反射率。更光滑的基片和更精细的粉末金属可以产生更高反射率。光滑的表面可以通过把塑料模制成光滑壁的形式得到。没有内含物的粉末颗粒金属膜可以通过多种气相沉积技术形成,这些技术包括喷溅、蒸发、离子镀、激光剥蚀或者化学气相沉积。对这种反射性应用有效的金属包括而不限于 Al、Cr、Au、Ag、Cu、Ni、Ta、Ti、Nd、Nb、Rh、Si、Mo 和 / 或其任何合金或者组合。

[0192] 作为替代方案,反射性表面 A1015 可以用镜形成,譬如介电体镜。介电体镜被制造成介电体薄膜的堆栈,该介电体薄膜在高和低折光率材料之间交替。入射光的一部分从折光率改变处的每个界面被反射。通过把该介电体层的厚度控制到该波长的某种固定的分数或者倍数并且通过增加从多个平行的界面的反射,可以制造具有超过 98% 的反射率的净反射性表面。某些介电体镜具有大于 99.8% 的反射率。介电体镜可以是客户定制设计的以接受可见光范围内预定的波长范围,并且接受预定的入射角范围。只要该制造可以控制该介电体膜堆栈中的光滑性在这种条件下就可以有超过 99% 的反射率。例如,该堆栈可以包括约 20 个至约 500 个膜。作为可供选择的替代方案,层 A1118 可以覆盖有吸收性的膜,而快门 A1112 的前表面可以用反射性膜覆盖。以此方式,只有在快门 A1112 至少部分关闭时才通过漏斗 A152 向该观看者反射回光。

[0193] 反射性表面 A1015 可以做粗,以在其上提供扩散性用于消除眩光。这种做粗可以通过几个工艺的任何一个是进行,包括机械的、化学的或者沉积的工艺。做粗该反射性表面使所反射的光以不同的角度散射进漏斗 A152,并且从而以不同的角度向该观看者反射成扩散的光束 A703',从而创建较宽的视角并且提高散射(朗伯)对定向反射的比。

[0194] 例如吸收膜 A1152 可以用金属膜形成。多数金属膜吸收光的一定的分数而反射其

余的部分。在吸收光上有效的一些金属合金包括而限于 MoCr、MoW、MoTi、MoTa、TiW 和 TiCr。用上述合金或者简单金属譬如 Ni 和 Cr 形成的有粗糙表面的金属膜也在吸收光上有效。这样的膜可以通过在高气压（在超过 20 毫托（mtorr）的喷溅气体环境中）中的喷溅沉积制造。粗糙的金属膜还可以通过弥散金属颗粒的液体喷洒或者等离子喷洒应用制造，接着进行热烧结步骤。然后添加介电体层譬如介电体层 404，以防止金属颗粒散裂或者剥落。

[0195] 半导体材料，譬如非结晶或者多晶 Si、Ge、CdTe、InGaAs、胶态石墨（碳）以及合金譬如 SiGe 也在吸收光上有效。这些材料可以沉积成厚度超过 500nm 的膜以防止任何穿过该薄膜的光透射。金属氧化物或者氮化物也可以在吸收光上有效，包括但是不限于 CuO、NiO、Cr₂O₃、AgO、SnO、ZnO、TiO、Ta₂O₅、MoO₃、CrN、TiN 或者 TaN。如果以非化学计量的方式制备或者沉积该氧化物（通常是通过喷溅或者蒸发）尤其是如果该沉积工艺产生点阵中的氧缺失，这些氧化物或者氮化物的吸收就会提高。如同半导体材料的情况那样，该金属氧化物应当沉积成到厚度超过 500nm 以防止穿过该膜的光透射。

[0196] 一类称为金属陶瓷的材料也可在吸收光上有效。金属陶瓷典型地由悬浮在氧化物或者氮化物基质中的小金属颗粒组成。例子包括在 Cr₂O₃ 基质中的 Cr 颗粒或者在 SiO₂ 基质中的 Cr 颗粒。其他悬浮在基质中的金属颗粒可以是 Ni、Ti、Au、Ag、Mo、Nb 和碳。其他基质材料包括 TiO₂、Ta₂O₅、Al₂O₃ 和 Si₃N₄。

[0197] 还可以在适当的薄膜材料之间使用摧毁性光干涉创立多层吸收结构。典型的实现涉及与有适当反射性的金属一起的氧化物或者氮化物局部反射层。该氧化物可以是金属氧化物，例如 CrO₂、TiO₂、Al₂O₃ 或 SiO₂，或者是一种氮化物譬如 Si₃N₄ 且该金属可以是适当的金属譬如 Cr、Mo、Al、Ta、Ti。在一个实现方式中，为了吸收从基片进入的光，首先在基片 A402 的表面上沉积 10–500nm 范围厚的金属氧化物的薄层，然后沉积 10–500nm 厚的金属层。在另一个实现方式中，为了吸收从基片相反方向进入的光，首先沉积该金属层，然后沉积该金属氧化物。如果该氧化层的厚度选择为基本等于 0.55 微米除以该氧化物层的折射率的四分之一，上述两种情况下都可以优化双层堆栈的吸收性。

[0198] 在另一个实现方式中，在基片上沉积金属层，然后沉积计算了厚度的适当的氧化物层。然后在该氧化物的顶部沉积一薄层金属，使得该薄金属只是部分反射的（厚度不到 0.2 微米）。该金属层发出的局部反射会会摧毁性地干涉从基片金属层发出的反射并且从而产生黑基质效应。如果该氧化层的厚度选择为基本等于 0.55 微米除以该氧化物层的折射率的四分之一将会最大化吸收。

[0199] 图 29 是根据本发明的说明性实施方案的透射反射性显示器的部分 A2010 的局部等比例横截面图。透射反射性显示装置 A2010 类似于反射性显示装置 A10，但是透射反射性显示装置由反射的环境光和从整合（integral）的背光 A105 发射出的透射光的结合产生图像。

[0200] 透射反射性显示装置 A2010 可以用有透射反射性光调制阵列，包括透射反射性快门组件阵列 A2102，用于既调制由背光 A105 发射的光（例如典型的背光光束 A801）也调制源于环境光源 A107 的环境光（例如，典型的环境光束 A802）以形成图像，这两种光都经滤光器阵列层 A111 和盖片 A109 朝向观看者（注意，为了图示简洁，层 A111 和片 A109 的部分，包括透镜 A157 在图 29 中没有示出）

[0201] 透射反射性快门组件 A2102 可以采取与图 22-25 的快门组件 A102 的基本相同的形式。然而快门组件 A2102 的层 A2118 包括一个反射性表面 A2015 和一个或者多个透射性的孔径光阑 A2018, 该一个或者多个透射性的孔径光阑在关闭的快门 A2112 的位置下方蚀刻穿过反射性表面 A2015, 以集体地形成可暴露的表面 A2114。反射性表面 A2015 的具有从约 2 微米至约 20 微米的至少一部分保留在关闭的快门 A2112 的下方。面向该观看者的透射反射性快门组件 A2102 的最前方的层, 至少包括快门 A2112a 和 A2112b 的前表面, 用光吸收的膜 A2152 涂覆。从而, 当关闭快门 A2112 时, 由漏斗 A152 聚在透射反射性快门组件 A2102 上的环境光 A802 由膜 A2152 吸收。类似地, 当关闭快门组件 A2112 时, 经可暴露的表面 A2114 中的透射性孔径光阑 A2018 透射的光被遮断。当至少部分地开放快门 A2112 时 (如在图 29 中所示), 透射反射性快门组件 A2102 通过既允许背光发射光 A801 的至少一个百分数经可暴露的表面 A2114 中的透射性孔径光阑 A2018 经过漏斗 A152 向该观看者透射, 也允许聚在透射反射性快门组件 A2102 上的环境光 A802 的至少一个百分数从该暴露了的反射表面或者可暴露的表面 A2114 的表面 A2015 反射经漏斗 A152 朝该观看者反射回, 而对形成图像起作用。该暴露了的反射表面或者可暴露的表面 A2114 的表面 A2015 的尺寸与透射性孔径光阑 A2018 相比较大, 就产生反射的定向性, 从而源于环境光源 A107 的环境光基本直接地朝该观看者反射回。然而, 如前文相对于表面 A1015 所描述的那样, 反射性表面或者表面 A2105 可以是做粗糙的, 以在其上提供扩散性以消除眩光并且扩宽显示器 A2010 的视角。

[0202] 即使有设计用于把环境光 A802 聚到布置在可暴露的表面 A2114 上的透射性孔径光阑 A2018 之间的一个或多个暴露了的反射性表面 A2015 上的漏斗 A152, 环境光 A802 的某部分也可以穿过透射反射性快门组件 A2102 的孔径光阑 A2018。当透射反射性快门组件 A2102 组合进具有光学腔和光源的空间光调制器中时, 穿过孔径光阑 A2018 的环境光 A802 进入光学腔并且与由背光 A105 引入的光 A801 一起被重新利用。在一个可供选择的替代透射反射性快门组件中, 在该可暴露的表面中的透射性孔径光阑至少部分地充有半反射性半透射性的材料, 或者, 作为可供选择的替代方案, 整个可暴露的区域 A2114 可以由半透射性半反射性材料形成以获得如同该区域的部分形成成为反射性的和透射性的相同的净效果。

[0203] 图 30 是根据本发明的说明性实施方案的透射性显示装置 A3010 部分的局部等比例横截面图。如同显示装置 A10 和 A2010 那样, 透射性显示装置 A3010 包括快门组件 A3102 的阵列和聚光器的阵列。与前面描述的显示装置 A10 和 A2010 相反, 在显示装置 A3010 中, 光调制器的阵列置于聚光器的阵列与观看者之间。透射性快门组件 A3102 调制由背光 A105 向一名观看者发射的光 (例如, 典型的背光光束 A901)。注意, 为了图示简洁, 彩色滤光器层 A111 和盖片 A109 在图 30 中没有示出。滤光器 A111 可以位于显示装置 A3010 内在背光和显示装置 A3010 的前方之间的任何处。

[0204] 透射性快门组件 A3102 可以采取与图 22-25 的快门组件 A102 的基本相同的形式。然而快门组件 A3102 的层 A3118 包括透射性表面 A3018, 该透射性表面在关闭的快门 A3112 的位置下方以形成可暴露的表面 A3114。面向该观看者的透射性快门组件 A3102 的最前方的层, 至少包括快门 A3112a 和 A3112b 的前表面, 用光吸收膜 A3152 涂覆。从而, 在关闭快门 A3112 时, 环境光 A902 由膜 A3152 吸收, 于是不朝该观看者反射回。在至少部分地开放快门 A3112 时 (如在图 30 中所示), 透射性快门组件 A3102 通过允许背光光束 A901 的至少

一个百分数经透射性表面 A3018(即可暴露的表面 A3114) 向该观看者透射对形成一种图像起作用。可以围绕透射性孔径光阑 A3114 施加附加的光遮断区域,从而使得从该背光发出的漫射光未经调制不能穿过该光调制层。

[0205] 如图中所示,聚光阵列 A150 的漏斗 A152 设于快门组件 A3102 与背光 A105 之间,用于把进入第一光学开口 A156 并且穿过第二光学开口 A154 的背光光束 A901 聚到透射性快门组件 A3102 的透射性区域(即可暴露的表面 A3114 的透射性表面 A3018)。因而,在有这样的漏斗 A152 配置的显示装置 A3010 中使用透射性快门组件 A3102 的阵列增加了从背光 A105 发出的、聚到该显示装置的调制表面(即可暴露的表面 A3114) 上的光(即背光光束 A901) 形成图像的百分比。光漏斗 A152 的该阵列还可以起该背光的前反射面的作用以提供背光的光重新利用,取消了对分开的反射层的需要。以不导致使之到达表面 A3114 的角度进入该漏斗的光将会被向回反射出该漏斗进入该背光直以重新利用,直到它达到导致输出的角度为止。

[0206] 应当指出,尽管利用反射性光漏斗阵列(例如漏斗 A152) 描述了使用本发明的聚光阵列进行显示的装置和方法,本发明还涉及利用其他类型的光学元件(即不是漏斗的)把可用形成图像的光聚到光调制器的阵列以最大化该显示器的对比度的显示装置和方法。这例如可以用前文描述的显示装置通过用高数值孔径光阑透镜替代每个反射性的光漏斗 A152 完成。例如,根据本发明的一个可供选择的替代实施方案,可以利用一个高数值孔径光阑的透镜,类似于图 23 中所示的的透镜 A157,而不需要阵列 A150 中的圆锥体 A152。还有,尽管本文说明的许多实现方式公开了既使用透镜 A157 也使用光漏斗 A152,但在许多实现中,该透镜是可选的。

[0207] 本领域内的技术人员仅凭日常经验就会知道或者确信对本文说明的实施方案和实践的许多等同。因此将会理解本发明不限于本文揭示的实施方案,而是要从法律允许地广义解释的权利要求书中理解。

[0208] 本发明可以以其他特定的形式实施而不偏离本发明的精神或者其基本特性。因此上文中的实施方案要在所有方面都认为是说明本发明,而不是限制本发明。

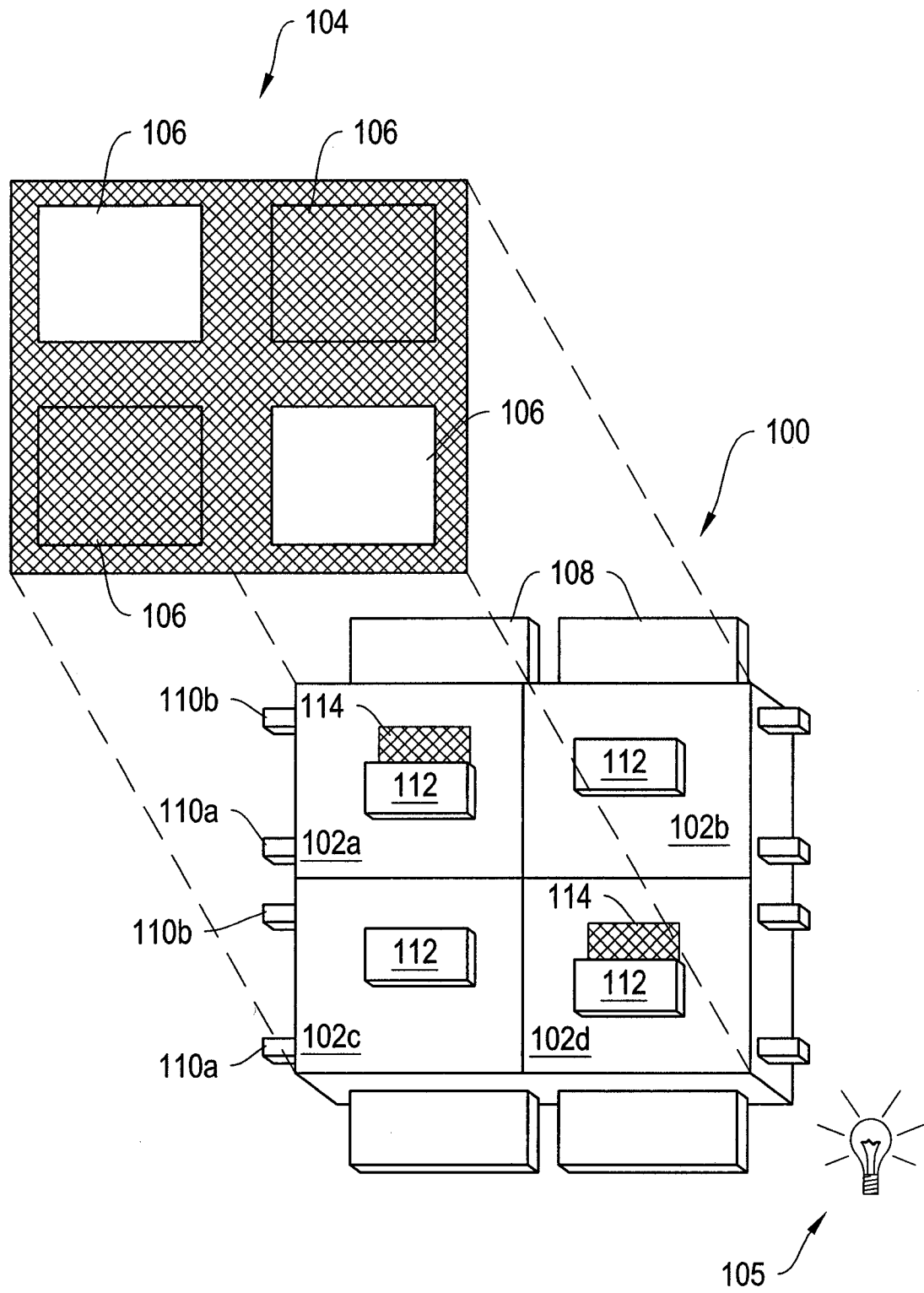


图 1A

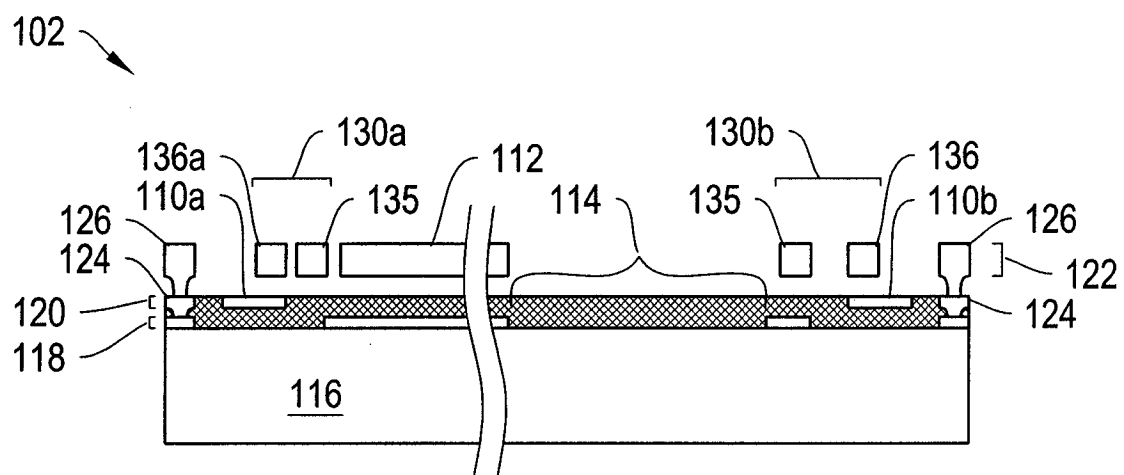


图 1B

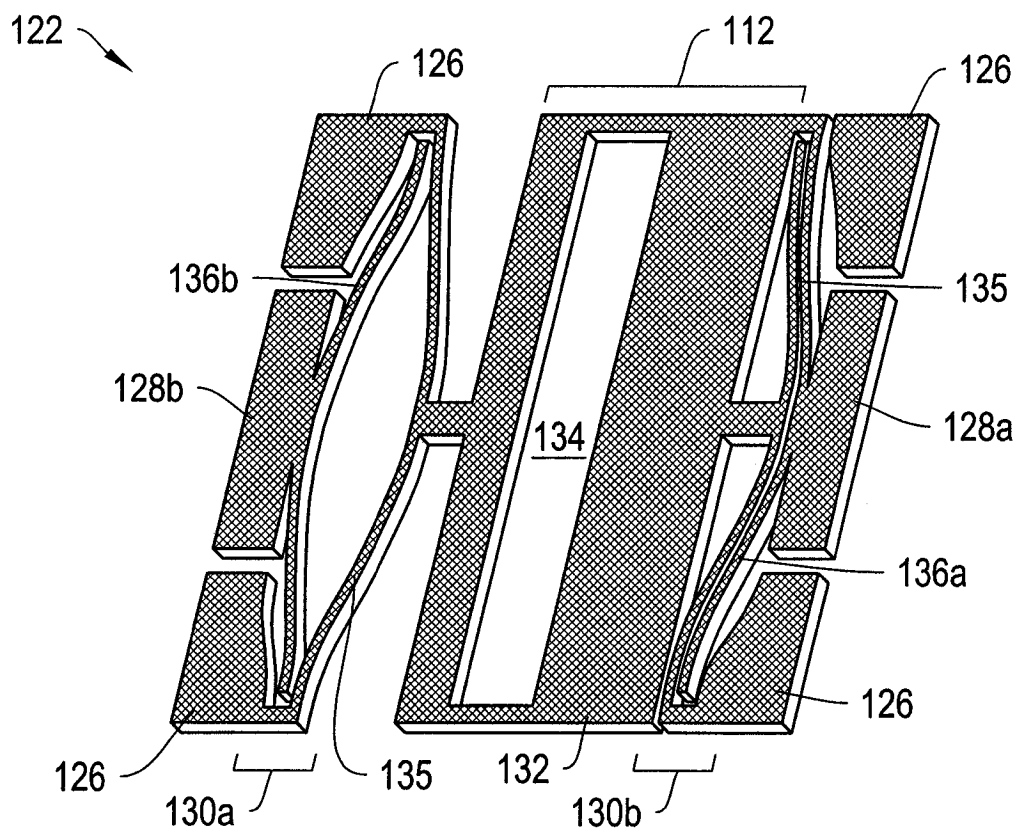


图 1C

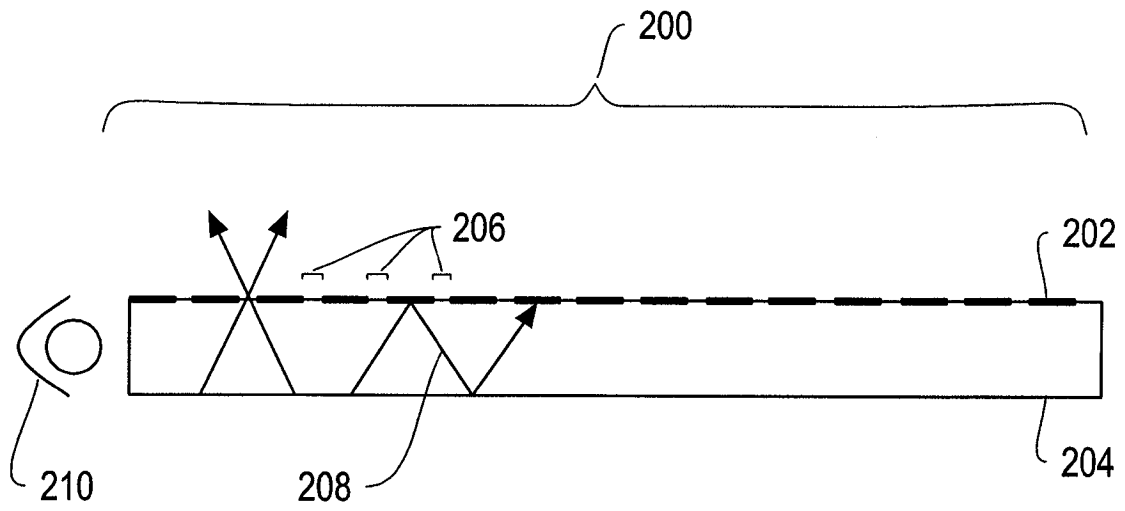


图 2

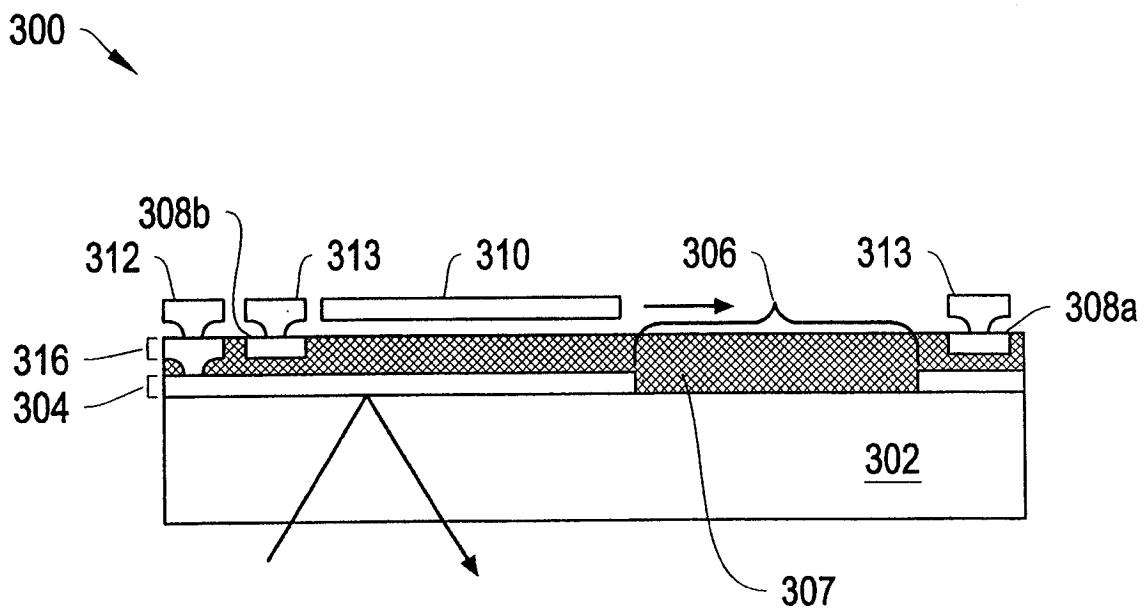


图 3A

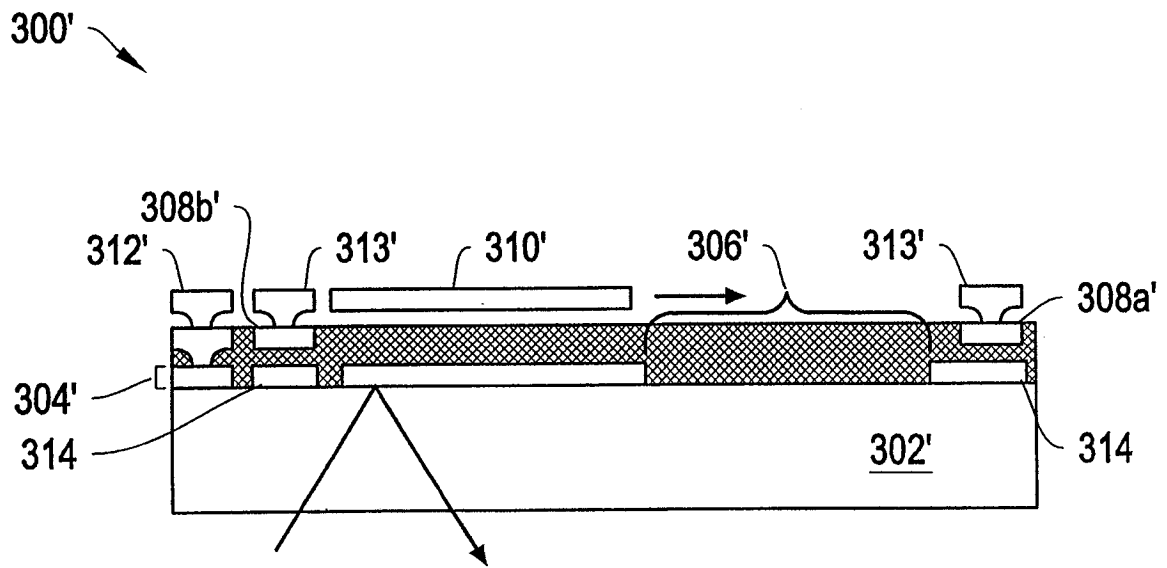


图 3B

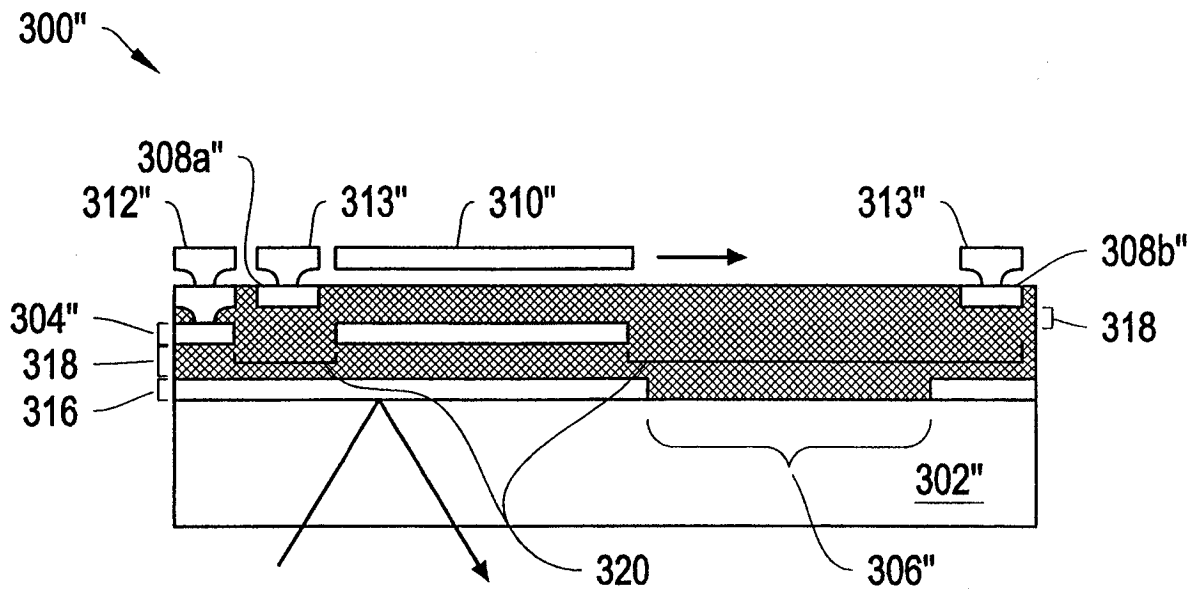


图 3C

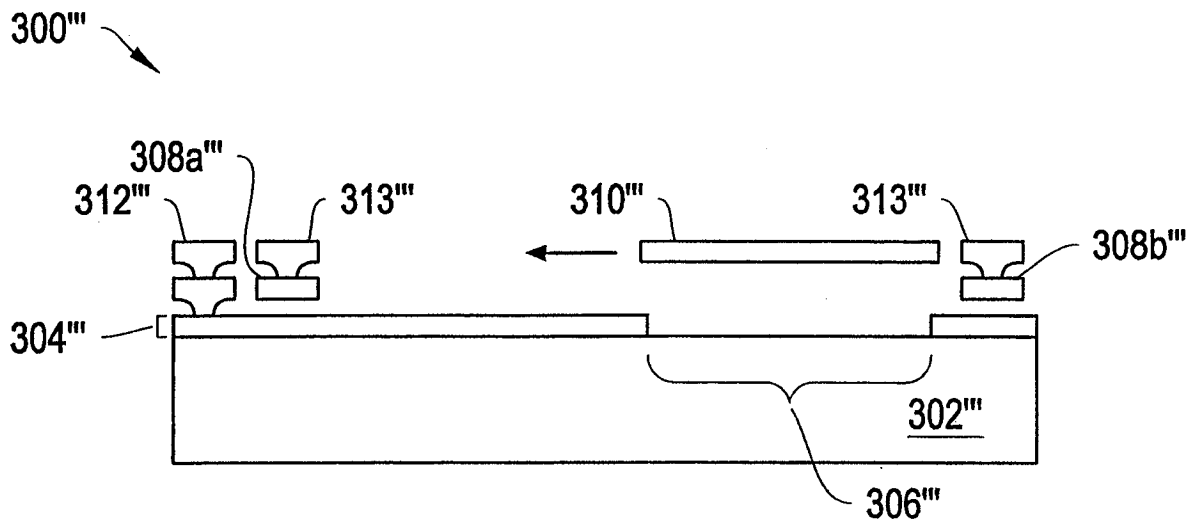


图 3D

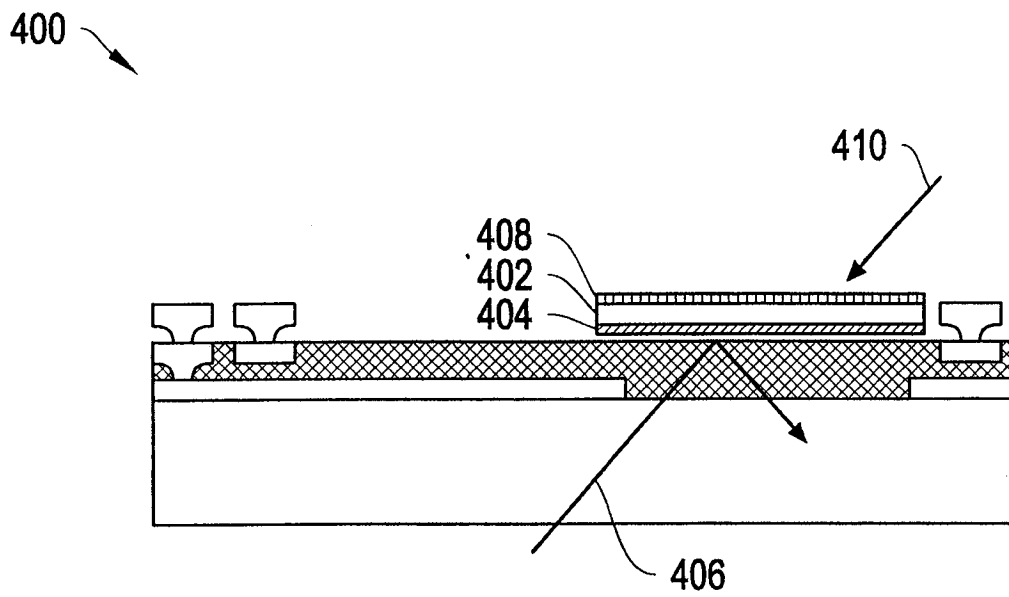


图 4

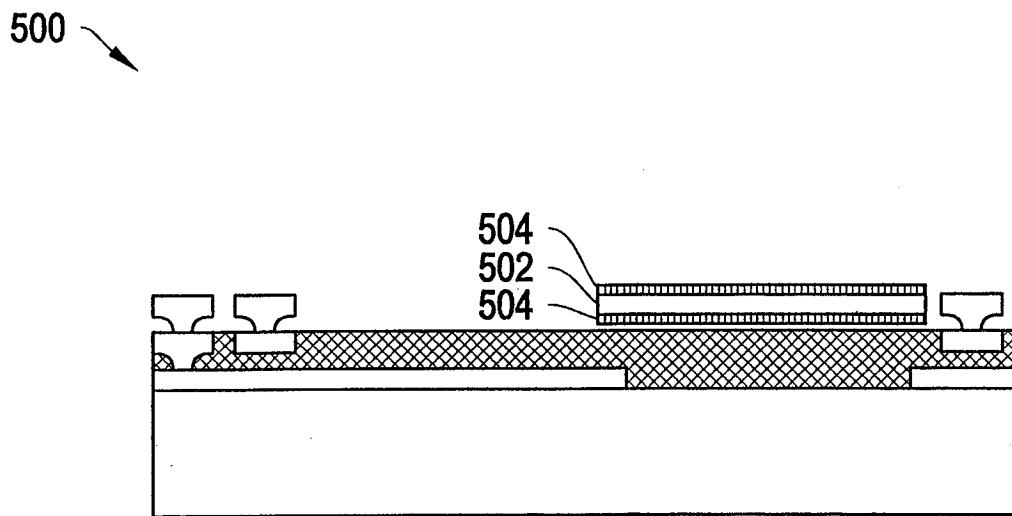


图 5

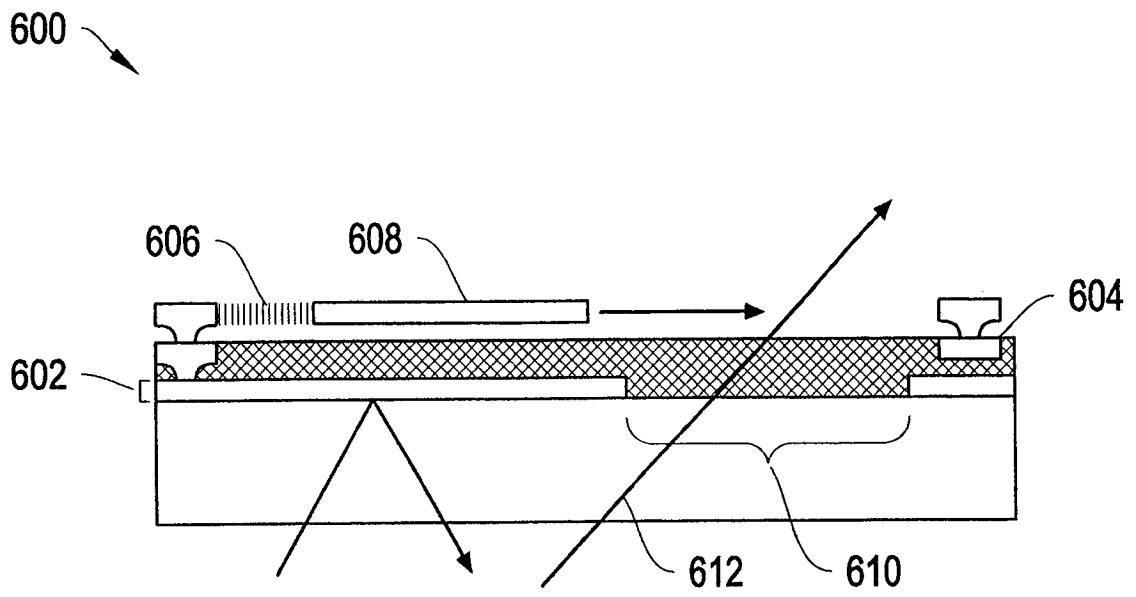


图 6

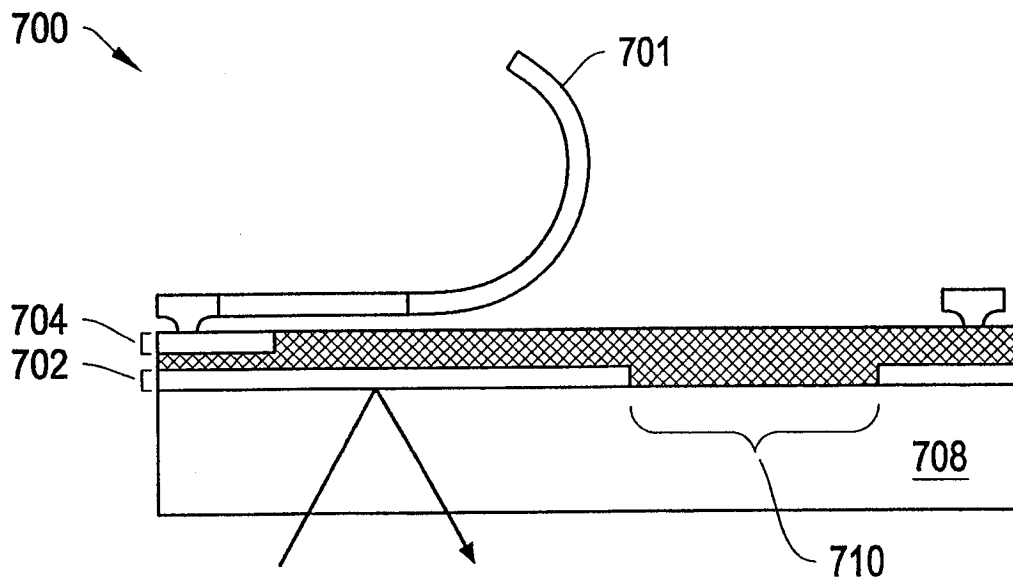


图 7

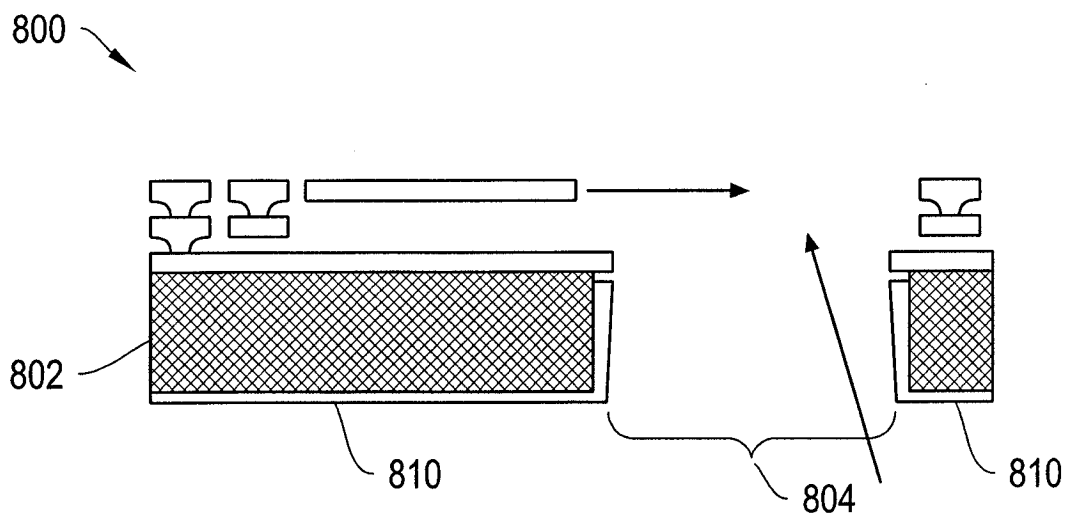


图 8A

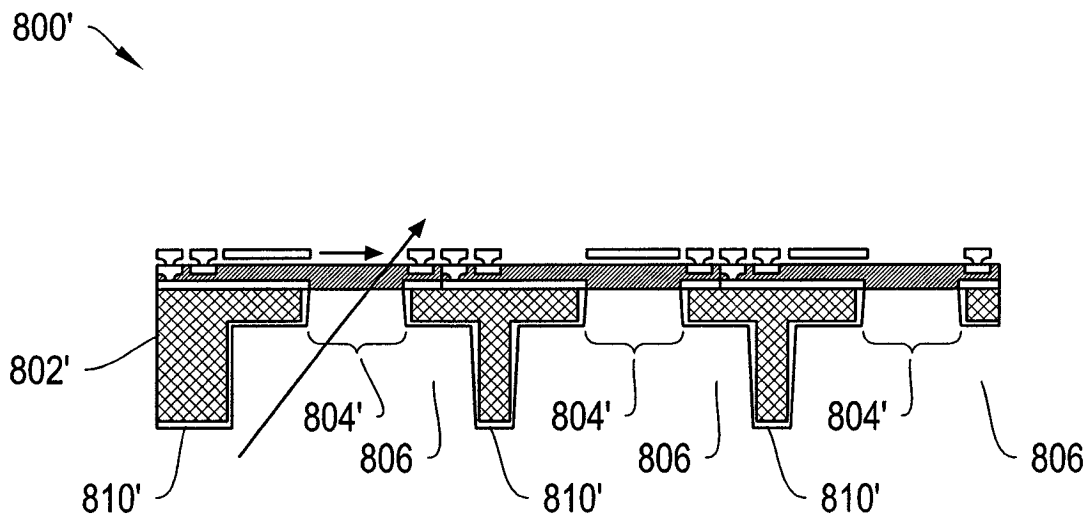


图 8B

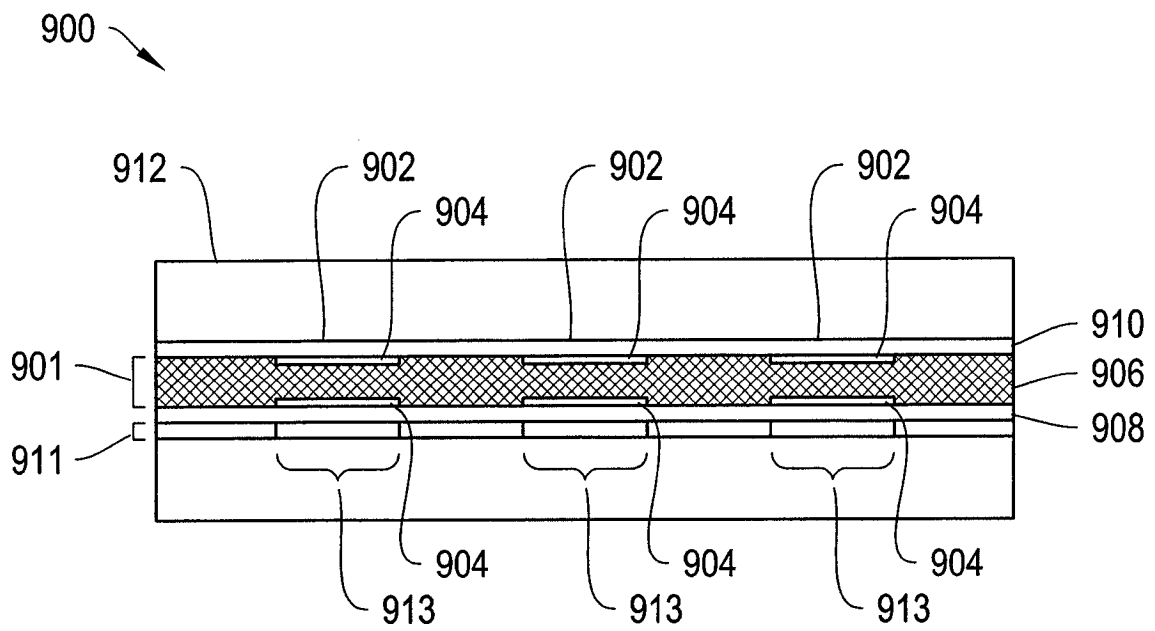


图 9

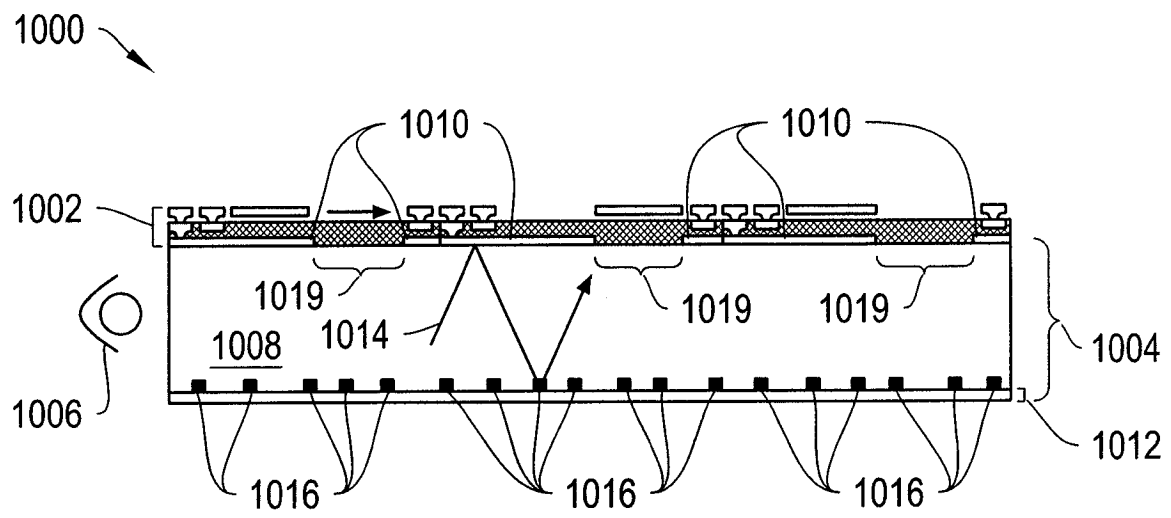


图 10

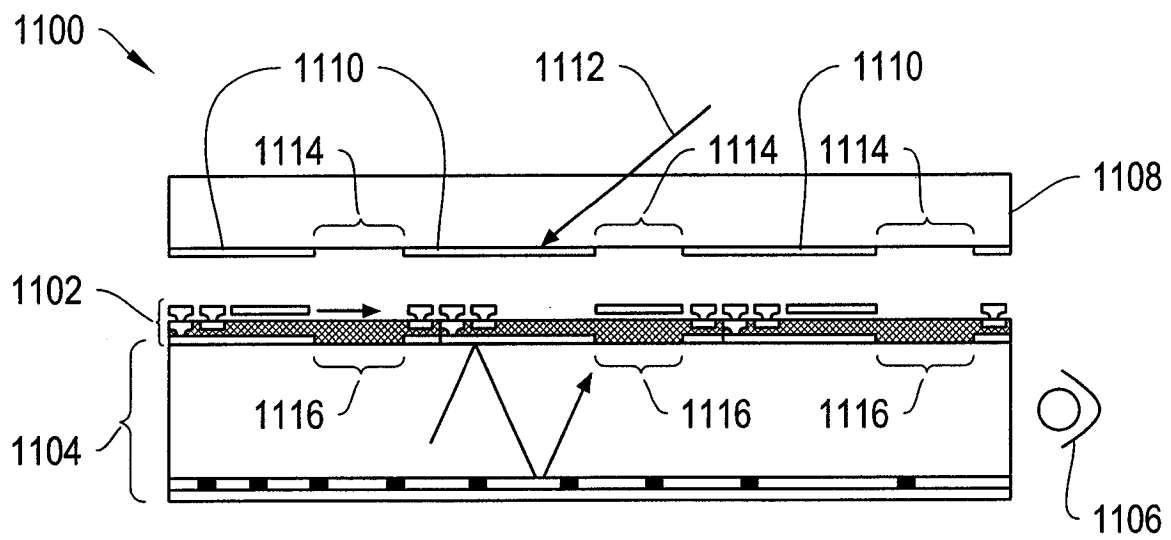


图 11

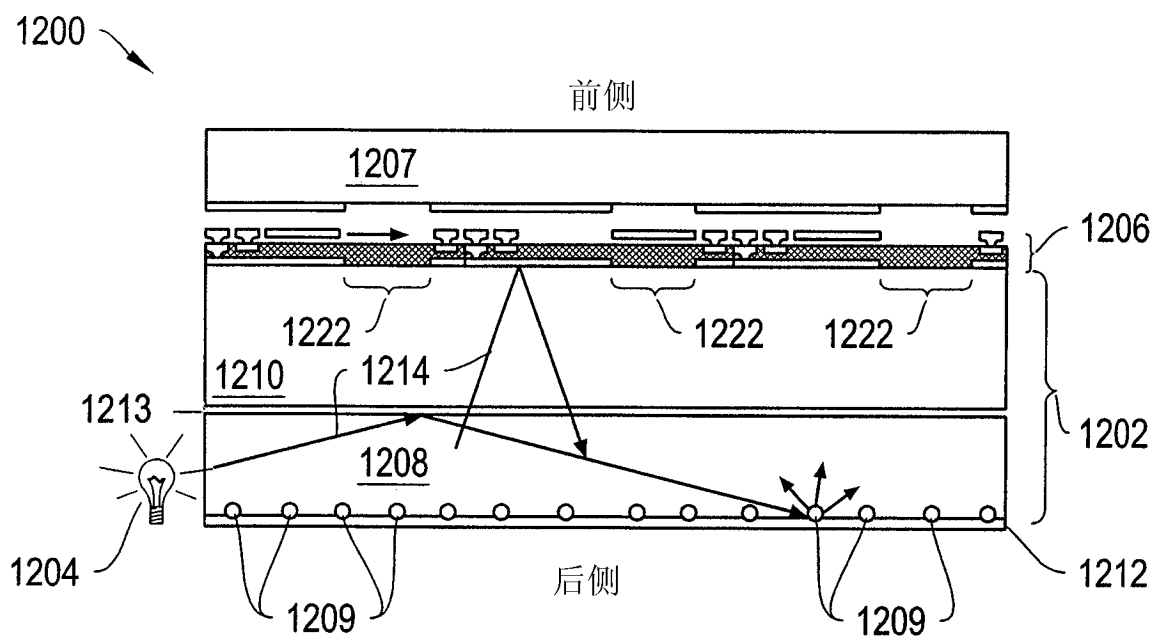


图 12A

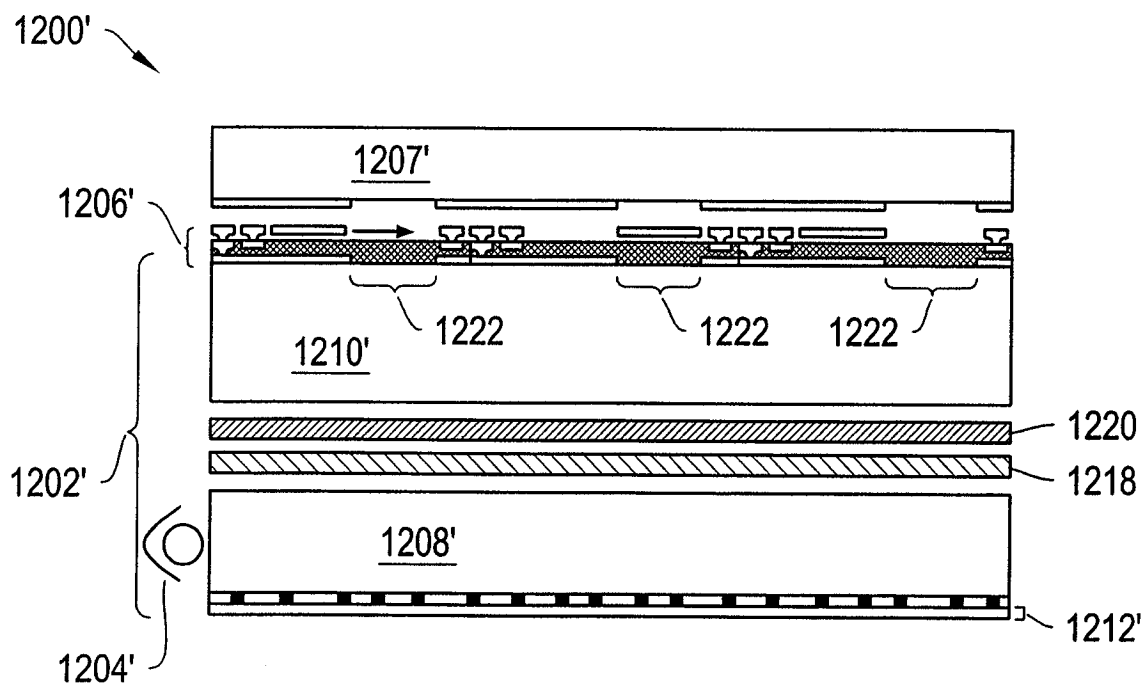


图 12B

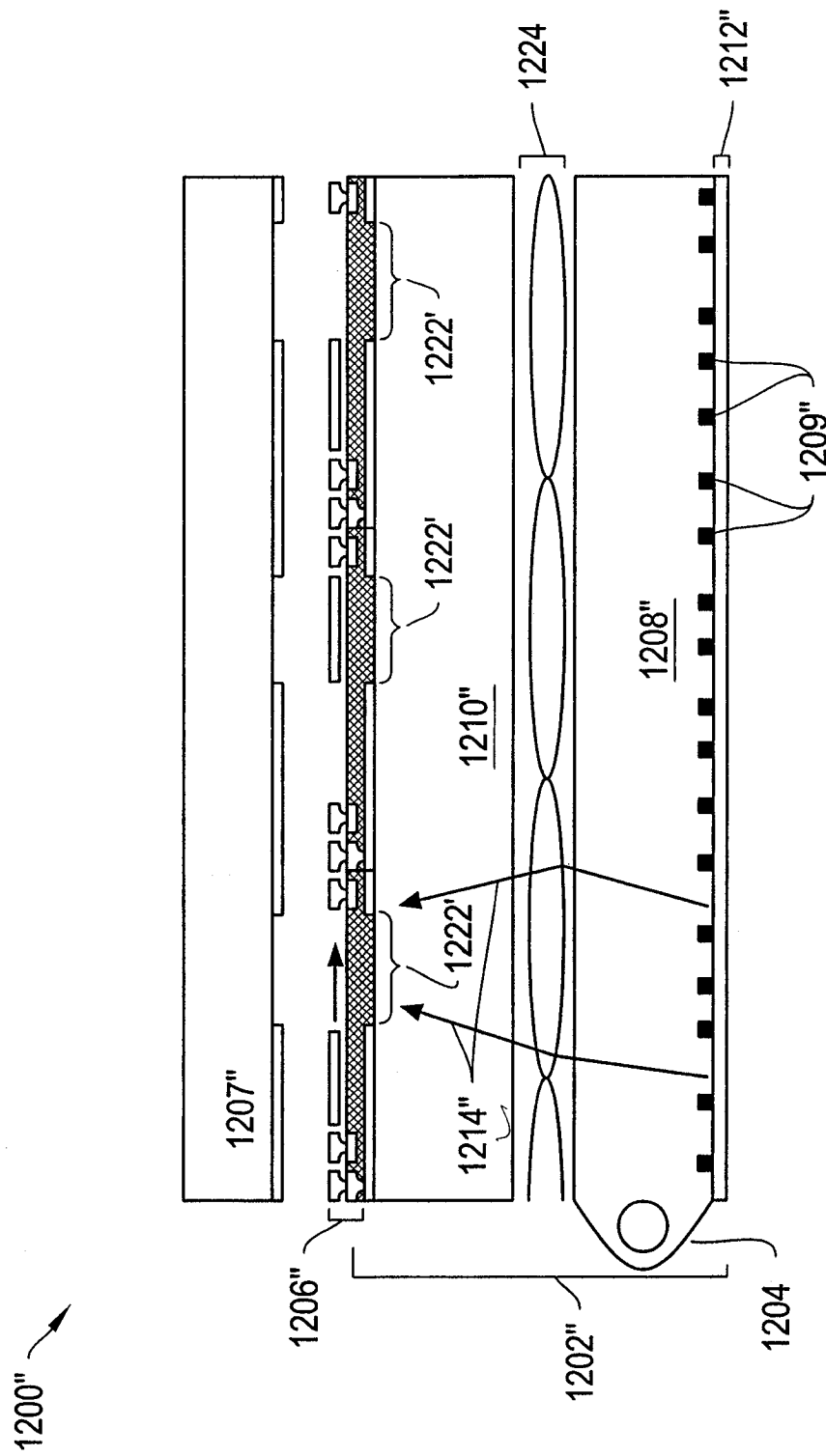


图 12C

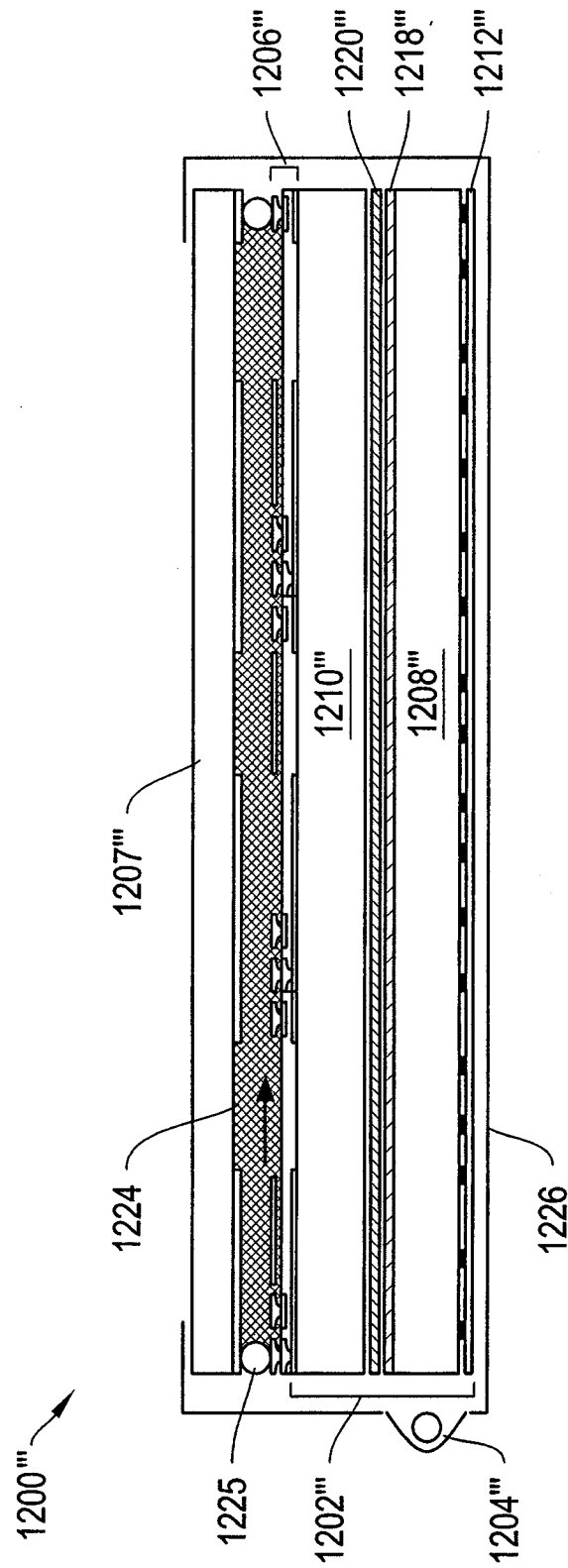


图 12D

1300

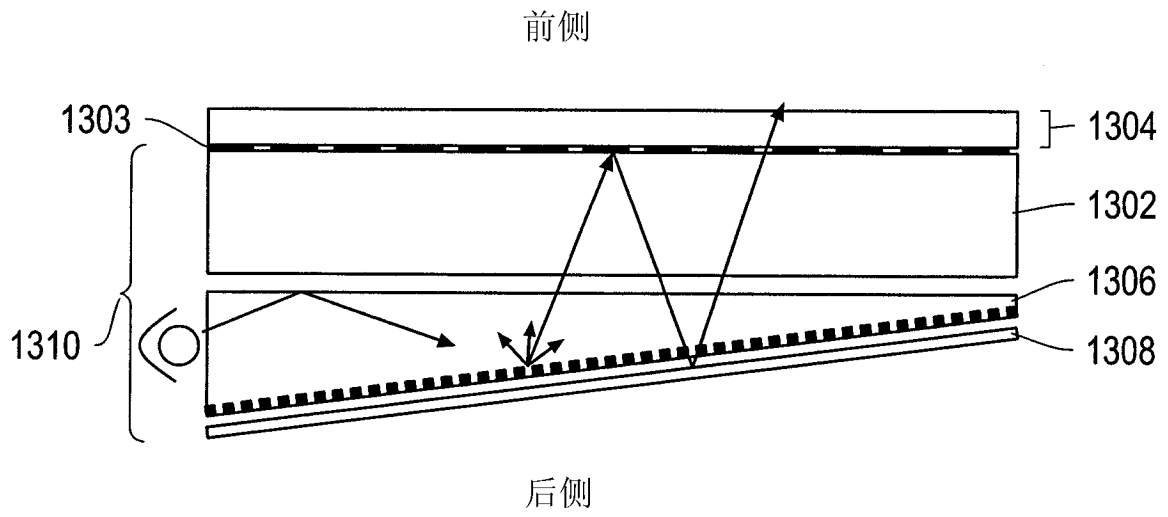


图 13

1400

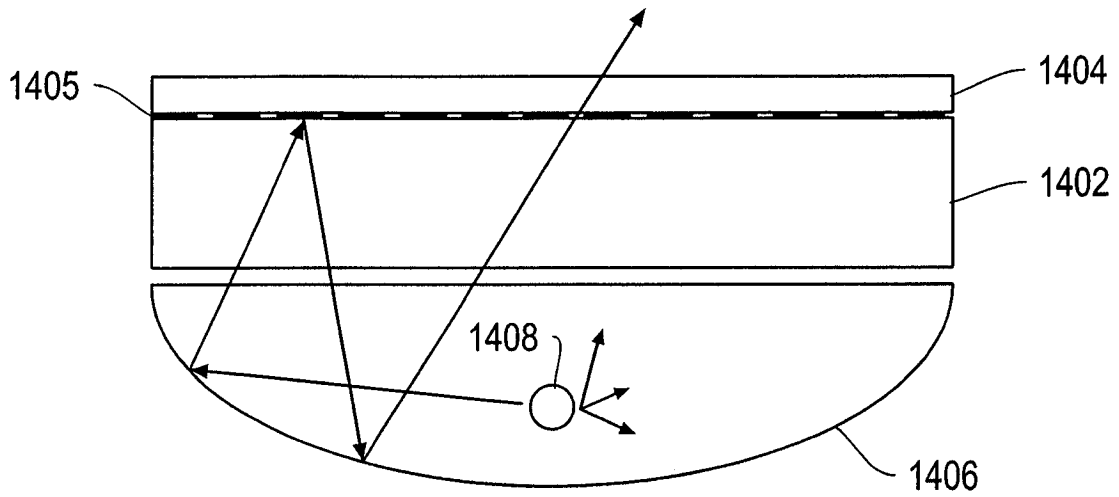


图 14A

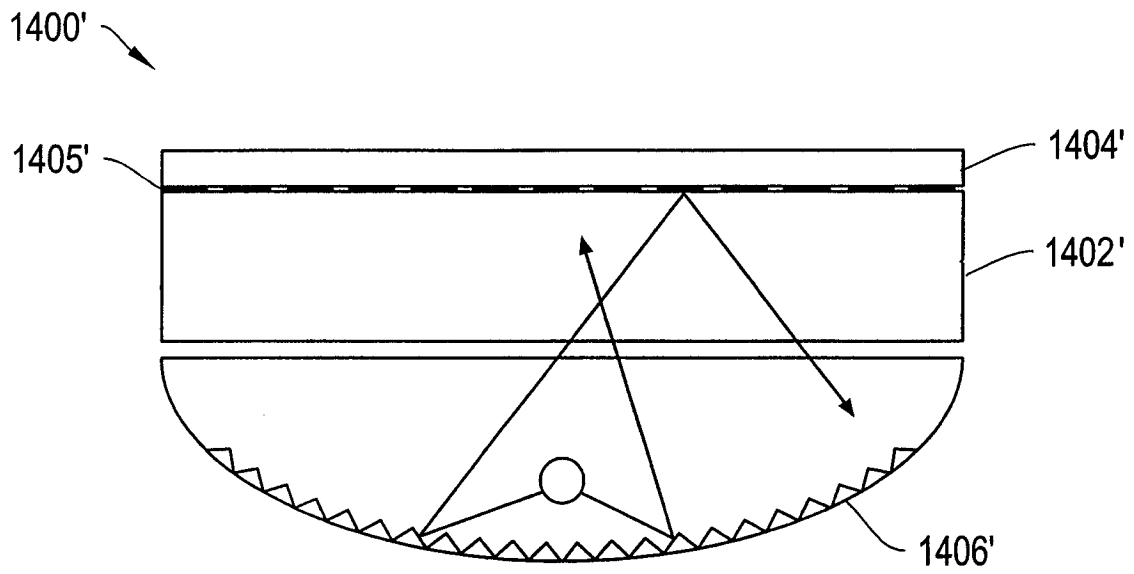


图 14B

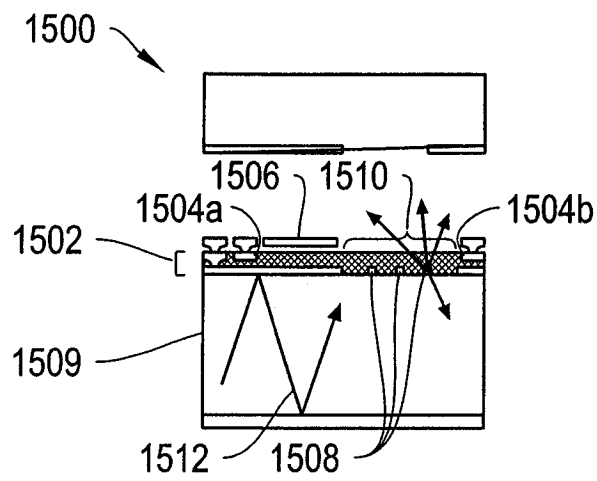


图 15

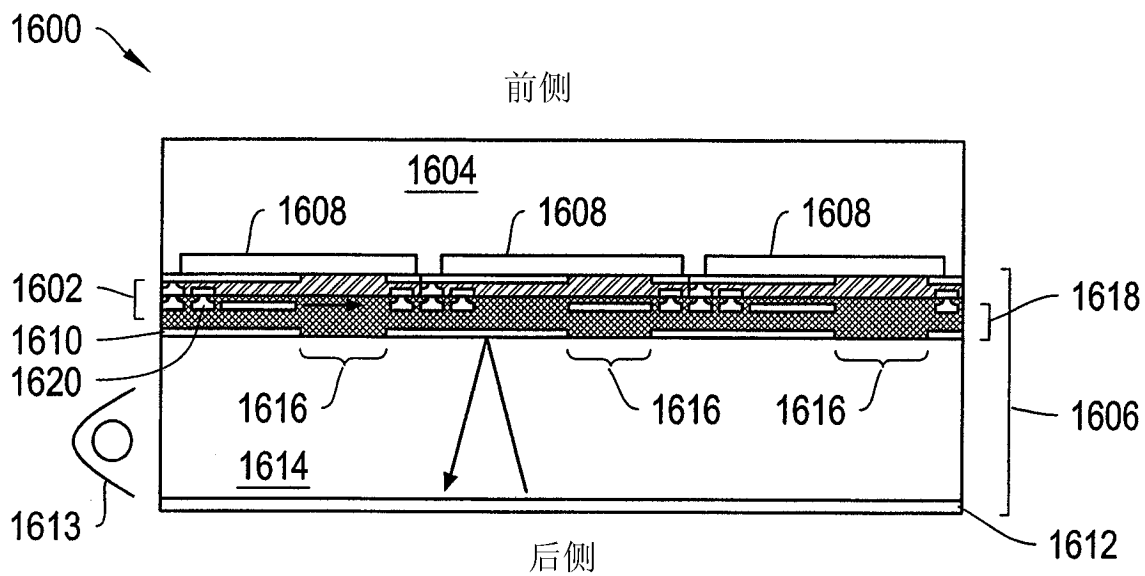


图 16

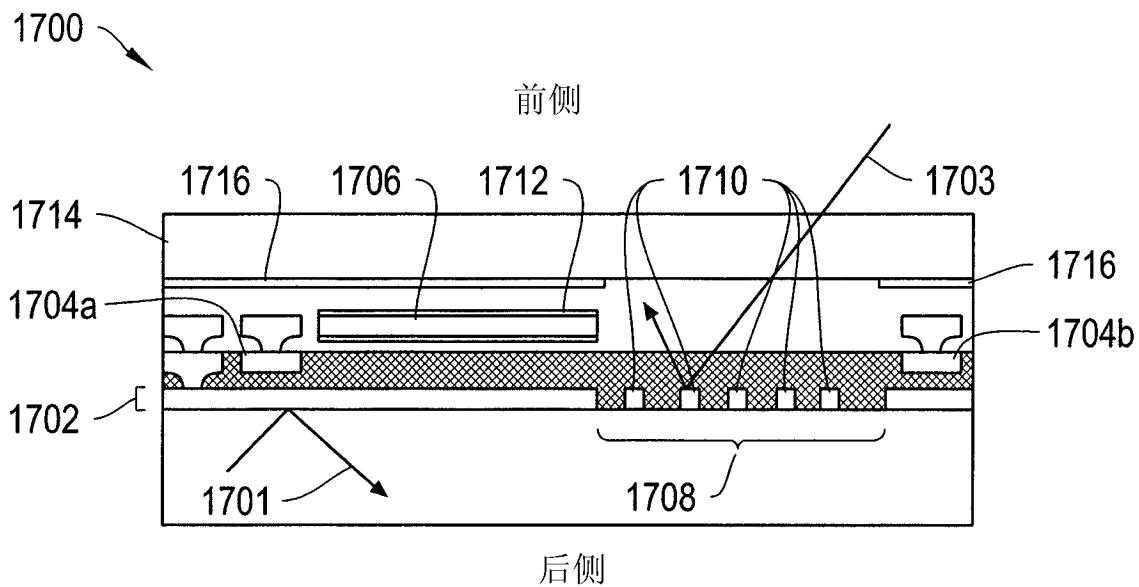


图 17

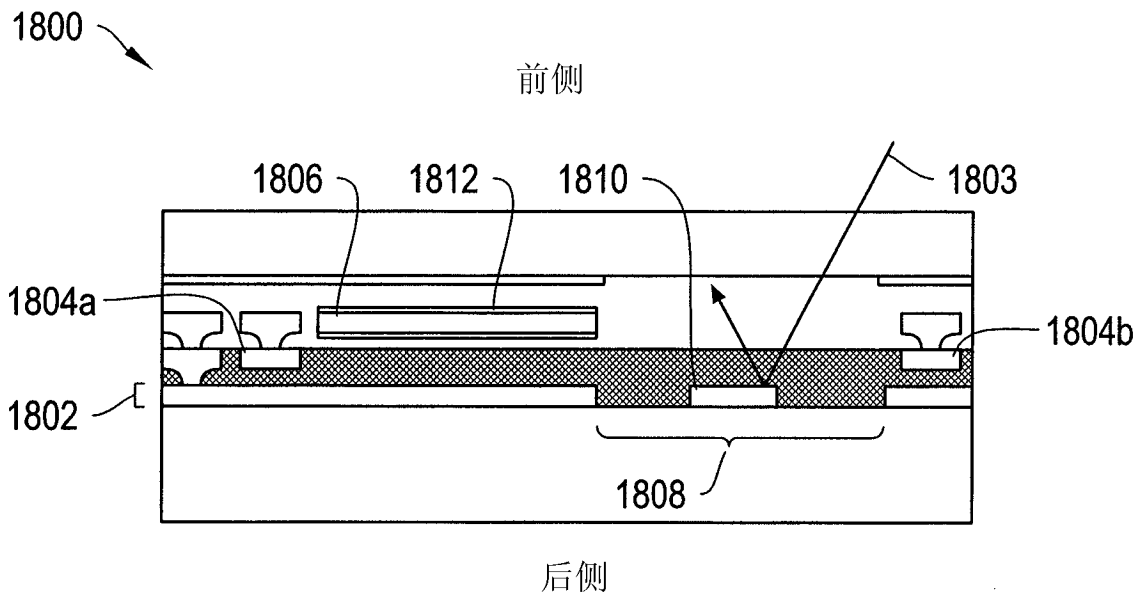


图 18

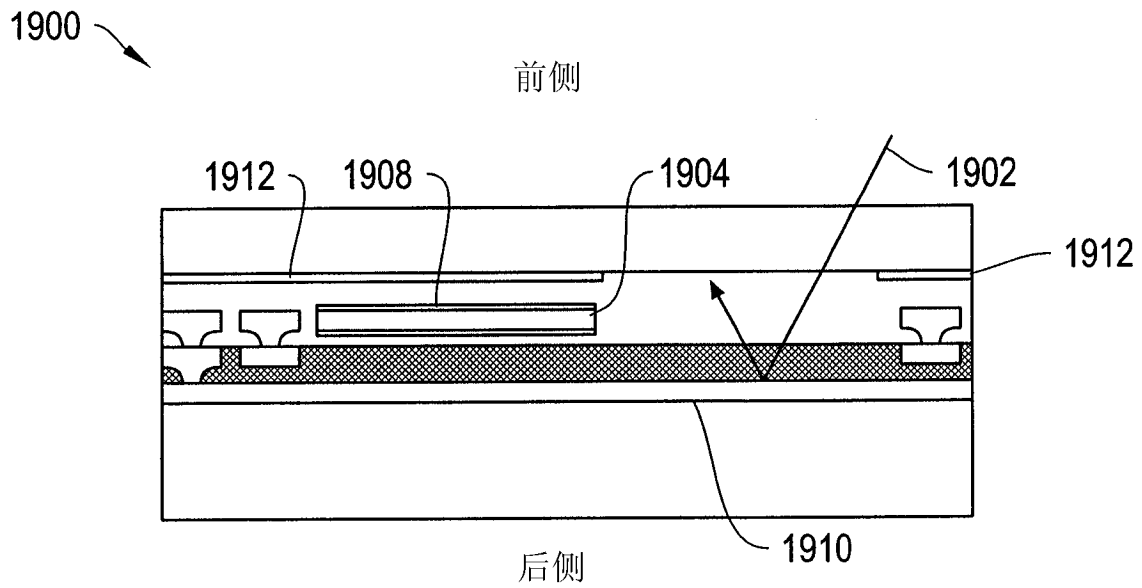


图 19

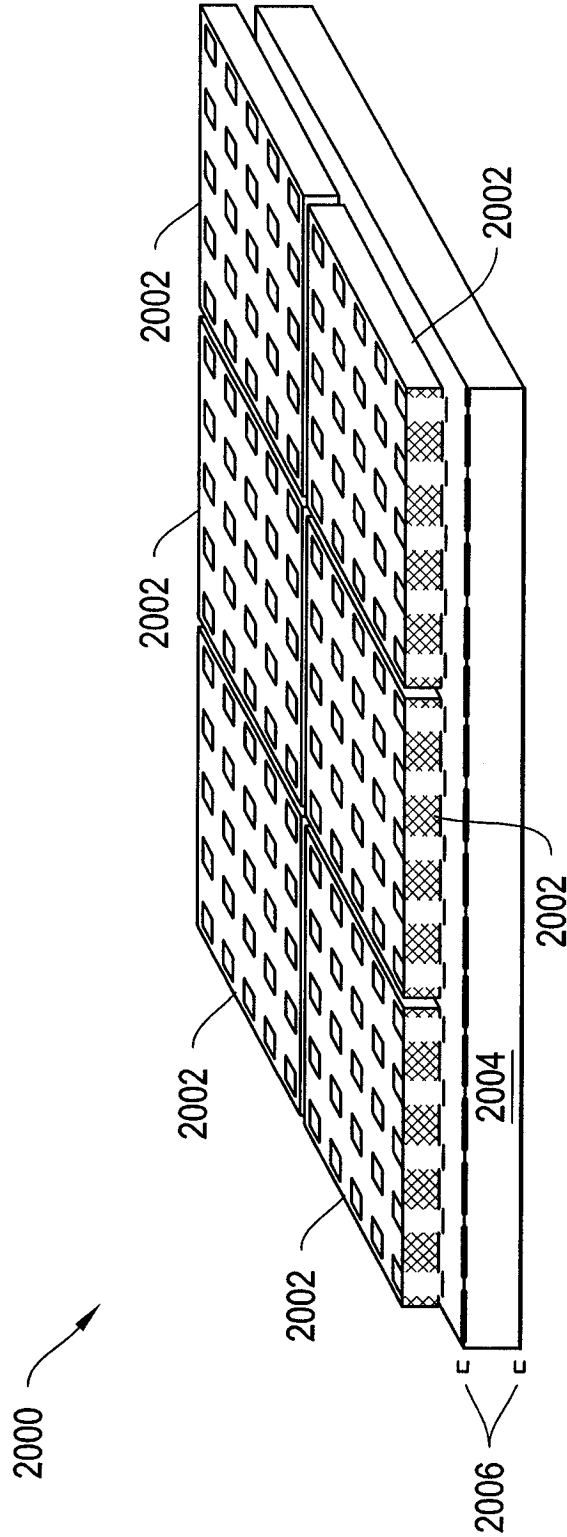


图 20

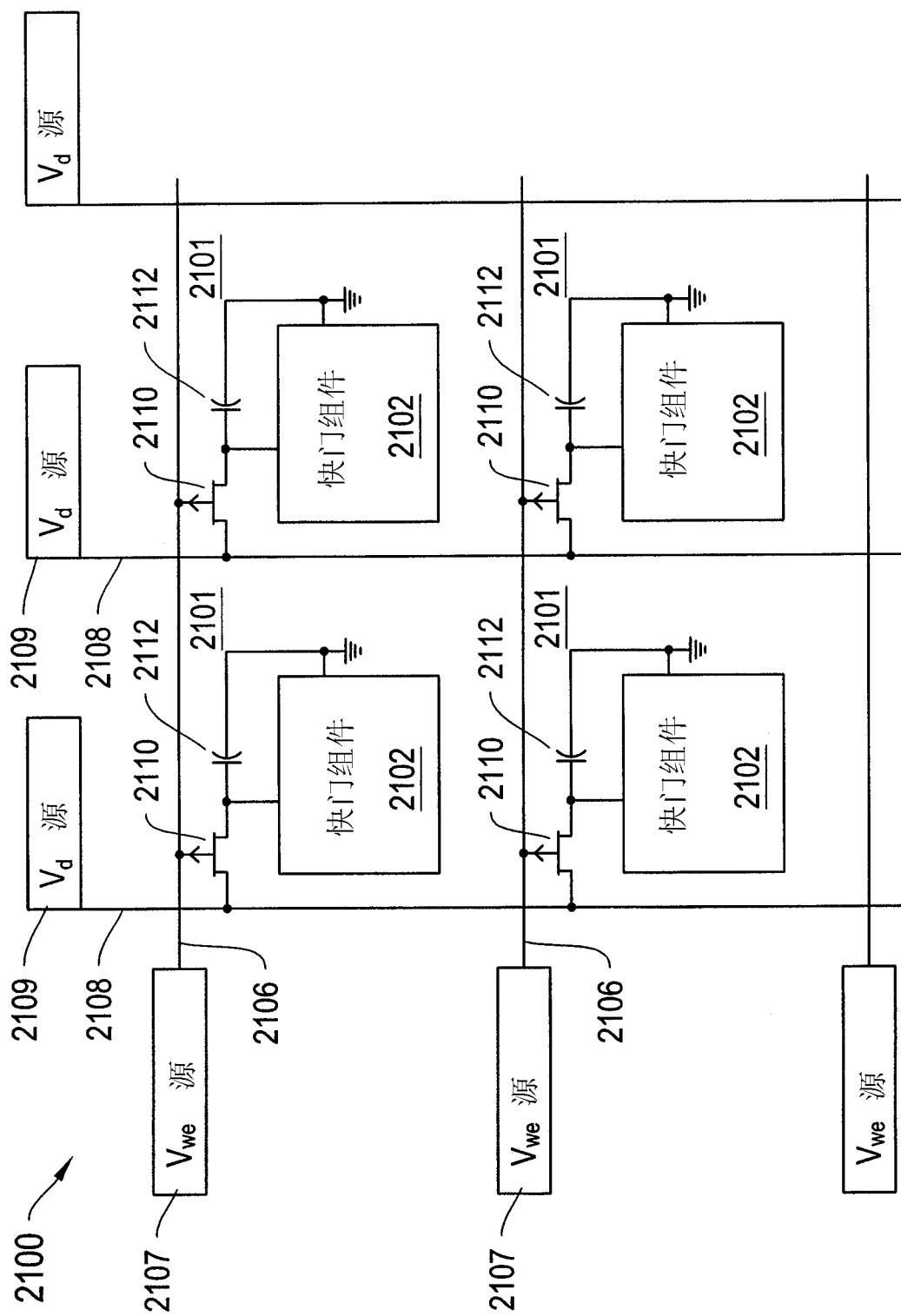


图 21A

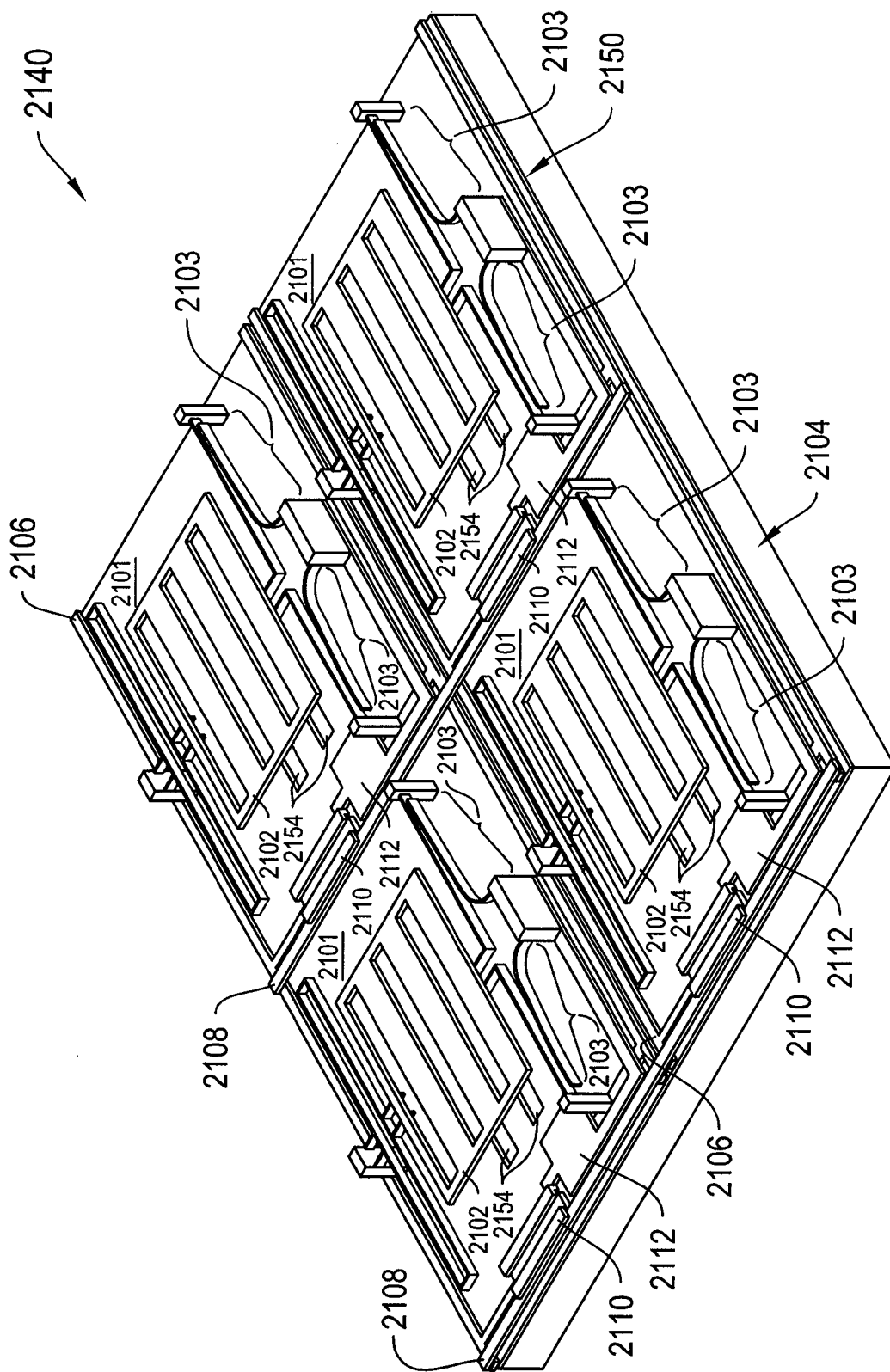


图 21B

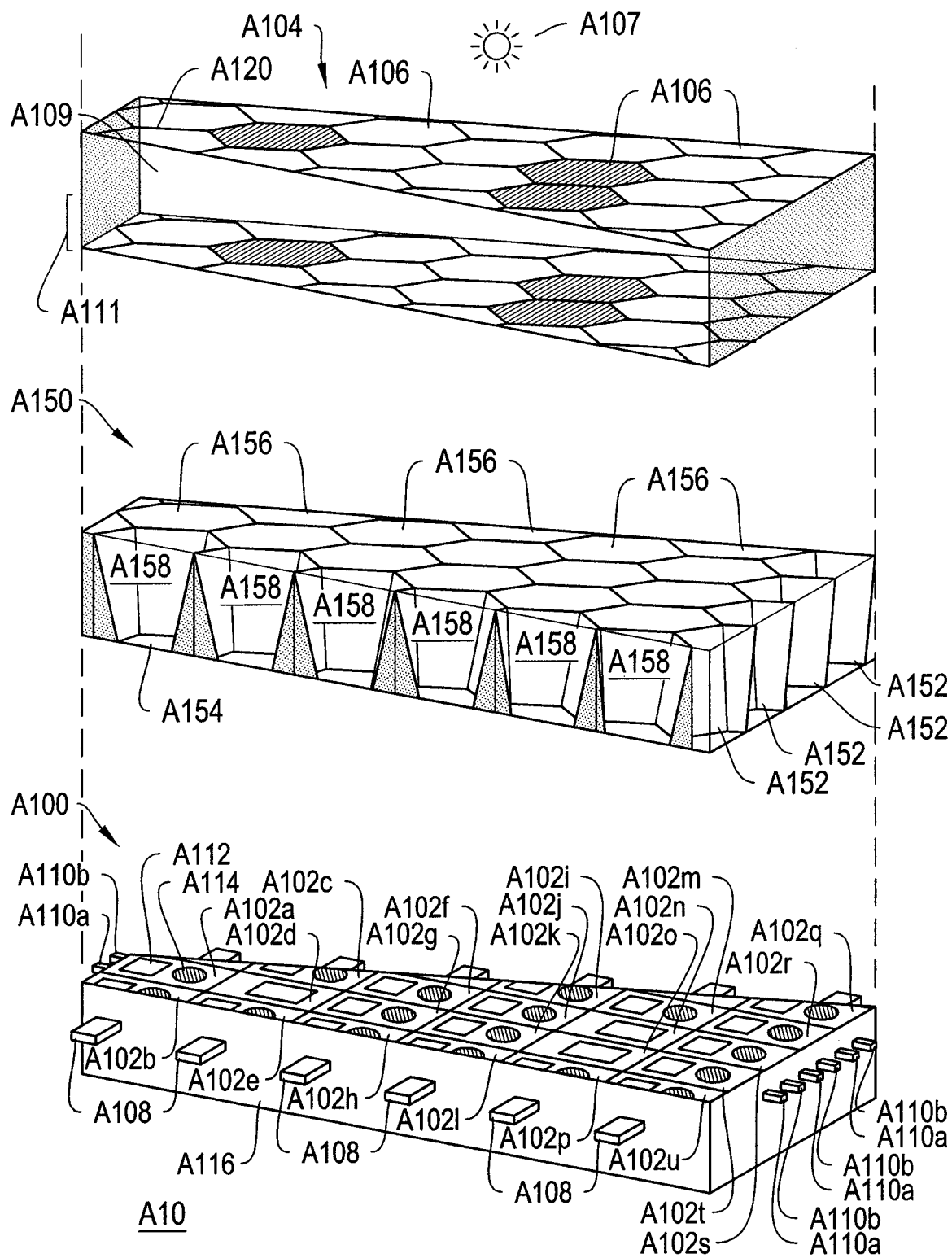


图 22

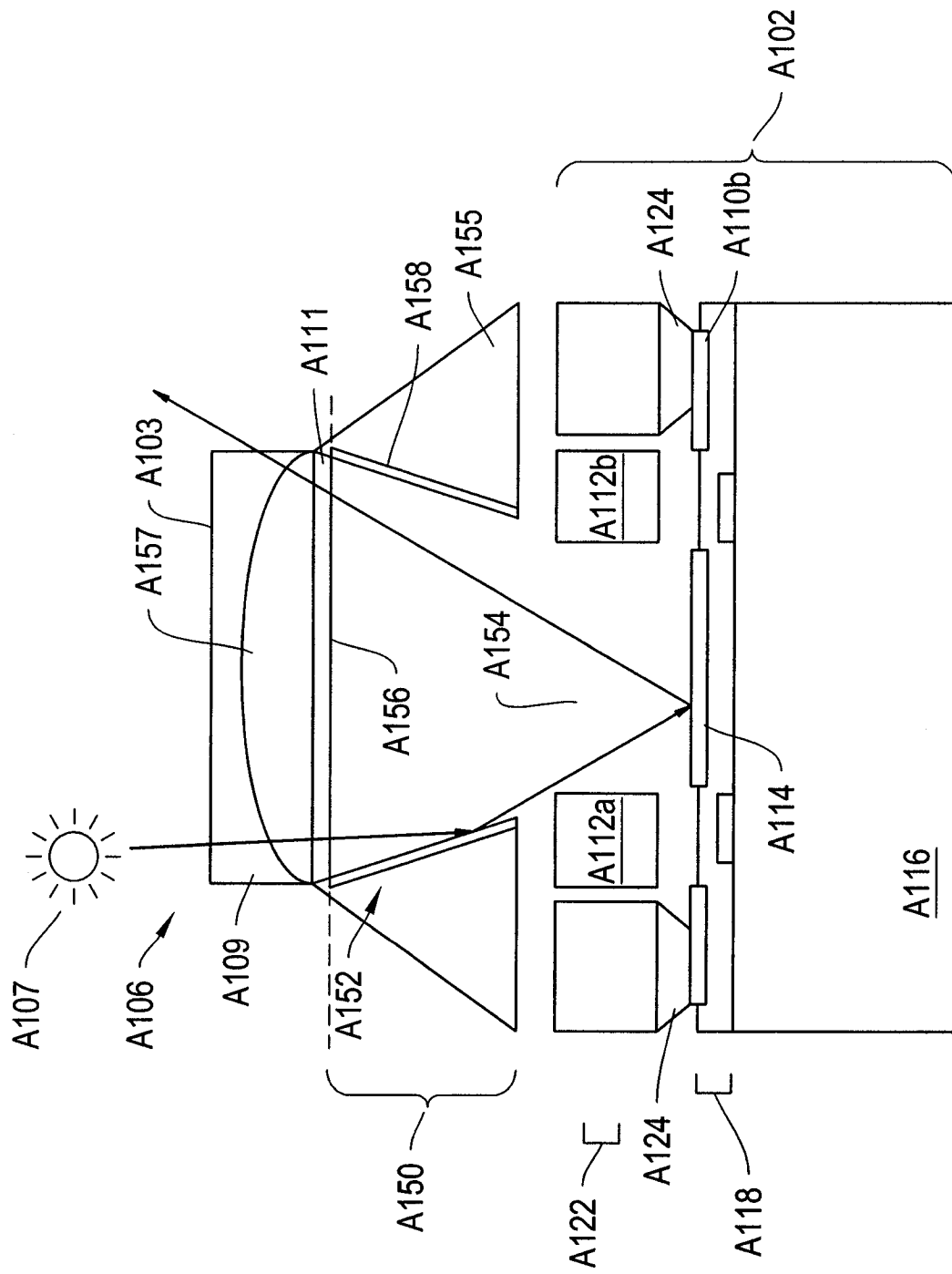


图 23

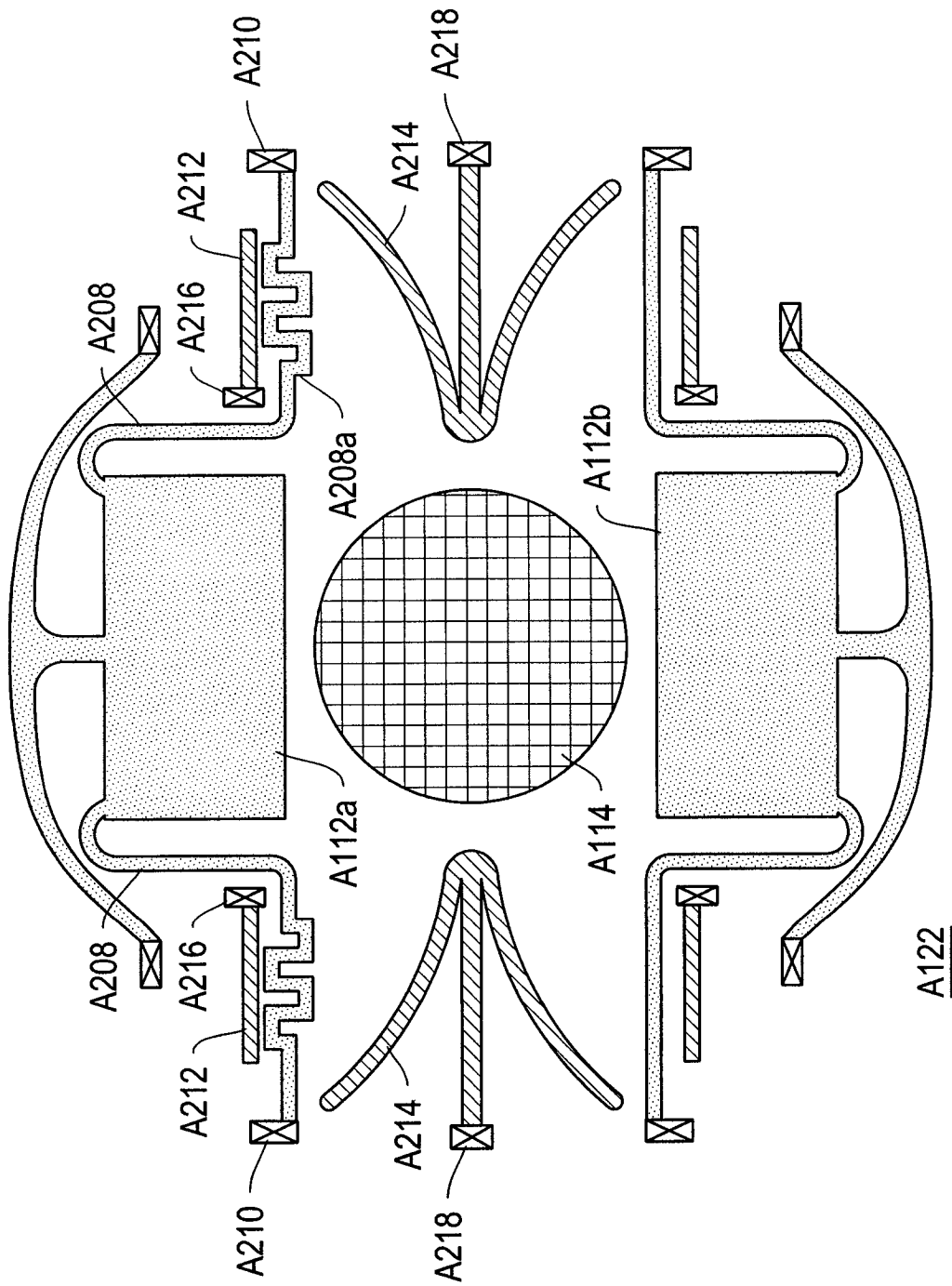


图 24A

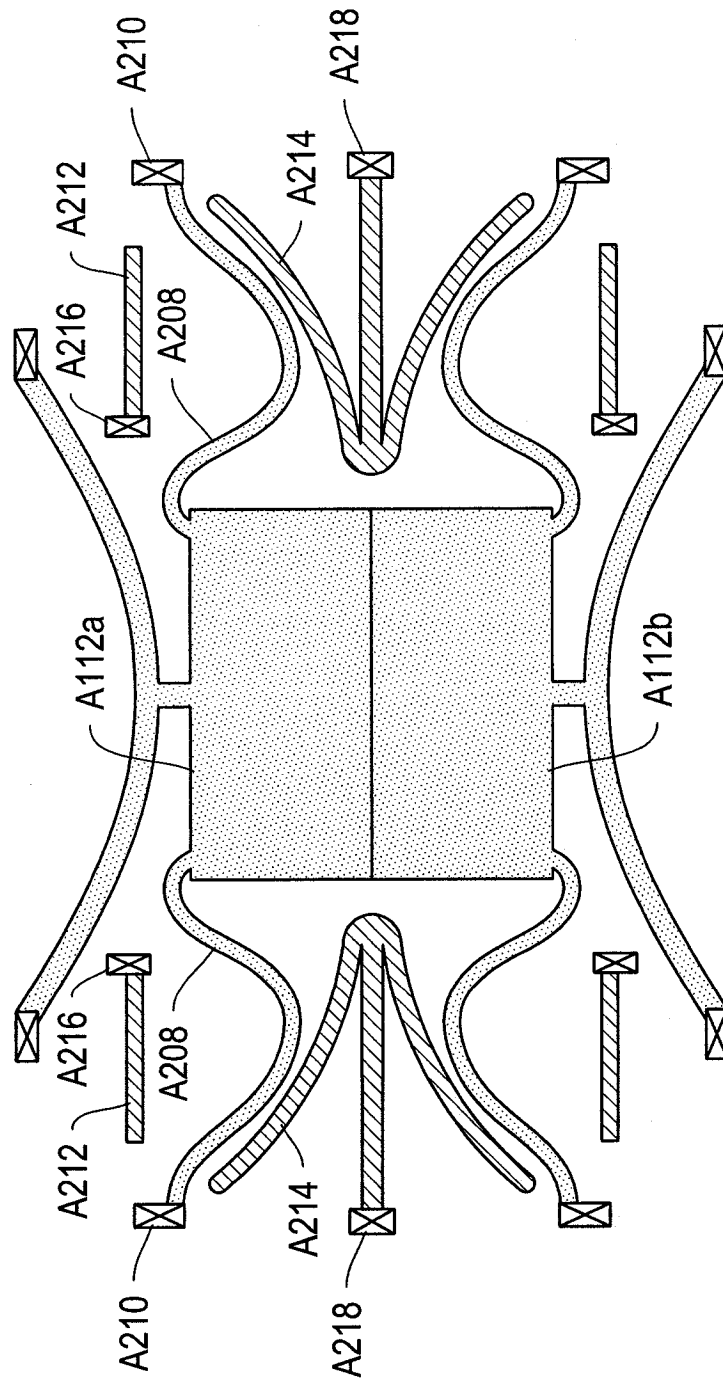


图 24B

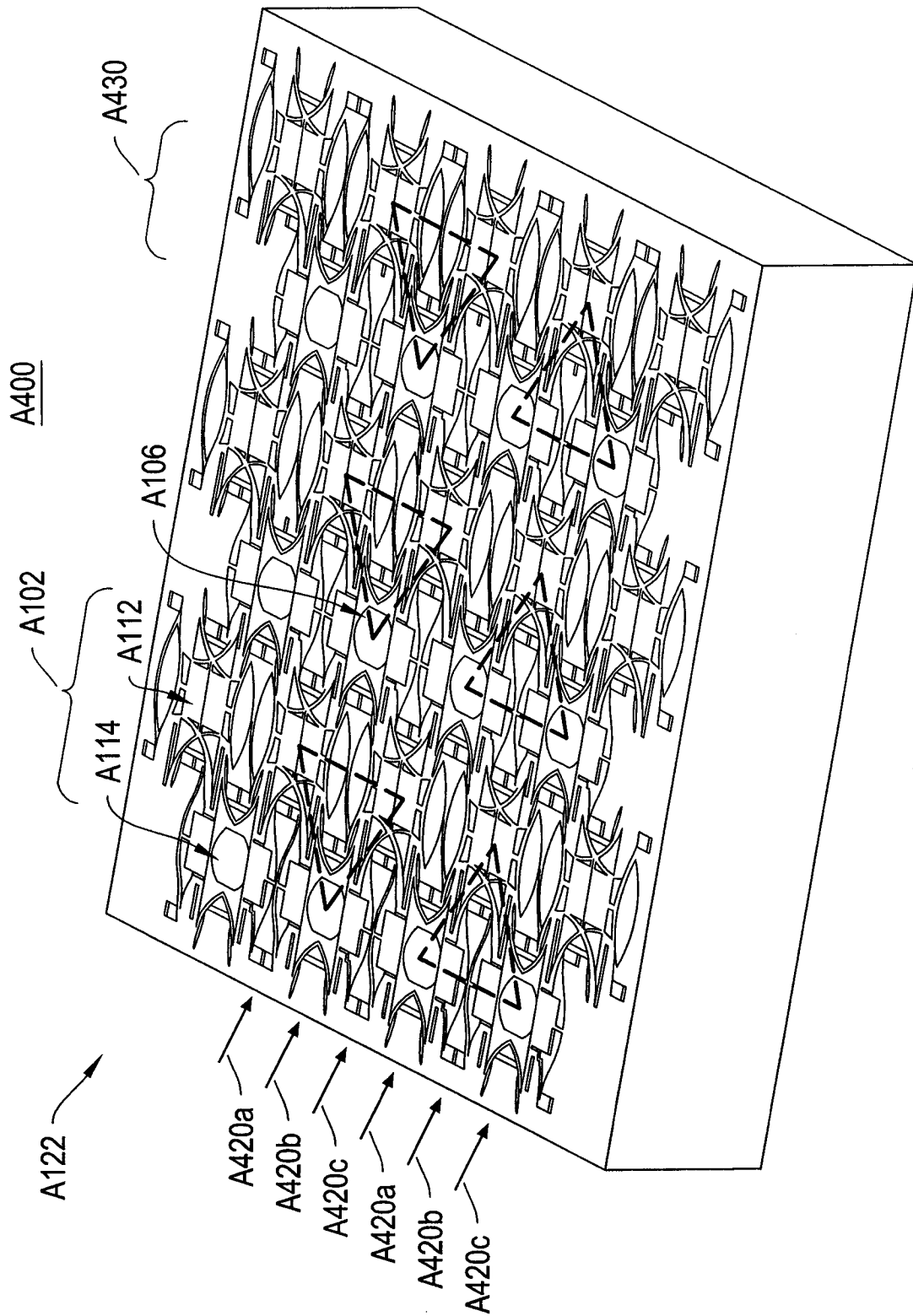


图 25

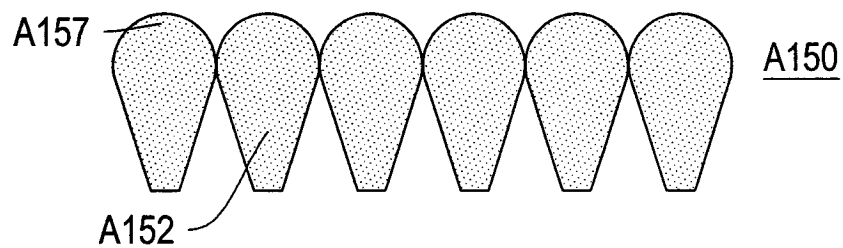


图 26A

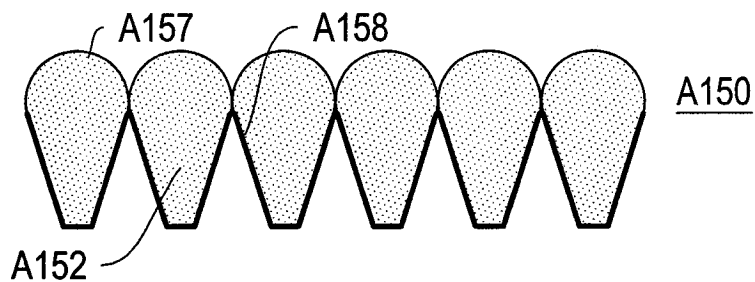


图 26B

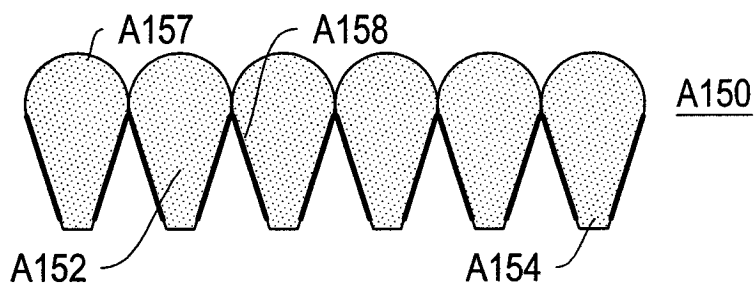


图 26C

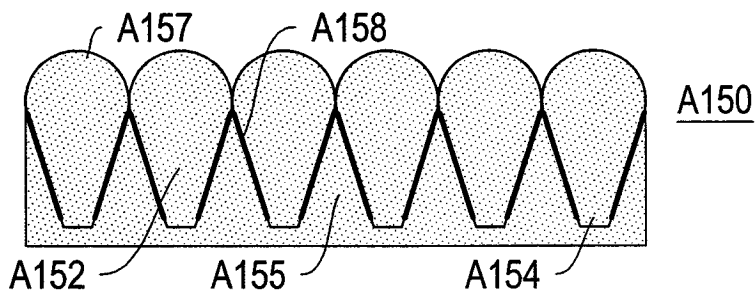


图 26D

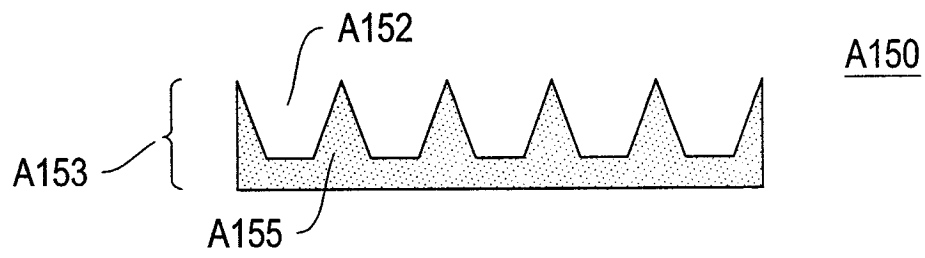


图 27A

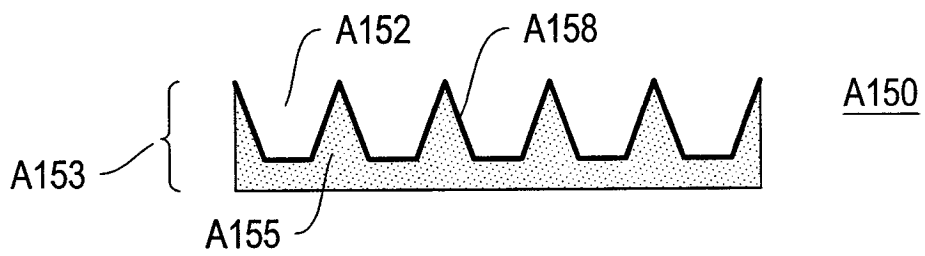


图 27B

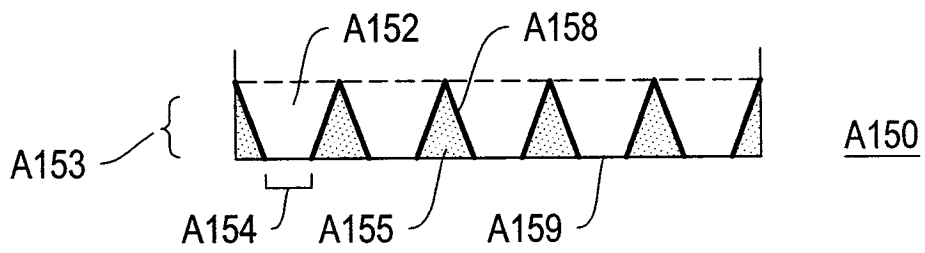


图 27C

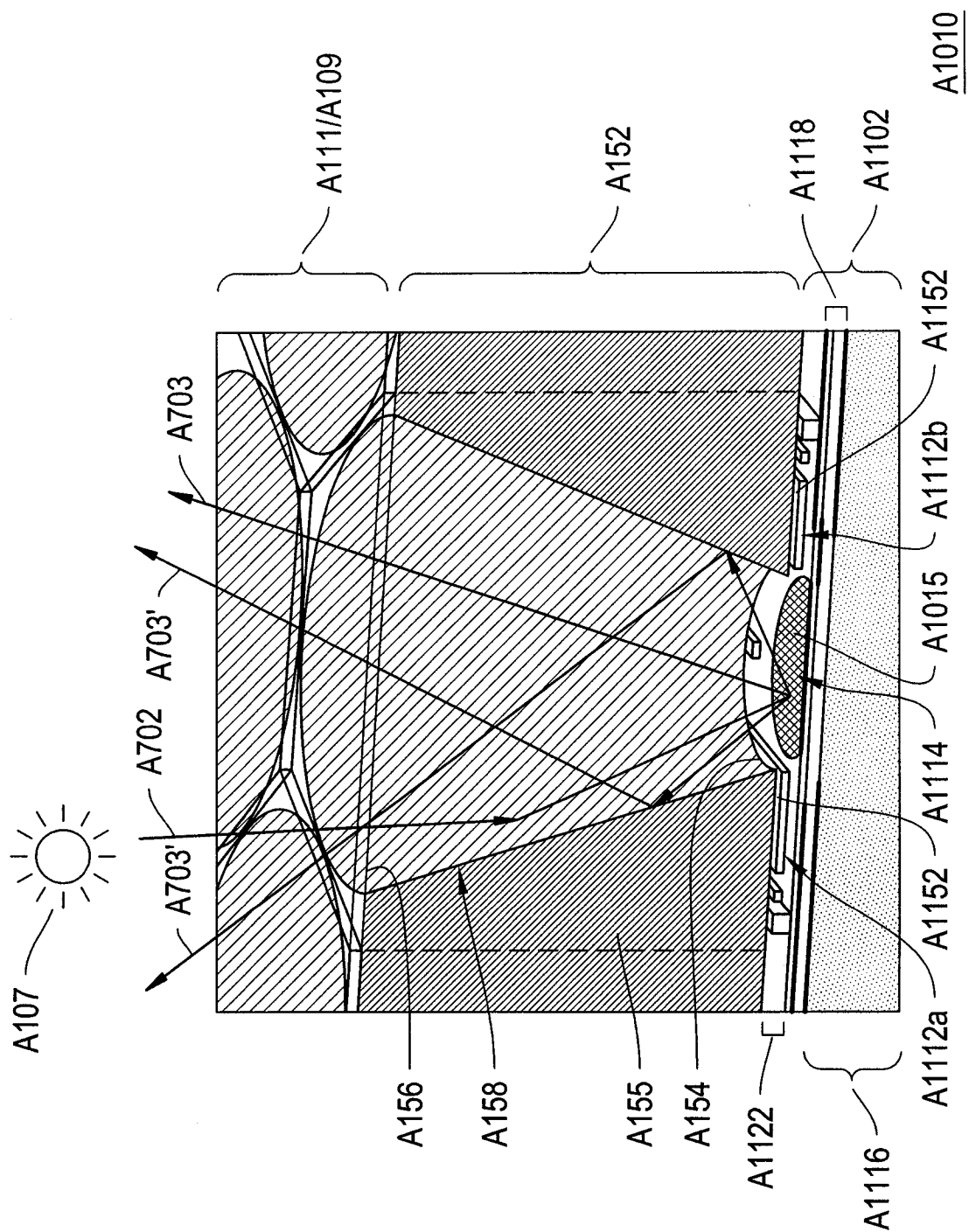


图 28

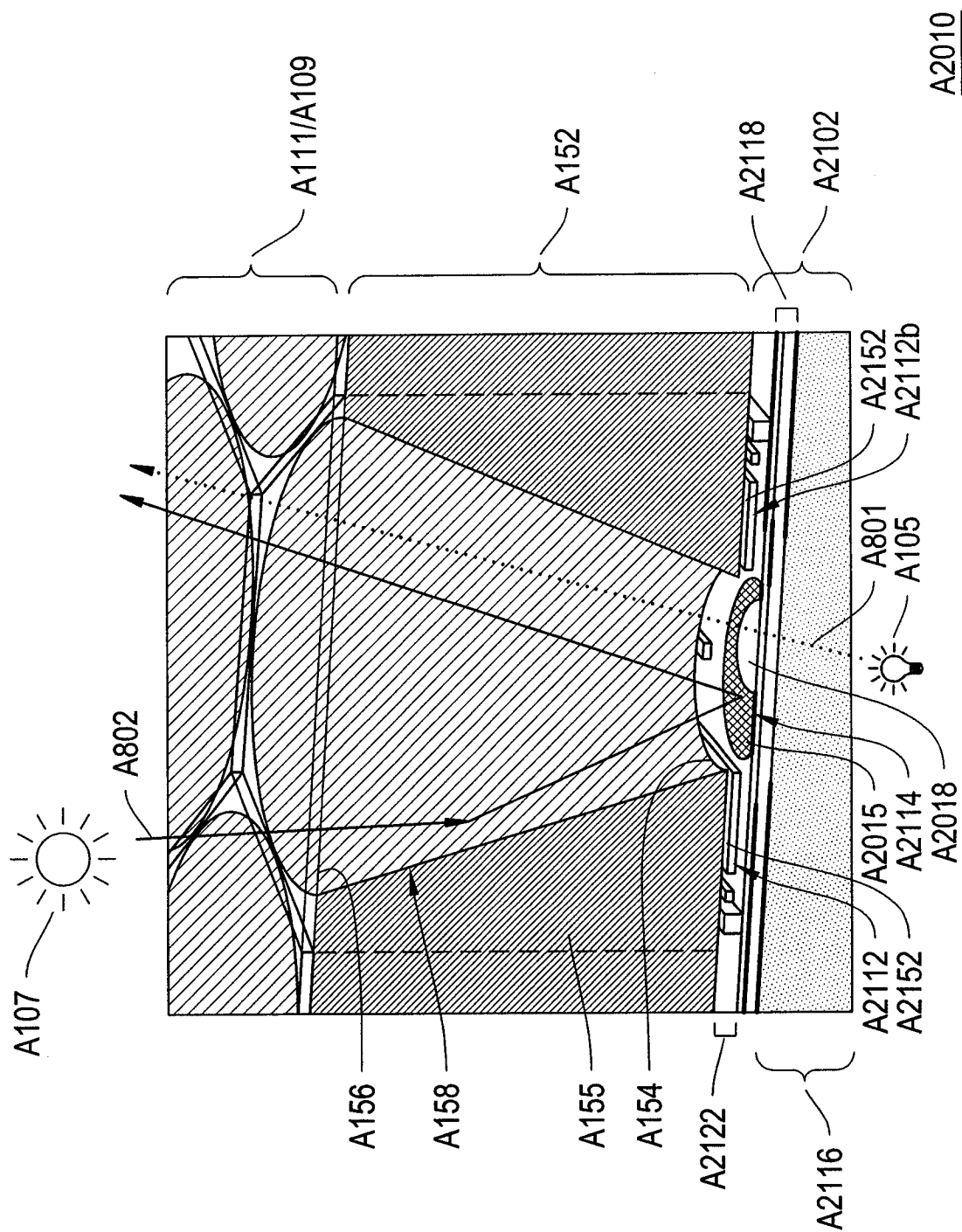


图 29

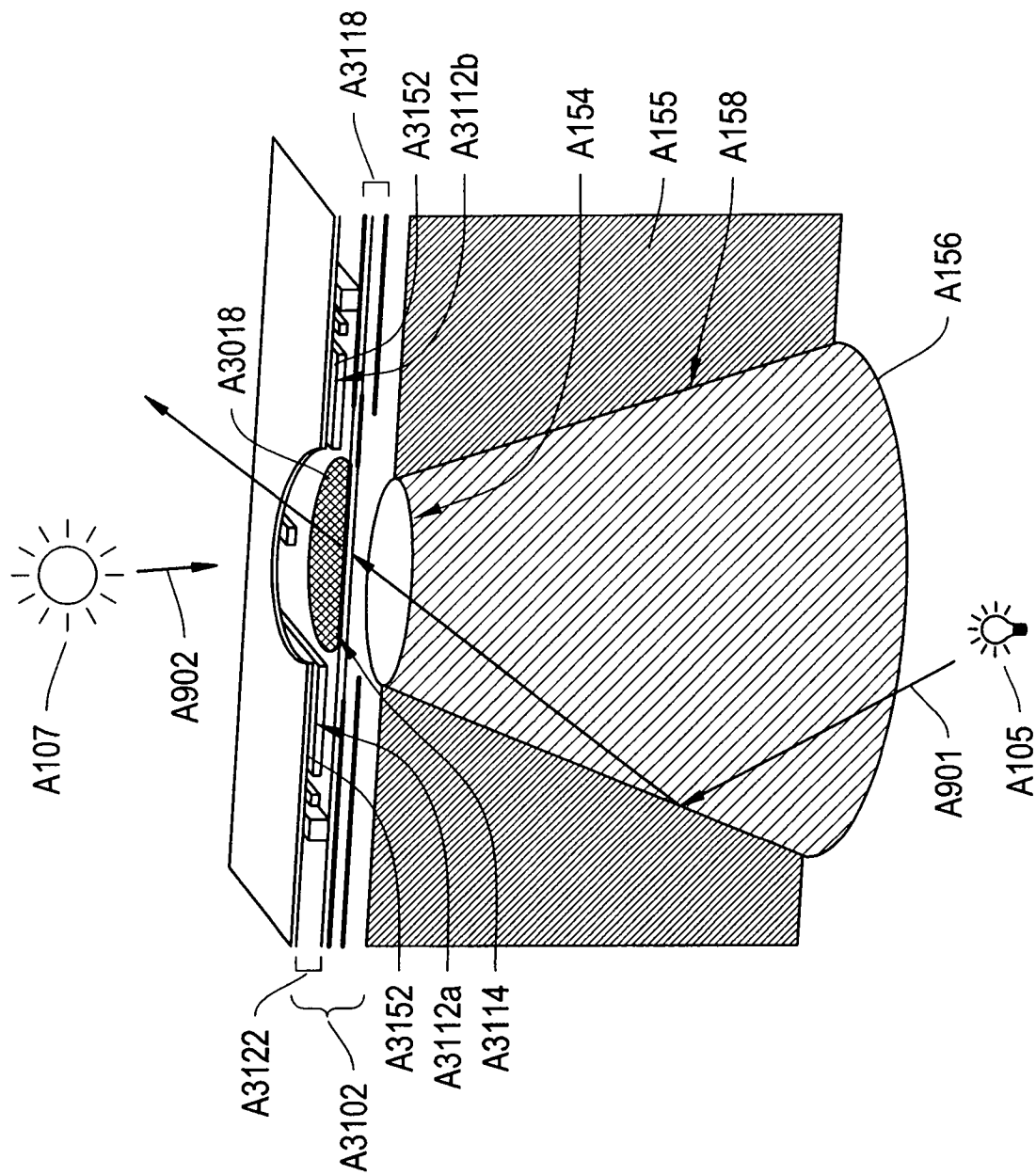


图 30

A3010