

证书号第8310809号



专利公告信息

发明专利证书

发明名称：液晶装置

专利权人：大江昌人

地址：中国台湾新竹市光复路二段101号(邮递区号30013)

发明人：大江昌人;郑登云

专利号：ZL 2022 1 0029246.6

授权公告号：CN 116107122 B

专利申请日：2022年01月11日

授权公告日：2025年09月26日

申请日时申请人：大江昌人

申请日时发明人：大江昌人;郑登云

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，并予以公告。
专利权自授权公告之日起生效。专利权有效性及专利权人变更等法律信息以专利登记簿记载为准。

局长
申长雨

申长雨





(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116107122 B

(45) 授权公告日 2025. 09. 26

(21) 申请号 202210029246.6

(22) 申请日 2022.01.11

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 116107122 A

(43) 申请公布日 2023.05.12

(30) 优先权数据
17/522,911 2021.11.10 US

(73) 专利权人 大江昌人
地址 中国台湾新竹市光复路二段101号(邮
递区号30013)

(72) 发明人 大江昌人 郑登云

(74) 专利代理机构 华进联合专利商标代理有限
公司 44224
专利代理师 关志琨

(51) Int.Cl.

G02F 1/1343 (2006.01)

G02F 1/13 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2013050602 A1, 2013.02.28

JP 2006003840 A, 2006.01.05

审查员 陈丽雯

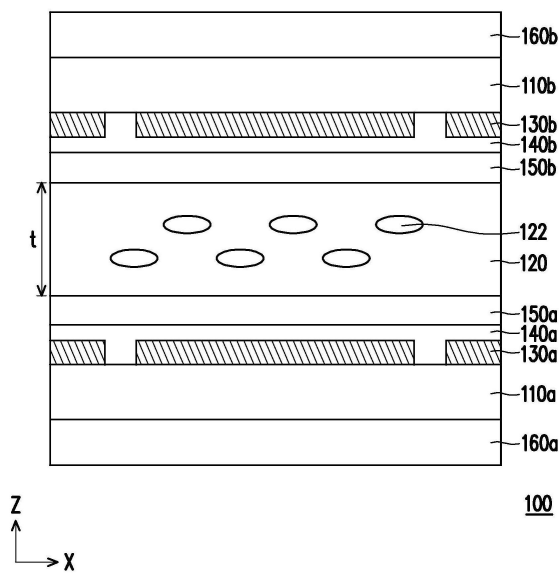
权利要求书2页 说明书10页 附图25页

(54) 发明名称

液晶装置

(57) 摘要

提供一种包括单个或多个像素元件的液晶装置。每一像素元件包括：第一衬底；第二衬底，平行于第一衬底；液晶层，设置在第一衬底与第二衬底之间；第一多个电极，形成在第一衬底与液晶层之间；第二多个电极，形成在第二衬底与液晶层之间。所述第一多个电极及所述第二多个电极被组成为在三个正交方向上产生电场，且所述三个正交方向中的两个方向上的电场是面内电场，而所述三个正交方向中的另一个电场是面外电场。



1. 一种液晶装置,其特征在于,包括:

单个或多个像素元件,每一像素元件包括:

第一衬底,

第二衬底,面向所述第一衬底并平行于所述第一衬底,

液晶层,设置在所述第一衬底与所述第二衬底之间,

第一多个电极,形成在所述第一衬底与所述液晶层之间,其中所述第一多个电极是栅格型电极和/或指状型电极,

第二多个电极,形成在所述第二衬底与所述液晶层之间,其中所述第二多个电极是栅格型电极和/或指状型电极,其中所述第一多个电极及所述第二多个电极的相同栅格型电极和/或指状型电极被形成且以单元间隙彼此面对,

其中所述第一多个电极及所述第二多个电极被组成为在三个正交方向上产生电场,且所述三个正交方向中的两个方向上的所述电场是面内电场且实质上平行于所述第一衬底、所述第二衬底及所述液晶层,而所述三个正交方向中的另一个电场是面外电场且实质上垂直于所述第一衬底及所述第二衬底,

其中所述第一多个电极及所述第二多个电极各自包括一对电极用以产生所述两个方向上的一个方向上的面内电场,以及一对电极用以产生所述两个方向上的另一个方向上的面内电场。

2. 根据权利要求1所述的液晶装置,其特征在于,

所述液晶层中的液晶分子的初始配向相对于所述第一多个电极及所述第二多个电极的所述栅格型电极和/或指状型电极中的一者的延伸方向几乎垂直。

3. 根据权利要求2所述的液晶装置,其特征在于,

所述液晶层中的所述液晶分子的所述初始配向相对于所述第一多个电极及所述第二多个电极的所述栅格型电极和/或指状型电极中的一者的所述延伸方向为40度至50度。

4. 根据权利要求1所述的液晶装置,其特征在于,

所述液晶层的液晶分子的初始配向相对于所述第一多个电极及所述第二多个电极的所述栅格型电极和/或指状型电极中的一者的延伸方向为85度至95度。

5. 根据权利要求1所述的液晶装置,其特征在于,所述液晶装置还包括:

第一配向层,设置在所述第一多个电极与所述液晶层之间;以及

第二配向层,设置在所述第二多个电极与所述液晶层之间,

其中所述第一配向层与所述第二配向层被配置成将所述液晶层中的液晶分子配向为初始配向。

6. 根据权利要求1所述的液晶装置,其特征在于,

产生第一面内电场的所述第一多个电极的第一对电极之间的距离与产生第二面内电场的所述第一多个电极的第二对电极之间的距离的比率实质上等于1。

7. 根据权利要求6所述的液晶装置,其特征在于,

产生所述第一面内电场的所述第一多个电极的所述第一对电极之间的所述距离与产生所述第二面内电场的所述第一多个电极的所述第二对电极之间的所述距离的所述比率处于0.9至1.1之间。

8. 根据权利要求1所述的液晶装置,其特征在于,

沿着垂直于所述液晶层的液晶的初始配向的方向产生第一面内电场的所述第一多个电极的第一对电极之间的距离比沿着平行于所述液晶层的所述液晶的所述初始配向的方向产生第二面内电场的所述第一多个电极的第二对电极之间的距离短。

9. 根据权利要求1所述的液晶装置,其特征在于,

产生第一面内电场的所述第一多个电极的电极、产生垂直于所述第一面内电场的第二面内电场的所述第一多个电极的电极以及产生面外电场的所述第一多个电极的电极形成在平行于所述第一衬底的同一水平上。

10. 根据权利要求1所述的液晶装置,其特征在于,

产生第一面内电场的所述第一多个电极的电极、产生垂直于所述第一面内电场的第二面内电场的所述第一多个电极的电极以及产生面外电场的所述第一多个电极的电极处于平行于所述第一衬底的不同水平处。

11. 根据权利要求1所述的液晶装置,其特征在于,更包括:

第一偏振器,设置在所述液晶层的一侧上;及

第二偏振器,设置在所述液晶层的另一侧上,

其中所述第一偏振器及所述第二偏振器被配置成对进入所述液晶层或从所述液晶层离开的光进行偏振。

12. 根据权利要求1所述的液晶装置,其特征在于,更包括:

多个驱动模块,连接至所述第一多个电极及所述第二多个电极,以控制所述第一多个电极及所述第二多个电极,以在所述三个正交方向上产生所述电场。

13. 一种用于太赫兹电磁波的系统,其特征在于,包括:

如根据权利要求1所述的液晶装置。

液晶装置

技术领域

[0001] 本公开涉及一种液晶装置,更具体来说涉及实现液晶以提供一种具有连续调节相移或延迟的装置(即,移相器),用于太赫兹(THz)(1太赫兹= 10^{12} 赫兹)电磁波或亚毫米电磁波中的各种应用。

背景技术

[0002] 太赫兹波技术在包括时域光谱、太赫兹成像及医学应用的领域中显示出巨大的发展潜力。此外,太赫兹通信及相控阵雷达(phase array radar)也变得可行。上述应用都需要太赫兹准光学装置(quasi-optical device)(例如,用于信号处理的偏振器、滤波器、移相器及调制器等)。

[0003] 液晶(Liquid crystal,LC)装置广泛应用于太赫兹频率。为了在太赫兹频率下操作,液晶装置使用厚的单元间隙来满足所需的迟延。然而,厚的单元间隙导致反应极其缓慢。

发明内容

[0004] 本公开提供一种液晶装置,且具体来说提供一种具有一种液晶切换(LC switching)的用于太赫兹电磁波的液晶移相器,所述液晶切换带来液晶的初始、固有面内及面外重新定向间的六向切换(hexa-directional switching),提供更宽的相移范围,同时保持快速的响应时间。

[0005] 根据示例性实施例的液晶装置可包括而不限于单个或多个像素元件,由于每一像素元件可包括:第一衬底;第二衬底,面向所述第一衬底并平行于所述第一衬底;液晶层,设置在所述第一衬底与所述第二衬底之间;第一多个电极,形成在所述第一衬底与所述液晶层之间,其中所述第一多个电极是栅格型电极和/或指状型电极;第二多个电极,形成在所述第二衬底与所述液晶层之间,其中所述第二多个电极是栅格型电极和/或指状型电极,其中所述第一多个电极及所述第二多个电极的相同栅格型电极和/或指状型电极被形成且以单元间隙彼此面对,其中所述第一多个电极及所述第二多个电极被组成为在三个正交方向上产生电场,且所述三个正交方向中的两个方向上的所述电场是面内电场且实质上平行于所述第一衬底、所述第二衬底及所述液晶层,而所述三个正交方向中的另一个电场是面外电场且实质上垂直于所述第一衬底及所述第二衬底。

[0006] 为了使本公开的上述特征及优点更容易理解,以下详细阐述了伴随附图的几个实施例。

附图说明

[0007] 包括附图以提供对本公开的进一步理解,且被并入本说明书并构成其一部分。附图示出本公开的实施例,且与说明一起用于阐释本公开的原理。

[0008] 图1是液晶像素元件的示意性剖视图。

- [0009] 图2A是液晶像素元件的示意性三维图。
- [0010] 图2B是图2A的液晶像素元件的示意性俯视图。
- [0011] 图2C是图2A的液晶像素元件的示意性俯视图。
- [0012] 图2D是图2A的液晶像素元件的示意性剖视图。
- [0013] 图3A是液晶像素元件的示意性三维图。
- [0014] 图3B是图3A的液晶像素元件的示意性俯视图。
- [0015] 图3C是图3A的液晶像素元件的示意性剖视图。
- [0016] 图4A是液晶像素元件的示意性三维图。
- [0017] 图4B是图4A的液晶像素元件的示意性俯视图。
- [0018] 图4C是图4A的液晶像素元件的示意性剖视图。
- [0019] 图5A是液晶像素元件的示意性三维图。
- [0020] 图5B是图5A的液晶像素元件的示意性俯视图。
- [0021] 图5C是图5A的液晶像素元件的示意性剖视图。
- [0022] 图6是图3A、图4A及图5A的液晶像素元件的示意性俯视图及剖视图。
- [0023] 图7A是液晶像素元件的一部分的示意性俯视图。
- [0024] 图7B是图7A的液晶像素元件的所述一部分的示意性剖视图。
- [0025] 图8A是液晶像素元件的一部分的示意性俯视图。
- [0026] 图8B是图8A的液晶像素元件的所述一部分的示意性剖视图。
- [0027] 图9A是液晶像素元件的一部分的示意性俯视图。
- [0028] 图9B是图9A的液晶像素元件的所述一部分的示意性剖视图。
- [0029] 图10A是液晶像素元件的一部分的示意性俯视图。
- [0030] 图10B是图10A的液晶像素元件的所述一部分的示意性剖视图。
- [0031] 图11A是液晶像素元件的一部分的示意性俯视图。
- [0032] 图11B是图11A的液晶像素元件的所述一部分的示意性剖视图。
- [0033] 图12是液晶装置的一部分的示意性俯视图。
- [0034] 图13是液晶装置的一部分的示意性俯视图。
- [0035] 图14是液晶装置的一部分的示意性俯视图及剖视图。
- [0036] 图15是液晶装置的一部分的剖视图。
- [0037] 图16是液晶装置的一部分的示意性俯视图及剖视图。
- [0038] 图17是液晶装置的一部分的示意性俯视图及剖视图。
- [0039] 图18是液晶装置的一部分的示意性俯视图及剖视图。
- [0040] 图19是用于太赫兹电磁波的光子装置的框图。

具体实施方式

[0041] 在以下详细说明中,出于阐释的目的,陈述了许多具体细节,以提供对所公开的实施例的透彻理解。然而,显而易见的是可在不存在这些具体细节的情况下实施一个或多个实施例。在其他情况下,为了简化附图,示意性地示出公知的结构及装置。

[0042] 在以下实施例中,用于指示方向的词语,例如“上”、“下”、“前”、“后”、“左”及“右”仅指附图中的方向。因此,方向性词语用于示出而不是限制本公开。在附图中,每一附图示

出在特定示例性实施例中使用的方法、结构和/或材料的一般特征。附图不应被解释为定义或限制特定示例性实施例所期望的范围及性质。例如,为了清楚起见,膜层、区或结构的相对厚度及位置可减小或放大。

[0043] 图1是根据本发明实施例的液晶像素元件100的示意性剖视图。

[0044] 在图1中,液晶像素元件100包括第一衬底110a及第二衬底110b。第二衬底110b面向第一衬底110a且平行于第一衬底110a。第一衬底110a与第二衬底110b具有相似的结构及性质。第一衬底110a及第二衬底110b均为在Z方向上具有均匀厚度的衬底。第一衬底110a及第二衬底110b由对太赫兹频率透明的材料制成。在一些实施例中,太赫兹频率的范围在0.1THz至10THz之间,但不限于此。在一些实施例中,第一衬底110a及第二衬底110b的材料是玻璃或塑料,但不限于此。

[0045] 液晶像素元件100还包括具有液晶分子122的液晶层120。液晶层120在垂直Z方向上设置在第一衬底110a与第二衬底110b之间。液晶层120在Z方向上具有均匀的厚度。在一些实施例中,液晶层120的厚度在50微米(μm)至150 μm 之间,优选为100 μm 或小于100 μm ,但不限于此。

[0046] 液晶像素元件100还包括形成在第一衬底110a与液晶层120之间的多个电极130a,以及形成在第二衬底110b与液晶层120之间的多个电极130b。电极130a及电极130b在Z方向上由单元间隙分开,其中液晶层120设置在单元间隙中。绝缘层140a与绝缘层140b分别形成在电极130a及电极130b上,以使电极130a及电极130b与液晶像素元件100的其他层绝缘。在一些实施例中,电极130a及130b的材料是金属或任何其他导电材料,例如铜、铝、聚(3,4-亚乙基二氧噻吩)聚苯乙烯磺酸盐及石墨烯,但不限于此。在一些实施例中,电极130a及130b的厚度在100nm至500nm之间,且优选为200nm,但不限于此。电极130a及130b的宽度在5 μm 至15 μm 之间,且优选为10 μm ,但不限于此。在一些实施例中,绝缘层140a及140b的厚度可在200nm至1000nm之间,优选为500nm,但不限于此。

[0047] 电极130a及电极130b包括栅格型(grating-type)电极和/或指状型(finger-type)电极。当通过由驱动模块(未示出)控制的电源对电极130a及电极130b施加电压差时,电极130a与电极130b一起在三个正交方向(例如沿着X方向、Y方向和/或Z方向)上产生电场。由电极130a及130b在所述三个正交方向中的两个方向(例如沿着X方向及Y方向)上产生的电场被称为面内(in-plane)电场,且实质上平行于第一衬底110a、第二衬底110b及液晶层120。所述三个正交方向中的另一个电场(例如沿着Z方向)被称为面外(out-of-plane)电场,且实质上垂直于第一衬底110a及第二衬底110b。

[0048] 通过在所述三个正交方向上施加电场,其中两个为彼此相互垂直的面内电场且一个为面外电场,液晶层120中的液晶分子122可在面内定向与面外定向之间执行六向切换。

[0049] 液晶像素元件100还包括分别设置在电极130a及电极130b上并与液晶层120的两个相对侧接触的配向层150a及150b。配向层150a及150b被配置为通过控制液晶分子122的预倾角(pretilt angle)及极角(polar angle),而当液晶层120中没有电场时将液晶分子122配向为初始配向。预倾角是液晶分子122的长轴与配向层的表面(XY平面)之间的角度,方位角是投影在XY平面上的液晶分子122的长轴与垂直于Z方向的XY平面中的固定轴(例如,沿着X方向)之间的角度。在一些实施例中,配向层150a及150b的材料是聚合物(例如聚酰亚胺),但不限于此。

[0050] 液晶像素元件100还包括分别设置在第一衬底110a及第二衬底110b上的偏振器160a及160b。第一偏振器160a及第二偏振器160b被配置成对进入液晶层120或从液晶层120离开的光进行偏振化。在一些实施例中,偏振器160a可形成在第一衬底110a与绝缘层140a之间,且偏振器160b可形成在第二衬底110b与绝缘层140b之间。在一些实施例中,指状型或条型电极130a及130b一起用作线栅偏振器(wire-grid polarizer)。

[0051] 在一些实施例中,偏振器160a及160b的偏振方向彼此垂直或平行。当在液晶层120的两端施加电压时,造成液晶分子122扭曲,而使穿过液晶层120的光的偏振旋转。在一个方向上振荡的太赫兹光可能比在另一个方向上振荡的光更容易穿过液晶层120。对于平行或垂直于液晶分子振荡的光,折射率(光在材料中传播慢多少的值)可不同。这被称为“光学各向异性”(optical anisotropy),它被定义为非常折射率 n_e 与普通折射率 n_o 之间的差($\Delta n = n_e - n_o$),且被称为“双折射(birefringence)”。

[0052] 图2A是液晶像素元件的示意性三维图。图2B是图2A的液晶像素元件的示意性俯视图。图2C是图2A的液晶像素元件的示意性俯视图。图2D是图2A的液晶像素元件的示意性剖视图。

[0053] 请参照图2A至图2D。为了清楚起见,省略液晶像素元件100的一些元件。

[0054] 如图2A中所示,呈现第一多个电极130a及第二多个电极130b。第一多个电极130a包括一对电极132a、一对电极134a及电极136a,其等全部形成在第一衬底110a的相同水平上。第二多个电极130b包括一对电极132b、一对电极134b及电极136b,其等全部形成在第二衬底110b的相同水平上。第一多个电极130a与第二多个电极130b以相同的布置形成并彼此面对。电极132a、132b、134a及134b是指状型电极。电极136a及136b是栅格型电极。

[0055] 参照图2A及图2B,所述一对电极132a形成在第一衬底110a上。作为指状型电极的电极132a彼此平行。电极132a中的每一者具有条形状,其中电极132a中的每一者的长轴垂直于X方向。在一些实施例中,电极132a可具有其他形状,但不限于此。当在电极132a之间施加电压差时,所述一对电极132a产生实质上平行于第一衬底110a及液晶层120的面内电场。依据施加到电极132a的电压的方向,由电极132a产生的面内电场的方向可为沿着正X方向或负X方向。沿着X方向产生的电场使液晶层120中的液晶分子122沿着X方向重新定向。形成在第二衬底110b上的所述一对电极132b具有类似于所述一对电极132a的性质,在此不再重复。

[0056] 参照图2A及图2B,所述一对电极134a形成在第一衬底110a上。作为指状型电极的电极134a彼此平行。电极134a中的每一者具有条形状,其中电极134a中的每一者的长轴垂直于Y方向。在一些实施例中,电极134a可具有其他形状,但不限于此。当在电极134a之间施加电压差时,所述一对电极134a产生实质上平行于第一衬底110a及液晶层120的面内电场。依据施加到电极134a的电压的方向,由电极134a产生的面内电场的方向可为沿着正Y方向或负Y方向。沿着Y方向产生的电场使液晶层120中的液晶分子122沿着Y方向重新定向。形成在第二衬底110b上的所述一对电极134b具有类似于所述一对电极134a的性质,在此不再重复。

[0057] 参照图2A及图2B,电极136a形成在第一衬底110a上,且电极136b形成在第二衬底110b上。如图2A及图2B中所示,电极136a及136b是栅格型电极。在一些实施例中,电极136a及136b可具有其他形状,但不限于此。栅格型电极136a及136b的方向均沿着Y方向延伸。当

在电极136a与电极136b之间施加电压差时,电极136a与电极136b一起产生实质上垂直于第一衬底110a、第二衬底110b及液晶层120的面外电场。依据施加到电极136a及136b的电压的方向,面外电场的方向可为沿着正Z方向或负Z方向。在一些实施例中,沿着Z方向产生的电场使液晶层120中的液晶分子122沿着Z方向重新定向。

[0058] 参照图2B及图2D,当没有对电极132a、132b、134a、134b、136a和/或136b施加电压时,在液晶层120中没有产生电场。因此,液晶分子122呈它们的初始配向。在一些实施例中,液晶分子122的初始配向是面内的,其中液晶分子122的长轴平行于第一衬底110a及第二衬底110b。在一些实施例中,液晶分子122的初始配向几乎垂直于栅格型电极136a的延伸方向。换句话说,液晶分子122的长轴与电极136a的延伸方向之间的角度几乎垂直。参照图2B,电极136a的延伸方向沿着Y方向。在一些实施例中,液晶分子122的长轴与电极136a的延伸方向之间的角度在85度至95度之间,这几乎是X方向的方向,如图2D中所示,但是初始定向角度不限于此。

[0059] 参照图2B。电极132a及电极134a被配置成产生面内电场。如图2B中所示,将两个电极132a之间的距离定义为 d_1 ,且将两个电极134a之间的距离定义为 d_2 。在一些实施例中,所述两个电极132a之间的距离 d_1 与所述两个电极134a之间的距离 d_2 的比率 d_1/d_2 实质上等于1。在一些实施例中,比率 d_1/d_2 在0.9与1.1之间。由于所述两个电极132a之间的距离 d_1 与所述两个电极134a之间的距离 d_2 实质上相同,因此当对电极132a及134a施加类似的电压差时,由电极132a产生的电场与由电极134a产生的电场可实质上相同,因此液晶层120中的两个面内电场可具有更类似的电场强度。

[0060] 参照图2B,液晶分子122的初始配向是沿着X方向。在一些实施例中,产生垂直于液晶分子122的初始配向的面内电场的电极134a之间的距离 d_2 短于产生垂直于液晶分子122的初始配向的面内电场的电极132a之间的距离 d_1 ,其为 $d_2/d_1 < 1$ 或 $d_1/d_2 > 1$ 。电极132a沿着X方向(X方向平行于液晶分子122的初始配向)产生面内电场。电极134a沿着Y方向(Y方向垂直于液晶分子122的初始配向)产生面内电场。当电极134a之间的距离 d_2 短于电极132a之间的距离 d_1 时,由电极134a产生的电场强度将强于由电极132a产生的电场强度,这更容易沿着由电极134a产生的电场的方向(其垂直于液晶分子122的初始配向)使液晶分子122定向。

[0061] 参照图2C,在一些实施例中,电极136a的延伸方向是沿着Y方向。液晶分子122的初始配向是面内的,其中液晶分子122的长轴平行于第一衬底110a及第二衬底110b。在一些实施例中,液晶分子122的初始配向相对于电极136a的延伸方向为近45度。换句话说,液晶分子122的长轴与电极136a的延伸方向之间的角度为近45度。在一些实施例中,液晶分子122的长轴与电极136a的延伸方向之间的角度在40度至50度之间,但不限于此。

[0062] 图3A是液晶像素元件的示意性三维图。图3B是图3A的液晶像素元件的示意性俯视图。图3C是图3A的液晶像素元件的示意性剖视图。

[0063] 请参照图3A、图3B及图3C。在此实施例中,电源138连接到位于第一衬底110a上的所述一对电极132a以及位于第二衬底110b上的所述一对电极132b。当在电极132a之间施加电压差时,所述一对电极132a产生实质上平行于第一衬底110a及液晶层120的面内电场。由电极132a产生的电场可为沿着正X方向或负X方向,这使液晶层120中的液晶分子122沿着相同的方向重新定向。类似地,当在电极132b之间施加电压差时,所述一对电极132b产生实质上平行于第二衬底110b及液晶层120的面内电场。由电极132b产生的电场沿着正X方向或负

X方向,这也使液晶层120中的液晶分子122沿着相同的方向配向。

[0064] 因此,通过对所述一对电极132a及所述一对电极132b施加电压差,使液晶层120中的液晶分子122沿着产生的电场重新定向,所述电场沿着正X方向或负X方向。一般来说,液晶分子122的平均定向方向是沿着X方向。

[0065] 图4A是液晶像素元件的示意性三维图。图4B是图4A的液晶像素元件的示意性俯视图。图4C是图4A的液晶像素元件的示意性剖视图。

[0066] 请参照图4A、图4B及图4C。在此实施例中,电源138连接到位于第一衬底110a上的所述一对电极134a及位于第二衬底110b上的所述一对电极134b。当在电极134a之间施加电压差时,所述一对电极134a产生实质上平行于第一衬底110a及液晶层120的面内电场。由所述一对电极134a产生的电场垂直于由电极132a产生的电场。由电极134a产生的电场可沿着正Y方向或负Y方向,这使液晶层120中的液晶分子122沿着相同的方向重新定向。类似地,当在电极134b之间施加电压差时,所述一对电极134b产生实质上平行于第二衬底110b及液晶层120的面内电场。由电极134b产生的电场沿着正Y方向或负Y方向,这也使液晶层120中的液晶分子122沿着相同的方向配向。

[0067] 因此,通过对所述一对电极134a及所述一对电极134b施加电压差,液晶层120中的液晶分子122沿着产生的电场重新定向,所述电场沿着正Y方向或负Y方向。一般来说,液晶分子122的平均定向方向是沿着正Y方向或负Y方向。

[0068] 图5A是液晶像素元件的示意性三维图。图5B是图5A的液晶像素元件的示意性俯视图。图5C是图5A的液晶像素元件的示意性剖视图。

[0069] 请参照图5A、图5B及图5C。在此实施例中,电源138连接到位于第一衬底110a上的电极136a及位于第二衬底110b上的电极136b。当在电极136a与电极136b之间施加电压差时,电极136a及电极136b产生实质上垂直于第一衬底110a、第二衬底110b及液晶层120的面外电场。由电极136a及电极136b产生的电场垂直于由所述一对电极132a产生的电场,且垂直于由所述一对电极134a产生的电场。由电极136a及电极136b产生的电场可沿着正Z方向或负Z方向,这使液晶层120中的液晶分子122沿着相同的方向重新定向。

[0070] 因此,通过对电极136a及电极136b施加电压差,液晶层120中的液晶分子122沿着产生的电场重新定向,所述电场沿着正Z方向或负Z方向。一般来说,液晶分子122的平均定向方向是沿着正Z方向或负Z方向。

[0071] 因此,通过对位于第一衬底110a及第二衬底110b上的电极132a、132b、134a、134b、136a和/或136b施加电压差,可产生沿着三个正交方向(正X方向或负X方向、正Y方向或负Y方向以及正Z方向或负Z方向)的电场,以沿着期望的方向对液晶层中的液晶分子122进行重新定向。如图6中所示,液晶分子122在X方向、Y方向及Z方向之间的定向也可通过对对应的电极施加适当的电压差来切换。利用液晶分子的不同定向,入射到液晶像素元件的进入太赫兹波的相位可延迟到期望的相位。

[0072] 在前面的论述中,使用具有正介电各向异性($\Delta\epsilon>0$)的液晶分子122。然而,当使用具有负介电各向异性($\Delta\epsilon<0$)的液晶分子122时,在对液晶层施加电场时,液晶分子的定向与具有正介电各向异性($\Delta\epsilon>0$)的液晶分子的定向相差90度。

[0073] 如图2A至图5C中所示,液晶层120的厚度在50 μm 至150 μm 之间,且优选为100 μm 或小于100 μm ,但不限于此。在一些实施例中,当液晶层120的厚度小于100 μm 时,液晶像素元件

100变得更有效。就低损耗移相器而言,液晶层120的更小厚度是优选的。此外,出于低损耗移相器的目的,液晶像素元件100的衬底110a及110b的材料可为低损耗材料,例如熔融石英、二氧化硅、铌酸锂及其他材料,其等不限于此。通过在液晶像素元件中使用低损耗衬底材料,可进一步减小液晶像素元件100的总厚度。在一些实施例中,所公开的液晶装置可与可进行方位角旋转的双折射衬底(例如石英、二氧化硅、铌酸锂,其等不限于此)结合。双折射衬底补偿相移,这使得能够减小所公开的液晶装置中的液晶层的厚度,同时保持作为移相器的最大相移。

[0074] 在其他发明中,液晶分子的定向方向的改变被限制为近似90度或小于90度的值,这通常在面内或面内方向与面外方向之间实现。然而,如图3A至图5C中所示,依据施加到液晶层的电场,液晶像素元件100能够在空间中在液晶分子122的定向方向上产生三个90度变化,所述三个90度变化在XY平面、XZ平面及YZ平面中实现。因此,实现三对双向的90度切换。因此,通过对一对偏振器160a及160b进行组合,与传统技术相比,伴随液晶分子122的定向的相变范围变得非线性大。此外,每一90度定向方向上的每一切换由电场双向管控,这表明定向变化的所有响应是可调的且比传统技术中的响应更快。

[0075] 衬底上的电极可具有各种布置以适应各种要求。在图7A至图11B中,呈现出电极的各种布置。在这些图中,由于电极132a、134a及136a在第一衬底110a及第二衬底110b上的布置是相同的,因此下面仅呈现及论述电极132a、134a及136a在第一衬底110a的布置。

[0076] 图7A是液晶像素元件的一部分的示意性俯视图。图7B是图7A的液晶像素元件的所述一部分的示意性剖视图。为了清楚起见,仅呈现出形成在第一衬底110a上的元件。形成在第二衬底110b上的电极类似地布置。参照图7A,从俯视图来看,电极132a、134a及136a的布置与图2B中所示相同。然而,如图7B中所示,仅电极132a形成在衬底110a上。电极132a被绝缘层140a覆盖。电极134a及136a形成在绝缘层140a上。电极134a及136a被绝缘层142a覆盖。换句话说,电极134a及136a形成在同一平面上,但是形成在不同于形成电极132a的平面的平面上。通过将电极布置在不同的平面中,由于在一个平面中有更多的空间可用,因此到电极的布线可更容易,且电极的形状可更灵活。在一些实施例中,绝缘层140a及142a的厚度为200nm至1000nm,优选为500nm,但不限于此。在一些实施例中,电极132a、134a及136a的厚度为100nm至500nm,优选为200nm,但不限于此。电极130a及130b的宽度在5 μ m至15 μ m之间,且优选为10 μ m,但不限于此。

[0077] 图8A是液晶像素元件的一部分的示意性俯视图。图8B是图8A的液晶像素元件的所述一部分的示意性剖视图。参照图8A,从俯视图来看,电极132a、134a及136a的布置与图7A中所示相同。然而,如图8B中所示,仅电极136a形成在衬底110a上。电极136a被绝缘层140a覆盖。电极132a形成在绝缘层140a上。电极132a被绝缘层142a覆盖。电极134a形成在绝缘层142a上。电极136a还被绝缘层144a覆盖。换句话说,电极132a、134a及136a各自形成在不同的平面上。在一些实施例中,电极132a、134a及136a可形成在不同于图8B中所示的层的层上,但不限于此。通过将电极布置在不同的平面中,由于在一个平面中有更多的空间可用,到电极的布线可更容易,且电极的形状可更灵活。在一些实施例中,绝缘层140a及142a的厚度为200nm至1000nm,优选为500nm,但不限于此。在一些实施例中,电极132a、134a及136a的厚度为100nm至500nm,优选为200nm,但不限于此。电极130a及130b的宽度在5 μ m至15 μ m之间,且优选为10 μ m,但不限于此。

[0078] 图9A是液晶像素元件的一部分的示意性俯视图。图9B是图9A的液晶像素元件的所述一部分的示意性剖视图。图9A及图9B中的电极132a及134a的布置类似于图8A中的电极132a及134a的布置。图9A与图9B的不同之处在于,电极136a在位于电极132a及134a下方的第一衬底110a的顶表面之上延伸。利用形成在第二衬底110b(未示出)上的电极136b的类似布置,电极136a及136b可沿着Z方向形成更均匀的电场,因此在液晶层120中产生的面外电场可更均匀。

[0079] 图10A是液晶像素元件的一部分的示意性俯视图。图10B是图10A的液晶像素元件的所述一部分的示意性剖视图。图10A及图10B中的电极132a及134a的布置类似于图9A及图9B中的电极132a及134a的布置。图10A与图10B的不同之处在于,电极136a现在是沿着Y方向延伸的多个指状型电极,而不是栅格型电极。在一些实施例中,指状型电极中的每一者在X方向上具有相同的宽度。在一些实施例中,指状型电极之间的间隙是相同的。利用形成在第二衬底110b(未示出)上的电极136b的类似布置,电极136a及136b可沿着Z方向形成周期性变化的电场。

[0080] 图11A是液晶像素元件的一部分的示意性俯视图。图11B是图11A的液晶像素元件的所述一部分的示意性剖视图。图11A及图11B中电极132a及134a的布置类似于图10A及图10B中电极132a及134a的布置。图11A与图11B中的不同之处在于,指状型电极136a现在沿着X方向位移,使得从俯视图来看,电极132a与电极136a现在重叠,而不是如图10A及图10B中所示彼此不重叠。

[0081] 利用电极的各种布置,可根据期望的目的在液晶层120中产生各种电场。

[0082] 图12是液晶装置200a的一部分的示意性俯视图。为了清楚起见,仅呈现位于第一衬底110a上的电极。形成在第二衬底110b上的电极类似地布置。液晶装置200a由液晶像素元件100的阵列形成。在液晶装置200a中,电极132a与X方向上的相邻的液晶像素元件共享,且电极134a与Y方向上的相邻的液晶像素元件共享。液晶像素元件100的电极136a不被相邻的液晶像素元件共享。

[0083] 如图12中所示,液晶装置200a中的液晶像素元件100的阵列能够利用相移来扩大光束整形 (beam shaping) 的面积。即使单个液晶像素元件对于太赫兹束可能太小,使用本公开的液晶像素元件的阵列形成液晶装置能够扩大接收太赫兹束的面积。

[0084] 图13是另一液晶装置200b的一部分的示意性俯视图。为了清楚起见,仅呈现形成在第一衬底110a上的电极。形成在第二衬底110b上的电极类似地布置。电极132a及134a的布置类似于图12中所示的布置。不同之处在于,图12中的电极136a现在沿着Y方向与相邻的液晶像素元件中的电极136a合并,从而形成新的电极137a。如图13中所示,电极137a现在由沿着Y方向的几个液晶像素元件共享。共享电极137a的液晶像素元件的数目取决于期望的目的,但不限于此。在一些实施例中,电极137a可沿着X方向延伸。

[0085] 图14是液晶装置200c的一部分的示意性俯视图及剖视图。为了清楚起见,仅呈现形成在第一衬底110a上的电极。形成在第二衬底110b上的电极类似地布置。图14中所示的液晶装置200c类似于图12中所示的液晶装置200a。不同之处在于,在图14中,液晶装置200c还包括分别连接到电极132a、134a及136a的驱动模块162a、164a及166a。驱动模块162a、164a及166a控制电极132a、134a及136a以在所述三个正交方向上产生电场。在沿着线AA'的剖视图中,电极136a形成在衬底110a上,并被绝缘层140a覆盖。电极132a形成在绝缘层140a

上,并被绝缘层142a覆盖。驱动模块164a形成在绝缘层142a上。在沿着线BB'的剖视图中,驱动模块166a形成在衬底110a上并与电极136a连接。驱动模块162a形成在绝缘层140a上。电极134a形成在绝缘层142a上。在一些实施例中,绝缘层140a及142a的厚度为200nm至1000nm,优选为500nm,但不限于此。在一些实施例中,电极132a、134a及136a的厚度为100nm至500nm,优选为200nm,但不限于此。电极130a及130b的宽度在5 μ m至15 μ m之间,且优选为10 μ m,但不限于此。

[0086] 利用图14中所示的布置,驱动模块162a、164a及166a可分别对电极132a、134a及136a供应电压差,这可在液晶层中沿着期望的方向产生电场。

[0087] 为了操作液晶装置200c中的液晶像素元件的阵列,经由电极(例如电极132a、134a及136a)对每一液晶元件提供相同的电势,使得在整个像素阵列中实现均匀的液晶定向。提供这种均匀电信号的驱动模块162a、164a、166a比液晶显示器中的驱动模块简单得多。经由绝缘层使一个电极与另一电极重叠充当电容器,此电容器可添加到由液晶像素元件中的液晶层形成的电容器。当经由薄膜晶体管(未示出)使每一元件操作时,来自分层电极的所添加的电容器在维持液晶像素元件中的电压特性方面具有优势。当维持电压特性良好时,可在液晶层中使用具有不同性质(例如大的介电各向异性、低电阻率、低吸收损耗)的各种类型的液晶。

[0088] 图15是液晶装置200d的一部分的剖视图。液晶装置200d具有第一衬底110a,所述第一衬底110a具有图14中液晶装置200c沿着线AA'的横截面中所示的结构。液晶装置200d具有面对第一衬底110a的第二衬底110b,所述第二衬底110b具有与第一衬底110a相同的结构。第一衬底110a与第二衬底110b由单元间隙分开。单元间隙是绝缘层144a的顶表面与绝缘层144b的顶表面之间的距离。在一些实施例中,单元间隙的厚度t为50 μ m至150 μ m,且优选为100 μ m或小于100 μ m,但不限于此。

[0089] 图16是液晶装置200e的一部分的示意性俯视图及剖视图。图16中所示的液晶装置200e类似于图14中所示的液晶装置200c。不同之处在于,在图16中,水平指状型电极132a与垂直指状型电极134a被连接为电极132a',如图16中所示。电极132a'与驱动模块164a连接。如沿着线AA'及BB'的剖视图中所示,电极132a'及驱动模块164a形成在绝缘层140a上,且被绝缘层142a覆盖。与图14中所示的液晶装置200c相比,绝缘层的数目从3个减少到2个,这简化了液晶装置200e的整体结构。

[0090] 然而,由于垂直指状型电极134a及水平指状型电极132a被连接为电极132a',由电极132a'产生的电场不完全沿着X方向或Y方向。因此,液晶装置200中液晶分子的定向范围变得较窄,且液晶装置200e不具有如液晶装置200c般精确的六向切换。在一些实施例中,每一像素元件的x尺寸及y尺寸是近似相同的。

[0091] 图17是液晶装置200f的一部分的示意性俯视图及剖视图。为了清楚起见,仅呈现形成在第一衬底110a上的电极。形成在第二衬底110b上的电极类似地布置。图17中所示的液晶装置200f类似于图14中所示的液晶装置200c。不同之处在于,在图17中,电极136a被替换为如图13中所示的电极137a。驱动模块166a现在与电极137a连接,电极137a沿着Y方向延伸穿过几个液晶像素元件。利用这种布置,驱动模块166a可同时为几个液晶像素元件控制在Z方向上的电场。

[0092] 图18是液晶装置200g的一部分的示意性俯视图及剖视图。图18中所示的液晶装置

200g类似于图17中所示的液晶装置200f。不同之处在于,在图18中,水平指状型电极132a与垂直指状型电极134a被连接为电极134a',如图18中所示。电极134a'与驱动模块162a连接。如沿着线AA'及BB'的剖视图中所示,电极134a'及驱动模块162a形成在绝缘层140a上,且被绝缘层142a覆盖。与图17中所示的液晶装置200f相比,绝缘层的数目从3个减少到2个,这简化了液晶装置200f的整体结构。

[0093] 图19是用于太赫兹电磁波的光子装置的框图。如图19中所示,呈现用于太赫兹电磁波的光子装置10。在一些实施例中,光子装置10是偏振器、滤波器、移相器或调制器,或者是宽带无线通信系统、安全监视系统、医学成像系统或材料表征系统,但不限于此。光子装置10包括液晶装置200,液晶装置200包括多个液晶像素元件100。在一些实施例中,液晶装置200包括在此应用中阐述的液晶装置200a、200b、200c、200d和/或200e,但不限于此。利用液晶像素元件100中电场的所述三个正交方向,液晶像素元件100中的液晶分子可根据所施加的电场旋转到任何方向,这适用于太赫兹电磁波应用的应用。

[0094] 上述公开的结构能够在初始、固有面内及面外状态之间连续切换液晶分子的定向,从而在维持快速响应的同时提供更宽的相移范围。此外,使用由三对电极产生的所述三个正交电场,液晶分子的三种定向状态之间的相互切换成为可能。换句话说,所公开的结构有效地允许初始、固有面内及面外状态之间的六向切换。原则上,利用所述三种液晶定向状态增大了相移的变化。此外,通过施加电场在三种液晶定向状态之间切换保持更快的响应时间。通过优化一些装置及材料参数(包括使用具有更大双折射的液晶的更大迟延),可潜在地进一步改善由新型液晶切换模式为太赫兹装置(例如移相器)提供的相移范围。

[0095] 此处公开的液晶装置可具有广泛的应用,例如集成到太赫兹天线阵列中或者集成到太赫兹光子晶体中。

[0096] 对于本领域技术人员来说,显然可对所公开的实施例进行各种修改及变化。说明书及实例仅旨被认为是示例性的,且本公开的真实范围由所附权利要求书及其等同物指示。

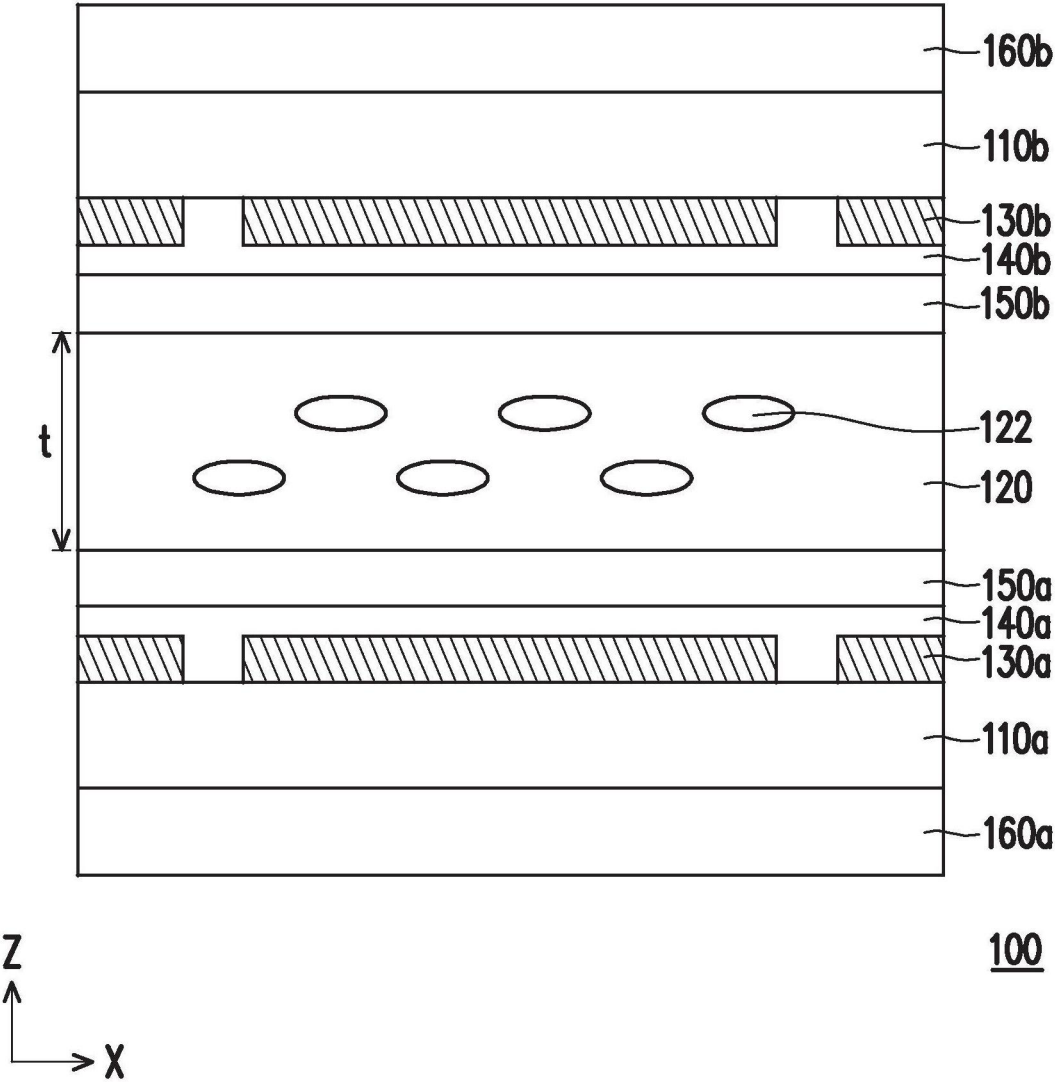


图1

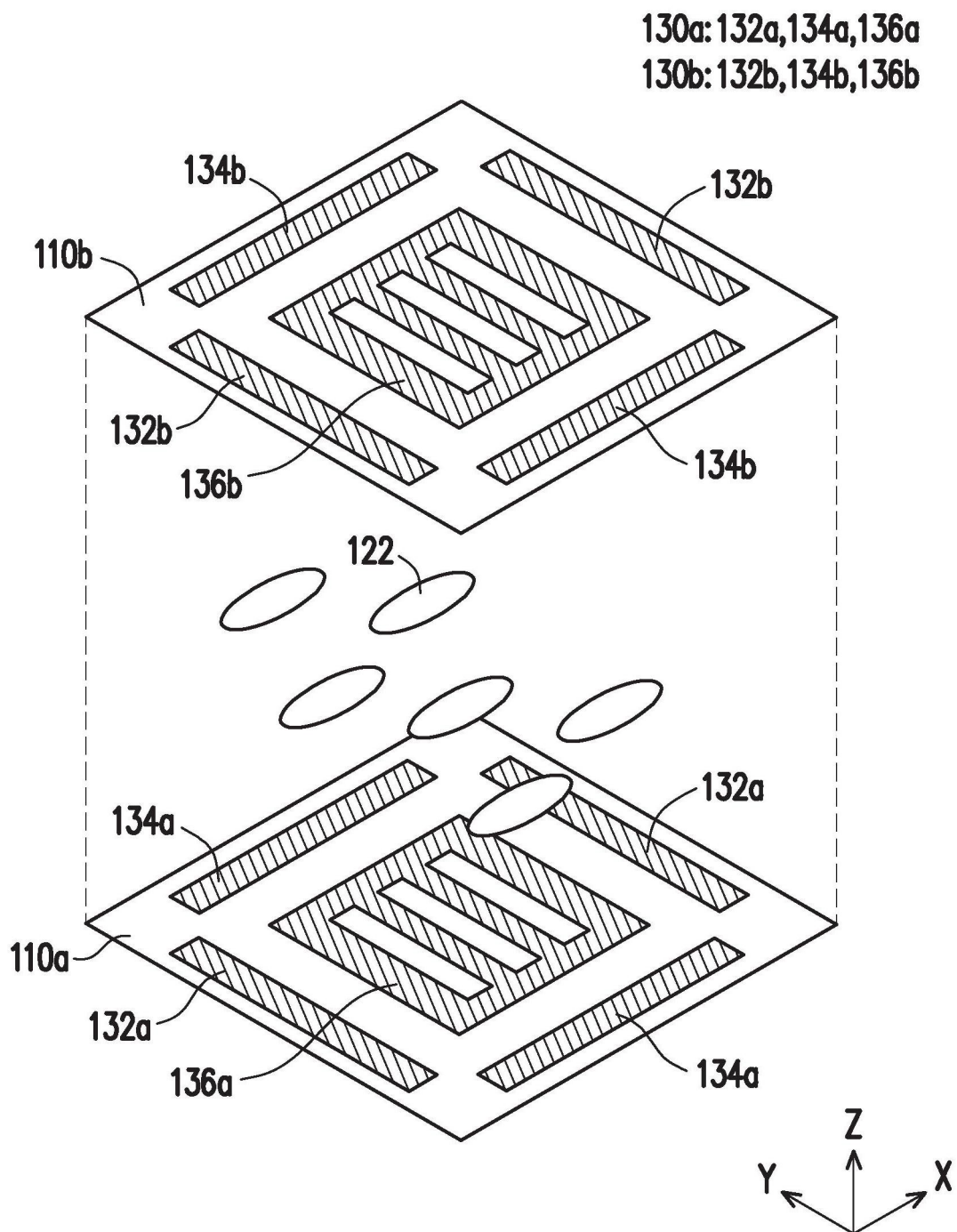


图2A

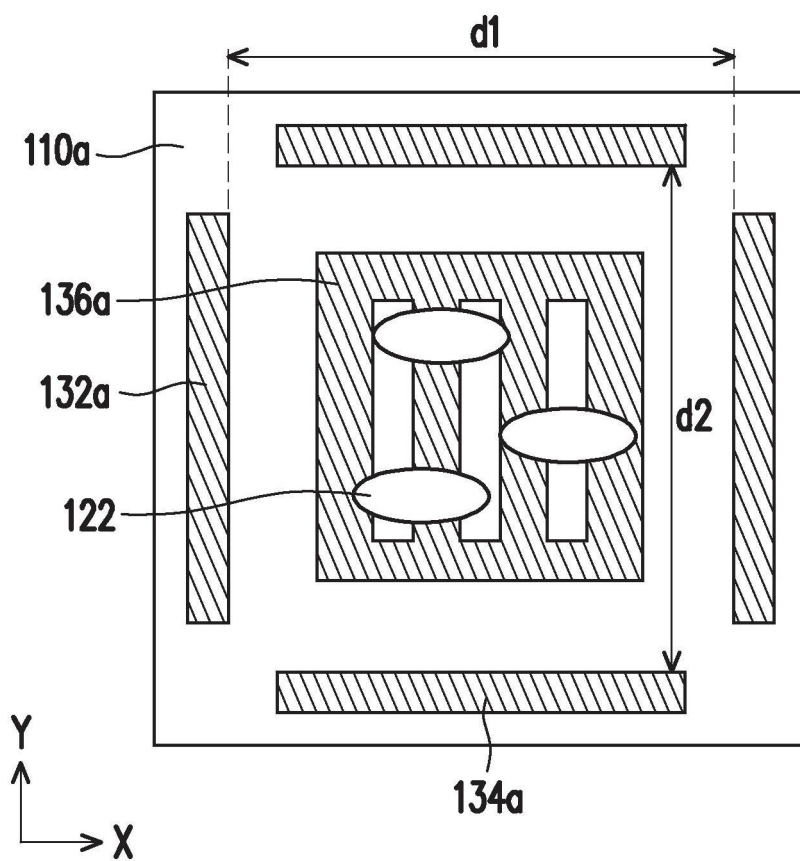


图2B

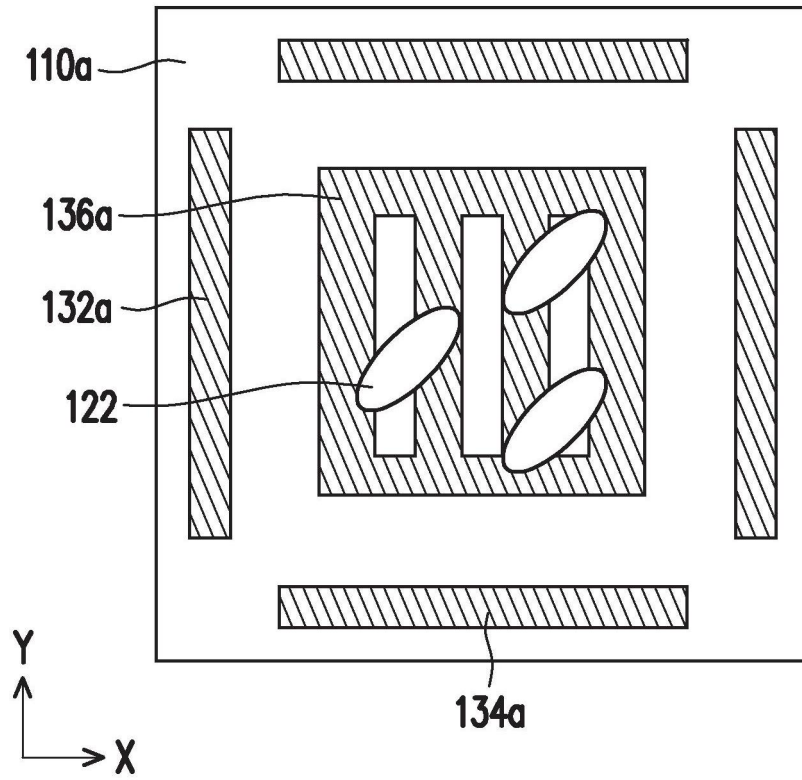


图2C

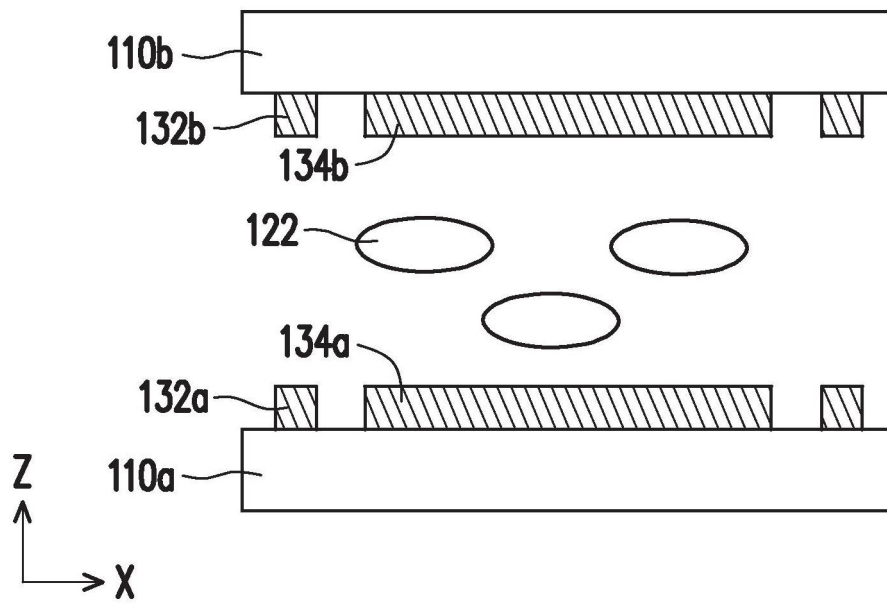


图2D

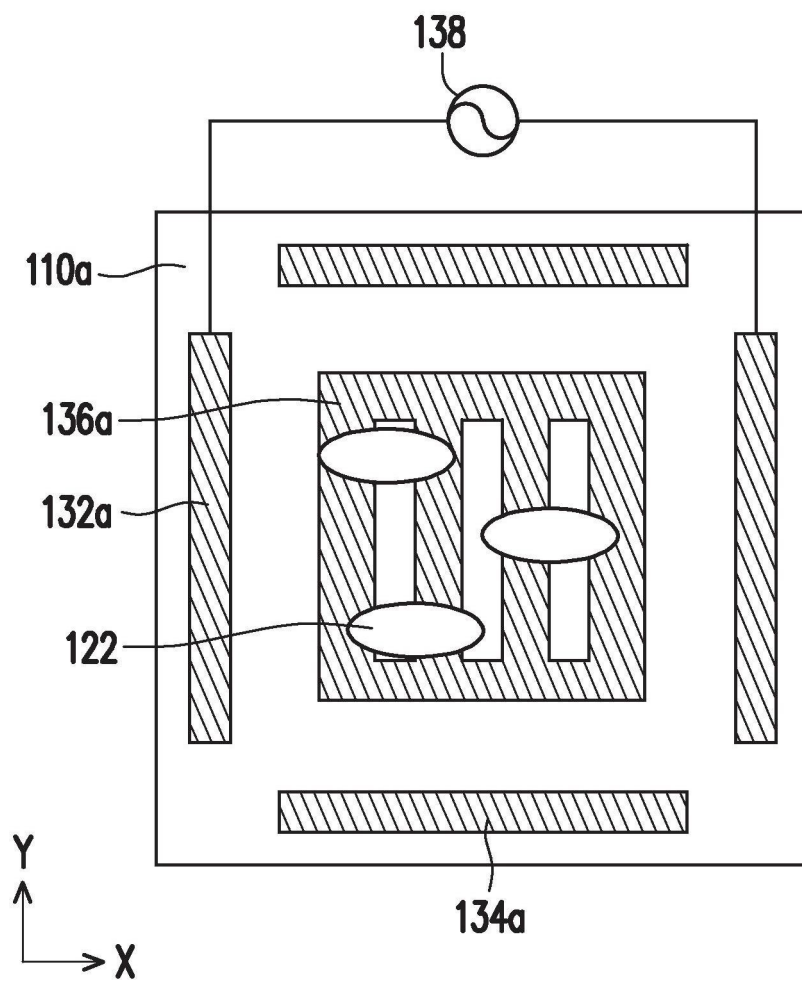


图3B

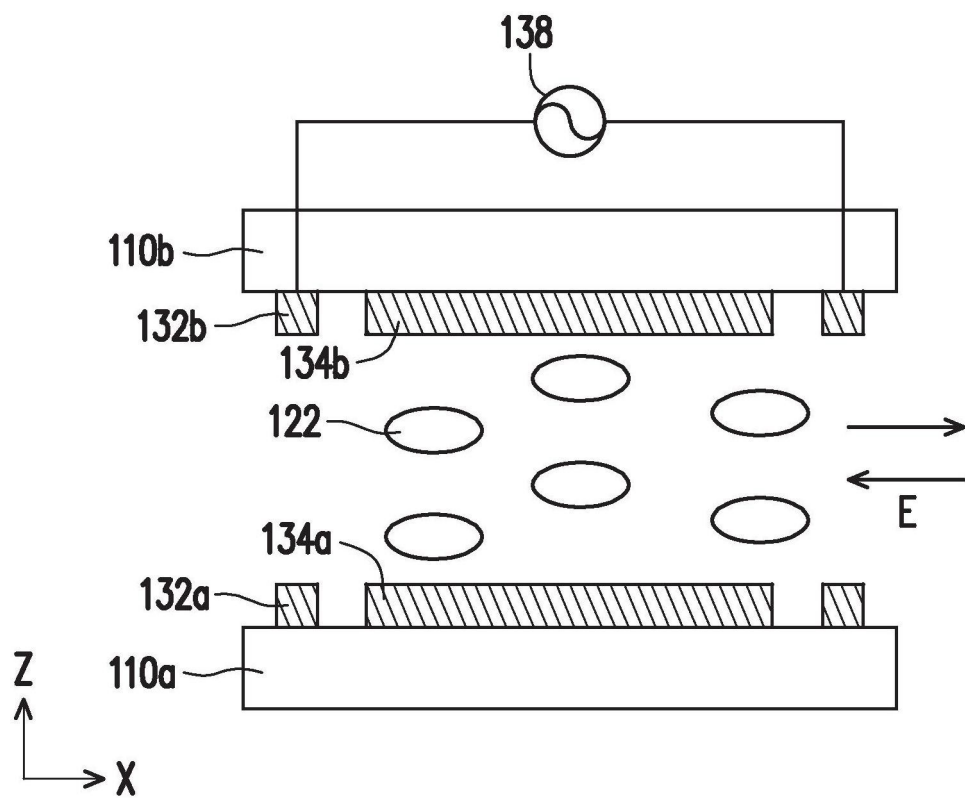


图3C

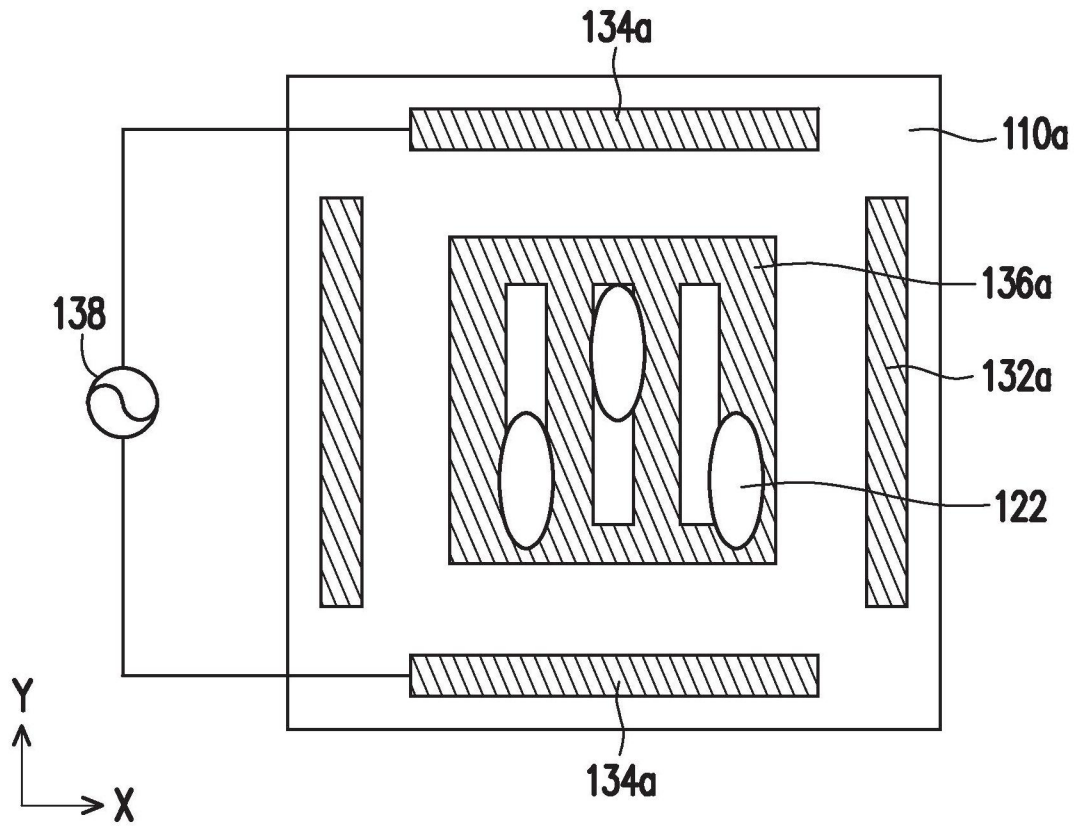


图4B

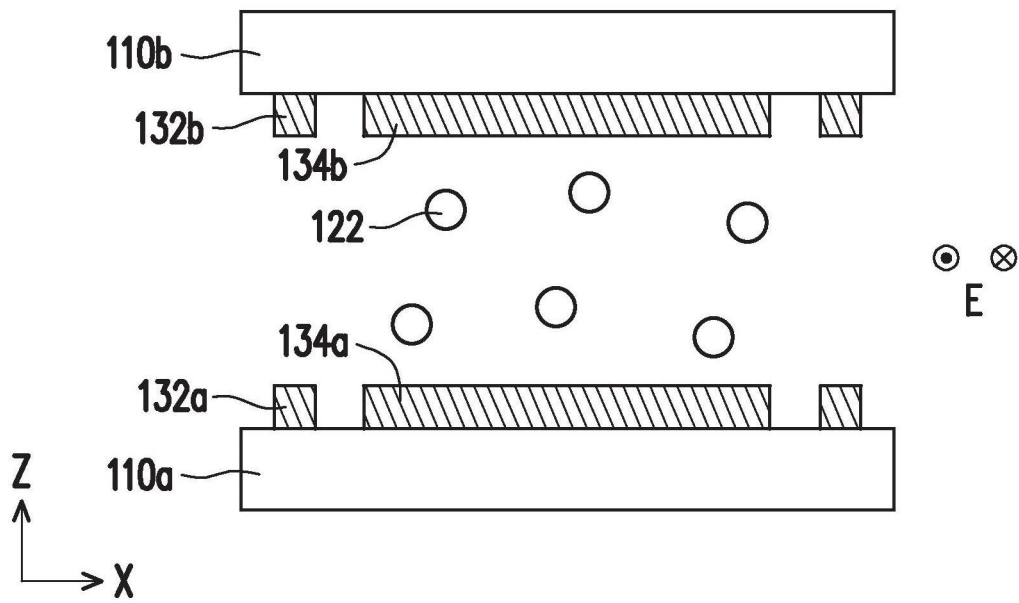


图4C

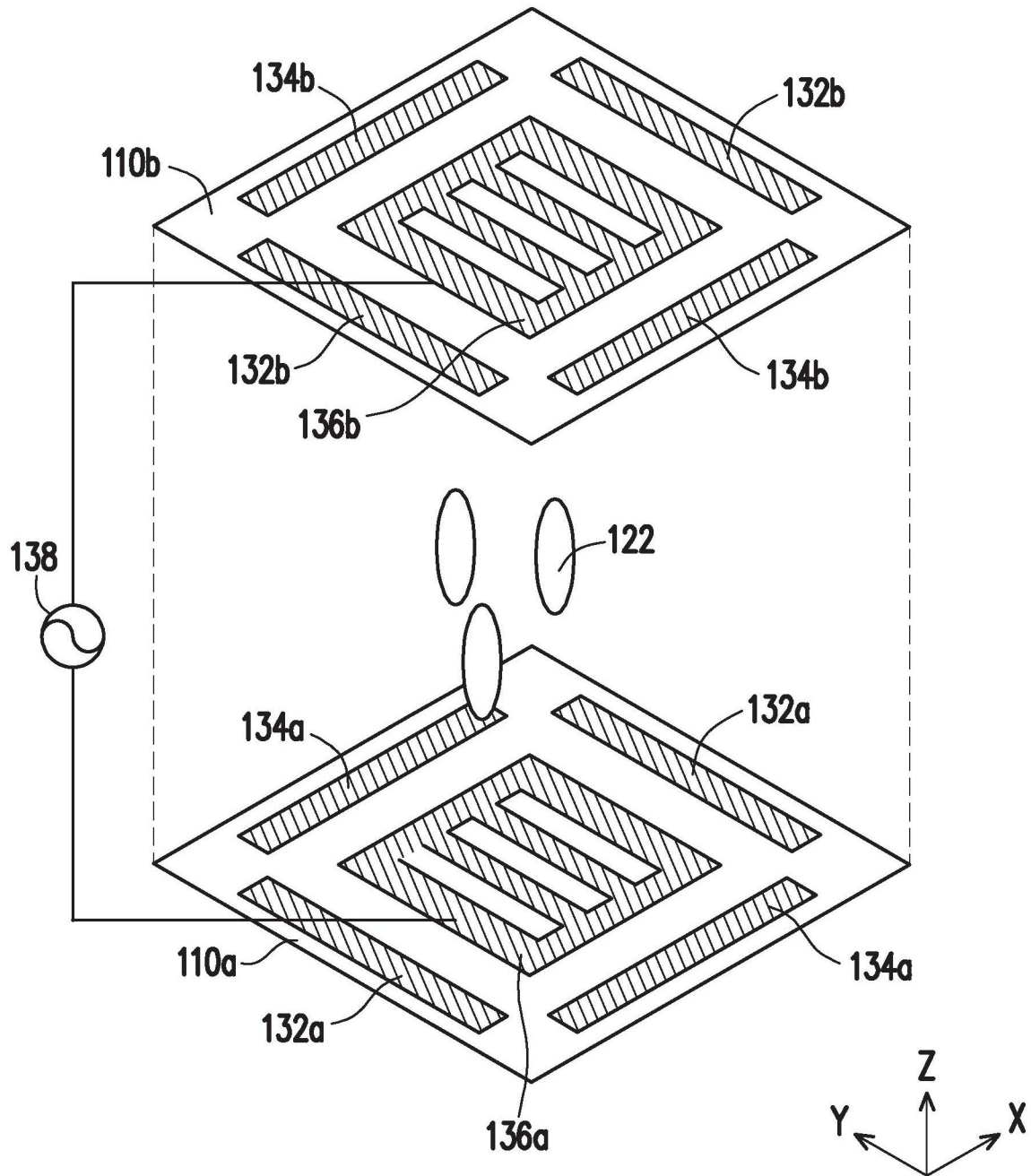


图5A

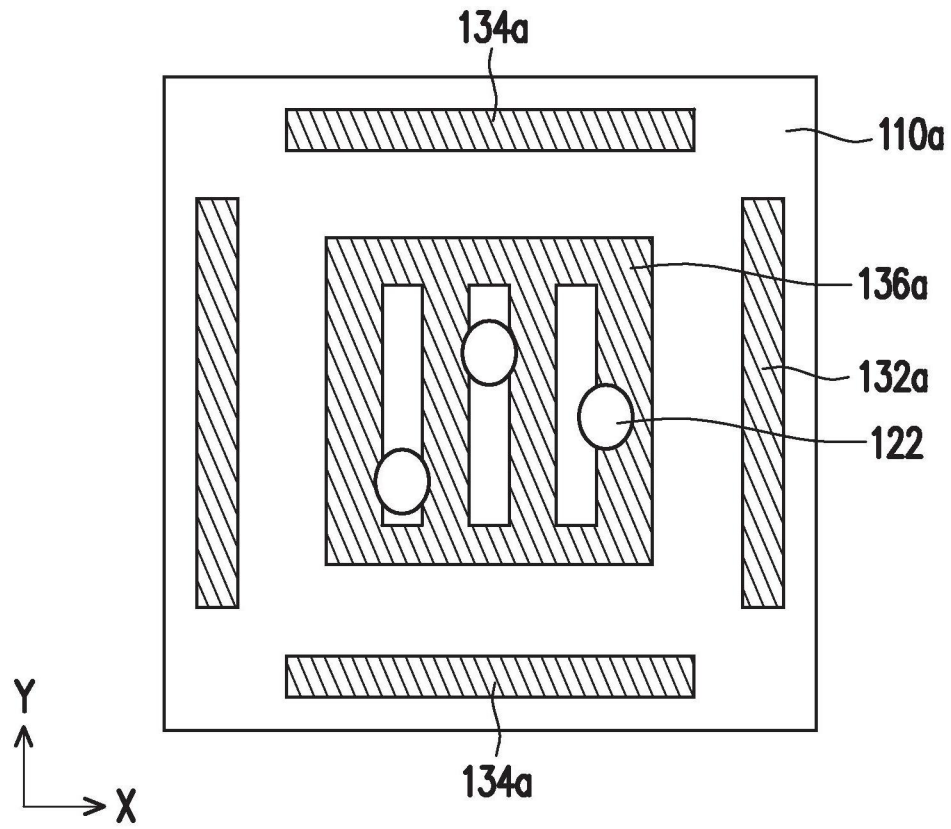


图5B

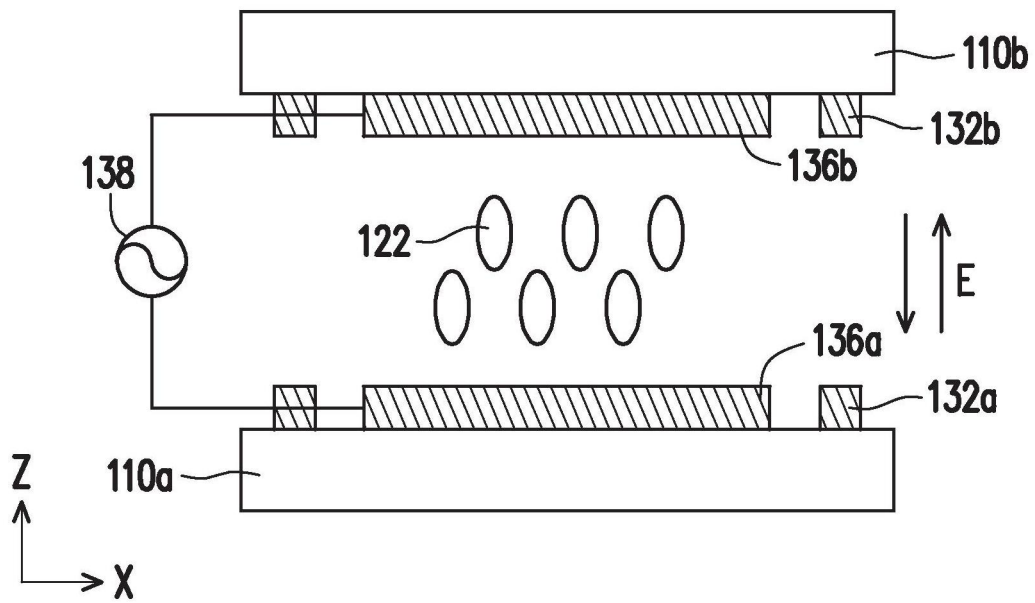


图5C

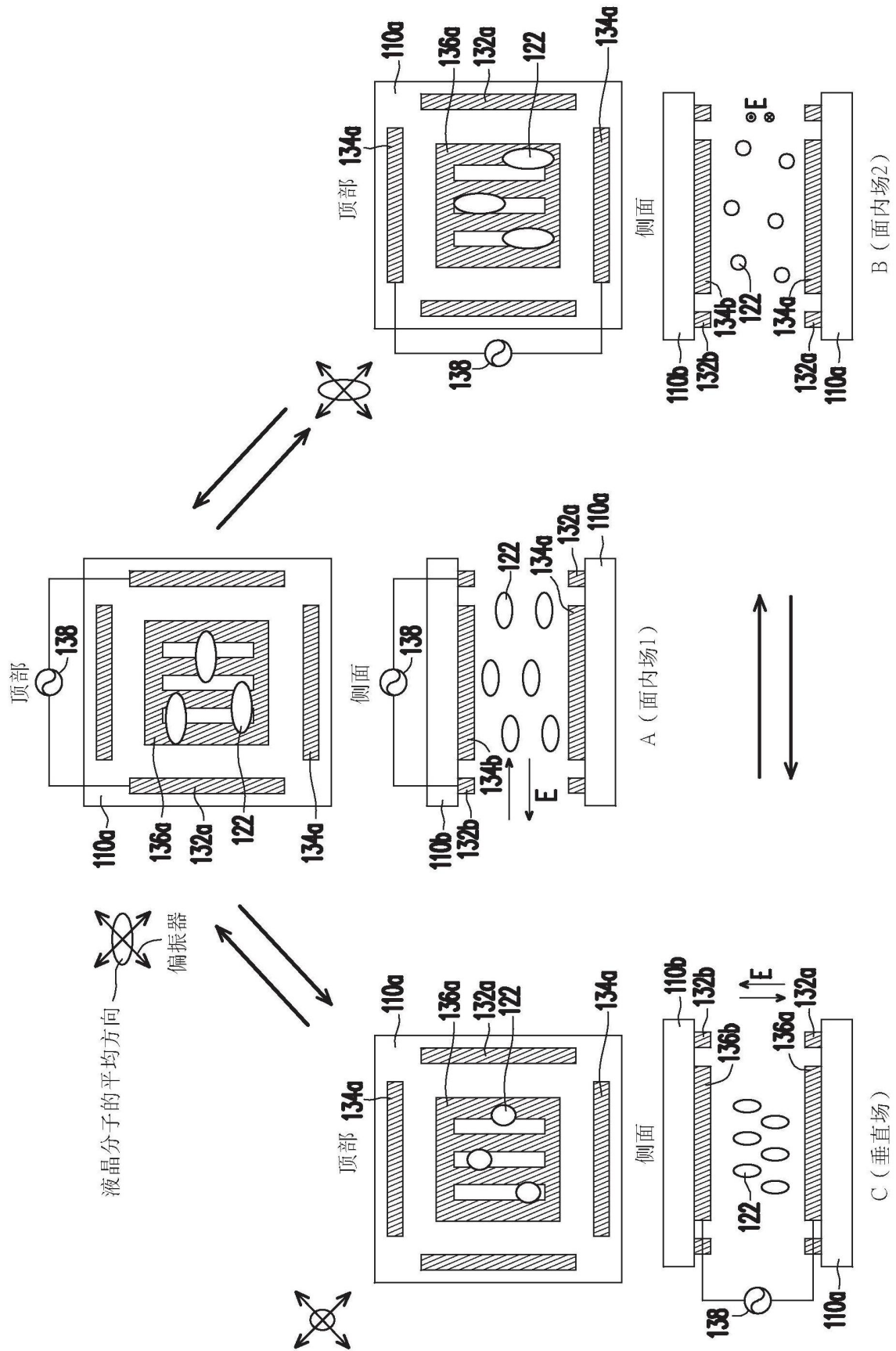


图6

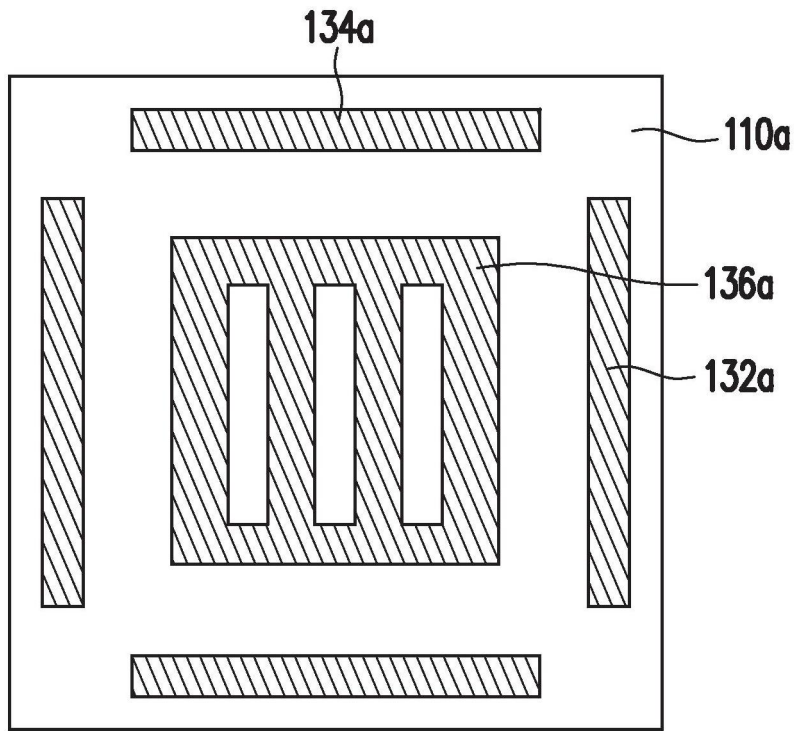


图7A

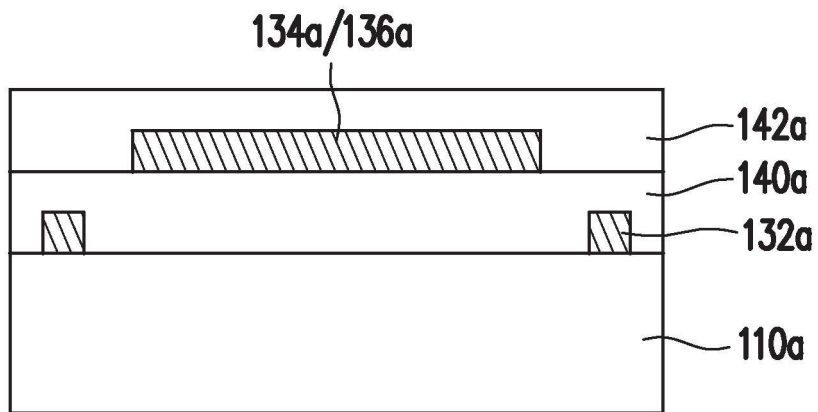


图7B

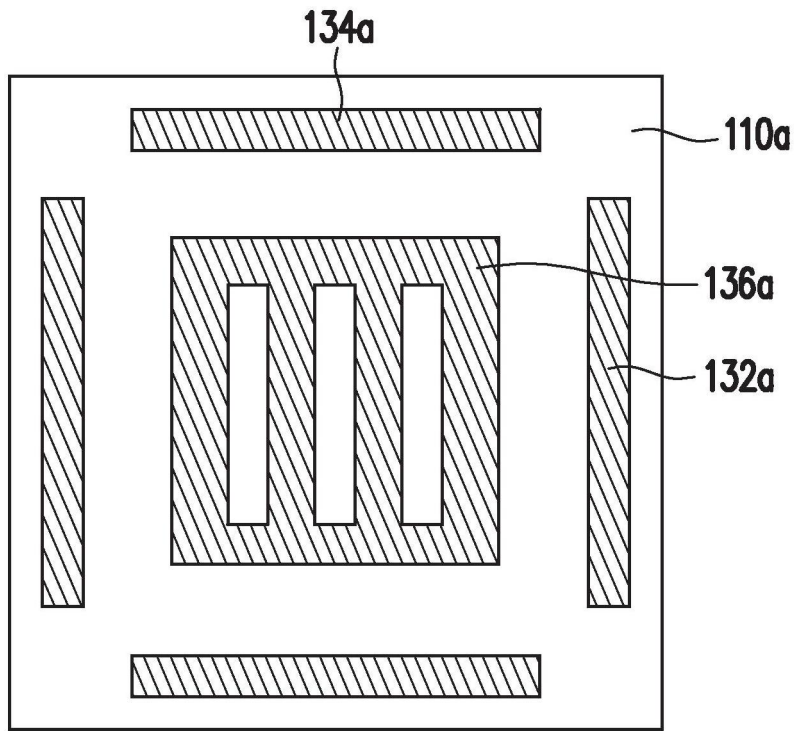


图8A

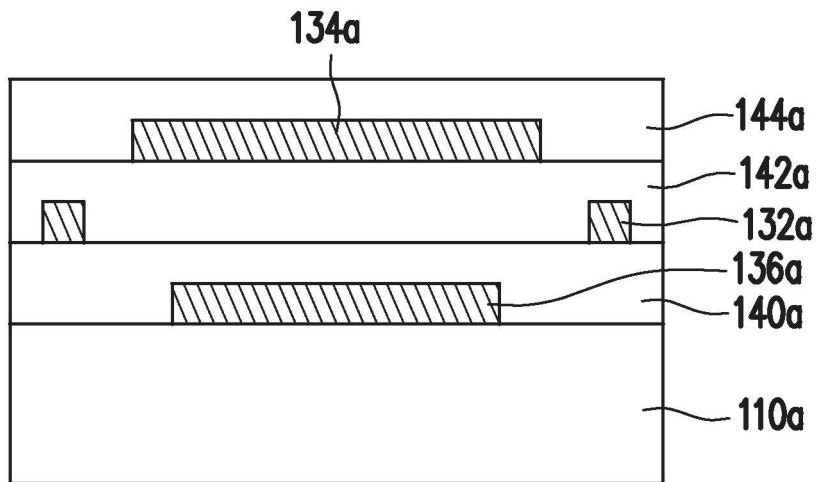


图8B

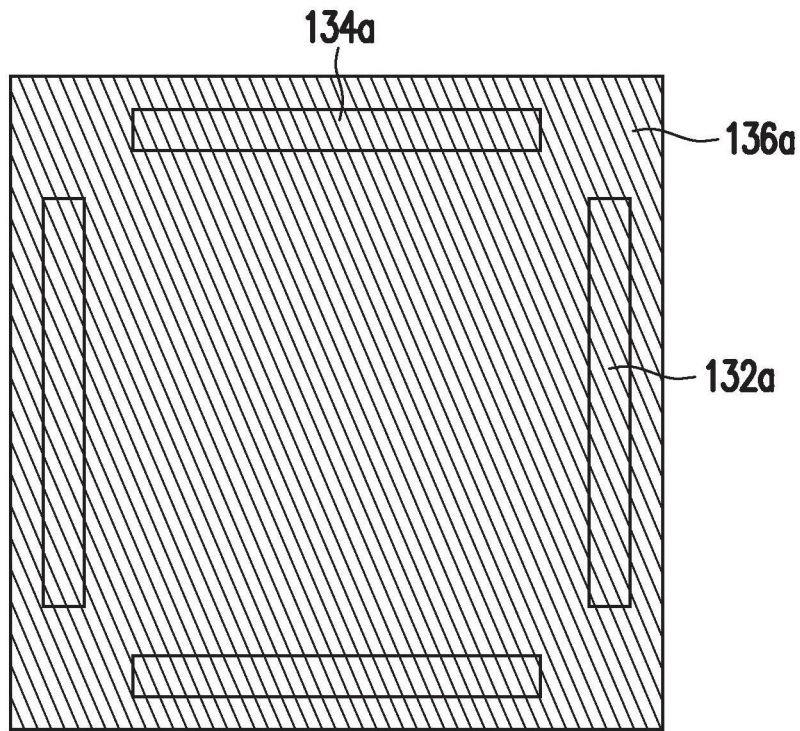


图9A

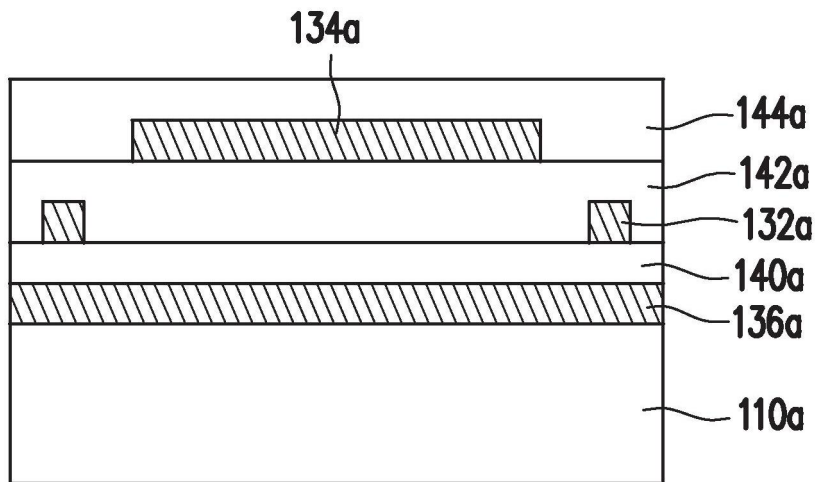


图9B

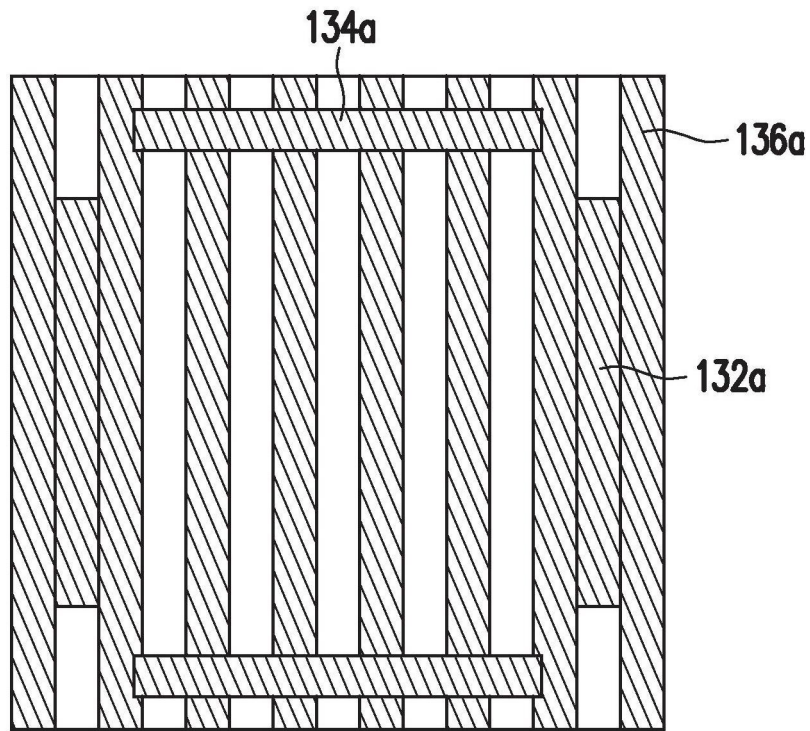


图10A

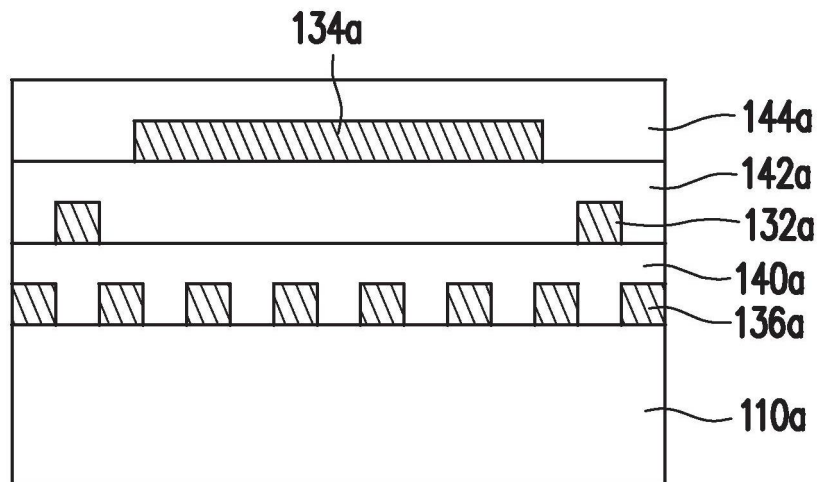


图10B

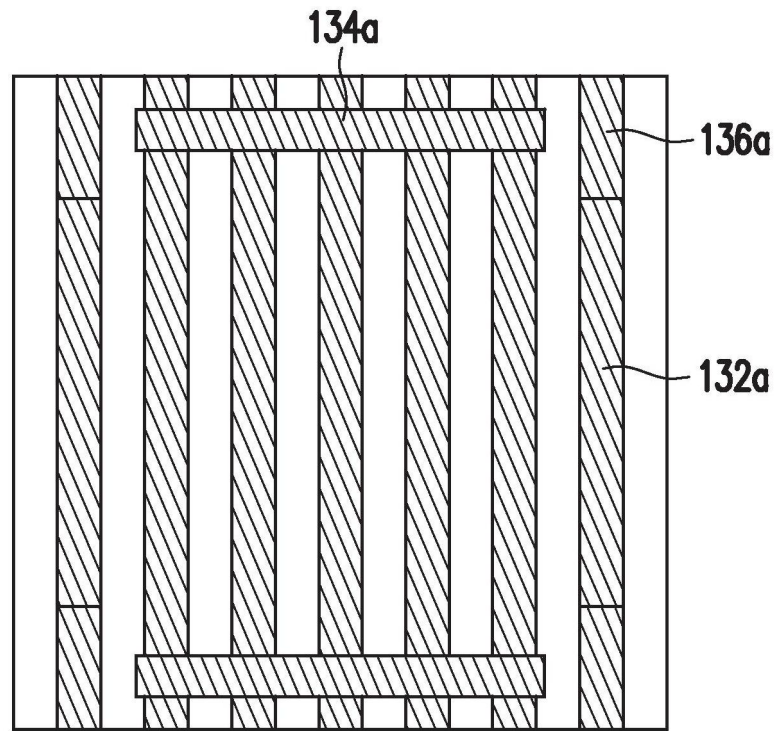


图11A

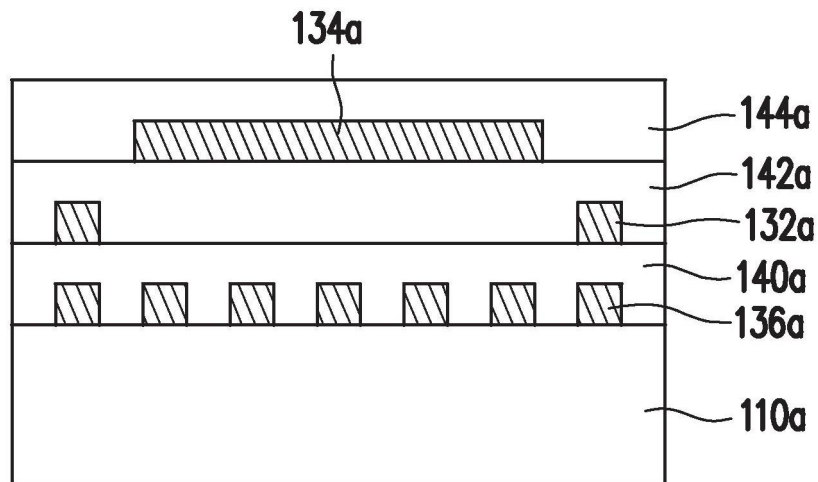


图11B

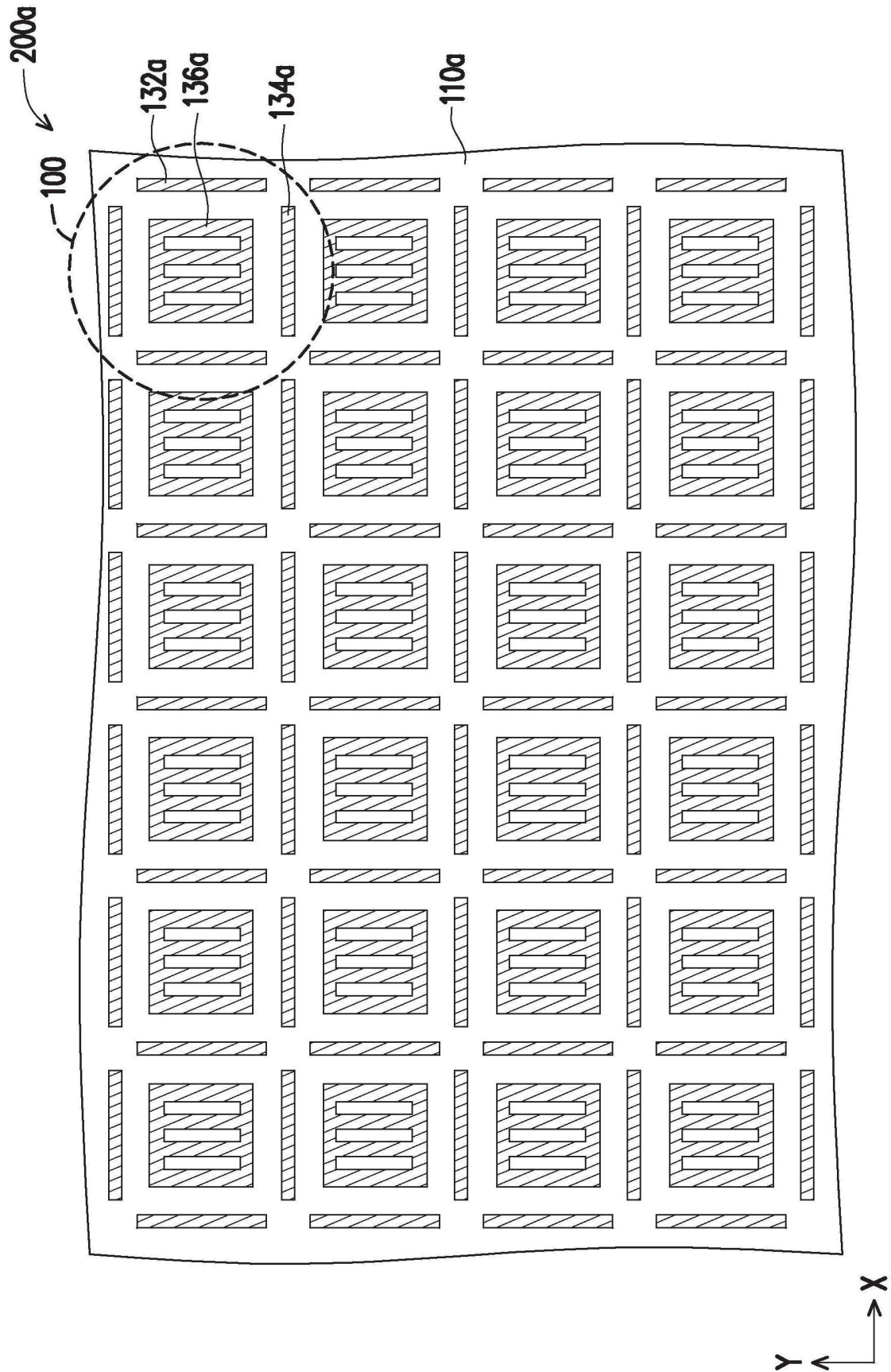


图12

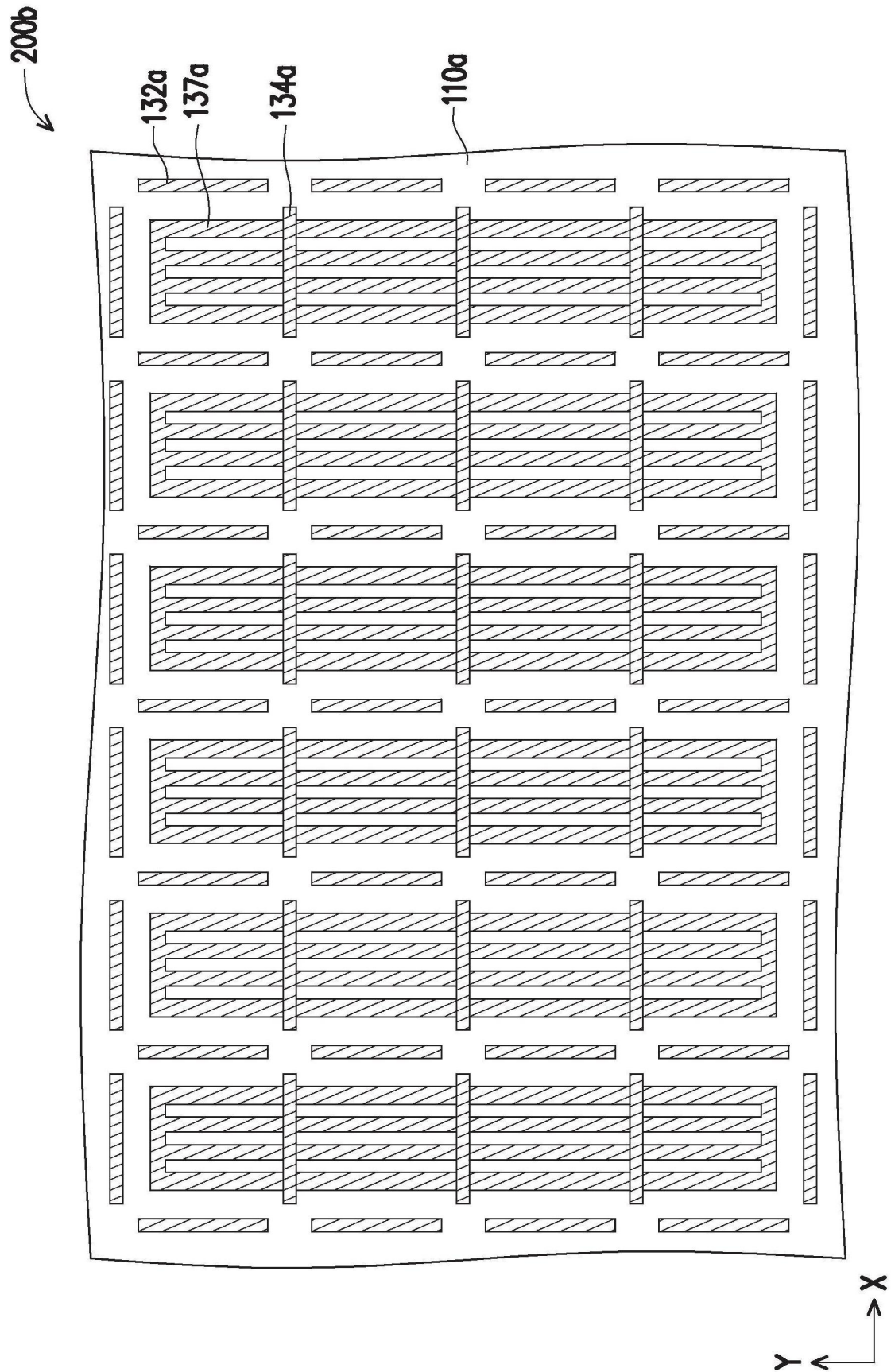


图13

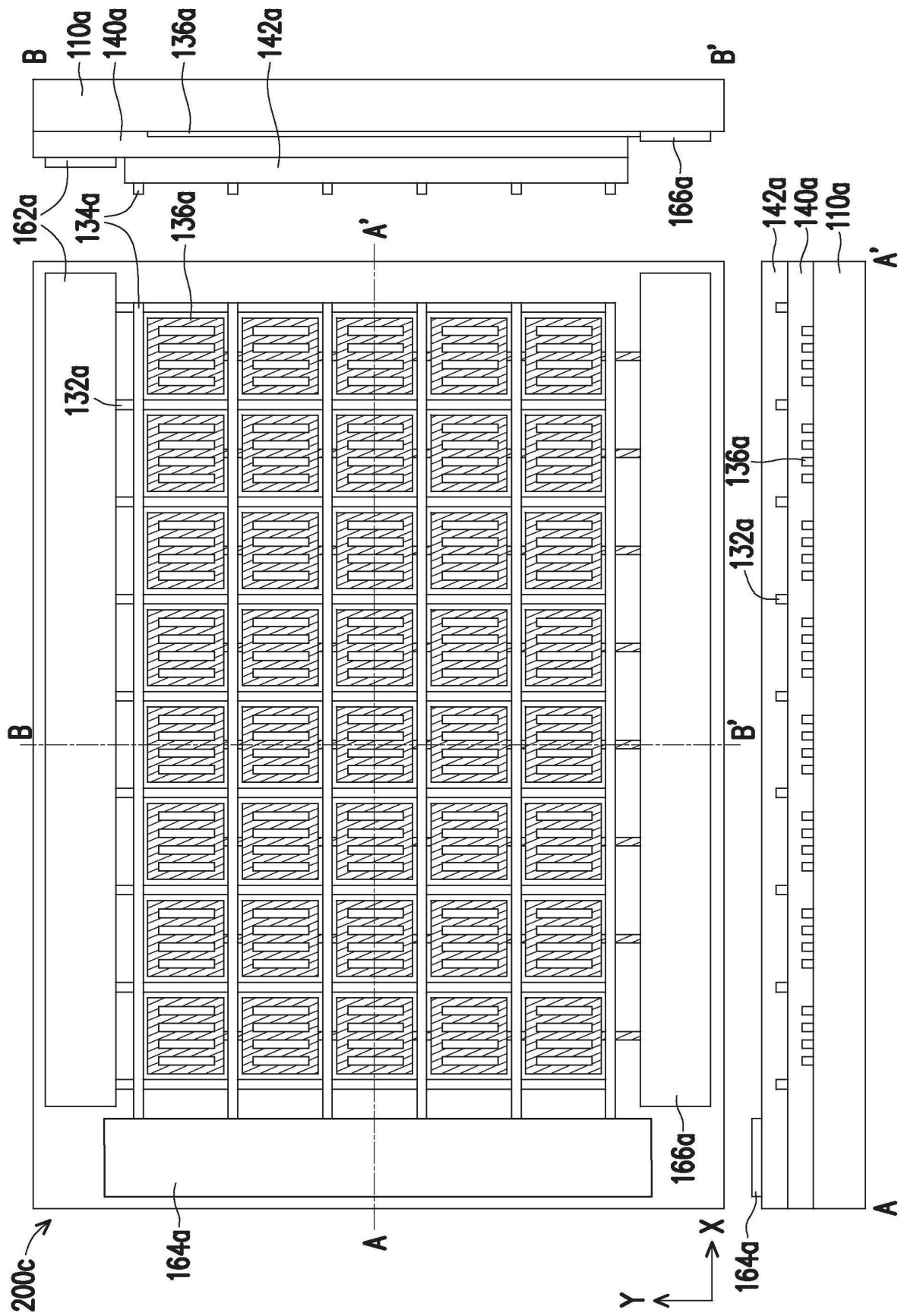


图14

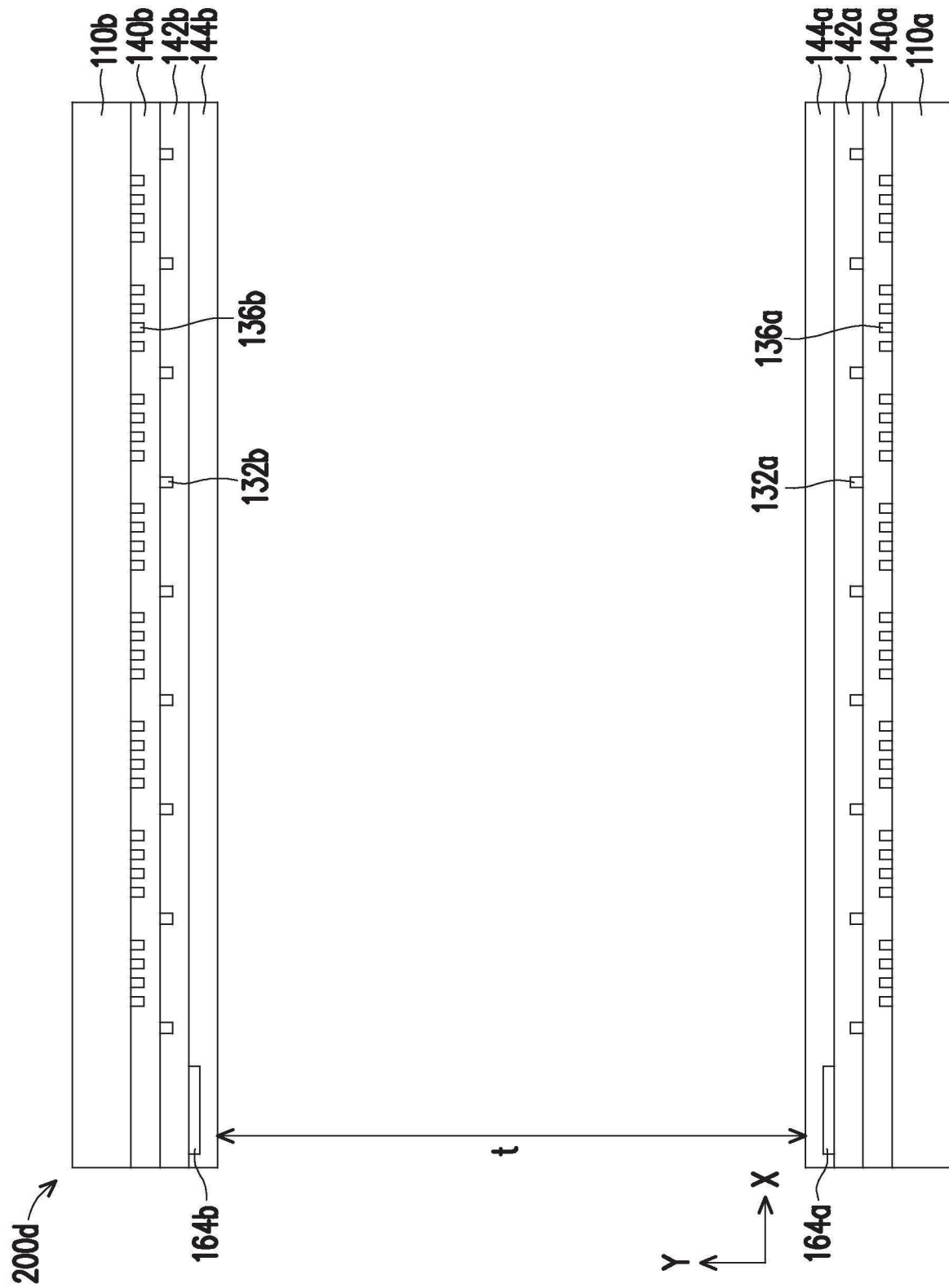


图15

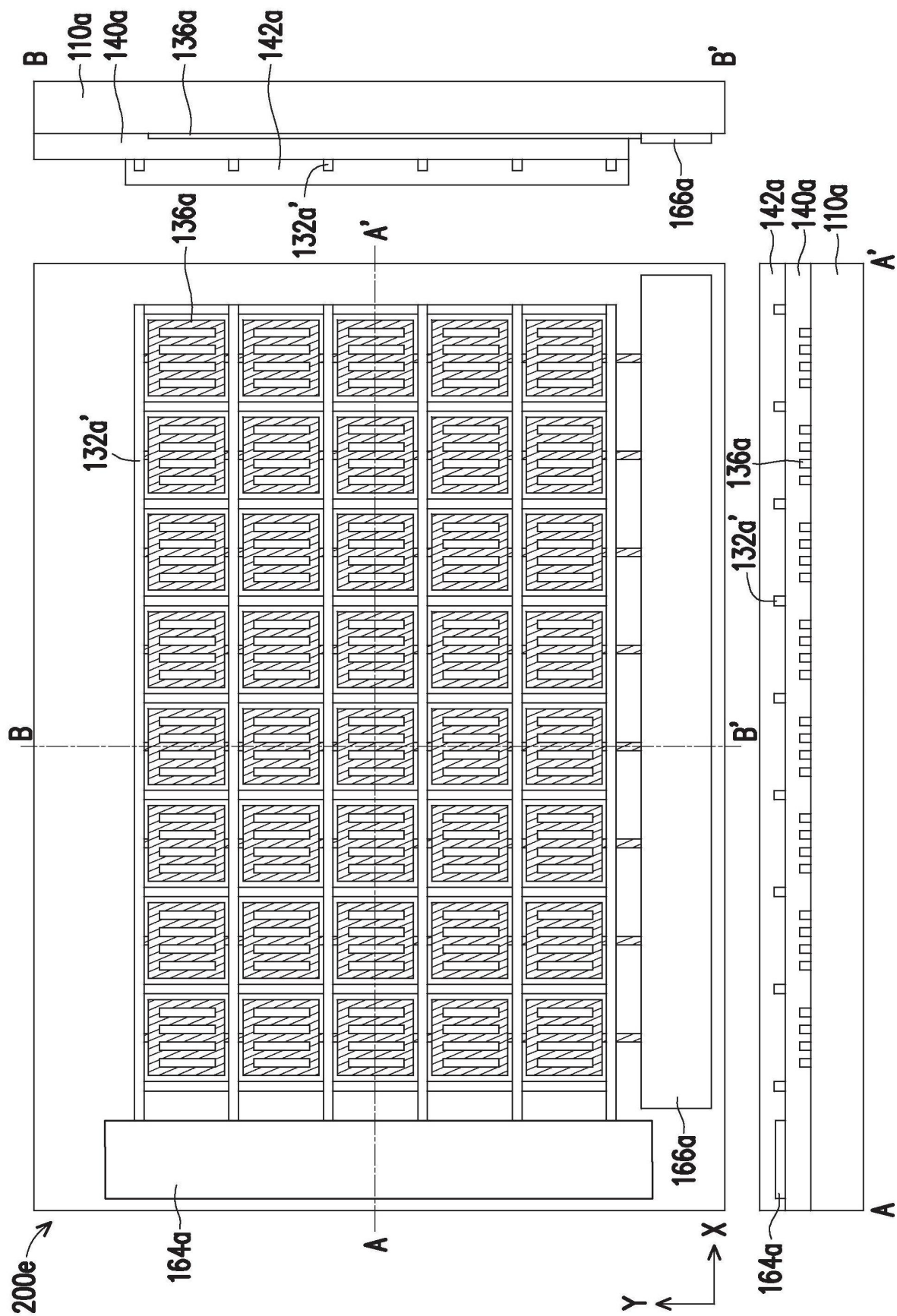


图16

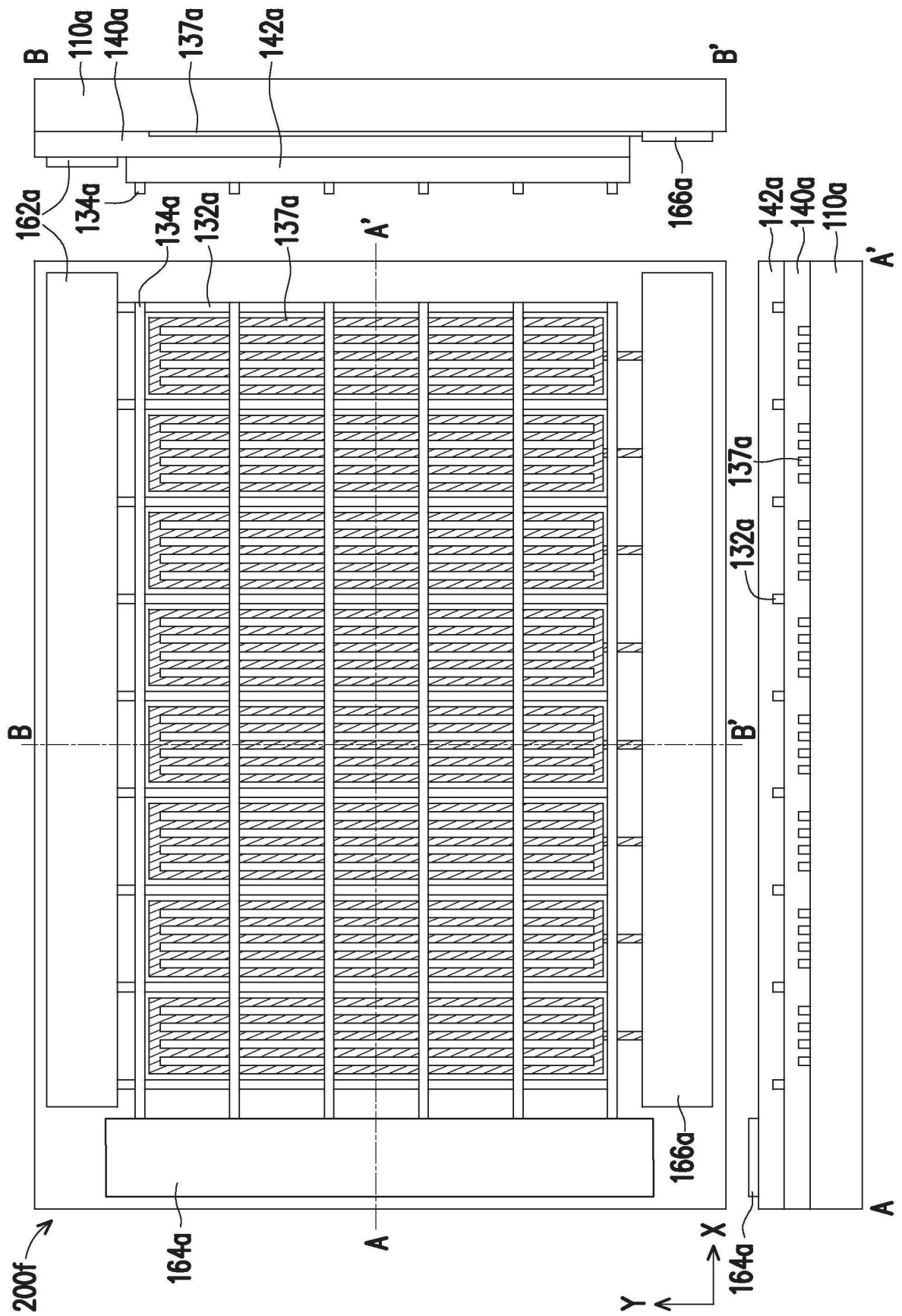


图17

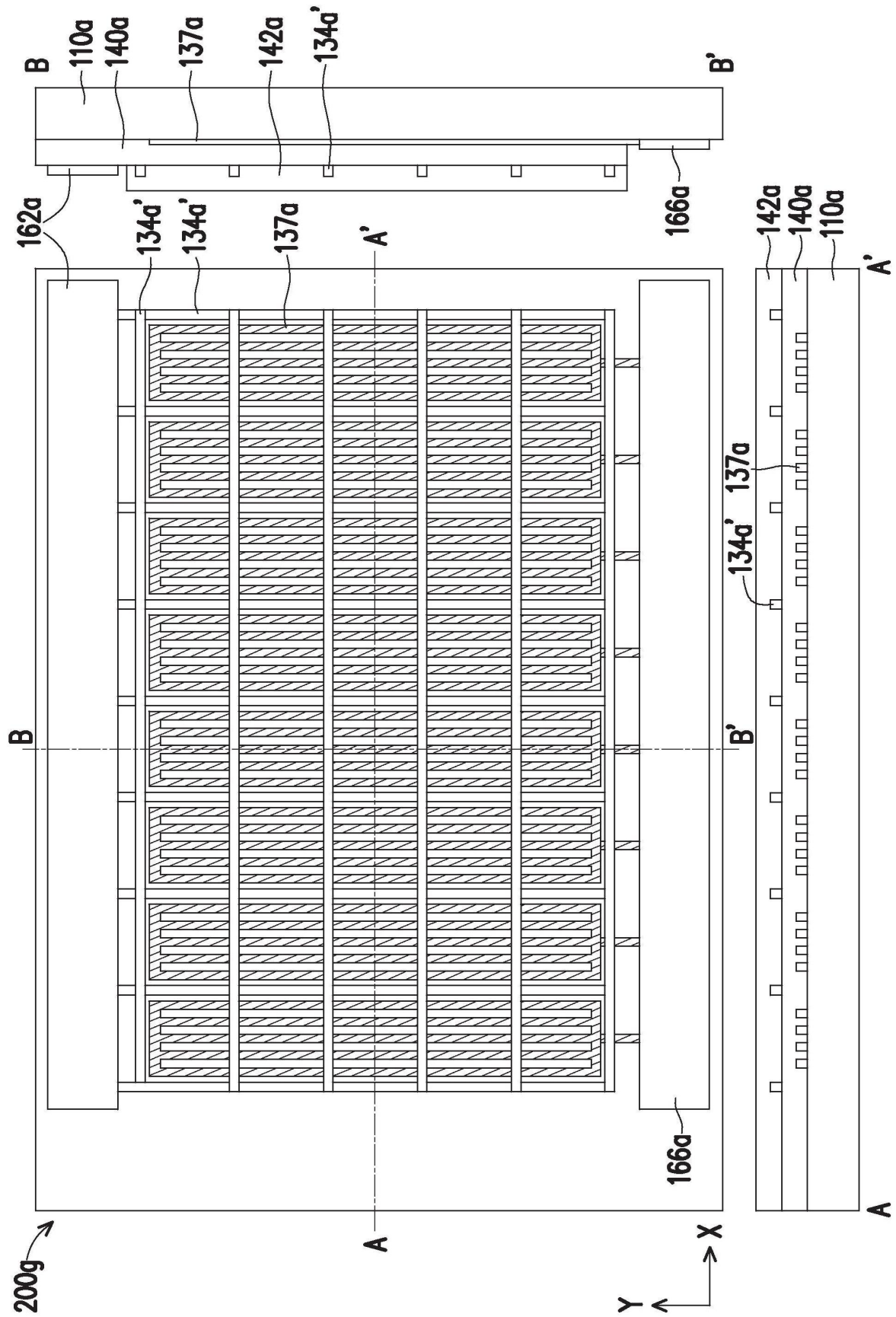


图18

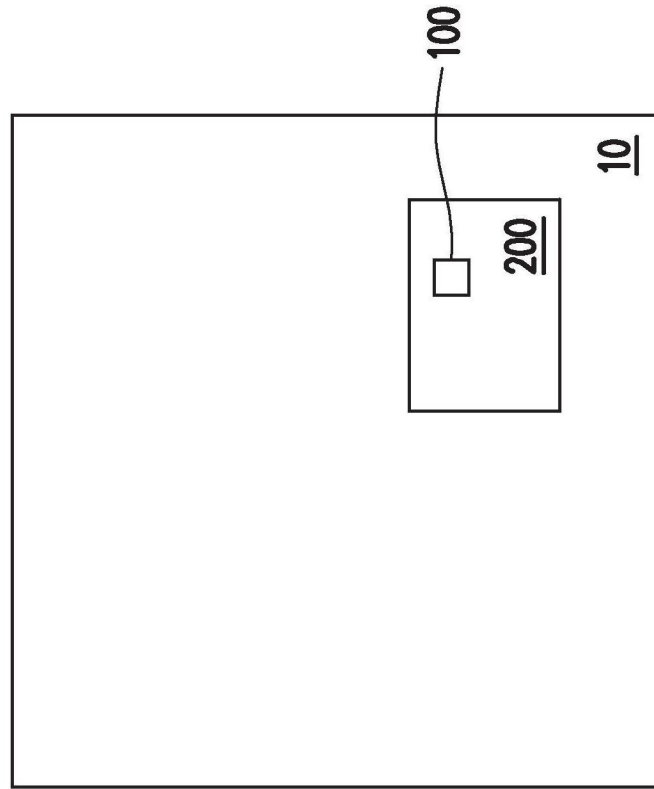


图19