



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101852914 A

(43) 申请公布日 2010. 10. 06

(21) 申请号 201010000258. 3

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2008. 04. 28

G02B 26/00 (2006. 01)

G02B 5/28 (2006. 01)

(30) 优先权数据

60/917,609 2007.05.11 US

11/863,079 2007.09.27 US

(62) 分案原申请数据

200880015637.0 2008.04.28

(71) 申请人 高通 MEMS 科技公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 杰弗里·布莱恩·桑普塞尔

布莱恩·詹姆斯·加利

菲利普·唐·弗洛伊德

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限

责任公司 11287

代理人 刘国伟

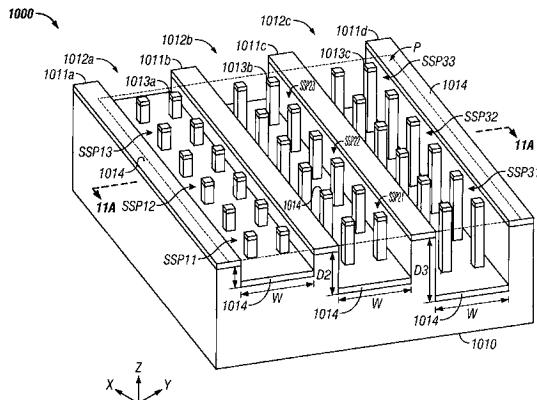
权利要求书 2 页 说明书 52 页 附图 61 页

(54) 发明名称

微机电系统结构，在单独的衬底上制造微机电系统组件的方法及其组合件

(57) 摘要

本发明涉及微机电系统结构，在单独的衬底上制造微机电系统组件的方法及其组合件，具体揭示了制造静态干涉式显示装置的方法以及由所述方法形成的装置。在一个实施例中，通过层压前部衬底与背板来制造静态干涉式显示装置，所述前部衬底和所述背板中的每一者具有预成型于其上的组件。所述前部衬底和所述背板中的至少一者，具有所选择的深度的空腔，以用于干涉式调制。通过沉积和图案化、通过压印或通过图案化和蚀刻来形成特征。所述方法不仅减少制造成本，而且提供较高的良率。



1. 一种制造静态干涉式显示装置的方法,所述方法包括:

提供第一衬底,所述第一衬底包括形成于其上的光学堆叠,所述第一衬底由大体上透明的材料形成;

提供第二衬底,所述第二衬底包括形成于其上的镜面层,其中所述第一和第二衬底中的至少一者包含界定基于所述静态干涉式装置经配置以显示的图像而图案化的空腔的多个支撑结构;以及

将所述第一衬底附接到所述第二衬底,其中所述光学堆叠面向所述第二衬底,其中所述镜面层面向所述第一衬底,且其中所述衬底中的一者的所述空腔面向所述衬底中的另一者,

其中以下情况中的任一者:

所述第一衬底包含界定所述空腔的所述多个支撑结构,其中所述光学堆叠形成于所述支撑结构的顶部上以及所述空腔的底部上,所述光学堆叠在所述支撑结构的所述顶部与所述空腔的所述底部之间是不连续的,或

所述第二衬底包含界定所述空腔的所述多个支撑结构,其中所述镜面层形成于所述支撑结构的顶部上以及所述空腔的底部上,所述镜面层在所述支撑结构的所述顶部与所述空腔的所述底部之间是不连续的。

2. 根据权利要求 108 所述的方法,其中所述第一衬底包含所述空腔,且其中所述第二衬底大体上平面。

3. 根据权利要求 108 所述的方法,其中所述第一衬底大体上平面,且其中所述第二衬底包含所述空腔。

4. 根据权利要求 108 所述的方法,其中所述空腔具有多个深度,以便以干涉方式产生多个色彩。

5. 一种制造静态干涉式显示装置的方法,所述方法包括:

提供包括第一表面的第一衬底,所述第一表面包含界定多个空腔的支撑结构,所述空腔具有至少一个深度,所述空腔至少部分地基于所述静态干涉式显示装置经配置以显示的图像而图案化;

在所述支撑结构的顶部上以及所述空腔的底部上提供光学堆叠,使得所述光学堆叠在所述支撑结构的所述顶部与所述空腔的所述底部之间是不连续的;以及

在所述第一表面上提供镜面层。

6. 根据权利要求 112 所述的方法,其中提供所述第一衬底包括使用压印工艺、光刻与蚀刻工艺以及印刻工艺中的一者来使所述第一衬底成形。

7. 根据权利要求 112 所述的方法,其中所述支撑结构与所述第一衬底整体形成且由与所述第一衬底相同的材料形成。

8. 根据权利要求 112 所述的方法,其中提供所述镜面层包括在所述光学堆叠上沉积所述镜面层。

9. 根据权利要求 112 所述的方法,其中所述第一衬底由大体上透明的材料形成。

10. 根据权利要求 112 所述的方法,其中所述第一衬底由大体上透明的材料形成,其中提供所述光学堆叠包括在所述第一衬底的所述空腔中形成部分反射层,且其中提供所述镜面层包括将第二衬底附接到所述第一衬底,所述第二衬底包含形成于其上的所述镜面层。

11. 根据权利要求 112 所述的方法, 其进一步包括用大体上透明的材料填充所述第一衬底的所述空腔的至少一部分, 其中在所述光学堆叠上形成所述大体上透明的材料。

12. 根据权利要求 118 所述的方法, 其中提供所述镜面层包括在填充所述空腔的所述至少一部分之后, 在所述大体上透明的材料上形成所述镜面层。

13. 一种静态干涉式显示装置, 其包括:

第一衬底, 其包含第一表面, 所述第一衬底包含界定所述第一表面上的空腔的支撑结构, 所述空腔至少部分地基于所述静态干涉式显示装置经配置以显示的图像而图案化;

第二衬底, 其附接到所述第一衬底, 所述第二衬底包含面向所述第一表面的第二表面; 以及

光学堆叠, 其包含形成于所述第一表面与所述第二表面之间的部分透明层

其中所述第一衬底包含位于所述支撑结构的顶部上的所述光学堆叠或镜面层, 以及位于所述空腔的底部上的所述相同光学堆叠或镜面层, 且

其中所述光学堆叠或镜面层在所述支撑结构的所述顶部与所述空腔的所述底部之间是不连续的。

14. 根据权利要求 120 所述的装置, 所述支撑结构与所述第一衬底整体形成且由与所述第一衬底相同的材料形成。

15. 根据权利要求 120 所述的装置, 其中所述光学堆叠形成于所述支撑结构的所述顶部上以及所述空腔的所述底部上, 其中所述装置进一步包括形成于所述第二衬底的所述第二表面上的镜面层。

16. 根据权利要求 120 所述的装置, 其中所述第二衬底由反射性材料形成。

17. 根据权利要求 123 所述的装置, 其中所述第二衬底包括制镜金属箔。

18. 根据权利要求 120 所述的装置, 其进一步包括填充所述第一衬底的所述空腔的至少一部分的大体上透明的填充剂。

19. 根据权利要求 125 所述的装置, 其中所述光学堆叠形成于所述支撑结构的所述顶部上以及所述空腔的所述底部上, 且其中所述装置进一步包括位于所述大体上透明的填充剂上的镜面层, 其中所述镜面层面向所述空腔。

20. 一种静态干涉式显示装置, 其包括:

第一衬底, 其包含第一表面, 所述第一衬底包含界定所述第一表面上的空腔的支撑结构, 所述空腔至少部分地基于所述静态干涉式显示装置经配置以显示的图像而图案化, 其中所述第一衬底进一步包含位于所述支撑结构的顶部上以及所述空腔的底部上的光学堆叠, 所述光学堆叠包含部分反射层, 所述光学堆叠在所述支撑结构的所述顶部与所述空腔的所述底部之间是不连续的; 以及

镜面层, 其形成于所述第一表面上。

21. 根据权利要求 127 所述的装置, 其进一步包括填充所述第一衬底的所述空腔的至少一部分的大体上透明的填充剂。

22. 根据权利要求 127 所述的装置, 其中所述支撑结构与所述第一衬底整体形成且由与所述第一衬底相同的材料形成。

微机电系统结构，在单独的衬底上制造微机电系统组件的方法及其组合件

[0001] 分案申请

[0002] 本发明专利申请是申请号为 PCT/US2008/061812, 申请日为 2008 年 4 月 28 日, 优先权日为 2007 年 5 月 11 日, 发明名称为“微机电系统结构，在单独的衬底上制造微机电系统组件的方法及其组合件”的 PCT 申请进入中国国家阶段，申请号为 200880015637.0 的发明专利申请的分案申请。

[0003] 相关申请案的交叉参考

[0004] 本申请案根据 35U.S.C. § 119(e) 主张 2007 年 5 月 11 日申请的第 60/917,609 号临时申请案的优先权益。此优先权申请案的全部揭示内容以引用的方式并入本文中。本申请案与标题为“制造于预图案化衬底上的微机电系统装置 (MEMS DEVICE FABRICATED ON A PRE-PATTERNE SUBSTRATE)” 的第 2006/0067646A1 号 (代理人案号 IRDM. 093A) 美国专利申请公开案有关。

技术领域

[0005] 本发明涉及微机电装置及其制造方法。更明确地说，本发明涉及干涉式调制器及其制造方法。

背景技术

[0006] 微机电系统 (MEMS) 包含微机械元件、致动器和电子器件。可使用沉积、蚀刻和 / 或蚀刻掉衬底和 / 或所沉积材料层的多个部分或添加层以形成电和机电装置的其它微机械加工工艺来产生微机械元件。一种类型的 MEMS 装置被称为干涉式调制器。在用于本文中时，术语干涉式调制器或干涉式光调制器指代使用光学干涉原理来选择性地吸收和 / 或反射光的装置。在某些实施例中，干涉式调制器可包括一对导电板，其中一者或两者可完全或部分地为透明和 / 或反射的，且能够在适当电信号施加后进行相对运动。在特定实施例中，一个板可包括沉积在衬底上的静止层，且另一板可包括通过气隙与静止层分开的金属膜片。如本文中更详细地描述，一个板相对于另一板的位置可改变入射在干涉式调制器上的光的光学干涉。这些装置具有广泛范围的应用，且在此项技术中将有益的是利用且 / 或修改这些类型的装置的特性，使得其特征可用以改进现存产品且产生尚未开发的新产品。

发明内容

[0007] 本发明提供制造微机电系统 (MEMS) 装置的方法以及由所述方法形成的 MEMS 装置。在一个方面中，通过附接前部衬底与载体来制造 MEMS 装置，前部衬底和载体中的每一者具有预成型于其上的特征。可通过沉积和图案化或通过成形 (例如，压印、图案化和蚀刻或印刻) 来形成特征。在通过成形和沉积来形成特征的一些实施例中，使用多个层级而不使用单独的遮罩来形成多个图案。在另一方面中，提供形成用于 MEMS 装置的路由结构的方法。在又一方面中，MEMS 装置具备间隔结构以维持前部衬底与背板之间的间隔。在另一方

面中,提供用于形成黑色遮罩以防止光学 MEMS(例如,干涉式调制器)中不需要的反射的方法。上文所描述的方法不仅降低制造成本,而而且还提供较高的良率。所得 MEMS 装置较不易受压力变化和湿气泄漏影响。

[0008] 在一方面中,提供一种制造 MEMS 装置的方法。所述方法包含:提供透明电极组合件,其包括透明衬底和形成于所述透明衬底上的至少部分透明的电极;提供载体,所述载体包括形成于其上的反射电极;以及将所述透明电极组合件附接到载体,使得所述反射电极面向所述至少部分透明的电极以形成空腔。

[0009] 在另一方面中,提供一种制造干涉式装置阵列的方法。所述方法包含提供前部衬底,所述前部衬底包括界定前部衬底上的空腔的支撑件。前部衬底进一步包括形成于所述空腔中的前部电极。所述方法进一步包含:提供载体,所述载体包括形成于其上的可动电极;以及将前部衬底附接到载体,使得可动电极面向前部电极的至少一部分以形成一个或一个以上干涉式装置。

[0010] 在又一方面中,提供一种微机电系统(MEMS)装置。所述装置包含:前部衬底,其包括界定所述前部衬底上的空腔的多个支撑件;以及由所述支撑件支撑的多个可动电极。所述可动电极中的每一者包含上覆在支撑件上的第一部分以及邻接第一部分的第二部分。所述第二部分不上覆在支撑件上。第一部分具有第一厚度。第二部分具有第二厚度。第二厚度大于第一厚度。

[0011] 在又一方面中,提供一种微机电系统(MEMS)装置阵列。所述阵列包含前部衬底,其包括界定所述前部衬底上的空腔的多个支撑件,其中所述空腔中的每一者具有底表面。所述装置进一步包含大体上与前部衬底相对且上覆在前部衬底上的背板。所述背板具有面向前部衬底的空腔的表面。所述表面距前部衬底最远。所述装置还包含插入支撑件与背板的表面之间的多个机械条带。所述机械条带中的每一者充当用于多个 MEMS 装置的移动电极。空腔中的一者的底表面与背板的最远表面之间的距离在约 6,500 Å 与约 20 μm 之间。

[0012] 在另一方面中,提供一种微机电系统(MEMS)装置。所述装置包含:衬底,所述衬底包括与衬底整体形成且由与衬底相同的材料形成的多个支撑件;以及多个机械元件,其界定移动电极。所述机械元件支撑在所述支撑件的顶部上。

[0013] 在另一方面中,提供一种微机电系统(MEMS)装置。所述装置包含具有表面的衬底。所述衬底包含形成到达所述表面中的多个槽。所述槽大体上彼此平行而延伸。衬底的表面界定衬底的较高区域,而槽界定衬底的较低区域。所述装置进一步包含形成于衬底的较低区域上的多个固定电极。

[0014] 在又一方面中,提供一种用于微机电系统(MEMS)的前部衬底。所述前部衬底包含衬底,其包括界定所述衬底上的多个空腔的多个支撑件。所述支撑件与衬底整体形成且由与衬底相同的材料形成。所述前部衬底进一步包含形成于支撑件之间的空腔中的导电层。

[0015] 在另一方面中,提供一种制造干涉式调制器的方法。所述方法包含从衬底形成多个支撑件。所述支撑件与衬底整体形成且由与衬底相同的材料形成。所述方法进一步包含形成界定移动电极的多个机械元件,使得所述机械元件支撑在支撑件上。

[0016] 在另一方面中,提供一种制造微机电系统(MEMS)的方法。所述方法包含:提供平面衬底;以及形成与所述衬底呈一体式的支撑结构,以界定 MEMS 空腔的高度。MEMS 空腔具有底面,且 MEMS 空腔经配置以在其中容纳移动电极的运动。所述方法进一步包含在空腔的

底面上形成导电层。

[0017] 在另一方面中，提供一种微机电系统 (MEMS) 装置。所述装置包含：前部衬底，其包括形成于所述前部衬底上的多个电极；以及载体，其大体上与前部衬底相对，使得电极插入载体与前部衬底之间。所述载体包含从载体延伸的多个轨道。装置进一步包含插入前部衬底与载体的轨道之间的多个可动电极。

[0018] 在另一方面中，提供一种用于附接到上面形成有静电极的微机电系统 (MEMS) 前部衬底的载体。所述载体包含包括多个轨道的衬底。所述轨道界定与所述轨道交替的槽。载体还包含电极层，所述电极层包括形成于轨道上的第一部分以及形成于槽内的第二部分。电极层在槽与轨道之间是不连续的。

[0019] 在又一方面中，提供一种制造微机电系统 (MEMS) 阵列的方法。所述 MEMS 阵列包含具有第一表面的前部衬底。所述前部衬底包含形成于所述第一表面上的多个固定下部电极。所述方法包含使载体衬底成形以具有从所述载体衬底整体形成的凸台。所述凸台界定与所述凸台交替的槽。所述方法进一步包含在载体衬底的凸台上以及槽内沉积机械层。所述机械层在槽与凸台之间是不连续的。

[0020] 在另一方面中，提供一种微机电系统 (MEMS) 装置。所述装置包含：前部衬底，其包括从所述前部衬底延伸的第一支撑件；背板，其具有大体上与前部衬底相对的表面，使得所述第一支撑件插入前部衬底与背板的表面之间；以及移动电极，其插入前部衬底与背板之间。移动电极包含支撑在第一支撑件上的部分。所述装置进一步包含第二支撑件，其从前部衬底的第一支撑件以及背板的表面中的一者延伸。第二支撑件定位在前部衬底的第一支撑件与背板的表面之间。

[0021] 在另一方面中，提供一种微机电系统 (MEMS) 装置。所述装置包含具有第一表面的前部衬底。所述前部衬底包含形成于所述第一表面上的光学堆叠。所述装置还包含与前部衬底相对的背板。所述背板具有面向第一表面的第二表面。背板包含从第二表面朝第一表面延伸的支柱，使得支柱的高度界定第一表面与第二表面之间的距离。所述装置进一步包含多个可动电极条带，其大体上彼此平行而延伸。所述条带插入第一表面与第二表面之间。

[0022] 在又一方面中，提供一种微机电系统 (MEMS) 装置。所述装置包含前部衬底和与所述前部衬底相对的背板。所述背板具有面向前部衬底的表面。所述装置还包含多个可动电极条带，其大体上彼此平行而延伸。所述条带插入前部衬底与背板之间。所述条带的多个部分可朝前部衬底移动。所述装置进一步包含多个支柱，其从背板的表面延伸，使得所述支柱经布置以限制条带的所述部分朝所述表面的移动。

[0023] 在另一方面中，提供一种制造微机电系统 (MEMS) 装置的方法。所述方法包含：提供前部衬底，所述前部衬底包括从前部衬底延伸的第一支撑件；提供具有表面的背板；将前部衬底附接到背板，使得第一支撑件插入前部衬底与背板的表面之间；以及在前部衬底的第一支撑件与背板的表面之间形成第二支撑件，使得所述第二支撑件从前部衬底的第一支撑件和背板的表面中的一者延伸。

[0024] 在另一方面中，提供一种微机电系统 (MEMS) 装置。所述装置包含具有第一表面的前部衬底。所述前部衬底包含位于所述第一表面上的阵列区域和外围区域。所述装置还包含背板，其具有面向第一表面的第二表面。第一表面与第二表面之间具有间隙。背板包含位于第二表面上的阵列区域和外围区域。所述装置进一步包含：导电线，其在前部衬底的外

围区域上延伸；以及导电结构，其在前部衬底的外围区域与背板的外围区域之间延伸。导电结构接触导电线。

[0025] 在另一方面中，提供一种用于制造干涉式调制器的载体组合件。所述干涉式调制器包含前部衬底，所述前部衬底包括形成于其上的大体上透明的电极。所述载体组合件包含：可释放结构，其具有表面；以及多个细长导电条带，其形成于所述表面上。所述细长导电条带大体上彼此平行而在一个方向上延伸。

[0026] 在另一方面中，提供一种干涉式调制器。所述干涉式调制器包含载体组合件，所述载体组合件包含：可释放结构，其具有表面；以及多个细长导电条带，其形成于所述表面上。所述细长导电条带大体上彼此平行而在一个方向上延伸。所述干涉式调制器还包含前部衬底，其包括多个支撑件以及大体上透明的电极。前部衬底附接到载体组合件，使得导电条带由支撑件支撑。

[0027] 在又一方面中，提供一种制造干涉式调制器的方法。所述干涉式调制器包含前部衬底，所述前部衬底包括界定前部衬底上的空腔的多个支撑件。前部衬底进一步包含形成于空腔中的下部电极。所述方法包含：提供具有表面的可释放结构；在所述表面上沉积可动电极材料；在所述可动电极材料上提供遮罩，以便选择性地暴露可动电极材料的部分；以及使用所述遮罩选择性地蚀刻可动电极材料，从而形成多个可动电极条带。所述可动电极条带大体上彼此平行而在一个方向上延伸。所述方法进一步包含将可释放结构定位在前部衬底上，使得可动电极条带面向前部衬底的空腔。

[0028] 在另一方面中，提供一种微机电系统 (MEMS) 装置。所述装置包含前部衬底，其包括阵列区域和外围区域。所述前部衬底包括位于阵列区域中的多个支撑件，所述多个支撑件之间界定多个较低区域。前部衬底进一步包括位于外围区域中的连接盘。所述连接盘的至少一部分具有与阵列区域中的支撑件大体上相同的高度。所述装置还包含形成于外围区域中的连接盘上的多个导体。所述导体彼此电隔离。所述装置进一步包含形成于前部衬底的较低区域上的导电层。

[0029] 在另一方面中，提供一种用于与干涉式调制器的前部衬底组合的载体。所述前部衬底包含形成于其上的大体上透明的电极。所述载体包含：衬底，其包含阵列区域和外围区域；以及多个可动电极条带，其形成于衬底的阵列区域上。所述条带大体上彼此平行而延伸。所述载体进一步包含形成于所述衬底上的多个路由迹线。所述迹线中的每一者从所述条带中的相应一者延伸到外围区域。

[0030] 在又一方面中，提供一种微机电系统 (MEMS) 装置。所述装置包含前部衬底，所述前部衬底包含阵列区域和外围区域。前部衬底包含阵列区域中彼此平行而延伸的多个轨道。所述轨道界定阵列区域中的多个槽。前部衬底进一步包含外围区域中的沟槽。所述沟槽中的每一者从所述槽中的相应一者延伸。所述装置进一步包含形成于沟槽中的行路由迹线。所述行路由迹线从阵列区域中的槽延伸到外围区域的至少一部分。行路由迹线彼此电隔离。

[0031] 在另一方面中，提供一种微机电系统 (MEMS) 装置。所述装置包含前部衬底，所述前部衬底具有包括阵列区域和环绕所述阵列区域的外围区域的表面。前部衬底包含位于前部衬底的表面上的环形密封区域。所述密封区域大体上环绕阵列区域。密封区域具有在朝阵列区域的方向上延伸的第一宽度。前部衬底还包含形成到达衬底中的凹座。所述凹座具

有在所述方向上延伸的第二宽度。所述第二宽度大于所述第一宽度。凹座延伸跨越所述密封区域的一部分。凹座界定比前部衬底的表面的高度低的高度。前部衬底进一步包含：第一导电层，其形成于前部衬底的表面上；以及第二导电层，其形成于凹座中，其中所述第一导电层与所述第二导电层彼此不连续。

[0032] 在另一方面中，提供一种制造微机电系统 (MEMS) 装置的方法。所述方法包含：提供前部衬底，其具有包括阵列区域和路由区域的表面；以及在前部衬底的表面的路由区域中形成隔离沟槽。所述隔离沟槽包含底表面和侧壁。隔离沟槽的底表面界定低于前部衬底的表面的高度的高度。所述方法进一步包含在衬底的表面以及隔离沟槽的底表面上形成导电层，使得导电层在衬底的表面与隔离沟槽之间是不连续的。

[0033] 在另一方面中，提供一种制造干涉式调制器的方法。所述方法包含：提供衬底，所述衬底包括位于其表面上的空腔；在衬底的表面上提供包括光吸收材料的液体混合物，使得液体混合物填充空腔的至少多个部分；以及在提供液体混合物之后，从衬底的空腔部分地移除液体混合物的一分量，使得光吸收材料的至少一部分保留在空腔中。

[0034] 在另一方面中，提供一种干涉式调制器。所述干涉式调制器包含具有表面的衬底。所述衬底包含形成于衬底的表面上的多个支撑件。所述干涉式调制器还包含形成于衬底的表面上的光吸收材料。大体上所有所述材料均位于支撑件与表面会合的转角中。

[0035] 在又一方面中，提供一种制造干涉式调制器的方法。所述方法包含：在衬底上形成支撑结构；以及在形成所述支撑结构之后，在衬底上沉积黑色遮罩材料。

[0036] 在另一方面中，提供一种制造静态干涉式显示装置的方法。所述方法包含提供第一衬底，其包括形成于其上的部分透明的层。所述第一衬底由大体上透明的材料形成。所述方法还包含提供第二衬底，其包括形成于其上的镜面层。第一衬底和第二衬底中的至少一者包含基于静态干涉式装置经配置以显示的图像而图案化的空腔。所述方法进一步包含层压第一衬底与第二衬底。所述部分透明的层面向所述第二衬底。所述镜面层面向所述第一衬底。所述衬底中的一者的空腔面向所述衬底中的另一者。

[0037] 在另一方面中，提供一种制造静态干涉式显示装置的方法。所述方法包含提供包括第一表面的第一衬底，所述第一表面包含多个空腔。所述空腔具有至少一个深度。所述空腔至少部分地基于静态干涉式显示装置经配置以显示的图像而图案化。所述方法还包含：提供包含第二表面的第二衬底；以及将第一衬底附接到第二衬底，使得第一表面面向第二表面。

[0038] 在又一方面中，提供一种静态干涉式显示装置。所述装置包含包括第一表面的第一衬底。所述第一衬底包含界定于第一表面上的空腔。所述空腔至少部分地基于静态干涉式显示装置经配置以显示的图像而图案化。第一衬底由大体上透明的材料形成。所述装置还包含附接到第一衬底的第二衬底。所述第二衬底包含面向第一表面的第二表面。所述装置进一步包含位于第一衬底的空腔中的部分反射层。

[0039] 在又一方面中，提供一种静态干涉式显示装置。所述装置包含包含第一表面的第一衬底。所述第一衬底包含界定于第一表面上的空腔。所述空腔至少部分地基于静态干涉式显示装置经配置以显示的图像而图案化。所述装置还包含附接到第一衬底的第二衬底。第二衬底包含面向第一表面的第二表面。第二衬底由大体上透明的材料形成。所述装置进一步包含位于第一衬底的第一表面上的镜面层以及位于第二衬底的第二表面上的部分反

射层。

[0040] 出于概括本发明以及所实现的胜于现有技术的优点的目的,本发明的某些目标和优点已在上文得到描述且如下文进一步描述。当然,应理解,未必所有这些目标和优点均可根据本发明的任何特定实施例来实现。因此,例如,所属领域的技术人员将认识到,本发明可以实现或优化如本文所教示的一个优点或优点群组而未必实现如可在本文中得到教示或建议的其它目标或优点的方式来体现或实行。

[0041] 所有这些实施例还将通过参考形成本发明的一部分的所附权利要求书和图式得到更好理解。另外,可在不脱离如所附权利要求书所界定的本发明的精神和范围的情况下,进行各种改变、修改、组合和子组合。所属领域的技术人员根据参考所附图式对优选实施例所作的以下详细描述,将容易明白本发明的这些和其它实施例,本发明不限于所揭示的任何特定优选实施例。

附图说明

[0042] 图 1 是描绘干涉式调制器显示器的一个实施例的一部分的等角视图,其中第一干涉式调制器的可动反射层处于松弛位置,且第二干涉式调制器的可动反射层处于致动位置。

[0043] 图 2 是说明并入有 3×3 干涉式调制器显示器的电子装置的一个实施例的系统框图。

[0044] 图 3 是针对图 1 的干涉式调制器的一个示范性实施例的可动镜面位置对比所施加电压的图。

[0045] 图 4 是可用以驱动干涉式调制器显示器的行电压和列电压的集合的说明。

[0046] 图 5A 和图 5B 说明可用以将显示数据帧写入到图 2 的 3×3 干涉式调制器显示器的行信号和列信号的一个示范性时序图。

[0047] 图 6A 和图 6B 是说明包括多个干涉式调制器的视觉显示装置的实施例的系统框图。

[0048] 图 7A 是图 1 的装置的横截面图。

[0049] 图 7B 是干涉式调制器的一替代实施例的横截面图。

[0050] 图 7C 是干涉式调制器的另一替代实施例的横截面图。

[0051] 图 7D 是干涉式调制器的又一替代实施例的横截面图。

[0052] 图 7E 是干涉式调制器的一额外替代实施例的横截面图。

[0053] 图 8 是干涉式调制器显示装置的一个实施例的俯视平面图。

[0054] 图 9 是干涉式调制器显示装置的一个实施例的分解透视图。

[0055] 图 10 是干涉式调制器显示装置的成形前部衬底的一个实施例的局部透视图。

[0056] 图 11A 是无光学堆叠的图 10 的成形前部衬底的横截面图。

[0057] 图 11B 是在沉积光学堆叠之后的图 11A 的成形前部衬底的横截面图。

[0058] 图 12A 到图 12D 说明形成如图 10 到图 11B 的成形前部衬底的成形前部衬底的方法的一个实施例。

[0059] 图 13 说明根据一个实施例的部分制造好的干涉式调制器显示装置的阵列或显示区域的局部透视图。

- [0060] 图 14A 是图 13 的部分制造好的干涉式调制器显示装置的俯视平面图。
- [0061] 图 14B 是沿线 14B-14B 截取的图 13 的部分制造好的干涉式调制器显示装置的横截面图。
- [0062] 图 14C 是沿线 14C-14C 截取的图 13 的部分制造好的干涉式调制器显示装置的横截面图, 其中为了清楚起见省略了由连续轨道形成的后壁。
- [0063] 图 14D 是图 14B 的部分制造好的干涉式调制器显示装置的放大横截面图。
- [0064] 图 15 是根据一个实施例的部分制造好的干涉式调制器显示装置的俯视平面图, 其示意性地说明用于行驱动器和列驱动器的互连。
- [0065] 图 16A 是根据一个实施例的具有列路由结构和行路由结构的成形前部衬底的俯视平面图。
- [0066] 图 16B 是图 16A 的行路由结构中的一者的放大俯视平面图。
- [0067] 图 16C 是根据一个实施例的沿线 16C-16C 截取的图 16B 的行路由结构的横截面图。
- [0068] 图 16D 是根据另一实施例的沿线 16C-16C 截取的图 16B 的行路由结构的横截面图。
- [0069] 图 16E 是根据一个实施例的其间插入有各向异性导电膜的图 16B 的行路由结构和行驱动器的横截面图。
- [0070] 图 16F 是沿线 16F-16F 截取的图 16E 的行路由结构的横截面图。
- [0071] 图 17A 是用于可动电极的路由结构的一个实施例的局部透视图。
- [0072] 图 17B 是沿线 17B-17B 截取的图 17A 的路由结构的横截面图。
- [0073] 图 17C 是沿线 17C-17C 截取的图 17A 的路由结构的横截面图。
- [0074] 图 18A 是用于可动电极的路由结构的另一实施例的局部透视图。
- [0075] 图 18B 是沿线 18B-18B 截取的图 18A 的路由结构的横截面图。
- [0076] 图 18C 是沿线 18C-18C 截取的图 18A 的路由结构的横截面图。
- [0077] 图 19 是具有供可动电极与具有静电极的前部衬底接合的路由迹线的载体的一个实施例的俯视平面图。
- [0078] 图 20 是说明使用荫遮罩在成形前部衬底上形成光学堆叠的方法的一个实施例的示意性透视图。
- [0079] 图 21 是说明根据一个实施例的使用荫遮罩形成图 17A 的路由结构的方法的示意性透视图。
- [0080] 图 22A 到图 22C 说明使用常规的沉积和图案化技术制造前部衬底的方法的一个实施例。
- [0081] 图 23A 到图 23C 说明制造具有在沉积下部电极和介电层之前图案化的经沉积预成型支撑件的前部衬底的方法的一个实施例。
- [0082] 图 24A 和图 24B 是根据一个实施例的供载体上的可动电极与具有静电极的前部衬底接合的路由结构的横截面图。
- [0083] 图 25 是根据一个实施例的用于与具有静电极的前部衬底接合的成形载体的透视图。
- [0084] 图 26A 到图 26E 是说明制造用于与具有静电极的前部衬底接合的成形载体的方法

的一个实施例的示意性横截面图。

- [0085] 图 27A 是根据一个实施例的具有边缘轨道和支柱的成形载体背板的局部透视图。
- [0086] 图 27B 是沿线 27B-27B 截取的图 27A 的成形载体背板的横截面图。
- [0087] 图 27C 是沿线 27C-27C 截取的图 27A 的成形载体背板的横截面图。
- [0088] 图 27D 是图 27A 的成形载体背板的俯视平面图。
- [0089] 图 28 是根据另一实施例的具有带蚀刻孔的可动电极的成形载体背板的局部透视图。
- [0090] 图 29A 到图 29D 是说明制造成形载体背板的方法的一个实施例的一系列示意性横截面图。
- [0091] 图 30A 到图 30D 说明制造成形载体背板的方法的另一实施例。
- [0092] 图 31A 到图 31D 说明制造成形载体背板的方法的又一实施例。
- [0093] 图 32A 到图 32C 是成形载体背板的实施例的示意性横截面图。
- [0094] 图 32D 是图 32B 的成形载体背板的示意性俯视平面图。
- [0095] 图 32E 是图 32D 的成形载体背板的边缘部分的示意性横截面图。
- [0096] 图 33A 到图 33D 说明制造具有经图案化可动电极的成形载体背板的方法的又一实施例。
- [0097] 图 34A 是根据一个实施例的具有在可动电极条带之间升高的过量机械层支撑件的干涉式调制器显示装置的示意性局部透视图。
- [0098] 图 34B 到图 34D 分别是沿线 34B-34B、34C-34C 和 34D-34D 截取的图 34A 的干涉式调制器显示装置的示意性横截面图。
- [0099] 图 35A 和图 35B 是说明制造用于将可动电极转移到前部衬底的可移除载体的方法的一个实施例的示意性透视图。
- [0100] 图 35C 和图 35D 是说明使用可移除载体制造干涉式调制器显示装置的方法的一个实施例的示意性横截面图。
- [0101] 图 36A 到图 36E 是说明制造具有经图案化可动电极的载体的方法的一个实施例的示意性横截面图。
- [0102] 图 37A 到图 37E 说明制造具有经图案化可动电极的载体的方法的另一实施例。
- [0103] 图 38A 到图 38D 说明制造具有经图案化可动电极的载体的方法的又一实施例。
- [0104] 图 39A 是根据一个实施例的用于与前部衬底接合的载体的示意性横截面图，所述载体具有铆接件支撑结构。
- [0105] 图 39B 是根据一个实施例的具有在前部衬底支撑结构上反转的图 39A 的铆接件支撑结构的干涉式调制器显示装置的示意性横截面图。
- [0106] 图 40 是干涉式调制器显示装置的一个实施例的示意性透视图。
- [0107] 图 41A 到图 41C 示意性地说明根据各种实施例的干涉式调制器显示装置的路由布置。
- [0108] 图 42A 说明根据另一实施例的干涉式调制器显示装置的路由布置。
- [0109] 图 42B 和图 42C 分别是沿线 42A-42A 和 42B-42B 截取的图 42A 的干涉式调制器显示装置的横截面图。
- [0110] 图 43A 是说明使用还充当完成装置的背板的载体制造干涉式调制器显示装置的

方法的一个实施例的示意性透视图,且图 43B 到图 43C 是说明所述实施例的示意性横截面图。

[0111] 图 44A 是说明配合前部衬底上的导电密封剂使用荫遮罩的方法的一个实施例的示意性平面图,图 44B 是说明所述实施例的放大视图,且图 44C 到图 44E 是说明所述实施例的示意性横截面图。

[0112] 图 45A 到图 45D 是说明使用可移除载体制造干涉式调制器显示装置的方法的一个实施例的示意性横截面图。

[0113] 图 46A 是具有在可动电极层与背板之间延伸的间隔物的干涉式调制器显示装置的一个实施例的横截面图。

[0114] 图 46B 是具有捕集可动电极层的间隔物和支撑件的图 46A 的干涉式调制器显示装置的透视图。

[0115] 图 47 是具有延伸穿过可动电极层的间隔物的干涉式调制器显示装置的又一实施例的透视图。

[0116] 图 48 是具有间隔物的干涉式调制器显示装置的又一实施例的透视图。

[0117] 图 49A 是具有从背板延伸的止动支柱的干涉式调制器显示装置的一个实施例的横截面图。

[0118] 图 49B 是具有从背板延伸的止动支柱的干涉式调制器显示装置的另一实施例的横截面图。

[0119] 图 49C 是具有从背板延伸的止动支柱的干涉式调制器显示装置的又一实施例的横截面图。

[0120] 图 50 是在其显示区域中不具有支撑件的干涉式调制器显示装置的一个实施例的横截面图。

[0121] 图 51 是具有从背板延伸到前部衬底的间隔物的干涉式调制器显示装置的一个实施例的横截面图。

[0122] 图 52A 是具有经图案化的黑色遮罩的干涉式调制器显示装置的一个实施例的横截面图。

[0123] 图 52B 是根据一个实施例的图 50A 的干涉式调制器显示装置的俯视平面图。

[0124] 图 53A 到图 53C 说明制造用于干涉式调制器显示装置的局部湿润黑色遮罩的方法的一个实施例。

[0125] 图 53D 说明具有局部湿润黑色遮罩的干涉式调制器显示装置的另一实施例。

[0126] 图 54 是包含成形前部衬底的静态干涉式显示器的一个实施例的横截面图。

[0127] 图 55 是包含成形背板的静态干涉式显示器的另一实施例的横截面图。

[0128] 图 56 是图 54 的静态干涉式显示器的俯视平面图。

[0129] 图 57 是包含成形前部衬底的静态干涉式显示器的另一实施例的横截面图。

[0130] 图 58 是包含成形前部衬底而无用于每一像素的单独支撑件的静态干涉式显示器的又一实施例的横截面图。

[0131] 图 59 是图 58 的静态干涉式显示器的俯视平面图。

[0132] 图 60 是包含成形背板的静态干涉式显示器的另一实施例的横截面图。

[0133] 图 61 是包含成形前部衬底的静态干涉式显示器的另一实施例的横截面图。

具体实施方式

[0134] 以下详细描述是针对本发明的某些特定实施例。然而，本发明可以许多不同方式实施。在此描述中参看图式，其中相同零件始终用相同标号表示。如从以下描述将容易明白，所述实施例可在任何经配置以显示图像（无论是运动图像（例如，视频）还是静态图像（例如，静止图像），且无论是文字图像还是图形图像）的装置中实施。更明确地说，预期所述实施例可在多种电子装置中实施或与之相关联，所述电子装置例如（但不限于）是移动电话、无线装置、个人数据助理（PDA）、手持式或便携式计算机、GPS 接收器 / 导航仪、相机、MP3 播放机、便携摄像机、游戏控制台、腕表、钟表、计算器、电视监视器、平板显示器、计算机监视器、自动显示器（例如，里程表显示器等）、驾驶舱控制器和 / 或显示器、相机视野显示器（例如，车辆中的后视相机的显示器）、电子照片、电子告示板或电子标志、投影仪、建筑结构、封装和美学结构（例如，一件珠宝上的图像显示）。与本文所述的 MEMS 装置具有类似结构的 MEMS 装置也可用于非显示器应用中，例如用于电子切换装置中。

[0135] 可通过附接两个衬底来制造微机电系统（MEMS）装置，所述衬底中的每一者具有预成型于其上的组件。根据一个实施例的制造 MEMS 装置的方法包含提供前部衬底和形成于前部衬底上的静电极。接着，将包含形成于其上的可动电极的载体附接到前部衬底。一些实施例的载体可在将可动电极转移到前部衬底之后被释放；在其它实施例中，载体充当 MEMS 的背板。可通过沉积和图案化、通过压印或通过图案化和蚀刻来形成特征。所述方法不仅降低制造成本，而且还提供较小的变化，且因此提供较高的良率。所得 MEMS 装置较不易受压力变化和湿气泄漏影响。还揭示从可动电极路由到列驱动器且从静电极路由到行驱动器的方法。还教示用于形成黑色遮罩以防止光学 MEMS（例如，干涉式调制器）中不需要的反射的技术。

[0136] 图 1 中说明包括干涉式 MEMS 显示元件的一个干涉式调制器显示器实施例。在这些装置中，像素处于明状态或暗状态。在明（“接通”或“打开”）状态下，显示元件将入射可见光的大部分反射给用户。当处于暗（“断开”或“关闭”）状态时，显示元件几乎不向用户反射入射可见光。视实施例而定，可颠倒“接通”与“断开”状态的光反射特性。MEMS 像素可经配置以主要在选定色彩下反射，从而允许除黑色与白色之外的彩色显示。

[0137] 图 1 是描绘视觉显示器的一系列像素中的两个邻近像素的等角视图，其中每一像素包括一 MEMS 干涉式调制器。在一些实施例中，干涉式调制器显示器包括这些干涉式调制器的行 / 列阵列。每一干涉式调制器包含一对反射层，两者彼此相距可变且可控距离而定位，以形成具有至少一个可变尺寸的光学共振空腔。在一个实施例中，所述反射层中的一者可在两个位置之间移动。在第一位置（本文称为松弛位置）中，可动反射层定位在距固定的部分反射层相对较大距离处。在第二位置（本文称为致动位置）中，可动反射层定位在更接近地邻近于所述部分反射层处。从两个层反射的入射光视可动反射层的位置而相长或相消地干涉，从而为每一像素产生全面反射或非反射状态。

[0138] 图 1 中的像素阵列的所描绘部分包含两个邻近干涉式调制器 12a 与 12b。在左边的干涉式调制器 12a 中，可动反射层 14a 被说明为处于与光学堆叠 16a 相距预定距离的松弛位置，光学堆叠 16a 包含部分反射层。在右边的干涉式调制器 12b 中，可动反射层 14b 被说明为处于邻近于光学堆叠 16b 的致动位置。

[0139] 如本文所参考的光学堆叠 16a 和 16b(统称为光学堆叠 16)通常包括若干个熔合层(fused layer),所述熔合层可包含例如氧化铟锡(ITO)的电极层、例如铬的部分反射层,以及透明电介质。光学堆叠 16 因此为导电的、部分透明的且部分反射的,且可(例如)通过将以上层中的一者或一者以上沉积到透明衬底 20 上来制造。在一些实施例中,将所述层图案化为平行条带,且可如下文进一步描述形成显示装置中的行电极。可将可动反射层 14a、14b 形成为沉积在支柱 18 的顶部上的沉积金属层(与 16a、16b 的行电极垂直)以及沉积在支柱 18 之间的介入牺牲材料的一系列平行条带。当牺牲材料被蚀刻掉时,可动反射层 14a、14b 通过所界定的间隙或空腔 19 与光学堆叠 16a、16b 分开。例如铝的高度导电且反射的材料可用于反射层 14,且这些条带可形成显示装置中的列电极。

[0140] 如图 1 中的像素 12a 所说明,在未施加电压的情况下,空腔 19 保持在可动反射层 14a 与光学堆叠 16a 之间,其中可动反射层 14a 处于机械松弛状态。然而,当将电位差施加到选定行和列时,形成于对应像素处的行电极与列电极的相交处的电容器变为带电,且静电力将电极拉在一起。如果电压足够高,那么可动反射层 14 变形,且被压到光学堆叠 16 上。如图 1 中右边的像素 12b 所说明,光学堆叠 16 内的介电层(此图中未说明)可防止短路且控制层 14 与层 16 之间的分开距离。无论所施加的电位差的极性如何,行为都是相同的。以此方式,可控制反射像素状态对比非反射像素状态的行 / 列致动在许多方面类似于常规 LCD 和其它显示技术中所使用的行 / 列致动。

[0141] 图 2 到图 5 说明用于在显示应用中使用干涉式调制器阵列的一个示范性过程和系统。

[0142] 图 2 是说明可并入有本发明的方面的电子装置的一个实施例的系统框图。在示范性实施例中,电子装置包含处理器 21,处理器 21 可为例如 ARM、Pentium®、Pentium II®、Pentium III®、Pentium IV®、Pentium® Pro、8051、MIPS®、Power PC®、ALPHA®的任何通用单芯片或多芯片微处理器,或例如数字信号处理器、微控制器或可编程门阵列的任何专用微处理器。如在此项技术中为常规的是,处理器 21 可经配置以执行一个或一个以上软件模块。除执行操作系统之外,处理器可经配置以执行一个或一个以上软件应用程序,包含网络浏览器、电话应用程序、电子邮件程序,或任何其它软件应用程序。

[0143] 在一个实施例中,处理器 21 还经配置以与阵列驱动器 22 通信。在一个实施例中,阵列驱动器 22 包含向面板或显示器阵列(显示器)30 提供信号的行驱动器电路 24 和列驱动器电路 26。图 2 中以线 1-1 来展示图 1 中所说明的阵列的横截面。对于 MEMS 干涉式调制器,行 / 列致动协议可利用图 3 中所说明的这些装置的滞后特性。可能需要(例如)10 伏的电位差来致使可动层从松弛状态变形为致动状态。然而,当电压从所述值降低时,可动层随着电压降回到低于 10 伏而维持其状态。在图 3 的示范性实施例中,在电压降到低于 2 伏之前,可动层不会完全松弛。因此,图 3 所说明的实例中存在约 3V 到 7V 的电压范围,其中存在所施加电压窗,装置在所述所施加电压窗内稳定于松弛状态或致动状态。此窗在本文中被称作“滞后窗”或“稳定窗”。对于具有图 3 的滞后特性的显示器阵列,可设计行 / 列致动协议,使得在行选通期间,被选通行中待致动的像素暴露于约 10 伏的电压差,且待松弛的像素暴露于接近于零伏的电压差。在选通之后,所述像素暴露于约 5 伏的稳态电压差,使得所述像素仍处于行选通将其放入的任何状态。在被写入之后,每一像素经历在此实例中为 3 伏到 7 伏的“稳定窗”内的电位差。此特征使得图 1 中所说明的像素设计在相同的

所施加电压条件下稳定于致动或松弛预存在状态。由于无论处于致动状态还是松弛状态，干涉式调制器的每一像素本质上均为由固定反射层和移动反射层形成的电容器，所以可在几乎无功率耗散的情况下在滞后窗内的电压下保持此稳定状态。如果所施加的电位是固定的，那么本质上无电流流入像素中。

[0144] 在典型应用中，可通过根据第一行中的所要致动像素集合断言列电极集合而产生显示帧。接着，向行 1 电极施加行脉冲，从而致动对应于所断言的列线的像素。接着，将所断言的列电极集合改变为对应于第二行中的所要致动像素集合。接着，向行 2 电极施加脉冲，从而根据所断言的列电极来致动行 2 中的适当像素。行 1 像素不受行 2 脉冲影响，且仍处于其在行 1 脉冲期间被设定到的状态。此过程可针对整个行系列以循序方式重复以产生帧。通常，通过以每秒某一所要数目个帧连续地重复此过程来用新的显示数据刷新且 / 或更新所述帧。用于驱动像素阵列的行电极和列电极以产生显示帧的多种协议也是众所周知的，且其可结合本发明而使用。

[0145] 图 4 和图 5 说明一种用以在图 2 的 3×3 阵列上产生显示帧的可能的致动协议。图 4 说明可用于展现出图 3 的滞后曲线的像素的可能的列和行电压电平集合。在图 4 的实施例中，致动像素涉及将适当的列设定为 $-V_{bias}$ ，且将适当的行设定为 $+\Delta V$ ，其可分别对应于 -5 伏和 +5 伏。通过将适当的列设定为 $+V_{bias}$ 且将适当的行设定为相同 $+\Delta V$ 从而在像素上产生零伏电位差来实现使像素松弛。在行电压保持在零伏的那些行中，无论列处于 $+V_{bias}$ 还是 $-V_{bias}$ ，像素均稳定于其最初所处的任何状态。也如图 4 中所说明，将了解，可使用极性与上文所述的电压的极性相反的电压，例如，致动像素可涉及将适当的列设定为 $+V_{bias}$ ，且将适当的行设定为 $-\Delta V$ 。在此实施例中，通过将适当的列设定为 $-V_{bias}$ 且将适当的行设定为相同的 $-\Delta V$ 从而在像素上产生零伏电位差来实现使像素释放。

[0146] 图 5B 是展示施加到将产生图 5A 中所说明的显示布置（其中致动像素为非反射性的）的图 2 的 3×3 阵列的一系列行和列信号的时序图。在写入图 5A 中所说明的帧之前，所述像素可处于任何状态，且在此实例中，所有行均处于 0 伏，且所有列均处于 +5 伏。在这些所施加电压下，所有像素均稳定于其现有致动或松弛状态。

[0147] 在图 5A 的帧中，致动像素 (1,1)、(1,2)、(2,2)、(3,2) 和 (3,3)。为实现此目的，在行 1 的“线时间”期间，将列 1 和 2 设定为 -5 伏，且将列 3 设定为 +5 伏。此举不改变任何像素的状态，因为所有像素均保持在 3 伏到 7 伏的稳定窗中。接着用从 0 伏升到 5 伏又返回到零的脉冲对行 1 进行选通。此举致动 (1,1) 和 (1,2) 像素并松弛 (1,3) 像素。阵列中的其它像素不受影响。为按需要设定行 2，将列 2 设定为 -5 伏，且将列 1 和 3 设定为 +5 伏。施加到行 2 的相同选通接着将致动像素 (2,2) 并松弛像素 (2,1) 和 (2,3)。同样，阵列的其它像素不受影响。通过将列 2 和 3 设定为 -5 伏且将列 1 设定为 +5 伏来类似地设定行 3。行 3 选通如图 5A 中所示设定行 3 像素。在写入帧之后，行电位为零，且列电位可保持在 +5 伏或 -5 伏，且显示器接着稳定于图 5A 的布置中。将了解，相同程序可用于数十或数百个行和列的阵列。还将了解，在上文概述的一般原理内，可广泛地改变用以执行行和列致动的电压的时序、序列和电平，且以上实例只是示范性的，且任何致动电压方法均可与本文所述的系统和方法一起使用。

[0148] 图 6A 和图 6B 是说明显示装置 40 的实施例的系统框图。显示装置 40 可为（例如）蜂窝式或移动电话。然而，显示装置 40 的相同组件或其轻微变化也说明各种类型的显

示装置,例如电视和便携式媒体播放器。

[0149] 显示装置 40 包含外壳 41、显示器 30、天线 43、扬声器 45、输入装置 48 和麦克风 46。外壳 41 一般由所属领域的技术人员众所周知的多种制造工艺(包含注射模制和真空成型)中的任一者形成。另外,外壳 41 可由多种材料(包含但不限于塑料、金属、玻璃、橡胶和陶瓷或其组合)中的任一者制成。在一个实施例中,外壳 41 包含可与具有不同色彩或含有不同标识、图片或符号的其它可移除部分互换的可移除部分(未图示)。

[0150] 示范性显示装置 40 的显示器 30 可为多种显示器(包含如本文所述的双稳态显示器)中的任一者。在其它实施例中,显示器 30 包含如上文所述的平板显示器(例如等离子体、EL、OLED、STN LCD 或 TFT LCD),或非平板显示器(例如 CRT 或如所属领域的技术人员众所周知的其它管式装置)。然而,出于描述本实施例的目的,显示器 30 包含如本文所述的干涉式调制器显示器。

[0151] 图 6B 中示意地说明示范性显示装置 40 的一个实施例的组件。所说明的示范性显示装置 40 包含外壳 41,且可包含至少部分封闭在所述外壳 41 中的额外组件。举例来说,在一个实施例中,示范性显示装置 40 包含网络接口 27,其包含天线 43,天线 43 耦合到收发器 47。收发器 47 连接到处理器 21,处理器 21 连接到调节硬件 52。调节硬件 52 可经配置以调节信号(例如,对信号进行滤波)。调节硬件 52 连接到扬声器 45 和麦克风 46。处理器 21 还连接到输入装置 48 和驱动器控制器 29。驱动器控制器 29 耦合到帧缓冲器 28,且耦合到阵列驱动器 22,阵列驱动器 22 又耦合到显示器阵列 30。电源 50 向如特定示范性显示装置 40 的设计所需的所有组件提供电力。

[0152] 网络接口 27 包含天线 43 和收发器 47,使得示范性显示装置 40 可经由网络与一个或一个以上装置通信。在一个实施例中,网络接口 27 还可具有一些处理能力以缓解对处理器 21 的要求。天线 43 是所属领域的技术人员已知的任何用以发射和接收信号的天线。在一个实施例中,所述天线根据 IEEE 802.11 标准(包含 IEEE 802.11(a)、(b) 或 (g))来发射和接收 RF 信号。在另一实施例中,所述天线根据蓝牙(BLUETOOTH)标准来发射和接收 RF 信号。在蜂窝式电话的情况下,天线经设计以接收用以在无线手机网络内通信的 CDMA、GSM、AMPS 或其它已知信号。收发器 47 对从天线 43 接收到的信号进行预处理,使得所述信号可由处理器 21 接收并进一步操纵。收发器 47 还处理从处理器 21 接收到的信号,使得所述信号可经由天线 43 从示范性显示装置 40 发射。

[0153] 在替代实施例中,收发器 47 可由接收器代替。在又一替代实施例中,网络接口 27 可由图像源代替,所述图像源可存储或产生待发送到处理器 21 的图像数据。举例来说,图像源可为含有图像数据的数字视频盘(DVD)或硬盘驱动器,或产生图像数据的软件模块。

[0154] 处理器 21 通常控制示范性显示装置 40 的总体操作。处理器 21 从网络接口 27 或图像源接收数据(例如经压缩的图像数据),且将所述数据处理成原始图像数据或处理成容易被处理成原始图像数据的格式。处理器 21 接着将经处理的数据发送到驱动器控制器 29 或帧缓冲器 28 以供存储。原始数据通常指代识别图像内每一位置处的图像特性的信息。举例来说,这些图像特性可包含色彩、饱和度和灰度级。

[0155] 在一个实施例中,处理器 21 包含微控制器、CPU 或逻辑单元以控制示范性显示装置 40 的操作。调节硬件 52 通常包含用以将信号发射到扬声器 45 且用以从麦克风 46 接收信号的放大器和滤波器。调节硬件 52 可为示范性显示装置 40 内的离散组件,或可并入在

处理器 21 或其它组件内。

[0156] 驱动器控制器 29 直接从处理器 21 或从帧缓冲器 28 获得由处理器 21 产生的原始图像数据, 且将原始图像数据适当地重新格式化以供高速传输到阵列驱动器 22。具体地说, 驱动器控制器 29 将原始图像数据重新格式化为具有光栅状格式的数据流, 使得所述数据流具有适合跨越显示器阵列 30 进行扫描的时间次序。接着, 驱动器控制器 29 将经格式化的信息发送到阵列驱动器 22。尽管驱动器控制器 29(例如 LCD 控制器)常常作为独立集成电路 (IC) 与系统处理器 21 相关联, 但这些控制器可以许多方式来实施。这些控制器可作为硬件嵌入处理器 21 中, 作为软件嵌入处理器 21 中, 或以硬件的形式与阵列驱动器 22 完全集成。

[0157] 通常, 阵列驱动器 22 从驱动器控制器 29 接收经格式化的信息, 且将视频数据重新格式化为一组平行波形, 所述波形每秒许多次地施加到来自显示器的 x-y 像素矩阵的数百且有时数千个引线。

[0158] 在一个实施例中, 驱动器控制器 29、阵列驱动器 22 和显示器阵列 30 适用于本文所述类型的显示器中的任何一种。举例来说, 在一个实施例中, 驱动器控制器 29 是常规显示控制器或双稳态显示控制器(例如, 干涉式调制器控制器)。在另一实施例中, 阵列驱动器 22 是常规驱动器或双稳态显示驱动器(例如, 干涉式调制器显示器)。在一个实施例中, 驱动器控制器 29 与阵列驱动器 22 集成。此实施例共用于例如蜂窝式电话、手表和其它小面积显示器的高度集成系统。在又一实施例中, 显示器阵列 30 是典型显示器阵列或双稳态显示器阵列(例如, 包含干涉式调制器阵列的显示器)。

[0159] 输入装置 48 允许用户控制示范性显示装置 40 的操作。在一个实施例中, 输入装置 48 包含小键盘(例如 QWERTY 键盘或电话小键盘)、按钮、开关、触敏屏幕、压敏或热敏膜片。在一个实施例中, 麦克风 46 是示范性显示装置 40 的输入装置。当使用麦克风 46 来将数据输入到装置时, 用户可提供语音命令以控制示范性显示装置 40 的操作。

[0160] 电源 50 可包含如此项技术中众所周知的多种能量存储装置。举例来说, 在一个实施例中, 电源 50 是可再充电电池, 例如镍镉电池或锂离子电池。在另一实施例中, 电源 50 是可再生能源、电容器或太阳能电池(包含塑料太阳能电池和太阳能电池涂料)。在另一实施例中, 电源 50 经配置以从壁装插座接收电力。

[0161] 如上文所述, 在一些实施方案中, 控制可编程性驻存在可位于电子显示系统中的若干位置处的驱动器控制器中。在一些实施例中, 控制可编程性驻存在阵列驱动器 22 中。所属领域的技术人员将认识到, 上文所述的优化可以任何数目的硬件和 / 或软件组件且以各种配置来实施。

[0162] 根据上述原理操作的干涉式调制器的结构的细节可广泛地改变。举例来说, 图 7A 到图 7E 说明可动反射层 14 及其支撑结构的五个不同实施例。图 7A 是图 1 的实施例的横截面, 其中金属材料条带 14 沉积在垂直延伸的支撑件 18 上。在图 7B 中, 可动反射层 14 仅在拐角处凭借系栓 32 附接到支撑件。在图 7C 中, 可动反射层 14 从可变形层 34 悬挂下来, 可变形层 34 可包括柔性金属。可变形层 34 在各个位置处直接或间接地连接到衬底 20。本文中将所述连接称作支撑结构或支柱 18。图 7D 中所说明的实施例具有包含支撑柱插塞 42 的支撑结构 18, 可变形层 34 插置在支撑柱插塞 42 上。可动反射层 14 仍如在图 7A 到图 7C 中那样悬挂在空腔上, 但可变形层 34 并不通过填充可变形层 34 与光学堆叠 16 之间的孔来

形成支撑柱 18。实情为,支撑柱 18 由用以形成支撑柱插塞 42 的平面化材料形成。图 7E 中所说明的实施例是基于图 7D 中所示的实施例,但也可适合于配合图 7A 到图 7C 中所说明的实施例中的任一者以及未图示的额外实施例而起作用。在图 7E 所示的实施例中,已使用金属或其它导电材料的额外层来形成总线结构 44。这允许沿着干涉式调制器后部的信号路由,从而消除否则可能必须在衬底 20 上形成的许多电极。

[0163] 在例如图 7 所示的实施例的实施例中,干涉式调制器充当直观装置,在所述直观装置中,从透明衬底 20 的前侧(与上面布置有可动电极的侧相对的侧)观看图像。在这些实施例中,反射层 14 以光学方式屏蔽干涉式调制器在反射层的与衬底 20 相对的侧上的一些部分,包含可变形层 34 和总线结构 44。这允许在不负面影响图像质量的情况下,对所屏蔽的区进行配置且对其进行操作。此可分开的调制器架构允许用于调制器的机电方面和光学方面的结构设计和材料被选择,且彼此独立地起作用。此外,图 7C 到图 7E 所示的实施例具有从通过可变形层 34 而实行的使反射层 14 的光学特性与其机械特性分离而得到的额外益处。这允许相对于光学特性而优化用于反射层 14 的结构设计和材料,且相对于所要的机械特性而优化用于可变形层 34 的结构设计和材料。

[0164] 目录

[0165]	I. 通过附接衬底制造干涉式调制器	20
[0166]	II. 前部衬底的形成	21
[0167]	1. 成形前部衬底的形成	22
[0168]	2. 经图案化前部衬底的形成	31
[0169]	3. 预成型支撑件前部衬底的形成	32
[0170]	4. 其它列路由结构	33
[0171]	III. 后部载体的形成	34
[0172]	1. 成形载体	34
[0173]	a. 成形载体背板	35
[0174]	b. 成形可移除载体	42
[0175]	2. 具有经图案化可动电极的载体	43
[0176]	a. 具有经图案化可动电极的载体背板	43
[0177]	b. 具有经图案化可动电极的可移除载体	45
[0178]	IV. 层压	46
[0179]	1. 成形载体背板和成形前部衬底	46
[0180]	A. 实施例 A	46
[0181]	a. 路由选项 1	47
[0182]	b. 路由选项 2	48
[0183]	c. 路由选项 3	48
[0184]	d. 路由选项 4	49
[0185]	e. 封装和密封	49
[0186]	B. 实施例 B	51
[0187]	2. 成形载体背板和经图案化前部衬底	51
[0188]	3. 成形载体背板和预成型支撑件前部衬底	52

[0189]	4. 成形可移除载体和成形前部衬底	52
[0190]	5. 成形可移除载体和经图案化前部衬底	53
[0191]	6. 成形可移除载体和预成型支撑件前部衬底	53
[0192]	7. 具有经图案化可动电极的载体背板以及成形前部衬底	53
[0193]	8. 具有经图案化可动电极的载体背板以及经图案化前部衬底	54
[0194]	9. 具有经图案化可动电极的载体背板以及预成型支撑件前部衬底	54
[0195]	10. 具有经图案化可动电极的可移除载体以及成形前部衬底	55
[0196]	11. 具有经图案化可动电极的可移除载体以及经图案化前部衬底	55
[0197]	12. 具有经图案化可动电极的可移除载体以及预成型支撑件前部衬底	55
[0198]	13. 成形前部衬底以及可动电极的传统沉积	56
[0199]	V. 用于维持前部衬底与背板之间的间隔的间隔物	56
[0200]	VI. 黑色遮罩	59
[0201]	1. 经图案化黑色遮罩	59
[0202]	2. 局部湿润黑色遮罩	60
[0203]	VII. 静态干涉式显示器	60
[0204]	1. 具有成形或预成型支撑件前部衬底的静态干涉式显示器	61
[0205]	2. 具有成形或预成型背板的静态干涉式显示器	63
[0206]	3. 具有空腔填充剂的静态干涉式显示器	64
[0207]	4. 具有连续深度空腔的静态干涉式显示器	66
[0208]	I. <u>通过附接衬底制造干涉式调制器</u>	

[0209] 在一些实施例中, 可通过附接两个衬底来制造 MEMS 装置, 所述衬底中的每一者具有预成型于其上的组件。另外, 所述两个衬底可分别由具有适合制造每一衬底的装备的不同制造商制造。接着, 所述衬底可由第三制造者组装在一起。组装过程也可有助于减少可动层偏差且因此减小跨越阵列从 MEMS 组件到 MEMS 组件或从阵列到阵列的空腔大小变化性。此制造灵活性不仅降低整体成本, 而且还提供较高的良率。另外, 下文所描述的实施例中的一些实施例促进无遮蔽的图案化 (例如, 光刻), 且因此可通过避免用以用多个薄层建立构形的复杂步骤来降低成本。

[0210] 由本文所描述的过程制造的 MEMS 装置可在其两个衬底之间具有相对较小的间隙 (例如, 在约 6,500 Å 与约 20 μm 之间, 且特别是在约 2 μm 与约 15 μm 之间或在约 10,000 Å 与约 5 μm 之间)。在本发明中所描述的实施例中, 两个衬底 (即, 前部衬底与背板) 之间的间隙一般指代前部衬底的最深槽的底面与背板上覆于前部衬底上时面向前部衬底的背板表面之间的间隙。所述背板表面是距前部衬底最近的表面。将从下文关于成形载体背板与成形前部衬底的层压的描述更好地理解“两个衬底之间的间隙”。另外, MEMS 装置可具有遍及其阵列区域而非仅在其边缘处的支撑件或间隔物。因此, MEMS 装置较不易受压力变化影响。另外, 相对较小的间隙需要两个衬底之间的较少密封剂, 且因此即使在 MEMS 装置内部无干燥剂的情况下, MEMS 装置也较不易受湿气泄漏影响。另外, MEMS 装置可能由于较小的间隙大小而具有细长轮廓。

[0211] 在下文的实施例中, 在光学 MEMS 装置, 明确地说干涉式调制器的环境中描述 MEMS 装置。然而, 所属领域的技术人员将了解, 本文所描述的过程适用于其它 MEMS 装置, 例如其

它类型的光学 MEMS 或 MEMS 机电电容式开关。

[0212] 图 8 说明根据一个实施例的干涉式调制器显示装置 800。干涉式调制器显示装置 800 包含显示区域 801 和外围区域 802。

[0213] 显示区域 801 包含一起经配置以显示图像或图像序列的多个像素。显示区域 801 包含大体上彼此平行延伸的行电极（未图示）以及大体上彼此平行且大体上垂直于行电极而延伸的列电极（未图示）。行电极和列电极垂直分开，且在其相交处一起界定像素矩阵。

[0214] 外围区域 802 环绕显示区域 801。显示区域 801 在本文中也称为“阵列区域”，因为其包含个别致动的静电 MEMS 单元的阵列。外围区域 802 可包含驱动器芯片区域和互连或路由结构。装置 800 可具有安装在驱动器芯片区域上的行驱动器 811 和列驱动器 812。驱动器 811 和 812 可通过使用任何合适的接合技术安装在驱动器芯片区域上，所述接合技术包含（但不限于）玻璃上芯片 (COG) 接合、带载封装 (TCP) 附接或玻璃上膜 (FOG) 接合。路由结构经配置以分别将行电极和列电极电连接到行驱动器 811 和列驱动器 812。

[0215] 可通过将前部衬底附接到背板来形成图 8 的干涉式调制器显示装置 800。图 9 说明根据一个实施例的制造干涉式调制器显示装置 900 的方法。首先，提供具有显示或阵列区域 901 和外围区域 902 的前部衬底 910。前部衬底 910 可包含位于显示区域 901 中的空腔或沟槽的阵列。空腔或沟槽可各自包含包括固定或静电极的光学堆叠。如相对于图 8 而描述，前部衬底 910 还可包含位于外围区域 902 中的路由结构和驱动器芯片区域。

[0216] 接着，将用于承载干涉式调制器显示装置 900 的一些功能组件的载体 950 附接到前部衬底 910，从而覆盖显示区域 901 以及环绕显示区域 901 的外围区域 902 的部分。在一个实施例中，在将载体 950 附接到前部衬底 910 之前，在载体 950 上形成可动电极。当前部衬底 910 与载体 950 附接到彼此时，将可动电极插入其间。可通过使用（例如）阳极接合、熔合接合和类似方法来将可动电极附接到前部衬底 910 的支撑结构。

[0217] 在一些实施例中，在可为可移除载体（例如，见图 35A 到图 35D 以及附加描述）的载体上形成可动电极。在其它实施例中，载体充当显示装置 900 的永久背板（例如，见图 25 到图 34D 和图 36A 到图 39B 以及附加描述）。在另一实施例中，在将永久背板附接到前部衬底之前，在前部衬底上形成可动电极。接着，将背板附接到前部衬底。

[0218] II. 前部衬底的形成

[0219] 在制造上文所描述的干涉式调制器显示装置中，可以各种方式形成装置的前部衬底。在一个实施例中，可通过形成到达衬底的表面中的空腔或凹座且接着在空腔中形成光学堆叠，来制备前部衬底。可通过任何合适过程（例如，压印、光刻与蚀刻以及印刻）来形成空腔。在此文献的上下文中，将由此过程形成的前部衬底称为“成形前部衬底”。通常，空腔由与用于成形前部衬底的衬底整体形成的支撑件（例如，轨道或支柱）定界。

[0220] 在另一实施例中，可通过在衬底上形成光学堆叠且接着在光学堆叠上形成支撑件以界定空腔来制备前部衬底。在此文献的上下文中，将由此过程形成的前部衬底称为“经图案化的前部衬底”。通常，支撑件与衬底分开且形成于衬底上方，且可由与用于经图案化衬底的衬底不同的材料制成（例如，见图 22A 到图 22C 以及附加描述）。

[0221] 在又一实施例中，可通过在衬底上形成支柱以界定空腔且接着在空腔中形成光学堆叠来制造前部衬底。在此文献的上下文中，将由此过程形成的前部衬底称为“预成型支撑件前部衬底”。如同经图案化的前部衬底，预成型支撑件前部衬底具有与衬底分开的支柱且

可由不同于衬底的材料制成；不同于经图案化的前部衬底，不将光学堆叠（包含静电极）插入支撑件与衬底之间。

[0222] 1. 成形前部衬底的形成

[0223] 图 10 是根据一个实施例的成形前部衬底 1000 的示意性局部透视图。前部衬底 1000 的所说明部分是前部衬底 1000 的显示区域的部分。因此，应注意，图 10 只是显示区域的局部说明，且因此，图 10 所示的结构大体上在整个显示区域上重复。

[0224] 前部衬底 1000 包含衬底 1010，衬底 1010 具有多个轨道 1011a 到 1011d 以及界定于轨道 1011a 到 1011d 的各对之间的多个槽 1012a 到 1012c。衬底 1010 还包含形成于槽 1012a 到 1012c 中的多个支柱 1013a 到 1013c。在此文献的上下文中，轨道 1011a 到 1011d 以及支柱 1013a 到 1013c 可统称为“支撑件”或“支撑结构”。前部衬底 1000 还在槽 1012a 到 1012c 的底面上包含光学堆叠 1014（其包含静电极），且在支撑件 1011a 到 1011d 以及 1013a 到 1013c 的顶部上包含光学堆叠 1014 的相同层。

[0225] 衬底 1010 可由大体上透明的材料形成。透明材料的实例包含（但不限于）玻璃和透明聚合材料。在非光学 MEMS 装置的其它实施例中，衬底可包含与聚合材料（例如，聚乙烯）层压的不锈钢板。可通过适合移除衬底 1010 的部分或使衬底 1010 的部分成形或形成到达衬底 1010 的表面中的凹座的任何方法来使衬底 1010 成形。成形方法的实例包含（但不限于）压印、光刻与蚀刻以及印刻。因为在上文所描述的方法中在不向衬底 1010 添加额外材料的情况下使衬底 1010 成形，所以采取轨道 1011a 到 1011d 以及支柱 1013a 到 1013c 的形式的支撑件可与衬底 1010 整体地形成且由与衬底 1010 的材料相同的材料形成。

[0226] 如图 10 所示，轨道 1011a 到 1011d 彼此平行在行方向（x 方向）上延伸。将理解，行 / 列或 XYZ 方向的表示本质上为任意的，但在本文中将始终如一地参考。轨道 1011a 到 1011d 使其顶表面处于大体上相同的高度，即，在单个平面内。

[0227] 如图 10 所示，槽 1012a 到 1012c 与轨道 1011a 到 1011d 交替，彼此平行在行方向（x 方向）上延伸。如将从下文的描述内容更好地理解，槽 1012a 到 1012c 为可动电极（未图示）提供空腔或空间以朝前部衬底 1010 陷落。

[0228] 对于所说明的干涉式调制器实施例，槽 1012a 到 1012c 可具有介于约 600 Å 与约 4,000 Å 之间的深度。槽 1012a 到 1012c 可视槽 1012a 到 1012c 经设计以在所得显示装置的操作期间产生的色彩而具有各种深度 D1、D2、D3。在所说明的实施例中，前部衬底 1000 具有针对三个不同色彩具有三个不同深度 D1、D2、D3 的第一、第二和第三槽。第一槽 1012a 具有最小深度且经配置以产生蓝色 (B) 色彩。第一槽 1012a 可具有介于约 600 Å 与约 2,000 Å 之间的第一深度 D1。第二槽 1012b 具有中等深度且经配置以产生绿色 (G) 色彩。第二槽 1012b 可具有介于约 1,000 Å 与约 3,000 Å 之间的第二深度 D2。第三槽 1012c 具有最大深度且经配置以产生红色 (R) 色彩。第三槽 1012c 可具有介于约 2,000 Å 与约 4,000 Å 之间的第三深度 D3。槽 1012a 到 1012c 可具有介于约 10 μm 与约 200 μm 之间的宽度 W。所属领域的技术人员将了解，槽 1012a 到 1012c 的配置和深度可视像素的色彩和设计而变化。

[0229] 支柱 1013a 到 1013c 形成于槽 1012a 到 1012c 的底面上且向上延伸。支柱 1013a 到 1013c 使其顶表面与轨道 1011a 到 1011d 的顶部大体上处于相同的高度（大体上在同一平面内）。每一支柱 1013a 到 1013c 具有对应于支柱 1013a 到 1013c 位于其中的槽 1012a 到 1012c 的深度的高度。因此，具有不同深度的槽 1012a 到 1012c 中的支柱 1013a 到 1013c

具有彼此不同的高度。在所说明的实施例中，第一槽 1012a 中的支柱 1013a 具有对应于第一深度 D1 的第一高度。第二槽 1012b 中的支柱 1013b 具有对应于第二深度 D2 的第二高度。第三槽 1012c 中的支柱 1013c 具有对应于第三深度 D3 的第三高度。

[0230] 支柱 1013a 到 1013c 以预定图案排列。如将从下文的描述内容更好地理解，前部衬底 1000 的显示区域的所说明部分形成单个像素 P，其可以矩阵形式跨越整个显示区域而重复。所说明的像素 P 具有大体上正方形的形状。像素 P 包含第一子像素 SP1、第二子像素 SP2 和第三子像素 SP3，其中每一者为矩形形状。子像素 SP1 到 SP3 中的每一者包含次子像素 SSP11 到 SSP13、SSP21 到 SSP23 或 SSP31 到 SSP33。每一次子像素 SSP11 到 SSP13、SSP21 到 SSP23、SSP31 到 SSP33 包含四个支柱的群组以为可动电极（未图示）提供支撑。支柱 1013a 到 1013c 彼此间隔开，以允许可动电极在其之间向下弯曲。在所说明的实施例中，次子像素 SSP13、SSP21 到 SSP23、SSP31 到 SSP33 中的每一者具有在从上方观看时位于次子像素的自由边缘附近的四个支柱。

[0231] 光学堆叠 1014 可包含若干熔合层。在一个实施例中，光学堆叠 1014 可包含透明导电层以及上覆于透明导电层上的介电层。透明导电层可由氧化铟锡 (ITO) 形成。介电层可由二氧化硅形成。在另一实施例中，介电层可具有双层结构，其包含上部子层和下部子层。在介电层暴露于氟蚀刻剂以进行任何牺牲层释放步骤的某些实施例中，上部子层可由例如氧化铝的保护性材料形成。下部子层可由二氧化硅形成。在一个实施例中，透明导电层可具有介于约 10 Å 与约 800 Å 之间的厚度。介电层可具有介于约 100 Å 与约 1,600 Å 之间的厚度。在介电层具有上部子层和下部子层的实施例中，上部子层可具有（例如）约 50 Å 的厚度，而下部子层可具有（例如）约 450 Å 的厚度。在所说明的实施例中，光学堆叠 1014 在槽 1012a 到 1012c 的底面与支撑件 1011a 到 1011d 和 1013a 到 1013c 的顶部之间是不连续的。

[0232] 槽 1012a 到 1012c 的底面上的光学堆叠 1014 的导电层通过轨道 1011a 到 1011d 彼此电隔离。电隔离的导电层形成所得干涉式调制器显示装置的行电极。

[0233] 在某些实施例中，光学堆叠 1014 还可包含位于透明导电层与介电层之间的金属吸收体层（或部分反射层）。所述吸收体层可由半透明厚度的例如铬 (Cr)、钼 (Mo) 或 Mo/Cr 的金属形成。在宽频带白光干涉式调制器的另一实施例中，可用例如锗层的半导体层代替吸收体层。吸收体层或半导体层可具有介于约 1 Å 与约 100 Å 之间，明确地说介于约 50 Å 与约 100 Å 之间的厚度。

[0234] 图 11A 是沿线 11A-11A 截取的图 10 的前部衬底 1000（无光学堆叠 1014）的横截面图。由于深度的差异，槽 1012a 到 1012c 的底表面分别处于不同高度 L1a、L1b、L1c。然而，因为支撑件 1011a 到 1011d 以及 1013a 到 1013c 具有对应于槽 1012a 到 1012c 的深度的不同高度，所以支撑件 1011a 到 1011d 以及 1013a 到 1013c 的顶表面大体上处于同一高度 L2，即，大体上在同一平面内。

[0235] 支撑件 1011a 到 1011d、1013a 到 1013c 的顶部上的光学堆叠可充当“黑色遮罩”。光学堆叠在干涉式调制器处于其陷落状态时始终提供相同的光学效应。光学堆叠可提供黑色色彩。在其它实施例中，光学堆叠视干涉式调制器设计而可提供白色色彩。

[0236] 图 11B 是在沉积光学堆叠 1014 之后的图 11A 的横截面图。由于光学堆叠 1014，前部衬底 1000 的最高点处于比高度 L2 高出光学堆叠 1014 的厚度的高度 L2' 处。

[0237] 图 12A 到图 12D 是说明根据一个实施例的形成成形前部衬底的方法的横截面图。所说明的方法使用压印来使前部衬底成形。如图 12A 所示, 将大体上平面的衬底 1210 放置在压板 1220 上。衬底 1210 可由玻璃或易于变得具有延展性以用于成形的其它材料(优选为透明的)形成。所说明的压板 1220 可由金属材料形成。可加热衬底 1210, 使得衬底 1210 足够柔软以在后续压印步骤时盖印。可将衬底 1210 加热到视用于衬底 1210 的材料而变化的温度。

[0238] 接着, 如图 12B 所示, 将压印板 1230 按压到经软化的衬底 1210 上。压印板 1230 具有经成形以界定衬底 1210 上的轨道、槽和支柱的凹座和突起。压印板 1230 可由金属材料形成。在某些实施例中, 压板 1220 和压印板 1230 中的至少一者可采取旋转圆柱体的形式。所属领域的技术人员将了解, 压印技术的各种其它配置也可适合于使前部衬底 1210 成形。

[0239] 接着, 从前部衬底 1210 移除压印板 1230。随后, 从压板 1220 移除经压印的前部衬底 1210。图 12C 中展示所得的前部衬底 1210。

[0240] 在另一实施例中, 可通过使用光刻与蚀刻技术选择性地移除衬底的多个部分来使前部衬底 1210 成形。在又一实施例中, 可通过首先印刻衬底的预定部分且接着选择性地蚀刻所述部分来使前部衬底 1210 成形。术语“印刻”可与标记或划线可交换地使用。可使用例如机械加工或激光印刻的各种技术来进行印刻。自动印刻方法可从日本东京的日本板硝子公司(Nippon Sheet Glass, Co., Ltd)购得。可在无遮蔽过程的情况下进行图 12A 到图 12D 所示的压印技术。另外, 可将经图案化的板重复用于许多衬底。将了解, 各种其它技术也可用于使前部衬底 1210 成形。

[0241] 随后, 大体上跨越成形前部衬底 1210 循序沉积光学堆叠材料。可使用例如溅镀的任何合适技术来沉积光学堆叠材料, 使得光学堆叠 1214 沉积在支撑件的顶部上且沉积于槽的底面上, 但并不足够共形以获得连续侧壁覆盖。此配置可应用于任何 MEMS 装置(光学或非光学 MEMS 装置)。支撑件的顶部上的光学堆叠可充当光学 MEMS 装置的“黑色遮罩”。光学堆叠 1214 的配置可如上文关于图 10 的光学堆叠 1014 所描述。

[0242] 图 13 是部分制造好的干涉式调制器显示装置 1300 的一个实施例的局部透视图, 干涉式调制器显示装置 1300 包含上面布置有可动电极 1360 的前部衬底 1310。前部衬底 1310 的配置可如上文关于图 10 的前部衬底 1000 所描述。如图 13 和图 14A 所示, 可动电极 1360 大体上彼此平行且大体上垂直于前部衬底 1310 的槽 1312a 到 1312c 而伸展。在所说明的实施例中, 可动电极 1360 与槽 1312a 到 1312c 彼此相交, 从而界定上文参看图 10 而描述的次子像素。在其它实施例中, 单个可动电极(代替图 13 的三个可动电极 1360)可大体上覆盖前部衬底 1310 的整个所说明部分, 从而界定单个像素。

[0243] 在图 13 以及图 14A 到图 14C 的实施例中, 可动电极 1360 被支撑在前部衬底 1310 的轨道 1311a 到 1311c 以及支柱 1313a 到 1313c 上, 其中存在介入的光学堆叠 1314a, 如图 13 和图 14B(沿线 14B-14B 截取的图 13 的装置的横截面图)所示。图 14C(沿线 14C-14C 截取的图 13 的装置的另一横截面图)也说明可动电极 1360 被支撑在前部衬底 1310 的支柱 1313a 到 1313c 上, 其中存在介入的光学堆叠 1314a。在某些实施例中, 可在槽 1312a 到 1312c 的底面上提供边缘间隔物 1315(图 14A)以进一步支撑可动电极 1360。边缘间隔物 1315 可位于每一像素的边缘处, 同时与支柱 1313a 到 1313c 横向间隔开。

[0244] 图 14D 是上面形成有可动电极 1360 的图 14B 的前部衬底 1310 的局部放大横截面图。可动电极 1360 被支撑在前部衬底 1310 的支撑结构（例如，轨道 1311a 到 1311c 以及支柱 1313a 到 1313c）上的光学堆叠 1314a 的顶部上。所说明的可动电极 1360 具有上覆于支撑结构上的第一部分 Ma 和在第一部分 Ma 之间的第二部分 Mb。第二部分 Mb 不上覆于支撑结构上。第一部分具有第一厚度 T1，而第二部分具有第二厚度 T2。

[0245] 如上文参看图 9 所描述，可动电极 1360 在被附接到前部衬底 1310 之前在载体上形成。为了将可动电极 1360 附接到前部衬底 1310，将载体压在前部衬底 1310 上，其中可动电极 1360 插入于其间。可压缩可动电极 1360 的接触支撑结构的部分（例如，上文所描述的第一部分 Ma），尤其在可动电极 1360 可变形或具有延展性的情况下。因此，可动电极 1360 的第一部分 Ma 的第一厚度 T1 可比其第二部分 Mb 的第二厚度 T2 薄。在一个实施例中，第一厚度 T1 可从约 200 Å 到约 2,000 Å。第二厚度 T2 可从约 200 Å 到约 2,000 Å。第一厚度 T1 与第二厚度 T2 之间的差可从约 5 Å 到约 100 Å。第一厚度 T1 与第二厚度 T2 之间的差可视在将可动电极 1360 附接到前部衬底 1310 时所施加的压力而变化。

[0246] 返回图 13，所说明的可动电极 1360 是细长的或为条带状，每一者横越一列中的多个 MEMS 单元或像素。细长可动电极 1360 可具有长度和宽度。可动电极 1360 的长度与宽度的比率粗略地为与约 x : 1 相同的级，其中 x 为一列中跨越显示器阵列的像素的数目的三倍。在一个实施例中，可动电极 1360 的长宽比介于约 10 : 1 与约 1,000,000 : 1 之间。可动电极 1360 可包含反射层（或镜面）1360a 和机械（或可变形）层 1360b。反射层 1360a 可附接或熔合到机械层 1360b；在其它布置中，反射层可从机械层悬挂下来（例如，见图 7C 到图 7E）。反射层 1360a 可由例如 Al、Au、Ag 或前述各物的合金的制镜金属或反射性金属形成，且足够厚以反射入射在前部衬底 1310 上的大体上所有可见光以用于干涉效应。机械层 1360b 可由 Ni、Cu、Pt、Au、Al 或前述各物的合金形成。机械层 1360b 可具有足以提供机械支撑同时足够薄且柔性足够大以允许可动电极 1360 朝槽 1312a 到 1312c 的底面上的光学堆叠 1314b 移动的厚度。机械层 1360b 可具有在数百埃与数千埃之间的厚度。在示范性实施例中，反射层 1360a 具有约 300 Å 的厚度，且机械层 1360b 具有约 1000 Å 的厚度。层 1360a 和 1360b 的厚度在其它实施例中可不同。在 MEMS 装置用作机电电容式开关的某些实施例中，可动电极可包含大体上导电的材料。

[0247] 图 15 是图 13 的部分制造好的干涉式调制器显示装置 1300 的示意性俯视平面图。装置 1300 包含前部衬底 1310 以及形成于其上的多个可动电极 1360。

[0248] 前部衬底 1310 包含显示区域 1301 和外围区域 1302。前部衬底 1310 包含在显示区域 1301 中彼此平行而延伸的多个槽 1312，所述槽在其底面包含静电极。前部衬底 1310 还包含位于外围区域 1302 中的多个路由沟槽 1316R、1316C 以及驱动器芯片区域 1303a、1303b。路由沟槽包含行路由沟槽 1316R 和列隔离沟槽 1316C。驱动器芯片区域包含行驱动器芯片区域 1303a 和列驱动器芯片区域 1303b。可动电极 1360 大体上彼此平行且大体上垂直于前部衬底 1310 的槽 1312 而伸展。

[0249] 图 16A 是图 15 的前部衬底 1310 的俯视平面图，其中以幻象方式展示仅一个可动电极 1360 的位置。如上文所描述，前部衬底 1310 包含位于显示区域 1301 中的槽 1312 以及位于外围区域 1302 中的行路由沟槽 1316R 和列隔离沟槽 1316C。行路由沟槽 1316R 从槽 1312 延伸到行驱动器芯片区域 1303a。列隔离沟槽 1316C 从显示区域 1301 附近延伸到列

驱动器芯片区域 1303b，使得每一沟槽的一端接近于可动电极 1360 中的对应一者。

[0250] 图 16B 是图 16A 的槽 1312 中的一者以及行路由沟槽 1316R 中的对应一者（由 16B 表示）的放大俯视平面图。槽 1312 具有宽度 W1。行路由沟槽 1316R 具有小于槽 1312 的宽度 W1 的宽度 W2。前部衬底 1310 还包含连接到行路由沟槽 1316R 的接触沟槽 1317。接触沟槽 1317 经成形以容纳将向所得干涉式调制器显示装置的像素提供电信号的行驱动器的连接凸块或各向异性导电膜（未图示）。虽然在图 16B 中说明为正方形或矩形，但在其它实施例中，前部衬底 1310 可具有各种其它形状和配置的接触沟槽。如图 16C 中所示，槽 1312、行路由沟槽 1316R 和接触沟槽 1317 具有大体上相同的深度 D。在其它实施例中，槽 1312、行路由沟槽 1316R 和接触沟槽 1317 中的一者可具有与其它者不同的深度。参看图 16D，在另一实施例中，路由沟槽 1316R 可具有随着其从槽 1312 延伸到接触沟槽 1317 而减小的深度 D2 或倾斜底面。在衬底通过印刻而成形的实施例中，可通过在印刻期间改变压力而造成此深度变化。将了解，槽 1312、行路由沟槽 1316R 和接触沟槽 1317 的深度和宽度可视前部衬底 1310 和提供到其的驱动器芯片的结构和尺寸而广泛地变化。

[0251] 图 16E 是在处理以形成上面安装有行驱动器 811 的光学堆叠 1314a、1314b 之后的图 16C 的裸露前部衬底 1310 的横截面图。驱动器 811 包含如图 16E 所示面向下的多个电引线 811a。前部衬底 1310 的所说明部分包含行路由沟槽 1316R 和接触沟槽 1317。前部衬底 1310 还包含位于外围区域的顶部上的光学堆叠 1314a 和位于行路由沟槽 1316R 的底面上的光学堆叠 1314b。位于行路由沟槽 1316R 的底面上的光学堆叠 1314b 包含介电层 1314b1 和下伏导电层 1314b2。光学堆叠 1314b 的配置可如上文关于图 10 的光学堆叠 1014 所描述。导电层 1314b2 延伸到接触沟槽 1317 中，而介电层 1314b1 不延伸到接触沟槽 1317 中。此配置使接触沟槽 1317 中的导电层 1314b2 暴露，且因此允许导电层 1314b2 与行驱动器 811 的引线 811a 中的对应一者之间的电连接。多种技术可用于使接触沟槽 1317 中的导体 1314b2 暴露，包含下文关于图 20 和图 21 而描述的荫遮罩技术。

[0252] 在所说明的实施例中，电连接由各向异性导电膜 (ACF) 提供。ACF 包含分散在聚合或有机膜（未图示）中的导电粒子 813。在建立电连接的过程中，将 ACF 插入由导电层 1314b2 在接触沟槽 1317 中形成的衬垫与驱动器 811 的引线 811a 之间。接着，视情况用热量将驱动器 811 压在前部衬底 1310 上，以使膜至少部分地固化。聚合膜中的导电粒子 813 中的一者或一者以上通过接触导电层 1314b2 和驱动器 811 的引线 811a 两者而提供电连接。但在接触沟槽 1317 之间（见图 16A 的平面图），跨越 ACF 的导电粒子通过聚合基质而彼此绝缘，从而防止驱动器引线 811a 或区域 1317 中的接触衬垫彼此短路。所属领域的技术人员将了解各种类型的 ACF 可适用于提供电连接。所属领域的技术人员还将了解，各种其它接合技术也可用于提供电连接。

[0253] 图 17A 说明干涉式调制器显示装置 1700 的列路由结构的一个实施例。所说明的显示装置 1700 包含前部衬底 1710，前部衬底 1710 具有位于其显示区域或阵列 1701 中的轨道 1711 和槽 1712 以及位于其外围区域 1702 中的列隔离沟槽 1716C。前部衬底 1710 的外围区域 1702 的所说明部分具有相对于槽 1712 的底面来说较高高度处的顶表面。外围区域 1702 的顶表面可处于与轨道 1711 的高度相同的高度。

[0254] 前部衬底 1710 还包含已同时沉积在外围区域 1702 的顶表面上和隔离沟槽 1716C 和槽 1712 的底面上的光学堆叠 1714a 和 1714b。光学堆叠 1714a、1714b 包含介电层 1714a1、

1714b1 以及下伏于介电层 1714a1、1714b1 下的导电层 1714b1、1714b2。光学堆叠 1714a、1714b 的配置可如上文关于图 10 的光学堆叠 1014 所描述。将理解，槽 1712 中的光学堆叠 1714b 充当 MEMS 装置的静电极。

[0255] 装置 1700 还包含上覆在前部衬底 1710 且大体上垂直于槽 1712 而延伸的可动电极 1760。可动电极 1760 从显示区域 1701 延伸到外围区域 1702 的升高部分。

[0256] 列隔离沟槽 1716C 界定与沟槽 1716C 交替的多个连接盘或凸台 1716M。沟槽 1716C 从显示区域 1701 附近延伸到远离显示区域 1701 的列驱动器（未图示）的驱动器芯片区域（未图示）。列隔离沟槽 1716C 经配置以在凸台 1716M 的顶部上的光学堆叠 1714a 之间提供电隔离而无需额外的图案化。沟槽 1716C 中的每一者完全环绕凸台 1716M 中的对应一者。列隔离沟槽 1716C 还具有足以在如上文关于图 12D 所描述而跨越成形前部衬底 1710 沉积光学堆叠材料时允许光学堆叠 1714a、1714b 在凸台 1716M 与列隔离沟槽 1716C 之间不连续的深度。凸台 1716M 上的光学堆叠 1714a 中的每一者的导电层 1714a2 提供可动电极 1760 中的一者与列驱动器（未图示）的衬垫中的对应一者之间的电连接。可将凸台 1716M 上的彼此电隔离的导电层 1714a2 称为“路由迹线”或“导电迹线”。

[0257] 在一个实施例中，列隔离沟槽 1716C 可具有大于槽 1712 的深度的深度。然而，将了解，列隔离沟槽 1716C 的深度可视前部衬底 1710 的其它尺寸、静电极沉积的共形性以及干涉式调制器显示装置 1700 的其它组件而广泛地变化。

[0258] 图 17B 是沿图 17A 的线 17B-17B 截取的装置 1700 的横截面图。在所说明的实施例中，在前部衬底 1710 的顶表面上于高度 L2a 处形成导电迹线 1714a2。导电迹线 1714a2 的顶表面处于高度 L2b 处。介电层 1714a1 形成于导电迹线 1714a2 上，同时使导电迹线 1714a2 的多个部分暴露，从而准许导电迹线 1714a2 与可动电极 1760 的延伸到外围区域 1702 的末端部分之间的电连接。

[0259] 为了使导电迹线 1714a2 的多个部分暴露，可通过使用任何合适的过程来图案化上覆介电层 1714a1。在一个实施例中，可使用光刻与蚀刻来图案化介电层 1714a1。在另一实施例中，可使用荫遮罩来在沉积介电层 1714a1 时覆盖导电迹线 1714a2 的所述部分，使得不在导电迹线 1714a2 的所述部分上形成介电层。下文关于图 20、图 21、图 44A 到图 44E 更详细地描述使用荫遮罩的细节。可动电极 1760 具有处于高于高度 L2b 的高度 L2c 处的底表面。因此，处于高度 L2c 的可动电极 1760 的底表面与处于高度 L2b 的导电迹线 1714a2 的顶表面之间存在间隙。所述间隙可干扰导电迹线 1714a2 与可动电极 1760 之间的可靠电连接，尤其是在将可动电极层压到前部衬底 1710 上时。

[0260] 在所说明的实施例中，提供间隙填充剂 1717 来填充导电迹线 1714a2 与可动电极 1760 之间的间隙，且在其间建立电连接。间隙填充剂 1717 可由导电粘性材料形成。因此，间隙填充剂 1717 还可用以将可动电极 1760 附接到导电迹线 1714a2。粘性材料可为可在相对较低的温度下焊接的冷焊材料。所述材料的实例包含（但不限于）锑 (Sb)、铟 (In) 或锡 (Sn)。所述材料可为柔软且可变形的。所属领域的技术人员将了解，各种其它材料（例如，ACF）也可用于间隙填充剂 1717。

[0261] 图 17C 是沿图 17A 的线 17C-17C 截取的装置 1700 的横截面图。图 17C 展示装置 1700 的外围区域 1702 的路由区域 1702A 和非路由区域 1702B。所说明的横截面图具体展示路由区域 1702A 的一部分，其中可动电极 1760（展示一个）连接到导电迹线 1714a2。在路

由区域 1702A 中,形成列隔离沟槽 1716C 以界定凸台 1716M。凸台 1716M 上的导电层 1714a2 的顶部上为间隙填充剂 1717。另一方面,在不具有列隔离沟槽的非路由区域 1702B 中,导电层 1714a2 和介电层 1714a1 两者堆叠在前部衬底 1710 的顶部上。

[0262] 图 18A 说明干涉式调制器显示装置 1800 的列路由结构的另一实施例。显示装置 1800 包含前部衬底 1810,前部衬底 1810 在其显示区域 1801 中具有槽 1812,但在其外围区域 1802 中不具有列隔离沟槽。前部衬底 1810 还包含形成于其上的光学堆叠 1814a、1814b。光学堆叠 1814a、1814b 包含介电层 1814a1、1814b1 以及下伏于介电层 1814a1、1814b1 下的导电层 1814a1、1814b1。光学堆叠 1814a、1814b 可如图 12D 中所说明跨越前部衬底 1810 而毯覆式沉积。

[0263] 前部衬底 1810 进一步包含位于外围区域 1802 中的介电层 1814a1 上的列路由迹线 1817。路由迹线 1817 经配置以将可动电极 1860 电连接到列驱动器(未图示)的衬垫。路由迹线 1817 中的每一者包含接触部分 1817a 和路由部分 1817b。在所说明的实施例中,接触部分 1817a 比路由部分 1817b 宽,以促进与可动电极 1860 的电接触。虽然未图示,但路由迹线 1817 的远端可具有类似于接触部分 1817a 而成形的接触衬垫部分。不同于图 17B 的导电迹线 1714a2,路由迹线 1817 位于光学堆叠 1814a 的顶部上。因此,路由迹线 1817 与可动电极 1860 之间的电连接不使用间隙填充剂。参看图 18C,路由迹线 1817 仅形成于前部衬底 1810 的外围区域 1802 的路由区域 1802A 中,而不形成于其非路由区域 1802B 中。路由迹线 1817 可通过任何合适方法形成,例如,丝网或凹版印刷(Gravueprinting)或光刻与蚀刻。在较高高度(支撑件的衬底高度和可动电极的衬底高度)处提供列路由。此配置允许可动电极易于与路由迹线接触,尤其是在层压前部衬底与承载可动电极的载体时。

[0264] 图 19 说明干涉式调制器显示装置的列路由结构的又一实施例。在所说明的实施例中,经配置用于接合到上面图案化有静电极的前部衬底的载体 1950 具备可动电极(或条带)1960 以及列路由迹线 1917。列路由迹线 1917 可与载体 1950 上的可动电极 1960 同时形成。接着,将载体 1950 放置到成形的前部衬底(未图示)上,使得可动电极 1960 和列路由迹线 1917 插入其间。随后,移除载体 1950,使可动电极 1960 和列路由迹线 1917 保留在前部衬底上。接着,可使用列路由迹线 1917 来将可动电极 1960 电连接到列驱动器(未图示)的引线或触点。

[0265] 图 20 说明使用荫遮罩来在成形前部衬底 2010 上沉积光学堆叠的方法的一个实施例。返回参看图 16E,经由荫遮罩来图案化且蚀刻或沉积介电层 1314b1,以暴露下伏导电层 1314b2,用于导电层 1314b2 与行驱动器 811 的引线 811a 之间的电连接。返回参看图 17B,经由荫遮罩来图案化且蚀刻或沉积介电层 1714a1,以暴露下伏导电迹线 1714a2,用于导电迹线 1714a2 与对应的可动电极 1760 之间的电连接。尽管在图 17B 中未展示,但还可经由荫遮罩来图案化且蚀刻或沉积介电层 1714a1,以暴露下伏导电迹线 1714a2,用于导电迹线 1714a2 与列驱动器(未图示)的引线或触点之间的电连接。

[0266] 再次参看图 20,可通过首先跨越成形前部衬底 2010 毯覆式沉积导电层来形成上文所描述的结构。以较差共形性在不同高度沉积导电层。因此,导电层在支撑件和凸台的侧壁上是不连续的。因此,在沟槽中图案化行电极,而在凸台上图案化列路由迹线。接着,将荫遮罩 2020a 到 2020c 放置在前部衬底 2010 的多个部分上,其中导电层将暴露以便与待安装的其它元件(例如,列/行驱动器、层压可动电极)接触。接着,跨越前部衬底 2010 毯覆式

沉积介电材料。此荫遮蔽方法还可用于图 18A 到图 18C 所示的实施例，以暴露槽中的光学堆叠的导电层，用于导电层与行驱动器的衬垫之间的连接。在此实施例中，区域 2020a(图 20) 中将仅需要一个荫遮罩，因为路由迹线 1817 形成于介电层 1814a1 上，且因此已暴露于可动电极 1860 和列驱动器的引线。将了解，各种其它图案化技术也可用于形成上文所描述的结构。

[0267] 图 21 说明形成图 17B 的间隙填充剂 1717 的方法的一个实施例。在如上文参看图 20 所描述在前部衬底 2010 上沉积介电材料之后，移除荫遮罩 2020a 到 2020c。接着，如图 21 所示，在前部衬底 2010 上提供另一荫遮罩 2120。此荫遮罩 2120 包含用于使待形成间隙填充剂的区域暴露的多个开口 2121。接着，经由开口 2121 在前部衬底 2010 上沉积导电粘性材料，从而形成间隙填充剂。将了解，各种其它方法可用于形成间隙填充剂。

[0268] 2. 经图案化前部衬底的形成

[0269] 图 22A 到图 22C 是说明根据一个实施例的制造经图案化前部衬底的方法的示意性横截面图。在所说明的实施例中，提供大体上平面的衬底 2210。随后，导电层 2214b2 首先沉积在前部衬底 2210 上，且接着经图案化以界定前部衬底 2210 的显示区域 2201 中的行电极，如图 22A 所示。行电极还可经图案化以连续延伸到安装在前部衬底的外围区域 2202 的一部分上的行驱动器。另外，外围区域 2202 中的导电层 2214b2 经图案化以提供列路由迹线 2220，用于可动电极（未图示）与列驱动器（未图示）的引线之间的电连接。在另一实施例中，可使用类似于图 20 和图 21 中所示的荫遮罩的荫遮罩来进行此步骤。

[0270] 接着，如图 22B 所示，跨越前部衬底在导电层 2214b2 上形成介电层 2214b1。导电层 2214b2 与介电层 2214b1 一起形成光学堆叠 2214。可在沉积之后对介电层 2214b1 进行图案化以提供通孔或通路 2215 来使下伏导电层 2214b2 暴露，尤其在外围列路由迹线区域 2220 中。在于导电层 2214b2 上沉积介电层 2214b1 时，可替代地通过使用类似于图 20 和图 21 中所示的荫遮罩的荫遮罩来进行此步骤。

[0271] 随后，在显示区域 2201 中的光学堆叠 2214 上形成绝缘支柱 2213。显示区域中的绝缘支柱 2213 由绝缘材料形成，且将用以支撑可动电极。在形成绝缘支柱 2213 之后或之前，穿过通孔 2215 在外围区域 2202 中形成导电支柱 2216，如图 22C 所示。导电支柱 2216 将提供位于不同高度的可动电极（未图示）与列路由迹线 2220 之间的电连接。将了解，可使用任何合适的沉积与蚀刻技术来制备经图案化的前部衬底 2200。

[0272] 在另一实施例中，可在前部衬底 2210 的外围区域 2202 中形成升高连接盘，以使列路由迹线抬升到可动电极的高度。可通过在沉积列路由迹线之前，（例如）通过沉积、光刻与蚀刻或使用荫遮罩的沉积形成经图案化的绝缘材料来形成升高连接盘。在此实施例中，不需要导电支柱。所属领域的技术人员将了解，各种其它技术可用于经图案化前部衬底的路由。

[0273] 3. 预成型支撑件前部衬底的形成

[0274] 图 23A 到图 23C 是说明根据一个实施例的制造预成型支撑件前部衬底 2300 的方法的示意性横截面图。在一个实施例中，提供大体上平面的衬底 2310。接着，直接在阵列或显示区域 2301 中的衬底 2310 上形成绝缘支撑件 2313。绝缘支撑件 2313 由绝缘材料形成，且可采取支柱、轨道、壁等等的形状。绝缘支撑件 2313 将用以支撑可动电极（未图示）。在一个实施例中，绝缘支撑件 2313 可通过毯覆式沉积旋装玻璃 (SOG) 材料或氧化物且图案

化并蚀刻（例如通过常规光刻）而形成。在形成绝缘支撑件 2313 之后或之前，在外围区域 2302 中形成导电支撑件 2316。图 23A 中展示具有支撑件 2313、2316 的前部衬底。虽然绝缘支柱 2313 可由类似于玻璃衬底的氧化物材料的氧化物材料形成，但支柱 2313 的材料一般将与衬底 2310 显然不同，且可识别界面 2320 在绝缘支柱 2313 与衬底 2310 之间形成。

[0275] 接着，跨越前部衬底 2310 形成光学堆叠 2314。在形成光学堆叠 2314 的过程中，导电层 2314b2 首先沉积在前部衬底 2310 上，且接着经图案化以界定前部衬底 2310 的显示区域 2301 中的行电极，如图 23B 所示。行电极还可经图案化以连续延伸到安装在前部衬底 2310 的外围区域 2232 的一部分上的行驱动器。另外，外围区域 2302 中的导电层 2314b2 经图案化以提供列路由迹线，用于可动电极（未图示）与用于安装列驱动器（未图示）的衬垫之间的电连接。另外，在绝缘支撑件 2313 和导电支撑件 2316 上形成导电层 2314a2。

[0276] 接着，如图 23C 所示，跨越衬底 2310 在导电层 2314a2、2314b2 上形成介电层 2314a1、2314b1。可通过使用任何合适技术（例如，荫遮蔽）来避免在导电支撑件 2316 的顶部上形成介电层。此配置允许导电支撑件 2316 的顶部上的导电层 2314a2 与机械层（未图示）互连。所属领域的技术人员将了解，可使用任何合适的沉积与蚀刻技术来制备预成型支撑件前部衬底 2300。

[0277] 在由结合图 23A 到图 23C 而描述的方法产生的干涉式调制器显示装置结构中，绝缘支撑件位于前部衬底上，而无介入的光学堆叠（导体和 / 或电介质）。绝缘支撑件既不与衬底呈一体式，也不由与衬底相同的材料形成。

[0278] 在另一实施例中，可在前部衬底 2310 的外围区域 2302 中形成升高连接盘来将列路由迹线抬升到可动电极的高度，如关于图 18A 的成形衬底所论述。可通过使用荫遮罩沉积绝缘材料来形成预成型支撑件前部衬底的升高连接盘。在此实施例中，不使用导电支柱。所属领域的技术人员将了解，各种其它技术可用于预成型支撑件前部衬底的路由。

[0279] 4. 其它列路由结构

[0280] 图 24A 和图 24B 说明用于经图案化前部衬底或预成型支撑件前部衬底的列路由结构的其它实施例。在所说明的实施例中，可类似于上文参看图 22A 到图 22C 以及图 23A 到图 23C 所描述的方法而形成前部衬底，除了不在前部衬底的外围区域中形成导电支柱。

[0281] 参看图 24A，经配置以与具有静电极的前部衬底接合的载体 2450a 具备可动电极 2460a。另外，在可动电极 2460a 上形成导电支柱 2416a。可通过使用包含（但不限于）光刻与蚀刻、印刷和溅镀的任何合适技术来形成导电支柱 2416a。载体可为可移除或牺牲的，存在以将可动电极转移到前部衬底，或可充当 MEMS 装置的永久背板。将载体 2450a 放在前部衬底 2410a 上方，使得导电支柱 2416a 插入载体 2450a 上的可动电极 2460a 与前部衬底 2410a 的路由迹线 2420 之间。前部衬底 2410a 可为经图案化的前部衬底或预成型支撑件前部衬底，其具有位于显示区域 2401A 中的绝缘支柱 2413a 以及采取光学堆叠 2414 的形式的静电极。

[0282] 参看图 24B，载体 2450b 经成形为在外围区域 2402B 中比在显示区域 2401B 中厚，朝前部衬底 2410b 突出。前部衬底 2410b 可为经图案化前部衬底或预成型支撑件前部衬底，其具有位于显示区域 2401B 中的绝缘支柱 2413b。在载体 2450b 上形成可动电极 2460b。接着，将载体 2450b 放在前部衬底 2410b 上方，使得可动电极 2460b 插入前部衬底 2410b 与载体 2450b 之间。由于载体 2450b 的外围 2402B 中的较厚部分，可动电极 2460b 接触前部衬

底 2410b 的外围区域 2402B 中的路由迹线 2420。所属领域的技术人员将了解,列路由结构的各种其它配置也是可能的。

[0283] III. 后部载体的形成

[0284] 在制造上文所描述的干涉式调制器显示装置的过程中,可以各种方式形成可动电极。在本文所描述的实施例中的许多实施例中,可动电极形成于载体背板或可移除载体上,且接着被转移到装置的前部衬底。

[0285] 在一个实施例中,可动电极形成于载体背板上,且接着被转移到前部衬底。术语“载体背板”指代充当将用于静电 MEMS 的可动电极层转移到具有静电极的前部衬底的载体且还形成干涉式调制器显示装置的背板的板。在其它实施例中,可移除载体可仅用作用以向前部衬底提供可动电极的载体。术语“可移除载体”指代在将可动电极转移到前部衬底上之后移除的临时或牺牲衬底。当使用可移除载体时,在移除所述载体之后,进一步提供永久背板以密封干涉式调制器显示装置。在上文所描述的实施例中,可通过使用例如光刻与蚀刻或丝网印刷的任何合适技术在载体背板或可移除载体上图案化可动电极材料来形成可动电极。

[0286] 在其它实施例中,可在将可动电极材料沉积在载体上之前,使载体成形以具有对应于可动电极的图案的预成型图案。可通过(例如)压印、印刻或沉积/蚀刻轨道和/或支柱来提供预成型图案,使得可在其上不连续地沉积可动电极层。此技术准许在沉积之后不另外图案化和蚀刻可动电极材料的情况下可动电极成型。在此文献的上下文中,分别将具有预成型图案的载体背板和可移除载体称为“成形载体背板”和“成形可移除载体”。可将成形载体背板和成形可移除载体统称为“成形载体”。

[0287] 1. 成形载体

[0288] 图 25 是成形载体 2500 的示意性透视图。成形载体 2500 可为永久载体背板或可移除载体。如图 25 所示,成形载体 2500 具有大体上彼此平行而延伸的细长凹座 2501。凹座的深度部分地取决于待沉积的材料的厚度以及沉积技术的共形性。在一个实施例中,凹座的深度至少为待沉积的材料的厚度的 3 倍。理想的是,待沉积的层(例如,可动电极层)归因于凹座的深度而为不连续的。在一个实施例中,细长凹座 2501 可具有从约 2,000 Å 到约 12,000 Å,且明确地说从约 3,000 Å 到约 6,000 Å 的深度。凹座 2501 界定与凹座 2501 交替的细长凸台 2502。成形载体 2500 还包含形成于凸台 2502 上的可动电极 2510。成形载体 2500 进一步包含位于细长凹座 2501 中的过量可动电极材料 2520。如将从下文的描述内容更好地理解,成形载体将被放在前部衬底上方,使得可动电极 2510 面向前部衬底。

[0289] 图 26A 到图 26D 是说明根据一个实施例的制造成形载体的方法的横截面图。所说明的方法使用压印来使载体成形。在所说明的实施例中,如图 26A 所示,提供大体上平面的衬底 2600。在载体为永久背板的实施例中,衬底 2600 可由金属(例如,不锈钢)、玻璃或聚合材料(例如,聚对苯二甲酸乙二酯、聚乙烯、聚碳酸酯和聚甲基丙烯酸甲酯)形成。在某些实施例中,载体背板可具有两个子层,包含层压到彼此的金属子层与聚合子层。在载体为可移除载体的其它实施例中,衬底 2600 可由聚合材料形成。聚合材料的实例将在下文得到描述。

[0290] 接着,如图 26B 所示,将衬底 2600 放置在压板 2650 上。所说明的压板 2650 可由金属材料形成。衬底 2600 可经加热以使得衬底 2600 足够柔软以在后续压印步骤盖印。可

将衬底 2600 加热到视用于衬底 2600 的材料而变化的温度。

[0291] 接着,如图 26C 所示,将压印板 2651 按压到衬底 2600 上。压印板 2651 具有经成形以产生位于衬底 2600 上的细长凹座 2601(图 26D) 的凹座和突起。压印板 2651 可由金属材料形成。压板 2650 和压印板 2651 中的至少一者可采取旋转圆柱体的形式。所属领域的技术人员将了解,压印技术的各种其它配置也可适用于压印衬底。

[0292] 接着,从衬底 2600 移除压印板 2651。随后,从压板 2650 移除衬底 2600。图 26D 中展示具有细长凹座 2601 的所得载体 2600。在另一实施例中,可使用光刻与蚀刻来图案化衬底。在又一实施例中,可通过首先印刻预定部分且接着选择性地蚀刻所述部分来图案化衬底。可使用例如机械加工或激光印刻的各种技术来进行印刻。将了解,各种其它技术也可用于使载体成形。

[0293] 随后,将可动电极材料沉积在成形载体 2600 的顶表面上,且沉积到细长凹座 2601 中。所沉积的可动电极材料 2610、2620 在凹座 2601 与由凹座 2601 界定的凸台 2602 之间是不连续的。可动电极 2610 的配置可如上文关于图 25 的可动电极所描述。

[0294] a. 成形载体背板

[0295] 图 27A 是根据一个实施例的成形载体背板 2700 的示意性透视图。所说明的成形载体背板 2700 包含细长凹座 2701、边缘轨道 2702、轨道沟槽 2703 和支柱 2704。边缘轨道 2702 可包含表示轨道中的间隙的横向蚀刻孔 2705。蚀刻孔 2705 经配置以准许轨道沟槽 2703 与细长凹座 2701 之间的流体连通。成形载体背板 2700 还包含支撑在边缘轨道 2702 和支柱 2704 上的可动电极 2710。在某些实施例中,可省略支柱 2704。

[0296] 可如上文参看图 26A 到图 26E 所描述通过压印载体背板 2700 来形成细长凹座 2701、边缘轨道 2702、轨道沟槽 2703、支柱 2704 和蚀刻孔 2705。背板 2700 可由适合压印的任何材料形成。此材料的实例包含(但不限于)玻璃和金属(例如,不锈的)。在其它实施例中,可使用光刻与蚀刻或印刻来使背板 2700 成形或预成型。所属领域的技术人员将了解,各种其它方法可用于使背板 2700 成形。

[0297] 参看图 27B,边缘轨道 2702 中的两者在其间界定轨道沟槽 2703 中的对应一者,同时支撑同一可动电极 2710。另外,相邻边缘轨道 2702 中的两者在其间界定细长凹座 2701 中的对应一者,同时各自支撑两个相邻可动电极 2710 中的一者。如将从下文的描述内容更好地理解,轨道沟槽 2703 是空的。成形载体背板 2700 还可具有位于细长凹座 2701 中的过量可动电极材料 2720。

[0298] 仍参看图 27B,支柱 2704 从轨道沟槽 2703 的底面向上延伸。还参看图 27D,在平行于细长凹座 2701 的方向上布置两列支柱 2704。将了解,支柱的各种其它配置也是可能的。支柱 2704 具有与边缘轨道 2702 大体上相同的高度,使得其可支撑可动电极 2710。

[0299] 图 27C 是沿线 27C-27C 截取的图 27A 的成形载体背板 2700 的横截面图。成形载体背板 2700 的所说明横截面图展示边缘轨道 2702 中的蚀刻孔 2705。蚀刻孔 2705 经配置以准许轨道沟槽 2703 与细长凹座 2701 之间的流体连通。蚀刻孔 2705 允许蚀刻剂接触轨道沟槽 2703 中的牺牲材料,使得牺牲材料可在制造步骤期间从轨道沟槽 2703 移除,如将从下文的描述内容更好地理解。蚀刻孔 2705 具有低于细长凹座 2701 的底表面的底表面 2706。边缘孔 2705 的较低底表面 2706 防止过量的可动电极材料 2720 阻塞蚀刻孔 2705。图 27D 展示在无可动电极 2710 的情况下的成形载体背板 2700 的俯视平面图。

[0300] 仍参看图 27C, 载体背板 2700 可具有三个不同高度 BL1、BL2 和 BL3。细长凹座 2701 和轨道沟槽 2703 的底面处于第一高度 BL1。边缘轨道 2702 和支柱 2704 的顶部处于高于第一高度 BL1 的第二高度 BL2。蚀刻孔 2705 的底表面 2706 处于低于第一高度 BL1 的第三高度 BL3。第一高度 BL1 与第二高度 BL2 之间的高度差允许可动电极材料在边缘轨道 2702 中的两者之间不连续, 以便界定条带形式的可动电极 2710。第一高度 BL1 与第三高度 BL3 之间的高度差防止过量可动电极材料 2720 阻塞蚀刻孔 2705。

[0301] 图 28 是根据另一实施例的成形载体背板的示意性透视图。所说明的成形载体背板 2800 包含细长凹座 2801、边缘轨道 2802、轨道沟槽 2803 和支柱 2804。不同于图 27A 的成形载体背板 2700, 边缘轨道 2802 不包含经配置以准许轨道沟槽与细长凹座之间的流体连通的蚀刻孔。成形载体背板 2800 还包含支撑在边缘轨道 2802 和支柱 2804 上的可动电极 2810, 以及位于细长凹座 2801 中的过量可动电极材料 2820。可动电极 2810 包含经配置以准许可动电极 2810 上方和下方的区域之间的流体连通的通孔 2811。通孔 2811 允许蚀刻剂接触轨道沟槽 2803 中的牺牲材料, 使得牺牲材料可在制造步骤期间从轨道沟槽 2803 移除, 如将从下文的描述内容更好地理解。可使用例如光刻与蚀刻的任何合适技术来形成通孔 2811。

[0302] 图 29A 到图 29D 说明在成形载体背板上形成可动电极的方法的一个实施例。在图 29A 中, 提供成形载体背板 2900。类似于图 27A 的成形载体背板 2700 和图 28 的成形载体背板 2800, 所说明的成形载体背板 2900 包含细长凹座 2901、边缘轨道 2902、轨道沟槽 2903 和支柱 2904。在一个实施例中, 成形载体背板 2900 具有用于穿过轨道 2902 的横向气体传输的蚀刻孔 (未图示), 其类似于图 27A 的背板 2700 的蚀刻孔 2705。在其它实施例中, 成形载体背板 2900 可具有图 28 的通孔 2811。

[0303] 接着, 在成形载体背板 2900 上毯覆式沉积牺牲材料 2908, 过量填充细长凹座 2701 和轨道沟槽 2903, 如图 29B 所示。在一个实施例中, 牺牲材料 2908 可为光致抗蚀剂或例如聚酰亚胺的聚合材料。在另一实施例中, 牺牲材料 2908 可为例如钼、硅 (非金属)、钨或钛的金属材料, 其可由基于氟的蚀刻剂 (明确地说, XeF_2) 选择性地蚀刻。可使用例如旋涂 (旋装) 或溅镀工艺的任何合适工艺来进行此步骤。在一个实施例中, 可在背板 2900 上以共形方式形成金属牺牲材料。在其它实施例中, 光致抗蚀剂或聚合牺牲材料在沉积在背板 2900 上时可为平面的。

[0304] 移除牺牲材料 2908, 使得牺牲材料 2908 不突出超过边缘轨道 2902 和支柱 2904 的顶点。可使用例如化学机械研磨 (CMP) 的任何合适工艺来进行此步骤。此步骤提供具有大体上平面的顶表面且与细长凹座 2901 交替的凸台 2909, 如图 29C 所示。随后, 使用例如光刻与蚀刻的任何合适工艺从细长凹座 2901 移除牺牲材料 2908 的部分。在某些实施例中, 细长凹座 2901 可比轨道沟槽 2903 深。在此些实施例中, 可将细长凹座 2901 内的牺牲材料 2908 的部分保持在其中而不移除, 从而避免遮罩步骤。

[0305] 接下来, 如图 29D 所示, 在成形载体背板 2900 上沉积可动电极材料。可动电极材料形成在凸台 2909 上彼此平行而延伸的条带形式的可动电极 2910。另外, 过量可动电极材料 2920 保留在细长凹座 2901 中。

[0306] 在某些实施例中, 在将在安装或层压过程中与其它元件物理或电接触的选定位置中的可动电极 2910 上沉积接合剂。可通过沉积、图案化和蚀刻或通过经由荫遮罩的溅镀或

PVD 来实现对所要位置的选择性涂施。明确地说，可将接合剂涂施到可动电极 2910 的将接触形成于前部衬底上的列路由迹线的部分（例如，接触衬垫）。在另一实例中，列驱动器可直接安装在载体背板上。在最终装置结构中，可动电极 2910 的多个部分可与前部衬底的多个部分（已从所述部分移除或屏蔽绝缘材料）相对，以便暴露下伏的导电层或迹线，如上文关于图 20 和图 21 所描述。

[0307] 接合剂促进可动电极与路由迹线之间的粘附。接合剂可由导电粘性材料形成。粘性材料可为可在相对较低的温度下焊接的冷焊材料。所述材料的实例包含（但不限于）锑（Sb）、铟（In）或锡（Sn）。所述材料可为柔软且可变形的。在一些实施例中，接合剂可充当上文关于图 17A 到图 17C 而描述的间隙填充剂 1717。本文所描述的接合剂可应用于下文关于载体背板或可移除载体而描述的实施例中的任一者。

[0308] 尽管未图示，但接着将成形载体背板 2900 附接到前部衬底，使得可动电极 2910 插入成形载体背板 2900 与前部衬底之间。随后，从轨道沟槽 2903 移除牺牲材料 2908。在某些实施例中，可在将载体背板 2900 附接到前部衬底之前移除牺牲材料 2908。在背板 2900 在边缘轨道 2902 中包含类似于图 27A 的蚀刻孔的蚀刻孔的一个实施例中，可经由所述蚀刻孔来移除牺牲材料 2908。在背板不具有蚀刻孔的另一实施例中，可动电极可经图案化以具有类似于图 28 的通孔 2811 的通孔。接着，可经由通孔来移除牺牲材料 2908。

[0309] 图 30A 到图 30D 说明在成形载体背板上形成可动电极的方法的另一实施例。在图 29A 中，提供成形载体背板 3000。类似于图 27A 的成形载体背板 2700 和图 28 的成形载体背板 2800，所说明的成形载体背板 3000 包含细长凹座 3001、边缘轨道 3002、轨道沟槽 3003 和支柱 3004。在一个实施例中，成形载体背板 3000 在轨道 3002 中具有类似于图 27A 的背板 2700 的蚀刻孔的蚀刻孔（未图示）。在其它实施例中，成形载体背板 3000 可不具有蚀刻孔。

[0310] 接下来，在待沉积牺牲材料的背板 3000 的多个部分上选择性地沉积晶种层 3007。这些部分可至少包含轨道沟槽 3003 的底表面。可经由荫遮罩（未图示）选择性地沉积晶种层 3007。接着，如图 30B 所示，将晶种层 3007 电连接到电压源以进行电镀。为了进行电镀，可将背板 3000 浸渍在含有牺牲材料的溶液中。牺牲材料可为例如钨、钼或钛的适合电镀的金属材料，其可由基于氟的蚀刻剂（明确地说， XeF_2 ）蚀刻。接着，在晶种层与也浸渍在溶液中的电极之间施加电位。图 30C 中展示具有经选择性电镀的牺牲材料 3008 的所得背板 3000。在某些实施例中，可使用例如化学机械研磨（CMP）的任何合适工艺来移除过多或过量牺牲材料，以留下图 30C 的经平面化的结构。

[0311] 接下来，在成形载体背板 3000 上沉积可动电极材料。可动电极材料形成彼此平行而延伸的条带形式的可动电极 3010。另外，过量可动电极材料 3020 保留在细长凹座 3001 中。在层压背板 3000 与前部衬底之后，从轨道沟槽 3003 移除牺牲材料 3008。在某些实施例中，可在将载体背板 3000 附接到前部衬底之前移除牺牲材料 3008。此步骤的细节可如上文关于牺牲材料移除步骤（图 29D）所描述。

[0312] 图 31A 到图 31D 说明在成形载体背板上形成可动电极的方法的又一实施例。在图 31A 中，提供成形载体背板 3100。类似于图 27A 的成形载体背板 2700 和图 28 的成形载体背板 2800，所说明的成形载体背板 3100 包含细长凹座 3101、边缘轨道 3102、轨道沟槽 3103 和支柱 3104。在一个实施例中，成形载体背板 3100 在轨道 3102 中具有类似于图 27A 的背

板 2700 的蚀刻孔的蚀刻孔（未图示）。在其它实施例中，成形载体背板 3100 可不具有蚀刻孔。成形载体背板 3100 在细长凹座 3101 上方具备阻挡遮罩 3107。在一个实施例中，阻挡遮罩 3107 可通过丝网印刷或荫遮蔽形成。

[0313] 接着，在成形载体背板 3100 上毯覆式沉积牺牲材料 3108，过量填充轨道沟槽 3103，如图 31B 所示。阻挡遮罩 3107 防止牺牲材料 3108 沉积在细长凹座 3101 中。此步骤的细节可如上文参看图 29B 所描述。

[0314] 随后，移除过量或过多牺牲材料 3108，使得牺牲材料 3108 不突出超过边缘轨道 3102 和支柱 3104 的顶点。可使用例如化学机械研磨 (CMP) 的任何合适的平面化过程来进行此步骤。接着，如图 31C 所示，通过（例如）灰化工艺来从细长凹座 3101 移除阻挡遮罩 3107。在其它实施例中，可使用例如遮蔽和蚀刻的任何合适技术来选择性地移除阻挡遮罩 3107。

[0315] 接下来，在成形载体背板 3100 上沉积可动电极材料。可动电极材料形成彼此平行而延伸的条带形式的可动电极 3110。另外，过量可动电极材料 3120 保留在细长凹座 3101 中。在层压背板 3010 与前部衬底之后，从轨道沟槽 3103 移除牺牲材料 3108。此步骤的细节可如上文关于牺牲材料移除步骤（图 29D）所描述。

[0316] 图 32A 说明成形载体背板的又一实施例。所说明的成形载体背板 3200 具有大体上彼此平行而延伸的细长凹座 3201。凹座 3201 界定与凹座 3201 交替的细长凸台 3202。

[0317] 参看图 32B，牺牲材料 3207b 可跨越背板 3200 而沉积，以便在细长凹座 3201 与凸台 3202 之间是不连续的。随后，跨越背板 3200 沉积可动电极材料，从而在凸台 3202 上形成可动电极 3210 且在细长凹座 3201 中形成过量机械层 3220，如图 32B 所示。凸台 3202 上的可动电极 3210 与凹座 3201 中的过量机械层 3220 彼此是不连续的。在一个实施例中，可动电极材料 3220 和牺牲材料 3207b 的总体厚度等于或小于细长凹座 3201 的深度的一半。此配置提供可动电极 3210 之间的电隔离。

[0318] 如将从下文的描述内容更好地理解，将在将背板 3200 附接到前部衬底（未图示）之后移除凸台 3202 上的牺牲材料 3207a。此牺牲材料移除步骤将使可动电极 3210 从背板 3200 释放到前部衬底上。然而，细长凹座 3201 中的牺牲材料 3207b 在密封以防止释放蚀刻的情况下将在牺牲材料移除步骤之后仍保留。细长凹座 3201 中的牺牲材料 3207b 将使过量机械层 3220 固持在完成的干涉式调制器显示装置中的适当位置。

[0319] 图 32C 说明在成形可移除载体上形成可动电极的方法的另一实施例的横截面图。参看图 32C，释放层 3207 可跨越背板 3200 共形地沉积，以便在细长凹座 3201 与凸台 3202 之间是连续的。随后，跨越背板 3200 沉积可动电极材料，从而在凸台 3202 上形成可动电极 3210 且在细长凹座 3201 中形成过量机械层 3220。凸台 3202 上的可动电极 3210 与过量机械层 3220 彼此不连续。此配置提供可动电极 3210 之间的电隔离。

[0320] 将从下文的描述内容更好地理解，将在将背板 3200 附接到前部衬底（未图示）上之后移除释放层 3207。此移除步骤将使可动电极 3210 从背板 3200 释放到前部衬底上。如将从下文对图 34A 到图 34D 的描述更好地理解，过量机械层 3220 将由从前部衬底延伸的过量机械层支撑件支撑。

[0321] 图 32D 是图 32B 的成形载体背板 3200 的俯视平面图。图 32E 是图 32D 的成形载体背板 3200 的边缘部分 3250 的横截面图。边缘部分 3250 包含沿背板 3200 的边缘延伸的

周边隆脊 3251。周边隆脊 3251 在其间界定凹座 3252。所属领域的技术人员将了解，凹座 3252 的数目可视载体背板的设计而变化。

[0322] 在一个实施例中，周边隆脊 3251 高于轨道 3202，且在牺牲材料或机械层的沉积期间可由荫遮罩覆盖。因此，边缘部分 3250 可不包含牺牲材料或过量机械层，而是经配置以附接到前部衬底，其中存在例如玻璃料或金属的介入密封剂用于气密密封。周边隆脊 3251 环绕所得干涉式调制器显示装置的显示区域，以在衬底高度 L2 处产生一系列环。周边隆脊 3251 在高度 L1 处密封过量机械层。在其它实施例中，边缘部分 3250 可包含可部分充当密封剂的机械层。周边隆脊 3251 用以防止细长凹座 3201 中邻近边缘部分 3250 的牺牲材料 3207b 在牺牲材料移除步骤期间被移除。此配置允许细长凹座 3201 中的牺牲材料 3207b 将过量机械层 3220 固持在完成的显示装置中的适当位置。

[0323] 在某些实施例中，载体背板 3200 可具有毯覆式沉积在其表面（包含周边隆脊 3251 的侧壁）上的牺牲材料。在此些实施例中，可用密封剂填充凹座 3252，使得所述牺牲材料在牺牲层移除步骤期间不被蚀刻。

[0324] 图 33A 到图 33D 是说明根据另一实施例的制造具有经图案化可动电极的成形载体背板的方法的横截面图。在所说明的实施例中，载体背板 3300 经成形以具有多个支柱或连接件 3350，如图 33A 所示。可使用例如压印、印刻或光刻与蚀刻（其中最后一者提供预成型支柱）的任何合适工艺来使支柱 3350 成形。压印或印刻形成与背板 3300 呈一体且与背板 3300 的材料相同的支柱 3350。

[0325] 随后，在背板 3300 上沉积牺牲材料 3310。接着，如图 33B 所示，回蚀牺牲材料 3310 以暴露支柱 3350。可使用包含（但不限于）化学机械研磨（CMP）的任何合适技术来使牺牲材料 3310 平面化。

[0326] 接下来，如图 33C 所示，跨越背板 3300 沉积可动电极材料 3320。接着，使用例如光刻与蚀刻的任何合适技术来图案化可动电极材料 3320。图 33D 展示所得可动电极 3320。可动电极 3320 支撑在支柱 3350 上，且还部分地支撑在牺牲材料 3310 上。在一个实施例中，可动电极 3320 可经图案化以使电极 3320 分开，且提供如上文关于图 28 所描述的释放孔来促进在下文所描述的移除步骤移除下伏牺牲材料。在某些实施例中，可在图案化可动电极 3320 之前或之后在选定位置中的可动电极 3320 上沉积接合剂。上文关于图 29A 到图 29D 描述了接合剂的细节。

[0327] 接下来，将载体背板 3300 附接到前部衬底（未图示），使得可动电极 3320 插入其间。接着，移除牺牲材料 3310。在某些实施例中，可在将载体背板 3300 附接到前部衬底之前移除牺牲材料 3310。可动电极 3320 由前部衬底的轨道和支柱支撑。

[0328] 图 34A 是根据一个实施例的部分制造好的干涉式调制器显示装置 3400 的示意性透视图。装置的所说明部分是装置 3400 的显示区域。装置 3400 包含附接到彼此的成形前部衬底 3410 和成形载体背板 3450，其中可动电极 3461a 插入其间。

[0329] 成形前部衬底 3410 包含彼此平行延伸的轨道 3411、由轨道 3411 界定的槽 3412、以及位于槽 3412 的底面上以及轨道 3411 的顶部上的光学堆叠 3414。成形前部衬底 3410 进一步包含形成于轨道 3411 上的过量机械层支撑件 3420。轨道 3411、槽 3412 和光学堆叠 3414 的配置可如上文关于图 10 的配置所描述。

[0330] 成形载体背板 3450 包含细长凹座 3451 和由细长凹座 3451 界定的凸台 3452。成

形载体背板 3450 还包含位于细长凹座 3451 中的过量机械层 3461b 和牺牲层 3462。如关于图 32D 和图 32E 所论述，牺牲层 3462 由过量机械层 3461b、细长凹座 3451、周边隆脊的环（未图示）封闭。细长凹座 3451、凸台 3452、过量机械层 3461b 和牺牲层 3462 的配置可如上文关于图 32B 的配置所描述。

[0331] 将可动电极 3461a 插入背板 3450 的凸台 3452 与前部衬底 3410 的轨道 3411 的顶部上的光学堆叠 3414 之间。如上文参看图 32B 所描述，已插入可动电极 3461a 与凸台 3452 之间的牺牲材料现在已被移除，从而使可动电极 3461a 从背板 3450 释放。参看图 34B，可动电极 3461a 现在支撑在轨道 3411 的顶部上的光学堆叠 3414 上，同时归因于被移除的牺牲层而与凸台 3452 间隔开。

[0332] 在所说明的实施例中，成形前部衬底 3410 进一步包含过量机械层支撑件 3420。参看图 34C 和图 34D，过量机械层支撑件 3420 从轨道 3411 向上突出或延伸。另外，在过量机械层支撑件 3420 的顶部上形成光学堆叠 3414。过量机械层支撑件 3420 经配置以支撑背板 3450 的细长凹座 3451 中的过量机械层 3461b。过量机械层支撑件 3420 连同牺牲层 3462 一起将过量机械层 3461b 固持到背板 3450。在背板 3450 在细长凹座 3451 中不具有牺牲材料的一些实施例中（例如，图 32C 的背板），仅过量机械层支撑件 3420 可用以将过量机械层 3461b 固持到背板 3450。这可在牺牲层在凹座中与在载体背板的凸台上同时被移除（例如，无周边隆脊的环）的情况下发生。

[0333] b. 成形可移除载体

[0334] 图 35A 是根据一个实施例的成形可移除载体 3500 的示意性透视图。所说明的成形可移除载体 3500 包含彼此平行伸展的细长凹座 3501 以及由凹座 3501 界定的细长凸台 3502。如图 35B 所示，载体 3500 可承载形成于凸台 3502 上的可动电极 3510。载体 3500 还可承载凹座 3501 中的过量机械层 3520，其将在将可动电极 3510 转移到前部衬底之后连同载体 3500 一起被移除。凹座 3501 足够深以确保沉积在载体 3500 上的所要厚度的可动电极 3510 在凸台 3502 与凹座 3501 之间是不连续的。

[0335] 在一个实施例中，成形可移除载体 3500 可由聚合材料形成。聚合材料可在将可动电极转移到前部衬底之后被溶解、灰化或蒸发。在其它实施例中，可移除载体 3500 可在物理上从前部衬底提升或剥离，同时将可动电极留在前部衬底上。在此些实施例中，可动电极可在无介入牺牲层的情况下直接形成于可移除载体 3500 上。

[0336] 在另一实施例中，成形可移除载体 3500 可为可回收载体。可回收载体可由例如聚酰亚胺膜的聚合材料形成。示范性聚酰亚胺膜由聚（4,4' - 氧二亚苯基 - 均苯四酸亚胺）（可从杜邦公司（E. I. du Pont de Nemours and Company）购得的 KAPTON®）形成。

[0337] 在又一实施例中，可回收载体可由多孔聚合材料形成。参看图 35C，在此实施例中，在于载体 3500 上形成可动电极 3510 之前，在载体 3510 上形成释放层 3530。接着，在释放层 3530 上形成可动电极 3510。释放层 3530 可如单个原子层一样薄，只要其为介于载体 3500 与可动电极层 3510、3520 之间的所有位置的连续膜。在一个实施例中，释放层 3530 可由钼形成。

[0338] 参看图 35D，为了将可动电极 3510 转移到前部衬底 3570，经由多孔载体 3500 提供释放蚀刻剂。释放蚀刻剂能够行进穿过多孔载体 3500 以到达并移除释放层 3530，从而使可动电极 3510 从可回收载体 3500 释放。可回收载体 3500 可被回收以用于制造其它干涉式

调制器显示装置。

[0339] 返回参看图 19, 上文关于图 25 到图 35D 而描述的实施例的成形载体可具有额外结构以形成连接到可动电极 1960 的路由迹线 1917。所属领域的技术人员将了解, 所述额外结构可视路由迹线的配置而包含沟槽和凸台的各种配置, 其中较高高度特征表示用以接纳待转移到衬底的功能导电层的位置, 且较低高度特征表示功能导电层之间的隔离。在前部衬底提供类似于图 17 或图 18 所示的路由迹线的其它实施例中, 成形载体可仅具有用于可动电极的结构, 而无用于路由迹线的额外结构。

[0340] 2. 具有经图案化可动电极的载体

[0341] 在一些实施例中, 不同于上文所描述的成形载体上的可动电极, 可动电极可在载体上经图案化。此载体可为永久载体背板或可移除载体。载体可具有大体上平面的表面。在其它实施例中, 载体可具有用以支撑可动电极的连接件或支柱。

[0342] a. 具有经图案化可动电极的载体背板

[0343] 图 36A 到图 36E 是说明根据一个实施例的在载体背板上图案化可动电极的方法的横截面图。在所说明的实施例中, 如图 36A 所示, 提供大体上平面的载体背板 3600。接着, 在背板 3600 上沉积牺牲材料 3610。随后, 在牺牲材料 3610 上沉积可动电极材料 3620。

[0344] 参看图 36B, 在可动电极材料 3620 上形成光致抗蚀剂层 3630。接着, 如图 36C 所示, 图案化光致抗蚀剂层 3630 以提供遮罩供蚀刻可动电极材料 3620 和牺牲材料 3610 中使用。

[0345] 随后, 如图 36D 所示, 使用任何合适的蚀刻剂来蚀刻可动电极材料 3620 和牺牲材料 3610。可通过湿式或干式蚀刻工艺来蚀刻可动电极材料 3620。在牺牲材料 3610 为钼的实施例中, 可通过磷酸 / 乙酸 / 硝酸或“PAN”蚀刻剂来蚀刻牺牲材料 3610。最后, 从载体背板 3600 移除光致抗蚀剂层 3630。

[0346] 如上文关于成形载体背板所描述, 接着将载体背板附接到具有静电极的前部衬底(未图示), 使得可动电极 3620 插入其间。接着, 移除牺牲材料 3610 以使可动电极从背板 3600 释放。可动电极 3620 在朝前部衬底可动的同时由前部衬底的轨道和支柱支撑。载体背板 3600 作为背板而保留, 形成完成的干涉式调制器显示装置的一部分。下文将参看图 43A 到图 43C 描述将背板 3600 附接到前部衬底的细节。

[0347] 图 37A 到图 37E 是说明根据另一实施例的在载体背板上图案化可动电极的方法的横截面图。在所说明的实施例中, 如图 37A 所示, 提供大体上平面的载体背板 3700。接着, 在背板 3700 上沉积牺牲材料 3710。随后, 在牺牲材料 3710 上沉积可动电极材料 3720。

[0348] 参看图 37B, 在可动电极材料 3720 上形成光致抗蚀剂层 3730。接着, 如图 37C 所示, 图案化光致抗蚀剂层 3730 以提供遮罩供蚀刻可动电极材料 3720 中使用。随后, 如图 37D 所示, 使用任何合适的蚀刻剂来蚀刻可动电极材料 3720。可通过湿式或干式蚀刻工艺来蚀刻可动电极材料 3720。如图 37E 所示, 移除光致抗蚀剂层 3730。

[0349] 接着, 将载体背板 3700 附接到具有静电极的前部衬底(未图示), 使得可动电极 3720 插入其间。接着, 移除牺牲材料 3710 以使可动电极从背板 3700 释放。可动电极 3720 由前部衬底的轨道和支柱支撑。因此, 此实施例的牺牲或释放层 3710 无需经图案化。载体背板 3700 作为背板而保留在最终产品中。下文将参看图 43A 到图 43C 描述将背板 3700 附接到前部衬底的细节。

[0350] 图 38A 到图 38D 是说明根据又一实施例的在载体背板上图案化可动电极的方法的

横截面图。在所说明的实施例中,如图 38A 所示,提供大体上平面的载体背板 3800。接着,在载体背板 3800 上形成连接件 3850。可使用例如光刻与蚀刻的任何合适工艺来形成连接件 3850。连接件 3850 可由例如聚酰亚胺或光致抗蚀剂的聚合材料或者例如氧化硅 (SiO_2) 的无机材料形成。在一个实施例中,可使用旋装玻璃技术来形成连接件 3850。在另一实施例中,可通过压印背板而形成连接件 3850。在此实施例中,连接件 3850 与背板 3800 整体地形成,且由与背板 3800 相同的材料形成。

[0351] 随后,在背板 3800 上沉积牺牲材料 3810。接着,如图 38B 所示,回蚀牺牲材料 3810 以使其具有与连接件 3850 的厚度相同的厚度。可使用包含(但不限于)化学机械研磨(CMP)的任何合适技术来使牺牲材料 3810 平面化。

[0352] 接下来,如图 38C 所示,跨越背板 3800 沉积可动电极材料 3820。接着,使用例如光刻与蚀刻的任何合适技术来图案化可动电极材料 3820。图 38D 展示所得可动电极 3820。可动电极 3820 支撑在连接件 3850 上,且还部分地支撑在牺牲材料 3810 上。

[0353] 接下来,将载体背板 3900 附接到前部衬底(未图示),使得可动电极 3820 插入其间。接着,移除牺牲材料 3810。可动电极 3820 由前部衬底的轨道和支柱支撑。

[0354] 参看图 19 以及图 36 到图 38,可动电极材料可经图案化以具有连接到可动电极 1960 的路由迹线 1917。所属领域的技术人员将了解,可与对可动电极 1960 进行图案化同时或与其分开而形成路由迹线 1917。在前部衬底提供类似于图 17 和图 18 所示的路由迹线的路由迹线的其它实施例中,载体背板可仅承载可动电极而无路由迹线。

[0355] 图 39A 说明具有经图案化的可动电极以及铆接件的载体背板的局部横截面图。术语“铆接件”指代经配置以在所得干涉式调制器显示装置的操作期间,在按压下从电极的顶部支撑并加固可动电极的结构。

[0356] 载体背板 3900 的所说明部分包含牺牲层 3910、铆接支撑结构 3920、可动电极 3930 和铆接件 3940。牺牲层 3910 形成于背板 3900 上,且具有凹座 3911 用于部分地容纳铆接支撑结构 3920、可动电极 3930 和铆接件 3940。铆接支撑结构 3920 共形地形成于凹座 3911 中以及周围。铆接支撑结构 3920 可由例如氧化硅的无机材料形成。在某些实施例中,可省略铆接支撑结构 3920。可动电极 3930 共形地形成于凹座 3911 中,在所说明的实施例中,形成于铆接支撑结构 3920 上以及牺牲层 3910 的暴露部分上。接着,铆接件 3940 形成于可动电极 3930 上,过量填充凹座 3911。供铆接件 3940 中使用的合适材料包含(但不限于)铝、 AlO_x 、氧化硅、 SiN_x 、镍和铬。可用以形成铆接件 3940 的替代材料包含其它金属、陶瓷和聚合物。铆接件 3940 的厚度将根据所使用的材料的机械特性而变化。

[0357] 图 39B 是根据一个实施例的在载体背板上具有铆接件的干涉式调制器显示装置的横截面图。装置的所说明部分包含前部衬底 3950 和载体背板 3900。前部衬底 3950 包含轨道 3951、由轨道 3951 界定的槽 3952、以及位于槽 3952 的底面上和轨道 3951 的顶部上的光学堆叠 3953。背板 3900 的配置与图 39A 的背板 3900 的配置相同,除了已移除牺牲层 3910。背板 3900 与前部衬底 3950 相对,其中可动电极 3930 插入其间。铆接件 3940 插入可动电极 3930 与轨道 3951 上的光学堆叠 3953 之间。铆接件 3940 用以在干涉式调制器显示装置的操作期间支撑并加固可动电极 3930。在另一实施例中,前部衬底 3950 在槽 3952 中可具有支柱,且背板 3900 可进一步包含与支柱相对的铆接件。在又一实施例中,干涉式调制器显示装置可具有上文所描述的轨道 / 铆接件结构以支撑可动电极,而在前部衬底 3950

上不具有支柱。所属领域的技术人员将了解，铆接件的各种配置可与前部衬底的支撑件组合。

[0358] b. 具有经图案化可动电极的可移除载体

[0359] 在一些实施例中，可代替永久载体背板而使用具有经图案化可动电极的可移除载体来向前部衬底提供可动电极。所述可移除载体可由聚合材料形成。聚合材料可在将可动电极转移到前部衬底之后可溶解或可灰化。在其它实施例中，可移除载体可在物理上从前部衬底提升或剥离，而将可动电极留在前部衬底上。在另一实施例中，可移除载体可为可回收载体。所述可回收载体可由多孔聚合材料形成。在此实施例中，在于载体上形成可动电极之前，可在载体上形成类似于图 35C 的释放层 3530 的释放层。接着，在释放层上沉积并图案化可动电极材料。释放层可为单原子层。在一个实施例中，释放层可由钼形成。对可动电极进行图案化的细节可如上文参看图 36 和图 37 所描述。所属领域的技术人员将了解，可移除载体的各种配置可用以承载经图案化的电极。

[0360] 接着，将可移除载体放置在前部衬底上，使得经图案化的可动电极插入其间。随后，(例如)如上文参看图 35D 所描述，移除可移除载体。在移除可移除载体之后，进一步提供例如玻璃板的永久背板来密封干涉式调制器显示装置。在一些实施例中，在前部衬底与永久背板之间提供干燥剂来防止对显示装置的湿气损坏。

[0361] IV. 层压

[0362] 上文所描述的实施例中的一些实施例提供三种不同类型的具有静电极的前部衬底：成形前部衬底、经图案化前部衬底（其特征在于支撑结构独立于静电极的图案化而形成）以及预成型支撑件前部衬底。另外，上文所描述的其它实施例提供四种不同类型的载体：成形载体背板、具有经图案化可动电极的载体背板、成形可移除载体以及具有经图案化可动电极的可移除载体。所述类型的前部衬底中的一者可与所述类型的载体中的一者组合以形成部分制造好的或完整的干涉式调制器显示装置。在另一实施例中，可动电极可直接形成于成形前部衬底上，而不是从载体转移。下文在表 1 中展示前部衬底与载体的可能组合。下文还将描述基于所述组合的各种实施例。表 1 中的每一编号指示下文所描述的每一实施例的标题编号。

[0363] 表 1

[0364]

	成形前部衬底	经图案化前部衬底	预成型支撑件前部衬底
成形载体背板	1	2	3
成形可移除载体	4	5	6
具有经图案化可动电极的载体背板	7	8	9
具有经图案化可动电极的可移除载体	10	11	12
传统的可动电极沉积和背板附接	13	N/A	N/A

[0365] 1. 成形载体背板和成形前部衬底

[0366] A. 实施例 A

[0367] 在上文的表 1 中的组合 1 的一个变体中，成形载体背板与成形前部衬底可彼此组合以形成干涉式调制器显示装置。成形前部衬底的配置可如上文参看图 10、图 11A 到图 11B、图 16A 到图 18C 以及图 34A 到图 34D 中的一者或一者以上所描述。成形载体背板的配置可如上文参看图 27A 到图 27D、图 28 以及图 32A 到图 33D 中的一者所描述。前部衬底与背板的组合结构可如上文参看图 8、图 9、图 13 到图 15、图 17A 到图 18C、图 34A 到图 34D 中的一者或一者以上所描述。由本文所描述的工艺制造的干涉式调制器显示装置可在其前部

衬底与背板之间具有相对较小的间隙（例如，介于约 6,500 Å 与约 20 μm 之间，且明确地说，介于约 2 μm 与约 15 μm 之间或介于约 10,000 Å 与约 5 μm 之间）。

[0368] 在本发明中所描述的实施例中，前部衬底与背板之间的间隙一般指代前部衬底的最深槽的底面（例如，图 11A 中的最深槽 1012c 的底面 F1）与背板上覆于前部衬底上时面向前部衬底的背板表面之间的间隙。所述背板表面是距前部衬底最远的表面（例如，图 26D 中面向前部衬底的细长凹座底表面 B1，以及图 27C 中的蚀刻孔 2705 的底表面 B2）。因此，例如，在图 34A 和图 34C 中，前部衬底与背板之间的间隙指代最深槽的底面与背板上覆于前部衬底上时背板 3450 的细长凹座 3451 的顶部表面之间的间隙 G。

[0369] 显示装置包含位于前部衬底与背板之间的可动电极。如图 13 所示，可动电极可支撑在前部衬底的轨道和支柱上。在一个实施例中，可动电极也可如图 27A 到图 27D、图 28 或图 33D 所示而从背板悬挂下来。在又一实施例中，载体背板上的过量机械层可如图 34A 到图 34D 所示由过量机械层支撑件支撑。

[0370] 在下文所描述的实施例中的任一实施例中，可使用任何合适的接合技术来建立电极（列电极和行电极）与路由结构 / 迹线之间的电连接。这些接合技术可涉及使用（例如）荫遮罩和接合剂（图 17A 到图 17C、图 20 和图 21）、导电珠以及绝缘密封件或各向异性导电膜（ACF）（图 16E 和图 16F）。下文将描述各种路由与封装结构和方法。

[0371] a. 路由选项 1

[0372] 在一个实施例中，如上文参看图 17A 到图 17C 所描述，成形前部衬底可包含列路由结构用于路由可动（列）电极。成形载体背板可承载可动电极，但无引线或路由迹线从可动电极延伸。当前部衬底与背板附接到彼此时，可动电极的末端部分与前部衬底上的导电路由迹线接触。返回参看图 17A 到图 17C，可在可动电极 1760 与路由迹线 1714a2 之间插入间隙填充剂 1717。列路由结构包含位于由列隔离沟槽界定的凸台上的路由迹线。如图 17A 到图 17C 所示，列路由结构还包含位于沟槽中的静电极层（包含 ITO 层）。列路由结构的细节可如上文参看图 17A 到图 17C 所描述。成形前部衬底还可包含类似于图 16A 到图 16E 的行路由结构的行路由结构。在下文所论述并在图 40 到图 41C 中展示的实施例中，路由结构可全部在前部衬底上。

[0373] 现在参看图 40，在前部衬底 4010 与背板 4050 附接到彼此之后，可在前部衬底 4010 上安装驱动器 4020。驱动器可为用于驱动可动（列）电极的列驱动器、用于驱动固定（行）电极的单独的行驱动器或上述两者的组合。

[0374] 图 41A 到图 41C 说明干涉式调制器显示装置的各种驱动器布置。参看图 41A，干涉式调制器显示装置 4100A 包含成形前部衬底 4110a 和安装在其上的成形载体背板 4150a。装置 4100A 还包含在装置 4100A 的显示区域 4101a 的同一侧上一起安装在前部衬底 4110a 上的列驱动器 4130a 和行驱动器 4140a。如图 41A 所示，前部衬底 4110a 还包含分别通往列驱动器 4130a 和行驱动器 4140a 的列路由结构 4131a 和行路由结构 4141a。列路由结构 4131a 的配置可如上文参看图 17A 到图 17C 所描述。行路由结构 4141a 的配置可如上文参看图 16A 到图 16E 所描述。在所说明的实施例中，路由结构 4131a、4141a 的暴露部分可用帽盖材料覆盖。

[0375] 参看图 41B，干涉式调制器显示装置 4100B 包含成形前部衬底 4110b 和成形载体背板 4150b。装置 4100B 还包含前部衬底 4110b 上的位于装置 4100B 的显示区域 4101b 的两

个不同侧上的列驱动器 4130b 和行驱动器 4140b。如图 41B 所示,前部衬底 4110b 还包含分别通往列驱动器 4130b 和行驱动器 4140b 的列路由结构 4131b 和行路由结构 4141b。列路由结构的配置可如上文参看图 17A 到图 17C 所描述。行路由结构的配置可如上文参看图 16 所描述。在所说明的实施例中,路由结构 4131b、4141b 的暴露部分可用帽盖材料覆盖。

[0376] 参看图 41C,干涉式调制器显示装置 4100C 包含成形前部衬底 4110c 和成形载体背板 4150c。装置 4100C 还包含前部衬底 4110b 上的位于装置 4100C 的显示区域 4101c 的同一侧上的列驱动器 4130c、第一行驱动器 4140c1 和第二行驱动器 4140c2。前部衬底 4110c 还包含分别通往列驱动器 4130c 和行驱动器 4140c1、4140c2 的列路由结构 4131c、第一行路由结构 4141c1 和第二行路由结构 4141c2。在所说明的实施例中,可从交替侧路由交替行,这为行路由迹线创造更多空间。列路由结构 4131c 的配置可如上文参看图 17A 到图 17A 所描述。行路由结构 4141c1、4141c2 的配置可如上文参看图 16 所描述。在所说明的实施例中,路由结构 4131c、4141c1、4141c2 的暴露部分可用帽盖材料覆盖。

[0377] 在其它实施例中,列和行驱动器可彼此组合,从而形成单个整合列 / 行驱动器。在此些实施例中,干涉式显示装置可具有类似于图 41A 和图 41C 所示布局的布局。将了解,各种其它布局也是可能的。

[0378] b. 路由选项 2

[0379] 在另一实施例中,如上文参看图 18A 到图 18C 所描述,成形前部衬底可包含列路由迹线用于路由可动(列)电极。成形载体背板可承载可动电极,但无引线或路由迹线从可动电极延伸。另外,可向可动电极的末端涂施接合剂以促进与路由迹线的电接触和粘附。当前部衬底与成形载体背板附接到彼此时,可动电极的末端部分与路由迹线接触。列路由迹线的细节可如上文参看图 18A 到图 18C 所描述。成形前部衬底还可包含类似于图 16A 到图 16E 的行路由结构的行路由结构。另外,干涉式调制器显示装置可具有如上文参看图 41A 到图 41C 而描述的驱动器的各种布置。

[0380] c. 路由选项 3

[0381] 在又一实施例中,如图 42A 所示,成形前部衬底 4210 包含行驱动器 4240,而成形载体背板 4250 包含列驱动器 4230。成形前部衬底 4210 可具有如上文参看图 16A 到图 16E 所描述的行路由结构 4241。成形载体背板 4250 可具有类似于图 19 的路由迹线 1917 的从可动电极延伸的列路由迹线 4231。列路由迹线 4231 提供可动电极与列驱动器 4230 之间的电连接。

[0382] 参看图 42A 到图 42C,前部衬底 4210 与背板 4250 仅在显示区域 4201 和环绕显示区域 4201 的外围区域 4202 的一部分 4202a 中彼此相对。前部衬底 4210 和背板 4250 中的每一者具有用于行或列驱动器 4230、4240 的驱动器芯片区域。驱动器芯片区域经暴露以允许驱动器 4230、4240 附接到所述区域。在所说明的实施例中,触点与接合衬垫可不彼此对准。所有可动电极和列路由迹线中均可位于背板 4250 上,而所有静电极和行路由迹线均可位于前部衬底 4210 上。这些路由结构可通过沟槽(行)或凸台(列)的延伸而形成,以简化层压过程。此配置不涉及触点 / 接合衬垫匹配高度的问题,同时允许“根据高度进行图案化”的全部优点。所属领域的技术人员将了解,前部衬底和背板的各种其它路由布置也是可能的。

[0383] d. 路由选项 4

[0384] 在又一实施例中,成形载体背板可承载类似于图 19 所示的可动电极和路由迹线的可动电极和路由迹线。所述路由迹线经配置以从可动电极延伸到相应的接触衬垫。对应的成形前部衬底包含接触衬垫区。前部衬底的接触衬垫区包含经配置以与背板的接触衬垫接触的引线。前部衬底的接触衬垫区还可包含连接到其显示区域中的静(行)电极的引线。前部衬底和背板上的接触衬垫在前部衬底与背板附接到彼此时排齐。前部衬底和背板上的接触衬垫可经由各向异性导电膜(ACF)连接。

[0385] e. 封装和密封

[0386] 图 43A 到图 43C 说明根据一个实施例的封装和密封干涉式调制器显示装置的方法。参看图 43A,具有空腔和静电极(未图示)的成形前部衬底 4310 具备密封剂 4370。成形前部衬底 4310 的细节如上文参看图 10、图 11A 到图 11B、图 16A 到图 18C 以及图 34A 到图 34D 中的一者或一者以上所描述。沿前部衬底 4310 的显示区域 4301 的边缘涂施密封剂 4370。在某些实施例中,可将密封珠放置在背板的边缘上。在前部衬底 4310 的显示区域 4301 与接触衬垫(或驱动器芯片)区域 4320 之间形成密封剂 4370。密封剂 3470 可为气密密封剂。在一个实施例中,密封剂可为导电材料,例如基于铅的焊料或非基于铅的焊料。在此实施例中,接触导电密封剂的路由引线或迹线需为绝缘的。在另一实施例中,密封剂可为绝缘材料,例如玻璃料或环氧树脂聚合物。

[0387] 接着,如图 43B 所示,将上面形成有可动电极 4360 的成形载体背板 4350 放置在前部衬底 4310 上以覆盖前部衬底 4310 的显示区域 4301。图 43C 中展示所得干涉式调制器显示装置。

[0388] 返回参看图 17A 到图 17C 以及图 20,可在将介电材料沉积在成形前部衬底上时使用荫遮罩。荫遮罩可用以在干涉式调制器显示装置的各个组件之间建立电连接。举例来说,荫遮罩可用以使前部衬底上的列路由迹线的多个部分暴露以用于路由迹线与(背板或可移除载体上的)可动(列)电极之间以及路由迹线与列驱动器之间的电连接(见图 17A 到图 17C 以及图 20)。荫遮罩还可用以使前部衬底上的可动电极搭接衬垫的多个部分暴露,以用于背板上的可动电极路由迹线(见图 19)与安装在前部衬底上的列驱动器之间的电连接。荫遮罩可用以使前部衬底上的行路由迹线/搭接衬垫的多个部分暴露,以用于路由迹线与安装在前部衬底上的行驱动器之间的电连接。

[0389] 所关注的荫遮罩阻挡部分如图 44A 所示彼此连接。荫遮罩 4420 包含第一阻挡部分 4420a、第二阻挡部分 4420b 以及第三阻挡部分 4420c,以分别覆盖行驱动器芯片区域、列路由迹线的多个部分以及列驱动器芯片区域。用于阻挡路由迹线的多个部分的第二阻挡部分 4420b 可经由荫遮罩连接件 4421 连接到用于阻挡列驱动器芯片区域的第三阻挡部分 4420c。使用前部衬底 4410 与溅镀目标之间的阻挡部分 4420a、4420b、4420c,跨越前部衬底 4410 沉积介电材料。在其它实施例中,CVD 或蒸发方法也可用于在前部衬底 4410 上形成介电材料。因此,由荫遮罩 4420 覆盖的部分大体上无介电材料,从而使下伏导电层暴露。此配置提供用于电连接的接合区域,所述电连接例如为可动电极与列路由迹线之间的触点(4420b)以及用于列驱动器的搭接衬垫(4420c)和用于行驱动器的搭接衬垫(4420a)。在未由荫遮罩 4420 覆盖的其它部分上沉积介电材料,从而形成光学堆叠的一部分。介电层用以对抗(passify)路由区域中的导体。类似地,连接件 4421 下方的导电层的多个部分也暴露,因为连接件 4421 在介电材料沉积期间遮蔽所述部分。

[0390] 在沉积介电材料之后,可向显示区域 4401 的边缘涂施密封剂。在所说明的实施例中,沿环绕显示区域 4401 的密封区域 4470 形成密封剂。密封区域 4470 具有环形形状,且具有在朝阵列区域 4401 的方向上延伸的第一宽度 W1。密封剂可能接触导电层的由于连接件 4421 而经由介电层不合需要地暴露的部分。在密封剂由导电材料形成的实施例中,导电层与密封剂之间可能存在电连接,其可致使电流流经密封剂,且使暴露的导体短路。这可造成干涉式调制器显示装置的故障。

[0391] 为了防止此电短路,成形前部衬底 4410 可在荫遮罩连接件 4421 与密封区域 4470 之间的相交处具备至少一个隔离沟槽或凹座 4430。沟槽 4430 具有在朝阵列区域 4401 的方向上延伸的第二宽度 W2。沟槽 4430 的第二宽度 W2 可大于密封区域 4470 的第一宽度 W1,使得沟槽 4430 跨越密封区域 4470 的一部分而延伸。如图 44C 所示,沟槽 4430 具有足够的深度,使得导电层在沟槽 4430 的底面与前部衬底 4410 的表面之间不连续,且其位置和宽度确保连接件 4421 在重叠区域中比沟槽 4430 窄。

[0392] 图 44B 到图 44E 说明根据一个实施例的在具有隔离沟槽 4430 的前部衬底 4410 上形成密封剂的方法。首先,如图 44C 所示,在前部衬底 4410 以及隔离沟槽 4430 的底面上形成导电层 4402a、4402b。接着,将荫遮罩 4420 放置在前部衬底 4410 上,使得连接件 4421 覆盖隔离沟槽 4430 的一部分,同时暴露沟槽 4430 的两个侧边缘 4430a、4430b,如图 44B 和图 44C 所示。随后,如图 44D 所示,在前部衬底 4410 上沉积介电材料 4403,同时对沟槽 4430 的侧边缘 4430a、4430b 进行涂覆。随后,从前部衬底 4410 移除荫遮罩 4420。接下来,如图 44E 所示,使密封剂 4471 形成于密封区域 4470(图 44A) 上且形成到沟槽 4430 中。密封剂 4471 接触沟槽 4430 的底面上的经隔离导电材料 4402a。然而,沟槽 4430 的侧边缘 4430a、4430b 上的介电材料 4403 防止密封剂 4471 电连接到前部衬底 4410 的顶表面上的导电层 4402b。此配置因此防止密封剂 4471 与导电层 4402b 之间的电短路。

[0393] 在使用绝缘密封剂的另一实施例中,前部衬底不具有隔离沟槽。在成形后部衬底具有暴露于外部的路由迹线的某些实施例中(如在上文关于图 42A 到图 42C 所描述的路由选项 3 中),可在路由迹线上沉积并图案化绝缘材料以防止路由迹线与导电密封剂之间的电短路,因为仅所需接触衬垫是用于密封外部的驱动器。

[0394] B. 实施例 B

[0395] 在上文表 1 的组合 1 的另一变体中,成形前部衬底可与不具有边缘轨道和支柱的成形载体背板组合,以形成干涉式调制器显示装置。成形前部衬底的配置可如上文参看图 10、图 11A 到图 11B、图 16A 到图 18C 以及图 34A 到图 34D 中的一者或一者以上所描述。成形载体背板的配置可如上文关于图 32B 或图 32C 的成形载体所描述。前部衬底与背板的组合结构可如上文参看图 8、图 9、图 13 到图 15、图 17A 到图 18C、图 34A 到图 34D 中的一者或一者以上所描述。上文所描述的路由和封装结构也可应用于此实施例。

[0396] 在上文所描述的使用成形前部衬底和成形载体背板来形成干涉式调制器显示装置的实施例中,可使用下文关于图 53A 到图 53D 而描述的局部湿润黑色遮罩。在一些实施例中,可使用也在下文得到描述的经图案化黑色遮罩。

[0397] 2. 成形载体背板和经图案化前部衬底

[0398] 在另一实施例(上文表 1 的组合 2)中,成形载体背板与经图案化前部衬底可彼此组合以形成干涉式调制器显示装置。经图案化前部衬底的配置可如上文参看图 22C 所描

述。成形载体背板的配置可如上文参看图 27A 到图 27C、图 28 以及图 32A 到图 33D 中的一者所描述。由本文所描述的工艺制造的干涉式调制器显示装置可在其前部衬底与背板之间具有相对较小的间隙（例如，介于约 6,500 Å 与约 20 μm 之间，且明确地说介于约 2 μm 与约 15 μm 之间或介于约 10,000 Å 与约 5 μm 之间）。

[0399] 在一个实施例中，经图案化前部衬底可具有用于路由可动电极的导电支柱，如图 22C 所示。在其它实施例中，成形载体背板可如图 24A 或图 24B 所示具有路由结构。在上文所描述的实施例中，可使用经图案化黑色遮罩来避免支柱区中不合需要的反射。

[0400] 3. 成形载体背板和预成型支撑件前部衬底

[0401] 在又一实施例（上文表 1 的组合 3）中，成形载体背板与预成型支撑件前部衬底可彼此组合以形成干涉式调制器显示装置。预成型支撑件前部衬底的配置可如上文参看图 23C 所描述，且在结构上类似于成形前部衬底，除了支撑结构（例如，支柱和轨道）不与衬底呈一体式，且可由不同材料形成以允许针对不同功能的单独材料选择。成形载体背板的配置可如上文参看图 27、图 28 和图 32 中的一者所描述。由本文所描述的工艺制造的干涉式调制器显示装置可在其前部衬底与背板之间具有相对较小的间隙（例如，介于约 6,500 Å 与约 20 μm 之间，且明确地说介于约 2 μm 与约 15 μm 之间或介于约 10,000 Å 与约 5 μm 之间）。

[0402] 在一个实施例中，预成型支撑件前部衬底可具有用于路由可动电极的导电支柱，如图 23C 所示。在其它实施例中，成形载体背板可如图 24A 或图 24B 所示具有路由结构。在上文所描述的实施例中，可使用经图案化黑色遮罩或局部湿润黑色遮罩（见图 53A 到图 53D 以及附加描述）来避免支柱区中不合需要的反射。

[0403] 4. 成形可移除载体和成形前部衬底

[0404] 在又一实施例（上文表 1 的组合 4）中，使用成形可移除载体来将可动电极提供到成形前部衬底上以形成干涉式调制器显示装置。成形前部衬底的配置可如上文参看图 10、图 11A 到图 11B、图 16A 到图 18C 以及图 34A 到图 34D 中的一者或一者以上所描述。成形可移除载体 4550 的配置可如上文参看图 35A 到图 35D 所描述。

[0405] 参看图 45A，将具有可动电极 4560 的成形可移除载体 4550 放置在成形前部衬底 4510 上方（为简单起见省略细节）。如图 45B 所示，将可动电极 4560 插入前部衬底 4510 与载体 4550 之间。接着，（例如）如关于图 35A 到图 35D 所描述通过蚀刻载体上的释放层（未图示）来使可动电极 4560 从载体 4550 释放。如图 45C 所示，与释放可动电极 4560 同时或在其之后，从前部衬底 4510 移除载体 4550。在移除载体 4550 时，还可连同载体 4550 一起移除载体 4550 的细长凹座中的过量机械层。在某些实施例中，过量机械层可保留在前部衬底 4510 上。在此些实施例中，前部衬底 4510 可如关于图 34A 到图 34D 所描述而具有过量机械层支撑件以支撑过量机械层。接下来，在前部衬底 4510 上提供密封剂 4570。最后，在前部衬底 4510 上提供永久背板 4580 以覆盖可动电极 4560 且保留在最终装置中。在一个实施例中，背板 4580 可具有凹座以容纳可动电极 4560 和（任选地）干燥剂（drying agent or desiccant）。密封剂 4570 可由例如环氧树脂聚合物的绝缘材料形成。在另一实施例中，密封剂 4570 可由导电材料形成。密封剂 4570 可经配置以向干涉式调制器显示装置提供气密密封。

[0406] 在一些实施例中，成形前部衬底如上文关于路由选项 1 或 2 所描述而具有路由结

构,其中载体不提供从可动电极延伸的路由迹线。在其它实施例中,载体可提供类似于图 19 所示的列路由迹线的完全界定的列路由迹线。在此些实施例中,前部衬底不具有路由结构,且路由迹线与可动电极同时被转移到前部衬底上。在上文所描述的实施例中,可使用局部湿润黑色遮罩或经图案化黑色遮罩(图 53A 到图 53D)。

[0407] 5. 成形可移除载体和经图案化前部衬底

[0408] 在又一实施例(上文表 1 的组合 5)中,使用成形可移除载体来将可动电极提供到经图案化前部衬底上以形成干涉式调制器显示装置。经图案化前部衬底的配置可如上文参看图 22C 所描述。成形可移除载体的配置可如上文参看图 35A 到图 35C 所描述。此实施例中的干涉式调制器显示装置可以与上文关于成形可移除载体和成形前部衬底所描述的方法的方式类似的方式制成。在此实施例中,可使用黑色遮罩来避免支撑结构附近不合需要的反射。

[0409] 6. 成形可移除载体和预成型支撑件前部衬底

[0410] 在又一实施例(上文表 1 的组合 6)中,使用成形可移除载体来将可动电极提供到预成型支撑件前部衬底上以形成干涉式调制器显示装置。预成型支撑件前部衬底的配置可如上文参看图 23C 所描述,且在结构上类似于成形前部衬底,除了支撑结构(例如,支柱和轨道)不与衬底呈一体式且可由不同材料形成以允许针对不同功能的单独材料选择。成形可移除载体 4550 的配置可如上文参看图 35A 到图 35C 所描述。此实施例中的干涉式调制器显示装置可以与上文关于成形可移除载体和成形前部衬底所描述的方法的方式类似的方式制成。在此实施例中,可使用经图案化黑色遮罩或局部湿润黑色遮罩(见图 53A 到图 53D 以及附加描述)。

[0411] 7. 具有经图案化可动电极的载体背板以及成形前部衬底

[0412] 在另一实施例(上文表 1 的组合 7)中,具有经图案化可动电极的载体背板可与成形前部衬底组合以形成干涉式调制器显示装置。成形前部衬底的配置可如上文参看图 10、图 11A 到图 11B 以及图 16A 到图 18C 中的一者或一者以上所描述。载体背板的配置可如上文参看图 36E、图 37E、图 38D 或图 39A 到图 39B 中的一者所描述。前部衬底与背板的组合结构可如上文参看图 8、图 9、图 13 到图 15、图 17A 到图 18C 以及图 34A 到图 34D 中的一者或一者以上所描述。由本文所描述的工艺制造的干涉式调制器显示装置可在其前部衬底与背板之间具有相对较小的间隙(例如,介于约 6,500 Å 与约 20 μm 之间,且明确地说介于约 2 μm 与约 15 μm 之间或介于约 10,000 Å 与约 5 μm 之间)。

[0413] 如图 13 所示,可动电极可支撑在前部衬底的轨道和支柱上。在另一实施例中,如图 38D 或图 39B 所示,可动电极可使用支柱或铆接件从背板悬挂下来。可动电极可通过支柱或轨道从前部衬底和背板两者销接。下文将参看图 46A 到图 48 来描述通过支柱或轨道来进行销接的某些实例。上文所描述的路由选项 1 和 2 可应用于此实施例。另外,上文所描述的封装和密封结构可应用于此实施例。在上文所描述的实施例中,可使用局部湿润黑色遮罩(见图 53A 到图 53D 以及附加描述)或经图案化黑色遮罩。

[0414] 8. 具有经图案化可动电极的载体背板以及经图案化前部衬底

[0415] 在另一实施例(上文表 1 的组合 8)中,具有经图案化可动电极的载体背板可与经图案化前部衬底组合以形成干涉式调制器显示装置。载体背板的配置可如上文参看图 36E、图 37E、图 38D 或图 39A 到图 39B 中的一者所描述。经图案化前部衬底的配置可如上

文参看图 22C 所描述。此实施例中的干涉式调制器显示装置可以与上文关于具有经图案化可动电极的载体背板以及成形前部衬底所描述的方法的方式类似的方式制成。由本文所描述的工艺制造的干涉式调制器显示装置可在其前部衬底与背板之间具有相对较小的间隙（例如，介于约 $6,500 \text{ \AA}$ 与约 $20 \mu\text{m}$ 之间，且明确地说介于约 $2 \mu\text{m}$ 与约 $15 \mu\text{m}$ 之间或介于约 $10,000 \text{ \AA}$ 与约 $5 \mu\text{m}$ 之间）。在此实施例中，可使用经图案化黑色遮罩来避免前部衬底上的支撑结构附近不合需要的反射。

[0416] 9. 具有经图案化可动电极的载体背板以及预成型支撑件前部衬底

[0417] 在另一实施例（上文表 1 的组合 9）中，具有经图案化可动电极的载体背板可与预成型支撑件前部衬底组合以形成干涉式调制器显示装置。载体背板的配置可如上文参看图 36E、图 37E、图 38D 或图 39A 到图 39B 中的一者所描述。预成型支撑件前部衬底的配置可如上文参看图 23C 所描述，且在结构上类似于成形前部衬底，除了支撑结构（例如，支柱和轨道）不与衬底呈一体式，且可由不同材料形成以允许针对不同功能的单独材料选择。此实施例中的干涉式调制器显示装置可以与上文关于具有经图案化可动电极的载体背板以及成形前部衬底所描述的方法的方式类似的方式制成。由本文所描述的工艺制造的干涉式调制器显示装置可在其前部衬底与背板之间具有相对较小的间隙（例如，介于约 $6,500 \text{ \AA}$ 与约 $20 \mu\text{m}$ 之间，且明确地说介于约 $2 \mu\text{m}$ 与约 $15 \mu\text{m}$ 之间或介于约 $10,000 \text{ \AA}$ 与约 $5 \mu\text{m}$ 之间）。在此实施例中，可使用经图案化黑色遮罩或局部湿润黑色遮罩（见图 53A 到图 53D 以及附加描述）。

[0418] 10. 具有经图案化可动电极的可移除载体以及成形前部衬底

[0419] 在又一实施例（上文表 1 的组合 10）中，使用具有经图案化可动电极的可移除载体来将可动电极提供到成形前部衬底上以形成干涉式调制器显示装置。可移除载体的配置可如就在对层压的论述上面所描述。成形前部衬底的配置可如上文参看图 10、图 11A 到图 11B、图 16A 到图 18C 以及图 34A 到图 34D 中的一者或一者以上所描述。此实施例中的干涉式调制器显示装置可以与上文关于成形可移除载体和成形前部衬底所描述的方法的方式类似于的方式制成。在此实施例中，可使用局部湿润黑色遮罩（见图 53A 到图 53D 以及附加描述）或经图案化黑色遮罩。

[0420] 11. 具有经图案化可动电极的可移除载体以及经图案化前部衬底

[0421] 在另一实施例（上文表 1 的组合 11）中，使用具有经图案化可动电极的可移除载体来将可动电极提供到经图案化前部衬底上以形成干涉式调制器显示装置。可移除载体的配置可如就在对层压的论述上面所描述。经图案化前部衬底的配置可如上文参看图 22C 所描述。此实施例中的干涉式调制器显示装置可以与上文关于成形可移除载体和成形前部衬底所描述的方法的方式类似的方式制成。在此实施例中，可使用经图案化黑色遮罩。

[0422] 12. 具有经图案化可动电极的可移除载体以及预成型支撑件前部衬底

[0423] 在另一实施例（上文表 1 的组合 12）中，使用具有经图案化可动电极的可移除载体来将可动电极提供到预成型支撑件前部衬底上以形成干涉式调制器显示装置。可移除载体的配置可如就在对层压的论述上面所描述。预成型支撑件前部衬底的配置可如上文参看图 23C 所描述，且在结构上类似于成形前部衬底，除了支撑结构（例如，支柱和轨道）不与衬底呈一体式，且可由不同材料形成以允许针对不同功能的单独材料选择。

[0424] 此实施例中的干涉式调制器显示装置可以与上文关于成形可移除载体和成形前

部衬底所描述的方法的方式类似的方式制成。在一个实施例中,将可移除载体附接到前部衬底。接着,通过移除插入可动电极与载体之间的释放层或牺牲层来使经图案化可动电极从可移除载体释放。随后,使用例如提升、剥离、灰化等任何合适方法来移除载体,而将可动电极留在前部衬底上。接着,提供永久背板以覆盖前部衬底的阵列区域。可动电极可由前部衬底和 / 或永久背板上的各种支撑结构支撑(见图 46A 到图 51)。在此实施例中,可使用经图案化黑色遮罩或局部湿润黑色遮罩(见图 53A 到图 53D 以及附加描述)。

[0425] 13. 成形前部衬底以及可动电极的传统沉积

[0426] 在又一实施例(上文表 1 的组合 13)中,提供在其显示区域中具有轨道和槽的成形前部衬底。接着,提供牺牲材料以过量填充前部衬底的槽。接着对牺牲材料进行平面化以连同前部衬底的暴露轨道一起提供大体上平面的表面。随后,使用例如光刻与蚀刻的任何合适工艺在前部衬底上沉积并图案化可动电极材料以界定可动电极。接着,如上文关于成形可移除载体和成形前部衬底所描述,在前部衬底上放置永久背板。可动电极可由前部衬底和 / 或永久背板上的各种支撑结构支撑(见图 46A 到图 51)。在此实施例中,可使用局部湿润黑色遮罩(见图 53A 到图 53D 以及附加描述)或经图案化黑色遮罩。

[0427] V. 用于维持前部衬底与背板之间的间隔的间隔物

[0428] 在一个实施例中,干涉式调制器显示装置具备间隔物以维持其前部衬底与背板之间的间隔。明确地说,将间隔物定位在干涉式调制器显示装置的显示区域中以维持显示区域中大体上均匀的间隔。间隔物用以减小跨越显示装置的阵列的压力相关变化性,所述变化性可以不同方式强烈地影响跨越所述阵列的可动电极的位置。较大的均匀性允许较大的显示大小而无良率的损失。在下文所描述的实施例中,前部衬底可为成形前部衬底、经图案化前部衬底或预成型支撑件前部衬底。背板可为成形载体背板、具有经图案化可动电极的载体背板或在使用可移除载体之后提供的永久背板。此外,本文所提供的技术和结构允许提供大体上小于以传统方式组装的前部衬底和背板的间隙。

[0429] 参看图 46A 和图 46B,干涉式调制器显示装置 4600 包含前部衬底 4610 和背板 4650。前部衬底 4610 包含界定槽 4612 的轨道(未图示)。前部衬底 4610 还包含采取槽 4612 中的支柱 4613 的形式的支撑结构。装置 4600 还包含位于前部衬底 4610 与背板 4650 之间的可动电极 4660。

[0430] 干涉式调制器显示装置 4600 进一步包含间隔物 4630 以维持前部衬底 4610 与背板 4650 之间的间隔 4635。在所说明的实施例中,将间隔物 4630 插入可动电极 4660 与背板 4650 之间。在一个实施例中,间隔物 4630 可具有约 $0.1 \mu m$ 到约 $20 \mu m$ 的高度。

[0431] 参看图 46B,间隔物 4630 中的一者从背板 4650 延伸且销接支撑在支柱 4613 中的对应一者上的可动电极 4660。间隔物 4630 与支柱 4613 一起固定可动电极 4660。跨越装置 4600 的间隔物 4630 还维持前部衬底 4610 与背板 4650 之间的一致间隔 4635。在一个实施例中,间隔物 4630 可在将背板 4650 附接到前部衬底 4610 之前使用任何合适工艺(例如,光刻与蚀刻)而形成于背板 4650 上。间隔物可沉积或图案化到背板 4650 上,或可与成形载体背板整体地形成。在另一实施例中,可使用任何合适工艺在可动电极 4660 上图案化间隔物 4630。所属领域的技术人员将了解,各种技术可用以形成间隔物 4630。另外,间隔物 4630 和支撑结构 4613 两者均被说明为隔离柱;然而,所述支撑结构中的一者或两者均可采取轨道或其它形状的形式。

[0432] 参看图 47, 干涉式调制器显示装置 4700 包含穿透可动电极 4760 的间隔物 4731。在所说明的实施例中, 可动电极 4760 包含位于支柱 4713 上方的位置处的开口或通孔 4761。间隔物 4731 经由开口 4761 穿透可动电极 4760。间隔物 4731 维持干涉式调制器显示装置 4700 的前部衬底 (未图示) 与背板 (未图示) 之间的间隔。间隔物 4731 还可防止或使可动电极 4760 的横向移动最小化, 而不对用于致动的竖直挠曲造成不适当的干扰。间隔物 4731 可从前部衬底的支撑结构 4713 或从背板 (未图示) 延伸。在一个实施例中, 间隔物 4731 可在将背板附接到前部衬底之前使用任何合适工艺而形成于前部衬底上。举例来说, 在使用成形的前部衬底的实施例中, 可通过压印、光刻与蚀刻或印刻来形成间隔物 4731。在另一实施例中, 间隔物 4731 可在将背板附接到前部衬底之前使用任何合适工艺而图案化于背板上。在以上型式的变体中, 间隔物 4731 和经图案化可动电极 4760 均提供在安装到前部衬底上的载体背板上。所属领域的技术人员将了解, 各种技术可用以形成间隔物 4731。

[0433] 参看图 48, 干涉式调制器显示装置 4800 包含前部衬底 4810 和背板 (未图示)。前部衬底 4810 包含轨道 4811, 轨道 4811 在其间界定槽 4812。前部衬底 4810 还可包含位于槽 4812 中的支柱 (未图示)。装置 4800 还包含具有在前部衬底 4810 的轨道 4811 上方的至少一个开口或通孔 4861 的可动电极 4860。

[0434] 干涉式调制器显示装置 4800 还包含位于轨道 4811 上的第一间隔物 4832 和第二间隔物 4833。第一间隔物 4832 经由开口 4861 穿透可动电极 4860。第一间隔物 4832 的配置类似于图 47 的间隔物 4731 的配置, 除了第一间隔物 4832 是定位在轨道 4811 上。第二间隔物 4833 定位于轨道 4811 上, 同时与可动电极 4860 横向间隔开。第二间隔物 4833 仅用以位于前部衬底与背板之间的间隔, 且并不销接或固定可动电极 4860。可使用任何合适方法 (例如, 用于形成上文所描述的图 47 的间隔物 4731 的方法中的任一者) 来形成第一间隔物 4832 和第二间隔物 4833。除轨道 4811 之外, 前部衬底 4810 可包含位于槽内的支柱以加固可动电极 4860。

[0435] 参看图 49A, 干涉式调制器显示装置 4900A 包含前部衬底 4910 和背板 4950。前部衬底 4910 包含界定光学空腔或间隙的支撑结构 4913 (例如, 轨道或支柱)。装置 4900A 还包含位于前部衬底 4910 与背板 4950 之间的可动电极 4960。

[0436] 干涉式调制器显示装置 4900A 进一步包含间隔物 4930 和止动支柱 4934a。间隔物 4930 用以维持前部衬底 4910 与背板 4950 之间的所要间隔 4935。另外, 间隔物 4930 通过销接可动电极 4960 来向可动电极 4960 添加刚性。在所说明的实施例中, 间隔物 4930 的配置可类似于图 46B 的间隔物 4630 和图 47 的间隔物 4731 中的一者的配置。止动支柱 4934a 在从背板 4950 延伸的同时与支撑结构 4913 横向间隔开。止动支柱 4934a 在所说明的位置处不接触可动电极 4960。在装置 4900 的操作期间, 止动支柱 4934a 用以在可动电极 4960 松弛且从接近于前部衬底 4910 的致动位置朝背板 4950 移动时使可动电极 4960 止动。止动支柱 4934a 因此防止可动电极 4960 的向上过冲。此防止尤其适用于所说明实施例的紧密间隔的衬底 4910、4950, 此促进气密密封。在于衬底 4910、4950 之间捕集到非常小的容积的情况下, 防止到被抽空且气密密封的封装中的泄漏要容易得多。间隔物 4930 和止动支柱 4934a 可通过使用任何合适工艺 (例如, 压印、光刻与蚀刻或印刻) 而形成于背板 4950 上。

[0437] 参看图 49B, 干涉式调制器显示装置 4900B 包含前部衬底 4910 和背板 4950。前部衬底 4910 和背板 4950 的配置可如上文参看图 49A 所描述, 除了图 49B 的止动支柱 4934b

在操作期间在所说明位置处接触可动电极 4960。在某些实施例中，止动支柱 4934b 中的一些或全部可粘附到可动电极 4960，使得仅可动电极 4960 的位于止动支柱 4934b 之间的部分在致动期间陷落。当然，图并未按比例绘制，且实际上，支柱将相对较远地间隔开。在一些实施例中，背板 4950 可进一步包含大体上垂直于可动电极 4960 而延伸的轨道（未图示）。

[0438] 参看图 49C，干涉式调制器显示装置 4900C 包含前部衬底 4910 和背板 4950。前部衬底 4910 和背板 4950 的配置可如上文参看图 49B 所描述，除了图 49C 的背板 4950 不具有特别与前部衬底 4910 的支撑结构 4913 对准的间隔物。相反，背板 4950 的止动支柱 4934c 不考虑与前部衬底 4910 的支撑结构 4913 的对准而分布。所属领域的技术人员将了解，间隔物和 / 或止动支柱的各种其它配置也可适合于配合干涉式调制器显示装置 4600、4700、4800、4900A 到 4900C 而使用。

[0439] 参看图 50，在又一实施例中，干涉式调制器显示装置 5000 包含前部衬底 5010，前部衬底 5010 在其外围区域 5002 中具有连接盘 5020。连接盘 5020 的配置可如上文参看图 17A 到图 17C 或图 18A 到图 18C 所描述。

[0440] 所说明的前部衬底 5010 包含轨道 5013，但在其显示区域 5001 中不包含支柱。因此，轨道 5013 与连接盘 5020 一起用以支撑装置 5000 的可动电极 5060。另外，连接盘 5020 用以界定装置 5000 的前部衬底与背板之间的间隙的至少一部分。装置 5000 还包含背板 5050，其可包含采取支柱 5030 的形式的支撑结构，可动电极 5060 从所述支撑结构悬挂下来。装置 5000 在显示区域 5001 中且在外围区域 5002 中进一步包含光学堆叠 5014。装置 5000 还包含位于前部衬底 5010 与背板 5050 之间的采取小珠形式的密封剂 5070。

[0441] 参看图 51，干涉式调制器显示装置 5100 包含上面未形成有支撑件的前部衬底 5110。前部衬底 5110 包含通过例如光刻与蚀刻的图案化工艺形成的静电极 5114。装置 5100 可替代地具有背板 5170，所述背板 5170 具有从其延伸的支撑件 5171。支撑件 5171 向下延伸到前部衬底 5110，且维持前部衬底 5110 与背板 5170 之间的间隙。装置 5100 可具有插入前部衬底 5110 与背板 5170 之间的可动电极 5160。可动电极 5160 可从形成于背板 5170 上的采取支柱 5130 的形式的支撑结构悬挂下来。尽管未图示，但前部衬底 5110 可具有上文所描述的连接盘以支撑可动电极。所属领域的技术人员将了解，支撑件的各种其它组合也是可能的。

[0442] VI. 黑色遮罩

[0443] 1. 经图案化黑色遮罩

[0444] 参看图 52A 和图 52B，干涉式调制器显示装置 5200 包含前部衬底 5210 和背板（未图示）。前部衬底 5210 包含采取支柱 5213 的形式的支撑结构以及由支柱 5213 界定的空腔 5212。前部衬底 5210 还包含位于空腔 5212 的底面上的光学堆叠 5214。装置 5200 还包含支撑在支柱 5213 上的可动电极 5262。在图 52A 中，可动电极 5260 处于其致动位置。在致动位置中，可动电极 5260 因静电吸引而朝前部衬底 5210 上的静电极弯曲。在所说明的实施例中，空腔 5212 中的一者形成单个像素，但仅展示空腔的一部分（其可具有若干支柱）。

[0445] 如图 52A 所示，可动电极 5260 的中央部分 5261 接触或变得靠近前部衬底 5210 的采取光学堆叠 5214 的形式的静电极，而可动电极 5260 的最接近于支撑结构的部分 5262 与光学堆叠 5214 具有间隙 5212a。由于间隙 5212a，入射在远离支撑结构 5213 的非邻接区域 A 上的光的光学干涉不同于入射在最接近于支撑结构 5213 的邻接区域 B 上的光的光学干

涉。在致动位置中,非邻接区域 A 吸收光,而邻接区域 B 至少部分地反射光。光学干涉的此差异在非邻接区域 A 中产生暗区,且在邻接区域 B 中产生趋向于冲掉既定暗色的亮区。

[0446] 为了防止或减轻致动位置中的亮区,干涉式调制器显示装置可在前部衬底 5210 的邻接区域 B 中包含黑色遮罩。在所说明的实施例中,前部衬底 5210 包含位于最接近于支撑结构的光学堆叠 5214 下方的黑色遮罩 5220。可使用光刻与蚀刻来形成黑色遮罩 5220。在此文献的上下文中,将以此方式形成的黑色遮罩称为“经图案化”黑色遮罩。图 52B 说明如由图 52A 中的箭头 52B 表示的从前部衬底 5210 下方观看的黑色遮罩 5220。

[0447] 在所说明的实施例中,光学堆叠 5214 形成于支撑结构 5213 的顶部上。此配置允许装置 5200 不具有位于支撑结构 5213 下方的黑色遮罩,因为顶部上的光学堆叠 5214 和可动电极以与下方的经致动可动电极和光学堆叠相同的方式起作用,从而充当黑色遮罩。经图案化黑色遮罩可应用于上文所描述的干涉式调制器显示装置实施例中的任一者。

[0448] 2. 局部湿润黑色遮罩

[0449] 图 53A 到图 53C 说明在干涉式调制器显示装置 5300 中形成黑色遮罩的方法的另一实施例。首先,提供包含支撑结构 5313 和由支撑结构 5313 界定的空腔 5312 的前部衬底 5310。接着,使用例如旋涂或喷涂的任何合适工艺,用黑色遮罩材料 5320a 大体上填充空腔 5312。在另一实施例中,前部衬底 5310 可浸渍在容器中的黑色遮罩材料悬浮液或溶液中。黑色遮罩材料 5320a 可包含黑色颜料或有机溶剂。黑色遮罩材料 5320a 可具有适合于下文所描述的工艺的密度或粘性。在一个实施例中,黑色颜料可为有机材料。在另一实施例中,黑色颜料可为无机材料。黑色颜料的实例包含(但不限于)氧化铜、石墨和碳黑。溶剂的实例包含(但不限于)丙酮和异丙醇(IPA)。在一些实施例中,黑色遮罩材料还可包含光致抗蚀剂和/或聚合材料(例如,热固性聚合物)。

[0450] 接下来,从空腔 5312 移除溶剂,而将黑色颜料留在空腔 5312 中。在一个实施例中,可通过干燥来移除溶剂。在某些实施例中,可加热前部衬底 5310 以促进溶剂的干燥。接着,在移除溶剂的同时,黑色遮罩材料 5320a 的表面张力将材料 5320a 的实质部分向最接近于支撑结构 5313 的区域驱动。因此,黑色颜料的实质部分仍在支撑结构 5313 附近(例如,在距支柱 5313 约 $1 \mu m$ 到约 $10 \mu m$ 内),从而形成黑色遮罩 5320b,如图 53B 所示。随后,如图 53C 所示,在前部衬底 5310 上形成光学堆叠 5214。在另一实施例中,可如图 53D 所示,以与图 53A 和图 53B 所示的方式类似的方式,在光学堆叠 5314 形成于成形前部衬底 5310 上之后,形成黑色遮罩 5320b。在此文献的上下文中,可将如图 53A 到图 53D 所示的方式形成的黑色遮罩称为局部湿润黑色遮罩。局部湿润黑色遮罩可应用于使用成形前部衬底或预成型支撑件衬底的实施例。所属领域的技术人员将了解,局部湿润黑色遮罩可适合于在上文所描述的各种实施例中使用。在所说明的实施例中,支撑结构 5313 顶部上的光学堆叠 5314 以及上覆于光学堆叠 5314 上的可动电极(未图示)共同充当类似于图 52A 所示的黑色遮罩的黑色遮罩。

[0451] VII. 静态干涉式显示器

[0452] 将理解,尽管上文所论述的干涉式调制器的实施例涉及具有可动电极的干涉式调制器,但其它实施例是可能的。特定来说,可提供静态干涉式显示器,其包含借助由空气或光透射材料界定的干涉间隙间隔开的第一部分反射层与至少部分为反射的第二层。术语“静态干涉式显示器”指代经配置以使用干涉效应显示静态图像的装置。静态图像可包含黑

白图像和 / 或彩色图像,且可包含单个干涉间隙上的图案。

[0453] 将理解,第二反射层视实施例而可为部分反射的或可为完全反射的。为了便利起见,可在本文中将部分透射在功能上显著的第一部分反射层称为部分反射层,且可将第二反射层称为反射层,且可将两层一起统称为反射层,但将理解,术语反射层的使用无意排除部分反射层。类似地,可替代地将部分反射层称为吸收体。

[0454] 在此静态干涉式显示器中,无需选择或包含用作电极的导电材料,因为静态干涉式显示器无意为可以静电方式致动的。类似地,反射层无需彼此电隔离,因为无需跨越两个层施加电压(因为不存在从致动状态的移动或松弛)。因此,可使用非导电材料来形成反射层,且可使用导电材料来界定干涉间隙。静态干涉式显示器可包括气隙来代替光透射层。在其它实施例,静态干涉式显示器可与可致动干涉式调制器相同,且可只是不被致动。然而,将理解,用以界定气隙的固体材料的使用除下文所论述的其它可能优点之外还可提供额外的稳定性。

[0455] 在一些实施例中,可通过附接两个衬底来形成静态干涉式显示器,所述衬底中的每一者具有预成型于其上的组件(类似于上文参看图9而描述的MEMS装置)。在此些实施例中,无需牺牲材料来如同先前所描述的实施例一样在衬底上预成型组件(例如,空腔)。在附接两个衬底中,可使用任何合适技术(例如,层压、接合等)。

[0456] 在一个实施例中,可通过将前部衬底附接到背板来形成静态干涉式显示器。“前部衬底”在用于本文中时是大体上透明的且面向观看者。前部衬底和背板中的至少一者可经成形以形成具有选定深度以用于干涉式调制的空腔。可通过任何合适工艺(例如,压印、光刻与蚀刻和印刻)来形成空腔。

[0457] 1. 具有成形或预成型支撑件前部衬底的静态干涉式显示器

[0458] 图54说明根据一个实施例的静态干涉式显示器5400的预层压状态。静态干涉式显示器5400包含前部衬底5410和背板5420。前部衬底5410包含多个轨道5411和由轨道5411界定的多个空腔或凹座5430。在此文献的上下文中,还可将轨道5411称为“支撑件”或“支撑结构”。前部衬底5410还包含位于轨道5411顶部上的光学层或光学堆叠5414a以及位于空腔5430底面上的相同光学层或堆叠5414b。如上文参看图11A所描述,位于轨道5411顶部上的光学层或堆叠5414a可视干涉式显示器的设计而提供黑或白色彩,如由光学层或堆叠5414a的光学厚度所控制。背板5420包含面向前部衬底5410的反射层(或镜面)5421。

[0459] 前部衬底5410可由大体上透明的材料形成。透明材料的实例包含(但不限于)玻璃和透明聚合材料。可通过适合移除前部衬底5410的部分或使前部衬底5410的部分成形或形成到达衬底5410的表面中的凹座的任何方法来使前部衬底5410成形。成形方法的实例包含(但不限于)压印(例如,参看图12A到图12C所描述的方法)、光刻(或丝网印刷)与蚀刻以及印刻。因为在上文所描述的方法中的至少一些方法中,可在不向衬底5410添加额外材料的情况下使衬底5410成形,所以采取轨道5411的形式的支撑件可与前部衬底5410整体地形成且由与前部衬底5410的材料相同的材料形成。在其它实施例中,可通过额外材料的沉积和图案化来在大体上平面的前部衬底上形成支撑结构,如上文关于预成型支撑件前部衬底所描述。

[0460] 如图56中所示,轨道5411中的每一者彼此平行在行方向或列方向上延伸。所说

明的轨道 5411 界定以栅格或矩阵形式排列的正方形空腔。在其它实施例中，空腔在从上方观看时可具有各种其它形状，例如，矩形、三角形、圆形、椭圆形等，且栅格无需为正交的。实际上，图像可具有任何所要图案，因为不存在关于电寻址像素的问题。轨道 5411 使其顶表面处于大体上相同高度，即，在单个平面内。

[0461] 空腔 5430 经界定以视空腔 5430 经设计以在所得显示器中产生的色彩而具有多个深度 5450a 到 5450e。为了获得色彩的最佳清晰度和锐度，深度 5450a 到 5450e 可在从约 500 Å 到约 5,000 Å 的范围内。虽然也可用较大的光学深度获得干涉效应，但所属领域的技术人员将了解，在较大深度的情况下，色彩开始冲掉 (wash out)，因为光程对应于多个波长的倍数。在使用填充剂的其它实施例（例如，图 57、图 58、图 60 和图 61）中，可针对这些填充剂而调节对于空气而给出的空腔的深度，因为所述填充剂可能具有不同的光学密度（折射率）。因为静态干涉式显示器 5400 仅显示静态图像，所以根据所要静态图像的图案来选择空腔的深度。所属领域的技术人员将了解用于通过使用干涉效应而产生所要色彩和图案的合适深度 5450a 到 5450e。

[0462] 光学堆叠 5414a、5414b 可为单层或者可包含若干熔合层。在一个实施例中，光学堆叠 5414a、5414b 可由具有适合干涉效应的吸收系数的介电材料形成。所述介电材料的实例包含（但不限于）二氧化硅和氧化铝。在另一实施例中，光学堆叠 5414a、5414b 可具有双层结构，其包含上部子层和下部子层。上部子层可由氧化铝形成。下部子层可由二氧化硅形成。

[0463] 在一个实施例中，光学堆叠 5414a、5414b 可具有介于约 100 Å 与约 1,600 Å 之间的厚度。在光学堆叠 5414a、5414b 具有上部子层和下部子层的实施例中，上部子层可具有（例如）约 50 Å 的厚度，而下部子层可具有（例如）约 450 Å 的厚度。在所说明的实施例中，光学堆叠 5414a、5414b 由于定向沉积（例如溅镀）的缘故而在空腔 5430 的底面与轨道 5411 的顶部之间是不连续的。

[0464] 在某些实施例中，光学堆叠 5414a、5414b 还可包含金属吸收体层（或部分反射层）。吸收体层可由半透明厚度的例如铬 (Cr) 或锗 (Ge) 的金属形成。吸收体层可具有介于约 1 Å 与约 100 Å 之间，明确地说介于约 50 Å 与约 100 Å 之间的厚度。

[0465] 在某些实施例中，前部衬底 5410 自身可由具有适合干涉效应的光色散（折射率和吸收系数）的材料形成。在此些实施例中，前部衬底 5410 可不包含光学堆叠。

[0466] 背板 5420 可由任何合适材料（例如，聚合物、金属和玻璃）形成。背板 5420 的反射层 5421 可由例如 Al、Au、Ag 或前述各物的合金的制镜金属或反射性金属形成，且优选地足够厚以反射入射在前部衬底 5410 上的大体上所有可见光以用于干涉效应。在示范性实施例中，反射层 5421 具有约 300 Å 的厚度。反射层 5421 的厚度在其它实施例中可广泛地变化。在某些实施例中，背板 5420 自身可由例如铝箔的反射性材料形成。在此些实施例中，背板 5420 不包含单独的反射层。

[0467] 在所说明的实施例中，背板 5420 如箭头所示安装在前部衬底 5410 上，使得反射层 5421 接触轨道 5411 上的光学堆叠 5414a 的顶表面。所得静态干涉式显示器 5400 在反射层 5421 与轨道 5411 上的光学堆叠 5414a 的顶表面之间可大体上不具有间隙。

[0468] 2. 具有成形或预成型背板的静态干涉式显示器

[0469] 图 55 说明根据另一实施例的静态干涉式显示器 5500 的预层压状态。静态干涉式

显示器 5500 包含前部衬底 5510 和背板 5520。前部衬底 5510 包含大体上平面的表面 5511，以及形成于表面 5511 上的光学层或堆叠 5514。背板 5520 包含多个轨道 5523，以及由轨道 5523 界定的多个空腔或凹座 5530。在此文献的上下文中，还可将轨道 5523 称为“支撑件”或“支撑结构”。背板 5520 还包含面向前部衬底 5510 的反射层（或镜面）5521。

[0470] 前部衬底 5510 的配置可如上文关于图 54 的前部衬底 5410 的配置所描述，除了图 55 的前部衬底 5510 大体上是平面的。光学层或堆叠 5514 的配置可如上文关于图 54 的光学层或堆叠 5414a、5414b 的配置所描述，除了图 55 的光学层或堆叠 5514 大体上连续地形成于前部衬底 5510 的表面上。在某些实施例中，前部衬底 5510 自身可由具有适合干涉效应的吸收系数的材料形成。在此些实施例中，前部衬底 5510 可省略光学堆叠。

[0471] 背板 5520 可由适合成形的材料形成。所述材料的实例包含（但不限于）玻璃、金属和聚合物。可通过适合移除前部衬底 5520 的部分或使前部衬底 5520 的部分成形或形成到达背板 5520 的表面中的凹座的任何方法来使背板 5520 成形。成形方法的实例包含（但不限于）压印（例如，参看图 12A 到图 12C 所描述的方法）、光刻（或丝网印刷）与蚀刻以及印刻。因为在上文所描述的方法中，在不向背板 5520 添加额外材料的情况下使背板 5520 成形，所以采取轨道 5523 的形式的支撑件可与背板 5520 整体地形成且由与背板 5520 的材料相同的材料形成。在其它实施例中，可通过额外材料的沉积和图案化来将支撑结构形成于大体上平面的背板上，如上文关于预成型支撑件前部衬底所描述。

[0472] 轨道 5523 彼此平行在行方向或列方向上延伸，类似于图 56 所示的图案。轨道 5523 使其底表面（面向前部衬底）处于大体上相同高度，即，在单个平面内。

[0473] 空腔 5530 经成形或预成型以视空腔 5530 经设计以在所得显示器中产生的色彩而具有多个深度 5550a 到 5550e。因为静态干涉式显示器 5500 仅显示静态图像，所以根据所要静态图像的图案来选择空腔的深度。所属领域的技术人员将了解用于通过使用干涉效应产生所要色彩和图案的合适深度 5550a 到 5550e。

[0474] 背板 5520 的反射层 5521 可由例如 Al、Au、Ag 或前述各物的合金的制镜金属或反射性金属形成，且足够厚以反射入射在前部衬底 5510 上的大体上所有可见光以用于干涉效应。在示范性实施例中，反射层 5521 具有约 300 Å 的厚度。反射层 5521 的厚度在其它实施例中可广泛地变化。在某些实施例中，背板可由例如铝的反射性材料形成。可蚀刻此背板以形成支撑结构。在此些实施例中，背板可不包含单独的反射层。在所说明的实施例中，反射层 5521 连续地形成于背板 5520 的表面上。在其它实施例中，反射层 5521 在轨道 5523 与空腔 5530 之间是不连续的。

[0475] 在所说明的实施例中，背板 5520 如箭头所示安装在前部衬底 5510 上，使得反射层 5521 的最下部表面（下伏于轨道 5523 下且面向前部衬底 5510 的反射层 5521 的底表面）接触前部衬底 5510 的光学堆叠 5514 的顶表面。所得静态干涉式显示器 5500 在反射层 5521 的最下部表面与前部衬底 5510 的光学堆叠 5514 的顶表面之间大体上不具有间隙。

[0476] 3. 具有空腔填充剂的静态干涉式显示器

[0477] 图 57 说明根据另一实施例的静态干涉式显示器 5700 的预层压状态。静态干涉式显示器 5700 包含前部衬底 5710 和背板 5720。前部衬底 5710 的配置可如上文关于图 54 的前部衬底 5410 的配置所描述。背板 5720 的配置可如上文关于图 54 的背板 5420 的配置所描述。静态干涉式显示器 5700 的俯视平面图可如上文参看图 56 所描述。

[0478] 静态干涉式显示器 5700 进一步包含位于前部衬底 5710 的空腔内的填充剂 5760。填充剂 5760 可由大体上透明的材料形成。大体上透明的材料可具有对干涉效应来说合适的折射率。大体上透明的材料的实例包含（但不限于）氧化物（例如， SiO_2 、 TiO_2 ）、氮化物（例如， SiN_3 、 SiN_4 ）、透明光致抗蚀剂以及透明聚合物。可通过在上面形成有光学堆叠 5714a、5714b 的前部衬底 5700 上毯覆式沉积填充剂材料，且接着使填充剂材料的顶表面平面化，来形成填充剂 5760。在某些实施例中，填充剂还可覆盖轨道 5711 上的光学堆叠 5714a 的顶表面。

[0479] 在所说明的实施例中，背板 5720 如箭头所示安装在前部衬底 5710 上，使得反射层 5721 的最下部表面（面向前部衬底）接触形成于前部衬底 5710 上的填充剂 5760 的顶表面。所得静态干涉式显示器 5700 在反射层 5721 的最下部表面与填充剂 5760 的顶表面之间可大体上不具有间隙。在某些实施例中，可将反射层直接涂覆在填充剂 5760 上。接着，可代替层压单独的背板而用具有适合保护反射层的硬度的材料来涂覆反射层的顶表面。在其它实施例中，可将背板附接到已直接形成于填充剂 5760 上的反射层。

[0480] 图 58 说明根据另一实施例的静态干涉式显示器 5800。静态干涉式显示器 5800 包含前部衬底 5810 和背板 5820。前部衬底 5810 的配置可如上文关于图 57 的前部衬底 5710 的配置所描述，除了图 58 的前部衬底 5810 不包含轨道。前部衬底 5810 包含具有离散深度的空腔，其形成阶梯状表面。所说明的前部衬底 5810 包含类似于图 5760 的填充剂 5760 的填充剂 5860。可通过在上面形成有光学堆叠 5814 的前部衬底 5800 上毯覆式沉积填充剂材料，且接着使填充剂材料的顶表面平面化，来形成填充剂 5860。背板 5820 的配置可如上文关于图 57 的背板 5720 的配置所描述。

[0481] 图 59 说明图 58 的静态干涉式显示器 5800 的一部分的俯视平面图。因为静态干涉式显示器 5800 不包含轨道，所以在从上方观看时静态干涉式显示器 5800 不具有分隔，如图 59 所示。静态干涉式显示器 5800 包含正方形像素 P1 到 P15。所属领域的技术人员将了解，静态干涉式显示器可具有各种其它形状的像素，且栅格无需为正交的。实际上，因为无需电寻址像素，所以图像可具有任何所要图案。

[0482] 图 60 说明根据另一实施例的静态干涉式显示器 6000。静态干涉式显示器 6000 包含前部衬底 6010 和背板 6020。前部衬底 6010 的配置可如上文关于图 55 的前部衬底 5510 的配置所描述。背板 6020 的配置可如上文关于图 55 的背板 5520 的配置所描述，除了图 60 的背板 6020 不包含轨道。

[0483] 所说明的背板 6020 包含类似于图 58 的填充剂 5860 的填充剂 6060。可通过在上面形成有反射层 6021 的背板 6020 上毯覆式沉积填充剂材料，且接着使填充剂材料的顶表面平面化，来形成填充剂 6060。接着，可将具有填充剂 6060 的背板 6020 附接到上面形成有光学堆叠 6014 的前部衬底 6010，从而形成静态干涉式显示器。静态干涉式显示器 6000 的俯视平面图可如上文参看图 59 所描述。

4. 具有连续深度空腔的静态干涉式显示器

[0485] 图 61 说明根据另一实施例的静态干涉式显示器 6100。静态干涉式显示器 6100 包含前部衬底 6110 和背板 6120。前部衬底 6110 的配置可如上文关于图 58 的前部衬底 5810 的配置所描述，除了图 61 的前部衬底 6110 包含具有连续或平滑过渡而非离散的深度的空腔。前部衬底 6110 还包含类似于图 58 的填充剂 5860 的填充剂 6160。背板 6120 的配置可

如上文关于图 58 的背板 5820 的配置所描述。在另一实施例中，背板可具有空腔，而前部衬底大体上是平面的，所述空腔具有连续或平滑过渡的深度。所属领域的技术人员将了解，前部衬底和背板的各种其它组合也是可能的。

[0486] 在上文所描述的实施例中的一些实施例中，使前部衬底和 / 或载体（永久或可移除的）成形，且在其上执行不连续沉积。此方法避免了昂贵的遮蔽步骤，从而降低了制造成本。另外，由于较小间隙的缘故，形成于后部载体上的间隔物、支撑件、止动支柱每一者均引起更好地均匀性和可靠性，以及较小的压力变化与湿气敏感性。

[0487] 尽管关于干涉式调制器显示装置而描述所述实施例，但所述实施例可更一般地适用于其它 MEMS 装置，特别是具有能够相对移动的电极的静电 MEMS。

[0488] 虽然以上详细描述内容已展示、描述并指出了本发明在应用于各种实施例时的新颖特征，但将理解，所属领域的技术人员可在不脱离本发明的精神的情况下，对所说明的装置或工艺的形式和细节作出各种省略、替代和改变。如将认识到的，本发明可以不提供本文所陈述的所有特征和益处的形式体现，因为一些特征可与其它特征单独使用或实践。

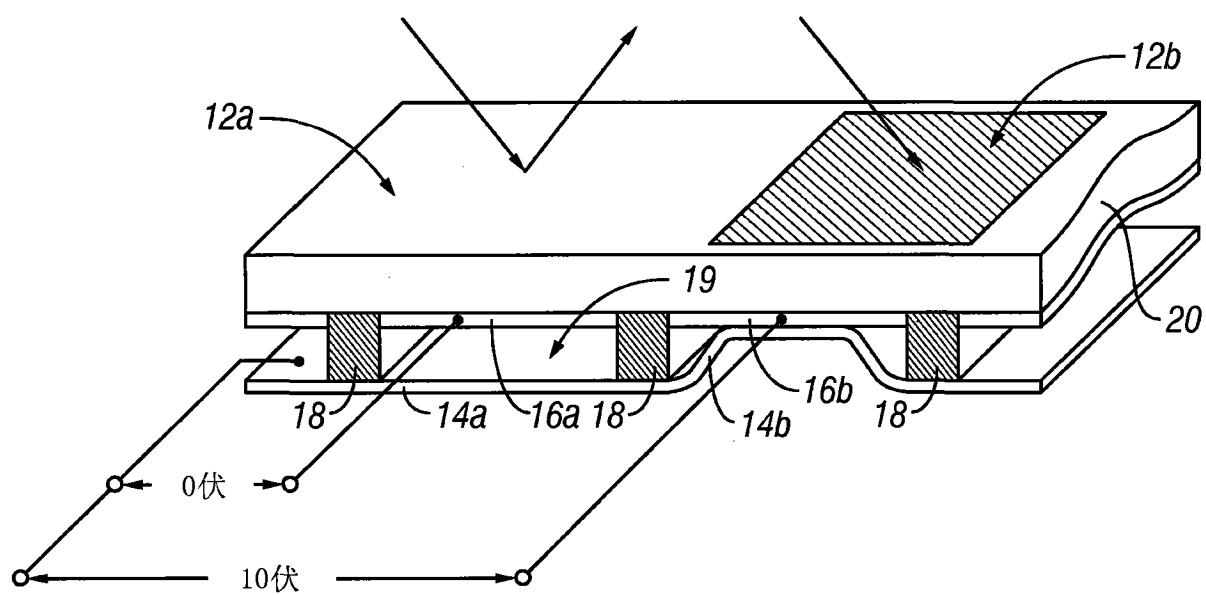


图 1

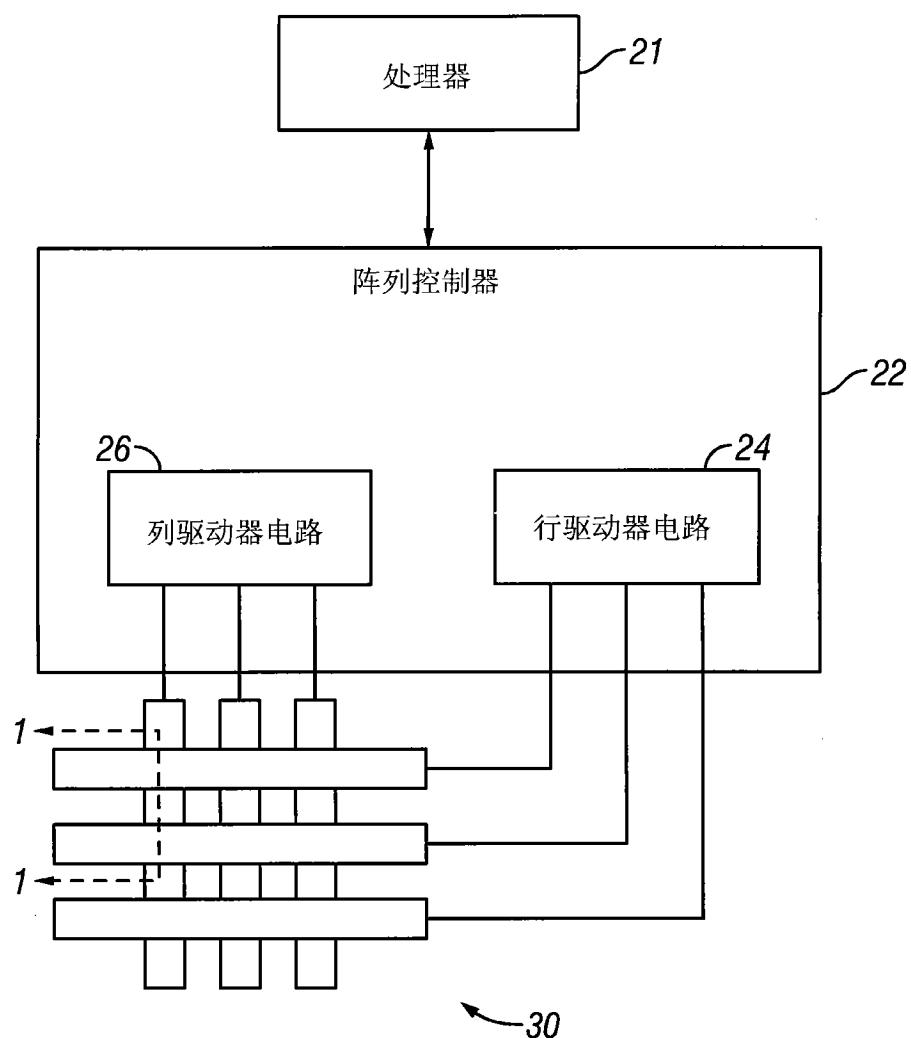


图 2

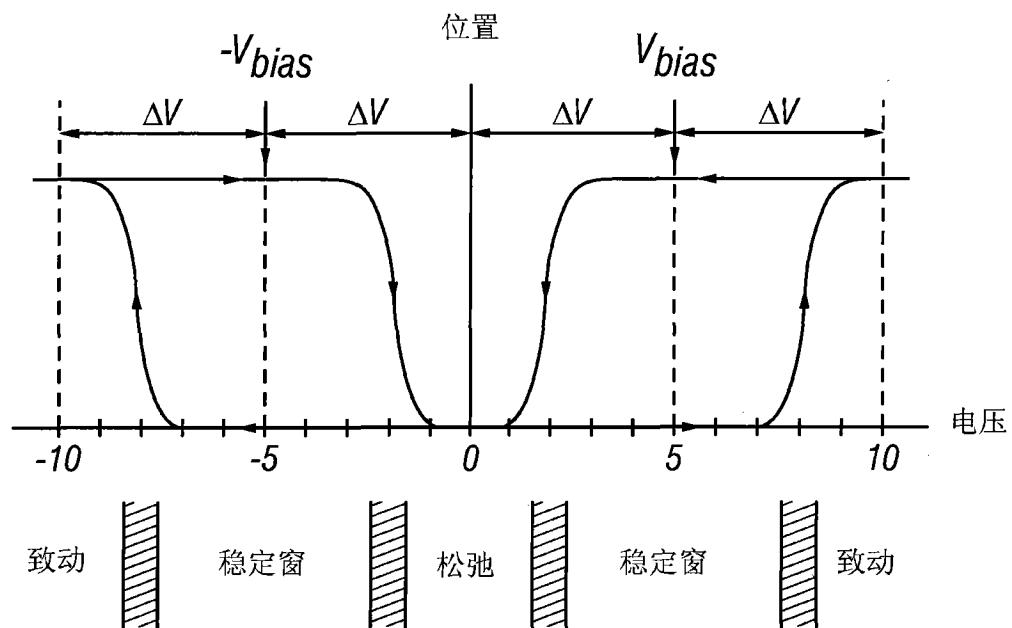


图3

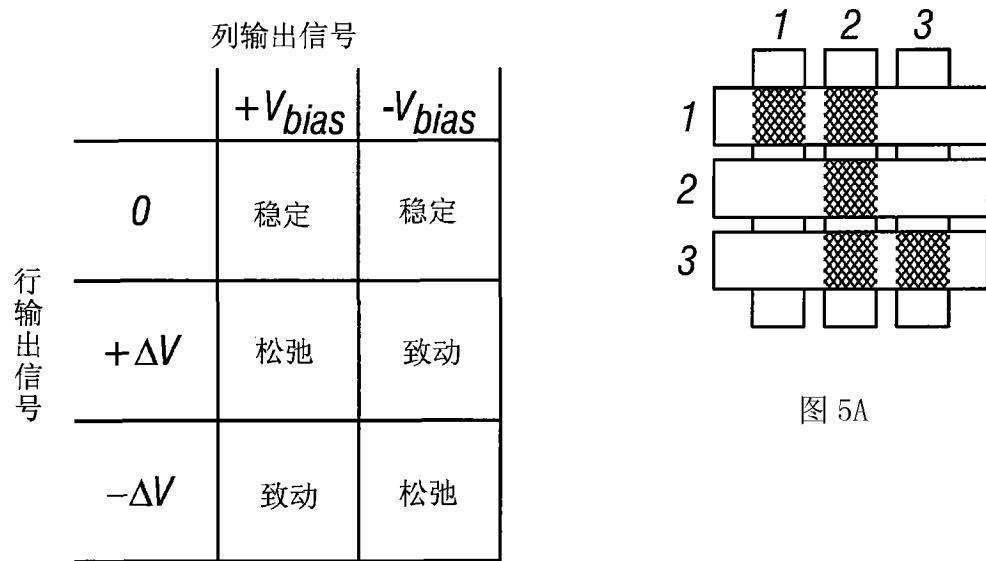


图4

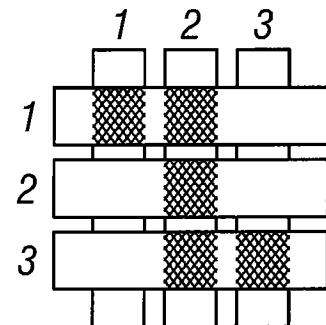


图5A

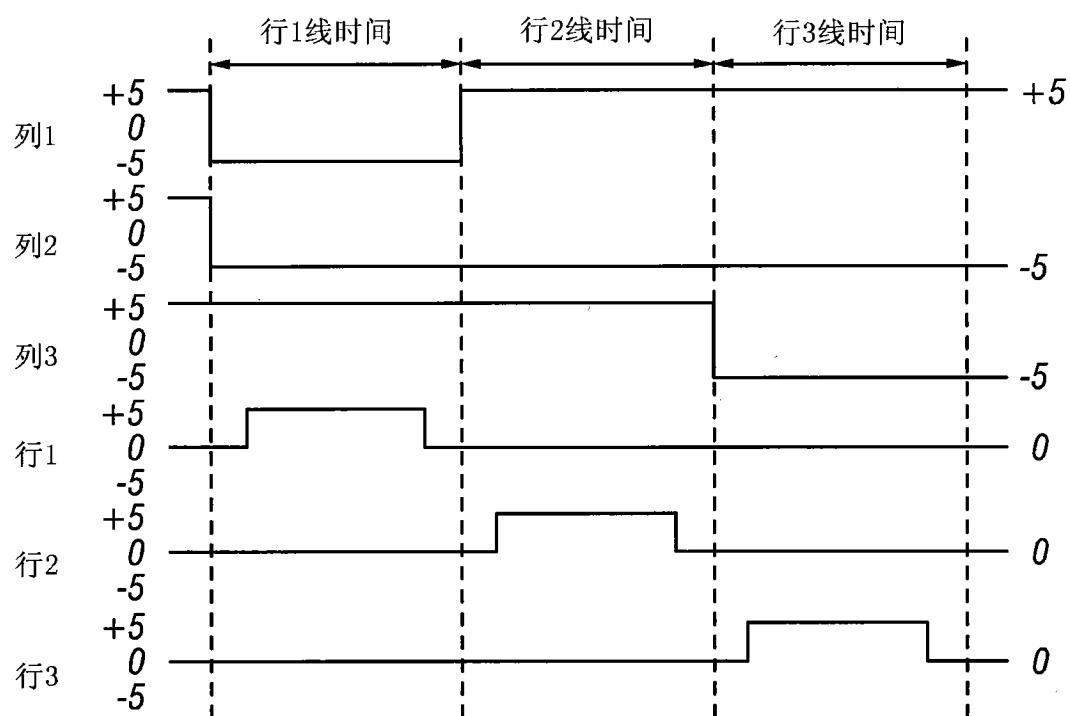


图 5B

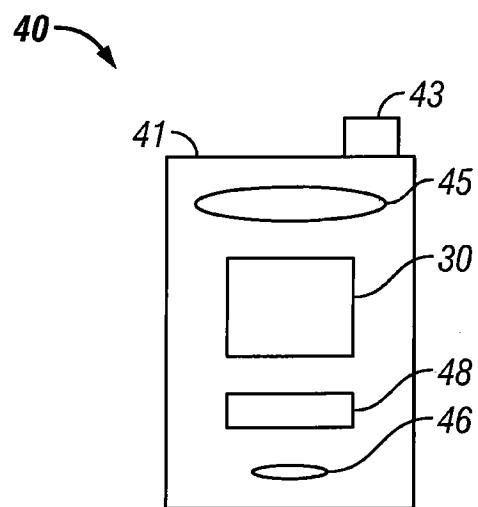


图 6A

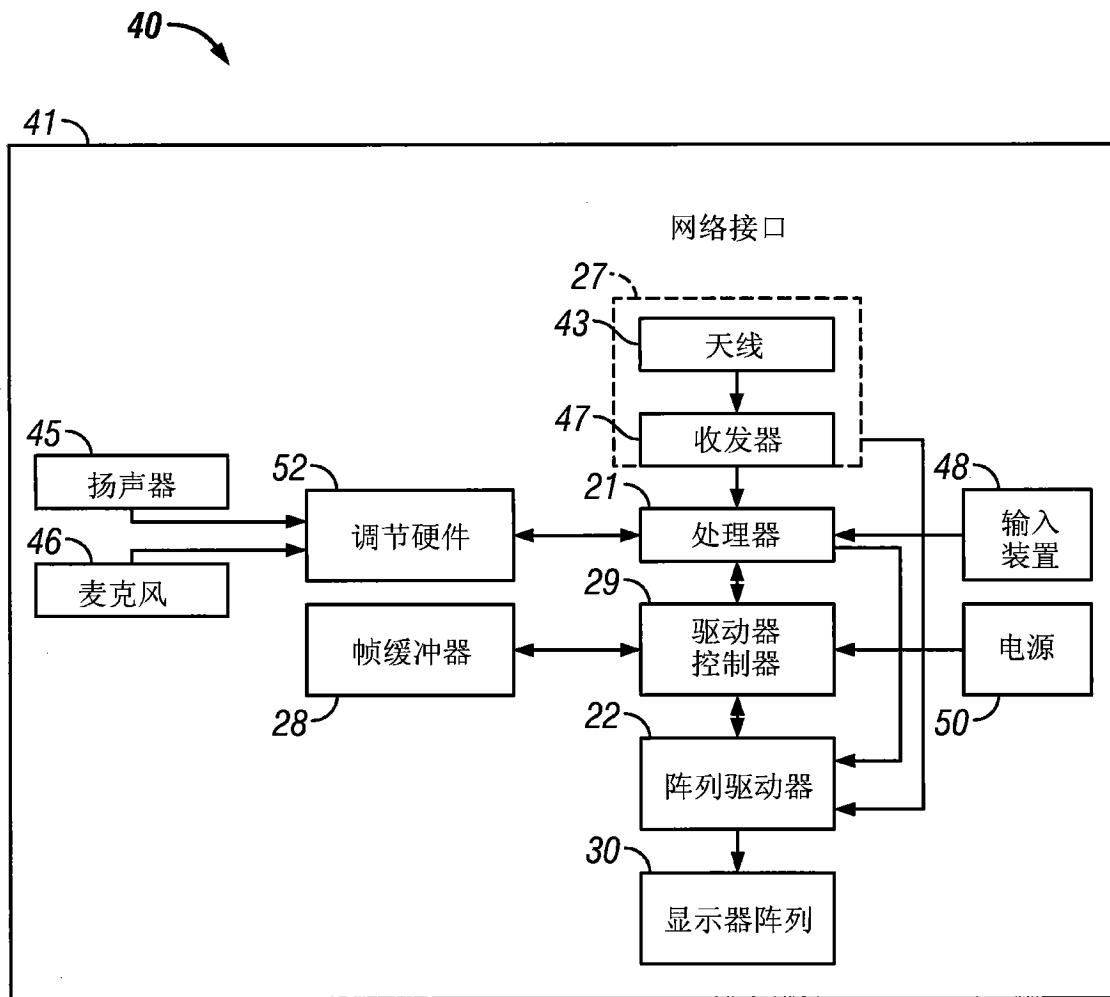


图 6B

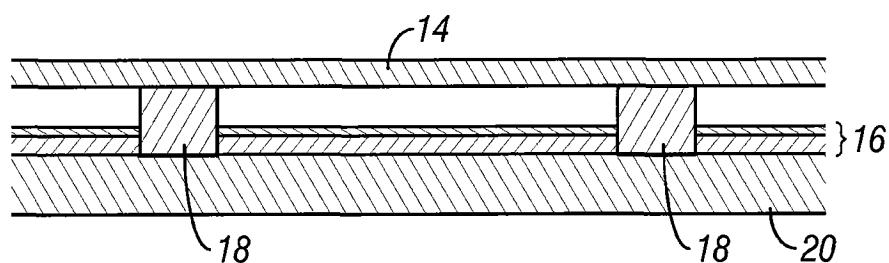


图 7A

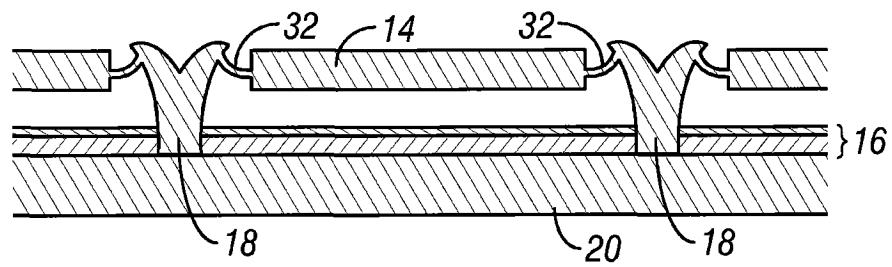


图 7B

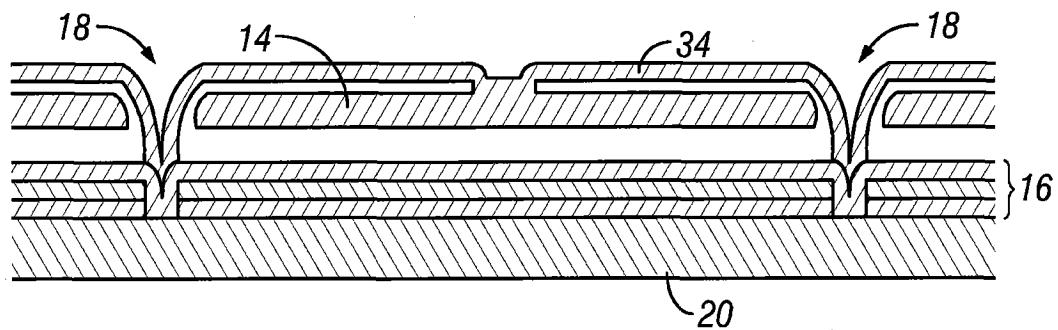


图 7C

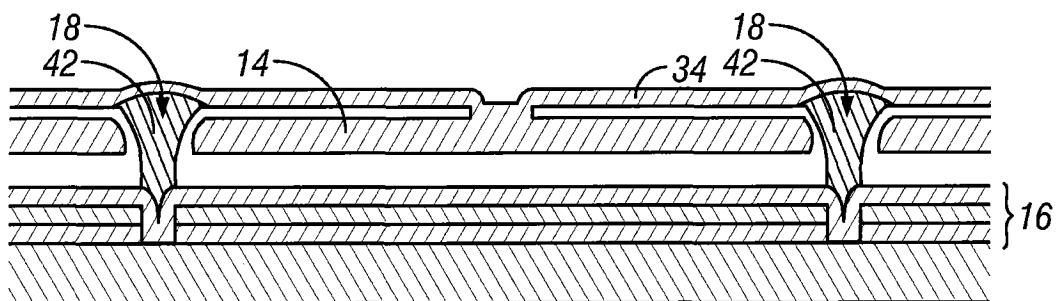


图 7D

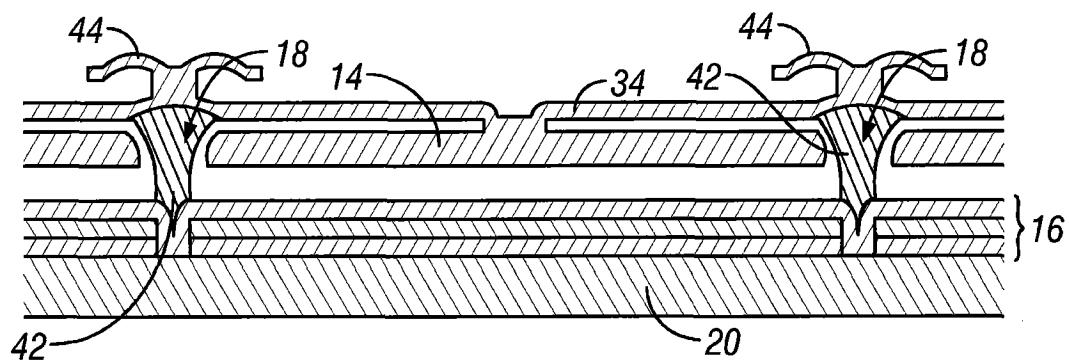


图 7E

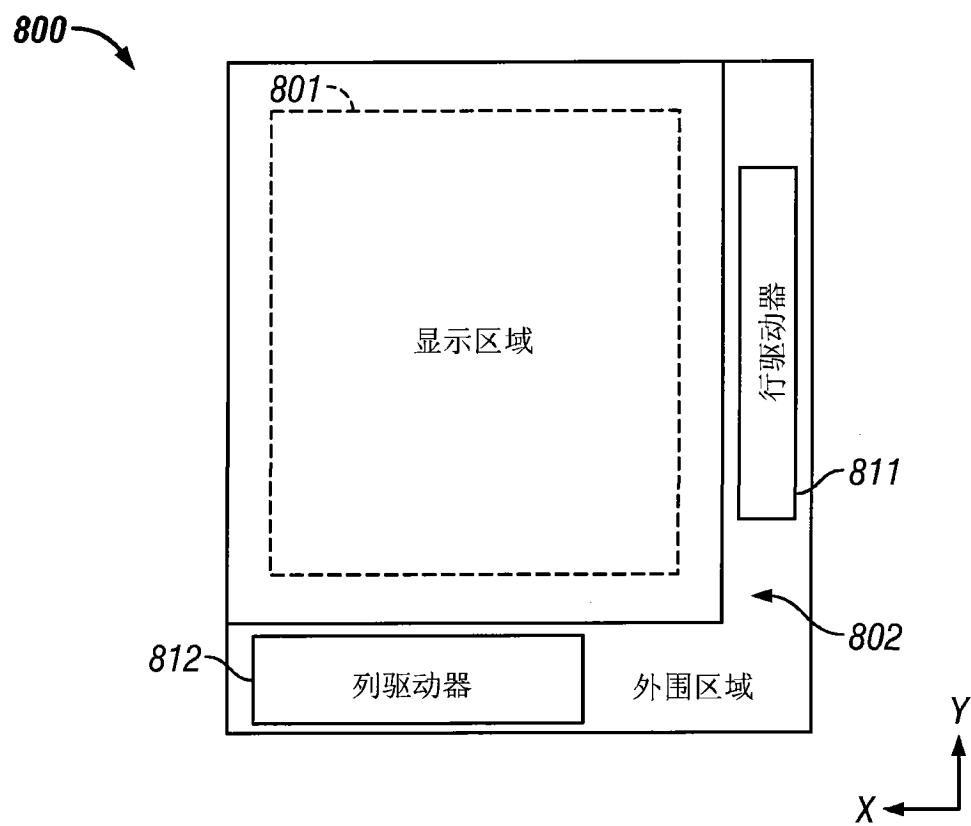


图 8

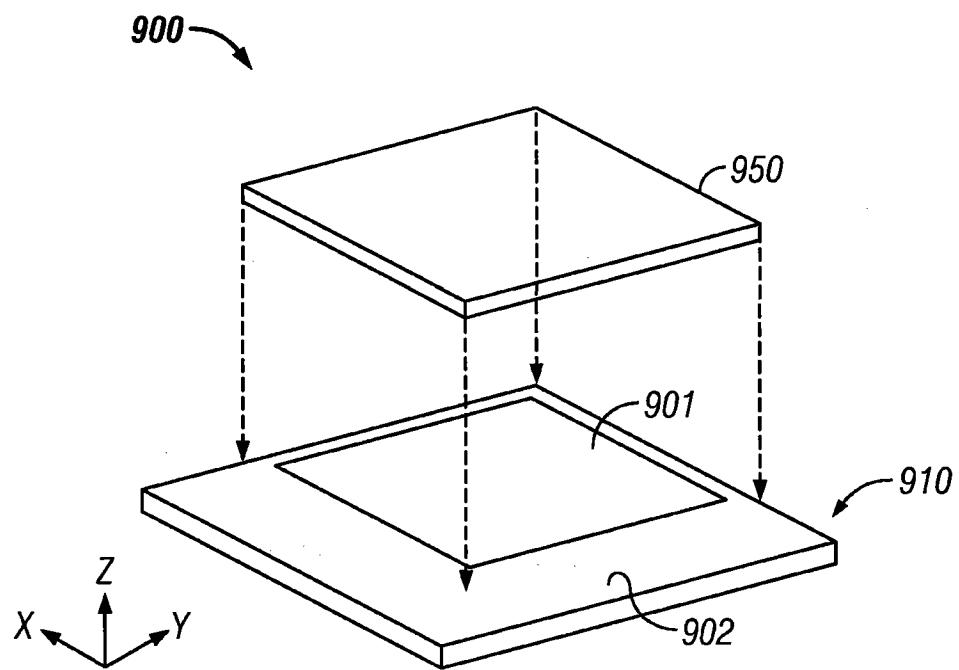


图 9

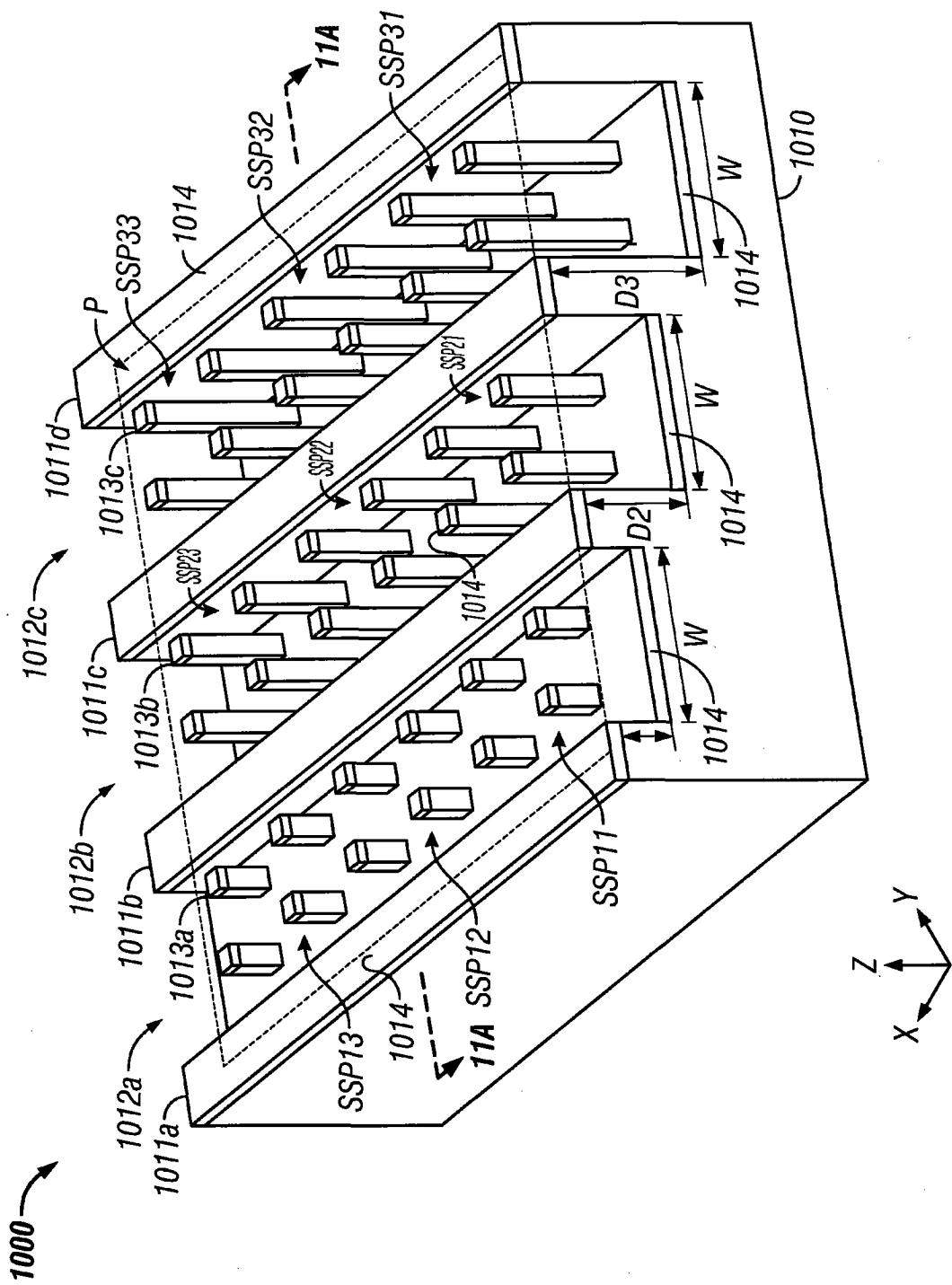


图 10

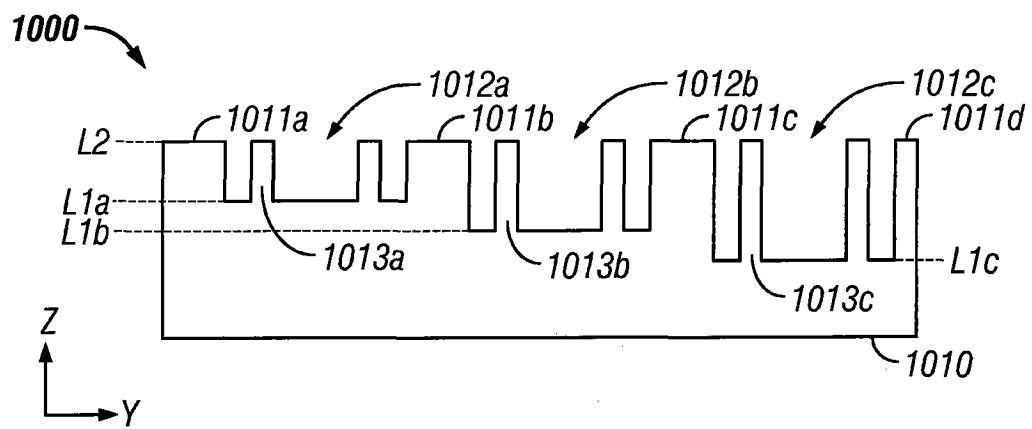


图 11A

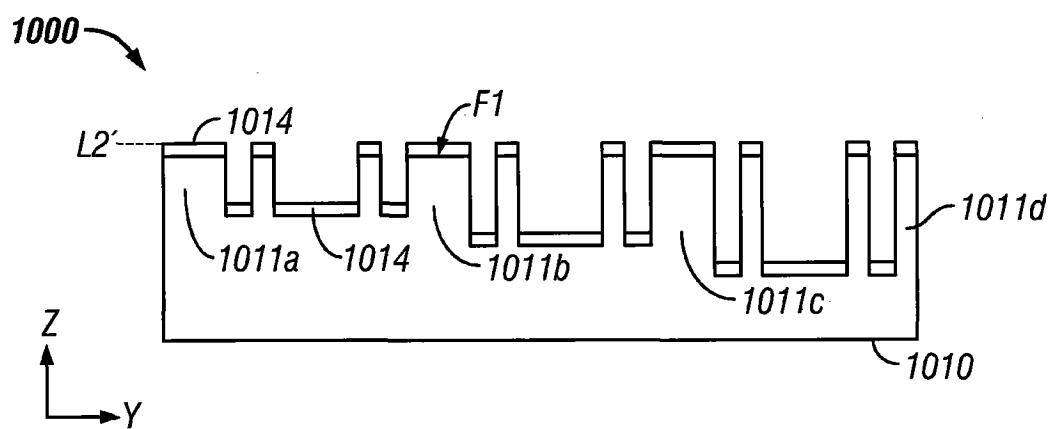


图 11B

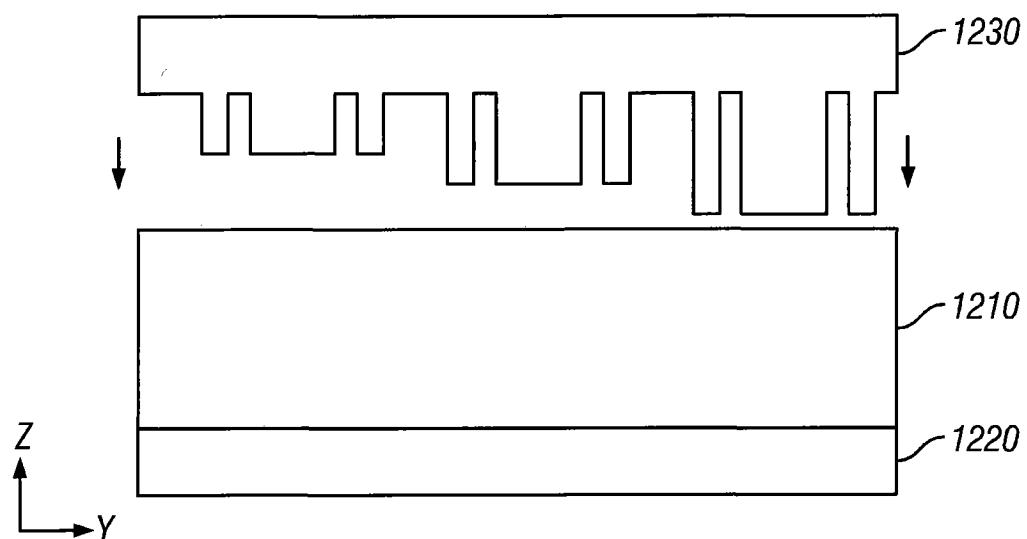


图 12A

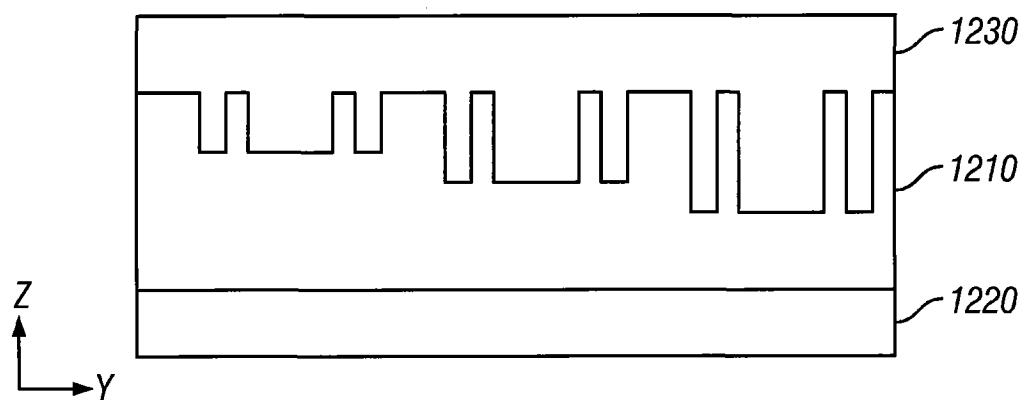


图 12B

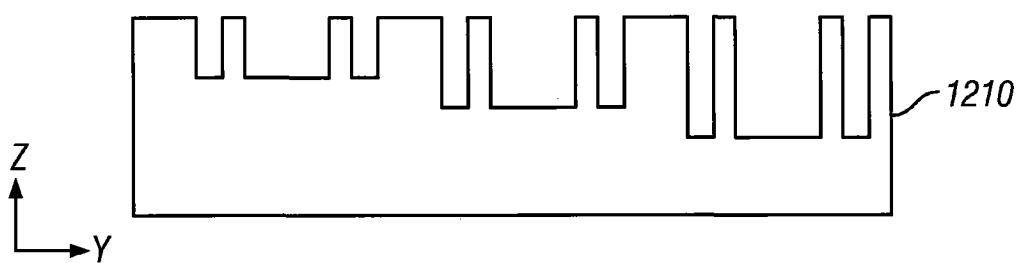


图 12C

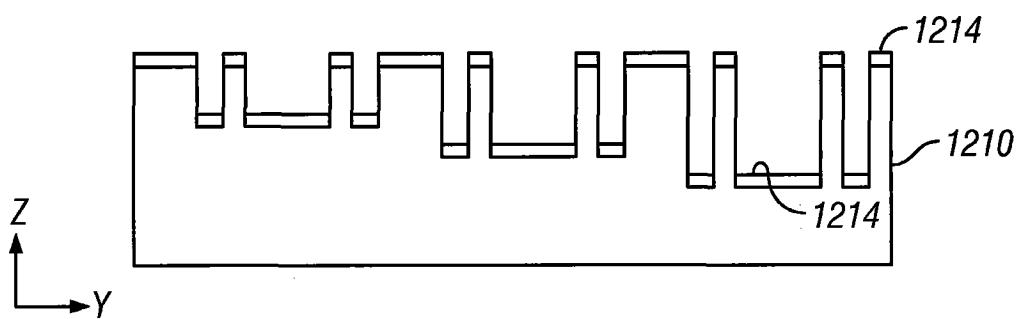


图 12D

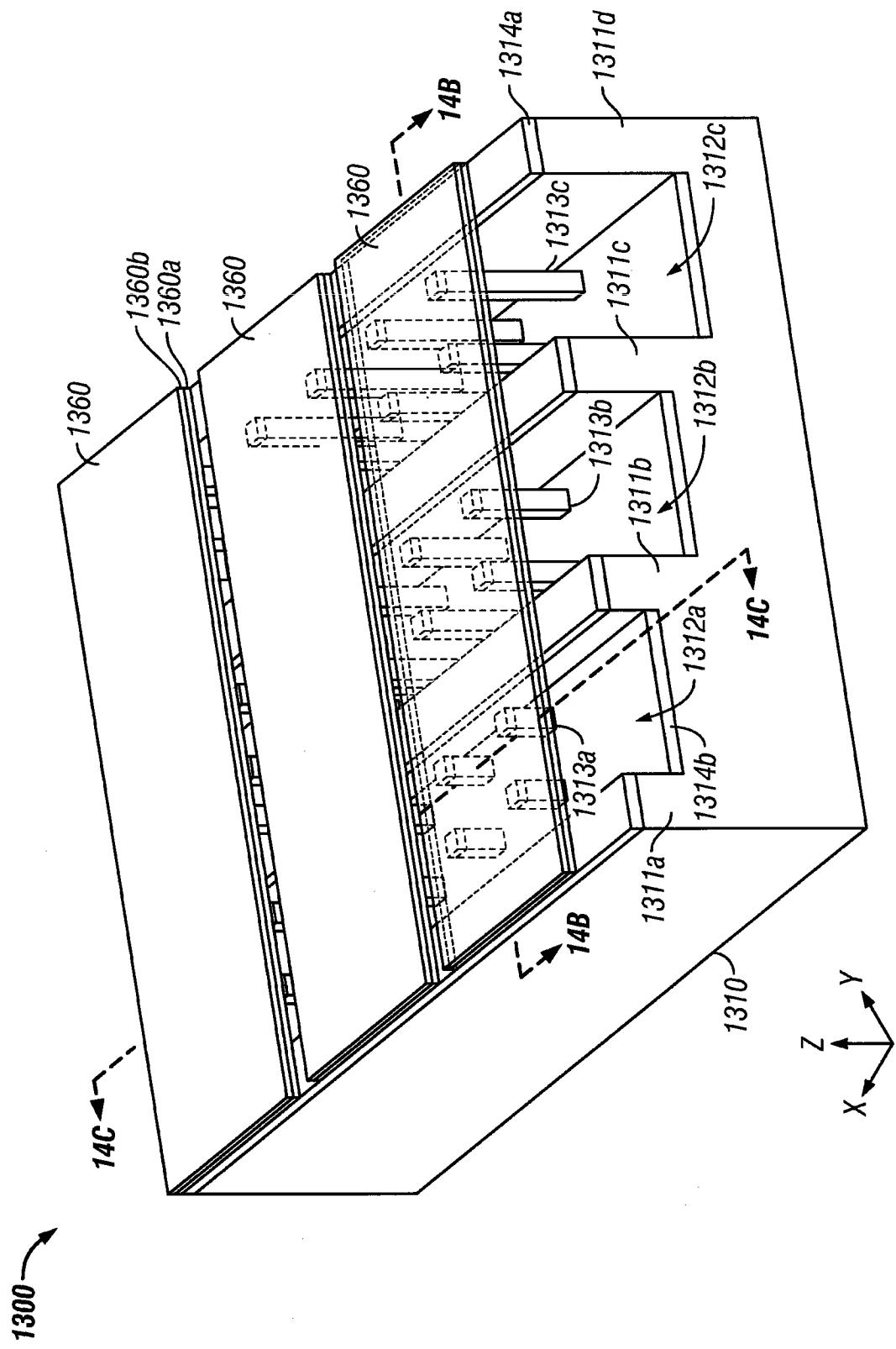


图 13

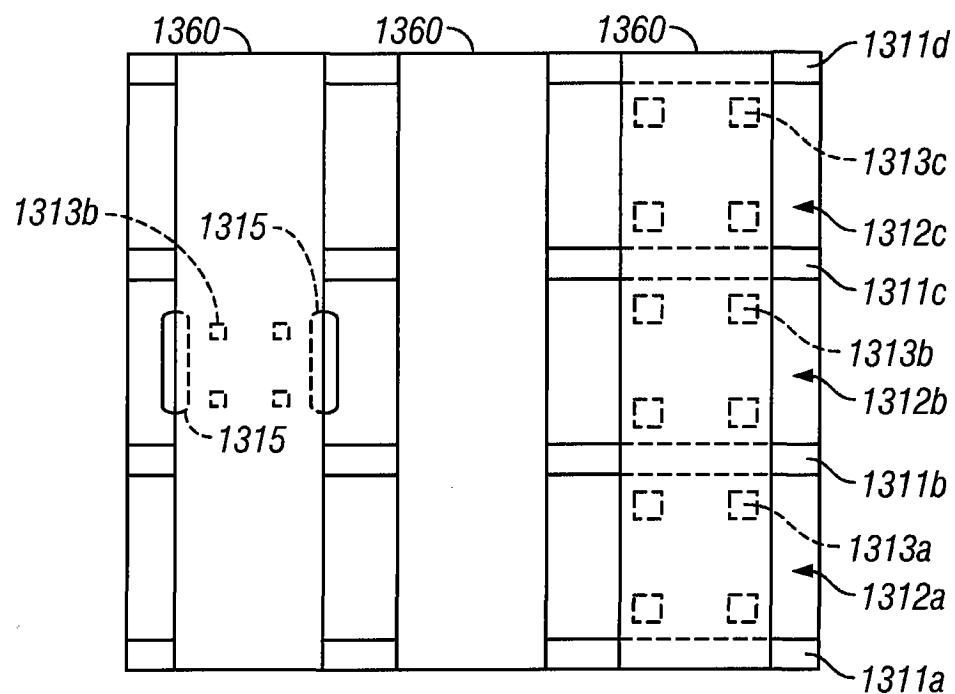


图 14A

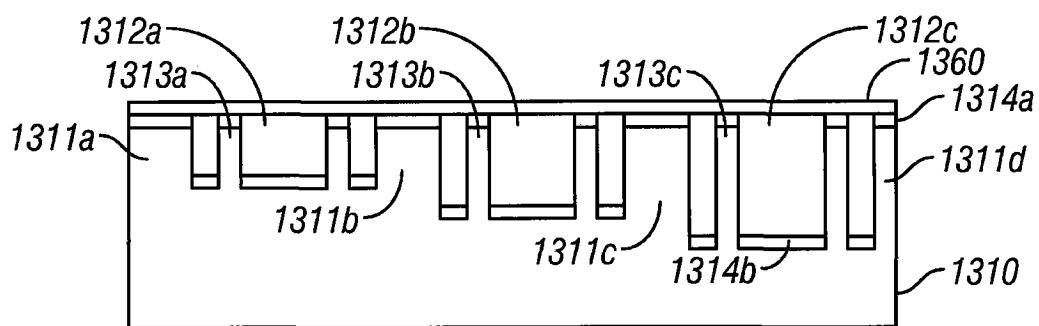


图 14B

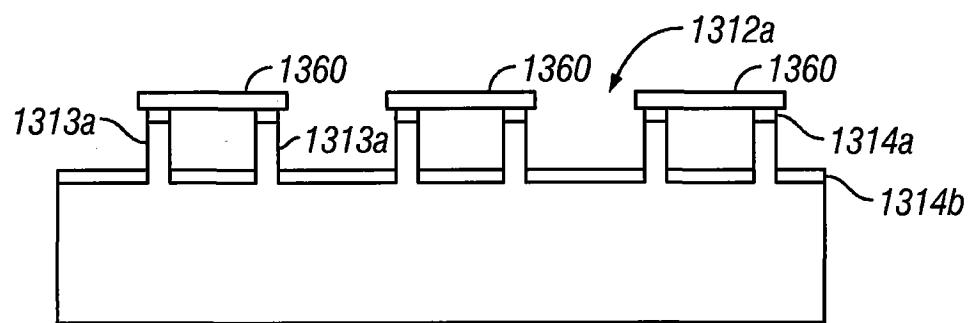


图 14C

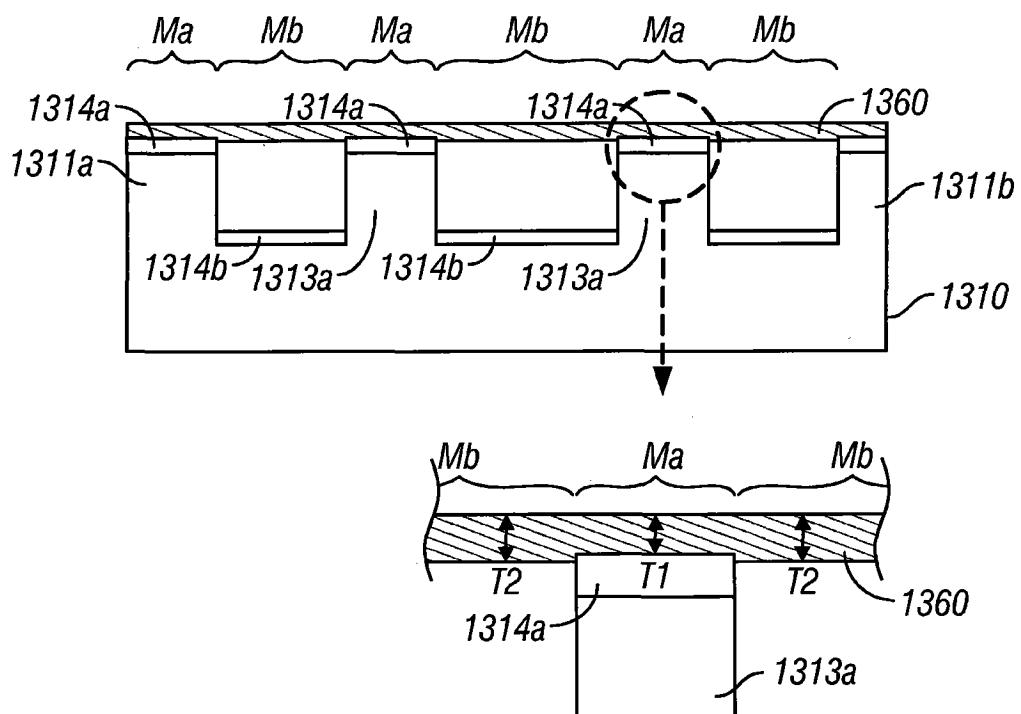


图 14D

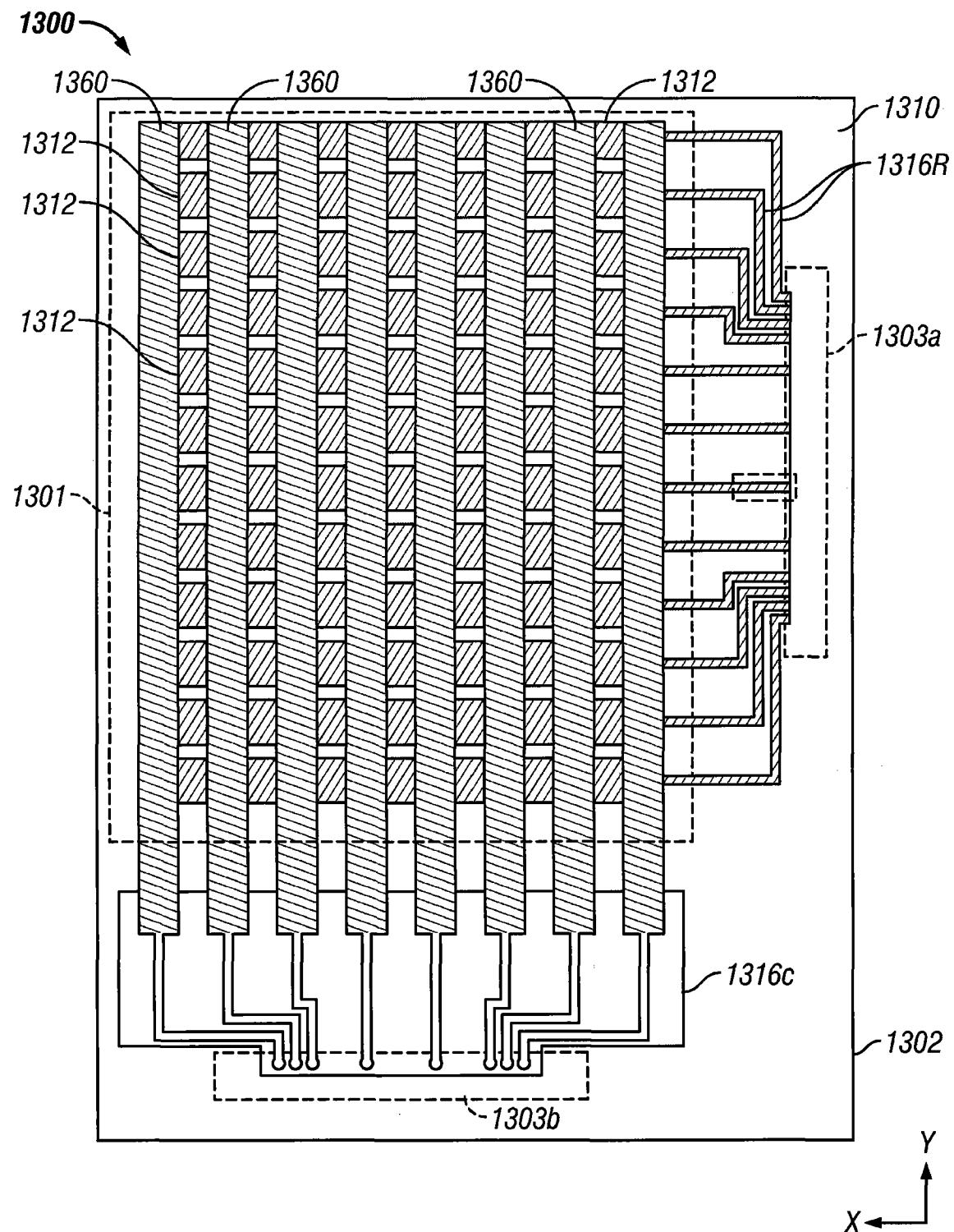


图 15

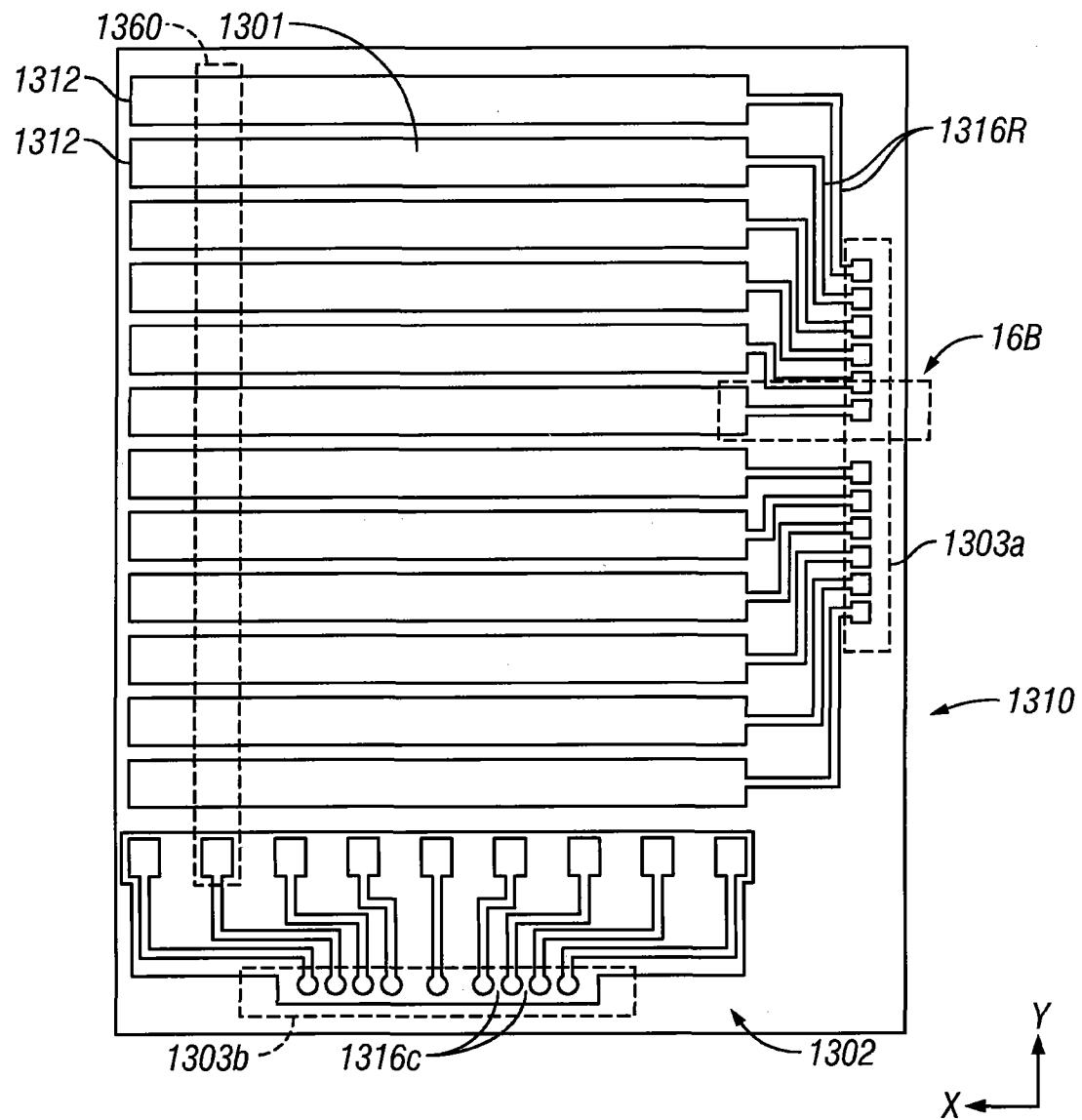


图 16A

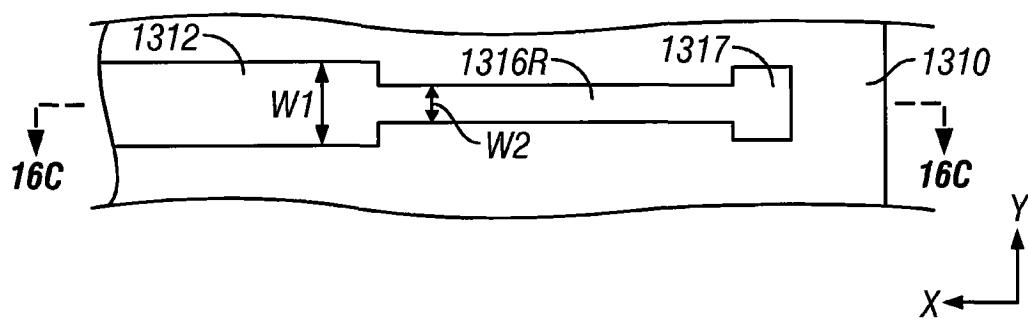


图 16B

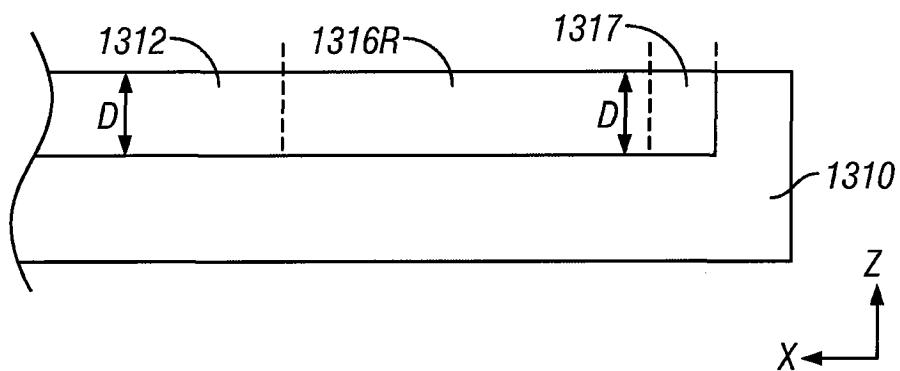


图 16C

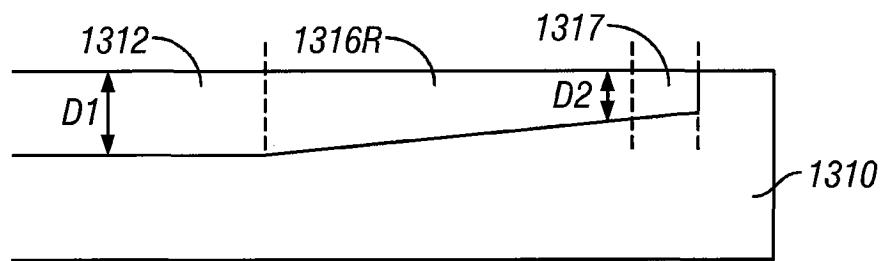


图 16D

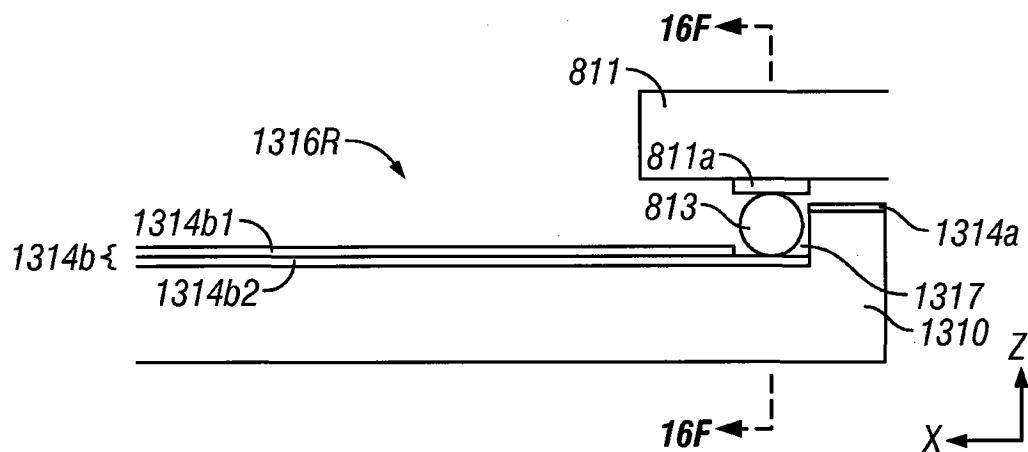


图 16E

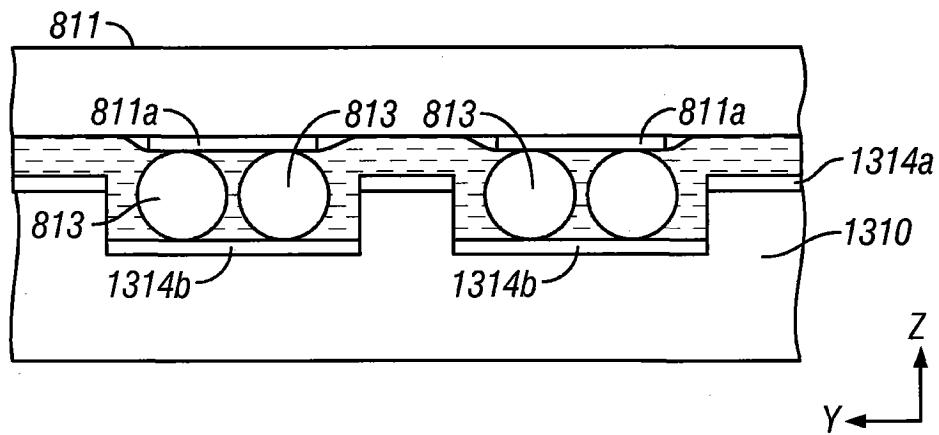


图 16F

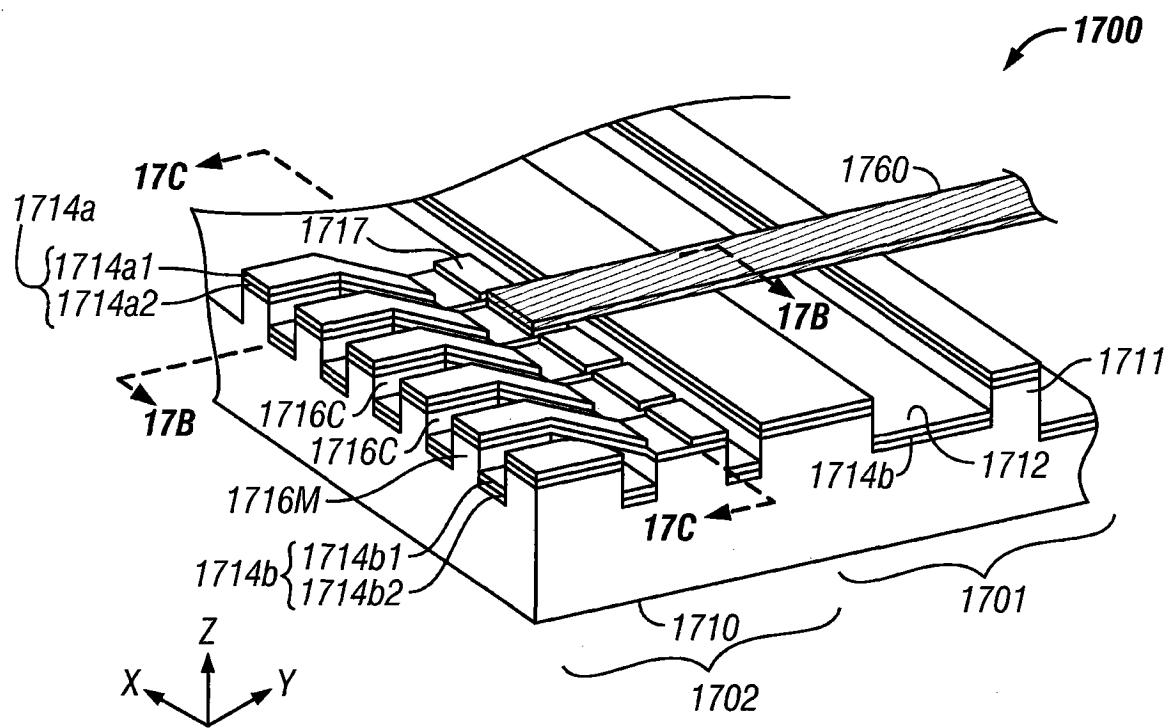


图 17A

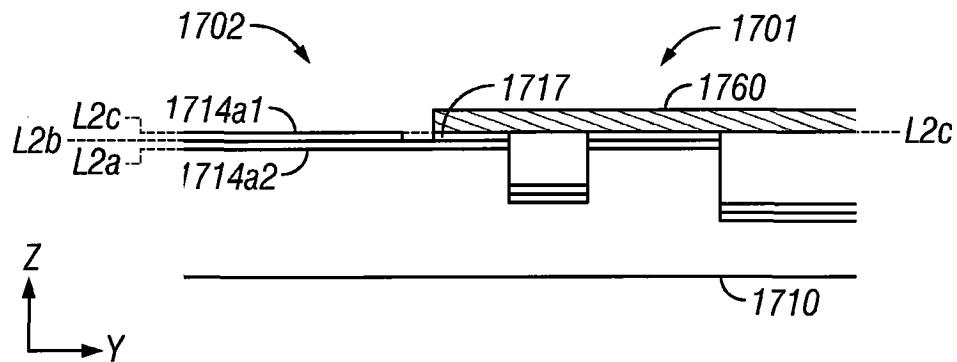


图 17B

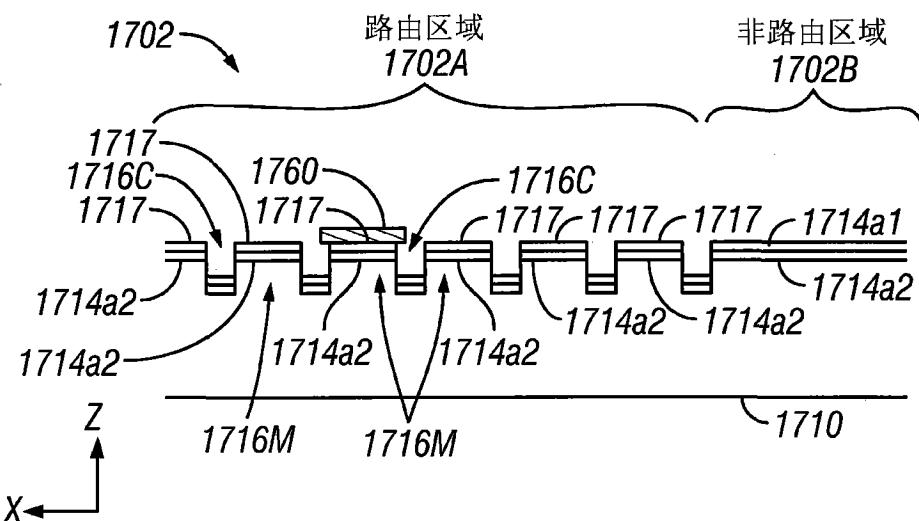


图 17C

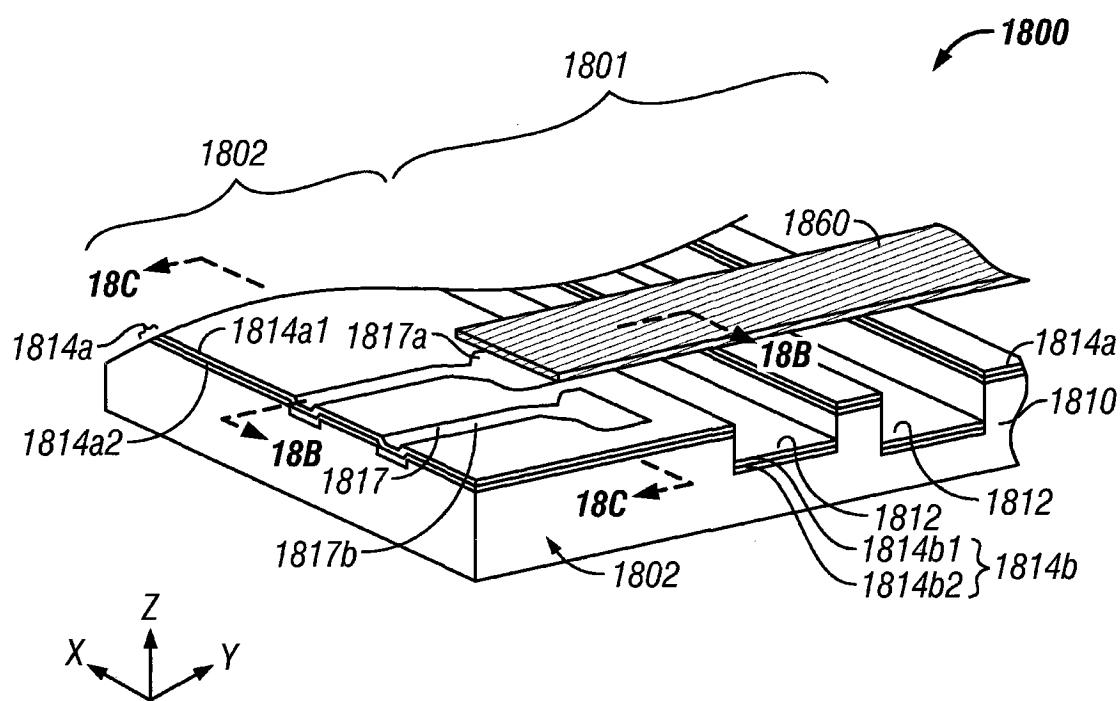


图 18A

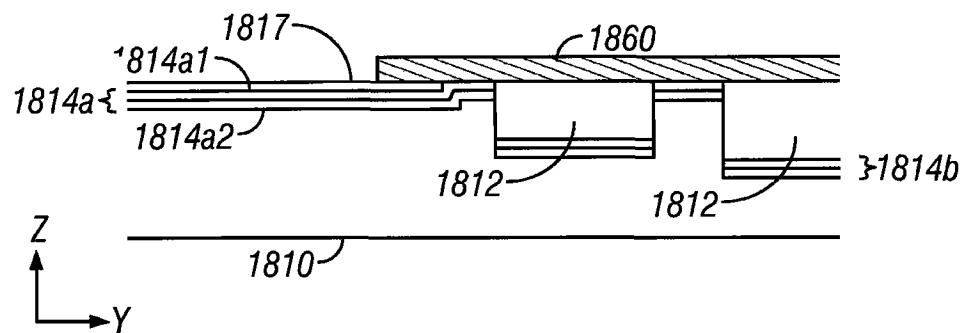


图 18B

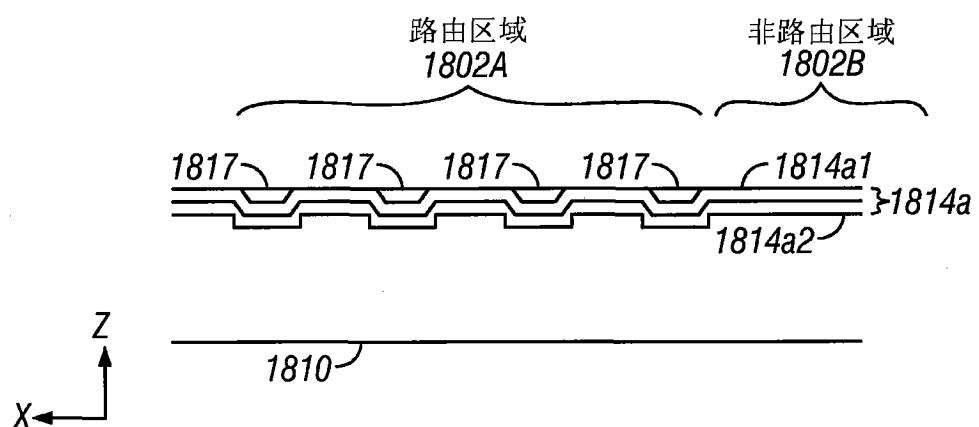


图 18C

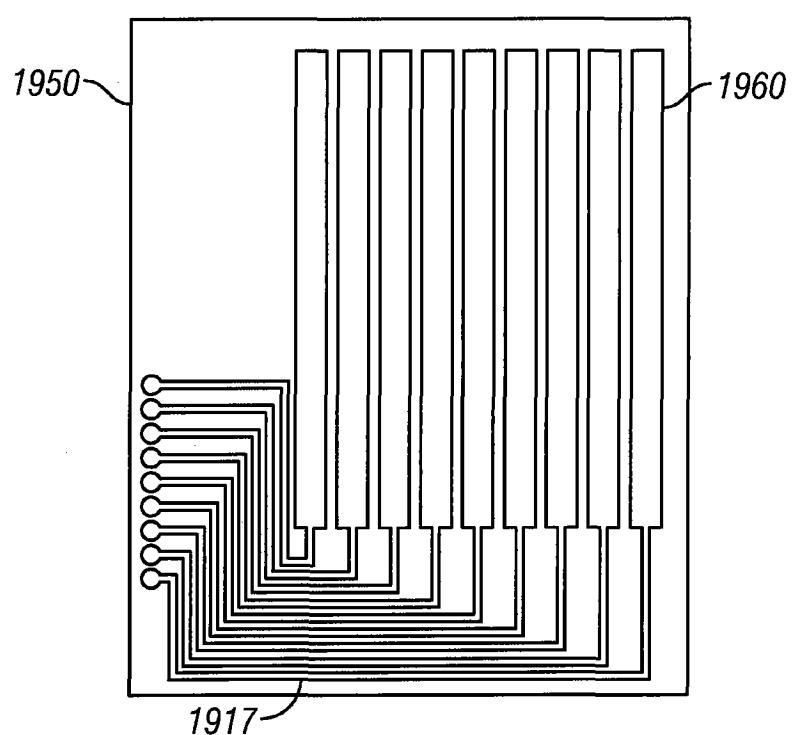


图 19

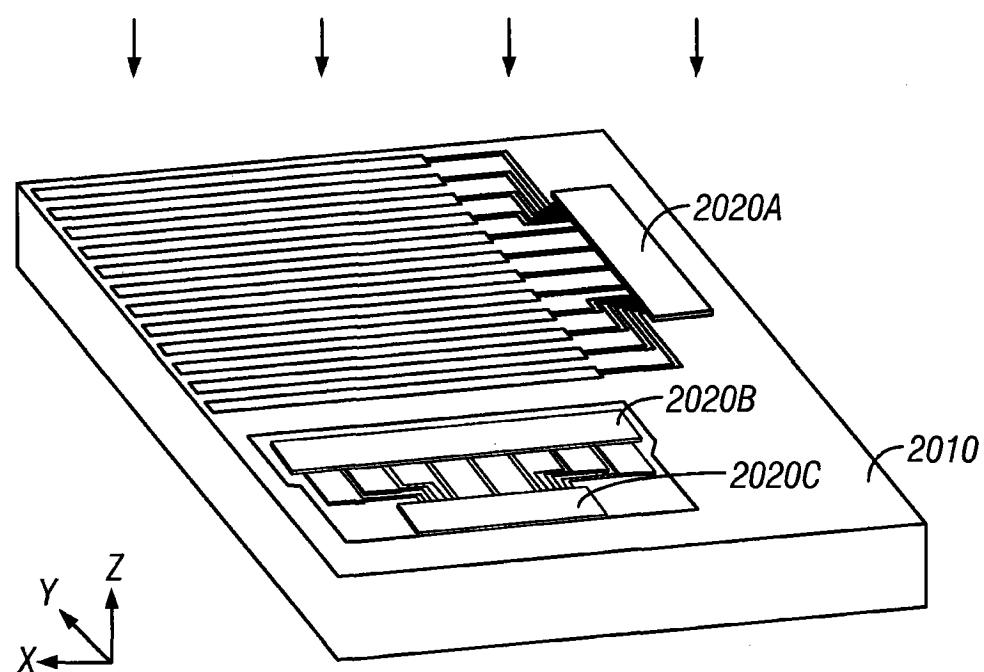


图 20

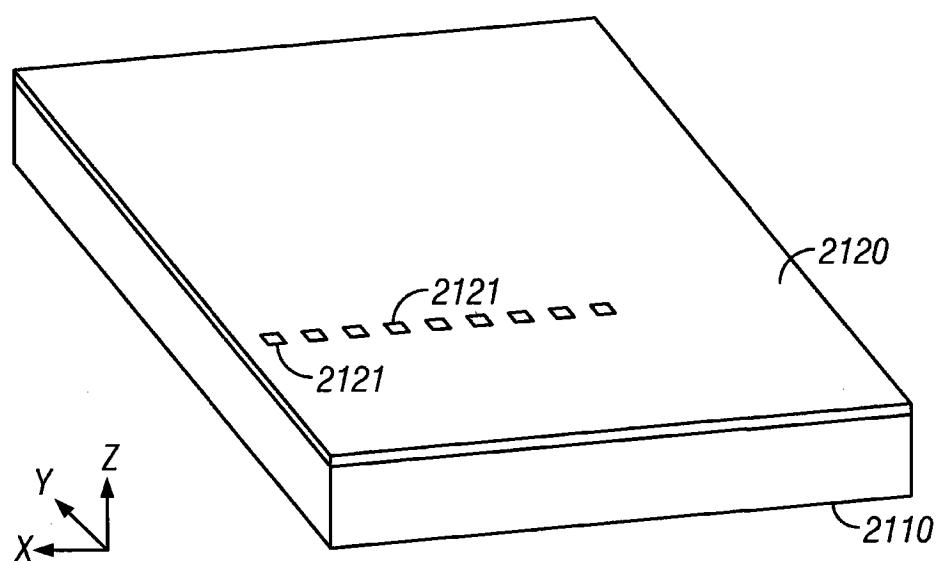


图 21

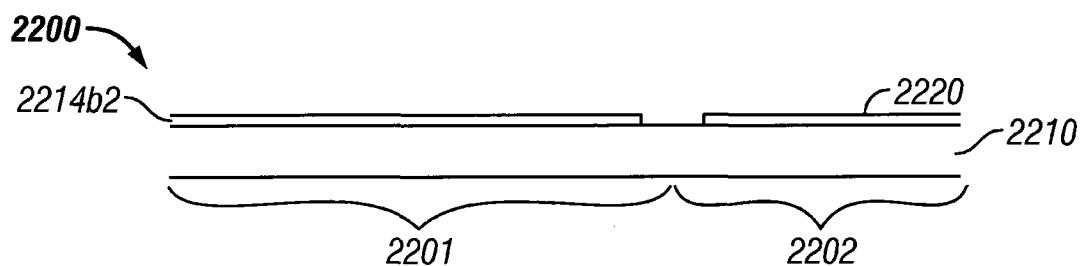


图 22A

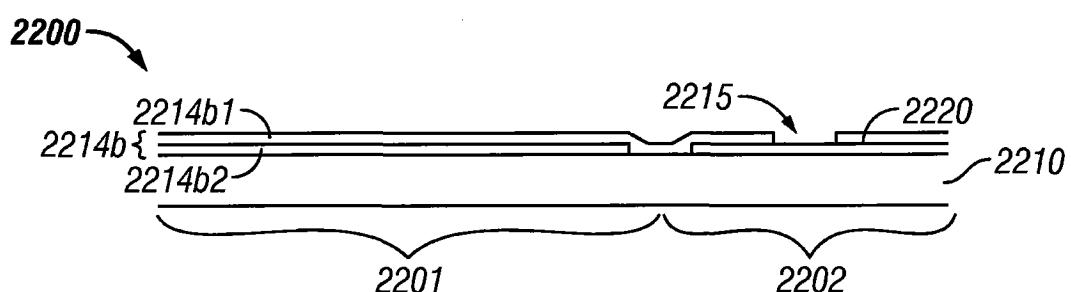


图 22B

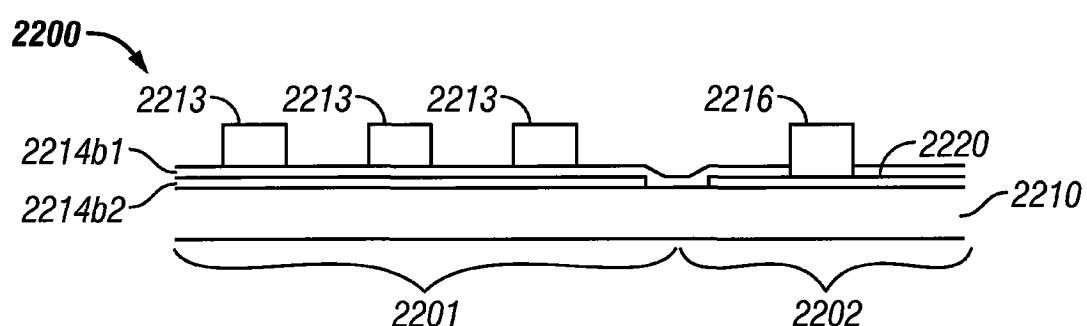


图 22C

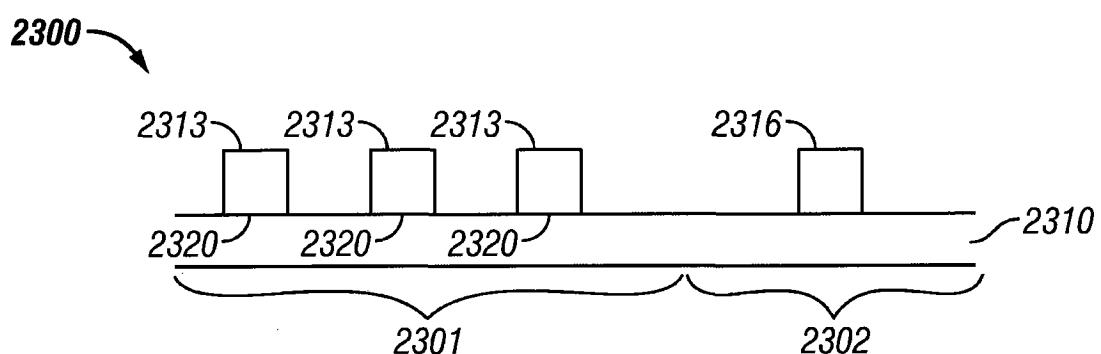


图 23A

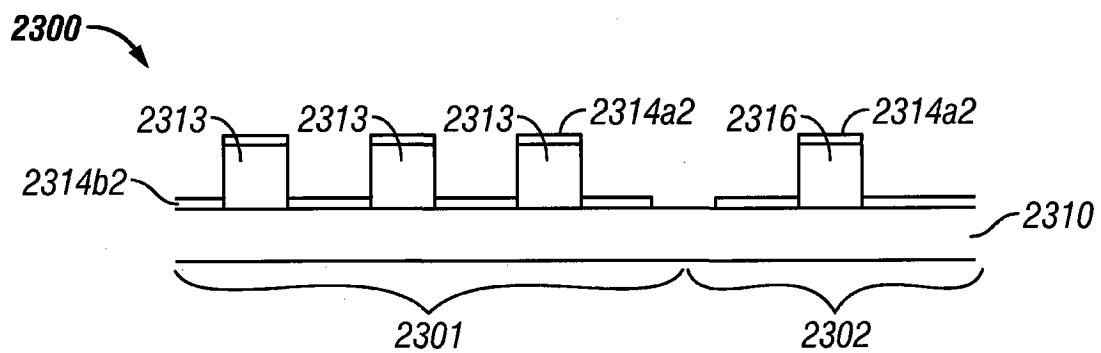


图 23B

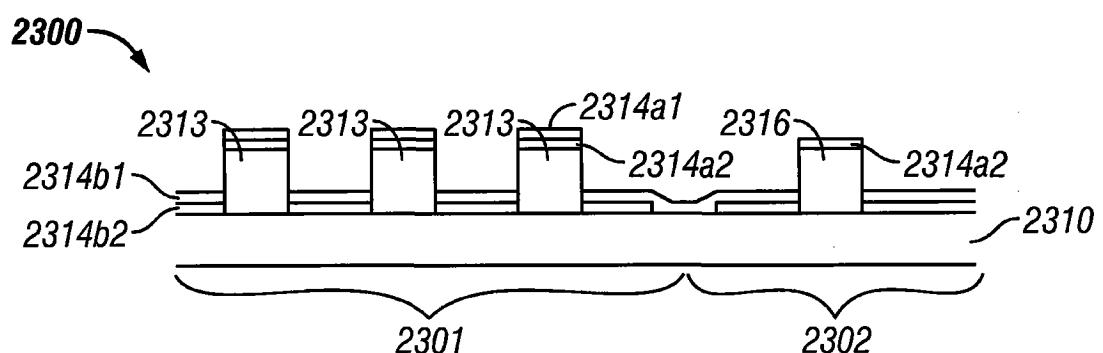


图 23C

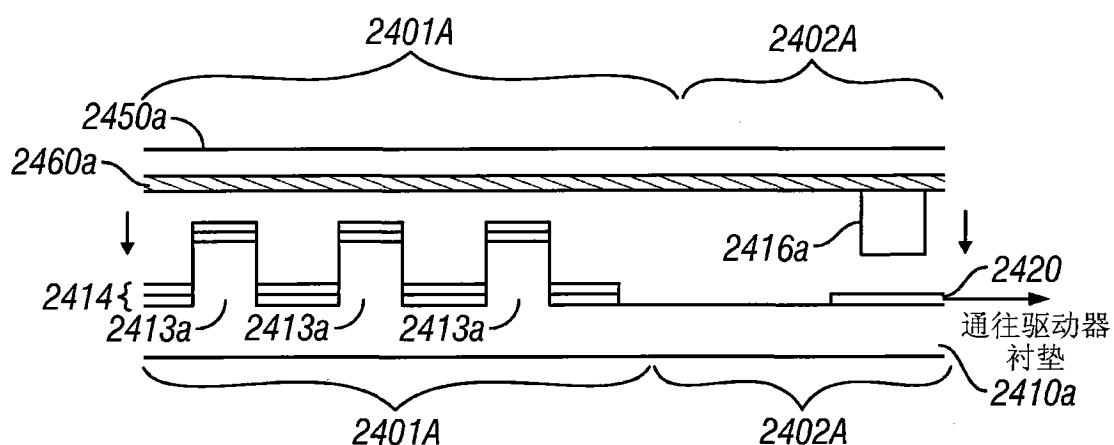


图 24A

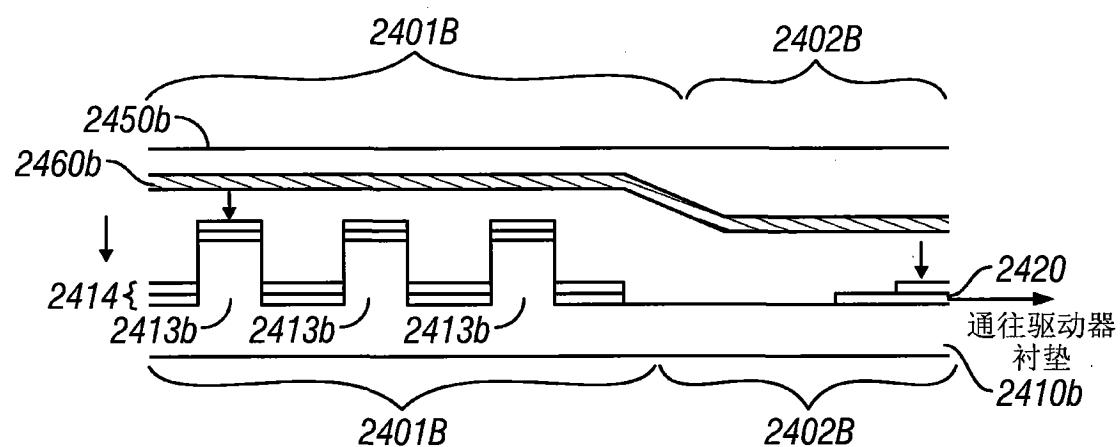


图 24B

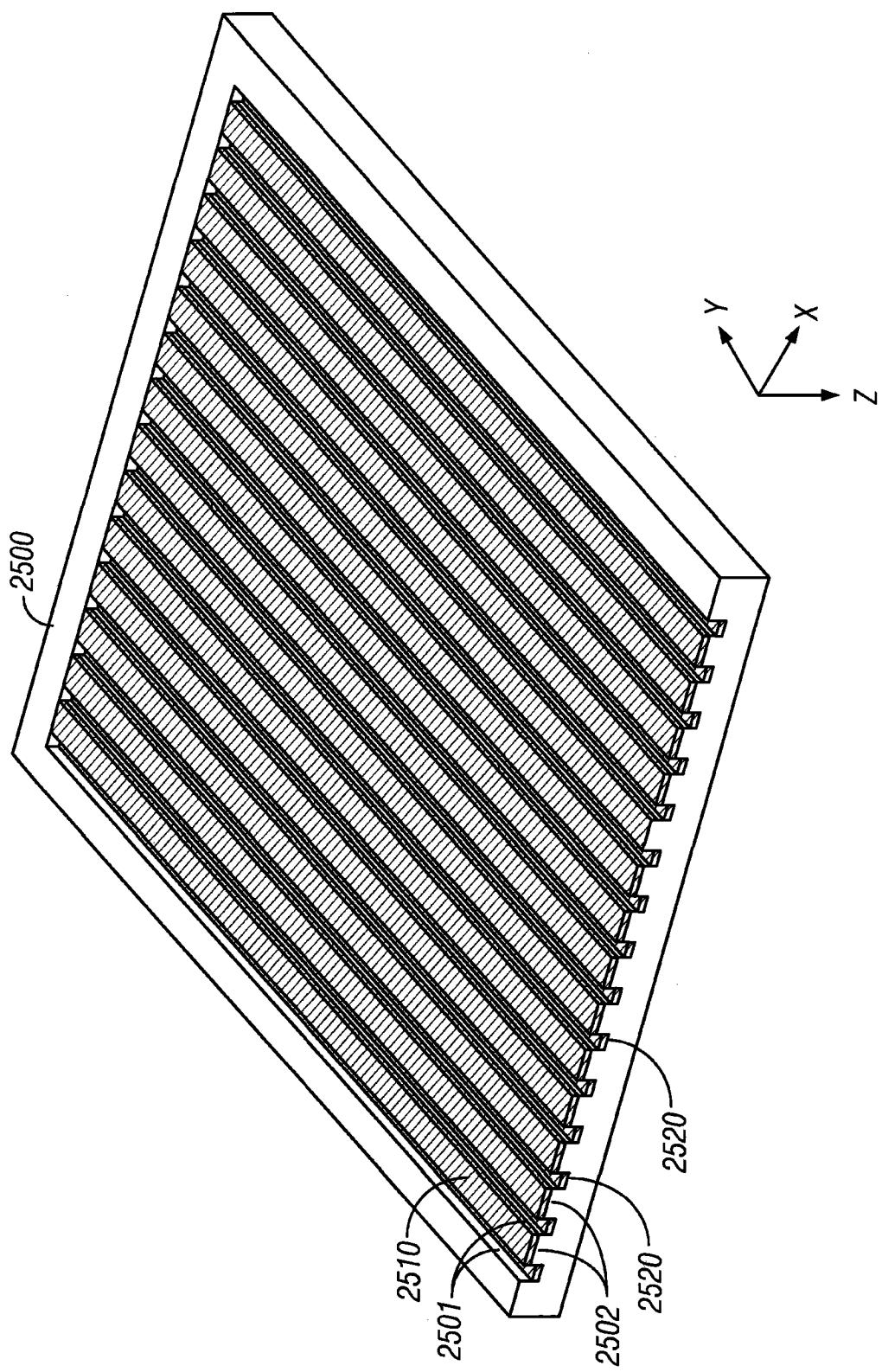


图 25

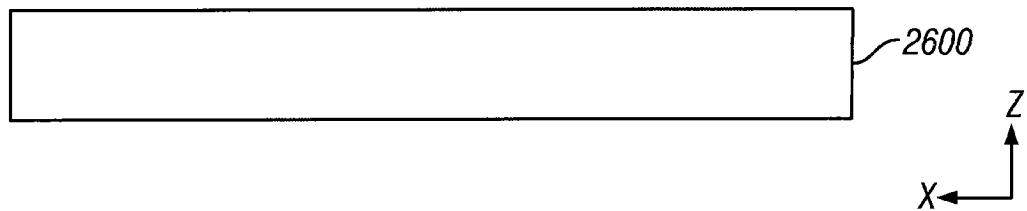


图 26A

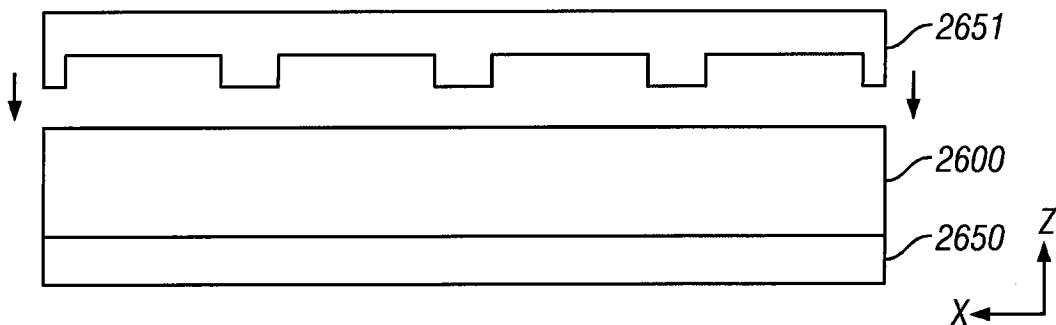


图 26B

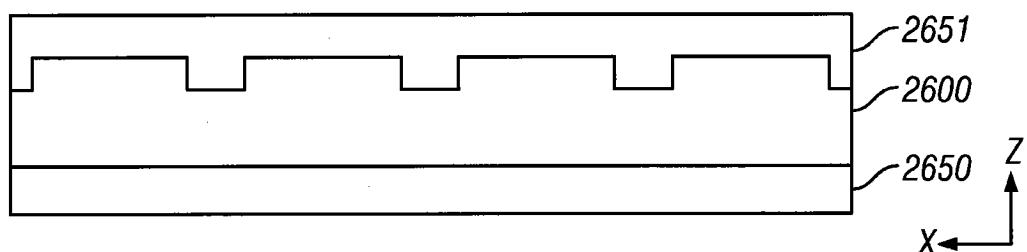


图 26C

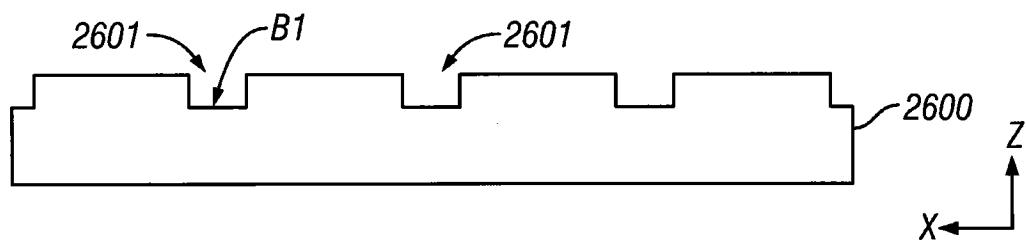


图 26D

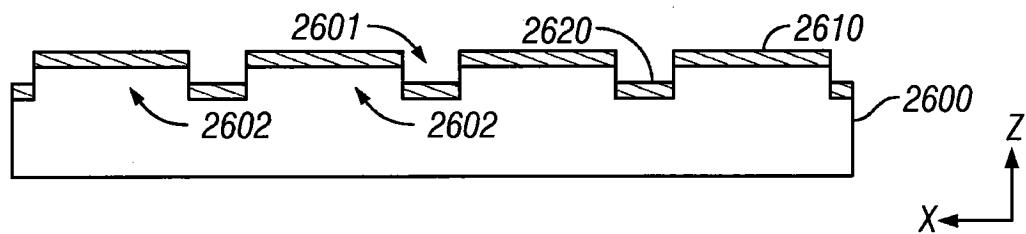


图 26E

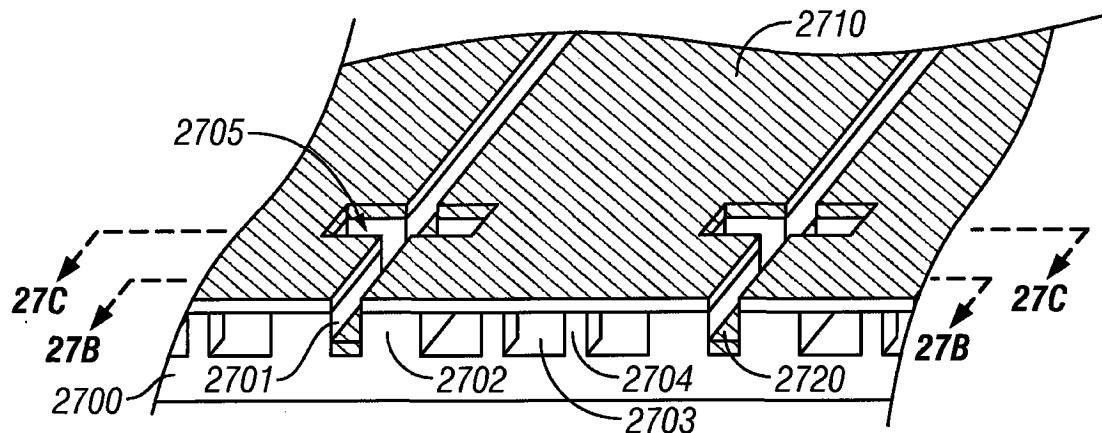


图 27A

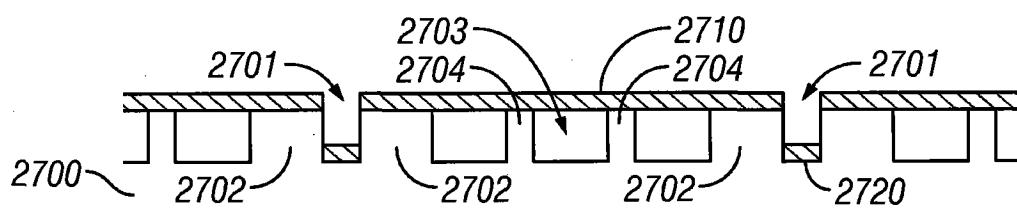


图 27B

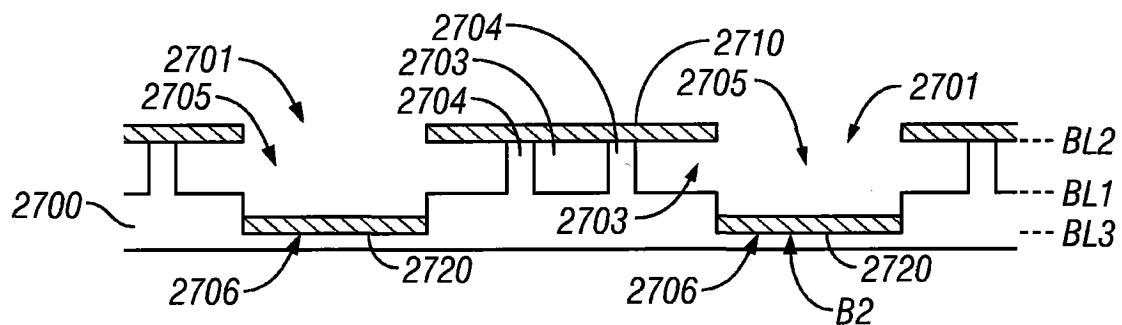


图 27C

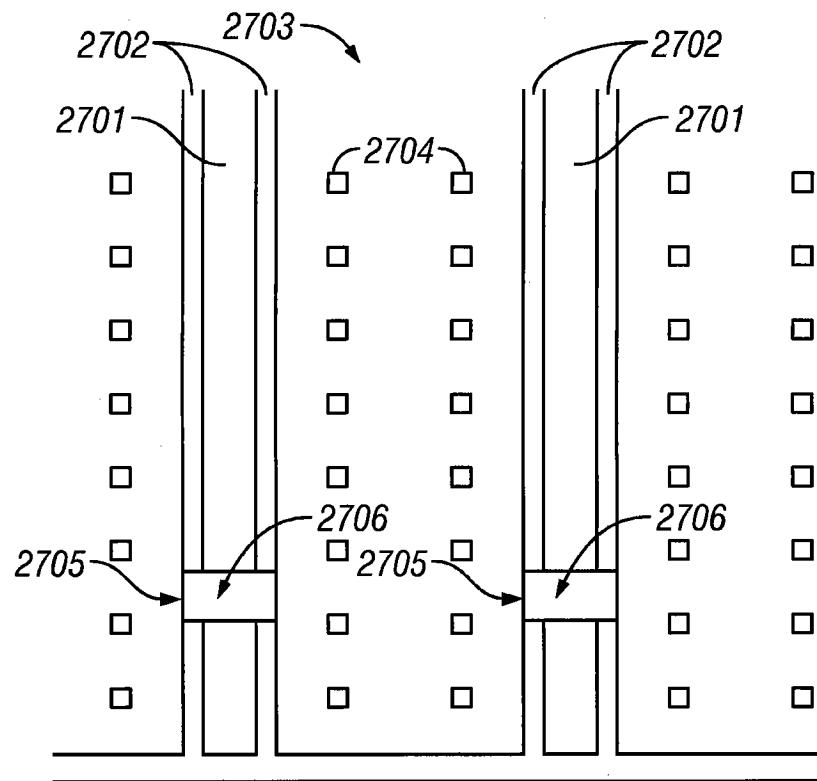


图 27D

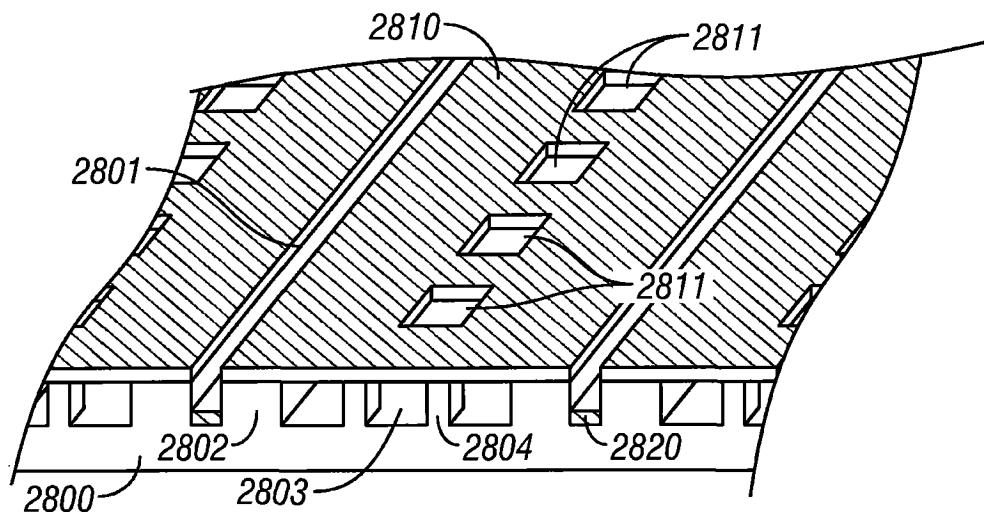


图 28

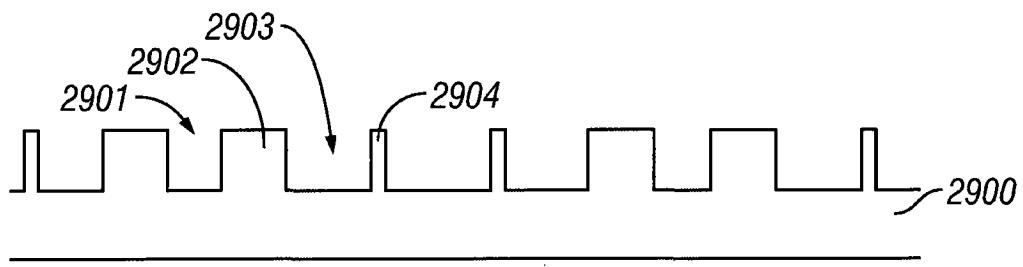


图 29A

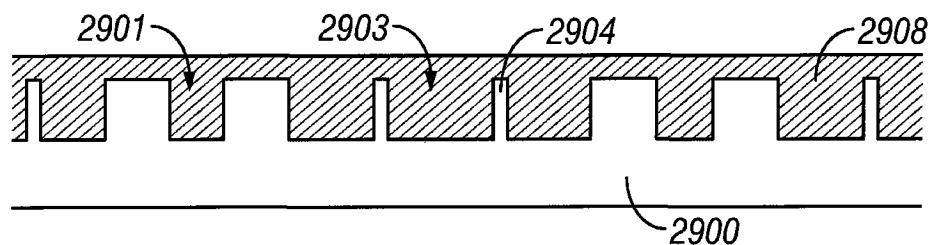


图 29B

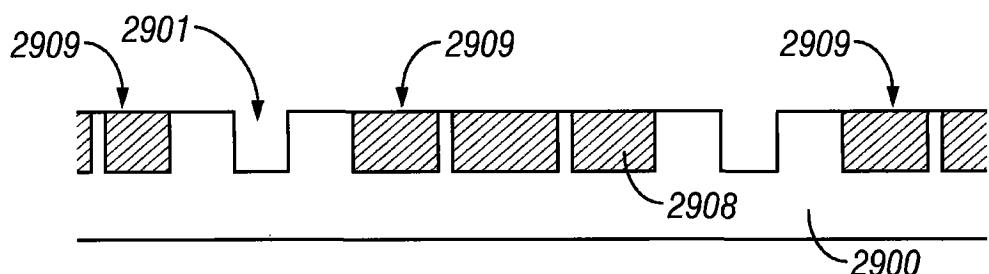


图 29C

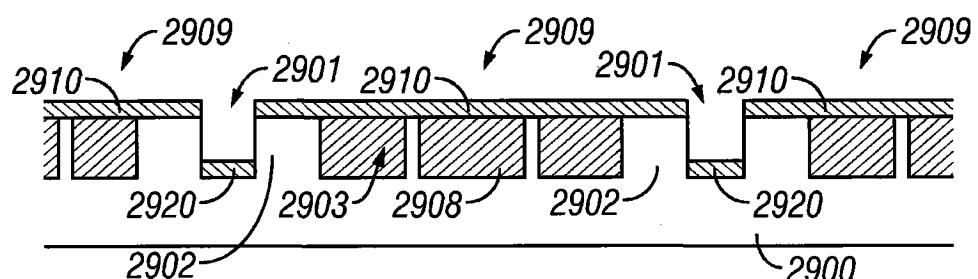


图 29D

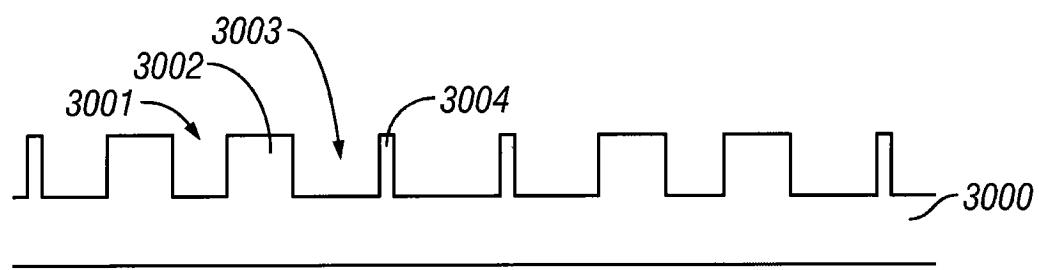


图 30A

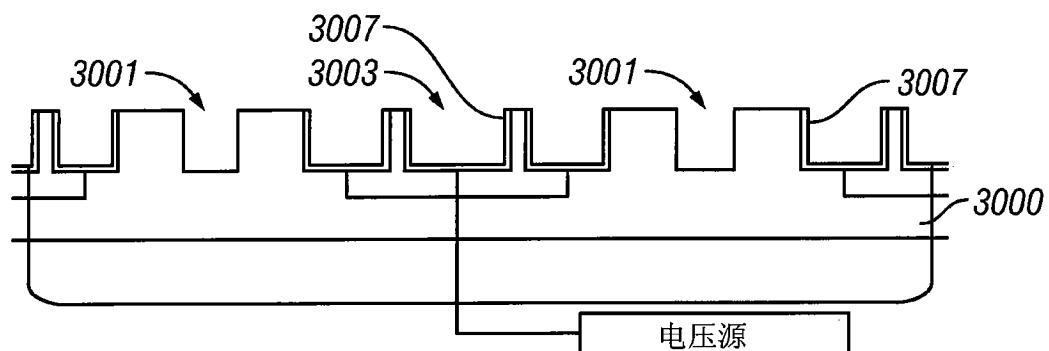


图 30B

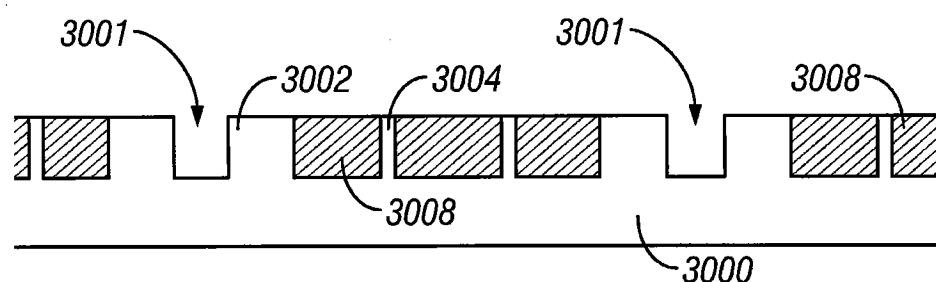


图 30C

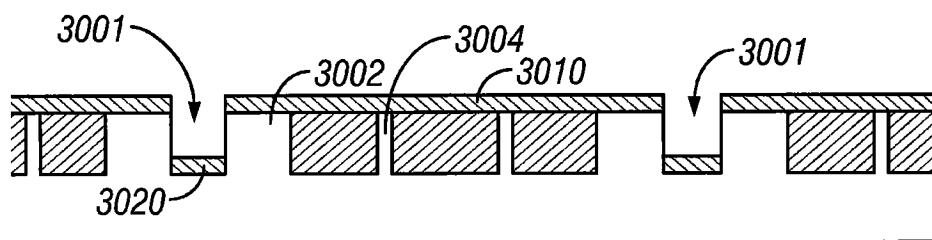


图 30D

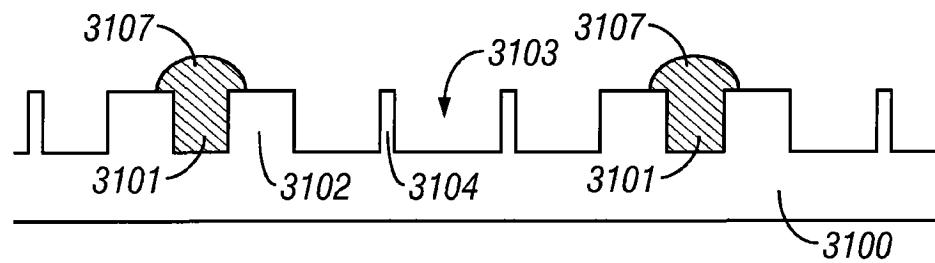


图 31A

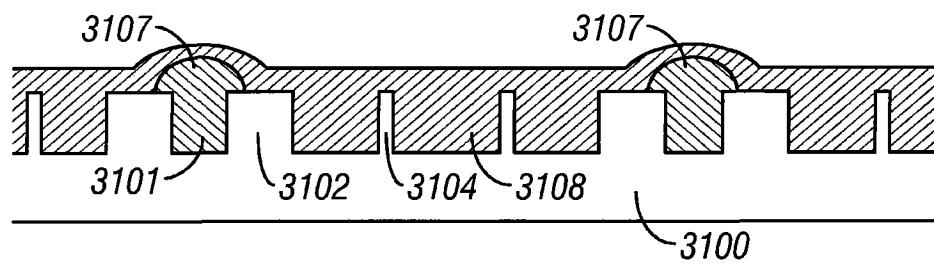


图 31B

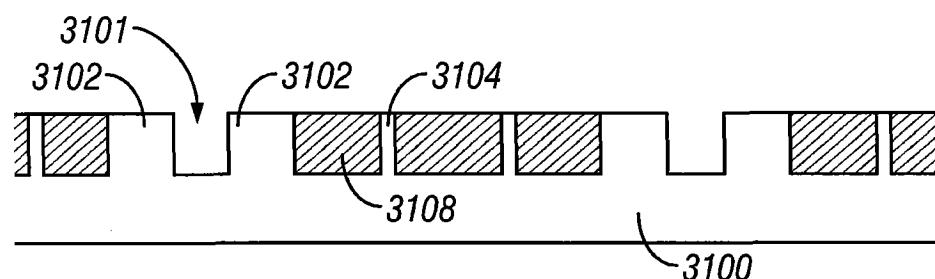


图 31C

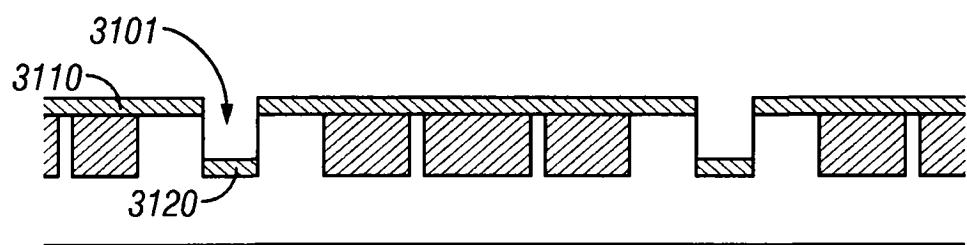


图 31D

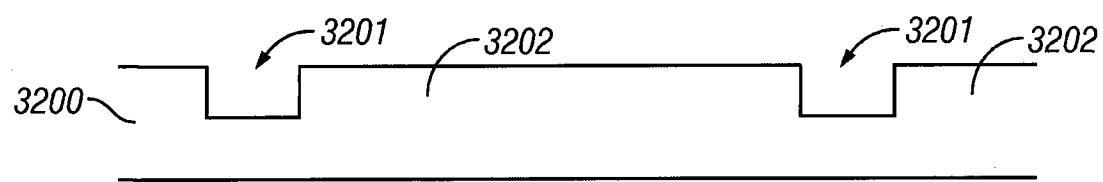


图 32A

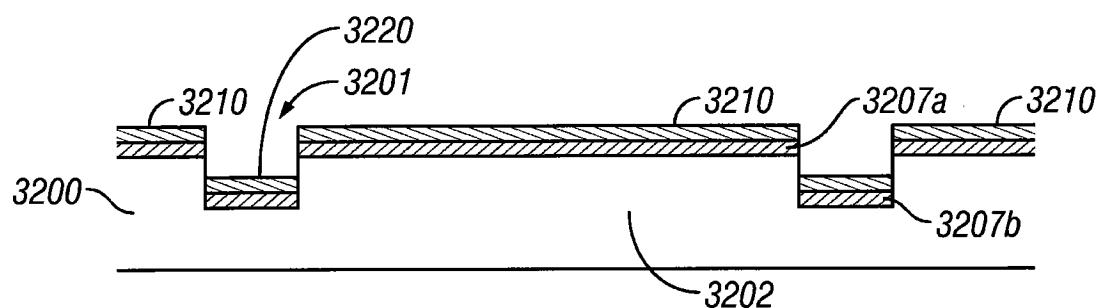


图 32B

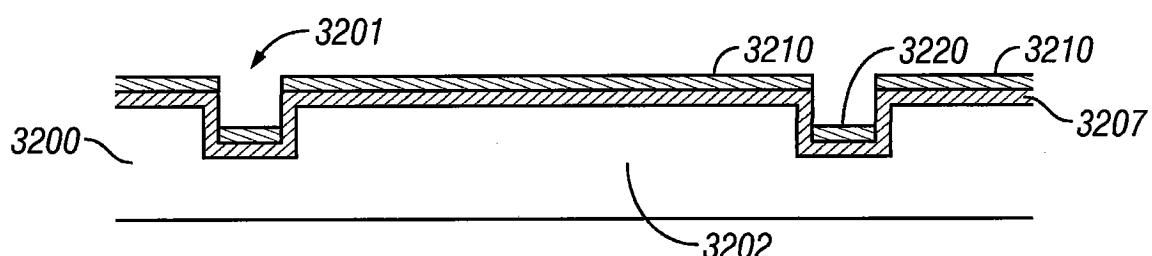


图 32C

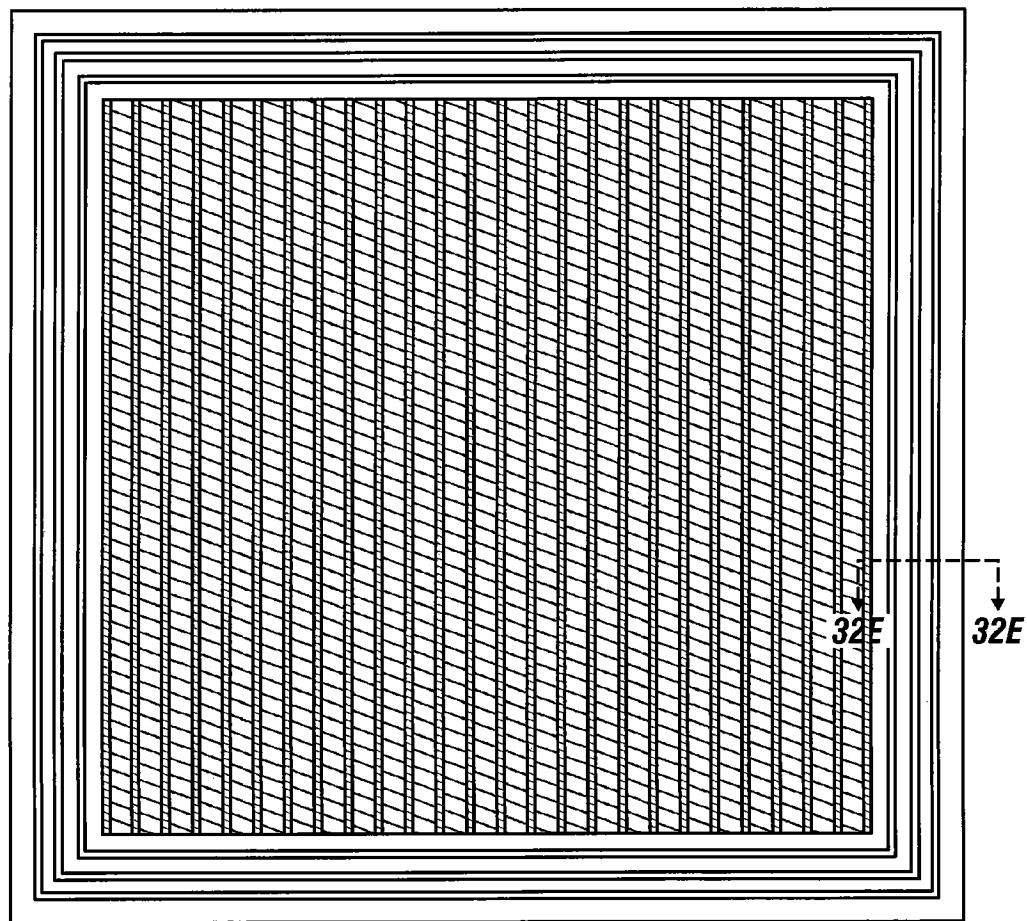


图 32D

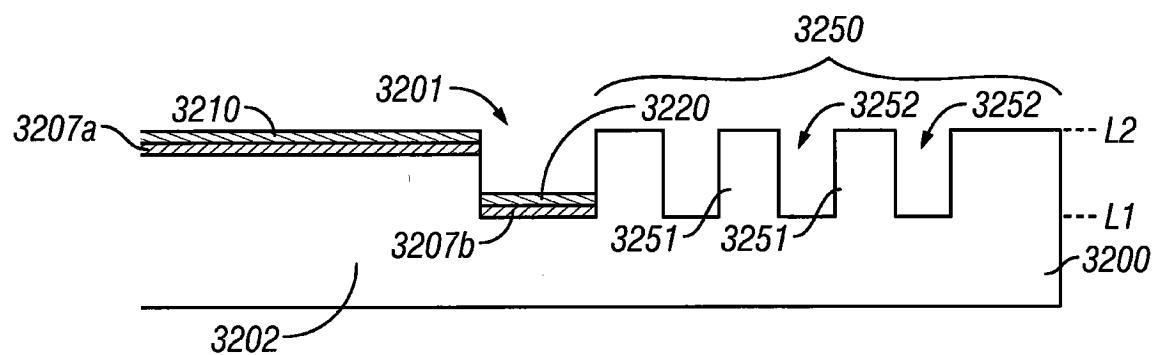


图 32E

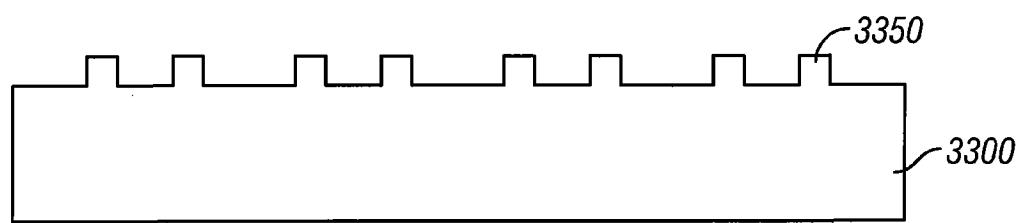


图 33A

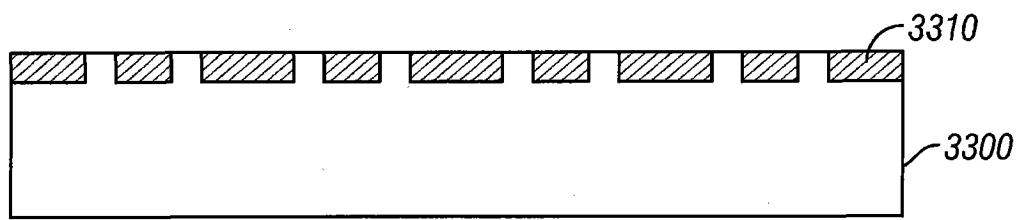


图 33B

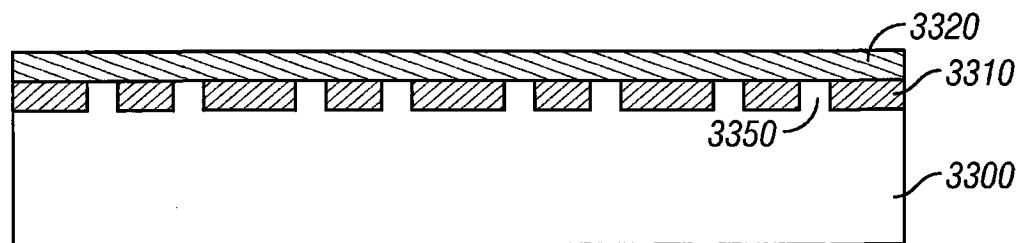


图 33C

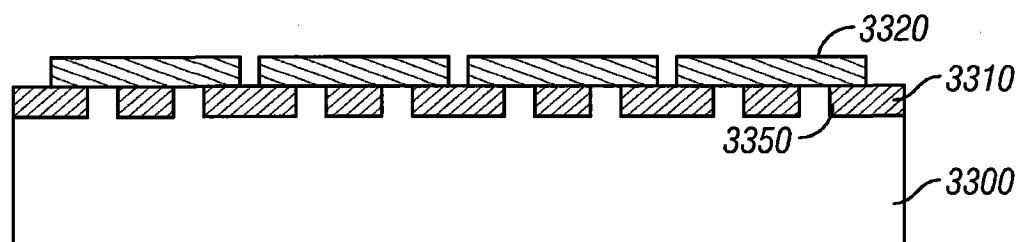


图 33D

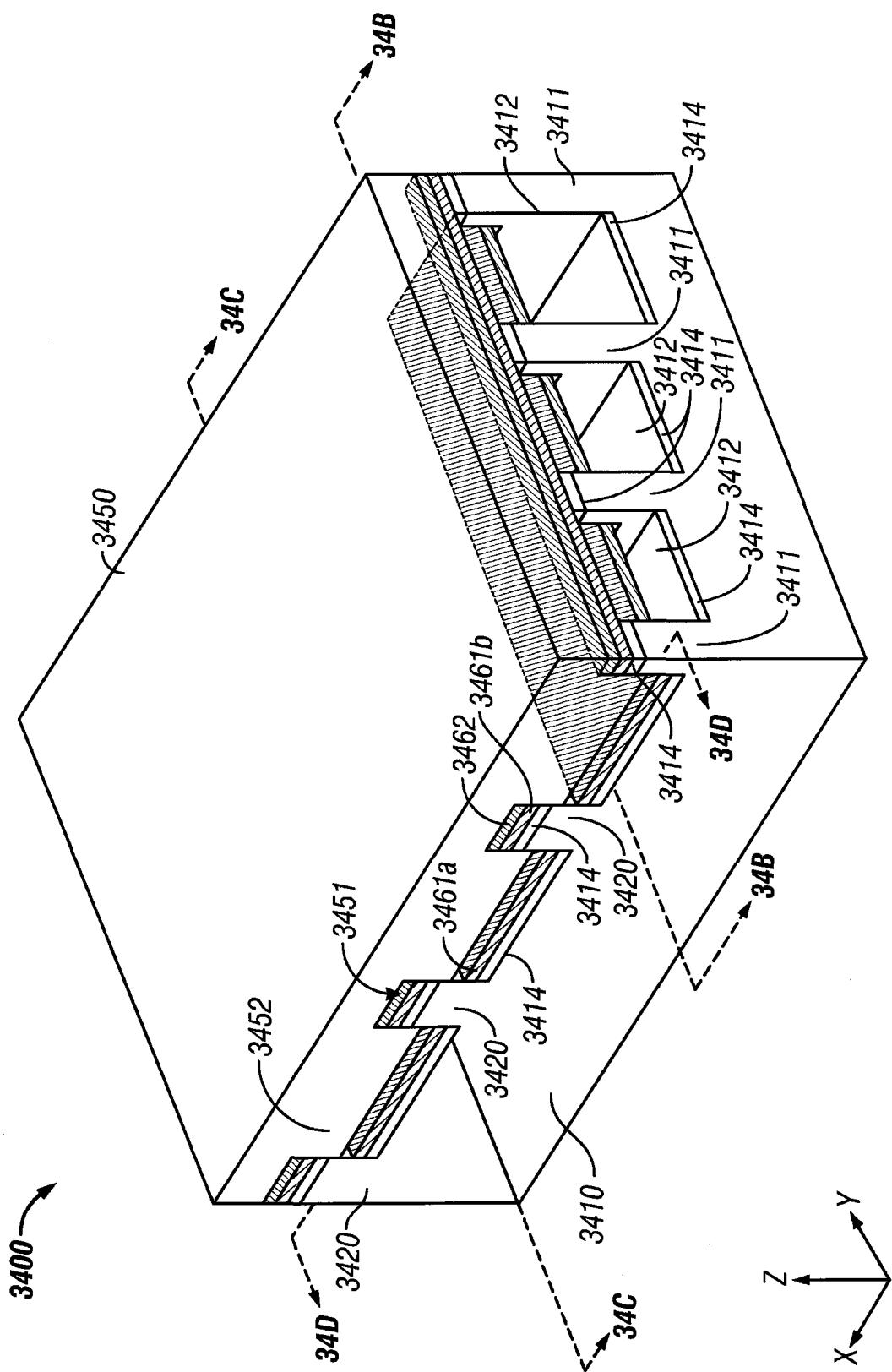


图 34A

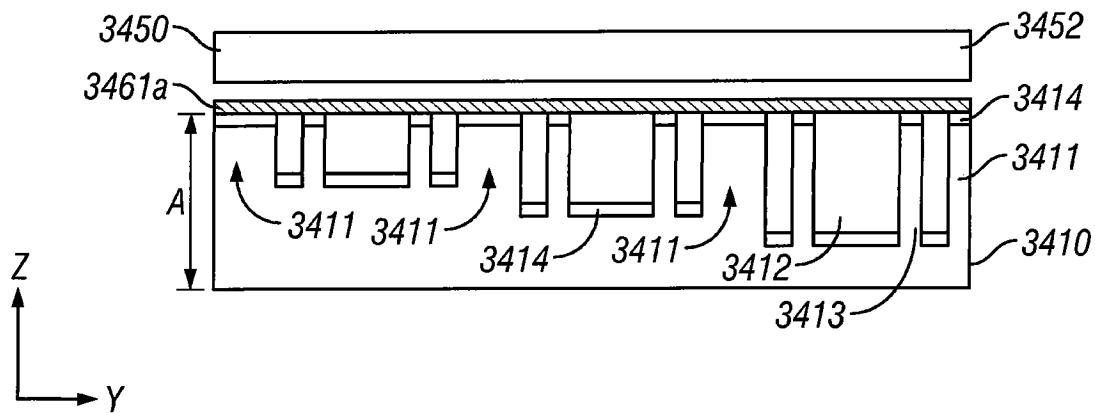


图 34B

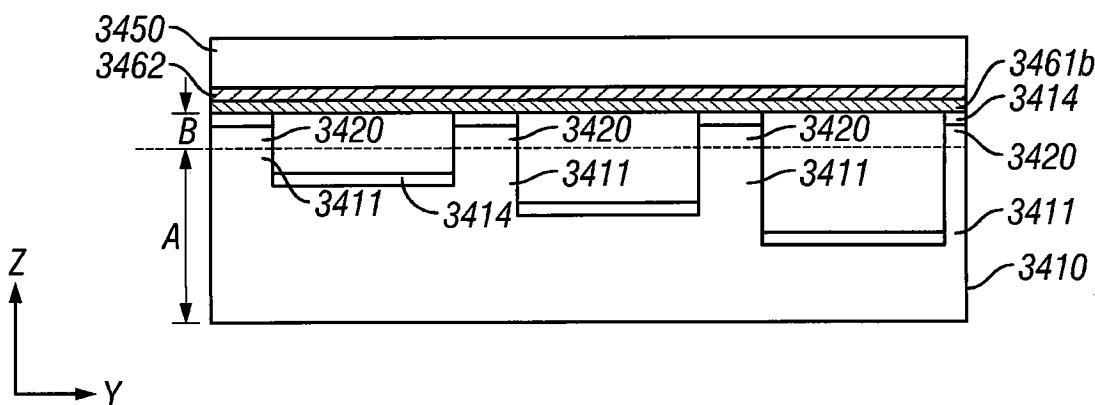


图 34C

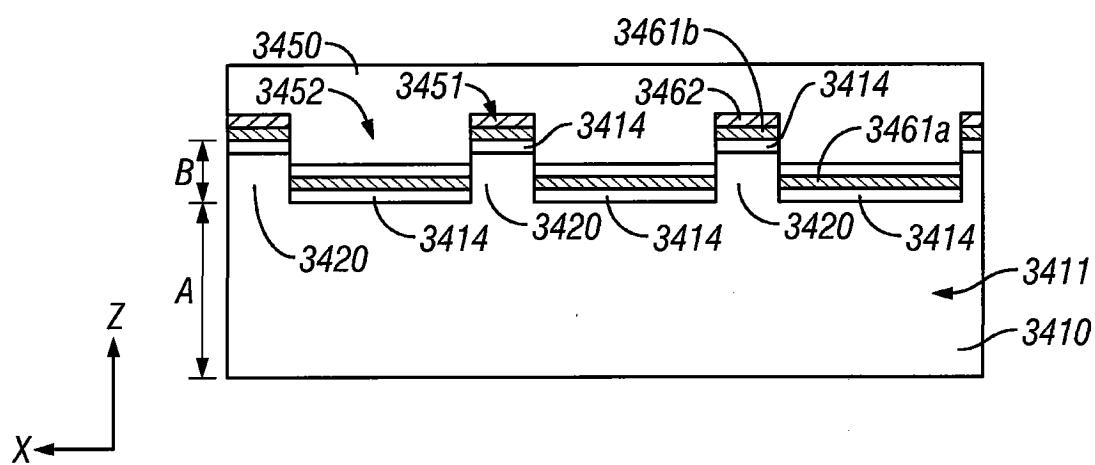


图 34D

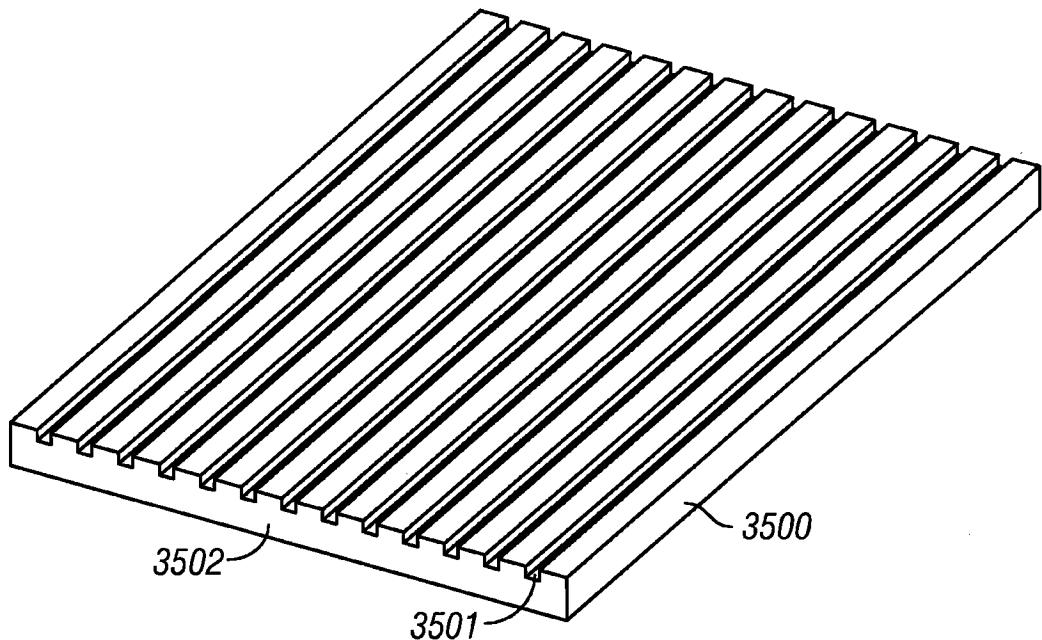


图 35A

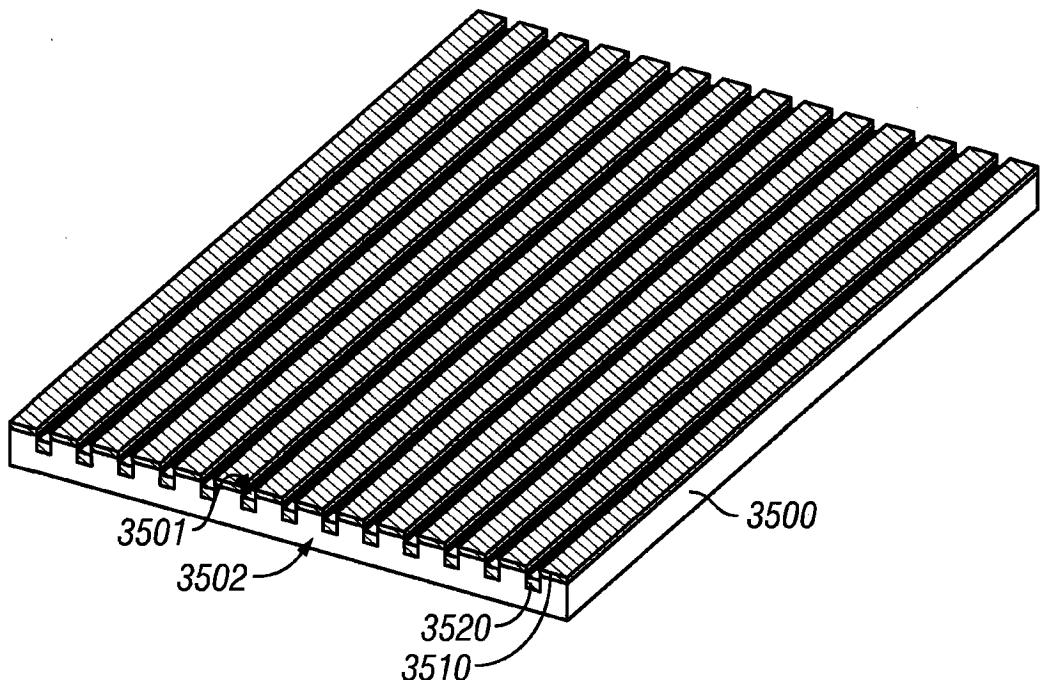


图 35B

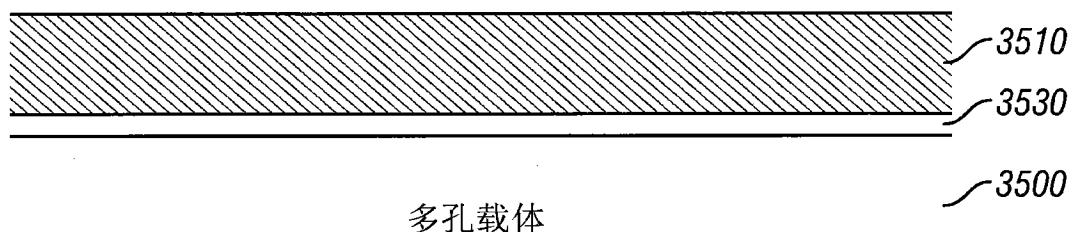


图 35C

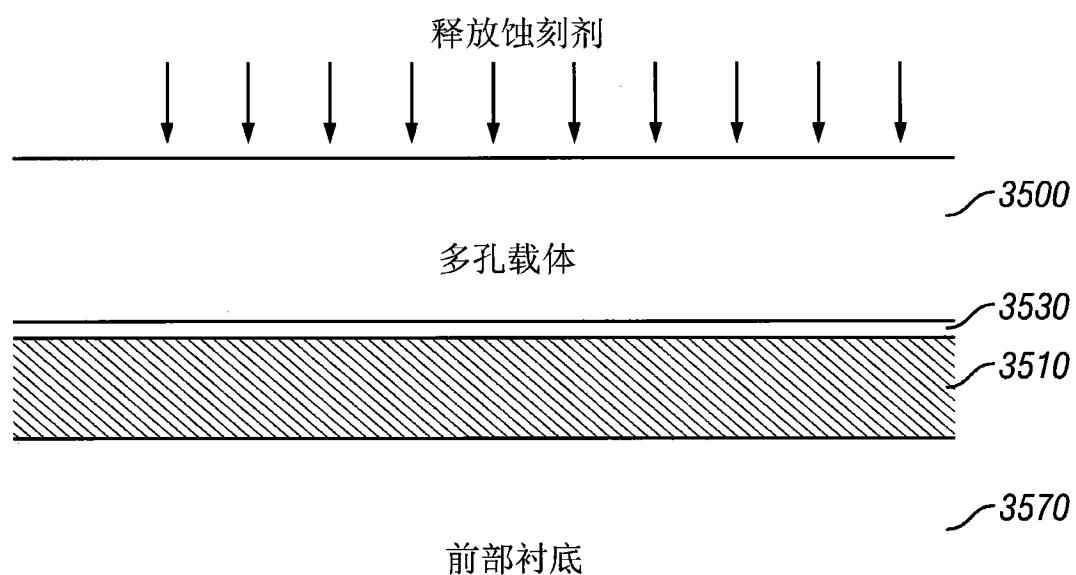


图 35D

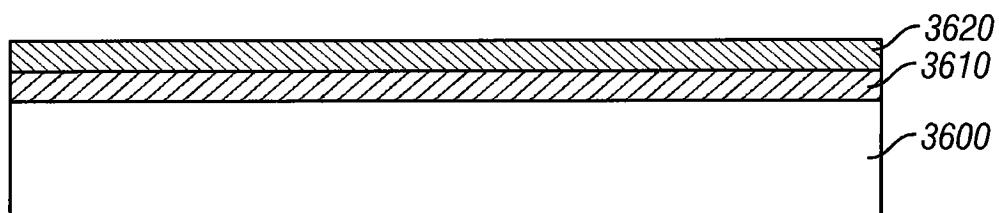


图 36A

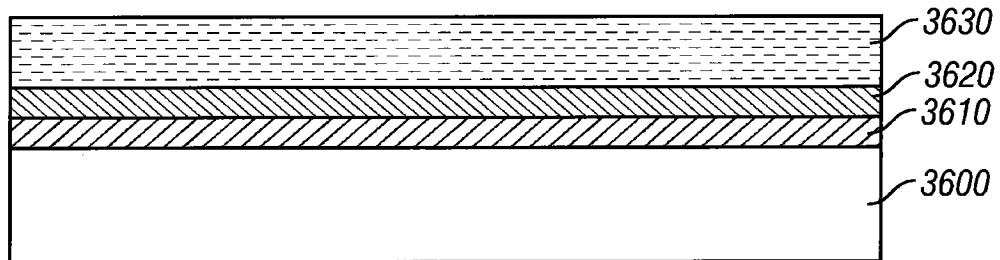


图 36B

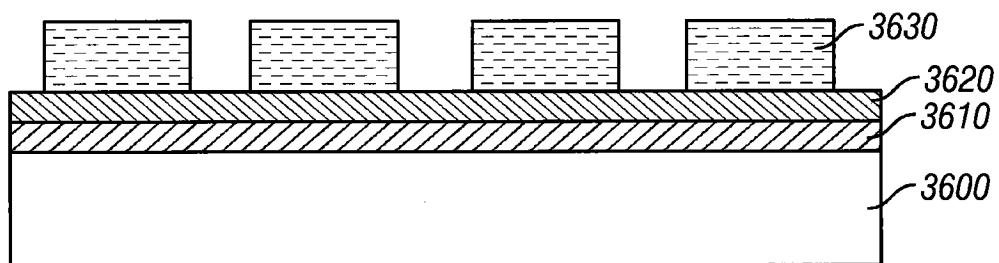


图 36C

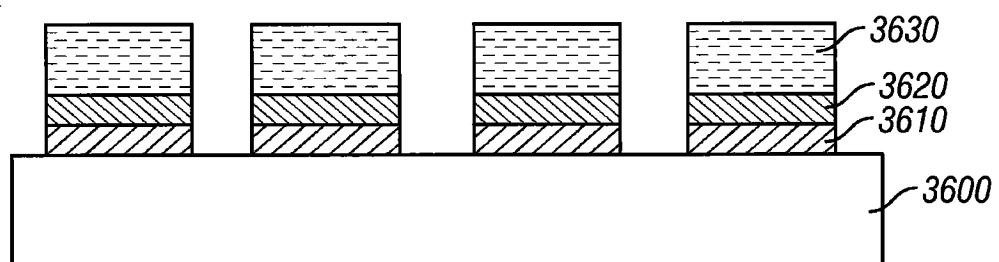


图 36D

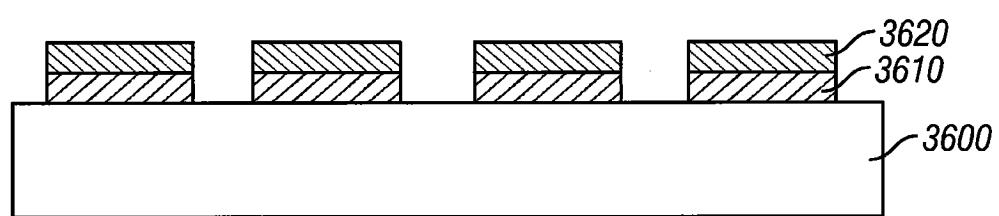


图 36E

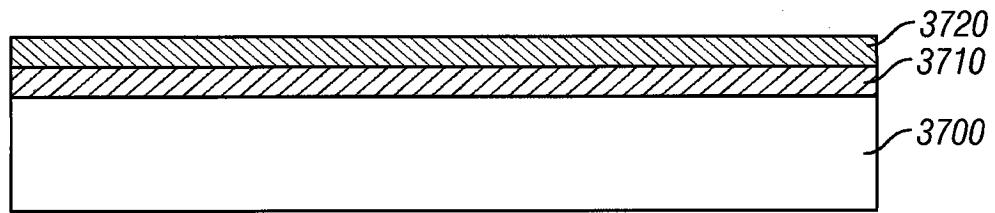


图 37A

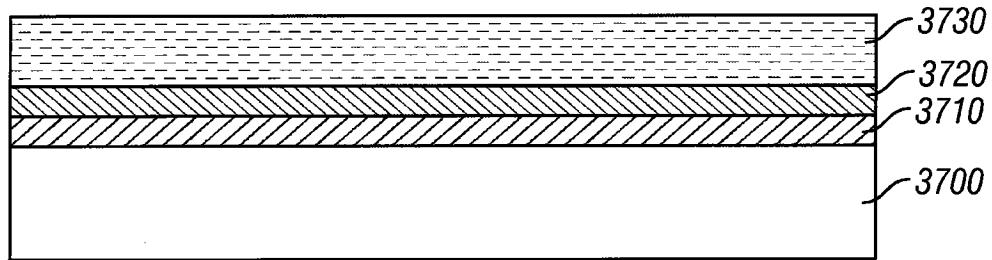


图 37B

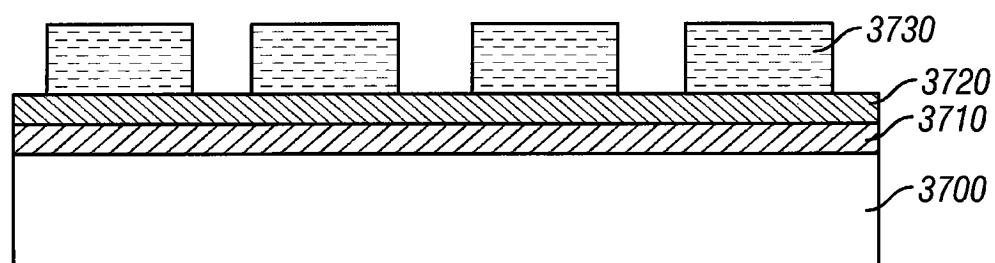


图 37C

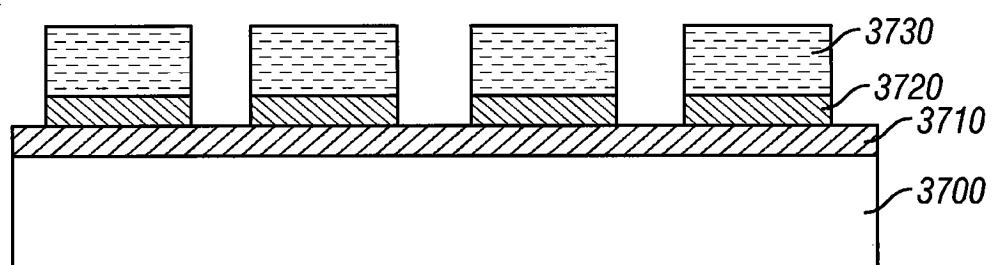


图 37D

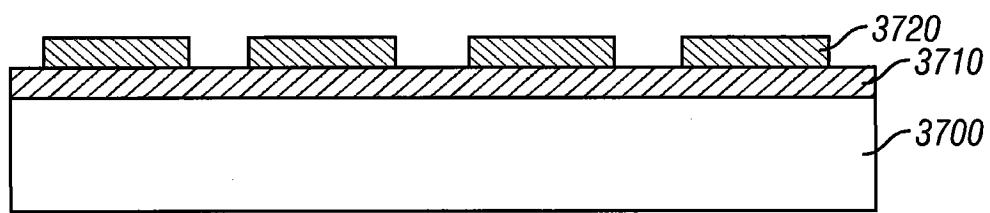


图 37E

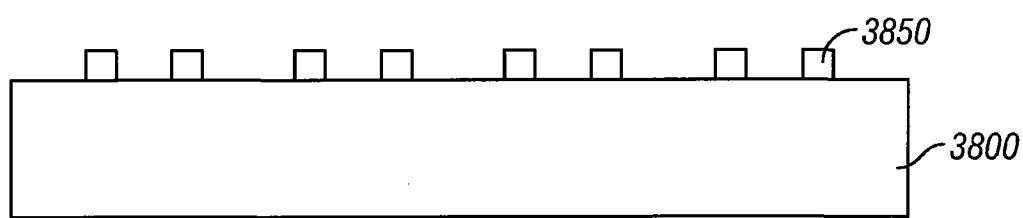


图 38A

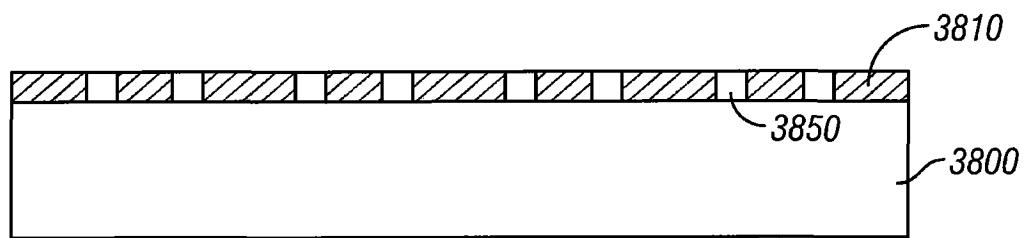


图 38B

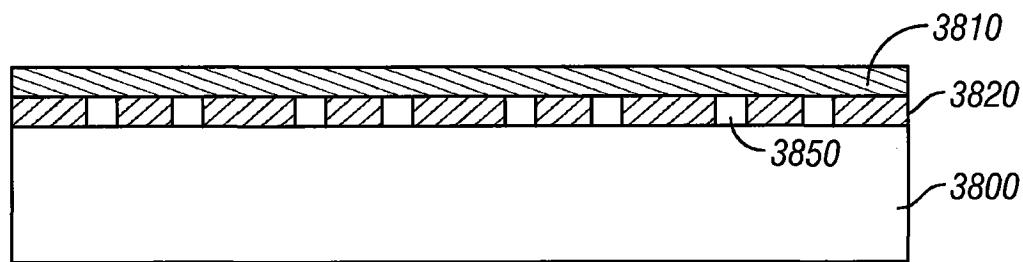


图 38C

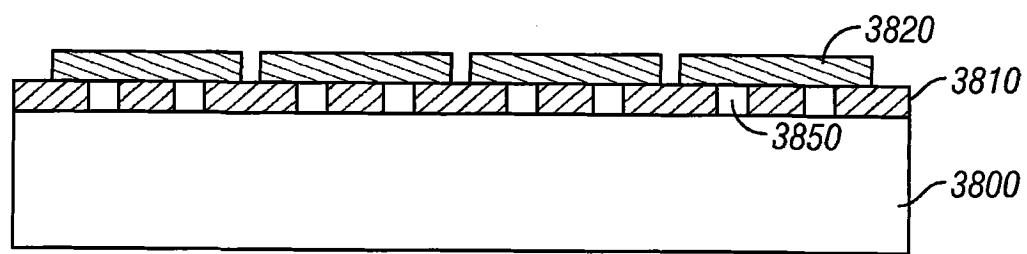


图 38D

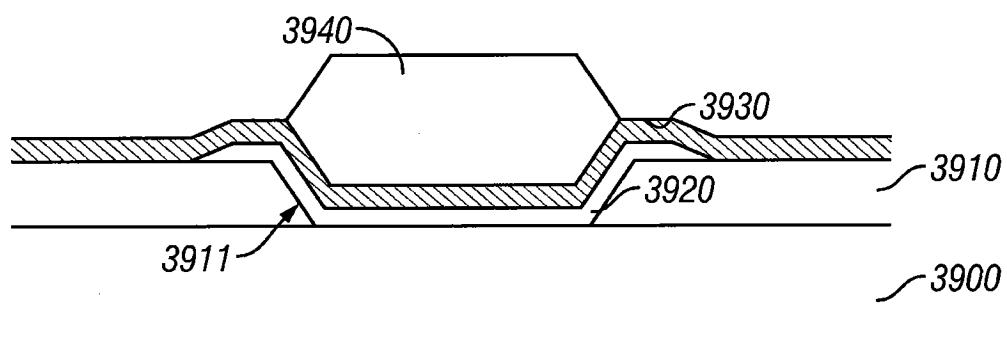


图 39A

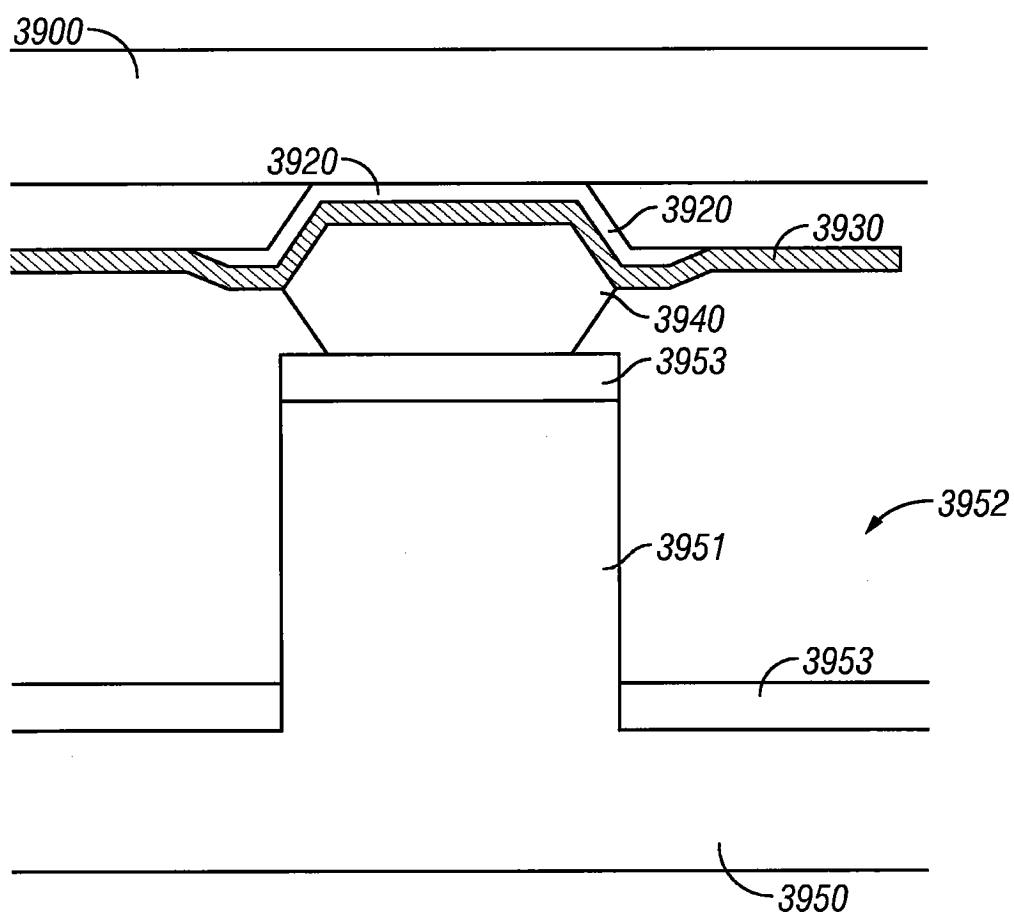


图 39B

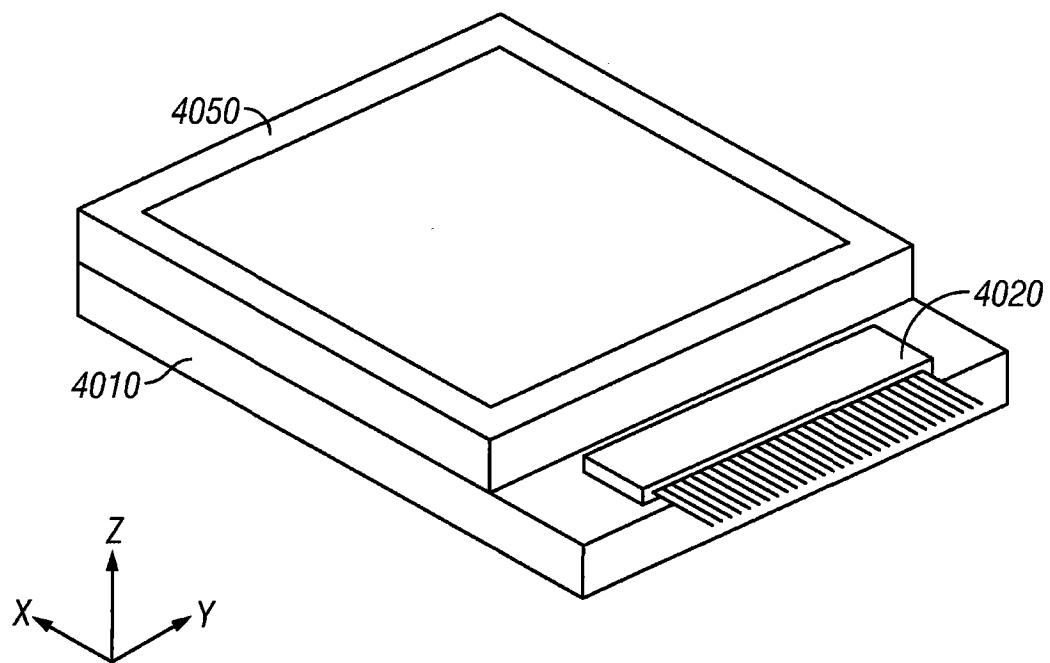


图 40

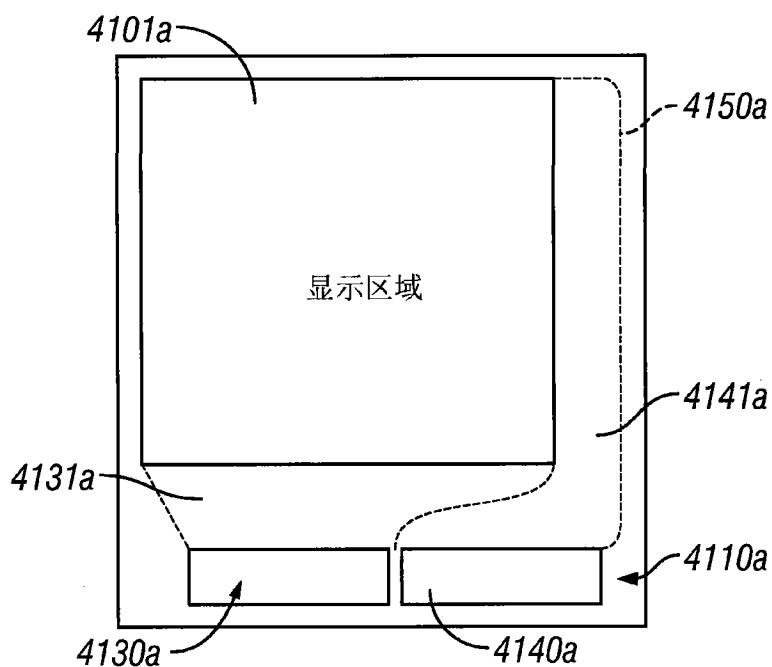
4100A

图 41A

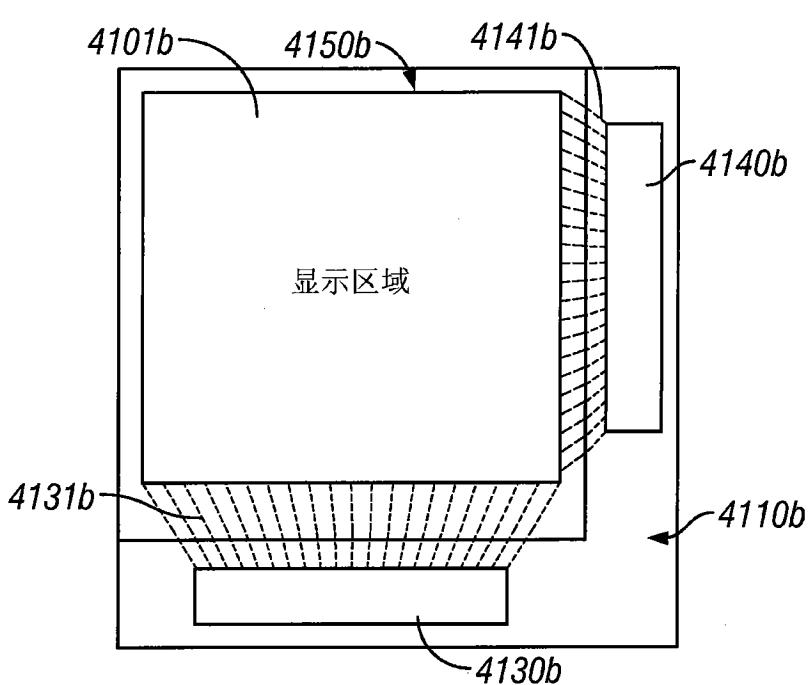
4100B

图 41B

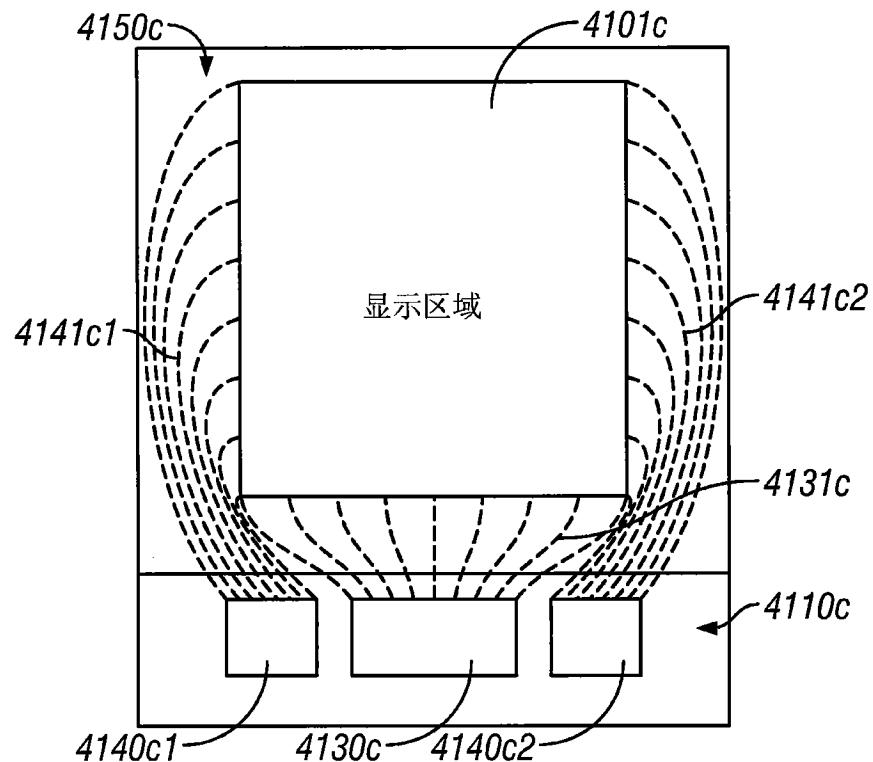


图 41C

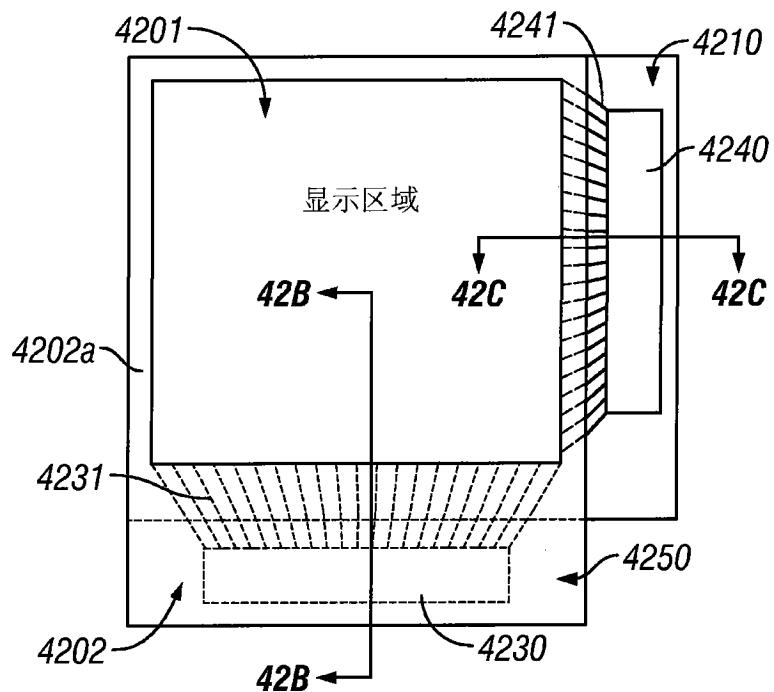


图 42A

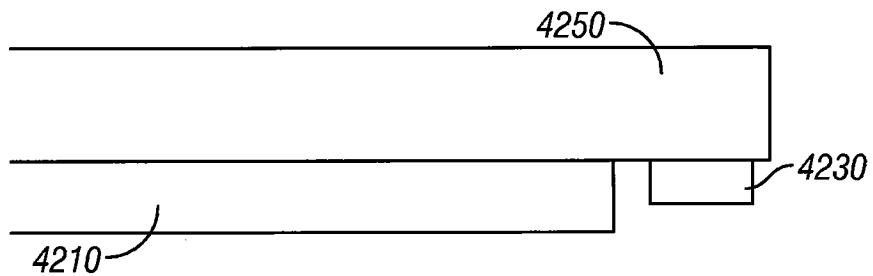


图 42B

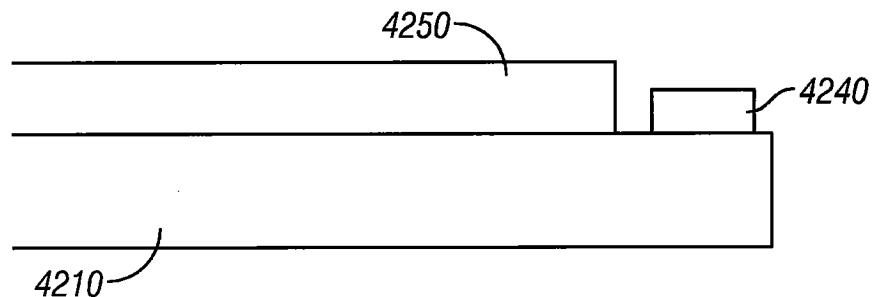


图 42C

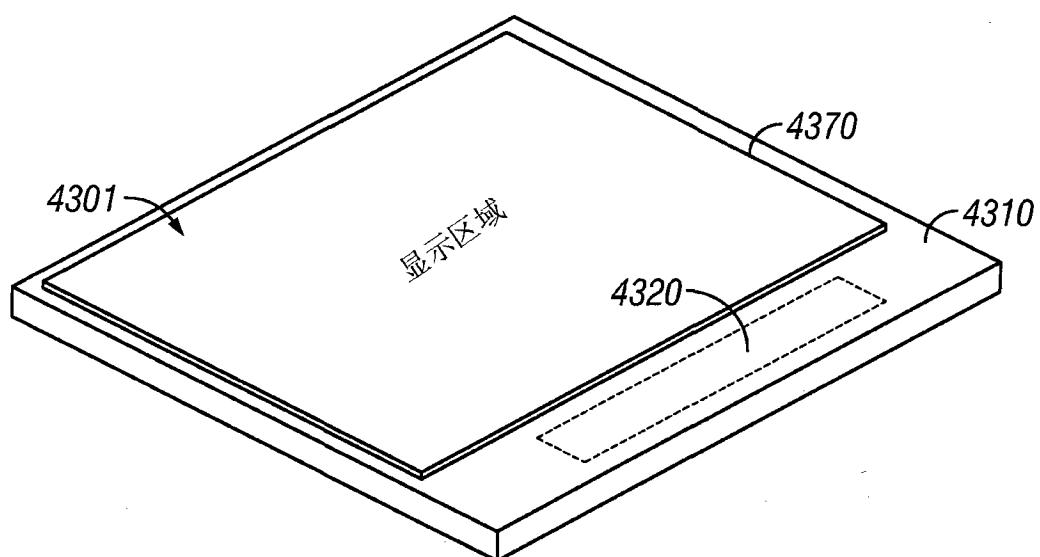


图 43A

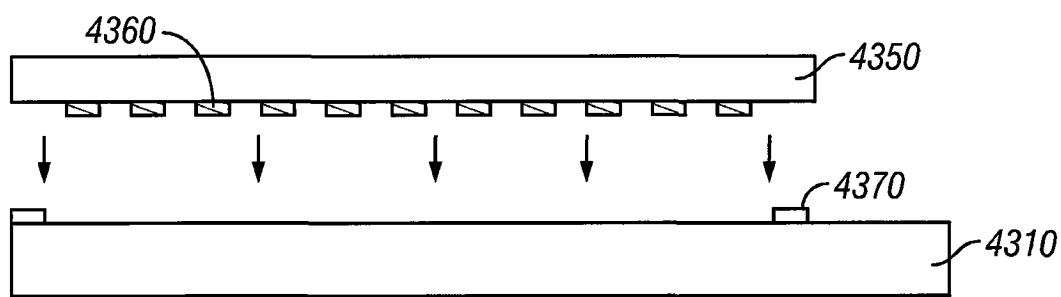


图 43B

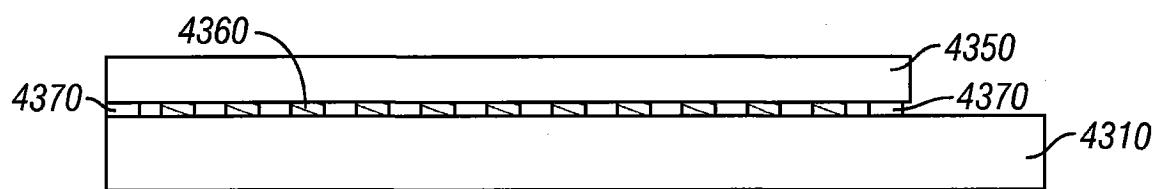


图 43C

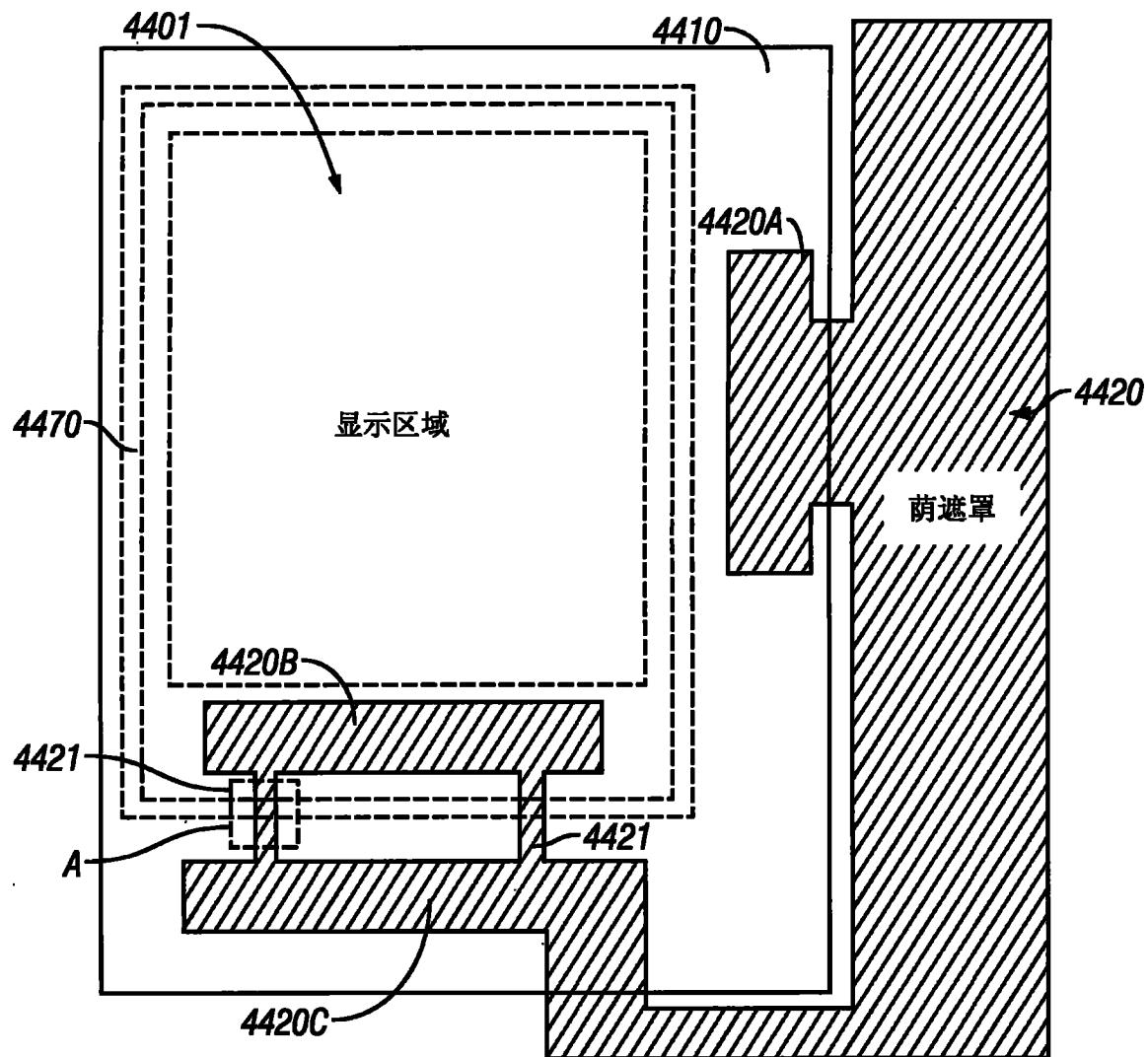


图 44A

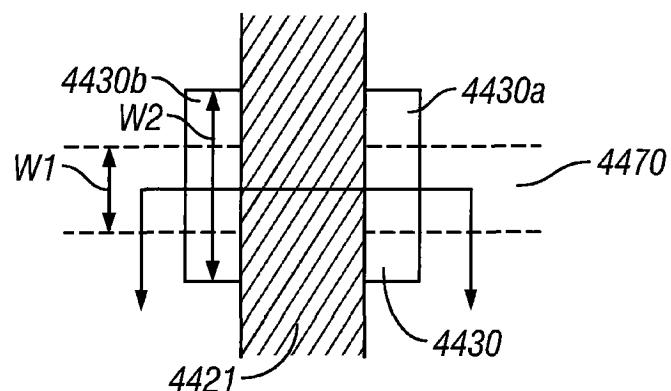


图 44B

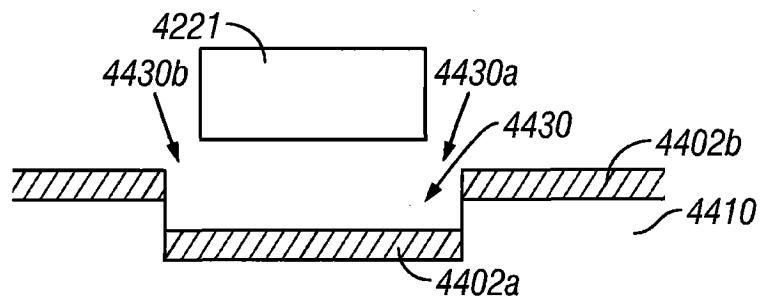


图 44C

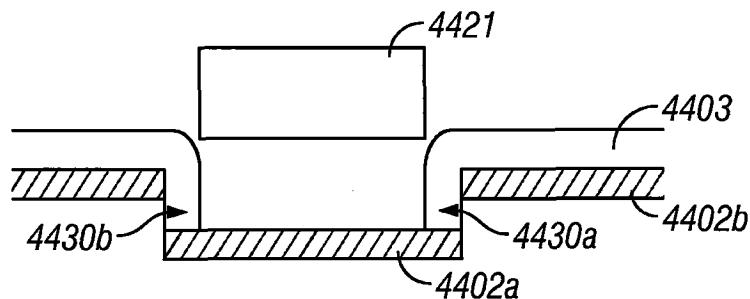


图 44D

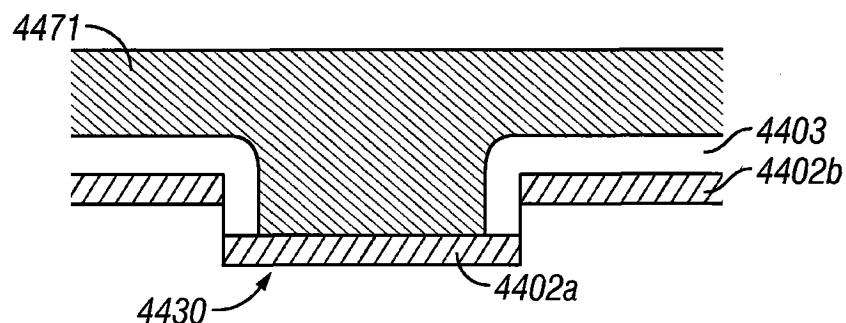


图 44E

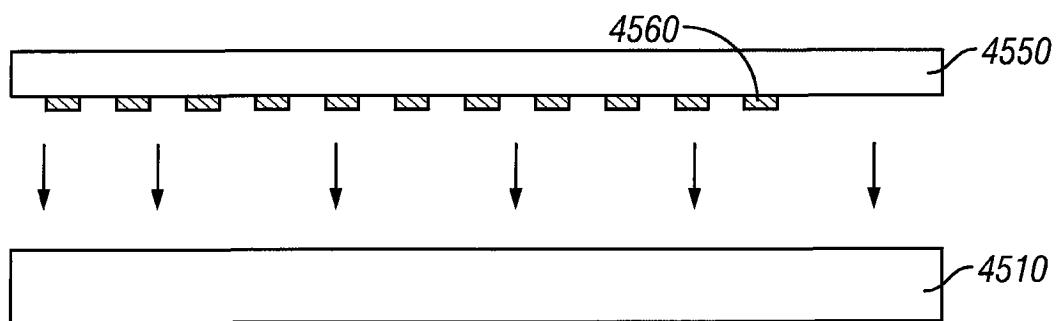


图 45A

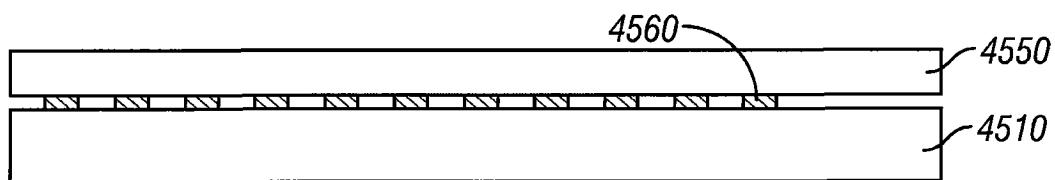


图 45B

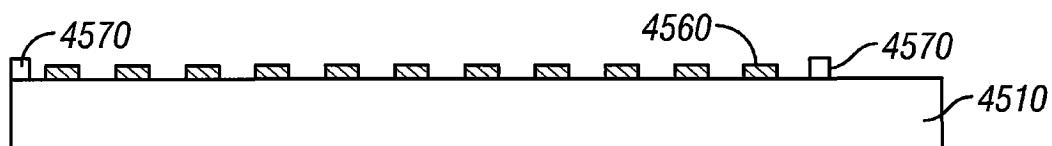


图 45C

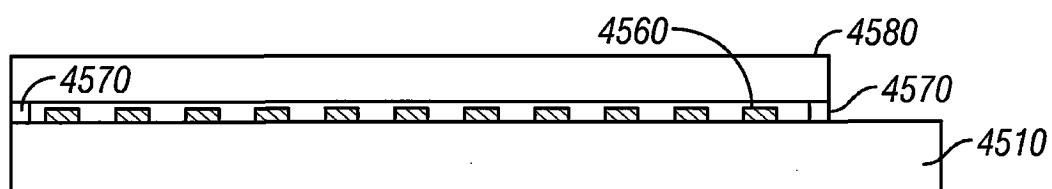


图 45D

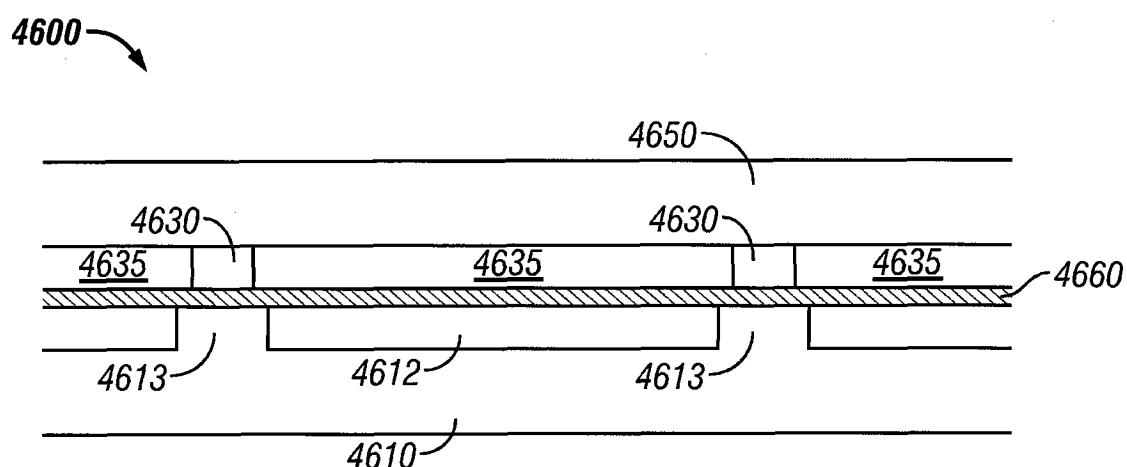


图 46A

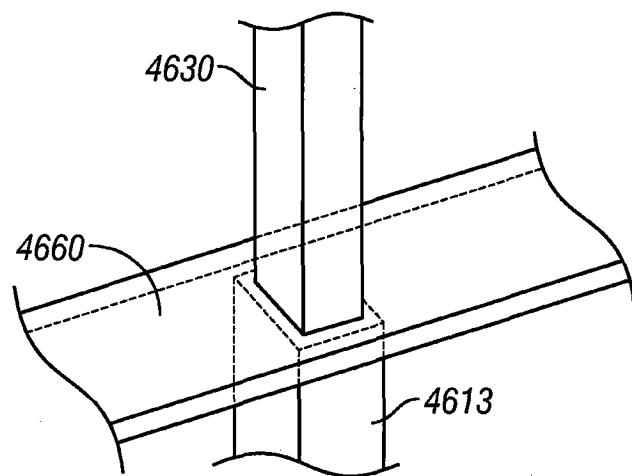


图 46B

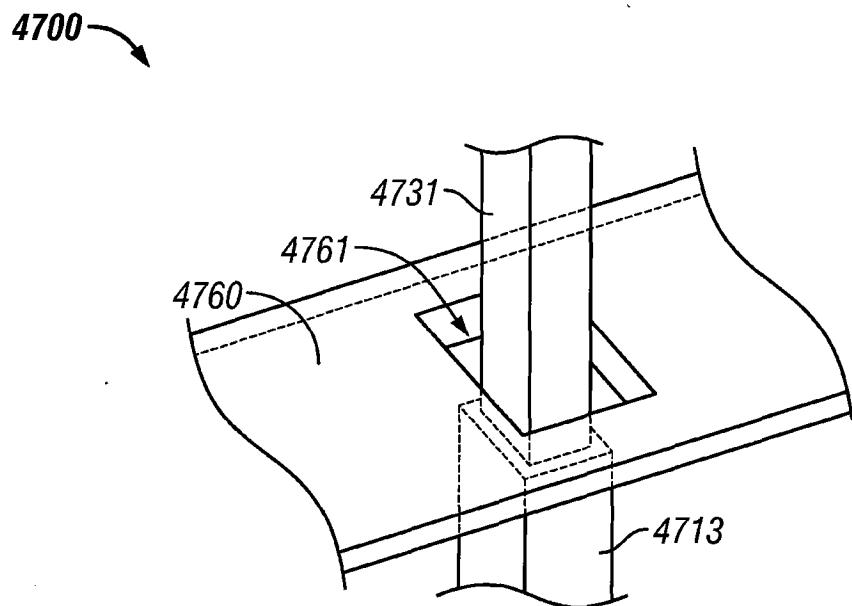


图 47

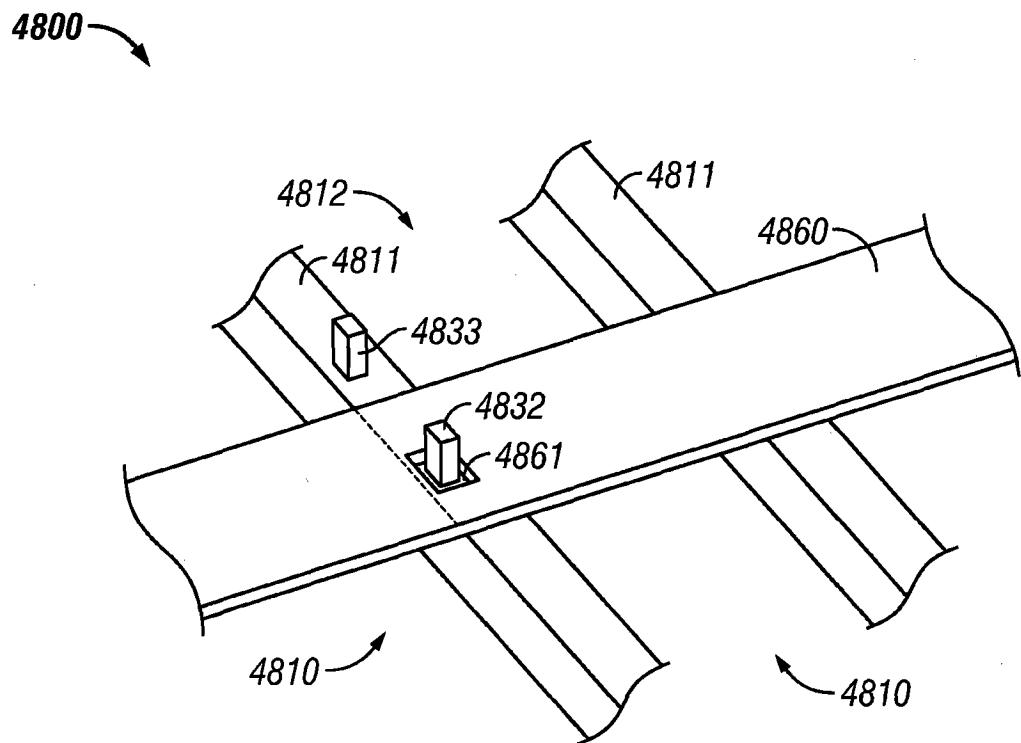


图 48

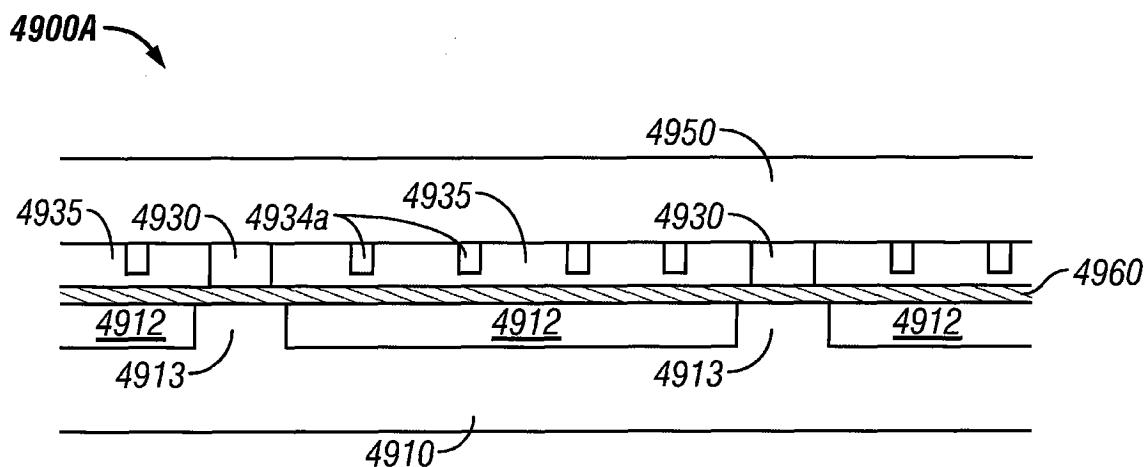


图 49A

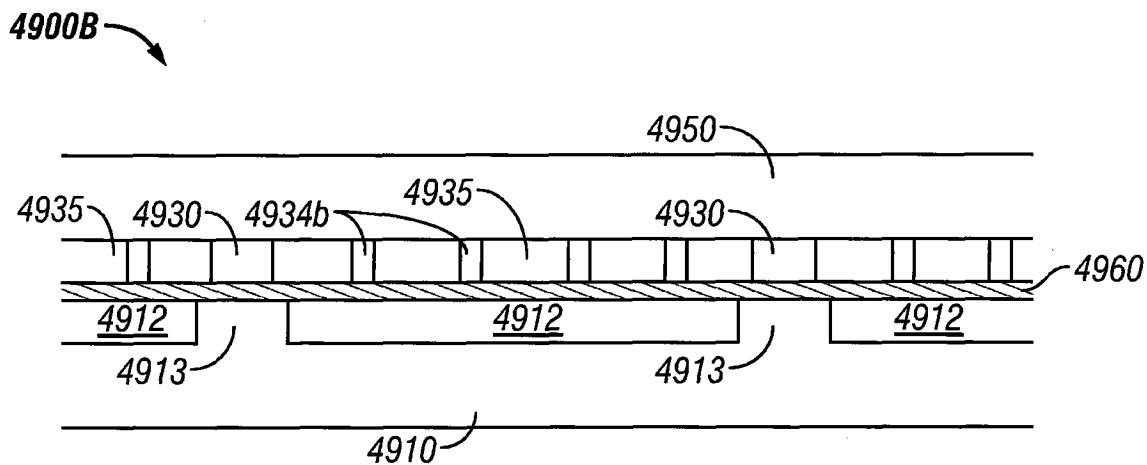


图 49B

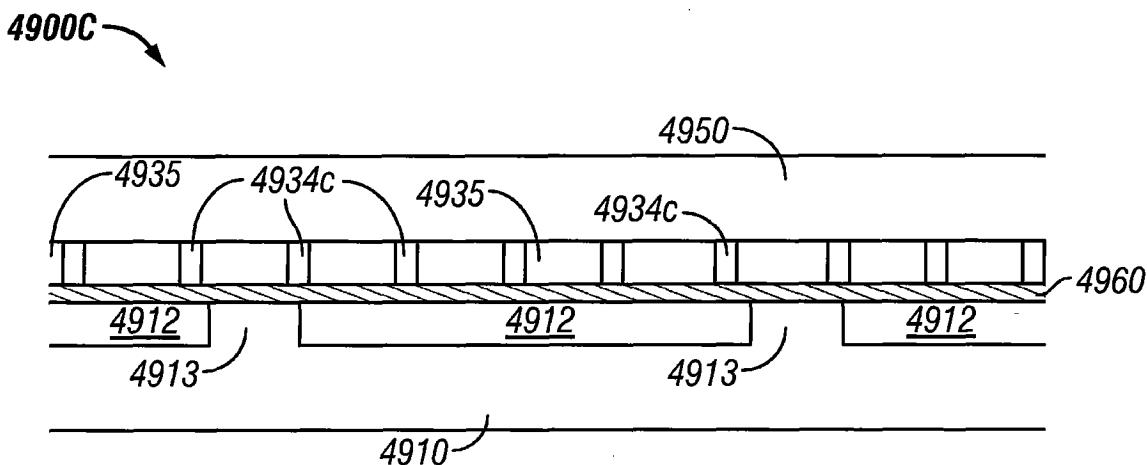


图 49C

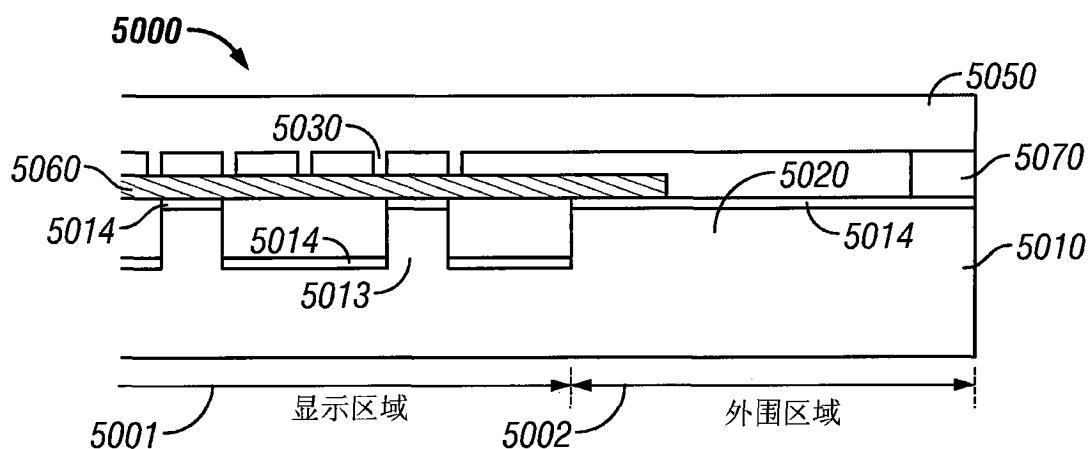


图 50

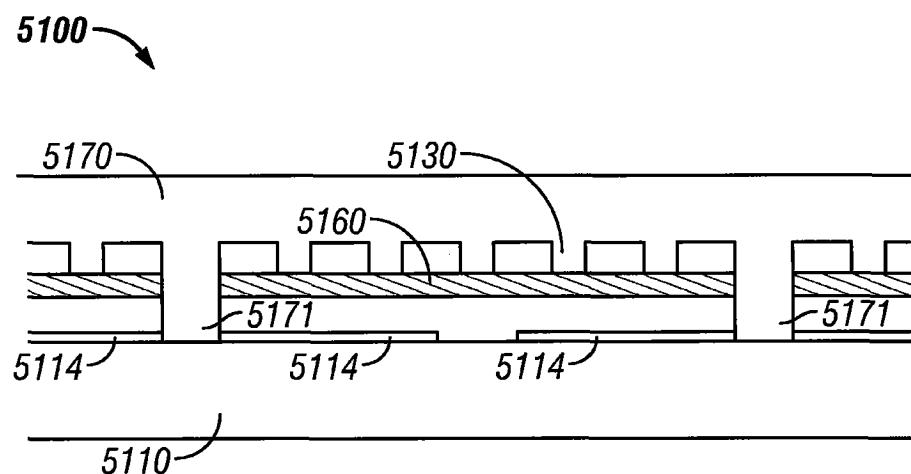


图 51

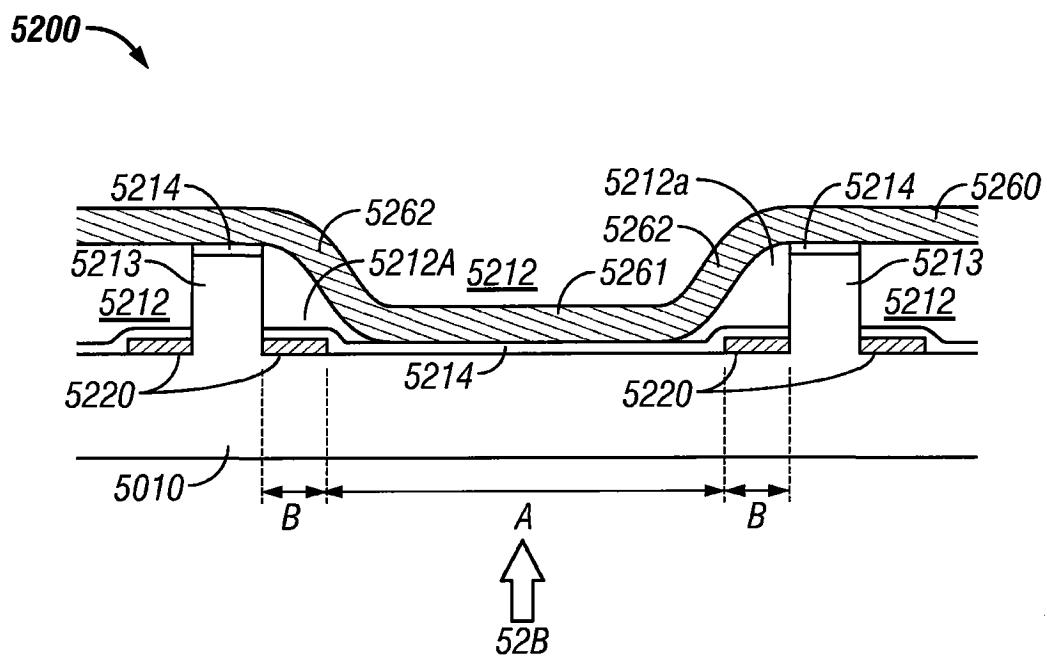


图 52A

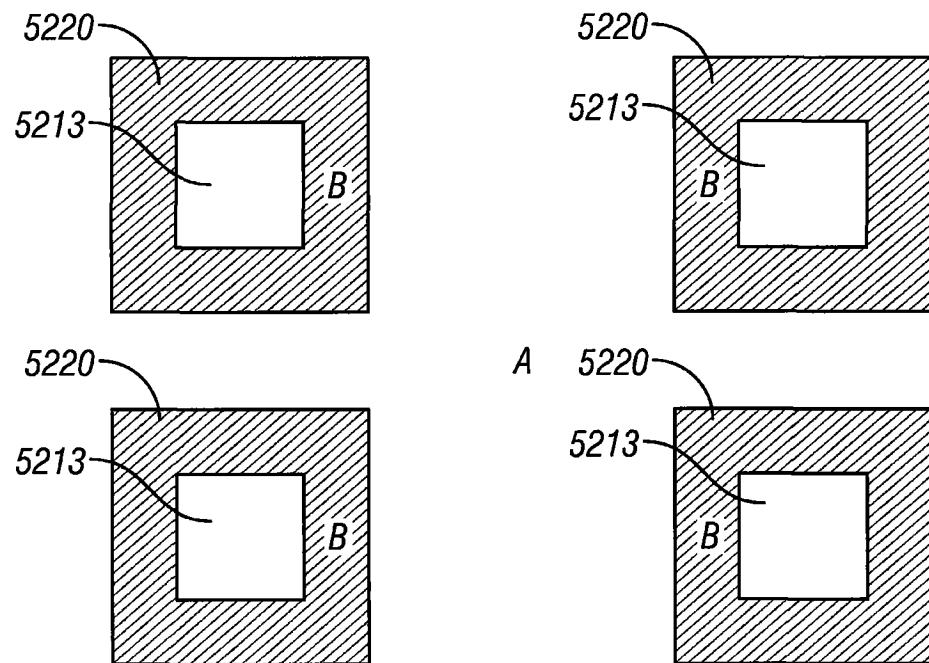


图 52B

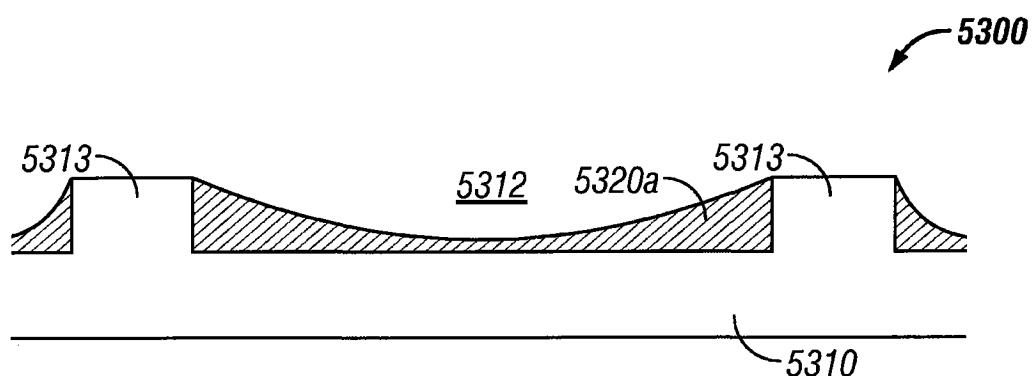


图 53A

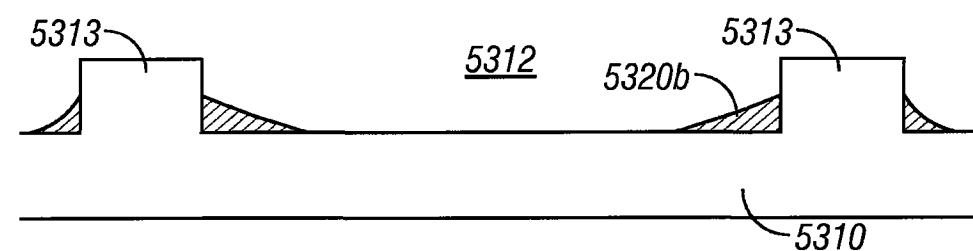


图 53B

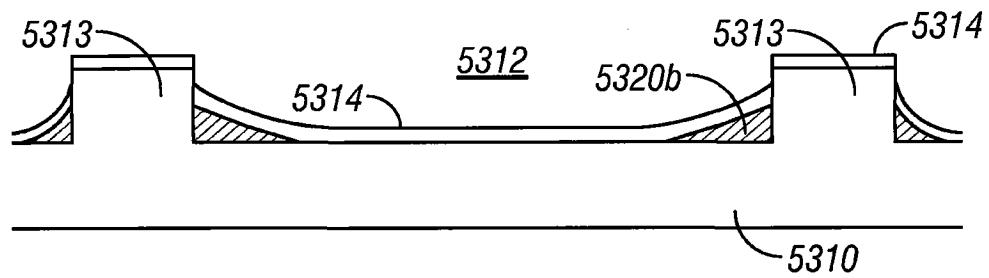


图 53C

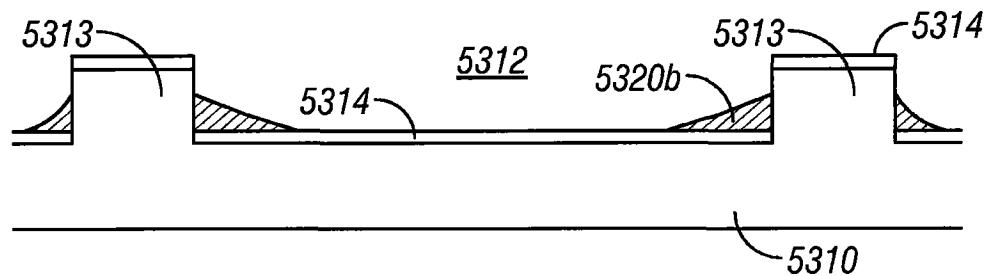


图 53D

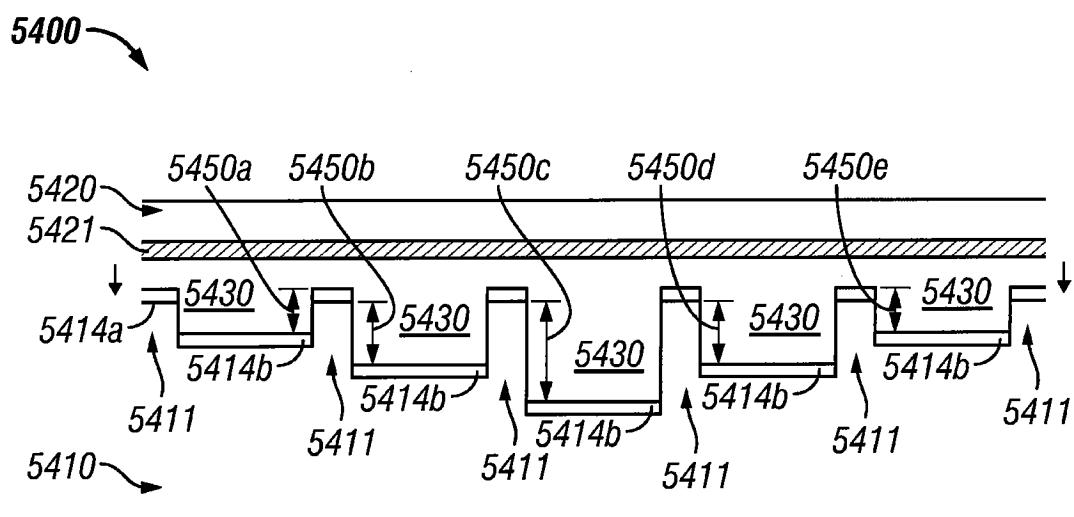


图 54

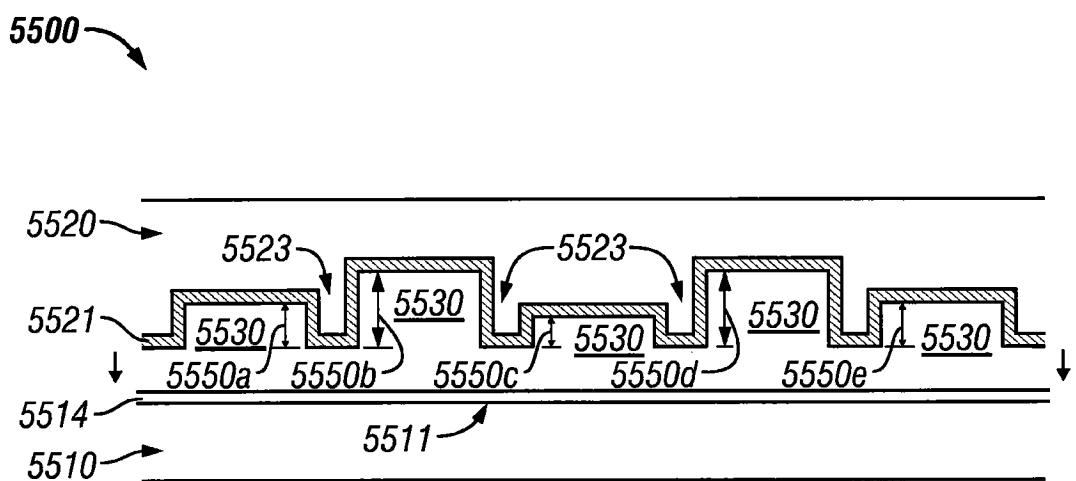


图 55

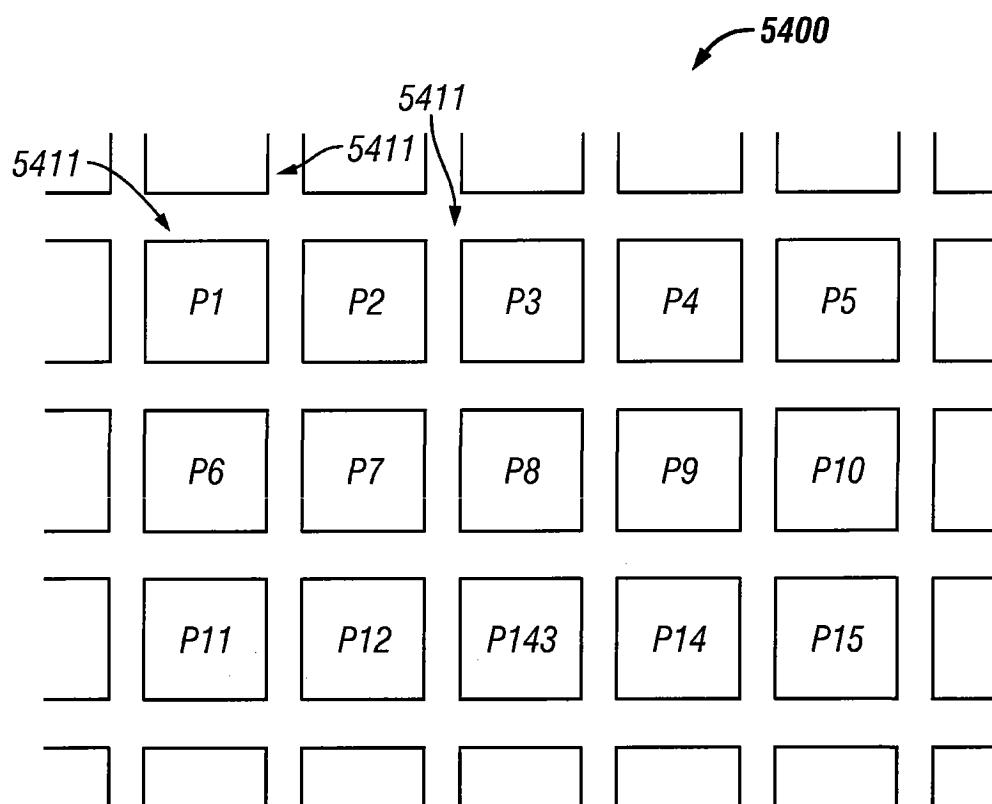


图 56

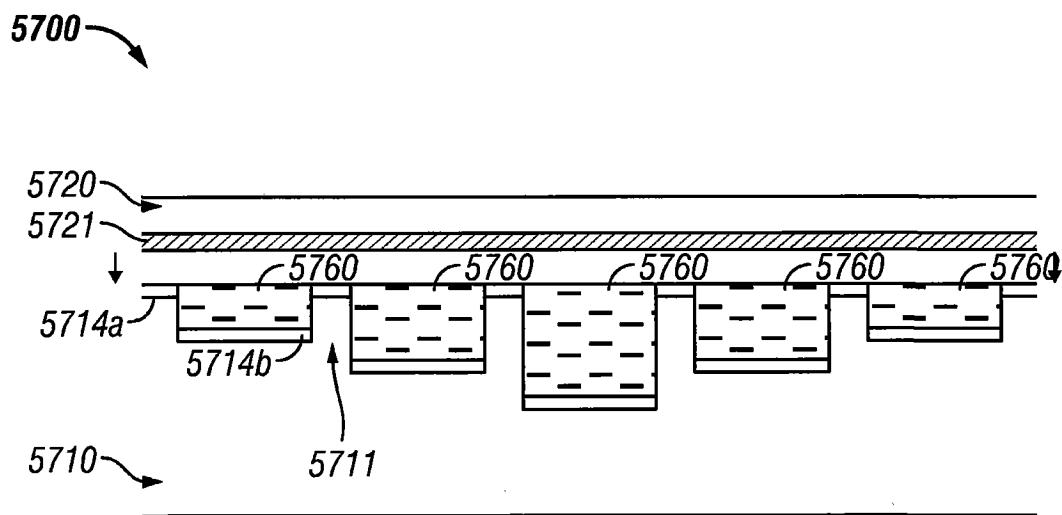


图 57

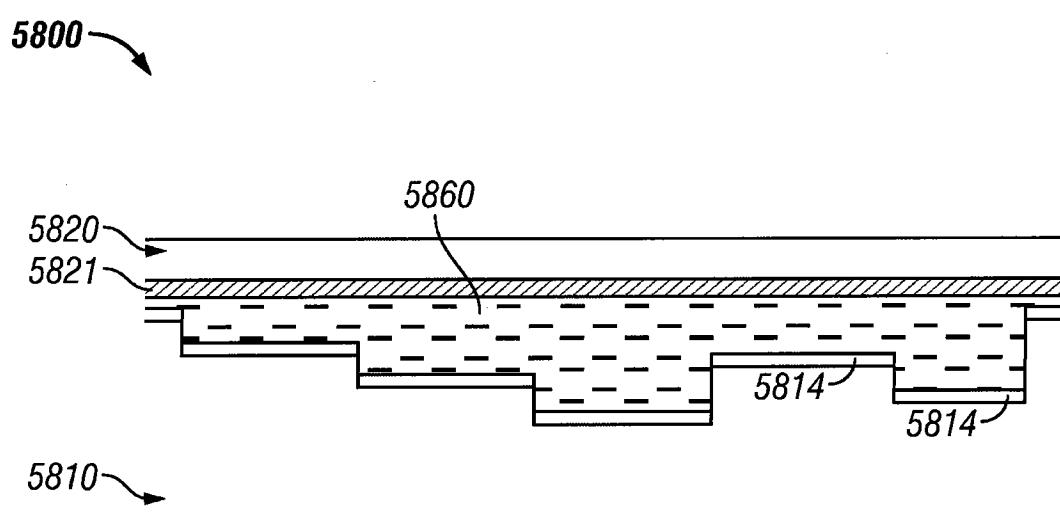


图 58

5800 ↗

P1	P2	P3	P4	P5
P6	P7	P8	P9	P10
P11	P12	P13	P14	P15

图 59

6000 ↗

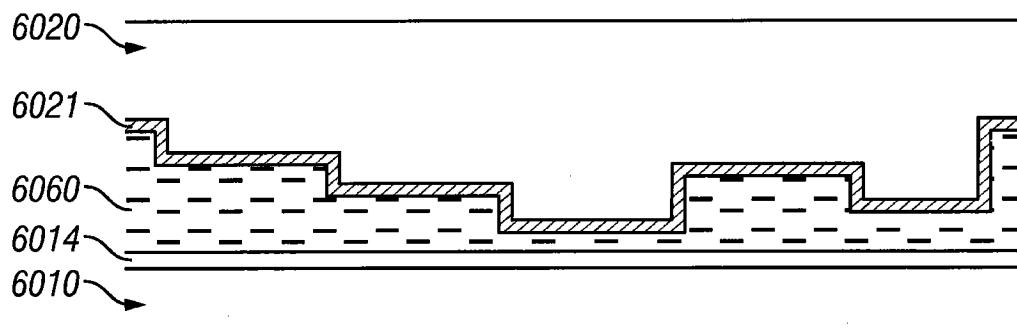


图 60

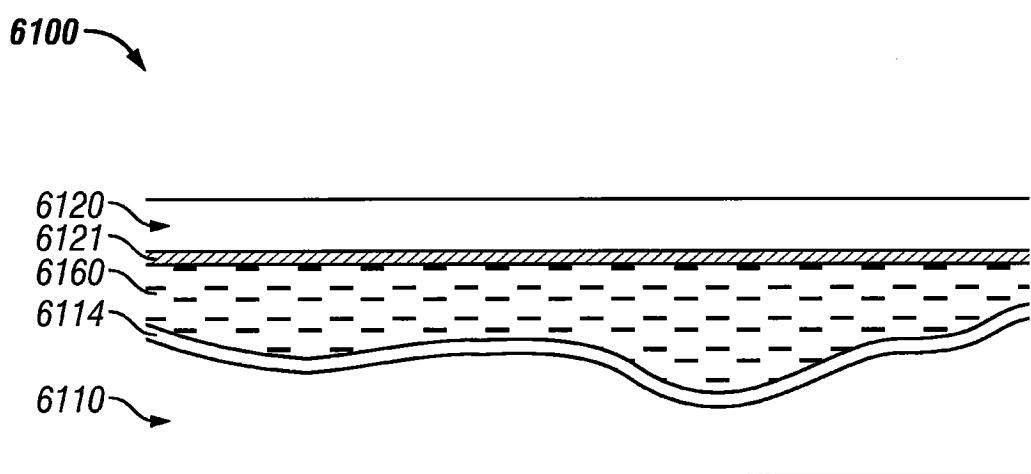


图 61