



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101636344 B

(45) 授权公告日 2013. 08. 21

(21) 申请号 200880008750. 6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2008. 03. 07

G02B 26/00 (2006. 01)

(30) 优先权数据

B81B 3/00 (2006. 01)

11/689, 430 2007. 03. 21 US

B81B 7/00 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

B81C 1/00 (2006. 01)

2009. 09. 17

(86) PCT申请的申请数据

(56) 对比文件

PCT/US2008/056310 2008. 03. 07

US 2007/0004080 A1, 2007. 01. 04,

(87) PCT申请的公布数据

WO 2006/036495 A1, 2006. 04. 06,

W02008/115716 EN 2008. 09. 25

CN 1755433 A, 2006. 04. 05,

(73) 专利权人 高通 MEMS 科技公司

CN 1853130 A, 2006. 10. 25,

地址 美国加利福尼亚州

US 2005/0012975 A1, 2005. 01. 20,

(72) 发明人 安娜·R·隆德尔甘

审查员 缪顾进

班加洛尔·R·纳塔拉鲁

叶夫根尼·古塞夫

詹姆斯·兰道夫·韦伯斯特

戴维·希尔德

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限

权利要求书3页 说明书20页 附图18页

责任公司 11287

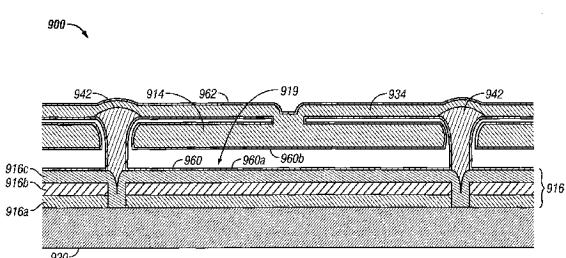
代理人 刘国伟

(54) 发明名称

微机电系统腔涂层及方法

(57) 摘要

本发明提供包含 MEMS 装置（例如干涉式调制器）的装置、方法及系统，所述 MEMS 装置包含其中一层涂布多个表面的腔。所述层是保形或非保形的。在一些实施例中，所述层通过原子层沉积 (ALD) 形成。所述层优选包含介电材料。在一些实施例中，所述 MEMS 装置还展现出改进的特性，例如移动电极之间的改进的电绝缘性、减少的静摩擦及 / 或改进的机械性质。



1. 一种用于形成光学干涉式调制器的方法,所述方法包含:

在光学干涉式调制器中形成腔,其中

由主要介电层及第二层界定所述腔,且

所述第二层具有反射性且可相对于所述主要介电层移动;以及

在形成所述腔之后通过原子层沉积(ALD)在所述腔内形成补充介电层作为光学介电层的一部分,所述光学介电层包含位于光学堆叠上的所述主要介电层和位于所述光学堆叠和所述第二层二者上的所述补充介电层,其中所述补充介电层在所述腔内的所述主要介电层及所述第二层中的每一者上具有至少10 Å的厚度,且其中所

述光学介电层的总厚度视所述补充介电层及所述主要介电层的厚度而定。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中形成所述补充介电层包含形成光学氧化物层的至少一部分。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中形成所述补充介电层包含形成 Al_2O_3 与 SiO_2 中的至少一者。

4. 根据权利要求2所述的方法,其中形成所述补充介电层包含形成多个子层。

5. 根据权利要求2所述的方法,其中形成所述补充介电层包含在低于350°C的温度下形成所述光学氧化物层的至少一部分。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中通过ALD形成所述补充介电层包含在所述腔内形成光学氧化物材料的第一保形层。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中所述第一保形层的形成在界定所述腔的所述主要介电层的一部分上的厚度大体上等于所述第一保形层的形成在界定所述腔的所述第二层的一部分上的厚度。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中所述第一保形层的形成在界定所述腔的所述主要介电层的一部分上的厚度为从50 Å到400 Å。

9. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包含在形成所述腔之后在所述第二层的表面上形成光学介电材料的层,其中所述第二层的所述表面在所述腔外部。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中通过ALD形成所述补充介电层包含密封所述主要介电层中的至少一个针孔。

11. 根据权利要求1所述的方法,其中包括所述补充介电层及所述主要介电层的所述光学介电层的总厚度小于100nm。

12. 根据权利要求1所述的方法,其中通过ALD形成所述补充介电层包含在设置在所述主要介电层上的制造残留物上形成光学氧化物层的至少一部分。

13. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包含通过包含以下操作的方法在形成所述补充介电层之前封装所述干涉式调制器:

形成限定所述干涉式调制器的密封件,其中所述密封件包含至少一个开口;以及将背板紧固到所述密封件,借此封装所述光学干涉式调制器。

14. 根据权利要求13所述的方法,其进一步包含在形成所述补充介电层之后填充所述密封件中的所述至少一个开口。

15. 一种通过根据权利要求1所述的方法形成的光学干涉式调制器。

16. 根据权利要求1所述的方法,其中所述光学干涉式调制器是微机电系统装置的阵

列的元件。

17. 根据权利要求 16 所述的方法,其进一步包含在所述第二层中形成多个开口。

18. 一种通过根据权利要求 16 所述的方法制造的微机电系统装置。

19. 一种干涉式调制器,其包含:

主要介电层;

反射层,其可相对于所述主要介电层移动;

腔,其由所述主要介电层及所述反射层界定;以及

所述腔内的作为光学介电层的一部分的补充介电层,所述光学介电层包含位于光学堆叠上的所述主要介电层和位于所述光学堆叠和所述反射层二者上的所述补充介电层,其中所述补充介电层在所述腔内的所述主要介电层及所述反射层中的每一者上具有至少 10 \AA 的厚度,且其中所述光学介电层的总厚度视所述补充介电层及所述主要介电层的厚度而定。

20. 根据权利要求 19 所述的干涉式调制器,其进一步包含耦合到所述反射层的可变形层。

21. 根据权利要求 19 所述的干涉式调制器,其中所述补充介电层的至少一部分包含 SiO_2 与 Al_2O_3 中的至少一者。

22. 根据权利要求 19 所述的干涉式调制器,其中所述补充介电层的厚度为从 50 \AA 到 400 \AA 。

23. 一种显示器,其包含根据权利要求 19 所述的干涉式调制器的阵列,其进一步包含:
密封件,其限定所述干涉式调制器;以及
背板,其紧固到所述密封件。

24. 一种设备,其包含:

显示器,其包含根据权利要求 23 所述的干涉式调制器的阵列;

处理器,其经配置以与所述显示器通信,所述处理器经配置以处理图像数据;以及

存储器装置,其经配置以与所述处理器通信。

25. 根据权利要求 24 所述的设备,其进一步包含经配置以将至少一个信号发送到所述显示器的驱动器电路。

26. 根据权利要求 25 所述的设备,其进一步包含经配置以将所述图像数据的至少一部分发送到所述驱动器电路的控制器。

27. 根据权利要求 24 所述的设备,其进一步包含经配置以将所述图像数据发送到所述处理器的图像源模块。

28. 根据权利要求 27 所述的设备,其中所述图像源模块包含接收器、收发器及发射器中的至少一者。

29. 根据权利要求 24 所述的设备,其进一步包含经配置以接收输入数据并将所述输入数据传送到所述处理器的输入装置。

30. 一种用于制造干涉式调制器的方法,其包含:

在包含部分反射器的第一层上形成牺牲层;

在所述牺牲层上形成可移动反射层;

蚀刻掉所述牺牲层,借此形成包含由所述第一层及所述可移动反射层界定的相对侧的

光学干涉腔；以及

通过原子层沉积在所述腔中沉积介电层，其中所述介电层与所述部分反射器及所述可移动反射层的至少一部分直接接触。

31. 根据权利要求 30 所述的方法，其中蚀刻掉所述牺牲层包含使所述牺牲层与 XeF₂ 接触。

32. 根据权利要求 30 所述的方法，其中形成牺牲层包含形成包含钼、铼、非晶硅中的至少一者的层。

33. 根据权利要求 30 所述的方法，其中形成牺牲层包含形成包含多个子层的层。

34. 根据权利要求 30 所述的方法，其进一步包含：

在所述第一层上形成包含至少一个开口的密封件，其限定所述可移动反射层；以及将背板紧固到所述密封件，

其中在于所述腔中沉积所述介电层之前执行形成所述密封件及紧固所述背板。

35. 一种通过根据权利要求 30 所述的方法制造的干涉式调制器。

微机电系统腔涂层及方法

技术领域

[0001] 本申请案大体上涉及微机电系统 (MEMS) ,且更确切地说,涉及 MEMS 腔内的涂层及用于形成所述微机电系统的方法。

背景技术

[0002] 微机电系统 (MEMS) 包括微机械元件、激活器及电子设备。可使用沉积、蚀刻及 / 或其它蚀刻掉衬底及 / 或沉积材料层的部分或添加层以形成电及机电装置的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。在本文中使用时,术语干涉式调制器或干涉光调制器意指使用光学干涉原理选择性地吸收及 / 或反射光的装置。在某些实施例中,干涉式调制器可包含一对导电板,其中的一者或二者可整体或部分地具有透明及 / 或反射性,且能够在施加适当电信号后发生相对运动。在特定实施例中,一个板可包含沉积在衬底上的固定层,且另一板可包含通过气隙与固定层分离的金属薄膜。如本文更详细描述,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。所述装置具有广泛应用,且利用及 / 或修改这些类型装置的特性使得其特征可以用以改进现有产品和产生尚未开发的新产品在此项技术中将是有利的。

发明内容

[0003] 本发明提供包含 MEMS 装置 (例如,干涉式调制器) 的装置、方法及系统,所述 MEMS 装置包含腔,其中层涂布多个表面。所述层是保形或非保形的。在一些实施例中,所述层通过原子层沉积 (ALD) 而形成。所述层优选包含介电材料。在一些实施例中,所述 MEMS 装置还展现出改进的特性,例如移动电极之间的改进的电绝缘性、减少的静摩擦及 / 或改进的机械性质。

[0004] 因此,一些实施例提供一种用于形成干涉式调制器的方法及 / 或一种通过所述方法形成的干涉式调制器,所述方法包含:在干涉式调制器中形成腔;及在形成所述腔之后在所述腔内形成光学介电层的至少一部分。所述腔由第一层及第二层界定,且所述第二层可相对于所述第一层移动。

[0005] 在一些实施例中,形成所述光学介电层的至少一部分包含通过原子层沉积形成光学氧化物层的至少一部分。在一些实施例中,形成所述光学介电层的至少一部分包含形成 Al_2O_3 与 SiO_2 中的至少一者。在一些实施例中,形成所述光学介电层的至少一部分包含形成多个子层。在一些实施例中,形成所述光学介电层的至少一部分包含在低于约 350 °C 的温度下形成所述光学氧化物层的至少一部分。在一些实施例中,通过原子层沉积形成所述光学介电层的至少一部分包含在所述腔内形成光学氧化物材料的第一保形层。在一些实施例中,所述第一保形层的形成在界定腔的第一层的部分上的厚度大体上等于所述第一保形层的形成在界定腔的第二层的部分上的厚度。在一些实施例中,其中所述第一保形层的形成在界定腔的第一层的一部分上的厚度为从约 50 Å 到约 400 Å。在一些实施例中,通过原子层沉积形成所述光学介电层的至少一部分包含在所述第一层的至少一部分上形成光学氧化

物材料的非保形层。

[0006] 一些实施例进一步包含在形成所述腔之后在所述第二层的表面上形成光学介电材料的层，其中所述第二层的表面在所述腔外部。

[0007] 在一些实施例中，界定所述腔的第一层包含介电材料。在一些实施例中，通过原子层沉积形成介电层的至少一部分包含密封所述介电材料中的至少一个针孔。在一些实施例中，包括介电层的所述至少一部分及所述介电材料的两层的光学介电系统的总厚度小于约100nm。

[0008] 在一些实施例中，通过原子层沉积形成介电层的至少一部分包含在设置在所述第一层上的制造残留物上形成光学氧化物层的至少一部分。

[0009] 一些实施例进一步包含通过包含以下操作的方法在形成所述光学介电层的至少一部分之前封装所述干涉式调制器：形成限定所述干涉式调制器的密封件，其中所述密封件包含至少一个开口；及将背板紧固到所述密封件，借此封装所述干涉式调制器。一些实施例进一步包含在形成光学介电层的至少一部分之后填充所述密封件中的所述至少一个开口。

[0010] 其它实施例提供一种干涉式调制器，其包含：第一层，其包含部分反射器；反射层，其可相对于所述第一层移动；腔，其由所述第一层及所述反射层界定；及保形介电层，其形成在所述腔内在所述第一层及所述反射层上。

[0011] 一些实施例进一步包含耦合到所述反射层的可变形层。

[0012] 在一些实施例中，所述保形介电层包含SiO₂与Al₂O₃中的至少一者。在一些实施例中，所述保形介电层的厚度为至少约10 Å。在一些实施例中，所述保形介电层的厚度为从约50 Å到约400 Å。

[0013] 一些实施例进一步包含形成在所述第一层上的主要介电层。

[0014] 其它实施例提供一种包含阵列干涉式调制器的显示器，所述阵列干涉式调制器包含：第一层，其包含部分反射器；反射层，其可相对于所述第一层移动；腔，其由所述第一层及所述反射层界定；及保形介电层，其形成在所述腔内在所述第一层及所述反射层上，所述显示器进一步包含：密封件，其限定所述干涉式调制器；及背板，其紧固到所述密封件。

[0015] 其它实施例提供一种设备，其包含：显示器，其包含阵列干涉式调制器，所述阵列干涉式调制器包含：第一层，其包含部分反射器；反射层，其可相对于所述第一层移动；腔，其由所述第一层及所述反射层界定；及保形介电层，其形成在所述腔内在所述第一层及所述反射层上，所述显示器进一步包含：密封件，其限定所述干涉式调制器；及背板，其紧固到所述密封件；处理器，其经配置以与所述显示器通信，所述处理器经配置以处理图像数据；及存储器装置，其经配置以与所述处理器通信。

[0016] 一些实施例进一步包含经配置以将至少一个信号发送到所述显示器的驱动器电路。一些实施例进一步包含经配置以将所述图像数据的至少一部分发送到所述驱动器电路的控制器。一些实施例进一步包含经配置以将所述图像数据发送到所述处理器的图像源模块。在一些实施例中，所述图像源模块包含接收器、收发器及发射器中的至少一者。一些实施例进一步包含经配置以接收输入数据并将所述输入数据传送到所述处理器的输入装置。

[0017] 其它实施例提供一种干涉式调制器，其包含：用于部分地反射光的装置；用于激活所述干涉式调制器并反射光的可移动装置；及用于覆盖所述用于部分地反射光的装置及

所述可移动装置的介电装置。

[0018] 其它实施例提供一种微机电系统装置，其包含：衬底，其包含第一面；可变形层，其包含第一面及第二面；大小可变的腔，其包含由所述衬底的第一面及所述可变形层的第一面界定的相对面；所述可变形层中的多个开口；所述衬底的第一面上的多个位置，其与所述可变形层中的开口相对；及所述腔中的介电层，其形成在所述衬底的第一面及所述可变形层的第一面以及所述可变形层的第二面的至少一部分上。

[0019] 在一些实施例中，所述介电层在所述衬底的第一面上的与所述可变形层中的开口相对的多个位置上比在所述衬底的第一面上的另一位置上厚。在一些实施例中，所述介电层大体上在所述腔内的所有表面上为保形的。

[0020] 一些实施例进一步包含设置在所述腔中且紧固到所述可变形层的可移动导体，其中所述可移动导体包含靠近所述衬底的表面，且所述介电层的一部分形成在所述可移动导体的靠近所述衬底的表面上。

[0021] 其它实施例提供一种用于制造微机电系统装置的方法及 / 或一种通过所述方法制造的微机电系统装置，所述方法包含：在第一电极上形成牺牲层；在所述牺牲层上形成可变形层；在所述可变形层中形成多个开口；经由所述可变形层中的所述多个开口中的至少一些开口移除所述牺牲层，借此在所述第一电极与所述可变形层之间形成腔；及在移除所述牺牲层之后通过原子层沉积在所述腔中沉积层。

[0022] 在一些实施例中，通过原子层沉积在所述腔中沉积层包含沉积包含 Al_2O_3 与 SiO_2 中的至少一者的层。在一些实施例中，通过原子层沉积在所述腔中沉积层包含沉积保形层。在一些实施例中，通过原子层沉积在所述腔中沉积层包含沉积非保形层。

[0023] 其它实施例提供一种用于制造微机电系统装置的方法及 / 或一种通过所述方法制造的微机电系统装置，所述方法包含：在包含部分反射器的第一层上形成牺牲层；在所述牺牲层上形成可移动反射层；蚀刻掉所述牺牲层，借此形成包含由所述第一层及可移动镜面界定的相对侧的光学干涉腔；及通过原子层沉积在所述腔中沉积层。

[0024] 在一些实施例中，蚀刻掉所述牺牲层包含使所述牺牲层与 XeF_2 接触。

[0025] 在一些实施例中，形成牺牲层包含形成包含钼、铼、非晶硅中的至少一者的层。在一些实施例中，形成牺牲层包含形成包含多个子层的层。

[0026] 一些实施例进一步包含：在第一层上形成包含至少一个开口的密封件，所述密封件限定所述可移动反射层；及将背板紧固到所述密封件，其中所述形成密封件及紧固背板在于所述腔中沉积层之前执行。

[0027] 其它实施例提供一种用于减少微机电系统装置中的静摩擦的方法及一种通过所述方法制造的微机电系统装置，所述方法包含：在微机电系统装置中在第一层与第二层之间界定腔，其中所述第二层可相对于所述第一层移动；及在界定所述腔之后通过原子层沉积在所述腔内形成静摩擦减少层。

[0028] 其它实施例提供通过原子层沉积形成静摩擦减少层，其包含通过原子层沉积形成包含 Al_2O_3 与 SiO_2 中的至少一者的静摩擦减少层。其它实施例提供通过原子层沉积形成静摩擦减少层，其包含通过原子层沉积形成保形层。

[0029] 其它实施例提供一种用于减少微机电系统装置中的静摩擦的方法及一种通过所述方法制造的微机电系统装置，所述方法包含：为所述微机电系统装置在第一层与第二层

之间界定腔，其中所述第二层可相对于所述第一层移动；及在界定所述腔之后通过原子层沉积在所述腔内形成层。

[0030] 在一些实施例中，所述微机电系统装置是微机电系统装置的阵列中的元件。

[0031] 一些实施例进一步包含在所述第二层中形成多个开口。

附图说明

[0032] 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移动反射层处于松弛位置，且第二干涉式调制器的可移动反射层处于激活位置。

[0033] 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。

[0034] 图 3 是图 1 的干涉式调制器的一个示范性实施例的可移动镜面位置对所施加电压的图。

[0035] 图 4 是可用以驱动干涉式调制器显示器的一组行电压及列电压的说明。

[0036] 图 5A 说明图 2 的 3×3 干涉式调制器显示器中的显示数据的一个示范性帧。

[0037] 图 5B 说明可用以写入图 5A 的帧的行信号及列信号的一个示范性时序图。

[0038] 图 6A 及图 6B 是说明包含多个干涉式调制器的视觉显示装置的实施例的系统框图。

[0039] 图 7A 是图 1 的装置的横截面。

[0040] 图 7B 是干涉式调制器的替代实施例的横截面。

[0041] 图 7C 是干涉式调制器的另一替代实施例的横截面。

[0042] 图 7D 是干涉式调制器的又一替代实施例的横截面。

[0043] 图 7E 是干涉式调制器的额外替代实施例的横截面。

[0044] 图 8A 说明干涉式调制器的实施例的横截面，所述干涉式调制器包含形成在其腔中且在移动电极上的保形介电层。图 8B 到图 8E 说明用于制造图 8A 中所说明的干涉式调制器的方法的实施例的中间结构的横截面。

[0045] 图 9 说明干涉式调制器的另一实施例的横截面，所述干涉式调制器包含形成在其腔中的保形介电层。

[0046] 图 10A 说明干涉式调制器的实施例的俯视图，所述干涉式调制器包含形成在其腔中的非保形介电层。图 10B 说明图 10B 中所说明的干涉式调制器的横截面。图 10C 及图 10D 说明处于激活位置中的图 10A 及图 10B 中所说明的干涉式调制器的横截面。

[0047] 图 11 是说明用于制造图 8A、图 9 及图 10A 中所说明的干涉式调制器的实施例的方法的实施例的流程图。

[0048] 图 12A 说明已封装干涉式调制器的实施例的横截面。图 12B 说明背板被移除的已封装干涉式调制器的实施例的俯视图。图 12C 说明密封件中具有开口的已封装干涉式调制器的实施例的俯视图。图 12D 到图 12F 说明密封件中的开口被填充的图 12C 的已封装干涉式调制器的实施例的俯视图。

具体实施方式

[0049] 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数字表示。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）还是固定图像（例如，静态图像），且无论是文字图像还是图形图像）的装置中实施。更确切地说，预期所述实施例可在多种电子装置中实施或与其相关联，所述电子装置例如（但不限在）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，里程计显示器等）、驾驶舱控制器及 / 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、电子展板或电子标志、投影仪、建筑结构、封装及美学结构（例如，一件珠宝上的图像显示）。与本文所述的 MEMS 装置结构类似的 MEMS 装置也可用于非显示器应用，例如用于电子开关装置。

[0050] 本文所描述的实施例包括在移除牺牲材料之后通过原子层沉积（ALD）为 MEMS 腔加衬的方法。经沉积的材料可保形地涂布所有腔表面，充当光学介电层，或充当密封先前形成的电介质中的针孔的补充电介质，在任一情况下，均产生较薄电介质以获得给定绝缘品质。材料可经选择而展现出以下各项的组合：相对移动的电极之间的减少的静摩擦（stiction）、减少的表面电荷累积、改进的机械性质，及 / 或改进的电性质。在另一实施例中，ALD 条件经选择以优先在靠近开口的区域中将非保形层沉积到腔中，借此减少接触面积，且因此减少在激活 MEMS 电极以使腔崩塌（collapse）时的静摩擦。可在组装 MEMS 衬底与背板之前或之后执行牺牲材料的移除及后续 ALD 涂布。

[0051] 图 1 中说明一个包含干涉 MEMS 显示元件的干涉式调制器显示器实施例。在这些装置中，像素处于亮状态或暗状态。在亮（“接通”或“打开”）状态下，显示元件将大部分入射可见光反射到用户。当在暗（“断开”或“关闭”）状态下，显示元件将极少入射可见光反射到用户。“接通”及“断开”状态的光反射性质可视实施例而逆转。MEMS 像素可经配置以主要在选定色彩下反射，从而允许除黑白外的彩色显示。

[0052] 图 1 是描绘视觉显示器的一系列像素中的两个相邻像素的等角视图，其中每一像素包含一 MEMS 干涉式调制器。在一些实施例中，干涉式调制器显示器包含这些干涉式调制器的行 / 列阵列。每一干涉式调制器包括一对反射层，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间隙。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）处，可移动反射层定位在距固定部分反射层相对较大距离处。在第二位置（本文称为激活位置）处，可移动反射层定位在较紧密邻近于所述部分反射层处。从两个层反射的入射光视可移动反射层的位置而发生相长或相消干涉，从而为每一像素产生总体反射或非反射状态。

[0053] 图 1 中的像素阵列的所描绘部分包括两个相邻干涉式调制器 12a 及 12b。在左边的干涉式调制器 12a 中，可移动反射层 14a 被说明为位于距光学堆叠 16a 预定距离的松弛位置处，所述光学堆叠 16a 包括部分反射层。在右边的干涉式调制器 12b 中，可移动反射层 14b 被说明为位于邻近于光学堆叠 16b 的激活位置处。

[0054] 如本文所参考，光学堆叠 16a 及 16b（统称为光学堆叠 16）通常包含若干融合层（fusedlayer），所述融合层可包括例如氧化铟锡（ITO）的电极层、例如铬的部分反射层及透明电介质。光学堆叠 16 因此是导电、部分透明且部分反射性的，且可（例如）通过在透明

衬底 20 上沉积上述层中的一者或一者以上来制造。部分反射层可由例如各种金属、半导体及电介质的具有部分反射性的多种材料形成。部分反射层可由一层或一层以上材料形成，且所述层中的每一者可由单一材料或材料组合形成。

[0055] 在一些实施例中，如以下进一步描述，光学堆叠 16 的层被图案化为平行条带，且可形成显示装置中的行电极。可将可移动反射层 14a、14b 形成为沉积在柱 18 的顶部上的沉积金属层（垂直于行电极 16a、16b）及沉积在柱 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，可移动反射层 14a、14b 由所界定的间隙 19 与光学堆叠 16a、16b 分离。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。

[0056] 在不施加电压的情况下，如由图 1 中的像素 12a 所说明，间隙 19 保持在可移动反射层 14a 与光学堆叠 16a 之间，其中可移动反射层 14a 处于机械松弛状态。然而，当将一电位差施加到选定行及列时，形成在对应像素处的行电极与列电极的相交处的电容器变得带电，且静电力将电极拉到一起。如果电压足够高，则可移动反射层 14 变形，且被迫抵靠着光学堆叠 16。如由图 1 中的右边的像素 12b 所说明，光学堆叠 16 内的介电层（未在图 1 中说明）可防止短路并控制层 14 与 16 之间的分离距离。无论所施加的电位差的极性如何，所述行为不变。以此方式，可控制反射对非反射像素状态的行 / 列激活在许多方面类似于常规 LCD 及其它显示技术中所用的方法。

[0057] 图 2 到图 5B 说明一种在显示器应用中使用干涉式调制器阵列的示范性过程及系统。

[0058] 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。在所述示范性实施例中，电子装置包括处理器 21，其可为任何通用单芯片或多芯片微处理器，例如 ARM、Pentium®、Pentium II®、Pentium III®、Pentium IV®、Pentium® Pro、8051、MIPS®、Power PC®、ALPHA®，或任何专用微处理器，例如数字信号处理器、微控制器或可编程门阵列。如此项技术中的常规，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，包括网络浏览器、电话应用程序、电子邮件程序或任何其它软件应用程序。

[0059] 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 包括将信号提供到显示器阵列或面板 30 的行驱动器电路 24 及列驱动器电路 26。图 1 中所说明的阵列的横截面由图 2 中的线 1-1 展示。对于 MEMS 干涉式调制器，行 / 列激活协议可利用图 3 中所说明的这些装置的滞后性质。可能需要（例如）10 伏特电位差来使可移动层从松弛状态变形为激活状态。然而，当电压从所述值减小时，可移动层随着电压降回到 10 伏特以下而维持其状态。在图 3 的示范性实施例中，可移动层直到电压降到 2 伏特以下才完全松弛。因此，在图 3 中所说明的实例中存在约 3V 到 7V 的所施加电压窗，装置在所述窗内稳定地处于松弛或激活状态。此窗在本文中称为“滞后窗”或“稳定窗”。对于具有图 3 的滞后特性的显示器阵列，可对行 / 列激活协议进行设计以使得在行选通期间，将选通的行中的待激活的像素暴露于约 10 伏特的电压差，且将待松弛的像素暴露于接近于零伏特的电压差。在选通之后，将像素暴露于约 5 伏特的稳态电压差，使得其保持在行选通将其置于的任何状态。在被写入之后，在此实例中每一像素在 3 到 7 伏特的“稳定窗”内见到一电位差。此特征使图 1 中所说明的像素设计在相同所施加电压条件下稳定在激活

或松弛预存在状态。由于干涉式调制器的每一像素无论处于激活状态还是松弛状态基本上均为由固定及移动反射层形成的电容器，因而此稳定状态可在滞后窗内的电压下得以保持而几乎无功率耗散。如果所施加的电位是固定的，则基本上无电流流进像素中。

[0060] 在典型应用中，可通过根据第一行中的所要激活像素集合来断言列电极集合而产生显示帧。接着将行脉冲施加到行 1 电极，从而激活对应于断言的列线的像素。接着将断言的列电极集合改变为对应于第二行中的所要激活像素集合。接着向行 2 电极施加一脉冲，从而根据所断言的列电极激活行 2 中的适当像素。行 1 像素不受行 2 脉冲影响，且保持在其在行 1 脉冲期间被设定的状态。可以顺序方式对整个行系列重复此过程以产生帧。通常，通过以每秒某一所要数目帧不断重复此过程而用新的显示数据刷新及 / 或更新帧。用以驱动像素阵列的行及列电极以产生显示帧的多种协议也是众所周知的，且可结合本发明而使用。

[0061] 图 4、图 5A 及图 5B 说明一种用以在图 2 的 3×3 阵列上产生显示帧的可能的激活协议。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及行电压电平集合。在图 4 实施例中，激活像素涉及将适当列设定为 $-V_{bias}$ ，及将适当行设定为 $+\Delta V$ ，其可分别对应于 -5 伏特及 +5 伏特。通过将适当列设定为 $+V_{bias}$ 且将适当行设定为相同 $+\Delta V$ 从而产生跨越像素的零伏特电位差来实现对像素的松弛。在行电压保持在零伏特的那些行中，无论列处于 $+V_{bias}$ 还是 $-V_{bias}$ 像素均稳定在其最初所处的任何状态。也如图 4 中所说明，将了解，可使用极性与上述电压的极性相反的电压，例如，激活像素可涉及将适当列设定为 $+V_{bias}$ 及将适当行设定为 $-\Delta V$ 。在此实施例中，通过将适当列设定为 $-V_{bias}$ 且将适当行设定为相同 $-\Delta V$ 从而产生跨越像素的零伏特电位差来实现对像素的释放。

[0062] 图 5B 是展示施加到将产生图 5A 中所说明的显示布置（其中激活像素为非反射性的）的图 2 的 3×3 阵列的一系列行及列信号的时序图。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，所有行处于 0 伏特，且所有列处于 +5 伏特。在这些所施加电压下，所有像素均稳定在其现有激活或松弛状态。

[0063] 在图 5A 帧中，激活像素 (1,1)、(1,2)、(2,2)、(3,2) 及 (3,3)。为实现此目的，在行 1 的“线时间”期间，将列 1 及 2 设定为 -5 伏特，且将列 3 设定为 +5 伏特。此不改变任何像素的状态，因为所有像素均保持在 3 到 7 伏特的稳定窗内。接着使用从 0 伏特升到 5 伏特又返回到零的脉冲对行 1 进行选通。此激活 (1,1) 及 (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 伏特且将列 1 及 3 设定为 +5 伏特。施加到行 2 的相同选通将接着激活像素 (2,2) 并松弛像素 (2,1) 及 (2,3)。同样，阵列的其它像素不受影响。通过将列 2 及 3 设定为 -5 伏特且将列 1 设定为 +5 伏特而类似地设定行 3。行 3 选通如图 5A 中所示对行 3 像素进行设定。在写入帧之后，行电位为零，且列电位可保持在 +5 或 -5 伏特，且显示器于是稳定在图 5A 的布置。将了解，相同程序可用于几十或几百行及列的阵列。也将了解，在上文概述的一般原理内，可广泛地改变用以执行行及列激活的电压的时序、顺序及电平，且以上实例仅为示范性的，且任何激活电压方法均可与本文所述的系统及方法一起使用。

[0064] 图 6A 及图 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，例如电视及便携式媒体播放器。

[0065] 显示装置 40 包括外壳 41、显示器 30、天线 43、扬声器 45、输入装置 48 及麦克风 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（包括注射模制及真空成型）中的任一者形成。此外，外壳 41 可由多种材料（包括（但不限于）塑料、金属、玻璃、橡胶及陶瓷或其组合）中的任一者制成。在一个实施例中，外壳 41 包括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）。

[0066] 示范性显示装置 40 的显示器 30 可为多种显示器（包括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 包括如上所述的平板显示器（例如等离子、EL、OLED、STN LCD 或 TFT LCD），或所属领域的技术人员众所周知的非平板显示器（例如 CRT 或其它管式装置）。然而，为描述本实施例的目的，显示器 30 包括如本文所述的干涉式调制器显示器。

[0067] 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 包括外壳 41，且可包括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 包括一包括天线 43 的网络接口 27，所述天线 43 耦合到收发器 47。收发器 47 连接到处理器 21，所述处理器 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 及麦克风 46。处理器 21 还连接到输入装置 48 及驱动器控制器 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，所述阵列驱动器 22 又耦合到显示器阵列 30。电源 50 向特定示范性显示装置 40 设计所需的所有组件提供电力。

[0068] 网络接口 27 包括天线 43 及收发器 47，以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及接收信号的天线。在一个实施例中，天线根据 IEEE 802.11 标准（包括 IEEE 802.11(a)、(b) 或 (g)）来发射及接收 RF 信号。在另一实施例中，天线根据蓝牙标准来发射及接收 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蜂窝电话网络内进行通信的 CDMA、GSM、AMPS 或其它已知信号。收发器 47 对从天线 43 接收的信号进行预处理，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 接收的信号，使得所述信号可经由天线 43 而从示范性显示装置 40 发射。

[0069] 在替代实施例中，收发器 47 可由接收器替代。在又一替代实施例中，网络接口 27 可由图像源替代，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。

[0070] 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（例如压缩图像数据），且将所述数据处理为原始图像数据或处理为容易处理为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 以进行存储。原始数据通常意指识别图像内每一位置处的图像特性的信息。举例来说，所述图像特性可包括色彩、饱和度及灰度级。

[0071] 在一个实施例中，处理器 21 包括微控制器、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 通常包括用以将信号发射到扬声器 45 且用以从麦克风 46 接收信号的放大器及滤波器。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。

[0072] 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重新格式化以供高速发射到阵列驱动器 22。特定而言,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用以跨越显示器阵列 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,但所述控制器可以许多方式来实施。其可作为硬件嵌入在处理器 21 中,作为软件嵌入在处理器 21 中,或以硬件的形式与阵列驱动器 22 完全集成。

[0073] 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。

[0074] 在一个实施例中,驱动器控制器 29、阵列驱动器 22 及显示器阵列 30 适用于本文所述的任何类型的显示器。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。此实施例通用于例如蜂窝式电话、手表及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,包括干涉式调制器阵列的显示器)。

[0075] 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 包括小键盘,例如 QWERTY 键盘或电话小键盘、按钮、开关、触敏式屏幕或者压敏或热敏薄膜。在一个实施例中,麦克风 46 是用于示范性显示装置 40 的输入装置。当使用麦克风 46 来将数据输入到装置时,可由用户提供语音命令以控制示范性显示装置 40 的操作。

[0076] 电源 50 可包括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(包括塑料太阳能电池及太阳能电池涂料)。在另一实施例中,电源 50 经配置以从壁装插座接收电力。

[0077] 如上所述,在一些实施例中,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,上述最佳化可以任何数目的硬件及 / 或软件组件且以各种配置来实施。

[0078] 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 说明可移动反射层 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,可移动反射层 14 仅在拐角处在系栓 32 上附着到支撑件。在图 7C 中,可移动反射层 14 从可变形层 34 悬浮,所述可变形层 34 可包含柔性金属。可变形层 34 直接或间接地连接到在可变形层 34 的周边周围的衬底 20。这些连接可采取连续壁及 / 或个别柱的形式。举例来说,平行轨条可支撑可变形层 34 材料的交叉行,因而界定轨条之间的沟槽及 / 或腔中的像素的列。每一腔内的额外支撑柱可用来加强可变形层 34 及防止在松弛位置中下陷。

[0079] 图 7D 中所说明的实施例具有在上面搁置可变形层 34 的支撑柱插塞 42。与在图 7A

到图 7C 中一样,可移动反射层 14 保持悬浮在腔上,但可变形层 34 并不通过填充可变形层 34 与光学堆叠 16 之间的孔而形成支撑柱。实情为,支撑柱由用以形成支撑柱插塞 42 的平坦化材料形成。图 7E 中所说明的实施例是基于图 7D 中所示的实施例,但也可适于与图 7A 到图 7C 中所说明的实施例中的任一者以及未展示的额外实施例一起起作用。在图 7E 中所示的实施例中,已使用额外金属层或其它导电材料来形成总线结构 44。此允许沿干涉式调制器的背面来导引信号,从而消除原本可能必须形成在衬底 20 上的若干电极。

[0080] 在例如图 7A 到图 7E 中所示的实施例的实施例中,干涉式调制器充当直观式装置,其中从透明衬底 20 的前侧观看图像,所述侧与在上面布置调制器的侧相对。在这些实施例中,反射层 14 光学上遮蔽干涉式调制器在反射层的与衬底 20 相对的侧上的部分,包括可变形层 34。此允许所遮蔽区域在不对图像质量造成负面影响的情况下被配置并操作。此遮蔽允许图 7E 中的总线结构 44 提供将调制器的光学性质与调制器的机电性质(例如寻址及由所述寻址产生的移动)分离的能力。此可分离调制器架构允许用于调制器的机电方面及光学方面的结构设计及材料可彼此独立选择并起作用。此外,图 7C 到图 7E 中所示的实施例具有从使反射层 14 的光学性质与其机械性质分离得到的额外益处,所述机械性质由可变形层 34 实行。此允许用于反射层 14 的结构设计及材料相对于光学性质而最佳化,且允许用于可变形层 34 的结构设计及材料相对于所要机械性质而最佳化。

[0081] 图 8A 说明类似于图 7D 中所说明的实施例的干涉式调制器 800 的实施例的侧面横截面图。所属领域的技术人员将理解,参考所说明的实施例描述的某些特征也可用于干涉式调制器的其它实施例,包括图 7A 到图 7C 及图 7E 中所说明的实施例,以及其它类型的 MEMS 装置。

[0082] 干涉式调制器 800 包含衬底 820,形成光学堆叠 816 的一部分的导电层 816a 及部分反射层或吸收体 816b 形成在衬底 820 上。在所说明的实施例中,经由衬底 820 观看图像,因此,衬底 820 优选对于所说明的光学装置及方位是透明的。可变形层 834 与光学堆叠 816 隔开,从而在其间界定一间隙或腔 819。在所说明的实施例中,维持间隙 819 的支撑结构包含在衬底 820 与可变形层 834 之间延伸的多个支撑柱插塞 842,但在其它布置中,轨条、铆钉或其它结构可充当支撑物来将 MEMS 电极间隔开。可移动反射层或镜面 814 设置在腔 819 中且紧固到可变形层 834。在所说明的实施例中,所述可移动反射层 814 包含导电材料且电耦合到可变形层。将理解,在其它 MEMS 实施例中,可移动电极无需是反射性的,且可由可变形层形成。

[0083] 第一保形层 860 在界定腔 819 的组件(例如,部分反射层 816b、支撑柱插塞 842、可移动反射层 814,及可变形层的内表面 834a)上形成在腔 819 中。在一些优选实施例中,第一保形层 860 的厚度大体上是均匀的。

[0084] 第二保形层 862 设置在可变形层的外表面 834b 上。在所说明的实施例中,第一保形层 860 及第二保形层 862 的厚度大体上相同且具有相同成分。在所说明的实施例中,第一保形层 860 及第二保形层 862 一起囊封可变形层 834 及可移动反射层 814。如下文更详细论述,优选同时形成第一保形层 860 及第二保形层 862。

[0085] 在一些优选实施例中,第一保形层 860 是包含至少一种介电材料的介电层。第二保形层 862 包含相同材料。介电材料是此项技术中已知的任何合适材料。在装置 800 为干涉式调制器的情况下,介电材料优选对光的有关波长大体上透明。在一些优选实施例中,介

电材料包含可使用原子层沉积 (ALD) 沉积的材料,例如,氧化物、氮化物及其组合。在一些实施例中,第一保形层 860 包含二氧化硅 (SiO_2 、硅石)、氧化铝 (Al_2O_3) 或 SiO_2 与 Al_2O_3 的组合。在一些实施例中,第一保形层 860 包含多种材料。举例来说,在一些实施例中,第一保形层 860 包含介电材料的多个子层,例如,层状结构。子层之间的界面是中断的或分级的。在下文更详细论述用于形成第一保形层 860 及第二保形层 862 及设计材料以获得特定功能性的方法。

[0086] 在这些实施例中,第一保形层的形成在部分反射层 816b 上的部分 860a 及第一保形层的形成在可移动反射层 814 的下表面 814a 上的部分 860b 一起形成光学堆叠 816 的介电结构,其在激活位置中使移动电极 814 与固定电极 816a/816b 绝缘。在部分 860a 与 860b 的厚度大体上相同的实施例中,所得介电结构称为“对称的”,例如,称为“对称氧化物结构”。因此,在一些实施例中,第一保形层 860 的厚度为一类似、单层介电层(例如,图 7D 中所说明的光学堆叠 16 的介电层)的厚度的约一半。所属领域的技术人员将理解,第一保形层 860 的厚度视以下因素而定,所述因素包括:第一保形层 860 的成分、由干涉式调制器 800 所调制的光的波长、第一保形层 860 的所要机械性质,等等。在一些实施例中,第一保形层 860 的厚度不大于约 100nm(约 1000 Å),优选从约 50 Å 到约 400 Å,更优选从约 100 Å 到约 250 Å。

[0087] 与包含单个介电层的类似装置(例如,在图 7D 中所说明的实施例的光学堆叠 16 中)相比,介电第一保形层 860 的实施例提供第一保形层的分别形成在光学堆叠 816 与可移动层 814 上的部分 860a 与 860b 之间的减少的界面粘着性或静摩擦。

[0088] 此项技术中称为“静摩擦”的状况通常可能会对 MEMS 装置(特别是干涉式调制器)的性能造成不利影响。参看图 1 中所说明的装置,静摩擦可使经激活的可移动层 14b 在存在将预期使可移动层 14b 返回到松弛位置的回复力的情况下保持与光学堆叠 16b 接触。静摩擦发生在将装置偏置于激活位置中的粘着力的总和大于将装置朝松弛位置偏置的回复力时。回复力包括激活的可移动层 14b 的机械张力。举例来说,在包括干涉式调制器的 MEMS 装置中,因为表面力或界面力随着减小的装置尺寸而变得相对较强且回复力随着减小的装置尺寸而变得相对较弱,因此,静摩擦随着减小的装置大小而变得更成问题。

[0089] 相信粘着力起源于若干来源,包括,例如,毛细管力、范得瓦尔相互作用(van der Walls interaction)、化学键结及经俘获的电荷。在所有这些机制中,粘着力随着相对可移动组件(例如,可移动层 14b 与光学堆叠 16b)之间的增加的接触面积而增加,且随着在激活状态中相对可移动组件之间的增加的间距而减少。

[0090] 返回到图 8 中所说明的实施例,通常相信例如二氧化硅及 / 或氧化铝的亲水性材料的大接触面积会增加而非减少静摩擦。在不受任何理论限制的情况下,相信在干涉式调制器的一些实施例中,静摩擦至少部分是由留在腔中的制造工艺残留物引起。举例来说,在使用牺牲材料的释放蚀刻 (release etch) 形成腔的过程中,蚀刻工艺的非挥发性产物作为制造残留物留在腔中。举例来说,在使用 XeF_2 蚀刻钼牺牲层的过程中,非挥发性产物可包括非挥发性含钼产物(例如,氟氧化钼(molybdenum oxide fluoride))、非挥发性不含钼产物(例如,来自牺牲层中的杂质)等等。制造残留物的其它来源包括蚀刻剂与非牺牲材料的反应、由释放蚀刻所暴露的非牺牲材料的反应、在相邻层的沉积及 / 或蚀刻过程中形成的副产物,及相邻层之间的反应产物。

[0091] ALD 的实施例形成精确地遵循下伏层的轮廓的层。因此，在通过 ALD 形成第一保形层 860 的过程中，ALD 不仅生长经暴露的衬底，而且生长设置在衬底上的任何制造残留物，借此均匀地毯覆腔的经暴露表面。在毯覆腔的过程中，第一保形层 860 覆盖这些制造残留物，借此消除制造残留物对静摩擦的作用。在一些实施例中，第一保形层 860 的成分经选择以减少第一保形层 860 的部分 860a(形成在光学堆叠 816 上)与部分 860b(形成在可移动反射器 814 上)之间的内聚力对静摩擦的作用，所述部分在装置 800 处于激活位置中时接触。

[0092] 与包含单个介电层的类似装置（例如，图 7D 中所说明的实施例）相比，一些实施例还展现出光学堆叠 816 中减少的表面电荷累积。相信表面电荷在介电层中的陷阱中累积，特别是在介电层的表面处或附近累积。这些陷阱中的一些是固有的，例如在介电层的沉积期间形成。介电层中的固有陷阱的浓度视包括沉积方法及所沉积的特定介电材料的因素而定。其它陷阱是外在的，例如，因对介电层的损坏而形成或是制造残留物。

[0093] 相信装置 800 的实施例会减少由固有及 / 或外在陷阱所引起的表面电荷累积。举例来说，在一些实施例中，固有陷阱的数目通过由原子层沉积 (ALD) 形成第一保形层 860 而减少（如下文更详细论述），此提供具有良好绝缘性质的高质量介电薄膜。用于 ALD 的合适介电材料的实例包括 Al_2O_3 、 SiO_2 及其组合。如下文所论述，在一些实施例中，在释放蚀刻之后形成第一保形层 860，此为制造干涉式调制器 800 的过程中的最后步骤之一。在这些实施例中，对第一保形层 860 的损坏得以减少，此是因为其是在接近制造工艺结束时形成，从而减少了外在陷阱的数目。

[0094] 此外，如上文所论述，在一些实施例中，第一保形层 860 及第二保形层 862 囊封可变形层 834。在一些实施例中，可变形层 834 的机械及 / 或电性质通过囊封第一保形层 860 及第二保形层 862 来修改。举例来说，在一些实施例中，可变形层 834 的结构完整性得到改进，特别是在第一保形层 860 及第二保形层 862 相对较厚的情况下，例如，至少约 50 Å、至少约 100 Å、至少约 150 Å 或至少约 200 Å。在这些实施例中的一些实施例中，经改进的机械完整性提供可变形层 834 的改进的电完整性。一些实施例进一步展现出在较宽温度范围上的可操作性。举例来说，在包含由包含介电材料的第一保形层 860 及第二保形层 862 囊封的金属可变形层 834 的实施例中，经囊封的可变形层 834 的有效热膨胀系数低于类似的未经囊封的可变形层的有效热膨胀系数。此较低热膨胀系数准许 MEMS 800 在较宽温度范围内的稳定操作。

[0095] 图 9 中的侧面横截面图中说明干涉式调制器 900 的另一实施例。干涉式调制器 900 类似于图 8A 中所说明的实施例 800 以及图 7D 中所说明的实施例。所属领域的技术人员将理解，所述特征中的一些特征也可用于（例如）具有类似于图 7A 到 7C 及图 7E 中所说明的结构的结构的其它实施例。在所说明的实施例中，装置 900 包含衬底 920，所述衬底 920 上形成有光学堆叠 916，所述光学堆叠 916 包含导电层 916a、部分反射层 916b 及主要介电层 916c。与图 8A 的实施例中一样，光学堆叠 916 表示 MEMS 装置的下部固定电极。说明为包含多个支撑柱插塞 942 的支撑结构从光学堆叠 916 延伸且支撑可变形层 934。光学堆叠 916 及可变形层 934 界定腔 919，在所述腔 919 中设置有表示用于 MEMS 装置的可移动电极的可移动反射层 914，所述可移动反射层 914 紧固到可变形层 934。

[0096] 第一保形层 960 在界定腔的表面（包括介电层 916c、支撑柱插塞 942、可变形层

934 的内表面及可移动反射层 914 的可接近表面) 上形成在腔 919 内。第二保形层 962 形成在可变形层 934 的外表面上。在一些实施例中, 第一保形层 960 及第二保形层 962 包含与图 8A 中所说明的实施例的第一保形层 860 及第二保形层 862 相同的材料。在一些优选实施例中, 第一保形层 960 的厚度大体上均匀。在一些实施例中, 第二保形层 962 的厚度与第一保形层 960 的厚度大体上相同。在第一保形层 960 及第二保形层 962 是通过 ALD 形成的实施例中, 所述层的厚度为至少通过 ALD 沉积的单层的大致厚度 (约 3 到 5 Å)。更优选第一保形层 960 的厚度为至少约 10 Å 或至少约 80 Å。因为在此实施例中光学介电系统包含介电层 916c 以及两层第一保形层 960, 因此, 这些层的厚度经选择以提供所要光学性质。理想地, 由下文所描述的工艺所形成的层的质量准许光学介电系统的总厚度小于约 100nm (1000 Å), 同时仍能够在操作期间使电极绝缘。

[0097] 在第一保形层 960 包含介电材料的实施例中, 第一保形层的形成在主要介电层 916c 上的部分 960a、第一保形层的形成在可移动反射层 914 的下表面上的部分 960b 及介电层 916c 一起形成介电系统。如上文关于图 8A 中所说明的装置 800 的实施例所论述, 在一些实施例中, 介电系统的总厚度视以下因素而定: 第一保形层 960 及介电层 916c 的成分、由干涉式调制器 900 所调制的光的波长、第一保形层 960 及介电层 916c 的所要机械性质等等。在一些实施例中, 第一保形层 960 相对较薄, 且大体上不影响介电系统的光学性质。在这些实施例中, 介电系统的光学性质由介电层 916c 来控制。

[0098] 在一些优选实施例中, 第一保形层 960 充当静摩擦减少层 (如上文所论述, 例如, 通过覆盖或密封制造残留物)。在一些实施例中, 第一保形层且特别是部分 960a 通过遮盖、填充、覆盖及 / 或密封介电层 916c 中的缺陷来修复或增强介电层 916c。缺陷常常在使用典型沉积技术 (CVD, PVD) 制造装置 900 的过程中形成在介电层 916c 中, 且包括 (例如) 针孔、裂痕、麻点 (divot) 等等。在一些实施例中, 缺陷形成在使介电层 916c 经受 (例如) 释放蚀刻过程中及 / 或来自热循环的机械应力的过程中。所述缺陷可影响装置 900 的电性质及 / 或机械性质, 例如因为对下伏层的不当蚀刻。在一些情况下, 缺陷可导致装置故障。第一保形层 960 密封针孔, 借此准许使用更倾向于形成针孔的较薄介电层 916c。如上文所论述, 在一些实施例中, 第一保形层 960 相对较薄。

[0099] 图 10A 说明类似于图 7D 中所说明的实施例的干涉式调制器 1000 的阵列的部分俯视平面图。干涉式调制器 1000 包含可变形层 1034、可移动反射层 1014 及支撑柱插塞 1042。图 10A 中还说明形成在可变形层 1034 中的多个蚀刻孔 1070。在一些实施例中, 蚀刻孔 1070 准许在制造干涉式调制器 1000 的过程中气相蚀刻剂与牺牲材料之间接触。将理解, 图 8A 及图 9 的实施例还形成在可变形层中具有类似蚀刻孔的 MEMS 装置的阵列的部分。蚀刻孔在图 8A 及图 9 中不可见, 此是因为横截面是沿未与任何蚀刻孔相交的截面所截取, 例如, 类似于图 10A 的截面 A-A。

[0100] 图 10B 说明沿干涉式调制器 1000 的图 10A 的截面 B-B 所截取的侧面横截面。指示出上文所描述的可变形层 1034、可移动反射层 1014 及蚀刻孔 1070。干涉式调制器 1000 还包含衬底 1020 及形成在其上的光学堆叠 1016, 两者均在上文较详细地描述。腔 1019 是由光学堆叠 1016 及可变形层 1034 界定。

[0101] 还指示出腔 1019 内的衬底或光学堆叠上的与蚀刻孔 1070 直接相对的位置 1072。所述位置 1072 直接暴露于干涉式调制器外部的环境。每一这些位置 1072 的中心处是凸块

1060，所述凸块 1060 在暴露于外部环境较多的区域（例如，较接近蚀刻孔 1070）中较厚，且在暴露于外部环境较少的区域（例如，距蚀刻孔 1070 较远）中较薄。在所说明的实施例中，凸块 1060 彼此隔离，从而形成不连续的非保形层。在其它实施例中，凸块 1060 合并，从而在光学堆叠 1016 上形成具有非均匀厚度的大体上连续的非保形层。在其它实施例中，非保形层 1060 包含连续特征与隔离特征两者。在所得腔 1019 中，由非保形层 1060 及介电层 1016c 的任何暴露区域所界定的底部不与可移动反射层 1014 的下表面 1014a 平行。

[0102] 在所说明的实施例中，可变形层 1034 及可移动反射层 1014 的暴露部分还包含具有岛状物 1060 的材料的层 1062。在一些实施例中，凸块的材料还部分或完全设置在装置 1000 的其它部分上，例如，可移动反射层的下表面 1014a 及 / 或可变形层 1034 与可移动反射层 1014 之间的区域。

[0103] 图 11 是参看图 8A 中所说明的实施例说明用于制造干涉式调制器的方法 1100 的实施例的流程图。所属领域的技术人员将理解，方法 1100 也适合于制造具有其它设计的干涉式调制器及 MEMS 装置，例如图 9、图 10A 及图 10B 中所说明的实施例。下文所描述的实施例类似于图 7A 到图 7E 中所说明的实施例的制造所使用的方法，例如，如在第 2004/0051929A1 号美国专利公开案中所描述的方法。所属领域的技术人员将了解，下文所陈述的描述省略了此项技术中众所周知的某些细节，例如，掩蔽、图案化、蚀刻步骤等等。如所属领域的技术人员将显而易见，一些实施例中还使用额外结构（例如，蚀刻终止物、剥离层（lift-off layer）等等）。

[0104] 在步骤 1110 中，制造未经释放的干涉式调制器。在一些实施例中，为了制造如图 8A 中所说明的干涉式调制器，在第一步骤中，将导电层 816a、部分反射层 816b、第一牺牲层 880 及反射层 814 连续沉积在衬底 820 上以提供图 8B 中所说明的结构。接下来，掩蔽并蚀刻反射层 814 以形成可移动反射层 814（在其上形成有第二牺牲层 882），且掩蔽并蚀刻所得结构以提供图 8C 中所说明的结构。在所说明的实施例中，蚀刻产生延伸到衬底 820 的开口 842a 及延伸到可移动反射层 814 的开口 884。填充开口 842a 以形成支撑插塞柱 842，且在所述支撑插塞柱 842、第二牺牲层 882 及可移动反射层 814 的由开口 884 所暴露的部分上沉积可变形层 834 以提供图 8D 中所说明的结构。

[0105] 在制造图 9 中所说明的实施例的过程中，除先前段落中所列出的工艺以外，在沉积第一牺牲层之前，在部分反射层 916b 上形成介电层 916c。

[0106] 在步骤 1120 中，使用一种或一种以上蚀刻化学物来蚀刻掉第一牺牲层 880 及第二牺牲层 882 从而形成腔 819，借此释放可移动反射层 814 及可变形层 834 以提供图 8E 中所说明的结构。在步骤 1120 中对牺牲层的蚀刻在本文也称为“释放蚀刻”。

[0107] 在优选实施例中，蚀刻剂为气相蚀刻剂，且蚀刻产物也处于气相中。举例来说，在一些优选实施例中，蚀刻剂为 XeF_2 ，其在环境温度下为具有适当蒸气压的固体（在 25°C 下约 3.8 托，0.5kPa）。蒸气相蚀刻剂经由蚀刻孔（例如，图 10A 及图 10B 中说明为 1070 的蚀刻孔）接触牺牲层。

[0108] 所属领域的技术人员将理解，包含牺牲层的材料结合装置 800 的结构及 / 或非牺牲材料而被选择，使得牺牲材料在结构材料上被选择性地蚀刻。在使用 XeF_2 作为释放蚀刻中的蚀刻剂的实施例中，牺牲材料包含以下各项中的至少一者：硅、锗、钛、锆、铪、钒、钽、铌、钼、钨及其混合物、合金及组合，优选为钼、钨、硅、锗或硅 / 钼。在一些实施例中，牺牲层

包含有机化合物，例如，如光致抗蚀剂的聚合物。在一些实施例中，牺牲层包含单个层。在其它实施例中，牺牲层包含多个层。合适结构材料在此项技术中是已知的。在蚀刻剂包含 XeF_2 的情况下，合适结构材料抵抗 XeF_2 的蚀刻，且包括（例如）硅石、氧化铝、氧化物、氮化物、聚合物、铝、镍等等。在图 8A 中所说明的实施例中，部分反射层 816a 包含在释放蚀刻中被相当不良地蚀刻的材料，例如，蚀刻剂为 XeF_2 的情况下的铬。

[0109] 在步骤 1130 中，在图 8A 中所说明的实施例中，在腔 819 中形成第一保形层 860。在优选实施例中，通过原子层沉积 (ALD) 来形成第一保形层 860。ALD 在装置 800 的所有暴露表面上沉积薄膜。因此，第一保形层 860 与第二保形层 862 两者在同一过程中形成中以提供图 8A 中所说明的结构。ALD 的实施例准许沉积具有高光学及 / 或电质量的薄膜。

[0110] 简而言之，通过 ALD 沉积或生长的材料的层或薄膜经由表面与至少第一前驱气体及第二反应气体的脉冲之间的连续反应而以一次形成材料的一个分子层的形式形成。所述第一前驱气体为 ALD 沉积的材料的第一元素的来源，且所述第二反应气体可为 ALD 沉积的材料的第二元素的来源，或可制备由先前脉冲所留下的表面以用于进一步反应。在典型工艺中，第一前驱气体的脉冲接触一包含官能团的表面，第一前驱气体与所述官能团反应（例如，化学吸附），借此形成包含第一元素的第一表面层。第一表面层相对于第一前驱气体具有自我钝化性 (self-passivating)。因此，过量的第一前驱气体不与第一表面层反应（例如，化学吸附的层包括防止超过单层的进一步化学吸附的配位体），且因此所述反应具有自我限制性。接着通常净化过量的第一前驱气体。接着使第一表面层与第二反应气体的脉冲接触，第一表面层与第二反应气体反应以形成不会进一步与第二反应气体反应的第二表面层。因此，此步骤也具有自我限制性。接着通常净化过量的第二反应气体。然而，第二表面层与第一前驱气体反应。因此，依次使所述表面与第一前驱气体及第二反应气体接触准许用户沉积具有所要厚度的层。为了保持沉积自我限制于每一循环少于一单层，通过在脉冲之间对过量反应物及副产物进行瞬时脉冲及净化或其它移除来使反应物保持分离。

[0111] ALD 的实施例准许对所沉积的层的厚度的精细控制，此是因为所述层生长小于或等于每一沉积循环中所沉积的材料的分子层的厚度。举例来说， Al_2O_3 的单层为约 3 到 5 Å 厚，且在一些实施例中，在每一沉积循环中生长为约 1 Å 厚的子单层。ALD 的实施例展现出所沉积的区域上的厚度的均匀性，例如，不大于约 1% 的变化。一些实施例展现出表面特征的 100% 的阶梯覆盖率 (step coverage, SC)。所沉积的层的成分可通过不同反应物的周期性替代或添加而控制，从而准许制造分层及 / 或复合层。ALD 的实施例在低温下执行，例如，约 80 到 500°C，更典型地，约 100 到 400°C，且常常在低于约 350°C 下执行。

[0112] 如上文所论述，在装置 800 为干涉式调制器的实施例中，第一保形层的介电层 860a 及 860b 形成光学堆叠的介电结构。因此，在这些实施例中，第一保形层 860 包含具有合适光学性质（例如，大体上的透明性）的材料。因为介电材料的一些优选实施例为氧化物（例如，二氧化硅及 / 或氧化铝），因此光学堆叠的电介质也称为“光学氧化物”。可通过 ALD 形成的合适的光学氧化物在此项技术中是已知的，例如氧化物及 / 或氮化物，优选为二氧化硅、氧化铝或其组合。

[0113] 用于通过 ALD 沉积氧化铝的合适条件在此项技术中是已知的，其包含使表面与铝源气体的脉冲随后与氧源气体的脉冲接触。在一些实施例中，使用三甲基铝 (TMA) 作为前驱气体且使用水 (H_2O) 及臭氧 (O_3) 中的至少一者作为反应气体而通过 ALD 沉积氧化铝。其

它合适源气体在此项技术中是已知的。

[0114] 在二氧化硅的 ALD 中,使表面与硅源气体的脉冲随后与氧源气体接触。源气体的合适组合包括三甲基硅烷与 O_3/O_2 ; SiH_2Cl_2 与 O_3 ; $SiCl_4$ 与 H_2O_2 ; 及 $CH_3OSi(NCO)_3$ 与 H_2O_2 。在其它实施例中使用此项技术中已知的用于通过 ALD 沉积 SiO_2 的其它条件。

[0115] 在一些实施例中,光学氧化物包含(例如)通过催化性 ALD 使用此项技术中已知的合适铝源气体及硅源气体(例如,三甲基铝(TMA)及三(第三丁氧基)硅烷醇)所沉积的保形 SiO_2/Al_2O_3 层状体或多层结构。

[0116] 在装置并非光学调制器(例如,为机电开关型 MEMS 装置或其它电容性 MEMS 装置)的实施例中,第一保形层无需是透明的。因此,可基于此项技术中已知的其它特性(例如,界面粘着性、介电常数(例如,高 k 或低 k 材料)、沉积的简易性等等)来选择第一保形层的成分。

[0117] 如上文所论述,图 8A 中所说明的实施例包含对称氧化物结构,其具有在电极 816(光学堆叠)及 814(可移动反射层)上的相等厚度的介电层 860a 及 860b。包含对称氧化物结构的装置的实施例展现出比不包含对称氧化物结构的类似装置(例如,图 7D 中所说明的实施例,其中介电层为形成在光学堆叠 16 上的单个层)小的偏移电压。“偏移电压”是装置的滞后曲线(例如,如图 3 中所说明)的实际中心与 0V(其是理想装置的滞后曲线的中心)之间的差(或“偏移”)。在一些实施例中,驱动器(22, 图 2)补偿阵列中的干涉式调制器中的偏移。然而,在一些情况下,阵列中的所有干涉式调制器之间的补偿可能是不可能的。包含对称氧化物结构的干涉式调制器 800 的阵列的实施例展现出偏移电压的减少的变化,借此简化或减少了对补偿的需要。在一些优选实例中,偏移电压为约 0V,其在电容性 MEMS 装置中有优势。

[0118] 在装置 800 为光学调制器的一些实施例中,可移动反射层 814 的反射性由形成在其上的保形层部分 860b 减少约 5%,所述值在许多应用中是可接受的。

[0119] 此外,图 8A 到图 8E 的所说明的工艺流程比用于制造图 7D 中所说明的干涉式调制器的类似工艺更有效,所述干涉式调制器包含在光学堆叠 16 中的介电层 16c,从而由于仅形成未经图案化的电介质 860 而节约至少一个掩蔽步骤。

[0120] 如上文所论述,在图 9 中所说明的装置 900 的实施例中,第一保形层 960 比图 8 中所说明的装置的第一保形层 860 薄。在图 8 的装置中,第一保形层 860 充当唯一光学电介质。在图 9 的装置的一些实施例中,第一保形层 960 作为光学介电系统中的组件而补充介电层 916c。

[0121] 在其它实施例中,步骤 1130 中所形成的层并非保形层,例如,图 10B 中所说明的凸块或非保形层 1060。在一些优选实施例中,通过 ALD 形成岛状物或层 1060。在一些实施例中,(例如)通过限制装置 1000 与第一前驱气体及 / 或第二反应气体之间的接触而在实现保形性(饱和)之前中断 ALD 脉冲,借此通过利用耗尽效应而形成非保形层 1060。举例来说,在凸块或层 1060 为 Al_2O_3 的一些实施例中,使装置 1000 与铝源气体接触,借此在外表面上的蚀刻孔 1070 附近在装置 1000 的表面 1072 上形成单层铝源气体。在移除过量铝源气体之后,接着使装置与氧源气体接触。氧源气体首先在最可由气体接近的表面处(例如,在可变形层 1034 及可移动反射层 1014 的暴露表面上)与铝源气体单层反应,借此形成 Al_2O_3 层 1062。衬底或光学堆叠上的靠近蚀刻孔 1070 的位置 1072 也相对可接近,且因此,氧源

气体与铝源单层之间的反应形成为非保形 Al_2O_3 层或凸块 1060。氧源气体经控制以便（例如）通过净化及 / 或通过抽空来使与腔 1019 的其它区域内的铝源单层或子单层的反应得以减少及 / 或可忽略。在其它实施例中，铝源气体具有限制性。

[0122] 在一些实施例中，执行“非理想”ALD，其中 ALD 反应展现出“软饱和”，借此提供层 1060 的所要几何形状。举例来说，在一些实施例中，铝源气体在一个表面上展现出“软饱和”，此意味着形成在表面上的单层起初并不均匀，但随时间而变得均匀。因此，在一些实施例中，在铝源气体单层实现均匀性之前，使铝源气体单层与氧源气体接触。所属领域的技术人员将理解，非理想 ALD 可用于沉积其它类型的层。举例来说，硅源气体在一些情况下也展现出软饱和。所属领域的技术人员还将理解，非理想 ALD 可应用于具有不同结构及 / 或几何形状的装置。

[0123] 在图 8A 中所说明的实施例中，第二保形层 834 覆盖可变形层 834。因为在所说明的实施例中可变形层 834 还载运电信号，因此在可变形层 834 上提供电接触衬垫，所述电接触衬垫可能也在步骤 1130 中由第二保形层覆盖。在一些实施例中，在步骤 1130 中在 ALD 之前掩蔽接触衬垫。接着暴露接触衬垫以（例如）通过剥离保护衬垫的掩模来获得到其的电耦合。合适的掩模在此项技术中是已知的，例如光致抗蚀剂。在一些实施例中，掩蔽整个可变形层 834 且移除整个第二保形层 862。

[0124] 在一些实施例中，第二保形层 862（图 8A）、层 1062（图 10B）且尤其层 962（图 9）非常薄从而使得常规接合工艺（例如，引线接合或焊料接合）突破所述层，从而足以准许接触衬垫与导线之间的电耦合。

[0125] 在一些实施例中，使用任何合适蚀刻工艺来蚀刻第二保形层 862 的设置在接触衬垫上的至少一部分。用于 SiO_2 与 Al_2O_3 两者的合适蚀刻剂为 HF（干的（蒸气）或湿的（含水的））。其它合适蚀刻工艺包括干式蚀刻，例如，等离子蚀刻。掩蔽或不掩蔽第二保形层 862。在优选实施例中，将蚀刻剂作为液体成分直接涂覆到接触衬垫上的第二保形层 862，借此仅蚀刻第二保形层 862 的所要部分。在一些实施例中，通过浸渍或擦拭将液体蚀刻成分涂覆到第二保形层 862。在一些实施例中，在封装装置 800 之后涂覆蚀刻剂，且当接触衬垫暴露在密封件外部时，由经密封的背板保护 MEMS 装置的阵列不受蚀刻剂的损害。

[0126] 在步骤 1140 中，封装干涉式调制器（通常作为干涉式调制器的阵列中的元件）。图 12A 中的横截面中所说明的经封装的装置 1200 的实施例包含形成在衬底 1220 上的干涉式调制器 1212 的阵列 1202。背板 1204 定位在阵列 1202 上方。限定阵列 1202 的密封件 1206 在衬底 1220 与背板 1204 之间延伸，其一起界定将阵列 1202 封闭在其中的体积 1208。在一些实施例中，将干燥剂 1290 设置在体积 1208 中。图 12B 是背板移除的已封装装置 1200 的俯视图，其说明衬底 1220、干涉式调制器 1212 的阵列 1202 及密封件 1206 的示范性布置。封装的实施例保护阵列 1202 不受物理损坏。在一些实施例中，封装形成密封或半密封的密封件，其防止外来物质或物体（例如，灰尘、水及 / 或水蒸气）进入。

[0127] 背板 1204 的实施例是部分或完全不透明、半透明及 / 或透明的。在优选实施例中，背板 1204 包含不产生挥发性化合物或将其除气的材料。优选地，背板 1204 大体上不可渗透液态水及水蒸气。在一些实施例中，背板 1204 大体上不可渗透空气及 / 或其它气体。用于背板 1204 的合适材料包括（例如）金属、钢、不锈钢、黄铜、钛、镁、铝、聚合物树脂、环氧树脂、聚酰胺、聚烯、聚酯、聚砜、聚醚、聚碳酸酯、聚醚酰胺、聚苯乙烯、聚胺基甲酸酯、聚丙烯

酸酯、聚对二甲苯、陶瓷、玻璃、硅石、氧化铝及其掺合物、共聚物、合金、复合物及 / 或组合。合适的复合材料的实例包括可从威泰克斯系统公司 (Vitex Systems, San Jose, CA) 购得的复合薄膜。在一些实施例中，背板 1204 进一步包含加强物，例如纤维及 / 或织物，例如玻璃、金属、碳、硼、碳纳米管等等。

[0128] 在一些实施例中，背板 1204 大体上是刚性或柔性的，例如箔或薄膜。在一些实施例中，在步骤 1440 中在组装封装结构之前及 / 或期间将背板 1204 变形成预定配置。所属领域的技术人员将理解，背板 1204 的厚度将视包括材料的性质及其形状的因素而定。在一些实施例中，背板的厚度为约 0.1mm 到约 5mm，优选约 0.2mm 到约 2mm。

[0129] 在所说明的实施例中，密封件 1206 将背板 1204 紧固到衬底 1220。在一些实施例中，密封件 1206 不会产生挥发性化合物或将其除气，所述挥发性化合物例如为烃、酸、胺等等。在一些实施例中，密封件 1206 部分地或大体上不可渗透液态水及 / 或水蒸气，从而形成密封或半密封的密封件。在优选实施例中，密封件 1206 包含与衬底 1220 及背板 1204 相容的一种或一种以上粘着剂。所述粘着剂是此项技术中已知的任何合适类型，通过任何合适方法涂覆及固化。在一些实施例中，粘着剂中的一者或一者以上是压敏性的。

[0130] 密封件 1206 包含任何合适材料，例如，聚合物树脂、环氧树脂、聚酰胺、聚烯、聚酯、聚砜、聚苯乙烯、聚氨基甲酸酯、聚丙烯酸酯、氰基丙烯酸酯、丙烯酸环氧树脂、硅酮、橡胶、聚异丁烯、氯丁橡胶、聚异戊二烯、苯乙烯 - 丁二烯、聚对二甲苯、U.V. 可固化粘着剂、辐射可固化粘着剂、光致抗蚀剂及其掺合物、共聚物、合金及 / 或复合物。

[0131] 在一些实施例中，密封件小于约 50 μm 厚，例如约 10 μm 到约 30 μm 厚。在一些实施例中，密封件为从约 0.5mm 到约 5mm 宽，例如从约 1mm 到约 2mm。

[0132] 在一些实施例中，如图 11 中所展示，在步骤 1130 中形成第一保形层 860 或 960 之后执行步骤 1140 中的封装。在其它实施例中，在步骤 1120 中的释放蚀刻之前且在形成 ALD 层之前执行封装步骤。相信在封装之后形成 ALD 层的过程中，所述层形成在在封装过程期间所形成的残留物（例如，在固化粘着性密封件的过程中所形成的残留物）上，借此减少源于这些残留物的静摩擦的分量。

[0133] 在这些实施例中的一些实施例中，在两个阶段中形成密封件 1206。第一阶段包含形成如图 12C 中所说明的包含一个或一个以上开口 1206a 的密封件 1206。所述开口 1206a 准许气体或蒸气进入封装 1200，且借此接触干涉式调制器 1212，并且准许气体或蒸气离开封装 1200。在一些实施例中，开口 1206a 还准许使封装的内部与外部之间压力相等。在一些实施例中，阵列 1202 包含未经释放的干涉式调制器（例如，如图 8D 中所说明），其在步骤 1140 中被封装，此后在步骤 1120 中执行释放蚀刻，其中蒸气相蚀刻剂接触干涉式调制器 1212，且蒸气相蚀刻产物经由开口 1206a 被移除。类似地，在步骤 1130 中，处理气体经由开口 1206a 接近经释放的光学调制器，且经由其移除任何蒸气相副产物。所属领域的技术人员将理解，在一些实施例中，在步骤 1120 中的释放蚀刻之后且在步骤 1130 中形成第一保形层之前，在步骤 1140 中（例如）使用图 12C 中所说明的配置来封装阵列 1202。

[0134] 可通过此项技术中已知的任何方式来形成开口 1206a。举例来说，在一些实施例中，密封件 1206 形成在衬底 1220 及 / 或背板 1204 上，此后以物理方式（例如，机械加工、研磨、磨蚀、喷砂、切割、钻孔、穿孔、融化、切除等）及 / 或以化学方式（例如，蚀刻、溶解、烧尽）移除密封件 1206 的一个或一个以上部分。在其它实施例中，开口 1206a 及密封件

1206(例如)通过图案化而同时形成在衬底 1220 及 / 或背板 1204 上。在其它实施例中,密封件 1206 包含紧固到衬底 1220 及 / 或背板 1204 的预成型的组件,借此形成开口 1206a。

[0135] 在这些实施例中的一些实施例中,在干涉式调制器 1212 的制造完成之后(例如,在释放蚀刻及 ALD 涂布之后),使用与密封件 1206 相同或不同的材料在第二阶段中填充开口 1206a。在一些实施例中,将填充剂 1206b 大体上设置在开口 1206a 中以提供图 12D 中所说明的结构。在其它实施例中,填充剂 1206b 密封开口 1206a,但不填充开口 1206a,例如如图 12E 中所说明,其中将填充剂 1206b 设置在密封件 1206 的周边的至少一部分周围。在其它实施例中,将填充剂 1206b 设置在密封件 1206 的周边的至少一部分周围,且至少部分地填充开口 1206a,例如,如图 12F 中所说明。

[0136] 通过任何合适方法来涂覆填充剂 1206b。在一些实施例中,以未固化的状态涂覆填充剂 1206b,且(例如)通过辐射、热固化、化学固化、UV 辐射、电子束辐射、其组合等等来在原地对填充剂 1206b 进行固化。举例来说,在一些优选实施例中,填充剂 1206b 包含未固化的聚合物。优选以流体状态(例如,作为液体、凝胶、糊状物等等)涂覆所述未固化的聚合物。在其它实施例中,不对填充剂 1206b 进行固化。举例来说,在一些实施例中,填充剂包含热可收缩材料,例如热塑性塑料、聚烯烃、氟聚合物、聚氯乙烯(PVC)、氯丁橡胶、硅酮弹性体、氟聚合物弹性体(例如,Viton®)等等。

[0137] 在不受任何理论限制的情况下,相信在 MEMS 装置(例如,干涉式调制器)的实施例中所观测到的静摩擦的至少一部分是由于制造工艺中形成或留下的残留物或其它污染物(例如,蚀刻残留物)而产生。相信这些残留物会增加移动零件之间的界面粘着性。举例来说,在图 7D 中所说明的实施例中,相信释放蚀刻在腔 19 中且特别是在可移动反射层 14 与光学堆叠 16 之间留下蚀刻残留物,因此导致这些组件之间的静摩擦。相比之下,在图 8A 到图 8E 中所说明的实施例中,释放蚀刻 1120 提供图 8E 中所说明的经释放的装置 800。诱发静摩擦的残留物可能留在可移动反射层的下表面 814a 及 / 或部分反射层 816b 上。在步骤 1130 中,整个腔 819(包括任何蚀刻残留物)由第一保形层 860 覆盖,借此消除了其对静摩擦的作用。

[0138] 相信在图 9 中所说明的装置以类似机制来提供减少的静摩擦。也相信类似机制在图 10B 中所说明的包含大体上连续的非保形层 1060 的装置中起作用。

[0139] 另一相信在图 10B 中所说明的装置 1000 中起作用的机制是非保形层及 / 或凸块 1060 减少介电层 1016c 与可移动反射层 1014 之间的接触面积,借此减少静摩擦。相信不平坦或非平行表面展现出减少的静摩擦。图 10C 说明处于激活位置中的装置 1000,其中可移动反射层的边缘 1014b 接触非保形层 1060,且可移动反射层 1014 大体上不接触介电层 1016c。所得腔 1019 与图 10B 中所说明的实施例的腔 1019 相比较小。在图 10D 中所说明的实施例中,可移动反射层 1014 在边缘 1014b 处接触非保形层及 / 或凸块 1060。在所说明的实施例中,可移动反射层 1014 弯曲,借此使可移动反射层的中央部分 1014c 与介电层 1016c 接触。在所说明的位置中,可移动反射层 1014 类似于在张力下的板片弹簧。如此,回复力倾向于将可移动反射层 1014 推进回到其平坦配置,例如如图 10C 中所说明,借此抵销可移动反射层的中央部分 1014c 与介电层 1016c 之间的任何粘着力。

[0140] 所属领域的技术人员将理解,上文所描述的设备及制造工艺的改变是可能的,例如添加及 / 或移除组件及 / 或步骤,及 / 或改变其顺序。此外,本文所描述的方法、结构及系

统可用于制造其它电子装置,包括其它类型的 MEMS 装置(例如,其它类型的光学调制器)。 [0141] 此外,虽然以上详细描述已展示、描述且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背离本发明的精神的情况下对所说明的装置或工艺进行各种形式及细节上的省略、替代及改变。将认识到,可用不提供本文陈述的所有特征及益处的形式体现本发明,此是因为一些特征可与其它特征分离地使用或实践。

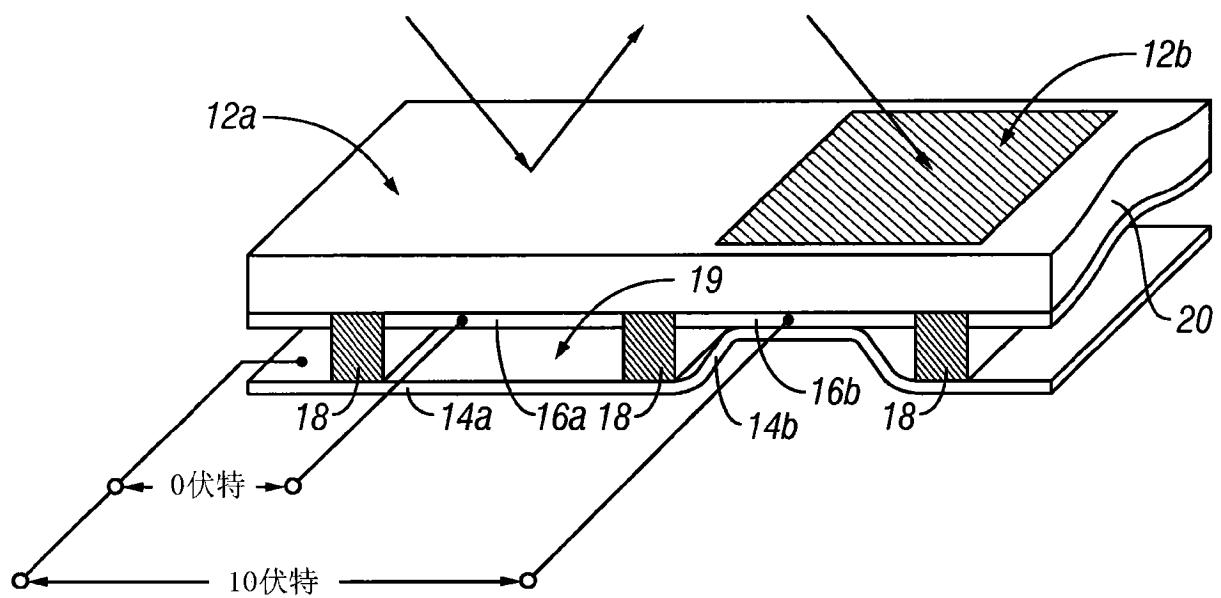


图 1

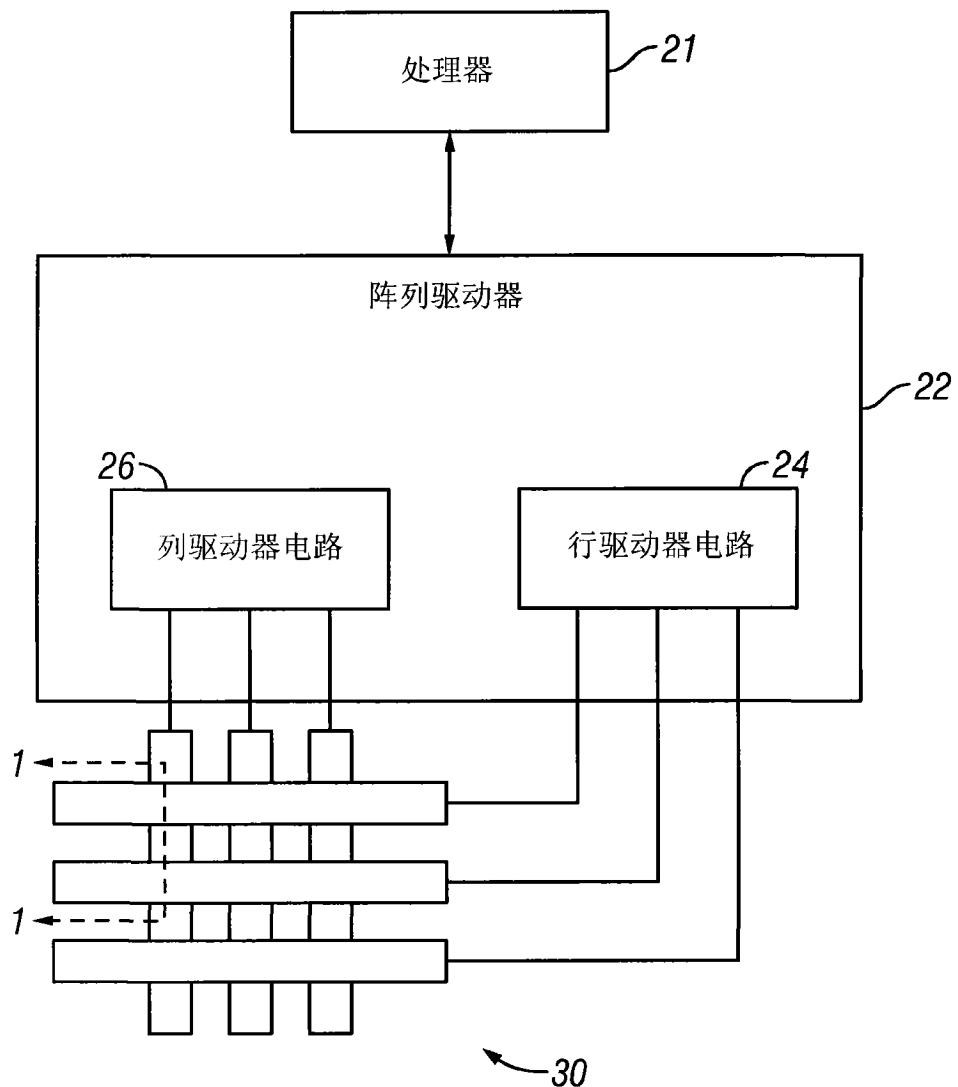


图 2

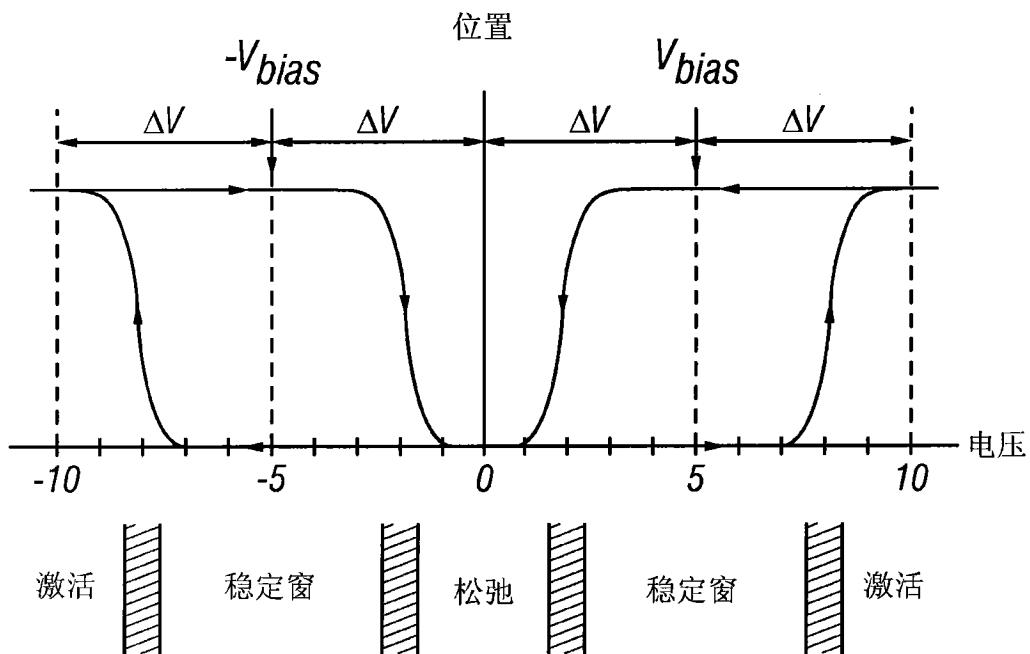


图 3

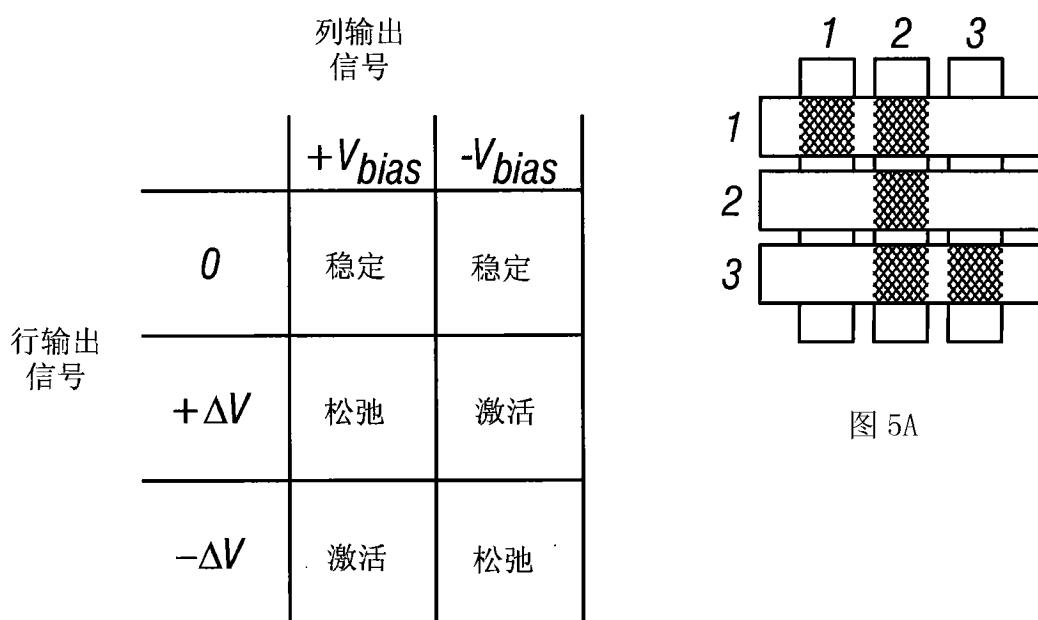


图 4

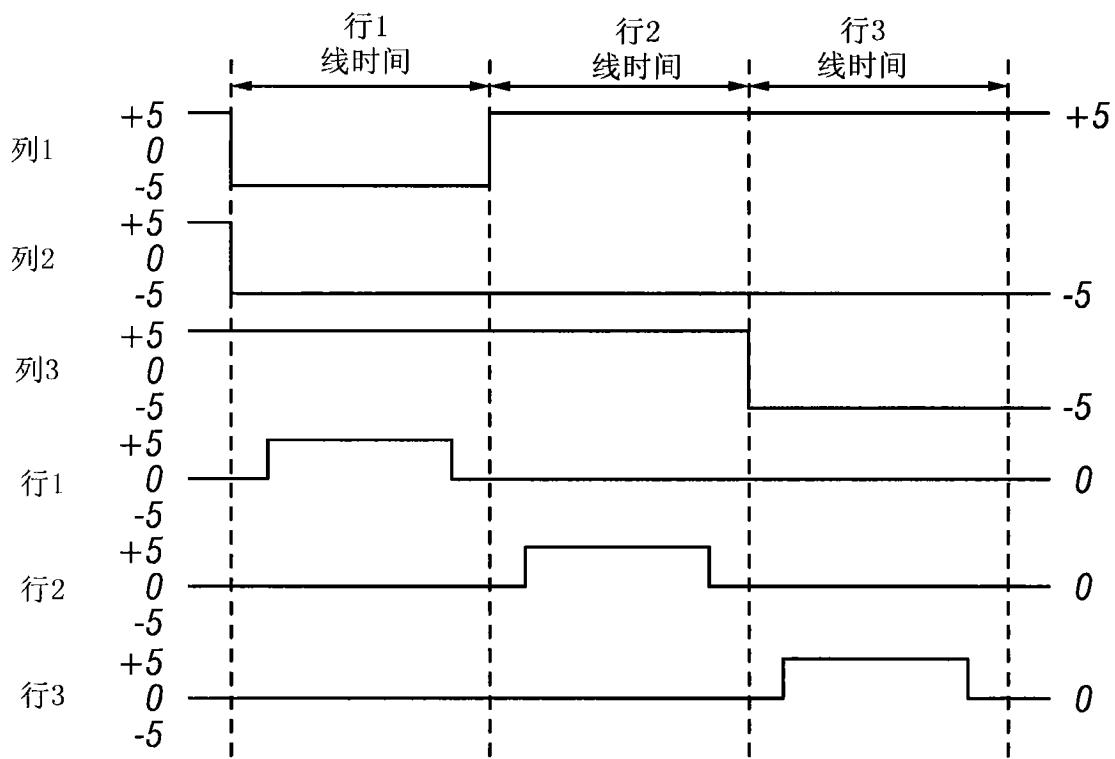


图 5B

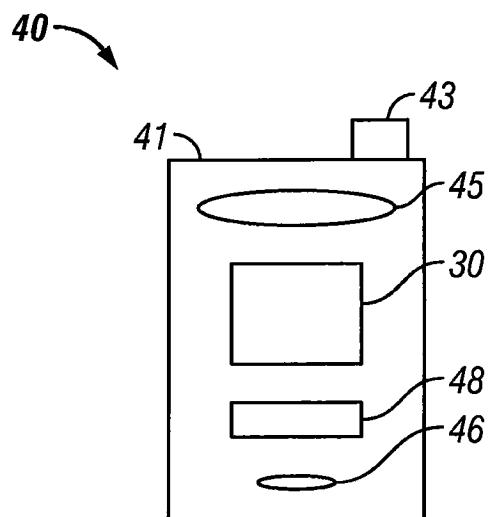


图 6A

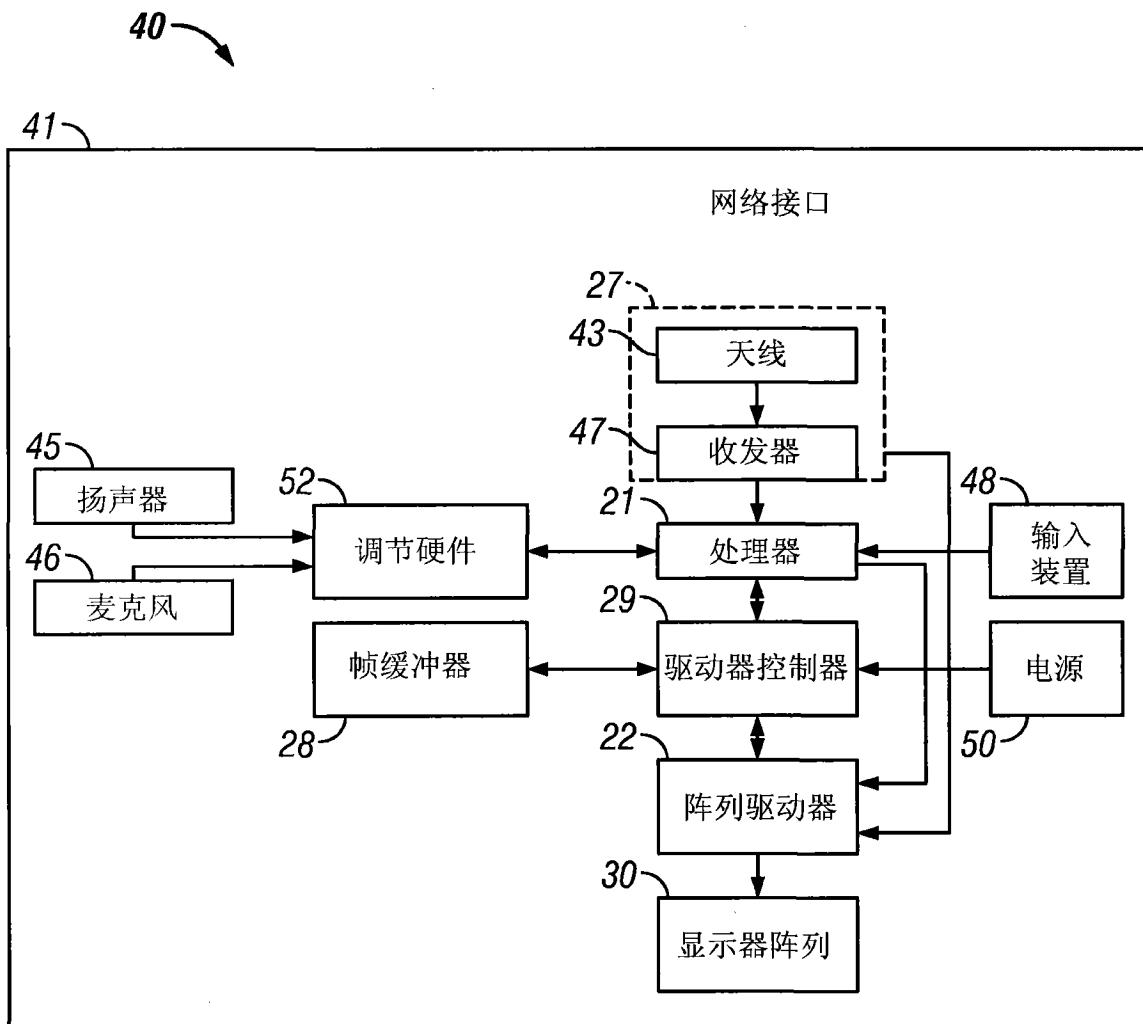


图 6B

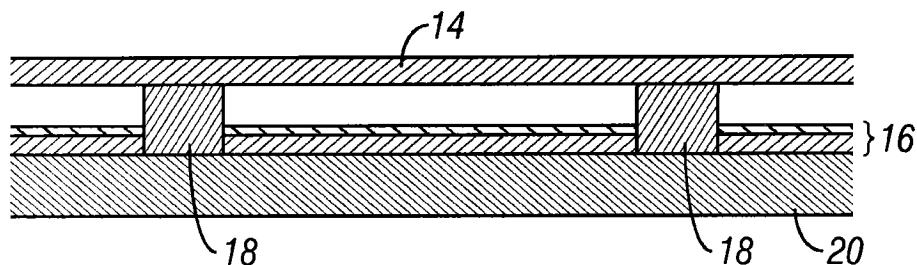


图 7A

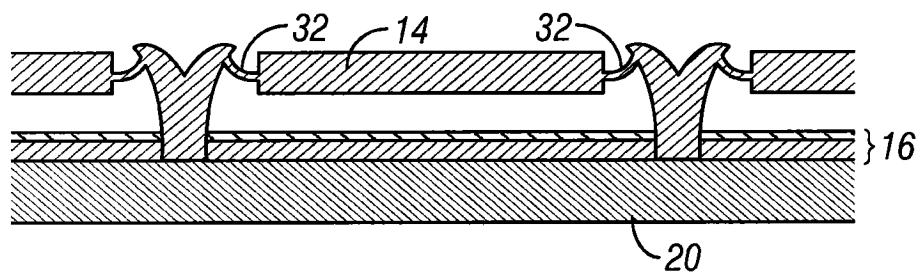


图 7B

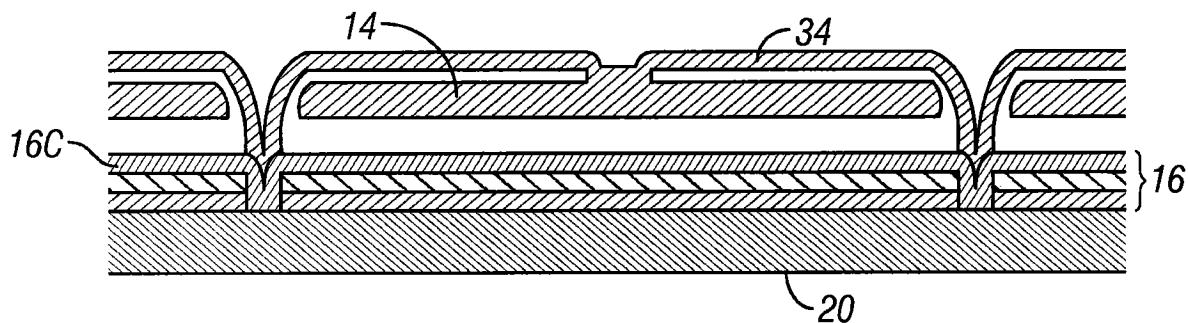


图 7C

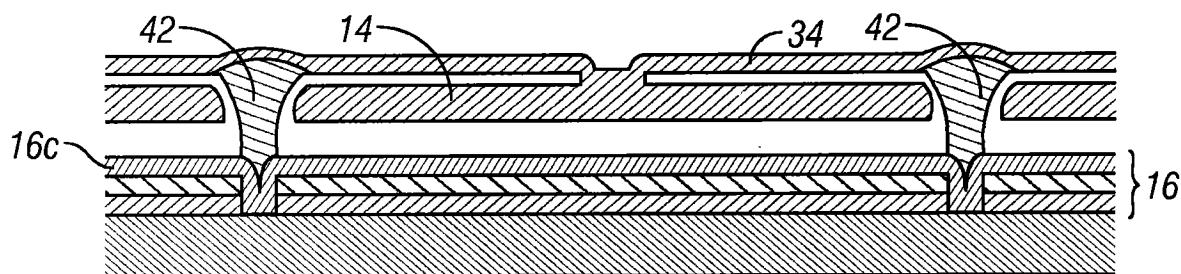


图 7D

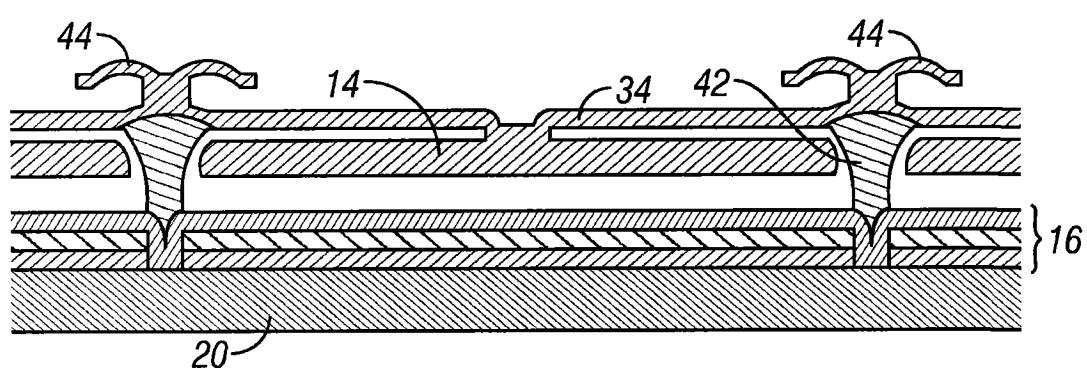


图 7E

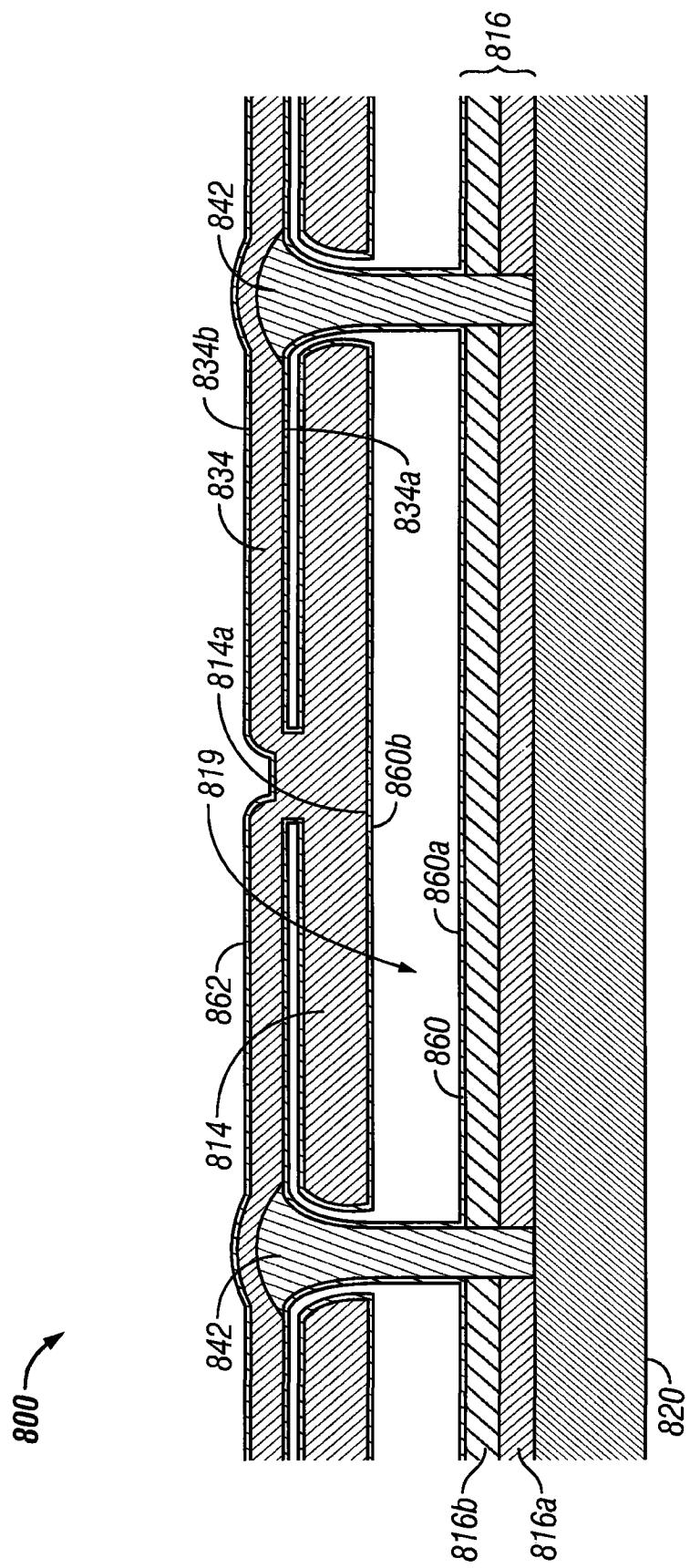


图 8A

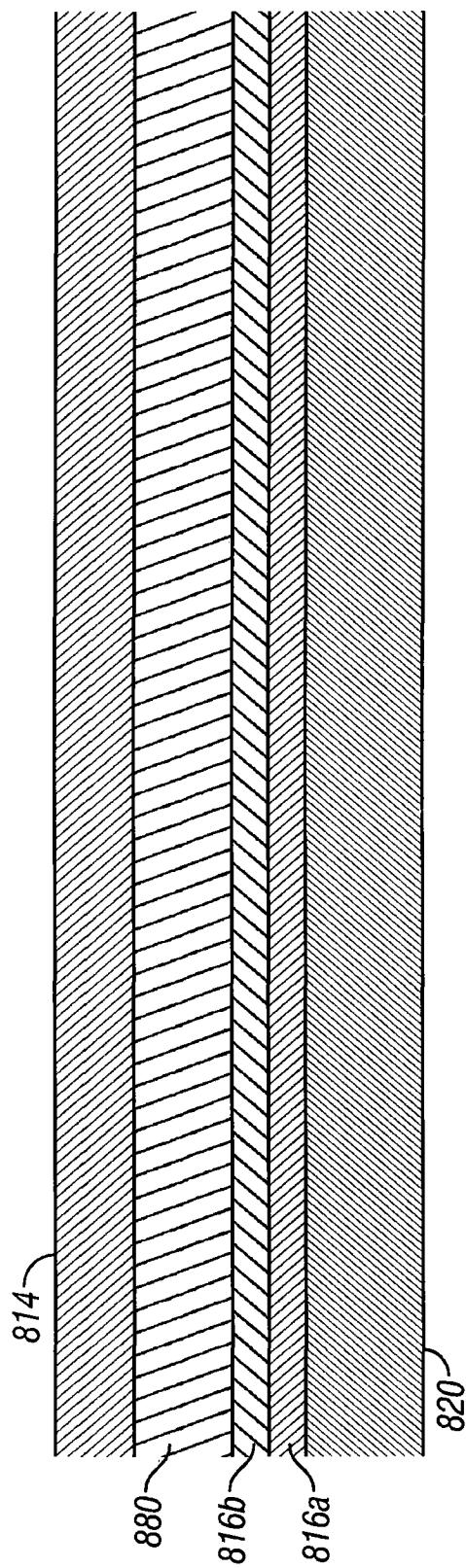


图 8B

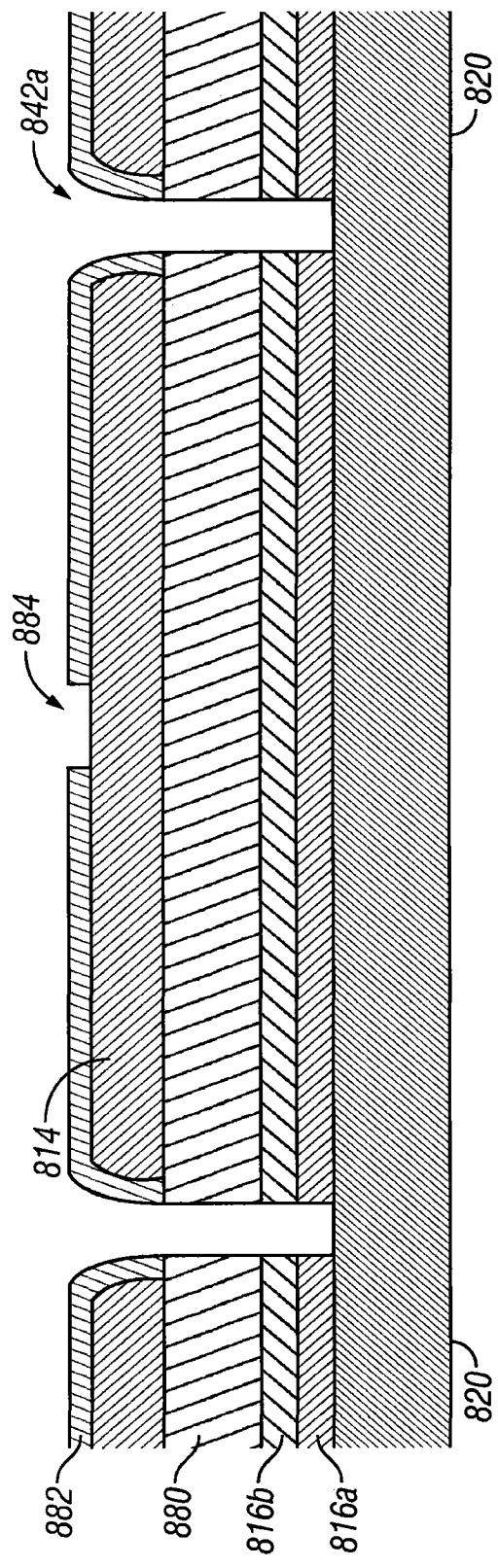


图 8C

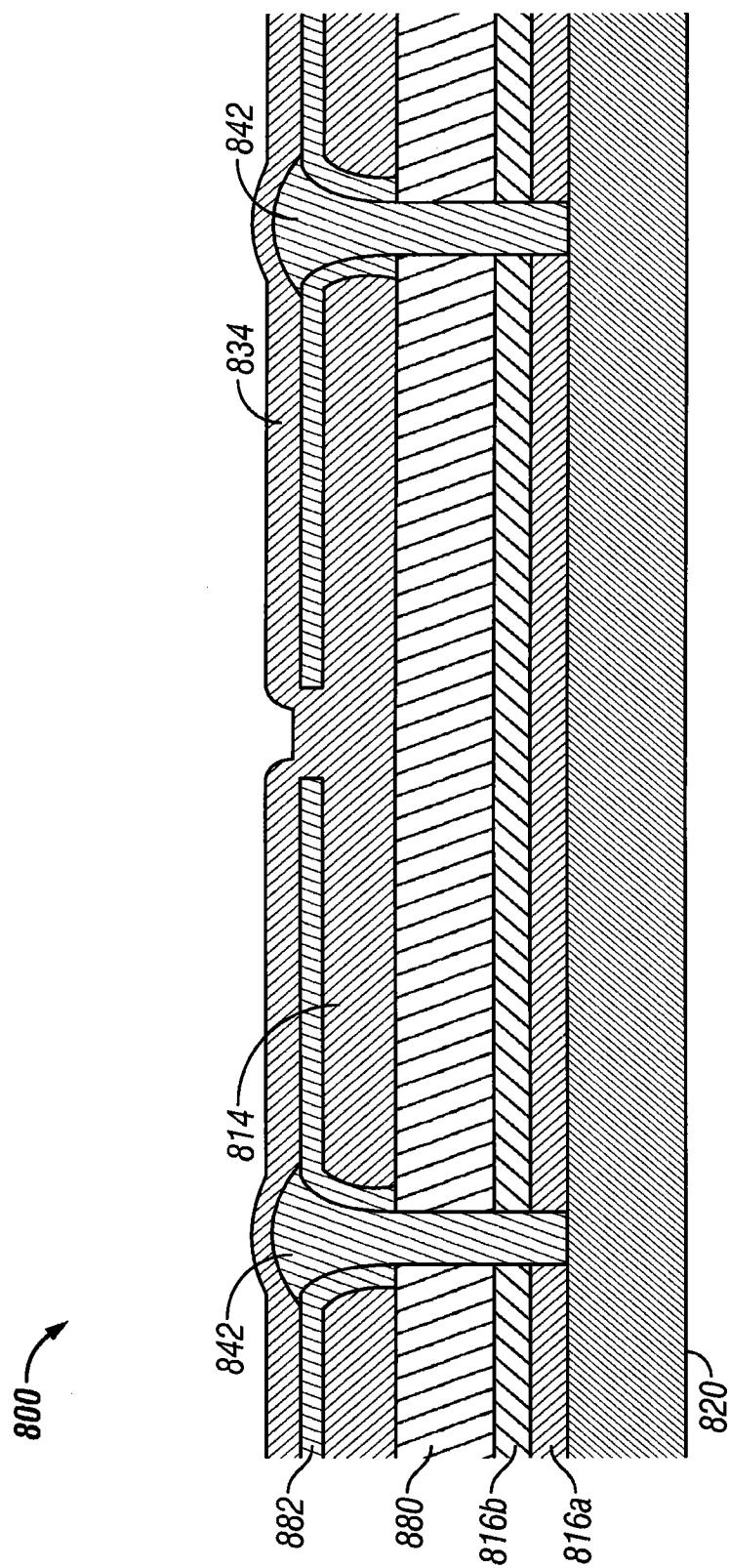


图 8D

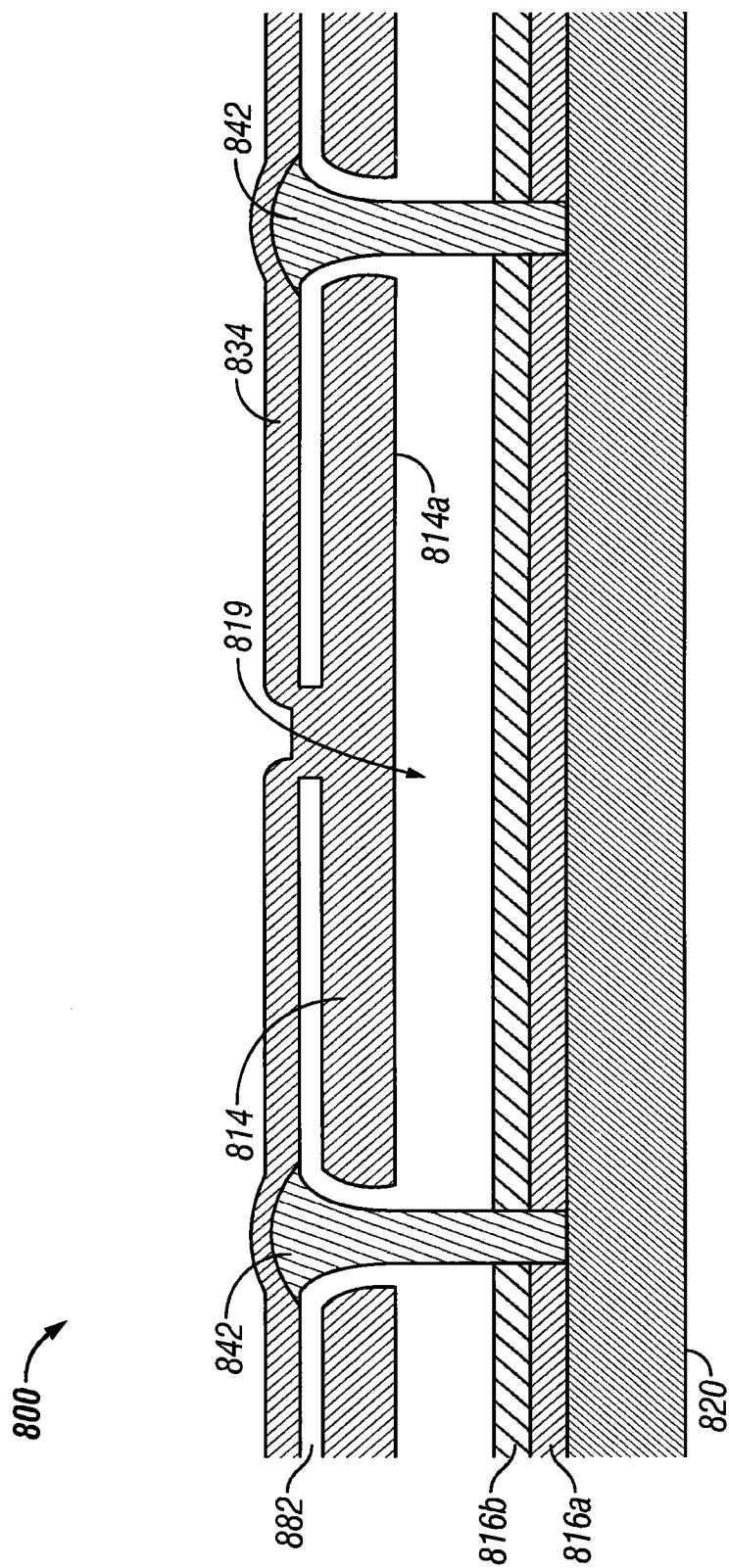


图 8E

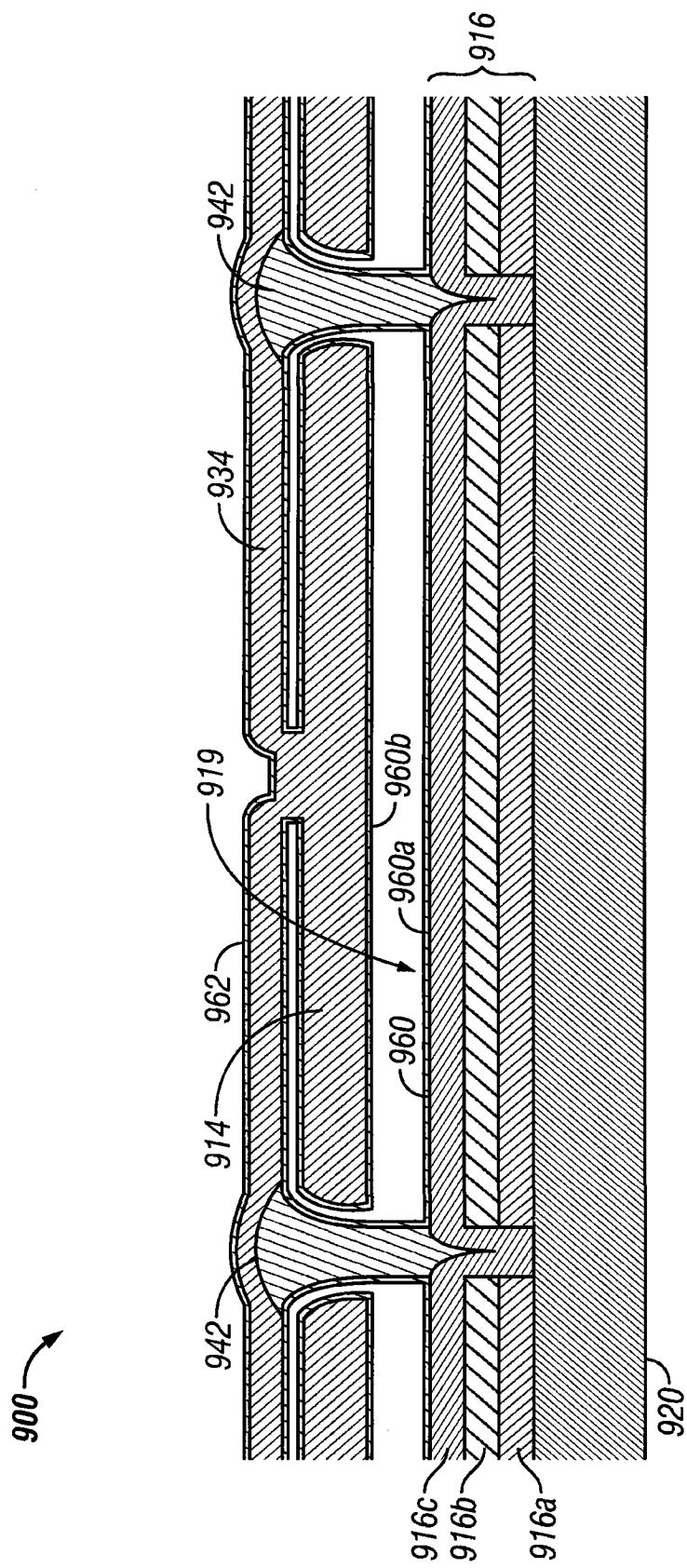


图 9

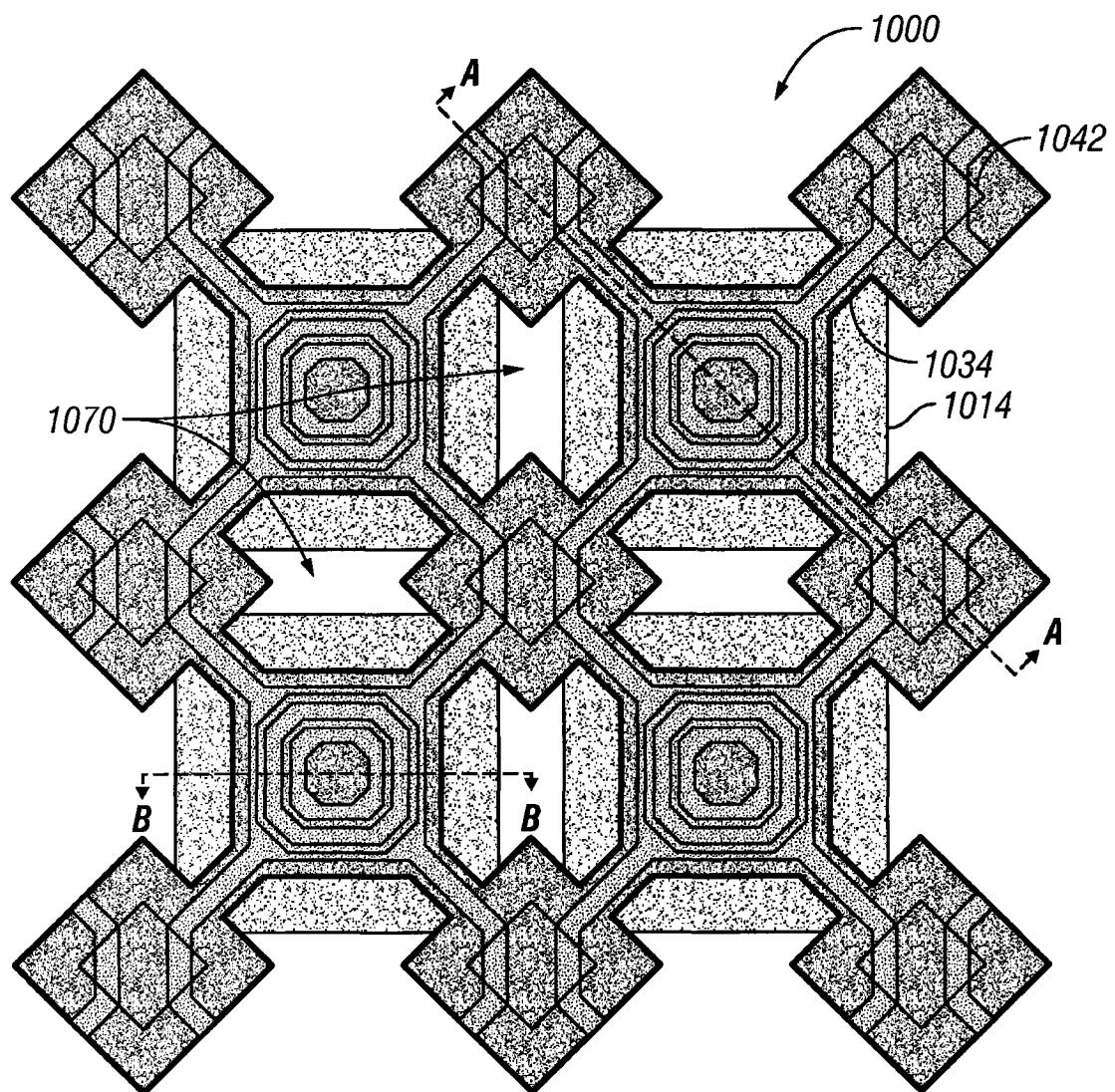


图 10A

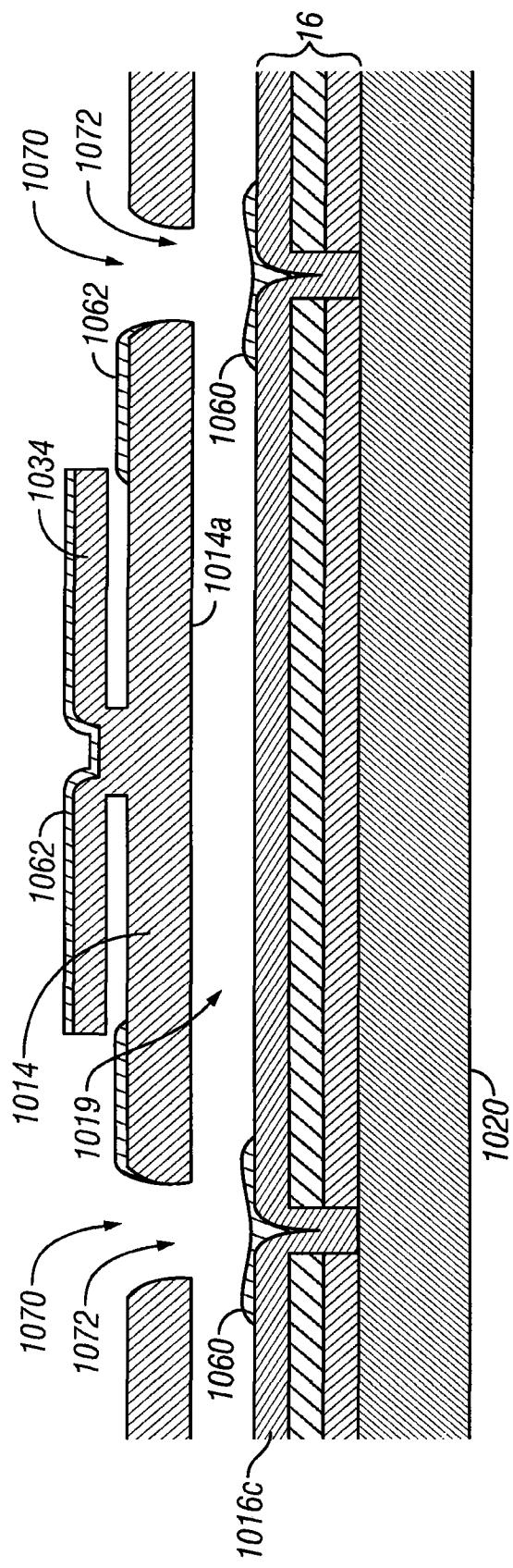


图 10B

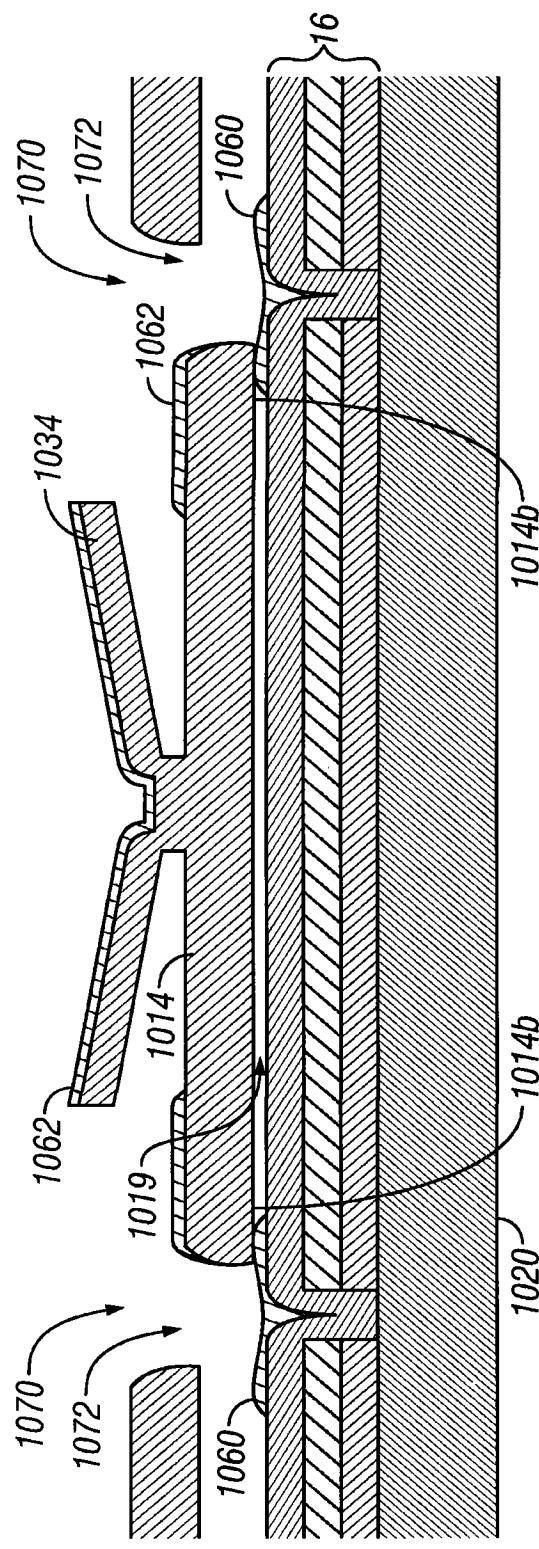


图 10C

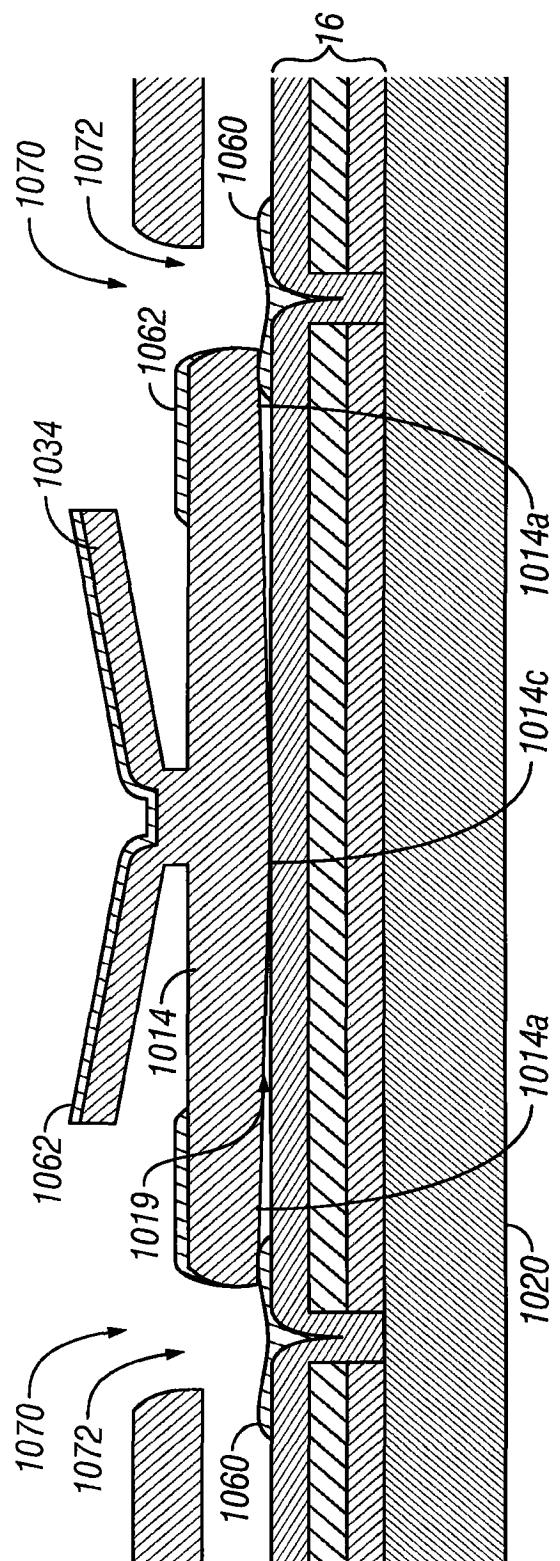


图 10D

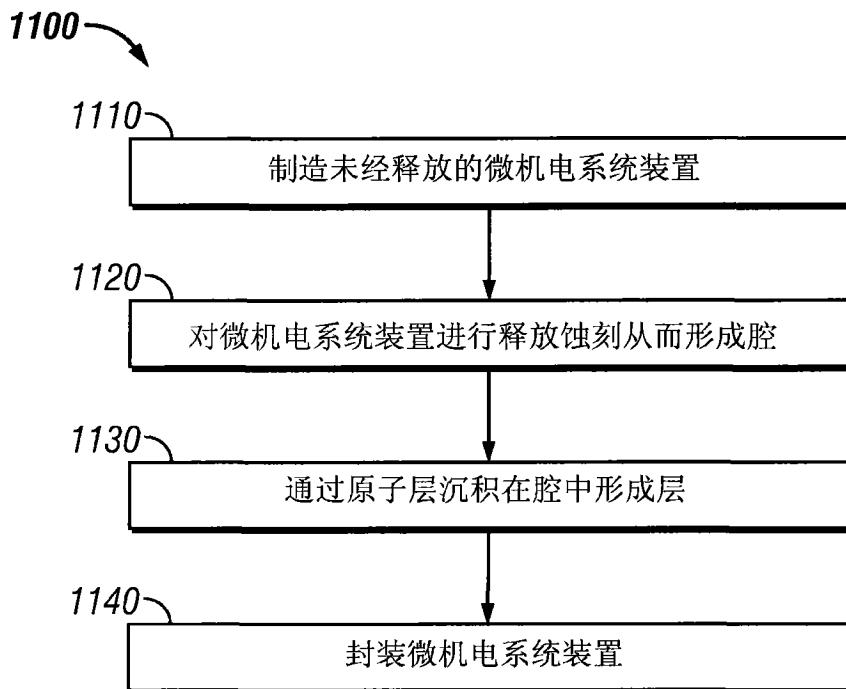


图 11

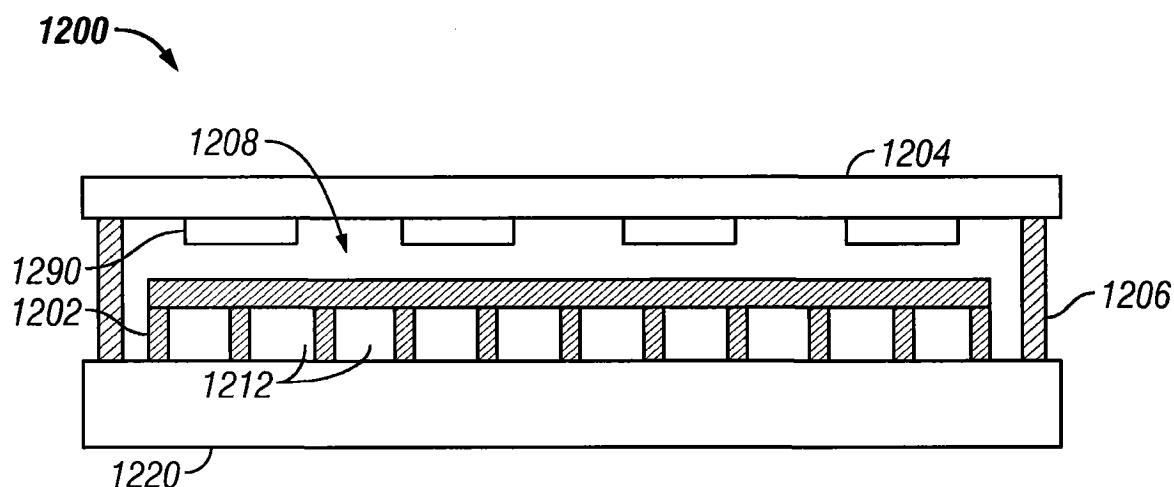


图 12A

1200

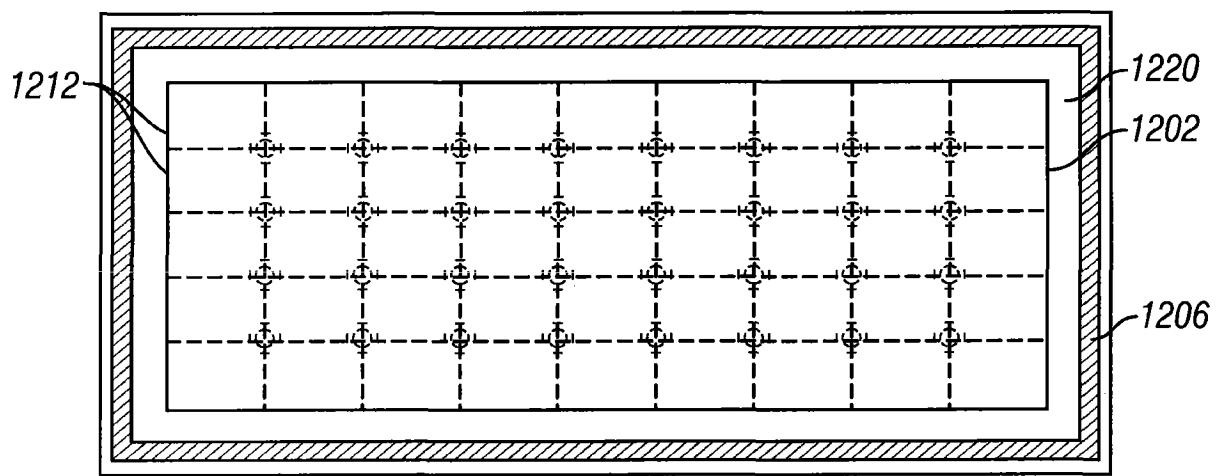


图 12B

1200

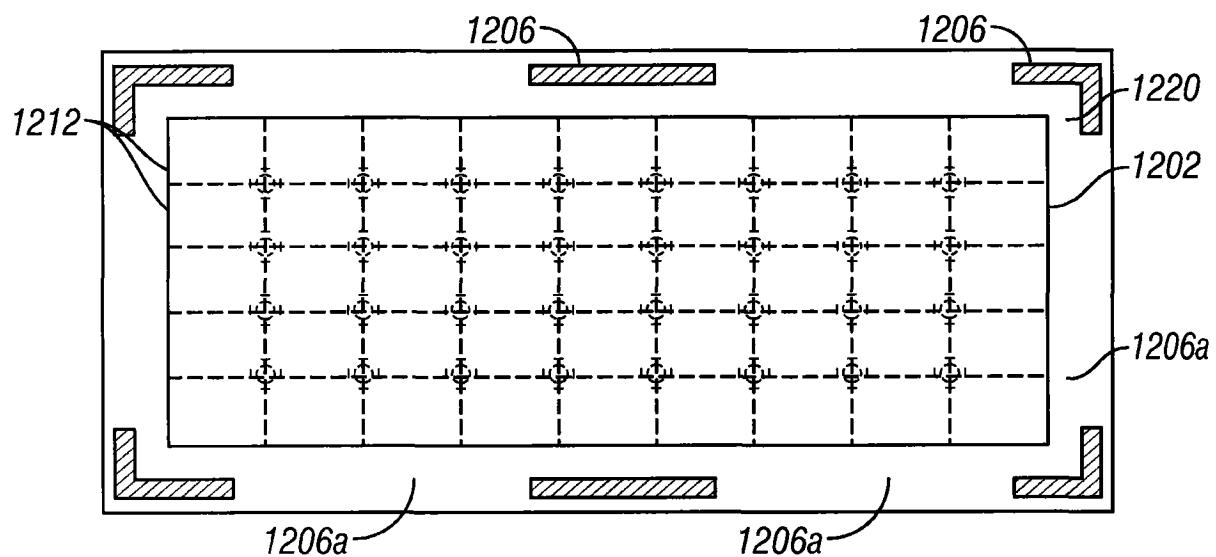


图 12C

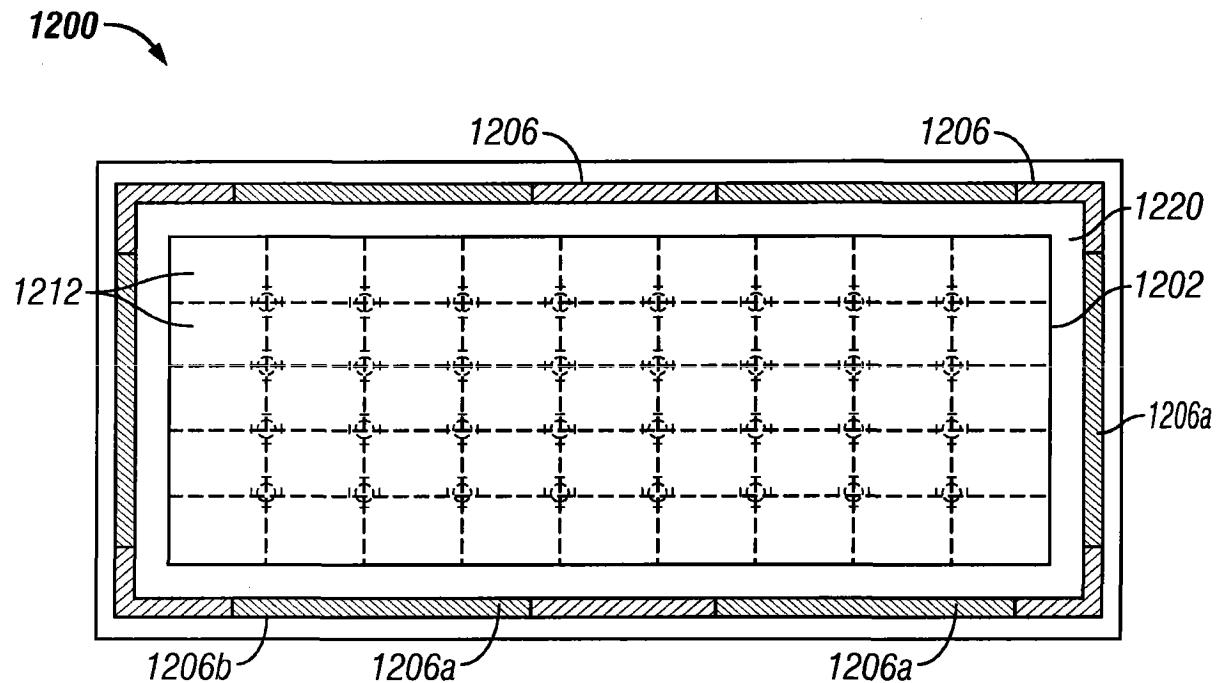


图 12D

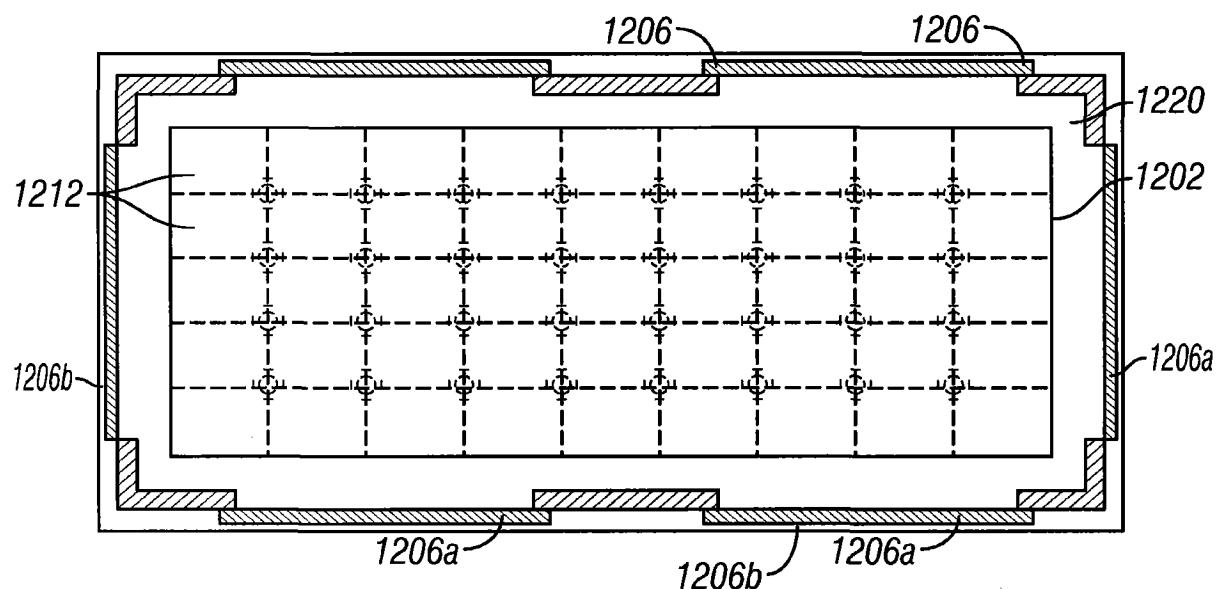


图 12E

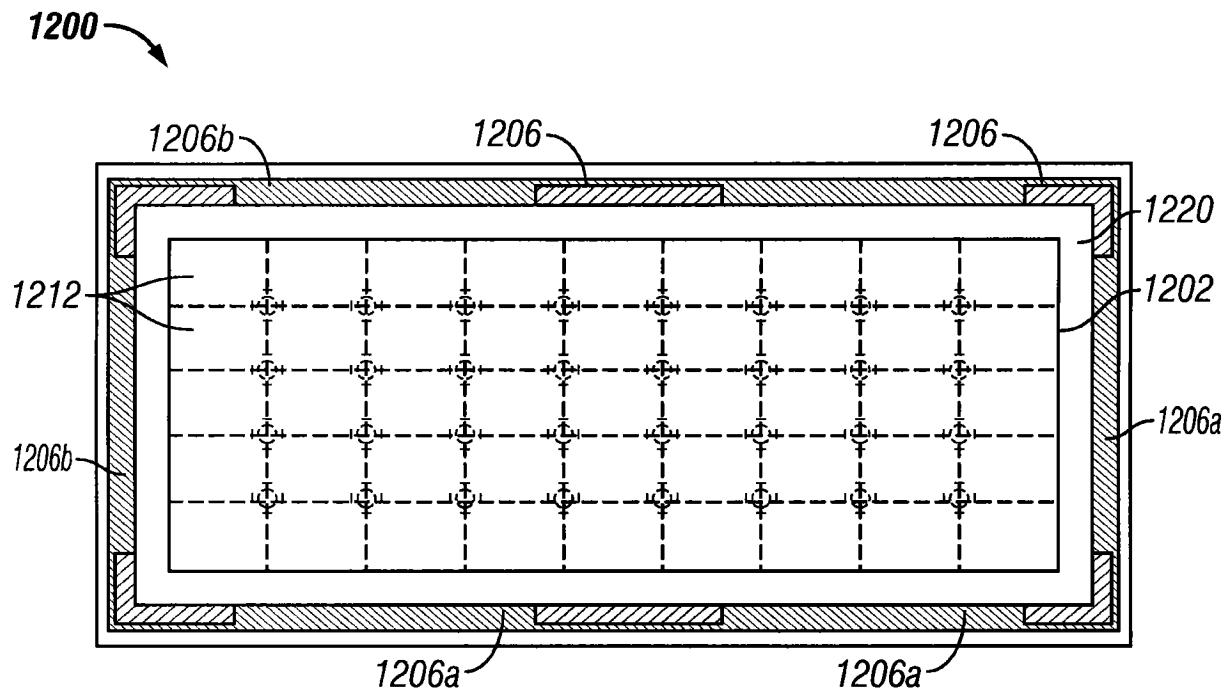


图 12F