



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101952194 B

(45) 授权公告日 2013. 02. 13

(21) 申请号 200980105948. 0

(22) 申请日 2009. 02. 11

(30) 优先权数据

12/072, 090 2008. 02. 22 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 08. 20

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/033818 2009. 02. 11

(87) PCT申请的公布数据

W02009/105373 EN 2009. 08. 27

(73) 专利权人 高通 MEMS 科技公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 绍里·古德拉瓦莱蒂 克拉伦斯·徐

(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 宋献涛

(51) Int. Cl.

B81B 3/00 (2006. 01)

G02B 26/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

WO 2007/036422 A1, 2007. 04. 05,

US 2007/0138608 A1, 2007. 06. 21,

US 6046659 A, 2000. 04. 04,

US 2006/0066936 A1, 2006. 03. 30,

US 2008/0013144 A1, 2008. 01. 17,

CN 101027591 A, 2007. 08. 29,

审查员 缪顾进

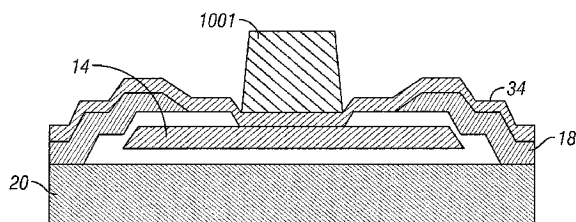
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 16 页

(54) 发明名称

具有热膨胀平衡层或加强层的微机电装置

(57) 摘要

一种干涉式调制装置具备在可移动柔性层的与可移动反射体相对的一侧上的热膨胀平衡层, 以使得当温度改变时, 所述可移动反射体与光学堆叠之间的距离不会显著改变, 借此产生稳定色彩。另外, 一种干涉式调制装置具备在所述可移动柔性层与所述可移动反射体之间的加强层, 且至少一个中空空隙存在于所述可移动反射体与所述加强层彼此接触的表面上, 以使得所述可移动反射体对于弯曲来说更具刚性, 借此降低所述可移动反射体的温度敏感性。



1. 一种微机电装置,其包含:

电极;

固定至少部分反射体;

可移动柔性层;

可移动至少部分反射体,其耦合到所述可移动柔性层,其中干涉调制腔由所述可移动至少部分反射体及所述固定至少部分反射体界定,所述可移动至少部分反射体可在至少第一位置与第二位置之间移动;以及

热膨胀平衡层,其在所述可移动柔性层的与所述可移动至少部分反射体相对的一侧上,其中在所述可移动至少部分反射体的热膨胀系数大于所述可移动柔性层的热膨胀系数的情况下,所述热膨胀平衡层具有大于或等于所述可移动柔性层的热膨胀系数的热膨胀系数,或在所述可移动至少部分反射体的所述热膨胀系数小于所述可移动柔性层的热膨胀系数的情况下,所述热膨胀平衡层具有小于或等于所述可移动柔性层的热膨胀系数的热膨胀系数。

2. 根据权利要求1所述的装置,其中在所述可移动柔性层的仅与所述可移动至少部分反射体耦合到所述可移动柔性层的位置周围相对的一侧上,所述热膨胀平衡层接触所述可移动柔性层。

3. 根据权利要求1所述的装置,其中所述热膨胀平衡层及所述可移动至少部分反射体具有大致相同的热膨胀系数。

4. 根据权利要求3所述的装置,其中所述热膨胀平衡层具有与所述可移动至少部分反射体大致相同的厚度。

5. 根据权利要求1所述的装置,其进一步包含:

显示器;

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。

6. 根据权利要求5所述的装置,其进一步包含驱动器电路,所述驱动器电路经配置以将至少一个信号发送到所述显示器。

7. 根据权利要求6所述的装置,其进一步包含控制器,所述控制器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。

8. 根据权利要求5所述的装置,其进一步包含图像源模块,所述图像源模块经配置以将所述图像数据发送到所述处理器。

9. 根据权利要求8所述的装置,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。

10. 根据权利要求5所述的装置,其进一步包含输入装置,所述输入装置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。

11. 一种微机电装置,其包含:

用于反射光的第一装置;

用于反射光的第二装置,其中干涉调制腔由所述用于反射光的第二装置及所述用于反射光的第一装置界定,所述用于反射光的第二装置可在至少第一位置与第二位置之间移动;

用于移动所述用于反射光的第二装置的装置,所述用于反射光的第二装置耦合到所述用于移动的装置;以及

用于平衡热膨胀的装置,其提供在所述用于移动的装置的与所述用于反射光的第二装置相对的一侧上,其中在所述用于反射光的第二装置的热膨胀系数大于所述用于移动的装置的热膨胀系数的情况下,所述用于平衡热膨胀的装置具有大于或等于所述用于移动的装置的热膨胀系数的热膨胀系数,或在所述用于反射光的第二装置的所述热膨胀系数小于所述用于移动的装置的热膨胀系数的情况下,所述用于平衡热膨胀的装置具有小于或等于所述用于移动的装置的热膨胀系数的热膨胀系数。

12. 根据权利要求 11 所述的装置,其中在所述用于移动的装置的仅与所述用于反射光的第二装置耦合到所述用于移动的装置的位置周围相对的一侧上,所述用于平衡热膨胀的装置接触所述用于移动的装置。

13. 根据权利要求 11 所述的装置,其中所述用于平衡热膨胀的装置及所述用于反射光的第二装置具有大致相同的热膨胀系数。

14. 根据权利要求 13 所述的装置,其中所述用于平衡热膨胀的装置具有与所述用于反射光的第二装置大致相同的厚度。

15. 一种制造用于调制光的装置的方法,所述方法包含:

形成第一至少部分反射体;

形成可移动柔性层;

形成可移动至少部分反射体,其耦合到所述可移动柔性层,其中干涉调制腔由所述可移动至少部分反射体及所述第一至少部分反射体界定,所述可移动至少部分反射体可在至少第一位置与第二位置之间移动;以及

在所述可移动柔性层的与所述可移动至少部分反射体相对的一侧上形成热膨胀平衡层,其中在所述可移动至少部分反射体的热膨胀系数大于所述可移动柔性层的热膨胀系数的情况下,所述热膨胀平衡层具有大于或等于所述可移动柔性层的热膨胀系数的热膨胀系数,或在所述可移动至少部分反射体的所述热膨胀系数小于所述可移动柔性层的热膨胀系数的情况下,所述热膨胀平衡层具有小于或等于所述可移动柔性层的热膨胀系数的热膨胀系数。

16. 根据权利要求 15 所述的方法,其中在所述可移动柔性层的仅与所述可移动至少部分反射体耦合到所述可移动柔性层的位置周围相对的一侧上,所述热膨胀平衡层接触所述可移动柔性层。

17. 根据权利要求 15 所述的方法,其中所述热膨胀平衡层及所述可移动至少部分反射体具有大致相同的热膨胀系数。

18. 根据权利要求 17 所述的方法,其中所述热膨胀平衡层具有与所述可移动至少部分反射体大致相同的厚度。

## 具有热膨胀平衡层或加强层的微机电装置

### 背景技术

[0001] 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是透明及 / 或反射的, 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益的。

### 发明内容

[0002] 在特定实施例中, 一种装置包含电极、固定至少部分反射体、可移动柔性层及耦合到所述可移动柔性层的可移动至少部分反射体。干涉调制腔由所述可移动反射体及所述固定反射体界定。所述可移动反射体可在至少第一位置与第二位置之间移动的。所述装置还包含在所述可移动柔性层的与所述可移动反射体相对的一侧上的热膨胀平衡层。在所述可移动反射体的热膨胀系数大于所述可移动柔性层的热膨胀系数的情况下, 所述热膨胀平衡层具有大于或等于所述可移动柔性层的热膨胀系数的热膨胀系数, 或在所述可移动反射体的所述热膨胀系数小于所述可移动柔性层的热膨胀系数的情况下, 所述热膨胀平衡层具有小于或等于所述可移动柔性层的热膨胀系数的热膨胀系数。

[0003] 在特定实施例中, 一种装置包含电极、固定至少部分反射体、可移动柔性元件、可移动至少部分反射体及加强层。所述加强层耦合到所述可移动柔性元件。在所述可移动反射体与所述加强层彼此接触的至少一个表面上存在至少一个中空空隙。干涉调制腔由所述可移动反射体及所述固定反射体界定。

[0004] 在特定实施例中, 一种装置包含用于反射光的第一装置、用于反射光的第二装置及用于移动的柔性装置。所述第二反射装置耦合到所述用于移动的装置。干涉调制腔由所述第二反射装置及所述第一反射装置界定。所述第二反射装置可在至少第一位置与第二位置之间移动。所述装置还包含提供在所述用于移动的装置的与所述第二反射装置相对的一侧上的用于平衡热膨胀的装置。在所述第二反射装置的热膨胀系数大于所述用于移动的装置的热膨胀系数的情况下, 所述用于平衡热膨胀的装置具有大于或等于所述用于移动的装置的热膨胀系数的热膨胀系数, 或在所述第二反射装置的所述热膨胀系数小于所述用于移动的装置的热膨胀系数的情况下, 所述用于平衡热膨胀的装置具有小于或等于所述用于移动的装置的热膨胀系数的热膨胀系数。

[0005] 在特定实施例中, 一种装置包含用于反射光的第一装置、用于反射光的第二装置、用于操作性地移动所述第二反射装置的装置及用于加强所述第二反射装置的装置。所述加

强装置耦合到所述用于移动的装置。在所述第二反射装置与所述加强装置彼此接触的至少一个表面上存在至少一个中空空隙。干涉调制腔由所述第二反射装置及所述第一反射装置界定。

[0006] 在特定实施例中,一种制造用于调制光的装置的方法包含:形成第一至少部分反射体,形成可移动柔性层,形成耦合到所述可移动柔性层的可移动至少部分反射体。干涉调制腔由所述可移动反射体及所述第一反射体界定。所述可移动反射体可在至少第一位置与第二位置之间移动。所述方法还包含在所述可移动柔性层的与所述可移动反射体相对的一侧上形成热膨胀平衡层。在所述可移动反射体的热膨胀系数大于所述可移动柔性层的热膨胀系数的情况下,所述热膨胀平衡层具有大于或等于所述可移动柔性层的热膨胀系数的热膨胀系数,或在所述可移动反射体的所述热膨胀系数小于所述可移动柔性层的热膨胀系数的情况下,所述热膨胀平衡层具有小于或等于所述可移动柔性层的热膨胀系数的热膨胀系数。

[0007] 在特定实施例中,一种制造用于调制光的装置的方法包含形成第一至少部分反射体,形成可移动至少部分反射体,形成加强层,及形成可移动柔性元件。所述加强层耦合到所述可移动柔性元件。在所述可移动反射体与所述加强层彼此接触的至少一个表面上存在至少一个中空空隙。干涉调制腔由所述可移动反射体及所述第一反射体界定。

#### 附图说明

[0008] 本专利或申请案文件中包含至少一个以彩色执行的图式:如果提出请求并支付必要费用,专利局将提供本专利或专利申请公开案的带有彩色图式的复本。

[0009] 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。

[0010] 图 2 是说明并入有  $3 \times 3$  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。

[0011] 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。

[0012] 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。

[0013] 图 5A 说明图 2 的  $3 \times 3$  干涉式调制器显示器中的显示数据的一个示范性帧。

[0014] 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。

[0015] 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。

[0016] 图 7A 是图 1 的装置的横截面。

[0017] 图 7B 是干涉式调制器的替代实施例的横截面。

[0018] 图 7C 是干涉式调制器的另一替代实施例的横截面。

[0019] 图 7D 是干涉式调制器的又一替代实施例的横截面。

[0020] 图 7E 是干涉式调制器的额外替代实施例的横截面。

[0021] 图 8 是干涉式调制器的又一实例实施例的横截面。

[0022] 图 9A 到图 9G 示意性地说明制造如图 8 中所说明的干涉式调制器的方法的实例实

施例。

[0023] 图 10 说明可制造到如图 8 中所说明的干涉式调制器上的热膨胀平衡层。

[0024] 图 11 是干涉式调制器的又一实例实施例的横截面。

[0025] 图 12A 到图 12B 展示具有不同厚度的罩盖的干涉式调制器的实例实施例的变化性图表。

[0026] 图 13A 到图 13H 展示具有不同厚度的罩盖的实例干涉式调制器的温度敏感性。

[0027] 图 14A 到图 14F 展示具有加强层及中空空隙的实例干涉式调制器的温度敏感性。

### 具体实施方式

[0028] 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,其中相同部分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 播放器、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、车载显示器(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。

[0029] 一个实施例包含一种干涉式调制装置,所述干涉式调制装置具有在可移动柔性层的与可移动至少部分反射体相对的一侧上的热膨胀平衡层。此热膨胀平衡层具有与可移动反射体的热膨胀系数兼容的热膨胀系数,以使得当温度改变时,可移动反射体与光学堆叠之间的距离不会显著改变,借此产生稳定色彩。另一实施例包含具有在可移动柔性层与可移动反射体之间的加强层且具有在可移动反射体与加强层彼此接触的表面上至少一个中空空隙的干涉式调制装置。加强层及中空空隙增加可移动反射体的刚性,且因此使可移动反射体对于弯曲来说较具刚性,借此降低可移动反射体的温度敏感性。

[0030] 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。

[0031] 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。

[0032] 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。

[0033] 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(fused layer),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。

[0034] 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。

[0035] 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(未在此图中说明)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行/列激活。

[0036] 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。

[0037] 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<sup>®</sup>、Pentium II<sup>®</sup>、Pentium III<sup>®</sup>、Pentium IV<sup>®</sup>、Pentium<sup>®</sup> Pro、8051、MIPS<sup>®</sup>、Power PC<sup>®</sup>、ALPHA<sup>®</sup>,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。按照此项技术中的常规情况,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,处理器还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。

[0038] 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状态或激活状态。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 伏特的稳态状态电压差,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”内经历一电位差。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预存在状态或松弛预存在状态。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反射层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。

[0039] 在典型应用中,可通过根据第一行中的所要激活像素组来断言列电极组而产生显示帧。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组改变为对应于第二行中的所要激活像素组。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 脉冲期间被设置的状态。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的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。

[0040] 图 4、图 5A 及图 5B 说明一种用以在图 2 的  $3 \times 3$  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组。在图 4 实施例中,激活像素涉及将适当列设置为  $-V_{bias}$ , 及将适当行设置为  $+\Delta V$ , 其可分别对应于  $-5$  伏特及  $+5$  伏特。通过将适当列设置为  $+V_{bias}$  且将适当行设置为相同  $+\Delta V$  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置为  $+V_{bias}$  及将适当行设置为  $-\Delta V$ 。在此实施例中,通过将适当列设置为  $-V_{bias}$  且将适当行设置为相同  $-\Delta V$  从而产生跨越像素的零伏特电位差来实现对像素的释放。

[0041] 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  $3 \times 3$  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。

[0042] 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 设置为  $-5$  伏特,且将列 3 设置为  $+5$  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。为按需要设置行 2,将列 2 设置为  $-5$  伏特且将列 1 及 3 设置为  $+5$  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 设置为  $-5$  伏特且将列 1 设置为  $+5$  伏特而



类似地设置行 3。行 3 选通如图 5A 中所示对行 3 像素进行设置。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。

[0043] 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。

[0044] 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)。

[0045] 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。

[0046] 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。

[0047] 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。

[0048] 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。

[0049] 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。

[0050] 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。

[0051] 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。具体来说，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。

[0052] 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。

[0053] 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）。

[0054] 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。

[0055] 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。

[0056] 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。

[0057] 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。本文中将这些连接称为支撑柱。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路由信号,从而消除原本可能必须形成在衬底 20 上的若干电极。

[0058] 在例如图 7 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。

[0059] 图 8 是干涉式调制器的又一实例实施例的横截面。在图 8 中,相同部分相对于先前图式以类似方式编号。如图 8 中所展示,至少有部分反射性的可移动反射层 14 耦合到可变形层(或“可移动柔性层”)34。另外,为容易说明起见,已省略电极及光学堆叠 16。如上文所述,光学堆叠 16 包含也至少有部分反射性的固定反射体。

[0060] 用于可移动反射体 14 及可移动柔性层 34 的结构设计及材料的最佳化可使得对于可移动反射体 14 及可移动柔性层 34 使用不同材料。不同材料可具有例如残余应力的不同性质,其可导致可移动反射体 14 中的弯曲及/或倾斜。举例来说,可移动柔性层 34 可包含具有约 350 兆帕(Mpa)的固有晶格应力的薄膜镍,且可移动反射体 14 可包含具有约 50MPa 的固有晶格应力的薄膜铝。因为残余应力不同,所以镍与铝之间的界面将具有应力梯度,其将施加拉伸或压缩力,借此导致较易挠曲或有顺应性(例如,反射体与柔性层相比)的结构净位移及/或弯曲及/或倾斜。另外,具有可移动反射体 14 及可移动柔性层 34 的失配晶格的不同材料(例如,分别为铝及镍)之间的界面可导致可移动反射体 14 的位移及/或弯曲及/或倾斜。

[0061] 在不同材料之间可不同的另一性质是热膨胀系数。当加热或冷却包含用于可移动反射体 14 及可移动柔性层 34 的不同材料的装置时,由于用于可移动反射体 14 及可移动柔性层 34 的材料之间的不同热膨胀或收缩量的热应力可促成可移动反射体 14 的弯曲及/或倾斜。因此,在一些实施例中,位移及/或弯曲及/或倾斜的量值随温度而变。

[0062] 可移动反射体 14 的净位移、弯曲或倾斜可影响滞后窗的大小及可移动反射体 14 的光学性质。如上文所述,可根据滞后窗而设置行/激活协议,因此滞后窗的改变可使装置不正确地起作用或出现故障。

[0063] 即使所述装置在给定滞后窗内运转,经改变的光学性质仍可不利地影响包含所述装置的显示器的性能。在一些实施例中,可移动反射体 14 的面朝衬底 20 的表面大致平行于光学堆叠 16,但可移动反射体 14 的弯曲及/或倾斜可引起可移动反射体 14 的面朝衬底 20 的表面中的一些或全部表面不平行于光学堆叠 16。在一些其它实施例中,可移动反射体 14 的面朝衬底 20 的表面也大致平行于光学堆叠 16,但由于可移动反射体 14 的净位移,可移动反射体 14 可能会偏转到与光学堆叠 16 相距的不同距离,因此在“上升”(“up”)状态下改变色彩。因此,经位移及/或经弯曲及/或经倾斜的可移动反射体 14 可跨越其面积反射不同量的可见光,从而使可移动反射体 14 无论是在“接通”还是在“断开”位置中均失真及/或使调制器的色彩失真。

[0064] 柱 18(例如,包含二氧化硅( $\text{SiO}_2$ ))与可变形层 34(例如,包含镍(Ni))的热膨胀系数之间的失配在特定操作温度下也可导致不稳定色彩。举例来说, $\alpha$ - $\text{SiO}_2$  具有约  $2.3 \times 10^{-6}/\text{K}$  的热膨胀系数,而镍具有约  $13 \times 10^{-6}/\text{K}$  的热膨胀系数。当加热或冷却干涉式调制器时,可变形层 34 与柱 18 之间的应力差可使可移动反射部分 14 与光学堆叠 16 之间的距离增加或减少,借此随温度变化而引起不稳定色彩。适当材料的其它热膨胀系数包括(但不限于):融合石英  $\text{SiO}_2$  为约  $0.5 \times 10^{-6}/\text{K}$ ,玻璃  $\text{SiO}_2$ (例如,来自康宁公司(Corning)的显示器玻璃)为约  $3.7 \times 10^{-6}/\text{K}$  且氮化硅( $\text{SiN}_x$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$  等)为约  $4 \times 10^{-6}/\text{K}$ 。

[0065] 图 9A 到图 9G 示意性地说明制造如图 8 中所说明的干涉式调制器的方法的实例实施例。图 9A 说明一结构 901,其包含衬底 902(例如,包含玻璃、塑料)、电极 904(例如,包含 ITO)、第一反射层(例如,“固定至少部分反射体”)905(例如,包含铬)、绝缘层 906(例如,包含  $\text{SiO}_2$ )、氧化物层 908(例如,包含  $\text{Al}_2\text{O}_3$ )、第一牺牲层 910(例如,包含钼)及反射元件 912(例如,包含在约 2,000 Å 与 20,000 Å 之间的反射材料,例如,铝、铝合金、银、银合金等)。用于图案化反射元件 912 的掩模 914(例如,包含光致抗蚀剂)形成在反射元件 912 上。

[0066] 在图 9B 中,已通过蚀刻来图案化反射元件 912。作为一实例,当反射元件 912 包含铝或铝合金时, $\text{H}_3\text{PO}_4$  加乙酸( $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ )(一起称为“PA”)、氢氧化四甲基铵(TMAH)、氢氧化钾(KOH)、氢氧化钠(NaOH)等可用于选择性地蚀刻包含铝的反射元件 912,但不选择性地蚀刻包含钼的第一牺牲层 910。

[0067] 如图 9B 中所说明,蚀刻反射元件 912 产生反射元件 912 的边缘。在特定实施例中,在反射元件 912 的底部与反射元件 912 的经蚀刻侧之间产生锥角 916。在一些实施例中,对此锥角 916 的控制有助于正确地形成装置 900。在一些实施例中,锥角 916 相对于衬底 902 在约  $30^\circ$  与  $65^\circ$  之间。可使用例如在约  $70^\circ$  与  $90^\circ$  之间的更高的角,但可能会引起后续工艺的不良阶梯覆盖。可使用例如小于约  $30^\circ$  的更低的角,但可能会引起反射元件 912 的小临界尺寸,这对于其中反射元件 912 的面积较大以便增加占空因数的实施例来说可能是不利的。其它锥角 916 可适合于特定工艺(例如,较高的角可用于其中随后沉积的层纵使在高锥角 916 的情况下仍实现较好阶梯覆盖的工艺)。在使用湿式蚀刻以图案化反射元件 912 的实施例中,所述边缘可为弯曲的(例如,形状类似酒杯的边缘)。此外,湿式蚀刻将通

常底切掩模 914。相比来说,干式蚀刻一般产生直锥形边缘,而没有掩模 914 的底切(例如,如图 9B 中所说明)。

[0068] 在特定实施例中,反射元件 912 的沉积条件可经修改以便沉积具有不同性质的多个层。此实施例可实现对反射元件 912 的锥角 916 的控制,例如从而在其整个厚度上提供不同蚀刻速率(例如,在反射元件 912 的顶部为慢蚀刻速率,接着在反射元件 912 的底部为较快蚀刻速率)。或者,可在蚀刻期间修改蚀刻条件,以便改变反射元件 912 的边缘的轮廓或产生预定锥角 916。在特定实施例中,修改沉积条件及蚀刻条件两者。其它实施例也是可能的。

[0069] 在形成反射元件 912 之后,移除掩模 914(例如,在掩模 914 包含光致抗蚀剂的实施例中通过灰化或化学剥离)。接着沉积第二牺牲层 918。第二牺牲层 918 可包含与第一牺牲材料 910 相同的材料或与第一牺牲材料 910 不同的材料。举例来说,在一些实施例中,第一牺牲材料 910 及第二牺牲材料 918 均包含钼。如图 9C 中所说明,接着图案化第一牺牲层 910 及第二牺牲层 918。在特定实施例中,独立地执行第一牺牲层 910 及第二牺牲层 918 的图案化,但可执行同时图案化。举例来说,在第一牺牲层 910 及第二牺牲层 918 均包含钼的实施例中,可使用一使用六氟化硫( $\text{SF}_6$ )加氧气( $\text{O}_2$ )的蚀刻剂,其对铝及  $\text{Al}_2\text{O}_3$  具有选择性。包含氟气的其它蚀刻剂也是可能的,但应了解,例如  $\text{CF}_4$  的蚀刻剂一般与钼的反应较慢。可使用包含氯气的蚀刻剂,但所述蚀刻剂可能对铝及  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的选择性不足。或者,可使用不同蚀刻剂、一系列不同图案化掩模等来逐次地图案化第二牺牲层 918 及第一牺牲层 910。

[0070] 如图 9D 中所说明,接着在第二牺牲层 918 上形成介电层 18(例如,包含  $\text{SiO}_2$ )。接着,如图 9E 中的 950 所指示,蚀刻掉介电层 18 的一部分以暴露第二牺牲层 918。接着,如图 9F 中的 960 所指示,蚀刻掉第二牺牲层 918 的经暴露部分的一部分以暴露反射元件 912。然后,在介电层 18、第二牺牲层 918 的经暴露部分及反射元件 912 的经暴露部分上沉积可变形层 34(例如,包含镍)。可变形层 34 在部分 970 处以机械方式耦合到反射元件 912。在已如图 9G 中所说明从结构 901 移除第一牺牲层 910 及第二牺牲层 918(例如,在第一牺牲层 910 及第二牺牲层 918 包含钼的实施例中通过使用  $\text{XeF}_2$  来蚀刻)之后,获得如图 8 中所说明的干涉式调制器。

[0071] 如上文描述,柱(例如,包含  $\text{SiO}_2$ )与可移动柔性层(例如,包含镍)的热膨胀系数之间的失配在特定操作温度下可导致与预期目标不同的色彩或不稳定色彩。另外,可移动柔性层(例如,包含  $\text{SiO}_2$ )与可移动至少部分反射体(例如,包含铝)的热膨胀系数之间的失配在特定操作温度下可导致不稳定色彩。举例来说, $\alpha\text{-SiO}_2$  具有  $2.3 \times 10^{-6}/\text{K}$  的热膨胀系数,而铝具有约  $25 \times 10^{-6}/\text{K}$  的热膨胀系数。当加热或冷却此装置时,可移动柔性层与可移动至少部分反射体之间的应力梯度可使可移动至少部分反射体与光学堆叠之间的距离增加或减少,借此随温度变化而引起不稳定色彩。

[0072] 图 10 说明可制造到如图 8 中所说明的干涉式调制器上的热膨胀平衡层 1001。热膨胀平衡层 1001 沉积在可移动柔性层 34 的与可移动反射体 14 相对的一侧上。热膨胀平衡层 1001 的热膨胀系数及厚度可使得当加热或冷却干涉式调制器时,热膨胀平衡层 1001 与可移动柔性层 34 之间的应力梯度及可移动反射体 14 与可移动柔性层 34 之间的应力梯度大致相同但在相反方向上。因此,可移动反射体 14 与光学堆叠 16 之间的距离不会显著改变,借此随温度变化而产生稳定色彩。

[0073] 如上文所述,可移动反射体 14(例如,包含铝)的材料可具有高于可移动柔性层 34(例如,包含 SiO<sub>2</sub> 或镍)的热膨胀系数。在此情况下,热膨胀平衡层 1001 具有高于可移动柔性层 34 且优选高于可移动反射体 14 的热膨胀系数。一种此材料可为聚合光致抗蚀剂。然而,所述聚合光致抗蚀剂具有较低刚性。因此,聚合光致抗蚀剂的热膨胀平衡层 1001 可比可移动反射体 14 厚若干倍。

[0074] 或者,可移动反射体 14 的材料也可具有低于可移动柔性层 34 的热膨胀系数。如果是这样,则热膨胀平衡层 1001 可具有低于可移动柔性层 34 的热膨胀系数。

[0075] 热膨胀平衡层 1001 及可移动反射体 14 也可具有大致相同的热膨胀系数。举例来说,热膨胀平衡层 1001 及可移动反射体 14 可包含相同材料。如果是这样,则热膨胀平衡层 1001 与可移动反射体 14 的厚度大致相同。

[0076] 另外,热膨胀平衡层 1001 还可经图案化及蚀刻,以使得在可移动柔性层 34 的仅与可移动反射体 14 耦合到可移动柔性层 34 的位置周围相对的一侧上,热膨胀平衡层 1001 接触可移动柔性层 34。

[0077] 图 11 是干涉式调制器的又一实例实施例的横截面。在图 11 中,相同部分相对于先前图式以类似方式编号。为容易说明起见,已省略电极及光学堆叠 16。如上文所述,光学堆叠 16 包含也至少有部分反射性的固定反射体。如图 11 中所展示,至少有部分反射性的可移动反射体 14 不直接但经由加强层 1102 耦合到可移动柔性层 34。在反射体 14 与加强层 1102 彼此接触的至少一个表面上存在至少一个中空空隙 1101。

[0078] 加强层 1102 的热膨胀系数可与可移动反射体 14 的热膨胀系数大致相同。然而,即使可移动反射体 14 的热膨胀系数可能会高于加强层 1102 的热膨胀系数,可移动反射体 14 与加强层 1102 之间的中空空隙 1101 仍可能不成比例地增加可移动反射体 14 的刚性,且因此使可移动反射体 14 对于弯曲来说较具刚性,借此降低可移动反射体 14 的温度敏感性。

[0079] 具有加强层 1102 的干涉式调制器装置的制造可仅需要对(例如)如图 9A 到图 9G 中所说明的不具有加强层 1102 的干涉式调制器装置的制造略加修改。在图 11 中所说明的实例中,添加加强层 1102 可能需要如下步骤:在可移动反射体 14 顶部上沉积牺牲层(图 11 中未图示);适当地图案化可移动反射体 14 顶部上的牺牲层;沉积加强层 1102 以使得可移动反射体 14 耦合到加强层 1102;及在柱 18、牺牲层及加强层 1102 顶部上沉积可移动柔性层 34。

[0080] 另外,加强层 1102 可为可移动柔性层 34 的组成部分。可移动反射体 14 与可移动柔性层 34 之间的中空空隙 1101 可不成比例地增加可移动反射体 14 的刚性,且因此可使可移动反射体 14 对于弯曲来说较具刚性,借此降低可移动反射体 14 的温度敏感性。在此情况下,可通过将沉积加强层 1102 的步骤与沉积可移动柔性层 34 的步骤组合成一个步骤来简化干涉式调制器装置的制造。

[0081] 图 12A 到图 12B 展示在不同晶片上具有不同厚度的热膨胀平衡层(为简洁起见替代地称为“罩盖”)的干涉式调制器的实例实施例的变化性图表。不同设计 A1、A2、A5、B1、B2、... 及 E5 中的每一者指示一晶片上的干涉式调制器的一设计类型。因此,图 12A 到图 12B 展示 4 个不同晶片上的 18 个设计的实验结果。每一晶片具有各自具有选定罩盖厚度的不同干涉式调制器。每一设计中的干涉式调制器具有与图 10 中所说明的结构相同的结构,但所述层的材料及/或厚度及/或图案几何形状经特定修改以使得干涉式调制器反射特定

色彩的光且在特定激活电压下操作。在图 12A 中,设计 A1、A2、A5、B1、B2、... 及 E5 中的所有可移动反射体 14 均具有  $15,000 \text{ \AA}$  的厚度,且这些设计中的所有柱 18 均具有  $15,000 \text{ \AA}$  的厚度。当热膨胀平衡层 1001 的厚度为零 (罩盖  $A1 = 0$ ) 时,这些设计中的干涉调制腔中的平均气隙随温度的改变速率  $dG/dT$  在  $-0.6$  到  $-0.4$  纳米 / 开尔文之间。此处,气隙为可移动反射体的反射表面与固定反射体上的介电氧化物层的相对表面之间的距离。然而,当热膨胀平衡层 1001 的厚度为  $5,000 \text{ \AA}$ 、 $7,500 \text{ \AA}$  或  $10,000 \text{ \AA}$  (在图 12A 中  $A1$  罩盖分别 =  $5$ 、 $7.5$  及  $10$ ) 时,改变速率  $dG/dT$  变成在  $-0.1$  与  $0.2$  纳米 / 开尔文之间。亦即,改变速率  $dG/dT$  的绝对值针对具有热膨胀平衡层 1001 的非零厚度的设计大大地减少。在一些设计中,例如,在设计 D5 中,当热膨胀平衡层 1001 的厚度为  $7,500 \text{ \AA}$  时,改变速率  $dG/dT$  甚至低达零。

[0082] 在图 12B 中,设计 A1、A2、A5、B1、B2、...、E5 中的所有可移动反射体 14 均具有  $15,000 \text{ \AA}$  的厚度,且这些设计中的所有柱 18 均具有  $15,000 \text{ \AA}$  的厚度。当热膨胀平衡层 1001 的厚度为零时,这些设计中的激活电压随温度的改变速率  $dVa/dT$  在  $-0.07$  到  $-0.03$  伏特 / 开尔文之间。然而,当热膨胀平衡层 1001 的厚度为  $5,000 \text{ \AA}$ 、 $7,500 \text{ \AA}$  或  $10,000 \text{ \AA}$  时,改变速率  $dVa/dT$  变成在  $-0.03$  与  $-0.01$  伏特 / 开尔文之间。亦即,改变速率  $dVa/dT$  的绝对值针对具有热膨胀平衡层 1001 的设计大大地减少。总之,图 12A 到图 12B 展示热膨胀平衡层 1001 减少了温度对干涉式调制器的影响。

[0083] 图 13A 到图 13H 展示具有不同厚度的罩盖的实例干涉式调制器的温度敏感性。图 13A 及图 13B 展示当温度分别为摄氏 20 度及摄氏 70 度时的不具有热膨胀平衡层 (亦即,罩盖具有零厚度) 1001 的实例干涉式调制器的图片。图 13C 及图 13D 展示当温度分别为摄氏 20 度及摄氏 70 度时的具有  $5,000 \text{ \AA}$  厚度的热膨胀平衡层 1001 的实例干涉式调制器的图片。图 13E 及图 13F 展示当温度分别为摄氏 20 度及摄氏 70 度时的具有  $7,500 \text{ \AA}$  厚度的热膨胀平衡层 1001 的实例干涉式调制器的图片。图 13G 及图 13H 展示当温度分别为摄氏 20 度及摄氏 70 度时的具有  $10,000 \text{ \AA}$  厚度的热膨胀平衡层 1001 的实例干涉式调制器的图片。当温度从摄氏 20 度改变成摄氏 70 度时,如图 13A 及图 13B 中所说明,不具有热膨胀平衡层 1001 的实例干涉式调制器的图片展示光学性能的显著改变。然而,当温度从摄氏 20 度改变成摄氏 70 度时,如图 13C 到图 13H 中所见的减少的光学变化所展示,具有热膨胀平衡层 1001 的实例干涉式调制器的图片未在同等程度上改变。因此,与无罩盖的干涉式调制器相比,由于随温度变化的反射体位移及 / 或弯曲及 / 或倾斜,具有热膨胀平衡层 1001 的实例干涉式调制器展示显著更稳定的光学性能。

[0084] 图 14A 到图 14F 展示具有图 11 中所描绘的形式的加强层及中空空隙的实例干涉式调制器的温度敏感性。图 14A 及图 14B 展示当温度分别为摄氏 20 度及摄氏 60 度时的不具有加强层 1102 且不具有中空空隙 1101 的实例干涉式调制器的图片。图 14C 及图 14D 展示当温度分别为摄氏 20 度及摄氏 60 度时的具有加强层 1102 及中空空隙 1101 的一个实施例的实例干涉式调制器的图片。图 14E 及图 14F 展示当温度分别为摄氏 20 度及摄氏 60 度时的具有加强层 1102 及中空空隙 1102 的另一实施例的实例干涉式调制器的图片。图 14C 及图 14D 中的干涉式调制器及图 14E 及图 14F 中的干涉式调制器具有与如图 11 中所说明的结构相同的结构。然而,与图 14C 及图 14D 中的干涉式调制器相比,图 14E 及图 14F 中的干涉式调制器中的层的材料及 / 或厚度已特定地修改以便反射特定色彩的光且在特定激活电压下操作。当温度从摄氏 20 度改变成摄氏 60 度时,如图 14A 及图 14B 中所说明,不具有

加强层 1102 及中空空隙 1101 的实例干涉式调制器的图片展示干涉式调制器中的光学性能的显著改变。然而,如图 14C 到图 14F 中所展示,当温度从摄氏 20 度改变成摄氏 60 度时,具有加强层 1102 及中空空隙 1101 的实例干涉式调制器的图片未展示干涉式调制器中的光学性能的显著改变。因此,与无加强层 1102 及中空空隙 1101 的干涉式调制器相比,由于随温度变化的反射体位移及 / 或弯曲及 / 或倾斜,具有加强层 1102 及中空空隙 1101 的实例干涉式调制器展示显著更稳定的光学性能。

[0085] 如上文所述,在干涉式调制装置中,可在可移动柔性层的与可移动反射体相对的一侧上添加热膨胀平衡层(罩盖)。此热膨胀平衡层可具有与可移动反射体的热膨胀系数兼容的热膨胀系数,以使得当温度改变时,可移动反射体与光学堆叠之间的距离不会显著改变,借此随温度而产生稳定色彩。另外,在干涉式调制装置中,可在可移动柔性层与可移动反射体之间添加加强层,且至少一个中空空隙可存在于可移动反射体与加强层彼此接触的表面上。加强层及中空空隙增加可移动反射体的刚性,且因此使可移动反射体对于弯曲来说较具刚性,借此降低干涉式调制装置的温度敏感性。

[0086] 虽然已在特定实施例及实例的情形下揭示本发明,但本发明扩展超过所述特定揭示的实施例直到其它替代实施例及 / 或用途及显而易见的修改及其等效物。另外,虽然已详细展示且描述若干变化,但将容易明白本发明的范围内的其它修改。还预期可作出所述实施例的特定特征及方面的各种组合或子组合。应理解,可将所揭示的实施例的各种特征及方面彼此组合或彼此取代,以便形成所揭示的实施例的不同模式。因此,希望本文所揭示的本发明的范围不应由上文所述的特定的所揭示的实施例限制,而是应仅由随附权利要求书确定。



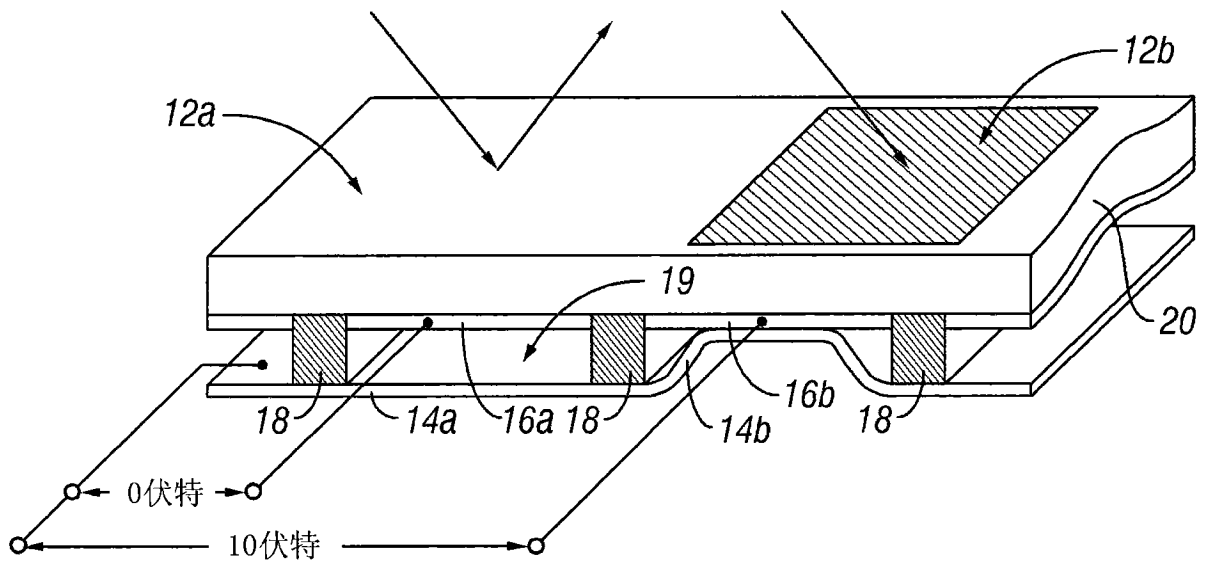


图 1

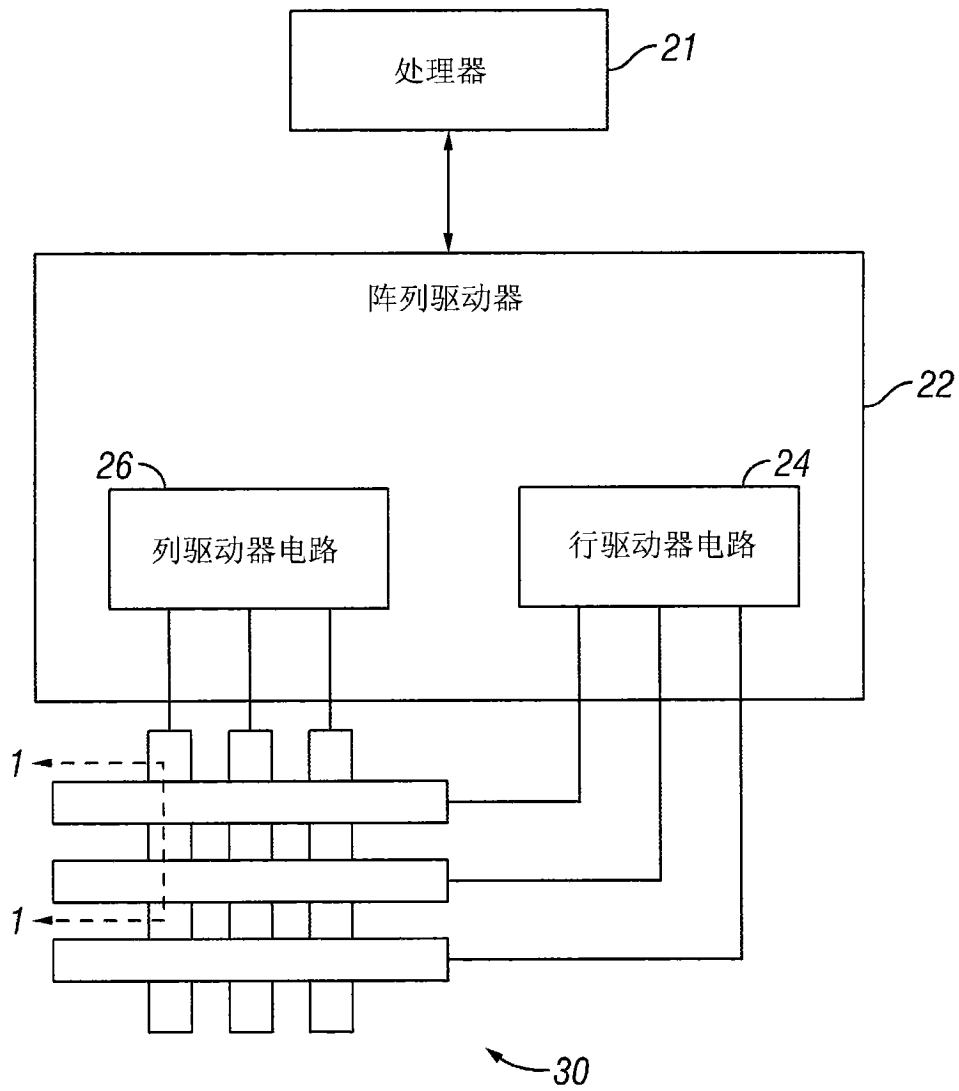


图 2

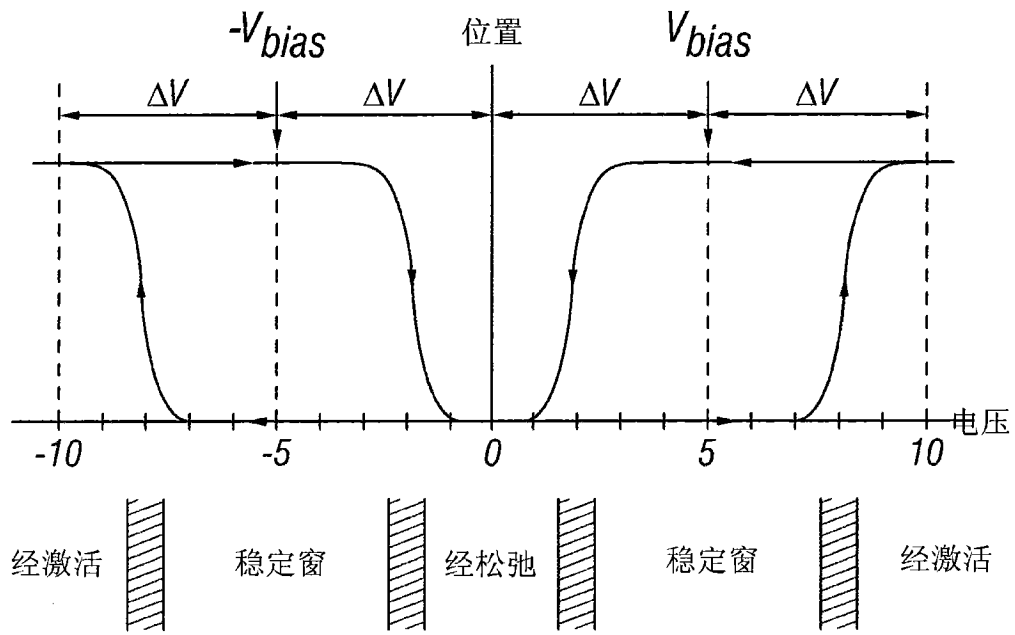


图 3

		列输出信号	
		$+V_{bias}$	$-V_{bias}$
行输出信号	0	稳定	稳定
	$+\Delta V$	松弛	激活
	$-\Delta V$	激活	松弛

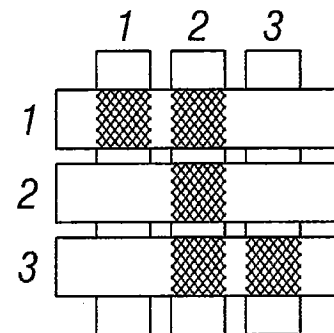


图 5A

图 4

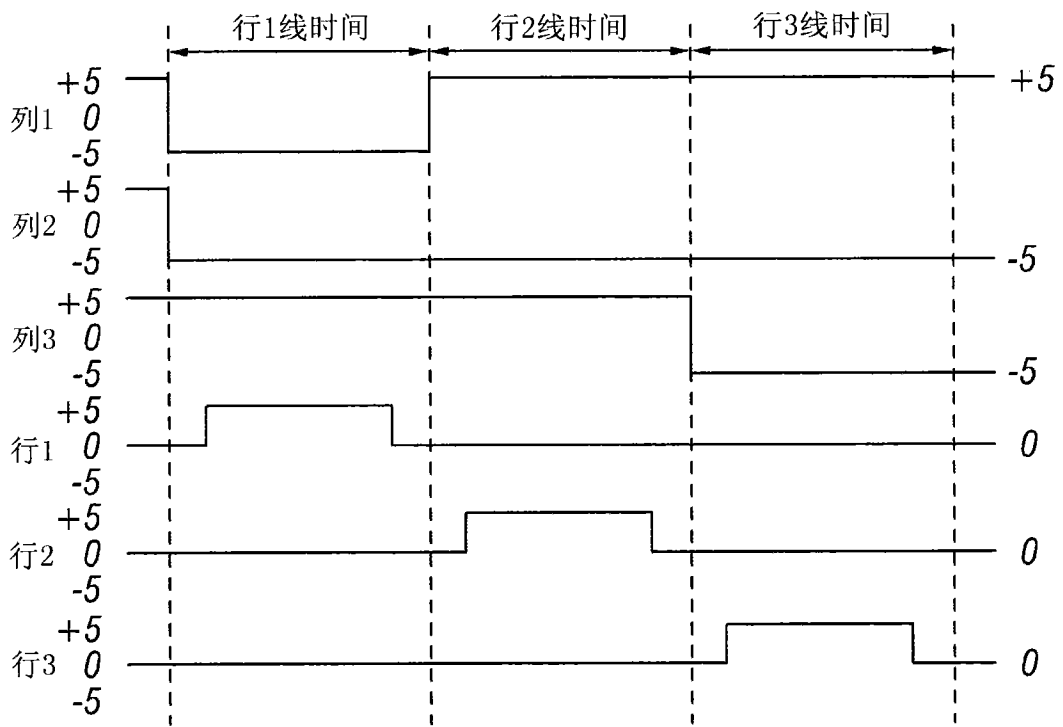


图 5B

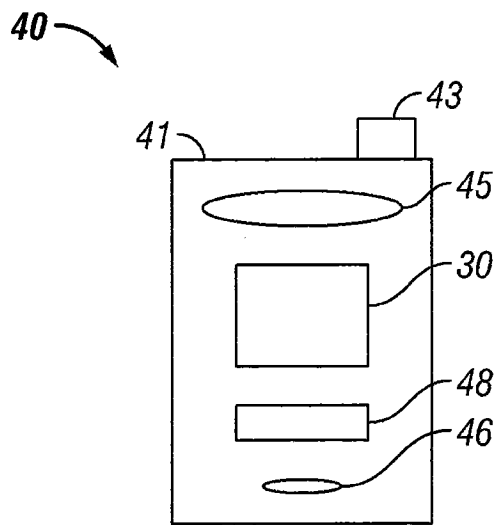


图 6A

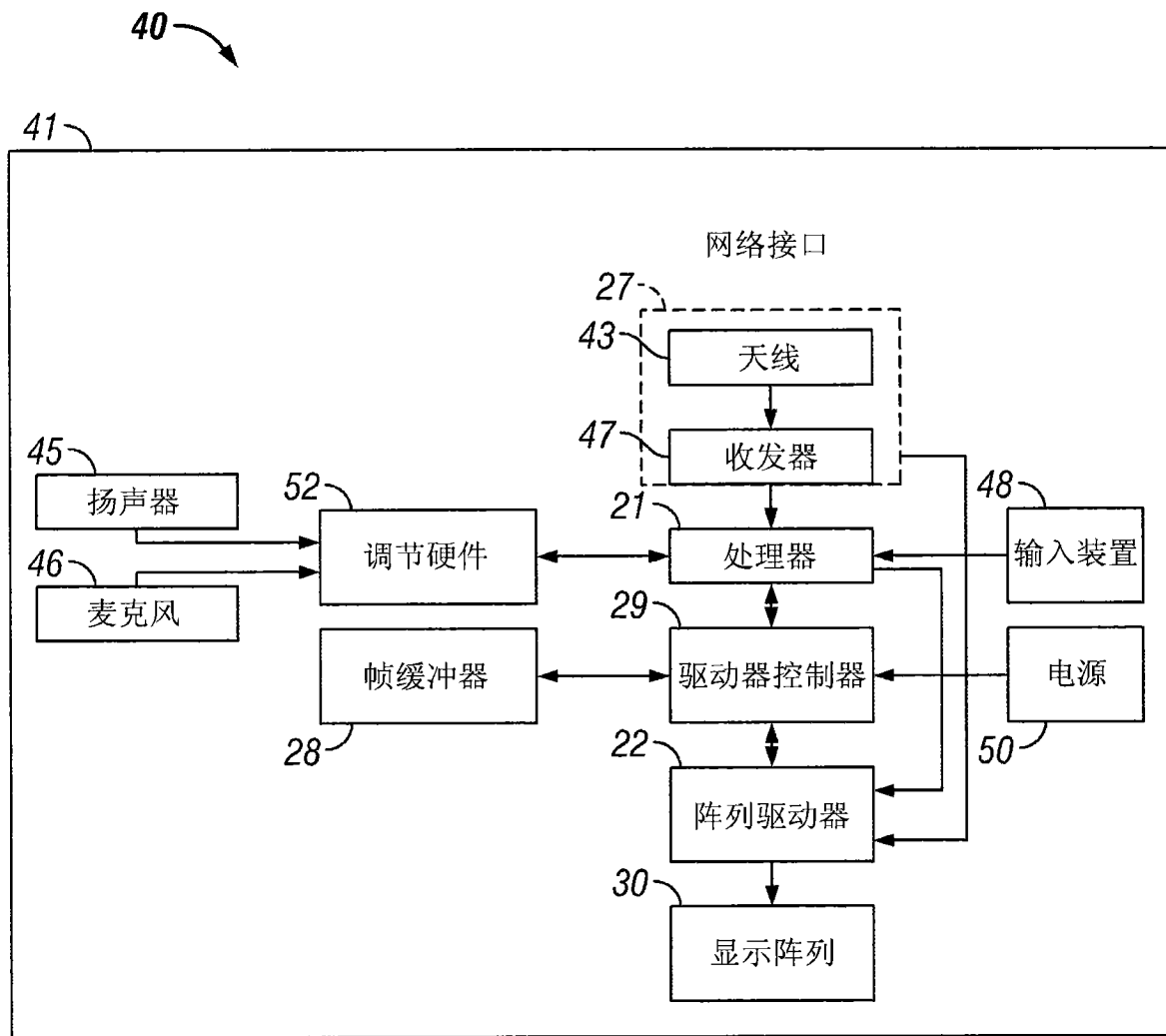


图 6B

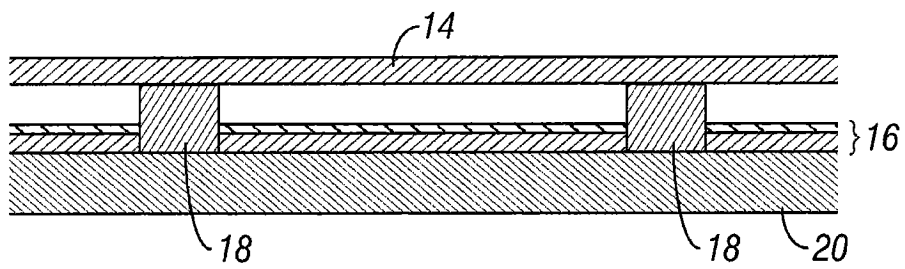


图 7A

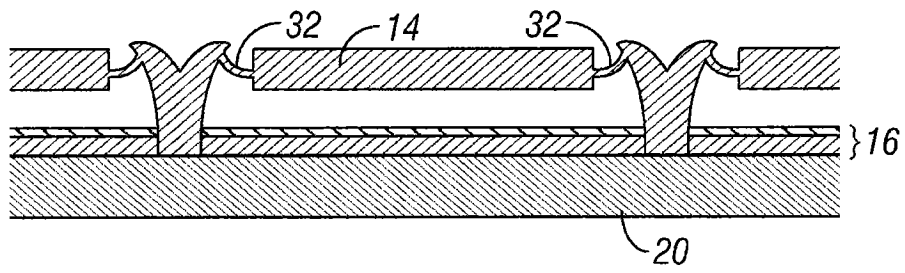


图 7B

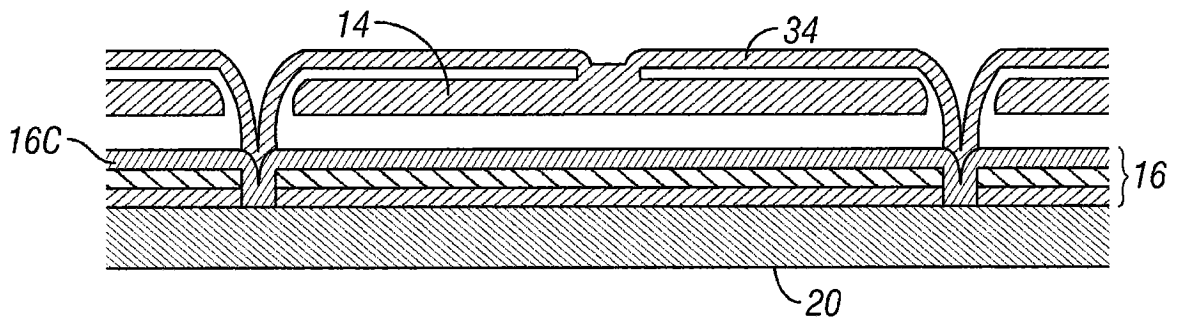


图 7C

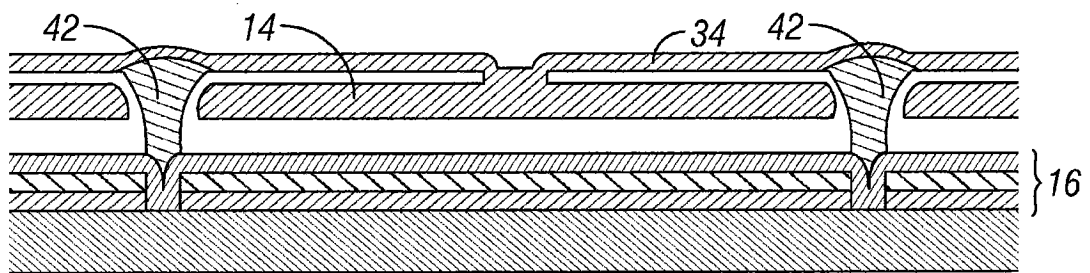


图 7D

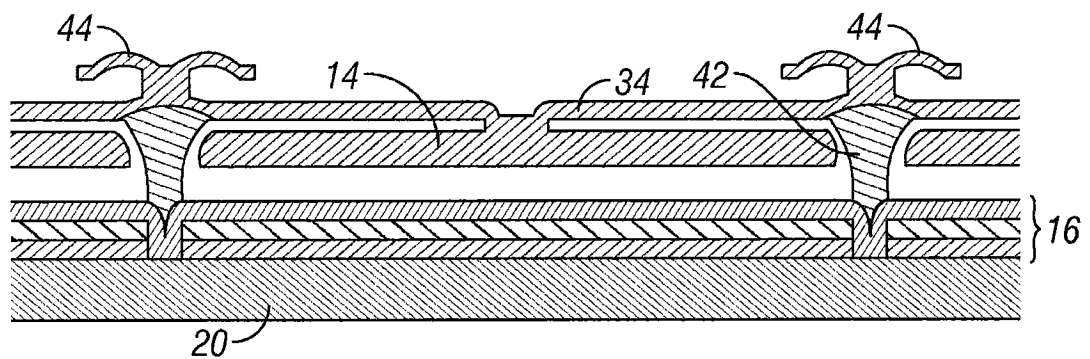


图 7E

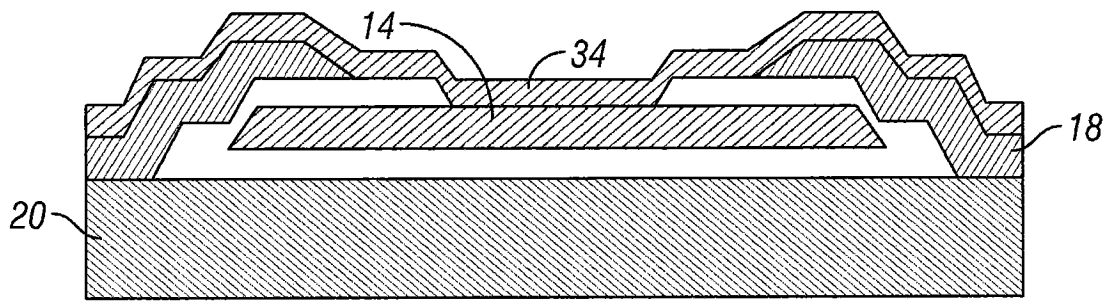


图 8

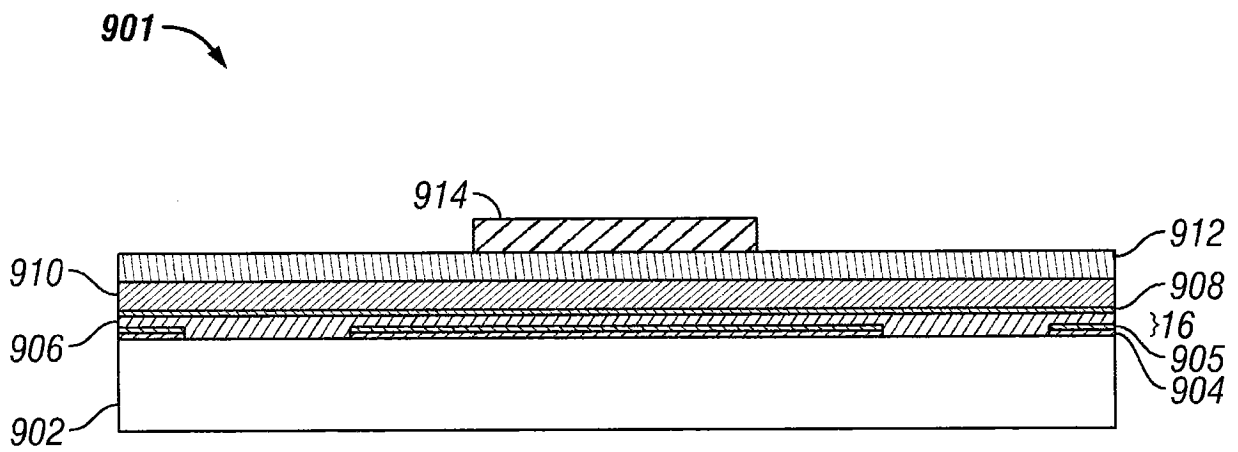


图 9A

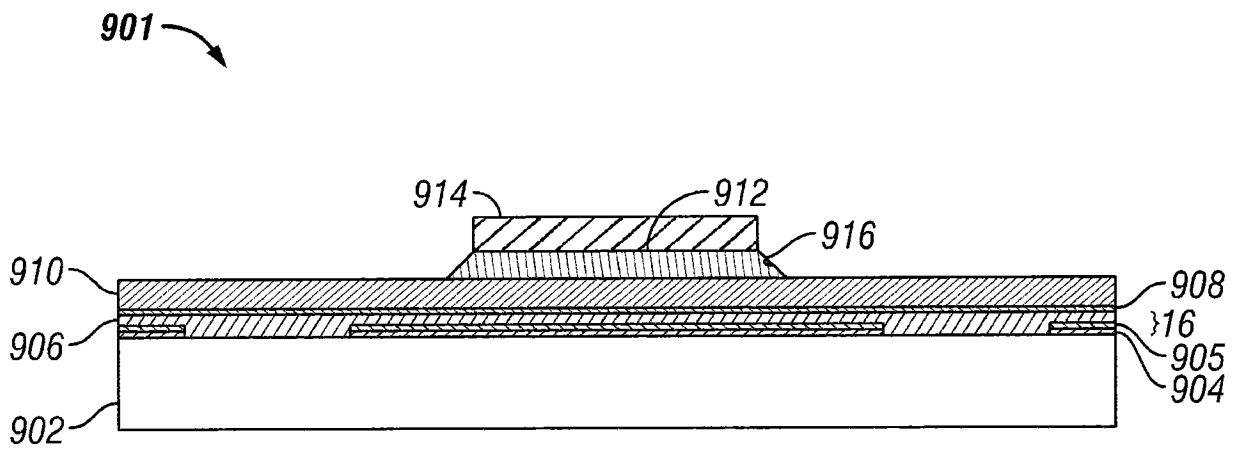


图 9B

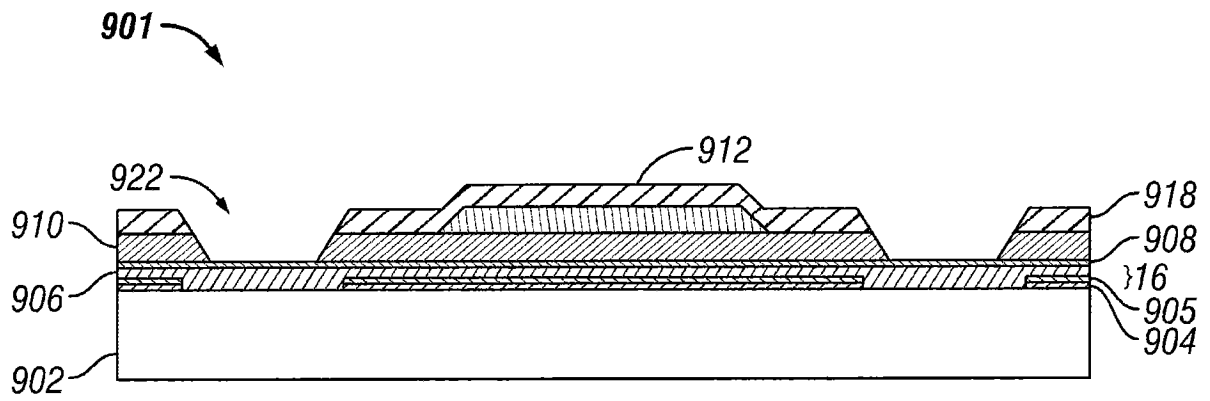


图 9C

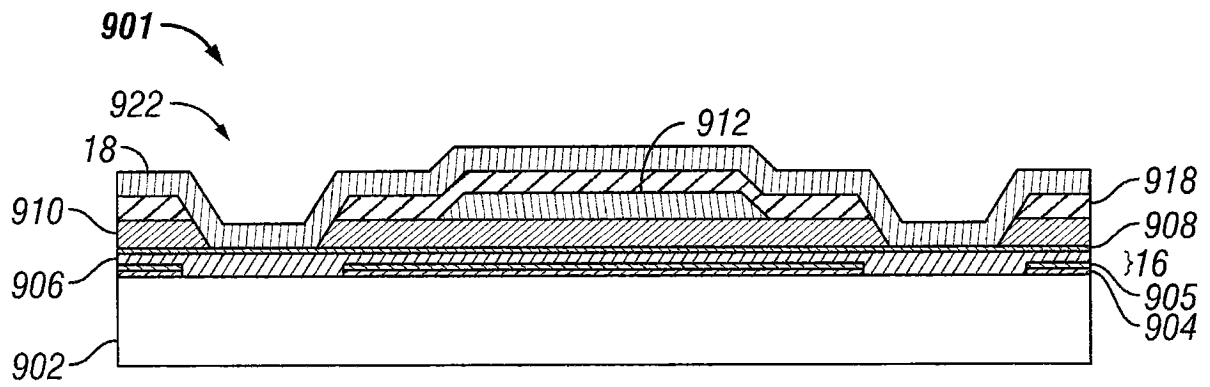


图 9D

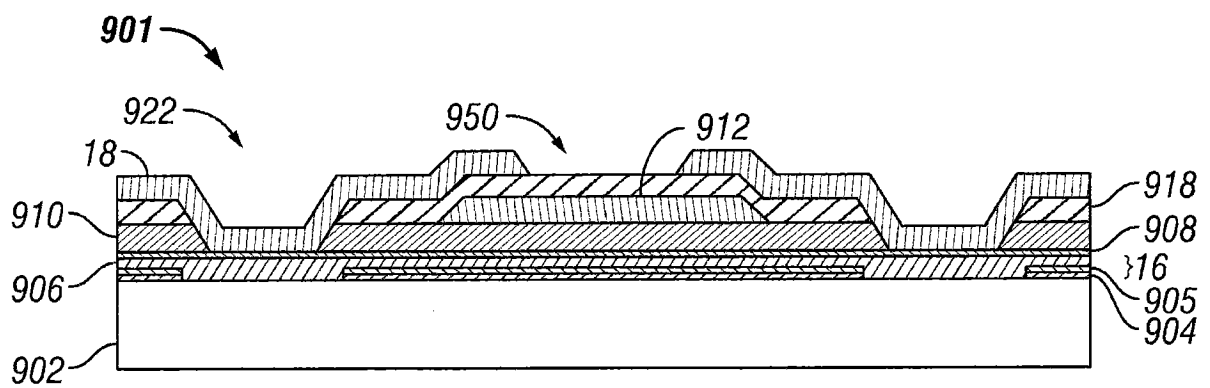


图 9E



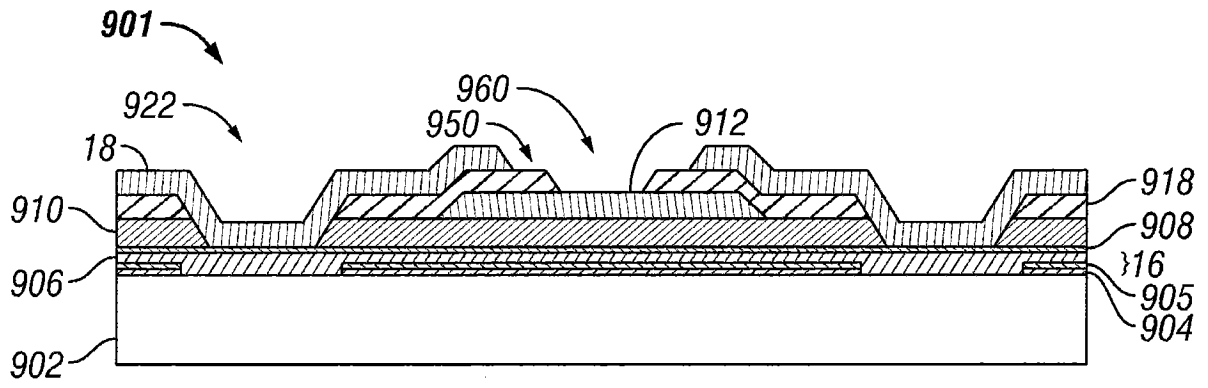


图 9F

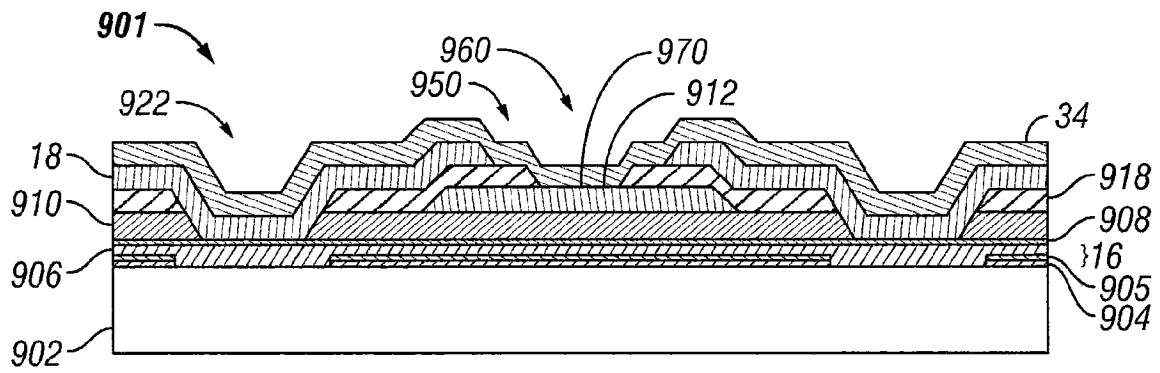


图 9G

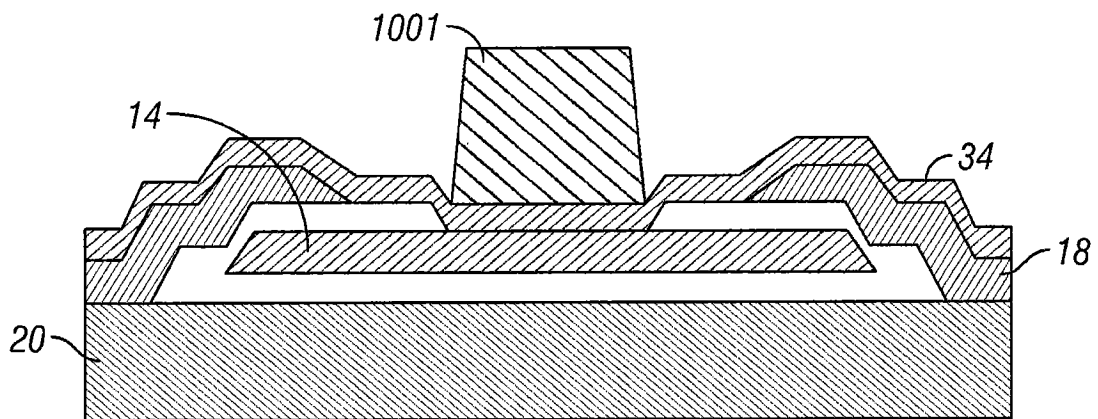


图 10

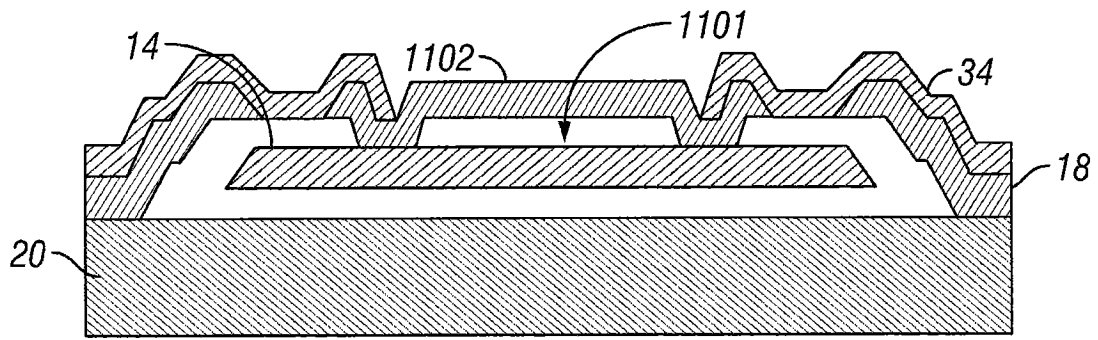


图 11

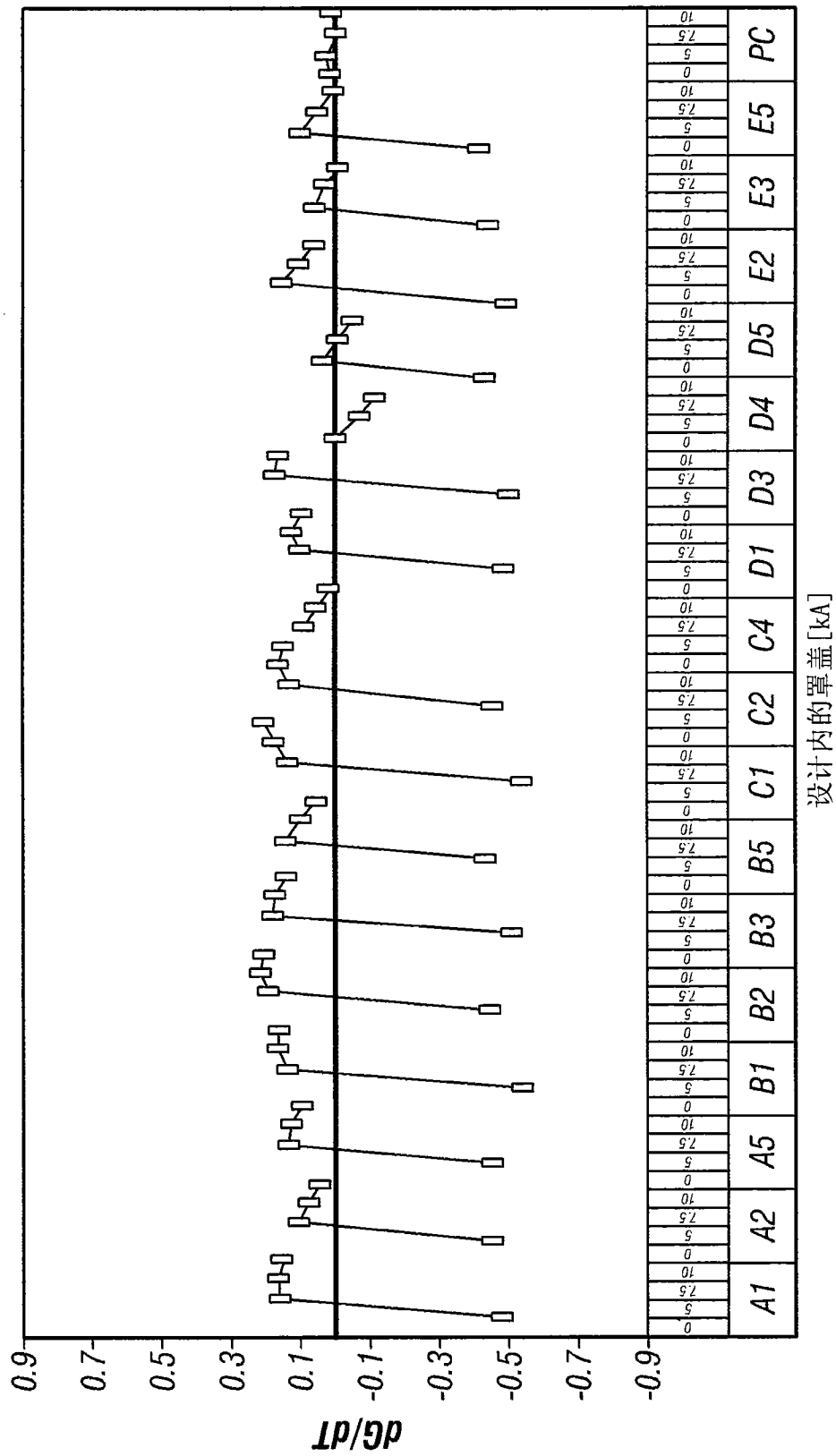


图 12A

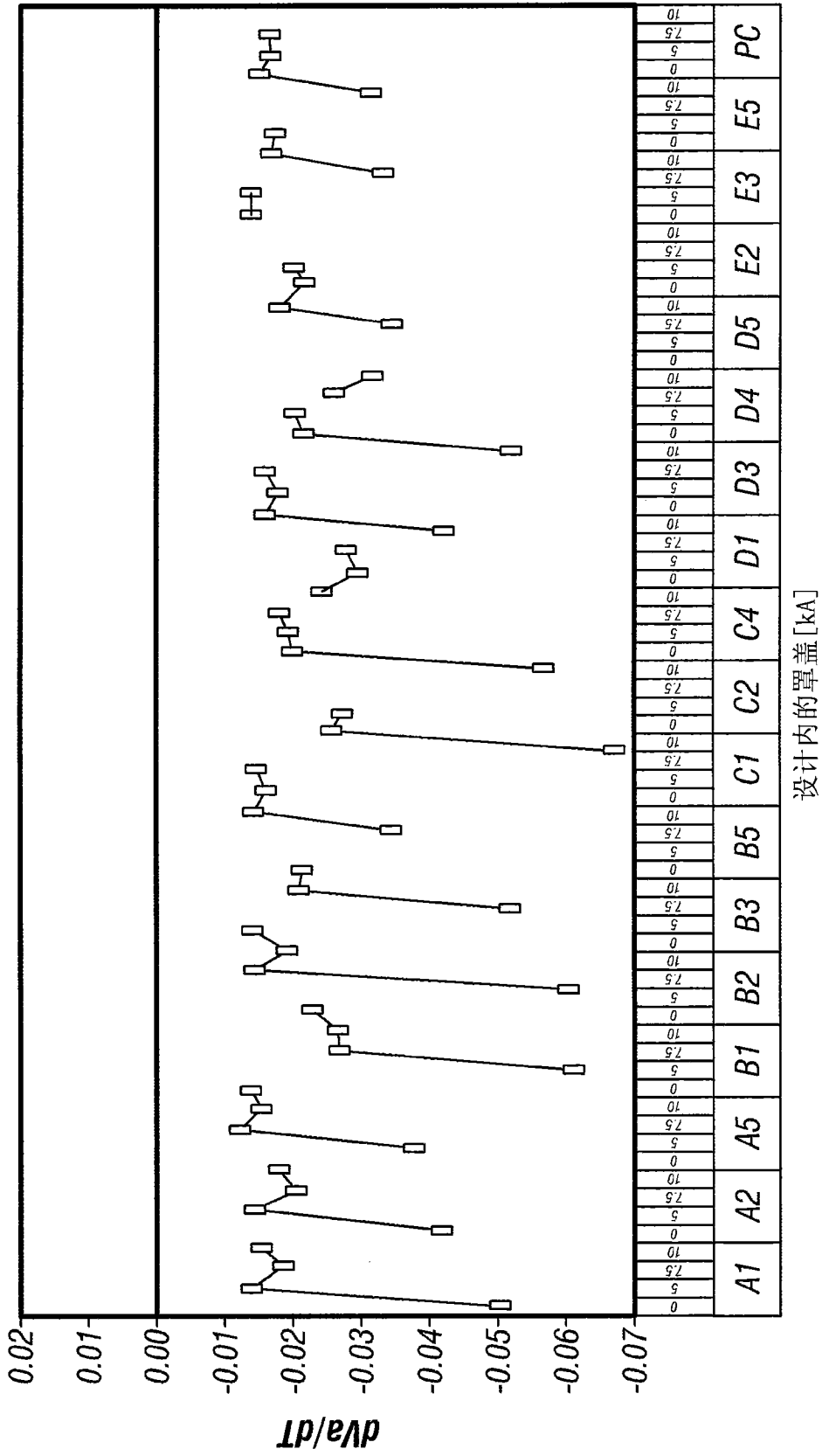


图 12B

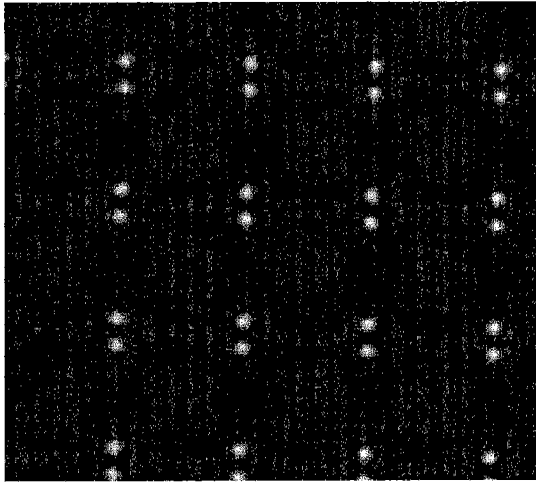


图 13A

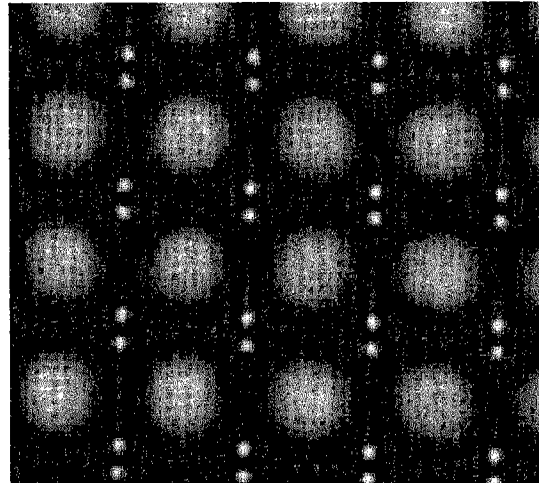


图 13B

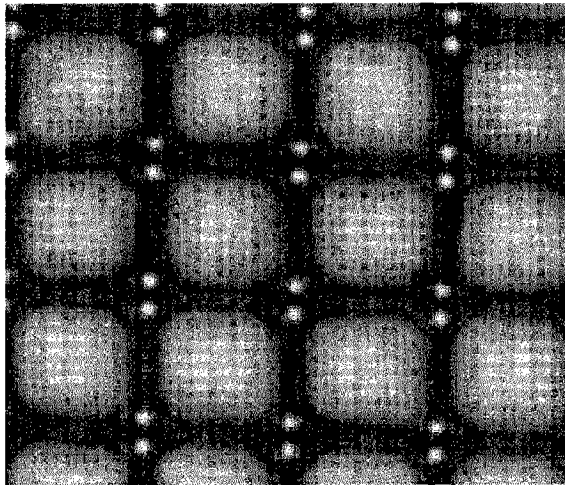


图 13C

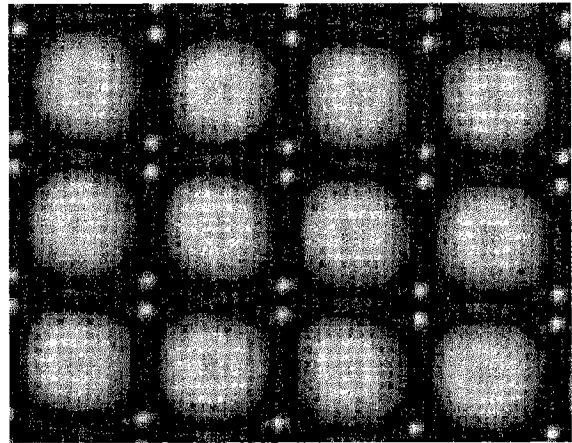


图 13D

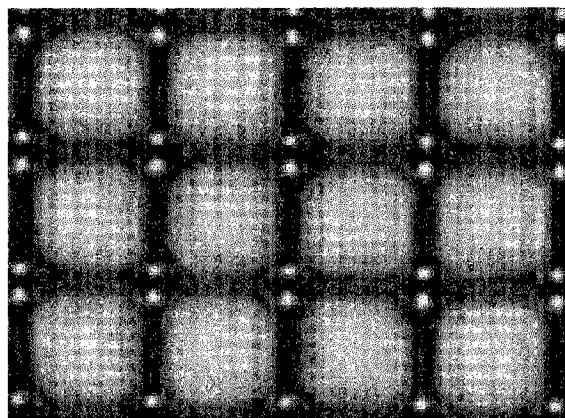


图 13E

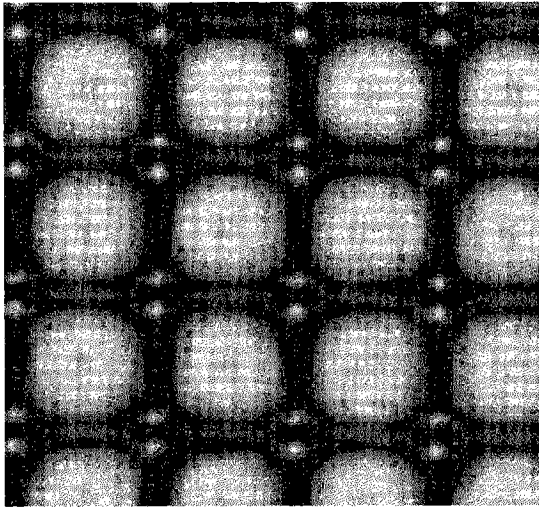


图 13F

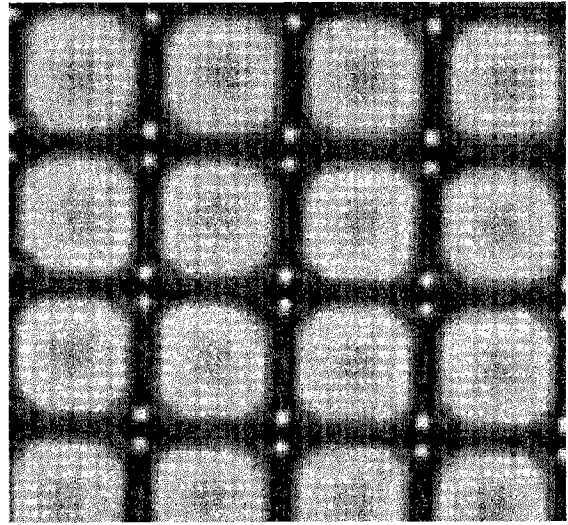


图 13G

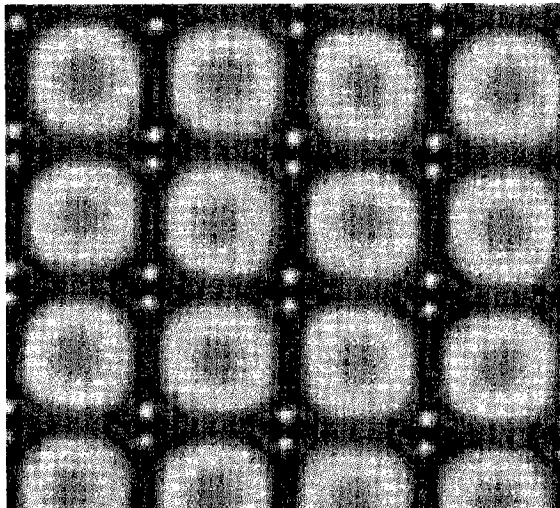


图 13H

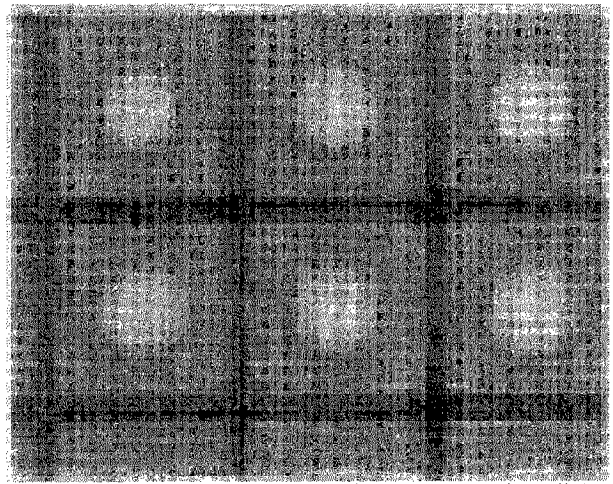


图 14A

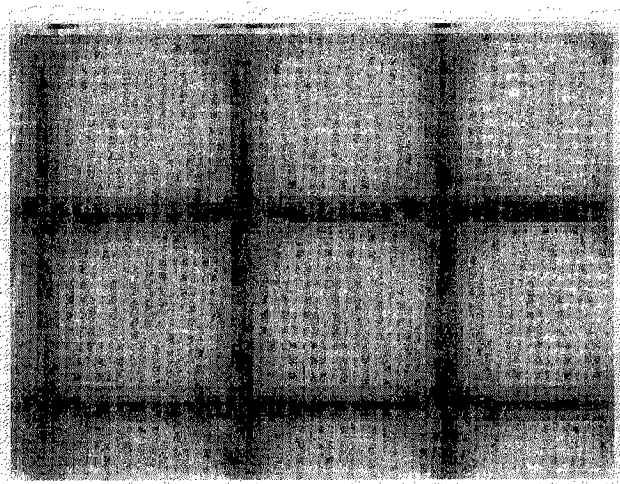


图 14B

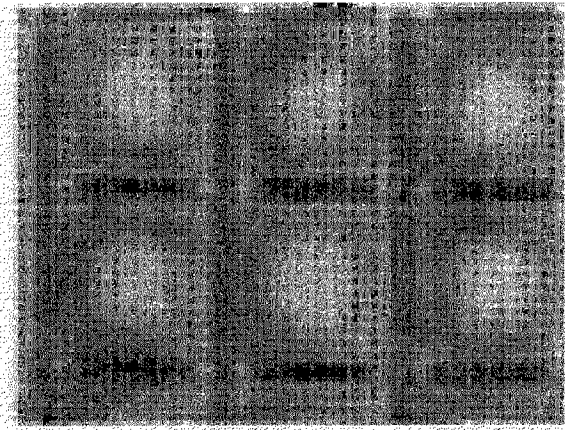


图 14C

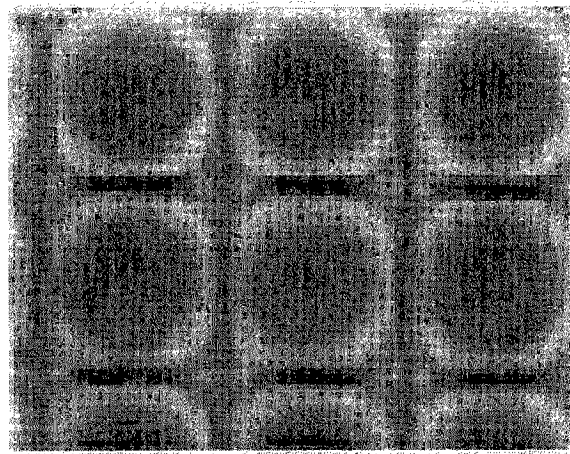


图 14D

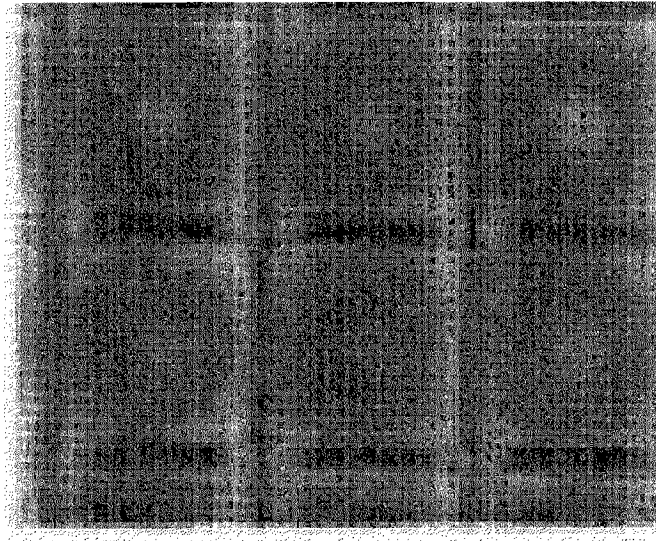


图 14E

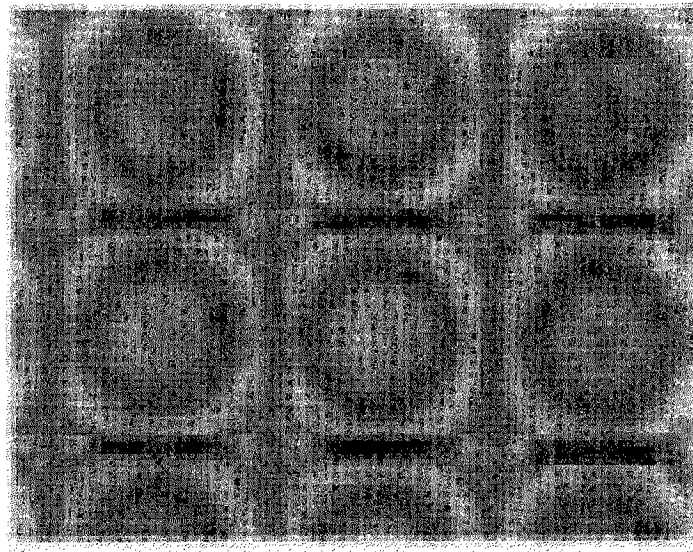


图 14F