

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580032126.6

[51] Int. Cl.

G02B 26/00 (2006.01)

B81B 3/00 (2006.01)

G01J 3/26 (2006.01)

[43] 公开日 2007年8月29日

[11] 公开号 CN 101027593A

[22] 申请日 2005.9.2

[21] 申请号 200580032126.6

[30] 优先权

[32] 2004.9.27 [33] US [31] 60/613,496

[32] 2005.6.17 [33] US [31] 11/155,379

[86] 国际申请 PCT/US2005/031693 2005.9.2

[87] 国际公布 WO2006/036470 英 2006.4.6

[85] 进入国家阶段日期 2007.3.23

[71] 申请人 IDC 公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 克拉伦斯·徐 董明孝

[74] 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司

代理人 王允方 刘国伟

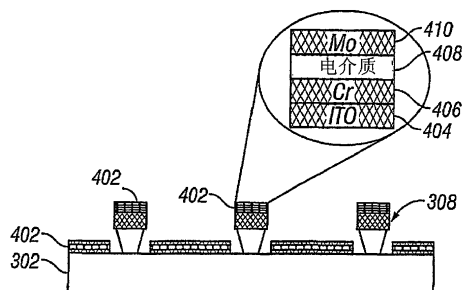
权利要求书 4 页 说明书 18 页 附图 15 页

[54] 发明名称

使用剥离处理技术制造干涉式调制器装置的方法

[57] 摘要

本揭示案的实施例包括使用剥离处理技术来制造干涉式装置的方法。在制造干涉式调制器的例如光学堆叠或弯曲层等各种层的过程中使用剥离处理，这有利地避免了与多种材料相关联的个别化的化学物质，所述材料与所述干涉式调制器的每一层相关联。另外，使用剥离处理还允许在可用于制造干涉式调制器的材料和设施两者方面具有更大的选择。



1. 一种制造干涉式调制器的方法，其包含：
使用至少第一图案化制造工艺在透明的衬底上形成光学堆叠；
在所述衬底上形成支撑结构；和
使用至少第二图案化制造工艺在所述光学堆叠和支撑结构上形成上镜面层；
其中通过所述光学堆叠的至少一个表面、所述支撑结构和所述上镜面层形成腔，
其中所述上镜面层的一部分进入所述腔中的移动以可控制且可预测的方式改变从
所述衬底的表面察觉到的光学特性，且其中所述第一和第二制造工艺中的至少一者
包含剥离工艺。
2. 根据权利要求1所述的方法，其中所述光学堆叠包含导体层、下镜面金属层和介电
层中的至少一者。
3. 根据权利要求2所述的方法，其中所述光学堆叠包含下镜面金属层。
4. 根据权利要求3所述的方法，其中至少所述下镜面金属层形成行电极。
5. 根据权利要求1所述的方法，其中在所述光学堆叠上形成所述上镜面层包含在所述
光学堆叠与所述上镜面层之间沉积牺牲层。
6. 根据权利要求5所述的方法，其进一步包含移除所述牺牲层的至少一部分以形成所
述腔。
7. 根据权利要求5所述的方法，其中所述剥离工艺包含将所述光学堆叠的至少一部分
连同所述牺牲层的至少一部分一起剥离。
8. 根据权利要求1所述的方法，其中所述上镜面层包含柔性的金属导体层。
9. 根据权利要求8所述的方法，其中至少所述上镜面层形成列电极。

10. 根据权利要求1所述的方法，其中所述第一和第二制造工艺包含剥离工艺。
11. 根据权利要求1所述的方法，其进一步包含形成成像应用。
12. 根据权利要求11所述的方法，其中所述成像应用包含平板显示器。
13. 根据权利要求12所述的方法，其中所述平板显示器是移动电子装置的一部分。
14. 根据权利要求11所述的方法，其中所述成像应用包含手持式计算机、个人数字助理、膝上型计算机、移动电话、手持式视频游戏装置、家用电器、电视机、计时器、电话亭和汽车计算装置中的至少一者。
15. 根据权利要求1所述的方法，其中所述剥离工艺包含形成大体上为T形的剥离模板。
16. 根据权利要求1所述的方法，其中所述剥离工艺包含使剥离模板图案化。
17. 根据权利要求16所述的方法，其中所述使所述剥离模板图案化包含在聚合物上沉积光致抗蚀剂。
18. 根据权利要求1所述的方法，其中所述剥离工艺包含湿式蚀刻以移除剥离模板。
19. 根据权利要求1所述的方法，其进一步包含在所述上镜面层上沉积可变形层。
20. 根据权利要求19所述的方法，其中在移除牺牲层之后，所述上镜面层从所述可变形层悬挂下来。
21. 一种由根据权利要求1所述的方法制成的干涉式调制器。
22. 一种包含由根据权利要求1所述的方法制成的干涉式调制器阵列的显示系统。
23. 根据权利要求22所述的显示系统，其进一步包含：
处理器，其与所述阵列形成电连通，所述处理器经配置以处理图像数据；和

存储器装置，其与所述处理器形成电连通。

24. 根据权利要求 23 所述的显示装置，其进一步包含经配置以将至少一个信号发送到所述阵列的驱动器电路。
25. 根据权利要求 24 所述的显示装置，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。
26. 根据权利要求 23 所述的显示装置，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。
27. 根据权利要求 26 所述的显示装置，其中所述图像源模块包含接收器、收发器和发射器中的至少一者。
28. 根据权利要求 23 所述的显示装置，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。
29. 一种制造干涉式调制器的方法，其包含：
 - 在衬底上形成剥离模板；
 - 在所述剥离模板上且在所述衬底上沉积第一材料层；
 - 在所述第一材料层上沉积第二材料层；和
 - 移除所述剥离模板以进而在所述第一材料层上形成包含所述第二材料层的图案化区域。
30. 根据权利要求 29 所述的方法，其中所述第一材料层包含氧化铟锡。
31. 根据权利要求 30 所述的方法，其中所述第二材料层包含选自由铬、钼和钛组成的群组的至少一种金属。
32. 根据权利要求 31 所述的方法，其中所述第二材料层包含钼。
33. 根据权利要求 31 所述的方法，其中所述第一材料层的厚度大于所述第二材料层的

厚度。

34. 根据权利要求 29 所述的方法，其进一步包含在所述第二材料层上沉积第三材料层。
35. 根据权利要求 34 所述的方法，其中所述第三材料层包含介电材料。
36. 根据权利要求 34 所述的方法，其进一步包含在所述第三材料层上沉积第四材料层。
37. 根据权利要求 36 所述的方法，其中所述第四材料层包含钼。
38. 一种由根据权利要求 29 所述的方法制成的干涉式调制器。
39. 一种制造干涉式调制器阵列的方法，其包含：
 - 使用剥离模板在衬底上形成多个正性图案化的光学堆叠和多个负性图案化的柱区域；和
 - 在所述负图案化的柱区域中形成多个柱结构。
40. 一种由根据权利要求 39 所述的方法制成的干涉式调制器阵列。
41. 一种制造显示装置的方法，其包含：
 - 沉积第一镜面层；
 - 在所述第一镜面层上沉积牺牲层；
 - 在所述牺牲层上形成剥离模板；
 - 在所述剥离模板上沉积第二镜面层；
 - 移除所述剥离模板，进而形成所述第二镜面层的图案化区域，且暴露所述牺牲层的一部分。
42. 一种由根据权利要求 41 所述的方法制成的显示装置。

使用剥离处理技术制造干涉式调制器装置的方法

技术领域

本发明的领域涉及微机电系统 (MEMS)，包括制造干涉式装置的领域。在某些实施例中，本发明涉及可用于扩展制造干涉式装置可用的可接受材料和设施的数目的制造处理技术。

背景技术

微机电系统 (MEMS) 包括微机械元件、激活器和电子元件。可使用沉积、蚀刻和/或其它蚀刻去除衬底和/或已沉积材料层的部分或者添加层以形成电装置和机电装置。微加工工艺来产生微机械元件。一种类型的 MEMS 装置称为干涉式调制器。如本文所使用，术语干涉式调制器或干涉式光调制器指的是一种使用光学干涉原理选择性地吸收且/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，其中之一或两者可能整体或部分透明且/或具有反射性，且能够在施加适当的电信号时进行相对运动。在特定实施例中，一个板可包含沉积在衬底上的固定层，且另一个板可包含由气隙与固定层分离的金属薄膜。如本文更详细描述，一个板相对于另一个板的位置可改变入射在干涉式调制器上的光的光学干涉。这些装置具有较广范围的应用，且在此项技术中，利用且/或修改这些类型装置的特性使得其特征可被发掘用于改进现有产品和创建尚未开发的新产品，将是有益的。

发明内容

本文描述的系统、方法和装置各具有若干方面，其中任何单个方面均不仅仅负责其期望的属性。在不限定本发明范围的情况下，现将简要论述其较突出的特征。考虑此论述之后，且尤其在阅读题为“具体实施方式”的部分之后，将了解本文描述的各种实施例如何提供优于其它方法和显示装置的优点。

一个实施例提供一种制造干涉式调制器的方法，其包括：使用至少第一图案化制造工艺在透明衬底上形成光学堆叠；以及在所述衬底上形成支撑结构。在此实施例中，所述方法还包括使用至少第二图案化制造工艺在所述光学堆叠和支撑结构上形成上镜面

层，其中通过所述光学堆叠的至少一个表面、所述支撑结构和所述上镜面层形成腔，其中将上镜面层的一部分移入所述腔中改变了以可控制且可预测的方式从衬底的表面察觉到的光学特性，且其中所述第一和第二制造工艺中的至少一者包括剥离工艺。另一实施例提供由所述方法制成的干涉式调制器。

另一实施例提供一种制造干涉式调制器的方法，其包括在衬底上形成剥离模板；以及在所述剥离模板上且在所述衬底上沉积第一材料层。在此实施例中，所述方法进一步包括在所述第一材料层上沉积第二材料层；以及移除剥离模板以进而在第一材料层上形成包含第二材料层的图案化区域。另一实施例提供由所述方法制成的干涉式调制器。

另一实施例提供一种制造干涉式调制器阵列的方法，其包括：使用剥离模板在衬底上形成多个正性图案化的光学堆叠和多个负性图案化的柱区域；以及在所述负图案化柱区域中形成多个柱结构。另一实施例提供由所述方法制成的干涉式调制器阵列。

另一实施例提供一种制造显示装置的方法，其包括：沉积第一镜面层；在所述第一镜面层上沉积牺牲层；以及在所述牺牲层上形成剥离模板。在此实施例中，所述方法进一步包括在所述剥离模板上沉积第二镜面层；以及移除剥离模板，进而形成第二镜面层的图案化区域，且暴露牺牲层的一部分。另一实施例提供由所述方法制成的显示装置。

另一实施例提供显示面板，其包括由上文所述的方法制成的干涉式调制器阵列。另一实施例提供一种显示装置，其包括所述显示面板，且还包括可与所述显示面板形成电连通的处理器，所述处理器经配置以处理图像数据；以及存储器装置，其与所述处理器形成电连通。

下文更详细地描述这些和其它实施例。

附图说明

现在将参考目的在于说明而非限制本发明的某些实施例的图式（并未按比例绘制）来描述本发明的这些和其它方面。

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。

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方框图。

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。

图 4 是可用于驱动干涉式调制器显示器的一组行和列电压的说明。

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。

图 5B 说明可用于对图 5A 的帧进行写入的行和列信号的一个示范性时序图。

图 6A 和图 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方框图。

图 7A 是图 1 的装置的横截面。

图 7B 是干涉式调制器的替代实施例的横截面。

图 7C 是干涉式调制器的另一替代实施例的横截面。

图 7D 是干涉式调制器的又一替代实施例的横截面。

图 7E 是干涉式调制器的额外替代实施例的横截面。

图 8 说明根据一个实施例的用于制造干涉式调制器（例如图 1 的调制器）的制造工艺的示范性流程图。

图 9A 和图 9B 分别说明使用图 8 的制造工艺实施例部分地制造的干涉式调制器的平面图和横截面图。

图 10A 和图 10B 分别说明使用图 8 的制造工艺实施例部分地制造的干涉式调制器的平面图和横截面图。

图 11A 和图 11B 分别说明使用图 8 的制造工艺实施例部分地制造的干涉式调制器的平面图和横截面图。

图 12A 说明使用图 8 的制造工艺实施例的部分地制造的干涉式调制器的平面图，且图 12B 和图 12C 说明其横截面图。

图 13A 和图 13B 分别说明使用图 8 的制造工艺实施例部分地制造的干涉式调制器的平面图和横截面图。

图 14A 和图 14B 分别说明使用图 8 的制造工艺实施例部分地制造的干涉式调制器的平面图和横截面图。

图 15A 说明使用图 8 的制造工艺实施例部分地制造的干涉式调制器的平面图。

图 15B 和图 15C 说明图 15A 的部分地制造的干涉式调制器的横截面图。

具体实施方式

以下详细描述针对本发明的某些特定实施例。然而，可以多种不同方式实施本发明。

在此描述内容中参考了附图，其中始终用相同的数字标号表示相同的部分。如从以下描述内容中将了解，可在经配置以显示图像（无论是运动中的（例如视频）还是静态的（例如，静止图像），且无论是文本还是图示）的任何装置中实施所述实施例。更具体地说，期望所述实施例可在多种电子装置中实施，或与多种电子装置相关，所述多种电子装置例如（但不限于）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、可携式摄像机、游戏控制台、腕表、时钟、计算器、电视监视器、平板显示器、计算机监视器、汽车显示器（例如，里程表显示器等）、座舱控制器和/或显示器、相机视图的显示（例如，车辆中后视相机的显示器）、电子照片、电子广告牌或标志、投影仪、建筑结构、封装和美学结构（例如，对一件珠宝的图像显示）。还可在非显示器应用（例如在电子切换装置）中使用具有与本文所述的那些结构类似的结构 MEMS 装置。

优选实施例涉及将剥离处理方法应用于制造干涉式调制器。

图 1 中说明包含干涉式 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，像素处于亮或暗状态。在亮（“接通”或“打开”）状态下，显示元件将入射可见光的大部分反射到用户。当处于暗（“断开”或“关闭”）状态下时，显示元件将很少的入射可见光反射到用户。依据实施例而定，可颠倒“接通”和“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处反射，从而允许显示除黑和白之外的色彩显示。

图 1 是描绘视觉显示器的一连串像素中的两个邻近像素的等角视图，其中每个像素均包含 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。每个干涉式调制器均包括一对反射层，其定位在距彼此可变且可控制的距离处，以形成具有至少一个可变尺寸的谐振光学腔。在一个实施例中，可在两个位置之间移动所述反射层中的一者。在第一位置（本文称为松弛位置）中，可移动反射层定位在距固定的部分反射层相对较大的距离处。在第二位置（本文称为激活位置）中，可移动反射层定位成更接近地邻近部分反射层。视可移动反射层的位置而定，从两个层反射的入射光相长地或相消地进行干扰，从而产生每个像素的整体反射或非反射状态。

图 1 中的像素阵列的所描绘部分包括两个邻近的干涉式调制器 12a 和 12b。在左边的干涉式调制器 12a 中，说明可移动反射层 14a 处于松弛位置，距光学堆叠 16a 预定距离，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，说明可移动反射层 14b 处于邻近光学堆叠 16b 的激活位置中。

如本文所参考，光学堆叠 16a 和 16b（共同称为光学堆叠 16）通常由几个熔合层组成，所述熔合层可包括电极层（例如氧化铟锡（ITO））、部分反射层（例如铬）和透明电介质。因此，光学堆叠 16 导电，部分透明且部分反射，且可（例如）通过将一个或一个以上上述层沉积到透明衬底 20 上来制造。在一些实施例中，所述层经图案化成多个平行条带，且如下文进一步所述，可在显示装置中形成行电极。可移动反射层 14a, 14b 可形成为沉积金属层的一连串平行条带（与 16a, 16b 的行电极正交），所述金属层沉积在柱 18 和沉积于柱 18 之间的介入牺牲材料的顶部上。当将牺牲材料蚀刻掉时，可移动反射层 14a, 14b 与光学堆叠 16a, 16b 相隔界定的间隙 19。例如铝的具有高度导电性和反射性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。

在无施加电压的情况下，腔 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，如图 1 中的像素 12a 所说明。然而，当将电位差施加到选定的行和列时，形成于对应像素处的行和列电极的交叉处的电容器被充电，且静电力将所述电极拉到一起。如果电压足够高，那么可移动反射层 14 发生变形且被迫抵靠光学堆叠 16。光学堆叠 16 内的介电层（此图中未说明）可防止短路并控制层 14 与 16 之间的间隔距离，如图 1 中右边的像素 12b 所说明。不管所施加的电位差的极性如何，所述行为均是相同的。以此方式，可控制反射状态对非反射像素状态的行/列激活在许多方面与常规 LCD 和其它显示器技术中所使用的行/列激活类似。

图 2 到图 5B 说明在显示器应用中使用干涉式调制器阵列的一个示范性工艺和系统。

图 2 是说明可并入有本发明的多个方面的电子装置的一个实施例的系统方框图。在示范性实施例中，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。如在此项技术中常规的做法，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，处理器还可经配置以执行一个或一个以上软件应用程序，包括 web 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。

在一个实施例中，处理器 21 还经配置以与阵列驱动器 22 形成电连通。在一个实施例中，阵列驱动器 22 包括行驱动器电路 24 和列驱动器电路 26，其两者向显示阵列或面板 30 提供信号。由图 2 中的线 1-1 展示图 1 中所说明的阵列的横截面。对于 MEMS 干涉式调制器来说，行/列激活协议可利用图 3 中所说明的这些装置的滞后特性。其可能需要（例如）10 伏的电位差来促使可移动层从松弛状态变形到激活状态。然而，当电压从所

述值减小时,可移动层在电压降回到 10 伏以下时保持其状态。在图 3 的示范性实施例中,可移动层直到电压下降到 2 伏以下时才完全松弛。因此在图 3 中所说明的实例中存在约 3 V 到 7 V 的电压范围,在所述范围内存在所施加电压的窗口,在所述窗口内,装置在松弛或激活状态下均是稳定的。此窗口在本文称为“滞后窗口”或“稳定窗口”。对于具有图 3 的滞后特性的显示阵列来说,可设计行/列激活协议,使得在行选通期间,选通行中待激活的像素暴露于约 10 伏的电压差,且待松弛的像素暴露于接近零伏的电压差。在选通后,像素暴露于约 5 伏的稳定状态电压差,使得它们保持在行选通将它们置于的任何状态中。在写入后,每个像素均经历在此实例中为 3-7 伏的“稳定窗口”内的电位差。在激活或松弛预存在状态下,此特征使图 1 中所说明的像素设计在相同的施加电压条件下均是稳定。由于干涉式调制器的每个像素(无论处于激活状态还是松弛状态)在本质上为由固定和移动的反射层形成的电容器,所以可在几乎无功率消耗的情况下,在滞后窗口内的电压下保持此稳定状态。如果所施加的电位固定,那么实质上无电流流入像素中。

在典型应用中,可通过根据第一行中的所需组的激活像素确认列电极组来创建显示帧。接着,将行脉冲施加到行 1 电极,从而激活对应于所确认的列线的像素。接着,将所确认组的列电极改变为对应于第二行中的所需组的激活像素。接着,将脉冲施加到行 2 电极,从而根据所确认的列电极而激活行 2 中的适当像素。行 1 像素不受行 2 脉冲影响,且保持在它们在行 1 脉冲期间被设定成的状态中。这可能以循序方式对整串行重复此过程以产生帧。通常,通过以每秒某一所需数目的帧的速度连续重复此过程来用新的显示数据刷新和/或更新所述帧。用于驱动像素阵列的行和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。

图 4、5A 和 5B 说明用于在图 2 的 3×3 阵列上产生显示帧的一个可能的激活协议。图 4 说明可用于显示出图 3 的滞后曲线的像素的一组可能的列和行电压电平。在图 4 实施例中,激活像素涉及将适当的列设定为 $-V_{\text{bias}}$, 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 $+V_{\text{bias}}$ 且将适当的行设定为同一 $+\Delta V$, 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 $+V_{\text{bias}}$ 还是 $-V_{\text{bias}}$, 像素均稳定在它们初始处于的任何状态中。如图 4 中还说明, 将了解, 可使用与上文所述的那些电压具有相反极性的电压, (例如) 激活像素可涉及将适当的列设定为 $+V_{\text{bias}}$, 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 $-V_{\text{bias}}$ 且将适当的行设定为同一 $-\Delta V$, 从而在像素上产生零伏电位差, 来实现释放所述像

素。

图 5B 是展示施加到图 2 的 3×3 阵列的一连串行和列信号的时序图，所述串行和列信号将导致图 5A 中所说明的显示布置，其中所激活的像素是非反射性的。在写入图 5A 中所说明的帧之前，像素可处于任何状态，且在此实例中，所有的行均处于 0 伏，且所有的列均处于 +5 伏。在这些所施加的电压的情况下，所有的像素均稳定在它们现有的激活或松弛状态中。

在图 5A 的帧中，激活像素(1,1)、(1,2)、(2,2)、(3,2)和(3,3)。为了实现此目的，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。这不改变任何像素的状态，因为所有的像素均保持在 3-7 伏的稳定窗口中。接着，用从 0，达到 5 伏且回到零的脉冲来选通行 1。这激活 (1,1) 和 (1,2) 像素并松弛 (1,3) 像素。阵列中的其它像素均不受影响。为了根据需要设定行 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 的同一选通将接着激活像素 (2,2)，并松弛像素 (2,1) 和 (2,3)。同样，阵列中的其它像素均不受影响。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。如图 5A 中所示，行 3 选通设定行 3 像素。在写入所述帧后，行电位为零，且列电位可保持在 +5 伏或 -5 伏，且显示器接着稳定在图 5A 的布置中。将了解，同一程序可用于具有数十或数百个行和列的阵列。还将了解，用于实施行和列激活的电压的时序、序列和电平可在上文概述的一般原理内广泛地变化，且上文的实例仅仅是示范性的，且任何激活电压方法都可与本文所述的系统和方法一起使用。

图 6A 和 6B 是说明显示装置 40 的实施例的系统方框图。显示装置 40 可为（例如）蜂窝式或移动电话。然而，显示装置 40 的相同组件或其微小变化还说明各种类型的显示装置，例如电视机和便携式媒体播放器。

显示装置 40 包括外壳 41、显示器 30、天线 43、扬声器 44、输入装置 48 和麦克风 46。通常根据所属领域的技术人员众所周知的多种制造工艺（包括注射成型和真空成型）来形成外壳 41。另外，外壳 41 可由多种材料中的任何一种形成，所述材料包括（但不限于）塑料、金属、玻璃、橡胶和陶瓷或其组合。在一个实施例中，外壳 41 包括可去除部分（未图示），其可与具有不同色彩或含有不同标志、图片或符号的其它可去除部分互换。

如本文所述，示范性显示装置 40 的显示器 30 可为多种显示器中的任何一种，包括双稳态显示器。在其它实施例中，显示器 30 包括：平板显示器，例如等离子、EL、OLED、STN LCD 或 TFT LCD，如上文所述；或非平板显示器，例如 CRT 或其它显像管装置（tube

device), 如所属领域的技术人员众所周知。然而, 出于描述本实施例的目的, 如本文所述, 显示器 30 包括干涉式调制器显示器。

图 6B 中示意性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, 且可包括至少部分被封围在所述外壳 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 包括网络接口 27, 所述网络接口 27 包括耦合到收发器 47 的天线 43。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 又耦合到显示阵列 30。如特定示范性显示装置 40 设计所要求, 电源 50 向所有的组件提供电力。

网络接口 27 包括天线 43 和收发器 47, 使得示范性显示装置 40 可通过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减轻对处理器 21 的要求。天线 43 可为所属领域的技术人员已知的用于发射和接收信号的任何天线。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)) 来发射并接收 RF 信号。在另一实施例中, 天线根据 BLUETOOTH 标准来发射并接收 RF 信号。在蜂窝式电话的情况下, 将天线设计为接收 CDMA、GSM、AMPS 或用于在无线手机网络(wireless cell phone network)内通信的其它已知信号。收发器 47 对从天线 43 接收到的信号进行预处理, 使得它们可由处理器 21 接收并由处理器 21 进一步操纵。收发器 47 还对从处理器 21 接收到的信号进行处理, 使得它们可经由天线 43 从示范性显示装置 40 发射。

在替代实施例中, 收发器 47 可被接收器代替。在又一替代实施例中, 网络接口 27 可被图像源代替, 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光盘(DVD)或硬盘驱动器, 或产生图像数据的软件模块。

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 接收数据, 例如来自网络接口 27 或图像源的经压缩图像数据, 并将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。接着, 处理器 21 将经处理的数据发送到驱动器控制器 29 或发送到帧缓冲器 28 以供存储。原始数据通常是指识别图像内的每个位置处的图像特征的信息。举例来说, 此类图像特征可包括色彩、饱和度和灰度级。

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 通常包括放大器和滤波器，其两者用于将信号发射到扬声器 45，或用于从麦克风 46 接收信息。调节硬件 52 可为示范性显示装置 40 内的离散组件，或可并入到处理器 21 或其它组件内。

驱动器控制器 29 直接从处理器 21 或从帧缓冲器 28 取得由处理器 21 产生的原始图像数据，且适当地重新格式化所述原始图像数据以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类光栅格式的数据流，使得其具有适合于在显示阵列 30 上进行扫描的时间顺序。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）通常与系统处理器 21 相关以作为独立集成电路（IC），但是可以很多方式来实施此类控制器。它们可作为硬件嵌入处理器 21 中，作为软件嵌入处理器 21 中，或与阵列驱动器 22 完全集成在硬件中。

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，并将视频数据重新格式化为一组平行波形，所述波形以每秒多次的速度被施加到来自显示器的 x-y 像素矩阵中的数百个且有时数千个引线。

在一个实施例中，驱动器控制器 29、阵列驱动器 22 和显示阵列 30 适合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 为常规显示器控制器或双稳态显示器控制器（例如，干涉式调制器控制器）。在另一实施例中，阵列驱动器 22 为常规驱动器或双稳态显示器驱动器（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。此类实施例在例如蜂窝式电话、手表和其它小面积显示器的高度集成系统中较为常见。在又一实施例中，显示阵列 30 为典型的显示阵列或双稳态显示阵列（例如，包括干涉式调制器阵列的显示器）。

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 包括键区（例如 QWERTY 键盘或电话键区）、按钮、开关、触敏屏幕、压敏或热敏薄膜。在一个实施例中，麦克风 46 为示范性显示装置 40 的输入装置。当使用麦克风 46 将数据输入到装置时，用户可提供语音命令，以用于控制示范性显示装置 40 的操作。

电源 50 可包括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 为可再充电电池，例如镍镉电池或锂离子电池。在另一实施例中，电源 50 为可再生能源、电容器或太阳能电池，包括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 经配置以从壁式插座接收电力。

如上文所述，在一些实施中，控制可编程性驻存在驱动器控制器中，驱动器控制器可位于电子显示系统中的几个位置中。在一些情况下，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可在任何数目的硬件和/或软件组件且以各种配置实施上文所述的优化。

根据上文所陈述的原理来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-7E 说明可移动反射层 14 和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 沉积在正交延伸的支撑件 18 上。在图 7B 中，可移动反射层 14 在系链 (tether) 32 上仅在角落处附接到支撑件。在图 7C 中，可移动反射层 14 从可变形层 34 悬挂下来，可变形层 34 可包含柔性材料。可变形层 34 直接或间接连接到围绕可变形层 34 的周长的衬底 20。这些连接在本文称为支撑柱。图 7D 中所说明的实施例具有支撑柱插塞 42，可变形层 34 搁置在支撑柱插塞 42 上。如图 7A-7C 中，可移动反射层 14 保持悬挂在腔上方，但可变形层 34 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。而是，支撑柱由平坦化材料形成，所述平坦化材料用于形成支撑柱插塞 42。图 7E 中所说明的实施例是基于图 7D 中所示的实施例的，但还可适用于与图 7A-7C 中所说明的实施例中的任何一者以及未图示的额外实施例合作。在图 7E 中所示的实施例中，已经使用金属或其它导电材料的外加层来形成总线结构 44。这允许信号沿着干涉式调制器的背面进行路由，从而消除了许多原本可能必须形成于衬底 20 上的电极。

在例如图 7 中所示的那些实施例的实施例中，干涉式调制器充当直接观看装置，其中从透明衬底 20 的前侧观看图像，所述前侧与上面布置有调制器的一侧相对。在这些实施例中，反射层 14 在反射层的与衬底 20 相对的侧上光学地遮蔽干涉式调制器的一些部分，包括可变形层 34。这允许在不负面地影响图像质量的情况下对被遮蔽的区域进行配置和操作。所述遮蔽允许图 7E 中的总线结构 44，其提供使调制器的光学特性与调制器的机电特性（例如定址和由所述定址导致的移动）分离的能力。此可分离的调制器结构允许选择用于调制器的机电方面和光学方面的结构设计和材料且使其彼此独立地起作用。此外，图 7C-7E 中所示的实施例具有从使反射层 14 的光学特性与其机械特性解耦中获得的额外益处，所述解耦由可变形层 34 来执行。这允许用于反射层 14 的结构设计和材料在光学特性方面被优化，且用于可变形层 34 的结构设计和材料在所需的机械特性方面被优化。

值得注意的是，虽然干涉式调制器（例如干涉式调制器 12a 和 12b）通常是光学装置，但工业上在其制造过程中使用一般的半导体制造技术。因此，对于许多材料移除技术来说，某些所需的金属或其它材料层可能被认为是“外来物”，常对应于许多外来的或至少

不同的化学物质的使用。在某些情况下，引入对应于一个或一个以上所需的外来材料或其它材料的新的移除性化学物质可能会在制造过程中引起负面的连锁反应，或可能会在许多半导体制造设施中完全不可用。

因此，本揭示案的实施例包括一种使用剥离处理技术来制造干涉式装置的方法。术语“剥离处理”包括其广泛普通且习惯的含义，包括导致衬底表面上的图案的界定的制造工艺（无需对材料进行蚀刻以保持在产品中），其一般可用于图案化例如金的难以蚀刻的金属的几何形状。在剥离处理中，在经图案化的底层材料（例如，光致抗蚀剂）上沉积材料，且接着通过溶解所述底层材料来在选定区域中将其剥离。在剥离处理期间形成的经图案化的底层材料在本文可被称作剥离图案或剥离模板。

根据一实施例，在制造干涉式调制器的各个层（干涉式调制器干涉式调制器 12a 和 12b 的例如图 1 的光学堆叠的层 16a、16b 和/或可移动层 14a、14b）的过程中分别使用剥离处理，这有利地避免了与材料的沉积和图案界定相关的个别化的化学物质，所述材料与所述干涉式调制器的每一层相关。使用剥离处理还可减少制造步骤的数目，进而在成本和通常制造复杂性方面产生功效。另外，使用剥离处理可允许在可用于制造干涉式调制器的材料和设施两者的选择方面具有更大的灵活性。

图 8 说明用于制造例如图 1 的干涉式调制器 12a 和 12b 的干涉式调制器的至少一部分的制造工艺 200 的示范性流程图。如图 8 中所示，制造工艺 200 包括方框 202，其中在商业上可从各种卖主购得的优选为清洁透明的衬底组合件上形成剥离图案。在所说明的实施例中，所述衬底是玻璃，但还可使用例如塑料的其它衬底。在一实施例中，通过沉积可光图案化（photo-patternable）或不可光图案化的例如聚酰亚胺释放层（PiRL）的第一剥离材料来形成剥离图案。接着用光致抗蚀剂覆盖所沉积的第一剥离材料。所述光致抗蚀剂提供图案几何形状，且第一剥离材料和光致抗蚀剂相应地图案化以形成剥离模板。使用通过利用额外的光致抗蚀剂层而进行图案化的 PiRL 层的处理技术商业上可从（例如）MO, Rolla 的 Brewer Science 公司购得。然而，所属领域的技术人员根据本文的揭示内容将了解，可使用其它剥离材料。举例来说，可使用例如商业上可从 Futurex Corporation 购得的可图案化剥离材料的单层可图案化剥离材料来有利地形成剥离图案。剥离模板的厚度优选大于随后沉积在所述剥离模板上的层，以促进溶剂进入和随后的剥离模板的移除。举例来说，在某些实施例中，剥离模板的厚度在从约 1,500 Å 到约 50,000 Å 的范围内，且在某些实施例中，可在从约 20,000 Å 到约 30,000 Å 的范围内。

制造工艺 200 还包括方框 204，其中形成光学堆叠层。在一实施例中，通过将一个

或一个以上材料层沉积在衬底组合件上且沉积在剥离模板上而形成光学堆叠层。剥离处理可用于在光学堆叠中单独形成个别层中的每一者，或优选可用于在光学堆叠内形成多个层。举例来说，在所说明的实施例中，光学堆叠包括导体层、下镜面金属层和介电层。可在光学堆叠上沉积额外的材料层。举例来说，在所说明的实施例中，牺牲层沉积在光学堆叠上，且随后与光学堆叠一起经受剥离处理。整个堆叠中的所述层中的每一层的厚度可以彼此相同，或（如下文所说明）彼此不同。

在一实施例中，导体层为实质上透明的材料，优选包含氧化铟锡（ITO）。通常通过考虑显示器中的行的导电性规格、材料的光学透射质量等来选择透明导体层的厚度。在优选实施例中，透明导体层的厚度在约 200 埃（Å）到约 1000 Å 的范围内。举例来说，在所说明的实施例中，透明导体层具有约 500 Å 的厚度。所属领域的技术人员根据本文的揭示内容将了解，可有利地使用其它材料（包括氧化锌）来制造导体层。

在一实施例中，下镜面金属层包含铬（Cr）层。通常通过考虑材料的光学透明度或其它光学特征来选择下镜面层的厚度。因此，在优选实施例中，镜面层的厚度优选在约 30 Å 到约 150 Å 的范围内以使其变为可部分透射。举例来说，在所说明的实施例中，镜面层具有约 70 Å 的厚度。因此，在此实施例中，ITO 透明导体层的厚度（约 500 Å）大于铬镜面层的厚度（约 70 Å）。所属领域的技术人员根据本文的揭示内容将了解，除了 Cr 之外，或作为 Cr 的替代，下镜面金属层可包含其它材料，包括钼（Mo）、钛（Ti）和/或钨（W）。

在一实施例中，介电层包含二氧化硅（SiO₂）层。通常通过考虑处于偏置位置中的调制器的所需色彩来选择介电层的厚度。因此，在优选实施例中，介电层的厚度在约 100 Å 到约 2,500 Å 的范围内。举例来说，在所说明的实施例中，介电层具有约 700 Å 的厚度。所属领域的技术人员根据本文的揭示内容将了解，介电层可包括多个子层，在此情况下，所述介电层可被称作介电堆叠。介电层可包括各种介电材料，例如氮化硅（SiN）、氧化铝（Al₂O₃）和氧化硅（SiO_x），可单独包括其每一者，或包括其组合（例如，在子层中）。

在所说明的实施例中，牺牲层包含钼（Mo）层。通常通过考虑处于未激活位置中的调制器的所需色彩，且通过考虑用于移除牺牲层的制造工艺（例如，干式蚀刻）来选择牺牲层的厚度，如下文将论述。在优选实施例中，牺牲层的厚度在约 400 Å 到约 6,000 Å 的范围内。举例来说，在所说明的实施例中，牺牲层具有约 2,000 Å 的厚度。所属领域的技术人员根据本文的揭示内容将了解，除了钼之外或作为钼的替代，牺牲层可包括一种或一种以上其它可易于移除的材料，例如硅（Si）、钛（Ti）、钨（W）和锗（G）。

所属领域的技术人员根据本文的揭示内容将了解，至少部分针对前述光学堆叠层与实质上透明的衬底的粘附力和/或鉴于在形成剥离图案之后剩余碎片的可能性来选择前述光学堆叠层中的某些或所有光学堆叠层。另外，可从可在不实质上负面地影响有机剥离结构的温度下沉积的材料中有利地选择光学堆叠层。举例来说，在一个实施例中，在约 250°C 或更低的温度下沉积光学堆叠的材料。

制造工艺 200 还包括方框 206，其中使用剥离工艺来使光学堆叠图案化。如根据本文的揭示内容在此项技术中通常所了解的那样，剥离工艺包含使用化学物质，所述化学物质与在（例如）光学堆叠层下形成剥离模板的剥离材料中的某些或所有剥离材料起反应和/或将所述剥离材料溶解。通过移除剥离材料，剥离材料上方的光学堆叠层的材料不再附着，且与废弃的化学物质一起浮离或“剥”离衬底组合件。在光学堆叠上形成的其它层（例如牺牲层）可与光学堆叠一起被剥离。因此，所述剥离工艺通过使用已知的化学物质有利地提供对多个不同的且可能是外来的层的图案化。可以各种方式来实现剥离材料的移除。举例来说，可将剥离材料暴露于液体、气体或汽状剥离化学物质，其与剥离材料起反应和/或将剥离材料溶解，随后进行冲洗以移除不再附着的材料。优选以液体形式来施加剥离化学物质，这在本文被称作湿式蚀刻剥离。

在优选实施例中，剩余的经图案化的层形成例如干涉式调制器 12a 和 12b 的调制器的行电极、光学堆叠和牺牲层。

制造工艺 200 还包括方框 208，其中形成例如柱 18 的支撑结构。举例来说，在所说明的实施例中，柱 18 的材料包含可图案化或不可图案化的正性或负性光致抗蚀剂。在一个实施例中，沉积最上层光致抗蚀剂，且使用适当对准的光罩来从最上层开始对材料进行图案化。例如化学机械平坦化（CMP）的平坦化技术可用于移除多余的光致抗蚀剂和/或材料。在替代实施例中，可使用后部暴露来对后部光致抗蚀剂进行图案化（衬底组合件优选为透明），且光学堆叠图案有利地形成适当的对准（遮罩）。在此实施例中，还可使用 CMP 来移除多余的光致抗蚀剂和/或材料。

所属领域的技术人员根据本文的揭示内容将了解，特定的 CMP 工艺可用于修改或改进经平坦化的光致抗蚀剂结构的形状。此外，所属领域的技术人员根据本文的揭示内容将了解，其它材料可有利地用于所述柱中的某些或所有柱，所述其它材料包括旋涂玻璃（spin-on glass, SOG）、有机平坦化材料等。所属领域的技术人员根据本文的揭示内容还将了解，使用某些材料或工艺可减少或完全消除 CMP 工艺。举例来说，可对旋涂玻璃进行图案化，且将其简单地留下而不进行整平。这种处理会留下隆起部分，但一般不会

实质上改变装置的操作或可靠性。

制造工艺 200 还包括方框 210，其中形成第二剥离图案。所使用的剥离材料可与上文参考方框 202 和第一剥离图案的形成而论述的材料相同或不同。所属领域的技术人员根据本文的揭示内容将了解，可选择剥离材料来确保与行电极层对准和/或在形成剥离图案后增加光学堆叠的清洁度。

制造工艺 200 还包括方框 212，其中形成一个或一个以上弯曲层。在一实施例中，通过将一个或一个以上层沉积在部分制造的调制器和剥离材料上而形成弯曲层。根据一个实施例，弯曲层包含镜面层和柔性的金属导体层。在一实施例中，所述镜面层包含铝 (Al) 层。通常通过考虑材料的反射性和材料的结构完整性（例如，所述材料可为独立式的且应足够厚以承受住制造处理步骤和正常操作的应力）来选择镜面层的厚度。此外，在示范性实施例中，镜面层优选足够厚以具有全反射性。在一实施例中，镜面层的厚度在约 80 Å 到约 1 微米的范围内。举例来说，在所说明的实施例中，镜面层具有约 300 Å 的厚度。所属领域的技术人员根据本文的揭示内容将了解，除了铝之外或作为铝的替代，镜面层可包括一种或一种以上其它反射性材料，例如银 (Ag) 或金 (Au)。弯曲层可具有导电性、反射性和/或柔性，且因此（例如）单个结构可充当电极层、镜面层和可变形层。在某些实施例中，例如如图 7C 中所说明，反射层 14 从可变形层 34 悬挂下来，其两者均可充当电极层。还可使用各种其它配置。

在一实施例中，弯曲层中的柔性的金属导体层包含镍 (Ni) 层。通常通过考虑材料的结构完整性和其承受制造处理步骤的能力来选择导体层的厚度。在一实施例中，柔性的金属导体层的厚度在约 300 Å 到约 1 微米的范围内。举例来说，在所说明的实施例中，弯曲层中的导体层具有约 1000 Å 的厚度。所属领域的技术人员根据本文的揭示内容将了解，除了镍之外或作为镍的替代，导体层可包括一种或一种以上其它导电材料，例如铬、铝和/或铝合金。导体层可包括例如金属氧化物夹层的复合结构。

所属领域的技术人员根据本文的揭示内容将了解，可至少部分针对前述弯曲层与光学堆叠层的粘附力（或缺乏粘附力）和/或前述弯曲层与支撑结构或柱层的粘附力来选择前述弯曲层中的某些或所有弯曲层。举例来说，参考图 1，弯曲层 14b 的材料优选经选择以使在干涉式调制器 12b 的所述激活期间弯曲层 14b 与固定的部分反射层 16b 的粘附力最小化。另外，可针对彼此的粘附力而选择弯曲层的材料，（例如）以使导体层与镜面层之间的粘附力最大化。

制造工艺 200 还包括方框 214，其中使用剥离工艺来使弯曲层图案化。在优选实施

例中，剩余的经图案化的弯曲层形成例如干涉式调制器 12a 和 12b 的干涉式调制器的第二镜面层、列电极层和机械层。弯曲层可与镜面层分离地进行图案化，（例如）以形成例如图 7C 中所说明的配置。剥离处理可用于有利地促进相对较厚的镜面层的图案化。弯曲层优选具有高度导电性且具有抗张应力。弯曲层优选具有内部材料完整性以承受住制造工艺的应力并粘附到平坦化材料。

在一实施例中，剥离模板的移除优选形成所述第二镜面层所述的图案化区域，并暴露如图 14-15（下文论述）中所说明的底层牺牲层的一部分。此实施例中说明的剥离处理有利地允许在不蚀刻与最终结构相关的沉积材料的情况下（在此实例中，在不直接蚀刻弯曲层的情况下），移除弯曲层的多个部分。已发现，采用常规方式蚀刻移除弯曲层的所述部分可能还导致对底层牺牲层进行不合要求的过早蚀刻。

所属领域的技术人员根据本文的揭示内容将了解，各种额外的处理步骤可有利地移除牺牲层以形成腔（例如，干涉式调制器 12a 中的腔 19（图 1））。另外，基于前述内容，所属领域的技术人员根据本文的揭示内容将了解，通过使用剥离处理，制造工艺 200 还可用于有利地避免蚀刻兼容性问题以及不同和外来化学物质问题，同时在整个制造工艺期间，尤其在如上文所述的光学堆叠的制造期间，有利地巩固图案形成。制造工艺 200 还可用于有利地减少处理步骤，且增加层材料和调制器制造商的制造设施的可用性和选择性。

图 9A 和图 9B 分别说明根据一实施例的部分制造的干涉式调制器 300 的平面图和横截面图。如图所示，调制器 300 包括透明的衬底组合件 302、经图案化的剥离材料 PiRL 304 和光致抗蚀剂 306，其共同形成剥离模板 308。如图 9B 中所示，通过选择性地过度蚀刻 PiRL 材料 304，剥离材料可有利地形成倒置的梯形或大致的字母“T”形形状。T 形形状可有助于促进剥离，因为沉积在 T 形形状的上部分上的材料与沉积在靠近具有 T 形形状的基座的衬底上的材料分离。T 形形状还可促进将剥离模板 308 暴露于剥离化学物质。如下文更详细地描述，柱 602a 将稍后形成于区域 312 中，且轨道 602b（使下电极彼此分离）将稍后形成于区域 310 中，如图 9A 中所指示。

图 10A 和图 10B 分别说明根据一实施例的部分制造的干涉式调制器 400 的平面图和横截面图。如图所示，调制器 400 包括形成于剥离模板 308 和衬底 302 两者上的堆叠 402。如图 10B 中所示，堆叠 402 包含多个材料层，包括 ITO 层 404、Cr 层 406、介电层 408 和牺牲 Mo 层 410。如下文参看图 15 所论述，ITO 层 404、Cr 层 406 和介电层 408 最终并入到光学堆叠 806 中。如上文所述，剥离模板 308 的厚度优选大于堆叠 402 的厚度，

以促进随后用于移除剥离模板 308 的化学物质的横向进入。

图 11A 和图 11B 分别说明根据一实施例的部分制造的干涉式调制器 500 的平面图和横截面图。如图所示，调制器 500 包括已经发生剥离工艺后的经图案化的堆叠 402，在剥离工艺期间，移除剥离模板 308（连同堆叠 402 的沉积在剥离模板 308 上的部分，如图 10B 中所示）。经图案化的堆叠 402 包括底层光学堆叠 404-408（图 10B）。光学堆叠 404-408（连同上覆牺牲层 410）在其由剥离后剩余的材料形成的意义上被正性地图案化。调制器 500 还包括通过移除剥离模板 308 而形成的衬底 302 上的经负性图案化的区域 502a、502b。

图 12A 说明根据一实施例的部分制造的干涉式调制器 600 的平面图，且图 12B 和图 12C 说明其横截面图。如图所示，调制器 600 包括支撑结构 602a（柱）和 602b（轨道），其通过光罩 604 借助使用前端对准暴露技术（图 12B）暴露于辐射 606 而形成，或借助使用后端自对准暴露技术（图 12C）暴露于辐射 606 而形成。柱 602a 和轨道 602b 结构分别形成于衬底 302 上的负性图案化区域 502a、502b 中（图 11A 和图 11B）。

已发现，与直接蚀刻待图案化的材料相比，尤其对于较厚层的移除来说，使用剥离处理来形成负性图案化区域可能较有利。举例来说，通过直接蚀刻工艺形成的负性图案化区域倾向于略微大于上覆的图案化材料（例如，光致抗蚀剂）的尺寸，因为蚀刻剂有底切所述图案化材料的趋势。在希望柱结构占据最小量的空间的实施例中，使用剥离处理会促进上面可形成有柱结构的所需较小的负性图案化区域的形成。因此，在优选实施例中，剥离处理用于在制造干涉式调制器期间形成负性图案化区域，更优选形成其中随后形成有柱结构的负性图案化区域。在许多实施例中，对于在制造干涉式调制器期间形成负性图案化区域来说，湿式蚀刻剥离处理与直接蚀刻（湿式和/或干式）相比尤其有利。

还发现，与直接蚀刻工艺相比，且尤其对于移除位于相对较薄的层下方的相对较厚的层来说，使用剥离处理对移除多个材料层来说可能是有利的。因为不同的材料倾向于以不同的速率来引导蚀刻，由于各层中不同材料的不同横向蚀刻速率的缘故，所以使用各向同性蚀刻剂来移除多个层常导致不规则的侧壁。举例来说，对在较厚的 ITO 层上包括较薄的铬层的堆叠进行湿式蚀刻可能导致对铬层进行底切，因为向用于移除 ITO 层的蚀刻剂暴露的时间可能相对较长，以便实现对较厚的 ITO 层进行的所需程度的蚀刻。因此，在优选实施例中，在制造干涉式调制器期间，使用剥离处理来移除多个材料层。在许多实施例中，对于在制造干涉式调制器期间移除多个材料层来说，湿式蚀刻剥离处理与直接的湿式蚀刻相比尤其有利。

图 13A 和图 13B 分别说明根据一实施例的部分制造的干涉式调制器 700 的平面图和横截面图。应注意，与图 12B 中所说明的情况相比，横截面图 13B 是沿着不同的线的。如图所示，调制器 700 包括经图案化的剥离材料 PiRL 704 和光致抗蚀剂 706，其两者共同形成剥离模板 708。如图 13B 中所示，剥离模板 708 以类似于上文针对形成剥离模板 308 而描述的方式以大致的 T 形形状形成于堆叠 402 上方。

图 14A 和 14B 分别说明根据一实施例的部分制造的干涉式调制器 800 的平面图和横截面图。如图所示，调制器 800 包括形成于堆叠 402 上方的弯曲层 802、剥离模板 708 和柱 602a。如图 14B 中所示，弯曲层 802 可有利地包含 Al 镜面层 804 和 Ni 导体层 806。可以各种方式（例如，通过物理气相沉积或溅镀沉积）形成 Al 镜面层 804 和 Ni 导体层 806。

图 15A 说明根据一实施例的干涉式调制器 900 的平面图，且图 15B 和图 15C 说明干涉式调制器 900 的横截面图。如图所示，在剥离工艺发生后，调制器 900 包括经图案化的弯曲层 802（包括 Al 镜面层 804 和 Ni 导体层 806），在剥离工艺期间，移除剥离模板 708（连同弯曲层 802 的沉积在剥离模板 708 上的部分，如图 14B 中所示）。移除剥离模板 708 导致小孔 902、904 的形成。图 15B 和图 15C 还说明将牺牲层 410 从堆叠 402 进行后处理移除，从而形成包括 ITO 层 404、Cr 层 406 和介电层 408 的光学堆叠 806。移除牺牲层 410 还导致调制器 900 的腔 19 的形成。柱 602a 是经图案化的弯曲层 802 的支撑结构，且还用于界定腔 19。在一实施例中，通过将调制器 800 暴露于氟化氙（XeF₂）（其流经小孔 902、904 以与 Mo 牺牲层 410 进行化学反应，从而导致牺牲层通过干式蚀刻工艺而移除且进而形成腔 19）来实现移除。

尽管依据某些优选实施例描述了制造干涉式调制器的工艺的前述实施例，但所属领域的技术人员根据本文的揭示内容将明了其它实施例。举例来说，剥离工艺可有利地应用于光学堆叠中各层或弯曲层中的任一者、某些或不对其应用剥离工艺。另外，还可使用上文所述的剥离工艺来形成各种干涉式装置结构和形状。举例来说，镜面功能可有利地与弯曲层的机械或柔性功能分离，例如使得实质上为刚性的镜面层 14 从图 7C 中所说明的腔 19 上方的机械层 34 悬挂下来。可通过常规实验法来确定用于制造所述结构的合适方法，且所述方法可涉及（例如）用于制造镜面层 14 的第一剥离工艺和用于制造机械层 34 的第二剥离工艺。所属领域的技术人员还将了解，本文描述为可适合于制造个别干涉式调制器的方法还可适用于制造干涉式调制器阵列。同样，将了解，本文描述为可适合于制造干涉式调制器阵列的方法还可适用于制造个别干涉式调制器。

所属领域的技术人员将了解，可在不脱离本发明的精神的情况下，进行大量和各种修改。因此，应清楚地了解，本发明的形式仅仅是说明性的，且目的不在于限制本发明的范围。

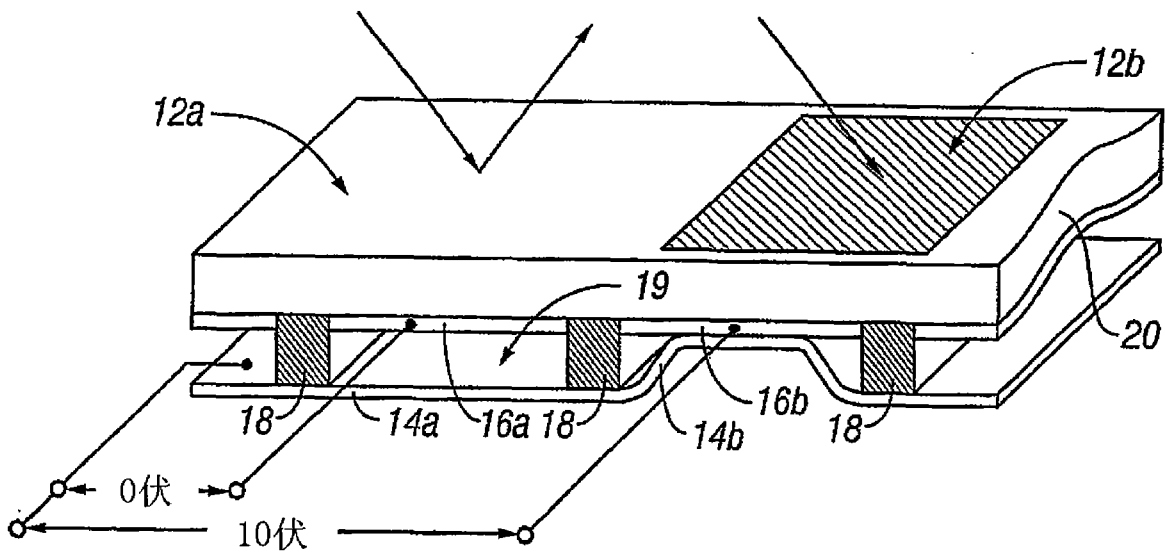


图1

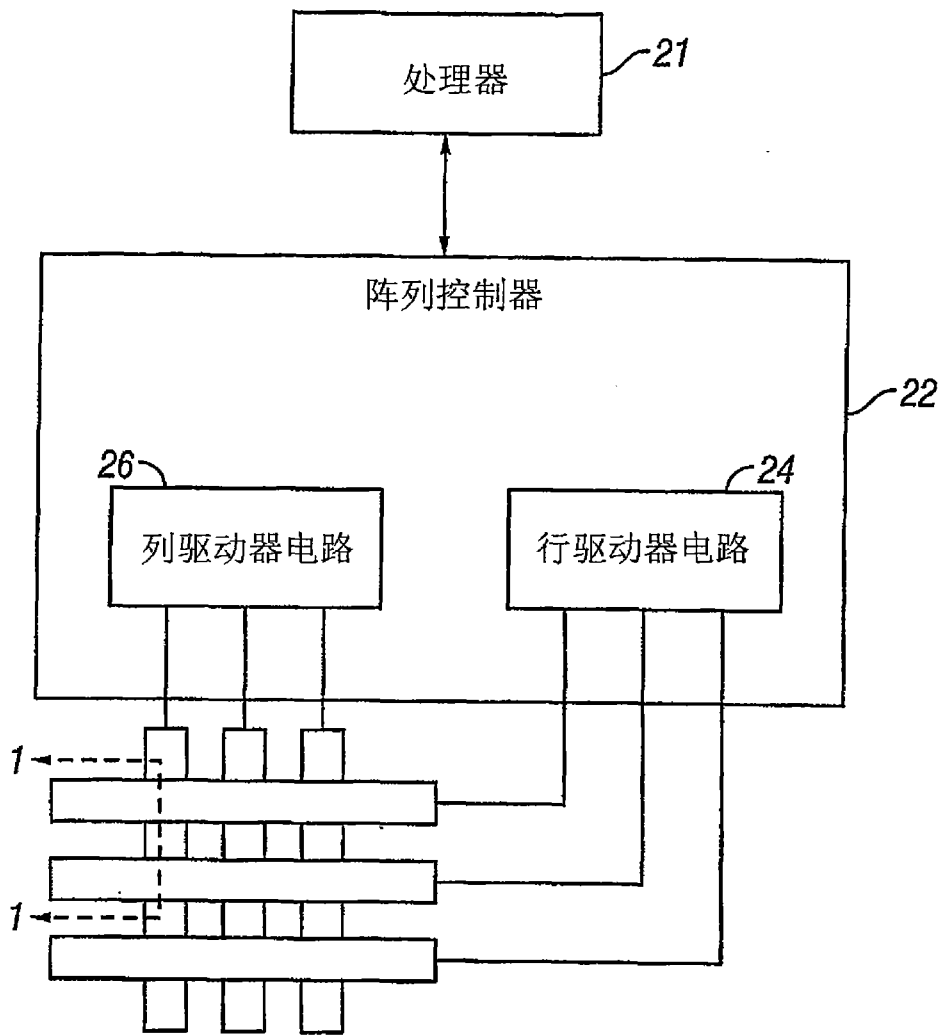


图2
30

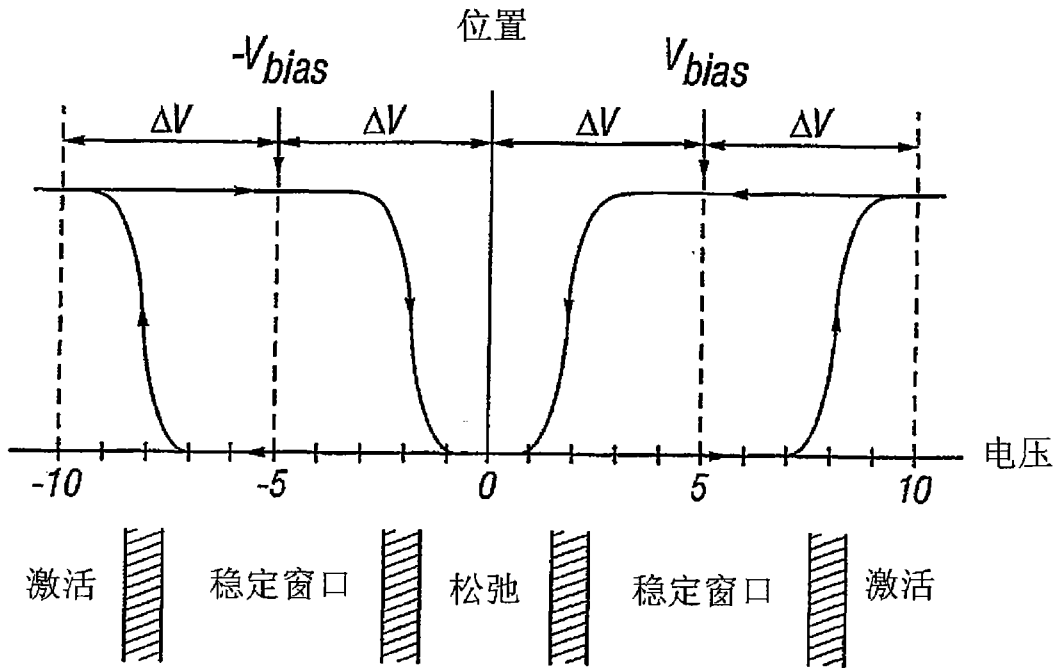


图3

		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4

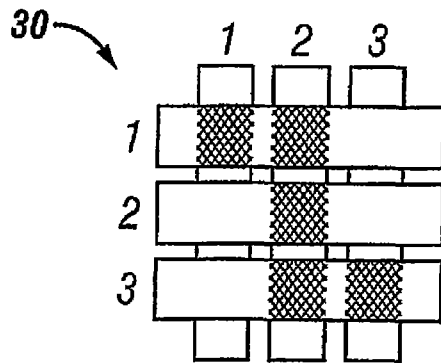


图5A

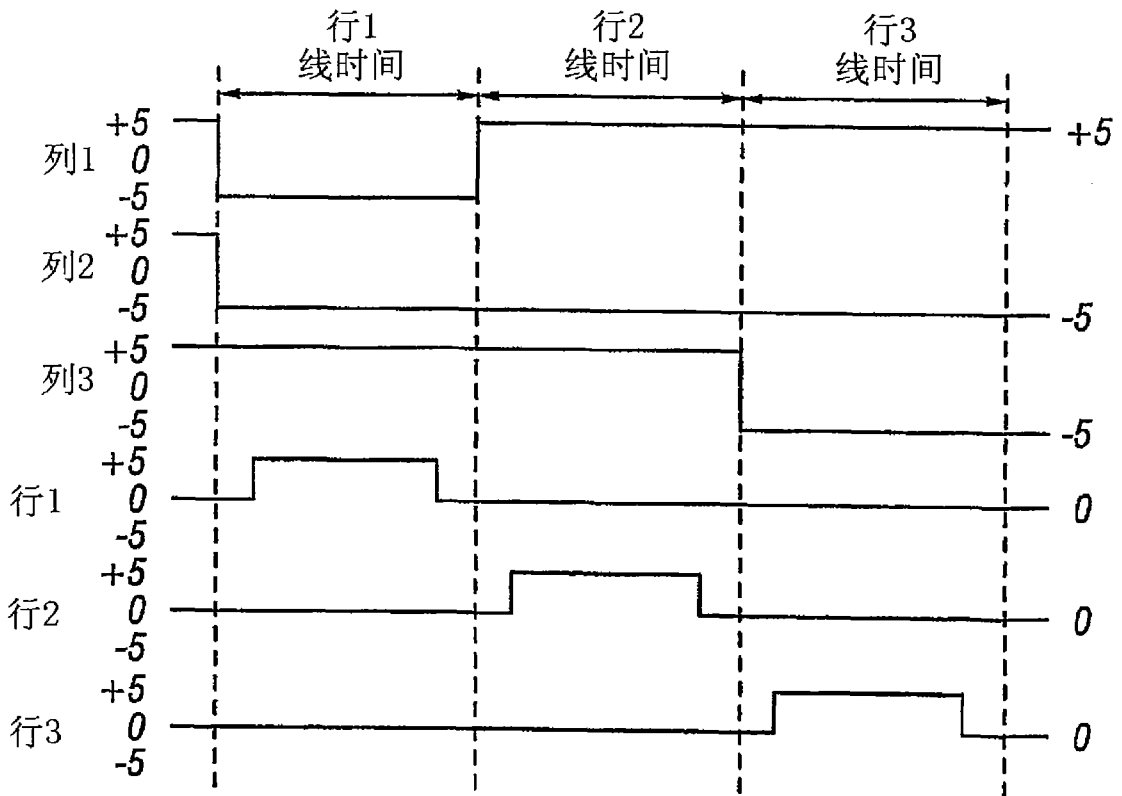


图5B

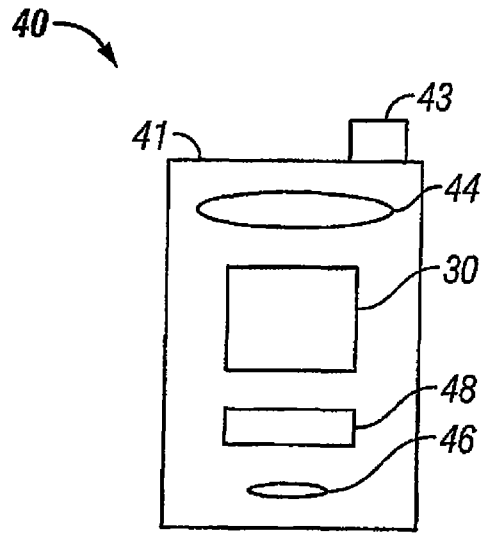


图6A

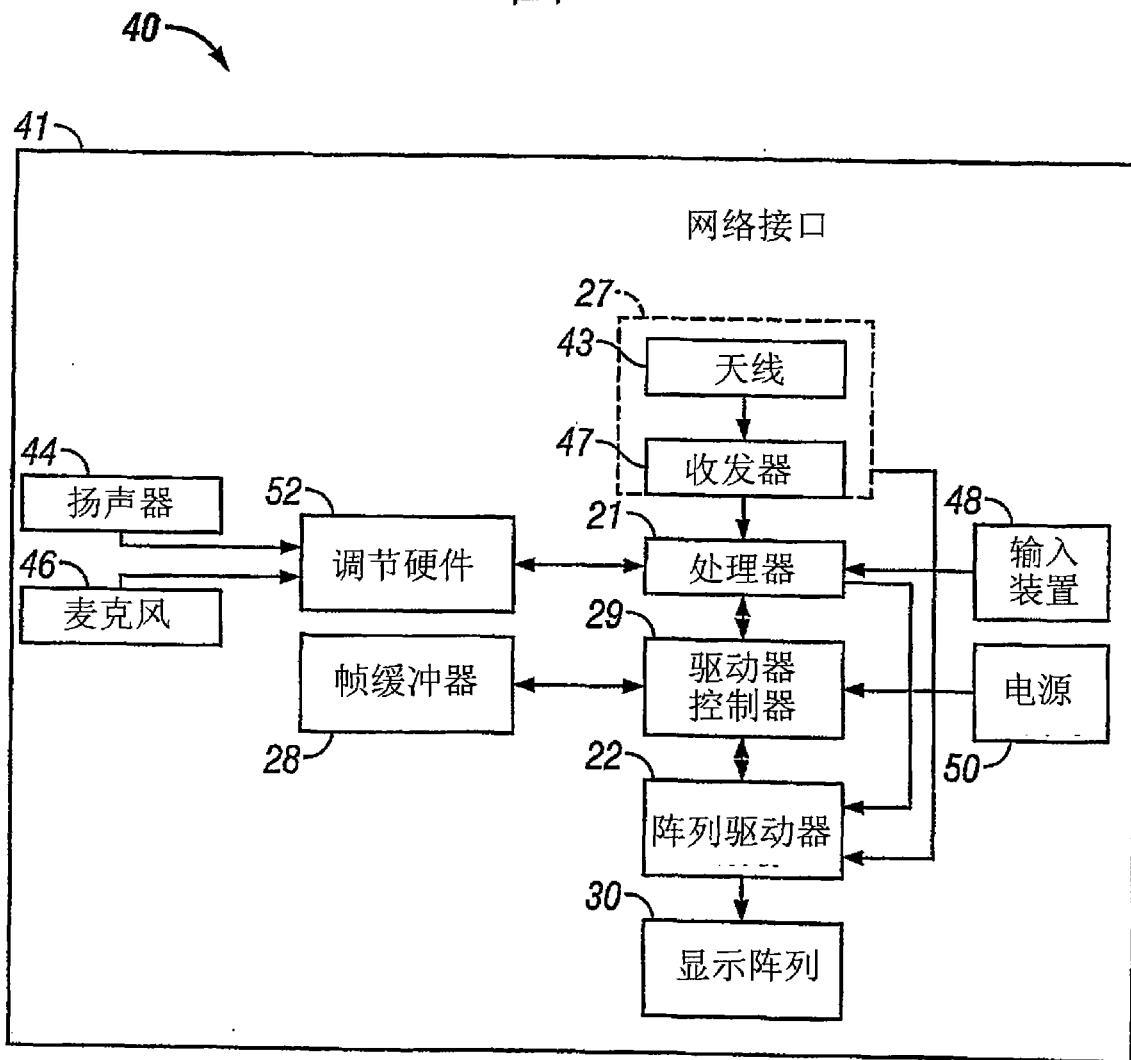


图6B

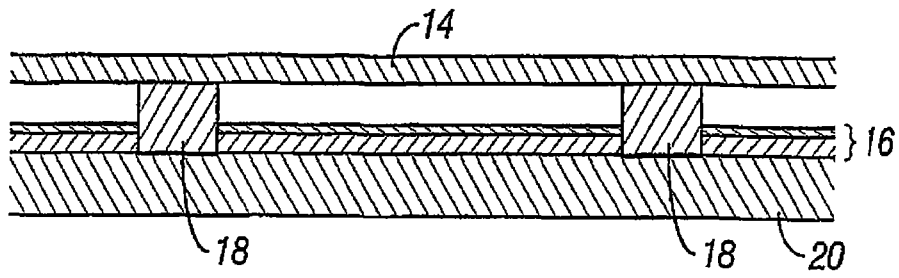


图7A

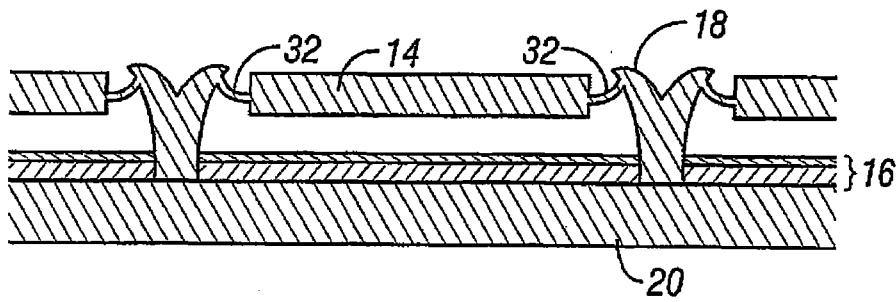


图7B

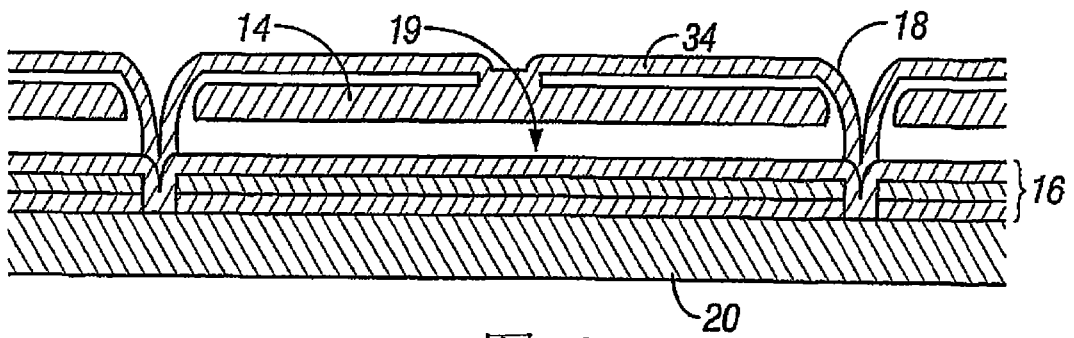


图7C

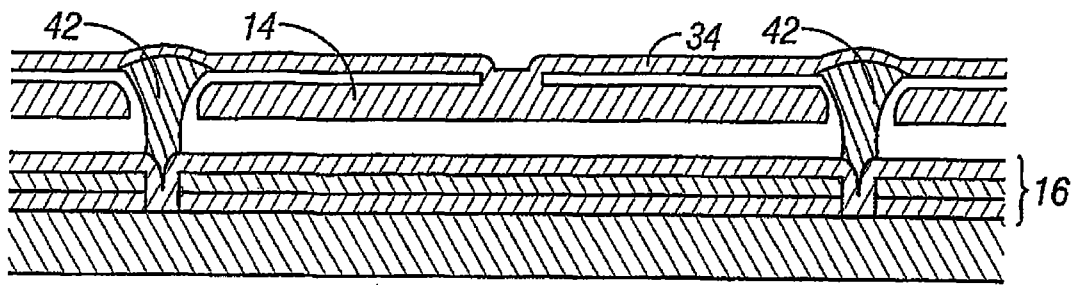


图7D

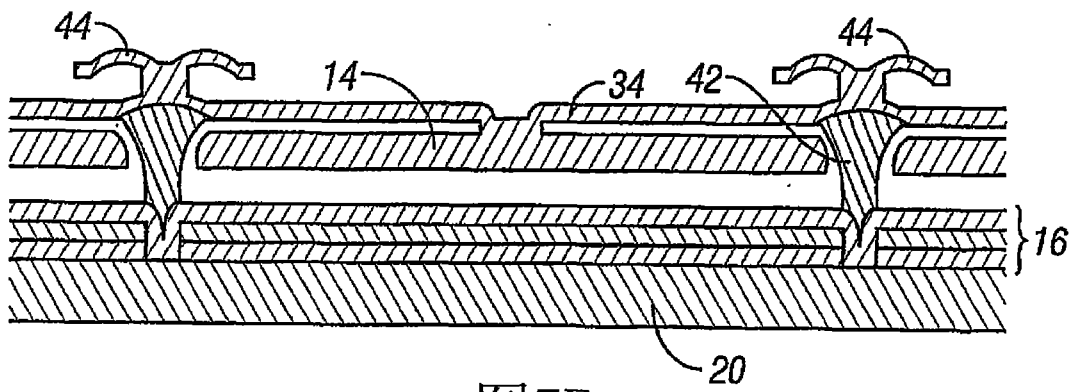


图7E

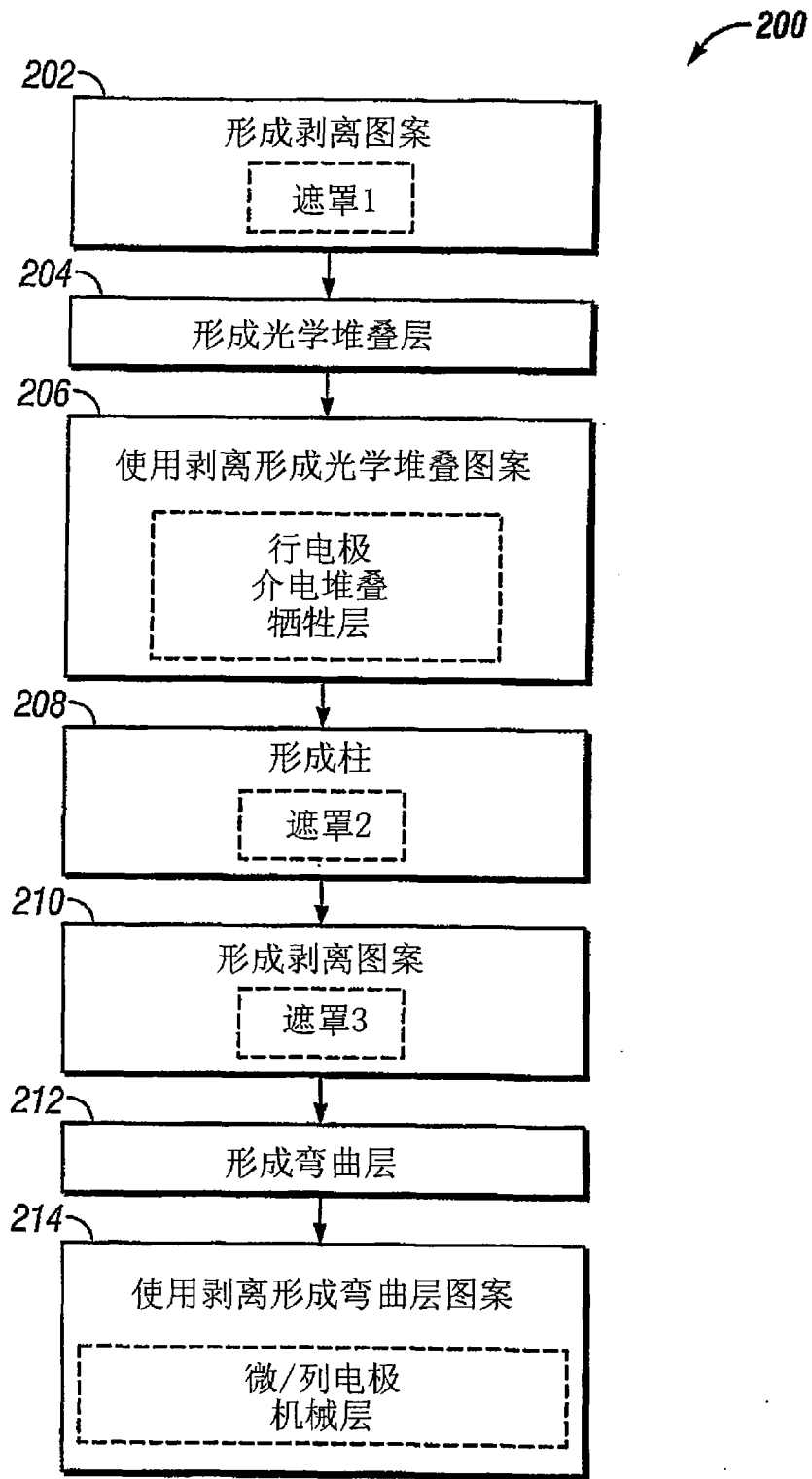


图8

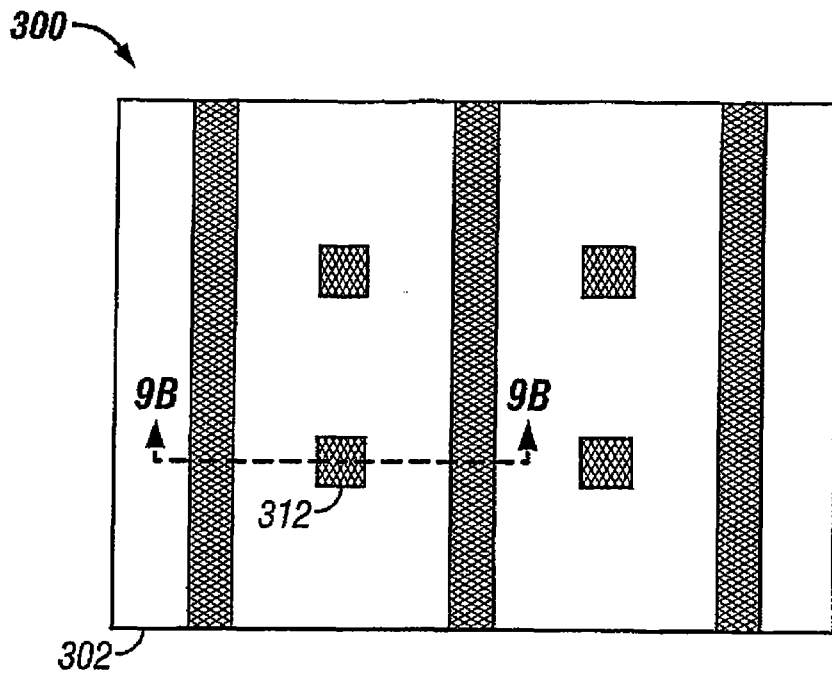


图9A

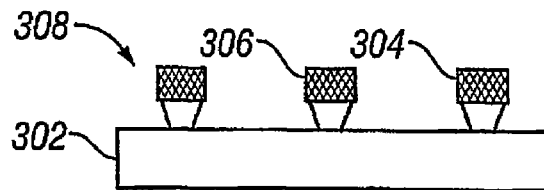


图9B

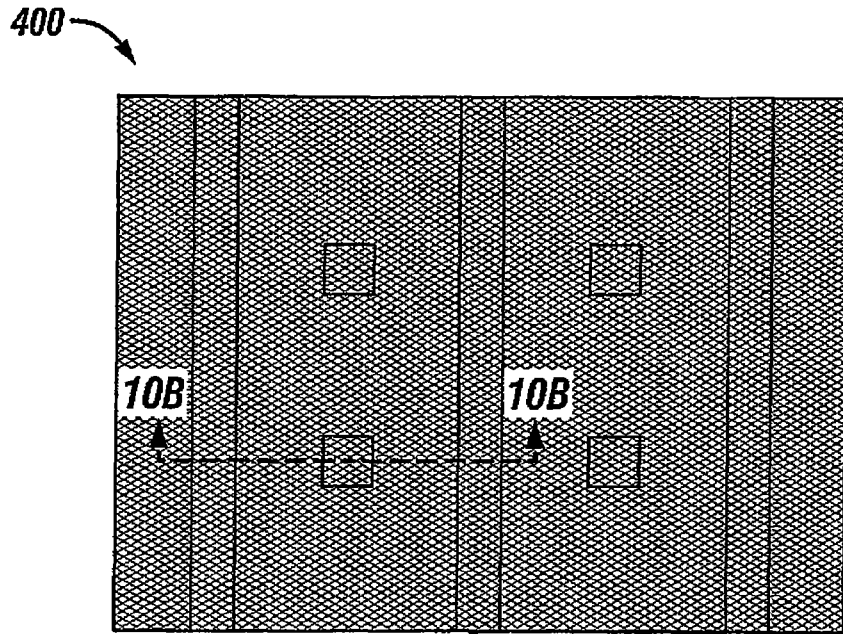


图10A

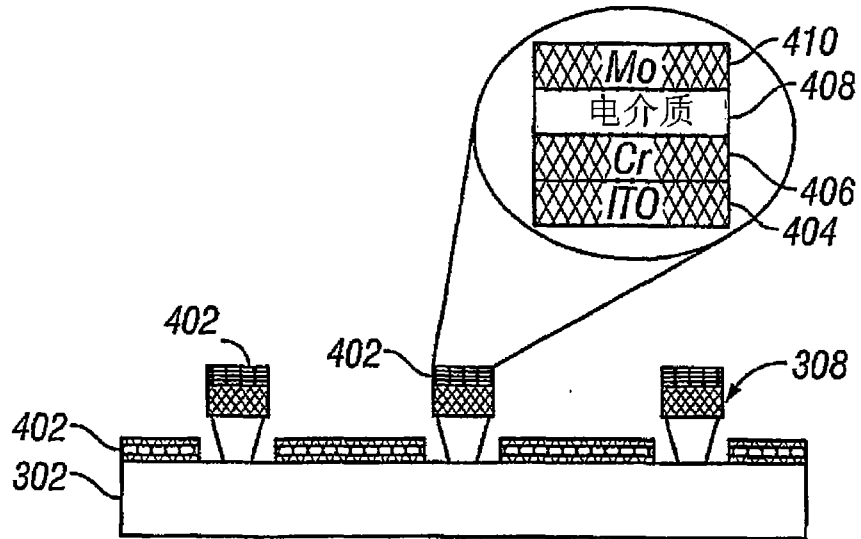


图10B

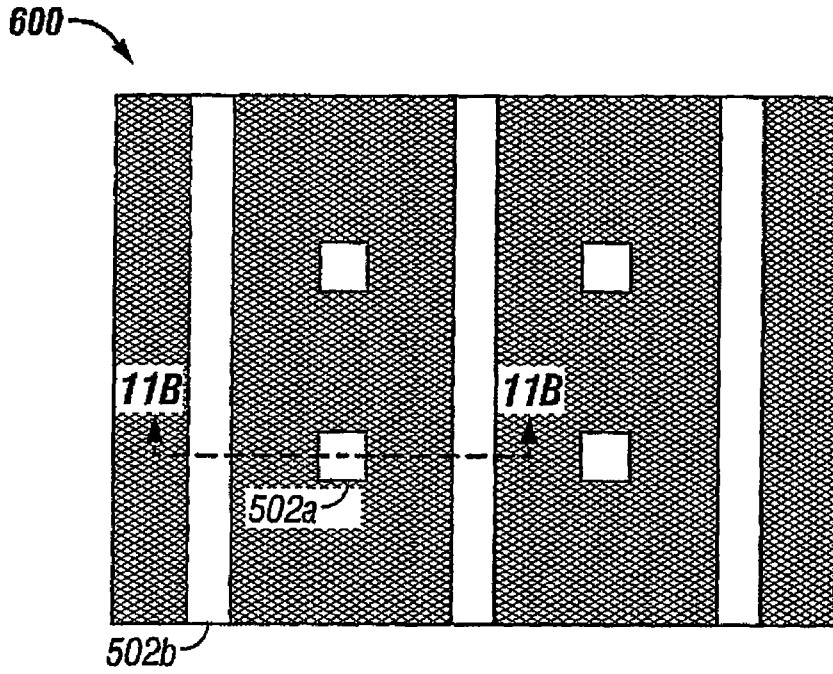


图11A

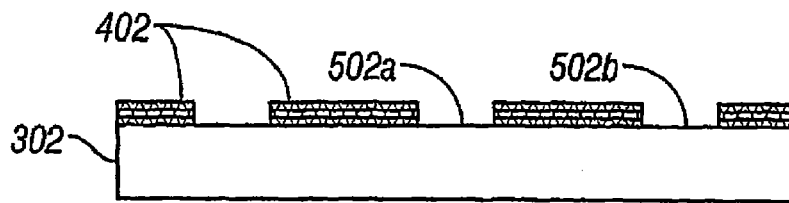


图11B

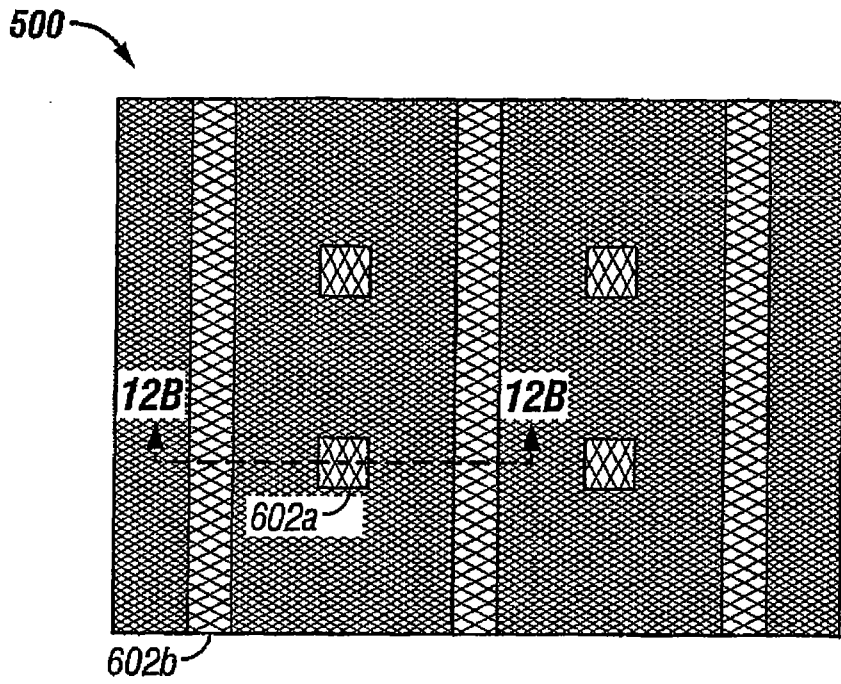


图12A

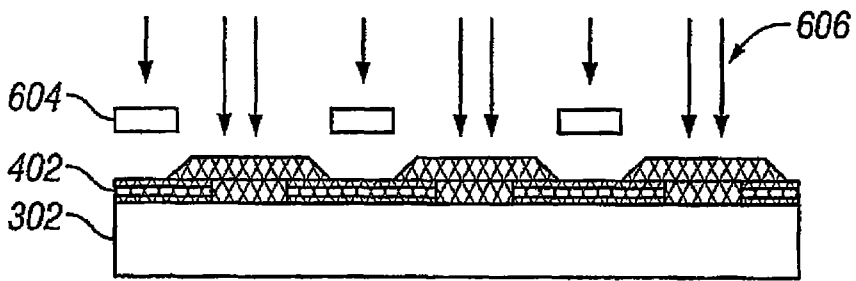


图12B

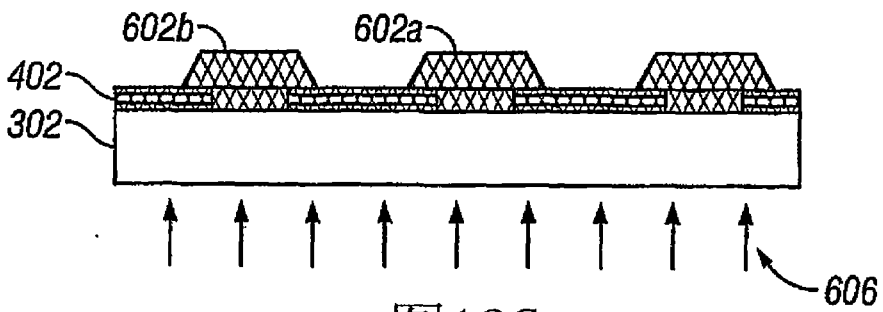


图12C

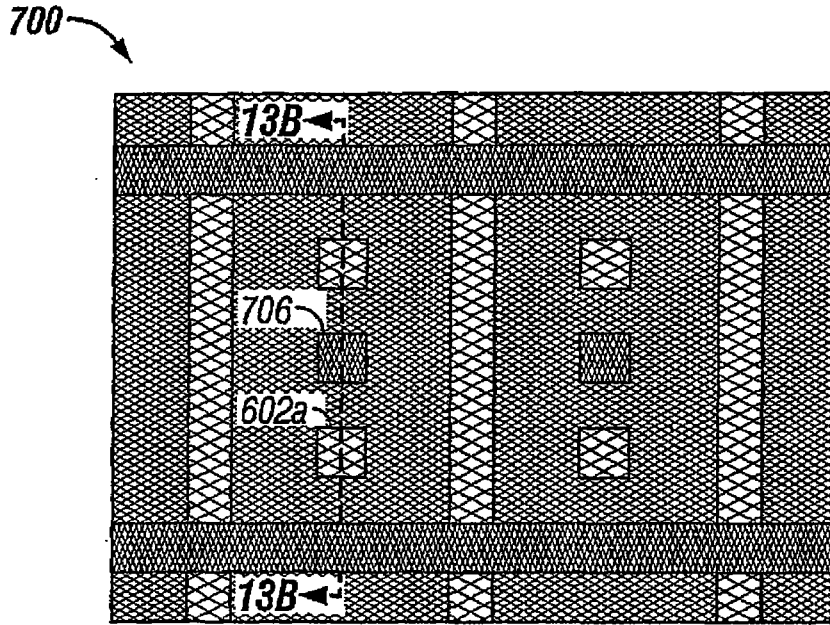


图13A

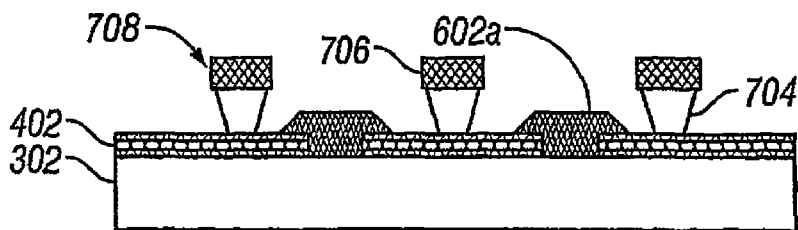


图13B

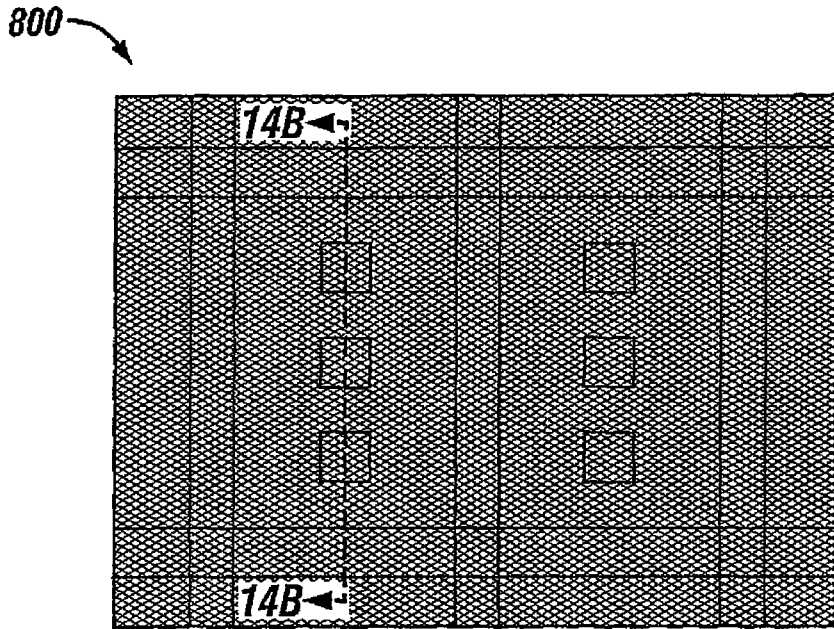


图14A

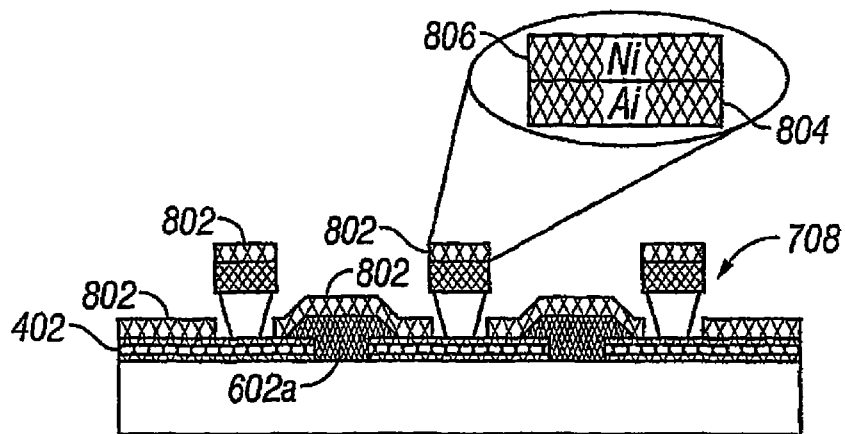


图14B

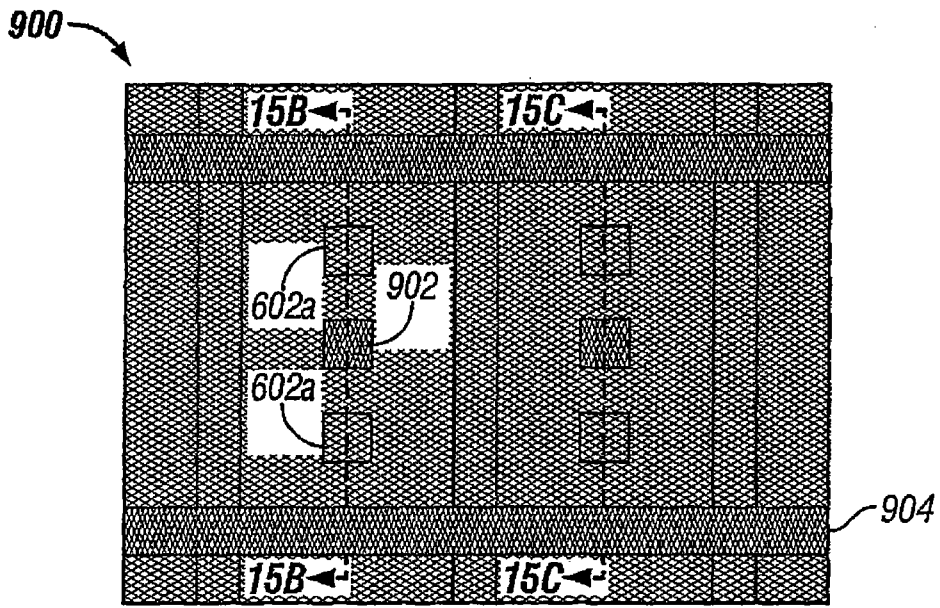


图15A

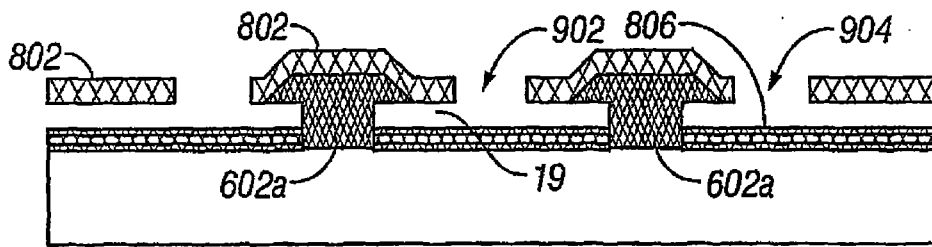


图15B

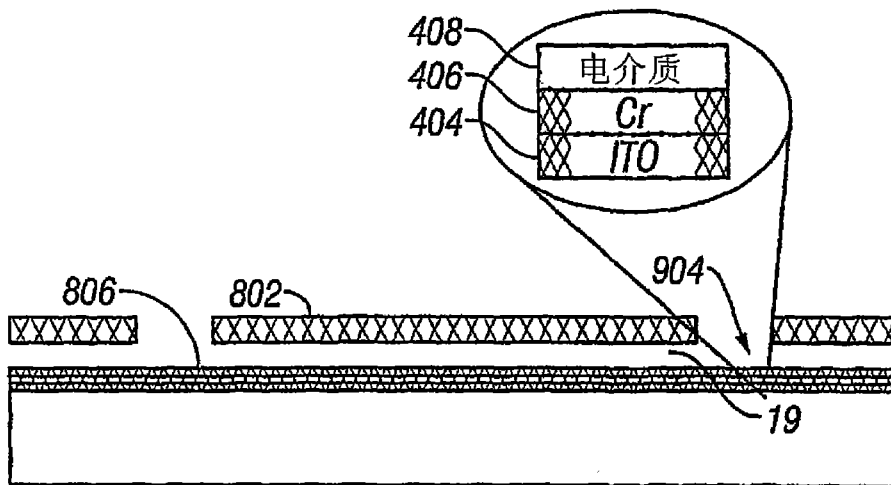


图15C