

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02F 1/167 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510077515.2

[45] 授权公告日 2008 年 11 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 100430810C

[22] 申请日 2003.4.24

[21] 申请号 200510077515.2

分案原申请号 03122267.6

[30] 优先权

[32] 2002.4.24 [33] US [31] 60/375,902

[73] 专利权人 希毕克斯影像有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 珍·E·赫博曲 赵一雄 吴让二

阿巴斯·哈希尼 保罗·根德勒

梁荣昌

[56] 参考文献

US6294218B1 2001.9.25

WO01/37623A1 2001.5.25

US4368281 1983.1.1

US5229167A 1993.7.20

US5520986A 1996.5.28

US20010032828A1 2001.10.25

US5221967A 1993.7.20

马 21762919990526 1999.5.26

US6080606A 2000.6.27

JP57-126971A 1982.8.6

US4420515 1983.12.13

US5888372A 1999.3.30

审查员 胡江海

[74] 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限责
任公司

代理人 余 刚 李丙林

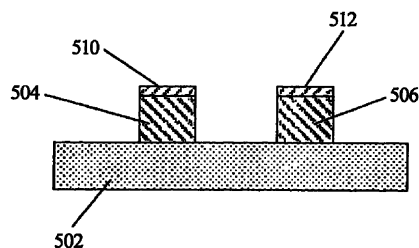
权利要求书 4 页 说明书 17 页 附图 16 页

[54] 发明名称

在基板上形成图案化薄膜导电结构的方法

[57] 摘要

本发明披露了一种在基板上形成图案化导电结构的方法。在基板上用材料(如遮蔽涂料或油墨)印刷图案,该图案是这样的以致于,在一个具体实施例中,所需要的导电结构将在印刷材料不存在的区域形成,即印刷待形成的导电结构的负像。在另一个具体实施例中,用难以从基板上剥离的材料印刷图案,并且所需要的导电结构将在印刷材料存在的区域形成,即印刷导电结构的正像。该导电材料沉积在图案化基板上,并且剥离不想要的区域,留下图案化电极结构。



1. 一种在塑料基板上形成图案化导电薄膜结构的方法，包括：

在所述塑料基板的顶部表面用可印刷材料印刷图案，所述图案限定所述图案化导电薄膜结构的正像，从而所述可印刷材料被印刷在所述图案化导电薄膜结构将形成的区域中；

在所述塑料基板的所述顶部表面沉积导电薄膜，其中对所述导电薄膜、所述可印刷材料、以及所述塑料基板进行选择，以致所述导电薄膜比粘结于所述塑料基板更牢固地粘结于所述可印刷材料；以及

利用剥离工艺从所述塑料基板剥离直接形成在所述塑料基板上的所述导电薄膜，其中所述剥离工艺并不从所述可印刷材料剥离所述导电薄膜，以便所述导电薄膜仍然形成在所述可印刷材料上，以用来限定所述图案化导电薄膜结构将形成的区域；

其中所述剥离步骤包括：

在所述沉积步骤后，将第二粘合剂层涂覆至所述塑料基板；以及通过剥离所述第二粘合剂层以在没有所述可印刷材料的区域除去所述导电薄膜。

2. 根据权利要求 1 所述的在塑料基板上形成图案化导电薄膜结构的方法，其中所述可印刷材料为涂底剂、粘合剂、或增附材料。
3. 根据权利要求 1 所述的在塑料基板上形成图案化导电薄膜结构的方法，其中所述可印刷材料包括油墨。
4. 根据权利要求 1 所述的在塑料基板上形成图案化导电薄膜结构的方法，其中所述可印刷材料是可辐射固化的。

5. 根据权利要求 1 所述的在塑料基板上形成图案化导电薄膜结构的方法, 其中所述可印刷材料是可热固化的。
6. 根据权利要求 1 所述的在塑料基板上形成图案化导电薄膜结构的方法, 其中当与所述第二粘合剂层的内聚强度、所述可印刷材料的内聚强度、所述导电薄膜的内聚强度、所述导电薄膜和所述第二粘合剂层之间的粘合强度、以及所述导电薄膜和所述可印刷材料之间的粘合强度进行比较时, 导电薄膜和所述塑料基板之间的粘合强度是最弱的。
7. 一种在基板上形成图案化导电薄膜结构的方法, 包括:

在所述基板的顶部表面用可印刷第一材料印刷图案, 所述图案限定所述图案化薄膜结构的正像, 从而所述可印刷第一材料被印刷在所述图案化导电薄膜结构将形成的区域, 所述可印刷第一材料是防水的并利用除水以外的溶剂可剥离;

用水基的第二材料外涂覆所述基板的顶部表面, 以便所述第二材料被所述可印刷第一材料排斥并填充在所述可印刷第一材料不存在的区域, 而不涂覆所述可印刷第一材料存在的区域;

除去所述可印刷第一材料, 而不剥离所述第二材料, 以便所述第二材料仍然涂覆在其中不存在所述可印刷第一材料的所述基板上, 由此来限定所述图案化薄膜结构的负像, 以便所述第二材料不存在于所述图案化导电薄膜结构将形成的区域;

在所述基板的顶部表面沉积导电薄膜; 以及

剥离所述第二材料以形成所述图案化导电薄膜结构。

8. 一种在基板上形成图案化导电薄膜结构的方法, 包括:

在所述基板的第一表面上用可剥离材料印刷第一图案,

所述第一图案在所述基板的第一表面限定将形成图案化的第一导电薄膜结构的负像;

在所述基板的所述第一表面沉积导电薄膜;

使用溶剂从所述基板剥离所述可剥离材料的所述第一图案;

在所述基板的第二表面上用可剥离材料印刷第二图案,所述第二图案在所述基板的第二表面限定将形成图案化第二导电薄膜结构的负像;

在所述基板的所述第二表面沉积导电薄膜; 以及

使用溶剂从所述基板剥离所述可剥离材料的所述第二图案;

从而除去所述可剥离材料的所述第一图案、所述可剥离材料的所述第二图案、以及在所述可剥离材料的所述第一或所述第二图案上形成的任何导电薄膜,在所述基板的所述第一表面留下所述第一导电薄膜结构并在所述基板的所述第二表面留下所述第二导电薄膜结构。

9. 一种在基板上形成多个图案化导电薄膜结构的方法, 包括:

在所述基板的第一表面用可剥离材料印刷第一图案, 所述第一图案在所述基板的第一表面限定将形成第一图案化导电薄膜结构的负像;

在所述基板的第二表面用可剥离材料印刷第二图案, 所述第二图案在所述基板的第二表面限定将形成第二图案化导电薄膜结构的负像;

在所述基板的所述第一表面和所述第二表面沉积导电薄膜材料; 以及

使用溶剂从所述基板剥离所述可剥离材料的所述第一图案和所述第二图案;

从而除去所述可剥离材料的所述第一图案、所述可剥离材料的所述第二图案、以及在所述可剥离材料的所述第一或所述第二图案上形成的任何导电薄膜,在所述基板的所述第一表面留下所述第一图案化导电薄膜结构并在所述基板的所述第二表面留下所述第二导电薄膜结构。

在基板上形成图案化薄膜导电结构的方法

本申请是 2003 年 4 月 24 日提交的名称为“在基板上形成图案化薄膜导电结构的方法”的第 03122267.6 号发明专利申请的分案申请。

相关申请的交叉参考

本申请主张美国临时专利申请第 60/375,902 号的优先权, 该申请的名称为“在基板上制备图案化薄膜导电结构的工艺 (Process for Forming a Patterned Thin Film Conductive Structure on a Substrate)”, 2002 年 4 月 24 日提交, 结合于此作为参考。

本申请涉及共同提出的未决美国专利申请第_____号 (律师卷号 No. 26822-0049), 名称是“具有多层底板的矩阵驱动的电泳显示器” (Matrix Driven Electrophoretic Display With Multi-Layer Back Plane), 与本申请同时提交, 结合于此作为参考。

技术领域

本发明主要涉及显示器。披露了在基板上制备图案化薄膜导体的方法。

背景技术

诸如电泳显示器的塑料显示器, 通常包括两个电极, 其中的至少一个是被图案化的, 以及显示介质层。通常对电极选择性地施加偏压, 以控制与被施加偏压的电极有关的部分显示介质的状态。例如, 典型的无源矩阵电泳显示器可包括成行和成列排列的夹在顶部

电极层和底部电极层之间的一组电泳盒 (cell)。该顶部电极层可包括, 例如, 一系列放置在电泳单元列之上的透明列电极, 而该底部电极层可包括一系列放置在电泳盒行之下的行电极。在下述临时美国专利申请, 即第 60/322,635 号 (名称是“具有门电极的改良电泳显示器” (An Improved Electrophoretic Display with Gating Electrodes), 2001 年 9 月 12 日提交), 第 60/313,146 号 (名称是“具有双重模式切换的改良电泳显示器” (An Improved Electrophoretic Display with Dual mode Switching), 2001 年 7 月 17 日提交)、以及第 60/306,312 号 (名称是“具有板内切换的改良电泳显示器” (An Improved Electrophoretic Display with In-Plane Switching), 2001 年 8 月 17 日提交) 中描述了几种类型的无源矩阵电泳显示器, 所有上述结合于此作为参考。

一种典型的用于制备这类塑料显示器的图案化电极层的现有技术方法通常涉及光刻技术和化学蚀刻的使用。可用于塑料显示器应用的导电膜可通过下述方法来制备, 如层压、电镀、喷镀、真空蒸镀、或一种以上工艺的结合等, 从而在塑料基板上形成导电膜。有用的薄膜导体包括: 金属导体, 如铝、铜、锌、锡、钼、镍、铬、银、金、铁、钨、铌、钛、钽、钨、铈、钡、铂、和/或钴等; 金属氧化物导体, 如氧化铟锡 (ITO) 和氧化铟锌 (IZO) 等; 以及从上述金属和/或金属氧化物衍生的合金或多层复合膜。此外, 本文中描述的薄膜结构可包括单层薄膜或多层薄膜。ITO 膜在许多应用中都是特别有价值的, 原因在于它们在可见光范围内具有高的透射度。有用的塑料基板包括环氧树脂、聚酰亚胺、聚砜、聚芳醚、聚碳酸酯 (PC)、聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET)、聚对萘二甲酸乙二醇酯 (PEN) (polyethylene terephthalate)、聚 (环烯) (poly (cyclic olefin))、以及它们的合成物。塑料薄膜上的导体通常是通过光刻法进行图案化, 该光刻法包括几个费时的和高成本的步骤, 包括 (1) 用光致抗蚀剂涂覆导电膜; (2) 通过光掩模将其成影象地曝光于例

如紫外光，使光致抗蚀剂图案化；（3）通过从曝光区域或未曝光区域除去光致抗蚀剂，“显影”该图案化的图案，其取决于所用光致抗蚀剂的类型，以便在其被除去的区域内显露导电膜（即，在没有设置任何电极或其他导电结构的区域）；（4）利用化学蚀刻法从光致抗蚀剂已被除去的区域除去导电膜；（5）除去剩余的光致抗蚀剂以显露电极和/或其他图案化的导电结构。

对于大量制备诸如电泳显示器等的塑料显示器来说，使用连续的卷带式（roll-to-roll）工艺可能是有利的。然而，上述的光刻法不是非常适合于这种卷带式工艺，因为某些工艺步骤，如成影象的曝光等，是费时的且需要将掩模和移动目标区域小心配准和调整。此外，除了潜在地造成环境危害外，光致抗蚀剂的显影和除去以及对来自化学蚀刻工艺的废物的处理可能是费时和昂贵的。

因此，需要一种在塑料基板上形成图案化导电结构的工艺，以用于诸如电泳显示器等的塑料显示器，该工艺不需要使用光刻法或化学蚀刻法，并且适于在连续的卷带式方法中使用。

发明内容

根据本发明的一种在塑料基板上形成图案化导电薄膜结构的方法，包括：在所述基板的顶部表面用可印刷材料印刷图案，所述图案限定所述图案化导电薄膜结构的正像，从而所述可印刷材料被印刷在所述图案化导电薄膜结构将形成的区域中；在所述基板的所述顶部表面沉积导电薄膜，其中对所述导电薄膜、所述可印刷材料、以及所述基板进行选择，以致所述导电薄膜比粘结于所述基板更牢固地粘结于所述可印刷材料；以及利用剥离工艺从所述基板剥离直接形成在所述基板上的所述导电薄膜，其中所述剥离工艺并不从所述可印刷材料剥离所述导电薄膜，以便所述导电薄膜仍然形成在所

述可印刷材料上，以用来限定所述图案化导电薄膜结构将形成的区域。

所述的可印刷材料是粘合剂或增附材料，在此称为第一印刷粘合剂或增附材料。其中，所述剥离步骤包括：在所述导体沉积步骤后，将第二粘合剂层涂覆至所述基板；以及通过剥离所述第二粘合剂层以在没有所述第一印刷粘合剂或增附材料的区域除去所述导电薄膜。当与所述第二粘合剂层的内聚强度、所述第一粘合剂或所述增粘材料的内聚强度、所述金属薄膜的内聚强度、所述金属薄膜和所述第二粘合剂层之间的粘合强度、以及所述金属薄膜和所述第一粘合剂或所述增附材料之间的粘合强度进行比较时，导电薄膜和所述基板之间的粘合强度是最弱的。

根据本发明的一种在基板上形成图案化导电薄膜结构的方法，包括：在所述基板的顶部表面用可印刷第一材料印刷图案，所述图案限定所述图案化薄膜结构的正像，从而所述可印刷第一材料被印刷在所述图案化导电薄膜结构将形成的区域，所述可印刷第一材料是防水的并利用除水以外的溶剂可剥离；用水基的第二材料外涂覆所述基板的顶部表面，以便所述第二材料被所述可印刷第一材料排斥并填充在所述可印刷第一材料不存在的区域，而不涂覆所述可印刷第一材料存在的区域；除去所述可印刷第一材料，而不剥离所述第二材料，以便所述第二材料仍然涂覆在其中不存在所述可印刷第一材料的所述基板上，由此来限定所述图案化薄膜结构的负像，以便所述第二材料不存在于所述图案化导电薄膜结构将形成的区域；在所述基板的所述图顶部表面沉积导电薄膜；以及剥离所述第二材料以形成所述图案化导电薄膜结构。

所述剥离步骤包括使用机械力以除去所述可剥离材料。其中，使用机械力包括刷洗、使用喷嘴。

附图说明

结合附图，通过下面的详细描述将易于理解本发明，其中相同的参考数字表示相同的结构元件，其中：

图1示出在一个实施例中使用的以在基板上形成图案化薄膜导体的工艺的流程图。

图2A至图2D示出用于在基板上形成四列电极的一系列加工步骤的平面示意图。

通过提供图2A至图2D所示工艺步骤的正剖面示意图，图3A至图3D进一步示出图2A至图2D所示的示例。

图4A和图4B示出一个示例的平面示意图，在此示例中七段显示器的分段电极是使用本文所述工艺的实施例制成的。

图5A-1至5D-2示出在一个实施例中使用的以在基板上形成图案化薄膜导体的可供选择的工艺。

图6A-1至6F-2示出图1-图4中所示工艺的另一种可供选择的工艺。

具体实施方式

下面提供本发明的优选具体实施例的详细描述。尽管参照优选具体实施例对本发明进行了说明，但是，应当理解的是，本发明并不限于任何一个具体实施例。与之相反，本发明仅由所附的权利要求所限定，且本发明可以有各种更改和变化。本发明的各种更改、变化、和等同物由所附的权利要求书的内容涵盖。为了举例说明，在下面的描述中给出了许多特定细节，以充分理解本发明。本发明可以在没有这些特定细节中的一些或全部情况下，依据本发明权利

要求范围来实施。为了简明起见，并没有详细描述在与本发明相关的本技术领域熟知的技术性材料，以免不必要地模糊本发明。

本发明披露了在基板上形成图案化导电结构的工艺。在基板上用诸如遮蔽涂料（masking coating）或油墨等的材料印刷图案，该图案是这样的，以致于在一个实施例中，所想要的导电结构将在印刷材料不存在的区域中形成，即印刷待形成的导电结构的负像。在另一个实施例中，图案是用难以从基板上剥离的材料印刷，并且所想要的导电结构将在印刷材料存在的区域中形成，即印刷导电结构的正像。该导电材料沉积在图案化基板上，并且除去不想要的区域，留下图案化电极结构。

图1示出在一个具体实施例中使用的以在基板上形成图案化薄膜导体的工艺的流程图的流程图。该方法开始于步骤102并继续到步骤104，其中利用遮蔽涂料或油墨将待形成的导电薄膜结构的负像印刷在基板表面上。在一个实施例中，可使用水溶液和/或另一种普通溶剂将遮蔽涂料或油墨除掉。在步骤104中，在下述意义下印刷待形成的导电结构的负像：遮蔽涂料或油墨将覆盖工艺完成后导电材料不存在的基板区域，并且将不覆盖导电材料存在的基板区域。本质上，油墨图案用作随后沉积导电材料的掩模，下面将结合步骤106更充分地描述。

任何适当的印刷技术，如苯胺印刷、无水平版胶印、电子照相印刷、光刻印刷等，可用来在基板上印刷油墨图案。在某些应用中，可应用其他印刷技术，如丝网印刷、照相凹版印刷、喷墨印刷、和热印刷，其取决于所需要的分辨率。此外，遮蔽涂料或油墨不需要与基板在光学上形成对比，并且可以是无色的。

在步骤106中，导电材料的薄膜沉积在基板的图案化表面上。在一个实施例中，在步骤106中，汽相淀积用来在基板的图案化一

侧沉积导电材料的薄膜。在这样的实施例中，铝、铜、或适于通过汽相淀积或喷射而沉积为薄膜的任何导电材料可用作导电材料。在一个可供选择的实施例中，通过用导电材料溅涂（sputter coating）基板的图案化一侧来沉积该导电材料。在这样的实施例中，可使用氧化铟锡（ITO）、或任何其它导电材料如金、银、铜、铁、镍、锌、铟、铬、掺铝的氧化锌、氧化钪铟、氧化锡、或掺氟的氧化铟、或适合于通过溅涂沉积为薄膜的任何其它导电材料。

在图 1 所示工艺的步骤 108 中，遮蔽涂料或油墨从基板的图案化表面除去，在步骤 106 中，导电材料已沉积在其上。在步骤 108 中除去涂层/油墨的作用是除掉在步骤 104 形成的印刷图案以及在步骤 106 中沉积的部分导电材料，其沉积在存在涂层/油墨的基板区域。其结果是，剥离溶剂能够除掉涂层/油墨图案和在涂层/油墨图案的顶面形成的导电材料，即使该除去步骤是在步骤 106 导电薄膜沉积之后进行的。接着，图 1 所示的工艺结束于步骤 110。没有限制本披露物的普遍性，应当相信，在某些具体实施例中，在步骤 104 印刷的至少部分遮蔽涂料/油墨暴露于、或几乎暴露于剥离溶剂中，尽管作为步骤 106 的沉积过程的结果，掩模图案已被金属薄膜覆盖。在一个实施例中，在遮蔽涂料/油墨中的诸如增塑剂、表面活性剂、和残余的单体或溶剂的低分子量添加剂可在涂覆于油墨上的金属中导致缺陷或微孔，加速遮蔽涂料暴露于溶剂。本披露物设想：可以采用涂层/油墨、金属薄膜、和除去工艺的任何适当组合，而没有任何方式限制本披露物的可应用性，并且没有把本披露物限制于任何特定的除去机构或理论。根据图 1 所示的工艺，唯一的要求是，采用的组合是这样的以致于除去后在基板上形成的导电膜区域仍然存在，并且在可除去遮蔽涂料/油墨上形成的导电薄膜区域被除掉，或基本上如此，从而涂层/油墨图案存在的区域不导电，或足够接近这样，以便显示器可适当操作。

以上描述的工艺并不需要使用光刻法和选择蚀刻导电层以在基板上限定图案化导电结构。而是，在导电材料沉积前，使用油墨图案来限定要形成的导电结构的形状。因为简单溶剂，诸如水、水溶液、醇、酮、酯、二甲基亚砜（DMSO）、或许多其它普通有机溶剂或溶剂混合物，可用来除掉油墨和在油墨图案的顶部形成的导电材料，因而图案化导电结构可通过卷带式工艺来制备，与现有光刻工艺中所采用的光刻和化学蚀刻技术相比，该工艺费时少、不昂贵、且不产生许多有毒的化学废液。

如上所述，与上述方法有关的一类显示器是无源矩阵显示器，诸如无源矩阵电泳显示器。例如，无源矩阵显示器可包括图案化电极层，该图案化电极层包括多个列电极和行电极。图 2A 至图 2D 示出了在基板上形成四列电极的一系列工艺步骤的示意平面图。图 2A 示出了塑料基板 **202**。在图 2B 中由线路（lines）**204** 组成的油墨图案已印刷到基板 **202** 上。在图 2B 示出的实施例中，线路 **204** 在基板 **202** 上限定区域，在其上将在未被线条 **204** 覆盖的基板 **202** 区域形成四列电极，如下对其更充分地进行描述。

在图 2C 中，导电薄膜层 **206** 已形成于基板的图案化表面上，覆盖未被油墨线条 **204**（在图 2C 中用虚线表示）覆盖的基板 **202** 部分和被油墨线条 **204** 覆盖的部分。在图 2D 中，油墨图案和沉积在油墨线条 **204** 上的导电薄膜 **206** 部分一起被除去，从而暴露列电极 **208**。各个列电极 **208** 被通过除去油墨线条 **204** 而暴露的基板 **202** 区域彼此隔开。

通过提供图 2A 至图 2D 所示工艺步骤的正剖面示意图，图 3A 至图 3D 进一步示出图 2A 至图 2D 所示的实施例。图 3A 示出基板 **202** 的正剖面图。图 3B 示出在基板 **202** 上形成的油墨线条 **204**。如在图 3C 中所示，在未被线条 **204** 覆盖的基板部分上以及在聚合物油墨线条 **204** 的顶面和侧表面上形成导电层 **206**。最后，图 3D 示

出列电极 **208**，在除去线条 **204** 之后，其仍然形成在基板 **202** 上，其作用是除去油墨线条 **204** 和在油墨线条 **204** 的顶部上形成的任何导电材料 **206**。

虽然图 2A 至图 2D 和图 3A 至图 3D 示出在塑料基板上形成四列电极的示例，但涂料/油墨可印刷成任何图案进行以在基板上定义任何想要的形状或尺寸的导电结构。图 4A 和图 4B 示出示例的平面示意图，其中七段显示器的分段电极是利用本文所述工艺的实施例而制成。图 4A 示出显示电极层 **400**，包括聚合物油墨图案 **402**，其在塑料基板上限定七段电极区域 **404a-404g**，其中油墨图案 **402** 不存在以致下面的基板被暴露。图 4B 示出在沉积导电薄膜和除去油墨图案步骤之后的相同的显示电极层 **400**。如图 4B 所示，除去油墨暴露了基板的背景区域 **406**，在其上不存在任何导电结构。此外，分段电极 **408a-408g** 已形成，并且保留在如上述结合图 4A 所定义的分段电极区域 **404a** 至 **404g** 内。

从上面的讨论可以明显看到，简单地通过在在其上将形成导电结构的基板上定义区域使用印刷图案，就可以形成任何形状或尺寸的导电结构。该结构可包括诸如上述的电极结构等的电极结构和/或导电迹线（conductive traces）、或任何其它想要的导电结构。

本文中所述的工艺可被使用在一个实施例中以形成顶部或底部电极层，从而靠近电泳显示介质层配置。在一个实施例中，电泳显示介质包括密封微型杯层，每个微型杯包括一些电泳分散体。在一个实施例中，保护涂层（如包括粒状填料的防眩保护涂层等）可涂覆到密封的微型杯或顶部（从侧面观看）电极层，以进一步改善成品面板的光学或物理机械性能。

在一个实施例中，首先采用本文所述的工艺在基板的一侧上形成导电结构，然后采用与上述相同的用于在基板的一侧上形成导电

结构的一系列步骤在基板的相对侧上形成导电结构，从而在基板的顶面和底面上均形成导电结构。在一个实施例中，通过形成导通孔（via holes）并通过导通孔完成从基板的顶面上的导电结构到基板的底面上的导电结构的电连接，从而可将基板的顶面上的导电结构电连接至在基板的底面上形成的导电表面，如在美国专利申请序列号 NO. _____（律师卷号 No. 26822-0049）中所描述的，其先前结合于此作为参考。

在图 1 至图 4 中所示的工艺的一个实施例中，用于使基板形成图案的涂料/油墨包括 Sun Chemical Aquabond AP 蓝色油墨和/或 Sunester 红色油墨（Sun Chemical 公司，Northlake，伊利诺伊州），而基板包括 5 密耳厚的 Melinex 453 聚酯（DuPont Teijin 公司，Hopewell，弗吉尼亚州）。可使用带有 360 号网纹传墨辊（anilox roller）的人工校样器（hand proofer）透过镂花模板涂覆油墨。该油墨可用空气加热枪进行干燥。通过将图案化的基板装入直流磁控管（DC-magnetron）溅射系统来沉积金属薄膜，从而沉积达到约 100nm 厚的 ITO 膜。在沉积金属薄膜之前，可对图案化的基板进行等离子体处理。在室温下通过用丙酮（组织级，Fisher Scientific 公司）喷涂已形成金属薄膜的图案化的基板 1 至 2 分钟，则可剥离油墨图案和在其上形成的金属薄膜。上面的工艺步骤导致在油墨图案中形成的金属薄膜（即 ITO）连同油墨一起被除去，从而在基板上留下不存在任何 ITO 涂层的区域，以致在这种 ITO 已被除去的区域不存在任何可测量的电导率。

在图 1 至图 4 中所说明的方法的一个实施例中，利用人工校样器来涂覆膜 III 暖红色油墨（Environmental Inks and Coatings 公司，Los Angeles，加利福尼亚），以在基板上限定图案或掩模，其中基板包括 5 密耳厚的 Melinex ST505 聚酯（DuPont Teijin 公司，Hopewell，弗吉尼亚州）。通过将图案化的基板载入直流磁控管（DC-magnetron）喷镀系统来沉积金属薄膜，从而沉积 ITO 膜达到

约 100nm 厚。通过用丙酮（组织级，Fisher Scientific 公司）喷涂 30 至 60 秒，以从 ITO 涂层的图案化基板上洗去油墨。在油墨上形成的 ITO 连同油墨一起被除去，留下没有任何 ITO 涂层的区域，而该区域以前印刷了油墨图案。

在图 1 至图 4 所示工艺的一个实施例中，利用在胶印机上的 GP-217 Process Magenta 油墨（Ink Systems 公司，Commerce，加利福尼亚）将油墨图案印刷在 5 密耳厚的 4507 聚酯薄膜（Transilwrap 公司，Franklin Park，伊利诺伊州）上。膜厚度在 120nm 时将该涂有油墨的聚酯薄膜载入用于铝蒸发的真空系统中，将涂覆有铝的聚酯薄膜浸泡在热（ $T \approx 80^{\circ}\text{C}$ ）丁酮（检定级，Fisher Scientific 公司）中 15 秒，然后用浸泡在丁酮中的棉拭轻轻地擦净。该工艺从聚酯薄膜剥离涂有油墨的区域以及油墨之上的铝。该剥离工艺由油墨产生负像，即印刷油墨图案的区域没有铝涂层，而剩余区域（即，不存在油墨图案的区域）则被铝涂覆。

在图 1 至图 4 中所示工艺的一个具体实施例中，利用在 Mark Andy 4200 苯胺印刷机上的膜 III 暖红色油墨（Environmental Inks and Coatings 公司，Los Angeles，加利福尼亚），在 5 密耳厚（mil thick）、12" 宽的 Melinex 453 聚酯薄膜卷（Plastics Suppliers 公司，Fullerton，加利福尼亚）上制作油墨图案。将图案化的聚酯薄膜载入直流磁控管喷镀系统中，以沉积约为 100nm 的 ITO 膜。在沉积之前，可对油墨涂层的片材进行等离子体处理。然后将涂覆有 ITO 的聚酯薄膜浸泡在热（ $T \approx 80^{\circ}\text{C}$ ）丁酮的容器中并利用 Fisher Scientific FS220H 超声清洗器超声清洗 2 分钟。作为该超声清洗步骤的结果，可从聚酯薄膜中剥离油墨以及在油墨之上形成的 ITO。

在一个具体实施例中，其中导电结构形成在基板的顶面和底面，在图 1 至图 4 中所示的工艺可包括使用在 Mark Andy 4200 苯胺印刷机上的膜 III 暖红色油墨（Environmental Inks and Coatings 公司，

Morganton, 北卡罗来纳州) 在 Melinex 561 聚酯薄膜卷 (10"宽、4密耳厚、DuPont Teijin Films 公司, Wilmington, DL) 的两侧进行印刷。在一个具体实施例中, 第一侧在一个印刷台印刷有第一图案 A, 网穿过翻动该网的旋转棒, 而基板的另一侧被对准, 并在下一个电镀台 (plate station) 在同样的印刷过程中用第二图案 B 进行印刷。在一个具体实施例中, 第一图案 A 包括负像, 该负像限定无油墨区域, 在此将形成分段电极, 而第二图案 B 包括负像, 该负像限定无油墨区域, 在此将形成导线。对该图案进行调整, 以致图案 A 中的每个无油墨分段电极区域对准图案 B 中的一个无油墨导线的末端, 从而可允许在 A 侧的分段电极和 B 侧的导线之间, 通过穿过基板的导电导通结构进行电连接。在一个具体实施例中, 用 2500 埃的铝将印刷在两侧约 40' 的聚酯薄膜喷镀在两侧上。对一片 5"×5" 的涂覆有铝的聚酯薄膜进行显影, 方法如下: 将其浸泡在含有丁酮的结晶皿中, 然后将该结晶皿放入 Fisher #FS220H 超声破碎器 (Fisher Scientific 公司, Pittsburg, 宾夕法尼亚州) 中 2 分钟, 其中超声破碎器装有 1 英寸深的水。该过程产生聚酯电极, 其一侧仅在 A 的无油墨区域的分段图案中含有铝, 而其相对侧在 B 中含有无油墨线条的电极图案。

在金属薄膜沉积后, 利用简单的剥离工艺 (该工艺不会破坏在涂层/油墨图案不存在的区域形成的金属薄膜, 例如但不限于上述的溶剂和物理剥离工艺) 除去遮蔽涂料/油墨线条的能力有利于连续的制备工艺, 如卷带式制备工艺, 因为不需要: 任何费时的分批工艺 (如光致抗蚀剂的图案曝光和显影等)、蚀刻掉未被光致抗蚀剂覆盖的部分导电层、或使用需要特殊处理或特殊条件以在蚀刻后除去光致抗蚀剂层。通过节约时间和采用便宜的材料, 本文中描述的工艺比其他通常用来在聚合物基板上形成本文所述的各种结构的工艺要便宜得多。

图 5A-1 至 5D-2 示出在一个实施例中使用的在基板上形成图案化薄膜导体的可供选择的工艺。图 5A-1 至 5D-2 所示的工艺在下述意义上使用“正”印刷图案：涂层/油墨被印刷成待形成导电薄膜结构的图案，而不是上面结合图 1-4 描述的用来定义不形成导电薄膜结构的区域。图 5A-1 至图 5D-2 所示的工艺与图 1-4 所示的工艺类似之处在于：图 5A-1 至 5D-2 所示的工艺使用印刷技术来定义待形成的导电薄膜结构。然而，图 5A-1 至图 5D-2 所示的工艺与图 1-4 所示的工艺的不同之处在于：不从基板剥离印刷图案，如下将更充分地描述的。

如图 5A-1 和图 5A-2 所示，导电薄膜结构形成在基板 **502** 上。基板 **502** 可以是上述用于图 1-4 所示工艺的任何基板材料。在一个实施例中，基板包括 5 密耳厚的 4507 聚酯（可获自 Transilwrap 公司，Franklin Park，伊利诺伊州）。图 5B-1 和图 5B-2 示出印刷在基板 **502** 上的图案线条 **504** 和 **506**。在一个实施例中，使用在胶印机上的 GP20011 UV Process Magenta 油墨（Ink Systems 公司，Commerce，加利福尼亚）将图案线条 **504** 和 **506** 印刷在基板 **502** 上。可采用任何油墨或其它具有下述特性的可印刷材料：随后沉积的金属薄膜比其粘附于基板来说，更牢固地粘附于印刷材料，如下面将更充分地说明的。

图 5C-1 和 5C-2 示出在基板的图案化表面上形成的金属薄膜层 **508**，覆盖印刷图案（线条 **504** 和 **506**）和未被印刷图案覆盖的基板 **502** 区域。在一个实施例中，通过在膜厚度为 120nm 时将图案化基板载入用于铝蒸发的真空系统中形成导电薄膜 **508**。

图 5D-1 和 5D-2 示出在形成在基板 **502** 上的部分导电薄膜 **508** 已通过剥离工艺除去后的剩余结构。导电薄膜结构 **510** 和 **512** 仍然分别形成在印刷线条 **504** 和 **506** 上。在一个实施例中，使用溶剂来除去直接在基板上形成的部分导电薄膜，但不除去在印刷材料上形

成的部分导电薄膜，留下与印刷材料有相同图案的导电薄膜结构。在一个实施例中，在图 5D-1 和 5D-2 中未示出，在剥离工艺后，在印刷材料的侧表面上形成的一些或全部导电薄膜仍然粘附于印刷材料的侧表面。在一个实施例中，通过剥离工艺并不除去直接在基板上形成的全部导电薄膜，但被除去的直接在基板上形成的导电薄膜足以使未印刷印刷材料的基板区域内没有可测量的电导率。

图 5A-1 至 5D-2 所示的可供选择的工艺要求：导电薄膜层与基板的粘合力低、导电层与印刷材料的粘合力高、印刷材料与基板的粘合力高、以及溶剂是这样的以致其除去直接在基板上形成的部分导电层，但不除去在印刷材料上形成的部分导电层。

在另一个可供选择的工艺中，可采用与金属薄膜具有低亲合力的基板。在一个这样的实施例中，使用表面处理或涂底剂（如可用 UV 固化的聚合物层，其与基板和金属薄膜均具有良好的粘合力）以代替在图 1 所示工艺的步骤 104 和 106 中的遮蔽涂料/油墨。在这种情况下，未涂覆区域上的金属薄膜将在剥离工艺中除去，从而在表面处理或涂底剂之上显露电极图案或迹线。该可供选择的工艺类似于图 5A-1 至图 5D-2 所示的工艺，其中涂底剂包括印刷材料，如图案线条 504 和 506。

图 6A-1 至图 6F-2 示出图 1-4 中所示工艺的另一种可供选择的工艺。图 6A-1 和图 6A-2 示出基板 602。在图 6B-1 和图 6B-2 中，利用具有低表面张力的疏水的（即防水）和溶剂可溶的可印刷的第一材料，图案线条 604 和 606 已被印刷于基板 602 上。如图 6C-1 和图 6C-2 所示，印刷基板接着用被第一材料所排斥的第二水基（water-based）材料进行外涂覆，以致外涂层仅粘附于未被第一材料覆盖的部分基板，形成包括第二（水基）材料的区域 608、610、和 612。其次，利用也不除去第二（水基）材料的适当溶剂除去防水第一材料，留下图 6D-1 和图 6D-2 所示的结构，其中包括第一（防

水)材料的结构**604**和**606**已被除去,在基板**602**上留下包括第二(水基)材料的结构**608**、**610**、和**612**。然后,如图6E-1和图6E-2所示,利用上述导电薄膜材料之一,通过喷镀、汽相淀积、喷涂、或其他适当技术,在结构**608**、**610**、和**612**上和在被第二(水基)材料覆盖的部分基板**602**上形成导电薄膜**614**。最后,图6F-1和图6F-2示出,在用适当的溶剂、或另一种适当的化学或机械剥离工艺除去水基材料后剩余的导电薄膜结构**616**和**618**。

在图6A-1至图6F-2所示工艺中,第一(防水)材料的印刷图案构成待形成的导电薄膜结构的正像。一旦除去第一(防水)材料,如上所述,剩余的第二(水基)材料则包括待形成的导电薄膜结构的负像。在某种意义上,第一(防水)材料可看作是掩模,其用来限定尺寸非常小的区域,如非常精细的线条,其中将不存在导电薄膜结构。而用诸如苯胺印刷技术等实际上有用的印刷技术来首先印刷这类窄线条可能是困难的,例如由于物理限制、印刷后油墨扩散等,但可以用这类技术可容易地印刷仅用较小的间隙来分隔线条或区域的较粗的线条或较小的区域。然后,如上所述,可使用诸如水基油墨等的第二(水基)材料,来填充由第一(防水)材料覆盖的区域之间的狭窄空隙,接着利用适当的溶剂可除去第一材料,留下包括第二材料的非常精细的线条或其他形状,而首先印刷非常精细的线条或形状可能并不是切实可行的。如上所述,然后这些线条可用作形成相邻导电薄膜结构的负像,这些结构是用例如非常窄的间隙分隔开的。

在一个实施例中,使用诸如剥离等的物理剥离工艺来显露电极图案。例如,将具有对ITO具有适当内聚强度(cohesion strength)和粘合强度的粘性带叠压于预印刷有遮蔽涂料/油墨的ITO/PET膜上。随后的剥离将除去在印刷有遮蔽涂料的区域或在没有油墨的区域上的ITO,其取决于油墨的内聚强度以及在油墨-PET界面和

ITO-PET 界面处的粘合强度。该剥离技术可与上述的任何工艺一起使用。

在一个实施例中，图 6A-1 至图 6F-2 所示的工艺包括利用在 Mark Andy 4200 苯胺印刷机上的膜 III 暖红色油墨（Environmental Inks and Coatings 公司，Morganton，北卡罗来纳州），在 Melinex 582 聚酯薄膜卷（4 密耳厚、14"宽、DuPont Teijin Films 公司，Wilmington, DL）上印刷所需要的导电结构的正像。聚酯卷的印刷部分然后利用 6 号迈耶棒（Meyer bar）用溶液涂覆，该溶液包括 16 份含水的 10% 聚乙烯吡咯烷酮（PVP-90，ISP Technologies 公司，Wayne，新泽西州）、0.40 份 Sunspers Violet（Sun Chemical 公司，Cincinnati，俄亥俄州）、和 16 份水，接着在 80℃的烘箱中干燥 1.5 分钟。然后将薄膜放置在盛有乙酸乙酯的结晶皿中。在 10"×10"×12.5"的超声破碎池（BLACKSTONE-NEY, PROT-0512H EP 超声浴，由 12T MultiSonik™发电机所驱动）中注满约 4"的水，并且含有薄膜的结晶皿浮在水中，然后在 104KHz 下超声破碎 5 分钟。接着从结晶皿中取出薄膜并在 80℃的烘箱中干燥 1.5 分钟。完成干燥步骤后，该薄膜具有 PVP 涂层的线条，其限定最初印刷的正像的负像。接着，利用 CHA Mark 50 覆料机，用 ITO 喷镀涂覆图案化聚酯薄膜，从而沉积 1250 埃厚的 ITO 膜。接着，该涂覆有 ITO 的图案化聚酯薄膜在盛有水的烧杯中超声破碎 3 分钟，其中烧杯是放置在 Fisher # FS220H 超声破碎器（Fisher Scientific 公司，Pittsburg，宾夕法尼亚州）中。接着，用去离子水冲洗该膜并吹风干燥。所得到的膜具有 ITO 结构，其形状是最初印刷的正像。

在一个具体实施例中，图 6A-1 至 6F-2 所示的方法包括在 PET 基板上喷镀沉积（sputter deposition）ITO 膜，其中 PET 基板具有亲水涂层，例如 Melinex 582，并用暖红色油墨（Environmental Ink 公司）进行印刷。在一个具体实施例中，材料的这种结合允许利用水基剥离剂从不需要的区域用超声法剥离 ITO。

在一个具体实施例中，用于 ITO 剥离的水基剥离剂可以是表面活性剂溶液如 JEM-126 (三磷酸钠、硅酸钠、壬基苯酚乙氧基化物、乙二醇单丁醚、和氢氧化钠)、洗涤剂配方 409、过氧化氢物、和显影剂 Shipley453 等。

在一个具体实施例中，ITO 剥离速度取决于溶剂浓度、溶剂温度、以及基板膜相对于超声变换器的位置。

在一个具体实施例中，在 ITO 喷镀沉积之前，油墨印刷的 PET 表面用适当的等离子体进行预处理。在一个具体实施例中，这种等离子体预处理可使 ITO 剥离过程中在图案化 ITO 结构上的微裂纹的产生最小化。此外，在一个具体实施例中，这种等离子体预处理可防止在印刷的油墨区域产生 ITO 残余物，这是由于高能等离子体而除去部分印刷的油墨图案的结果，在剥离工艺中其可在印刷的油墨区域产生 ITO 残余物。

为了消除出现在已剥离的 ITO 表面的较少油墨残余物的光学影响，在一个具体实施例中，优选印刷于 PET 表面上的无色油墨。

以上所述仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，对于本领域的技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的权利要求范围之内。

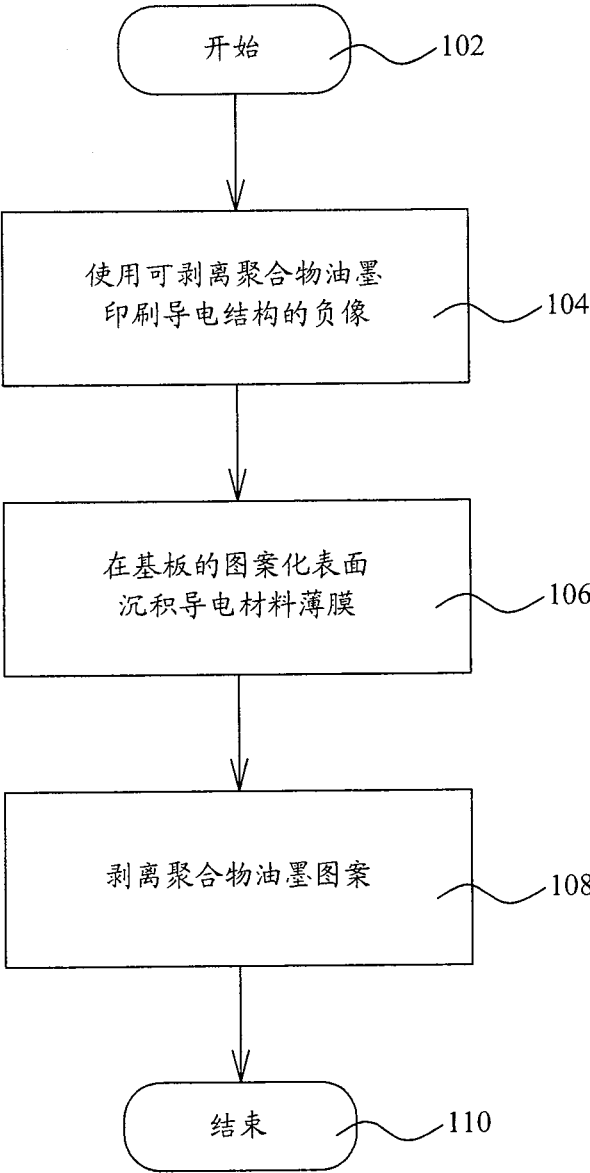


图1

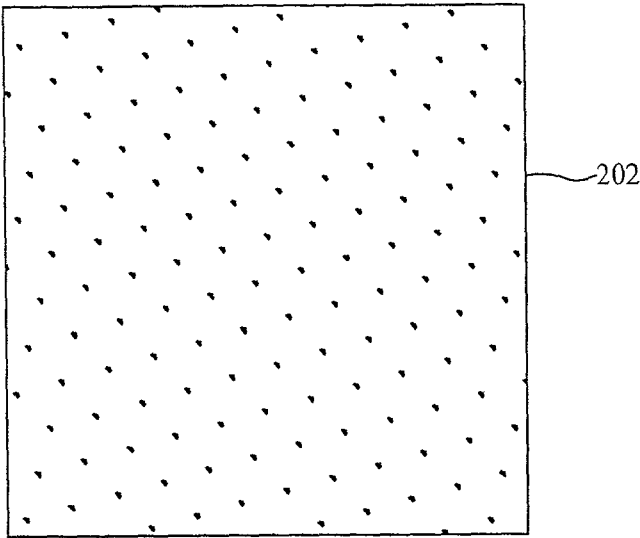


图2A

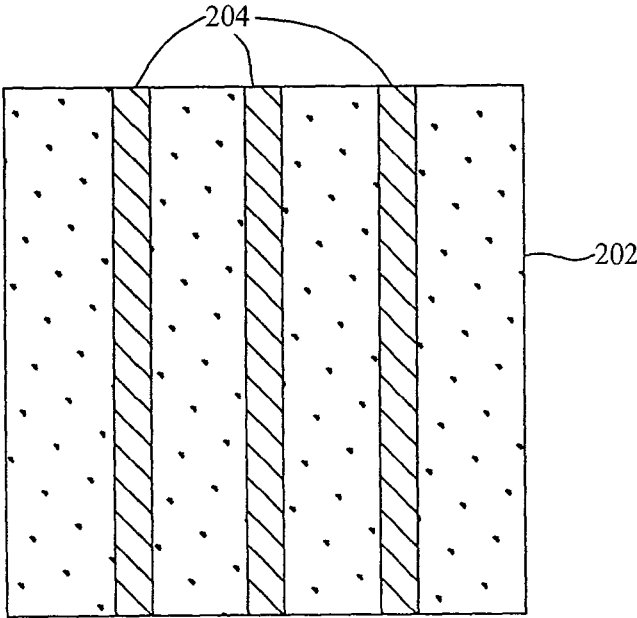


图2B

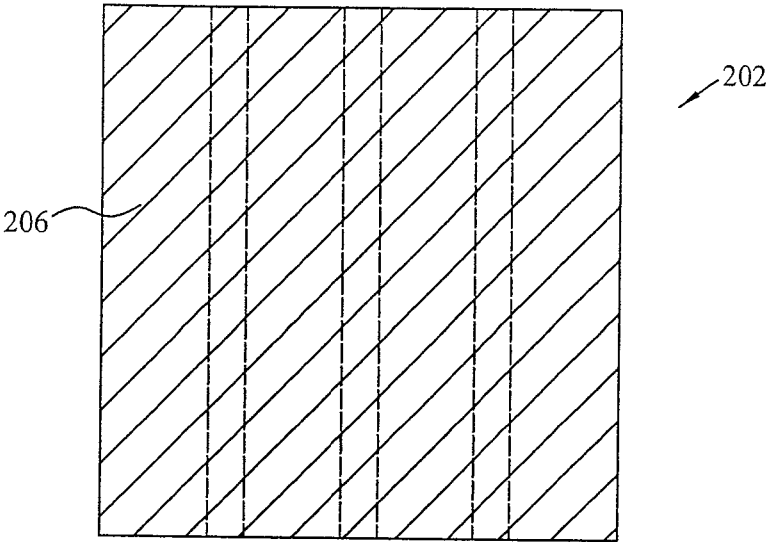


图2C

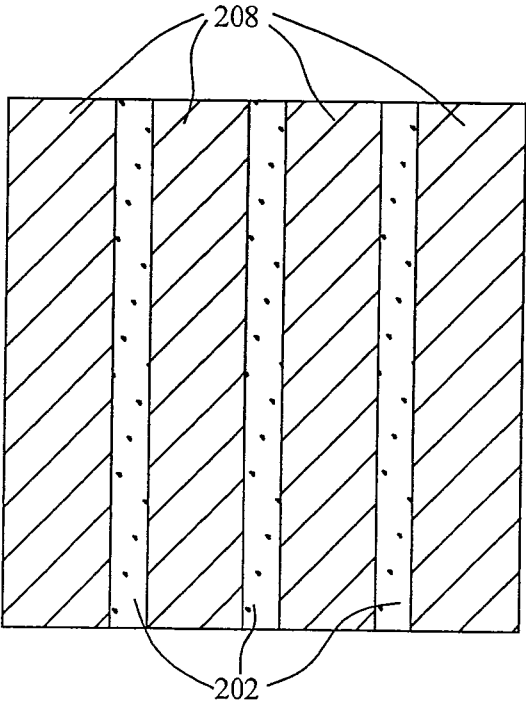


图2D

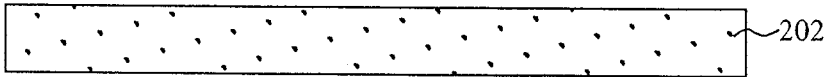


图3A

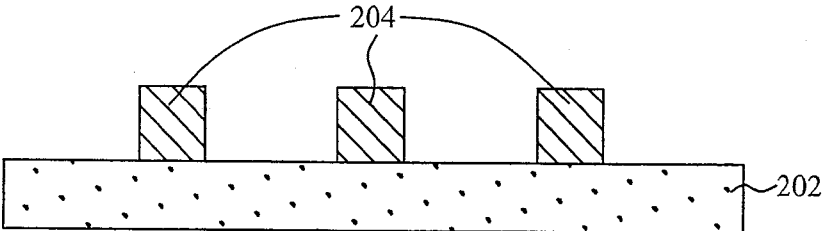


图3B

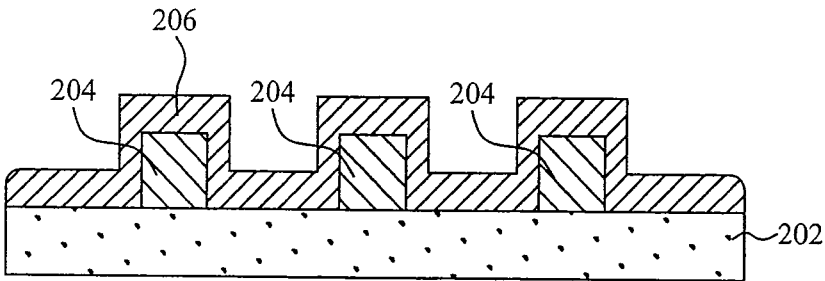


图3C

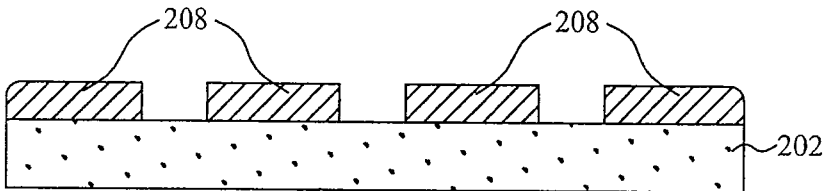


图3D

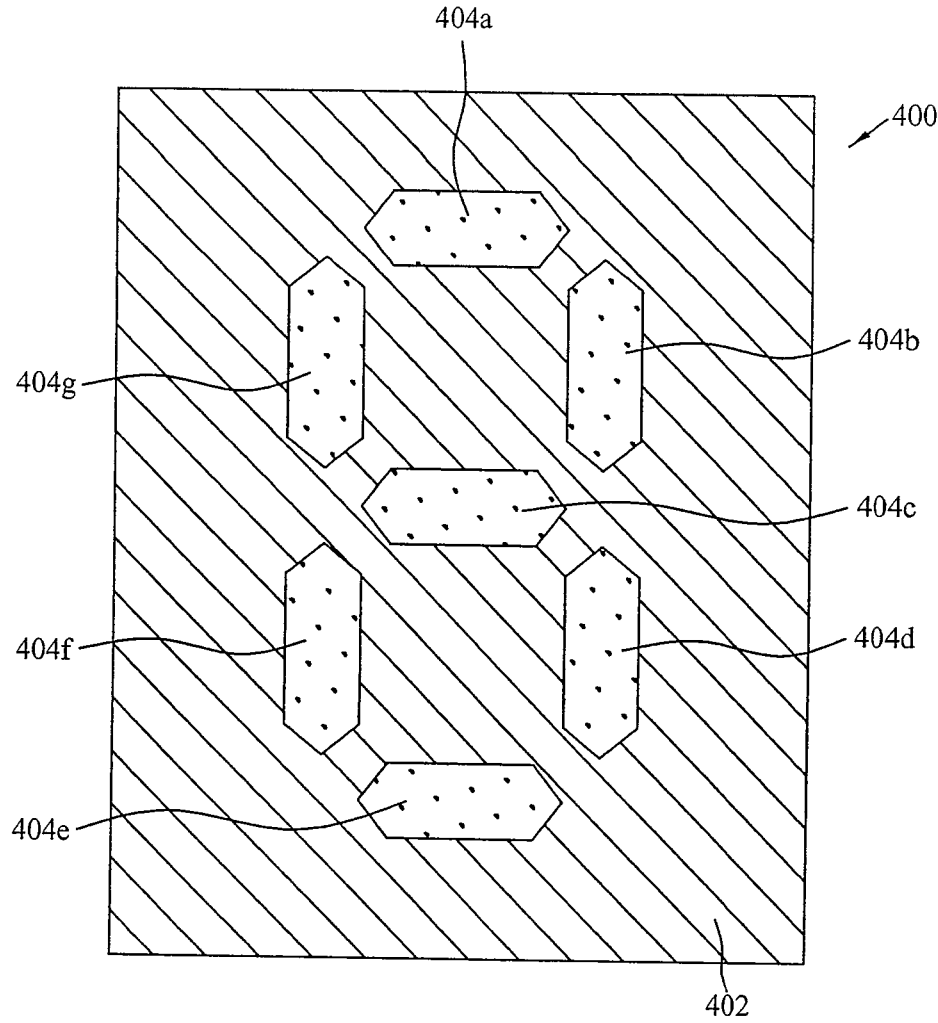


图4A

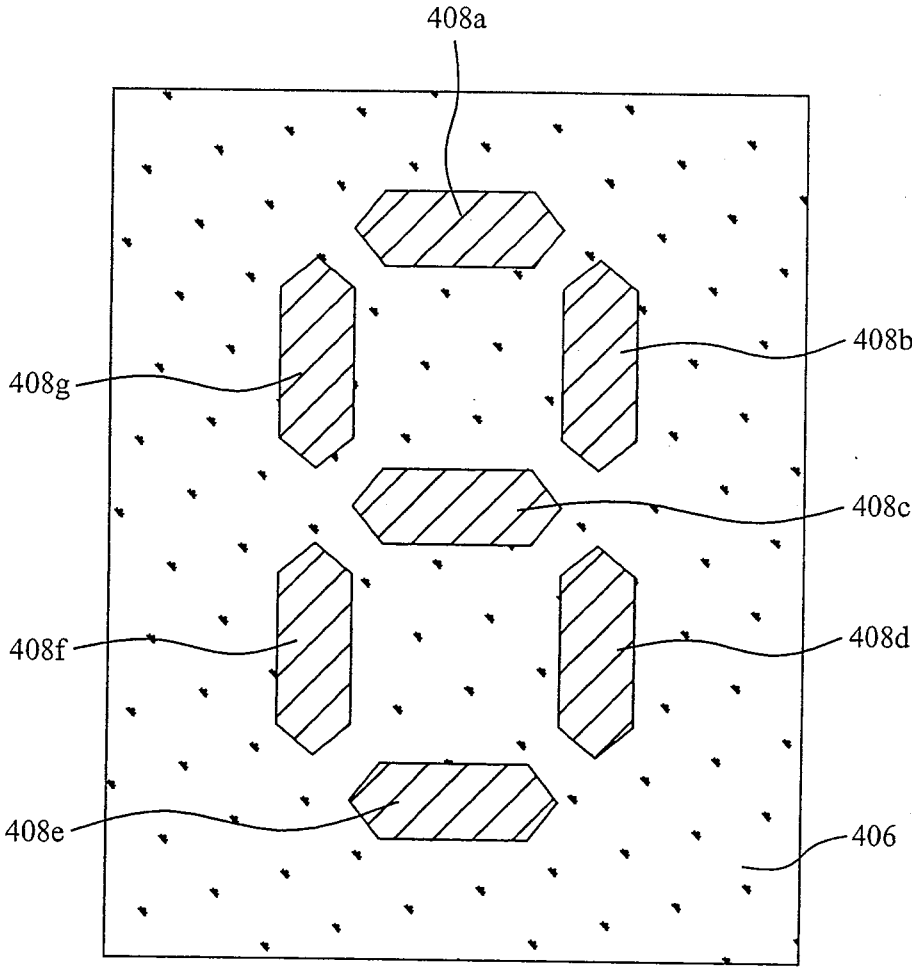


图4B

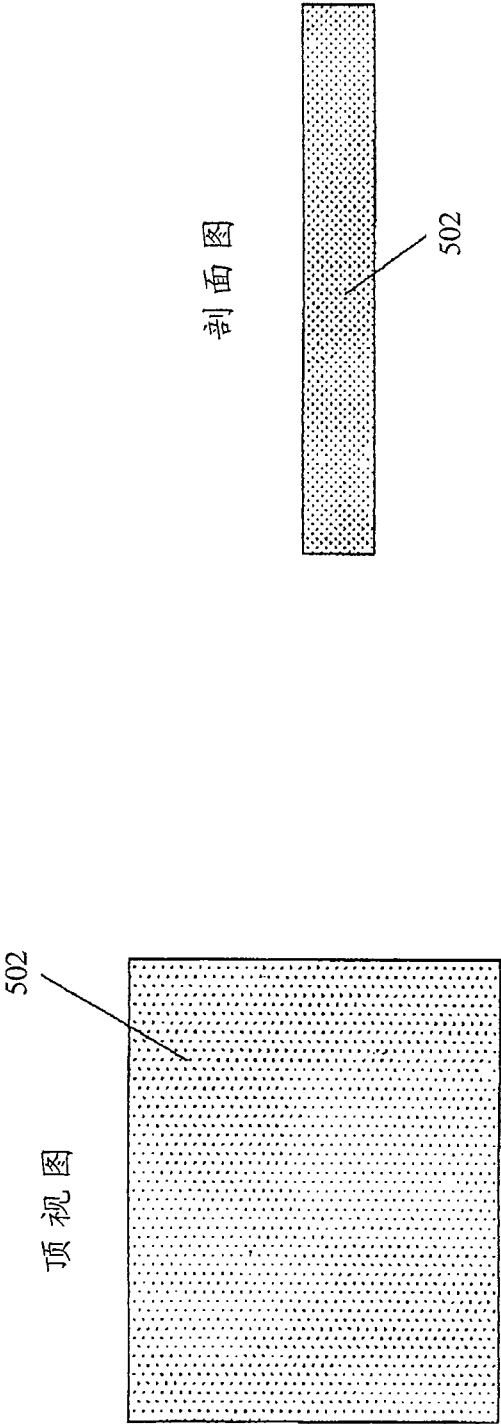


图 5A-1

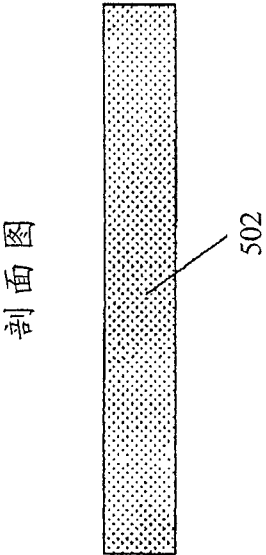


图 5A-2

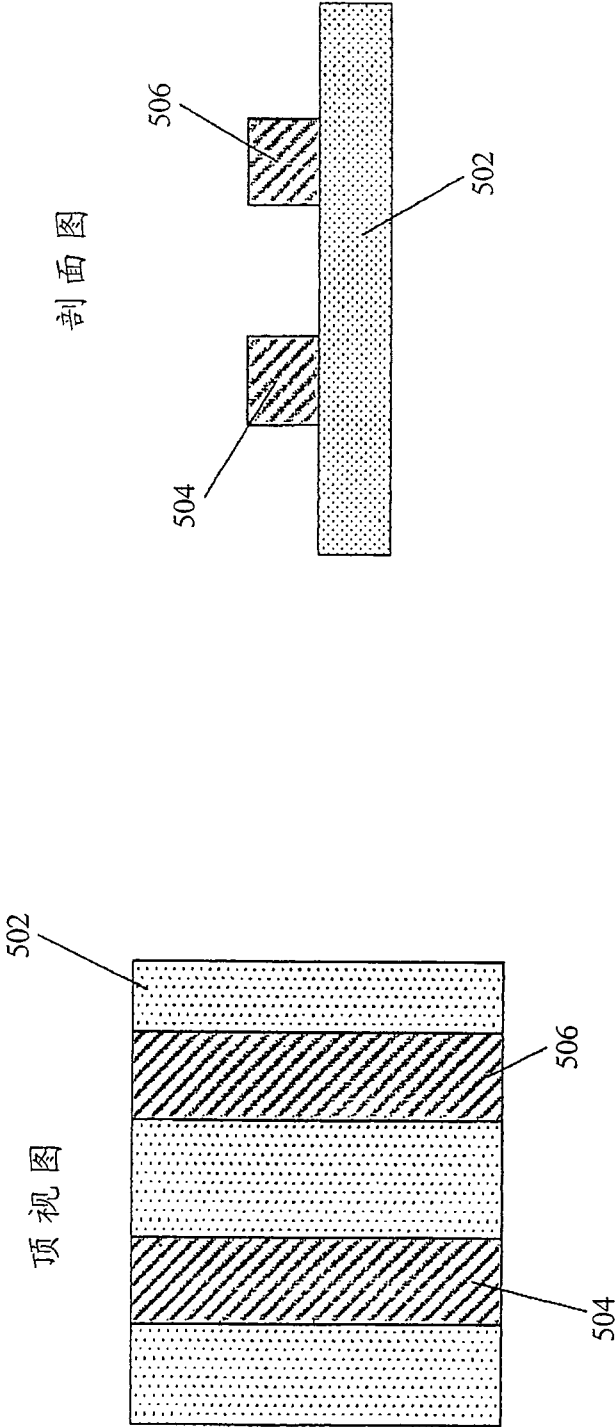


图 5B-2

图 5B-1

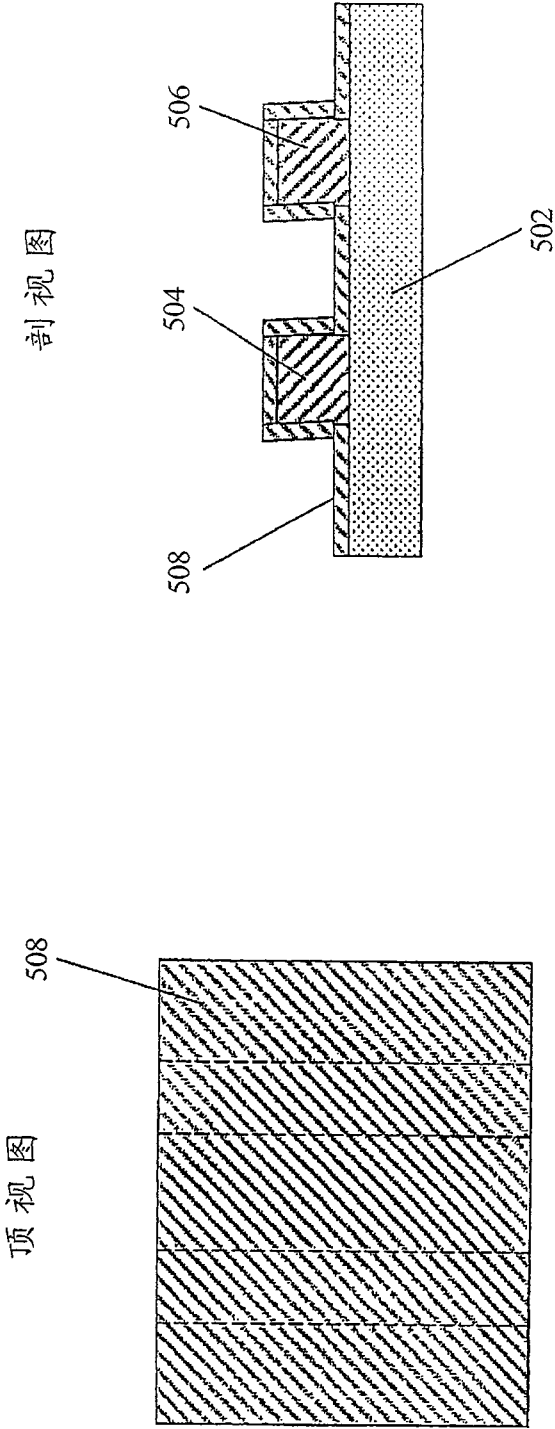


图 5C-2

图 5C-1

剖视图

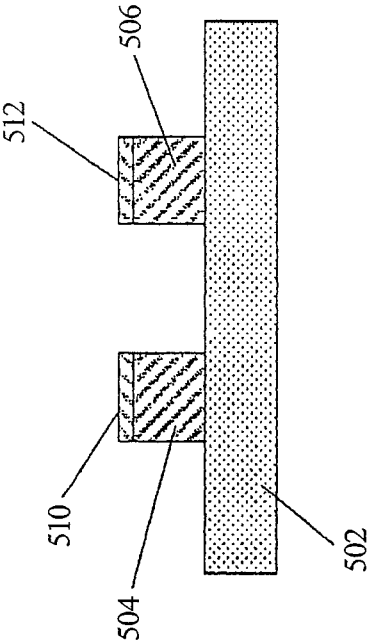


图 5D-2

顶视图

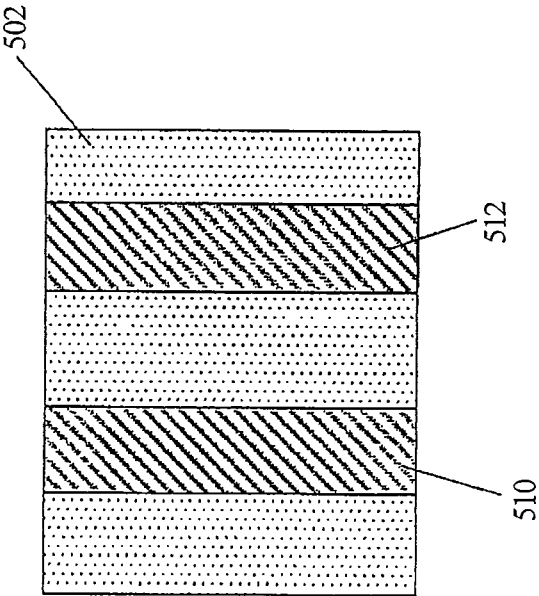


图 5D-1

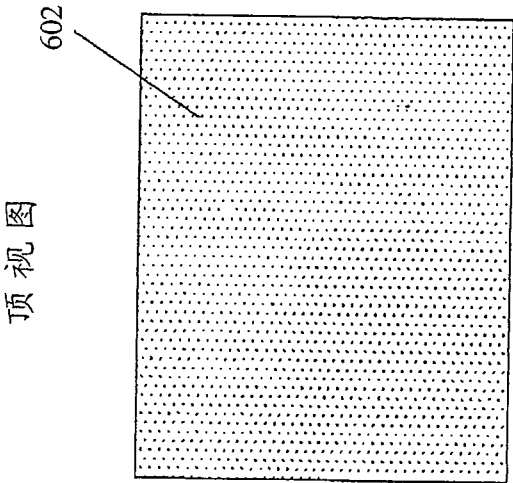


图 6A-1

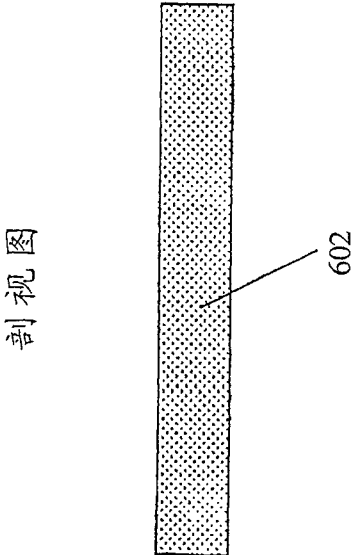


图 6A-2

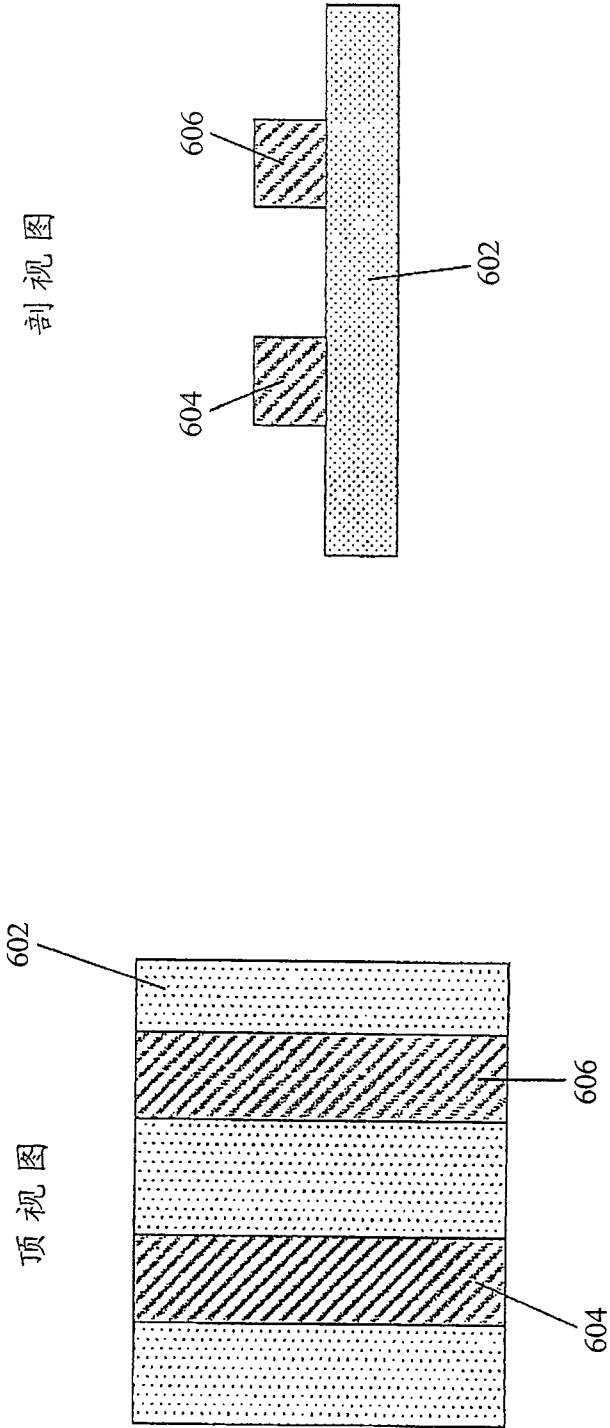


图 6B-2

图 6B-1

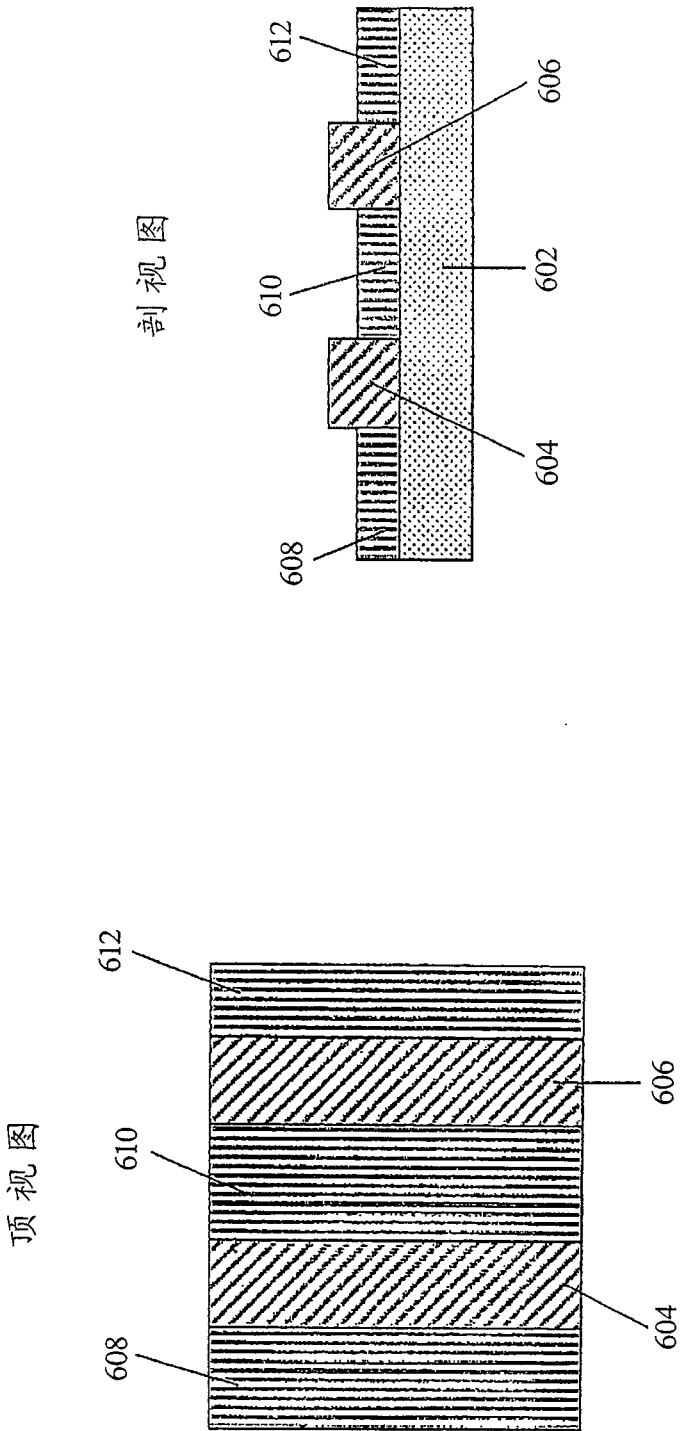


图 6C-1

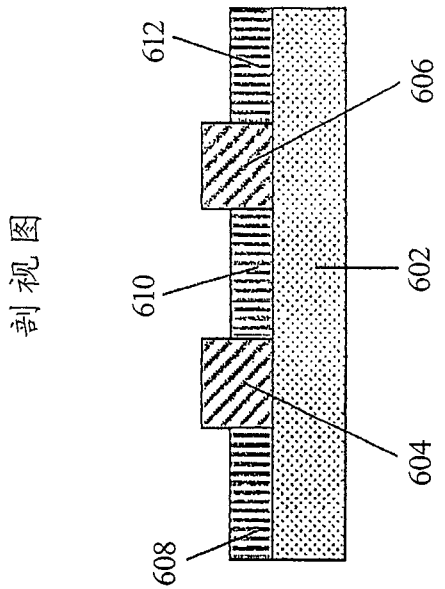


图 6C-2

顶视图

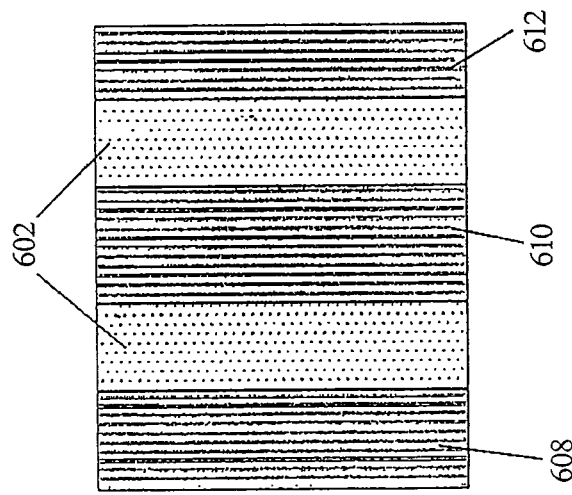


图 6D-1

剖视图

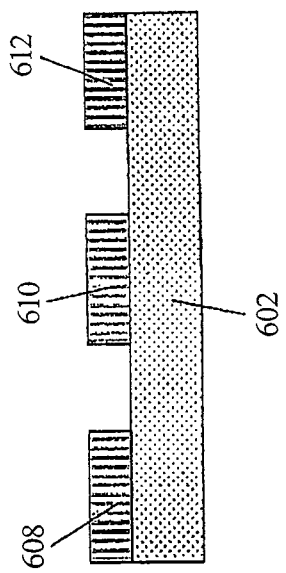


图 6D-2

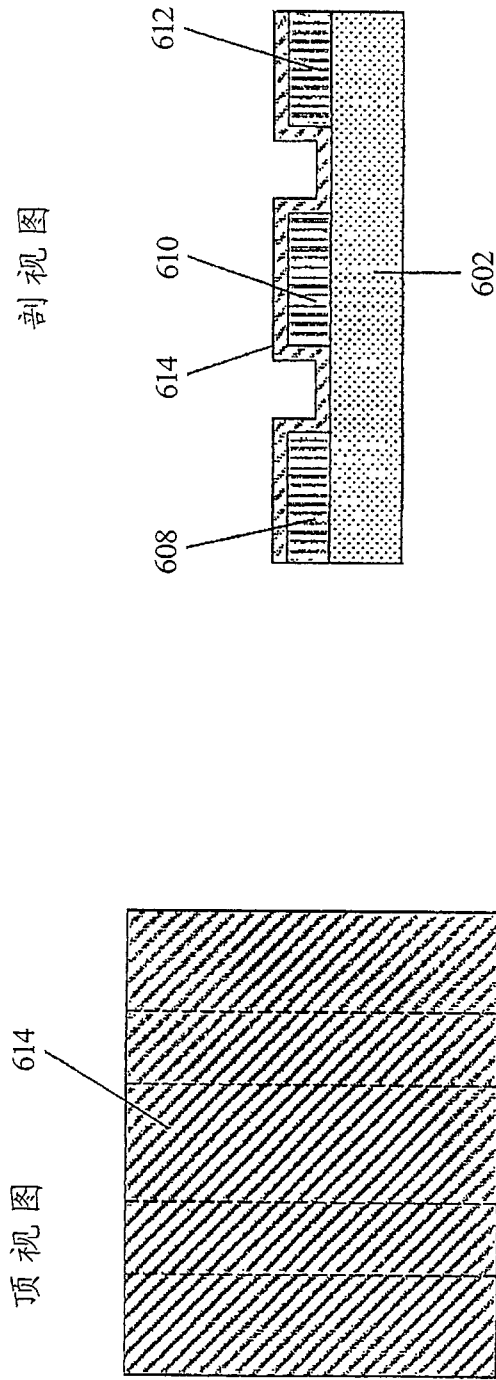


图 6E-2

图 6E-1

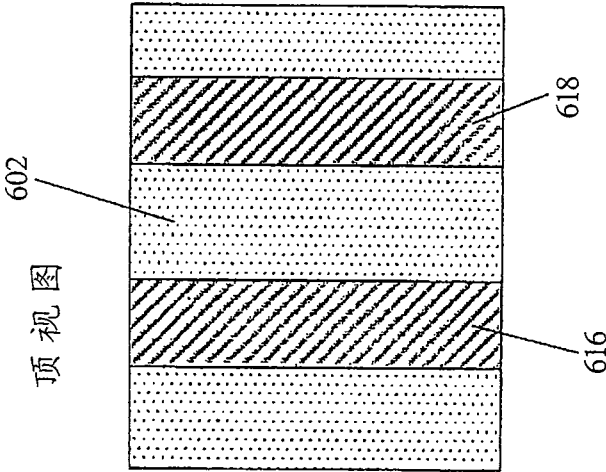


图 6F-1

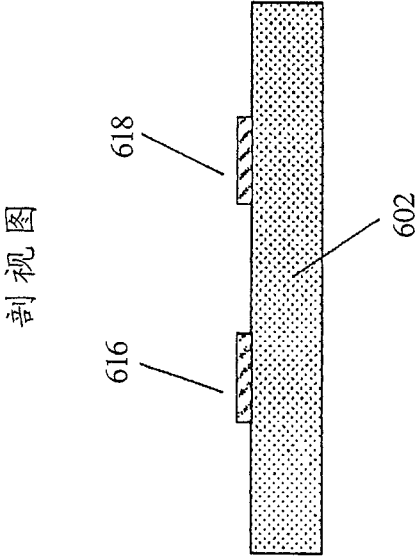


图 6F-2