



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03819883.5

[43] 公开日 2005 年 10 月 5 日

[11] 公开号 CN 1679131A

[22] 申请日 2003.8.20 [21] 申请号 03819883.5

[30] 优先权

[32] 2002.8.22 [33] US [31] 10/226,405

[86] 国际申请 PCT/US2003/026264 2003.8.20

[87] 国际公布 WO2004/064099 英 2004.7.29

[85] 进入国家阶段日期 2005.2.22

[71] 申请人 赛得里姆显示器公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 西蒙·坎 克雷格·贝 金正宰

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任
公司

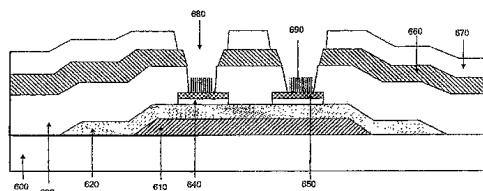
代理人 樊卫民 关兆辉

权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 9 页

[54] 发明名称 用于碳纳米管平板显示器的势垒金属层

[57] 摘要

一种平板显示器和用于形成基于碳纳米管的平板显示器的方法。在一个实施例中，平板显示器包括在催化剂层和电阻层之间形成的势垒层，且在该催化剂层上形成碳纳米管的微结构。势垒层用作在催化剂层和电阻层之间的防扩散层以防止在碳纳米管的生长期间催化剂层扩散进电阻层。该势垒层还增强催化剂层的粘合特性以使得能够在催化剂层上均匀生长碳纳米管结构。



1. 一种平板显示器，其包括具有有源区域表面的面板和具有有源区域表面的信号板，所述面板附着到所述信号板从而定义物理上由边界区域包围的有源区域，所述平板显示器包括：

催化剂层；

电阻层；

多个碳纳米管电子发射元件，将其设置在所述催化剂层上；以及势垒层，其夹在所述催化剂层和所述电阻层之间，以防止在所述催化剂层上形成所述多个碳纳米管期间，所述催化剂层扩散进所述电阻层。

2. 如权利要求 1 所述的平板显示器，其中，所述势垒层由钼形成。

3. 如权利要求 1 所述的平板显示器，其中，所述势垒层由钛钨形成。

4. 如权利要求 1 所述的平板显示器，其中，所述势垒层由钛镍形成。

5. 如权利要求 2 所述的平板显示器，其中，所述势垒层由钼的合金形成。

6. 如权利要求 3 所述的平板显示器，其中，所述势垒层由钛钨合金形成。

7. 如权利要求 4 所述的平板显示器，其中，所述势垒层由钛镍的合金形成。

8. 如权利要求 1 所述的平板显示器，其中，所述势垒层通过溅射沉积形成。

9. 一种场发射显示器件，其包括：

5 多个碳纳米管发射元件；

 催化剂层，其具有设置在其上的所述多个碳纳米管发射元件；

 中间金属粘合层，其被设置在所述催化剂层和所述电阻层之间，
以增强在所述催化剂层上形成所述多个碳纳米管发射元件期间，所述
催化剂层的粘合特性。

10

10. 如权利要求 9 所述的平板显示器，其中，所述中间金属粘合层由钼形成。

11. 如权利要求 9 所述的平板显示器，其中，所述中间金属粘合层由钛钨形成。

15

12. 如权利要求 9 所述的平板显示器，其中，所述中间金属粘合层由氮化钛形成。

13. 如权利要求 9 所述的平板显示器，其中，所述中间金属粘合层由钼的合金形成。

20

14. 如权利要求 9 所述的平板显示器，其中，所述中间金属粘合层由钛钨的合金形成。

25

用于碳纳米管平板显示器的势垒金属层

5 技术领域

本发明涉及平板显示器领域。更为具体的说，本发明涉及平板显示器和用于形成具有用于电子发射的势垒金属的平板显示器的方法。

背景技术

10 在现有技术的计算机显示器中，阴极射线管（CRT）显示器通常提供最好的亮度、最高的对比度、最佳的色彩质量和最大的观看角度。CRT 显示器通常地使用被淀积在薄玻璃面板上的荧光体。这些 CRT 通过使用产生高能电子的一到三个电子束来产生画面，其中以光栅图形横跨荧光体扫描高能电子。

15

荧光体将电子能量转换为可见光，从而形成所需画面。但是，现有技术的 CRT 显示器因为封装阴极和从阴极延伸到显示器的面板的大大的真空封套的缘故而大且笨重。因此，典型地，过去也使用其它类型的显示技术，比如有源矩阵液晶显示、等离子显示和电致发光显示技术。

20

近来，开发了薄的平面显示器（FPD），其使用和用在 CRT 设备中相同的处理来产生画面。这些平板显示器使用包括电极的行和列的矩阵结构的信号板（backplate）。在美国专利 No.5,541,473 中描述了一个这种平板显示器，将其在这里完全包括作为参考。平板显示器典型地是矩阵寻址的，并且它们包括矩阵寻址电极。矩阵中每行和每列的交叉点定义像素（在电子显示器中最小的可寻址元件）。

25

电子显示的本质是独立地打开和关闭画面元件（像素）的能力。典型地高信息内容显示器在 33cm 对角直角阵列中具有大约 25 万像

30

素，每一个由电子器件独立控制。像素分辨率一般恰好在或者低于人眼的分辨能力。因此，可以从激活的像素的图形创建高质量画面。

产生场发射阴极结构的阵列的一种方式依靠建立的良好半导体微制造技术。这些技术产生精确定形的场发射尖端（tips）的高度规则的阵列。通常用在这些技术中的光刻法包括许多处理步骤，且许多是用湿刻处理的。由可用的光刻胶和曝光辐射来确定每个单元区域的尖端数量、尖端大小和它们的间隔。

通过该方法生产的尖端典型地是锥形，其具有 $0.5\text{-}1\text{ }\mu\text{m}$ 量级的基座直径、各处从 0.5 到 $2\text{ }\mu\text{m}$ 的高度、以及几十纳米的尖端半径。这个尺寸限制了可能用于高分辨率显示器的每像素尖端数量，其中需要大量（400-1000 发射体每像素）用于均匀发射以提供足够的灰度级，并且减少每尖端的电流密度用于稳定性和长寿命。通过现有器件，保持周期尖端阵列在大面积上的二维配准（registry）对于门控场发射结构来说也是问题，这造成低产量和高成本。

U.S.专利 No.4,338,164 描述了制备在其上具有微结构突出的平坦表面的方法，该方法包括一系列复制的步骤，包括以比如来自重离子加速器的高能离子辐射可溶材料（例如，云母）以提供矩阵中的列状的轨迹，接下来将其蚀刻掉以在之后填充合适的导电的、发射电子的材料。在提供用于电子发射材料的导电衬底的另外的金属沉积步骤之后，溶解原始的可溶材料。所述方法能够产生多达 10^6 发射体每 cm^2 ，并且发射体具有大约 $1\text{-}2\text{ }\mu\text{m}$ 的直径。

U.S.专利 5,266,530 描述了通过在优选为水晶的衬底上的一系列复杂的沉积和蚀刻步骤制备的门控电场发射体。

图 1 是现有技术的扁平 CRT 阴极，其中作为热电子源的钨位于衬底上。在像素位置上具有多个空穴的玻璃板上形成扫描电极和数据

电极。具有应用到其的预定电压的电极选择性地传递从行电极发射的电子，使得电子向着屏幕加速并且激发涂覆在屏幕的内表面上的荧光材料。过去为用于如图 1 所示的扁平 CRT 提出了不同类型的发射体。

5 在这些不同发射体中使用碳纳米管。在碳纳米管显示器中，将构图的微结构设置在行电极上，使得当将电压加在行电极和列电极之间时，电子被从阴极发射到屏幕以激发在屏幕上的荧光体从而生成图像。

10 图 2 示出了用于本发明一个实施例的，现有技术的矩阵寻址非门控场发射显示设备 10 的一部分的示意图（截面视图），该显示设备 10 包括阴极 20。被设置在由基片 12 支撑的行导体 16 上的构图的微结构层 12 提供阴极 20。通常是铟离子氧化物（ITO）的透明列导体 18 被设置在优选为玻璃的基片 22 上，其支撑连续或不连续的荧光材料层 23 并且包括本发明的阳极 24。荧光材料 23 能够由电子激发。在从电压源 26 施加电压的情况下，使得将高电场加到微结构层 12 的发射位置。这使得电子流过在列导体 18 和行导体 16 之间的低压气体或真空间隙 28。

20 图 3 是门控矩阵寻址场发射显示设备 30 的另一现有技术实例。该设备包括包含导电栅极列 34 的门控阴极 32、绝缘隔离片 36、构图的微结构层 38，该构图的微结构层 38 被沉积在行导体 40 上并与其电气接触，且在通常为玻璃的基片 41 上支撑行导体 40。由低压气体或优选的真空间隙 44，在荧光材料 50 和阴极 32 之间的空间将阴极 32 和阳极 42 隔开。阳极 42 包括其上设置透明荧光体包含层 50 的基片 46。

30 图 4 示出了现有技术的碳纳米管 CRT 显示器的一部分的横截面视图。图 4 中的显示器包括门控阴极、由碳纳米管结构组成的构图微结构层、绝缘隔离片、将构图微结构层沉积在绝缘隔离片上并且与在基片上支撑的行导体电气接触。通过低压真空将阴极和阳极结构隔

开。该阳极包括面板、导电层和荧光体，其中当以从阴极发射的电子轰击荧光体时激发该荧光体。如图 4 所示的纳米管结构典型地包括在阴极导体和微结构发射元件之间的电阻层。典型地以平坦的配置构造微结构发射元件和电阻层。

5

图 5 是现有技术的碳纳米管场发射显示设备的另一实例。图 5 的场发射器示出了多层结构 300，其是 FED 平板显示器的一部分的横截面视图。多层结构 100 包括场发射信号板结构 110。在面板结构 160 产生图像。

10

信号板结构 110 通常由成型发射体电极 120、电阻层 115、电气绝缘层 140、栅极层 150 和位于通过绝缘 135 的孔径中的电子发射元件 140 组成。电子发射元件 140 是基于碳的材料。

15

信号板 110 还包括电子发射元件 140 位于其上的催化剂层。电阻层 115 和催化剂层 120 给予结构 100 发射体元件形成的均匀性，而这是在显示器产生合适的图像所需的。虽然如图 5 所示的结构 100 具有垂直的结构构造，可以将催化剂层和电阻层 115 制造为平面的。

20

在如图 5 所示的现有技术的设备中，典型地具有镍（Ni）材料作为催化剂层并且将基于硅的材料（Si）作为电阻层 115。催化剂材料（在这个情况中的 Ni）直接接触电阻 115 材料。在催化剂 120 和电阻 115 材料之间的接触使得从在催化剂材料和电阻 115 材料之间的相互扩散引起多结晶过程。Ni 催化剂和 Si 电阻的多结晶还能够影响催化剂层的粘附性能。当催化剂层扩散进电阻层 115 时，催化剂层失去用作在发射体元件 140 和电阻层 115 之间的有效粘附层的能力。催化剂层的粘附能力的减弱使得难以生长发射体元件 140，并且使得制造过程成本高。

25

30

发明内容

在参考下面在附图中示出了的优选实施例的详细说明之后，本领域普通人员将理解本发明的这些和其它目的和优点。

5 本发明提供了一种电子发射器件，其具有构图的金属势垒层以满足前述需要。本势垒层包括位于电子发射元件（一方面）和发射体电极（另一方面）之间的多个侧向隔开的区域。更为具体的说，势垒层位于催化剂层的区域之上。沿着每个发射体电极隔开催化剂层的区域。

10 本发明提供一种电子场发射显示器，其包括包含阴极的电极，包括设置在基片的一个或多个表面的至少一部分上的分离的固体微结构的致密（dense）阵列，该微结构具有大于 $10^6/\text{cm}^2$ 的实际密度。微结构的正投影的部分涂覆有一个或多个电子发射材料。

15 该显示器进一步包括电场生成结构，其包括第一和第二导电电极，它们绝缘地隔开并且基本上彼此平行。第一导电电极包括优选地由碳纳米结构支撑的电子发射元件层，提供发射体分布均匀性的催化剂层和用作在催化剂层和电阻层之间的粘合层的金属势垒层。该金属势垒层还用作电阻和催化剂层之间的防扩散层。

20 制造用于本发明的场发射显示设备的电极的优选方法包括提供矩阵可寻址基片的步骤。

25 为制造采用本发明的金属势垒层的电子发射器件，典型地首先提供其中控制电极覆盖在介质层之上的结构，且其中介质层覆盖在导电催化剂层之上，导电催化剂层覆盖在发射体电极之上。电子发射元件位于延伸通过结构中的控制电极和介质层的合成物开口中，使得电子发射元件覆盖在发射体电极之上的催化剂层上。创建金属势垒区域包括移去催化剂层通常位于在控制电极侧面的位置处的空间以下的部分。

30

移去步骤通常由通过至少部分以催化剂层形成的掩膜来蚀刻势垒层执行。通过使用这个技术，一般不需要执行单独的掩模步骤以将催化剂层构图为沿着发射体电极的分离区域。而且，在势垒层的部分在势垒层之下侧向隔开的实施例中，最初可以使用典型地在成型发射体层以形成发射体电极中采用的掩膜来构图势垒层。再次，不需要执行额外的掩模步骤以提供这个初始构图给催化剂层。净结果就是可以在势垒层中提供所需图形而不增加掩模步骤的数量。

附图说明

附图是为了能进一步了解本发明而包含的，并且被纳入本说明书中构成本说明书的一部分，这些附图示出了本发明的实施例，并用于与本说明书一起对本发明的原理进行说明。

现有技术图 1 是示出了现有技术的扁平 CRT 显示设备的横截面视图；

现有技术图 2 是示出了现有技术的矩阵寻址非门控场发射显示设备的横截面视图；

现有技术图 3 是示出了现有技术的矩阵寻址门控场发射显示设备的横截面视图；

现有技术图 4 是示出了现有技术的碳纳米管显示设备的横截面视图；

现有技术图 5 是示出了现有技术的碳纳米管场发射显示设备的横截面视图；

图 6A 是本发明的碳纳米管场发射显示设备的一个实施例；

图 6B-6G 是表示制造本发明的碳纳米管场发射显示设备的实施例的步骤的横截面结构视图、

在附图和优选实施例的说明中采用的相似的参考数字表示相同或非常近似的一个或多个项目。

具体实施方式

下面将详细参考本发明的优选实施例，在附图中示出了其实例。虽然结合优选实施例描述本发明，应该理解并不意在限定本发明到这些实施例。相反的，本发明意在覆盖在本发明如所附权利要求定义的精神和范围中包括的替代、修改和等效。另外，在下面的本发明的详细说明中，提出了很多特定细节以提供本发明的全面理解。但是，对于本领域普通技术人员来说很明显可以实现本发明而不需要这些特定细节。在其它情况中，没有描述公知方法、过程、组件和电路以避免不必要地混淆本发明的方面。

图 6A 示出了根据本发明的矩阵寻址场发射体的核心部分，其包括以垂直对准方式构图到导体带的垂直发射体导体。图 6A 的横截面采自垂直平面。图 6A 的场发射体是从典型地由具有大约 1mm 厚度的玻璃组成的扁平电绝缘基板（基片）600 生成的。为了简化图示，在图 6A 的透视图中没有示出基板 600。

一组通常平行的发射体电极 610 位于基板 600 上，如图 6B 所示。发射体电极 610 以行方向延伸并且构成行电极。如图 6B 所示，每个发射体电极 610 具有基本上为直立等边梯形形状的横向剖面。这个剖面帮助改进在发射机电极 610 上形成的层的逐级覆盖。

发射体电极 610 典型地由铝、钼或铬、或任意这些金属的合金构成。发射体电极 610 典型地厚度为大约 1000-5000 埃。

在本发明的一个实施例中，通过现有技术的多种已知沉积方法将发射体电极 610 沉积在原处。在一个实施例中，使用飞溅沉积。

在沉积发射体电极 610 的情况下，光阻掩膜剂（PR）根据设计的图形掩模发射体电极 610。之后软烘烤光阻掩膜。在掩模和烘烤光阻

掩膜之后，通过现有技术中的多种已知光刻处理蚀刻发射体电极 610。可应用的蚀刻方法包括湿蚀刻。通过现有技术中已知的方法剥落剩余的 PR 掩膜物质。

5 之后通过在发射体电极层 610，和没有由发射体电极 610 材料覆盖的玻璃 600 的剩余表面上沉积阻抗材料层来制造电阻层 620，如图 6C 所示。在本发明的一个实施例中，沿着发射体电极 610 的表面，在每个像素形成电阻层 620 就像岛的形状。在本发明的一个实施例中，通过现有技术中的多种已知方法沉积电阻层 620。在一个实施例中，
10 通过等离子增强化学汽相沉积（PECVD）方法来实现电阻层 620 的沉积。

 在沉积电阻层 620 的情况下，光阻掩膜剂（PR）掩盖电阻层 620。掩盖之后，软烘烤电阻层 620 并对其曝光。接下来通过硬烘烤和干蚀
15 刻生长电阻层以符合玻璃 600 的表面的轮廓。通过现有技术中已知的方法剥落剩余的 PR 掩膜物质。

 如图 6D 所示，之后通过分别在电阻层 620 上沉积钼层和导电金属层来制造构图的势垒层 640 和催化剂层 650。在本发明的一个实施例中，通过现有技术中的多种已知方法沉积势垒层 640。在本发明的一个实施例中，该势垒层由钛钨合金（TiW）形成。
20

 在本发明的另一实施例中，势垒层由氮化钛（TiN）形成。在本发明的一个实施例中，势垒层由钨（W）形成。在本发明的一个实施例中，势垒层 640 用作在电阻层 620 和催化剂层之间的防扩散层，其中本发明的碳纳米管发射元件位于催化剂层之上。因此，势垒层 640 防止催化剂层材料扩散进电阻层 620。在本发明的另一实施例中，势垒层 640 增强催化剂层 650 的粘合性能以使得碳纳米管电子发射元件能够粘合到催化剂层 650。
25

30

将催化剂层 650 构图为一组位于势垒层 640 顶部的、侧向隔开的通常平行的带，如图 6E 所示，以形成用于在其上沉积碳纳米管电子发射元件的催化剂层。催化剂带 650 在列方向延伸，并且沿着每个发射体电极 610 隔开。每个催化剂带 650 在所有电极 610 上延伸。因此，带 650 侧向覆盖在每个电极 610 的隔开的部分上。带 650 是垂直导体，其中电流大部分在垂直方向上、在电极 610 之间流过带 650，带 650 覆盖在将在下面描述的电子发射元件上。

每个催化剂带 650 典型地由镍、铁、钴或这些金属的合金组成。在由钴组成的催化剂层的另一实施例中，钴层的厚度是 1nm-200nm。

如图 6F 所示，掩盖介质层 630 形成在催化剂层 650 和电阻层 620 的表面上，以覆盖电阻层 620 没有由介质层 640 覆盖的部分。接下来形成由一组侧向分开的、通常平行的带 630 组成的构图的介质层覆盖在催化剂带 650 上。每个介质带 630 完全盖在相应的一个催化剂带 650 之上。每个介质带 630 的纵向侧边缘大致垂直于相应的电阻带 620 的纵向侧边缘。介质带 630 典型地由具有 $1.5\mu\text{m}$ 厚度的硅氧化物组成。在另一实施例中，介质带 630 由具有 $1.5\mu\text{m}$ 厚度的氮化硅组成。

也如图 6G 所示，在介质层 630 上形成掩盖电非绝缘栅极层 670。典型地通过在介质层 630 上飞溅沉积铬或铝来生成栅极层 670。

带有意在用于主要控制部分的图像的光阻掩膜形成在栅极层 670 上。以化学蚀刻剂移去层 670 的暴露部分。作为选择地，采用等离子以移去层 670 的暴露部分。层 670 的构图的剩余部分包括一组以列方向延伸的侧向隔开的主要控制部分。

主要控制开口 680 的行和列的阵列通过主要控制部分 670 向下延伸到介质层 630。对于每组电子发射元件 690 提供一个主要控制开口 680。具体地说，在其中主要控制部分 670 横跨在发射体电极 610 之

上的每个位置存在一个主要控制开口 680。

在通过栅极层 670 的横越主要控制开口 680 的每个部分的多个位置上，形成实现控制开口 680 的栅极开口。

5

使用栅极层 670 作为蚀刻掩膜，通过栅极开口 680 蚀刻介质带 630 以形成介质开口。图 6A 示出了产生的结构。通常以介质开口在某种程度上底切栅极层 670 的方式来执行蚀刻以生成栅极开口 680。底切的量要足够大以避免沉积的层发射体锥形材料累积在介质开口的侧壁上，并电短路电子发射元件 690 和栅极材料。

10

现在在合成物开口 680 中形成电子发射碳纳米管 690。可以采用多种技术来生成碳纳米管 690。在一种技术中，在该结构中以通常垂直于面板 600 的上表面的方向汽相沉积所需的发射体材料，典型地为碳。发射体材料在催化剂导电层 650 上累积，并且通过栅极开口 680 以累积在导电带 650 上。

15

在场发射体操作期间，以控制电极 660 从所选的一组电子发射元件中的电子发射元件 690 中提取电子的方式控制电极 610 和 660 上的电压。与元件 690 相对的发光器件（这里没有示出）中的阳极将提取的电子拉向位于阳极附近的发光元件。因为电子由每个激活的电子发射元件 690 发射，正电流流过在下面的催化剂带 650 以在发射体电极 610 下。

20

催化剂带 650 向场发射体提供电子发射均匀性和短路保护。具体地说，带 650 限制能够流过激活的电子发射元件 690 的最大电流。因为流过每个激活的元件 690 的正电流等于由那个元件 690 提供的电子电流，带 650 限制由激活的元件 690 发射的电子数目。这防止了一些元件 690 在相同的提取电压提供比其它元件 690 多得多的电子，并且因此防止在平板显示器的观看表面上出现不需要的亮点。

25

30

而且,如果栅极电极 670 之一和在下面的导电带 650 变得电短路,并且因此电耦合到在下面的发射体电极 610,在短路位置的催化剂带 650 显著地限制流过短路连接的电流。在短路位置的带 650 的垂直电
5 导系数很大,使得在短路位置实质上所有在电极 660 和电极 620 之间的正常电压降发生在横跨导电带 650 的层间部分。通过合适的电子发射体设计,短路的发生不会有害地影响任意其它组电子发射元件 690 的工作。

10 这种短路电路可能由通过介质带 630 生成的导电路径、或通过一个或多个电子发射元件 690 和它们的栅极电极 670 接触而发生。在控制电极-电子发射元件短路电路的情况中,每个短路的电子发射元件 690 通常故障。但是,导电带 650 充分限制了通过每个短路的元件 690 的电流,使得在那组电子发射元件中的没有短路的元件 690 仍然以希
15 望方式正常工作。因此,一般催化剂带 650 使得包括小部分短路元件 690 的一组电子发射元件 690 仍然能够以足够的方式执行希望的电子发射功能。实质上保持了电子发射均匀性。

20 可以采用根据本发明生成的电子发射体以制造平板 CRT 显示器以外的平板设备。类似地,本发明的电子发射体可以用作除平板设备以外的产品的电子源。因此在不脱离本发明如所附权利要求定义的真正范围的精神的情况下,可以做出多种修改和应用。

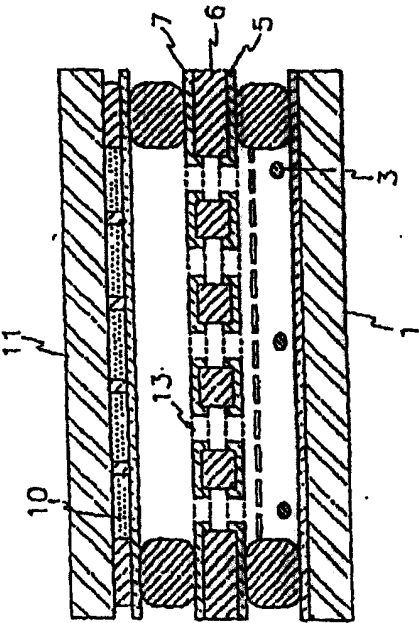


图1

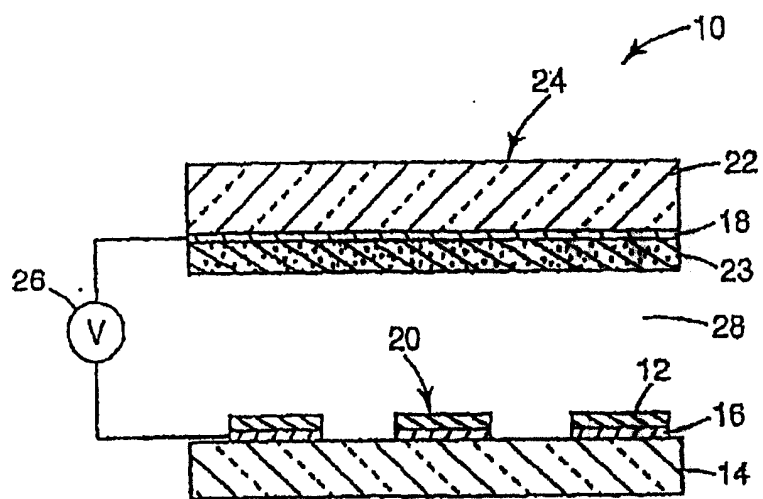


图2

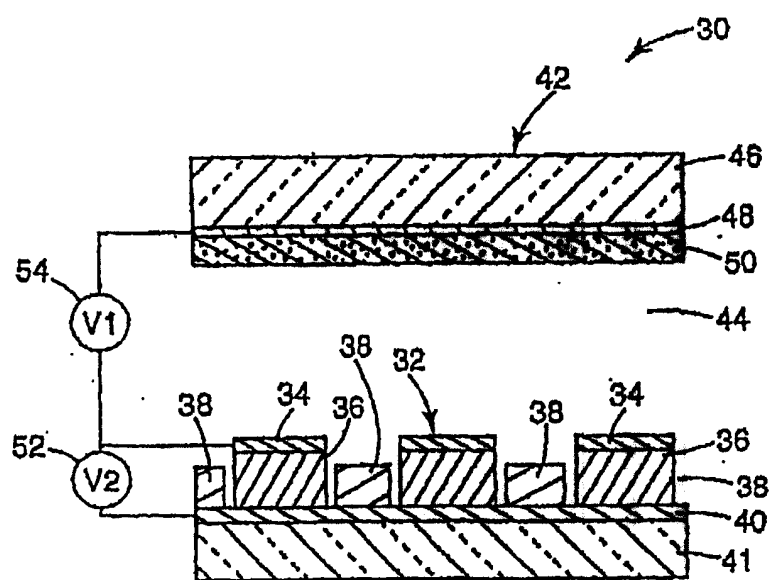


图3

现有技术视图

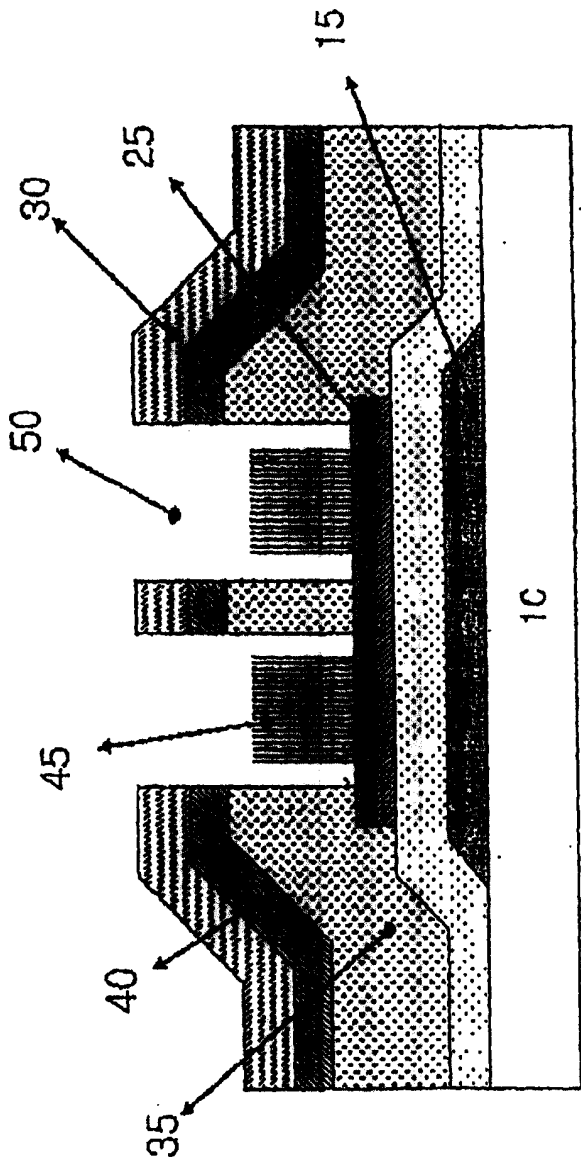


图4

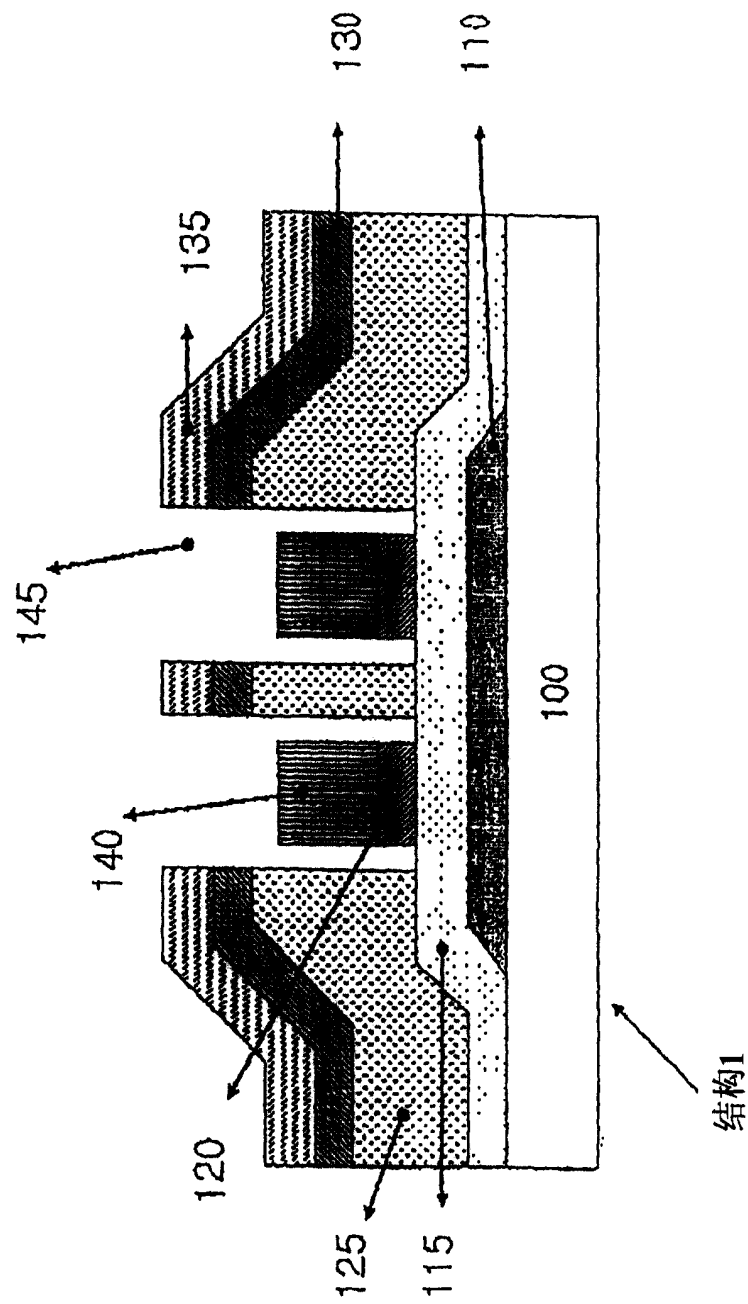


图5

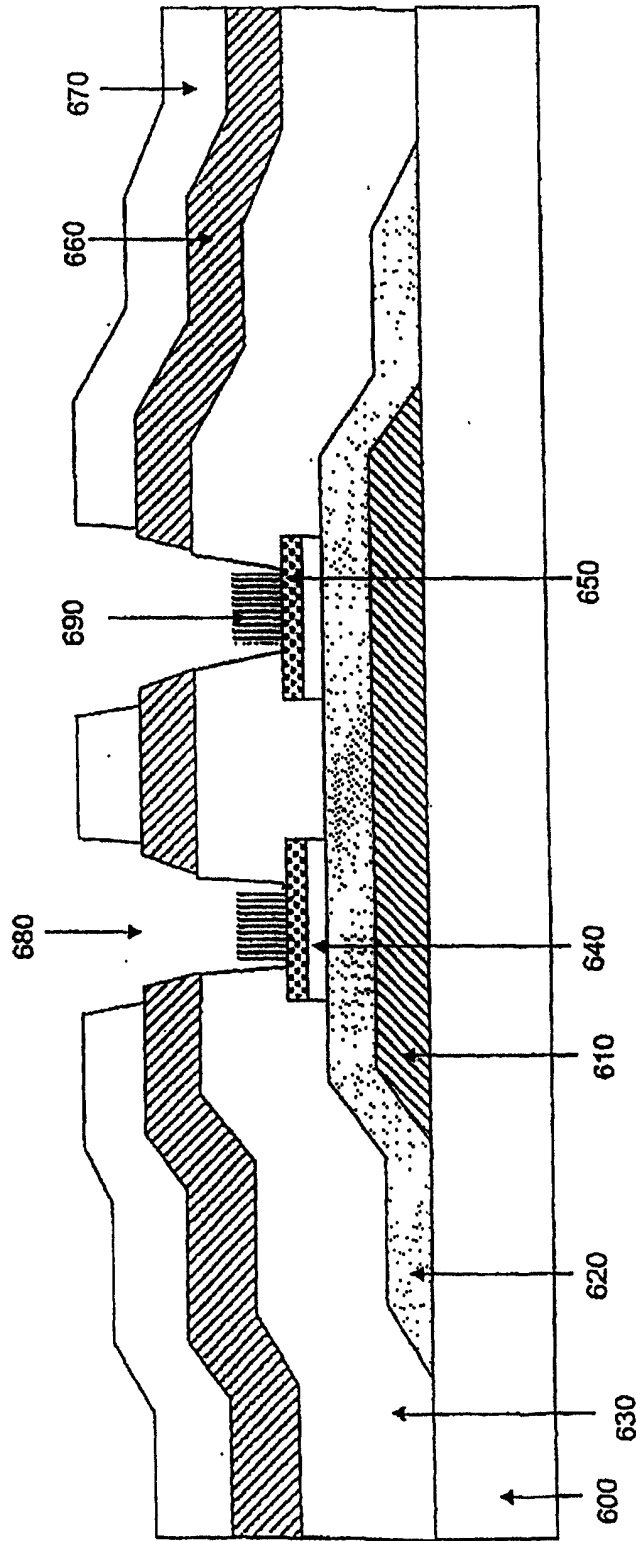


图6A

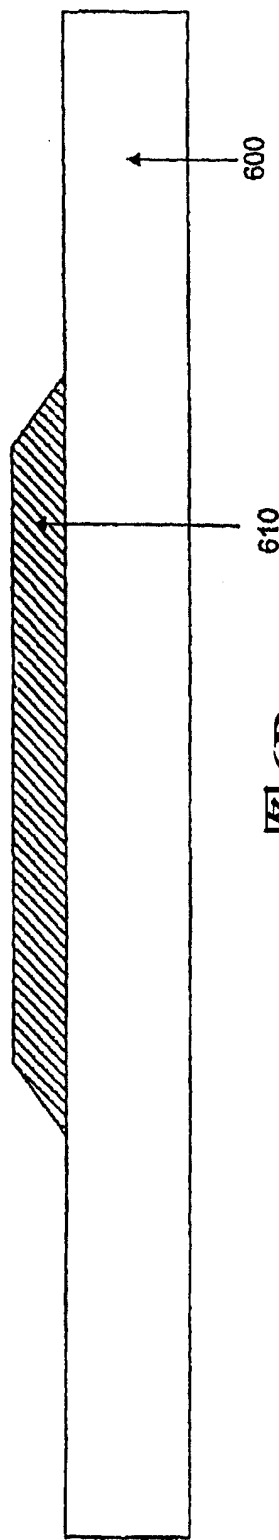


图6B

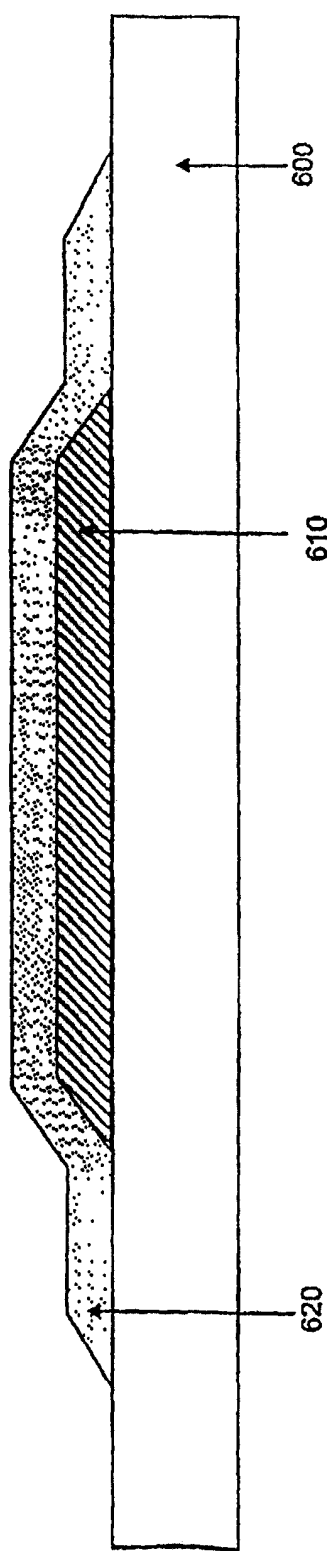


图6C

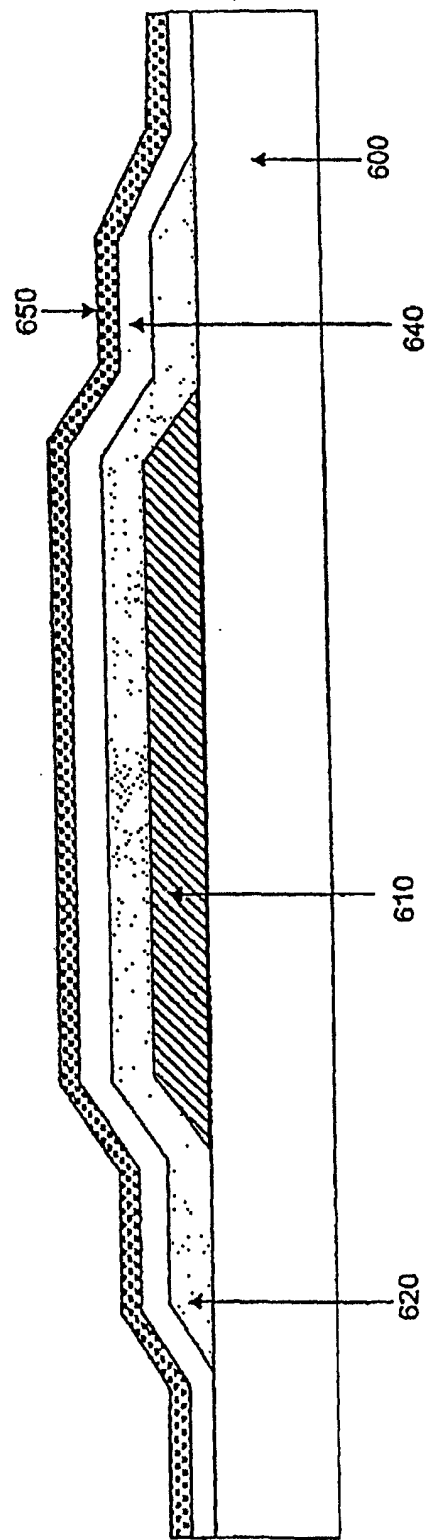


图6D

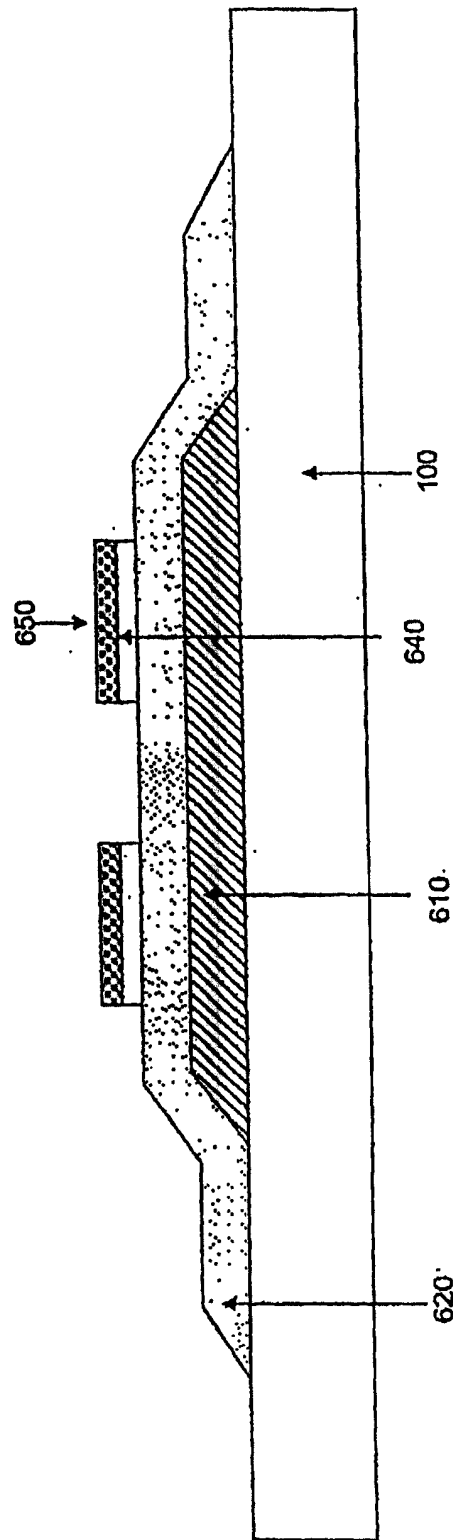


图6E

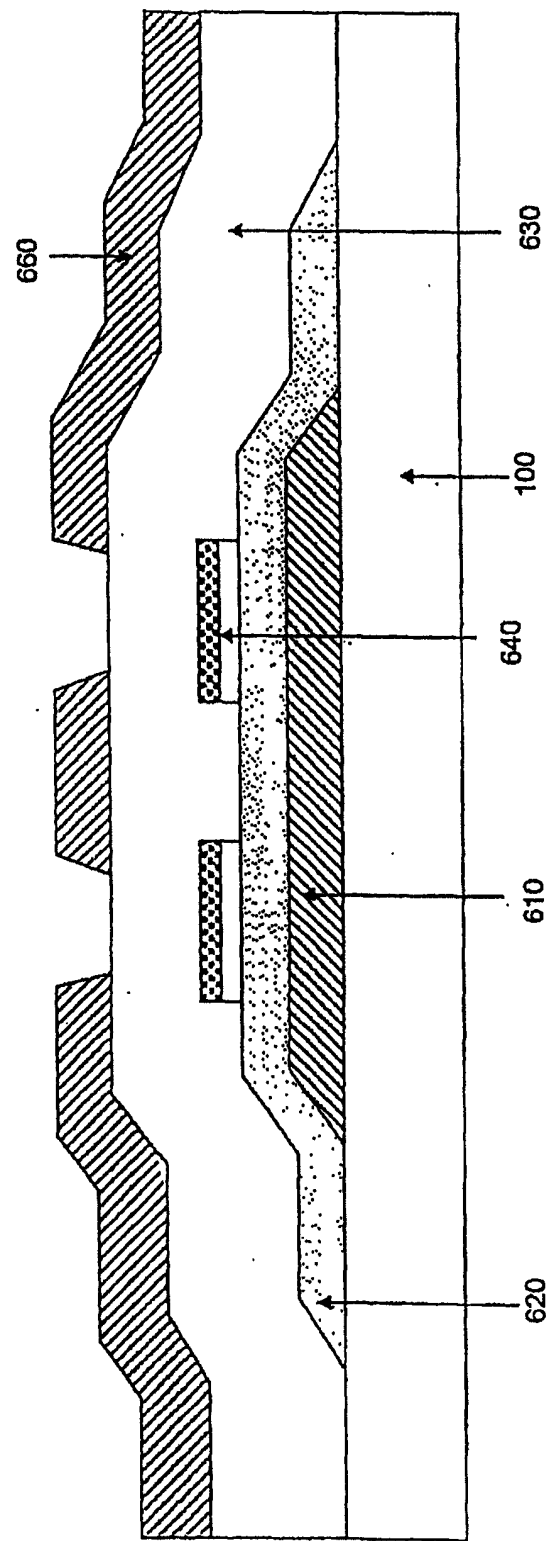


图6F

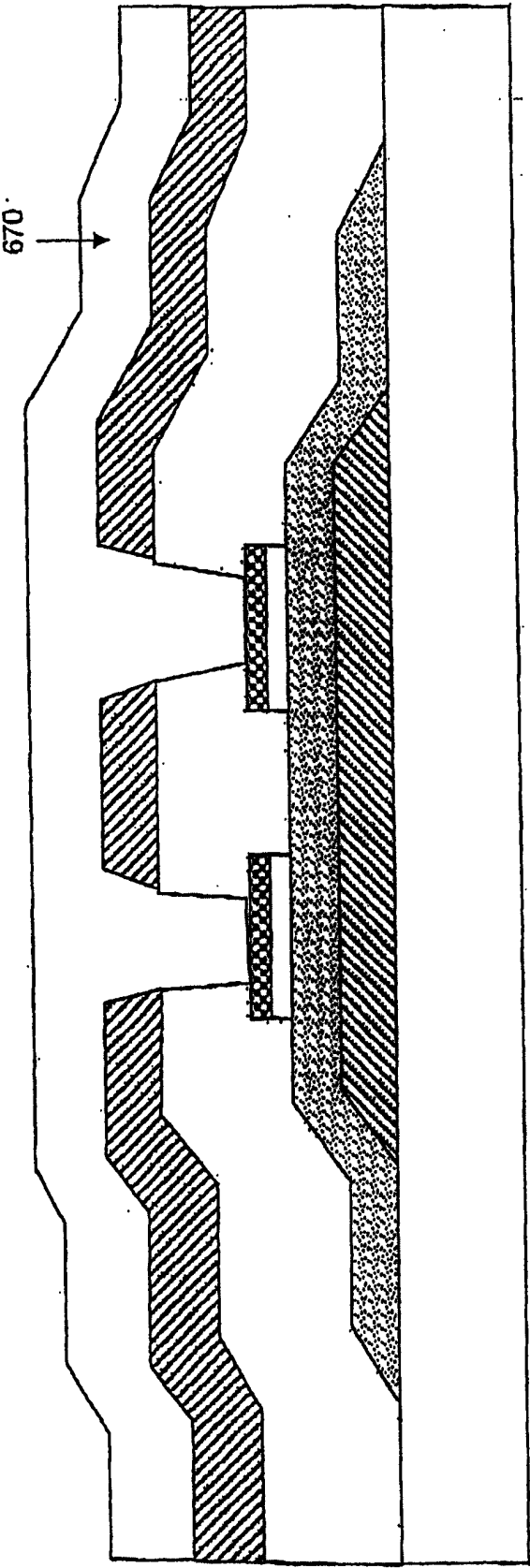


图6G