

[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 200680016758.8

[51] Int. Cl.

G02F 1/1335 (2006.01)

G02F 1/1362 (2006.01)

G02F 1/1333 (2006.01)

[43] 公开日 2008年5月7日

[11] 公开号 CN 101176029A

[22] 申请日 2006.5.16

[21] 申请号 200680016758.8

[30] 优先权

[32] 2005.5.17 [33] EP [31] 05104100.2

[86] 国际申请 PCT/IB2006/051539 2006.5.16

[87] 国际公布 WO2006/123291 英 2006.11.23

[85] 进入国家阶段日期 2007.11.15

[71] 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 I·D·弗伦奇 M·J·蔡尔兹

D·A·菲什 J·R·赫克托

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 林锦辉

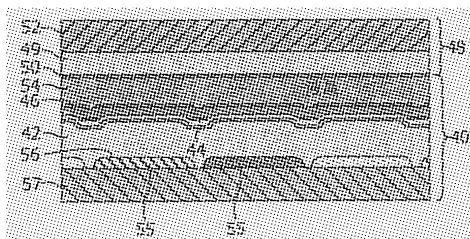
权利要求书4页 说明书16页 附图6页

[54] 发明名称

彩色有源矩阵显示器

[57] 摘要

一种制造彩色有源矩阵显示设备的方法，包括以下步骤：在刚性载体基板上形成岛状物，在刚性载体基板之上形成塑料基板，在塑料基板之上形成像素电路的阵列以及在像素电路阵列上形成显示层。随后从塑料基板上分离刚性载体基板，从而塑料基板具有由岛状物限定的沟道。这些沟道被填充，以定义滤色器部。通过使用随后的抬升工艺在刚性载体上形成塑料基板，使得在很薄的塑料片上能够形成电路阵列。随后能够在LC单元的外侧形成滤色器。在与电路阵列配准的塑料基板中形成凹陷，这些凹陷被以滤色器材料填充，例如通过喷墨印刷进行填充。



- 1、一种制造彩色有源矩阵显示设备的方法，包括以下步骤：  
在刚性载体基板（60）之上形成岛状物（62）；  
在所述刚性载体基板之上形成塑料基板（42，66）；  
在所述塑料基板之上形成像素电路（46，72）的阵列；  
在所述像素电路（46，72）阵列之上形成显示层；  
在形成所述显示层之后，从所述塑料基板上分离所述刚性载体基板（60），所述塑料基板（42，66）具有由所述岛状物限定的沟道（56）；  
以及  
填充所述沟道，以形成滤色器部（55）。
- 2、如权利要求1所述的方法，其中，填充所述沟道的步骤包括将滤色器（55）印刷到所述沟道中。
- 3、如权利要求2所述的方法，其中，所述印刷步骤包括喷墨印刷。
- 4、如先前任意一项权利要求所述的方法，其中，所述刚性载体基板（60）包括玻璃基板。
- 5、如先前任意一项权利要求所述的方法，还包括：在所述塑料基板（66）和所述刚性载体基板（60）之间形成分离层（64）。
- 6、如先前任意一项权利要求所述的方法，其中，每一个像素电路都至少包括薄膜晶体管（72）。
- 7、如权利要求6所述的方法，其中，每一个薄膜晶体管（72）都包括非晶硅 TFT。

8、如先前任意一项权利要求所述的方法，其中，所述分离步骤是借助于激光工艺。

9、如先前任意一项权利要求所述的方法，还包括：将偏振器（58）添加到所述塑料基板。

10、如先前任意一项权利要求所述的方法，还包括制造第二基板装置（48），并且其中，在所述像素电路阵列之上形成显示层的步骤包括：放置所述第一（40）和第二（48）基板装置并在两者之间夹置电光材料，从而所述有源矩阵显示设备包括第一和第二基板，并且所述电光材料夹在二者之间。

11、如权利要求 10 所述的方法，其中，制造所述第二基板装置（48）的步骤包括：提供第二刚性载体基板（76）以及在所述第二刚性载体基板之上的第二塑料基板（49）。

12、如权利要求 11 所述的方法，其中，所述第二刚性载体基板（76）包括玻璃基板。

13、如权利要求 11 或 12 所述的方法，还包括：在所述第二塑料基板（49）和所述第二刚性载体基板（76）之间的第二分离层（78）。

14、如权利要求 11 到 13 中任意一项所述的方法，还包括：从所述第二塑料基板（49）上分离所述第二刚性载体基板（76）。

15、如权利要求 14 所述的方法，其中，从所述第二塑料基板上分离所述第二刚性载体基板的步骤是借助于激光工艺。

16、如权利要求 14 或 15 所述的方法，还包括：将偏振器（80）添加到所述第二塑料基板。

17、如权利要求 10 到 16 中任意一项所述的方法，其中，制造所述第二基板装置的步骤还包括：提供顶部导电层（50）。

18、如权利要求 17 所述的方法，其中，所述顶部导电层（50）包括 ITO 层。

19、如先前任意一项权利要求所述的方法，其中，形成该塑料基板或每一个塑料基板的步骤包括用旋涂工艺将塑料涂层涂敷到刚性载体基板上。

20、如先前任意一项权利要求所述的方法，其中，该塑料基板或每一个塑料基板包括聚对二甲苯基。

21、一种彩色显示设备，包括：  
塑料基板（42）；  
薄膜像素电路（46，72）的阵列，其沉积在所述塑料基板（42）上；  
显示层，在所述像素电路阵列之上；以及  
滤色器部（55）的阵列，设置在所述塑料基板（42）相对于所述薄膜像素电路（46，72）阵列的相反一侧上的沟道（56）中，所述沟道由支撑结构（60，62）限定，所述支撑结构（60，62）在所述薄膜像素电路的沉积过程中支撑所述塑料基板，并且被移除，以能够提供所述滤色器部（55）。

22、如权利要求 21 所述的设备，其中，所述塑料基板（42）的最大厚度小于 50 $\mu\text{m}$ 。

23、如权利要求 21 或 22 所述的设备，还包括第二基板装置（48），其中，所述显示层包括夹置在所述第一和第二基板（40，48）之间的

电光材料。

24、如权利要求 23 所述的设备，其中，所述电光材料包括 LC 材料。

## 彩色有源矩阵显示器

### 技术领域

本发明涉及彩色有源矩阵显示设备，具体的涉及使用塑料基板来制造这种设备。

### 背景技术

有源矩阵显示器最普通的形式是有源矩阵液晶显示器（AMLCD）。常常在 0.7mm 厚的大玻璃基板上制造 AMLCD 设备。一个单元需要两个板，以使得所完成的显示器正好超过 1.4mm 厚。移动电话制造商和一些膝上型计算机制造商需要更薄及更轻的显示器，所完成的单元可以在 HF（氢氟酸）溶液中被减薄，通常被减薄至约为 0.8mm 厚。移动电话制造商理想地需要显示器甚至更薄，但已经发现借助于这个方法制造的低于 0.8mm 厚的单元太易碎了。

HF 减薄是没有吸引力的，因为它是浪费的工艺，其使用的是难以安全且经济地加以处理的危险化学品。由于玻璃的凹痕，在蚀刻处理过程中还会有一些产量损失。

长时间以来，就认识到作为替代的轻、坚固且薄的塑料 AMLCD 的吸引力。近来，对塑料显示器的关注不断增加，部分是由于在移动电话和 PDA 中不断增加的彩色 AMLCD 的使用。近来对在塑料基板上的 AMLCD 和有机发光二极管（OLED）显示器进行了大量的研究。即使不考虑这种关注，仍然存在对于似乎可能的塑料显示器的大规模生产制造程序的需求。

已经报道了三种主要不同方式，来制造在塑料基板上的薄膜晶体管（TFT）或显示器。它们是直接在独立式（freestanding）塑料基板上制造器件、转移（transfer）工艺以及牺牲蚀刻。以下讨论这些技术的一些实例和与其有关的难点。

### (i) 直接在塑料基板上形成 AMLCD

这是制造塑料上的 AMLCD 的第一种方法，通常使用低温多晶硅（LTPS）TFT 或非晶硅（a-Si）TFT。该方法存在许多问题，且它还没有达到制造阶段。

用于 TFT 制造和单元形成的处理温度必须受到限制，因为当被加热时，塑料基板会收缩，这使得光刻定位和板耦合变得困难。将基板进行多个小时的预热减小了在处理过程中的收缩量，但没有完全消除它。减小的处理温度导致了 TFT 存在问题（电气上不太稳定的 a-Si TFT，LTPS TFT 的较差质量的栅极电介质  $\text{SiO}_2$ ）。

尽管已经由不同方对于制造在独立式塑料基板上的显示器做出了几种不同的尝试，但仍没有解决在自动化工厂中基板处理的问题。不可能使用标准 AMLCD 工厂，标准 AMLCD 工厂根据玻璃基板的机械强度来进行处理、置于盒（cassette）内进行传送及光致抗蚀剂旋涂。需要为每个处理步骤开发一套全新的机器。还需要来自许多不同机器制造商的协调的方法，如果没有包括任一类型设备制造商，或者如果他们没有成功地开发出模块，那么对于其它机器的所有工作就都白费了。

几个小组提出了辊对辊（roll to roll）制造，但这对于在真空设备中的使用以及对于定位层而言仍然存在严重的问题。需要开发新的印刷技术，但并不确定这对于高产量处理和精确定位而言是否真的可行。

大多数独立式塑料薄膜具有较差的表面质量，尤其是，它们往往不是光滑的，并且在表面上具有许多裂纹。玻璃基板在机械上坚硬，以致于它们不会被轻微接触所划坏，且它们可以被置于盒内来传送。在这些盒中，只有玻璃的边缘接触盒，从而使得玻璃的大部分区域没有被接触。作为对比，塑料基板是柔软的，其刚性不足以被置于盒内进行传送。这意味着就必须与其它层相接触地对它们进行平坦包装，或者必须将它们缠绕在轧辊上，在任何一种情况下，上下表面都会在机械压力下与其它层相接触。这些处理往往会损坏塑料的柔软表面。在标准 AMLCD 制造中，要特别小心以尽可能地获得近乎完美的玻璃

表面，所以刮擦的粗糙塑料表面对于高产量大规模生产来说不可能是现实的选择。可以对表面进行平面化，并给予额外的保护涂层，但这增加了处理步骤，并从而提高了成本。

### (ii) 借助于转移工艺的塑料显示器

该工艺的一个已知实例是由 Seiko Epson Corporation 开发的所谓的 SUFTLA 工艺。这是一种双转移工艺。首先，在玻璃上的非晶硅和二氧化硅层上形成低温多晶硅 (LTPS) TFT 阵列。随后，将该 TFT 阵列的顶部用水溶性胶粘接到塑料基板上，并且借助于使用 XeCl 激光器穿过玻璃照射底部的 a-Si 层，使 TFT 层脱离底部基板。

激光束引起了氢气外扩散 (hydrogen exodiffusion)，所分离的氢气使 TFT 阵列从原始玻璃基板上抬升。出于实用的原因，TFT 阵列具有标准几何形状，LTPS TFT 阵列的顶部朝向 AMLCD 的 LC 材料。用永久粘合剂将第二塑料膜层压到 TFT 阵列的底部。通过溶解水溶性粘合剂，使得该阵列随后从第一塑料膜上分离。

由于使用了这两个转移工艺，因此这是一种昂贵的过程，且可以预料到会存在产量问题。在通过将 TFT 层压到塑料基板上来获得良好的平板显示器的过程中也会存在问题。在 TFT 阵列已经被转移到最终塑料基板后，单元的形成就成为了问题。这要求两个薄的柔软塑料薄片准确的在一起对齐，随后是单元耦合和填充。由于在基板处理和定位中的难点，在大规模生产中会产生问题。

已经提出的另一种转移工艺包括在玻璃基板上的  $\text{SiO}_2$  层上形成 LTPS 阵列。再一次，用水溶性胶将第二基板粘接到 TFT 阵列上，但这一次将玻璃基板在 HF 中蚀刻掉。阵列随后被转移到一个永久塑料基板，并通过溶解水溶性胶移除临时基板。这与上述转移工艺的不同之处在于：通过蚀刻玻璃基板，而不是用激光转移工艺，来将 TFT 阵列转移到临时基板上。该工艺可以具有较好的产量，但由于要对整个玻璃基板进行完整的蚀刻，因此是昂贵的且浪费环境资源。

这些转移技术的一个主要优点在于：不是在最终塑料基板上形成 TFT，从而能够使用高温处理。此外，不存在基板收缩的问题，如上



所述，其是在独立式塑料基板上形成 TFT 的主要问题之一。

### (iii) 借助于牺牲蚀刻的塑料显示器

另一种提议是在刚性基板之上使用 a-Si 牺牲层，随后是塑料层的旋涂。在塑料层顶部上形成多晶硅 TFT，穿过塑料层和阵列形成蚀刻孔。随后将该基板浸入液体蚀刻剂中，液体蚀刻剂穿过蚀刻孔，并溶解 a-Si 牺牲层，实现了塑料层和 TFT 剥离。因为蚀刻孔散布在阵列上，因此该工艺不适于形成显示器。

## 发明内容

本申请提出了（但尚未公布）一种可选方案，在该方案中，制造一种基板装置，其包括刚性载体基板和在所述刚性载体基板之上的塑料基板。在所述塑料基板之上形成了像素电路和显示单元之后，将所述刚性载体基板从所述塑料基板上分离（release）。这允许使用基本上是常规的基板操作、处理和单元形成。

已经提出了一种包括激光抬升工艺的分离工艺，用于从所述塑料基板上分离所述刚性载体基板。

本发明具体涉及一种将滤色器集成到液晶显示器的有源板上的方法，并包括使用为该集成所提出的塑料基板技术。

将滤色器集成到 AMLCD 的有源板上已经被视为是一种有吸引力的提议，因为与标准滤色器相比，这可以增大光学孔径，这是因为在该板上的定位要好的多。

在 AMLCD 制造中使用了两种不同形式的图案定位。第一种是光刻定位，其用于在基板上构建不同金属、电介质和半导体层的图案。该技术是高度精确的，对于 AMLCD 制造来说，它常常被证明在目前尺寸接近  $2 \times 2\text{m}$  的基板上具有约  $2\mu\text{m}$  定位精度。实际上，定位精度常常好于  $1\mu\text{m}$ 。

第二种定位是板对板耦合。其将 LC 单元的两侧在一起对齐。对于 AMLCD，通常是在一个板上是有源矩阵阵列，而在另一个板上是滤色器、黑掩模和 ITO。

图 1 示出了穿过一个典型的有源矩阵液晶显示器的像素中间的横截面。

该显示器包括有源板 1 和无源板 2。有源板 1 在玻璃基板 3 之上形成，通常厚度为 0.7mm，带有薄膜像素电路，并且在覆盖 SiN 钝化层 5 的最上表面上有 ITO 像素电极 4。在图 1 中仅示出了一些层，包括 SiN 栅极绝缘层 6 和列导体层 7。

无源板 2 带有滤色器 8a、8b 和黑掩模层 9，其遮蔽了像素中没有像素电极的部分。如所示，需要将黑掩模层 9 叠置在像素电极之上 ( $L_2$ )，并且在列导体 7 与像素电极 4 之间还有间隔 ( $L_1$ )。间隔  $L_1$  必须大于约  $1\mu\text{m}$ ，以避免电容性交叉耦合。 $L_1$  考虑到了最大光刻定位误差， $L_2$  考虑到了最大板未对准错位。

在所谓的“高孔径 (high aperture)”设计中，像素电极 4 能够与列电极 7 重叠，从而使得黑掩模尺寸仅由尺寸  $L_2$  来规定。

然而，板对板定位公差（其包含在  $L_2$  中）比光刻定位要大的多。例如，在接触过程中和在封焊线固化时会有一些移动，所以板对板耦合精度接近于  $10\mu\text{m}$ 。对于高质量显示器而言，至关重要的是光仅能穿过像素 ITO，在此其被调制以提供想要的光透射等级。

能够在像素周围穿过并到达观看者的任何光都会降低对比度，并意味着黑状态不如其所能够达到的那么黑。这就降低了显示性能。

黑掩模层减小了显示器的光学孔径。最大化光学孔径对于最大化显示器的亮度并减小功耗而言是重要的，该板对板耦合精度能够显著地成为限制这些参数的因素。

已经认识到改善光学孔径的一种方法是将滤色器移到有源板。这能够采用用于玻璃基板的两种方法之一来进行。这两种方法在研究中都已被证实，但没有用于大规模生产。

第一种方法是将滤色器置于 TFT 阵列之下。已经报道了这会将 15” XGA 监视器的光学孔径从约 60%增大到 80%。滤色器通常由染色的聚合物形成，其厚度为 1 到  $2\mu\text{m}$ ，且它们提供了非常不平坦的剖面。在这些不平坦的表面上处理 TFT 存在严重的实际困难，但对于该处理主要的问题是处理温度。滤色器不能被加热到高于约  $150^\circ\text{C}$ ，

否则它们就会开始恶化，并损失其色饱和度。TFT 通常在 300°C 之上进行沉积。该温度可以被降低到接近 200°C，但如果低于 200°C，那么 TFT 就会在可接受的显示器寿命中变得在电气上过于不稳定。具有较差色饱和度或不稳定的 TFT 是不可接受的。

第二种技术是使得滤色器在 TFT 阵列之上。实行该技术的最简单的方式是简单地将滤色器置于标准 TFT 阵列的顶部上。这是不实用的，因为将厚聚合物层置于像素电极之上极大地增大了驱动电压，并由于聚合物中的电荷运动而引入了图像残留。可能的是：形成 TFT 阵列，沉积滤色器，随后将 ITO 置于滤色器之上并具有穿过滤色器层的电连接。这是一种困难的工艺，该工艺要在全部滤色器层上控制所需的良好渐缓的斜面、具有用于沉积的有限温度的高质量 ITO、以及在不平的聚合物层顶部上的准确和可靠的 ITO 图案形成。该工艺看起来并没有达到制造阶段。

将滤色器集成到有源板中的第二个主要优点在于，无源板就无需与有源板精确对齐。这使得单元形成过程简单的多，且无需这种昂贵的板耦合设备。

尽管已经认识到将滤色器集成到 LCD 的有源板中的益处，但是还没有发现解决方案能够提供这种显示器结构的低成本的和可靠的实现。

根据本发明，提供了一种制造彩色有源矩阵显示设备的方法，包括以下步骤：

在刚性载体基板之上形成多个岛状物；

在所述刚性载体基板之上形成塑料基板；

在所述塑料基板之上形成像素电路的阵列；

在所述像素电路阵列之上形成显示层；

在形成所述显示层之后，将所述刚性载体基板从塑料基板上分离，所述塑料基板具有由所述岛状物限定的沟道；以及

填充所述沟道，以形成滤色器部。

使用随后的抬升工艺在刚性载体上形成塑料基板，使得能够在很薄的塑料片上形成电路阵列。随后，能够在 LC 单元的外侧形成滤色

器。在与电路阵列配准的塑料基板中形成凹陷，这些凹陷被以滤色器材料填充，例如通过喷墨印刷进行填充。

该方法还可以包括制造第二基板装置，并且其中在所述像素电路阵列之上形成显示层的步骤包括：放置所述第一和第二基板装置并在两者之间夹置电光材料，从而所述有源矩阵显示设备包括第一和第二基板并具有夹在两者之间的电光材料。

所述第二基板装置还可以被设置为第二刚性载体基板，并且第二塑料基板在所述第二刚性载体基板之上。所述刚性载体基板中的一个或两个可以是玻璃基板。

本发明还提供了一种彩色显示设备，包括：

塑料基板；

沉积在所述塑料基板之上的薄膜像素电路的阵列；

在所述像素电路阵列之上的显示层；以及

滤色器部阵列，其设置在所述塑料基板相对于所述薄膜像素电路阵列的相反一侧上的沟道中，所述沟道由支撑结构形成，所述支撑结构在所述薄膜像素电路的沉积过程中支撑所述塑料基板，且所述支撑结构被移除，以能够实现所述滤色器部的提供。

## 附图说明

现在将参照附图详细说明本发明的实例，其中：

图 1 以横截面形式示出了常规液晶显示器；

图 2 示出了在移动电话中的被制造出的显示器（用由本申请人提出并在本发明中使用的方法来制造），其被从普通玻璃基板上分离；

图 3 用于简要解释图 2 所示的分离工艺；

图 4 以横截面形式示出了本发明的显示设备；

图 5 更详细的示出了图 4 的一些层；

图 6A 到 6I 示出了用于本发明的方法的一个实例的处理步骤；

图 7 更详细的示出了分离工艺的参数；以及

图 8 示出了在本发明方法中所用的激光分离工艺的另一个实例。

## 具体实施方式

图 2 示意性的示出了由本申请人所提出的（尚未公开的）塑料显示器的制造，并示出了最终的分离阶段。所完成的显示器 10 从玻璃基板 12 上分离，随后用于例如移动电话 14 的设备中。

图 3 用于解释基本制造概念，并示出了具有 a-Si 分离层 20 和塑料层 22 的玻璃载体板 12，塑料层 22 起到塑料基板的作用。该基板结构可以形成有源板和无源板的基础。图 3 仅示出了一个显示基板，但实际上在大玻璃基板上会有许多显示单元，如图 2 所示。

分离层 20 可以是 a-Si 薄层，在添加塑料层 22 之前将分离层 20 沉积在玻璃基板 12 上。a-Si 分离层例如是通过 PECVD 涂敷的，且厚度可以是 10 到 50nm。能够使用激光分离工艺来使该分离层活化，并从玻璃载体上分离塑料基板。

上述工艺实现了采用形成独立式塑料层的，并且具有已经脱离了玻璃基板的、在 3.5 $\mu\text{m}$  厚度的塑料层上的非晶硅 TFT。该 TFT 电气特性与在玻璃上的 TFT 相同。

塑料层必须足够牢固，以成为完整单元的一个壁。适合的塑料层可以是无色聚酰亚胺（polyimide）、聚萘二甲酸乙二（醇）酯（polyethylene naphthalate, PEN）、聚醚砜（polyethersulfone, PES）、苯并环丁烯（benzocyclobutene, BCB）、硅酮（silicone）或其它塑料层。塑料层的厚度是在对于低成本和易于制造的小的厚度与提供强度的较厚的层之间的一个折衷。其通常处于 4 到 50 $\mu\text{m}$  的范围内。分离层 20 可以是 a-Si 薄层，将其在添加塑料层 22 之前沉积在玻璃基板 12 上。可以无需该分离层 20，这取决于所使用的分离工艺。

a-Si 脱离层可以通过 PECVD 涂敷，其厚度可以是 10 到 50nm。

在一个实例中，塑料层是旋转涂敷的。这提供了极高质量的表面，并且如果需要，能够提供极薄的层。最重要的，塑料能够湿法浇铸（wet casting）。因此，可替换的，能够通过以刮板（blade）进行的刮胶（spreading）或诸如平版胶印（offset litho）或丝网印刷之类的印刷技术，来涂敷塑料。在进一步的实例中，塑料层是聚对二甲苯基（parylene），使用了聚对二甲苯基沉积工艺。

本发明涉及使用上述工艺以及在 LC 单元外测沉积滤色器，来用很薄的塑料片替换用于 TFT 阵列的玻璃基板。该方法不适于普通玻璃显示器，因为用于 AMLCD 制造的玻璃板的厚度是 0.7mm 数量级的，尽管通过对所完成的单元的玻璃进行蚀刻，可以将其减小到约 0.3mm。然而，像素的宽度是 50 到 100 $\mu\text{m}$  数量级的，从而即使玻璃基板厚度是 0.3mm，滤色器也仅会与来自很小范围的观看位置的 LC 像素相一致。

通过上述工艺实现的小基板厚度使得滤色器层位于基板相对于像素电路的相反一侧成为一种实用的提议，本发明提供了用于该目的的制造方法，以及所产生的显示器构造。

图 4 示出了本发明的显示设备，图 5 更详细的示出了在一个列线区域中的有源板。

有源板 40 具有塑料基板 42。在一侧上提供了薄膜像素电路阵列。示出了列电极 44，以及在像素电路顶部之上的形成图案的 ITO 像素电极。在图 4 所示的实例中，无源板 48 也具有塑料基板 49，其被覆盖在没有形成图案的公共电极 50 中。无源板具有偏振器 52。

LC 显示层 54 被夹在有源与无源板之间。

根据本发明，在塑料基板 42 对于薄膜像素电路阵列的相反的一侧的沟道 56 中提供滤色器部 55 的阵列。这些滤色器部填充沟道，从而使得它们为塑料基板 42 形成了基本上平坦的底面。在塑料基板 42 具有滤色器的一侧上提供了偏振器 57。

图 5 示出了该结构的不同层的典型尺寸。塑料基板 42 的厚度优选的小于 50 $\mu\text{m}$ ，示出了 4 $\mu\text{m}$  的实例。滤色器部 57 被放置在约 2 $\mu\text{m}$  深的沟道中。图 5 还示出了栅极绝缘层 58 (400nm 的 SiN) 和平面化电介质层 59 (3 $\mu\text{m}$  的 BCB)，在其上形成像素电极 46 (100nm 的 ITO)。

现在将详细说明本申请人所提出方法的一个实例，在该方法中，使用从玻璃基板上的激光分离来形成显示器，并且采用了用于显示器的滤色器的喷墨印刷。详细示出的实例是针对液晶显示单元的制造，LC 材料夹在两个相对（有源和无源）基板之间。该方法可以应用于其它背光显示技术，该特定实例仅用于说明。将参照图 6 来说明制造

图 4 和 5 的设备的方法。

图 6A 示出了玻璃基板 60，在其上有待处理的显示器有源板。在该基板上形成岛状物 62，例如  $\text{SiO}_2$  或  $\text{SiN}$  岛状物。这会在塑料基板中限定沟道，用于容纳滤色器。

图 6B 示出了 a-Si 分离层 64，其沉积在基板和塑料层 66 上，塑料层 66 是例如使用旋涂工艺涂敷的。塑料层用来形成最终显示器的有源板。塑料层是低双折射性材料，例如 BCB 或环氧树脂 (epoxy)。分离层不是必需的，但其增加了用于分离工艺的处理窗口。

图 6C 示出了使用（几乎是）标准处理在塑料表面上形成的 a-Si TFT 阵列。最大处理温度将取决于所选的塑料层，但其会高于用于独立式塑料薄膜的温度，因为该塑料被牢固地固定到刚性玻璃基板 12 上，不存在收缩的问题。

在一个实例中，在  $\text{SiN}$  层 68 之上提供 TFT 阵列，该 TFT 包括栅极金属层 70、氮化硅栅极绝缘层 58、电介质层 59 和 ITO 像素电极 46。该 TFT 被示意性的显示为 72。该实例使用了 a-Si BCE TFT，在 TFT 之下具有  $\text{SiN}$  层。TFT 同样可以是顶部栅极型或底部栅极型、a-Si 或 poly-Si TFT。

图 6D 示出了在 LC 单元形成之后的结构，包括添加用于 LC 单元的列隔离片 74。这些可以通过在适合的聚合物层上进行喷墨印刷或者旋涂并且随后借助于光刻法形成图案来完成。作为替代，也可以使用分散的玻璃或塑料珠或棒，但粘贴到两个基板上的列隔离片能够为塑料单元提供增强的机械强度，并有助于保护单元免于分离。

图 6D 还示出了无源板 48，其被支撑在其自身的玻璃基板 76 和分离脱离层 78 上，并且包括具有薄片 ITO 电极 50 的塑料层 49。无源板的塑料基板 49 可以使用与用于有源基板的相同的塑料，或者其也可以是不同的塑料。

图 6E 示出了在使用上述激光分离工艺将无源板的玻璃支撑基板移除之后的结构。

图 6F 示出了偏振器 80，其被添加到顶部板。这给予最终的显示器额外的强度和刚性。玻璃上芯片 (chip-on-glass) 工艺或金属箔黏

合 (foil bonding) 也能够在此时进行, 其具有的优点是塑料薄片仍牢固地粘贴到玻璃上, 简化了定位和固定。在显示器的最终分离之前的这个阶段施加偏振器的优点还在于: 由于显示器耦合到玻璃上, 因此其仍具有刚度。偏振器也为顶部塑料层提供了额外强度。

图 6G 示出了在再次使用上述激光分离工艺将有源板的玻璃支撑基板移除之后的结构。这留下了塑料基板 42 的下侧, 并且其具有用于容纳滤色器的沟道 56。

如图 6H 所示, 随后添加滤色器 55, 优选的借助于喷墨工艺。塑料可能会需要等离子或湿法工艺来使得塑料亲水, 例如通过对表面进行氟化。在图 6H 中, 聚合物滤色器被显示为是完全平坦的并与底部塑料基板相一致。实际上, 滤色器材料可能会位于塑料表面之上或之下, 如果有需要还可以使用额外的平面层。

图 6I 示出了将第二偏振器 58 添加到有源板。在此情况下有源板偏振器必须一个显示单元接着一个显示单元地施加。

在以上实例中, 没有详细说明 LC 单元形成。可以使用不同的工艺, 取决于是使用了常规单元形成, 还是新近的采用液晶的真空定位 (Vacuum Alignment with Liquid Crystal) (VALC) 方法, 其有时也称为滴落填充 (drop filling)。在该滴落填充方法中, 在定位之前将多个 LC 小滴放置到其中一个板上, 并且在真空状态下执行板耦合。

可以对玻璃载体板进行清洁, 以从其上去除所有残留物痕迹, 玻璃载体板随后能够被再次使用。

上面已经提到了激光分离工艺。实际上至少有三种方式能够将塑料基板从玻璃基板上分离。可以使用的方法是: 从直接与玻璃基板接触的塑料上进行激光分离、使用在玻璃和塑料之间的硅分离层进行激光分离、以及使用硅分离层的灯加热。以下对每一种进行讨论。

#### (i) 直接从玻璃基板进行激光分离

已经公开了一种方法, 在该方法中, 通过石英载体使用激光辐射 (XeCl) 来分离聚酰亚胺层, 以形成金属聚酰亚胺电路。将一个  $<1\mu\text{m}$  的薄层光照剥落 (photo-ablated), 留下具有良好机械完整性的独立式聚酰亚胺薄膜。类似的工艺已经被用于 MEMS 制造中, 但此时聚酰



亚胺用作牺牲层，其在激光分离工艺之后被溶解。原则上，这是一种用于制造塑料显示器的理想工艺，因为其无需沉积或旋涂任何额外的分离层。

### (ii) 使用 a-Si 分离层进行激光分离

第二种方法是使用采用 a-Si 分离层的激光分离工艺，如用于所谓的 SUFTLA 工艺中的一样。图 7 示出了使用 40nm a-Si 分离层 124 附着到玻璃载体 122 上的 20 $\mu$ m 聚酰亚胺塑料基板 120，a-Si 分离层 124 由等离子增强化学气相沉积法（PECVD）形成。

使用金属掩膜层对聚酰亚胺 120 进行干法蚀刻（dry etched）。a-Si 分离层 122 也被干法蚀刻，以在聚酰亚胺岛状物周围留下裸露的基板。采用 XeCl 激光束 126 穿过玻璃底部进行扫描，导致 a-Si 熔化并分离氢。聚酰亚胺随后从玻璃表面上干净地分离。

### (iii) 使用 a-Si 分离层和灯加热或加热板加热的分离

作为 a-Si 分离层的激光辐射的备选方案，可以通过为快速热处理（rapid thermal processing）而设计的灯，或者通过将样本放置到加热板上，来快速加热 a-Si。

以上的激光分离实例提到了聚酰亚胺塑料基板的使用，在过去已经提出了将聚酰亚胺用作电子器件的塑料基板。其在分离后是非常牢固的，并具有良好的机械特性，但具有强烈的双折射性。这意味着其适于作为用于反射型和发射型的显示器和传感器的基板，但不太适于透射型 LCD。

因此就希望得到一种备选的塑料层。已经被用于显示基板的一些塑料只能够通过热挤压（thermal extrusion）来形成，例如聚萘二甲酸乙二（醇）酯（PEN）、聚醚砜（PES）和聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）。没有将这些作为薄膜施加到玻璃基板的简单方式。

用于基板的一种优选的备选塑料材料是聚对二甲苯基，激光分离工艺适合于该塑料材料。

聚对二甲苯基被广泛地用作外科手术器具（例如导管）的涂层、外科手术植入物（例如人造髋关节和心脏瓣膜），以及用于高规格电路板和航天组件的涂层。

通过采用一种三阶段真空工艺在三个不同的真空室内沉积聚对二甲苯基，而不是将其作为液体进行热挤压或热涂敷。这三个沉积步骤是：

(i) 在室 A 中，在约 150°C 上将固态二聚物升华。

(ii) 该二聚物随后通过约 680°C 的真空炉（室 B），在此，通过热解（pyrolysis）将其裂化，以形成稳定的单体。

(iii) 该单体随后传送到沉积室 C 中，在此，在基板表面上同时对其进行吸收和聚合。

在沉积过程中，基板处于室温，因此在冷却过程中，在层中没有形成压力，这是所有升温沉积工艺的特点。

聚对二甲苯基的其它显著特点是：

(i) 它具有几乎完美的共形（conformal）涂层，并且由于使用了低压沉积工艺，它能够填充微小空间。它被认为是完全无孔的隔离涂层。

(ii) 它具有良好的耐化学性，在普通溶剂中是不溶的，并且耐酸碱。

(iii) 它是高度透明的。具体的，它在近似相同的光谱范围上具有与 1737 玻璃基本上相同的透明度。

(iv) 它具有高介电强度（ $>5\text{MN/cm}$ ）和 2.65 的介电常数。

(v) 它具有对气体和液体优异的隔离性。这对于 LC 单元可能是极其重要的，在此重要的是湿气和离子污染物不会进入到 LC 材料中。

(vi) 聚对二甲苯基作为自承重膜，具有良好的机械特性。这通过已知的它在微机电开关（MEMS）中的使用而得到证实，例如，它在微机电开关（MEMS）中作为用于真空管和扬声器的自承重结构和膜。

耐热性对于塑料基板来说是最大的问题之一。聚对二甲苯基被证明是在 106°C 的空气中具有 100 000 Hrs 的耐久性，在 200°C 的惰性气体中具有大于 100 000 Hrs 的耐久性。聚对二甲苯基 C 是聚对二甲苯基最常见的形式（其它形式是聚对二甲苯基 D 和聚对二甲苯基 N），并是本申请的优选项，具有 280°C 的熔化温度。因此聚对二甲苯基的最大处理温度在 200 到 260°C 的范围内。

现在将解释用以证明以上所解释的分离工艺的一个将聚对二甲苯基作为基板材料的实验用途的实例。

使用了一种非晶硅分离工艺,为此,将 20nm 的氢化 a-Si:H 在 300 °C 沉积在玻璃基板上。所用的 a-Si:H 包含原子百分比约为 7% 的氢。

然后沉积 10 $\mu$ m 的聚对二甲苯基 C 涂层。

如图 8 所示,使用了一种采用扫描 XeCl 受激准分子 (excimer) 激光器的激光分离工艺。

图 8 示出了玻璃基板 140、10 $\mu$ m 的聚对二甲苯基塑料基板 142 和 20nm 的 a-Si 分离层 144。

发出 XeCl 激光束 146 的激光器朝向玻璃基板 140 的背面, a-Si:H 层 144 很强烈地吸收 308nm 的蓝色激光。将激光的流量调整为使其正好熔化 a-Si:H。

在熔化时, a-Si:H 成为球状并分离氢气。a-Si:H 熔化和氢气分离两者结合起来,将聚对二甲苯基从玻璃基板抬升。

在所进行的实验中,使用了脉冲激光器,逐步地移动暴光区域(箭头 148),以实现聚对二甲苯基的抬升过程。XeCl 激光器是脉冲式的,每次闪光照射约 20 $\times$ 0.5mm 的区域。在每次照射之后,将激光器移动 0.4mm,以提供一系列重叠线。

然而,可以使用任何借助于照射来熔化 a-Si:H 的工艺,包括激光器的大面积单一脉冲以及强灯退火。

这些实验证明了能够很容易地将聚对二甲苯基层从塑料基板上移除,并且聚对二甲苯基层具有良好的机械特性,从而其可以被拾取并卷起来。

聚对二甲苯基具有高光透射性,与单独的 Corning 1737 玻璃类似,所述的 Corning 1737 玻璃是用于 AMLCD 行业中的标准玻璃。

所分离的聚对二甲苯基薄膜也被置于光盒上的交叉偏振器之间,以便确定在使用偏振器的显示应用中使用的适用性,并且将性能与聚酰亚胺薄膜相比较。在该方案中,聚对二甲苯基基本上吸收了所有的光,而大量的光透射穿过了聚酰亚胺。已知聚酰亚胺具有高双折射性,其导致偏振光以不同的量被旋转,并导致消光性 (light extinction) 的

损失。聚对二甲苯基薄膜的高消光性证明了其用作 LCD 的基板材料的适用性。

聚对二甲苯基是非常光滑的，这意味着难以使其它薄膜粘贴到其上来形成 TFT 和显示器。通常通过在沉积其它层之前使表面接受 Ar 等离子体照射，来为塑料基板解决该问题。也可以使用其它预处理操作，例如可以使用有机硅烷的多分子层来起到增粘剂的作用。

在聚对二甲苯基沉积过程之前可以对玻璃基板进行清洁，以便在涂敷过程之前消除表面污染物，例如油和离子。可以使用常规溶剂来执行清洁过程。

以上的实例使用了旋涂或聚对二甲苯基工艺，来形成塑料基板。其它适合的湿法浇铸工艺包括印刷和刮胶。

基板可以是标准玻璃基板或涂敷了蓝光吸收层的玻璃基板。该选择取决于所用的塑料和激光分离特性。

通常希望得到钝化层，其应用于塑料层之上。适用的层类型是通过等离子增强化学气相沉积法（PECVD）或喷溅法沉积的氮化硅或二氧化硅。

可以在用于 a-Si 或低温多晶硅（LTPS）TFT 的相当标准的阵列处理条件下实施 TFT 阵列形成。可能必须进行一些小的工艺变化，来确保沉积层不具有高机械压力。涂敷有极薄塑料层的标准玻璃基板和标准 TFT 阵列处理的使用，意味着该工艺可以用于现有的 TFT 制造厂。

TFT 可以被用作有源器件元件，用于多路操作几种不同显示器类型，而不仅是以上的 LCD 实例。无论显示器类型是什么，显示器是在 TFT 阵列仍被粘到玻璃上时制造的。这意味着可以使用标准显示器制造工具和技术，并且塑料薄层的存在不会导致任何显著的差异。此时也可以将显示驱动器结合到显示器上。

塑料层随后从玻璃基板上移除，在一个实例中是借助于发出蓝色激光穿过玻璃基板命中塑料的底部（或蓝光吸收层）来实行的。为此目的的激光通常必须进行扫描，以覆盖显示器的整个区域。具有 308nm 和 351nm 波长的脉冲型受激准分子激光器能够成功的用于从

玻璃上移除黄色的聚酰亚胺层，并且通过在塑料层之下设置非晶硅，能够从玻璃上成功分离聚酰亚胺、BCB、硅酮和聚对二甲苯基。

任何黄色塑料，例如聚酰亚胺，都能够通过对穿过玻璃基板的UV激光进行吸收而被直接激光分离。通常，黄色基板只能够用于发射型或反射型显示器，例如反射型LCD，电泳显示器（E-ink）或上出射（upward emitting）发射型显示器，例如OLED或AMPLED。

不吸收UV激光的透明塑料（例如BCB、硅酮和聚对二甲苯基）需要底层吸收/分离层，例如上述的非晶硅层。然而，适用的吸收或分离层不仅包括非晶硅，还包括Cr或可能的黄色塑料，例如聚酰亚胺。

透明塑料可以用于所有显示器类型，包括透射型和透反射型（transflective）LCD及下出射（downward emitting）OLEDS和PLED。

分离层，例如a-Si，也能够用在黄色塑料之下，以增加处理窗口，减小对塑料层的任何损害，并确保在玻璃上没有塑料残留物。来自非晶硅的氢也将聚合物层从底层基板抬升，这样能够使得分离过程更加可靠。

如上所述，液晶显示器只是能够能够得益于本发明的显示技术的一个实例。例如，本发明可以用于聚合物LED下出射显示设备。本发明可以在OLED（有机LED），PLED（聚合物LED），EL（场致发光）和PDLC（聚合物分散LC）显示器以及LCD中得到应用。具体的，本发明关注于透射型、下出射型或反射型显示器，在这些显示器中，光被射入到底层基板上。

反射型显示器的一个实例是电泳显示器，但也有基于MEM的技术，例如使用干涉式调制（interferometric modulation）。此类显示器能够通过具有多个空腔厚度来形成色彩，但是作为替代，可以结合本发明的滤色器设计而使用单一空腔厚度（提供黑和白反射操作）。

各种其它的修改对于本领域技术人员来说都是显而易见的。

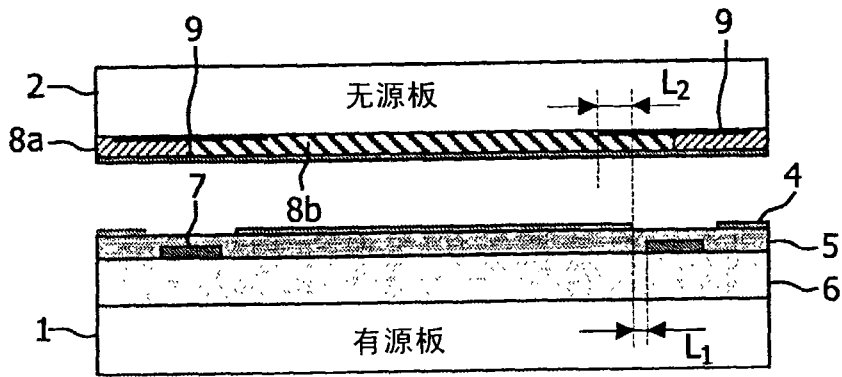


图1

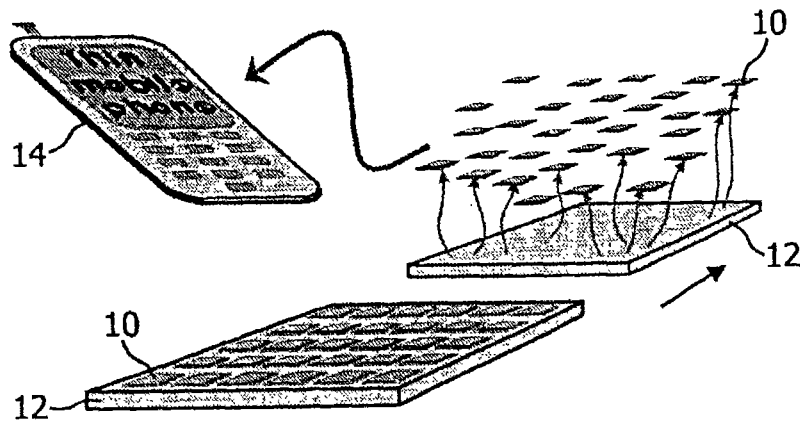


图2

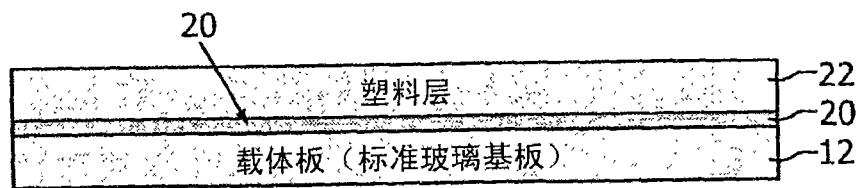


图3

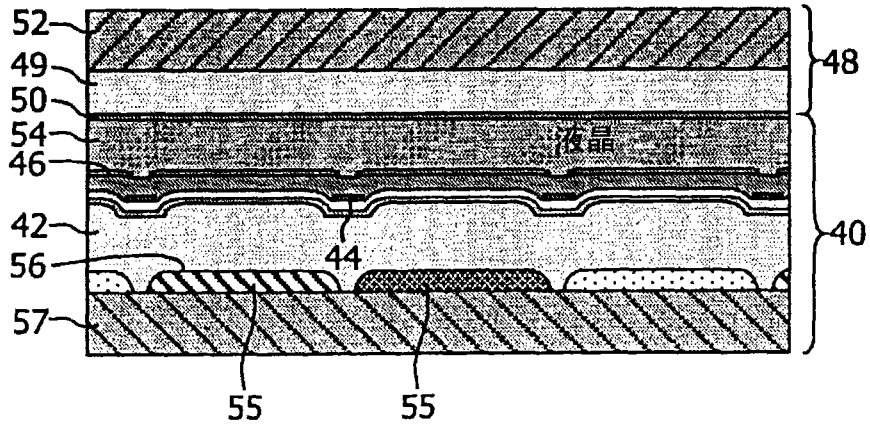


图4

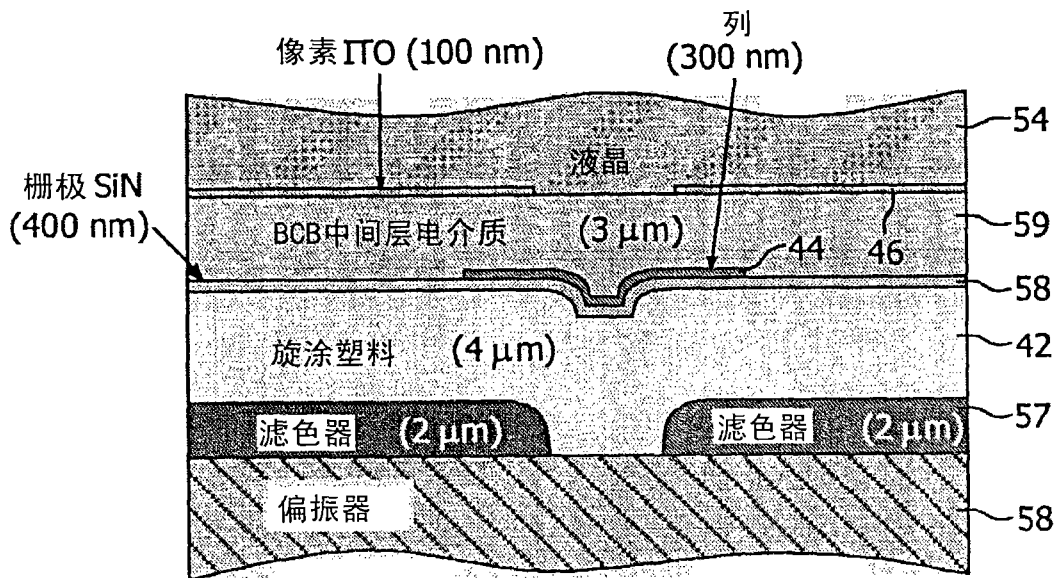


图5

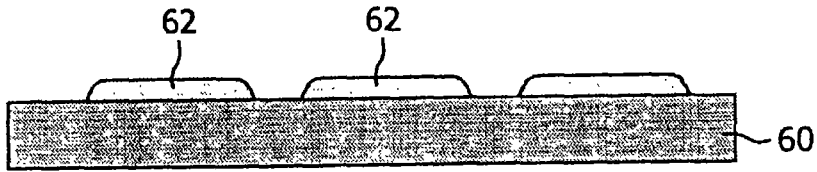


图6A

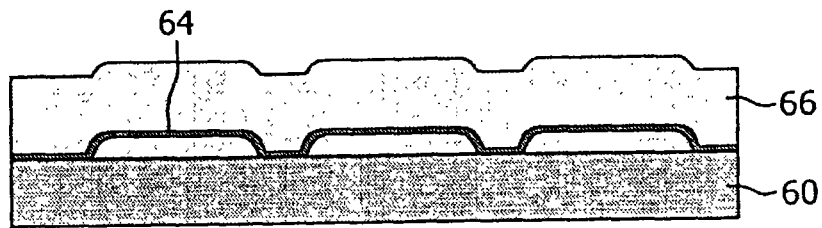


图6B

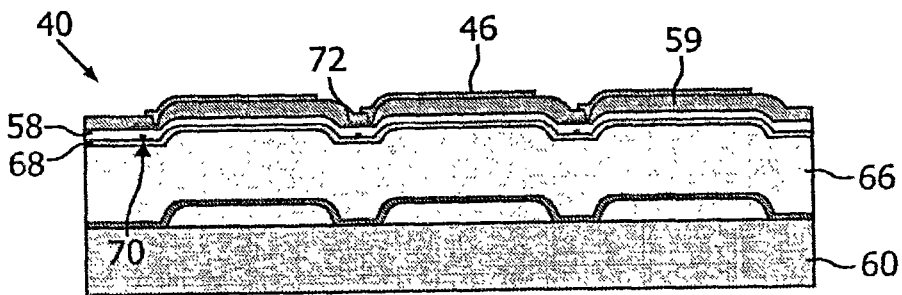


图6C



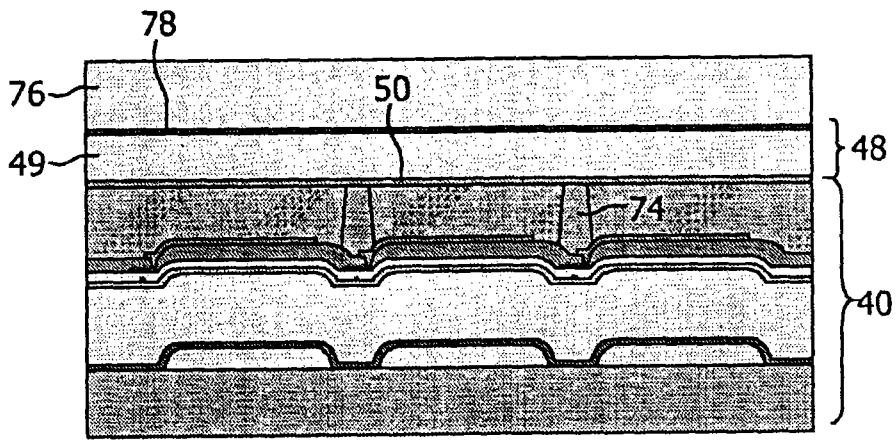


图6D

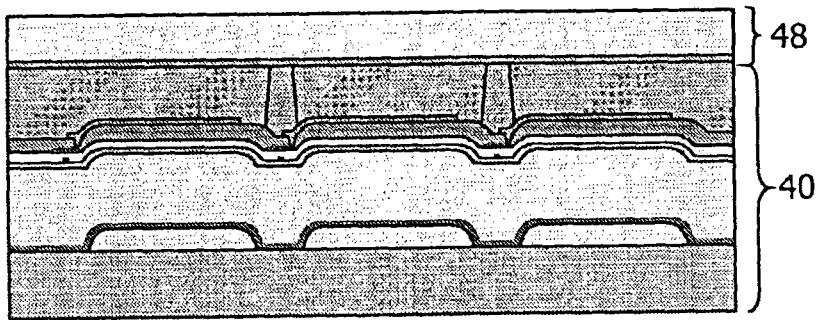


图6E

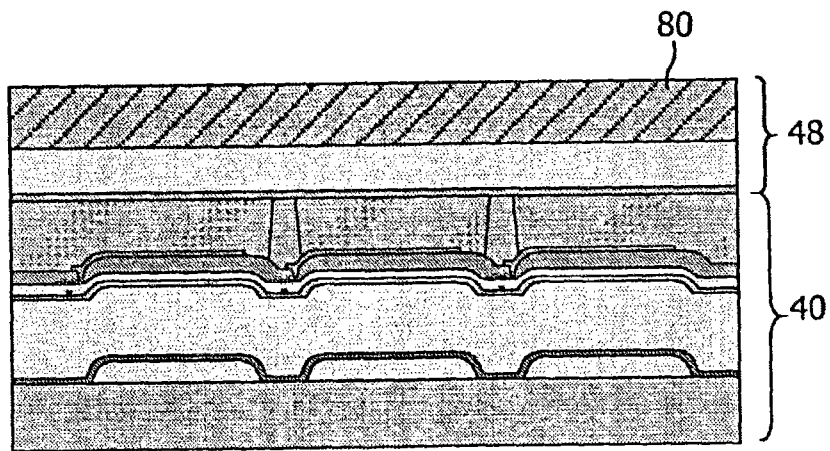


图6F

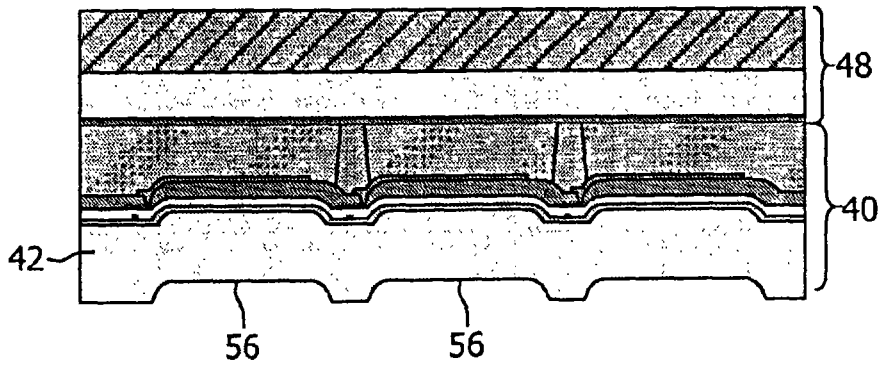


图6G

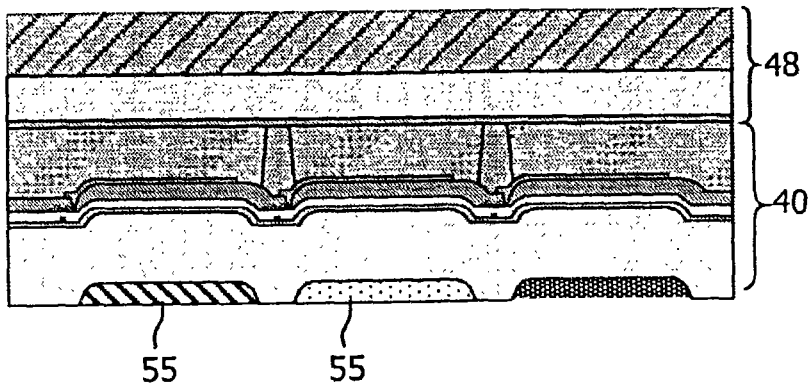


图6H

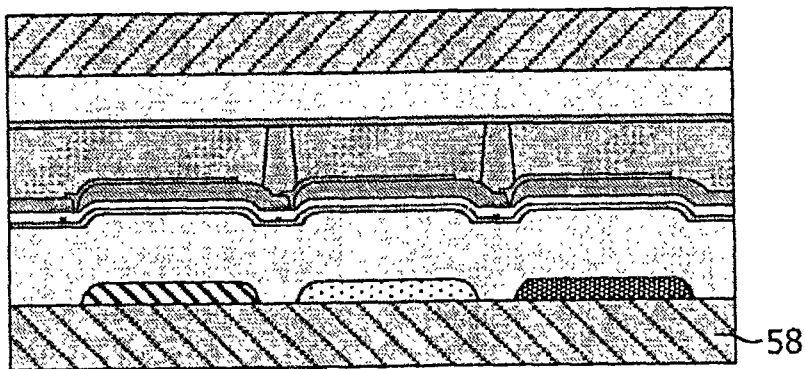


图6I

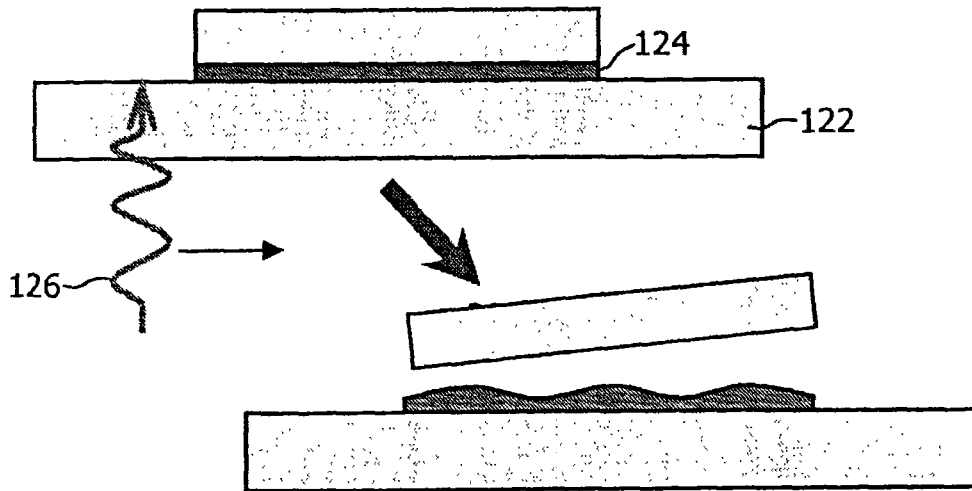


图7

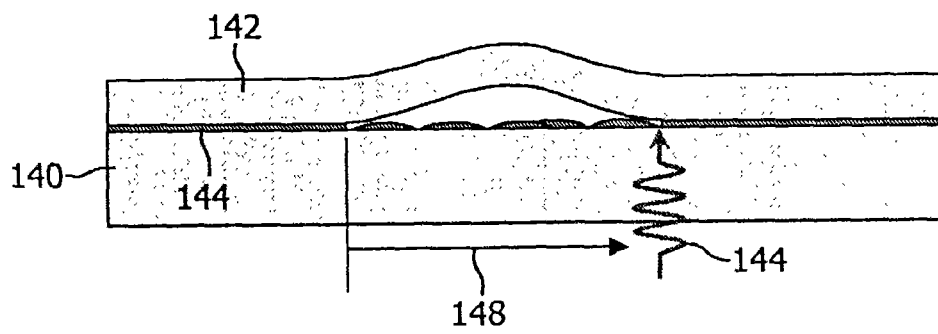


图8