



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03816008.0

[43] 公开日 2005 年 10 月 5 日

[11] 公开号 CN 1678443A

[22] 申请日 2003.5.27 [21] 申请号 03816008.0

[30] 优先权

[32] 2002. 5. 24 [33] US [31] 60/382,961

[32] 2002. 9. 16 [33] US [31] 10/244,276

[86] 国际申请 PCT/US2003/018020 2003. 5. 27

[87] 国际公布 WO2003/099536 英 2003. 12. 4

[85] 进入国家阶段日期 2005. 1. 6

[71] 申请人 斯蒂文·Y·周

地址 美国新泽西州

共同申请人 张 伟

[72] 发明人 斯蒂文·Y·周 张 伟

[74] 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

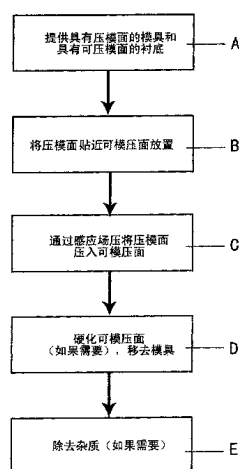
代理人 郝庆芬

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 7 页

[54] 发明名称 感应场压的压印光刻的方法和设备

[57] 摘要

一改进的压印光刻方法包括使用来自电场或磁场的感应场压从而将一模具压在具有可模压面的衬底上。本质上其方法包括的步骤是提供一具有可模压面的衬底，提供一具有压模面的模具，并通过电场或磁场一起挤压压模面和可模压面从而将压模面压在可模压面上。压模面包含有纳米级或间隔的多个突出形体较为有利，但是压模面就平面化而言也可以是一平滑的平面。所述的改进的方法可以不需机械压力机也不需密封模具和衬底之间的区域而使用。



1. 一用于处理可模压面的方法包含步骤：

提供一具有可模压面的衬底；

提供一具有压模面的模具；

通过电或磁感应场力一起挤压压模面和可模压面从而将压模面印压在可模压面上；以及

从可模压面中取出模具。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其中可模压面包含一个或多个放置在衬底上的可模压层。

3. 如权利要求 2 所述的方法，其中印压在可模压层上产生减少厚度的区域并进一步包含步骤：

从减少厚度的区域移去可模压层的材料并选择性的暴露衬底的区域；以及

选择性的在暴露区域进一步处理衬底。

4. 如权利要求 3 所述的方法，其中进一步处理包含以杂质掺杂衬底，从衬底移去材料，或者在衬底上加材料。

5. 如权利要求 1 所述的方法进一步包括在施压后将可模压面硬化的步骤。

6. 如权利要求 1 所述的方法，其中衬底或模具或两者有充分柔韧从而在压力下符合在一起。

7. 如权利要求 2 所述的方法，其中可模压层的厚度是在 0.1 纳米到 200 微米的范围。

8. 一用于将可模压面印压在衬底上的设备包含：

一具有可模压面的模具；

一具有与模具的压模面贴近放置的可模压面的衬底；

一放置在可模压面/压模面的界面的远侧的第一可充电或导电层，该界面是在模具侧面；

一放置在可模压面/压模面的界面的远侧的第二可充电或导电层，该界面

是在模具侧面上；以及

用于在第一和第二层之间形成电场从而一起挤压可模压面和压模面的装置。

9. 如权利要求 8 所述的设备，其中第一和第二层的至少一个是导电的，而且用于形成电场的装置包含一电压源。

10. 如权利要求 9 所述的设备，其中第一和第二层包含导电材料。

11. 如权利要求 9 所述的设备，其中电压源包含一 DC 电压源。

12. 如权利要求 9 所述的设备，其中电压源包含一 AC 电压源。

13. 如权利要求 9 所述的设备，其中电压源包含一脉冲调制的电压源。

14. 如权利要求 9 所述的设备，其中电压源可以提供一 DC，AC 和脉冲调制的电压的组合。

15. 如权利要求 9 所述的设备，其中模具包含一导电层。

16. 如权利要求 10 所述的设备，其中电压源连接在导电材料层之间。

17. 如权利要求 9 所述的设备，其中模具和衬底放置在至少两外部电极之间，而且用于形成电场的装置包含一电压源从而在外部电极之间施加电压。

18. 如权利要求 17 所述的设备，电压源是一 AC 或脉冲调制的电压源。

19. 用于在衬底上印压一可模压面的设备包含：

一具有可模压面的模具；

一具有与模具的压模面贴近放置的可模压面的衬底；

一放置在可模压面/压模面的界面的远侧的磁层；

和一磁场发生器，用于产生一与第一磁层相互作用的磁场从而一起挤压压模面和可模压面。

20. 如权利要求 19 所述的设备，其中磁层包含一导电线圈或螺旋线。

21. 如权利要求 19 所述的设备，其中磁场发生器包含一导电线圈或螺旋线。

22. 如权利要求 19 所述的设备，其中磁层包含一可被磁化的材料层。

23. 如权利要求 19 所述的设备，其中磁层包含一能磁化的材料层。

24. 如权利要求 1 所述的方法进一步包含机械地施加印压压力或者施加如定向流体压力的步骤。

感应场压的压印光刻的方法和设备

相关技术的交叉引用

本申请要求由斯蒂芬周 (Stephen Chou) 和张伟(Wei Zhang)在 2002 年 5 月 24 号申请的名称是“感应场压压印光刻”的美国临时专利申请 60/382,961 的权益。

本申请是由斯蒂芬周和张伟在 2002 年 9 月 16 号申请的名称是“用于纳米形体的压模图案的光刻方法”的美国专利申请号 10/244,276 的 CIP 申请, 而后者是由斯蒂芬周和张伟在 2001 年 10 月 29 号申请的美国申请 10/046,594 的继续申请, 所述的继续申请要求由斯蒂芬周和张伟在 1998 年 6 月 30 号申请的美国专利申请号 09/107,006 (现在是 2001 年 10 月 30 公布的美国专利申请号 6,309,580) 的优先权, 而且要求由斯蒂芬周和张伟在 1995 年 11 月 15 号申请的美国专利申请号 08/558,809 (现在是 1998 年 6 月 30 公布的美国专利申请号 5,772,905) 的优先权。所有这些之前的相关的申请在这里作为参考。

本案也是由斯蒂芬周和张伟在 2002 年 5 月 7 号申请的名称是“流体压力印压光刻”的美国专利申请号 10/140,140 的 CIP 申请, 所述的 CIP 申请是由斯蒂芬周和张伟在 2002 年 7 月 18 号申请的名称是“流体压力印压光刻”的美国专利申请号 09/618,174 (现在是美国专利号 6,482,742) 的分案。

技术领域

本法明涉及压印光刻, 特别涉及使用电场或磁场将一压模面压印在可模压面上的压印光刻。此处理对提供在一扩大的面积上的增高的清晰度和均匀性的纳米蚀刻法特别有用。

背景技术

光刻是一半导体集成电路和很多光学的, 磁性的与微观结构器件的制造中重要的处理。光刻在一衬底带有的薄膜上创建一图案, 从而在随后的处理步骤中, 图案可以复制在衬底中或加在衬底之上的另一材料中。传统的光刻典型的包括有在衬底放置一光刻胶薄膜, 使光刻胶曝光于理想的辐射方式中,

并且显象曝光膜以产生一物理图案。以这种方式，由辐射波长限制清晰度，而且随着形体尺寸变小装备也变得昂贵。

压印光刻基于根本上不同的原理提供高清晰度，大生产量，低成本和大面积范围的趋势。在压印光刻中，将一微尺度的模具或纳米级的形体压入一薄膜中，依照模具的形体使薄膜的形状变形且在薄膜中形成一凹凸图案。在移去模具之后，可以处理薄膜而移去厚度减小的部分。该移除暴露了下面的衬底以进一步进行处理。压印光刻的细节在 1998 年 6 月 30 号公布的申请人的美国专利 5,772,905 号且其名称为“纳米蚀刻法”中揭露。该 905 专利在此作为参考。

将模具压进薄膜中的一般方法是将模具和衬底放置在一高精度机械压力机的分别的刚性板块上。以这种设备，该处理可以产生 12 英寸大小的面积上具有高度均匀性的 25 纳米以下的形体。较大面积的均匀性将非常有利于增加生产能力而且对很多应用如显示器非常有利。

一高精度机械压力机将一模具压入一薄膜的应用在复制小图案到大面积上体现有偏差的问题。压力机在导轨上移动经过缝隙，而且在轴和它们各自的缝隙之间的间隔可以大于与要复制的形体大小。这样的间隔允许在衬底和模具之间有不希望的相关的直线的和旋转的移动。而且，不论最仔细的构架，在光刻中使用的模具和衬底不是完美的平面。当将这些模具和衬底放置在一压力机的刚性板块上时，大面积上的平面性的偏差可以导致印压的压模压力和深度的变化。因而，最好是提供一避免机械压力机的限制的印压光刻。

将模具压入薄膜的另一方法是在 2002 年 11 月 19 号公布的且名称是“液压印压光刻”的美国专利 6,482,742 号专利中的液压印压光刻的技术。在该方法中将压模面贴于膜放置，密封压模面/膜的界面且使用加压的流体将压模面压入膜中。由于压力是均衡的，所以直线和旋转的移动很少，而且可以以较大面积的高均匀性印压小形体而不是用机械压力机进行印压。

流体压力印压具有引人注目的改进的纳米印压光刻。对于商业制造的进一步提高可以是一不需密封压模面/膜的界面而提供同等结果的方法。

发明内容

一印压光刻的改进方法包括使用电场或磁场的感应场压将一模具压入一

具有可模压面的衬底上。实质上其方法包括的步骤是提供一具有可模压面的衬底，提供一具有压模面的模具，并通过电场或磁场一起挤压压模面和可模压面从而将压模面压在可模压面上。压模面包含有纳米级或间隔的多个突出的形体较为有利，但是压模面就平面化而言也可以是一平滑的平面。可以不需机械压力机也不需密封模具和衬底之间的区域实现此改进的方法。

附图说明

本发明的优点，本质和不同的另外的特点将在现在要具体描述的实施例和参考附图的基础上变得更加全面。

图 1 是一印压光刻的改进的方法的步骤的示意图；

图 2 显示了用于实现使用电场的图 1 的方法的设备；

图 3A, 3B 和 3C 显示用于便于与衬底导电层电接触的不同的衬底结构；

图 4 显示了用于不需直接的电接触而实现图 1 的方法的另一设备；

图 5 显示了用于实现使用磁场的图 1 的方法的设备；

图 6A 和 6B 显示了对图 2, 4 和 5 的设备非常有用的典型多层模具结构；

以及

图 7 显示了图 1 的方法是如何与多种其他处理步骤相容示意图。

应该理解的是这些附图是用于显示本发明的概念的目的而不是限制。

具体实施方式

参考图 1，图 1 是用于使用感应场压的印压光刻的改进处理的示意图。方框 A 中所示的初始步骤是提供一模具和一衬底，该模具具有例如多个突出形体的压模面，该衬底具有例如一个或更多的可模压的薄模的可模压材料面。突出形体较优的是微米级形体且更优的是纳米级形体。在压模面具有至少两个隔开的突出形体时该方法非常有利。一可模压的材料是一可以保留或者可以被硬化以保留自压模面的突出形体的印压的材料。

下一步，如方框 B 中所示，是将模具与可模压面贴近放置。如果可模压面是一已经包含有以前形成的图案的薄模，那么应该仔细的排列模具的图案和以前的图案。这可以通过本技术领域公知的排列技术而做到。

第三步（方框 C）是通过感应场压将模具压在可模压面上。用于这样做的一种方法是将该装配放置在导电层之间并且在层之间施加一电场。另一种

方法是将该装配放置在磁性材料层之间并且施加一可以对层一起施加压力的磁场。感应场压的优点是产生的压力均匀的将模具推向可模压面上。剪切或旋转部分很少。而且由于模具和/或衬底不是坚硬的而是柔韧的，所以不论什么不可避免的平面型的偏差都可实现在模具和可模压面之间的相符合。其结果是在一面积扩大的膜的压模精度，排列和均匀性的一提高的级别。

在方框 D 中所示的下一步骤是如果需要的话将可模压面硬化，从而保留模具的压印然后移去模具。用于硬化的处理取决于可模压面的材料。一些材料没有变硬也将维持压印。通过在压模之前预热热塑性材料而且允许在印压之后冷却它们则可以将热塑性材料硬化。例如 PMMA 可以通过在压模之前加热到 120 度而合适的软化，且由印压之后的冷却而硬化。可通过在印压期间加热而将热固性材料也能硬化。一加热器或一加压加热的流体的使用可以实现这样的软化或硬化。可以通过在印压期间的 UV 辐射的应用将辐射固性材料硬化。可以通过 UV 激光辐射将硅软化从而接收印压，并通过使周围温度变冷将其硬化。

方框 E 中所示的步骤五在一些应用中是可自由选择的。除去杂质（如果有）和来自自己压模面的凹进处的过剩材料。已压模面将典型的具有凸起的形体和凹进处。在很多光刻操作中理想的是清除凹进处的材料，从而暴露下面的衬底以进一步进行处理。这可以利用活性离子蚀刻而方便的实现。

在一些应用中，印压结构自身是要建立的器件的一部分。在其他的一些应用中产生的结构是一具有凹进处的图案向衬底延伸的覆盖有光刻胶的半导体衬底。可以以本技术领域公知的多种方式进一步处理这样的结构。例如，已压模的膜可以用作一掩膜，用于移除在衬底的暴露区域中的表面层，用于掺杂衬底的暴露区域，或用于在暴露区域上增加或涂覆材料。

图 2 显示了用于使用图 1 的方法的第一典型器件 9。器件 9 包含一具有压模面 12 的模具 10 和一具有可模压面 22 的衬底 20 的装配。模具和衬底和与可模压面 22 贴近的压模面 12 一起放置。模具 10 包含一具有压模面 12 的主体。表面 12 可以包含多个突出的形体 13，该形体具有用于印压在可模压面 22 上的理想形状。可以通过已知的技术例如电子束光刻将压模面 12 制成纳米级尺寸的突出形体 13。突出的形体 13 的伸出的部分典型的是在 0.1 纳米

到 200 微米之间的范围。在突出的形体之间的典型间隔是 200 纳米或更少。更优的模具 10 是一包含一导电或可充电材料层的多层结构，该层是在压模面和可模压面之间的界面的远侧。这里用到的术语层广泛的包含有一支撑层，一包覆金属层或一复合层。

衬底 20 典型的是一固态衬底，而且可模压面 22 典型的是一聚合物，单体，低聚物或其组合的薄膜，该薄膜是柔韧的或者可以做的对压力很柔韧，且可以保留一压力印压的变形或图案。它可以是一相应于热变软的热塑性的聚合物，例如聚碳酸酯或聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)。另外它可以是一随着固化而变硬的单体流体，例如可固化的硅树脂。然而在进一步选择中，它可以是能够被一 UV 激光脉冲液化的固态硅。典型的通过喷涂或旋涂将聚合物薄膜施加到衬底。更优的衬底膜没有粘附于模具面。如果需要，模具面可以涂上一层隔离剂以防止这样的粘附。更优的衬底是一多层结构，该结构包含一导电或可充电材料层或包覆金属层 23，该层在压模面/可模压面的界面的远侧。

在模具和衬底之间的压力可以由模具和衬底之间的电力或磁力产生。对于由电力产生的压力，可在模具和衬底之间建立一吸引电场。或者可以使用一排斥场一起推动模具和衬底。对于由磁力产生的压力，在模具和衬底之间的吸引磁力场可以提供吸引力压力，或者向外排斥的磁力可以一起推动模具和衬底。

使用中，一场力将压模面压在可模压面上。在图 2 的实施例中，场是一电场，可以通过将层 14 和 23 连接到电压源 30 的反向极性端而实现该印压。电压源 30 的电压可以是 AC，DC，脉冲调制的，或这样电压的一组。

通过选择衬底 20 和模具 10 导电而使得与层 14 和 23 的电连接很便利。或者，经衬底 20 到层 23 和经模具 10 到层 14 的经由孔（没有显示）的导电可以提供连接。图 3A，3B 和 3C 显示便于与衬底导电层 23 电连接的衬底结构。图 3A 中，可以从衬底 20 的底部由导电通孔 30 做电接触点。图 3B 中可以通过在衬底 20 的侧面周围的一部分附近涂上或电镀一导电材料的涂层 31，而从底部或从侧面边缘做电接触点。图 3C 中显示了一近似外围的导电涂层 32，而没有显示层 32 没有延伸到衬底的底部。然而进一步的选择是，可以通

过光，热或 RF 辐射的使用在合适的不同材料之间建立用于印压衬底的电场。

在一些应用中，用可至少部分地可透过辐射的材料制作模具 10 或衬底 20 可能会很有利，该辐射可以用来将可模压面便软或固化。

在其它的应用中，理想的是删去导电层 14，23 中的一个，并且在一外部电极和保留的层之间使用一吸引场或排斥场从而对压模面和可模压面一起施压。

图 4 显示一可供选择的设备，其用于使用一电场将压模面压进可模压面。图 4 的设备和图 2 的设备相似，除了不是将层 14 和 23 直接连接到电压源，在与 AC 电压源 42 连接的电极 40 和 41 之间放置模具 10/衬底 20 的装配。AC 源的频率可以调谐从而在层 14 和 23 间产生理想感应电压。

图 5 显示了用于使用图 1 的方法的另一设备。图 5 的设备和图 2 的设备相似，除了磁层 14A，23A 替代了导电层放置在模具/衬底的界面的远侧，而且使用磁场将模具面压入可模压面。磁层可以是可磁化材料，永磁铁或电磁铁。例如，层 14A，23A 可以包含螺旋形的或盘绕的线绕线圈。施加给线圈的来自电流源 50A，50B 的电流可以产生一吸引力磁场从而将压模面压在可模压面上。通过衬底和模具中的经过导电通孔（没有显示）的导电而使得电流源和它们各自线圈之间的连接很便利。在一修改形式中，层 14A 和 23A 可以是互相吸引的磁性材料，而且可以去掉电流源。在另一变换中，模具可以包含一电磁铁，而且衬底可以包含一可磁化材料或永磁材料层，或者反之亦然。实质上，需要的是一磁层和一与磁层相互作用的磁场发生器以对压模面和可模压面一起施压。

图 6A 和 6B 显示了在图 2-5 的实施例中有用的不同的多层模具结构。图 6A 中，直接将导电或磁层 14 放置在压模面 12 和可模压面（没有显示）之间的界面的远侧。图 6B 中，导电或磁层 14 仍然在模具边的界面的远侧，但是有一插入层 60。

进一步预期，感应场印压可以与提供印压压力的其它方法结合使用，该印压压力是在包括有同时施加，顺序施加，或选择性施加这些力的所有可能变换中的例如定向流体压力或机械压力。

图 7 显示了与这里所述的处理一致的附加步骤。精密机械压制或加压流体压制可以作为补充使用，特别是在压模面与可模压层接合之后。辐射例如红外线或紫外线辐射可以用于加热，软化或固化可模压面材料。层 14, 23 可以是导电的或有磁性的，而且挤压场可以是 DC, AC, 或其组合。

应该理解的是上述的实施例只显示了可以代表本发明的应用的许多实施例中的一小部分。本技术领域的普通技术人员可以作出大量的不同的其它装配然皆没有背离本发明的精神和范围。

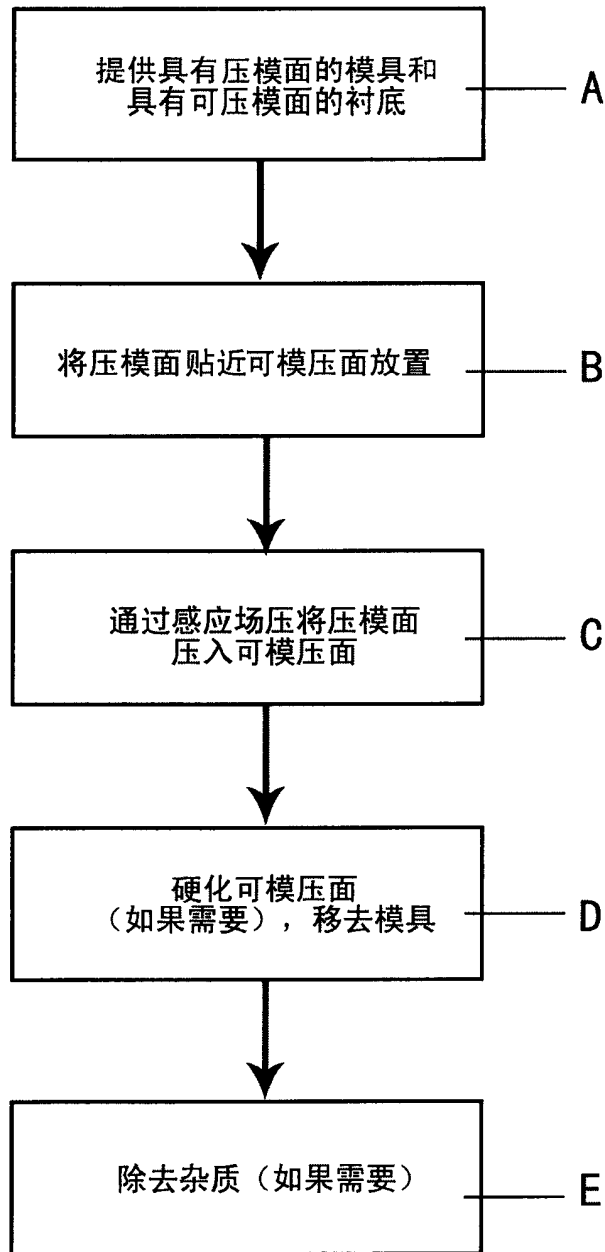


图 1

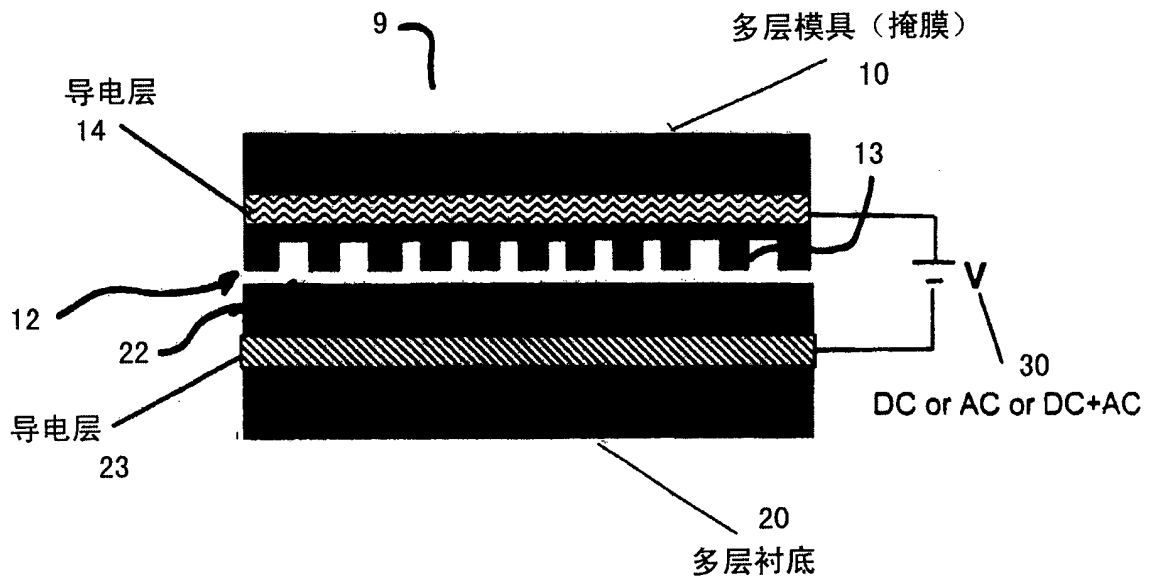


图 2

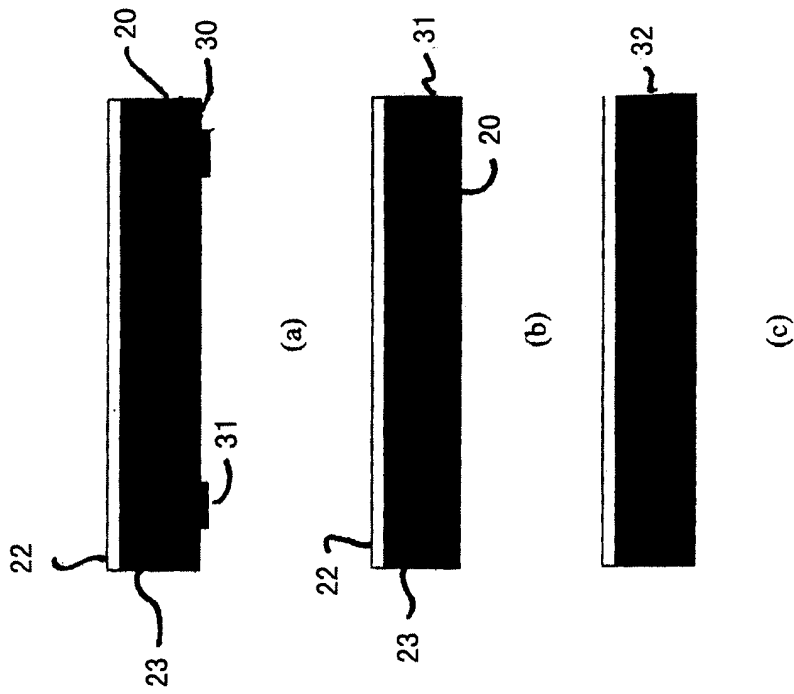


图 3

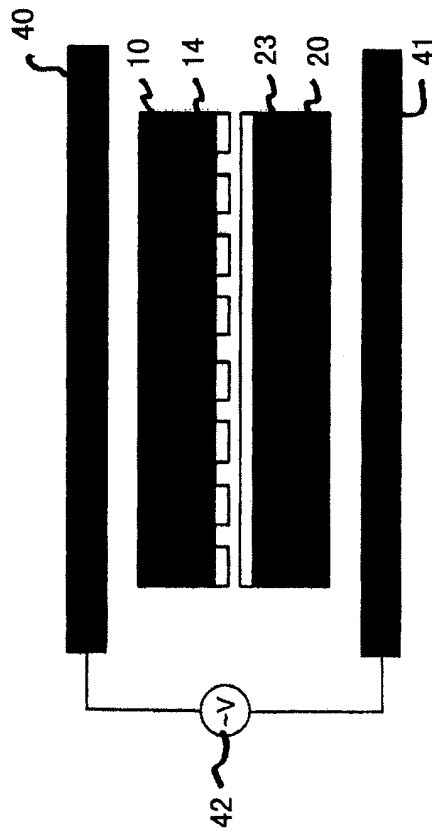


图 4

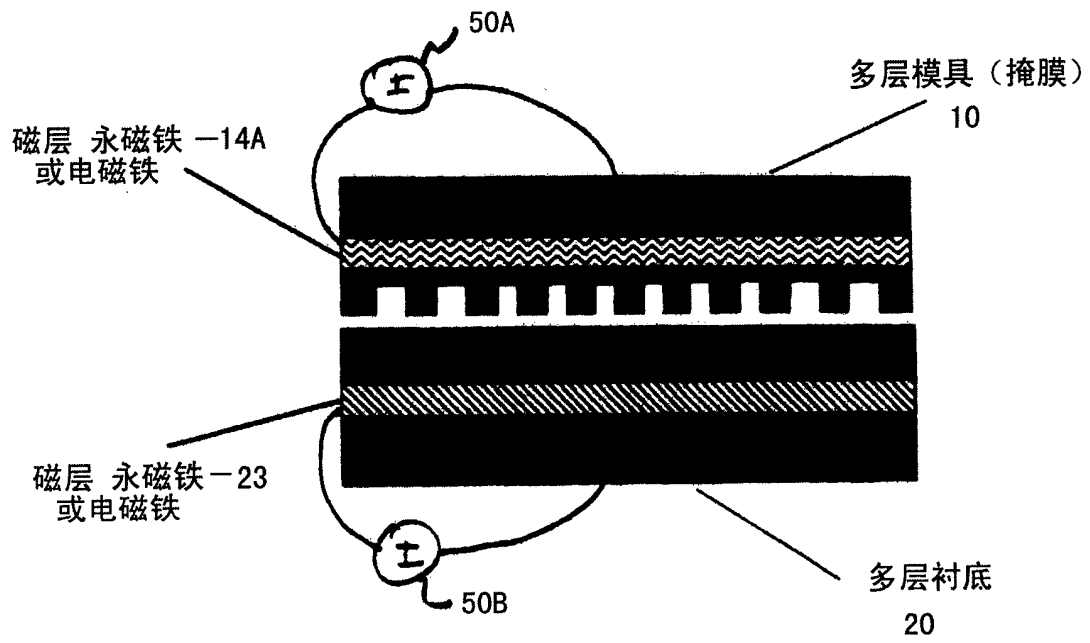


图 5

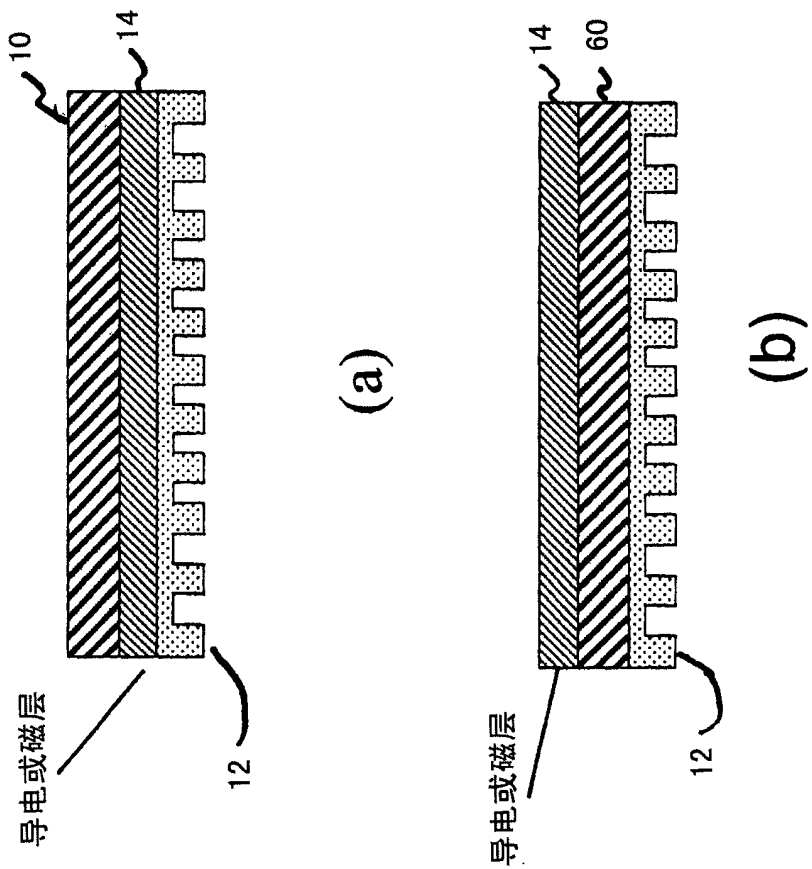


图 6

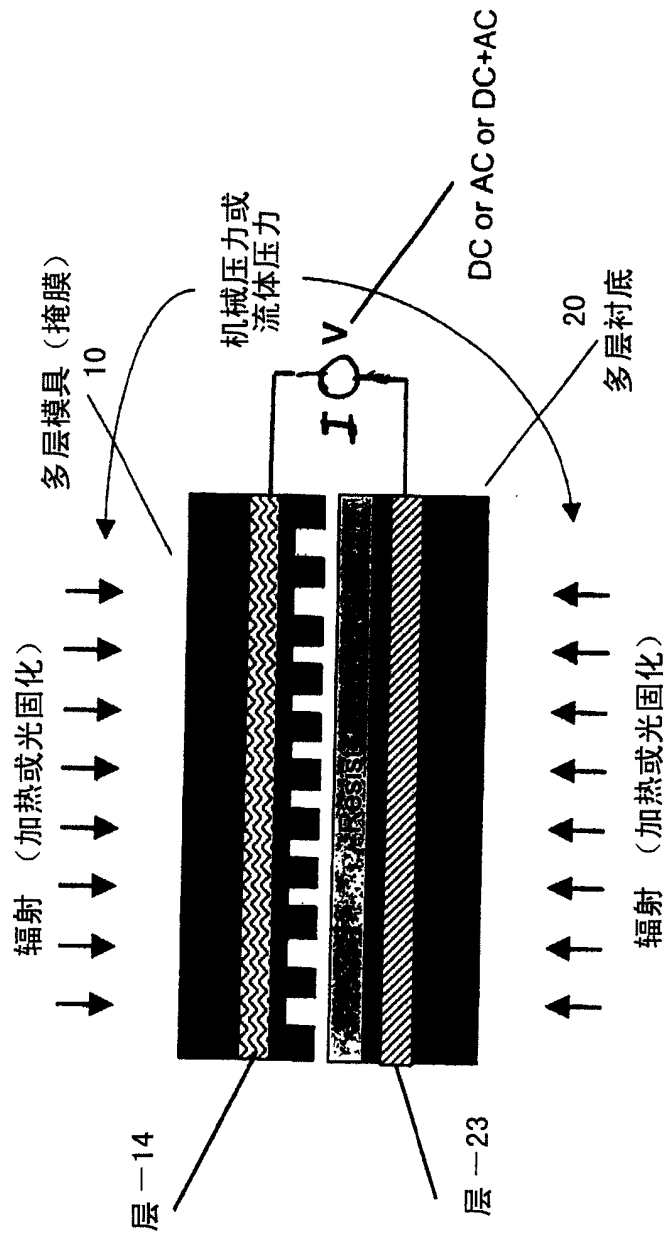


图 7