

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G03F 7/00 (2006.01)

H01L 21/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610064156.1

[43] 公开日 2007 年 6 月 27 日

[11] 公开号 CN 1987645A

[22] 申请日 2006.12.20

[21] 申请号 200610064156.1

[30] 优先权

[32] 2005.12.21 [33] US [31] 11/312,658

[71] 申请人 ASML 荷兰有限公司

地址 荷兰费尔德霍芬

[72] 发明人 S·F·伍伊斯特

J·F·迪克斯曼

Y·W·克鲁特 - 斯特格曼

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 范晓斌 刘华联

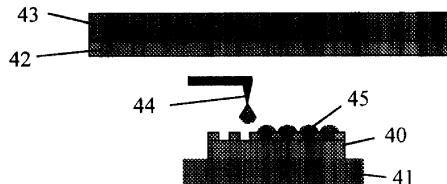
权利要求书 3 页 说明书 23 页 附图 18 页

[54] 发明名称

压印光刻

[57] 摘要

本发明公开了一种光刻设备，其包括用来保持多个压印模板的模板保持器和用来保持基板的基板保持器，所述模板保持器位于基板保持器的下方。



1、一种光刻设备，包括用来保持多个压印模板的模板保持器和用来保持基板的基板保持器，其中，所述模板保持器位于所述基板保持器的下方。

5 2、如权利要求 1 所述的设备，还包括保持在模板保持器中的多个压印模板，所述压印模板具有带图案的上表面。

3、如权利要求 1 所述的设备，还包括一个或多个喷墨嘴，所述喷墨嘴布置成将压印介质引导到压印模板上。

4、一种光刻设备，包括用来保持多个压印模板的模板保持器和用来保持基板的基板保持器，其中，所述模板保持器布置成使得当压印模板被保持在模板保持器中时压印模板的上表面保持暴露。

5、如权利要求 4 所述的设备，还包括保持在模板保持器中的多个压印模板，所述压印模板具有带图案的暴露上表面。

6、如权利要求 4 所述的设备，还包括一个或多个喷墨嘴，所述喷墨嘴布置成将压印介质引导到压印模板上。

7、一种光刻设备，包括用来保持多个压印模板的模板保持器和一个或多个将液体配送到所述多个压印模板上的分配器。

8、如权利要求 7 所述的设备，其中，所述的一个或多个分配器是喷墨嘴。

9、如权利要求 7 所述的设备，其中，所述液体是压印介质。

20 10、如权利要求 7 所述的设备，还包括用来保持基板的基板台。

11、一种压印光刻方法，包括将压印介质施加到多个压印模板的带图案的表面，然后将压印模板与基板压靠接触，使得压印介质被转印至基板。

12、如权利要求 11 所述的方法，还包括用光化辐射照射该转印的压印介质，该光化辐射的波长适合于使该压印介质固化。

25 13、如权利要求 11 所述的方法，还包括在压印模板与基板压靠接触之前将平面层施加至所述基板。

14、一种光刻设备，包括用来保持多个压印模板的模板保持器，所述模板保持器布置成使得当压印模板被保持在模板保持器中时，这些压印模板的最上表面基本上位于同一平面内。

30 15、如权利要求 14 所述的设备，其中，所述压印模板保持器布置成使得

当压印模板被保持在模板保持器中时，这些压印模板的最上表面与压印模板保持器的最上表面基本上位于同一平面内。

16、一种光刻设备，包括：

用来保持多个压印模板的模板保持器；

5 用来保持基板的基板保持器；和

与各压印模板相关联的多个冲头，其中，每一个冲头围绕一区域进行冲压，每个冲头的尺寸使得冲头围绕进行冲压的区域大于与之关联的压印模板的区域。

17、如权利要求 16 所述的设备，其中，在冲头之间设置有间隔，使得在
10 压印模板之间留有不落入冲头范围内的区域。

18、一种压印光刻方法，包括：

将压印介质施加到多个压印模板的带图案表面以及保持该多个压印模
板的压印模板保持器；

使得该压印介质变成基本上为固态；

15 使用冲头切穿该基本上为固态的压印介质，这些冲头布置成沿着落在各压印模板周边外部的周边切穿该压印介质；和

使得压印模板与基板压靠接触。

19、如权利要求 18 所述的方法，还包括在用冲头切断之后从压印模板之
间移走压印介质。

20、如权利要求 18 所述的方法，还包括在基板上提供平面层，当压印模
板与基板形成接触时压印介质也与该平面层形成接触。

21、如权利要求 20 所述的方法，其中，当该压印介质与该平面层开始接
触时该平面层是液态的，并且该平面层随后被固化。

22、一种光刻设备，包括：

25 用来保持多个压印模板的模板保持器；

用来保持基板的基板保持器；

光化辐射源；和

辐射导向装置，其布置成引导该光化辐射穿过该模板保持器，而不引
导光化辐射穿过该压印模板。

30 23、一种压印光刻方法，包括：

将压印介质施加到压印模板的带图案表面；

将氰基丙烯酸酯施加到基板表面；和

将压印模板与基板压靠接触，使得该氰基丙烯酸酯诱发该压印介质的聚合反应。

5 24、如权利要求 23 所述的方法，其中，所述氰基丙烯酸酯不含硅，并且不会形成蚀刻屏障层。

25、一种压印光刻方法，包括：

将聚合物和溶剂施加到压印模板的带图案表面；

使溶剂蒸发从而使得该聚合物成为固态；

10 在基板上施加一层单体；

将压印模板与基板压靠接触，使得该聚合物被推抵至该单体层；和接触之后，用光化辐射照射该单体层。

26、如权利要求 25 所述的方法，其中，所述单体层包括一定比例的聚合物。

15 27、一种压印光刻方法，包括：

将单体和聚合物的混合物施加到压印模板的带图案表面上；

将压印模板与基板压靠接触；和

接触之后，用光化辐射对该单体和聚合物的混合物进行照射。

28、如权利要求 27 所述的方法，其中，该单体和聚合物的混合物的粘性足以使其与压印模板接触时不会破裂。

29、一种压印光刻方法，包括：

将压印介质施加到压印模板的带图案表面；

将平面层施加到基板的表面，该压印介质和该平面层都是液态的；和施加之后，将压印模板与基板压靠接触。

25 30、如权利要求 29 所述的方法，还包括在压印模板和基板接触之后，用光化辐射对该压印介质和该平面层进行照射。

压印光刻

5 技术领域

本发明涉及压印光刻。

背景技术

光刻设备是一种将所需的图案施加至基板的目标部位上的机器。光刻设备通常例如用于制造集成电路(IC)、平板显示器以及其他包含精细结构的设备。

人们希望能够降低光刻图案中特征部的尺寸，因为这样就能在给定的基板面积上得到更大密度的特征部。在光刻中，通过使用较短波长的辐射可以得到更高的分辨率。然而，存在许多与这种尺寸减小相关的问题。当前的系统将开始采用波长在 193nm 波段内的光源，然而即使在这个波段内，衍射限制也成为一种障碍。在低波长时，材料的透射性非常差。能够增大精度分辨率的光学光刻机需要复杂的光学器件和稀有材料，并因此非常昂贵。

用来印刷 100nm 以下的特征部的另一种方案称为压印光刻，包括使 20 用一个物理模具或模板将图案压印入压印介质中从而将图案转印到基板上。该压印介质可以是所述基板也可以是涂覆在所述基板表面上的材料。该压印介质可以是功能性的或者可以作为“掩模”而将图案转印到下面的表面上。这种压印介质例如可以是沉积在基板上的抗蚀剂，例如 25 半导体材料，模板所限定的图案被转印到其中。压印光刻实质上是一种在微米或纳米尺度上进行模制过程，其中，模板的构形限定了在基板上产生的图案。图案可以像光学光刻工艺那样是分层的，因此，原则上，压印光刻可以用于如集成电路 (IC) 制造的应用。

压印光刻的分辨率仅仅受模板制造工艺的分辨率的限制。例如，压 30 印光刻可以用来生产 50nm 以下范围内的特征部，与传统的光学光刻工艺可获得的分辨率相比，压印光刻具有明显提高的分辨率和线边缘粗糙

度。此外，压印工艺不需要昂贵的光学器件、先进的照明源或者光学光刻工艺通常所需的专门的抗蚀剂材料。

目前的压印光刻工艺可能具有一个或更多以下将提到的缺陷，特别是有关获得覆盖精度和/或高生产量的缺陷。然而，压印光刻可达到的分辨率和线边缘粗糙度的极大提高足以促使人们努力去解决这些和其他问题。

典型的，在压印光刻中，压印介质被喷墨印刷到基板上，然后，模板被压入该压印介质中。因此出现了一个问题，就是在压印介质被模板压印之前，部分压印介质会从基板上蒸发。

10

发明内容

根据本发明的第一方面，提供一种光刻设备，包括用来保持多个压印模板的模板保持器和用来保持基板的基板保持器，其中，所述模板保持器位于所述基板保持器的下方。

15

根据本发明的第二方面，提供一种光刻设备，包括用来保持多个压印模板的模板保持器和用来保持基板的基板保持器，其中，所述模板保持器布置成使得当压印模板被保持在模板保持器中时压印模板的上表面保持暴露。。

根据本发明的第三方面，提供一种光刻设备，包括用来保持多个压印模板的模板保持器和一个或多个将液体配送到所述多个压印模板上的分配器。

20

根据本发明的第四方面，提供一种压印光刻方法，包括将压印介质施加到多个压印模板的带图案的表面，然后将压印模板与基板压靠接触，使得压印介质被转印至基板。

25

根据本发明的第五方面，提供一种光刻设备，包括用来保持多个压印模板的模板保持器，所述模板保持器布置成使得当压印模板被保持在模板保持器中时，这些压印模板的最上表面基本上位于同一平面内。

根据本发明的第六方面，提供一种光刻设备，包括：用来保持多个压印模板的模板保持器；用来保持基板的基板保持器；和，与各压印模板相关联的多个冲头，其中，每一个冲头围绕一区域进行冲压，每个冲头的尺寸使得冲头围绕进行冲压的区域大于与之关联的压印模板的区域。

30

根据本发明的第七方面，提供一种压印光刻方法，包括：将压印介质

施加到多个压印模板的带图案表面以及保持该多个压印模板的压印模板保持器；使得该压印介质变成基本上为固态；使用冲头切穿该基本上为固态的压印介质，这些冲头布置成沿着落在各压印模板周边外部的周边切穿该压印介质；和，使得压印模板与基板压靠接触。

5 根据本发明的第八方面，提供一种光刻设备，包括：用来保持多个压印模板的模板保持器；用来保持基板的基板保持器；光化辐射源；和辐射导向装置，其布置成引导该光化辐射穿过该模板保持器，而不引导光化辐射穿过该压印模板。

10 根据本发明的第九方面，提供一种压印光刻方法，包括：将压印介质施加到压印模板的带图案表面；将氰基丙烯酸酯施加到基板表面；和，将压印模板与基板压靠接触，使得该氰基丙烯酸酯诱发该压印介质的聚合反应。

15 根据本发明的第十方面，提供一种压印光刻方法，包括：将聚合物和溶剂施加到压印模板的带图案表面；使溶剂蒸发从而使得该聚合物成为固态；在基板上施加一层单体；将压印模板与基板压靠接触，使得该聚合物被推抵至该单体层；以及在接触之后，用光化辐射照射该单体层。

根据本发明的第十一方面，提供一种压印光刻方法，包括：将单体和聚合物的混合物施加到压印模板的带图案表面上；将压印模板与基板压靠接触；以及在接触之后，用光化辐射对该单体和聚合物的混合物进行照射。

20 根据本发明的第十二方面，提供一种压印光刻的方法，包括：将压印介质施加到压印模板的带图案表面；将平面层施加到基板的表面，该压印介质和该平面层都是液态的；以及在施加之后，将压印模板与基板压靠接触。

25 本发明的一个或更多实施例可应用于任何压印光刻过程，其中，带图案的模板被压印到成流动态的压印介质中，并且例如可以被应用于上面所述的热和紫外（UV）压印光刻。为了便于理解本发明的一个或更多实施例，不需要更详细地描述那些已经提供的和在所属领域公知的压印过程。

附图说明

现在将结合附图并仅借助于实施例来进行描述本发明的具体实施方式，附图中相同的附图标记代表相同的部分，其中：

图 1a-1c 分别表示传统的软、热和 UV 光刻工艺的例子；

图 2 表示当使用热和 UV 压印光刻在抗蚀剂上形成图案时所使用的两步蚀刻工艺；

图 3 示意性地图示了模板和沉积在基板上的典型的压印抗蚀剂层；

5 图 4a-4c 根据本发明实施例示意性地表示了压印光刻设备；

图 5a-5c 示意性地图示了本发明实施例的特性； 和

图 6a-14f 示意性地图示了本发明的实施例。

具体实施方式

10 在压印光刻中有两种基本的方法，通常被称为热压印光刻和 UV 压印光刻。另外还有第三种“印刷”光刻被称为软光刻。图 1a-1c 分别图示了它们的一些示例。

图 1a 示意地描述了软光刻工艺，包括将分子层 11（典型地为油墨，例如硫醇）从柔性模板 10（典型地是由聚二甲基硅氧烷（PDMS）制成）15 上转印到抗蚀剂层 13 上，抗蚀剂层 13 支撑在基板 12 和平面转印层 12' 上。模板 10 在其表面上具有特征部构成的图案，分子层沉积在这些特征部上。当模板抵压在该抗蚀剂层上时，分子层 11 粘附到抗蚀剂上。一旦将模板从抗蚀剂上移开，分子层 11 则粘在抗蚀剂上，残留抗蚀剂层被蚀刻，使得没有被转印分子层覆盖的抗蚀剂区域被向下蚀刻至基板。

在软光刻中所使用的模板很容易变形，因此不适合高分辨率应用，例如不适合在纳米尺度上的应用，这是因为模板的变形对压印图案产生非常不利的影响。另外，当制造多层结构时，其中相同的区域会被重叠覆盖多次，软压印光刻不能提供纳米尺度上的覆盖精度。

25 热压印光刻（或热模压印）当用于纳米尺度时也被称为纳米压印光刻（NIL）。这种工艺使用较硬的模板，该模板例如是由硅或镍制造，对于磨损和变形具有更强的抵抗力。这种技术例如已在美国专利 No.6482742 中记载并在图 1b 中示出。在典型的热压印工艺过程中，坚硬的模板 14 被压印到热固性或热塑性聚合树脂 15 中，聚合树脂 15 已 30 被浇铸在基板 12 的表面上。该树脂可以例如是被旋转涂覆且烘焙在基

板表面上或者更加典型地（如实施例所示）在平面转印层 12' 上。“硬”这个词当描述压印模板时应当理解为包括通常被认为介于“硬”和“软”之间的材料，例如“硬”橡胶。特定材料用于压印模板的适用性是由它的应用需求来决定的。

5 当使用热固性聚合树脂时，该树脂被加热到一定温度，使得当该树脂与模板接触时，树脂可以充分流动进入在模板上形成的图案特征部中。然后升高该树脂的温度以便热固化（例如交联）该树脂，从而该树脂凝固并且不可逆地形成所需的图案。然后该模板被移走，并冷却该图形化树脂。

10 在热压印光刻工艺过程中的使用的热塑性树脂的例子是聚甲基丙烯酸甲酯、聚苯乙烯、聚苄基丙烯酸甲酯或聚甲基丙烯酸环己酯。热塑性树脂被加热，使其在即将用模板压印之前处于可自由流动的状态。通常需要将热塑性树脂加热到大大高于树脂的玻璃转变温度的温度。模板被按压到该流动树脂中，施加足够的压力以保证树脂流入在模板上所限定的全部图案特征部中。然后在模板处于原位的情况下将树脂冷却到它的玻璃转变温度以下，于是，树脂不可逆地形成了所需的图案。该图案由这样的特征部构成，即，这些特征部明显区别于残留树脂层，而该残留树脂层之后可通过适当的蚀刻工艺被去除而只留下这些图案特征部。

15 将模板从固化树脂上移开之后，进行图 2a 到 2c 所示的两步蚀刻工艺过程。基板 20 之上紧接着有平面转印层 21，如图 2a 示意性所示出的。该平面转印层的作用是双重的。它提供一个基本平行于模板表面的表面，帮助保证模板和树脂之间的接触是平行的，另外还可以提高印刷特征部的纵横比，如这里所述。

20 将模板移走之后，固化树脂的残留层 22 被留在平面转印层 21 的上面，成形为所需图案。第一步蚀刻是各向同性的并去除了部分残留层 22，形成了纵横比较差的特征部，其中 L1 是特征部 23 的高度，如图 2b 所示。第二步蚀刻是各向异性的（或选择性的），并提高了纵横比。各向异性的蚀刻去除了平面转印层上没有被固化树脂覆盖的部分，将特征部 23 的纵横比提高至 (L2/D)，如图 2c 所示。如果压印聚合物具有足够的 25 抗蚀能力，蚀刻之后留在基板上的聚合物的厚度衬度可被作为例如干蚀

刻的掩模，例如作为剥离（lift-off）工艺的一个步骤。

热压印光刻具有一些缺点，不仅图案转印需要在较高温度下进行，而且为了保证树脂在模板移走之前能够充分凝固还需要相对较大的温度差。需要的温度差在 35 到 100°C 之间。例如在基板和模板之间的热膨胀差会导致转印图案的变形。由于压印材料的粘性，这种情况会因为压印步骤所需的较高压力而进一步加剧，这会导致基板的机械变形和图案的变形。
5

另一方面，UV 压印光刻不涉及如此高的温度和温度变化，也不需要粘性的压印材料。相反，UV 压印光刻包括使用部分或全部透光的模板以及 UV 固化液体，该 UV 固化液体典型地是单体，例如丙烯酸酯或甲基丙烯酸脂。UV 压印光刻已被讨论过，例如在 J.Haisma 的文章“Mold-assisted nanolithography: A process for reliable pattern replication”（模具辅助的纳米光刻：一种可靠的图案复制工艺），其发表于 J.Vac.Sci.Technol.B 14(6), 1996 年 11 月/12 月。通常，任何光聚合材料都可以使用，例如单体和引发剂的混合物。固化液体包括例如二甲基硅氧烷的衍生物。这些材料的粘性都比在热压印光刻中使用的热固性或热塑性材料的粘性小，因此在填充模板的图案特征部时流动得更快。低温低压操作有利于提高生产能力。尽管称谓“UV 压印光刻”意味着经常使用 UV 辐射，然而本领域技术人员知道任何合适的光化辐射都可以使用（例如可以使用可见光）。因此，在此提到的任何 UV 压印光刻，UV 辐射、UV 固化材料等，都应理解为包括任何合适的光化辐射，而不应理解为仅仅限于 UV 辐射。
10
15
20
25

UV 压印工艺的例子如图 1c 所述。一种石英模板 16 以与图 1b 工艺过程相似的方式应用于 UV 固化树脂 17。与在使用热固性树脂的热模压印中提高温度或者使用热塑性树脂时的温度周期变化不同，为了使树脂聚合并从而将其固化，将 UV 辐射透过石英模板施加于该树脂上。一旦移走模板，蚀刻抗蚀剂残留层的其余步骤与此处描述的热模压印过程相同或相似。通常使用的 UV 固化树脂具有的粘性比常用的热塑性树脂低得多，这样可以使用较低的压印压力。由于低压使得物理变形减小，再加上由于高温和温度变化使得变形减小，这就使得 UV 压印光刻适合于
30

需要高的覆盖精度的用途。此外，UV 压印模板的透光特性使得光学校准技术同时适用于该压印工艺。

尽管这类压印光刻主要使用 UV 固化材料，并因此通常被称为 UV 压印光刻，然而其它波长的辐射也可以用来固化经合适选择的材料（例如，激活聚合作用或交联反应）。通常，如果可以获得合适的压印材料，任何可以启动这些化学反应的辐射都可以使用。可替代的“激活辐射”包括例如可见光，红外线辐射，x 射线辐射和电子束辐射。在此处的一般描述中，当提到 UV 压印光刻和使用 UV 辐射时，并不是要把这些和其他可能的激活辐射方式排除。

作为使用与基板表面保持基本平行的平面模板的压印系统的一种替代方案，辊子压印系统已经发展起来。已经提出了热辊子压印系统和 UV 辊子压印系统，其中模板在辊子上形成，但是除此之外这种压印过程与使用平面模板的压印非常相似。除非是上下文提到，否则，提到的压印模板也包括辊子模板。

有一种 UV 压印光刻的进步技术，称为步进快闪式压印光刻 (SFIL)，其可被用于以与在例如 IC 制造中常规使用的光学步进器相类似的方式以很小的步长在基板上构图。这包括：通过将模板压印到 UV 固化树脂中而一次印刷该基本的小面积，UV 辐射穿透模板进行“快闪”而固化模板下的树脂，移开模板，步进到基板的相邻区域并重复上述操作。这种小面积尺寸的步进和重复过程可以帮助减少图案变形和 CD 变化，这使得 SFIL 非常适用于 IC 制造和其他需要高覆盖精度的装置的制造。美国专利申请公开文本 2004-0124566 详细描述了一种步进快闪式压印光刻设备的例子。

尽管在理论上 UV 固化树脂可施加至整个基板表面（例如通过旋转涂覆），但是由于 UV 固化树脂的挥发性会导致一些问题出现。

一种解决这些问题的方法被称为“按需滴液 (drop on demand)”工艺，其中，在即将用模板进行压印之前，以液滴的形式将树脂配送到基板的目标区域。该液体的配送是被控制的，使得一定体积的液体被沉积到基板的特定目标区域。该液体可以以多种不同的方式配送，小心控制液体体积图案的布置相结合可被用来限制该目标区域的构图。

所提到的按需配送树脂不是无关轻重的事。液滴的大小和间隔需要仔细控制来保证有足够的树脂填充模板特征部，同时使多余的树脂最少，多因为一旦邻近的液滴接触流体，树脂将无处流动，多余的树脂会被滚压为不希望的厚度和不均匀的残留层。

5 尽管这里提到将 UV 固化液体沉积到基板上，但是该液体也可以被沉积到模板上，并通常应用相同的技术和考虑相同的因素。

图 3 示出了模板、压印材料（可固化的单体、热固性树脂、热塑性树脂等）和基板的相对尺寸。基板的宽度 D 与固化树脂层的厚度 t 的比值在 10^6 的数量级。值得指出的是，为了避免从模板上凸出的特征部损坏基板，尺寸 t 应该大于模板上凸出特征部的深度。

压印之后余下的残留层对于保护下面的基板是很有用的，但是正如此处所指出的，它也可能带来一些问题，特别是当需要高分辨率和/或最小的 CD（临界尺寸，critical dimension）变化时。第一步“穿透”蚀刻是各向同性的（非选择性的），并由此在某种程度上腐蚀了压印的特征部和该残留层。如果残留层覆盖得过厚和/或不均匀，这种情况则会加剧。这个问题例如会导致最终形成在下面基板上的线条的厚度的变化（即，临界尺寸的变化）。在第二步各向异性蚀刻中，在转印层中蚀刻出的线条厚度的均匀性依赖于在树脂中留下的特征部形状的纵横比和完整性。如果该残留树脂层是不均匀的，那么非选择性的第一步蚀刻会留下一些具有圆形顶部的特征部，从而这些特征部不能很好地形成以保证在第二步和随后的蚀刻过程中线条厚度的均匀性。原则上，保证该残留层尽可能地薄就可以减少上述问题，但是这需要施加非常大的压力（可能会增加基板的变形）和相对较长的压印时间（可能会降低产量），这是所不希望的。

25 该模板是压印光刻系统中非常重要的部件。正如此处提到的，模板表面上的特征部分分辨率是印刷在基板上的特征部可达到的分辨率的限制因素。用于热和 UV 压印光刻的模板通常是通过两步工艺过程形成的。开始，将需要的图案使用例如电子束刻写（例如用电子束图案发生器）的方式记录下来，从而在抗蚀剂中得到高分辨率图案。这个抗蚀剂图案被转印到一薄层铬上，它为最后的各向异性蚀刻步骤形成了一个掩模，

以便将图案转印到该模板的基体材料上。也可以使用其他的技术，例如离子束光刻，x 射线光刻，远紫外光刻，外延生长，薄膜沉积，化学蚀刻，等离子体蚀刻，离子蚀刻或离子铣削。通常，当该模板实际上是 1 倍掩模蚀，能够获得高分辨率的技术将被使用，其中，转印图案的分辨率受到模板上的图案的分辨率的限制。
5

模板的剥离性能也需要考虑。例如可以使用一种表面处理材料来处理该模板，从而在模板上形成具有低的表面能的薄的剥离层（薄的剥离层可以被沉积在基板上）。

在压印光刻的研制中还需要考虑的是模板的机械耐久性。在压印抗蚀剂的过程中模板要承受很大的力，和在热光刻中，还可能承受极大的压力和高温。这会导致模板的磨损，因此极为不利地影响压印在基板上的图案的形状。
10

在热压印光刻中，使用与将被构图的基板相同或相似材料的模板具有潜在的优势，就是可以减小两者之间的热膨胀差别。在 UV 压印光刻中，该模板对于该激活辐射来说是至少部分地透光的，并因此可以使用石英模板。
15

尽管在本文特别提到了在 IC 制造中使用压印光刻，但应当理解在此描述的压印设备和方法可以有其它的应用，例如制造集成光学系统、用于磁畴存储器的制导和探测图案、硬盘磁介质、平板显示器、薄膜磁头等。
20

如文中所述，特别提到了使用压印光刻借助于实际上作为抗蚀剂的压印树脂将模板图案转印到基板上，在一些情况下，该压印材料本身可以是功能材料，例如具有电传导或热传导、光学线性或非线性响应以及其它功能。例如，该功能材料可以形成导电层、半导体层、电介质层或具有其他需要的机械、电学或光学性质的层。一些有机物也可以是合适的功能材料。这些应用都在本发明实施例的范围之内。
25

图 4a 示意性地描述了一种压印光刻设备，它包括一个保持在模板保持器 41 内的压印模板 40 以及保持在基板台 43 上的基板 42。与传统的压印光刻设备相比，该压印模板 40 设置在基板台 43 和基板 42 的下方。基板 42 通过设在基板台表面处的真空而被牢固地固定在基板台 43
30

上。喷墨嘴 44 被布置成用来将压印介质 45 的液滴提供到压印模板 40 上（可以使用多个喷墨嘴）。这是与传统的压印光刻设备相反的地方，在传统的压印光刻设备中，压印介质被提供在基板上而不是压印模板上。

5 压印模板 40 的全部表面或者至少是具有要被压印到基板 42 上的图案的那部分区域被压印介质 45 的液滴覆盖。尽管图 4A 显示的液滴 45 相互接触，但是这些液滴也可以是相互分离的。

与基板 42 的材料性质相比，由于压印模板 40 的材料性质，压印介质 45 的蒸发可以小于压印介质 45 施加在基板 42 上的情形。10 这些料性质将会在下面进一步讨论。

参看图 4B，压印模板 40 向上移动（和/或基板向下移动），直到压印模板与基板 42 接触并压靠在一起。这会使压印介质 45 流入在压印模板 40 上构成图案的凹槽内。压印模板 40 保持在这个位置直到压印模板的基本上所有的凹槽都被压印介质 45 充满。接着，如图 4C 所示，15 光化辐射（例如 UV 辐射或可见光）指向压印介质 45。光化辐射穿过压印模板 40，该压印模板 40 对所用的波长是透明的，并且，该光化辐射被压印介质 45 吸收。该压印介质被光化辐射固化，具有这样的效果，即，一旦将压印模板移走，该压印介质 45 保持由压印模板 40 所压印的该图案。该基板随后以传统方式被化学处理。

20 如上所述，压印介质 45 从压印模板 40 上的蒸发可以小于将压印介质施加在基板 42 上时所产生的蒸发。这是由于压印模板 40 的材料性质所导致的。

图 5A 示意性地表示了位于具有润湿表面的基板 46 上的一滴压印介质 45a。与图 4 所示的基板不同，图 5A 所示的基板 46 具有常规取向。

25 图 5B 表示了位于非润湿表面 51 上的一滴压印介质 45b。

通常，液体和固体表面之间的相互作用依赖于它们各自的极性。如果液体和固体表面具有相同的极性，那么固体表面就是浸润表面。例如，一种极性液体（例如水）浸润极性玻璃基板。当压印介质和一表面具有相同的极性（该表面是浸润的），例如当该表面是基板 46，该压印介质 30 将很容易地散布在整个表面上，并且压印介质液滴 45a 将成为图 5A 所

示的形态。如果该表面是不浸润的，例如如果该液体和该固体表面具有相反的极性，那么压印介质和基板之间的接触面积将减少。在这种情况下，压印介质的液滴 45b 将成为图 5B 所示的形态。当包在表面和该液滴之间的角（如图 5A 和 5B 中的 θ ）大于 90 度时，通常将该表面定义为浸润的。如果这个角度小于 90 度，如图 5B 所示，那么这个表面通常被称为不浸润的。

压印模板 40 是略微浸润的。如图 5C 所示，其中一滴压印介质 45c 与压印模板表面 40 的包角稍微大于 90 度。基板 42 的表面比压印模板 40 是显著更为浸润的（即，角 θ 明显大于 90 度），这通过比较图 5A 和 5C 可知。由于这个原因，提供于压印模板 40 上的压印介质液滴 45c 与压印模板的接触面积小于如果将其提供于基板 46 上时的情形。由于压印介质 45c 的液滴有同样的体积，较小的接触面积意味着液滴的高度将增加。液滴 45c 还具有明显更小的表面积；也就是说，与提供在基板上的液滴 45a 的圆顶面积相比，液滴 45c 的圆顶面积减小了。

从压印介质 45 的液滴表面会发生蒸发现象。在压印模板 40 上的压印介质液滴 45c 的表面积小于基板 46 上的压印介质液滴 45a 的表面积，这是由于压印模板 40 的表面的湿润度小于基板 46 的表面湿润度。这意味着压印介质 45 的蒸发被削弱了。

从基板 46 的表面到压印介质液滴的热传递是影响压印介质 45 蒸发量的贡献因素。当压印介质 45 的液滴被提供在压印模板 40 上时，热传递的影响减小，这是因为液滴较高地站立并且与该表面的接触面积较小，从而降低了热传递量。这有助于减少压印介质的蒸发量。

压印介质 45 的液滴边缘的蒸发量通常高于液滴其它部位的蒸发量。因为提供在压印模板 40 上的压印介质 45 的液滴的接触面积小于提供在基板 46 上的液滴的接触面积，因此液滴边缘的长度相应减小，液滴边缘的蒸发量也减少了。

本发明实施例的另一个优点是：对于给定体积的压印介质 45 的液滴，液滴之间的临界距离减小了。所述临界距离是为了保证压印介质 45 的两个液滴不会相互接触并合并成为一个单独的液滴所需要的距离。由于临界距离减小了，因此在压印之前提供的由压印介质 45 的液滴形成

的图案就有了更大的灵活性。

如前所述，压印模板 40 上具有凹槽，这些凹槽一起形成了将要压印到压印介质 45 中的图案。这些图案通常包括数纳米或数十纳米分辨率的结构。该结构有可以减小各滴压印介质 45 与压印模板 40 之间的包角的效果，即它可以使压印模板是低浸润的。这种效果有时被称为“荷叶效应”，在莲属植物的叶子上可以看到这种现象，叶子上面长有细小的绒毛使得叶子不会湿润并且促使水滴沿着绒毛滚动，并且在它们前进时拾取灰尘并清洁叶子。

当压印模板 40 压靠在基板 42 上时，压印模板的低浸润性不会阻止压印介质 45 充分流过整个模板从而使得压印模板上的凹槽被填满。模板材料是充分浸润的以使压印介质 45 流入压印模板上所有的凹槽内。由常规材料（例如石英）制造的压印模板可以与由常规材料（例如硅）制造的基板一起使用。压印模板 40 放置在基板 42 的下方，这样重力作用可以保持住提供在压印模板上表面上的压印介质 45 的液滴。如果压印模板 40 放置在基板 42 的上方并面朝下，那么重力作用会导致压印介质 45 的液滴从压印模板上滴落。

如此所述，基板 42 可具有平面转印层（图 4 和图 5 中未示出）。该平面转印层用来提供一个与压印模板 40 的表面基本平行的表面。这个平面转印层在蚀刻压印特征部的过程中提高了这些特征部的纵横比。

尽管在图 4 和图 5 中所示的压印模板 40 是水平的，但是可以理解该，压印模板也可以与水平面有一小角度，只要这个角度不足以使压印介质 45 的液滴在压印模板的平面上移动。

在本发明的实施例中，氰基丙烯酸酯可以代替 UV 辐射来固化该压印介质。参看图 6a，基板 100 上提供有一个平面转印层 101。低粘性氰基丙烯酸酯 102 以液滴阵列的形式被油墨印刷（ink-printed）到基板 100 上。这是在干燥空气中进行的，这是因为氰基丙烯酸酯接触水会发生聚合反应。这种对氰基丙烯酸酯 102 的油墨印刷非常快，典型地只需要几秒钟就可以为整个基板 100 提供氰基丙烯酸酯。如图 6b 所示，一旦整个基板 100 都被提供了氰基丙烯酸酯 102，此前已提供有一层压印介质 104 的压印模板 103 就与基板 100 对准并按压在基板上。这使得氰基丙

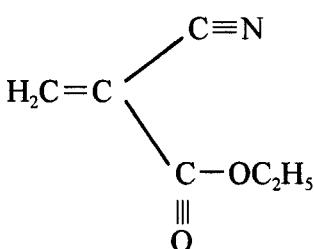
烯酸酯 102 发生聚合反应，即固化该压印介质。一旦完成了聚合反应或者对压印介质 104 的固化，将压印模板 103 就从基板 100 上移走，如图 6c 所示。固化的压印介质 104 保留在基板 100 上，并包括了与压印模板 103 底侧的图案相对应的图案。

5 该压印介质 104 例如可以是富硅聚合物。这种类型的聚合物是有益的，因为这种材料是浸润的，并因此可以容易地进入在压印模板 103 上形成图案的凹槽 150 中。这会使压印步骤本身（即将压印模板 103 压印到基板 100 上）很快完成。该压印步骤的压力可以选择使得该压印步骤的进行不会发生不适当的延迟。

10 本发明该实施例的一个优点是不需要为了固化压印介质 104 而采用 UV 辐射（或其它光化辐射）。这意味着压印模板 103 不必采用可透射 UV 辐射的材料制造。合适的不贵的材料可以用来制造该压印模板，例如镍或其它金属。

15 应当指出的是氰基丙烯酸酯 102 不包含硅，因此也不会形成蚀刻屏障层。相反，该氰基丙烯酸酯 102 可以被认为是提供在基板 100 上的平面层 101 的延伸段。换句话说，为了保证压印在压印介质 104 中的图案的特征部被合适地形成而所需的蚀刻量不受到该氰基丙烯酸酯的影响。

本发明的实施例中所使用的氰基丙烯酸酯包括氰基丙烯酸甲酯，氰基丙烯酸乙酯，或者烷氧基氰基丙烯酸乙酯。氰基丙烯酸酯有时称为强力胶水（superglue）。氰基丙烯酸乙酯的结构式如下所示：



氰基丙烯酸酯通常具有较低的粘性（典型地 1-10cps），并且能够在几秒钟内（典型地 3-20 秒）将两部分粘在一起。

30 本发明的另一个实施例如图 7 所示。参看图 7a，基板 150 被旋涂了一层单体 151。压印模板 152 被提供了一层聚合物和溶剂 153。该聚合

物（其包含硅）在该溶剂中溶解。该聚合物和溶剂 153 被旋涂在压印模板 152 上。在一种下面将要进行介绍的设置方式中，压印模板 152 可以是一组压印模板中的一个，这组压印模板例如与一个压印模板组保持器设在一起，这样，该聚合物和溶剂 153 可以被旋涂在这组压印模板和该压印模板组保持器上。

压印模板 152 具有一个具有图案的最上表面 152a。所述具有图案的最上表面 152a 被一剥离层覆盖，所述剥离层包含有例如氟化烷基三氯硅烷或者氟化烷基烷氧硅烷的自组装层。

参看图 7b，在旋涂过程中，溶剂从该聚合物和溶剂的层 153 上迅速地蒸发，这样就形成了固体聚合物层 153a。蒸发过程可能花费例如大约 10 秒时间。

参看图 7c，基板 150 被倒置并放置在压印模板 152 的顶部，这样，单体层 151 与聚合物层 153a 接触。

参看图 7d，紫外线辐射 154 被引导穿过压印模板 152，并因此入射到聚合物层 153a 和单体层 151 上。压印模板 152 例如可以是石英制造的，石英可以透射紫外线辐射。聚合物层 153a 也可以透射紫外线辐射（或至少部分透射）。这就保证了相当数量的紫外线辐射可以入射到单体层 151 上。单体层 151 在紫外线辐射的作用下发生聚合反应，因此可以作为粘合剂粘接至基板 150 并粘接至聚合物层 153a。该聚合物层 153a 从而被固定在基板 150 上。

该基板 150 向上移动（和/或压印模板 152 降低），使得基板 150 与压印模板 152 分离（图 7 未示出）。固定在基板上的聚合物层 153a 从压印模板 152 上脱离。聚合物层 153a 保留有图案，此图案与压印模板 152 的最上表面 152a 上形成的图案相对应。通过提供在压印模板 152 上的剥离层可以很容易地将聚合物层 153a 从压印模板 152 上剥离。

尽管以上描述提到的都是单体层 151，但是可以理解单体和聚合物的混合物也可以替代使用。

本发明的另一个实施例如图 8 所示。参看图 8a，压印模板 200 上提供有富硅单体和富硅聚合物的混合物 201，它可以是液体或者凝胶体形态。聚合物/单体混合物 201 可通过旋涂施加于压印模板 200 上。如下所

述，压印模板 200 可以是排成一矩阵的一组压印模板中的一个，同时具有一个压印模板组保持器。在这种情况下，聚合物/单体混合物的旋涂可以覆盖该压印模板阵列。

这种聚合物/单体混合物 201 的粘性非常高，足以避免在旋涂过程中 5 的破裂。这种聚合物/单体混合物在旋涂过程中由于单体的蒸发其粘性增加。

所述聚合物/单体混合物 201 布置成使得在压印模板 200 的最上表面的上方延伸的混合物的量是很薄的。该量的混合物被作为残留层 202。由于在完成压印过程后允许执行较少量的蚀刻，因此需要薄的和基本均 10 匀的残留层 202。

参看图 8b，基板 203 具有一个平面层 204。基板 203 被倒置并与聚合物/单体混合物 202 接触。为了保证压印模板 200 相对基板位于合适的位置，需要将压印模板 200 与基板 203 对准。可以使用例如常规的光学校准仪来进行对准。对准可以在平面层 204 和聚合物/单体混合物 201 已经接触之后进行，或者可以在该接触之前进行。 15

基板 203 和压印模板 200 被按压在一起以保证在平面层 204 和聚合物/单体混合物 201 之间形成良好的接触。接着，如图 8c 所示，紫外线辐射被引导穿过压印模板 200，并通过聚合物/单体混合物 201。这导致聚合物/单体混合物 201 被固化，并因此转化为固态。然后基板 203 与压 20 印模板 200 分离，如图 8d 所示。已被固化的聚合物/单体混合物是固体 201a，其保留有与提供在压印模板 200 上的图案相对应的图案，并粘附在平面层 204 上。

与通常使用的单体相比，固化该聚合物/单体混合物所需的紫外线辐射量大大减少了。这意味着该压印过程可以快速完成，因此提高了压印 25 工艺的产量。

本发明的另一个实施例如图 9 所示。参看图 9a，压印模板 250 具有一层富硅聚合物和溶剂的混合物 251。由于蒸发，在模板 250 上形成了聚合物层 252，该聚合物层基本上是固态的。如图 9b 所示，该基板 253 被提供有 UV 固化单体的液滴 254 形成的阵列。

30 参看图 9d，压印模板 250 被倒置并向着基板 253 移动(和/或基板 253

向着压印模板 250 移动), 这样聚合物层 252 与单体液滴 254 接触。接触之后的状态如图 9e 示意性地近距离观察所示, 其中可以看到在单体 254 和基板 253 之间的接触角很小, 类似地, 单体 254 和聚合物层 252 之间的接触角也很小 (接触角是单体与其接触表面之间的夹角)。这种小接触角是有益的, 因为它允许单体 254 快速流动。

在传统的现有压印光刻中, 在压印过程中基板和压印模板之间的距离通常必须小于 150 纳米。使用液体单体 254 和聚合物层 252 则允许基板和压印模板之间的有效距离大于 150 纳米。这是因为单体层 254 不含硅, 因此不会形成蚀刻屏障层。可代替地, 单体层 254 可以认为是提供在基板 253 上的平面层 255 的延伸段。

压印介质在压印模板上完全展开所用的时间与压印模板 250 和基板 253 之间的压印介质层的最终厚度的平方成反比例。因此, 将液体层 (即此例中单体 254) 的厚度从通常的 150 纳米增加到 300 纳米, 液体展开的时间就降低了 4 倍。

如图 9 所示的本发明的实施例的另一个或可替代的优点是单体 254 的展开比缺少聚合物 252 的情况更快, 这是因为压印模板上的凹槽已经被聚合物 252 填满了。这意味着单体 254 在两个平面之间展开 (这比在一个平面和一个具有图案凹槽的平面之间展开更容易)。

参看图 9f, 一旦单体 254 在聚合物层 252 和基板 253 之间完全展开, UV 辐射就穿过压印模板 250。UV 辐射将单体 254 固化, 并因此将聚合物层 252 粘合到基板 253 上。然后压印模板 250 被抬起 (和/或基板 253 被降低), 留下具有图案的聚合物层 252, 聚合物层 252 被单体 254 (经由平面层 255) 粘合在基板 253 上。

本发明的另一个实施例如图 10 所示。参看图 10a, 压印模板 270 具有一层低粘性的含硅单体。在某些情况下, 这层还包括含硅单体以及可能也含硅的聚合物的混合物。为了方便称呼, 这个层在下文中被称为单体层 271。该单体层的粘性非常低, 使得所有包括在压印模板 270 上的图案特征部都被该单体填充。

基板 272 具有一个平面层 273。该平面层 273 包括单体或者单体和聚合物 (二者都不包含硅) 的混合物, 并且是低粘性液体。平面层 273

的厚度足以覆盖基板 272 的全部表面，也就是平面层上不存被基板穿透的位置。

压印模板 270 被倒置并定位在基板 272 的上方。然后压印模板向下移动（和/或基板向上移动），使得单体层 271 与平面层 273 开始接触，

5 如图 10b 所示。当该接触发生时，单体层 271 和平面层 273 都是液态的。

UV 辐射 274 用来照射单体层和平面层，如图 10c 所示，并使得两个层都发生聚合反应从而成为固体。然后压印模板 270 向上移动（和/或基板

272 向下移动），使得压印模板 270 与基板 272 分离。提供在压印模板 270 上的剥离层帮助保证该压印模板从目前的聚合层 271（以前是单体层

10 271）上适当地脱离。

因为当平面层和单体层 271 接触时该平面层 273 是液态的，所以基板 272 或者压印模板 270 在压印时被损坏的风险降低了。这样就允许降低单体层 271 的厚度，特别是所谓的残留层的厚度（这指的是在压印模板 270 的具有图案的表面顶部之上延伸的单体层的厚度）。

15 本发明的另一个实施例如图 11 所示。参看图 11a，例如由 52 个压印模板 300 组成的阵列被排列为与常规 300mm 硅片的有效面积大致对应的形状。每个压印模板通过槽道 301 分隔开。

模板组保持器 302 如图 11b 所示。模板组保持器 302 是圆形的（尽管也可以是其它形状），并且其外周边和常规 300mm 基板的外周边近似一致。该模板组保持器 302 具有 52 个孔 303，每个孔的尺寸都可以容纳一个压印模板 300。

25 图 11c 是具有压印模板 300 的模板组保持器 302 的横截面图。可以看出，模板组保持器 302 上的孔 303 具有这样的深度，即，当压印模板 300 被固定在孔内时，压印模板 300 的最上表面与模板组保持器 302 的最上表面平齐（“模板组保持器的最上表面”指的是使用时位于基板上方或下方的那部分，而不包括该压印模板保持器的周边部分）。

通过提供如图 4 所示的压印模板 300 和模板组保持器 302，通过旋转该模板组保持器 302，可以很容易实现在多个模板上旋涂压印介质（或其它合适的介质）。压印模板 300 的最上表面和模板组保持器的表面平齐使得压印介质很容易地在模板组保持器 302 和压印模板上移动。

尽管已按照常规 300mm 直径晶片描述了本发明的上述实施例，但是值得指出的是，本发明的该实施例可以应用于任何其它合适的基板。例如，模板组保持器 302 的尺寸可以与常规 200mm 直径的晶片相一致。应该指出，任何数量的模板以及相应的孔都可以使用。其例如根据模板 5 的尺寸和形状以及基板的尺寸和形状而变化。

与本发明该实施例对应的模板组保持器和压印模板可使用的各种布置方式将在下面介绍。

本发明的另一种实施例如图 12 所示。多个压印模板 400 被保持在模板组保持器 401 中。尽管图 12a 所示只有 3 个压印模板，但这是为了 10 方便图示，应该指出的是可以提供足够多的压印模板从而覆盖全部基板（例如，硅片）。压印模板 400 和模板组保持器 401 被富硅单体 402 的液体层覆盖。这可以通过旋涂来实现。

基板 403 具有平面层 404。然后基板被倒置并定位在压印模板 400 和模板组保持器 401 的上方。然后基板 403 向下移动（和/或压印模板 400 15 向上移动）直到平面层 404 按压在设于压印模板 400 和模板组保持器 401 上的富硅单体层 402 上。当平面层 404 与富硅单体 402 接触时要特别注意避免产生气孔或气泡。

在平面层 404 和富硅单体 402 发生接触之后，将基板 403 与压印模板 400 对准。对准例如可以通过使用常规的光学校准装置来观察设在基板 403 上的对准标记（未画出）来进行。模板组保持器 401 可由可变形的材料制造，使得给定的压印模板 400 相对于其邻近模板的位置可以被调整，而不需要将该压印模板从模板组保持器 401 上移走。一旦压印模板 400 相对基板 403 的对准完成，基板 403 被向下按压到压印模板 400 上（和/或相反过程），这样液态富硅单体 402 就粘附于该平面层 404。 20

一旦富硅单体 402 粘附于平面层 404 上足够的时间，就用 UV 辐射来固化该富硅单体 402。压印模板 400 是由可透射 UV 辐射的材料制造的，而模板组保持器 401 是由不可透射 UV 辐射的材料制造的。这意味着 UV 辐射仅仅能穿过压印模板 400，结果是只有位于压印模板 400 上方的富硅单体 402 被 UV 辐射照射并固化。富硅单体 402 通过紫外线辐射 30 发生聚合反应，因此形成了能够抗化学蚀刻的固体。

位于模板组保持器 401 上方的富硅单体 402 保持单体形态，也就是说没有发生聚合反应。

可以用来制造压印模板 400 的合适材料包括石英或者塑料。可以用来制造模板组保持器 401 的合适材料包括塑料涂覆钢或者具有强 UV 吸收涂层的塑料。如果需要可变形的模板组保持器 401，那么可以使用具有强 UV 吸收涂层的塑料或其它合适的可变形材料。

富硅单体 402 上没有发生聚合反应的区域通过蒸发被去除，压印模板 400 留在原位，如图 12d 所示。这通过向压印模板 400 和基板 403 所处环境施加低压来实现。该低压导致未聚合的单体快速蒸发，而已聚合的富硅单体 402 不会受到影响。蒸发的结果是形成了在模板 400 之间延伸的槽道 406。这些槽道构成了在各压印模板 400 之间穿过的格栅。

被蒸发的该单体气体包括富硅单体。该气体可以被收集并处理。

参看图 12e，一旦蒸发完成，压印模板 400 从基板 403 上向下移走（和/或相反的过程）。然后基板 403 被移走以便进行随后的化学处理，例如蚀刻。然后，压印模板 400 和模板组保持器 401 被施加一层新的富硅单体，并重复如图 12a 到 12e 所示的过程。

从基板 403 上移走这些压印模板 400 是分别进行的，也就是说每一个压印模板 400 独立地从基板上移走。这是可以实现的，因为在压印模板 400 之间的单体蒸发结合模板组保持器 401 的变形特性，使得任何给定的压印模板 400 从基板移走都不会对相邻的模板产生不利影响（例如，导致不希望的移动）。在另一种设置中，所有的压印模板 400 可在一个单独操作中从基板 403 上移走。在另一种可选布置中，压印模板 400 的特定子集（例如其中几行）在单独的操作中从基板 403 上移走。这种将富硅单体 402 从压印模板 400 之间移走的优点是减小了从基板 403 上移走压印模板 400（和/或相反的过程）所需的力。此外，损坏压印模板 400 和/或基板 403 上的特征部的可能性也降低了。

本发明的另一种实施例如图 13 所示。图 13a 显示了安装在模板组保持器 451 上的一组压印模板 450。一层富硅聚合物 452 从溶液中旋涂到压印模板 450 和模板组保持器 451 上以形成固体层。

图 13b 图示了一组冲头 454，每个冲头具有一个稍微大于压印模板

450 的内周边。这组冲头 454 向下移动（和/或压印模板 400 向上移动），这样冲头就切入到富硅聚合物层 452 中。冲头 454 穿过富硅聚合物层 452 直到它们压在模板组保持器 451 上。上述操作完成之后，这组冲头 454 离开富硅聚合物 452。冲头的动作是围绕给定的压印模板 450 上的富硅聚合物 452 进行切割，这样，在该压印模板上的富硅聚合物可以与包围它的富硅聚合物分离。

在冲头 454 之间设有间隔，以允许模板组保持器 451 上的而不是压印模板 450 上的富硅聚合物 452 保留下。

这组冲头 454 不需要很高的精度，例如在纳米尺度。只是需要压印模板 450 上的富硅聚合物 452 不被这组冲头 454 切断，并且仅有少量的富硅聚合物保留在压印模板 450 的边缘之外。

参看图 13c，模板组保持器 451 向上移动并离开压印模板 450（或相反）。模板组保持器 451 携带处于其上表面上的那部分富硅聚合物 452。该富硅聚合物 452 可被移走并供随后的基板重新使用。

从图 13c 可以看出，这组冲头 454 的切割精度足以使得大量的富硅聚合物 452 并不延伸超出压印模板 450 的边缘且落在模板组保持器 451 上。这就是为什么不使用一组简化的冲头沿着压印模板 450 之间的中心线进行切割的原因。如果在这种方式下大量富硅聚合物 452 在模板组保持器之上延伸，那么当模板组保持器向上移动（和/或压印模板 450 向下移动）时，可能会导致该富硅聚合物折回到该模板 450 自身上，从而在那个区域中形成双层富硅聚合物 452。由于可能导致该富硅聚合物 452 与该平面层之间在下面要描述的步骤中接触不良，因此要尽量避免这种情况。这还会导致在富硅聚合物和平面层之间形成气孔夹杂和/或导致形成不均匀的蚀刻屏障层。

参看图 13d，一旦模板组保持器 451 被移走，倒置该压印模板 450。具有平面层 457 的基板 456 与压印模板 450 上的富硅聚合物层 452 开始接触。平面层 457 可以包括单体溶液，或者可以是单体/聚合物的混合物。该溶液或混合物被旋涂在基板 456 上。

压印模板 450 可与基板 456 对准。可以实现对准的方式是，使用校准装置来确定例如设在基板 456 上的对准标记的位置，并调整一个或更

多压印模板 450 的位置。压印模板 450 的位置可以由例如步进电机或者其它位置控制装置来控制。对准可以在平面层 457 与富硅聚合物层 452 接触之前进行。或者或此外，也可以在接触发生之后立刻进行。

在平面层 457 和富硅聚合物层 452 接触之后，将基板 456 向上推向压印模板 450 (或压印模板 450 向下移动到基板 456)，以保证在平面层和富硅聚合物之间形成良好的接触。

参看图 13e，UV 辐射被引向压印模板 450 并穿过压印模板，并因此入射到富硅聚合物 452 和平面层 457。UV 辐射使得平面层 457 发生聚合反应。这使平面层 457 转化为固态，从而将富硅聚合物 452 和平面层粘合在一起。该压印模板 450 可以由石英、塑料，或其它可基本上透射 UV 辐射的合适材料制造。

参看图 13f，压印模板 450 向上移动并离开基板 456 (或相反)，留下富硅聚合物 452 上具有压印图案的区域。压印模板 450 可以被提供一个剥离层 (一层使得富硅聚合物可以很容易与之分离的材料) 来帮助将压印模板从富硅聚合物 452 上分离。该剥离层有助于确保当压印模板 450 与基板分离时富硅聚合物层 452 上的图案不被损坏，例如，不会被有害的粘附所损坏。

本发明的另一种实施例如图 14 所示。参看图 14a，一组压印模板 500 被模板组保持器 501 保持。一层富硅单体 502 旋涂在压印模板 500 和模板组保持器 501 上。模板组保持器 501 由可以基本上透射 UV 辐射的材料制造，例如石英或合适的塑料。同样，压印模板 500 也可以基本上透射 UV 辐射，因此也可以由如石英或合适的塑料制造。压印模板 500 的侧壁和/或与压印模板 500 相邻的模板组保持器 501 的侧壁具有一层不透射 UV 射线的材料，由此可以作为 UV 辐射屏障层。这层材料例如可以包括强烈吸收 UV 辐射的聚合物层。

参看图 14b，UV 辐射 (如箭头 504 所指) 被引导通过模板组保持器 501，但是不通过压印模板 500。这例如可以这样实现：提供辐射导向装置将 UV 辐射引导至模板组保持器，并且保证模板组保持器和/或压印模板的侧壁不透射 UV 辐射。该辐射导向装置包括例如光学纤维或合适的辐射导向管。

UV 辐射使得富硅单体 502 位于模板组保持器 501 上的区域发生聚合反应。通过将那些区域的富硅单体的颜色加深而示意性指示。这样就形成了由固态富硅聚合物构成的格栅（富硅单体 502 是液态或凝胶状的）。发生聚合反应之后，模板组保持器 501 向下移动并离开压印模板 500
5 （和/或压印模板 500 向上移动并离开模板组保持器 501），从而连同模板组保持器一起去除了位于其上的那些富硅聚合物区域。留下的是一组压印模板 500，每个压印模板上都具有一层富硅单体 502。

参看图 14d，基板 506 被旋转涂覆一层平面层 507。该平面层例如可以包括聚合物混合物。基板 506 一旦被提供有所述平面层 507 则将其
10 倒置，并与位于压印模板 500 上的富硅单体 502 接触。

如果需要，每个压印模板 500 都可以与基板 506 上的特定位置对准。这可以通过使用对准装置（可以是光学的）监测位于基板上的对准标记的位置来实现。可以根据对准标记的确定位置来调整压印模板 500 的位置，例如使用步进电机或其它合适的调整工具。对准可以在平面层 507
15 与富硅单体层 502 之间发生接触之前进行。可替代地或者附加地，该对准也可以在接触发生之后立刻进行。

一旦平面层 507 和富硅单体 502 开始发生接触，基板 506 被向下推动（和/或压印模板 500 向上移动）来保证平面层 507 和富硅单体层 502 之间形成良好接触。

20 参看图 14e，UV 辐射被导向压印模板 500。该紫外辐射穿过压印模板 500 并入射到富硅单体 502 和平面层 507。紫外辐射用来固化富硅单体 502，使其发生聚合反应以形成富硅聚合物 502a。

在用 UV 辐射照射之后，基板 506 向上移动和离开压印模板 500（反之亦然）。富硅聚合物 502a 粘附在平面层 507 上并具有从压印模板 500
25 上转印过来的图案。转印模板 500 可被提供一个剥离层，其可以使压印模板 500 很容易地从富硅聚合物 502a 上剥离。

尽管以上描述了本发明的具体示例，但是应该指出本发明还可以用与前面所述不同的方式来实现。上述描述不是为了限制本发明。

基板 100 可被保持在基板保持器中，同样，压印模板 103 可以被保
30 持在模板保持器中。

剥离层的使用仅仅在本发明的某些实施例中被描述。然而，应当指出剥离层也可以应用于本发明其它实施例中。

模板与基板的对准仅仅在本发明的某些实施例中被描述。然而，应当指出该对准也可以在本发明其它实施例中使用。

5 在上述本发明实施例的描述中，某些地方提到基板向下移动并离开压印模板，或者压印模板向上移动并离开基板。应该指出，只要合适，这两种选择或其中任意一种都可以用于本发明的实施例。此外，基板和压印模板两者都是可以移动的。

10 本领域技术人员应当知道，在上述本发明实施例中 UV 辐射是作为光化辐射的一个例子给出的，其它合适波长的电磁辐射也可以使用。

吸收光化辐射的光引发剂可以包含在单体液体或聚合物单体混合物中。这加速了对光化辐射的吸收并因此加速了聚合发应过程。

15 在某些例子中，一定比例的聚合物可被加入单体中。这例如可以用来改变单体的流体特性和/或减少单体聚合反应所需的时间。这样，单体这个词就不一定被解释为没有聚合物存在，相反而是可以理解为有一些聚合物存在。

尽管本发明的一些实施例以使用单个压印模板的形式被描述了，但应当指出，单个压印模板也可以是一组压印模板中的一个。通常，技术人员可以知道本发明的不同实施例和它的一个或多个特征可以组合使用。

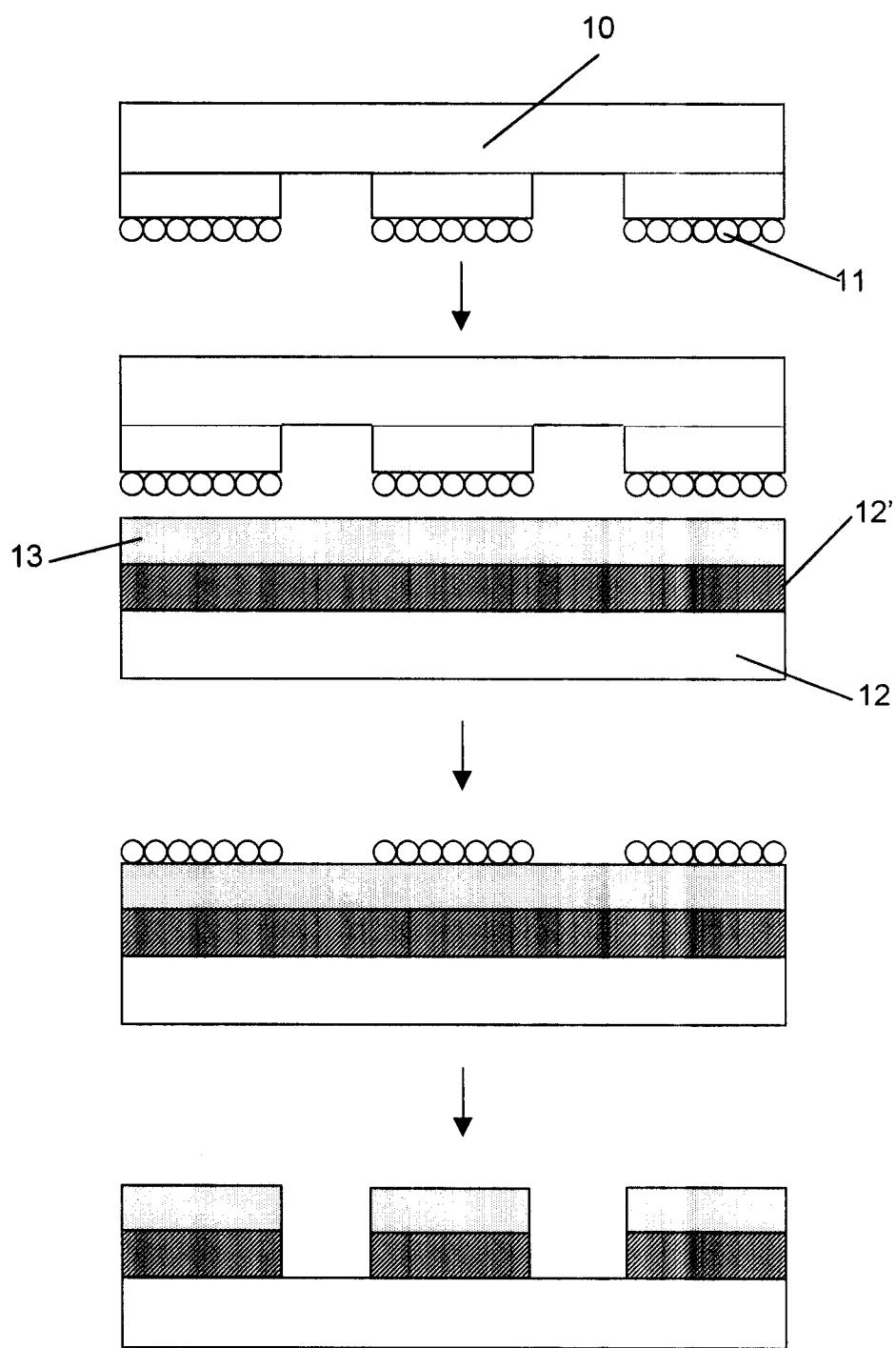


图 1a

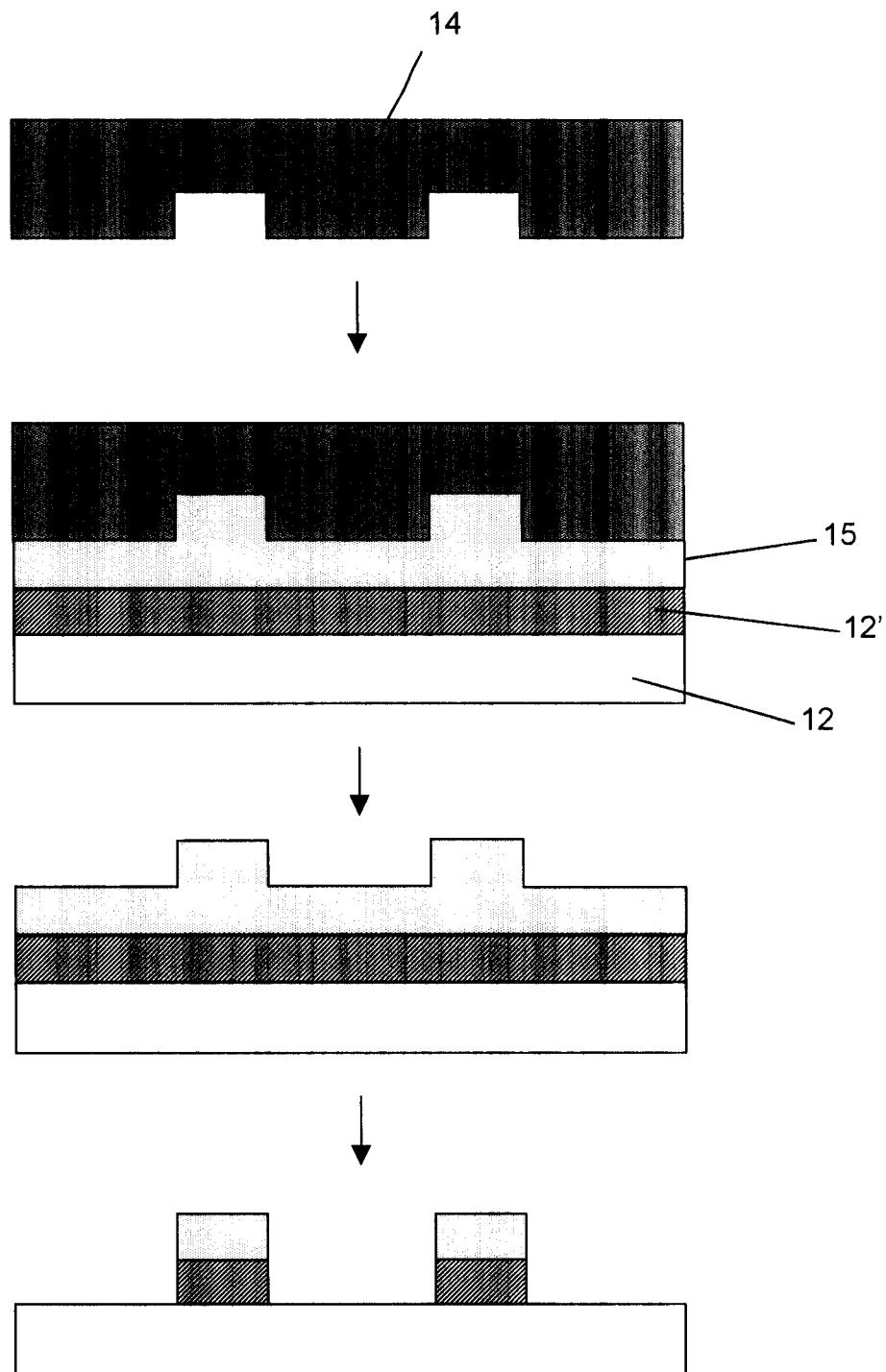


图 1b

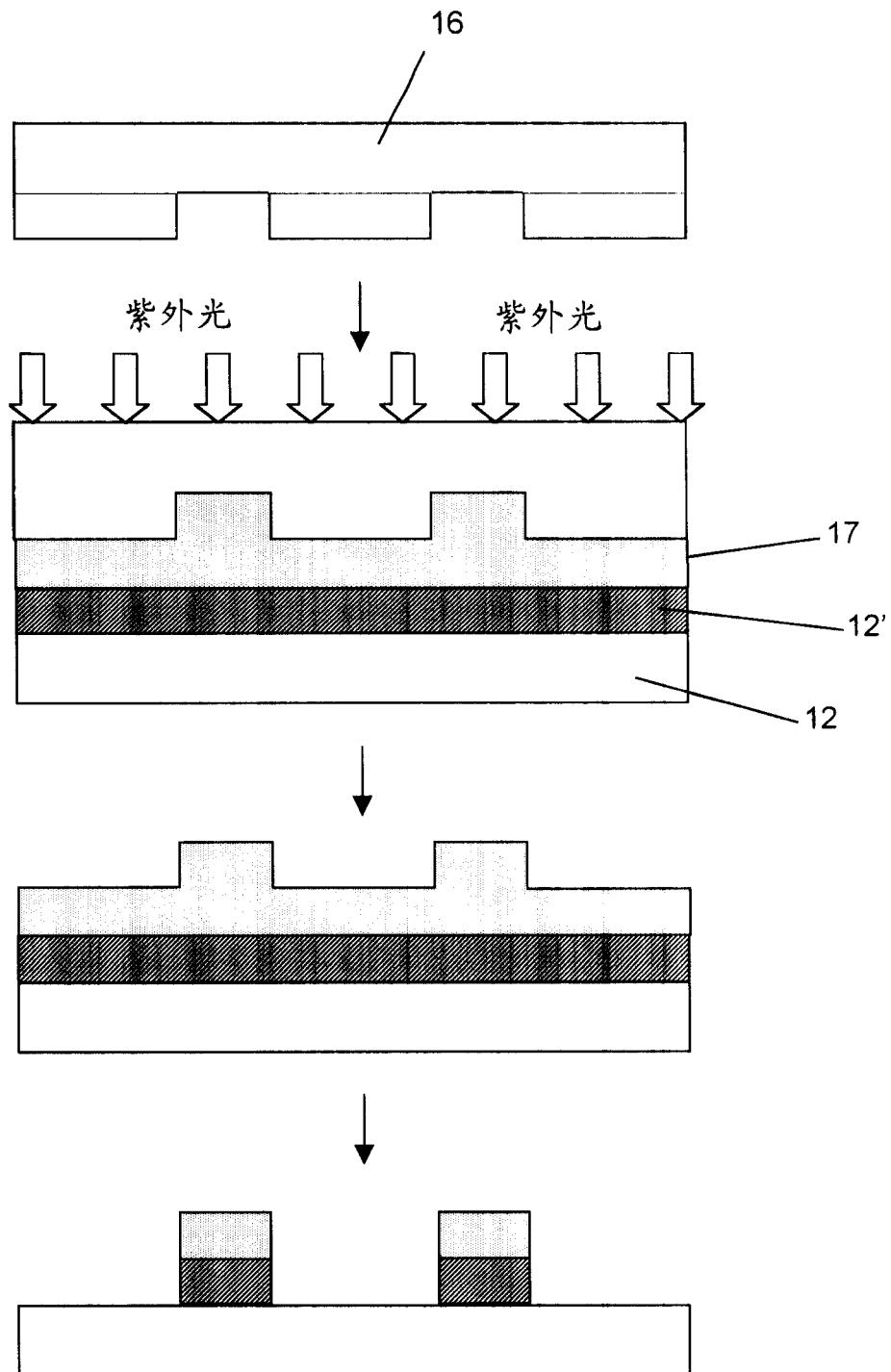


图 1c

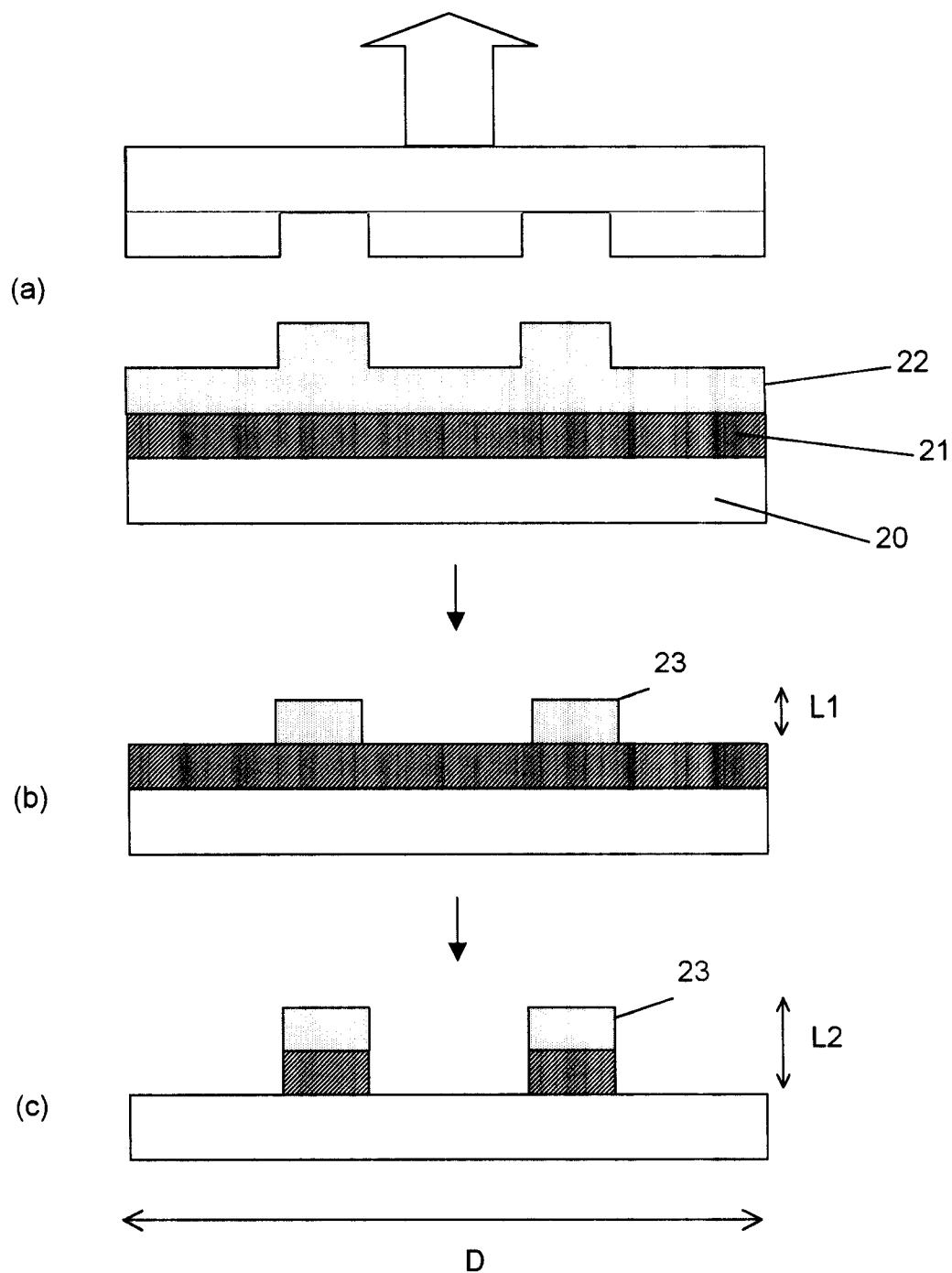


图 2

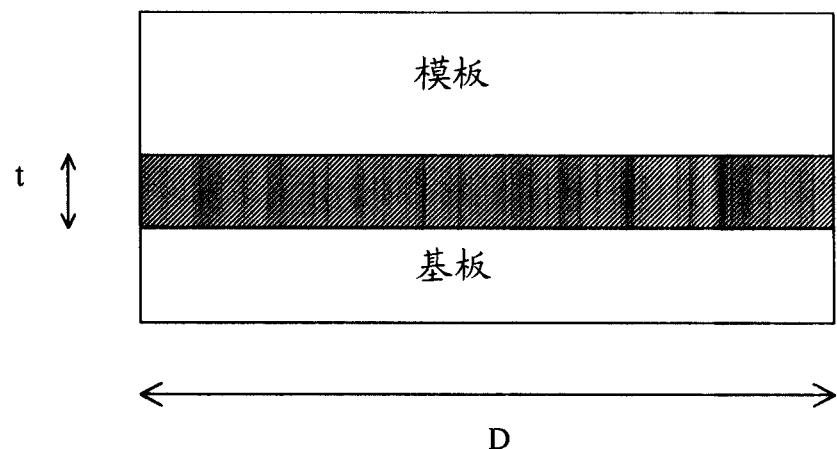


图 3

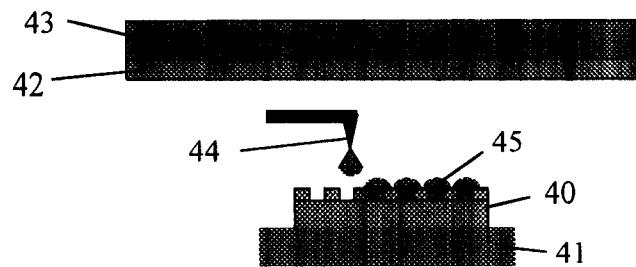


图 4A

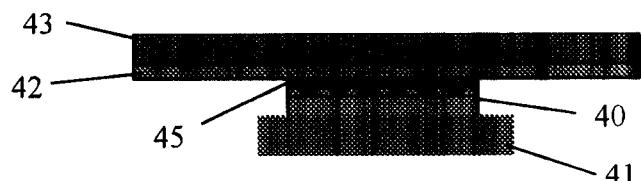


图 4B

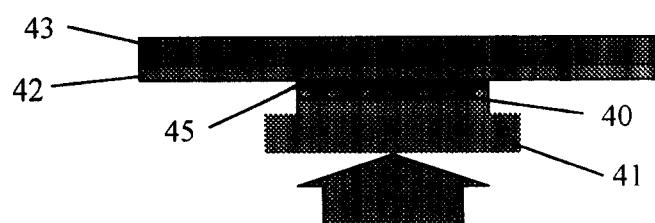


图 4C

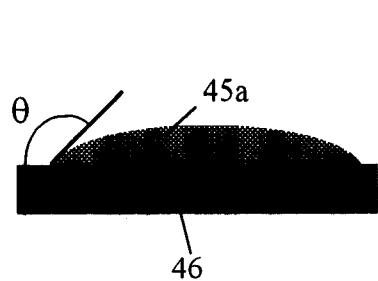


图 5A

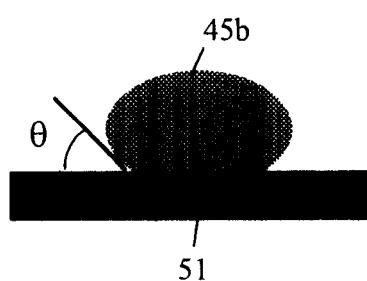


图 5B

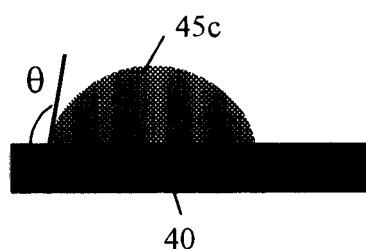


图 5C

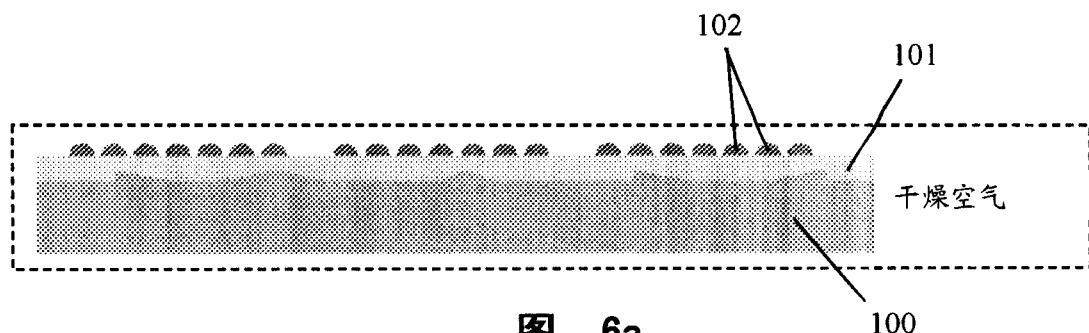


图 6a

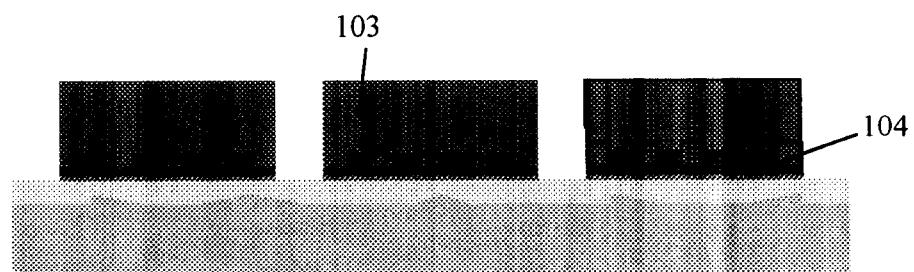


图 6b

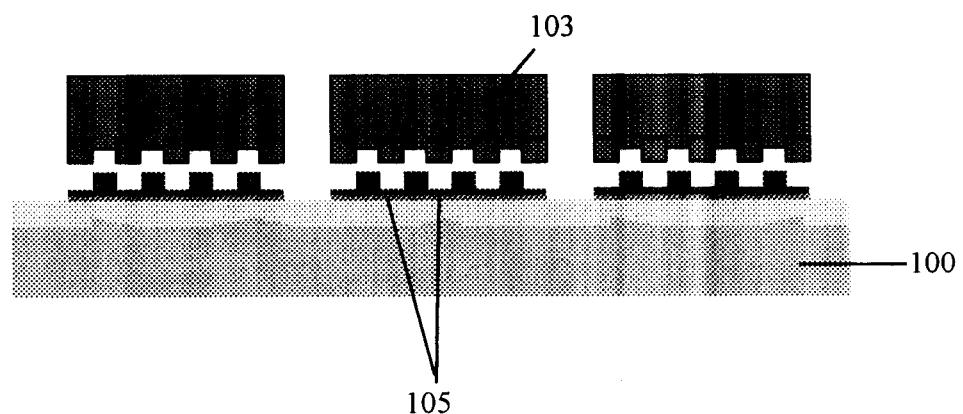


图 6c

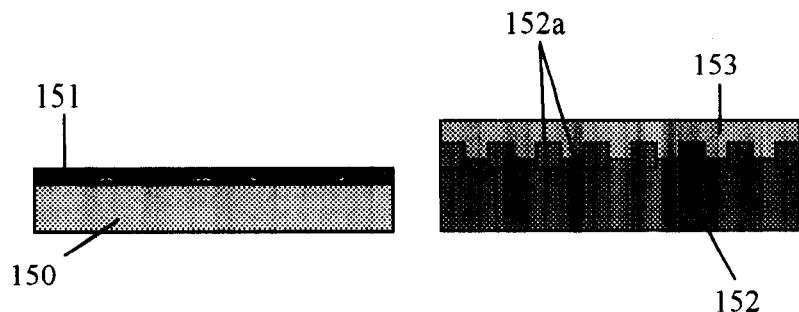


图 7a

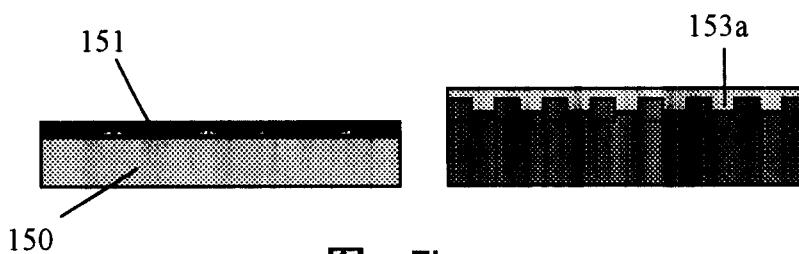


图 7b

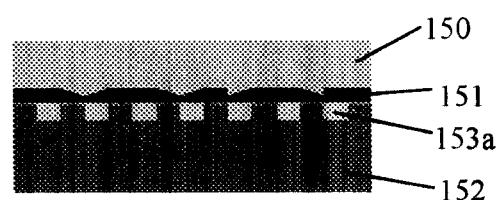


图 7c

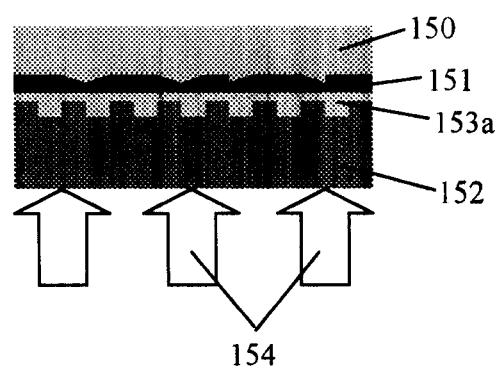


图 7d

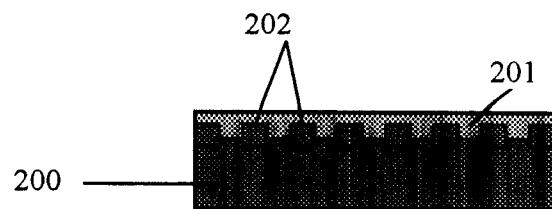


图 8a

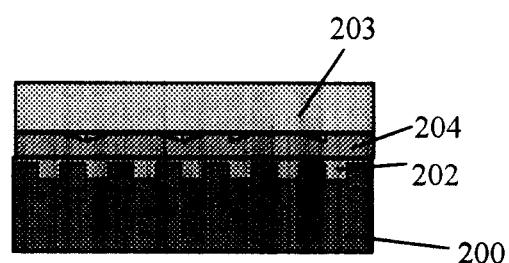


图 8b

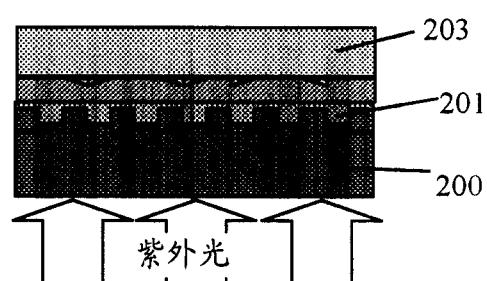


图 8c

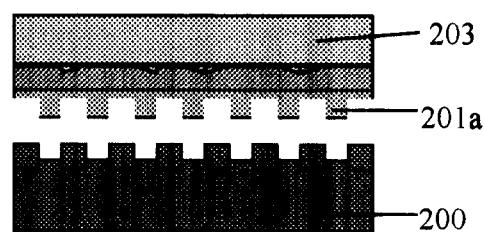


图 8d



图 9a

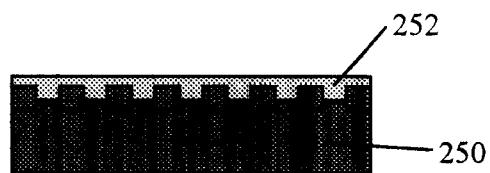


图 9b

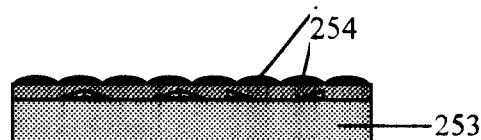


图 9c

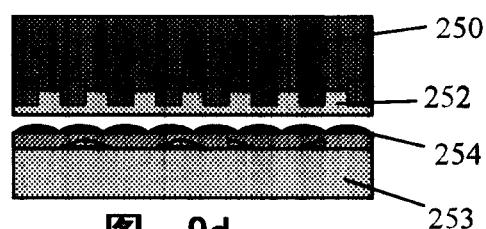


图 9d

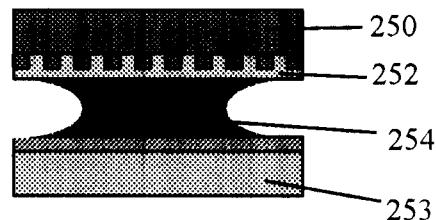


图 9e

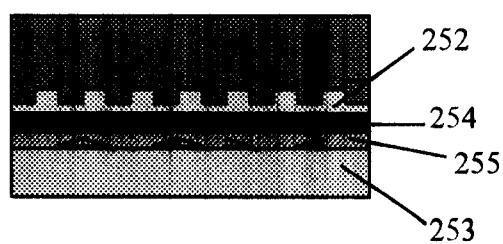


图 9f

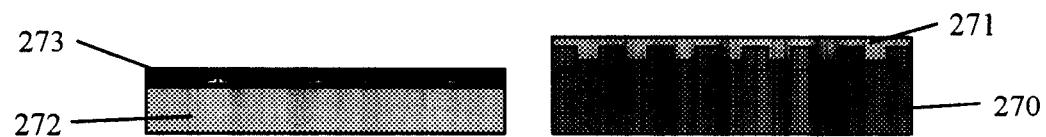


图 10a

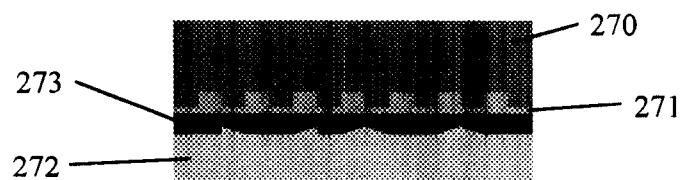


图 10b

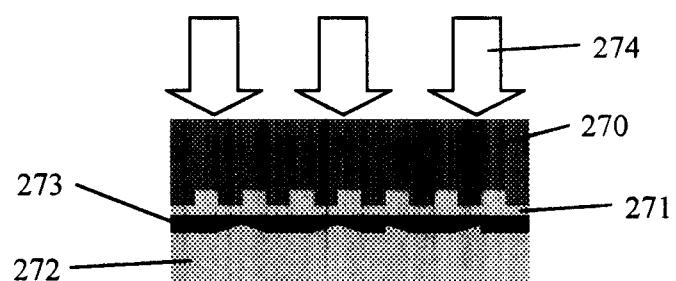


图 10c

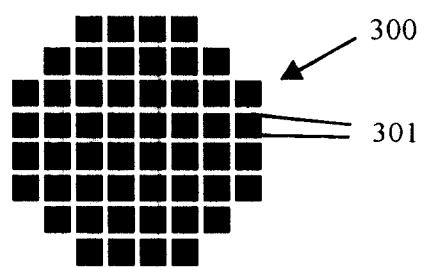


图 11a

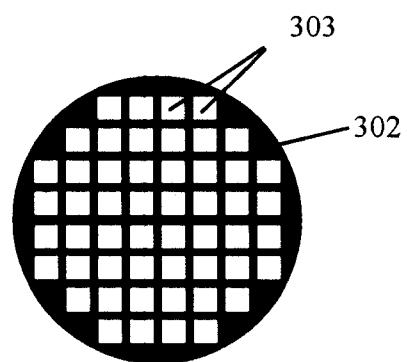


图 11b

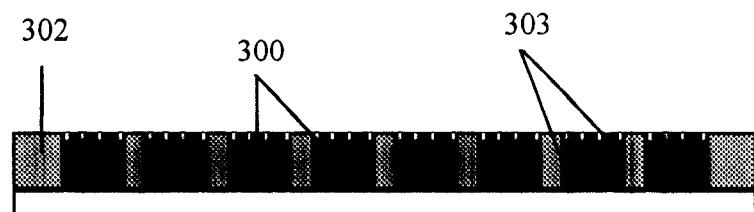


图 11c

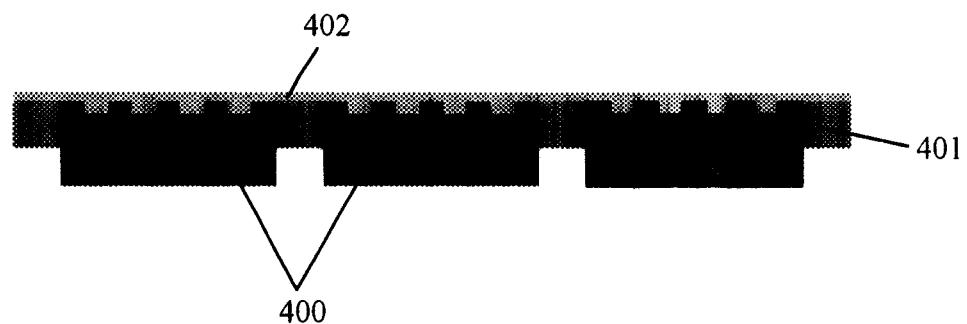


图 12a

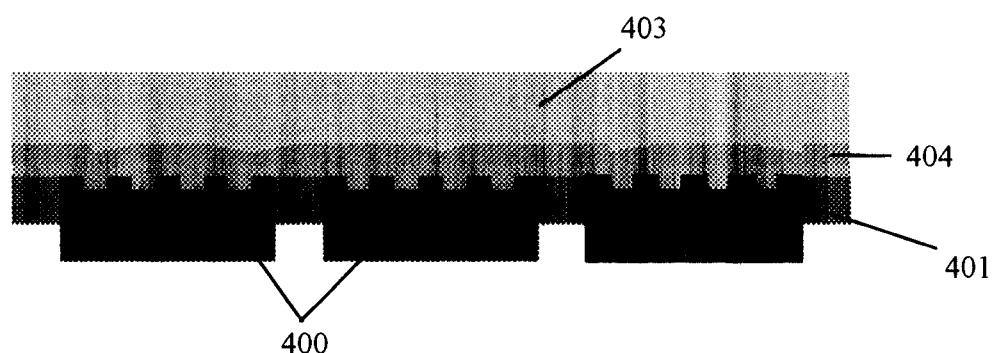


图 12b

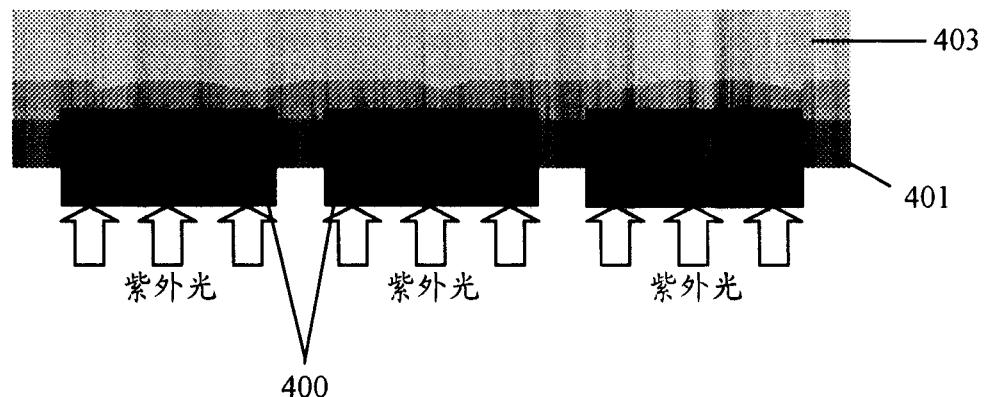


图 12c

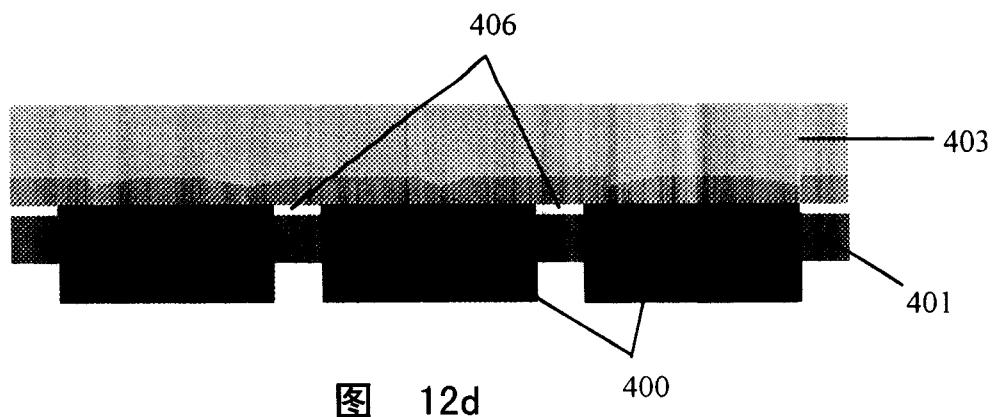


图 12d

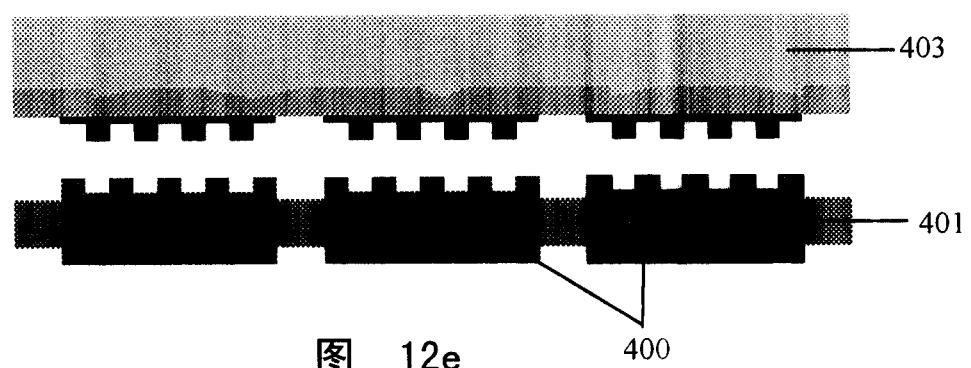


图 12e

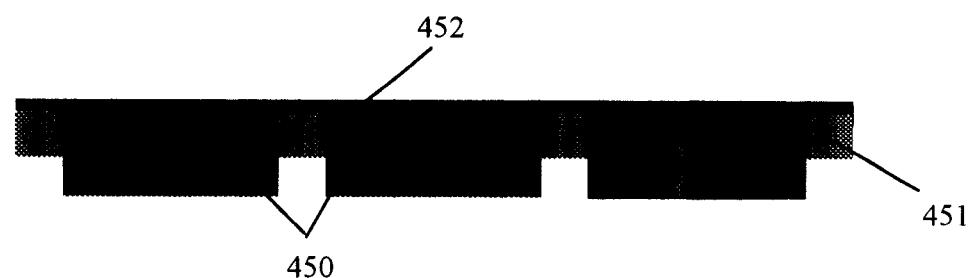


图 13a

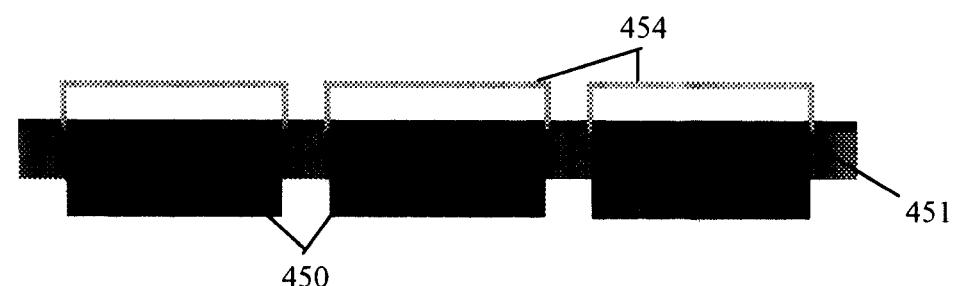


图 13b

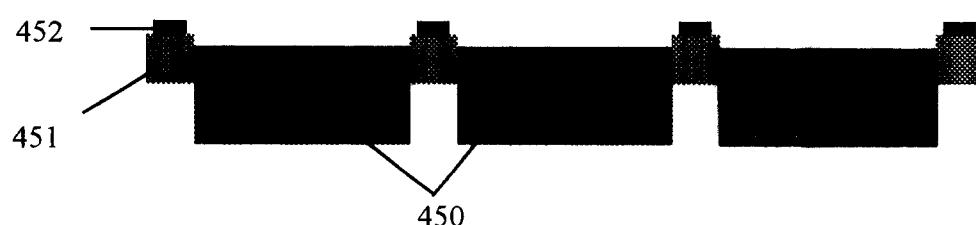


图 13c

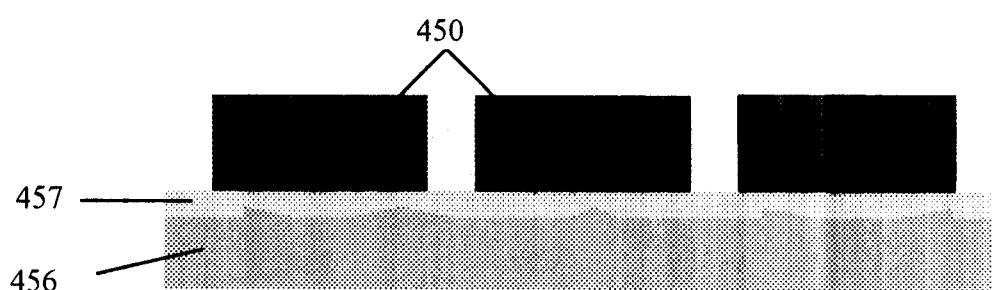


图 13d

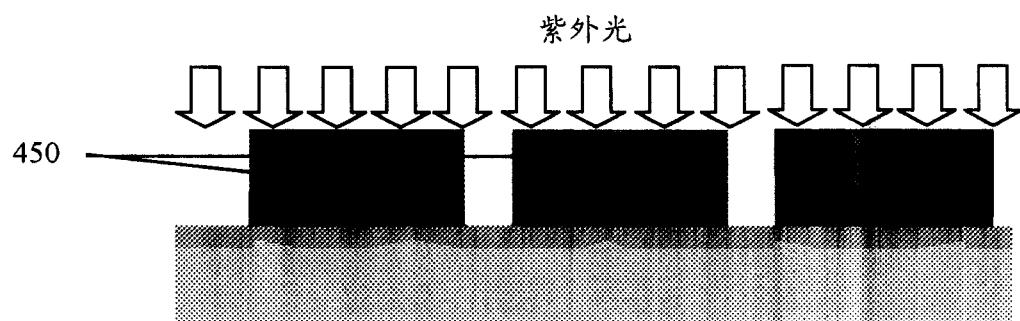


图 13e

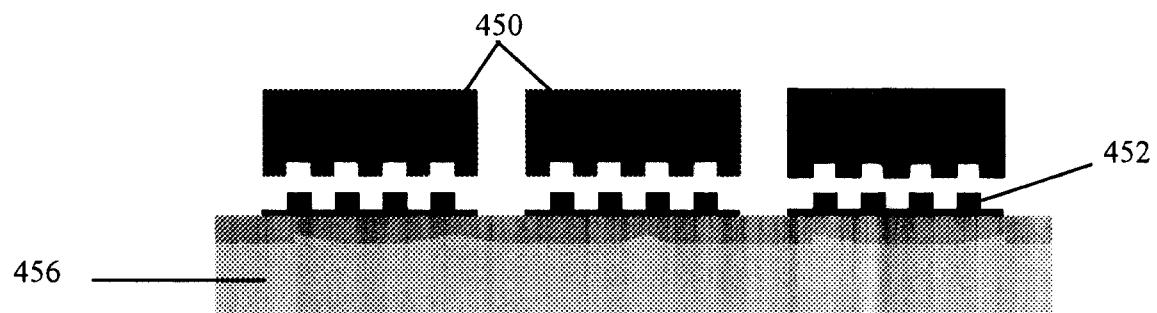


图 13f

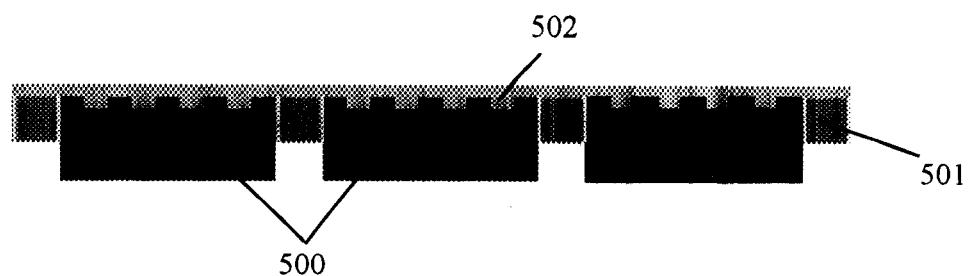


图 14a

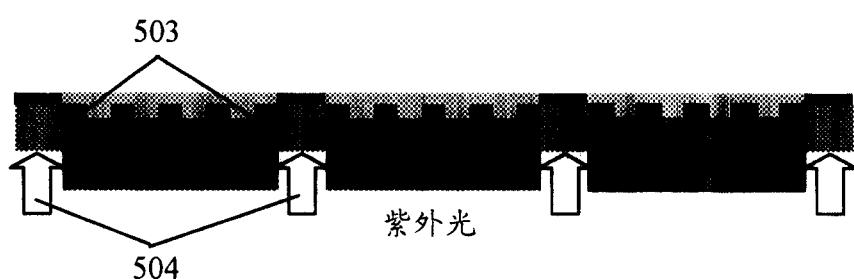


图 14b

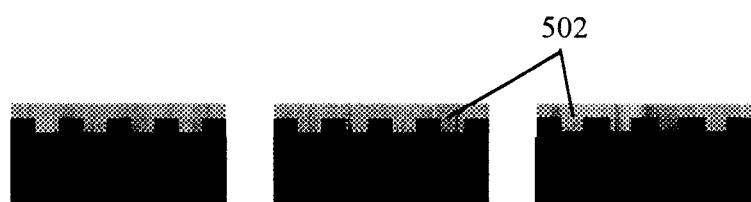


图 14c

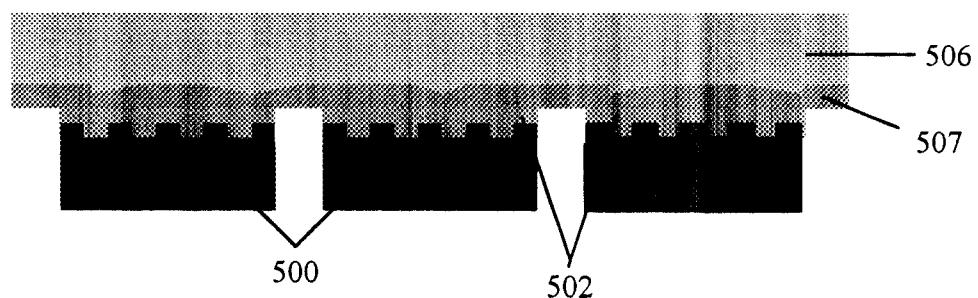


图 14d

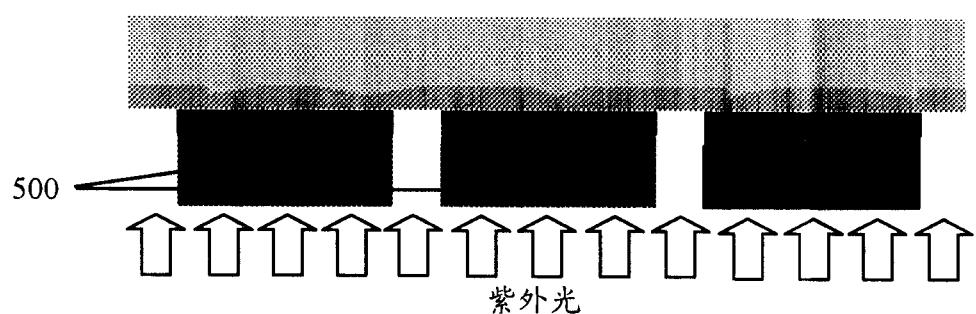


图 14e

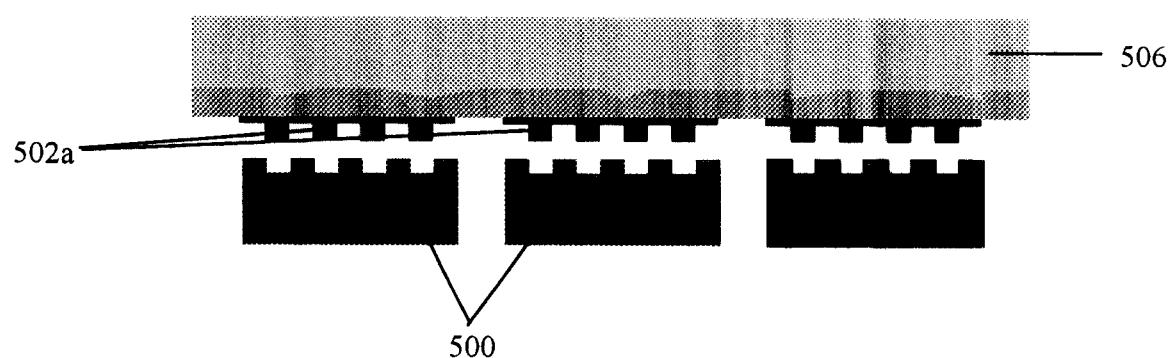


图 14f