

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810183747.X

G03F 7/26 (2006.01)

H01L 21/027 (2006.01)

H01L 21/312 (2006.01)

H01L 21/3105 (2006.01)

[43] 公开日 2009年6月17日

[11] 公开号 CN 101458461A

[22] 申请日 2008.12.15

[21] 申请号 200810183747.X

[30] 优先权

[32] 2007.12.14 [33] KR [31] 10-2007-0131049

[32] 2008.9.12 [33] US [31] 12/283,449

[71] 申请人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

[72] 发明人 李时镛 金京泽 金贤友 尹东基

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 戎志敏

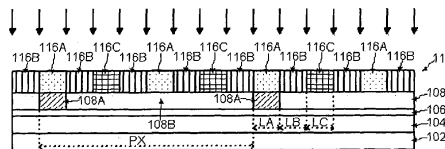
权利要求书4页 说明书13页 附图7页

[54] 发明名称

半导体器件的精细构图方法

[57] 摘要

本申请公开了一种半导体器件的精细构图方法。为了在集成电路制造期间进行构图，激活图像层而在两个最靠近的激活区域上各形成各自的第一种聚合物链段。在图像层上形成嵌段共聚物层，并且在两个最靠近的激活区域的外边缘之间的图像层的区域上，由嵌段共聚物形成多个第一种聚合物链段以及多个第二和第三种聚合物链段。去除第一、第二和第三种聚合物链段中的至少一种聚合物链段，以形成各种各样的掩模结构。



1. 一种集成电路制造期间的构图方法，所述方法包括：
激活图像层，从而在两个最靠近的激活区域各形成各自的第一种聚合物链段；
在图像层上形成嵌段共聚物层；以及
在两个最靠近的激活区域的外边缘之间的图像层的区域上，由嵌段共聚物形成多个第一种聚合物链段、多个第二种聚合物链段和多个第三种聚合物链段，
其中，第一种聚合物链段、第二种聚合物链段和第三种聚合物链段是互不相同的种类。
2. 权利要求 1 中所述的方法，进一步包括：
在图像层的所述区域上形成三个第一种聚合物链段、四个第二种聚合物链段和两个第三种聚合物链段。
3. 权利要求 2 中所述的方法，进一步包括：
第二种聚合物链段与第一以及第三种聚合物链段交错形成。
4. 权利要求 3 中所述的方法，其中：每一激活区域具有宽度 X，并且，两个最靠近的激活区域之间的间距 PX 表示如下：
 $PX = (4n) * X$ ，n 为正整数。
5. 权利要求 4 中所述的方法，其中：第一、第二和第三种聚合物链段中的每一链段具有相同的宽度 X。
6. 权利要求 2 中所述的方法，进一步包括：
在两个最靠近的激活区域的外边缘之间顺序相邻地形成以下序列：
第一种聚合物链段、第二种聚合物链段、第三种聚合物链段、另一第二种聚合物链段、另一第一种聚合物链段、另一第二种聚合物链段、另一第三种聚合物链段、另一第二种聚合物链段以及另一第一种聚合物链段。
7. 权利要求 6 中所述的方法，其中：嵌段共聚物是 PMMA（聚甲基丙烯酸甲酯）/PS（聚苯乙烯）/PAMS（聚丙烯酰胺）共聚物。
8. 权利要求 7 中所述的方法，其中：第一种聚合物链段是 PMMA

(聚甲基丙烯酸甲酯)链段,第二种聚合物链段是PS(聚苯乙烯)链段,第三种聚合物链段是PAMS(聚丙烯酰胺)链段。

9. 权利要求8中所述的方法,其中:激活区域比图像层的其他区域更具有亲水性。

10. 权利要求1中所述的方法,其中:激活区域比图像层的其他区域更具有亲水性。

11. 权利要求1中所述的方法,其中:嵌段共聚物包括至少一种均聚物。

12. 权利要求1中所述的方法,进一步包括:

第二种聚合物链段与第一以及第三种聚合物链段交错形成。

13. 权利要求12中所述的方法,进一步包括:

去除第二种聚合物链段,然后按照保留在图像层上的第一和第三种聚合物链段,对目标层构图。

14. 权利要求12中所述的方法,进一步包括:

去除第二种聚合物链段、以及第一种聚合物链段和第三种聚合物链段中的一种聚合物链段,然后按照保留在图像层上的第一种聚合物链段和第三种聚合物链段中的一种聚合物链段,对目标层构图。

15. 权利要求12中所述的方法,进一步包括:

去除第一种聚合物链段和第三种聚合物链段中的一种聚合物链段,然后按照保留在图像层上的第二种聚合物链段、以及第一种聚合物链段和第三种聚合物链段中的一种聚合物链段,对目标层构图。

16. 权利要求12中所述的方法,进一步包括:

去除从图像层的第一区域上所形成的第一、第二和第三种聚合物链段中选择的第一组至少一种链段;以及

去除从图像层的第二区域上所形成的第一、第二和第三种聚合物链段中选择第二组至少一种链段,其中,第二组不同于第一组;以及

其中,所述第一区域上的第一、第二和第三种聚合物链段中的至少一种的第一保留组,具有第一间距,该第一间距不同于所述第二区域上的第一、第二和第三种聚合物链段中的至少一种的第二保留组的第二间距。

17. 权利要求 1 中所述的方法，进一步包括：

去除第一、第二和第三种聚合物链段中的至少一种聚合物链段，然后按照保留在图像层上的第一、第二和第三种聚合物链段中的至少一种聚合物链段，对目标层构图。

18. 权利要求 1 中所述的方法，进一步包括：

去除从图像层的第一区域上的第一、第二和第三种聚合物链段中选择的第一组至少一种链段，以及

去除从图像层的第二区域上的第一、第二和第三种聚合物链段中选择的第二组至少一种链段；

其中，第二组不同于第一组，从而使所述第一区域上的第一、第二和第三种聚合物链段的第一保留组具有第一间距，该第一间距不同于所述第二区域上的第一、第二和第三种聚合物链段的第二保留组的第二间距。

19. 一种集成电路制造期间的构图方法，所述方法包括：

在图像层上由嵌段共聚物形成多个第一种聚合物链段、多个第二种聚合物链段和多个第三种聚合物链段；

其中，第一种聚合物链段、第二种聚合物链段和第三种聚合物链段是互不相同的种类；

去除从图像层第一区域上所形成的第一、第二和第三种聚合物链段中选择的第一组至少一种链段；以及

去除从图像层第二区域上所形成的第一、第二和第三种聚合物链段中选择的第二组至少一种链段；其中，第二组不同于第一组。

20. 权利要求 19 中所述的方法，进一步包括：

在暴露第一区域以便激活待去除的第一组聚合物链段的分解期间，将第一掩模放置在第二区域的上方；以及

在暴露第二区域以便激活待去除的第二组聚合物链段的分解期间，将第二掩模放置在第一区域的上方；

21. 权利要求 19 中所述的方法，其中，所述第一区域上的第一、第二和第三种聚合物链段中的至少一种聚合物链段的第一保留组，具有第一间距，该第一间距不同于所述第二区域上的第一、第二和第三种聚合

物链段中的至少一种聚合物链段的第二保留组的第二间距。

22. 权利要求 19 中所述的方法，进一步包括：

激活图像层，从而在两个最靠近的激活区域各形成各自的一个第一种聚合物链段；以及

在两个最靠近的激活区域的外边缘之间的图像层的区域上，形成第二种聚合物链段、第三种聚合物链段和第三种聚合物链段。

23. 权利要求 22 中所述的方法，进一步包括：

第二种聚合物链段与第一和第三种聚合物链段交错形成，

其中，每一激活区域具有宽度 X，并且，两个最靠近的激活区域之间的间距 PX 表示如下：

$PX = (4n) * X$ ，n 为正整数。

24. 权利要求 23 中所述的方法，其中：第一、第二和第三种聚合物链段中的每一链段具有相同的宽度 X。

25. 权利要求 23 中所述的方法，进一步包括：

在两个最靠近的激活区域的外边缘之间顺序相邻地形成以下序列：第一种聚合物链段、第二种聚合物链段、第三种聚合物链段、另一第二种聚合物链段、另一第一种聚合物链段、另一第二种聚合物链段、另一第三种聚合物链段、另一第二种聚合物链段以及另一第一种聚合物链段，

其中，第一种聚合物链段是 PMMA（聚甲基丙烯酸甲酯）链段，第二种聚合物链段是 PS（聚苯乙烯）链段，第三种聚合物链段是 PAMS（聚丙烯酰胺）链段。

半导体器件的精细构图方法

本申请基于 35 USC § 119 要求 2007 年 12 月 14 日向韩国知识产权局提交的韩国专利申请 No. 10-2007-0131049 的优先权，其公开内容通过引用方式全文结合在本申请中。

技术领域

本发明一般涉及集成电路制造，特别是涉及半导体器件的精细构图方法。

背景技术

在现有技术的集成电路制造中，利用光刻法的从顶部向下构图（*patterning*）技术已被广泛使用。在该从顶部向下构图的方法中，先使光致抗蚀剂构成图案，再利用它对下面的目标层构图。但是随着集成电路尺度减小到纳米量级，从顶部向下构图的光刻法由于光致抗蚀剂材料特性而受到限制。

例如，线分辨率和线边缘粗糙度受到光致抗蚀剂材料的聚合物分子的大尺寸的限制。此外，细高形的的光致抗蚀剂结构也易使图案毁损。

因此，如 Nealey 等人在美国专利 No. US2006/0134556 中所揭示的那样，已经开发了利用共聚物材料的从底部向上构图技术。

但是，即使就从底部向上构图来说，仍希望有一种用于获得各种构图尺度的技术。此外还希望有一种用于获得比常规光刻法所能达到的更小尺度的技术。

发明内容

因此，本发明的一个方面是在集成电路制造期间的构图方法，图像层被激活，从而在两个最靠近的激活区域各形成各自的第一种聚合物链

段 (polymer block)。此外, 在图像层上形成嵌段共聚物层, 并且在图像层的区域上两个最靠近的激活区域的外边缘之间, 由嵌段共聚物形成多个第一种聚合物链段、多个第二种聚合物链段和多个第三种聚合物链段。第一种聚合物链段、第二种聚合物链段和第三种聚合物链段是互不相同的种类, 例如包含不同的材料。

在本发明的一个实施例中, 在图像层的区域上两个最靠近的激活区域的外边缘之间, 形成三个第一种聚合物链段、四个第二种聚合物链段和两个第三种聚合物链段。

在本发明的另一实施例中, 第二种聚合物链段与第一以及第三种聚合物链段交错形成。

在本发明的另一实施例中, 每一激活区域具有宽度 X , 两个最靠近的激活区域之间的间距 PX 表示如下:

$$PX = (4n) * X, n \text{ 为正整数。}$$

在本发明的另一实施例中, 第一、第二和第三种聚合物链段中的每一链段有相同的宽度 X 。

在本发明的另一实施例中, 在两个最靠近的激活区域的外边缘之间顺序相邻地形成以下序列: 第一种聚合物链段、第二种聚合物链段、第三种聚合物链段、另一第二种聚合物链段、另一第一种聚合物链段、另一第二种聚合物链段、另一第三种聚合物链段、另一第二种聚合物链段以及另一第一种聚合物链段。

在本发明的一个实施例中, 嵌段共聚物是 PMMA (聚甲基丙烯酸甲酯) / PS (聚苯乙烯) / PAMS (聚丙烯酰胺) 共聚物。如果这样的话, 第一种聚合物链段是 PMMA (聚甲基丙烯酸甲酯) 链段, 第二种聚合物链段是 PS (聚苯乙烯) 链段, 第三种聚合物链段是 PAMS (聚丙烯酰胺) 链段。此外, 激活区域比图像层的其他区域更具有亲水性。

在本发明的另一实施例中, 嵌段共聚物包括至少一种均聚物。

在本发明的一个实施例中, 去除第一、第二和第三种聚合物链段中的至少一种聚合物链段, 然后按照保留在图像层上的第一、第二和第三种聚合物链段中的至少一种聚合物链段, 对目标层构图。例如去除第二种聚合物链段, 然后按照保留在图像层上的第一和第三种聚合物链段对

目标层构图。替代地，去除第二种聚合物链段以及第一种聚合物链段和第三种聚合物链段中的一种聚合物链段，然后按照保留在图像层上的第一种聚合物链段和第三种聚合物链段中的一种聚合物链段，对目标层构图。

在本发明的另一实施例中，去除第一种聚合物链段和第三种聚合物链段中的一种聚合物链段，然后按照保留在图像层上的第二种聚合物链段以及第一种聚合物链段和第三种聚合物链段中的一种聚合物链段，对目标层构图。

在根据本发明的另一实施例的集成电路制造期间的构图方法中，在图像层上由嵌段共聚物形成多个第一种聚合物链段、多个第二种聚合物链段和多个第三种聚合物链段。第一种聚合物链段、第二种聚合物链段和第三种聚合物链段是互不相同的种类。

在这种构图方法中，去除从图像层的第一区域上所形成的第一、第二和第三种聚合物链段中选择的第一组至少一种链段。此外，去除从图像层的第二区域上所形成的第一、第二和第三种聚合物链段中选择的至少一种链段的第二组。第二组不同于第一组，因而可由嵌段共聚物构成不同尺度的图案。

在本发明的一个实施例中，在暴露第一区域以便激活待去除的第一组聚合物链段的分解期间，第一掩模被放置在第二区域的上方。此外，在暴露第二区域以便激活待去除的第二组聚合物链段的分解期间，第二掩模被放置在第一区域的上方。

在本发明的另一实施例中，保留在第一区域上的第一、第二和第三种聚合物链段中的至少一种链段的第一保留组，具有第一间距，其不同于保留在第二区域上的第一、第二和第三种聚合物链段中的至少一种链段的第二保留组。

这样，在激活区域之间形成上述至少三种不同的聚合物链段的多个反复图案。当这些激活区域由光刻形成时，利用这样的聚合物链段作掩模结构，可以采用比光刻所能达到的尺度更小的尺度进行构图。此外，通过采用种类繁多的聚合链段，可以由嵌段共聚物层构成不同尺度的图案。

本发明的这些及其他特点和优点，通过考虑下面结合附图对本发明的详细描述，将会有更好的了解。

附图说明

图 1、2、3、4、5 和 6 示出根据本发明的一个实施例，在相邻激活区域之间制造不同种类聚合物链段的过程剖视图；

图 7、8 和 9 示出根据本发明的一个实施例，在去除图 6 中的一种聚合物链段以后对目标层构图的剖视图；

图 10、11 和 12 示出根据本发明的另一实施例，在去除图 6 中的两种聚合物链段以后对目标层构图的剖视图；

图 13、14 和 15 示出根据本发明的另一实施例，在去除图 6 中的另外两种聚合物链段以后对目标层构图的剖视图；

图 16、17、18、19、20 和 21 示出根据本发明的另外的实施例，在图 6 以后以不同方法对目标层区域构图的剖视图。

这里绘出的参考图是为了图例说明的清楚，不必要绘出比例尺度。在图 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20 和 21 中，具有相同参考号码的单元表示具有类似结构和/或功能的单元。

具体实施方式

图 1、2、3、4、5 和 6 示出根据本发明的一个实施例，制造相邻激活区域之间不同种类聚合物链段期间的剖视图。参考图 1，目标层 104 将被在基底 102 例如硅衬底上构成图案。在本发明的替代实施例中，目标层 104 可省略而代之以直接对基底 102 构图。

目标层 104 可以是由例如氧化物、氮化物或氧氮化合物组成的绝缘层。目标层 104 可替换为例如由金 (Au)、铂 (Pt)、铜 (Cu)、铝 (Al)、钨 (W) 或银 (Ag) 组成的金属层。在本发明的另一实施例中，目标层 104 是金属硅化物例如硅化钨 (WSi_x)、硅化钴 ($CoSi_x$) 或硅化镍 ($NiSi_x$)。

进一步参考图 1，抗反射下层 106 在待构图的目标层 104 上形成。当目标层 104 由类似抗反射材料材料组成时，实施本发明可以不要抗

反射下层 106。根据本发明的一个实施例，抗反射下层 106 可由硅原子比率最大为 43% 的含硅材料组成，例如 $\text{SiO}_{3/2}$ 。

在本发明的一个实施例中，图 1 使用化学方法例如碱性溶液或 HF（氟化氢）在抗反射下层 106 上进行表面处理，以使 Si-OH（硅氢氧化物）暴露在抗反射下层 106 的表面上。如果抗反射下层 106 被省略，则在目标层 104 上进行这种表面处理，以使 Si-OH（硅氢氧化物）暴露在目标层 104 上。

如果抗反射下层 106 被省略并且目标层 104 由金属组成，则本发明的另一实施例中可以省略这一表面处理。如果本发明实施时使用目标层 104 而省略抗反射下层 106 对基底 102 构图，则在基底 102 上进行表面处理，使 Si-OH（硅氢氧化物）暴露在基底 102 的表面上。

进一步参考图 1，图像层 108 在抗反射下层 106 上形成。图像层 108 的组成是：具有有机取代基的硅烷、具有有机取代基的硅氮烷、具有氯硅烷端基的聚合物、具有 COBr（一氧化碳溴化物）官能团的有机化合物、具有硫醇基的有机化合物或者具有二硫（-S-S）键的有机化合物。例如图像层 108 可包括 $(\text{R}_1)\text{-SiCl}_3$ 、 $(\text{R}_2)_3\text{-SiCl}$ 、 $(\text{R}_3)_3\text{-SiH}$ 、 $(\text{R}_4)\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_3$ 、 $(\text{R}_5)\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ 、 $(\text{R}_6)\text{-SH}$ ，或者 $(\text{R}_7)\text{-S-S}(\text{R}_8)$ ，其中， R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 、 R_6 、 R_7 和 R_8 每一个都独立地是被 C_1 至 C_{20} 取代或未取代的脂族或芳香族烃基。

图像层 108 由具有三氯硅烷端基的均聚物（例如聚苯乙烯、多羟基苯乙烯、或者聚甲基丙烯酸甲酯）或者无规聚合物（例如多羟基苯乙烯-聚甲基丙烯酸甲酯）组成。在本发明的另一实施例中，图像层 108 包括自组装单分子层。

例如，图像层 108 包括氮硅烷，其与暴露在包含硅的下层 106 上的 OH 官能团起反应而形成 Si-O-Si 键，因此，在下层 106 上形成自组装单分子层作为图像层 108。替代地，例如，图像层 108 包括具有结合团的有机化合物，例如硫醇基团（thiol group）或硅烷基团或二硫（-S-S-）键，它们自组装在金属图像层 108 上。

进一步参考图 1，光致抗蚀剂层 110 被沉积在图像层 108 上。再参考图 1 和 2，光致抗蚀剂层 110 被以光刻工艺构图，其中形成开口 112。

一般或专门的光致抗蚀剂层构图所用的光刻法，是集成电路制造方面的技术人员所熟知的。在本发明的一个实施例中，每一开口 112 具有宽度 X ，在那种情况下，则相邻开口 112 的间距为 $PX = (4 * n) * X$ ， n 为正整数。

参考图 2 和 3，外部激励（图 3 中用箭头表示）施加到图像层 108 的暴露部分 108A 上。图像层 108 的暴露部分 108A 表面被外部激励激活。布置在光致抗蚀剂材料 110 下面的图像层 108 的被覆盖部分 108B 不被激活，因为光致抗蚀剂材料 110 阻止外部激励。

在本发明的一个实施例中，图 3 的外部激励是 DUV（深紫外线）光辐射、软 X 射线辐射、电子束或氧等离子体等。因此，图像层 108 的暴露部分 108A 被氧化，以致每一暴露部分 108A 的暴露表面比没有暴露的部分 108B 的表面变成更有亲水性。

因此，图像层 108 每一暴露部分 108A 的暴露表面的表面或界面能量被外部激励所改变，形成图像层 108 的激活区域 108A。例如，当外部激励是氧等离子体处理时，图像层 108 暴露部分 108A 的暴露表面的表面能量被改变，借助于将要沉积在其上的嵌段共聚物中的极性基团，得以提高这一暴露表面的亲水性和湿润性。

随后参考图 4，光致抗蚀剂层 110 被去除，并且嵌段共聚物 114 层被沉积到图像层 108 上。在本发明的一个实施例中，嵌段共聚物 114 是第一、第二和第三种聚合物链段组成的三嵌段共聚物。在本发明的一个实施例中，所述第一、第二和第三种聚合物链段互不相同，并且互不溶解（即不溶解在另一种中）。在本发明的一个实施例中，嵌段共聚物 114 具有从约 3000 至约 2000000 克/摩尔的分子量。

在本发明的一个实施例中，嵌段共聚物 114 由下列之一组成，它们是：

聚苯乙烯/聚甲基丙烯酸甲酯/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，
聚丁二烯/聚甲基丙烯酸丁酯/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，
聚丁二烯/聚二甲基硅氧烷/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，
聚丁二烯/聚甲基丙烯酸甲酯/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，
聚丁二烯/聚乙烯吡啶/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，

聚丙烯酸丁酯/聚甲基丙烯酸甲酯/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，
聚丙烯酸丁酯/聚乙烯吡啶/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，
聚异戊二烯/聚乙烯吡啶/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，
聚异戊二烯/聚甲基丙烯酸甲酯/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，
聚丙烯酸己酯（polyhexylacrylate）/聚乙烯吡啶/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，
聚异丁烯/聚甲基丙烯酸丁酯/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，
聚异丁烯/聚甲基丙烯酸丁酯/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，
聚异丁烯/聚二甲基硅氧烷/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，
聚甲基丙烯酸丁酯/聚丙烯酸丁酯/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，
饱和聚乙烯（polyethylethylene）/聚甲基丙烯酸甲酯/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，
聚苯乙烯/聚甲基丙烯酸丁酯/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，
聚苯乙烯/聚丁二烯/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，
聚苯乙烯/聚异戊二烯/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，
聚苯乙烯/聚二甲基硅氧烷/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，
聚苯乙烯/聚乙烯吡啶/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，
饱和聚乙烯/聚乙烯吡啶/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，
聚乙烯/聚乙烯吡啶/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，
聚乙烯吡啶/聚甲基丙烯酸甲酯/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，
聚氧化乙烯/聚异戊二烯/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，
聚氧化乙烯/聚丁二烯/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，
聚氧化乙烯/聚苯乙烯/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，
聚氧化乙烯/聚甲基丙烯酸甲酯/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，
聚氧化乙烯/聚二甲基硅氧烷/聚 α -甲基苯乙烯共聚物，或
聚苯乙烯/聚氧化乙烯/聚 α -甲基苯乙烯共聚物。

但是，本发明也可采用与上述这些例子不同的共聚物链段材料来实现。

在本发明的一个实施例中，嵌段共聚物 114 层可由上面所列举的三嵌段共聚物之一组成。替代地，嵌段共聚物 114 层除共聚物以外也可包

括均聚物。这种均聚物具有重复单体单元，它的化学结构与包括三嵌段共聚物的三个聚合物链段中的一个链段的重复单体单元的化学结构相同。

除共聚物以外，当嵌段共聚物 114 的层包括两种均聚物（第一和第二均聚物）时，本发明也能实现。在那种情形下，第一均聚物具有与包括三嵌段共聚物的三个聚合物链段中的一个链段的重复单体单元相同的化学结构。同样，第二均聚物具有与包括三嵌段共聚物的三个聚合物链段中的另一个链段的重复单体单元相同的化学结构。

无论如何，将至少一种均聚物添加到嵌段共聚物 114 的层能缩短共聚物 114 的自组装时间。而且，将至少一种均聚物添加到嵌段共聚物 114 的层能加大由共聚物 114 形成的自组装链段的间距。

随后参考图 5，嵌段共聚物 114 的层被以比共聚物 114 的玻璃化转变温度 T_g 高的温度进行的热退火激活。这种激活引起相分离，共聚物 114 的三个不同的聚合物链段重排由下层 108 的激活区域 108A 支配。在本发明的一个实施例中，共聚物 114 的玻璃化转变温度 T_g 的范围为 130 摄氏度左右至 190 摄氏度左右。共聚物 114 退火时间周期从大约 1 小时至大约 24 小时，依赖于共聚物 114 的成分和退火温度。

进一步参考图 5，嵌段共聚物 114 的层相分离为多个第一种聚合物链段 116A、多个第二种聚合物链段 116B 和多个第三种聚合物链段 116C，从而形成相分离的聚合物链段图案 116。相分离的聚合物链段图案 116 具有以下序列：第一种聚合物链段 116A，然后第二种聚合物链段 116B，然后第三种聚合物链段 116C，以及再后第二种聚合物链段 116B。重复这种聚合物链段 116A、116B、116C 和 116B 的图案。就这样，第二种聚合物链段 116B 与第一以及第三种聚合物链段 116A 和 116C 交错形成。

随着图 5 中的这种相分离作用，第二种聚合物链段 116B 的一端通过共价键固着在第一种聚合物链段 116A 的一端。第二种聚合物链段 116B 的另一端通过共价键固着在第三种聚合物链段 116C 的一端。

同样参考图 5，每一激活区域 108A 具有形成在其上的第一种聚合物链段 116A。第一、第二和第三种聚合物链段 116A、116B 和 116C 具有互不相同的单体单元，结果使第一、第二和第三种聚合物链段 116A、116B

和 116C 互不相同。就这样，第一、第二和第三种聚合物链段 116A、116B 和 116C 由不同的材料组成。

进一步参考图 5，第一种聚合物链段 116A 具有比第二和第三种聚合物链段 116B 和 116C 高的极性，其在下层的激活区域 108A 中形成。因此，两个最靠近的激活区域 108A 之间的间距 PX，决定第一、第二和第三种聚合物链段 116A、116B 和 116C 的图案。

同样参考图 5，每一第一种聚合物链段 116A 具有各自的宽度 LA，每一第二种聚合物链段 116B 具有各自的宽度 LB，每一第三种聚合物链段 116C 具有各自的宽度 LC。在本发明的一个实施例中，这些各自的宽度基本上相同，所以图 3 中的 $LA=LB=LC=X$ 。进一步地，在那种情形下，在图 5 中的本发明的一个实施例中，两个最靠近的激活区域 108A 之间的间距 PX 基本上等于 $8*X$ 。

各自的宽度 LA、LB 和 LC 由图 4 嵌段共聚物 114 中三种类型的聚合物链段各自的单体单元的各自的分子量确定。三种类型的聚合物链段的这些分子量可选择为使 $LA=LB=LC=X$ 。

在图 5 的情况下，两个最靠近的第一种聚合物链段 116A 之间的各个间距 PA 基本上等于 $4*X$ 。此外，两个最靠近的第二种聚合物链段 116B 之间的各个间距 PB 基本上等于 $2*X$ 。并且，两个最靠近的第三种聚合物链段 116C 之间的各个间距 PC 基本上等于 $4*X$ 。一般来说，根据本发明的一个实施例， $PA=PC=PX/n$ ，而 $PB=PX/(2*n)$ ，其中 n 是正整数。

根据本发明的一个方面，间距倍增可从在两个最靠近的激活区域 108A 的外边缘之间的下层 108 的区域上形成的多个第一种聚合物链段 116A、多个第二种聚合物链段 116B 和多个第三种聚合物链段 116C 实现。在图 5 的例子中，两个最靠近的激活区域 108A 外边缘之间的下层 108 的区域上已形成有三个第一种聚合物链段 116A、四个第二种聚合物链段 116B 和两个第三种聚合物链段 116C。

在本发明的一个实施例中，共聚物链段 114 是 PMMA（聚甲基丙烯酸甲酯）/PS（聚苯乙烯）/PAMS（聚丙烯酰胺）链段。在那种情形下，第一种聚合物链段 116A 是 PMMA（聚甲基丙烯酸甲酯）链段，第二种聚合物链段 116B 是 PS（聚苯乙烯）链段，第三种聚合物链段 116C 是

PAMS（聚丙烯酰胺）链段。

接着参考图 6，聚合物链段 116 被暴露于分解激励（图 6 中用箭头表示）中，该激励有选择地使聚合物链段 116A、116B 和 116C 中的至少一种比其他类型的聚合物链段分解更容易。分解激励例如是辐射、等离子体例如 O_2 等离子体、DUV（深紫外线）光、软 X 射线或电子束。

在本发明的一个实施例中，第一、第二和第三种聚合物链段 116A、116B 和 116C 分别为 PMMA、PS 和 PAMS 的情况下，聚合物链段 116 被暴露于辐射中，辐射能量高于使第三种聚合物链段 PAMS 分解的阈值能量，但低于使第一和第二种聚合物链段 PMMA 和 PS 分解的阈值能量。辐射能量可由施加外部激励例如辐射或等离子体的持续时间来控制。

在下面参考图 7，已分解的第三种聚合物链段 116C 被有选择地去除。因此在图 7 中，第一和第二种聚合物链段 116A 和 116B 被保留而形成掩模图案，当 $LA=LB=LC=X$ 时，间距为 $PC=LA+2*LB+LC=4*X$ 。接着参考图 8，保留有第一和第二种聚合物链段 116A 和 116B 的掩模图案，被用于刻蚀掉图像层 108、抗反射下层 106 和目标层 104 的暴露部分。

参考图 8 和 9，聚合物链段 116A 和 116B、图像层 108 以及抗反射下层 106 的保留部分被从目标层 104 的保留部分刻蚀掉，从而形成构图结构 118 的精细图案。由目标层 104 的保留部分形成的构图结构 118 的精细图案具有间距 $PC=4*X$ 。构图结构 118 以第一宽度 $W1=LC$ 相互分离，每一构图结构 118 具有第二宽度 $W2=LA+2*LB$ 。这个例子的情况是 $LA=LB=LC=X$ ， $W1=X$ ，以及 $W2=3*X$ 。

参考在图 6 之后本发明的另一实施例的图 10，第一和第三种聚合物链段 116A 和 116C 两者都被有选择地去除。因此在图 10 中，第二种聚合物链段 116B 被保留而形成掩模图案，其具有间距 $PB=LA+LB$ 或者 $LC+LB$ ，当 $LA=LB=LC=X$ 时， $PB=2*X$ 。继续参考图 11，保留有第二种聚合物链段 116B 的掩模图案，被用于刻蚀掉图像层 108、抗反射下层 106 和目标层 104 的暴露部分。

参考图 11 和 12，聚合物链段 116B、图像层 108 和抗反射下层 106 的保留部分被从目标层 104 的保留部分刻蚀掉，从而形成构图结构 120 的精细图案。由目标层 104 的保留部分形成的构图结构 120 的精细图案

具有间距 $PB=LA+LB$ 或者 $LC+LB$ ，当 $LA=LB=LC=X$ 时， $PB=2*X$ 。构图结构 120 以第三宽度 $W3=LA=LC$ 相互分离，并且每一构图结构 120 具有第四宽度 $W4=LB$ 。例如在 $LA=LB=LC=X$ 的情况下， $W3=X$ ，以及 $W4=X$ 。

参考在图 6 之后本发明的替代实施例的图 13，第一和第二种聚合物链段 116A 和 116B 两者被有选择地去除。因此在图 13 中，第三种聚合物链段 116C 被保留而形成具有间距 $PC=4*X$ 的掩模图案。接着参考图 14，保留有第三种聚合物链段 116C 的掩模图案，被用于刻蚀掉图像层 108、抗反射下层 106 和目标层 104 的暴露部分。

参考图 14 和 15，聚合物链段 116C、图像层 108 和抗反射下层 106 的保留部分被从目标层 104 的保留部分刻蚀掉，从而形成构图结构 122 的精细图案。由目标层 104 的保留部分形成的构图结构 122 的精细图案具有间距 $PC=4*X$ 。构图结构 122 以第二宽度 $W2=LA+2*LB$ 相互分离，并且每一构图结构 122 具有第一宽度 $W1=LC$ 。在本示例 $LA=LB=LC=X$ 的情况下， $W1=X$ ，以及 $W2=3*X$ 。

参考在图 6 之后本发明的替代实施例的图 16，在图像层 108 的第一区域 101 上形成的聚合物链段 116A、116B 和 116C 被暴露于分解激励（图 16 中用箭头表示）中，该激励有选择地使第三种聚合物链段 116C 分解。同时在图 16 中，第一掩模 142 被放置在图像层 108 的第二区域 103 上所形成的聚合物链段 116A、116B 和 116C 的上面。因此，第一掩模 142 阻止分解激励到达第二区域 103 上所形成的第三种聚合物链段 116C。

其后参考图 17，在第一区域 101 上已分解的第三种聚合物链段 116C 被有选择地剥离。因此在图 17 中，第一和第二聚合物链段 116A 和 116B 被保留而在第一区域 101 上面形成第一掩模图案。但是在图 17 中，第一、第二和第三种聚合物链段 116A、116B 和 116C 被保留在第二区域 103 上面。

接着参考图 18，形成在图像层 108 的第二区域 103 上的聚合物链段 116A、116B 和 116C 被暴露于分解激励（图 18 中用箭头表示）中，该激励有选择地使第一和第三种聚合物链段 116A 和 116C 分解。同时在图 18 中，第二掩模 144 被放置在图像层 108 的第一区域 101 上所保留的聚

合物链段 116A 和 116B 的上面。因此，第二掩模 144 阻止分解激励到达第一区域 101 上所形成的保留聚合物链段 116A 和 116B。

其后参考图 19，在第二区域 103 上已分解的第一和第三种聚合物链段 116A 和 116C 被有选择地剥离。因此在图 19 中，第二种聚合物链段 116B 被保留而在第二区域 103 上面形成第二掩模图案。但是在图 19 中，形成第一掩模图案的第一和第二种聚合物链段 116A、116B 被保留在第一区域 101 上面。

接着参考图 20，保留有第一和第二种聚合物链段 116A 和 116B 的第一掩模图案，被用于刻蚀掉第一区域 101 中的图像层 108、抗反射下层 106 和目标层 104 的暴露部分。同样参考图 20，保留有第二种聚合物链段 116B 的第二掩模图案，被用于刻蚀掉第二区域 103 中的图像层 108、抗反射下层 106 和目标层 104 的暴露部分。

参考图 20 和 21，在第一区域 101 中的聚合物链段 116A 和 116B、图像层 108 以及抗反射下层 106 的保留部分被从目标层 104 的保留部分刻蚀掉，从而形成第一构图结构 132 的第一精细图案。图 21 中由目标层 104 的保留部分形成的第一构图结构 132 的第一精细图案，当 $LA=LB=LC=X$ 时，具有间距 $PC=LA+2*LB+LC=4*X$ 。构图结构 132 以第一宽度 $W1=LC$ 相互分离，并且每一构图结构 132 具有第二宽度 $W2=LA+2*LB$ 。在图 21 中的示例 $LA=LB=LC=X$ 的情况下， $W1=X$ ，以及 $W2=3*X$ 。

同样，参考图 21，在第二区域 103 中的聚合物链段 116B、图像层 108 以及抗反射下层 106 的保留部分被从目标层 104 的保留部分刻蚀掉，从而形成第二构图结构 134 的第二精细图案。由目标层 104 的保留部分形成的第二构图结构 134 的第二精细图案，具有间距 $PB=LA+LB$ 或 $LC+LB$ ，当 $LA=LB=LC=X$ 时， $PB=2*X$ 。第二构图结构 134 以第三宽度 $W3=LA=LC$ 相互分离，并且每一构图结构 134 具有第四宽度 $W4=LB$ 。在本示例 $LA=LB=LC=X$ 的情况下， $W3=X$ ，以及 $W4=X$ 。

如此，具有不同间距 PC 和 PB 的构图结构 132 和 134 可在不同的区域 101 和 103 中形成。此外，具有不同间距、尺度和分离距离的多种构图结构 118、120 和 122，可以用本发明有效地形成。此外，使用从底部

向上构图的嵌段共聚物形成掩模结构，可以实现比传统光刻法的极限更小的尺度。

前面所述只是作为范例而不表示限制。因此，这里图示和描述的任何尺度或单元数量或任何材料只是作为范例。本发明仅受下面的权利要求及其等同物所限定的内容限制。

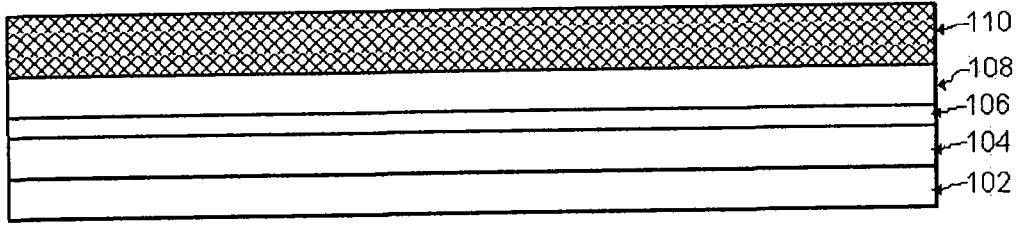


图 1

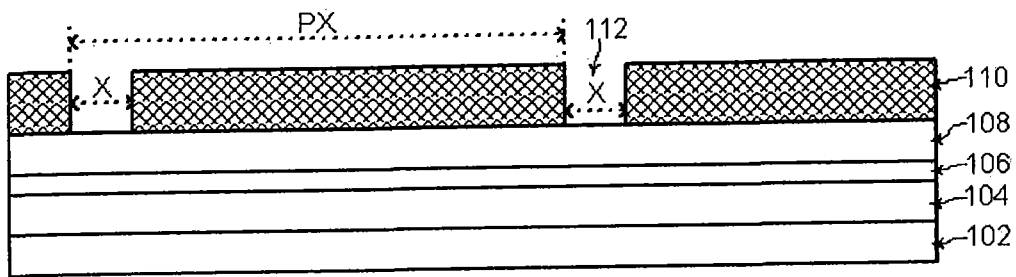


图 2

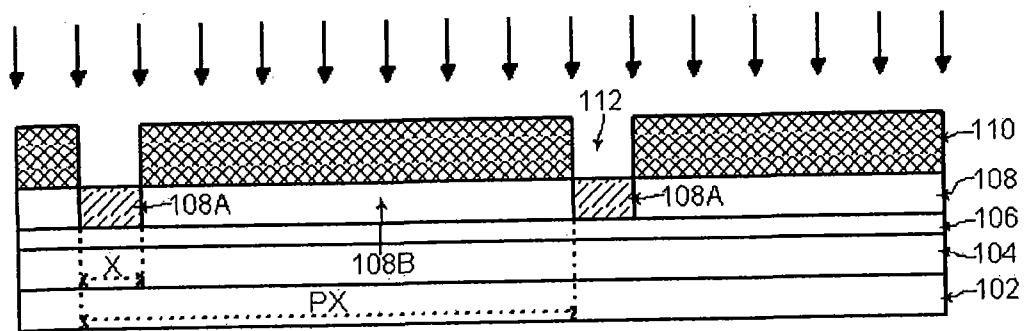


图 3

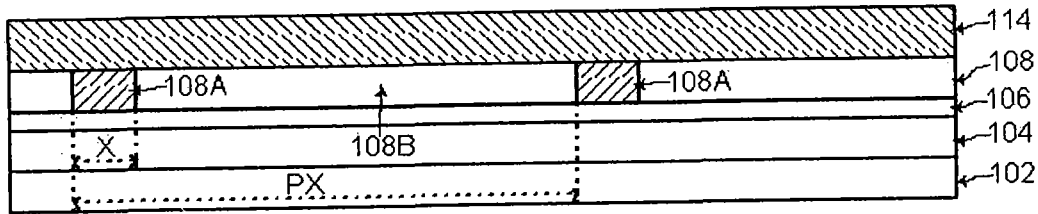


图 4

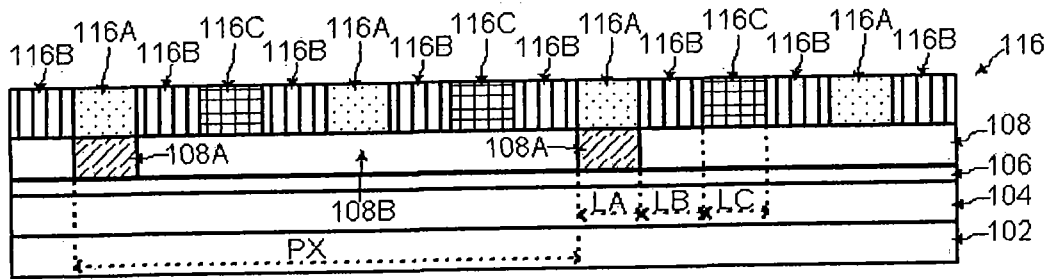


图 5

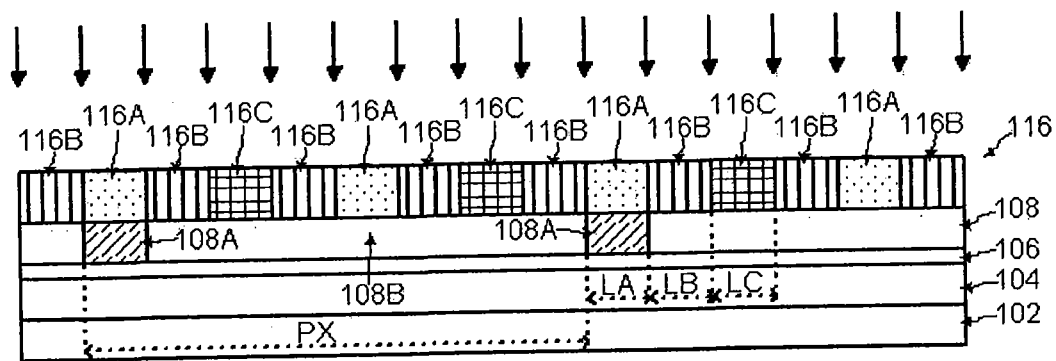


图 6

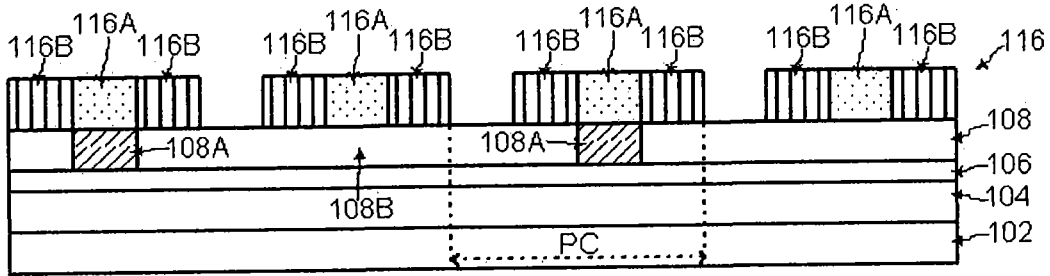


图 7

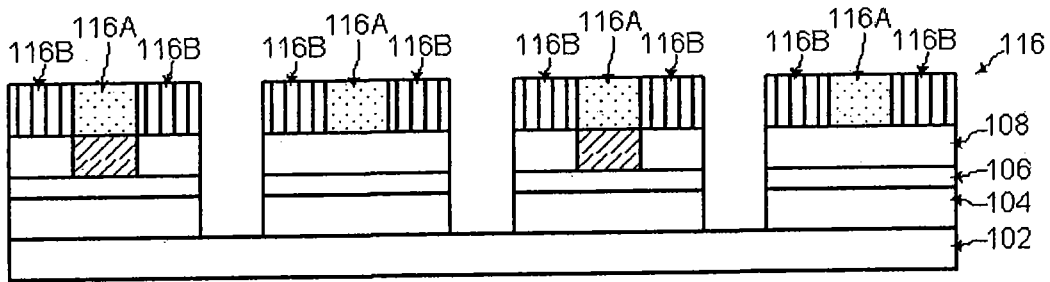


图 8

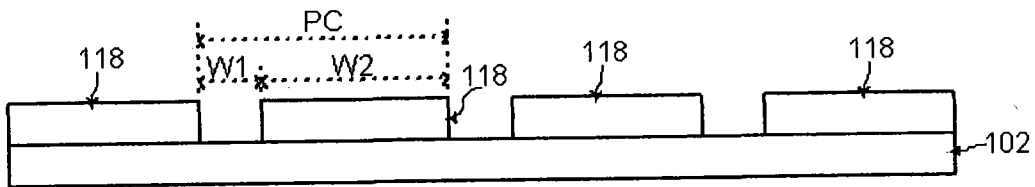


图 9

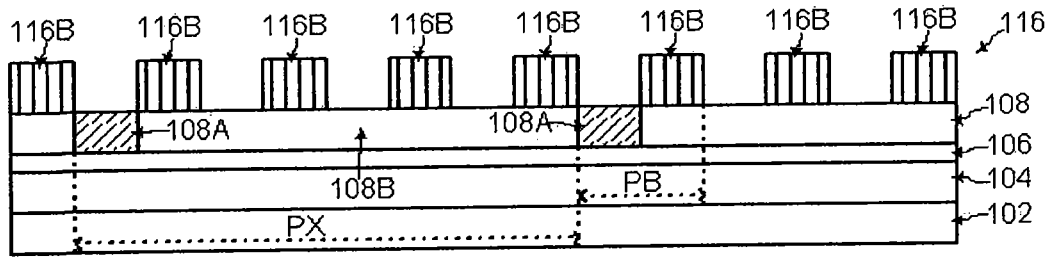


图 10

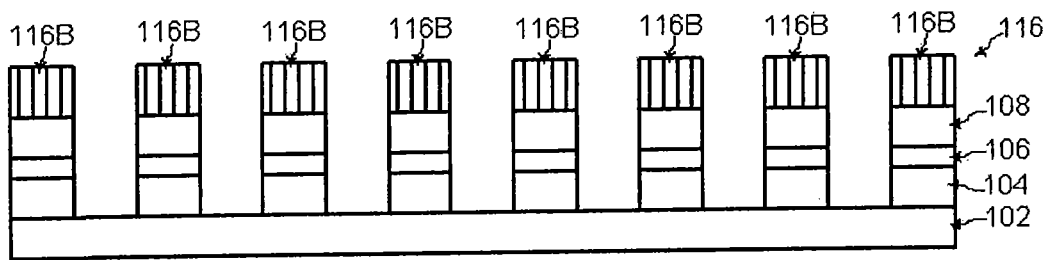


图 11

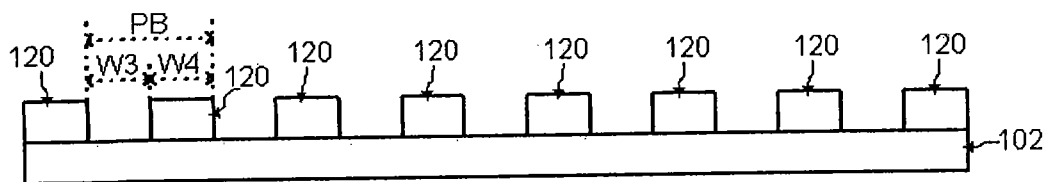


图 12

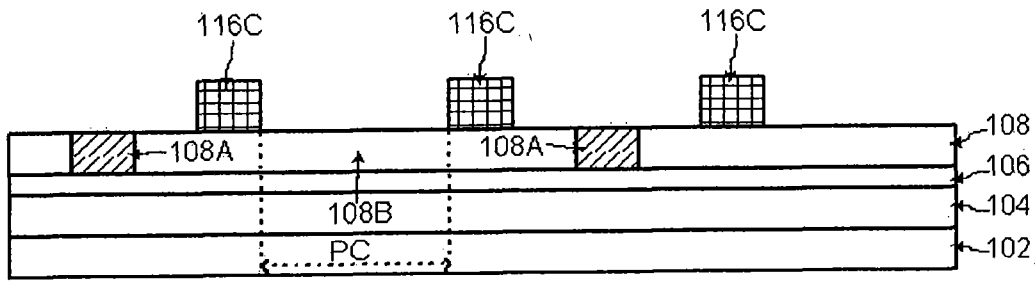


图 13

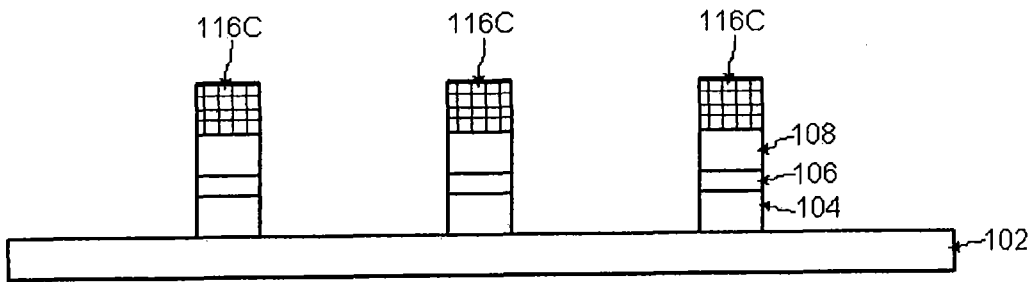


图 14

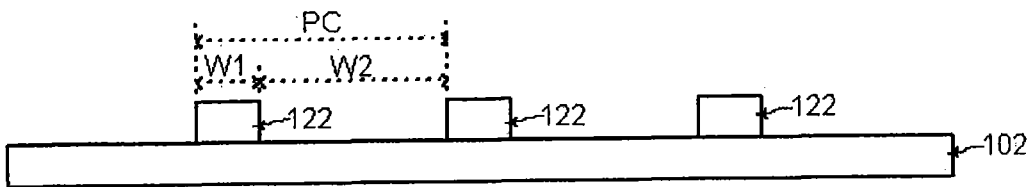


图 15

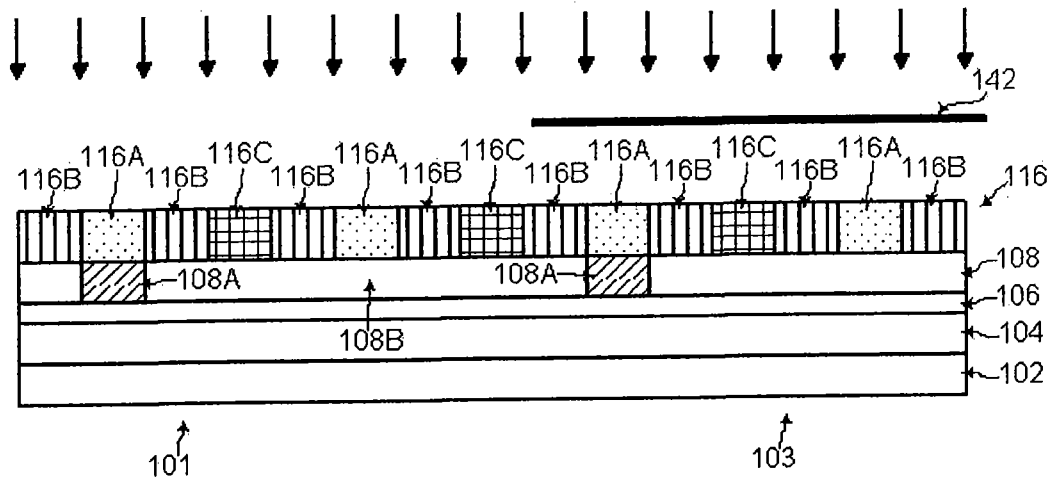


图 16

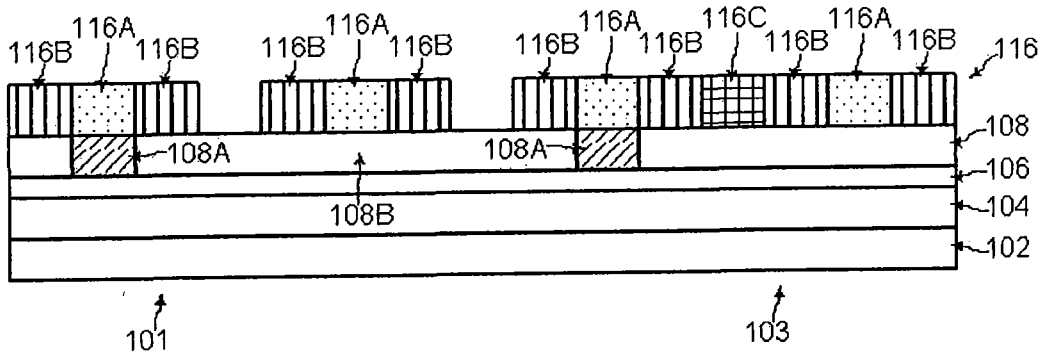


图 17

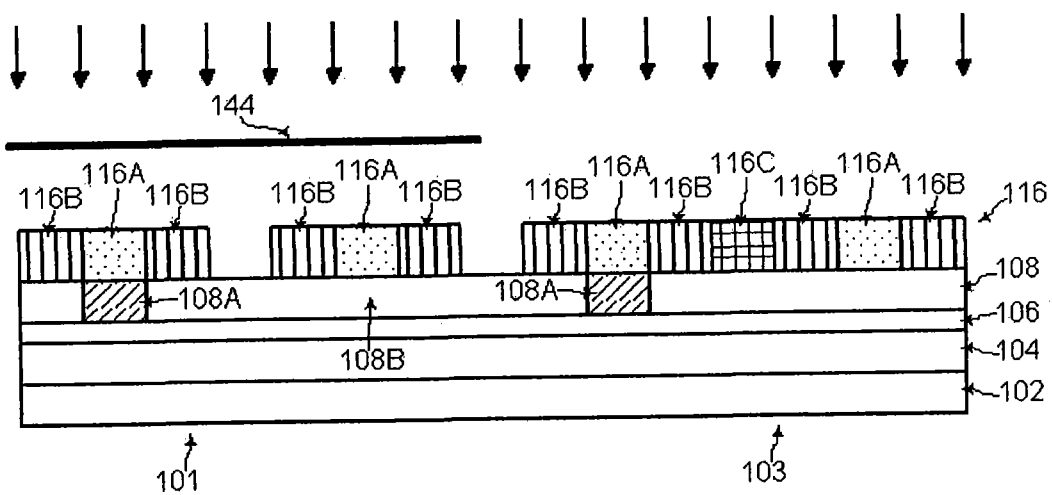


图 18

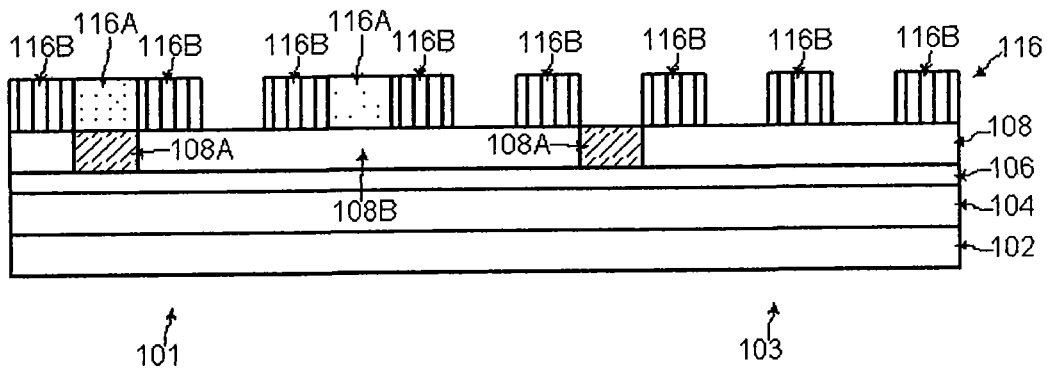


图 19

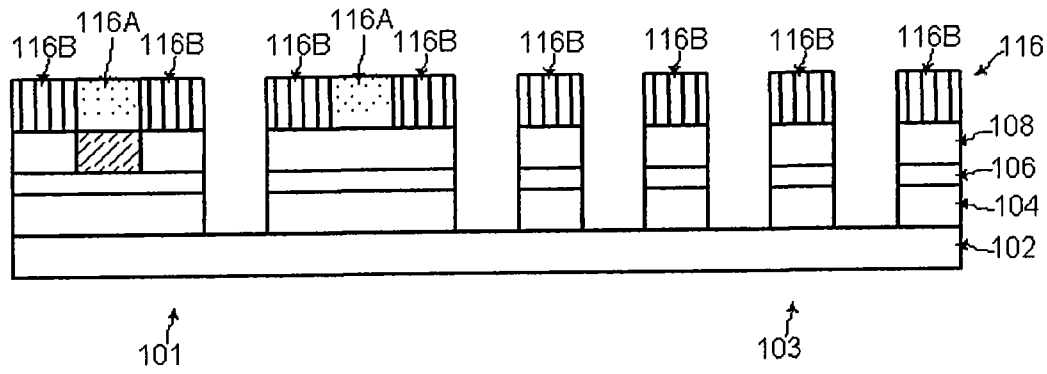


图 20

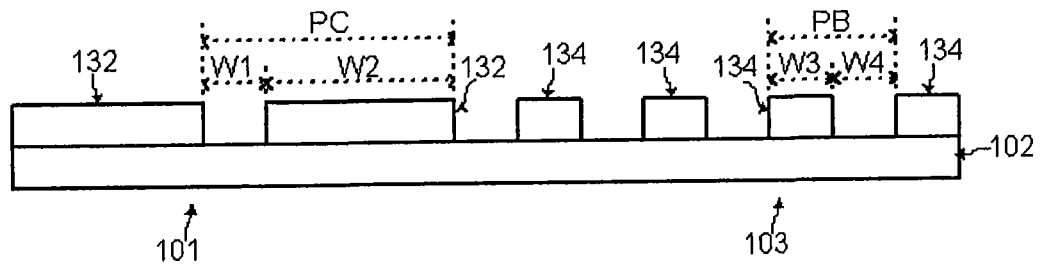


图 21