

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G03F 1/00 (2006.01)

G03F 7/09 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03818958.5

[43] 公开日 2006年1月4日

[11] 公开号 CN 1717624A

[22] 申请日 2003.5.15 [21] 申请号 03818958.5

[30] 优先权

[32] 2002.8.6 [33] US [31] 10/213,344

[86] 国际申请 PCT/US2003/015590 2003.5.15

[87] 国际公布 WO2004/013694 英 2004.2.12

[85] 进入国家阶段日期 2005.2.6

[71] 申请人 飞思卡尔半导体公司

地址 美国得克萨斯

[72] 发明人 西泽·M·加尔扎 伟·E·吴

伯纳德·J·罗曼

潘威特·J·S·曼加塔

凯文·J·诺德奎斯特

威廉·J·达乌克谢尔

[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 黄启行 谢丽娜

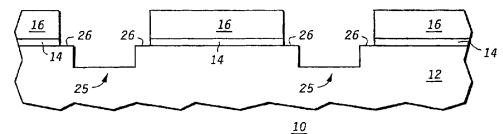
权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图 6 页

[54] 发明名称

形成凸缘相移掩模及利用凸缘相移掩模来形成半导体器件的方法

[57] 摘要

通过利用凸缘相移掩模(84)构图抗蚀剂层(88)来形成半导体器件。利用用于形成不同的相移区(25或50或26)和不透明区(64)的多层或单层构图层来制造凸缘相移掩模(84)。通过转移在多层或单层构图层中的开口(17),使其穿过不透明层(14)和透明基板(12),形成第一相移区。使用相同的多层或单层构图层的至少部分来凹陷不透明层预定的距离,以形成凸缘(第二相移区)(26)。第一相移区(25或50)使穿过它们的光相对穿过凸缘(26)的光偏移180度,由此增加了穿过凸缘相移掩模的光的对比度。



1. 一种形成凸缘相移掩模的方法，包括：
提供透明基板；
5 形成覆盖所述透明基板（12 或 32）的不透明层（14 或 34）；
形成覆盖所述不透明层的第一掩模层（16 或 38）；
形成覆盖第一掩模层（17 或 46）的第二掩模层（18 或 42）；
构图所述第二掩模层以限定第一开口；
转移第一开口（17，22 和 24 或 46，48 和 52）穿过所述第二掩
10 模层和不透明层并进入透明基板，以露出所述透明基板的第一相移区
（25 或 50）；
凹陷第一掩模层（图 5 中的 16 或 38）以形成第二开口（图 5 中
的 24），所述第二开口的外部边缘延伸至所述第一开口的外部边缘以
外；
15 除去在第二开口内覆盖所述透明基板的不透明层的部分，以暴露
出所述透明基板的凸缘区（26）；以及
除去所述第一和第二掩模层以形成所述凸缘相移掩模。
2. 根据权利要求 1 的方法，其中，所述第一掩模层包括酚醛树
20 脂基材料。
3. 根据权利要求 1 的方法，其中，所述第一相移区（25 或 50）
使光相对穿过凸缘区（26）的辐射相位偏移一百八十度。
- 25 4. 根据权利要求 1 的方法，其中，所述第二开口与所述第一开
口同轴。
5. 根据权利要求 1 的方法，进一步包括：
形成覆盖第一掩模层（38）的第三掩模层（40），其中第二掩模
30 层（42）覆盖所述第三掩模层。

6. 根据权利要求 5 的方法，其中，所述形成第一开口包括：
转移第一开口（7, 22 和 24 或 46, 48 和 52）穿过第三掩模层（40），
利用第三掩模层（40）来形成穿过第一掩模层（38）和不透明层
5 （34）的第一开口，以及
除去第三掩模层（40）。

7. 根据权利要求 6 的方法，其中，第一掩模层（16 或 38）和第
二掩模层（18 或 42）每个都包括抗蚀剂材料，而第三掩模层（40）
10 包括硬掩模。

8. 一种形成凸缘相移掩模的方法，包括：
提供透明基板（12, 32 或 62）；
形成覆盖所述透明基板的不透明层（14, 34 或 64）；
15 形成覆盖所述不透明层的抗蚀剂层（16, 38 或 66）；
构图所述抗蚀剂层以限定第一开口（22, 48 或 68）；
转移所述第一开口穿过所述不透明层并进入所述透明基板，以暴
露出透明基板的第一相移区（25, 50 或 71）；
凹陷覆盖在所述透明基板上并且是在所述抗蚀剂层下面的不透明
20 层（14, 34 或 64）的部分；
在凹陷所述不透明层的一部分时，凹陷抗蚀剂层（16, 38 或 66）
的部分；以及
在凹陷所述不透明层的部分之后，除去抗蚀剂层（16, 38 或 66）
以形成所述凸缘相移掩模。

25
9. 根据权利要求 8 的方法，其中，在构图抗蚀剂层（16, 38 或
66）以限定第一开口（22, 48 或 68）之后以及在除去所述抗蚀剂层
之前，没有形成额外的抗蚀剂层。

30 10. 一种用于形成半导体器件的方法：

提供半导体衬底（89）；

在半导体衬底（89）上面形成抗蚀剂层（88）；

提供凸缘相移掩模（84），所述凸缘相移掩模（84）由如下方法形成，包括：

5 提供透明基板（12 或 32）；

 形成覆盖所述透明基板的不透明层（14 或 34）；

 形成覆盖所述不透明层的第一掩模层（16 或 38）；

 形成覆盖所述第一掩模层的第二掩模层（18 或 42）；

 构图所述第二掩模层以限定第一开口（17 或 46）；

10 转移第一开口（17，22 和 24 或 46，48 和 52）穿过所述第二掩模层和不透明层，并进入所述透明基板，以暴露出所述透明基板的第一相移区（25 或 50）；

 凹陷第一掩模层（图 5 中的 16 或 38）以形成第二开口（图 5 中的 24），所述第二开口的外部边缘延伸至所述第一开口的外部边缘以外；

15 除去在所述第二开口内覆盖所述透明基板的不透明层的部分，以露出所述透明基板的凸缘区（26）；

 除去所述第一和第二掩模层以形成所述凸缘相移掩模；以及

20 提供辐射源（81），使之通过凸缘相移掩模（84）到半导体基板（89），以在抗蚀剂层（88）上形成曝光的图案。

形成凸缘相移掩模及利用凸缘相移掩模来形成半导体器件的方法

5 技术领域

本发明的领域总的来说涉及半导体器件，更具体地涉及光刻技术。

背景技术

10 为努力使更多的器件功能适合更小的区域并且增加集成电路的速度，缩小了集成电路中功能部分（feature）的尺寸（例如，互连线的宽度）。要克服的一个障碍是：以合理的成本，通过照射辐射（例如，光）穿过标线片（reticle）、在光致抗蚀剂层中形成具有小功能部分的期望图案，即称为光刻技术的工艺的可靠性。由于光刻技术受衍射的限制，所以由光穿过标线片中的开口时光散开（衍射）的现象抑制了
15 可以印刷在光致抗蚀剂层中的最小的功能部分。如果成像光学系统捕获不到衍射的光，那么图案信息丢失并且在光致抗蚀剂图案中不能构成小的功能部分。由于成像光学系统原本含有缺陷，所以它们不能捕获所有的图案信息。由此，将衍射减少到最小是理想的。

20 一种方法是光学相移光刻技术，其使用具有图案化的透明材料的标线片，图案化的透明材料具有预定厚度，这样通过透明材料传输的光与不包含透明材料的相邻区域具有 180 度的相位差。所得到的干涉效应提高了图案的对比度、清晰度和其它工艺参数。

25 利用对于光学相移光刻技术的许多不同的方法，以相对标线片的其它部分偏移在标线片的预定部分中的光的相位，以努力减少衍射并印刷小的功能部分。一种类型的掩模是交替相移掩模（APSM），其仅具有 0 度和 180 度相移区。APSM 的主要缺点是在 0 度和 180 度相移区之间的边界处，相位冲突上升，其可能导致不理想的印刷制品，例
30

如不是期望图案的一部分的线。

5 另一种光刻方法，互补相移掩模（CPSM），通过增加与第一（相移）掩模互补的第二（非相移）掩模，尝试阻止在 APSM 中产生的不希望相位冲突效应。尽管解决了相位冲突问题，但由于使用两个掩模来形成期望的图案，所以使用 CPSM 增加了周期、成本和制造复杂性。

10 为克服 APSM 和 CPSM 的缺点，使用凸缘（rim）相移掩模（RPSM）。RPSM 具有沿不透明图案化的区域的边缘设置的凸缘，不透明图案化的区域通常为铬合金并且形成在石英基板上。不透明图案化的区域阻挡了光，使得在光刻工艺中使用 RPSM 时，在不透明图案化的区域下面的区域中不显影半导体晶片上的光致抗蚀剂层。典型地，凸缘是石英基板中的沟槽，使光相对石英基板偏移 180 度，以提高不透明图案化的区域的图象对比度，由此提高了半导体晶片上的光致抗蚀剂中相应功能部分的清晰度和工艺容限。

20 用于形成 RPSM 的一种方法包括在已淀积在平坦的石英基板上的未构图的铬合金层上涂敷光致抗蚀剂层。第一光致抗蚀剂层被构图并用作掩模以首先蚀刻铬合金，并随后蚀刻进入石英以形成凸缘。因为凸缘极其小（大约 10-20%的相邻图案化的铬合金的尺寸），所以很好地控制石英的蚀刻是很重要的。在形成凸缘后，除去第一光致抗蚀剂层并在铬合金层上涂敷和构图第二光致抗蚀剂层。使用第二光致抗蚀剂图案作为掩模蚀刻铬合金层。在从石英凸缘中后退刻蚀铬合金之后，第二光致抗蚀剂层对石英基板中凸缘的对准使铬合金层的剩余部分位于凸缘之间。因为进行了两个光刻工艺（即，光致抗蚀剂构图步骤），所以上述方法还是有问题的，其增加了制造时间和成本。因此，存在对于形成 RPSM 的可控方法的需要，其中 RPSM 使凸缘自行对准已构图的铬合金并将制造时间和成本减少到最小。

30

附图说明

本发明借助于例子来说明但不限于附图，其中相同的标记表示相似的元件，以及其中：

5 图 1 至 7 示例了根据本发明第一实施例所形成的凸缘相移掩模的截面图；

图 8 至 13 示例了根据本发明第二实施例所形成的凸缘相移掩模的截面图；

图 14 至 19 示例了根据本发明又一实施例所形成的凸缘相移掩模的截面图；

10 图 20 示例了使用在图 1 至 19 中所示例的各种实施例中形成的任一凸缘相移掩模以构图形成在半导体晶片上的光致抗蚀剂层的方法。

本领域技术人员应明白，为了简单和明了而示例了图中的元件，但不必按规格来绘制。例如，图中的某些元件的尺寸相对其它的元件可能被夸大，以有助于提高本发明的实施例的理解。

15

具体实施方式

在形成半导体器件时，光穿过标线片以构图半导体晶片上的抗蚀剂（光致抗蚀剂）层。为改善抗蚀剂层上的图案，通过使用凸缘相移标线片或掩模（RPSM）在抗蚀剂上入射光时，可以增加光的对比度。可以利用多层或单层掩模薄膜形成 RPSM 来构图不透明层和透明基板，以形成第一相移区和凸缘。根据本发明的实施例，凸缘不对光进行相位偏移并且不被蚀刻进入石英基板。而是，第一相移区使穿过它的光相对凸缘相位偏移 180 度，并且通过蚀刻凹槽或沟槽进入透明基板来形成。通过使不透明层凹陷来形成凸缘。第一相移区和凸缘都是利用多层或单层掩模薄膜的一部分来形成的。

25

本发明的第一实施例是一种使用双层掩模薄膜形成相移掩模的方法。双层掩模薄膜的顶层构图透明基板，并且使底层凹陷以蚀刻（下面的）不透明层来形成凸缘。在第二实施例中，使用三层掩模薄膜来

30

形成 RPSM。掩模薄膜的顶层用于构图掩模薄膜的中间层，其又用于构图掩模薄膜的底层和不透明层。底层是用于构图透明基板的掩模。在第三实施例中，使用同一光致抗蚀剂单层蚀刻透明基板和上覆的不透明层。借助于附图更好地理解每个实施例。

5

图 1 至 7 中示例了利用第一实施例用于形成 RPSM 的方法。图 1 中示出了第一标线片或 RPSM 10 的一部分，第一标线片或 RPSM 10 包括在不透明层 14（例如，铬合金或铬）和透明基板 12（例如，石英）上面形成的双层掩模薄膜 20（例如，双层光致抗蚀剂）。在一个实施例中，由物理汽相淀积（PVD）形成的不透明层 14 大约为 100 10 纳米（在厚度上）的铬合金。双层掩模薄膜 20 包括底（下面或图案）层 16 和顶（图象）层 18。在一个实施例中，底层 16 和顶层 18 是不同的抗蚀剂层。如下面将变得显而易见的，在图 1 至 7 中所示的实施例中，当构图或图象化顶层 18 时，应不构图底层 16。取得这样效果的一种方法是，当双层掩模 20 暴露于用于构图的光或电子源时，顶层 15 18 具有比底层 16 高的曝光感光度。在优选实施例中，如果顶层是含硅的抗蚀剂层、例如硅烷或硅倍半环氧乙烷（silsequioxane），而底层 16 是酚醛树脂基（novolak-based）材料，那么将会出现这种情况。然而，当构图可以为任何聚合物、有机材料之类的顶层 18 时，底层 16 20 可以为任何的聚合物材料（例如，抗蚀剂）、有机材料（例如，聚酰亚胺或不定型碳）、或将不被构图的任何其它材料。

如图 2 中所示，使用已知的光刻工艺，例如电子束直接写入光刻（EBL）、电子束投影光刻（EPL）、或任何其它的光学光刻图案产生 25 技术，构图顶层 18，以在第一开口 17 中露出底层 16。尽管在附图所示的实施例中，第一开口 17 在截面视图中看上去为两个不同的开口，但从顶视图来看，第一开口 17 是围绕顶层 18 的已构图部分 19 的所有侧壁的矩形，并因此将称为单个开口。然而，本领域技术人员应认识到，第一开口 17 从顶视图来看不必形成矩形，而是可以使用 30 用于构图顶层 18 的任何其它的形状或设计。用于顶层 18 和第一开口

17 的图案将取决于光致抗蚀剂层中期望的图案，其随后作为形成半导体器件的工艺的一部分被构图，如下面更详细说明的。

5 如图 3 中所示，在形成第一开口 17 之后，蚀刻底层 16 和不透明层 14 以形成第二开口 22，第二开口 22 延伸进入第一开口 17 的底层 16 和不透明层 14。换句话说，顶层 18 的图案转移到底层 16 和不透明层 14 上。在一个实施例中，具体地，如果底层 16 为聚合物材料、例如抗蚀剂，那么使用含氧化学剂来除去底层 16 的一部分；如果不透明层为含铬的材料、例如铬合金，那么使用含氯和氧的化学剂来除
10 去部分不透明层 14。由于使用不同的化学剂来蚀刻底层 16 和不透明层 14，第一开口 17 将首先转移（transfer）到底层 16 以形成开口，并随后将蚀刻不透明层 14 来完成第二开口 22。为简单起见，图 3 中示出了蚀刻底层 16 和不透明层 14 之后所得到的结构。

15 一旦在顶层 18、底层 16 和不透明层 14 内形成第二开口 22，就除去由第二开口 22 露出的部分透明基板 12 以形成第三开口 24。通常，因为顶层 18 和透明基板 12 将能够被同一化学剂蚀刻，所以在蚀刻透明基板 12 的同时，将除去顶层 18 的剩余部分。例如，如果透明基板 12 为石英，顶层 18 为氮化硅，那么可以使用含氟的化学剂来构图透明基板 12 并除去顶层 18。从而，底层 16 用作用于蚀刻透明基板 12
20 的掩模。由于使用顶层 18 作为掩模构图了底层 16，所以在工艺的这个阶段，当最初露出时底层 16 将具有与顶层 18 基本上相同的图案。（例如，由于在蚀刻底部光致抗蚀剂层 16 期间出现的制造和工艺变化，可能使图案稍微不同。）第三开口 24 的形成产生在第三开口 24
25 下面的第一相移区 25，如图 4 中所示。

第一相移区 25 是在光刻工艺期间使穿过它们的辐射（例如，光）的相位偏移的区域。在优选实施例中，第一相移区 25 是 180 度相移区，这是因为它们比透明基板 12 的其它区域薄。由下列公式确定第一相移区 25 的厚度：
30

$$d = \lambda / [2(n-1)]$$

其中 d 是第一相移区 25 的厚度， λ 是 RPSM 10 上入射的辐射的波长，n 是透明基板 12 的折射率。第一相移区 25 使穿过这些区域的辐射的相位相对 RPSM 的露出的未构图区域偏移 180 度，RPSM 的露出的未构图区域在工艺的这个阶段还没有形成。换句话说，还没有形成凸缘（第二相移区）。

为形成凸缘，通过在光刻工艺中使底层 16 曝光或用含氧化学剂各向同性蚀刻底层 16，横向凹陷底层 16 以扩展第三开口 24 的顶部部分来形成第四开口 27。（此外，在横向凹陷工艺期间，底层 16 的厚度可以减少等于底层 16 的横向凹陷量的量。因此，在横向凹陷之前底层 16 的厚度将比要横向凹陷的预期量厚，以便在该构图工艺期间不除去全部底层 16。）从而，第四开口 27 的边界（外部边缘）延伸至第三开口 24 的边界以外。换句话说，第四开口 27 的宽度比第三开口 24 的宽度大。此外，第四开口 27 与第三开口 24 同轴。通过横向凹陷底层 16，露出不透明层 14 的一部分。如图 5 中所示，因为在凹陷底层 16 之前，底层 16 和不透明层 14 的边缘基本共面，所以底层 16 的凹陷量等于被露出的不透明层 14 的量。

如图 6 中所示，在形成开口 27 后，除去（凹陷）不透明层 14 的露出部分。如果不透明层 14 为含铬的材料，那么可以使用含氯和氧的化学剂。凹陷不透明层 14，使得之后不透明层 14 和底层 16 再次基本共面。由于凹陷不透明层 14 的结果所露出的部分透明基板 12 为凸缘 26（第二相移区或台面区），在优选实施例中凸缘 26 基本不偏移穿过它的光的相位。因为第二相移区 26 的厚度大约等于 K 乘以光的波长除以折射率，其中 K 是整数，所以光不发生相位偏移。来自第一相移区 25 和凸缘 26 的光之间的相位差为 180 度。从而，在替换实施例中，凸缘 26 为第二相移区，并且使光相位偏移 270 度，而第一相移区 25 使光相位偏移 90 度。如图 6 中所示，凸缘 26 是邻接的并在第一相移区 25 的任一侧上的边缘。由邻接凸缘 26 的不透明层 14 覆盖

的区域是场区 28。

在形成凸缘 26 之后，在使用灰化工艺的一个实施例中，除去底层 16，灰化工艺是使用氧等离子体的蚀刻工艺。在除去底层 16 之后，完成并在图 7 中示例出的第一标线片 10、或更具体为第一相移掩模。如下面将变得显而易见，形成在场区 28 上面的不透明层 14 基本上阻挡了入射在第一标线片 10 上的辐射，并且第一相移区 25 使光的相位相对凸缘 26 偏移 180 度，并且凸缘 26 在不使光相移的情况下，传送辐射通过透明基板 12，以在半导体衬底上形成的抗蚀剂层中构图小的功能部分。

图 8 至 13 示例了根据本发明用于形成相移掩模的第二实施例。第二标线片 30 包括与第一标线片 10 的等效层（例如，透明基板 12 和不透明层 14）相似的透明基板 32 和不透明层 34。包括底（掩模）层 38、中间（硬掩模）层 40 和顶（掩模）层 42 的三层叠层 36 形成在不透明层 34 的上面，如图 8 中所示。底层 38 和顶层 42 可以为相同的材料，例如抗蚀剂（例如，酚醛树脂基材料）。然而，在一个实施例中，底层 38 和顶层 42 是不同的材料（例如，底层 38 为酚醛树脂基材料，而顶层 42 是含硅的抗蚀剂层）。中间层 40 可以是抗蚀剂层或氧化物层，例如 HSQ（氢硅倍半环氧乙烷）或氧化硅（ SiO_2 ）。选择用于中间层 40 的材料应能够相对顶层 42 和底层 38 都可选择性地暴露或蚀刻。在一个实施例中，用于这些层的厚度从 50 至 300 纳米变化。更具体地，顶层 42 的厚度大约等于 50 纳米，底层 38 的厚度大约为 300 纳米，并且中间层 40 的厚度在大约 50 至 300 纳米之间。

如图 9 中所示，使用已知的光刻工艺构图顶层 42 以形成露出部分中间层 40 的第一开口 44。尽管第一开口 44 在截面视图中显示为两个开口，但与第一实施例的第一开口 17 相同，第一开口 44 实际上为一个开口。

30

如图 10 中所示, 在形成第一开口 44 后, 蚀刻中间层 40 以形成延伸进第一开口 44 的中间层 40 内的第二开口 46。在中间层 40 为氧化硅而底层 38 为抗蚀剂的实施例中, 可以使用含碳氟化合物的化学剂来对底层 38 选择性蚀刻中间层 40。

5

在形成第二开口 46 后, 蚀刻底层 38 以形成延伸进第二开口 46 的底层 38 内的第三开口 48, 如图 11 中所示例的。如果顶层 42 为与底层 38 相同的材料, 那么在构图底层 38 的同时将除去顶层 42 的至少一部分, 这是因为在蚀刻底层 38 时, 顶层 42 暴露于蚀刻其本身的化学剂中。对于在构图底层 38 时要除去的全部顶层 42, 顶层 42 将小于或等于底层 38 的厚度。在优选实施例中, 顶层 42 明显比底层 38 薄, 以确保在构图底层 38 时除去所有的顶层 42。从而, 不需要进行除去顶层 42 的额外工艺步骤。如果在构图顶层 38 期间除去了顶层 42, 那么将不除去中间层 40 (即, 蚀刻化学剂对于中间层 40 是选择性的), 以便中间层 40 可以用作用于构图底层 38 的掩模。

10

15

在另一个实施例中, 假若顶层 42 和中间层 40 一起用作用于构图底层 38 的掩模, 则在构图底层 38 时不除去顶层 42。然而, 如果顶层 42 能用作用于构图底层 38 的掩模, 那么中间层 40 就不是必须的, 并且取代三层叠层 36, 应使用第一方法中所示例的双层叠层来缩减工艺 (例如, 中间层 40 的淀积), 而由此减少了制造周期时间。

20

如图 12 中所示, 在构图底层 38 后, 蚀刻不透明层 34 和透明基板 32 来形成第四开口 52, 第四开口 52 是进入不透明层 34 和透明基板 32 的前一开口的延伸。由于材料可以相同, 所以可以使用前面提到的在第一实施例中用于蚀刻不透明层 14 和透明基板 12 的化学剂, 来蚀刻透明基板 32 和不透明层 34。通常, 在蚀刻透明基板 32 的同时将除去中间层 40, 这样底层 38 用作用于蚀刻透明基板 32 的掩模。在第四开口 52 的下面为第一相移区 50, 第一相移区 50 与第一标线片 10 的第一相移区 25 相似。

25

30

用于完成制造第二标线片 30 的工艺与针对第一实施例的图 5 至 7 所描述的工艺相同。在形成第一相移区 50 后，凹陷底层 38 以扩展第四开口 52 的顶部部分，这样顶部部分（第五开口，未示出）具有延伸在第四开口的边界和不透明层 34 的部分以外的边界。随后除去不透明层 34 的露出部分以形成凸缘（第二相移区）54，如图 13 中所示。然后，除去底层 38，其中在一个实施例中用灰化工艺来进行。所得到的第二标线片（第二相移掩模）30 具有位于不透明层 34 下面的场区 53、第一相移区 50 和凸缘 54，它们与第一标线片的等效区域相似并全部一起用来构图半导体晶片上的层，如下面详细说

图 14 至 19 示例了根据本发明用于形成相移掩模的第三种方法。图 14 中的第三标线片 60 包括覆在不透明层 64 上面的抗蚀剂层 66，不透明层 64 形成在透明基板 62 上。在一个实施例中，不透明层 64 是用 PVD 形成的 100 纳米（在厚度上）的铬合金，而抗蚀剂层是用旋涂技术形成的至少大约 500 纳米、更具体大约为 500 至 700 纳米的抗蚀剂。透明基板 62 和不透明层 64 与前面的实施例中的等效层相似。

如图 15 中所示，构图抗蚀剂层 66 以形成第一开口 68，第一开口 68 延伸通过抗蚀剂层 66 并暴露出不透明层 64。可以使用任何常规的光刻工艺来形成第一开口 68。尽管与前述实施例中的第一开口相似的第一开口 68 在截面上观察时，显示为两个开口，但其为一个开口。在构图抗蚀剂层以形成第一开口 68 后，在透明基板 62 上没有形成额外的抗蚀剂层来用于后续的构图。

在形成第一开口 68 之后，除去在第一开口 68 内的不透明层 64 以形成第二开口 70，第二开口 70 延伸通过抗蚀剂层 66 和不透明层 64，如图 16 中所示。如果不透明层 64 为铬合金，可以使用含氟和含氧的化学剂来蚀刻不透明层 64。

如图 17 中所示，在一个实施例中，通过利用含氟的化学剂蚀刻凹槽（沟槽）进入透明基板 62，使第二开口 70 延伸进透明基板 62，以形成第三开口 72。通过使透明基板 62 的一部分变薄，形成第一相移区 71，第一相移区 71 与前述实施例中形成的第一相移区相似。换句话说，第一相移区 71 是 180 度相移区。

在形成第一相移区 71 后，同时凹陷抗蚀剂层 66 和不透明层 64 以一起形成第四开口 73，第四开口 73 与第三开口 72 同轴并具有延伸在第三开口 72 的边界以外的边界。没有在沟槽内的透明基板 72 的露出部分是凸缘 74，凸缘 74 是第三掩模 60 的零度相移区。凸缘 74 邻接不透明层 64，不透明层 64 覆盖场区 76。

在第三实施例中，使用单抗蚀剂层 66（即，不是多层叠层）来形成第一相移区 71 和凸缘 74。由于在整个构图工艺中将保留抗蚀剂层的相当一部分，所以需要适合的抗蚀剂层。优选地，抗蚀剂层大约大于 500 纳米，或更优选为在大约 500 和 700 纳米之间。从而，在一个实施例中，可以使用厚抗蚀剂层。在现有技术的方法中，不使用厚抗蚀剂层来构图小的尺寸，例如凸缘，这是由于可控构图抗蚀剂来形成小功能部分的工艺的限制。但是，本申请人通过确定化学剂和其它蚀刻参数已克服了这个问题，使得能够利用单层抗蚀剂层来可控地形成凸缘。

在一个实施例中，如果不透明层 64 是铬合金，那么可以利用 7:1 至 1:1、更具体的大约为 7:1 或大约 5:1 比率的氯比氧的蚀刻工艺来凹陷铬合金。该化学剂还凹陷单层厚抗蚀剂层 66。凹陷单层厚抗蚀剂层 66 的程度取决于用于凹陷铬合金的化学剂的双层厚抗蚀剂层 66 的选择性。在优选实施例中，铬合金和抗蚀剂的凹陷量大致相等。在本实施例中，使用 1 至 200sccm 的氯和 1 至 200sccm 的氧作为蚀刻化学剂。可以对氯和氧添加额外的气体，例如氩。在一个实施例中，电源功率可以为至少大约 200 瓦，而施加给反应室的 RF（射频）偏置功率可

以小于或等于大约 300 瓦。在一个实施例中所用的压力在 1 至 300 毫托 (mT) 之间,更具体地在 1 至 100mT 之间。在优选实施例中,35sccm (标准立方厘米) 的氯和 9sccm 的氧的气流用作蚀刻化学剂,该蚀刻化学剂对于反应离子蚀刻 (RIE) 工具具有下列参数: 10mT 的压力、
5 15W 的 RF 功率和 500W 的电源功率。本领域技术人员应认识到,对于不同的工具来说可以改变所用的条件,特别是功率和压力。在形成凸缘 74 后,除去厚单层抗蚀剂层 66,产生第三标线片 (相移掩模) 60,第三标线片 60 与用前述实施例形成的最终相移掩模在操作方面等效。

10 第一标线片 10、第二标线片 30 和第三标线片 60 可以用于构图半导体器件上的层 (例如,抗蚀剂层)。图 20 中所示的是可用于曝光掩模 84 的装置 80,掩模 84 可以是第一标线片 10、第二标线片 30 或第三标线片 60。装置 80 包括光源 81、聚光系统 82、掩模 84、投影光学系统 86 和具有覆盖在其上的抗蚀剂层 88 的晶片 89。聚光系统 82
15 接收由光源 81 产生的光并将其施加给所有的掩模 84,掩模 84 具有要施加给晶片 89 的图案。掩模 84 的场区阻挡从聚光系统 82 接收的光,而因此光仅穿过第一相移区和凸缘 (即,分别为第一相移区 25、50 和 71 以及标线片 10、30、60 的凸缘 26、54 和 74。)。相对穿过凸缘的光,使穿过第一相移区的光相位偏移 180 度,使得来自第一相移区和凸缘的光能相互相消干涉。来自第一相移区和凸缘的任何叠加光的
20 这种相消干涉将增加晶片 89 上的抗蚀剂 88 的区域之间的对比度,利用掩模 84 来露出晶片 89 上的抗蚀剂 88。在光穿过掩模 84 的一部分而被掩模 84 的其它部分阻挡之后,投影光学系统 86 使传递到抗蚀剂 88 上的光聚焦,以便根据掩模 84 上展现的图案选择性地曝光抗蚀剂
25 88。

在所有的实施例中,使用相同的抗蚀剂层 (多层或单层) 来形成第一相移区和凸缘。通过利用相同的抗蚀剂层,消除了多次消耗和昂贵的光刻工艺,由此降低了周期和制造成本。使用上述任何实施例的另一优势是,使用自行对准工艺来使凸缘对准第一相移区和场区,因
30

此消除了未对准的可能性。通过降低未对准的可能性，得到了将增加产量的更耐用的工艺。同样，根据上述实施例，可以在同一系统进行所有的蚀刻以减少操作，由此减少了成本和缺陷产生。上述一些方法还使得能够要制造具有良好均匀性的可变尺寸凸缘。换句话说，所有的凸缘不需要为相同的尺寸。例如，为了形成不同尺寸的凸缘，应适当地构图多层或单层掩模。换句话说，在多层或单层掩模中的凸缘的图案将具有不同的尺寸。

尽管未示出，当蚀刻下面的层时，可以在厚度上减少任何露出的层（例如，抗蚀剂层）。例如，在第三实施例中，当蚀刻透明基板 62 时可以在厚度上减少抗蚀剂层 66，以形成图 17 中的第一相移区 71。在一个实施例中，抗蚀剂厚度可以减少原始厚度的大约 5-10%。

可以执行上述那些工艺以外额外的工艺。例如，在任何抗蚀剂层（多层或单层）中形成上述任何开口之后，可以使用氧等离子体进行消除残渣工艺，以改进开口并除去从抗蚀剂层构图工艺中产生的任何抗蚀剂残渣。

此外，当构图以形成凸缘时可能损坏不透明层。为避免这种损坏，在凹陷不透明层以形成凸缘之前，可以利用背部曝光来构图抗蚀剂层（多层或单层）。这最可能结合第三实施例来使用。

在上述说明书中，参考具体的实施例描述了本发明。然而，本领域的普通技术人员应明白在不脱离下面权利要求中所阐明的本发明的范围的情况下，可以作为各种修改和变化。因此，说明书和附图应看作是说明性的而不是限制性的，并且所有这样的修改和变化都包含在本发明的范围内。

上面已针对具体的实施例介绍了收益、其它优势和解决问题的方法。不过，可以使任何收益、优势或方法出现或变得更加显著的收益、

优势、解决问题的方法和任何部件不应推论为任意或所有权利要求的关键的、必须的或主要的特征或部件。如此处所使用的，术语“包括（comprise）”、“构成（comprising）”或其任何其它变化想要覆盖不排除的包含物，使得包括一系列部件的工艺、方法、物品或设备不仅包括
5 那些部件，而且还可以包括未明确列出的或这种工艺、方法、物品或设备固有的其他部件。

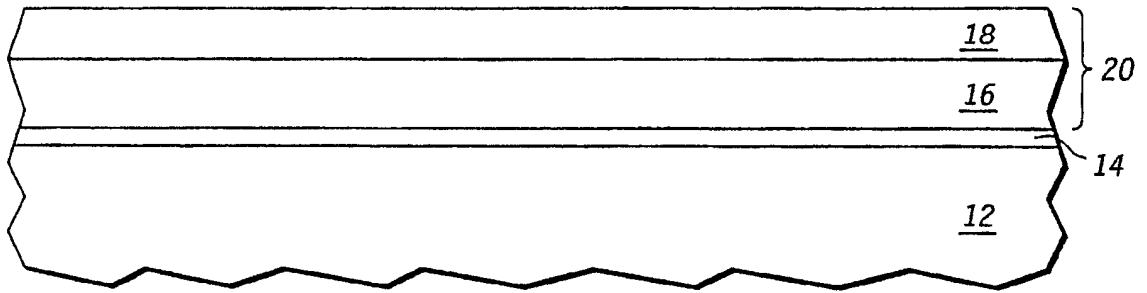


图1 10

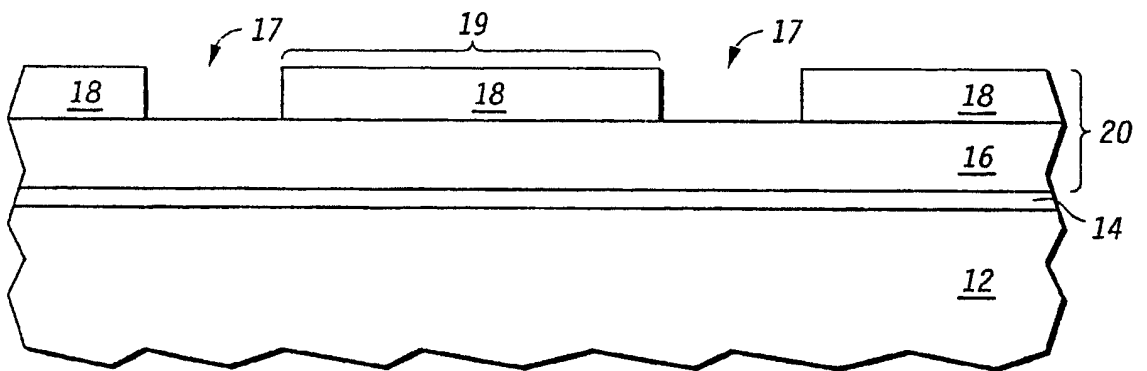


图2 10

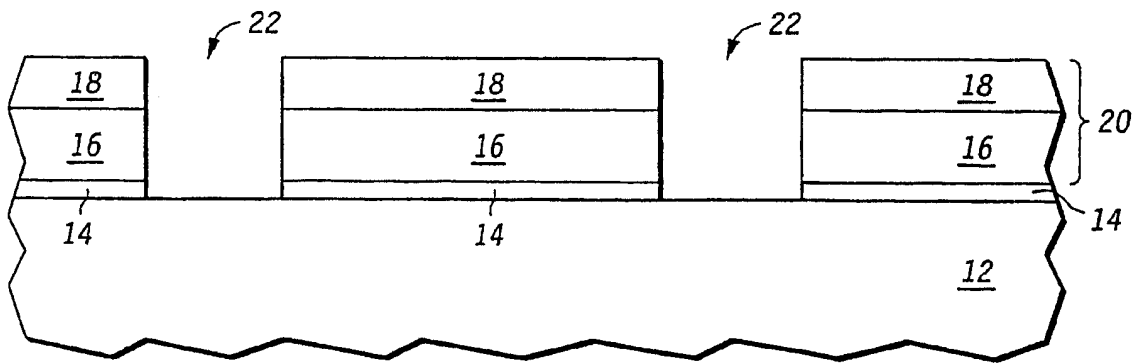


图3 10

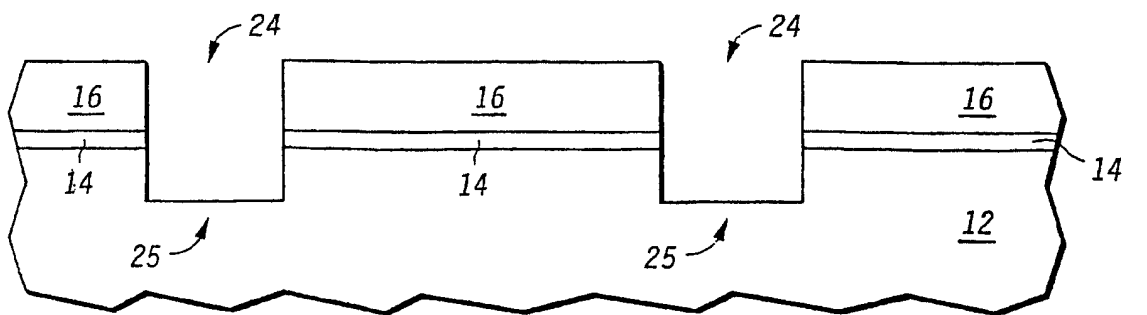


图4 10

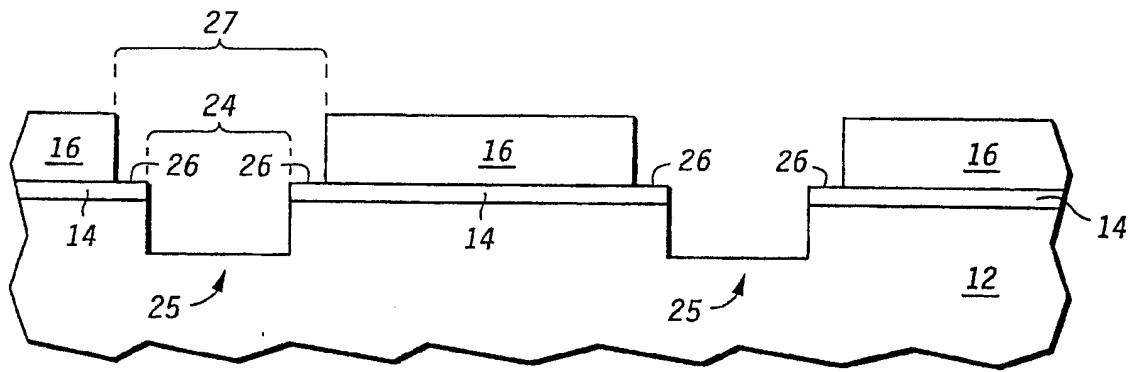


图5 10

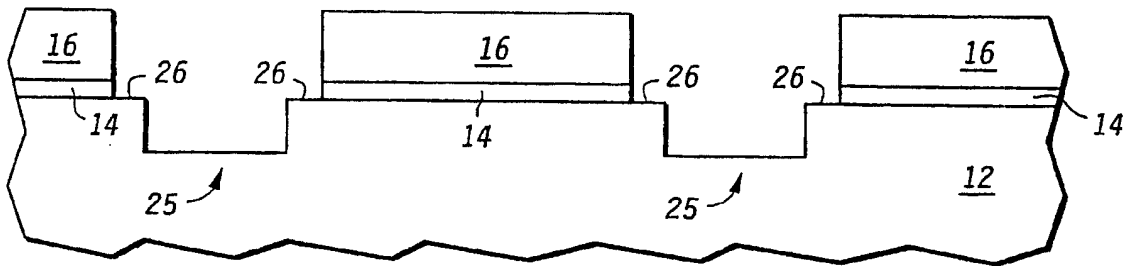


图6 10

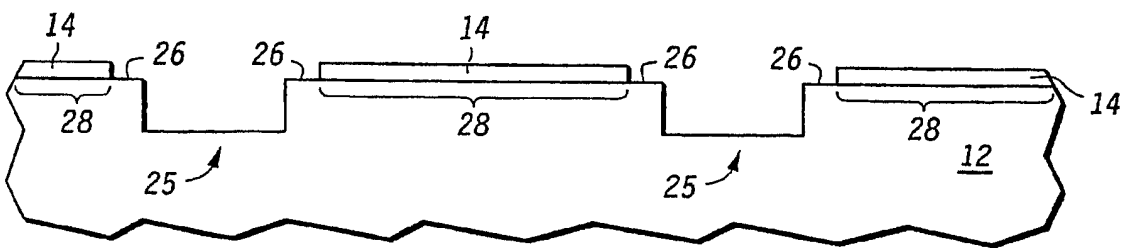


图7 10

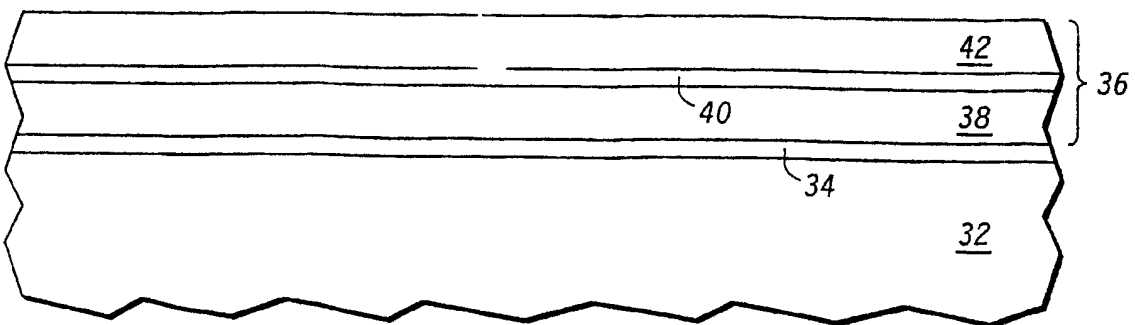


图8 30

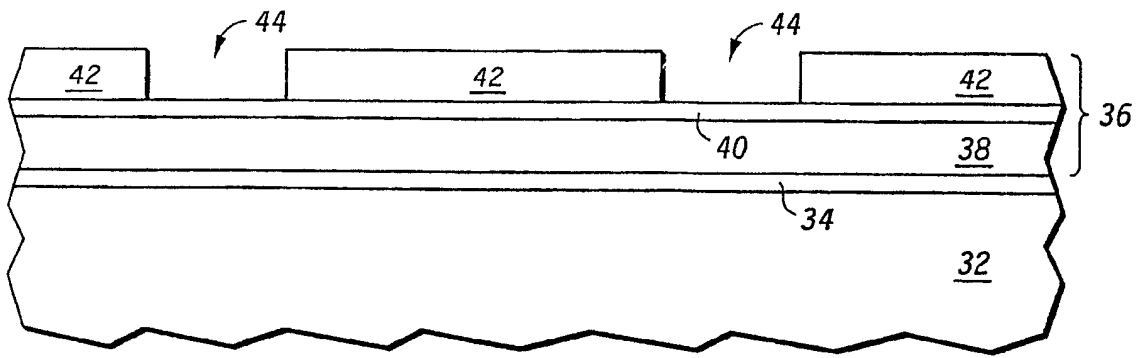


图9 30

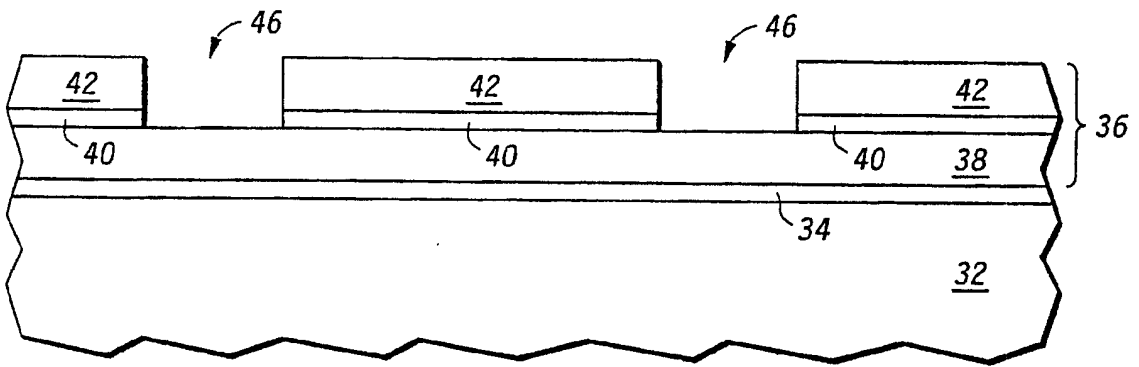


图10 30

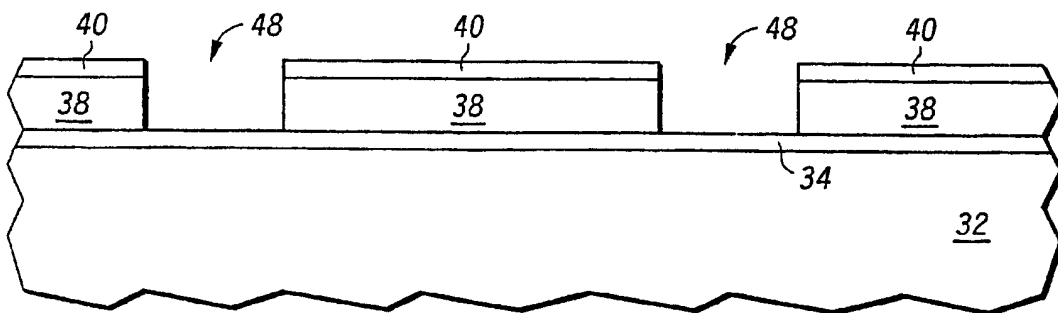


图11 30

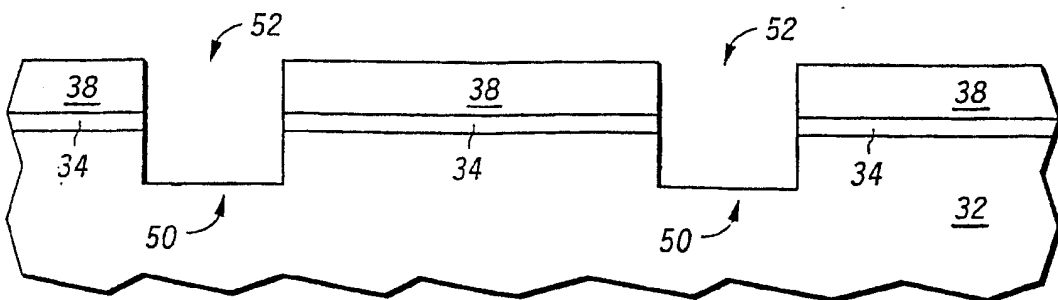


图12 30

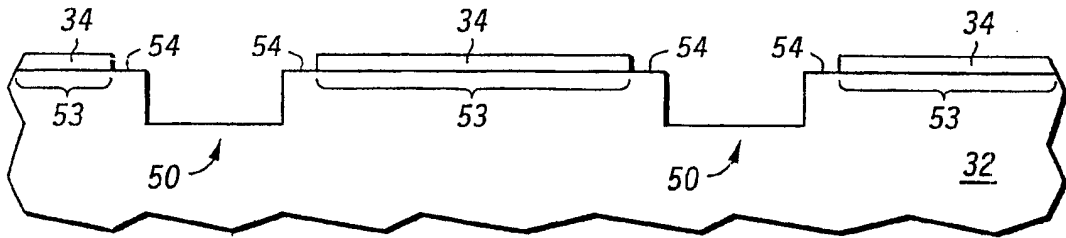


图13 30

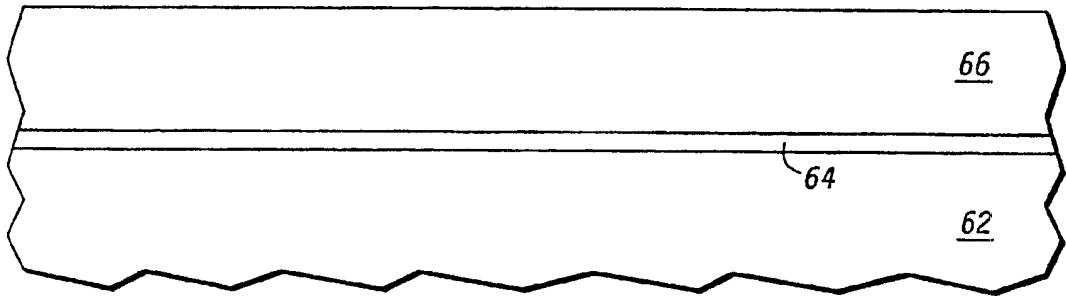


图14 60

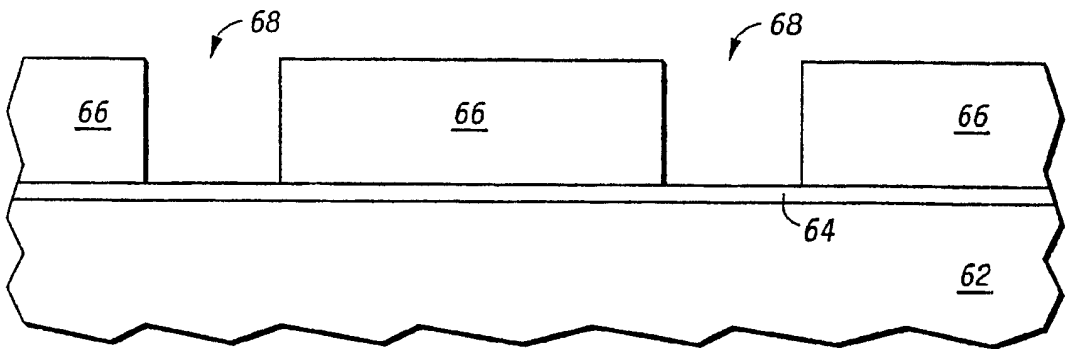


图15 60

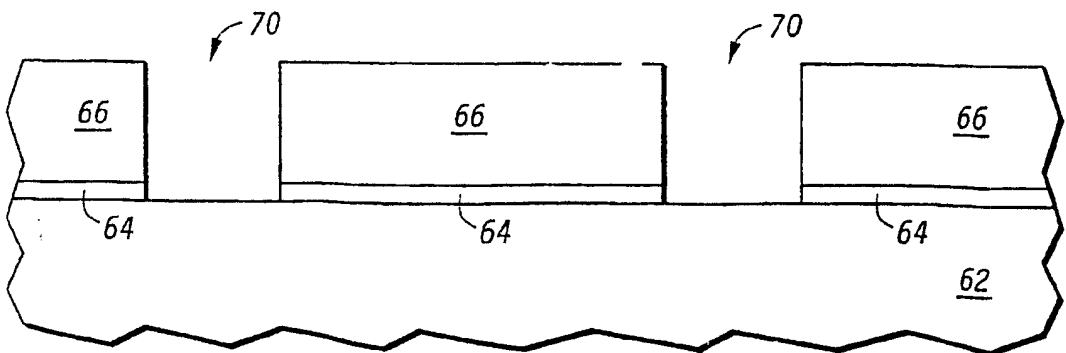


图16 60

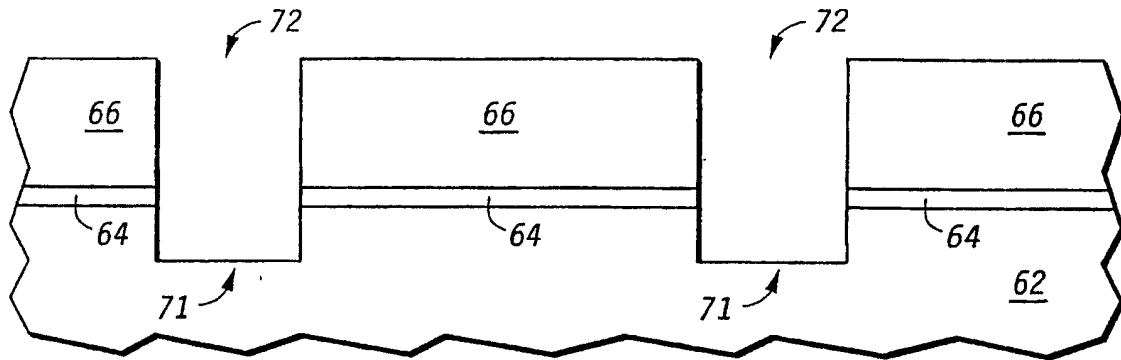


图17 ⁶⁰

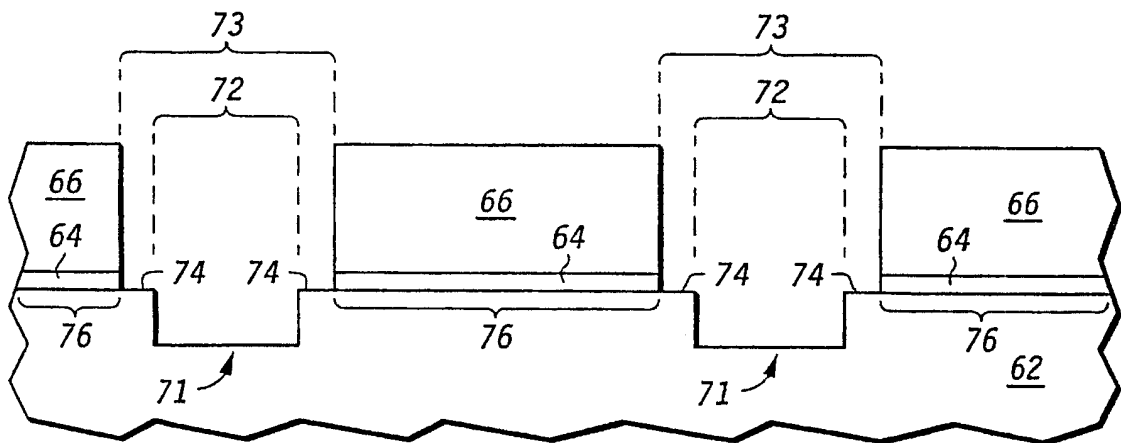


图18 ⁶⁰

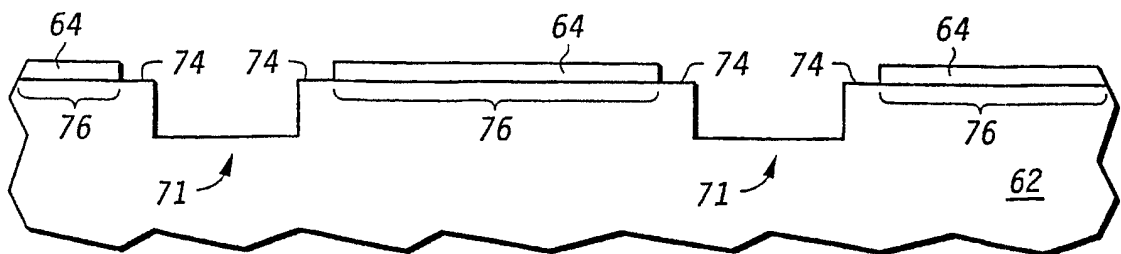


图19 ⁶⁰

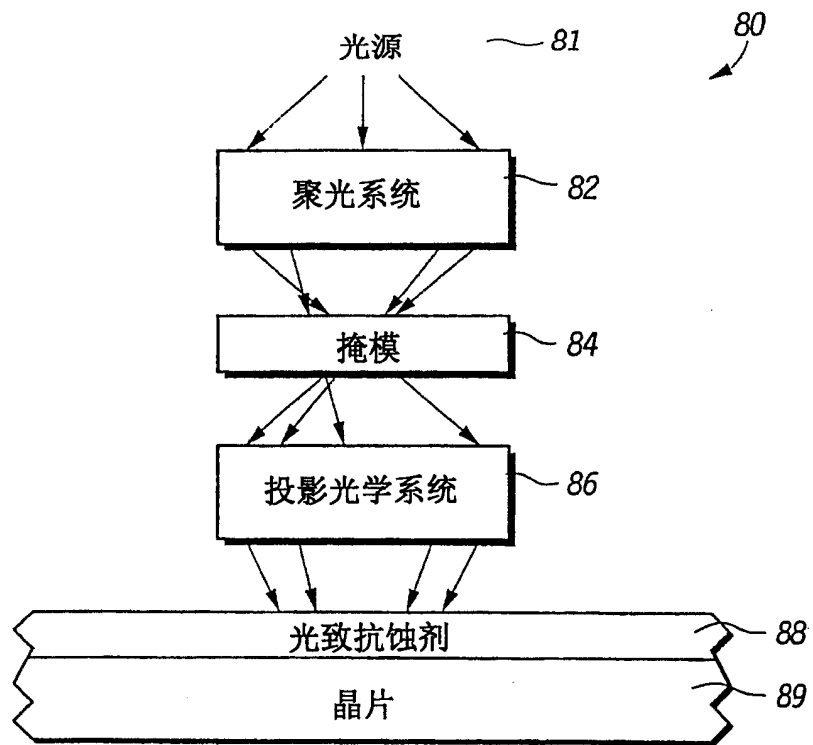


图20