

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 21/311 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580004804.8

[45] 授权公告日 2009 年 5 月 13 日

[11] 授权公告号 CN 100487873C

[22] 申请日 2005.1.12

[21] 申请号 200580004804.8

[30] 优先权

[32] 2004.2.13 [33] US [31] 10/779,007

[86] 国际申请 PCT/US2005/000961 2005.1.12

[87] 国际公布 WO2005/082122 英 2005.9.9

[85] 进入国家阶段日期 2006.8.14

[73] 专利权人 飞思卡尔半导体公司

地址 美国得克萨斯

[72] 发明人 塞萨尔·M·加尔萨

威廉·D·达林顿

斯坦利·M·菲利皮亚克

詹姆斯·E·瓦谢克

[56] 参考文献

US2002/0139773A1 2002.10.3

US6174818B1 2001.1.16

JP2002-222941A 2002.8.9

US2002/0160320A1 2002.10.31

US2002/0142607A1 2002.10.3

US6589709B1 2003.7.8

审查员 王 洁

[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 穆德骏

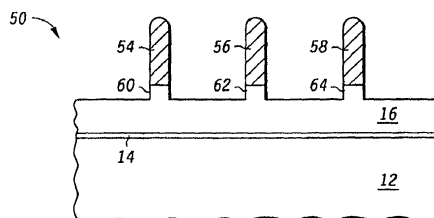
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 4 页

[54] 发明名称

利用处理的光刻胶来制造半导体器件的方法

[57] 摘要

通过刻图用于形成晶体管(80、82、84)栅极(60、62、64)的导电层(16)制造半导体器件(50)。形成栅极(60、62、64)的工艺具有刻图覆盖导电层(16)的光刻胶(54、56、58)的步骤。剪裁刻图的光刻胶(54、56、58)使得其宽度降低。向剪裁的光刻胶(54、56、58)施加氟,优选为F₂,以增大其硬度及其对于导电层的选择性。利用剪裁的和氟化的光刻胶(54、56、58)作为掩模,刻蚀导电层(16)形成用作栅极(60、62、64)的导电元件。形成晶体管(80、82、84),其中导电柱是栅极(60、62、64)。其它卤素,具体为氯,可代替氟。



1. 一种形成半导体器件的方法，包括：
提供衬底；
提供覆盖所述衬底、将被刻图的层；
提供覆盖在所述将被刻图的层上的刻图的光刻胶层，所述刻图的光刻胶层具有最小尺度；
剪裁所述刻图的光刻胶层；
施加分子氟 F_2 气体至所述刻图的光刻胶层，以使所述光刻胶层的性质变得对于后续刻蚀处理更加耐受；以及
将所述剪裁的刻图光刻胶层的图案传送至将要被刻图的层。
2. 如权利要求 1 的所述方法，其中所述将要被刻图的层包括层的堆叠。
3. 如权利要求 2 的所述方法，所述层的堆叠包括覆盖在将要被刻图的下面层上的牺牲层。
4. 如权利要求 1 的所述方法，其中所述剪裁包括通过机械与化学处理中的至少一个来降低所述最小尺度。
5. 如权利要求 4 的所述方法，其中机械处理包括反应离子刻蚀（RIE）和离子轰击刻蚀中的至少一种。
6. 如权利要求 4 的所述方法，其中化学处理包括与至少氧反应。
7. 如权利要求 4 的所述方法，其中所述剪裁将所述最小尺度降低至所述最小尺度的 40%。
8. 如权利要求 1 的所述方法，其中所述性质包括化学与物理特性

中的至少一种。

9. 如权利要求 1 的所述方法，其中所述的传送图案的步骤包括图案传送刻蚀处理。

10. 如权利要求 1 的所述方法，其中在相同工具中执行所述剪裁与所述施加分子氟气。

11. 如权利要求 1 的所述方法，其中所述将要被刻图的层包括导体材料、半导体材料以及绝缘材料中的至少一种。

12. 如权利要求 1 的所述方法，其中所述剪裁的刻图的光刻胶层包括用于形成晶体管的控制电极的一部分。

13. 一种半导体器件，包括：

衬底；

在所述衬底上形成的绝缘层；

在所述绝缘层上形成的导电层；以及

在所述导电层上形成的光刻胶层，所述光刻胶层包括刻图的光刻胶层，所述刻图的光刻胶层进一步包括剪裁的刻图的光刻胶层，所述剪裁的刻图的光刻胶层已经被分子氟 F_2 气体处理以将所述光刻胶层的性质变得对于后续刻蚀处理更加耐受。

利用处理的光刻胶来制造半导体器件的方法

技术领域

本发明涉及制造半导体器件的方法，并且更具体地，涉及该方法中光刻胶的使用。

背景技术

随着半导体的制造具有越来越小的尺度，光刻技术向着越来越小的波长演进。在降低的波长处提供的光导致对于不同光刻胶的需求。这不仅是由于波长造成光特性的改变所导致，还由于降低强度的光所导致。由于光刻胶的所需改变，光刻胶在它们的成分上也发生变化，并从而改变其对于刻蚀剂的反应。一种负面效果是该光刻胶比以前的光刻胶更加快速地刻蚀。例如在 248 纳米，多晶硅对光刻胶的刻蚀速率比约为 3 比 1。对于在 193 纳米处有用的光刻胶，该比值显著地降低至约 1.5 比 1。不希望增加光刻胶的厚度，这是由于有关焦点深度的问题造成的。另一负面特性是在刻蚀工艺过程中，对于小尺度，在刻蚀期间必然出现的薄化（thinning）过程中，光刻胶甚至可出现坍塌（collapse）。认为此坍塌问题是由于用于较低波长的光刻胶的硬度降低造成的。例如，普通 193 纳米光刻胶的杨氏模数（Young's modulus）（杨氏模数是硬度的常用量度）比普通 248 纳米光刻胶低约 40%。

从而，存在对于一种半导体制造工艺的需求，这种制造工艺可以缓解或者减少这些问题中的一个或多个。

附图说明

通过示例说明本发明，并且本发明不限于附图，其中相同的引用标记表示相同的元件，并且其中：

图 1 是半导体器件在根据现有技术的处理的某一阶段的剖面图；

图 2 是图 1 的半导体器件在根据现有技术的处理的随后阶段的剖面图；

图 3 是图 2 的半导体器件在根据现有技术的随后阶段的剖面图；

图 4 是图 3 的半导体器件的俯视图；

图 5 是图 2 的半导体器件在根据本发明实施例的处理的随后阶段的剖视图；

图 6 是图 5 的半导体器件在根据本发明该实施例的处理的随后阶段的剖视图；

图 7 是图 6 的半导体器件在根据本发明该实施例的处理的随后阶段的剖视图；

图 8 是图 7 的半导体器件的俯视图；

图 9 是图 7 和 8 的半导体器件在根据本发明该实施例的处理的随后阶段的剖视图；

图 10 是图 9 的半导体器件在根据本发明该实施例的处理的随后阶段的剖视图。

技术人员知道，图中的元件仅出于简明的目的说明，并不一定按比例绘制。例如，图中一些元件的尺度可能相对于其它元件夸大，以有助于提高对于本发明各个实施例的理解。

具体实施方式

在一个方面中，通过刻图用于形成晶体管栅极的导体层来制造半导体器件。形成栅极的工艺具有刻图覆盖导体层的光刻胶的步骤。该刻图的光刻胶被剪裁，因此其宽度降低。向该剪裁的光刻胶施加氟，优选为 F_2 ，以增大它的硬度以及对于导体层的选择性。利用剪裁的和氟化的光刻胶作为掩模，刻蚀导体层形成用作栅极的导体元件。形成晶体管，其中导电柱是栅极。通过参考附图和下面的说明可更好地理解这一点。

图 1 中所示是半导体器件 10，包括衬底 12、衬底 12 上的电介质

14、层 16、光刻胶元件 18、光刻胶元件 20 以及光刻胶元件 22。衬底 12 具有电介质 14 下方的半导体层，用于形成源极与漏极。衬底 12 可以是 SOI 衬底，其中电介质层位于半导体层下方。在此示例中层 16 是多晶硅，但也可以是其它材料，特别是例如金属的导体材料。进一步地，还可以包括未示出的其它层。例如，抗反射涂层（ARC）可处于层 16 之上，并因此处于层 16 和光刻胶元件 18、20 以及 22 之间。光刻胶元件 18-22 由包含氢的商用 193 纳米光刻胶材料形成。光刻胶元件 18-22 可具有最小的尺度，例如 193 纳米技术的 100 纳米。

图 2 中所示的是剪裁步骤之后的器件 10，其中光刻胶元件 18-22 的宽度降低至原始宽度的约 40%，因此每一个的最终宽度是约 40 纳米。利用各向同性刻蚀工艺，优选为干法各向同性刻蚀实现剪裁。希望横向刻蚀速率较高，但是它难以与降低光刻胶 18-22 高度的刻蚀速率相比较。光刻胶 18-22 的高度实际上可比宽度降低得多。如图 2 中剪裁的光刻胶元件 18-22 目的是成为形成晶体管栅极的掩模。

图 3 中所示的是利用光刻胶元件 18-22 作为掩模的层 16 的部分刻蚀。所示的该部分刻蚀约为层 16 的三分之一，表示在层 16 中形成的想要的栅极 36、38 以及 40 的一部分。常见的结果是光刻胶元件倒伏或者变形。光刻胶段 30 是光刻胶元件 18 在刻蚀过程中倒伏的结果。变形的光刻胶元件 32 和 34 分别由光刻胶元件 20 和 22 在刻蚀条件下形成。对于层 16 是多晶硅的示例刻蚀条件是含有氯、溴化氢、氧以及氩的等离子体，压力低于一百毫托，温度处于 30 至 100 摄氏度的范围内，各种气体的气流速率处于 10-200 SCCM 的范围内，源功率处于 200-2000 瓦特的范围内，以及偏置功率处于 0-200 瓦特的范围之内。变形的刻蚀元件还有可能在后续的处理中倒伏，并且即使不发生倒伏，它们也将遮掩层 16 的刻蚀。坍塌的光刻胶元件 30 在比希望更宽的区域内阻止刻蚀，但该区域还是太薄，以致于它将完全被刻蚀透，因此在将形成栅极处刻蚀多晶硅。这是不能修复的缺陷位置，并将导致使器件不能正常操作的失效。

图 4 中所示的是图 3 的器件 10 的俯视图。这表示光刻胶元件 30、32 和 34 具有低频和高频变化，该变化负面影响这些元件的功效。在元件 30 没有倒伏的区域中，元件 30 边缘处的变化 40 表示低频变化效果的幅度。对于变化 40，20 纳米的幅度并不少见。高频变化常常可以是 8 纳米。优选地，这些高频和低频变化尽可能地低。

图 4 中所示是在开始利用氟源 52 刻蚀层 16 之前，氟化光刻胶元件 18-22 的优选替换。优选地，氟源 52 以 F_2 的形式（分子氟）提供氟。这将光刻胶元件 18、20 和 22 的特性分别转换为氟化的光刻胶元件 54、56 和 58，如图 6 中半导体器件 50 所示。分子氟优于原子氟，F，因为它不仅在光刻胶 18-22 的表面反应，还在反应之前扩散至内部。由于光刻胶元件 18-22 非常薄，形成的氟化光刻胶元件 54-58 将遍布氟。优选地，作为在氮中稀释的分子氟气体施加氟。温度优选为 30 摄氏度。或者，有效温度范围可以是 10 至 40 摄氏度。气体温度也是有效的，但是在更高的温度，例如 70 摄氏度，可发现有害的效果。氟浓度约为 1%。该浓度可以改变。较低的浓度将增加所需的时间。对于 1% 的浓度，十分钟是有效的。压力优选为大气压，但是降低的压力可能是有利的，例如能够使用相同的腔室，或者至少相同的工具，在其中刻蚀多晶硅层。如果压力降低，初始氟浓度需要成比例增加，以保持处理时间相同。通常，整个工具被保持在大气压之下。认为氟具有替换氢原子的效果，因此氟化元件 54-58 不仅比光刻胶元件 18-22 具有更多的氟，而且具有更少的氢。这具有降低刻蚀速率和增加氟化光刻胶元件 54-58 硬度的效果。在该氟化步骤之后，执行层 16 的刻蚀。

图 7 中所示的是在与图 3 和 4 中所示的半导体器件 10 的刻蚀的相同时间与条件下，层 16 的部分刻蚀之后的半导体器件 50。由于降低的刻蚀速率与增加的氟化光刻胶元件 54-58 的硬度，这些元件 54-58 并不坍塌，并且保持它们的形状，而且在层 16 中形成想要的栅极 60、62 和 64 的部分。尺度减少量明显小于图 3 和 4 中所示的光刻胶元件 32

与 34 的尺寸减少量。图 8 中所示的是图 7 的半导体器件 50 的俯视图。它表示在高频和低频变化方面存在改善。不太可能完全消除这些变化，但是可以显著降低。即使降低 1/3 也是显著的改善。

图 9 中所示的是在完成层 16 的刻蚀之后的半导体器件 50。它表示完成通过层 16 形成栅极 60、62 和 64。这是栅极形成的希望结果。氟化光刻胶元件部分 54-58 即使在完成层 16 的刻图之后也具有相当的高度。这在工艺中提供了余量，并且还提供降低光刻胶厚度并因此增加光刻胶工艺聚焦预算的机会。

图 10 中所示的是利用栅极 60、62 和 64 形成晶体管 80、82 和 84 之后的半导体器件 50。栅极 60、62 和 64 的周围分别是侧壁隔离 66、68 和 70。源/漏区 72 在一侧与栅极 60 相邻，源/漏 74 在栅极 60 和 62 之间，源/漏区 76 在栅极 62 与 64 之间并且源/漏区 78 在栅极 64 的一侧，对着源/漏区 76。源/漏区 74 为晶体管 80 和 82 共用，但优选地可由绝缘区分隔为两个区域。类似地，源/漏区为晶体管 82 和 84 共用，但是可由绝缘区分隔为两个区域。

从而可看出，利用 193 纳米光刻胶的工艺可用于产生剪裁成远低于光刻技术本身的分辨率之下的尺度的栅极，并且可在单个工具中执行此工艺。在施加光刻胶之后，半导体器件可进入单个传统工具并在其中处理，直到完成栅极。

除了在剪裁之后氟化光刻胶元件之外，还可以在剪裁之前施加氟化，特别是对于测量目的。通常，甚至测量 193 纳米光刻胶宽度的工艺使光刻胶退化。可在剪裁之前施加原子氟化，然后进行测量，以确保光刻胶的起始宽度如所需。如果这样，剪裁工艺甚至可开始于氟化的光刻胶。因为使用原子氟化仅导致氟化的外涂层，所以在去除氟化的外层之后，可以继续剪裁工艺，就好像没有经历氟化步骤。可在任何阶段进行氟化，以进行测量。氟化可用作防护剂，因此能够为了任

何目的从工具取出晶片，然后再返回该工具以继续进行处理。

还有另一种卤素，具体为氯，可以代替氟实现类似的目的。例如，可在使用氟的地方用氯代替。另外，另一卤素还可能是有效的，那么卤素可简单地代替氟。在这种情况下，用卤素处理光刻胶元件以利用卤素原子代替氢原子的工艺可被视为光刻胶元件的卤化。

在前面的说明书中，已经参考特定实施例说明了本发明。然而，本领域的技术人员明白，可进行各种修改与变化而不脱离由下面权利要求说明的本发明的范围。例如，栅极被说明为多晶硅，但是它们还可以是其它材料，例如金属。因此，说明书与图将视为解释性，而不是限制意义，并且所有这些修改将包括在本发明的范围之内。

上面对于特定实施例说明了益处、其它优势和问题的解决方案。然而，这些益处、优势、问题的解决方案以及使任何益处、优势或解决方案出现或显得更加明显的任何要素将不被视为任何或所有权利要求的关键的、必须的或本质的特征。如此处所使用，术语“包括”或其另外的变形，目的是涵盖非排它性的内容，使得包括要素列表的过程、方法、物品或装置不仅包括这些要素，而且包括没有明确列出的或这些过程、方法、物品或装置固有的要素。

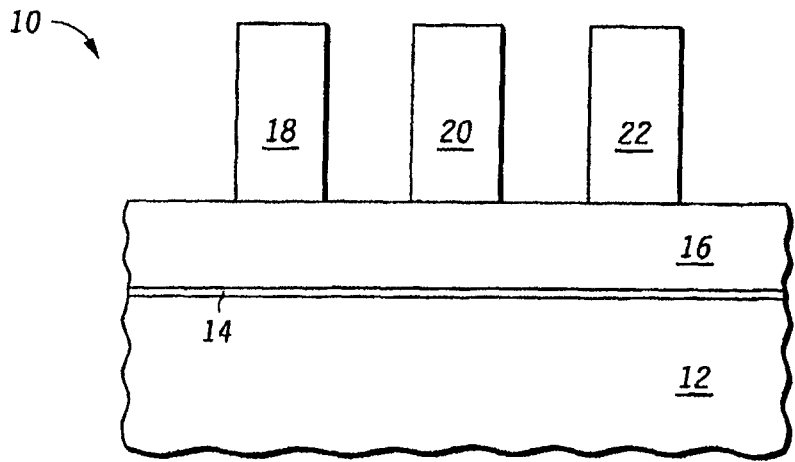


图1
现有技术

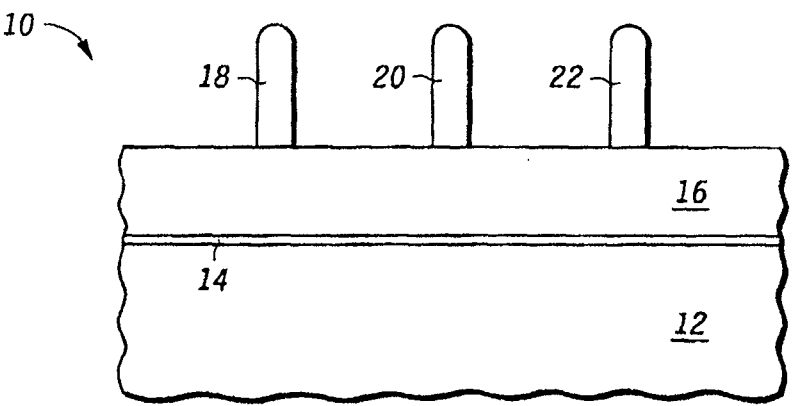


图2
现有技术

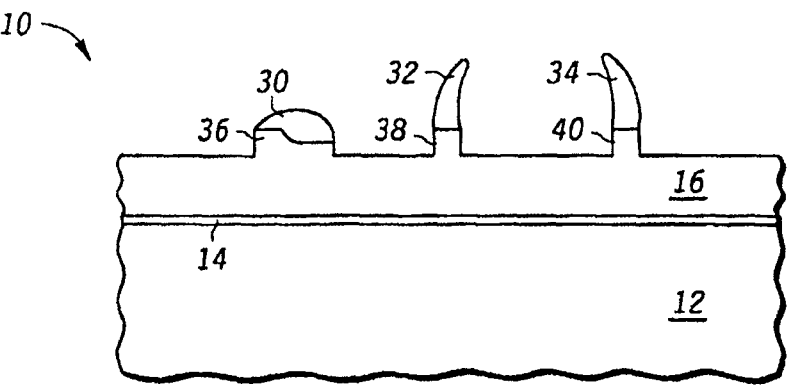


图3
现有技术

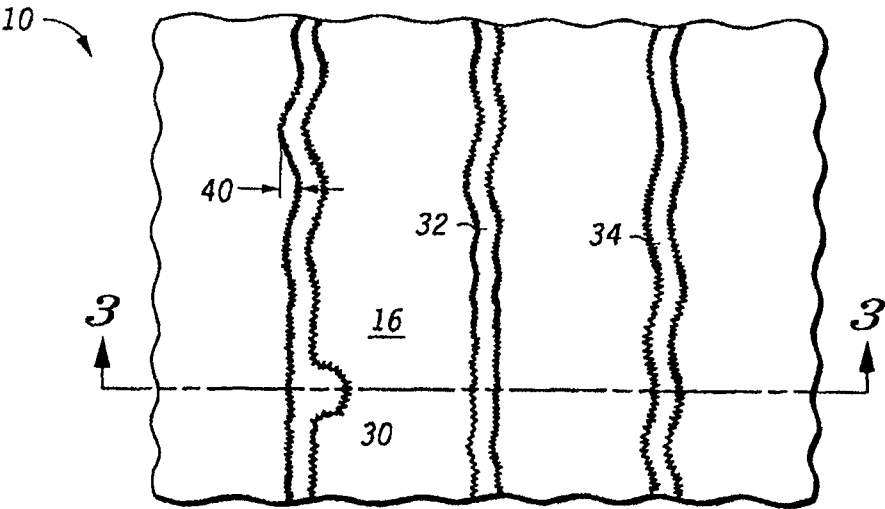


图4
现有技术

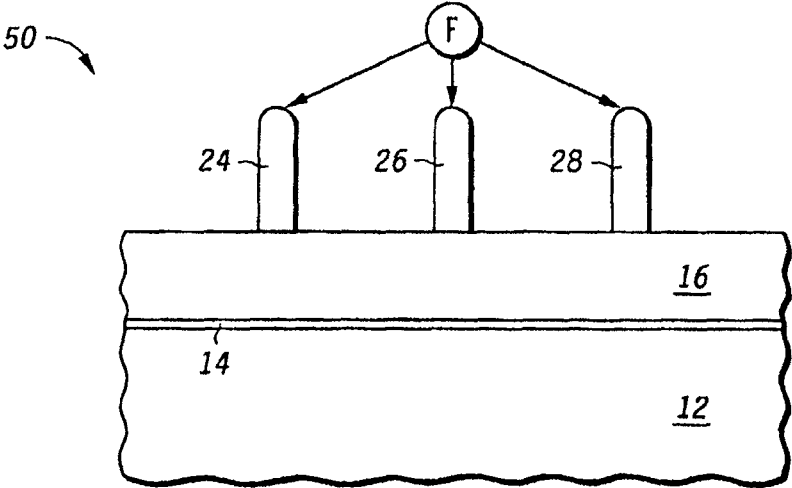


图5

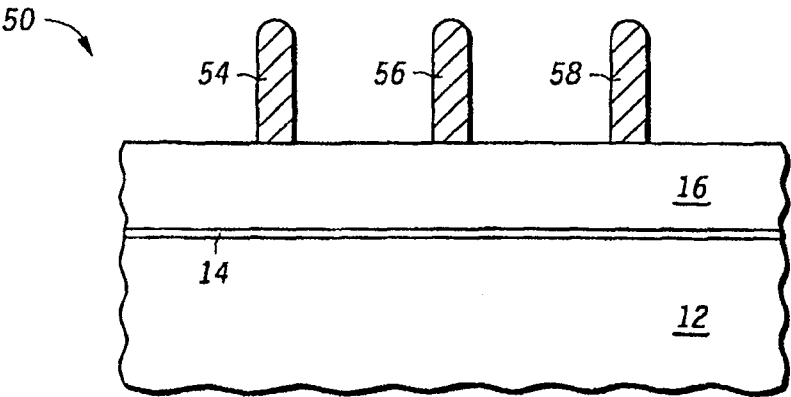


图6

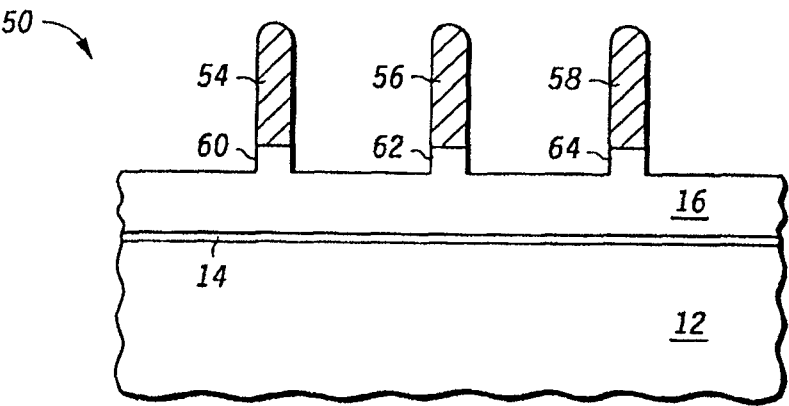


图7

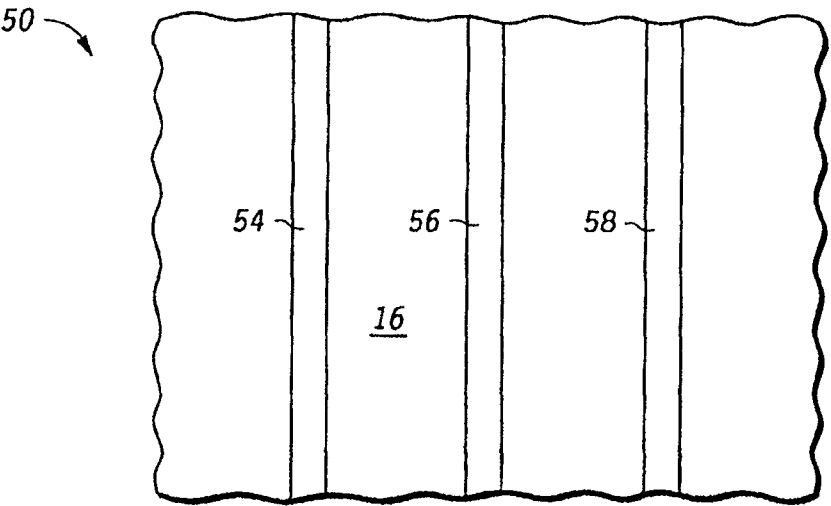


图8

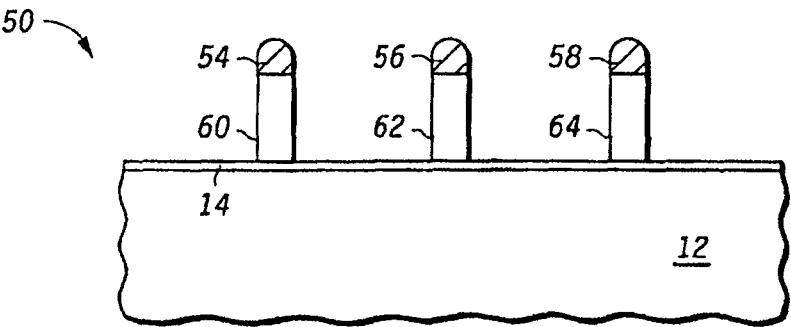


图9

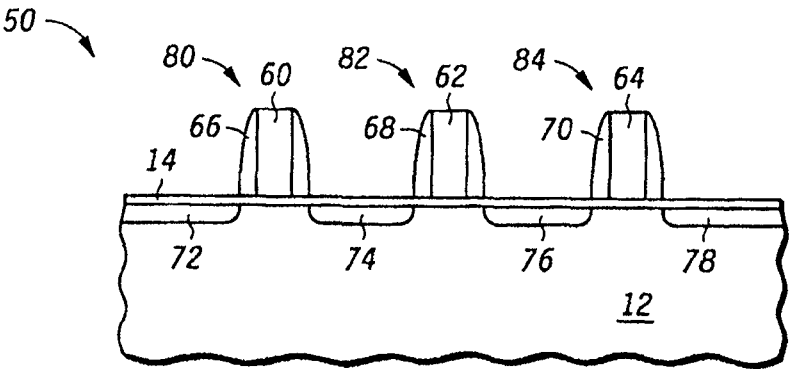


图10