

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01L 21/318

H01L 21/60



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 98120726. X

[45] 授权公告日 2004 年 8 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 1161829C

[22] 申请日 1998.9.25 [21] 申请号 98120726. X

[30] 优先权

[32] 1997. 9. 29 [33] US [31] 939148

[71] 专利权人 西门子公司

地址 联邦德国慕尼黑

[72] 发明人 布鲁诺·斯普勒 于尔根·威特曼

马丁·古奇 沃尔夫冈·伯格纳

马塞厄斯·伊尔克

审查员 刘天飞

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

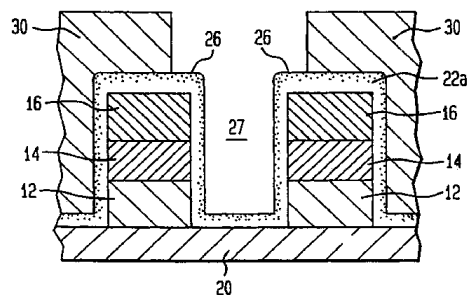
代理人 陶凤波

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

[54] 发明名称 用于形成半导体器件中的自对准接触的方法

[57] 摘要

一种用于形成半导体器件中的自对准接触的方法，该方法包括：提供一个半导体基片，该半导体基片具有一个上表面，并在其上形成有一个开孔；在所述上表面的至少一部分之上和开孔之内形成一氮化物层；在该氮化物层的至少一部分结合进碳，以形成一个碳化的氮化物层。



1. 一种用于形成半导体器件自对准接触的方法，该方法包括：
提供一个半导体基片，该半导体基片具有一个上表面，并在其上形成
5 有一个开孔；
在所述上表面的至少一部分之上和开孔之内形成一氮化物层；
在该氮化物层的至少一部分结合进碳，以形成一个碳化的氮化物层。
在该碳化的氮化物层上形成一个氧化物层，以填充所述开孔；以及
蚀刻所述氧化物层，以暴露所述碳化的氮化物层以及在一个包括开孔
10 的位置上形成一个接触孔。
2. 根据权利要求1所述的方法，其中，在半导体基片的整个上表面和
开孔之内形成氮化物层。
3. 根据权利要求2所述的方法，其中，所述氮化物层是用化学气相沉
积法在一种含碳气体中形成的。
- 15 4. 根据权利要求3所述的方法，其中，所述含碳气体为甲烷。
5. 根据权利要求1所述的方法，其中，所述氮化物层为氮化硅。
6. 根据权利要求1所述的方法，其中，所述碳是在形成氮化物之后沉
积进氮化物层内的。
7. 根据权利要求6所述的方法，其中，所述碳是用离子注入法结合进
20 氮化物层的。
8. 根据权利要求1所述的方法，其中，所述结合进氮化物层的碳含量
为1~50%。
9. 根据权利要求1所述的方法，其中，所述氧化物为二氧化硅。
10. 根据权利要求1所述的方法，其中，选用 C_4F_8/Ar 化学剂进行蚀刻
25 步骤。
11. 根据权利要求1所述的方法，其中，所述半导体基片包括硅晶片，
它具有至少三个顺序沉积于其上的层，这三层包括一个多晶硅层、一个 WSi
层以及一个栅极帽 Si_3N_4 层，其中，所述开孔穿过这三层延伸，以暴露所述
硅晶片。

30

用于形成半导体器件中
的自对准接触的方法

5

技术领域

本发明涉及当形成半导体器件中的自对准接触(Self Aligned Contact, 以下亦简称SAC)时,用于提供氧化物对氮化物的理想的蚀刻率选择性的方法。尤其涉及通过在蚀刻之前在半导体器件氮化物层的至少一部分内沉积碳而

10 提供氧化物对氮化物的蚀刻率的选择性的方法。

背景技术

已公知在半导体器件上形成自对准接触(SAC)的蚀刻技术。为了制造满意的 SAC, 需要高的氧化物对氮化物的蚀刻率选择性。除非提供合适的蚀

15 刻选择性, 否则将得不到 SAC 中限定较好的角部, 因而半导体器件将成为废品和/或不具有可靠性。目前, 通过选用 $C_4F_8/CO/Ar$ 化学剂进行蚀刻可以达到 20:1 的角部选择性。然而, 选用含 CO 的化学剂引起一些问题, 如金属杂质和处理困难。可是, 如果蚀刻剂中去除 CO 将会导致较差的角部选择性, 并因此导致差的产品质量。

20 因此, 人们需要提供一种在 SAC 蚀刻过程中的理想的氧化物对氮化物的蚀刻率选择性而不用含 CO 的蚀刻剂。

发明内容

已经发现了几种新颖的用于在半导体器件中形成自对准接触的过程中

25 提供理想的氧化物对氮化物蚀刻率选择性的方法。这些方法包括在半导体基片上形成至少一个氮化物层和在该氮化物层形成过程中或形成以后在该氮化物层的至少一个部分结合进碳。

本发明提供了一种用于形成半导体器件自对准接触的方法, 该方法包括: 提供一个半导体基片, 该半导体基片具有一个上表面, 并在其上形成

30 有一个开孔; 在所述上表面的至少一部分之上和开孔之内形成一氮化物层;

在该氮化物层的至少一部分结合进碳，以形成一个碳化的氮化物层。在该碳化的氮化物层上形成一个氧化物层，以填充所述开孔；以及蚀刻所述氧化物层，以暴露所述碳化的氮化物层以及在一个包括开孔的位置上形成一个接触孔。

- 5 在一个具体的实用的实施例中，该方法包括以下步骤：提供一个半导体基片，该基片具有一个上表面，其中形成一个第一开孔，在该基片的上表面的至少一部分和该第一开孔之内形成一个氮化物层；在该氮化物层的至少一部分结合进碳，以产生一个碳化的氮化物层；在该碳化的氮化物层上形成一个氧化物层以基本上填充上述第一开孔；以及蚀刻该氧化物层，
- 10 以暴露上述碳化的氮化物层，并提供一个接触孔。

附图说明

图 1 是一个具有一个开孔和一个形成于其上的氮化硅层的半导体基片的横截面示意图；

- 15 图 2 是一个类似于图 1 的横截面简图，显示碳加入氮化物层；

图 3 是一个类似于图 1 的横截面简图，显示了形成于碳化的氮化物层上的氧化物层；以及

图 4 是一个类似于图 1 的横截面的简图，显示了蚀刻的接触孔。

20 具体实施方式

- 根据本发明所描述的方法，可以形成具有如下结构的半导体器件，此结构在氧化物和氮化物层的界面处基本上没有劣等限定的角部。通过利用一个碳化的氮化硅层，在不需要含 CO 的蚀刻剂的情况下获得了所需的角部选择性。这样，氧化物对氮化物的蚀刻率的选择性得以改进，并且在克服了含 CO 蚀刻剂的缺点的情况下，可以达到 20:1 的角部选择性。
- 25

- 参考图 1，该方法包括提供一个具有一个上表面 11 和一个形成于其内的开孔 25 的半导体基片 10。典型地，该半导体基片 10 包括一个硅晶片 20 和形成于该硅晶片 20 上的一个或多个材料层，例如，三个材料层 12、14 和 16。此处所述方法所用的半导体基片 10 为现有类型而且可以包括，例如，
- 30 线路和其它互连层。上述三个材料层 12、14 和 16 可以包括本领域技术人员已知的任意的现有材料。优选的材料包括但不限于：材料层 12 为多晶硅；

材料层 14 为金属硅化物, 如 WSi_x ; 和材料层 16 为栅极帽(Gate Cap) Si_3N_4 。在晶片 20 上形成材料 12、14 和 16 的方法和参数(如时间、温度、厚度等)都在本领域技术人员的知识范围内。

开孔 25 也用本领域技术人员熟知的方法形成在半导体基片 10 上。例如, 可以在器件 20 的上表面 11 施加一光致抗蚀剂层(未示出)。用已知的光刻技术对该光致抗蚀剂层进行构图和显影。然后进行蚀刻, 如采用合适的各向异性蚀刻技术(如反应离子蚀刻), 以形成开孔 25。根据对于给定的导体, 即下面所述的在 SAC 中所用的导电材料的载流要求, 每个开孔 25 的所需宽度随之变化。每个开孔 25 的宽度优选为约 $0.5 \sim$ 约 $0.05\mu\text{m}$, 更优选为约 $0.2 \sim$ 约 $0.10\mu\text{m}$ 。

在半导体基片 10 上形成开孔 25 之后, 在每个开孔 25 内的半导体基片的表面上和器件 10 的上表面 11 之上形成一个氮化物层 22, 如 Si_3N_4 。该氮化物层 22 通常厚度为约 $0.05 \sim$ 约 $0.02\mu\text{m}$, 优选为约 $0.03 \sim$ 约 $0.02\mu\text{m}$ 。该氮化物层 22 用现有的工艺, 如低压化学气相沉积(LPCVD)形成。

如图 2 所示, 在上述氮化物层 22 的至少一部分有益地结合进碳, 以提供碳化的氮化物层 22a。碳结合进氮化物层 22 能大大地降低后续蚀刻过程中对氮化物的蚀刻速率, 从而保护材料层 16, 保持满意的尖角 26。

可用任意合适的方法把碳结合进层 22 内。例如, 可在层 22 的沉积过程中把碳加入层 22。为了在氮化物层 22 的形成过程中加入碳, 在 Si_3N_4 的化学气相沉积过程所用的气体混合物中可以包括一种含碳气体, 如甲烷(methane)或其它碳氢化合物。所用碳氢化合物气体的浓度取决于许多因素, 包括所选定的具体的碳氢化合物、需掺入的碳的量、以及层 22 的成分和厚度。当选用一种含甲烷的混合气体作为含碳气体进行 Si_3N_4 沉积时, 甲烷气体浓度为氮气和甲烷总含量的约 $1\% \sim$ 约 50% (重量), 优选为约 $10\% \sim$ 约 30% (重量)。结合进碳化的氮化物层 22a 中的碳含量通常为约 $1\% \sim$ 约 50% , 优选为约 $10\% \sim$ 约 30% 。

应该指出, 也可以用任意一种合适的方法, 如离子注入, 在层 22 形成之后加入碳。典型地, 选用譬如碳作为离子种子进行离子注入。为了在离子注入过程中加速离子, 选用一加速电压把离子轰击进氮化物层 22。通常以约 $1\text{kV} \sim$ 约 25kV 的加速电压, 约 $1 \times 10^{13} \sim$ 约 1×10^{16} 的剂量进行离子注入。如果需要, 碳可以只注入氮化物层 22 的一部分, 例如可以通过在氮化

物层 22 上施加一个掩模、使用光刻技术、用合适的各向异性蚀刻技术(如反应离子蚀刻), 然后进行离子注入而实现。

如图 3 所示, 在形成碳化的氮化物层 22a 以后, 再在该碳化的氮化物层 22a 之上形成一个氧化物层 30。该氧化物层 30 的厚度为约 0.4~约 1 μm 。

5 所用的氧化物层 30 可以包括本领域技术人员熟知的任意合适的氧化物材料。此方法中优选的氧化物材料为二氧化硅。该氧化物层 30 可以用任意现有的工艺, 如等离子增强化学气相沉积(PECVD)形成。本领域的技术人员容易明白, 可以选择性形成后续层, 例如将 APEX 形成于氧化物层 30 之上。

参考图 4, 一旦在碳化的氮化物层 22a 上形成氧化物层 30, 就在该氧化物层 30(或可选择地形成于该氧化物层 30 之上的后续层)上蚀刻接触孔 10 27。本领域技术人员可认识到, 接触孔 27 可这样构图形成: 首先在氧化物层 30 或形成于该氧化物层 30 表面上的任选的后续层上施加一个掩模(未图示)、使用光刻技术、再进行蚀刻。进行 SAC 蚀刻所用的蚀刻剂通常是本领域技术人员熟知的 $\text{C}_4\text{F}_8/\text{Ar}$, 但是还可选用任意能够提供理想的选择性的适合于蚀刻 Si_3N_4 和/或氧化物层的蚀刻剂。 15

如上所述, 通过将碳注入氮化物层 22, 氮化物层的蚀刻速率大大降低, 从而氧化物层 30 的蚀刻速率远大于上述碳化的氮化物层 22a 的蚀刻速率。那么, 当进行蚀刻以形成接触孔 27 时, 氧化物对氮化物的蚀刻率的选择性通常为约 5~约 30 的比率, 优选为约 10~约 20, 更优选为约 10~约 15。 20 因此, 可以实现约 5~约 20, 优选为约 10~约 15 的角部选择性。实现这样的角部选择性可以在 SAC 蚀刻之后, 在氧化物层 30 和碳化的氮化物层 22a 的界面上形成并保持一个尖角 26。保持尖角 26 的好处是, 当开孔 27 填充导电材料(如 W、Al、Cu 或它们的组合)并施加电流时, 碳化的氮化物层 22a 能够防止材料层 16, 如栅极帽(Gate Cap) Si_3N_4 短路。

25 尽管本发明已经参照具体的实施例进行了描述, 显然本领域的技术人员可以对其进行许多变化和改型。因此不应该根据上述具体细节对本发明进行限定, 而应该根据其精神和范围进行限定。

图 1

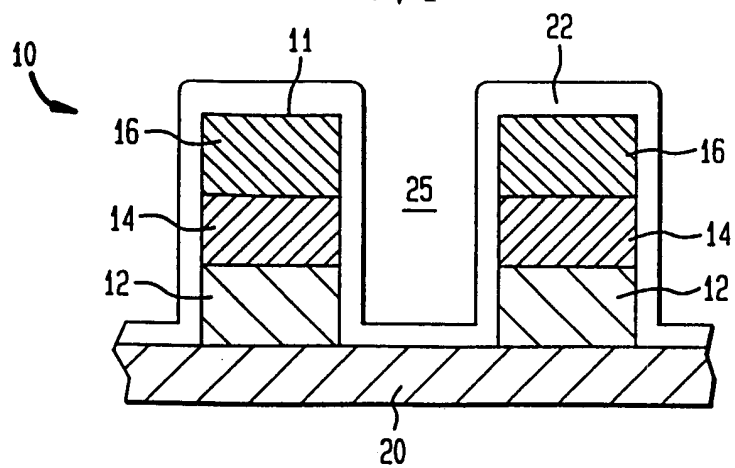


图 2

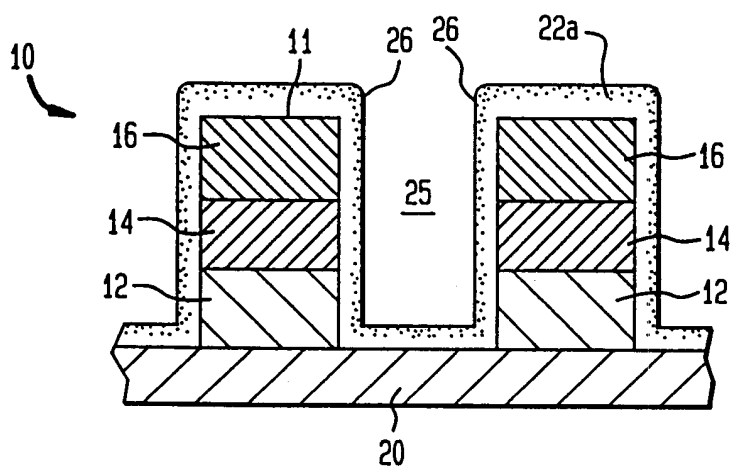


图 3

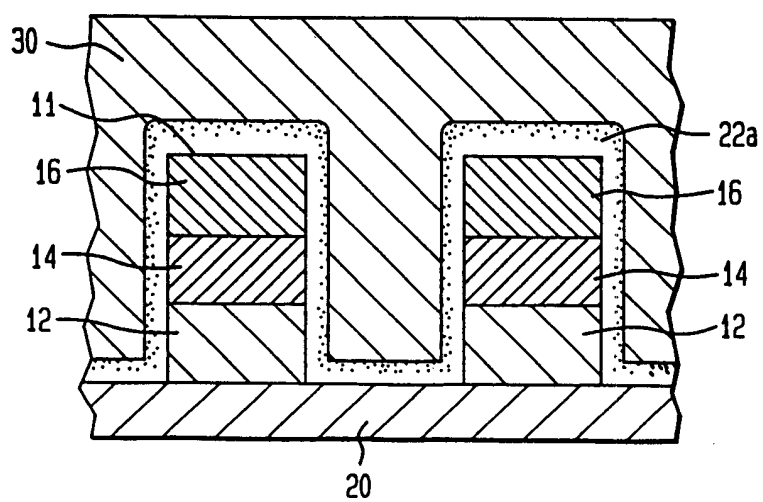


图 4

