



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104851797 A

(43) 申请公布日 2015. 08. 19

(21) 申请号 201410051757. 3

(22) 申请日 2014. 02. 14

(71) 申请人 中芯国际集成电路制造(上海)有限公司

地址 201203 上海市浦东新区张江路 18 号

(72) 发明人 刘佳磊

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 陆勍

(51) Int. Cl.

H01L 21/331(2006. 01)

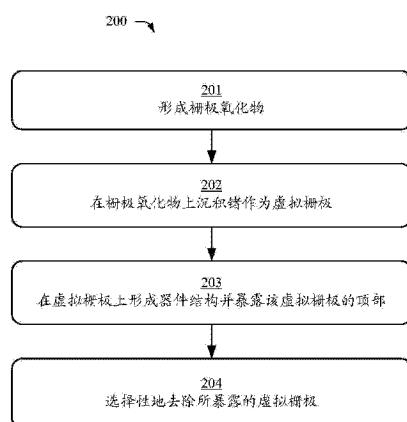
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

去除虚拟栅极残留的方法

(57) 摘要

本发明提出了一种去除虚拟栅极残留的方法，包括：a. 在衬底上形成栅极氧化物层；b. 在所述栅极氧化物上沉积锗作为虚拟栅极；c. 在所述虚拟栅极上形成器件结构并暴露该虚拟栅极的顶部；以及 d. 选择性地去除所暴露的虚拟栅极。本发明的方法可以不留任何残留地去除虚拟栅极。



1. 一种去除虚拟栅极残留的方法,包括:
  - a. 在衬底上形成栅极氧化物层;
  - b. 在所述栅极氧化物上沉积锗作为虚拟栅极;
  - c. 在所述虚拟栅极上形成器件结构并暴露该虚拟栅极的顶部;以及
  - d. 选择性地去除所暴露的虚拟栅极。
2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,在所述步骤b中,被沉积的锗是无定形锗或者无掺杂锗。
3. 如权利要求2所述的方法,其特征在于,在所述步骤b中,所述锗的沉积温度被控制于200°C至900°C之间。
4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述步骤d进一步包括:通过湿法蚀刻选择性地去除所暴露的虚拟栅极。
5. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述步骤d进一步包括:对所暴露的虚拟栅极先进行干法蚀刻,然后进行湿法蚀刻。
6. 如权利要求4或5所述的方法,其特征在于,所述湿法蚀刻包括:利用H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>或者O<sub>3</sub>溶液选择性地去除所暴露的虚拟栅极。
7. 如权利要求6所述的方法,其特征在于,所述H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>或者O<sub>3</sub>溶于去离子水中。
8. 如权利要求7所述的方法,其特征在于,所述H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>在所述去离子水中的浓度为10ppm至10%之间,或者所述O<sub>3</sub>在所述去离子水中的浓度为0.1ppm至100ppm之间。
9. 如权利要求8所述的方法,其特征在于,在所述步骤d中,所述湿法蚀刻的工艺温度在20°C至80°C之间。
10. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,该方法适用于后栅极工艺。

## 去除虚拟栅极残留的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种半导体加工工艺,尤其涉及一种适用于后栅极工艺的去除虚拟栅极残留的方法。

### 背景技术

[0002] 随着 CMOS 尺寸缩小至 32nm 或更小,开始广泛使用金属栅极代替传统的多晶硅栅极。一般,存在两种形成金属栅极的方法,一种称作先栅极工艺,另一种称作后栅极工艺。

[0003] 当前,后栅极工艺被更多、更广泛地使用。这种工艺首先沉积多晶硅栅极作为虚拟栅极。接着,在源极 / 漏极处形成硅化物之后,通过干法蚀刻去除所形成的虚拟多晶硅栅极,然后再填充金属,从而形成上述金属栅极。

[0004] 然而,根据现有技术的后栅极工艺,在干法蚀刻上述的虚拟栅极的过程中,部分多晶硅栅极残留会留存于沟槽的边角处。例如,图 1 示出了采用现有技术的后栅极工艺所形成的结构。在图 1 中,经干法蚀刻所形成的沟槽 101 的边角处会留有多晶硅的残留 102。

[0005] 这些残留的多晶硅栅极会不利地影响最终形成的器件的开启电压、降低振荡器频率并增加薄层电阻。

[0006] 因此,业界亟需一种能够在后栅极工艺中避免产生不期望的多晶硅栅极残留的新技术。

### 发明内容

[0007] 针对现有技术中的上述技术问题,本发明的发明人根据多年研发经验开发出了一种新颖的去除虚拟栅极残留的方法。该方法尤其适用于后栅极工艺。

[0008] 具体地,本发明提出了一种去除虚拟栅极残留的方法,包括:

[0009] a. 在衬底上形成栅极氧化物层;

[0010] b. 在所述栅极氧化物上沉积锗作为虚拟栅极;

[0011] c. 在所述虚拟栅极上形成器件结构并暴露该虚拟栅极的顶部;以及

[0012] d. 选择性地去除所暴露的虚拟栅极。

[0013] 较佳地,在上述的方法中,在所述步骤 b 中,被沉积的锗是无定形锗或者无掺杂锗。

[0014] 较佳地,在上述的方法中,在所述步骤 b 中,所述锗的沉积温度被控制于 200°C 至 900°C 之间。

[0015] 较佳地,在上述的方法中,所述步骤 d 进一步包括:通过湿法蚀刻选择性地去除所暴露的虚拟栅极。

[0016] 较佳地,在上述的方法中,所述步骤 d 进一步包括:对所暴露的虚拟栅极先进行干法蚀刻,然后进行湿法蚀刻。

[0017] 较佳地,在上述的方法中,所述湿法蚀刻包括:利用 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 或者 O<sub>3</sub> 溶液选择性地去除所暴露的虚拟栅极。

- [0018] 较佳地，在上述的方法中，所述 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 或者 O<sub>3</sub> 溶于去离子水中。
- [0019] 较佳地，在上述的方法中，所述 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 在所述去离子水中的浓度为 10ppm 至 10% 之间，或者所述 O<sub>3</sub> 在所述去离子水中的浓度为 0.1ppm 至 100ppm 之间。
- [0020] 较佳地，在上述的方法中，在所述步骤 d 中，所述湿法蚀刻的工艺温度在 20℃ 至 80℃ 之间。
- [0021] 较佳地，在上述的方法中，该方法适用于后栅极工艺。
- [0022] 本发明的方法可以有效去除锗构成的虚拟栅极，而不留任何残余。此外，在去除该虚拟栅极的同时，本发明的方法也不会不利地破坏已在虚拟栅极附近形成的器件结构。因此，本发明可以克服现有技术的工艺易于形成多晶硅栅极残留的不利因素，提高最终形成的器件的良率。
- [0023] 应当理解，本发明以上的一般性描述和以下的详细描述都是示例性和说明性的，并且旨在为如权利要求所述的本发明提供进一步的解释。

## 附图说明

- [0024] 包括附图是为提供对本发明进一步的理解，它们被收录并构成本申请的一部分，附图示出了本发明的实施例，并与本说明书一起起到解释本发明原理的作用。附图中：
- [0025] 图 1 示出了采用现有技术的后栅极工艺所形成的结构。
- [0026] 图 2 示出了根据本发明的去除虚拟栅极残留的方法的基本步骤的流程图。
- [0027] 图 3a ~ 图 3c 示出了利用本发明的方法的不同阶段的结构。

## 具体实施方式

[0028] 现在将详细参考附图描述本发明的实施例。现在将详细参考本发明的优选实施例，其示例在附图中示出。在任何可能的情况下，在所有附图中将使用相同的标记来表示相同或相似的部分。此外，尽管本发明中所使用的术语是从公知公用的术语中选择的，但是本发明说明书中所提及的一些术语可能是申请人按他或她的判断来选择的，其详细含义在本文的描述的相关部分中说明。此外，要求不仅仅通过所使用的实际术语，而是还要通过每个术语所蕴含的意义来理解本发明。

[0029] 图 2 示出了根据本发明的去除虚拟栅极残留的方法的基本步骤的流程图。如该图 2 所示，根据本发明的去除虚拟栅极残留的方法 200 主要可以包括以下几个步骤：

[0030] 步骤 201：在衬底（例如图 3 中的单晶硅衬底 301）上形成栅极氧化物层（例如图 3 中的栅极氧化物层 302）；

[0031] 步骤 202：在上述栅极氧化物上沉积锗作为虚拟栅极（例如图 3 中的虚拟栅极 303）；

[0032] 步骤 203：在上述虚拟栅极上形成器件结构（例如该器件可以包括图 3 中的侧墙 304、凹槽 305、金属栅极 306 等等）并暴露该虚拟栅极的顶部；以及

[0033] 步骤 204：选择性地去除所暴露的虚拟栅极。

[0034] 以下结合图 3a~图 3c 来更详细地讨论本发明的具体实施方式。

[0035] 图 3a 示出了经过图 2 所示的步骤 201 和步骤 202 之后所形成的结构的一个优选实施例。

[0036] 首先,经步骤 201,在单晶硅衬底 301 之上形成栅极氧化物层 302。较佳地,该栅极氧化物层 302 用致密的氧化物来形成。例如,一般用高温氧化形成的  $\text{SiO}_2$ ,在 32nm 制程以下,栅极氧化物一般会选用高  $k$  材料如  $\text{SiON}$ 、 $\text{HfO}_2$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  等等,但本发明并不限于此。

[0037] 接着,根据步骤 202,在该栅极氧化物层 302 的上表面上进一步沉积锗,作为虚拟栅极 303。例如,该被沉积的锗可以是无定形锗或者无掺杂锗。此外,在沉积锗的步骤中,锗的沉积温度优选被控制于 200°C 至 900°C 之间。

[0038] 现在转到图 3b。图 3b 所示的结构是在完成图 2 所示的步骤 203 之后所形成的。根据步骤 203,在虚拟栅极 303 上形成器件结构并暴露该虚拟栅极 303 的顶部。例如,在图 3b 中,在虚拟栅极 303 上形成有侧墙 304 (例如该侧墙 304 可以是  $\text{SiN}$  侧墙)、凹槽 305 (例如该凹槽 305 可以由  $\text{TiN}$  或  $\text{TaN}$  构成) 以及形成于凹槽 305 内的金属栅极 306 (例如该金属栅极 306 可以由  $\text{Al}$  或者  $\text{TiAl}$  构成)。从图中可以看出,此时,栅极氧化物层 302 的上表面上仍留有部分的虚拟栅极 303。

[0039] 转到图 3c,图 3c 所示的结构是在完成了图 2 所示的步骤 204 之后所形成的。在图 3b 所示的结构的基础上选择性地去除所暴露的虚拟栅极 303,从而在图 3c 所示的结构中,就会形成沟槽 307。

[0040] 根据本发明的一个优选实施例,在上述图 2 的方法 200 的步骤 204 中,可以仅通过湿法蚀刻选择性地去除所暴露的虚拟栅极 303。

[0041] 或者,根据本发明的另一优选实施例,在上述的步骤 204 中,也可以对所暴露的虚拟栅极 303 先进行干法蚀刻,然后进行湿法蚀刻。

[0042] 特别是,该沟槽 307 中将不会残留有不期望的虚拟栅极 303。这是因为,依照本发明,这两个优选实施例中所采用的湿法蚀刻可以进一步包括:利用  $\text{H}_2\text{O}_2$  或者  $\text{O}_3$  溶液选择性地去除所暴露的虚拟栅极 303。由于本发明中是用锗(Ge) (代替现有技术中广泛使用的多晶硅) 构成虚拟栅极,且锗可以被  $\text{H}_2\text{O}_2$  或者  $\text{O}_3$  氧化成  $\text{GeO}_2$  且该  $\text{GeO}_2$  可溶于水,因此采用本发明的方法就可以通过上述化学反应彻底去除沟槽 307 的边角处可能残留的虚拟栅极。

[0043] 另,上述湿法蚀刻时所采用的  $\text{H}_2\text{O}_2$  或者  $\text{O}_3$  溶液不会破坏铝、氮化物以及氧化物。因此,该  $\text{H}_2\text{O}_2$  或者  $\text{O}_3$  溶液也就不会伤害到图 3b 所示的结构中在虚拟栅极 303 上已形成的侧墙 304、凹槽 305 以及金属栅极 306。

[0044] 较佳地,上述  $\text{H}_2\text{O}_2$  或者  $\text{O}_3$  溶于去离子水中。比如,在选用  $\text{H}_2\text{O}_2$  时,该  $\text{H}_2\text{O}_2$  在上述去离子水中的浓度优选为 10ppm 至 10% 之间。另一方面,在选用  $\text{O}_3$  时,该  $\text{O}_3$  在上述去离子水中的浓度优选为 0.1ppm 至 100ppm 之间。

[0045] 此外,在上述的湿法蚀刻的过程中,湿法蚀刻的工艺温度优选在 20°C 至 80°C 之间。

[0046] 综上所述,通过采用本发明的技术,可以在后栅极工艺或者其他相类似的工艺中有效去除由锗构成的虚拟栅极,而不留任何残余。因此,本发明可以克服现有技术的类似工艺易于形成多晶硅栅极残留的不利因素,提高最终形成的器件的良率。

[0047] 本领域技术人员可显见,可对本发明的上述示例性实施例进行各种修改和变型而不偏离本发明的精神和范围。因此,旨在使本发明覆盖落在所附权利要求书及其等效技术方案范围内的对本发明的修改和变型。

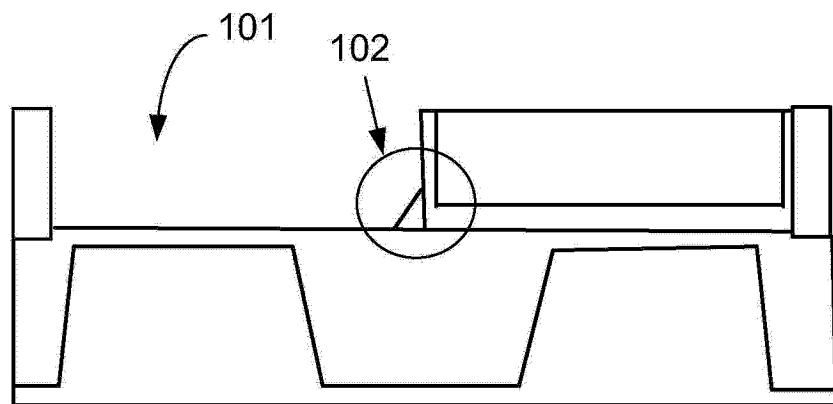


图 1

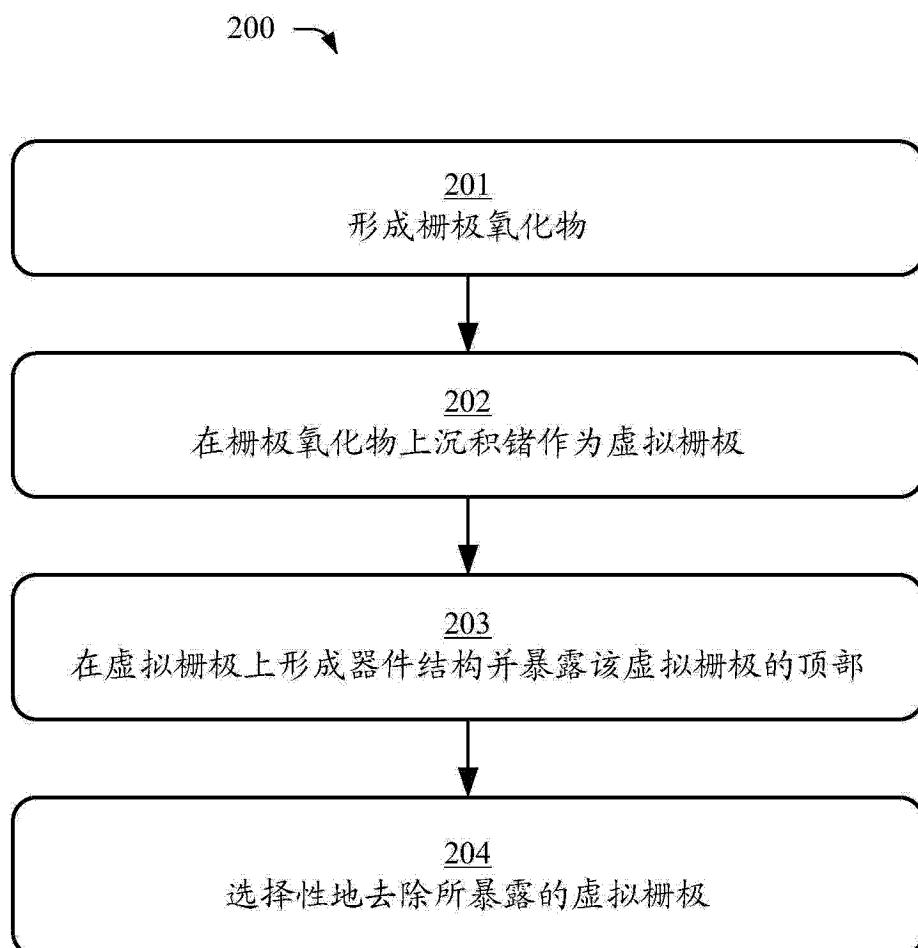


图 2

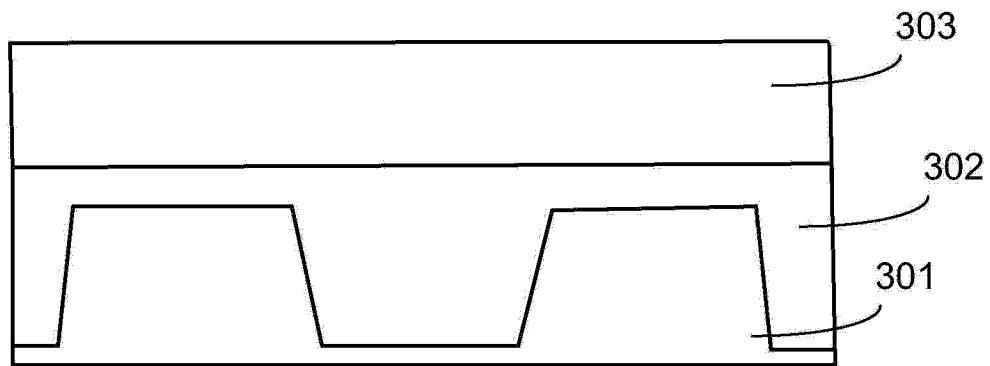


图 3a

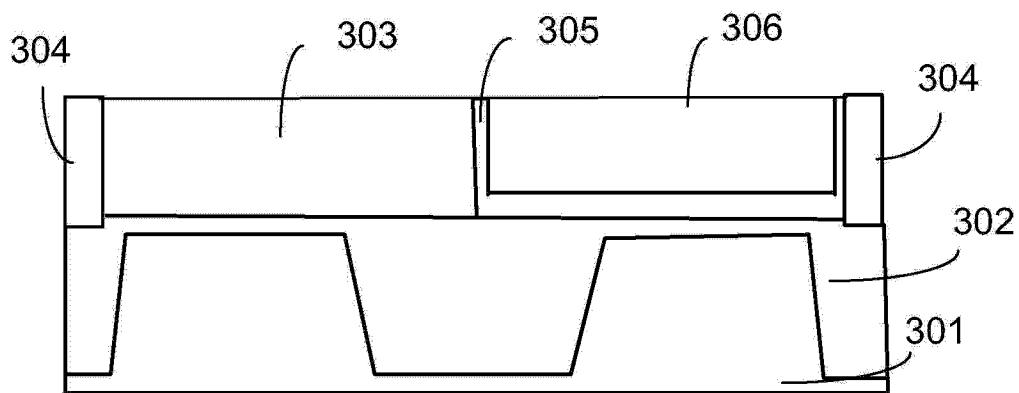


图 3b

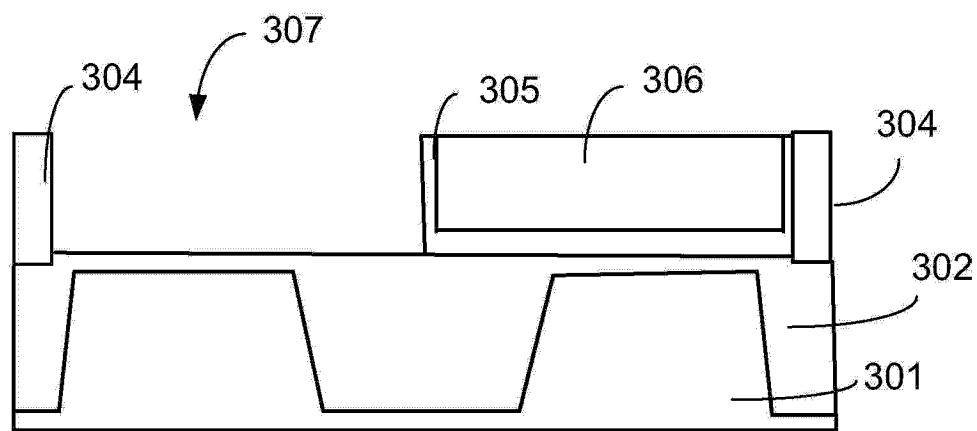


图 3c