

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 21/321 (2006.01)

H01L 21/311 (2006.01)



## [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510126830. X

[45] 授权公告日 2009 年 3 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 100468652C

[22] 申请日 2005.11.22

[21] 申请号 200510126830. X

[30] 优先权

[32] 2004.11.22 [33] US [31] 10/995,025

[73] 专利权人 南亚科技股份有限公司

地址 中国台湾桃园县

[72] 发明人 哥浅·雷纳多 巴赫曼·詹氏  
艾伏伦·狄尔克 卡雷·屋伏  
林忠信 林文斌 多瑙鹤·李

[56] 参考文献

CN1434978A 2003.8.6

US2002/0072016A1 2002.6.13

US5545289A 1996.8.13

审查员 张 弘

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 陶凤波 侯 宇

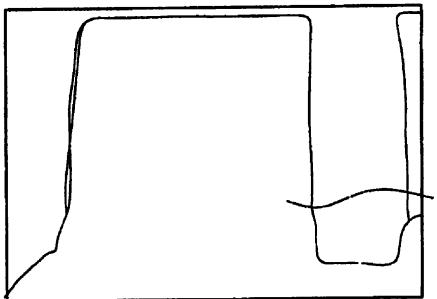
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称

在半导体基底的金属结构表面去除残余物的方法

[57] 摘要

一种在半导体基底的金属结构体表面去除由聚合光致抗蚀剂与金属氧化物所构成的残余物 (residue) 的方法，包括下列步骤：(a) 于含有氮气分子的环境下对具有该金属结构体的该半导体基底进行加热；(b) 于含有氮气分子的环境下对该半导体基底进行一稳定化 (stabilization) 步骤；(c) 利用一等离子体对该半导体基底进行一钝化 (passivation) 步骤，该等离子体包括水、氮气或氧气所组成的群组；以及(d) 进行一包含氧气的剥离 (stripping) 步骤来移除该残余物。



1. 一种在半导体基底的金属结构体表面去除由聚合光致抗蚀剂与金属氧化物所构成的残余物的方法，包括下列步骤：a、于含有氮气分子的环境下对具有该金属结构体的该半导体基底进行加热；
  - b、于含有氮气分子的环境下对该半导体基底进行一稳定化步骤；
  - c、利用一等离子体对该半导体基底进行一钝化步骤，该等离子体包括水气、水气和氮气、水气和氧气、或水气、氧气和氮气四种群组中的一种；以及
  - d、进行一包含氧气的剥离步骤来移除该残余物。
2. 如权利要求 1 所述的方法，其中该步骤 a 于一具有纯氮气的环境下所达成。
3. 如权利要求 1 所述的方法，其中该步骤 a 于一具有氮气与氧气混和气体的环境下所达成。
4. 如权利要求 1 所述的方法，其中该步骤 b 于一具有纯氮气的环境下所达成。
5. 如权利要求 1 所述的方法，其中该步骤 b 于一具有氮气与氧气混和气体的环境下所达成。
6. 如权利要求 1 所述的方法，其中至少一步骤 a、b、c 或 d 于一摄氏温度 20 至 400 度的环境下所达成。
7. 如权利要求 1 所述的方法，其中进行该步骤 a 的时间大于 2 秒。
8. 如权利要求 7 所述的方法，其中进行该步骤 a 的时间小于 15 秒。
9. 如权利要求 1 所述的方法，其中进行该步骤 b 的时间介于 1 至 20 秒。
10. 如权利要求 1 所述的方法，其中该步骤 a 中，该氮气的体积流量大于每分钟 10 标准立方厘米。
11. 如权利要求 1 所述的方法，其中该步骤 b 中，该氮气的体积流量大于每分钟 10 标准立方厘米。
12. 如权利要求 1 所述的方法，其中该步骤 a 与该步骤 b 的总气体压力介于 0.2 至 10 牯之间。
13. 如权利要求 1 所述的方法，其中该剥离步骤 d 包含等离子体蚀刻工艺。

14. 如权利要求 13 所述的方法，其中该等离子体蚀刻工艺于 13.56Mhz 下运作，且该等离子体蚀刻工艺为一变压耦合等离子体工艺或一感应耦合等离子体工艺。

15. 如权利要求 1 所述的方法，其中该剥离步骤 d 包含一等离子体工艺。

16. 如权利要求 15 所述的方法，其中该剥离步骤 d 利用四氟化碳 CF4 来作为一反应剂。

17. 如权利要求 1 所述的方法，其中该剥离步骤 d 包括一等离子体微波工艺，且该微波工艺的微波辐射具有千兆赫等级的频率。

18. 如权利要求 1 所述的方法，其中该方法用于制作利用光刻工艺的半导体元件，该光刻工艺的曝光波长选自含有 193 纳米与 248 纳米的群组，以及制作技术尺寸 170 纳米或以下的金属结构。

19. 如权利要求 18 所述的方法，其中该技术尺寸低于 110 纳米。

20. 如权利要求 1 所述的方法，其中该金属结构包含铝或铝铜合金。

21. 如权利要求 1 所述的方法，其中该残余物包含具有氧化铝的化合物。

22. 如权利要求 21 所述的方法，其中该残余物至少包含一硅、碳、氯或氟。

23. 如权利要求 1 所述的方法，其中该方法还包括于该剥离步骤 d 后利用一湿式溶液来进行一清洗步骤。

## 在半导体基底的金属结构表面去除残余物的方法

### 技术领域

本发明涉及一种在半导体基底的金属结构表面移除残余物的方法。

### 背景技术

在例如动态随机存取存储器(Dynamic Random Access Memory, DRAM)芯片等半导体芯片中，铝导线等金属结构体已被广泛使用于电连位于该半导体芯片中的各式元件。

一般而言，半导体芯片中的金属结构体的形成包括下列步骤：首先进行一化学气相沉积(chemical vapor deposition, CVD)或物理气相沉积(physical vapor deposition, PVD)工艺来形成一金属层于一基底上。然后设置一由聚合材料所构成的光致抗蚀剂层于该金属层上，随后进行一光刻工艺(lithographic process)来图案化该光致抗蚀剂层。

于图案化光致抗蚀剂层后移除部分该光致抗蚀剂层，然后利用剩余的光致抗蚀剂层来作为后续蚀刻金属层的屏蔽。一般用于蚀刻工艺，例如蚀刻铝金属层的等离子体蚀刻(plasma etching)工艺利用含有卤素(halogen)的蚀刻剂来进行蚀刻，而常用的卤素蚀刻剂则包括三氯化硼( $\text{BCl}_3$ )、三氟化硼/氯化物( $\text{BCl}_3/\text{Cl}_2$ )、或具有溴(Br)或氟(F)的气体。

随后于蚀刻金属层后，进行一干式剥离(dry stripping)步骤来移除含有氧化铝的残余物，然后利用一商业或专属溶剂来进行一湿式清洗步骤。由于残余物中可另含有硅或氯等残留，其中硅由金属层下的氧化硅层所产生，而高浓度的氯残留物则可能导致金属导线腐蚀的情形。因此需再利用其它工艺来处理半导体基底。

上述的方法已由 S.A. Campbell 于”微电子工艺的科学与工程” (The Science and Engineering of Microelectronic Fabrication, Oxford University Press, 2001) 中所揭露，在此仅作为参考。

然而，此方法的主要缺点在于在剥离步骤中于不伤害金属导线(特别是铝制导线)的前提下，移除含有聚合光致抗蚀剂的残余物为一极为困难的步

骤。此外，随着半导体工艺进入深次微米时代，例如 90 纳米或更先进工艺时，深紫外线(Deep Ultraviolet, DUV)光致抗蚀剂的使用将更为普遍，进而增加残余物沉积于金属导线侧壁的厚度以及降低残余物剥离工艺的效能。

美国专利第 5545289 号揭露了一种利用含有氧气与氧活化气体(oxygen activating gas)的等离子体来剥离聚合光致抗蚀剂或移除其它残余物的方法。其中，氧活化气体可为四氟化碳(CF<sub>4</sub>)或氮气(N<sub>2</sub>)。然而如同先前所述，此方法有时并无显著效果。另外，一般而言半导体工艺中会利用一钝化步骤来防止蚀刻工艺后金属导线上产生腐蚀的现象。因此，美国专利第 5545289 号揭露利用一循环的方式来进行多次剥离与钝化步骤，进而达到移除聚合光致抗蚀剂的目的。然而，此方法最终会导致整个工艺更加的复杂。此外，实验结果同时发现利用此方法对具有高浓度的氧化金属残余物，例如氧化铝，进行处理时将无法达到任何的效果。

## 发明内容

因此本发明的主要目的在于提供一种对包括金属结构与残余物的基底表面进行预先处理(pre-treatment)来移除残余物的方法。其中，残余物包括聚合光致抗蚀剂与金属氧化物。

其中，该预先处理包括二步骤：一加热(heating)步骤(a)与一稳定化(stabilization)步骤(b)。根据本发明的优选实施例，加热步骤(a)与稳定化步骤(b)于一含有氮气(nitrogen gas)的环境下所进行，使该半导体基底不至于暴露在一般的大气环境中。

随后进行一钝化(passivation)步骤(c)与一剥离(striping)步骤(d)。此二步骤是利用一含有水、氮气及氧气的等离子体来防止腐蚀现象并移除包括光致抗蚀剂材料的残余物。

经过实验结果证明，本发明在氮气环境下原位(in-situ)进行预先处理，即加热步骤(a)与稳定化步骤(b)后，可于后续湿式剥离步骤中完全移除残余物并同时防止腐蚀的情形发生。一般而言，此现象有可能通过一还原气体(reducing gas)或通过一表面化学反应或细微扩散现象的缘故，进而抑制氧化(oxidation)现象所导致。换言之，经由该预先处理对残余物进行改变，本发明可使现有方法中所进行的湿式剥离步骤进一步成为一更具有成效的工艺步骤。

此外，本发明的预先处理步骤，其包括先前所述的加热步骤(a)与稳定化

步骤(b)，亦可于一纯氮气或同时含有氮气与氧气的混合物的环境下来进行。

进行该步骤(d)后还包括：进行一真空等离子体修正步骤；以及进行一异步清洗步骤来去除剩余的残余物。

该方法用于制作利用光刻工艺的半导体元件，该光刻工艺的曝光波长选自含有 193 纳米与 248 纳米的群组，以及制作技术尺寸 170 纳米或以下的金属结构。该技术尺寸可低于 110 纳米。该金属结构包含铝或铝铜合金。

至少一步骤 a、b、c 或 d 于一摄氏温度 20 至 400 度的环境下所达成。

根据本发明的优选实施例，本发明的所有工艺步骤的温度范围介于 20 至 400°C，且以 280°C 为最佳。此外，进行加热步骤的时间大于 2 秒，且以 15 秒为最佳时间，而进行稳定化步骤的时间则介于 1 至 20 秒，且以 5 秒为最佳时间。

根据本发明的优选实施例，还包括利用一体积流量大于每分钟 10 标准立方厘米(standard cubic centimeter per minute, sccm)的氮气来进行加热步骤(a)与稳定化步骤(b)，且氮气的最佳体积流量为每分钟 1000 标准立方厘米。

根据本发明的优选实施例，加热步骤(a)与稳定化步骤(b)的总气体压力为 1 牯(Torr)，且最佳总气体压力介于 0.2 至 10 牠�。

根据本发明的优选实施例，钝化步骤(c)与剥离步骤(d)还包括一等离子体蚀刻工艺，例如一变压耦合等离子体(transformer coupled plasma, TCP)或一感应耦合等离子体(induced coupled plasma, ICP)工艺，且该等离子体蚀刻工艺的运作频率为 13.56Mhz。同时，剥离步骤(d)的等离子体蚀刻工艺可利用四氟化碳来作为一反应剂。此外，剥离步骤还包括一等离子体微波(microwave)工艺，且该微波工艺的微波辐射频率具有千兆赫(gigahertz, GHz)等级(order)，例如 2.45GHz。

#### 附图说明

图 1 为现有进行剥离步骤后，描绘自一扫描电子显微镜(scanning electron microscope, SEM)图像的一含有残余物的铝导线的剖面示意图。

图 2 为本发明优选实施例进行剥离步骤后，描绘自一扫描电子显微镜(scanning electron microscope, SEM)图像的一铝导线的剖面示意图。

#### 简单符号说明

1 铝导线

2 残余物

## 具体实施方式

请参照图 1，图 1 为现有一位于集成电路芯片上的铝导线 1 的剖面示意图。其中，集成电路芯片为一动态随机存取存储器芯片或其它集成电路芯片，在此并不另加赘述。此外，铝导线 1 同时电连接其它设置于该芯片上的元件，且该些元件并未示于图中。

如图 1 所示，铝导线 1 的周围包括一些残余物 2，且残余物 2 同时延伸至铝导线 1 的上端并形成多个尖端(peaks)。

同时，图 1 显示现有对光致抗蚀剂进行钝化以及剥离步骤后铝导线 1 与残余物 2 的情形。其中，该剥离步骤包括先进行一等离子体蚀刻工艺然后再进行一湿蚀刻工艺。如图中所示，现有技术无法有效利用湿式清洗步骤来移除含有聚合光致抗蚀剂的残余物。由于残余物 2 含有氧化铝等金属氧化物，因此在移除残余物 2 时将无法避免同时损害到铝导线 1。

请参照图 2，图 2 显示利用本发明步骤所达成的结果。根据本发明的优选实施例，本发明先对含有导线(例如铝导线)的基底进行一预先处理(pre-treatment)，其包括一加热步骤与一稳定化步骤。值得注意的是，本发明的加热步骤与稳定化步骤需在含有氮气的环境下进行。其中，氮气可为纯氮气或含有氮气与氧气的混和气体。除此之外，其它工艺如钝化步骤与剥离步骤等则依照原先工艺条件进行。

根据本发明的优选实施例，加热步骤的工艺条件包括下列参数：

压力 : 1 牛

氮气的体积流量 : 1000 标准立方厘米每分钟(sccm)(纯  
氮气)

时间 : 15 秒

晶片位置 : 晶片顶针缩回(pins down)，即晶片已  
安置在反应槽中的座台上

根据本发明的优选实施例，稳定化步骤的工艺条件包括下列参数：

压力 : 1 牛

氮气的体积流量 : 1000 标准立方厘米每分钟(sccm)(纯  
氮气)

时间 : 5 秒

晶片位置 : 晶片顶针缩回

接着, 于一等离子体室中利用水蒸气来进行钝化(passivation)步骤, 该步骤包括下列参数:

压力 : 1 牛

功率 : 1500 瓦(W)

氮气的体积流量 : 1000 标准立方厘米每分钟(sccm)

水蒸气的体积流量 : 2800 标准立方厘米每分钟(sccm)

时间 : 45 秒

晶片位置 : 晶片顶针缩回

如先前所述, 等离子体室已于先前技术中所揭露。然后利用一等离子体蚀刻工艺来进行一剥离步骤, 且等离子体蚀刻工艺包括下列参数:

压力 : 1 牛

功率 : 2400 瓦(W)

氧气的体积流量 : 4000 标准立方厘米每分钟(sccm)

氮气的体积流量 : 280 标准立方厘米每分钟(sccm)

时间 : 90 秒

晶片位置 : 晶片顶针缩回

晶片温度于各工艺: 约 280°C

步骤

接着利用一商业或专属溶液来进行一湿蚀刻工艺, 蚀刻溶液例如为 Dupont 公司制造的 EKC 蚀刻液, 或者稀释硫酸双氧水的溶液 (DSP)。

因此如上所述, 利用一加热步骤与一稳定化步骤的两段式预先处理步骤, 本发明可更有效的来移除导线上的残余物。

以上所述仅为本发明的优选实施例, 凡依本发明权利要求所做的均等变化与修饰, 皆应属本发明的涵盖范围。

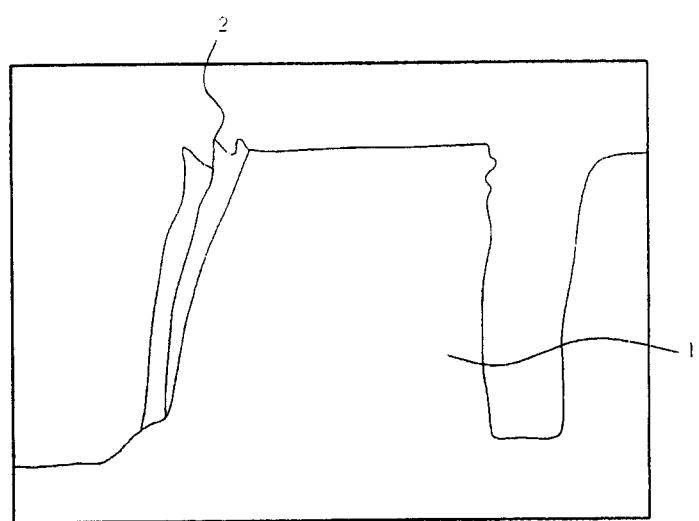


图 1

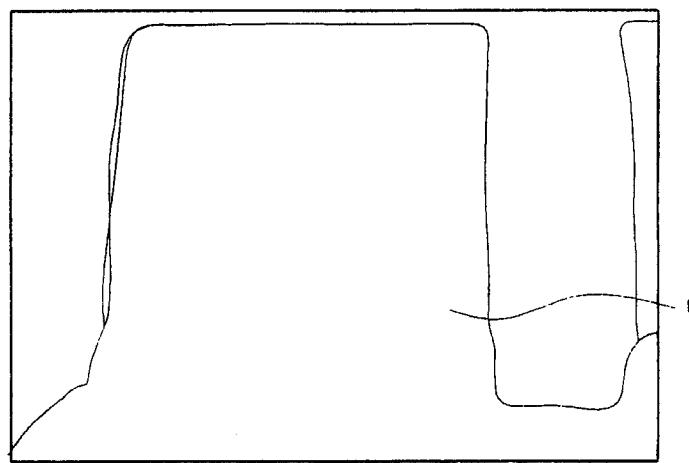


图 2