



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103208421 A

(43) 申请公布日 2013. 07. 17

(21) 申请号 201310082090. 9

(22) 申请日 2013. 03. 14

(71) 申请人 上海华力微电子有限公司

地址 201210 上海市浦东新区张江高科技园
区高斯路 568 号

(72) 发明人 李芳 刘文燕 黄耀东

(74) 专利代理机构 上海申新律师事务所 31272

代理人 竺路玲

(51) Int. Cl.

H01L 21/311 (2006. 01)

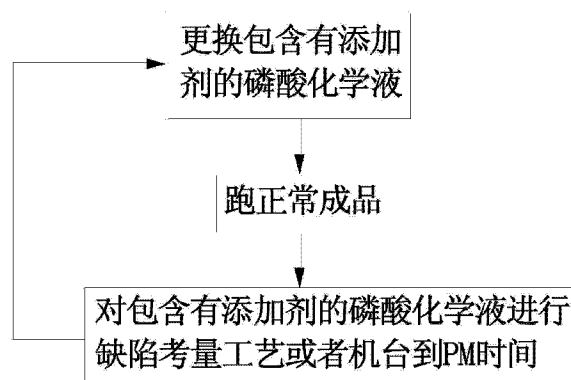
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法,应用于具有氮化硅层和氧化层的半导体结构的刻蚀工艺,且氮化硅层覆盖于氧化层的上表面,方法包括:采用包含有添加剂的磷酸化学液对所述氮化硅层进行刻蚀工艺;其中,添加剂的材质为氮化硅和/或类氮化硅和/或间接转化为氮化硅的物质和/或氧化硅和/或类氧化硅和/或间接可以转化为氧化硅的物质;该方法从化学源头解决工艺需求,省去进行挡片的工艺步骤,在不减小刻蚀氮化硅速率的同时,有效控制化学液的反应,节约产品制程的时间,进而降低生产成本。



1. 一种提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法,应用于具有氮化硅层和氧化层的半导体结构的刻蚀工艺,所述氮化硅层覆盖于所述氧化层的上表面,其特征在于,包括:

采用包含有添加剂的磷酸化学液对所述氮化硅层进行刻蚀工艺;

其中,所述添加剂的材质为氮化硅和 / 或类氮化硅和 / 或间接转化为氮化硅的物质和 / 或氧化硅和 / 或类氧化硅和 / 或间接可以转化为氧化硅的物质。

2. 如权利要求 1 所述的提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法,其特征在于,根据生产所需要的氮化硅层和氧化层的刻蚀选择比,计算所述添加剂的剂量。

3. 如权利要求 2 所述的提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法,其特征在于,当所述添加剂为氮化硅时,所述氮化硅的剂量为 $Y = (0.014 * X - 1.4) * a$;

其中, X 为所述刻蚀选择比的值,且 X 为 150:1 ~ 250:1 中的任意值, a 为所述添加剂中氮化硅的密度值。

4. 如权利要求 2 所述的提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法,其特征在于,当所述添加剂为氮化硅,且所述刻蚀选择比大于 250:1 时,该氮化硅的剂量大于 $2.1a$ 且小于 $3a$;

其中, a 为所述添加剂中氮化硅的密度值。

5. 如权利要求 1 所述的提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法,其特征在于,于所述刻蚀工艺后,继续对包含有添加剂的磷酸化学液进行缺陷考量工艺。

6. 如权利要求 5 所述的提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法,其特征在于,所述缺陷考量工艺包括:判断包含有添加剂的磷酸化学液是否达到其使用寿命;

若包含有添加剂的磷酸化学液达到其使用寿命,则对该包含有添加剂的磷酸化学液进行更换操作;

若包含有添加剂的磷酸化学液没有达到其使用寿命,则不对该包含有添加剂的磷酸化学液进行更换操作。

7. 如权利要求 1 所述的提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法,其特征在于,所述提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法应用于湿法刻蚀工艺中。

一种提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种提高刻蚀选择比的方法,尤其涉及一种提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法

背景技术

[0002] 在半导体制造技术中,随着半导体器件的特征尺寸不断缩小,对生产器件的工艺要求越来越高,进而对各工艺参数的均匀性和稳定性提出了更高的要求。

[0003] 氧化层是半导体生产工艺中经常采用的一种介电材料,氮化硅层沉积于氧化层之上多被作为保护层,或者是作为刻蚀中止层。在半导体生产过程中,通常采用磷酸对氮化硅层进行去除,但同时该化学液会接触到氧化层,从而在使用磷酸去除氮化硅层的同时,亦有部分氧化层被刻蚀,从而影响后续的工艺如离子注入的深度,进而造成器件的良率降低。

[0004] 磷酸刻蚀氮化硅层的反应机理为: $\text{Si}_3\text{N}_4 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{SiO}_2 + 4\text{NH}_3$ (H_3PO_4 作为催化剂),在反应中,磷酸是作为催化剂使用的,从反应平衡来看,随着氮化硅刻蚀量的增加,形成的二氧化硅会逐渐增加,由于二氧化硅会与磷酸反应,故该副产物二氧化硅会降低半导体衬底表面氧化层的刻蚀速率,从而增加了氮化硅和氧化层的刻蚀选择比,进而使得刻蚀趋于稳定。因此,现有的半导体工艺生产过程中,通常会提前跑氮化硅挡片(dummy),以达到足够大而稳定的氮化硅和氧化层的刻蚀选择比的目的。由于磷酸会与刻蚀氮化硅时生成的副产物—二氧化硅反应,致使磷酸的量不断减少,且会在磷酸中产生副产物,故在工艺生产中,会对化学液设定一定的使用寿命,当达到使用寿命时,为了保证稳定的氮化硅和氧化层的刻蚀选择比,会换掉部分化学液。

[0005] 图1是现有工艺中提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法流程示意图;如图所示,在跑正常产品之前,需要使用大量氮化硅 dummy,以使磷酸化学液刻蚀氮化硅时处于一个平衡状态,当机台需要进行维修时,将磷酸化学液全部更换,当机台不需要进行维修时,且化学液到达一定的使用寿命时,会换掉部分化学液,以保证稳定的氮化硅和氧化层的刻蚀选择比。

[0006] 中国专利(申请号:02127845.8)公开了一种蚀刻剂及其在提高蚀刻选择比上的应用,此蚀刻剂至少包括磷酸与可溶性硅化合物,例如含卤素的硅化合物或含卤素的硅化合物及其衍生物。

[0007] 上述公开的蚀刻剂应用在蚀刻氮化硅时,由于可溶性硅化合物与水产生水解反应,因此可以提高氮化硅与氧化硅之间的蚀刻选择比。然而,由于可溶性硅化合物易于水产生水解反应,因此,会一定程度的降低刻蚀氮化硅的速率,从而增加反应时间。

[0008] 中国专利(申请号:200910196428.7)公开了一种提高刻蚀硬掩模氧化层和氮化硅层刻蚀选择比的方法,刻蚀硬掩模氧化层在刻蚀反应腔内进行,刻蚀硬掩模氧化层时向刻蚀反应腔内通入含氟类刻蚀气体和氧气的比例为0.25~2,刻蚀反应腔内的源功率为0~100瓦。

[0009] 上述公开的方法能够大大提高硬掩模氧化层和氮化硅层的刻蚀选择比,即对于氧

化层的刻蚀可以增大速率,然而,该方法不能增大氮化硅和氧化层的刻蚀选择比。

发明内容

[0010] 针对上述存在的问题,本发明提供一种提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法,以提高氮化硅层和氧化层的刻蚀选择比,且在不减小刻蚀氮化硅的速率的同时,有效控制化学液的反应,节约产品制程的时间,降低了生产成本。

[0011] 为了实现上述目的,本发明采取的技术方案为:

[0012] 一种提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法,应用于具有氮化硅层和氧化层的半导体结构的刻蚀工艺,所述氮化硅层覆盖于所述氧化层的上表面,其特征在于,包括:

[0013] 采用包含有添加剂的磷酸化学液对所述氮化硅层进行刻蚀工艺;

[0014] 其中,所述添加剂的材质为氮化硅和/或类氮化硅和/或间接转化为氮化硅的物质和/或氧化硅和/或类氧化硅和/或间接可以转化为氧化硅的物质。

[0015] 上述的提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法,其特征在于,根据生产所需要的氮化硅层和氧化层的刻蚀选择比,计算所述添加剂的剂量。

[0016] 上述的提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法,其特征在于,当所述添加剂为氮化硅时,所述氮化硅的剂量为 $Y = (0.014 * X - 1.4) * a$; 其中, X 为所述刻蚀选择比的值,且 X 为 150:1 ~ 250:1 中的任意值, a 为所述添加剂中氮化硅的密度值,氮化硅为 Si_xN_y , 不同的 x 和 y 的氮化硅的密度值 a 不相同,如 Si_3N_4 的密度值 a 为 3.44; 如生产需要氮化硅层和氧化层的刻蚀选择比为 150:1, 且添加剂为氮化硅时,则氮化硅的剂量为 $Y = 0.7a$; 如生产需要氮化硅层和氧化层的刻蚀选择比为 160:1, 且添加剂为氮化硅时,则氮化硅的剂量为 $Y = 0.84a$; 如生产需要氮化硅层和氧化层的刻蚀选择比为 170:1, 且添加剂为氮化硅时,则氮化硅的剂量为 $Y = 0.98a$; 如生产需要氮化硅层和氧化层的刻蚀选择比为 250:1, 且添加剂为氮化硅时,则氮化硅的剂量为 $Y = 2.1a$ 。

[0017] 上述的提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法,其特征在于,当所述添加剂为氮化硅,且所述刻蚀选择比大于 250:1 时,该氮化硅的剂量大于 $2.1a$ 且小于 $3a$; 其中, a 为所述添加剂中氮化硅的密度值,氮化硅为 Si_xN_y , 不同的 x 和 y 的氮化硅的密度值 a 不相同,如 Si_3N_4 的密度值 a 为 3.44; 如生产需要的氮化硅层和氧化层的刻蚀选择比为 260:1 时,且添加剂为氮化硅时,氮化硅的剂量为 $2.2a$, 如生产需要的氮化硅层和氧化层的刻蚀选择比为 270:1 时,且添加剂为氮化硅时,氮化硅的剂量为 $2.27a$, 如生产需要的氮化硅层和氧化层的刻蚀选择比为 280:1 时,且添加剂为氮化硅时,氮化硅的剂量为 $2.32a$; 这是因为,当生产需要的氮化硅层和氧化层的刻蚀选择比较大时,由于已经添加足够量的氮化硅添加剂,使得反应处于平衡,从而使得反应趋于稳定,所添加的氮化硅添加剂只需保持稳定的反应即可。

[0018] 上述的提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法,其特征在于,于所述刻蚀工艺后,继续对包含有添加剂的磷酸化学液进行缺陷考量工艺。

[0019] 上述的提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法,其特征在于,所述缺陷考量工艺包括:判断包含有添加剂的磷酸化学液是否达到其使用寿命;

[0020] 若包含有添加剂的磷酸化学液达到其使用寿命,则对该包含有添加剂的磷酸化学液进行更换操作;

[0021] 若包含有添加剂的磷酸化学液没有达到其使用寿命,则不对该包含有添加剂的磷酸化学液进行更换操作。

[0022] 上述的提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法,其特征在于,所述提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法应用于湿法刻蚀工艺中。

[0023] 上述技术方案具有如下优点或者有益效果:

[0024] 本发明通过在磷酸化学液中添加氮化硅和/或类氮化硅和/或间接可以转化为氮化硅的物质和/或氧化硅和/或类氧化硅和/或间接可以转化成为氧化硅的物质,从化学源头解决工艺需求,省去跑 Dummy 的工艺步骤,可以在不减小刻蚀氮化硅速率的同时,有效控制化学液的反应,节约产品制程的时间,从而降低生产成本。

附图说明

[0025] 图 1 是现有工艺中提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法的流程示意图;

[0026] 图 2 是本发明提供的提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法的流程示意图。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图和具体的实施例对本发明作进一步的说明,但是不作为本发明的限定。

[0028] 图 2 是本发明提供的提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法的流程示意图;如图所示,将包含有添加剂的磷酸化学液添加进刻蚀设备后,进行正常的产品,产品的氮化硅层进行刻蚀工艺,当包含有添加剂的磷酸化学液到达其使用寿命时,将包含有添加剂的磷酸化学液更换成新的包含有添加剂的磷酸化学液,或者当机台到了 PM (Productive Maintenance, 生产维修) 的时候,将包含有添加剂的磷酸化学液换成新的包含有添加剂的磷酸化学液。

[0029] 其中,该方法应用于湿法刻蚀工艺中,尤其应用于具有氮化硅层和氧化层的半导体结构的刻蚀工艺,且氮化硅层覆盖于氧化层的上表面。

[0030] 其中,添加剂为氮化硅和/或类氮化硅和/或间接转化为氮化硅的物质和/或氧化硅和/或类氧化硅和/或间接可以转化为氧化硅的物质。

[0031] 当添加剂为氮化硅时,氮化硅的剂量为 $Y = (0.014 \times X - 1.4) \times a$; 其中, X 为刻蚀选择比的值,且 X 为 150:1 ~ 250:1 中的任意值, a 为添加剂中氮化硅的密度值,氮化硅为 Si_xN_y , 不同的 x 和 y 的氮化硅的密度值 a 不相同,如 Si_3N_4 的密度值 a 为 3.44; 如生产需要氮化硅层和氧化层的刻蚀选择比为 150:1, 且添加剂为氮化硅时,则氮化硅的剂量为 $Y = 0.7a$; 如生产需要氮化硅层和氧化层的刻蚀选择比为 160:1, 且添加剂为氮化硅时,则氮化硅的剂量为 $Y = 0.84a$; 如生产需要氮化硅层和氧化层的刻蚀选择比为 170:1, 且添加剂为氮化硅时,则氮化硅的剂量为 $Y = 0.98a$; 如生产需要氮化硅层和氧化层的刻蚀选择比为 250:1, 且添加剂为氮化硅时,则氮化硅的剂量为 $Y = 2.1a$ 。

[0032] 当添加剂为氮化硅,且刻蚀选择比大于 250:1 时,该氮化硅的剂量大于 $2.1a$ 且小于 $3a$; 其中, a 为所述添加剂中氮化硅的密度值,氮化硅为 Si_xN_y , 不同的 x 和 y 的氮化硅的密度值 a 不相同,如 Si_3N_4 的密度值 a 为 3.44; 如生产需要的氮化硅层和氧化层的刻蚀选择比为 260:1 时,且添加剂为氮化硅时,氮化硅的剂量为 $2.2a$, 如生产需要的氮化硅层和氧化层

的刻蚀选择比为 270:1 时,且添加剂为氮化硅时,氮化硅的剂量为 2.27a,如生产需要的氮化硅层和氧化层的刻蚀选择比为 280:1 时,且添加剂为氮化硅时,氮化硅的剂量为 2.32a。

[0033] 图 1 是现有工艺中提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法的流程示意图;如图所示,比较图 1 和图 2,显而易见,本发明提供的提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法的流程相较于现有工艺中提高氮化硅层和氧化层刻蚀选择比的方法的流程更易于控制,且步骤简单,并且由于省去了氮化硅 dummy 的使用,从而节约了半导体器件的生产成本。

[0034] 综上所述,本发明通过在磷酸化学液中添加氮化硅和 / 或类氮化硅和 / 或间接可以转化为氮化硅的物质和 / 或氧化硅和 / 或类氧化硅和 / 或间接可以转化成为氧化硅的物质,从化学源头解决工艺需求,省去进行氮化硅 dummy 的工艺步骤,可以在不减小刻蚀氮化硅速率的同时,有效控制化学液的反应,节约产品制程的时间,进而降低生产成本。

[0035] 以上所述仅为本发明较佳的实施例,并非因此限制本发明的申请专利范围,所以凡运用本发明说明书及图示内容所作出的等效变化,均包含在本发明的保护范围内。

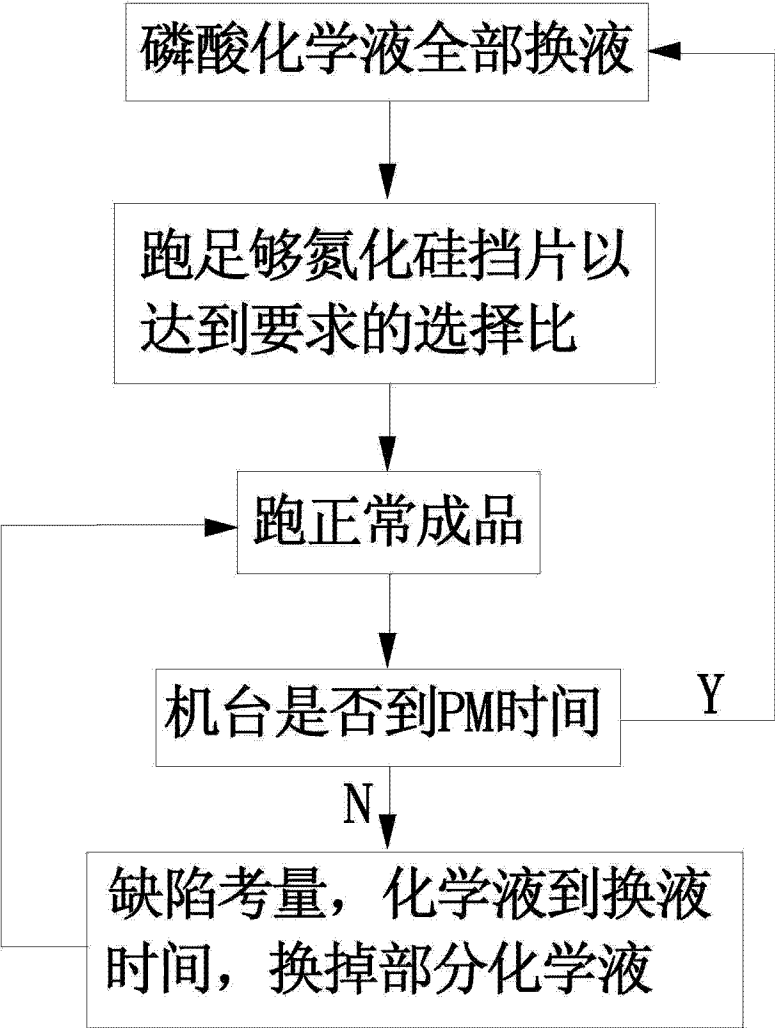


图 1

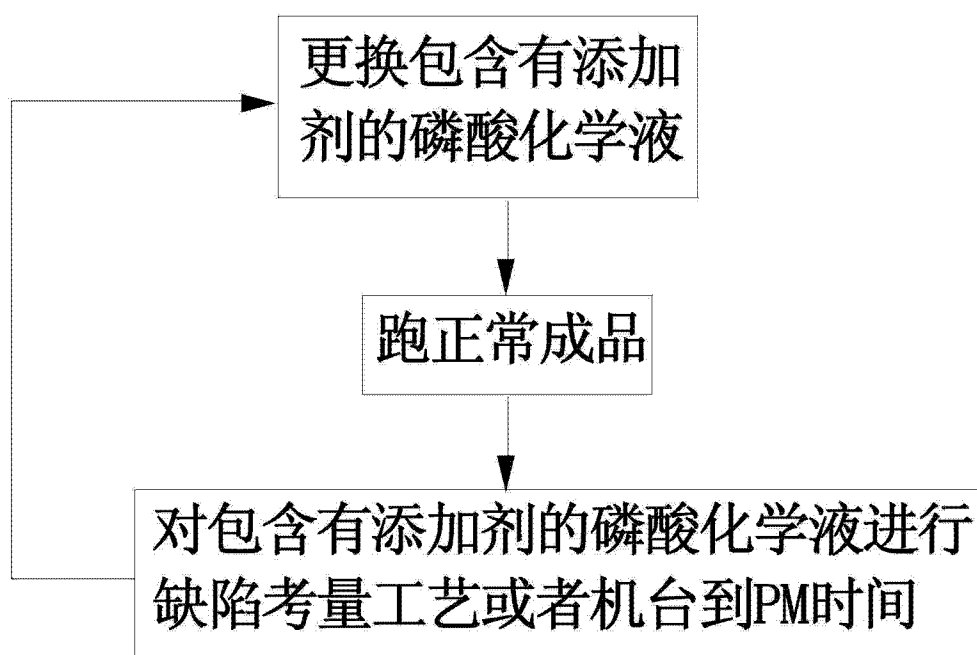


图 2