(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 115651656 B
(45)授权公告日 2024.09.03

(21)申请号 202211424131.3
(22)申请日 2019.07.22
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115651656 A
(43)申请公布日 2023.01.31
(30)优先权数据
62/774,382 2018.12.03 US
62/811,600 2019.02.28 US
(62)分案原申请数据
201980091144.3 2019.07.22
(73)专利权人 富士胶片电子材料美国有限公司
地址 美国罗得岛州
(72)发明人 M·伯杰罗帕夫里克
C·巴列斯特罗斯
(74)专利代理机构 北京博思佳知识产权代理有限公司 11415
专利代理师 韩果
(51)Int.Cl.
C09K 13/08(2006.01)
H01L 21/311(2006.01)
(56)对比文件
CN 101233601 A,2008.07.30
CN 102217042 A,2011.10.12
CN 103911159 A,2014.07.09
审查员 姜小青

权利要求书2页 说明书16页

(54)发明名称

蚀刻组合物

(57)摘要

本公开涉及蚀刻组合物,该蚀刻组合物可供使用于,例如,作为多步骤半导体制备过程中的中间步骤,选择性地从半导体基板去除硅锗(SiGe)。

CN 115651656 B

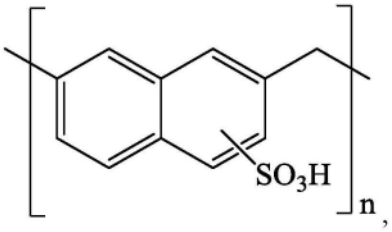
1.一种蚀刻组合物,包含:

至少一种含氟酸,所述至少一种含氟酸包含氢氟酸,且所述至少一种含氟酸的量为所述组合物的至多0.5wt%;

至少一种氧化剂,所述至少一种氧化剂的量为所述组合物的5wt%至10wt%;

至少一种有机酸或其酸酐,所述至少一种有机酸包含甲酸、乙酸、丙酸或丁酸中的一种或多种,且所述至少一种有机酸或其酸酐的量为所述组合物的50wt%至80wt%;

至少一种聚合萘磺酸,所述至少一种聚合萘磺酸的量为所述组合物的0.005wt%至0.1wt%,所述至少一种聚合萘磺酸包含具有如下结构的磺酸:



其中n是3至6;

至少一种胺,所述至少一种胺包含化学式(I):$N\text{-}R_1R_2R_3$的胺,其中R_1是任选地被OH或NH_2取代的$C_1\text{-}C_8$烷基,R_2是H或任选地被OH取代的$C_1\text{-}C_8$烷基,以及R_3是任选地被OH取代的$C_1\text{-}C_8$烷基,所述至少一种胺的量为所述组合物的0.001wt%至0.1wt%;以及

水。

2.根据权利要求1所述的组合物,其中,所述至少一种氧化剂包含过氧化氢。

3.根据权利要求1所述的组合物,其中,所述至少一种氧化剂的量为所述组合物的6wt%至10wt%。

4.根据权利要求1所述的组合物,其中,所述至少一种有机酸或其酸酐包含乙酸或乙酸酐。

5.根据权利要求4所述的组合物,其中,所述乙酸或所述乙酸酐的量为所述组合物的60wt%至80wt%。

6.根据权利要求1所述的组合物,其中,所述至少一种聚合萘磺酸的量为所述组合物的0.005wt%至0.05wt%。

7.根据权利要求1所述的组合物,其中,所述化学式(I)的胺是二异丙胺、N-丁基二乙醇胺、N-(3-氨丙基)-二乙醇胺、葡辛胺、葡乙胺、葡甲胺或1-[双(2-羟乙基)氨基]-2-丙醇。

8.根据权利要求1所述的组合物,其中,所述至少一种胺的量为所述组合物的0.005wt%至0.05wt%。

9.根据权利要求1所述的组合物,还包含无机酸。

10.根据权利要求1到9中任一项所述的组合物,还包含硼酸。

11.根据权利要求10所述的组合物,其中,所述硼酸具有化学式$R\text{-}B(OH)_2$,其中R是$C_1\text{-}C_{10}$烷基、芳基或杂芳基,所述芳基或杂芳基任选地被1-6个$C_1\text{-}C_{10}$烷基取代。

12.根据权利要求11所述的组合物,其中,所述硼酸是苯硼酸。

13.根据权利要求12所述的组合物,其中,所述苯硼酸的量为所述组合物的0.01wt%至0.5wt%。

14.根据权利要求13所述的组合物,其中,所述苯硼酸的量为所述组合物的0.01wt%至

0.1wt％。

15.一种蚀刻组合物,包含:

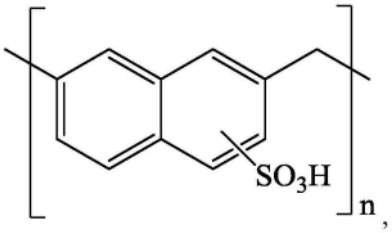
氢氟酸,其中,所述氢氟酸的量为所述组合物的至多0.5wt％;

过氧化氢,其中,所述过氧化氢的量为所述组合物的5wt％至10wt％;

乙酸;

乙酸酐,其中,所述乙酸或所述乙酸酐的量为所述组合物的50wt％至80wt％;

具有如下结构的磺酸:



其中n是3至6,其中,所述磺酸的量为所述组合物的0.005wt％至0.1wt％;

N-(3-氨丙基)-二乙醇胺,其中,所述N-(3-氨丙基)-二乙醇胺的量为所述组合物的0.001wt％至0.1wt％;以及

水。

16.根据权利要求15所述的组合物,其中,

所述氢氟酸的量为所述组合物的至多0.5wt％;

所述过氧化氢的量为所述组合物的6wt％至10wt％;

所述乙酸或所述乙酸酐的量为所述组合物的60wt％至80wt％;

所述磺酸的量为所述组合物的0.005wt％至0.05wt％;以及

所述N-(3-氨丙基)-二乙醇胺的量为所述组合物的0.001wt％至0.05wt％。

蚀刻组合物

[0001] 分案说明

[0002] 本申请是申请日为2019年7月22日、国际申请号为PCT/US2019/042780的PCT国际申请进入中国(进入日为2021年8月3日,申请号为201980091144.3、发明名称为“蚀刻组合物”)的发明专利申请的分案申请。

[0003] 相关申请案的交叉引用

[0004] 本申请主张于2019年2月28日提交的美国专利临时申请案62/811,600以及于2018年12月3日提交的美国专利临时申请案62/774,382的优先权,其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

[0005] 本公开涉及蚀刻组合物以及使用蚀刻组合物的方法。特别地,本公开涉及蚀刻组合物,该蚀刻组合物可以在存在其他暴露材料或底层材料的情况下选择性蚀刻硅锗,例如金属导体(例如,铜)、阻挡材料、绝缘体材料(例如,低k介电材料)。

背景技术

[0006] 半导体产业正在迅速减少微电子装置、硅芯片、液晶显示器、MEMS(Micro Electro Mechanical Systems,微电子机械系统)、印刷线路板等中的电子电路以及电子元件的尺寸和密度。位于它们之中的集成电路正随着介于每个电路层之间的绝缘层的不断减少的厚度以及越来越小的特征尺寸而被分层或堆叠。由于特征尺寸已经缩小,图案已变得更小,而且装置性能参数更加严密且更为稳健。结果是,在此之前可被容忍的各种不同问题由于该更小的特征尺寸而不能够再被容忍或已变成更大的一个问题。

[0007] 在先进的集成电路的生产上,为了最小化与较高的密度相关联的问题以及优化性能,高k和低k绝缘体以及各种阻挡层材料已被使用。

[0008] 硅锗(SiGe)可以被应用于半导体器件、液晶显示器、MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)、印刷线路板等的制造中,作为纳米线(nanowires)和/或纳米片(nanosheets)。举例来说,它可以被使用作为多栅极器件,如多栅极场效晶体管(field-effect transistor,FET)(例如,全环绕式栅极FET),中的栅极材料。

发明内容

[0009] 在半导体器件的建构中,硅锗(SiGe)经常需要被蚀刻。在各式各样类型的SiGe的使用及器件环境中,在该材料被蚀刻的同时,其他的层与之接触或以其他方式被暴露。该SiGe在这些其它材料(例如,金属导体、绝缘体和硬掩膜)存在下的高度选择性蚀刻通常为器件产率以及长寿命所需要的。对SiGe的蚀刻处理可为等离子蚀刻处理(plasma etching process)。但是,在该SiGe层上使用等离子蚀刻处理可能对栅极绝缘层与半导体基板中的任一者或这两者造成损害。此外,该蚀刻方法可能通过蚀刻被栅极所暴露出的栅极绝缘层而将一部分的半导体基板去除。晶体管的电气特性可能被不利地影响。为了避免这样的蚀

刻损害,附加的保护器件制造步骤可以被使用,但成本高昂。

[0010] 本公开涉及用于相对于半导体器件中的硬掩膜层(hard mask layers)、栅极材料(例如,SiN、多晶硅或SiO_x)以及低k介电层(例如,SiN、多晶硅、SiO_x、碳掺杂氧化物或SiCO)选择性地蚀刻SiGe的组合物与方法。更特别地,本公开涉及用于相对于低k介电层选择性地蚀刻SiGe的组合物与方法。

[0011] 在一个方面中,本公开以包含下列的蚀刻组合物为特征:a)至少一种含氟酸,该至少一种含氟酸包含氢氟酸或六氟硅酸;b)至少一种氧化剂;c)至少一种有机酸或其酸酐,该至少一种有机酸包含甲酸、乙酸、丙酸或丁酸;d)至少一种聚合萘磺酸;e)至少一种胺,该至少一种胺包含化学式(I):$N-R_1R_2R_3$的胺,其中,R_1是任选被OH或NH_2取代的C_1-C_8烷基,R_2是H或任选被OH取代的C_1-C_8烷基,以及R_3是任选被OH取代的C_1-C_8烷基;以及f)水。

[0012] 在另一个方面中,本公开以包含下列的方法为特征:使本文所描述的蚀刻组合物接触含有SiGe薄膜的半导体基板,以去除该SiGe薄膜。

[0013] 在又一个方面中,本公开以通过本文所描述的方法形成的制品为特征,其中该制品为半导体器件(例如,集成电路)。

具体实施方式

[0014] 如本文所界定的,除非另有说明,所有被表示的百分比应理解为占组合物的总重量的重量百分比。除非另有说明,环境温度被界定为约16至约27摄氏度(℃)。

[0015] 一般而言,本公开以蚀刻组合物(例如,用于选择性地去除SiGe的蚀刻组合物)为特征,该蚀刻组合物包含:a)至少一种含氟酸,该至少一种含氟酸包含氢氟酸(HF)或六氟硅酸(H_2SiF_6);b)至少一种氧化剂,该至少一种氧化剂包含过氧化氢;c)至少一种有机酸,该至少一种有机酸包含甲酸、乙酸、丙酸或丁酸;d)至少一种聚合萘磺酸;e)至少一种胺,该至少一种胺包含化学式(I):$N-R_1R_2R_3$的胺,其中,R_1是任选被OH或NH_2取代的C_1-C_8烷基,R_2是H或任选被OH取代的C_1-C_8烷基,以及R_3是任选被OH取代的C_1-C_8烷基;以及f)水。

[0016] 一般而言,本公开的蚀刻组合物可以包含至少一种(例如,2种、3种或4种)含氟酸。本文所描述的含氟酸可以是无机酸,诸如HF或H_2SiF_6。在一些实施例中,该至少一种含氟酸的量为本公开的蚀刻组合物的至少约0.1wt%(例如,至少约0.2wt%、至少约0.4wt%、至少约0.5wt%、至少约0.6wt%、至少约0.8wt%、至少约1wt%、至少约1.2wt%、至少约1.4wt%或至少约1.5wt%)到至多约2wt%(例如,至多约1.9wt%、至多约1.8wt%、至多约1.7wt%、至多约1.6wt%、至多约1.5wt%、至多约1.2wt%、至多约1wt%或至多约0.5wt%)。不希望被理论所束缚,据信:在蚀刻过程中,含氟酸可以促进和增强半导体基板上的SiGe的去除。

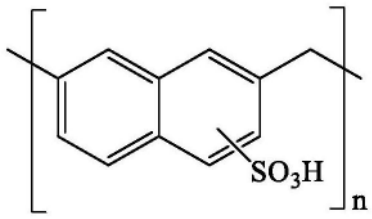
[0017] 本公开的蚀刻组合物可包含适合供应用于微电子应用中的至少一种(例如,两种、3种或4种)氧化剂。适合的氧化剂的示范例包含,但不限于:氧化酸或其盐类(例如,硝酸、高锰酸或高锰酸钾),过氧化物(例如,过氧化氢、二烷基过氧化物、过氧化脲),过磺酸[如,六氟丙烷过磺酸(hexafluoropropanepersulfonic acid)、甲过磺酸(methanepersulfonic acid)、三氟甲过磺酸(trifluoromethanepersulfonic acid)或对甲苯过磺酸(p-toluenepersulfonic acid)]及其盐类,臭氧,过氧羧酸(例如,过氧乙酸)及其盐类,过磷酸及其盐类,过硫酸及其盐类[例如,过硫酸铵或过硫酸四甲铵(tetramethylammonium persulfate)],高氯酸及其盐类(例如,高氯酸铵、高氯酸钠或高氯酸四甲基铵),以及高碘

酸及其盐类(例如,高碘酸、高碘酸铵或四丁基高碘酸铵)。这些氧化剂可单独地或以组合被使用。

[0018] 在一些实施例中,该至少一种氧化剂可以是本公开的蚀刻组合物的至少约5wt%(例如,至少约6wt%、至少约7wt%、至少约8wt%、至少约9wt%、至少约10wt%、至少约11wt%、至少约13wt%或至少约15wt%)到至多约20wt%(例如,至多约18wt%、至多约16wt%、至多约15wt%、至多约14wt%、至多约12wt%或至多约10wt%)。不希望被理论所束缚,据信:该氧化剂可以促进和增强半导体基板上的SiGe的去除。

[0019] 一般而言,本公开的蚀刻组合物可以包含至少一种(例如,2种、3种或4种)有机酸或其酸酐。在一些实施例中,该有机酸可以是甲酸、乙酸、丙酸或丁酸。在一些实施例中,该有机酸酐可以是甲酸酐、乙酸酐、丙酸酐或丁酸酐。在一些具体例中,该至少一种有机酸或其酸酐可以是本公开的蚀刻组合物的至少约30wt%(例如,至少约35wt%、至少约40wt%、至少约45wt%、至少约50wt%、至少约55wt%或至少约60wt%)到至多约90wt%(例如,至多约85wt%、至多约80wt%、至多约75wt%、至多约70wt%、至多约65wt%、至多约60wt%、至多约55wt%、至多约50wt%、至多约45wt%或至多约40wt%)。不希望被理论所束缚,据信:该有机酸或其酸酐可以促进和增强半导体基板上的SiGe的去除。

[0020] 本公开的蚀刻组合物一般地包含至少一种聚合萘磺酸(或聚萘磺酸),例如,作为表面活性剂或选择性抑制剂。在一些实施例中,该聚合萘磺酸可以是一种具有下面化学结构的磺酸:

[0021] 

[0022] 其中n是3、4、5或6。这样的聚合萘磺酸的市售示范例包含可得自于竹本油脂有限公司(Takemoto Oil&Fat Co.,Ltd.)的Takesurf A-47系列产品。在一些实施例中,该至少一种聚合萘磺酸可以是本公开的蚀刻组合物的至少约0.005wt%(例如,至少约0.01wt%、至少约0.02wt%、至少约0.03wt%、至少约0.04wt%、至少约0.05wt%或至少约0.1wt%)到至多约0.15wt%(例如,至多约0.14wt%、至多约0.12wt%、至多约0.1wt%、至多约0.08wt%、至多约0.06wt%或至多约0.05wt%)。不希望被理论所束缚,据信:当使用本公开的蚀刻组合物将SiGe从半导体基板去除时,该聚合萘磺酸可以选择性地阻碍SiN、多晶硅和SiCO的去除。

[0023] 一般而言,本公开的蚀刻组合物可以包含至少一种(例如,2种、3种或4种)胺。在一些实施例中,该胺可以是化学式(I):N-$R_1R_2R_3$的胺,其中,R_1是任选被OH或NH_2取代的C_1-C_8烷基,R_2是H或任选被OH取代的C_1-C_8烷基,以及R_3是任选被OH取代的C_1-C_8烷基。化学式(I)的合适的胺的示范例包含二异丙胺(diisopropylamine)、N-丁基二乙醇胺(N-butyldiethanolamine)、N-(3-氨丙基)-二乙醇胺(N-(3-aminopropyl)-diethanolamine))、葡辛胺(N-octylglucamine)、葡乙胺(N-ethylglucamine)、葡甲胺(N-methylglucamine)以及1-[双(2-羟乙基)氨基]-2-丙醇。

[0024] 在一些实施例中,该至少一种胺可以是本公开的蚀刻组合物的至少约0.001wt%

(例如,至少约0.002wt%、至少约0.005wt%、至少约0.008wt%、至少约0.01wt%、至少约0.02wt%、至少约0.05wt%或至少约0.1wt%)到至多约0.15wt%(例如,至多约0.14wt%、至多约0.12wt%、至多约0.1wt%、至多约0.08wt%、至多约0.06wt%或至多约0.05wt%)。不希望被理论所束缚,据信:当使用本公开的蚀刻组合物从半导体基板去除SiGe时,该胺可以选择性地阻碍SiN、多晶硅和SiCO的去除。

[0025] 一般而言,本公开的蚀刻组合物可以包含水作为溶剂。在一些实施例中,该水可以是去离子的而且超纯的,不含有有机组份以及具有约4至约17百万欧姆或至少约17百万欧姆的最小电阻率。在一些实施例中,该水的量为该蚀刻组合物的至少约20wt%(例如,至少约25wt%、至少约30wt%、至少约35wt%、至少约40wt%、至少约45wt%、至少约50wt%、至少约55wt%或至少约60wt%)到至多约75wt%(例如,至多约70wt%、至多约65wt%、至多约60wt%、至多约55wt%、至多约50wt%、至多约45wt%或至多约40wt%)。不希望被理论所束缚,据信:如果水的量大于该组合物的75wt%,它将会在蚀刻过程中不利地影响SiGe蚀刻速率并降低其去除。另一方面,不希望被理论所束缚,据信:本公开的蚀刻组合物应包含一定水平的水(例如,至少约20wt%)以保持所有其他组份的溶解以及避免蚀刻性能的降低。

[0026] 在一些实施例中,本公开的蚀刻组合物可以进一步地包含至少一种(例如,2种、3种或4种)有机溶剂。在一些实施例中,该至少一种有机溶剂可包含醇或烷二醇醚。合适的有机溶剂的示范例包含丙二醇、己二醇、1,3-丙二醇、乙二醇丁醚和3-甲氧基-3-甲基-1-丁醇。在一些实施例中,该至少一种有机溶剂可以是该蚀刻组合物的至少约10wt%(例如,至少约15wt%、至少约20wt%、至少约25wt%、至少约30wt%或至少约35wt%)到至多约40wt%(例如,至多约35wt%、至多约30wt%、至多约25wt%、至多约20wt%或至多约15wt%)。

[0027] 在一些实施例中,本公开的蚀刻组合物可以进一步地包含至少一种(例如,2种、3种或4种)糖醇(例如,甘露醇或山梨醇)。在一些实施例中,该至少一种糖醇可以是该蚀刻组合物的至少约0.001wt%(例如,至少约0.002wt%、至少约0.005wt%、至少约0.01wt%、至少约0.02wt%或至少约0.05wt%)到至多约0.1wt%(例如,至多约0.08wt%、至多约0.06wt%、至多约0.05wt%、至多约0.04wt%、至多约0.02wt%或至多约0.01wt%)。不希望被理论所束缚,据信:在公开的蚀刻组合物中包含糖醇可以抑制多晶硅蚀刻速率。

[0028] 在一些实施例中,本公开的蚀刻组合物可以进一步地包含至少一种(例如,2种、3种或4种)硼酸。举例而言,该硼酸可以具有下面化学式:R-B(OH)$_2$,其中,R是C_1-C_{10}烷基、芳基或杂芳基,其中芳基或杂芳基可以任选被1至6个(例如,1、2、3、4、5或6个)C_1-C_{10}烷基取代。合适的硼酸的示范例包含苯硼酸以及1-萘硼酸。

[0029] 在一些实施例中,该至少一种硼酸可以是该蚀刻组合物的至少约0.01wt%(例如,至少约0.02wt%、至少约0.05wt%、至少约0.1wt%、至少约0.2wt%或至少约0.3wt%)到至多约0.5wt%(例如,至多约0.4wt%、至多约0.3wt%、至多约0.2wt%、至多约0.1wt%、至多约0.08wt%或至多约0.05wt%)。不希望被理论所束缚,据信:在本公开的蚀刻组合物中包含硼酸可以抑制SiO_x蚀刻速率。

[0030] 在一些实施例中,本公开的蚀刻组合物可以具有pH值为至少约1(例如,至少约1.2、至少约1.4、至少约1.5、至少约1.6、至少约1.8、至少约2、至少约2.2、至少约2.4或至少约2.5)和/或至多约3(例如,至多约2.8、至多约2.6、至多约2.5、至多约2.4、至多约2.2、至

多约2或至多约1.5)。不希望被理论所束缚,据信:具有高于3的pH值的蚀刻组合物不会具有相对于低k介电材料(例如,SiO_x)的足够的SiGe选择性,因为这样的蚀刻组合物可能具有明显增高的低k介电材料蚀刻速率。再者,据信:具有低于1的pH值的蚀刻组合物可能因为强酸性而分解该组合物中的某些组份。

[0031] 此外,在一些实施例中,本公开的蚀刻组合物可以含有添加剂,诸如pH调节剂、缓蚀剂、表面活性剂、附加的有机溶剂、灭微生物剂以及消泡剂,作为可选组分。合适的添加剂的示范例包含醇类(例如,聚乙烯醇)、有机酸(例如,亚氨基二乙酸、丙二酸、草酸、琥珀酸和苹果酸)以及无机酸(例如,硼酸)。合适的消泡剂的示范例包含聚硅氧烷消泡剂(例如,聚二甲基硅氧烷)、聚乙二醇单甲醚聚合物、环氧乙烷/环氧丙烯共聚物以及缩水甘油醚封端的炔二醇乙氧基化物(诸如被描述于美国专利第6,717,019号中的那些,该专利案在此被并入本案以作为参考)。合适的表面活性剂的示范例可以是阳离子的、阴离子的、非离子的或两性的。

[0032] 一般而言,本公开的蚀刻组合物可以具有相对高的SiGe/介电材料(例如,SiN、多晶硅或SiCO)蚀刻选择性(亦即高比例的SiGe蚀刻速率胜过介电材料蚀刻速率)。在一些实施例中,该蚀刻组合物可以具有至少约2(例如,至少约3、至少约4、至少约5、至少约6、至少约7、至少约8、至少约9、至少约10、至少约15、至少约20、至少约30、至少约40或至少约50)和/或至多约500(例如,至多约100)的SiGe/介电材料蚀刻选择性。

[0033] 在一些实施例中,在任一组合中,如果多于一种,本公开的蚀刻组合物可以特别地排除添加剂组份之中的一者或多者。此类组份选自于由下列组成的组:聚合物,脱氧剂,季铵盐(包含季铵氢氧化物,诸如TMAH),胺类,碱性碱(诸如NaOH、KOH和LiOH),非消泡剂的表面活性剂,消泡剂,含氟化合物,研磨剂(abrasives),硅酸盐,含有多于两个羟基基团的羟基羧酸,缺少氨基基团的羧酸或多羧酸,硅烷(例如,烷氧基硅烷),环状化合物[例如,唑类(诸如二唑、三唑或四唑),三嗪类,以及含有至少两个环的环状化合物,诸如取代或未取代的萘或取代或未取代的联苯醚],缓冲剂,非唑缓蚀剂,以及金属盐(例如,金属卤化物)。

[0034] 本公开的蚀刻组合物可以通过将此类组份简单混合来制备,或者可以通过在试剂盒中混合两个组合物来制备。该试剂盒中的第一个组合物可以是氧化剂(例如,H_2O_2)的水溶液。该试剂盒中的第二个组合物可以含有预定比例的浓缩形式的本公开的蚀刻组合物的剩余组份,而使得该两个组合物的掺合将会产生所需的本公开的蚀刻组合物。

[0035] 在一些实施例中,本公开以用于蚀刻含有至少一个SiGe薄膜的半导体基板的方法为特征。该方法可以包含使本公开的蚀刻组合物接触含有该至少一个SiGe薄膜的半导体基板,以去除该SiGe薄膜。该方法可以进一步包含在该接触步骤之后以漂洗溶剂来漂洗该半导体基板和/或在该漂洗步骤之后干燥该半导体基板。在一些实施例中,该方法基本上不去除在该半导体基板内的金属导体(例如,Cu)或介电材料(例如,SiN、多晶硅或SiCO)。举例而言,该方法不去除多于约5wt%(例如,多于约3wt%或多于约1wt%)的该半导体基板中的金属导体或介电材料。

[0036] 在一些实施例中,半导体基板中的SiGe薄膜可以包含该SiGe薄膜中的至少约10wt%(例如,至少约12wt%、至少约14wt%、至少约15wt%、至少约16wt%、至少约18wt%或至少约20wt%)和/或至多约35wt%(例如,至多约34wt%、至多约32wt%、至多约30wt%、至多约28wt%、至多约26wt%、至多约25wt%、至多约24wt%、至多约22wt%、至多约

20wt％、至多约18wt％、至多约16wt％或至多约15wt％)的Ge。不希望被理论所束缚,据信:相较于含有多于35wt％或少于10wt％Ge的薄膜,含有约10wt％至约35wt％Ge的SiGe薄膜可以更加容易地被蚀刻组合物从半导体基板去除。

[0037] 在一些实施例中,该蚀刻方法包含下列步骤:

[0038] (A)提供含有SiGe薄膜的半导体基板;

[0039] (B)使本文所描述的蚀刻组合物接触该半导体基板;

[0040] (C)用一或多种合适的漂洗溶剂漂洗该半导体基板;以及

[0041] (D)可选地,干燥该半导体基板(例如,通过去除该漂洗溶剂而不危及该半导体基板的完整性的任何合适的方式)。

[0042] 在该方法中被蚀刻的含有SiGe的半导体基板可以含有有机和有机金属残余物以及一系列的金属氧化物,它们之中的某些或全部亦可在蚀刻过程当中被去除。

[0043] 本文所描述的半导体基板(例如,晶圆)通常由硅、硅锗、III-V族化合物(诸如GaAs)或其任何组合构成。该半导体基板还可以包含暴露的集成电路结构,诸如互连结构(interconnect features)(例如,金属导线和介电材料)。用于互连结构的金属与金属合金包含,但不限于:铝、铜铝合金、铜、钛、钽、钴、硅、氮化钛、氮化钽以及钨。该半导体基板也可以含有层间介电质、多晶硅、氧化硅、氮化硅、碳化硅、氧化钛以及碳掺杂的氧化硅的层。

[0044] 半导体基板可以通过任何合适的方法与该蚀刻组合物接触,诸如将该蚀刻组合物置放在槽中并且将该半导体基板浸入和/或浸没于该蚀刻组合物之中、将该蚀刻组合物喷涂于该半导体基板之上、令该蚀刻组合物液流于该半导体基板之上,或其任何组合。

[0045] 本公开的蚀刻组合物可在高达约85℃(例如,约20℃至约80℃、约55℃至约65℃或约60℃至约65℃)的温度被有效地使用。在该范围内,SiGe的蚀刻速率随着温度而增高,因此在较高温度下的处理可运行历时较短的时间。相反地,较低的蚀刻温度通常需要更长的蚀刻时间。

[0046] 蚀刻时间可据所采用的特定蚀刻方法、厚度和温度在较广范围内变化。当在浸入式批量处理(immersion batch type process)中蚀刻时,合适的时间范围是,例如,至多约10分钟(例如,约1分钟至约7分钟、约1分钟至约5分钟或约2分钟至约4分钟)。用于一个单晶圆处理的蚀刻时间范围可从约30秒至约5分钟(例如,约30秒至约4分钟、约1分钟至约3分钟、或约1分钟至约2分钟)。

[0047] 为了进一步提升本公开的蚀刻组合物的蚀刻能力,机械搅拌手段可以被采用。合适的搅拌手段的示范例包含该蚀刻组合物在该基板上的循环、使该蚀刻组合物液流该在基板上或将该蚀刻组合物喷在该基板上、以及在蚀刻过程当中超声波或兆声波搅拌(ultrasonic or megasonic agitation)。该半导体基板相对于地面的方向可以是任何角度。水平的或垂直的方向为优选的。

[0048] 在蚀刻之后,该半导体基板可以在有或无搅拌手段的情况下用合适的漂洗溶剂漂洗约5秒至最多约5分钟。使用不相同的漂洗溶剂的多重漂洗步骤可以被采用。合适的漂洗溶剂的示范例包含,但不限于:去离子水、甲醇、乙醇、异丙醇、N-甲基吡咯烷酮、γ-丁内酯、二甲亚砜、乳酸乙酯以及丙二醇单甲醚乙酸酯。替代地,或另外地,pH>8之含水漂洗剂(诸如稀氢氧化铵水溶液)可被采用。漂洗溶剂的示范例包含,但不限于:稀氢氧化铵水溶液、去离子水、甲醇、乙醇和异丙醇。该漂洗溶剂可以使用类似于施用本文所描述的蚀刻组合物时所

使用的方法来施用。该蚀刻组合物可在漂洗步骤开始之前从半导体基板上去除,或者它可在漂洗步骤的开始之时仍与半导体基板相接触。在一些实施例中,漂洗步骤中所采用的温度为16℃至27℃。

[0049] 可选地,半导体基板在漂洗步骤之后被干燥。本领域中已知的任何合适的干燥方式可以被采用。合适的干燥方式的示范例包含:旋转干燥法、令干燥气体流过该半导体基板、或用加热工具(诸如加热板或红外线灯)来加热该半导体基板、Maragoni干燥法、Rotagoni干燥法、异丙醇(IPA)干燥法、或其任何组合。干燥时间将根据所采用的特定方法而定,但是通常在30秒至最多数分钟的水平。

[0050] 在一些实施例中,本文所描述的蚀刻方法进一步包括通过上面所述方法获得的半导体基板形成半导体器件(例如,集成电路器件,诸如半导体芯片)。

[0051] 本公开将参照下面的实施例来予以更详细地说明,此类实施例供说明性目的而不应解释为限制本公开的范围。

[0052] 实施例

[0053] 除非另有指明,所有列出的百分比以重量计(wt%)。除非另有说明,在试验期间当中的受控搅拌是在300rpm下使用1英寸搅拌棒来完成的。

[0054] 一般操作程序1

[0055] 制剂掺合

[0056] 蚀刻组合物的样品通过向计算好量的溶剂中添加该制剂的剩余组份,同时搅拌来实现制备。在获得均匀溶液后,可选的添加剂,若有使用的话,被添加。

[0057] 一般操作程序2

[0058] 材料与方法

[0059] 在膜上的覆膜(blanket film)蚀刻速率测量使用商业上可获得的未图案化的300mm直径晶圆进行。此类晶圆被切片成为0.5英寸×1.0英寸的测试片以供评估。被用来供试验的主要覆膜材料包含:1)被沉积在硅基板上厚度约500 Å的SiGe薄膜;2)被沉积在硅基板上厚度约600 Å的SiN_x薄膜;3)被沉积在硅基板上厚度约1000 Å的多晶硅薄膜;4)被沉积在硅基板上厚度约200 Å的SiCO薄膜;以及5)被沉积在硅基板上厚度约1200 Å的SiO_x薄膜。

[0060] 测量该覆膜测试片处理前的和处理后的厚度,以确定覆膜蚀刻速率。对于SiGe、SiN_x、SiO_x以及多晶硅覆膜,处理前和处理后的膜厚度由椭圆偏振技术(Ellipsometry)使用Woollam VASE来测量。

[0061] 针对材料兼容性和/或蚀刻反应评估图案化的测试片SiGe(3nm)/Si。然后处理后的测试片通过扫描电子显微技术(scanning electron microscopy,SEM)进行评估。对来自处理后的试样的SEM图像与先前取得的处理前的SEM图像集进行比较,以评估各个试验制剂与图案化测试器件形貌体(features)的材料兼容性和蚀刻反应。

[0062] 一般操作程序3

[0063] 利用烧杯试验的蚀刻评估

[0064] 全部覆膜蚀刻试验是在室温(21-23℃)下,伴随在250rpm下的连续搅拌,在有200g的样品溶液的600mL玻璃烧杯内进行,且始终覆有Parafilm®封口膜,以最小化蒸发损失。

[0065] 具有一侧被暴露于样品溶液的介电质覆膜的所有覆膜测试片均由钻石笔切至0.5英寸×1.0英寸的正方形测试片尺寸以供烧杯级试验。

[0066] 每个单独的测试片使用单个4英寸长的镊子式塑料固定夹(locking plastic tweezers clip)被固持定位。

[0067] 被镊子式固定夹固持在边缘处的测试片被悬置于600mL HDPE烧杯中并且被浸入至该200g试验溶液之中,同时该溶液在室温于250rpm下被持续地搅拌。紧接在每个样品试片被置放至被搅拌的溶液中之后,该600mL HDPE烧杯的顶端用Parafilm®覆盖并且再次密封。此类测试片在被搅拌的溶液中被保持静止直到处理时间(如一般操作程序3A中所描述的)已届满。在试验溶液中的处理时间已届满之后,此类样品试片立即地从600mL HDPE烧杯被移出来并且根据一般操作程序3A来进行漂洗。在最终的IPA漂洗步骤之后,所有的测试片经过使用手持氮气鼓风机经过滤的氮气吹扫步骤,该步骤强有力地去除所有痕量的IPA,以生成最终干燥样品以供试验测量。

[0068] 一般操作程序3A(覆膜测试片)

[0069] 在根据一般操作程序3处理2至10分钟的时间之后立即将试片被浸入伴有温和搅拌的300mL容积的超高纯度去离子水中处理15秒,继而用伴有温和搅拌的300mL的异丙醇处理15秒,以及在伴有温和搅拌的300mL的IPA中最后冲洗15秒。处理过程根据一般操作程序3完成。

[0070] 实施例1

[0071] 制剂示范例1-8(FE-1至FE-8)根据一般操作程序1制备,并且根据一般操作程序2和3A进行评估。此类制剂和试验结果被汇总于表1中。

[0072] 表1

[0073]

组合物(wt%)	FE-1	FE-2	FE-3	FE-4	FE-5	FE-6	FE-7	FE-8
氢氟酸	0.30%	0.30%	0.30%	0.30%	0.30%	0.30%	0.30%	0.30%
过氧化氢	8.50%	8.50%	8.50%	8.50%	8.50%	8.50%	8.50%	8.50%
乙酸	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%
Takesurf A-47Q	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%
胺	0.01% DIPA	0.01% BDEA	0.01% APDA	0.01% OGA	0.01% EGA	0.01% MGA	0.01% BHEAP	0.005% APDA
水	46.18%	46.18%	46.18%	46.18%	46.18%	46.18%	46.18%	46.19%
总量	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
试验结果								
SiGe25 ER (Å/min)	94.7	65.7	90	N/A	60.8	62.2	58.8	100
SiNx ER (Å/min)	2.5	2.7	0	N/A	2.2	1.6	1.9	0.5
多晶硅 ER (Å/min)	3.0	2.9	1.4	N/A	3.0	3.0	2.8	2.7
SiCO ER (Å/min)	0.6	0.5	0.4	N/A	0.3	0.4	0.4	0.7
SiOx ER (Å/min)	N/A	N/A	34.08	104.31	N/A	N/A	N/A	N/A

[0074] DIPA=二异丙胺 BDEA=N-丁基二乙醇胺

[0075] APDA＝N-(3-氨丙基)-二乙醇胺 OGA＝葡辛胺

[0076] EGA＝葡乙胺 MGA＝葡甲胺

[0077] BHEAP＝1-[双(2-羟乙基)氨基]-2-丙醇

[0078] SiGe25＝含有25wt％Ge的SiGe薄膜

[0079] ER＝蚀刻速率 N/A＝不可得的

[0080] 如表1中所显示的,FE-1至FE-3以及FE-5至FE-8(包含Takesurf A-47Q以及本文所描述的各种不同的胺)全都展现出相对高的SiGe25/SiN_x、SiGe25/多晶硅和SiGe25/SiCO蚀刻选择性。换言之,这些制剂在蚀刻过程当中可以有效地去除SiGe薄膜,同时最小化半导体基板上的露出的SiN_x、多晶硅和SiCO的去除。虽然这些制剂之中的某些展显出相对高的SiO_x蚀刻速率,但低SiO_x蚀刻速率或高SiGe25/SiO_x蚀刻选择性(尽管是优选的)仅为本公开的蚀刻制剂的部分目的。本公开的蚀刻制剂就其预期目的而言仍然可以是令人满意的,即使它们展现出相对高的SiO_x蚀刻速率。

[0081] 对比制剂实施例1-8(CFE-1至CFE-8)根据一般操作程序1制备,并且根据一般操作程序2和3A进行评估。此类制剂和试验结果被汇总于表2中。

[0082] 表2

[0083]

组合物（wt%）	CFE-1	CFE-2	CFE-3	CFE-4	CFE-5	CFE-6	CFE-7	CFE-8
氢氟酸	0.5%	0.5%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0%
过氧化氢	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%
乙酸	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%
界面活性剂	无	0.01% Takesurf A-47Q	0.01% PSSA	0.01% Takesurf A-47Q	0.01% PSSA	无	无	无
胺	无	无	无	无	无	无	无	无
添加剂	无	无	无	0.005% PVP	0.005% PVP	0.002% ADPA	0.01% ADPA	0.3% HFA
水	46%	45.99%	46.19%	46.185%	46.185%	46.198%	46.19%	46.18%
总量	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
试验结果								
SiGe25 ER（Å/min）	142.5	143.3	140.5	53.7	50.9	95.9	106.3	0
SiNx ER（Å/min）	7.4	2.5	2.5	0.8	1.6	5.4	6	0
多晶硅 ER（Å/min）	N/A	5.8	5.6	2.4	2.8	4	1.4	0.1
SiCO ER（Å/min）	N/A	0.3	0.4	1.1	0	0.6	0.5	0.7
SiOx ER（Å/min）	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.5

[0084] PSSA＝聚(苯乙烯磺酸)

[0085] PVP＝聚乙烯吡咯烷酮

[0086] HFA＝六氟硅酸

[0087] 如表2中所显示的,CFE-1不含有Takesurf A-47Q或胺。结果是,它展现出相对高的SiN_x蚀刻速率。CFE-2含有Takesurf A-47Q但不含有胺。结果显示:该制剂展现出更加低的SiN_x蚀刻速率但是相对高的多晶硅蚀刻速率。除了Takesurf A-47Q被另一种磺酸替代之

外,CFE-3与CFE-2相同。结果再次显示:该制剂展现出相对高的多晶硅蚀刻速率。CFE-4含有Takesurf A-47Q但不含有胺,并且含有添加剂(即PVP)。结果显示:虽然该制剂展现出相对低的多晶硅蚀刻速率,其SiGe蚀刻速率被降低了。除了Takesurf A-47Q被另一种磺酸替代之外,CFE-5与CFE-4相同。结果再次显示:该制剂再次展现出相对低的SiGe蚀刻速率。除了本文所描述的化学式(I)的胺被添加至这两种制剂外,CFE-6和CFE-7与CFE-1相同。类似于CFE-1,结果显示:这两种制剂展现出相对高的SiN_x蚀刻速率。CFE-8不含有HF、Takesurf A-47Q和胺。结果显示:它根本不会蚀刻SiGe,而SiGe为本公开中所描述的蚀刻组合物要去除的标靶材料。

[0088] 实施例2

[0089] 制剂实施例9和10(FE-9和FE-10)根据一般操作程序1制备,并且根据一般操作程序2和3A进行评估。此类制剂和试验结果被汇总于表3中。

[0090] 表3

[0091]

组合物(wt%)	**FE-9**	**FE-10**
氢氟酸	0.3%	0.3%
过氧化氢	8.5%	8.5%
乙酸	45%	45%
Takesurf A-47Q	0.01%	0.01%
APDA	0.01%	0.01%
添加剂	0.01% D-甘露醇	0.01% D-山梨醇
水	46.17%	46.17%
总量	100%	100%

[0092]

试验结果		
SiGe25 ER (Å/min)	96.4	97.8
SiNx ER (Å/min)	0	0
多晶硅 ER (Å/min)	1.8	1.8
SiCO ER (Å/min)	0.9	0.9
SiOx ER (Å/min)	36.8	35.0

[0093] 如表3中所显示的,FE-9和FE-10在它们的制剂中包含添加剂(即糖醇)。结果显示:这两种制剂展现出优异的SiGe25/SiN_x、SiGe25/多晶硅和SiGe25/SiCO蚀刻选择性。

[0094] 实施例3

[0095] 制剂实施例11-15(FE-11至FE-15)根据一般操作程序1制备,并且根据一般操作程序2和3A进行评估。此类制剂和试验结果被汇总于表4中。

[0096] 表4

[0097]

组合物（wt%）	FE-11	FE-12	FE-13	FE-14	FE-15
氢氟酸	0.27%	0.24%	0.21%	0.18%	0.15%
过氧化氢	7.65%	6.8%	5.95%	5.1%	4.25%
乙酸	40.5%	36%	31.5%	27%	22.5%
Takesurf A-47Q	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%
APDA	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%
水	51.56%	56.94%	62.32%	67.7%	73.8%
总量	100%	100%	100%	100%	100%
试验结果					
SiGe25 ER（Å/min）	115.8	103.2	82.5	68.6	48
SiNx ER（Å/min）	0	0	0	0	0
多晶硅 ER（Å/min）	2.4	2.1	1.9	1.9	1.5
SiCO ER（Å/min）	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4
SiOx ER（Å/min）	36.58	32.97	28.8	23.32	18.57

[0098] 如表4中所显示的,FE-11至FE-15含有增高百分比的水以及降低百分比的HF、H_2O_2和HAc。这些结果显示:当水的百分比增高,SiGe25蚀刻速率降低,而SiO_x蚀刻速率也降低。换言之,这些数据表明:水在蚀刻过程当中可以抑制SiGe和SiO_x蚀刻速率。

[0099] 实施例4

[0100] 制剂实施例16-21(FE-16至FE-21)根据一般操作程序1制备,并且根据一般操作程序2和3A进行评估。此类制剂和试验结果被汇总于表5中。

[0101] 表5

[0102]

组合物 (wt%)	FE-16	FE-17	FE-18	FE-19	FE-20	FE-21
氢氟酸	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%
过氧化氢	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%
乙酸	69.91%	45%	45%	45%	45%	45%
Takesurf A-47Q	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%
APDA	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%
有机溶剂	无	24.91% PG	24.91% HG	24.91% EGBE	24.91% MMB	24.91% PD
水	21.27%	21.27%	21.27%	21.27%	21.27%	21.27%
总量	100%	100%	100%	100%	100%	100%
试验结果						
SiGe25 ER (Å/min)	125.3	86.0	91.9	92.1	92.6	92.1
SiNx ER (Å/min)	0	0	0	0.4	1.5	0
多晶硅 ER (Å/min)	2.3	2.4	2.7	2.9	2.0	2.9
SiCO ER (Å/min)	0.8	0.7	1.6	4.7	0.76	0.9
SiOx ER (Å/min)	27.8	16.1	22.7	27.7	18.6	18.0

[0103] PG＝丙二醇

[0104] HG＝己二醇

[0105] EGBE＝乙二醇单丁醚

[0106] MMB＝3-甲氧基-3-甲基-1-丁醇

[0107] PD＝1,3-丙二醇

[0108] 如表5中所显示的,FE-16不含有有机溶剂,而FE-17至FE-21含有不同水溶性的有机溶剂。结果显示:制剂FE-16至FE-19以及FE-21展现出相对高的SiGe25/SiN_x、SiGe25/多晶硅和SiGe25/SiCO蚀刻选择性。关于FE-20的相关数据未被测量。此外,不希望被理论所束缚,据信:丙二醇、己二醇、3-甲氧基-3-甲基-1-丁醇和1,3-丙二醇可以抑制SiO_x蚀刻速率。

[0109] 实施例5

[0110] 制剂实施例22-31(FE-22至FE-31)根据一般操作程序1制备,并且根据一般操作程序2和3A进行评估。此类制剂和试验结果被汇总于表6中。

[0111] 表6

[0112]

组合物(wt%)	FE-22	FE-23	FE-24	FE-25	FE-26	FE-27	FE-28	FE-29	FE-30	FE-31
氢氟酸	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%
过氧化氢	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%
乙酸	69.6%	69.6%	69.6%	69.6%	69.6%	69.6%	69.6%	69.6%	69.6%	69.6%
Takesurf A-47Q	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%
APDA	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%
添加剂	0.25% PVA	0.25% IA	0.25% MLA	0.25% OA	0.25% SA	0.25% MA	0.25% BA	0.1% BA	0.04% BA	0.01% BA
水	21.33 %	21.33 %	21.33 %	21.33 %	21.33 %	21.33 %	21.33 %	21.48 %	21.54 %	21.57 %
总量	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
试验结果										
SiGe25 ER (Å/min)	100.0	129.0	113.4	114.5	109.1	113.0	0.1	72.5	98.4	95.5
SiOx ER (Å/min)	26.0	31.7	26.5	26.9	27.0	27.2	0.8	18.3	26.4	24.9

[0113] PVA＝聚乙烯醇 IA＝亚氨基二乙酸 MLA＝丙二酸

[0114] OA＝草酸 SA＝琥珀酸 MA＝苹果酸

[0115] BA＝硼酸

[0116] 如表6中所显示的,制剂FE-22至FE-31含有不同的添加剂。结果显示:制剂FE-22至FE-27以及FE-29至FE-31展现出相对高的SiGe25蚀刻速率和相对低的SiO_x蚀刻速率。特别地,有关于制剂FE-28至FE-31的结果显示:当硼酸的量从0.01％增加至0.25％,SiGe25蚀刻速率和SiO_x蚀刻速率这两者都降低。制剂FE-28展现出低SiGe25蚀刻速率以及低SiO_x蚀刻速率,据信是因为有大量(亦即0.25％)硼酸存在。

[0117] 实施例6

[0118] 制剂实施例32-37(FE-32至FE-37)根据一般操作程序1制备,并且根据一般操作程序2和3A进行评估。此类制剂和试验结果被汇总于表7中。

[0119] 表7

[0120]

组合物（wt%）	FE-16	FE-17	FE-18	FE-19	FE-20	FE-21
氢氟酸	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.2%
过氧化氢	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%
乙酸	69.84%	69.84%	69.84%	69.84%	45%	45%
Takesurf A-47Q	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%
APDA	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%
有机溶剂	无	无	无	无	24.91% PG	无
添加剂	0.05% PBA	0.1% PBA	0.05% NBA	0.1% NBA	0.05% PBA	0.025% NBA
水	21.29%	21.24%	21.29%	21.24%	21.22%	46.23%
总量	100%	100%	100%	100%	100%	100%
试验结果						
SiGe25 ER(Å/min)	124.3	106.5	145.9	142.9	91.3	93.3
SiNx ER(Å/min)	N/A	0	N/A	0	0	0
多晶硅 ER(Å/min)	N/A	3.0	N/A	6.9	2.7	7.1
SiCO ER(Å/min)	N/A	1.0	N/A	0.7	1.0	1.0
SiOx ER(Å/min)	26.0	31.7	26.5	26.9	12.4	22.7

[0121] PBA＝苯硼酸 NBA＝1-萘硼酸

[0122] 如表7中所显示的,制剂FE-32至FE-37含有苯硼酸或1-萘硼酸作为添加剂。结果显示:所有的制剂展现出相对高的SiGe25/SiN_x、SiGe25/多晶硅和SiGe25/SiCO蚀刻选择性。它们亦展现出相对低的SiO_x蚀刻速率。

[0123] 实施例7

[0124] 对比制剂实施例9-12(CFE-9至CFE-12)根据一般操作程序1制备,并且根据一般操作程序2和3A进行评估。此类制剂和试验结果被汇总于表8中。

[0125] 表8

[0126]

组合物 (wt%)	CFE-9	CFE-10	CFE-11	CFE-12
氢氟酸	0.1%	0.038%	0.05%	0.1%
过氧化氢	无	无	无	无
乙酸	无	无	无	无
硝酸	43.08%	43.08%	43%	43%
Takesurf A-47Q	0.02%	无	0.02%	0.02%
APDA	0.02%	无	0.02%	0.02%
有机溶剂	无	无	无	20% PG
水	56.78%	56.88%	56.91%	36.86%
总量	100%	100%	100%	100%
试验结果				
SiGe25 ER (Å/min)	64.1	54.5	115.6	30.0
SiNx ER (Å/min)	0.8	2.7	0.4	0.9
多晶硅 ER (Å/min)	11.5	3.0	5.4	1.1
SiCO ER (Å/min)	0	1.5	0	0.5
SiOx ER (Å/min)	76.0	16.3	49.9	48.7

[0127] 如表8中所显示的,制剂CFE-9至CFE-12不含有过氧化氢和乙酸。结果显示:制剂CFE-9、CFE-11和CFE-12展现出相对高的SiO_x蚀刻速率。虽然FE-10展现出相对低的SiO_x蚀刻速率,它对于去除SiGe,即要被本公开中所描述的蚀刻组合予以去除的标靶材料,也具有相对低的蚀刻速率。

[0128] 实施例8

[0129] 制剂实施例38-44(FE-38至FE-44)根据一般操作程序1制备,并且根据一般操作程序2和3A进行评估。此类制剂和试验结果被汇总于表9中。

[0130] 表9

[0131]

组合物 (wt%)	FE-38	FE-39	FE-40	FE-41	FE-42	FE-43	FE-44
氢氟酸	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%
过氧化氢	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%
乙酸	25.79%	无	35%	81.15%	56.22%	56.22%	76.15%
乙酸酐	55.52%	55.6%	36.28%	无	无	无	无
Takesurf A-47Q	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%
APDA	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%
有机溶剂	无	25.79% PG	10% PG	无	25% PG	20% PG	无
水	9.87%	9.79%	9.9%	10.03%	9.96%	14.96%	15.03%
总量	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
试验结果							
SiGe25 ER (Å/min)	105.4	40.5	95.8	N/A	65.4	75.1	130.4
SiNx ER (Å/min)	1.7	0.5	1.3	N/A	N/A	N/A	N/A
多晶硅 ER (Å/min)	3.8	1.1	3.9	N/A	N/A	N/A	N/A
SiCO ER (Å/min)	1.2	1.1	1.8	N/A	N/A	N/A	N/A
SiOx ER (Å/min)	13.2	4.6	10.6	N/A	11.2	15.9	23.8

[0132] 制剂FE-38、FE-40和FE-41含有黄色/棕色沉淀物,据信该沉淀物是由于此类制剂中存在相对少量的水和有机溶剂而从溶液中析出的Takesurf A-47Q。另一方面,其他4种制剂不含有沉淀物,这表示所有的溶质被溶解于这些制剂中。

[0133] 如表9中所显示的,所有的这些制剂(除了FE-42之外,其数据未被测量)展现出相对低的SiO_x蚀刻速率。此外,制剂FE-38至FE-40展现出相对高的SiGe/SiN_x、SiGe/多晶硅和SiGe/SiCO蚀刻选择性。

[0134] 实施例9

[0135] 制剂实施例45-52(FE-45至FE-52)根据一般操作程序1制备,并且根据一般操作程序2和3A进行评估。此类制剂和试验结果被汇总于表10中。

[0136] 表10

[0137]

组合物 (wt%)	FE-45	FE-46	FE-47	FE-48	FE-49	FE-50	FE-51	FE-52
氫氟酸	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%
过氧化氢	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%	8.5%
乙酸酐	70.06%	70.06%	70.06%	70.06%	70.06%	70.06%	65.01%	65.01%
Takesurf A-47Q	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%
APDA	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%
有机溶剂	无	无	无	无	无	无	5% MMB	5% MMB
添加剂	0.01% PBA	0.02% PBA	0.04% PBA	006% PBA	0.075% PBA	0.1% PBA	0.05% PBA	0.1% PBA
水	21.11%	21.1%	21.08%	21.06%	21.05%	21.02%	21.12%	21.07%
总量	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
试验结果								
SiGe25 ER (Å/min)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	117.2	N/A	109.9
SiGe20 ER (Å/min)	153.1	159.0	151.1	147.0	145.4	154.4	139.2	124.4
SiNx ER (Å/min)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3.2	0.8	0.6
多晶硅 ER (Å/min)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4.8	N/A	5.5
SiCO ER (Å/min)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.3	N/A	0.8
SiOx ER (Å/min)	17.6	18.4	16.0	14.2	14.5	10.6	15.2	11.7

[0138] SiGe20＝含有20wt％Ge的SiGe薄膜

[0139] 如表10中所显示的,制剂FE-45至FE-52含有乙酸酐而非乙酸并且含有苯硼酸(PBA)作为添加剂。结果显示:所有的制剂展现出相对高的SiGe蚀刻速率以及相对低的SiO_x蚀刻速率。此外,制剂FE-50和FE-52展现出相对高的SiGe/SiN_x、SiGe/多晶硅和SiGe/SiCO蚀刻选择性。

[0140] 虽然本公开已参照某些具体例而被详细地描述,将会被了解的是:修改与变化落在被描述和所要求的精神与范畴之内。