



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103258810 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 08

(21) 申请号 201310173844. 1

(22) 申请日 2013. 05. 10

(73) 专利权人 华进半导体封装先导技术研发中心有限公司

地址 214135 江苏省无锡市无锡国家高新技术产业开发区菱湖大道 200 号中国传感网国际创新园 D1 栋

(72) 发明人 于大全 伍恒 程万

(74) 专利代理机构 无锡市大为专利商标事务所 (普通合伙) 32104

代理人 殷红梅

(51) Int. Cl.

H01L 23/538(2006. 01)

H01L 21/768(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102376641 A, 2012. 03. 14, 说明书第 [004] - [0036] 段, 附图 1 - 3.

CN 101312154 A, 2008. 11. 26, 说明书第 7 页第 2 - 3 段, 附图 4 - 5.

US 5674787 A, 1997. 10. 07, 全文.

CN 101241882 A, 2008. 08. 13, 全文.

CN 1585108 A, 2005. 02. 23, 全文.

审查员 黄广龙

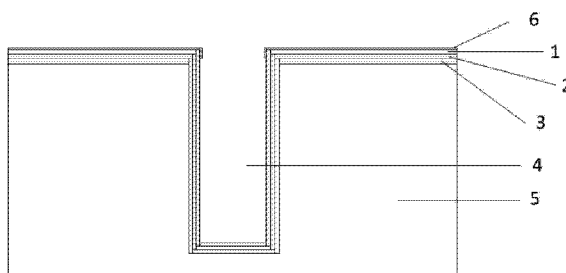
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种减少硅通孔电镀铜后晶圆表面过电镀的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种减少硅通孔电镀铜后晶圆表面过电镀的方法,属于晶圆级电镀铜填孔技术领域。其在晶圆表面依次做完垂直硅通孔刻蚀、绝缘层、铜扩散阻挡层和铜种子层之后,于电镀填充铜工艺之前,在晶圆表面和垂直硅通孔孔口处再做一层特殊层,所述特殊层材质为金属 Ta、V、Ti、Al、Fe 或非金属 TiN、TaN、AlN。所述特殊层在垂直硅通孔孔口处的高度不大于在晶圆表层的绝缘层、铜扩散阻挡层和铜种子层三者厚度之和。本发明工艺简单,可有效阻挡表层的铜沉积,减轻 CMP 负担,降低成本。



1. 一种减少硅通孔电镀铜后晶圆表面过电镀的方法,其特征是步骤如下:

(1) 通孔刻蚀:取晶圆(5),在其表面通过深反应离子刻蚀仪器刻蚀出垂直硅通孔(4);

(2) 绝缘层的制备:取步骤(1)刻蚀完毕后的晶圆(5),采用二氧化硅或氮化硅通过等离子增强化学气相沉积法沉积制备绝缘层(3);其选用液体反应源,沉积温度为 200-400℃,沉积厚度为 10-300nm;

(3) 扩散阻挡层和铜种子层的制备:取步骤(2)制备得到的晶圆(5),在绝缘层(3)的外部通过物理气相沉积法沉积扩散阻挡层(2),沉积温度为 180-220℃;在扩散阻挡层(2)外侧再次通过物理气相沉积法沉积一层铜种子层(1),沉积温度为 200-500℃;

(4) 特殊层的制备:取步骤(3)得到的晶圆(5),采用物理沉积或旋涂的方法制备特殊层(6),反应温度为 200-300℃;

(5) 电镀铜的填充:选用湿法镀铜的方式实现垂直硅通孔(4)的电镀铜填充;其中电镀体系为:0.1-200mg/L 的加速剂、10-1500mg/L 的抑制剂、1-500mg/L 的整平剂、含有 0.01-100mg/L 氯离子的硫酸铜或甲基磺酸铜镀液,其中铜离子为 0.1-100g/L;电镀后即得产品减少硅通孔电镀铜后表面过电镀的晶圆;

所述加速剂为含磺烷基磺酸、二硫代氨基甲酸衍生物和双硫有机酸,如聚二硫二丙磺酸钠,三-巯基丙烷磺酸中的一种;所述抑制剂为聚乙二醇、聚乙二醇共聚物、聚丙二醇中的一种;所述整平剂为聚亚烷基亚胺、烷基咪唑啉化合物、金胺及其衍生物或贾纳斯绿的有机染料中的一种;所述聚乙二醇共聚物为聚乙二醇-甘油醚、聚乙二醇-二烷基醚;

所述特殊层(6)材料为金属 Ta、V、Ti、Al、Fe 或非金属 TiN、TaN、AlN。

2. 如权利要求 1 所述一种减少硅通孔电镀铜后晶圆表面过电镀的方法,其特征是:所述硫酸铜或甲基磺酸铜镀液中还含有 10-200g/L 的有机酸或者无机酸。

3. 如权利要求 2 所述一种减少硅通孔电镀铜后晶圆表面过电镀的方法,其特征是:所述有机酸或无机酸为硫酸、链烷硫酸或链烷醇硫酸中的一种或多种的混合物。

4. 如权利要求 1 所述一种减少硅通孔电镀铜后晶圆表面过电镀的方法,其特征是:所述特殊层(6)的厚度为 4-50nm。

5. 如权利要求 1 所述一种减少硅通孔电镀铜后晶圆表面过电镀的方法,其特征是:所述扩散阻挡层(2)和铜种子层(1)的厚度均为 10-200nm。

6. 如权利要求 1 所述一种减少硅通孔电镀铜后晶圆表面过电镀的方法,其特征是:所述特殊层(6)在垂直硅通孔(4)孔口处的高度不大于所述晶圆(5)表层的绝缘层(3)、扩散阻挡层(2)和铜种子层(1)三者厚度之和。

7. 如权利要求 1 所述一种减少硅通孔电镀铜后晶圆表面过电镀的方法,其特征是:所述贾纳斯绿的有机染料为烟鲁绿 B。

一种减少硅通孔电镀铜后晶圆表面过电镀的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种减少硅通孔电镀铜后晶圆表面过电镀的方法,属于晶圆级电镀铜填孔技术领域。

背景技术

[0002] 目前,硅通孔(TSV)垂直互连技术在微电子封装领域已运用越来越广泛,而 TSV 电镀铜填孔技术是 TSV 制程不可缺少的环节,现行的 TSV 电镀填孔工艺不可避免会使圆片表面有铜过电镀,造成化学机械抛光(CMP)工艺负担,因此需要一种新的工艺方法,以减少晶圆表面的铜沉积。

发明内容

[0003] 本发明的目的是克服现有技术的不足,提出一种减少硅通孔电镀铜后晶圆表面过电镀的方法,可有效减少晶圆表面的铜沉积。

[0004] 按照本发明提供的技术方案,一种减少硅通孔电镀铜后表面过电镀的晶圆,包括晶圆,晶圆表面上刻蚀有一垂直硅通孔,在晶圆表面上由内至外依次设置有绝缘层、扩散阻挡层和铜种子层;在铜种子层外还设置有一特殊层;所述特殊层的厚度为 4-200nm。

[0005] 所述特殊层材料为金属 Ta、V、Ti、Al、Fe 或非金属 TiN、TaN、AlN。

[0006] 所述扩散阻挡层材料为 Ta、Ti、Ni、TaN、TiN 中的一种。

[0007] 所述特殊层的厚度为 4-50nm。

[0008] 所述扩散阻挡层和铜种子层的厚度均为 10-200nm。

[0009] 所述特殊层在垂直硅通孔孔口处的高度不大于所述晶圆表层的绝缘层、扩散阻挡层和铜种子层三者厚度之和。

[0010] 所述制备减少硅通孔电镀铜后表面过电镀的晶圆的方法,步骤如下:

[0011] (1) 通孔刻蚀:取晶圆,在其表面通过深反应离子刻蚀仪器刻蚀出垂直硅通孔(4);

[0012] (2) 绝缘层的制备:取步骤(1)刻蚀完毕后的晶圆,采用二氧化硅或氮化硅通过等离子增强化学气相沉积法沉积制备绝缘层;其选用液体反应源,沉积温度为 200-400℃,沉积厚度为 10-300nm;

[0013] (3) 扩散阻挡层和铜种子层的制备:取步骤(2)制备得到的晶圆,在绝缘层的外部通过物理气象沉积法沉积扩散阻挡层,沉积温度为 180-220℃;在扩散阻挡层外侧再次通过物理气象沉积法沉积一层铜种子层,沉积温度为 200-500℃;

[0014] (4) 特殊层的制备:取步骤(3)得到的晶圆,采用溅射、物理沉积或旋涂的方法制备特殊层,反应温度为 200-300℃;

[0015] (5) 电镀铜的填充:选用湿法镀铜的方式实现垂直硅通孔的电镀铜填充;其中电镀体系为:0.1-200mg/L 的加速剂、10-1500mg/L 的抑制剂、1-500mg/L 的整平剂、含有 0.01-100 mg/L 氯离子的硫酸铜或甲基磺酸铜镀液,其中铜离子为 0.1-100g/L;电镀后即

得产品减少硅通孔电镀铜后表面过电镀的晶圆；

[0016] 所述硫酸铜或甲基磺酸铜镀液中还含有 10-200g/L 的有机酸或者无机酸。

[0017] 所述有机酸或无机酸为硫酸、链烷硫酸或链烷醇硫酸中的一种或多种的混合物。

[0018] 所述加速剂为含磺烷基磺酸、二硫代氨基甲酸衍生物和双硫有机酸，如聚二硫二丙磺酸钠，三-巯基丙烷磺酸中的一种；

[0019] 所述抑制剂为聚乙二醇、聚乙二醇共聚物(如聚乙二醇-甘油醚、聚乙二醇-二烷基醚)、聚丙二醇中的一种；

[0020] 所述整平剂为聚亚烷基亚胺、烷基咪唑啉化合物、金胺及其衍生物或贾纳斯绿的有机染料(如烟鲁绿 B)中的一种。

[0021] 本发明具有如下优点：本发明工艺简单，可有效阻挡表层的铜沉积，减轻 CMP 负担，降低成本。

附图说明

[0022] 图 1 传统晶圆上 TSV 盲孔未电镀铜前的剖面示意图。

[0023] 图 2 本发明做完特殊层后晶圆 TSV 剖面图。

具体实施方式

[0024] 实施例 1

[0025] 如图 2 所示，一种减少硅通孔电镀铜后晶圆表面过电镀的待镀样片，包括晶圆 5，晶圆 5 表面上刻蚀有一垂直硅通孔 4，在晶圆 5 表面上由内至外依次设置有绝缘层 3、扩散阻挡层 2 和铜种子层 1；在铜种子层 1 外还设置有一特殊层 6；所述特殊层 6 的厚度为 4-200nm。

[0026] 所述特殊层 6 材料为金属 Ta、V、Ti、Al、Fe 或非金属 TiN、TaN、AlN。

[0027] 所述扩散阻挡层 2 材料为 Ta、Ti、Ni、TaN、TiN 中的一种。

[0028] 所述特殊层 6 的厚度为 4-50nm。

[0029] 所述扩散阻挡层 2 和铜种子层 1 的厚度均为 10-200nm。

[0030] 所述特殊层 6 在垂直硅通孔 4 孔口处的高度不大于所述晶圆 5 表层的绝缘层 3、扩散阻挡层 2 和铜种子层 1 三者厚度之和。

[0031] 实施例 2

[0032] 如图 1 所示，本发明在垂直硅通孔 TSV 电镀铜填充工艺之前，在晶圆表面和垂直硅通孔 4 孔口处再做一种特殊层 6，如图 2 所示，其作用是减少(与铜种子层 1 相比)或抑制铜在晶圆表面的铜沉积。具体步骤如下：

[0033] (1) 通孔刻蚀：取晶圆 5，在其表面通过深反应离子刻蚀仪器刻蚀出垂直硅通孔 4；

[0034] (2) 绝缘层的制备：取步骤(1)刻蚀完毕后的晶圆 5，采用二氧化硅或氮化硅通过等离子增强化学气相沉积法沉积制备绝缘层 3；其选用液体反应源，沉积温度为 400℃，沉积厚度为 10nm；

[0035] (3) 扩散阻挡层和铜种子层的制备：取步骤(2)制备得到的晶圆 5，在绝缘层 3 的外部通过物理气象沉积法沉积扩散阻挡层 2，沉积温度为 180℃；在扩散阻挡层(2)外侧再次通过物理气象沉积法沉积一层铜种子层 1，沉积温度为 200℃；

[0036] (4)特殊层的制备:取步骤(3)得到的晶圆 5,采用溅射、物理沉积或旋涂的方法制备特殊层 6,反应温度为 200℃;

[0037] (5)电镀铜的填充:选用湿法镀铜的方式实现垂直硅通孔 4 的电镀铜填充;其中电镀体系为:0.1mg/L 的加速剂、10mg/L 的抑制剂、1mg/L 的整平剂、含有 0.01mg/L 氯离子的硫酸铜或甲基磺酸铜镀液,其中铜离子为 0.1g/L;电镀后即得产品减少硅通孔电镀铜后表面过电镀的晶圆。

[0038] 所述硫酸铜或甲基磺酸铜镀液中还含有 10g/L 的硫酸。所述抑制剂为聚乙二醇;所述整平剂为聚亚烷基胺和烷基咪唑啉化合物。

[0039] 实施例 3

[0040] (1)通孔刻蚀:取晶圆 5,在其表面通过深反应离子刻蚀仪器刻蚀出垂直硅通孔 4;

[0041] (2)绝缘层的制备:取步骤(1)刻蚀完毕后的晶圆 5,采用二氧化硅或氮化硅通过等离子增强化学气相沉积法沉积制备绝缘层 3;其选用液体反应源,沉积温度为 400℃,沉积厚度为 300nm;

[0042] (3)扩散阻挡层和铜种子层的制备:取步骤(2)制备得到的晶圆 5,在绝缘层 3 的外部通过物理气象沉积法沉积扩散阻挡层 2,沉积温度为 220℃;在扩散阻挡层(2)外侧再次通过物理气象沉积法沉积一层铜种子层 1,沉积温度为 500℃;

[0043] (4)特殊层的制备:取步骤(3)得到的晶圆 5,采用溅射、物理沉积或旋涂的方法制备特殊层 6,反应温度为 300℃;

[0044] (5)电镀铜的填充:选用湿法镀铜的方式实现垂直硅通孔 4 的电镀铜填充;其中电镀体系为:200mg/L 的加速剂、1500mg/L 的抑制剂、500mg/L 的整平剂、含有 100mg/L 氯离子的硫酸铜或甲基磺酸铜镀液,其中铜离子为 100g/L;电镀后即得产品减少硅通孔电镀铜后表面过电镀的晶圆。

[0045] 所述硫酸铜或甲基磺酸铜镀液中还含有 200g/L 的链烷醇硫酸。

[0046] 所述抑制剂为聚丙二醇;所述整平剂为烟鲁绿 B。

[0047] 实施例 4

[0048] (1)通孔刻蚀:取晶圆 5,在其表面通过深反应离子刻蚀仪器刻蚀出垂直硅通孔 4;

[0049] (2)绝缘层的制备:取步骤(1)刻蚀完毕后的晶圆 5,采用二氧化硅或氮化硅通过等离子增强化学气相沉积法沉积制备绝缘层 3;其选用液体反应源,沉积温度为 300℃,沉积厚度为 200nm;

[0050] (3)扩散阻挡层和铜种子层的制备:取步骤(2)制备得到的晶圆 5,在绝缘层 3 的外部通过物理气象沉积法沉积扩散阻挡层 2,沉积温度为 200℃;在扩散阻挡层(2)外侧再次通过物理气象沉积法沉积一层铜种子层 1,沉积温度为 350℃;

[0051] (4)特殊层的制备:取步骤(3)得到的晶圆 5,采用溅射、物理沉积或旋涂的方法制备特殊层 6,反应温度为 250℃;

[0052] (5)电镀铜的填充:选用湿法镀铜的方式实现垂直硅通孔 4 的电镀铜填充;其中电镀体系为:100mg/L 的加速剂、1000mg/L 的抑制剂、200mg/L 的整平剂、含有 50mg/L 氯离子的硫酸铜或甲基磺酸铜镀液,其中铜离子为 50g/L;电镀后即得产品减少硅通孔电镀铜后表面过电镀的晶圆。

[0053] 所述硫酸铜或甲基磺酸铜镀液中还含有 100g/L 的链烷醇硫酸。所述抑制剂为聚乙

二醇-甘油醚;所述整平剂为聚亚烷基亚胺或烷基咪唑啉化合物。

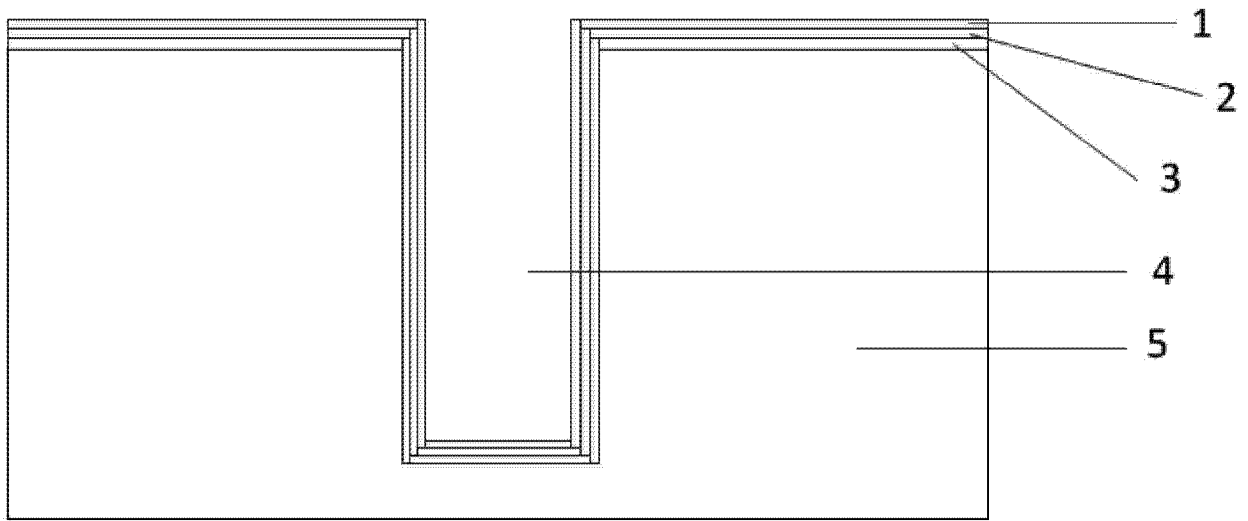


图 1

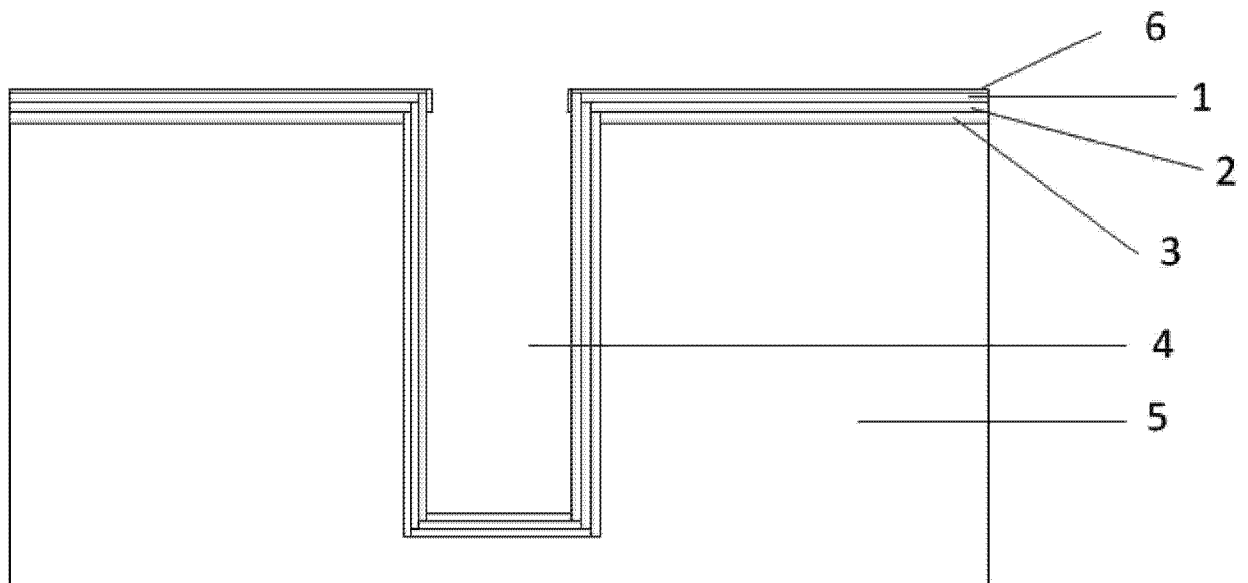


图 2