



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102157442 A

(43) 申请公布日 2011.08.17

(21) 申请号 201110055243.1

(22) 申请日 2011.03.08

(71) 申请人 中国科学院微电子研究所

地址 100029 北京市朝阳区北土城西路3号

(72) 发明人 于大全 宋崇申

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 周国城

(51) Int. Cl.

H01L 21/768(2006.01)

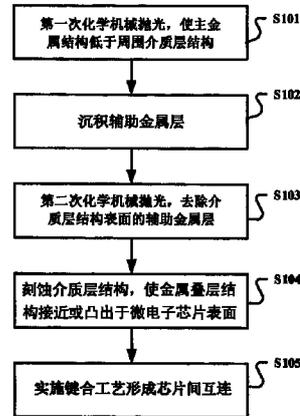
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种形成微电子芯片间互连的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种形成微电子芯片间互连的方法,包括:第一次化学机械抛光,使所述主金属结构表面低于介质层结构表面;在所述微电子芯片表面沉积辅助金属层,在所述主金属结构位置该辅助金属层与所述主金属结构形成金属叠层结构;第二次化学机械抛光,去除所述介质层结构表面的辅助金属层;刻蚀所述介质层结构,使所述金属叠层结构接近或凸出于所述微电子芯片表面,形成待键合基片;将两块所述待键合基片表面对准,实施键合工艺,形成微电子芯片间互连。本发明利用化学机械抛光工艺的凹陷效应,以免掩模的方式,在主金属结构顶端叠加辅助金属层,降低键合工艺对温度、压力和表面平坦度的要求,提高了芯片间互连制造的可实施性和成品率。



1. 一种形成微电子芯片间互连的方法,其特征在于,所述微电子芯片表面具有主金属结构和介质层结构,该方法包括:

第一次化学机械抛光,使所述主金属结构表面低于介质层结构表面;

在所述微电子芯片表面沉积辅助金属层,在所述主金属结构位置该辅助金属层与所述主金属结构形成金属叠层结构;

第二次化学机械抛光,去除所述介质层结构表面的辅助金属层;

刻蚀所述介质层结构,使所述金属叠层结构接近或凸出于所述微电子芯片表面,形成待键合基片;

将两块所述待键合基片表面对准,实施键合工艺,形成微电子芯片间互连。

2. 根据权利要求1所述的形成微电子芯片间互连的方法,其特征在于,所述第一次化学机械抛光之后还包括:腐蚀或刻蚀主金属结构的表面。

3. 根据权利要求1或2所述的形成微电子芯片间互连的方法,其特征在于,所述主金属结构采用的材料为铜或钨。

4. 根据权利要求1或2所述的形成微电子芯片间互连的方法,其特征在于,所述介质层结构采用氧化硅、氮化硅、聚酰亚胺或苯并环丁烯树脂中任一种材料或多种材料的组合。

5. 根据权利要求1或2所述的形成微电子芯片间互连的方法,其特征在于,所述辅助金属层采用金、银、锡、铟、镍、钛、钛钨或铬中任一种材料或多种材料的组合。

6. 根据权利要求1或2所述的形成微电子芯片间互连的方法,其特征在于,在所述微电子芯片表面沉积辅助金属层的方式为溅射或蒸发。

7. 根据权利要求1或2所述的形成微电子芯片间互连的方法,其特征在于,在所述微电子芯片表面沉积辅助金属层之前,还包括对微电子芯片表面进行离子轰击或者湿法腐蚀处理,确保芯片表面的清洁度。

8. 根据权利要求1或2所述的形成微电子芯片间互连的方法,其特征在于,所述键合工艺为下列形式的一种:芯片与芯片、芯片与晶圆、或者晶圆与晶圆。

9. 根据权利要求1或2所述的形成微电子芯片间互连的方法,其特征在于,所述键合工艺采用的类型为热压。

10. 根据权利要求1或2所述的形成微电子芯片间互连的方法,其特征在于,所述第二次化学机械抛光使用无化学腐蚀成份或低化学腐蚀成份的抛光液。

11. 根据权利要求1所述的形成微电子芯片间互连的方法,其特征在于,所述第一次化学机械抛光使用标准的抛光液,或者使用化学腐蚀成份较标准的抛光液高的抛光液。

一种形成微电子芯片间互连的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及微电子封装和三维集成技术领域,尤其涉及一种形成微电子芯片间互连的方法。

背景技术

[0002] 三维集成技术可以有效缩短芯片间互连线长度并提供异质集成能力,是微电子技术发展的一个重要方向。实现三维集成,主要涉及三方面的技术,它们分别是:穿透硅通孔互连的制造、芯片的减薄与转移以及芯片间导电连接的制造。芯片间的导电连接直接促成芯片间的通讯,在三维集成技术中至关重要。

[0003] 芯片间的导电连接主要通过金属键合来实现,目前使用的技术主要是铜-铜键合以及微凸点键合。铜-铜键合可以获得窄节距,实现芯片间高密度互连,是这类技术的主流,如美国专利 US6887769B2 就给出了一种此类制造方式。但铜-铜键合往往需要较高的温度(高于 300℃)以及较大的压力才能实现。而且要获得较好的键合性能,还需要铜的表面非常平坦且无氧化。这些条件的限制,使得铜-铜键合工艺的成品率较低,并且也存在很大的可靠性问题,不能满足产业化应用的需求。

[0004] 为了提高工艺的可实施性,可以采用微凸点键合的方式,在铜互连顶端制作焊料,降低键合工艺对温度、压力以及表面平坦度的要求。但拥有焊料的凸点一般节距较大,不能满足高密度互连的要求。另一种方式是在抛光的铜表面,溅射制作一层软性金属,如日本 NEC 公司在文献:H. Saito, et al. IEEE J Solid-State Circuits. 45(2010):15-22. 中报道的方法,其在抛光的铜互连顶端制作一层厚度为 200nm 的金层,实现低温键合连接。这种方式需要使用掩模实现金层的图形化,成本比较高,并且为了克服光刻套准误差实现与铜互连的有效连通,需要较大的互连尺寸,限制了互连密度的提高。

[0005] 另一种解决方式,如美国发明专利应用文案 US 2004/0262772A 所述,在刻蚀介质层之后,以化学镀等方式在金属互连表面沉积一层软性金属,提高键合的可行性。这种方式由于需要使用化学镀等方式,需要优化镀液配比,并且在材料选择方面也有很多限制,不能对材料和工艺进行很好的优化。

[0006] 在实现本发明的过程中,发明人意识到现有技术存在如下缺陷:使用纯铜键合时,工艺要求高,成品率较低;添加软性金属时,工艺成本较高,且材料选择有很多限制。

发明内容

[0007] (一) 要解决的技术问题

[0008] 有鉴于此,本发明的主要目的在于提供一种形成微电子芯片间互连的方法,以解决现有技术中在使用纯铜键合时,工艺要求高、成品率较低以及添加软性金属时,工艺成本较高、材料选择受限等问题。

[0009] (二) 技术方案

[0010] 为达到上述目的,本发明提供了一种形成微电子芯片间互连的方法,所述微电子

芯片表面具有主金属结构和介质层结构,该方法包括:

- [0011] 第一次化学机械抛光,使所述主金属结构表面低于介质层结构表面;
- [0012] 在所述微电子芯片表面沉积辅助金属层,在所述主金属结构位置该辅助金属层与所述主金属结构形成金属叠层结构;
- [0013] 第二次化学机械抛光,去除所述介质层结构表面的辅助金属层;
- [0014] 刻蚀所述介质层结构,使所述金属叠层结构接近或凸出于所述微电子芯片表面,形成待键合基片;
- [0015] 将两块所述待键合基片表面对准,实施键合工艺,形成微电子芯片间互连。
- [0016] 上述方案中,所述第一次化学机械抛光之后还包括:腐蚀或刻蚀主金属结构的表面。
- [0017] 上述方案中,所述主金属结构采用的材料为铜或钨。
- [0018] 上述方案中,所述介质层结构采用氧化硅、氮化硅、聚酰亚胺或苯并环丁烯树脂中任一种材料或多种材料的组合。
- [0019] 上述方案中,所述辅助金属层采用金、银、锡、铟、镍、钛、钛钨或铬中任一种材料或多种材料的组合。
- [0020] 上述方案中,在所述微电子芯片表面沉积辅助金属层的方式为溅射或蒸发。
- [0021] 上述方案中,在所述微电子芯片表面沉积辅助金属层之前,还包括对微电子芯片表面进行离子轰击或者湿法腐蚀处理,确保芯片表面的清洁度。
- [0022] 上述方案中,所述键合工艺为下列形式的一种:芯片与芯片、芯片与晶圆、或者晶圆与晶圆。
- [0023] 上述方案中,所述键合工艺采用的类型为热压。
- [0024] 上述方案中,所述第二次化学机械抛光使用无化学腐蚀成份或低化学腐蚀成份的抛光液。
- [0025] 上述方案中,所述第一次化学机械抛光使用标准的抛光液,或者使用化学腐蚀成份较标准的抛光液高的抛光液。
- [0026] (三)有益效果
- [0027] 利用本发明,可以在不使用掩模的情况下,直接在主金属结构顶端叠加辅助金属层,从而降低键合工艺对温度、压力、芯片表面平坦度的要求,提高芯片间互连制造的可行性和成品率,解决了现有技术中在使用纯铜键合时,工艺要求高、成品率较低以及添加软性金属时,工艺成本较高、材料选择受限等问题。

附图说明

- [0028] 图1为本发明提供的形成微电子芯片间互连的方法流程图;
- [0029] 图2是依照本发明实施例在第一次化学机械抛光之后微电子芯片表面剖面结构示意图,11为主金属结构,12为介质层结构;
- [0030] 图3是依照本发明实施例在芯片表面沉积辅助金属层13之后微电子芯片表面剖面结构示意图;
- [0031] 图4是依照本发明实施例在第二次化学机械抛光后将介质层结构12顶部的辅助金属层13去除之后的微电子芯片表面剖面结构示意图;

[0032] 图 5 是依照本发明实施例刻蚀介质层结构 12 使芯片表面的金属叠层结构凸出于芯片表面的微电子芯片表面剖面结构示意图；

[0033] 图 6 是依照本发明实施例将经历前述工艺过程的两个微电子芯片键合之后的剖面结构示意图。

具体实施方式

[0034] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白，以下结合具体实施例，并参照附图，对本发明进一步详细说明。

[0035] 本发明通过利用化学机械抛光工艺的凹陷效应，在第一次化学机械抛光之后，在芯片表面沉积辅助金属层，经再次化学机械抛光去除介质层结构顶端的辅助金属层，并刻蚀介质层结构，获得接近或稍高于芯片表面的金属叠层结构，最终利用键合工艺获得芯片间互连。

[0036] 如图 1 所示，图 1 为本发明提供的形成微电子芯片间互连的方法流程图，该方法包括：

[0037] 步骤 S101，第一次化学机械抛光，使微电子芯片表面的主金属结构表面低于介质层结构表面；

[0038] 步骤 S102，在所述微电子芯片表面沉积辅助金属层，沉积方法为溅射或蒸发，在所述主金属结构位置该辅助金属层与所述主金属结构形成金属叠层结构；

[0039] 步骤 S103，第二次化学机械抛光，去除介质层结构表面的辅助金属层；

[0040] 步骤 S104，刻蚀介质层结构，使所述金属叠层结构接近或凸出于所述微电子芯片表面，形成待键合基片；

[0041] 步骤 S105，将两块所述待键合基表面对准，实施键合工艺，形成微电子芯片间互连。

[0042] 在上述方案中，微电子芯片的表面应包含主金属结构和介质层结构。本发明提供的这种形成微电子芯片间互连的方法，以免掩模的方式，在主金属结构顶端叠加辅助金属层，降低键合工艺对温度、压力和表面平坦度的要求，以较小的成本增加，提高键合工艺的可实施性和成品率。

[0043] 实施例

[0044] 本实施例将以微电子芯片间互连的完整制造过程为例对本发明进行说明。本实施例中，所用微电子芯片表面已经包含主金属结构和介质层结构。主金属结构是但不限于铜或钨；介质层结构是以下材料的一种或多种组合：氧化硅、氮化硅、聚酰亚胺、苯并环丁烯树脂，介质层结构制备方式是以下方法的一种或多种组合：热氧化、等离子增强化学汽相沉积、旋涂并高温烘烤固化。后续与本发明相关的形成微电子芯片间互连的方法包括以下步骤：

[0045] 步骤 1：第一次化学机械抛光，使微电子芯片表面的主金属结构 11 的顶端低于介质层结构 12 表面，如图 2 所示。

[0046] 在第一次化学机械抛光过程中，使用腐蚀性能偏强的抛光液，在抛光完成之后，由于过腐蚀效应，使得主金属结构，如铜结构，比周围介质层偏低。另一种实现方式是使用标准的化学机械抛光溶液，在完成化学机械抛光之后，腐蚀或刻蚀主金属层，使主金属结构顶

端低于周围介质层表面。

[0047] 步骤 2 :在微电子芯片表面沉积辅助金属层 13,如图 3 所示。

[0048] 沉积方式为溅射或蒸发,优选的沉积方式为溅射,为提高金属界面性能,在沉积辅助金属层之前,对芯片表面进行离子轰击或者湿法腐蚀处理,保证主金属表面在溅射辅助金属层时的清洁度和纯度。辅助金属层是以下金属的一种或者多种组合:金、银、锡、铜、镍、钛、钛钨、铬。辅助金属层厚度不超过步骤 1 之后主金属结构顶端与介质层结构表面的台阶高度。

[0049] 步骤 3 :第二次化学机械抛光,去除介质层结构 12 顶部的辅助金属层 13,如图 4 所示。

[0050] 在第二次化学机械抛光中,使用无化学腐蚀成份或者低化学腐蚀成份的抛光液,在去除介质层结构顶部的辅助金属层的过程中,不损伤主金属结构顶端的辅助金属层。

[0051] 步骤 4 :刻蚀介质层结构 12,使主金属结构 11 与辅助金属层 13 构成的金属叠层结构凸出于微电子芯片表面,如图 5 所示。

[0052] 刻蚀采用反应离子刻蚀或者湿法腐蚀的方式,根据介质层结构的具体材料组成,选择刻蚀气氛或者腐蚀溶液配方。

[0053] 步骤 5 :实施键合工艺,获得微电子芯片间互连,如图 6 所示。

[0054] 键合工艺采用热压的方式,并使用以下形式的一种:芯片与芯片、芯片与晶圆、晶圆与晶圆。由于辅助金属的存在,可以降低键合工艺对温度、压力和芯片表面平坦度的要求,提高键合工艺的可实施性及成品率。

[0055] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

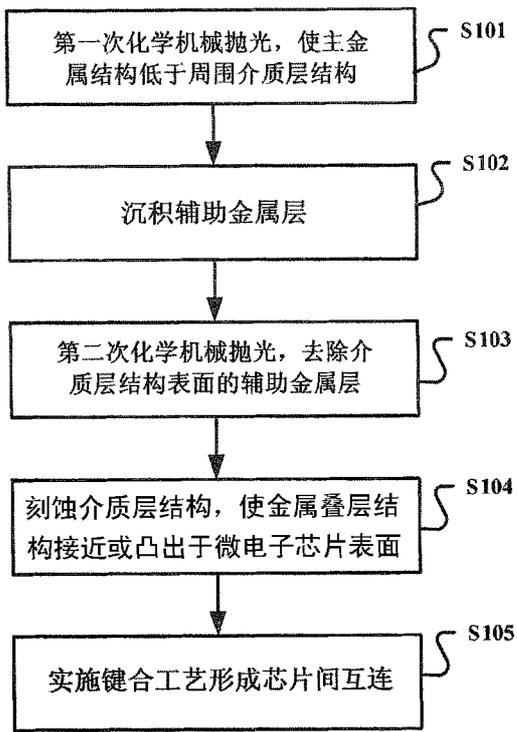


图 1

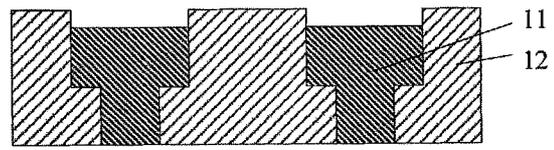


图 2

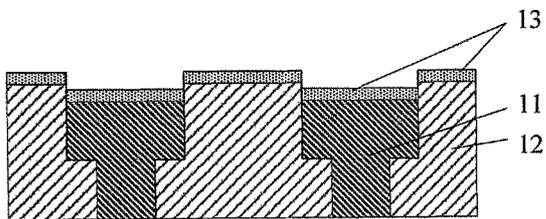


图 3

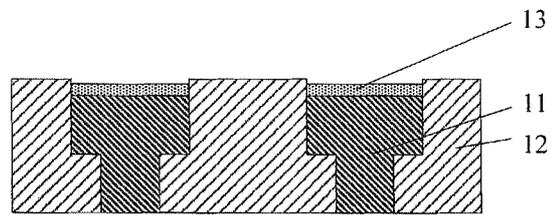


图 4

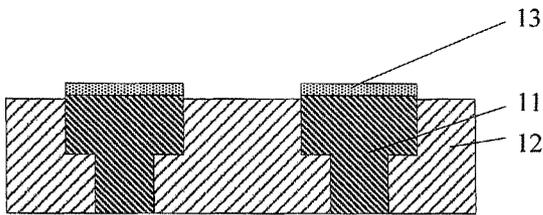


图 5

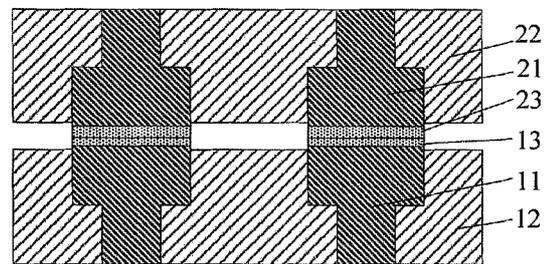


图 6