



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102693911 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 26

(21) 申请号 201110070085. 7

(22) 申请日 2011. 03. 23

(71) 申请人 上海华虹 NEC 电子有限公司

地址 201206 上海市浦东新区川桥路 1188 号

(72) 发明人 吴智勇 邱华军

(74) 专利代理机构 上海浦一知识产权代理有限公司 31211

代理人 丁纪铁

(51) Int. Cl.

H01L 21/3213(2006. 01)

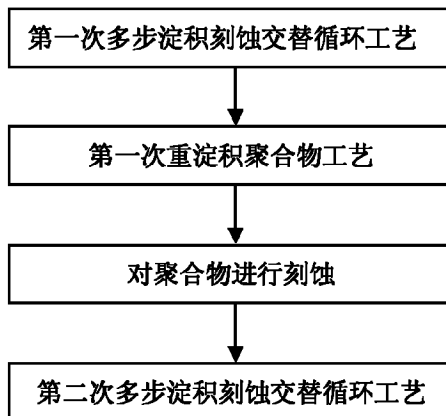
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

干法刻蚀方法

(57) 摘要

本发明公开了一种适用于通孔或沟槽制备的干法刻蚀方法,包括:进行第一次多步淀积刻蚀交替循环干法刻蚀工艺,在硅衬底内刻蚀出第一沟槽;接着采用第一次淀积聚合物工艺,在第一沟槽内壁淀积聚合物;而后对聚合物进行干法刻蚀,直至去除第一沟槽底部的聚合物;进行第二次多步淀积刻蚀交替循环干法刻蚀工艺,在第一沟槽内进一步刻蚀硅衬底形成通孔或沟槽。采用本发明的方法,制备出开口逐渐变小的阶梯式沟槽形貌,提高后续金属填充沟槽的能力。



1. 一种干法刻蚀方法,适用于通孔或沟槽的制备,其特征在于,包括:

步骤一,进行第一次多步淀积刻蚀交替循环干法刻蚀工艺,在所述硅衬底内刻蚀出第一沟槽;

步骤二,接着采用第一次淀积聚合物工艺,在所述第一沟槽内壁上淀积聚合物;

步骤三,而后进行第一次干法刻蚀聚合物,去除所述第一沟槽底部的聚合物;

步骤四,进行第二次多步淀积刻蚀交替循环干法刻蚀工艺,在所述第一沟槽内进一步刻蚀所述硅衬底形成阶梯状通孔或沟槽。

2. 如权利要求1所述的干法刻蚀方法,其特征在于:在所述步骤三和步骤四之间,还包括重复实施步骤一至步骤三的工艺至少一遍。

3. 如权利要求2所述的方法,其特征在于:所述重复实施步骤一至步骤三的工艺的次数,取决于所述步骤一中多步淀积刻蚀交替循环干法刻蚀工艺中所刻蚀的深度。

4. 如权利要求1或2所述的硅通孔的刻蚀方法,其特征在于:所述多步淀积刻蚀交替循环干法刻蚀工艺中,设备中的压力设置为:50~160毫托,功率设置为500~1600瓦,淀积和刻蚀的次数取决于所需刻蚀的深度,一次刻蚀的时间可设为:0.5~8秒,刻蚀过程中包括 SF_6 刻蚀气体;一次淀积的时间可设为:0.5~8秒,淀积过程中气体包括 C_4F_8 。

5. 如权利要求1或2所述的硅通孔的刻蚀方法,其特征在于:所述重淀积聚合物工艺中,包括 C_4F_8 气体。

6. 如权利要求1或2所述的硅通孔的刻蚀方法,其特征在于:所述对聚合物进行干法刻蚀中,采用包含 SF_6 的刻蚀气体。

干法刻蚀方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种适用于制备深沟槽或深孔的干法刻蚀方法。

背景技术

[0002] 硅通孔 (through silicon via) 工艺是一种新兴的集成电路制作工艺, 适合用作多方面性能提升, 用于无线局域网与手机中功率放大器, 将极大的提高电路的频率特性和功率特性。硅通孔工艺将制作在硅片上表面的电路通过硅通孔中填充的金属连接至硅片背面, 结合三维封装工艺, 使得 IC 布局从传统二维并排排列发展到更先进三维堆叠, 这样元件封装更为紧凑, 芯片引线距离更短, 从而可以极大的提高电路的频率特性和功率特性。

[0003] 硅通孔工艺制作中, 需要通过先进的刻蚀工艺在硅基体中制作出具有极大深宽比 (有的甚至达到 50 ~ 75) 的深孔或深沟槽, 深孔或深沟槽深度大致为 100 微米或以上 (见图 1)。深孔或深沟槽通常可通过干法刻蚀工艺得到, 由于深宽比过大, 目前的工艺所制备的硅通孔在金属物填充深孔或深沟槽时, 会有缝隙或者空洞产生, 因为后续金属物填充时深孔或深沟槽的顶部容易闭合。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是提供一种干法刻蚀方法, 其适用于深宽比较大的深孔或深沟槽的制备。

[0005] 为解决上述技术问题, 本发明的干法刻蚀方法, 包括:

[0006] 步骤一, 进行第一次多步淀积刻蚀交替循环干法刻蚀工艺, 在所述硅衬底内刻蚀出第一沟槽;

[0007] 步骤二, 接着采用第一次淀积聚合物工艺, 在所述第一沟槽内壁上淀积聚合物;

[0008] 步骤三, 而后进行第一次干法刻蚀聚合物, 去除所述第一沟槽底部的聚合物;

[0009] 步骤四, 进行第二次多步淀积刻蚀交替循环干法刻蚀工艺, 在所述第一沟槽内进一步刻蚀所述硅衬底形成阶梯状通孔或沟槽。

[0010] 本发明的干法刻蚀方法, 在多步淀积刻蚀交替循环干法刻蚀工艺 (BOSCH) 的基础上, 加入淀积聚合物并刻蚀聚合物的步骤, 使聚合物的开口的尺寸 (直径) 比原先刻蚀完深孔或深沟槽的尺寸小, 接着继续采用多步淀积刻蚀交替循环工艺刻蚀深孔或深沟槽, 形成开口逐渐变小的阶梯状的深沟槽形貌, 提高其后续的金属填充能力。

附图说明

[0011] 下面结合附图与具体实施方式对本发明作进一步详细的说明:

[0012] 图 1 为采用现有技术刻蚀形成的深沟槽示意图;

[0013] 图 2 为本发明的一个具体实施流程示意图;

[0014] 图 3 为本发明的一具体实施例中形成的深沟槽示意图。

具体实施方式

[0015] 在一个具体实施例中,包括执行如下刻蚀步骤(参见图2):

[0016] 进行第一次多步淀积刻蚀交替循环干法刻蚀工艺,在硅衬底内刻蚀出第一沟槽。在该工艺中,淀积和刻蚀的次数取决于刻蚀的深度,在整个过程中,刻蚀过程和淀积过程轮流交替进行,刻蚀和淀积的时间一般都很短,可在0.5秒到8秒间。在处理腔体中设置高压力和高功率,例如腔体压力为50~160毫托,设备功率设为500~1600瓦,以获得较高的刻蚀速率和淀积速率。刻蚀过程中以 SF_6 为主要刻蚀气体,而淀积过程中,主要反应气体为 C_4F_8 。采用多步淀积刻蚀交替循环干法刻蚀工艺所制备的沟槽,其侧壁相对粗糙,但对硅通孔没有太大影响。

[0017] 接着采用第一次聚合物淀积工艺,在第一沟槽内壁淀积聚合物。该聚合物通常为碳硅氧聚合物,为半导体制备中常用的聚合物。在淀积过程中,主要反应气体为 C_4F_8 。在该步淀积工艺中,可采用速率较低的淀积条件(如降低输入气体的流量等业界常用的手段),主要是为了使聚合物生长的均匀性,控制尺寸的准确性。通常来讲,淀积在第一沟槽侧壁的聚合物用于在第二次多步淀积刻蚀交替循环干法刻蚀过程中,保护第一沟槽的侧壁不被刻蚀以形成开口往下变小的阶梯状沟槽。因此,所淀积的聚合物的厚度,需要足够厚至下一次沟槽刻蚀结束之前仍能保护第一沟槽侧壁。

[0018] 而后第一次干法刻蚀聚合物去除第一沟槽底部的聚合物。这里主要是打开下一次刻蚀的窗口。在刻蚀过程中,主要采用以气体 SF_6 为主的刻蚀条件,把第一沟槽底部的聚合物去除。在刻蚀中,通过采用速率较低的条件(同样的可为降低气体的流量)以方便控制。因为干法刻蚀中具有各向异性的特点,纵向的刻蚀速率会比横向刻蚀速率高,因此第一沟槽底部的聚合物会先被打开。该步刻蚀时间可是根据所需硅通孔尺寸大小的需要进行调节,通常来说该次刻蚀时间不能小于把第一沟槽底部的聚合物完全打开所需要的时间,否则会使最终刻蚀无法达到深度的需求。在该次刻蚀中,也不能把深沟槽侧壁的聚合物消耗完(即刻蚀后在沟槽侧壁需要保留适当厚度的聚合物),否则不能形成阶梯状硅通孔且会带来沟槽侧壁损伤。

[0019] 最后进行第二次多步淀积刻蚀交替循环干法刻蚀工艺,在第一沟槽内进一步刻蚀硅衬底以形成需要的通孔。这里也可以是需要的深沟槽。上述中第一沟槽的深度为所需沟槽或通孔的1/2高度,最终形成一个开口较大的两段阶梯式,且开口变小的沟槽或通孔。

[0020] 实施例二的干法刻蚀方法可为:

[0021] 采用第一次多步淀积刻蚀交替循环干法刻蚀工艺,在硅衬底上形成第一段沟槽。

[0022] 而后进行第一次重淀积聚合物,使形成的聚合物填充第一段沟槽。

[0023] 接着,干法刻蚀聚合物,去除第一段沟槽底部的聚合物,即形成聚合物开口。

[0024] 而后采用第二次多步淀积刻蚀交替循环干法刻蚀工艺,形成第二段沟槽,其中第二段沟槽的直径要小于第一段沟槽的直径。

[0025] 而后进行第二次重淀积聚合物,使形成的聚合物填充第一段沟槽和第二段沟槽。

[0026] 接着,第二次干法刻蚀聚合物,去除第二段沟槽底部的聚合物,即再次形成聚合物开口。

[0027] 最后,采用第三次深沟槽多步淀积刻蚀交替循环干法刻蚀工艺,形成第三段沟槽,其中第三段沟槽的直径要小于第二段沟槽的直径。这三段沟槽构成最终的三段阶梯式,沟

槽开口往下变小的深沟槽（见图 3）。

[0028] 在上述两个实施例中，具体的工艺都相同。差别在于通过前三个步骤的重复执行，形成三段阶梯式的沟槽形貌。本领域的一般人员应该明白，步骤一至步骤三的工艺步骤的重复实施的次数，取决于沟槽（或深孔）的总深度和每次多步淀积刻蚀交替循环干法刻蚀工艺的深度。在实施例二中，每次多步淀积刻蚀交替循环干法刻蚀的深度为 1/3 的总深度，故需要重复执行一次步骤一至步骤三的工艺步骤，即可完成整个沟槽的刻蚀。

[0029] 该干法刻蚀方法，适用于包含硅通孔的器件，但不仅限于这种器件。其还适用于所有的包含深沟槽工艺的器件。

[0030] 在进行刻蚀之前，一般需要先采用光刻工艺定义出深槽或硅通孔的位置和大小。因为光刻胶要经受后续的多次刻蚀，故需要足够的厚度，一般达到 3 微米以上。

[0031] 本发明的干法刻蚀工艺形成阶梯形的深孔或深沟槽，能增加后续金属物的填充，即从深孔或深沟槽的底部到顶部金属物淀积厚度由薄到厚。其主要是在多步淀积刻蚀交替循环干法刻蚀工艺（BOSCH）中，加入重淀积聚合物步骤，并刻蚀聚合物，使聚合物的开口的尺寸（直径）比原先刻蚀完深孔或深沟槽的尺寸小，接着继续多步淀积刻蚀交替循环干法刻蚀深孔或深沟槽。阶梯数目可以根据需要设计。

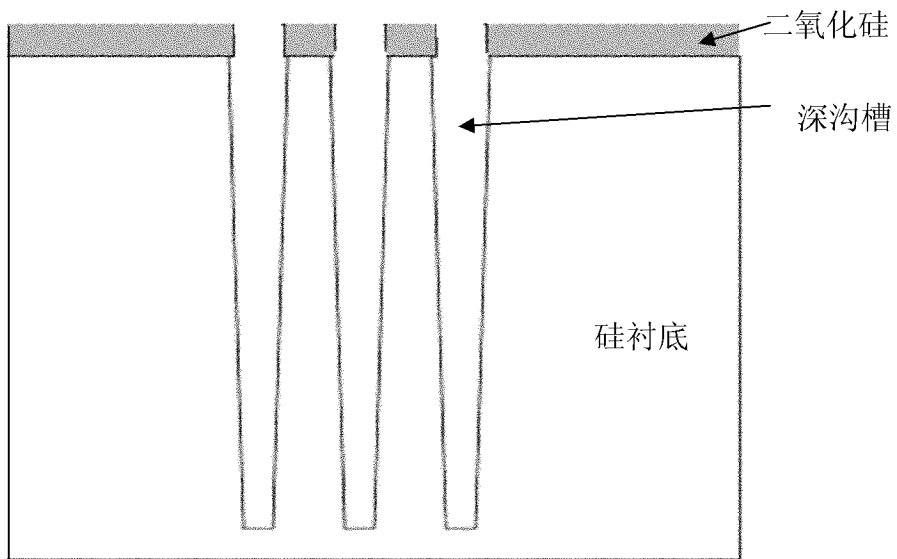


图 1

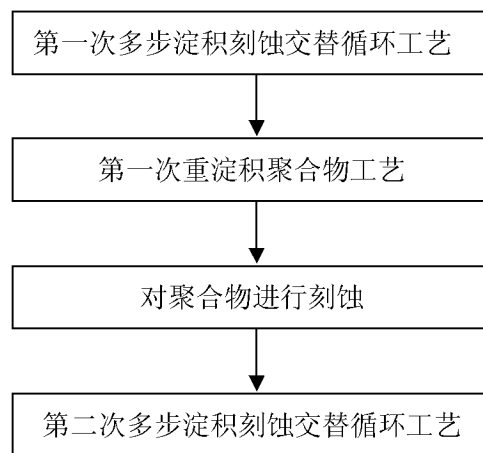


图 2

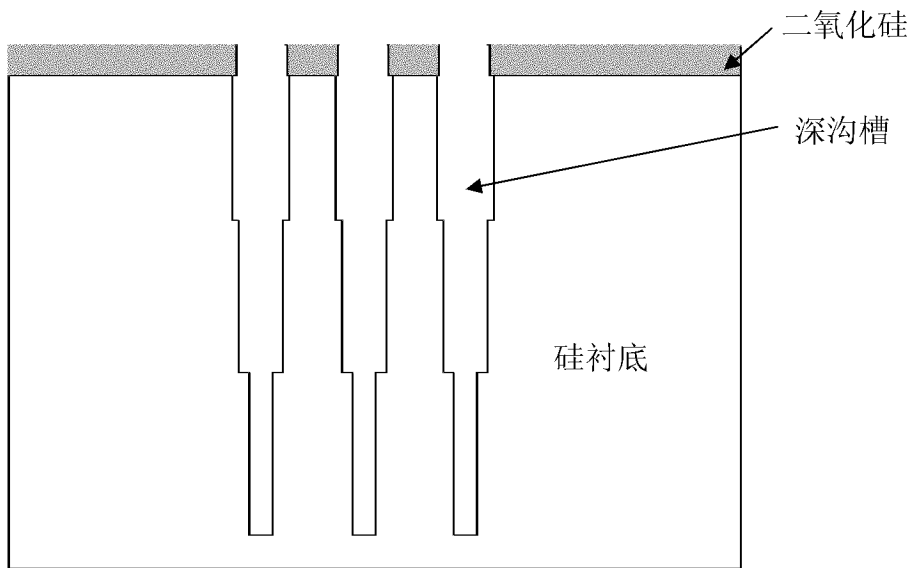


图 3