



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113772618 A

(43) 申请公布日 2021.12.10

(21) 申请号 202111091412.7

(22) 申请日 2021.09.17

(71) 申请人 安徽光智科技有限公司

地址 239064 安徽省滁州市琅琊经济开发
区南京路100号

(72) 发明人 赵龙 杨晓杰 李海涛 姚浩强
高玉波 赵雪城

(74) 专利代理机构 北京天盾知识产权代理有限
公司 11421

代理人 朱伟雄

(51) Int. Cl.

B81B 7/00 (2006.01)

B81B 7/02 (2006.01)

B81C 1/00 (2006.01)

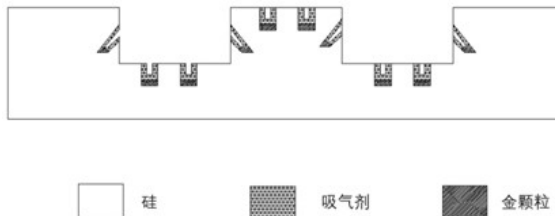
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种多孔薄膜吸气剂结构及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了多孔薄膜吸气剂结构,包括晶圆和薄膜吸气剂,晶圆上表面具有凹槽结构,凹槽结构的内壁均为多孔结构,薄膜吸气剂覆盖多孔结构。还公开了该结构的制备方法,采用干法或湿法刻蚀联合金颗粒辅助刻蚀三维薄膜吸气剂结构,在制备的凹槽结构上制备多孔结构以增大薄膜吸气剂沉积面积及沉积体量,从而有效增加薄膜吸气剂的吸气性能和使用寿命;通过蒸镀-剥离工艺沉积的金膜在高温快速退火的工艺条件下可在凹槽的侧壁和基底形成分布均匀的金颗粒,利用退火后的金颗粒进行刻蚀工艺,在侧壁刻蚀出均匀分布的多孔结构,进而增大吸气剂薄膜和侧壁、底部衬底的粘附性,避免发生吸气剂脱落、损坏器件等现象。



1. 一种多孔薄膜吸气剂结构,其特征在于,包括晶圆和薄膜吸气剂,所述晶圆上表面具有凹槽结构,所述凹槽结构的内壁均为多孔结构,所述多孔结构上设有薄膜吸气剂,且所述薄膜吸气剂覆盖所述多孔结构。

2. 根据权利要求1所述的多孔薄膜吸气剂结构,其特征在于,所述晶圆上设有两个以上凹槽结构,且连接相邻凹槽结构的晶圆表面为多孔结构,所述多孔结构上设有薄膜吸气剂,且所述薄膜吸气剂覆盖所述多孔结构。

3. 根据权利要求1或2所述的多孔薄膜吸气剂结构,其特征在于,所述多孔结构的孔隙底面设有金颗粒,且所述薄膜吸气剂覆盖所述金颗粒;所述金颗粒的尺寸为20nm~5 μ m。

4. 根据权利要求1或2所述的多孔薄膜吸气剂结构,其特征在于,所述凹槽结构的截面为梯形、V形或“ \square ”形。

5. 一种多孔薄膜吸气剂结构的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:

S1、在晶圆的上下表面形成保护层,并在晶圆上表面的保护层上形成图形化光刻胶层,以图形化光刻胶层为掩膜,将晶圆上表面的保护层图形化,露出需要刻蚀的晶圆表面;

S2、以图形化光刻胶层为掩膜,对晶圆进行干法刻蚀,形成凹槽结构,然后去除图形化光刻胶层;或先去除图形化光刻胶层,以保护层为掩膜,对晶圆进行湿法刻蚀,形成凹槽结构;

S3、在晶圆上表面的凹槽结构区域形成图形化的光刻胶层,并在凹槽结构区域以外的晶圆上表面形成光刻胶层,以在凹槽结构区域形成图形化窗口;

S4、在所述图形化窗口上形成金膜;

S5、将镀金膜的晶圆进行高温退火,使金膜转化成金颗粒;

S6、采用腐蚀液对高温退火后的晶圆进行湿法腐蚀,通过金的催化作用将凹槽结构区域腐蚀成多孔结构;

S7、在晶圆上表面通过光刻剥离工艺蒸镀薄膜吸气剂。

6. 根据权利要求5所述的多孔薄膜吸气剂结构的制备方法,其特征在于,步骤S2中,所述凹槽结构为一个或两个以上;当凹槽结构为一个时,凹槽结构构成凹槽结构区域,当凹槽结构为两个以上时,各凹槽结构以及连接相邻凹槽结构的区域构成凹槽结构区域;当凹槽结构为两个以上时,步骤S2中还包括在形成凹槽结构后去除连接相邻凹槽结构的保护层。

7. 根据权利要求5或6所述的多孔薄膜吸气剂结构的制备方法,其特征在于,步骤S5中,所述高温退火的保温温度为600~1000 $^{\circ}$ C;所述高温退火的保温时间为2~60min;所述高温退火的退火速率为5~25 $^{\circ}$ C/min;所述高温退火的升温速率为5~25 $^{\circ}$ C/min;所述金颗粒的尺寸为20nm~5 μ m。

8. 根据权利要求5或6所述的多孔薄膜吸气剂结构的制备方法,其特征在于,步骤S1中,所述保护层为Ti、Pt、Cr中的一种或几种金属薄膜。

9. 根据权利要求5或6所述的多孔薄膜吸气剂结构的制备方法,其特征在于,步骤S6中,所述腐蚀液为氢氟酸与双氧水的混合腐蚀液;所述湿法腐蚀的温度为25~60 $^{\circ}$ C;

优选所述混合腐蚀液中,所述氢氟酸的质量分数为5~20%,所述H₂O₂的质量分数为5~30%。

10. 根据权利要求5或6所述的多孔薄膜吸气剂结构的制备方法,其特征在于,步骤S4

中,所述金膜的厚度为30~150nm;

步骤S4具体包括:通过蒸镀、沉积或溅射在晶圆的上表面形成金膜,再将凹槽结构区域的图形化光刻胶层和凹槽结构区域以外的晶圆上表面的光刻胶层去除,以在凹槽结构区域的图形化窗口上形成金膜,然后对晶圆进行清洗。

一种多孔薄膜吸气剂结构及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明专属于高真空MEMS器件封装领域,具体涉及一种多孔薄膜吸气剂结构及其制备方法。

背景技术

[0002] 目前,对于高真空MEMS封装领域的器件内部真空度和其使用寿命的要求越来越高,特别是电子器件越来越趋近于小型化发展,那么如何在有限的空间保持高的真空度和使用寿命已成为一项技术难点。在如今的电子封装领域,最常见的真空度保持方法是在电子器件内部蒸镀薄膜吸气剂,薄膜吸气剂的特性是持续吸收腔体内部残余气体、渗入气体和腔体内部残余吸附气体。从而达到保持电子器件内部真空度的要求。

[0003] 薄膜吸气剂的吸气性能主要和它的沉积表面积和材料特性有关,在材料特性相差不大的条件下,增大其沉积表面积成为提高其吸气效能最适用的方法。目前有相关专利通过在腔体内部制备凸点和凹槽的垂直立体三维结构来增大吸气剂的沉积面积,首先该专利设计的简单的凹凸结构对于吸气剂的沉积面积的增大有限。另外,凸点和凹槽的三维结构密集型弱,最关键的是光滑侧壁上沉积的薄膜吸气剂和侧壁的粘附性很弱,薄膜与侧壁的弱粘附性极易使器件在使用期间发生薄膜吸气剂脱落现象,污染器件内部,致使器件热敏单元性能下降甚至失效,且相关专利的制备的立体吸气剂结构无依附支撑结构,很容易发生断裂倒塌现象,因此该专利的实用性较弱,难以用于实际生产中。现有技术中有采用直接沉积金颗粒进行晶圆的硅加工技术形成多孔结构,但是仅能在晶圆平坦衬底上直接沉积金颗粒,因此该工艺基本只能刻蚀晶圆基底表面,吸气剂结构的增加仍然有限,且直接沉积的金颗粒密集性会在基底表面形成很密集的多孔结构,在多孔结构过于密集的状况下,底部多孔结构很容易破裂、倒塌,因此该技术的应用局限性很大。

发明内容


[0004] 针对现有技术中存在的上述问题,本发明提供一种可以有效增大薄膜沉积面积和薄膜与侧壁的粘附性的多孔薄膜吸气剂结构及其制备方法。不仅能够大大增加吸气剂的量,而且能有效避免薄膜脱落、损毁器件等现象,从而达到提高电子器件内部真空度、延长使用寿命、保持高稳定性等优点。

[0005] 为了达到上述目的,本发明采用了以下技术方案:

一种多孔薄膜吸气剂结构,包括晶圆和薄膜吸气剂,所述晶圆上表面具有凹槽结构,所述凹槽结构的内壁均为多孔结构,所述多孔结构上设有薄膜吸气剂,且所述薄膜吸气剂覆盖所述多孔结构。

[0006] 作为优选,所述晶圆上设有两个以上凹槽结构,且连接相邻凹槽结构的晶圆表面为多孔结构,所述多孔结构上设有薄膜吸气剂,且所述薄膜吸气剂覆盖所述多孔结构。

[0007] 作为优选,所述多孔结构的孔隙底面设有金颗粒,且所述薄膜吸气剂覆盖所述金颗粒;所述金颗粒的尺寸为20nm~5 μ m。

[0008] 作为优选,所述凹槽结构的截面为梯形、V形或“”形。

[0009] 作为优选,所述孔隙与凹槽结构的内壁呈角度设置;所述角度大于0小于180°。

[0010] 作为一个总的发明构思,本发明还提供一种多孔薄膜吸气剂结构的制备方法,包括如下步骤:

S1、在晶圆的上下表面形成保护层,并在晶圆上表面的保护层上形成图形化光刻胶层,以图形化光刻胶层为掩膜,以使晶圆上表面的保护层图形化,露出需要刻蚀的晶圆表面区域;

S2、以图形化光刻胶层为掩膜,对晶圆进行干法刻蚀,形成凹槽结构,然后去除图形化光刻胶层;或先去除图形化光刻胶层,以保护层为掩膜,对晶圆进行湿法刻蚀,形成凹槽结构;

S3、在晶圆上表面的凹槽结构区域形成图形化的光刻胶层,并在凹槽结构区域以外的晶圆上表面形成光刻胶层,以在凹槽结构区域的凹槽内壁或凹槽内壁和晶圆表面形成图形化窗口;

S4、在凹槽结构区域的图形化窗口表面上形成金膜;


S5、将镀金膜的晶圆进行高温退火,以使金膜在应力的作用下转化成金颗粒;

S6、采用腐蚀液对高温退火后的晶圆进行湿法腐蚀,通过金的催化作用将凹槽结构区域腐蚀成多孔结构;

S7、在晶圆上表面通过光刻剥离工艺蒸镀薄膜吸气剂。

[0011] 作为优选,步骤S2中,所述凹槽结构为一个或两个以上;当凹槽结构为一个时,凹槽结构构成凹槽结构区域,当凹槽结构为两个以上时,各凹槽结构以及连接相邻凹槽结构的区域构成凹槽结构区域;当凹槽结构为两个以上时,步骤S2中还包括在形成凹槽结构后通过刻蚀去除连接相邻凹槽结构的保护层。

[0012] 当凹槽结构为两个以上时,步骤S3中,在晶圆上表面的凹槽结构区域形成图形化的光刻胶层,并在凹槽结构区域以外的晶圆上表面形成光刻胶层,以在凹槽结构区域的凹槽内壁和晶圆表面形成图形化窗口。

[0013] 作为优选,步骤S2中,干法刻蚀形成截面为“”形的凹槽,湿法腐蚀形成截面为梯形或V形的凹槽。

[0014] 作为优选,步骤S5中,所述高温退火的保温温度为600~1000℃;所述高温退火的保温时间为2~60min;所述高温退火的升温速率为5~25℃/min;所述高温退火的退火速率为5~25℃/min。

[0015] 作为优选,步骤S1中,所述保护层为Ti、Pt、Cr中的一种或几种金属薄膜;采用磁控溅射或者蒸镀等方式镀保护层。

[0016] 作为优选,步骤S6中,所述腐蚀液为氢氟酸与双氧水的混合腐蚀液;所述湿法腐蚀的温度为25~60℃。



[0017] 作为优选,所述混合腐蚀液中,所述混合腐蚀液中,所述氢氟酸的质量分数为5~20%,所述H₂O₂的质量分数为5~30%。

[0018] 作为优选,步骤S4中,所述金膜的厚度为30~150nm。

[0019] 步骤S4具体包括:通过蒸镀、沉积或溅射在晶圆的上表面形成金膜,再将凹槽结构区域的图形化光刻胶层和凹槽结构区域以外的晶圆上表面的光刻胶层去除,以凹槽结构区

域的图形化窗口上形成金膜,然后对晶圆进行清洗。

[0020] 作为优选,步骤S1中,所述晶圆采用双抛硅片,在镀保护层前,还包括对硅片进行无机清洗和有机清洗。

[0021] 作为优选,步骤S2中,所述凹槽结构的截面为梯形、V形或“”形。<100>晶面的硅片在湿法腐蚀过程中会沿着110晶向腐蚀,对111晶面几乎无腐蚀,腐蚀结构呈现54.7°的斜坡面,整体结构根据腐蚀开口的大小和深度可形成V型或梯形,在干法刻蚀条件下可形成“”形凹槽深腔结构。

[0022] 在步骤S6与S7之间或在步骤S7以后还包括将晶圆表面的保护层去除的步骤;可以通过刻蚀去除。

[0023] 步骤S7中,所述薄膜吸气剂成分一般由Zr、Co、Re、Zn等几种金属组成的合金结构。

[0024] 与现有技术相比,本发明所产生的有益效果为:

1、本发明采用干法或湿法刻蚀联合金颗粒辅助刻蚀三维薄膜吸气剂结构,能够在制备的凹槽结构上制备多孔结构以增大薄膜吸气剂沉积面积以及沉积吸气剂的体量,沉积面积和沉积量远大于现有的三维凹凸体结构,从而有效增加薄膜吸气剂的吸气性能和使用寿命;通过蒸镀-剥离工艺沉积的金膜在高温快速退火的工艺条件下可在凹槽的侧壁和基底形成分布均匀的金颗粒,利用退火后的金颗粒进行刻蚀工艺,在侧壁刻蚀出均匀分布的多孔结构,避免了直接沉积金颗粒进行刻蚀的局限性,刻蚀形成的孔洞,尤其是侧壁的孔洞,在沉积吸气剂后,可有效的增大吸气剂薄膜和侧壁、底部衬底的粘附性,避免发生吸气剂脱落、损坏器件的现象。

[0025] 2、本发明在凹槽的内壁和晶圆表面的金颗粒配合腐蚀液可在侧壁和晶圆表面刻蚀出直径大小尺寸可控,范围在纳米至数微米大小的孔洞,可通过镀金膜的厚度设置以及高温退火参数的设置来调控多孔结构的尺寸参数,这是干法刻蚀和常规湿法工艺难以获得的效果,因此对于维护高真空电子器件内部真空性和使用寿命的延长有很大的作用;且经过高温快速退火后的金颗粒分布间距较为均匀,不会形成过于密集和杂乱的结构,因此形成的多孔结构结构稳定性好,不会因过于密集而发生断裂倒塌现象。

附图说明

[0026] 图1为实施例1的多孔薄膜吸气剂结构的结构示意图。

[0027] 图2为实施例1的多孔薄膜吸气剂结构的制备工艺过程图。

[0028] 图3为实施例2的多孔薄膜吸气剂结构的结构示意图。

[0029] 图4为实施例2的多孔薄膜吸气剂结构的制备工艺过程图。

具体实施方式

[0030] 以下结合说明书附图和具体优选的实施例对本发明作进一步描述,但并不因此而限制本发明的保护范围。

[0031] 本发明针对传统的二维平面结构薄膜吸气剂沉积表面积少,三维结构的侧壁薄膜粘附性低、易脱落损毁器件、侧壁开孔尺寸难以控制等现状,设计了采用金颗粒辅助刻蚀多孔薄膜吸气剂结构,在干法刻蚀后的腔体结构上进行金颗粒辅助刻蚀,即可有效的增大薄膜吸气剂的沉积面积,另一方面,在腔体侧壁的多孔结构可以有效的增大薄膜沉积面积和

薄膜与侧壁的粘附性,有效的避免了薄膜脱落、损毁器件等现象。从而达到提高电子器件内部真空度、延长使用寿命、保持高稳定性等优点。

[0032] 本发明提供如下技术方案:

采用双抛硅片,将硅片分别进行无机清洗和有机清洗。并采用磁控溅射或者蒸镀等方式在双抛硅片上下表面镀上保护层Ti、Pt、Cr中的一种或几种金属薄膜作为保护层,再进行保护层图案化,即在晶圆表面涂覆光刻胶并进行图案化,刻蚀去除表面保护层。

[0033] 晶圆表面采用干法刻蚀或者湿法腐蚀工艺刻出规整有序的垂直、梯形或者V型凹槽。

[0034] 采用剥离工艺在晶圆的凹型或者V型腔体结构上溅射或蒸发一层金膜。

[0035] 对镀金膜后的晶圆进行高温快速退火工艺,可先快速升温,升温速率在5~25°C/min之间,升温至600~1000°C,并保持2~60min时间段后进行快速退火工艺,退火速率(降温速率)在5~25°C/min之间,金膜会在应力的作用下转换成纳米或微米级大小的金颗粒,且均匀的分布在腔体结构的侧壁和基底。保护层Ti、Pt的熔点皆在1600°C以上,并不会受退火影响;

配置HF和H₂O₂、H₂O的混合腐蚀液,配合均匀分布的金颗粒在腔体的侧壁和基底区域进行湿法腐蚀,在腔体侧壁和底部腐蚀出多孔结构。

[0036] 在晶圆需要镀膜区域进行薄膜吸气剂的蒸镀工艺。

[0037] 本发明针对传统的二维平面结构薄膜吸气剂沉积表面积少,三维结构的侧壁薄膜粘附性低、易脱落损毁器件、侧壁开孔尺寸难以控制等现状,设计了采用金膜退火工艺,制备出在侧壁和基底分布均匀的金颗粒,配合HF和H₂O₂溶液辅助刻蚀多孔薄膜吸气剂结构,在干法或湿法刻蚀后的腔体侧壁和基底结构上进行金颗粒辅助刻蚀具有以下三个优点:

第一:两次刻蚀工艺的结合,可有效的增大薄膜吸气剂的沉积面积,沉积面积远大于原来的三维凹凸体结构。

[0038] 第二:金膜退火在快速退火工艺过程中,由于应力的作用,退火完成后会在侧壁形成分布均匀的金颗粒,可以配合腐蚀液在侧壁刻蚀出均匀分布的多孔结构,避免了直接沉积金颗粒进行刻蚀的局限性。且在腔体侧壁的多孔结构可以有效的增大薄膜与侧壁的粘附性,有效的避免了薄膜脱落、损毁器件等现象。


[0039] 第三:最终在侧壁和基底刻蚀的孔洞直径大小尺寸可控,孔洞尺寸可在前道镀金膜工艺阶段来设计调整,且经过高温快速退火后的金颗粒分布间距较为均匀,不会形成过于密集和杂乱的结构,因此形成的多孔结构不会因过于密集而发生断裂倒塌现象。

[0040] 本发明采用金膜高温快速退火成金颗粒配合腐蚀液对三维的凹槽或者V型腔体结构进行二次加工,形成薄膜吸气剂的多孔结构,可以达到提高电子器件内部真空度、延长使用寿命、保持高稳定性等优点。

[0041] 实施例1


一种多孔薄膜吸气剂结构,如图1所示,包括晶圆和薄膜吸气剂,所述晶圆上表面具有多个凹槽结构,所述凹槽结构的内壁均为多孔结构,且连接相邻凹槽结构的晶圆表面也为多孔结构,所述多孔结构上设有薄膜吸气剂,且所述薄膜吸气剂覆盖所述多孔结构。

[0042] 所述多孔结构的孔隙底面设有金颗粒,且所述薄膜吸气剂覆盖所述金颗粒。所述金颗粒的粒径为数十纳米至数微米之间,可根据薄膜吸气剂所需结构尺寸来调试。

[0043] 所述凹槽结构的截面为“”形。

[0044] 上述的多孔薄膜吸气剂结构,即盖帽硅片的制作,具体的制备工艺过程图如图2所示,包括如下步骤:

S1、采用双抛硅片,将硅片分别进行无机清洗和有机清洗。在晶圆的正反面镀上保护层Ti (20~100nm)、Pt (200~500nm),并在晶圆上表面的保护层上形成图形化光刻胶层,以图形化光刻胶层为掩膜,然后进行刻蚀,将晶圆上表面的保护层图形化,露出需要刻蚀的晶圆区域;

S2、以图形化光刻胶层为掩膜,对晶圆进行干法刻蚀,形成规整有序的多个凹槽结构,凹槽结构的截面为“”形,去除光刻胶层,通过刻蚀去除连接相邻凹槽的晶圆表面的保护层;

S3、采用喷胶和剥离工艺将需要镀薄膜吸气剂的区域暴露出来,即在晶圆上表面的凹槽结构区域(即凹槽结构内壁和连接相邻凹槽结构的晶圆表面)形成图形化的光刻胶层,并在凹槽结构区域以外的晶圆上表面形成光刻胶层,以形成图形化窗口;

S4、通过蒸镀在晶圆的上表面以及凹槽结构区域的内壁形成金膜,再将凹槽结构区域的图形化光刻胶层和凹槽结构区域以外的晶圆上表面的光刻胶层剥离除去,在凹槽结构区域的图形化窗口(凹槽结构内壁和连接相邻凹槽结构的连接部的图形化窗口)上形成图形化的金膜,然后对晶圆进行清洗;

S5、将镀金膜的晶圆进行高温退火,使金膜在应力的作用下转化成金颗粒;

S6、采用腐蚀液对高温退火后的晶圆进行湿法腐蚀,通过金的催化作用将凹槽结构区域腐蚀成多孔结构;此步工艺中,金膜蒸镀的厚度决定其退火后的颗粒尺寸,金颗粒的尺寸决定了多孔结构的直径大小,可根据实际工艺的需求更改金膜镀膜厚度。

[0045] S7、在晶圆上表面通过光刻剥离工艺蒸镀薄膜吸气剂。

[0046] 步骤S2中,干法刻蚀的条件为采用 SF_6 和 C_4F_8 气体进行晶圆腔体结构的深硅刻蚀,刻蚀出凹槽结构。具体刻蚀参数为:腔室压强40mTorr、源功率2500W、 C_4F_8 的气体体积流量 $200\text{cm}^3/\text{min}$, SF_6 的气体体积流量 $300\text{cm}^3/\text{min}$ 。

[0047] 步骤S5中,对镀金膜后的晶圆进行高温快速退火工艺,可先快速升温,升温速率在 $5\sim 25^\circ\text{C}/\text{min}$ 之间,升温至 $600\sim 1000^\circ\text{C}$,并保持 $2\sim 60\text{min}$ 时间段,进行快速退火工艺,降温速率在 $5\sim 25^\circ\text{C}/\text{min}$ 之间,金膜会在应力的作用下转换成微米级大小的金颗粒,且均匀的分布在腔体结构的侧壁和基底。保护层Ti、Pt的熔点皆在 1600°C 以上,并不会受退火影响。

[0048] 步骤S6中,配制氢氟酸与双氧水的混合腐蚀液,配制的混合腐蚀液对退火后的晶圆进行湿法腐蚀,腐蚀工艺的本质在于利用 $\text{H}_2\text{O}_2/\text{HF}$ 刻蚀液和金颗粒组成电化学腐蚀系统,金颗粒作为反应催化剂向下挖孔,孔直径和深度由腐蚀液浓度、反应温度、金颗粒直径大小共同决定。

[0049] 所述腐蚀液为氢氟酸与双氧水的混合腐蚀液;所述混合腐蚀液中,氢氟酸的质量分数为 $5\sim 20\%$, H_2O_2 的质量分数为 $5\sim 30\%$;所述腐蚀的反应温度为 40°C 。

[0050] 步骤S4中,所述金膜的厚度为 $3\sim 150\text{nm}$ 。

[0051] 步骤S7中,在晶圆顶部采用光刻剥离工艺蒸镀薄膜吸气剂,具体工艺为喷胶、曝光、显影、镀膜、剥离。薄膜蒸镀工艺可以为溅射或者蒸镀,薄膜吸气剂成分一般由Zr、Co、Re、Zn等几种金属组成的合金结构。

[0052] 实施例2

一种多孔薄膜吸气剂结构,如图3所示,包括晶圆和薄膜吸气剂,所述晶圆上表面具有凹槽结构,所述凹槽结构的内壁均为多孔结构,所述多孔结构上设有薄膜吸气剂,且所述薄膜吸气剂覆盖所述多孔结构。

[0053] 所述多孔结构的孔隙底面设有金颗粒,且所述薄膜吸气剂覆盖所述金颗粒。所述金颗粒的粒径为数十纳米至数微米;所述凹槽结构的截面为V形。

[0054] 所述晶圆上设有两个以上凹槽结构,且连接相邻凹槽结构的晶圆表面为多孔结构,所述多孔结构上设有薄膜吸气剂,且所述薄膜吸气剂覆盖所述多孔结构。

[0055] 上述的多孔薄膜吸气剂结构,即盖帽硅片的制作,具体的制备工艺流程图如图4所示,包括如下步骤:

S1、采用双抛硅片,将硅片分别进行无机清洗和有机清洗。在晶圆的正反面镀上保护层Ti (20~100nm)、Pt (200~500nm),并在晶圆上表面的保护层上形成图形化光刻胶层,以图形化光刻胶层为掩膜,进行刻蚀,将晶圆上表面的保护层图形化,露出需要刻蚀的晶圆表面区域;

S2、去除图形化光刻胶层,再以图形化的保护层为掩膜,对晶圆进行湿法刻蚀,形成规整有序的多个凹槽结构,凹槽结构的截面为V形,通过刻蚀去除连接相邻凹槽的晶圆表面的保护层;

S3、采用喷胶和剥离工艺将需要镀薄膜吸气剂的区域暴露出来,即在晶圆上表面的凹槽结构区域(即凹槽结构内壁和连接相邻凹槽结构的晶圆表面)形成图形化的光刻胶层,并在凹槽结构区域以外的晶圆上表面形成光刻胶层,以形成图形化窗口;

S4、通过蒸镀在晶圆的上表面形成金膜,再将凹槽结构区域的图形化光刻胶层和凹槽结构区域以外的晶圆上表面的光刻胶层剥离除去,在凹槽结构区域的图形化窗口上形成图形化的金膜,然后对晶圆进行清洗;

S5、将镀金膜的晶圆进行高温退火,使金膜在应力的作用下转化成金颗粒;

S6、采用腐蚀液对高温退火后的晶圆进行湿法腐蚀,通过金的催化作用将凹槽结构区域腐蚀成多孔结构;此步工艺中,金膜蒸镀的厚度决定其退火后的颗粒尺寸,金颗粒的尺寸决定了多孔结构的直径大小,可根据实际工艺的需求更改金膜镀膜厚度。

[0056] S7、在晶圆上表面通过光刻剥离工艺蒸镀薄膜吸气剂。

[0057] 步骤S2中,湿法刻蚀的条件为采用TMAH(浓度25%)或者KOH溶液(浓度10~30%),在25~80℃条件下进行湿法腐蚀,具体腐蚀条件可根据实际工艺需求更改。

[0058] 步骤S5中,对镀金膜后的晶圆进行高温快速退火工艺,可先快速升温,升温速率在5~25℃/min之间,升温至600~1000℃,并保持2~60min时间段,进行快速退火工艺,降温速率在5~25℃/min之间,金膜会在应力的作用下转换成微米级大小的金颗粒,且均匀地分布在腔体结构的侧壁和基底。保护层Ti、Pt的熔点皆在1600℃以上,并不会受退火影响。

[0059] 步骤S6中,配置氢氟酸与双氧水的混合腐蚀液对退火后的晶圆进行湿法腐蚀,腐蚀工艺的本质在于利用H₂O₂/HF刻蚀液和金颗粒组成电化学腐蚀系统,金颗粒作为反应催化剂向下挖孔,孔直径和深度由腐蚀液浓度、反应温度、金颗粒直径大小共同决定。

[0060] 所述腐蚀液为氢氟酸与双氧水的混合腐蚀液;所述混合腐蚀液中,氢氟酸的质量分数为5~20%,H₂O₂的质量分数为5~30%;所述腐蚀的反应温度为40℃。

[0061] 步骤S4中,所述金膜的厚度为30~150nm。

[0062] 步骤S7中,在晶圆顶部采用光刻剥离工艺蒸镀薄膜吸气剂,具体工艺为喷胶、曝光、显影、镀膜、剥离。薄膜蒸镀工艺可以为溅射或者蒸镀,薄膜吸气剂成分一般由Zr、Co、Re、Zn等几种金属组成的合金结构。

[0063] 本发明采用双抛硅片,需要先采用干法或者湿法刻蚀工艺在晶圆表面制备垂直或V型凹槽的基底,镀上一定厚度的金膜,金膜的厚度直接影响金颗粒的大小以及侧壁和基底刻蚀孔洞的直径大小。均匀的金膜采用快速退火工艺制备均匀分布的金颗粒,利用HF和H₂O₂混合溶液对附有金颗粒的凹槽侧壁和底部进行腐蚀出多孔结构的工艺,且孔洞直径大小尺寸可控,孔洞尺寸完全可在前道镀金膜工艺阶段来设计调控。可通过调节金膜的厚度来调节退火后金颗粒的大小,从而达到调节多孔结构的尺寸大小,以适应沉积薄膜吸气剂所需要的结构尺寸。此外,多孔结构不仅有效的增大薄膜吸气剂沉积面,还增强了薄膜吸气剂与侧壁的粘附性,延长MEMS芯片在高真空下使用寿命,防止器件使用期间吸气剂脱落,发生器件失灵、损坏器件等现象。

[0064] 采用金颗粒辅助刻蚀三维薄膜吸气剂结构,可以在原本制备的凹槽或者V型腔体结构上继续制备多孔结构增大薄膜吸气剂沉积面积,也可以增加沉积吸气剂的体量,从而增加薄膜吸气剂的吸气性能和使用寿命。金膜在高温快速退火的工艺条件下可在腔体的侧壁和基底形成分布均匀地金颗粒,在墙体的侧壁和基底的金颗粒配合腐蚀液可在侧壁和基底刻蚀出直径可控,范围可在纳米至数微米大小的孔洞,可通过镀金膜的厚度设置以及高温退火参数的设置来调控多孔结构的尺寸参数,这是干法刻蚀和一般湿法工艺难以做到的优点,因此对于维护高真空电子器件内部真空性和使用寿命的延长有很大的作用。

[0065] 且利用退火后的金颗粒进行刻蚀工艺,刻蚀形成的孔洞,尤其是侧壁的孔洞,在沉积吸气剂后,可有效的增大吸气剂薄膜和侧壁、底部衬底的粘附性,避免发生吸气剂脱落、损坏器件的现象。

[0066] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制。虽然本发明已以较佳实施例揭示如上,然而并非用以限定本发明。任何熟悉本领域的技术人员,在不脱离本发明的精神实质和技术方案的情况下,都可利用上述揭示的方法和技术内容对本发明技术方案做出许多可能的变动和修饰,或修改为等同变化的等效实施例。因此,凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同替换、等效变化及修饰,均仍属于本发明技术方案保护的范围内。

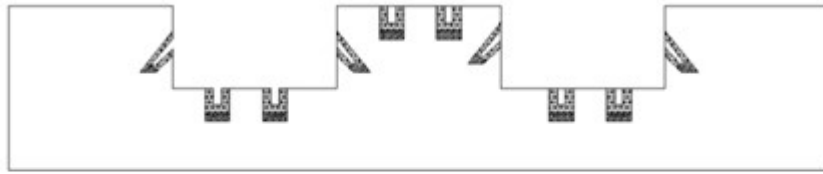


图1

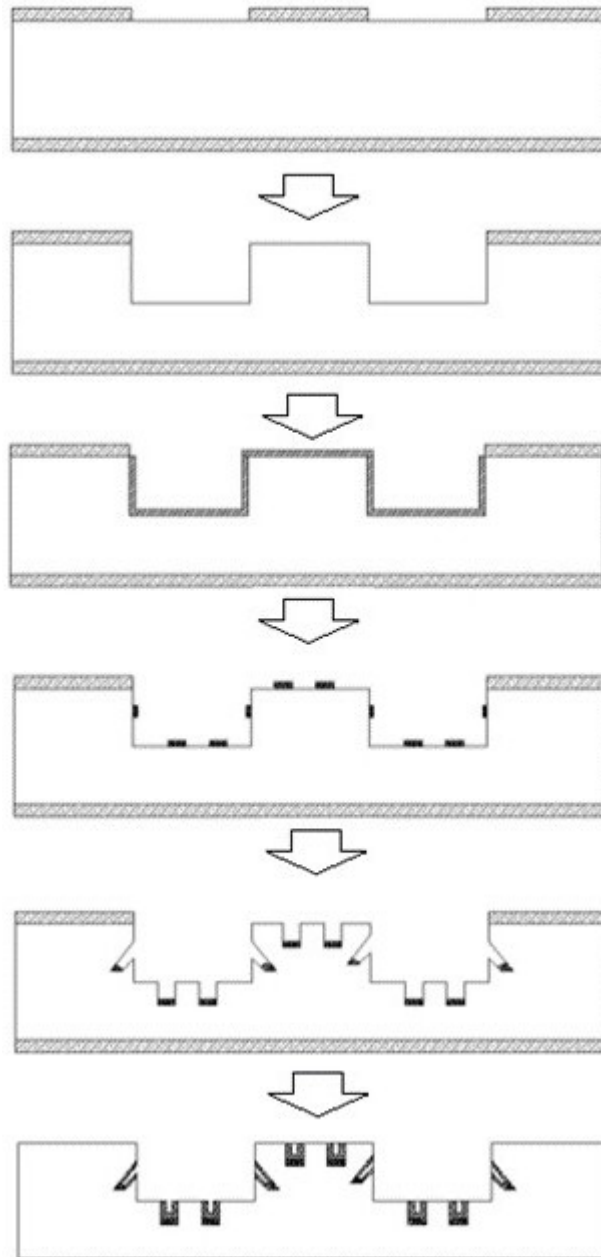


图2

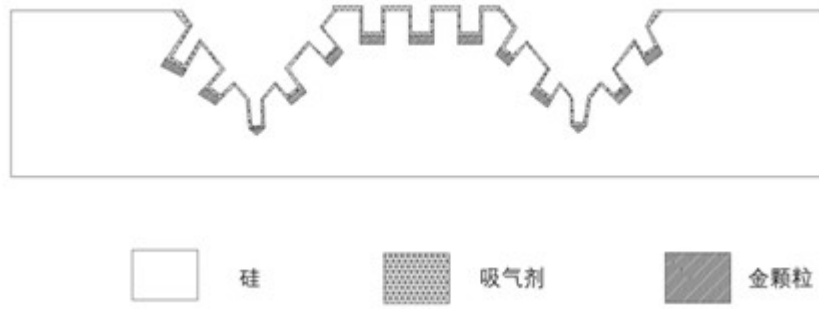


图3

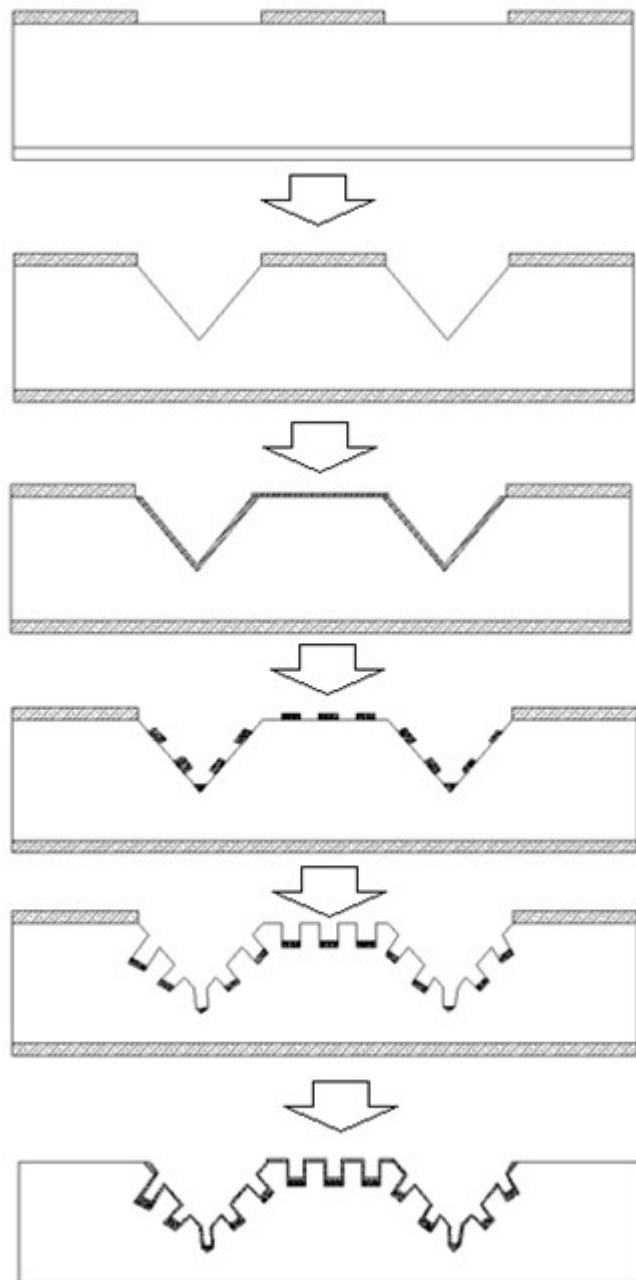


图4