



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104291266 A

(43) 申请公布日 2015. 01. 21

(21) 申请号 201410331842. 5

(22) 申请日 2014. 07. 14

(30) 优先权数据

13/946, 729 2013. 07. 19 US

(71) 申请人 飞思卡尔半导体公司

地址 美国得克萨斯

(72) 发明人 迈克尔·D·特纳 R·B·蒙特兹

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 申发振

(51) Int. Cl.

B81C 1/00(2006. 01)

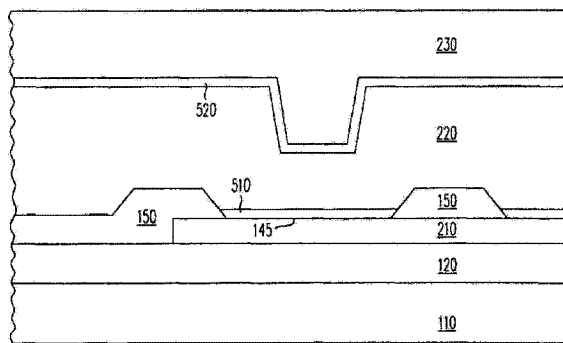
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

通过形成碳化硅层来减小微机电系统的粘滞

(57) 摘要

提供了一个用于通过使用源自在制造期间使用的基于 TEOS 的氧化硅牺牲膜形成近似均匀的碳化硅层来减小微机电系统 MEMS 器件中的粘滞的机制。通过将 TEOS 用作碳源来形成抗粘滞涂层,所有的硅表面可以被涂覆,包括那些使用标准的自组装单层 (SAM) 工艺难以涂覆的位置(例如,位于检测质量块下面的位置)。受控处理参数,例如用于退火的温度、时间长度等等,提供了先前工艺未提供的近似均匀的碳化硅涂层。



1. 一种制造微机电系统 MEMS 器件的方法,所述方法包括:

在衬底上形成第一硅层;

在所述第一硅层上形成牺牲层,其中所述牺牲层包括使用原硅酸四乙酯 (TEOS) 气体沉积的氧化硅;

对所述第一硅层和所述牺牲层进行退火,其中所述退火包括将所述第一硅层和所述牺牲层加热到足以在所述第一硅层和所述牺牲层之间的界面区域处形成碳化硅层的温度,其中所述碳化硅层包括由所述牺牲层提供的碳。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述退火包括将所述第一硅层和所述牺牲层加热到至少 1000 摄氏度至少达一个小时。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其中所述退火包括将所述第一硅层和所述牺牲层加热到至少 1180 摄氏度至少达两个小时。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述退火包括将所述第一硅层和所述牺牲层加热到足以形成具有 **300-500 Å** 厚度的所述碳化硅层的温度。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,还包括在所述牺牲层上形成第二硅层。

6. 根据权利要求 5 所述的方法,还包括:

对所述第二硅层和所述牺牲层进行退火,其中所述退火包括将所述第二硅层和所述牺牲层加热到足以在所述第二硅层和所述牺牲层之间的界面区域处形成碳化硅层的温度,其中所述碳化硅层包括由所述牺牲层提供的碳。

7. 根据权利要求 5 所述的方法,还包括:

在形成所述第二硅层之后移除所述牺牲层,其中移除所述牺牲层包括使用湿蚀刻或气相蚀刻 (VPE) 中的一种。

8. 根据权利要求 1 所述的方法,还包括:

在对所述第一硅层和所述牺牲层退火之后移除所述牺牲层,其中移除所述牺牲层包括使用湿蚀刻或气相蚀刻 (VPE) 中的一种。

9. 根据权利要求 1 所述的方法,还包括:

在所述衬底上形成第一绝缘层,其中所述第一硅层是形成于所述第一绝缘层上的多晶硅层或非晶硅层中的一种;以及

在所述第一硅层的至少一部分上形成第二绝缘层。

10. 一种微机电系统 MEMS 器件,包括:

包括形成于衬底上的第一硅层和形成于所述第一硅层的至少一部分上的第一绝缘层的固定表面;

包括提供面向所述固定表面的主表面的第二硅层的可移动体;

形成于所述第一硅层和所述第二硅层的所述主表面中的至少一个上的均匀的碳化硅层。

11. 根据权利要求 10 所述的 MEMS 器件,其中所述均匀的碳化硅层包括源自 TEOS 牺牲层的碳。

12. 根据权利要求 10 所述的 MEMS 器件,其中所述均匀的碳化硅层的厚度在大约 **300 Å** 至 **500 Å** 之间。

13. 根据权利要求 10 所述的 MEMS 器件,其中所述均匀的碳化硅层至少形成于所述第二硅层的所述主表面上。

14. 根据权利要求 10 所述的 MEMS 器件,其中所述 MEMS 器件包括加速计和陀螺仪中的一个或多个。

15. 一种制造微机电系统 MEMS 器件的方法,所述方法包括:

形成包括第一硅层的固定表面;

形成提供面向所述固定表面的主表面的可移动体,其中所述主表面的至少一部分被配置以接触所述固定表面的至少一部分,并且所述主表面的所述至少一部分包括第二硅层;

在所述固定表面和所述可移动体之间形成牺牲层,其中所述牺牲层包括使用原硅酸四乙酯 (TEOS) 气体沉积的碳和氧化硅;以及

形成所述第一硅层或所述第二硅层中的至少一个使得源自所述牺牲层的所述碳在所述第一硅层或所述第二硅层中的至少一个上形成均匀的碳化硅层。

16. 根据权利要求 15 所述的方法,其中形成所述第一硅层或所述第二硅层中的至少一个使得源自所述牺牲层的所述碳在所述第一硅层或所述第二硅层中的至少一个上形成均匀的碳化硅层进一步包括:

对所述第一硅层和所述牺牲层进行退火,其中所述退火包括将所述第一硅层和所述牺牲层加热到足以在所述第一硅层和所述牺牲层之间的界面区域处形成所述碳化硅层的温度。

17. 根据权利要求 16 所述的方法,其中所述退火包括将所述第一硅层和所述牺牲层加热到至少 1000 摄氏度至少达一个小时。

18. 根据权利要求 17 所述的方法,其中所述退火包括将所述第一硅层和所述牺牲层加热到至少 1180 摄氏度至少达两个小时。

19. 根据权利要求 16 所述的方法,其中所述退火包括将所述第一硅层和所述牺牲层加热到足够的温度并且加热达足够的时间以形成具有 **300-500 Å** 厚度的碳化硅层。

20. 根据权利要求 15 所述的方法,其中形成所述第一硅层或所述第二硅层中的至少一个使得源自所述牺牲层的所述碳在所述第一硅层或所述第二硅层中的至少一个上形成均匀的碳化硅层进一步包括:

对所述第二硅层和所述牺牲层进行退火,其中所述退火包括将所述第二硅层和所述牺牲层加热到足以在所述第二硅层和所述牺牲层之间的界面区域处形成所述碳化硅层的温度。

通过形成碳化硅层来减小微机电系统的粘滞

技术领域

[0001] 本发明通常涉及微机电系统 (MEMS) 的制造, 并且更具体地说, 涉及通过在接触 MEMS 器件的多晶硅表面上形成碳化硅层以减小 MEMS 器件中的粘滞 (stiction)。

背景技术

[0002] 微机电系统 (MEMS) 器件是提供了移动部件的微机械器件, 所述移动部件具有小于 100 μm 尺寸的特征。这些移动部件是通过使用微加工技术形成的。MEMS 器件具有孔、腔、沟道、悬臂、膜等等。这些器件通常基于硅材料并且使用了各种技术来形成物理结构以及释放这些结构以进行运动。

[0003] 粘滞是一种静态摩擦力, 它是典型的 MEMS 器件反复出现的一个问题。虽然没有滑动地相互挤压的任何固态物需要一定阈值的力 (粘滞) 来克服静态内聚, 生成该力的机制对于 MEMS 器件来说是不同的。当面积低于微米级别的两个表面十分接近时, 由于静电和 / 或范德华力, 表面可能粘附在一起。此等级的粘滞力也可能与氢键合或表面上的残余污染有关。

[0004] 对于例如加速计的 MEMS 器件, 表面 (例如超程限位 (over-travel stop)) 在器件制造期间或者以器件设计的极限使用时, 可能极为接近或者接触。在那些情况下, 粘滞力可以导致 MEMS 器件部件 (例如, 翘翘板加速计机制) 在原位冻结不动并且变得不能使用。避免这种极为接近的行程或接触的传统方法包括增加弹簧常数以及增加 MEMS 器件的部件之间的距离。但是由于加速度, 这些方法可以导致降低器件的灵敏度, 并且从而降低 MEMS 器件的效用。因此, 期望提供用于减小 MEMS 器件的和粘滞有关的相互作用而不会降低器件灵敏度的机制。

附图说明

[0005] 通过参考附图, 本发明可以被更好的理解, 并且其多个目的、特征, 以及优点对本领域技术人员来说会清楚。

[0006] 图 1 是一个说明了现有技术中已知的加速计的截面图的简化方框图。

[0007] 图 2 是一个说明了在制造阶段期间的 MEMS 加速计末端的行程限位区域的放大截面图的简化方框图。

[0008] 图 3 是一个说明了在沉积第二多晶硅层之后的制造阶段期间的行程限位区域的截面图的简化方框图。

[0009] 图 4 是一个说明了在移除牺牲层之后的行程限位区域的截面图的简化方框图, 其处于在加速计使用期间或在牺牲层移除期间均可以发生的位置。

[0010] 图 5 根据本发明的实施例, 是一个说明了在处理的步骤期间的行程限位区域的截面图的简化方框图。

[0011] 除非另有说明, 不同附图中使用的相同参考符号表示相同的元素。附图不一定按比例绘制。

具体实施方式

[0012] 本发明实施例提供了一种用于通过使用源自在制造期间使用的基于 TEOS 的氧化硅牺牲膜中的碳在硅表面形成近似均匀的碳化硅层来减小 MEMS 器件中的粘滞的机制。通过将 TEOS 用作碳源来形成抗粘滞涂层,所有硅表面可以被涂覆,包括那些使用标准自组装单层 (self-assembled monolayer) (SAM) 工艺难以涂覆的位置 (例如,位于检测质量块下面的位置)。受控的处理参数,例如用于退火的温度、时间长度等等,提供了先前工艺未提供的近似均匀的碳化硅涂层。

[0013] 图 1 是一个说明现有技术中已知的跷跷板加速计的截面图的简化方框图。加速计包括带有绝缘层 120 的衬底 110。衬底 110 例如可以是硅晶片并且绝缘层 120 例如可以是氧化硅或氮化硅。在某些情况下,绝缘层 120 可以从衬底 110 热生长,或绝缘层可以被沉积。

[0014] 固定电极 130 和 135 沿着行程限位区域 140 和 145 形成于绝缘层 120 的顶部。形成固定电极 130 和 135 以及行程限位区域 140 和 145 的层通常是多晶硅,并且是使用常规技术形成的,包括应用所需的图案化。形成固定电极和行程限位区域的层可替代地可以是晶体硅、非晶硅、氮化物、含有金属的材料、其它合适的材料等等,或其任何组合。介电层 150 被形成以将电极和行程限位区域与 MEMS 加速计的其它元件电隔离开。介电层 150 可以由各种材料,包括,例如,氮化硅、二氧化碳、氮氧化硅等等形成。

[0015] 旋转检测质量块 160 被配置以与跷跷板类似的方式移动以响应于 MEMS 器件或结合 MEMS 器件的系统的加速度。旋转检测质量块 160 可以以一种方式被配置,使得通过旋转点 165 在旋转检测质量块的侧 170 和旋转检测质量块的侧 175 之间有不平衡。所述不平衡的量会影响器件对加速度的敏感程度。在旋转检测质量块的侧 170 上被配置的电极 180 与固定电极 130 相关联,而在旋转检测质量块上的电极 185 与固定电极 135 相关联。此外,在旋转检测质量块的侧 170 上的行程限位区域 190 与行程限位区域 140 相关联以及在旋转检测质量块的侧 175 上的行程限位区域 195 与行程限位区域 145 相关联。旋转检测质量块 160 以及行程限位区域 190 和 195 通常由多晶硅形成。

[0016] 电极 180 和固定电极 130 形成了第一可变电感测电容器,而电极 185 和固定电极 135 形成了第二可变电感测电容器。第一和第二可变电感测电容器中的电容变化可以被组合以从 MEMS 加速计提供差分输出。图 1 中的 MEMS 的制造可以通过使用已知 MEMS 工艺被执行。

[0017] 图 2 是一个说明了在制造阶段期间的 MEMS 加速计末端 175 的行程限位区域的放大截面图的简化方框图。正如上面所讨论的,衬底 110 被提供有绝缘层 120,其中衬底 110 可以是硅晶片并且绝缘层 120 可以是氧化硅。第一多晶硅层 210 形成于绝缘层 120 上,从而部分地形成了行程限位区域 145。第一多晶硅层可以通过使用例如快速热处理沉积被形成。此外,第一多晶硅层可以被掺杂有,例如磷。可替换地,正如上面所讨论的,行程限位区域 145 可以通过使用,例如非晶或晶体硅被形成。介电层 150 形成于多晶硅层 210 和绝缘层 120 上以防止例如绝缘层 120 的过度蚀刻。

[0018] 牺牲层 220 形成于图案化介电层 150 的顶部和多晶硅层 210 的暴露区域之上。牺牲层 220 是通过使用原硅酸四乙酯 (TEOS) 气体被形成的以形成氧化硅牺牲层。牺牲层可以被图案化以为 MEMS 器件的下一层形成“模 (molding)”。第二多晶硅层 230 可以形成于图案化牺牲层上以形成旋转检测质量块 160,包括行程限位 195。根据应用的需要,图案化

的层的累积可以继续。

[0019] 图 3 是一个说明了在第二多晶硅层 230 的沉积之后的制造阶段期间的行程限位区域的截面图的简化方框图。典型的 MEMS 加工要求在低温度和低压力下沉积第二多晶硅层。在一个实施例中,为了减轻第二多晶硅层 230 上的应力,通过使该结构经受一小时或者更长时间的高于 1000 摄氏度的温度来退火该结构。在该退火期间,多晶硅层 230 中的多晶硅晶粒重新排列 (realign),从而降低了本征应力,在所得到的器件中提供了低能量、弛豫的多晶硅结构。

[0020] 在第二退火期间,整个 MEMS 器件结构经受加热,包括牺牲层 220。如上所述,牺牲层 220 是通过使用 TEOS 气体形成的氧化硅层。TEOS 包括结合到牺牲层中的大量的碳链。在第二退火加热期间,牺牲层中的挥发性化合物从该层释放,但碳仍然位于牺牲层中。进一步,在通常的退火条件下,在硅层附近的牺牲层中的碳可以扩散进入硅层的表面并且沿着多晶硅层和牺牲层之间的界面区域处形成非均匀的碳沉积物(例如,碳沉积物 310、315、320、325、330、335 和 340)。

[0021] 图 4 是一个说明了在移除牺牲层之后的行程限位区域的截面图的简化方框图,其处于在加速计使用期间或在牺牲层移除期间均可以发生的位置。牺牲层 220 通常是使用对牺牲层有选择性的各向同性湿蚀刻工艺被移除的。但在行程限位 195 和多晶硅行程限位区域 145 之间的由蚀刻过程中所用的液体的表面张力而导致的毛细作用力 (capillary force) 可以将两个表面拉在一起。如图所示,表面被拉到一起的结果是使得非均匀的碳沉积物 310 和 315 相接触。具有非均匀的碳沉积物的表面比不具有这种沉积物的表面显著地更会受到粘附的影响,特别是如果碳区域是湿的,例如在湿蚀刻过程期间。

[0022] 类似地,具有碳质量块的表面在器件使用期间可以接触。例如,如果足以超过加速计设计规范的加速度 \bar{a} 被施加在器件上。这导致行程限位 195 碰撞行程限位区域 145,从而防止电极 185 接触到固定电极 135。在这种情况下,由碳质量块导致的粘滞力连同其它粘滞源(例如,范德华力和静电力)可以导致部件粘在一起并且使器件不能操作。

[0023] 已经发现,以均匀层形成的碳化硅(而不是上面所讨论的非均匀的碳沉积物)起到抗粘滞涂层的作用,并且将因此在蚀刻和器件使用期间减小粘滞。本发明的实施例提供了一种机制,来在 MEMS 器件中的例如行程限位 195 和行程限位区域 145 二者的硅表面上均匀地形成碳化硅。这是通过控制牺牲层的 TEOS 淀积的工艺参数以及随后的退火环境(例如,温度和时间)来实现的。此外,当执行退火的时候通过控制,碳化硅可以根据应用的需要在一个硅表面上形成而不是在另一个硅表面上形成。

[0024] 图 5 是一个说明了在处理步骤期间在根据本发明的实施例的 MEMS 器件的行程限位区域的截面图的简化方框图。正如上面所讨论的,行程限位区域形成于衬底 110 和绝缘层 120 上。第一多晶硅层 210 形成于绝缘层 120 上,从而部分地形成了行程限位区域 145。介电层 150 形成于图案化多晶硅层 210 上,同样用于电隔离多晶硅层的图案化区域。

[0025] 正如上面所讨论的,牺牲层 220 是通过使用 TEOS 气体来形成的以提供氧化硅牺牲层。一旦形成牺牲层,随后碳化硅层 510 通过退火工艺可以形成于第一多晶硅层 210 的表面上。碳化硅层 510 的厚度和质量可以通过,例如选择退火工艺的温度和时间长度得到控制。碳化硅层的稳定性还对退火温度和时间长度敏感。退火工艺将碳从 TEOS 牺牲层 220 中扩散出来并进入 / 到第一多晶硅层 210 中(或者,正如上面所讨论的,进入非晶或晶体硅

层)。通过使用接触角角度测量测试 (contact angle goniometry testing), 已确定在大约 1080 摄氏度下进行大约两小时的退火提供了具有足够厚度 (例如, **300-500Å**) 以来保护形成限位区域 145 的时间稳定 (time-stable) 的碳化硅层, 而同时由于厚度均匀而减小了粘滞。相比之下, 现有技术的自组装单层的厚度通常大约是 **10-15Å**, 并且在加速计使用期间可能会被损坏或磨掉。

[0026] 形成碳化硅层 510 之后, 第二多晶硅层 230 是通过使用低温、低压沉积工艺形成的。通常, 可以随后执行退火以减轻第二多晶硅层中的应力。此外, 如果应用要求第二碳化硅层, 第二退火的工艺参数可以被调整以允碳从第二多晶硅层 230 附近的 TEOS 层区域扩散到第二多晶硅层 230。正如利用前面所讨论的用于第一多晶硅层的退火, 加热至温度大约为 1080 摄氏度达大约两小时将产生可用于减小粘滞的时间稳定的碳化硅层 520。在一个替代实施例中, 在形成第二多晶硅层 230 之后, 单一的退火可以被执行以生成碳化硅层 510 和 520。

[0027] 在本发明的一个实施例中, 如图所示, 两个碳化硅层可以被用于解决与粘滞有关的问题。在另一个实施例中, 碳化硅层 510 和 520 的任一个可以被用于减轻粘滞。一旦形成所需的碳化硅层, 牺牲层 220 通过使用湿刻蚀来移除。

[0028] 碳化硅层已被显示为成功的抗粘滞涂层。通常, 这些层是通过使用沉积或其它技术 (例如, SAM 层) 形成的。但是, 这些技术无法在结构之下的区域提供可靠的涂层, 例如, 那些在 MEMS 器件中存在的区域 (例如, 碳化硅层 520)。通过使用以上所述的技术, 碳化硅涂层可以在与含碳的牺牲层 (例如 TEOS) 接触的任何多晶硅表面上形成。

[0029] 此外, 减小加速计类型的 MEMS 器件的粘滞的一个优点是提高了器件的灵敏度。在一种类型的传统 MEMS 加速计中, 粘滞力是通过增加器件的弹簧常数来对抗的。但增加弹簧常数减小了 MEMS 器件对于微弱的加速度力的灵敏度。在另一种类型的传统 MEMS 器件中, 通过增加器件的可移动部分和器件的固定部分之间的距离来降低发生粘滞的机会。但这就增加了电容板之间的距离, 因此会减小测量电容的差异。通过使用本发明的实施例减小粘滞力允许更小的弹簧常数和部件之间的更小距离, 这两者都可以提高器件灵敏度。此外, 更小的整个器件尺寸可以通过减小部件之间的距离来实现。进而, 这可以为每个 MEMS 器件提供减小的占用面积, 从而允许将更多 MEMS 器件并入到具有更小系统尺寸的系统。

[0030] 目前应意识到提供了一种制造微机电系统器件的方法。所述方法包括在衬底上形成第一硅层; 在所述第一硅层上形成牺牲层, 其中所述牺牲层包括使用原硅酸四乙酯 (TEOS) 气体来沉积的氧化硅; 以及退火所述第一硅层和所述牺牲层。所述退火包括将所述第一硅层和所述牺牲层加热到足以在所述第一硅层和所述牺牲层之间的界面区域处形成碳化硅层的温度。所述碳化硅层包括由所述牺牲层提供的碳。

[0031] 在上述实施例的一方面, 所述退火包括将所述第一硅层和所述牺牲层加热到至少 1000 摄氏度达至少一个小时。在上述实施例的另一方面, 所述退火包括将所述第一硅层和所述牺牲层加热到至少 1180 摄氏度达至少两个小时。在上述实施例的另一方面, 所述热处理包括将所述第一硅层和所述牺牲层加热到一个足以形成有 **300-500 Å** 厚度的所述碳化硅层的温度。

[0032] 在上述实施例的另一方面, 所述方法还包括在所述牺牲层上形成第二硅层。在另

一方面,所述方法还包括退火所述第二硅层和所述牺牲层,其中所述退火包括将所述第二硅层和所述牺牲层加热到足以在所述第二硅层和所述牺牲层之间的界面区域处形成碳化硅层的温度。所述碳化硅层包括由所述牺牲层提供的碳。在另一方面,所述方法还包括在形成所述第二硅层之后移除所述牺牲层。所述移除包括使用湿蚀刻或气相蚀刻中的一种。

[0033] 在上述实施例的另一方面,所述方法还包括在退火所述第一硅层和所述牺牲层之后移除所述牺牲层,其中所述移除包括使用湿蚀刻或者气相蚀刻中的一种。在上述实施例的另一方面,所述方法还包括在所述衬底上形成第一绝缘层,其中所述第一硅层是形成于所述第一绝缘层上的多晶硅层或非晶硅层中的一种,并且在所述第一硅层的至少一部分上形成第二绝缘层。

[0034] 本发明的另一个实施例提供了一种微机电系统 (MEMS) 器件,其包括含有形成于衬底上的第一硅层和形成于所述第一硅层的至少一部分上的第一绝缘层的固定表面;包括提供面向所述固定表面的主表面的第二硅层的可移动体;以及形成于所述第一硅层和所述第二硅层的所述主表面的至少一个上的均匀的碳化硅层。在上述实施例的一方面,所述均匀的碳化硅层包括源自 TEOS 牺牲层的碳。在上述实施例的另一方面,所述均匀的碳化硅层的厚度在大约**300 Å-500 Å**之间。在上述实施例的另一方面,所述均匀的碳化硅层至少形成于所述第二硅层的所述主表面上。在上述实施例的另一方面,所述 MEMS 器件包括一个或多个加速计或陀螺仪。

[0035] 在本发明的另一个实施例中,提供了一种制造微机电系统 (MEMS) 器件的方法。所述方法包括:形成包括第一硅层的固定表面;形成提供面向所述固定表面的主表面的可移动体;在所述固定表面和所述可移动体之间形成牺牲层,其中所述牺牲层包括使用原硅酸四乙酯 (TEOS) 气体沉积的碳和氧化硅;以及形成所述第一硅层或所述第二硅层中的至少一个,使得源自所述牺牲层的所述碳在所述第一硅层或所述第二硅层的至少一个上形成均匀的碳化硅层。所述可移动体的所述主表面的至少一部分被配置以接触所述固定表面的至少一部分,并且所述主表面的至少一部分包括所述第二硅层。

[0036] 在上述实施例的一方面,形成所述第一硅层或所述第二硅层的至少一个使得源自所述牺牲层的所述碳在所述第一硅层或所述第二硅层的至少一个上形成均匀的碳化硅层还包括退火所述第一硅层和所述牺牲层。所述退火包括将所述第一硅层和所述牺牲层加热到足以在所述第一硅层和所述牺牲层之间的界面区域处形成所述碳化硅层的温度。在另一方面,所述退火包括将所述第一硅层和所述牺牲层加热到至少 1000 摄氏度达至少一个小时。在另一方面,所述退火包括将所述第一硅层和所述牺牲层加热到至少 1180 摄氏度达至少两个小时。在另一方面,所述退火包括将所述第一硅层和所述牺牲层加热到足够的温度和加热达足够的时间以形成**300-500 Å**厚度的碳化硅层。

[0037] 在上述实施例的另一方面,形成所述第一硅层或所述第二硅层中的至少一个使得源自所述牺牲层的所述碳在所述第一硅层或所述第二硅层中的至少一个上形成均匀的碳化硅层还包括退火所述第二硅层和所述牺牲层。所述热处理包括将所述第二硅层和所述牺牲层加热到足以在所述第二硅层和所述牺牲层之间的界面区域处形成所述碳化硅层的温度。

[0038] 由于实施本发明的装置大部分是由本领域所属技术人员所熟知的电子元件以及

电路组成,为了理解以及认识本发明的基本概念并且为了不混淆或偏离本发明所教导的内容,电路的细节不会以比上述所说明的认为必要的任何更大的程度来进行解释。

[0039] 此外,在说明书和权利要求中的用语“前”、“后”、“顶部”、“底部”、“上”、“下”等等,如果有的话,是用于描述性的目的并且不一定用于描述永久性的相对位置。应了解用语的这种用法在适当的情况下是可以互换的使得本发明的实施例例如,能够在其它方向上操作而不是本发明所说明的或在此以其它方式描述的那些方向上操作。

[0040] 应了解本发明描述的体系结构仅仅是示范性的,并且事实上实现相同功能的很多其它体系结构也可以被实现。言简意赅地说,为达到相同功能的任何的元件排布是有效地“关联”的,以便实现所需功能。因此,本发明中为实现特定功能而结合的任意两个元件可以被看作彼此“相关联”以便实现所需功能,不论体系结构或者中间元件如何。同样地,如此关联的任何两个元件也可以被看作是“可操作性连接”或“可操作性耦合”于对方以实现所需功能。

[0041] 此外,本领域所属技术人员将认识到上述描述的操作之间的界限只是说明性的。多个操作的功能可以组合成单一操作,和/或单一操作的功能可以被分布在附加操作中。并且,可替代的操作可以包括特定操作的多个实例,并且操作的顺序在其它各种实施例中可以改变。

[0042] 虽然参照具体实施例描述本发明,正如以下权利要求所陈述的,在不脱离本发明范围的情况下,可以进行各种修改以及变化。例如,本发明实施例的描述涉及跷跷板类型加速计。本发明的实施例不仅仅限于跷跷板类型加速计,而是可以包括具有被弹簧悬挂的质量块的加速计,或在操作或制造期间具有使组件能够彼此接触的其它 MEMS 器件。因此,说明书以及附图被认为是说明性而不是限制性的,并且所有这些修改旨在列入本发明范围内。关于具体实施例,本发明所描述的任何好处、优点或解决方案都不旨在被解释为任何或所有权利要求的关键的、必需的、或本质特征或元素。

[0043] 本发明所用的用语“耦合”不旨在限定为直接耦合或机械耦合。

[0044] 此外,本发明所用的“一”或“一个”被定义为一个或多个。并且,在权利要求中所用的前导词语如“至少一个”以及“一个或多个”不应该被解释以暗示通过不定冠词“一”或“一个”引入的其它权利要求元素将包含这样引导的权利要求要素的任何特定权利要求限制到仅包含这样一个要素的发明,即使在相同的权利要求包括前导短语“一个或者多个”,“至少一个”和诸如“一”或者“一个”的不定冠词的情况下。当使用定冠词时也是如此。

[0045] 除非另有说明,诸如“第一”以及“第二”的用语被用来任意区分这些用语所描述的元素。因此,这些用语不一定旨在表示这些元素的时间或者其它优先次序。

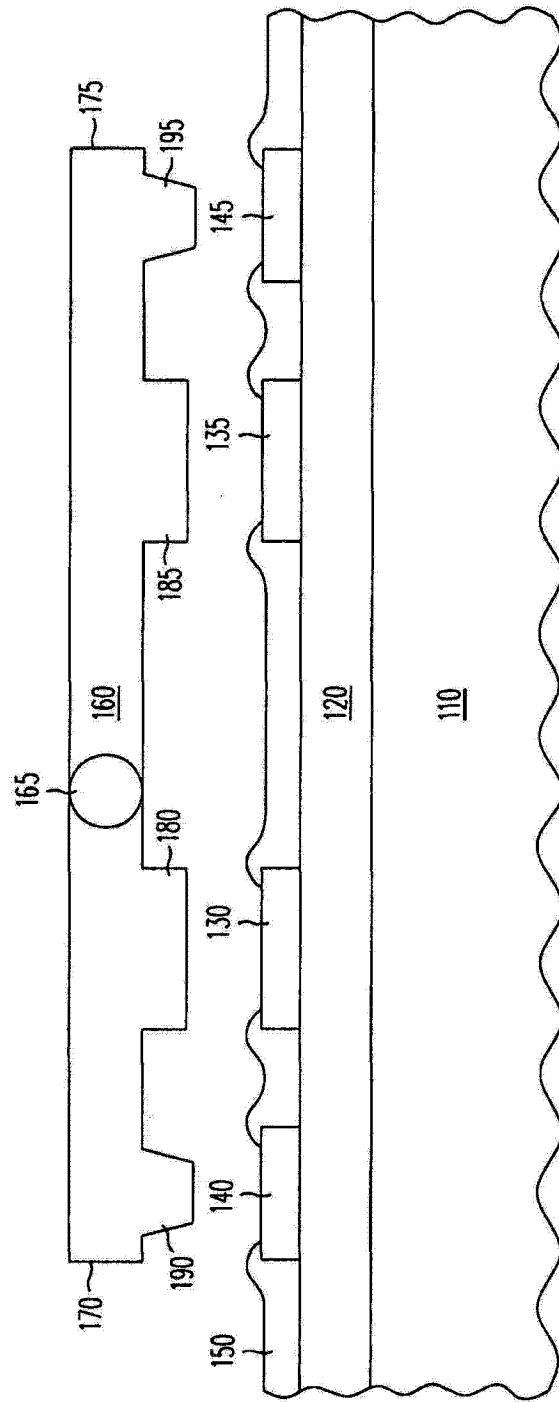


图 1(现有技术)

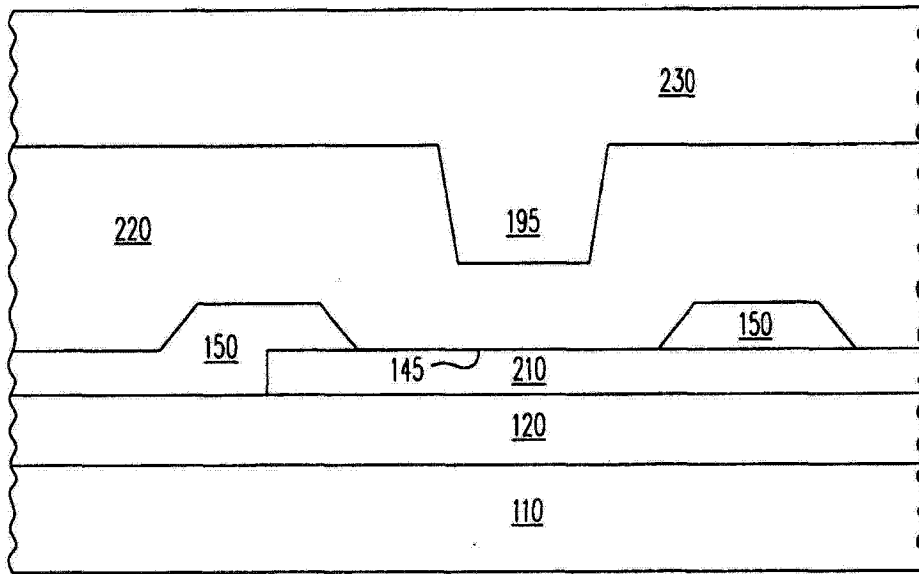


图 2

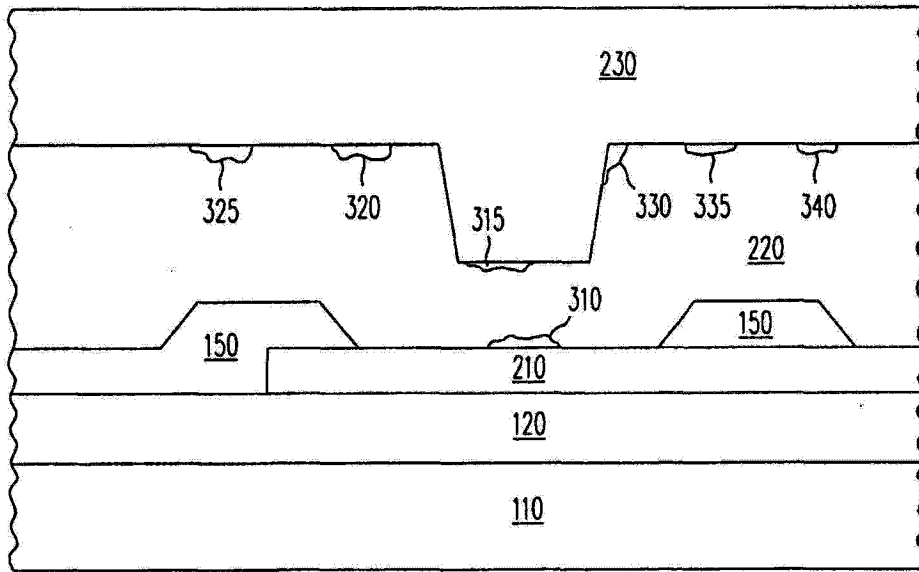


图 3

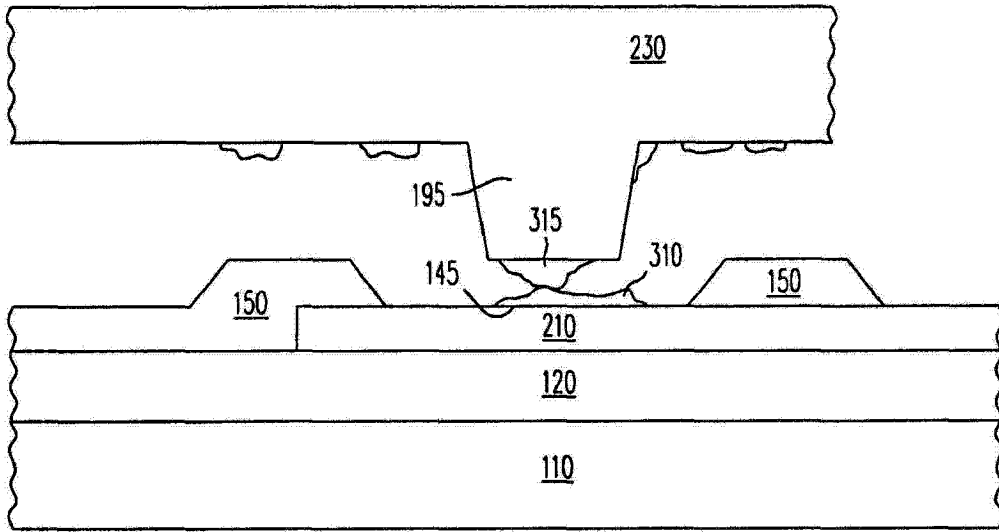


图 4

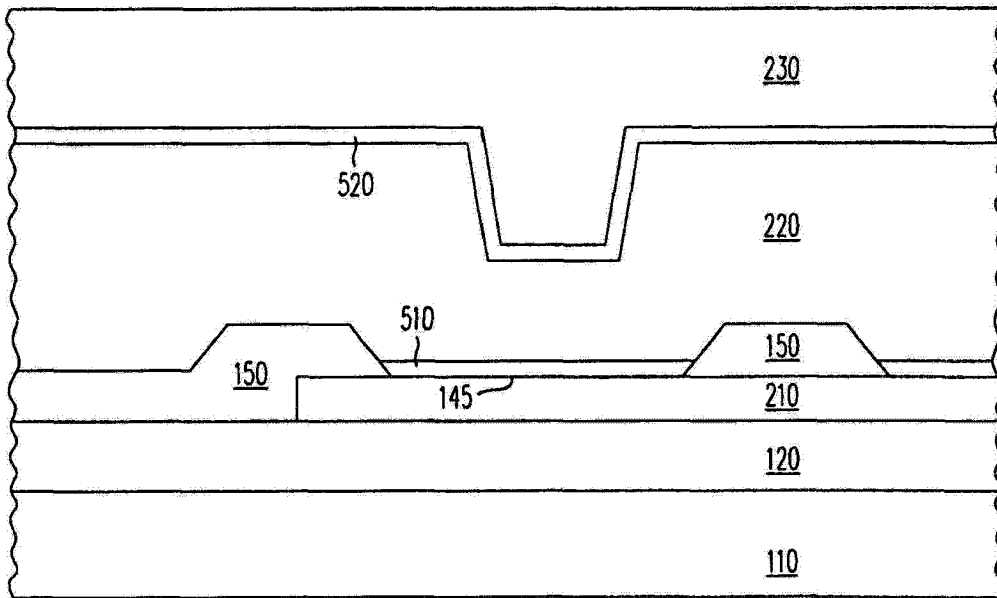


图 5