



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110600363 A

(43)申请公布日 2019.12.20

(21)申请号 201910882548.6

(22)申请日 2019.09.18

(71)申请人 武汉新芯集成电路制造有限公司
地址 430205 湖北省武汉市东湖开发区高新四路18号

(72)发明人 王永波 孟永强

(74)专利代理机构 上海思微知识产权代理事务所(普通合伙) 31237

代理人 曹廷廷

(51) Int. Cl.

H01L 21/02(2006.01)

H01L 21/306(2006.01)

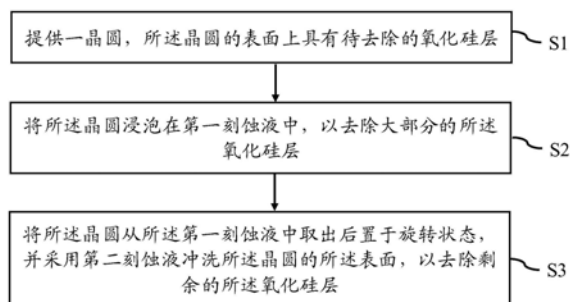
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

去除氧化硅的方法及半导体器件的制造方法

(57)摘要

本发明提供了一种去除氧化硅的方法及半导体器件的制造方法,所述去除氧化硅的方法包括:提供一晶圆,所述晶圆的表面上具有待去除的氧化硅层;将所述晶圆浸泡在第一刻蚀液中,以去除大部分的所述氧化硅层;将所述晶圆从所述第一刻蚀液中取出后置于旋转状态,并采用第二刻蚀液冲洗所述晶圆的所述表面,以去除剩余的所述氧化硅层。本发明的技术方案使得氧化硅层能够被去除完全,避免影响产品的电性能,从而避免导致产品良率下降。



1. 一种去除氧化硅的方法,其特征在于,包括:
提供一晶圆,所述晶圆的表面上具有待去除的氧化硅层;
将所述晶圆浸泡在第一刻蚀液中,以去除大部分的所述氧化硅层;
将所述晶圆从所述第一刻蚀液中取出后置于旋转状态,并采用第二刻蚀液冲洗所述晶圆的所述表面,以去除剩余的所述氧化硅层。
2. 如权利要求1所述的去氧化硅的方法,其特征在于,所述第一刻蚀液和所述第二刻蚀液均为酸性溶液。
3. 如权利要求2所述的去氧化硅的方法,其特征在于,所述第一刻蚀液和所述第二刻蚀液为成分和浓度均相同的酸性溶液。
4. 如权利要求2或3所述的去氧化硅的方法,其特征在于,所述酸性溶液包括氢氟酸溶液,所述氢氟酸溶液中的HF与H₂O的体积比1:100~1:20。
5. 如权利要求1所述的去氧化硅的方法,其特征在于,将所述晶圆浸泡在所述第一刻蚀液中时,伴随有超声波振动。
6. 如权利要求1所述的去氧化硅的方法,其特征在于,在将所述晶圆从所述第一刻蚀液中取出后且在采用所述第二刻蚀液冲洗之前,和/或,在采用所述第二刻蚀液冲洗之后,对所述晶圆的所述表面进行亲水性处理,以去除回粘在所述晶圆的所述表面上的副产物。
7. 如权利要求6所述的去氧化硅的方法,其特征在于,采用SC1溶液或采用SC2溶液或依次采用SC1溶液和SC2溶液清洗所述晶圆的所述表面,以对所述晶圆的所述表面进行亲水性处理,其中,所述SC1溶液为NH₄OH、H₂O₂与H₂O的混合液,所述SC2溶液为HCl、H₂O₂与H₂O的混合液。
8. 如权利要求7所述的去氧化硅的方法,其特征在于,所述SC1溶液中的NH₄OH、H₂O₂与H₂O的体积比为1:2:100~1:2:40;所述SC2溶液中的HCl、H₂O₂与H₂O的体积比为1:2:100~1:2:40。
9. 一种半导体器件的制造方法,其特征在于,包括:采用权利要求1至8中任一项所述的去氧化硅的方法,去除一晶圆表面上的氧化硅层。
10. 如权利要求9所述的半导体器件的制造方法,其特征在于,所述晶圆包括核心区和外围区,所述核心区的顶表面高于所述外围区的顶表面。
11. 如权利要求10所述的半导体器件的制造方法,其特征在于,在所述晶圆上形成所述氧化硅层,对所述晶圆进行化学机械研磨,使所述核心区的顶表面露出,所述核心区的顶表面与所述外围区上的所述氧化硅层的顶表面齐平。
12. 如权利要求10或11所述的半导体器件的制造方法,其特征在于,所述半导体器件包括存储阵列,所述核心区为所述存储阵列所在的存储区。

去除氧化硅的方法及半导体器件的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及集成电路制造领域,特别涉及一种去除氧化硅的方法及半导体器件的制造方法。

背景技术

[0002] 在现有55nm的微控制单元(Micro Controller Unit,MCU)的生产工艺中,存储区的高度大于外围区的高度,而为了避免导致在后续的化学机械研磨工艺中存储区被研磨掉,会在外围区上沉积一层一定厚度的氧化硅,以平衡存储区和外围区的高度差。在化学机械研磨工艺之后,需要将氧化硅去除,以避免影响后续器件的电性参数。

[0003] 目前,通常采用将批量的晶圆在氢氟酸槽中长时间浸泡来刻蚀去除氧化硅。但是,经过氢氟酸浸泡之后的晶圆表面呈疏水性,有很强的活性和不稳定性,使得氢氟酸与氧化硅反应的副产物(氟硅酸)很容易被吸附回粘到晶圆的表面,且随着在氢氟酸槽中浸泡时间的增加,产生的副产物回粘到晶圆表面的量也会随着增加,而这种氧化硅反应的副产物的残留会对器件的电性参数产生影响,导致芯片的不良率升高。

[0004] 因此,如何将氧化硅、氧化硅与氢氟酸反应后的副产物完全去除,以避免影响产品良率成为目前亟需解决的问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种去除氧化硅的方法及半导体器件的制造方法,使得氧化硅层能够被去除完全,避免影响产品的电性能,从而避免导致产品良率下降。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供了一种去除氧化硅的方法,包括:

[0007] 提供一晶圆,所述晶圆的表面上具有待去除的氧化硅层;

[0008] 将所述晶圆浸泡在第一刻蚀液中,以去除大部分的所述氧化硅层;

[0009] 将所述晶圆从所述第一刻蚀液中取出后置于旋转状态,并采用第二刻蚀液冲洗所述晶圆的所述表面,以去除剩余的所述氧化硅层。

[0010] 可选的,所述第一刻蚀液和所述第二刻蚀液均为酸性溶液。

[0011] 可选的,所述第一刻蚀液和所述第二刻蚀液为成分和浓度均相同的酸性溶液。

[0012] 可选的,所述酸性溶液包括氢氟酸溶液,所述氢氟酸溶液中的HF与H₂O的体积比1:100~1:20。

[0013] 可选的,将所述晶圆浸泡在所述第一刻蚀液中时,伴随有超声波振动。

[0014] 可选的,在将所述晶圆从所述第一刻蚀液中取出后且在采用所述第二刻蚀液冲洗之前,和/或,在采用所述第二刻蚀液冲洗之后,对所述晶圆的所述表面进行亲水性处理,以去除回粘在所述晶圆的所述表面上的副产物。

[0015] 可选的,采用SC1溶液或采用SC2溶液或依次采用SC1溶液和SC2溶液清洗所述晶圆的所述表面,以对所述晶圆的所述表面进行亲水性处理,其中,所述SC1溶液为NH₄OH、H₂O₂与H₂O的混合液,所述SC2溶液为HCl、H₂O₂与H₂O的混合液。

[0016] 可选的,所述SC1溶液中的 NH_4OH 、 H_2O_2 与 H_2O 的体积比为1:2:100~1:2:40;所述SC2溶液中的 HCl 、 H_2O_2 与 H_2O 的体积比为1:2:100~1:2:40。

[0017] 本发明还提供了一种半导体器件的制造方法,包括:采用本发明提供的所述去除氧化硅的方法,去除一晶圆表面上的氧化硅层。

[0018] 可选的,所述晶圆包括核心区和外围区,所述核心区的顶表面高于所述外围区的顶表面。

[0019] 可选的,在所述晶圆上形成所述氧化硅层,对所述晶圆进行化学机械研磨,使所述核心区的顶表面露出,所述核心区的顶表面与所述外围区上的所述氧化硅层的顶表面齐平。

[0020] 可选的,所述半导体器件包括存储阵列,所述核心区为所述存储阵列所在的存储区。

[0021] 与现有技术相比,本发明的技术方案具有以下有益效果:

[0022] 1、本发明的去除氧化硅的方法,通过先将表面具有待去除的氧化硅层的晶圆浸泡在第一刻蚀液中,以去除大部分的所述氧化硅层;再将所述晶圆从所述第一刻蚀液中取出后置于旋转状态,并采用第二刻蚀液冲洗所述晶圆的所述表面,以去除剩余的所述氧化硅层,使得氧化硅层能够被去除完全,避免影响产品的电性能,从而避免导致产品良率下降。

[0023] 2、本发明的半导体器件的制造方法,由于采用本发明提供的所述去除氧化硅的方法,去除一晶圆表面上的氧化硅层,既避免了在半导体器件制造过程中晶圆的核心区被破坏,又使得氧化硅层能够被去除完全,避免影响半导体器件的电性能,从而避免导致半导体器件的良率下降。

附图说明

[0024] 图1是本发明一实施例的去除氧化硅的方法的流程图。

具体实施方式

[0025] 为使本发明的目的、优点和特征更加清楚,以下结合附图1对本发明提出的去除氧化硅的方法及半导体器件的制造方法作进一步详细说明。需说明的是,附图均采用非常简化的形式且均使用非精准的比例,仅用以方便、明晰地辅助说明本发明实施例的目的。

[0026] 本发明一实施例提供一种去除氧化硅的方法,参阅图1,图1是本发明一实施例的去除氧化硅的方法的流程图,所述去除氧化硅的方法的步骤包括:

[0027] 步骤S1、提供一晶圆,所述晶圆的表面上具有待去除的氧化硅层;

[0028] 步骤S2、将所述晶圆浸泡在第一刻蚀液中,以去除大部分的所述氧化硅层;

[0029] 步骤S3、将所述晶圆从所述第一刻蚀液中取出后置于旋转状态,并采用第二刻蚀液冲洗所述晶圆的所述表面,以去除剩余的所述氧化硅层。

[0030] 下面更为详细的介绍本实施例提供的去除氧化硅的方法。

[0031] 按照步骤S1,提供一晶圆,所述晶圆的表面上具有待去除的氧化硅层。其中,所述晶圆可以包括衬底以及形成于所述衬底上的膜层结构。所述衬底可以为本领域技术人员熟知的任意合适的底材,例如可以是以下所提到的材料中的至少一种:硅(Si)、锗(Ge)、锗硅(SiGe)、碳硅(SiC)、碳锗硅(SiGeC)、砷化镓(InAs)、砷化镓(GaAs)、磷化铟(InP)或者其它

III/V化合物半导体,还包括这些半导体构成的多层结构等,或者为绝缘体上硅(SOI)、绝缘体上层叠硅(SSOI)、绝缘体上层叠锗化硅(S-SiGeOI)、绝缘体上锗化硅(SiGeOI)以及绝缘体上锗(GeOI),或者还可以为双面抛光硅片(Double Side Polished Wafers,DSP),也可为氧化铝等的陶瓷基底、石英或玻璃基底等。所述晶圆上形成的膜层结构例如是栅极结构或介质层等,所述栅极结构可以是多晶硅栅极或金属栅极。需要说明的是,本发明对晶圆的结构不作限定,可以依据要形成的器件选择合适的晶圆。

[0032] 所述氧化硅层在半导体器件的制造过程中起到辅助的作用,在半导体结构制造完成之后需要将所述氧化硅层去除,以避免影响半导体器件的电性能,进而避免导致产品的良率降低。

[0033] 按照步骤S2,将所述晶圆浸泡在第一刻蚀液中,以去除大部分的所述氧化硅层。可以将批量的所述晶圆浸泡在所述第一刻蚀液中,以提高生产效率。

[0034] 所述第一刻蚀液可以为酸性溶液,所述酸性溶液可以包括氢氟酸溶液。其中,所述氢氟酸溶液在浸泡去除所述氧化硅层的同时,所述氧化硅层会与所述氢氟酸溶液中的HF发生反应,产生副产物氟硅酸。同时,由于经过所述氢氟酸溶液的浸泡,使得所述晶圆的所述表面最外层的硅几乎以氢键为终端结构,进而使得所述晶圆的所述表面呈现疏水性,且具有很强的活性和不稳定性,从而使得产生的副产物很容易回粘到所述晶圆的所述表面;并且,由于氢氟酸溶液浸泡时,所述晶圆和所述氢氟酸溶液几乎处于静止状态,使得副产物更加容易附着在所述晶圆的所述表面。若副产物没有被去除,也会对所述晶圆的电性能产生影响,从而导致产品的良率降低。

[0035] 所述氢氟酸溶液的浓度可以为HF与H₂O的体积比1:100~1:20(例如为1:80、1:50等),所述氢氟酸溶液的温度可以为20℃~25℃。另外,所述氢氟酸溶液的浓度不限于上述的浓度范围,HF所占的体积比可以更少或更多,可以根据生产需要选择合适的浓度。所述氢氟酸溶液中的HF所占的体积比越小,则所述晶圆需要浸泡在所述氢氟酸溶液中的时间越长,以使得去除的所述氧化硅层的量越多,但是,浸泡时间越长,所述氧化硅层与HF反应产生的副产物也会越多;所述氢氟酸溶液中的HF所占的体积比越大,则所述氧化硅层与HF反应产生的副产物也越多,因此,需要综合选择合适浓度的所述氢氟酸溶液。

[0036] 大部分厚度的所述氧化硅层都可以采用在所述氢氟酸溶液中浸泡的方式去除,例如,当所述氧化硅层的厚度为200Å时,经过所述氢氟酸溶液浸泡去除的所述氧化硅层的厚度可以为至少180Å,剩余厚度的所述氧化硅层可以在后续的其它工艺步骤中去除,以避免在所述氢氟酸溶液中浸泡时间过长而导致在所述晶圆的所述表面附着的副产物增多。

[0037] 并且,当为了提高生产效率而在所述氢氟酸溶液中浸泡批量的所述晶圆时,所述氧化硅层与HF反应产生的副产物会更多,所述氢氟酸溶液中的副产物的浓度增大,导致越多的副产物附着在所述晶圆的所述表面。

[0038] 另外,将所述晶圆浸泡在所述第一刻蚀液中时,可以伴随有超声波振动,以增强浸泡刻蚀去除所述氧化硅层的力度,使得所述氧化硅层的颗粒更容易从所述晶圆的所述表面脱离。

[0039] 在将所述晶圆从所述第一刻蚀液中取出后且在采用所述第二刻蚀液冲洗之前,可以对所述晶圆的所述表面进行亲水性处理,以去除回粘在所述晶圆的所述表面上的副产

物。对所述晶圆的所述表面进行亲水性处理的步骤可以包括：采用SC1溶液或采用SC2溶液或依次采用SC1溶液和SC2溶液清洗所述晶圆的所述表面，以对所述晶圆的所述表面进行亲水性处理，其中，所述SC1溶液为 NH_4OH 、 H_2O_2 与 H_2O 的混合液，所述SC2溶液为 HCl 、 H_2O_2 与 H_2O 的混合液。所述SC1溶液的温度可以为 $30^\circ\text{C} \sim 80^\circ\text{C}$ ，所述SC1溶液中的 NH_4OH 、 H_2O_2 与 H_2O 的体积比可以为 $1:2:100 \sim 1:2:40$ （例如为 $1:2:80$ 、 $1:2:50$ 等）；所述SC2溶液的温度可以为 $65^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ ，所述SC2溶液中的 HCl 、 H_2O_2 与 H_2O 的体积比可以为 $1:2:100 \sim 1:2:40$ （例如为 $1:2:80$ 、 $1:2:50$ 等）。

[0040] 采用SC1溶液清洗所述晶圆的所述表面的过程中，SC1溶液使得所述晶圆的所述表面持续保持具有亲水性，从而使得回粘附着在所述晶圆的所述表面的副产物能够被去除。具体地，由于 H_2O_2 的作用，所述晶圆的所述表面会形成一层亲水性的自然氧化膜（ SiO_2 ），使得所述晶圆的所述表面和副产物之间可被SC1溶液浸透；并且，由于所述晶圆的所述表面的自然氧化膜与所述晶圆的所述表面的硅被 NH_4OH 腐蚀，使得回粘附着在所述晶圆的所述表面的副产物落入SC1溶液中，从而达到去除副产物的目的；并且，在 NH_4OH 腐蚀所述晶圆的所述表面的同时， H_2O_2 又在所述晶圆的所述表面形成新的亲水性的自然氧化膜，从而使得所述晶圆的所述表面持续保持具有亲水性。

[0041] 采用SC2溶液清洗所述晶圆的所述表面的过程中，由于SC2溶液是具有强氧化性的酸性溶液，也会使得所述晶圆的所述表面形成一层亲水性的自然氧化膜，从而使得所述晶圆的所述表面和副产物之间可被SC2溶液浸透，进而使得副产物能够被清洗去除。

[0042] 另外，SC1溶液还能去除所述晶圆的所述表面的其它杂质颗粒，SC2溶液还能去除所述晶圆的所述表面的钠、铁、镁等金属沾污。

[0043] 按照步骤S3，将所述晶圆从所述第一刻蚀液中取出后置于旋转状态，并采用第二刻蚀液冲洗所述晶圆的所述表面，以去除剩余的所述氧化硅层。所述第二刻蚀液也可以为酸性溶液，且所述第二刻蚀液可以为与所述第一刻蚀液的成分和浓度均相同的酸性溶液，即所述第二刻蚀液也可以包括氢氟酸溶液。所述氢氟酸溶液的浓度参见上述步骤S2，在此不再赘述。

[0044] 经过所述第二刻蚀液的氢氟酸溶液的冲洗，也会产生副产物回粘到所述晶圆的所述表面的问题。但是，将剩余的所述氧化硅层采用冲洗的方式去除，且晶圆处于旋转状态，使得产生的副产物中的大部分都会在冲洗的作用以及旋转的离心力的作用下从所述晶圆的所述表面被带走。因此，采用所述第二刻蚀液的氢氟酸溶液冲洗所述晶圆的所述表面导致的回粘在所述晶圆的所述表面上的副产物的量远少于采用所述第一刻蚀液的氢氟酸溶液浸泡所述晶圆导致的回粘在所述晶圆的所述表面上的副产物的量。

[0045] 为了避免在所述第一刻蚀液的氢氟酸溶液中浸泡时间过长而导致所述晶圆表面附着的副产物过多，并且为了使得所述晶圆的所述表面剩余的所述氧化硅层能够被所述第二刻蚀液的氢氟酸溶液冲洗去除完全，可以将采用所述第二刻蚀液的氢氟酸溶液冲洗去除的所述氧化硅层的厚度控制在不超过 30 \AA 。

[0046] 并且，所述第二刻蚀液的氢氟酸溶液也能去除上述步骤S2中的SC1溶液和SC2溶液对所述晶圆的所述表面进行亲水性处理时产生的自然氧化膜，并抑制新的自然氧化膜的形成。

[0047] 另外，在上述步骤S2后也可以不对所述晶圆的所述表面进行亲水性处理，可以直

接在步骤S3中的采用所述第二刻蚀液冲洗之后,对所述晶圆的所述表面进行亲水性处理,以将在上述步骤S2中回粘在所述晶圆的所述表面上的副产物以及在步骤S3中回粘在所述晶圆的所述表面上的副产物一起去除。或者,也可以在上述步骤S2中的将所述晶圆从所述第一刻蚀液中取出后以及在步骤S3中的采用所述第二刻蚀液冲洗之后均对所述晶圆的所述表面进行亲水性处理,以避免副产物堆积过多而导致的去除速度较缓慢和去除不彻底的问题。

[0048] 在采用所述第二刻蚀液冲洗之后对所述晶圆的所述表面进行亲水性处理的步骤也可以包括:采用SC1溶液或采用SC2溶液或依次采用SC1溶液和SC2溶液清洗所述晶圆的所述表面,以去除回粘在所述晶圆的所述表面上的副产物。其中,所述SC1溶液为 NH_4OH 、 H_2O_2 与 H_2O 的混合液,所述SC2溶液为 HCl 、 H_2O_2 与 H_2O 的混合液。所述SC1溶液和所述SC2溶液的浓度以及去除副产物的原理参见上述步骤S2,在此不再赘述。

[0049] 另外,将所述晶圆置于旋转状态,且对所述晶圆的所述表面进行冲洗,不仅使得所述晶圆的所述表面的每个位置的所述氧化硅层和副产物都能够被清洗到,且在旋转的离心力的作用下,所述氧化硅层的颗粒以及副产物的颗粒更容易从所述晶圆的所述表面脱离掉落出去,进一步使得所述氧化硅层和副产物能够被去除完全。

[0050] 另外,上述的去除氧化硅的方法中的各个步骤不仅限于上述的形成顺序,各个步骤的先后顺序可适应性的进行调整。

[0051] 综上所述,本发明提供的去除氧化硅的方法,包括:提供一晶圆,所述晶圆的表面上具有待去除的氧化硅层;将所述晶圆浸泡在第一刻蚀液中,以去除大部分的所述氧化硅层;将所述晶圆从所述第一刻蚀液中取出后置于旋转状态,并采用第二刻蚀液冲洗所述晶圆的所述表面,以去除剩余的所述氧化硅层。本发明提供的去除氧化硅的方法使得氧化硅层能够被去除完全,避免影响产品的电性能,从而避免导致产品良率下降。

[0052] 本发明一实施例提供一种半导体器件的制造方法,包括:采用本发明提供的所述去除氧化硅的方法(即上述步骤S1至步骤S3),去除一晶圆表面上的氧化硅层。所述晶圆包括核心区和外围区,所述核心区的顶表面高于所述外围区的顶表面。为了避免在后续半导体器件制造过程中破坏所述核心区(例如化学机械研磨所述半导体器件可能会对高的核心区造成损伤),会在所述外围区上沉积一层一定厚度的氧化硅,以平衡所述核心区和所述外围区的高度差。所述氧化硅层在半导体器件的制造过程中起到辅助半导体结构的制造的作用,在半导体结构制造完成之后需要将所述氧化硅层去除。

[0053] 在所述晶圆上形成所述氧化硅层,对所述晶圆进行化学机械研磨,使所述核心区的顶表面露出,使所述核心区的顶表面与所述外围区上的所述氧化硅层的顶表面齐平。

[0054] 具体而言,一方面可以在所述外围区上形成所述氧化硅层,使所述核心区的顶表面低于所述氧化硅层的顶表面或者与所述氧化硅层的顶表面齐平。当所述核心区的顶表面低于所述氧化硅层的顶表面时,在将所述晶圆浸泡在所述第一刻蚀液中之前,先采用化学机械研磨工艺对所述外围区上的所述氧化硅层进行减薄处理,以使得所述核心区的顶表面与所述外围区上的所述氧化硅层的顶表面齐平。另一方面,可以在所述外围区和所述核心区上都形成所述氧化硅层,在将所述晶圆浸泡在所述第一刻蚀液中之前,先采用化学机械研磨工艺对所述核心区和所述外围区上的所述氧化硅层进行减薄处理,直至暴露出所述核心区的顶表面,所述核心区的氧化硅层下方的层可以是所述核心区的膜层结构。

[0055] 在本实施例中,所述半导体器件可以包括存储阵列,所述核心区为所述存储阵列所在的存储区。在对所述核心区和/或所述外围区进行制作膜层结构的工艺步骤之后,即采用上述步骤S1至步骤S3的方法去除所述晶圆表面上的所述氧化硅层,使得氧化硅层能够被去除完全,避免影响半导体器件的电性能,从而避免导致半导体器件的良率下降。

[0056] 上述描述仅是对本发明较佳实施例的描述,并非对本发明范围的任何限定,本发明领域的普通技术人员根据上述揭示内容做的任何变更、修饰,均属于权利要求书的保护范围。

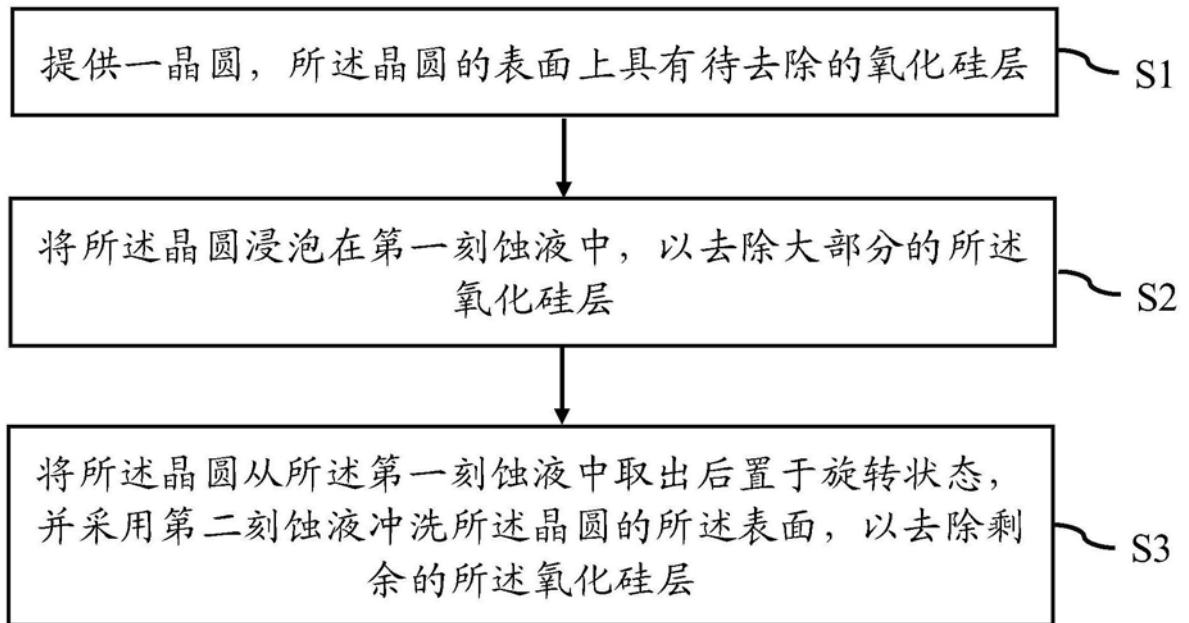


图1