



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109686666 A

(43)申请公布日 2019.04.26

(21)申请号 201811605590.5

(22)申请日 2018.12.26

(71)申请人 常州星海电子股份有限公司
地址 213000 江苏省常州市新北区天目湖路1号

(72)发明人 黄小锋

(74)专利代理机构 北京超凡志成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11371
代理人 范彦扬

(51) Int. Cl.
H01L 21/329(2006.01)

权利要求书2页 说明书6页 附图2页

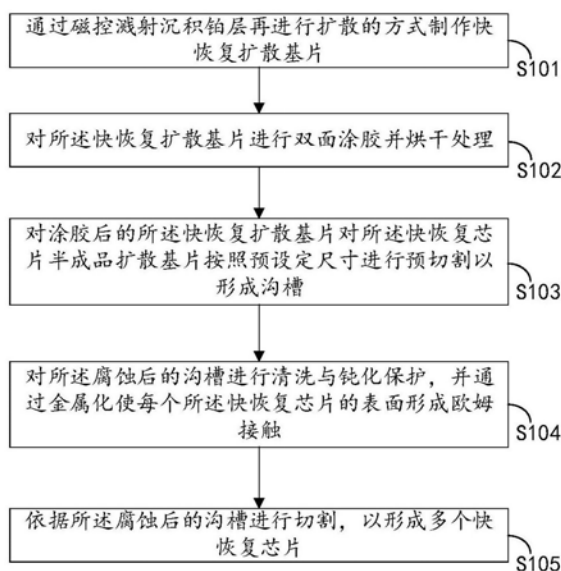
(54)发明名称

一种快恢复芯片制作方法

(57)摘要

本发明提供了一种快恢复芯片制作方法,涉及芯片制作技术领域。通过磁控溅射沉积铂层再进行扩散的方式制作快恢复扩散基片,然后对快恢复扩散基片按照预设尺寸进行预切割以形成沟槽,其中,预设定的尺寸包括预设定宽度与预设定深度,再对沟槽按照预设定时间进行腐蚀,以形成腐蚀后的沟槽,其中,沟槽将扩散基板分隔成多个相互连接的快恢复芯片,再对腐蚀后的沟槽进行清洗与钝化保护,并通过金属化使每个快恢复芯片的表面形成欧姆接触,最后依据腐蚀后的沟槽进行切割,以形成多个快恢复芯片。本发明提供的快恢复芯片制作方法具有切割出的快恢复芯片的反向恢复时间短且相对集中,同时能够达到降低正向压降的效果。

CN 109686666 A



1. 一种快恢复芯片制作方法,其特征在于,所述快恢复芯片制作方法包括:
通过磁控溅射沉积铂层再进行扩散的方式制作快恢复扩散基片;
对所述快恢复扩散基片按照预设尺寸进行预切割以形成沟槽,其中,所述预设的尺寸包括预设宽度与预设深度;
对所述沟槽按照预设时间进行腐蚀,以形成腐蚀后的沟槽,其中,所述沟槽将所述扩散基板分隔成多个相互连接的快恢复芯片;
对所述腐蚀后的沟槽进行清洗与钝化保护,并通过金属化使每个所述快恢复芯片的表面形成欧姆接触;
依据所述腐蚀后的沟槽进行切割,以形成多个快恢复芯片。
2. 如权利要求1所述的快恢复芯片制作方法,其特征在于,所述通过磁控溅射沉积铂层再进行扩散的方式制作快恢复扩散基片的步骤包括:
对选定的硅片的一面进行磷扩散以形成N区;
在所述硅片进行扩散推进;
对选定的所述硅片的另一面进行硼扩散以形成P区;
利用磁控溅射沉积铂层并扩散的方式得到铂扩散层;
对形成所述铂扩散层后的硅片进行退火处理,并进行超声清洗,以形成所述快恢复扩散基片。
3. 如权利要求2所述的快恢复芯片制作方法,其特征在于,所述对选定的硅片的一面进行磷扩散以形成N区的步骤包括:
将所述硅片置于1150℃~1250℃的扩散炉中,并通入携带液态磷源的气体,以在所述硅片的一面形成N区;
对形成的N区的一面进行杂质清洗。
4. 如权利要求2所述的快恢复芯片制作方法,其特征在于,所述对选定的所述硅片的另一面进行硼扩散以形成P区的步骤包括:
将进行扩散推进后的所述硅片置于1150℃~1250℃的扩散炉中,并通入携带液态硼源的气体,以在所述硅片的另一面形成P区;
对形成的P区的一面进行杂质清洗。
5. 如权利要求2所述的快恢复芯片制作方法,其特征在于,在所述对选定的硅片的一面进行磷扩散以形成N区的步骤之前,所述快恢复芯片制作方法还包括:
对选定的硅片的表面进行化学清洗。
6. 如权利要求2所述的快恢复芯片制作方法,其特征在于,在所述对形成所述铂扩散层后的硅片进行退火处理,并进行超声清洗,以形成所述快恢复扩散基片的步骤之后,所述快恢复芯片制作方法还包括:
对所述快恢复扩散基片进行双面涂胶并烘干处理。
7. 如权利要求1所述的快恢复芯片制作方法,其特征在于,所述预设宽度为100~120μm,所述预设深度为80~100μm,所述预设时间为4~5min。
8. 如权利要求1所述的快恢复芯片制作方法,其特征在于,所述对所述腐蚀后的沟槽进行清洗与钝化保护的步骤包括:
在所述多个相互连接的快恢复芯片的P-N结表面涂覆玻璃粉浆,并将所述玻璃粉浆烧

结成玻璃,以形成钝化保护层。

一种快恢复芯片制作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及芯片制作技术领域,具体而言,涉及一种快恢复芯片制作方法。

背景技术

[0002] 快恢复二极管(简称FRD)是一种具有开关特性好、反向恢复时间短特点的半导体二极管,主要应用于开关电源、PWM脉宽调制器、变频器等电子电路中,作为高频整流二极管、续流二极管或阻尼二极管使用。

[0003] 目前国内用传统工艺生产的快恢复芯片普遍存在的问题为正向压降大,封装后二极管的功耗较大,二极管极易烧毁。而应用在大功率电路中的快恢复二极管,对其中芯片的正向压降能力要求尤为苛刻。

[0004] 有鉴于此,如何解决上述问题,是本领域技术人员关注的重点。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种快恢复芯片制作方法,以解决现有技术中快恢复芯片的正向压降大的问题。

[0006] 为了实现上述目的,本发明实施例采用的技术方案如下:

[0007] 本发明实施例提供了一种快恢复芯片制作方法,所述快恢复芯片制作方法包括:

[0008] 通过磁控溅射沉积铂层再进行扩散的方式制作快恢复扩散基片;

[0009] 对所述快恢复扩散基片按照预设尺寸进行预切割以形成沟槽,其中,所述预设尺寸包括预设宽度与预设深度;

[0010] 对所述沟槽按照预设时间进行腐蚀,以形成腐蚀后的沟槽,其中,所述沟槽将所述扩散基板分隔成多个相互连接的快恢复芯片;

[0011] 对所述腐蚀后的沟槽进行清洗与钝化保护,并通过金属化使每个所述快恢复芯片的表面形成欧姆接触;

[0012] 依据所述腐蚀后的沟槽进行切割,以形成多个快恢复芯片。

[0013] 相对现有技术,本发明具有以下有益效果:

[0014] 本发明提供了一种快恢复芯片制作方法,其中,通过磁控溅射沉积铂层再进行扩散的方式制作快恢复扩散基片,然后对快恢复扩散基片按照预设尺寸进行预切割以形成沟槽,其中,预设尺寸包括预设宽度与预设深度,再对沟槽按照预设时间进行腐蚀,以形成腐蚀后的沟槽,其中,沟槽将扩散基板分隔成多个相互连接的快恢复芯片,再对腐蚀后的沟槽进行清洗与钝化保护,并通过金属化使每个快恢复芯片的表面形成欧姆接触,最后依据腐蚀后的沟槽进行切割,以形成多个快恢复芯片。由于本发明提供的快恢复芯片制作方法是通过对磁控溅射沉积铂层再进行扩散的方式进行铂扩散的,芯片的反向恢复时间短且相对集中。另外由于本发明提供的快恢复芯片制作方法需要先进行预切割,然后进行腐蚀,因此通过预设尺寸的沟槽进行腐蚀,能够在更短的时间内达到腐蚀深度,进而对于腐蚀的宽度较小,切割出的快恢复芯片的台面较大。由于快恢复芯片的台面尺寸与正

向压降成反比关系,因此通过增大快恢复芯片的台面的方式,能够达到降低正向压降的效果。

[0015] 为使本发明的上述目的、特征和优点能更明显易懂,下文特举较佳实施例,并配合所附附图,作详细说明如下。

附图说明

[0016] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0017] 图1示出了本发明实施例提供的快恢复芯片制作方法的流程图。

[0018] 图2示出了本发明实施例提供的图1中步骤S101的子步骤的流程图。

[0019] 图3示出了本发明实施例提供的切割工艺的原理图。

[0020] 标号:110-N区;120-P区;130-胶体保护层;140-刀片;150-沟槽。

具体实施方式

[0021] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0022] 下面将结合本发明实施例中附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。因此,以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明的实施例,本领域技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0023] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。同时,在本发明的描述中,还需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。下面结合附图,对本发明的一些实施方式作详细说明。在不冲突的情况下,下述的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0024] 请参阅图1,本发明实施例提供了一种快恢复芯片制作方法,以得到正向压降低、反向恢复时间短且分布集中的快恢复芯片。该快恢复芯片制作方法包括:

[0025] 步骤S101,通过磁控溅射沉积铂层再进行扩散的方式制作快恢复扩散基片。

[0026] 在本实施例中,快恢复扩散基片指利用硅片形成N区110与P区120,并进行了铂层扩散的整体结构。

[0027] 具体地,请参阅图2,在本实施例中,步骤S101包括:

[0028] 子步骤S1011,对选定的硅片的表面进行化学清洗。

[0029] 对于低压降快恢复芯片,其制作目标为获得较小的反向恢复时间的同时获得较小的正向压降以降低开通损耗。但反向恢复时间和正向压降存在着折衷的关系,因此要对芯片进行合理的设计,即在满足方向回复时间的条件下,尽可能的降低 V_f 。对于二极管芯片而言,总的正向压降由金属半导体接触压降、P区120、N区110重掺杂层压降、结压降以及基区压降 V_m 几部分组成。在P区120、N区110重掺杂层浓度足够高及良好的欧姆接触条件下,接触压降、重掺杂压降以及NN+结压降均可忽略,而基区电阻率及结深一定时P+N结压降亦为定值。要降低正向压降,关键要降低基区压降 V_m 。由公式 $V_m = \frac{3kT}{8q} \frac{W^2}{D_H \tau_H}$ (其中,W为基区宽度,

τ_H 为载流子寿命, D_H 为双极扩散系数)可知,基区越宽, V_f 越大。同时, V_m 与电阻率存在正比的关系,因此从降低 V_m 出发,宜选用较小的基区宽度及较小的电阻率,而要提高反向击穿电压则要求较大的基区宽度和较大的电阻率。可见,正、反电参数对电阻率、基区宽度的要求互相矛盾,因此在设计是要兼顾两方面,同时,在保证一定的反向击穿电压前提下,硅片应尽量选薄。经过实验,本发明最终选用电阻率 $35 \sim 40 \Omega \cdot \text{cm}$,厚度 $T = 270 \pm 5 \mu\text{m}$ 的硅片。

[0030] 并且,在选定硅片后,为了防止硅片表面杂质影响最终制作而成的快恢复芯片的效果,在本实施例中,需要对选定的硅片进行化学处理以达到清洗的效果。例如,通过酸、碱、去离子水超声清洗等方式对选定的硅片进行清洗。

[0031] 子步骤S1012,对选定的硅片的一面进行磷扩散以形成N区110。

[0032] 具体地,目前在制作N区110的过程中,通常采用纸源扩散的方式进行,然而,考虑到纸源扩散后结深一致性差的问题,因此本实施例中采用将硅片置于 $1150^\circ\text{C} \sim 1250^\circ\text{C}$ 的扩散炉中,并通入携带液态磷源的气体进行预沉积2.5个小时的方式形成N区110。其中,由于在扩散炉中通入携带液态源的气体进行离子注入,得到的材料结深稳定,一致性较好,因此通过该方法得到的N区110能够使表面方块电阻小于 $0.1 \Omega/\square$ 。

[0033] 同时,在形成N区110后,还需要将N区110进行杂质清洗,以排处杂质干扰。其中,本实施例采用湿式晶圆喷砂机进行对N区110喷砂除杂质清洗,当然地,在其它的一些实施例中,也可以采用其它的方式进行杂质清洗,本实施例对此并不做任何限定。

[0034] 子步骤S1013,在所述硅片进行扩散推进。

[0035] 在本实施例中,还需要对硅片的N区110进行扩散推进,本实施例采用对预沉积后的硅片在 $1200^\circ\text{C} \sim 1250^\circ\text{C}$ 扩散炉中利用磷源进行扩散推进的方式进行掺杂。

[0036] 子步骤S1014,对所述硅片进行扩散后处理。

[0037] 其中,在进行掺杂的过程中,可能会出现硅片表面生成氧化层的现象,因此还需要对硅片进行扩散后处理。具体地,通过用酸浸泡、去离子水超声清洗使硅片分离,从而达到去除表面氧化层的效果。

[0038] 子步骤S1015,对选定的所述硅片的另一面进行硼扩散以形成P区120。

[0039] 与制作N区110的方式相似,本实施例采用将处理后的硅片放置于 $1150^\circ\text{C} \sim 1250^\circ\text{C}$ 的扩散炉中,通入携带液态硼源的气体进行扩散形成P区120的方式,使得硼的表面方块电阻小于 $0.1 \Omega/\square$ 。同时,仍采用湿式晶圆喷砂机进行喷砂除杂质处理。

[0040] 子步骤S1016,利用磁控溅射沉积铂层并扩散的方式得到铂扩散层。

[0041] 针对反向恢复时间的性能优化方案:扩铂是快恢复芯片制造中最关键的工序,铂扩散的浓度以及均匀性直接影响快恢复芯片的反向恢复特性。铂在硅中的扩散,一般认为是以间隙式-替位分解扩散方式进行的,而这种扩散机制的扩散系数均是温度的函数,即温度越高,扩散系数越大。同时铂在硅中的固溶度随温度的变化比较剧烈,随着温度的升高,固溶度显著增大。所以,需要选择合适的扩散方式进行铂扩散,传统的工艺一般采用涂覆液态铂源或蒸发镀膜的方式进行铂层涂覆。其中,涂覆液态铂源后的扩散效果较差,直接导致反向恢复时间分布离散,而蒸发镀膜方式获得的铂层虽然均匀性较好,但薄膜与衬底的结合力较差。

[0042] 有鉴于此,在本实施例中,采用磁控溅射的方式进行铂层沉积,该技术通过将高纯铂金靶材接地作为阴极,衬底(硅片)具有正电势作为阳极,在高压电场作用下,真空腔内的氩气经过辉光放电后产生高密度的阳离子(Ar^+), Ar^+ 被强力吸引到靶材的阴极并高速轰击铂金靶材使铂原子溅射出来,这些溅射出来的铂原子带有一定的动能,并沿一定的方向射向衬底,从而实现在衬底上的铂层均匀沉积,然后再通过扩散实现铂层的均匀分布,其最终的扩散效果均匀,反向恢复时间一致性较好。另外,因扩散温度对反向恢复时间有直接影响,通过多次对比实验,最终确定了合适的扩散温度,使反向恢复时间稳定在60~100ns范围内。

[0043] 子步骤S1017,对形成所述铂扩散层后的硅片进行退火处理,并进行超声清洗,以形成所述快恢复扩散基片。

[0044] 为了使得扩散层分布更加均匀,在本实施例中,还需在扩散炉中通入纯氧对所述硅片进行退火处理。并且,在退火结束后,硅片上可能会存在杂质,因此本实施例还需要对处理后的硅片进行超声清洗。

[0045] 子步骤S102,对所述快恢复扩散基片进行双面涂胶并烘干处理。

[0046] 为了控制快恢复扩散基片的腐蚀过程中控制腐蚀方向,防止非腐蚀区域被腐蚀,在本实施例中,采用的方法为在N区110与P区120的表面同时进行双面涂胶,并且在125℃的烘箱中烘烤30分钟,从而形成胶体保护层130。

[0047] 步骤S103,对涂胶后的所述快恢复扩散基片预设尺寸进行预切割以形成沟槽150,其中,所述预设定的尺寸包括预设定宽度与预设定深度。

[0048] 为了便于切割出多个快恢复芯片,需要腐蚀出多个沟槽150,以沿着沟槽150进行切割。但是,目前采用直接腐蚀的方式普遍存在时间长,腐蚀区域大,导致形成的快恢复芯片的台面较小。同时,传统的针对正向压降的性能优化方案为:由于芯片台面尺寸与正向压降成反比关系,因此在快恢复芯片的制程中,可通过增加芯片台面尺寸来达到降低正向压降的目的。但使用传统的光刻工艺,需要增大台面尺寸,一般方式是减小光刻线条,由于余量较小,其台面尺寸的可控量已经相当有限。

[0049] 有鉴于此,请参阅图3,在本实施例中,本发明通过刀片140预切割+少量腐蚀的工艺取代光刻+腐蚀的传统工艺。即在硅片P面划切出一定宽度的沟槽150,在此基础上进行短时间的化学腐蚀便可得到理想深度与宽度的沟道。具体方法为,先用刀片140切割出沟槽150,再将切割好的硅片进行混酸腐蚀一定时间,将腐蚀后沟槽150深度控制在125~130 μm 。其中,本实施例提供的预设定宽度为100~120 μm ,预设定深度为80~100 μm ,预设定时间为4~5min。当然地,其它的一些实施例中,对于预设定的宽度、深度以及时间也可以为其它值,

本实施例对此并不做任何限定。

[0050] 可以理解地,两种工艺腐蚀相同深度,刀片140预切割工艺的腐蚀时间至少缩短50%,由于腐蚀时间的减少,沟槽150宽度明显减小,芯片的有效面积明显增加。同时,由于大功率的芯片对切割尺寸有对应要求,主要的试验内容是确定合适的切割尺寸、切割深度、切割宽度及腐蚀时间。

[0051] 步骤S104,对所述腐蚀后的沟槽150进行清洗与钝化保护,并通过金属化使每个所述快恢复芯片的表面形成欧姆接触。

[0052] 在腐蚀后,双面的涂胶将失去作用,此时需要对快恢复扩散基片进行去胶处理,以方面进行后续的钝化处理。进一步地,本实施例采用将腐蚀好的硅片进行泡酸去胶处理,再进行RCA清洗的方式进行去胶清洗。

[0053] 进一步的,在进行腐蚀后,会腐蚀出多个二极管P-N结,为了保护二极管P-N结,在本实施例中,采用玻璃钝化处理的方式进行保护。具体地,在腐蚀出的二极管P-N结表面涂覆上玻璃粉浆,然后在800多摄氏度的条件下,烧结成玻璃,进而形成二极管P-N结的钝化保护层。

[0054] 并且,在本实施例中,利用化学方法在硅片的两面镀上镍层,使镍与硅形成欧姆接触,从而在N区110和P区120制备出金属欧姆接触电极。

[0055] 步骤S105,依据所述腐蚀后的沟槽150进行切割,以形成多个快恢复芯片。

[0056] 根据腐蚀后形成的芯片尺寸进行芯片的切割分离,进而得到切割后的多个快恢复芯片。

[0057] 通过上述制作工艺,能够使最大整流电流 I_{OM} 为3A~5A,反向击穿电压 $V_{BR} \geq 1200V$,正向压降 $V_F \leq 1.0V$,反向漏电流 $I_R \leq 1\mu A$,反向恢复时间 $TRR 75ns \sim 150ns$ 。

[0058] 可以理解地,利用该方法制得的GPP芯片具备较快的反向恢复时间,且反向恢复时间相对集中,与同类产品相比,有更优秀的开关特性。另外正向压降为1000mV,与同类产品的1250mV相比,有更小的正向导通损耗,同时有更强的抗正向浪涌能力。

[0059] 综上所述,本发明提供了一种快恢复芯片制作方法,其中,通过磁控溅射沉积铂层再进行扩散的方式制作快恢复扩散基片,然后对快恢复扩散基片按照预设尺寸进行预切割以形成沟槽,其中,预设定的尺寸包括预设定宽度与预设定深度,再对沟槽按照预设定时间进行腐蚀,以形成腐蚀后的沟槽,其中,沟槽将扩散基板分隔成多个相互连接的快恢复芯片,再对腐蚀后的沟槽进行清洗与钝化保护,并通过金属化使每个快恢复芯片的表面形成欧姆接触,最后依据腐蚀后的沟槽进行切割,以形成多个快恢复芯片。由于本发明提供的快恢复芯片制作方法是通过磁控溅射沉积铂层再进行扩散的方式来进行铂扩散的,芯片的反向恢复时间短且相对集中。另外由于本发明提供的快恢复芯片制作方法需要先进行预切割,然后进行腐蚀,因此通过预设定尺寸的沟槽进行腐蚀,能够在更短的时间内达到腐蚀深度,进而对于腐蚀的宽度较小,切割出的快恢复芯片的台面较大。由于快恢复芯片的台面尺寸与正向压降成反比关系,因此通过增大快恢复芯片的台面的方式,能够达到降低正向压降的效果。需要说明的是,在本文中,诸如“第一”和“第二”等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些

要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0060] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

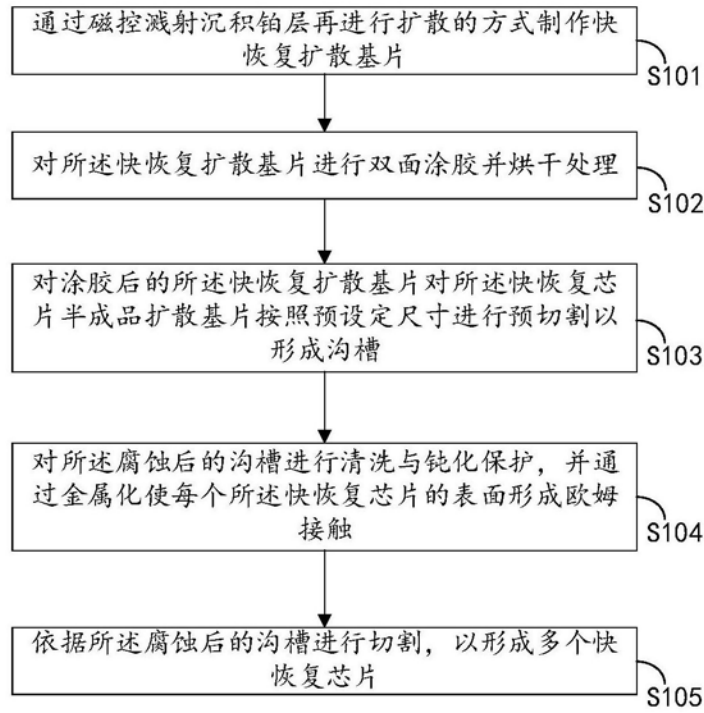


图1

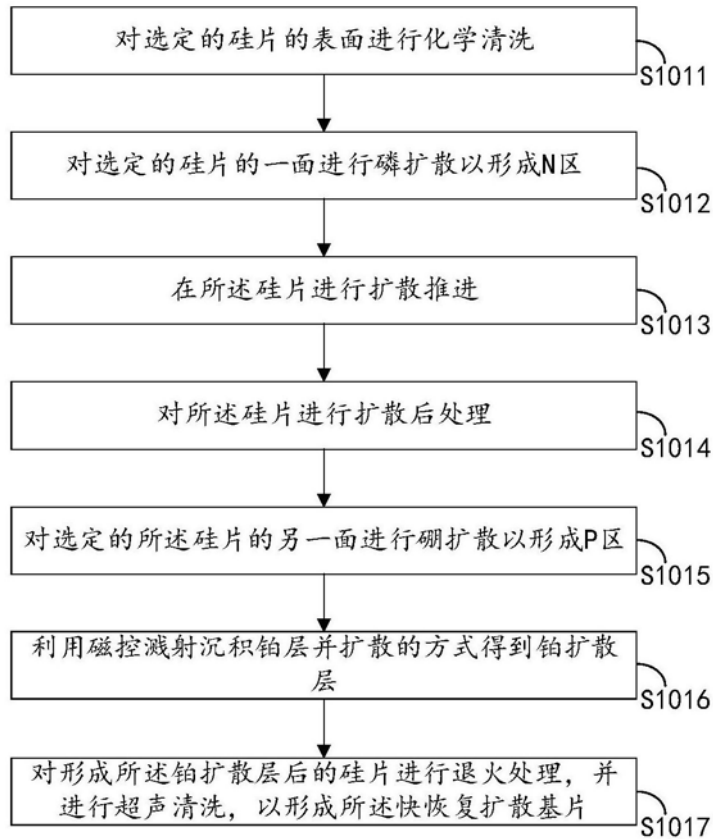


图2

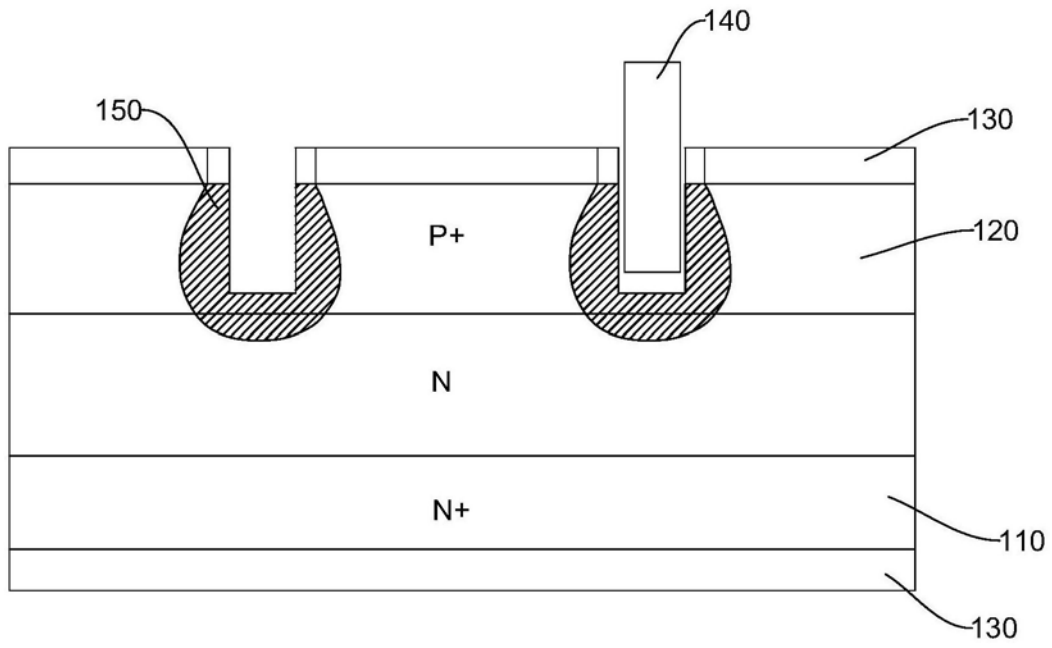


图3