



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115376896 B

(45) 授权公告日 2025.06.27

(21) 申请号 202110546675.6

(22) 申请日 2021.05.19

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115376896 A

(43) 申请公布日 2022.11.22

(73) 专利权人 江苏中科汉韵半导体有限公司
地址 221000 江苏省徐州市经济技术开发区创业路26号A-2厂房1F-2F

(72) 发明人 袁述 苗青 黎力 陈蕾 曹可

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243
专利代理师 许静 胡影

(51) Int. Cl.

H01L 21/04 (2006.01)

H10D 62/832 (2025.01)

(56) 对比文件

CN 109979829 A, 2019.07.05

CN 109037041 A, 2018.12.18

审查员 何焕文

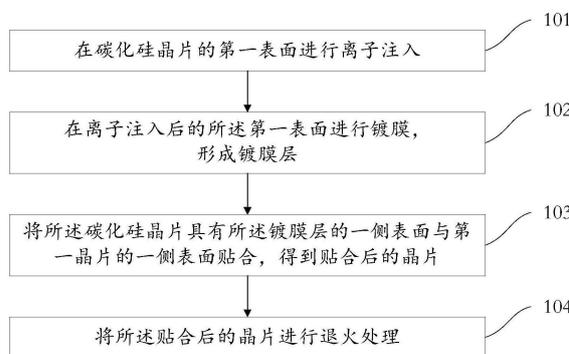
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

碳化硅晶片及其退火激活方法

(57) 摘要

本申请公开了一种碳化硅晶片及其退火激活方法,属于本申请涉及半导体器件制备领域。本申请提供的碳化硅晶片的退火激活方法,通过在碳化硅晶片的第一表面进行离子注入;在碳化硅晶片的第一表面进行镀膜,形成镀膜层;将所述碳化硅晶片的镀膜层与第一晶片的一侧表面贴合,得到贴合后的晶片;将所述贴合后的晶片进行退火处理;能够使得在高温退火处理时彼此贴合的晶片互相形成保护,减少高温退火处理对碳化硅晶片的影响,贴合面的镀膜在高温时发生熔融提高碳化硅晶片表面离子浓度。



1. 一种碳化硅晶片的退火激活方法,其特征在于,包括:
 - 在碳化硅晶片的第一表面进行离子注入;
 - 在离子注入后的所述第一表面进行镀膜,形成镀膜层;
 - 将所述碳化硅晶片具有所述镀膜层的一侧表面与第一晶片的一侧表面贴合,得到贴合后的晶片;
 - 将所述贴合后的晶片进行退火处理;
 - 所述第一晶片为碳化硅晶片,所述第一晶片的一侧表面为经过离子注入的一侧表面;
 - 所述将所述碳化硅晶片具有所述镀膜层的一侧表面与第一晶片的一侧表面贴合,还包括:
 - 在所述碳化硅晶片的镀膜层与第一晶片经过离子注入的一侧表面之间插入至少一片第二晶片,所述第二晶片具有离子注入层;
 - 其中,若第二晶片多于一个,插入的第二晶片之间彼此表面贴合;
 - 所述第二晶片的与所述碳化硅晶片的镀膜层相对的表面,与所述碳化硅晶片的镀膜层贴合;
 - 所述第二晶片的与所述第一晶片经过离子注入的一侧表面相对的表面,与所述第一晶片经过离子注入的一侧表面贴合;
 - 所述在离子注入后的所述第一表面进行镀膜,形成镀膜层,包括:
 - 采用第一材料进行镀膜,所述第一材料包含所述碳化硅晶片离子注入的离子成分。
2. 根据权利要求1所述的碳化硅晶片的退火激活方法,其特征在于,所述在离子注入后的所述第一表面进行镀膜,形成镀膜层之后包括:
 - 通过激光照射,增强所述碳化硅晶片的第一表面的离子浓度。
3. 根据权利要求1所述的碳化硅晶片的退火激活方法,其特征在于,所述将所述贴合后的晶片进行退火处理之后包括:
 - 去除所述碳化硅晶片的镀膜层。
4. 根据权利要求3所述的碳化硅晶片的退火激活方法,其特征在于,所述去除所述碳化硅晶片的镀膜层包括:
 - 通过湿法去除所述碳化硅晶片的镀膜层。
5. 一种碳化硅晶片,其特征在于,采用如权利要求1-4任一项所述的碳化硅晶片的退火激活方法制备而成。
6. 根据权利要求5所述碳化硅晶片,其特征在于,所述碳化硅晶片上包含器件结构。

碳化硅晶片及其退火激活方法

技术领域

[0001] 本申请涉及半导体器件制备领域,尤其涉及一种碳化硅晶片及其退火激活方法。

背景技术

[0002] 碳化硅(SiC)器件具有良好的性能,使得它在电子器件领域得到了广泛的应用。在SiC器件制造工艺中,由于SiC中杂质极低的扩散常数,因此SiC无法像Si(硅)一样使用扩散工艺掺杂。离子注入技术是实现SiC掺杂的关键工艺,为了提高注入杂质的激活率,需要在离子注入后进行1600°C以上的激活退火。目前的工艺,即使在注入时加热(300°C~800°C)也不能将注入后激活退火温度降低至1600°C以下。

[0003] 1600°C以上的极高温退火会带来SiC表面的原子析出以及迁移,会导致SiC以Si、Si₂C、SiC₂等形式析出在SiC晶片表面,导致退火后SiC晶片出现严重的表面粗糙化,影响SiC器件的性能。为了阻止碳化硅晶片表面硅的升华,在传统的碳化硅激活退火工艺中,在退火前在SiC晶片表面覆盖碳膜保护,退火后去掉碳膜。

[0004] 然而,在实际工艺流程中,该工艺步骤繁琐,严重影响生产效率,极大的增加了生产成本,且在退火后需使用O等离子设备去除碳膜,极易造成SiC表面的等离子损伤和不必要的氧化。

发明内容

[0005] 本申请提出了一种碳化硅晶片及其退火激活方法,以解决碳化硅退火激活工艺中碳化硅晶片的保护,以及生产效率低下、成本高昂的问题。

[0006] 为了实现上述目的,本申请采用了如下方案:

[0007] 一方面,本申请实施例提供了一种碳化硅晶片的退火激活方法,所述方法包括:

[0008] 在碳化硅晶片的第一表面进行离子注入;

[0009] 在离子注入后的所述第一表面进行镀膜,形成镀膜层;

[0010] 将所述碳化硅晶片具有所述镀膜层的一侧表面与第一晶片的一侧表面贴合,得到贴合后的晶片;

[0011] 将所述贴合后的晶片进行退火处理。

[0012] 可选的,所述在离子注入后的所述第一表面进行镀膜,形成镀膜层之后包括:

[0013] 通过激光照射,增强所述碳化硅晶片的第一表面的离子浓度。

[0014] 可选的,所述第一晶片为碳化硅晶片,所述第一晶片的一侧表面为经过离子注入的一侧表面。

[0015] 可选的,所述将所述碳化硅晶片具有所述镀膜层的一侧表面与第一晶片的一侧表面贴合,还包括:

[0016] 在所述碳化硅晶片的镀膜层与第一晶片经过离子注入的一侧表面之间插入至少一片第二晶片;

[0017] 其中,若第二晶片多于一个,插入的第二晶片之间彼此表面贴合;

[0018] 所述第二晶片的与所述碳化硅晶片的镀膜层相对的表面,与所述碳化硅晶片的镀膜层贴合;

[0019] 所述第二晶片的与所述第一晶片经过离子注入的一侧表面相对的表面,与所述第一晶片经过离子注入的一侧表面贴合。

[0020] 可选的,所述在离子注入后的所述第一表面进行镀膜,形成镀膜层,包括:

[0021] 采用第一材料进行镀膜,所述第一材料包含所述碳化硅晶片离子注入的离子成分。

[0022] 可选的,所述将所述贴合后的碳化硅晶片与第一晶片进行退火处理之后包括:

[0023] 去除所述碳化硅晶片的镀膜层。

[0024] 可选的,所述去除所述碳化硅晶片的镀膜层包括:

[0025] 通过湿法去除所述碳化硅晶片的镀膜层。

[0026] 另一方面,本申请实施例提供了一种碳化硅晶片,采用如本申请实施例提供的任一项所述的碳化硅晶片的退火激活方法制备而成。

[0027] 可选的,所述碳化硅晶片上包含器件结构。

[0028] 本申请实施例提供的技术方案带来的有益效果至少包括:

[0029] 本申请提供的碳化硅晶片的退火激活方法通过在碳化硅晶片的第一表面进行离子注入;在碳化硅晶片的第一表面进行镀膜,形成镀膜层;将所述碳化硅晶片的镀膜层与第一晶片的一侧表面贴合,得到贴合后的晶片;将所述贴合后的晶片进行退火处理;能够使得在高温退火处理时彼此贴合的晶片互相形成保护,减少高温退火处理对碳化硅晶片的影响,贴合面的镀膜在高温时发生熔融提高碳化硅晶片表面离子浓度。

附图说明

[0030] 图1为本申请实施例提供了一种碳化硅晶片的退火激活方法流程图;

[0031] 图2为本申请实施例提供了一种碳化硅的镀膜示意图;

[0032] 图3为本申请实施例提供了一种碳化硅晶片与第一晶片贴合的示意图;

[0033] 图4为本申请实施例提供了一种贴合后晶片示意图;

[0034] 图5为本申请实施例提供了一种第二晶片示意图。

具体实施方式

[0035] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本申请实施例的附图,对本申请实施例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申请的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请的保护范围。

[0036] 本申请的说明书和权利要求书中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便本申请的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施,且“第一”、“第二”等所区分的对象通常为一类,并不限定对象的个数,例如第一对象可以是一个,也可以是多个。此外,说明书以及权利要求中“和/或”表示所连接对象的至少其中之一,字符“/”,一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

[0037] 此外,下面所描述的本申请不同实施方式中所涉及的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互结合。

[0038] 下面结合附图,通过具体的实施例及其应用场景对本申请实施例提供的碳化硅晶片及其退火激活方法进行详细地说明。

[0039] 参考图1示出了本申请实施例提供的碳化硅晶片的退火激活方法的流程图示意,所述方法包括:

[0040] 步骤101,在碳化硅晶片的第一表面进行离子注入。

[0041] 具体的,参考图2示出了碳化硅晶片200、离子注入层、第一表面201,所述离子注入层厚度大于等于500纳米。

[0042] 步骤102,在离子注入后的所述第一表面进行镀膜,形成镀膜层。

[0043] 具体的,参考图2示出了镀膜层202,所述镀膜层厚度小于等于1微米。

[0044] 步骤103,将所述碳化硅晶片具有所述镀膜层的一侧表面与第一晶片的一侧表面贴合,得到贴合后的晶片。

[0045] 具体的,参考图3示出了贴合后的晶片。第一晶片300的一侧表面301与碳化硅晶片200的镀膜层202贴合。

[0046] 步骤104,将所述贴合后的晶片进行退火处理。

[0047] 具体的,参考图4将贴合后的晶片使用耐高温片夹进行固定,进行高温退火处理,温度在1600°C以上。示例性的,耐高温片夹可使用SiC,石墨等耐高温材质制作。

[0048] 通过上述步骤101-104能够使碳化硅晶片和第一晶片在高温退火处理时,彼此贴合形成相互保护。

[0049] 可选的,所述在离子注入后的所述第一表面进行镀膜,形成镀膜层之后包括:

[0050] 通过激光照射,增强所述碳化硅晶片表面的离子浓度。

[0051] 在进行退火激活前通过激光照射来增强碳化硅晶片表面的离子浓度,以避免退火激活导致浓度下降导致碳化硅晶片的性能受到影响。

[0052] 可选的,所述第一晶片为碳化硅晶片,所述第一晶片的一侧表面为经过离子注入的一侧表面。

[0053] 具体的,第一晶片可以是碳化硅晶片,也可以是其他晶片。

[0054] 可选的,所述将所述碳化硅晶片具有所述镀膜层的一侧表面与第一晶片的一侧表面贴合,还包括:

[0055] 在所述碳化硅晶片的镀膜层与第一晶片经过离子注入的一侧表面之间插入至少一片第二晶片;

[0056] 其中,若第二晶片多于一个,插入的第二晶片之间彼此表面贴合;

[0057] 所述第二晶片的与所述碳化硅晶片的镀膜层相对的表面,与所述碳化硅晶片的镀膜层贴合;

[0058] 所述第二晶片的与所述第一晶片经过离子注入的一侧表面相对的表面,与所述第一晶片经过离子注入的一侧表面贴合。

[0059] 具体的,参考图5示出了插入第二晶片的示意图,图中501-50n都是第二晶片,第二晶片的材质可以与第一晶片或第二晶片相同,也可以是其他材质的晶片,第二晶片也可能有离子注入层(图5中未标出第二晶片的离子注入层)。

[0060] 示例性的,参考图5,若有n个第二晶片插入,则这些第二晶片之间相互贴合,相互贴合后的第二晶片又分别与第一晶片的离子注入一侧表面相对的面与所述第一晶片的离子注入一侧表面贴合,与相互贴合后的第二晶片所述碳化硅晶片的第二表面相对的面与所述碳化硅晶片的第二表面贴合,使得所述碳化硅晶片、第二晶片、第一晶片之间的每个面彼此贴合,形成相互保护。

[0061] 可选的,所述在离子注入后的所述第一表面进行镀膜,形成镀膜层,包括:

[0062] 采用第一材料进行镀膜,所述第一材料包含所述碳化硅晶片离子注入的离子成分。

[0063] 具体的,第一材料包含所述碳化硅晶片离子注入的离子成分能够使得在进行高温退火激活时,镀膜发生熔融后析出所述碳化硅晶片离子注入的离子成分,能够进一步提高所述碳化硅晶片表面的离子掺杂浓度。

[0064] 示例性的,如使用铝离子对所述碳化硅晶片进行离子注入,则第一材料可以是铝;如使用氮离子对所述碳化硅晶片进行离子注入,则第一材料可以是氮化硅;如使用磷离子对所述碳化硅晶片进行离子注入,则第一材料可以是磷硅玻璃。

[0065] 并且,由于器件工艺中电极的引出需要重掺杂表面与金属的结合形成欧姆接触,离子注入后段(先高能后低能)会以低注入能量注入($\sim 25\text{eV}$),将表面掺杂浓度提高至 $1 \times 10^{19}\text{cm}^{-3}$ 以上。然而由于注入工艺中离子深度分布的最高峰无法做到SiC表面,在注入面上会有一定的浓度降低,影响欧姆接触的效果,通过本申请实施例提供的镀膜层,能够使得在进行退火激活时进一步增强所述碳化硅晶片表面的离子掺杂浓度。

[0066] 可选的,所述将所述贴合后的碳化硅晶片与第一晶片进行退火处理之后包括:

[0067] 去除所述碳化硅晶片的镀膜层。

[0068] 可选的,所述去除所述碳化硅晶片的镀膜层包括:

[0069] 通过湿法去除所述碳化硅晶片的镀膜层。

[0070] 具体的,使用湿法去除所述碳化硅晶片的镀膜层能够使得所述碳化硅晶片表面不受损伤,保持平整光滑,离子浓度也不受影响,不影响所述碳化硅晶片;并且使用湿法去除不需要复杂设备,节省生产成本,工艺简单,提高生产效率。

[0071] 示例性的,如镀膜为氮化硅,则使用氟酸或其它相应溶液进行湿法去除,如镀膜为铝,则使用磷酸或其它相应溶液进行湿法去除;如镀膜为磷硅玻璃,则使用氟酸或其它相应溶液进行湿法去除。

[0072] 另一方面,本申请实施例提供了一种碳化硅晶片,采用如本申请实施例提供的任一项所述的碳化硅晶片的退火激活方法制备而成。

[0073] 可选的,所述碳化硅晶片上包含器件结构。

[0074] 通过本申请实施例提供的任一项所述的碳化硅晶片的退火激活方法制备而成的碳化硅器件能够提高表面离子掺杂浓度,节省生产成本,工艺简单,提高生产效率。

[0075] 需要说明的是,在本文中,术语“包括”、“包含”或者其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、物品或者装置不仅包括那些要素,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、物品或者装置所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括该要素的过程、方法、物品或者装置中还存在另外的相同要素。

[0076] 显然,上述实施例仅仅是为清楚地说明所作的举例,而并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本申请创造的保护范围之内。

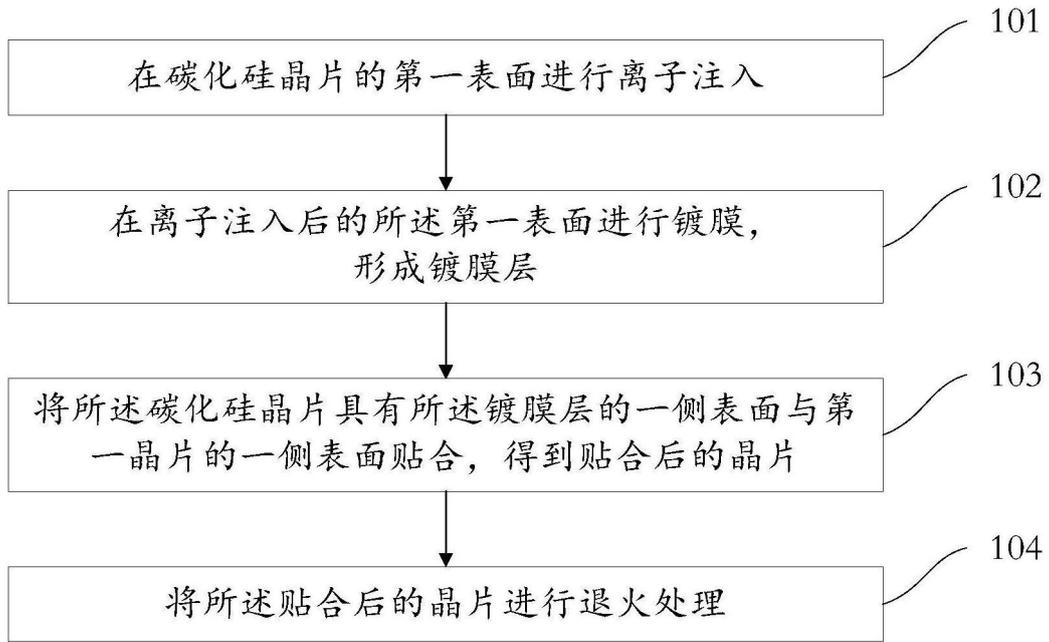


图1

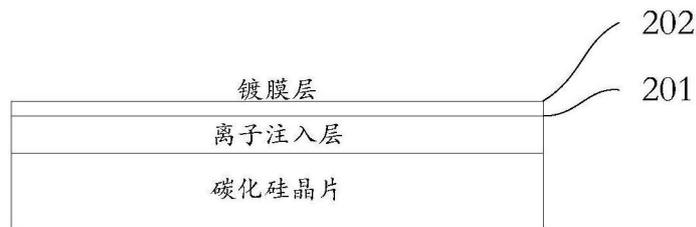


图2

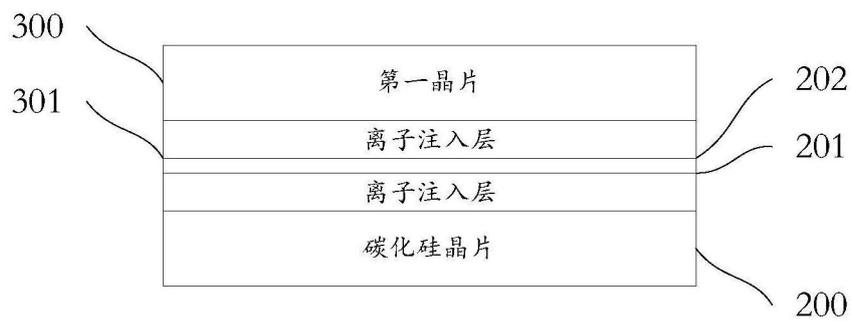


图3

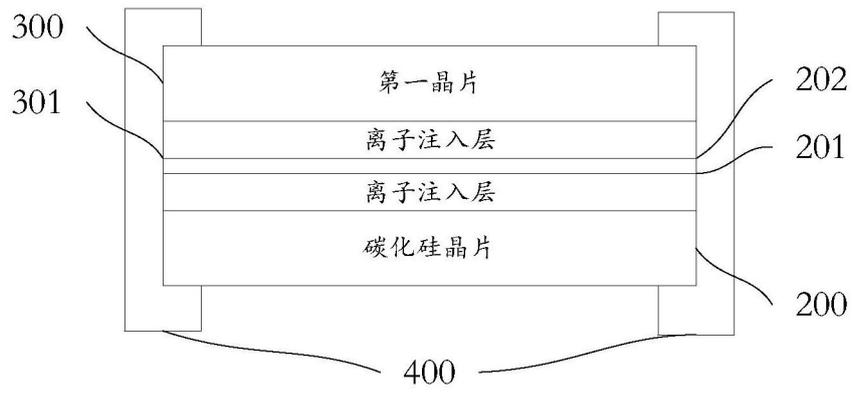


图4

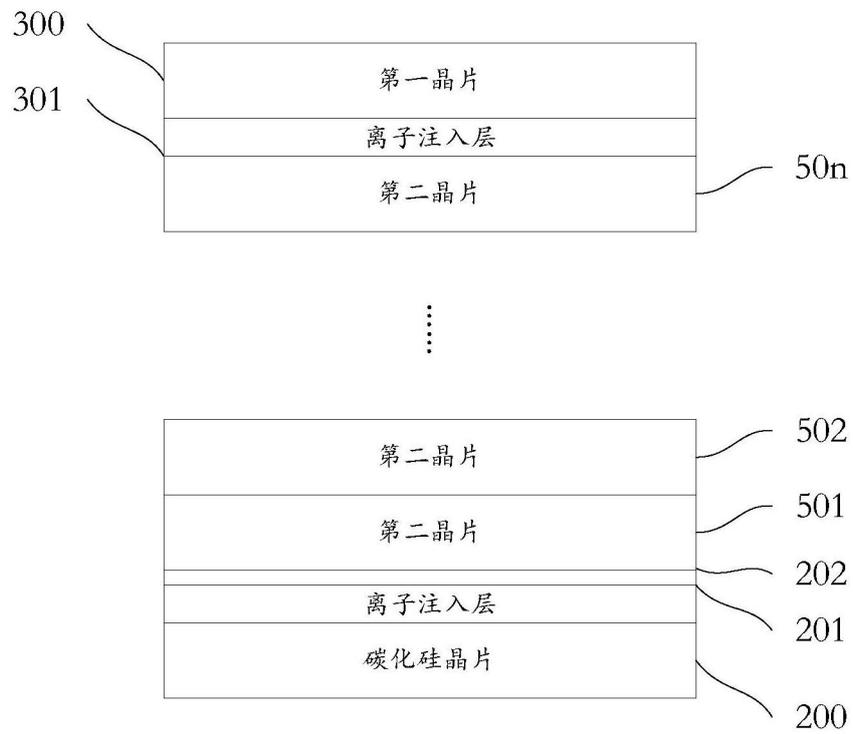


图5