



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 106653594 A

(43) 申请公布日 2017. 05. 10

(21) 申请号 201510721444. 9

(22) 申请日 2015. 10. 30

(71) 申请人 中微半导体设备(上海)有限公司

地址 201201 上海市浦东新区金桥出口加工区(南区)泰华路 188 号

(72) 发明人 周虎 王红超 严利均 刘身健

(74) 专利代理机构 上海信好专利代理事务所

(普通合伙) 31249

代理人 张静洁

(51) Int. Cl.

H01L 21/3065(2006. 01)

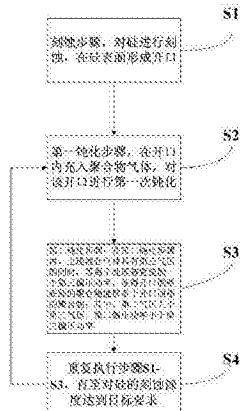
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种在高宽比硅刻蚀中用于提高侧壁刻蚀效果的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种在高宽比硅刻蚀中用于提高侧壁刻蚀效果的方法，通过对被刻蚀硅在每次刻蚀前进行两次钝化，并且第一钝化步骤是在高压条件下进行，第二钝化步骤是在低压高偏置功率的条件下进行；通过第一钝化步骤能够确保聚合物快速地分布在被刻蚀硅的开口侧壁上，通过第二钝化步骤能够确保聚合物均匀地分布在被刻蚀硅的开口底部。本发明公开的一种在高宽比硅刻蚀中用于提高侧壁刻蚀效果的方法，通过在每次刻蚀前进行两次钝化，能够确保聚合物均匀分布在被刻蚀硅的开口侧壁、底部，从而确保再次刻蚀后的硅侧壁不会出现条纹状或洞状的粗糙面，提高了刻蚀后的硅的侧壁光滑度。



1. 一种在高宽比硅刻蚀中用于提高侧壁刻蚀效果的方法，其特征在于，该方法包含多个重复执行的刻蚀周期，每个刻蚀周期包括：

S1，刻蚀步骤，对硅进行刻蚀，在硅表面形成开口；

S2，第一钝化步骤，在所述开口内充入聚合物气体，对该开口进行第一次钝化；

在第一钝化步骤内，所述等离子处理装置内的上述混合气体具有所述第二气压处的同时，该等离子处理装置施加一个第二偏压功率后进行第一次钝化处理，使得所述开口侧壁上部的聚合物多于开口底部的聚合物；

S3，第二钝化步骤；

在第二钝化步骤内，上述混合气体具有第三气压的同时，所述等离子处理装置施加一个第三偏压功率，使得所述开口侧壁底部的聚合物能够多于开口顶部的聚合物；

其中，第二气压大于所述第三气压，第二偏压功率小于第三偏压功率；

S4，重复执行步骤 S1-S3，直至对硅的刻蚀深度达到目标要求。

2. 如权利要求 1 所述的在高宽比硅刻蚀中用于提高侧壁刻蚀效果的方法，其特征在于，所述步骤 S1 包含：

将等离子处理装置内充满处理气体，采用第一气压、第一偏压功率，利用所述处理气体在硅表面进行刻蚀形成所述开口。

3. 如权利要求 1 所述的在高宽比硅刻蚀中用于提高侧壁刻蚀效果的方法，其特征在于，所述第一钝化步骤周期的时长大于所述第二钝化步骤周期的时长。

4. 如权利要求 1 所述的在高宽比硅刻蚀中用于提高侧壁刻蚀效果的方法，其特征在于，所述混合气体中稀释气体用于促进该混合气体中聚合物气体扩散及均匀地分布在所述开口的内壁及底部，并促进所述第一钝化步骤、所述第二钝化步骤的进行。

5. 如权利要求 1 所述的在高宽比硅刻蚀中用于提高侧壁刻蚀效果的方法，其特征在于，所述混合气体中聚合物气体为碳氟化物气体。

6. 如权利要求 1 所述的在高宽比硅刻蚀中用于提高侧壁刻蚀效果的方法，其特征在于，所述第三偏压功率为脉冲偏置功率，该第三偏压功率能够允许高的尖峰偏置功率并保持平均功率。

7. 如权利要求 1 所述的在高宽比硅刻蚀中用于提高侧壁刻蚀效果的方法，其特征在于，所述第二气压设置的范围是 90mT-160mT；所述第二偏压功率的范围是 0-10W；

所述第三气压设置的范围是 60mT-90mT；所述第三偏压功率设置的范围是 50-200W。

一种在高宽比硅刻蚀中用于提高侧壁刻蚀效果的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体设备制造领域中的硅晶体各向异性刻蚀深度的方法,具体涉及一种在高宽比硅刻蚀中用于提高侧壁刻蚀效果的方法。

背景技术

[0002] 博世刻蚀(Bosch Process)广泛应用于TSV (through silicon via)制造领域,主要由于Bosch Process的高硅刻蚀率、掩膜的选择性,用于3-D集成电路、3-D包装应用。然而,特别是在高压刻蚀工艺如深孔硅的刻蚀中,在刻蚀孔侧壁上从顶部到底部钝化的不均匀性。当刻蚀气体及沉积气体快速交换时,由于沉积气体具有极低的停留时间,沉积率在通道顶部较高,随着刻蚀通孔的向下延伸,只有较少的沉积气体能够到达底部。因此,在Bosch Process中,会由于钝化层分布不一致,很容易地在通道侧壁形成具有类似孔、洞或条纹形状,使得侧壁粗糙不平。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种在高宽比硅刻蚀中用于提高侧壁刻蚀效果的方法,通过对被刻蚀硅在每次刻蚀前进行两次钝化,并且第一钝化步骤是在高压条件下进行,第二钝化步骤是在低压高偏置功率的条件下进行;通过第一钝化步骤能够确保聚合物快速地分布在被刻蚀硅的开口侧壁上,通过第二钝化步骤能够确保聚合物均匀地分布在被刻蚀硅的开口底部。本发明公开的一种在高宽比硅刻蚀中用于提高侧壁刻蚀效果的方法,通过在每次刻蚀钱进行两次钝化,能够确保聚合物均匀分布在被刻蚀硅的开口侧壁、底部,从而确保刻蚀后的硅侧壁不会出现条纹状或洞状的粗糙面,提高了刻蚀后的硅的侧壁光滑度。

[0004] 为了达到上述目的,本发明通过以下技术方案实现:

一种在高宽比硅刻蚀中用于提高侧壁刻蚀效果的方法,该方法包含多个重复执行的刻蚀周期,每个刻蚀周期包括:

S1,刻蚀步骤,对硅进行刻蚀,在硅表面形成开口;

S2,第一钝化步骤,在所述开口内充入聚合物气体,对该开口进行第一次钝化;

在第一钝化步骤内,所述等离子处理装置内的上述混合气体具有所述第二气压处的同时,该等离子处理装置施加一个第二偏压功率后进行第一次钝化处理,使得所述开口侧壁上部的聚合物多于开口底部的聚合物;

S3,第二钝化步骤;

在第二钝化步骤内,上述混合气体具有第三气压的同时,所述等离子处理装置施加一个第三偏压功率,使得所述开口侧壁底部的聚合物能够多于开口顶部的聚合物;

其中,第二气压大于所述第三气压,第二偏压功率小于第三偏压功率;

S4,重复执行步骤S1-S3,直至对硅的刻蚀深度达到目标要求。

[0005] 所述步骤S1包含:

将等离子处理装置内充满处理气体,采用第一气压、第一偏压功率,利用所述处理气体

在硅表面进行刻蚀形成所述开口。

[0006] 所述第一钝化步骤周期的时长大于所述第二钝化步骤周期的时长。

[0007] 所述混合气体中稀释气体用于促进该混合气体中聚合物气体扩散及均匀地分布在所述开口的内壁及底部，并促进所述第一钝化步骤、所述第二钝化步骤的进行。

[0008] 所述混合气体中聚合物气体为碳氟化物气体。

[0009] 所述第三偏压功率为脉冲偏置功率，该第三偏压功率能够允许高的尖峰偏置功率并保持平均功率。

[0010] 所述第二气压设置的范围是 90mT-160mT；所述第二偏压功率的范围是 0-10W；

所述第三气压设置的范围是 60mT-90mT；所述第三偏压功率设置的范围是 50-200W。

[0011] 本发明与现有技术相比具有以下优点：

本发明公开的一种在高宽比硅刻蚀中用于提高侧壁刻蚀效果的方法，通过对被刻蚀硅在每次刻蚀前进行两次钝化，并且第一钝化步骤是在高压条件下进行，第二钝化步骤是在低压高偏置功率的条件下进行；通过第一钝化步骤能够确保聚合物快速地分布在被刻蚀硅的开口侧壁上，通过第二钝化步骤能够确保聚合物均匀地分布在被刻蚀硅的开口底部。本发明公开的一种在高宽比硅刻蚀中用于提高侧壁刻蚀效果的方法，通过在每次刻蚀前进行两次钝化，能够确保聚合物均匀分布在被刻蚀硅的开口侧壁、底部，从而确保刻蚀后的硅侧壁不会出现条纹状或洞状的粗糙面，使得刻蚀后的硅顶部至底部的均匀性更好。

附图说明

[0012] 图 1 为本发明一种在高宽比硅刻蚀中用于提高侧壁刻蚀效果的方法的整体流程示意图。

[0013] 图 2 为本发明一种在高宽比硅刻蚀中用于提高侧壁刻蚀效果的方法的装置示意图。

[0014] 图 3 为本发明一种在高宽比硅刻蚀中用于提高侧壁刻蚀效果的方法的实施例示意图。

[0015]

具体实施方式

[0016] 以下结合附图，通过详细说明一个较佳的具体实施例，对本发明做进一步阐述。

[0017] 本发明公开的一种在高宽比硅刻蚀中用于提高侧壁刻蚀效果的方法采用如图 2 所示的电感耦合型等离子处理装置。该电感耦合型等离子处理装置包括一个反应腔 100，反应腔内包括一个基座 120，基座内包括下电极。基座上方包括静电夹盘 121，待处理的硅晶片 122 设置在静电夹盘 121 上。一个具有较低频率（如 2Mhz~400Khz）的射频电源 40 通过一个匹配器 50 连接到下电极。反应腔 100 顶部包括一个绝缘材料制成的顶板，一个电感线圈 70 设置在绝缘材料顶板上方展开。一个射频电源 60 通过匹配电路 80 连接到电感线圈 70 的，电感线圈 70 的另一端接地。一个供气喷头 90 通过一个阀门 95 与反应气源设备 110 相连接。电感线圈 70 可以是渐开线形或者同心圆形，或者是内外分区的多种线圈形状的组合等等。射频电流从线圈 70 的输入端流入电感线圈从另一端流入接地端。

[0018] 如图 1 所示，一种在高宽比硅刻蚀中用于提高侧壁刻蚀效果的方法，该方法包含

多个重复执行的刻蚀周期，每个刻蚀周期包括：

S1，刻蚀步骤，对硅进行刻蚀，在硅表面形成开口。

[0019] 将等离子处理装置内充满处理气体，采用第一气压、第一偏压功率，利用处理气体在硅表面进行刻蚀形成开口。

[0020] 本发明中，待刻蚀硅晶片 122 通过静电夹盘 121 设置在基座 120 上。处理气体通过反应气源设备 110、阀门 95 及供气喷头 90 充入反应腔 100 内，通过射频电源 40 为硅晶片 122 表面进行刻蚀提供第一气压、第一偏置功率。在本步骤中，硅晶片 122 的表面经刻蚀后形成一个开口。

[0021] 本实施例中，第一气压设置为 120mT、第一偏置功率设置为 80W、刻蚀气体为 SF6 混合稀有气体(例如 He 气等)对硅晶片 122 进行刻蚀。

[0022] S2，第一钝化步骤，在开口内充入聚合物气体，对该开口进行第一次钝化。

[0023] 等离子处理装置将聚合物气体与稀释气体混合后，将混合气体充入开口内。本发明中，将聚合物气体与稀释气体形成的混合气体通过反应气源设备 110、阀门 95 及供气喷头 90 充入反应腔 100 内。

[0024] 本发明中，混合气体中聚合物气体为碳氟化物气体。混合气体中稀释气体用于促进该混合气体中聚合物气体扩散及均匀地分布在开口的内壁及底部，并促进步骤 S2 的第一钝化步骤、步骤 S3 的第二钝化步骤的进行。

[0025] 在第一钝化步骤内，等离子处理装置对上述气体施加第二气压进行第一次钝化处理，确保聚合物均匀分布在开口内的侧壁上。

[0026] 本发明中，步骤 S2 还包含：在第一钝化步骤内，等离子处理装置内的上述混合气体具有第二气压处的同时，该等离子处理装置施加一个第二偏压功率后进行第一次钝化处理，使得开口侧壁上部的聚合物多于开口底部的聚合物。

[0027] 本发明中，第二气压的范围是 90mT-160mT；第二偏压功率的范围是 0-10W。采用上述钝化电压，能够实现对步骤 S1 中形成的开口的侧壁快速地覆盖混合气体中的聚合物，提高了钝化效率。

[0028] S3，第二钝化步骤。

[0029] 在第二钝化步骤内，等离子处理装置对上述混合气体施加第三气压。在第二钝化步骤内，上述混合气体具有第三气压的同时，等离子处理装置施加一个第三偏压功率，使得开口侧壁底部的聚合物能够多于开口顶部的聚合物；

其中，第二气压大于第三气压，第二偏压功率小于第三偏压功率。

[0030] 本步骤中，继续将聚合物气体与稀释气体形成的混合气体通过反应气源设备 110、阀门 95 及供气喷头 90 充入反应腔 100 内。本发明中，第三气压的范围是 60mT-90mT；第三偏压功率的范围是 50-200W。

[0031] 在该步骤中，虽然第三气压低于第二气压，使得混合气体分布在硅晶片 122 的开口内壁速度变慢，但是由于在第三气压、第三偏压功率的共同作用下，能够增加聚合物的向下移动效率，使得更多聚合物均匀分布在硅晶片 122 的开口底部上。

[0032] 本发明中，第三偏压功率为脉冲偏置功率，该第三偏压功率能够允许较高的尖峰偏置功率并保持平均功率。

[0033] 本发明中，第一钝化步骤 T1 的时长大于第二钝化步骤 T2 的时长。由于第一钝化

步骤 T1 的钝化效率高于第二钝化步骤 T2 的钝化效率,因此,为了提高钝化的整体效率,要求第一钝化步骤 T1 的时长大于第二钝化步骤 T2 的时长。

[0034] S4,重复执行步骤 S1-S3,直至对硅的刻蚀深度达到目标要求。

[0035] 等离子处理装置在开口内充入处理气体,并采用第一气压、第一偏压功率在开口内进行蚀刻,将开口的深度加深。

[0036] 本发明中,当第一次的步骤 S2-S3 完成,说明第一次钝化完成,则可以再次将处理气体通过反应气源设备 110、阀门 95 及供气喷头 90 充入反应腔 100 内,通过射频电源 40、刻蚀提供第一气压、第一偏置功率,在硅晶片 122 的开口内进行再次刻蚀。

[0037] 当再次执行步骤 S1 的刻蚀后,硅晶片 122 的开口深度变大,则需要重复执行步骤 S2-S3,对硅晶片 122 的开口新形成的深度进行再次钝化,确保硅晶片 122 的开口侧壁、底部都能够均匀覆盖聚合物。随即对硅晶片 122 的开口再次进行如步骤 S1 的刻蚀,直至硅晶片 122 的开口深度达到目标要求为止。

[0038] 本发明的一个实施例中,在第一次钝化步骤中,第二气压为 120mT、第二偏置功率为 10W,将聚合物 C4F8 气体与稀释气体 He 形成的混合气体充入反应腔 110 内进行第一次钝化。在第二次钝化步骤中,第三气压为 90mT、第三偏置功率为 80W,将聚合物 C4F8 气体与稀释气体 He 形成的混合气体充入反应腔 110 内进行第二次钝化。在刻蚀过程中,第一气压设置为 120mT、第一偏置功率设置为 80W 对硅晶片 122 进行刻蚀。

[0039] 如图 3 所示,经本发明公开的一种在高宽比硅刻蚀中用于提高侧壁刻蚀效果的方法,从硅晶片 122 的刻蚀效果中可知,通过在每次刻蚀后进行两次钝化,能够确保聚合物均匀分布在被刻蚀硅的开口侧壁、底部,从而确保刻蚀后的硅侧壁不会出现条纹状或洞状的粗糙面,使得刻蚀后的硅顶部至底部的均匀性更好。

[0040] 尽管本发明的内容已经通过上述优选实施例作了详细介绍,但应当认识到上述的描述不应被认为是对本发明的限制。在本领域技术人员阅读了上述内容后,对于本发明的多种修改和替代都将是显而易见的。因此,本发明的保护范围应由所附的权利要求来限定。

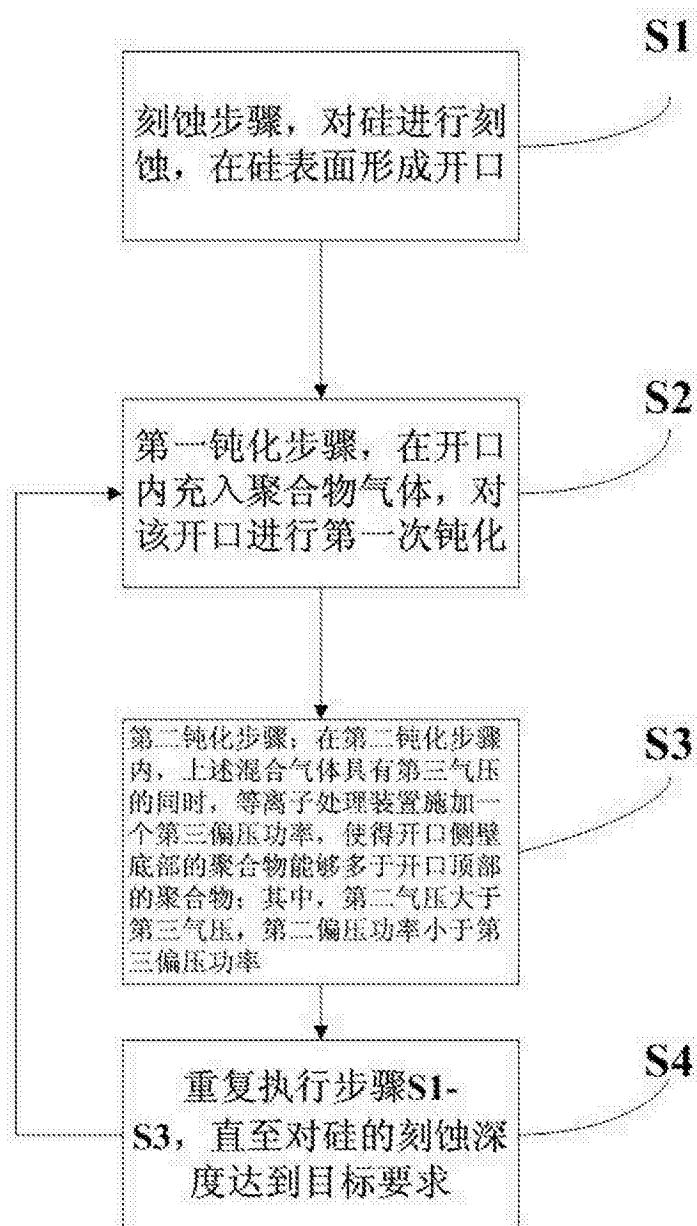


图 1

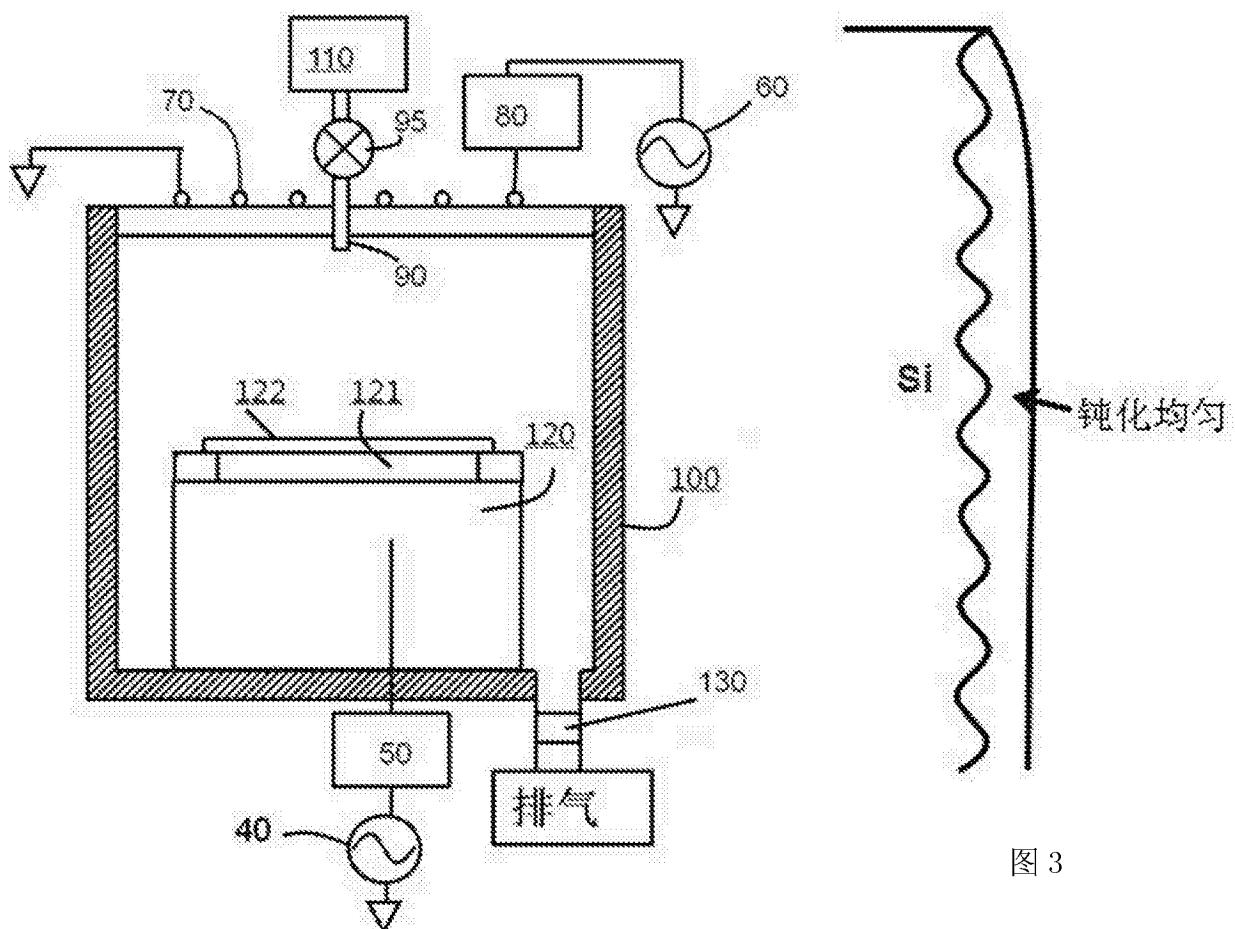


图 2

图 3