



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114566431 A

(43) 申请公布日 2022.05.31

(21) 申请号 202210155688.5

H01L 21/02 (2006.01)

(22) 申请日 2022.02.21

(71) 申请人 中船(邯郸)派瑞特种气体股份有限公司

地址 057550 河北省邯郸市肥乡区化工工业聚集区纬五路1号

(72) 发明人 陈润泽 尚青 花莹曦 马领军
罗雪薇 姜世楠 刘宇腾 张心智

(74) 专利代理机构 西安汇恩知识产权代理事务所(普通合伙) 61244

专利代理师 张伟花

(51) Int. Cl.

H01L 21/311 (2006.01)

H01L 21/768 (2006.01)

H01L 21/67 (2006.01)

权利要求书1页 说明书2页

(54) 发明名称

一种低损伤刻蚀多孔有机硅酸盐材料的方法

(57) 摘要

本发明提供了一种低损伤刻蚀多孔有机硅酸盐材料的方法,该方法为:将多孔有机硅酸盐材料至于刻蚀系统中,并将刻蚀系统预冷至温度为 $-60^{\circ}\text{C}\sim-40^{\circ}\text{C}$,在温度为 $-60^{\circ}\text{C}\sim-40^{\circ}\text{C}$ 的条件下,向预冷后的刻蚀系统中通入 SF_6 和 C_4F_6 混合气体,刻蚀系统对多孔有机硅酸盐材料进行等离子刻蚀,得到低损伤刻蚀多孔有机硅酸盐材料。本发明能够大幅降低等离子体刻蚀过程中对多孔有机硅酸盐材料的损伤。

1. 一种低损伤刻蚀多孔有机硅酸盐材料的方法,其特征在于,该方法为:

S1、将多孔有机硅酸盐材料至于刻蚀系统中,并将所述刻蚀系统预冷至温度为 -60°C ~ -40°C ,得到预冷后的刻蚀系统;

S2、在温度为 -60°C ~ -40°C 的条件下,向S1中预冷后的刻蚀系统中通入 SF_6 和 C_4F_6 混合气体,所述刻蚀系统对S1中所述多孔有机硅酸盐材料进行等离子刻蚀,得到低损伤刻蚀多孔有机硅酸盐材料。

2. 根据权利要求1所述的低损伤刻蚀多孔有机硅酸盐材料的方法,其特征在于,S2中所述 SF_6 和 C_4F_6 混合气体中 SF_6 的纯度为 99.99% ~ 99.999% 、 C_4F_6 的纯度为 99.99% ~ 99.999% 。

3. 根据权利要求1所述的低损伤刻蚀多孔有机硅酸盐材料的方法,其特征在于,S2中所述 SF_6 和 C_4F_6 混合气体中 SF_6 的流量为 20sccm ~ 40sccm , C_4F_6 的流量为 2sccm ~ 6sccm 。

4. 根据权利要求1所述的低损伤刻蚀多孔有机硅酸盐材料的方法,其特征在于,S2中所述刻蚀系统的压强为 15mTorr ~ 25mTorr 。

5. 根据权利要求1所述的低损伤刻蚀多孔有机硅酸盐材料的方法,其特征在于,S2中所述刻蚀系统的RF功率为 300W ~ 500W ,DC偏置为 50W ~ 150W 。

一种低损伤刻蚀多孔有机硅酸盐材料的方法

技术领域

[0001] 本发明属于半导体刻蚀技术领域,具体涉及一种低损伤刻蚀多孔有机硅酸盐材料的方法。

背景技术

[0002] 为了降低集成CMOS电路的功耗,Low-K多孔有机硅酸盐材料(OSG)被应用于先进互连技术中。但是由于刻蚀过程中的等离子体损伤,导致其介电性能和可靠性发生退化,限制了其应用能力。

[0003] 为了克服这一问题,低温刻蚀技术被应用于Low-K多孔有机硅酸盐材料(OSG)的刻蚀过程。大多数刻蚀过程是在 SF_6 等离子体中进行的,在低温环境下($-120^\circ\text{C}\sim-70^\circ\text{C}$)会形成类醇副产物,这些副产物凝结在多孔材料中,减少了刻蚀过程中的等离子体损伤。但是该工艺需要将环境温度降到极低的温度。这意味着需要更多的能量消耗。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题在于针对上述现有技术的不足,提供一种低损伤刻蚀多孔有机硅酸盐材料的方法,该方法能够大幅降低等离子体刻蚀过程中对多孔有机硅酸盐材料的损伤。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是:一种低损伤刻蚀多孔有机硅酸盐材料的方法,该方法为:

[0006] S1、将多孔有机硅酸盐材料至于刻蚀系统中,并将所述刻蚀系统预冷至温度为 $-60^\circ\text{C}\sim-40^\circ\text{C}$,得到预冷后的刻蚀系统;

[0007] S2、在温度为 $-60^\circ\text{C}\sim-40^\circ\text{C}$ 的条件下,向S1中预冷后的刻蚀系统中通入 SF_6 和 C_4F_6 混合气体,所述刻蚀系统对S1中所述多孔有机硅酸盐材料进行等离子体刻蚀,得到低损伤刻蚀多孔有机硅酸盐材料。

[0008] 本发明中 SF_6 和 C_4F_6 混合气体在低温环境下会发生凝结和液化,并附着在材料内壁,甚至填满多孔有机硅酸盐内部的空隙,形成保护层,刻蚀过程中,通过保持较低的基片台温度,凝结的液化气会一直保护材料,在保护层的作用下,等离子体对多孔有机硅酸盐的损伤大幅度降低,在刻蚀完成后,恢复基片台温度至室温,凝结的液化气会自然挥发,对系统没有污染。

[0009] 优选地,S2中所述 SF_6 和 C_4F_6 混合气体中 SF_6 的纯度为 $99.99\%\sim99.999\%$ 、 C_4F_6 的纯度为 $99.99\%\sim99.999\%$ 。

[0010] 优选地,S2中所述 SF_6 和 C_4F_6 混合气体中 SF_6 的流量为 $20\text{sccm}\sim40\text{sccm}$ 、 C_4F_6 的流量为 $2\text{sccm}\sim6\text{sccm}$ 。

[0011] 优选地,S2中所述刻蚀系统的压强为 $15\text{mTorr}\sim25\text{mTorr}$ 。

[0012] 优选地,S2中所述刻蚀系统的RF功率为 $300\text{W}\sim500\text{W}$,DC偏置为 $50\text{W}\sim150\text{W}$ 。

[0013] 本发明与现有技术相比具有以下优点:

[0014] 本发明能够大幅降低等离子体刻蚀过程中对多孔有机硅酸盐材料的损伤。本发明使用 SF_6 和 C_4F_6 混合气体作为刻蚀气体， C_4F_6 作为刻蚀气体，具有较高的沸点，能够实现在温度为 $-60^\circ\text{C}\sim-40^\circ\text{C}$ 的条件下刻蚀，与传统方法相比能够大幅提升刻蚀温度，系统不需要极低的温度，从而降低传统工艺存在的能耗问题，降低工艺难度，同时可以显著降低等离子体刻蚀的损伤。此外， SF_6 的添加，增加了氟离子的密度，提高了刻蚀速度，而 C_4F_6 可以在刻蚀的过程中在沟槽侧壁形成一层保护膜，阻止了沟槽的横向刻蚀，提高了刻蚀的选择性。

[0015] 下面结合实施例对本发明作进一步详细说明。

具体实施方式

[0016] 实施例1

[0017] 本实施例的低损伤刻蚀多孔有机硅酸盐材料的方法，该方法为：

[0018] S1、将多孔有机硅酸盐材料至于刻蚀系统中，并将所述刻蚀系统预冷至温度为 -60°C ，得到预冷后的刻蚀系统；

[0019] S2、在温度为 -60°C 的条件下，向S1中预冷后的刻蚀系统中通入 SF_6 和 C_4F_6 混合气体，在压强为15mTorr的条件下，所述刻蚀系统对S1中所述多孔有机硅酸盐材料进行等离子体刻蚀，等离子体刻蚀时刻蚀系统的RF功率为300W，DC偏置为50W，得到低损伤刻蚀多孔有机硅酸盐材料；所述 SF_6 和 C_4F_6 混合气体中 SF_6 的纯度为99.99%、 C_4F_6 的纯度为99.99%；所述 SF_6 和 C_4F_6 混合气体中 SF_6 的流量为20sccm， C_4F_6 的流量为6sccm。

[0020] 本实施例中 SF_6 和 C_4F_6 混合气体在低温环境下刻蚀会形成类醇副产物，类醇副产物在低温下凝结到多孔有机硅酸盐的空隙中，形成保护层，在保护层的作用下，等离子体对多孔有机硅酸盐的损伤大幅度降低。

[0021] 实施例2

[0022] 本实施例的低损伤刻蚀多孔有机硅酸盐材料的方法，该方法为：

[0023] S1、将多孔有机硅酸盐材料至于刻蚀系统中，并将所述刻蚀系统预冷至温度为 -40°C ，得到预冷后的刻蚀系统；

[0024] S2、在温度为 -40°C 的条件下，向S1中预冷后的刻蚀系统中通入 SF_6 和 C_4F_6 混合气体，在压强为25mTorr的条件下，所述刻蚀系统对S1中所述多孔有机硅酸盐材料进行等离子体刻蚀，等离子体刻蚀时刻蚀系统的RF功率为500W，DC偏置为150W，得到低损伤刻蚀多孔有机硅酸盐材料；所述 SF_6 和 C_4F_6 混合气体中 SF_6 的纯度为99.999%、 C_4F_6 的纯度为99.999%；所述 SF_6 和 C_4F_6 混合气体中 SF_6 的流量为40sccm， C_4F_6 的流量为2sccm。

[0025] 本实施例中 SF_6 和 C_4F_6 混合气体在低温环境下刻蚀会形成类醇副产物，类醇副产物在低温下凝结到多孔有机硅酸盐的空隙中，形成保护层，在保护层的作用下，等离子体对多孔有机硅酸盐的损伤大幅度降低。

[0026] 以上所述，仅是本发明的较佳实施例，并非对本发明作任何限制。凡是根据发明技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、变更以及等效变化，均仍属于本发明技术方案的保护范围内。