(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119137715 A
(43)申请公布日 2024.12.13

(21)申请号 202380037841.7
(22)申请日 2023.07.20
(30)优先权数据
2022-117495 2022.07.22 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.10.31
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2023/026645 2023.07.20
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2024/019123 JA 2024.01.25
(71)申请人 住友精化株式会社
地址 日本
(72)发明人 堀胜 石川健治 阮氏翠儿 青木优太 津野修司
(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所 11256
专利代理师 田川婷
(51)Int.Cl.
H01L 21/3065(2006.01)

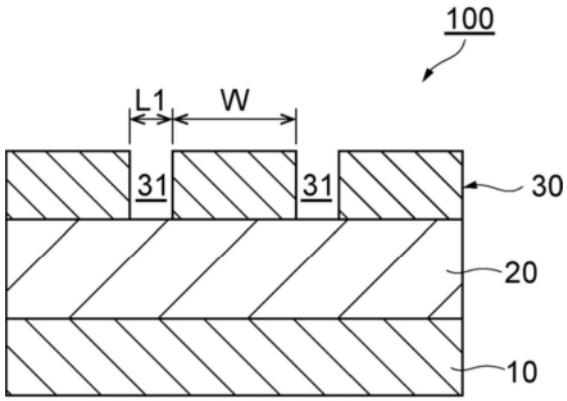
权利要求书1页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

含碳原子膜的干式蚀刻方法

(57)摘要

含碳原子膜的干式蚀刻方法为利用蚀刻气体对含有碳原子的含碳原子膜进行蚀刻的方法。该方法包括:混合气体导入工序,将含有氧及二氧化硫的混合气体导入到配置有结构体的蚀刻腔室,该结构体具备含碳原子膜及具有第1开口部的掩模;及蚀刻工序,在蚀刻腔室内使混合气体等离子体化而产生等离子体气体,并使用该等离子体气体作为蚀刻气体来蚀刻结构体的含碳原子膜而形成第2开口部。掩模包含含氧材料,掩模的第1开口部的宽度为10～150nm。



CN 119137715 A

1.一种含碳原子膜的干式蚀刻方法,其利用蚀刻气体对含有碳原子的含碳原子膜进行蚀刻,其包括:

混合气体导入工序,将至少含有氧及二氧化硫的混合气体导入到配置有结构体的蚀刻腔室,所述结构体具备所述含碳原子膜及具有第1开口部的掩模;及

蚀刻工序,在所述蚀刻腔室内使所述混合气体等离子体化而产生等离子体气体,并使用该等离子体气体作为所述蚀刻气体来蚀刻所述结构体的所述含碳原子膜而形成第2开口部,

在所述混合气体导入工序中,所述掩模包含含氧材料,所述掩模的所述第1开口部的宽度为10~150nm。

2.根据权利要求1所述的含碳原子膜的干式蚀刻方法,其中,

所述掩模的所述第1开口部的宽度为40~150nm。

3.根据权利要求1所述的含碳原子膜的干式蚀刻方法,其中,

所述第1开口部的形状为沟槽或孔。

4.根据权利要求1所述的含碳原子膜的干式蚀刻方法,其中,

所述含碳原子膜包含非晶碳。

5.根据权利要求1所述的含碳原子膜的干式蚀刻方法,其中,

所述掩模中所包含的所述含氧材料为二氧化硅。

6.根据权利要求1所述的含碳原子膜的干式蚀刻方法,其中,

所述含碳原子膜的厚度为0.1μm以上。

7.根据权利要求1所述的含碳原子膜的干式蚀刻方法,其中,

所述含碳原子膜的厚度为10.0μm以下。

8.根据权利要求1所述的含碳原子膜的干式蚀刻方法,其中,

所述掩模的厚度为所述含碳原子膜的厚度的0.01倍以上。

9.根据权利要求1所述的含碳原子膜的干式蚀刻方法,其中,

所述掩模的厚度为所述含碳原子膜的厚度的0.5倍以下。

10.根据权利要求1至9中任一项所述的含碳原子膜的干式蚀刻方法,其中,

在所述混合气体中,所述二氧化硫及所述氧的合计体积中的所述二氧化硫的含有率为20~40体积%。

含碳原子膜的干式蚀刻方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种含碳原子膜的干式蚀刻方法。

背景技术

[0002] 在半导体集成电路中,元件的微细化及层叠化正在发展,在半导体集成电路的制造中,需要如下技术,即,为了对被蚀刻膜进行图案化而使用光致抗蚀剂等掩模,在被蚀刻膜上高精度且高速地加工开口小且纵横比大的深孔或沟槽。

[0003] 作为这样的技术,例如已知有专利文献1中所记载的方法。在该公报中,报告了通过将在氧中添加了硫化羰的混合气体的等离子体气体用作含有碳的碳质层的蚀刻气体来提高加工精度。

[0004] 以往技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2009-200459号公报

发明内容

[0007] 发明要解决的技术课题

[0008] 然而,上述专利文献1中所记载的方法在对碳质层进行干式蚀刻时,与配置于碳质层上的掩模相比,优先对碳质层进行各向异性蚀刻,在这方面有改善的余地。在此,在对配置于碳质层上的掩模的蚀刻速率大于对碳质层的蚀刻速率的情况下,也可以考虑使掩模的厚度增加即可。但是,此时,有可能由于蚀刻而发生掩模倒塌。

[0009] 本发明鉴于上述课题而完成,其目的在于提供一种含碳原子膜的干式蚀刻方法,在对含碳原子膜进行干式蚀刻时,与配置于含碳原子膜上的掩模相比,能够优先对含碳原子膜进行各向异性蚀刻。

[0010] 用于解决技术课题的手段

[0011] 本发明的发明人发现作为配置于含碳原子膜上的掩模配置包含含氧材料的掩模并使掩模的开口宽度在特定的范围内,并且将含碳原子膜的蚀刻时的氧中的添加气体由硫化羰改为二氧化硫,出乎意料地能够解决上述问题,从而完成了本发明。

[0012] 即,本发明的一侧面提供一种含碳原子膜的干式蚀刻方法,其利用蚀刻气体对含有碳原子的含碳原子膜进行蚀刻,其包括:混合气体导入工序,将至少含有氧及二氧化硫的混合气体导入到配置有结构体的蚀刻腔室,上述结构体具备上述含碳原子膜及具有第1开口部的掩模;及蚀刻工序,在上述蚀刻腔室内使上述混合气体等离子体化而产生等离子体气体,并使用该等离子体气体作为上述蚀刻气体来蚀刻上述结构体的上述含碳原子膜而形成第2开口部,在上述混合气体导入工序中,上述掩模包含含氧材料,上述掩模的上述第1开口部的宽度为10~150nm。

[0013] 根据上述含碳原子膜的干式蚀刻方法,在对含碳原子膜进行干式蚀刻时,与配置于含碳原子膜上的掩模相比,能够优先对含碳原子膜进行各向异性蚀刻。

[0014] 上述掩模的第1开口部的宽度可以为40～150nm。

[0015] 上述第1开口部的形状可以为沟槽或孔。

[0016] 上述含碳原子膜可以包含非晶碳。

[0017] 上述掩模中所包含的上述含氧材料可以为二氧化硅。

[0018] 上述含碳原子膜的厚度可以为0.1μm以上。

[0019] 上述含碳原子膜的厚度可以为10.0μm以下。

[0020] 上述掩模的厚度可以为上述含碳原子膜的厚度的0.01倍以上。

[0021] 上述掩模的厚度可以为上述含碳原子膜的厚度的0.5倍以下。

[0022] 在上述混合气体中,上述二氧化硫及上述氧的合计体积中的上述二氧化硫的含有率可以为20～40体积%。

[0023] 发明效果

[0024] 根据本发明提供一种含碳原子膜的干式蚀刻方法,其在对含碳原子膜进行干式蚀刻时,与配置于含碳原子膜上的掩模相比,能够优先对含碳原子膜进行各向异性蚀刻。

附图说明

[0025] 图1是表示本发明的含碳原子膜的干式蚀刻方法的蚀刻工序前的结构体的一例的剖视图。

[0026] 图2是表示配置有图1的结构体的蚀刻腔室的示意图。

[0027] 图3是表示本发明的含碳原子膜的干式蚀刻方法的蚀刻工序后的结构体的一例的剖视图。

[0028] 图4是图3的掩模及含碳原子膜的局部放大图。

[0029] 图5是表示实施例1～3及比较例1～3中的、相对于掩模的沟槽设计宽度绘制了蚀刻选择比的结果的曲线图。

具体实施方式

[0030] 以下,参考图1～图4对本发明的含碳原子膜的干式蚀刻方法的实施方式进行详细说明。但是,本发明并不限定于以下实施方式。

[0031] 图1是表示本发明的含碳原子膜的干式蚀刻方法的蚀刻工序前的结构体的一例的剖视图,图2是表示配置有图1的结构体的蚀刻腔室的示意图,图3是表示本发明的含碳原子膜的干式蚀刻方法的蚀刻工序后的结构体的一例的剖视图,图4是图3的含碳原子膜的局部放大图。

[0032] 本发明的含碳原子膜的干式蚀刻方法是利用蚀刻气体对含有碳原子的含碳原子膜20进行蚀刻的方法,其包括:混合气体导入工序,将至少含有氧及二氧化硫的混合气体G导入到配置有结构体100的蚀刻腔室1,该结构体100具备含碳原子膜20及具有第1开口部31的掩模30;及蚀刻工序,在蚀刻腔室1内使混合气体G等离子体化而产生等离子体气体,并使用该等离子体气体蚀刻结构体100的含碳原子膜20而形成第2开口部21(参考图1～图3)。而且,在混合气体导入工序中,掩模30包含含氧材料,掩模30的第1开口部31的宽度L1为10～150nm。

[0033] 根据上述含碳原子膜的干式蚀刻方法,将蚀刻时的配置在含碳原子膜20上的掩模

30设为包含含氧材料的膜,一边将掩模30的第1开口部31的宽度L1设定在特定的范围内,一边用包含氧及二氧化硫的混合气体G的等离子体气体蚀刻含碳原子膜20,从而在对含碳原子膜20进行干式蚀刻时,与配置于含碳原子膜20上的掩模30相比,能够优先对含碳原子膜20进行各向异性蚀刻。

[0034] 以下,对上述混合气体导入工序及蚀刻工序进行详细说明。

[0035] <混合气体导入工序>

[0036] 结构体100具备含有碳原子的含碳原子膜20及具有第1开口部31的掩模30。如图1所示,结构体100还可以具备支撑含碳原子膜20的支撑体10。此时,含碳原子膜20配置于掩模30与支撑体10之间。并且,结构体100在支撑体10与含碳原子膜20之间还可以具备中间膜(未图示)。

[0037] (支撑体)

[0038] 支撑体10只要为支撑含碳原子膜20的部件,则并无特别限制,作为构成支撑体10的材料,例如可以举出硅、锗等。其中,优选硅。此时,由于带隙宽,因此高压下的耐久性进一步提高。

[0039] 支撑体10的厚度并无特别限制,可以为254μm以上,也可以为520μm以上。当支撑体10的厚度为254μm以上时,机械强度进一步提高。并且,支撑体10的厚度可以为795μm以下,也可以为725μm以下。当支撑体10的厚度为795μm以下时,容易将结构体100切割成规定尺寸的晶片。

[0040] (中间膜)

[0041] 作为中间其他膜,可以举出二氧化硅(SiO_2)、氮化硅(Si_3N_4)、非晶硅(a:Si)和多晶硅(poly:Si)等。

[0042] (含碳原子膜)

[0043] 含碳原子膜20只要为含有碳原子的膜,则并无特别限制。含碳原子膜20可以为非晶碳等无机系碳膜,也可以为抗蚀剂膜和聚酰亚胺系膜等有机高分子膜。若含碳原子膜20为非晶碳,则在将图案转印到含碳原子膜20时能够增加蚀刻选择比(即,含碳原子膜的蚀刻速率Vc相对于掩模的蚀刻速率Vm的比)。

[0044] 含碳原子膜20的厚度并无特别限制,可以为0.1μm以上,也可以为0.5μm以上。当含碳原子膜20的厚度为0.1μm以上时,在含碳原子膜20的下层层叠有中间膜作为被蚀刻层的情况下,含碳原子膜20能够显示作为被蚀刻层的掩模的功能。并且,含碳原子膜20的厚度可以为10μm以下,也可以为5μm以下。当含碳原子膜20的厚度为10μm以下时,蚀刻后的含碳原子膜20不易倒塌。

[0045] (掩模)

[0046] 掩模30具有使蚀刻气体通过并引导至含碳原子膜20的第1开口部31。第1开口部31的形状并无特别限制,例如可以为沟槽,也可以为孔。掩模30包含含氧材料。此时,能够使对掩模30的蚀刻速率比对含碳原子膜20的蚀刻速率相对地慢,在对含碳原子膜20进行干式蚀刻时,与配置于含碳原子膜20上的掩模30相比,能够优先对含碳原子膜20进行各向异性蚀刻。

[0047] 作为含氧材料,可以举出二氧化硅、氮氧化硅等。其中,从经济性的观点出发,优选二氧化硅。

[0048] 第1开口部31的宽度L1是第1开口部31的设计宽度,第1开口部31的宽度L1为10～150nm。第1开口部31的宽度L1为10nm以上,从而所产生的等离子体容易蚀刻含碳原子膜20。第1开口部31的宽度L1为150nm以下,从而在对含碳原子膜20进行干式蚀刻时,与配置于含碳原子膜20上的掩模30相比,能够优先对含碳原子膜20进行各向异性蚀刻。

[0049] 第1开口部31的宽度L1可以为40～150nm,可以为50～150nm,也可以为60～100nm。

[0050] 掩模30的厚度并无特别限制,可以为含碳原子膜20的厚度的0.01倍以上,也可以为0.1倍以上。当掩模30的厚度为含碳原子膜20的厚度的0.01倍以上时,能够进行含碳原子膜的各向异性蚀刻。并且,掩模30的厚度可以为含碳原子膜20的厚度的0.5倍以下,也可以为0.2倍以下。掩模30的厚度为含碳原子膜20的厚度的0.5倍以下时,蚀刻后,含碳原子膜20不易倒塌。

[0051] (蚀刻腔室)

[0052] 蚀刻腔室1是利用将包含氧及二氧化硫的混合气体G等离子体化而得的等离子体气体进行含碳原子膜20的蚀刻的容器,构成蚀刻装置的一部分。

[0053] 作为蚀刻装置,可以举出微波ECR等离子体方式的蚀刻装置、电容耦合等离子体方式(CCP)的蚀刻装置、感应耦合等离子体方式(ICP)的蚀刻装置等,蚀刻装置并不限定于它们。

[0054] ＜混合气体导入工序＞

[0055] (混合气体)

[0056] 混合气体G包含氧及二氧化硫。氧及二氧化硫的合计体积中的二氧化硫的含有率只要大于0体积%,则并无特别限制,可以为20～40体积%,也可以为25～35体积%。

[0057] 若氧及二氧化硫的合计体积中的二氧化硫的含有率在20～40体积%的范围内,则能够进一步有效地提高对含碳原子膜20的蚀刻速率。

[0058] 导入到蚀刻腔室1时的上述混合气体G的流量可以为0.1mL/min以上,可以为1mL/min以上,也可以为10mL/min以上。混合气体G的流量为0.1mL/min以上时,能够有效地生成含碳原子膜的蚀刻所需的离子和自由基。

[0059] 导入到蚀刻腔室1时的上述混合气体G的流量可以为10000mL/min以下,可以为1000mL/min以下,也可以为100mL/min以下。混合气体G的流量为10000mL/min以下时,容易将蚀刻装置的真空度保持在低压。

[0060] ＜蚀刻工序＞

[0061] 蚀刻工序是在蚀刻腔室1内使混合气体G等离子体化而产生等离子体气体,使用该等离子体气体蚀刻结构体100的含碳原子膜20而形成第2开口部21的工序。通过蚀刻工序,结构体100成为结构体200。

[0062] (蚀刻腔室内的压力)

[0063] 进行干式蚀刻时的蚀刻腔室1内的压力可以为0.1mTorr～100Torr,也可以为0.1mTorr～100mTorr。当蚀刻腔室1内的压力为0.1mTorr～100mTorr时,由于压力低,因此能够对第2开口部21进行优异的形状控制。

[0064] (天线功率)

[0065] 作为蚀刻装置,使用感应耦合等离子体方式(ICP)的蚀刻装置时,天线功率并无特别限制,可以为50～1000W,可以为100～800W,也可以为200～600W。通过将天线功率设为50

～1000W,能够高速且各向异性蚀刻含碳原子膜20。

[0066] (偏置功率)

[0067] 作为蚀刻装置,使用感应耦合等离子体方式(ICP)的蚀刻装置时,偏置功率并无特别限制,可以为10W以上,可以为25W以上,也可以为50W以上。通过将偏置功率设为10W以上,容易增加第2开口部21的纵横比。

[0068] 并且,偏置功率可以为500W以下,可以为300W以下,也可以为200W以下。通过将偏置功率设为500W以下,容易适当地控制干式蚀刻。

[0069] (第2开口部)

[0070] 蚀刻后的含碳原子膜20的第2开口部21的形状与第1开口部31的形状相同。即,在第1开口部31为沟槽的情况下,第2开口部21也为沟槽,第1开口部31为孔的情况下,第2开口部21也为孔。

[0071] 蚀刻后的含碳原子膜20的第2开口部21的纵横比并无特别限制,例如可以为0.1～60,可以为1～40,可以为4～40,可以为5～40,也可以为5～25。

[0072] 通过纵横比为60以下,与使用包含氧及硫化羰的混合气体G的等离子体气体蚀刻含碳原子膜20的情况相比,能够提高对含碳原子膜20的蚀刻速率。另外,在相对于含碳原子膜20在与掩模30相反的一侧设置有层(下层)的情况下,由于纵横比为0.1以上,因此例如含碳原子膜20在下层的蚀刻时容易作为掩模而显示效果。作为下层,可以举出二氧化硅(SiO_2)、氮化硅(Si_3N_4)、非晶硅(a:Si)和多晶硅(poly:Si)等。

[0073] 在此,纵横比是指在含碳原子膜20的剖面中,第2开口部21的深度(L2)相对于第1开口部31的设计宽度(L1)的比(L2/L1)(参考图4)。第1开口部31的设计宽度L1是指掩模30的剖面中的沿着含碳原子膜20与掩模30的界面的第1开口部31的长度。在掩模30的第1开口部31为沟槽图案的情况下,掩模30的剖面是指沿着与沟槽的长边方向正交且沿着掩模30的厚度方向的面的剖面。第2开口部21的深度是指,在含碳原子膜20的剖面,从含碳原子膜20与掩模30的界面到第2开口部21的底面的长度,且为沿着含碳原子膜20的厚度方向的长度。

[0074] 作为确认蚀刻性能的分析仪器,可以举出SEM(扫描电子显微镜)及TEM(透射电子显微镜),分析仪器只要为能够确认蚀刻速率和弯曲(bowing)的产生情况的装置,则并无特别限定。

[0075] 另外,本发明的宗旨如下。

[0076] [1]一种含碳原子膜的干式蚀刻方法,其利用蚀刻气体对含有碳原子的含碳原子膜进行蚀刻,其包括:混合气体导入工序,将至少含有氧及二氧化硫的混合气体导入到配置有结构体的蚀刻腔室,所述结构体具备所述含碳原子膜及具有第1开口部的掩模;及蚀刻工序,在所述蚀刻腔室内使所述混合气体等离子体化而产生等离子体气体,并使用该等离子体气体作为所述蚀刻气体来蚀刻所述结构体的所述含碳原子膜而形成第2开口部,在所述混合气体导入工序中,所述掩模包含含氧材料,所述掩模的第1开口部的宽度为10～150nm。

[0077] [2]根据[1]所述的含碳原子膜的干式蚀刻方法,其中,

[0078] 所述掩模的所述第1开口部的宽度为40～150nm。

[0079] [3]根据[1]或[2]所述的含碳原子膜的干式蚀刻方法,其中,

[0080] 所述第1开口部的形状为沟槽或孔。

[0081] [4]根据[1]至[3]中任一项所述的含碳原子膜的干式蚀刻方法,其中,

[0082] 所述含碳原子膜包含非晶碳。

[0083] [5]根据[1]至[4]中任一项所述的含碳原子膜的干式蚀刻方法,其中,

[0084] 所述掩模中所包含的所述含氧材料为二氧化硅。

[0085] [6]根据[1]至[5]中任一项所述的含碳原子膜的干式蚀刻方法,其中,

[0086] 所述含碳原子膜的厚度为0.1μm以上。

[0087] [7]根据[1]至[6]中任一项所述的含碳原子膜的干式蚀刻方法,其中,

[0088] 所述含碳原子膜的厚度为10.0μm以下。

[0089] [8]根据[1]至[7]中任一项所述的含碳原子膜的干式蚀刻方法,其中,

[0090] 所述掩模的厚度为所述含碳原子膜的厚度的0.01倍以上。

[0091] [9]根据[1]至[8]中任一项所述的含碳原子膜的干式蚀刻方法,其中,

[0092] 所述掩模的厚度为所述含碳原子膜的厚度的0.5倍以下。

[0093] [10]根据[1]至[9]中任一项所述的含碳原子膜的干式蚀刻方法,其中,

[0094] 在所述混合气体中,所述二氧化硫及所述氧的合计体积中的所述二氧化硫的含有率为20～40体积%。

[0095] 实施例

[0096] 以下,举出实施例及比较例对本发明进行进一步具体的说明。但是,本发明并不限定于以下实施例。

[0097] [实施例1]

[0098] 首先,准备了由作为支撑体的Si基板及作为含碳原子膜的非晶碳膜(厚度:约2400nm)构成的层叠体。而且,将通过光刻形成了作为第1开口部的掩模图案且在下层具有硅膜的二氧化硅膜(硅膜及二氧化硅膜的合计厚度:约350nm)作为掩模而配置在该层叠体的非晶碳膜上,并准备了20mm见方的结构体(参考图1)。此时,掩模的掩模图案为沟槽图案,沟槽设计宽度(第1开口部的设计宽度)L1为60nm、掩模设计宽度(掩模中第1开口部以外的实体部分的宽度)W设为240nm(参考图1)。而且,在直径150mm的晶片上贴附如上所述获得的结构体,并设置于蚀刻装置的蚀刻腔室内的处理台上。此时,作为蚀刻装置,使用了感应耦合等离子体方式(ICP)的蚀刻装置(产品名称“NLD6000”、ULVAC,Inc.制)。

[0099] 而且,如下实施了非晶碳膜的干式蚀刻。即,将蚀刻腔室内的真空压力设定为3.8mTorr,将天线功率设定为400W,将偏置功率设定为100W,将混合气体以50mL/min的流量导入到蚀刻腔室内并产生等离子体气体作为蚀刻气体,利用该等离子体气体进行非晶碳膜的干式蚀刻,在非晶碳膜上形成了作为第2开口部的沟槽图案。这样,完成了含碳原子膜的干式蚀刻。

[0100] 此时,混合气体由氧及二氧化硫的混合气体构成,蚀刻时间为20分钟,氧及二氧化硫的合计体积中的二氧化硫的含有率设为30体积%(氧的含有率为70体积%)。

[0101] 蚀刻完成后,用SEM(产品名称“SU8230”、Hitachi High-Tech Corporation制)观察非晶碳膜的剖面,确认了形成于非晶碳膜的沟槽图案的蚀刻深度L2的结果,蚀刻深度L2为1706nm,碳膜的蚀刻速率Vc如表1所示为85nm/min。

[0102] 另一方面,对于掩模中沟槽以外的部分(掩模设计宽度W的部分),确认了通过蚀刻被削掉的开口部的深度的结果,深度为179nm,掩模的蚀刻速率Vm为8.7nm/min。

[0103] 使用如上述求出的含碳原子膜的蚀刻速率Vc及掩模的蚀刻速率Vm,根据下述式

(1)求出含碳原子膜/掩模选择比作为蚀刻选择比,其结果蚀刻选择比为10。

[0104] 蚀刻选择比＝含碳原子膜的蚀刻速率Vc÷掩模的蚀刻速率Vm……(1)

[0105] [比较例1]

[0106] 除了将混合气体设为如表1所示以外,以与实施例1相同的方式进行了非晶碳膜的干式蚀刻。然后,算出含碳原子膜及掩模的蚀刻速率。将结果示于表1中。如表1所示,含碳原子膜的蚀刻速率Vc为74nm/min,掩模的蚀刻速率Vm为11.4nm/min,蚀刻选择比(Vc/Vm)为6。

[0107] [实施例2]

[0108] 除了将掩模的沟槽设计宽度L1及掩模设计宽度W设为如表2所示以外,以与实施例1相同的方式进行了非晶碳膜的干式蚀刻。然后,算出含碳原子膜及掩模的蚀刻速率。将结果示于表2中。如表2所示,含碳原子膜的蚀刻速率Vc为105nm/min,掩模的蚀刻速率Vm为7.4nm/min,蚀刻选择比(Vc/Vm)为14。

[0109] [比较例2]

[0110] 除了将混合气体设为如表2所示以外,以与实施例2相同的方式进行了非晶碳膜的干式蚀刻。然后,算出含碳原子膜及掩模的蚀刻速率。将结果示于表2中。如表2所示,含碳原子膜的蚀刻速率Vc为88nm/min,掩模的蚀刻速率Vm为9.8nm/min,蚀刻选择比(Vc/Vm)为9。

[0111] [实施例3]

[0112] 除了将掩模的沟槽设计宽度L1及掩模设计宽度W设为如表2所示以外,以与实施例1相同的方式进行了非晶碳膜的干式蚀刻。然后,算出含碳原子膜及掩模的蚀刻速率。将结果示于表3中。如表3所示,含碳原子膜的蚀刻速率Vc为116nm/min,掩模的蚀刻速率Vm为5.4nm/min,蚀刻选择比(Vc/Vm)为21。

[0113] [比较例3]

[0114] 除了将混合气体设为如表3所示以外,以与实施例3相同的方式进行了非晶碳膜的干式蚀刻。然后,算出含碳原子膜及掩模的蚀刻速率。将结果示于表3中。如表3所示,含碳原子膜的蚀刻速率Vc为98nm/min,掩模的蚀刻速率Vm为6.5nm/min,蚀刻选择比(Vc/Vm)为15。

[0115] [表1]

[0116]

	混合气体	沟槽设计宽度L1(nm)	掩模设计宽度W(nm)	碳膜的蚀刻速率Vc(nm/min)	掩模的蚀刻速率Vm(nm/min)	蚀刻选择比(Vc/Vm)
实施例1	二氧化硫30%/氧70%	60	240	85	8.7	10
比较例1	硫化羰30%/氧70%	60	240	74	11.4	6

[0117] [表2]

[0118]

	混合气体	沟槽设计宽度L1(nm)	掩模设计宽度W(nm)	碳膜的蚀刻速率Vc(nm/min)	掩模的蚀刻速率Vm(nm/min)	蚀刻选择比(Vc/Vm)
实施例2	二氧化硫30%/氧70%	80	320	105	7.4	14
比较例2	硫化羰30%/氧70%	80	320	88	9.8	9

[0119] [表3]

[0120]

	混合气体	沟槽 设计宽度 L1 (nm)	掩模 设计宽度 W (nm)	碳膜的 蚀刻速率Vc (nm/min)	掩模的 蚀刻速率Vm (nm/min)	蚀刻 选择比 (Vc/Vm)
实施例3	二氧化硫30%/氧70%	100	400	116	5.4	21
比较例3	硫化羰30%/氧70%	100	400	98	6.5	15

[0121] 由表1～3及图5所示的结果可知,在蚀刻结构体的含碳原子膜时,与包含硫化羰的混合气体相比,使用包含二氧化硫的混合气体的蚀刻选择比大,含碳原子膜蚀刻选择性优异。

[0122] 附图标记说明

[0123] 1-蚀刻腔室,10-支撑体,20-含碳原子膜,21-第2开口部,30-掩模,31-第1开口部,100-结构体,200-结构体,L1-沟槽设计宽度(第1开口部的设计宽度),L2-第2开口部的深度,W-掩模设计宽度(掩模中第1开口部以外的实体部分的宽度),G-混合气体。

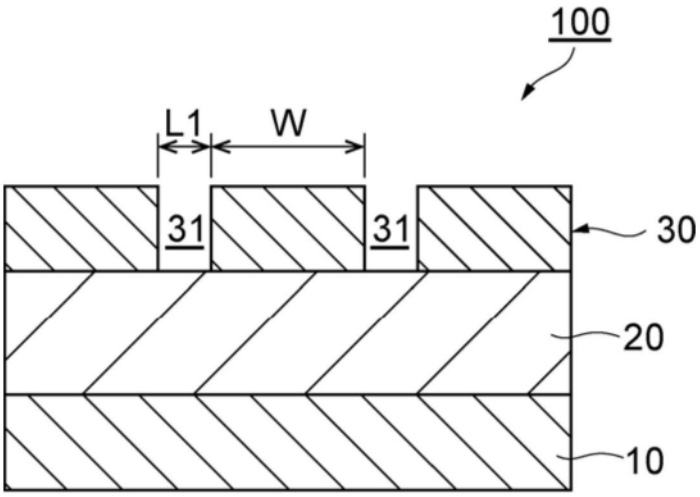


图1

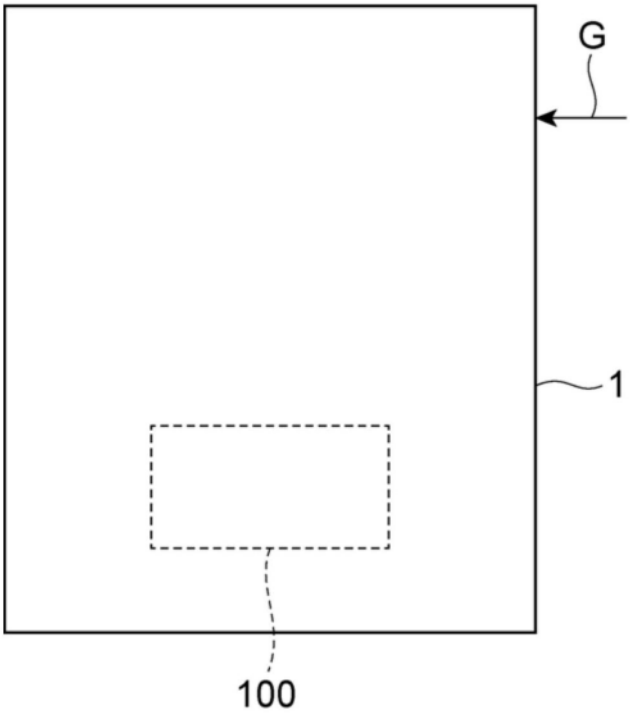


图2

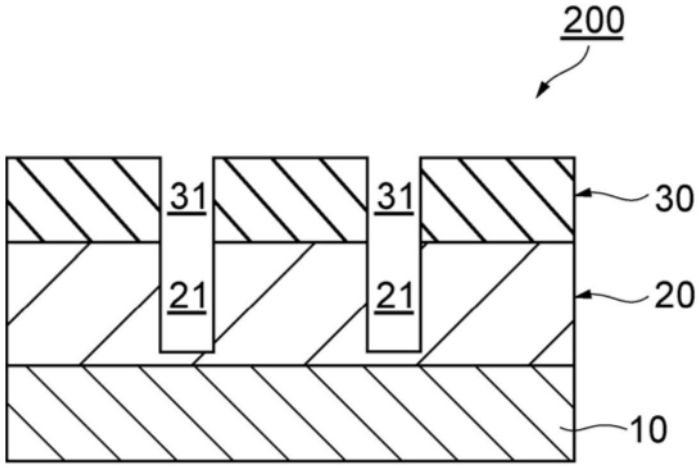


图3

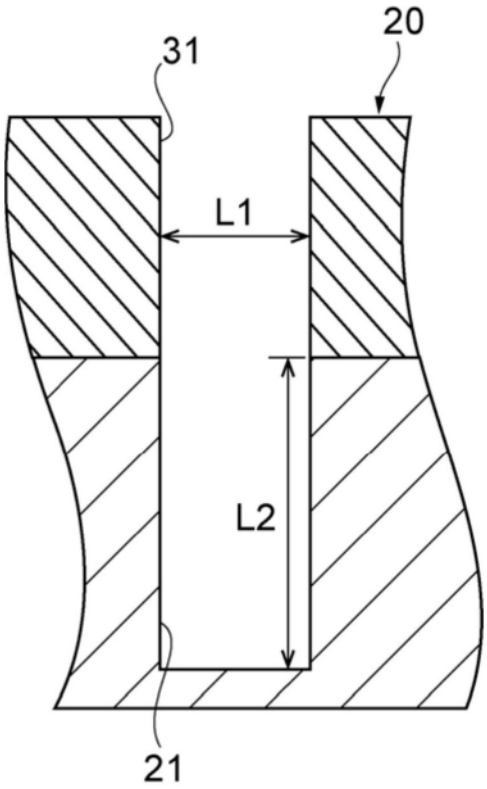


图4

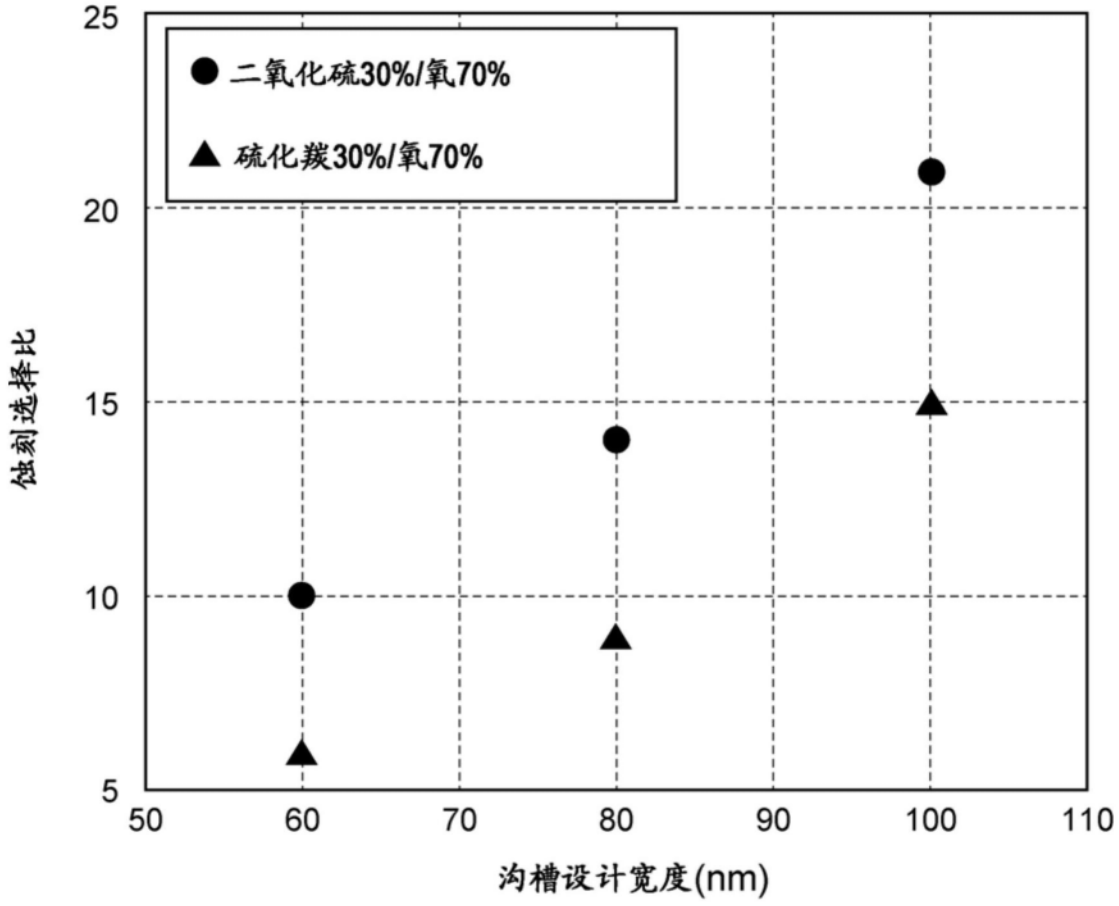

25
20
15
10
5
蚀刻选择比
二氧化硫30%/氧70%
硫化羰30%/氧70%
50
60
70
80
90
100
110
沟槽设计宽度(nm)

图5