(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118679554 A
(43)申请公布日 2024.09.20

(21)申请号 202280091495.6
(22)申请日 2022.12.13
(30)优先权数据
2022-022023 2022.02.16 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.08.12
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/045918 2022.12.13
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/157441 JA 2023.08.24
(71)申请人 株式会社力森诺科
地址 日本
(72)发明人 铃木淳
(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所 11247
专利代理师 张轶楠 段承恩
(51)Int.Cl.
H01L 21/3065(2006.01)

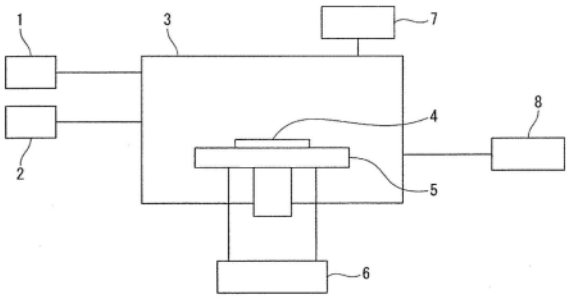
权利要求书2页 说明书17页 附图1页

(54)发明名称

蚀刻方法

(57)摘要

提供一种即使是能够将侧蚀刻率抑制为低的低温蚀刻法也不容易产生颗粒的蚀刻方法。蚀刻方法包括:蚀刻工序,使具有蚀刻对象物的被蚀刻部件(4)的温度为0℃以下,使含有蚀刻化合物的蚀刻气体与被蚀刻部件(4)接触,来对蚀刻对象物进行蚀刻,所述蚀刻对象物含有硅,所述蚀刻化合物是在分子内具有氟原子、氢原子以及氧原子中的至少一种原子的化合物。蚀刻气体含有或者不含有具有至少一种金属的金属杂质,在含有金属杂质的情况下,所含有的全部种类的金属的浓度的总和为4000质量ppb以下。



CN 118679554 A

1.一种蚀刻方法,包括:

蚀刻工序,使具有蚀刻对象物的被蚀刻部件的温度为0℃以下,使含有蚀刻化合物的蚀刻气体与所述被蚀刻部件接触,来对所述蚀刻对象物进行蚀刻,所述蚀刻对象物含有硅,所述蚀刻化合物是在分子内具有氟原子、氢原子以及氧原子中的至少一种原子的化合物,

所述蚀刻气体含有或者不含有具有至少一种金属的金属杂质,在含有所述金属杂质的情况下,所含有的全部种类的所述金属的浓度的总和为4000质量ppb以下。

2.根据权利要求1所述的蚀刻方法,

所含有的全部种类的所述金属的浓度的总和为10质量ppb以上且4000质量ppb以下。

3.根据权利要求1或者2所述的蚀刻方法,

所述金属杂质具有碱金属、碱土金属、铬、锰、铁、钴、镍、铜、锌、铝以及锡中的至少一种。

4.根据权利要求3所述的蚀刻方法,

所述碱金属为锂、钠以及钾中的至少一种,所述碱土金属为镁和钙中的至少一种。

5.根据权利要求1~4中任一项所述的蚀刻方法,

所含有的全部种类的所述金属的各浓度均为1质量ppb以上。

6.根据权利要求1~5中任一项所述的蚀刻方法,

所述蚀刻化合物是在分子内具有氟原子且在分子内不具有氢原子和氧原子的化合物、在分子内具有氢原子且在分子内不具有氟原子和氧原子的化合物、在分子内具有氧原子且在分子内不具有氟原子和氢原子的化合物、在分子内具有氟原子和氢原子且在分子内不具有氧原子的化合物、在分子内具有氟原子和氧原子且在分子内不具有氢原子的化合物、以及在分子内具有氢原子和氧原子且在分子内不具有氟原子的化合物中的至少一种。

7.根据权利要求6所述的蚀刻方法,

所述在分子内具有氟原子且在分子内不具有氢原子和氧原子的化合物为六氟化硫、三氟化氮、三氟化氯、七氟化碘、五氟化溴、三氟化磷、三氟碘甲烷、氟气、碳原子数1以上且3以下的链状饱和全氟化碳、碳原子数2以上且6以下的不饱和全氟化碳、碳原子数3以上且6以下的环状全氟化碳以及碳原子数1以上且3以下的哈龙中的至少一种。

8.根据权利要求6所述的蚀刻方法,

所述在分子内具有氢原子且在分子内不具有氟原子和氧原子的化合物为溴甲烷、二溴甲烷、氢气、硫化氢、氯化氢、溴化氢、氨、碳原子数1以上且3以下的烷烃、碳原子数2以上且4以下的烯烃以及碳原子数3以上且6以下的环状烷烃中的至少一种。

9.根据权利要求6所述的蚀刻方法,

所述在分子内具有氧原子且在分子内不具有氟原子和氢原子的化合物为氧气、一氧化碳、二氧化碳、羰基硫以及二氧化硫中的至少一种。

10.根据权利要求6所述的蚀刻方法,

所述在分子内具有氟原子和氢原子且在分子内不具有氧原子的化合物为碳原子数1以上且4以下的链状饱和氢氟烃、碳原子数2以上且6以下的不饱和氢氟烃、碳原子数3以上且6以下的环状氢氟烃及氟化氢中至少一种。

11.根据权利要求6所述的蚀刻方法,

所述在分子内具有氟原子和氧原子且在分子内不具有氢原子的化合物为碳酰氟、二氟

化氧、三氟甲基次氟酸酯、碳原子数2以上且4以下的全氟醚以及碳原子数3以上且5以下的全氟酮中的至少一种。

12.根据权利要求6所述的蚀刻方法，

所述在分子内具有氢原子和氧原子且在分子内不具有氟原子的化合物为水、碳原子数1以上且3以下的醇、碳原子数2以上且4以下的醚以及碳原子数3以上且5以下的酮中的至少一种。

蚀刻方法

技术领域

[0001] 本发明涉及蚀刻方法。

背景技术

[0002] 在制造半导体元件时通过等离子体蚀刻在晶片(wafer)上形成布线,但布线的微细化不断进展,变得要求线宽20nm以下的布线。因此,当在等离子体蚀刻中在晶片上产生、残存直径100nm以下的微小的颗粒(particle)时,有可能发生布线短路、成为之后的蚀刻和/或沉积工序等的障碍、无法形成布线。其结果,由于在晶片内产生无法获得如设计那样的电特性的区域,因此,半导体元件的生产率会降低。由此,在等离子体蚀刻中优选不容易产生颗粒。作为不容易产生颗粒的等离子体蚀刻法,已知在常温以上的温度下进行蚀刻的高温蚀刻法。

[0003] 另一方面,对于在制造半导体元件时所使用的等离子体蚀刻,要求侧蚀刻率低。即,在高深宽比的开口部的蚀刻中,优选掩模(mask)正下的蚀刻对象物层(例如含硅层)的横向上的蚀刻不容易发生。高温蚀刻法虽然不容易产生颗粒,但不能说侧蚀刻率足够低。作为侧蚀刻率低的等离子体蚀刻法,已知在0℃以下的温度下进行蚀刻的低温蚀刻法(例如参照专利文献1)。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献1:日本特许公开公报2019年第153771号

发明内容

[0006] 发明要解决的技术课题

[0007] 然而,低温蚀刻法虽然侧蚀刻率低,但容易产生颗粒。

[0008] 本发明的课题在于提供即使是使得能够将侧蚀刻率抑制为低的低温蚀刻法、也不容易产生颗粒的蚀刻方法。

[0009] 用于解决课题的技术方案

[0010] 为了解决所述课题,本发明的一个技术方案为如以下的[1]~[12]。

[0011] [1]一种蚀刻方法,包括:

[0012] 蚀刻工序,使具有蚀刻对象物的被蚀刻部件的温度为0℃以下,使含有蚀刻化合物的蚀刻气体与所述被蚀刻部件接触,来对所述蚀刻对象物进行蚀刻,所述蚀刻对象物含有硅,所述蚀刻化合物是在分子内具有氟原子、氢原子以及氧原子中的至少一种原子的化合物,

[0013] 所述蚀刻气体含有或者不含有具有至少一种金属的金属杂质,在含有所述金属杂质的情况下,所含有的全部种类的所述金属的浓度的总和为4000质量ppb以下。

[0014] [2]根据[1]所述的蚀刻方法,所含有的全部种类的所述金属的浓度的总和为10质量ppb以上且4000质量ppb以下。

[0015] [3]根据[1]或者[2]所述的蚀刻方法,所述金属杂质具有碱金属、碱土金属、铬、

锰、铁、钴、镍、铜、锌、铝以及锡中的至少一种。

[0016] [4]根据[3]所述的蚀刻方法,所述碱金属为锂、钠以及钾中的至少一种,所述碱土金属为镁和钙中的至少一种。

[0017] [5]根据[1]~[4]中任一项所述的蚀刻方法,所含有的全部种类的所述金属的各浓度均为1质量ppb以上。

[0018] [6]根据[1]~[5]中任一项所述的蚀刻方法,所述蚀刻化合物是在分子内具有氟原子且在分子内不具有氢原子和氧原子的化合物、在分子内具有氢原子且在分子内不具有氟原子和氧原子的化合物、在分子内具有氧原子且在分子内不具有氟原子和氢原子的化合物、在分子内具有氟原子和氢原子且在分子内不具有氧原子的化合物、在分子内具有氟原子和氧原子且在分子内不具有氢原子的化合物、以及在分子内具有氢原子和氧原子且在分子内不具有氟原子的化合物中的至少一种。

[0019] [7]根据[6]所述的蚀刻方法,所述在分子内具有氟原子且在分子内不具有氢原子和氧原子的化合物为六氟化硫、三氟化氮、三氟化氯、七氟化碘、五氟化溴、三氟化磷、三氟碘甲烷、氟气、碳原子数1以上且3以下的链状饱和全氟化碳、碳原子数2以上且6以下的不饱和全氟化碳、碳原子数3以上且6以下的环状全氟化碳以及碳原子数1以上且3以下的哈龙中的至少一种。

[0020] [8]根据[6]所述的蚀刻方法,所述在分子内具有氢原子且在分子内不具有氟原子和氧原子的化合物为溴甲烷、二溴甲烷、氢气、硫化氢、氯化氢、溴化氢、氨、碳原子数1以上且3以下的烷烃、碳原子数2以上且4以下的烯烃以及碳原子数3以上且6以下的环状烷烃中的至少一种。

[0021] [9]根据[6]所述的蚀刻方法,所述在分子内具有氧原子且在分子内不具有氟原子和氢原子的化合物为氧气、一氧化碳、二氧化碳、羰基硫以及二氧化硫中的至少一种。

[0022] [10]根据[6]所述的蚀刻方法,所述在分子内具有氟原子和氢原子且在分子内不具有氧原子的化合物为碳原子数1以上且4以下的链状饱和氢氟烃、碳原子数2以上且6以下的不饱和氢氟烃、碳原子数3以上且6以下的环状氢氟烃及氟化氢中至少一种。

[0023] [11]根据[6]所述的蚀刻方法,所述在分子内具有氟原子和氧原子且在分子内不具有氢原子的化合物为碳酰氟、二氟化氧、三氟甲基次氟酸酯、碳原子数2以上且4以下的全氟醚以及碳原子数3以上且5以下的全氟酮中的至少一种。

[0024] [12]根据[6]所述的蚀刻方法,所述在分子内具有氢原子和氧原子且在分子内不具有氟原子的化合物为水、碳原子数1以上且3以下的醇、碳原子数2以上且4以下的醚以及碳原子数3以上且5以下的酮中的至少一种。

[0025] 发明效果

[0026] 根据本发明,即使是能够将侧蚀刻率抑制为低的低温蚀刻法,也不容易产生颗粒。

附图说明

[0027] 图1是对本发明涉及的蚀刻方法的一个实施方式进行说明的蚀刻装置的一个例子的概略图。

具体实施方式

[0028] 以下对本发明的一个实施方式进行说明。此外,本实施方式示出了本发明的一个例子,本发明不限定于本实施方式。另外,可以对本实施方式施加各种变更或者改良,那样的施加了变更或者改良而得到的技术方案也可以包含于本发明。

[0029] 本实施方式涉及的蚀刻方法包括:蚀刻工序,使具有蚀刻对象物的被蚀刻部件的温度为0℃以下,使含有蚀刻化合物的蚀刻气体与被蚀刻部件接触,来对蚀刻对象物进行蚀刻,所述蚀刻对象物含有硅,所述蚀刻化合物是在分子内具有氟原子、氢原子以及氧原子中的至少一种原子的化合物。并且,蚀刻气体含有或者不含有具有至少一种金属的金属杂质,在含有金属杂质的情况下,所含有的全部种类的金属的浓度的总和为4000质量ppb以下。

[0030] 当使含有上述蚀刻化合物的蚀刻气体与被蚀刻部件接触时,含有硅的蚀刻对象物与蚀刻气体中的上述蚀刻化合物反应,因此,蚀刻对象物的蚀刻进展。与此相对,掩模等非蚀刻对象物与上述蚀刻化合物几乎不反应,因此,非蚀刻对象物的蚀刻几乎不进展。由此,根据本实施方式涉及的蚀刻方法,与非蚀刻对象物相比,能够选择性地对蚀刻对象物进行蚀刻(即能获得高蚀刻选择性)。

[0031] 另外,本实施方式涉及的蚀刻方法是在0℃以下的温度下进行蚀刻的低温蚀刻法,因此,能够以低的侧蚀刻率进行蚀刻。进一步,根据本实施方式涉及的蚀刻方法,蚀刻气体不含有金属杂质,或者即使含有金属杂质也是极微量的,因此,在蚀刻中不容易产生颗粒。

[0032] 由此,本实施方式涉及的蚀刻方法能够利用于半导体元件的制造。例如,若对于具有由硅化合物形成的薄膜的半导体基板应用本实施方式涉及的蚀刻方法来进行由硅化合物形成的薄膜的蚀刻,则能够制造半导体元件。本实施方式涉及的蚀刻方法不容易产生成为合格率降低的主要原因的颗粒,因此,半导体元件的生产率高。

[0033] 在蚀刻后的被蚀刻部件的表面上存在的颗粒的数量可以由市售的装置进行测定。例如,若使用KLA-Tencor株式会社制的Surfscan SP1,则能够检测直径50nm以上的颗粒。在蚀刻后的被蚀刻部件的表面上存在的颗粒的数量优选为0.5个/cm^2以下,更优选为0.1个/cm^2以下,进一步优选为0.05个/cm^2以下。

[0034] 此外,本发明中的蚀刻意味着将被蚀刻部件具有的蚀刻对象物的一部分或者全部除去来将被蚀刻部件加工为预定形状(例如三维形状)(例如将被蚀刻部件具有的、由硅化合物形成的膜状的蚀刻对象物加工为预定膜厚)。另外,本发明中的“金属的浓度”不是指金属杂质的浓度,而是指金属杂质具有的金属的浓度。进一步,本发明中的“金属的浓度”的“金属”包括金属原子和金属离子。

[0035] 以下,对本实施方式涉及的蚀刻方法进一步详细地进行说明。

[0036] 〔蚀刻方法〕

[0037] 在本实施方式涉及的蚀刻方法中,可以利用使用等离子体的等离子体蚀刻、不使用等离子体的无等离子体蚀刻中的任何蚀刻。作为等离子体蚀刻,例如可举出反应性离子蚀刻(RIE:Reactive Ion Etching)、电感耦合型等离子体(ICP:Inductively Coupled Plasma)蚀刻、电容耦合型等离子体(CCP:Capacitively Coupled Plasma)蚀刻、电子回旋共振(ECR:Electron Cyclotron Resonance)等离子体蚀刻、微波等离子体蚀刻。

[0038] 另外,在等离子体蚀刻中,既可以在设置有被蚀刻部件的腔室内产生等离子体,也可以将等离子体产生室和设置被蚀刻部件的腔室分开(即,也可以使用远程等离子体)。有

时通过使用了远程等离子体的蚀刻,能够以更高的选择性对含有硅的蚀刻对象物进行蚀刻。

[0039] 〔蚀刻化合物〕

[0040] 蚀刻气体所含有的蚀刻化合物为与含有硅的蚀刻对象物反应而使蚀刻对象物的蚀刻进展的化合物。对于蚀刻化合物的种类,只要是在分子内具有氟原子、氢原子以及氧原子中的至少一种原子的化合物,就并不被特别地限定,例如可举出下述的化合物。

[0041] 即,作为蚀刻化合物的例子,可举出在分子内具有氟原子且在分子内不具有氢原子和氧原子的化合物、在分子内具有氢原子且在分子内不具有氟原子和氧原子的化合物、在分子内具有氧原子且在分子内不具有氟原子和氢原子的化合物、在分子内具有氟原子和氢原子且在分子内不具有氧原子的化合物、在分子内具有氟原子和氧原子且在分子内不具有氢原子的化合物、在分子内具有氢原子和氧原子且在分子内不具有氟原子的化合物、在分子内具有氟原子、氢原子以及氧原子的化合物。

[0042] 作为分子内具有氟原子且分子内不具有氢原子和氧原子的化合物的具体例,可举出六氟化硫(SF_6)、三氟化氮(NF_3)、三氟化氯(ClF_3)、七氟化碘(IF_7)、五氟化溴(BrF_5)、三氟化磷(PF_3)、三氟碘甲烷(CF_3I)、氟气(F_2)、碳原子数1以上且3以下的链状饱和全氟化碳、碳原子数2以上且6以下的不饱和全氟化碳、碳原子数3以上且6以下的环状全氟化碳、和碳原子数1以上且3以下的哈龙。

[0043] 作为碳原子数1以上且3以下的链状饱和全氟化碳的具体例,可举出四氟甲烷(CF_4)、六氟乙烷(C_2F_6)、八氟丙烷(C_3F_8)。

[0044] 作为碳原子数2以上且6以下的不饱和全氟化碳的具体例,可举出四氟乙烯(C_2F_4)、六氟丙烯(C_3F_6)、八氟-1-丁烯(C_4F_8)、八氟-2-丁烯(C_4F_8)、全氟异丁烯(C_4F_8)、六氟丁二烯(C_4F_6)、六氟-1-丁炔(C_4F_6)、六氟-2-丁炔(C_4F_6)、十氟-1-戊烯(C_5F_{10})、十氟-2-戊烯(C_5F_{10})、全氟-2-甲基-2-丁烯(C_5F_{10})、八氟-1,4-戊二烯(C_5F_8)、八氟-2,3-戊二烯(C_5F_8)、八氟-1,3-戊二烯(C_5F_8)、八氟-2-戊炔(C_5F_8)、五氟-3-三氟甲基-1-丁炔(C_5F_8)、十二氟-1-己烯(C_6F_{12})、十二氟-2-己烯(C_6F_{12})、十二氟-3-己烯(C_6F_{12})、全氟-4-甲基-2-戊烯(C_6F_{12})、全氟(2-甲基-2-戊烯)(C_6F_{12})、全氟(2,3-二甲基-2-丁烯)(C_6F_{12})、十氟-1,5-己二烯(C_6F_{10})、十氟-2,4-己二烯(C_6F_{10})、十氟-1,3-己二烯(C_6F_{10})、十氟-1,4-己二烯(C_6F_{10})、十氟-1-己炔(C_6F_{10})、十氟-2-己炔(C_6F_{10})、十氟-3-己炔(C_6F_{10})。

[0045] 作为碳原子数3以上且6以下的环状全氟化碳的具体例,可举出六氟环丙烷(C_3F_6)、八氟环丁烷(C_4F_8)、全氟环丁烯(C_4F_6)、全氟环戊烯(C_5F_8)、全氟环戊烷(C_5F_{10})、全氟甲基环丁烷(C_5F_{10})、六氟苯(C_6F_6)、全氟环己烷(C_6F_{12})、全氟甲基环戊烷(C_6F_{12})、全氟-1,2-二甲基环丁烷(C_6F_{12})、全氟-2,4-二甲基环丁烷(C_6F_{12})、全氟-3,4-二甲基环丁烷(C_6F_{12})、全氟-4,4-二甲基环丁烷(C_6F_{12})。

[0046] 作为碳原子数1以上且3以下的哈龙的具体例,可举出溴三氟甲烷($CBrF_3$)、二溴二氟甲烷(CBr_2F_2)、三溴氟甲烷(CBr_3F)、溴五氟乙烷(C_2BrF_5)、二溴四氟乙烷($C_2Br_2F_4$)、三溴三氟乙烷($C_2Br_3F_3$)、四溴二氟乙烷($C_2Br_4F_2$)、五溴氟乙烷(C_2Br_5F)、溴三氟乙烯(C_2BrF_3)、二溴二氟乙烯($C_2Br_2F_2$)、三溴氟乙烯(C_2Br_3F)、溴七氟丙烷(C_3BrF_7)、二溴六氟丙烷($C_3Br_2F_6$)、三溴五氟丙烷($C_3Br_3F_5$)、四溴四氟丙烷($C_3Br_4F_4$)、五溴三氟丙烷($C_3Br_5F_3$)、六溴二氟丙烷($C_3Br_6F_2$)、七溴氟丙烷(C_3Br_7F)、溴五氟丙烯(C_3BrF_5)、二溴四氟丙烯($C_3Br_2F_4$)、三溴三氟丙

烯($C_3Br_3F_3$)、四溴二氟丙烯($C_3Br_4F_2$)、五溴氟丙烯(C_3Br_5F)、溴五氟环丙烷(C_3BrF_5)、二溴四氟环丙烷($C_3Br_2F_4$)、三溴三氟环丙烷($C_3Br_3F_3$)、四溴二氟环丙烷($C_3Br_4F_2$)、五溴氟环丙烷(C_3Br_5F)、溴三氟环丙烯(C_3BrF_3)、二溴二氟环丙烯($C_3Br_2F_2$)、三溴氟环丙烯(C_3Br_3F)。

[0047] 另外,一般而言,所谓的哈龙,是指烃所具有的氢原子的一部分或全部被卤原子取代了的卤代烃之中的具有溴原子的物质,但在本发明中,是指烃所具有的氢原子的全部被卤原子取代了的卤代烃之中的具有溴原子和氟原子的物质。

[0048] 作为分子内具有氢原子且分子内不具有氟原子和氧原子的化合物的具体例,可举出溴甲烷(CH_3Br)、二溴甲烷(CH_2Br_2)、氢气(H_2)、硫化氢(H_2S)、氯化氢(HCl)、溴化氢(HBr)、氨(NH_3)、碳原子数1以上且3以下的烷烃、碳原子数2以上且4以下的烯烃、和碳原子数3以上且6以下的环状烷烃。

[0049] 作为碳原子数1以上且3以下的烷烃的具体例,可举出甲烷(CH_4)、乙烷(C_2H_6)、丙烷(C_3H_8)。

[0050] 作为碳原子数2以上且4以下的烯烃的具体例,可举出乙烯(C_2H_4)、丙烯(C_3H_6)、1-丁烯(C_4H_8)、2-丁烯(C_4H_8)、异丁烯(C_4H_8)。

[0051] 作为碳原子数3以上且6以下的环状烷烃的具体例,可举出环丙烷(C_3H_6)、环丁烷(C_4H_8)、环戊烷(C_5H_{10})、环己烷(C_6H_{12})。

[0052] 另外,上述烷烃、烯烃、和环状烷烃在本发明中是指分子内不具有氟原子和氧原子的物质。

[0053] 作为分子内具有氧原子且分子内不具有氟原子和氢原子的化合物的具体例,可举出氧气(O_2)、臭氧(O_3)、一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO_2)、羰基硫(COS)、和二氧化硫(SO_2)。

[0054] 作为分子内具有氟原子和氢原子且分子内不具有氧原子的化合物的具体例,可举出碳原子数1以上且4以下的链状饱和氢氟烃、碳原子数2以上且6以下的不饱和氢氟烃、碳原子数3以上且6以下的环状氢氟烃、和氟化氢(HF)。

[0055] 作为碳原子数1以上且4以下的链状饱和氢氟烃的具体例,可举出氟甲烷(CH_3F)、二氟甲烷(CH_2F_2)、三氟甲烷(CHF_3)、氟乙烷(C_2H_5F)、二氟乙烷($C_2H_4F_2$)、三氟乙烷($C_2H_3F_3$)、四氟乙烷($C_2H_2F_4$)、五氟乙烷(C_2HF_5)、氟丙烷(C_3H_7F)、二氟丙烷($C_3H_6F_2$)、三氟丙烷($C_3H_5F_3$)、四氟丙烷($C_3H_4F_4$)、五氟丙烷($C_3H_3F_5$)、六氟丙烷($C_3H_2F_6$)、七氟丙烷(C_3HF_7)、氟丁烷(C_4H_9F)、二氟丁烷($C_4H_8F_2$)、三氟丁烷($C_4H_7F_3$)、四氟丁烷($C_4H_6F_4$)、五氟丁烷($C_4H_5F_5$)、六氟丁烷($C_4H_4F_6$)、七氟丁烷($C_4H_3F_7$)、八氟丁烷($C_4H_2F_8$)、九氟丁烷(C_4HF_9)、氟甲基丙烷(C_4H_9F)、二氟甲基丙烷($C_4H_8F_2$)、三氟甲基丙烷($C_4H_7F_3$)、四氟甲基丙烷($C_4H_6F_4$)、五氟甲基丙烷($C_4H_5F_5$)、六氟甲基丙烷($C_4H_4F_6$)、七氟甲基丙烷($C_4H_3F_7$)、八氟甲基丙烷($C_4H_2F_8$)、九氟甲基丙烷(C_4HF_9)。

[0056] 作为碳原子数2以上且6以下的不饱和氢氟烃的具体例,可举出2,3,3,3-四氟丙烯($C_3H_2F_4$)、1,3,3,3-四氟丙烯($C_3H_2F_4$)、顺式-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯($C_4H_2F_6$)、反式-1,1,1,4,4,4-六氟-2-丁烯($C_4H_2F_6$)。

[0057] 作为碳原子数3以上且6以下的环状氢氟烃的具体例,可举出氟环丙烷(C_3H_5F)、二氟环丙烷($C_3H_4F_2$)、三氟环丙烷($C_3H_3F_3$)、四氟环丙烷($C_3H_2F_4$)、五氟环丙烷(C_3HF_5)、氟环丁烷(C_4H_7F)、二氟环丁烷($C_4H_6F_2$)、三氟环丁烷($C_4H_5F_3$)、四氟环丁烷($C_4H_4F_4$)、五氟环丁烷($C_4H_3F_5$)、六氟环丁烷($C_4H_2F_6$)、七氟环丁烷(C_4HF_7)、氟甲基环丙烷(C_4H_7F)、二氟甲基环丙烷

($C_4H_6F_2$)、三氟甲基环丙烷($C_4H_5F_3$)、四氟甲基环丙烷($C_4H_4F_4$)、五氟甲基环丙烷($C_4H_3F_5$)、六氟甲基环丙烷($C_4H_2F_6$)、七氟甲基环丙烷(C_4HF_7)、氟环戊烷(C_5H_9F)、二氟环戊烷($C_5H_8F_2$)、三氟环戊烷($C_5H_7F_3$)、四氟环戊烷($C_5H_6F_4$)、五氟环戊烷($C_5H_5F_5$)、六氟环戊烷($C_5H_4F_6$)、七氟环戊烷($C_5H_3F_7$)、八氟环戊烷($C_5H_2F_8$)、九氟环戊烷(C_5HF_9)、氟甲基环丁烷(C_5H_9F)、二氟甲基环丁烷($C_5H_8F_2$)、三氟甲基环丁烷($C_5H_7F_3$)、四氟甲基环丁烷($C_5H_6F_4$)、五氟甲基环丁烷($C_5H_5F_5$)、六氟甲基环丁烷($C_5H_4F_6$)、七氟甲基环丁烷($C_5H_3F_7$)、八氟甲基环丁烷($C_5H_2F_8$)、九氟甲基环丁烷(C_5HF_9)、氟二甲基环丙烷(C_5H_9F)、二氟二甲基环丙烷($C_5H_8F_2$)、三氟二甲基环丙烷($C_5H_7F_3$)、四氟二甲基环丙烷($C_5H_6F_4$)、五氟二甲基环丙烷($C_5H_5F_5$)、六氟二甲基环丙烷($C_5H_4F_6$)、七氟二甲基环丙烷($C_5H_3F_7$)、八氟二甲基环丙烷($C_5H_2F_8$)、九氟二甲基环丙烷(C_5HF_9)、氟乙基环丙烷(C_5H_9F)、二氟乙基环丙烷($C_5H_8F_2$)、三氟乙基环丙烷($C_5H_7F_3$)、四氟乙基环丙烷($C_5H_6F_4$)、五氟乙基环丙烷($C_5H_5F_5$)、六氟乙基环丙烷($C_5H_4F_6$)、七氟乙基环丙烷($C_5H_3F_7$)、八氟乙基环丙烷($C_5H_2F_8$)、九氟乙基环丙烷(C_5HF_9)、氟环己烷($C_6H_{11}F$)、二氟环己烷($C_6H_{10}F_2$)、三氟环己烷($C_6H_9F_3$)、四氟环己烷($C_6H_8F_4$)、五氟环己烷($C_6H_7F_5$)、六氟环己烷($C_6H_6F_6$)、七氟环己烷($C_6H_5F_7$)、八氟环己烷($C_6H_4F_8$)、九氟环己烷($C_6H_3F_9$)、十氟环己烷($C_6H_2F_{10}$)、十一氟环己烷(C_6HF_{11})。

[0058] 另外,在本发明中,所谓氢氟烃,是指烃所具有的氢原子的一部分被氟原子取代了的化合物。

[0059] 作为分子内具有氟原子和氧原子且分子内不具有氢原子的化合物的具体例,可举出碳酰氟(COF_2)、二氟化氧(OF_2)、三氟甲基次氟酸酯(CF_3OF)、碳原子数2以上且4以下的全氟醚、和碳原子数3以上且5以下的全氟酮。

[0060] 作为碳原子数2以上且4以下的全氟醚的具体例,可举出全氟二甲基醚(CF_3OCF_3)、全氟甲基乙基醚($CF_3OC_2F_5$)、全氟二乙基醚($C_2F_5OC_2F_5$)、全氟甲基丙基醚($CF_3OC_3F_7$)。

[0061] 作为碳原子数3以上且5以下的全氟酮的具体例,可举出全氟丙酮(CF_3COCF_3)、全氟丁酮($CF_3COC_2F_5$)、全氟戊酮($CF_3COC_3F_7$、$C_2F_5COC_2F_5$)。

[0062] 另外,在本发明中,所谓全氟醚,是指醚所具有的烃基的氢原子的全部被氟原子取代了的化合物,所谓全氟酮,是指酮所具有的烃基的氢原子的全部被氟原子取代了的化合物。

[0063] 作为分子内具有氢原子和氧原子且分子内不具有氟原子的化合物的具体例,可举出水(H_2O)、碳原子数1以上且3以下的醇、碳原子数2以上且4以下的醚、和碳原子数3以上且5以下的酮。

[0064] 作为碳原子数1以上且3以下的醇的具体例,可举出甲醇(CH_3OH)、乙醇(C_2H_5OH)、丙醇(C_3H_7OH)、异丙醇(C_3H_7OH)。

[0065] 作为碳原子数2以上且4以下的醚的具体例,可举出二甲基醚(CH_3OCH_3)、二乙基醚($C_2H_5OC_2H_5$)、甲基乙基醚($CH_3OC_2H_5$)、甲基丙基醚($CH_3OC_3H_7$)。

[0066] 作为碳原子数3以上且5以下的酮的具体例,可举出丙酮(CH_3COCH_3)、丁酮($CH_3COC_2H_5$)、戊酮($CH_3COC_3H_7$、$C_2H_5COC_2H_5$)。

[0067] 作为分子内具有氟原子、氢原子、和氧原子的化合物的具体例,可举出碳原子数2以上且4以下的氢氟醚、碳原子数2以上且4以下的氟醇、碳原子数3以上且5以下的氢氟酮。

[0068] 作为碳原子数2以上且4以下的氢氟醚的具体例,可举出五氟二甲基醚(CHF_2OCF_3)、

四氟二甲基醚(CHF_2OCHF_2、CH_2FOCF_3)、三氟二甲基醚(CH_3OCF_3、CH_2FOCHF_2)、二氟二甲基醚(CH_3OCHF_2、CH_2FOCH_2F)、氟二甲基醚(CH_3OCH_2F)、二氟甲基五氟乙基醚($CHF_2OC_2F_5$)、三氟甲基四氟乙基醚($CF_3OC_2HF_4$)、氟甲基五氟乙基醚($CH_2FOC_2F_5$)、二氟甲基四氟乙基醚($CHF_2OC_2HF_4$)、三氟甲基三氟乙基醚($CF_3OC_2H_2F_3$)、甲基五氟乙基醚($CH_3OC_2F_5$)、氟甲基四氟乙基醚($CH_2FOC_2HF_4$)、二氟甲基三氟乙基醚($CHF_2OC_2H_2F_3$)、三氟甲基二氟乙基醚($CF_3OC_2H_3F_2$)、甲基四氟乙基醚($CH_3OC_2HF_4$)、氟甲基三氟乙基醚($CH_2FOC_2H_2F_3$)、二氟甲基二氟乙基醚($CHF_2OC_2H_3F_2$)、三氟甲基氟乙基醚($CF_3OC_2H_4F$)、甲基三氟乙基醚($CH_3OC_2H_2F_3$)、氟甲基二氟乙基醚($CH_2FOC_2H_3F_2$)、二氟甲基氟乙基醚($CHF_2OC_2H_4F$)、三氟甲基乙基醚($CF_3OC_2H_5$)、甲基二氟乙基醚($CH_3OC_2H_3F_2$)、氟甲基氟乙基醚($CH_2FOC_2H_4F$)、二氟乙基醚($CHF_2OC_2H_5$)、甲基氟乙基醚($CH_3OC_2H_4F$)、氟甲基乙基醚($CH_2FOC_2H_5$)、四氟乙基五氟乙基醚($C_2HF_4OC_2F_5$)、双四氟乙基醚($C_2HF_4OC_2HF_4$)、五氟乙基三氟乙基醚($C_2F_5OC_2H_2F_3$)、五氟乙基二氟乙基醚($C_2F_5OC_2H_3F_2$)、四氟乙基三氟乙基醚($C_2HF_4OC_2H_2F_3$)、五氟乙基氟乙基醚($C_2F_5OC_2H_4F$)、四氟乙基二氟乙基醚($C_2HF_4OC_2H_3F_2$)、双三氟乙基醚($C_2H_2F_3OC_2H_2F_3$)、乙基五氟乙基醚($C_2H_5OC_2F_5$)、氟乙基四氟乙基醚($C_2H_4FOC_2HF_4$)、二氟乙基三氟乙基醚($C_2H_3F_2OC_2H_2F_3$)、乙基四氟乙基醚($C_2H_5OC_2HF_4$)、氟乙基三氟乙基醚($C_2H_4FOC_2H_2F_3$)、双二氟乙基醚($C_2H_3F_2OC_2H_3F_2$)、乙基二氟乙基醚($C_2H_5OC_2H_3F_2$)、双氟乙基醚($C_2H_4FOC_2H_4F$)、乙基氟乙基醚($C_2H_5OC_2H_4F$)、二氟甲基七氟丙基醚($CHF_2OC_3F_7$)、三氟甲基六氟丙基醚($CF_3OC_3HF_6$)、氟甲基七氟丙基醚($CH_2FOC_3F_7$)、二氟甲基六氟丙基醚($CHF_2OC_3HF_6$)、三氟甲基五氟丙基醚($CF_3OC_3H_2F_5$)、甲基七氟丙基醚($CH_3OC_3F_7$)、氟甲基六氟丙基醚($CH_2FOC_3HF_6$)、二氟甲基五氟丙基醚($CHF_2OC_3H_2F_5$)、三氟甲基四氟丙基醚($CF_3OC_3H_3F_4$)、甲基六氟丙基醚($CH_3OC_3HF_6$)、氟甲基五氟丙基醚($CH_2FOC_3H_2F_5$)、二氟甲基四氟丙基醚($CHF_2OC_3H_3F_4$)、三氟甲基三氟丙基醚($CF_3OC_3H_4F_3$)、甲基五氟丙基醚($CH_3OC_3H_2F_5$)、氟甲基四氟丙基醚($CH_2FOC_3H_3F_4$)、二氟甲基三氟丙基醚($CHF_2OC_3H_4F_3$)、三氟甲基二氟丙基醚($CF_3OC_3H_5F_2$)、甲基四氟丙基醚($CH_3OC_3H_3F_4$)、氟甲基三氟丙基醚($CH_2FOC_3H_4F_3$)、二氟甲基二氟丙基醚($CHF_2OC_3H_5F_2$)、三氟甲基氟丙基醚($CF_3OC_3H_6F$)、甲基三氟丙基醚($CH_3OC_3H_4F_3$)、氟甲基二氟丙基醚($CH_2FOC_3H_2F_5$)、二氟甲基氟丙基醚($CHF_2OC_3H_6F$)、三氟甲基丙基醚($CF_3OC_3H_7$)、甲基二氟丙基醚($CH_3OC_3H_5F_2$)、氟甲基氟丙基醚($CH_2FOC_3H_6F$)、二氟甲基丙基醚($CHF_2OC_3H_7$)、甲基氟丙基醚($CH_3OC_3H_6F$)、氟甲基丙基醚($CH_2FOC_3H_7$)。

[0069] 作为碳原子数2以上且4以下的氟醇的具体例,可举出三氟乙醇(CF_3CH_2OH)、六氟-2-丙醇($CF_3CH(OH)CF_3$)、五氟丙醇($C_2F_5CH_2OH$)、五氟-2-丙醇($CF_3CH(OH)CHF_2$)、四氟丙醇($C_2HF_4CH_2OH$)、四氟-2-丙醇($CF_3CH(OH)CH_2F$、$CHF_2CH(OH)CHF_2$)、三氟丙醇($C_2H_2F_3CH_2OH$)、三氟-2-丙醇($CF_3CH(OH)CH_3$、$CHF_2CH(OH)CH_2F$)、二氟丙醇($C_2H_3F_2CH_2OH$)、二氟-2-丙醇($CHF_2CH(OH)CH_3$、$CH_2FCH(OH)CH_2F$)、氟丙醇($C_2H_4FCH_2OH$)、氟-2-丙醇($CH_2FCH(OH)CH_3$)、全氟-叔丁醇($CF_3C(CF_3)(OH)CF_3$)。

[0070] 作为碳原子数3以上且5以下的氢氟酮的具体例,可举出五氟丙酮(CF_3COCHF_2)、四氟丙酮(CF_3COCH_2F、CHF_2COCHF_2)、三氟丙酮(CF_3COCH_3、CHF_2COCH_2F)、二氟丙酮(CHF_2COCH_3、CH_2FCOCH_2F)、七氟丁酮($C_2F_5COCHF_2$、$C_2HF_4COCF_3$)、六氟丁酮($C_2F_5COCH_2F$、$C_2HF_4COCHF_2$、$C_2H_2F_3COCH_3$)、五氟丁酮($C_2F_5COCH_3$、$C_2HF_4COCH_2F$、$C_2H_2F_3COCHF_2$、$C_2H_3F_2COCF_3$)、四氟丁酮($C_2HF_4COCH_3$、$C_2H_2F_3COCH_2F$、$C_2H_3F_2COCHF_2$、$C_2H_4FCOCF_3$)、三氟丁酮($C_2H_2F_3COCH_3$、$C_2H_3F_2COCH_2F$、$C_2H_4FCOCHF_2$、$C_2H_5COCF_3$)、二氟丁酮($C_2H_3F_2COCH_3$、$C_2H_4FCOCH_2F$、$C_2H_5COCHF_2$)、氟丁酮

($C_2H_4FCOCH_3$、$C_2H_5COCH_2F$)、九氟-3-戊酮($C_2F_5COC_2HF_4$)、八氟-3-戊酮($C_2F_5COC_2H_2F_3$、$C_2HF_4COC_2HF_4$)、七氟-3-戊酮($C_2F_5COC_2H_3F_2$、$C_2HF_4COC_2H_2F_3$)、六氟-3-戊酮($C_2F_5COC_2H_4F$、$C_2HF_4COC_2H_3F_2$、$C_2H_2F_3COC_2H_2F_3$)、五氟-3-戊酮($C_2F_5COC_2H_5$、$C_2HF_4COC_2H_4F$、$C_2H_2F_3COC_2H_3F_2$)、四氟-3-戊酮($C_2HF_4COC_2H_5$、$C_2H_2F_3COC_2H_4F$、$C_2H_3F_2COC_2H_3F_2$)、三氟-3-戊酮($C_2H_2F_3COC_2H_5$、$C_2H_3F_2COC_2H_4F$)、二氟-3-戊酮($C_2H_3F_2COC_2H_5$、$C_2H_4FCOC_2H_4F$)、氟-3-戊酮($C_2H_4FCOC_2H_5$)、九氟-2-戊酮($CHF_2COC_3F_7$、$CF_3COC_3HF_6$)、八氟-2-戊酮($CH_2FCOC_3F_7$、$CHF_2COC_3HF_6$、$CF_3COC_3H_2F_5$)、七氟-2-戊酮($CH_3COC_3F_7$、$CH_2FCOC_3HF_6$、$CHF_2COC_3H_2F_5$、$CF_3COC_3H_3F_4$)、六氟-2-戊酮($CH_3COC_3HF_6$、$CH_2FCOC_3H_2F_5$、$CHF_2COC_3H_3F_4$、$CF_3COC_3H_4F_3$)、五氟-2-戊酮($CH_3COC_3H_2F_5$、$CH_2FCOC_3H_3F_4$、$CHF_2COC_3H_4F_3$、$CF_3COC_3H_5F_2$)、四氟-2-戊酮($CH_3COC_3H_3F_4$、$CH_2FCOC_3H_4F_3$、$CHF_2COC_3H_5F_2$、$CF_3COC_3H_6F$)、三氟-2-戊酮($CH_3COC_3H_4F_3$、$CH_2FCOC_3H_5F_2$、$CHF_2COC_3H_6F$、$CF_3COC_3H_7$)、二氟-2-戊酮($CH_3COC_3H_5F_2$、$CH_2FCOC_3H_6F$、$CHF_2COC_3H_7$)、氟-2-戊酮($CH_3COC_3H_6F$、$CH_2FCOC_3H_7$)。

[0071] 这些蚀刻化合物可以单独使用1种,也可以组合使用2种以上。

[0072] 〔蚀刻气体〕

[0073] 蚀刻气体为含有上述的蚀刻化合物的气体。蚀刻气体既可以为仅由上述的蚀刻化合物形成的气体,也可以为含有上述的蚀刻化合物和稀释气体的混合气体。另外,也可以为含有上述的蚀刻化合物、稀释气体以及添加气体的混合气体。

[0074] 作为稀释气体,可以使用从氮气(N_2)、氦(He)、氖(Ne)、氩(Ar)、氪(Kr)以及氙(Xe)中选择的至少一种。

[0075] 优选稀释气体的含有量相对于蚀刻气体的总量为90体积%以下,更优选为50体积%以下。另外,优选稀释气体的含有量相对于蚀刻气体的总量为10体积%以上。

[0076] 从提高蚀刻速度的观点出发,优选蚀刻气体中的蚀刻化合物的含有量相对于蚀刻气体的总量为5体积%以上,进一步优选为10体积%以上。另外,从抑制蚀刻化合物的使用量的观点出发,优选相对于蚀刻气体的总量为90体积%以下,进一步优选为80体积%以下。

[0077] 蚀刻气体可以通过对构成蚀刻气体的多个成分(蚀刻化合物、稀释气体等)进行混合来获得,但多个成分的混合在腔室内外哪里进行都是可以的。即,既可以将构成蚀刻气体的多个成分分别独立地导入到腔室内,在腔室内进行混合,也可以对构成蚀刻气体的多个成分进行混合来获得蚀刻气体,将所获得的蚀刻气体导入到腔室内。

[0078] 〔金属杂质〕

[0079] 蚀刻气体含有或者不含有具有至少一种金属的金属杂质。在含有金属杂质的情况下,蚀刻气体含有的全部种类的金属的浓度的总和为4000质量ppb以下的低浓度,因此,如前述那样在蚀刻中不容易产生颗粒。所含有的全部种类的金属的浓度的总和优选为1000质量ppb以下,更优选为100质量ppb以下。

[0080] 当在蚀刻中产生水时,水在成为0℃以下的被蚀刻部件的表面冷凝。在使用在分子内具有氟原子的化合物来作为蚀刻化合物的情况下,当在蚀刻中产生的氟化氢自由基与被蚀刻部件的表面的水接触时,会生成氢氟酸,因此,基于化学反应的蚀刻被促进,蚀刻速度提高。

[0081] 然而,当在蚀刻气体中含有金属杂质时,有可能因金属杂质与氢氟酸的反应而生成的金属氟化物成为主要原因而生成颗粒。另外,金属氟化物在化学上稳定且挥发性低,因此,难以通过干法工艺进行除去。因此,可能成为之后的蚀刻、沉积工序等的障碍。因此,优

选蚀刻气体中所含有的金属杂质的量更少,蚀刻气体含有的全部种类的金属的浓度的总和需要为4000质量ppb以下。

[0082] 此外,蚀刻气体含有的全部种类的金属的浓度的总和也可以为10质量ppb以上。另外,蚀刻气体含有的全部种类的金属的各浓度也可以均为1质量ppb以上。

[0083] 蚀刻气体中的金属的浓度可以用电感耦合等离子体质谱分析计(ICP-MS)进行定量。在此,不含有金属杂质意味着用电感耦合等离子体质谱分析计无法进行定量的情况。

[0084] 作为金属杂质具有的金属,可举出碱金属、碱土金属、属于周期表的3～14族的金属(例如过渡金属)。

[0085] 作为碱金属的例子,可举出锂(Li)、钠(Na)、钾(K)、铷(Rb)、铯(Cs)、钫(Fr),作为碱土金属的例子,可举出铍(Be)、镁(Mg)、钙(Ca)、锶(Sr)、钡(Ba)、镭(Ra)。

[0086] 作为属于周期表的3～14族的金属的例子,可举出铬(Cr)、锰(Mn)、铁(Fe)、钴(Co)、镍(Ni)、铜(Cu)、锌(Zn)、铝(Al)以及锡(Sn)。

[0087] 金属杂质具有的金属既可以为这些金属中的一种,也可以为两种以上。

[0088] 上述的金属杂质有时作为金属单质、金属化合物、金属卤化物、金属络合物而含有在蚀刻气体中。作为蚀刻气体中的金属杂质的形态,可举出微粒子、液滴、气体等。此外,对于上述的金属杂质,认为是来自于合成上述蚀刻化合物时使用的原料、反应器、精制装置、填充容器等而混入到蚀刻气体的。

[0089] 作为从上述蚀刻化合物除去上述金属杂质的方法,例如有使上述蚀刻化合物通过过滤器的方法、使上述蚀刻化合物与吸附剂接触的方法、通过蒸馏进行分离的方法等。并且,具体而言,例如通过将上述蚀刻化合物封入到不锈钢制缸筒中,在缸筒内压下保持为了蚀刻化合物的沸点以下的状态下,例如在四氟甲烷的情况下,在比1个大气压稍高的缸筒内压下保持为了-125℃的状态下,利用后述的实施例所记载的方法等抽出气相部分,由此,能够获得金属的浓度降低后的蚀刻气体。优选在通过这样的除去金属杂质的工序来使蚀刻气体含有的金属的浓度的总和为4000质量ppb以下之后,将蚀刻气体供给蚀刻。

[0090] 〔蚀刻工序的温度条件〕

[0091] 本实施方式涉及的蚀刻方法为低温蚀刻法,因此,使被蚀刻部件的温度为0℃以下来进行蚀刻,但被蚀刻部件的温度优选设为-20℃以下,更优选设为-40℃以下。若使被蚀刻部件的温度为上述范围内来进行蚀刻,则能够以更低的侧蚀刻率进行蚀刻。

[0092] 在此,温度条件的温度是指被蚀刻部件的温度,但也可以使用设置于蚀刻装置的腔室内的、支承被蚀刻部件的台(stage)的温度。

[0093] 关于构成在进行蚀刻时所产生的等离子体与被蚀刻部件之间的电位差的偏置功率,根据所希望的蚀刻形状,从0～10000W中进行选择即可,在选择性地进行蚀刻的情况下,优选为0～1000W左右。

[0094] 〔蚀刻工序的压力条件〕

[0095] 本实施方式涉及的蚀刻方法中的蚀刻工序的压力条件并不被特别地限定,但优选设为10Pa以下,更优选设为5Pa以下。若压力条件处于上述的范围内,则容易稳定地产生等离子体。另一方面,优选蚀刻工序的压力条件为0.05Pa以上。若压力条件处于上述的范围内,则容易产生许多的电离离子而获得足够的等离子体密度。

[0096] 蚀刻气体的流量根据腔室的容积、对腔室内进行减压的排气设备的能力而适当进

行设定以使得腔室内的压力保持为一定即可。

[0097] 〔被蚀刻部件〕

[0098] 通过本实施方式涉及的蚀刻方法进行蚀刻的被蚀刻部件具有作为蚀刻的对象的蚀刻对象物,但也可以还具有不为蚀刻的对象的非蚀刻对象物。

[0099] 在被蚀刻部件具有蚀刻对象物和非蚀刻对象物的情况下,被蚀刻部件既可以是具有由蚀刻对象物形成的部分和由非蚀刻对象物形成的部分的部件,也可以是由蚀刻对象物和非蚀刻对象物的混合物形成的部件。另外,被蚀刻部件也可以具有蚀刻对象物、非蚀刻对象物以外的物质。

[0100] 另外,被蚀刻部件的形状并不被特别地限定,例如也可以是板状、箔状、膜状、粉末状、块状。作为被蚀刻部件的例子,可举出前述的半导体基板。

[0101] 〔蚀刻对象物〕

[0102] 蚀刻对象物既可以是仅由含有硅的材料形成的对象物,也可以是具有仅由含有硅的材料形成的部分和由其它材质形成的部分的对象物,还可以是由含有硅的材料和其它材质的混合物形成的对象物。作为含有硅的材料,例如可举出氧化硅、氮化硅、多晶硅、硅锗(SiGe)。对于这些含有硅的材料,既可以单独地使用一种,也可以组合两种以上来使用。

[0103] 作为氧化硅的例子,可举出二氧化硅(SiO_2)。另外,氮化硅是指以任意的比例具有硅和氮的化合物,作为例子,可以举出Si_3N_4。氮化硅的纯度不被特别地限定,但优选为30质量%以上,更优选为60质量%以上,进一步优选为90质量%以上。

[0104] 另外,蚀刻对象物的形状并不被特别地限定,例如也可以是板状、箔状、膜状、粉末状、块状。进一步,蚀刻对象物既可以形成有、也可以没有形成图案、孔等的形状。

[0105] 〔非蚀刻对象物〕

[0106] 非蚀刻对象物实质上不与上述的蚀刻化合物反应,或者与上述的蚀刻化合物的反应极慢,因此,即使通过本实施方式涉及的蚀刻方法进行蚀刻,蚀刻也几乎不进展。对于非蚀刻对象物,只要是具有如上述那样的性质,则并不被特别地限定,例如可举出光致抗蚀剂、无定形碳、氮化钛、和/或铜、镍、钴等的金属、和/或这些金属的氧化物、氮化物。在这些中,从处理性和易获得性的观点出发,也更优选光致抗蚀剂、无定形碳。

[0107] 另外,非蚀刻对象物能够作为用于抑制蚀刻气体对蚀刻对象物的蚀刻的抗蚀剂或者掩模(mask)来使用。由此,本实施方式涉及的蚀刻方法能够利用于使用形成了图案的非蚀刻对象物来作为抗蚀剂或者掩模而将蚀刻对象物加工为预定形状(例如将被蚀刻部件具有的膜状的蚀刻对象物加工为预定膜厚)等的方法,因此,可以优选地使用于半导体元件的制造。另外,非蚀刻对象物几乎不被蚀刻,因此,能够抑制半导体元件中的本来不应该被蚀刻的部分被蚀刻,能够防止半导体元件的特性因蚀刻而丧失。

[0108] 接着,参照图1,对能够实施本实施方式涉及的蚀刻方法的蚀刻装置的结构的一个例子、和使用了该蚀刻装置的蚀刻方法的一个例子进行说明。图1的蚀刻装置是使用等离子体进行蚀刻的等离子体蚀刻装置。首先,对图1的蚀刻装置进行说明。

[0109] 图1的蚀刻装置具备:腔室3,在其内部进行蚀刻;等离子体产生装置(未图示),其对腔室3的内部生成等离子体;台5,其在腔室3的内部支承要进行蚀刻的被蚀刻部件4;冷却部6,其经由台5对被蚀刻部件4进行冷却;温度计(未图示),其测定被蚀刻部件4的温度;真空泵8,其对腔室3的内部进行减压;以及压力计7,其测定腔室3的内部的压力。

[0110] 等离子体产生装置的等离子体生成机构的种类并不被特别地限定,既可以是对平行板施加高频电压的机构,也可以是在线圈中流动高频电流的机构。当在等离子体中对被蚀刻部件4施加高频电压时,对被蚀刻部件4施加负电压,正离子高速且垂直地入射至被蚀刻部件4,因此,能够进行各向异性蚀刻。在图1的蚀刻装置中,台5和等离子体产生装置的高频电源相连接,能够对台5施加高频电压。

[0111] 另外,图1的蚀刻装置具备对腔室3的内部供给蚀刻气体的蚀刻气体供给部。该蚀刻气体供给部具有供给蚀刻化合物的气体的蚀刻化合物气体供给部1、供给稀释气体的稀释气体供给部2、将蚀刻化合物气体供给部1和腔室3连接的配管以及将稀释气体供给部2和腔室3连接的配管。此外,也可以以与稀释气体供给部2同样的形态一并设置供给添加气体的设备(未图示)。另外,被供给至了腔室3内的蚀刻气体等气体能够经由未图示的排气用配管而排出到腔室3外。

[0112] 并且,在使用蚀刻化合物气体来作为蚀刻气体的情况下,在用真空泵8对腔室3的内部进行了减压之后,通过从蚀刻化合物气体供给部1送出蚀刻化合物气体,从而经由配管对腔室3供给蚀刻化合物气体即可。

[0113] 另外,在使用蚀刻化合物气体和惰性气体等稀释气体的混合气体来作为蚀刻气体的情况下,在用真空泵8对腔室3的内部进行减压之后,从蚀刻化合物气体供给部1送出蚀刻化合物气体,并且,从稀释气体供给部2送出稀释气体即可。由此,在腔室3内,蚀刻化合物气体和稀释气体被混合而成为蚀刻气体。

[0114] 本实施方式涉及的蚀刻方法可以使用图1的蚀刻装置那样的、在半导体元件制造工序中所使用的一般的等离子体蚀刻装置来进行,可以使用的蚀刻装置的构成不被特别地限定。

[0115] 例如,对于腔室3的温度调节机构的构成,只要能够将被蚀刻部件4的温度调节为任意的温度即可,因此,既可以是如图1的蚀刻装置那样用外置的冷却部6从腔室3的外侧对台5进行冷却的构成,也可以是在台5上直接具备对台5进行冷却的冷却部的构成。

[0116] 实施例

[0117] 以下示出实施例和比较例,进一步具体地对本发明进行说明。调制了以各种浓度含有金属杂质的蚀刻化合物的气体。以下对蚀刻化合物的气体的调制例进行说明。

[0118] (调制例1)

[0119] 准备了3个锰钢制的容量1L的缸筒(能够密闭的圆筒型容器)。将那些缸筒依次称为缸筒A、缸筒B、缸筒C。在缸筒A中填充300g的四氟甲烷(常压下的沸点:-128℃),通过冷却为-125℃来使之液化,在大致100kPa的状态下形成了液相部分和气相部分。缸筒B、C在用真空泵将内部减压为了1kPa以下之后冷却为了-196℃。

[0120] 从缸筒A的存在气相部分的上侧出口抽出200g的四氟甲烷的气体,并将其移送至了减压状态的缸筒B。将残留于缸筒A的100g的四氟甲烷作为样品1-1。然后,从上侧出口抽出残存于缸筒A的四氟甲烷的气体,通过如下那样的方法用电感耦合等离子体质谱分析计测定了各种金属的浓度。

[0121] 即,一边以20℃使缸筒A内的液相的四氟甲烷气化,一边从该气相部分抽出四氟甲烷气体,使其以100mL/min的流量在100g的浓度1mol/L的硝酸水溶液中流通、接触(冒气泡,bubbling),吸收了金属杂质。使四氟甲烷气体流通之后的浓度1mol/L的硝酸水溶液的质量

为80g(M1)。另外,四氟甲烷气体流通前后的缸筒A的质量差为50g(M2)。

[0122] 采集浓度1mol/L的硝酸水溶液10g(M3),使用量瓶用超纯水稀释为了100mL(V)。用电感耦合等离子体质谱分析计测定这样调制出的水溶液中的各种金属的浓度,通过该测定值(c1)和下述式子算出了四氟甲烷中的金属浓度(C)。将结果表示于表1。

[0123] $C=\{(c1\times V)\times(M1/M3)\}/M2$

[0124] [表1]

[0125]

	碱金属的浓度			碱土金属的浓度			铬、锰、铁、钴、镍、铜、锌、铝、锡的浓度									
	Li	Na	K	Mg	Ca	合计	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Al	Sn	合计
样品 1-1	983	1205	1311	1004	1225	5728	1441	1286	1835	1637	1772	1635	1588	1535	1148	13877
样品 1-2	174	205	226	187	198	990	272	215	339	307	321	294	275	301	229	2553
样品 1-3	12	22	25	15	18	92	36	27	45	40	48	39	38	41	28	342

[0126] *)数值的单位为质量ppb。

[0127] 接着,将缸筒B的温度升温为-125℃,形成液相部分和气相部分,从缸筒B的存在气相部分的上侧出口抽出100g的四氟甲烷的气体,并移送至了减压状态的缸筒C。将残留于缸筒B的四氟甲烷100g作为样品1-2。然后,从上侧出口抽出残存于缸筒B的四氟甲烷的气体,用电感耦合等离子体质谱分析计测定了各种金属的浓度。将结果表示于表1。

[0128] 另外,将100g的缸筒C内的四氟甲烷作为样品1-3。从缸筒C的存在气相部分的上侧出口抽出四氟甲烷的气体,用电感耦合等离子体质谱分析计测定了各种金属的浓度。将结果表示于表1。

[0129] (调制例2)

[0130] 除了使用甲烷(常压下的沸点:-162℃)来作为蚀刻化合物这一点和使液化温度为-153℃这一点以外,进行与调制例1同样的操作,调制了样品2-1、2-2、2-3。并且,与前述的调制例1的情况同样地,用电感耦合等离子体质谱分析计测定了各个样品的各种金属的浓度。将结果表示于表2。

[0131] [表2]

[0132]

	碱金属的浓度			碱土金属的浓度			铬、锰、铁、钴、镍、铜、锌、铝、锡的浓度									
	Li	Na	K	Mg	Ca	合计	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Al	Sn	合计
样品 2-1	953	1494	1355	1136	1039	5977	1522	1356	1754	1788	1811	1678	1622	1615	1200	14346
样品 2-2	145	249	212	183	161	950	257	225	293	288	308	274	263	268	199	2375
样品 2-3	11	24	21	13	18	87	37	34	46	44	44	34	37	39	23	338

[0133] *)数值的单位为质量ppb。

[0134] (调制例3)

[0135] 除了使用氧气(常压下的沸点:-183℃)来作为蚀刻化合物这一点和使液化温度为-153℃这一点以外,进行与调制例1同样的操作,调制了样品3-1、3-2、3-3。并且,与前述的调制例1的情况同样地,用电感耦合等离子体质谱分析计测定了各个样品的各种金属的浓度。将结果表示于表3。

[0136] [表3]

[0137]

	碱金属的浓度			碱土金属的浓度			铬、锰、铁、钴、镍、铜、锌、铝、锡的浓度									
	Li	Na	K	Mg	Ca	合计	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Al	Sn	合计
样品 3-1	1025	1321	1333	984	991	5654	1511	1341	1653	1672	1733	1544	1601	1588	1203	13846
样品 3-2	173	227	221	162	161	944	248	215	266	267	288	243	268	257	199	2251
样品 3-3	18	21	25	16	15	95	32	29	36	34	40	33	37	35	24	300

[0138] *)数值的单位为质量ppb。

[0139] (调制例4)

[0140] 除了使用二氟甲烷(常压下的沸点:-52℃)来作为蚀刻化合物这一点和使液化温度为-50℃这一点以外,进行与调制例1同样的操作,调制了样品4-1、4-2、4-3。并且,与前述

的调制例1的情况同样地,用电感耦合等离子体质谱分析计测定了各个样品的各种金属的浓度。将结果表示于表4。

[0141] [表4]

[0142]

	碱金属的浓度			碱土金属的浓度			铬、锰、铁、钴、镍、铜、锌、铝、锡的浓度									
	Li	Na	K	Mg	Ca	合计	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Al	Sn	合计
样品 4-1	1201	1422	1391	1003	1043	6060	1665	1403	1788	1705	1738	1632	1612	1684	1122	14349
样品 4-2	199	212	208	143	155	917	278	238	298	282	287	272	267	270	177	2369
样品 4-3	18	17	19	13	14	81	38	34	45	42	41	36	37	35	26	334

[0143] *)数值的单位为质量ppb。

[0144] (调制例5)

[0145] 除了使用碳酰氟(常压下的沸点:-85℃)来作为蚀刻化合物这一点和使液化温度为-78℃这一点以外,进行与调制例1同样的操作,调制了样品5-1、5-2、5-3。并且,与前述的调制例1的情况同样地,用电感耦合等离子体质谱分析计测定了各个样品的各种金属的浓度。将结果表示于表5。

[0146] [表5]

[0147]

	碱金属的浓度			碱土金属的浓度			铬、锰、铁、钴、镍、铜、锌、铝、锡的浓度									
	Li	Na	K	Mg	Ca	合计	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Al	Sn	合计
样品 5-1	1180	1225	1209	1018	984	5616	1522	1417	1603	1583	1591	1512	1567	1539	1233	13567
样品 5-2	171	175	177	148	147	818	214	204	229	221	223	215	222	218	176	1922
样品 5-3	15	16	15	14	12	72	31	29	37	30	31	29	32	31	24	274

[0148] *)数值的单位为质量ppb。

[0149] (调制例6)

[0150] 除了使用二甲基醚(常压下的沸点:-24℃)来作为蚀刻化合物这一点和使液化温度为-20℃这一点以外,进行与调制例1同样的操作,调制了样品6-1、6-2、6-3。并且,与前述的调制例1的情况同样地,用电感耦合等离子体质谱分析计测定了各个样品的各种金属的浓度。将结果表示于表6。

[0151] [表6]

[0152]

	碱金属的浓度			碱土金属的浓度			铬、锰、铁、钴、镍、铜、锌、铝、锡的浓度									
	Li	Na	K	Mg	Ca	合计	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Al	Sn	合计
样品 6-1	1277	1402	1388	1317	1301	6685	1821	1743	1888	1739	1803	1758	1822	1792	1333	15699
样品 6-2	181	199	192	182	181	935	260	249	270	244	256	251	263	256	194	2243
样品 6-3	17	18	18	15	14	82	38	35	37	36	37	38	37	36	24	318

[0153] *)数值的单位为质量ppb。

[0154] (实施例1)

[0155] 在半导体晶片的表面上不将厚度1000nm的氧化硅膜和厚度1000nm的氮化硅膜层叠地形成为分别在表面露出,将其作为了试验体。并且,使用蚀刻气体进行了试验体的蚀刻。

[0156] 作为蚀刻装置,使用了莎姆克株式会社制的ICP蚀刻装置RIE-230iP。具体而言,分别独立地以流量10mL/min将样品1-3的四氟甲烷导入到腔室内,以流量5mL/min将样品2-3的甲烷导入到腔室内,以流量5mL/min将样品3-3的氧气导入到腔室内,以流量30mL/min将氩气导入到腔室内,在腔室内进行混合而调制了蚀刻气体。并且,取出腔室内的蚀刻气体的一部分,用电感耦合等离子体质谱分析计测定了蚀刻气体的各种金属的浓度。将结果表示于表7。

[0157] 接着,以500W施加高频电压,在腔室内对蚀刻气体进行了等离子体化。并且,以压力3Pa、试验体的温度-50℃、偏置功率100W的蚀刻条件进行了腔室内的试验体的蚀刻。

[0158] 蚀刻结束后,使试验体的温度为20℃,并且,以流量30mL/min向腔室内导入氩气,

对试验体的表面进行了吹扫(purge)。然后,从腔室内取出试验体,分别测定了在氧化硅膜和氮化硅膜的表面上所存在的颗粒的数量。使用KLA-Tencor株式会社制的Surfscan SP1进行了颗粒数量的测定。将结果表示于表7。如表7所示,颗粒的数量为0.1个/cm^2以下,因此,可知由蚀刻导致的颗粒的产生得到了抑制。

[0159] [表7]

[0160]

	金属的浓度(质量ppb)															颗粒的数量(个/cm^2)	
	Li	Na	K	Mg	Ca	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Al	Sn	合计	氧化硅膜	氮化硅膜
实施例1	5	9	10	6	7	14	12	17	16	18	15	15	16	10	169	0.02	0.01
实施例2	38	46	50	40	43	61	49	76	69	73	66	62	68	51	791	0.08	0.09
比较例1	200	246	267	204	248	295	264	375	335	363	334	325	314	234	4003	1.3	1.1

[0161] (实施例2)

[0162] 除了代替样品1-3的四氟甲烷而使用了样品1-2的四氟甲烷这一点以外,进行与实施例1同样的操作,进行了试验体的蚀刻。将金属的浓度的测定结果和颗粒的数量的测定结果表示于表7。如表7所示,颗粒的数量为0.1个/cm^2以下,因此,可知由蚀刻导致的颗粒的产生得到了抑制。

[0163] (比较例1)

[0164] 除了代替样品1-3的四氟甲烷而使用了样品1-1的四氟甲烷这一点以外,进行与实施例1同样的操作,进行了试验体的蚀刻。将金属的浓度的测定结果和颗粒的数量的测定结果表示于表7。如表7所示,颗粒的数量超过0.5个/cm^2,因此,可知由蚀刻导致的颗粒的产生没有得到抑制。

[0165] (实施例3)

[0166] 除了分别独立地以流量10mL/min将样品2-3的甲烷导入到腔室内、以流量5mL/min将样品1-3的四氟甲烷导入到腔室内、以流量5mL/min将样品3-3的氧气导入到腔室内、以流量30mL/min将氩气导入到腔室内,并在腔室内进行混合而调制了蚀刻气体这一点以外,进行与实施例1同样的操作,进行了试验体的蚀刻。

[0167] 蚀刻结束后,使试验体的温度为20℃,并且,以流量30mL/min向腔室内导入氩气,对试验体的表面进行了吹扫。吹扫结束后,从腔室内取出试验体,与实施例1同样地测定了颗粒的数量。将金属的浓度的测定结果和颗粒的数量的测定结果表示于表8。

[0168] 如表8所示,颗粒的数量为0.1个/cm^2以下,因此,可知由蚀刻导致的颗粒的产生得到了抑制。

[0169] [表8]

[0170]

	金属的浓度(质量ppb)															颗粒的数量(个/cm^2)	
	Li	Na	K	Mg	Ca	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Al	Sn	合计	氧化硅膜	氮化硅膜
实施例3	5	9	9	6	7	14	12	17	16	18	14	15	15	10	168	0.02	0.02
实施例4	32	54	47	40	36	58	51	67	65	70	62	60	61	45	748	0.07	0.08
比较例2	194	303	276	230	211	311	277	359	365	371	343	332	331	245	4148	1.1	1.2

[0171] (实施例4)

[0172] 除了代替样品2-3的甲烷而使用样品2-2的甲烷这一点以外,进行与实施例3同样的操作,进行了试验体的蚀刻和吹扫。将金属的浓度的测定结果和颗粒的数量的测定结果表示于表8。如表8所示,颗粒的数量为0.1个/cm^2以下,因此,可知由蚀刻导致的颗粒的产生得到了抑制。

[0173] (比较例2)

[0174] 除了代替样品2-3的甲烷而使用样品2-1的甲烷这一点以外,进行与实施例3同样的操作,进行了试验体的蚀刻和吹扫。将金属的浓度的测定结果和颗粒的数量的测定结果

表示于表8。如表8所示,颗粒的数量超过0.5个/cm^2,因此,可知由蚀刻导致的颗粒的产生没有得到抑制。

[0175] (实施例5)

[0176] 除了分别独立地以流量10mL/min将样品3-3的氧气导入到腔室内、以流量10mL/min将样品4-3的二氟甲烷导入到腔室内、以流量30mL/min将氩气导入到腔室内,并在腔室内进行混合而调制了蚀刻气体这一点以外,进行与实施例3同样的操作,进行了试验体的蚀刻和吹扫。将金属的浓度的测定结果和颗粒的数量的测定结果表示于表9。如表9所示,颗粒的数量为0.1个/cm^2以下,因此,可知由蚀刻导致的颗粒的产生得到了抑制。

[0177] [表9]

[0178]

	金属的浓度(质量ppb)															颗粒的数量(个/cm^2)	
	Li	Na	K	Mg	Ca	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Al	Sn	合计	氧化硅膜	氮化硅膜
实施例5	7	8	9	6	6	14	13	16	15	16	14	15	14	10	162	0.03	0.02
实施例6	38	49	48	35	35	57	50	62	62	66	56	61	58	45	722	0.1	0.09
实施例7	43	47	47	32	34	62	53	67	63	65	61	61	61	40	736	0.09	0.08
比较例3	219	268	270	199	201	310	275	340	343	355	316	328	335	246	4004	1.5	1.2
比较例4	244	289	283	204	212	339	286	365	348	356	333	330	344	229	4161	1.7	1.9

[0179] (实施例6)

[0180] 除了代替样品3-3的氧气而使用样品3-2的氧气这一点以外,进行与实施例5同样的操作,进行了试验体的蚀刻和吹扫。将金属的浓度的测定结果和颗粒的数量的测定结果表示于表9。如表9所示,颗粒的数量为0.1个/cm^2以下,因此,可知由蚀刻导致的颗粒的产生得到了抑制。

[0181] (实施例7)

[0182] 除了代替样品4-3的二氟甲烷而使用样品4-2的二氟甲烷这一点以外,进行与实施例5同样的操作,进行了试验体的蚀刻和吹扫。将金属的浓度的测定结果和颗粒的数量的测定结果表示于表9。如表9所示,颗粒的数量为0.1个/cm^2以下,因此,可知由蚀刻导致的颗粒的产生得到了抑制。

[0183] (比较例3)

[0184] 除了代替样品3-3的氧气而使用样品3-1的氧气这一点以外,进行与实施例5同样的操作,进行了试验体的蚀刻和吹扫。将金属的浓度的测定结果和颗粒的数量的测定结果表示于表9。如表9所示,颗粒的数量超过0.5个/cm^2,因此,可知由蚀刻导致的颗粒的产生没有得到抑制。

[0185] (比较例4)

[0186] 除了代替样品4-3的二氟甲烷而使用样品4-1的二氟甲烷这一点以外,进行与实施例5同样的操作,进行了试验体的蚀刻和吹扫。将金属的浓度的测定结果和颗粒的数量的测定结果表示于表9。如表9所示,颗粒的数量超过0.5个/cm^2,因此,可知由蚀刻导致的颗粒的产生没有得到抑制。

[0187] (实施例8)

[0188] 除了分别独立地以流量10mL/min将样品5-3的碳酰氟导入到腔室内、以流量10mL/min将样品2-3的甲烷导入到腔室内、以流量30mL/min将氩气导入到腔室内,并在腔室内进行混合而调制了蚀刻气体这一点以外,进行与实施例3同样的操作,进行了试验体的蚀刻和吹扫。将金属的浓度的测定结果和颗粒的数量的测定结果表示于表10。如表10所示,颗粒的数量为0.1个/cm^2以下,因此,可知由蚀刻导致的颗粒的产生得到了抑制。

[0189] [表10]

[0190]

	金属的浓度（质量ppb）															颗粒的数量（个/cm²）	
	Li	Na	K	Mg	Ca	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Al	Sn	合计	氧化硅膜	氮化硅膜
实施例8	5	8	7	5	6	14	13	17	15	15	13	14	14	9	154	0.03	0.02
实施例9	36	40	40	32	33	50	48	55	53	53	50	52	51	40	633	0.09	0.09
比较例5	238	250	246	241	230	312	295	330	325	327	320	321	326	251	4012	1.8	1.5

[0191] (实施例9)

[0192] 除了代替样品5-3的碳酰氟而使用样品5-2的碳酰氟这一点以外,进行与实施例8同样的操作,进行了试验体的蚀刻和吹扫。将金属的浓度的测定结果和颗粒的数量的测定结果表示于表10。如表10所示,颗粒的数量为0.1个/cm^2以下,因此,可知由蚀刻导致的颗粒的产生得到了抑制。

[0193] (比较例5)

[0194] 除了代替样品5-3的碳酰氟而使用了样品5-1的碳酰氟这一点以外,进行与实施例8同样的操作,进行了试验体的蚀刻和吹扫。将金属的浓度的测定结果和颗粒的数量的测定结果表示于表10。如表10所示,颗粒的数量超过0.5个/cm^2,因此,可知由蚀刻导致的颗粒的产生没有得到抑制。

[0195] (实施例10)

[0196] 除了分别独立地以流量10mL/min将样品6-3的二甲基醚导入到腔室内、以流量10mL/min将样品1-3的四氟甲烷导入到腔室内、以流量30mL/min将氩气导入到腔室内,并在腔室内进行混合而调制了蚀刻气体这一点以外,进行与实施例3同样的操作,进行了试验体的蚀刻和吹扫。将金属的浓度的测定结果和颗粒的数量的测定结果表示于表11。如表11所示,颗粒的数量为0.1个/cm^2以下,因此,可知由蚀刻导致的颗粒的产生得到了抑制。

[0197] [表11]

[0198]

	金属的浓度（质量ppb）															颗粒的数量（个/cm²）	
	Li	Na	K	Mg	Ca	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Al	Sn	合计	氧化硅膜	氮化硅膜
实施例10	6	8	9	6	6	15	12	16	15	17	15	15	15	10	167	0.02	0.02
实施例11	39	44	43	39	40	59	55	63	57	61	58	60	59	44	722	0.08	0.09
比较例6	258	285	283	266	264	371	354	387	356	370	359	372	367	272	4564	1.3	1.4

[0199] (实施例11)

[0200] 除了代替样品6-3的二甲基醚而使用样品6-2的二甲基醚这一点以外,进行与实施例10同样的操作,进行了试验体的蚀刻和吹扫。将金属的浓度的测定结果和颗粒的数量的测定结果表示于表11。如表11所示,颗粒的数量为0.1个/cm^2以下,因此,可知由蚀刻导致的颗粒的产生得到了抑制。

[0201] (比较例6)

[0202] 除了代替样品6-3的二甲基醚而使用样品6-1的二甲基醚这一点以外,进行与实施例10同样的操作,进行了试验体的蚀刻和吹扫。将金属的浓度的测定结果和颗粒的数量的测定结果表示于表11。如表11所示,颗粒的数量超过0.5个/cm^2,因此,可知由蚀刻导致的颗粒的产生没有得到抑制。

[0203] (实施例12)

[0204] 除了使试验体的温度为-5℃这一点以外,进行与实施例1同样的操作,进行了试验体的蚀刻。在氧化硅膜的表面上所存在的颗粒的数量为0.04个/cm^2,在氮化硅膜的表面上所存在的颗粒的数量为0.03个/cm^2,由蚀刻导致的颗粒的产生得到了抑制。

[0205] (比较例7)

[0206] 除了使试验体的温度为-5℃这一点以外,进行与比较例1同样的操作,进行了试验体的蚀刻。在氧化硅膜的表面上所存在的颗粒的数量为1.4个/cm^2,在氮化硅膜的表面上所

存在的颗粒的数量为1.1个/cm^2,由蚀刻导致的颗粒的产生没有得到抑制。

[0207] (参考例1)

[0208] 除了使试验体的温度为25℃这一点以外,进行与实施例1同样的操作,进行了试验体的蚀刻。存在于氧化硅膜的表面上的颗粒的数量为0.02个/cm^2,存在于氮化硅膜的表面上的颗粒的数量为0.03个/cm^2,由蚀刻导致的颗粒的产生得到了抑制。

[0209] (参考例2)

[0210] 除了使试验体的温度为25℃这一点以外,进行与比较例1同样的操作,进行了试验体的蚀刻。存在于氧化硅膜的表面上的颗粒的数量为0.07个/cm^2,存在于氮化硅膜的表面上的颗粒的数量为0.05个/cm^2,由蚀刻导致的颗粒的产生得到了抑制。

[0211] 附图标记说明

[0212] 1 蚀刻化合物气体供给部

[0213] 2 稀释气体供给部

[0214] 3 腔室

[0215] 4 被蚀刻部件

[0216] 5 台

[0217] 6 冷却部

[0218] 7 压力计

[0219] 8 真空泵

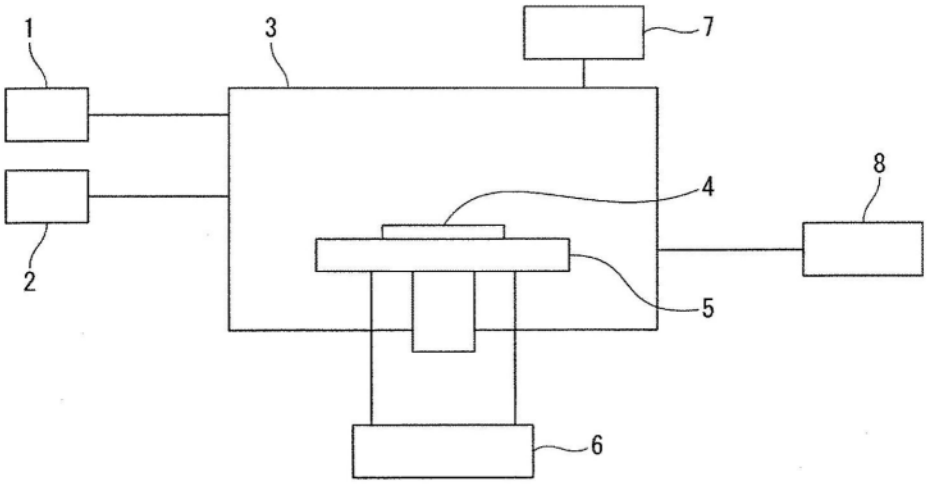


图1