



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113906540 A

(43) 申请公布日 2022. 01. 07

(21) 申请号 202180003675.X

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所
11247

(22) 申请日 2021.02.08

代理人 王潇悦 段承恩

(30) 优先权数据

2020-030984 2020.02.26 JP

(51) Int.Cl.

H01L 21/306 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

H01L 21/308 (2006.01)

2021.11.30

H01L 21/311 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

H01L 21/3213 (2006.01)

PCT/JP2021/004579 2021.02.08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/171986 JA 2021.09.02

(71) 申请人 昭和电工株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 松井一真

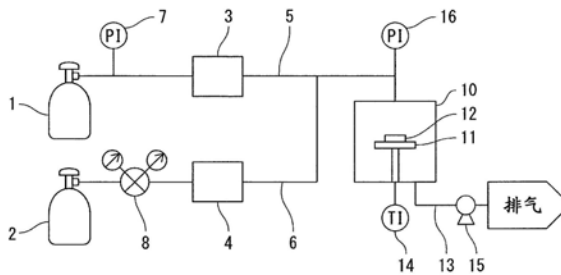
权利要求书1页 说明书23页 附图2页

(54) 发明名称

干蚀刻方法、半导体元件的制造方法和清洁方法

(57) 摘要

提供一种干蚀刻方法,能够在不使用等离子体的情况下选择性地且以足够的蚀刻速度对含有选自钛、铟和锡中的至少一种金属的蚀刻对象物进行蚀刻。一种干蚀刻方法,具备干蚀刻工序,干蚀刻工序使含有卤素氟化物的蚀刻气体与具有蚀刻对象物的被蚀刻构件(12)接触,不使用等离子体地对蚀刻对象物进行蚀刻,卤素氟化物是溴或碘与氟的化合物,蚀刻对象物是由蚀刻气体进行蚀刻的对象。蚀刻对象物含有选自钛、铟和锡中的至少一种金属。



1. 一种干蚀刻方法,具备干蚀刻工序,所述干蚀刻工序使含有卤素氟化物的蚀刻气体与具有蚀刻对象物的被蚀刻构件接触,不使用等离子体地对所述蚀刻对象物进行蚀刻,所述卤素氟化物是溴或碘、与氟的化合物,所述蚀刻对象物是由所述蚀刻气体进行蚀刻的对象,所述蚀刻对象物含有选自钛、钢和锡中的至少一种金属。

2. 根据权利要求1所述的干蚀刻方法,所述卤素氟化物是选自一氟化溴、三氟化溴、五氟化溴、五氟化碘和七氟化碘中的至少一种。

3. 根据权利要求1或2所述的干蚀刻方法,所述蚀刻气体是含有所述卤素氟化物和惰性气体的混合气体。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的干蚀刻方法,所述蚀刻气体中所含有的卤素单质气体的含量低于5体积%。

5. 根据权利要求1~4中任一项所述的干蚀刻方法,在40℃以上且250℃以下的温度条件下实行所述干蚀刻工序。

6. 根据权利要求1~4中任一项所述的干蚀刻方法,在80℃以上且150℃以下的温度条件下实行所述干蚀刻工序。

7. 根据权利要求1~6中任一项所述的干蚀刻方法,在1Pa以上且100kPa以下的压力条件下实行所述干蚀刻工序。

8. 根据权利要求1~7中任一项所述的干蚀刻方法,所述被蚀刻构件具有非蚀刻对象物和所述蚀刻对象物,所述非蚀刻对象物不是由所述蚀刻气体进行蚀刻的对象,

所述非蚀刻对象物具有选自铜、镍、钴和光致抗蚀剂中的至少一种,

相比于所述非蚀刻对象物,选择性地对所述蚀刻对象物进行蚀刻。

9. 根据权利要求1~8中任一项所述的干蚀刻方法,所述蚀刻对象物是选自所述金属的单质、所述金属的氧化物、所述金属的氮化物、所述金属的氮氧化物和所述金属的氟氧化物中的至少一种。

10. 一种半导体元件的制造方法,采用权利要求1~9中任一项所述的干蚀刻方法制造半导体元件,

所述被蚀刻构件是具有所述蚀刻对象物的半导体基板,

所述制造方法具备处理工序,所述处理工序通过所述蚀刻从所述半导体基板除去所述蚀刻对象物的至少一部分。

11. 一种清洁方法,采用权利要求1~9中任一项所述的干蚀刻方法,对半导体元件的制造装置的腔室的内表面进行清洁,

所述被蚀刻构件是所述腔室,在所述腔室的内表面具有随着所述半导体元件的制造装置的运转而附着的附着物,所述附着物是所述蚀刻对象物,

所述清洁方法具备清洁工序,所述清洁工序通过所述蚀刻从所述腔室的内表面除去所述附着物。

干蚀刻方法、半导体元件的制造方法和清洁方法

技术领域

[0001] 本发明涉及干蚀刻方法、半导体元件的制造方法和清洁方法。

背景技术

[0002] 含有钛(Ti)、铟(In)、锡(Sn)等金属的材料有时被用作半导体元件的硬掩模或电极材料。为了将含有上述金属的材料用作半导体元件材料,需要将含有上述金属的材料微加工成预期形状的技术,但含有上述金属的材料大多是几乎不具有蒸气压的难蚀刻材料。

[0003] 因此,以往的主流是通过使含有氧化剂、螯合剂、氟离子等的溶液与其接触而除去含有上述金属的材料的由湿蚀刻法进行的微加工(例如参照专利文献1)。

[0004] 但是,如果采用湿蚀刻法作为半导体元件的蚀刻工艺,则半导体元件之中本来不应被蚀刻的部分也会被蚀刻,恐怕会丧失半导体元件的特性。

[0005] 另一方面,已知采用干蚀刻法,从半导体元件的表面或半导体元件的制造装置的腔室内表面等除去构成半导体元件的材料的方法。例如专利文献2中,公开了伴随用于制造半导体元件的处理,除去沉积在腔室内表面的金属沉积物的方法。专利文献2所公开的方法,是通过将氟气以外的卤素单质气体和氟气同时供给到半导体元件的制造装置的腔室内,来在腔室内生成卤素氟化物,通过使含有该卤素氟化物的蚀刻气体与金属沉积物接触而除去金属沉积物的方法。

[0006] 但是,专利文献2所公开的方法中,卤素氟化物的生成需要高温,因此存在对半导体元件的制造装置的负荷大的问题。另外,蚀刻气体成为卤素氟化物和未反应的卤素单质气体的混合气体,因此恐怕得不到足够的蚀刻速度。

[0007] 在先技术文献

[0008] 专利文献1:日本专利公报公报2008年第536312号

[0009] 专利文献2:日本专利公开公报2001年第267241号

发明内容

[0010] 本发明的课题是提供一种干蚀刻方法、半导体元件的制造方法和清洁方法,其能够在不使用等离子体的情况下选择性地且以足够的蚀刻速度对蚀刻对象物进行蚀刻,蚀刻对象物含有选自钛、铟和锡中的至少一种金属。

[0011] 为了解决上述课题,本发明一方式如下[1]~[11]所示。

[0012] [1]一种干蚀刻方法,具备干蚀刻工序,所述干蚀刻工序使含有卤素氟化物的蚀刻气体与具有蚀刻对象物的被蚀刻构件接触,不使用等离子体地对所述蚀刻对象物进行蚀刻,所述卤素氟化物是溴或碘、与氟的化合物,所述蚀刻对象物是由所述蚀刻气体进行蚀刻的对象,所述蚀刻对象物含有选自钛、铟和锡中的至少一种金属。

[0013] [2]根据[1]所述的干蚀刻方法,所述卤素氟化物是选自一氟化溴、三氟化溴、五氟化溴、五氟化碘和七氟化碘中的至少一种。

[0014] [3]根据[1]或[2]所述的干蚀刻方法,所述蚀刻气体是含有所述卤素氟化物和惰

性气体的混合气体。

[0015] [4]根据[1]~[3]中任一项所述的干蚀刻方法,所述蚀刻气体中所含有的卤素单质气体的含量低于5体积%。

[0016] [5]根据[1]~[4]中任一项所述的干蚀刻方法,在40℃以上且250℃以下的温度条件下实行所述干蚀刻工序。

[0017] [6]根据[1]~[4]中任一项所述的干蚀刻方法,在80℃以上且150℃以下的温度条件下实行所述干蚀刻工序。

[0018] [7]根据[1]~[6]中任一项所述的干蚀刻方法,在1Pa以上且100kPa以下的压力条件下实行所述干蚀刻工序。

[0019] [8]根据[1]~[7]中任一项所述的干蚀刻方法,所述被蚀刻构件具有非蚀刻对象物和所述蚀刻对象物,所述非蚀刻对象物不是由所述蚀刻气体进行蚀刻的对象,

[0020] 所述非蚀刻对象物具有选自铜、镍、钴和光致抗蚀剂中的至少一种,

[0021] 相比于所述非蚀刻对象物,选择性地对所述蚀刻对象物进行蚀刻。

[0022] [9]根据[1]~[8]中任一项所述的干蚀刻方法,所述蚀刻对象物是选自所述金属的单质、所述金属的氧化物、所述金属的氮化物、所述金属的氮氧化物和所述金属的氟氧化物中的至少一种。

[0023] [10]一种半导体元件的制造方法,采用[1]~[9]中任一项所述的干蚀刻方法制造半导体元件,

[0024] 所述被蚀刻构件是具有所述蚀刻对象物的半导体基板,

[0025] 所述制造方法具备处理工序,所述处理工序通过所述蚀刻从所述半导体基板除去所述蚀刻对象物的至少一部分。

[0026] [11]一种清洁方法,采用[1]~[9]中任一项所述的干蚀刻方法,对半导体元件的制造装置的腔室的内表面进行清洁,

[0027] 所述被蚀刻构件是所述腔室,在所述腔室的内表面具有随着所述半导体元件的制造装置的运转而附着的附着物,所述附着物是所述蚀刻对象物,

[0028] 所述清洁方法具备清洁工序,所述清洁工序通过所述蚀刻从所述腔室的内表面除去所述附着物。

[0029] 根据本发明,能够在不使用等离子体的情况下选择性地且以足够的蚀刻速度对蚀刻对象物进行蚀刻,蚀刻对象物含有选自钛、铟和锡中的至少一种金属元素。

附图说明

[0030] 图1是说明本发明的干蚀刻方法的一实施方式的蚀刻装置一例的概略图。

[0031] 图2是说明本发明的干蚀刻方法的一实施方式的蚀刻装置另一例的概略图。

[0032] 图3是说明实施例、比较例和参考例中使用的试验片的图。

具体实施方式

[0033] 以下对本发明的一实施方式进行说明。再者,本实施方式表示本发明的一例,本发明并不限于本实施方式。另外,可以对本实施方式施加各种变更或改良,那样的施加了变更或改良后的方式也包含在本发明中。

[0034] 本实施方式的干蚀刻方法具备干蚀刻工序,干蚀刻工序使含有卤素氟化物的蚀刻气体与具有蚀刻对象物的被蚀刻构件接触,不使用等离子体地对蚀刻对象物进行蚀刻,卤素氟化物是溴(Br)或碘(I)与氟(F)的化合物,蚀刻对象物是由蚀刻气体进行蚀刻的对象。蚀刻对象物含有选自钛(Ti)、铟(In)和锡(Sn)中的至少一种金属。

[0035] 蚀刻气体与蚀刻对象物接触时,蚀刻气体中的卤素氟化物与蚀刻对象物中的所述金属反应,生成所述金属的氟化物。由于所述金属的氟化物具有挥发性,所以通过所述金属的氟化物挥发来进行蚀刻对象物的蚀刻。

[0036] 因而,根据本实施方式的干蚀刻方法,能够不使用等离子体地以选择性且足够的蚀刻速度对蚀刻对象物进行蚀刻,蚀刻对象物含有选自钛、铟和锡中的至少一种金属。即,相比于不是由蚀刻气体进行蚀刻的对象的非蚀刻对象物,能够选择性地对蚀刻对象物进行蚀刻。关于非蚀刻对象物,稍后详细叙述。

[0037] 另外,根据本实施方式的干蚀刻方法,不使用等离子体就能够对蚀刻对象物进行蚀刻,所以无需使用高价的等离子体发生装置进行蚀刻。因此,能够以低成本进行蚀刻对象物的蚀刻。另外,由于不使用等离子体,所以在构成蚀刻装置的构件(例如腔室)、与蚀刻装置连接的配管、构成后述的半导体元件的制造装置的构件(例如腔室)、与后述的半导体元件的制造装置连接的配管等不易产生腐蚀。

[0038] 本实施方式的干蚀刻方法可以用于半导体元件的制造和半导体元件的制造装置的腔室内表面的清洁。

[0039] 即,本实施方式的半导体元件的制造方法,是采用本实施方式的干蚀刻方法制造半导体元件的半导体元件的制造方法,被蚀刻构件是具有上述蚀刻对象物的半导体基板,所述制造方法具备处理工序,处理工序通过蚀刻从半导体基板除去蚀刻对象的至少一部分。

[0040] 列举本实施方式的半导体元件的制造方法一例。该例的制造方法具备成膜工序、掩模形成工序和处理工序,成膜工序在半导体基板的表面上形成由蚀刻对象物构成的层,掩模形成工序在该蚀刻对象物的层上形成具有预定图案的掩模,处理工序采用本实施方式的干蚀刻方法对形成有掩模的蚀刻对象物的层进行蚀刻。通过处理工序,蚀刻对象物的层之中未被掩模覆盖的部分被除去,所以将上述图案转印到蚀刻对象物的层上,得到半导体元件。

[0041] 另外,本实施方式的清洁方法是采用本实施方式的干蚀刻方法对半导体元件的制造装置的腔室的内表面进行清洁的清洁方法,被蚀刻构件是腔室。在腔室的内表面,具有随着半导体元件的制造装置的运转而附着的附着物,该附着物是所述蚀刻对象物。并且,本实施方式的清洁方法具备通过蚀刻从腔室内表面除去沉积物的清洁工序。

[0042] 例如,通过上述本实施方式的半导体元件的制造方法一例中的成膜工序和/或处理工序,有时在实行这些成膜工序和处理工序的腔室内表面会附着由所述蚀刻对象物构成的不需要的附着物。因而,若在成膜工序结束后和处理工序结束后的一者或两者的时刻实施所述清洁工序,则能够通过蚀刻从腔室内表面除去附着物。

[0043] 以下,对本实施方式的干蚀刻方法、半导体元件的制造方法和清洁方法进行更详细的说明。

[0044] [卤素氟化物]

[0045] 卤素氟化物的种类只要是溴或碘与氟的化合物就没有特别限定,优选选自一氟化溴(BrF)、三氟化溴(BrF_3)、五氟化溴(BrF_5)、五氟化碘(IF_5)和七氟化碘(IF_7)中的至少一种。这些卤素氟化物之中,从操作性和易获得性的观点出发,更优选选自五氟化溴和七氟化碘中的至少一种。

[0046] [蚀刻气体]

[0047] 蚀刻气体是含有卤素氟化物的气体。蚀刻气体可以是仅由卤素氟化物构成的气体,也可以是含有卤素氟化物和其他种类气体的混合气体。在蚀刻气体是含有卤素氟化物和其他种类气体的混合气体的情况下,为了以足够的蚀刻速度对蚀刻对象物进行蚀刻,蚀刻气体中所含有的卤素氟化物的含量优选为1体积%以上,更优选为5体积%以上,进一步优选为10体积%以上。

[0048] 在蚀刻气体是含有卤素氟化物和其他种类气体的混合气体的情况下,作为其他种类气体可以使用惰性气体。即,蚀刻气体可以是含有卤素氟化物和惰性气体的混合气体。作为惰性气体,可以使用选自氮气(N_2)、氦气(He)、氖气(Ne)、氩气(Ar)、氪气(Kr)和氙气(Xe)中的至少一种。蚀刻气体中所含有的惰性气体的含量没有特别限定,可以是超过0体积%且90体积%以下。

[0049] 再者,在蚀刻气体中,可以含有卤素单质气体,即氟气(F_2)、氯气(Cl_2)、溴气(Br_2)、碘气(I_2)等。不过,为了以足够的蚀刻速度对蚀刻对象物进行蚀刻,蚀刻气体中所含有的卤素单质气体的含量优选为尽可能低的浓度。具体而言,蚀刻气体中所含有的卤素单质气体的含量优选小于5体积%,更优选为1体积%以下,进一步优选为1000体积ppm以下。

[0050] [干蚀刻工序的温度条件]

[0051] 本实施方式的干蚀刻方法中的干蚀刻工序的温度条件,只要卤素氟化物能够在蚀刻时的压力下以气态存在就没有特别限定,但优选为40℃以上且250℃以下,更优选为45℃以上且小于250℃,进一步优选为50℃以上且200℃以下。在此,所述温度条件的温度是被蚀刻构件的温度,也可以使用蚀刻装置的腔室内的载物台的温度。

[0052] 温度条件若为40℃以上,则卤素氟化物能够以气态存在,并且蚀刻对象物的蚀刻速度容易变得更高。另一方面,温度条件若为250℃以下,则无需过长的时间和过大的能量就能够进行蚀刻,具有对蚀刻装置和半导体元件的制造装置的负荷小、本来不应被蚀刻的部分(例如后述的非蚀刻对象物)的蚀刻能够得到抑制等优点。

[0053] [干蚀刻工序的压力条件]

[0054] 本实施方式的干蚀刻方法中的干蚀刻工序的压力条件,只要卤素氟化物能够在蚀刻时的压力下以气态存在就没有特别限定,但优选为1Pa以上且100kPa以下,更优选为1kPa以上且90kPa以下,进一步优选为2kPa以上且80kPa以下,特别优选为5kPa以上且50kPa以下。蚀刻气体的流量根据腔室的大小和对腔室内减压的排气设备的能力适当设定,以使得腔室内的压力保持一定即可。

[0055] [蚀刻对象物]

[0056] 被蚀刻气体蚀刻的蚀刻对象物含有选自钛、铟和锡中的至少一种金属,可以是上述金属的单质,也可以是上述金属的化合物。或者,蚀刻对象物可以是含有上述金属的单质和上述金属的化合物中的至少一者的混合物。

[0057] 作为含有上述金属的单质和上述金属的化合物中的至少一者的混合物的例子,可

举出上述金属与其他金属的合金、上述金属的单质以及上述金属的化合物中的至少一者与其他材质的材料的混合物、上述金属的单质以及上述金属的化合物的至少一者与杂质的混合物等。这些混合物优选含有合计10摩尔%以上的上述金属单质与上述金属的化合物,更优选含有20摩尔%以上,进一步优选含有30摩尔%以上。

[0058] 作为所述金属的化合物,可举出所述金属的氧化物、所述金属的氮化物、所述金属的氮氧化物、所述金属的氟氧化物。所述金属的氧化物、所述金属的氮化物、所述金属的氮氧化物、所述金属的氟氧化物分别是由所述金属和氧原子(O)构成的化合物、由所述金属和氮原子(N)构成的化合物、由所述金属、氧原子和氮原子构成的化合物、由所述金属、氧原子和氟原子构成的化合物。所述金属的氧化物、所述金属的氮化物、所述金属的氮氧化物、所述金属的氟氧化物的形态没有特别限定,例如可以是膜状、箔状、粉末状、粒子状、块状。

[0059] 上述金属的化合物中的上述金属与氧原子、氮原子、氟原子的比率没有特别限定,上述金属的氧化物例如是由 M_xO_y (M是选自钛、铟和锡中的至少一种金属,x和y各自独立地是1以上的整数)表示的化合物,优选含有10摩尔%以上、更优选15摩尔%以上、进一步优选20摩尔%以上的上述金属的化合物。具体而言,可举出 MO 、 M_2O_3 、 MO_2 、 MO_3 、 M_3O_4 、 M_2O_5 表示的化合物等。

[0060] 所述金属的氮化物例如是由 M_aN_b (M是选自钛、铟和锡中的至少一种金属,a和b各自独立地是1以上的整数)表示的化合物,优选含有10摩尔%以上、更优选15摩尔%以上、进一步优选20摩尔%以上的所述金属的化合物。具体而言,可举出由 MN 、 M_2N 、 M_3N_2 、 M_3N_4 、 M_4N 、 M_7N_3 、 $M_{16}N_2$ 表示的化合物。

[0061] 所述金属的氮氧化物例如是由 $M_cN_dO_e$ (M是选自钛、铟和锡中的至少一种金属,c,d和e各自独立地是1以上的整数)表示的化合物,优选含有10摩尔%以上、更优选15摩尔%以上、进一步优选20摩尔%以上的所述金属的化合物。

[0062] 所述金属的氟氧化物例如是由 $M_fF_gO_h$ (M是选自钛、铟和锡中的至少一种金属,f,g和h各自独立地是1以上的整数)表示的化合物,优选含有10摩尔%以上、更优选15摩尔%以上、进一步优选20摩尔%以上的所述金属的化合物。

[0063] 蚀刻气体中的卤素氟化物、例如五氟化溴气体,与含有选自钛、铟和锡中的至少一种金属的蚀刻对象物在预定反应温度下反应,产生推测为金属的氟化物等的反应生成物。金属的氟化物的推定结构根据卤素氟化物和蚀刻对象物的组合而不同,例如可考虑 M_qF_r 或 $M_qO_sF_t$ 等。其中,M是选自钛、铟和锡中的至少一种金属,q、r、s和t各自独立地是1以上的整数。金属的氟化物与上述金属的单质、上述金属的氧化物、上述金属的氮化物、上述金属的氮氧化物等相比蒸气压更高,因此在蚀刻中的温度条件和压力条件下挥发而被除去。

[0064] [非蚀刻对象物]

[0065] 具有选自铜、镍、钴和光致抗蚀剂中的至少一种的非蚀刻对象物与卤素氟化物的反应非常慢,或者由于通过与卤素氟化物的反应而生成的反应生成物的蒸气压低,所以蚀刻几乎不进行。

[0066] 因而,在采用本实施方式的干蚀刻方法对具有蚀刻对象物和非蚀刻对象物的被蚀刻构件进行蚀刻的情况下,能够相比于非蚀刻对象物选择性地对蚀刻对象物进行蚀刻。因而,本实施方式的蚀刻方法可以利用与将被图案化了的非蚀刻对象物用作掩模,将蚀刻对象物加工成预定形状(例如将被蚀刻构件具有的膜状蚀刻对象物加工成预定膜厚)等的方

法,所以,能够合适地用于半导体元件的制造。另外,由于非蚀刻对象物未被蚀刻,所以能够抑制半导体元件中本来不应被蚀刻的部分被蚀刻的情况,能够防止半导体元件的特性因蚀刻而丧失。

[0067] 光致抗蚀剂是指以溶解性为代表的物性因光或电子束等而变化的感光性组合物。例如,可举出g线用、h线用、i线用、KrF用、ArF用、F₂用、EUV用等的光致抗蚀剂。光致抗蚀剂的组成只要是在半导体制造工序中一般使用的就没有特别限定,例如,可举出含有选自链状烯烃、环状烯烃、苯乙烯、乙烯基苯酚、(甲基)丙烯酸、(甲基)丙烯酸酯、环氧树脂、三聚氰胺和二醇中的至少一种单体所合成的聚合物的组合物。再者,(甲基)丙烯酸是指丙烯酸和甲基丙烯酸中的一者或两者,(甲基)丙烯酸酯是指丙烯酸酯和甲基丙烯酸酯中的一者或两者。

[0068] 接着,参照图1,说明能够实施本实施方式的蚀刻方法的蚀刻装置结构的一例以及使用该蚀刻装置的干蚀刻方法的一例。图1的蚀刻装置是未使用等离子体的无等离子体蚀刻装置。首先,对图1的蚀刻装置进行说明。

[0069] 图1的蚀刻装置具备腔室10、载物台11、温度计14、排气用配管13、真空泵15和压力计16,腔室10在其内部进行蚀刻,载物台11在腔室10的内部支持待蚀刻的被蚀刻构件12,温度计14对被蚀刻构件12的温度进行测定,排气用配管13用于排出腔室10的内部气体,真空泵15设在排气用配管13中并对腔室10的内部进行减压,压力计16对腔室10的内部压力进行测定。

[0070] 另外,图1的蚀刻装置具备向腔室10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卤素氟化物气体供给部1、惰性气体供给部2、卤素氟化物气体供给用配管5和惰性气体供给用配管6,卤素氟化物气体供给部1供给卤素氟化物的气体,惰性气体供给部2供给惰性气体,卤素氟化物气体供给用配管5将卤素氟化物气体供给部1和腔室10进行连接,惰性气体供给用配管6在卤素氟化物气体供给用配管5的中间部连接惰性气体供给部2。

[0071] 而且,在卤素氟化物气体供给用配管5上设有测定卤素氟化物气体压力的压力计7以及控制卤素氟化物气体流量的卤素氟化物气体流量控制装置3。此外,在惰性气体供给用配管6设有控制惰性气体压力的惰性气体压力控制装置8以及控制惰性气体流量的惰性气体流量控制装置4。

[0072] 而且,在向腔室10供给作为蚀刻气体的卤素氟化物气体的情况下,通过从卤素氟化物气体供给部1向卤素氟化物气体供给用配管5送出卤素氟化物气体,来经由卤素氟化物气体供给用配管5向腔室10供给卤素氟化物气体。

[0073] 另外,在供给卤素氟化物气体和惰性气体的混合气体作为蚀刻气体的情况下,从卤素氟化物气体供给部1向卤素氟化物气体供给用配管5送出卤素氟化物气体,并且从惰性气体供给部2经由惰性气体供给用配管6向卤素氟化物气体供给用配管5送出惰性气体。由此,卤素氟化物气体和惰性气体在卤素氟化物气体供给用配管5的中间部混合而成为混合气体,该混合气体经由卤素氟化物气体供给用配管5供给到腔室10。

[0074] 再者,卤素氟化物气体供给部1和惰性气体供给部2的结构没有特别限定,例如也可以是储气瓶或气缸等。另外,作为卤素氟化物气体流量控制装置3和惰性气体流量控制装置4,例如可以利用质量流量控制器或流量计等。

[0075] 在向腔室10供给蚀刻气体时,优选在将蚀刻气体的供给压力(即图1中的压力计7的值)保持为预定值的状态下进行供给。即,蚀刻气体的供给压力优选为10Pa以上且1.0MPa以下,更优选为100Pa以上且0.5MPa以下,进一步优选为500Pa以上且0.3MPa以下。蚀刻气体的供给压力若为上述范围内,则蚀刻气体向腔室10的供给顺畅地进行,并且对图1的蚀刻装置所具有的部件(例如所述各种装置或所述配管)的负荷小。

[0076] 另外,从均匀地蚀刻被蚀刻构件12的表面的观点出发,供给到腔室10内的蚀刻气体的压力优选为1Pa以上且100kPa以下,更优选为1kPa以上且90kPa以下,进一步优选为2kPa以上且80kPa以下,特别优选为5kPa以上且50kPa以下。腔室10内的蚀刻气体的压力若为上述范围内,则可得到对于顺畅进行所述金属的氟化物的挥发而言足够的蚀刻速度,并且与非蚀刻对象物的蚀刻速度比、即蚀刻选择比容易变高。

[0077] 供给蚀刻气体之前的腔室10内的压力,只要是蚀刻气体的供给压力以下、或压力比蚀刻气体的供给压力低,就没有特别限定,例如优选为 10^{-5} Pa以上且小于100kPa,更优选为1Pa以上且80kPa以下。

[0078] 蚀刻气体的供给压力与供给蚀刻气体之前的腔室10内的压力的压差优选为1.0MPa以下,更优选为0.5MPa以下,进一步优选为0.3MPa以下。差压若为上述范围内,则容易顺畅地向腔室10供给蚀刻气体。

[0079] 在向腔室10供给蚀刻气体时,优选在将蚀刻气体的温度保持为预定值的状态下进行供给。即,蚀刻气体的供给温度优选为10℃以上且250℃以下。

[0080] 进行蚀刻时的被蚀刻构件12的温度优选为40℃以上且250℃以下,更优选为45℃以上且小于250℃,进一步优选为50℃以上且200℃以下。另外,根据非蚀刻对象物的种类等,有时也优选为80℃以上且150℃以下。若为该温度范围内,则被蚀刻构件12所具有的蚀刻对象物的蚀刻顺畅地进行,并且对蚀刻装置的负荷小,蚀刻装置的寿命容易延长。

[0081] 蚀刻的处理时间(以下也有时记为“蚀刻时间”)可以根据希望将被蚀刻构件12所具有的蚀刻对象物蚀刻为何种程度而任意设定,但考虑到半导体元件制造工艺的生产效率,优选为60分钟以内,更优选为40分钟以内,进一步优选为30分钟以内。再者,所谓蚀刻的处理时间,是指从向腔室10的内部导入蚀刻气体到为了结束蚀刻而排出腔室10内部的蚀刻气体为止的时间。

[0082] 本实施方式的干蚀刻方法可以使用如图1的蚀刻装置那样的半导体元件制造工序中使用的一般的无等离子体蚀刻装置来进行,可使用的蚀刻装置的结构没有特别限定。

[0083] 例如,卤素氟化物气体供给用配管5和被蚀刻构件12的位置关系只要能够使蚀刻气体接触被蚀刻构件12就没有特别限定。另外,对于腔室10的温度调节机构的结构,只要能够将腔室10的温度调节到任意温度即可,所以可以是在载物台11上直接具备温度调节机构的结构,也可以通过外接的温度调节器从腔室10的外侧对腔室10进行升温或冷却。

[0084] 另外,图1的蚀刻装置的材质,只要是对所使用的卤素氟化物具有耐蚀性且能够减压到预定压力的材质,就没有特别限定。例如,在与蚀刻气体接触的部分,可以使用镍、镍基合金、铝、不锈钢、铂等金属、氧化铝等陶瓷、氟树脂等。作为镍基合金的具体例,可举出Inconel(注册商标)、HASTELLOY(注册商标)、Mone1(注册商标)等。另外,作为氟树脂,例如可举出聚四氟乙烯(PTFE)、聚氯三氟乙烯(PCTFE)、四氟乙烯-全氟烷氧基乙烯共聚物(PFA)、聚偏二氟乙烯(PVDF)、特氟龙(注册商标)、VITON(注册商标)、Kalrez(注册商标)等。

[0085] 此外,如上所述,在蚀刻气体中只要浓度小于5体积%,就也可以含有卤素单质气体,在使用含有卤素单质气体的蚀刻气体进行蚀刻的情况下,例如可以使用图2所示蚀刻装置。对图2的蚀刻装置进行说明。不过,由于图2的蚀刻装置的结构和使用图2的蚀刻装置的蚀刻方法与图1的蚀刻装置的情况大致相同,所以省略相同部分的说明,仅说明不同部分。

[0086] 图2的蚀刻装置具备向腔室10的内部供给蚀刻气体的蚀刻气体供给部。图2的蚀刻装置的蚀刻气体供给部具有卤素氟化物气体供给部1、惰性气体供给部2、卤素单质气体供给部17、卤素氟化物气体供给用配管5、惰性气体供给用配管6和卤素单质气体供给用配管19,卤素氟化物气体供给部1供给卤素氟化物的气体,惰性气体供给部2供给惰性气体,卤素单质气体供给部17供给卤素单质气体,卤素氟化物气体供给用配管5将卤素氟化物气体供给部1和腔室10进行连接,惰性气体供给用配管6在卤素氟化物气体供给用配管5的中间部连接惰性气体供给部2,卤素单质气体供给用配管19在惰性气体供给用配管6的中间部连接卤素单质气体供给部17。在卤素单质气体供给用配管19设有控制卤素单质气体的流量的卤素单质气体流量控制装置18。

[0087] 在供给卤素氟化物气体与卤素单质气体的混合气体作为蚀刻气体的情况下,从卤素氟化物气体供给部1向卤素氟化物气体供给用配管5送出卤素氟化物气体,并且从卤素单质气体供给部17经由卤素单质气体供给用配管19和惰性气体供给用配管6向卤素氟化物气体供给管5送出卤素单质气体。由此,卤素氟化物气体与卤素单质气体在卤素氟化物气体供给用配管5的中间部混合而成为混合气体,该混合气体经由卤素氟化物气体供给用配管5供给到腔室10。

[0088] 同样地,在供给卤素氟化物气体、惰性气体和卤素单质气体的混合气体作为蚀刻气体的情况下,从卤素氟化物气体供给部1向卤素氟化物气体供给用配管5送出卤素氟化物气体,并且从惰性气体供给部2经由惰性气体供给用配管6向卤素氟化物气体供给用配管5送出惰性气体,进而,从卤素单质气体供给部17经由卤素单质气体供给用配管19和惰性气体供给用配管6向卤素氟化物气体供给管5送出卤素单质气体。由此,卤素氟化物气体、惰性气体和卤素单质气体在卤素氟化物气体供给用配管5的中间部混合而成为混合气体,该混合气体经由卤素氟化物气体供给用配管5供给到腔室10。

[0089] 再者,卤素单质气体供给部17的结构没有特别限定,例如也可以是储气瓶或气缸等。另外,作为卤素单质气体流量控制装置18,例如可以利用质量流量控制器或流量计等。

[0090] 实施例

[0091] 以下,示出实施例、比较例和参考例,更详细地说明本发明。再者,以下的实施例、比较例和参考例中使用的五氟化溴和七氟化碘的纯度采用Thermo Fisher Scientific公司制的傅立叶变换红外分光光度计Nicolet iS5以及株式会社日立高科技科学公司制的双束分光光度计U-2900进行分析,确认了纯度均为99质量%以上。

[0092] (实施例1-1)

[0093] 使用结构与图1的蚀刻装置大致相同的蚀刻装置,进行蚀刻对象物的蚀刻。参照图3对实施例1-1中使用的试验片(被蚀刻构件)进行说明。

[0094] 准备在边长2英寸的正方形硅基板21上形成膜厚517nm的氧化钛(TiO_2)膜22的构件(KST World株式会社制),在该氧化钛膜22上,使用润滑脂(大金工业株式会社制造的DEMNUM GREASE L-200)粘接尺寸为1英寸×2英寸的长方形镍基板23,将其作为试验片。如

图3所示,镍基板23以覆盖氧化钛膜22的大致一半部分的方式粘接。

[0095] 将该试验片载置于蚀刻装置的腔室内部的载物台上,将载物台的温度升温到150℃。接着,将流量50mL/分钟的五氟化溴气体和流量450mL/分钟的氩气混合形成混合气体,将该混合气体作为蚀刻气体。然后,将该蚀刻气体以500mL/分钟的流量供给到腔室内部,使其流通10分钟,进行蚀刻。由此,氧化钛膜22之中未被镍基板23覆盖的露出部分被蚀刻。蚀刻气体流通时的腔室的内部压力为10kPa,五氟化溴气体的分压为1kPa。蚀刻气体的流通结束后,结束载物台的加热,用氩置换腔室的内部。

[0096] 蚀刻结束后,打开腔室,取出试验片,从取出的试验片上取下镍基板23,用乙醇清洗粘接面,除去润滑脂。然后,使用株式会社基恩士制的原子力显微镜VN-8010,测定了被镍基板23覆盖从而未被蚀刻的氧化钛膜22的覆盖面22a与未被镍基板23覆盖从而被蚀刻了的氧化钛膜22的蚀刻面22b的台阶的大小。通过将测定的台阶的大小(nm)除以蚀刻时间(分钟),算出蚀刻速度(nm/分钟)。将结果示于表1。

[0097] 再者,由原子力显微镜得到的台阶大小的测定条件如下。

[0098] 测定压力:大气压(101.3kPa)

[0099] 测定温度:28℃

[0100] 测定气氛:大气中

[0101] 扫描范围:宽80.0μm、高20.0μm、角度0°

[0102]

表 1

	蚀刻对象物	非蚀刻对象物	蚀刻气体			载物台的温度 (°C)	腔室内的压力 (kPa)	蚀刻速度 (nm/分钟)
			卤素氟化物	惰性气体	卤素单质气体			
实施例1-1	氧化钛	—	BrF ₅	Ar	—	150	10	20
实施例1-2	氧化钛	—	IF ₇	Ar	—	150	10	18
实施例1-3	氧化钛	—	BrF ₅	Ar	—	50	10	5
实施例1-4	氧化钛	—	IF ₇	Ar	—	50	10	3
实施例1-5	氧化钛	—	BrF ₅	Ar	F ₂	150	10	8
实施例1-6	氧化钛	—	BrF ₅	Ar	Br ₂	150	10	9
实施例1-7	氧化钛	—	IF ₇	Ar	I ₂	150	10	7
比较例1-1	氧化钛	—	—	Ar	F ₂	150	10	低于0.1

*) 是卤素氟化物气体、惰性气体和卤素单质气体的体积比, 例如卤素氟化物气体: 惰性气体: 卤素单质气体 = 10: 90: 0 时记为 10/90/0

[0103] (实施例1-2)

[0104] 将卤素氟化物设为七氟化碘, 并将流量50mL/分钟的七氟化碘气体和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体, 除此以外, 与实施例1-1同样地进行试验片的蚀刻, 算出氧化钛的蚀刻速度。将结果示于表1。

[0105] (实施例1-3)

[0106] 将载物台的温度设为50℃,除此以外,与实施例1-1同样地进行试验片的蚀刻,算出氧化钛的蚀刻速度。将结果示于表1。

[0107] (实施例1-4)

[0108] 将卤素氟化物设为七氟化碘,将流量50mL/分钟的七氟化碘气体和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体,并且将载物台的温度设为50℃,除此以外,与实施例1-1同样地进行试验片的蚀刻,算出氧化钛的蚀刻速度。将结果示于表1。

[0109] (实施例1-5)

[0110] 使用结构与图2的蚀刻装置大致相同的蚀刻装置,用含有卤素单质气体的蚀刻气体进行蚀刻,除此以外,与实施例1-1同样地进行试验片的蚀刻,算出氧化钛的蚀刻速度。将结果示于表1。再者,所使用的蚀刻气体是将流量50mL/分钟的五氟化溴气体、流量25mL/分钟的氟气(F₂气体)和流量425mL/分钟的氩混合而成的混合气体。

[0111] (实施例1-6)

[0112] 将流量50mL/分钟的五氟化溴气、流量25mL/分钟的溴气和流量425mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体,除此以外,与实施例1-5同样地进行试验片的蚀刻,算出氧化钛的蚀刻速度。将结果示于表1。

[0113] (实施例1-7)

[0114] 将流量50mL/分钟的七氟化碘气体、流量25mL/分钟的碘气体和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体,除此以外,与实施例1-5同样地进行试验片的蚀刻,算出氧化钛的蚀刻速度。将结果示于表1。

[0115] (比较例1-1)

[0116] 将流量50mL/分钟的氟气(F₂气体)和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体,除此以外,与实施例1-1同样地进行试验片的蚀刻,算出氧化钛的蚀刻速度。将结果示于表1。

[0117] (实施例2-1)

[0118] 使用在硅基板21上形成膜厚500nm的氮化钛(TiN)膜来代替氧化钛膜22的构件(KST World株式会社制),除此以外,与实施例1-1同样地制作试验片(参照图3)。然后,将载物台的温度设为130℃,除此以外,与实施例1-1同样地进行试验片的蚀刻,算出氮化钛的蚀刻速度。将结果示于表2。

[0119]

表 2

	蚀刻对象物	非蚀刻对象物	蚀刻气体			载物台的温度 (°C)	腔室内的压力 (kPa)	蚀刻速度 (nm/分钟)
			卤素氟化物	惰性气体	卤素单质气体			
实施例2-1	氮化钛	-	BrF ₅	Ar	-	130	10	25
实施例2-2	氮化钛	-	IF ₇	Ar	-	130	10	20
实施例2-3	氮化钛	-	BrF ₅	Ar	-	130	3	12
实施例2-4	氮化钛	-	IF ₇	Ar	-	130	3	7
实施例2-5	氮化钛	-	BrF ₅	Ar	-	130	50	14
实施例2-6	氮化钛	-	IF ₇	Ar	-	130	50	10
比较例2-1	氮化钛	-	-	Ar	F ₂	130	10	低于 0.1

*) 是卤素氟化物气体、惰性气体和卤素单质气体的体积比, 例如卤素氟化物气体: 惰性气体: 卤素单质气体 = 10: 90: 0 时记为 10/90/0

[0120] (实施例2-2)

[0121] 将卤素氟化物设为七氟化碘, 并将流量50mL/分钟的七氟化碘气体和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体, 除此以外, 与实施例2-1同样地进行试验片的蚀刻, 算出氮化钛的蚀刻速度。将结果示于表2。

[0122] (实施例2-3)

[0123] 腔室内部的压力为3kPa,除此以外,与实施例2-1同样地进行试验片的蚀刻,算出氮化钛的蚀刻速度。将结果示于表2。

[0124] (实施例2-4)

[0125] 将腔室内部的压力设为3kPa,除此以外,与实施例2-2同样地进行试验片的蚀刻,算出氮化钛的蚀刻速度。将结果示于表2。

[0126] (实施例2-5)

[0127] 将腔室内部的压力设为50kPa,除此以外,与实施例2-1同样地进行试验片的蚀刻,算出氮化钛的蚀刻速度。将结果示于表2。

[0128] (实施例2-6)

[0129] 将腔室内部的压力设为50kPa,除此以外,与实施例2-2同样地进行试验片的蚀刻,算出氮化钛的蚀刻速度。将结果示于表2。

[0130] (比较例2-1)

[0131] 将流量50mL/分钟的氟气(F_2 气体)和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体,除此以外,与实施例2-1同样地进行试验片的蚀刻,算出氮化钛的蚀刻速度。将结果示于表2。

[0132] (实施例3-1)

[0133] 准备在边长2英寸的正方形硅基板上形成膜厚500nm的铜(Cu)膜的构件作为试验片。将具有该铜膜的试验片和实施例2-1中使用的试验片这两者作为被蚀刻构件,将这2个试验片并排载置于腔室内的载物台上,除此以外,与实施例2-1同样地进行试验片的蚀刻,分别算出作为蚀刻对象物的氮化钛和作为非蚀刻对象物的铜的蚀刻速度。将结果示于表3。

[0134]

表 3

	蚀刻对象物	非蚀刻对象物	蚀刻气体			载物台的温度 (°C)	腔室内的压力 (kPa)	蚀刻速度 (nm/分钟)	
			卤素氟化物	惰性气体	卤素单质气体			蚀刻对象物	非蚀刻对象物
实施例3-1	氮化钛	铜	BrF ₅	Ar	-	130	10	20	低于 0.1
实施例3-2	氮化钛	铜	IF ₇	Ar	-	130	10	20	低于 0.1
实施例3-3	氮化钛	镍	BrF ₅	Ar	-	130	10	24	低于 0.1
实施例3-4	氮化钛	镍	IF ₇	Ar	-	130	10	22	低于 0.1
实施例3-5	氮化钛	钴	BrF ₅	Ar	-	130	10	24	低于 0.1
实施例3-6	氮化钛	钴	IF ₇	Ar	-	130	10	20	低于 0.1
实施例3-7	氮化钛	光致抗蚀剂	BrF ₅	Ar	-	130	10	22	低于 0.1
实施例3-8	氮化钛	光致抗蚀剂	IF ₇	Ar	-	130	10	21	1.2
比较例3-1	氮化钛	铜	-	Ar	F ₂	130	10	低于 0.1	低于 0.1
比较例3-2	氮化钛	镍	-	Ar	F ₂	130	10	低于 0.1	低于 0.1
比较例3-3	氮化钛	钴	-	Ar	F ₂	130	10	低于 0.1	低于 0.1
比较例3-4	氮化钛	光致抗蚀剂	-	Ar	F ₂	130	10	低于 0.1	低于 0.1

*) 是卤素氟化物气体、惰性气体和卤素单质气体的体积比, 例如卤素氟化物气体: 惰性气体: 卤素单质气体 = 10: 90: 0 时记为 10/90/0

[0135] (实施例3-2)

[0136] 将卤素氟化物设为七氟化碘, 并将流量50mL/分钟的七氟化碘气体和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体, 除此以外, 与实施例3-1同样地进行试验片的蚀刻, 分别算出氮化钛和铜的蚀刻速度。将结果示于表3。

[0137] (实施例3-3)

[0138] 准备在边长2英寸的正方形硅基板上形成膜厚500nm的镍(Ni)膜的构件作为试验片。将具有该镍膜的试验片和实施例2-1中使用的试验片这两者作为被蚀刻构件,将这2个试验片并排载置于腔室内的载物台上,除此以外,与实施例2-1同样地进行试验片的蚀刻,分别算出作为蚀刻对象物的氮化钛和作为非蚀刻对象物的镍的蚀刻速度。将结果示于表3。

[0139] (实施例3-4)

[0140] 将卤素氟化物设为七氟化碘,并将流量50mL/分钟的七氟化碘气体和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体,除此以外,与实施例3-3同样地进行试验片的蚀刻,分别算出氮化钛和镍的蚀刻速度。将结果示于表3。

[0141] (实施例3-5)

[0142] 准备在边长2英寸的正方形硅基板上形成膜厚500nm的钴(Co)膜的构件作为试验片。将具有该钴膜的试验片和实施例2-1中使用的试验片这两者作为被蚀刻构件,将这2个试验片并排载置于腔室内的载物台上,除此以外,与实施例2-1同样地进行试验片的蚀刻,分别算出作为蚀刻对象物的氮化钛和作为非蚀刻对象物的钴的蚀刻速度。将结果示于表3。

[0143] (实施例3-6)

[0144] 将卤素氟化物设为七氟化碘,并将流量50mL/分钟的七氟化碘气体和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体,除此以外,与实施例3-5同样地进行试验片的蚀刻,分别算出氮化钛和钴的蚀刻速度。将结果示于表3。

[0145] (实施例3-7)

[0146] 在边长2英寸的正方形硅基板上涂布光致抗蚀剂(东京应化工业株式会社制的TSCR(注册商标)),曝光使其固化,形成膜厚1000nm的光致抗蚀剂膜,将其作为试验片进行准备。将具有该光致抗蚀剂膜的试验片和实施例2-1中使用的试验片这两者作为被蚀刻构件,将这2个试验片并排载置于腔室内的载物台上,除此以外,与实施例2-1同样地进行试验片的蚀刻,分别算出作为蚀刻对象物的氮化钛和作为非蚀刻对象物的光致抗蚀剂的蚀刻速度。将结果示于表3。

[0147] (实施例3-8)

[0148] 将卤素氟化物设为七氟化碘,并将流量50mL/分钟的七氟化碘气体和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体,除此以外,与实施例3-7同样地进行试验片的蚀刻,分别算出氮化钛和光致抗蚀剂的蚀刻速度。将结果示于表3。

[0149] (比较例3-1)

[0150] 将流量50mL/分钟的氟气和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体,除此以外,与实施例3-1同样地进行试验片的蚀刻,分别算出氮化钛和铜的蚀刻速度。将结果示于表3。

[0151] (比较例3-2)

[0152] 将流量50mL/分钟的氟气和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体,除此以外,与实施例3-3同样地进行试验片的蚀刻,分别算出氮化钛和镍的蚀刻速度。将结果示于表3。

[0153] (比较例3-3)

[0154] 将流量50mL/分钟的氟气和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气

体,除此以外,与实施例3-5同样地进行试验片的蚀刻,分别算出氮化钛和钴的蚀刻速度。将结果示于表3。

[0155] (比较例3-4)

[0156] 将流量50mL/分钟的氟气和流量450mL/分钟的氩混合的混合气体作为蚀刻气体,除此以外,与实施例3-7同样地进行试验片的蚀刻,分别算出氮化钛和光致抗蚀剂的蚀刻速度。将结果示于表3。

[0157] (实施例4-1)

[0158] 使用在硅基板21上形成膜厚500nm的氮氧化钛膜来代替氧化钛膜22的构件(KST World株式会社制),除此以外,与实施例1-1同样地制作试验片(参照图3)。然后,将载物台的温度设为100℃,除此以外,与实施例1-1同样地进行试验片的蚀刻,算出氮氧化钛的蚀刻速度。将结果示于表4。

[0159]

表 4

	蚀刻对象物	非蚀刻对象物	蚀刻气体				载物台的温度 (°C)	腔室内的压力 (kPa)	蚀刻速度 (nm/分钟)
			卤素氟化物	惰性气体	卤素单质气体	体积比*)			
实施例4-1	氮氧化钛	-	BrF ₅	Ar	-	10/90/0	10	22	
实施例4-2	氮氧化钛	-	IF ₇	Ar	-	10/90/0	10	20	
比较例4-1	氮氧化钛	-	-	Ar	F ₂	0/90/10	10	低于0.1	
实施例5-1	氮氧化钛	-	BrF ₅	Ar	-	10/90/0	10	16	
实施例5-2	氮氧化钛	-	IF ₇	Ar	-	10/90/0	10	19	
比较例5-1	氮氧化钛	-	-	Ar	F ₂	0/90/10	10	低于0.1	
实施例6-1	钛	-	BrF ₅	Ar	-	10/90/0	10	14	
实施例6-2	钛	-	IF ₇	Ar	-	10/90/0	10	10	
比较例6-1	钛	-	-	Ar	F ₂	0/90/10	10	低于0.1	

*) 是卤素氟化物气体、惰性气体和卤素单质气体的体积比, 例如卤素氟化物气体: 惰性气体: 卤素单质气体 = 10: 90: 0 时记为 10/90/0

[0160] (实施例4-2)

[0161] 将卤素氟化物设为七氟化碘, 并将流量50mL/分钟的七氟化碘气体和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体, 除此以外, 与实施例4-1同样地进行试验片的蚀刻, 算出氮氧化钛的蚀刻速度。将结果示于表4。

[0162] (比较例4-1)

[0163] 将流量50mL/分钟的氟气和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体,除此以外,与实施例4-1同样地进行试验片的蚀刻,算出氟氧化钛的蚀刻速度。将结果示于表4。

[0164] (实施例5-1)

[0165] 使用在硅基板21上形成膜厚500nm的氟氧化钛膜来代替氧化钛膜22的构件(KST World株式会社制),除此以外,与实施例1-1同样地制作试验片(参照图3)。然后,将载物台的温度设为100℃,除此以外,与实施例1-1同样地进行试验片的蚀刻,算出氟氧化钛的蚀刻速度。将结果示于表4。

[0166] (实施例5-2)

[0167] 将卤素氟化物设为七氟化碘,并将流量50mL/分钟的七氟化碘气体和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体,除此以外,与实施例5-1同样地进行试验片的蚀刻,算出氟氧化钛的蚀刻速度。将结果示于表4。

[0168] (比较例5-1)

[0169] 将流量50mL/分钟的氟气和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体,除此以外,与实施例5-1同样地进行试验片的蚀刻,算出氟氧化钛的蚀刻速度。将结果示于表4。

[0170] (实施例6-1)

[0171] 使用在硅基板21上形成膜厚500nm的钛(Ti)膜来代替氧化钛膜22的构件(KST World株式会社制),除此以外,与实施例1-1同样地制作试验片(参照图3)。然后,将载物台的温度设为80℃,除此以外,与实施例1-1同样地进行试验片的蚀刻,算出钛的蚀刻速度。将结果示于表4。

[0172] (实施例6-2)

[0173] 将卤素氟化物设为七氟化碘,并将流量50mL/分钟的七氟化碘气体和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体,除此以外,与实施例6-1同样地进行试验片的蚀刻,算出钛的蚀刻速度。将结果示于表4。

[0174] (比较例6-1)

[0175] 将流量50mL/分钟的氟气和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体,除此以外,与实施例6-1同样地进行试验片的蚀刻,算出钛的蚀刻速度。将结果示于表4。

[0176] (实施例7-1)

[0177] 使用在硅基板21上形成膜厚500nm的氧化锡(SnO₂)膜来代替氧化钛膜22的构件(KST World株式会社制),除此以外,与实施例1-1同样地制作试验片(参照图3)。然后,将载物台的温度设为160℃,除此以外,与实施例1-1同样地进行试验片的蚀刻,算出氧化锡的蚀刻速度。将结果示于

[0178] 表5。

[0179]

表 5

	蚀刻对象物	非蚀刻对象物	蚀刻气体				载物台的温度 (°C)	腔室内的压力 (kPa)	蚀刻速度 (nm/分钟)
			卤素氟化物	惰性气体	卤素单质气体	体积比*)			
实施例7-1	氧化锡	-	BrF ₅	Ar	-	160	10	7	
实施例7-2	氧化锡	-	IF ₇	Ar	-	160	10	12	
实施例7-3	氧化锡	-	BrF ₅	Ar	-	250	10	12	
实施例7-4	氧化锡	-	IF ₇	Ar	-	250	10	17	
比较例7-1	氧化锡	-	-	Ar	F ₂	250	10	低于0.1	
实施例8-1	氧化铈	-	BrF ₅	Ar	-	160	10	13	
实施例8-2	氧化铈	-	IF ₇	Ar	-	160	10	13	
比较例8-1	氧化铈	-	-	Ar	F ₂	160	10	低于0.1	
实施例9-1	氧化铈锡	-	BrF ₅	Ar	-	160	10	15	
实施例9-2	氧化铈锡	-	IF ₇	Ar	-	160	10	16	
比较例9-1	氧化铈锡	-	-	Ar	F ₂	160	10	低于0.1	

*) 是卤素氟化物气体、惰性气体和卤素单质气体的体积比, 例如卤素氟化物气体: 惰性气体: 卤素单质气体 = 10: 90: 0 时记为 10/90/0

[0180] (实施例7-2)

[0181] 将卤素氟化物设为七氟化碘, 并将流量50mL/分钟的七氟化碘气体和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体, 除此以外, 与实施例7-1同样地进行试验片的蚀刻, 算出氧化锡的蚀刻速度。将结果示于表5。

[0182] (实施例7-3)

[0183] 将载物台的温度设为250℃,除此以外,与实施例7-1同样地进行试验片的蚀刻,算出氧化锡的蚀刻速度。将结果示于表5。

[0184] (实施例7-4)

[0185] 将载物台的温度设为250℃,除此以外,与实施例7-2同样地进行试验片的蚀刻,算出氧化锡的蚀刻速度。将结果示于表5。

[0186] (比较例7-1)

[0187] 将流量50mL/分钟的氟气和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体,除此以外,与实施例7-3同样地进行试验片的蚀刻,算出氧化锡的蚀刻速度。将结果示于表4。

[0188] (实施例8-1)

[0189] 使用在硅基板21上形成膜厚500nm的氧化铟(In_2O_3)膜来代替氧化钛膜22的构件(KST World株式会社制),除此以外,与实施例1-1同样地制作试验片(参照图3)。然后,将载物台的温度设为160℃,除此以外,与实施例1-1同样地进行试验片的蚀刻,算出氧化铟的蚀刻速度。将结果示于表5。

[0190] (实施例8-2)

[0191] 将卤素氟化物设为七氟化碘,并将流量50mL/分钟的七氟化碘气体和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体,除此以外,与实施例8-1同样地进行试验片的蚀刻,算出氧化铟的蚀刻速度。将结果示于表5。

[0192] (比较例8-1)

[0193] 将流量50mL/分钟的氟气和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体,除此以外,与实施例8-1同样地进行试验片的蚀刻,算出氧化铟的蚀刻速度。将结果示于表5。

[0194] (实施例9-1)

[0195] 使用在硅基板21上形成膜厚500nm的氧化铟锡膜来代替氧化钛膜22的构件(KST World株式会社制),除此以外,与实施例1-1同样地制作试验片(参照图3)。然后,将载物台的温度设为160℃,除此以外,与实施例1-1同样地进行试验片的蚀刻,算出氧化铟锡的蚀刻速度。将结果示于表5。

[0196] (实施例9-2)

[0197] 将卤素氟化物设为七氟化碘,并将流量50mL/分钟的七氟化碘气体和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体,除此以外,与实施例9-1同样地进行试验片的蚀刻,算出氧化铟锡的蚀刻速度。将结果示于表5。

[0198] (比较例9-1)

[0199] 将流量50mL/分钟的氟气和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体,除此以外,与实施例9-1同样地进行试验片的蚀刻,算出氧化铟锡的蚀刻速度。将结果示于表5。

[0200] (参考例1-1)

[0201] 准备与实施例3-3中使用的具有镍膜的试验片相同的试验片。然后,将载物台的温度设为250℃,除此以外,与实施例1-1同样地进行试验片的蚀刻,算出镍的蚀刻速度。将结

果示于表6。

[0202]

表 6

	蚀刻对象物	非蚀刻对象物	蚀刻气体			载物台的温度 (°C)	腔室内的压力 (kPa)	蚀刻速度 (nm/分钟)
			卤素氟化物	惰性气体	卤素单质气体			
参考例1-1	-	镍	BrF ₅	Ar	-	250	10	低于0.1
参考例1-2	-	镍	IF ₇	Ar	-	250	10	低于0.1
参考例2-1	-	钴	BrF ₅	Ar	-	250	10	低于0.1
参考例2-2	-	钴	IF ₇	Ar	-	250	10	低于0.1
参考例3-1	-	铜	BrF ₅	Ar	-	120	10	低于0.1
参考例3-2	-	铜	IF ₇	Ar	-	120	10	低于0.1
参考例4-1	-	光致抗蚀剂	BrF ₅	Ar	-	120	10	低于0.1
参考例4-2	-	光致抗蚀剂	IF ₇	Ar	-	100	10	低于0.1
参考例4-3	-	光致抗蚀剂	BrF ₅	Ar	F ₂	120	10	3

*) 是卤素氟化物气体、惰性气体和卤素单质气体的体积比, 例如卤素氟化物气体: 惰性气体: 卤素单质气体 = 10: 90: 0 时记为 10/90/0

[0203] (参考例1-2)

[0204] 将卤素氟化物设为七氟化碘, 并将流量50mL/分钟的七氟化碘气体和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体, 除此以外, 与参考例1-1同样地进行试验片的

蚀刻,算出镍的蚀刻速度。将结果示于表6。

[0205] (参考例2-1)

[0206] 准备与实施例3-5中使用的具有钴膜的试验片相同的试验片。然后,将载物台的温度设为250℃,除此以外,与实施例1-1同样地进行试验片的蚀刻,算出钴的蚀刻速度。将结果示于表6。

[0207] (参考例2-2)

[0208] 将卤素氟化物设为七氟化碘,并将流量50mL/分钟的七氟化碘气体和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体,除此以外,与参考例2-1同样地进行试验片的蚀刻,算出钴的蚀刻速度。将结果示于表6。

[0209] (参考例3-1)

[0210] 准备与实施例3-1中使用的具有铜膜的试验片相同的试验片。然后,将载物台的温度设为120℃,除此以外,与实施例1-1同样地进行试验片的蚀刻,算出铜的蚀刻速度。将结果示于表6。

[0211] (参考例3-2)

[0212] 将卤素氟化物设为七氟化碘,并将流量50mL/分钟的七氟化碘气体和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体,除此以外,与参考例3-1同样地进行试验片的蚀刻,算出铜的蚀刻速度。将结果示于表6。

[0213] (参考例4-1)

[0214] 准备与实施例3-7中使用的具有光致抗蚀剂膜的试验片相同的试验片。然后,将载物台的温度设为120℃,除此以外,与实施例1-1同样地进行试验片的蚀刻,算出光致抗蚀剂的蚀刻速度。将结果示于表6。

[0215] (参考例4-2)

[0216] 将卤素氟化物设为七氟化碘,将流量50mL/分钟的七氟化碘气体和流量450mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体,并且将载物台的温度设为100℃,除此以外,与参考例4-1同样地进行试验片的蚀刻,算出光致抗蚀剂的蚀刻速度。将结果示于表6。

[0217] (参考例4-3)

[0218] 将流量50mL/分钟的五氟化溴气体、流量25mL/分钟的氟气和流量425mL/分钟的氩混合而成的混合气体作为蚀刻气体,除此以外,与参考例4-1同样地进行试验片的蚀刻,算出光致抗蚀剂的蚀刻速度。将结果示于表6。

[0219] 如实施例1-1~实施例1-4所示,通过使用含有五氟化溴或七氟化碘的蚀刻气体,能够进行氧化钛的蚀刻。另外,使用含有5体积%的卤素单质气体的蚀刻气体的实施例1-5~实施例1-7,与实施例1-1、实施例1-2相比,氧化钛的蚀刻速度稍低。另一方面,使用氟气和氩的混合气体作为蚀刻气体的比较例1-1未进行氧化钛的蚀刻。推测其原因是卤素单质气体与氧化钛反应,形成了钝化膜。

[0220] 如实施例2-1~实施例2-6所示,通过使用含有五氟化溴或七氟化碘的蚀刻气体,氮化钛的蚀刻推进。另一方面,使用氟气和氩的混合气体作为蚀刻气体的比较例2-1未进行氮化钛的蚀刻。

[0221] 如实施例3-1~实施例3-8所示,在使用含有五氟化溴或七氟化碘的蚀刻气体同时地蚀刻作为蚀刻对象物的氮化钛和作为非蚀刻对象物的铜、镍、钴或光致抗蚀剂的情况下,

仅选择性地蚀刻作为蚀刻对象物的氮化钛,非蚀刻对象物几乎未被蚀刻。另一方面,使用氟气和氩的混合气体作为蚀刻气体的比较例3-1~比较例3-4,不用说非蚀刻对象物,连蚀刻对象物的蚀刻也几乎没有进行。

[0222] 如实施例4-1、4-2、5-1、5-2、6-1、6-2、7-1、7-2、7-3、7-4、8-1、8-2、9-1和9-2所示,通过使用含有五氟化溴或七氟化碘的蚀刻气体,能够进行氮氧化钛、氟氧化钛、钛、氧化锡、氧化铟和氧化铟锡的蚀刻。另一方面,在使用氟气和氩的混合气体作为蚀刻气体的比较例4-1~比较例9-1中,无论哪个蚀刻对象物都几乎没有进行蚀刻。

[0223] 如参考例1-1、1-2、2-1、2-2、3-1、3-2、4-1和4-2所示,即使使用含有五氟化溴或七氟化碘的蚀刻气体,镍、钴、铜和光致抗蚀剂也几乎没有被蚀刻。由此可知,若实施上述各实施例的蚀刻,则不会蚀刻作为非蚀刻对象物的镍、钴、铜、光致抗蚀剂,能够选择地蚀刻氧化钛、氮化钛、氮氧化钛、氟氧化钛、钛、氧化锡、氧化铟、氧化铟锡。

[0224] 另一方面,如参考例4-3所示,在使用含有氟气的混合气体作为蚀刻气体的情况下,光致抗蚀剂的蚀刻稍微进行。由此表明,如果蚀刻气体中含有卤素单质气体,则会对蚀刻对象物和非蚀刻对象物的蚀刻选择性产生影响。

[0225] 附图标记说明

[0226] 1…卤素氟化物气体供给部

[0227] 2…惰性气体供给部

[0228] 3…卤素氟化物气体流量控制装置

[0229] 4…惰性气体流量控制装置

[0230] 5…卤素氟化物气体供给用配管

[0231] 6…惰性气体供给用配管

[0232] 7、16…压力计

[0233] 8…惰性气体压力控制装置

[0234] 10…腔室

[0235] 11…载物台

[0236] 12…被蚀刻构件

[0237] 13…排气用配管

[0238] 14…温度计

[0239] 15…真空泵

[0240] 17…卤素单质气体供给部

[0241] 18…卤素单质气体流量控制装置

[0242] 19…卤素单质气体供给用配管

[0243] 21…硅基板

[0244] 22…氧化钛膜

[0245] 23…镍基板

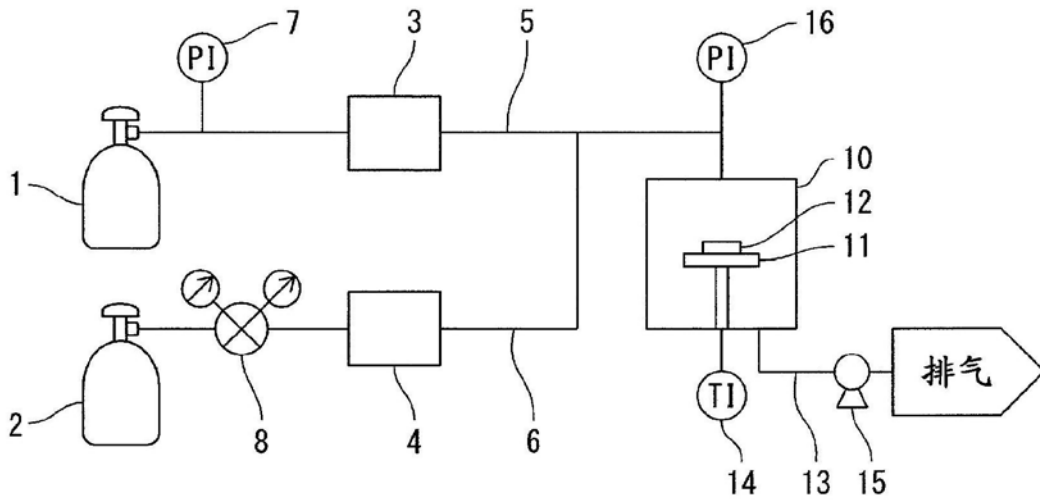


图1

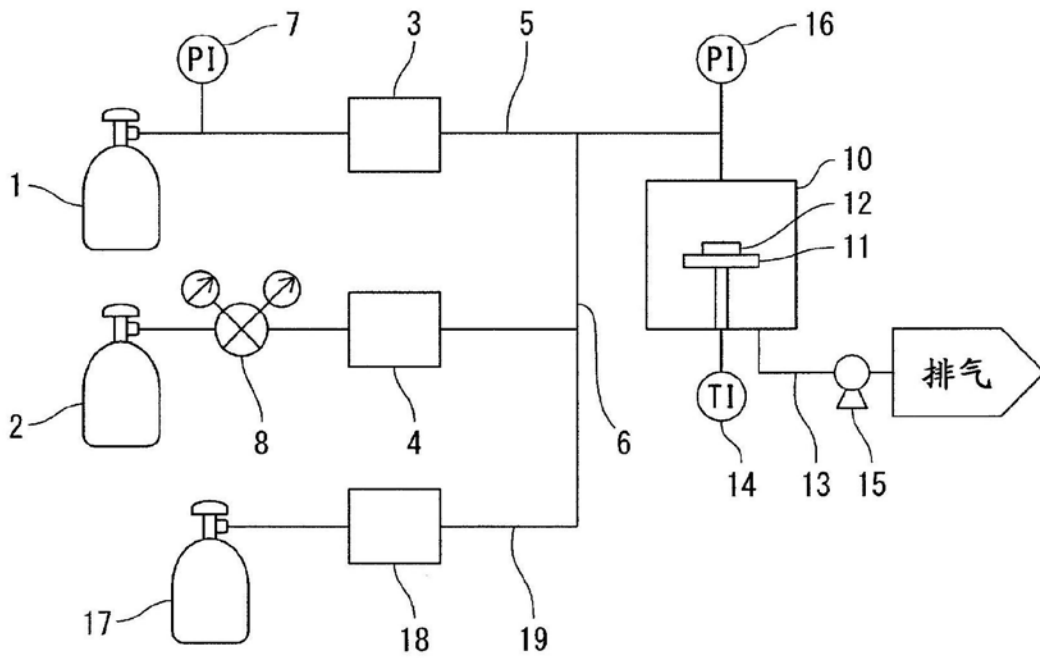


图2

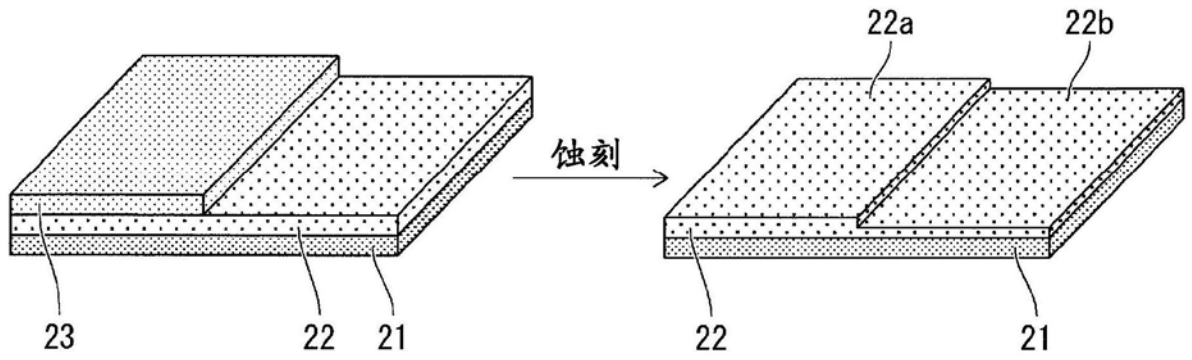


图3