



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113811643 B

(45) 授权公告日 2024.03.22

(21) 申请号 202080034953.3  
 (22) 申请日 2020.04.01  
 (65) 同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 113811643 A  
 (43) 申请公布日 2021.12.17  
 (30) 优先权数据  
 2019-093882 2019.05.17 JP  
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日  
 2021.11.10  
 (86) PCT国际申请的申请数据  
 PCT/JP2020/015006 2020.04.01  
 (87) PCT国际申请的公布数据  
 W02020/235225 JA 2020.11.26  
 (73) 专利权人 住友电气工业株式会社  
 地址 日本大阪府大阪市  
 (72) 发明人 冲田恭子 本家翼

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限  
 责任公司 11219  
 专利代理师 杨海荣 曲盛

(51) Int.Cl.  
 C30B 29/36 (2006.01)  
 C30B 23/06 (2006.01)

(56) 对比文件  
 CN 104112652 A, 2014.10.22  
 CN 104114755 A, 2014.10.22  
 CN 106796877 A, 2017.05.31  
 JP 2008280207 A, 2008.11.20  
 JP 2010004073 A, 2010.01.07  
 JP 2016056057 A, 2016.04.21  
 JP H11162917 A, 1999.06.18  
 US 2004209445 A1, 2004.10.21  
 卞大勇. 电感耦合等离子体原子发射光谱法  
 测定高含量碳化硅表面6种杂质成分. 冶金分析  
 .2018, (05), 全文.

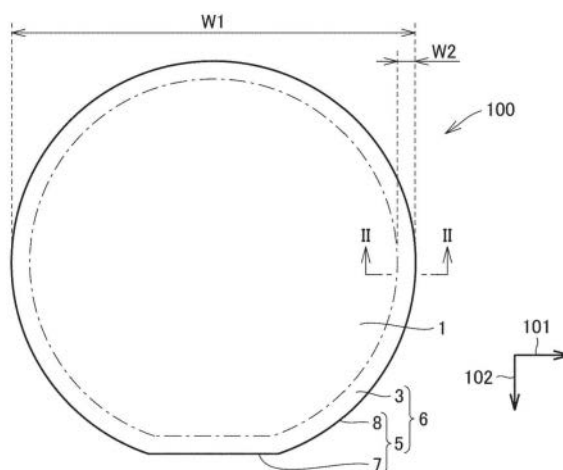
审查员 雷云

权利要求书1页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称  
 碳化硅衬底

### (57) 摘要

本公开内容所涉及的碳化硅衬底具有主面。所述碳化硅衬底的最大直径为150mm以上。在主面中, 钠、铝、钾、钙、钛、铁、铜和锌各自的浓度小于 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>的区域的总面积为主面的面积的95%以上。



1. 一种碳化硅衬底,其中,所述碳化硅衬底具有主面,所述碳化硅衬底的最大直径为150mm以上,并且在所述主面中,钠、铝、钾、钙、钛、铁、铜和锌各自的浓度小于 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>的区域的总面积为所述主面的面积的95%以上。
2. 如权利要求1所述的碳化硅衬底,其中,所述总面积为所述主面的面积的98%以上。
3. 如权利要求1或权利要求2所述的碳化硅衬底,其中,在所述主面中存在硫,并且所述硫的浓度为 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域为所述主面的面积的1%以上。
4. 如权利要求3所述的碳化硅衬底,其中,所述硫的浓度为 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域为所述主面的面积的50%以上。
5. 如权利要求1或权利要求2所述的碳化硅衬底,其中,在所述主面中存在氯,并且所述氯的浓度为 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域为所述主面的面积的1%以上。
6. 如权利要求5所述的碳化硅衬底,其中,所述氯的浓度为 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域为所述主面的面积的50%以上。
7. 如权利要求1或权利要求2所述的碳化硅衬底,其中,在所述主面中,所述铝的浓度为 $1 \times 10^{12}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域小于所述主面的面积的1%。
8. 如权利要求1或权利要求2所述的碳化硅衬底,其中,在所述主面中,所述钾的浓度为 $1 \times 10^{12}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域小于所述主面的面积的1%。
9. 如权利要求1或权利要求2所述的碳化硅衬底,其中,在所述主面中,所述钙的浓度为 $1 \times 10^{12}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域小于所述主面的面积的1%。

## 碳化硅衬底

### 技术领域

[0001] 本公开内容涉及碳化硅衬底。本申请主张基于在2019年5月17日申请的日本专利申请即日本特愿2019-093882号的优先权。在该日本专利申请中记载的全部记载内容通过参考在本说明书中援引。

### 背景技术

[0002] 在W02016/063632号(专利文献1)中记载了清洗碳化硅衬底的方法。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:W02016/063632号

### 发明内容

[0006] 本公开内容所涉及的碳化硅衬底具有主面。所述碳化硅衬底的最大直径为150mm以上。在主面中,钠、铝、钾、钙、钛、铁、铜和锌各自的浓度小于 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>的区域的总面积为主面的面积的95%以上。

### 附图说明

[0007] [图1]图1为表示本实施方式所涉及的碳化硅衬底的构成的俯视示意图。

[0008] [图2]图2为沿图1的II-II线得到的截面示意图。

[0009] [图3]图3为表示金属杂质的测定区域的俯视示意图。

[0010] [图4]图4为示意性地表示本实施方式所涉及的碳化硅衬底的制造方法的流程图。

[0011] [图5]图5为表示本实施方式所涉及的碳化硅衬底的制造方法的第一工序的截面示意图。

[0012] [图6]图6为表示本实施方式所涉及的碳化硅衬底的制造方法的第二工序的截面示意图。

### 具体实施方式

[0013] [本公开内容所要解决的问题]

[0014] 本公开内容的目的在于,提供清洁度高的碳化硅衬底。

[0015] [本公开内容的效果]

[0016] 根据本公开内容,能够提供清洁度高的碳化硅衬底。

[0017] [本公开内容的实施方式的说明]

[0018] 首先,列举本公开内容的实施方式进行说明。

[0019] (1) 本公开内容所涉及的碳化硅衬底100具有主面1。所述碳化硅衬底的最大直径为150mm以上。在主面1中,钠、铝、钾、钙、钛、铁、铜和锌各自的浓度小于 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>的区域的总面积为主面1的面积的95%以上。

[0020] (2) 根据上述 (1) 所涉及的碳化硅衬底100, 总面积可以为主面1的面积98%以上。

[0021] (3) 根据上述 (1) 或 (2) 所涉及的碳化硅衬底100, 在主面1中可以存在硫。硫的浓度为 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域可以为主面1的面积1%以上。

[0022] (4) 根据上述 (3) 所涉及的碳化硅衬底100, 硫的浓度为 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域可以为主面1的面积50%以上。

[0023] (5) 根据上述 (1) ~ (4) 中任一项所涉及的碳化硅衬底100, 在主面1中可以存在氯。氯的浓度为 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域可以为主面1的面积1%以上。

[0024] (6) 根据上述 (5) 所涉及的碳化硅衬底100, 氯的浓度为 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域可以为主面1的面积50%以上。

[0025] (7) 根据上述 (1) ~ (6) 中任一项所涉及的碳化硅衬底100, 在主面1中, 铝的浓度为 $1 \times 10^{12}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域可以小于主面1的面积1%。

[0026] (8) 根据上述 (1) ~ (7) 中任一项所涉及的碳化硅衬底100, 在主面1中, 钾的浓度为 $1 \times 10^{12}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域可以小于主面1的面积1%。

[0027] (9) 根据上述 (1) ~ (8) 中任一项所涉及的碳化硅衬底100, 在主面1中, 钙的浓度为 $1 \times 10^{12}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域可以小于主面1的面积1%。

[0028] [本公开内容的实施方式的详细内容]

[0029] 以下, 基于附图对本公开内容的实施方式进行说明。需要说明的是, 在以下的附图中, 对相同或相当的部分标注相同的参考编号, 不重复其说明。在本说明书中的结晶学方面的记载中, 分别将个别取向表示为[ ], 将集合取向表示为<>, 将个别面表示为(), 将集合面表示为{}。另外, 关于负的指数, 在结晶学上是在数字之上附加“-” (横杠), 但在本说明书中则是在数字前附加负的符号。

[0030] <碳化硅衬底的构成>

[0031] 首先, 对本实施方式所涉及的碳化硅衬底100的构成进行说明。

[0032] 图1为表示本实施方式所涉及的碳化硅衬底100的构成的俯视示意图。

[0033] 图2为沿图1的II-II线得到的截面示意图。

[0034] 如图1和图2所示, 本实施方式所涉及的碳化硅衬底100主要具有第一主面1、第二主面2和倒角部6。第二主面2位于与第一主面1相反侧。倒角部6与第一主面1和第二主面2各自连接。第一主面1和第二主面2各自为平坦面。第一主面1为形成有外延层(未图示)的面。碳化硅衬底100例如由多型4H的六方晶碳化硅单晶构成。碳化硅衬底100例如包含氮等n型杂质。

[0035] 第一主面1例如为{0001}面或相对于{0001}面偏离8°以下的面。具体而言, 第一主面1例如为(0001)面或相对于(0001)面偏离8°以下的面。第一主面1例如可以为(000-1)面或相对于(000-1)面偏离8°以下的面。在第一主面1为(0001)面的情况下, 第二主面2为(000-1)面。

[0036] 如图2所示, 倒角部6具有第一弯曲区域3、外周端部5和第二弯曲区域4。第一弯曲区域3与第一主面1连接。第一弯曲区域3位于比第一主面1靠外侧的位置。第二弯曲区域4与第二主面2连接。第二弯曲区域4位于比第二主面2靠外侧的位置。如图2所示, 在相对于第一主面1垂直的截面中, 第一弯曲区域3和第二弯曲区域4各自为圆弧状。第一弯曲区域3和第

二弯曲区域4各自以向外侧凸出的方式弯曲。

[0037] 外周端部5为位于在与第一主面1平行的径向上的最外侧的部分。外周端部5与第一弯曲区域3和第二弯曲区域4各自连接。在径向上,第一弯曲区域3位于第一主面1与外周端部5之间。同样地,在径向上,第二弯曲区域4位于第二主面2与外周端部5之间。

[0038] 如图1所示,外周端部5具有定向平面部7和圆弧状部8。圆弧状部8与定向平面部7连接。定向平面部7沿着第一方向101延伸。第一方向101和第二方向102各自与第一主面1平行。第二方向102为相对于第一方向101垂直的方向。第一方向101例如为<11-20>方向。第二方向102例如为<1-100>方向。

[0039] 在第一主面1相对于{0001}面倾斜的情况下,第一方向101例如可以为将<11-20>方向投影到第一主面1上而得的方向。在第一主面1相对于{0001}面倾斜的情况下,第二方向102例如可以为将<1-100>方向投影到第一主面1上而得的方向。

[0040] 如图1所示,碳化硅衬底100的最大直径(第一宽度W1)为150mm以上。在相对于第一主面1垂直的方向观察时,碳化硅衬底100的最大直径可以以包含圆弧状部8的圆的直径形式算出。第一宽度W1可以为200mm以上,也可以为250mm以上。对第一宽度W1的上限没有特别限制,例如可以为300mm以下。

[0041] 如图1所示,在相对于第一主面1垂直的方向观察时,倒角部6的宽度(第二宽度W2)例如为2mm以上且3mm以下。从另一观点来说,在相对于第一主面1垂直的方向观察时,从第一主面1与倒角部6的边界到外周端部5的距离例如为2mm以上且3mm以下。

[0042] 接着,对第一主面1中的金属杂质的浓度进行说明。

[0043] 根据本实施方式所涉及的碳化硅衬底100,在第一主面1中,钠(Na)、铝(Al)、钾(K)、钙(Ca)、钛(Ti)、铁(Fe)、铜(Cu)和锌(Zn)各自的浓度小于 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>的区域的总面积可以为第一主面1的面积95%以上。从另一观点来说,在第一主面1中,钠(Na)、铝(Al)、钾(K)、钙(Ca)、钛(Ti)、铁(Fe)、铜(Cu)和锌(Zn)各自的浓度为 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域的总面积可以小于主面1的面积5%。即,在第一主面1的95%以上的区域中,金属杂质的浓度变低。

[0044] 优选在第一主面1中,钠、铝、钾、钙、钛、铁、铜和锌各自的浓度小于 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>的区域的总面积可以为主面1的面积98%以上,也可以为98.5%以上。从另一观点来说,在第一主面1中,钠(Na)、铝(Al)、钾(K)、钙(Ca)、钛(Ti)、铁(Fe)、铜(Cu)和锌(Zn)各自的浓度为 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域的总面积可以小于主面1的面积2%,也可以小于1.5%。

[0045] 在第一主面1中可以存在硫。硫(S)的浓度为 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域可以为第一主面1的面积1%以上。硫的浓度为 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域可以为第一主面1的面积25%以上,可以为50%以上,也可以为60%以上。对硫的浓度为 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域的下限没有特别限制,例如可以为第一主面1的面积75%以下。

[0046] 硫(S)的浓度为 $1 \times 10^{12}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域可以为第一主面1的面积1%以上。硫的浓度为 $1 \times 10^{12}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域可以为第一主面1的面积25%以上,可以为50%以上,也可以为60%以上。对硫的浓度为 $1 \times 10^{12}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域的下限没有特别限制,例如可以为第一主面1的面积75%以下。

[0047] 在第一主面1中可以存在氯。氯(Cl)的浓度为 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域可以为

第一主面1的面积1%以上。氯的浓度为 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域可以为第一主面1的面积25%以上,可以为第一主面1的面积50%以上,也可以为第一主面1的面积60%以上。对氯的浓度为 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域的下限没有特别限制,例如可以为第一主面1的面积75%以下。

[0048] 氯(Cl)的浓度为 $1 \times 10^{12}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域可以为第一主面1的面积1%以上。氯的浓度为 $1 \times 10^{12}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域可以为第一主面1的面积25%以上,可以为第一主面1的面积50%以上,也可以为第一主面1的面积60%以上。对氯的浓度为 $1 \times 10^{12}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域的下限没有特别限制,例如可以为第一主面1的面积75%以下。

[0049] 在第一主面1中,铝的浓度为 $1 \times 10^{12}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域可以小于第一主面1的面积1%。在第一主面1中,铝的浓度为 $1 \times 10^{12}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域可以没有。

[0050] 在第一主面1中,钾的浓度为 $1 \times 10^{12}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域可以小于第一主面1的面积1%。在第一主面1中,钾的浓度为 $1 \times 10^{12}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域可以没有。

[0051] 在第一主面1中,钙的浓度为 $1 \times 10^{12}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域可以小于第一主面1的面积1%。在第一主面1中,钙的浓度为 $1 \times 10^{12}$ 原子/cm<sup>2</sup>以上的区域可以没有。

[0052] 接着,对第一主面1中的金属杂质的浓度的测定方法进行说明。

[0053] 金属杂质的浓度可以通过全反射荧光X射线分析装置进行测定。作为分析装置,例如可以使用日本理学株式会社制造的TXRF-3760。该分析装置具有多个激发X射线源,可以使用最适合于测定元素的激发X射线测定从轻元素Na到重元素U的元素。具体而言,对Na、Al和Mg可以使用W-Ma (1.78keV)的激发X射线。对原子序数大于K的元素直到U元素(特别是K、Ca、Ti、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Cl和S),可以使用W-Lb (9.67keV)的激发X射线。

[0054] X射线功率例如为35kV-255mA。入射方位角为39°。W-Ma的入射角度为0.500°。W-Ma的测定时间为10秒/点。W-Lb的入射角度为0.100°。W-Lb的测定时间为10秒/点。另外,该分析装置具有XY驱动台,能够测定测定元素的面内分布。例如,可以将第一主面1以等面积分割为101处的区域,在该101处对测定元素的浓度进行测定。金属杂质的浓度是指每单位面积原子数。

[0055] 图3为表示金属杂质的测定区域的俯视示意图。如图3所示,第一主面1具有中心10、第一假想圆21、第二假想圆22、第三假想圆23、第四假想圆24和第五假想圆25。第一假想圆21与第二假想圆22的间隔跟第二假想圆22与第三假想圆23的间隔相同。第二假想圆22与第三假想圆23的间隔跟第三假想圆23与第四假想圆24的间隔相同。第三假想圆23与第四假想圆24的间隔跟第四假想圆24与第五假想圆25的间隔相同。

[0056] 在图3中,具有小点(dot)的圆表示金属杂质的测定区域S。测定区域S的大小为10mm φ。测定区域S沿着通过第一主面1的中心10并且与第一方向101平行的直线等间隔地设置。测定区域S沿着通过第一主面1的中心10并且与第二方向102平行的直线等间隔地设置。测定区域S在第一主面1的中心10设置有1处。测定区域S沿着第一假想圆21等间隔地设置有8处。测定区域S沿着第二假想圆22等间隔地设置有16处。测定区域S沿着第三假想圆23等间隔地设置有20处。测定区域S沿着第四假想圆24等间隔地设置有24处。测定区域S沿着第五假想圆25等间隔地设置有32处。即,测定区域S在第一主面1中设置有合计101处。

[0057] 例如,在第一主面1的包含中心10的测定区域S(第1测定区域)中,测定钠(Na)、铝(Al)、钾(K)、钙(Ca)、钛(Ti)、铁(Fe)、铜(Cu)和锌(Zn)各自的浓度。在第1测定区域中,判断

钠(Na)、铝(Al)、钾(K)、钙(Ca)、钛(Ti)、铁(Fe)、铜(Cu)和锌(Zn)各自的浓度是否小于 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>。

[0058] 接着,在位于第1测定区域相邻处的第2测定区域中,测定钠(Na)、铝(Al)、钾(K)、钙(Ca)、钛(Ti)、铁(Fe)、铜(Cu)和锌(Zn)各自的浓度。在第2测定区域中,判断钠(Na)、铝(Al)、钾(K)、钙(Ca)、钛(Ti)、铁(Fe)、铜(Cu)和锌(Zn)各自的浓度是否小于 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>。

[0059] 如上述那样,在从第1测定区域到第101测定区域的101处测定区域S中,判断钠(Na)、铝(Al)、钾(K)、钙(Ca)、钛(Ti)、铁(Fe)、铜(Cu)和锌(Zn)各自的浓度是否小于 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>。例如,在101处的测定区域S内,在N处的测定区域S中钠(Na)、铝(Al)、钾(K)、钙(Ca)、钛(Ti)、铁(Fe)、铜(Cu)和锌(Zn)各自的浓度小于 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>的情况下,可以将钠(Na)、铝(Al)、钾(K)、钙(Ca)、钛(Ti)、铁(Fe)、铜(Cu)和锌(Zn)各自的浓度小于 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>的区域的总面积以第一主面1的面积 $\times N/101$ 的方式算出。

[0060] 需要说明的是,在上述中,以主面为第一主面1的形式进行了说明,但主面也可以为第二主面2。从另一观点来说,第二主面2中的金属杂质的浓度可以与第一主面1中的金属杂质的浓度相同。

[0061] <碳化硅衬底的制造方法>

[0062] 接着,对本实施方式所涉及的碳化硅衬底100的制造方法进行说明。如图4所示,本实施方式所涉及的碳化硅衬底100的制造方法包括:晶体准备工序(S10)、切片工序(S20)、倒角工序(S25)、双面机械研磨工序(S30)、化学机械研磨工序(S40)、硫酸-双氧水混合液清洗工序(S50)、氨-双氧水混合液清洗工序(S60)、盐酸-双氧水混合液清洗工序(S70)、氢氟酸清洗工序(S80)和干燥工序(S90)。

[0063] 首先,实施晶体准备工序(S10)。在晶体准备工序(S10)中,例如通过升华法形成碳化硅锭。接着,实施切片工序(S20)。在切片工序(S20)中,利用切割锯线(saw wire)将碳化硅锭切成多个碳化硅衬底100。碳化硅衬底100例如由多型4H的六方晶碳化硅单晶构成。如图1所示,碳化硅衬底100具有第一主面1、第二主面2和外周端部5。在此时刻,未形成倒角部6。

[0064] 接着,实施倒角工序(S25)。在倒角工序(S25)中使用磨削装置(未图示)。在倒角工序中例如使用金刚石磨石。碳化硅衬底100的第一主面1与外周端部5的边界附近被压靠至旋转的金刚石磨石。同样地,碳化硅衬底100的第二主面2与外周端部5的边界附近被压靠至旋转的金刚石磨石。由此,在碳化硅衬底100上形成倒角部6(参照图2)。在倒角工序(S25)中,能够在倒角部6处形成有磨削痕。

[0065] 接着,实施双面机械研磨工序(S30)。具体而言,以第一主面1与第一平台(未图示)相对并且第二主面2与第二平台(未图示)对应的方式将碳化硅衬底100配置在第一平台与第二平台之间。接着,在第一主面1与第一平台之间以及第二主面2与第二平台之间导入浆料。浆料例如包含金刚石磨粒和水。金刚石磨粒的直径例如为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $3\mu\text{m}$ 以下。利用第一平台对第一主面1施加载荷,并且利用第二平台对第二主面2施加载荷,由此对碳化硅衬底100的双面进行机械研磨。

[0066] 接着,实施化学机械研磨工序(S40)。具体而言,对碳化硅衬底100的第一主面1进行化学机械研磨。作为磨粒,例如使用胶体二氧化硅。使用包含高锰酸盐的研磨液。在平台

上安装研磨布。研磨布例如为无纺布。加工压力例如为 $300\text{g}/\text{cm}^2$ 。研磨液的流量例如为 $50\text{cc}/\text{分钟}$ 。平台的转速例如为 $40\text{rpm}$ 。加工时间例如为2小时。

[0067] 接着,实施硫酸-双氧水混合液清洗工序(S50)。在硫酸-双氧水混合液清洗工序(S50)中使用超声波清洗装置。如图5所示,超声波清洗装置20主要具有超声波发生源19、第一清洗槽12和第二清洗槽13。第二清洗槽13配置在第一清洗槽12上。第二清洗槽13挂在第一清洗槽12的开口部上。在第一清洗槽12中装有第一清洗液14(具体而言为水)。在第二清洗槽13中装有第二清洗液15(具体而言为硫酸-双氧水混合液)。碳化硅衬底100浸渍在硫酸-双氧水混合液中。超声波发生源19配置在第二清洗槽13的底部。第二清洗槽13配置在超声波发生源19上。

[0068] 在硫酸-双氧水混合液清洗工序(S50)中,为了提高金属杂质的除去效果,在对硫酸-双氧水混合液照射超声波的状态下清洗碳化硅衬底100。超声波的频率例如为 $450\text{kHz}$ 以上且 $2\text{MHz}$ 以下。利用超声波促进了化学反应。由此,金属杂质对硫酸-双氧水混合液的反应性提高。另外,通过由超声波照射产生的空化效应,能够有效地除去进入倒角部6的磨削痕中的含锰淤渣。

[0069] 在硫酸-双氧水混合液清洗工序(S50)中,主要除去有机物和金属杂质等。硫酸-双氧水混合液为混合有硫酸、双氧水和超纯水的溶液。作为硫酸,例如可以使用质量百分率浓度为96%的浓硫酸。作为双氧水,例如可以使用质量百分率浓度为30%的双氧水。关于在以后的工序中使用的双氧水也同样。

[0070] 硫酸-双氧水混合液所含的硫酸、双氧水和超纯水的体积比例例如为10(硫酸):1(双氧水):1(超纯水)~10(硫酸):3(双氧水):1(超纯水)。换言之,硫酸的体积为超纯水的体积的10倍。双氧水的体积为超纯水的体积的1倍以上且3倍以下。碳化硅衬底100的浸渍时间例如为5分钟以上。硫酸-双氧水混合液的温度例如为室温。

[0071] 接着,实施氨-双氧水混合液清洗工序(S60)。在氨-双氧水混合液清洗工序(S60)中,主要除去研磨剂和尘埃。氨-双氧水混合液为混合有氨水溶液、双氧水和超纯水的溶液。作为氨水溶液,例如可以使用质量百分率浓度为28%的氨水溶液。在氨-双氧水混合液清洗工序(S60)中,可以在对氨-双氧水混合液照射超声波的状态下清洗碳化硅衬底100。

[0072] 氨-双氧水混合液所含的氨水溶液、双氧水和超纯水的体积比为1(氨水溶液):1(双氧水):5(超纯水)~1(氨水溶液):1(双氧水):10(超纯水)。换言之,氨水溶液的体积为超纯水的体积的1/10倍以上且1/5倍以下。另外,双氧水的体积为超纯水的体积的1/10倍以上且1/5倍以下。碳化硅衬底100的浸渍时间例如为5分钟以上。硫酸-双氧水混合液的温度例如为室温。

[0073] 接着,实施盐酸-双氧水混合液清洗工序(S70)。在盐酸-双氧水混合液清洗工序(S70)中,主要除去重金属。盐酸-双氧水混合液为混合有盐酸、双氧水和超纯水的溶液。作为盐酸,例如可以使用质量百分率浓度为98%的浓盐酸。在盐酸-双氧水混合液清洗工序(S70)中,可以在对盐酸-双氧水混合液照射超声波的状态下清洗碳化硅衬底100。

[0074] 盐酸-双氧水混合液所含的盐酸、双氧水和超纯水的体积比例例如为1(盐酸):1(双氧水):5(超纯水)~1(盐酸):1(双氧水):10(超纯水)。换言之,盐酸的体积为超纯水的体积的1/10倍以上且1/5倍以下。另外,双氧水的体积为超纯水的体积的1/10倍以上且1/5倍以下。碳化硅衬底100的浸渍时间例如为5分钟以上。硫酸-双氧水混合液的温度例如为室温。

[0075] 接着,实施氢氟酸清洗工序(S80)。在氢氟酸清洗工序(S80)中,利用氢氟酸除去硅氧化物膜,表面被氟封端。混合有氢氟酸和超纯水的混合液中氢氟酸的浓度例如为10%以上且40%以下。碳化硅衬底100的浸渍时间例如为5分钟以上。硫酸-双氧水混合液的温度例如为室温。在氢氟酸清洗工序(S80)中,可以在对氢氟酸照射超声波的状态下清洗碳化硅衬底100。

[0076] 接着,实施干燥工序(S90)。在干燥工序(S90)中,例如使用旋转干燥机30使碳化硅衬底100干燥。如图6所示,旋转干燥机30具有主体部31、盖32、开口部34和排气口33。旋转干燥机30配置在相当于等级100的洁净室中。在向旋转干燥机30中投入碳化硅衬底100之前,在打开旋转干燥机30的盖32的状态下,使空气从旋转干燥机30的开口部34向排气口33通过。主体部31的容积例如为 $127000\text{cm}^3$ 。开口部34的面积例如为 $2700\text{cm}^2$ 。空气的通过量例如为 $60\text{m}^3$ 。

[0077] 接着,将碳化硅衬底100配置在旋转干燥机30的主体部31中,关闭盖32。碳化硅衬底100在通过排气口33而进行了减压的状态下,绕相对于第一主面1大致垂直的旋转轴旋转。碳化硅衬底100的转速例如为800rpm。旋转时间例如为300秒。由此,附着至碳化硅衬底100的清洗液通过离心力而被除去。

[0078] 接着,对本实施方式的作用效果进行说明。

[0079] 通常,碳化硅衬底100的主面1的清洁度大多以在主面1内的多处测定的杂质浓度的平均值讨论。但是,在杂质集中于某个特定的部位的情况下,以平均值讨论时成为小的值,有可能被判断为合格品。实际上,当使用杂质集中的碳化硅衬底100制作碳化硅半导体器件时,有可能经由杂质产生漏电流。

[0080] 对杂质集中附着至某个特定的部位的原因进行了研究,结果发现,其原因在于,在碳化硅衬底100的制造工序的过程中,在气氛中漂浮的粉尘附着至碳化硅衬底100的主面1。例如,由于在化学机械研磨工序(S40)中使用的化学机械研磨装置中使用了不锈钢(以铁为主要成分且含有铬的合金)制造的构件,因此从化学机械研磨装置产生含有铁的粉尘。如此,在碳化硅衬底100的制造工序的气氛中,有时含有包含多种金属杂质的粉尘。包含金属杂质的粉尘成为碳化硅衬底100的污染的原因。

[0081] 在本实施方式所涉及的碳化硅衬底100的硫酸-双氧水混合液清洗工序(S50)中,在对硫酸-双氧水混合液照射超声波的状态下清洗碳化硅衬底100。利用超声波促进了化学反应。由此,金属杂质对硫酸-双氧水混合液的反应性提高。另外,通过由超声波照射产生的空化效应,能够有效地除去集中附着至某个特定的部位的金属杂质。因此,在主面1的大部分区域中,能够降低金属杂质的浓度。具体而言,在主面1中,能够使钠、铝、钾、钙、钛、铁、铜和锌各自的浓度小于 $5 \times 10^{10}$ 原子/ $\text{cm}^2$ 的区域的总面积为主面1的面积95%以上。由此,能够得到清洁度高的碳化硅衬底100。作为结果,在使用碳化硅衬底100制作碳化硅半导体器件时,能够抑制由于金属杂质而导致碳化硅半导体器件的电特性劣化。

[0082] 另外,在清洗工序后使碳化硅衬底100干燥时,有时使用旋转干燥机。在将碳化硅衬底100配置在旋转干燥机的主体部31内并进行干燥时,有时附着至旋转干燥机内部的粉尘、在旋转干燥机工作时产生的粉尘或在旋转干燥机周围的气氛中漂浮的粉尘等牢固地附着至由在清洗工序中使用的清洗液润湿的碳化硅衬底100。该粉尘含有金属杂质,成为碳化硅衬底100的污染的原因。

[0083] 在本实施方式所涉及的碳化硅衬底100的干燥工序(S90)中,在将碳化硅衬底100投入到旋转干燥机30中之前,在打开旋转干燥机30的盖32的状态下,使一定量以上的空气从旋转干燥机30的开口部34向排气口33通过。然后,将碳化硅衬底100配置在旋转干燥机30内,进行碳化硅衬底100的干燥。由此,能够抑制包含金属杂质的粉尘附着至碳化硅衬底100的主面1。因此,在主面1的大部分的区域中,能够降低金属杂质的浓度。具体而言,在主面1中,能够使钠、铝、钾、钙、钛、铁、铜和锌各自的浓度小于 $5 \times 10^{10}$ 原子/cm<sup>2</sup>的区域的总面积为主面1的面积95%以上。由此,能够得到清洁度高的碳化硅衬底100。作为结果,在使用碳化硅衬底100制作碳化硅半导体器件时,能够抑制由于金属杂质而导致碳化硅半导体器件的电特性劣化。

[0084] 实施例

[0085] (样品准备)

[0086] 首先,准备样品1所涉及的碳化硅衬底100和样品2所涉及的碳化硅衬底100。样品1所涉及的碳化硅衬底100为比较例。样品2所涉及的碳化硅衬底100为实施例。将碳化硅衬底100的最大直径(直径)设定为150mm。

[0087] 样品2所涉及的碳化硅衬底100通过本实施方式所涉及的制造方法制造。具体而言,在硫酸-双氧水混合液清洗工序(S50)中,对硫酸-双氧水混合液照射超声波。将超声波的频率设定为950kHz。将硫酸-双氧水混合液所含的硫酸、双氧水和超纯水的体积比设定为10(硫酸):1(双氧水):1(超纯水)。将碳化硅衬底100的浸渍时间设定为30分钟。将硫酸-双氧水混合液的温度设定为室温。另外,在碳化硅衬底100的干燥工序(S90)中,在将碳化硅衬底100投入到旋转干燥机30中之前,在打开旋转干燥机30的盖32的状态下,使空气从旋转干燥机30的开口部34向排气口33通过。将空气的通过量设定为60m<sup>3</sup>。

[0088] 另一方面,根据样品1所涉及的碳化硅衬底100的制造方法,在硫酸-双氧水混合液清洗工序(S50)中,未对硫酸-双氧水混合液照射超声波。将空气的通过量设定为15m<sup>3</sup>。其它制造条件与样品2所涉及的碳化硅衬底100的制造方法相同。

[0089] (测定方法)

[0090] 接着,使用日本理学株式会社制造的TXRF-3760测定金属杂质的浓度。将X射线功率设定为35kV-255mA。将入射方位角设定为39°。将W-Ma的入射角度设定为0.500°。将W-Ma的测定时间设定为10秒/点。将W-Lb的入射角度设定为0.100°。将W-Lb的测定时间设定为10秒/点。如图3所示,在碳化硅衬底100的第一主面1中的101处测定区域S中,测定钠(Na)、铝(Al)、钾(K)、钙(Ca)、钛(Ti)、铁(Fe)、铜(Cu)、锌(Zn)、硫(S)和氯(Cl)各自的浓度。将测定对象的金属杂质的浓度为基准值以上的测定区域S的数量除以全部测定区域S的数量(合计101),由此算出测定对象的金属杂质为基准值以上的区域的面积比例。

[0091] (测定结果)

[0092] [表1]

元素	样品 1		样品 2	
	1×10 <sup>12</sup> 原子/cm <sup>2</sup> 以上的区域的 比例(%)	5×10 <sup>10</sup> 原子/cm <sup>2</sup> 以上的区域的 比例(%)	1×10 <sup>12</sup> 原子/cm <sup>2</sup> 以上的区域的 比例(%)	5×10 <sup>10</sup> 原子/cm <sup>2</sup> 以上的区域的 比例(%)
Na	0	7	0	0
Al	1	1	0	0
K	1	2	0	1
Ca	1	2	0	0
Ti	0	1	0	0
Fe	0	10	0	0
Cu	0	1	0	0
Zn	0	1	0	0
S	88	88	68	68
Cl	78	78	62	62

[0093] 表1示出了钠(Na)、铝(Al)、钾(K)、钙(Ca)、钛(Ti)、铁(Fe)、铜(Cu)、锌(Zn)、硫(S)和氯(Cl)各自的浓度为基准值以上的测定区域S的面积比例。将基准值设定为1×10<sup>12</sup>原子/cm<sup>2</sup>和5×10<sup>10</sup>原子/cm<sup>2</sup>。

[0095] 如表1所示,在样品1所涉及的碳化硅衬底100中,钠(Na)、铝(Al)、钾(K)、钙(Ca)、钛(Ti)、铁(Fe)、铜(Cu)、锌(Zn)、硫(S)和氯(Cl)各自的浓度为5×10<sup>10</sup>原子/cm<sup>2</sup>以上的测定区域S的面积比例各自为7%、1%、2%、2%、1%、10%、1%、1%、88%和78%。另一方面,在样品2所涉及的碳化硅衬底100中,钠(Na)、铝(Al)、钾(K)、钙(Ca)、钛(Ti)、铁(Fe)、铜(Cu)、锌(Zn)、硫(S)和氯(Cl)各自的浓度为5×10<sup>10</sup>原子/cm<sup>2</sup>以上的测定区域S的面积比例各自为0%、0%、1%、0%、0%、0%、0%、0%、68%和62%。

[0096] 如表1所示,在样品1所涉及的碳化硅衬底100中,钠(Na)、铝(Al)、钾(K)、钙(Ca)、钛(Ti)、铁(Fe)、铜(Cu)、锌(Zn)、硫(S)和氯(Cl)各自的浓度为1×10<sup>12</sup>原子/cm<sup>2</sup>以上的测定区域S的面积比例各自为0%、1%、1%、1%、0%、0%、0%、0%、88%和78%。另一方面,在样品2所涉及的碳化硅衬底100中,钠(Na)、铝(Al)、钾(K)、钙(Ca)、钛(Ti)、铁(Fe)、铜(Cu)、锌(Zn)、硫(S)和氯(Cl)各自的浓度为1×10<sup>12</sup>原子/cm<sup>2</sup>以上的测定区域S的面积比例各自为0%、0%、0%、0%、0%、0%、0%、0%、68%和62%。

[0097] 如上述那样,确认到,与样品1所涉及的碳化硅衬底100相比,在样品2所涉及的碳化硅衬底100中能够降低测定对象的金属杂质为基准值以上的区域的面积比例。

[0098] 应该认为,本次公开的实施方式和实施例在所有方面均为例示,而非限制性的。本发明的范围不是由上述说明而是由权利要求书示出,包含与权利要求书均等的含义和范围内的所有变更。

[0099] 符号说明

[0100] 1主面(第一主面)、2第二主面、3第一弯曲区域、4第二弯曲区域、5外周端部、6倒角部、7定向平面部、8圆弧状部、10中心、12第一清洗槽、13第二清洗槽、14第一清洗液、15第二清洗液、19超声波发生源、20超声波清洗装置、21第一假想圆、22第二假想圆、23第三假想圆、24第四假想圆、25第五假想圆、30旋转干燥机、31主体部、32盖、33排气口、34开口部、100碳化硅衬底、101第一方向、102第二方向、S测定区域、W1第一宽度、W2第二宽度。

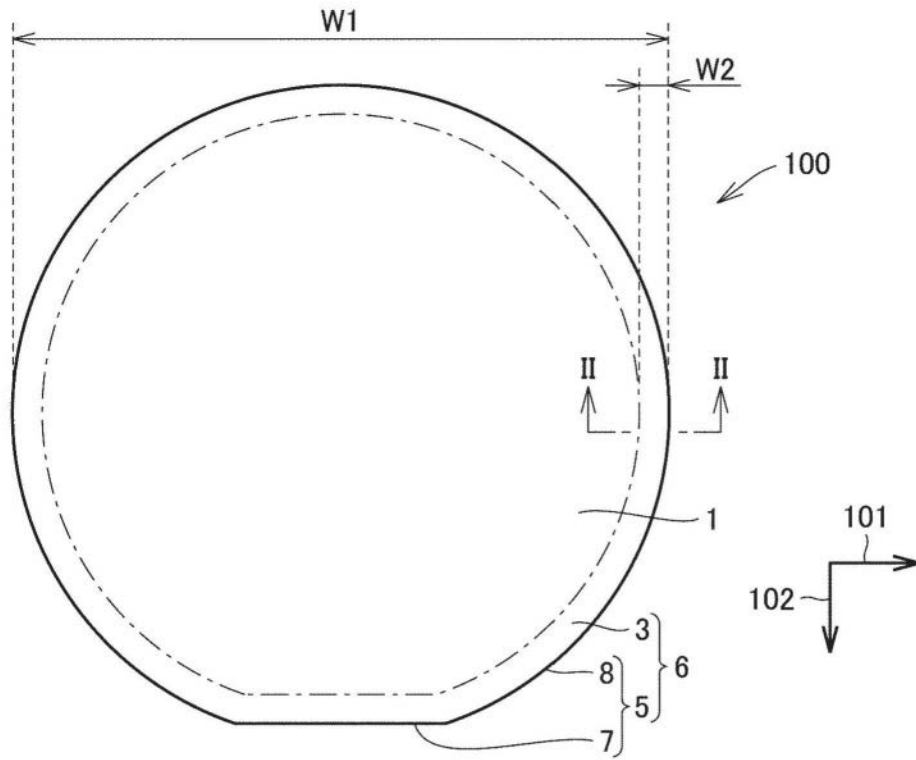


图1

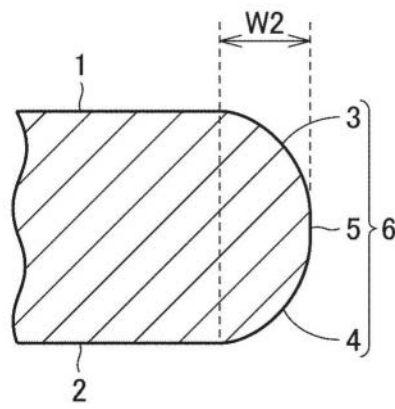


图2

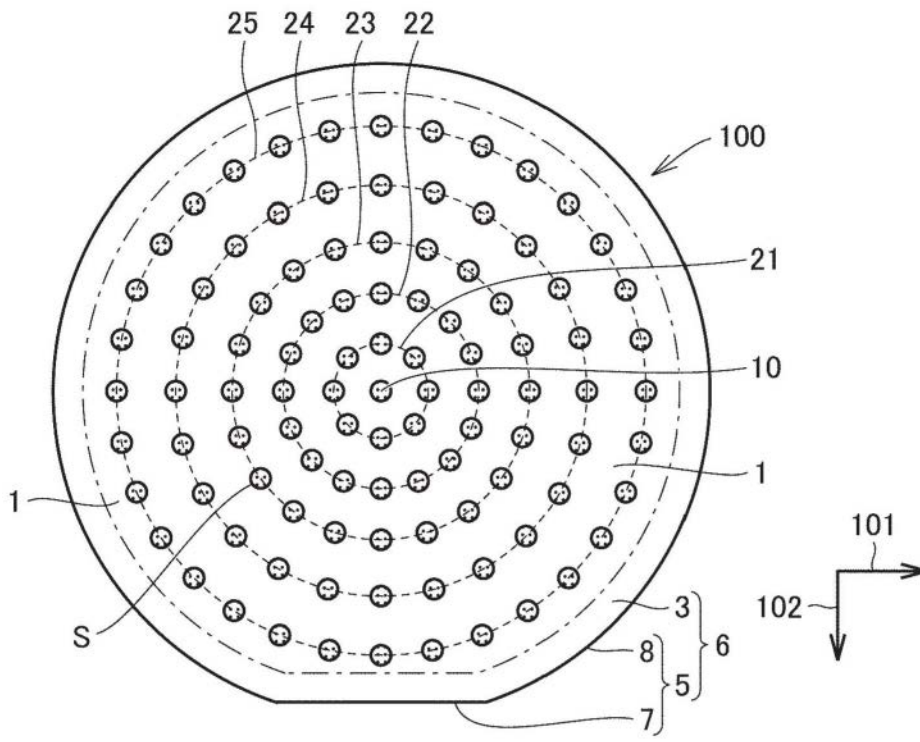


图3

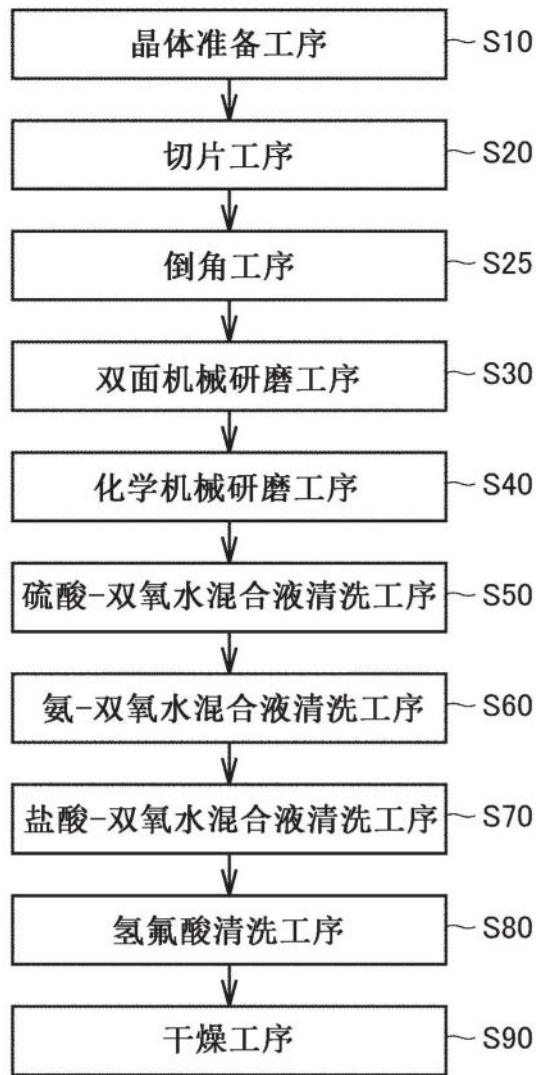


图4

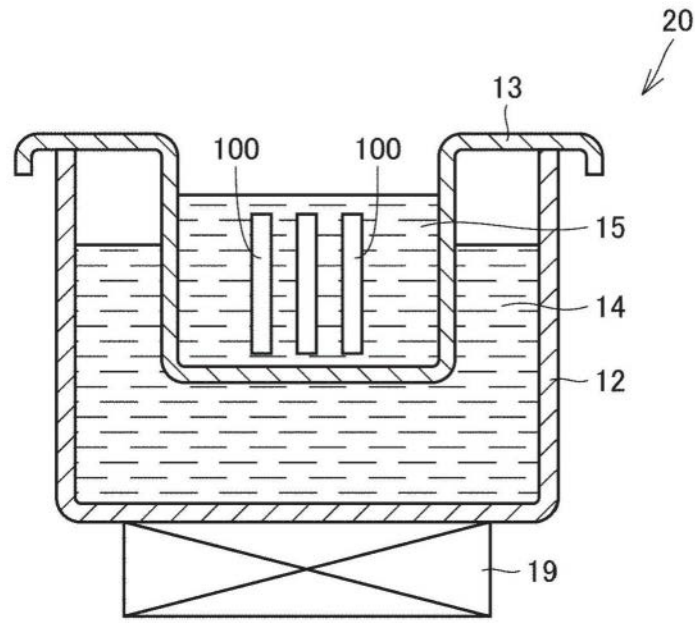


图5

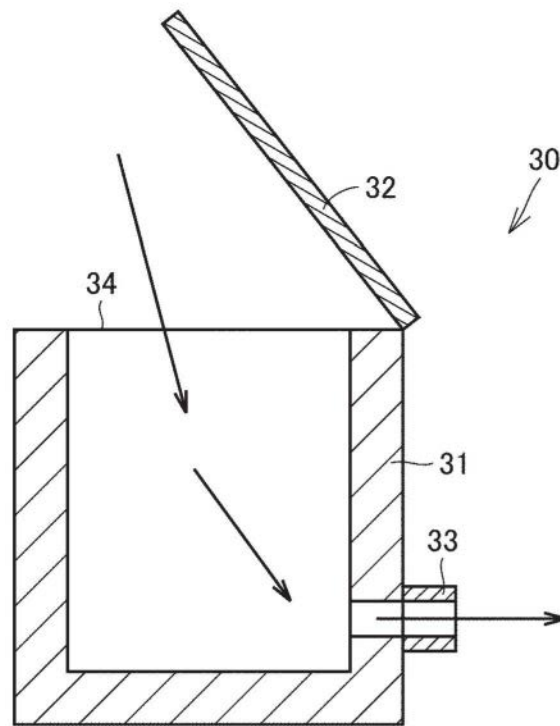


图6