

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int.Cl<sup>7</sup>

C23F 4/00

H01L 21/302

## [12]发明专利说明书

[21]ZL 专利号 96110701.4

[45]授权公告日 2000年7月19日

[11]授权公告号 CN 1054656C

[22]申请日 1996.5.24 [24]颁证日 2000.4.14

[21]申请号 96110701.4

[30]优先权

[32]1995.5.24 [33]JP [31]124890/1995

[73]专利权人 日本电气株式会社

地址 日本东京都

[72]发明人 小川博

[56]参考文献

US5356478 1994. 1. 1

审查员 周家成

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

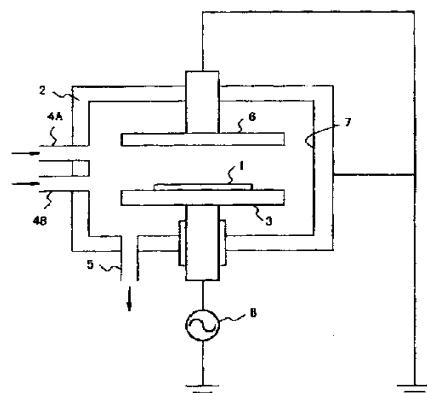
代理人 杨丽琴

权利要求书1页 说明书8页 附图页数1页

[54]发明名称 清洗真空处理设备的方法

[57]摘要

按照真空处理设备的清洗方法，在真空处理设备的处理室中，用含有氯原子团的气体对形成于半导体基片上并覆盖有抗蚀图形的铝薄膜进行蚀刻，之后，在处理室中产生由混合气体稀释而成的已稀释气体的等离子体，所述混合气体由含有氧原子团的气体、含有氟原子团的气体和含有氯原子团的气体构成，从而除去了剩余反应产物。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

## 权 利 要 求 书

1. 一种清洗真空处理设备的方法，在该真空处理设备的处理室中用抗蚀图形复盖的铝薄膜是用含有氯原子团的一种气体刻蚀的，该方法包括如下步骤：

在所说的处理室中产生一种混合气体的等离子体，该混合气体含有：含有氧原子团的气体、含有氟原子团的气体和含有氯原子团的气体，其中所说的含有氧原子团的气体与所说的混合气体之比在 40% 至 60% 的范围，并大于所说的含有氯原子团与所说的混合气体之比。

2. 根据权利要求 1 的方法，其中所说的含有氧原子团的气体是从氧气( $O_2$ )、臭氧( $O_3$ )、水( $H_2O$ )、含水过氧化氢( $H_2O_2$ )、氧化碳( $CO_x$ )、氧化硫( $SO_x$ )和氧化氮( $NO_x$ )中选出的一种气体。

3. 根据权利要求 1 的方法，其中所说的含有氟原子团的气体是从三氟化氮( $NF_3$ )、六氟二碳( $C_2F_6$ )、四氟化碳( $CF_4$ )和六氟化硫( $SF_6$ )中选出的一种气体。

4. 根据权利要求 1 的方法，其中所说的含有氯原子团的气体是从氯( $Cl_2$ )、三氯化硼( $BCl_3$ )、四氯化硅( $SiCl_4$ )和四氯化碳( $CCl_4$ )中选出的一种气体。

5. 根据权利要求 1 的方法，其中所说的混合气体还包含一种稀释气体。

6. 根据权利要求 5 的方法，其中所说的稀释气体是一种稀有气体。

7. 根据权利要求 6 的方法，其中所说的稀有气体是选自氦气( $He$ )、氩气( $Ar$ )和氖气( $Ne$ )。

8. 根据权利要求 5 的方法，其中稀释气体之比是在 10% 至 80% 的范围。

## 说 明 书

## 清洗真空处理设备的方法

本发明涉及真空处理设备的一种清洗方法，更具体地说，涉及在处理室中用含氯原子团的气体处理半导体基片后，清洗真空处理设备中的处理室的一种方法。

半导体元件的生产工序中使用了各种各样的半导体生产设备的一些半导体生产设备中具有一个用来在真空或减压状态下处理半导体基片的处理室。这种设备被称为真空处理设备。作为真空处理设备，值得一提的例如干刻蚀设备、沉积成膜设备(PVD设备,CVD设备，外延生长设备)或类似设备。在真空处理设备的处理室中处理半导体基片时，剩余的反应产物粘附在处理室中。为了除去剩余的反应产物，因此清洗处理室内部是必要的。

图1表示一种作为真空处理设备的实例的干刻蚀设备。使用刻蚀设备进行的刻蚀处理作业，现将参考图1加以叙述。在干刻蚀设备中，假设以 $\text{Cl}_2$ 气体(氯气)作为刻蚀气体，硅片上形成的铝薄膜被干刻蚀。

首先，将铝薄膜上带有抗蚀图形的硅片1放在处理室2中的高频电极3上。接着，将处理室内部调整为高真空。将 $\text{Cl}_2$ 气从气体输入口4A输入处理室2中。在这种状态下，将来自高频发生器8的高频率加于高频电极3上。这样就产生了氯原子团和氯离子，并与铝发生反应，从而使铝薄膜被蚀刻。以上反应产生的氯化铝从排气口5排出。

在刻蚀过程中，剩余反应产物  $\text{Al}_x\text{C}_y\text{Cl}_z$  (氯化铝碳) 重复产生并且粘附在高频电极3、接地电极6和处理室2的内壁7上。剩余反应产物中的Cy是根据抗蚀材料中所含的碳C而产生。当剩余反应产物的粘附量提高时，加速了副刻蚀，或使铝薄膜的刻蚀速率变得不均匀，当这种现象发生时，问题在于得不到良好的刻蚀性能并且半导体元件的不合格率上升。

将空气引入处理室2时，剩余反应物与空气中的水分反应，从而产生了氯化氢。因此，在将空气引入处理室2后，养护工作如除去处理室2中的剩余反应产物不可能只进行几小时。因此，问题在于设备的养护花费时间长。问题还在于工人的安全性。此外，还有个问题在于干蚀设备和它的外部辅助设备被锈蚀。

已考虑到用各种方法来解决上述各种问题。例如，JP-A-61-250185中公开了一种刻蚀设备清洗方法的例子。根据这种方法，在蚀刻完成之后，在空气被引入处理室2之前，进行等离子体清洗。这就是，通过气体输入口4B将氧化气体输入处理室2中，并产生氧化气体的等离子体。接着，将含有氟原子团的气体从气体输入口4B输入并产生了含氟原子团气体的等离子体，从而清洗了处理室2。或者在刻蚀完成之后，在空气被引入处理室2之前，进行等离子体清洗。这也就是，将氧化气体与含氟原子团气体的混合气体从气体输入口4B输入，并产生了混合气体的等离子体，从而对处理室进行了等离子体清洗。JP-A-2-138472公开了一种沉积成膜设备的清洗方法的例子。根据这种方法，用SF<sub>6</sub>、氧化合物与惰性气体的混合气体的等离子体清洗沉积成膜设备的反应室。

然而，即使使用了上述清洗方法的任何一种，在含铝薄膜被处

理的情况下，很难完全除去粘附在处理室内表面、高频电极、接地电极等物体上的剩余反应产物。因此，以上真空处理设备的缺点在于花费了长时间用于养护，并且用这种真空处理设备使生产的半导体元件的不合格率提高。

本发明的目的在于提供一种清洗真空处理设备的方法，这种方法中，养护设备所需的时间可以减少，并且，由剩余反应产物引起的半导体元件的不合格率可以降低。

为了达到本发明的这一目标，清洗真空处理设备的方法包括以下步骤：

在真空处理设备的处理室中，用含氟原子团的气体对覆盖有刻蚀图形的铝薄膜进行刻蚀，抗蚀层中含有碳成分；并且

在处理室中产生含有氧原子团的气体、含有氟原子团的气体与含有氯原子团的气体的混合气体的等离子体。

含有氧原子团的气体最好选自以下气体：氧气( $O_2$ )、臭氧( $O_3$ )、水( $H_2O$ )、含水过氧化氢( $H_2O_2$ )、碳氧化物( $CO_x$ )、硫氧化物( $SO_x$ )和氮氧化物( $NO_x$ )。而且，含氟原子团的气体最好选自以下气体：三氟化氮( $NF_3$ )、六氟化二碳( $C_2F_6$ )、四氟化碳( $CF_4$ )和六氟硫( $SF_6$ )。此外，含氯原子团的气体最好选自以下气体：氯气( $Cl_2$ )、三氯化硼( $BCl_3$ )、四氯化硅( $SiCl_4$ )和四氯化碳( $CCl_4$ )。这种情况下，含有氧原子团的气体占混合气体的比例为40-60%，并且高于含氯原子团的气体占混合气体的比例。

混合气体可用稀释气体稀释。这种情况下，稀释气体与被稀释气体的混合比例优选范围为10-80%。

为了达到本发明的另一个目标，清洗真空处理设备的方法包括

10·10·20

以下步骤：

在真空处理设备的处理室中，用含氯原子团的气体对覆盖有刻蚀图形的铝薄膜进行刻蚀，抗蚀层中含有碳成分；并且

在处理室中，产生混合气体的等离子体，混和气体由含有与碳反应成分的气体、含有与铝反应成分的气体和含有起催化作用成分的气体混和而成。

当混和气体的等离子体辐射到剩余反应产物  $\text{Al}_x\text{C}_y\text{Cl}_z$  上时，剩余反应产物中的铝与氯原子团反应，从而产生  $\text{AlCl}_3$ （三氯化铝），剩余反应产物中的碳原子团与氧反应，从而产生  $\text{CO}_2$ （二氧化碳）。将产生的  $\text{AlCl}_3$  和  $\text{CO}_2$  从处理室中排出。

氧气 ( $\text{O}_2$ ) 可以用作含有氧原子团的气体。六氟化硫可以用作含有氯原子团的气体。氯气 ( $\text{Cl}_2$ ) 可以用作含有氯原子团的气体。表 1 表示的是混合比例不同的上述气体对剩余反应产物的去除效果测试所得的结果。

表 1

| 编号 | 气体流量 (scdm)       |                    |                    | 效果 |
|----|-------------------|--------------------|--------------------|----|
|    | (O <sub>2</sub> ) | (SF <sub>6</sub> ) | (Cl <sub>2</sub> ) |    |
| 1  | 10                | 10                 | 80                 | X  |
| 2  | 20                | 20                 | 60                 | X  |
| 3  | 30                | 30                 | 40                 | X  |
| 4  | 30                | 30                 | 30                 | △  |
| 5  | 40                | 40                 | 20                 | ○  |
| 6  | 40                | 30                 | 30                 | ○  |
| 7  | 50                | 20                 | 30                 | ○  |
| 8  | 60                | 20                 | 20                 | ○  |
| 9  | 60                | 0                  | 40                 | X  |
| 10 | 70                | 10                 | 20                 | △  |
| 11 | 80                | 10                 | 10                 | X  |

(注) ○: 剩余反应产物的去除效果明显。

△: 剩余反应产物的去除效果中等。

X: 剩余反应产物的去除效果微弱。

由表1显而易见的是, 在以下情况下可看出去除剩余反应产物的效果: 含有氧原子团的气体占混合气体的比例在30-70%的范围内, 而且, 混合气体中含有氧原子团气体的比例等于或大于混合气体中所

含的含有氯原子团气体的比例和含有氟原子团气体的比例。尤其在以下情况下去除剩余产物的效果是明显的：含有氧原子团的气体与混合气体的比例在40-60%的范围内。肉眼观察，粘附在处理室内壁等物体上的剩余反应产物 $\text{Al}_x\text{CyCl}_2$ 呈深褐色。用一种混入了40-60%（体积百分数）含有氧原子团气体的混合气体等离子体辐射10-20分钟，就从处理室中完全除去了剩余反应产物。

可认为混合气体中的 $\text{O}_2$ 为形成 $\text{CO}_2$ 而被消耗， $\text{Cl}_2$ 为形成 $\text{AlCl}_3$ 而被消耗，且 $\text{SF}_6$ 起催化剂作用。

混合气体可以用惰性气体如氮气等气体来稀释。稀释的混合气体等离子体，即稀释的气体均匀扩展到处理室的每一处，因此均匀地并且有效地除去了剩余反应产物。当惰性气体与稀释后气体的混合比例等于或小于10%时，惰性气体的稀释效果微弱，并很难均匀地产生混合气体的等离子体。另一方面，当惰性气体与稀释后气体的混合比例等于或大于80%时，惰性气体的稀释效果过于明显，而且剩余反应产物的去除效果变差。因此，惰性气体与稀释后气体的混合比例最好在10-80%的范围内。

根据本发明，由于能够均匀地并有效地除去剩余反应产物，因而获得了良好的刻蚀性能并且半导体元件的不合格率能够降低。由于真空处理设备的养护可在短时间内安全地进行，因此真空处理设备的工作效率能够提高。

图1是一种刻蚀设备的剖视图，用于解释本发明及相关工艺的具体细节。

现参照附图详述本发明的实施方案。图1是一种刻蚀设备的剖视图，用于说明本发明的实施方案。刻蚀设备构成如下：处理室2，备

有气体输入口4A用于输入刻蚀气体，备有气体输入口4B 用于输入清洗气体，还备有排气口5；高频电极3和接地电极6安装在处理室2中；高频发生器8连接在高频电极3上。

如图1所示，首先，用含有氯原子团的气体对形成在硅片上的并覆盖有抗蚀图形的薄铝膜进行干刻蚀。这种干蚀的操作和上述相关工艺中所述的干蚀设备的操作是相同的。在这一具体情况中， $\text{Cl}_2$  和  $\text{BCl}_3$  用作含有氯原子团的气体。硅片1在干蚀完成后就从处理室2中取出。

用惰性气体稀释混合气体而形成稀释的气体经气体输入口4B引入处理室2中，因此产生了稀释后气体的等离子体。混和气体的制法是：分别以 $\text{O}_2$ 作为含有氧原子团的气体， $\text{SF}_6$ 作为含有氟原子团的气体，以及 $\text{Cl}_2$ 作为含有氯原子团的气体。 $\text{He}$ （氦气）作为惰性气体。稀释的气体的流量分别为： $\text{He} \quad 8\sim320 \text{ sccm}$ ,  $\text{O}_2 \quad 30 \text{ sccm}$ ,  $\text{SF}_6 \text{ sccm}$ ,  $\text{Cl}_2 \quad 15 \text{ sccm}$ 。辐射等离子体的条件分别为，处理室中的压力设为40~300 mTorr，放电频率设为13.56MHz，高频电功率设为100~1000W。

在用以上条件产生的等离子体清洗处理室2之后，即使向处理室2中引入空气，没有嗅到氯化氢。粘附在每一电极和内壁7 上的剩余反应产物几乎全部被除去。

按这种具体情况，原需约12小时干蚀设备的养护时间如今被减至约30分钟。此外，由于获得了良好的刻蚀性能，因此，由刻蚀过程引起的半导体元件不合格几乎完全被消除。

在该实施方案中，虽然剩余产物是通过将稀释的气体引入处理室中而除去，但剩余产物也可以通过将未稀释的混合气体引入处理

室中而除去。同样，这种情况下，混合气体的流量和等离子体辐射条件可以设成与前述实施方案中相同的条件。

在前述实施方案中，虽然是以He用作惰性气体，但本发明不限于使用这种气体，而是也可使用其它惰性气体如Ar、Ne或此类气体。虽然O<sub>2</sub>被用作含有氧原子团的气体，但也可用O<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>O、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、CO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>等中的任一个作为替代。也可使用这些气体中两种或多种的混合物。虽然SF<sub>6</sub>被用作含有氟原子团的气体，但也可以用NF<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>、CF<sub>4</sub>等中的任一个来代替，或用这些气体中的两种或多种的混合物来代替。此外，虽然Cl<sub>2</sub>被用作含有氯原子团的气体，但也可以用BCl<sub>3</sub>、SiCl<sub>4</sub>、CCl<sub>4</sub>等中的任一个来代替，或用这些气体中的两种或多种的混合物来代替。这种替代也能充分达到本发明目的。

此外，虽然上述实施方案叙述了铝薄膜被刻蚀后的清洗方法，但本发明的清洗方法同样可用在含铝薄膜被蚀刻之后的清洗中。例如，本发明的清洗方法同样可用于铝钛合金薄膜的刻蚀和铝钛迭层薄膜的刻蚀中。也可以用一氮化钛代替钛。上述情况中，钛与氯原子团反应，从而产生TiCl<sub>x</sub>(钛的氯化物)。

# 说 明 书 附 图

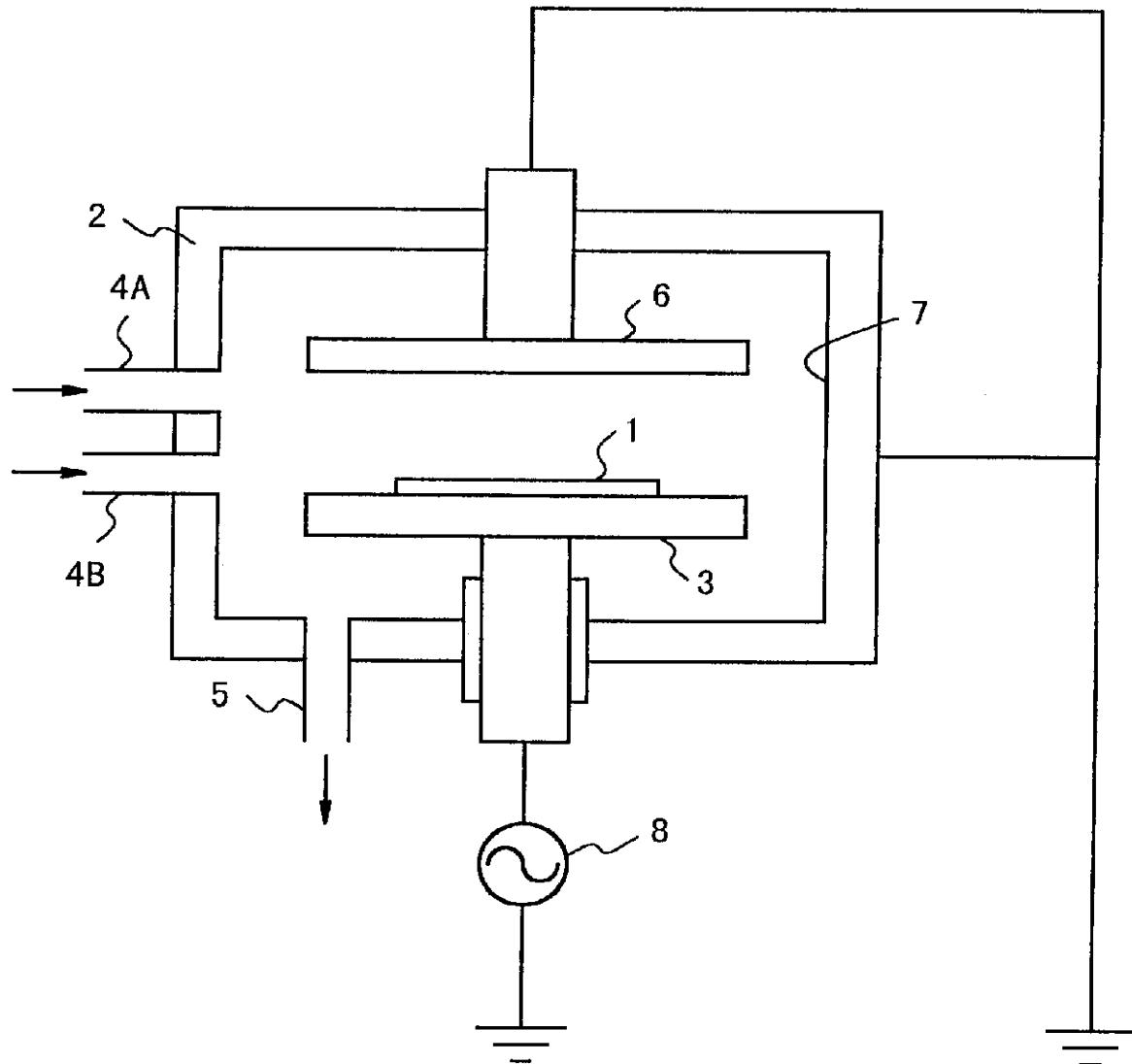


图 1