



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101276746 B

(45) 授权公告日 2012. 04. 25

(21) 申请号 200810096345. 6

(22) 申请日 2008. 03. 28

(30) 优先权数据

084433/2007 2007. 03. 28 JP

(73) 专利权人 株式会社东芝

地址 日本东京都

(72) 发明人 青木克明 速水直哉 服部圭

冈幸广 金高秀海 长谷川诚

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 陈建全

(51) Int. Cl.

H01L 21/00 (2006. 01)

H01L 21/02 (2006. 01)

H01L 21/311 (2006. 01)

审查员 刘婧

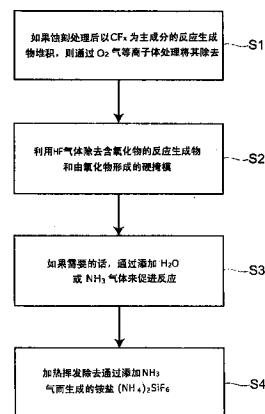
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 7 页

(54) 发明名称

表面处理方法、蚀刻处理方法及电子装置的制造方法

(57) 摘要

本发明提供一种可以在蚀刻处理后立即从被处理物上除去反应生成物和硬掩模等的表面处理方法、蚀刻处理方法、和电子装置的制造方法。所提供的表面处理方法的特征在于,对具有多层膜的被处理物的各层依次进行蚀刻而堆积含有氟化碳的反应生成物时,通过进行氧气等离子体处理来除去上述反应生成物,在上述反应生成物的除去后,使用氟化氢气体来除去含氧化物的反应生成物。



1. 一种表面处理方法,其特征在于,包括下述工序:

依次重复进行对基板上具有多层膜的被处理物的单层进行蚀刻的工序和通过进行氧气等离子体处理来除去含氟化碳的反应生成物的工序,所述反应生成物是通过对所述被处理物的单层进行蚀刻而堆积形成的;

然后,使用氟化氢气体将堆积形成的含氧化物的反应生成物一次除去的工序。

2. 根据权利要求1记载的表面处理方法,其特征在于,使用氟化氢气体来进一步除去由氧化物形成的掩模。

3. 根据权利要求1记载的表面处理方法,其特征在于,所述氧化物是14族元素的氧化物。

4. 根据权利要求1记载的表面处理方法,其特征在于,在所述氟化氢气体中添加水或氨气中的至少一种。

5. 根据权利要求4记载的表面处理方法,其特征在于,利用加热来除去通过添加所述氨气而生成的铵盐。

6. 根据权利要求1记载的表面处理方法,其特征在于,所述含氟化碳的反应生成物的除去与所述蚀刻在同一装置内实施。

7. 根据权利要求1记载的表面处理方法,其特征在于,所述含氧化物的反应生成物的除去与所述蚀刻在同一装置内实施。

8. 根据权利要求2记载的表面处理方法,其特征在于,所述掩模的除去与所述蚀刻在同一装置内实施。

9. 根据权利要求1记载的表面处理方法,其特征在于,所述含氟化碳的反应生成物和所述含氧化物的反应生成物中的至少一种的除去在与所述蚀刻中使用的蚀刻装置分开另外设置的表面处理装置内进行,且所述蚀刻装置和所述表面处理装置之间的传送路径形成减压环境。

10. 根据权利要求2记载的表面处理方法,其特征在于,所述含氟化碳的反应生成物和所述含氧化物的反应生成物以及所述由氧化物形成的掩模中的至少一种的除去在与所述蚀刻中使用的蚀刻装置分开另外设置的表面处理装置内进行,且所述蚀刻装置和所述表面处理装置之间的传送路径形成减压环境。

11. 一种蚀刻处理方法,其特征在于,包括下述工序:将具有多层膜的被处理物配置在减压环境中的工序;向所述减压环境中导入反应气体的工序;产生所述反应气体的等离子体并依次重复进行对所述被处理物的单层进行蚀刻的工序和通过进行氧气等离子体处理来除去通过对所述被处理物的单层进行蚀刻而堆积形成的含氟化碳的反应生成物的工序;以及然后,使用氟化氢气体将堆积形成的含氧化物的反应生成物一次除去的工序。

12. 根据权利要求11记载的蚀刻处理方法,其特征在于,在所述蚀刻后,使用氟化氢气体来进一步除去由氧化物形成的掩模。

13. 根据权利要求11记载的蚀刻处理方法,其特征在于,所述氧化物是14族元素的氧化物。

14. 根据权利要求11记载的蚀刻处理方法,其特征在于,在所述氟化氢气体中添加水或氨气中的至少一种来除去所述含氧化物的反应生成物。

15. 根据权利要求14记载的蚀刻处理方法,其特征在于,其还包括利用加热来除去通

过添加所述氨气而生成铵盐的工序。

16. 根据权利要求 11 记载的蚀刻处理方法,其特征在于,所述含氟化碳的反应生成物的除去与所述蚀刻在同一装置内进行。

17. 根据权利要求 11 记载的蚀刻处理方法,其特征在于,所述含氧化物的反应生成物的除去与所述蚀刻在同一装置内进行。

18. 根据权利要求 12 记载的蚀刻处理方法,其特征在于,所述掩模的除去与所述蚀刻在同一装置内进行。

19. 一种电子装置的制造方法,其特征在于,其包括在基板上形成多层的膜的工序和对所述多层的膜的各层依次进行蚀刻的工序,而且使用权利要求 1 记载的表面处理方法。

表面处理方法、蚀刻处理方法及电子装置的制造方法

[0001] 与申请相关的交叉参考

[0002] 本申请基于 2007 年 3 月 28 日递交的日本专利申请 No. 2007-084433, 并要求以该申请为优先权, 该日本专利申请中的全部内容引入本申请中作为参考。

技术领域

[0003] 本发明涉及表面处理方法、蚀刻处理方法和电子装置的制造方法。

背景技术

[0004] 近年来, 在高集成化的半导体装置等的制造中, 对基板等被处理物的表面必须进行高度清洁。为此, 产生了完全除去堆积在被处理物的表层和沟槽侧壁等上的反应生成物(沉积物)的必要性。

[0005] 作为用于除去堆积在被处理物的表层和沟槽侧壁等上的反应生成物(沉积物)的技术, 已知有以 RCA 洗涤为代表的湿式洗涤。由于湿式洗涤能以较简便的装置除去反应生成物(沉积物), 所以在半导体装置等电子装置的制造中被广泛使用。然而, 湿式洗涤存在的问题是由于使用大量的药液, 所以造成运行成本很高, 而且环境负荷也很大。

[0006] 为此, 提出了以 HF(氟化氢)蒸气洗涤为代表的干式洗涤、及将湿式洗涤和干式洗涤相组合的技术(参见专利文献 1)。

[0007] 其中, 蚀刻处理后的被处理物被传送到洗涤装置, 在洗涤装置内进行上述的湿式洗涤或干式洗涤, 这种情况下, 从蚀刻处理到洗涤处理之间的时间较长时, 有可能伴随着反应生成物的侵蚀而产生腐蚀等, 从而制品的合格率降低。

[0008] 专利文献 1: 日本特开平 5-90239 号公报

发明内容

[0009] 本发明的目的是提供可以在蚀刻处理后立即从被处理物上除去反应生成物和硬掩模等的表面处理方法、蚀刻处理方法和电子装置的制造方法。

[0010] 根据本发明的一个形态, 提供一种表面处理方法, 其特征在于, 包括下述工序: 通过进行氧气等离子体处理来除去含氟化碳的反应生成物的工序, 该反应生成物是通过依次对基板上具有多层膜的被处理物的各层进行蚀刻而堆积形成的; 和在除去上述反应生成物后, 使用氟化氢气体来除去含氧化物的反应生成物的工序。

[0011] 另外, 根据本发明的另一形态, 提供一种蚀刻处理方法, 其特征在于, 包括下述工序: 将具有多层膜的被处理物配置在减压环境中的工序; 向上述减压环境中导入反应气体的工序; 产生上述反应气体的等离子体并依次蚀刻上述多层膜的工序; 通过进行氧气等离子体处理来除去通过上述蚀刻而堆积的含氟化碳的反应生成物的工序; 以及在上述蚀刻后, 使用氟化氢气体来除去含氧化物的反应生成物的工序。

[0012] 另外, 根据本发明的又一形态, 提供一种电子装置的制造方法, 其特征在于, 其包括在基板上形成多层的膜的工序和对上述多层的膜的各层依次进行蚀刻的工序, 而且使用

上述的表面处理方法。

附图说明

[0013] 图 1 是用于例示本发明的实施方式的表面处理方法的流程图。

[0014] 图 2 是用于例示被处理物上的反应生成物和硬掩模的截面示意图。

[0015] 图 3 是用于例示各层的蚀刻后的状态的截面示意图。

[0016] 图 4 是用于例示各层的蚀刻后的状态的截面示意图。

[0017] 图 5 是用于例示各层的蚀刻后的状态的截面示意图。

[0018] 图 6 是用于例示利用 O_2 气等离子体处理来除去以 CF_x 为主成分的反应生成物的情况的截面示意图。

[0019] 图 7 是用于例示除去反应生成物和硬掩模后的状态的截面示意图。

具体实施方式

[0020] 以下参照附图对本发明的实施方式进行说明。

[0021] 图 1 是用于例示本发明的实施方式的表面处理方法的流程图。

[0022] 图 2 是用于例示被处理物上的反应生成物和硬掩模的截面示意图,表示的是半导体装置的沟槽部分的示意截面。

[0023] 首先,对图 2 所示的被处理物上的反应生成物和硬掩模进行说明。

[0024] 如图 2 所示,被处理物 W 是按照从下层开始层叠硅基板 1、层间绝缘膜 2、多晶硅膜 3、氮化膜 4、作为硬掩模的氧化膜 5 的方式而形成。在这种具有多层膜的被处理物 W 上形成沟槽 T 时,将氧化膜 5 作为硬掩模,从上层开始依次进行蚀刻。这种蚀刻处理例如可使用 RIE(反应离子蚀刻, reactive ion etching) 法。

[0025] 图 3 ~ 图 5 是用于例示各层蚀刻后的状态的截面示意图。

[0026] 将氧化膜 5 作为硬掩模而对氮化膜 4 进行蚀刻时,可将 CF_4 、 O_2 等的混合气体用作蚀刻气体。此时如图 3 所示,以 CF_x 为主成分的反应生成物 4a 堆积在沟槽 T 的侧壁上。

[0027] 接着,对位于氮化膜 4 的下层的多晶硅膜 3 进行蚀刻时,可将 HBr 、 CF_4 、 O_2 、 N_2 等的混合气体用作蚀刻气体。此时如图 4 所示,在沟槽 T 的侧壁上进一步堆积了以 $SiBr$ 等为主成分的反应生成物 3a。

[0028] 然后,对位于多晶硅膜 3 的下层的层间绝缘膜 2 进行蚀刻时,可将 CF_4 、 CH_2F_2 、 O_2 、 He 等的混合气体用作蚀刻气体。此时如图 5 所示,在沟槽 T 的侧壁上进一步堆积了以 CF_x 为主成分的反应生成物 2a。

[0029] 然后,对位于最下层的硅基板 1 进行蚀刻时,可将 HBr 、 CF_4 、 O_2 等的混合气体用作蚀刻气体。此时如图 2 所示,在沟槽 T 的侧壁上进一步堆积了以 $SiBrO$ 等为主成分的反应生成物 1a。

[0030] 这里,为了除去这样的反应生成物而进行湿式洗涤时,存在的问题是由于使用大量的药液,所以运行成本很高,而且环境负荷也很大。另外,若只使用以 HF 蒸气洗涤为代表的干式洗涤时,反应生成物有可能除去得不完全。而且,如专利文献 1 中公开的技术那样使用湿式洗涤和干式洗涤的组合方式时,制造工序变得复杂化,有可能使生产效率降低。另外,随着湿式洗涤,在蚀刻处理装置和洗涤装置之间的传送需要花费时间,这期间有可能伴

随着反应生成物的侵蚀而发生腐蚀。

[0031] 本发明人经研究得出如下见解,若按照反应生成物的性质来分别进行除去,则不进行湿式洗涤就能完全除去反应生成物。以下以图 2 所例示的被处理物 W 的情况为例进行说明。

[0032] 如图 1 所示,首先,在各层的蚀刻后堆积了以 CF_x 为主成分的反应生成物 4a、2a 时,进行 O_2 (氧) 气等离子体处理,由此将其除去 (步骤 S1)。

[0033] 在 O_2 (氧) 气等离子体处理中,进行蚀刻后立即向同一蚀刻处理装置内通入 O_2 (氧) 气等反应气体,利用等离子体将其激发而活化,从而对以 CF_x 为主成分的反应生成物进行除去处理。

[0034] 其中使用 RIE (反应离子蚀刻) 法时,若以 O_2 气等离子体处理的处理条件为示例,例如可将压力设为 100mTorr,上部电极的 100MHz 的高频功率设为 750W,下部电极的 3.2MHz 的高频功率设为 0W, O_2 (氧) 气的流量设为 140sccm,处理时间设为 30 秒。

[0035] 这样,可以在进行蚀刻后立即在同一装置内除去反应生成物,就可以省去被处理物 W 在蚀刻处理装置和表面处理装置之间的传送。结果可以提高生产效率。另外,由于能缩短从蚀刻到反应生成物除去之间的时间,所以能大幅度地抑制伴随反应生成物的侵蚀而产生的腐蚀。

[0036] 图 6 是用于例示利用 O_2 气等离子体处理来除去以 CF_x 为主成分的反应生成物的情况的截面示意图。

[0037] 如图 6 所示,在氮化膜 4 的蚀刻后和层间绝缘膜 2 的蚀刻后,分别进行 O_2 气等离子体处理,从而可以除去以 CF_x 为主成分的反应生成物 4a、2a。因此,仅有在这些反应生成物的除去后接着进行的多晶硅膜 3 的蚀刻处理中产生的以 SiBr 为主成分的反应生成物 3a、和在硅基板 1 的蚀刻处理中产生的以 SiBrO 为主成分的反应生成物 1a 堆积。其结果是,在下一个阶段中,只要除去以 SiBr 为主成分的反应生成物 3a 和以 SiBrO 为主成分的反应生成物 1a 就可以了。

[0038] 这里,反应生成物 1a 和反应生成物 3a 含有硅和锗等 14 族元素的氧化物。例如,图 6 所示的反应生成物 3a 是以 SiBr 为主成分,反应生成物 1a 是以 SiBrO 为主成分。另外,最后除去的硬掩模也是 14 族元素的氧化物 (例如 SiO_2 等)。

[0039] 本发明人进行研究的结果得出如下见解:通过使用 HF (氟化氢) 气体、或其中添加了 H_2O (水) 或 NH_3 (氨) 气的气体,不仅能除去含氧化物的反应生成物,而且也能除去由氧化物形成的硬掩模。

[0040] 这样,如果主要使用 HF (氟化氢) 气体,则可以在进行蚀刻处理后立即在同一装置中除去含氧化物的反应生成物和由氧化物形成的硬掩模。这样就能省去被处理物 W 在蚀刻处理装置和表面处理装置之间的传送,因此能提高生产效率。另外,由于可以缩短从蚀刻到反应生成物除去之间的时间,所以能大幅度地抑制伴随反应生成物的侵蚀而产生的腐蚀。

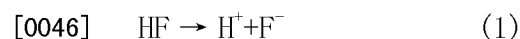
[0041] 此时,也可以将被处理物 W 传送、移入与蚀刻处理装置分开另外设置的表面处理装置中,然后在表面处理装置内进行反应生成物等的除去。这时优选将传送路径形成减压环境。这样是因为能够抑制伴随反应生成物的侵蚀而产生的腐蚀。另外,根据被处理物 W 的品种,有时可以缓和与发生腐蚀相关的条件。这种情况下也可以在大气中传送。但是,即使在这种情况下,也优选使蚀刻处理装置和表面处理装置尽量接近。

[0042] 如以上说明,使用 O_2 等离子体处理来除去以 CF_x 为主成分的反应生成物后,使用 HF(氟化氢)气体来除去含氧化物的反应生成物和由氧化物形成的硬掩模(步骤 S2)。

[0043] 另外,以 CF_x 为主成分的反应生成物和含氧化物的反应生成物各为 1 层时,可连续地进行 O_2 等离子体处理和使用 HF 气体的除去处理。但是,如图 2 所示,它们形成多层时,每次堆积以 CF_x 为主成分的反应生成物时,都要进行 O_2 等离子体处理来将其除去,然后在蚀刻完成后,使用 HF(氟化氢)气体来将含氧化物的反应生成物和由氧化物形成的硬掩模一次除去。

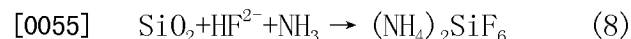
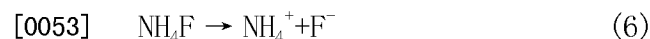
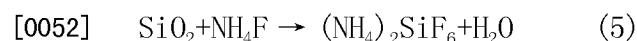
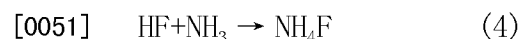
[0044] 此时,可向蚀刻处理装置内供入 HF 气体来进行除去处理。另外,如前所述,也可向表面处理装置内供入 HF 气体来进行除去处理。

[0045] 这里,除去处理按如下反应进行。



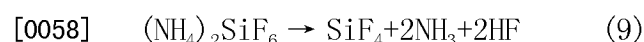
[0049] 此时,若在 HF 气体中存在 H_2O 的话,可促进反应。 H_2O 也可以水蒸汽等的形式添加,但在上述大气传送中附着在被处理物 W 的表面的 H_2O 、或存在于由氧化物形成的硬掩模中的 H_2O 也能促进反应。另外,通过添加 NH_3 (氨)气,如下生成 H_2O ,也能促进反应。

[0050] 为此,若需要的话,添加 H_2O 或 NH_3 气体来促进反应(步骤 S3)。



[0056] 然后,通过添加 NH_3 气体而生成的铵盐“(NH_4) $_2$ SiF $_6$)”通过加热而挥发除去(步骤 S4)。

[0057] 此时,铵盐“(NH_4) $_2$ SiF $_6$)”可通过式(9)所示的反应来除去。



[0059] 其中,若将关于除去含氧化物的反应生成物和由氧化物形成的硬掩模的处理条件以示例示出,例如可以将 HF 气体设为 2000sccm、处理温度设为 25℃,处理时间设为 60 秒。

[0060] 另外,式(9)中的加热温度设为 200℃左右。

[0061] 图 7 是用于示例除去反应生成物和硬掩模后的状态的截面示意图。

[0062] 如图 7 所示,根据本实施方式的表面处理方法,不使用湿式洗涤也能完全除去反应生成物。由此,可降低运行成本,也能降低环境负荷。另外,由于可以在蚀刻处理后立即在蚀刻处理装置内进行除去处理,所以能削减工序、提高生产效率、抑制伴随反应生成物的侵蚀而产生的腐蚀等。此外,以往需要另外除去的硬掩模的除去也可以同时进行。因此,可省去硬掩模的除去工序。

[0063] 另外,也可以将本实施方式的表面处理方法作为蚀刻处理的一部分而一体地进行。这可以用图 3~图 5 说明的形成沟槽时的情况为例进行说明。

[0064] 首先,如图 3 所示,将氧化膜 5 作为硬掩模而进行氮化膜 4 的蚀刻,作为蚀刻气体,例如可使用 CF_4 、 O_2 等的混合气体。此时,由于沟槽 T 的侧壁上堆积了以 CF_x 为主成分的反

应生成物 4a, 所以可在蚀刻后接着进行 O_2 气等离子体处理, 从而除去以 CF_x 为主成分的反应生成物 4a。

[0065] 接着, 如图 4 所示, 对位于氮化膜 4 的下层的多晶硅膜 3 进行蚀刻。作为蚀刻气体, 例如可使用 HBr 、 CF_4 、 O_2 、 N_2 等的混合气体。此时, 在沟槽 T 的侧壁上堆积了以 $SiBr$ 等为主成分的反应生成物 3a, 但由于利用 O_2 气等离子体处理而除去了反应生成物 4a, 所以仅堆积了反应生成物 3a。

[0066] 接着, 如图 5 所示, 对位于多晶硅膜 3 的下层的层间绝缘膜 2 进行蚀刻。作为蚀刻气体, 例如可使用 CF_4 、 CH_2F_2 、 O_2 、 He 等的混合气体。此时, 由于沟槽 T 的侧壁上进一步堆积了以 CF_x 为主成分的反应生成物 2a, 所以可在蚀刻后接着进行 O_2 气等离子体处理, 从而除去以 CF_x 为主成分的反应生成物 2a。

[0067] 接着, 对位于最下层的硅基板 1 进行蚀刻。作为蚀刻气体, 例如可使用 HBr 、 CF_4 、 O_2 等的混合气体。此时, 在沟槽 T 的侧壁上堆积的反应生成物 3a 上进一步堆积了以 $SiBrO$ 等为主成分的反应生成物 1a。

[0068] 将如此堆积而成的含氧化物的反应生成物 1a、3a 和作为硬掩模的氧化膜 5 利用 HF (氟化氢) 气体除去。另外, 如前所述, 也可以添加 H_2O 或 NH_3 气来促进除去。

[0069] 如上所述, 也可将本实施方式的表面处理作为蚀刻处理的一部分来进行。此时, 在进行蚀刻后立即在同一装置内进行本实施方式的表面处理, 由于省去了被处理物 W 在蚀刻处理装置和表面处理装置之间的传送, 所以可提高生产效率。另外, 由于能缩短从蚀刻到反应生成物除去之间的时间, 且也不暴露于大气中, 所以能大幅度地抑制伴随反应生成物的侵蚀而产生的腐蚀。

[0070] 下面对本发明实施方式的半导体装置的制造方法进行说明。该半导体装置的制造方法是在进行蚀刻时使用了上述本发明实施方式的表面处理的方法, 其通过重复下述工序来实施: 通过成膜处理、抗蚀剂涂布处理、曝光处理、显影处理、蚀刻处理、抗蚀剂除去处理等而在基板 (晶片) 表面上形成图案的工序、图案的检查工序、热处理工序、导入杂质工序、扩散工序、平坦化工序等多种工序。另外, 除了上述本发明实施方式的表面处理方法外, 还可使用已知的各工序的技术, 因此其说明省略。

[0071] 另外, 为便于说明, 对半导体装置的制造方法中使用本发明实施方式的表面处理的情况进行了说明, 但不限于此。例如, 也可广泛适用于最终要除去的氧化物、含有通过蚀刻而生成的氧化物的反应生成物、或以 CF_x 为主成分的反应生成物等在被处理物表层和沟槽等的槽部分中以层状存在的情况。

[0072] 作为这种情况, 例如可举出液晶显示装置的制造中图案的蚀刻等。

[0073] 这里对 TFT (薄膜晶体管) 彩色液晶显示面板的制造方法中使用本发明实施方式的表面处理的情况进行说明。

[0074] TFT 彩色液晶显示面板的制造工序包括 TFT 阵列形成工序、滤色器形成工序、取向膜形成工序、基板粘贴工序、液晶注入工序和基板分割工序。

[0075] 这里, 上述本实施方式的表面处理方法可用于 TFT 阵列形成工序中的像素排列的形成等中。另外, 除了上述本实施方式的表面处理方法外, 还可使用已知的各工序的技术, 因此其说明省略。

[0076] 以上对本发明的实施方式作了说明。然而, 本发明并不仅限于这些记载。

[0077] 关于上述的实施方式,本领域技术人员加入了适当设计变更的方式只要具备本发明的特征,则也包含在本发明范围之内。

[0078] 例如,虽然关于半导体装置的沟槽形成说明了本实施方式的表面处理方法,但并不仅限于此,通过形成半导体装置的其它部分而堆积在表层等上的反应生成物、最终要除去的氧化膜、由氧化物形成的掩模等也能除去。另外,示例的半导体装置的形状、尺寸、材质、配置等并不仅限于所示例的那些,也可作适当变更。

[0079] 另外,上述各实施方式具备的要素可在可能的限度内进行组合,只要包含本发明的特征,这些组合也包含在本发明范围之内。

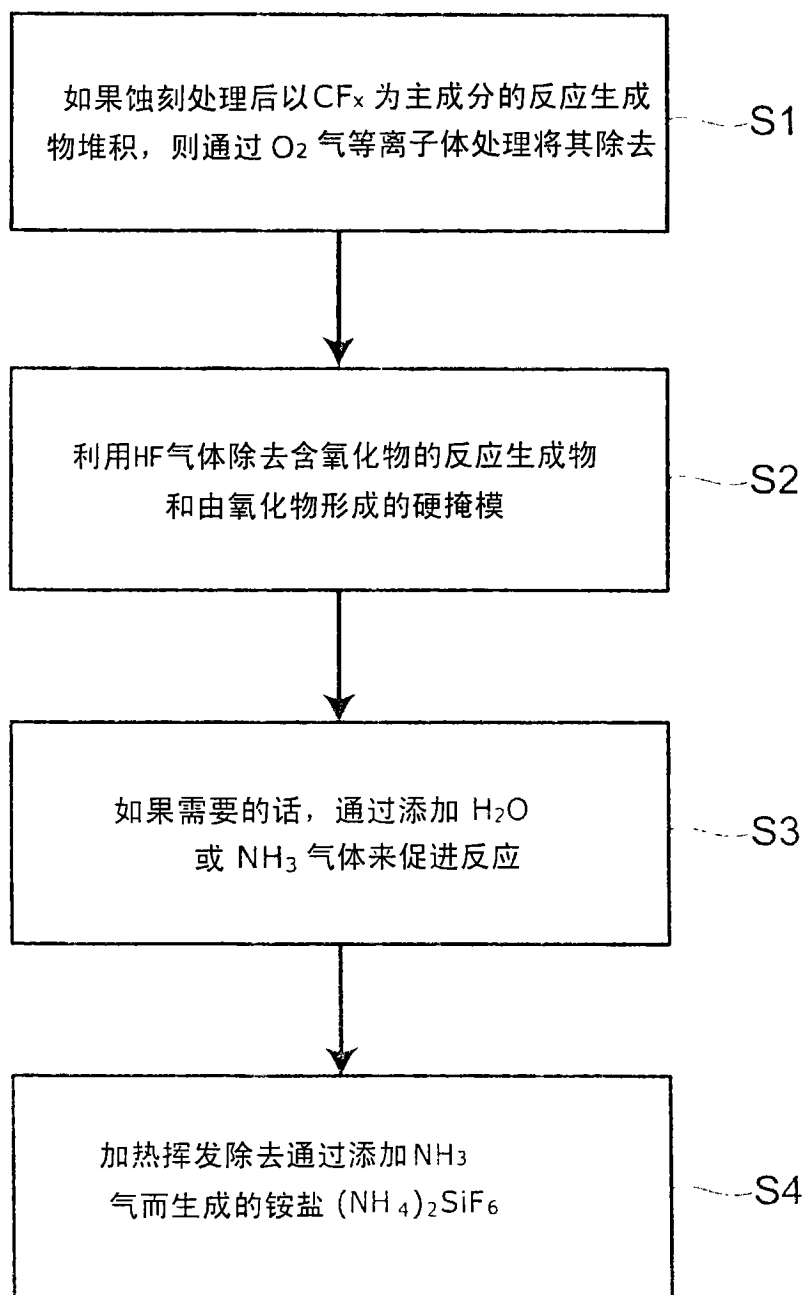


图 1

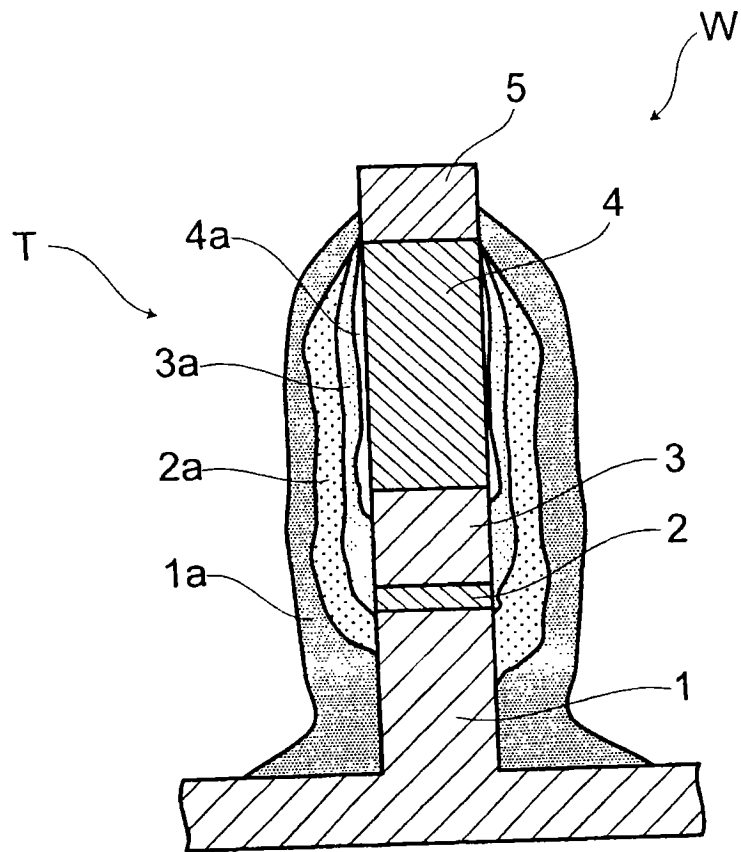


图 2

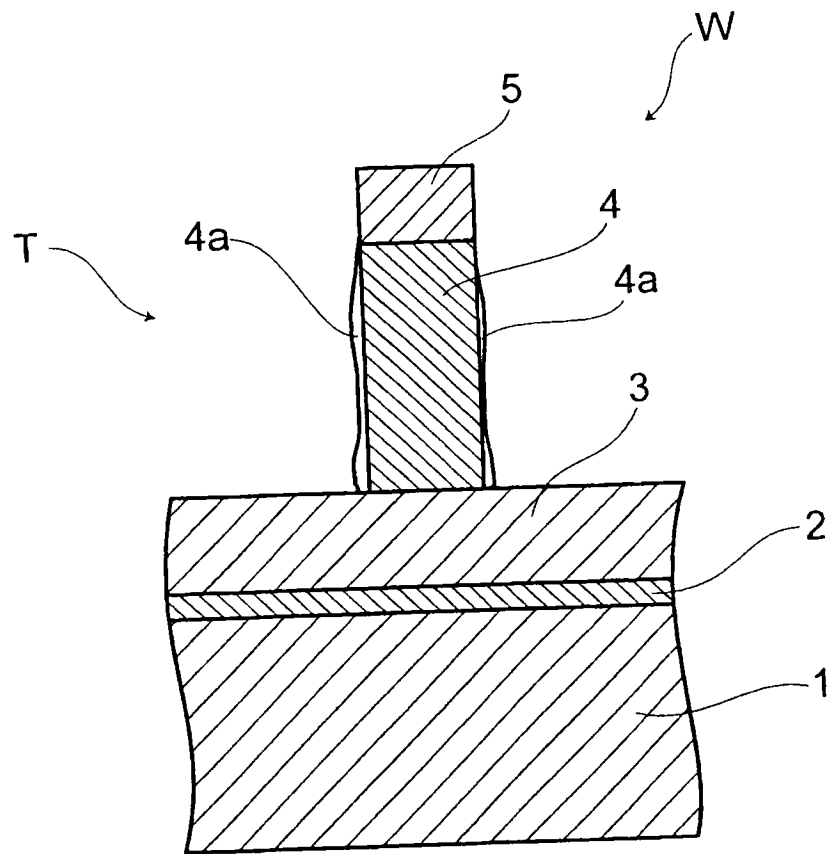


图 3

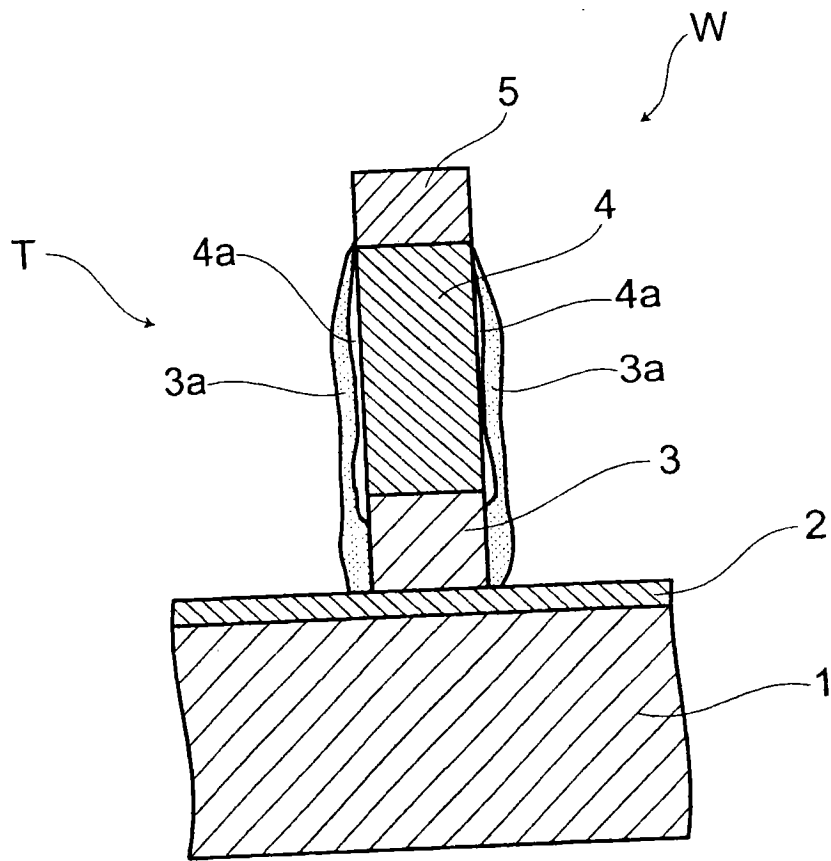


图 4

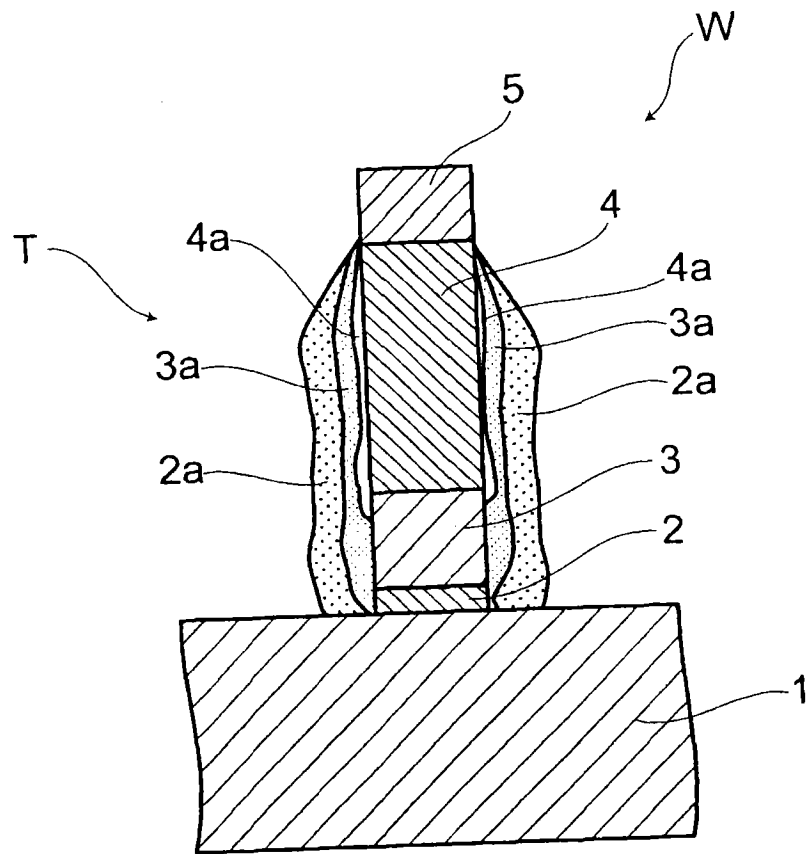


图 5

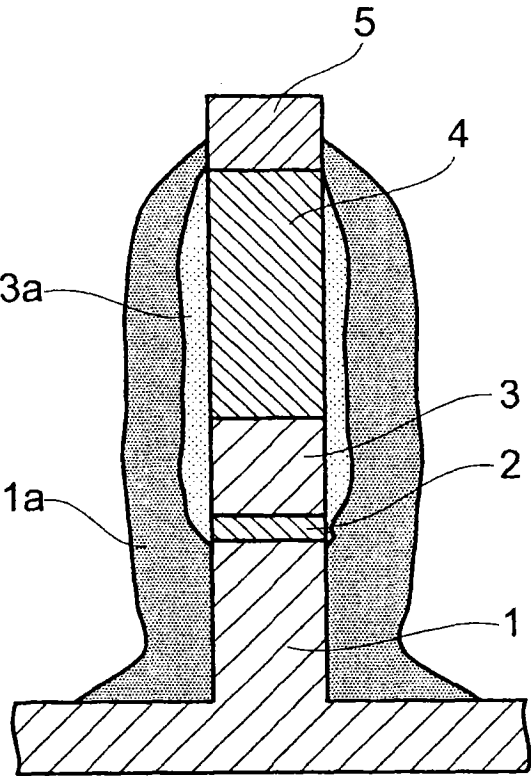


图 6

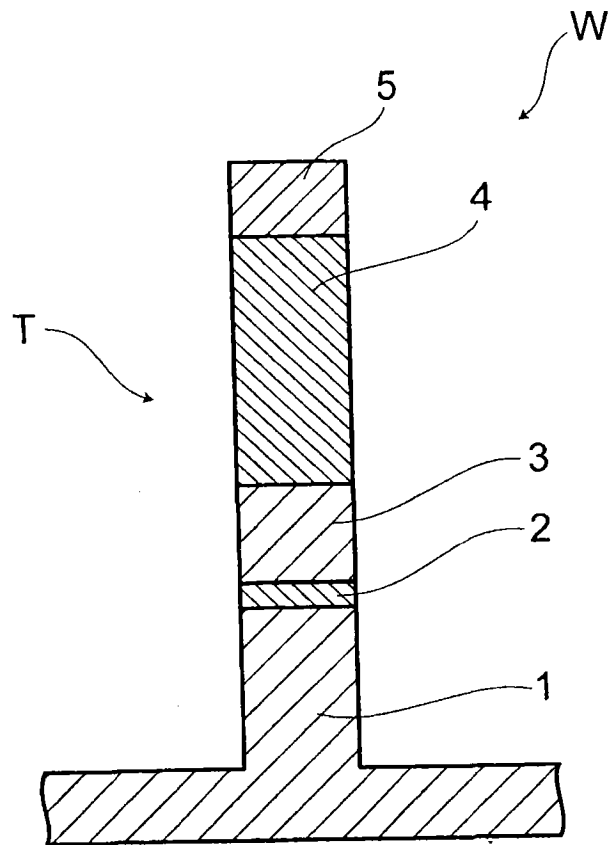


图 7