



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115697600 B

(45) 授权公告日 2025. 05. 09

(21) 申请号 202180035445.1

小林史佳

(22) 申请日 2021.05.21

(74) 专利代理机构 北京聿宏知识产权代理有限公司 11372

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115697600 A

专利代理师 吴大建 霍玉娟

(43) 申请公布日 2023.02.03

(51) Int. Cl.

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.11.15

B23B 27/14 (2006.01)

B23B 51/00 (2006.01)

B23C 5/16 (2006.01)

G23C 16/30 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2021/019380 2021.05.21

(56) 对比文件

(87) PCT国际申请的公布数据
W02022/244242 JA 2022.11.24

JP 2016165789 A, 2016.09.15

JP H11347806 A, 1999.12.21

(73) 专利权人 住友电工硬质合金株式会社
地址 日本兵库县

审查员 王蓓

(72) 发明人 奥野晋 山西贵翔 引地将仁

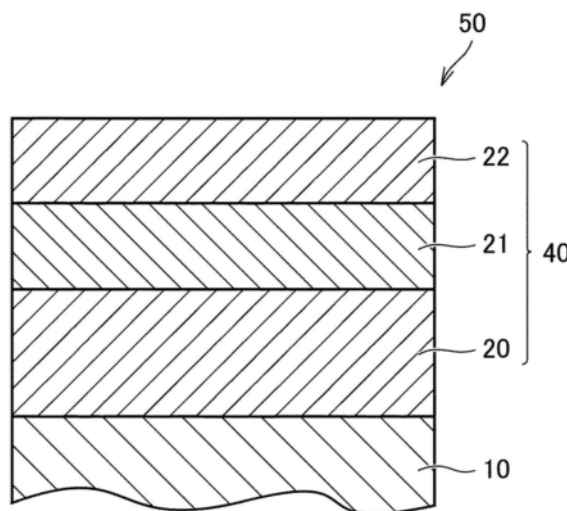
权利要求书1页 说明书20页 附图3页

(54) 发明名称

切削工具

(57) 摘要

一种切削工具,其具备基材和设置在上述基材上的覆膜,其中,上述覆膜包含:第一氧化铝层,其设置在上述基材上;钛化合物层,其设置在上述第一氧化铝层的正上方;以及第二氧化铝层,其设置在上述钛化合物层的正上方,在上述第一氧化铝层中,与上述钛化合物层邻接的部分形成界面区域,在上述第一氧化铝层中,不是上述界面区域的部分形成非界面区域,上述界面区域中的氮的含有比例为0.2at%以上且11at%以下,上述非界面区域中的氮的含有比例为0at%以上且0.15at%以下,上述钛化合物层包含与上述第一氧化铝层邻接的碳氮氧化钛的层。



1. 一种切削工具,其具备基材和设置在所述基材上的覆膜,其中,所述覆膜包含:
第一氧化铝层,其设置在所述基材上;
钛化合物层,其设置在所述第一氧化铝层的正上方;以及
第二氧化铝层,其设置在所述钛化合物层的正上方,
在所述第一氧化铝层中,与所述钛化合物层邻接的部分形成界面区域,在所述第一氧化铝层中,不是所述界面区域的部分形成非界面区域,
所述界面区域中的氮的含有比例为0.2at%以上且11at%以下,
所述非界面区域中的氮的含有比例为0at%以上且0.15at%以下,
所述钛化合物层包含与所述第一氧化铝层邻接的碳氮氧化钛的层,
所述界面区域中的所述氮的含有比例以及所述非界面区域中的所述氮的含有比例是以所述第一氧化铝层中的铝、氧以及氮的合计为基准时的原子比例,所述第一氧化铝层的所述界面区域为被夹在所述第一氧化铝层与所述钛化合物层的界面(S)和通过从所述界面(S)沿厚度方向离开0.5 μm 的地点的与所述界面(S)平行的假想平面(A)之间的区域。
2. 根据权利要求1所述的切削工具,其中,所述第一氧化铝层的厚度大于所述第二氧化铝层的厚度。
3. 根据权利要求1或2所述的切削工具,其中,所述钛化合物层的厚度为1 μm 以上且11.5 μm 以下。
4. 根据权利要求1或2所述的切削工具,其中,所述钛化合物层的厚度为2.5 μm 以上且8.5 μm 以下。
5. 根据权利要求1或2所述的切削工具,其中,所述第二氧化铝层的厚度为0.2 μm 以上且6.5 μm 以下。
6. 根据权利要求1或2所述的切削工具,其中,所述第一氧化铝层的厚度为2 μm 以上且21 μm 以下。
7. 根据权利要求1或2所述的切削工具,其中,所述第一氧化铝层的所述界面区域中的氮的含有比例为0.5at%以上且10at%以下。
8. 根据权利要求1或2所述的切削工具,其中,
所述第二氧化铝层的厚度为0.2 μm 以上且6.5 μm 以下,
所述钛化合物层的残余应力为-3GPa以上且0GPa以下。
9. 根据权利要求1或2所述的切削工具,其中,所述钛化合物层还包含氮化钛或碳化钛的层。
10. 根据权利要求1或2所述的切削工具,其中,所述碳氮氧化钛的层的厚度为1 μm 以上且8 μm 以下。
11. 根据权利要求1或2所述的切削工具,其中,所述覆膜的厚度为10 μm 以上且40 μm 以下。
12. 根据权利要求1或2所述的切削工具,其中,所述覆膜还包含设置于所述基材与所述第一氧化铝层之间的基底层。
13. 根据权利要求1或2所述的切削工具,其中,所述覆膜还包含设置在所述第二氧化铝层上的表面层。

切削工具

技术领域

[0001] 本公开涉及切削工具。

背景技术

[0002] 一直以来,使用在基材上覆盖有覆膜的切削工具。例如,日本特开2020-037150号公报(专利文献1)公开了一种包覆切削工具,其具备基材和形成于该基材的表面的包覆层,其中,所述包覆层包含从所述基材侧朝向所述包覆层的表面侧依次层叠的下部层、中间层以及上部层,所述下部层含有一层或两层以上的由Ti和选自C、N、O以及B组成的群组中的至少一种元素的Ti化合物形成的Ti化合物层,所述中间层含有 α 型 Al_2O_3 ,所述上部层含有TiCN,所述下部层的平均厚度为 $4.0\mu m$ 以上且 $10.0\mu m$ 以下,所述中间层的平均厚度为 $3.0\mu m$ 以上且 $10.0\mu m$ 以下,所述上部层的平均厚度为 $1.5\mu m$ 以上且 $6.5\mu m$ 以下,所述上部层的特定的区域中的 $\Sigma 3$ 晶界的长度相对于全部晶界的合计长度100%的比例为20%以上且60%以下,所述上部层的(111)面的颗粒的比例为30面积%以上。

[0003] 另外,日本特开2003-266213号公报(专利文献2)公开了一种含硼膜包覆工具,其特征在于,在由硬质合金、高速钢或特殊钢形成的基体表面,在比氧化铝膜靠工具表面侧的位置包覆盖含硼膜而成,所述含硼膜由硼以及元素周期表的4a、5a、6a族金属中的一种或两种以上构成的碳化物、氮化物、碳氮化物、碳氧化物、氮氧化物、碳氮氧化物中的任意一种的单层皮膜或两种以上的多层皮膜构成,且具有拉伸残余应力。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2020-037150号公报

[0007] 专利文献2:日本特开2003-266213号公报

发明内容

[0008] 本公开所涉及的切削工具具备基材和设置在上述基材上的覆膜,其中,

[0009] 上述覆膜包含:

[0010] 第一氧化铝层,其设置在上述基材上;

[0011] 钛化合物层,其设置在上述第一氧化铝层的正上方;以及

[0012] 第二氧化铝层,其设置在上述钛化合物层的正上方,

[0013] 在上述第一氧化铝层中,与上述钛化合物层邻接的部分形成界面区域,

[0014] 在上述第一氧化铝层中,不是上述界面区域的部分形成非界面区域,

[0015] 上述界面区域中的氮的含有比例为0.2at%以上且11at%以下,

[0016] 上述非界面区域中的氮的含有比例为0at%以上且0.15at%以下,

[0017] 上述钛化合物层包含与上述第一氧化铝层邻接的碳氮氧化钛的层。

附图说明

- [0018] 图1是举例示出切削工具的基材的一个方式的立体图。
- [0019] 图2是本实施方式的一个方式中的切削工具的示意剖视图。
- [0020] 图3是本实施方式的另一方式中的切削工具的示意剖视图。
- [0021] 图4是本实施方式的一个方式中的包覆层的示意剖视图。
- [0022] 图5是表示在覆膜的制造中使用的化学气相蒸镀装置的一个例子的示意剖视图。
- [0023] 图6是表示与加工面的表面品质对应的等级的照片。

具体实施方式

- [0024] [本公开所要解决的问题]
- [0025] 在专利文献1以及专利文献2中,通过具有上述那样的构成的覆膜,可期待耐磨损性、以及氧化铝层与接触于该氧化铝层的其他层之间的密接性提高,从而使切削工具的寿命变长。
- [0026] 然而,在近年来的切削加工中,高速化以及高效率化发展,施加于切削工具的负荷增大,存在切削工具的寿命变得短期化的倾向。因此,要求进一步提高切削工具的覆膜的机械特性(例如,耐磨损性、耐熔接性以及耐缺损性等)。
- [0027] 本公开是鉴于上述情况而完成的,其目的在于提供一种提高了耐磨损性以及耐熔接性的切削工具。
- [0028] [本公开的效果]
- [0029] 根据本公开,能够提供一种提高了耐磨损性以及耐熔接性的切削工具。
- [0030] [本公开的实施方式的说明]
- [0031] 首先,列举本公开的实施方式进行说明。
- [0032] [1]本公开所涉及的切削工具具备基材和设置在上述基材上的覆膜,其中,
- [0033] 上述覆膜包含:
- [0034] 第一氧化铝层,其设置在上述基材上;
- [0035] 钛化合物层,其设置在上述第一氧化铝层的正上方;以及
- [0036] 第二氧化铝层,其设置在上述钛化合物层的正上方,
- [0037] 在上述第一氧化铝层中,与上述钛化合物层邻接的部分形成界面区域,
- [0038] 在上述第一氧化铝层中,不是上述界面区域的部分形成非界面区域,
- [0039] 上述界面区域中的氮的含有比例为0.2at%以上且11at%以下,
- [0040] 上述非界面区域中的氮的含有比例为0at%以上且0.15at%以下,
- [0041] 上述钛化合物层包含与上述第一氧化铝层邻接的碳氮氧化钛的层。
- [0042] 上述切削工具通过具备上述那样的构成,耐磨损性以及耐熔接性提高。在此,“耐磨损性”是指针对在用于切削加工的情况下覆膜磨损这一情况的耐性。“耐熔接性”是指针对在用于切削加工的情况下切削工具与被切削材料熔接、覆膜剥离这一情况的耐性。
- [0043] 上述切削工具用于车削加工等切削加工,但已知在车削加工中成为最高温的不是切削工具的边缘部分(刀尖棱线部)而是稍微远离边缘的部分(切屑所接触的部分)。在该情况下,边缘部分要求高硬度,但在稍微远离边缘的部分要求耐热性、耐熔接性。但是,迄今为止还没有考虑切削工具的边缘和远离边缘的部分各自所要求的性质而对覆膜进行设计。在

本公开中,通过在第一氧化铝层的基础上进一步地设置钛化合物层和第二氧化铝层,成功地兼顾切削工具的边缘和远离边缘的部分各自所要求的性质。

[0044] [2] 优选地,上述第一氧化铝层的厚度大于上述第二氧化铝层的厚度。通过像这样进行规定,形成为耐热性优异的切削工具。

[0045] [3] 优选地,上述钛化合物层的厚度为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $11.5\mu\text{m}$ 以下。通过像这样进行规定,使耐磨损性进一步提高。

[0046] [4] 优选地,上述第二氧化铝层的厚度为 $0.2\mu\text{m}$ 以上且 $6.5\mu\text{m}$ 以下。通过像这样进行规定,使耐熔接性进一步提高。

[0047] [5] 优选地,上述第一氧化铝层的厚度为 $2\mu\text{m}$ 以上且 $21\mu\text{m}$ 以下。通过像这样进行规定,形成为耐磨损性优异的切削工具。

[0048] [6] 优选地,上述第一氧化铝层的上述界面区域为被夹在上述第一氧化铝层与上述钛化合物层的界面S和通过从上述界面S沿厚度方向离开 $0.5\mu\text{m}$ 的地点的与上述界面S平行的假想平面A之间的区域。通过像这样进行规定,形成为耐熔接性优异的切削工具。

[0049] [7] 优选地,上述第一氧化铝层的上述界面区域中的氮的含有比例为 $0.5\text{at}\%$ 以上且 $10\text{at}\%$ 以下。通过像这样进行规定,能够提供上述第一氧化铝层与上述钛化合物层的密接性优异的切削工具。

[0050] [8] 优选地,上述第二氧化铝层的厚度为 $0.2\mu\text{m}$ 以上且 $6.5\mu\text{m}$ 以下,上述钛化合物层的残余应力为 -3GPa 以上且 0GPa 以下。通过像这样进行规定,能够提供耐磨损性更优异的切削工具。

[0051] [9] 优选地,上述钛化合物层还包含氮化钛或碳化钛的层。通过像这样进行规定,形成为耐磨损性优异的切削工具。

[0052] [本公开的实施方式的详细内容]

[0053] 以下,对本公开的一个实施方式(以下记作“本实施方式”)进行说明。但是,本实施方式并不限于此。在本说明书中,“X~Z”这样的形式的表述是指范围的上限下限(即X以上且Z以下),在X中没有单位的记载而仅在Z中记载有单位的情况下,X的单位与Z的单位相同。进一步地,在本说明书中,例如像“TiC”等那样,在由构成元素的组成比没有限定的化学式表示化合物的情况下,该化学式包含以往公知的所有组成比(元素比)。此时,上述化学式不仅包括化学计量组成,还包括非化学计量组成。例如,“TiC”的化学式不仅包括化学计量组成“ Ti_1C_1 ”,还包括例如“ $\text{Ti}_1\text{C}_{0.8}$ ”这样的非化学计量组成。这对于“TiC”以外的化合物的记载也是同样的。

[0054] 《切削工具》

[0055] 本公开所涉及的切削工具具备基材和设置在上述基材上的覆膜,

[0056] 上述覆膜包含:

[0057] 第一氧化铝层,其设置在上述基材上;

[0058] 钛化合物层,其设置在上述第一氧化铝层的正上方;以及

[0059] 第二氧化铝层,其设置在上述钛化合物层的正上方,

[0060] 在上述第一氧化铝层中,与上述钛化合物层邻接的部分形成界面区域,

[0061] 在上述第一氧化铝层中,不是上述界面区域的部分形成非界面区域,

[0062] 上述界面区域中的氮的含有比例为 $0.2\text{at}\%$ 以上且 $11\text{at}\%$ 以下,

[0063] 上述非界面区域中的氮的含有比例为0at%以上且0.15at%以下,

[0064] 上述钛化合物层包含与上述第一氧化铝层邻接的碳氮氧化钛的层。

[0065] 本实施方式的切削工具50具备基材10和设置于上述基材10上的覆膜40(以下,有时简称为“切削工具”) (图2)。上述覆膜40包含设置在上述基材10上的第一氧化铝层20、设置在上述第一氧化铝层20的正上方的钛化合物层21、以及设置在上述钛化合物层21的正上方的第二氧化铝层22。除了上述各层之外,上述切削工具50还可以包含设置在上述基材10与上述第一氧化铝层20之间的基底层23(图3)。上述切削工具50还可以包含设置在第二氧化铝层22上的表面层。关于基底层23以及表面层等其他层,在后面叙述。

[0066] 本实施方式的切削工具(以下,有时简称为“切削工具”)50具备基材10和将上述基材10覆盖的覆膜40(参照图2、图3)。在本实施方式的一个方面中,上述覆膜可以将上述基材的前刀面覆盖,也可以将前刀面以外的部分(例如,后刀面)覆盖。上述切削工具例如可以是钻头、立铣刀、钻头用可转位刀片式切削刀片、立铣刀用可转位刀片式切削刀片、铣削加工用可转位刀片式切削刀片、车削加工用可转位刀片式切削刀片、金工锯、齿轮切割工具、铰刀、丝锥等。

[0067] <基材>

[0068] 本实施方式的基材只要是作为这种基材而以往公知的基材即可,可以使用任意的基材。例如,上述基材优选包含选自由硬质合金(例如,碳化钨(WC)基硬质合金、除WC以外还包含Co的硬质合金、除WC以外还添加有Cr、Ti、Ta、Nb等的碳氮化物的硬质合金等)、金属陶瓷(以TiC、TiN、TiCN等为主成分的金属陶瓷)、高速钢、陶瓷(碳化钛、碳化硅、氮化硅、氮化铝、氧化铝等)、立方晶型氮化硼烧结体(cBN烧结体)以及金刚石烧结体组成的群组中的至少一种,更优选包含选自由硬质合金、金属陶瓷以及cBN烧结体组成的群组中的至少一种。

[0069] 在这些各种基材中,特别优选选择WC基硬质合金或cBN烧结体。其理由在于,这些基材尤其是高温下的硬度与强度的平衡优异,作为上述用途的切削工具的基材具有优异的特性。

[0070] 在使用硬质合金作为基材的情况下,这样的硬质合金即使在组织中包含游离碳或被称为 η 相的异常相,也显示出本实施方式的效果。此外,在本实施方式中使用的基材也可以是其表面被改性的基材。例如,在硬质合金的情况下,可以在其表面形成脱 β 层,在cBN烧结体的情况下,可以形成表面硬化层,即使像这样对表面进行改性,也显示出本实施方式的效果。

[0071] 图1是举例示出切削工具的基材的一个方式的立体图。这样的形状的基材例如用作车削加工用可转位刀片式切削刀片的基材。上述基材10具有前刀面1、后刀面2以及上述前刀面1与后刀面2交叉的刀尖棱线部3。即,前刀面1与后刀面2是夹着刀尖棱线部3而相连的面。刀尖棱线部3构成基材10的切削刃前端部。这样的基材10的形状也可以理解为上述切削工具的形状。

[0072] 在上述切削工具为可转位刀片式切削刀片的情况下,上述基材10包括具有断屑器的形状和不具有断屑器的形状。刀尖棱线部3的形状包括锐边(前刀面与后刀面交叉的棱)、珩磨(对锐边赋予圆弧的形状)、负刃带(进行了倒角的形状)、将珩磨与负刃带组合而成的形状中的任一种形状。

[0073] 以上,使用图1对基材10的形状以及各部的名称进行了说明,但在本实施方式所涉

及的切削工具50中,关于与上述基材10对应的形状以及各部的名称,使用与上述相同的术语。即,上述切削工具具有前刀面、后刀面以及连接上述前刀面和上述后刀面的刀尖棱线部。

[0074] <覆膜>

[0075] 本实施方式所涉及的覆膜40包含设置在上述基材10上的第一氧化铝层20、设置在上述第一氧化铝层20的正上方的钛化合物层21、以及设置在上述钛化合物层21的正上方的第二氧化铝层22(参照图2)。“覆膜”具有通过将上述基材的至少一部分(例如,在切削加工时与被切削材料接触的前刀面等)覆盖而提高切削工具的耐缺损性、耐磨损性、耐熔接性等特性的作用。上述覆膜不限于覆盖上述基材的一部分,优选覆盖上述基材的整个面。然而,即使上述基材的一部分未被上述覆膜覆盖、或者覆膜的构成局部不同,也不脱离本实施方式的范围。

[0076] 上述覆膜的厚度优选为 $10\mu\text{m}$ 以上且 $40\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $15\mu\text{m}$ 以上且 $35\mu\text{m}$ 以下。在此,覆膜的厚度是指构成覆膜的层各自的厚度的总和。作为“构成覆膜的层”,例如可列举为后述的第一氧化铝层、钛化合物层、第二氧化铝层、基底层以及表面层等。上述覆膜的厚度例如可以通过使用场发射型扫描电子显微镜(SEM),对与基材的表面的法线方向平行的截面样品中的任意十个点进行测定,取所测定的十个点的厚度的平均值来求出。此时,通过离子研磨处理对上述截面样品的测定截面进行研磨。对后述的第一氧化铝层、钛化合物层、第二氧化铝层、基底层以及表面层等各自的厚度进行测定的情况也是同样的。作为场发射型扫描电子显微镜,例如可列举为株式会社日立高新技术制造的SU3500(商品名)。作为进行离子研磨处理的装置,例如可列举为株式会社日立高新技术制造的IM4000(商品名)。

[0077] (第一氧化铝层)

[0078] 本实施方式中的第一氧化铝层20设置在上述基材10上。在此,“设置在基材上”不限于设置在基材的正上方的方式(参照图2),也包括隔着其他层而设置在基材上的方式(参照图3)。即,只要起到本公开的效果,上述第一氧化铝层可以设置在上述基材的正上方,也可以隔着后述的基底层等其他层而设置在上述基材上。

[0079] 上述第一氧化铝层可以仅由氧化铝(Al_2O_3)构成,也可以由氧化铝以及不可避免的杂质构成。作为上述不可避免的杂质,例如可列举为氯、硫等。上述氧化铝优选为 α 型的氧化铝($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$)。

[0080] (第一氧化铝层的界面区域以及非界面区域中的氮的含有比例)

[0081] 在上述第一氧化铝层中,与上述钛化合物层邻接的部分形成界面区域。另外,在上述第一氧化铝层中,不是上述界面区域的部分形成非界面区域。上述第一氧化铝层的上述界面区域优选为被夹在上述第一氧化铝层与上述钛化合物层的界面S和通过从上述界面S沿厚度方向离开 $0.5\mu\text{m}$ 的地点的与上述界面S平行的假想平面A之间的区域(图4)。上述第一氧化铝层的上述非界面区域优选为被夹在上述假想平面A与上述第一氧化铝层的基材侧的界面Q之间的区域(图4)。此外,在上述第一氧化铝层中,在上述界面区域与上述非界面区域之间可以存在明确的边界,也可以不存在明确的边界。

[0082] 上述第一氧化铝层的上述界面区域中的氮的含有比例为 $0.2\text{at}\%$ 以上且 $11\text{at}\%$ 以下,优选为 $0.5\text{at}\%$ 以上且 $10\text{at}\%$ 以下,更优选为 $1\text{at}\%$ 以上且 $9\text{at}\%$ 以下。在此,上述氮的含有比例是以第一氧化铝层中的铝、氧以及氮的合计为基准时的原子比例。

[0083] 在具备上述那样的构成的第一氧化铝层中,氮原子偏在于第一氧化铝层与钛化合物层的界面区域中。因此,氮原子从该界面区域向钛化合物层扩散而提高第一氧化铝层与钛化合物层的密接性。以往设置于氧化铝层上的钛化合物层仅要求作为使用状态表示层的作用,因此与上述氧化铝层的密接性以及其它机械特性未受到重视。另外,以往已知若在氧化铝层的内部存在氮,则变得热不稳定,使氧化铝层的性能降低。因此,以往没有在氧化铝层的内部积极地添加氮。

[0084] 在本公开中,通过使氮原子偏在于第一氧化铝层的界面区域而提高与钛化合物层(尤其是与第一氧化铝层邻接的碳氮氧化钛的层)的密接性,进一步地能够对该钛化合物层赋予预定的机械特性。

[0085] 氮的含有比例可以通过利用俄歇电子能谱法(AES法)对与上述基材的表面的法线方向平行的截面样品进行线分析而求出。具体而言,首先,通过截面抛光加工(CP加工)等对上述截面样品的切断面进行研磨。对于研磨后的切断面,通过使用了场发射型扫描显微镜(FE-SEM)的分析,得到基材(在设置有基底层的情况下为基底层)、第一氧化铝层以及钛化合物层的截面SEM图像。此时的测定倍率为50000倍。此时,基材、基底层以及钛化合物层被观察为较暗的区域,第一氧化铝层被观察为较亮的区域。接着,在上述截面SEM图像的视野中,在与上述钛化合物层的层叠方向平行的方向上,从钛化合物层侧朝向第一氧化铝层侧,通过AES法对上述研磨后的切断面进行线分析。此时的测定间距为 $0.016\mu\text{m}$ 。另外,AES法的其他测定条件为以下的条件。作为AES法的测定装置,例如可列举为ULVAC-PHI公司制造的PHI700(商品名)。

[0086] (AES法的测定条件)

[0087] 测定加速电压:10kV

[0088] 测定电流:10mA

[0089] 试样倾斜角度: 30°

[0090] 溅射电压:1kV

[0091] 接着,基于上述的线分析的结果,制作将距测定开始点的距离设为X轴(横轴)、将测定对象的各元素的原子比例(at%)作为Y轴(纵轴)而绘制的图表。基于该图表,将铝的原子比例为10at%的地点且更接近于上述钛化合物层的地点设为“第一氧化铝层与钛化合物层的界面S”(参照图4)。另外,将包含从该界面S向上述第一氧化铝层侧离开 $0.5\mu\text{m}$ 的地点的平面设为“假想平面A”(参照图4)。然后,基于上述图表求出被夹在界面S与假想平面A之间的区域(界面区域)中的上述氮的原子比例的平均值。

[0092] 进行至少三次上述那样的测定,将在各测定中求出的值的平均值作为该第一氧化铝层的界面区域中的氮的含有比例。

[0093] 上述第一氧化铝层的上述非界面区域中的氮的含有比例为0at%以上且0.15at%以下,优选为0at%以上且0.1at%以下。上述非界面区域中的氮的含有比例与上述同样地,可以通过利用AES法对截面样品进行线分析来求出。此时,在基于上述线分析的结果而得到的图表中,将铝的原子比例为10at%的地点且更接近于上述基材的地点设为“第一氧化铝层的基材侧的界面Q”(参照图4)。然后,基于上述图表,求出被夹在假想平面A与界面Q之间的区域(非界面区域)中的上述氮的原子比例的平均值。进行至少三次上述那样的测定,将在各测定中求出的值的平均值作为该第一氧化铝层的非界面区域中的氮的含有比例。

[0094] 上述第一氧化铝层的厚度优选为 $2\mu\text{m}$ 以上且 $21\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $3\mu\text{m}$ 以上且 $20\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $6\mu\text{m}$ 以上且 $17\mu\text{m}$ 以下。上述第一氧化铝层的厚度可以通过利用与上述同样的方法,使用SEM对基材和覆膜的垂直截面进行观察来进行确认。

[0095] 在本实施方式的一个方面中,上述第一氧化铝层的厚度优选大于后述的第二氧化铝层的厚度。

[0096] (钛化合物层)

[0097] 本实施方式所涉及的钛化合物层21设置在上述第一氧化铝层20的正上方(图2)。上述钛化合物层包含与上述第一氧化铝层邻接的碳氮氧化钛(TiCN)的层。在本实施方式的一个方面中,也可以理解为上述碳氮氧化钛的层设置在上述第一氧化铝层的正上方。上述钛化合物层可以仅由与上述第一氧化铝层邻接的碳氮氧化钛的层构成,也可以由与上述第一氧化铝层邻接的碳氮氧化钛的层和其他钛化合物的层构成。上述碳氮氧化钛的层可以仅由碳氮氧化钛构成,也可以由碳氮氧化钛以及不可避免的杂质构成。作为上述不可避免的杂质,例如可列举为氧、氯等。钛化合物层的厚度优选为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $11.5\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $1.5\mu\text{m}$ 以上且 $9.5\mu\text{m}$ 以下,进一步优选为 $2.5\mu\text{m}$ 以上且 $8.5\mu\text{m}$ 以下。上述钛化合物层的厚度比以往薄。但是,如后所述,上述钛化合物层具有预定的残余应力,因此成为具有充分的硬度的层。钛化合物层的厚度可以通过利用与上述同样的方法,使用SEM对基材和覆膜的垂直截面进行观察来进行确认。

[0098] 上述碳氮氧化钛的层的厚度优选为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $11.5\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $1.5\mu\text{m}$ 以上且 $9.5\mu\text{m}$ 以下,进一步优选为 $3.0\mu\text{m}$ 以上且 $8.0\mu\text{m}$ 以下。碳氮氧化钛的层的厚度可以通过利用与上述同样的方法,使用SEM对基材和覆膜的垂直截面进行观察来进行确认。

[0099] 在本实施方式的一个方面中,上述钛化合物层优选还包含氮化钛(TiN)或碳化钛(TiC)的层。

[0100] 上述氮化钛或碳化钛的层的厚度优选为 $0.5\mu\text{m}$ 以上且 $5.5\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $0.5\mu\text{m}$ 以上且 $2.5\mu\text{m}$ 以下。上述氮化钛或碳化钛的层的厚度可以通过利用与上述同样的方法,使用SEM对基材和覆膜的垂直截面进行观察来进行确认。

[0101] 上述钛化合物层的残余应力优选为 -3GPa 以上且 0GPa 以下,更优选为 -2.5GPa 以上且 -0.5GPa 以下。

[0102] 在此,“残余应力”是存在于层内的内部应力(固有应变)的一种。作为上述残余应力,大致分为压缩残余应力和拉伸残余应力。压缩残余应力是指用“-”(负)的数值(在本说明书中,其单位用“GPa”表示)表示的残余应力。例如,“ 10GPa 的压缩残余应力”可以理解为 -10GPa 的残余应力。因此,压缩残余应力较大这样的概念表示上述数值的绝对值变大,压缩残余应力较小这样的概念表示上述数值的绝对值变小。拉伸残余应力是指用“+”(正)的数值(在本说明书中,其单位用“GPa”表示)表示的残余应力。例如,“ 10GPa 的拉伸残余应力”可以理解为 10GPa 的残余应力。因此,拉伸残余应力较大这样的概念表示上述数值变大,拉伸残余应力较小这样的概念表示上述数值变小。

[0103] 在本实施方式中,上述钛化合物层的残余应力通过使用了X射线的基于 $2\theta-\sin^2\psi$ 法的残余应力测定来求出。作为具体的方法,首先,针对测定视野整体,通过 $2\theta-\sin^2\psi$ 法,对碳氮氧化钛的衍射面即(331)面的晶面间隔进行测定。在此,测定时的衍射角度指定与测定对象的晶面对应的衍射角度。上述的测定视野是指“钛化合物层的表面的测定视野”。接着,

基于所测定的(331)面的晶面间隔,计算出上述测定视野整体的残余应力。在多个测定视野中进行这样的测定,将在各个测定视野中求出的残余应力的平均值作为“钛化合物层的残余应力”。

[0104] 在本实施方式中,基于 2θ - $\sin^2\psi$ 法的残余应力测定在以下的条件下进行。

[0105] 装置:SmartLab(株式会社Rigaku制造)

[0106] X射线:Cu/K α /45kV/200mA

[0107] 计数器:D/teX Ultra250(株式会社Rigaku制造)

[0108] 测定衍射面:(331)面

[0109] 扫描范围:72°~74°(倾斜法)

[0110] (第二氧化铝层)

[0111] 本实施方式中的第二氧化铝层22设置在上述钛化合物层21的正上方。上述第二氧化铝层也可以在其上设置表面层等其他层。另外,上述第二氧化铝层也可以是上述覆膜的最表面。上述第二氧化铝层可以仅由氧化铝(Al_2O_3)构成,也可以由氧化铝以及不可避免的杂质构成。作为上述不可避免的杂质,例如可列举为氯、硫等。上述氧化铝优选为 α 型的氧化铝(α - Al_2O_3)。上述第二氧化铝层与上述第一氧化铝层的组成可以相同,也可以不同。第二氧化铝层的厚度优选为0.2 μ m以上且6.5 μ m以下,更优选为0.5 μ m以上且5 μ m以下,进一步优选为1 μ m以上且4.5 μ m以下。上述第二氧化铝层的厚度比以往薄。但是,由于上述第二氧化铝层较薄,通过如后述那样在形成第二氧化铝层后进行喷砂处理,能够对上述钛化合物层赋予预定的残余应力。第二氧化铝层的厚度可以通过利用与上述同样的方法,使用SEM对基材和覆膜的垂直截面进行观察来进行确认。

[0112] 在本实施方式的一个方面中,优选地,上述第二氧化铝层的厚度为0.2 μ m以上且6.5 μ m以下,上述钛化合物层的残余应力为-3GPa以上且0GPa以下。

[0113] 在本实施方式的一个方面中,也可以是,在上述第二氧化铝层中,与上述钛化合物层邻接的部分形成界面区域,在上述界面区域中包含氮。在此,在上述第二氧化铝层中,不是上述界面区域的部分形成非界面区域。上述第二氧化铝层的上述界面区域优选为被夹在上述第二氧化铝层与上述钛化合物层的界面和通过从上述界面沿厚度方向离开0.5 μ m的地点的与上述界面平行的假想平面之间的区域。上述第二氧化铝层的上述界面区域中的氮的含有比例优选为0.5at%以上且10at%以下。由此,能够提供上述第二氧化铝层与上述钛化合物层的密接性优异的切削工具。在本实施方式的一个方面中,上述第二氧化铝层的上述非界面区域中的氮的含有比例优选为0at%以上且0.15at%以下。上述第二氧化铝层的上述界面区域或上述非界面区域中的氮的含有比例可以按照上述方法,通过AES法对截面样品进行线分析而求出。

[0114] (基层)

[0115] 上述覆膜40优选还包含设置于上述基材10与上述第一氧化铝层20之间的基层23(参照图3)。上述基层23优选包含氮化钛(TiN)、碳氮化钛(TiCN)或碳氮氧化钛(TiCNO)。上述TiN、TiCN以及TiCNO分别优选为立方晶。

[0116] 上述基层的厚度优选为3 μ m以上且20 μ m以下,更优选为5 μ m以上且15 μ m以下。这样的厚度可以通过与上述同样地使用SEM对基材和覆膜的垂直截面进行观察来进行确认。

[0117] (表面层)

[0118] 上述覆膜优选还包含设置在上述第二氧化铝层上的表面层。上述表面层优选包含由钛元素和选自自由C、N以及B组成的群组中的至少一种元素构成的化合物。

[0119] 作为上述表面中所含的化合物,例如可列举为TiC、TiN、TiCN以及TiB₂等。

[0120] 上述表面层的厚度优选为0.2μm以上且3μm以下,更优选为0.5μm以上且1.5μm以下。这样的厚度可以通过与上述同样地使用SEM对基材和覆膜的垂直截面进行观察来进行确认。

[0121] (其他层)

[0122] 在不损害本实施方式所涉及的切削工具所起到的效果的范围内,上述覆膜还可以包含其他层。上述其他层与上述第一氧化铝层、上述钛化合物层、上述第二氧化铝层、上述基底层或上述表面层的组成可以不同,也可以相同。作为其他层中所含的化合物,例如可列举为TiN、TiCN、TiBN以及Al₂O₃等。此外,上述其他层的层叠顺序也没有特别限定。上述其他层的厚度在不损害本实施方式的效果的范围内没有特别限制,例如可列举为0.1μm以上且20μm以下。

[0123] 《切削工具的制造方法》

[0124] 本实施方式所涉及的切削工具的制造方法包含:

[0125] 第一工序,在该第一工序中,准备上述基材(以下,有时简称为“第一工序”);

[0126] 第二工序,在该第二工序中,通过化学气相蒸镀法,在上述基材上形成上述第一氧化铝层(以下,有时简称为“第二工序”);

[0127] 第三工序,在该第三工序中,通过化学气相蒸镀法,在上述第一氧化铝层的正上方形成上述钛化合物层(以下,有时简称为“第三工序”);以及

[0128] 第四工序,在该第四工序中,通过化学气相蒸镀法,在上述钛化合物层的正上方形成上述第二氧化铝层(以下,有时简称为“第四工序”),

[0129] 在上述第二工序的最终阶段,使用含有包含铝作为构成元素的气体、包含氮作为构成元素的气体以及包含氧作为构成元素的气体的原料气体形成第一氧化铝层,

[0130] 在上述第三工序中,在上述第一氧化铝层的正上方形成碳氮氧化钛的层。

[0131] <第一工序:准备基材的工序>

[0132] 在第一工序中准备基材。例如,准备硬质合金基材作为基材。硬质合金基材可以使用市售品,也可以通过一般的粉末冶金法制造。在通过一般的粉末冶金法制造的情况下,例如,通过球磨机等将WC粉末和Co粉末等混合而得到混合粉末。将该混合粉末干燥后,成形为预定的形状,得到成形体。进一步地,通过对该成形体进行烧结,得到WC-Co系硬质合金(烧结体)。接着,通过对该烧结体实施珩磨处理等预定的刀尖加工,能够制造由WC-Co系硬质合金构成的基材。在第一工序中,即使是上述以外的基材,只要是作为这种基材而以往公知的基材即可,均可以准备。

[0133] <第二工序:在基材上形成第一氧化铝层的工序>

[0134] 在第二工序中,通过化学气相蒸镀法(CVD法),在上述基材上形成第一氧化铝层。另外,在上述第二工序的最终阶段,使用含有包含铝作为构成元素的气体、包含氮作为构成元素的气体以及包含氧作为构成元素的气体的原料气体,形成上述第一氧化铝层。

[0135] 图5是表示在覆膜的制造中使用的化学气相蒸镀装置(CVD装置)的一个例子的示意剖视图。以下,使用图5对第二工序进行说明。CVD装置30具备用于保持基材10的多个基材

设置夹具31和将基材设置夹具31覆盖的耐热合金钢制成的反应容器32。另外,在反应容器32的周围设置有用于对反应容器32内的温度进行控制的调温装置33。在反应容器32设置有具有气体导入口34的气体导入管35。气体导入管35在配置有基材设置夹具31的反应容器32的内部空间中配置为沿铅垂方向延伸且能够以该铅垂方向为轴进行旋转。另外,上述气体导入管35设置有用于将气体向反应容器32内喷出的多个喷出孔36。使用该CVD装置30,能够以如下方式形成构成上述覆膜的第一氧化铝层等。

[0136] 首先,将基材10配置于基材设置夹具31,一边将反应容器32内的温度以及压力控制在预定的范围,一边将上述第一氧化铝层用的原料气体从气体导入管35导入反应容器32内。由此,在基材10上形成第一氧化铝层20。在此,优选在形成上述第一氧化铝层20之前(即,在第二工序之前),将基底层用的原料气体从气体导入管35导入反应容器32内,由此在基材10的表面形成基底层(例如,包含TiN的层)。以下,对在基材10的表面形成基底层后形成上述第一氧化铝层20的方法进行说明。

[0137] 作为上述基底层用的原料气体,没有特别限制,例如在形成TiN的层的情况下,可列举为 $TiCl_4$ 以及 N_2 的混合气体。在形成TiCN的层的情况下,作为原料气体,例如,可列举为 $TiCl_4$ 、 N_2 、 CH_3CN 、 CH_4 以及 C_2H_4 的混合气体。在形成TiCNO的层的情况下,作为原料气体,例如,可列举为 $TiCl_4$ 、 N_2 、CO以及 CH_4 的混合气体。

[0138] 形成上述基底层时的反应容器32内的温度优选控制在 $1000 \sim 1100^\circ C$ 。形成上述基底层时的反应容器32内的压力优选控制在 $0.1 \sim 1013hPa$ 。此外,作为载气,优选使用 H_2 。另外,在气体导入时,优选通过未图示的驱动部使气体导入管35旋转。由此,能够使各气体在反应容器32内均匀地分散。

[0139] 进一步地,也可以通过MT(Medium Temperature)-CVD法(中温化学气相沉积法)形成上述基底层。MT-CVD法与在 $1000 \sim 1100^\circ C$ 的温度下实施的CVD法(以下,也称为“HT-CVD法”)不同,是将反应容器32内的温度维持在 $850 \sim 950^\circ C$ 这样的比较低的温度而形成层的方法。MT-CVD法与HT-CVD法相比在比较低的温度下实施,因此能够减少加热对基材10造成的损伤。尤其是在上述基底层为TiN层的情况下,优选通过MT-CVD法形成。

[0140] 接着,在上述基底层上形成上述第一氧化铝层。作为核生成阶段中的原料气体,例如使用 $AlCl_3$ 、CO、 CO_2 以及HCl的混合气体。作为晶体生长阶段中的原料气体,例如使用 $AlCl_3$ 、CO、 CO_2 、HCl以及 H_2S 的混合气体。作为在第二工序的最终阶段中使用的原料气体,例如,使用 $AlCl_3$ (包含铝作为构成元素的气体)、CO、 CO_2 、HCl以及 N_2 (包含氮作为构成元素的气体)的混合气体。

[0141] 原料气体中的 $AlCl_3$ 的含有比例优选为 $1 \sim 5$ 体积%,更优选为 $1.5 \sim 4$ 体积%,进一步优选为 $2 \sim 3.5$ 体积%。 $AlCl_3$ 的优选流量为 $0.5 \sim 3.5L/min$ 。

[0142] 原料气体中的CO的含有比例优选为 $0.5 \sim 4$ 体积%,更优选为 $0.8 \sim 3.5$ 体积%,进一步优选为 $1 \sim 2.5$ 体积%。CO的优选流量为 $0.5 \sim 2L/min$ 。

[0143] 原料气体中的 CO_2 的含有比例优选为 $0.2 \sim 2.5$ 体积%,更优选为 $0.3 \sim 2$ 体积%,进一步优选为 $0.5 \sim 1.5$ 体积%。 CO_2 的优选流量为 $0.4 \sim 1.5L/min$ 。

[0144] 原料气体中的HCl的含有比例优选为 $1 \sim 6$ 体积%,更优选为 $1.5 \sim 5.5$ 体积%,进一步优选为 $2 \sim 4.5$ 体积%。HCl的优选流量为 $0.5 \sim 4.5L/min$ 。

[0145] 原料气体中的 H_2S 的含有比例优选为 $0.5 \sim 3.5$ 体积%,更优选为 $1.0 \sim 3.0$ 体积%,

进一步优选为1.5~2.5体积%。 H_2S 的优选流量为0.3~2.5L/min。

[0146] 原料气体中的 N_2 的含有比例优选为0.1~1体积%，更优选为0.2~0.8体积%，进一步优选为0.3~0.6体积%。 N_2 的优选流量为0.1~0.5L/min。

[0147] 反应容器32内的温度优选控制在950~1000℃。反应容器32内的压力优选控制在50~100hPa。另外，作为载气，可以使用 H_2 。此外，在气体导入时，优选使气体导入管35旋转，这一点与上述相同。

[0148] 关于上述制造方法，通过对CVD法的各条件进行控制，使各层的方式发生变化。例如，根据导入反应容器32内的原料气体的组成来决定各层的组成。通过实施时间（成膜时间）对各层的厚度进行控制。

[0149] <第三工序：在第一氧化铝层的正上方形成钛化合物层的工序>

[0150] 在第三工序中，通过化学气相蒸镀法，在上述第一氧化铝层的正上方形成上述钛化合物层。在上述第三工序中，在上述第一氧化铝层的正上方形成碳氮氧化钛的层。

[0151] 作为碳氮氧化钛的层的原料气体，例如使用 TiCl_4 、 CH_4 、 N_2 以及CO的混合气体。

[0152] 原料气体中的 TiCl_4 的含有比例优选为2~7体积%，更优选为3~6体积%，进一步优选为3.5~5.5体积%。 TiCl_4 的优选流量为1.4~4.9L/min。

[0153] 原料气体中的 CH_4 的含有比例优选为2~7体积%，更优选为2.5~6.5体积%，进一步优选为3~6体积%。 CH_4 的优选流量为1~5L/min。

[0154] 原料气体中的 N_2 的含有比例优选为5~35体积%，更优选为7.5~30体积%，进一步优选为10~25体积%。 N_2 的优选流量为3.5~24.5L/min。

[0155] 原料气体中的CO的含有比例优选为1.5~4.5体积%，更优选为2.0~4.0体积%，进一步优选为2.5~3.5体积%。CO的优选流量为0.8~2.3L/min。

[0156] 反应容器32内的温度优选控制在950~1000℃。反应容器32内的压力优选控制在50~200hPa。另外，作为载气，可以使用 H_2 。此外，在气体导入时，优选使气体导入管35旋转，这一点与上述相同。

[0157] 在本实施方式的一个方面中，在第三工序中，除了上述碳氮氧化钛的层以外，作为构成钛化合物层的层，也可以形成氮化钛、碳化钛、碳氮化钛等的层。

[0158] <第四工序：在钛化合物层的正上方形成第二氧化铝层的工序>

[0159] 在第四工序中，通过化学气相蒸镀法，在上述钛化合物层的正上方形成第二氧化铝层。

[0160] 作为原料气体，例如使用 AlCl_3 、CO、 CO_2 、 H_2S 、HCl以及 TiCl_4 的混合气体。

[0161] 原料气体中的 AlCl_3 的含有比例优选为1~5体积%，更优选为1.5~4体积%，进一步优选为2~3.5体积%。 AlCl_3 的优选流量为0.5~3.5L/min。

[0162] 原料气体中的CO的含有比例优选为0.5~4体积%，更优选为0.8~3.5体积%，进一步优选为1~2.5体积%。CO的优选流量为0.3~3L/min。

[0163] 原料气体中的 CO_2 的含有比例优选为0.2~2.5体积%，更优选为0.3~2体积%，进一步优选为0.5~1.5体积%。 CO_2 的优选流量为0.1~1.5L/min。

[0164] 原料气体中的 H_2S 的含有比例优选为0.2~2.5体积%，更优选为0.3~2.0体积%，进一步优选为0.5~1.5体积%。 H_2S 的优选流量为0.1~1.5L/min。

[0165] 原料气体中的HCl的含有比例优选为1~7体积%，更优选为1.5~6.5体积%，进一

步优选为2~6体积%。HCl的优选流量为0.5~4.5L/min,更优选流量为1~4L/min。

[0166] 原料气体中的TiCl₄的含有比例优选为0.01~0.09体积%,更优选为0.02~0.08体积%,进一步优选为0.03~0.07体积%。TiCl₄的优选流量为0.05~0.6L/min。通过在原料气体中包含TiCl₄,能够提高上述钛化合物层与上述第二氧化铝层的密接力。

[0167] 反应容器32内的温度优选控制在950~1000°C。反应容器32内的压力优选控制在50~200hPa。另外,作为载气,可以使用H₂。此外,在气体导入时,优选使气体导入管35旋转,这一点与上述相同。

[0168] 在本实施方式的一个方面中,在上述第四工序的初期阶段,可以使用含有包含铝作为构成元素的气体、包含氮作为构成元素的气体以及包含氧作为构成元素的气体的原料气体,来形成上述第二氧化铝层。由此,能够提供上述第二氧化铝层与上述钛化合物层的密接性优异的切削工具。作为原料气体,例如使用AlCl₃、CO、CO₂、H₂S、HCl、TiCl₄以及N₂的混合气体。原料气体中的AlCl₃、CO、CO₂、H₂S、HCl以及TiCl₄各自的含有比例优选为上述范围。

[0169] 原料气体中的N₂的含有比例优选为0.1~1体积%,更优选为0.2~0.8体积%,进一步优选为0.3~0.6体积%。N₂的优选流量为0.1~0.5L/min,更优选流量为0.2~0.4L/min。

[0170] <其他工序>

[0171] 在本实施方式所涉及的制造方法中,除了上述工序以外,也可以在不损害本实施方式的效果的范围内适当进行追加工序。作为上述追加工序,例如可列举为在上述第二氧化铝层上形成表面层的工序、以及对覆膜进行喷砂处理的工序等。在本实施方式中,位于钛化合物层的正上方的第二氧化铝层的厚度比第一氧化铝层的厚度薄。因此,若在上述第四工序之后进行喷砂处理,则能够对上述钛化合物层赋予预定的压缩残余应力。喷砂处理的条件例如可列举为后述的实施例中记载的条件。作为形成表面层的方法,没有特别限制,例如可列举为通过CVD法等形成的方法。

[0172] 实施例

[0173] 以下,列举实施例对本发明进行详细说明,但本发明并不限于这些实施例。

[0174] 《切削工具的制作》

[0175] <第一工序:准备基材的工序>

[0176] 作为基材,准备由TaC(2.0质量%)、NbC(1.0质量%)、Co(10.0质量%)以及WC(余量)构成的组成(其中,包含不可避免的杂质)的硬质合金制成的切削刀片(形状:CNMG120408N-UX,住友电工硬质合金株式会社制造,JIS B4120(2013))。

[0177] <形成基底层工序>

[0178] 在后述的第二工序之前,针对所准备的基材,使用CVD装置,以表1中记载的原料气体组成以及成膜条件形成基底层。此外,成膜时间以形成为表5所示的厚度的方式适当进行调整。另外,将基底层的厚度以及基底层的组成示于表5。在表5中,基底层的组成按照距基材从近到远的顺序进行记载。例如,“TiN(1.0)/TiCN(11.5)/TiCN(1.5)”的表述是指,从距基材较近的层起依次形成有TiN的层(厚度为1.0μm)、TiCN的层(厚度为11.5μm)以及TiCN的层(厚度为1.5μm)。

[0179] 表1

基底层	原料气体组成 (Vol%)							总气体流量 (L/min)	压力 (hPa)	温度 (°C)
	TiCl ₄	N ₂	CH ₃ CN	CH ₄	C ₂ H ₄	CO	H ₂			
[0180] TiN	3.0	24.0	—	—	—	—	余量	58	200	900
TiCN	4.0	20.0	0.7	1.0	0.5	—	余量	95	80	880
TiCNO	2.0	24.0	—	2.8	—	3.2	余量	50	250	980

[0181] <第二工序:在基材上形成第一氧化铝层的工序>

[0182] 针对所准备的基材或形成有基底层的基材,使用CVD装置形成第一氧化铝层,并移至后工序的第三工序。第一氧化铝层的形成条件如表2所示。如表2所示,根据“核生成”(初期阶段)、“晶体生长”(中间阶段)、“形成含N层”(最终阶段)的各阶段,使原料气体的组成变化而成膜第一氧化铝层。对于试样101以及试样103,不使用“形成含N层”(最终阶段)中的原料气体,通过“核生成”(初期阶段)以及“晶体生长”(中间阶段)两个阶段成膜第一氧化铝层。此外,成膜时间以形成为表5所示的厚度的方式适当进行调整。另外,将第一氧化铝层的厚度以及第一氧化铝层的组成示于表5。

[0183] 表2

第一氧化铝层	原料气体组成 (Vol%)							总气体流量 (L/min)	压力 (hPa)	温度 (°C)
	AlCl ₃	CO	CO ₂	HCl	H ₂ S	N ₂	H ₂			
[0184] 核生成	2.5	1.0	1.5	2.0	—	—	余量	60	70	1000
晶体生长	3.2	2.5	1.0	4.5	2.0	—	余量	70	65	1000
形成含N层	2.0	2.5	0.5	2.5	—	0.5	余量	50	65	1000

[0185] <第三工序:在第一氧化铝层的正上方形成钛化合物层的工序>

[0186] 接着,针对形成有上述第一氧化铝层的基材,使用CVD装置,在第一氧化铝层的正上方形成钛化合物层。在此,在上述第三工序中,在上述第一氧化铝层的正上方形成碳氮氧化钛的层。将钛化合物层的形成条件示于表3。此外,成膜时间以形成为表5所示的厚度的方式适当进行调整。另外,将钛化合物层的厚度以及钛化合物层的组成示于表5。在表5中,钛化合物层的组成按照距第一氧化铝层从近到远的顺序进行记载。例如,“TiCNO(6.0)/TiN(1.0)”的表述是指,从距第一氧化铝层较近的层起依次形成有TiCNO层(厚度为6.0μm)以及TiN层(厚度为1.0μm)。

[0187] 表3

钛 化合物层	原料气体组成 (Vol%)					总气体 流量 (L/min)	压力 (hPa)	温度 (°C)
	TiCl ₄	N ₂	CH ₄	CO	H ₂			
[0188] TiCNO	2.5	18.0	2.5	2.7	余量	45	200	1000
TiC	2.4	—	4.6	—	余量	45	80	1000
TiN	7.5	40.0	—	—	余量	50	340	1000
TiCN	4.0	20.0	5.0	—	余量	70	80	1000

[0189] <第四工序:在钛化合物层的正上方形成第二氧化铝层的工序>

[0190] 接着,针对形成有上述钛化合物层的基材,使用CVD装置,在钛化合物层的正上方形成第二氧化铝层。将第二氧化铝层的形成条件示于表4。此外,成膜时间以形成为表5所示的厚度的方式适当进行调整。另外,将第二氧化铝层的厚度以及第二氧化铝层的组成示于表5。

[0191] 表4

第二 氧化铝层	原料气体组成 (Vol%)							总气体 流量 (L/min)	压力 (hPa)	温度 (°C)
	AlCl ₃	CO	CO ₂	HCl	H ₂ S	TiCl ₄	H ₂			
[0192] Al ₂ O ₃	2.8	2.0	1.5	5.0	0.5	<0.1	余量	60	65	950

[0193] <形成表面层的工序>

[0194] 最后,针对形成有上述第二氧化铝层的基材,使用CVD装置形成表面层。表面层的形成条件如下所示。另外,将表面层的厚度以及组成示于表5。此外,在表5中由“-”表示的地方是指没有设置相应的层。

[0195] (在TiN的情况下)

[0196] 原料气体组成:TiCl₄ (7.0vol%)、N₂ (40.0vol%)、H₂ (余量)

[0197] 总气体流量:60L/min

[0198] 压力:250hPa

[0199] 温度:1000°C

[0200] (在TiC的情况下)

[0201] 原料气体组成:TiCl₄ (4.0vol%)、CH₄ (4.0vol%)、H₂ (余量)

[0202] 总气体流量:50L/min

[0203] 压力:80hPa

[0204] 温度:1000°C

[0205] <进行喷砂处理的工序>

[0206] 最后,一边以前刀面中央的贯通孔为轴中心以90rpm使上述切削工具旋转,一边在以下的条件下对覆膜进行喷砂处理。

[0207] 喷砂处理的条件

[0208] 介质:包含7体积%的作为磨粒的粒径为100μm的陶瓷颗粒的水溶剂

[0209] 喷射角度:相对于旋转轴为45°

- [0210] 喷射距离:距刀尖棱线部10mm的距离
 [0211] 喷射压力:0.05 ~ 0.10MPa
 [0212] 喷射时间:5 ~ 20秒
 [0213] 喷射压力以及喷射时间以形成为表6所示的残余应力的方式进行调整。

[0214]

表 5

试样	基层 厚度(μm)	第一氧化铝层 厚度(μm)	钛化合物层 厚度(μm)	第二氧化铝层 厚度(μm)	表面层 厚度(μm)
1	TiN(1.0)/TiCN(11.5)/TiCNO(1.5)	α-Al ₂ O ₃ (9.0)	TiCNO(6.0)/TiN(1.0)	α-Al ₂ O ₃ (2.5)	—
2	TiN(0.5)/TiCN(5.0)/TiCNO(1.5)	α-Al ₂ O ₃ (11.5)	TiCNO(3.0)/TiN(1.5)	α-Al ₂ O ₃ (2.0)	—
3	TiN(1.0)/TiCN(4.5)/TiCNO(1.0)	α-Al ₂ O ₃ (6.5)	TiCNO(7.5)/TiC(4.0)	α-Al ₂ O ₃ (1.5)	—
4	TiN(1.0)/TiCN(9.0)/TiCNO(1.0)	α-Al ₂ O ₃ (7.5)	TiCNO(1.0)	α-Al ₂ O ₃ (4.0)	—
5	TiN(0.5)/TiCN(3.0)/TiCNO(0.5)	α-Al ₂ O ₃ (21.0)	TiCNO(3.0)/TiCN(1.0)/TiN(1.5)	α-Al ₂ O ₃ (2.0)	—
6	TiN(1.5)/TiCN(15.0)/TiCNO(1.5)	α-Al ₂ O ₃ (2.0)	TiCNO(4.5)/TiCN(3.0)/TiC(1.5)	α-Al ₂ O ₃ (2.0)	—
7	TiN(1.0)/TiCN(4.5)/TiCNO(1.0)	α-Al ₂ O ₃ (19.5)	TiCNO(2.0)/TiCN(0.5)	α-Al ₂ O ₃ (6.5)	—
8	TiN(1.0)/TiCN(11.0)/TiCNO(1.0)	α-Al ₂ O ₃ (8.5)	TiCNO(4.5)/TiCN(1.0)/TiN(2.0)	α-Al ₂ O ₃ (0.2)	TiN (0.9)
9	TiN(2.0)/TiCN(14.0)/TiCNO(1.0)	α-Al ₂ O ₃ (4.0)	TiCNO(5.0)/TiCN(1.5)/TiN(2.0)	α-Al ₂ O ₃ (5.0)	—
10	TiN(1.0)/TiCN(6.0)/TiCNO(1.0)	α-Al ₂ O ₃ (12.5)	TiCNO(4.0)/TiN(1.0)	α-Al ₂ O ₃ (3.5)	—
11	TiN(1.5)/TiCN(8.0)/TiCNO(1.5)	α-Al ₂ O ₃ (8.5)	TiCNO(5.5)/TiCN(2.0)/TiN(1.5)	α-Al ₂ O ₃ (3.0)	TiC (1.0)
12	TiN(1.0)/TiCN(5.0)/TiCNO(1.5)	α-Al ₂ O ₃ (14.5)	TiCNO(2.0)/TiC(1.5)	α-Al ₂ O ₃ (2.5)	—
101	TiN(1.0)/TiCN(7.5)/TiCNO(0.5)	α-Al ₂ O ₃ (9.5)	—	—	—
102	TiCN(10.0)/TiCNO(1.5)	α-Al ₂ O ₃ (6.5)	TiCNO(3.5)/TiN(1.0)	—	—
103	TiN(2.0)/TiCN(15.5)	α-Al ₂ O ₃ (6.0)	TiN(8.5)	α-Al ₂ O ₃ (2.5)	—

[0215] 通过以上的步骤,制作了试样1~12以及试样101~103的切削工具。

[0216] 《切削工具的特性评价》

[0217] 使用如上述那样制作的试样的切削工具,如以下那样,对切削工具的各特性进行评价。在此,试样1~12相当于实施例,试样101~103相当于比较例。

[0218] <构成覆膜的各层的厚度的测定>

[0219] 构成覆膜的各层的厚度通过使用场发射型扫描电子显微镜(SEM)(株式会社日立高新技术制造,商品名:SU3500),对与基材的表面的法线方向平行的截面样品中的任意十个点进行测定,取所测定的十个点的厚度的平均值而求出。此时,通过离子研磨处理(株式会社日立高新技术制造,商品名:IM4000)对上述截面样品的测定截面进行研磨后进行测定。将结果示于表5、表6。

[0220] <第一氧化铝层的界面区域以及非界面区域中的氮的含有比例(AES测定)>

[0221] 第一氧化铝层的界面区域以及非界面区域中的各元素(氧、氮、铝)的原子比例通过利用俄歇电子能谱法(AES法)对与上述基材的表面的法线方向平行的截面样品进行线分析而求出。具体而言,首先,通过截面抛光加工对上述截面样品的切断面进行研磨。对于研磨后的切断面,通过使用了场发射型扫描显微镜(FE-SEM)的分析,得到基底层、第一氧化铝层以及钛化合物层的截面SEM图像。此时的测定倍率为50000倍。此时,基底层以及钛化合物层被观察为较暗的区域,第一氧化铝层被观察为较亮的区域。接着,在上述截面SEM图像的视野中,在与上述钛化合物层的层叠方向平行的方向上从钛化合物层侧朝向第一氧化铝层侧,通过AES法对上述研磨后的切断面进行线分析。此时的测定间距为 $0.016\mu\text{m}$ 。AES法的其他测定条件为以下的条件。

[0222] (AES方法的测定条件)

[0223] 测定装置:ULVAC-PHI公司制造,商品名:PHI700

[0224] 测定加速电压:10kV

[0225] 测定电流:10mA

[0226] 试样倾斜角度: 30°

[0227] 溅射电压:1kV

[0228] 由通过上述线分析得到的数据制作图表。在上述图表中,X轴(横轴)表示距测定开始点的距离,Y轴(纵轴)表示测定对象的各元素的原子比例(at%)。接着,基于该图表,将铝的原子比例为10at%的地点且更接近于上述钛化合物层的地点设为“第一氧化铝层与钛化合物层的界面S”(例如,参照图4)。另外,将包含从该界面S向上述第一氧化铝层侧离开 $0.5\mu\text{m}$ 的地点的平面设为“假想平面A”(例如,参照图4)。在上述图表中,将铝的原子比例为10at%的地点且更接近于上述基材的地点设为“第一氧化铝层的基材侧的界面Q”(参照图4)。然后,基于上述图表,分别求出被夹在界面S与假想平面A之间的区域(界面区域)中的上述氮的原子比例的平均值、以及被夹在假想平面A与界面Q之间的区域(非界面区域)中的上述氮的原子比例的平均值。进行三次这样的测定,将在各测定中求出的值的平均值分别作为该第一氧化铝层的界面区域中的氮的含有比例、以及该第一氧化铝层的非界面区域中的氮的含有比例。将结果示于表6。

[0229] <钛化合物层中的残余应力>

[0230] 通过上述的 $2\theta\text{-sin}^2\psi$ 法,在以下的条件下对钛化合物层中的残余应力进行测定。

将结果示于表6。在表6中,以负的数值表示的残余应力是指压缩残余应力,以正的数值表示的残余应力是指拉伸残余应力。

[0231] 装置:SmartLab (株式会社Rigaku制造)

[0232] X射线:Cu/K α /45kV/200mA

[0233] 测定衍射面:(331)面

[0234] 计数器:D/teX Ultra250 (株式会社Rigaku制造)

[0235] 扫描范围:72° ~ 74° (倾斜法)

[0236]

表 6

试样	第一氧化铝层			钛化合物层		第二氧化铝层	切削性能	
	厚度 (μm)	非界面区域 氮含有比例 (at%)	界面区域 氮含有比例 (at%)	厚度 (μm)	残余应力 (GPa)		厚度 (μm)	耐磨损性 可切削时间 (分钟)
1	9.0	0.05	4.0	7.0	-2.0	2.5	33.0	A 20.5
2	11.5	0.10	5.5	4.5	-1.5	2.0	32.5	A 21.0
3	6.5	0.10	3.5	11.5	-2.5	1.5	32.5	C 17.0
4	7.5	0.05	3.2	1.0	-1.5	4.0	26.0	A 15.0
5	21.0	0.15	6.5	5.5	-1.6	2.0	29.5	B 17.5
6	2.0	0.05	4.0	9.0	-1.0	2.0	23.5	A 17.0
7	19.5	0.10	2.6	2.5	-2.2	6.5	26.5	C 13.5
8	8.5	0.00	4.5	7.5	-2.5	0.2	24.5	A 14.5
9	4.0	0.10	6.5	8.5	-1.5	5.0	21.5	B 18.0
10	12.5	0.05	0.2	5.0	-2.0	3.5	26.5	C 12.5
11	8.5	0.10	11.0	9.0	-1.7	3.0	22.5	A 15.5
12	14.5	0.05	8.5	3.5	0.3	2.5	24.5	C 13.0
101	9.5	0.00	0.0	—	—	—	13.5	C 10.5
102	6.5	0.05	0.6	4.5	-0.5	—	10.5	E 6.5
103	6.0	0.00	0.0	8.5	-0.5	2.5	8.5	E 7.0

[0237] 《切削试验》

[0238] (切削评价1:连续加工试验、耐磨损性的评价)

[0239] 使用如上述那样制作的试样(试样1~12以及试样101~103)的切削工具,通过以下的切削条件,对后刀面的磨损量达到0.3mm为止的切削时间(分钟)进行测定。将其结果示

于表6。切削时间越长,可以评价为耐磨损性越优异的切削工具。

[0240] 连续加工的切削条件

[0241] 被切削材料:SS400(形状:圆棒)

[0242] 切削速度:330m/min

[0243] 进给速度:0.2mm/rev

[0244] 切口:1.5mm

[0245] 切削油:有

[0246] (切削评价2:表面品质的评价)

[0247] 另外,在上述切削试验中,通过目视对开始切削加工1分钟后的被切削材料的加工面进行观察。基于观察到的加工面中的白浊、挤裂的状态,按照图6所示的基准进行A~E的分级。将结果示于表6。将等级A~C评价为良好的加工面。通过进行切削评价2,能够对切削工具的耐熔接性进行评价。

[0248] (切削评价3:断续加工试验、耐熔接缺损性的评价)

[0249] 使用如上述那样制作的试样(试样1~12以及试样101~103)的切削工具,通过以下的切削条件,对以由熔接引起的膜剥离为起点直至鼻部R部缺损为止的切削时间(分钟)进行测定。将其结果示于表6。切削时间越长,可以评价为耐熔接缺损性越优异的切削工具。

[0250] 断续加工的切削条件

[0251] 被切削材料:SUS316断续材料(形状:带狭缝槽的圆棒)

[0252] 切削速度:120m/min

[0253] 进给速度:0.15mm/rev

[0254] 切口:2.0mm

[0255] 切削油:有

[0256] 根据表6的结果,试样1~12的切削工具(实施例的切削工具)得到了切削评价1中的切削时间为21.5分钟以上的良好的结果。另一方面,试样101~103的切削工具(比较例的切削工具)的切削评价1中的切削时间小于15分钟。由以上的结果可知,实施例的切削工具与比较例的切削工具相比,耐磨损性优异。

[0257] 另外,根据表6的结果,试样1~12的切削工具(实施例的切削工具)的切削评价2中的表面品质为等级A~C,得到了良好的结果。另一方面,试样102以及试样103的切削工具(比较例的切削工具)的切削评价2中的表面品质为等级E。试样101的切削工具(比较例的切削工具)的切削评价2中的表面品质为等级C,但上述切削评价1中的切削时间为13.5分钟,无法兼顾耐磨损性和耐熔接性。

[0258] 根据表6的结果,试样1~12的切削工具(实施例的切削工具)得到了切削评价3中的切削时间为12.5分钟以上的良好的结果。另一方面,试样101~103的切削工具(比较例的切削工具)的切削评价3中的切削时间为10.5分钟以下。由以上的结果可知,实施例的切削工具与比较例的切削工具相比,耐熔接缺损性优异。

[0259] 由以上的结果可知,实施例的切削工具与比较例的切削工具相比,耐磨损性以及耐熔接性优异。

[0260] 如以上那样对本发明的实施方式以及实施例进行了说明,但从最初起也预定将上述的各实施方式以及实施例的构成适当组合。

[0261] 应当认为本次公开的实施方式以及实施例在所有方面都是示例,而不是限制性的。本发明的范围不是由上述的实施方式以及实施例表示,而是由权利要求书表示,意图包含与权利要求书等同的意思以及范围内的全部变更。

[0262] 附图标记说明

[0263] 1:前刀面;2:后刀面;3:刃尖棱线部;10:基材;20:第一氧化铝层;21:钛化合物层;22:第二氧化铝层;23:基层;30:CVD装置;31:基材设置夹具;32:反应容器;33:调温装置;34:气体导入口;35:气体导入管;36:喷出孔;40:覆膜;50:切削工具;A:包含从第一氧化铝层与钛化合物层的界面S向第一氧化铝层侧离开 $0.5\mu\text{m}$ 的地点的假想平面A;Q:第一氧化铝层的基材侧的界面Q;S:第一氧化铝层与钛化合物层的界面S。

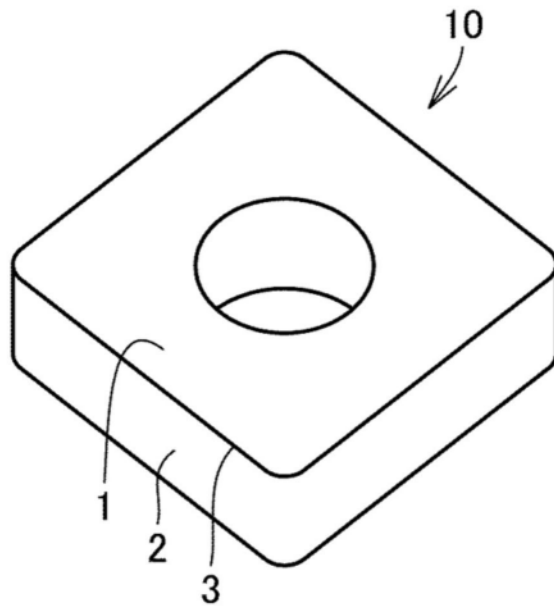


图1

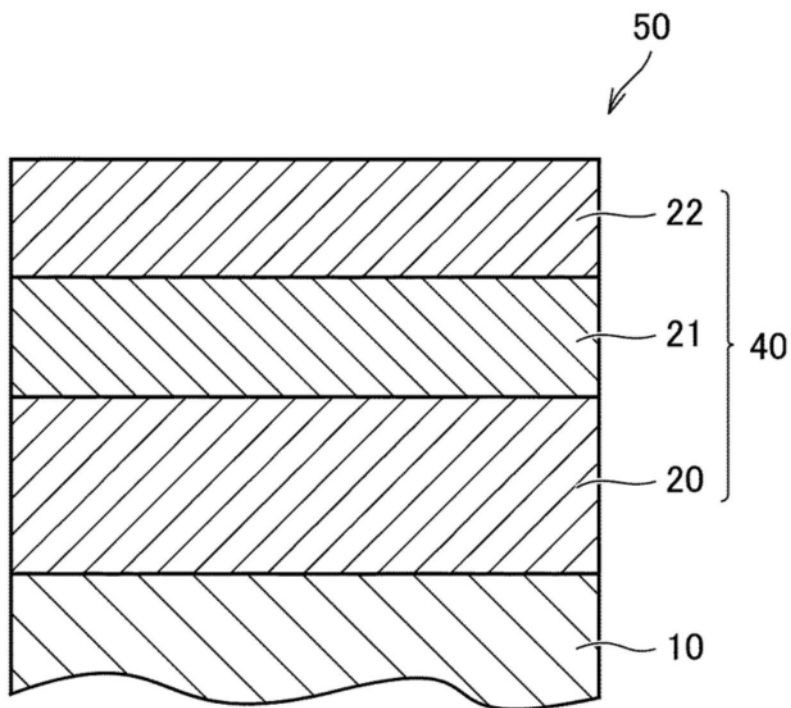


图2

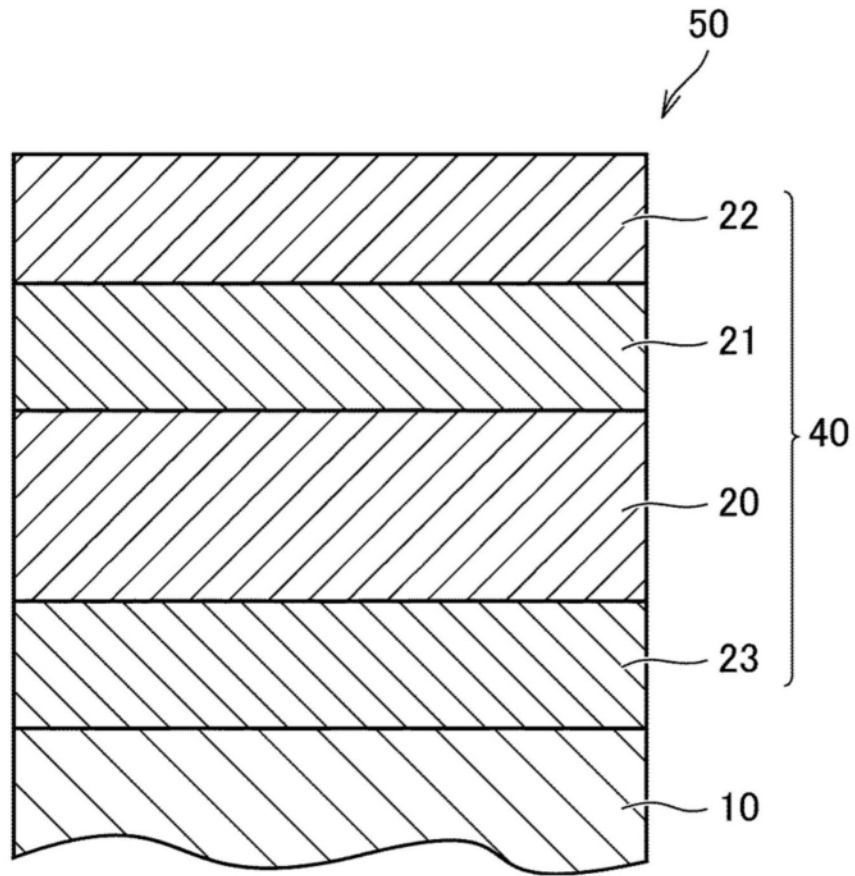


图3

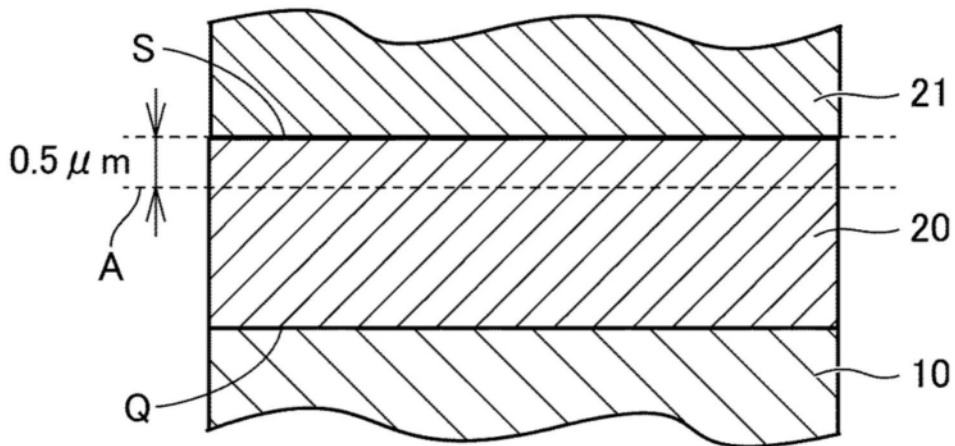


图4

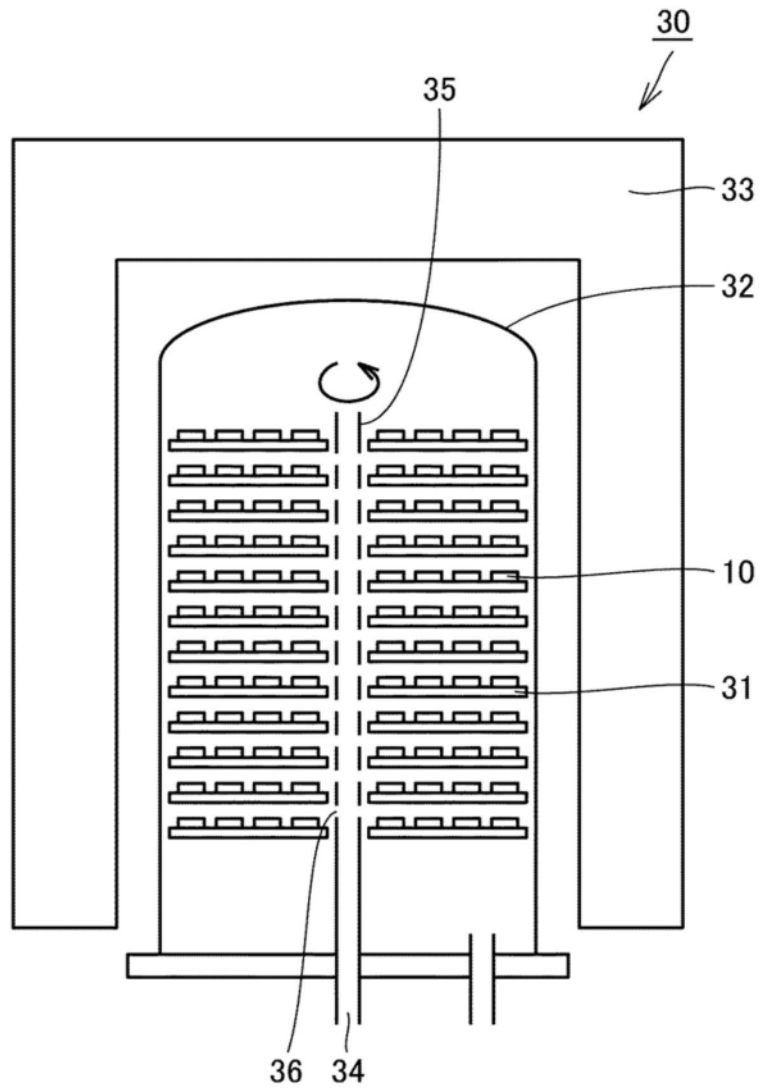


图5

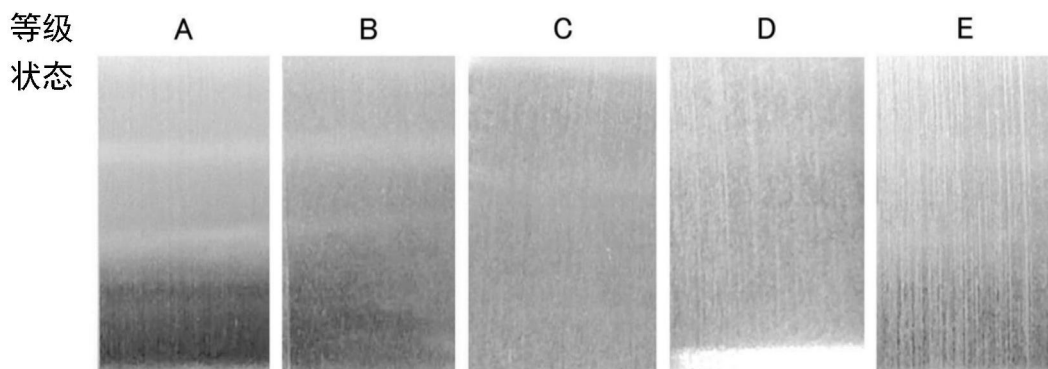


图6