



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117580664 A

(43) 申请公布日 2024. 02. 20

(21) 申请号 202280045932.0

(22) 申请日 2022.06.29

(30) 优先权数据

PCT/JP2021/024828 2021.06.30 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.12.27

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/026003 2022.06.29

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/277077 JA 2023.01.05

(71) 申请人 住友电工硬质合金株式会社

地址 日本兵库县

(72) 发明人 诸口浩也 堤内勇贵 月原望

植田晓彦 久木野晓

(74) 专利代理机构 北京聿宏知识产权代理有限公司 11372

专利代理师 吴大建 霍玉娟

(51) Int.Cl.

B23B 27/14 (2006.01)

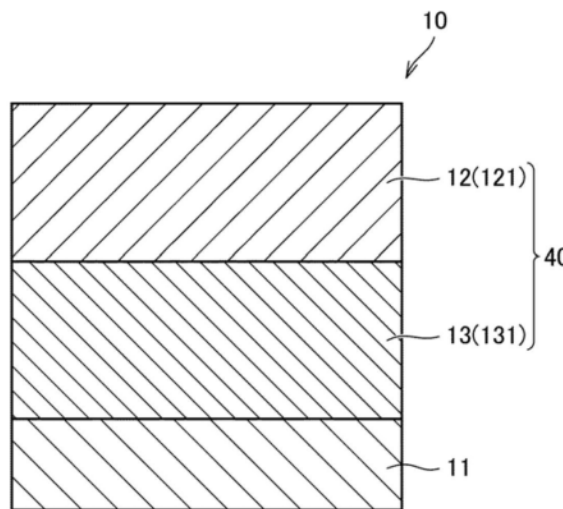
权利要求书2页 说明书36页 附图5页

(54) 发明名称

切削工具

(57) 摘要

一种切削工具,其具备基材和配置于所述基材上的覆膜,其中,所述覆膜包含第一层和第二层,所述第一层的硬度 H_1 为25GPa以上且40GPa以下,所述第二层的硬度 H_2 满足 $0.5 \times H_1 \leq H_2 \leq 0.9 \times H_1$,相对于所述覆膜的(200)面的X射线衍射强度 $I_{(200)}$ 、(111)面的X射线衍射强度 $I_{(111)}$ 、(220)面的X射线衍射强度 $I_{(220)}$ 的合计的所述 $I_{(200)}$ 的比率 $I_{(200)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 、相对于所述合计的所述 $I_{(111)}$ 的比率 $I_{(111)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 、以及相对于所述合计的所述 $I_{(220)}$ 的比率 $I_{(220)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 中的至少任一项为0.45以上。



1. 一种切削工具,其具备基材和配置于所述基材上的覆膜,其中,
 所述覆膜包含第一层和第二层,
 所述第一层的硬度 H_1 为25GPa以上且40GPa以下,
 所述第二层的硬度 H_2 满足 $0.5 \times H_1 \leq H_2 \leq 0.9 \times H_1$,
 相对于所述覆膜的(200)面的X射线衍射强度 $I_{(200)}$ 、(111)面的X射线衍射强度 $I_{(111)}$ 、
 (220)面的X射线衍射强度 $I_{(220)}$ 的合计的所述 $I_{(200)}$ 的比率 $I_{(200)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 、
 相对于所述合计的所述 $I_{(111)}$ 的比率 $I_{(111)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 、以及
 相对于所述合计的所述 $I_{(220)}$ 的比率 $I_{(220)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 中的至少任一项为0.45
 以上。

2. 根据权利要求1所述的切削工具,其中,所述第一层的厚度 T_1 为0.2 μm 以上且10 μm 以下。

3. 根据权利要求1或2所述的切削工具,其中,所述第二层的厚度 T_2 为0.2 μm 以上且10 μm 以下。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的切削工具,其中,所述第一层的厚度 T_1 相对于所述第二层的厚度 T_2 的比率 T_1/T_2 为0.02以上且50以下。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的切削工具,其中,
 所述第一层包含第一单元层,
 所述第一单元层由 $\text{Ti}_x\text{Al}_y\text{M}_{1-x-y}\text{C}_z\text{N}_{1-z}$ 构成,
 所述M为选自由锆、钨、周期表第五族元素、周期表第六族元素、硅、硼、钇组成的群组中的一种元素,

所述x为0.20以上且0.99以下,

所述y为0.01以上且0.80以下,

所述 $1-x-y$ 为0.01以上且0.20以下,

所述z为0以上且1.0以下。

6. 根据权利要求5所述的切削工具,其中,
 所述第一层还包含第二单元层,
 所述第二单元层由 $\text{Al}_m\text{Cr}_{1-m}\text{N}$ 构成,
 所述m为0以上且0.8以下,
 所述第一单元层的厚度为5nm以上且50nm以下,所述第二单元层的厚度为5nm以上且50nm以下,所述第一单元层和所述第二单元层交替地层叠。

7. 根据权利要求5所述的切削工具,其中,

所述第一层还包含第三单元层,

所述第三单元层由 $\text{Ti}_{1-n}\text{Al}_n\text{N}$ 构成,

所述n为0以上且0.8以下,

所述第一单元层的厚度为5nm以上且50nm以下,

所述第三单元层的厚度为5nm以上且50nm以下,

所述第一单元层和所述第三单元层交替地层叠。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的切削工具,其中,所述第二层包含第四单元层,

所述第四单元层由 $\text{Ti}_a\text{Al}_b\text{C}_c\text{N}_{1-c}$ 构成,

所述a为0.2以上且1.0以下，
所述b为0以上且0.8以下，
所述c为0以上且1.0以下。

切削工具

技术领域

[0001] 本公开涉及切削工具。本申请主张基于2021年6月30日申请的国际申请PCT/JP2021/024828的优先权。将该国际申请所记载的全部记载内容通过参照而援引于本说明书中。

背景技术

[0002] 以切削工具的长寿命化为目的,进行了各种研究。在日本特开2018-69433号公报(专利文献1)中公开了一种切削工具,其具有覆膜,该覆膜包含由 $Ti_xM_{1-x}C_yN_{1-y}$ (M为选自周期表的第四族元素、周期表的第五族元素、周期表的第六族元素、Al、Si以及B组成的群组中的一种以上的元素(其中,Ti除外),满足 $0.2 \leq x \leq 1$ 以及 $0 \leq y \leq 1$)的组成构成且弹性恢复率为52%以上的化合物层。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2018-69433号公报

发明内容

[0006] 本公开的切削工具具备基材和配置于该基材上的覆膜,其中,

[0007] 该覆膜包含第一层和第二层,

[0008] 该第一层的硬度 H_1 为25GPa以上且40GPa以下,

[0009] 该第二层的硬度 H_2 满足 $0.5 \times H_1 \leq H_2 \leq 0.9 \times H_1$,

[0010] 相对于该覆膜的(200)面的X射线衍射强度 $I_{(200)}$ 、(111)面的X射线衍射强度 $I_{(111)}$ 、(220)面的X射线衍射强度 $I_{(220)}$ 的合计的该 $I_{(200)}$ 的比率 $I_{(200)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 、

[0011] 相对于该合计的该 $I_{(111)}$ 的比率 $I_{(111)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 、以及

[0012] 相对于该合计的该 $I_{(220)}$ 的比率 $I_{(220)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 中的至少任一项为0.45以上。

附图说明

[0013] 图1是举例示出切削工具的一个方式的立体图。

[0014] 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。

[0015] 图3是本实施方式的其他方式中的切削工具的示意剖视图。

[0016] 图4是本实施方式的另一其他方式中的切削工具的示意剖视图。

[0017] 图5是本实施方式的又一其他方式中的切削工具的示意剖视图。

[0018] 图6是在覆膜中包含基底层的本实施方式中的切削工具的示意剖视图。

[0019] 图7是在覆膜中包含中间层的本实施方式中的切削工具的示意剖视图。

[0020] 图8是在覆膜中包含表面层的本实施方式中的切削工具的示意剖视图。

[0021] 图9是表示对覆膜执行X射线衍射测定而得到的结果的一个例子的曲线图的示意

图。

具体实施方式

[0022] [本公开所要解决的问题]

[0023] 近年来的切削工具由于高负荷切削的要求,有暴露于严酷的切削条件下的趋势。目前,实际情况是尚未提供在严酷的切削条件下能够稳定地利用的切削工具,换言之,尚未提供具有充分的长寿命的切削工具。尤其是在如淬火钢等高硬度材料的切削那样的高负荷切削(尤其是断续加工等高负荷切削)中,有时耐剥离性、耐崩裂性不充分。因此,要求即使在如淬火钢等高硬度材料的切削那样的高负荷切削(尤其是断续加工等高负荷切削)中也具有较长的工具寿命的切削工具。

[0024] 因此,本公开的目的在于提供一种即使在高硬度材料的高负荷切削中也具有较长的工具寿命的切削工具。

[0025] [本公开的效果]

[0026] 根据本公开,能够提供即使在高硬度材料高负荷切削中也具有较长的工具寿命的切削工具。

[0027] [本公开的实施方式的说明]

[0028] 首先,列举本公开的实施方式进行说明。

[0029] (1)一种切削工具,其具备基材和配置于该基材上的覆膜,其中,

[0030] 该覆膜包含第一层和第二层,

[0031] 该第一层的硬度 H_1 为25GPa以上且40GPa以下,

[0032] 该第二层的硬度 H_2 满足 $0.5 \times H_1 \leq H_2 \leq 0.9 \times H_1$,

[0033] 相对于该覆膜的(200)面的X射线衍射强度 $I_{(200)}$ 、(111)面的X射线衍射强度 $I_{(111)}$ 、(220)面的X射线衍射强度 $I_{(220)}$ 的合计的该 $I_{(200)}$ 的比率 $I_{(200)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 、

[0034] 相对于该合计的该 $I_{(111)}$ 的比率 $I_{(111)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 、以及

[0035] 相对于该合计的该 $I_{(220)}$ 的比率 $I_{(220)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 中的至少任一项为0.45以上。

[0036] 本公开的切削工具即使在高硬度材料的高负荷切削中也能够具有较长的工具寿命。

[0037] (2)优选地,在上述(1)中,该第一层的厚度为0.2 μm 以上且10 μm 以下。由此,切削工具的耐磨损性进一步提高。

[0038] (3)优选地,在上述(1)或(2)中,该第二层的厚度为0.2 μm 以上且10 μm 以下。由此,切削工具的耐崩裂性和切削工具的耐剥离性进一步提高。

[0039] (4)优选地,在上述(1)至(3)的任一项中,该第一层的厚度 T_1 相对于该第二层的厚度 T_2 的比率 T_1/T_2 为0.02以上且50以下。由此,切削工具的耐磨损性、耐剥离性以及耐崩裂性的平衡进一步提高。

[0040] (5)优选地,在上述(1)至(4)的任一项中,该第一层包含第一单元层,

[0041] 该第一单元层由 $\text{Ti}_x\text{Al}_y\text{M}_{1-x-y}\text{C}_z\text{N}_{1-z}$ 构成,

[0042] 该M为选自锆、铪、周期表第五族元素、周期表第六族元素、硅、硼、钇组成的群组中的一种元素,

- [0043] 该x为0.20以上且0.99以下,
- [0044] 该y为0.01以上且0.80以下,
- [0045] 该 $1-x-y$ 为0.01以上且0.20以下,
- [0046] 该z为0以上且1以下。由此,切削工具的耐磨损性进一步提高。
- [0047] (6) 优选地,在上述(5)中,该第一层还包含第二单元层,
- [0048] 该第二单元层由 $Al_mCr_{1-m}N$ 构成,
- [0049] 该m为0以上且0.8以下,
- [0050] 该第一单元层的厚度为5nm以上且50nm以下,
- [0051] 该第二单元层的厚度为5nm以上且50nm以下,
- [0052] 该第一单元层和该第二单元层交替地层叠。由此,切削工具的耐磨损性进一步提高。
- [0053] (7) 优选地,在上述(5)中,该第一层还包含第三单元层,
- [0054] 该第三单元层由 $Ti_{1-n}Al_nN$ 构成,
- [0055] 该n为0以上且0.8以下,
- [0056] 该第一单元层的厚度为5nm以上且50nm以下,
- [0057] 该第三单元层的厚度为5nm以上且50nm以下,
- [0058] 该第一单元层和该第三单元层交替地层叠。由此,切削工具的耐磨损性进一步提高。
- [0059] (8) 优选地,在上述(1)至(7)的任一项中,该第二层包含第四单元层,
- [0060] 该第四单元层由 $Ti_aAl_bC_cN_{1-c}$ 构成,
- [0061] 该a为0.2以上且1.0以下,
- [0062] 该b为0以上且0.8以下,
- [0063] 该c为0以上且1以下。由此,切削工具的耐崩裂性和切削工具的耐剥离性进一步提高。
- [0064] [本公开的实施方式的详细内容]
- [0065] 以下,参照附图对本公开的一个实施方式(以下,也记为“本实施方式”)的切削工具的具体例进行说明。在本公开的附图中,相同的附图标记表示相同部分或相当部分。另外,长度、宽度、厚度、深度等尺寸关系为了附图的清晰化和简化而适当变更,未必表示实际的尺寸关系。
- [0066] 在本说明书中,“A~B”这样的形式的表述是指范围的上限下限(即A以上且B以下),在A中没有单位的记载、仅在B中记载有单位的情况下,A的单位与B的单位相同。
- [0067] 在本说明书中,在以化学式表示化合物等的情况下,在不特别限定原子比时,包含以往公知的所有原子比,未必仅限于化学计量范围内的原子比。例如在记载为“TiAlSiN”的情况下,构成TiAlSiN的原子数之比包含以往公知的所有原子比。
- [0068] 在本说明书中的晶体学的记载中,用()表示单独面。
- [0069] [实施方式1:切削工具]
- [0070] 如图2以及图3所示,本实施方式所涉及的切削工具10具备基材11和配置于该基材11上的覆膜40,其中,
- [0071] 该覆膜40包含第一层12和第二层13,

[0072] 该第一层12的硬度 H_1 为25GPa以上且40GPa以下,

[0073] 该第二层13的硬度 H_2 满足 $0.5 \times H_1 \leq H_2 \leq 0.9 \times H_1$,

[0074] 相对于该覆膜的(200)面的X射线衍射强度 $I_{(200)}$ 、(111)面的X射线衍射强度 $I_{(111)}$ 、(220)面的X射线衍射强度 $I_{(220)}$ 的合计的该 $I_{(200)}$ 的比率 $I_{(200)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 、

[0075] 相对于该合计的该 $I_{(111)}$ 的比率 $I_{(111)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 、以及

[0076] 相对于该合计的该 $I_{(220)}$ 的比率 $I_{(220)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 中的至少任一项为0.45以上。

[0077] 本公开的切削工具即使在如淬火钢等高硬度材料的切削那样的高负荷切削(尤其是断续加工等高负荷切削)中,也能够具有较长的工具寿命。其理由推测如下。

[0078] (a) 上述覆膜包含第一层,上述第一层12的硬度 H_1 为25GPa以上且40GPa以下。由此,这样的切削工具能够具有优异的耐磨损性。需要说明的是,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。

[0079] (b) 如上述(a)所示,上述覆膜包含第一层,上述第一层12的硬度 H_1 为25GPa以上且40GPa以下。具有上述硬度的覆膜的耐磨损性优异。然而,这样的覆膜一般而言脆性高,因此存在覆膜自身被破坏而容易产生损伤(覆膜的崩裂以及覆膜的剥离)的趋势。因此,在具有这样的覆膜的切削工具中,在淬火钢等高硬度材料的切削那样的高负荷切削(尤其是断续加工等高负荷切削)中,存在覆膜自身被破坏而产生损伤并以该损伤为起点而磨损容易加剧的趋势。

[0080] 但是,在本实施方式的切削工具中,覆膜在具有上述第一层的同时还具有第二层,上述第二层13的硬度 H_2 满足 $0.5 \times H_1 \leq H_2 \leq 0.9 \times H_1$,由此覆膜整体上的脆性能够被抑制得较低,因此能够抑制因覆膜自身被破坏而产生的损伤(覆膜中产生的微小的缺损以及覆膜的剥离)。因此,本实施方式的切削工具即使在如淬火钢等高硬度材料的切削那样的高负荷切削(尤其是断续加工等高负荷切削)中,也具有优异的耐剥离性以及优异的耐崩裂性,能够抑制以膜的损伤为起点的磨损的加剧。需要说明的是,在此,“耐剥离性”是指针对覆膜从基材剥离这一情况的耐性。另外,在此,“耐崩裂性”是指针对覆膜产生微小的缺损这一情况的耐性。

[0081] (c) 此外,在本实施方式的切削工具中,相对于上述覆膜的(200)面的X射线衍射强度 $I_{(200)}$ 、(111)面的X射线衍射强度 $I_{(111)}$ 、(220)面的X射线衍射强度 $I_{(220)}$ 的合计的上述 $I_{(200)}$ 的比率 $I_{(200)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 、相对于上述合计的上述 $I_{(111)}$ 的比率 $I_{(111)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 、以及相对于上述合计的上述 $I_{(220)}$ 的比率 $I_{(220)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 中的至少任一项为0.45以上。由此,能够将第一层与配置为最接近于该第一层的第二层之间的取向性的偏差抑制得较低,使取向性一致,因此该第一层与该第二层的紧贴性提高。因此,能够提高这样的切削工具的耐剥离性。

[0082] 即,本实施方式所涉及的切削工具通过兼具优异的耐磨损性、优异的耐剥离性以及优异的耐崩裂性,能够具有较长的工具寿命。

[0083] 本实施方式所涉及的切削工具10的形状以及用途没有特别限制。例如,作为本实施方式所涉及的切削工具10,可以为钻头、立铣刀、钻头用可转位切削刀片、立铣刀用可转位切削刀片、铣削加工用可转位切削刀片、车削加工用可转位切削刀片、金工锯、齿轮切割工具、铰刀、丝锥、曲轴的钉盘磨加工用刀片等。

[0084] 图1是举例示出本公开的切削工具10的一个方式的立体图。这样的形状的切削工具10被用作车削加工用可转位切削刀片等可转位切削刀片。

[0085] 《基材》

[0086] 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、工具钢、陶瓷(TiC、SiC、SiN、AlN、Al₂O₃、赛隆以及它们的混合体等)、立方晶型氮化硼烧结体(cBN烧结体)、金刚石烧结体以及在结合相中分散有立方晶型氮化硼颗粒的硬质材料组成的群组中的一种。

[0087] 在这些各种基材中,特别优选选择硬质合金(尤其是WC基硬质合金)、金属陶瓷(尤其是TiCN基金属陶瓷)。其理由在于,这些基材尤其是在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。

[0088] 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被称为游离碳或 η 相的异常相,也显示本实施方式的效果。需要说明的是,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,或在cBN烧结体的情况下形成表面硬化层,即使像这样对表面进行改性,也显示本实施方式的效果。

[0089] 在上述切削工具为可转位切削刀片(车削加工用可转位切削刀片、铣削加工用可转位切削刀片等)的情况下,基材既包含具有断屑器的基材,也包含不具有断屑器的基材。刀尖部的形状包含锐边(前刀面与后刀面交叉的棱)、珩磨(对锐边赋予了圆角的形状)、负刃带(进行了倒角的形状)、将珩磨与负刃带组合的形状中的任意形状。

[0090] 《覆膜》

[0091] 覆膜40配置在上述基材11上(图2、图3)。图2是举例示出本公开的切削工具的一个方式的示意剖视图。图3是举例示出本公开的切削工具的另一个方式的示意剖视图。“覆膜”具有通过覆盖上述基材11的至少刀尖部分来提高切削工具的耐剥离性、耐缺损性、耐磨损性等各特性的作用。此处记载的刀尖部分是指从刀尖棱线沿着基材表面为500 μm 以内的区域。上述覆膜40优选覆盖上述基材11的整个面。但是,即使上述基材11的一部分未被上述覆膜40覆盖,或者覆膜40的构成局部不同,也不脱离本实施方式的范围。

[0092] 上述覆膜的厚度优选为0.1 μm 以上且30 μm 以下,更优选为0.4 μm 以上且20 μm 以下,进一步优选为0.5 μm 以上且10 μm 以下,更进一步优选为0.7 μm 以上且5 μm 以下,特别优选为1 μm 以上且3 μm 以下。在此,覆膜的厚度是指构成覆膜的层的各自的厚度的总和。作为“构成覆膜的层”,例如可列举为上述第一层、上述第二层、以及作为上述第一层和上述第二层以外的层的其他层。

[0093] 上述覆膜的厚度例如可以通过使用扫描型电子显微镜(Scanning Electron Microscope:SEM),测定与基材的表面的法线方向平行的截面样品中的任意5点,取测定出的5点的厚度的平均值来求出。上述截面样品的制作例如可以使用聚焦离子束装置、横截面抛光机装置等。测定上述第一层、上述第二层、上述第一单元层、上述第二单元层、上述第三单元层、上述第四单元层以及上述其他层各自的厚度的情况也相同。

[0094] 上述覆膜包含第一层和第二层。另外,在本实施方式的一个方面中,只要维持上述

切削工具所起到的效果,也可以设置多个上述第一层。另外,只要维持上述切削工具所起到的效果,也可以设置多个上述第二层。由此,即使在覆膜的一部分发生了磨损的情况下,由于在该覆膜中残留有第一层以及第二层,因此切削工具也能够保持覆膜的耐磨损性、耐崩裂性以及耐剥离性。另外,第一层以及第二层中的任一层可以位于最靠表面侧。另外,第一层以及第二层中的任一层可以位于最靠基材侧。另外,“包含第一层和第二层”是指上述覆膜能够包含后述的其他层作为上述第一层和上述第二层以外的层。

[0095] 相对于上述覆膜的(200)面的X射线衍射强度 $I_{(200)}$ 、(111)面的X射线衍射强度 $I_{(111)}$ 与(220)面的X射线衍射强度 $I_{(220)}$ 的合计的上述 $I_{(200)}$ 的比率 $I_{(200)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 、相对于上述合计的上述 $I_{(111)}$ 的比率 $I_{(111)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 、以及相对于上述合计的上述 $I_{(220)}$ 的比率 $I_{(220)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 中的至少任一项为0.45以上。由此,能够将第一层与配置为最接近于该第一层的第二层之间的取向性的偏差抑制得较低,使取向性一致,因此该第一层与该第二层的紧贴性提高。因此,能够提高这样的切削工具的耐剥离性。需要说明的是,在此,“(200)面的X射线衍射强度 $I_{(200)}$ ”是指来自(200)面的X射线衍射峰中的最高的峰处的衍射强度(峰的高度)(以下,也记为“最大衍射强度”。另外,如图9所示,在覆膜中包含的两种以上的化合物分别存在来自(200)面的X射线衍射峰A1和来自(200)面的X射线衍射峰A2的情况下,即,在来自(200)面的X射线衍射峰存在于不同的位置的情况下,“(200)面的X射线衍射强度 $I_{(200)}$ ”是指它们的最大衍射强度(峰的高度)的合计。对于“(111)面的X射线衍射强度 $I_{(111)}$ ”以及“(220)面的X射线衍射强度 $I_{(220)}$ ”而言也是同样的。

[0096] 另外,上述 $I_{(200)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 、上述 $I_{(111)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 、以及上述 $I_{(220)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 中的至少任一项优选为0.47以上,更优选为0.50以上,进一步优选为0.55以上。另外,上述 $I_{(200)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 、上述 $I_{(111)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 、以及上述 $I_{(220)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 中的至少任一项优选为0.90以下,更优选为0.85以下,进一步优选为0.80以下。另外,上述 $I_{(200)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 、上述 $I_{(111)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 、以及上述 $I_{(220)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 中的至少任一项优选为0.47以上且0.90以下,更优选为0.50以上且0.85以下,进一步优选为0.55以上且0.80以下。

[0097] 上述 $I_{(200)}$ 、上述 $I_{(111)}$ 、以及上述 $I_{(220)}$ 例如可以通过在以下的条件下进行的X射线衍射测定(XRD测定)来求出。具体而言,对上述覆膜的表面照射X射线,进行X射线衍射测定(XRD测定),求出(200)面、(111)面以及(220)面的X射线衍射强度,计算出上述 $I_{(200)}$ 、上述 $I_{(111)}$ 、以及上述 $I_{(220)}$ 。另外,作为在上述X射线衍射测定中使用的装置,例如可列举为株式会社Rigaku制造的“SmartLab”(商品名)、PANalytical制造的“X'pert”(商品名)等。

[0098] (X线衍射测定的条件)

[0099] 扫描轴: $2\theta - \theta$

[0100] X射线源: Cu-K α 射线(1.541862Å)

[0101] 检测器: 0维检测器(闪烁计数器)

[0102] 管电压: 45kV

[0103] 管电流: 40mA

[0104] 入射光学系统: 利用反射镜

[0105] 受光光学系统: 利用分析器晶体(PW3098/27)

[0106] 步长: 0.03°

[0107] 累计时间:2秒

[0108] 扫描范围(2 θ):10°~120°

[0109] 确认到以下情况:在本实施方式的切削工具中,只要在同一切削工具中进行测定,则即使任意地选择不同的测定范围并在该测定范围内进行上述的测定,也能够得到同样的结果。

[0110] <第一层>

[0111] (第一层的硬度)

[0112] 本实施方式所涉及的第一层的硬度 H_1 为25GPa以上且40GPa以下。由此,切削工具能够具有优异的耐磨损性。另外,上述 H_1 的下限优选为27GPa以上,更优选为29GPa以上,进一步优选为31GPa以上。另外,上述 H_1 的上限优选为38GPa以下,更优选为36GPa以下,进一步优选为34GPa以下。另外,上述 H_1 优选为27GPa以上且38GPa以下,更优选为29GPa以上且36GPa以下,进一步优选为31GPa以上且34GPa以下。

[0113] 第一层的硬度 H_1 的测定通过依据ISO14577(2015)的方法来进行,对压入硬度进行测定。测定设备使用纳米压痕硬度计(ENT1100a;Elionix公司制造)来进行。具体而言,首先,在切削工具的设置覆膜的位置,以得到相对于覆膜的最表面的面方向具有6°的倾斜的面(倾斜面)的方式进行研磨。接着,对所得到的倾斜面中的第一层的表面上且相当于该第一层的膜厚方向的中点的任意的1点,在25°C至30°C的环境下,加载被控制为第一层的膜厚的1/10以下的压入深度(h)的压入载荷,执行基于纳米压痕法的测定。通过执行上述测定,依据ISO14577计算出第一层的硬度 H_1 。在对上述第二层的硬度 H_2 进行测定的情况下也是同样的。需要说明的是,在第一层包含第一单元层、第二单元层或第三单元层的情况下,第一层的硬度 H_1 是指第一层整体的硬度。

[0114] 确认到以下情况:在同一切削工具中,即使任意地选择不同的测定范围并在该测定范围内进行上述的测定,也能够得到同样的结果。

[0115] (第一层的厚度)

[0116] 上述第一层的厚度优选为0.2 μm 以上且10 μm 以下。由此,能够进一步提高切削工具的耐磨损性。另外,上述第一层的厚度的下限优选为0.4 μm 以上,更优选为0.5 μm 以上,进一步优选为0.6 μm 以上。另外,上述第一层的厚度的上限优选为6 μm 以下,更优选为3 μm 以下,进一步优选为2 μm 以下。另外,上述第一层的厚度优选为0.4 μm 以上且6 μm 以下,更优选为0.5 μm 以上且3 μm 以下,进一步优选为0.6 μm 以上且2 μm 以下。

[0117] (第一单元层)

[0118] 优选地,上述第一层包含第一单元层,上述第一单元层由 $\text{Ti}_x\text{Al}_y\text{M}_{1-x-y}\text{C}_z\text{N}_{1-z}$ 构成,上述M为选自锆、钨、周期表第五族元素、周期表第六族元素、硅、硼、钇组成的群组中的一种元素,上述x为0.20以上且0.99以下,上述y为0.01以上且0.80以下,上述 $1-x-y$ 为0.01以上且0.20以下,上述z为0以上且1.0以下。由此,能够进一步提高切削工具的耐磨损性。在此,“第一层包含第一单元层”是包括第一层仅由第一单元层构成的方式、以及第一层在包含第一单元层的同时还包含后述的第二单元层或第三单元层的方式的概念。另外,“第一单元层由 $\text{Ti}_x\text{Al}_y\text{M}_{1-x-y}\text{C}_z\text{N}_{1-z}$ 构成”是如下概念:不限于仅由 $\text{Ti}_x\text{Al}_y\text{M}_{1-x-y}\text{C}_z\text{N}_{1-z}$ 构成的方式,只要能够起到本公开的效果,还包括在包含 $\text{Ti}_x\text{Al}_y\text{M}_{1-x-y}\text{C}_z\text{N}_{1-z}$ 的同时还包含 $\text{Ti}_x\text{Al}_y\text{M}_{1-x-y}\text{C}_z\text{N}_{1-z}$ 以外的成分(例如,不可避免的杂质)的方式。

[0119] 另外,上述x优选为0.25以上且0.95以下,更优选为0.30以上且0.90以下,进一步优选为0.35以上且0.80以下。

[0120] 另外,上述y优选为0.10以上且0.70以下,更优选为0.20以上且0.60以下,进一步优选为0.30以上且0.55以下。

[0121] 另外,上述1-x-y优选为0.02以上且0.18以下,更优选为0.03以上且0.15以下,进一步优选为0.04以上且0.10以下。

[0122] 另外,上述z优选为0.01以上且0.90以下,更优选为0.05以上且0.70以下,进一步优选为0.10以上且0.50以下。

[0123] 在上述第一层仅由第一单元层构成的情况下,上述x可以为0.20以上且0.99以下,上述y可以为0.01以上且0.80以下,上述1-x-y可以为0且上述z可以为0以上且1.0以下。另外,在第一层在包含第一单元层的同时还包含后述的第二单元层和/或第三单元层的情况下,优选上述1-x-y不为“0”。

[0124] 上述x、上述y以及上述z可以通过使用附带SEM或TEM的EDX (Energy Dispersive X-ray spectroscopy:能量色散X射线光谱仪)装置来进行确认。具体而言,首先,沿膜厚方向将切削工具的任意的的位置切断,制作包含覆膜的截面的试样。接着,对覆膜中的第一单元层进行点分析。需要说明的是,测定部位以不包含界面附近的信息的方式设为上述第一单元层的厚度方向的中点上。在任意选择的五个部位进行该测定。在任意的五个部位的测定部位分别确定表示各元素的原子比的x以及y。求出五个部位的测定部位的该x以及该y各自的平均值。该平均值相当于第一单元层中的上述x以及上述y。需要说明的是,求出后述的第二单元层的m、后述的第三单元层的n、以及后述的第四单元层的a、b以及c的情况下也是同样的。

[0125] 在上述第一层仅由上述第一单元层构成的情况下,该第一单元层的厚度优选为0.2 μm 以上且10 μm 以下。由此,能够进一步提高切削工具的耐磨损性。另外,在上述第一层仅由上述第一单元层构成的情况下,上述第一单元层的厚度的下限优选为0.4 μm 以上,更优选为0.5 μm 以上,进一步优选为0.6 μm 以上。另外,在上述第一层仅由上述第一单元层构成的情况下,上述第一单元层的厚度的上限优选为6 μm 以下,更优选为3 μm 以下,进一步优选为2 μm 以下。另外,在上述第一层仅由上述第一单元层构成的情况下,上述第一单元层的厚度优选为0.4 μm 以上且6 μm 以下,更优选为0.5 μm 以上且3 μm 以下,进一步优选为0.6 μm 以上且2 μm 以下。

[0126] 在上述第一层包含上述第一单元层、上述第二单元层或上述第三单元层的情况下,该第一单元层的厚度优选为0.005 μm 以上且1 μm 以下。由此,能够进一步提高切削工具的耐磨损性。另外,在上述第一层包含上述第一单元层、上述第二单元层或上述第三单元层的情况下,上述第一单元层的厚度的下限优选为0.007 μm 以上,更优选为0.010 μm 以上,进一步优选为0.015 μm 以上。另外,在上述第一层包含上述第一单元层、上述第二单元层或上述第三单元层的情况下,上述第一单元层的厚度的上限优选为0.8 μm 以下,更优选为0.6 μm 以下,进一步优选为0.3 μm 以下。另外,在上述第一层包含上述第一单元层、上述第二单元层或上述第三单元层的情况下,上述第一单元层的厚度优选为0.005 μm 以上且0.8 μm 以下,更优选为0.010 μm 以上且0.6 μm 以下,进一步优选为0.015 μm 以上且0.3 μm 以下。

[0127] (第二单元层)

[0128] 优选地,上述第一层12在包含上述第一单元层的同时还包含第二单元层13。另外,在该情况下,优选地,上述第二单元层13由 $Al_mCr_{1-m}N$ 构成,上述 m 为0以上且0.8以下,上述第一单元层121的厚度为5nm以上且50nm以下,上述第二单元层122的厚度为5nm以上且50nm以下,上述第一单元层121与上述第二单元层122交替地层叠(图4)。由此,由于构成第一层的颗粒的粒径变得微细而使第一层的硬度变高,因此能够进一步提高切削工具的耐磨损性。在此,只要“第一单元层与第二单元层交替地层叠”,则可以是第一单元层以及第二单元层中的任一层配置在最靠基材侧,也可以是第一单元层以及第二单元层中的任一层配置在最靠表面侧。另外,在此,“第二单元层由 $Al_mCr_{1-m}N$ 构成”是如下概念:不限于仅由 $Al_mCr_{1-m}N$ 构成的方式,只要能够起到本公开的效果,还包括在包含 $Al_mCr_{1-m}N$ 的同时还包含 $Al_mCr_{1-m}N$ 以外的成分(例如,不可避免的杂质)的方式。

[0129] 另外,上述 m 优选为0.10以上且0.75以下,更优选为0.20以上且0.73以下,进一步优选为0.30以上且0.70以下。

[0130] 第二单元层的厚度优选为5nm以上且 $1\mu m$ 以下。由此,能够进一步提高切削工具的耐磨损性。另外,上述第二单元层的厚度的下限优选为7nm以上,更优选为10nm以上,进一步优选为15nm以上。另外,上述第二单元层的厚度的上限优选为 $0.8\mu m$ 以下,更优选为 $0.6\mu m$ 以下,进一步优选为 $0.3\mu m$ 以下。另外,上述第二单元层的厚度优选为5nm以上且 $0.8\mu m$ 以下,更优选为10nm以上且 $0.6\mu m$ 以下,进一步优选为15nm以上且 $0.3\mu m$ 以下。

[0131] (第三单元层)

[0132] 优选地,上述第一层12在包含上述第一单元层的同时还包含第三单元层123。另外,在该情况下,优选地,上述第三单元层123由 $Ti_{1-n}Al_nN$ 构成,上述 n 为0以上且0.8以下,上述第一单元层121的厚度为5nm以上且50nm以下,上述第三单元层123的厚度为5nm以上且50nm以下,上述第一单元层121与上述第三单元层123交替地层叠(图5)。由此,由于构成切削工具的第一层的颗粒的粒径变得微细而使第一层的硬度变高,因此能够进一步提高切削工具的耐磨损性。只要“第一单元层与第三单元层交替地层叠”,则可以是第一单元层以及第三单元层中的任一层配置在最靠基材侧,也可以是第一单元层以及第三单元层中的任一层配置在最靠表面侧。另外,在此,“第三单元层由 $Ti_{1-n}Al_nN$ 构成”是如下概念:不限于仅由 $Ti_{1-n}Al_nN$ 构成的方式,只要能够起到本公开的效果,还包括在包含 $Ti_{1-n}Al_nN$ 的同时还包含 $Ti_{1-n}Al_nN$ 以外的成分(例如,不可避免的杂质)的方式。

[0133] 另外,上述 n 优选为0.3以上且0.9以下,更优选为0.4以上且0.8以下,进一步优选为0.5以上且0.7以下。

[0134] 第三单元层的厚度优选为5nm以上且 $1\mu m$ 以下。由此,能够进一步提高切削工具的耐磨损性。另外,上述第三单元层的厚度的下限优选为7nm以上,更优选为10nm以上,进一步优选为15nm以上。另外,上述第三单元层的厚度的上限优选为 $0.8\mu m$ 以下,更优选为 $0.6\mu m$ 以下,进一步优选为 $0.3\mu m$ 以下。另外,上述第三单元层的厚度优选为5nm以上且 $0.8\mu m$ 以下,更优选为10nm以上且 $0.6\mu m$ 以下,进一步优选为15nm以上且 $0.3\mu m$ 以下。

[0135] <第二层>

[0136] (第二层的硬度)

[0137] 本实施方式所涉及的第二层的硬度 H_2 满足: $0.5 \times H_1 \leq H_2 \leq 0.9 \times H_1$ 。由此,切削工具能够具有优异的耐剥离性和优异的耐崩裂性。上述 H_2 优选满足 $H_2 \geq 0.53 \times H_1$,更优选满足

$H_2 \geq 0.56 \times H_1$, 进一步优选满足 $H_2 \geq 0.6 \times H_1$ 。另外, 上述 H_2 优选满足 $H_2 \leq 0.87 \times H_1$, 更优选满足 $H_2 \leq 0.84 \times H_1$, 进一步优选满足 $H_2 \leq 0.8 \times H_1$ 。另外, 上述 H_2 优选满足 $0.53 \times H_1 \leq H_2 \leq 0.87 \times H_1$, 更优选满足 $0.56 \times H_1 \leq H_2 \leq 0.84 \times H_1$, 进一步优选满足 $0.6 \times H_1 \leq H_2 \leq 0.8 \times H_1$ 。

[0138] (第二层的厚度)

[0139] 上述第二层的厚度优选为 $0.2\mu\text{m}$ 以上且 $10\mu\text{m}$ 以下。由此, 能够进一步提高切削工具的耐崩裂性和切削工具的耐剥离性。另外, 上述第二层的厚度的下限优选为 $0.3\mu\text{m}$ 以上, 更优选为 $0.4\mu\text{m}$ 以上, 进一步优选为 $0.5\mu\text{m}$ 以上。另外, 上述第二层的厚度的上限优选为 $8\mu\text{m}$ 以下, 更优选为 $5\mu\text{m}$ 以下, 进一步优选为 $3\mu\text{m}$ 以下。另外, 上述第二层的厚度优选为 $0.3\mu\text{m}$ 以上且 $8\mu\text{m}$ 以下, 更优选为 $0.4\mu\text{m}$ 以上且 $5\mu\text{m}$ 以下, 进一步优选为 $0.5\mu\text{m}$ 以上且 $3\mu\text{m}$ 以下。

[0140] 上述第一层的厚度 T_1 相对于上述第二层的厚度 T_2 的比率 T_1/T_2 优选为 0.02 以上且 50 以下。由此, 能够改善耐磨损性、耐剥离性以及耐崩裂性的平衡, 因此能够进一步提高切削工具的寿命。另外, 上述 T_1/T_2 的下限优选为 0.04 以上, 更优选为 0.06 以上, 进一步优选为 0.1 以上。另外, 上述 T_1/T_2 的上限优选为 45 以下, 更优选为 40 以下, 进一步优选为 30 以下。

[0141] (第四单元层)

[0142] 优选地, 上述第二层包含上述第四单元层。另外, 在该情况下, 优选地, 上述第四单元层由 $\text{Ti}_a\text{Al}_b\text{C}_c\text{N}_{1-c}$ 构成, 上述 a 为 0.2 以上且 1.0 以下, 上述 b 为 0 以上且 0.8 以下, 上述 c 为 0 以上且 1.0 以下。由此, 能够在不使第一层与第二层的紧贴性变差的条件下, 有效地抑制第二层的龟裂的产生, 因此能够进一步提高切削工具的耐崩裂性。另外, 由此, 在第二层中, 能够抑制成为剥离的起点的崩裂的产生以及成为剥离的起点的龟裂的产生, 因此能够进一步提高切削工具的耐剥离性。在此, “第二层包含第四单元层” 是包括第二层仅由第四单元层构成的方式、以及第二层在包含第四单元层的同时还包含第四单元层以外的层的方式的概念。在此, “第四单元层由 $\text{Ti}_a\text{Al}_b\text{C}_c\text{N}_{1-c}$ 构成” 是如下概念: 不限于仅由 $\text{Ti}_a\text{Al}_b\text{C}_c\text{N}_{1-c}$ 构成的方式, 只要能够起到本公开的效果, 还包括在包含 $\text{Ti}_a\text{Al}_b\text{C}_c\text{N}_{1-c}$ 的同时还包含 $\text{Ti}_a\text{Al}_b\text{C}_c\text{N}_{1-c}$ 以外的成分的方式。

[0143] 第四单元层的厚度优选为 $0.3\mu\text{m}$ 以上且 $9\mu\text{m}$ 以下。由此, 能够进一步提高切削工具的耐磨损性。另外, 上述第四单元层的厚度的下限优选为 $0.4\mu\text{m}$ 以上, 更优选为 $0.5\mu\text{m}$ 以上, 进一步优选为 $0.6\mu\text{m}$ 以上。另外, 上述第四单元层的厚度的上限优选为 $7\mu\text{m}$ 以下, 更优选为 $5\mu\text{m}$ 以下, 进一步优选为 $3\mu\text{m}$ 以下。另外, 上述第四单元层的厚度优选为 $0.4\mu\text{m}$ 以上且 $7\mu\text{m}$ 以下, 更优选为 $0.5\mu\text{m}$ 以上且 $5\mu\text{m}$ 以下, 进一步优选为 $0.6\mu\text{m}$ 以上且 $3\mu\text{m}$ 以下。

[0144] 另外, 上述 a 优选为 0.3 以上且 0.95 以下, 更优选为 0.35 以上且 0.9 以下, 进一步优选为 0.4 以上且 0.85 以下。

[0145] 另外, 上述 b 优选为 0.05 以上且 0.7 以下, 更优选为 0.1 以上且 0.65 以下, 进一步优选为 0.15 以上且 0.6 以下。

[0146] 另外, 上述 c 优选为 0.01 以上且 0.9 以下, 更优选为 0.03 以上且 0.85 以下, 进一步优选为 0.05 以上且 0.7 以下。

[0147] <其他层>

[0148] 只要不损害本实施方式的效果, 上述覆膜也可以还包含上述其他层。如图6~图8所示, 作为上述其他层, 例如可列举为基底层14、中间层15以及表面层16等。

[0149] (基底层)

[0150] 本实施方式的覆膜可以包含基底层。基底层14是配置于基材11与第一层12和第二层13中的最靠基材侧的层之间的层。基底层由第一化合物构成,该第一化合物优选由选自自由元素周期表的第四族元素、周期表的第五族元素、周期表的第六族元素以及铝组成的群组中的一种以上的元素和选自自由碳、氮、硼以及氧组成的群组中的一种以上的元素构成。由此,能够进一步提高切削工具的耐磨损性。另外,由此,也能够提高覆膜与基材的紧贴性。

[0151] 作为基底层,通过在基材的正上方配置TiN层、TiC层、TiCN层、TiBN层、AlCrN层、TiAlN层,能够提高基材与覆膜的紧贴性。基底层的厚度优选为0.1 μm 以上且20 μm 以下。由此,能够进一步提高切削工具的耐磨损性。另外,由此,切削工具能够具有优异的耐缺损性。

[0152] (中间层)

[0153] 本实施方式的覆膜可以包含中间层。中间层15是配置于第一层12与第二层13之间的层。中间层的组成例如优选为TiAlN层、TiN层。中间层的厚度优选为0.01 μm 以上且0.2 μm 以下。

[0154] (表面层)

[0155] 本实施方式的覆膜可以包含表面层。表面层16是在覆膜40中配置于最靠表面侧的层。但是,有时也不在刀尖棱线部形成表面层。表面层16由第二化合物构成,该第二化合物优选由选自自由元素周期表的第四族元素、周期表的第五族元素、周期表的第六族元素以及铝组成的群组中的一种以上的元素和选自自由碳、氮、硼以及氧组成的群组中的一种以上的元素构成。由此,能够进一步提高切削工具的耐磨损性。

[0156] 作为表面层16,可列举为TiN层或TiAlN层。TiN层的色彩清晰(呈金色),因此若用作表面层16,则具有切削使用后的切削刀片的角部识别(已使用的部位的识别)容易这样的优点。通过使用TiAlN层作为表面层16,能够提高覆膜的耐氧化性。

[0157] 表面层16的厚度优选为0.05 μm 以上且1 μm 以下。由此,表面层16与相邻的层的紧贴性提高。

[0158] [实施方式2:切削工具的制造方法]

[0159] 以下,对实施方式1的切削工具的制造方法进行说明。需要说明的是,以下的制造方法是一个例子,实施方式1的切削工具也可以通过其他方法来制作。

[0160] 本实施方式所涉及的切削工具的制造方法包含:

[0161] 准备上述基材的第一工序(以下,有时简称为“第一工序”);以及

[0162] 在上述基材上形成上述覆膜的第二工序(以下,有时简称为“第二工序”)。以下,对各工序进行说明。

[0163] 《第一工序:准备基材的工序》

[0164] 在第一工序中,准备上述基材。作为上述基材,如上所述,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,可以使用由形状为ISO标准的DNGA150408构成的立方晶氮化硼烧结体构成的工具。

[0165] 《第二工序:在基材上形成覆膜的工序》

[0166] 在第二工序中,在基材上形成覆膜。另外,上述第二工序包含利用第一层将上述基材的表面的至少一部分覆盖的“第一层覆盖工序”、以及利用第二层将上述基材的表面的至少一部分覆盖的“第二层覆盖工序”。只要执行上述第一层覆盖工序以及上述第二层覆盖工序即可,可以先执行上述第一层覆盖工序以及上述第二覆盖工序中的任一工序。另外,上述

第二工序可以还包含后述的工序(i)、工序(ii)以及工序(iii)中的至少任一项。另外,上述第二工序可以还包含利用上述其他层将上述基材的表面的至少一部分覆盖的“其他层覆盖工序”。

[0167] 在第一层覆盖工序以及第二层覆盖工序中,利用第一层或第二层将上述基材的表面的至少刀尖部分覆盖。另外,在此,“利用第一层覆盖”或“利用第二层覆盖”是包括第一层或第二层将基材表面的正上方覆盖的情况和在基材表面与第一层或第二层之间配置有第一层或第二层以外的层(基底层)的情况这两者的概念。可以先进行第一层覆盖工序以及第二层覆盖工序中的任一项。

[0168] 上述第一层覆盖工序可以包含在第一层中形成第一单元层的“第一单元层覆盖工序”。上述第一层覆盖工序可以还包含在第一层中形成第二单元层的“第二单元层覆盖工序”、或者在第一层中形成第三单元层的“第三单元层覆盖工序”。上述第二层覆盖工序可以包含在第二层中形成第四单元层的“第四单元层覆盖工序”。第二工序可以包含形成上述其他层的“其他层覆盖工序”。

[0169] 作为利用第一层将上述基材的至少一部分覆盖的方法,例如可列举为物理蒸镀(PVD)法。在第一单元层覆盖工序、第二单元层覆盖工序、第三单元层覆盖工序、第二层覆盖工序以及第四单元层覆盖工序中也是同样的。

[0170] 作为物理蒸镀法,例如可列举为溅射法、离子镀法、电弧离子镀法、电子离子束蒸镀法等。尤其是若使用原料元素的离子率高的阴极电弧离子镀法或溅射法,则在形成覆膜之前能够对基材表面进行金属离子轰击处理或气体离子轰击处理,因此覆膜与基材的紧贴性显著提高,因此优选。

[0171] 在通过电弧离子镀法形成覆膜的情况下,例如可列举为以下这样的条件。例如,在形成由TiN构成的层的情况下,使用Ti靶作为金属蒸发源,使用N₂气体作为反应气体。将基板(基材)温度设定为400~550℃,以及将该装置内的气压设定为0.3~1.5Pa。

[0172] 在将基板(负)偏置电压维持为10~150V且DC或脉冲DC(频率20~50kHz)的状态下,向阴极电极供给80~150A的电弧电流,从电弧式蒸发源产生金属离子等,由此能够形成由TiN构成的层。在成膜过程中,钨丝也放电(发射电流为30~45A)。由此,能够使等离子体中的离子增加。作为在电弧离子镀法中使用的装置,例如可列举为株式会社神户制钢所制造的AIP(商品名)。

[0173] 在通过溅射法形成覆膜的情况下,例如能够列举为以下这样的条件。在形成由TiN构成的层的情况下,可以使用Ti靶作为金属蒸发源,使用N₂气体、Ar气体、Kr气体、Xe气体等溅射气体作为反应气体。

[0174] 本发明的发明人进行了深入研究的结果是,新发现了通过进行以下的工序(i)~(iii)中的至少任一工序,能够调整第一层与第二层之间的硬度差。尤其是发现了,即使是在化学组成上在以往的成膜条件下第一层与第二层的硬度差在所期望的范围外的情况下,通过进行上述工序(i)~(iii)中的至少任一工序,能够容易地对第一层与第二层之间的硬度差进行调整。

[0175] 在上述工序(i)中,利用加热器将上述第二层退火一定时间。由此,能够降低上述第二层的硬度,因此能够将该第二层的硬度H₂调整为 $0.5 \times H_1 \leq H_2 \leq 0.9 \times H_1$ 的范围。需要说明的是,上述工序(i)中的升温速度例如为5℃/分钟以上且10℃/分钟以下。另外,上述工序

(i) 中的退火温度例如为400°C以上且500°C以下。另外,上述工序(i)中的退火时间例如为10分钟以上且60分钟以下。另外,上述工序(i)中的冷却速度例如为5°C/分钟以上且10°C/分钟以下。另外,上述工序(i)中的冷却时的炉内压力例如为1Pa以上且8Pa以下。

[0176] 在上述工序(ii)中,对上述第一层或上述第二层进行基于溅射气体的离子轰击处理。由此,能够对上述第一层或上述第二层赋予压缩应力,因此能够提高进行了离子轰击处理的上述第一层或第二层的硬度。需要说明的是,上述工序(ii)中的气体组成例如为Ar(100%)、Kr(100%)或Xe(100%)。另外,上述工序(ii)中的气压例如为1Pa以上且3Pa以下。另外,上述工序(ii)中的偏置电压例如为-1000V以上且-600V以下。另外,上述工序(ii)中的处理时间例如为5分钟以上且60分钟以下。

[0177] 在上述工序(iii)中,交替地层叠第一单元层和第二单元层或第三单元层。由此,产生组成不同的层彼此的晶格常数的应变,因此能够对第一层的硬度进行调整。

[0178] 另外,本发明的发明人进行了深入研究的结果是,新发现了通过进行以下的工序(iv),能够提高第一层与第二层之间的紧贴性。

[0179] 在上述工序(iv)中,在上述第二层覆盖工序与上述第一层覆盖工序的切换时,如下那样对偏置电压进行调整。

[0180] 对首先执行第二层覆盖工序、然后执行第一层覆盖工序的情况进行说明。将第二层覆盖工序的偏置电压设为A(V),并且,将第一层覆盖工序的偏置电压设为B(V)。首先,将偏置电压设为A(V),进行第二层覆盖工序。在第二层的厚度形成为所期望的厚度的时间点,在维持偏置电压以外的成膜条件的状态下,将偏置电压在 $B > A$ 时变更为大于A且小于B(V),或者在 $A > B$ 时变更为大于B且小于A(V),进行60~120秒的成膜。将该工序表示为工序(iv-1)。接着,将偏置电压以外的成膜条件变更为第一层覆盖条件,且偏置电压维持工序(iv-1),进行60~120秒的成膜。将该工序表示为工序(iv-2)。接着,在维持偏置电压以外的成膜条件的状态下,将偏置电压变更为B(V),进行第一层覆盖工序。在该情况下,上述工序(iv)包含工序(iv-1)以及工序(iv-2)中的一方或双方。

[0181] 对首先执行第一层覆盖工序、然后执行第二层覆盖工序的情况进行说明。将第一层覆盖工序的偏置电压设为B(V),并且,将第二覆盖工序的偏置电压设为A(V)。首先,将偏置电压设为B(V),进行第一层覆盖工序。在第一层的厚度形成为所期望的厚度的时间点,在维持偏置电压以外的成膜条件的状态下,将偏置电压在 $B > A$ 时变更为大于A且小于B(V),或者在 $A > B$ 时变更为大于B且小于A(V),进行60~120秒的成膜。将该工序表示为工序(iv-3)。接着,将偏置电压以外的成膜条件变更为第二层覆盖条件,且偏置电压维持工序(iv-3),进行60~120秒的成膜。将该工序表示为工序(iv-4)。接着,在维持偏置电压以外的成膜条件的状态下,将偏置电压变更为A(V),进行第二层覆盖工序。在该情况下,上述工序(iv)包含工序(iv-3)以及工序(iv-4)中的一方或双方。

[0182] 需要说明的是,在上述第一层覆盖工序的偏置电压B(V)不在大于20V且小于60V的范围内的情况下,存在难以得到所期望的硬度 H_1 的趋势。

[0183] 根据上述工序(iv),能够使从上述第一层覆盖工序切换为上述第二层覆盖工序时、以及从上述第二层覆盖工序切换为上述第一层覆盖工序时的偏置电压的变化变得平缓,因此能够抑制由覆膜形成时的偏置电压的急剧变化引起的覆膜中的取向性的偏差。其结果是, $I_{(200)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 、 $I_{(111)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ 、以及 $I_{(220)} / (I_{(200)} + I_{(111)} +$

$I_{(220)}$ 中的任一者的取向性占优势,因此 $I_{(200)}/(I_{(200)}+I_{(111)}+I_{(220)})$ 、 $I_{(111)}/(I_{(200)}+I_{(111)}+I_{(220)})$ 、以及 $I_{(220)}/(I_{(200)}+I_{(111)}+I_{(220)})$ 中的至少任一项能够为0.45以上。本发明的发明人进行了深入研究的结果是,发现了通过上述那样的偏置电压的切换操作,能够抑制覆膜中的取向性的偏差。

[0184] <其他层覆盖工序>

[0185] 在本实施方式所涉及的第二工序中,除了上述的第一层覆盖工序、第二层覆盖工序以及退火工序以外,也可以适当进行在基材与上述第一层之间形成基底层的“基底层覆盖工序”、在上述第一层与上述第二层之间形成中间层的“中间层覆盖工序”、以及在上述第二层之上形成表面层的“表面层覆盖工序”等。在形成上述的基底层、中间层以及表面层等其他层的情况下,可以通过以往的方法形成其他层。具体而言,例如可列举为通过上述的PVD法形成上述其他层。

[0186] 《其他工序》

[0187] 在本实施方式所涉及的制造方法中,除了上述的工序以外,例如也可以适当进行实施表面处理的工序等。作为实施表面处理的工序,例如可列举为使用了使金刚石粉末承载于弹性材料的介质的表面处理等。

[0188] 实施例

[0189] 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。

[0190] [实施例1]

[0191] 《切削工具的制作》

[0192] [试样No.1-1~试样No.1-15、试样No.1-17~试样No.1-34、以及试样No.1-101~试样No.1-105]

[0193] 使用下述的制造方法,制作试样No.1-1~试样No.1-15、试样No.1-17~试样No.1-34、以及试样No.1-101~试样No.1-106的切削工具。

[0194] <准备基材的工序>

[0195] 首先,作为基材准备工序,准备立方晶硼烧结体工具(形状:JIS规格DNGA150408)作为基材。接着,将上述基材设置在电弧离子镀装置(株式会社神户制钢所制造,商品名:AIP)的预定的位置。

[0196] <在基材上形成覆膜的工序>

[0197] 接着,作为第二层覆盖工序,在表1所记载的条件下,使用电弧离子镀法,在上述基材的表面形成第二层。具体而言,通过以下的方法来进行。作为金属蒸发源,使用与后述的表3以及表4中记载的第二层的“组成”相应的靶。例如,在第二层的组成为TiAlN的情况下,使用TiAl靶作为金属蒸发源。另外,在TiCN、TiC或TiN的情况下,使用Ti靶作为金属蒸发源。使用 N_2 气体和/或甲烷气体作为反应气体。将基板(基材)温度设定为500℃,并且将该装置内的气压设定为1Pa。

[0198] 接着,作为工序(i),在表1的“退火温度[℃]/时间[分钟]”一栏中记载的条件下,对第二层的表面进行退火。退火时的炉内压力设为2Pa。表1的“退火温度[℃]/时间[分钟]”一栏中的“-”表示未执行工序(i)。

[0199] 接着,作为工序(ii),在表1的“离子轰击”一栏中记载的条件下,执行离子轰击处理。在此,“Ar(800V)”是指反应气体为Ar气体且偏置电压为800V。离子轰击处理的时间设为

45分钟,炉内压力设为1Pa。表1的“离子轰击”一栏中的“-”表示未执行工序(ii)。

[0200] 接着,作为工序(iv),在维持偏置电压以外的条件的状态下,将偏置电压从第二层覆盖工序中的偏置电压的值调整为表1的“工序(iv)”一栏中记载的偏置电压的值,进行60秒的成膜。例如,在试样1-1中,将偏置电压从30V(第二层覆盖工序中的偏置电压)调整为33V(工序(iv)中的偏置电压)。接着,将偏置电压以外的成膜条件变更为以下所示的第一层覆盖条件,并且在维持偏置电压的状态下进行60秒的成膜。

[0201] 接着,作为第一层覆盖工序,在表1所记载的条件下,使用电弧离子镀法,在上述第二层之上形成第一层。具体而言,通过以下的方法来进行。作为金属蒸发源,使用与后述的表3以及表4中记载的第一层的“组成”相应的靶。例如,在第一层的组成为TiAlN的情况下,使用TiAl靶作为金属蒸发源。另外,例如,在第一层的组成为TiAlSiN的情况下,使用TiAlSi靶作为金属蒸发源。使用N₂气体作为反应气体。将基板(基材)温度设定为500℃,并且将该装置内的气压设定为4Pa。

[0202] 表1

[0203]

试样 No.	第二层覆盖工序	工序 (i)	工序 (ii)	工序 (iv)	第一层覆盖工序
	偏置 电压[V]	退火 温度[°C]/时间[分钟]	离子 轰击	偏置 电压[V]	偏置 电压[V]
1-1	30	-	-	33	35
1-2	32	500/30	-	33	35
1-3	32	-	Ar (-800 V)	33	35
1-4	25	-	-	33	35
1-5	30	500/30	-	33	35
1-6	30	-	Ar (-800 V)	33	35
1-7	30	-	-	33	35
1-8	30	-	-	33	35
1-9	30	-	-	33	35
1-10	30	-	-	33	35
1-11	25	500/30	-	33	35
1-12	30	500/30	-	33	35
1-13	32	500/30	-	33	35
1-14	20	500/60	-	21	23
1-15	30	-	-	40	50
1-17	60	500/60	-	38	35
1-18	60	500/60	-	38	35
1-19	60	500/60	-	38	35
1-20	100	500/60	-	55	50
1-21	30	-	-	33	35
1-22	30	-	-	33	35
1-23	30	-	-	33	35
1-24	30	-	-	33	35
1-25	30	-	-	33	35
1-26	30	-	-	33	35
1-27	30	-	-	33	35
1-28	30	-	-	33	35
1-29	30	-	-	33	35
1-30	30	-	-	33	35
1-31	30	-	-	33	35
1-32	30	-	-	33	35
1-33	30	-	-	33	35
1-34	30	-	-	33	35
1-101	35	-	-	-	35
1-102	33	-	-	-	35
1-103	15	-	-	-	35
1-104	15	500/60	-	18	20
1-105	30	-	-	50	60
1-106	20	-	-	-	25

[0204] [试样No.1-16]

[0205] 使用下述的制造方法,制作试样No.1-16的切削工具。

[0206] <准备基材的工序>

[0207] 作为基材准备工序,准备与上述的试样No.1-1相同的基材,将该基材设置于电弧离子镀装置的预定的位置。

[0208] <在基材上形成覆膜的工序>

[0209] 接着,作为第一层覆盖工序,在表2中记载的条件下,使用电弧离子镀法,在上述基材上形成第一层。具体而言,通过以下的方法来进行。作为金属蒸发源,使用与后述的表3中

记载的第一层的“组成”相应的靶。即,使用TiAl靶作为金属蒸发源。使用N₂气体作为反应气体。将基板(基材)温度设定为500℃,并且将该装置内的气压设定为2Pa。

[0210] 接着,作为工序(iv),在维持偏置电压以外的条件的状态下,将偏置电压从第一层覆盖工序中的偏置电压的值调整为表2的“工序(iv)”一栏中记载的偏置电压的值。接着,将偏置电压以外的成膜条件变更为以下所示的第二层覆盖条件,并且在维持偏置电压的状态下进行60秒的成膜。

[0211] 接着,作为第二层覆盖工序,在表2记载的条件下,使用电弧离子镀法,在上述第一层之上形成第二层。具体而言,通过以下的方法来进行。作为金属蒸发源,使用与后述的表3以及表4中记载的第二层的“组成”相应的靶。即,使用TiAl靶作为金属蒸发源。使用N₂气体作为反应气体。将基板(基材)温度设定为500℃,并且将该装置内的气压设定为2Pa。

[0212] 需要说明的是,为了制作试样No.1-16的切削工具,未执行工序(i)以及工序(ii)。

[0213] 表2

试样 No.	第一层 覆盖工序	工序(iv)	第二层 覆盖工序	工序(i)	工序(ii)
	偏置 电压[V]	偏置 电压[V]	偏置 电压[V]	退火 温度[°C]/时间[分钟]	离子 轰击
1-16	35	33	30	-	-

[0215] 《切削工具的特性评价》

[0216] 使用如上所述制作的试样No.1-1~试样No.1-34以及试样No.1-101~试样No.1-106的切削工具,如以下那样,对切削工具的各特性进行评价。需要说明的是,试样No.1-1~试样No.1-34的切削工具与实施例对应,试样No.1-101~试样No.1-106的切削工具与比较例对应。

[0217] <x、y、z、a、b以及c的测定>

[0218] 对于试样No.1-1~试样No.1-34以及试样No.1-101~试样No.1-106的切削工具,通过实施方式1中记载的方法求出第一层的组成Ti_xAl_yM_{1-x-y}C_zN_{1-z}中的“x”、“y”、“z”、第二层的组成Ti_aAl_bC_cN_{1-c}中的“a”、“b”以及“c”。将所得到的结果分别在表3以及表4的“组成”一项中的化学式中记载为原子比。

[0219]

表 3

试样 No.	第一层					第二层					T ₁ /T ₂	R _{c200}	R _{c(111)}	R _{c(20)}	切削评价 最大 磨痕量 [μm]
	组成	基材侧 / 表面侧	厚度 T ₁ [μm]	硬度 H ₁ [GPa]	0.5 × H ₁	0.9 × H ₁	组成	基材侧 / 表面侧	厚度 T ₂ [μm]	硬度 H ₂ [GPa]					
1-1	Ti _{0.50} Al _{0.50} N	表面侧	1.0	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	24	1.00	0.88	0.05	0.07	271
1-2	Ti _{0.50} Al _{0.50} N	表面侧	1.0	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	26	1.00	0.87	0.04	0.09	271
1-3	Ti _{0.50} Al _{0.50} N	表面侧	1.0	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	27	1.00	0.88	0.05	0.07	281
1-4	Ti _{0.50} Al _{0.50} N	表面侧	1.0	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	22	1.00	0.87	0.05	0.08	279
1-5	Ti _{0.50} Al _{0.50} N	表面侧	1.0	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	23	1.00	0.89	0.04	0.07	276
1-6	Ti _{0.50} Al _{0.50} N	表面侧	1.0	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	25	1.00	0.88	0.03	0.09	279
1-7	Ti _{0.50} Al _{0.50} N	表面侧	11.0	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.1	24	110.00	0.89	0.05	0.06	275
1-8	Ti _{0.50} Al _{0.50} N	表面侧	0.1	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	11.0	24	0.01	0.87	0.04	0.09	274
1-9	Ti _{0.50} Al _{0.50} N	表面侧	0.1	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	24	0.10	0.89	0.05	0.06	279
1-10	Ti _{0.50} Al _{0.50} N	表面侧	10.0	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	24	10.00	0.88	0.04	0.08	280
1-11	Ti _{0.50} Al _{0.50} N	表面侧	1.0	30	15.0	27.0	TiN	基材侧	1.0	15	1.00	0.89	0.05	0.06	282
1-12	Ti _{0.40} Al _{0.60} N	表面侧	1.0	32	16.0	28.8	Ti _{0.4} Al _{0.6} N	基材侧	1.0	26	1.00	0.87	0.05	0.08	271
1-13	Ti _{0.40} Al _{0.60} N	表面侧	1.0	32	16.0	28.8	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	26	1.00	0.80	0.10	0.10	275
1-14	Ti _{0.50} Al _{0.50} N	表面侧	1.0	25	12.5	22.5	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	22	1.00	0.88	0.05	0.07	289
1-15	Ti _{0.50} Al _{0.50} N	表面侧	1.0	40	20.0	36.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	27	1.00	0.88	0.05	0.07	286
1-16	Ti _{0.50} Al _{0.50} N	基材侧	1.0	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	表面侧	1.0	24	1.00	0.90	0.05	0.05	274
1-17	Ti _{0.50} Al _{0.50} N	表面侧	0.2	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	10.0	27	0.02	0.89	0.05	0.06	289
1-18	Ti _{0.50} Al _{0.50} N	表面侧	10.0	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.2	27	50.00	0.89	0.05	0.06	283
1-19	Ti _{0.98} Al _{0.01} N	表面侧	0.1	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	10.0	27	0.01	0.87	0.04	0.09	288
1-20	Ti _{0.20} Al _{0.80} N	表面侧	1.0	31	15.5	27.9	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	27	1.00	0.43	0.45	0.12	290
1-21	Ti _{0.20} Al _{0.78} Si _{0.01} N	表面侧	1.0	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	24	1.00	0.89	0.04	0.07	282
1-22	Ti _{0.98} Al _{0.01} B _{0.01} N	表面侧	1.0	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	24	1.00	0.84	0.03	0.13	280
1-23	Ti _{0.50} Al _{0.30} Y _{0.20} N	表面侧	1.0	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	24	1.00	0.84	0.04	0.12	281
1-24	Ti _{0.40} Al _{0.40} Zr _{0.01} N	表面侧	1.0	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	24	1.00	0.82	0.05	0.13	283
1-25	Ti _{0.40} Al _{0.40} Hf _{0.01} N	表面侧	1.0	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	24	1.00	0.83	0.03	0.14	283
1-26	Ti _{0.40} Al _{0.40} V _{0.01} N	表面侧	1.0	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	24	1.00	0.85	0.04	0.11	288
1-27	Ti _{0.40} Al _{0.40} Nb _{0.01} N	表面侧	1.0	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	25	1.00	0.84	0.02	0.14	280
1-28	Ti _{0.40} Al _{0.40} Ta _{0.01} N	表面侧	1.0	30	15.0	27.0	TiC	基材侧	1.0	21	1.00	0.10	0.39	0.51	287
1-29	Ti _{0.40} Al _{0.40} Cr _{0.01} N	表面侧	1.0	30	15.0	27.0	TiN	基材侧	1.0	20	1.00	0.82	0.04	0.14	281
1-30	Ti _{0.40} Al _{0.40} Mo _{0.01} N	表面侧	1.0	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	24	1.00	0.84	0.03	0.13	285
1-31	Ti _{0.40} Al _{0.40} W _{0.01} N	表面侧	1.0	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	24	1.00	0.82	0.04	0.14	284

[0220]

表 4

试样 No.	第一层					第二层					T ₁ /T ₂	R _{a(200)}	R _{a(111)}	R _{a(20)}	切削评价 最大磨损量 [μm]
	组成	基材侧 / 表面侧	厚度 T ₁ [μm]	硬度 H ₁ [GPa]	0.5 × H ₁	0.9 × H ₁	组成	基材侧 / 表面侧	厚度 T ₂ [μm]	硬度 H ₂ [GPa]					
1-32	Ti _{0.50} Al _{0.50} N	表面侧	1.0	30	15.0	27.0	Ti _{0.2} Al _{0.8} N	基材侧	1.0	24	1.00	0.84	0.04	0.12	274
1-33	Ti _{0.50} Al _{0.50} N	表面侧	1.0	30	15.0	27.0	TiN	基材侧	1.0	20	1.00	0.84	0.03	0.13	271
1-34	Ti _{0.50} Al _{0.50} N	表面侧	1.0	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} C	基材侧	1.0	24	1.00	0.82	0.04	0.14	278
1-101	Ti _{0.50} Al _{0.50} N	表面侧	1.0	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	30	1.00	0.89	0.02	0.09	311
1-102	Ti _{0.50} Al _{0.50} N	表面侧	1.0	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	28	1.00	0.90	0.05	0.05	299
1-103	Ti _{0.50} Al _{0.50} N	表面侧	1.0	30	15.0	27.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	10	1.00	0.95	0.03	0.02	311
1-104	Ti _{0.50} Al _{0.50} N	表面侧	1.0	23	11.5	20.7	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	20	1.00	0.88	0.05	0.07	301
1-105	Ti _{0.50} Al _{0.50} N	表面侧	1.0	42	21.0	37.8	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	27	1.00	0.88	0.05	0.07	295
1-106	Ti _{0.50} Al _{0.50} N	表面侧	1.0	28	14.0	25.2	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	20	1.00	0.31	0.36	0.33	300

[0221] <第一层的厚度以及第二层的厚度的测定>

[0222] 对于试样No.1-1 ~ 试样No.1-34以及试样No.1-101 ~ 试样No.1-106的切削工具，

通过实施方式1中记载的方法求出第一层的厚度。将所得到的结果分别记载于表3以及表4的“厚度 T_1 [μm]”一项中。另外,对于试样No.1-1~试样No.1-34以及试样No.1-101~试样No.1-106的切削工具,通过实施方式1中记载的方法求出第二层的厚度。将所得到的结果分别记载于表3以及表4的“厚度 T_2 [μm]”一项中。

[0223] <第一层的硬度 H_1 以及第二层的硬度 H_2 的测定>

[0224] 对于试样No.1-1~试样No.1-34以及试样No.1-101~试样No.1-106的切削工具,通过实施方式1中记载的方法求出第一层的硬度 H_1 。将所得到的结果分别记载于表3以及表4的“硬度 H_1 [GPa]”一项中。另外,对于试样No.1-1~试样No.1-34以及试样No.1-101~试样No.1-106的切削工具,通过实施方式1中记载的方法求出第二层的硬度 H_2 。将所得到的结果分别记载于表3以及表4的“硬度 H_2 [GPa]”一项中。

[0225] < $I_{(200)}/(I_{(200)}+I_{(111)}+I_{(220)})$ 、 $I_{(111)}/(I_{(200)}+I_{(111)}+I_{(220)})$ 、以及 $I_{(220)}/(I_{(200)}+I_{(111)}+I_{(220)})$ 的测定>

[0226] 对于试样No.1-1~试样No.1-34以及试样No.1-101~试样No.1-106的切削工具,通过实施方式1中记载的方法求出覆膜的 $I_{(200)}/(I_{(200)}+I_{(111)}+I_{(220)})$ 。将所得到的结果分别记载于表3以及表4的“ $R_{(200)}$ ”一项中。另外,对于试样No.1-1~试样No.1-34以及试样No.1-101~试样No.1-106的切削工具,通过实施方式1中记载的方法求出覆膜的 $I_{(111)}/(I_{(200)}+I_{(111)}+I_{(220)})$ 。将所得到的结果分别记载于表3以及表4的“ $R_{(111)}$ ”一项中。另外,对于试样No.1-1~试样No.1-34以及试样No.1-101~试样No.1-106的切削工具,通过实施方式1中记载的方法求出覆膜的 $I_{(220)}/(I_{(200)}+I_{(111)}+I_{(220)})$ 。将所得到的结果分别记载于表3以及表4的“ $R_{(220)}$ ”一项中。

[0227] 《切削试验》

[0228] 使用如上述那样制作的试样No.1-1~试样No.1-34以及试样No.1-101~试样No.1-106的切削工具,进行以下的切削试验。

[0229] 对于试样No.1-1~试样No.1-34以及试样No.1-101~试样No.1-106的切削工具,通过以下的切削条件来执行被切削件的切削加工。接着,在切削距离达到50m的时间点,将相互接触的切削工具与被切削件暂时分离。接着,在上述分离后经过3分钟后,通过以下的切削条件再次执行上述被切削件的切削。重复执行上述处理,直至切削距离达到3km为止。接着,对切削距离达到3km的时间点下的切削工具的后刀面的最大磨损量进行测定作为最大磨损量。最大磨损量越小,意味着即使在高负荷切削中切削工具也具有较长的工具寿命。另外,在此,最大磨损量为290 μm 以下意味着即使在高负荷切削中切削工具也具有较长的工具寿命。将上述最大磨损量记载于表3以及表4的“最大磨损量 [μm]”一项中。

[0230] (切削条件)

[0231] 被切削件:高硬度钢SUJ2 (HRC62) (直径85mm×长度200mm)

[0232] 切削速度: $V=100\text{m}/\text{min}$ 。

[0233] 进给: $f=0.2\text{mm}/\text{rev}$ 。

[0234] 切口: $a_p=0.5\text{mm}$

[0235] 湿式/干式:湿式

[0236] 该切削条件相当于淬火钢(高硬度材料)的高负荷切削。

[0237] <结果>

[0238] 试样No.1-1~试样No.1-34相当于实施例。试样No.1-101~试样No.1-106相当于比较例。由表3以及表4的结果可以确认,相当于实施例的试样No.1-1~试样No.1-34的切削工具与相当于比较例的试样No.1-101~试样No.1-106相比,即使在如淬火钢等高硬度材料的切削那样的高负荷切削中也具有较长的工具寿命。据推测其理由是因为,在试样No.1-1~试样No.1-34的切削工具中,覆膜的第一层的硬度高且耐磨损性良好,并且覆膜在包含第一层的同时还包含第二层,因此覆膜的耐崩裂性以及耐剥离性良好,在切削过程中不易发生覆膜的破坏,抑制以此处为起点的磨损。

[0239] [实施例2]

[0240] 《切削工具的制作》

[0241] [试样No.2-1~试样No.2-42]

[0242] 使用下述的制造方法,制作试样No.2-1~试样No.2-42的切削工具。

[0243] <准备基材的工序>

[0244] 作为基材准备工序,准备与上述的试样No.1-1~试样No.1-15、试样No.1-17~试样No.1-34以及试样No.1-101~试样No.1-106相同的基材,将该基材设置于电弧离子镀装置的预定的位置。

[0245] <在基材上形成覆膜的工序>

[0246] 作为第二层包覆工序,除了以表5以及表6中记载的条件执行和作为金属蒸发源使用以下的靶以外,在与上述的试样No.1-1~试样No.1-15、试样No.1-17~试样No.1-34以及试样No.1-101~试样No.1-106相同的条件下,使用电弧离子镀法在上述基材之上形成第二层。作为金属蒸发源,使用与后述的表7中记载的第二层的“组成”相应的靶。具体而言,在第二层的组成为TiAlN的情况下,使用TiAl靶作为金属蒸发源。另外,在TiCN或TiN的情况下,使用Ti靶作为金属蒸发源。

[0247] 接着,作为工序(iv),将偏置电压从第二层覆盖工序中的偏置电压的值调整为表5以及表6的“工序(iv)”一栏中记载的偏置电压的值,进行60秒的成膜。接着,将偏置电压以外的成膜条件变更为以下所示的第一层覆盖条件,并且在维持偏置电压的状态下进行60秒的成膜。需要说明的是,未执行工序(i)以及工序(ii)。

[0248] 接着,作为第一层覆盖工序,在表5以及表6中记载的条件下,使用电弧离子镀法,交替地执行第一单元层覆盖工序和第二单元层覆盖工序,由此在上述第二层的表面形成第一层。具体而言,通过以下的方法来进行。作为金属蒸发源,使用与后述的表7以及表8中记载的第一层的“组成”相应的靶。即,在第一单元层的组成为TiAlN的情况下,使用TiAl靶作为金属蒸发源。另外,例如,在第一单元层的组成为TiAlSiN的情况下,使用TiAlSi靶作为金属蒸发源。另外,在第二单元层的组成为AlCrN的情况下,使用AlCr靶作为金属蒸发源。另外,在第二单元层的组成为CrN的情况下,使用Cr靶作为金属蒸发源。使用N₂气体作为反应气体。将基板(基材)温度设定为500℃,并且将该装置内的气压设定为4Pa。需要说明的是,在第一单元层覆盖工序以及第二单元层覆盖工序中,最初执行的是第一单元层覆盖工序,最后执行的是第二单元层覆盖工序。

[0249] 表5

[0250]

试样 No.	第二层覆盖工序	工序 (i)	工序 (ii)	工序 (iv)	第一层覆盖工序
	偏置电压[V]	退火温度[°C]/时间[分钟]	离子轰击	偏置电压[V]	第一单元层/第二单元层覆盖工序 (工序(iii)) 偏置电压[V]
2-1	30	-	-	32	35
2-2	30	-	-	32	35
2-3	30	-	-	32	35
2-4	30	-	-	32	35
2-5	30	-	-	32	35
2-6	30	-	-	32	35
2-7	30	-	-	32	35
2-8	30	-	-	32	35
2-9	30	-	-	32	35
2-10	30	-	-	32	35
2-11	30	-	-	32	35
2-12	800	-	-	700	35
2-13	800	-	-	700	35
2-14	800	-	-	700	35
2-15	800	-	-	700	35
2-16	800	-	-	700	35
2-17	800	-	-	700	35
2-18	800	-	-	700	35
2-19	800	-	-	700	35
2-20	800	-	-	700	35
2-21	800	-	-	700	35
2-22	800	-	-	700	35
2-23	800	-	-	700	35
2-24	800	-	-	700	35
2-25	800	-	-	700	35
2-26	800	-	-	700	35
2-27	800	-	-	700	35
2-28	800	-	-	700	35
2-29	800	-	-	700	35

[0251] 表6

[0252]

试样 No.	第二层覆盖工序	工序 (i)	工序 (ii)	工序 (iv)	第一层覆盖工序
	偏置电压[V]	退火温度[°C]/时间[分钟]	离子轰击	偏置电压[V]	第一单元层/第二单元层覆盖工序 (工序(iii)) 偏置电压[V]
2-30	30	-	-	33	35
2-31	30	-	-	33	35
2-32	30	-	-	33	35
2-33	23	500/30	-	24	25
2-34	30	-	-	33	35
2-35	30	-	-	33	35
2-36	30	-	-	33	35
2-37	100	500/60	-	37	35
2-38	30	-	-	33	40
2-39	30	-	-	33	35
2-40	30	-	-	33	35
2-41	30	-	-	33	35
2-42	30	-	-	33	35

[0253] 《切削工具的特性评价》

[0254] 对于如上述那样制作的试样No.2-1~试样No.2-42的切削工具,通过与实施例1同样的方法,分别通过测定求出第一单元层的组成 $Ti_xAl_yM_{1-x-y}C_zN_{1-z}$ 中的“x”、“y”、“z”、“第一单元层厚度”、第二单元层的组成 $Al_mCr_{1-m}N$ 中的“m”、“第二单元层厚度”、第二层的组成 $Ti_aAl_bC_cN_{1-c}$ 中的“a”、“b”、“c”、“第一层的厚度”、“第二层的厚度”、“第一层的硬度 H_1 ”、“第二层的硬度 H_2 ”、“ $I_{(200)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ ” (“ $R_{(200)}$ ”)、“ $I_{(111)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ ”

(“ $R_{(111)}$ ”)、以及“ $I_{(220)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ ”(“ $R_{(220)}$ ”)。将所得到的结果分别记载于表7以及表8。“第一单元层厚度”、“第二单元层厚度”以及“第一层的厚度”的关系如下。例如,在试样2-1中,厚度为15nm的第一单元层和厚度为10nm的第二单元层交替地层叠而形成第一层,该第一层的厚度 T_1 为2.5 μm 。需要说明的是,试样No.2-1~试样No.2-42的切削工具相当于实施例。

[0255]

表 7

试样 No.	第一层										第二层					T_1 / T_2	$R_{(200)}$	$R_{(111)}$	$R_{(220)}$	切削评价 最大磨痕量 [μm]		
	第一单元层			第二单元层			基材侧 / 表面侧	厚度 T_1 [μm]	硬度 H_1 [GPa]	$0.5 \times H_1$	$0.9 \times H_1$	组成	基材侧 / 表面侧	厚度 T_2 [μm]	硬度 H_2 [GPa]							
	组成	x	y	z	厚度 [nm]	组成															m	厚度 [nm]
2-1	TiAlSiN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	37	18.5	33.3	$\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{N}$	基材侧 / 表面侧	0.5	24	5	0.87	0.06	0.07	229		
2-2	TiAlBN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	38	19.0	34.2	$\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{N}$	基材侧 / 表面侧	0.5	24	5	0.89	0.08	0.03	231		
2-3	TiAlYN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	38	19.0	34.2	$\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{N}$	基材侧 / 表面侧	0.5	24	5	0.89	0.04	0.07	237		
2-4	TiAlZrN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	36	18.0	32.4	$\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{N}$	基材侧 / 表面侧	0.5	24	5	0.86	0.03	0.11	239		
2-5	TiAlHN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	36	18.0	32.4	$\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{N}$	基材侧 / 表面侧	0.5	24	5	0.89	0.05	0.06	238		
2-6	TiAlVN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	35	17.5	31.5	$\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{N}$	基材侧 / 表面侧	0.5	24	5	0.86	0.06	0.08	258		
2-7	TiAlBN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	35	17.5	31.5	$\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{N}$	基材侧 / 表面侧	0.5	24	5	0.88	0.07	0.05	253		
2-8	TiAlTaN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	36	18.0	32.4	$\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{N}$	基材侧 / 表面侧	0.5	24	5	0.86	0.05	0.09	273		
2-9	TiAlCrN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	34	17.0	30.6	$\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{N}$	基材侧 / 表面侧	0.5	24	5	0.85	0.04	0.11	269		
2-10	TiAlMoN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	34	17.0	30.6	$\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{N}$	基材侧 / 表面侧	0.5	24	5	0.87	0.03	0.10	271		
2-11	TiAlWN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	34	17.0	30.6	$\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{N}$	基材侧 / 表面侧	0.5	24	5	0.87	0.05	0.08	272		
2-12	TiAlSiN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	37	18.5	33.3	$\text{TiC}_{0.1}\text{Ni}_{0.9}$	基材侧 / 表面侧	0.5	22	5	0.32	0.20	0.48	261		
2-13	TiAlBN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	38	19.0	34.2	$\text{TiC}_{0.1}\text{Ni}_{0.9}$	基材侧 / 表面侧	0.5	22	5	0.33	0.21	0.46	267		
2-14	TiAlZrN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	36	18.0	32.4	$\text{TiC}_{0.1}\text{Ni}_{0.9}$	基材侧 / 表面侧	0.5	22	5	0.33	0.19	0.48	262		
2-15	TiAlBN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	35	17.5	31.5	$\text{TiC}_{0.1}\text{Ni}_{0.9}$	基材侧 / 表面侧	0.5	22	5	0.33	0.18	0.49	264		
2-16	TiAlTaN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	36	18.0	32.4	$\text{TiC}_{0.1}\text{Ni}_{0.9}$	基材侧 / 表面侧	0.5	22	5	0.32	0.18	0.50	268		
2-17	TiAlWN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	34	17.0	30.6	$\text{TiC}_{0.1}\text{Ni}_{0.9}$	基材侧 / 表面侧	0.5	22	5	0.32	0.19	0.49	271		
2-18	TiAlCrN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	34	17.0	30.6	$\text{TiC}_{0.1}\text{Ni}_{0.9}$	基材侧 / 表面侧	0.5	22	5	0.33	0.13	0.54	265		
2-19	TiAlMoN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	34	17.0	30.6	$\text{TiC}_{0.1}\text{Ni}_{0.9}$	基材侧 / 表面侧	0.5	22	5	0.32	0.15	0.53	263		
2-20	TiAlBN	0.98	0.01	1.0	15	AlCrN	0.7	10	35	17.5	31.5	$\text{TiC}_{0.1}\text{Ni}_{0.9}$	基材侧 / 表面侧	0.5	22	5	0.33	0.19	0.48	258		
2-21	TiAlBN	0.20	0.60	1.0	15	AlCrN	0.7	10	39	19.5	35.1	$\text{TiC}_{0.1}\text{Ni}_{0.9}$	基材侧 / 表面侧	0.5	22	5	0.33	0.12	0.55	271		
2-22	TiAlBN	0.20	0.70	1.0	15	AlCrN	0.7	10	39	19.5	35.1	$\text{TiC}_{0.1}\text{Ni}_{0.9}$	基材侧 / 表面侧	0.5	22	5	0.34	0.19	0.47	265		
2-23	TiAlSiN	0.98	0.01	1.0	15	AlCrN	0.7	10	35	17.5	31.5	$\text{TiC}_{0.1}\text{Ni}_{0.9}$	基材侧 / 表面侧	0.5	22	5	0.31	0.20	0.49	256		
2-24	TiAlSiN	0.20	0.60	1.0	15	AlCrN	0.7	10	38	19.0	34.2	$\text{TiC}_{0.1}\text{Ni}_{0.9}$	基材侧 / 表面侧	0.5	22	5	0.32	0.21	0.47	261		
2-25	TiAlSiCN	0.49	0.49	0.5	15	AlCrN	0.7	10	38	19.0	34.2	$\text{TiC}_{0.1}\text{Ni}_{0.9}$	基材侧 / 表面侧	0.5	22	5	0.30	0.21	0.49	265		
2-26	TiAlSiN	0.49	0.49	1.0	5	AlCrN	0.7	5	37	18.5	33.3	$\text{TiC}_{0.1}\text{Ni}_{0.9}$	基材侧 / 表面侧	0.5	22	5	0.31	0.21	0.48	263		
2-27	TiAlSiN	0.49	0.49	1.0	50	AlCrN	0.7	50	37	18.5	33.3	$\text{TiC}_{0.1}\text{Ni}_{0.9}$	基材侧 / 表面侧	0.5	22	5	0.33	0.19	0.48	260		
2-28	TiAlSiN	0.49	0.49	1.0	5	AlCrN	0.7	5	37	18.5	33.3	$\text{TiC}_{0.1}\text{Ni}_{0.9}$	基材侧 / 表面侧	0.5	22	5	0.31	0.14	0.55	264		
2-29	TiAlSiN	0.49	0.49	1.0	50	AlCrN	0.7	5	37	18.5	33.3	$\text{TiC}_{0.1}\text{Ni}_{0.9}$	基材侧 / 表面侧	0.5	22	5	0.29	0.15	0.56	266		

[0256]

表 8

试样 No.	第一层										第二层					T ₁ /T ₂	R _{C500}	R _{C110}	R _{C250}	切削评价 最大磨损量 [μm]
	第一单元层			第二单元层			基材侧 / 表面侧	厚度 T ₁ [μm]	硬度 H ₁ [GPa]	0.5 ×H ₁	0.9 ×H ₁	组成	基材侧 / 表面侧	厚度 T ₂ [μm]	硬度 H ₂ [GPa]					
	组成	x	y	z	厚度 [nm]	组成														
2-30	TiAlSiN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	表面侧	0.5	24	50.00	0.87	0.06	0.07	271
2-31	TiAlSiN	0.49	0.49	1.0	15	CrN	0	10	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	24	50.00	0.82	0.04	0.14	289
2-32	TiAlSiN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.8	10	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	表面侧	0.5	24	50.00	0.84	0.03	0.13	274
2-33	TiAlSiN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	25	12.5	22.5	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	表面侧	0.5	22	5.00	0.85	0.05	0.10	287
2-34	TiAlSiN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	40	20.0	36.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	表面侧	0.5	24	5.00	0.84	0.01	0.15	288
2-35	TiAlSiN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	10.0	24	0.02	0.85	0.05	0.10	272
2-36	TiAlSiN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	表面侧	0.2	24	50.00	0.84	0.04	0.12	279
2-37	TiAlSiN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	表面侧	0.5	24	5.00	0.43	0.45	0.12	284
2-38	TiAlN	0.99	0.01	0	15	AlCrN	0.7	10	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	表面侧	0.5	24	5.00	0.85	0.04	0.11	282
2-39	TiAlN	0.20	0.80	0	15	AlCrN	0.7	10	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	表面侧	0.5	24	5.00	0.82	0.03	0.15	270
2-40	TiAlSiN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	表面侧	0.5	24	5.00	0.85	0.03	0.12	282
2-41	TiAlSiN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	37	18.5	33.3	TiN	表面侧	0.5	20	5.00	0.85	0.04	0.11	275
2-42	TiAlSiN	0.49	0.49	1.0	15	AlCrN	0.7	10	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} C	表面侧	0.5	24	5.00	0.81	0.02	0.17	284

[0257] 《切削试验》

[0258] 对于如上述那样制作的试样No.2-1~试样No.2-42的切削工具,通过与实施例1同样的方法执行“切削试验”,由此求出“最大磨损量”。将所得到的结果分别记载于表7以及表

8的“最大磨损量[μm]”一项中。

[0259] <结果>

[0260] 试样No.2-1~试样No.2-42相当于实施例。由表7以及表8的结果可以确认,相当于实施例的试样No.2-1~试样No.2-42的切削工具即使在如淬火钢等高硬度材料的切削那样的高负荷切削中也具有较长的工具寿命。据推测其理由是因为,与实施例1同样地,在试样No.2-1~试样No.2-42的切削工具中,覆膜的第一层的硬度高且耐磨损性良好,并且覆膜在包含第一层的同时还包含第二层,因此覆膜的耐崩裂性以及耐剥离性良好,在切削过程中不易发生覆膜的破坏,抑制以此处为起点的磨损。

[0261] [实施例3]

[0262] 《切削工具的制作》

[0263] [试样No.3-1~试样No.3-43以及试样No.3-101]

[0264] 使用下述的制造方法,制作试样No.3-1~试样No.3-43以及试样No.3-101的切削工具。

[0265] <准备基材的工序>

[0266] 作为基材准备工序,准备与上述的试样No.1-1~试样No.1-15、试样No.1-17~试样No.1-34以及试样No.1-101~试样No.1-106相同的基材,将该基材设置于电弧离子镀装置的预定的位置。

[0267] <在基材上形成覆膜的工序>

[0268] 作为第二层覆盖工序,除了在表9以及表10中记载的条件下执行和作为金属蒸发源使用以下的靶以外,在与上述的试样No.1-1~试样No.1-15、试样No.1-17~试样No.1-34以及试样No.1-101~试样No.1-106相同的条件下,使用电弧离子镀法,在上述基材的表面形成第二层。作为金属蒸发源,使用与后述的表11以及表12中记载的第二层的“组成”相应的靶。具体而言,在第二层的组成为TiAlN或TiAlC的情况下,使用TiAl靶作为金属蒸发源。另外,在第二层的组成为TiCN、TiC或TiN的情况下,使用Ti靶作为金属蒸发源。

[0269] 接着,为了制作试样No.3-30的切削工具,作为工序(i),在表9以及表10的“退火温度[$^{\circ}\text{C}$]”一栏中记载的温度条件下,对第二层的表面进行退火。表9以及表10的“退火温度[$^{\circ}\text{C}$]”一栏中的“-”表示未执行工序(i)。

[0270] 接着,作为工序(iv),将第二层覆盖工序中的偏置电压调整为表9以及表10的“工序(iv)”一栏中记载的偏置电压,进行60秒的成膜。接着,将偏置电压以外的成膜条件变更为以下所示的第一层覆盖条件,并且在维持偏置电压的状态下进行60秒的成膜。需要说明的是,未执行工序(ii)。

[0271] 接着,作为第一层覆盖工序,在表9以及表10中记载的条件下,使用电弧离子镀法交替地执行第一单元层覆盖工序和第三单元层覆盖工序,由此在上述第二层的表面形成第一层。具体而言,通过以下的方法来进行。作为金属蒸发源,使用与后述的表11以及表12中记载的第一层的“组成”相应的靶。即,在第一单元层的组成为TiAlN的情况下,使用TiAl靶作为金属蒸发源。另外,例如,在第一单元层的组成为TiAlSiN的情况下,使用TiAlSi靶作为金属蒸发源。另外,在第三单元层的组成为TiAlN的情况下,使用TiAl靶作为金属蒸发源。使用 N_2 气体作为反应气体。将基板(基材)温度设定为 500°C ,并且将该装置内的气压设定为4Pa。需要说明的是,在第一单元层覆盖工序以及第三单元层覆盖工序中,最初执行的是第

一单元层覆盖工序,最后执行的是第三单元层覆盖工序。

[0272] 表9

试样 No.	第二层覆盖工序	工序 (i)	工序 (ii)	工序 (iv)	第一层覆盖工序
	偏置 电压[V]	退火 温度[°C]/时间[分钟]	离子 轰击	偏置 电压[V]	第一单元层/第三单元层 覆盖工序 (工序(iii)) 偏置 电压[V]
3-1	30	-	-	32	35
3-2	30	-	-	32	35
3-3	30	-	-	32	35
3-4	30	-	-	32	35
3-5	30	-	-	32	35
3-6	30	-	-	32	35
3-7	30	-	-	32	35
3-8	30	-	-	32	35
3-9	30	-	-	32	35
3-10	30	-	-	32	35
3-11	30	-	-	32	35
3-12	800	-	-	700	35
3-13	800	-	-	700	35
3-14	30	-	-	32	35
3-15	30	-	-	32	35
3-16	30	-	-	32	35
3-17	30	-	-	32	35
3-18	30	-	-	32	35
3-19	30	-	-	32	35
3-20	30	-	-	32	35
3-21	30	-	-	32	35
3-22	30	-	-	32	35
3-23	30	-	-	32	35
3-24	30	-	-	32	35
3-25	30	-	-	32	35
3-26	30	-	-	32	35
3-27	30	-	-	32	35
3-28	30	-	-	32	35
3-29	800	-	-	700	35
3-30	30	500/60	-	32	35
3-101	15	-	-	32	35

[0273]

[0274] 表10

[0275]

试样 No.	第二层覆盖工序	工序 (i)	工序 (ii)	工序 (iv)	第一层覆盖工序
	偏置电压[V]	退火温度[°C]/时间[分钟]	离子轰击	偏置电压[V]	第一单元层/第三单元层覆盖工序 (工序(iii)) 偏置电压[V]
3-31	30	-	-	33	35
3-32	30	-	-	33	35
3-33	30	-	-	33	35
3-34	23	500/30	-	24	25
3-35	30	-	-	33	50
3-36	30	-	-	33	35
3-37	30	-	-	33	35
3-38	100	500/60	-	37	35
3-39	30	-	-	33	40
3-40	30	-	-	33	35
3-41	30	-	-	33	35
3-42	30	-	-	33	35
3-43	30	-	-	33	35

[0276] 《切削工具的特性评价》

[0277] 对于如上述那样制作的试样No.3-1~试样No.3-43、以及试样No.3~101的切削工具,通过与实施例1同样的方法,分别通过测定求出第一单元层的组成 $Ti_xAl_yM_{1-x-y}C_zN_{1-z}$ 中的“x”、“y”、“z”、“第一单元层厚度”、第三单元层的组成 $Ti_nAl_{1-n}N$ 中的“n”、“第三单元层厚度”、第二层的组成 $Ti_aAl_bC_cN_{1-c}$ 中的“a”、“b”、“c”、“第一层的厚度”、“第二层的厚度”、“第一层的硬度 H_1 ”、“第二层的硬度 H_2 ”、“ $I_{(200)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ ” (“ $R_{(200)}$ ”)、“ $I_{(111)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ ” (“ $R_{(111)}$ ”)、以及“ $I_{(220)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ ” (“ $R_{(220)}$ ”)。将所得到的结果分别记载于表11以及表12。“第一单元层厚度”、“第三单元层厚度”以及“第一层的厚度”的关系如下。例如,在试样3-1中,厚度为10nm的第一单元层和厚度为15nm的第三单元层交替地层叠而形成第一层,该第一层的厚度 T_1 为 $2.5\mu m$ 。需要说明的是,试样No.3-1~试样No.3-43的切削工具相当于实施例,试样No.3-101的切削工具相当于比较例。

[0278]

表 11

试样 No.	第一层										第二层				T ₁ / T ₂	R _{Z200}	R ₍₁₁₁₎	R ₍₂₂₀₎	切削评价 最大磨痕量 [μm]				
	第一单元层			第三单元层			基材侧 / 表面侧	厚度 T ₁ [μm]	硬度 H ₁ [GPa]	0.5 × H ₁	0.9 × H ₁	组成	基材侧 / 表面侧	厚度 T ₂ [μm]						硬度 H ₂ [GPa]			
	组成	x	y	z	厚度 [nm]	组成															n	厚度 [nm]	
	组成	x	y	z	厚度 [nm]	组成	n	厚度 [nm]															
3-1	TiAlSiN	0.49	0.49	1.0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.89	0.03	0.08	0.08	220
3-2	TiAlBN	0.49	0.49	1.0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	38	19.0	34.2	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.86	0.05	0.09	0.08	221
3-3	TiAlYN	0.49	0.49	1.0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	38	19.0	34.2	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.88	0.04	0.08	0.08	227
3-4	TiAlZrN	0.49	0.49	1.0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	36	18.0	32.4	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.86	0.06	0.08	0.08	229
3-5	TiAlHN	0.49	0.49	1.0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	36	18.0	32.4	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.89	0.04	0.07	0.07	239
3-6	TiAlVN	0.49	0.49	1.0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	35	17.5	31.5	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.89	0.04	0.07	0.07	248
3-7	TiAlBN	0.49	0.49	1.0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	35	17.5	31.5	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.89	0.05	0.06	0.06	245
3-8	TiAlTaN	0.49	0.49	1.0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	36	18.0	32.4	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.85	0.07	0.08	0.08	261
3-9	TiAlCrN	0.49	0.49	1.0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	34	17.0	30.6	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.86	0.04	0.10	0.10	259
3-10	TiAlMoN	0.49	0.49	1.0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	34	17.0	30.6	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.88	0.07	0.05	0.05	260
3-11	TiAlWN	0.49	0.49	1.0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	34	17.0	30.6	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.87	0.04	0.09	0.09	263
3-12	TiAlSiN	0.49	0.49	1.0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	37	18.5	33.3	TiC _{0.1} N _{0.9}	基材侧	0.5	22	5.00	0.32	0.18	0.50	0.50	255
3-13	TiAlBN	0.49	0.49	1.0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	38	19.0	34.2	TiC _{0.1} N _{0.9}	基材侧	0.5	22	5.00	0.31	0.14	0.55	0.55	251
3-14	TiAlBN	0.98	0.01	1.0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	35	17.5	31.5	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.87	0.03	0.10	0.10	265
3-15	TiAlBN	0.20	0.60	1.0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	39	19.5	35.1	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.85	0.04	0.11	0.11	231
3-16	TiAlBN	0.20	0.70	1.0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	39	19.5	35.1	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.86	0.05	0.09	0.09	240
3-17	TiAlSiN	0.98	0.01	1.0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	35	17.5	31.5	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.88	0.01	0.11	0.11	232
3-18	TiAlSiN	0.20	0.60	1.0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	38	19.0	34.2	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.87	0.05	0.08	0.08	241
3-19	TiAlSiN	0.20	0.70	1.0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	38	19.0	34.2	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.86	0.01	0.13	0.13	231
3-20	TiAlBCN	0.49	0.49	0.5	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	39	19.5	35.1	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.86	0.03	0.11	0.11	245
3-21	TiAlBN	0.49	0.49	1.0	5	TiAlN	0.5	5	表面侧	2.5	38	19.0	34.2	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.83	0.12	0.05	0.05	251
3-22	TiAlBN	0.49	0.49	1.0	50	TiAlN	0.5	50	表面侧	2.5	38	19.0	34.2	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.89	0.03	0.08	0.08	254
3-23	TiAlBN	0.49	0.49	1.0	5	TiAlN	0.5	50	表面侧	2.5	38	19.0	34.2	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.88	0.04	0.08	0.08	241
3-24	TiAlBN	0.49	0.49	1.0	50	TiAlN	0.5	5	表面侧	2.5	38	19.0	34.2	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.89	0.03	0.08	0.08	252
3-25	TiAlSiN	0.49	0.49	1.0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.2	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.2	27	1.00	0.88	0.04	0.08	0.08	246
3-26	TiAlBN	0.49	0.49	1.0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	10.0	38	19.0	34.2	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.2	27	50.00	0.84	0.06	0.10	0.10	252
3-27	TiAlSiN	0.49	0.49	1.0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.2	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	10.0	27	0.02	0.87	0.06	0.07	0.07	253
3-28	TiAlBN	0.49	0.49	1.0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	10.0	38	19.0	34.2	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	10.0	27	1.00	0.80	0.03	0.17	0.17	255
3-29	TiAlBN	0.49	0.49	1.0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	38	19.0	34.2	TiC	基材侧	0.5	21	5.00	0.31	0.22	0.47	0.47	275
3-30	TiAlBN	0.49	0.49	1.0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	38	19.0	34.2	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	1.0	26	2.50	0.88	0.04	0.08	0.08	251
3-101	TiAlBN	0.49	0.49	1.0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	38	19.0	34.2	TiN	基材侧	0.5	15	5.00	0.89	0.04	0.07	0.07	301

[0279]

表 12

试样 No.	第一层										第二层				T ₁ / T ₂	R _{C200}	R _{C111}	R _{C200}	切削评价 最大 磨损量 [μm]			
	第一单元层			第三单元层			基材侧 / 表面侧	厚度 T ₁ [μm]	硬度 H ₁ [GPa]	0.5 × H ₁	0.9 × H ₁	组成	基材侧 / 表面侧	厚度 T ₂ [μm]						硬度 H ₂ [GPa]		
	组成	x	y	z	厚度 [nm]	组成															n	厚度 [nm]
	组成	x	y	z	厚度 [nm]	组成	n	厚度 [nm]														
3-31	TiAlSiN	0.49	0.49	1	10	TiAlN	0.5	15	基材侧	2.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	表面侧	0.5	27	5.00	0.84	0.04	0.12	279
3-32	TiAlSiN	0.49	0.49	1	10	TiN	0	15	表面侧	2.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.85	0.05	0.10	289
3-33	TiAlSiN	0.49	0.49	1	10	TiAlN	0.8	15	表面侧	2.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.85	0.03	0.12	275
3-34	TiAlSiN	0.49	0.49	1	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	25	12.5	22.5	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	22	5.00	0.85	0.04	0.11	275
3-35	TiAlSiN	0.49	0.49	1	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	40	20.0	36.0	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.89	0.01	0.10	290
3-36	TiAlSiN	0.49	0.49	1	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.2	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	10.0	27	0.02	0.85	0.04	0.11	284
3-37	TiAlSiN	0.49	0.49	1	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	10.0	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.2	27	50.00	0.88	0.05	0.07	271
3-38	TiAlSiN	0.49	0.49	1	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.43	0.45	0.12	272
3-39	TiAlN	0.99	0.01	0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.85	0.06	0.09	290
3-40	TiAlN	0.20	0.80	0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.82	0.04	0.14	270
3-41	TiAlSiN	0.49	0.49	1	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	5.00	0.85	0.04	0.11	279
3-42	TiAlSiN	0.49	0.49	1	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	37	18.5	33.3	TiN	基材侧	0.5	20	5.00	0.81	0.02	0.17	288
3-43	TiAlSiN	0.49	0.49	1	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	2.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} C	基材侧	0.5	27	5.00	0.84	0.05	0.11	275

[0280] 《切削试验》

[0281] 对于如上述那样制作的试样No.3-1 ~ 试样No.3-43以及试样No.3-101的切削工具,通过与实施例1同样的方法执行“切削试验”,求出“最大磨损量”。将所得到的结果分别记载于表11以及表12的“最大磨损量[μm]”一项中。

[0282] <结果>

[0283] 试样No.3-1~试样No.3-43相当于实施例。另外,试样No.3-101相当于比较例。由表11以及表12的结果可以确认,相当于实施例的试样No.3-1~试样No.3-43的切削工具与相当于比较例的试样No.3-101相比,即使在如淬火钢等高硬度材料的切削那样的高负荷切削中也具有较长的工具寿命。据推测其理由是因为,与实施例1同样地,在试样No.3-1~试样No.3-43的切削工具中,覆膜的第一层的硬度高且耐磨损性良好,并且覆膜在包含第一层的同时还包含第二层,因此覆膜的耐崩裂性以及耐剥离性良好,在切削过程中不易发生覆膜的破坏,抑制以此处为起点的磨损。

[0284] [实施例4]

[0285] 《切削工具的制作》

[0286] [试样No.4-1~试样No.4-28]

[0287] 使用下述的制造方法,制作试样No.4-1~试样No.4-28的切削工具。

[0288] <准备基材的工序>

[0289] 作为基材准备工序,准备与上述的试样No.1-1~试样No.1-15、试样No.1-17~试样No.1-34以及试样No.1-101~试样No.1-106相同的基材,将该基材设置于电弧离子镀装置的预定的位置。

[0290] <在基材上形成覆膜的工序>

[0291] 作为第二层覆盖工序,除了在表13中记载的条件下执行和作为金属蒸发源使用以下的靶以外,在与上述的试样No.1-1~试样No.1-15、试样No.1-17~试样No.1-34以及试样No.1-101~试样No.1-106相同的条件下,使用电弧离子镀法,在上述基材的表面形成第二层。作为金属蒸发源,使用与后述的表14中记载的第二层的“组成”相应的靶。具体而言,在第二层的组成为TiAlN或TiAlC的情况下,使用Ti靶以及Al靶作为金属蒸发源。另外,在第二层的组成为TiCN或TiN的情况下,使用Ti靶作为金属蒸发源。

[0292] 接着,作为工序(iv),将偏置电压从第二层覆盖工序中的偏置电压的值调整为表13的“工序(iv)”一栏中记载的偏置电压的值,进行60秒的成膜。接着,将偏置电压以外的成膜条件变更为以下所示的第一层覆盖条件,并且在维持偏置电压的状态下进行60秒的成膜。需要说明的是,未执行工序(i)以及工序(ii)。

[0293] 接着,作为第一层覆盖工序,在表13所记载的条件下,使用电弧离子镀法,交替地执行第一单元层覆盖工序和第二单元层覆盖工序,由此在上述第二层的表面形成第一层。具体而言,通过以下的方法来进行。作为金属蒸发源,使用与后述的表14中记载的第一层的“组成”相应的靶。即,在第一单元层的组成为TiAlN的情况下,使用TiAl靶作为金属蒸发源。另外,例如,在第一单元层的组成为TiAlSiN的情况下,使用TiAlSi靶作为金属蒸发源。另外,在第二单元层的组成为AlCrN的情况下,使用AlCr靶作为金属蒸发源。另外,在第二单元层的组成为CrN的情况下,使用Cr靶作为金属蒸发源。使用N₂气体作为反应气体。将基板(基材)温度设定为500℃,并且将该装置内的气压设定为4Pa。需要说明的是,在第一单元层覆盖工序以及第二单元层覆盖工序中,最初执行的是第一单元层覆盖工序,最后执行的是第二单元层覆盖工序。

[0294] 接着,将由上述第二层覆盖工序至上述第一层覆盖工序构成的一系列工序执行表13的“第二层覆盖工序~第一层覆盖工序的重复次数”一项中记载的次数。例如,在试样

No.4-1中,重复三次由上述第二层覆盖工序至上述第一层覆盖工序构成的一系列工序。即,试样No.4-1的覆膜交替地层叠有第二层和第一层,分别包含第二层和第一层各三层。

[0295] 表13

试样 No.	第二层 覆盖工序	工序(i)	工序(ii)	工序(iv)	第一层覆盖工序	第二层覆盖工序 ~第一层覆盖工序 的重复次数
	偏置 电压[V]	退火 温度[°C] /时间[分钟]	离子 轰击	偏置 电压[V]	第一单元层/第二单元层 覆盖工序(工序(iii))	
					偏置 电压[V]	
4-1	30	-	-	32	35	3
4-2	30	-	-	32	35	3
4-3	800	-	-	700	35	3
4-4	800	-	-	700	35	3
4-5	30	-	-	33	35	3
4-6	30	-	-	33	35	3
4-7	30	-	-	33	35	3
4-8	23	500/30	-	24	25	3
4-9	30	-	-	33	50	3
4-10	30	-	-	33	35	3
4-11	30	-	-	33	35	3
4-12	30	-	-	33	35	3
4-13	30	-	-	33	35	3
4-14	30	-	-	33	35	3
4-15	30	-	-	33	35	3
4-16	30	-	-	33	35	3
4-17	30	-	-	33	35	3
4-18	30	-	-	33	35	3
4-19	30	-	-	33	35	3
4-20	30	-	-	33	35	3
4-21	30	-	-	33	35	3
4-22	30	-	-	33	35	3
4-23	30	-	-	33	35	3
4-24	30	-	-	33	35	3
4-25	30	-	-	33	35	3
4-26	30	-	-	33	35	3
4-27	30	-	Ar(-800V)	33	35	3
4-28	30	-	-	33	35	3

[0296]

[0297] 《切削工具的特性评价》

[0298] 对于如上述那样制作的试样No.4-1~试样No.4-28的切削工具,通过与实施例1同样的方法,分别通过测定求出第一单元层的组成 $Ti_xAl_yM_{1-x-y}C_zN_{1-z}$ 中的“x”、“y”、“z”、“第一单元层厚度”、第二单元层的组成 $Al_mCr_{1-m}N$ 中的“m”、“第二单元层厚度”、第二层的组成 $Ti_aAl_bC_cN_{1-c}$ 中的“a”、“b”以及“c”、“第一层的厚度”、“第二层的厚度”、“第一层的硬度 H_1 ”、“第二层的硬度 H_2 ”、“ $I_{(200)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ ” (“ $R_{(200)}$ ”)、“ $I_{(111)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ ” (“ $R_{(111)}$ ”)、以及“ $I_{(220)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ ” (“ $R_{(220)}$ ”)。将所得到的结果分别记载于表14。在此,“第一单元层厚度”表示一层的第一单元层的厚度,“第二单元层厚度”表示一层的第二单元层的厚度,“第一层的厚度”表示一层的第一层的厚度,“第二层的厚度”表示一层的第二层的厚度。例如,在试样4-1中,厚度为15nm的第一单元层和厚度为10nm的第二单元层交替地层叠而形成第一层,该第一层的厚度 T_1 为 $0.5\mu m$,在覆膜中存在三层该第一层、且存在三层厚度 T_2 为 $0.5\mu m$ 的第二层。需要说明的是,试样No.4-1~试样No.4-28的切削工具相当于实施例。

[0299]

表 14

试样 No.	第一层										第二层				T ₁ / T ₂	R _{c(00)}	R _{c(11)}	R _{c(20)}	切削评价 最大磨销量 [μm]					
	第一单元层			第二单元层			基材侧 / 表面侧	厚度 T ₁ [μm]	硬度 H ₁ [GPa]	0.5 × H ₁	0.9 × H ₁	组成	基材侧 / 表面侧	厚度 T ₂ [μm]						硬度 H ₂ [GPa]				
	组成	x	y	z	厚度 [μm]	组成															m	厚度 [μm]		
																							组成	厚度 [μm]
4-1	TiAlSiN	0.49	0.49	1	15	AlCrN	0.7	10	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.88	0.05	0.07	0.07	241	
4-2	TiAlBN	0.49	0.49	1	15	AlCrN	0.7	10	表面侧	0.5	38	19.0	34.2	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.84	0.07	0.09	0.09	239	
4-3	TiAlSiN	0.49	0.49	1	15	AlCrN	0.7	10	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	22	1.00	0.32	0.20	0.48	0.28	258	
4-4	TiAlBN	0.49	0.49	1	15	AlCrN	0.7	10	表面侧	0.5	38	19.0	34.2	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	22	1.00	0.33	0.17	0.50	0.17	0.50	255
4-5	TiAlSiN	0.49	0.49	1	15	AlCrN	0.7	10	基材侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	表面侧	0.5	27	1.00	0.84	0.04	0.12	0.04	0.12	263
4-6	TiAlSiN	0.49	0.49	1	15	CrN	0	10	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.82	0.04	0.14	0.04	0.14	280
4-7	TiAlSiN	0.49	0.49	1	15	AlCrN	0.8	10	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.84	0.02	0.14	0.02	0.14	279
4-8	TiAlSiN	0.49	0.49	1	15	AlCrN	0.7	10	表面侧	0.5	25	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	22	1.00	0.85	0.04	0.11	0.04	0.11	271
4-9	TiAlSiN	0.49	0.49	1	15	AlCrN	0.7	10	表面侧	0.5	40	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.85	0.06	0.09	0.06	0.09	285
4-10	TiAlSiN	0.49	0.49	1	15	AlCrN	0.7	10	表面侧	0.2	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	10.0	27	0.02	0.84	0.06	0.10	0.06	0.10	281
4-11	TiAlSiN	0.49	0.49	1	15	AlCrN	0.7	10	表面侧	10	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.2	27	50.00	0.85	0.04	0.11	0.04	0.11	286
4-12	TiAlSiN	0.49	0.49	1	15	AlCrN	0.7	10	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.43	0.45	0.12	0.45	0.12	282
4-13	TiAlN	0.99	0.01	0	15	AlCrN	0.7	10	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.85	0.02	0.13	0.02	0.13	273
4-14	TiAlN	0.20	0.80	0	15	AlCrN	0.7	10	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.86	0.05	0.09	0.05	0.09	270
4-15	TiAlSiN	0.20	0.79	0	15	AlCrN	0.7	10	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.87	0.06	0.07	0.06	0.07	265
4-16	TiAlBN	0.98	0.01	0	15	AlCrN	0.7	10	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.85	0.09	0.06	0.09	0.06	288
4-17	TiAlYN	0.50	0.30	0	15	AlCrN	0.7	10	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.83	0.08	0.09	0.08	0.09	277
4-18	TiAlZrN	0.49	0.49	0	15	AlCrN	0.7	10	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.85	0.04	0.11	0.04	0.11	269
4-19	TiAlHN	0.49	0.49	0	15	AlCrN	0.7	10	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.82	0.05	0.13	0.05	0.13	279
4-20	TiAlVN	0.49	0.49	0	15	AlCrN	0.7	10	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.82	0.06	0.12	0.06	0.12	279
4-21	TiAlBN	0.49	0.49	0	15	AlCrN	0.7	10	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.85	0.02	0.13	0.02	0.13	261
4-22	TiAlTiN	0.49	0.49	0	15	AlCrN	0.7	10	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.86	0.05	0.09	0.05	0.09	287
4-23	TiAlCrN	0.49	0.49	0	15	AlCrN	0.7	10	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.81	0.03	0.16	0.03	0.16	282
4-24	TiAlMoN	0.49	0.49	0	15	AlCrN	0.7	10	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.85	0.02	0.13	0.02	0.13	273
4-25	TiAlWN	0.49	0.49	0	15	AlCrN	0.7	10	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.85	0.05	0.10	0.05	0.10	268
4-26	TiAlSiN	0.49	0.49	1	15	AlCrN	0.7	10	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.84	0.06	0.10	0.06	0.10	283
4-27	TiAlSiN	0.49	0.49	1	15	AlCrN	0.7	10	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	25	1.00	0.82	0.02	0.16	0.02	0.16	260
4-28	TiAlSiN	0.49	0.49	1	15	AlCrN	0.7	10	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} C	基材侧	0.5	27	1.00	0.81	0.044	0.146	0.044	0.146	263

[0300] 《切削试验》

[0301] 对于如上述那样制作的试样No. 4-1 ~ 试样No. 4-28的切削工具,通过与实施例1同样的方法执行“切削试验”,求出“最大磨销量”。将所得到的结果分别记载于表14的“最大磨销量[μm]”一项中。

[0302] <结果>

[0303] 试样No.4-1~试样No.4-28相当于实施例。由表14的结果可以确认,相当于实施例的试样No.4-1~试样No.4-28的切削工具即使在如淬火钢等高硬度材料的切削那样的高负荷切削中也具有较长的工具寿命。据推测其理由是因为,与实施例1同样地,在试样No.4-1~试样No.4-28的切削工具中,覆膜的第一层的硬度高且耐磨损性良好,并且覆膜在包含第一层的同时还包含第二层,因此覆膜的耐崩裂性以及耐剥离性良好,在切削过程中不易发生覆膜的破坏,抑制以此处为起点的磨损。

[0304] [实施例5]

[0305] 《切削工具的制作》

[0306] [试样No.5-1~试样No.5-28]

[0307] 使用下述的制造方法,制作试样No.5-1~试样No.5-28的切削工具。

[0308] <准备基材的工序>

[0309] 作为基材准备工序,准备与上述的试样No.1-1~试样No.1-15、试样No.1-17~试样No.1-34以及试样No.1-101~试样No.1-106相同的基材,将该基材设置于电弧离子镀装置的预定的位置。

[0310] <在基材上形成覆膜的工序>

[0311] 作为第二层覆盖工序,除了在表15中记载的条件下执行和作为金属蒸发源使用以下的靶以外,在与上述的试样No.1-1~试样No.1-15、试样No.1-17~试样No.1-34以及试样No.1-101~试样No.1-106相同的条件下,使用电弧离子镀法,在上述基材的表面形成第二层。作为金属蒸发源,使用与后述的表16中记载的第二层的“组成”相应的靶。具体而言,在第二层的组成为TiAlN或TiAlC的情况下,使用TiAl靶作为金属蒸发源。另外,在第二层的组成为TiN的情况下,使用Ti靶作为金属蒸发源。

[0312] 接着,作为工序(iv),将偏置电压从第二层覆盖工序中的偏置电压的值调整为表15的“工序(iv)”一栏中记载的偏置电压的值,进行60秒的成膜。接着,将偏置电压以外的成膜条件变更为以下所示的第一层覆盖条件,并且在维持偏置电压的状态下进行60秒的成膜。需要说明的是,未执行工序(i)以及工序(ii)。

[0313] 接着,作为第一层覆盖工序,在表15所记载的条件下,使用电弧离子镀法,交替地执行第一单元层覆盖工序和第三单元层覆盖工序,由此在上述第二层的表面形成第一层。具体而言,通过以下的方法来进行。作为金属蒸发源,使用与后述的表16中记载的第一层的“组成”相应的靶。即,在第一单元层的组成为TiAlN的情况下,使用TiAl靶作为金属蒸发源。另外,例如,在第一单元层的组成为TiAlSiN的情况下,使用TiAlSi靶作为金属蒸发源。另外,在第三单元层的组成为TiAlN的情况下,使用TiAl靶作为金属蒸发源。另外,在第三单元层的组成为AlN的情况下,使用Al靶作为金属蒸发源。使用N₂气体作为反应气体。将基板(基材)温度设定为500℃,并且将该装置内的气压设定为4Pa。需要说明的是,在第一单元层覆盖工序以及第二单元层覆盖工序中,最初执行的是第一单元层覆盖工序,最后执行的是第三单元层覆盖工序。

[0314] 接着,作为工序(iii),将由上述第二层覆盖工序至上述第一层覆盖工序构成的一系列工序执行表15的“第二层覆盖工序~第一层覆盖工序的重复次数”一项中记载的次数。例如,在试样No.5-1中,重复三次由上述第二层覆盖工序至上述第一层覆盖工序构成的一

系列工序。即,试样No.5-1的覆膜交替地层叠有第二层和第一层,分别包含第二层和第一层各三层。

[0315] 表15

试样 No.	第二层覆盖工序	工序(i)	工序(ii)	工序(iv)	第一层覆盖工序	第二层覆盖工序-第一层覆盖工序的重复次数
	偏置电压[V]	退火温度[°C]/时间[分钟]	离子轰击	偏置电压[V]	第一单元层/第三单元层覆盖工序(工序(iii))	
					偏置电压[V]	
5-1	30	-	-	32	35	3
5-2	30	-	-	32	35	3
5-3	800	-	-	700	35	3
5-4	800	-	-	700	35	3
5-5	30	-	-	33	35	3
5-6	30	-	-	33	35	3
5-7	30	-	-	33	35	3
5-8	23	500/30	-	24	25	3
5-9	30	-	-	33	50	3
5-10	30	-	-	33	35	3
5-11	30	-	-	33	35	3
5-12	30	-	-	33	35	3
5-13	30	-	-	33	35	3
5-14	30	-	-	33	35	3
5-15	30	-	-	33	35	3
5-16	30	-	-	33	35	3
5-17	30	-	-	33	35	3
5-18	30	-	-	33	35	3
5-19	30	-	-	33	35	3
5-20	30	-	-	33	35	3
5-21	30	-	-	33	35	3
5-22	30	-	-	33	35	3
5-23	30	-	-	33	35	3
5-24	30	-	-	33	35	3
5-25	30	-	-	33	35	3
5-26	30	-	-	33	35	3
5-27	30	-	Ar(-800V)	33	35	3
5-28	30	-	-	33	35	3

[0317] 《切削工具的特性评价》

[0318] 对于如上述那样制作的试样No.5-1~试样No.5-28的切削工具,通过与实施例1同样的方法,分别通过测定求出第一单元层的组成 $Ti_xAl_yM_{1-x-y}C_zN_{1-z}$ 中的“x”、“y”、“z”、“第一单元层厚度”、第三单元层的组成 $Ti_nAl_{1-n}N$ 中的“n”、“第二单元层厚度”、第二层的组成 $Ti_aAl_bC_cN_{1-c}$ 中的“a”、“b”以及“c”、“第一层的厚度”、“第二层的厚度”、“第一层的硬度 H_1 ”、“第二层的硬度 H_2 ”、“ $I_{(200)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ ”、“ $I_{(111)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ ”、以及“ $I_{(220)} / (I_{(200)} + I_{(111)} + I_{(220)})$ ”。将所得到的结果分别记载于表16。在此,“第一单元层厚度”表示一层的第一单元层的厚度,“第三单元层厚度”表示一层的第三单元层的厚度,“第一层的厚度”表示一层的第一层的厚度,“第二层的厚度”表示一层的第二层的厚度。例如,在试样No.5-1中,厚度为10nm的第一单元层和厚度为15nm的第二单元层交替地层叠而形成第一层,该第一层的厚度 T_1 为 $0.5\mu m$,在覆膜中存在三层该第一层、且存在三层厚度 T_2 为 $0.5\mu m$ 的第二层。需要说明的是,试样No.5-1~试样No.5-28的切削工具相当于实施例。

[0319]

表 16

试样 No.	第一层										第二层				T ₁ / T ₂	R _{C900}	R _{Q111}	R _{Q220}	切削评价 最大磨损量 [μm]			
	第一单元层			第三单元层			基材侧 / 表面侧	厚度 T ₁ [μm]	硬度 H ₁ [GPa]	0.5 × H ₁	0.9 × H ₁	组成	基材侧 / 表面侧	厚度 T ₂ [μm]						硬度 H ₂ [GPa]		
	组成	x	y	z	厚度 [nm]	组成															n	厚度 [nm]
5-1	TiAlSiN	0.49	0.49	1	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.87	0.04	0.09	0.21
5-2	TiAlBN	0.49	0.49	1	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.5	38	19	34.2	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.89	0.03	0.08	0.24
5-3	TiAlSiN	0.49	0.49	1	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	22	1.00	0.31	0.20	0.49	251
5-4	TiAlBN	0.49	0.49	1	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.5	38	19.0	34.2	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	22	1.00	0.33	0.11	0.56	248
5-5	TiAlSiN	0.49	0.49	1	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	表面侧	0.5	27	1.00	0.82	0.03	0.15	265
5-6	TiAlSiN	0.49	0.49	1	10	TiN	0	15	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.84	0.02	0.14	267
5-7	TiAlSiN	0.49	0.49	1	10	TiAlN	0.8	15	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.85	0.04	0.11	288
5-8	TiAlSiN	0.49	0.49	1	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.5	25	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	22	1.00	0.83	0.02	0.15	281
5-9	TiAlSiN	0.49	0.49	1	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.5	40	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.82	0.03	0.15	277
5-10	TiAlSiN	0.49	0.49	1	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.2	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	10.0	27	0.02	0.85	0.04	0.11	262
5-11	TiAlSiN	0.49	0.49	1	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	10.0	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.2	27	50.00	0.84	0.02	0.14	272
5-12	TiAlSiN	0.49	0.49	1	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.43	0.45	0.12	272
5-13	TiAlN	0.99	0.01	0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.84	0.05	0.11	261
5-14	TiAlN	0.20	0.80	0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.82	0.01	0.17	279
5-15	TiAlSiN	0.20	0.79	0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.85	0.02	0.13	272
5-16	TiAlBN	0.98	0.01	0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.87	0.04	0.09	275
5-17	TiAlYTiN	0.50	0.30	0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.88	0.02	0.10	265
5-18	TiAlZrTiN	0.49	0.49	0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.85	0.05	0.10	260
5-19	TiAlHfTiN	0.49	0.49	0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.86	0.02	0.12	269
5-20	TiAlVTiN	0.49	0.49	0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.84	0.03	0.13	282
5-21	TiAlNbTiN	0.49	0.49	0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.82	0.04	0.14	289
5-22	TiAlTaTiN	0.49	0.49	0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.85	0.02	0.13	266
5-23	TiAlCrTiN	0.49	0.49	0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.85	0.04	0.11	281
5-24	TiAlMoTiN	0.49	0.49	0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.85	0.02	0.13	274
5-25	TiAlWTiN	0.49	0.49	0	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.81	0.02	0.17	269
5-26	TiAlSiTiN	0.49	0.49	1	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	基材侧	0.5	27	1.00	0.85	0.05	0.10	273
5-27	TiAlSiTiN	0.49	0.49	1	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	TiN	基材侧	0.5	25	1.00	0.82	0.02	0.16	276
5-28	TiAlSiTiN	0.49	0.49	1	10	TiAlN	0.5	15	表面侧	0.5	37	18.5	33.3	Ti _{0.5} Al _{0.5} C	基材侧	0.5	27	1.00	0.82	0.04	0.14	269

[0320] 《切削试验》

[0321] 对于如上所述制作的试样No.5-1 ~ 试样No.5-28的切削工具,通过与实施例1同样的方法执行“切削试验”,由此求出“最大磨损量”。将所得到的结果分别记载于表16的“最大磨损量[μm]”一项中。

[0322] 〈结果〉

[0323] 试样No.5-1~试样No.5-28相当于实施例。由表16的结果可以确认,相当于实施例的试样No.5-1~试样No.5-28的切削工具即使在如淬火钢等高硬度材料的切削那样的高负荷切削中也具有较长的工具寿命。据推测其理由是因为,与实施例1同样地,在试样No.5-1~试样No.5-28的切削工具中,覆膜的第一层的硬度高且耐磨损性良好,并且覆膜在包含第一层的同时还包含第二层,因此覆膜的耐崩裂性以及耐剥离性良好,在切削过程中不易发生覆膜的破坏,抑制以此处为起点的磨损。

[0324] 如以上那样对本公开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或进行各种变形。

[0325] 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。

[0326] 附图标记说明

[0327] 1:前刀面;2:后刀面;3:刀尖棱线部;10:切削工具;11:基材;12:第一层;13:第二层;14:基底层;15:中间层;16:表面层;40:覆膜;121:第一单元层;122:第二单元层;123:第三单元层;131:第四单元层;A1以及A2:来自(200)面的X射线衍射峰。

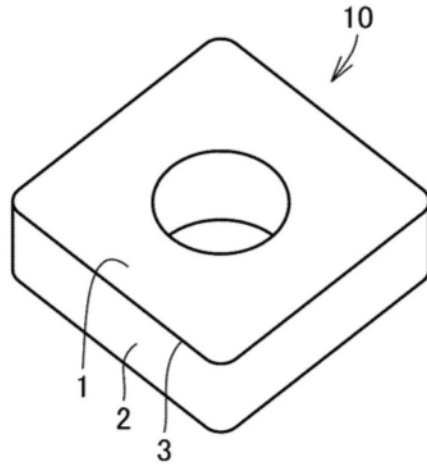


图1

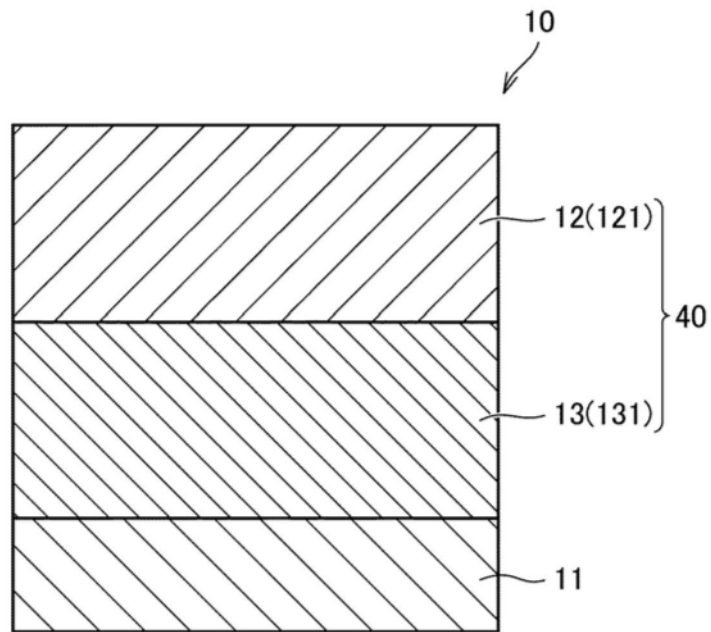


图2

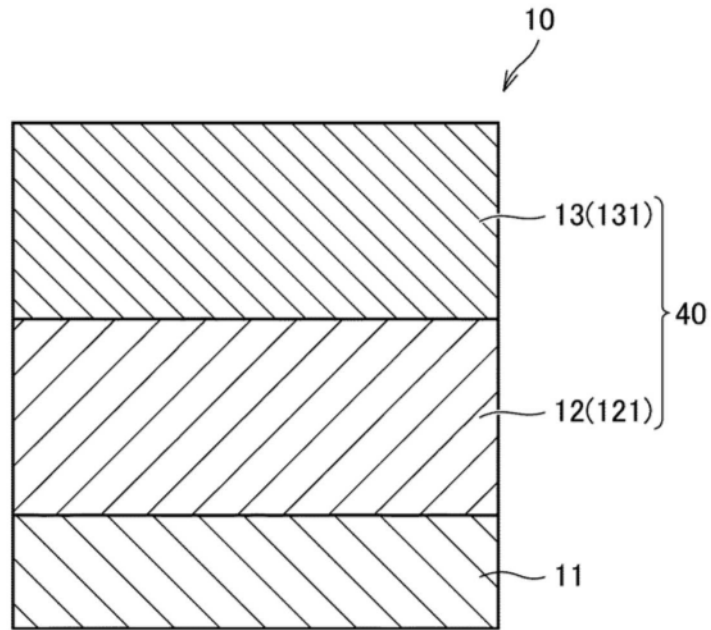


图3

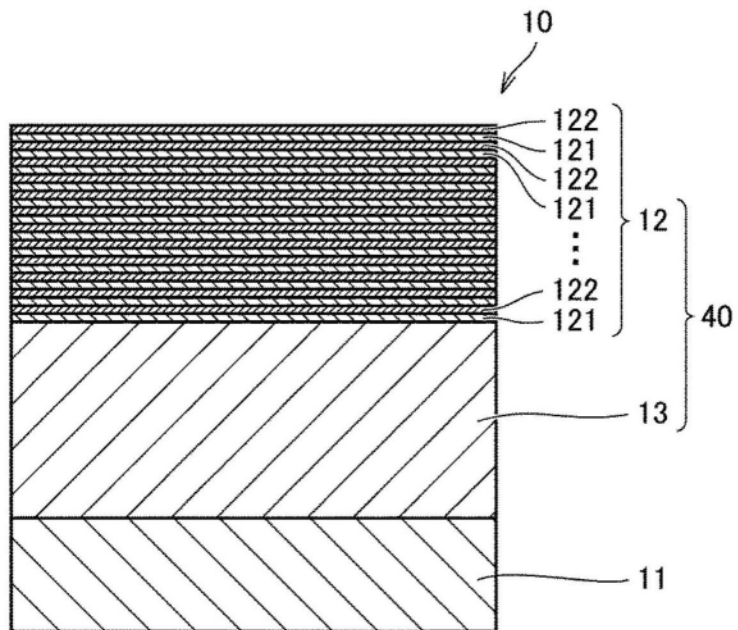


图4

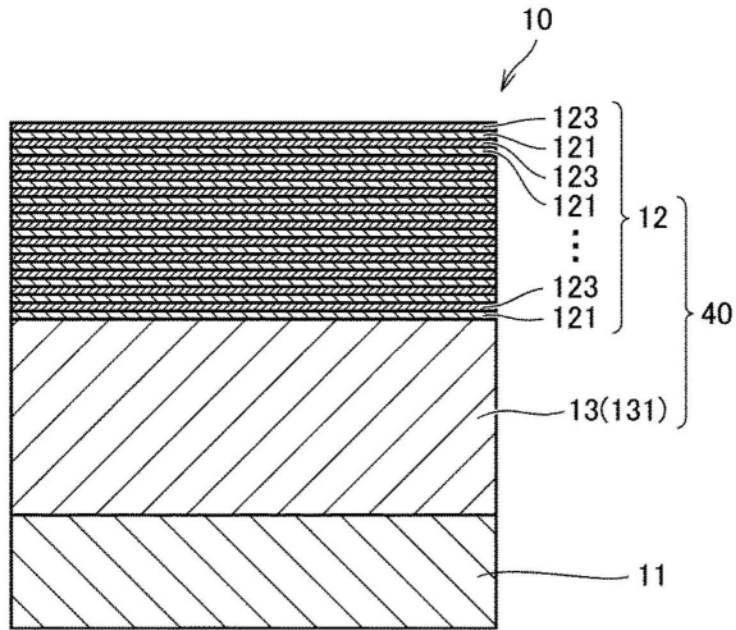


图5

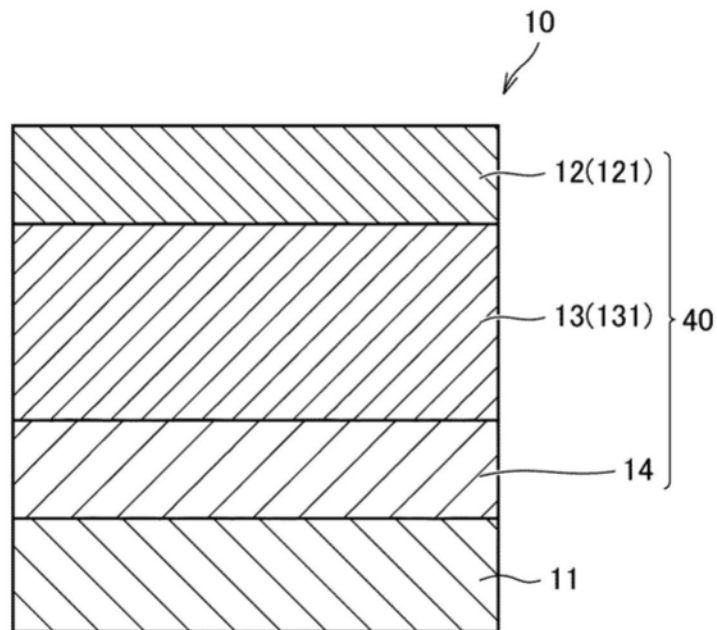


图6

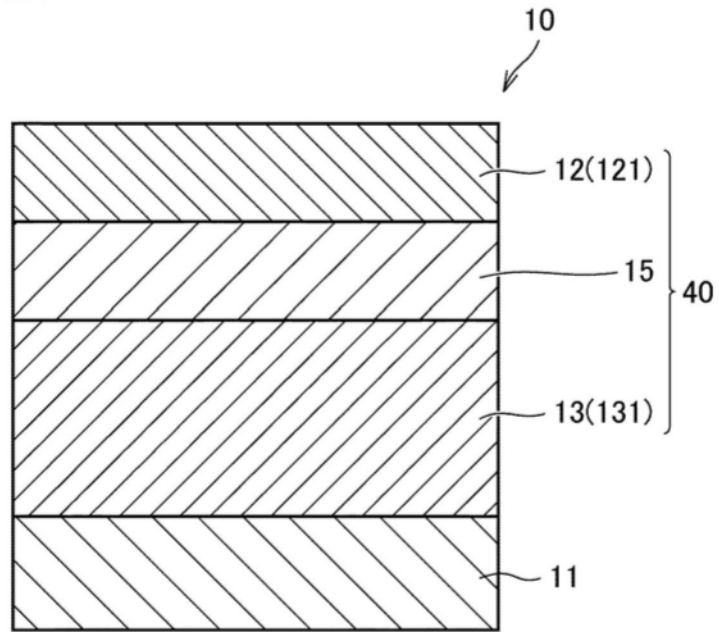


图7

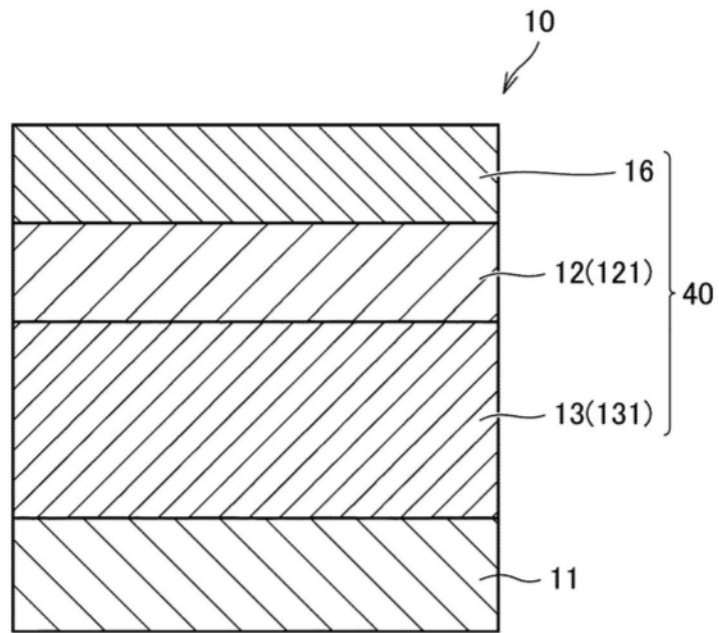


图8

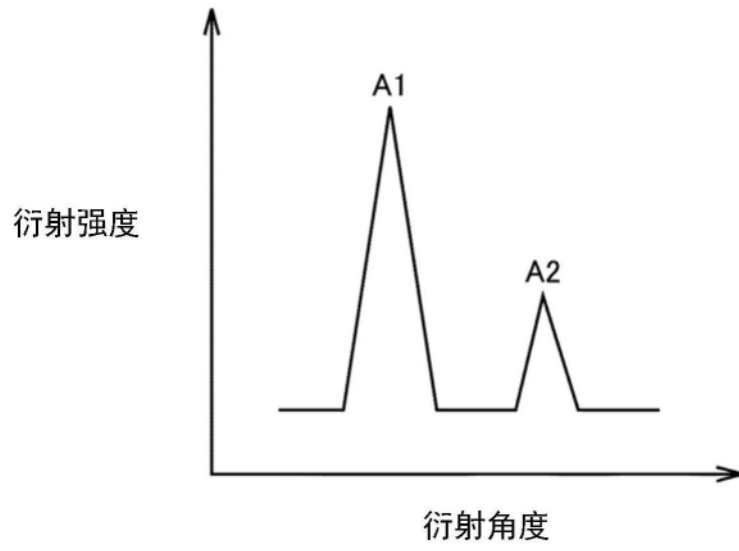


图9