



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118647477 A

(43) 申请公布日 2024. 09. 13

(21) 申请号 202280091401.5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2022.09.22

B23B 27/14 (2006.01)

G23C 14/06 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2024.08.09

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/035452 2022.09.22

(87) PCT国际申请的公布数据
W02024/062613 JA 2024.03.28

(71) 申请人 住友电气工业株式会社
地址 日本大阪府

(72) 发明人 福井治世 月原望
阿依萨克·帕索斯 田畑敏广

(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

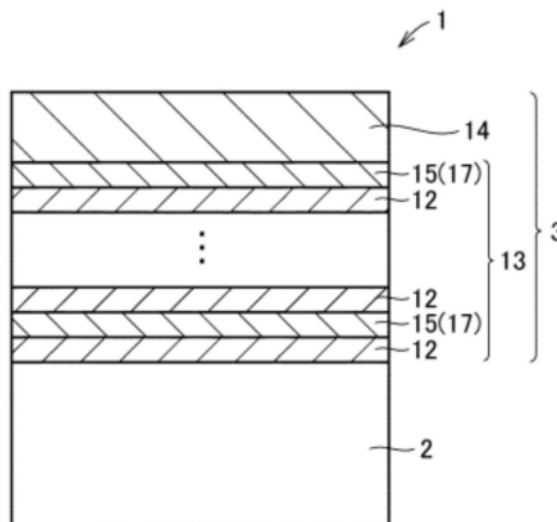
权利要求书2页 说明书26页 附图4页

(54) 发明名称

切削工具

(57) 摘要

一种切削工具,所述切削工具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,所述第一层由第一单元层和第二单元层交替地层叠而成的交替层构成,所述第一单元层由 $Ti_{1-a-b}Al_aCe_bN$ 构成,所述a为0.350以上且0.650以下,所述b为0.001以上且0.100以下,所述第二单元层由 $Ti_cSi_{1-c}N$ 构成,所述c为0.20以上且0.99以下。



1. 一种切削工具,所述切削工具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,所述第一层由第一单元层和第二单元层交替地层叠而成的交替层构成,所述第一单元层由 $Ti_{1-a-b}Al_aCe_bN$ 构成,所述a为0.350以上且0.650以下,所述b为0.001以上且0.100以下,所述第二单元层由 $Ti_cSi_{1-c}N$ 构成,所述c为0.20以上且0.99以下。
2. 根据权利要求1所述的切削工具,其中,在所述第一单元层和与所述第一单元层相邻的所述第二单元层中,所述第一单元层的厚度 λ_1 相对于所述第二单元层的厚度 λ_2 之比 λ_1/λ_2 为1以上且5以下。
3. 根据权利要求1或2所述的切削工具,其中,所述第一单元层的平均厚度为 $0.002\mu m$ 以上且 $0.2\mu m$ 以下,所述第二单元层的平均厚度为 $0.002\mu m$ 以上且 $0.2\mu m$ 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,所述覆膜还包含配置于所述基材与所述第一层之间的第二层,所述第二层的组成与所述第一单元层的组成或所述第二单元层的组成相同。
5. 根据权利要求4所述的切削工具,其中,所述第二层的组成与所述第一单元层的组成相同,所述第二层的厚度比所述第一单元层的厚度厚。
6. 根据权利要求4所述的切削工具,其中,所述第二层的组成与所述第二单元层的组成相同,所述第二层的厚度比所述第二单元层的厚度厚。
7. 根据权利要求1至6中任一项所述的切削工具,其中,所述覆膜还包含设置于所述第一层的与所述基材相反的一侧的第三层,所述第三层由TiAlCeCN构成。
8. 一种切削工具,所述切削工具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1A层,所述第1A层由第一单元层和第三单元层交替地层叠而成的交替层构成,所述第一单元层由 $Ti_{1-a-b}Al_aCe_bN$ 构成,所述a为0.350以上且0.650以下,所述b为0.001以上且0.100以下,所述第三单元层由 $Ti_dSi_{1-d-e}M_eN$ 构成,所述M为硼,所述d为0.20以上且0.99以下,所述e为大于0且0.05以下。
9. 根据权利要求8所述的切削工具,其中,在所述第一单元层和与所述第一单元层相邻的所述第三单元层中,所述第一单元层的厚度 λ_1 相对于所述第三单元层的厚度 λ_3 之比 λ_1/λ_3 为1以上且5以下。

10. 根据权利要求8或9所述的切削工具,其中,
所述第一单元层的平均厚度为 $0.002\mu\text{m}$ 以上且 $0.2\mu\text{m}$ 以下,
所述第三单元层的平均厚度为 $0.002\mu\text{m}$ 以上且 $0.2\mu\text{m}$ 以下。
11. 根据权利要求8至10中任一项所述的切削工具,其中,
所述覆膜还包含配置于所述基材与所述第1A层之间的第二层,
所述第二层的组成与所述第一单元层的组成或所述第三单元层的组成相同。
12. 根据权利要求11所述的切削工具,其中,
所述第二层的组成与所述第一单元层的组成相同,
所述第二层的厚度比所述第一单元层的厚度厚。
13. 根据权利要求11所述的切削工具,其中,
所述第二层的组成与所述第三单元层的组成相同,
所述第二层的厚度比所述第三单元层的厚度厚。
14. 根据权利要求8至13中任一项所述的切削工具,其中,
所述覆膜还包含设置于所述第1A层的与所述基材相反的一侧的第三层,
所述第三层由TiAlCeCN构成。

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,具备基材和配置于该基材上的覆膜的切削工具被用于切削加工(专利文献1以及专利文献2)。

[0003] 现有技术文献

专利文献

专利文献1:日本特开2017-64845号公报

专利文献2:日本特开平9-300105号公报

发明内容

本公开的一个方式所涉及的切削工具具备基材和配置于该基材上的覆膜,其中,该覆膜包含第一层,该第一层由第一单元层和第二单元层交替地层叠而成的交替层构成,该第一单元层由 $Ti_{1-a-b}Al_aCe_bN$ 构成,该a为0.350以上且0.650以下,该b为0.001以上且0.100以下,该第二单元层由 $Ti_cSi_{1-c}N$ 构成,该c为0.20以上且0.99以下。

[0004] 本公开的另一方式所涉及的切削工具具备基材和配置于该基材上的覆膜,其中,该覆膜包含第1A层,该第1A层由第一单元层和第三单元层交替地层叠而成的交替层构成,该第一单元层由 $Ti_{1-a-b}Al_aCe_bN$ 构成,该a为0.350以上且0.650以下,该b为0.001以上且0.100以下,该第三单元层由 $Ti_dSi_{1-d-e}M_eN$ 构成,该M为硼,该d为0.20以上且0.99以下,该e为大于0且0.05以下。

附图说明

[0005] 图1是本公开的一个实施方式所涉及的切削工具的示意性的放大剖视图。

[0006] 图2是本公开的另一实施方式所涉及的切削工具的示意性的放大剖视图。

[0007] 图3是本公开的又一实施方式所涉及的切削工具的示意性的放大剖视图。

[0008] 图4是本公开的再一实施方式所涉及的切削工具的示意性的放大剖视图。

- [0009] 图5是用于对第一单元层与第二单元层的厚度之比的一个例子进行说明的图。
- [0010] 图6是在实施例中使用的阴极电弧离子镀装置的示意性的剖视图。
- [0011] 图7是图6所示的阴极电弧离子镀装置的示意性的俯视图。

具体实施方式

[0012] [本公开所要解决的问题]

切削加工即使在制造技术中也承担中心作用,一直要求技术进化和进一步的高度化。在切削加工技术中,基本上要求高速、高效率化以及高精度化,但作为最近的动向存在被切削材料的难切削化,也要求其应对。在此基础上,在切削加工的现场,为了在2030年之前实现可持续的更美好的世界,对SDGs(Sustainable Development Goals:可持续发展目标)的关注度越来越高。在此,可持续发展是指不损害后代所需的资源,也能耐受自然的威胁的社会基础的构建。因此,通过切削加工技术的高度化,可期待减少工序所带来的产品制造时的省电化以及与切削加工相伴随的废弃物的削减等、环境负荷降低。若将其应用于切削工具,则为了工具的长寿命化而指向了高温硬度高、兼具硬度和韧性的各种涂层工具材料种类的开发。

[0013] 以往,作为涂层工具材料种类,在基材表面上包覆有以Ti以及Al为主成分的氮化物、碳氮化物覆膜(专利文献1以及专利文献2)。但是,由于从前述的SDGs以及地球环境保护的观点出发而进行不使用切削油剂的干式加工、为了提高加工效率而切削速度变得更高速度、以及被切削材料多样化,尤其是在航空器、医疗领域中,被称为难切削材料的耐热合金、钛合金等的切削增加等理由,存在切削工序中的切削工具的刀尖温度变为高温的倾向。即,若刀尖温度变为高温,则切削工具的使用寿命变得极短。因而,要求即使在这样的严酷的切削条件下也能够显示出优异的工具寿命的切削工具。

[0014] [本公开的效果]

根据本公开,能够提供尤其是在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中也具有较长的工具寿命的切削工具。

[0015] [本公开的实施方式的说明]

首先,列举本公开的实施方式进行说明。

[0016] (1) 本公开的一个方式所涉及的切削工具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,

所述第一层由第一单元层和第二单元层交替地层叠而成的交替层构成,

所述第一单元层由 $Ti_{1-a-b}Al_aCe_bN$ 构成,

所述a为0.350以上且0.650以下,

所述b为0.001以上且0.100以下,

所述第二单元层由 $Ti_cSi_{1-c}N$ 构成,

所述c为0.20以上且0.99以下。

[0017] 根据本公开,能够提供尤其是在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中也具有较长的工具寿命的切削工具。

[0018] (2) 优选地,在上述(1)中,在所述第一单元层和与所述第一单元层相邻的所述第

二单元层中,所述第一单元层的厚度 λ_1 相对于所述第二单元层的厚度 λ_2 之比 λ_1/λ_2 为1以上且5以下。由此,能够提供尤其是在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中也具有更长的工具寿命的切削工具。

[0019] (3) 优选地,在上述(1)或上述(2)中,所述第一单元层的平均厚度为 $0.002\mu\text{m}$ 以上且 $0.2\mu\text{m}$ 以下,

所述第二单元层的平均厚度为 $0.002\mu\text{m}$ 以上且 $0.2\mu\text{m}$ 以下。由此,能够提供尤其是在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中也具有更长的工具寿命的切削工具。

[0020] (4) 优选地,在上述(1)至(3)的任一项中,所述覆膜还包含配置于所述基材与所述第一层之间的第二层,

所述第二层的组成与所述第一单元层的组成或所述第二单元层的组成相同。由此,能够提供尤其是在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中也具有更长的工具寿命的切削工具。

[0021] (5) 优选地,在上述(4)中,所述第二层的组成与所述第一单元层的组成相同,

所述第二层的厚度比所述第一单元层的厚度厚。由此,能够提供尤其是在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中也具有更长的工具寿命的切削工具。

[0022] (6) 优选地,在上述(4)中,所述第二层的组成与所述第二单元层的组成相同,

所述第二层的厚度比所述第二单元层的厚度厚。由此,能够提供尤其是在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中也具有更长的工具寿命的切削工具。

[0023] (7) 优选地,在上述(1)至(6)的任一项中,所述覆膜还包含设置于所述第一层的与所述基材相反的一侧的第三层,

所述第三层由TiAlCeCN构成。由此,能够提供尤其是在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中也具有更长的工具寿命的切削工具。

[0024] (8) 本公开的另一方式所涉及的切削工具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1A层,

所述第1A层由第一单元层和第三单元层交替地层叠而成的交替层构成,

所述第一单元层由 $\text{Ti}_{1-a-b}\text{Al}_a\text{Ce}_b\text{N}$ 构成,

所述a为0.350以上且0.650以下,

所述b为0.001以上且0.100以下,

所述第三单元层由 $\text{Ti}_d\text{Si}_{1-d-e}\text{M}_e\text{N}$ 构成,

所述M为硼,

所述d为0.20以上且0.99以下,

所述e为大于0且0.05以下。

[0025] 根据本公开,能够提供尤其是在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中也具有较长的工具寿命的切削工具。

[0026] (9) 优选地,在上述(8)中,在所述第一单元层和与所述第一单元层相邻的所述第三单元层中,所述第一单元层的厚度 λ_1 相对于所述第三单元层的厚度 λ_3 之比 λ_1/λ_3 为1以上且5以下。由此,能够提供尤其是在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中也具有更长的工具寿命的切削工具。

[0027] (10) 优选地,在上述(8)或上述(9)的任一项中,所述第一单元层的平均厚度为 $0.002\mu\text{m}$ 以上且 $0.2\mu\text{m}$ 以下,

所述第三单元层的平均厚度为 $0.002\mu\text{m}$ 以上且 $0.2\mu\text{m}$ 以下。由此,能够提供尤其是在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中也具有更长的工具寿命的切削工具。

[0028] (11) 优选地,在上述(8)至(10)的任一项中,所述覆膜还包含配置于所述基材与所述第1A层之间的第二层,

所述第二层的组成与所述第一单元层的组成或所述第三单元层的组成相同。由此,能够提供尤其是在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中也具有更长的工具寿命的切削工具。

[0029] (12) 优选地,在上述(11)中,所述第二层的组成与所述第一单元层的组成相同,

所述第二层的厚度比所述第一单元层的厚度厚。由此,能够提供尤其是在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中也具有更长的工具寿命的切削工具。

[0030] (13) 优选地,在上述(11)中,所述第二层的组成与所述第三单元层的组成相同,

所述第二层的厚度比所述第三单元层的厚度厚。由此,能够提供尤其是在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中也具有更长的工具寿命的切削工具。

[0031] (14) 优选地,在上述(8)至(13)的任一项中,所述覆膜还包含设置于所述第1A层的与所述基材相反的一侧的第三层,

所述第三层由TiAlCeCN构成。由此,能够提供尤其是在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中也具有更长的工具寿命的切削工具。

[0032] [本公开的実施方式的详细内容]

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。

[0033] 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。

[0034] 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“TiAlCeN”的情况下,构成TiAlCeN的原子数之比包括以往公知的所有原子比。

[0035] [实施方式1:切削工具(1)]

使用图1~图5对本公开的一个实施方式所涉及的切削工具进行说明。

[0036] 本公开的一个实施方式(以下,也记为“实施方式1”)是具备基材2和配置于该基材2上的覆膜3的切削工具1,其中,

该覆膜3包含第一层13、13',

该第一层13、13'由第一单元层12和第二单元层15交替地层叠而成的交替层构成,

该第一单元层12由 $\text{Ti}_{1-a}\text{Al}_a\text{Ce}_b\text{N}$ 构成,

该a为0.350以上且0.650以下,

该b为0.001以上且0.100以下,

该第二单元层15由 $\text{Ti}_c\text{Si}_{1-c}\text{N}$ 构成,

该c为0.20以上且0.99以下。

[0037] 根据本公开,能够提供尤其在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中也具有较长的工具寿命的切削工具1。其理由推测如下。

[0038] (a) 在上述切削工具1中,覆膜3包含第一层13、13', 该第一层13、13' 由第一单元层12和第二单元层15交替地层叠而成的交替层构成。由此,在该第一层中,因晶界变少而能够提高该第一层13、13' 的“耐龟裂性”和“抗氧化性”,能够在第一单元层12与第二单元层15的界面处抑制“裂纹的进展”。

[0039] (b) 如上所述,覆膜3包含第一层13、13', 该第一层13、13' 由第一单元层12和第二单元层15交替地层叠而成的交替层构成。另外,该第一单元层12由 $Ti_{1-a-b}Al_aCe_bN$ 构成,该第二单元层15由 $Ti_cSi_{1-c}N$ 构成。 $Ti_{1-a-b}Al_aCe_bN$ 与 $Ti_cSi_{1-c}N$ 相比,在高温下不易产生旋节线分解。因此,在该第一单元层12中,存在硬度降低得到抑制、压缩残余应力变大、耐崩裂性优异的倾向。另一方面,与 $Ti_{1-a-b}Al_aCe_bN$ 相比, $Ti_cSi_{1-c}N$ 存在压缩残余应力小、具有优异的“热阻断性”(换言之,“耐热性”)的倾向。另外,这样的第一层13、13' 具有纳米复合材料结构,因此能够抑制在柱状组织中观察到的那样的晶界的产生,能够抑制氧从覆膜3表面朝向基材2的向内扩散,从而能够显著提高覆膜的抗氧化性。另外,由于上述第一层13、13' 交替地层叠该第一单元层12和该第二单元层15,因此兼具该第一单元层12的高的“硬度”和第二单元层15的优异的“耐热性”,并且第二单元层15的小的压缩残余应力被第一单元层12的大小的压缩残余应力补充。因而,作为第一层13、13' 整体,能够均衡地提高硬度、耐热性以及压缩残余应力。

[0040] (c) 在上述切削工具1中,上述第一单元层12由 $Ti_{1-a-b}Al_aCe_bN$ 构成,该a为0.350以上且0.650以下,该b为0.001以上且0.100以下。由此,Al容易被氧化,因此容易在该第一单元层12的表面侧形成由 Al_2O_3 构成的致密的氧化物层。进一步地,Ce与Al相比,氧化物的标准生成能量小,因此比Al更容易被氧化,在该第一单元层12的最表面容易形成由 CeO_2 构成的致密的氧化物层。通过这些氧化物层,覆膜3的“抗氧化性”提高,并且能够抑制与被切削材料的反应性,能够降低与被切削材料的摩擦系数。另外,CeN的晶格常数为 5.01 \AA ,大于TiN的晶格常数 4.23 \AA 、AlN的晶格常数 4.12 \AA ,因此在该第一单元层12中导入应变,该第一单元层12的组织微细化。作为其结果,该第一单元层12高硬度化,因此能够提高该第一单元层12的“耐磨损性”。

[0041] (d) 在上述切削工具1中,上述第二单元层15由 $Ti_cSi_{1-c}N$ 构成,该c为0.20以上且0.99以下。由此,耐热阻断性(换言之,“耐热性”)与抗氧化性和韧性的平衡优异。另外,该第二单元层15由于采用纳米尺寸的立方晶的TiN晶体与纳米尺寸的非晶质的 SiN_x 混合存在的结构(纳米复合材料结构)而高硬度化,因此能够提高第二单元层15的“耐磨损性”。

[0042] 即,根据本公开,切削工具1能够兼具优异的“耐龟裂性”、优异的“抗氧化性”、优异的“裂纹的进展抑制效果”、高的“硬度”、优异的“耐磨损性”、优异的“耐热性”以及优异的“韧性”,因此能够提供尤其是在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中也具有较长的工具寿命的切削工具1。

[0043] 《切削工具》

如图1所示,本公开的一个实施方式所涉及的切削工具1具备基材2和配置于该基材2上的覆膜3。该覆膜3优选覆盖基材2的整个面,但即使基材2的一部分未被该覆膜3覆盖,

或者该覆膜3的构成局部不同,也不脱离本实施方式的范围。在该基材2的一部分未被该覆膜3覆盖的情况下,该覆膜3优选以覆盖基材2的至少参与切削的部分的表面的方式配置。在本说明书中,基材2的参与切削的部分也取决于基材2的大小、形状,但在基材2中,是指被其刀尖棱线和从该刀尖棱线向基材2侧沿着该刀尖棱线的切线的垂线的距离例如为5mm、3mm、2mm、1mm、0.5mm中的任一个的假想的面包围的区域。

[0044] 本实施方式的切削工具1能够适合用作钻头、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、丝锥等切削工具1。

[0045] <基材>

作为基材2,只要是作为这种基材2而以往公知的基材,则可以使用任意的基材。例如,优选为硬质合金(WC基硬质合金、包含WC以及Co的硬质合金、进一步添加有Ti、Ta、Nb等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或金刚石烧结体中的任一种。

[0046] 在这些各种基材2中,特别优选选择WC基硬质合金、金属陶瓷(尤其是TiCN基金属陶瓷)。这些基材2尤其是在高温下的硬度与强度的平衡优异,因此在作为切削工具1的基材2使用的情况下,能够有助于该切削工具1的长寿命化。

[0047] <覆膜>

实施方式1的覆膜3包含第一层13、13'。覆膜3通过覆盖基材2,具有使切削工具1的耐磨损性、耐崩裂性等各特性提高、带来切削工具1的长寿命化的作用。此外,覆膜3在第一层13、13'的基础上,还可以包含后述的“其他层”。

[0048] 覆膜3整体的厚度优选为 $0.5\mu\text{m}$ 以上且 $15\mu\text{m}$ 以下。若该整体的厚度小于 $0.5\mu\text{m}$,则覆膜3的厚度过薄,存在切削工具1的寿命变短的倾向。另一方面,若该整体的厚度大于 $15\mu\text{m}$,则在切削初期覆膜3容易崩裂,存在切削工具1的寿命变短的倾向。覆膜3整体的厚度可以通过使用SEM(扫描型电子显微镜)对覆膜3的剖面进行观察来测定。具体而言,将剖面样品的观察倍率设为5000~10000倍,将观察面积设为 $100\sim 500\mu\text{m}^2$,在一个视野中对三个部位的厚度幅度进行测定,将其平均值作为“厚度”。关于后述的各层的厚度,只要没有特别记载,则同样。

[0049] 覆膜3的压缩残余应力的绝对值优选为6GPa以下。覆膜3的压缩残余应力是指存在于覆膜3整体的内部应力(固有应变)的一种,是指以“-”(负)的数值(单位:在本实施方式中使用“GPa”)表示的应力。因此,压缩残余应力大的概念表示数值的绝对值变大,另外,压缩残余应力小的概念表示数值的绝对值变小。即,压缩残余应力的绝对值为6GPa以下是指与覆膜3相关的优选的压缩残余应力为-6GPa以上且0GPa以下。

[0050] 若覆膜3的压缩残余应力大于0GPa,则成为拉伸应力,因此存在难以抑制从覆膜3的最表面产生的裂纹的进展的倾向。另一方面,若压缩残余应力的绝对值大于6GPa,则应力过大,在切削开始前,尤其是从切削工具1的边缘部起覆膜3剥离,存在切削工具1的寿命变短的隐患。

[0051] 覆膜3的压缩残余应力可以使用X射线残余应力装置通过 $\sin^2\psi$ 法(参照“X射线应力测定法”(日本材料学会,1981年株式会社养贤堂发行)的54~66页)进行测定。

[0052] 覆膜3的晶体结构优选为立方晶型。若覆膜3的晶体结构为立方晶型,则覆膜3的硬度提高。因此,覆膜3中的各层各自的晶体结构优选为立方晶型。此外,覆膜3以及覆膜3中的各层的晶体结构可以通过该领域中公知的X射线衍射装置进行解析。

[0053] 覆膜3的硬度优选为30GPa以上且55GPa以下,更优选为35GPa以上且50GPa以下。由此,覆膜3具有充分的硬度。此外,覆膜3整体的硬度的测定可以利用纳米压痕仪法(MTS公司制造的Nano Indenter XP)进行测定。具体而言,通过依据ISO14577的方法进行,将测定载荷设为10mN(1gf),在覆膜3的表面三个部位的硬度进行测定,将其平均值作为“硬度”。

[0054] <第一层>

本实施方式的第一层13、13'由第一单元层12和第二单元层15交替地层叠而成的交替层构成。由此,能够提高该第一层13、13'的“耐龟裂性”和“耐氧化性”,能够在第一单元层12与第二单元层15的界面处抑制“裂纹的进展”,因此能够提高覆膜3的“耐龟裂性”和“耐氧化性”,并且能够抑制覆膜3的“裂纹的进展”。此外,“第一层13、13'由第一单元层12和第二单元层15交替地层叠而成的交替层构成”这一情况可以利用TEM(透射型电子显微镜)对覆膜3的剖面进行观察,通过对比度之差进行确认。

[0055] 第一层13、13'的厚度优选为0.5 μ m以上且15 μ m以下。若第一层13、13'的厚度小于0.5 μ m,则存在在连续加工中无法充分地发挥耐磨损性的倾向,若大于15 μ m,则存在在断续切削中耐崩裂性难以稳定的倾向。

[0056] 第一层13、13'的厚度可以通过使用TEM(透射型电子显微镜)对覆膜3的剖面进行观察并进行测定来求出。具体而言,对薄片化后的试样照射电子束,使透过试样的电子、散射的电子成像,以高倍率进行观察,能够测定出第一层13、13'的厚度。

[0057] (第一单元层的组成以及第二单元层的组成)

第一单元层12由 $Ti_{1-a-b}Al_aCe_bN$ 构成,该a为0.350以上且0.650以下,该b为0.001以上且0.100以下。由此,能够提高覆膜3的“耐氧化性”以及“耐磨损性”。该a优选为0.400以上,更优选为0.450以上,进一步优选为0.500以上。该a优选为0.650以下,更优选为0.600以下,进一步优选为0.550以下。该a优选为0.400以上且0.650以下,更优选为0.450以上且0.600以下,进一步优选为0.500以上且0.055以下。该b优选为0.005以上,更优选为0.01以上,进一步优选为0.015以上。该b优选为0.070以下,更优选为0.050以下,进一步优选为0.020以下。该b优选为0.005以上且0.050以下,更优选为0.007以上且0.030以下,进一步优选为0.010以上且0.020以下。此外,“由 $Ti_{1-a-b}Al_aCe_bN$ 构成”是指,只要显示出本公开的效果,则在 $Ti_{1-a-b}Al_aCe_bN$ 的基础上,还可以包含不可避免的杂质。作为该不可避免的杂质,例如可列举为氧以及碳等。第一单元层12中的不可避免的杂质整体的含量优选为大于0原子%且小于1原子%。在此,“原子%”是指原子数相对于构成层的原子的总原子数的比例(%)。原子数相对于构成层的原子的总原子数的比例(%)通过与后述的“a以及b的测定方法”同样的方法求出。另外,确认到以下情况:只要在同一切削工具1中进行测定,则即使任意地选择测定部位,测定结果也没有偏差。

[0058] 上述a以及上述b通过基于试样剖面的透射型电子显微镜(TEM)观察的元素分析来求出。具体而言,使用TEM附带的EDS(能量色散X射线光谱仪,Energy Dispersive X-ray Spectroscopy),对将薄膜剖面薄片化后的试样照射电子束时产生的特性X射线的能量和产生次数进行测量,并进行元素分析,由此求出。此外,确认到以下情况:只要在同一切削工具

1中进行测定,则即使任意地选择测定部位,测定结果也没有偏差。

[0059] 第二单元层15由 $Ti_cSi_{1-c}N$ 构成。由此,由于TiSiN的耐热阻断性(换言之,“耐热性”)、“抗氧化性”和“韧性”的平衡优异,从而覆膜3能够兼具优异的“耐热性”、优异的“抗氧化性”和优异的“韧性”。此外,“由 $Ti_cSi_{1-c}N$ 构成”是指,只要显示出本公开的效果,则在 $Ti_cSi_{1-c}N$ 的基础上,还可以包含不可避免的杂质。作为该不可避免的杂质,例如可列举为氧以及碳等。第二单元层15中的不可避免的杂质整体的含量优选为大于0原子%且小于1原子%。在此,“原子%”是指原子数相对于构成层的原子的总原子数的比例(%)。原子数相对于构成层的原子的总原子数的比例(%)通过与上述“a以及b的测定方法”同样的方法求出。此外,确认到以下情况:只要在同一切削工具1中进行测定,则即使任意地选择测定部位,测定结果也没有偏差。

[0060] 该c为0.20以上且0.99以下。由此,第二单元层15的晶体结构形成纳米复合材料结构,从而使第二单元层15高硬度化,作为其结果,第二单元层15的“耐磨损性”提高。该c优选为0.80以上,更优选为0.85以上,进一步优选为0.90以上。该c优选为0.98以下,更优选为0.97以下,进一步优选为0.95以下。该c优选为0.80以上且0.98以下,更优选为0.85以上且0.97以下,进一步优选为0.90以上且0.95以下。

[0061] 上述c通过与上述a以及上述b的测定方法同样的方法来求出。此外,确认到以下情况:只要在同一切削工具1中进行测定,则即使任意地选择测定部位,测定结果也没有偏差。

[0062] (第一单元层的平均厚度以及第二单元层的平均厚度)

第一单元层12的平均厚度优选为 $0.002\mu m$ 以上且 $0.2\mu m$ 以下,并且第二单元层15的平均厚度优选为 $0.002\mu m$ 以上且 $0.2\mu m$ 以下。由此,能够进一步抑制在覆膜3的表面产生的裂纹的进展。第一单元层12的平均厚度的下限优选为 $0.002\mu m$ 以上,更优选为 $0.005\mu m$ 以上,进一步优选为 $0.01\mu m$ 以上。第一单元层12的平均厚度的上限优选为 $0.2\mu m$ 以下,更优选为 $0.15\mu m$ 以下,进一步优选为 $0.1\mu m$ 以下。第一单元层12的平均厚度更优选为 $0.005\mu m$ 以上且 $0.15\mu m$ 以下,进一步优选为 $0.01\mu m$ 以上且 $0.1\mu m$ 以下。第二单元层15的平均厚度的下限优选为 $0.002\mu m$ 以上,更优选为 $0.005\mu m$ 以上,进一步优选为 $0.01\mu m$ 以上。第二单元层15的平均厚度的上限优选为 $0.2\mu m$ 以下,更优选为 $0.15\mu m$ 以下,进一步优选为 $0.1\mu m$ 以下。第二单元层15的平均厚度更优选为 $0.005\mu m$ 以上且 $0.15\mu m$ 以下,进一步优选为 $0.01\mu m$ 以上且 $0.1\mu m$ 以下。

[0063] 第一单元层12的平均厚度以及第二单元层15的平均厚度可以通过与上述第一层13、13'的厚度的测定方法同样的方法来求出。

[0064] 在第一单元层12和与该第一单元层12相邻的第二单元层15中,该第一单元层12的厚度 λ_1 相对于该第二单元层15的厚度 λ_2 之比 λ_1/λ_2 优选为1以上且5以下(图5)。由于该第一单元层12的“导热系数”低,因此该第一单元层12具有不易将切削时产生的热传递到基材2的性质。因此,若第一层13、13'中的第一单元层12的比例相对增加,则覆膜3中的A1量增加,从而作为切削工具1整体的热阻断性(换言之,“耐热性”)提高,因此尤其是在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中,也能够提高“耐磨损性”。 λ_1/λ_2 优选为1以上,更优选为1.5以上,进一步优选为2以上。 λ_1/λ_2 优选为5以下,更优选为4以下,进一步优选为3以下。 λ_1/λ_2 优选为1以上且5以下,更优选为1.5以上且4以下,进一步优选为2以上且3以下。

[0065] 在第一层13、13'中,第一单元层12以及第二单元层15各自的层叠数优选为10以上且500以下。由此,存在容易得到“通过层叠第一单元层12和第二单元层15而均衡地提高硬

度和压缩残余应力的效果”的倾向。在第一层13、13'中,第一单元层12以及第二单元层15各自的层叠数更优选为100以上且400以下,进一步优选为200以上且350以下。

[0066] 在第一层13、13'中,第一单元层12以及第二单元层15各自的层叠数可以通过使用TEM(透射型电子显微镜)对覆膜3的剖面进行观察并进行测定来求出。具体而言,对薄片化后的试样照射电子束,使透过试样的电子、散射的电子成像,以高倍率进行观察,能够测定出第一单元层12以及第二单元层15各自的层叠数。

[0067] <其他层>

作为其他层,例如可以列举为后述的第二层16(图3、图4)、后述的第三层14(图1~图4)等。另外,覆膜3还可以在第二层16与第一层13、13'之间、或者在第一层13、13'与第三层14之间包含中间层(未图示)。

[0068] (第二层)

覆膜3还包含配置于基材2与第一层13、13'之间的第二层16,该第二层16的组成优选与第一单元层12的组成或第二单元层15的组成相同(图3以及图4)。由此,能够提高该基材2与该覆膜3的紧贴性。

[0069] 另外,在第二层16的组成与第一单元层12的组成相同的情况下,即使基材2在切削初期露出,也能够抑制从基材2与覆膜3的界面起的氧化。

[0070] 在第二层16的组成与第一单元层12的组成相同的情况下,优选该第二层16的厚度比该第一单元层12的厚度厚。由此,能够进一步提高该基材2与该覆膜3的紧贴性。另外,即使基材2在切削初期露出,也能够进一步抑制从基材2与覆膜3的界面起的氧化。此外,“该第二层16的厚度比该第一单元层12的厚度厚”可以换言之为“该第二层16的厚度大于该第一单元层12的厚度的1.0倍”。该第二层16的厚度优选为该第一单元层12的厚度的2.0倍以上,更优选为4.0倍以上,进一步优选为10.0倍以上。该第二层16的厚度优选为该第一单元层12的厚度的300倍以下,更优选为120倍以下,进一步优选为50倍以下。该第二层16的厚度优选为该第一单元层12的厚度的2.0倍以上且300倍以下,更优选为4.0倍以上且120倍以下,进一步优选为10.0倍以上且50倍以下。

[0071] 在第二层16的组成与第一单元层12的组成相同的情况下,第二层16的厚度优选为0.1 μm 以上。若第二层16的厚度小于0.1 μm ,则存在难以得到通过将第二层16设为与第一单元层12相同的组成而抑制从基材2与覆膜3的界面起的氧化的效果的倾向。在第二层16的组成与第一单元层12的组成相同的情况下,第二层16的厚度更优选为0.3 μm 以上,进一步优选为0.4 μm 以上。另外,第二层16的厚度的上限值没有特别限定,但若大于2 μm ,则存在晶粒肥大化而产生晶界,由此难以进一步提高上述的氧化的抑制效果的倾向。因此,考虑到成本方面,第二层16的厚度优选为2 μm 以下。

[0072] 在第二层16的组成与第一单元层12的组成相同的情况下,可以在具有与第一单元层12相同的组成的第二层16的紧上方层叠第一层13、13'的第一单元层12(图4),另外,也可以层叠第二单元层15(图3)。此外,在第二层16的组成与第一单元层12的组成相同的情况下,且在该第二层16的紧上方层叠有第一层13、13'的第一单元层12的情况下,第二层16与第一层13、13'的第一单元层12具有连续的晶体结构。

[0073] 在第二层16的组成与第二单元层15的组成相同的情况下,第二单元层15具有应力小的倾向,因此尤其是在对刀尖反复施加负荷那样的铣削加工、立铣刀加工等断续加工中,

能够提高覆膜3的耐剥离性。

[0074] 在第二层16的组成与第二单元层15的组成相同的情况下,优选该第二层16的厚度比该第二单元层15的厚度厚。由此,尤其是在对刀尖反复施加负荷那样的铣削加工、立铣刀加工等断续加工中,能够进一步提高覆膜3的耐剥离性。此外,“该第二层16的厚度比该第二单元层15的厚度厚”可以换言之为“该第二层16的厚度大于该第二单元层15的厚度的1.0倍”。该第二层16的厚度优选为该第二单元层15的厚度的2.0倍以上,更优选为4.0倍以上,进一步优选为10.0倍以上。该第二层16的厚度优选为该第二单元层15的厚度的300倍以下,更优选为120倍以下,进一步优选为50倍以下。该第二层16的厚度优选为该第二单元层15的厚度的2.0倍以上且300倍以下,更优选为4.0倍以上且120倍以下,进一步优选为10.0倍以上且50倍以下。

[0075] 在第二层16的组成与第二单元层15的组成相同的情况下,第二层16的厚度优选为 $0.1\mu\text{m}$ 以上。若第二层16的厚度小于 $0.1\mu\text{m}$,则存在难以得到通过将第二层16设为与第二单元层15相同的组成而提高耐剥离性的效果的倾向。在第二层16的组成与第二单元层15的组成相同的情况下,第二层16的厚度更优选为 $0.3\mu\text{m}$ 以上,进一步优选为 $0.4\mu\text{m}$ 以上。另外,第二层16的厚度的上限值没有特别限定,但若大于 $2\mu\text{m}$,则存在无法确认到上述的耐剥离性的进一步提高的倾向。因此,考虑到成本方面,第二层16的厚度优选为 $2\mu\text{m}$ 以下。

[0076] 在第二层16的组成与第二单元层15的组成相同的情况下,可以在具有与第二单元层15相同的组成的第二层16的紧上方层叠第一层13、13'的第一单元层12(图4),另外,也可以层叠第二单元层15(图3)。此外,在第二层16的组成与第二单元层15的组成相同的情况下,且在该第二层16的紧上方层叠有第一层13、13'的第二单元层15的情况下,第二层16与第一层13、13'的第二单元层15具有连续的晶体结构。

[0077] (第三层)

覆膜3还包含设置于第一层13、13'的与基材2相反的一侧的第三层14,该第三层14优选由TiAlCeCN构成(图1~图4)。由此,能够使该覆膜3的摩擦系数降低,实现切削工具1的长寿命化。

[0078] 一般而言,碳氮化物与氮化物相比,具有相对于被切削材料的摩擦系数低的倾向。据认为,这样的摩擦系数的降低是由碳原子的贡献所致。若覆膜3包含第三层14,则覆膜3相对于被切削材料的摩擦系数降低,切削工具1长寿命化。

[0079] 在第三层14中,通过调整N和C的组成比,能够赋予预定的颜色。由此,能够对切削工具1的外观赋予外观设计性以及识别性,在商业上是有用的。

[0080] 第三层14的厚度优选为 $0.1\mu\text{m}$ 以上。若第三层14的厚度小于 $0.1\mu\text{m}$,则有时难以得到由第三层14带来的赋予润滑性的效果。另一方面,第三层14的厚度的上限值没有特别限定,但若大于 $2\mu\text{m}$,则存在无法进一步提高上述的赋予润滑性的效果的倾向。因此,考虑到成本方面,第三层14的厚度优选为 $2\mu\text{m}$ 以下。

[0081] (中间层)

中间层是配置于第二层16与第一层13、13'之间、或者第一层13、13'与第三层14之间的层。作为中间层,例如可列举为TiAlCeN、TiSiN、TiSiBN等。中间层的厚度可以设为 $0.1\mu\text{m}$ 以上且 $2\mu\text{m}$ 以下、 $0.3\mu\text{m}$ 以上且 $1.5\mu\text{m}$ 以下、 $0.4\mu\text{m}$ 以上且 $1.0\mu\text{m}$ 以下。

[0082] [实施方式2:切削工具(2)]

使用图1~图5对本公开的另一实施方式所涉及的切削工具进行说明。

[0083] 本公开的另一实施方式(以下,也记为“实施方式2”)是具备基材和配置于该基材上的覆膜的切削工具,其中,

该覆膜包含第1A层,

该第1A层由第一单元层和第三单元层交替地层叠而成的交替层构成,

该第一单元层由 $Ti_{1-a-b}Al_aCe_bN$ 构成,

该a为0.350以上且0.650以下,

该b为0.001以上且0.100以下,

该第三单元层由 $Ti_dSi_{1-d-e}M_eN$ 构成,

该M为硼,

该d为0.20以上且0.99以下,

该e为大于0且0.05以下。

[0084] 在实施方式2的切削工具1中,“覆膜3包含“第1A层13、13'”,“第二层16的组成优选与第一单元层12的组成或“第三单元层17”的组成相同”,“覆膜3还包含设置于“第1A层13、13'”的与基材2相反的一侧的第三层14,“该第三层14优选由TiAlCeCN构成”,除此以外,是与实施方式1相同的构成。以下,对“第1A层13、13'”和“第二层”进行说明。

[0085] <第1A层>

本实施方式的第1A层13、13'由第一单元层12和第三单元层17交替地层叠而成的交替层构成。由此,能够提高该第1A层13、13'的“耐龟裂性”和“耐氧化性”,能够在第一单元层12与第三单元层17的界面处抑制“裂纹的进展”,因此能够提高覆膜3的“耐龟裂性”和“耐氧化性”,并且能够抑制覆膜3的“裂纹的进展”。此外,“第1A层13、13'由第一单元层12和第三单元层17交替地层叠而成的交替层构成”这一情况可以通过TEM(透射型电子显微镜)对覆膜3的剖面进行观察,通过对比度之差进行确认。

[0086] 第1A层13、13'的厚度优选为0.5 μ m以上且15 μ m以下。若第1A层13、13'的厚度小于0.5 μ m,则存在在连续加工中无法充分地发挥耐磨损性的倾向,若大于15 μ m,则存在在断续切削中耐崩裂性难以稳定的倾向。

[0087] 第1A层13、13'的厚度可以通过使用TEM(透射型电子显微镜)对覆膜3的剖面进行观察并进行测定来求出。具体而言,对薄片化后的试样照射电子束,使透过试样的电子、散射的电子成像,以高倍率进行观察,能够测定出第1A层13、13'的厚度。

[0088] (第一单元层的组成以及第三单元层的组成)

第一单元层12由 $Ti_{1-a-b}Al_aCe_bN$ 构成,该a为0.350以上且0.650以下,该b为0.001以上且0.100以下。由此,能够提高覆膜3的“耐氧化性”以及“耐磨损性”。该a优选为0.400以上,更优选为0.450以上,进一步优选为0.500以上。该a优选为0.640以下,更优选为0.600以下,进一步优选为0.550以下。该a优选为0.400以上且0.650以下,更优选为0.450以上且0.600以下,进一步优选为0.500以上且0.550以下。该b优选为0.005以上,更优选为0.007以上,进一步优选为0.010以上。该b优选为0.070以下,更优选为0.050以下,进一步优选为0.020以下。该b优选为0.005以上且0.050以下,更优选为0.007以上且0.030以下,进一步优选为0.010以上且0.020以下。此外,“由 $Ti_{1-a-b}Al_aCe_bN$ 构成”是指,只要显示出本公开的效果,则在 $Ti_{1-a-b}Al_aCe_bN$ 的基础上,还可以包含不可避免的杂质。作为该不可避免的杂质,例

如可列举为氧以及碳等。第一单元层12中的不可避免的杂质整体的含量优选为大于0原子%且小于1原子%。在此,“原子%”是指原子数相对于构成层的原子的总原子数的比例(%)。原子数相对于构成层的原子的总原子数的比例(%)通过与后述的“a以及b的测定方法”同样的方法来求出。此外,确认到以下情况:只要在同一切削工具1中进行测定,则即使任意地选择测定部位,测定结果也没有偏差。

[0089] 上述a以及上述b通过基于试样剖面的透射型电子显微镜(TEM)观察的元素分析来求出。具体而言,使用TEM附带的EDS(Energy Dispersive X-ray Spectroscopy),对将薄膜剖面薄片化后的试样照射电子束时产生的特性X射线的能量和产生次数进行测量,进行元素分析,由此求出。此外,确认到以下情况:只要在同一切削工具1中进行测定,则即使任意地选择测定部位,测定结果也没有偏差。

[0090] 第三单元层17由 $Ti_dSi_{1-d}M_eN$ 构成,该M是硼。由此,第三单元层17能够兼具优异的硬度和优异的耐氧化性。其机理尚不明确,但推测以下那样的机理。

[0091] 由于M是硼,因此第三单元层17的硬度因硼而变高,覆膜3整体的硬度变高。进一步地,由于硼的氧化物为低熔点,因此作为切削时的润滑剂而发挥作用,能够抑制被切削材料的凝附。

[0092] 此外,“由 $Ti_dSi_{1-d}M_eN$ 构成”是指,只要显示出本公开的效果,则在 $Ti_dSi_{1-d}M_eN$ 的基础上,还可以包含不可避免的杂质。作为该不可避免的杂质,例如可列举为氧以及碳等。第一单元层12以及第三单元层17各自中的不可避免的杂质整体的含量优选为大于0原子%且小于1原子%。在此,“原子%”是指原子数相对于构成层的原子的总原子数的比例(%)。原子数相对于构成层的原子的总原子数的比例(%)通过与上述“a以及b的测定方法”同样的方法求出。此外,确认到以下情况:只要在同一切削工具1中进行测定,则即使任意地选择测定部位,测定结果也没有偏差。

[0093] 该d为0.20以上且0.99以下。由此,第三单元层15的晶体结构形成为立方晶型,由此第三单元层15高硬化,作为其结果,第三单元层15的“耐磨损性”提高。

[0094] 该d优选为0.80以上,更优选为0.85以上,进一步优选为0.90以上。该d优选为0.98以下,更优选为0.97以下,进一步优选为0.95以下。该d优选为0.80以上且0.98以下,更优选为0.85以上且0.97以下,进一步优选为0.90以上且0.95以下。

[0095] 该e为大于0且0.05以下。由此,能够提高第1A层13、13'的硬度和第1A层13、13'的耐氧化性。该e优选为0.002以上,更优选为0.005以上,进一步优选为0.01以上。该e优选为0.04以下,更优选为0.03以下,进一步优选为0.02以下。该e优选为0.002以上且0.05以下,更优选为0.005以上且0.03以下,进一步优选为0.01以上且0.02以下。

[0096] 上述d以及上述e通过与上述“a以及b的测定方法”同样的方法求出。此外,确认到以下情况:只要在同一切削工具1中进行测定,则即使任意地选择测定部位,测定结果也没有偏差。

[0097] (第一单元层的平均厚度以及第三单元层的平均厚度)

优选地,第一单元层12的平均厚度为 $0.002\mu\text{m}$ 以上且 $0.2\mu\text{m}$ 以下,且第三单元层17的平均厚度为 $0.002\mu\text{m}$ 以上且 $0.2\mu\text{m}$ 以下。由此,能够进一步抑制在覆膜3的表面产生的裂纹的进展。第一单元层12的平均厚度的下限优选为 $0.002\mu\text{m}$ 以上,更优选为 $0.005\mu\text{m}$ 以上,进一步优选为 $0.01\mu\text{m}$ 以上。第一单元层12的平均厚度的上限优选为 $0.2\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $0.15\mu\text{m}$

以下,进一步优选为 $0.1\mu\text{m}$ 以下。第一单元层12的平均厚度更优选为 $0.005\mu\text{m}$ 以上且 $0.15\mu\text{m}$ 以下,进一步优选为 $0.01\mu\text{m}$ 以上且 $0.1\mu\text{m}$ 以下。第三单元层17的平均厚度的下限优选为 $0.002\mu\text{m}$ 以上,更优选为 $0.005\mu\text{m}$ 以上,进一步优选为 $0.01\mu\text{m}$ 以上。第三单元层17的平均厚度的上限优选为 $0.2\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $0.15\mu\text{m}$ 以下,进一步优选为 $0.1\mu\text{m}$ 以下。第三单元层17的平均厚度更优选为 $0.005\mu\text{m}$ 以上且 $0.15\mu\text{m}$ 以下,进一步优选为 $0.01\mu\text{m}$ 以上且 $0.1\mu\text{m}$ 以下。

[0098] 第一单元层12的平均厚度以及第三单元层17的平均厚度可以通过与上述第1A层13、13'的厚度的测定方法同样的方法求出。

[0099] 在第一单元层12和与该第一单元层12相邻的第三单元层17中,该第一单元层12的厚度 λ_1 相对于该第三单元层17的厚度 λ_3 之比 λ_1/λ_3 优选为1以上且5以下(图5)。由于该第一单元层12的“导热系数”低,因此该第一单元层12具有不易将切削时产生的热传递到基材2的性质。因此,若第1A层13、13'中的第一单元层12的比例相对地增加,则覆膜3中的A1量增加,由此作为切削工具1整体的热阻断性(换言之,“耐热性”)提高,因此尤其是在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中,也能够提高“耐磨损性”。 λ_1/λ_3 优选为1以上,更优选为1.5以上,进一步优选为2以上。 λ_1/λ_3 优选为5以下,更优选为4以下,进一步优选为3以下。 λ_1/λ_3 优选为1以上且5以下,更优选为1.5以上且4以下,进一步优选为2以上且3以下。

[0100] 在第1A层13、13'中,第一单元层12以及第三单元层17各自的层叠数优选为10以上且500以下。由此,存在容易得到“通过层叠第一单元层12和第三单元层17而均衡地提高硬度和压缩残余应力的效果”的倾向。在第1A层13、13'中,第一单元层12以及第三单元层17各自的层叠数更优选为100以上且400以下,进一步优选为200以上且350以下。

[0101] 在第1A层13、13'中,第一单元层12以及第三单元层17各自的层叠数可以通过与上述“第一单元层12以及第二单元层15各自的层叠数”的测定方法同样的方法求出。

[0102] <第二层>

覆膜3还包含配置于基材2与第1A层13、13'之间的第二层16,该第二层16的组成优选与第一单元层12的组成或第三单元层17的组成相同(图3以及图4)。由此,能够提高该基材2与该覆膜3的紧贴性。

[0103] 另外,在第二层16的组成与第一单元层12的组成相同的情况下,即使基材2在切削初期露出,也能够抑制从基材2与覆膜3的界面起的氧化。

[0104] 在第二层16的组成与第一单元层12的组成相同的情况下,优选该第二层16的厚度比该第一单元层12的厚度厚。由此,能够进一步提高该基材2与该覆膜3的紧贴性。另外,即使基材2在切削初期露出,也能够进一步抑制从基材2与覆膜3的界面起的氧化。此外,“该第二层16的厚度比该第一单元层12的厚度厚”可以换言之为“该第二层16的厚度大于该第一单元层12的厚度的1.0倍”。该第二层16的厚度优选为该第一单元层12的厚度的2.0倍以上,更优选为4.0倍以上,进一步优选为10.0倍以上。该第二层16的厚度优选为该第一单元层12的厚度的300倍以下,更优选为120倍以下,进一步优选为50倍以下。该第二层16的厚度优选为该第一单元层12的厚度的2.0倍以上且300倍以下,更优选为4.0倍以上且120倍以下,进一步优选为10.0倍以上且50倍以下。

[0105] 在第二层16的组成与第一单元层12的组成相同的情况下,第二层16的厚度优选为 $0.1\mu\text{m}$ 以上。若第二层16的厚度小于 $0.1\mu\text{m}$,则存在难以得到通过将第二层16设为与第一单元层12相同的组成而抑制从基材2与覆膜3的界面起的氧化的效果的倾向。在第二层16的组

成与第一单元层12的组成相同的情况下,第二层16的厚度更优选为 $0.3\mu\text{m}$ 以上,进一步优选为 $0.4\mu\text{m}$ 以上。另外,第二层16的厚度的上限值没有特别限定,但若大于 $2\mu\text{m}$,则存在无法进一步提高上述的氧化的抑制效果的倾向。因此,考虑到成本方面,第二层16的厚度优选为 $2\mu\text{m}$ 以下。

[0106] 在第二层16的组成与第一单元层12的组成相同的情况下,可以在具有与第一单元层12相同的组成的第二层16的紧上方层叠第1A层13、13'的第一单元层12(图4),另外,也可以层叠第二单元层15(图3)。此外,在第二层16的组成与第一单元层12的组成相同的情况下,且在该第二层16的紧上方层叠有第1A层13、13'的第一单元层12的情况下,第二层16与第1A层13、13'的第一单元层12具有连续的晶体结构。

[0107] 在第二层16的组成与第三单元层17的组成相同的情况下,第三单元层17具有应力小的倾向,因此尤其是在对刀尖反复施加负荷那样的铣削加工、立铣刀加工等断续加工中,能够提高覆膜3的耐剥离性。

[0108] 在第二层16的组成与第三单元层17的组成相同的情况下,优选该第二层16的厚度比该第三单元层17的厚度厚。由此,尤其是在对刀尖反复施加负荷那样的铣削加工、立铣刀加工等断续加工中,能够进一步提高覆膜3的耐剥离性。此外,“该第二层16的厚度比该第三单元层17的厚度厚”可以换言之为“该第二层16的厚度大于该第三单元层17的厚度的1.0倍”。该第二层16的厚度优选为该第三单元层17的厚度的2.0倍以上,更优选为4.0倍以上,进一步优选为10.0倍以上。该第二层16的厚度优选为该第三单元层17的厚度的300倍以下,更优选为120倍以下,进一步优选为50倍以下。该第二层16的厚度优选为该第三单元层17的厚度的2.0倍以上且300倍以下,更优选为4.0倍以上且120倍以下,进一步优选为10.0倍以上且50倍以下。

[0109] 在第二层16的组成与第三单元层17的组成相同的情况下,第二层16的厚度优选为 $0.1\mu\text{m}$ 以上。若第二层16的厚度小于 $0.1\mu\text{m}$,则存在难以得到通过将第二层16设为与第三单元层17相同的组成而提高耐剥离性的效果的倾向。在第二层16的组成与第三单元层17的组成相同的情况下,第二层16的厚度更优选为 $0.3\mu\text{m}$ 以上,进一步优选为 $0.4\mu\text{m}$ 以上。另外,第二层16的厚度的上限值没有特别限定,但若大于 $2\mu\text{m}$,则存在无法确认到上述的耐剥离性的进一步提高的倾向。因此,考虑到成本方面,第二层16的厚度优选为 $2\mu\text{m}$ 以下。

[0110] 在第二层16的组成与第三单元层17的组成相同的情况下,可以在具有与第三单元层17相同的组成的第二层16的紧上方层叠第1A层13、13'的第一单元层12(图4),另外,也可以层叠第三单元层17(图3)。此外,在第二层16的组成与第三单元层17的组成相同的情况下,且在该第二层16的紧上方层叠有第1A层13、13'的第三单元层17的情况下,第二层16与第1A层13、13'的第三单元层17具有连续的晶体结构。

[0111] [实施方式3:切削工具的制造方法]

在实施方式3中,对实施方式1或实施方式2的切削工具的制造方法进行说明。该制造方法具备准备基材的第一工序和在该基材上形成覆膜的第二工序。该第二工序包含形成第一层或第1A层的工序。以下对各工序的详细情况进行说明。

[0112] 《第一工序》

在第一工序中,准备基材。基材可以使用实施方式1中记载的基材。

[0113] 例如,在使用硬质合金作为基材的情况下,可以使用市售的基材,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,成形为预定的形状而得到成形体。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。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,均可以准备。

[0114] 《第二工序》

在第二工序中,在基材上形成覆膜。该第二工序包含形成第一层或第1A层的工序。

[0115] 在“形成第一层的工序”中,使用物理蒸镀(Physical Vapor Deposition;PVD)法,通过交替地层叠第一单元层和第二单元层来形成第一层。另外,在“形成第1A层的工序”中,通过使用PVD法交替地层叠第一单元层和第三单元层来形成第1A层。为了提高包含第一层或第1A层的覆膜的耐磨损性,优选形成由结晶性高的化合物构成的层。本发明的发明人作为第一层以及第1A层的形成方法而研究了各种方法,结果发现了优选使用物理蒸镀法。

[0116] 作为PVD法,可以使用选自阴极电弧离子镀法、平衡磁控溅射法以及非平衡磁控溅射法、HiPIMS法组成的群组中的至少一种。特别优选使用原料元素的离子化率高的阴极电弧离子镀法。在使用阴极电弧离子镀法的情况下,在形成第一层之前,能够对基材的表面进行金属的离子轰击处理,因此基材与包含第一层的覆膜的紧贴性显著提高。

[0117] 阴极电弧离子镀法例如可以如下进行:在装置内设置基材,并且设置靶作为阴极后,对靶施加高电压而产生电弧放电,由此使构成靶的原子离子化而蒸发,使物质堆积于基材上。

[0118] 平衡磁控溅射法例如可以如下进行:在装置内设置基材,并且在具备形成平衡的磁场的磁铁的磁控管电极上设置靶,在磁控管电极与基材之间施加高频电力而产生气体等离子体,使通过该气体等离子体的产生所产生的气体的离子与靶碰撞,使从靶放出的原子堆积在基材上。

[0119] 非平衡磁控溅射法例如能够使通过上述的平衡磁控溅射法中的磁控管电极产生的磁场不平衡来进行。还可以使用能够进一步施加高电压而得到致密的膜的HiPIMS法。

[0120] <其他工序>

上述第二工序在上述的“形成第一层或第1A层的工序”的基础上,还可以包含表面磨削、喷丸等表面处理工序。另外,上述第二工序在上述的“形成第一层或第1A层的工序”的基础上,还可以包含形成其他层(基底层(第二层)、中间层、表面层(第三层)等)的工序。在覆膜包含其他层(基底层(第二层)、中间层、表面层(第三层)等)的情况下,这些层可以通过以往公知的方法形成。这些其他层可以通过以往公知的化学气相蒸镀法、物理蒸镀法形成。在一个物理蒸镀装置内,从能够与第一单元层、第二单元层或第三单元层连续地形成其他层的观点出发,其他层优选通过物理蒸镀法形成。

[0121] 实施例

通过实施例,对本实施方式进一步具体地进行说明。但是,本实施方式并不限于这些实施例。

[0122] [实施例1]

《切削工具的制作》

<试样1-1~1-27、1-101~1-109所涉及的切削工具的制作>

(第一工序:准备基材的工序)

图6是在本实施例中使用的阴极电弧离子镀装置的示意性的剖视图,图7是图6的装置的概略俯视图。

[0123] 在图6以及图7的装置中,在腔室101内安装有成为覆膜的金属原料的合金制的靶即第一单元层用的阴极106、第二单元层用的阴极107以及第三层用的阴极120、用于设置基材2的旋转式的基材保持件104。在阴极106安装有电弧电源108,在阴极107安装有电弧电源109。另外,在基材保持件104安装有偏置电源110。另外,在腔室101内设置有导入气体105的气体导入口,并且为了对腔室101内的压力进行调节而设置有气体排出口103,形成为能够利用真空泵从气体排出口103吸引腔室101内的气体的结构。

[0124] 在基材保持件104上,作为基材2装配有等级为JIS标准P30的硬质合金、形状为JIS标准的CNMG120408的芯片和住友电工硬质合金株式会社制造的SEMT13T3AGSN的芯片。

[0125] 接着,利用真空泵对腔室101内进行减压,并且一边使基材2旋转一边利用设置于装置内的加热器将温度加热至500°C,进行抽真空直至腔室101内的压力达到 1.0×10^{-4} Pa。接着,从气体导入口导入氩气,将腔室101内的压力保持为2.0Pa,一边逐渐提高偏置电源110的电压一边设为-1000V,进行15分钟基材2的表面的清洁。之后,通过从腔室101内排出氩气而对基材进行了清洗(氩轰击处理)。通过以上,准备了试样1-1~1-27、1-101~1-109所涉及的切削工具的基材。

[0126] (第二工序:在基材上形成覆膜的工序)

接着,在使基材2在中央旋转的状态下,一边导入氮气作为反应气体,一边在将基材2的温度维持在500°C、将反应气体压力维持在2.0Pa、将偏置电源110的电压维持在-50V~-200V的范围的某一定值的状态下,分别向阴极106、阴极107供给120A的电弧电流,由此从阴极106、阴极107产生金属离子,在基材上形成了具有表1以及表2所示的组成的第二层以及第一层。此外,阴极106的组成以Ti、Al、Ce的比率与表1以及表2的第一单元层的组成的比率相同的方式进行了调整。另外,阴极107的组成以Ti、Si的比率与表1以及表2的第二单元层的组成的比率相同的方式进行了调整。

[0127] 在形成有第二层的情况下,第一层通过在该第二层上分别以表1以及表2所示的层叠数逐层地交替地层叠第一单元层和第二单元层而形成。在未形成第二层的情况下,第一层通过在基材上分别以表1以及表2所示的层叠数逐层地交替地层叠第一单元层和第二单元层而形成。另外,第二层的厚度、第一层中的第一单元层以及第二单元层各自的厚度以及层叠数通过基材的旋转速度进行调整。然后,在第二层以及第一层的厚度分别达到表1以及表2所示的厚度时,停止向蒸发源供给的电流。

[0128] 接着,一边向腔室101内导入氮气和甲烷气体作为反应气体,一边在将基材2的温度维持在400°C、将反应气体压力维持在2.0Pa、将偏置电源110的电压维持在-300V的状态下,向阴极120供给100A的电弧电流,从而从阴极120产生金属离子,在第一层上形成第三层。在第三层的厚度达到表1以及表2所示的厚度时,停止向蒸发源供给的电流。此外,阴极120的组成以Ti、Al、Ce的比率与表1以及表2的第三层的组成的比率相同的方式进行了调整。另外,第三层的组成的氮与碳的比率通过氮的导入量与甲烷气体的导入量之比进行了调整。通过以上,制作了试样1-1~1-27、1-101~1-109所涉及的切削工具。

[0129]

表 1

试样 No.	第一单元层			第二单元层			第三单元层			膜层的厚度 [μm]	切削时间 [分钟]	切削长度 [mm]
	a	b	平均厚度 [μm]	c	平均厚度 [μm]	λ/λ ₂	层叠数	厚度 [μm]	组成			
1-1	0.350	0.010	0.003	0.95	0.003	1.0	600	-	-	3.6	87	5.1
1-2	0.650	0.020	0.001	0.93	0.001	1.0	1400	-	-	2.8	71	4.1
1-3	0.550	0.001	0.002	0.95	0.002	1.0	800	-	-	3.2	91	5.3
1-4	0.600	0.100	0.003	0.94	0.003	1.5	600	-	-	3	89	4.8
1-5	0.600	0.050	0.006	0.20	0.009	0.7	200	-	-	3	65	3.9
1-6	0.500	0.010	0.020	0.99	0.02	1.0	120	-	-	4.8	91	5.6
1-7	0.400	0.020	0.100	0.95	0.100	1.0	18	-	-	3.6	69	4.2
1-8	0.550	0.010	0.015	0.96	0.003	5.0	400	-	-	7.2	108	6.5
1-9	0.500	0.010	0.002	0.95	0.001	2.0	900	-	-	2.7	88	5.9
1-10	0.550	0.010	0.200	0.97	0.15	1.3	10	-	-	3.5	97	6.1
1-11	0.600	0.005	0.015	0.95	0.002	7.5	200	-	-	3.4	68	3.8
1-12	0.500	0.006	0.220	0.95	0.2	1.1	8	-	-	3.4	66	4.0
1-13	0.500	0.020	0.010	0.99	0.010	1.0	150	Ti0.99Si0.01N	-	3.4	70	4.1
1-14	0.500	0.020	0.010	0.90	0.010	1.0	150	Ti0.98Si0.1N	-	3.6	68	4.2
1-15	0.480	0.040	0.150	0.95	0.150	1.0	10	Ti0.48Al0.48C-e0.04N	-	3.6	77	5.7
1-16	0.500	0.020	0.010	0.95	0.002	5.0	250	Ti0.48Al0.5C-e0.02N	-	3.4	82	5.3
1-17	0.500	0.020	0.005	0.95	0.005	1.0	35	Ti0.48Al0.5C-e0.02N	-	0.6	61	4.5
1-18	0.500	0.020	0.150	0.95	0.150	1.0	10	-	Ti0.48Al0.5C-e0.02CN	0.6	79	4.4
1-19	0.500	0.020	0.005	0.95	0.005	1.0	300	-	Ti0.48Al0.5C-e0.02CN	0.8	87	4.9
1-20	0.500	0.020	0.005	0.85	0.005	1.0	300	-	Ti0.48Al0.5C-e0.02CN	0.6	96	6.3
1-21	0.500	0.020	0.008	0.95	0.003	2.7	273	-	Ti0.48Al0.5C-e0.02CN	0.5	89	5.9
1-22	0.500	0.020	0.005	0.95	0.005	1.0	20	-	Ti0.48Al0.5C-e0.02CN	0.5	98	6.3
1-23	0.500	0.020	0.050	0.95	0.050	1.0	35	Ti0.48Al0.5C-e0.02N	-	0.3	84	4.6
1-24	0.580	0.020	0.005	0.95	0.005	1.0	300	Ti0.4A10.58C-e0.02N	-	0.5	71	4.4
1-25	0.495	0.005	0.150	0.95	0.150	1.0	10	Ti0.48Al0.495C-e0.005N	-	3.9	72	6.1
1-26	0.600	0.010	0.25	0.93	0.13	1.9	10	-	Ti0.48Al0.495C-e0.005CN	0.4	55	3.8
1-27	0.600	0.020	0.19	0.94	0.25	0.8	9	-	-	4.0	54	3.7

[0130]

表 2

试样 No.	第一单元层			第二单元层			第三层			研磨 的 厚度 [μm]	切削时间 (分钟)	切削长度 [km]	
	a	b	平均 厚度 [μm]	c	平均 厚度 [μm]	λ/λ_2	层叠数	厚度 [μm]	组成				厚度 [μm]
1-101	0.300	0.020	0.005	0.95	0.005	1.0	300	3.0	-	-	28	2.0	
1-102	0.700	0.020	0.005	0.98	0.005	1.0	300	3.0	-	-	25	1.7	
1-103	0.550	0	0.005	0.93	0.005	1.0	300	3.0	-	-	27	1.9	
1-104	0.600	0.200	0.005	0.95	0.005	1.0	300	3.0	-	-	29	2.1	
1-105	0.600	0.020	0.005	0.15	0.005	1.0	300	3.0	-	-	22	1.3	
1-106	0.550	0.020	0.005	1.00	0.005	1.0	300	3.0	-	-	24	1.5	
1-107	0.500	0.020	3.5	-	-	-	-	3.5	-	-	18	0.8	
1-108	-	-	-	0.6	-	-	-	4.0	-	-	35	1.0	
1-109	0.500	0	0.005	0.7	0.005	1.0	350	3.5	Ti0.50Al0.50N	0.5	34	1.5	

[0131]

《评价》

对于各试样所涉及的切削工具,对第一单元层的组成(即,a以及b)、第二单元层的

组成(即,c)、第二层的组成、第三层的组成、层叠数、第一单元层的平均厚度、第二单元层的平均厚度、第一层的厚度、第二层的厚度、第三层的厚度以及 λ_1/λ_2 进行了测定。

[0132] <第一单元层的组成(a以及b)的测定>

对于各试样的切削工具,通过实施方式1中记载的方法求出上述a。将所得到的结果分别记载于表1以及表2的“a”一栏。另外,对于各试样的切削工具,通过实施方式1中记载的方法求出上述b。将所得到的结果分别记载于表1以及表2的“b”一栏。

[0133] <第二单元层的组成(c)的测定>

对于各试样的切削工具,通过实施方式1中记载的方法求出上述c。将所得到的结果分别记载于表1以及表2的“c”一栏。

[0134] <第二层的组成以及第三层的组成的测定>

对于各试样的切削工具,通过实施方式1中记载的方法求出第二层的组成。将所得到的结果分别记载于表1以及表2的“第二层”一栏中的“组成”一栏。另外,对于各试样的切削工具,通过实施方式1中记载的方法求出第三层的组成。将所得到的结果分别记载于表1以及表2的“第三层”一栏中的“组成”一栏。此外,在表1以及表2的“第二层”一栏中的“组成”一栏中记载为“-”的情况下,表示不存在第二层,在表1以及表2的“第三层”一栏中的“组成”一栏中记载为“-”的情况下,表示不存在第三层。

[0135] <层叠数的测定>

对于各试样的切削工具,通过实施方式1中记载的方法求出上述层叠数。将所得到的结果分别记载于表1以及表2的“层叠数”一栏。

[0136] <第一单元层的平均厚度、第二单元层的平均厚度、第一层的厚度、第二层的厚度以及第三层的厚度的测定>

对于各试样的切削工具,通过实施方式1中记载的方法求出第一单元层的平均厚度。将所得到的结果分别记载于表1以及表2的“第一单元层”一栏中的“平均厚度[μm]”一栏。另外,对于各试样的切削工具,通过实施方式1中记载的方法求出第二单元层的平均厚度。将所得到的结果分别记载于表1以及表2的“第二单元层”一栏中的“平均厚度[μm]”一栏。另外,对于各试样的切削工具,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1以及表2的“第一层”一栏中的“厚度[μm]”一栏。另外,对于各试样的切削工具,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1以及表2的“第二层”一栏中的“厚度[μm]”一栏。另外,对于各试样的切削工具,通过实施方式1中记载的方法求出第三层的厚度。将所得到的结果分别记载于表1以及表2的“第三层”一栏中的“厚度[μm]”一栏。此外,在表1以及表2的“第一单元层”一栏中的“平均厚度[μm]”一栏中记载为“-”的情况下,表示不存在第一单元层。在表1以及表2的“第二单元层”一栏中的“平均厚度[μm]”一栏中记载为“-”的情况下,表示不存在第二单元层。在表1以及表2的“第二层”一栏中的“厚度[μm]”一栏中记载为“-”的情况下,表示不存在第二层。在表1以及表2的“第三层”一栏中的“厚度[μm]”一栏中记载为“-”的情况下,表示不存在第三层。

[0137] < λ_1/λ_2 的测定>

对于各试样的切削工具,通过实施方式1中记载的方法求出上述 λ_1/λ_2 。将所得到的结果分别记载于表1以及表2的“ λ_1/λ_2 ”一栏。此外,在表1以及表2的“ λ_1/λ_2 ”一栏中记载为“-”的情况下,表示不存在第一单元层以及第二单元层中的至少任一者。

[0138] <切削工具的寿命评价>

(切削试验1:连续车削试验)

对于试样1-1~1-27、1-101~1-109的CNMG120408形状的切削工具,在以下的切削条件下执行干式的连续车削试验,对刀尖的后刀面磨损量达到0.2mm为止的时间进行测定。将结果记载于表1以及表2的“切削时间[分钟]”一栏。此外,在表1以及表2中,切削时间长表示工具寿命长。

[0139] (切削条件)

- 被切削材料:SCM440 (HB=300)
- 切削速度:250m/min
- 进给速度:0.3mm/rev
- 切口:2.0mm
- 冷却剂:干式

在上述切削条件下执行的切削加工是难切削材料的高速高效加工,相当于在刀尖温度高的条件下执行的切削加工。

[0140] 试样1-1~1-27所涉及的切削工具与试样1-101~1-109所涉及的切削工具相比,在连续车削试验中,确认到刀尖的后刀面磨损量大幅降低。即,确认到试样1-1~1-27所涉及的切削工具与试样1-101~1-109所涉及的切削工具相比,尤其是在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中也具有较长的工具寿命。

[0141] (切削试验2:铣削试验)

对于试样1-1~1-27、1-101~1-109的SEMT13T3AGSN形状的切削工具,将由难切削材料构成的宽度150mm的板的中心线和宽度比其宽的 ϕ 160mm的刀具的中心对准,在以下的切削条件下执行表面铣削(即,执行干式的铣削试验),对刀尖的后刀面磨损量达到0.2mm为止的切削长度进行测定。将结果记载于表1以及表2的“切削长度[km]”一栏。此外,在表1以及表2中,切削长度长表示工具寿命长。

[0142] (切削条件)

被切削材料:SKD11 (HB=235)

- 切削速度:180m/min
- 进给速度:0.15mm/t
- 轴向切口 a_p :1.5mm
- 径向切口 a_e :150mm
- 冷却剂:干式

在上述切削条件下执行的切削加工是难切削材料的高速高效率以及干式条件下的铣削加工,相当于在刀尖温度高的条件下执行的切削加工。

[0143] 试样1-1~1-27所涉及的切削工具与试样1-101~1-109所涉及的切削工具相比,确认到刀尖的切削长度大幅增加。即,确认到试样1-1~1-27所涉及的切削工具与试样1-101~1-109所涉及的切削工具相比,尤其是在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中也具有较长的工具寿命。

[0144] [实施例2]

《切削工具的制作》

〈试样2-1~2-18、2-101~2-108所涉及的切削工具的制作〉

在第二工序中,除了“在基材上形成有具有“表3以及表4”所示的组成的第二层以及“第1A层”。此外,阴极106的组成以Ti、Al、Ce的比率与“表3以及表4”的第一单元层的组成的比率相同的方式进行了调整。另外,阴极107的组成以Ti、Si、“B”的比率与“表3以及表4”的“第三单元层”的组成的比率相同的方式进行了调整。”这一点、“在形成有第二层的情况下,“第1A层”通过在该第二层上分别以“表3以及表4”所示的层叠数逐层地交替地层叠第一单元层和“第三单元层”而形成。在未形成第二层的情况下,“第1A层”通过在基材上分别以“表3以及表4”所示的层叠数逐层地交替地层叠第一单元层和“第三单元层”而形成。”这一点、“在第二层以及“第1A层”的厚度分别达到“表3以及表4”所示的厚度时,停止向蒸发源供给的电流”这一点、“在第三层的厚度达到“表3以及表4”所示的厚度时,停止向蒸发源供给的电流。此外,阴极120的组成以Ti、Al、Ce的比率与“表3以及表4”的第三层的组成的比率相同的方式进行了调整。”这一点以外,通过与上述试样1-1~1-27、1-101~1-109所涉及的切削工具相同的方法,制作试样2-1~2-18、2-101~2-108所涉及的切削工具。

[0145]

表 3

试样 No.	第一单元层										第二层			第三层		镀膜厚度 [μm]	切削时间 [分钟]	切削长度 [km]		
	a		b		平均厚度 [μm]		d	e	M	平均厚度 [μm]	λ/λ ₃	层叠数	厚度 [μm]	组成	厚度 [μm]				组成	厚度 [μm]
	a	b	a	b	a	b														
2-1	0.350	0.030	0.001	0.85	0.02	B	0.002	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	75	5.0	
2-2	0.600	0.001	0.003	0.85	0.03	B	0.003	1.0	500	3.0	1.0	500	-	-	-	-	3.0	88	7.0	
2-3	0.600	0.100	0.003	0.93	0.03	B	0.001	3.0	500	3.0	2.0	100	-	-	-	-	3.0	83	6.1	
2-4	0.550	0.040	0.02	0.20	0.03	B	0.001	3.0	800	3.2	3.0	800	-	-	-	-	3.2	86	6.8	
2-5	0.550	0.050	0.003	0.99	0.03	B	0.003	6.7	150	3.5	3.0	800	-	-	-	-	3.5	72	4.6	
2-6	0.550	0.020	0.02	0.92	0.01	B	0.004	1.0	400	3.2	1.0	400	-	-	-	-	3.2	70	4.5	
2-7	0.500	0.020	0.004	0.80	0.05	B	0.004	1.0	200	2.8	1.0	200	-	-	-	-	2.8	93	7.1	
2-8	0.500	0.010	0.007	0.90	0.02	B	0.004	5.0	130	3.1	1.0	130	-	-	-	-	3.1	89	6.9	
2-9	0.550	0.020	0.02	0.90	0.02	B	0.002	1.0	800	3.2	1.0	800	-	-	-	-	3.2	92	7.1	
2-10	0.500	0.020	0.002	0.90	0.02	B	0.002	1.0	800	3.2	1.0	800	-	-	-	-	3.2	94	7.6	
2-11	0.450	0.020	0.2	0.85	0.02	B	0.2	10.8	-	-	1.0	27	-	-	-	-	10.8	125	10.1	
2-12	0.400	0.020	0.005	0.85	0.02	B	0.002	2.5	100	0.7	2.5	100	-	-	-	-	0.7	62	3.5	
2-13	0.550	0.030	0.002	0.95	0.02	B	0.002	1.0	900	3.6	1.0	900	-	-	-	-	3.6	115	9.8	
2-14	0.600	0.030	0.002	0.95	0.02	B	0.002	1.0	800	3.2	1.0	800	-	-	-	-	3.2	104	9.2	
2-15	0.500	0.020	0.005	0.92	0.03	B	0.005	1.0	300	3.0	1.0	300	-	-	-	-	3.0	95	7.2	
2-16	0.550	0.020	0.010	0.95	0.02	B	0.050	0.2	50	3.0	0.2	50	-	-	-	-	3.0	50	3.0	
2-17	0.550	0.030	0.25	0.96	0.03	B	0.12	2.1	10	3.7	2.1	10	-	-	-	-	3.7	52	3.2	
2-18	0.550	0.030	0.18	0.95	0.02	B	0.25	0.72	10	4.3	0.72	10	-	-	-	-	4.3	56	3.4	

[0146]

表 4

试样 No.	第一单元层			第 1A 层				第二层		第三层		薄膜的厚度 [μm]	切削时间 [分钟]	切削长度 [km]
	a	b	平均厚度 [μm]	d	e	M	λ1/λ3	层叠数	厚度 [μm]	组成	厚度 [μm]			
												平均厚度 [μm]		
2-101	0.300	0.020	0.002	0.94	0.02	B	1.0	800	3.2	-	-	-	31	2.1
2-102	0.700	0.020	0.002	0.93	0.02	B	1.0	800	3.2	-	-	-	32	2.3
2-103	0.550	0	0.002	0.95	0.02	B	1.0	750	3.0	-	-	-	27	1.4
2-104	0.550	0.150	0.002	0.95	0.03	B	1.0	750	3.0	-	-	-	28	1.6
2-105	0.550	0.020	0.002	0.15	0.03	B	1.0	750	3.0	-	-	-	29	1.7
2-106	0.550	0.020	0.002	0.93	0	-	1.0	750	3.0	-	-	-	30	2.0
2-107	0.600	0.020	0.002	0.93	0.10	B	1.0	750	3.0	-	-	-	27	2.5
2-108	0.550	0.030	3.5	-	-	-	-	-	3.5	-	-	-	25	1.2

[0147]

《评价》

对于各试样所涉及的切削工具,对第一单元层的组成(即,a以及b)、第三单元层的

组成(即,d以及e)、第二层的组成、第三层的组成、层叠数、第一单元层的平均厚度、第三单元层的平均厚度、第1A层的厚度、第二层的厚度、第三层的厚度以及 λ_1/λ_3 进行了测定。

[0148] <第一单元层的组成(a以及b)的测定>

对于各试样的切削工具,通过实施方式1中记载的方法求出上述a。将所得到的结果分别记载于表3以及表4的“a”一栏。另外,对于各试样的切削工具,通过实施方式1中记载的方法求出上述b。将所得到的结果分别记载于表3以及表4的“b”一栏。

[0149] <第三单元层的组成(d以及e)的测定>

对于各试样的切削工具,通过实施方式2中记载的方法求出上述d。将所得到的结果分别记载于表3以及表4的“d”一栏。另外,对于各试样的切削工具,通过实施方式2中记载的方法求出上述e。将所得到的结果分别记载于表3以及表4的“e”一栏。此外,在表3以及表4中,在“d”一栏以及“e”一栏中记载为“-”的情况下,表示不存在第三单元层。

[0150] <第二层的组成以及第三层的组成的测定>

对于各试样的切削工具,通过实施方式1中记载的方法求出第二层的组成。将所得到的结果分别记载于表3以及表4的“第二层”一栏中的“组成”一栏。另外,对于各试样的切削工具,通过实施方式1中记载的方法求出第三层的组成。将所得到的结果分别记载于表3以及表4的“第三层”一栏中的“组成”一栏。此外,在表3以及表4的“第二层”一栏中的“组成”一栏中记载为“-”的情况下,表示不存在第二层,在表3以及表4的“第三层”一栏中的“组成”一栏中记载为“-”的情况下,表示不存在第三层。

[0151] <层叠数的测定>

对于各试样的切削工具,通过实施方式2中记载的方法求出上述层叠数。将所得到的结果分别记载于表3以及表4的“层叠数”一栏。

[0152] <第一单元层的平均厚度、第三单元层的平均厚度、第1A层的厚度、第二层的厚度以及第三层的厚度的测定>

对于各试样的切削工具,通过实施方式2中记载的方法求出第一单元层的平均厚度。将所得到的结果分别记载于表3以及表4的“第一单元层”一栏中的“平均厚度[μm]”一栏。另外,对于各试样的切削工具,通过实施方式2中记载的方法求出第三单元层的平均厚度。将所得到的结果分别记载于表3以及表4的“第三单元层”一栏中的“平均厚度[μm]”一栏。另外,对于各试样的切削工具,通过实施方式2中记载的方法求出第1A层的厚度。将所得到的结果分别记载于表3以及表4的“第1A层”一栏中的“厚度[μm]”一栏。另外,对于各试样的切削工具,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“第二层”一栏中的“厚度[μm]”一栏。另外,对于各试样的切削工具,通过实施方式1中记载的方法求出第三层的厚度。将所得到的结果分别记载于表3以及表4的“第三层”一栏中的“厚度[μm]”一栏。此外,在表3以及表4的“第一单元层”一栏中的“平均厚度[μm]”一栏中记载为“-”的情况下,表示不存在第一单元层。在表3以及表4的“第三单元层”一栏中的“平均厚度[μm]”一栏中记载为“-”的情况下,表示不存在第三单元层。在表3以及表4的“第二层”一栏中的“厚度[μm]”一栏中记载为“-”的情况下,表示不存在第二层。在表3以及表4的“第三层”一栏中的“厚度[μm]”一栏中记载为“-”的情况下,表示不存在第三层。

[0153] < λ_1/λ_3 的测定>

对于各试样的切削工具,通过实施方式2中记载的方法求出上述 λ_1/λ_3 。将所得到的

的结果分别记载于表3以及表4的“ λ_1/λ_3 ”一栏。此外,在表3以及表4的“ λ_1/λ_3 ”一栏中记载为“-”的情况下,表示不存在第一单元层以及第三单元层中的至少任一者。

[0154] <切削工具的寿命评价>

(切削试验3:连续车削试验)

对于试样2-1~2-18、2-101~2-108的CNMG120408形状的切削工具,在以下的切削条件下执行干式的连续车削试验,对刀尖的后刀面磨损量达到0.2mm为止的时间进行测定。将结果记载于表3以及表4的“切削时间[分钟]”一栏。此外,在表2中,切削时间长表示工具寿命长。

[0155] (切削条件)

- 被切削材料:铬镍铁合金(Inconel) 718 (时效材料:HB=400)
- 切削速度:65m/min
- 进给速度:0.15mm/rev
- 切口:1.0mm
- 冷却剂:干式

在上述切削条件下执行的切削加工是难切削材料的高速高效率加工,相当于在刀尖温度高的条件下执行的切削加工。

[0156] 试样2-1~2-18所涉及的切削工具与试样2-101~2-108所涉及的切削工具相比,在连续车削试验中,确认到刀尖的后刀面磨损量大幅降低。即,确认到试样2-1~2-18所涉及的切削工具与试样2-101~2-108所涉及的切削工具相比,尤其是在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中也具有较长的工具寿命。

[0157] (切削试验4:铣削试验)

对于试样2-1~2-18、2-101~2-108的SEMT13T3AGSN形状的切削工具,将由难切削材料构成的宽度150mm的板的中心线和宽度比其宽的 ϕ 160mm的刀具的中心对准,在以下的切削条件下执行表面铣削(即,执行干式的铣削试验),对刀尖的后刀面磨损量达到0.2mm为止的切削长度进行测定。将结果记载于表3以及表4的“切削长度[km]”一栏。此外,在表2中,切削长度长表示工具寿命长。

[0158] (切削条件)

- 被切削材料:FCD700 (HB=250)
- 切削速度:250m/min
- 进给速度:0.2mm/t
- 轴向切口 a_p :2.0mm
- 径向切口 a_e :150mm
- 冷却剂:干式

在上述切削条件下执行的切削加工是难切削材料的高速高效率以及干式条件下的铣削加工,相当于在刀尖温度高的条件下执行的切削加工。

[0159] 试样2-1~2-18所涉及的切削工具与试样2-101~2-108所涉及的切削工具相比,确认到刀尖的切削长度大幅增加。即,确认到试样2-1~2-18所涉及的切削工具与试样2-101~2-108所涉及的切削工具相比,尤其是在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中也具有较长的工具寿命。

[0160] 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。

[0161] 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。

[0162] 附图标记说明

1:切削工具;2:基材;3:覆膜;12:第一单元层;13、13':第一层、第1A层;14:第三层;15:第二单元层;16:第二层;17:第三单元层;101:腔室;103:气体排出口;104:基材保持件;105:气体;106、107、120:阴极;108、109:电弧电源;110:偏置电源。

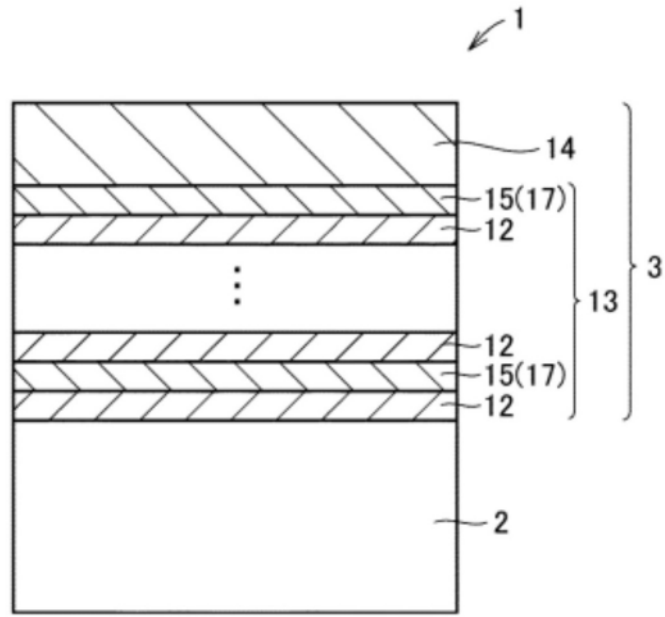


图1

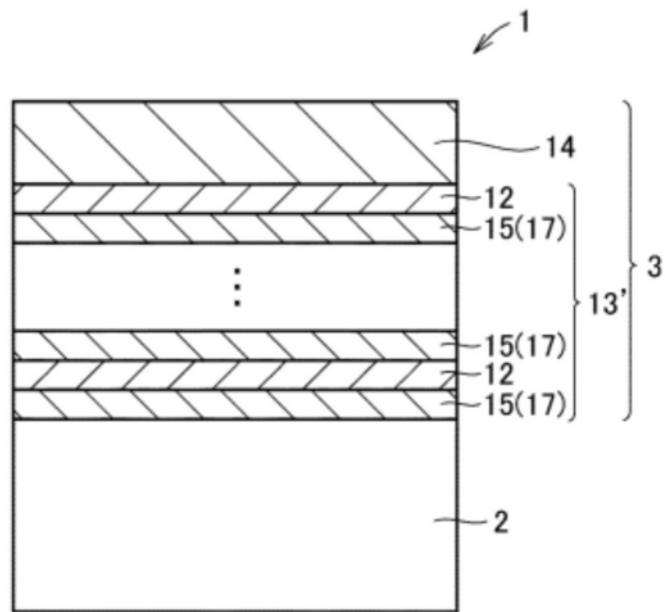


图2

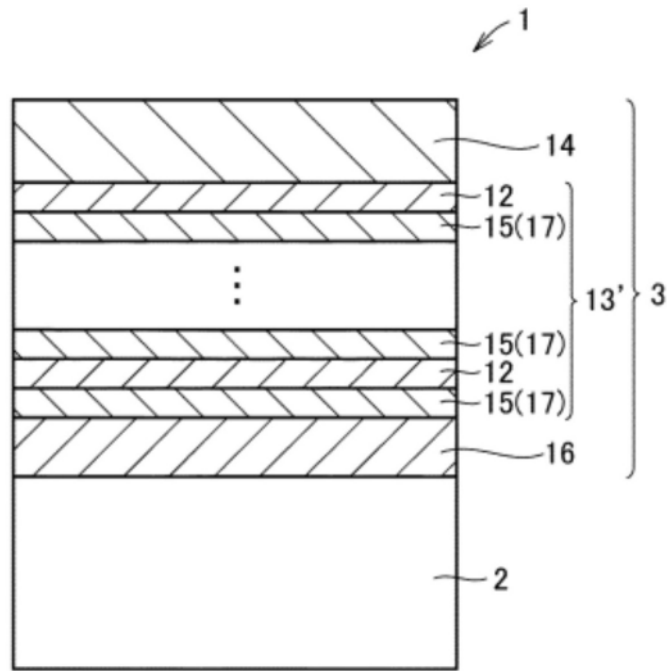


图3

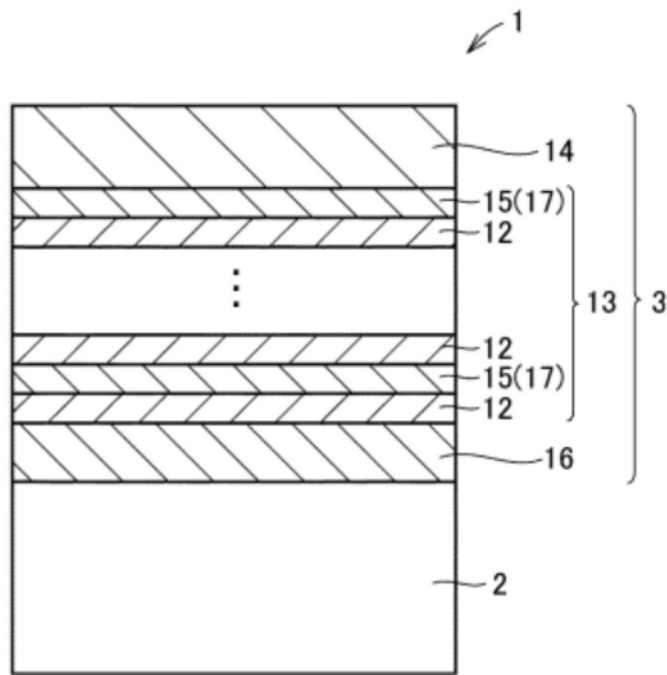


图4

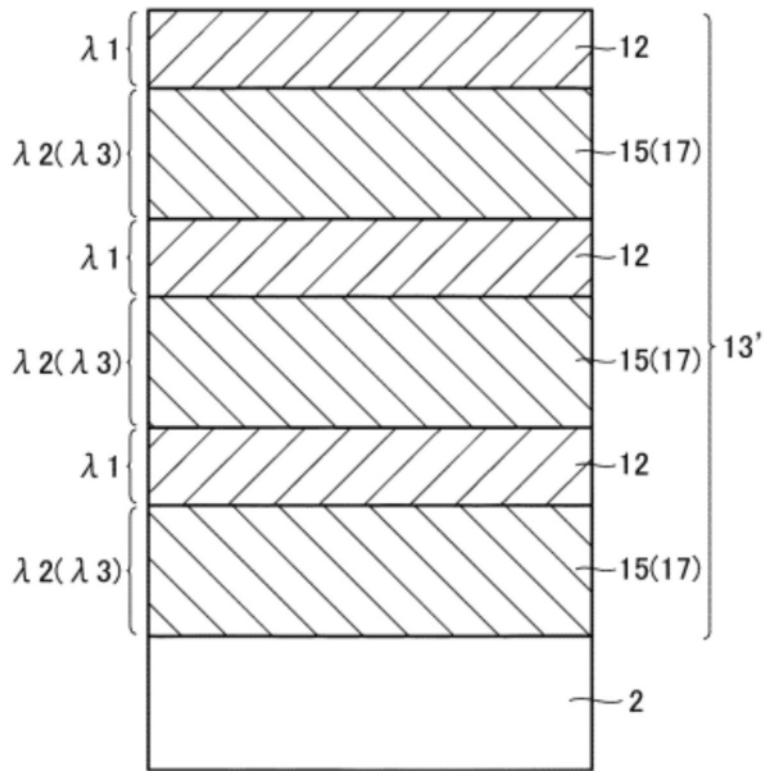


图5

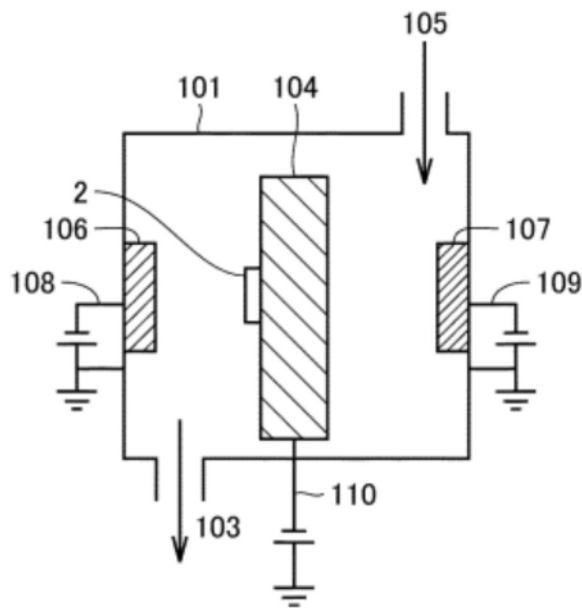


图6

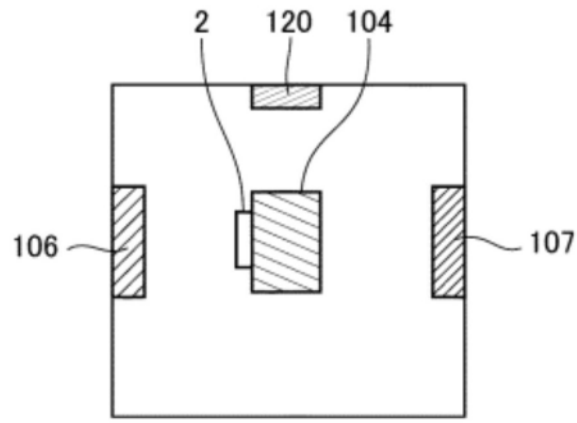


图7