



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118475425 A

(43) 申请公布日 2024. 08. 09

(21) 申请号 202280086350.7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2022.10.14

B23B 27/14 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2024.06.27

B23C 5/16 (2006.01)

C23C 14/06 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/038392 2022.10.14

(87) PCT国际申请的公布数据
W02024/079890 JA 2024.04.18

(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

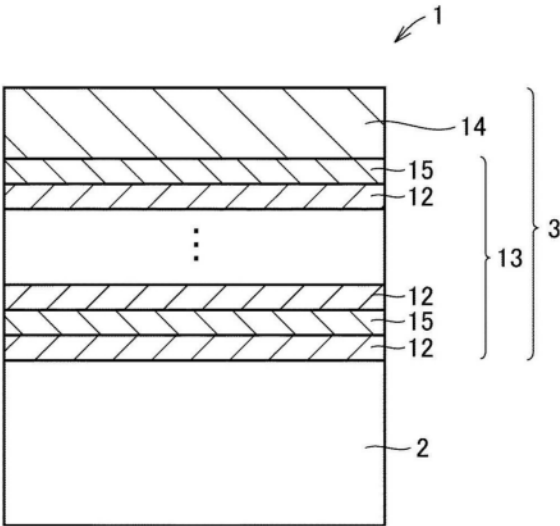
专利代理师 吴大建 霍玉娟

权利要求书2页 说明书27页 附图6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 $Al_aCr_{1-a-b}Ce_bN$ 构成,所述a为大于0.400且0.800以下,所述b为0.001以上且0.100以下,所述第二单元层由 $Al_cV_{1-c}N$ 构成,所述c为0.30以上且0.75以下,所述a以及所述c满足 $a>c$ 的关系。



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 $\text{Al}_a\text{Cr}_{1-a-b}\text{Ce}_b\text{N}$ 构成,所述a为大于0.400且0.800以下,所述b为0.001以上且0.100以下,所述第二单元层由 $\text{Al}_c\text{V}_{1-c}\text{N}$ 构成,所述c为0.40以上且0.75以下,所述a以及所述c满足 $a > c$ 的关系。
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1.0以上且5.0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 $0.002\mu\text{m}$ 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。
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 AlCrCeCN 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 $\text{Al}_a\text{Cr}_{1-a-b}\text{Ce}_b\text{N}$ 构成,所述a为大于0.400且0.800以下,所述b为0.001以上且0.100以下,所述第三单元层由 $\text{Al}_d\text{V}_{1-d-e}\text{M}_e\text{N}$ 构成,所述M为硅或硼,所述d为0.40以上且0.75以下,所述e为大于0且0.05以下,所述a以及所述d满足 $a > d$ 的关系。
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1.0以上且5.0以下。

10. 根据权利要求8或9所述的切削工具,其中,所述M为硅。

11. 根据权利要求8或9所述的切削工具,其中,所述M为硼。

12. 根据权利要求8至11中任一项所述的切削工具,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。

13. 根据权利要求8至12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。

14. 根据权利要求13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。

15. 根据权利要求13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。

16. 根据权利要求8至15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AlCrCeCN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

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2017-64845号公报

[0006] 专利文献2:日本特开平9-300105号公报

发明内容

[0007] 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,

[0008] 所述覆膜包含第一层,

[0009] 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,

[0010] 所述第一单元层由 $\text{Al}_a\text{Cr}_{1-a-b}\text{Ce}_b\text{N}$ 构成,

[0011] 所述a为大于0.400且0.800以下,

[0012] 所述b为0.001以上且0.100以下,

[0013] 所述第二单元层由 $\text{Al}_c\text{V}_{1-c}\text{N}$ 构成,

[0014] 所述c为0.40以上且0.75以下,

[0015] 所述a以及所述c满足 $a > c$ 的关系。

附图说明

[0016] 图1是实施方式1所涉及的切削工具的一个例子的示意性的放大剖视图。

[0017] 图2是实施方式1所涉及的切削工具的一个例子的示意性的放大剖视图。

[0018] 图3是实施方式1所涉及的切削工具的一个例子的示意性的放大剖视图。

[0019] 图4是实施方式1所涉及的切削工具的一个例子的示意性的放大剖视图。

[0020] 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。

[0021] 图6是实施方式2所涉及的切削工具的一个例子的示意性的放大剖视图。

[0022] 图7是实施方式2所涉及的切削工具的一个例子的示意性的放大剖视图。

[0023] 图8是实施方式2所涉及的切削工具的一个例子的示意性的放大剖视图。

[0024] 图9是实施方式2所涉及的切削工具的一个例子的示意性的放大剖视图。

[0025] 图10是用于对第一单元层与第三单元层的厚度之比的一个例子进行说明的图。

[0026] 图11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。

[0027] 图12是图11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

[0028] [本公开所要解决的问题]

[0029] 切削加工即使在制造技术中也起到中心的作用,一直不断地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。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年以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。可持续发展是指不损害后代所需的资源,也可耐受自然的威胁的社会基础的构建。通过切削加工技术的提高,可期待减少工序所带来的产品制造时的省电化以及与被切削加工相伴的废弃物的削减等,环境负荷降低。在切削工具中,为了工具的长寿命化,指向开发高温硬度高、兼具硬度和韧性的涂层工具材料种类。

[0030] 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,从SDGs以及地球环境保护的观点出发,由于要求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、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,存在切削时的切削工具的刀尖温度成为高温的倾向。若刀尖温度成为高温,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。

[0031] [本公开的效果]

[0032] 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。

[0033] [本公开的实施方式的说明]

[0034] 首先,列举本公开的实施方式进行说明。

[0035] (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,

[0036] 所述覆膜包含第一层,

[0037] 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,

[0038] 所述第一单元层由 $\text{Al}_a\text{Cr}_{1-a-b}\text{Ce}_b\text{N}$ 构成,

[0039] 所述a为大于0.400且0.800以下,

[0040] 所述b为0.001以上且0.100以下,

[0041] 所述第二单元层由 $\text{Al}_c\text{V}_{1-c}\text{N}$ 构成,

[0042] 所述c为0.40以上且0.75以下,

[0043] 所述a以及所述c满足 $a > c$ 的关系。

[0044] 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。

[0045] (2) 也可以是,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1.0以上且5.0以下。由此,切削工具能够具有更长的工具寿命。

[0046] (3) 也可以是,在上述(1)或(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,

- [0047] 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。
- [0048] 由此,切削工具能够具有更长的工具寿命。
- [0049] (4)也可以是,在上述(1)至(3)中任一项中,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,
- [0050] 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。
- [0051] 由此,切削工具能够具有更长的工具寿命。
- [0052] (5)也可以是,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,
- [0053] 所述第二层的厚度比所述第一单元层的厚度厚。
- [0054] 由此,切削工具能够具有更长的工具寿命。
- [0055] (6)也可以是,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,
- [0056] 所述第二层的厚度比所述第二单元层的厚度厚。
- [0057] 由此,切削工具能够具有更长的工具寿命。
- [0058] (7)也可以是,在上述(1)至(6)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,
- [0059] 所述第三层由 AlCrCeCN 构成。
- [0060] 由此,切削工具能够具有更长的工具寿命。
- [0061] (8)本公开的另一实施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,
- [0062] 所述覆膜包含第1A层,
- [0063] 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,
- [0064] 所述第一单元层由 $\text{Al}_a\text{Cr}_{1-a-b}\text{Ce}_b\text{N}$ 构成,
- [0065] 所述a为大于0.400且0.800以下,
- [0066] 所述b为0.001以上且0.100以下,
- [0067] 所述第三单元层由 $\text{Al}_d\text{V}_{1-d-e}\text{M}_e\text{N}$ 构成,
- [0068] 所述M为硅或硼,
- [0069] 所述d为0.40以上且0.75以下,
- [0070] 所述e为大于0且0.05以下,
- [0071] 所述a以及所述d满足 $a>d$ 的关系。
- [0072] 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。
- [0073] (9)也可以是,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1.0以上且5.0以下。
- [0074] 由此,切削工具能够具有更长的工具寿命。
- [0075] (10)也可以是,在上述(8)或(9)中,所述M为硅。
- [0076] 由此,切削工具能够具有更长的工具寿命。
- [0077] (11)也可以是,在上述(8)或(9)中,所述M为硼。
- [0078] 由此,切削工具能够具有更长的工具寿命。
- [0079] (12)也可以是,在上述(8)至(11)中任一项中,所述第一单元层的平均厚度为

0.002 μm 以上且0.2 μm 以下,

[0080] 所述第三单元层的平均厚度为0.002 μm 以上且0.2 μm 以下。

[0081] 由此,切削工具能够具有更长的工具寿命。

[0082] (13)也可以是,在上述(8)至(12)中任一项中,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,

[0083] 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。

[0084] 由此,切削工具能够具有更长的工具寿命。

[0085] (14)也可以是,在上述(13)中,所述第二层的组成与所述第一单元层的组成相同,

[0086] 所述第二层的厚度比所述第一单元层的厚度厚。

[0087] 由此,切削工具能够具有更长的工具寿命。

[0088] (15)也可以是,在上述(13)中,所述第二层的组成与所述第三单元层的组成相同,

[0089] 所述第二层的厚度比所述第三单元层的厚度厚。

[0090] 由此,切削工具能够具有更长的工具寿命。

[0091] (16)也可以是,在上述(8)至(15)中任一项中,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,

[0092] 所述第三层由AlCrCeCN构成。

[0093] 由此,切削工具能够具有更长的工具寿命。

[0094] [本公开的实施方式的详细内容]

[0095] 以下,参照附图对本公开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。

[0096] 在本公开中,“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。

[0097] 在本公开中,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“AlCrCeN”的
情况下,构成AlCrCeN的原子数之比包括以往公知的所有原子比。

[0098] 在本公开中,作为数值范围的下限以及上限,在分别记载有一个以上的数值的情
况下,也公开了下限所记载的任意的一个数值与上限所记载的任意的一个数值的组合。例
如,在作为下限记载了a1以上、b1以上、c1以上,作为上限记载了a2以下、b2以下、c2以下的
情况下,公开了a1以上且a2以下、a1以上且b2以下、a1以上且c2以下、b1以上且a2以下、b1以
上且b2以下、b1以上且c2以下、c1以上且a2以下、c1以上且b2以下、c1以上且c2以下。

[0099] [实施方式1:切削工具(1)]

[0100] 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。

[0101] 本公开的一个实施方式(以下,也记为“实施方式1”)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,其中,

[0102] 该覆膜3包含第一层13,

[0103] 该第一层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,

[0104] 该第一单元层12由 $\text{Al}_a\text{Cr}_{1-a-b}\text{Ce}_b\text{N}$ 构成,

[0105] 该a为大于0.400且0.800以下,

[0106] 该b为0.001以上且0.100以下,

[0107] 该第二单元层15由 $\text{Al}_c\text{V}_{1-c}\text{N}$ 构成,

[0108] 该c为0.40以上且0.75以下,

[0109] 该a以及该c满足 $a > c$ 的关系。

[0110] 实施方式1的切削工具1尤其是在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中,也能够具有较长的工具寿命。其理由推测如下。

[0111] (a1) 第一单元层12由包含Al、Cr以及Ce的氮化物构成。Al容易被氧化,因此容易在第一单元层12的覆膜3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的氧化物的标准生成能量比Al小,因此比Al更容易被氧化,容易在第一单元层12的覆膜3的表面侧形成由 CeO_2 构成的致密的氧化物层。通过这些氧化物层,覆膜3的耐氧化性提高,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。因此,包含该覆膜3的切削工具1能够在干式加工、难切削材料的加工这样的刀尖温度容易上升的苛刻的加工条件下实现长寿命。

[0112] (b1) CeN的晶格常数为 $5.01 \text{ \AA}$,大于CrN的晶格常数 $4.15 \text{ \AA}$ 以及AlN的晶格常数 $4.12 \text{ \AA}$ 。因此,在由添加了Ce且立方晶化的 $\text{Al}_a\text{Cr}_{1-a-b}\text{Ce}_b\text{N}$ 构成的第一单元层12中导入应变,第一单元层12的硬度以及耐磨损性提高,包含第一单元层12的切削工具1的寿命变得更长。

[0113] (c1) 第二单元层15由包含Al以及V的氮化物构成。包含Al、V以及N的层的耐热阻断性、耐氧化性以及韧性的平衡优异。因此,第二单元层能够有助于表面包覆切削工具的长寿命化。

[0114] (d1) 在将由包含Al、Cr以及Ce的氮化物构成的层(以下,也记为“AlCrCeN层”)与由包含Al以及V的氮化物构成的层(以下,也记为“AlVN层”)相比较的情况下,AlCrCeN层在高温下不易产生旋节线分解。若发生旋节线分解,则软质的六方晶AlN析出而产生硬度降低。AlCrCeN层具有即使在高温下也可抑制硬度降低、压缩残余应力大、耐崩裂性优异的特性。AlVN层具有压缩残余应力小、热阻断性高的特性。AlVN层在切削时被氧化,生成作为V的氧化物的 V_2O_5 。 V_2O_5 的熔点为 690°C ,因此在切削加工中的温度下软化,具有作为润滑材料的功能,能够在工具前刀面实现摩擦系数的降低。第一层13由交替地层叠由AlCrCeN层构成的第一单元层12和由AlVN层构成的第二单元层15而成的交替层构成,因此能够具有第一单元层12的硬度高的特性和第二单元层15的高的热阻断性的特性。第二单元层15的压缩残余应力小的特性通过第一单元层12的大的压缩残余应力而被补充。因而,作为第一层13整体,硬度、热阻断性以及压缩残余应力均衡地提高,包含该第一层13的切削工具1的寿命变得更长。

[0115] (e1) 第一层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。在第一单元层12与第二单元层15的界面处,组成以及晶格不连续。因此,在切削时从覆膜3的表面产生了裂纹的情况下,能够在该界面处抑制裂纹的进展。因而,可抑制崩裂、缺损,切削工具1的寿命变得更长。

[0116] (f1) 第一单元层12由 $\text{Al}_a\text{Cr}_{1-a-b}\text{Ce}_b\text{N}$ 构成,第二单元层15由 $\text{Al}_c\text{V}_{1-c}\text{N}$ 构成,a以及c满足 $a > c$ 的关系。第一单元层12具有与第二单元层15相比而容易提高Al的含量的倾向。通过提高第一单元层12中的Al的含量,能够增多第一层13整体中所含的Al的含量。作为其结果,

能够提高第一层13的热阻断性以及耐氧化性,包含该第一层13的切削工具1的寿命变得更长。

[0117] <切削工具>

[0118] 如图1以及图2所示,本发明的一个实施方式所涉及的切削工具1具备基材2和配置于基材2上的覆膜3。覆膜3可以覆盖基材2的整个面。另外,即使基材2的一部分未被覆膜3覆盖,或者覆膜3的构成在局部不同,也不脱离本实施方式的范围。覆膜3可以覆盖基材2的至少参与切削的部分。在本说明书中,虽然基材2的参与切削的部分也取决于基材2的大小、形状,但是指在基材2中,被其刀尖棱线和从该刀尖棱线向基材2侧沿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。

[0119] 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。

[0120] <基材>

[0121] 作为基材2,只要是以往公知的基材,则可以使用任意的基材。例如,基材2可以由硬质合金(WC基硬质合金、包含WC以及Co的硬质合金、在WC以及Co中添加有Ti、Ta、Nb等碳化物的硬质合金等)、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构成。

[0122] 基材2尤其可以是WC基硬质合金或金属陶瓷(尤其是TiCN基金属陶瓷)。由于WC基硬质合金或金属陶瓷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,能够有助于切削工具1的长寿命化。

[0123] <覆膜>

[0124] 实施方式1的覆膜3包含第一层13。覆膜3具有通过包覆基材2而使切削工具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的基础上,还可以包含其他层。作为其他层,如图3以及图4所示,可列举为配置于基材2与第一层13之间的第二层16、以及设置于第一层13的与基材2相反的一侧的第三层14等。

[0125] 覆膜3整体的厚度可以为 $0.5\mu\text{m}$ 以上且 $15\mu\text{m}$ 以下。若覆膜3整体的厚度为 $0.5\mu\text{m}$ 以上,则容易得到设置覆膜3所带来的延长切削工具1的寿命的效果。另一方面,若覆膜3的整体的厚度为 $15\mu\text{m}$ 以下,则在切削初期不易产生覆膜3中的崩裂,能够延长切削工具1的寿命。覆膜3的整体的厚度可以通过使用扫描型电子显微镜(SEM)对覆膜3的剖面进行观察来测定。具体的测定方法如下所述。将切削工具1沿覆膜3的法线方向切断,准备剖面样品。利用SEM观察剖面样品。观察倍率设为5000~10000倍,测定视野设为 $100\sim 500\mu\text{m}^2$ 。在一个视野中,对覆膜3的三个部位的厚度幅度进行测定,计算出三个部位的厚度幅度的平均值。该平均值相当于覆膜3的厚度。对于后述的各层的厚度,只要没有特别记载,就通过同样的方法进行测定。

[0126] 覆膜3的压缩残余应力的绝对值可以为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以下是指覆

膜3的压缩残余应力为-6GPa以上且0GPa以下。

[0127] 若覆膜3的压缩残余应力为0GPa以下,则容易抑制从覆膜3的最表面产生的裂纹的进展。另一方面,若压缩残余应力的绝对值为6GPa以下,则应力的适度,在切削开始前,容易抑制覆膜3从切削工具1的边缘部剥离。

[0128] 覆膜3的压缩残余应力使用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。

[0129] 覆膜3的晶体结构可以为立方晶型。若覆膜3的晶体结构为立方晶型,则覆膜3的硬度提高。覆膜3中的各层的各自的晶体结构可以为立方晶型。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。

[0130] 在覆膜3的硬度为30GPa以上且55GPa以下时,效果良好,也可以为35GPa以上且50GPa以下。由此,覆膜3具有充分的硬度。覆膜3整体的硬度的测定通过纳米压痕仪法(MTS公司制造的Nano IndenterXP)进行测定。具体而言,通过依据ISO 14577的方法进行,测定载荷设为10mN(1gf),在覆膜3的表面,对三个部位的硬度进行测定,计算出三个部位的硬度的平均值。该平均值相当于覆膜3的硬度。

[0131] <第一层>

[0132] 本实施方式的第一层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。第一层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,能够利用TEM(透射型电子显微镜)对包含覆膜3的剖面的薄片样品进行观察,通过对比度之差进行确认。

[0133] 第一单元层12以及第二单元层15中的任一者可以配置在最靠近基材2侧的位置。在图1中,在最靠近基材2的位置即基材2的紧上方配置有第一单元层12。在图2中,在最靠近基材2的位置即基材2的紧上方配置有第二单元层15。第一单元层12以及第二单元层15中的任一者可以配置在覆膜3的表面侧。在图1中,在覆膜3的表面侧配置有第二单元层15。在图2中,在覆膜3的表面侧配置有第一单元层12。

[0134] 第一层13的厚度可以为 $0.5\mu\text{m}$ 以上且 $15\mu\text{m}$ 以下。若第一层13的厚度为 $0.5\mu\text{m}$ 以上,则在连续加工中能够发挥优异的耐磨损性。若第一层13的厚度为 $15\mu\text{m}$ 以下,则在断续切削中能够具有优异的耐崩裂性。

[0135] 第一层13的厚度通过使用透射型电子显微镜(TEM)对覆膜3的剖面进行观察并进行测定来测定。具体的测定方法如下所述。将切削工具1在沿着覆膜3的法线的方向上切断,准备包含覆膜3的剖面的薄片样品。利用TEM观察薄片样品。观察倍率设为2万~500万倍,测定视野设为 $0.0016\sim 80\mu\text{m}^2$ 。在一个视野中,对第一层13的三个部位的厚度幅度进行测定,计算出三个部位的厚度幅度的平均值。该平均值相当于第一层13的厚度。

[0136] <第一单元层的组成以及第二单元层的组成>

[0137] 第一单元层12由 $\text{Al}_a\text{Cr}_{1-a-b}\text{Ce}_b\text{N}$ 构成,a为大于0.400且0.800以下,b为0.001以上且0.100以下。第一单元层12能够提高覆膜3的耐氧化性以及耐磨损性。a的下限为0.450以上时,效果良好,为0.500以上时,效果更加良好,为0.550以上时,效果进一步良好。a的上限为0.770以下时,效果良好,为0.750以下时,效果更加良好,为0.700以下时,效果进一步良好。a为0.450以上且0.770以下时,效果良好,为0.500以上且0.750以下时,效果更加良好,为0.550以上且0.700以下时,效果进一步良好。b的下限为0.005以上时,效果良好,为0.010以

上时,效果更加良好,为0.015以上时,效果进一步良好。b的上限为0.070以下时,效果良好,为0.050以下时,效果更加良好,为0.030以下时,效果进一步良好。b为0.005以上且0.070以下时,效果良好,为0.010以上且0.050以下时,效果更加良好,为0.015以上且0.030以下时,效果进一步良好。

[0138] 在本公开中,“第一单元层由 $\text{Al}_a\text{Cr}_{1-a-b}\text{Ce}_b\text{N}$ 构成”是指只要不损害本公开的效果,则第一单元层12在 $\text{Al}_a\text{Cr}_{1-a-b}\text{Ce}_b\text{N}$ 的基础上,还可以包含不可避免的杂质。作为不可避免的杂质,例如可列举为氧以及碳。第一单元层12中的不可避免的杂质整体的含有率可以为大于0原子%且小于1原子%。在本公开中,“原子%”是指原子数相对于构成层的原子的总原子数的比例(%)。

[0139] 第二单元层15由 $\text{Al}_c\text{V}_{1-c}\text{N}$ 构成,c为0.40以上且0.75以下。第二单元层15能够提高覆膜3的热阻断性、耐氧化性以及韧性。c的下限为0.45以上时,效果良好,为0.50以上时,效果更加良好,为0.55以上时,效果进一步良好。c为0.70以下时,效果良好,为0.65以下时,效果良好,为0.60以下时,效果进一步良好。c的上限为0.45以上且0.70以下时,效果良好,为0.50以上且0.65以下时,效果更加良好,为0.55以上且0.60以下时,效果进一步良好。

[0140] 在本公开中,“第二单元层由 $\text{Al}_c\text{V}_{1-c}\text{N}$ 构成”是指只要不损害本公开的效果,则第二单元层15在 $\text{Al}_c\text{V}_{1-c}\text{N}$ 的基础上,还可以包含不可避免的杂质。作为不可避免的杂质,例如可列举为氧以及碳。第二单元层15中的不可避免的杂质整体的含有率可以为大于0原子%且小于1原子%。

[0141] 上述a、上述b、上述c以及第一单元层12的不可避免的杂质的含有率以及第二单元层15的不可避免的杂质的含有率通过使用透射型电子显微镜(TEM)对覆膜3的剖面进行元素分析来测定。具体的测定方法如下所述。将切削工具1在沿着覆膜3的法线的方向上切断,准备包含覆膜3的剖面的薄片样品。使用TEM附带的EDS(Energy Dispersive X-ray Spectroscopy:能量色散X射线光谱仪)对薄片样品照射电子束,测量此时产生的特性X射线的能量和产生次数,进行第一单元层12以及第二单元层15的元素分析。将第一单元层12以及第二单元层15分别任意各选择五层,进行元素分析。求出五层的第一单元层12的平均组成。该平均组成相当于第一单元层12的组成。求出五层的第二单元层15的平均组成。该平均组成相当于第二单元层15的组成。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。

[0142] 上述a以及上述c满足 $a > c$ 的关系。由此,能够提高覆膜3的热阻断性以及耐氧化性。

[0143] 在本公开中,在第一单元层的组成 $\text{Al}_a\text{Cr}_{1-a-b}\text{Ce}_b\text{N}$ 中,N的原子数 A_{N1} 相对于Al、Cr以及Ce的原子数的合计 A_{M1} 之比 A_{N1}/A_{M1} 在制造上必然为0.8~1.2的范围。在本公开中,在第二单元层的组成 $\text{Al}_c\text{V}_{1-c}\text{N}$ 中,N的原子数 A_{N2} 相对于Al以及V的原子数的合计 A_{M2} 之比 A_{N2}/A_{M2} 在制造上必然为0.8~1.2的范围。比 A_{N1}/A_{M1} 以及比 A_{N2}/A_{M2} 可以通过卢瑟福背散射(RBS)法进行测定。如果上述比 A_{N1}/A_{M1} 以及比 A_{N2}/A_{M2} 在所述范围内,则可确认不损害本公开的效果。

[0144] <第一单元层的平均厚度以及第二单元层的平均厚度>

[0145] 第一单元层12的平均厚度可以为0.002 μm 以上且0.2 μm 以下,并且第二单元层15的平均厚度可以为0.002 μm 以上且0.2 μm 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的平均厚度的下限为0.002 μm 以上时,效果良好,为0.005 μm 以上

时,效果更加良好,为 $0.01\mu\text{m}$ 以上时,效果进一步良好。第一单元层12的平均厚度的上限为 $0.20\mu\text{m}$ 以下时,效果良好,为 $0.15\mu\text{m}$ 以下时,效果更加良好,为 $0.10\mu\text{m}$ 以下时,效果进一步良好。第一单元层12的平均厚度为 $0.005\mu\text{m}$ 以上且 $0.15\mu\text{m}$ 以下时,效果更加良好,为 $0.01\mu\text{m}$ 以上且 $0.1\mu\text{m}$ 以下时,效果进一步良好。第二单元层15的平均厚度的下限为 $0.002\mu\text{m}$ 以上时,效果良好,为 $0.005\mu\text{m}$ 以上时,效果更加良好,为 $0.01\mu\text{m}$ 以上时,效果进一步良好。第二单元层15的平均厚度的上限为 $0.20\mu\text{m}$ 以下时,效果良好,为 $0.15\mu\text{m}$ 以下时,效果更加良好,为 $0.10\mu\text{m}$ 以下时,效果进一步良好。第二单元层15的平均厚度为 $0.005\mu\text{m}$ 以上且 $0.15\mu\text{m}$ 以下时,效果更加良好,为 $0.01\mu\text{m}$ 以上且 $0.10\mu\text{m}$ 以下时,效果进一步良好。

[0146] 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的厚度的测定方法同样的方法进行测定。

[0147] 如图5所示,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 可以为1.0以上且5.0以下。第一单元层12在具有高的耐氧化性的基础上,还具有导热系数低、难以将切削时产生的热传递到基材2的性质。若比 λ_1/λ_2 为1.0以上,则覆膜3中的第一单元层12的比例相对地增加,覆膜3中的A1量增加,由此作为切削工具1整体的热阻断性提高。具有该覆膜3的切削工具1尤其是连续切削时的耐磨损性提高。若 λ_1/λ_2 为1.0以上,则存在覆膜3的韧性提高的倾向。另一方面,若 λ_1/λ_2 为5.0以下,则存在容易得到通过将第一单元层12和第二单元层15层叠而抑制裂纹进展的效果的倾向。 λ_1/λ_2 为1.0以上时,效果良好,为1.5以上时,效果更加良好,为2.0以上时,效果进一步良好。 λ_1/λ_2 为5.0以下时,效果良好,为4.0以下时,效果更加良好,为3.0以下时,效果进一步良好。 λ_1/λ_2 为1.0以上且5.0以下时,效果良好,为1.5以上且4.0以下时,效果更加良好,为1.0以上且3.0以下时,效果良好,为2.0以上且3.0以下时,效果进一步良好。在图5中,为了说明,将三个第一单元层12的厚度全部表示为 λ_1 ,将三个第二单元层15的厚度全部表示为 λ_2 ,但只要在彼此相邻的第一单元层与第二单元层之间满足上述 λ_1/λ_2 的关系,则不需要三个第一单元层12的厚度 λ_1 相同,另外,不需要三个第二单元层15的厚度 λ_2 相同。

[0148] 在第一层13中,第一单元层12以及第二单元层15各自的层叠数可以为10以上且500以下。由此,通过层叠第一单元层12和第二单元层15,能够充分得到均衡地提高硬度和压缩残余应力的效果。在第一层13中,第一单元层12以及第二单元层15各自的层叠数为100以上且400以下时,效果更加良好,为200以上且350以下时,效果进一步良好。

[0149] 在第一层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)利用TEM以2万~500万倍的观察倍率对覆膜3的剖面的薄片样品进行观察来求出。

[0150] <第二层>

[0151] 如图3以及图4所示,覆膜3还包含配置于基材2与第一层13之间的第二层16,第二层16的组成可以与第一单元层12的组成或第二单元层15的组成相同(图3以及图4)。由此,能够提高基材2与覆膜3的紧贴性。

[0152] 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的界面处起的氧化。

[0153] 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的厚度可以比

第一单元层12的厚度厚。由此,能够进一步提高基材2与覆膜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的界面处起的氧化。“第二层的厚度比第一单元层的厚度厚”可以换言之为“第二层的厚度大于第一单元层的厚度的1.0倍”。第二层16的厚度为第一单元层12的厚度的2.0倍以上时,效果良好,为4.0倍以上时,效果更加良好,为10.0倍以上时,效果进一步良好。第二层16的厚度为第一单元层12的厚度的500倍以下时,效果良好,为120倍以下时,效果更加良好,为50倍以下时,效果进一步良好。第二层16的厚度为第一单元层12的厚度的2.0倍以上且500倍以下时,效果良好,为4.0倍以上且120倍以下时,效果更加良好,为10.0倍以上且50倍以下时,效果进一步良好。

[0154] 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的厚度可以为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的界面处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的厚度为0.3 μm 以上时,效果更加良好,为0.4 μm 以上时,效果进一步良好。第二层16的厚度的上限值没有特别限定,但若大于2 μm ,则晶粒肥大化而产生晶界,由此存在难以进一步提高上述氧化的抑制效果的倾向。因此,若考虑到成本方面,则可以将第二层16的厚度设为2 μm 以下。

[0155] 在第二层16的组成与第一单元层12的组成相同的情况下,如图3所示,也可以在第二层16的紧上方层叠第一单元层12。另外,如图4所示,也可以在第二层16的紧上方层叠第二单元层15。在第二层16的组成与第一单元层12的组成相同且在该第二层16的紧上方层叠有第一单元层12的情况下,第二层16与第一单元层12具有连续的晶体结构。

[0156] 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。

[0157] 在第二层16的组成与第二单元层15的组成相同的情况下,该第二层16的厚度可以比该第二单元层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。“第二层的厚度比第二单元层的厚度厚”可以换言之为“第二层的厚度大于第二单元层的厚度的1.0倍”。第二层16的厚度为第二单元层15的厚度的2.0倍以上时,效果良好,为4.0倍以上时,效果更加良好,为10.0倍以上时,效果进一步良好。第二层16的厚度为第二单元层15的厚度的500倍以下时,效果良好,为120倍以下时,效果更加良好,为50倍以下时,效果进一步良好。第二层16的厚度为第二单元层15的厚度的2.0倍以上且500倍以下时,效果良好,为4.0倍以上且120倍以下时,效果更加良好,为10.0倍以上且50倍以下时,效果进一步良好。

[0158] 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的厚度为0.1 μm 以上时,效果良好。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的厚度为0.3 μm 以上时,效果更加良好,为0.4 μm 以上时,效果进一步良好。第二层16的厚度的上限值没有特别限定,但若大于2 μm ,则存在无法确认到上述的耐剥离性的进一步提高的倾向。因此,若考虑到成本方面,则第二层16的厚度为2 μm 以下时,效果良好。

[0159] 在第二层16的组成与第二单元层15的组成相同的情况下,如图3所示,也可以在第

二层16的紧上方层叠第一单元层12。另外,如图4所示,也可以在第二层16的紧上方层叠第二单元层15。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的紧上方层叠有第二单元层15的情况下,第二层16与第二单元层15具有连续的晶体结构。

[0160] <第三层>

[0161] 如图1~图4所示,覆膜3还包含设置于第一层13的与基材2相反的一侧的第三层14,第三层14可以由AlCrCeCN构成。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。

[0162] 一般而言,碳氮化物具有与氮化物相比而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。

[0163] 在第三层14中,通过调整N与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。

[0164] 在第三层14中,铝的原子数N2相对于铝、铬以及铈的原子数的合计N1之比N2/N1可以为大于0.4且0.8以下。由此,切削工具1的工具寿命进一步提高。

[0165] 第三层14的厚度为0.1 μm 以上时,效果良好。若第三层14的厚度为0.1 μm 以上,则容易得到由第三层14带来的润滑性的赋予效果。另一方面,第三层14的厚度的上限值没有特别限定,若大于2 μm ,则存在无法进一步提高上述润滑性的赋予效果的倾向。因此,若考虑到成本方面,则第三层14的厚度可以为2 μm 以下。

[0166] <中间层>

[0167] 覆膜3可以包含配置于第二层16与第一层13之间、或者第一层13与第三层14之间的中间层。作为中间层,例如,可列举为TiAlCeN、AlCrN、AlCrBN、AlCrSiN等。中间层的厚度可以设为0.1 μm 以上且2 μm 以下、0.3 μm 以上且1.5 μm 以下、0.4 μm 以上且1.0 μm 以下。

[0168] [实施方式2:切削工具(2)]

[0169] 使用图6~图10对本公开的另一实施方式所涉及的切削工具进行说明。

[0170] 本公开的另一实施方式(以下,也记为“实施方式2”)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,其中,

[0171] 该覆膜3包含第1A层13A,

[0172] 该第1A层13A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,

[0173] 该第一单元层12由 $\text{Al}_a\text{Cr}_{1-a-b}\text{Ce}_b\text{N}$ 构成,

[0174] 该a为大于0.400且0.800以下,

[0175] 该b为0.001以上且0.100以下,

[0176] 该第三单元层17由 $\text{Al}_d\text{V}_{1-d-e}\text{M}_e\text{N}$ 构成,

[0177] 该M为硅或硼,

[0178] 该d为0.40以上且0.75以下,

[0179] 该e为大于0且0.05以下,

[0180] 该a以及该d满足 $a>d$ 的关系。

[0181] 实施方式1的切削工具1尤其是在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中,也能够具有较长的工具寿命。其理由推测如下。

[0182] (a2) 第一单元层12由包含Al、Cr以及Ce的氮化物构成。Al容易被氧化,因此容易在

第一单元层12的覆膜3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,容易在第一单元层12的覆膜3的表面侧形成由 CeO_2 构成的致密的氧化物层。通过这些氧化物层,覆膜3的耐氧化性提高,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。因此,包含该覆膜3的切削工具1能够在干式加工、难切削材料的加工这样的刀尖温度容易上升的苛刻的加工条件下实现长寿命。

[0183] (b2) CeN的晶格常数为 $5.01 \text{ \AA}$,大于CrN的晶格常数 $4.15 \text{ \AA}$ 以及AlN的晶格常数 $4.12 \text{ \AA}$ 。因此,在由添加了Ce且立方晶化的 $\text{Al}_a\text{Cr}_{1-a-b}\text{Ce}_b\text{N}$ 构成的第一单元层12中导入应变,第一单元层12的硬度以及耐磨损性提高,包含第一单元层12的切削工具1的寿命变得更长。

[0184] (c2) 第三单元层15由包含Al、V、M(M为硅或硼)的氮化物构成。包含Al、V、M以及N的层的耐热阻断性、耐氧化性以及韧性的平衡优异。因此,第三单元层能够有助于表面包覆切削工具的长寿命化。

[0185] (d2) 在将由包含Al、Cr以及Ce的氮化物构成的层(以下,也记为“AlCrCeN层”)与由包含Al、V以及M(M为硅或硼)的氮化物构成的层(以下,也记为“AlVMN层”)相比较的情况下,AlCrCeN层在高温下不易产生旋节线分解。若发生旋节线分解,则软质的六方晶AlN析出而产生硬度降低。AlCrCeN层具有即使在高温下也可抑制硬度降低,压缩残余应力大、耐崩裂性优异的特性。AlVMN层具有压缩残余应力小、热阻断性高的特性。AlVMN层在切削时被氧化,生成作为V的氧化物的 V_2O_5 。 V_2O_5 的熔点为 690°C ,因此在切削加工中的温度下软化,具有作为润滑材料的功能,能够在工具前刀面实现摩擦系数的降低。第1A层13A由交替地层叠由AlCrCeN层构成的第一单元层12和由AlVMN层构成的第三单元层17而成的交替层构成,因此能够具有第一单元层12的硬度高的特性和第三单元层17的高的热阻断性的特性。第三单元层17的压缩残余应力小的特性通过第一单元层12的大的压缩残余应力而被补充。因而,作为第1A层13A整体,硬度、热阻断性以及压缩残余应力均衡地提高,包含该第1A层13A的切削工具1的寿命变得更长。

[0186] (e2) 第1A层13A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。在第一单元层12与第三单元层17的界面处,组成以及晶格不连续。因此,在切削时从覆膜3的表面产生了裂纹的情况下,能够在该界面处抑制裂纹的进展。因而,可抑制崩裂、缺损,切削工具1的寿命变得更长。

[0187] (f2) 第一单元层12由 $\text{Al}_a\text{Cr}_{1-a-b}\text{Ce}_b\text{N}$ 构成,第三单元层17由 $\text{Al}_d\text{V}_{1-d-e}\text{M}_e\text{N}$ 构成,a以及d满足 $a>d$ 的关系。第一单元层12与第三单元层17相比,具有容易提高Al的含量的倾向。通过提高第一单元层12中的Al的含量,能够增多第1A层13A整体中所含的Al的含量。作为其结果,能够提高第1A层13A的热阻断性以及耐氧化性,包含该第1A层13A的切削工具1的寿命变得更长。

[0188] 实施方式2的切削工具1除了第1A层13A以及第二层16的构成以外,基本上能够设为与实施方式1的切削工具1相同的构成。以下,对“第1A层”和“第二层”进行说明。

[0189] <第1A层>

[0190] 本实施方式的第1A层13A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。第1A层13A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,能够利用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。第1A层13A的厚度可以设为与实施方式1中记载的第一层13的厚度相同的构成。

[0191] <第一单元层的组成以及第三单元层的组成>

[0192] 实施方式2的第一单元层12的组成 $Al_aCr_{1-a-b}Ce_bN$ 可以设为与实施方式1的第一单元层12的组成 $Al_aCr_{1-a-b}Ce_bN$ 相同。

[0193] 第三单元层17由 $Al_dV_{1-d-e}M_eN$ 构成,该M为硅或硼,d为0.40以上且0.75以下,e为大于0且0.05以下。第三单元层17能够兼具优异的硬度和优异的耐氧化性。其理由推测如下。

[0194] 在M为硼的情况下,第三单元层17的硬度因硼而变高,覆膜3整体的硬度变高。另外,因与切削相伴的切削工具1表面的氧化而形成的硼的氧化物使第三单元层17中的Al的氧化物致密化,第三单元层17的耐氧化性提高。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。

[0195] 在M为硅的情况下,第三单元层17的组织微细化,由此第三单元层17的硬度和耐氧化性提高,覆膜3整体的硬度和耐氧化性提高。

[0196] 上述d为0.40以上且0.75以下。由此,第三单元层17的晶体结构成为立方晶型,第三单元层17高硬化,第三单元层17的耐磨损性提高。d的下限为0.45以上时,效果良好,为0.50以上时,效果更加良好,为0.55以上时,效果进一步良好。d的上限为0.75以下时,效果良好,为0.70以下时,效果更加良好,为0.65以下时,效果进一步良好。d为0.45以上且0.75以下时,效果良好,为0.50以上且0.70以下时,效果更加良好,为0.55以上且0.65以下时,效果进一步良好。

[0197] 上述e为大于0且0.05以下。由此,能够提高第一层13的硬度和第一层13的耐氧化性。e的下限为0.002以上时,效果良好,为0.005以上时,效果更加良好,为0.01以上时,效果进一步良好。该e为0.04以下时,效果良好,为0.03以下时,效果更加良好,为0.02以下时,效果进一步良好。e为0.002以上且0.05以下时,效果良好,为0.005以上且0.03以下时,效果更加良好,为0.01以上且0.02以下时,效果进一步良好。

[0198] 在本公开中,“第三单元层由 $Al_dV_{1-d-e}M_eN$ 构成”是指只要不损害本公开的效果,则第三单元层17在 $Al_dV_{1-d-e}M_eN$ 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。第三单元层17中的不可避免的杂质整体的含量可以为大于0原子%且小于1原子%。

[0199] 上述d、上述e以及第三单元层17的不可避免的杂质的含有率通过与上述a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。

[0200] 上述a以及上述d满足 $a > d$ 的关系。由此,能够提高覆膜3的热阻断性以及耐氧化性。

[0201] 在本公开中,在第一单元层的组成 $Al_aCr_{1-a-b}Ce_bN$ 中,N的原子数 A_{N1} 相对于Al、Cr以及Ce的原子数的合计 A_{M1} 之比 A_{N1}/A_{M1} 在制造上必然为0.8~1.2的范围。在本公开中,在第三单元层的组成 $Al_dV_{1-d-e}M_eN$ 中,N的原子数 A_{N3} 相对于Al、V以及M的原子数的合计 A_{M3} 之比 A_{N3}/A_{M3} 在制造上必然为0.8~1.2的范围。比 A_{N1}/A_{M1} 以及比 A_{N3}/A_{M3} 可以通过卢瑟福背散射(RBS)法进行测定。如果上述比 A_{N1}/A_{M1} 以及比 A_{N3}/A_{M3} 在所述范围内,则可确认不损害本公开的效果。

[0202] <第一单元层的平均厚度以及第三单元层的平均厚度>

[0203] 第一单元层12的平均厚度可以为 $0.002\mu\text{m}$ 以上且 $0.2\mu\text{m}$ 以下,并且第三单元层17的平均厚度可以为 $0.002\mu\text{m}$ 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的平均厚度的下限为 $0.002\mu\text{m}$ 以上时,效果良好,为 $0.005\mu\text{m}$ 以上时,效果更加良好,为 $0.01\mu\text{m}$ 以上时,效果进一步良好。第一单元层12的平均厚度的上限为 $0.20\mu\text{m}$ 以下时,效果良好,为 $0.15\mu\text{m}$ 以下时,效果更加良好,为 $0.10\mu\text{m}$ 以下时,效果进一步良好。第一单元层12的平均厚度为 $0.005\mu\text{m}$ 以上且 $0.15\mu\text{m}$ 以下时,效果更加良好,为 $0.01\mu\text{m}$ 以上且 $0.1\mu\text{m}$ 以下时,效果进一步良好。第三单元层17的平均厚度的下限为 $0.002\mu\text{m}$ 以上时,效果良好,为 $0.005\mu\text{m}$ 以上时,效果更加良好,为 $0.01\mu\text{m}$ 以上时,效果进一步良好。第三单元层17的平均厚度的上限为 $0.20\mu\text{m}$ 以下时,效果良好,为 $0.15\mu\text{m}$ 以下时,效果更加良好,为 $0.10\mu\text{m}$ 以下时,效果进一步良好。第三单元层17的平均厚度为 $0.005\mu\text{m}$ 以上且 $0.15\mu\text{m}$ 以下时,效果更加良好,为 $0.01\mu\text{m}$ 以上且 $0.10\mu\text{m}$ 以下时,效果进一步良好。

[0204] 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一层13的厚度的测定方法同样的方法求出。

[0205] 如图10所示,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,第一单元层12的厚度 λ_1 相对于第三单元层17的厚度 λ_3 之比 λ_1/λ_3 可以为1.0以上且5.0以下。第一单元层12在具有高的耐氧化性的基础上,还具有导热系数低、难以将切削时产生的热传递到基材2的性质。若比 λ_1/λ_3 为1.0以上,则覆膜3中的第一单元层12的比例相对地增加,覆膜3中的A1量增加,由此作为切削工具1整体的热阻断性提高。具有该覆膜3的切削工具1尤其是连续切削时的耐磨损性提高。若 λ_1/λ_3 为1.0以上,则存在覆膜3的韧性提高的倾向。另一方面,若 λ_1/λ_3 为5.0以下,则存在容易得到通过将第一单元层12和第三单元层17层叠而抑制裂纹进展的效果的倾向。 λ_1/λ_3 为1.0以上时,效果良好,为1.5以上时,效果更加良好,为2.0以上时,效果进一步良好。 λ_1/λ_3 为5.0以下时,效果良好,为4.0以下时,效果更加良好,为3.0以下时,效果进一步良好。 λ_1/λ_3 为1.0以上且5.0以下时,效果良好,为1.5以上且4.0以下时,效果更加良好,为1.0以上且3.0以下时,效果良好,为2.0以上且3.0以下的效果进一步良好。在图10中,为了说明,将三个第一单元层12的厚度全部表示为 λ_1 ,将三个第三单元层17的厚度全部表示为 λ_3 ,但只要在彼此相邻的第一单元层与第三单元层之间满足上述 λ_1/λ_3 的关系,则不需要三个第一单元层12的厚度 λ_1 相同,另外,不需要三个第三单元层17的厚度 λ_3 相同。

[0206] 在第1A层13A中,第一单元层12以及第三单元层17各自的层叠数可以为10以上且500以下。由此,通过层叠第一单元层12和第三单元层17,具有容易得到均衡地提高硬度和压缩残余应力的效果的倾向。在第1A层13A中,第一单元层12以及第三单元层17各自的层叠数为100以上且400以下时,效果更加良好,为200以上且350以下,效果进一步良好。

[0207] 在第1A层13A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实施方式1中记载的第一单元层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。

[0208] <第二层>

[0209] 如图8以及图9所示,覆膜3还包含配置于基材2与第1A层13A之间的第二层16,第二层16的组成可以与第一单元层12的组成或第三单元层17的组成相同(图3以及图4)。由此,能够提高基材2与覆膜3的紧贴性。

[0210] 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的界面处起的氧化。

[0211] 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的厚度可以比第一单元层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的界面处起的氧化。“第二层的厚度比第一单元层的厚度厚”可以换言之为“第二层的厚度大于第一单元层的厚度的1.0倍”。第二层16的厚度为第一单元层12的厚度的2.0倍以上时,效果良好,为4.0倍以上时,效果更加良好,为10.0倍以上时,效果进一步良好。第二层16的厚度为第一单元层12的厚度的500倍以下时,效果良好,为120倍以下时,效果更加良好,为50倍以下时,效果进一步良好。第二层16的厚度为第一单元层12的厚度的2.0倍以上且500倍以下时,效果良好,为4.0倍以上且120倍以下时,效果更加良好,为10.0倍以上且50倍以下时,效果进一步良好。

[0212] 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的厚度可以为 $0.1\mu\text{m}$ 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的界面处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的厚度为 $0.3\mu\text{m}$ 以上时,效果更加良好,为 $0.4\mu\text{m}$ 以上时,效果进一步良好。第二层16的厚度的上限值没有特别限定,若大于 $2\mu\text{m}$,则晶粒肥大化而产生晶界,由此存在难以进一步提高上述的氧化的抑制效果的倾向。因此,若考虑到成本方面,则第二层16的厚度为 $2\mu\text{m}$ 以下时,效果良好。

[0213] 在第二层16的组成与第一单元层12的组成相同的情况下,如图8所示,也可以在第二层16的紧上方层叠第一单元层12。另外,如图9所示,也可以在第二层16的紧上方层叠第二单元层15。在第二层16的组成与第一单元层12的组成相同且在该第二层16的紧上方层叠有第一单元层12的情况下,第二层16与第一单元层12具有连续的晶体结构。

[0214] 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。

[0215] 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的厚度可以比第三单元层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。“第二层的厚度比第三单元层的厚度厚”可以换言之为“第二层的厚度大于第三单元层的厚度的1.0倍”。第二层16的厚度为第三单元层17的厚度的2.0倍以上时,效果良好,为4.0倍以上时,效果更加良好,为10.0倍以上时,效果进一步良好。第二层16的厚度为第三单元层17的厚度的500倍以下时,效果良好,为120倍以下时,效果更加良好,为50倍以下时,效果进一步良好。第二层16的厚度为第三单元层17的厚度的2.0倍以上且500倍以下时,效果良好,为4.0倍以上且120倍以下时,效果更加良好,为10.0倍以上且50倍以下时,效果进一步良好。

[0216] 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的厚度为 $0.1\mu\text{m}$ 以上时,效果良好。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。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的厚度为 $0.3\mu\text{m}$ 以上时,效果更加良好,为 $0.4\mu\text{m}$ 以上时,效果进一步良好。第二层16的厚度的上限值没有特别限定,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,若考虑到成本方面,则第二层16的厚度为2 μm 以下时,效果良好。

[0217] 在第二层16的组成与第三单元层17的组成相同的情况下,如图8所示,也可以在第二层16的紧上方层叠第一单元层12。另外,如图9所示,也可以在第二层16的紧上方层叠第三单元层17。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的紧上方层叠有第三单元层17的情况下,第二层16与第三单元层17具有连续的晶体结构。

[0218] [实施方式3:切削工具的制造方法]

[0219] 在实施方式3中,对实施方式1或实施方式2的切削工具1的制造方法进行说明。该制造方法具备准备基材2的第一工序和在该基材2上形成覆膜3的第二工序。第二工序包含形成第一层13或第1A层13A的工序。以下对各工序的详细情况进行说明。

[0220] <第一工序>

[0221] 在第一工序中,准备基材2。基材2可以使用实施方式1中记载的基材2。

[0222] 在使用硬质合金作为基材2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来制造。在通过一般的粉末冶金法来制造的情况下,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型体。进一步地,通过对该成型体进行烧结,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。

[0223] <第二工序>

[0224] 在第二工序中,在基材2上形成覆膜3。第二工序包含形成第一层13或第1A层13A的工序。

[0225] 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12和第二单元层15而形成第一层13。另外,在“形成第1A层的工序”中,使用PVD法,交替地层叠第一单元层12和第三单元层17,由此形成第1A层13A。为了提高包含第一层13或第1A层13A的覆膜3的耐磨损性,形成由晶体性高的化合物构成的层时,效果良好。本发明的发明人对作为第一层13以及第一层13A的形成方法的各种方法进行了研究,结果发现,若使用物理蒸镀法,则效果良好。

[0226] 作为PVD法,可以使用选自阴极电弧离子镀膜法、平衡磁控溅射法、非平衡磁控溅射法以及HiPIMS法组成的群组中的至少一种。尤其是,可以使用原料元素的离子化率高的阴极电弧离子镀膜法。在使用了阴极电弧离子镀膜法的情况下,在形成第一层13或第1A层13A之前,可以对基材2的表面进行金属的离子轰击处理,因此基材2与包含第一层13或第1A层13A的覆膜3的紧贴性显著提高。

[0227] 阴极电弧离子镀膜法例如可以通过如下方式进行:在装置内设置基材2,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,使物质堆积在基材2上。

[0228] 平衡磁控溅射法例如可以通过如下方式进行:在装置内设置基材2,并且在具备形成平衡磁场的磁铁的磁控管电极上设置靶,在磁控管电极与基材2之间施加高频电力而产生气体等离子体,使因该气体等离子体的产生而产生的气体的离子与靶碰撞,使从靶释放出的原子堆积在基材2上。

[0229] 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。进一步地,还可以使用能够施加高电压而得到致密的膜的HiPIMS法。

[0230] <其他工序>

[0231] 第二工序在形成第一层13或第1A层13A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,第二工序可以包含形成第二层16、第三层14以及中间层等其他层的工序。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12、第二单元层15或第三单元层17连续地形成其他层的观点出发,其他层通过物理蒸镀法形成时,效果良好。

[0232] 实施例

[0233] 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。

[0234] [实施例1]

[0235] <试样1-1~试样1-16、试样1-101~试样1-109>

[0236] 《切削工具的制作》

[0237] 图11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12是图11的装置的概略俯视图。

[0238] 在图11以及图12的装置中,在腔室101内安装有成为覆膜3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、用于设置基材的旋转式的基材保持件104。在试样1~13~试样1~14中使用的装置中,在腔室101内还安装有第二层用的阴极(未图示)。第二层用的阴极的组成以得到表1以及表2的第二层的组成的方式进行了调整。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,并且为了调节腔室101内的压力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。

[0239] 在基材保持件104上装配有作为基材而等级为JIS标准P30的硬质合金且形状为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。

[0240] 接着,利用真空泵将腔室101内减压,并且一边使基材旋转一边利用设置于装置内的加热器将温度加热至500℃,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清洗(氩离子轰击处理)。通过以上,准备了各试样的切削工具的基材。

[0241] 接着,在使基材在中央旋转的状态下,一边导入氮气作为反应气体,一边在将基材的温度维持在500℃、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的组成以得到表1以及表2的第一单元层的组成的方式进行了调整。另外,阴极107的组成以得到表1以及表2的第二单元层的组成的方式进行了调整。

[0242] 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来调整。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。

[0243] 接着,一边向腔室101内导入氮气和甲烷气体作为反应气体,一边在将基材的温度维持在400℃、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的组成以得到表1以及表2的第三层的组成的方式进行调整。氮气的导入量和甲烷气体的导入量以得到表1以及表2的第三层的组成的方式进行了调整。通过以上,制作了各试样的切削工具。

[0244]

表 1

试样 No.	第一层										第二层		第三层		覆膜 的 厚度 [μm]	切削 试验 1 切削时间 [分钟]	切削 试验 2 切削长度 [km]
	第一单元层 Al _a Cr _{1-a} bCe _b N		第二单元层 Al _c V _{1-c} N		a-c	λ1/2	层叠数	厚度 [μm]	组成	厚度 [μm]	组成	厚度 [μm]					
	a	b	平均 厚度 [μm]	c									平均 厚度 [μm]				
1-1	0.450	0.010	0.001	0.40	0.001	0.050	1.00	1800	3.6	-	-	-	-	3.6	62	4.0	
1-2	0.800	0.010	0.200	0.70	0.020	0.100	10.00	15	3.3	-	-	-	-	3.3	67	4.4	
1-3	0.650	0.001	0.250	0.63	0.100	0.020	2.50	10	3.5	-	-	-	-	3.5	65	4.2	
1-4	0.650	0.100	0.150	0.61	0.250	0.040	0.60	8	3.2	-	-	-	-	3.2	76	5.1	
1-5	0.600	0.020	0.004	0.40	0.004	0.200	1.00	300	2.4	-	-	-	-	2.4	78	5.2	
1-6	0.780	0.020	0.007	0.75	0.007	0.030	1.00	300	4.2	-	-	-	-	4.2	79	5.1	
1-7	0.700	0.050	0.009	0.65	0.009	0.050	1.00	300	5.4	-	-	-	-	5.4	84	5.7	
1-8	0.690	0.030	0.100	0.65	0.020	0.040	5.00	30	3.6	-	-	-	-	3.6	77	4.7	
1-9	0.680	0.040	0.002	0.63	0.100	0.050	0.02	30	3.1	-	-	-	-	3.1	68	4.3	
1-10	0.700	0.020	0.200	0.69	0.100	0.010	2.00	40	12.0	-	-	-	-	12.0	105	7.4	
1-11	0.650	0.020	0.003	0.60	0.002	0.050	1.50	600	3.0	-	-	-	-	3.0	81	5.2	
1-12	0.610	0.010	0.002	0.57	0.200	0.040	0.01	20	4.0	-	-	-	-	4.0	85	5.6	
1-13	0.650	0.020	0.010	0.60	0.010	0.050	1.00	200	4.0	Al _{0.65} V _{0.35} N		0.4	-	4.4	80	5.1	
1-14	0.730	0.020	0.005	0.61	0.020	0.120	0.25	300	7.5	Al _{0.73} Cr _{0.26} Ce _{0.05} CN		0.4	-	7.9	98	6.3	
1-15	0.750	0.020	0.005	0.70	0.005	0.050	1.00	300	3.0	-	-	Al _{0.75} Cr _{0.23} Ce _{0.02} CN	0.5	3.5	92	5.9	
1-16	0.680	0.020	0.010	0.45	0.010	0.230	1.00	200	4.0	-	-	-	-	4.0	68	4.3	

[0245]

表 2

试样 No.	第一层										第二层		第三层		覆膜的 厚度 [μm]	切削 试验 1	切削 试验 2
	第一单元层 Al _a Cr _{1-a} bCe _b N			第二单元层 Al _c V _{1-c} N			a-c	λ1/λ2	层叠数	厚度 [μm]	厚度 [μm]						
	a	b	平均 厚度 [μm]	c	平均 厚度 [μm]	组成					组成						
												厚度 [μm]					
1-101	0.350	0.030	0.002	0.55	0.002	-0.200	1.00	3.6	-	-	-	-	-	3.6	27	1.9	
1-102	0.850	0.010	0.003	0.65	0.003	0.200	1.00	3.6	-	-	-	-	-	3.6	24	1.7	
1-103	0.650	0.000	0.008	0.60	0.008	0.050	1.00	200	-	-	-	-	-	3.2	22	1.5	
1-104	0.650	0.200	0.003	0.60	0.003	0.050	1.00	400	-	-	-	-	-	2.4	21	1.3	
1-105	0.650	0.020	0.003	0.30	0.003	0.350	1.00	450	-	-	-	-	-	2.7	26	1.8	
1-106	0.650	0.020	0.002	0.80	0.002	-0.150	1.00	800	-	-	-	-	-	3.2	21	1.2	
1-107	0.650	0.040	0.040	0.75	0.040	-0.100	1.00	40	-	-	-	-	-	3.2	22	1.3	
1-108	0.650	0.050	3.600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.6	20	1.1	
1-109	-	-	-	0.60	4.000	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0	25	1.0	

[0246] 《评价》

[0247] 对于各试样所涉及的切削工具,对第一单元层的组成、第二单元层的组成、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 $\lambda 1/\lambda 2$ 进行测定。

[0248] <第一单元层的组成的测定>

[0249] 对于各试样的切削工具,通过实施方式1中记载的方法对第一单元层的组成进行

测定,得到 $Al_aCr_{1-a-b}Ce_bN$ 中的a以及b的值。将结果记载于表1以及表2的“第一单元层”的“a”以及“b”一栏中。当在“a”一栏以及“b”一栏中记载为“-”的情况下,表示不存在第一单元层。

[0250] <第二单元层的组成的测定>

[0251] 对于各试样的切削工具,通过实施方式1中记载的方法对第二单元层的组成进行测定,得到 $Al_cV_{1-c}N$ 中的c的值。将结果记载于表1以及表2的“第二单元层”的“c”一栏中。当在“c”一栏中记载为“-”的情况下,表示不存在第二单元层。

[0252] <第二层的组成以及第三层的组成的测定>

[0253] 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以及第三层的组成。将结果记载于表1以及表2的“第二层”的“组成”一栏、“第三层”的“组成”一栏中。当在“第二层”的“组成”一栏中记载为“-”的情况下,表示不存在第二层,当在“第三层”的“组成”一栏中记载为“-”的情况下,表示不存在第三层。

[0254] <层叠数的测定>

[0255] 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以及第二单元层各自的层叠数。例如,层叠数为10表示层叠有第一单元层10层以及第二单元层10层。将所得到的结果分别记载于表1以及表2的“第一层”的“层叠数”一栏中。

[0256] <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>

[0257] 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、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。将所得到的结果记载于表1以及表2的“第一单元层”的“平均厚度[μm]”、“第二单元层”的“平均厚度[μm]”、“第一层”的“厚度[μm]”、“第二层”的“厚度[μm]”一栏中。当在表1以及表2的“第二层”的“厚度[μm]”一栏中记载为“-”的情况下,表示不存在第二层。当在表1以及表2的“第三层”的“厚度[μm]”一栏中记载为“-”的情况下,表示不存在第三层。

[0258] < λ_1/λ_2 的测定>

[0259] 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 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 ”一栏中。此外,当在表1以及表2的“ λ_1/λ_2 ”一栏中记载为“-”的情况下,是指不存在第一单元层以及第二单元层中的至少任一者。

[0260] <切削试验1:连续车削试验>

[0261] 对于各试样的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“切削试验1”的“切削时间[分钟]”一栏中。切削时间长表示工具寿命长。

[0262] 《切削条件》

[0263] • 被切削材料:SCM440 (HB=300)

[0264] • 切削速度:250m/min

[0265] • 进给速度:0.3mm/rev

[0266] • 切口:2.0mm

[0267] • 冷却剂:干式

[0268] 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。

[0269] 试样1-1~试样1-16的切削工具相当于实施例,试样1-101~试样1-109的切削工具相当于比较例。确认到试样1-1~试样1-16的切削工具与试样1-101~试样1-109的切削工具相比,在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中,具有较长的工具寿命。

[0270] <切削试验2:铣削试验>

[0271] 对于各试样的SEMT13T3AGSN形状的切削工具,将由难切削材料构成的宽度为150mm的板的中心线与宽度比其宽的 $\phi 160\text{mm}$ 的刀具的中心对准,在以下的切削条件下执行表面铣削,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“切削试验2”的“切削长度[km]”一栏中。切削长度长表示工具寿命长。

[0272] 《切削条件》

[0273] • 被切削材料:SKD11 (HB=235)

[0274] • 切削速度:180m/min

[0275] • 进给速度:0.15mm/t

[0276] • 轴向切口 a_p :1.5mm

[0277] • 径向切口 a_e :150mm

[0278] • 冷却剂:干式

[0279] 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。

[0280] 试样1-1~试样1-16的切削工具相当于实施例,试样1-101~试样1-109的切削工具相当于比较例。确认到试样1-1~试样1-16的切削工具与试样1-101~试样1-109的切削工具相比,在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中,具有较长的工具寿命。

[0281] [实施例2]

[0282] <试样2-1~试样2-18、试样2-101~试样2-111>

[0283] 《切削工具的制作》

[0284] 通过与实施例1同样的方法,准备各试样的基材。在使基材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的组成以得到表3以及表4的第一单元层的组成的方式进行了调整。另外,阴极107的组成以得到表3以及表4的第三单元层的组成的方式进行了调整。

[0285] 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层通过在基材上以表3以及表4所示的层叠数逐层交替地层叠第一单元层和第三单元层而形成。另外,第二层的厚度、第1A层中的第一单元层以及第三单元层各自的厚度以及层叠数通过基材的旋转速度进行了调整。然后,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。

[0286] 接着,一边在腔室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1A层上形成第三层。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的组成以得到表3以及表4的第三层的组成的方式进行了调整。氮气的导入量和甲烷气体的导入量以得到表3以及表4的第三层的组成的方式进行了调整。通过以上,制作了各试样的切削工具。

[0287]

表 3

试样 No.	第 1A 层										第二层		第三层		切削 试验 3	切削 试验 4	
	第一单元层 Al _{0.4} Cr _{1-0.4} Ce _{0.1} N		第三单元层 Al _{0.1} V _{1-0.4} cM _{0.5} N				a-d	λ1/λ3	层叠数	厚度 [μm]	组成	厚度 [μm]	组成	厚度 [μm]			切削时间 [分钟]
	a	b	平均 厚度 [μm]	d	e	M									平均 厚度 [μm]		
2-1	0.450	0.020	0.001	0.40	0.03	Si	0.005	0.050	0.2	300	1.8	-	-	1.8	76	4.5	
2-2	0.800	0.020	0.300	0.70	0.03	Si	0.050	0.100	6.0	10	3.5	-	-	3.5	75	4.4	
2-3	0.700	0.030	0.005	0.65	0.02	B	0.001	0.050	5.0	600	3.6	-	-	3.6	72	4.3	
2-4	0.750	0.100	0.150	0.65	0.03	B	0.300	0.100	0.5	10	4.5	-	-	4.5	70	4.1	
2-5	0.650	0.020	0.005	0.40	0.03	Si	0.005	0.250	1.0	310	3.1	-	-	3.1	82	6.6	
2-6	0.760	0.020	0.005	0.75	0.02	Si	0.005	0.010	1.0	330	3.3	-	-	3.3	84	6.7	
2-7	0.750	0.030	0.008	0.70	0.01	Si	0.008	0.050	1.0	200	3.2	-	-	3.2	81	5.9	
2-8	0.650	0.040	0.005	0.60	0.05	B	0.005	0.050	1.0	350	3.5	-	-	3.5	83	6.8	
2-9	0.700	0.020	0.003	0.70	0.02	Si	0.003	0.000	1.0	700	4.2	-	-	4.2	86	6.9	
2-10	0.700	0.020	0.025	0.65	0.01	B	0.005	0.050	5.0	100	3.0	-	-	3.0	82	6.2	
2-11	0.700	0.020	0.002	0.65	0.03	Si	0.002	0.050	1.0	1700	6.8	-	-	6.8	94	7.1	
2-12	0.650	0.020	0.200	0.60	0.03	Si	0.200	0.050	1.0	30	12.0	-	-	12.0	104	7.3	
2-13	0.700	0.020	0.005	0.65	0.02	Si	0.002	0.050	2.5	500	3.5	-	-	3.5	82	6.8	
2-14	0.650	0.020	0.200	0.60	0.03	B	0.200	0.050	1.0	10	4.0	-	-	4.0	85	6.4	
2-15	0.650	0.050	0.005	0.60	0.03	Si	0.005	0.050	1.0	300	3.0	Al _{0.65} Cr _{0.30} Ce _{0.05} N	-	3.5	94	6.8	
2-16	0.800	0.080	0.010	0.75	0.02	Si	0.010	0.050	1.0	150	3.0	Al _{0.80} Cr _{0.12} Ce _{0.08} N	-	3.5	95	6.9	

[0288]

表 4

试样 No.	第 1A 层										第二层		第三层		覆膜的 厚度 [μm]	切削 试验 3	切削 试验 4	
	第一单元层 Al _{0.68} Cr _{0.30} Ce _{0.02} N		第三单元层 Al _{0.67} V _{0.30} Si _{0.03} N			a-d	λ1/Δ3	层叠数	厚度 [μm]	组成	厚度 [μm]	组成	厚度 [μm]					
	a	b	平均 厚度 [μm]	d	e									M	平均 厚度 [μm]			
2-17	0.680	0.020	0.005	0.67	0.03	Si	0.005	0.010	1	320	3.2	Al _{0.67} V _{0.30} Si _{0.03} N	0.5	Al _{0.68} Cr _{0.30} Ce _{0.02} CN	0.6	4.3	96	6.6
2-18	0.680	0.020	0.005	0.67	0.03	B	0.005	0.010	1	340	3.4	-	-	Al _{0.68} Cr _{0.30} Ce _{0.02} CN	0.4	3.8	96	7.2
2-101	0.300	0.030	0.040	0.70	0.03	Si	0.040	-0.400	1	30	2.4	-	-	-	-	2.4	28	1.8
2-102	0.850	0.030	0.030	0.70	0.03	Si	0.030	0.150	1	50	3.0	-	-	-	-	3.0	30	2.0
2-103	0.650	0.000	0.090	0.70	0.02	Si	0.090	-0.050	1	20	3.6	-	-	-	-	3.6	25	1.6
2-104	0.650	0.000	0.050	0.70	0.03	B	0.050	-0.050	1	30	3.0	-	-	-	-	3.0	24	1.5
2-105	0.650	0.200	0.050	0.70	0.03	B	0.050	-0.050	1	30	3.0	-	-	-	-	3.0	22	1.4
2-106	0.650	0.020	0.050	0.30	0.02	B	0.050	0.350	1	33	3.3	-	-	-	-	3.3	29	1.7
2-107	0.650	0.020	0.050	0.80	0.02	Si	0.050	-0.150	1	35	3.5	-	-	-	-	3.5	21	1.3
2-108	0.650	0.020	0.050	0.65	0.00	-	0.050	0.000	1	30	3.0	-	-	-	-	3.0	27	1.5
2-109	0.650	0.020	0.050	0.65	0.10	B	0.050	0.000	1	36	3.6	-	-	-	-	3.6	30	1.9
2-110	0.650	0.020	0.050	0.65	0.02	B	0.050	0.000	1	30	3.0	-	-	-	-	3.0	26	1.6
2-111	0.650	0.020	3.500	-	-	-	-	-	-	-	3.5	-	-	-	-	3.5	20	1.2

[0289] 《评价》

[0290] 对于各试样所涉及的切削工具,对第一单元层的组成、第三单元层的组成、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 进行测定。各项的测定方法如实施例1所述。将结果示于表3以及表4。

[0291] <切削试验3:连续车削试验>

[0292] 对于各试样的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“切削试验3”的“切削时间[分钟]”一栏中。此外,在表3以及表4中,切削时间长表示工具寿命长。

[0293] (切削条件)

[0294] • 被切削材料:铬镍铁合金718(INCONEL)(时效材料:HB=400)

[0295] • 切削速度:65m/min

[0296] • 进给速度:0.15mm/rev

[0297] • 切口:1.0mm

[0298] • 冷却剂:干式

[0299] 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。

[0300] 试样2-1~试样2~18的切削工具相当于实施例,试样2-101~试样2-111的切削工具相当于比较例。确认到试样2-1~试样2~18的切削工具与试样2-101~试样2-111的切削工具相比,在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中,具有较长的工具寿命。

[0301] <切削试验4:铣削试验>

[0302] 对于各试样的SEMT13T3AGSN形状的切削工具,将由难切削材料构成的宽度为150mm的板的中心线与宽度比其宽的 $\phi 160\text{mm}$ 的刀具的中心对准,在以下的切削条件下执行表面铣削,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“切削试验4”的“切削长度[km]”一栏中。此外,在表3以及表4中,切削长度长表示工具寿命长。

[0303] 《切削条件》

[0304] • 被切削材料:FCD700(HB=250)

[0305] • 切削速度:250m/min

[0306] • 进给速度:0.2mm/t

[0307] • 轴向切口 a_p :2.0mm

[0308] • 径向切口 a_e :150mm

[0309] • 冷却剂:干式

[0310] 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。

[0311] 试样2-1~试样2~18的切削工具相当于实施例,试样2-101~试样2-111的切削工具相当于比较例。确认到试样2-1~试样2~18的切削工具与试样2-101~试样2-111的切削工具相比,在刀尖温度高的条件下执行的切削加工中,具有较长的工具寿命。

[0312] 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。

[0313] 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。

[0314] 附图标记说明

[0315] 1:切削工具;2:基材;3:覆膜;12:第一单元层;13:第一层;13A: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。

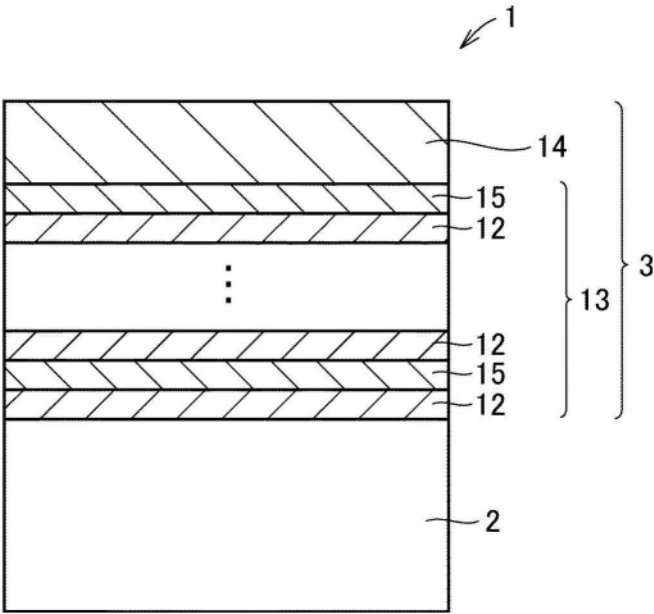


图1

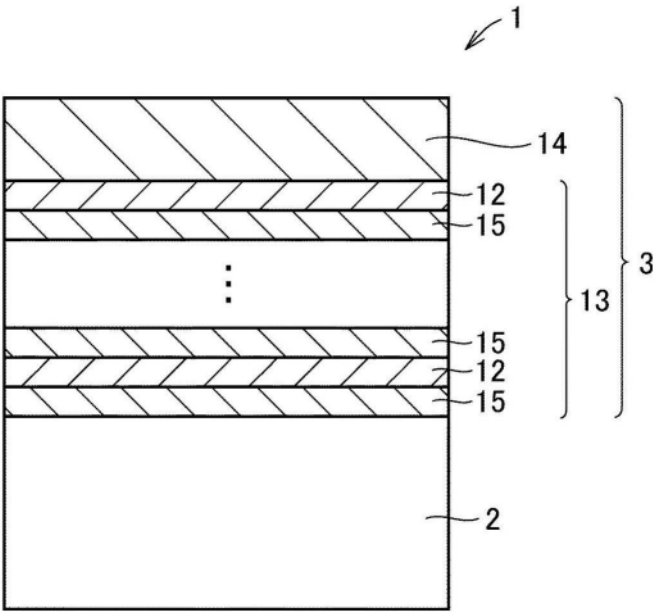


图2

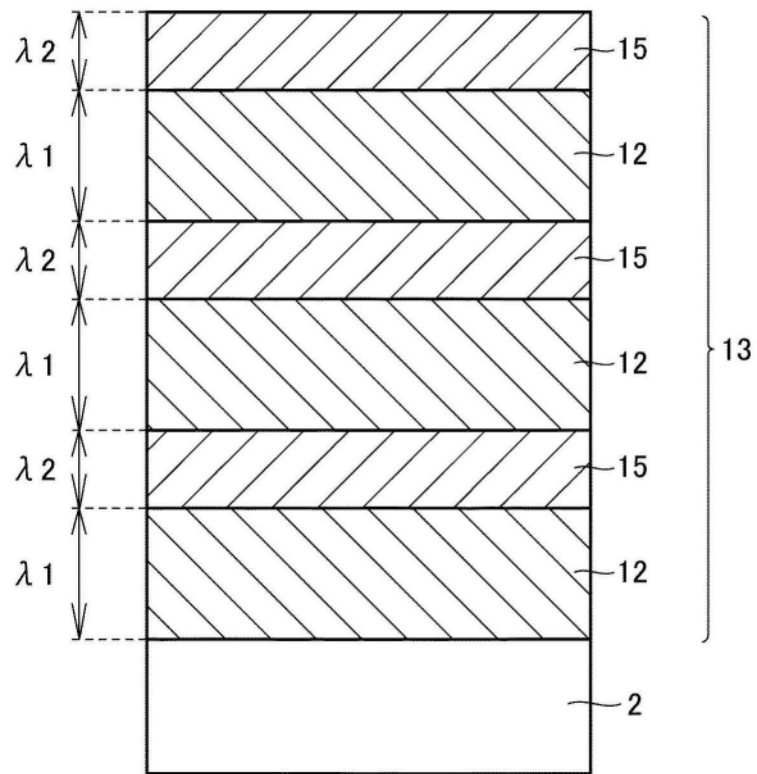


图5

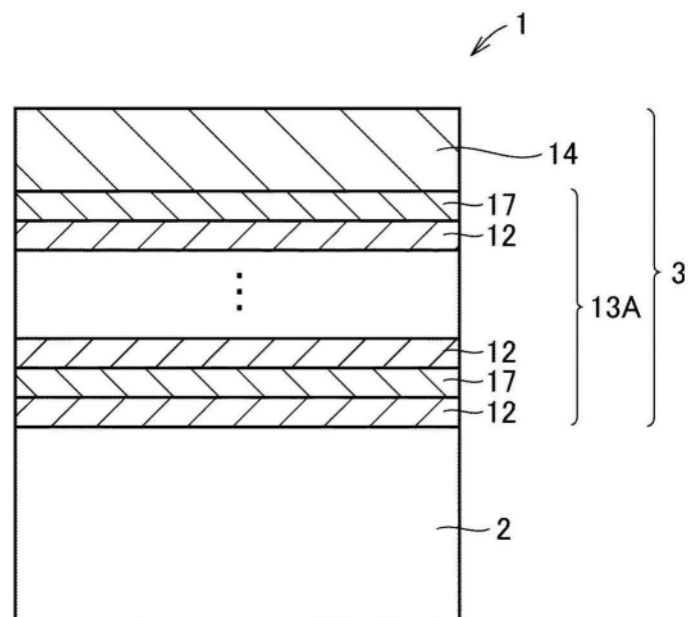


图6

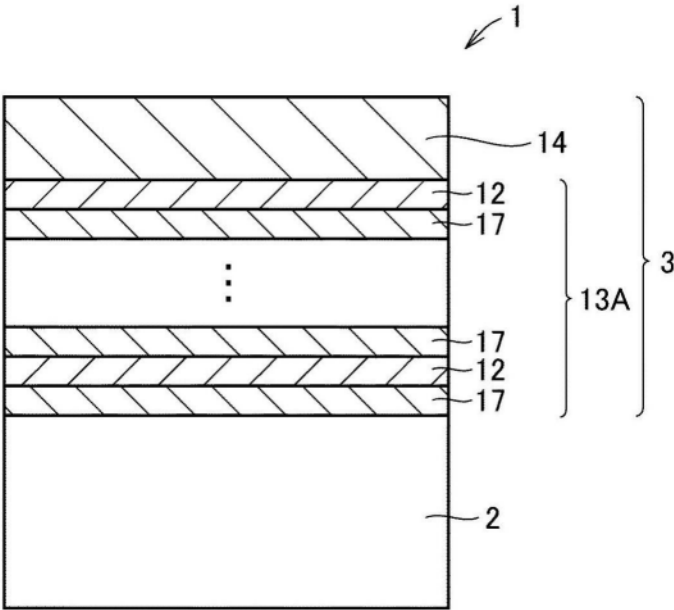


图7

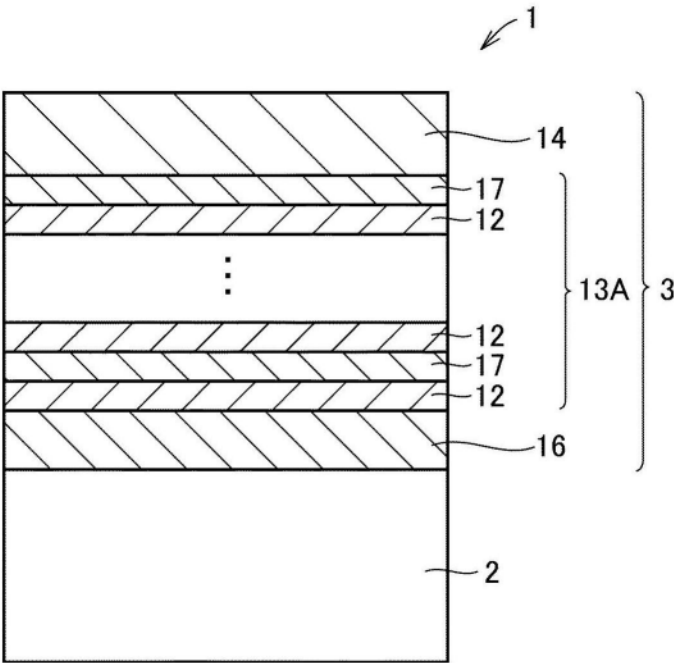


图8

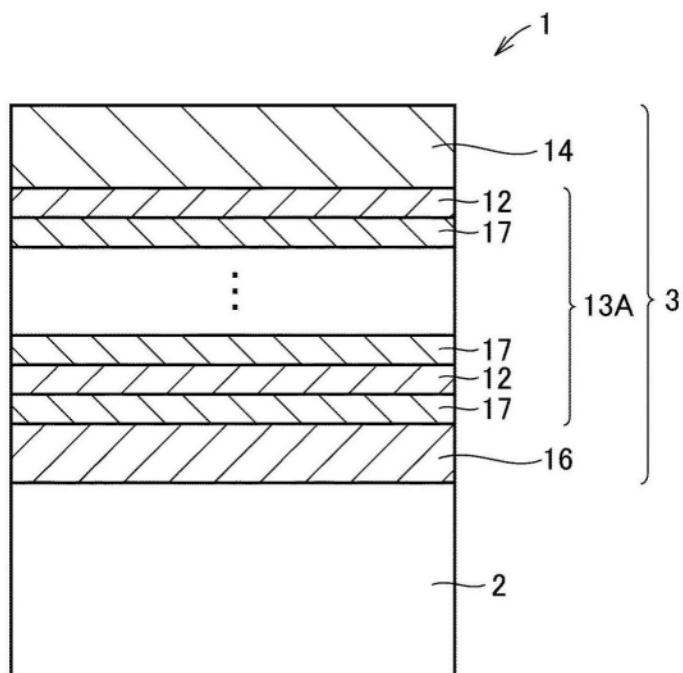


图9

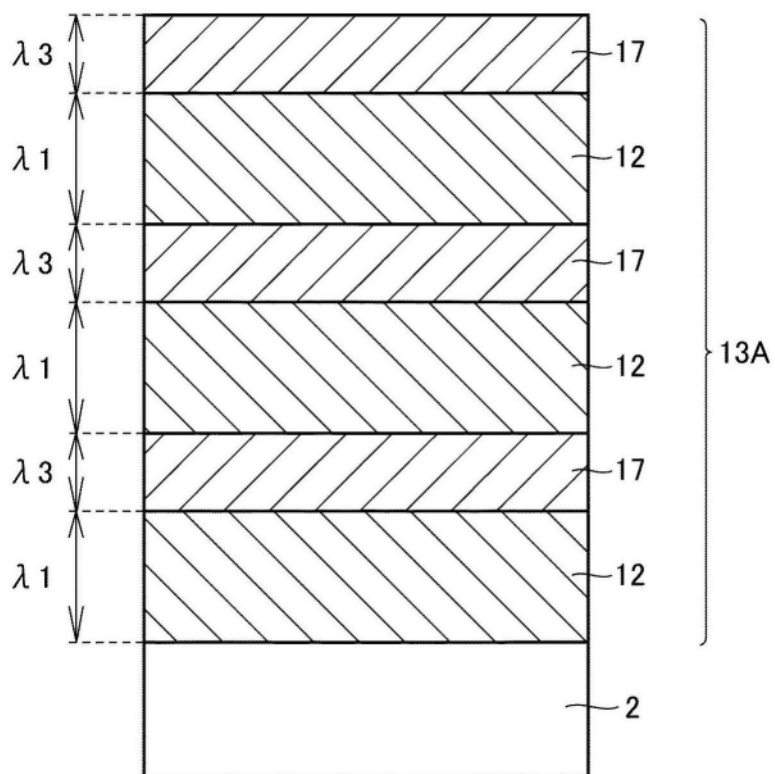


图10

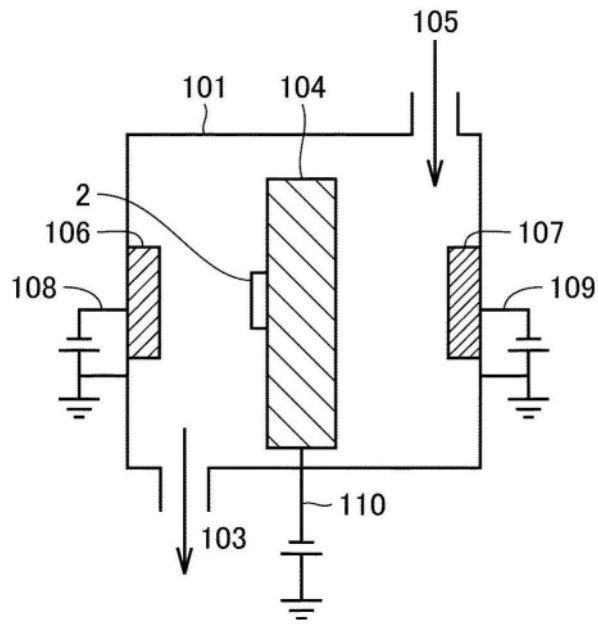


图11

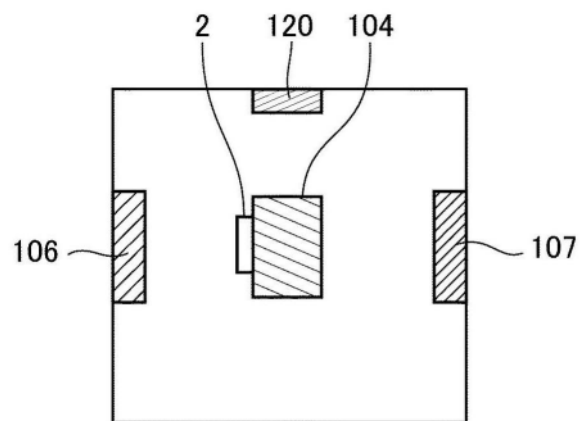


图12