

1. 一种切削工具,所述切削工具具备基材、以及设置于所述基材上的硬质层,其中,所述硬质层包含第一单位层与第二单位层,所述硬质层中,所述第一单位层与所述第二单位层分别交替层叠有一层以上,所述第一单位层的厚度为2nm以上且100nm以下,所述第二单位层的厚度为2nm以上且100nm以下,所述第一单位层由 $Ti_aAl_bB_cN$ 所示的化合物构成,所述第二单位层由 $Ti_dAl_eB_fN$ 所示的化合物构成,所述 $Ti_aAl_bB_cN$ 中的钛元素的原子比a为0.25以上且小于0.45,所述 $Ti_aAl_bB_cN$ 中的铝元素的原子比b为0.55以上且小于0.75,所述 $Ti_aAl_bB_cN$ 中的硼元素的原子比c超过0且为0.1以下,所述原子比a、所述原子比b以及所述原子比c总计为1,所述 $Ti_dAl_eB_fN$ 中的钛元素的原子比d为0.35以上且小于0.55,所述 $Ti_dAl_eB_fN$ 中的铝元素的原子比e为0.45以上且小于0.65,所述 $Ti_dAl_eB_fN$ 中的硼元素的原子比f超过0且为0.1以下,所述原子比d、所述原子比e以及所述原子比f总计为1,所述原子比a以及所述原子比d满足 $0.05 \leq d - a \leq 0.2$,所述原子比b以及所述原子比e满足 $0.05 \leq b - e \leq 0.2$.
2. 根据权利要求1所述的切削工具,其中,所述硬质层中的(200)面的X射线衍射峰值的强度 $I_{(200)}$ 与(002)面的X射线衍射峰值的强度 $I_{(002)}$ 之比 $I_{(200)}/I_{(002)}$ 为2以上,所述(002)面的X射线衍射峰值的半值宽度为2度以上。
3. 根据权利要求1或2所述的切削工具,其中,室温下的所述硬质层的硬度H为30GPa以上。
4. 根据权利要求3所述的切削工具,其中,室温下的所述硬质层的硬度H与所述硬质层的杨氏模量E之比H/E为0.07以上。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的切削工具,其中,所述硬质层的厚度为1 μ m以上且20 μ m以下。

切削工具

技术领域

[0001] 本公开涉及切削工具。

背景技术

[0002] 一直以来,使用在基材上覆盖有覆膜的切削工具。例如,日本特开2011-224715号公报(专利文献1)公开了一种表面覆盖切削工具,该表面覆盖切削工具在由碳化钨基硬质合金或者碳氮化钛基金属陶瓷构成的工具基体的表面蒸镀形成有 $0.8\sim 5.0\mu\text{m}$ 的层厚的由Al与Ti的复合氮化物构成的硬质覆盖层,其特征在于,该硬质覆盖层构成为薄层A与薄层B的交替层叠构造,薄层A由Al与Ti的复合氮化物的粒状晶组织构成,薄层B由柱状晶组织构成,薄层A以及薄层B分别具有 $0.05\sim 2\mu\text{m}$ 的层厚,进一步,构成上述薄层A的粒状晶的平均晶体粒径为30nm以下,另外,构成上述薄层B的柱状晶的平均晶体粒径为 $50\sim 500\text{nm}$ 。

[0003] 日本特开2017-193004号公报(专利文献2)公开了一种表面覆盖切削工具,其具备基材、以及形成于所述基材的表面的覆膜,所述覆膜包含交替层,所述交替层包含具有第一组成的第一层、以及具有第二组成的第二层,所述交替层由所述第一层与所述第二层分别交替层叠有一层以上而构成,所述第一层以及所述第二层的厚度分别为2nm以上且100nm以下,所述第一组成以 $\text{Ti}_a\text{Al}_b\text{Si}_c\text{N}$ ($0.25\leq a\leq 0.45, 0.55\leq b\leq 0.75, 0\leq c\leq 0.1, a+b+c=1$)表示,所述第二组成以 $\text{Ti}_d\text{Al}_e\text{Si}_f\text{N}$ ($0.35\leq d\leq 0.55, 0.45\leq e\leq 0.65, 0\leq f\leq 0.1, d+e+f=1$)表示,所述第一组成以及所述第二组成满足 $0.05\leq d-a\leq 0.2$ 并且 $0.05\leq b-e\leq 0.2$ 。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2011-224715号公报

[0007] 专利文献2:日本特开2017-193004号公报

发明内容

[0008] 本公开所涉及的切削工具具备基材、以及设置于上述基材上的硬质层,其中,

[0009] 上述硬质层包含第一单位层与第二单位层,

[0010] 上述硬质层中,上述第一单位层与上述第二单位层分别交替层叠有一层以上,

[0011] 上述第一单位层的厚度为2nm以上且100nm以下,

[0012] 上述第二单位层的厚度为2nm以上且100nm以下,

[0013] 上述第一单位层由 $\text{Ti}_a\text{Al}_b\text{B}_c\text{N}$ 所示的化合物构成,

[0014] 上述第二单位层由 $\text{Ti}_d\text{Al}_e\text{B}_f\text{N}$ 所示的化合物构成,

[0015] 上述 $\text{Ti}_a\text{Al}_b\text{B}_c\text{N}$ 中的钛元素的原子比a为0.25以上且小于0.45,

[0016] 上述 $\text{Ti}_a\text{Al}_b\text{B}_c\text{N}$ 中的铝元素的原子比b为0.55以上且小于0.75,

[0017] 上述 $\text{Ti}_a\text{Al}_b\text{B}_c\text{N}$ 中的硼元素的原子比c超过0且为0.1以下,

[0018] 上述原子比a、上述原子比b以及上述原子比c总计为1,

[0019] 上述 $\text{Ti}_d\text{Al}_e\text{B}_f\text{N}$ 中的钛元素的原子比d为0.35以上且小于0.55,

- [0020] 上述 $Ti_dAl_eB_fN$ 中的铝元素的原子比e为0.45以上且小于0.65，
[0021] 上述 $Ti_dAl_eB_fN$ 中的硼元素的原子比f超过0且为0.1以下，
[0022] 上述原子比d、上述原子比e以及上述原子比f总计为1，
[0023] 上述原子比a以及上述原子比d满足 $0.05 \leq d-a \leq 0.2$ ，
[0024] 上述原子比b以及上述原子比e满足 $0.05 \leq b-e \leq 0.2$ 。

附图说明

- [0025] 图1是对切削工具的一个方式加以例示的立体图。
[0026] 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。
[0027] 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。
[0028] 图4是对本实施方式所涉及的硬质层的晶体构造进行说明的示意剖视图。
[0029] 图5是在对本实施方式所涉及的硬质层进行X射线衍射分析时获得的光谱图的一个例子。
[0030] 图6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。

具体实施方式

- [0031] [本公开所要解决的问题]
[0032] 在专利文献1所记载的表面覆盖切削工具中，期待通过具有上述构成的硬质覆盖层，从而耐磨损性提高，因此延长切削工具的寿命。在专利文献2所记载的表面覆盖切削工具中，期待通过具有上述构成的覆膜，从而抑制层间剥离以及龟裂传播，因此延长切削工具的寿命。然而，在近年的切削加工中，高速化以及高效化推进，对切削工具施加的负荷增大，切削工具的寿命有缩短的趋势。因此，追求进一步提高切削工具的覆膜的机械特性(例如耐磨损性、耐缺损性、耐热性等)。
[0033] 本公开是鉴于上述情况而完成的，目的是提供耐缺损性优异的切削工具。
[0034] [本公开的效果]
[0035] 根据上述内容，能够提供耐缺损性优异的切削工具。
[0036] [本公开的实施方式的说明]
[0037] 首先，列出本公开的实施方式并进行说明。
[0038] [1]本公开所涉及的切削工具具备基材、以及设置于上述基材上的硬质层，
[0039] 上述硬质层包含第一单位层与第二单位层，
[0040] 上述硬质层中，上述第一单位层与上述第二单位层分别交替层叠有一层以上，
[0041] 上述第一单位层的厚度为2nm以上且100nm以下，
[0042] 上述第二单位层的厚度为2nm以上且100nm以下，
[0043] 上述第一单位层由 $Ti_aAl_bB_cN$ 所示的化合物构成，
[0044] 上述第二单位层由 $Ti_dAl_eB_fN$ 所示的化合物构成，
[0045] 上述 $Ti_aAl_bB_cN$ 中的钛元素的原子比a为0.25以上且小于0.45，
[0046] 上述 $Ti_aAl_bB_cN$ 中的铝元素的原子比b为0.55以上且小于0.75，
[0047] 上述 $Ti_aAl_bB_cN$ 中的硼元素的原子比c超过0且为0.1以下，
[0048] 上述原子比a、上述原子比b以及上述原子比c总计为1，

[0049] 上述 $Ti_dAl_eB_fN$ 中的钛元素的原子比d为0.35以上且小于0.55,

[0050] 上述 $Ti_dAl_eB_fN$ 中的铝元素的原子比e为0.45以上且小于0.65,

[0051] 上述 $Ti_dAl_eB_fN$ 中的硼元素的原子比f超过0且为0.1以下,

[0052] 上述原子比d、上述原子比e以及上述原子比f总计为1,

[0053] 上述原子比a以及上述原子比d满足 $0.05 \leq d-a \leq 0.2$,

[0054] 上述原子比b以及上述原子比e满足 $0.05 \leq b-e \leq 0.2$ 。

[0055] 上述切削工具中的上述硬质层通过使上述第一单位层以及上述第二单位层各自的硼元素的原子比取上述范围,从而成为耐缺损性优异的切削工具。即,上述切削工具通过具备上述构成,能够具有优异的耐缺损性。另外,上述硬质层通过使上述第一单位层以及上述第二单位层各自的铝元素的原子比取上述范围,从而成为耐热性优异的切削工具。在此,“耐缺损性”是指对切削加工时的切削工具的缺损的耐性。“耐热性”是指对高温环境下的切削工具的磨损、变形等的耐性。

[0056] [2] 优选地,上述硬质层中的(200)面的X射线衍射峰值的强度 $I_{(200)}$ 与(002)面的X射线衍射峰值的强度 $I_{(002)}$ 之比 $I_{(200)}/I_{(002)}$ 为2以上,

[0057] 上述(002)面的X射线衍射峰值的半值宽度优选为2度以上。通过这样规定,上述切削工具能够进一步具有优异的耐缺损性。另外,上述切削工具能够进一步具有优异的耐热性。

[0058] [3] 室温下的上述硬质层的硬度H优选为30GPa以上。通过这样规定,上述切削工具能够在具有优异的耐缺损性的基础上还具有优异的耐磨损性。在此,“耐磨损性”是指对切削加工时的切削工具的磨损的耐性。

[0059] [4] 室温下的上述硬质层的硬度H与上述硬质层的杨氏模量E之比H/E优选为0.07以上。通过这样规定,上述切削工具能够进一步具有优异的耐缺损性。

[0060] [5] 上述硬质层的厚度优选为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $20\mu\text{m}$ 以下。通过这样规定,上述切削工具能够在具有优异的耐缺损性的基础上还具有优异的耐磨损性。

[0061] [本公开的实施方式的详细内容]

[0062] 以下,对本公开的一个实施方式(以下记作“本实施方式”)进行说明。但是,本实施方式不限于此。本说明书中,“A~Z”这一形式的表述是指范围的上限下限(即A以上Z以下),在A中没有记载单位,仅在Z中记载有单位的情况下,A的单位与Z的单位相同。进一步地,在本说明书中,例如如“TiN”等那样使化合物通过构成元素的组成比未被限定的化学式来表示的情况下,该化学式包含现有公知的所有组成比(元素比)。此时,上述化学式不仅包含化学计量组成,也包含非化学计量组成。例如在“TiN”的化学式中,不仅包含化学计量组成“ Ti_1N_1 ”,例如也包含“ $Ti_1N_{0.8}$ ”那样的非化学计量组成。这一情况在“TiN”以外的化合物的记载中也相同。

[0063] 《切削工具》

[0064] 一种切削工具,其具备基材、以及设置于上述基材上的硬质层,其中,

[0065] 上述硬质层包含第一单位层与第二单位层,

[0066] 上述硬质层中,上述第一单位层与上述第二单位层分别交替层叠有一层以上,

[0067] 上述第一单位层的厚度为2nm以上且100nm以下,

[0068] 上述第二单位层的厚度为2nm以上且100nm以下,

- [0069] 上述第一单位层由 $Ti_aAl_bB_cN$ 所示的化合物构成，
- [0070] 上述第二单位层由 $Ti_dAl_eB_fN$ 所示的化合物构成，
- [0071] 上述 $Ti_aAl_bB_cN$ 中的钛元素的原子比a为0.25以上且小于0.45，
- [0072] 上述 $Ti_aAl_bB_cN$ 中的铝元素的原子比b为0.55以上且小于0.75，
- [0073] 上述 $Ti_aAl_bB_cN$ 中的硼元素的原子比c超过0且为0.1以下，
- [0074] 上述原子比a、上述原子比b以及上述原子比c总计为1，
- [0075] 上述 $Ti_dAl_eB_fN$ 中的钛元素的原子比d为0.35以上且小于0.55，
- [0076] 上述 $Ti_dAl_eB_fN$ 中的铝元素的原子比e为0.45以上且小于0.65，
- [0077] 上述 $Ti_dAl_eB_fN$ 中的硼元素的原子比f超过0且为0.1以下，
- [0078] 上述原子比d、上述原子比e以及上述原子比f总计为1，
- [0079] 上述原子比a以及上述原子比d满足 $0.05 \leq d-a \leq 0.2$ ，
- [0080] 上述原子比b以及上述原子比e满足 $0.05 \leq b-e \leq 0.2$ 。
- [0081] 本实施方式所涉及的切削工具例如可以是钻头、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、齿切工具、铰刀、丝锥等。

[0082] 图1是对切削工具的一个方式加以例示的立体图。上述形状的切削工具例如用作可转位切削刀片。上述切削工具10具有前刀面1、后刀面2、以及前刀面1与后刀面2交叉的刀尖棱线部3。即，前刀面1与后刀面2是夹持刀尖棱线部3而连接的面。刀尖棱线部3构成切削工具10的切刀前端部。上述切削工具10的形状也能把握上述切削工具的基材的形状。即，上述基材具有前刀面、后刀面、以及连接前刀面及后刀面的刀尖棱线部。

[0083] <基材>

[0084] 关于本实施方式的基材，只要是作为这类基材而现有公知的基材，都能进行使用。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、WC以外包含Co的硬质合金、WC以外添加了Cr、Ti、Ta、Nb等的碳氮化物的硬质合金等）、金属陶瓷（以TiC、TiN、TiCN等为主要成分）、高速钢、陶瓷（碳化钛、碳化硅、氮化硅、氮化铝、氧化铝等）、立方晶氮化硼烧结体（cBN烧结体）以及金刚石烧结体构成的群组中的一种。

[0085] 在上述各种基材中也尤其优选选择硬质合金（特别是WC基硬质合金）、金属陶瓷（特别是TiCN基金属陶瓷）。其理由是因为这些基材在高温下的硬度与强度的平衡特别优异，作为上述用途的切削工具的基材而具有优异的特性。

[0086] 使用硬质合金作为基材的情况下，即使在组织中包含游离碳或被称作 η 相的异常相，上述硬质合金也呈现出本实施方式的效果。需要说明的是，在本实施方式中使用的基材即使是其表面改性而成的基材也没关系。例如，在硬质合金的情况下可以在其表面形成有脱 β 层，或者在cBN烧结体的情况下可以形成表面固化层，即使表面这样改性，也呈现出本实施方式的效果。

[0087] 上述切削工具是可转位切削刀片（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，基材包括具有断屑器的情况和没有断屑器的情况。刀尖的棱线部分的形状包含锐利边缘（前刀面与后刀面交叉的棱）、珩磨（对锐利边缘施加圆弧而成的形状）、负刃带（设为倒角的形状）、将珩磨与负刃带组合而成的形状中的任一形状。

[0088] <覆膜>

[0089] 本实施方式所涉及的覆膜设置于上述基材上。“覆膜”具有通过覆盖上述基材的至少一部分(例如,前刀面的一部分)而提高切削工具中的耐热性、耐缺损性、耐磨损性等各种特性的作用。上述覆膜优选覆盖上述基材的整个面。然而,即使上述基材的一部分未被上述覆膜覆盖或覆膜的构成局部不同,也没有脱离本实施方式的范围。上述覆膜包含具有第一单位层与第二单位层的硬质层。

[0090] 上述覆膜的厚度优选为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $20\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $1.5\mu\text{m}$ 以上且 $12\mu\text{m}$ 以下,进一步优选为 $2\mu\text{m}$ 以上且 $8\mu\text{m}$ 以下。在此,覆膜的厚度是指构成覆膜的层各自的厚度的总和。作为“构成覆膜的层”,例如可列举上述硬质层、后文所述的基底层、中间层以及表面层等其他的层。上述覆膜的厚度例如能够通过使用透射型电子显微镜(TEM)对与基材表面的法线方向平行的剖面样本中的任意的十个点进行测定,取测定的十个点的厚度的平均值来求出。此时的测定倍率例如为10000倍。作为上述剖面样本,例如可列举通过离子切片装置将上述切削工具的剖面薄片化而成的样本。测定上述硬质层、上述基底层、上述中间层以及上述表面层等各自的厚度的情况也相同。作为透射型电子显微镜,例如可列举日本电子株式会社制造的JEM-2100F(商品名)。

[0091] (硬质层)

[0092] 本实施方式所涉及的硬质层20包含第一单位层21与第二单位层22(图2)。上述硬质层20中,上述第一单位层21与上述第二单位层22分别交替层叠有一层以上(图2、图3、图6)。上述硬质层可以从上述第一单位层21开始,也可以从上述第二单位层开始。只要能够维持本实施方式所涉及的切削工具所起的效果,上述硬质层20也可以设置于上述基材11的正上方(图2、图3),也可以经由基底层31等其他层而设置于上述基材11上(图6)。只要维持切削工具所起的效果,上述硬质层20也可以在其上设置有表面层32等其他的层(图6)。另外,上述硬质层20也可以设置于上述覆膜40的表面。

[0093] 在本实施方式的一个方面的基础上,只要能够维持上述切削工具所起的效果,上述硬质层可以设置有多个。例如,在上述覆膜包含第一硬质层与第二硬质层的情况下,上述覆膜还可以具备设置于上述第一硬质层与上述第二硬质层之间的中间层。

[0094] 上述硬质层优选覆盖上述基材的后刀面。上述硬质层优选覆盖上述基材的前刀面。上述硬质层更优选覆盖上述基材的整个面。然而,即使上述基材的一部分未被上述硬质层覆盖,也没脱离本实施方式的范围。

[0095] 上述硬质层的厚度优选为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $20\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $1.5\mu\text{m}$ 以上且 $12\mu\text{m}$ 以下,进一步优选为 $2\mu\text{m}$ 以上且 $8\mu\text{m}$ 以下。如此,上述切削工具能够具有优异的耐磨损性。该厚度例如能够通过使用透射型电子显微镜以10000倍倍率观察上文所述的上述切削工具的剖面来测定。

[0096] (硬质层中的X射线衍射分析)

[0097] 上述硬质层中的(200)面的X射线衍射峰值的强度 $I_{(200)}$ 与(002)面的X射线衍射峰值的强度 $I_{(002)}$ 之比 $I_{(200)}/I_{(002)}$ 为2以上,

[0098] 上述(002)面的X射线衍射峰值的半值宽度优选为2度以上。在此,“(200)面的X射线衍射峰值的强度 $I_{(200)}$ ”是指源自(200)面的X射线衍射峰值中最大峰值处的衍射强度(峰值的高度)。“(002)面的X射线衍射峰值的强度 $I_{(002)}$ ”也相同。

[0099] 具体地说,以后文所述的实施例所记载的条件分别对上述硬质层中的任意三个

点进行基于 $\theta/2\theta$ 法的X射线衍射测定(XRD测定),求出预定的晶面的X射线衍射强度,以求出的三个点的X射线衍射强度的平均值为该预定的晶面的X射线衍射强度。此时,(200)面的X射线衍射强度与 $2\theta=43\sim 44^\circ$ 附近的X射线衍射强度对应,(002)面的X射线衍射强度与 $2\theta=30\sim 40^\circ$ 附近的X射线衍射强度对应(例如,参照图5)。在图5中,纵轴表示X射线的衍射强度,横轴表示 2θ 的值。作为用于上述X射线衍射测定的装置,例如可列举株式会社理学制造的“SmartLab”(商品名)、PANalytical制造的“X'pert”(商品名)等。

[0100] 上述(200)面的X射线衍射强度源自硬质层中的立方晶的晶体。(002)面的X射线衍射峰值的强度 $I_{(002)}$ 源自硬质层中的六方晶的晶体。因此,能够根据这些峰值的有无,判别硬质层中的立方晶、六方晶的有无。另外,比 $I_{(200)}/I_{(002)}$ 为2以上是指硬质层中形成有立方晶的柱状晶23与六方晶的柱状晶24的混晶(图4)。在上述立方晶的柱状晶23以及上述六方晶的柱状晶24各自的柱状晶中,第一单位层与第二单位层交替层叠,在图4中,为了方便,省略了该层叠的构造。

[0101] 上述比 $I_{(200)}/I_{(002)}$ 的上限例如可以为10以下,可以小于10,也可以为5以下。

[0102] 上述(002)面的X射线衍射峰值的半值宽度的上限可以为4度以下,也可以为3度以下。

[0103] (硬质层中的机械特性)

[0104] 在本实施方式中,室温下的上述硬质层的硬度H优选为30GPa以上,更优选为30GPa以上且50GPa以下,进一步优选为35GPa以上且45GPa以下。

[0105] 在本实施方式中,室温下的上述硬质层的杨氏模量E优选为700GPa以下,更优选为400GPa以上且700GPa以下,进一步优选为400GPa以上且550GPa以下。

[0106] 另外,室温下的上述硬质层的硬度H与上述硬质层的杨氏模量E之比H/E优选为0.07以上,更优选为0.07以上且0.12以下,进一步优选为0.08以上且0.11以下。

[0107] 上述硬度H以及上述杨氏模量E能够通过基于在“ISO 14577-1:2015 Metallic materials-Instrumented indentation test for hardness and materials parameters-”中规定的标准步骤的纳米压痕法来求出。在本实施方式中,“室温”是指 25°C 。从准确求出上述硬度H以及上述杨氏模量E的观点出发,使压头的压入深度不超过上述硬质层在该压头的压入方向上的厚度的 $1/10$ 。压头的压入负载设为1g。只要能够确保上述硬质层的截面面积相对于上述压头的面积为十倍的面积,样本可以使用上述剖面样本。另外,可以使用具有相对于基材的表面的法线方向倾斜的剖面的样本以能够确保上述硬质层的截面面积相对于上述压头有足够的面积。对至少十个剖面样本进行上述测定,以通过各个样本求出的硬度以及杨氏模量的平均值为该硬质层的硬度H以及杨氏模量E。需要说明的是,将乍一看为异常值的数据除去。作为进行上述纳米压痕法的装置,例如可列举Elionix公司制造的ENT-1100a。

[0108] (第一单位层)

[0109] 上述第一单位层的厚度为2nm以上且100nm以下,优选为2nm以上且50nm以下,更优选为2nm以上且10nm以下。上述第一单位层的厚度以及后文所述的第二单位层的厚度通过使用电子能量损失谱法(EELS)的分析来求出。具体地说,首先,在上述剖面样本的扫描透射电子显微镜像(STEM像)中,沿着与上述硬质层的层叠方向平行的方向而测定与Al对应的强度分布。此时,通过以X轴(横轴)为从上述硬质层上的测定起点起的距离,以Y轴(纵轴)为

强度(起因于原子的亮度)的折线图表示上述强度分布。接下来,在获得的图表中,求出表示与Al对应的折线图的极大值的点与表示下一个极大值的点的距离。求出的距离是指第一单位层的厚度与第二单位层的厚度的总计厚度。至少对四个位置计算这样求出的各总计厚度,并求出其平均值,以用求出的平均值除以2而得出的值为第一单位层以及第二单位层各自的厚度。

[0110] 上述第一单位层由 $Ti_aAl_bB_cN$ 所示的化合物构成。在此,“由 $Ti_aAl_bB_cN$ 所示的化合物构成”是指包含仅由 $Ti_aAl_bB_cN$ 所示的化合物构成的方式、以及由 $Ti_aAl_bB_cN$ 所示的化合物及不可避免的杂质构成的方式的概念。作为不可避免的杂质,例如可列举碳(C)、氧(O)。上述第一单位层的组成能够通过用TEM附带的能量分散型X射线光谱法(TEM-EDX)针对上述剖面样本,对第一单位层整体进行元素分析来求出。此时的观察倍率例如为20000倍。

[0111] 上述 $Ti_aAl_bB_cN$ 中的钛元素的原子比a为0.25以上且小于0.45,优选为0.25以上且0.40以下,更优选为0.25以上且0.35以下。通过使上述原子比a取上述范围,成为具有适度的硬度的第一单位层。

[0112] 上述 $Ti_aAl_bB_cN$ 中的铝元素的原子比b为0.55以上且小于0.75,优选为0.60以上且小于0.75,更优选为0.65以上且小于0.75。通过使上述原子比b取上述范围,成为具有优异的耐热性的第一单位层。

[0113] 上述 $Ti_aAl_bB_cN$ 中的硼元素的原子比c超过0且为0.1以下,优选为0.01以上且0.09以下,更优选为0.02以上且0.08以下。通过使上述原子比c取上述范围,成为具有适度的硬度的第一单位层。需要说明的是,上述原子比a、上述原子比b以及上述原子比c总计为1。

[0114] (第二单位层)

[0115] 上述第二单位层的厚度为2nm以上且100nm以下,优选为2nm以上且50nm以下,更优选为2nm以上且10nm以下。

[0116] 上述第二单位层由 $Ti_dAl_eB_fN$ 所示的化合物构成。在此,“由 $Ti_dAl_eB_fN$ 所示的化合物构成”是指包含仅由 $Ti_dAl_eB_fN$ 所示的化合物构成的方式、以及由 $Ti_dAl_eB_fN$ 所示的化合物及不可避免的杂质构成的方式的概念。作为不可避免的杂质,例如可列举碳(C)、氧(O)。上述第二单位层的组成能够通过用TEM附带的能量分散型X射线光谱法(TEM-EDX)针对上述剖面样本,对第二单位层整体进行元素分析来求出。此时的观察倍率例如为20000倍。

[0117] 上述 $Ti_dAl_eB_fN$ 中的钛元素的原子比d为0.35以上且小于0.55,优选为0.35以上且0.50以下,更优选为0.35以上且0.45以下。通过使上述原子比d取上述范围,成为具有适度的硬度的第一单位层。

[0118] 上述 $Ti_dAl_eB_fN$ 中的铝元素的原子比e为0.45以上且小于0.65,优选为0.50以上且小于0.65,更优选为0.55以上且小于0.65。通过使上述原子比e取上述范围,成为具有适度的硬度的第一单位层。

[0119] 上述 $Ti_dAl_eB_fN$ 中的硼元素的原子比f超过0且为0.1以下,优选为0.01以上且0.09以下,更优选为0.02以上且0.08以下。通过使上述原子比f取上述范围,成为具有适度的硬度的第一单位层。需要说明的是,上述原子比d、上述原子比e以及上述原子比f总计为1。

[0120] 在本实施方式中,上述原子比a以及上述原子比d满足 $0.05 \leq d-a \leq 0.2$,优选满足 $0.1 \leq d-a \leq 0.2$ 。通过使d-a取上述范围,成为耐缺损性优异的切削工具

[0121] 在本实施方式中,上述原子比b以及上述原子比e满足 $0.05 \leq b-e \leq 0.2$,优选满足

$0.1 \leq b-e \leq 0.2$ 。通过使 $b-e$ 取上述范围,成为耐缺损性优异的切削工具。

[0122] (其他的层)

[0123] 只要不损害本实施方式的效果,上述覆膜还可以包含其他的层。作为上述其他的层,例如可列举设置于上述基材与上述硬质层之间的基底层以及在上述硬质层上设置的表面层等。另外,可列举在上述覆膜包含第一硬质层与第二硬质层的情况下设置于上述第一硬质层与上述第二硬质层之间的中间层。

[0124] 上述基底层例如可以是由AlCrN所示的化合物构成的层。上述表面层例如可以是由TiN所示的化合物构成的层。上述中间层例如可以是由TiAlN所示的化合物构成的层。上述其他的层的组成能够通过TEM附带的能量分散型X射线光谱法(TEM-EDX)针对上述剖面样本,对该其他的层整体进行元素分析来求出。此时的观察倍率例如为20000倍。

[0125] 对于上述其他的层的厚度,在不损害本实施方式的效果的范围内,没有特别的限制,例如可列举 $0.1\mu\text{m}$ 以上且 $2\mu\text{m}$ 以下。该厚度例如能够通过使用透射型电子显微镜以10000倍倍率观察上文所述的上述切削工具的剖面来测定。

[0126] 《切削工具的制造方法》

[0127] 本实施方式所涉及的切削工具的制造方法包含:

[0128] 准备上述基材的工序(以下,有时称为“第一工序”);

[0129] 使用物理蒸镀法,在上述基材上将第一单位层与第二单位层分别交替层叠有一层以上,形成上述硬质层的工序(以下,有时称为“第二工序”);

[0130] 物理蒸镀法是指利用物理作用而将原料(也称为“蒸发源”、“靶”)气化,使气化后的原料附着于基材等上的蒸镀方法。作为物理蒸镀法,例如可列举溅射法、电弧离子镀法等。特别是,本实施方式使用的物理蒸镀法优选使用电弧离子镀法。

[0131] 电弧离子镀法在将基材设置于装置内并且设置靶作为阴极后,向该靶施加高电流而产生电弧放电。由此,使构成靶的原子蒸发而离子化,使其堆积于施加了负的偏压的基材上而形成覆膜。

[0132] <第一工序:准备基材的工序>

[0133] 在第一工序中准备基材。例如,准备硬质合金基材、或者立方晶氮化硼烧结体作为基材。硬质合金基材以及立方晶氮化硼烧结体可以使用市售的基材,也可以通过一般的粉末冶金法制造。例如,在通过一般的粉末冶金法制造硬质合金的情况下,首先,通过球磨机等将WC粉末与Co粉末等混合而获得混合粉末。在将该混合粉末干燥后,成形为预定的形状而获得成形体。进一步,通过将该成形体烧结,从而获得WC-Co系硬质合金(烧结体)。接着,对该烧结体施加珩磨处理等预定的刀尖加工,从而能够制造由WC-Co系硬质合金构成的基材。在第一工序中,即使是上述以外的基材,只要是现有公知的基材,则可以准备任一种作为这种基材。

[0134] <第二工序:形成硬质层的工序>

[0135] 在第二工序中,使用物理蒸镀法,在上述基材上将第一单位层与第二单位层分别交替层叠有一层以上,形成上述硬质层。作为该方法,根据要形成的硬质层的组成而使用各种方法。例如可列举使用分别改变钛(Ti)、铝(Al)以及硼(B)等的粒径的合金制靶的方法、分别使用组成不同的多个靶的方法、使成膜时施加的偏压为脉冲电压的方法、成膜时改变气体流量的方法、或者在成膜装置中调整保持基材的基材保持架的旋转速度的方法等。

[0136] 例如,第二工序可以如下进行。首先,将任意形状的刀片作为基材而安装于成膜装置的腔室内。例如,将基材安装于在成膜装置的腔室内可旋转地安装于中央的旋转台上的基材保持架的外表面。接下来,使第一单位层形成用的蒸发源与第二单位层形成用的蒸发源以夹着上述基材保持架的方式对置地配置。将偏压电源安装于基材保持架。将电弧电源分别安装于第一单位层形成用的蒸发源与第二单位层形成用的蒸发源。在使上述基材在腔室内的中央旋转后的状态下,将氮气等作为反应气体导入。进一步,将基材维持在温度 $400\sim 800^{\circ}\text{C}$,将反应气压维持在 $1\sim 10\text{Pa}$ (氮气的分压为 $5\sim 10\text{Pa}$),一边使偏压电源的电压以 $30\sim 200\text{V}$ (直流电源)的范围逐渐变化,一边向第一单位层形成用的蒸发源以及第二单位层形成用的蒸发源交替供给 $80\sim 200\text{A}$ 的电弧电流。由此,从第一单位层形成用的蒸发源以及第二单位层形成用的蒸发源产生金属离子,上述基材与第一单位层形成用的蒸发源对置时,形成第一单位层,上述基材与第二单位层形成用的蒸发源对置时,形成第二单位层。另外,一边使偏压电源的电压如上变化一边成膜,从而能够兼具硬质层的较高的硬度和刀尖品质。经过预定时间后,停止电弧电流的供给,在基材的表面上形成硬质层(第一单位层以及第二单位层)。此时,通过调节上述基材的旋转速度,调整第一单位层以及第二单位层各自的厚度。另外,通过调节成膜时间,进行调整以使硬质层的厚度成为预定范围。上述第二工序中,也可以是,在上述基材的与切削加工有关的部分(例如,切削刃附近的前刀面)的表面上形成硬质层的基础上,还在上述基材的与切削加工有关的部分以外的表面上形成硬质层。

[0137] 一直以来,已知由 TiAlN 所示的化合物构成的层(TiAlN 层)中,立方晶为支配性的且硬度优异。另一方面,已知若在形成该 TiAlN 层时,作为原料而添加硼,则容易形成六方晶且硬度降低。因此,通常在形成 TiAlN 层时在使用钛、铝作为原料的基础上没有使用硼作为原料这一想法。本发明人不拘泥于上述常识,尝试在使用钛、铝的基础上加入微量的硼作为原料,进一步以成为第一单位层与第二单位层的多层构造的方式形成硬质层时,首先发现获得与预期相反而具有优异的耐热性与优异的耐缺损性的切削工具。

[0138] 在本实施方式的一个方面,优选地,将基材维持在温度 $500\sim 600^{\circ}\text{C}$,将反应气压维持在 $5\sim 10\text{Pa}$ (氮气的分压为 $5\sim 8\text{Pa}$),一边使偏压电源的电压以 $30\sim 200\text{V}$ (直流电源)的范围逐渐变化,一边向第一单位层形成用的蒸发源以及第二单位层形成用的蒸发源交替供给 $80\sim 120\text{A}$ 的电弧电流。如此,能够在硬质层中形成立方晶与六方晶的混晶组织。通过设为上述混晶组织,立方晶以及六方晶各自的柱状晶的粗大化被抑制,进而硬质层中的韧性以及耐热性提高。

[0139] (第一单位层的原料)

[0140] 在上述第二工序中,第一单位层的原料包含钛、铝、以及硼,例如可列举硼化钛、金属铝、硼化钛铝等。上述第一单位层的原料的配合组成能够根据作为目的的第一单位层的组成来适当调整。上述第一单位层的原料可以是粉末状,也可以是平板状。

[0141] (第二单位层的原料)

[0142] 在上述第二工序中,第二单位层的原料包含钛、铝、以及硼,例如可列举金属钛、硼化铝、硼化钛铝等。上述第二单位层的原料的配合组成能够根据作为目的的第二单位层的组成来适当调整。上述第二单位层的原料的配合组成优选与上述第一单位层的原料的配合组成不同。上述第二单位层的原料可以是粉末状,也可以是平板状。

[0143] 在本实施方式中,上文所述的反应气体根据上述硬质层的组成而适当设定。作为上述反应气体,例如可列举氮气与氩气的混合气体、以及氮气等。

[0144] <其他工序>

[0145] 在本实施方式所涉及的制造方法中,可以除上文所述的工序以外,在第一工序与第二工序之间适当进行对上述基材的表面进行离子轰击处理的工序、在基材与上述硬质层之间形成基底层的工序、在上述硬质层上形成表面层的工序、在第一硬质层与第二硬质层之间形成中间层的工序以及表面处理的工序等。

[0146] 形成上述基底层、中间层以及表面层等其他层的情况,可以通过现有的方法形成其他的层。

[0147] 实施例

[0148] 以下,列举实施例而详细地对本发明进行说明,但是本发明不限于此。

[0149] 《切削工具的制作》

[0150] <基材的准备>

[0151] 首先,作为成为形成覆膜的对象的基础材,准备了铣削加工用可转位切削刀片P(JIS规格P30相当硬质合金,SEMT13T3AGSN)以及铣削加工用可转位切削刀片K(JIS规格K30相当硬质合金,SEMT13T3AGSN)(第一工序)。

[0152] <离子轰击处理>

[0153] 在制作后文所述的覆膜之前,通过以下步骤在上述基材的表面进行了离子轰击处理。首先,将上述基材设置于电弧离子镀装置。接下来,通过以下条件进行了离子轰击处理。

[0154] 气体组成:Ar(100%)

[0155] 气压:0.5Pa

[0156] 偏压:600V(直流电源)

[0157] 处理时间:60分钟

[0158] <覆膜的制作>

[0159] 通过在进行了离子轰击处理的上述基材的表面上形成表2-1~表2-3所示的硬质层(多层构造或者单层)而制作了覆膜。以下,对硬质层的制作方法进行说明。

[0160] (硬质层的制作)

[0161] 在试样1~22、试样102~104、以及试样106~109中,在使基材(铣削加工用可转位切削刀片P以及铣削加工用可转位切削刀片K)在腔室内的中央旋转后的状态下,作为反应气体导入了氮气。进一步,将基材维持在温度550℃,将反应气压维持在8Pa(氮气的分压:8Pa),一边使偏压电源的电压在35~180V的范围内逐渐变化,一边向第一单位层形成用的蒸发源以及第二单位层形成用的蒸发源分别交替供给90A的电弧电流。由此,从第一单位层形成用的蒸发源以及第二单位层形成用的蒸发源分别产生金属离子,经过预定时间后,停止电弧电流的供给,在基材的表面上形成了表2-1~表2-3所示的组成的硬质层(第二工序)。在此,第一单位层形成用的蒸发源以及第二单位层形成用的蒸发源分别使用了表1-1以及表1-2所示的原料组成。此时,通过一边调整基材的旋转速度以使其具有表2-1~表2-3所示的厚度,一边将具有表2-1~表2-3所示的组成的第一单位层以及第二单位层分别一层一层地交替层叠,从而制作了硬质层。表2-1~表2-3中的硬质层的组成如上所述通过TEM附带的能量分散型X射线光谱法(TEM-EDX)针对剖面样本,对硬质层整体进行元素分析而求

出。此时的观察倍率为20000倍。

[0162] 对于试样101以及试样105,仅使用了第一单位层形成用的蒸发源而成膜(表1-2、表2-3)。因此,试样101以及试样105中的硬质层不是多层构造,而是单层。

[0163] 通过以上工序,制作了试样1~22以及试样101~109的切削工具。

[0164] 表1-1

试样	第一单位层形成用的蒸发源的原料组成			第二单位层形成用的蒸发源的原料组成		
	Ti	Al	B	Ti	Al	B
1	0.26	0.67	0.07	0.30	0.60	0.10
2	0.24	0.73	0.03	0.40	0.55	0.05
3	0.40	0.55	0.05	0.50	0.45	0.05
4	0.30	0.60	0.10	0.40	0.50	0.10
5	0.25	0.70	0.05	0.30	0.60	0.10
6	0.26	0.67	0.07	0.50	0.45	0.05
7	0.30	0.60	0.10	0.40	0.50	0.10
8	0.26	0.67	0.07	0.40	0.55	0.05
9	0.30	0.60	0.10	0.40	0.50	0.10
10	0.26	0.67	0.07	0.45	0.50	0.05
11	0.25	0.70	0.05	0.40	0.55	0.05
12	0.40	0.55	0.05	0.45	0.50	0.05
13	0.30	0.60	0.10	0.26	0.67	0.07
14	0.26	0.67	0.07	0.40	0.50	0.10
15	0.25	0.70	0.05	0.40	0.55	0.05
16	0.26	0.67	0.07	0.40	0.55	0.05
17	0.25	0.70	0.05	0.40	0.55	0.05
18	0.30	0.60	0.10	0.40	0.55	0.05
19	0.40	0.55	0.05	0.45	0.50	0.05
20	0.40	0.55	0.05	0.45	0.50	0.05
21	0.30	0.60	0.10	0.40	0.50	0.10
22	0.40	0.55	0.05	0.45	0.50	0.05

[0165]

[0166] 表1-2

试样	第一单位层形成用的蒸发源的原料组成			第二单位层形成用的蒸发源的原料组成		
	Ti	Al	B	Ti	Al	B
101	0.26	0.67	0.07	-	-	-
102	0.15	0.75	0.10	0.25	0.60	0.15
103	0.40	0.55	0.05	0.30	0.60	0.10
104	0.26	0.67	0.07	0.25	0.65	0.07
105	0.35	0.65	0	-	-	-
106	0.30	0.70	0	0.35	0.65	0
107	0.25	0.60	0.15	0.35	0.50	0.15
108	0.26	0.67	0.07	0.30	0.60	0.10
109	0.26	0.67	0.07	0.30	0.60	0.10

[0167]

[0168]

表2-1
硬质层

试样	第一单位层 (Ti _{0.4} Al _{0.6} B ₂ N)						第二单位层 (Ti _{0.4} Al _{0.6} B ₂ N)						d-a	b-e	层构造	硬质层的厚度 (μm)
	金属成分的组成			厚度* (nm)	金属成分的组成			厚度* (nm)								
	Ti (a)	Al (b)	B (c)		Ti (d)	Al (e)	B (f)									
1	0.30	0.65	0.05	10.0	0.38	0.57	0.05	10.0	0.08	0.08	多层构造	5.0				
2	0.25	0.74	0.01	4.0	0.40	0.59	0.01	4.0	0.15	0.15	多层构造	13.0				
3	0.43	0.56	0.01	11.0	0.50	0.49	0.01	11.0	0.07	0.07	多层构造	8.0				
4	0.35	0.56	0.09	97.0	0.44	0.47	0.09	97.0	0.09	0.09	多层构造	18.0				
5	0.28	0.68	0.04	21.0	0.35	0.62	0.03	21.0	0.07	0.06	多层构造	9.0				
6	0.34	0.62	0.04	17.0	0.51	0.45	0.04	17.0	0.17	0.17	多层构造	15.0				
7	0.32	0.61	0.07	13.0	0.38	0.53	0.09	13.0	0.06	0.08	多层构造	3.0				
8	0.31	0.64	0.05	11.0	0.42	0.53	0.05	11.0	0.11	0.11	多层构造	0.8				
9	0.27	0.65	0.08	7.0	0.38	0.54	0.08	7.0	0.11	0.11	多层构造	21.0				
10	0.33	0.63	0.04	22.0	0.47	0.49	0.04	22.0	0.14	0.14	多层构造	10.0				

*是指每一层的厚度。

[0169]

表2-2 硬质层

试样	第一单位层 (Ti _a Al _b B _c N)					第二单位层 (Ti _d Al _e B _f N)					d-a	b-e	层构造	硬质层的厚度 (μm)
	金属成分的组成			厚度* (nm)	金属成分的组成			厚度* (nm)						
	Ti (a)	Al (b)	B (c)		Ti (d)	Al (e)	B (f)							
11	0.31	0.67	0.02	29.0	0.37	0.61	0.02	29.0	0.06	0.06	多层构造	22.0		
12	0.38	0.59	0.03	38.0	0.44	0.53	0.03	38.0	0.06	0.06	多层构造	6.0		
13	0.34	0.61	0.05	17.0	0.41	0.54	0.05	17.0	0.07	0.07	多层构造	16.0		
14	0.27	0.68	0.05	13.0	0.37	0.58	0.05	13.0	0.10	0.10	多层构造	7.0		
15	0.28	0.69	0.03	11.0	0.42	0.55	0.03	11.0	0.14	0.14	多层构造	12.0		
16	0.33	0.62	0.05	8.0	0.44	0.51	0.05	8.0	0.11	0.11	多层构造	0.9		
17	0.35	0.62	0.03	9.0	0.41	0.56	0.03	9.0	0.06	0.06	多层构造	5.0		
18	0.36	0.59	0.05	19.0	0.46	0.49	0.05	19.0	0.10	0.10	多层构造	21.0		
19	0.38	0.59	0.03	21.0	0.47	0.50	0.03	21.0	0.09	0.09	多层构造	9.0		
20	0.39	0.57	0.04	9.0	0.47	0.49	0.04	9.0	0.08	0.08	多层构造	0.8		
21	0.33	0.59	0.08	10.0	0.41	0.51	0.08	10.0	0.08	0.08	多层构造	0.8		
22	0.38	0.59	0.03	30.0	0.47	0.50	0.03	30.0	0.09	0.09	多层构造	0.8		

*是指每一层的厚度。

[0170]

表2-3 硬质层

试样	第一单位层 (Ti _a Al _b B _c N)						第二单位层 (Ti _d Al _e B _f N)						d-a	b-e	层构造	硬质层的厚度 (μm)
	金属成分的组成			厚度* (nm)	金属成分的组成			厚度* (nm)								
	Ti (a)	Al (b)	B (c)		Ti (d)	Al (e)	B (f)									
101	0.30	0.65	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	单层	6.0
102	0.18	0.76	0.06	15.0	0.37	0.57	0.06	15.0	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	多层构造	9.0
103	0.46	0.51	0.03	16.0	0.36	0.61	0.03	16.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	多层构造	6.0
104	0.29	0.65	0.06	26.0	0.28	0.66	0.06	26.0	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	多层构造	7.0
105	0.38	0.62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	单层	8.0
106	0.35	0.65	-	14.0	0.34	0.66	-	14.0	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	多层构造	7.0
107	0.28	0.59	0.13	11.0	0.37	0.50	0.13	11.0	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	多层构造	12.0
108	0.31	0.64	0.05	1.8	0.38	0.57	0.05	1.8	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	多层构造	5.0
109	0.33	0.62	0.05	104.0	0.39	0.56	0.05	104.0	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	多层构造	5.0

*是指每一层的厚度。

[0171] 《切削工具的特性评价》

[0172] 使用如上所述制作的试样1~22以及试样101~109的切削工具,如下评价了切削工具的各特性。需要说明的是,试样1~22的切削工具与实施例对应,试样101~109的切削工具与比较例对应。

[0173] <覆膜的厚度(硬质层的厚度)的测定>

[0174] 使用透射型电子显微镜(TEM)(日本电子株式会社制造,商品名:JEM-2100F)而对

与基材的表面的法线方向平行的剖面样本中的任意十个点进行测定,取测定后的十个点的厚度的平均值求出了覆膜的厚度(即,硬质层的厚度)。将结果示于表2-1以及表2-2。

[0175] 另外,在试样1~22、试样102~104、以及试样106~109中,通过STEM观察覆膜时,可知硬质层形成第一单位层以及第二单位层分别交替层叠而成的多层构造。

[0176] <第一单位层以及第二单位层的厚度的测定>

[0177] 通过使用EELS的分析求出了第一单位层以及第二单位层各自的厚度。具体地说,在通过上述测定获得的STEM像中,测定了沿着与上述硬质层的层叠方向平行的方向而与A1对应的强度分布。通过以X轴(横轴)为从上述硬质层上的测定起点起的距离,以Y轴(纵轴)为强度(起因于原子的亮度)的折线图表示上述强度分布。在获得的图表中,求出了表示与A1对应的折线图的极大值的点与表示下一个极大值的点的距离。求出的距离是指第一单位层的厚度与第二单位层的厚度的总计厚度。至少对四个位置计算这样求出的各总计厚度,求出其平均值,以用求出的平均值除以2而得到的值为第一单位层以及第二单位层各自的厚度。将结果示于表2-1以及表2-2。

[0178] <硬质层的X射线衍射分析>

[0179] 对硬质层进行基于X射线衍射分析法(XDR分析法)的分析,求出了(200)面以及(002)面各自的X射线衍射强度 $I_{(200)}$ 、以及 $I_{(002)}$ 。如下示出X射线衍射分析的条件。将求出的 $I_{(200)}/I_{(002)}$ 、以及 $I_{(002)}$ 的峰值半值宽度示于表3-1以及表3-2。

[0180] X射线衍射分析的条件

[0181] 扫描轴: $2\theta - \theta$

[0182] X射线源: Cu-K α 线(1.541862Å)

[0183] 检测器: 0维检测器(闪烁计数器)

[0184] 管电压: 45kV

[0185] 管电流: 40mA

[0186] 入射光学系统: 反射镜的利用

[0187] 接收光学系统: 分光晶体(analyzer crystal) (PW3098/27)的利用

[0188] 步幅: 0.03°

[0189] 累计时间: 2秒

[0190] 扫描范围(2θ): $20^\circ \sim 80^\circ$

[0191] 另外,基于上述X射线衍射分析的结果,判断了硬质层中的立方晶以及六方晶的有无。将结果示于表3-1以及表3-2。

[0192] <硬质层的机械特性的分析(硬度以及杨氏模量的分析)>

[0193] 通过基于“ISO 14577-1:2015 Metallic materials-Instrumented indentation test for hardness and materials parameters-”中规定的标准步骤的纳米压痕法测定了各切削工具中的硬质层的硬度H与杨氏模量E。在此,压头的压入深度设定为100nm。压头的压入负载设为1g。测定温度设为室温(25℃)。另外,样本使用了镜面加工后的剖面样本以能够确保上述硬质层的截面面积相对于上述压头的面积为十倍的面积。测定装置使用了ELIONIX株式会社制造的ENT-1100a(商品名)。对十个剖面样本进行上述测定,以通过各个样本求出的硬度以及杨氏模量的平均值为该硬质层的硬度H以及杨氏模量E。需要说明的是,将乍一看为异常值的数据进行了除去。另外,也求出了上述硬度H与上述杨氏模量E之比

H/E。将结果示于表3-1以及表3-2。

[0194] 表3-1

试样	硬质层的结晶构造			硬质层的机械特性		
	主相	$I_{(200)} / I_{(002)}$	$I_{(002)}$ 的峰 值半值宽度	硬度H (GPa)	杨氏模量E (GPa)	H/E
1	立方晶+六方晶	2.6	2.2	41.4	418.2	0.099
2	立方晶+六方晶	5.5	3.4	34.9	453.2	0.077
3	立方晶+六方晶	5.1	2.6	32.2	432.7	0.076
4	立方晶+六方晶	4.1	2.5	37.2	418.0	0.089
5	立方晶+六方晶	3.8	2.4	41.9	544.2	0.077
6	立方晶+六方晶	4.1	2.5	36.5	429.4	0.085
7	立方晶+六方晶	4.8	3.0	33.3	462.5	0.072
8	立方晶+六方晶	2.8	2.1	35.1	444.3	0.079
9	立方晶+六方晶	5.1	3.5	34.1	437.2	0.078
10	立方晶+六方晶	6.9	4.1	42.2	639.4	0.066
11	立方晶+六方晶	3.1	2.4	37.1	553.7	0.067
12	立方晶+六方晶	5.7	2.7	38.2	454.8	0.062
13	立方晶+六方晶	1.8	2.1	32.2	441.1	0.073
14	立方晶+六方晶	11.1	2.2	31.9	443.1	0.072
15	立方晶+六方晶	4.6	1.8	30.4	410.8	0.074
16	立方晶+六方晶	8.2	1.6	33.6	448.0	0.075
17	立方晶+六方晶	3.5	1.9	32.9	506.2	0.065
18	立方晶+六方晶	6.3	3.0	29.2	442.4	0.066
19	立方晶+六方晶	12.9	1.5	28.2	454.8	0.062
20	立方晶+六方晶	11.8	1.6	28.5	425.4	0.067
21	六方晶	-	-	27.2	469.0	0.058
22	六方晶	-	-	28.9	466.1	0.062

[0195]

[0196] 表3-2

试样	硬质层的结晶构造			硬质层的机械特性		
	主相	$I_{(200)} / I_{(002)}$	$I_{(002)}$ 的峰 值半值宽度	硬度H (GPa)	杨氏模量E (GPa)	H/E
101	立方晶+六方晶	3.6	2.2	37.1	458.0	0.081
102	六方晶	-	-	24.2	410.2	0.059
103	立方晶	-	-	34.2	502.9	0.068
104	六方晶	-	-	25.1	398.4	0.063
105	立方晶	-	-	30.2	616.3	0.049
106	六方晶	-	-	25.1	398.4	0.063
107	六方晶	-	-	22.2	312.7	0.071
108	立方晶+六方晶	2.9	2.3	37.1	458.0	0.081
109	立方晶+六方晶	4.5	3.0	37.1	458.0	0.081

[0197]

[0198] 《切削试验》

[0199] <切削评价(1)>

[0200] 使用获得的切削工具(铣削加工用可转位切削刀片P)而以如下所示的切削条件进行了切削加工(切削距离:900mm)。之后,使用光学显微镜观察了切削工具的刀尖中的破损的有无。进行十次同样的切削试验,计算了刀尖的破损率(%)。可考虑在基于以下切削条件

的切削加工中,向切削工具的刀尖反复施加基于冲击的负荷。因此,上述破损率较低的切削工具能够评价为耐缺损性优异。将结果示于表4-1以及表4-2。

[0201] (切削条件)

[0202] 被切削件:S50C(以中心距离18mm间隔存在 $\Phi 8$ 的孔)

[0203] 切削速度:160m/min.

[0204] 进给量:0.65mm/t

[0205] 切口(轴向):2.5mm

[0206] 切口(径向):工具直径的100%

[0207] 干式。

[0208] 《切削试验》

[0209] <切削评价(2)>

[0210] 使用获得的切削工具(铣削加工用可转位切削刀片K)而以如下所示的切削条件进行切削加工,测定了刀尖的切口边界附近的后刀面缺损宽度到达0.5mm为止的切削距离。将结果示于表4-1以及表4-2。在表4-1以及表4-2中,显示切削距离较长的切削工具的耐缺损性更优异。

[0211] (切削条件)

[0212] 被切削件:铬镍铁合金718(形状:方材)

[0213] 切削速度:30m/min.

[0214] 进给量:0.35mm/t

[0215] 切口(轴向):2mm

[0216] 切口(径向):工具直径的70%

[0217] 湿式

[0218] 表4-1

[0219]

试样	切削评价 (1)	切削评价 (2)
	破损率 (%)	切削距离 (mm)
1	0	3100
2	0	2900
3	0	2700
4	0	2900
5	0	3000
6	0	2900
7	0	2700
8	10	2600
9	10	2700
10	20	2600
11	30	2400
12	30	2400
13	20	2200
14	30	2300
15	30	2300
16	50	2000
17	40	2100
18	60	1900
19	60	1900
20	80	1600
21	70	1500
22	80	1500

[0220] 表4-2

[0221]

试样	切削评价 (1)	切削评价 (2)
	破损率 (%)	切削距离 (mm)
101	100	700
102	100	400
103	100	500
104	100	400
105	100	700
106	100	600
107	100	800
108	90	500
109	90	400

[0222] <结果>

[0223] 根据切削评价(1)的结果,试样1~22的切削工具的破损率为80%以下,获得了良好的结果。另一方面,试样101~109的切削工具的破损率为90%以上。根据以上结果可知实施例所涉及的试样1~22的切削工具的耐缺损性优异(表4-1以及表4-2)。

[0224] 根据切削评价(2)的结果,试样1~22的切削工具的切削距离为1500mm以上,获得了良好的结果。另一方面,试样101~109的切削工具的切削距离为800mm以下。根据以上结果可知实施例所涉及的试样1~22的切削工具的耐缺损性优异(表4-1以及表4-2)。

[0225] 如上,对本发明的实施方式以及实施例进行了说明,但是将上述各实施方式以及各实施例的构成适当组合也是最初起预定的。

[0226] 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。

[0227] 附图标记说明

[0228] 1:前刀面;

[0229] 2:后刀面;

[0230] 3:刀尖棱线部;

[0231] 10:切削工具;

[0232] 11:基材;

[0233] 20:硬质层;

[0234] 21:第一单位层;

[0235] 22:第二单位层;

[0236] 23:立方晶的柱状晶;

[0237] 24:六方晶的柱状晶;

[0238] 31:基层;

[0239] 32:表面层;

[0240] 40:覆膜。

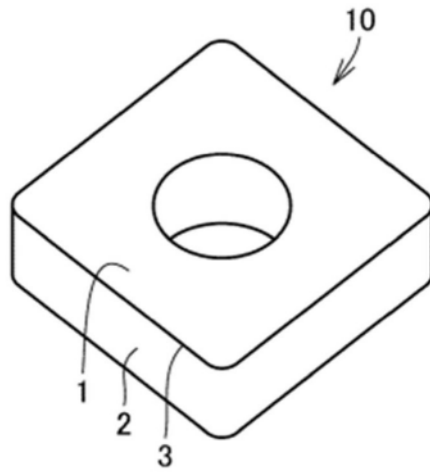


图1

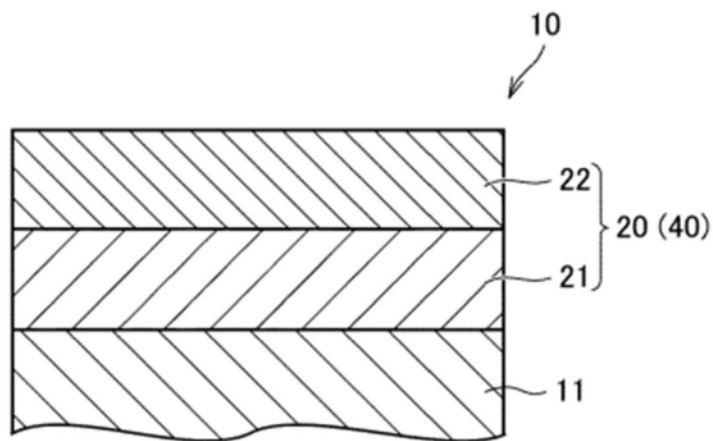


图2

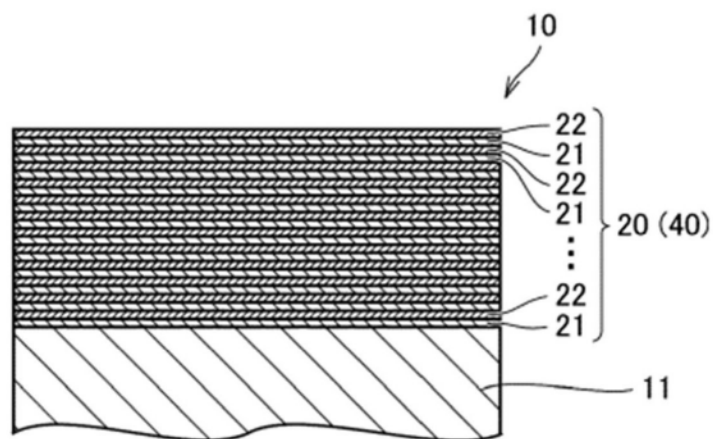


图3

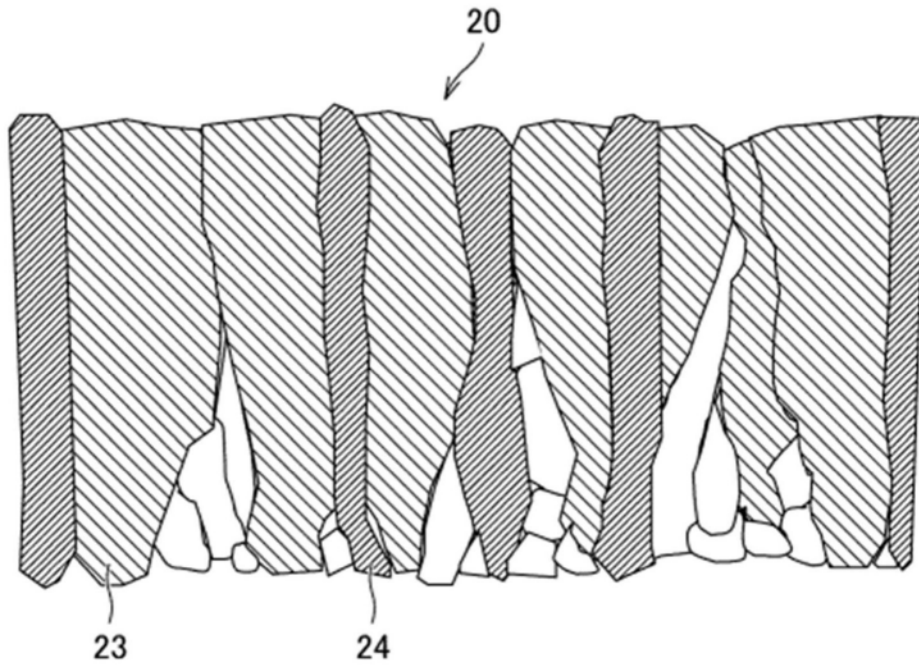


图4

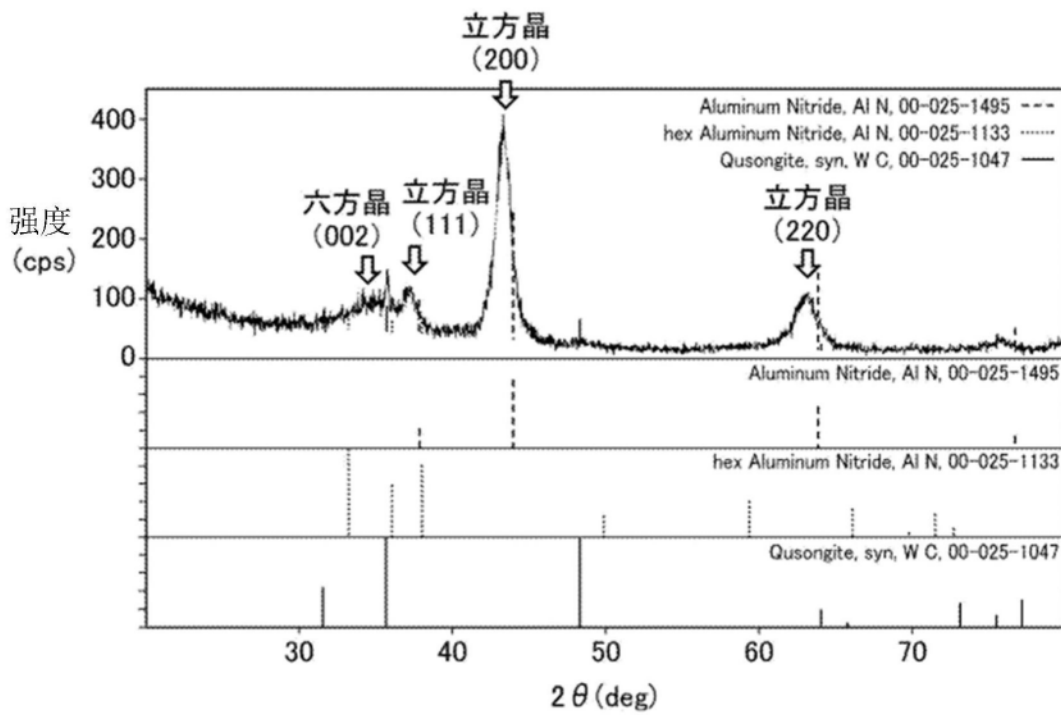


图5

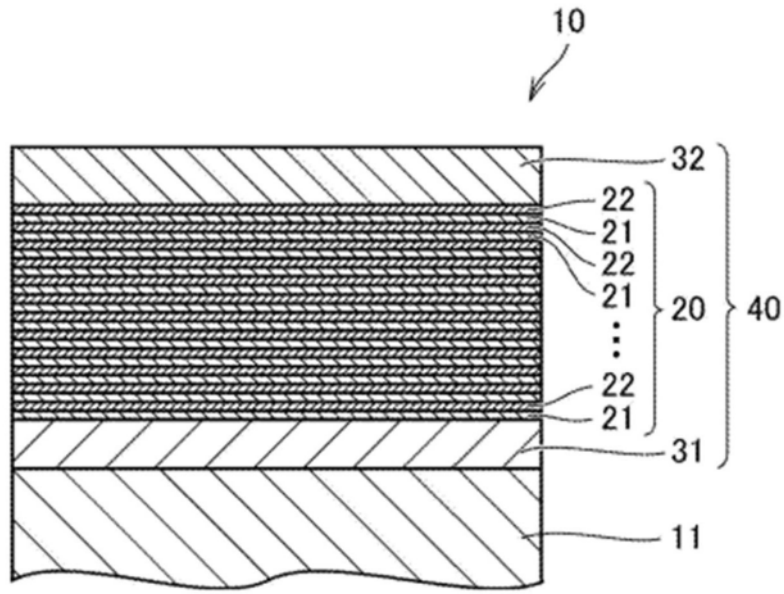


图6