



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102666437 B

(45) 授权公告日 2014. 03. 12

(21) 申请号 201180005051. 8

B23B 27/14 (2006. 01)

(22) 申请日 2011. 06. 01

B23B 27/20 (2006. 01)

C04B 37/02 (2006. 01)

(30) 优先权数据

2010-241940 2010. 10. 28 JP

(56) 对比文件

JP 2002144110 A, 2002. 05. 21, 权利要求书、
[0016]、[0022]、实施例 1、表 5.

JP 2002144110 A, 2002. 05. 21, 权利要求书、
[0016]、[0022]、实施例 1、表 5.

(85) PCT 国际申请进入国家阶段日

2012. 06. 20

(86) PCT 国际申请的申请数据

PCT/JP2011/062595 2011. 06. 01

审查员 史慧

(87) PCT 国际申请的公布数据

W02012/056758 JA 2012. 05. 03

(73) 专利权人 住友电工硬质合金株式会社

地址 日本兵库县

(72) 发明人 瀬户山诚 冈村克己 月原望

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

代理人 丁业平 张天舒

(51) Int. Cl.

C04B 41/90 (2006. 01)

权利要求书1页 说明书21页

(54) 发明名称

表面被覆烧结体

(57) 摘要

本发明提供一种表面被覆烧结体,其由立方氮化硼烧结体和位于其上的具有充分粘附性的表面覆盖层形成。本发明的表面被覆烧结体包括立方氮化硼烧结体和在其表面上形成的表面覆盖层,所述立方氮化硼烧结体包含 20 体积%-99.5 体积%的立方氮化硼和粘结剂,所述表面覆盖层包括粘附层和至少一层硬质覆盖层,所述粘附层是至少含有 W 的金属层,并且该粘附层被形成为覆盖在所述立方氮化硼烧结体的表面上,所述粘附层被构造为非晶态和 / 或由平均粒度等于或小于 5nm 的超细颗粒构成。

1. 一种表面被覆烧结体,包括:
立方氮化硼烧结体和在其表面上形成的表面覆盖层,
所述立方氮化硼烧结体包含 20 体积 % 至 99.5 体积 % 的立方氮化硼,以及粘结剂,
所述表面覆盖层包括粘附层和至少一层硬质覆盖层,
所述粘附层是至少含有 W 的金属层,并且该粘附层被形成为覆盖在所述立方氮化硼烧结体的表面上,
所述硬质覆盖层被形成为覆盖在所述粘附层上,
所述粘附层被构造为非晶态和 / 或由平均粒度等于或小于 5nm 的超细颗粒构成,并且
所述粘附层含有 0.1 原子 %-20 原子 % 的选自 Co、Ni 和 Fe 构成的组中的至少一种元素。
2. 根据权利要求 1 所述的表面被覆烧结体,其中所述粘附层包含 Ti 和 Cr 中的至少一种元素,并且该至少一种元素相对于 W 的原子比值为 0.1-3。
3. 根据权利要求 1 所述的表面被覆烧结体,其中所述粘附层的厚度为 1nm 至 30nm。
4. 根据权利要求 1 所述的表面被覆烧结体,其中所述硬质覆盖层的应力为 -1.5GPa 至 +0.5GPa。
5. 根据权利要求 1 所述的表面被覆烧结体,其中:
所述硬质覆盖层包括作为最底层的与所述立方氮化硼烧结体和所述粘附层接触的第一覆盖层;并且
所述第一覆盖层由这样的化合物构成,所述化合物由从周期表的 IVa 族元素、Va 族元素和 VIa 族元素、Al 和 Si 所构成的组中选出的至少一种元素与从硼、碳、氮和氧所构成的组中选出的至少一种元素形成。
6. 根据权利要求 5 所述的表面被覆烧结体,其中所述第一覆盖层由从 TiAlN、AlCrN 和 TiSiCN 所构成的组中选出的至少一种化合物构成,或者由含有所述化合物的固溶体构成;或者所述第一覆盖层由超多层结构构成,该超多层结构具有所述化合物或所述固溶体作为构成层。
7. 根据权利要求 5 所述的表面被覆烧结体,其中,所述第一覆盖层具有与所述粘附层的界面相距 20nm 以内的由粒度为 1nm 至 20nm 的柱状晶体构成的区域。
8. 根据权利要求 1 所述的表面被覆烧结体,其中所述硬质覆盖层的厚度为 0.5 μm 至 20 μm 。
9. 一种切削工具,其具有带有切削刃的硬质合金基材,所述切削刃上接合有权利要求 1 所述的表面被覆烧结体。
10. 根据权利要求 9 所述的切削工具,其中:
所述基材由硬质合金形成;并且
所述硬质合金至少包含 WC 和从由 Co、Ni 和 Fe 构成的组中选出的至少一种元素。

表面被覆烧结体

技术领域

[0001] 本发明涉及表面被覆烧结体,所述表面被覆烧结体包括立方氮化硼烧结体和在其表面上形成的表面覆盖层。

背景技术

[0002] 通常,立方氮化硼烧结体硬度高,因此,其已经被广泛用作诸如切削工具之类的工具用材料。另外,还已知,在立方氮化硼烧结体的表面上形成表面覆盖层能够提高耐磨性等。

[0003] 例如,日本专利特开 No. 2005-047004 (专利文献 1)公开了一种高硬度的工具用复合材料,其为这样的立方氮化硼烧结体,该立方氮化硼烧结体的表面上设有由 4a 族、5a 族和 6a 族元素的氮化物、碳化物等化合物形成的中间层和在该中间层上形成的由 TiAlN 等构成的覆盖层。另外,日本专利特开 No. 2002-144110 (专利文献 2)公开了一种氮化硼表面被覆烧结体工具,其由这样的氮化硼烧结体形成,该氮化硼烧结体的表面上设有由选自 4a 族、5a 族和 6a 族元素中的至少一种元素形成的中间层,和在该中间层上形成的硬质覆盖层。另外,日本专利特开 No. 2000-129423 (专利文献 3)公开了一种硬质覆盖层,其由形成于基材上的第一层以及形成于该第一层上的第二层形成,其中所述第一层由 4a 族、5a 族、6a 族的金属形成,并且所述第二层由 TiAlVN 等形成。

[0004] 引用列表

[0005] 专利文献:

[0006] PTL1:日本专利特开 No. 2005-047004

[0007] PTL2:日本专利特开 No. 2002-144110

[0008] PTL3:日本专利特开 No. 2000-129423

发明内容

[0009] 技术问题

[0010] 当在立方氮化硼烧结体上形成硬质覆盖层时,所述硬质覆盖层往往表现出较差的韧性。特别地,当硬质覆盖层受到大的冲击负荷、变动负荷等时,硬质覆盖层可能会脱落,这导致工具的寿命缩短。

[0011] 因此,如专利文献 1-3 所教导的那样,在硬质覆盖层和基材(或立方氮化硼烧结体)之间形成中间层,从而加强硬质覆盖层与基材的粘附性。

[0012] 在专利文献 1 中,认为由 4a 族、5a 族、6a 族元素的氮化物、碳化物等化合物形成的中间层比 TiAlN 等覆盖层(或硬质覆盖层)更能提高粘附性。但是,这样的化合物是金属结合性化合物,因此难以与立方氮化硼烧结体形成化学键。因此,如果这种化合物受到大的冲击负荷、变动负荷等,那么它需要具有抵抗这种负荷的更强的粘附性。

[0013] 另外,在专利文献 2 中,中间层由金属构成,而不是由专利文献 1 中所述的化合物构成。这种金属扩散至立方氮化硼烧结体和硬质覆盖层这二者中,并在金属扩散部分形成

金属硼化物、金属氮化物等的固溶体,因此期望这种金属能够提供比专利文献 1 更强的粘附性。

[0014] 然而,这样的固溶体毕竟不能在结合性不同的界面(例如,具有共价结合性的金属硼化物与金属氮化物间的界面)处提供足够的化学键。

[0015] 因此,如果这种固溶体受到大的冲击负荷、变动负荷等,它需要具有抵抗这种负荷的更强的粘附性。

[0016] 与专利文献 2 类似,专利文献 3 公开了形成金属层作为中间层以削弱应力。当硬质覆盖层的应力大时,预计这种应力的削弱是有效的。但是,如果硬质覆盖层本身的应力小,则预计这种应力的削弱不是有效的。此外,该专利文献并没有提及基材的类型,当使用立方氮化硼烧结体作为基材时,并不清楚会有怎样的效果。

[0017] 鉴于这些情况完成了本发明,本发明设计了一种由其上形成有表面覆盖层的立方氮化硼烧结体形成的表面被覆烧结体,并且该表面被覆烧结体能够表现出充分的粘附性,即使当所述表面覆盖层受到 大的冲击负荷、变动负荷等时也是如此。

[0018] 解决问题的手段

[0019] 为了克服上述问题,本发明人进行了认真研究并得到了以下发现:当使用由金属形成的中间层时,预期其起到使基材和硬质覆盖层结合的中介的作用,或者在一定程度上将冲击削弱,因此能够在一定程度上提高基材与硬质覆盖层间的粘附力。然而,该中间层能够被大的冲击负荷破坏,而这与中间层的构造有关。因此,本发明人基于这一发现进一步深入研究了中间层的构造,由此完成了本发明。

[0020] 更具体而言,本发明提供了一种表面被覆烧结体,包括立方氮化硼烧结体和在其表面上形成的表面覆盖层,所述立方氮化硼烧结体包含 20 体积 % 至 99.5 体积 % 的立方氮化硼,以及粘结剂;所述表面覆盖层包括粘附层和至少一层硬质覆盖层,所述粘附层是至少含有 W 的金属层,并且该粘附层被形成覆盖在所述立方氮化硼烧结体的表面上,所述硬质覆盖层被形成覆盖在所述粘附层上,所述粘附层被构造为非晶态和 / 或由平均粒度等于或小于 5nm 的超细颗粒构成。

[0021] 这里,优选的是,所述粘附层包含 Ti 和 Cr 中的至少一种元素,并且该至少一种元素相对于 W 的原子比值为 0.1-3,并且优选的是,所述粘附层含有 0.1 原子 %-20 原子 % 的选自 Co、Ni 和 Fe 构成的组中的至少一种元素。此外还优选的是,所述粘附层的厚度为 1nm 至 30nm。

[0022] 所述硬质覆盖层的应力优选为 -1.5GPa 至 +0.5GPa,并且优选的是,所述硬质覆盖层包括作为最底层的与所述立方氮化硼烧结体和所述粘附层接触的第一覆盖层;并且所述第一覆盖层由这样的化合物构成,所述化合物由从周期表的 IVa 族元素(Ti、Zr、Hf 等)、Va 族元素(V、Nb、Ta 等)和 VIa 族元素(Cr、Mo、W 等)、Al 和 Si 所构成的组中选出的至少一种元素与从硼、碳、氮和氧所构成的组中选出的至少一种元素形成。

[0023] 优选的是,所述第一覆盖层由从 TiAlN、AlCrN 和 TiSiCN 所构成的组中选出的至少一种化合物构成,或者由含有所述化合物的固溶体构成;或者所述第一覆盖层由超多层结构构成,该超多层结构具有 所述化合物或所述固溶体作为构成层。还优选的是,所述第一覆盖层具有与所述粘附层的界面相距 20nm 以内的由粒度为 1nm 至 20nm 的柱状晶体构成的区域。还优选的是,所述硬质覆盖层的厚度为 0.5 μ m 至 20 μ m。

[0024] 本发明还设计了一种切削工具,其具有带有切削刃的硬质合金基材,所述切削刃上接合有上述表面被覆烧结体。优选的是,所述基材由硬质合金形成;并且所述硬质合金至少包含 WC 和从由 Co、Ni 和 Fe 构成的组中选出的至少一种元素。

[0025] 本发明的有益效果

[0026] 具有上述构造的本发明的表面被覆烧结体能够在立方氮化硼烧结体与表面覆盖层之间提供优异的粘附性。

具体实施方式

[0027] 下文将更加具体地描述本发明。

[0028] < 表面被覆烧结体 >

[0029] 本发明的表面被覆烧结体包括立方氮化硼烧结体和在该立方氮化硼烧结体的表面上形成的表面覆盖层。本发明的表面被覆烧结体可以具有被形成为覆盖在立方氮化硼烧结体的全部或部分表面上的表面覆盖层。具体而言,如下文将要描述的那样,当表面被覆烧结体与基材接合并加以使用时,与所述基材接合的那部分表面被覆烧结体上并不需要具有表面覆盖层。

[0030] < 立方氮化硼烧结体 >

[0031] 本发明的立方氮化硼烧结体包含 20 体积 % 至 99.5 体积 % 的立方氮化硼,以及粘结剂。本发明的立方氮化硼烧结体可以包含任何其他组分(包括不可避免的杂质),只要其包含这两种组分即可。本发明的立方氮化硼烧结体由大量的立方氮化硼颗粒形成,粘结剂起到粘结各立方氮化硼颗粒的作用。这样的粘结剂并没有特别限制,其可以选自(例如)具有以下组成的那些粘结剂:

[0032] 组成 1:由从周期表的 IVa 族元素、Va 族元素和 VIa 族元素、Al 和 Si 构成的组中选出的至少一种元素与从硼、碳、氮和氧构成的组中选出的至少一种元素形成的化合物;

[0033] 组成 2:含有上述化合物的固溶体;

[0034] 组成 3:金属单质,例如 Co、W、Ni、Al 等;

[0035] 组成 4:含有 Co、W、Ni、Al 和 / 或类似物的化合物;

[0036] 组成 5:含有组成 1 的化合物以及 Co、W、Ni、Al 和 / 或类似物的固溶体;或者

[0037] 组成 6:还包含 Co、W、Ni、Al 和 / 或类似物的组成 1 的化合物。

[0038] 立方氮化硼烧结体中所包含的这样的粘结剂的量通常为除立方氮化硼之外的余量。通常,立方氮化硼烧结体和粘附层的各自的构成元素在它们的界面处发生扩散,从而提供粘附性提高的界面,因此,粘结剂包含 W 从而诱发元素在界面处的扩散是非常必要的。而与之不同的是,在本发明中,仅满足粘附层的晶体结构就能够增强立方氮化硼烧结体与表面覆盖层之间的粘附性,因此,可以不必使立方氮化硼烧结体的元素和粘附层的元素在其界面处发生扩散。因此,如果本发明未依照通常的做法包含含有 W 的粘结剂,其依旧能够提供与含有 W 的情况相同的效果。当然更不用说粘结相可以包含 W 了。

[0039] 立方氮化硼烧结体通常由平均粒度大致为约 $0.2\mu\text{m}$ – $10\mu\text{m}$ 的立方氮化硼颗粒形成。然而,如果其粒度存在一定的分布,那么优选使粒度大的颗粒分布在接近于表面的位置(或者分布在与表面覆盖层接触的一侧处),这是因为这能够使烧结体更牢固地粘附于稍后将描述的粘附层。

[0040] 值得注意的是,可以使用光学显微镜或扫描电镜(SEM)观察烧结体的截面,从而测量立方氮化硼颗粒的平均粒度。

[0041] <表面覆盖层>

[0042] 本发明的表面覆盖层包括粘附层和一层或多层硬质覆盖层。表面覆盖层可以包括任何其他的层,只要表面覆盖层包括上述这些层即可。

[0043] 如下设置本发明的表面覆盖层:首先,提供粘附层从而覆盖立方氮化硼烧结体的表面。粘附层可被形成全部或部分覆盖立方氮化硼烧结体的表面。粘附层被硬质覆盖层覆盖。值得注意的是,立方氮化硼烧结体的没有被粘附层覆盖的部分上可以形成有硬质覆盖层,而粘附层并未夹于该部分与硬质覆盖层之间。

[0044] 形成这样的表面覆盖层主要是为了增强立方氮化硼烧结体的耐磨性。下文将对各层加以描述。

[0045] <粘附层>

[0046] 本发明的粘附层是包含至少 W 的金属层,该粘附层被形成覆盖在立方氮化硼烧结体的表面上。本发明的粘附层具有非晶态和/或具有平均粒度为小于或等于 5nm 的超细颗粒,从而使粘附层具有高度的耐热性、强度和韧性,并且由此非常有效地使立方氮化硼烧结体与表面覆盖层非常牢固地彼此粘附。

[0047] 这里,“金属层”是指层的主要成分为金属单质;在表面覆盖层的成分扩散至立方氮化硼烧结体的情况中,“立方氮化硼烧结体的表面”包括立方氮化硼烧结体的这一部分。

[0048] 粘附层含有 W, W 为熔点较高的金属材料,因此,即使当表面被覆烧结体暴露在高温下时,其软化程度也是有限的(例如,当将表面被覆烧结体用于切削工具时,其切削刃在切削工件时难以被软化)。另外, W 高度粘附至构成立方氮化硼烧结体的立方氮化硼颗粒,并且还高度粘附至硬质覆盖层。含有至少 W 的粘附层使得表面覆盖层具有非常优异的韧性。据信, W 表现出如此优异的效果是因为, W 能够与具有共价结合性及电绝缘性的立方氮化硼形成化学键,并且能够与具有金属结合性及导电性的硬质覆盖层形成化学键。

[0049] <粘附层的状态>

[0050] 本发明的粘附层的特征在于具有非晶态和/或由平均粒度等于或小于 5nm 的超细颗粒构成。另外,更优选的是,本发明的粘附层是它们的混合相。

[0051] 通常,结合性或导电性不同的材料间不能直接形成化学键,并且它们之间的界面具有较差的粘附性。可以将这些材料混合,以使这些材料间的界面具有由这些材料的元素混合在一起而形成的化合物,在本发明中,将会形成包含在表面覆盖层中的金属成分的硼化物或氮硼化物(nitroboride)作为这样的化合物。然而,这种氮化物或氮硼化物是脆性材料,并且,最终会形成共价结合性且电绝缘性的材料或金属结合性且导电性的材料,因此据信,这种界面的粘附性不会得到实质性的改善。

[0052] 然而,本发明的粘附层含有 W,其为具有金属结合性及导电性的金属,然而其同时为过渡金属中电子数最多的元素之一,因此其能够呈现各种电子构型,并且据信, W 有可能与共价结合性材料形成化学键。本发明人已经研究证实,具有非晶态或由平均粒度等于或小于 5nm 的超细颗粒构成的粘附层(特别是 W)能够呈现特定的电子结构,并由此产生共价结合性成分和金属结合性成分,因而能够与共价结合性材料或立方氮化硼以及具有金属结合性和导电性的硬质覆盖层这二者均形成强的化学键。

[0053] 值得注意的是,如果平均粒度超过 5nm,那么将导致这些颗粒仅仅是其表面具有上述电子结构,由此导致上述合适的状态在粘附层整体中所占据的比例降低,从而使得粘附层大部分由普通的金属结合性 W 形成。这降低了与立方氮化硼间的化学键的密度。优选的是,平均粒度具有较小的值,因此不必特别限定其下限值。然而,平均粒度小于 0.5nm 实质上与非晶态并无差别。

[0054] 值得注意的是,虽然 W 可部分地与立方氮化硼混合,但主相优选为具有非晶态或由上述超细颗粒构成的 W 金属。

[0055] 具有上述状态的粘附层本身即具有提高的强度、硬度、韧性等类似的机械特性,因此就这一点而言该粘附层也是优异的。

[0056] 然而,如果粘附层完全是非晶态的,那么其具有均匀的结构,因此其可能具有较差的强度。如果粘附层完全仅由上述超细颗粒构成,那么在超细颗粒的颗粒边界处可能存在间隙,因而粘附层可能具有较差的强度和韧性。因此,具有由非晶态和超细颗粒构成的混合相的粘附层是特别优选的,并且因此该粘附层具有填充于超细颗粒之间的间隙处的非晶相,或者具有存在于由非晶相构成的基相中的超细颗粒,因而这种粘附层尤其具有优异的强度和韧性。

[0057] 另外,这样设置粘附层,使得粘附层中具有较多非晶态的部分更靠近于立方氮化硼烧结体,从而获得更优异的粘附性。

[0058] 值得注意的是,可以使用透射电镜(TEM)/能量色散型 X 射线光谱(EDS)测量粘附层的透射电子衍射,从而确定粘附层的这种状态。在这种情况下,如果透射电子衍射图像包含晕圈成分(halo component),则表示存在非晶态(或非晶相)。如果存在衍射图案,则表示包含超细颗粒。如果二者均被观察到,则表示是二者的混合相。可以在具有高放大倍率的 TEM 图像中确定超细颗粒的粒度,并且可以通过测量 10 个或更多个这种颗粒各自的粒度并计算这些粒度的平均值来获得这些颗粒的平均粒度。

[0059] < 粘附层的组成 >

[0060] 本发明的粘附层优选含有 0.05 原子 % 至 95 原子 % 的 W。含有 W 能够实现上述优异效果。W 含量小于 0.05 原子 % 的粘附层可能无法充分获得上述优异效果。另外,通过混合少量的不同元素可以促进 W 的效果,因此 W 的含量优选为 95 原子 % 或更少。所述不同元素可以包括:氧、碳、氮、硼和类似的轻质元素;IVa 族元素、Va 族元素、VIa 族元素和类似的过渡金属;Co、Fe、Ni 和类似的铁族金属;以及 Y、Al、Si 等。值得注意的是,如果 W 的含量超过 95 原子 %,则 W 可能结晶并且易于形成不希望的粗糙颗粒。W 的含量更优选为 5 原子 % 至 70 原子 %。

[0061] 另外,粘附层优选含有 Ti 和 Cr 中的一者或两者,其相对于 W 的原子比值为 0.1-3,更优选为 0.8-2.5。当同时含有 Ti 和 Cr 时,它们的总原子比值应落入上述范围内。

[0062] 当以上述原子比值含有 Ti 和 Cr 中的一者或二者时,可以提供提高的机械特性。值得注意的是,当上述原子比值小于 0.1 时,可能不能获得这种提高的机械特性,而原子比值超过 3 则可能会导致粘附层变硬和变脆,由此使之具有不合适的差的机械特性。

[0063] 另外,本发明的粘附层优选含有 0.1 原子 % 至 20 原子 %、更优选为 1 原子 % 至 10 原子 % 的,选自由 Co、Ni 和 Fe 构成的组中的至少一种元素。如果含有这些元素中的两种或多种,则优选的是,这些元素的总量落入上述范围内。

[0064] 添加选自 Co、Ni 和 Fe 构成的组中的至少一种元素可使得 W 能够更为密集地提供化学键,并使机械特性得到提高。这是因为粘附层能够更有效地具有上述非晶态或超细颗粒结构,并且能够使共价结合性成分增多。特别地,提高的机械特性可以包括,粘附层的韧性提高,以及防止其发生疲劳断裂并且因此发生脱落。

[0065] 值得注意的是,如果上述含量小于 0.1 原子%,那么不能获得上述效果,如果上述含量超过 20 原子%,那么 W 的特性可能受到损失。

[0066] 可以通过透射电镜(TEM)/能量色散型 X 衍射光谱(EDS)来确定粘附层的这种组成。

[0067] <粘附层的厚度>

[0068] 优选的是,粘附层的厚度为 1nm-30nm。当粘附层厚度位于该范围内时,粘附层本身可具有较大的强度并很好地粘附于立方氮化硼和硬质覆盖层二者上(或对立方氮化硼和硬质覆盖层这二者具有大的亲和性)。更优选的是,粘附层的厚度为 2nm 至 20nm。

[0069] 当粘附层的厚度小于 1nm 时,可能不能够提供电子以形成提供足够的共价键或金属键的化学成分。当粘附层的厚度超过 30nm 时,金属 W 的强度起主导作用,由此不利地使粘附层变脆或变软。

[0070] 可以使用透射电镜(TEM)/能量色散型 X 射线光谱(EDS)来确定粘附层的厚度。

[0071] <硬质覆盖层>

[0072] 本发明的表面覆盖层包括一层或多层硬质覆盖层,该硬质覆盖层被形成为覆盖在粘附层上。优选的是,硬质覆盖层的应力为 -1.5GPa 至 +0.5GPa,更优选为 -1GPa 至 0GPa。

[0073] 这里,带有符号“+”的应力数值表示拉伸应力,带有符号“-”的应力数值表示压缩应力。可以通过(例如) $\sin^2 \psi$ 法等来测量所述应力。

[0074] 当硬质覆盖层的应力超过 0.5GPa 时,硬质覆盖层的强度和韧性会大幅下降,当将该硬质覆盖层用于切削工具时,工具的切削刃的抗崩裂性(或耐磨性)可能会降低。另外,当应力小于 -1.5GPa 时,硬质覆盖层本身会发生自破损、崩裂和脱落,并且可能不再能够改善其耐磨性(或者可能降低与立方氮化硼烧结体间的粘附性)。

[0075] 优选的是,这样的硬质覆盖层由一层或多层构成,并且,其包含第一覆盖层作为其中的一层,下面将对第一覆盖层进行描述。优选的是,这种硬质覆盖层由这样的化合物构成,该化合物由从元素周期表的 IVa 族元素、Va 族元素和 VIa 族元素、Al 和 Si 构成的组中选出的至少一种元素与从硼、碳、氮和氧构成的组中选出的至少一种元素形成。这能够提供优异的耐磨性。

[0076] 另外,优选的是,本发明硬质覆盖层的厚度为 0.5 μm 至 20 μm ,更优选为 0.75 μm 至 7 μm 。当硬质覆盖层的厚度小于 0.5 μm 时,硬质覆盖层不能表现出充分的耐磨性,而当硬质覆盖层的厚度超过 20 μm 时,硬质覆盖层往往会崩裂或脱落。

[0077] <第一覆盖层>

[0078] 本发明的硬质覆盖层包括作为最底层的与粘附层接触的第一覆盖层,优选的是,第一覆盖层由这样的化合物构成,该化合物由从周期表中的 IVa 族元素(Ti、Zr、Hf 等)、Va 族元素(V、Nb、Ta 等)、VIa 族元素(Cr、Mo、W 等)、Al 和 Si 构成的组中选出的至少一种元素与从硼、碳、氮和氧构成的组中选出的至少一种元素形成。这种化合物的例子可包括(例如) TiN、TiCN、TiB₂、TiAlN、AlCrN、TiSiCN 等。值得注意的是,在本发明中,当由化学式(例如)

TiCN 表示所述化合物时,除非另有说明,该化合物应当包括任何常规已知的原子比,而并不表示 Ti、C 和 N 的原子比为 1:1:1。

[0079] 特别地,优选第一覆盖层由从 TiAlN、AlCrN、TiSiCN 构成的组中选出的至少一种化合物构成,或者由含有所述化合物的固溶体构成;或者所述第一覆盖层由超多层结构构成,该超多层结构具有所述化合物或所述固溶体作为构成层。

[0080] 具有上述构造的第一覆盖层其硬度可显著提高,由此,其机械特性与粘附层的机械特性和立方氮化硼烧结体的机械特性相匹配,并且对粘附层和立方氮化硼烧结体的粘附性大。这种第一覆盖层为具有导电性和金属结合性的覆盖层,当第一覆盖层的组成中包含 Al 的氮化物或 Si 的碳化物/氮化物,以及它们的固溶体时,这些化合物部分地包含共价结合性键,由于本发明的粘附层既包含共价结合性键又包含金属结合性键,因此第一覆盖层和粘附层间具有更强的化学键,并且因此获得极高的粘附性。

[0081] 当第一覆盖层由超多层结构构成时,在粘附层上形成的多个初始层受到粘附层的影响,从而电子结构改变为更易于形成化学键的电子结构,由此能够进一步提高对粘附层的粘附性。值得注意的是,超多层结构是指由约 10-5000 层形成的叠层,各层为约 0.5nm-20nm 且由上述化合物或固溶体构成。更优选的是,两种或更多种上述构成层进行重复堆叠是合适的。

[0082] 另外,优选的是,第一覆盖层具有与粘附层的界面相距 20nm 以内的(沿厚度方向看)由粒度为 1nm 至 20nm 的柱状晶体构成的区域。这样第一覆盖层能够与粘附层间具有出色的结构一致性,并由此进一步提高粘附性。

[0083] 这里,柱状晶体的粒度是指其直径。可以使用高分辨率的 SEM 或通过 TEM 观测来确认柱状晶体,柱状晶体的粒度也可以通过 TEM 观测来确定。

[0084] < 应用 >

[0085] 本发明的表面被覆烧结体也可以单独使用,其可以(例如)与由硬质合金等构成的基材接合,从而用作切削工具等。特别地,本发明适于用作这样的切削工具,该切削工具具有由硬质合金形成的基材,并且该基材具有其上接合有所述表面被覆烧结体的切削刃。这里,优选的是,上述硬质合金至少包含 WC 和选自由 Co、Ni 和 Fe 构成的组中的一种或多种元素。

[0086] < 制造方法 >

[0087] 本发明的立方氮化硼烧结体可以通过常规已知的方法获得,例如超高压烧结法。另外,可以按照(例如)如下方式在立方氮化硼烧结体上形成表面覆盖层:

[0088] 即,可以通过对构成粘附层的金属进行溅射,从而在立方氮化硼烧结体上形成粘附层。可以通过电弧离子镀法或溅射法来形成硬质覆盖层。当使用电弧离子镀法时,可以通过使用构成硬质覆盖层的某种金属的金属蒸发源以及反应性气体(例如 CH_4 、 N_2 、 O_2 等),并采用常规已知的条件来形成硬质覆盖层。当使用溅射法时,可以通过使用构成硬质覆盖层的某种金属的金属蒸发源、反应性气体(例如 CH_4 、 N_2 、 O_2 等)以及溅射气体(例如 Ar、Kr、Xe、He、Ne 等),并采用常规已知的条件来形成硬质覆盖层。

[0089] 由此可制得本发明的表面被覆烧结体。当将表面被覆烧结体与(例如)由硬质合金形成的基材接合以获得切削工具时,可以按照如下方式来制备切削工具:

[0090] 首先,可以按照常规已知的烧结和成形方法来制备硬质合金基材。然后,向基材的

适当部位施加已知的蜡质材料,可以使用已知的接合方法将表面被覆烧结体与所述基材接合,从而制得切削工具。

[0091] 例子

[0092] 下面将参照实施例对本发明进行更加详细的描述。然而本发明不限于这些实施例。值得注意的是,在以下说明中,除非另有说明,硬质覆盖层表示第一覆盖层。

[0093] < 实施例 1-8 和比较例 1 >

[0094] 将立方氮化硼烧结体与硬质合金基材的切削刃接合并成形,随后对其进行覆盖,从而制备切削工具。

[0095] 作为硬质合金基材,制备了 ISO 编号为 CNMA120408 所定义的几何形状的硬质合金(相当于 K10 硬质合金),其切削刃部分(或角部)具有按照以下将要描述的方式制得的、通过由 Ti-Zr-Cu 形成的蜡质材料接合至其上的立方氮化硼烧结体(几何形状:底面为等腰三角形且厚度为 2mm 的三棱镜状,该等腰三角形的顶角为 80° ,并且将该顶角夹在中间的两腰的边长为 2mm),随后对中间产品的外周面以及上下表面进行研磨,从而获得具有倒棱面(nega-land)(宽度为 $150\mu\text{m}$,角度为 25 度)的切削刃(该产品在下文中被称为烧结体工具)。

[0096] 通过将粉状立方氮化硼与粘结剂用粉状原料(使用了 Ti,以使得粘结剂的组成为 TiCN 和 TiB_2)混合在一起,并在 1450°C 和 5.5GPa 下对该混合物进行烧结来制备立方氮化硼烧结体,使之含有下表 1 所示比例(体积%)的立方氮化硼。(需要注意的是,除非另有说明,粉状原料的混合比例反映出立方氮化硼烧结体的组成比例,这也适用于以下各实施例。)

[0097] 将烧结体工具置于膜沉积装置中,随后将该装置抽真空,此后将烧结体工具加热至 500°C ,并使用 Ar 离子对其进行蚀刻。接着,在所述膜沉积装置中在立方氮化硼烧结体上形成粘附层。按照如下方式提供粘附层:准备组成为包含 35 原子%的 W、63 原子%的 Cr、1 原子%的 Co 和 1 原子%的 Ni 的靶,引入 Ar,同时利用 1Pa 和 5kW 的电力对所述靶溅射一段时间,直至获得 5nm 的厚度。(需要注意的是,除非另有说明,靶的组成与粘附层的组成相同,这也适用于以下各实施例。)由此,粘附层包含 Cr,且 Cr 相对于 W 的原子比值为 1.8。将温度调节为 300°C 并对靶进行溅射,从而提供非晶态的粘附层。

[0098] 接下来,通过电弧离子镀法在粘附层上形成硬质覆盖层。硬质覆盖层的组成为 $\text{Ti}_{0.85}\text{Si}_{0.15}\text{N}$,并且将用来提供该组成的金属蒸发源作为阴极,并引入 N_2 ,同时进行冷阴极电弧放电以进行蒸发和电离,持续一段时间直至获得 $2\mu\text{m}$ 的厚度,从而提供 $\text{Ti}_{0.85}\text{Si}_{0.15}\text{N}$ 硬质覆盖层。需要注意的是,将偏压调至 -30V、将压力调至 4Pa、并将基材的温度调至 600°C ,从而使得硬质覆盖层的应力为 -1.3GPa,并使该硬质覆盖层具有与粘附层的界面相距 20nm 以内且由粒度为 2nm 的柱状晶体构成的区域。

[0099] 由此,制备了实施例 1-8 和比较例 1 的切削工具。

[0100] < 实施例 101-109 >

[0101] 将表面被覆烧结体与硬质合金基材的切削刃部分进行接合,以制备切削工具。

[0102] 作为硬质合金基材,制备了 ISO 编号为 CNMA120408 所定义的几何形状的硬质合金(相当于 K10 硬质合金),其切削刃部分(或角部)具有按照以下将要描述的方式制得的、通过由 Ti-Zr-Cu 形成的蜡质材料接合至其上的立方氮化硼烧结体(几何形状:底面为等腰三角形且厚度为 2mm 的三棱镜状,该等腰三角形的顶角为 80° ,并且将该顶角夹在中间的两

腰的边长为 2mm), 随后对中间产品的外周面以及上下表面进行研磨, 从而获得具有倒棱面(nega-land)(宽度为 $150\text{ }\mu\text{m}$, 角度为 25 度)的切削刃(该产品在下文中被称为烧结体工具)。

[0103] 通过将粉状立方氮化硼与粘结剂用粉状原料(使用了 WC、W、Co 和 B, 使得粘结剂的组成为 W 的碳化物、W、以及 Co 的硼化物)混合在一起, 并在 1500°C 和 5.5GPa 下烧结所得混合物, 从而制备立方氮化硼烧结体, 使之含有 90 体积%的立方氮化硼。

[0104] 将烧结体工具置于膜沉积装置中, 随后将该装置抽真空, 此后将烧结体工具加热至 500°C , 并使用 Ar 离子对其进行蚀刻。接着, 在所述膜沉积装置中在立方氮化硼烧结体上形成粘附层。按照如下方式提供粘附层: 准备这样的靶, 其包含组成比为 2:1 的 Ti 和 Cr、以及组成比为 5:1:1 的 Co、Fe、Ni, 其中 W、Ti、Co、Ni 和 Fe 的原子比如表 2 所示有所不同; 引入 Ar, 同时利用 1Pa 和 5kW 的电力对所述靶溅射一段时间, 直至获得 19nm 的厚度。将温度调节为 350°C 并对靶进行溅射, 从而使粘附层由粒度为 2.5nm 的超细颗粒构成。

[0105] 接下来, 通过电弧离子镀法在粘附层上形成硬质覆盖层。硬质覆盖层的组成为 $\text{Ti}_{0.65}\text{Cr}_{0.1}\text{Si}_{0.25}\text{N}$, 并且将用来提供该组成的金属蒸发源作为阴极, 并引入 N_2 , 同时进行冷阴极电弧放电以进行蒸发和电离, 持续一段时间直至获得 $0.9\text{ }\mu\text{m}$ 的厚度, 从而提供 $\text{Ti}_{0.65}\text{Cr}_{0.1}\text{Si}_{0.25}\text{N}$ 硬质覆盖层。需要注意的是, 将基材温度调至 600°C 、将压力调至 4Pa 、并且将偏压调至 -30V , 从而使得硬质覆盖层的应力为 -0.7GPa 。此外, 在膜沉积的初期将基材的温度设定为 500°C , 从而使硬质覆盖层具有与粘附层的界面相距 20nm 以内且由粒度为 3nm 的柱状晶体构成的区域。

[0106] 由此制得实施例 101-109 的切削工具。

[0107] < 实施例 201 — 207 >

[0108] 将表面被覆烧结体与硬质合金基材的切削刃部分进行接合, 从而制备切削工具。

[0109] 作为硬质合金基材, 制备了 ISO 编号为 CNMA120408 所定义的几何形状的硬质合金(相当于 K10 硬质合金), 其切削刃部分(或角部)具有按照以下将要描述的方式制得的、通过由 Ti-Zr-Cu 形成的蜡质材料接合至其上的立方氮化硼烧结体(几何形状: 底面为等腰三角形且厚度为 2mm 的三棱镜状, 该等腰三角形的顶角为 80° , 并且将该顶角夹在中间的两腰的边长为 2mm), 随后对中间产品的外周面以及上下表面进行研磨, 从而获得具有倒棱面(nega-land)(宽度为 $150\text{ }\mu\text{m}$, 角度为 25 度)的切削刃(该产品在下文中被称为烧结体工具)。

[0110] 通过将粉状立方氮化硼与粘结剂用粉状原料(使用了 Ti 和 Al, 使得粘结剂的组成为 TiN、 TiB_2 、AlN 和 AlB_2)混合在一起, 并在 1400°C 和 5.0GPa 下烧结所得混合物, 从而制备立方氮化硼烧结体, 使之含有 75 体积%的立方氮化硼。

[0111] 将烧结体工具置于膜沉积装置中, 随后将该装置抽真空, 此后将烧结体工具加热至 620°C , 并使用 Xe 离子对其进行蚀刻。接着, 在所述膜沉积装置中在立方氮化硼烧结体上形成粘附层。按照如下方式提供粘附层: 准备组成为 W、Cr 和 Co 的靶, 并且 W、Cr 和 Co 的含量如表 3 所示有所不同; 引入 Ar, 同时利用 1Pa 和 5kW 的电力对所述靶溅射一段时间, 直至获得 11nm 的厚度。将温度调节为 300°C 并对靶进行溅射, 从而使粘附层由非晶态和平均粒度为 1nm 的超细颗粒的混合相构成。

[0112] 接下来, 通过电弧离子镀法在粘附层上形成硬质覆盖层。硬质覆盖层的组成为

$\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{N}$, 并且将用来提供该组成的蒸发源作为阴极, 从而进行冷阴极电弧放电以进行蒸发和电离, 持续一段时间直至获得 $3.5\text{ }\mu\text{m}$ 的厚度, 从而提供 $\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{N}$ 硬质覆盖层。需要注意的是, 硬质覆盖层的应力为 -1GPa 。在膜沉积的初期将基材的温度设定为 600°C , 从而使硬质覆盖层具有与粘附层的界面相距 20nm 以内且由粒度为 4nm 的柱状晶体构成的区域。

[0113] 由此制得实施例 201-207 的切削工具。

[0114] < 实施例 301 — 307 >

[0115] 将表面被覆烧结体与硬质合金基材的切削刃部分进行接合, 从而制备切削工具。

[0116] 作为硬质合金基材, 制备了 ISO 编号为 CNMA120408 所定义的几何形状的硬质合金(相当于 K10 硬质合金), 其切削刃部分(或角部)具有按照以下将要描述的方式制得的、通过由 Ti-Zr-Cu 形成的蜡质材料接合至其上的立方氮化硼烧结体(几何形状: 底面为等腰三角形且厚度为 2mm 的三棱镜状, 该等腰三角形的顶角为 80° , 并且将该顶角夹在中间的两腰的边长为 2mm), 随后对中间产品的外周面以及上下表面进行研磨, 从而获得具有倒棱面(nega-land)(宽度为 $150\text{ }\mu\text{m}$, 角度为 25°)的切削刃(该产品在下文中被称为烧结体工具)。

[0117] 通过将粉状立方氮化硼与粘结剂用粉状原料(使用了 Ti、W 和 C, 使得粘结剂的组成为 TiWN 、 WC 和 TiB_2)混合在一起, 并在 1350°C 和 5.5GPa 下烧结所得混合物, 从而制备立方氮化硼烧结体, 使之含有 42 体积%的立方氮化硼。

[0118] 将烧结体工具置于膜沉积装置中, 随后将该装置抽真空, 此后将烧结体工具加热至 620°C , 并使用 Xe 离子对其进行蚀刻。接着, 在所述膜沉积装置中在立方氮化硼烧结体上形成粘附层。按照如下方式提供粘附层: 准备具有如下组成的靶, 其中 W 被设定为 33 原子%, Ti 与 Cr 的比值定为 1:1, 并且 Ti、Cr 和 Ni 的含量如表 4 所示有所不同; 引入 Ar, 同时利用 1Pa 和 5kW 的电力对所述靶溅射一段时间, 直至获得 2nm 的厚度。由此, 粘附层包含 Ti 和 Cr, 且 Ti 和 C 相对于 W 的原子比值如表 4 所示。将温度调节为 300°C 并对靶进行溅射, 从而使粘附层由粒度为 3nm 的超细颗粒构成。

[0119] 接下来, 通过电弧离子镀法在粘附层上形成硬质覆盖层。硬质覆盖层的组成为 $\text{Ti}_{0.2}\text{Al}_{0.7}\text{Cr}_{0.05}\text{Si}_{0.05}\text{N}$, 并且将用来提供该组成的蒸发源作为阴极, 从而进行冷阴极电弧放电以进行蒸发和电离, 持续一段时间直至获得 $2.2\text{ }\mu\text{m}$ 的厚度, 从而提供 $\text{Ti}_{0.2}\text{Al}_{0.7}\text{Cr}_{0.05}\text{Si}_{0.05}\text{N}$ 硬质覆盖层。需要注意的是, 硬质覆盖层的应力为 -1.2GPa 。在膜沉积的初期将基材的温度设定为 600°C , 从而使硬质覆盖层具有与粘附层的界面相距 20nm 以内且由粒度为 1.1nm 的柱状晶体构成的区域。

[0120] 由此制得实施例 301-307 的切削工具。

[0121] < 实施例 401 — 409 >

[0122] 将表面被覆烧结体与硬质合金基材的切削刃部分进行接合, 从而制备切削工具。

[0123] 作为硬质合金基材, 制备了 ISO 编号为 CNMA120408 所定义的几何形状的硬质合金(相当于 K10 硬质合金), 其切削刃部分(或角部)具有按照以下将要描述的方式制得的、通过由 Ti-Zr-Cu 形成的蜡质材料接合至其上的立方氮化硼烧结体(几何形状: 底面为等腰三角形且厚度为 2mm 的三棱镜状, 该等腰三角形的顶角为 80° , 并且将该顶角夹在中间的两腰的边长为 2mm), 随后对中间产品的外周面以及上下表面进行研磨, 从而获得具有倒棱面(nega-land)(宽度为 $150\text{ }\mu\text{m}$, 角度为 25°)的切削刃(该产品在下文中被称为烧结体工

具)。

[0124] 通过将粉状立方氮化硼与粘结剂用粉状原料(使用了 Ti、ZrC 和 Al,使得粘结剂的组成为 TiZrCN、TiB₂、AlN 和 AlB₂)混合在一起,并在 1400℃和 5.5GPa 下烧结所得混合物,从而制备立方氮化硼烧结体,使之含有 65 体积%的立方氮化硼。

[0125] 将烧结体工具置于膜沉积装置中,随后将该装置抽真空,此后将烧结体工具加热至 620℃,并使用 Xe 离子对其进行蚀刻。接着,在所述膜沉积装置中在立方氮化硼烧结体上形成粘附层。按照如下方式提供粘附层:准备具有如下组成的靶,其中 W 含量为 80 原子%,Cr 含量为 12 原子%,并且 Co 含量为 8 原子%;引入 Ar,同时利用 1Pa 和 5kW 的电力对所述靶溅射一段时间,直至获得表 5 中所示厚度。由此,粘附层包含 Cr,且 Cr 相对于 W 的原子比值为 0.15。将温度调节为 300℃并对靶进行溅射,从而使粘附层由非晶态和平均粒度为 0.7nm 的超细颗粒的混合相构成。

[0126] 接下来,通过电弧离子镀法在粘附层上形成硬质覆盖层。硬质覆盖层具有 Ti_{0.4}Al_{0.6}N 和 Al_{0.6}Cr_{0.3}Si_{0.1}N 这两种组成,它们彼此交替堆叠,每种组成为 800 层,由此形成超多层结构,使 Ti_{0.4}Al_{0.6}和 Al_{0.6}Cr_{0.3}Si_{0.1}这两种蒸发源同时放电,并且使烧结体工具旋转通过各蒸发源之间,从而使烧结体工具上形成有硬质覆盖层。持续进行膜沉积,直至硬质覆盖层的厚度达到 4 μm。需要注意的是,通过施加 50 kHz、-50V 至 0V 的脉冲偏压作为偏压,硬质覆盖层的应力为 +0.4GPa。在膜沉积的初期将基材的温度设定为 600℃,从而使硬质覆盖层具有与粘附层的界面相距 20nm 以内且由粒度为 10nm 的柱状晶体构成的区域。

[0127] 由此制得实施例 401-409 的切削工具。

[0128] < 实施例 501 — 506 和比较例 501 >

[0129] 将表面被覆烧结体与硬质合金基材的切削刃部分进行接合,从而制备切削工具。

[0130] 作为硬质合金基材,制备了 ISO 编号为 CNMA120408 所定义的几何形状的硬质合金(相当于 K10 硬质合金),其切削刃部分(或角部)具有按照以下将要描述的方式制得的、通过由 Ti-Zr-Cu 形成的蜡质材料接合至其上的立方氮化硼烧结体(几何形状:底面为等腰三角形且厚度为 2mm 的三棱镜状,该等腰三角形的顶角为 80°,并且将该顶角夹在中间的两腰的边长为 2mm),随后对中间产品的外周面以及上下表面进行研磨,从而获得具有倒棱面(nega-land)(宽度为 150 μm,角度为 25 度)的切削刃(该产品在下文中被称为烧结体工具)。

[0131] 通过将粉状立方氮化硼与粘结剂用粉状原料(使用了 Ti、Al 和 Si,使得粘结剂的组成为 TiN、TiB₂、AlN、AlB₂和 Si₃N₄)混合在一起,并在 1450℃和 5.5GPa 下烧结所得混合物,从而制备立方氮化硼烧结体,使之含有 80 体积%的立方氮化硼。

[0132] 将烧结体工具置于膜沉积装置中,随后将该装置抽真空,此后将烧结体工具加热至 620℃,并使用 Xe 离子对其进行蚀刻。接着,在所述膜沉积装置中在立方氮化硼烧结体上形成粘附层。通过溅射来气相沉积 W 和 Co、同时通过电弧离子镀来气相沉积 Cr,从而形成粘附层,该粘附层的组成为:47 原子%的 W、51.7 原子%的 Cr、以及 1.3 原子%的 Co。持续进行粘附层的沉积一段时间,直至其厚度达到 9nm。由此,粘附层包含 Cr,且 Cr 相对于 W 的原子比值为 1.1。需要注意的是,如表 6 所示,改变粘附层的条件,将基材的温度调整为 350℃至 650℃,并且将偏压调整为 -50V 至 -500V,从而进行 溅射和电弧离子镀。

[0133] 接下来,通过电弧离子镀法在粘附层上形成硬质覆盖层。进行准备工作以使硬质

覆盖层的组成为 $\text{Al}_{0.65}\text{Ti}_{0.3}\text{Si}_{0.05}\text{C}_{0.05}\text{N}_{0.95}$, 引入 N_2 和 CH_4 , 同时施加 1.3Pa 的压力, 并且将蒸发源用作阴极, 从而进行冷阴极电弧放电以进行蒸发和电离, 持续一段时间直至获得 $4.5\text{ }\mu\text{m}$ 的厚度, 从而提供 $\text{Al}_{0.65}\text{Ti}_{0.3}\text{Si}_{0.05}\text{C}_{0.05}\text{N}_{0.95}$ 硬质覆盖层。需要注意的是, 通过施加 50kHz、-50V 至 0V 的脉冲偏压作为偏压, 硬质覆盖层的应力为 -0.2GPa。此外, 在膜沉积的初期将基材的温度设定为 600°C , 从而使硬质覆盖层具有与粘附层的界面相距 20nm 以内且由粒度为 1.5nm 的柱状晶体构成的区域。

[0134] 由此制得实施例 501-506 和比较例 501 的切削工具。

[0135] < 实施例 601 - 607 >

[0136] 将表面被覆烧结体与硬质合金基材的切削刃部分进行接合, 从而制备切削工具。

[0137] 作为硬质合金基材, 制备了 ISO 编号为 CNMA120408 所定义的几何形状的硬质合金 (相当于 K10 硬质合金), 其切削刃部分 (或角部) 具有按照以下将要描述的方式制得的、通过由 Ti-Zr-Cu 形成的蜡质材料接合至其上的立方氮化硼烧结体 (几何形状: 底面为等腰三角形且厚度为 2mm 的三棱镜状, 该等腰三角形的顶角为 80° , 并且将该顶角夹在中间的两腰的边长为 2mm), 随后对中间产品的外周面以及上下表面进行研磨, 从而获得具有倒棱面 (nega-land) (宽度为 $150\text{ }\mu\text{m}$, 角度为 25 度) 的切削刃 (该产品在下文中被称为烧结体工具)。

[0138] 通过将粉状立方氮化硼与粘结剂用粉状原料 (使用了 Ti 和 Al, 使得粘结剂的组成为 TiC 、 Al_2O_3 和 TiB_2) 混合在一起, 并在 1450°C 和 6.0GPa 下烧结所得混合物, 从而制备立方氮化硼烧结体, 使之含有 50 体积% 的立方氮化硼。

[0139] 将烧结体工具置于膜沉积装置中, 随后将该装置抽真空, 此后将烧结体工具加热至 620°C , 并使用 Xe 离子对其进行蚀刻。接着, 在所述膜沉积装置中在立方氮化硼烧结体上形成粘附层。按照如下方式提供粘附层: 准备具有如下组成的靶, 其中 W 含量为 65 原子%, Fe 含量为 33 原子%; 引入 Ar, 同时利用 1Pa 和 5kW 的电力对所述靶溅射一段时间, 直至获得 15nm 的厚度。将温度调节为 300°C 并对靶进行溅射, 从而使粘附层由非晶态和平均粒度为 4.5nm 的超细颗粒的混合相构成。

[0140] 接下来, 通过电弧离子镀法在粘附层上形成硬质覆盖层。硬质覆盖层具有 $\text{Ti}_{0.93}\text{Si}_{0.07}\text{N}$ 和 $\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.3}\text{Cr}_{0.1}\text{Si}_{0.1}\text{N}$ 这两种组成, 它们彼此交替堆叠, 每种组成为 315 层, 由此形成超多层结构, 使 $\text{Ti}_{0.93}\text{Si}_{0.07}$ 和 $\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.3}\text{Cr}_{0.1}\text{Si}_{0.1}$ 这两种蒸发源同时放电, 并使烧结体工具旋转通过各蒸发源之间, 从而使烧结体工具上形成有硬质覆盖层。持续进行膜沉积, 直至硬质覆盖层的厚度达到 $6.3\text{ }\mu\text{m}$ 。需要注意的是, 通过调节偏压, 使得硬质覆盖层具有如表 7 所示的应力。此外, 在膜沉积的初期将基材的温度设定为 600°C , 从而使硬质覆盖层具有与粘附层的界面相距 20nm 以内且由粒度为 15nm 的柱状晶体构成的区域。

[0141] 由此制得实施例 601-607 的切削工具。

[0142] < 实施例 701-708 >

[0143] 将表面被覆烧结体与硬质合金基材的切削刃部分进行接合, 从而制备切削工具。

[0144] 作为硬质合金基材, 制备了 ISO 编号为 CNMA120408 所定义的几何形状的硬质合金 (相当于 K10 硬质合金), 其切削刃部分 (或角部) 具有按照以下将要描述的方式制得的、通过由 Ti-Zr-Cu 形成的蜡质材料接合至其上的立方氮化硼烧结体 (几何形状: 底面为等腰三角形且厚度为 2mm 的三棱镜状, 该等腰三角形的顶角为 80° , 并且将该顶角夹在中间的

两腰的边长为 2mm),随后对中间产品的外周面以及上下表面进行研磨,从而获得具有倒棱面(nega-land)(宽度为 $150\mu\text{m}$,角度为 25 度)的切削刃(该产品在下文中被称为烧结体工具)。

[0145] 通过将粉状立方氮化硼与粘结剂用粉状原料(使用了 Al,使得粘结剂的组成为 Al、AlN 和 AlB_2)混合在一起,并在 1450°C 和 6.0GPa 下烧结所得混合物,从而制备立方氮化硼烧结体,使之含有 97 体积 % 的立方氮化硼。

[0146] 将烧结体工具置于膜沉积装置中,随后将该装置抽真空,此后将烧结体工具加热至 620°C ,并使用 Xe 离子对其进行蚀刻。接着,在所述膜沉积装置中在立方氮化硼烧结体上形成粘附层。按照如下方式提供粘附层:准备具有如下组成的靶,其中 W 含量为 91 原子%, Ti 含量为 9 原子%;引入 Ar,同时利用 1Pa 和 5kW 的电力对所述靶溅射一段时间,直至获得 27nm 的厚度。由此,粘附层包含 Ti,并且 Ti 相对于 W 的原子比值为 0.1。将温度调节为 300°C 并对靶进行溅射,从而提供非晶态的粘附层。

[0147] 接下来,通过电弧离子镀法在粘附层上形成硬质覆盖层。硬质覆盖层的组成为 $\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{CN}$,并且将用来提供该组成的蒸发源作为阴极,从而进行冷阴极电弧放电以进行蒸发和电离,调节持续时间以提供表 8 中所示的厚度,从而提供 $\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{CN}$ 硬质覆盖层。需要注意的是,通过施加 50kHz、-50V 至 0V 的脉冲偏压作为偏压,硬质覆盖层的应力为 -0.1GPa。此外,在膜沉积的初期将基材的温度设定为 600°C ,从而使硬质覆盖层具有与粘附层的界面相距 20nm 以内且由粒度为 19nm 的柱状晶体构成的区域。

[0148] 由此制得实施例 701-708 的切削工具。

[0149] < 实施例 801-806 >

[0150] 将表面被覆烧结体与硬质合金基材的切削刃部分进行接合,从而制备切削工具。

[0151] 作为硬质合金基材,制备了 ISO 编号为 CNMA120408 所定义的几何形状的硬质合金(相当于 K10 硬质合金),其切削刃部分(或角部)具有按照以下将要描述的方式制得的、通过由 Ti-Zr-Cu 形成的蜡质材料接合至其上的立方氮化硼烧结体(几何形状:底面为等腰三角形且厚度为 2mm 的三棱镜状,该等腰三角形的顶角为 80° ,并且将该顶角夹在中间的两腰的边长为 2mm),随后对中间产品的外周面以及上下表面进行研磨,从而获得具有倒棱面(nega-land)(宽度为 $150\mu\text{m}$,角度为 25 度)的切削刃(该产品在下文中被称为烧结体工具)。

[0152] 通过将粉状立方氮化硼与粘结剂用粉状原料(使用了 Ti 和 Al,使得粘结剂的组成为 TiCN、 TiB_2 、AlN 和 AlB_2)混合在一起,并在 1350°C 和 6.0GPa 下烧结所得混合物,从而制备立方氮化硼烧结体,使之含有 70 体积%的立方氮化硼。

[0153] 将烧结体工具置于膜沉积装置中,随后将该装置抽真空,此后将烧结体工具加热至 620°C ,并使用 Xe 离子对其进行蚀刻。接着,在所述膜沉积装置中在立方氮化硼烧结体上形成粘附层。按照如下方式提供粘附层:以相同的流量比引入 Ar 和 Xe 以达到 3.0Pa,向基材施加 -1000V 的偏压以对其进行蚀刻,并且使所述基材的硬质合金组分在立方氮化硼烧结体的切削刃处的厚度达到 8nm。准备具有如下组成的硬质合金,该硬质合金含有 82 原子%的 W、10 原子%的 Co、5 原子%的 Ni 和 3 原子%的 Fe。将温度调节至 300°C 以进行上述沉积,从而使粘附层由非晶态和平均粒度为 2.2nm 的超细颗粒的混合相构成。

[0154] 接下来,通过电弧离子镀法在粘附层上形成硬质覆盖层。硬质覆盖层具有

$\text{Al}_{0.7}\text{Cr}_{0.3}\text{N}$ 和 $\text{Ti}_{0.4}\text{Al}_{0.55}\text{Si}_{0.05}\text{N}$ 这两种组成,它们彼此交替堆叠,每种组成为单层,由此形成超多层结构,使 $\text{Al}_{0.7}\text{Cr}_{0.3}$ 和 $\text{Ti}_{0.4}\text{Al}_{0.55}\text{Si}_{0.05}$ 这两种蒸发源同时放电,并使烧结体工具旋转通过各蒸发源之间,从而使烧结体工具上形成有硬质覆盖层。持续进行膜沉积,直至硬质覆盖层的厚度达到 $12\mu\text{m}$ 。需要注意的是,通过施加 50kHz 、 -50V 至 0V 的脉冲偏压作为偏压,硬质覆盖层的应力为 $+1.5\text{GPa}$ 。此外,在膜沉积的初期将基材的温度设定为 600°C ,从而使硬质覆盖层具有与粘附层的界面相距 20nm 以内且由柱状晶体构成的区域,所述柱状晶体的粒度如表 9 中所示有所不同。

[0155] 由此制得实施例 801-806 的切削工具。

[0156] < 实施例 901 >

[0157] 将表面被覆烧结体与硬质合金基材的切削刃部分进行接合,从而制备切削工具。

[0158] 作为硬质合金基材,制备了 ISO 编号为 CNMA120408 所定义的几何形状的硬质合金(相当于 K10 硬质合金),其切削刃部分(或 角部)具有按照以下将要描述的方式制得的、通过由 Ti-Zr-Cu 形成的蜡质材料接合至其上的立方氮化硼烧结体(几何形状:底面为等腰三角形且厚度为 2mm 的三棱镜状,该等腰三角形的顶角为 80° ,并且将该顶角夹在中间的两腰的边长为 2mm),随后对中间产品的外周面以及上下表面进行研磨,从而获得具有倒棱面(nega-land)(宽度为 $150\mu\text{m}$,角度为 25°)的切削刃(该产品在下文中被称为烧结体工具)。

[0159] 通过将粉状立方氮化硼与粘结剂用粉状原料(使用了 TiAl_2 和 W ,使得粘结剂的组成为 TiCN 、 TiB_2 、 AlN 、 AlB_2 和 WC)混合在一起,并在 1300°C 和 6.0GPa 下烧结所得混合物,从而制备立方氮化硼烧结体,使之含有 68% 的立方氮化硼。

[0160] 将烧结体工具置于膜沉积装置中,随后将该装置抽真空,此后将烧结体工具加热至 620°C ,并使用 Xe 离子对其进行蚀刻。接着,在所述膜沉积装置中在立方氮化硼烧结体上形成粘附层。按照如下方式提供粘附层:准备具有如下组成的靶,其包含 42% 的 W 、 42% 的 Cr 和 16% 的 Co ,引入 Ar ,同时利用 1Pa 和 5kW 的电力对所述靶进行溅射,调整持续时间,从而提供 12nm 的厚度。将温度调节为 300°C 并对靶进行溅射,从而使粘附层由非晶态和平均粒度为 1.2nm 的超细颗粒的混合相构成。

[0161] 接下来,通过电弧离子镀法在粘附层上形成硬质覆盖层。所述硬质覆盖层由第一覆盖层和形成于该第一覆盖层上的层(下文称之为“第二覆盖层”)构成,其中第一覆盖层由 $\text{Ti}_{0.4}\text{Al}_{0.6}\text{N}$ 形成,并且厚度为 $0.3\mu\text{m}$,第二覆盖层由 $\text{Ti}_{0.5}\text{Cr}_{0.45}\text{Si}_{0.05}\text{N}$ 形成,并且厚度为 $3.2\mu\text{m}$ 。更具体而言,将用来提供所述组成的蒸发源作为阴极,从而进行冷阴极电弧放电以进行蒸发和电离,并且进行沉积,调整持续时间,从而提供上述厚度。需要注意的是,通过施加 100kHz 、 -100V 至 0V 的脉冲偏压作为偏压,硬质覆盖层的应力为 -0.7GPa 。在膜沉积的初期将基材的温度设定为 600°C ,从而使第一覆盖层具有与粘附层的界面相距 20nm 以内且由粒度为 4nm 的柱状晶体构成的区域。

[0162] 由此制得实施例 901 的切削工具。

[0163] < 实施例 902 >

[0164] 将表面被覆烧结体与硬质合金基材的切削刃部分进行接合,从而制备切削工具。

[0165] 作为硬质合金基材,制备了 ISO 编号为 CNMA120408 所定义的几何形状的硬质合金(相当于 K10 硬质合金),其切削刃部分(或角部)具有按照以下将要描述的方式制得的、

通过由 Ti-Zr-Cu 形成的蜡质材料接合至其上的立方氮化硼烧结体(几何形状:底面为等腰三角形且厚度为 2mm 的三棱镜状,该等腰三角形的顶角为 80° ,并且将该顶角夹在中间的两腰的边长为 2mm),随后对中间产品的外周面以及上下表面进行研磨,从而获得具有倒棱面(nega-land)(宽度为 $150\mu\text{m}$,角度为 25 度)的切削刃(该产品在下文中被称为烧结体工具)。

[0166] 通过将粉状立方氮化硼与粘结剂用粉状原料(使用了 Ti、Al 和 W,使得粘结剂的组成为 TiCN、TiB₂、AlN、AlB₂ 和 WC)混合在一起,并在 1300℃和 6.0GPa 下烧结所得混合物,从而制备立方氮化硼烧结体,使之含有 55 体积%的立方氮化硼。

[0167] 将烧结体工具置于膜沉积装置中,随后将该装置抽真空,此后将烧结体工具加热至 620℃,并使用 Xe 离子对其进行蚀刻。接着,在所述膜沉积装置中在立方氮化硼烧结体上形成粘附层。按照如下方式提供粘附层:准备具有 W-Co 组成的靶,其中 W 含量为 21 原子%,Ti 含量为 63 原子%,且 Co 含量为 16 原子%;引入 Ar,同时利用 1Pa 和 5kW 的电力对所述靶进行溅射,调整持续时间,从而提供 9nm 的厚度。然而,需要注意的是,在通过溅射来沉积粘附层的同时,还采用电弧离子镀膜法将 Ti 蒸发,从而沉积具有上述组成的粘附层。将温度调节为 300℃并对靶进行溅射,从而使粘附层由非晶态和平均粒度为 1.3nm 的超细颗粒的混合相构成。

[0168] 接下来,通过电弧离子镀膜法在粘附层上形成硬质覆盖层。所述硬质覆盖层由第一覆盖层和形成于该第一覆盖层上的层(下文称之为“第二覆盖层”)构成,其中第一覆盖层由 Ti_{0.2}Al_{0.7}Si_{0.1}N 形成,并且厚度为 $0.7\mu\text{m}$,第二覆盖层由 Ti_{0.92}Si_{0.08}C_{0.2}N_{0.8} 形成,并且厚度为 $1.3\mu\text{m}$ 。更具体而言,将用来提供该组成的蒸发源作为阴极,从而进行冷阴极电弧放电以进行蒸发和电离,并且进行沉积,调整持续时间,从而提供上述厚度。需要注意的是,通过施加 50kHz、-50V 至 0V 的脉冲偏压作为偏压,硬质覆盖层的应力为 -0.5GPa。在膜沉积的初期将基材的温度设定为 600℃,从而使第一覆盖层具有与粘附层的界面相距 20nm 以内且由粒度为 2.5nm 的柱状晶体构成的区域。

[0169] 由此制得实施例 902 的切削工具

[0170] < 实施例 903 >

[0171] 将表面被覆烧结体与硬质合金基材的切削刃部分进行接合,从而制备切削工具。

[0172] 作为硬质合金基材,制备了 ISO 编号为 CNMA120408 所定义的几何形状的硬质合金(相当于 K10 硬质合金),其切削刃部分(或角部)具有按照以下将要描述的方式制得的、通过由 Ti-Zr-Cu 形成的蜡质材料接合至其上的立方氮化硼烧结体(几何形状:底面为等腰三角形且厚度为 2mm 的三棱镜状,该等腰三角形的顶角为 80° ,并且将该顶角夹在中间的两腰的边长为 2mm),随后对中间产品的外周面以及上下表面进行研磨,从而获得具有倒棱面(nega-land)(宽度为 $150\mu\text{m}$,角度为 25 度)的切削刃(该产品在下文中被称为烧结体工具)。

[0173] 通过将粉状立方氮化硼与粘结剂用粉状原料(使用了 TiN、AlN 和 W,使得粘结剂的组成为 TiCN、TiB₂、AlN、AlB₂ 和 WC)混合在一起,并在 1300℃和 5.0GPa 下烧结所得混合物,从而制备立方氮化硼烧结体,使之含有 50 体积%的立方氮化硼。

[0174] 将烧结体工具置于膜沉积装置中,随后将该装置抽真空,此后将烧结体工具加热至 620℃,并使用 Xe 离子对其进行蚀刻。接着,在所述膜沉积装置中在立方氮化硼烧结体上

形成粘附层。按照如下方式提供粘附层：准备具有如下组成的靶，其中 W 含量为 75 原子%，Ni 含量为 25 原子%；引入 Ar，同时利用 1Pa 和 5kW 的电力对所述靶进行溅射，调整持续时间，从而提供 5nm 的厚度。将温度调节为 300℃并对靶进行溅射，从而使粘附层由非晶态和平均粒度为 1.1nm 的超细颗粒的混合相构成。

[0175] 接下来，通过电弧离子镀法在粘附层上形成硬质覆盖层。所述硬质覆盖层由第一覆盖层和形成于该第一覆盖层上的层（下文称之为“第二覆盖层”）构成，其中第一覆盖层由 $\text{Ti}_{0.7}\text{Zr}_{0.1}\text{Si}_{0.2}\text{N}$ 形成，并且厚度为 0.5 μm ，第二覆盖层为由 $\text{Ti}_{0.7}\text{Zr}_{0.1}\text{Si}_{0.2}\text{N}$ 和 $\text{Al}_{0.7}\text{Ti}_{0.3}\text{N}$ 交替沉积而形成的超多层结构，并且其厚度为 1 μm 。更具体而言，按照如下方式沉积第一覆盖层：将用来提供该组成的蒸发源作为阴极，从而进行冷阴极电弧放电以进行蒸发和电离，并且进行沉积，调整持续时间，从而提供上述厚度。使 $\text{Ti}_{0.7}\text{Zr}_{0.1}\text{Si}_{0.2}$ 和 $\text{Al}_{0.7}\text{Ti}_{0.3}$ 的这两种蒸发源同时放电，并使烧结体工具旋转通过各蒸发源之间，从而形成第二覆盖层。需要注意的是，通过施加 200kHz、-150V 至 0V 的脉冲偏压作为偏压，硬质覆盖层的应力为 -1.1GPa。在膜沉积的初期将基材的温度设定为 600℃，从而使第一覆盖层具有与粘附层的界面相距 20nm 以内且由粒度为 1.8nm 的柱状晶体构成的区域。

[0176] 由此制得实施例 903 的切削工具。

[0177] < 比较例 901 >

[0178] 将表面被覆烧结体与硬质合金基材的切削刃部分进行接合，从而制备切削工具。

[0179] 作为硬质合金基材，制备了 ISO 编号为 CNMA120408 所定义的几何形状的硬质合金（相当于 K10 硬质合金），其切削刃部分（或角部）具有按照以下将要描述的方式制得的、通过由 Ti-Zr-Cu 形成的蜡质材料接合至其上的立方氮化硼烧结体（几何形状：底面为等腰三角形且厚度为 2mm 的三棱镜状，该等腰三角形的顶角为 80°，并且将该顶角夹在中间的两腰的边长为 2mm），随后对中间产品的外周面以及上下表面进行研磨，从而获得具有倒棱面（nega-land）（宽度为 150 μm ，角度为 25 度）的切削刃（该产品在下文中被称为烧结体工具）。

[0180] 通过将粉状立方氮化硼与粘结剂用粉状原料（使用了 Ti、Al 和 W，使得粘结剂的组成为 TiCN 、 TiB_2 、 AlN 、 AlB_2 和 WC ）混合在一起，并在 1350℃和 5GPa 下烧结所得混合物，从而制备立方氮化硼 烧结体，使之含有 45 体积%的立方氮化硼。

[0181] 将烧结体工具置于膜沉积装置中，随后将该装置抽真空，此后将烧结体工具加热至 620℃，并使用 Xe 离子对其进行蚀刻。接着，在所述膜沉积装置中，未在立方氮化硼烧结体上形成粘附层，而是通过电弧离子镀法直接形成硬质覆盖层。该硬质覆盖层由 $\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{N}$ 构成，并且厚度为 3 μm 。更具体而言，将用来提供该组成的蒸发源作为阴极，从而进行冷阴极电弧放电以进行蒸发和电离，并且进行沉积，调整持续时间，从而提供上述厚度。需要注意的是，通过施加 50kHz、-150V 至 0V 的脉冲偏压作为偏压，硬质覆盖层的应力为 -1GPa。在膜沉积的初期将基材的温度设定为 600℃，从而使硬质覆盖层具有与粘附层的界面相距 20nm 以内且由粒度为 10nm 的柱状晶体构成的区域。

[0182] 由此制得比较例 901 的切削工具。

[0183] < 测量条件 >

[0184] 测量上述实施例和比较例的如下数值。

[0185] < 测量表面覆盖层 >

[0186] 通过如下测量评价粘附层的状态(或结构),包括厚度、组成和结晶度,以及粘附层的超细颗粒的平均粒度;更具体而言,首先,通过聚焦离子束(FIB)法制备包含立方氮化硼烧结体和表面覆盖层的截面。然后,利用扫描透射电子显微镜(STEM)/能量色散型X射线光谱(EDS)观察截面中立方氮化硼烧结体与粘附层之间的界面。

[0187] 随后,分别通过“STEM 观察”、“EDS 分析”和“电子衍射”来测量“厚度”、“组成”、“状态”以及硬质覆盖层(或第一覆盖层)中的、与硬质覆盖层和粘附层间的界面相距 20nm 以内的区域中的柱状晶体的粒度。另外,按照与对粘附层进行的相似的方法获得硬质覆盖层的厚度、组成等。

[0188] 值得注意的是,对经离子束处理至厚度为约 100nm 的样品进行 EDS 分析,并且将 STEM 的电子束直径设置为 1nm。在此情况中,调整电子束的入射角度,使得与其他金属元素成分(包括构成硬质覆盖层的金属元素)、B 等相比,粘附层或 W 的对比度最大。

[0189] 另外,粘附层具有不均匀性,在观察粘附层的组成时,可以检测出硬质覆盖层的元素和立方氮化硼烧结体的元素。另外,在形成粘附层或硬质覆盖层时,可以控制用于沉积膜的种类的能量,从而使粘附层与立方氮化硼烧结体或硬质覆盖层混合。然而,这也会产生上述分析结果。在这种情况下检测出的结果也作为粘附层的组成。

[0190] 值得注意的是,在 SEM 示出的组成图像中,观察到含 W 的粘附层具有尤其高的亮度,因此,可以通过观察是否存在此亮的层来简单地确定粘附层的存在。

[0191] <评价方法>

[0192] 使用上述获得的实施例和比较例的切削工具,在如下切削条件下进行两种切削测试。切削测试 A 主要评价硬质覆盖层的粘附性、耐磨性和由累积崩裂引起的裂纹(chippage),切削测试 B 可以评价硬质覆盖层的粘附性、耐磨性和抵抗较大崩裂的耐崩裂性。两种测试均显示了工具的寿命,即后刀面磨损量(Vb)达 0.2mm 所花费的时间(切削时间),切削时间越长,则表明立方氮化硼烧结体与表面覆盖层之间的粘附性越好(即,耐磨性和韧性优异)。结果如表 1-10 所示。值得注意的是,在这些表中,术语“脱落/崩裂”表示在切削测试期间,表面覆盖层脱落或者切削工具崩裂,因而无法测量其切削时间。

[0193] <切削测试 A (轻间断式测试)>

[0194] 切削速度 :V=120m/min

[0195] 进给速度 :f=0.3mm/rev

[0196] 切削深度 :d=0.3mm

[0197] 湿式 / 干式 :干式

[0198] 工件 :SCN435 渗碳材料(HRC62),具有氧化皮的圆棒

[0199] <切削测试 B (强间断式测试)>

[0200] 切削速度 :V=200m/min

[0201] 进给速度 :f=0.15mm/rev

[0202] 切削深度 :d=2.0mm

[0203] 湿式 / 干式 :干式

[0204] 工件 :SUJ2 (HRC60),具有 6 个纵向延伸的槽的圆棒

[0205] 表 1

[0206]

	立方氮化硼的含量 (体积%)	切削测试 A (分钟)	切削测试 B (分钟)
比较例 1	10	脱落/崩裂	脱落/崩裂
实施例 1	25	26	17
实施例 2	45	32	19
实施例 3	60	37	22
实施例 4	70	43	24
实施例 5	80	35	28
实施例 6	85	24	35
实施例 7	95	17	40
实施例 8	99	14	17
比较例 2	99.8	5	7

[0207] 表 2

[0208]

	W 的含量 (原子%)	(Ti + Cr)/W (原子比)	Co, Ni, Fe (原子%)	切削测试 A (分钟)	切削测试 B (分钟)
实施例 101	5	16	15	17	21
实施例 102	12	6.2	13.6	25	28
实施例 103	30	1.9	13	32	41
实施例 104	42	1.	16	38	46
实施例 105	58	0.7	1.4	34	40
实施例 106	80	0.2	4	31	30
实施例 107	95	-	5	27	23
实施例 108	99	-	-	26	17
实施例 109	99.5	-	-	20	14

[0209] 表 3

[0210]

	W 的含量 (原子%)	Cr 的含量 (相对于 W 的原子比)	Co (原子%)	切削测试 A (分钟)	切削测试 B (分钟)
实施例 201	55	0.01	44.5	16	27
实施例 202	50	0.5	25	32	31

[0211]

实施例 203	39	1.1	18.1	44	39
实施例 204	35	1.4	16	51	47
实施例 205	31	1.9	10.1	44	41
实施例 206	24	2.8	8.8	33	29
实施例 207	20	3.6	8	26	23

[0212] 表 4

[0213]

	Ti + Cr 的含量 (相对于 W 的原子比)	Ni (原子%)	切削测试 A (分钟)	切削测试 B (分钟)
实施例 301	2	0.05	15	17
实施例 302	2	0.15	31	24
实施例 303	1.9	4.3	39	32
实施例 304	1.8	7.6	46	42
实施例 305	1.7	11	37	37
实施例 306	1.4	20.8	31	36
实施例 307	1.1	30.7	25	27

[0214] 表 5

[0215]

	粘附层的厚度 (nm)	切削测试 A (分钟)	切削测试 B (分钟)
实施例 401	0.5	10	12
实施例 402	1.2	19	22
实施例 403	3	23	29
实施例 404	5	37	34
实施例 405	8	44	41
实施例 406	12	43	37
实施例 407	17	37	35
实施例 408	25	35	30
实施例 409	40	12	15

[0216] 表 6

[0217]

	粘附层的状态	切削测试 A (分钟)	切削测试 B (分钟)
实施例 501	非晶态	40	18
实施例 502	非晶态 + 超细颗粒 (0.7)	43	30
实施例 503	非晶态 + 超细颗粒 (1.2)	44	41
实施例 504	非晶态 + 超细颗粒 (2.5)	39	36
实施例 505	非晶态 + 超细颗粒 (3.2)	25	34
实施例 506	非晶态 + 超细颗粒 (4.8)	18	30
比较例 501	非晶态 + 细颗粒 (20)	脱落/崩裂	脱落/崩裂

[0218] 在上表中,“非晶态”表示粘附层具有非晶态,“非晶态 + 超细颗粒”表示粘附层为非

晶态和超细颗粒的混合相。括号中的数值表示超细颗粒的平均粒度(nm)。“非晶态+细颗粒”表示粘附层为非晶态和细颗粒的混合相。括号中的数值表示细颗粒的平均粒度(nm)。

[0219] 表 7

[0220]

	硬质覆盖层的应力 (GPa)	切削测试 A (分钟)	切削测试 B (分钟)
实施例 601	+1	崩裂	崩裂
实施例 602	+0.3	33	16
实施例 603	-0.1	39	28
实施例 604	-0.7	46	40
实施例 605	-1.2	35	33
实施例 606	-1.4	25	29
实施例 607	-3	脱落/崩裂	脱落/崩裂

[0221] 表 8

[0222]

	硬质覆盖层的厚度 (μm)	切削测试 A (分钟)	切削测试 B (分钟)
实施例 701	0.2	崩裂	崩裂
实施例 702	0.7	45	40
实施例 703	1.5	50	43
实施例 704	3.1	48	46
实施例 705	5	46	28
实施例 706	12	41	17
实施例 707	18	37	12
实施例 708	25	脱落/崩裂	脱落/崩裂

[0223] 表 9

[0224]

	20 nm 以内的直径 (nm)	切削测试 A (分钟)	切削测试 B (分钟)
实施例 801	0.5	15	18
实施例 802	2	30	38
实施例 803	4	45	41
实施例 804	8	40	30
实施例 805	15	39	23
实施例 806	25	12	16

[0225] 表 10

[0226]

	切削测试 A (分钟)	切削测试 B (分钟)
实施例 901	49	43
实施例 902	44	41
实施例 903	50	46
比较例 901	脱落/崩裂	脱落/崩裂

[0227] 从表 1-10 中可明显看出,经证实,本发明实施例提供的工具的寿命明显长于比较例的工具的寿命。也就是说,已经证实,本发明的表面被覆烧结体使得立方氮化硼烧结体与表面覆盖层之间具有优异的粘附性,并且本发明的表面被覆烧结体具有优异的耐磨性和韧性。

[0228] 虽然已经对本发明的实施方案和实施例进行了上述说明,但是从开始就表示过可根据需要来组合上述实施方案和实施例的各构成。

[0229] 尽管已对本发明进行了详细说明和描述,但是应当理解,本文所公开的实施方案和实施例在各方面都是示例性的,而非限定性的。本发明的范围由权利要求书来限定,并且本发明旨在涵盖与权利要求等同的含义和范围内的任何更改。