



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105073312 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 18

(21) 申请号 201480018940. 1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2014. 02. 26

*B23B 27/14*(2006. 01)

(30) 优先权数据

*B23B 27/20*(2006. 01)

2013-073493 2013. 03. 29 JP

*G23C 14/06*(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 09. 28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2014/054685 2014. 02. 26

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/156447 JA 2014. 10. 02

(71) 申请人 住友电工硬质合金株式会社

地址 日本兵库县

(72) 发明人 濑户山诚 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 常海涛 高钊

权利要求书3页 说明书22页 附图1页

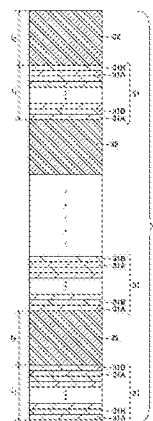
按照条约第19条修改的权利要求书3页

(54) 发明名称

表面被覆氮化硼烧结体工具

(57) 摘要

本发明提供了一种表面被覆氮化硼烧结体工具,其中至少切削刃部分包括立方氮化硼烧结体和形成在所述立方氮化硼烧结体表面上的覆层(10)。覆层(10)的B层(30)包括交替层叠的至少两种类型的薄膜层(31, 32),其中该薄膜层(31, 32)具有不同的组成。薄膜层中的一种类型的B1薄膜层(31)包括交替层叠的至少两种类型的具有不同组成的化合物层(31A, 32B)。各化合物层(31A, 32B)的厚度为至少0.5nm且小于30nm。薄膜层中不同于B1薄膜层(31)的B2薄膜层(32)的厚度为30nm以上且小于200nm。



1. 一种表面被覆氮化硼烧结体工具,其中至少切削刃部分包括立方氮化硼烧结体和形成在所述立方氮化硼烧结体的表面上的覆层,

所述立方氮化硼烧结体包含 30 体积%以上 80 体积%以下的立方氮化硼,并且还包含结合相,所述结合相包含铝化合物、不可避免的杂质、以及选自在日本使用的元素周期表中的 4 族元素、5 族元素和 6 族元素的氮化物、碳化物、硼化物和氧化物及其固溶体构成的组中的至少一种化合物,

所述覆层包括 A 层和 B 层,

所述 A 层由  $MLa_{za1}$  构成,其中 M 表示 Al、Si、以及在日本使用的元素周期表中的 4 族元素、5 族元素和 6 族元素中的一种或多种;La 表示 B、C、N 和 O 中的一种或多种;且  $za1$  为 0.85 以上 1.0 以下,

所述 B 层是通过交替层叠一层或多层的各薄膜层而形成的,其中所述各薄膜层为具有不同组成的两种或多种薄膜层,

每个所述薄膜层的厚度大于 30nm 且小于 200nm,

作为所述薄膜层之一的 B1 薄膜层是通过交替层叠一层或多层的各化合物层而形成的,其中所述各化合物层为具有不同组成的两种或多种化合物层,

每个所述化合物层的厚度为 0.5nm 以上且小于 30nm,

作为所述化合物层之一的 B1a 化合物层由  $(Ti_{1-xb1-yb1}Si_{xb1}M1_{yb1})(C_{1-zb1}N_{zb1})$  构成,其中 M1 表示 Al、以及在日本使用的元素周期表中除了 Ti 之外的 4 族元素、5 族元素和 6 族元素中的一种或多种; $xb1$  为 0.01 以上 0.25 以下; $yb1$  为 0 以上 0.7 以下;且  $zb1$  为 0.4 以上 1 以下,

作为所述化合物层之一的不同于所述 B1a 化合物层的 B1b 化合物层由  $(Al_{1-xb2}M2_{xb2})(C_{1-zb2}N_{zb2})$  构成,其中 M2 表示 Si、以及在日本使用的元素周期表中的 4 族元素、5 族元素和 6 族元素中的一种或多种; $xb2$  为 0.2 以上 0.77 以下;且  $zb2$  为 0.4 以上 1 以下,

作为所述薄膜层之一的不同于所述 B1 薄膜层的 B2 薄膜层由  $(Al_{1-xb3}M3_{xb3})(C_{1-zb3}N_{zb3})$  构成,其中 M3 表示 Si、以及在日本使用的元素周期表中的 4 族元素、5 族元素和 6 族元素中的一种或多种; $xb3$  为 0.2 以上 0.77 以下;且  $zb3$  为 0.4 以上 1 以下,

所述 A 层的厚度为 0.2  $\mu\text{m}$  以上 10  $\mu\text{m}$  以下,

所述 B 层的厚度为 0.06  $\mu\text{m}$  以上 5  $\mu\text{m}$  以下,并且

所述覆层的整体厚度为 0.26  $\mu\text{m}$  以上 15  $\mu\text{m}$  以下。

2. 根据权利要求 1 所述的表面被覆氮化硼烧结体工具,其中

所述 A 层由  $(Ti_{1-xa}Ma_{xa})(C_{1-za2}N_{za2})$  构成,其中 Ma 表示 Al、Si、以及在日本使用的元素周期表中除了 Ti 之外的 4 族元素、5 族元素和 6 族元素中的一种或多种; $xa$  为 0 以上 0.7 以下;且  $za2$  为 0 以上 1 以下。

3. 根据权利要求 2 所述的表面被覆氮化硼烧结体工具,其中

在所述 A 层中, N 的组成  $za2$  从立方氮化硼烧结体侧朝向所述 A 层的表面侧以阶梯式或坡度式的方式变化。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的表面被覆氮化硼烧结体工具,其中

所述 A 层在其表面侧具有这样的区域,该区域的 C 组成高于所述立方氮化硼烧结体侧的 C 组成。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的表面被覆氮化硼烧结体工具,其中所述 M2 表示 Ti 和 Cr 中的至少一者,且所述 M2 的组成  $x_{b2}$  为 0.25 以上 0.5 以下。
6. 根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的表面被覆氮化硼烧结体工具,其中所述 M3 表示 Ti 和 Cr 中的至少一者,且所述 M3 的组成  $x_{b3}$  为 0.25 以上 0.5 以下。
7. 根据权利要求 6 所述的表面被覆氮化硼烧结体工具,其中所述 M3 表示与所述 M2 的元素相同的元素,且所述 M3 的组成  $x_{b3}$  的值与所述 M2 的组成  $x_{b2}$  的值相同。
8. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的表面被覆氮化硼烧结体工具,其中所述 B2 薄膜层的平均厚度  $t_2$  与所述 B1 薄膜层的平均厚度  $t_1$  之比  $t_2/t_1$  落入  $0.5 < t_2/t_1 \leq 10.0$  的范围内。
9. 根据权利要求 8 所述的表面被覆氮化硼烧结体工具,其中所述  $t_2/t_1$  落入  $0.7 < t_2/t_1 \leq 5.0$  的范围内。
10. 根据权利要求 8 或 9 所述的表面被覆氮化硼烧结体工具,其中所述 B 层位于比所述 A 层更接近立方氮化硼烧结体侧的位置,且所述  $t_2/t_1$  在所述立方氮化硼烧结体侧落入  $1.1 < t_2/t_1 \leq 5.0$  的范围内,所述  $t_2/t_1$  在朝向所述 A 层的方向上降低,并且所述  $t_2/t_1$  在 A 层侧落入  $0.7 < t_2/t_1 < 2$  的范围内。
11. 根据权利要求 1 至 10 中任一项所述的表面被覆氮化硼烧结体工具,其中所述 B 层整体的 Si 组成的平均值为 0.003 以上 0.1 以下。
12. 根据权利要求 11 所述的表面被覆氮化硼烧结体工具,其中所述 B 层整体的 Si 组成的平均值为 0.005 以上 0.07 以下。
13. 根据权利要求 1 至 12 中任一项所述的表面被覆氮化硼烧结体工具,其中所述 A 层位于比所述 B 层更接近所述表面被覆氮化硼烧结体工具的表面侧的位置。
14. 根据权利要求 1 至 13 中任一项所述的表面被覆氮化硼烧结体工具,其中所述覆层还包括位于所述 A 层和所述 B 层之间的 C 层,所述 C 层由  $McLc_{z_c}$  构成,其中 Mc 表示 Al、Si、以及在日本使用的元素周期表中的 4 族元素、5 族元素和 6 族元素中的一种或多种;Lc 表示 B、C、N 和 O 中的一种或多种;且  $z_c$  为 0 以上 0.85 以下,且所述 C 层的厚度为  $0.005 \mu\text{m}$  以上  $0.5 \mu\text{m}$  以下。
15. 根据权利要求 14 所述的表面被覆氮化硼烧结体工具,其中所述 Lc 的组成  $z_c$  大于 0 且小于 0.7。
16. 根据权利要求 14 或 15 所述的表面被覆氮化硼烧结体工具,其中所述 C 层包含至少一种或多种形成所述 A 层和所述 B 层的元素。
17. 根据权利要求 1 至 16 中任一项所述的表面被覆氮化硼烧结体工具,其中所述覆层还包括位于所述立方氮化硼烧结体和所述 B 层之间的 D 层,且所述 D 层由  $MdLd_{z_d}$  构成,其中 Md 表示 Al、Si、以及在日本使用的元素周期表中的 4 族元素、5 族元素和 6 族元素中的一种或多种;Ld 表示 B、C、N 和 O 中的一种或多种;且  $z_d$  为 0.85 以上 1 以下。
18. 根据权利要求 1 至 17 中任一项所述的表面被覆氮化硼烧结体工具,其中所述立方氮化硼烧结体包含 50 体积%以上 65 体积%以下的所述立方氮化硼。

19. 根据权利要求 1 至 18 中任一项所述的表面被覆氮化硼烧结体工具, 其中在所述立方氮化硼烧结体和所述覆层之间的界面处, 由所述立方氮化硼制成的颗粒朝向所述覆层的突出程度大于所述结合相朝向所述覆层的突出程度, 且

由所述立方氮化硼制成的颗粒和所述结合相之间的高度差为  $0.05\ \mu\text{m}$  以上  $1.0\ \mu\text{m}$  以下。

20. 根据权利要求 1 至 19 中任一项所述的表面被覆氮化硼烧结体工具, 其中由所述立方氮化硼烧结体和所述覆层之间的界面处向所述立方氮化硼烧结体的内部, 所述立方氮化硼烧结体中的所述立方氮化硼的体积含量增加。

21. 根据权利要求 1 至 20 中任一项所述的表面被覆氮化硼烧结体工具, 其中由所述立方氮化硼烧结体和所述覆层之间的界面处向所述立方氮化硼烧结体的内部, 包含在所述立方氮化硼烧结体中的所述立方氮化硼的粒径增大。

## 表面被覆氮化硼烧结体工具

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种表面被覆氮化硼烧结体工具,其中至少切削刃部分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覆层。

### 背景技术

[0002] 其中立方氮化硼烧结体的表面上被覆有陶瓷材料等的覆层的工具展示出了优良的耐磨性,因此将这些工具用作切削淬火钢用切削工具。近年来,在这种切削加工中需要高精度,因此需要改进工件表面的表面粗糙度。

[0003] 为了满足该需求,例如 WO 2010/150335(专利文献 1) 和 W02012/005275(专利文献 2) 提出了其中立方氮化硼烧结体的表面上被覆有覆膜的工具,其中上述覆膜由下层和上层构成,所述下层由具有特定陶瓷组成的多个层制成,而所述上层由薄膜层制成。

[0004] 此外,作为这种被覆有多个层的工具的基材,(例如)还使用了硬质合金来代替立方氮化硼烧结体(日本专利待审公开 No. 2008-188689(专利文献 3) 和日本专利公开 No. 2008-534297(专利文献 4))。

[0005] 引用列表

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献 1 :WO 2010/150335

[0008] 专利文献 2 :WO 2012/005275

[0009] 专利文献 3 :日本专利待审公开 No. 2008-188689

[0010] 专利文献 4 :日本专利公开 No. 2008-534297

### 发明内容

[0011] 技术问题

[0012] 已知的是使用如下所述的工具作为钢加工用切削工具改进了耐磨性:在所述工具中,由硬质合金制成的基材的表面被覆有具有陶瓷组成的多个层。然而,在加工淬火钢的情况下,即使用于该应用中的采用立方氮化硼烧结体作为基材的切削工具的表面被覆有具有陶瓷组成的多个层,也没有改进耐磨性。还需要进一步改进工件表面的表面粗糙度。例如,在低装置刚性、低工件刚性等的环境中对淬火钢进行加工等的情况中,也需要改进工件的表面粗糙度。

[0013] 鉴于上述情况完成了本发明,本发明的目的在于尤其在低装置刚性、低工件刚性等的环境中对淬火钢进行加工等的情况中,抑制工具在副切削刃部分的边界耐磨,从而即使在将工件的表面粗糙度作为判定表面被覆氮化硼烧结体工具的使用寿命的标准的高精度加工中,也能增强工具的性能,其中在所述工具中,至少切削刃部分包括由立方氮化硼烧结体制成的基材。

[0014] 解决问题的手段

[0015] 为了解决上述问题,本发明的发明人研究了当加工淬火钢时出现的工具磨损的

情况。由此,揭示了除了常见的月牙洼磨损和后刀面磨损之外,在副切削刃部(磨损部分的一端)的边界处还会发生边界磨损,该边界磨损最为显著地影响工具使用寿命。特别地,已表明在低装置刚性、低工件刚性等的环境中对淬火钢进行加工等的情况中,与工件接触的部分会经受轻微的振动,这使得工具的覆层出现细微的裂缝,由此在副切削刃的边界出现边界磨损并伴随崩裂。

[0016] 本发明人基于该发现进行了深入研究,结果发现为了抑制这种边界磨损,最有效的是以特定的层叠方式层叠具有特定组成的层,基于该发现进行了进一步研究从而完成了本发明。

[0017] 在根据本发明的表面被覆氮化硼烧结体工具中,至少切削刃部分包括立方氮化硼烧结体和形成在所述立方氮化硼烧结体表面上的覆层。所述立方氮化硼烧结体包含 30 体积%以上 80 体积%以下的立方氮化硼,并且还包含结合相,该结合相包含铝化合物、不可避免的杂质、以及选自在日本使用的元素周期表中的 4 族元素、5 族元素和 6 族元素的氮化物、碳化物、硼化物和氧化物及其固溶体所构成的组中的至少一种化合物。覆层包括 A 层和 B 层。A 层由  $M\text{La}_{za1}$  构成,其中 M 表示 Al、Si、以及元素周期表中的 4 族元素、5 族元素和 6 族元素中的一种或多种;La 表示 B、C、N 和 O 中的一种或多种;且  $za1$  为 0.85 以上 1.0 以下。B 层是通过交替层叠一层或多层的各薄膜层而形成的,其中所述各薄膜层为具有不同组成的两种或多种薄膜层。各薄膜层的厚度大于 30nm 且小于 200nm。作为薄膜层之一的 B1 薄膜层是通过交替层叠一层或多层的各化合物层而形成的,其中所述各化合物层为具有不同组成的两种或多种化合物层。各化合物层的厚度为 0.5nm 以上且小于 30nm。作为化合物层之一的 B1a 化合物层由  $(\text{Ti}_{1-xb1-yb1}\text{Si}_{xb1}\text{M}_{1yb1})(\text{C}_{1-zb1}\text{N}_{zb1})$  构成,其中 M1 表示 Al、以及在日本使用的元素周期表中除了 Ti 之外的 4 族元素、5 族元素和 6 族元素中的一种或多种; $xb1$  为 0.01 以上 0.25 以下; $yb1$  为 0 以上 0.7 以下;且  $zb1$  为 0.4 以上 1 以下。作为所述化合物层中不同于 B1a 化合物层的 B1b 化合物层由  $(\text{Al}_{1-xb2}\text{M}_{2xb2})(\text{C}_{1-zb2}\text{N}_{zb2})$  构成,其中 M2 表示 Si 以及在日本使用的元素周期表中的 4 族元素、5 族元素和 6 族元素中的一种或多种; $xb2$  为 0.2 以上 0.77 以下;且  $zb2$  为 0.4 以上 1 以下。作为薄膜层之一的不同于 B1 薄膜层的 B2 薄膜层由  $(\text{Al}_{1-xb3}\text{M}_{3xb3})(\text{C}_{1-zb3}\text{N}_{zb3})$  构成,其中 M3 表示 Si、以及在日本使用的元素周期表中的 4 族元素、5 族元素和 6 族元素中的一种或多种; $xb3$  为 0.2 以上 0.77 以下;且  $zb3$  为 0.4 以上 1 以下。所述 A 层的厚度为 0.2  $\mu\text{m}$  以上 10  $\mu\text{m}$  以下。B 层的厚度为 0.06  $\mu\text{m}$  以上 5  $\mu\text{m}$  以下。覆层的整体厚度为 0.26  $\mu\text{m}$  以上 15  $\mu\text{m}$  以下。

[0018] 发明的有益效果

[0019] 根据本发明,尤其在低装置刚性、低工件刚性等的环境中对淬火钢进行加工等的情况中,能够抑制副切削刃部分的边界耐磨,从而即使在利用工件的表面粗糙度作为判定表面被覆氮化硼烧结体工具的使用寿命的标准的高精度加工中,也能增强所述工具的性能。

## 附图说明

[0020] 图 1 是示出了根据本发明实施例的表面被覆氮化硼烧结体工具的一个示例性结构的截面视图。

[0021] 图 2 是示出了根据本发明实施例的表面被覆氮化硼烧结体工具的主要部分的一

个示例性结构的截面视图。

### 具体实施方式

[0022] 下文将更详细地描述本发明。在实施方案的以下说明中,结合附图给出所述说明,其中相同的附图标记表示相同或相应的元件。

[0023] <表面被覆氮化硼烧结体工具的结构>

[0024] 至少根据本发明的表面被覆氮化硼烧结体工具的切削刃部分包括立方氮化硼烧结体(以下称为“cBN 烧结体”,术语“cBN”为立方氮化硼(cubic Boron Nitride)的缩写)和在所述 cBN 烧结体的表面上形成的覆层。具有这种基本结构的表面被覆氮化硼烧结体工具尤其能够有效地用于机械加工(例如切削)烧结合金和难加工铸铁,或者用于加工淬火钢,此外还能适用于除了上述之外的普通金属的各种加工。

[0025] <cBN 烧结体>

[0026] 在表面被覆氮化硼烧结体工具的切削刃部分中,cBN 烧结体构成所述工具的基材,并且所述 cBN 烧结体包含 30 体积%以上 80 体积%以下的立方氮化硼(以下称为“cBN”),并且还包含结合相。本文中所用的结合相包含铝化合物、不可避免的杂质以及选自由在日本使用的元素周期表中的 4 族元素、5 族元素和 6 族元素的氮化物、碳化物、硼化物和氧化物及其固溶体构成的组中的至少一种化合物。结合相将 cBN 结合在一起。当 cBN 烧结体含有 30 体积%以上的 cBN 时,能够防止表面被覆氮化硼烧结体工具的基材的耐磨性降低。此外,当 cBN 烧结体包含 80 体积%以下的 cBN 时,cBN 可以分散在 cBN 烧结体中,从而通过结合相确保了 cBN 之间的接合强度。本文中,根据以下方法确定 cBN 的体积含量。对 cBN 烧结体进行镜面抛光,然后用电子显微镜以 2000 倍的放大倍率获得 cBN 烧结体中给定区域的结构反射电子图像。此时,cBN 颗粒(以下称为“cBN 颗粒”)以黑色区域示出,结合相以灰色或白色区域示出。由获得的 cBN 烧结体结构的图像,利用图像处理对 cBN 烧结体区域和结合相区域进行二值化以确定 cBN 颗粒的占有面积。通过将所确定的 cBN 颗粒的占有面积代入如下公式能够确定 cBN 的体积含量:

[0027] (cBN 的体积含量) = (cBN 颗粒的占有面积)/(cBN 烧结体结构的成像面积) × 100。

[0028] 优选地,cBN 烧结体包含 50 体积%以上 65 体积%以下的 cBN。当 cBN 烧结体包含 50 体积%以上的 cBN 时,可以提供在耐磨性和耐缺损性之间具有优异均衡性的表面被覆氮化硼烧结体工具的基材。此外,当 cBN 烧结体包含 65 体积%以下的 cBN 时,则能够通过结合相而增加 cBN 之间的接合强度。

[0029] 优选地,在 cBN 烧结体和覆层之间的界面处,cBN 颗粒朝向覆层的突出程度大于结合相的突出程度。这增加了 cBN 烧结体和覆层之间的密着性。更优选地,cBN 颗粒和结合相之间的高度差为 0.05 μm 以上 1.0 μm 以下。当高度差在 0.05 μm 以上时,可以实现锚定效果。此外,当高度差在 1.0 μm 以下时,能够抑制 cBN 颗粒从 cBN 烧结体中脱落。更优选地,cBN 颗粒和结合相之间的高度差为 0.1 μm 以上 0.5 μm 以下。当高度差在 0.1 μm 以上时,可以有效地实现锚定效果。此外,当高度差在 0.5 μm 以下时,能够进一步抑制 cBN 颗粒从 cBN 烧结体中脱落。此处,按照与以下所述的测量覆层的整体厚度等相同的方法测定高度差。

[0030] 优选地,由 cBN 烧结体和覆层之间的界面处向 cBN 烧结体的内部,cBN 烧结体中的 cBN 体积含量增加。因此,在 cBN 烧结体和覆层之间的界面处,结合相的体积含量高于 cBN 的体积含量,其结果是提高了 cBN 烧结体和覆层之间的密着性。另一方面,在 cBN 烧结体的内部,cBN 的体积含量高于结合相的体积含量,这使得 cBN 烧结体的耐缺损性得以提高。例如,接近与覆层间的界面处(在朝向 cBN 烧结体的内部的方向上距离 cBN 烧结体和覆层之间的界面  $0\ \mu\text{m}$  以上  $20\ \mu\text{m}$  以下的区域)的 cBN 体积含量为 40%。在 cBN 烧结体的厚度方向上的中心附近(在朝向 cBN 烧结体的内部的方向上距离 cBN 烧结体和覆层之间的界面  $20\ \mu\text{m}$  以上  $100\ \mu\text{m}$  以下的区域),cBN 体积含量为 60%。

[0031] 优选地,由 cBN 烧结体和覆层之间的界面处向 cBN 烧结体的内部,包含在 cBN 烧结体中的 cBN 颗粒的粒径增大。因此,在 cBN 烧结体和覆层之间的界面处,cBN 颗粒的粒径较小,其结果是提高了 cBN 烧结体和覆层之间的密着性。另一方面,在 cBN 烧结体的内部,cBN 颗粒的粒径较大,这提高了韧性。例如,在朝向 cBN 烧结体的内部的方向上距离 cBN 烧结体和覆层之间的界面  $0\ \mu\text{m}$  以上  $20\ \mu\text{m}$  以下的区域内,cBN 颗粒的粒径为  $0.1\ \mu\text{m}$  以上  $1\ \mu\text{m}$  以下。在朝向 cBN 烧结体的内部的方向上距离 cBN 烧结体和覆层之间的界面  $20\ \mu\text{m}$  以上  $300\ \mu\text{m}$  以下的区域内,cBN 颗粒的粒径为  $2\ \mu\text{m}$  以上  $10\ \mu\text{m}$  以下。在本文中,按以下方法测定 cBN 颗粒的粒径。在确定 cBN 的体积含量时所获得的 cBN 烧结体结构的反射电子图像中,测量与 cBN 颗粒外接的圆的直径,并且将所测定的直径确定为 cBN 颗粒的粒径。

[0032] 值得注意的是,所述 cBN 烧结体可以设置在表面被覆氮化硼烧结体工具的切削刃部分。因此,表面被覆氮化硼烧结体工具的基材可以包括由 cBN 烧结体制成的切削刃部分、以及由不同于 cBN 烧结体的材料(例如,硬质合金)制成的基材本体。在这种情况下,优选利用介于切削刃部分与基材本体之间的钎焊材料等将由 cBN 烧结体制成的切削刃部分接合至基材本体上。可以考虑接合强度或熔点来选择钎焊材料。cBN 烧结体也可构成表面被覆氮化硼烧结体工具的整个基材。

[0033] <覆层>

[0034] 覆层包括 A 层和 B 层。只要本发明的覆层包括 A 层和 B 层,它还可以包括除了 A 层和 B 层之外的其他层。这种其他层的例子可包括但不限于如下所述的位于 A 层和 B 层之间的 C 层,以及作为底层的 D 层。

[0035] 覆层的厚度为  $0.26\ \mu\text{m}$  以上  $15\ \mu\text{m}$  以下。当覆层的厚度为  $0.26\ \mu\text{m}$  以上时,能够防止发生由于覆层的厚度变小而造成的表面被覆氮化硼烧结体工具的耐磨性劣化。当覆层的厚度为  $15\ \mu\text{m}$  以下时,能够改善覆层在切削的初始阶段的耐崩裂性。覆层的厚度优选为  $1.0\ \mu\text{m}$  以上  $4.0\ \mu\text{m}$  以下。

[0036] 在本文中,覆层的整体厚度和下述每个层的厚度、以及层叠层的数量均通过以下方式确定:切削表面被覆氮化硼烧结体工具,并用 SEM(扫描电子显微镜)或 TEM(透射电子显微镜)观察截面。用配备有 SEM 或 TEM 的 EDX 分析仪(能量色散型 X 射线分析仪)测定构成覆层的下述各层的组成。

[0037] 覆层可以仅设置在表面被覆氮化硼烧结体工具的切削刃部分,它也可以设置在表面被覆氮化硼烧结体工具基材的全部表面上,或者可以不设置在与切削刃部分区域不同的部分。或者,在与切削刃部分不同的区域中,覆层中的一部分的层叠结构可以是部分不同的。

[0038] <A层>

[0039] A层由 $MLa_{za1}$ 构成,其中M表示Al、Si、以及在日本使用的元素周期表中的4族元素、5族元素和6族元素中的一种或多种;La表示B、C、N和O中的一种或多种;且 $za1$ 为0.85以上1.0以下。这使得A层能够发生平滑磨损。换句话说,A层发生磨损而不会发生剥落、破损、崩裂等。因此,能够改善表面被覆氮化硼烧结体工具的耐月牙洼磨损性和耐后刀面磨损性。

[0040] A层优选由 $(Ti_{1-xa}Ma_{xa})(C_{1-za2}N_{za2})$ 构成,其中Ma表示Al、Si、以及在日本使用的元素周期表中除了Ti之外的4族元素、5族元素和6族元素中的一种或多种; $xa$ 为0以上0.7以下; $za2$ 为0以上1以下。当A层包含Ti时,可以进一步抑制磨损过程中A层的剥落、破损、崩裂等。更优选地, $Ma$ 的组成 $xa$ 为0以上0.3以下。其使得进一步抑制了磨损过程中A层的剥落、破损、崩裂等。值得注意的是,当A层由 $(Ti_{1-xa(1)-xa(2)}Ma(1)_{xa(1)}Ma(2)_{xa(2)})(C_{1-za2}N_{za2})$ 组成时, $xa(1)$ 和 $xa(2)$ 之和优选在上述范围内。这也同样适用于如下所述的B层、C层和D层。

[0041] 优选地,在A层中,N的组成从A层的cBN烧结体侧朝向其表面侧以阶梯式或坡度式的方式变化。例如,当A层的cBN烧结体侧的N组成高时,能够改善耐缺损性和耐剥落性。当A层的表面侧的N组成低时,能够进一步抑制A层在磨损期间的剥落、破损、崩裂等。此处所使用的表述“N的组成从A层的cBN烧结体侧朝向其表面侧以阶梯式的方式改变”是指由A层的cBN烧结体侧朝向A层的表面侧,N的组成不连续地升高或降低,这意味着(例如)通过层叠具有不同N组成的两种以上的层而获得的结构。此处所使用的表述“N的组成从A层的cBN烧结体侧朝向其表面侧以坡度式的方式变化”是指由A层的cBN烧结体侧朝向A层的表面侧,N的组成连续地升高或降低,这意味着(例如)在连续地改变N原料气体与C原料气体之间的流速比的同时形成的结构。

[0042] 优选地,A层在其表面侧具有这样的区域,该区域中的C组成高于A层的cBN烧结体侧的C组成。其结果是改善了A层的cBN烧结体侧的耐缺损性和耐剥落性,同时进一步抑制了A层的表面侧在磨损期间发生A层的剥落、破损、崩裂等。此处所使用的表述“A层的cBN烧结体侧”是指指如下两个区域中较窄的那个区域,这两个区域为:在朝向A层的内部的方向上,距离A层的最接近cBN烧结体的面 $0\mu m$ 以上A层厚度的 $1/2$ 以下的区域;和在朝向A层的内部的方向上,距离A层的最接近cBN烧结体的面 $0\mu m$ 以上 $0.1\mu m$ 以下的区域。此处所使用的表述“A层的表面侧”是指A层的cBN烧结体侧的相对侧,其为不同于A层的cBN烧结体侧的部分。

[0043] A层的厚度为 $0.2\mu m$ 以上 $10\mu m$ 以下。当A层的厚度为 $0.2\mu m$ 以上时,能够提供具有优异的耐月牙洼磨损性和耐后刀面磨损性的表面被覆氮化硼烧结体工具。另一方面,当A层的厚度超过 $10\mu m$ 时,可能难以进一步改善表面被覆氮化硼烧结体工具的耐月牙洼磨损性和耐后刀面磨损性。

[0044] A层优选位于比B层更接近表面被覆氮化硼烧结体工具的表面侧的位置。因此,由于A层经历平滑磨损,所以能够抑制裂缝的形成。即使形成裂缝,B层也能够抑制裂缝朝向基材蔓延。

[0045] <B层>

[0046] B层是通过交替层叠一层或多层的各薄膜层而形成的,其中所述各薄膜层为具有

不同组成的两种或多种薄膜层。在下文中,将通过示例的方式描述具有这样结构的B层,在所述结构中,一层或多层的各B1薄膜层和B2薄膜层被交替层叠。然而,本发明的B层还可包括B1薄膜层和B2薄膜层以外的其他层,只要B层包括B1薄膜层和B2薄膜层即可。B层的厚度为0.06 μm以上5 μm以下。

[0047] 优选地,B层整体的Si组成的平均值为0.003以上0.1以下。这提高了B层的耐剥落性,从而阻止了氧气进入B层和A层或基材之间的界面。B层整体的Si组成的平均值更优选为0.005以上0.07以下,甚至更优选为0.007以上0.05以下。本文中,使用以下等式确定B层整体的Si组成的平均值:

[0048] (B层整体的Si组成的平均值) = [ {(构成B层的各层的Si组成) × (各层的厚度)} 的总和 ] / (B层的总厚度)。

[0049] B1薄膜层是通过交替层叠一层或多层的各化合物层而形成的,其中各化合物层为具有不同组成的两种或多种化合物层。在下文中,将通过示例的方式描述具有这样结构的B1薄膜层,在所述结构中,一层或多层的各B1a化合物层和B1b化合物层被交替层叠。然而,本发明的B1薄膜层还可包括B1a化合物层和B1b化合物层以外的其他层,只要B1薄膜层包括B1a化合物层和B1b化合物层即可。B1薄膜层的厚度为大于30nm且小于200nm。

[0050] B1a化合物层由  $(Ti_{1-xb1-yb1}Si_{xb1}M1_{yb1})(C_{1-zb1}N_{zb1})$  构成,其中M1表示Al、以及在日本使用的元素周期表中除了Ti之外的4族元素、5族元素和6族元素中的一种或多种;xb1为0.01以上0.25以下;yb1为0以上0.7以下;且zb1为0.4以上1以下。B1a化合物层的厚度为0.5nm以上且小于30nm。

[0051] B1b化合物层由  $(Al_{1-xb2}M2_{xb2})(C_{1-zb2}N_{zb2})$  构成,其中M2表示Si、以及在日本使用的元素周期表中的4族元素、5族元素和6族元素中的一种或多种;xb2为0.2以上0.77以下;且zb2为0.4以上1以下。M2优选表示Ti和Cr中的至少一者。M2的组成xb2优选为0.25以上0.5以下,且更优选为0.25以上0.4以下。B1b化合物层的厚度为0.5nm以上且小于30nm。

[0052] B2薄膜层由  $(Al_{1-xb3}M3_{xb3})(C_{1-zb3}N_{zb3})$  构成,其中M3表示Si、以及在日本使用的元素周期表中的4族元素、5族元素和6族元素中的一种或多种;xb3为0.2以上0.77以下;且zb3为0.4以上1以下。M3优选表示Ti和Cr中的至少一者,且更优选表示与M2的元素相同的元素。M3的组成xb3优选为0.25以上0.5以下,更优选为0.25以上0.4以下,且还更优选具有与M2的组成xb2的值相同的值。B2薄膜层的厚度为大于30nm且小于200nm。

[0053] 优选地,B2薄膜层的平均厚度t2与B1薄膜层的平均厚度t1之比t2/t1落入 $0.5 < t2/t1 \leq 10.0$ 的范围内。这使得表面被覆氮化硼烧结体工具的耐边界磨损性等(例如,在低装置刚性、低工件刚性等的环境中对淬火钢进行加工等的情况中,表面被覆氮化硼烧结体工具的耐边界磨损性)得到进一步改善。此处,使用以下等式确定B1薄膜层的平均厚度t1。也用类似的方式确定B2薄膜层的平均厚度t2。

[0054] (B1薄膜层的平均厚度t1) = (B1薄膜层的厚度总和) / (B1薄膜层的层数)。

[0055] 更优选地,t2/t1落入 $0.7 < t2/t1 \leq 5.0$ 的范围内。这使得表面被覆氮化硼烧结体工具的耐边界磨损性等(例如,在低装置刚性、低工件刚性等的环境中对淬火钢进行加工等的情况中,表面被覆氮化硼烧结体工具的耐边界磨损性)得到进一步改善。由此,可以提供对于重复冲击、振动等具有优异耐磨性的表面被覆氮化硼烧结体工具。更优选地,t2/

t1 落入  $1.1 < t_2/t_1 \leq 4.5$  的范围内。

[0056] 甚至更优选地,在 A 层位于比 B 层更接近表面侧的位置时,在 cBN 烧结体侧,  $t_2/t_1$  落入  $1.1 < t_2/t_1 \leq 5.0$  的范围内,并且在朝向 A 层的方向上  $t_2/t_1$  降低,并在 A 层侧落入  $0.7 < t_2/t_1 < 2$  的范围内。如此抑制了在 B 层的 A 层侧上形成裂缝,同时在 B 层的 cBN 烧结体侧抑制了裂缝朝向 cBN 烧结体蔓延。此处所使用的“B 层的 A 层侧”是指最接近 A 层的 B1 薄膜层和 B2 薄膜层。此处使用的“B 层的 cBN 烧结体侧”是指最接近 cBN 烧结体的 B1 薄膜层和 B2 薄膜层。

[0057] < C 层 >

[0058] 优选地,覆层还包括位于 A 层和 B 层之间的 C 层,C 层由  $McLc_{z_c}$  构成,其中 Mc 表示 Al、Si、以及在日本使用的元素周期表中的 4 族元素、5 族元素和 6 族元素中的一种或多种; Lc 表示 B、C、N 和 O 中的一种或多种;且  $z_c$  为 0 以上 0.85 以下。这增加了 A 层和 B 层之间的密着性。此外,在 A 层位于比 B 层更接近表面侧的情况下,能够在 C 层中阻止 A 层中形成的裂缝朝向基材蔓延。

[0059] 更优选地, C 层的厚度为  $0.005 \mu\text{m}$  以上  $0.5 \mu\text{m}$  以下。当 C 层的厚度在  $0.005 \mu\text{m}$  以上时,通过设置 C 层能够获得足够好的效果。当 C 层的厚度在  $0.5 \mu\text{m}$  以下时,能够避免由于设置 C 层而导致的覆层的厚度过大。甚至更优选地, C 层的厚度为  $0.01 \mu\text{m}$  以上  $0.2 \mu\text{m}$  以下。

[0060] 更优选地, Lc 的组成  $z_c$  大于 0 且小于 0.7。当 Lc 的组成  $z_c$  大于 0 时,能够改进 C 层的耐热性以及化学耐磨损性,其结果是在 c 层中有效地抑制了 A 层中形成的裂缝蔓延。甚至更优选地, Lc 的组成  $z_c$  为 0.2 以上 0.5 以下。

[0061] 更优选地, C 层包含至少一种或多种形成 A 层和 B 层的元素。当 C 层包含至少一种或多种形成 A 层的元素时,能够增加 A 层和 C 层之间的密着性。当 C 层包含至少一种或多种形成 B 层的元素时,能够增加 A 层和 B 层之间的密着性。更优选地, C 层包含至少一种或多种形成位于 A 层的 C 层侧和 B 层的 C 层侧的一部分的元素。

[0062] < D 层 >

[0063] 优选地,覆层还包括位于基材和 B 层之间的 D 层,D 层由  $MdLd_{z_d}$  构成,其中 Md 表示 Al、Si、以及在日本使用的元素周期表中的 4 族元素、5 族元素和 6 族元素中的一种或多种; Ld 表示 B、C、N 和 O 中的一种或多种;且  $z_d$  为 0.85 以上 1.0 以下。该 D 层与 cBN 烧结体间具有优异的密着性。因此,当覆层还包括 D 层时,能够增加 cBN 烧结体和覆层之间的密着性。更优选地, Ld 是 N。

[0064] 更优选地, D 层由  $(Al_{1-x_d}Md_{2x_d})Ld_{z_d}$  构成,其中 Md2 表示 Si 以及在日本使用的元素周期表中的 4 族元素、5 族元素和 6 族元素中的一种或多种;且  $x_d$  为 0.25 以上 0.45 以下。当 D 层包括 Al 时,能够进一步增加 cBN 烧结体和覆层之间的密着性。甚至更优选地, Md2 为 Ti、Cr 和 V 中的至少一种或多种。

[0065] 更优选地, D 层的厚度为  $0.05 \mu\text{m}$  以上  $1 \mu\text{m}$  以下。当 D 层的厚度为  $0.05 \mu\text{m}$  以上时,通过设置 D 层能够获得足够好的效果。当 D 层的厚度在  $1 \mu\text{m}$  以下时,能够避免由于设置 D 层而导致的覆层的厚度过大。甚至更优选地, D 层的厚度为  $0.1 \mu\text{m}$  以上  $0.5 \mu\text{m}$  以下。

[0066] < 表面被覆氮化硼烧结体工具的制造方法 >

[0067] 根据本发明的表面被覆氮化硼烧结体工具的制造方法(例如)包括如下步骤:制

备至少在切削刃部分含有 cBN 烧结体的基材；并且至少在 cBN 烧结体的表面上形成覆层。基材的制备步骤优选包括形成 cBN 烧结体的步骤，并且形成 cBN 烧结体的步骤优选包括在高温高压下烧结 cBN 颗粒和结合相的原料粉末的混合物的步骤。更优选地，基材的制备步骤还包括将 cBN 烧结体与具有预定形状的基材本体接合的步骤。

[0068] 覆层的形成步骤优选包括利用电弧离子镀方法（一种利用真空电弧放电使固体物料蒸发的离子镀覆法）形成覆层的步骤、或使用溅射法形成覆层的步骤。利用电弧离子镀法时，可使用包含用于形成覆层的金属种类的金属蒸发源，以及诸如  $\text{CH}_4$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{O}_2$  之类的反应物气体来形成覆层。可以采用已知条件作为形成覆层的条件。利用溅射法时，可使用包含用于形成覆层的金属种类的金属蒸发源，诸如  $\text{CH}_4$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{O}_2$  之类的反应物气体，和诸如 Ar、Kr、Xe 之类的溅射气体来形成覆层。可以采用已知条件作为形成覆层的条件。

[0069] [ 例子 ]

[0070] 下面将参照实施例更详细地描述本发明。然而本发明不限于这些实施例。

[0071] < 表面被覆氮化硼烧结体工具的制造 >

[0072] 图 1 是示出了根据本发明实施例的表面被覆氮化硼烧结体工具的一个示例性结构的截面视图。图 2 是示出了根据本发明实施例的表面被覆氮化硼烧结体工具的主要部分的一个示例性结构的截面视图。

[0073] < 样品 1 的制造 >

[0074] < cBN 烧结体 A 的形成 >

[0075] 首选，将平均粒径为  $1\ \mu\text{m}$  的 TiN 粉末和平均粒径为  $3\ \mu\text{m}$  的 Ti 粉末混合，以得到 Ti:N = 1:0.6 的原子比。在  $1200^\circ\text{C}$  下，在真空中对得到的混合物进行热处理 30 分钟。由此获得了由  $\text{TiN}_{0.6}$  制成的金属间化合物粉末。

[0076] 接着，将  $\text{TiN}_{0.6}$  制成的金属间化合物粉末和平均粒径为  $4\ \mu\text{m}$  的 Al 粉末混合，以得到  $\text{TiN}_{0.6}:\text{Al} = 90:10$  的质量比。在  $1000^\circ\text{C}$  下，在真空中对得到的混合物进行热处理 30 分钟。利用球磨机均匀磨碎通过热处理得到的化合物，所述球磨机使用由硬质合金制成且直径为 6mm 的球介质。由此获得结合相的原料粉末。

[0077] 然后，将结合相的原料粉末和平均粒径为  $1.5\ \mu\text{m}$  的 cBN 颗粒共混，使得在 cBN 烧结体中 cBN 含量为 30 体积%，并且利用球磨机进行均匀混合，该球磨机使用由氮化硼制成且直径为 3mm 的球介质。将所得的混合粉末在由硬质合金制成的支承板上沉积，并装入 Mo 胶囊内。然后，利用超高压装置在  $1300^\circ\text{C}$  的温度和 5.5GPa 的压力下，对该混合粉末进行烧结 30 分钟。由此获得 cBN 烧结体 A。

[0078] < 基材的形成 >

[0079] 准备由硬质合金材料（相当于 K10）制成并具有 ISO CNGA12048 的形状的基材本体。将上述 cBN 烧结体 A（形状：具有等腰三角形作为底面且厚度为 2mm 的三角柱体，其中该等腰三角形底面的顶角  $80^\circ$ ，并且夹着该顶角的两条侧边均为 2mm）接合至所准备的基材本体的刀头（角部）。使用由 Ti-Zr-Cu 制成的钎焊材料以进行接合。对该接合体的外周面、顶面和底面进行研磨以在刀头上形成负刃带（negative land）（宽度为  $150\ \mu\text{m}$  且角度为  $25^\circ$ ）。以这种方式，获得具有由 cBN 烧结体 A 制成的切削刃部分的基材 3。

[0080] 将得到的基材 3 置于膜沉积装置内，排空所述装置并将其加热到  $500^\circ\text{C}$ ，然后利用 Ar 离子蚀刻基材 3。然后从膜沉积装置中排出 Ar 气体。

[0081] <覆层的形成>

[0082] <D层的形成>

[0083] 在上述膜沉积装置内,在基材3上形成D层20。具体来说,通过在以下条件下利用气相沉积形成厚度为 $0.2\mu\text{m}$ 的D层:

[0084] 靶:包含65原子%的Al和35原子%的Cr

[0085] 引入的气体: $\text{N}_2$

[0086] 膜沉积压力:4Pa

[0087] 电弧放电电流:120A

[0088] 基板偏压:-50V

[0089] 旋转台转速:3rpm。

[0090] <B层的形成>

[0091] 在上述膜沉积装置内,在D层20上形成B层30。具体来说,首先通过在以下条件下利用气相沉积形成总厚度为50nm的B1薄膜层31。此时,调整用于靶B1a和B1b的电弧电流和设置有基材的旋转台的转速,从而使B1a化合物层31A的厚度为4nm,B1b化合物层31B的厚度为6nm。

[0092] 靶B1a:包含90原子%的Ti、3原子%的Si和7原子%的Cr

[0093] 靶B1b:包含65原子%的Al和35原子%的Cr。

[0094] 引入的气体: $\text{N}_2$

[0095] 膜沉积压力:3Pa

[0096] 基板偏压:-50V。

[0097] 在以下所示的条件下,利用气相沉积形成总厚度为120nm的B2薄膜层32。

[0098] 靶B2:包含65原子%的Al和35原子%的Cr。

[0099] 引入的气体: $\text{N}_2$

[0100] 膜沉积压力:3Pa

[0101] 电弧放电电流:120A

[0102] 基板偏压:-75V

[0103] 旋转台转速:3rpm。

[0104] 然后,将6个B1薄膜层31和6个B2薄膜层32彼此交替叠加。以这种方式,形成总体厚度为 $1.02\mu\text{m}$ 的B层30。

[0105] <C层的形成>

[0106] 在上述膜沉积装置内,在B层30上形成C层40。具体来说,通过在以下条件下利用气相沉积形成厚度为 $0.2\mu\text{m}$ 的C层40:

[0107] 靶:Ti

[0108] 引入的气体:Ar

[0109] 膜沉积压力:2Pa

[0110] 电弧放电电流:150A

[0111] 基板偏压:-70V

[0112] 旋转台转速:3rpm。

[0113] <A层的形成>

[0114] 在上述膜沉积装置内,在 C 层 40 上形成 A 层 50。具体来说,通过在以下条件下利用气相沉积形成厚度为  $0.1\ \mu\text{m}$  的 A 层:

[0115] 靶:包含 50 原子%的 Ti 和 50 原子%的 Al

[0116] 引入的气体: $\text{N}_2$

[0117] 膜沉积压力:4Pa

[0118] 电弧放电电流:120A

[0119] 基板偏压:-600V

[0120] 旋转台转速:3rpm。

[0121] 如上所述,所形成的覆层 10 依次包括位于基材 3 上的 D 层 20、B 层 30、C 层 40 和 A 层 50,由此制造了样品 1。

[0122] < 样品 2 至 7 的制造 >

[0123] 按照如上所述样品 1 的制造方法制造样品 2 至 7,不同之处在于:根据表 1 所示的值改变 A 层的厚度。

[0124] < 样品 8 的制造 >

[0125] 按照上述 cBN 烧结体 A 的形成方法获得 cBN 烧结体 D,不同之处在于:将 cBN 颗粒和结合相的原料粉末共混以使得在 cBN 烧结体中的 cBN 含量变为如表 3 所示的数值。使用获得的 cBN 烧结体 D,按照上述样品 1 的基材的制造方法形成样品 8 的基材。

[0126] 接着,按照上述样品 1 的制造方法依次形成 D 层和 B 层。然后形成 A 层,而不形成 C 层。具体来说,仅在 A 层形成开始直到 A 层的厚度达到  $1\ \mu\text{m}$  的时间段内,通过引入  $\text{N}_2$  将膜沉积压力设定为 2Pa。然后,逐渐减少  $\text{N}_2$  同时逐渐增加  $\text{CH}_4$ ,从而进一步形成 A 层的额外  $1\ \mu\text{m}$  厚度。此时,逐渐减少  $\text{N}_2$  同时逐渐增加  $\text{CH}_4$ ,直到组成变为  $\text{TiC}_{0.5}\text{N}_{0.5}$ 。然后,在不改变  $\text{CH}_4$  和  $\text{N}_2$  各自供应量的情况下,进一步形成 A 层的额外  $0.5\ \mu\text{m}$  厚度。由此制造样品 8。

[0127] 值得注意的是,在样品 8 的制造期间,准备目标物,并调整引入气体的类型及其供应量,从而获得具有如表 1 和 2 所示组成的层。作为引入的气体,适合使用的是 Ar、 $\text{N}_2$  和  $\text{CH}_4$  等。根据需要将膜沉积压力在 0.1Pa 至 7Pa 的范围内调节,根据需要将电弧放电电流在 60A 至 200A 的范围内调节,并且根据需要将基板偏压在 -25V 至 -700V 的范围内调节。相同的方法也适用于以下所述的样品 9 至 56。

[0128] < 样品 9 至 13 的制造 >

[0129] 按照如上所述的样品 8 的制造方法来制造各样品 9 至 13,不同之处在于:形成由  $\text{TiN}_{0.5}$  制成的 C 层。

[0130] < 样品 14 至 19 的制造 >

[0131] 按照上述 cBN 烧结体 A 的形成方法获得 cBN 烧结体 C,不同之处在于:将 cBN 颗粒和结合相的原料粉末共混,以使得在 cBN 烧结体中的 cBN 含量变为如表 3 所示的数值。使用获得的 cBN 烧结体 C,按照上述样品 1 的基材的制造方法来形成各样品 14 至 19 的基材。

[0132] 接着,按照上述样品 1 的制造方法依次形成 D 层和 B 层。然后按照上述样品 8 的制造方法形成 A 层,而不形成 C 层。由此制造了样品 14 至 19。

[0133] < 样品 20 至 25 的制造 >

[0134] 按照上述 cBN 烧结体 A 的形成方法获得 cBN 烧结体 B,不同之处在于:将 cBN 颗粒和结合相的原料粉末共混,以使得在 cBN 烧结体中的 cBN 含量变为如表 3 所示的数值。使

- 用获得的 cBN 烧结体 B,按照上述样品 1 的基材的制造方法来形成各样品 20 至 25 的基材。
- [0135] 接着,按照上述样品 1 的制造方法,依次形成 D 层、B 层、C 层和 A 层。由此制造样品 20 至 25。
- [0136] < 样品 26 至 30 的制造 >
- [0137] 按照上述 cBN 烧结体 A 的形成方法获得 cBN 烧结体 E,不同之处在于:将 cBN 颗粒和结合相的原料粉末共混,以使得在 cBN 烧结体中的 cBN 含量变为如表 3 所示的数值。使用获得的 cBN 烧结体 E,按照上述样品 1 中基材的制造方法形成样品 26 的基材。
- [0138] 接着,按照上述样品 1 的制造方法依次形成 D 层、B 层和 A 层。由此制造样品 26 至 30。
- [0139] < 样品 31 至 35 的制造 >
- [0140] 按照上述 cBN 烧结体 D 的形成方法获得 cBN 烧结体 F,不同之处在于:将平均粒径为  $0.5\ \mu\text{m}$  的 cBN 颗粒和结合相的原料粉末共混。使用获得的 cBN 烧结体 F,按照上述样品 1 中基材的制造方法形成各样品 31 至 35 的基材。
- [0141] 接着,按照上述样品 1 的制造方法依次形成 D 层、B 层和 A 层。由此制造样品 31 至 35。
- [0142] < 样品 36 至 40 的制造 >
- [0143] 按照上述 cBN 烧结体 D 的形成方法获得 cBN 烧结体 G,不同之处在于:将平均粒径为  $3\ \mu\text{m}$  的 cBN 颗粒和结合相的原料粉末共混。使用获得的 cBN 烧结体 G,按照上述样品 1 中基材的制造方法形成各样品 36 至 40 的基材。
- [0144] 接着,按照上述样品 1 和 8 的制造方法依次形成 D 层、B 层、C 层和 A 层。由此制造样品 36 至 40。
- [0145] < 样品 41 至 45 的制造 >
- [0146] 首先,将平均粒径为  $1\ \mu\text{m}$  的 TiCN 粉末和平均粒径为  $3\ \mu\text{m}$  的 Ti 粉末混合,以得到 Ti:C:N = 1:0.3:0.3 的原子比。在  $1200^\circ\text{C}$  下,在真空中对得到的混合物进行热处理 30 分钟,然后磨碎。由此获得了由  $\text{TiC}_{0.3}\text{N}_{0.3}$  制成的金属间化合物粉末。
- [0147] 接着,将由  $\text{TiC}_{0.3}\text{N}_{0.3}$  制成的金属间化合物粉末和平均粒径为  $4\ \mu\text{m}$  的 Al 粉末混合,以得到  $\text{TiC}_{0.3}\text{N}_{0.3}:\text{Al} = 90:10$  的质量比。在  $1000^\circ\text{C}$  下,在真空中对得到的混合物进行热处理 30 分钟。利用球磨机均匀磨碎通过热处理得到的化合物,所述球磨机使用硬质合金制成且直径为 6mm 的球介质。由此获得结合相的原料粉末。此后,按照上述 cBN 烧结体 D 的形成方法获得 cBN 烧结体 H。使用获得的 cBN 烧结体 H,按照上述样品 1 中基材的制造方法形成各样品 41 至 45 的基材。
- [0148] 接着,按照上述样品 1 和 8 的制造方法依次形成 D 层、B 层、C 层和 A 层。由此制造样品 41 至 45。
- [0149] < 样品 46 至 53 的制造 >
- [0150] 使用如表 1 所示的 cBN 烧结体,按照如上所述样品 1 中基材的制造方法形成各样品 46 至 53 的基材。接着,按照上述样品 1 和 8 的制造方法依次形成 D 层、B 层和 A 层。由此制造样品 46 至 53。
- [0151] < 样品 54 的制造 >
- [0152] 首先,将平均粒径为  $1\ \mu\text{m}$  的 TiC 粉末和平均粒径为  $3\ \mu\text{m}$  的 Ti 粉末混合,以得到

Ti:C = 1:0.6 的原子比。在 1200℃ 下,在真空中对得到的混合物进行热处理 30 分钟,然后磨碎。由此获得了由  $TiC_{0.6}$  制成的金属间化合物粉末。

[0153] 接着,将由  $TiC_{0.6}$  制成的金属间化合物粉末和平均粒径为 4  $\mu m$  的 Al 粉末混合,以得到  $TiC_{0.6}:Al = 90:10$  的质量比。在 1000℃ 下,在真空中对得到的混合物进行热处理 30 分钟。利用球磨机均匀磨碎通过热处理得到的化合物,所述球磨机使用由硬质合金制成且直径为 6mm 的球介质。由此获得结合相的原料粉末。此后,按照上述 cBN 烧结体 D 的形成方法获得 cBN 烧结体 I。使用获得的 cBN 烧结体 I,按照上述样品 1 中基材的制造方法形成样品 54 的基材。

[0154] 接着,按照上述样品 46 至 53 的制造方法依次形成 D 层、B 层和 A 层。由此制造样品 54。

[0155] < 样品 55 的制造 >

[0156] 按照上述样品 1 的制造方法制造样品 55,不同之处在于不形成 B 层、C 层和 D 层。

[0157] < 样品 56 的制造 >

[0158] 按照上述样品 1 的制造方法制造样品 56,不同之处在于不形成 A 层和 C 层。

[0159] [表 1]

[0160]

		eDN 烧 蚀液	涂层						膜层厚度 μm
			A 层		C 层		D 层		
			组成	厚度(μm)	组成	厚度(μm)	组成	厚度(μm)	
比较例 1	样品 1	A	Ti <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> N	Ti	0.2	Al <sub>0.45</sub> Cr <sub>0.55</sub> N	0.2	1.52	
实施例 1	样品 2							1.92	
实施例 2	样品 3							2.82	
实施例 3	样品 4							5.42	
实施例 4	样品 5							5.42	
实施例 5	样品 6							6.42	
比较例 2	样品 7							16.42	
实施例 6	样品 8	D	TiCN <sup>90%</sup>	TiN <sub>0.2</sub>	0	Al <sub>0.5</sub> Cr <sub>0.5</sub> N	0.5	4.50	
实施例 7	样品 9							4.51	
实施例 8	样品 10							4.53	
实施例 9	样品 11							4.65	
实施例 10	样品 12							4.75	
实施例 11	样品 13							5.50	
比较例 3	样品 14	C	TiCN <sup>92%</sup>	无	0	Al <sub>0.5</sub> Cr <sub>0.5</sub> N	0.7	2.40	
实施例 12	样品 15								
实施例 13	样品 16								
实施例 14	样品 17								
实施例 15	样品 18								
比较例 4	样品 19								
比较例 5	样品 20	B	Ti <sub>0.5</sub> Cr <sub>0.5</sub> Co <sub>0.5</sub> N <sub>0.2</sub>	Ti <sub>0.2</sub> Cr <sub>0.2</sub> Co <sub>0.5</sub> N <sub>0.5</sub>	0.05	Al <sub>0.5</sub> Ti <sub>0.5</sub> N	0.1	4.65	
实施例 16	样品 21								
实施例 17	样品 22								
实施例 18	样品 23								
实施例 19	样品 24								
比较例 6	样品 25								
比较例 7	样品 26	E	Ti <sub>0.55</sub> Nb <sub>0.45</sub> Co <sub>0.5</sub> N <sub>0.5</sub>	无	0	Al <sub>0.5</sub> Ti <sub>0.5</sub> N	0.3	2.36	
实施例 20	样品 27								
实施例 21	样品 28								
实施例 22	样品 29								
比较例 8	样品 30								
比较例 9	样品 31	F	Ti <sub>0.7</sub> Zr <sub>0.3</sub> Cr <sub>0.2</sub> N <sub>0.4</sub>	无	0	Al <sub>0.5</sub> Cr <sub>0.5</sub> Si <sub>0.5</sub> N	1	3.30	
实施例 23	样品 32							2.76	
实施例 24	样品 33							2.68	
实施例 25	样品 34							2.60	
比较例 10	样品 35							2.60	
比较例 11	样品 36	G	TiCN <sup>90%</sup>	TiN <sub>0.2</sub>	0.1	Al <sub>0.45</sub> Cr <sub>0.55</sub> Ti <sub>0.15</sub> N	0.1	2.89	
实施例 26	样品 37							2.48	
实施例 27	样品 38							2.50	
实施例 28	样品 39							2.45	
比较例 12	样品 40							2.46	
比较例 13	样品 41	H	Ti <sub>0.5</sub> W <sub>0.5</sub> Cr <sub>0.5</sub> N <sub>0.4</sub>	Ti <sub>0.5</sub> Cr <sub>0.5</sub> W <sub>0.5</sub>	0.05	Al <sub>0.5</sub> Cr <sub>0.5</sub> Ti <sub>0.5</sub> N	0.2	3.28	
实施例 29	样品 42							3.46	
实施例 30	样品 43							4.75	
实施例 31	样品 44							6.25	
比较例 14	样品 45							9.25	
实施例 32	样品 46	A	TiCN <sup>92%</sup>	无	0	Al <sub>0.45</sub> Cr <sub>0.55</sub> N	0.2	3.95	
实施例 33	样品 47							B	
实施例 34	样品 48							C	
实施例 35	样品 49							D	
实施例 36	样品 50							E	
实施例 37	样品 51							F	
实施例 38	样品 52							G	
实施例 39	样品 53							H	
实施例 40	样品 54							I	
比较例 15	样品 55	D	Ti <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> N	3.0	无	无	0.5	3.00	
比较例 16	样品 56	D	无	无	无	Al <sub>0.5</sub> Cr <sub>0.5</sub> N	0.5	2.98	

[0161]



[表 2](2/2)

	膜层 (B 层)												Si 组成平 均值				
	B1 薄膜层				B2 薄膜层				膜层数 <sup>42</sup>			12/d					
	B1a 化合物层		B1b 化合物层		厚度 (nm)	组成	厚度 (nm)	层数 <sup>41</sup>	厚度 (nm)	组成	厚度 (nm)	层数 <sup>42</sup>		厚度 (nm)	结合 体侧 <sup>43</sup>	A 层侧 <sup>44</sup>	平均值 <sup>45</sup>
	组成	厚度 (nm)	组成	厚度 (nm)													
比较例 9	样品 31						8	20			16	1.6			9	0.1048	
实施例 23	样品 32						16	40			16	1.76			4.5	0.1087	
实施例 24	样品 33						40	100			12	1.68			1.8	0.1171	
实施例 25	样品 34						72	180			10	1.8			1	0.1240	
比较例 10	样品 35						88	220			8	1.6			0.8	0.1264	
比较例 11	样品 36										16	0.8			0.25	0.0450	
实施例 26	样品 37										12	0.78			0.6	0.0346	
实施例 27	样品 38						20	80			8	0.8			1.5	0.0223	
实施例 28	样品 39										6	0.75			2.1	0.0180	
比较例 12	样品 40										4	0.76			3.8	0.0118	
比较例 13	样品 41						4	20			2	0.08			1.5	0.0112	
实施例 29	样品 42										4	0.16					
实施例 30	样品 43										40	1.6			1	0.014	
实施例 31	样品 44						8	40			100	4.0					
比较例 14	样品 45										200	8.0					
实施例 32	样品 46																
实施例 33	样品 47																
实施例 34	样品 48																
实施例 35	样品 49																
实施例 36	样品 50																
实施例 37	样品 51																
实施例 38	样品 52																
实施例 39	样品 53																
实施例 40	样品 54																
比较例 15	样品 55																
比较例 16	样品 56																

[0163] [表 3]  
[0164]

cBN 烧结体	cBN 含量 (体积%)	cBN 的平均粒 径( $\mu\text{m}$ )	结合相的原料粉 末	用 X 射线检测到的化 合物
A	30	1.5	TiN <sub>0.6</sub> , Al	cBN, TiN, TiB <sub>2</sub> (AlB <sub>2</sub> )
B	80	1.5	TiN <sub>0.6</sub> , Al	cBN, TiN, TiB <sub>2</sub> (AlB <sub>2</sub> )
C	50	1.5	TiN <sub>0.6</sub> , Al	cBN, TiN, TiB <sub>2</sub> (AlB <sub>2</sub> )
D	58	1.5	TiN <sub>0.6</sub> , Al	cBN, TiN, TiB <sub>2</sub> (AlB <sub>2</sub> )
E	65	1.5	TiN <sub>0.6</sub> , Al	cBN, TiN, TiB <sub>2</sub> (AlB <sub>2</sub> )
F	58	0.5	TiN <sub>0.6</sub> , Al	cBN, TiN, TiB <sub>2</sub> (AlB <sub>2</sub> )
G	58	3	TiN <sub>0.6</sub> , Al	cBN, TiN, TiB <sub>2</sub> (AlB <sub>2</sub> )
H	58	1.5	TiC <sub>0.3</sub> N <sub>0.3</sub> , Al	cBN, TiCN, TiB <sub>2</sub> (AlB <sub>2</sub> )
I	58	1.5	TiC <sub>0.6</sub> , Al	cBN, TiC, TiB <sub>2</sub> (AlB <sub>2</sub> )

[0165] 表 1 中的 TiCN<sup>\*01</sup>至 TiCN<sup>\*08</sup>如表 4 中所示。在表 2 中,层数<sup>\*21</sup>表示 B1a 化合物层的数目和 B1b 化合物层的数目的总和,且层数<sup>\*22</sup>表示 B1 薄膜层的数目和 B2 薄膜层的数目的总和。此外,在表 2 中,烧结体侧<sup>\*31</sup>表示 B 层的 cBN 烧结体侧的 t2/t1, A 层侧<sup>\*32</sup>表示 B 层的 A 层侧的 t2/t1,平均值<sup>\*33</sup>表示 B 层整体的 t2/t1。关于那些“烧结体侧<sup>\*31</sup>”栏和“A 层侧<sup>\*32</sup>”栏为空白的那些样品,cBN 烧结体侧和 A 层侧之间的 t2/t2 具有相同的值(该值以“平均值”示出)。

[0166] [表 4]

[0167]

	距基材侧的距离 ( $\mu\text{m}$ )	N 组成比	C 组成比
TiCN <sup>*01</sup>	0-1	1	0
	1-2	1→0.5	0→0.5
	2-2.5	0.5	0.5
TiCN <sup>*02</sup>	0-1.2	1→0.5	0→0.5
TiCN <sup>*03</sup>	0-0.2	1	0
	0.2-0.5	1→0.4	0→0.6
	0.5-1.0	0.4→0.7	0.6→0.3
	1.0-1.5	0.5	0.5
Ti <sub>0.9</sub> W <sub>0.1</sub> CN <sup>*04</sup>	0-3.0	1→0.3	0→0.7
TiCN <sup>*05</sup>	0-2	1→0.5	0→0.5

[0168] 在表 4 中, (例如) 表述“1 → 0.5”是指组成比由 1 逐渐变为 0.5。

[0169] < 后刀面磨损量 VB 和表面粗糙度 Rz 的测量 >

[0170] 使用制造的样品 1 至 56, 在以下切削条件下进行切削 (切削距离 : 2km)。然后, 用光学显微镜测定后刀面磨损量 VB, 并根据 JIS 标准测量工件表面的表面粗糙度 Rz。在表 5 的“VB (mm)”一栏中示出了后刀面磨损量 VB 的测量结果, 在表 5 的“Rz ( $\mu\text{m}$ )”一栏中示出了工件表面的表面粗糙度 Rz 的测量结果。VB 越小表示表面被覆氮化硼烧结体工具的耐后刀面磨损性越高。Rz 越小表示在利用工件的表面粗糙度作为判定表面被覆氮化硼烧结体工具使用寿命的标准的高精度加工中, 工具的性能越高。

[0171] (切削条件)

[0172] 工件 : 高硬度钢 (SCM415H/HRC60) (外径  $\phi$  30mm、纵向切深 : 10mm)

[0173] 工具 : CNGA120408 修光刃 (wiper)

[0174] 切削速度 : 150m/ 分钟

[0175] 进给速度 :  $f = 0.2\text{mm/ 转}$

[0176] 切削深度 :  $a_p = 0.2\text{mm}$

[0177] 切削油 : 稀释了 20 倍 (湿的状态) 的乳液 (由 Japan Fluid System 制造, 商品名称为“System Cut 96”)。

[0178] < 工具使用寿命的测量 >

[0179] 使用制造的样品 1 至 56, 在以上切削条件下进行切削。然后利用表面粗糙度仪测量工件的表面粗糙度 Rz, 并当工件的表面粗糙度 Rz 为  $23.2\ \mu\text{m}$  时, 测定该时刻的切削距离。

表 5 的“切削距离 (km)”一栏中示出了该结果。切削距离越长,表示表面被覆氮化硼烧结体工具的耐后刀面磨损性、耐月牙洼磨损性和耐边界磨损性越高。

[0180] < 结果和考察 >

[0181] 在表 5 中示出了上述结果。

[0182] 表 5

[0183]

		切削评价结果		
		VB (mm)	Rz ( $\mu\text{m}$ )	切削距离 (km)
比较例 1	样品 1	0.06	2.2	3.9
实施例 1	样品 2	0.055	0.8	8.7
实施例 2	样品 3	0.048	0.75	9.1
实施例 3	样品 4	0.042	0.73	9.2
实施例 4	样品 5	0.04	0.8	8.6
实施例 5	样品 6	0.042	0.91	8.3
比较例 2	样品 7	0.052	2.8	3.6
实施例 6	样品 8	0.049	0.81	8.7
实施例 7	样品 9	0.048	0.78	8.7
实施例 8	样品 10	0.047	0.75	9
实施例 9	样品 11	0.048	0.77	8.8
实施例 10	样品 12	0.05	0.8	8.7
实施例 11	样品 13	0.055	0.9	8.6
比较例 3	样品 14	0.062	2.4	3.8
实施例 12	样品 15	0.065	0.95	8.9
实施例 13	样品 16	0.062	0.78	8.8
实施例 14	样品 17	0.051	0.7	9.3
实施例 15	样品 18	0.045	0.72	9
比较例 4	样品 19	0.063	2.5	3.6
比较例 5	样品 20	0.05	2.3	3.9
实施例 16	样品 21	0.046	0.99	8.3
实施例 17	样品 22	0.045	0.9	8.5
实施例 18	样品 23	0.047	0.95	8.3
实施例 19	样品 24	0.049	1.05	8.2
比较例 6	样品 25	0.051	2.8	3.2
比较例 7	样品 26	0.59	3.5	3.1
实施例 20	样品 27	0.57	1.05	8.3
实施例 21	样品 28	0.57	1	8.4
实施例 22	样品 29	0.055	1.07	8.2
比较例 8	样品 30	0.56	3	3.2
比较例 9	样品 31	0.57	2.3	3.6
实施例 23	样品 32	0.55	0.81	8.7
实施例 24	样品 33	0.54	0.92	8.5
实施例 25	样品 34	0.053	1.08	8.1
比较例 10	样品 35	0.56	2.8	3.1
比较例 11	样品 36	0.053	3.6	3
实施例 26	样品 37	0.05	0.98	8.2
实施例 27	样品 38	0.049	0.95	8.3
实施例 28	样品 39	0.051	0.99	8.2
比较例 12	样品 40	0.052	2.3	3.6
比较例 13	样品 41	0.05	4	2.7
实施例 29	样品 42	0.042	1.07	8.1
实施例 30	样品 43	0.042	0.95	8.3
实施例 31	样品 44	0.48	1	8
比较例 14	样品 45	0.065	2.5	3.3
实施例 32	样品 46	0.053	0.79	8.6
实施例 33	样品 47	0.052	0.78	8.7
实施例 34	样品 48	0.051	0.77	8.7
实施例 35	样品 49	0.05	0.75	8.9
实施例 36	样品 50	0.051	0.76	8.8
实施例 37	样品 51	0.051	0.76	8.8
实施例 38	样品 52	0.052	0.77	8.7
实施例 39	样品 53	0.053	0.78	8.7
实施例 40	样品 54	0.055	0.79	8.6
比较例 15	样品 55	0.045	3	3.5
比较例 16	样品 56	0.095	2.3	3.9

[0184] 样品 2 至 6、8 至 13、15 至 18、21 至 24、27 至 29、32 至 34、37 至 39、42 至 44 和 46 至 54 各具有小的 VB、 $1.1 \mu\text{m}$  以下的 Rz 和 8km 以上的切削距离。这些结果表明这些样品在低装置刚性、低工件刚性等的环境中对淬火钢进行加工等的情况中，具有优异的耐后刀面磨损性、耐月牙洼磨损性和耐边界磨损性。

[0185] 另一方面，样品 1、7、14、19、20、25、26、30、31、35、36、40、41、45、55 和 56 各具有

2.2  $\mu\text{m}$  以上的 Rz 和大约 3km 至约 4km 的切削距离。因此,在这些样品中,在低装置刚性、低工件刚性等的环境中对淬火钢进行加工等的情况中,出现覆层的剥落或崩裂。这些结果表明这些样品的耐后刀面磨损性、耐月牙洼磨损性和耐边界磨损性差。

[0186] < 样品 4、8、55 和 56 >

[0187] 首先,考察样品 8 和 56。样品 8 和 56 具有非常接近的 B 层组成和 B 层厚度、以及 D 层组成和 D 层厚度。然而,样品 8 包括 A 层,而样品 56 不包括 A 层。样品 8 的 Rz 为 1  $\mu\text{m}$  以下,切削距离为 8.5km 以上,而样品 56 的 VB 为样品 8 的大约 2 倍,其 Rz 超过样品 8 的 2 倍。

[0188] 接下来,考察样品 4 和 55。样品 4 和 55 具有非常接近的 A 层组成和 A 层厚度;然而,样品 4 包括 B 层,而样品 55 不包括 B 层。样品 4 的 Rz 为 0.8  $\mu\text{m}$  以下,切削距离为 9km 以上,而样品 55 的 Rz (3.0  $\mu\text{m}$ ) 超过样品 4 的 2 倍,且切削距离为约 3km 至约 4km。

[0189] 上述结果表明,对于不包括 A 层和 B 层中的任一层的表面被覆氮化硼烧结体工具,其在低装置刚性、低工件刚性等的环境中对淬火钢进行加工等的情况中,具有差的耐后刀面磨损性、耐月牙洼磨损性和耐边界磨损性。然而,令人吃惊的是,同时包括 A 层和 B 层的表面被覆氮化硼烧结体工具在低装置刚性、低工件刚性等的环境中对淬火钢进行加工等的情况中,所有的耐后刀面磨损性、耐月牙洼磨损性和耐边界磨损性方面都具有十分优异的结果。该发现由本发明人首次获得。

[0190] < 样品 1 至 7 >

[0191] 由于样品 1 至 7 中的 A 层厚度不同。样品 1 至 7 各自具有大于 2.2  $\mu\text{m}$  的 Rz 以及约 4km 的切削距离。另一方面,样品 2 至 6 各自具有 1  $\mu\text{m}$  以下的 Rz 以及 8km 以上的切削距离。这些结果表明,当 A 层的厚度在 0.2  $\mu\text{m}$  以上 10  $\mu\text{m}$  以下时,在低装置刚性、低工件刚性等的环境中对淬火钢进行加工等的情况中,改进了表面被覆氮化硼烧结体工具的耐后刀面磨损性、耐月牙洼磨损性和耐边界磨损性。

[0192] 此外,样品 2 至 5 各自具有 0.8  $\mu\text{m}$  以下的 Rz 以及 8.5km 以上的切削距离。样品 3 和 4 各自具有 0.75  $\mu\text{m}$  以下的 Rz 以 9km 以上的切削距离。这些结果表明 A 层的厚度优选为 0.5  $\mu\text{m}$  以上 5  $\mu\text{m}$  以下,更优选 1  $\mu\text{m}$  以上 5  $\mu\text{m}$  以下。

[0193] < 样品 8 至 13 >

[0194] 尽管样品 8 至 13 具有不同的 C 层厚度,然而它们各自具有 1  $\mu\text{m}$  以下的 Rz 以及 8.5km 以上的切削距离。此外,样品 9 至 11 各自具有 0.8  $\mu\text{m}$  以下的 Rz 以及约 9km 的切削距离。这些结果表明 C 层的厚度优选为 0.005  $\mu\text{m}$  以上 0.5  $\mu\text{m}$  以下,更优选为 0.005  $\mu\text{m}$  以上 0.2  $\mu\text{m}$  以下,甚至还更优选为 0.01  $\mu\text{m}$  以上 0.2  $\mu\text{m}$  以下。

[0195] < 样品 14 至 19 >

[0196] 样品 14 至 19 具有不同的 B1a 化合物层的组成。样品 14 和 19 各自具有大于 2  $\mu\text{m}$  的 Rz 以及约 4km 的切削距离。另一方面,样品 15 至 18 各自具有 1  $\mu\text{m}$  以下的 Rz 以及约 9km 的切削距离。这些结果表明当 B1a 化合物的 Si 组成为 0.01 以上 0.25 以下时,在低装置刚性、低工件刚性等的环境中对淬火钢进行加工等的情况中,改进了表面被覆氮化硼烧结体工具的耐后刀面磨损性、耐月牙洼磨损性和耐边界磨损性。

[0197] 此外,样品 16 至 18 各具有 0.8  $\mu\text{m}$  以下的 Rz 以及约 9km 的切削距离。此外,样品 17 和 18 各具有 0.75  $\mu\text{m}$  以下的 Rz 以及 9km 以上的切削距离。因此,这些结果表明 B1a 化

合物层的 Ti 组成优选为 0.7 以上 0.9 以下,更优选 0.75 以上 0.85 以下。换言之,这表明 B1a 化合物层的 Si 组成优选为 0.1 以上 0.25 以下,更优选为 0.15 以上 0.25 以下。

[0198] <样品 20 至 25>

[0199] 样品 20 至 25 具有不同的 B1a 化合物层厚度以及不同的 B1b 化合物层厚度。样品 20 至 25 各自具有大于  $2.2\ \mu\text{m}$  的 Rz 以及约 3km 至约 4km 的切削距离。另一方面,样品 21 至 24 各自具有  $1.1\ \mu\text{m}$  以下的 Rz 以及 7km 以上的切削距离。这些结果表明当 B1a 化合物厚度和 B1b 化合物层厚度为 0.5nm 以上 30nm 以下时,在低装置刚性、低工件刚性等的环境中对淬火钢进行加工等的情况中,改进了表面被覆氮化硼烧结体工具的耐后刀面磨损性、耐月牙洼磨损性和耐边界磨损性。

[0200] 此外,样品 21 至 23 各具有  $1\ \mu\text{m}$  以下的 Rz 以及 8km 以上的切削距离。因此, B1a 化合物层厚度和 B1b 化合物层厚度为 1nm 以上 25nm 以下,更优选为 1nm 以上 20nm 以下,且还更优选为 1nm 以上 10nm 以下。

[0201] <样品 26 至 30>

[0202] 样品 26 至 30 的各 B1b 化合物层和 B2 薄膜层的组成不同。样品 26 和 30 各自具有  $3\ \mu\text{m}$  以上的 Rz 以及约 3km 的切削距离。另一方面,样品 27 至 29 各自具有  $1.1\ \mu\text{m}$  以下的 Rz 以及 8km 以上的切削距离。这些结果表明当各 B1b 化合物层和 B2 薄膜层的 A1 组成为 0.23 以上 0.8 以下时,在低装置刚性、低工件刚性等的环境中对淬火钢进行加工等的情况中,改进了表面被覆氮化硼烧结体工具的耐后刀面磨损性、耐月牙洼磨损性和耐边界磨损性。

[0203] 此外,样品 28 具有最小的 Rz 和最长的切削距离。因而这表明,各 B1b 化合物层和 B2 薄膜层的 A1 组成优选为 0.5 以上 0.75 以下,更优选为 0.6 以上 0.75 以下。

[0204] <样品 31 至 35>

[0205] 样品 31 至 35 具有不同的 B1 薄膜层厚度。样品 31 和 35 各自具有大于  $2.2\ \mu\text{m}$  的 Rz 以及约 3km 至约 4km 的切削距离。另一方面,样品 32 至 34 各自具有  $1.1\ \mu\text{m}$  以下的 Rz 以及 8km 以上的切削距离。这些结果表明当 B1 薄膜层的厚度为超过 30nm 且小于 200nm 时,在低装置刚性、低工件刚性等的环境中对淬火钢进行加工等的情况中,改进了表面被覆氮化硼烧结体工具的耐后刀面磨损性、耐月牙洼磨损性和耐边界磨损性。

[0206] 此外,样品 32 和 33 各具有  $1\ \mu\text{m}$  以下的 Rz 以及约 8.5km 的切削距离。因此,这些结果表明 B1 薄膜层的厚度优选为 40nm 以上 180nm 以下,更优选为 40nm 以上 150nm 以下。

[0207] <样品 36 至 40>

[0208] 样品 36 至 40 具有不同的 B2 薄膜层厚度。样品 36 和 40 各自具有大于  $2.2\ \mu\text{m}$  的 Rz 以及约 3km 至约 4km 的切削距离。另一方面,样品 37 至 39 各自具有  $1\ \mu\text{m}$  以下的 Rz 以及 8km 以上的切削距离。这些结果表明当 B2 薄膜层的厚度为超过 30nm 且小于 200nm 时,在低装置刚性、低工件刚性等的环境中对淬火钢进行加工等的情况中,改进了表面被覆氮化硼烧结体工具的耐后刀面磨损性、耐月牙洼磨损性和耐边界磨损性。

[0209] 此外,样品 38 具有最小的 Rz 和最长的切削距离。因此表明, B2 薄膜层的厚度优选为 40nm 以上 180nm 以下,更优选为 40nm 以上 150nm 以下。

[0210] <样品 41 至 45>

[0211] 样品 41 至 45 的 B1 薄膜层的数目不同,且 B2 薄膜层的数目不同,因此它们的 B 层

厚度也不同。样品 41 和 45 各自具有  $2.5\ \mu\text{m}$  以上的 Rz 以及约  $3\ \mu\text{m}$  的切削距离。另一方面，样品 42 至 44 各自具有约  $1\ \mu\text{m}$  的 Rz 以及约  $8\ \mu\text{m}$  的切削距离。这些结果表明，当 B 层的厚度在  $0.06\ \mu\text{m}$  以上  $5\ \mu\text{m}$  以下时，在低装置刚性、低工件刚性等的环境中对淬火钢进行加工等的情况中，改进了表面被覆氮化硼烧结体工具的耐后刀面磨损性、耐月牙洼磨损性和耐边界磨损性方面。

[0212] 此外，样品 43 具有最小的 Rz 和最长的切削距离。因此表明，B 层的厚度优选为  $0.1\ \mu\text{m}$  以上  $5\ \mu\text{m}$  以下，更优选为  $0.2\ \mu\text{m}$  以上  $3\ \mu\text{m}$  以下。

[0213] < 样品 46 至 54 >

[0214] 尽管样品 46 至 54 的 cBN 烧结体具有不同的组成，然而它们各自具有  $0.8\ \mu\text{m}$  以下的 Rz 和  $8.5\ \mu\text{m}$  以上的切削距离。这些事实表明，cBN 烧结体中的 cBN 体积含量优选为 30% 以上 85 体积% 以下。

[0215] 应当理解的是，本文所公开的实施方案在每个方面都是示例性而非限制性的。本发明的范围由权利要求书的权项、而不是上文的说明来限定，并且旨在包括与权利要求书的权项等同的范围和含义内的任何修改。

[0216] 附图标记列表

[0217] 3 : 基材 ; 10 : 覆层 ; 20 : D 层 ; 30 : B 层 ; 31 : B1 薄膜层 ; 31A : B1a 化合物层 ; 31B : B1b 化合物层 ; 32 : B2 薄膜层 ; 40 : C 层 ; 50 : A 层。

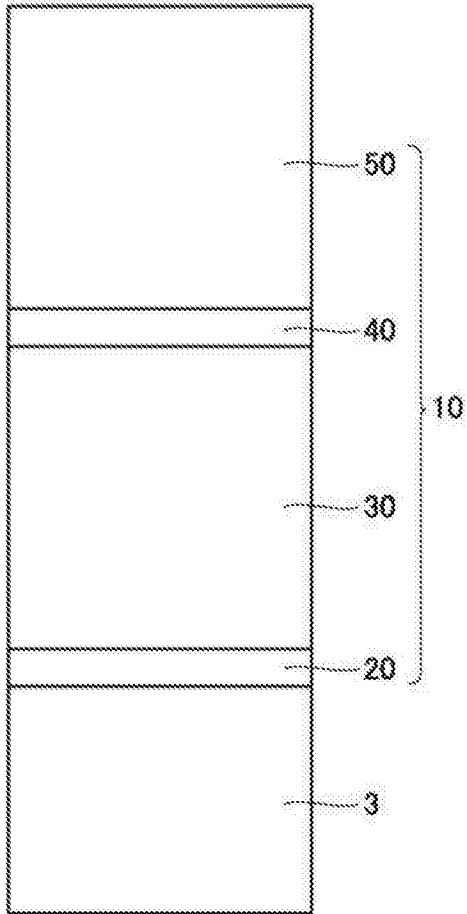


图 1

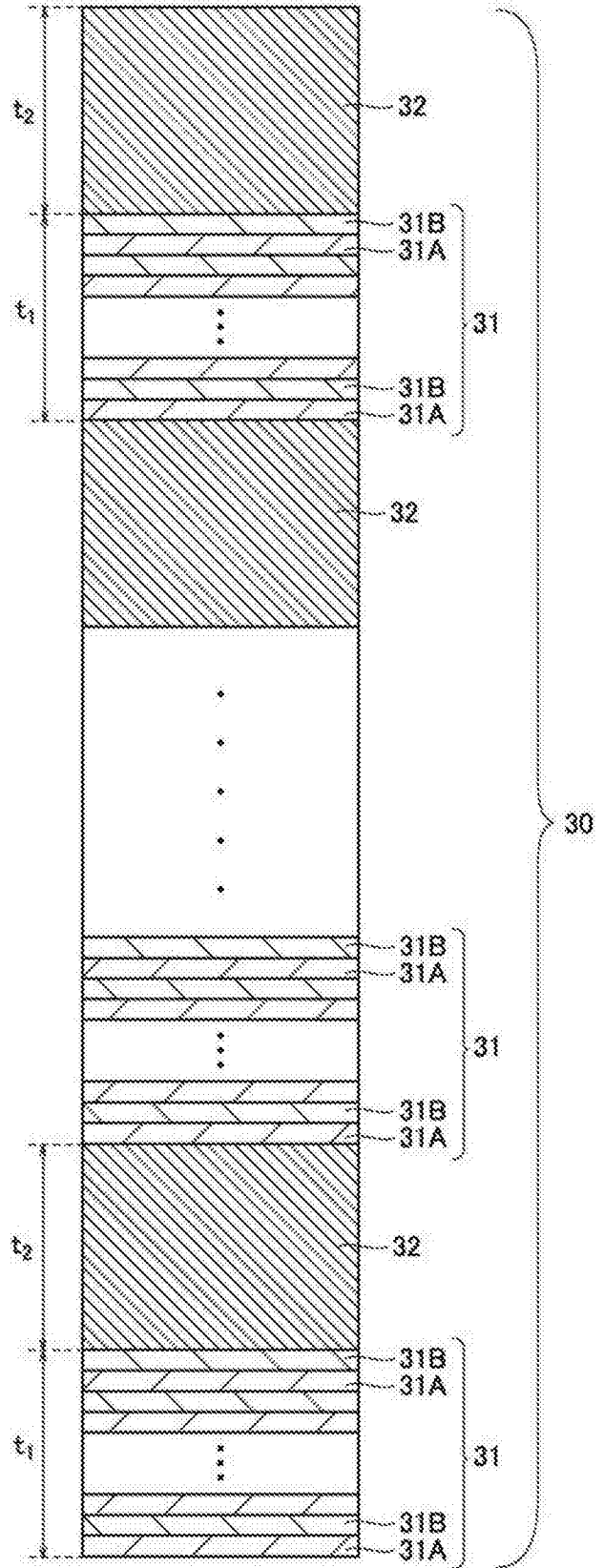


图 2

1. (修改) 一种表面被覆氮化硼烧结体工具, 其中至少切削刃部分包括立方氮化硼烧结体和形成在所述立方氮化硼烧结体的表面上的覆层,

所述立方氮化硼烧结体包含 30 体积%以上 80 体积%以下的立方氮化硼, 并且还包含结合相, 所述结合相包含铝化合物、不可避免的杂质、以及选自在日本使用的元素周期表中的 4 族元素、5 族元素和 6 族元素的氮化物、碳化物、硼化物和氧化物及其固溶体构成的组中的至少一种化合物,

所述覆层包括 A 层和 B 层,

所述 A 层由  $MLa_{za1}$  构成, 其中 M 表示 Al、Si、以及在日本使用的元素周期表中的 4 族元素、5 族元素和 6 族元素中的一种或多种; La 表示 B、C、N 和 O 中的一种或多种; 且  $za1$  为 0.85 以上 1.0 以下,

所述 B 层是通过交替层叠一层或多层的各薄膜层而形成的, 其中所述各薄膜层为具有不同组成的两种或多种薄膜层,

每个所述薄膜层的厚度大于 30nm 且小于 200nm,

作为所述薄膜层之一的 B1 薄膜层是通过交替层叠一层或多层的各化合物层而形成的, 其中所述各化合物层为具有不同组成的两种或多种化合物层,

每个所述化合物层的厚度为 0.5nm 以上且小于 30nm,

作为所述化合物层之一的 B1a 化合物层由  $(Ti_{1-xb1-yb1}Si_{xb1}M1_{yb1})(C_{1-zb1}N_{zb1})$  构成, 其中 M1 表示 Al、以及在日本使用的元素周期表中除了 Ti 之外的 4 族元素、5 族元素和 6 族元素中的一种或多种;  $xb1$  为 0.01 以上 0.25 以下;  $yb1$  为 0 以上 0.7 以下; 且  $zb1$  为 0.4 以上 1 以下,

作为所述化合物层之一的不同于所述 B1a 化合物层的 B1b 化合物层由  $(Al_{1-xb2}M2_{xb2})(C_{1-zb2}N_{zb2})$ , 构成, 其中 M2 表示 Si、以及在日本使用的元素周期表中的 4 族元素、5 族元素和 6 族元素中的一种或多种;  $xb2$  为 0.2 以上 0.77 以下; 且  $zb2$  为 0.4 以上 1 以下,

作为所述薄膜层之一的不同于所述 B1 薄膜层的 B2 薄膜层由  $(Al_{1-xb3}M3_{xb3})(C_{1-zb3}N_{zb3})$  构成, 其中 M3 表示 Si、以及在日本使用的元素周期表中的 4 族元素、5 族元素和 6 族元素中的一种或多种;  $xb3$  为 0.2 以上 0.77 以下; 且  $zb3$  为 0.4 以上 1 以下,

所述 A 层的厚度为 0.2  $\mu\text{m}$  以上 10  $\mu\text{m}$  以下,

所述 B 层的厚度为 0.06  $\mu\text{m}$  以上 5  $\mu\text{m}$  以下,

所述覆层的整体厚度为 0.26  $\mu\text{m}$  以上 15  $\mu\text{m}$  以下,

在所述立方氮化硼烧结体和所述覆层之间的界面处,

由所述立方氮化硼制成的颗粒朝向所述覆层的突出程度大于所述结合相朝向所述覆层的突出程度, 并且

由所述立方氮化硼制成的颗粒和所述结合相之间的高度差为 0.05  $\mu\text{m}$  以上 1.0  $\mu\text{m}$  以下。

2. 根据权利要求 1 所述的表面被覆氮化硼烧结体工具, 其中

所述 A 层由  $(Ti_{1-xa}Ma_{xa})(C_{1-za2}N_{za2})$  构成, 其中 Ma 表示 Al、Si、以及在日本使用的元素周期表中除了 Ti 之外的 4 族元素、5 族元素和 6 族元素中的一种或多种;  $xa$  为 0 以上 0.7 以下; 且  $za2$  为 0 以上 1 以下。

3. 根据权利要求 2 所述的表面被覆氮化硼烧结体工具, 其中

在所述 A 层中, N 的组成  $z_{a2}$  从立方氮化硼烧结体侧朝向所述 A 层的表面侧以阶梯式或坡度式的方式变化。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的表面被覆氮化硼烧结体工具, 其中所述 A 层在其表面侧具有这样的区域, 该区域的 C 组成高于所述立方氮化硼烧结体侧的 C 组成。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的表面被覆氮化硼烧结体工具, 其中所述 M2 表示 Ti 和 Cr 中的至少一者, 且所述 M2 的组成  $x_{b2}$  为 0.25 以上 0.5 以下。

6. 根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的表面被覆氮化硼烧结体工具, 其中所述 M3 表示 Ti 和 Cr 中的至少一者, 且所述 M3 的组成  $x_{b3}$  为 0.25 以上 0.5 以下。

7. 根据权利要求 6 所述的表面被覆氮化硼烧结体工具, 其中所述 M3 表示与所述 M2 的元素相同的元素, 且所述 M3 的组成  $x_{b3}$  的值与所述 M2 的组成  $x_{b2}$  的值相同。

8. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的表面被覆氮化硼烧结体工具, 其中所述 B2 薄膜层的平均厚度  $t_2$  与所述 B1 薄膜层的平均厚度  $t_1$  之比  $t_2/t_1$  落入  $0.5 < t_2/t_1 \leq 10.0$  的范围内。

9. 根据权利要求 8 所述的表面被覆氮化硼烧结体工具, 其中所述  $t_2/t_1$  落入  $0.7 < t_2/t_1 \leq 5.0$  的范围内。

10. 根据权利要求 8 或 9 所述的表面被覆氮化硼烧结体工具, 其中所述 B 层位于比所述 A 层更接近立方氮化硼烧结体侧的位置, 且所述  $t_2/t_1$  在所述立方氮化硼烧结体侧落入  $1.1 < t_2/t_1 \leq 5.0$  的范围内, 所述  $t_2/t_1$  在朝向所述 A 层的方向上降低, 并且所述  $t_2/t_1$  在 A 层侧落入  $0.7 < t_2/t_1 < 2$  的范围内。

11. 根据权利要求 1 至 10 中任一项所述的表面被覆氮化硼烧结体工具, 其中所述 B 层整体的 Si 组成的平均值为 0.003 以上 0.1 以下。

12. 根据权利要求 11 所述的表面被覆氮化硼烧结体工具, 其中所述 B 层整体的 Si 组成的平均值为 0.005 以上 0.07 以下。

13. 根据权利要求 1 至 12 中任一项所述的表面被覆氮化硼烧结体工具, 其中所述 A 层位于比所述 B 层更接近所述表面被覆氮化硼烧结体工具的表面侧的位置。

14. 根据权利要求 1 至 13 中任一项所述的表面被覆氮化硼烧结体工具, 其中所述覆层还包括位于所述 A 层和所述 B 层之间的 C 层, 所述 C 层由  $McLc_{z_c}$  构成, 其中 Mc 表示 Al、Si、以及在日本使用的元素周期表中的 4 族元素、5 族元素和 6 族元素中的一种或多种;  $Lc$  表示 B、C、N 和 O 中的一种或多种; 且  $z_c$  为 0 以上 0.85 以下, 且

所述 C 层的厚度为  $0.005 \mu\text{m}$  以上  $0.5 \mu\text{m}$  以下。

15. 根据权利要求 14 所述的表面被覆氮化硼烧结体工具, 其中所述  $Lc$  的组成  $z_c$  大于 0 且小于 0.7。

16. 根据权利要求 14 或 15 所述的表面被覆氮化硼烧结体工具, 其中所述 C 层包含至少一种或多种形成所述 A 层和所述 B 层的元素。

17. 根据权利要求 1 至 16 中任一项所述的表面被覆氮化硼烧结体工具, 其中所述覆层还包括位于所述立方氮化硼烧结体和所述 B 层之间的 D 层, 且

所述 D 层由  $MdLd_{zd}$  构成, 其中 Md 表示 Al、Si、以及在日本使用的元素周期表中的 4 族元素、5 族元素和 6 族元素中的一种或多种; Ld 表示 B、C、N 和 O 中的一种或多种; 且  $zd$  为 0.85 以上 1 以下。

18. 根据权利要求 1 至 17 中任一项所述的表面被覆氮化硼烧结体工具, 其中所述立方氮化硼烧结体包含 50 体积%以上 65 体积%以下的所述立方氮化硼。

19. (删除)

20. (修改) 根据权利要求 1 至 18 中任一项所述的表面被覆氮化硼烧结体工具, 其中由所述立方氮化硼烧结体和所述覆层之间的界面处向所述立方氮化硼烧结体的内部, 所述立方氮化硼烧结体中的所述立方氮化硼的体积含量增加。

21. (修改) 根据权利要求 1 至 18 和 20 中任一项所述的表面被覆氮化硼烧结体工具, 其中

由所述立方氮化硼烧结体和所述覆层之间的界面处向所述立方氮化硼烧结体的内部, 包含在所述立方氮化硼烧结体中的所述立方氮化硼的粒径增大。