(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105121076 A
(43)申请公布日 2015.12.02

(21)申请号 201480019296.X
(22)申请日 2014.02.26
(30)优先权数据
2013-073492 2013.03.29 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.09.29
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2014/054684 2014.02.26
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2014/156446 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
(51)Int.Cl.
B23B 27/14(2006.01)
B23B 27/20(2006.01)
C23C 14/06(2006.01)

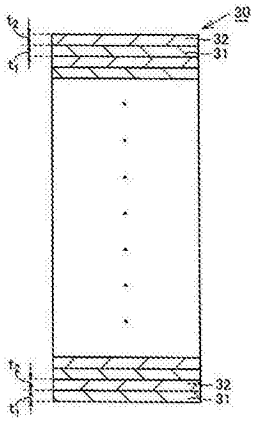
权利要求书3页 说明书20页 附图1页
按照条约第19条修改的权利要求书3页

(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形成在所述立方氮化硼烧结体表面上的覆层(10)。覆层(10)中的B层(30)包括交替层叠的两种以上具有不同组成的化合物层的一层或多层。各化合物层(31,32)的厚度为0.5nm以上且小于30nm。



CN 105121076 A

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，

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B1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B1化合物层的B2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，

所述A层的厚度为0.2μm以上10μm以下，

所述B层的厚度为0.05μm以上5μm以下，并且

所述覆层的整体厚度为0.25μm以上15μm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组成大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xb2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B2化合物层的平均厚度t2与所述B1化合物层的平均厚度t1之比t2/t1落入$0.5<t2/t1\leqslant 10.0$的范围内。

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 t2/t1 落入 1<t2/t1 ≤ 5.0 的范围内。

8. 根据权利要求 6 或 7 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 t2/t1 在所述立方氮化硼烧结体侧落入 1<t2/t1 ≤ 5.0 的范围内，所述 t2/t1 在朝向所述 A 层的方向上降低，并且所述 t2/t1 在 A 层侧落入 0.5<t2/t1<2 的范围内。

9. 根据权利要求 1 至 8 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 0.005 以上 0.1 以下。

10. 根据权利要求 9 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 0.01 以上 0.07 以下。

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 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。

12. 根据权利要求 1 至 11 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 $McLc_{zc}$ 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 zc 为 0 以上 0.85 以下，且

所述 C 层的厚度为 0.005 μm 以上 0.5 μm 以下。

13. 根据权利要求 12 所述的表面被覆氮化硼烧结体工具，其中

所述 Lc 的组成 zc 大于 0 且小于 0.7。

14. 根据权利要求 12 或 13 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。

15. 根据权利要求 1 至 14 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 1.0 以下。

16. 根据权利要求 1 至 15 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。

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

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 μm 以上 1.0 μm 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

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。

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

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WO 2012/005275（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，而所述上层由化合物层制成。

[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中，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。

[0013] 鉴于上述情况完成了本发明，本发明的目的在于改进工具在淬火钢加工等过程中的耐磨性，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，本发明的本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(end cutting edge portion)（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。

[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 MLa_{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 B1 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。作为所述化合物层中不同于 B1 化合物层的 B2 化合物层，其由 $(Al_{1-xb2}M2_{xb2})(C_{1-zb2}N_{zb2})$ 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。所述 A 层的厚度为 0.2μm 以上 10μm 以下。B 层的厚度为 0.05μm 以上 5μm 以下。覆层的整体厚度为 0.25μm 以上 15μm 以下。

[0018] 发明的有益效果

[0019] 根据本发明，工具在淬火钢的加工等过程中的耐磨性得以改进，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。

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的反射电子图像。此时，cBN制颗粒（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0.05μm以上1.0μm以下。当高度差在0.05μm以上时，可以实现锚定效果。此外，当高度差在1.0μm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0.1μm以上0.5μm以下。当高度差在0.1μm以上时，可以有效地实现锚定效果。此外，当高度差在0.5μm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0μm以上20μm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20μm以上100μm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0μm以上20μm以下的区域内，cBN颗粒的粒径为0.1μm以上1μm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20μm以上

300μm以下的区域内，cBN颗粒的粒径为2μm以上10μm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0.25μm以上15μm以下。当覆层的厚度为0.25μm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15μm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1.5μm以上4.5μm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)之和优选为0以上0.7以下，更优选为0以上0.3以下。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 μm 以上 0.1 μm 以下的区域。A 层的表面侧是指不同于 A 层的 cBN 烧结体侧的部分。

[0043] A 层的厚度为 0.2 μm 以上 10 μm 以下。当 A 层的厚度为 0.2 μm 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 μm 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。A 层的厚度优选为 1 μm 以上 3 μm 以下。

[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。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 化合物层和 B2 化合物层被交替层叠。然而，本发明的 B 层可包括除 B1 化合物层和 B2 化合物层之外的其他层，只要它包括 B1 化合物层和 B2 化合物层即可。B 层的厚度为 0.05 μm 以上 5 μm 以下。

[0047] 优选地，B 层整体的 Si 组成的平均值为 0.005 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 0.01 以上 0.07 以下，甚至更优选为 0.02 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 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。B1 化合物层的厚度为 0.5nm 以上且小于 30nm。

[0050] B2 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。B2 化合物层的厚度为 0.5nm 以上且小于 30nm。

[0051] B 层的底层可以是 B1 化合物层或是 B2 化合物层。B 层的顶层可以是 B1 化合物层或是 B2 化合物层。

[0052] 优选地，B2 化合物层的平均厚度 t2 与 B1 化合物层的平均厚度 t1 之比 t2/t1 落入 $0.5<t2/t1 \leqslant 10.0$ 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得到进一步改善。此处，使用以下等式确定 B1 化合物层的平均厚度 t1。也用类似的方式确定 B2 化合物层的平均厚度 t2。

[0053] (B1 化合物层的平均厚度 t1) = (B1 化合物层的厚度总和)/(B1 化合物层的层数)。

[0054] 在难以确定 B1 化合物层的厚度的情况下，使用以下等式确定 B1 化合物层的平均厚度 t1。也用类似的方式确定 B2 化合物层的平均厚度 t2。

[0055] (B1 化合物层的平均厚度 t1) = (仅由 B1 化合物层的层叠而形成的 B 层的厚度)/(层叠的 B1 化合物层的数目)。

[0056] 更优选地，t2/t1 落入 $1<t2/t1 \leqslant 5.0$ 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。此外，对于小工件的重复加工或者轻断续切削，表面被覆氮化硼烧结体工具的使用寿命得以延长。更优选地，t2/t1 落入 $1.1<t2/t1 \leqslant 4.5$ 的范围内。

[0057] 甚至更优选地，在 A 层位于比 B 层接近表面侧的位置时，在 cBN 烧结体侧，t2/t1 落入 $1<t2/t1 \leqslant 5.0$ 的范围内，并且在朝向 A 层的方向上 t2/t1 降低，并在 A 层侧落入 $0.5<t2/t1<2$ 的范围内。这样的结果是抑制在 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”是指如下两个区域中较窄的那个区域，这两个区域为：在朝向 B 层的内部的方向上，距离 B 层中最接近 A 层的面 0μm 以上而不超过 B 层厚度的 1/2 的区域；和在朝向 B 层的内部的方向上，距离 B 层中最接近 A 层的面 0μm 以上 0.1μm 以下的区域。此处使用的“B 层的 cBN 烧结体侧”是指如下两个区域中较窄的那个区域，这两个区域为：在朝向 B 层的内部的方向上，距离 B 层中最接近 cBN 烧结体的面 0μm 以上而不超过 B 层厚度的 1/2 的区域；和在朝向 B 层的内部的方向上，距离 B 层中最接近 cBN 烧结体的面 0μm 以上 0.1μm 以下的区域。

[0058] <C 层>

[0059] 优选地，覆层还包括位于 A 层和 B 层之间的 C 层，C 层由 $McLc_{zc}$ 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 zc 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。

[0060] 更优选地，C 层的厚度为 0.005μm 以上 0.5μm 以下。当 C 层的厚度在 0.005μm 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 0.5μm 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 0.01μm 以上 0.2μm 以下。

[0061] 更优选地，Lc 的组成 zc 大于 0 且小于 0.7。当 Lc 的组成 zc 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zc为0.2以上0.5以下。

[0062] 更优选地，C层包含至少一种或多种构成A层和B层的元素。当C层包含至少一种或多种构成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构成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构成位于A层的C层侧和B层的C层侧的一部分的元素。

[0063] <D层>

[0064] 优选地，覆层还包括位于基材和B层之间的D层，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1.0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。

[0065] 更优选地，D层由$(Al_{1-xd}Md2_{xd})Ld_{zd}$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xd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。

[0066] 更优选地，D层的厚度为0.05μm以上1μm以下。当D层的厚度为0.05μm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1μm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0.1μm以上0.5μm以下。

[0067] <表面被覆氮化硼烧结体工具的制造方法>

[0068] 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。

[0069] 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CH_4、N_2、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CH_4、N_2、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。

[0070] [例子]

[0071] 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。

[0072] <表面被覆氮化硼烧结体工具的制造>

[0073] 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。

[0074] <样品1的制造>

[0075] <cBN烧结体A的形成>

[0076] 首选，将平均粒径为 1 μm 的 TiN 粉末和平均粒径为 3 μm 的 Ti 粉末混合，以得到 Ti:N = 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。由此获得了由 $TiN_{0.6}$制成的金属间化合物粉末。

[0077] 接着，将 $TiN_{0.6}$制成的金属间化合物粉末和平均粒径为 4 μm 的 Al 粉末混合，以得到 $TiN_{0.6}$: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。

[0078] 然后，将结合相的原料粉末和平均粒径为 1.5 μm 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℃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。

[0079] < 基材的形成 >

[0080] 准备由硬质合金材料（相当于 K10）制成并具有 ISO DNGA150408 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 55°，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 μm 且角度为 25°）。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。

[0081] 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℃，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。

[0082] < 覆层的形成 >

[0083] <D 层的形成 >

[0084] 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 0.5 μm 的 D 层：

[0085] 靶：包含 70 原子%的 Al 和 30 原子%的 Cr

[0086] 引入的气体：N_2

[0087] 膜沉积压力：4Pa

[0088] 电弧放电电流：120A

[0089] 基板偏压：-50V

[0090] 旋转台转速：5rpm。

[0091] <B 层的形成 >

[0092] 在上述膜沉积装置内，在 D 层 20 上形成 B 层 30。具体来说，通过在以下条件下利用气相沉积形成总厚度为 0.03 μm 的 B 层 30。此时，调整用于靶 B1 和 B2 的电弧电流和设置有基材的旋转台的转速，从而使 B1 化合物层 31 的厚度为 7nm，B2 化合物层 32 的厚度为 10nm。

[0093] 靶 B1：包含 75 原子%的 Ti、15 原子%的 Si 和 10 原子%的 Cr。

[0094] 靶 B2：包含 60 原子%的 Al、10 原子%的 Cr 和 30 原子%的 Ti。

[0095] 引入的气体：N2

[0096] 膜沉积压力：1Pa

[0097] 基板偏压：-50V。

[0098] <C层的形成>

[0099] 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0.1μm的C层40：

[0100] 靶：包含50原子%的Ti和50原子%的Al

[0101] 引入的气体：N_2

[0102] 膜沉积压力：0.1Pa

[0103] 电弧放电电流：150A

[0104] 基板偏压：-100V

[0105] 旋转台转速：5rpm。

[0106] <A层的形成>

[0107] 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2μm的A层：

[0108] 靶：包含50原子%的Ti和50原子%的Al

[0109] 引入的气体：N_2

[0110] 膜沉积压力：4Pa

[0111] 电弧放电电流：120A

[0112] 基板偏压：-600V

[0113] 旋转台转速：5rpm。

[0114] 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。

[0115] <样品2至6的制造>

[0116] 按照如上所述样品1的制造方法制造样品2至6，不同之处在于：根据表2所示的值改变B1化合物层的数目和B2化合物层的数目，并改变B层的总厚度。值得注意的是，表2所示的层数是指B1化合物层的数目和B2化合物层的数目的总和。

[0117] <样品7的制造>

[0118] 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基材的制造方法形成样品7的基材。

[0119] 接着，按照上述样品1的制造方法依次形成D层和B层。按照上述样品1的C层的形成方法来形成C层，不同之处在于如下所述改变膜沉积压力。具体来说，在C层形成开始时，通过引入N_2将膜沉积压力设定为3Pa，此后逐渐减低至0.1Pa，然后再次逐渐升高到3Pa。

[0120] 然后按照上述样品1的A层的形成方法来形成A层，不同之处在于按照以下方式改变膜沉积压力和引入的气体。具体来说，仅在A层形成开始直到A层的厚度达到0.9μm的时间段内，通过引入N_2将膜沉积压力设定为3Pa。然后，逐渐减少N_2同时逐渐增加CH_4，从而进一步形成A层的额外0.3μm厚度。此时，逐渐减少N_2同时逐渐增加CH_4，直到组成变为$TiC_{0.5}N_{0.5}$。然后，在不改变CH_4和N_2各自供应量的情况下，进一步形成A层的额外0.3μm

厚度。由此制造样品 7。

[0121] 值得注意的是，在样品 7 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、N_2和 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 8 至 55。

[0122] < 样品 8 至 13 的制造 >

[0123] 按照如上所述的样品 7 的制造方法来制造样品 8 至 13，不同之处在于 :形成 B 层，使其具有根据表 2 所示 B1 化合物层和 B2 化合物层的厚度值。

[0124] < 样品 14 的制造 >

[0125] 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样品 14 的基材。

[0126] 接着，按照上述样品 1 的制造方法形成 D 层。通过改变靶 B1 的电弧电流和靶 B2 的电弧电流，从而获得如表 2 所示的 B2 化合物层厚度与 B1 化合物层厚度的比值，由此形成 B 层。具体来说，以特定速率逐渐升高靶 B1 的电弧电流，并以特定速率逐渐减低靶 B2 的电弧电流。然后在 B 层上形成 A 层而不形成 C 层。具体来说，按照上述样品 1 的 A 层的形成方法来形成 A 层，不同之处在于，除了 N_2之外，还使用了 CH_4作为引入的气体。此时，通过调整 CH_4和 N_2各自的供应量来形成由 $TiC_{0.3}N_{0.7}$制成的 A 层。由此制造了样品 14。

[0127] < 样品 15 至 19 的制造 >

[0128] 按照如上所述样品 14 的制造方法制造样品 15 至 19，不同之处在于改变形成 A 层时所引入的气体。例如，按照如下方式形成样品 15 的 A 层。具体来说，仅在 A 层形成开始直到 A 层的厚度达到 1.6μm 的时间段内，通过引入 N_2将膜沉积压力设定为 3Pa。然后，逐渐减少 N_2同时逐渐增加 CH_4，进一步形成 A 层的额外 0.3μm 厚度。此时，逐渐减少 N_2同时逐渐增加 CH_4，直到组成变为 $TiC_{0.3}N_{0.7}$。然后，在不改变 CH_4和 N_2各自的供应量的情况下，进一步形成 A 层的额外 0.1μm 厚度。然后停止供应 CH_4，并增加 N_2的供应量，进一步形成 A 层的额外 0.5μm 厚度。

[0129] < 样品 20 至 25 的制造 >

[0130] 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 中基材的制造方法形成各样品 20 至 25 的基材。

[0131] 接着，按照上述样品 1 和 14 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。

[0132] < 样品 26 的制造 >

[0133] 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。

[0134] 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，在如下条件下通过气相沉积形成 C 层，然后按照上述样品 14 的制造方法形成 A 层。由此制造样品 26。

[0135] 靶：包含 80 原子％的 Ti、10 原子％的 Cr、和 10 原子％的 W。

[0136] 引入的气体：Ar

[0137] 膜沉积压力：4Pa

[0138] 电弧放电电流：150A

[0139] 基板偏压：-30V。

[0140] ＜样品 27 至 32 的制造＞

[0141] 按照如上所述样品 26 的制造方法来制造样品 27 至 32，不同之处在于：通过引入 Ar 和 N_2形成具有如表 1 所示的组成的各 C 层。

[0142] ＜样品 33 至 38 的制造＞

[0143] 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 0.5μm 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 33 至 38 的基材。

[0144] 接着，按照上述样品 1 和 7 的制造方法依次形成 D 层、B 层、C 层和 A 层。由此制造样品 33 至 38。

[0145] ＜样品 39 至 44 的制造＞

[0146] 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 3μm 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 39 至 44 的基材。

[0147] 接着，按照上述样品 1 和 7 的制造方法依次形成 D 层、B 层和 A 层。由此制造样品 39 至 44。

[0148] ＜样品 45 至 51 的制造＞

[0149] 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 45 至 51 的基材。接着，按照上述样品 1 和 7 的制造方法依次形成 D 层、B 层、C 层和 A 层。由此制造样品 49 至 51。

[0150] ＜样品 52 的制造＞

[0151] 首先，将平均粒径为 1μm 的 TiCN 粉末和平均粒径为 3μm 的 Ti 粉末混合，以得到 Ti:C:N ＝ 1:0.3:0.3 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 $TiC_{0.3}N_{0.3}$制成的金属间化合物粉末。

[0152] 接着，将由 $TiC_{0.3}N_{0.3}$制成的金属间化合物粉末和平均粒径为 4μm 的 Al 粉末混合，以得到 $TiC_{0.3}N_{0.3}$: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样品 52 的基材。

[0153] 接着，按照上述样品 45 至 51 的制造方法依次形成 D 层、B 层、C 层和 A 层。由此制造样品 52。

[0154] ＜样品 53 的制造＞

[0155] 首先，将平均粒径为 1μm 的 TiCN 粉末和平均粒径为 3μm 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。

[0156] 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 μm 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 53 的基材。

[0157] 接着，按照上述样品 45 至 51 的制造方法依次形成 D 层、B 层、C 层和 A 层。由此制造样品 53。

[0158] ＜样品 54 的制造＞

[0159] 按照上述样品 1 的制造方法制造样品 54，不同之处在于不形成 B 层、C 层和 D 层。

[0160] ＜样品 55 的制造＞

[0161] 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 A 层和 C 层。

[0162] 表 1 和表 2 示出了样品 1 至 55 中包含的 A 层、B 层、C 层和 D 层的组成和厚度。

[0163] 表 1

[0164]

		cBN 烧结体	覆层						
			A 层		C 层		D 层		覆层的厚度
			组成	厚度 (μm)	组成	厚度 (μm)	组成	厚度 (μm)	μm
比较例 1	样品 1	A	$Ti_{0.5}Al_{0.5}N$	2.0	$Ti_{0.5}Al_{0.5}N_{0.4}$	0.1	$Al_{0.7}Cr_{0.3}N$	0.5	2.6
实施例 1	样品 2								2.7
实施例 2	样品 3								3.3
实施例 3	样品 4								3.7
实施例 4	样品 5								4.6
比较例 2	样品 6								8.1
比较例 3	样品 7	D	TiCN*01	1.5	TiN*11	0.15	$Al_{0.64}Cr_{0.36}N$	0.2	2.6
实施例 5	样品 8								
实施例 6	样品 9								
实施例 7	样品 10								
实施例 8	样品 11								
实施例 9	样品 12								
比较例 4	样品 13								
实施例 10	样品 14	B	$TiC_{0.3}N_{0.7}$	2.5	无	0	$Al_{0.7}Cr_{0.3}N$	0.5	4.3
实施例 11	样品 15		TiCN*02						
实施例 12	样品 16		TiCN*03						
实施例 13	样品 17		TiCN*04						
实施例 14	样品 18		TiCN*05						
实施例 15	样品 19		$TiC_{0.7}N_{0.3}$						
比较例 5	样品 20	C	$Ti_{0.93}Si_{0.07}C_{0.5}N_{0.5}$	0.5	$Ti_{0.93}Si_{0.07}C_{0.5}$	0.02	$Al_{0.25}V_{0.75}N_{0.9}$	0.3	2.8
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								
实施例 20	样品 26	E	$Ti_{0.8}Cr_{0.2}C_{0.6}N_{0.4}$	5.0	$Ti_{0.8}Cr_{0.1}W_{0.1}$	0.11	$Al_{0.6}Cr_{0.3}Si_{0.1}N$	0.2	6.3
实施例 21	样品 27				$Ti_{0.8}Cr_{0.1}W_{0.1}N_{0.1}$				
实施例 22	样品 28				$Ti_{0.8}Cr_{0.1}W_{0.1}N_{0.25}$				
实施例 23	样品 29				$Ti_{0.8}Cr_{0.1}W_{0.1}N_{0.45}$				
实施例 24	样品 30				$Ti_{0.8}Cr_{0.1}W_{0.1}N_{0.6}$				
实施例 25	样品 31				$Ti_{0.8}Cr_{0.1}W_{0.1}N_{0.82}$				
实施例 26	样品 32				$Ti_{0.8}Cr_{0.1}W_{0.1}N_{0.9}$				
实施例 27	样品 33	F	TiCN*06	1.5	$Ti_{0.45}Al_{0.5}Cr_{0.05}N_{0.5}$	0.002	$Al_{0.5}Ti_{0.45}Si_{0.05}N$	1.5	4.2
实施例 28	样品 34					0.02			4.2
实施例 29	样品 35					0.1			4.3
实施例 30	样品 36					0.25			4.5
实施例 31	样品 37					0.4			4.6
实施例 32	样品 38					0.7			4.9
比较例 7	样品 39	G	TiCN*07	1.6	无	0	$Al_{0.75}Cr_{0.25}N$	0.3	2.9
实施例 33	样品 40								
实施例 34	样品 41								
实施例 35	样品 42								
实施例 36	样品 43								
比较例 8	样品 44								
实施例 37	样品 45	A	TiCN*08	0.3	Ti	0.08	$Al_{0.7}Ti_{0.3}N$	0.05	2.73
实施例 38	样品 46	B							
实施例 39	样品 47	C							
实施例 40	样品 48	D							
实施例 41	样品 49	E							
实施例 42	样品 50	F							
实施例 43	样品 51	G							
实施例 44	样品 52	H							
实施例 45	样品 53	I							
比较例 9	样品 54	B	$Ti_{0.5}Al_{0.5}N$	3.0	无		无		3
比较例 10	样品 55	D	无		无		$Al_{0.64}Cr_{0.36}N$	0.15	3.0

[0165] 表 2

[0166]

		覆层 (B 层)								
		B1 化合物层		B2 化合物层		层数	厚度(μm)	t2/t1		Si 组成的平均值
		Ti 组成比	厚度(nm)	Al 组成比	厚度(nm)			旋转行星	A 层型	
比较例 1	样品 1	$Ti_{0.75}Si_{0.15}Cr_{0.1}N_{0.9}$	7	$Al_{0.6}Cr_{0.1}Ti_{0.3}N_{0.9}$	10	4	0.03	1.4	1.4	0.062
实施例 1	样品 2					8	0.07			
实施例 2	样品 3					82	0.70			
实施例 3	样品 4					129	1.10			
实施例 4	样品 5					235	2.00			
比较例 2	样品 6					647	5.50			
比较例 3	样品 7	$Ti_{0.88}Si_{0.12}N$	0.4	$Al_{0.64}Cr_{0.36}N$	0.4	1875	0.75	1.0	1.0	0.060
实施例 5	样品 8		0.7		0.8	1000	0.75	1.1	1.1	0.056
实施例 6	样品 9		3		3.6	227	0.75	1.2	1.2	0.055
实施例 7	样品 10		4		5.5	158	0.75	1.4	1.4	0.051
实施例 8	样品 11		10		15	60	0.75	1.5	1.5	0.048
实施例 9	样品 12		25		28	28	0.75	1.1	1.1	0.057
比较例 4	样品 13		33		66	15	0.75	2.0	2.0	0.040
实施例 10	样品 14	$Ti_{0.85}Si_{0.1}Nb_{0.05}N$	7	$Al_{0.7}Cr_{0.2}Nb_{0.1}N$	10	153	1.3	2.2	1.2	0.041
实施例 11	样品 15									
实施例 12	样品 16									
实施例 13	样品 17									
实施例 14	样品 18									
实施例 15	样品 19									
比较例 5	样品 20	$Ti_{0.995}Si_{0.005}C_{0.2}N_{0.8}$	5	$Al_{0.25}V_{0.75}C_{0.2}N_{0.8}$	8	308	2.0	1.6	1.6	0.002
实施例 16	样品 21	$Ti_{0.985}Si_{0.015}C_{0.2}N_{0.8}$								0.006
实施例 17	样品 22	$Ti_{0.93}Si_{0.07}C_{0.2}N_{0.8}$								0.023
实施例 18	样品 23	$Ti_{0.89}Si_{0.11}C_{0.2}N_{0.8}$								0.042
实施例 19	样品 24	$Ti_{0.8}Si_{0.2}C_{0.2}N_{0.8}$								0.077
比较例 6	样品 25	$Ti_{0.73}Si_{0.27}C_{0.2}N_{0.8}$								0.104
实施例 20	样品 26	$Ti_{0.7}Si_{0.2}W_{0.1}N_{0.9}$	3	$Al_{0.6}Cr_{0.3}Si_{0.1}N_{0.9}$	6	222	1	2	2	0.067
实施例 21	样品 27									
实施例 22	样品 28									
实施例 23	样品 29									
实施例 24	样品 30									
实施例 25	样品 31									
实施例 26	样品 32									
实施例 27	样品 33	$Ti_{0.5}Si_{0.05}Al_{0.45}N$	10	$Al_{0.5}Ti_{0.45}Si_{0.05}N$	18	86	1.2	1.8	1.8	0.018
实施例 28	样品 34									
实施例 29	样品 35									
实施例 30	样品 36									
实施例 31	样品 37									
实施例 32	样品 38									
比较例 7	样品 39	$Ti_{0.92}Si_{0.08}N$	4	$Al_{0.15}Cr_{0.85}N$	7	182	1	1.75	1.75	0.029
实施例 33	样品 40			$Al_{0.34}Cr_{0.66}N$						
实施例 34	样品 41			$Al_{0.54}Cr_{0.46}N$						
实施例 35	样品 42			$Al_{0.64}Cr_{0.36}N$						
实施例 36	样品 43			$Al_{0.74}Cr_{0.26}N$						
比较例 8	样品 44			$Al_{0.85}Cr_{0.15}N$						
实施例 37	样品 45	$Ti_{0.97}Si_{0.03}N$	5	$Al_{0.7}Ti_{0.3}N$	6.5	435	2.5	1.3	1.3	0.013
实施例 38	样品 46									
实施例 39	样品 47									
实施例 40	样品 48									
实施例 41	样品 49									
实施例 42	样品 50									
实施例 43	样品 51									
实施例 44	样品 52									
实施例 45	样品 53									
比较例 9	样品 54	无								
比较例 10	样品 55	$Ti_{0.88}Si_{0.12}N$	4	$Al_{0.64}Cr_{0.36}N$	5.5	600	2.85	1.4	1.4	0.051

[0167] 表 3

[0168]

cBN 烧结体	cBN 含量 (体积%)	cBN 的平均粒径 (μm)	结合相的原料粉末	用 X 射线检测到的化合物
A	30	1.5	$TiN_{0.6}$, Al	cBN, TiN, TiB_2(AlB_2)
B	80	1.5	$TiN_{0.6}$, Al	cBN, TiN, TiB_2(AlB_2)
C	50	1.5	$TiN_{0.6}$, Al	cBN, TiN, TiB_2(AlB_2)
D	58	1.5	$TiN_{0.6}$, Al	cBN, TiN, TiB_2(AlB_2)
E	65	1.5	$TiN_{0.6}$, Al	cBN, TiN, TiB_2(AlB_2)
F	58	0.5	$TiN_{0.6}$, Al	cBN, TiN, TiB_2(AlB_2)
G	58	3	$TiN_{0.6}$, Al	cBN, TiN, TiB_2(AlB_2)
H	58	1.5	$TiC_{0.3}N_{0.3}$, Al	cBN, TiCN, TiB_2(AlB_2)
I	58	1.5	$TiC_{0.6}$, Al	cBN, TiC, TiB_2(AlB_2)

[0169] 表 1 中的 $TiCN^{*01}$至 $TiCN^{*08}$如表 4 中所示。表 1 中的 TiN^{*11}如表 5 中所示。

[0170] 表 4

[0171]

	距 cBN 烧结体侧的距离 (μm)	N 组成比	C 组成比
TiCN*01	0-0.9	1	0
	0.9-1.2	1→0.5	0→0.5
	1.2-1.5	0.5	0.5
TiCN*02	0-1.6	1	0
	1.6-1.9	1→0.7	0→0.3
	1.9-2.0	0.7	0.3
	2.0-2.5	1	0
TiCN*03	0-1.0	1	0
	1.0-1.5	1→0.7	0→0.3
	1.5-2.0	0.7	0.3
	2.0-2.5	1	0
TiCN*04	0-0.3	1	0
	0.3-1.0	1→0.7	0→0.3
	1.0-2.0	0.7	0.3
	2.0-2.5	1	0
TiCN*05	0-0.3	1	0
	0.3-0.6	1→0.7	0→0.3
	0.6-2.0	0.7	0.3
	2.0-2.5	1	0
TiCN*06	0-1.5	0→0.8	1→0.2
TiCN*07	0-1.0	1	0
	1.0-1.4	1→0.3	0→0.7
	1.4-1.6	0.6	0.4
TiCN*08	0-0.3	0.9→0.4	0.1→0.6

[0172] 在表 4 中,(例如)表述“1 → 0.5”是指组成比由 1 逐渐变为 0.5。

[0173] 表 5

[0174]

		N 组成比
TiN*11	从 B 层侧到 C 层中心	1→0.5
	C 层中心	0.5
	从 C 层中心到 A 层侧	0.5→1

[0175] 在表 5 中,(例如)表述“1 → 0.5”是指组成比由 1 逐渐变为 0.5。

[0176] < 后刀面磨损量 VB 和表面粗糙度 Rz 的测量 >

[0177] 使用制造的样品 1 至 55,在以下切削条件下进行切削(切削距离 :4km)。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 6 的“VB(mm)”一栏中示出了后刀面磨损量 VB 的测量结果,在表 6 的“Rz(μm)”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 越小表示表面被覆氮化硼烧结体工具的耐边界磨损性越高。在本实施

例中，3μm以下的Rz是令人满意的。

[0178] （切削条件）

[0179] 工件：高硬度钢(SCM415H/HRC60)

[0180] 切削速度：200m/分钟

[0181] 进给速度：f＝0.1mm/转

[0182] 切削深度：ap＝0.1mm

[0183] 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”）。

[0184] <工具使用寿命的测量>

[0185] 使用制造的样品1至55，在以上切削条件下进行切削。具体来说，重复以下步骤：对工件进行切削至一定的切削距离，然后利用表面粗糙度仪测量工件的表面粗糙度Rz。当工件的表面粗糙度Rz超过3.2μm时，停止切削，并确定该时刻的切削距离{(一定的切削距离)×(当工件的表面粗糙度Rz超过3.2μm时的切削次数n)}。另外也确定在工件的表面粗糙度Rz超过3.2μm之前即刻的切削距离{(一定的切削距离)×(n-1)}。然后，利用当工件的表面粗糙度Rz超过3.2μm时工件的表面粗糙度Rz的具体数值和在该时刻的切削距离，以及当工件的表面粗糙度Rz超过3.2μm之前即刻的工件表面粗糙度Rz的具体数值和在该时刻的切削距离，对切削距离与工件的表面粗糙度Rz之间的关系进行线性近似，从而确定在工件的表面粗糙度Rz达到3.2μm的时间点上的切削距离。表6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。在本实施例中，8km以上的切削距离是令人满意的。

[0186] <结果和考察>

[0187] 在表6中示出了上述结果。

[0188] 表6

[0189]

		切削评价结果		
		VB (mm)	Rz (μm)	切削距离(km)
比较例 1	样品 1	0.04	3.23	3.9
实施例 1	样品 2	0.042	2.62	8.2
实施例 2	样品 3	0.044	2.56	9.7
实施例 3	样品 4	0.039	2.54	9.5
实施例 4	样品 5	0.036	2.68	8
比较例 2	样品 6	0.062	3.32	3.8
比较例 3	样品 7	0.037	3.31	3.7
实施例 5	样品 8	0.039	2.61	8.1
实施例 6	样品 9	0.041	2.43	11.3
实施例 7	样品 10	0.047	2.23	12.5
实施例 8	样品 11	0.045	2.34	11.9
实施例 9	样品 12	0.041	2.46	10.8
比较例 4	样品 13	0.056	3.42	3.5
实施例 10	样品 14	0.046	2.49	10.2
实施例 11	样品 15	0.053	2.31	12.3
实施例 12	样品 16	0.051	2.34	12
实施例 13	样品 17	0.048	2.42	11.1
实施例 14	样品 18	0.044	2.47	10.5
实施例 15	样品 19	0.04	2.56	9.5
比较例 5	样品 20	0.061	3.51	3.4
实施例 16	样品 21	0.05	2.43	10.2
实施例 17	样品 22	0.048	2.28	12.1
实施例 18	样品 23	0.047	2.29	12
实施例 19	样品 24	0.039	2.53	8.2
比较例 6	样品 25	0.036	3.7	3.2
实施例 20	样品 26	0.045	2.64	8.3
实施例 21	样品 27	0.045	2.56	9.2
实施例 22	样品 28	0.046	2.48	10.3
实施例 23	样品 29	0.044	2.46	10.1
实施例 24	样品 30	0.045	2.34	11.4
实施例 25	样品 31	0.044	2.49	10.2
实施例 26	样品 32	0.046	2.69	8.1
实施例 27	样品 33	0.043	2.53	10.6
实施例 28	样品 34	0.044	2.47	11.1
实施例 29	样品 35	0.045	2.32	11.8
实施例 30	样品 36	0.049	2.34	11.6
实施例 31	样品 37	0.055	2.56	9.1
实施例 32	样品 38	0.063	2.72	8.4
比较例 7	样品 39	0.065	3.23	3.9
实施例 33	样品 40	0.054	2.53	9.4
实施例 34	样品 41	0.048	2.32	11.5
实施例 35	样品 42	0.045	2.28	12.1
实施例 36	样品 43	0.047	2.31	11.3
比较例 8	样品 44	0.057	3.43	3.5
实施例 37	样品 45	0.037	2.62	9.3
实施例 38	样品 46	0.052	2.56	8.6
实施例 39	样品 47	0.045	2.46	10.3
实施例 40	样品 48	0.047	2.28	12.3
实施例 41	样品 49	0.049	2.48	10.5
实施例 42	样品 50	0.046	2.35	11.8
实施例 43	样品 51	0.048	2.39	11.6
实施例 44	样品 52	0.044	2.33	11.8
实施例 45	样品 53	0.039	2.46	10.6
比较例 9	样品 54	0.035	3.44	3.6
比较例 10	样品 55	0.093	3.3	3.8

[0190] 样品 2 至 5、8 至 12、14 至 19、21 至 24、26 至 38、40 至 43 和 45 至 53 各具有小的 VB、3 μm 以下的 Rz 和 8km 以上的切削距离。这些结果表明这些样品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。

[0191] 另一方面，样品 1、6、7、13、20、25、39、44、54 和 55 各具有 3 μm 以上的 Rz 和大约 3km 至 4km 的切削距离。这些结果表明这些样品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。

[0192] 〈样品 3、10、54 和 55〉

[0193] 首先，考察样品 10 和 55。样品 10 和 55 具有非常接近的 B 层组成、D 层组成、D 层厚度和覆层厚度。然而，样品 10 包括 A 层，而样品 55 不包括 A 层。样品 10 的 Rz 为 2.5μm 以下，切削距离为 12km 以上，而样品 55 的 VB 为样品 10 的大约 2 倍，其 Rz 为 3μm 以上，且切削距离为约 4km。

[0194] 接下来，考察样品 3 和 54。样品 3 和 54 具有非常接近的 A 层组成和 A 层厚度；然而，样品 3 包括 B 层，而样品 54 不包括 B 层。样品 3 的 Rz 为约 2.5μm，切削距离为约 10km，而样品 55 的 Rz 为 3μm 以上，且切削距离为约 4km。

[0195] 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。

[0196] 〈样品 1 至 6〉

[0197] 由于样品 1 至 6 中的 B1 化合物层的数目和 B2 化合物层的数目不同，因此它们的 B 层厚度不同。样品 1 至 6 各自具有大于 3μm 的 Rz 以及约 4km 的切削距离。另一方面，样品 2 至 5 各自具有为约 2.5μm 的 Rz 以及 8km 以上的切削距离。这表明当 B 层的整体厚度在 0.05μm 以上 5μm 以下时，增强了在高精度加工中的工具性能，其中高精度加工使用工件的表面粗糙度作为确定表面被覆氮化硼烧结体工具的使用寿命的标准。

[0198] 此外，样品 3 和 4 各自具有约 2.5μm 的 Rz 以及 9.5km 以上的切削距离。因此，这也揭示了 B 层的整体厚度优选在 0.1μm 以上 5μm 以下，更优选在 0.5μm 以上 2μm 以下。

[0199] 〈样品 7 至 13〉

[0200] 样品 7 至 13 具有不同的 B1 化合物层的厚度和 B2 化合物层的厚度。样品 7 具有大于 3μm 的 Rz 以及约 3.5km 的切削距离。关于样品 8 至 12，随着各 B1 化合物层的厚度和 B2 化合物层的厚度增加，Rz 减小并且切削距离增加。然而，当各 B1 化合物层的厚度和 B2 化合物层的厚度进一步增加时，Rz 逐渐增加并且切削距离逐渐缩短。具体来说，样品 10 具有最小的 Rz 和最长的切削距离。这些结果表明，B1 化合物层的厚度和 B2 化合物层的厚度具有优选的上限值。此外，样品 13 具有大于 3μm 的 Rz 以及约 3.5km 的切削距离。上述结果表明，当 B1 化合物层的厚度和 B2 化合物层的厚度各自为 0.5nm 以上且小于 30nm 时，增强了在高精度加工中的工具性能，其中高精度加工使用工件的表面粗糙度作为确定表面被覆氮化硼烧结体工具使用寿命的标准。

[0201] 此外，样品 9 至 12 各自具有 2.5μm 以下的 Rz 以及 10km 以上的切削距离。此外，样品 9 至 11 各自具有更小的 Rz 以及为 11km 以上的切削距离。上述结果表明，B1 化合物层的厚度和 B2 化合物层的厚度各自优选为 1nm 以上 28nm 以下、更优选为 1nm 以上 15nm 以下、甚至更优选为 3nm 以上 10nm 以下。

[0202] 〈样品 14 至 19〉

[0203] 尽管样品 14 至 19 具有不同的 A 层组成，然而它们各自具有 3μm 以下的 Rz 以及 9km 以上的切削距离。这表明样品 14 至 19 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。

[0204] 〈样品 20 至 25〉

[0205] 样品 20 至 25 具有不同的 B1 化合物层组成。样品 20 和 25 各自具有 3.5μm 以上的 Rz 以及约 3km 的切削距离。另一方面，样品 21 至 24 各自具有 3μm 以下的 Rz 以及 8km 以上的切削距离。这表明当 B1 化合物层的 Si 组成为 0.01 以上 0.25 以下时，增强了在高精度加工中的工具性能，其中高精度加工使用工件表面粗糙度作为确定表面被覆氮化硼烧结体工具使用寿命的标准。

[0206] 此外，样品 21 至 23 各自具有 2.5μm 以下的 Rz 以及 10km 以上的切削距离。此外，样品 22 和 23 各自具有甚至更小的 Rz 以及 12km 以上的切削距离。因此，这也揭示了 Si 组成优选在 0.01 以上 0.2 以下，更优选为 0.05 以上 0.15 以下。

[0207] 〈样品 26 至 32〉

[0208] 样品 26 至 32 的 C 层具有不同的 N 组成，样品 26 至 32 各自具有 3μm 以下的 Rz 以及 8km 以上的切削距离。此外，样品 28 至 31 各自具有 2.5μm 以下的 Rz 以及 10km 以上的切削距离。这些结果表明 C 层的 N 组成优选为 0 以上 0.85 以下、更优选为大于 0 且小于 0.7、甚至更优选为 0.2 以上 0.5 以下。

[0209] 〈样品 33 至 38〉

[0210] 样品 33 至 38 的 C 层具有不同的厚度，它们各自具有 3μm 以下的 Rz 以及 8km 以上的切削距离。此外，样品 34 至 36 各自具有 2.5μm 以下的 Rz 以及 11km 以上的切削距离。这些结果表明，C 层的厚度优选为 0μm 以上 1μm 以下、更优选为 0.005μm 以上 0.5μm 以下、甚至更优选为 0.01μm 以上 0.2μm 以下。

[0211] 〈样品 39 至 44〉

[0212] 样品 39 至 44 的 B2 化合物层具有不同的 A1 组成。样品 39 和 44 各自具有大于 3μm 的 Rz 以及约 3km 至 4km 的切削距离。另一方面，样品 40 至 43 各自具有 2.6μm 以下的 Rz 以及 9km 以上的切削距离。这些结果表明当 B2 化合物层的 A1 组成为 0.23 以上 0.8 以下时，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。

[0213] 此外，样品 41 至 43 各自具有 2.4μm 以下的 Rz 以及 11km 以上的切削距离。因此，这也揭示了 B2 化合物层的 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。

[0214] 〈样品 45 至 53〉

[0215] 尽管样品 45 至 53 的 cBN 烧结体具有不同的组成，然而它们各自具有不是特别高的 VB、3μm 以下的 Rz、以及 8km 以上的切削距离。此外，样品 47 至 53 各自具有 2.5μm 以下的 Rz 以及 10km 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，更优选为 50％以上 65 体积％以下。

[0216] 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。

[0217] 附图标记列表

[0218] 3：基材；10：覆层；20：D 层；30：B 层；31：B1 化合物层；32：B2 化合物层；40：C 层；50：A 层。

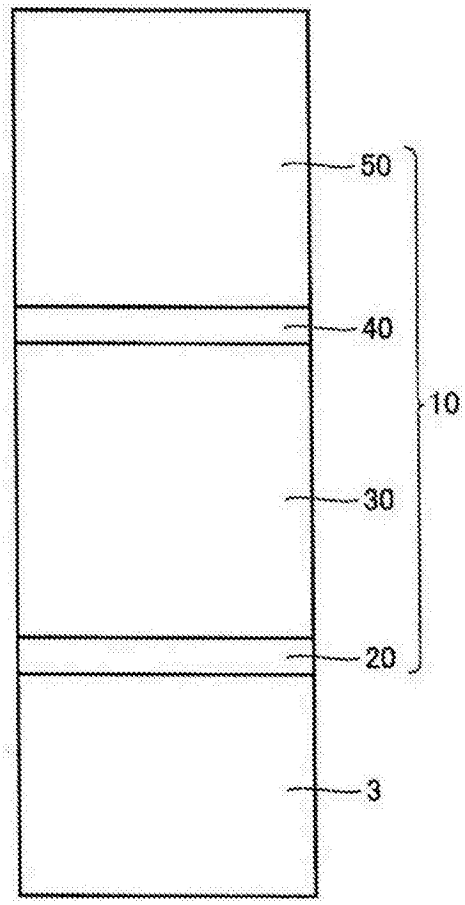


图 1

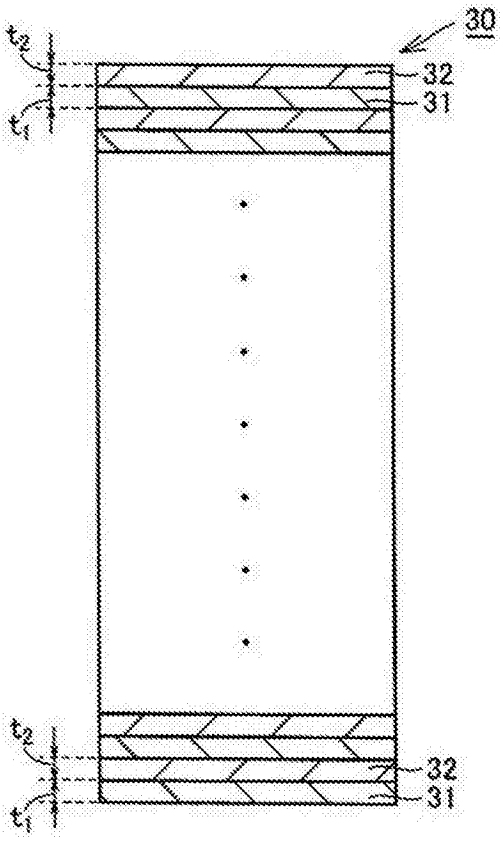


图 2

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，

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B1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B1化合物层的B2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，

所述A层的厚度为0.2μm以上10μm以下，

所述B层的厚度为0.05μm以上5μm以下，所述覆层的整体厚度为0.25μm以上15μm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0.05μm以上1.0μm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组成大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 xb2 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 B2 化合物层的平均厚度 t2 与所述 B1 化合物层的平均厚度 t1 之比 t2/t1 落入 $0.5<t2/t1 \leqslant 10.0$ 的范围内。

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 t2/t1 落入 $1<t2/t1 \leqslant 5.0$ 的范围内。

8. 根据权利要求 6 或 7 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 t2/t1 在所述立方氮化硼烧结体侧落入 $1<t2/t1 \leqslant 5.0$ 的范围内，所述 t2/t1 在朝向所述 A 层的方向上降低，并且所述 t2/t1 在 A 层侧落入 $0.5<t2/t1<2$ 的范围内。

9. 根据权利要求 1 至 8 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 0.005 以上 0.1 以下。

10. 根据权利要求 9 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 0.01 以上 0.07 以下。

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 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。

12. 根据权利要求 1 至 11 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 $McLc_{zc}$ 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 zc 为 0 以上 0.85 以下，且

所述 C 层的厚度为 0.005 μm 以上 0.5 μm 以下。

13. 根据权利要求 12 所述的表面被覆氮化硼烧结体工具，其中

所述 Lc 的组成 zc 大于 0 且小于 0.7。

14. 根据权利要求 12 或 13 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。

15. 根据权利要求 1 至 14 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 1.0 以下。

16. 根据权利要求 1 至 15 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。

17.（删除）

18.（修改）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

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。

19.（修改）根据权利要求 1 至 16 和 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，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。