

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6016269号  
(P6016269)

(45) 発行日 平成28年10月26日(2016.10.26)

(24) 登録日 平成28年10月7日(2016.10.7)

(51) Int.Cl.

F 1

<b>B23B</b>	<b>27/14</b>	<b>(2006.01)</b>	B 23 B	27/14	A
<b>B23B</b>	<b>27/20</b>	<b>(2006.01)</b>	B 23 B	27/14	B
<b>C23C</b>	<b>14/06</b>	<b>(2006.01)</b>	B 23 B	27/20	
			C 23 C	14/06	A
			C 23 C	14/06	B

請求項の数 21 (全 28 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2013-73492 (P2013-73492)

(22) 出願日

平成25年3月29日 (2013.3.29)

(65) 公開番号

特開2014-195857 (P2014-195857A)

(43) 公開日

平成26年10月16日 (2014.10.16)

審査請求日

平成27年10月28日 (2015.10.28)

(73) 特許権者 503212652

住友電工ハードメタル株式会社

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号

(74) 代理人 110001195

特許業務法人深見特許事務所

(72) 発明者 瀬戸山 誠

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友  
電工ハードメタル株式会社内

(72) 発明者 岡村 克己

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友  
電工ハードメタル株式会社内

(72) 発明者 月原 望

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友  
電工ハードメタル株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】表面被覆窒化硼素焼結体工具

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

少なくとも切れ刃部分が立方晶窒化硼素焼結体と前記立方晶窒化硼素焼結体の表面上に形成された被覆層とを含む表面被覆窒化硼素焼結体工具であって、

前記立方晶窒化硼素焼結体は、立方晶窒化硼素を30体積%以上80体積%以下含み、T<sub>i</sub>の窒化物、炭化物、炭窒化物および硼化物からなる群の中から選択された少なくとも1種の化合物とアルミニウムの硼化物と不可避不純物とを含む結合相をさらに含み、

前記被覆層は、A層とB層とを含み、

前記A層は、M<sub>1</sub>L<sub>a</sub><sub>za1</sub>(M<sub>1</sub>はT<sub>i</sub>、A<sub>1</sub>、S<sub>i</sub>およびC<sub>r</sub>の1種以上を表わし、L<sub>a</sub>はCおよびNの1種以上を表わし、z<sub>a1</sub>は0.85以上1.0以下である)からなり、

前記B層は、組成の異なる2種以上の化合物層が交互にそれぞれ1つ以上積層されてなり、

前記化合物層のそれぞれの厚さは、0.5nm以上30nm未満であり、

前記化合物層の1種であるB<sub>1</sub>化合物層は、(T<sub>i1-xb1-yb1</sub>S<sub>i</sub><sub>xb1</sub>M<sub>1</sub><sub>yb1</sub>)(C<sub>1-zb1</sub>N<sub>zb1</sub>)(M<sub>1</sub>はC<sub>r</sub>、N<sub>b</sub>、WおよびA<sub>1</sub>の1種以上を表わし、x<sub>b1</sub>は0.01以上0.25以下であり、y<sub>b1</sub>は0以上0.7以下であり、z<sub>b1</sub>は0.4以上1以下である)からなり、

前記化合物層の1種であって前記B<sub>1</sub>化合物層とは異なるB<sub>2</sub>化合物層は、(A<sub>1</sub><sub>1-xb2</sub>M<sub>2</sub><sub>xb2</sub>)(C<sub>1-zb2</sub>N<sub>zb2</sub>)(M<sub>2</sub>はT<sub>i</sub>、N<sub>b</sub>、V、C<sub>r</sub>およびS<sub>i</sub>の1種以上を表わし、x<sub>b2</sub>は0.2以上0.77以下であり、z<sub>b2</sub>は0.4以上1以下である)からな

10

20

り、

前記 A 層の厚さは、0.2  $\mu\text{m}$  以上 1.0  $\mu\text{m}$  以下であり、

前記 B 層の厚さは、0.05  $\mu\text{m}$  以上 5  $\mu\text{m}$  以下であり、

前記被覆層全体の厚さは、0.25  $\mu\text{m}$  以上 1.5  $\mu\text{m}$  以下であり、

前記立方晶窒化硼素焼結体と前記被覆層との界面では、

前記立方晶窒化硼素からなる粒子が前記結合相よりも前記被覆層側に突出しており、

前記立方晶窒化硼素からなる粒子と前記結合相との段差が 0.05  $\mu\text{m}$  以上 1.0  $\mu\text{m}$  以下であり、

前記 B 1 化合物層の平均厚さ  $t_1$  と前記 B 2 化合物層の平均厚さ  $t_2$  との比である  $t_2 / t_1$  が、 $1 < t_2 / t_1 \leq 5.0$  を満たす表面被覆窒化硼素焼結体工具。 10

#### 【請求項 2】

前記 A 層は、 $(Ti_{1-x_a}Ma_{x_a})(C_{1-z_a2}N_{z_a2})$  ( $Ma$  は A 1、S i および C r のの 1 種以上を表わし、 $x_a$  は 0 以上 0.7 以下であり、 $z_a2$  は 0 以上 1 以下である) からなる請求項 1 に記載の表面被覆窒化硼素焼結体工具。

#### 【請求項 3】

前記 A 層では、N の組成  $z_a2$  が、前記立方晶窒化硼素焼結体側から当該 A 層の表面側へ向かってステップ状または傾斜状に変化する請求項 2 に記載の表面被覆窒化硼素焼結体工具。

#### 【請求項 4】

前記 A 層は、当該 A 層の表面側に、前記立方晶窒化硼素焼結体側よりも C の組成の大きな領域を有する請求項 2 または 3 に記載の表面被覆窒化硼素焼結体工具。 20

#### 【請求項 5】

前記 M 2 は T i および C r の少なくとも 1 つを表わし、前記 M 2 の組成  $x_b2$  は 0.25 以上 0.5 以下である請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の表面被覆窒化硼素焼結体工具。

#### 【請求項 6】

前記 B 層は、前記 A 層よりも前記立方晶窒化硼素焼結体側に設けられており、

前記  $t_2 / t_1$  は、前記立方晶窒化硼素焼結体側では  $1 < t_2 / t_1 \leq 5.0$  を満たし、前記 A 層側に向かうにつれて小さくなり、前記 A 層側では  $0.5 < t_2 / t_1 < 2$  を満たす請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の表面被覆窒化硼素焼結体工具。 30

#### 【請求項 7】

前記 B 層全体における S i 組成の平均値は、0.005 以上 0.1 以下である請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の表面被覆窒化硼素焼結体工具。

#### 【請求項 8】

前記 B 層全体における S i 組成の平均値は、0.01 以上 0.07 以下である請求項 7 に記載の表面被覆窒化硼素焼結体工具。

#### 【請求項 9】

前記 A 層は、前記 B 層よりも前記表面被覆窒化硼素焼結体工具の表面側に設けられている請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の表面被覆窒化硼素焼結体工具。

#### 【請求項 10】

前記被覆層は、前記 A 層と前記 B 層との間に設けられた C 層をさらに含み、

前記 C 層は、 $M_cL_cz_c$  ( $M_c$  は T i、A 1、S i、C r および W の 1 種以上を表わし、 $L_c$  は C および N の 1 種以上を表わし、 $z_c$  は 0 以上 0.85 以下である) からなり、前記 C 層の厚さは、0.005  $\mu\text{m}$  以上 0.5  $\mu\text{m}$  以下である請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の表面被覆窒化硼素焼結体工具。

#### 【請求項 11】

前記 L c の組成  $z_c$  は 0 よりも大きく 0.7 未満である請求項 10 に記載の表面被覆窒化硼素焼結体工具。

#### 【請求項 12】

前記 C 層は、前記 A 層および前記 B 層を構成する元素の少なくとも 1 種以上を含む請求

10

20

30

40

50

項 10 または 11 に記載の表面被覆窒化硼素焼結体工具。

【請求項 13】

前記被覆層は、前記立方晶窒化硼素焼結体と前記 B 層との間に設けられた D 層をさらに含み、

前記 D 層は、 $M d L d_{zd}$  ( $M d$  は  $A 1$ 、 $C r$ 、 $V$ 、 $T i$  および  $S i$  の 1 種以上を表わし、 $L d$  は  $N$  を表わし、 $z d$  は  $0.85$  以上  $1.0$  以下である) からなる 請求項 1 ~ 12 のいずれか 1 項に記載の表面被覆窒化硼素焼結体工具。

【請求項 14】

前記立方晶窒化硼素焼結体は、前記立方晶窒化硼素を  $50$  体積 % 以上  $65$  体積 % 以下含む 請求項 1 ~ 13 のいずれか 1 項に記載の表面被覆窒化硼素焼結体工具。

10

【請求項 15】

前記立方晶窒化硼素焼結体における前記立方晶窒化硼素の体積含有率は、前記立方晶窒化硼素焼結体と前記被覆層との界面から前記立方晶窒化硼素焼結体の内部に向かって高くなる 請求項 1 ~ 14 のいずれか 1 項に記載の表面被覆窒化硼素焼結体工具。

【請求項 16】

前記立方晶窒化硼素焼結体に含まれる前記立方晶窒化硼素の粒径は、前記立方晶窒化硼素焼結体と前記被覆層との界面から前記立方晶窒化硼素焼結体の内部に向かって大きくなる 請求項 1 ~ 15 のいずれか 1 項に記載の表面被覆窒化硼素焼結体工具。

【請求項 17】

少なくとも切れ刃部分が立方晶窒化硼素焼結体と前記立方晶窒化硼素焼結体の表面上に形成された被覆層とを含む表面被覆窒化硼素焼結体工具であって、

20

前記立方晶窒化硼素焼結体は、立方晶窒化硼素を  $30$  体積 % 以上  $80$  体積 % 以下含み、 $T i$  の窒化物、炭化物、炭窒化物および硼化物からなる群の中から選択された少なくとも 1 種の化合物とアルミニウムの硼化物と不可避不純物とを含む結合相をさらに含み、

前記被覆層は、A 層と B 層とを含み、

前記 A 層は、 $M L a_{za1}$  ( $M$  は  $T i$ 、 $A 1$ 、 $S i$  および  $C r$  の 1 種以上を表わし、 $L a$  は  $C$  および  $N$  の 1 種以上を表わし、 $z a 1$  は  $0.85$  以上  $1.0$  以下である) からなり、

前記 B 層は、組成の異なる 2 種以上の化合物層が交互にそれぞれ 1 つ以上積層されてなり、

前記化合物層のそれぞれの厚さは、 $0.5 \text{ nm}$  以上  $30 \text{ nm}$  未満であり、

30

前記化合物層の 1 種である B 1 化合物層は、 $(T i_{1-xb1-yb1} S i_{xb1} M 1_{yb1}) (C_{1-zb1} N_{zb1})$  ( $M 1$  は  $C r$ 、 $N b$ 、 $W$  および  $A 1$  の 1 種以上を表わし、 $x b 1$  は  $0.01$  以上  $0.25$  以下であり、 $y b 1$  は  $0$  以上  $0.7$  以下であり、 $z b 1$  は  $0.4$  以上  $1$  以下である) からなり、

前記化合物層の 1 種であって前記 B 1 化合物層とは異なる B 2 化合物層は、 $(A 1_{1-xb2} M 2_{xb2}) (C_{1-zb2} N_{zb2})$  ( $M 2$  は  $T i$ 、 $N b$ 、 $V$ 、 $C r$  および  $S i$  の 1 種以上を表わし、 $x b 2$  は  $0.2$  以上  $0.77$  以下であり、 $z b 2$  は  $0.4$  以上  $1$  以下である) からなり、

前記 A 層の厚さは、 $0.2 \mu m$  以上  $10 \mu m$  以下であり、

前記 B 層の厚さは、 $0.05 \mu m$  以上  $5 \mu m$  以下であり、

40

前記被覆層全体の厚さは、 $0.25 \mu m$  以上  $15 \mu m$  以下であり、

前記立方晶窒化硼素焼結体と前記被覆層との界面では、

前記立方晶窒化硼素からなる粒子が前記結合相よりも前記被覆層側に突出しており、

前記立方晶窒化硼素からなる粒子と前記結合相との段差が  $0.05 \mu m$  以上  $1.0 \mu m$  以下であり、

前記 B 1 化合物層の平均厚さ  $t 1$  と前記 B 2 化合物層の平均厚さ  $t 2$  との比である  $t 2 / t 1$  が、 $0.5 < t 2 / t 1 < 10.0$  を満たし、

前記 B 層は、前記 A 層よりも前記立方晶窒化硼素焼結体側に設けられており、

前記  $t 2 / t 1$  は、前記立方晶窒化硼素焼結体側では  $1 < t 2 / t 1 < 5.0$  を満たし、前記 A 層側に向かうにつれて小さくなり、前記 A 層側では  $0.5 < t 2 / t 1 < 2$  を満

50

たす表面被覆窒化硼素焼結体工具。

【請求項 1 8】

少なくとも切れ刃部分が立方晶窒化硼素焼結体と前記立方晶窒化硼素焼結体の表面上に形成された被覆層とを含む表面被覆窒化硼素焼結体工具であって、

前記立方晶窒化硼素焼結体は、立方晶窒化硼素を30体積%以上80体積%以下含み、Tiの窒化物、炭化物、炭窒化物および硼化物からなる群の中から選択された少なくとも1種の化合物とアルミニウムの硼化物と不可避不純物とを含む結合相をさらに含み、

前記被覆層は、A層とB層とを含み、

前記A層は、ML<sub>a<sub>za1</sub></sub>(MはTi、Al、SiおよびCrの1種以上を表わし、LaはCおよびNの1種以上を表わし、za1は0.85以上1.0以下である)からなり、

前記B層は、組成の異なる2種以上の化合物層が交互にそれぞれ1つ以上積層されてなり、

前記化合物層のそれぞれの厚さは、0.5nm以上30nm未満であり、

前記化合物層の1種であるB1化合物層は、(Ti<sub>1-xb1-yb1</sub>Si<sub>xb1</sub>M<sub>1yb1</sub>)(C<sub>1-zb1</sub>N<sub>zb1</sub>)(M1はCr、Nb、WおよびAlの1種以上を表わし、xb1は0.01以上0.25以下であり、yb1は0以上0.7以下であり、zb1は0.4以上1以下である)からなり、

前記化合物層の1種であって前記B1化合物層とは異なるB2化合物層は、(Al<sub>1-xb2</sub>M<sub>2xb2</sub>)(C<sub>1-zb2</sub>N<sub>zb2</sub>)(M2はTi、Nb、V、CrおよびSiの1種以上を表わし、xb2は0.2以上0.77以下であり、zb2は0.4以上1以下である)からなり、

前記A層の厚さは、0.2μm以上10μm以下であり、

前記B層の厚さは、0.05μm以上5μm以下であり、

前記被覆層全体の厚さは、0.25μm以上15μm以下であり、

前記立方晶窒化硼素焼結体と前記被覆層との界面では、

前記立方晶窒化硼素からなる粒子が前記結合相よりも前記被覆層側に突出しており、

前記立方晶窒化硼素からなる粒子と前記結合相との段差が0.05μm以上1.0μm以下であり、

前記B層全体におけるSi組成の平均値は、0.01以上0.07以下である表面被覆窒化硼素焼結体工具。

【請求項 1 9】

少なくとも切れ刃部分が立方晶窒化硼素焼結体と前記立方晶窒化硼素焼結体の表面上に形成された被覆層とを含む表面被覆窒化硼素焼結体工具であって、

前記立方晶窒化硼素焼結体は、立方晶窒化硼素を30体積%以上80体積%以下含み、Tiの窒化物、炭化物、炭窒化物および硼化物からなる群の中から選択された少なくとも1種の化合物とアルミニウムの硼化物と不可避不純物とを含む結合相をさらに含み、

前記被覆層は、A層とB層とを含み、

前記A層は、ML<sub>a<sub>za1</sub></sub>(MはTi、Al、SiおよびCrの1種以上を表わし、LaはCおよびNの1種以上を表わし、za1は0.85以上1.0以下である)からなり、

前記B層は、組成の異なる2種以上の化合物層が交互にそれぞれ1つ以上積層されてなり、

前記化合物層のそれぞれの厚さは、0.5nm以上30nm未満であり、

前記化合物層の1種であるB1化合物層は、(Ti<sub>1-xb1-yb1</sub>Si<sub>xb1</sub>M<sub>1yb1</sub>)(C<sub>1-zb1</sub>N<sub>zb1</sub>)(M1はCr、Nb、WおよびAlの1種以上を表わし、xb1は0.01以上0.25以下であり、yb1は0以上0.7以下であり、zb1は0.4以上1以下である)からなり、

前記化合物層の1種であって前記B1化合物層とは異なるB2化合物層は、(Al<sub>1-xb2</sub>M<sub>2xb2</sub>)(C<sub>1-zb2</sub>N<sub>zb2</sub>)(M2はTi、Nb、V、CrおよびSiの1種以上を表わし、xb2は0.2以上0.77以下であり、zb2は0.4以上1以下である)からなり、

10

20

30

40

50

前記 A 層の厚さは、0.2  $\mu\text{m}$  以上 10  $\mu\text{m}$  以下であり、

前記 B 層の厚さは、0.05  $\mu\text{m}$  以上 5  $\mu\text{m}$  以下であり、

前記被覆層全体の厚さは、0.25  $\mu\text{m}$  以上 15  $\mu\text{m}$  以下であり、

前記立方晶窒化硼素焼結体と前記被覆層との界面では、

前記立方晶窒化硼素からなる粒子が前記結合相よりも前記被覆層側に突出しており、

前記立方晶窒化硼素からなる粒子と前記結合相との段差が 0.05  $\mu\text{m}$  以上 1.0  $\mu\text{m}$  以下であり、

前記被覆層は、前記 A 層と前記 B 層との間に設けられた C 層をさらに含み、

前記 C 層は、 $M_c L_c z_c$  ( $M_c$  は  $Ti$ 、 $Al$ 、 $Si$ 、 $Cr$  および  $W$  の 1 種以上を表わし、 $L_c$  は  $C$  および  $N$  の 1 種以上を表わし、 $z_c$  は 0 よりも大きく 0.7 未満である) からなり、

前記 C 層の厚さは、0.005  $\mu\text{m}$  以上 0.5  $\mu\text{m}$  以下である表面被覆窒化硼素焼結体工具。

#### 【請求項 20】

少なくとも切れ刃部分が立方晶窒化硼素焼結体と前記立方晶窒化硼素焼結体の表面上に形成された被覆層とを含む表面被覆窒化硼素焼結体工具であって、

前記立方晶窒化硼素焼結体は、立方晶窒化硼素を 30 体積 % 以上 80 体積 % 以下含み、 $Ti$  の窒化物、炭化物、炭窒化物および硼化物からなる群の中から選択された少なくとも 1 種の化合物とアルミニウムの硼化物と不可避不純物とを含む結合相をさらに含み、

前記被覆層は、A 層と B 層とを含み、

前記 A 層は、 $M L a_{za1}$  ( $M$  は  $Ti$ 、 $Al$ 、 $Si$  および  $Cr$  の 1 種以上を表わし、 $L$  は  $C$  および  $N$  の 1 種以上を表わし、 $z a 1$  は 0.85 以上 1.0 以下である) からなり、

前記 B 層は、組成の異なる 2 種以上の化合物層が交互にそれぞれ 1 つ以上積層されてなり、

前記化合物層のそれぞれの厚さは、0.5  $\text{nm}$  以上 30  $\text{nm}$  未満であり、

前記化合物層の 1 種である B 1 化合物層は、 $(Ti_{1-xb1-yb1} Si_{xb1} M 1_{yb1}) (C_{1-zb1} N_{zb1})$  ( $M 1$  は  $Cr$ 、 $Nb$ 、 $W$  および  $Al$  の 1 種以上を表わし、 $x b 1$  は 0.01 以上 0.25 以下であり、 $y b 1$  は 0 以上 0.7 以下であり、 $z b 1$  は 0.4 以上 1 以下である) からなり、

前記化合物層の 1 種であって前記 B 1 化合物層とは異なる B 2 化合物層は、 $(Al_{1-xb2} M 2_{xb2}) (C_{1-zb2} N_{zb2})$  ( $M 2$  は  $Ti$ 、 $Nb$ 、 $V$ 、 $Cr$  および  $Si$  の 1 種以上を表わし、 $x b 2$  は 0.2 以上 0.77 以下であり、 $z b 2$  は 0.4 以上 1 以下である) からなり、

前記 A 層の厚さは、0.2  $\mu\text{m}$  以上 10  $\mu\text{m}$  以下であり、

前記 B 層の厚さは、0.05  $\mu\text{m}$  以上 5  $\mu\text{m}$  以下であり、

前記被覆層全体の厚さは、0.25  $\mu\text{m}$  以上 15  $\mu\text{m}$  以下であり、

前記立方晶窒化硼素焼結体と前記被覆層との界面では、

前記立方晶窒化硼素からなる粒子が前記結合相よりも前記被覆層側に突出しており、

前記立方晶窒化硼素からなる粒子と前記結合相との段差が 0.05  $\mu\text{m}$  以上 1.0  $\mu\text{m}$  以下であり、

前記立方晶窒化硼素焼結体における前記立方晶窒化硼素の体積含有率は、前記立方晶窒化硼素焼結体と前記被覆層との界面から前記立方晶窒化硼素焼結体の内部に向かって高くなる表面被覆窒化硼素焼結体工具。

#### 【請求項 21】

少なくとも切れ刃部分が立方晶窒化硼素焼結体と前記立方晶窒化硼素焼結体の表面上に形成された被覆層とを含む表面被覆窒化硼素焼結体工具であって、

前記立方晶窒化硼素焼結体は、立方晶窒化硼素を 30 体積 % 以上 80 体積 % 以下含み、 $Ti$  の窒化物、炭化物、炭窒化物および硼化物からなる群の中から選択された少なくとも 1 種の化合物とアルミニウムの硼化物と不可避不純物とを含む結合相をさらに含み、

前記被覆層は、A 層と B 層とを含み、

10

20

30

40

50

前記 A 層は、  $M L a_{za1}$  ( $M$  は  $T i$ 、  $A l$ 、  $S i$  および  $C r$  の 1 種以上を表わし、  $L a$  は  $C$  および  $N$  の 1 種以上を表わし、  $z a 1$  は 0.85 以上 1.0 以下である) からなり、

前記 B 層は、組成の異なる 2 種以上の化合物層が交互にそれぞれ 1 つ以上積層されてなり、

前記化合物層のそれぞれの厚さは、 0.5 nm 以上 3.0 nm 未満であり、

前記化合物層の 1 種である  $B 1$  化合物層は、  $(T i_{1-xb1-yb1} S i_{xb1} M 1_{yb1}) (C_{1-zb1} N_{zb1})$  ( $M 1$  は  $C r$ 、  $N b$ 、  $W$  および  $A l$  の 1 種以上を表わし、  $x b 1$  は 0.01 以上 0.25 以下であり、  $y b 1$  は 0 以上 0.7 以下であり、  $z b 1$  は 0.4 以上 1 以下である) からなり、

前記化合物層の 1 種であって前記  $B 1$  化合物層とは異なる  $B 2$  化合物層は、  $(A l_{1-xb2} M 2_{xb2}) (C_{1-zb2} N_{zb2})$  ( $M 2$  は  $T i$ 、  $N b$ 、  $V$ 、  $C r$  および  $S i$  の 1 種以上を表わし、  $x b 2$  は 0.2 以上 0.77 以下であり、  $z b 2$  は 0.4 以上 1 以下である) からなり、

前記 A 層の厚さは、 0.2  $\mu m$  以上 1.0  $\mu m$  以下であり、

前記 B 層の厚さは、 0.05  $\mu m$  以上 5  $\mu m$  以下であり、

前記被覆層全体の厚さは、 0.25  $\mu m$  以上 1.5  $\mu m$  以下であり、

前記立方晶室化硼素焼結体と前記被覆層との界面では、

前記立方晶室化硼素からなる粒子が前記結合相よりも前記被覆層側に突出しており、

前記立方晶室化硼素からなる粒子と前記結合相との段差が 0.05  $\mu m$  以上 1.0  $\mu m$  以下であり、

前記立方晶室化硼素焼結体に含まれる前記立方晶室化硼素の粒径は、前記立方晶室化硼素焼結体と前記被覆層との界面から前記立方晶室化硼素焼結体の内部に向かって大きくなる表面被覆室化硼素焼結体工具。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、少なくとも切れ刃部分が、立方晶室化硼素焼結体と立方晶室化硼素焼結体上に形成された被覆膜とを含む表面被覆室化硼素焼結体工具に関する。

#### 【背景技術】

#### 【0002】

立方晶室化硼素焼結体の表面をセラミックス等の被覆膜で被覆した工具は、優れた耐摩耗性を発揮するため、焼入鋼の切削加工用の切削工具として用いられている。昨今、このような切削加工においては高精度が要求されており、被削材表面の面粗度を向上させることが求められている。

#### 【0003】

このような要求を満たすため、たとえば国際公開第 2010/150335 号パンフレット(特許文献 1)および国際公開第 2012/005275 号パンフレット(特許文献 2)は、立方晶室化硼素焼結体の表面を特定のセラミックス組成の多層からなる下部層と化合物層からなる上部層とで構成される被覆膜で被覆した工具を提案している。

#### 【0004】

また、このような多層で被覆した工具の基材としては、立方晶室化硼素焼結体ばかりではなく、たとえば超硬合金等も用いられている(特開 2008-188689 号公報(特許文献 3)および特表 2008-534297 号公報(特許文献 4))。

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0005】

【特許文献 1】国際公開第 2010/150335 号パンフレット

【特許文献 2】国際公開第 2012/005275 号パンフレット

【特許文献 3】特開 2008-188689 号公報

【特許文献 4】特表 2008-534297 号公報

10

20

30

40

50

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

鋼加工を行なう切削工具として、超硬合金からなる基材の表面をセラミックス組成の多層により被覆した工具を用いると、耐摩耗性が向上することが知られている。しかしながら、焼入鋼の加工を行なう場合、この用途に用いられる立方晶窒化硼素焼結体を基材とする切削工具の表面を、セラミックス組成の多層により被覆しても耐摩耗性を向上させることはできなかった。また、被削材表面の面粗度のさらなる向上も要求されている。

## 【0007】

本発明は、このような状況に鑑みなされたものであって、その目的とするところは、焼入鋼の加工等において、少なくとも切れ刃部分が立方晶窒化硼素焼結体からなる基材を含む工具の耐摩耗性を向上させることにある。 10

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

本発明者は、上記課題を解決するために、焼入鋼の加工を行なう場合に発生する工具の摩耗の状況を詳細に検討した。その結果、通常のクレータ摩耗および逃げ面摩耗に加えて、摩耗部の一方端である前切れ刃の境界部において境界摩耗が発生することが明らかとなり、この境界摩耗が工具寿命に最も大きな影響を与えていたことが判明した。

## 【0009】

本発明者は、この知見に基づき検討を重ねた結果、この境界摩耗を抑制するためには特定の組成の層を特定の積層態様で積層させることが最も効果的であるとのさらなる知見が得られ、この知見に基づきさらに検討を重ねることによって本発明を完成させた。 20

## 【0010】

本発明にかかる表面被覆窒化硼素焼結体工具は、少なくとも切れ刃部分が立方晶窒化硼素焼結体と立方晶窒化硼素焼結体の表面上に形成された被覆層とを含む。立方晶窒化硼素焼結体は、立方晶窒化硼素を30体積%以上80体積%以下含み、元素の周期表の第4族元素、第5族元素および第6族元素の窒化物、炭化物、硼化物、酸化物ならびにこれらの固溶体からなる群の中から選択された少なくとも1種の化合物とアルミニウム化合物と不可避不純物とを含む結合相をさらに含む。被覆層は、A層とB層とを含む。A層は、 $M_{a_{z_1}}$  ( $M$ は元素の周期表の第4族元素、第5族元素および第6族元素、 $A_1$ ならびに $S_i$ の1種以上を表わし、 $L_a$ はB、C、NおよびOの1種以上を表わし、 $z_1$ は0.85以上1.0以下である)からなる。B層は、組成の異なる2種以上の化合物層が交互にそれぞれ1つ以上積層されてなる。化合物層のそれぞれの厚さは、0.5nm以上30nm未満である。化合物層の1種であるB1化合物層は、( $T_{i_{1-x_{b1}-y_{b1}}}S_{i_{x_{b1}}}M_{1_{y_{b1}}}$ ) ( $C_{1-z_{b1}}N_{z_{b1}}$ ) ( $M_1$ は $T_i$ を除く元素の周期表の第4族元素、第5族元素および第6族元素ならびに $A_1$ の1種以上を表わし、 $x_{b1}$ は0.01以上0.25以下であり、 $y_{b1}$ は0以上0.7以下であり、 $z_{b1}$ は0.4以上1以下である)からなる。化合物層の1種であってB1化合物層とは異なるB2化合物層は、( $A_{1-x_{b2}}M_{2_{x_{b2}}}$ ) ( $C_{1-z_{b2}}N_{z_{b2}}$ ) ( $M_2$ は元素の周期表の第4族元素、第5族元素および第6族元素ならびに $S_i$ の1種以上を表わし、 $x_{b2}$ は0.2以上0.77以下であり、 $z_{b2}$ は0.4以上1以下である)からなる。A層の厚さは、0.2μm以上10μm以下である。B層の厚さは、0.05μm以上5μm以下である。被覆層全体の厚さは、0.25μm以上15μm以下である。 30

## 【発明の効果】

## 【0011】

本発明では、焼入鋼の加工等において、少なくとも切れ刃部分が立方晶窒化硼素焼結体からなる基材を含む工具の耐摩耗性を向上させることができる。 40

## 【図面の簡単な説明】

## 【0012】

【図1】本発明の実施例における表面被覆窒化硼素焼結体工具の構成の一例を示す断面図 50

である。

【図2】本発明の実施例における表面被覆窒化硼素焼結体工具の要部の構成の一例を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明についてさらに詳細に説明する。なお、以下の実施の形態の説明では、図面を用いて説明しているが、本願の図面において同一の参照符号を付したものは、同一部分または相当部分を示している。

【0014】

<表面被覆窒化硼素焼結体工具の構成>

10

本発明にかかる表面被覆窒化硼素焼結体工具の少なくとも切れ刃部分は、立方晶窒化硼素焼結体（以下では「cBN焼結体」と記す。「cBN」は「cubic Boron Nitride」の略語である。）と、cBN焼結体の表面上に形成された被覆層とを含む。このような基本的構成を有する表面被覆窒化硼素焼結体工具は、焼結合金や難削鑄鉄の機械加工（たとえば切削加工）または焼入鋼の加工において特に有効に用いることができる他、これら以外の一般的な金属の各種加工においても好適に用いることができる。

【0015】

<cBN焼結体>

cBN焼結体は、表面被覆窒化硼素焼結体工具の切れ刃部分のうち当該工具の基材を構成するものであり、30体積%以上80体積%以下の立方晶窒化硼素（以下では「cBN」と記す）を含み、結合相をさらに含む。ここで、結合相は、元素の周期表の第4族元素、第5族元素および第6族元素の窒化物、炭化物、硼化物、酸化物ならびにこれらの固溶体からなる群の中から選択された少なくとも1種の化合物とアルミニウム化合物と不可避不純物とを含み、cBN同士を互いに結合する。cBN焼結体が30体積%以上のcBNを含んでいれば、表面被覆窒化硼素焼結体工具の基材の耐摩耗性の低下を防止できる。また、cBN焼結体が80体積%以下のcBNを含んでいれば、cBN焼結体においてcBNを分散させることができるので、結合相によるcBN同士の接合強度を確保することができる。本明細書では、cBNの含有体積率は次に示す方法にしたがって求められたものである。cBN焼結体を鏡面研磨し、任意の領域のcBN焼結体組織の反射電子像を電子顕微鏡にて2000倍で写真撮影する。このとき、cBNからなる粒子（以下では「cBN粒子」と記す。）は黒色領域となり、結合相は灰色領域または白色領域となる。撮影されたcBN焼結体組織の写真からcBN焼結体領域と結合相領域とを画像処理により2値化し、cBN粒子の占有面積を求める。求められたcBN粒子の占有面積を以下に示す式に代入すれば、cBNの含有体積率が求まる。

20

(cBNの含有体積率) = (cBN粒子の占有面積) ÷ (撮影されたcBN焼結体組織の面積) × 100。

30

【0016】

好ましくは、cBN焼結体が50体積%以上65体積%以下のcBNを含むことである。cBN焼結体が50体積%以上のcBNを含んでいれば、耐摩耗性と耐欠損性とのバランスに優れた表面被覆窒化硼素焼結体工具の基材を提供することができる。また、cBN焼結体が65体積%以下のcBNを含んでいれば、結合相によるcBN同士の接合強度を高めることができる。

40

【0017】

好ましくは、cBN焼結体と被覆層との界面では、cBN粒子が結合相よりも被覆層側に突出していることである。これにより、cBN焼結体と被覆層との密着性を高めることができる。より好ましくは、cBN粒子と結合相との段差が0.05μm以上1.0μm以下であることである。この段差が0.05μm以上であれば、アンカー効果を得ることができる。また、この段差が1.0μm以下であれば、cBN粒子がcBN焼結体から脱落することを防止できる。さらに好ましくは、cBN粒子と結合相との段差が0.1μm以上0.5μm以下であることである。この段差が0.1μm以上であれば、アンカー効

50

果を有効に得ることができる。また、この段差が  $0.5 \mu m$  以下であれば、cBN粒子がcBN焼結体から脱落することをさらに防止できる。本明細書では、上記段差は、後述する被覆層の全体の厚さ等の測定方法と同一の方法にしたがって測定されたものである。

【0018】

好ましくは、cBN焼結体におけるcBNの体積含有率は、cBN焼結体と被覆層との界面からcBN焼結体の内側へ向かうにつれて高くなることである。これにより、cBN焼結体と被覆層との界面では、結合相の体積含有率がcBNの体積含有率よりも高いので、cBN焼結体と被覆層との密着性を高めることができる。一方、cBN焼結体の内部では、cBNの体積含有率の方が結合相の体積含有率よりも高いので、cBN焼結体の耐欠損性を向上させることができる。たとえば、cBNの体積含有率は、被覆層との界面側（cBN焼結体と被覆層との界面からcBN焼結体の内側へ向かって  $0 \mu m$  以上  $20 \mu m$  以下離れた領域）では40体積%であり、cBN焼結体の厚さ方向中央付近（cBN焼結体と被覆層との界面からcBN焼結体の内側へ向かって  $20 \mu m$  を超えて  $100 \mu m$  以下離れた領域）では60体積%である。

【0019】

好ましくは、cBN焼結体に含まれるcBN粒子の粒径は、cBN焼結体と被覆層との界面からcBN焼結体の内側へ向かうにつれて大きくなることである。これにより、cBN焼結体と被覆層との界面では、cBN粒子の粒径は小さいので、cBN焼結体と被覆層との密着性を高めることができる。一方、cBN焼結体の内部では、cBN粒子の粒径は大きいので、韌性を高めることができる。たとえば、cBN粒子の粒径は、cBN焼結体と被覆層との界面からcBN焼結体の内側へ向かって  $0 \mu m$  以上  $20 \mu m$  以下離れた領域では  $0.1 \mu m$  以上  $1 \mu m$  以下であり、cBN焼結体と被覆層との界面からcBN焼結体の内側へ向かって  $20 \mu m$  を超えて  $300 \mu m$  以下離れた領域では  $2 \mu m$  以上  $10 \mu m$  以下である。本明細書では、cBN粒子の粒径は次に示す方法にしたがって求められたものである。cBNの含有体積率を求めるさいに得られたcBN焼結体組織の反射電子像におけるcBN粒子に外接する面の直径を測定し、測定された直径をcBN粒子の粒径としている。

【0020】

なお、cBN焼結体は、表面被覆窒化硼素焼結体工具の切れ刃部分に設けられていればよい。そのため、表面被覆窒化硼素焼結体工具の基材は、cBN焼結体からなる切れ刃部分と、cBN焼結体とは異なる材料（たとえば超硬合金）からなる基材本体とを含んでいてもよい。この場合、cBN焼結体からなる切れ刃部分はロウ材等を介して基材本体に接着されていることが好ましく、ロウ材の材料としては、接合強度または融点を考慮して選定することができる。また、cBN焼結体は、表面被覆窒化硼素焼結体工具の基材全体を構成していてもよい。

【0021】

<被覆層>

被覆層は、A層とB層とを含む。本発明の被覆層は、A層とB層とを含む限り、A層およびB層以外に他の層を含んでいても差し支えない。このような他の層としては、たとえば後述のようなA層とB層との間に設けられるC層または最下層であるD層等を挙げができるが、これらのみに限られるものではない。

【0022】

被覆層の厚さは、 $0.25 \mu m$  以上  $15 \mu m$  以下である。被覆層の厚さが  $0.25 \mu m$  以上であれば、被覆層の厚さが薄いことに起因する表面被覆窒化硼素焼結体工具の耐摩耗性の低下を防止することができる。被覆層の厚さが  $15 \mu m$  以下であれば、切削初期における被覆層の耐チッピング性を高めることができる。好ましくは、被覆層の厚さが  $1.5 \mu m$  以上  $4.5 \mu m$  以下である。

【0023】

本明細書では、被覆層の全体の厚さおよび後述の各層の厚さならびに積層数は、いずれも表面被覆窒化硼素焼結体工具を切断し、その断面をSEM（走査型電子顕微鏡）または

10

20

30

40

50

TEM(透過型電子顕微鏡)を用いて観察することにより求められたものである。また、被覆層を構成する後述のような各層の組成は、SEMまたはTEM付帯のEDX分析器(エネルギー分散型X線分析器)を用いて測定されたものである。

【0024】

被覆層は、表面被覆窒化硼焼結体工具の切れ刃部分にのみ設けられていればよいが、表面被覆窒化硼焼結体工具の基材の表面全面を被覆していてもよいし、切れ刃部分とは異なる部分の一部において設けられていなくてもよい。また、切れ刃部分とは異なる部分では、被覆層の一部の積層構成が部分的に異なっていてもよい。

【0025】

< A 層 >

10

A層は、 $M_{\text{L}} a_{za1}$ (Mは元素の周期表の第4族元素、第5族元素および第6族元素、A1ならびにSiの1種以上を表わし、LaはB、C、NおよびOの1種以上を表わし、za1は0.85以上1.0以下である)からなる。これにより、A層は、滑らかに摩耗する。別の言い方をすると、A層は、剥離、割れ、または、チッピング等を伴うことなく摩耗する。よって、表面被覆窒化硼焼結体工具の耐クレータ摩耗性または耐逃げ面摩耗性などを高めることができる。

【0026】

好ましくは、A層は、 $(Ti_{1-xa}Ma_{xa})(C_{1-za2}N_{za2})$ (MaはTiを除く元素の周期表の第4族元素、第5族元素および第6族元素、A1ならびにSiの1種以上を表わし、xaは0以上0.7以下であり、za2は0以上1以下である)からなることである。A層がTiを含んでいれば、摩耗時におけるA層の剥離、割れ、または、チッピング等をさらに防止することができる。より好ましくは、Maの組成xaが0以上0.3以下であることである。これにより、摩耗時におけるA層の剥離、割れ、または、チッピング等をさらに防止することができる。なお、A層が $(Ti_{1-xa(1)-xa(2)}Ma(1)_{xa(1)}Ma(2)_{xa(2)})(C_{1-za2}N_{za2})$ からなる場合には、xa(1)とxa(2)との和は、好ましくは0以上0.7以下であり、より好ましくは0以上0.3以下である。このことは、以下に示すB層、C層およびD層においても言える。

20

【0027】

好ましくは、A層では、Nの組成は、cBN焼結体側から当該A層の表面側へ向かってステップ状または傾斜状に変化することである。たとえばA層のcBN焼結体側においてNの組成が大きければ、耐欠損性および耐剥離性を高めることができる。また、A層の表面側においてNの組成が小さければ、摩耗時におけるA層の剥離、割れ、または、チッピング等をさらに防止することができる。ここで、「Nの組成がcBN焼結体側からA層の表面側へ向かってステップ状に変化する」とは、Nの組成がcBN焼結体側からA層の表面側へ向かって不連続に減少または増加することを意味し、たとえばNの組成が互いに異なる2以上の層を積層することにより得られる構成である。また、「Nの組成がcBN焼結体側からA層の表面側へ向かって傾斜状に変化する」とは、Nの組成がcBN焼結体側からA層の表面側へ向かって連続に減少または増加することを意味し、たとえばNの原料ガスとCの原料ガスとの流量比を連続的に変化させて形成することにより得られる構成である。

30

【0028】

好ましくは、A層は、当該A層の表面側に、cBN焼結体側よりもCの組成の大きな領域を有することである。これによっても、A層のcBN焼結体側では耐欠損性および耐剥離性を高めることができ、A層の表面側では摩耗時におけるA層の剥離、割れ、または、チッピング等をさらに防止することができる。ここで、A層のcBN焼結体側とは、cBN焼結体の最も近くに位置するA層の面からA層の内部へ向かって0μm以上0.1μm以下離れた領域を意味する。また、A層の表面側とは、A層のcBN焼結体側とは異なる部分を意味する。

40

【0029】

A層の厚さは、0.2μm以上10μm以下である。A層の厚さが0.2μm以上であ

50

れば、耐クレータ摩耗性または耐逃げ面摩耗性などに優れた表面被覆窒化硼素焼結体工具を提供することができる。一方、A層の厚さが10μmを超えると、表面被覆窒化硼素焼結体工具の耐クレータ摩耗性または耐逃げ面摩耗性などをさらに向上させることが難しいことがある。好ましくは、A層の厚さが1μm以上3μm以下であることである。

【0030】

好ましくは、A層がB層よりも表面被覆窒化硼素焼結体工具の表面側に設けられていることである。これにより、A層が滑らかに摩耗してクラックの発生を防止することができる。また、クラックが発生した場合であっても、B層が、発生したクラックの基材側への伝搬を防止することができる。

【0031】

10

< B層 >

B層は、組成の異なる2種以上の化合物層が交互にそれぞれ1つ以上積層されてなる。以下では、B層として、B1化合物層とB2化合物層とが交互にそれぞれ1つ以上積層されて構成されたものを挙げるが、本発明のB層は、B1化合物層とB2化合物層とを含む限り、B1化合物層およびB2化合物層以外に他の層を含んでいても差し支えない。B層の厚さは、0.05μm以上5μm以下である。

【0032】

20

好ましくは、B層全体におけるSi組成の平均値が0.005以上0.1以下であることである。これにより、B層の耐剥離性を高めることができるので、酸素がB層とA層または基材との界面に侵入することを防止することができる。B層全体におけるSi組成の平均値は、より好ましくは0.01以上0.07以下であり、さらに好ましくは0.02以上0.05以下である。本明細書では、B層全体におけるSi組成の平均値は、次の計算式を用いて求められたものである。

(B層全体におけるSi組成の平均値) = { (B層を構成する各層のSi組成) × (当該各層の厚さ) の総和 } ÷ (B層全体の厚さ)。

【0033】

30

B1化合物層は、(Ti<sub>1-xb1-yb1</sub>Si<sub>xb1</sub>M<sub>1yb1</sub>)(C<sub>1-zb1</sub>N<sub>zb1</sub>)(M<sub>1</sub>はTiを除く元素の周期表の第4族元素、第5族元素および第6族元素ならびにAlの1種以上を表わし、xb1は0.01以上0.25以下であり、yb1は0以上0.7以下であり、zb1は0.4以上1以下である)からなる。B1化合物層の厚さは、0.5nm以上30nm未満である。

【0034】

B2化合物層は、(Al<sub>1-xb2</sub>M<sub>2xb2</sub>)(C<sub>1-zb2</sub>N<sub>zb2</sub>)(M<sub>2</sub>は元素の周期表の第4族元素、第5族元素および第6族元素ならびにSiの1種以上を表わし、xb2は0.2以上0.77以下であり、zb2は0.4以上1以下である)からなる。M<sub>2</sub>は、TiおよびCrの少なくとも1つを表わすことが好ましい。M<sub>2</sub>の組成xb2は、好ましくは0.25以上0.5以下であり、より好ましくは0.25以上0.4以下である。B2化合物層の厚さは、0.5nm以上30nm未満である。

【0035】

40

なお、B層の最下層は、B1化合物層であってもよいし、B2化合物層であってもよい。また、B層の最上層は、B1化合物層であってもよいし、B2化合物層であってもよい。

【0036】

好ましくは、B1化合物層の平均厚さt<sub>1</sub>とB2化合物層の平均厚さt<sub>2</sub>との比であるt<sub>2</sub>/t<sub>1</sub>が0.5 < t<sub>2</sub>/t<sub>1</sub> 10.0を満たすことである。これにより、表面被覆窒化硼素焼結体工具の耐境界摩耗性などをより向上させることができる。本明細書では、B1化合物層の平均厚さt<sub>1</sub>は、次の計算式を用いて求められたものである。B2化合物層の平均厚さt<sub>2</sub>も同様である。

(B1化合物層の平均厚さt<sub>1</sub>) = (B1化合物層の厚さの合計) ÷ (B1化合物層の層数)。

50

B 1 化合物層の厚さを測定することが困難である場合には、次の計算式を用いて B 1 化合物層の平均厚さ  $t_1$  を求めることができる。B 2 化合物層の平均厚さ  $t_2$  についても同様である。

( B 1 化合物層の平均厚さ  $t_1$  ) = ( B 1 化合物層のみを積層して形成された B 層の厚さ ) ÷ ( B 1 化合物層の積層数 )。

【 0 0 3 7 】

より好ましくは、 $t_2 / t_1$  が  $1 < t_2 / t_1 < 5.0$  を満たすことである。これにより、表面被覆窒化硼素焼結体工具の耐境界摩耗性などをさらに向上させることができる。よって、繰り返される衝撃または振動等に対して優れた耐摩耗性を有する表面被覆窒化硼素焼結体工具を提供することができる。また、小さな部品に対する繰り返しの加工または軽断続加工においても、表面被覆窒化硼素焼結体工具の長寿命化を図ることができる。さらに好ましくは、 $t_2 / t_1$  が  $1.1 < t_2 / t_1 < 4.5$  を満たすことである。

【 0 0 3 8 】

さらに好ましくは、A 層が B 層よりも表面側に設けられている場合には、 $t_2 / t_1$  は、cBN 焼結体側では  $1 < t_2 / t_1 < 5.0$  を満たし、A 層側に向かうにつれて小さくなり、A 層側では  $0.5 < t_2 / t_1 < 2$  を満たすことである。これにより、B 層の A 層側では、クラックの発生を防止することができ、B 層の cBN 焃結体側では、クラックが cBN 焃結体側へ伝搬することを防止することができる。ここで、B 層の A 層側とは、A 層の最も近くに位置する B 層の面から B 層の内部へ向かって  $0 \mu\text{m}$  以上 B 層の厚さの  $1/2$  以下離れた領域、および、A 層の最も近くに位置する B 層の面から B 層の内部へ向かって  $0 \mu\text{m}$  以上  $0.1 \mu\text{m}$  以下離れた領域のうちの狭い方の領域を意味する。また、B 層の cBN 焃結体側とは、cBN 焃結体の最も近くに位置する B 層の面から B 層の内部へ向かって  $0 \mu\text{m}$  以上 B 層の厚さの  $1/2$  以下離れた領域、および、cBN 焃結体の最も近くに位置する B 層の面から B 層の内部へ向かって  $0 \mu\text{m}$  以上  $0.1 \mu\text{m}$  以下離れた領域のうちの狭い方の領域を意味する。

【 0 0 3 9 】

< C 層 >

好ましくは、被覆層が A 層と B 層との間に設けられた C 層をさらに含むことであり、C 層が  $M_{\text{c}}L_{\text{c}}C_{\text{z}_c}$  ( $M_{\text{c}}$  は元素の周期表の第 4 族元素、第 5 族元素および第 6 族元素、 $A_{\text{l}}$  ならびに  $S_{\text{i}}$  の 1 種以上を表わし、 $L_{\text{c}}$  は B、C、N および O の 1 種以上を表わし、 $z_{\text{c}}$  は  $0$  以上  $0.85$  以下である) からなることである。これにより、A 層と B 層との密着性を高めることができる。また、A 層が B 層よりも表面側に設けられている場合には、A 層で発生したクラックの基材側への伝搬を C 層で止めることができる。

【 0 0 4 0 】

より好ましくは、C 層の厚さが  $0.005 \mu\text{m}$  以上  $0.5 \mu\text{m}$  以下であることである。C 層の厚さが  $0.005 \mu\text{m}$  以上であれば、C 層を設けたことにより得られる効果を十分に得ることができる。C 層の厚さが  $0.5 \mu\text{m}$  以下であれば、C 層を設けたことにより被覆層の厚さが大きくなりすぎることを防止することができる。さらに好ましくは、C 層の厚さが  $0.01 \mu\text{m}$  以上  $0.2 \mu\text{m}$  以下であることである。

【 0 0 4 1 】

より好ましくは、 $L_{\text{c}}$  の組成  $z_{\text{c}}$  が  $0$  よりも大きく  $0.7$  未満であることである。 $L_{\text{c}}$  の組成  $z_{\text{c}}$  が  $0$  よりも大きければ、C 層の耐熱性および化学的な耐摩耗性を高めることができるので、A 層で発生したクラックの基材側への伝搬を C 層で有効に止めることができる。さらに好ましくは、 $L_{\text{c}}$  の組成  $z_{\text{c}}$  が  $0.2$  以上  $0.5$  以下であることである。

【 0 0 4 2 】

より好ましくは、C 層は、A 層および B 層を構成する元素の少なくとも 1 種以上を含むことである。C 層が A 層を構成する元素の少なくとも 1 種以上を含むのであれば、A 層と C 層との密着性を高めることができる。C 層が B 層を構成する元素の少なくとも 1 種以上を含むのであれば、B 層と C 層との密着性を高めることができる。より好ましくは、C 層は、A 层および B 層のそれぞれのうち C 層側に位置する部分を構成する元素の少なくとも

10

20

30

40

50

1種以上を含むことである。

【0043】

< D 層 >

好ましくは、被覆層が基材とB層との間に設けられたD層をさらに含むことであり、D層がM<sub>d</sub>L<sub>d</sub><sub>zd</sub> (M<sub>d</sub>は元素の周期表の第4族元素、第5族元素および第6族元素、A1ならびにS<sub>i</sub>の1種以上を表わし、L<sub>d</sub>はB、C、NおよびOの1種以上を表わし、z<sub>d</sub>は0.85以上1.0以下である)からなることである。このようなD層はcBN焼結体との密着性に優れる。よって、被覆層がD層をさらに含むのであれば、cBN焼結体と被覆層との密着性を高めることができる。より好ましくは、L<sub>d</sub>がNであることである。

【0044】

10

より好ましくは、D層が(A1<sub>1-xd</sub>M<sub>d</sub>2<sub>xd</sub>)L<sub>d</sub><sub>zd</sub> (M<sub>d</sub>2は、元素の周期表の第4族元素、第5族元素および第6族元素ならびにS<sub>i</sub>の1種以上を表わし、x<sub>d</sub>は0.25以上0.45以下である)からなることである。D層がA1を含んでいれば、BN焼結体と被覆層との密着性をより高めることができる。さらに好ましくは、M<sub>d</sub>2がTi、CrおよびVの少なくとも1種以上であることである。

【0045】

より好ましくは、D層の厚さが0.05μm以上1μm以下である。D層の厚さが0.05μm以上であれば、D層を設けたことにより得られる効果を十分に得ることができる。D層の厚さが1μm以下であれば、D層を設けたことにより被覆層の厚さが大きくなりすぎることを防止することができる。さらに好ましくは、D層の厚さが0.1μm以上0.5μm以下であることである。

20

【0046】

<表面被覆窒化硼素焼結体工具の製造方法>

本発明にかかる表面被覆窒化硼素焼結体工具の製造方法は、たとえば、cBN焼結体を少なくとも切れ刃部分に有する基材を準備する工程と、少なくともcBN焼結体上に被覆層を形成する工程とを含む。基材を準備する工程は、cBN焼結体を形成する工程を含むことが好ましく、cBN焼結体を形成する工程は、cBN粒子と結合相の原料粉末との混合物を高温高圧下で焼結させる工程を含むことが好ましい。基材を準備する方法は、所定の形状を有する基材本体にcBN焼結体を接合させる工程をさらに含むことがより好ましい。

30

【0047】

被覆層を形成する工程は、アーケイオンプレーティング法(真空アーケ放電を利用して固体材料を蒸発させるイオンプレーティング法)またはスパッタ法により被覆層を形成する工程を含むことが好ましい。アーケイオンプレーティング法では、被覆層を構成することになる金属種を含む金属蒸発源とCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>またはO<sub>2</sub>等の反応ガスとを用いて、被覆層を形成することができる。被覆層を形成する条件としては、公知の条件を採用することができる。また、スパッタ法では、被覆層を構成することになる金属種を含む金属蒸発源とCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>またはO<sub>2</sub>等の反応ガスとAr、KrまたはXe等のスパッタガスとを用いて、被覆層を形成することができる。被覆層を形成する条件としては、公知の条件を採用することができる。

40

【実施例】

【0048】

以下、実施例を挙げて本発明をより詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0049】

<表面被覆窒化硼素焼結体工具の製造>

図1は、実施例における表面被覆窒化硼素焼結体工具の構成の一例を示す断面図である。図2は、実施例における表面被覆窒化硼素焼結体工具の要部の構成の一例を示す断面図である。

【0050】

50

## &lt; 試料 1 の製造 &gt;

## &lt; cBN 焼結体 A の形成 &gt;

まず、原子比で Ti : N = 1 : 0.6 となるように、平均粒子径が 1  $\mu\text{m}$  の TiN 粉末と平均粒子径が 3  $\mu\text{m}$  の Ti 粉末とを混合した。得られた混合物を真空中で 1200 で 30 分間、熱処理してから、粉碎した。これにより、TiN<sub>0.6</sub> からなる金属間化合物粉末を得た。

## 【 0051 】

次に、質量比で TiN<sub>0.6</sub> : Al = 90 : 10 となるように、TiN<sub>0.6</sub> からなる金属間化合物粉末と平均粒子径が 4  $\mu\text{m}$  の Al 粉末とを混合した。得られた混合物を真空中で 1000 で 30 分間、熱処理した。熱処理により得られた化合物を、直径が 6 mm の超硬合金製ボールメディアを用いて、ボールミル粉碎法により均一に粉碎した。これにより、結合相の原料粉末を得た。

## 【 0052 】

続いて、cBN 焼結体における cBN の含有率が 30 体積 % となるように平均粒径が 1.5  $\mu\text{m}$  の cBN 粒子と結合相の原料粉末とを配合し、直径が 3 mm の窒化硼素製ボールメディアを用いてボールミル混合法により均一に混合した。得られた混合粉末を超硬合金製支持板に積層してから Mo 製カプセルに充填した。その後、超高压装置を用いて、圧力 5.5 GPa で温度 1300 で 30 分間焼結した。これにより、cBN 焼結体 A を得た。

## 【 0053 】

20 < 基材の形成 >

形状が ISO 規格の DNGA 150408 であり、超硬合金材料 (K10 相当) からなる基材本体を準備した。準備した基材本体の刃先 (コーナ部分) に上記 cBN 焼結体 A (形状: 頂角が 55° であり当該頂角を挟む両辺がそれぞれ 2 mm である二等辺三角形を底面とし、厚さが 2 mm の三角柱状のもの) を接合した。接合には、Ti - Zr - Cu からなる口ウ材を用いた。接合体の外周面、上面および下面を研削し、刃先にネガランド形状 (ネガランド幅が 150  $\mu\text{m}$  であり、ネガランド角が 25°) を形成した。このようにして、切れ刃部分が cBN 焼結体 A からなる基材 3 を得た。

## 【 0054 】

得られた基材 3 を成膜装置内に入れて真空引きを行ない、500 に加熱してから Ar イオンによりエッティングを行なった。その後、成膜装置内から Ar ガスを排気した。

## 【 0055 】

< 被覆層の形成 >

< D 層の形成 >

上記成膜装置内で D 層 20 を基材 3 上に形成した。具体的には、以下に示す条件で、厚さが 0.5  $\mu\text{m}$  である D 層を蒸着により形成した。

ターゲット: Al を 70 原子%、Cr を 30 原子% 含む

導入ガス: N<sub>2</sub>

成膜圧力: 4 Pa

アーク放電電流: 120 A

基板バイアス電圧: -50 V

テーブル回転速度: 5 rpm。

## 【 0056 】

< B 層の形成 >

上記成膜装置内で B 層 30 を D 層 20 上に形成した。具体的には、以下に示す条件で、全体の厚さが 0.03  $\mu\text{m}$  である B 層 30 を蒸着により形成した。このとき、B1 化合物層 31 の厚さが 7 nm となるように、且つ、B2 化合物層 32 の厚さが 10 nm となるように、ターゲット B1、B2 のアーク電流と基材をセットした回転テーブルの回転速度とを調整した。

ターゲット B1: Ti を 75 原子%、Si を 15 原子%、Cr を 10 原子% 含む

10

20

30

40

50

ターゲット B 2 : Al を 60 原子%、Cr を 10 原子%、Ti を 30 原子% 含む

導入ガス : N<sub>2</sub>

成膜圧力 : 1 Pa

基板バイアス電圧 : -50 V。

【0057】

< C 層の形成 >

上記成膜装置内で C 層 40 を B 層 30 上に形成した。具体的には、以下に示す条件で、厚さが 0.1 μm である C 層 40 を蒸着により形成した。

ターゲット : Ti を 50 原子%、Al を 50 原子% 含む

導入ガス : N<sub>2</sub>

10

成膜圧力 : 0.1 Pa

アーク放電電流 : 150 A

基板バイアス電圧 : -100 V

テーブル回転速度 : 5 rpm。

【0058】

< A 層の形成 >

上記成膜装置内で A 層 50 を C 層 40 上に形成した。具体的には、以下に示す条件で、厚さが 2 μm である A 層を蒸着により形成した。

ターゲット : Ti を 50 原子%、Al を 50 原子% 含む

導入ガス : N<sub>2</sub>

20

成膜圧力 : 4 Pa

アーク放電電流 : 120 A

基板バイアス電圧 : -600 V

テーブル回転速度 : 5 rpm。

【0059】

このようにして、基材 3 の上には、D 層 20 と B 層 30 と C 層 40 と A 層 50 とが順に積層されてなる被覆層 10 が形成され、よって、試料 1 が製造された。

【0060】

< 試料 2 ~ 6 の製造 >

B 1 化合物層および B 2 化合物層の層数を表 2 に示す数値に変更して B 層の全体の厚さを変更したことを除いては上記試料 1 の製造方法にしたがって、試料 2 ~ 6 を製造した。なお、表 2 における層数には、B 1 化合物層の層数と B 2 化合物層の層数との合計を記している。

【0061】

< 試料 7 の製造 >

cBN 焼結体における cBN の含有率が表 3 に示す数値となるように cBN 粒子と結合相の原料粉末とを配合したことを除いては上記 cBN 焼結体 A の形成方法にしたがって、cBN 焼結体 D を得た。得られた cBN 焼結体 D を用いて、上記試料 1 の基材の製造方法にしたがって、試料 7 の基材を形成した。

【0062】

30

次に、上記試料 1 の製造方法にしたがって、D 層および B 層を順に形成した。そのうち、成膜圧力を以下に示すように変更したことを除いては上記試料 1 の C 層の形成方法にしたがって、C 層を形成した。つまり、成膜圧力を、C 層の形成開始時には N<sub>2</sub> を導入して 3 Pa とし、その後、徐々に下げ 0.1 Pa まで下げてから、再び 3 Pa まで徐々に上げた。

【0063】

続いて、成膜圧力と導入ガスとを以下に示すように変更したことを除いては上記試料 1 の A 層の形成方法にしたがって、A 層を形成した。つまり、A 層の形成開始時から A 層の厚さが 0.9 μm となるまでの間は、N<sub>2</sub> のみを導入して成膜圧力を 3 Pa とした。その後、CH<sub>4</sub> を徐々に増やしながら N<sub>2</sub> を徐々に減らして、A 層をさらに 0.3 μm 形成し

40

50

た。このとき、組成が  $TiC_{0.5}N_{0.5}$  となるまで、 $CH_4$  を徐々に増やしながら  $N_2$  を徐々に減らした。そのうち、 $CH_4$  および  $N_2$  のそれぞれの供給量を変更することなく A 層をさらに  $0.3 \mu m$  形成した。このようにして試料 7 を製造した。

【0064】

なお、試料 7 を製造するさい、表 1 ~ 表 2 に示す組成からなる層が得られるように、ターゲットを調製し、導入ガスの種類およびその供給量を調整した。導入ガスとしては、Ar、 $N_2$  または  $CH_4$ などを適宜用いた。成膜圧力を  $0.1 Pa$  ~  $7 Pa$  の範囲内で適宜、調整し、アーク放電電流を  $60 A$  ~  $200 A$  の範囲内で適宜、調整し、基板バイアス電圧を  $-25 V$  ~  $-700 V$  の範囲内で適宜、調整した。以下に示す試料 8 ~ 55 においても同様とした。

10

【0065】

< 試料 8 ~ 13 の製造 >

B1 化合物層の厚さおよび B2 化合物層の厚さがそれぞれ表 2 に示す数値である B 層を形成したことを除いては上記試料 7 の製造方法にしたがって、試料 8 ~ 13 を製造した。

【0066】

< 試料 14 の製造 >

cBN 焼結体における cBN の含有率が表 3 に示す数値となるように cBN 粒子と結合相の原料粉末とを配合したことを除いては上記 cBN 焼結体 A の形成方法にしたがって、cBN 焼結体 B を得た。得られた cBN 焼結体 B を用いて、上記試料 1 の基材の製造方法にしたがって、試料 14 の基材を形成した。

20

【0067】

次に、上記試料 1 の製造方法にしたがって D 層を形成した。そのうち、表 2 に示す B1 化合物層の厚さと B2 化合物層の厚さとの比となるように、ターゲット B1 のアーク電流とターゲット B2 のアーク電流とを変化させて B 層を形成した。具体的には、ターゲット B1 のアーク電流を一定の割合で徐々に増加させ、ターゲット B2 のアーク電流を一定の割合で徐々に減少させた。そのうち、C 層を形成することなく B 層上に A 層を形成した。具体的には、導入ガスとして  $N_2$  だけでなく  $CH_4$  を用いたことを除いては上記試料 1 の A 層の形成方法にしたがって、A 層を形成した。このとき、 $CH_4$  および  $N_2$  のそれぞれの供給量を調整して、 $TiC_{0.3}N_{0.7}$  からなる A 層を形成した。このようにして試料 14 を製造した。

30

【0068】

< 試料 15 ~ 19 の製造 >

A 層の形成時の導入ガスを変更したことを除いては上記試料 14 の製造方法にしたがって、試料 15 ~ 19 を製造した。たとえば試料 15 の A 層は以下のようにして形成された。つまり、A 層の形成開始時から A 層の厚さが  $1.6 \mu m$  となるまでの間は、 $N_2$  のみを導入して成膜圧力を  $3 Pa$  とした。そのうち、 $CH_4$  を徐々に増やしながら  $N_2$  を徐々に減らして、A 層をさらに  $0.3 \mu m$  形成した。このとき、組成が  $TiC_{0.3}N_{0.7}$  となるまで、 $CH_4$  を徐々に増やしながら  $N_2$  を徐々に減らした。そのうち、 $CH_4$  および  $N_2$  のそれぞれの供給量を変更することなく A 層をさらに  $0.1 \mu m$  形成した。その後、 $CH_4$  の供給を停止し、 $N_2$  の供給量を増加して、A 層をさらに  $0.5 \mu m$  形成した。

40

【0069】

< 試料 20 ~ 25 の製造 >

cBN 焼結体における cBN の含有率が表 3 に示す数値となるように cBN 粒子と結合相の原料粉末とを配合したことを除いては上記 cBN 焼結体 A の形成方法にしたがって、cBN 焼結体 C を得た。得られた cBN 焼結体 C を用いて、上記試料 1 の基材の製造方法にしたがって、試料 20 ~ 25 の基材を形成した。

【0070】

次に、上記試料 1、14 の製造方法にしたがって、D 層、B 層、C 層および A 層を順に形成した。これにより、試料 20 ~ 25 を製造した。

【0071】

50

## &lt;試料26の製造&gt;

cBN焼結体におけるcBNの含有率が表3に示す数値となるようにcBN粒子と結合相の原料粉末とを配合したことを除いては上記cBN焼結体Aの形成方法にしたがって、cBN焼結体Eを得た。得られたcBN焼結体Eを用いて、上記試料1の基材の製造方法にしたがって、試料26の基材を形成した。

## 【0072】

次に、上記試料1の製造方法にしたがって、D層およびB層を順に形成した。そののち、以下に示す条件でC層を蒸着により形成してから、上記試料14の製造方法にしたがってA層を形成した。これにより、試料26を製造した。

ターゲット：Tiを80原子%、Crを10原子%、Wを10原子%含む。

10

導入ガス：Ar

成膜圧力：4Pa

アーク放電電流：150A

基板バイアス電圧：-30V。

## 【0073】

## &lt;試料27～32の製造&gt;

ArとN<sub>2</sub>とを導入して表1に示す組成からなるC層を形成したことを除いては上記試料26の製造方法にしたがって、試料27～32を製造した。

## 【0074】

## &lt;試料33～38の製造&gt;

20

平均粒径が0.5μmのcBN粒子と結合相の原料粉末とを配合したことを除いては上記cBN焼結体Dの形成方法にしたがって、cBN焼結体Fを得た。得られたcBN焼結体Fを用いて、上記試料1の基材の製造方法にしたがって、試料33～38の基材を形成した。

## 【0075】

次に、上記試料1、7の製造方法にしたがって、D層、B層、C層およびA層を順に形成した。これにより、試料33～38を製造した。

## 【0076】

## &lt;試料39～44の製造&gt;

平均粒径が3μmのcBN粒子と結合相の原料粉末とを配合したことを除いては上記cBN焼結体Dの形成方法にしたがって、cBN焼結体Gを得た。得られたcBN焼結体Gを用いて、上記試料1の基材の製造方法にしたがって、試料39～44の基材を形成した。

30

## 【0077】

次に、上記試料1、7の製造方法にしたがって、D層、B層およびA層を順に形成した。これにより、試料39～44を製造した。

## 【0078】

## &lt;試料45～51の製造&gt;

表1に示すcBN焼結体を用いて、上記試料1の基材の製造方法にしたがって、試料45～51の基材を形成した。次に、上記試料1、7の製造方法にしたがって、D層、B層、C層およびA層を順に形成した。これにより、試料45～51を製造した。

40

## 【0079】

## &lt;試料52の製造&gt;

まず、原子比でTi:C:N=1:0.3:0.3となるように、平均粒子径が1μmのTiCN粉末と平均粒子径が3μmのTi粉末とを混合した。得られた混合物を真空中で1200℃で30分間、熱処理してから、粉碎した。これにより、TiC<sub>0.3</sub>N<sub>0.3</sub>からなる金属間化合物粉末を得た。

## 【0080】

次に、質量比でTiC<sub>0.3</sub>N<sub>0.3</sub>:Al=90:10となるように、TiC<sub>0.3</sub>N<sub>0.3</sub>からなる金属間化合物粉末と平均粒子径が4μmのAl粉末とを混合した。得られた混合物を真空中で1000℃で30分間、熱処理した。熱処理により得られた化合物を、直径が6

50

mmの超硬合金製ボールメディアを用いて、ボールミル粉碎法により均一に粉碎した。これにより、結合相の原料粉末を得た。そのものは、上記cBN焼結体Dの形成方法にしたがって、cBN焼結体Hを得た。得られたcBN焼結体Hを用いて、上記試料1の基材の製造方法にしたがって、試料52の基材を形成した。

#### 【0081】

続いて、試料45～51の製造方法にしたがって、D層、B層、C層およびA層を順に形成した。これにより、試料52を製造した。

#### 【0082】

##### <試料53の製造>

まず、原子比でTi : C = 1 : 0.6となるように、平均粒子径が1μmのTiC粉末と平均粒子径が3μmのTi粉末とを混合した。得られた混合物を真空中で1200で30分間、熱処理してから、粉碎した。これにより、TiC<sub>0.6</sub>からなる金属間化合物粉末を得た。

10

#### 【0083】

次に、質量比でTiC<sub>0.6</sub> : Al = 90 : 10となるように、TiC<sub>0.6</sub>からなる金属間化合物粉末と平均粒子径が4μmのAl粉末とを混合した。得られた混合物を真空中で1000で30分間、熱処理した。熱処理により得られた化合物を、直径が6mmの超硬合金製ボールメディアを用いて、ボールミル粉碎法により均一に粉碎した。これにより、結合相の原料粉末を得た。そのものは、上記cBN焼結体Dの形成方法にしたがって、cBN焼結体Iを得た。得られたcBN焼結体Iを用いて、上記試料1の基材の製造方法にしたがって、試料53の基材を形成した。

20

#### 【0084】

続いて、試料45～51の製造方法にしたがって、D層、B層、C層およびA層を順に形成した。これにより、試料53を製造した。

#### 【0085】

##### <試料54の製造>

B層、C層およびD層を形成しなかったことを除いては上記試料1の製造方法にしたがって、試料54を製造した。

#### 【0086】

##### <試料55の製造>

30

A層およびC層を形成しなかったことを除いては上記試料1の製造方法にしたがって、試料55を製造した。

#### 【0087】

【表1】

cBN焼結体	A層	被覆層				被覆層の厚さ μm			
		A層		C層					
		組成	厚さ(μm)	組成	厚さ(μm)	組成	厚さ(μm)		
比較例1 試料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	
実施例1 試料2								2.7	
実施例2 試料3								3.3	
実施例3 試料4								3.7	
実施例4 試料5								4.6	
比較例2 試料6								8.1	
比較例3 試料7	D	$TiCN^{*01}$	1.5	$TiN^{*11}$	0.15	$Al_{0.84}Cr_{0.36}N$	0.2	2.6	
実施例5 試料8								10	
実施例6 試料9									
実施例7 試料10									
実施例8 試料11									
実施例9 試料12									
比較例4 試料13	B	$TiC_{0.3}N_{0.7}$ $TiCN^{*02}$ $TiCN^{*03}$ $TiCN^{*04}$ $TiCN^{*05}$ $TiC_{0.7}N_{0.3}$	2.5	なし	0	$Al_{0.7}Cr_{0.3}N$	0.5	4.3	
実施例10 試料14									
実施例11 試料15									
実施例12 試料16									
実施例13 試料17									
実施例14 試料18									
実施例15 試料19	C	$Ti_{0.93}Si_{0.07}C_{0.5}N_{0.5}$	0.5	$Ti_{0.93}Si_{0.07}C_{0.3}$	0.02	$Al_{0.25}V_{0.75}N_{0.9}$	0.3	2.8	
比較例5 試料20									
実施例16 試料21									
実施例17 試料22									
実施例18 試料23									
実施例19 試料24									
比較例6 試料25	E	$Ti_{0.8}Cr_{0.2}C_{0.8}N_{0.4}$	5.0	$Ti_{0.8}Cr_{0.1}W_{0.1}$ $Ti_{0.8}Cr_{0.1}W_{0.1}N_{0.1}$ $Ti_{0.8}Cr_{0.1}W_{0.1}N_{0.25}$ $Ti_{0.8}Cr_{0.1}W_{0.1}N_{0.45}$ $Ti_{0.8}Cr_{0.1}W_{0.1}N_{0.6}$ $Ti_{0.8}Cr_{0.1}W_{0.1}N_{0.82}$ $Ti_{0.8}Cr_{0.1}W_{0.1}N_{0.9}$	0.11	$Al_{0.8}Cr_{0.3}Si_{0.1}N$	0.2	6.3	
実施例20 試料26									
実施例21 試料27									
実施例22 試料28									
実施例23 試料29									
実施例24 試料30									
実施例25 試料31	F	$TiCN^{*06}$	1.5	$Ti_{0.45}Al_{0.5}Cr_{0.05}N_{0.5}$	0.002 0.02 0.1 0.25 0.4 0.7	$Al_{0.5}Ti_{0.45}Si_{0.05}N$	1.5	4.2	
実施例26 試料32									
実施例27 試料33									
実施例28 試料34									
実施例29 試料35									
実施例30 試料36									
実施例31 試料37	G	$TiCN^{*07}$	1.6	なし	0	$Al_{0.75}Cr_{0.25}N$	0.3	2.9	
実施例32 試料38									
比較例7 試料39									
実施例33 試料40									
実施例34 試料41									
実施例35 試料42									
実施例36 試料43	A	$TiCN^{*08}$	0.3	Ti	0.08	$Al_{0.7}Ti_{0.3}N$	0.05	4.6	
比較例8 試料44									
実施例37 試料45									
実施例38 試料46									
実施例39 試料47									
実施例40 試料48									
実施例41 試料49	E	$TiCN^{*08}$	0.3	Ti	0.08	$Al_{0.7}Ti_{0.3}N$	0.05	2.73	
実施例42 試料50									
実施例43 試料51									
実施例44 試料52									
実施例45 試料53									
比較例9 試料54									
比較例10 試料55	D	なし	3.0	なし	なし	$Al_{0.84}Cr_{0.36}N$	0.15	3.0	40

【0088】

【表2】

		被覆層(B層)								
		B1化合物層		B2化合物層		層数	厚さ (μm)	t2/t1		Si組成の 平均値
		組成	厚さ(nm)	組成	厚さ(nm)			焼結体側	A層側	
比較例 1	試料 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
実施例 1	試料 2					8	0.07			
実施例 2	試料 3					82	0.70			
実施例 3	試料 4					129	1.10			
実施例 4	試料 5					235	2.00			
比較例 2	試料 6					647	5.50			
比較例 3	試料 7					0.4	0.4	1.0	1.0	0.060
実施例 5	試料 8	$Ti_{0.88}Si_{0.12}N$	4	$Al_{0.64}Cr_{0.36}N$	10	0.7	0.8	1.1	1.1	0.056
実施例 6	試料 9					3	3.6	1.2	1.2	0.055
実施例 7	試料 10					10	5.5	1.4	1.4	0.051
実施例 8	試料 11					25	15	1.5	1.5	0.048
実施例 9	試料 12					33	28	1.1	1.1	0.057
比較例 4	試料 13					66	15	2.0	2.0	0.040
実施例 10	試料 14					7	153	1.3	2.2	0.041
実施例 11	試料 15	$Ti_{0.85}Si_{0.1}Nb_{0.05}N$	5	$Al_{0.7}Cr_{0.2}Nb_{0.1}N$	8	1.6	2.0	1.6	1.6	0.002
実施例 12	試料 16					0.985	0.005	0.006	0.006	0.006
実施例 13	試料 17					0.985	0.015	0.027	0.027	0.027
実施例 14	試料 18					0.93	0.07	0.042	0.042	0.042
実施例 15	試料 19					0.88	0.11	0.077	0.077	0.077
比較例 5	試料 20					0.75	0.2	0.104	0.104	0.104
実施例 16	試料 21					0.85	0.2	0.002	0.002	0.002
実施例 17	試料 22	$Ti_{0.7}Si_{0.2}W_{0.1}N_{0.9}$	3	$Al_{0.8}Cr_{0.3}Si_{0.1}N_{0.9}$	6	308	2.22	1	2	0.067
実施例 18	試料 23					0.93	0.07	0.027	0.027	0.027
実施例 19	試料 24					0.88	0.11	0.042	0.042	0.042
比較例 6	試料 25					0.85	0.2	0.077	0.077	0.077
実施例 20	試料 26					0.7	0.2	0.104	0.104	0.104
実施例 21	試料 27					0.6	0.2	0.002	0.002	0.002
実施例 22	試料 28					0.5	0.2	0.002	0.002	0.002
実施例 23	試料 29	$Ti_{0.5}Si_{0.05}Al_{0.45}N$	10	$Al_{0.5}Ti_{0.45}Si_{0.05}N$	18	222	86	1.2	1.8	0.018
実施例 24	試料 30					0.92	0.08	1.75	1.75	0.029
実施例 25	試料 31					0.88	0.15	0.029	0.029	0.029
実施例 26	試料 32					0.85	0.2	0.002	0.002	0.002
実施例 27	試料 33					0.75	0.2	0.002	0.002	0.002
実施例 28	試料 34					0.6	0.2	0.002	0.002	0.002
実施例 29	試料 35					0.5	0.2	0.002	0.002	0.002
実施例 30	試料 36	$Ti_{0.97}Si_{0.03}N$	4	$Al_{0.7}Ti_{0.3}N$	7	182	1	1.75	1.75	0.013
実施例 31	試料 37					0.92	0.08	0.013	0.013	0.013
実施例 32	試料 38					0.88	0.15	0.013	0.013	0.013
比較例 7	試料 39					0.75	0.2	0.013	0.013	0.013
実施例 33	試料 40					0.6	0.2	0.013	0.013	0.013
実施例 34	試料 41					0.5	0.2	0.013	0.013	0.013
実施例 35	試料 42					0.4	0.2	0.013	0.013	0.013
実施例 36	試料 43	$Ti_{0.97}Si_{0.03}N$	5	$Al_{0.7}Ti_{0.3}N$	6.5	435	2.5	1.3	1.3	0.013
比較例 8	試料 44					0.92	0.08	0.013	0.013	0.013
実施例 37	試料 45					0.88	0.15	0.013	0.013	0.013
実施例 38	試料 46					0.85	0.2	0.013	0.013	0.013
実施例 39	試料 47					0.82	0.2	0.013	0.013	0.013
実施例 40	試料 48					0.78	0.2	0.013	0.013	0.013
実施例 41	試料 49					0.75	0.2	0.013	0.013	0.013
実施例 42	試料 50	$Ti_{0.97}Si_{0.03}N$	4	$Al_{0.7}Ti_{0.3}N$	6.5	435	2.5	1.3	1.3	0.013
実施例 43	試料 51					0.92	0.08	0.013	0.013	0.013
実施例 44	試料 52					0.88	0.15	0.013	0.013	0.013
実施例 45	試料 53					0.85	0.2	0.013	0.013	0.013
比較例 9	試料 54					0.82	0.2	0.013	0.013	0.013
比較例 10	試料 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

【表3】

cBN焼結体	cBN含有率 (体積%)	cBNの平均粒径 ( $\mu$ m)	結合相の原料粉末	X線で検出された化合物
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> )

10

## 【0090】

表1におけるTiCN<sup>\*0.1</sup>～TiCN<sup>\*0.8</sup>については、表4に示すとおりである。表1におけるTiN<sup>\*1.1</sup>については、表5に示すとおりである。

## 【0091】

【表4】

	cBN焼結体側からの距離(μm)	N組成比	C組成比
TiCN <sup>*01</sup>	0~0.9	1	0
	0.9~1.2	1→0.5	0→0.5
	1.2~1.5	0.5	0.5
TiCN <sup>*02</sup>	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 <sup>*03</sup>	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 <sup>*04</sup>	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 <sup>*05</sup>	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 <sup>*06</sup>	0~1.5	0→0.8	1→0.2
TiCN <sup>*07</sup>	0~1.0	1	0
	1.0~1.4	1→0.3	0→0.7
	1.4~1.6	0.6	0.4
TiCN <sup>*08</sup>	0~0.3	0.9→0.4	0.1→0.6

表4において、たとえば「1→0.5」は、組成比が1から0.5へ徐々に変化することを意味する。

【0092】

10

20

30

40

【表5】

		N組成比
TiN <sup>*11</sup>	B層側～C層中心	1→0.5
	C層中心	0.5
	C層中心～A層側	0.5→1

10

表5において、たとえば「1→0.5」は、組成比が1から0.5へ徐々に変化することを意味する。

## 【0093】

## &lt;逃げ面摩耗量VBおよび面粗度Rzの測定&gt;

製造された試料1～55を用いて、以下に示す切削条件にしたがって切削加工（切削距離：4km）を行った。そのうち、光学顕微鏡を用いて逃げ面摩耗量VBを測定し、JIS規格にしたがって被削材表面の面粗度Rzを測定した。逃げ面摩耗量VBの測定結果を表6の「VB(mm)」の欄に示し、被削材表面の面粗度Rzの測定結果を表6の「Rz(μm)」の欄に示す。VBが小さいほど、表面被覆窒化硼素焼結体工具は耐逃げ面摩耗性に優れる。Rzが小さいほど、表面被覆窒化硼素焼結体工具は耐境界摩耗性に優れる。本実施例では、Rzが3μm以下であれば良好であるとしている。

20

## 【0094】

## (切削条件)

被削材：高硬度鋼（SCM415H/HRC60）

切削速度：200m/min

送り：f = 0.1mm/rev

切り込み：ap = 0.1mm

切削油：エマルジョン（日本フルードシステム学会製造の商品名「システムカット96」）を20倍希釈したもの（wet状態）。

30

## 【0095】

## &lt;工具寿命の測定&gt;

製造された試料1～55を用いて、上記切削条件にしたがって切削加工を行った。具体的には、一定の切削間隔だけ切削加工を行った後に表面粗さ計を用いて被削材の面粗度Rzを測定するということを繰り返し行った。被削材の面粗度Rzが3.2μmを超えると、切削加工を停止し、そのときの切削距離{（一定の切削間隔）×（被削材の面粗度Rzが3.2μmを超えたときの切削回数n）}を求めた。また、被削材の面粗度Rzが3.2μmを超える直前の切削距離{（一定の切削間隔）×（n-1）}も求めた。そして、被削材の面粗度Rzが3.2μmを超えたときの被削材の面粗度Rzの具体的な数値およびそのときの切削距離と、被削材の面粗度Rzが3.2μmを超える直前の被削材の面粗度Rzの具体的な数値およびそのときの切削距離とを用い、切削距離と被削材の面粗度Rzとの関係を直線で近似して、被削材の面粗度Rzが3.2μmとなった時点の切削距離を求めた。その結果を表6の「切削距離」の欄に示す。切削距離が長いほど、表面被覆窒化硼素焼結体工具は耐逃げ面摩耗性、耐クレータ摩耗性および耐境界摩耗性に優れる。本実施例では、切削距離が8km以上であれば良好であるとしている。

40

## 【0096】

## &lt;結果と考察&gt;

## 【0097】

【表6】

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

10

20

30

40

## 【0098】

試料2～5、8～12、14～19、21～24、26～38、40～43および45～53では、VBが小さく、Rzが3μm以下であり、切削距離は8km以上であった。よって、これらの試料は耐逃げ面摩耗性、耐クレータ摩耗性および耐境界摩耗性に優れることが分かった。

## 【0099】

一方、試料1、6、7、13、20、25、39、44、54および55では、Rzが3μmよりも大きく、切削距離は3～4km程度であった。よって、これらの試料は耐逃

50

げ面摩耗性、耐クレータ摩耗性および耐境界摩耗性に優れないことが分かった。

【0100】

<試料3、10、54、55>

まず、試料10と試料55とについて考察する。B層の組成、D層の組成、D層の厚さおよび被覆層の厚さは、試料10と試料55とで互いに酷似しているが、A層は、試料10では設けられているのに対して試料55では設けられていない。そして、試料10では、Rzは2.5μm以下であり切削距離は12km以上であったのに対して、試料55では、VBは試料10の2倍程度でありRzは3μmよりも大きく切削距離は4km程度であった。

【0101】

10

次に、試料3と試料54とについて考察する。A層の組成およびA層の厚さは、試料3と試料54とで互いに酷似しているが、B層は、試料3では設けられているのに対して試料54では設けられていない。そして、試料3では、Rzは2.5μm程度であり切削距離は10km以上であったのに対して、試料55では、Rzは3μmよりも大きく切削距離は4km程度であった。

【0102】

以上のことから、A層およびB層のどちらか一方を備えていない表面被覆窒化硼素焼結体工具は、耐逃げ面摩耗性、耐クレータ摩耗性および耐境界摩耗性に優れないことがわかった。しかしながら、A層およびB層の両方を備える表面被覆窒化硼素焼結体工具は、驚くべきことに、耐逃げ面摩耗性、耐クレータ摩耗性および耐境界摩耗性のすべてに優れることがわかった。これは、本発明者らによって初めて見出されたことである。

20

【0103】

<試料1～6>

試料1～6では、B1化合物層およびB2化合物層のそれぞれの層数が互いに異なるので、B層の厚さが互いに異なる。試料1、6では、Rzは3μmよりも大きく、切削距離は4km程度であった。一方、試料2～5では、Rzは2.5μm程度であり、切削距離は8km以上であった。B層全体の厚さが0.05μm以上5μm以下であれば、被削材の面粗度を表面被覆窒化硼素焼結体工具の寿命判定基準とする高精度加工において工具性能が高まることが分かった。

【0104】

30

また、試料3、4では、Rzは2.5μm程度であり、切削距離は9.5km以上であった。よって、B層全体の厚さは、0.1μm以上5μm以下であることが好ましく、0.5μm以上2μm以下であることがより好ましいということも分かった。

【0105】

<試料7～13>

試料7～13では、B1化合物層の厚さおよびB2化合物層の厚さのそれぞれが互いに異なる。試料7では、Rzは3μmよりも大きく、切削距離は3.5km程度であった。試料8～12では、B1化合物層の厚さおよびB2化合物層の厚さのそれぞれが大きくなるにつれて、Rzは小さくなり、切削距離は長くなった。しかし、B1化合物層の厚さおよびB2化合物層の厚さのそれぞれがさらに大きくなると、Rzは徐々に大きくなり、切削距離は徐々に短くなつた。具体的には、Rzは試料10において最低であり、切削距離は試料10において最長であった。これらのことから、B1化合物層の厚さおよびB2化合物層の厚さには好ましい上限値があることが分かった。そして、試料13では、Rzは3μmよりも大きく、切削距離は3.5kmであった。以上より、B1化合物層の厚さおよびB2化合物層の厚さのそれぞれが0.5nm以上30nm未満であれば、被削材の面粗度を表面被覆窒化硼素焼結体工具の寿命判定基準とする高精度加工において工具性能が高まることが分かった。

40

【0106】

また、試料9～12では、Rzは2.5μm以下であり、切削距離は10km以上であった。また、試料9～11では、Rzはさらに小さく、切削距離は11km以上であった

50

。これらのことから、B 1 化合物層の厚さおよびB 2 化合物層の厚さのそれぞれは、1 nm以上28 nm以下であることが好ましく、1 nm以上15 nm以下であることがより好ましく、3 nm以上10 nm以下であることがさらに好ましいということも分かった。

【0107】

<試料14～19>

試料14～19では、A層の組成が互いに異なるが、Rzは3 μm以下であり、切削距離は9 km以上であった。これらのことから、試料14～19は、耐逃げ面摩耗性、耐クレータ摩耗性および耐境界摩耗性に優れていることが分かった。

【0108】

<試料20～25>

試料20～25では、B 1 化合物層の組成が互いに異なる。試料20、25では、Rzは3.5 μm以上であり、切削距離は3 km程度であった。一方、試料21～24では、Rzは3 μm以下であり、切削距離は8 km以上であった。これらのことから、B 1 化合物層のSi組成が0.01以上0.25以下であれば、被削材の面粗度を表面被覆窒化硼素焼結体工具の寿命判定基準とする高精度加工において工具性能が高まることがわかった。

【0109】

また、試料21～23では、Rzは2.5 μm以下であり、切削距離は10 km以上であった。試料22、23では、Rzはさらに小さく、切削距離は12 km以上であった。よって、Si組成は、0.01以上0.2以下であることが好ましく、0.05以上0.15以下であることがより好ましいことも分かった。

【0110】

<試料26～32>

試料26～32では、C層のNの組成が互いに異なるが、Rzは3 μm以下であり、切削距離は8 km以上であった。また、試料28～31では、Rzは2.5 μm以下であり、切削距離は10 km以上であった。これらのことから、C層のNの組成は0以上0.85以下であることが好ましく、0よりも大きく0.7よりも小さいことがより好ましく、0.2以上0.5以下であることがさらに好ましいということが分かった。

【0111】

<試料33～38>

試料33～38では、C層の厚さが互いに異なるが、Rzは3 μm以下であり、切削距離は8 km以上であった。また、試料34～36では、Rzは2.5 μm以下であり、切削距離は11 km以上であった。これらのことから、C層の厚さは、0 μm以上1 μm以下であることが好ましく、0.005 μm以上0.5 μm以下であることがより好ましく、0.01 μm以上0.2 μm以下であることがさらに好ましいということが分かった。

【0112】

<試料39～44>

試料39～44では、B 2 化合物層のA 1 組成が互いに異なる。試料39、44では、Rzは3 μmよりも大きく、切削距離は3～4 km程度であった。一方、試料40～43では、Rzは2.6 μm以下であり、切削距離は9 km以上であった。これらのことから、B 2 化合物層のA 1 組成が0.23以上0.8以下であれば、表面被覆窒化硼素焼結体工具の耐逃げ面摩耗性、耐クレータ摩耗性および耐境界摩耗性が高まるということが分かった。

【0113】

また、試料41～43では、Rzは2.4 μm以下であり、切削距離は11 km以上であった。よって、B 2 化合物層のA 1 組成は、0.5以上0.75以下であることが好ましく、0.6以上0.75以下であることがより好ましいことも分かった。

【0114】

<試料45～53>

試料45～53では、cBN焼結体の組成が互いに異なるが、VBはそれほど大きくなく、Rzは3 μm以下であり、切削距離は8 km以上であった。また、試料47～53では

10

20

30

40

50

、 $R_z$ は2.5  $\mu m$ 以下であり、切削距離は10km以上であった。これらのことから、cBN焼結体におけるcBNの体積含有率は、30体積%以上85体積%以下であることが好ましく、50体積%以上65体積%以下であることがより好ましいことがわかった。

### 【0115】

今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

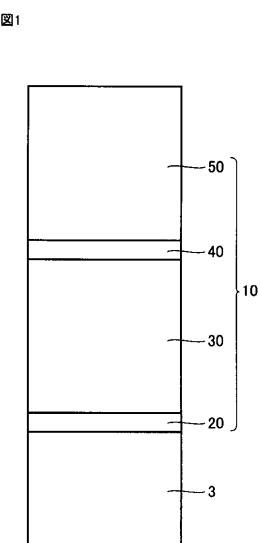
### 【符号の説明】

### 【0116】

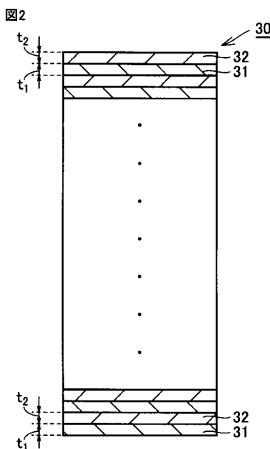
3 基材、10 被覆層、20 D層、30 B層、31 B1化合物層、32 B2化合物層、40 C層、50 A層。

10

【図1】



【図2】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I	
C 2 3 C	14/06
C 2 3 C	14/06
C 2 3 C	14/06

C  
H  
P

審査官 山本 忠博

(56)参考文献 国際公開第2012/005275 (WO, A1)

特開2008-238392 (JP, A)

国際公開第2010/140959 (WO, A1)

国際公開第2010/150335 (WO, A1)

特開2006-137982 (JP, A)

特開2011-83879 (JP, A)

特開2012-157916 (JP, A)

特開2011-74473 (JP, A)

国際公開第2013/081047 (WO, A1)

国際公開第2012/070290 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 2 3 B 27/14, 27/20, 51/00,

B 2 3 C 5/16,

B 2 3 P 15/28,

C 2 3 C 14/06-14/20