

(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 I

B 2 3 B 27/14 (2006.01)

B 2 3 B 27/14 A

B 2 3 B 27/20 (2006.01)

B 2 3 B 27/14 B

C 2 3 C 14/06 (2006.01)

B 2 3 B 27/20

C 2 3 C 14/06 A

C 2 3 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、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_{za1} (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、 $(Ti_{1-xb1-yb1}Si_{xb1}M_{yb1})(C_{1-zb1}N_{zb1})$ (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、 $(Al_{1-xb2}M_{2xb2})(C_{1-zb2}N_{zb2})$ (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

10

20

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 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、 $(\text{Ti}_{1-x_a}\text{M}_{x_a})(\text{C}_{1-z_{a2}}\text{N}_{z_{a2}})$ (M は Al、Si および Cr 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 Ti および Cr 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 Si 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 Si 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】

40

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、 $\text{M}_c\text{L}_{c_{z_c}}$ (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 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

50

項 1 0 または 1 1 に記載の表面被覆窒化硼素焼結体工具。

【請求項 1 3】

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、 $MdLd_{zd}$ (Md は Al 、 Cr 、 V 、 Ti および Si の 1 種以上を表わし、 Ld は N を表わし、 zd は 0.85 以上 1.0 以下である) からなる請求項 1 ~ 1 2 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 1 4】

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 ~ 1 3 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 1 5】

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 ~ 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 1 6】

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 ~ 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。

【請求項 1 7】

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、 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、 MLa_{za1} (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、 0.5 nm 以上 30 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、 $(Ti_{1-xb1-yb1}Si_{xb1}M1_{yb1})(C_{1-zb1}N_{zb1})$ ($M1$ 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 B 1 化合物層とは異なる B 2 化合物層は、 $(Al_{1-xb2}M2_{xb2})(C_{1-zb2}N_{zb2})$ ($M2$ 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、 0.2 μm 以上 10 μm 以下であり、

前記 B 層の厚さは、 0.05 μm 以上 5 μm 以下であり、

40

前記被覆層全体の厚さは、 0.25 μm 以上 15 μm 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 μm 以上 1.0 μm 以下であり、

前記 B 1 化合物層の平均厚さ $t1$ と前記 B 2 化合物層の平均厚さ $t2$ との比である $t2/t1$ が、 $0.5 < t2/t1 \leq 10.0$ 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 $t2/t1$ は、前記立方晶窒化硼素焼結体側では $1 < t2/t1 \leq 5.0$ 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 $0.5 < t2/t1 < 2$ を満

50

たす表面被覆窒化硼素焼結体工具。

【請求項 18】

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、 MLa_{za1} (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、0.5 nm 以上 30 nm 未満であり、

前記化合物層の 1 種である B1 化合物層は、 $(Ti_{1-xb1-yb1}Si_{xb1}M1_{yb1})(C_{1-zb1}N_{zb1})$ (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、 $(Al_{1-xb2}M2_{xb2})(C_{1-zb2}N_{zb2})$ (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、0.2 μm 以上 10 μm 以下であり、

前記 B 層の厚さは、0.05 μm 以上 5 μm 以下であり、

前記被覆層全体の厚さは、0.25 μm 以上 15 μm 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 μm 以上 1.0 μm 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 19】

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、 MLa_{za1} (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、0.5 nm 以上 30 nm 未満であり、

前記化合物層の 1 種である B1 化合物層は、 $(Ti_{1-xb1-yb1}Si_{xb1}M1_{yb1})(C_{1-zb1}N_{zb1})$ (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、 $(Al_{1-xb2}M2_{xb2})(C_{1-zb2}N_{zb2})$ (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、 $\text{M c L c}_{z\text{c}}$ (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、 $z\text{c}$ 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、 $\text{M L a}_{z\text{a}1}$ (M は Ti 、 Al 、 Si および Cr 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、 $z\text{a}1$ 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、 $(\text{Ti}_{1-x\text{b}1-y\text{b}1}\text{Si}_{x\text{b}1}\text{M}1_{y\text{b}1})(\text{C}_{1-z\text{b}1}\text{N}_{z\text{b}1})$ ($\text{M}1$ は Cr 、 Nb 、 W および Al の 1 種以上を表わし、 $x\text{b}1$ は 0.01 以上 0.25 以下であり、 $y\text{b}1$ は 0 以上 0.7 以下であり、 $z\text{b}1$ 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、 $(\text{Al}_{1-x\text{b}2}\text{M}2_{x\text{b}2})(\text{C}_{1-z\text{b}2}\text{N}_{z\text{b}2})$ ($\text{M}2$ は Ti 、 Nb 、 V 、 Cr および Si の 1 種以上を表わし、 $x\text{b}2$ は 0.2 以上 0.77 以下であり、 $z\text{b}2$ 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、

前記 A 層は、 MLa_{za1} (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、0.5 nm 以上 30 nm 未満であり、

前記化合物層の 1 種である B1 化合物層は、 $(Ti_{1-xb1-yb1}Si_{xb1}M1_{yb1})(C_{1-zb1}N_{zb1})$ (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、 $(Al_{1-xb2}M2_{xb2})(C_{1-zb2}N_{zb2})$ (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、0.2 μm 以上 10 μm 以下であり、

前記 B 層の厚さは、0.05 μm 以上 5 μm 以下であり、

前記被覆層全体の厚さは、0.25 μm 以上 15 μm 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 μm 以上 1.0 μm 以下であり、

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表面被覆窒化硼素焼結体工具。

【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、立方晶窒化硼素焼結体と立方晶窒化硼素焼結体上に形成された被覆膜とを含む表面被覆窒化硼素焼結体工具に関する。

【背景技術】

【0002】

立方晶窒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、立方晶窒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、立方晶窒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。

【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ることが判明した。

【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。

【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、 $ML_{a_{z_{a1}}}$ (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、 $L_{a_{z_{a1}}}$ は B 、 C 、 N および O の1種以上を表わし、 z_{a1} 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、 $(Ti_{1-xb1-yb1}Si_{xb1}M_{1yb1})(C_{1-zb1}N_{zb1})(M1)$ ($M1$ 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 $A1$ 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。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、 $(Al_{1-xb2}M_{2xb2})(C_{1-zb2}N_{zb2})(M2)$ ($M2$ 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。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。

【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。

【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

10

20

30

40

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>

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。

（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。

【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。

【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

10

20

30

40

50

果を有効に得ることができる。また、この段差が $0.5\mu\text{m}$ 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 $0\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 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 $20\mu\text{m}$ を超えて $100\mu\text{m}$ 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、靱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 $0\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下離れた領域では $0.1\mu\text{m}$ 以上 $1\mu\text{m}$ 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 $20\mu\text{m}$ を超えて $300\mu\text{m}$ 以下離れた領域では $2\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 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口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、口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層等を挙げることができるが、これらのみに限られるものではない。

【0022】

被覆層の厚さは、 $0.25\mu\text{m}$ 以上 $15\mu\text{m}$ 以下である。被覆層の厚さが $0.25\mu\text{m}$ 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 $15\mu\text{m}$ 以下であれば、切削初期における被覆層の耐チップ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 $1.5\mu\text{m}$ 以上 $4.5\mu\text{m}$ 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、表面被覆窒化硼素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、表面被覆窒化硼素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もよい。

【0025】

< A 層 >

A 層は、 MLa_{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、Al 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、 $(Ti_{1-xa}Ma_{xa})(C_{1-za2}N_{za2})(Ma \text{ は } Ti \text{ を除く元素の周期表の第 4 族元素、第 5 族元素および第 6 族元素、Al ならびに Si の 1 種以上を表わし、} xa \text{ は } 0 \text{ 以上 } 0.7 \text{ 以下であり、} za2 \text{ は } 0 \text{ 以上 } 1 \text{ 以下である})$ 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。

【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。

【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 0 μm 以上 0.1 μm 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。

【0029】

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

10

20

30

40

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 $10\mu\text{m}$ 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 $1\mu\text{m}$ 以上 $3\mu\text{m}$ 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】

< 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、 $0.05\mu\text{m}$ 以上 $5\mu\text{m}$ 以下である。

【0032】

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】

B1化合物層は、 $(\text{Ti}_{1-xb1-yb1}\text{Si}_{xb1}\text{M}_{1yb1})(\text{C}_{1-zb1}\text{N}_{zb1})$ (M1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、 $(\text{Al}_{1-xb2}\text{M}_{2xb2})(\text{C}_{1-zb2}\text{N}_{zb2})$ (M2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。M2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。M2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】

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 $t1$ とB2化合物層の平均厚さ $t2$ との比である $t2/t1$ が $0.5 < t2/t1 \leq 10.0$ 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 $t1$ 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 $t2$ も同様である。

(B1化合物層の平均厚さ $t1$) = (B1化合物層の厚さの合計) ÷ (B1化合物層の層数)。

10

20

30

40

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 $1 < t_2 / t_1 \leq 5.0$ 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

10

【 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、c B N 焼結体側では $1 < t_2 / t_1 \leq 5.0$ 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 c B N 焼結体側では、クラックが c B N 焼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 c B N 焼結体側とは、c B N 焼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、c B N 焼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。

20

【 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 $M c L c z c$ ($M c$ 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、Al ならびに Si の 1 種以上を表わし、 $L c$ は B、C、N および O の 1 種以上を表わし、 $z c$ は

30

【 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、 $L c$ の組成 $z c$ が 0 よりも大きく 0.7 未満であることである。 $L c$ の組成 $z c$ 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、 $L c$ の組成 $z c$ が 0.2 以上 0.5 以下であることである。

40

【 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 層および 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

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 $MdLd_{zd}$ (Md 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、 Al ならびに Si の 1 種以上を表わし、 Ld は B、C、N および O の 1 種以上を表わし、 zd 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、 Ld が N であることである。

【0044】

より好ましくは、D 層が $(Al_{1-xd}Md2_{xd})Ld_{zd}$ ($Md2$ 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、 xd は 0.25 以上 0.45 以下である) からなることである。D 層が Al 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、 $Md2$ 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 0.05 μm 以上 1 μm 以下である。D 層の厚さが 0.05 μm 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 1 μm 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 0.1 μm 以上 0.5 μm 以下であることである。

【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压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。

【0047】

被覆層を形成する工程は、アークイオンプレーティング法 (真空アーク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。アーク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_4 、 N_2 または O_2 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_4 、 N_2 または O_2 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。

【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】

< 試料 1 の製造 >

< c B N 焼結体 A の形成 >

まず、原子比で $Ti : N = 1 : 0.6$ となるように、平均粒子径が $1 \mu m$ の TiN 粉末と平均粒子径が $3 \mu m$ 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、 $TiN_{0.6}$ からなる金属間化合物粉末を得た。

【 0 0 5 1 】

次に、質量比で $TiN_{0.6} : Al = 90 : 10$ となるように、 $TiN_{0.6}$ からなる金属間化合物粉末と平均粒子径が $4 \mu m$ 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。

10

【 0 0 5 2 】

続いて、c B N 焼結体における c B N の含有率が 30 体積 % となるように平均粒径が $1.5 \mu m$ の c B N 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。そののち、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、c B N 焼結体 A を得た。

【 0 0 5 3 】

20

< 基材の形成 >

形状が ISO 規格の DNG A 150408 であり、超硬合金材料 (K 10 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 c B N 焼結体 A (形状 : 頂角が 5° 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 $150 \mu m$ 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 c B N 焼結体 A からなる基材 3 を得た。

【 0 0 5 4 】

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 イオンによりエッチングを行なった。そののち、成膜装置内から Ar ガスを排気した。

30

【 0 0 5 5 】

< 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 $0.5 \mu m$ 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_2

成膜圧力 : $4 Pa$

アーク放電電流 : $120 A$

40

基板バイアス電圧 : $-50 V$

テーブル回転速度 : $5 rpm$ 。

【 0 0 5 6 】

< 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 $0.03 \mu m$ である B 層 30 を蒸着により形成した。このとき、B 1 化合物層 31 の厚さが $7 nm$ となるように、且つ、B 2 化合物層 32 の厚さが $10 nm$ となるように、ターゲット B 1、B 2 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 B 1 : Ti を 75 原子 %、 Si を 15 原子 %、 Cr を 10 原子 % 含む

50

ターゲット B 2 : A l を 6 0 原子 %、C r を 1 0 原子 %、T i を 3 0 原子 % 含む

導入ガス : N₂

成膜圧力 : 1 P a

基板バイアス電圧 : - 5 0 V。

【 0 0 5 7 】

< C 層の形成 >

上記成膜装置内で C 層 4 0 を B 層 3 0 上に形成した。具体的には、以下に示す条件で、厚さが 0 . 1 μ m である C 層 4 0 を蒸着により形成した。

ターゲット : T i を 5 0 原子 %、A l を 5 0 原子 % 含む

導入ガス : N₂

成膜圧力 : 0 . 1 P a

アーク放電電流 : 1 5 0 A

基板バイアス電圧 : - 1 0 0 V

テーブル回転速度 : 5 r p m。

【 0 0 5 8 】

< A 層の形成 >

上記成膜装置内で A 層 5 0 を C 層 4 0 上に形成した。具体的には、以下に示す条件で、厚さが 2 μ m である A 層を蒸着により形成した。

ターゲット : T i を 5 0 原子 %、A l を 5 0 原子 % 含む

導入ガス : N₂

成膜圧力 : 4 P a

アーク放電電流 : 1 2 0 A

基板バイアス電圧 : - 6 0 0 V

テーブル回転速度 : 5 r p m。

【 0 0 5 9 】

このようにして、基材 3 の上には、D 層 2 0 と B 層 3 0 と C 層 4 0 と A 層 5 0 とが順に積層されてなる被覆層 1 0 が形成され、よって、試料 1 が製造された。

【 0 0 6 0 】

< 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。

【 0 0 6 1 】

< 試料 7 の製造 >

c B N 焼結体における c B N の含有率が表 3 に示す数値となるように c B N 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 c B N 焼結体 A の形成方法にしたがって、c B N 焼結体 D を得た。得られた c B N 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。

【 0 0 6 2 】

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、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 N₂ を導入して 3 P a とし、その後、徐々に下げ 0 . 1 P a まで下げてから、再び 3 P a まで徐々に上げた。

【 0 0 6 3 】

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 μ m となるまでの間は、N₂ のみを導入して成膜圧力を 3 P a とした。そののち、C H₄ を徐々に増やししながら N₂ を徐々に減らして、A 層をさらに 0 . 3 μ m 形成し

10

20

30

40

50

た。このとき、組成が $TiC_{0.5}N_{0.5}$ となるまで、 CH_4 を徐々に増やししながら N_2 を徐々に減らした。そののち、 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 $0.1Pa\sim 7Pa$ の範囲内で適宜、調整し、アーク放電電流を $60A\sim 200A$ の範囲内で適宜、調整し、基板バイアス電圧を $-25V\sim -700V$ 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。

【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。

【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。そののち、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。そののち、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 も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。

【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 $3Pa$ とした。そののち、 CH_4 を徐々に増やししながら 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 を徐々に増やししながら N_2 を徐々に減らした。そののち、 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。そののち、 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。

【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】

10

20

30

40

50

< 試料 2 6 の製造 >

c B N 焼結体における c B N の含有率が表 3 に示す数値となるように c B N 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 c B N 焼結体 A の形成方法にしたがって、c B N 焼結体 E を得た。得られた c B N 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 2 6 の基材を形成した。

【 0 0 7 2 】

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 1 4 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 2 6 を製造した。

ターゲット：T i を 8 0 原子 %、C r を 1 0 原子 %、W を 1 0 原子 % 含む。

導入ガス：A r

成膜圧力：4 P a

アーク放電電流：1 5 0 A

基板バイアス電圧：- 3 0 V。

【 0 0 7 3 】

< 試料 2 7 ~ 3 2 の製造 >

A r と N₂ 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 2 6 の製造方法にしたがって、試料 2 7 ~ 3 2 を製造した。

【 0 0 7 4 】

< 試料 3 3 ~ 3 8 の製造 >

平均粒径が 0 . 5 μ m の c B N 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 c B N 焼結体 D の形成方法にしたがって、c B N 焼結体 F を得た。得られた c B N 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 3 3 ~ 3 8 の基材を形成した。

【 0 0 7 5 】

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 3 3 ~ 3 8 を製造した。

【 0 0 7 6 】

< 試料 3 9 ~ 4 4 の製造 >

平均粒径が 3 μ m の c B N 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 c B N 焼結体 D の形成方法にしたがって、c B N 焼結体 G を得た。得られた c B N 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 3 9 ~ 4 4 の基材を形成した。

【 0 0 7 7 】

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 3 9 ~ 4 4 を製造した。

【 0 0 7 8 】

< 試料 4 5 ~ 5 1 の製造 >

表 1 に示す c B N 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 4 5 ~ 5 1 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 4 5 ~ 5 1 を製造した。

【 0 0 7 9 】

< 試料 5 2 の製造 >

まず、原子比で T i : C : N = 1 : 0 . 3 : 0 . 3 となるように、平均粒子径が 1 μ m の T i C N 粉末と平均粒子径が 3 μ m の T i 粉末とを混合した。得られた混合物を真空中で 1 2 0 0 ° で 3 0 分間、熱処理してから、粉碎した。これにより、T i C_{0.3}N_{0.3} からなる金属間化合物粉末を得た。

【 0 0 8 0 】

次に、質量比で T i C_{0.3}N_{0.3} : A l = 9 0 : 1 0 となるように、T i C_{0.3}N_{0.3} からなる金属間化合物粉末と平均粒子径が 4 μ m の A l 粉末とを混合した。得られた混合物を真空中で 1 0 0 0 ° で 3 0 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

10

20

30

40

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。そののちは、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1 μmのTiC粉末と平均粒子径が3 μm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_{0.6}からなる金属間化合物粉末を得た。

10

【0083】

次に、質量比でTiC_{0.6} : Al = 90 : 10となるように、TiC_{0.6}からなる金属間化合物粉末と平均粒子径が4 μm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。そののちは、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 >

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。

30

【0087】

【表 1】

		cBN焼結体	被 覆 層						
			A層		C層		D層		被覆層の厚さ μm
			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								
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}	2.5	なし	0	Al _{0.7} Cr _{0.3} N	0.5	4.3
実施例 10	試料 14		TiCN ^{*02}						
実施例 11	試料 15		TiCN ^{*03}						
実施例 12	試料 16		TiCN ^{*04}						
実施例 13	試料 17		TiCN ^{*05}						
実施例 14	試料 18		TiC _{0.7} N _{0.3}						
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}	0.11	Al _{0.8} Cr _{0.3} Si _{0.1} N	0.2	6.3
実施例 20	試料 26				Ti _{0.8} Cr _{0.1} W _{0.1} N _{0.1}				
実施例 21	試料 27				Ti _{0.8} Cr _{0.1} W _{0.1} N _{0.25}				
実施例 22	試料 28				Ti _{0.8} Cr _{0.1} W _{0.1} N _{0.45}				
実施例 23	試料 29				Ti _{0.8} Cr _{0.1} W _{0.1} N _{0.6}				
実施例 24	試料 30				Ti _{0.8} Cr _{0.1} W _{0.1} N _{0.82}				
実施例 25	試料 31	F	TiCN ^{*06}	1.5	Ti _{0.8} Cr _{0.1} W _{0.1} N _{0.9}	0.002	Al _{0.5} Ti _{0.45} Si _{0.05} N	1.5	4.2
実施例 26	試料 32				0.02				4.2
実施例 27	試料 33				0.1				4.3
実施例 28	試料 34				0.25				4.5
実施例 29	試料 35				0.4				4.6
実施例 30	試料 36				0.7				4.9
比較例 7	試料 39	G	TiCN ^{*07}	1.6	なし	0	Al _{0.75} Cr _{0.25} N	0.3	2.9
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								
比較例 8	試料 44								
実施例 37	試料 45	TiCN ^{*08}	0.3	Ti	0.08	Al _{0.7} Ti _{0.3} N	0.05	2.73	
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								
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	B	Ti _{0.5} Al _{0.5} N	3.0	なし	なし		3	
比較例 10	試料 55	D	なし		なし	Al _{0.84} Cr _{0.36} N		0.15	3.0

【 0 0 8 8 】

【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	Ti _{0.88} Si _{0.12} N	0.4	Al _{0.84} Cr _{0.36} N	0.4	1875	0.75	1.0	1.0	0.060
実施例 5	試料 8		0.7		0.8	1000	0.75	1.1	1.1	0.056
実施例 6	試料 9		3		3.6	227	0.75	1.2	1.2	0.055
実施例 7	試料 10		4		5.5	158	0.75	1.4	1.4	0.051
実施例 8	試料 11		10		15	60	0.75	1.5	1.5	0.048
実施例 9	試料 12		25		28	28	0.75	1.1	1.1	0.057
比較例 4	試料 13		33		66	15	0.75	2.0	2.0	0.040
実施例 10	試料 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
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									
比較例 5	試料 20	Ti _{0.885} 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
実施例 16	試料 21	Ti _{0.985} Si _{0.015} C _{0.2} N _{0.8}								0.006
実施例 17	試料 22	Ti _{0.93} Si _{0.07} C _{0.2} N _{0.8}								0.027
実施例 18	試料 23	Ti _{0.89} Si _{0.11} C _{0.2} N _{0.8}								0.042
実施例 19	試料 24	Ti _{0.8} Si _{0.2} C _{0.2} N _{0.8}								0.077
比較例 6	試料 25	Ti _{0.73} Si _{0.27} C _{0.2} N _{0.8}								0.104
実施例 20	試料 26	Ti _{0.7} Si _{0.2} W _{0.1} N _{0.8}	3	Al _{0.8} Cr _{0.3} Si _{0.1} N _{0.9}	6	222	1	2	2	0.067
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									
実施例 26	試料 32	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
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									
比較例 7	試料 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
実施例 33	試料 40			Al _{0.34} Cr _{0.66} N						
実施例 34	試料 41			Al _{0.54} Cr _{0.46} N						
実施例 35	試料 42			Al _{0.84} Cr _{0.36} N						
実施例 36	試料 43			Al _{0.74} Cr _{0.26} N						
比較例 8	試料 44			Al _{0.85} Cr _{0.15} N						
実施例 37	試料 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
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									
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	なし								
比較例 9	試料 54	なし								
比較例 10	試料 55	Ti _{0.88} Si _{0.12} N	4	Al _{0.84} 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 (μm)	結合相の原料粉末	X線で検出された化合物
A	30	1.5	$\text{TiN}_{0.6}$ 、Al	cBN、TiN、 $\text{TiB}_2(\text{AlB}_2)$
B	80	1.5	$\text{TiN}_{0.6}$ 、Al	cBN、TiN、 $\text{TiB}_2(\text{AlB}_2)$
C	50	1.5	$\text{TiN}_{0.6}$ 、Al	cBN、TiN、 $\text{TiB}_2(\text{AlB}_2)$
D	58	1.5	$\text{TiN}_{0.6}$ 、Al	cBN、TiN、 $\text{TiB}_2(\text{AlB}_2)$
E	65	1.5	$\text{TiN}_{0.6}$ 、Al	cBN、TiN、 $\text{TiB}_2(\text{AlB}_2)$
F	58	0.5	$\text{TiN}_{0.6}$ 、Al	cBN、TiN、 $\text{TiB}_2(\text{AlB}_2)$
G	58	3	$\text{TiN}_{0.6}$ 、Al	cBN、TiN、 $\text{TiB}_2(\text{AlB}_2)$
H	58	1.5	$\text{TiC}_{0.3}\text{N}_{0.3}$ 、Al	cBN、TiCN、 $\text{TiB}_2(\text{AlB}_2)$
I	58	1.5	$\text{TiC}_{0.6}$ 、Al	cBN、TiC、 $\text{TiB}_2(\text{AlB}_2)$

10

【0090】

表1における $\text{TiCN}^{*01} \sim \text{TiCN}^{*08}$ については、表4に示すとおりである。表1における TiN^{*11} 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 ^{*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

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。

【 0 0 9 2 】

【表 5】

		N 組成比
TiN*11	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】

<逃げ面摩耗量VBおよび面粗度Rzの測定>

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。そののち、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】

<工具寿命の測定>

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】

<結果と考察>

【0097】

【表 6】

		切削評価結果		
		VB(mm)	Rz(μ m)	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	0.046	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	2.49	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 $3 \mu\text{m}$ 以下であり、切削距離は 8 km 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 $3 \mu\text{m}$ よりも大きく、切削距離は 3 ~ 4 km 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2.5 μm以下であり切削距離は12 km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3 μmよりも大きく切削距離は4 km程度であった。

【0101】

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2.5 μm程度であり切削距離は10 km以上であったのに対して、試料55では、Rzは3 μmよりも大きく切削距離は4 km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。

【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3 μmよりも大きく、切削距離は4 km程度であった。一方、試料2～5では、Rzは2.5 μm程度であり、切削距離は8 km以上であった。B層全体の厚さが0.05 μm以上5 μm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】

また、試料3、4では、Rzは2.5 μm程度であり、切削距離は9.5 km以上であった。よって、B層全体の厚さは、0.1 μm以上5 μm以下であることが好ましく、0.5 μm以上2 μm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3 μmよりも大きく、切削距離は3.5 km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った。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3 μmよりも大きく、切削距離は3.5 km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0.5 nm以上30 nm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。

【0106】

また、試料9～12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。また、試料9～11では、Rzはさらに小さく、切削距離は11 km以上であった

。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、R z は 3 μ m 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、R z は 3.5 μ m 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、R z は 3 μ m 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、R z は 2.5 μ m 以下であり、切削距離は 10 km 以上であった。試料 22、23 では、R z 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、R z は 3 μ m 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、R z は 2.5 μ m 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、R z は 3 μ m 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、R z は 2.5 μ m 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 μ m 以上 1 μ m 以下であることが好ましく、0.005 μ m 以上 0.5 μ m 以下であることがより好ましく、0.01 μ m 以上 0.2 μ m 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 Al 組成が互いに異なる。試料 39、44 では、R z は 3 μ m 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、R z は 2.6 μ m 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 Al 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、R z は 2.4 μ m 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 Al 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、c B N 焼結体の組成が互いに異なるが、V B はそれほど小さくなく、R z は 3 μ m 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 $2.5\mu\text{m}$ 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】

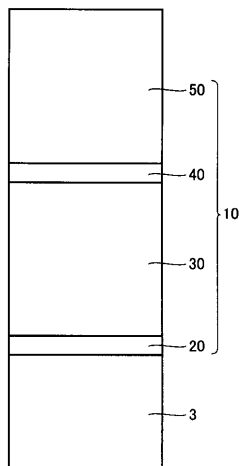
【0116】

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

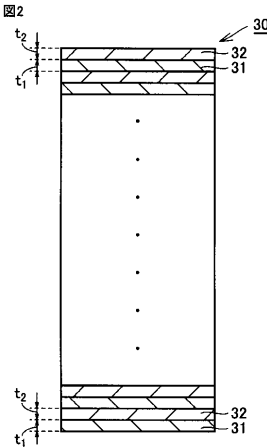
【図1】

図1



【図2】

図2



 フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I		
	C 2 3 C	14/06	C
	C 2 3 C	14/06	H
	C 2 3 C	14/06	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)
 B23B 27/14, 27/20, 51/00,
 B23C 5/16,
 B23P 15/28,
 C23C 14/06-14/20