

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年3月15日(15.03.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/047734 A1

(51) 国際特許分類:

B23B 27/14 (2006.01) B23G 5/06 (2006.01)
B23B 27/20 (2006.01) C04B 35/5831 (2006.01)
B23B 51/00 (2006.01) C04B 41/87 (2006.01)
B23C 5/16 (2006.01) C22C 1/05 (2006.01)
B23D 77/00 (2006.01) C23C 16/36 (2006.01)
B23F 21/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/031575

(22) 国際出願日: 2017年9月1日(01.09.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2016-173723 2016年9月6日(06.09.2016) JP

(71) 出願人: 住友電工ハードメタル株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC HARDMETAL CORP.) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 Hyogo (JP).

(72) 発明者: 月原 望 (TSUKIHARA, Nozomi); 〒6640016 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 Hyogo (JP). 瀬戸山 誠 (SETOYAMA, Makoto); 〒6640016 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 Hyogo (JP). パサートアノンサック (PASEUTH, Anongsack); 〒0790304 北海道空知郡奈井江町字奈井江776番地 住友電工ハードメタル株式会社内 Hokkaido (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所 (FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大

阪市北区中之島二丁目2番7号 中之島セントラルタワー Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

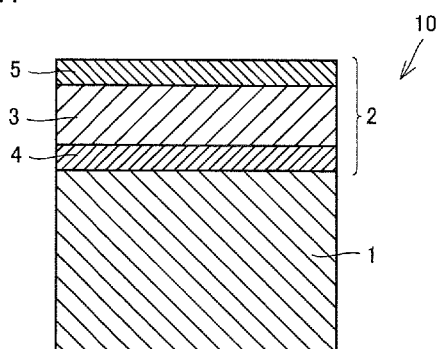
添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: CUTTING TOOL AND METHOD OF PRODUCING SAME

(54) 発明の名称: 切削工具およびその製造方法

FIG.1



(57) Abstract: Disclosed is a cutting tool comprising a base material and a film provided on the base material, wherein: the base material is a cBN sintered compact formed from cBN particles; the film includes a compound layer having the composition $Ti_{1-x}Al_xC_{1-a}N_a$ ($0.70 \leq X \leq 0.95$; $0 < a \leq 1$); and the compound layer has, in the entirety or a portion thereof, a NaCl-type crystal structure.

(57) 要約: 基材と、基材上に設けられた被膜とを備える切削工具であって、基材は、cBN粒子からなるcBN焼結体であり、被膜は、 $Ti_{1-x}Al_xC_{1-a}N_a$ ($0.70 \leq X \leq 0.95$, $0 < a \leq 1$)の組成からなる化合物層を含み、化合物層は、その全部または一部において、NaCl型結晶構造を有する。

WO 2018/047734 A1

明 細 書

発明の名称： 切削工具およびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、切削工具およびその製造方法に関する。本出願は、2016年9月6日に出願した日本特許出願である特願2016-173723号に基づく優先権を主張する。当該日本特許出願に記載されたすべての記載内容は、参照によって本明細書に援用される。

背景技術

[0002] 従来から、基材として立方晶窒化硼素焼結体（以下、「cBN焼結体」ともいう。）を用いた切削工具が知られている。たとえば、特開平10-158065号公報（特許文献1）には、結合材を含まないcBN焼結体（以下、「バインダレスcBN焼結体」ともいう。）が開示されている。

[0003] バインダレスcBN焼結体は、結合材を含むcBN焼結体と比して、鉄系材料との反応性が低く、かつ優れた硬度を有する一方で、耐熱性が低い傾向がある。このような特性から、バインダレスcBN焼結体は、高い硬度が要求される一方で、あまり耐熱性が必要とされない鋳鉄の切削加工に用いられる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平10-158065号公報

発明の概要

[0005] 本開示の一態様に係る切削工具は、基材と、基材上に設けられた被膜とを備える切削工具であって、基材は、立方晶窒化硼素粒子（以下、「cBN粒子」ともいう）からなるcBN焼結体であり、被膜は、 $Ti_{1-x}Al_xC_{1-a}N_a$ （ $0.70 \leq x \leq 0.95$ 、 $0 < a \leq 1$ ）の組成からなる化合物層を含み、化合物層は、その全部または一部において、NaCl型結晶構造を有する。

[0006] 本開示の一態様に係る切削工具の製造方法は、cBN粒子からなるcBN

焼結体である基材を作製する工程と、基材の表面に被膜を形成する工程と、を含み、被膜を形成する工程は、CVD法により $Ti_{1-x}Al_xC_{1-a}N_a$ ($0.70 \leq x \leq 0.95$ 、 $0 < a \leq 1$)の組成からなり、かつ、その全部または一部において N_aC_l 型結晶構造を有する化合物層を形成する工程を備える。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図1は、本実施形態に係る切削工具の構成の一例を示す模式的な断面図である。

[図2]図2は、本実施形態に係る化合物層の作製に用いられる化学蒸着装置の模式的な断面図である。

発明を実施するための形態

[0008] [本開示が解決しようとする課題]

ところで近年、加工能率の向上の観点から、高負荷切削が要求されている。このため、バインダレスcBN焼結体を用いた切削工具においても、安定的な高負荷切削を可能とすべく、さらに高い切削特性を有する切削工具が要求される。しかし現在、このような高負荷切削においても安定的に利用し得るような、バインダレスcBN焼結体を用いた切削工具を提供するには至っていない。

[0009] 以上の点に鑑み、本開示では、高負荷切削においても安定的な切削を可能とする切削工具およびその製造方法を提供する。

[本開示の効果]

[0010] 上記によれば、高負荷切削においても安定的な切削を可能とする切削工具およびその製造方法を提供することができる。

[0011] [本発明の実施形態の説明]

最初に本発明の実施態様を列記して説明する。なお、本明細書において「A～B」という形式の表記は、範囲の上限下限（すなわちA以上B以下）を意味し、Aにおいて単位の記載がなく、Bにおいてのみ単位が記載されている場合、Aの単位とBの単位とは同じである。

[0012] [1] 本発明の一態様に係る切削工具は、基材と、基材上に設けられた被

膜とを備える切削工具である。基材は、 c BN粒子からなる c BN焼結体である。被膜は、 $Ti_{1-x}Al_xC_{1-a}N_a$ ($0.70 \leq x \leq 0.95$ 、 $0 < a \leq 1$)の組成からなる化合物層を含み、化合物層は、その全部または一部において、 $NaCl$ 型結晶構造を有する。

[0013] 上記切削工具は、基材が有する高い硬度と、被膜が有する高い強度と高い耐熱性との相乗効果により、優れた耐摩耗性と優れた耐欠損性とを発揮することができる。したがって、上記切削工具は、高負荷切削においても安定的な切削が可能となる。

[0014] [2] 上記切削工具において、 c BN粒子の平均粒径は、 $1 \mu m$ 以下である。これにより、基材と被膜との密着性が向上し、これに伴って切削工具の耐剥離性が向上する。

[0015] [3] 上記切削工具において、化合物層は、さらに、ウルツ鉱型結晶構造を有する。これにより、被膜の潤滑性が向上する。

[0016] [4] 上記切削工具において、化合物層における $NaCl$ 型結晶構造は50体積%以上である。これにより、化合物層は高い強度を有することができ、これに伴って切削工具の耐摩耗性が向上する。

[0017] [5] 本発明の一態様に係る切削工具の製造方法は、 c BN粒子からなる c BN焼結体である基材を作製する工程と、基材の表面に、被膜を形成する工程と、を含む。被膜を形成する工程は、CVD法により $Ti_{1-x}Al_xC_{1-a}N_a$ ($0.70 \leq x \leq 0.95$ 、 $0 < a \leq 1$)の組成からなり、かつその全部または一部において $NaCl$ 型結晶構造を有する化合物層を形成する工程を備える。

[0018] 上記製造方法により、高負荷切削においても安定的な切削を可能とする切削工具を製造することができる。

[0019] [本発明の実施形態の詳細]

以下、本発明の一実施形態（以下「本実施形態」と記す）について説明する。ただし、本実施形態はこれらに限定されるものではない。なお以下の実施形態の説明に用いられる図面において、同一の参照符号は、同一部分また

は相当部分を表わす。また、本明細書において化合物などを化学式で表す場合、原子比を特に限定しないときは従来公知のあらゆる原子比を含むものとし、必ずしも化学量論的範囲のものに限定されるものではない。たとえば「 $TiCN$ 」と記載されている場合、 $TiCN$ を構成する原子数の比は $Ti : C : N = 1 : 0.5 : 0.5$ に限られず、従来公知のあらゆる原子比が含まれる。

[0020] 〈切削工具〉

本実施形態の切削工具は、基材と、基材上に設けられた被膜とを備える。被膜は、基材の全面を被覆することが好ましいが、基材の一部がこの被膜で被覆されていなかったり、被膜の構成が部分的に異なっていたりしたとしても本発明の範囲を逸脱するものではない。

[0021] 本実施形態に係る切削工具の形状および用途は特に制限されない。たとえばドリル、エンドミル、ドリル用刃先交換型切削チップ、エンドミル用刃先交換型切削チップ、フライス加工用刃先交換型切削チップ、旋削加工用刃先交換型切削チップ、メタルソー、歯切工具、リーマ、タップ、クランクシャフトのピンミーリング加工用チップなどを挙げることができる。

[0022] また、本実施形態に係る切削工具は、工具の全体が基材と該基材上に形成された被膜とを含む上記構成を有するもののみに限らず、工具の一部（特に刃先部位（切れ刃部）等）のみが上記構成からなるものも含む。たとえば、超硬合金等からなる基体（支持体）の刃先部位のみが上記構成で構成されるようなものも本実施形態に係る切削工具に含まれる。この場合は、文言上、その刃先部位を切削工具とみなすものとする。換言すれば、上記構成が切削工具の一部のみを占める場合であっても、上記構成を切削工具と呼ぶものとする。

[0023] 《基材》

本実施形態に係る基材は、 cBN 粒子からなる cBN 焼結体である。すなわち、本実施形態に係る基材は、いわゆるバインダレス cBN 焼結体である。このような基材は、耐熱性が劣る一方で、特に硬度に優れる。ただし、当

該基材は、使用する原材料や製造条件等に起因する不可避不純物を含み得る。

[0024] c B N粒子の平均粒径 (D_{50}) は、 $4 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。この際、C V D法によって基材の表面に被膜を形成する場合に、微細な結晶核が形成され易い。微細な結晶核からエピタキシャル成長した層は、粗な結晶核からエピタキシャル成長した層と比して、基材との密着性に優れることができる。このため、c B N粒子の D_{50} は $4 \mu\text{m}$ 以下である場合、基材と被膜との密着性が向上する。また、このような小さい平均粒径を有することにより、c B N焼結体の硬度がさらに優れることとなる。

[0025] c B N粒子の D_{50} は次のようにして求められる。まず、切削工具の任意の位置を切断し、基材の断面を含む試料を作製する。基材の断面の作製には、集束イオンビーム装置、クロスセクションポリッシャ装置等を用いることができる。次に、c B N焼結体の断面をS E Mにて2 0 0 0倍で観察して、反射電子像を得る。反射電子像においては、c B N粒子が黒色領域として観察される。

[0026] 次に、画像解析ソフト（たとえば、三谷商事（株）の「W i n R O O F」）を用いて反射電子像中の各黒色領域の円相当径を算出する。5視野以上を観察することによって1 0 0個以上のc B N粒子の円相当径を算出することが好ましい。

[0027] 次いで、各円相当径を最小値から最大値まで並べて累積分布を求める。累積分布において累積面積5 0 %となる粒径が D_{50} となる。なお円相当径とは、計測されたc B N粒子の面積と同じ面積を有する円の直径を意味する。

[0028] c B N粒子の D_{50} は、好ましくは $3 \mu\text{m}$ 以下であり、より好ましくは $1 \mu\text{m}$ 以下である。なお、 D_{50} の下限值は特に限定されないが、靱性を過剰に低下させない観点から、 $0.5 \mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。

[0029] 本実施形態に係る基材は、 $0.1 \sim 0.4 \mu\text{m}$ の表面粗さ R_{sub} を有することが好ましい。基材の表面粗さ R_{sub} が $0.1 \mu\text{m}$ 以上の場合、アンカー効果によって基材と被膜との密着性が向上する。一方、基材の表面粗さ R_{sub} が0

、 $4\text{ }\mu\text{m}$ を超える場合、被膜表面に反映される面粗さが大きすぎて、被膜表面の面粗さを低減することが困難になる傾向がある。被膜表面の面粗さが大きいと、被膜の潤滑性が低下し、これに伴って切削工具の耐摩耗性が低くなる傾向がある点で好ましくない。

[0030] 表面粗さ R_{sub} は、次のようにして求めることができる。まず、切削工具の任意の位置を切断し、基材の断面を含む試料を作製する。次に、SEMを用いて2000倍で観察した断面の反射電子像を2.5倍に拡大する。次いで、cBN焼結体と被膜との界面を含む $50\text{ }\mu\text{m}$ 四方の部分において、該界面を 0.3 mm 以下の幅の細線でトレースする。

[0031] トレースした曲線（波状の線）を画像解析ソフトを用いて数値化し、これに基づいて、曲線の基準線（直線）を設定する。次に、基準線をX軸とし、その垂直方向をY軸とし、X方向（ $50\text{ }\mu\text{m}$ ）の間でのYの値（X軸からの距離の大きさ）を積分する。そして、積分された値を $50\text{ }\mu\text{m}$ で割って算出した値を、表面粗さ R_{sub} とする。

[0032] 《被膜》

被膜は、基材の表面を被覆するように、基材上に設けられている。被膜は、 $\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_xC_{1-a}\text{N}_a$ （ $0.70 \leq x \leq 0.95$ 、 $0 < a \leq 1$ ）の組成からなる化合物層を含む。被膜は、上記化合物層を有する限り、1層からなる単層構造であってもよく、2層以上が積層された積層構造であってもよい。

[0033] たとえば、図1に示すように、基材1上に設けられた被膜2は、化合物層3以外に、化合物層3と基材1との間に設けられる中間層4、切削工具10の最表面を構成する表面層5等を含んでいてもよい。

[0034] 被膜は、 $1.5 \sim 20\text{ }\mu\text{m}$ の厚みを有することが好ましい。被膜の厚みが $1.5\text{ }\mu\text{m}$ 未満では、被膜に依拠する耐熱性の向上が不十分となる場合があり、 $20\text{ }\mu\text{m}$ を超えると、高負荷切削において加わる大きな圧力に起因する被膜の剥離が発生する場合がある。

[0035] 被膜の厚みは次のようにして求められる。まず、切削工具の被膜表面の法線方向に平行な断面を含む測定試料を作製する。次に、該断面を走査透過型

電子顕微鏡（S T E M）で観察し、観察画像に被膜の厚み方向の全域が含まれるように倍率を調整する。そして、その厚みを5点以上測定し、その平均値を厚みとする。後述する化合物層の厚みについても同様である。

[0036] 本実施形態に係る被膜は、 $0 \sim 0.1 \mu\text{m}$ の表面粗さ $R_a \text{ surf}$ を有することが好ましい。被膜の表面粗さ $R_a \text{ surf}$ が $0.1 \mu\text{m}$ 以下の場合、被膜表面が特に平滑となる。これにより、被膜の凹凸部分を起点とした被膜の剥離、欠損または被削材の溶着を抑制することができ、これに伴って切削工具の耐摩耗性が向上する傾向がある。

[0037] 表面粗さ $R_a \text{ surf}$ は、被膜の表面の $400 \mu\text{m}$ 四方の部分を触針式表面形状測定器により測定したときのJ I S B 0601-2001に規定される算術平均粗さである。測定対象とする被膜の表面は、切削工具の切れ刃近傍のすくい面または逃げ面であることが好ましい。このような部分の表面形状が、切削工具の特性に大きく関係するためである。

[0038] （化合物層）

本実施形態に係る化合物層は、 $\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_xC_{1-a}\text{N}_a$ ($0.70 \leq x \leq 0.95$, $0 < a \leq 1$) の組成からなる。この化合物層は、P V D法によっては作製されず、C V D法によって初めて作製される。

[0039] 化合物層の組成は、次のようにして確認される。まず、切削工具の被膜表面の法線方向に平行な断面を含む測定試料を作製する。また、必要に応じて、断面を研磨処理して、該断面を平滑にする。次に、走査型電子顕微鏡（S E M）またはT E M付帯のエネルギー分散型X線分析（E D X : Energy Dispersive X-ray spectroscopy）装置を用いて、該断面の任意の領域を分析する。

[0040] これにより、任意の領域における各原子の比を算出することができる。任意の領域をずらしながら上記分析を繰り返し行なうことにより、原子比 x および原子比 a を算出する対象を、測定試料の断面全面に拡大することができる。このようにして、化合物層の任意の断面における原子比 x および原子比 a を特定することができる。このようにして特定された原子比 x および原子

比 a を、 $Ti_{1-x}Al_xC_{1-a}N_a$ ($0.70 \leq x \leq 0.95$ 、 $0 < a \leq 1$) の各値とする。

[0041] 上記では、断面全面を分析する場合について説明したが、断面の一部の分析結果をもって、化合物層の組成としてもよい。但し、少なくとも、化合物層の膜厚の $1/2$ の長さを四方とする領域を分析することが好ましい。分析する領域が小さすぎると、化合物層の平均的な組成を求めることが難しい傾向があるためである。

[0042] また本実施形態に係る化合物層は、その全部または一部が NaC 型結晶構造を有する。上記組成を有する化合物層が NaC 型結晶構造を有することにより、高い強度と、高い耐熱性とを両立することができる。そして、このような化合物層を有する被膜が、上述の基材上に設けられていることにより、基材および被膜の各特性の相乗効果が引き起こされる。これにより結果的に、本実施形態に係る切削工具は、優れた耐摩耗性を発揮することができる、もって高負荷切削においても安定的な切削を可能とすることができる。

[0043] 化合物層のうち、50体積%以上が NaC 型結晶構造を有することが好ましい。50体積%未満の場合、化合物層の強度が不十分となる場合がある。強度の向上の観点から、化合物層の90体積%以上が NaC 型結晶構造を有することがより好ましく、化合物層のうち100体積%が NaC 型結晶構造であることがさらに好ましい。

[0044] また本実施形態に係る化合物層は、上記 NaC 型結晶構造に加え、ウルツ鉱型結晶構造を有することが好ましい。この場合、化合物層はさらに潤滑性に優れることができる。化合物層の潤滑性が向上することにより、切削工具の摩擦抵抗を低減させることができるため、切削工具の加工時における温度の上昇を抑制することができ、結果的に、切削工具の耐摩耗性を向上させることができる。特に、高負荷切削の場合、被削材由来の溶着物が切削工具に溶着し易い傾向があるが、化合物層の潤滑性が優れることにより、溶着物の溶着を抑制することができる。

[0045] 本実施形態の化合物層が、 NaC 型結晶構造およびウルツ型結晶構造のい

ずれをも有し得るのは、化合物層が複数の化合物を有し得るためである。

[0046] 化合物層において、NaCl型結晶構造を有し得る化合物としては、TiAlN、TiN、AlN等が挙げられる。化合物層は、少なくともNaCl型結晶構造のTiAlNを含むことが好ましい。NaCl型結晶構造のTiAlNは、強度と耐熱性の両特性のバランスに優れるためである。

[0047] 化合物層において、ウルツ型結晶構造を有し得る化合物としては、TiAlN、AlN等が挙げられる。化合物層は、少なくともウルツ型結晶構造のAlNを含むことが好ましい。ウルツ鉱型結晶構造を有するAlNは、潤滑性に特に優れるためである。

[0048] 化合物層の結晶構造、各結晶構造を有する化合物の組成、各結晶構造の割合については、X線回折装置、SEMまたはTEM付帯のEDX装置、ならびにSEM-EBSD装置などを用いて確認することができる。

[0049] たとえばまず、切削工具の任意の位置を切断し、被膜の断面を含む試料を作製する。次に、SEMまたはTEM付帯のEDX装置を用いて、被膜中の化合物層を特定する。次に、X線回折装置およびSEM-EBSD装置を用いて、化合物層を構成する結晶構造および各結晶構造を有する化合物の組成、並びに各結晶構造の割合を求める。

[0050] また本実施形態に係る化合物層は、CVD法によって作製される化学蒸着層である。CVD法において塩化物ガスを用いることによって、化合物層にClが含まれる場合がある。Clの含有割合（原子%）が高すぎると、化合物層の耐熱性が低下する傾向がある。このため、化合物層におけるClの含有割合は、9原子%以下であることが好ましい。なお、化合物層におけるClの含有割合は、たとえばSEMまたはTEM付帯のEDX装置により確認されるが、この場合の検出限界値は0.05原子%である。

[0051] また本実施形態に係る化合物層は、1.5～20μmの厚みを有することが好ましい。化合物層の厚みが1.5μm未満では、化合物層に依拠する耐熱性の向上が不十分となる場合があり、20μmを超えると、高負荷切削において加わる大きな圧力に起因する化合物層の自己破壊が発生する場合があ

る。

[0052] (中間層)

本実施形態に係る被膜は、化合物層と基材との間に、中間層を含むことが好ましい。中間層としては、PVD法により作製される物理蒸着層、CVD法により作製される化学蒸着層とがある。

[0053] 好ましい物理蒸着層としては、 $Ti_{1-Y}Al_YN$ 層 ($0 \leq Y \leq 0.95$)、 $AlCrN$ 層、 TiN 層などが挙げられる。このような中間層は、基材との密着性に特に優れるため、中間層を有することによって、被膜と基材との密着性がより優れることとなる。なお、 $Ti_{1-Y}Al_YN$ 層 ($0 \leq Y \leq 0.95$) は、 $0.70 \leq Y$ の場合には、NaCl型結晶構造を有せず、層の全てがウルツ型結晶構造となる。

[0054] 好ましい化学蒸着層としては、 $Ti_{1-z}Al_zN$ 層 ($0 \leq z < 0.70$)、 TiN 層が挙げられる。このような中間層は、基材との密着性に特に優れるため、中間層を有することによって、被膜と基材との密着性がより優れることとなる。なお、 $Ti_{1-z}Al_zN$ 層 ($0 \leq z < 0.70$) は、NaCl型結晶構造の化合物およびウルツ鉱型結晶構造の化合物のいずれを含んでもよい。

[0055] なお原子比Yおよび原子比Zは、原子比Xと同様の方法により求めることができる。すなわち、各原子比YおよびZは、原子比Xと同様に、各層における平均的な原子比の値である。したがってたとえば、化合物層内において、原子比Xが傾斜的に増減している場合があり得るように、化学蒸着層内においても、原子比Zが傾斜的に増減している場合もあり得る。

[0056] 中間層は、被膜と基材との密着性の向上の程度をより高めるべく、基材の直上において基材と接するように設けられることが好ましい。たとえば、基材上に、物理蒸着層(中間層)、化学蒸着層(中間層)、上述の化合物層がこの順に設けられていることがより好ましい。この場合に、基材との被膜との密着性に特に優れることができる。

[0057] (表面層)

本実施形態に係る被膜は、その最表面に、表面層を含むことが好ましい。

表面層は、物理蒸着層および化学蒸着層のいずれであってもよい。

[0058] 具体的な表面層としては、 TiB_2 層、 TiN 層などが挙げられる。これらの層は色彩を有する点で好ましい。切削工具の使用状態を、表面の色彩に基づいて識別できるためである。なお、表面層の厚みは、 $0.5\mu m$ 以下であることが好ましい。表面層が $0.5\mu m$ 以上の厚みを有する場合、使用状態を示す層としての適性が低下するためである。

[0059] 〈切削工具の製造方法〉

本実施形態の切削工具の製造方法は、上述の切削工具を製造する方法であって、 cBN 粒子からなる cBN 焼結体である基材を作製する工程（ cBN 焼結体作製工程）と、基材の表面に被膜を形成する工程（被膜形成工程）と、を含み、被膜形成工程は、 CVD 法により $Ti_{1-x}Al_xC_{1-a}N_a$ （ $0.70 \leq x \leq 0.95$ 、 $0 < a \leq 1$ ）の組成からなり、かつ $NaCl$ 型結晶構造を有する化合物層を形成する工程（化合物層形成工程）を備える。以下、各工程について詳述する。

[0060] 《 cBN 焼結体作製工程》

本工程は、 cBN 粒子からなる cBN 焼結体である基材を作製する工程である。たとえば、特許文献1に開示される方法に従って、低压相窒化硼素を高温高压下で直接変換させると同時に焼結させることにより、 cBN 粒子からなる cBN 焼結体、すなわちバインダレス cBN 焼結体を作製することができる。

[0061] ここで、低压相窒化硼素（低压相 BN ）とは、熱力学的に低压域で安定な窒化硼素で、六方晶系グラファイト型構造に類似した六方晶 BN （ hBN ）、菱面体 BN （ rBN ）、乱層構造の BN （ tBN ）および非晶質の BN （ aBN ）を含む。このような低压相 BN は、硼素と酸素を含む化合物を、炭素と窒素とを含む化合物で還元することにより、準備することができる。

[0062] cBN 焼結体への直接変換は、硼素と酸素とを含む化合物の沸点以上の温度条件下、および非酸化性雰囲気下で、加熱された低压相 BN を用いることが好ましい。この場合、硼素と酸素とを含む化合物や吸着ガスが加熱により

揮発するため、低圧相BN中に硼素と酸素とを含む化合物や吸着ガスが残らない。そのため、cBN粒子間の結合強度が大きくなり、強度、硬度だけでなく、耐熱性および放熱性に優れたcBN焼結体を得ることができる。

[0063] また、cBNへの変換を阻害する、酸素と硼素とを含む化合物を揮発させるため、cBNに変換しやすくなる。そのため、マイルドな圧力および温度条件で、高強度のcBN焼結体を得ることができる。たとえば、1500～2300℃および6～10GPaの条件下で、又は1500～2100℃および6～10GPaの条件下での製造が可能となる。

[0064] 作製された基材が切削工具の全体となる場合には、この基材に対して次の工程を実施する。作製された基材が切削工具の一部を構成する場合には、切削工具の基体の適切な部位に基材を従来公知のろう材で接合し、所定の形状に研削加工した後、この基材（または基材を含む接合体）に対して、次の工程を実施することが好ましい。

[0065] 《被膜形成工程》

本工程は、基材の表面に被膜を形成する工程である。本工程は、CVD法により $Ti_{1-x}Al_xC_{1-a}N_a$ ($0.70 \leq x \leq 0.95$ 、 $0 < a \leq 1$) の組成からなり、かつその全部または一部においてNaC型結晶構造を有する化合物層を形成する工程（化合物層形成工程）を備える。

[0066] （化合物層形成工程）

本工程は、CVD法を用いて上述の化合物層を形成する工程である。本工程のCVD法においては、図2に示す化学蒸着装置を用いることができる。

[0067] 図2は、本実施形態に係る化合物層の作製に用いられる化学蒸着装置（CVD装置）の模式的な断面図である。図2に関し、CVD装置20は、基材1を設置するための複数の基材保持治具11と、基材保持治具11を包囲する耐熱合金鋼製の反応容器12とを備えている。反応容器12の周囲には、反応容器12内の温度を制御するための調温装置13が設けられている。

[0068] 反応容器12には、隣接して接合されたガス導入管14とガス導入管15とを有するガス管が反応容器12の内部の空間を鉛直方向に延在し、その軸

16で回転可能となるように設けられている。ガス管は、その内部でガス導入管14に導入されたガスと、ガス導入管15に導入されたガスとが混合しない構成とされている。ガス導入管14およびガス導入管15の各々には、ガス導入管14およびガス導入管15の内部を流れるガスを基材保持治具11に設置された基材1上に噴出させるための複数の貫通孔が設けられている。

[0069] さらに、反応容器12には、反応容器12の内部のガスを外部に排気するためのガス排気管17が設けられている。反応容器12の内部のガスは、ガス排気管17を通過して、ガス排気口18から反応容器12の外部に排出される。

[0070] CVD装置20を用いた化合物層の形成方法について説明する。まず、反応容器12内の基材保持治具11に基材1を装着する。次に調温装置13により、基材1の温度を700～900℃に上昇させるとともに、反応容器内12の圧力を0.1～13kPaに調整する。

[0071] 次に、ガス導入管14に、TiおよびAlを含む第1ガスを導入させ、ガス導入管15に、Cおよび／またはNを含む第2ガスを導入させる。このときのガス管は、図中に回転矢印で示すように、その軸16を中心に回転している。なお、第2ガスに関し、Cを含まない化合物層を作製する場合には、Cを含まない第2ガスを用い、CおよびNのいずれをも含む化合物層を作製する場合には、CおよびNを含む第2ガスを用いる。

[0072] ガス導入管14およびガス導入管15の上部には、複数の貫通孔があるため、ガス導入管14内の第1ガスおよびガス導入管15内の第2ガスは、それぞれ反応容器12内に噴出する。これにより、第1ガスおよび第2ガスは、反応容器12内で均一に混合されながら基材1の表面に到着することとなる。

[0073] 第1ガスは、TiCl₄ガスおよびAlCl₃ガスなどの塩化物ガスを含む混合ガスであることが好ましい。塩化物ガスは、CVD法において好適なためである。また、第1ガスは、さらにN₂ガス、およびH₂ガス、Arガスなどの

キャリアガスを含むことが好ましい。第2ガスは、Cを含まない化合物層を作製する場合には、 NH_3 、 N_2 などの窒素含有ガスを含むことが好ましく、CおよびNのいずれをも含む化合物層を作製する場合には、窒素含有ガスに加え、 CH_4 、 C_2H_4 などの炭化水素ガスを含むことが好ましい。炭化水素ガスは、好ましくは不飽和炭化水素である。

[0074] 化合物層の組成は、第1ガス中のTi含有ガス（たとえば TiCl_4 ガス）およびAl含有ガス（たとえば AlCl_3 ガス）との混合割合、および第1ガスと第2ガスとの流量比を調整することによって制御することができる。また化合物層の厚みは、反応容器12内に第1ガスおよび第2ガスを導入する時間を調整することにより制御することができる。

[0075] 以上により、本実施形態に係る化合物層が形成される。CVD法により作製されたこの化合物層は、 $\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x\text{C}_{1-a}\text{N}_a$ ($0.70 \leq x \leq 0.95$ 、 $0 < a \leq 1$) の組成を有し、かつその全部または一部が NaCl 型結晶構造を有することができる。

[0076] なお、本工程において、第1ガス中のTi含有ガスの流量 (mol/min)、炉内圧力、および炉内温度の少なくともいずれかを適宜調整することにより、ウルツ型結晶構造の割合を制御することができる。たとえば、Ti含有ガスの流量を増やすことにより、ウルツ型結晶構造の割合を減少させることができ、炉内圧力を高くすることにより、ウルツ型結晶構造の割合を増加させることができ、炉内温度を高くすることにより、ウルツ型結晶構造の割合を増加させることができる。

[0077] (中間層形成工程)

本実施形態に係る被膜形成工程は、上記の化合物層形成工程の前に、中間層形成工程を備えていてもよい。この工程を備えることにより、上述の中間層を、基材と化合物層との間に設けることができる。上述のように、中間層としては、PVD法により作製される物理蒸着層、CVD法により作製される化学蒸着層とがある。

[0078] PVD法としては、従来公知のAIP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)、スパッタリング法が挙げられる。たとえば、AIP法では、中間層を構成する金属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中間層を形成させることができる。またスパッタリング法では、中間層を構成する金属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、Xe等のスパッタガスとを用いて中間層を成膜させることができる。

[0079] CVD法としては、従来公知のCVD法を用いることができる。また、CVD法の実施において、上述のCVD装置20を用いてもよい。この場合、ガス導入管14およびガス導入管15のうちいずれか一方に、反応ガスを導入することとなる。

[0080] なお、中間層を形成する条件は、従来公知の条件を採用することができる。また、中間層が2層以上の層を有する場合には、各層を順に形成すればよい。

[0081] (表面層形成工程)

本実施形態に係る被膜形成工程は、上記の化合物層形成工程の後に、表面層形成工程を備えていてもよい。この工程を備えることにより、化合物層の上に表面層を設けることができる。表面層形成方法は特に制限されず、従来公知のPVD法およびCVD法を用いることができる。

[0082] 以上、本実施形態に係る切削工具、および本実施形態に係る切削工具の製造方法について説明した。上記の切削工具は、鋳鉄の高負荷切削、特に鋳鉄の高負荷なフライス加工に用いられることが好ましい。極めて高い硬度に加え、耐熱性および耐酸化性にも優れるために、耐欠損性にも優れるである。つまり好ましくは、本実施形態に係る切削工具は、鋳鉄の高負荷フライス加工用の切削工具である。

実施例

[0083] 〈各値の測定方法〉

cBN粒子の粒径は、SEMおよび画像解析ソフト(三谷商事(株)の「WinROOF」)を用い、上述の方法に従って測定した。

[0084] 被膜を構成する各層の厚みは、SEMを用い、上述の方法に従って測定した。また各層の組成は、SEM-EDS装置（ZEISS製、「SUPRA 35 VP」およびEDAX製、「OIM Analysis」）を用いて特定した。また化合物層がNaCl結晶構造を有することも、同SEM-EDS装置を用いて確認した。

[0085] 〈試料No. 1の作製〉

以下のようにして、試料No. 1の切削工具を作製した。本切削工具は、上述の基材と $Ti_{1-x}Al_xN$ ($x=0.8$)の組成からなる化合物層（化合物層i）を備える切削工具であり、実施例である。

[0086] 《cBN焼結体Aの作製》

次のようにして、表1に示す特徴を有する基材Aを作製した。まず、酸化ホウ素（ B_2O_3 ）とメラミン（ $C_3N_6H_6$ ）を3：1のモル比で配合し、乳鉢を用いて均一に混合した。この混合物を管状炉に入れて窒素ガス中で温度950℃で2時間熱処理することにより粉末を得た。この粉末をエタノールで洗浄して未反応の B_2O_3 を除去した。さらに、この粉末を高周波炉で窒素ガス中温度2100℃で2時間熱処理した。これにより、低圧相BNの粉末を得た。

[0087] 次に、得られた低圧相BNの粉末を圧力 $6 \times 10^3 \text{ Kg} \cdot \text{f} / \text{cm}^2$ で型押し成形し、直径8mm、厚さ3mmの成形体を作製した。この成形体を高周波炉で、窒素ガス中、温度2100℃で2時間熱処理した。次に、この成形体をモリブデン（Mo）からなるカプセルに入れ、ベルト型超高压発生装置で圧力10GPa、温度2300℃に15分間焼結した。これにより、基材Aを作製した。

[0088] 《接合体の作製》

形状がISO規格のSNGN090308であり、超硬合金材料（K10相当）からなる基体を準備した。該基体の刃先（コーナ部分）に上記の基材A（形状：頂角が90°であり当該頂角を挟む両辺がそれぞれ2mmである二等辺三角形を底面とし、厚さが2mmの三角柱状のもの）を接合した。な

お接合にはTi-Zr-Cuからなるろう材を用いた。次いで該接合体の外周面、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基材Aからなる接合体を作製した。

[0089] 《被膜aの作製》

作製された接合体の表面に、表2に示す被膜aを作製した。表2において、たとえば「TiN(1.5)」とあるのは、 $1.5\mu\text{m}$ の厚みのTiN層を意味している。各層は、図2に示すCVD装置を用いて、表3および表4に示す条件下で作製された。ただし、中間層および表面層を作製する際には、2つのガス導入管を用いず、1つのガス導入管に反応ガスを導入させた。後述する被膜bおよび被膜cにおいても同様とした。

[0090] 表3において、たとえば第1ガスの欄に「TiCl₄(0.025)」とあるのは、TiCl₄ガスの流量が $0.025\text{mol}/\text{min}$ であることを意味している。また表4において、たとえば反応ガスの欄にTiCl₄(2.0)」とあるのは、反応ガス中のTiCl₄ガスの割合が2.0体積%であることを意味している。

[0091] [表1]

	cBN 粒子 粒径 (μm)	結合材
基材 A	0.5 以下	なし

[0092] [表2]

	中間層	化合物層 i	化合物層 ii	表面層
被膜 a	TiN(0.5)	Ti _{0.2} Al _{0.8} N(6)	—	TiN(0.5)
被膜 b	TiN(0.5)	—	Ti _{0.6} Al _{0.4} C _{0.1} N _{0.9} (7)	TiN(0.5)
被膜 c	TiN(0.5)	—	—	TiN(0.5)

[0093]

[表3]

		形成方法	第1ガス (mol/min)	第2ガス (mol/min)	圧力 (kPa)	温度 (°C)
被膜 _a	化合物層 i	CVD法	AlCl ₃ (0.065) TiCl ₄ (0.025) N ₂ (1.0) H ₂ (2.9)	N ₂ (0.09) H ₂ (0.9)	1.3	800
被膜 _b	化合物層 ii	CVD法	AlCl ₃ (0.028) TiCl ₄ (0.062) N ₂ (2.9) H ₂ (1.0)	C ₂ H ₄ (0.009) N ₂ (0.09) H ₂ (0.9)	1.3	800

[0094] [表4]

		形成方法	反応ガス (体積%)	圧力 (kPa)	温度 (°C)	全ガス量 (L/分)
被膜 _a	中間層	CVD法	TiCl ₄ (2.0) N ₂ (39.7) H ₂ (残り)	6.7	915	63.8
	表面層	CVD法	TiCl ₄ (0.5) N ₂ (41.2) H ₂ (残り)	79.8	980	45.9
被膜 _b	中間層	CVD法	TiCl ₄ (2.0) N ₂ (39.7) H ₂ (残り)	6.7	915	63.8
	表面層	CVD法	TiCl ₄ (0.5) N ₂ (41.2) H ₂ (残り)	79.8	980	45.9
被膜 _c	中間層	CVD法	TiCl ₄ (2.0) N ₂ (39.7) H ₂ (残り)	6.7	915	63.8
	表面層	CVD法	TiCl ₄ (0.5) N ₂ (41.2) H ₂ (残り)	79.8	980	45.9

[0095] 以上により、基材 A が基体に接合されてなる接合体と、基材の表面（接合体の表面）に被膜 a が設けられた切削工具（試料 N o. 1）が作製された。

[0096] 〈試料 N o. 2 の作製〉

試料 N o. 2 の切削工具は、上記化合物層 i に代えて表 2 に示す $Ti_{1-x}Al_xC_{1-a}N_a$ ($x = 0.4$ 、 $a = 0.9$) の組成からなる化合物層（化合物層 i ii）を有する被膜 b を備える点で、試料 N o. 1 の切削工具と相違している。

被膜 b 以外の作製方法は、試料 N o. 1 と同様である。被膜 b の各層は、図 2 に示す C V D 装置を用いて表 3 および表 4 に示す条件下で作製された。

[0097] 以上により、基材 A が基体に接合されてなる接合体と、基材の表面（接合体の表面）に被膜 b が設けられた切削工具（試料 N o. 2）が作製された。

[0098] 〈試料 N o. 3 の作製〉

試料 N o. 3 の切削工具は、化合物層を有さない被膜 c を備える点で、試料 N o. 1 の切削工具と相違している。被膜 c 以外の作製方法は、試料 N o. 1 と同様である。被膜 c の各層は、図 2 に示す C V D 装置を用いて表 3 および表 4 に示す条件下で作製された。

[0099] 《切削試験》

試料 N o. 1 ～ 3 の切削工具の切削性能を、鋳鉄の高負荷フライス加工により評価した。

[0100] 各切削工具を用いて、以下の示す切削条件に従って、逃げ面摩耗量（V b）が 0.1 mm となるまでの切屑の排出量（ cm^3 ）を測定した。その結果を表 5 に示す。切屑の排出量が多いほど、耐摩耗性および耐欠損性に優れ、もって安定性に優れる。

[0101] （切削条件）

被削材：ネズミ鋳鉄 F C 2 5 0、（I S O - 1 8 5 / J L / 2 5 0 材質規格、外径 8 5 mm、内径 7 5 mm）

切削速度：1 7 0 0 m / m i n

送り量：0.1 5 mm / r e v

切込み：0.1 mm

切削油：有（w e t 状態）。

[0102] [表5]

試料 No.	切屑排出量(cm^3)
1	700
2	400
3	200

[0103] 表 5 に示されるように、試料 N o. 1 の切削工具は、鋳鉄の高負荷フライ

ス加工においても高い安定性を有することが確認された。したがって、試料 N o. 1 の切削工具は、高負荷切削においても安定的な切削を可能とするものである。

[0104] 〈試料 N o. 4 の作製〉

以下のようにして、試料 N o. 4 の切削工具を作製した。本切削工具は、上述の基材と後述する $Ti_{1-x}Al_xC_{1-a}N_a$ ($x=0.65$ 、 $a=0.95$) の組成からなる化合物層（化合物層 i i i）とを備える切削工具である。

[0105] 《c B N 焼結体 A の作製》

次のようにして、表 1 に示す特徴を有する基材 A を作製した。まず、酸化ホウ素 (B_2O_3) とメラミン ($C_3N_6H_6$) を 3 : 1 のモル比で配合し、乳鉢を用いて均一に混合した。この混合物を管状炉に入れて窒素ガス中で温度 950℃ で 2 時間熱処理することにより粉末を得た。この粉末をエタノールで洗浄して未反応の B_2O_3 を除去した。さらに、この粉末を高周波炉で窒素ガス中温度 2100℃ で 2 時間熱処理した。これにより、低圧相 B N の粉末を得た。

[0106] 次に、得られた低圧相 B N の粉末を圧力 $6 \times 10^3 \text{ Kg} \cdot \text{f} / \text{cm}^2$ で型押し成形し、直径 8 mm、厚さ 3 mm の成形体を作製した。この成形体を高周波炉で、窒素ガス中、温度 2100℃ で 2 時間熱処理した。次に、この成形体をモリブデン (Mo) からなるカプセルに入れ、ベルト型超高压発生装置で圧力 10 GPa、温度 2300℃ に 15 分間焼結した。これにより、基材 A を作製した。

[0107] 《接合体の作製》

形状が ISO 規格の S N G N O 9 0 3 0 8 であり、超硬合金材料 (K 10 相当) からなる基体を準備した。該基体の刃先（コーナ部分）に上記の基材 A（形状：頂角が 90° 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。なお接合には Ti - Zr - Cu からなるろう材を用いた。次いで該接合体の外周面、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 1

50 μm 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基材Aからなる接合体を作製した。

[0108] 《被膜dの作製》

作製された接合体の表面に、表7に示す被膜dを作製した。表7において、たとえば「 $\text{Ti}_{0.3}\text{Al}_{0.7}\text{N}(0.2)$ 」とあるのは、0.2 μm の厚みの $\text{Ti}_{0.3}\text{Al}_{0.7}\text{N}$ 層を意味している。さらに、たとえば「化合物層iii(2)」とあるのは、2 μm の厚み、かつ表8に示すような $\text{Ti}_{0.35}\text{Al}_{0.65}\text{C}_{0.05}\text{N}_{0.95}$ の組成からなる化合物層iiiを意味している。被膜dの作製では、まず中間層を図2に示すCVD装置を用いて、表3と同様な方法で $\text{Ti}_{0.3}\text{Al}_{0.7}\text{N}$ となるように、第1ガス中の TiCl_4 ガスおよび AlCl_3 ガスの混合割合、第1ガスと第2ガスとの流量比、炉内圧力および炉内温度を制御することにより作製した。中間層の厚みは、反応容器内に第1ガスおよび第2ガスを導入する時間を調整することにより制御した。続いて、この中間層上に化合物層iiiを、同様な調整をすることにより制御した。

[0109] 表8において、「明るい領域」および「暗い領域」とあるのは、上述の方法により断面とした被膜（化合物層）を観察することにより得られるTEM像に存在する明るさが相対的に「明るい領域」および「暗い領域」をそれぞれ意味する。「明るい領域」および「暗い領域」は、Ti組成($\text{Ti}/(\text{Al} + \text{Ti})$)が相対的に高い部分と低い部分とにそれぞれ相当する。表8に示した化合物層における明るい領域、暗い領域の面積比は、1視野のTEM像から同定した値に基づく。当該化合物層の全体組成、明るい領域および暗い領域のAl組成、Ti組成の比は、上記TEM像を対象としてTEM付帯のEDXにより測定した値に基づく。表8に示す当該化合物層の結晶構造は、上記TEM像を対象としてTEM付帯の電子線回折装置により測定された。表8において、当該化合物層に占めるNaCl型結晶構造を持つ領域の面積比を、NaCl型比として示した。

[0110]

[表6]

	cBN 粒子 粒径 (μm)
基材A	0.5 以下

[0111] [表7]

	中間層	化合物層
被膜 d	$\text{Ti}_{0.3}\text{Al}_{0.7}\text{N}(0.2)$	化合物層 iii (2)
被膜 e	$\text{Ti}_{0.3}\text{Al}_{0.7}\text{N}(0.2)$	化合物層 iv (2)
被膜 f	$\text{Ti}_{0.3}\text{Al}_{0.7}\text{N}(0.2)$	化合物層 v (2)
被膜 g	$\text{Ti}_{0.3}\text{Al}_{0.7}\text{N}(0.2)$	化合物層 vi (2)
被膜 h	$\text{Ti}_{0.3}\text{Al}_{0.7}\text{N}(0.2)$	化合物層 vii (2)
被膜 j	$\text{Ti}_{0.3}\text{Al}_{0.7}\text{N}(0.2)$	化合物層 viii (2)

[0112]

[表8]

	化合物層全体						暗い領域				明るい領域			
	全体組成				結晶構造	NaCl 型比	面積比	Ti, Al 組成比		結晶構造	面積比	Ti, Al 組成比		結晶構造
	Ti	Al	C	N				Ti	Al			Ti	Al	
化合物層 iii	0.35	0.65	0.05	0.95	NaCl	1.0	0.90	0.330	0.67	NaCl	0.10	0.530	0.47	NaCl
化合物層 iv	0.23	0.77	0.05	0.95	NaCl	1.0	0.80	0.190	0.81	NaCl	0.20	0.390	0.61	NaCl
化合物層 v	0.17	0.83	0.05	0.95	NaCl	1.0	0.75	0.130	0.87	NaCl	0.25	0.300	0.7	NaCl
化合物層 vi	0.13	0.87	0.05	0.95	NaCl	1.0	0.58	0.080	0.92	NaCl	0.42	0.200	0.8	NaCl
化合物層 vii	0.07	0.93	0.05	0.95	NaCl+ウルツ	0.6	0.40	0.020	0.98	ウルツ	0.60	0.100	0.9	NaCl
化合物層 viii	0.03	0.97	0.05	0.95	ウルツ	0.0	0.25	0.000	1.00	ウルツ	0.75	0.040	0.96	ウルツ

[0113] 以上により、基材Aが基体に接合されてなる接合体と、基材の表面（接合体の表面）に被膜dが設けられた切削工具（試料N o. 4）が作製された。

[0114] 〈試料N o. 5の作製〉

試料N o. 5の切削工具は、上記化合物層（化合物層i i i）に代えて表8に示す $Ti_{1-x}Al_xC_{1-a}N_a$ （ $x=0.77$ 、 $a=0.95$ ）の組成からなる化合物層（化合物層i v）を有する被膜eを備える点で、試料N o. 4の切削工具と相違している。被膜e以外の作製方法は、試料N o. 4と同様である。被膜eの各層に関し、中間層の作製については試料N o. 4と同じであり、化合物層i vの作製については、図2に示すCVD装置を用いて、表8に示す組成となるように第1ガス中の $TiCl_4$ ガスおよび $AlCl_3$ ガスの混合割合、第1ガスと第2ガスとの流量比、炉内圧力および炉内温度を制御することにより作製した。化合物層i vの厚みは、反応容器内に第1ガスおよび第2ガスを導入する時間を調整することにより制御した。

[0115] 以上により、基材Aが基体に接合されてなる接合体と、基材の表面（接合体の表面）に被膜eが設けられた切削工具（試料N o. 5）が作製された。

[0116] 〈試料N o. 6の作製〉

試料N o. 6の切削工具は、上記化合物層（化合物層i i i）に代えて表8に示す $Ti_{1-x}Al_xC_{1-a}N_a$ （ $x=0.83$ 、 $a=0.95$ ）の組成からなる化合物層（化合物層v）を有する被膜fを備える点で、試料N o. 4の切削工具と相違している。被膜f以外の作製方法は、試料N o. 4と同様である。被膜fの各層に関し、中間層の作製については試料N o. 4と同じであり、化合物層vの作製については、図2に示すCVD装置を用いて、表8に示す組成となるように第1ガス中の $TiCl_4$ ガスおよび $AlCl_3$ ガスの混合割合、第1ガスと第2ガスとの流量比、炉内圧力および炉内温度を制御することにより作製した。化合物層vの厚みは、反応容器内に第1ガスおよび第2ガスを導入する時間を調整することにより制御した。

[0117] 以上により、基材Aが基体に接合されてなる接合体と、基材の表面（接合体の表面）に被膜fが設けられた切削工具（試料N o. 6）が作製された。

[0118] 〈試料N o. 7の作製〉

試料N o. 7の切削工具は、上記化合物層（化合物層 i i i）に代えて表8に示す $Ti_{1-x}Al_xC_{1-a}N_a$ （ $x=0.87$ 、 $a=0.95$ ）の組成からなる化合物層（化合物層 v i）を有する被膜gを備える点で、試料N o. 4の切削工具と相違している。被膜g以外の作製方法は、試料N o. 4と同様である。被膜gの各層に関し、中間層の作製については試料N o. 4と同じであり、化合物層 v iの作製については、図2に示すCVD装置を用いて、表8に示す組成となるように第1ガス中の $TiCl_4$ ガスおよび $AlCl_3$ ガスの混合割合、第1ガスと第2ガスとの流量比、炉内圧力および炉内温度を制御することにより作製した。化合物層 v iの厚みは、反応容器内に第1ガスおよび第2ガスを導入する時間を調整することにより制御した。

[0119] 以上により、基材Aが基体に接合されてなる接合体と、基材の表面（接合体の表面）に被膜gが設けられた切削工具（試料N o. 7）が作製された。

[0120] 〈試料N o. 8の作製〉

試料N o. 8の切削工具は、上記化合物層（化合物層 i i i）に代えて表8に示す $Ti_{1-x}Al_xC_{1-a}N_a$ （ $x=0.93$ 、 $a=0.95$ ）の組成からなる化合物層（化合物層 v i i）を有する被膜hを備える点で、試料N o. 4の切削工具と相違している。被膜h以外の作製方法は、試料N o. 4と同様である。被膜hの各層に関し、中間層の作製については試料N o. 4と同じであり、化合物層 v i iの作製については、図2に示すCVD装置を用いて、表8に示す組成となるように第1ガス中の $TiCl_4$ ガスおよび $AlCl_3$ ガスの混合割合、第1ガスと第2ガスとの流量比、炉内圧力および炉内温度を制御することにより作製した。化合物層 v i iの厚みは、反応容器内に第1ガスおよび第2ガスを導入する時間を調整することにより制御した。

[0121] 以上により、基材Aが基体に接合されてなる接合体と、基材の表面（接合体の表面）に被膜hが設けられた切削工具（試料N o. 8）が作製された。

[0122] 〈試料N o. 9の作製〉

試料N o. 9の切削工具は、上記化合物層（化合物層 i i i）に代えて表

8に示す $Ti_{1-x}Al_xC_{1-a}N_a$ ($x=0.97$ 、 $a=0.95$)の組成からなる化合物層(化合物層*v i i i*)を有する被膜*j*を備える点で、試料No. 4の切削工具と相違している。被膜*j*以外の作製方法は、試料No. 4と同様である。被膜*j*の各層に関し、中間層の作製については試料No. 4と同じであり、化合物層*v i i i*の作製については、図2に示すCVD装置を用いて、表8に示す組成となるように第1ガス中の $TiCl_4$ ガスおよび $AlCl_3$ ガスの混合割合、第1ガスと第2ガスとの流量比、炉内圧力および炉内温度を制御することにより作製した。化合物層*v i i i*の厚みは、反応容器内に第1ガスおよび第2ガスを導入する時間を調整することにより制御した。

[0123] 以上により、基材Aが基体に接合されてなる接合体と、基材の表面(接合体の表面)に被膜*j*が設けられた切削工具(試料No. 9)が作製された。

[0124] 《切削試験》

試料No. 4～9の切削工具の切削性能を、鋳鉄の高負荷フライス加工により評価した。

[0125] 各切削工具を用いて、以下の示す切削条件に従って、逃げ面摩耗量(V_b)が0.1mmとなるまでの切屑の排出量(cm^3)を測定した。その結果を表9に示す。切屑の排出量が多いほど、耐摩耗性および耐欠損性に優れ、もって安定性に優れる。

[0126] (切削条件)

被削材 : ネズミ鋳鉄FC250、(ISO-185/JL/250材質規格、外径85mm、内径75mm)

切削速度 : 1000m/min

送り量 : 0.2mm/rev

切込み : 0.2mm

切削油 : 無。

[0127]

[表9]

試料No.	切屑排出量(cm ³)
4	500
5	600
6	800
7	1000
8	850
9	400

[0128] 表9に示されるように、試料No. 5～8の切削工具は、鋳鉄の高負荷フライス加工においても高い安定性を有することが確認された。したがって、試料No. 5～8の切削工具は、高負荷切削においても安定的な切削を可能とするものである。

[0129] 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実施の形態および実施例ではなく請求の範囲によって示され、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

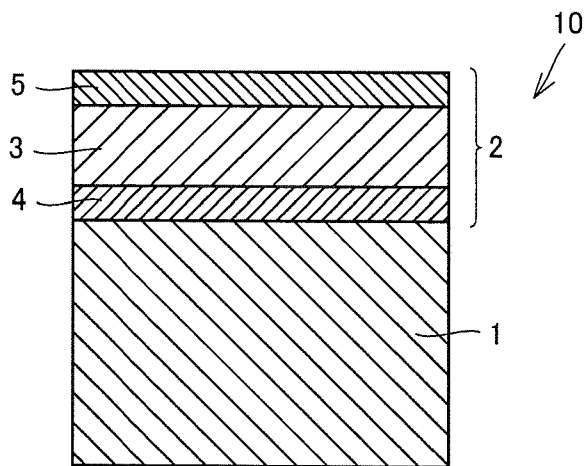
[0130] 1 基材、2 被膜、3 化合物層、4 中間層、5 表面層、10 切削工具、11 基材保持治具、12 反応容器、13 調温装置、14 ガス導入管、15 ガス導入管、16 軸、17 ガス排気管、18 ガス排気口、20 CVD装置。

請求の範囲

- [請求項1] 基材と、前記基材上に設けられた被膜とを備える切削工具であって、
- 前記基材は、立方晶窒化硼素粒子からなる立方晶窒化硼素焼結体であり、
- 前記被膜は、 $Ti_{1-x}Al_xC_{1-a}N_a$ ($0.70 \leq x \leq 0.95$ 、 $0 < a \leq 1$) の組成からなる化合物層を含み、
- 前記化合物層は、その全部または一部において、NaCl型結晶構造を有する、切削工具。
- [請求項2] 前記立方晶窒化硼素粒子の平均粒径は、 $1 \mu m$ 以下である、請求項1に記載の切削工具。
- [請求項3] 前記化合物層は、さらに、ウルツ鉱型結晶構造を有する、請求項1または請求項2に記載の切削工具。
- [請求項4] 前記化合物層における前記NaCl型結晶構造の割合は50体積%以上である、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の切削工具。
- [請求項5] 立方晶窒化硼素粒子からなる立方晶窒化硼素焼結体である基材を製作する工程と、
- 前記基材の表面に被膜を形成する工程と、を含み、
- 前記被膜を形成する工程は、CVD法により $Ti_{1-x}Al_xC_{1-a}N_a$ ($0.70 \leq x \leq 0.95$ 、 $0 < a \leq 1$) の組成からなり、かつその全部または一部においてNaCl型結晶構造を有する化合物層を形成する工程を備える、切削工具の製造方法。

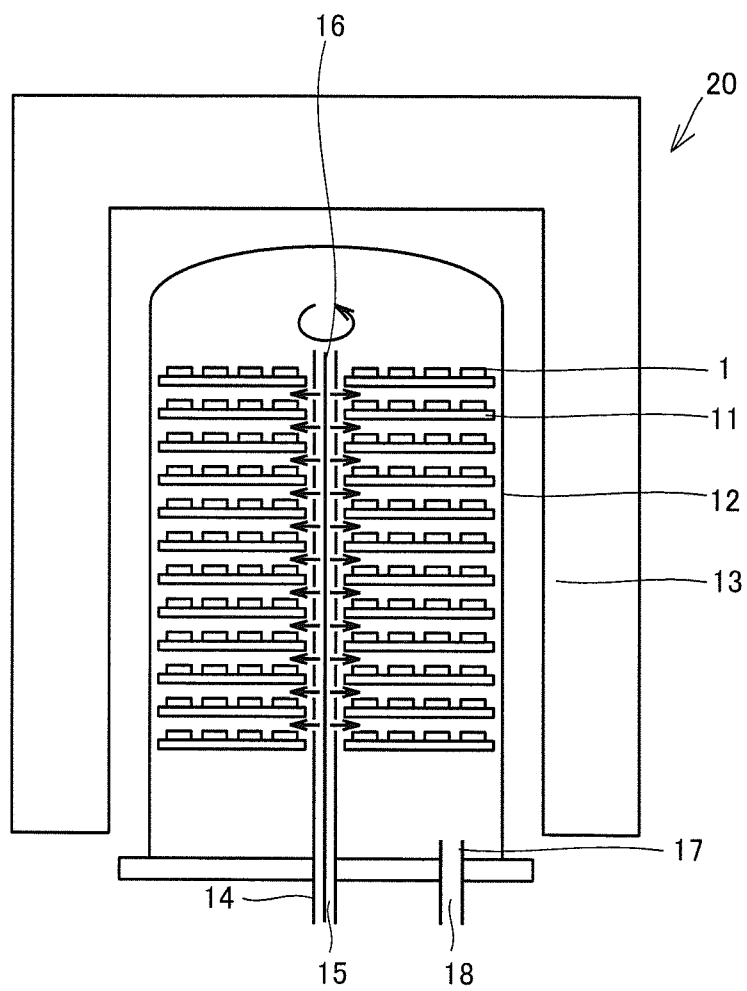
[図1]

FIG.1



[図2]

FIG.2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/031575

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23B27/14(2006.01)i, B23B27/20(2006.01)i, B23B51/00(2006.01)i, B23C5/16(2006.01)i, B23D77/00(2006.01)i, B23F21/00(2006.01)i, B23G5/06(2006.01)i, C04B35/5831(2006.01)i, C04B41/87(2006.01)i, C22C1/05(2006.01)i,
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23B27/14, B23B27/20, B23B51/00, B23C5/16, B23D77/00, B23F21/00, B23G5/06, C04B35/5831, C04B41/87, C22C1/05, C23C16/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 2016/052479 A1 (Mitsubishi Materials Corp.), 07 April 2016 (07.04.2016), tables 14 to 15; claim 1; paragraphs [0052], [0054] & US 2017/0216930 A1 tables 14 to 15; paragraphs [0120] to [0121]; claim 1 & EP 3202515 A1	1, 5 2-4
X Y	JP 2015-30061 A (Mitsubishi Materials Corp.), 16 February 2015 (16.02.2015), paragraph [0017]; table 2, cutting tool 6 of present invention; table 3, cutting tool 6 of comparative product; table 2, cutting tool 5 of present invention (Family: none)	1 2-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 September 2017 (15.09.17)

Date of mailing of the international search report
26 September 2017 (26.09.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/031575

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2015-110258 A (Mitsubishi Materials Corp.), 18 June 2015 (18.06.2015), paragraph [0017]; table 2, cutting tool 6 of present invention; table 3, cutting tool 6 of comparative product; table 2, cutting tool 5 of present invention & CN 104668597 A	1 2-4
X Y	JP 2015-178171 A (Mitsubishi Materials Corp.), 08 October 2015 (08.10.2015), paragraph [0020]; kind types 1, 6 on table 2 & CN 104858458 A	1 2-4
Y	JP 2008-545063 A (Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.), 11 December 2008 (11.12.2008), paragraph [0027]; claim 1 & US 2009/0123779 A1 paragraph [0025]; claim 1 & WO 2007/003648 A1 & DE 102005032860 A1 & CA 2613091 A1 & KR 10-2008-0028980 A & CN 101218370 A	4
Y	JP 2011-516722 A (Kennametal Inc.), 26 May 2011 (26.05.2011), paragraph [0015] & US 2010/0323176 A1 paragraph [0015] & WO 2009/112115 A1 & EP 3031948 A1 & DE 102008013965 A1 & CA 2717187 A & CN 101970717 A & CN 103834928 A	4
Y	JP 2011-513594 A (Kennametal Inc.), 28 April 2011 (28.04.2011), paragraph [0015] & US 2011/0003126 A1 paragraph [0015] & WO 2009/112116 A1 & DE 102008013966 A1 & CA 2717188 A1 & CN 101970716 A & CN 103484832 A	4
Y	JP 2014-4665 A (Mitsubishi Materials Corp.), 16 January 2014 (16.01.2014), kind types 2, 5 to 6 on table 3 (Family: none)	4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/031575

Continuation of A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
(International Patent Classification (IPC))

C23C16/36(2006.01)i

(According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B23B27/14(2006.01)i, B23B27/20(2006.01)i, B23B51/00(2006.01)i, B23C5/16(2006.01)i, B23D77/00(2006.01)i, B23F21/00(2006.01)i, B23G5/06(2006.01)i, C04B35/5831(2006.01)i, C04B41/87(2006.01)i, C22C1/05(2006.01)i, C23C16/36(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B23B27/14, B23B27/20, B23B51/00, B23C5/16, B23D77/00, B23F21/00, B23G5/06, C04B35/5831, C04B41/87, C22C1/05, C23C16/36

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 7 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 7 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 7 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	WO 2016/052479 A1 (三菱マテリアル株式会社) 2016.04.07, [表 14]-[表 15], [請求項 1], 段落[0052], [0054] & US 2017/0216930 A1, TABLE14-15, 段落[0120]-[0121], CLAIM1 & EP 3202515 A1	1, 5 2-4
X Y	JP 2015-30061 A (三菱マテリアル株式会社) 2015.02.16, 段落[0017], [表 2]の[本発明切削工具 6], [表 3]の[比較品切削工具 6], [表 2]の[本発明切削工具 5] (ファミリーなし)	1 2-4

☑ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 5 . 0 9 . 2 0 1 7

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 9 . 2 0 1 7

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山本 忠博

3 C

9 5 3 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 4

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2015-110258 A (三菱マテリアル株式会社) 2015. 06. 18, 段落[0017], [表 2]の[本発明切削工具 6], [表 3]の[比較品切削工具 6], [表 2]の[本発明切削工具 5] & CN 104668597 A	1 2-4
X Y	JP 2015-178171 A (三菱マテリアル株式会社) 2015. 10. 08, 段落[0020], [表 2]の[種別 1, 6] & CN 104858458 A	1 2-4
Y	JP 2008-545063 A (フラウンホーファーゲゼルシャフト ツル フェルデルング デル アンゲヴァンテン フォルシュング エー ファウ) 2008. 12. 11, 段落[0027], [請求項 1] & US 2009/0123779 A1, 段落[0025], CLAIM1 & WO 2007/003648 A1 & DE 102005032860 A1 & CA 2613091 A1 & KR 10-2008-0028980 A & CN 101218370 A	4
Y	JP 2011-516722 A (ケンナメタル インコーポレイテッド) 2011. 05. 26, 段落[0015] & US 2010/0323176 A1, 段落[0015] & WO 2009/112115 A1 & EP 3031948 A1 & DE 102008013965 A1 & CA 2717187 A & CN 101970717 A & CN 103834928 A	4
Y	JP 2011-513594 A (ケンナメタル インコーポレイテッド) 2011. 04. 28, 段落[0015] & US 2011/0003126 A1, 段落[0015] & WO 2009/112116 A1 & DE 102008013966 A1 & CA 2717188 A1 & CN 101970716 A & CN 103484832 A	4
Y	JP 2014-4665 A (三菱マテリアル株式会社) 2014. 01. 16, [表 3]の種別 2, 5-6 (ファミリーなし)	4