(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
2024年12月12日(12.12.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/252545 A1

(51) 国際特許分類:
B23B 27/14 (2006.01) *C23C 14/06* (2006.01)
B23C 5/16 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/021106

(22) 国際出願日： 2023年6月7日(07.06.2023)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: 三菱マテリアル株式会社 (**MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008117 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者:唐 浩峻(**TANG Haochun**); 〒3110102 茨城県那珂市向山１００２－１４ 三菱マテリアル株式会社 イノベーションセンター内 Ibaraki (JP). 加藤 和広(**KATO Kazuhiro**); 〒3110102 茨城県那珂市向山１００２－１４ 三菱マテリアル株式会社 イノベーションセンター内 Ibaraki (JP).

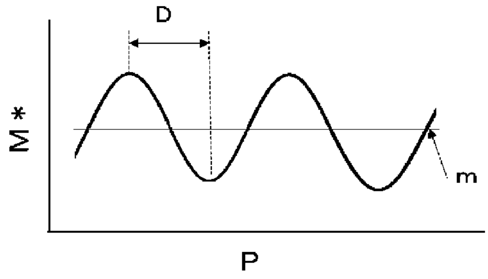
(74) 代理人:木村 孔一(**KIMURA Koichi**); 〒1100015 東京都台東区東上野四丁目１番８号 ザ・パークハウス上野浅草通り２０１ Tokyo (JP).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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,

(54) **Title:** SURFACE-COATED CUTTING TOOL

(54) 発明の名称： 表面被覆切削工具



(57) **Abstract:** This surface-coated cutting tool has a substrate and a coating layer on the substrate, the surface-coated cutting tool being characterized in that: (a) the coating layer has a boride layer of $Ti_{1-x}M_xB_y$ (where M is one or more from among Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, and W, x is 0.05-0.50, and y is 1.0-2.5) having an average thickness of 0.5-5.0 μm; (b) in the boride layer, the x has variations in repetition over the entirety of the boride layer in the thickness direction; (c) the difference Δx between the average value of the maximum values of x and the average value of the minimum values of x is 0.02-0.10; and (d) the average interval Γ in the thickness direction between the maximum values of x and the minimum values of x is 2-20 nm.

(57) 要約：基体と該基体の上に被覆層を有する表面被覆切削工具であって、（ａ）前記被覆層は、０．５～５．０μｍの平均厚さの$Ti_{1-x}M_xB_y$（Ｍはｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗの１種以上、ｘが０．０５～０．５０、ｙが１．０～２．５）の硼化物層を有し、（ｂ）前記硼化物層は、その厚さ方向の全体にわたって前記ｘが繰返しの変化を有し、（ｃ）前記ｘの極大値の平均値と前記ｘの極小値の平均値との差Δｘが０．０２～０．１０であって、（ｄ）前記ｘの極大値と前記ｘの極小値の前記厚さ方向平均間隔Γが２～２０ｎｍであることを特徴とする表面被覆切削工具。

WO 2024/252545 A1

［続葉有］

DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, 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：

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

明 細 書

発明の名称 ： 表面被覆切削工具

技術分野

[0001] この発明は、表面被覆切削工具（以下、被覆工具ということがある）に関する。

背景技術

[0002] 従来、超硬合金等を基体とし、この基体の表面に被覆層を蒸着法により形成した被覆工具が知られている。この被覆工具は耐摩耗性を有しているが、この耐摩耗性をさらに向上させるべく、種々の提案がなされ、金属硼化物を含む被覆層に関する提案もなされている。

[0003] 例えば、特許文献１には、基体表面の中間皮膜を介した被覆層は、Ａｌ、Ｓｉ、Ｃｒ、Ｗ、Ｔｉ、Ｎｂ、Ｚｒから選択される１種以上の元素の六方晶構造の硼化物であって、前記中間皮膜は、ＡｌｘＭｙからなる窒化物または炭窒化物（ｘ＋ｙ＝１００、４０≦ｘ≦９５、５≦ｙ≦６０、ＭはＴｉ、Ｃｒ、Ｖ、Ｎｂから選択される１種以上）であり、前記基体側が立方晶の結晶構造、前記被覆層側が六方晶の結晶構造である被覆工具が記載され、該被覆工具は耐摩耗性に優れるとされている。

[0004] また、例えば、特許文献２には、式$W_{1-x}Ta_{x}B_{2-z}$、または式$V_{1-x}W_{x}B_{2}$で表され、０．００≦ｘ≦０．４５、－０．０３≦ｚ≦０．０３である硼化物被覆層を有する被覆工具が記載されており、該被覆工具の被覆層は８００℃以上の高温において優れた機械特性を有するとされている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１２－２２８７３５号公報

特許文献2：特表２０２０－５３６１６７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明は、前記事情や提案を鑑みてなされたものであって、例えば、Ｔｉ基合金のような表面被覆切削工具との溶着性の高い材料を切削加工に供した場合であっても、優れた耐クラック性、耐摩耗性を長期間の使用にわたって発揮する表面被覆切削工具を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の実施形態に係る表面被覆切削工具は、

基体と該基体の上に被覆層を有し、

（ａ）前記被覆層は、０．５～５．０μｍの平均厚さの$Ti_{1-x}M_xB_y$（ＭはＺｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗの１種以上、ｘが０．０５～０．５０、ｙが１．０～２．５）の硼化物層を有し、

（ｂ）前記硼化物層は、その厚さ方向の全体にわたって前記ｘが繰返しの変化を有し、

（ｃ）前記ｘの極大値の平均値と前記ｘの極小値の平均値との差Δｘが０．０２～０．１０であって、

（ｄ）前記ｘの極大値と前記ｘの極小値の前記厚さ方向平均間隔Γが２～２０ｎｍ

である。

[0008] さらに、前記実施形態に係る表面被覆切削工具は、以下の（１）～（３）の事項のいずれか一つ以上を満足してもよい。

[0009] （１）前記Ｍは、Ｗを必ず含むこと。

（２）前記被覆層の縦断面において六方晶構造の柱状結晶粒が存在し、その面積をS_{hex}、それ以外の結晶構造の結晶粒の面積をS_{oth}としたとき、｛S_{hex}／（S_{hex}＋S_{oth}）｝×１００が４０％以上、１００％以下であること。

[0010] （３）前記被覆層の縦断面において六方晶構造の柱状結晶粒が存在し、その平均結晶粒幅Ｋが０．０１μｍ以上０．１０μｍ以下であって、平均アスペクト比Ａが２．０以上５．０以下であり、前記基体の表面の垂線とのなす角度の平均値θが１０度以内であること。

発明の効果

[0011] 前記の表面被覆工具は、Ｔｉ基合金のような表面被覆切削工具との溶着性の高い材料を切削加工に供した場合であっても、優れた耐クラック性、耐摩耗性を長期間の使用にわたって発揮する。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]六方晶構造の柱状結晶粒（ｉ）において、基体の表面に平行な最大投影長さ（Ｌｉ）と、基体の表面の垂線に平行な最大投影長さ（Ｖｉ）の説明図である。

[図2]六方晶構造の柱状結晶粒（ｉ）が基体の表面の垂線となす角度（θｉ）、結晶粒の長さ（Ｈｉ）の説明図である。

[図3]六方晶構造の柱状結晶粒（ｉ）において、結晶粒の幅（Ｋｉ）の説明図である。

[図4]Ｍの含有量の繰返し変化を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0013] 本発明者は、Ｔｉと周期表の４～６族の元素（Ｍ）との複合硼化物（以下、「ＴｉＭＢ」ということがある）について鋭意検討した。その結果、ＴｉＭＢは、被覆工具の被覆層として用いた場合に、ＴｉとＭの比率を適切に制御することにより、$ＴｉＢ_2$が本来有する硬さを維持しながら、Ｔｉ基合金に対する反応性を低く抑えることができること、すなわち、高硬度と耐溶着性を両立できることを突き止めた。また、被覆層の厚さ方向に対してＴｉとＭの含有量が繰り返し変化している構造、および六方晶の柱状結晶組織を有する構造により、被覆層の摩耗を抑制できるとの知見を得た。

[0014] 以下、本発明の実施形態に係る表面被覆切削工具について、説明する。なお、本明細書および特許請求の範囲において数値範囲を「Ａ～Ｂ」（Ａ、Ｂはともに数値である）と表現するとき、その範囲は上限（Ｂ）および下限（Ａ）の数値を含んでおり、上限値（Ｂ）のみに単位が記載されているとき、上限（Ｂ）と下限（Ａ）の単位は同じである。また、数値は測定誤差を含む。

[0015] また、本明細書および特許請求の範囲において、基体の表面とは、次のも

のをいう。

すなわち、基体がインサートのようなその表面が平面のときは、縦断面（インサートでは、基体の表面の凹凸をないものとして基体の表面を平面と考えたときの基体の表面に垂直な断面）においてエネルギー分散型Ｘ線分析法（ＥＤＳ：Ｅｎｅｒｇｙ　ｄｉｓｐｅｒｓｉｖｅ　Ｘ－ｒａｙ　ｓｐｅｃｔｒｏｓｃｏｐｙ）を用いた元素マッピングを実施する。そして、基体と金属硼化物層（後述する下部層があるときは金属硼化物層の代わりに下部層とする）に含まれる元素の違いに起因する濃淡差から両者の界面を曲線により表し、この曲線に対して平均直線を求めこれを基体の表面とする。そして、この平均直線に対して、垂直な方向を基体に垂直な方向（被覆層の厚さ方向）、この垂直な方向に引いた直線を垂線とする。

[0016]　また、基体がドリル、エンドミルのように曲面の表面を有する場合であっても、被覆層の厚さに対して工具径が十分に大きければ、測定領域における被覆層と基体との間の界面は略平面となることから、基体が平面のときと同様の手法により基体の表面を決定することができる。

[0017]　すなわち、例えばドリル、エンドミルであれば、軸方向に垂直な断面の被覆層の縦断面において、基体の表面が平面であるときと同じ処理を行い、これを基体の表面とする。そして、この平均直線に対して、垂直な方向を基体に垂直な方向（被覆層の厚さ方向）とする。

[0018] １．被覆層

被覆層は、金属硼化物層（ＴｉＭＢ層）を含む。以下、このＴｉＭＢ層について説明する。

[0019] （１）平均厚さ

ＴｉＭＢ層の平均厚さは、０．５～５．０μｍであることが好ましい。その理由は、平均厚さが、０．５μｍ未満であると、ＴｉＭＢ層が長期にわたって耐摩耗性、耐欠損性を発揮することが難しく、一方、５．０μｍを超えると、ＴｉＭＢ層が有する残留応力によってＴｉＭＢ層が基体から剥離しやすくなって、チッピングが発生しやすくなるためである。

ＴｉＭＢ層の平均厚さは、０．５～３．０μｍであることがより好ましい。

[0020] なお、ＴｉＭＢ層の平均厚さは、例えば、集束イオンビーム装置（ＦＩＢ：Ｆｏｃｕｓｅｄ Ｉｏｎ Ｂｅａｍ ｓｙｓｔｅｍ）、クロスセクションポリッシャー装置（ＣＰ：Ｃｒｏｓｓ ｓｅｃｔｉｏｎ Ｐｏｌｉｓｈｅｒ）等を用いて、被覆層を任意の位置の縦断面で切断して観察用の試料を作製し、その縦断面を走査型電子顕微鏡（Ｓｃａｎｎｉｎｇ Ｅｌｅｃｔｒｏｎ Ｍｉｃｒｏｓｃｏｐｅ：ＳＥＭ）を用いた観察（観察倍率は、例えば、１万から１０万倍）により複数箇所（例えば、５箇所）の厚さの測定結果を平均したものである。

[0021] （２）平均組成

ＴｉＭＢ層の平均組成は、式：$Ti_{1-x}M_xB_y$で表したとき、ｘは０．０５～０．５０、ｙは１．０～２．５を満足することが好ましい。ただし、Ｍは周期表の４～６族の元素の中のＺｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗの１種以上である。

ただし、Ｍが２種以上のとき、すなわち、Ｍ＝Ｍ１、Ｍ２、・・・、Ｍｎ（２≦ｎ≦８）であるとき、

Ｍｉ（ｉ＝１～ｎ）の含有量をｘｉとすると、ｘ＝ｘ１＋ｘ２＋…＋ｘｎとなる。

[0022] ｘ、ｙを前記範囲とした理由は、次のとおりである。

ｘが、０．０５未満であるとＴｉＭＢ層の十分な耐溶着性が発揮できず、一方、０．５０を超えると、ＴｉＭＢ層の硬さが不十分となる。

ｙが、１．０未満であるとＴｉＭＢ層の十分な耐溶着性が発揮できず、一方、２．５を超えるとＴｉＭＢが六方晶構造とはならず、ＴｉＭＢ層の硬さが不十分となり、耐チッピング性が低下する。

ｘは０．１０～０．３５、ｙは１．７～２．３であることがより好ましい。

[0023] Ｍとして、Ｗを含むことがある。また、Ｍとして他の元素が含有される場

合に、Ｍの中のＷの含有量は原子比で例えば、３０％以上であってよく、Ｍの全てがＷ、すなわち、１００％であってもよい。

周期表４～６族元素の中でＷは、特に、被削材であるＴｉ基合金に対する高温中の固溶度が低く、優れた耐溶着性を有すると共に耐摩耗性も良好である。また、Ｗを添加することによりＴｉＭＢ層のより靭性を増すことができ、耐チッピング性が向上する。

[0024] ＴｉＭＢ層の平均組成は、電子線マイクロアナライザ（ＥＰＭＡ：Ｅｌｅｃｔｒｏｎ Ｐｒｏｂｅ Ｍｉｃｒｏ Ａｎａｌｙｚｅｒ）を用い、電子線を被覆層の表面（被覆層上に表面層がないとき）、もしくは、被覆層の任意の位置の縦断面の複数箇所（例えば、５箇所）に照射し、それぞれの箇所から得られた被覆層を構成する元素に対応する特性Ｘ線を解析することにより各元素の含有量の定量化を行い、その結果を算術平均して求める。

[0025] （３）厚さ方向のＭの含有量の変化

ＴｉＭＢ層は、その厚さ方向の全体にわたってＭの含有量ｘが繰返し変化を有することが好ましい。

Ｍの含有量ｘの変化は、例えば、図４に模式的に示されるものである。図４では、Ｍの含有量ｘの極大値、極小値のそれぞれが同じ値であり、隣接する極大値と極小値の間隔も同じであるが、本明細書および特許請求の範囲でいうＭの繰返し変化とは、Ｍが極大値と極小値を交互にとるように繰り返して変化すればよく、極大値及び極小値がそれぞれ同じ値であっても同じ値でなくてもよく、隣接する極大値と極小値との間隔も同じであっても異なっていてもよい。

Ｍの含有量の繰返し変化は、後述する製造方法の一例では高出力パルススパッタリング装置内のテーブル回転によりターゲットと基材表面との位置関係が変化するために生じる。

[0026] このｘの極大値の平均値と極小値の平均値との差Δｘが０．０２～０．１０であることが好ましい。その理由は、Δｘが０．０２～０．１０であれば、Ｔｉ基合金等の溶着性の高い材料の切削加工において、耐摩耗性および耐

溶着性が発揮される。

[0027] ここで、ｘの極大値および極小値とは、次のものをいう。

図４において、Ｍの含有量ｘの平均値とは、ｘの変化曲線を横切る水平線（ｍ）であって、この平均値よりも上方の面積と下方の面積が等しくなるものである。

そして、この上方の面積を与える厚さ方向の領域においてｘの極大値を求め、この下方の面積を与える厚さ方向の領域においてｘの極小値を求める。

[0028] また、極大値と極小値を与える間隔の平均値、すなわち、極大値を与える被覆層の厚さ方向の位置と極小値を与える同方向の位置との間隔の平均値Γ（図４のＤの平均値）は、２～２０ｎｍであることが好ましい。その理由は、２ｎｍより短いと、被覆層の厚さ方向に進展する摩耗やクラック等による被覆層の破壊を十分に抑制できず、一方、２０ｎｍ超えるとこの破壊が進展しやすくなり、耐摩耗性に劣り、被覆切削工具の寿命が短くなるためである。

[0029] 前記ｘの極大値と極小値およびその厚さ方向の平均間隔は、高角散乱環状暗視野走査透過顕微鏡法（ＨＡＡＤＦ－ＳＴＥＭ：Ｈｉｇｈ－Ａｎｇｌｅ Ａｎｎｕｌａｒ Ｄａｒｋ Ｆｉｅｌｄ Ｓｃａｎｎｉｎｇ Ｔｒａｎｓｍｉｓｓｉｏｎ Ｅｌｅｃｔｒｏｎ Ｍｉｃｒｏｓｃｏｐｙ）を用いた解析によって求める。すなわち、ＴｉＭＢ層の厚さ方向全体にわたって組成の違いに応じて明るい層と暗い層が交互に視認されるので、前述の平均値よりも上方の面積を与える領域（明るい領域でＭが多い）と前述の平均値よりも下方の面積を与える領域（暗い領域でＭが少ない）の存在を確認する。そして、ＳＴＥＭ－ＥＤＳ（Ｅｎｅｒｇｙ Ｄｉｓｐｅｒｓｉｖｅ Ｘ－ｒａｙ Ｓｐｅｃｔｒｐｓｃｏｐｙ）を用いてＴｉＭＢ層の厚さ方向に明暗の領域を少なくとも２０個を跨ぐ長さで組成ライン分析を行い、ＴｉとＭの繰返しの含有量の変化を測定する。ｘの極大値と極小値をそれぞれ求め、それぞれ、１０以上の測定結果を平均してこれらの平均値とする。

[0030] （４）六方晶構造の柱状結晶粒

ＴｉＭＢ層には、六方晶構造の柱状結晶粒が存在してもよい。

[0031] （４－１）面積率

ＴｉＭＢ層の任意の縦断面において、六方晶構造の柱状結晶粒（六方晶柱状晶粒ということがある）の面積をS_{hex}、それ以外の結晶構造の結晶粒の面積をS_{oth}としたとき、｛S_{hex}／（S_{hex}＋S_{oth}）｝×１００により定義される面積割合が４０％以上、１００％以下である。

[0032] その理由は、面積割合が４０％未満であると、ＴｉＭＢ層が前述の目的を達成するために必要な耐摩耗性、耐チッピング性を有しない。この面積割合は高い方が好ましく、上限は制約がなく１００％、すなわち、すべての結晶粒が六方晶柱状晶粒であってもよい。

ここで、六方晶柱状晶粒とは、後述するアスペクト比が１．０を超えるものをいう。

[0033] （４－２）結晶粒幅と平均アスペクト比

六方晶柱状晶粒の平均結晶粒幅は、０．０１～０．１０μｍである。その理由は、０．０１μｍ未満であると粒径が小さく、切削中に結晶粒が脱落しやすく、耐摩耗性に劣り、一方、０．１０μｍを超えると切削中に結晶粒の亀裂やクラック等の破壊が発生したときの破壊サイズが大きくなり、耐摩耗性が劣るためである。

[0034] また、平均アスペクト比（定義は後述する）は、２．０～５．０である。その理由は、２．０未満であると、柱状の結晶粒よりも粒状の結晶粒が多くなって耐摩耗性が劣り、一方、５．０を超えると切削中に結晶粒の亀裂やクラック等の破壊が発生した場合の破壊サイズが大きくなり、耐摩耗性が劣るためである。

[0035] （４－３）基体の表面の垂線となす角度

六方晶構造の柱状結晶粒が基体の表面の垂線となす角度の平均値θが１０度以下がよい。その理由は、角度の平均値θがこの範囲にあると、切削中に結晶粒が脱落しづらく、損耗が抑制されることに加え、被覆層表面に負荷される摩擦に対して各々の結晶粒が盾の役割を果たすため摩耗が進行し辛く、

優れた耐摩耗性を発揮するためである。

[0036] （４－４）測定方法

結晶構造ごとの面積割合、結晶粒幅とアスペクト比、および、基体の表面の垂線となす角度の測定は、結晶粒界の画定を行って、次のように測定する。

[0037] ＜１＞結晶粒界の画定

透過型電子顕微鏡（ＴＥＭ：Ｔｒａｎｓｍｉｓｓｉｏｎ Ｅｌｅｃｔｒｏｎ Ｍｉｃｒｏｓｃｏｐｅ）による、自動結晶方位マッピング（ＡＣＯＭ：Ａｕｔｏｍａｔｅｄ Ｃｒｙｓｔａｌ Ｏｒｉｅｎｔａｔｉｏｎ Ｍａｐｐｉｎｇ）－ＴＥＭを用いた被覆層の任意の縦断面の解析を行い、六方晶柱状晶粒ｉの結晶粒界を画定する。

ここで、例えば、解析範囲は、縦（被覆層の厚さ方向）：１．０μｍ、横（基体に平行な方向）：０．５μｍ、スキャン間隔は２ｎｍとし、ｉは六方晶柱状晶粒を区別する番号で、ｉ＝１～Ｎであり、Ｎは測定対象となる六方晶柱状晶粒の総数であって、その値が２０以上となるように選ぶ。なお、前記解析範囲内では、Ｎの値が２０以上とならないときは、同じ大きさの解析範囲をＮの値が２０以上になるまで増やす。

[0038] ＜２＞六方晶柱状晶粒ｉの大きさの測定

結晶粒界を画定し六方晶柱状晶粒ｉを特定したら、その六方晶柱状晶粒の大きさを測定する。

すなわち、図１に示すように、六方晶柱状晶粒ｉについて、

１）最大垂直投影長さＶｉ

２）最大水平投影長さＬｉ

３）最大水平横断長さＣｉ

を測定する。

[0039] ここで、

前記１）の最大垂直投影長さＶｉとは、六方晶柱状晶粒ｉに対して、基体の表面に平行な方向から平行光線をあて、この平行な方向へ投影される長さで

あり、換言すると、基体の表面に対する水平な直線で六方晶柱状晶粒ｉを横断する直線のうち、基体に最も近い点と最も遠い点をそれぞれ通る直線の基体の表面に垂直な方向の距離であり、

前記２）の最大水平投影長さＬｉとは、六方晶柱状晶粒ｉに対して、基体の表面に垂直な方向から平行光線をあて、この垂直な方向へ投影される長さであり、換言すると、基体の表面に対する垂直な直線で六方晶柱状晶粒ｉを横断する直線のうち、最も左にある点と、最も右側の点をそれぞれ通る直線の基体の表面に平行な方向の距離であり、

前記３）の最大水平横断長さＣｉとは、基体の表面に平行な直線が六方晶柱状晶粒ｉを横断するとき、その横断する長さの最大長さである。

[0040] ＜３＞測定長さの換算

前記＜２＞で測定した１）最大垂直投影長さＶｉ、２）最大水平投影長さＬｉ、および、３）最大水平横断長さＣｉから、

４）六方晶柱状晶粒ｉの長さＨｉ

５）六方晶柱状晶粒ｉの幅Ｋｉ

を算出する。

[0041] すなわち、図２に示すように、辺の長さが、最大垂直投影長さＶｉと最大水平投影長さＬｉとなる四角形を作図し、その対角線と最大垂直投影長さＶｉを与える辺となす角度θｉを求め、

前記４）六方晶柱状晶粒の長さＨｉを、

六方晶柱状晶粒の長さＨｉ＝Ｖｉ／ｃｏｓθｉ

により算出する。

[0042] また、図３に示すように、斜辺の長さが最大水平横断長さＣｉであり、前記θｉの角度を有する直角三角形を作図し、

前記５）六方晶柱状晶粒ｉの幅Ｋｉを、

六方晶柱状晶粒ｉの幅Ｋｉ＝Ｃｉ×ｃｏｓθｉ

により算出する。

[0043] ＜４＞平均結晶粒幅と平均アスペクト比

六方晶柱状結晶粒ｉのアスペクト比（Ａｉ）をＡｉ＝Ｈｉ／Ｋｉとし、アスペクト比が１．０を超える六方晶柱状結晶粒ｉに対して、以下のようにして平均結晶粒幅（Ｋ）、平均アスペクト比（Ａ）、θｉ平均値（θ）を求める。

[0044] 平均結晶粒幅（Ｋ）は、［数１］によって、求める。

[0045] [数1]

$$K = \frac{K_1 + K_2 + \cdots + K_N}{N}$$

[0046] また、アスペクト比（Ａｉ＝Ｈｉ／Ｋｉ）と面積（Ｓｉ＝Ｈｉ×Ｋｉとして、平均アスペクト比Ａを［数２］により求める。

[0047] [数2]

$$A = \frac{A_1 S_1 + A_2 S_2 + \cdots + A_N S_N}{S_1 + S_2 + \cdots + S_N}$$

[0048] さらに、θｉの平均値（θ）を［数３］により求める。

[0049] [数3]

$$\theta = \frac{\theta_1 + \theta_2 + \cdots + \theta_N}{N}$$

[0050] ２．その他の層

（１）下部層

被覆層として、ＴｉＭＢ層とは別に、Ｔｉの炭化物層、窒化物層、炭窒化物層、炭酸化物層および炭窒酸化物層のうちの１層または２層以上からなり、０．１～２．０μｍの合計平均厚さを有するＴｉ化合物（化学量論的な化合物に限定されない）層を含む下部層を基体に隣接して被覆層とは別に設けてもよい。下部層は被覆層と基体の密着性を高める。

[0051] （２）上部層

上部層は、ＴｉＭＢ層の工具表面側の最表面（工具表面）に設けてもよい。上部層は、ＴｉＮ層が例示できる。ＴｉＮ層が黄金色の色調を有することから、例えば、被覆工具が未使用であるか使用されたものであるかを被覆工具表面の色調変化によって、判別する識別層とすることができる。

なお、この識別層としてのＴｉＮ層の平均厚みは、例えば、０．１～１．０μｍでよい。

[0052] （３）偶発的に生じる可能性のある層

本実施形態では、ＴｉＭＢ層、下地層および上部層以外は存在しないように成膜される。しかし、成膜すべき層の種類を変更する際に、成膜装置内の圧力変化や温度の変動が意図せずに発生することがあり、これら層とは組成の異なった層がこれらの層の間に（意図せずに）偶発的に形成されることがある。この層のことを偶発的に生じる可能性のある層という。

[0053] ３．基体

（１）材質

材質は、従来公知の基体の材質であれば、前述の目的を達成することを阻害するものでない限り、いずれのものも使用可能である。一例をあげるならば、超硬合金（ＷＣ基超硬合金、ＷＣの他、Ｃｏを含み、さらに、Ｔｉ、Ｔａ、Ｎｂ等の炭窒化物を添加したものも含むもの）、サーメット（ＴｉＣ、ＴｉＮ、ＴｉＣＮ等を主成分とするもの）、セラミックス（炭化チタン、炭化珪素、窒化珪素、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム）、ｃＢＮ焼結体、またはダイヤモンド焼結体のいずれかである。

[0054] （２）形状

基体の形状は、切削工具として用いられる形状であれば特段の制約はなく、インサートの形状、ドリル、エンドミルの形状が例示できる。

[0055] ４．製造方法

例えば、スパッタンリング法または混入液滴の抑制が容易な大電力パルススパッタリング（Ｈｉｇｈ　Ｐｏｗｅｒ　Ｉｍｐｕｌｓｅ　Ｍａｇｎｅｔｒｏｎ　Ｓｐｕｔｔｅｒｉｎｇ：ＨｉＰＩＭＳ）法を用いることができる。

[0056]　以上の説明は、以下に付記する特徴を含む。

（付記１）

基体と該基体の上に被覆層を有する表面被覆切削工具であって、

（ａ）前記被覆層は、０．５～５．０μｍの平均厚さの$Ti_{1-x}M_xB_y$（ＭはＺｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗの１種以上、ｘが０．０５～０．５０、ｙが１．０～２．５）の硼化物層を有し、

（ｂ）前記硼化物層は、その厚さ方向の全体にわたって前記ｘが繰返しの変化を有し、

（ｃ）前記ｘの極大値の平均値と前記ｘの極小値の平均値との差Δｘが０．０２～０．１０であって、

（ｄ）前記ｘの極大値と前記ｘの極小値の前記厚さ方向平均間隔Γが２～２０ｎｍ

であることを特徴とする表面被覆切削工具。

（付記２）

前記Ｍは、Ｗを必ず含むことを特徴とする付記１に記載の表面被覆切削工具。

（付記３）

前記被覆層の縦断面において六方晶構造の柱状結晶粒が存在し、その面積をS_{hex}、それ以外の結晶構造の結晶粒の面積をS_{oth}としたとき、｛S_{hex}／（S_{hex}＋S_{oth}）｝×１００が４０％以上、１００％以下であることを特徴とする付記１または２に記載の表面被覆切削工具。

（付記４）

前記被覆層の縦断面において六方晶構造の柱状結晶粒が存在し、その平均粒幅Ｋが０．０１μｍ以上０．１０μｍ以下であって、平均アスペクト比Ａが２．０以上５．０以下であり、前記基体の表面の垂線とのなす角度の平均値θが１０度以内であることを特徴とする付記１～３のいずれかに記載の表面被覆切削工具。

実施例

[0057] 次に、実施例について説明するが、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。

[0058] 原料粉末として、ＷＣ粉末（Ｄ５０：１．０μｍ）、ＶＣ粉末（Ｄ５０：０．８μｍ）、ＴａＣ粉末（Ｄ５０：１．５μｍ）、ＮｂＣ粉末（Ｄ５０：１．５μｍ）、Cr_3C_2粉末（Ｄ５０：０．８μｍ）、およびＣｏ粉末（Ｄ５０：１．０μｍ）を用意し、これら原料粉末を、表１に示されたように配合した。ボールミルで７２時間湿式混合し、乾燥した後、１００ＭＰａの圧力で圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を６Ｐａの真空中、温度：１４００℃に１時間保持の条件で焼結し、直径が４ｍｍの超硬基体形成用丸棒焼結体を作製した。さらに、この丸棒焼結体から、研削加工にて、切刃部の直径×長さがそれぞれ２ｍｍ×４ｍｍ、ねじれ角４０度の４枚刃スクエア形状を持ったＷＣ基超硬合金製の基体（エンドミル）１および２を製造した。

[0059] （ａ）前記基体１、２のそれぞれを、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、高出力パルススパッタリング装置内の回転テーブル上の中心軸から半径方向に所定距離離れた位置に外周部に沿って装着した。一方、高出力パルススパッタリング装置内には、回転テーブルを挟んで対向する４か所に板状のターゲットを設置した。すなわち、対向しあう２個のＴｉとＭと硼素の焼結体ターゲット、および、対向しあう２個のＴｉ金属ターゲットを配置した。

[0060] （ｂ）前記装置内を排気して０．１Ｐａ以下の真空に保持しながら、ヒーターで装置内を５００℃に加熱した後、前記回転テーブル上で自転する基体に－２００Ｖの直流バイアス電圧を印加した後、前記装置内へ放電・スパッタ用ガスとしてアルゴン（以下Ａｒと表記する）ガスを導入し、２．０Ｐａの雰囲気とした。さらに前記装置内に具備されるタングステンフィラメントへ４０Ａの電流を流すことによりＡｒイオンを励起させ、前記基体を１時間、Ａｒボンバード処理した。

[0061] （ｃ）前記装置内にスパッタ用ガスとしてＡｒガスと反応ガスとしての窒素ガスとを導入して０．６Ｐａの反応雰囲気とすると共に、前記金属Ｔｉター

ゲットを用いて表２に示される所定のパルススパッタ条件で高出力パルススパッタを行い、これにより前記基体の表面に、表３に示される平均厚さのＴｉＮ層を被覆層の下部層として成膜した。ただし、すべての基体に下部層を形成したわけではない（後述する実施例３、７、１０、１１、および１５に下部層を成膜した）。

[0062] （ｄ）引き続き、装置内に導入するガスのうち窒素ガスを閉じると共に、装置内雰囲気を０．５Ｐａとし、十分に窒素ガスの排出がなされ、Ａｒガスのみの装置内雰囲気となった後、ＴｉとＭと硼素からなる焼結体ターゲットを用いて表２に示される所定のパルススパッタ条件で、所定時間で高出力パルススパッタを行い、表３に示す本発明被覆エンドミル（以下、実施例という）１～１６を製造した。

[0063] また、比較の目的で、これら基体１～２に対して、表４に示す条件で前記（ａ）～（ｄ）の手順により下部層と被覆層を形成し、表５に示す比較被覆エンドミル（以下、比較例という）１～７を製造した。ただし、すべての基体に下部層を形成したわけではない（比較例５および６に下部層を成膜した）。

[0064] 以下の表において、「－」は該当するものがないことを示している。

[0065] [表1]

種別		配合組成（質量%）					
		Co	TaC	NbC	Cr_3C_2	VC	WCおよび不可避的不純物
基体	1	10.5	8.0	1.5	0.0	0.0	残
	2	8.0	0.0	0.0	0.6	0.4	残

[0066]

[表2]

種別		基体記号	下部層の成膜条件									被覆層の成膜条件								
			成膜ガス条件			基体温度(℃)	バイアス電圧(−V)	テーブル回転速度(r.p.m)	スパッタ条件			Arガス圧力(Pa)	基体温度(℃)	バイアス電圧(−V)	テーブル回転速度(r.p.m)	スパッタ条件				
			圧力(Pa)	Arガス比率(体積%)	N_2ガス比率(体積%)				投入電力(W)	パルス周波数(Hz)	パルス印加時間(μs)					ターゲット組成	投入電力(W)	パルス周波数(Hz)	パルス印加時間(μs)
実施例	1	1	−	−	−	−	−	−	−	−	−	0.5	500	60	3.0	Ti27V7B66	7000	1000	60
	2	1	−	−	−	−	−	−	−	−	−	0.5	550	60	3.0	Ti31V3B66	6000	1200	60
	3	1	0.6	67	33	500	100	2	6000	1000	100	0.5	500	50	1.0	Ti19Cr15B66	7500	800	80
	4	2	−	−	−	−	−	−	−	−	−	0.5	550	50	4.0	Ti32Cr2B66	7000	1000	60
	5	2	−	−	−	−	−	−	−	−	−	0.5	550	60	2.0	Ti26Cr8B66	7500	800	60
	6	1	−	−	−	−	−	−	−	−	−	0.5	500	50	1.0	Ti29Nb5B66	7000	1000	60
	7	1	0.6	67	33	500	100	2	6000	1000	100	0.5	500	70	3.0	Ti22Nb12B66	6000	1200	100
	8	2	−	−	−	−	−	−	−	−	−	0.5	600	60	2.0	Ti19Zr15B66	6000	1200	60
	9	1	−	−	−	−	−	−	−	−	−	0.5	450	60	4.0	Ti30Zr4B66	6500	800	80
	10	1	0.6	67	33	500	100	2	6000	1000	100	0.5	500	60	3.0	Ti25Zr9B66	7000	1000	60
	11	1	0.6	67	33	500	100	2	6000	1000	100	0.5	550	60	2.0	Ti22W12B66	6000	1200	100
	12	2	−	−	−	−	−	−	−	−	−	0.5	500	70	2.0	Ti28W6B66	7000	800	60
	13	1	−	−	−	−	−	−	−	−	−	0.5	500	60	4.0	Ti26W8B66	6000	1000	80
	14	1	−	−	−	−	−	−	−	−	−	0.5	600	60	3.0	Ti27V4Cr3B66	7500	1200	60
	15	2	0.6	67	33	500	100	2	6000	1000	100	0.5	600	70	2.0	Ti20Cr7W7B66	7000	1000	100
	16	1	−	−	−	−	−	−	−	−	−	0.5	550	50	2.0	Ti18V5Cr5W6B66	7000	1000	60

[0067]

［表3］

種別		基体記号	下部層(TiN層)の平均厚さ(μm)	$Ti_{1-x}M_xB_y$層を含む硬質被覆層の平均厚さ(μm)	元素M1	元素M2	元素M3	$Ti_{1-x}M_xB_y$層のx(原子比)	x_{M1}/x(原子比)xM1は元素M1の原子比	x_{M2}/x(原子比)xM2は元素M2の原子比	x_{M3}/x(原子比)xM3は元素M3の原子比	$Ti_{1-x}M_xB_y$層のy(原子比)	Δx	Γ(nm)	六方晶構造の柱状結晶の面積割合(%)	柱状結晶粒の平均結晶粒幅K(μm)	柱状結晶粒の平均アスペクト比A	基体の表面とのなす角度の平均値θ(度)
実施例	1	1	-	2.6	V	-	-	0.20	1.0	-	-	2.4	0.06	8	85	0.06	3.2	6
	2	1	-	0.6	V	-	-	0.10	1.0	-	-	2.1	0.03	5	33	0.03	2.5	5
	3	1	0.4	2.6	Cr	-	-	0.45	1.0	-	-	1.8	0.09	18	85	0.09	5.6	13
	4	2	-	4.4	Cr	-	-	0.07	1.0	-	-	2.2	0.02	4	91	0.06	3.9	2
	5	2	-	3.5	Cr	-	-	0.25	1.0	-	-	1.9	0.06	10	89	0.09	4.4	7
	6	1	-	1.9	Nb	-	-	0.15	1.0	-	-	2.0	0.04	15	79	0.06	3.4	4
	7	1	0.8	0.6	Nb	-	-	0.34	1.0	-	-	1.6	0.07	6	33	0.03	1.9	7
	8	2	-	4.8	Zr	-	-	0.44	1.0	-	-	1.5	0.09	12	92	0.03	3.1	11
	9	1	-	3.2	Zr	-	-	0.13	1.0	-	-	2.4	0.03	2	88	0.12	4.1	4
	10	1	0.5	1.6	Zr	-	-	0.26	1.0	-	-	1.9	0.05	7	75	0.06	3.7	2
	11	1	0.2	0.6	W	-	-	0.36	1.0	-	-	1.4	0.07	14	33	0.04	3.2	7
	12	2	-	4.0	W	-	-	0.18	1.0	-	-	1.8	0.05	10	90	0.07	4.0	4
	13	1	-	2.7	W	-	-	0.25	1.0	-	-	1.6	0.06	3	85	0.05	3.1	5
	14	1	-	2.8	V	Cr	-	0.19	0.6	0.4	-	2.2	0.06	8	86	0.06	4.2	4
	15	2	0.8	0.6	Cr	W	-	0.42	0.5	0.5	-	1.7	0.09	11	33	0.01	2.3	13
	16	1	-	3.1	V	Cr	W	0.48	0.3	0.3	0.4	1.6	0.09	13	87	0.01	1.7	6

[0068]

[表4]

種別		基体記号	下部層の成膜条件									被覆層の成膜条件							
			成膜ガス条件			基体温度(℃)	バイアス電圧(−V)	テーブル回転速度(r.p.m)	スパッタ条件			Arガス圧力(Pa)	基体温度(℃)	バイアス電圧(−V)	テーブル回転速度(r.p.m)	スパッタ条件			
			圧力(Pa)	Arガス比率(体積%)	N_2ガス比率(体積%)				投入電力(W)	パルス周波数(Hz)	パルス印加時間(μs)					ターゲット組成	投入電力(W)	パルス周波数(Hz)	パルス印加時間(μs)
比較例	1	1	−	−	−	−	−	−	−	−	−	0.5	400	50	0.5	Ti30Cr20B50	4500	1000	60
	2	2	−	−	−	−	−	−	−	−	−	0.5	450	30	2.0	Ti20Nb30B50	5000	1000	60
	3	2	−	−	−	−	−	−	−	−	−	0.5	400	40	3.0	Ti12Nb22B66	5000	1200	60
	4	1	−	−	−	−	−	−	−	−	−	0.5	500	40	2.0	Ti42W8B50	5000	800	80
	5	1	0.6	67	33	500	100	2	6000	1000	100	0.5	600	60	2.0	Ti34W16B50	6000	1000	60
	6	2	0.6	67	33	500	100	2	6000	100	100	0.5	500	30	3.0	Ti15W19B66	5500	1200	100
	7	1	−	−	−	−	−	−	−	−	−	0.5	450	40	2.0	Ti22Nb6W6B50	4500	800	120

[0069]

[表5]

種別		基体記号	下部層(TiN層)の平均厚さ(μm)	$Ti_{1-x}M_xB_y$層を含む硬質被覆層の平均厚さ(μm)	元素M1	元素M2	$Ti_{1-x}M_xB_y$層のx(原子比)	x_{M1}/x(原子比)xM1は元素M1の原子比	x_{M2}/x(原子比)xM2は元素M2の原子比	$Ti_{1-x}M_xB_y$層のy(原子比)	Δx	Γ(nm)	六方晶構造の柱状結晶の面積割合(%)	柱状結晶粒の平均結晶粒幅K(μm)	柱状結晶粒の平均アスペクト比A	基体の表面とのなす角度の平均値θ(度)
比較例	1	1	-	1.6	Cr	-	0.40	1.0	-	0.83	0.05	22	62	0.04	2.2	25
	2	2	-	3.2	Nb	-	0.60	1.0	-	0.87	0.10	13	81	0.05	1.7	20
	3	2	-	3.3	Zr	-	0.65	1.0	-	2.21	0.14	8	82	0.02	2.6	16
	4	1	-	5.9	W	-	0.16	1.0	-	0.74	0.02	9	89	0.02	2.4	8
	5	1	0.6	0.8	W	-	0.32	1.0	-	0.76	0.08	14	25	0.05	2.6	11
	6	2	0.3	1.7	W	-	0.55	1.0	-	1.62	0.12	6	64	0.03	1.8	15
	7	1	-	2.2	Nb	W	0.35	0.5	0.5	0.87	0.07	11	82	0.05	2.0	13

[0070]　次に、実施例１～１６、比較例１～７に対して、以下の切削試験を行い、その結果を表６に示す。

[0071]（切削試験）

被削材：Ｔｉ基合金（質量%で、Ｔｉ－６％Ａｌ－４％Ｖ合金）のブロック材

（幅１９０ｍｍ×２５０ｍｍ）

切削速度：８０ｍ／ｍｉｎ

回転速度：１２７３２ｍｉｎ$^{-1}$

送り速度：１０１９ｍｍ／ｍｉｎ

軸方向切込み量（ａｐ）：２．０ｍｍ

径方向切込み量（ａｅ）：０．２ｍｍ

エンドミル刃外径：２ｍｍ

[0072] 切削長１５０ｍ（切削時間として１４７分に相当）まで切削し、逃げ面摩耗幅を測定し、チッピング発生の有無を観察した。

[0073] [表6]

種別		逃げ面摩耗幅(mm)	種別		寿命に至る切削時間(分)
実施例	1	0.08	比較例	1	75
	2	0.12		2	80
	3	0.11		3	95
	4	0.09		4	80
	5	0.07		5	75
	6	0.09		6	95
	7	0.13		7	80
	8	0.14			
	9	0.09			
	10	0.12			
	11	0.11			
	12	0.08			
	13	0.07			
	14	0.09			
	15	0.13			
	16	0.10			

[0074]　表６において、比較例の寿命に至る切削時間（分）とは、チッピング発生

が原因で寿命に至るまでの切削時間(分)を示している。

[0075] 表６に示す結果から明らかなように、実施例１～１６は、Ｔｉ基合金の湿式切削試験であっても優れた耐クラック性および耐摩耗性を有していることがわかる。

これに対して、比較例１～７は、チッピングが発生し短時間の工具寿命であった。

[0076] 前記開示した実施の形態はすべての点で例示にすぎず、制限的なものではない。本発明の範囲は前記した実施の形態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

[0077] １　六方晶柱状晶粒ｉ

Ｖｉ　六方晶柱状晶粒ｉの最大垂直投影長さ

Ｌｉ　六方晶柱状晶粒ｉの最大水平投影長さ

Ｃｉ　六方晶柱状晶粒ｉの最大水平横断長さ

Ｈｉ　六方晶柱状晶粒ｉの長

Ｋｉ　六方晶柱状晶粒ｉの幅

θｉ　六方晶柱状結晶粒ｉが基体の表面の垂線となす角度

Ｐ　基体表面に垂直方向の位置（厚さ方向の位置）

Ｍ＊　Ｍの含有量

Ｄ　間隔

ｍ　水平線（ｘの平均値）

請求の範囲

[請求項1] 基体と該基体の上に被覆層を有する表面被覆切削工具であって、

（ａ）前記被覆層は、０．５～５．０μｍの平均厚さのＴｉ$_{1-x}$Ｍ$_{x}$Ｂ$_{y}$（ＭはＺｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗの１種以上、ｘが０．０５～０．５０、ｙが１．０～２．５）の硼化物層を有し、

（ｂ）前記硼化物層は、その厚さ方向の全体にわたって前記ｘが繰返しの変化を有し、

（ｃ）前記ｘの極大値の平均値と前記ｘの極小値の平均値との差Δｘが０．０２～０．１０であって、

（ｄ）前記ｘの極大値と前記ｘの極小値の前記厚さ方向平均間隔Γが２～２０ｎｍ

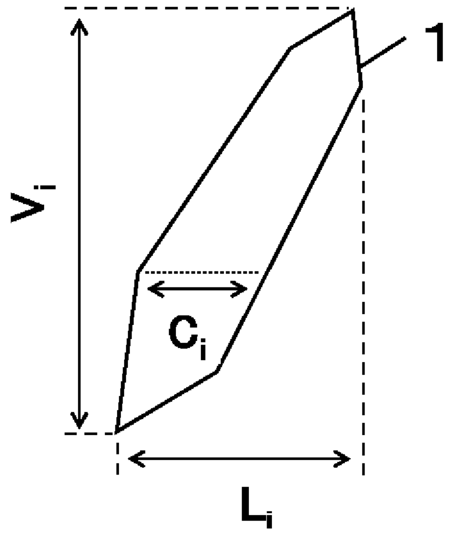
であることを特徴とする表面被覆切削工具。

[請求項2] 前記Ｍは、Ｗを必ず含むことを特徴とする請求項１に記載の表面被覆切削工具。

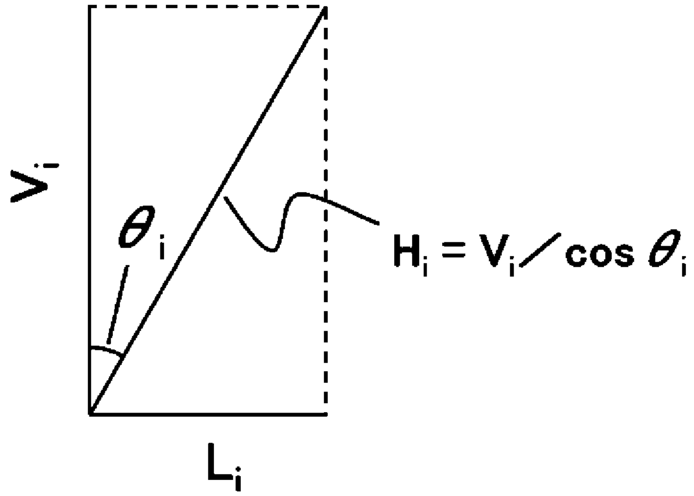
[請求項3] 前記被覆層の縦断面において六方晶構造の柱状結晶粒が存在し、その面積をＳ$_{hex}$、それ以外の結晶構造の結晶粒の面積をＳ$_{oth}$としたとき、｛Ｓ$_{hex}$／（Ｓ$_{hex}$＋Ｓ$_{oth}$）｝×１００が４０％以上、１００％以下であることを特徴とする請求項１に記載の表面被覆切削工具。

[請求項4] 前記被覆層の縦断面において六方晶構造の柱状結晶粒が存在し、その平均結晶粒幅Ｋが０．０１μｍ以上０．１０μｍ以下であって、平均アスペクト比Ａが２．０以上５．０以下であり、前記基体の表面の垂線とのなす角度の平均値θが１０度以内であることを特徴とする請求項１に記載の表面被覆切削工具。

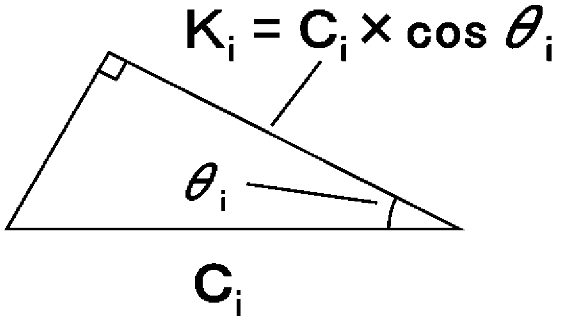
[図1]


1
V_i
C_i
L_i

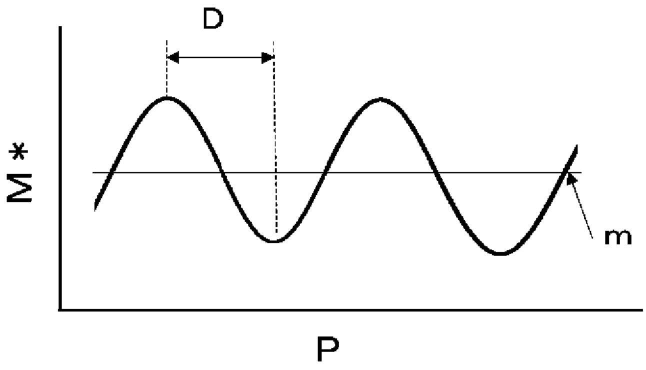
[図2]


V_i
θ_i
$H_i = V_i / \cos\theta_i$
L_i

[図3]


$K_i = C_i \times \cos\theta_i$
θ_i
C_i

[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/021106

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23B 27/14(2006.01)i; ***B23C 5/16***(2006.01)i; ***C23C 14/06***(2006.01)i
FI: B23B27/14 A; B23C5/16; C23C14/06 C

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)

B23B 27/14, 51/00; B23C 5/16; B23P 15/28; C23C 14/00- 14/58, 16/00- 16/56

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 7-205362 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 08 August 1995 (1995-08-08) claim 1	1-4
A	WO 2020/075355 A1 (SUMITOMO ELECTRIC HARDMETAL CORP.) 16 April 2020 (2020-04-16) table 1, example 4	1-4
E, X	JP 2023-105884 A (MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION) 01 August 2023 (2023-08-01) claims 1-4, table 3	1-4

☐ 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	Date of mailing of the international search report
09 August 2023	**22 August 2023**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	 Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/021106

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 7-205362 A	08 August 1995	(Family: none)	
WO 2020/075355 A1	16 April 2020	US 2020/0406364 A1 table 1, example 4 EP 3865234 A1 CN 112839759 A	
JP 2023-105884 A	01 August 2023	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2023/021106

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B23B 27/14(2006.01)i; B23C 5/16(2006.01)i; C23C 14/06(2006.01)i
FI: B23B27/14 A; B23C5/16; C23C14/06 C

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（ＩＰＣ））

B23B 27/14, 51/00; B23C 5/16; B23P 15/28; C23C 14/00- 14/58, 16/00- 16/56

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３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）

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
A	JP 7-205362 A (住友電気工業株式会社) 08.08.1995 (1995-08-08) 請求項1	1-4
A	WO 2020/075355 A1 (住友電工ハードメタル株式会社) 16.04.2020 (2020-04-16) 表1,実施例4	1-4
E, X	JP 2023-105884 A (三菱マテリアル株式会社) 01.08.2023 (2023-08-01) 請求項1-4,表3	1-4

☐ 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
09.08.2023	22.08.2023

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）

山本　忠博 3C 9531

電話番号 03-3581-1101 内線 3324

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/021106

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 7-205362 A	08.08.1995	(ファミリーなし)	
WO 2020/075355 A1	16.04.2020	US 2020/0406364 A1 TABLE1,Exsample4 EP 3865234 A1 CN 112839759 A	
JP 2023-105884 A	01.08.2023	(ファミリーなし)	