

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, 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, 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))

(57) 要約: すくい面を含む基材と、上記すくい面を被覆する被覆層とを備える切削工具であって、上記被覆層は、マトリックス領域と金属微粒子とを含み、上記マトリックス領域は、 $(Al_xTi_yX_1-x-y)C_vO_wN_{1-v-w}$ で表される化合物からなり、 x は0.5を超えて0.7以下であり、 y は0.3以上0.5未満であり、 $1-x-y$ は0以上0.1以下であり、 v は0以上1以下であり、 w は0以上1以下であり、 $1-v-w$ は0以上1以下であり、 X はクロム、ケイ素、ニオブ、タンタル、タングステン及びホウ素からなる群より選ばれる少なくとも1種の元素を示し、上記金属微粒子は、アルミニウム又はチタンを構成元素として含み、上記金属微粒子の粒径が20nm以上200nm以下であり、上記金属微粒子の数が上記被覆層の界面における法線方向に対して平行な断面における $3\mu m \times 4\mu m$ の視野において、12以上36以下である、切削工具。

明 細 書

発明の名称： 切削工具

技術分野

[0001] 本開示は、切削工具に関する。本出願は、2019年4月19日に出願した日本特許出願である特願2019-079710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全ての記載内容は、参照によって本明細書に援用される。

背景技術

[0002] 従来より、超硬合金等からなる切削工具を用いて、鋼及び鋳物等の切削加工が行われている。このような切削工具は、切削加工時において、その刃先が高温及び高応力等の過酷な環境に曝されるため、刃先の摩耗及び欠けが招来される。

したがって、刃先の摩耗及び欠けを抑制することが切削工具の寿命を向上させる上で重要である。

[0003] 切削工具の切削性能の改善を目的として、超硬合金等の基材の表面を被覆する被膜の開発が進められている。例えば、特開2002-331408号公報（特許文献1）には、基体上に硬質皮膜、(TiSi)(NB)で示される化学組成からなる硬質層を少なくとも1層被覆された耐摩耗皮膜被覆工具であって、上記硬質層が相対的にSiに富む(TiSi)(NB)相と相対的にSiの少ない(TiSi)(NB)相とから構成され、上記Siに富む(TiSi)(NB)相がアモルファス相である、耐摩耗皮膜被覆工具が開示されている。

[0004] また、特開2013-019052号公報（特許文献2）には、基材と、コーティング組織と、を含むコーティング付き物品であって、上記コーティング組織は、物理蒸着で塗布されたPVDコーティング領域を含み、上記コーティング領域は、アルミニウムと、イットリウムと、窒素と、チタン、ジルコニウム、ハフニウム、バナジウム、ニオブ、タンタル、クロム、モリブ

デン、タングステン、およびシリコンからなる群から選択される少なくとも1つの元素とを含み、上記アルミニウムおよびイットリウムの含有量の合計は、上記アルミニウム、上記イットリウム、および他の元素の合計の約3原子%～約55原子%であり、上記イットリウムの含有量は、上記アルミニウム、上記イットリウム、および上記他の元素の合計の約0.5原子%～約5原子%である、コーティング付き物品が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2002-331408号公報

特許文献2：特開2013-019052号公報

発明の概要

[0006] 本開示に係る切削工具は、

すくい面を含む基材と、上記すくい面を被覆する被覆層とを備える切削工具であって、

上記被覆層は、マトリックス領域と金属微粒子とを含み、

上記マトリックス領域は、 $(Al_xTi_yX_{1-x-y})C_vO_wN_{1-v-w}$ で表される化合物からなり、

xは、0.5を超えて0.7以下であり、

yは、0.3以上0.5未満であり、

$1-x-y$ は、0以上0.1以下であり、

vは、0以上1以下であり、

wは、0以上1以下であり、

$1-v-w$ は、0以上1以下であり、

Xは、クロム、ケイ素、ニオブ、タンタル、タングステン及びホウ素からなる群より選ばれる少なくとも1種の元素を示し、

上記金属微粒子は、アルミニウム又はチタンを構成元素として含み、

上記金属微粒子の粒径が20nm以上200nm以下であり、

上記金属微粒子の数が上記被覆層の界面における法線方向に対して平行な

断面における $3\ \mu\text{m} \times 4\ \mu\text{m}$ の視野において、12以上36以下である。

図面の簡単な説明

[0007] [図1] 図1は、切削工具の基材の一態様を例示する斜視図である。

[図2] 図2は、本実施形態の一態様における切削工具の模式断面図である。

[図3A] 図3Aは、本実施形態に係る被覆層における電子線回折パターンの一例を示す写真である。

[図3B] 図3Bは、本実施形態に係る被覆層における電子線回折パターンの他の一例を示す写真である。

[図4A] 図4Aは、本実施形態に係る被覆層の断面の透過型電子顕微鏡の写真である。

[図4B] 図4Bは、本実施形態に係る被覆層の断面の透過型電子顕微鏡における金属微粒子部分を拡大した写真である。

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]

しかし、特許文献1に記載の耐摩耗皮膜被覆工具は、皮膜にアモルファス層を含むため硬度が低いことから、高効率な（送り速度が大きい）切削加工へ適用する際には更なる性能（例えば、耐クレータ摩耗性、耐摩耗性等）の向上が求められる。

[0009] 本開示は、上記事情に鑑みてなされたものであり、耐クレータ摩耗性に優れる切削工具を提供することを目的とする。

[0010] [本開示の効果]

上記によれば、耐クレータ摩耗性に優れる切削工具を提供することが可能になる。

[0011] [本開示の実施形態の説明]

最初に本開示の実施態様を列記して説明する。

[1] 本開示に係る切削工具は、

すくい面を含む基材と、上記すくい面を被覆する被覆層とを備える切削工具であって、

上記被覆層は、マトリックス領域と金属微粒子とを含み、

上記マトリックス領域は、 $(A)_x(T)_y(X)_{1-x-y}(C)_v(O)_w(N)_{1-v-w}$ で表される化合物からなり、

x は、0.5を超えて0.7以下であり、

y は、0.3以上0.5未満であり、

$1-x-y$ は、0以上0.1以下であり、

v は、0以上1以下であり、

w は、0以上1以下であり、

$1-v-w$ は、0以上1以下であり、

X は、クロム、ケイ素、ニオブ、タンタル、タングステン及びホウ素からなる群より選ばれる少なくとも1種の元素を示し、

上記金属微粒子は、アルミニウム又はチタンを構成元素として含み、

上記金属微粒子の粒径が20nm以上200nm以下であり、

上記金属微粒子の数が上記被覆層の界面における法線方向に対して平行な断面における $3\mu m \times 4\mu m$ の視野において、12以上36以下である。

[0012] 上記切削工具は、上述のような構成を備えることによって、優れた耐クレータ摩耗性を有することが可能になる。

[0013] [2] 上記被覆層は、アルゴンを更に含み、上記アルゴンは、上記被覆層中におけるその含有割合が0at%を超えて3at%以下である。このように規定することで、上記切削工具は更に優れた耐クレータ摩耗性を有することが可能になる。

[0014] [3] 上記 X は、ホウ素を含む。このように規定することで、上記切削工具は更に優れた耐クレータ摩耗性を有することが可能になる。

[0015] [4] 上記被覆層の厚みが $3\mu m$ 以上 $20\mu m$ 以下である。このように規定することで、上記切削工具は更に優れた耐クレータ摩耗性を有することが可能になる。

[0016] [本開示の実施形態の詳細]

以下、本開示の一実施形態（以下「本実施形態」と記す。）について説明

する。ただし、本実施形態はこれに限定されるものではない。本明細書において「A～Z」という形式の表記は、範囲の上限下限（すなわちA以上Z以下）を意味し、Aにおいて単位の記載がなく、Zにおいてのみ単位が記載されている場合、Aの単位とZの単位とは同じである。さらに、本明細書において、例えば「TiC」等のように、構成元素の組成比が限定されていない化学式によって化合物が表された場合には、その化学式は従来公知のあらゆる組成比（元素比）を含むものとする。このとき上記化学式は、化学量論組成のみならず、非化学量論組成も含むものとする。例えば「TiC」の化学式には、化学量論組成「Ti₁C₁」のみならず、例えば「Ti₁C_{0.8}」のような非化学量論組成も含まれる。このことは、「TiC」以外の化合物の記載についても同様である。

[0017] 《表面被覆切削工具》

本開示に係る切削工具は、

すくい面を含む基材と、上記すくい面を被覆する被覆層とを備える切削工具であって、

上記被覆層は、マトリックス領域と金属微粒子とを含み、

上記マトリックス領域は、 $(Al_xTi_yX_{1-x-y})C_vO_wN_{1-v-w}$ で表される化合物からなり、

xは、0.5を超えて0.7以下であり、

yは、0.3以上0.5未満であり、

1-x-yは、0以上0.1以下であり、

vは、0以上1以下であり、

wは、0以上1以下であり、

1-v-wは、0以上1以下であり、

Xは、クロム、ケイ素、ニオブ、タンタル、タングステン及びホウ素からなる群より選ばれる少なくとも1種の元素を示し、

上記金属微粒子は、アルミニウム又はチタンを構成元素として含み、

上記金属微粒子の粒径が20nm以上200nm以下であり、

上記金属微粒子の数が上記被覆層の界面における法線方向に対して平行な断面における $3\mu\text{m} \times 4\mu\text{m}$ の視野において、12以上36以下である。

[0018] 本実施形態の表面被覆切削工具10は、すくい面1aを含む基材11と、上記すくい面1aを被覆する被覆層12とを備える（以下、単に「切削工具」という場合がある。）（図1及び図2）。上記切削工具は、上記被覆層の他にも、上記基材と上記被覆層との間に設けられている下地層を更に備えていてもよい。上記切削工具は、上記下地層と上記被覆層との間に設けられている中間層を更に備えていてもよい。上記切削工具は、上記被覆層上に設けられている最表面層を更に備えていてもよい。下地層、中間層及び最表面層等の他の層については、後述する。

なお、上記基材上に設けられている上述の各層をまとめて「被膜」と呼ぶ場合がある。すなわち、上記切削工具は上記すくい面を被覆する被膜を備え、上記被膜は上記被覆層を含む。また、上記被膜は、上記下地層、上記中間層又は上記最表面層を更に含んでいてもよい。

[0019] 上記切削工具は、例えば、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、タップ等であり得る。

[0020] <基材>

本実施形態の基材は、この種の基材として従来公知のものであればいずれのものも使用することができる。例えば、上記基材は、超硬合金（例えば、炭化タングステン（WC）基超硬合金、WCの他にCoを含む超硬合金、WCの他にCr、Ti、Ta、Nb等の炭窒化物を添加した超硬合金等）、サーメット（TiC、TiN、TiCN等を主成分とするもの）、高速度鋼、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、酸化アルミニウム等）、立方晶型窒化硼素焼結体（cBN焼結体）及びダイヤモンド焼結体からなる群から選ばれる1種を含むことが好ましい。

[0021] これらの各種基材の中でも、特に超硬合金（特にWC基超硬合金）、サー

メット（特にTiCN基サーメット）を選択することが好ましい。これは、これらの基材が特に高温における硬度と強度とのバランスに優れ、上記用途の切削工具の基材として優れた特性を有するためである。

[0022] 基材として超硬合金を使用する場合、そのような超硬合金は、組織中に遊離炭素又は η 相と呼ばれる異常相を含んでいても本実施形態の効果は示される。なお、本実施形態で用いる基材は、その表面が改質されたものであっても差し支えない。例えば、超硬合金の場合はその表面に脱 β 層が形成されていたり、cBN焼結体の場合には表面硬化層が形成されていてもよく、このように表面が改質されていても本実施形態の効果は示される。

[0023] 図1は切削工具の基材の一態様を例示する斜視図である。このような形状の切削工具は、旋削加工用刃先交換型切削チップとして用いられる。

[0024] 図1に示される基材11は、上面、下面及び4つの側面を含む表面を有しており、全体として、上下方向にやや薄い四角柱形状である。また、基材11には上下面を貫通する貫通孔が形成されており、4つの側面の境界部分においては、隣り合う側面同士が円弧面で繋がれている。

[0025] 上記基材11では、通常、上面及び下面がすくい面1aを成し、4つの側面（及びこれらを相互に繋ぐ円弧面）が逃げ面1bを成し、すくい面1aと逃げ面1bとを繋ぐ円弧面が刃先部1cを成す。「すくい面」とは、被削材から削り取った切りくずをすくい出す面を意味する。「逃げ面」とは、その一部が被削材と接する面を意味する。刃先部は、切削工具の切れ刃を構成する部分に含まれる。

[0026] 上記切削工具が刃先交換型切削チップである場合、上記基材11は、チップブレイカーを有する形状も、有さない形状も含まれる。刃先部1cの形状は、シャープエッジ（すくい面と逃げ面とが交差する稜）、ホーニング（シャープエッジに対してアールを付与した形状）、ネガランド（面取りをした形状）、ホーニングとネガランドを組み合わせた形状の中で、いずれの形状も含まれる。

[0027] 以上、基材11の形状及び各部の名称を、図1を用いて説明したが、本実

施形態に係る切削工具において、上記基材 11 に対応する形状及び各部の名称については、上記と同様の用語を用いることとする。すなわち、上記切削工具は、すくい面と、逃げ面と、上記すくい面及び上記逃げ面を繋ぐ刃先部とを有する。

[0028] <被膜>

本実施形態に係る被膜は、被覆層を含む。「被膜」は、上記基材の少なくとも一部（例えば、すくい面の一部）を被覆することで、切削工具における耐欠損性、耐クレータ摩耗性等の諸特性を向上させる作用を有するものである。上記被膜は、上記基材の全面を被覆することが好ましい。しかしながら、上記基材の一部が上記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ていたとしても本実施形態の範囲を逸脱するものではない。

[0029] 上記被膜の厚みが $3\ \mu\text{m}$ 以上 $20\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $3\ \mu\text{m}$ 以上 $12\ \mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。ここで、被膜の厚みとは、被膜を構成する層それぞれの厚みの総和を意味する。「被膜を構成する層」としては、例えば、上記被覆層、上述した下地層、中間層及び最表面層等の他の層が挙げられる。上記被膜の厚みは、例えば、透過型電子顕微鏡（TEM）を用いて、基材の表面の法線方向に平行な断面サンプルにおける任意の 10 点を測定し、測定された 10 点の厚みの平均値をとることで求めることが可能である。このときの測定倍率は、例えば 10000 倍である。上記断面サンプルとしては、例えば、イオンスライサ装置で上記切削工具の断面を薄片化したサンプルが挙げられる。上記被覆層、上述した下地層、中間層及び最表面層等のそれぞれの厚みを測定する場合も同様である。透過型電子顕微鏡としては、例えば、日本電子株式会社製の JEM-2100F（商品名）が挙げられる。

[0030] （被覆層）

本実施形態に係る被覆層は、マトリックス領域と金属微粒子とを含む。上記被覆層は、本実施形態に係る切削工具が奏する効果を損なわない範囲にお

いて、上記基材の直上に設けられていてもよいし、下地層等の他の層を介して上記基材の上に設けられていてもよい。上記被覆層は、その上に最表面層等の他の層が設けられていてもよい。また、上記被覆層は、上記被膜の最表面に設けられていてもよい。上記被覆層は、上記基材のすくい面を被覆すればよいが、上記基材の逃げ面を被覆していてもよい。上記被覆層は、上記基材の全面を被覆することが好ましい。しかしながら、上記基材の一部が上記被覆層で被覆されていなかったりしていたとしても本実施形態の範囲を逸脱するものではない。

[0031] 上記被覆層の厚みが $3\ \mu\text{m}$ 以上 $20\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $3\ \mu\text{m}$ 以上 $12\ \mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $3\ \mu\text{m}$ 以上 $8\ \mu\text{m}$ 以下であることが更に好ましい。このようにすることで、上記切削工具は更に優れた耐クレータ摩耗性を有することが可能になる。当該厚みは、例えば、上述したような上記切削工具の断面を、透過型電子顕微鏡を用いて倍率 10000 倍で観察することで測定可能である。

[0032] (マトリックス領域)

「マトリックス領域」とは上記被覆層の母体となる領域であり、金属微粒子以外の領域（後述する A_r （アルゴン）を含む場合は、金属微粒子及び A_r 以外の領域）を意味する。言い換えると、上記マトリックス領域は、上記金属微粒子のそれぞれを取り囲むように配置されている領域である。本実施形態の他の側面において、上記マトリックス領域の大部分は、上記金属微粒子のそれぞれを取り囲むように配置されている領域と把握することもできる。また、上記マトリックス領域の大部分は、上記金属微粒子の間に配置されていると把握することもできる。

[0033] 上記マトリックス領域は、 $(A)_x(T)_y(X)_{1-x-y}(C)_v(O)_w(N)_{1-v-w}$ ($0.5 < x \leq 0.7$ 、 $0.3 \leq y < 0.5$ 、 $0 \leq 1-x-y \leq 0.1$ 、 $0 \leq v \leq 1$ 、 $0 \leq w \leq 1$ 、 $0 \leq 1-v-w \leq 1$) で表される化合物からなる。上記マトリックス領域の組成を上述のようにすることによって、後述する金属微粒子が上記マトリックス領域に分散することと相まって、後述する微小多結晶組織

が形成される。その結果、耐クレータ摩耗性に優れる切削工具となる。ここで、XはCr（クロム）、Si（ケイ素）、Nb（ニオブ）、Ta（タンタル）、W（タングステン）及びB（ホウ素）からなる群より選ばれる少なくとも1種の元素を示す。

なお、ホウ素は通常、金属元素と非金属元素との中間の性質を示す半金属として捉えられるが、本実施形態においては、自由電子を有する元素を金属であるとみなしてホウ素を金属元素の範囲に含むものとする。

[0034] $(Al_xTi_yX_{1-x-y})C_vO_wN_{1-v-w}$ におけるxは、0.5を超えて0.7以下であり、0.55以上0.65以下であることが好ましい。上記xは、上述の断面サンプルをTEMに付帯のエネルギー分散型X線分光法（TEM-EDX）で、マトリックス領域の全体を分析することによって求めることが可能である。このときの観察倍率は、例えば、20000倍である。具体的には、上記断面サンプルのマトリックス領域における任意の10点それぞれを測定して上記xの値を求め、求められた10点の値の平均値を上記マトリックス領域におけるxとする。ここで当該「任意の10点」は、上記マトリックス領域中の互いに異なる結晶粒から選択するものとする。後述するy、v及びwの同定の場合も同様である。上記EDX装置としては、例えば、日本電子株式会社製のJED-2300（商品名）が挙げられる。

[0035] $(Al_xTi_yX_{1-x-y})C_vO_wN_{1-v-w}$ におけるyは、0.3以上0.5未満であり、0.3以上0.4以下であることが好ましい。

[0036] $(Al_xTi_yX_{1-x-y})C_vO_wN_{1-v-w}$ における $1-x-y$ は、0以上0.1以下であり、0.03以上0.1以下であることが好ましい。

[0037] $(Al_xTi_yX_{1-x-y})C_vO_wN_{1-v-w}$ におけるvは、0以上1以下であり、0以上0.2以下であることが好ましい。

[0038] $(Al_xTi_yX_{1-x-y})C_vO_wN_{1-v-w}$ におけるwは、0以上1以下であり、0以上0.2以下であることが好ましい。

[0039] $(Al_xTi_yX_{1-x-y})C_vO_wN_{1-v-w}$ における $1-v-w$ は、0以上1以下であり、0.6以上0.9以下であることが好ましい。

[0040] $(Al_xTi_yX_{1-x-y})C_vO_wN_{1-v-w}$ におけるXは、Cr, Si, Nb, Ta, W及びBからなる群より選ばれる2種以上の元素を含んでいてもよい。この場合、上述の $1-x-y$ の値は、上記2種以上の元素の合計の値を意味する。

[0041] 本実施形態の一側面において、上記Xは、B（ホウ素）を含むことが好ましい。このようにすることで、上記切削工具は更に優れた耐クレータ摩耗性を有することが可能になる。

[0042] $(Al_xTi_yX_{1-x-y})C_vO_wN_{1-v-w}$ で表される化合物としては、例えば、AlTiN、AlTiBN、AlTiBCN、AlTiBON、及びAlTiBCON等が挙げられる（ただし、具体的な化合物中のx、y、v及びwで示される添え字は省略した。）。

[0043] （金属微粒子）

本実施形態に係る金属微粒子は、上記マトリックス領域中に分散した状態で存在していると把握することができる（例えば、図4Aの破線で囲まれた部分）。なお、上述の「分散した状態」は、金属微粒子同士が互いに接触しているものを排除するものではない。すなわち、各金属微粒子は、互いに接していてもよいし、離合していてもよい。

上記金属微粒子が分散している上記マトリックス領域では、上記金属微粒子の上側（基材とは反対側）において、周辺よりも粒径が小さい多結晶からなる組織が形成されていることを本発明者らは初めて見いだした（図4A、図4B）。このような多結晶からなる組織（以下、「微小多結晶組織」と記載する場合がある。）が存在することによって、上記被覆層の靱性が向上する。そのため、上記切削工具は優れた耐クレータ摩耗性を有するようになる。

[0044] 上記金属微粒子は、Al（アルミニウム）又はTi（チタン）を構成元素として含む。具体的には、Alからなる金属微粒子、Tiからなる金属微粒子、AlとTiとの合金からなる金属微粒子等が挙げられる。上記金属微粒子の組成は、上述したことと同様に断面サンプルをTEM-EDXで、金属

微粒子を分析することによって求めることが可能である。

また、本開示が奏する効果を損なわない範囲において、上記金属微粒子は、その表面において、酸化物、炭化物、窒化物等が形成されていてもよい。

[0045] 上記金属微粒子の粒径が20nm以上200nm以下であり、20nm以上160nm以下であることが好ましく、20nm以上120nm以下であることがより好ましい。金属微粒子の粒径が20nm未満であると、上記微小多結晶組織が形成されにくい傾向がある。また、上記金属微粒子の粒径が200nmを超えると、上記被覆層の靱性が低下する傾向がある。上記金属微粒子の粒径は、TEMを用いて求めることが可能である。具体的には以下の手順で求める。まず、上述した断面サンプルをTEMで観察して観察画像を得る。このときの観察倍率は、例えば、100000倍である。上記金属微粒子と上記マトリックス領域とは密度が異なる。そのため、得られた観察画像上では明確なコントラストの差が現れ、上記金属微粒子と上記マトリックス領域とは明確に区別が可能である。得られた観察画像において上記金属微粒子の断面の面積を算出する。算出された上記面積と等しい面積を有する円の直径を算出する。このようにして算出された円の直径を上記金属微粒子の粒径とする。

なお、本実施形態では、粒径が20nm以上200nm以下である金属の粒子を「金属微粒子」と規定しているが、粒径が上述の範囲にはない金属の粒子が上記被覆層に含まれることを排除するものではない。すなわち、本開示が奏する効果を損なわない範囲において、上記被覆層は、粒径が20nm未満の金属の粒子又は粒径が200nmを超えている金属の粒子を含んでいてもよい。

[0046] 上記金属微粒子の数が上記被覆層の界面における法線方向に対して平行な断面における $3\mu\text{m} \times 4\mu\text{m}$ の視野（例えば、図2の視野F）において、12以上36以下である。ここで、上述の「被覆層の界面」とは、被覆層の厚み方向に垂直な2つの界面のうち、基材に最も近い側の界面を意味する。例えば、基材の直上に被覆層が配置されている場合、上記基材と上記被覆層と

の境界面が、上述の「被覆層の界面」となる。基材の上に後述する下地層等の他の層が配置され、上記他の層の直上に被覆層が配置されている場合、上記他の層と上記被覆層との境界面が、上述の「被覆層の界面」となる。

上記金属微粒子の計数方法について具体的には、まず上述した断面サンプルにおける任意の複数の視野をTEMで観察することによって、各視野ごとに上記金属微粒子の数を計数する。各視野ごとに計数した上記金属微粒子の数の平均をとることによって、上記金属微粒子の数を求める。このときの倍率は例えば、50000倍である。また、測定する視野の数は、少なくとも3である。なお、一部が測定視野の外に出ている金属微粒子も1つとしてカウントする。

[0047] (微小多結晶組織)

本実施形態の一側面において、上記マトリックス領域は、上記金属微粒子に隣接する微小多結晶組織を含むと把握することができる。上記微小多結晶組織は、TEMで得られた断面サンプルの画像を解析することによって、マトリックス領域における微小多結晶組織以外の組織と区別することが可能である。上記微小多結晶組織の組成は、マトリックス領域のその他の部分と同じ組成、すなわち $(Al_xTi_yX_{1-x-y})C_vO_wN_{1-v-w}$ で表される。

また、上記微小多結晶組織を構成する結晶粒の粒径は、電子線回折法による分析によって求めることが可能である。具体的には以下の手順で行う。まず上述の断面サンプルにおいて上記金属微粒子の上側部分の電子線回折測定を行う。このとき、照射する電子線のビーム径を2nmから30nmへ変化させながら測定を行う。電子線のビーム径が上記微小多結晶組織を構成する結晶粒の粒径よりも小さい場合、電子線回折像において離散的で大きな回折スポットが観察される（例えば、図3A）。一方、電子線のビーム径が上記微小多結晶組織を構成する結晶粒の粒径よりも大きい場合、電子線回折像において、連続的なリングパターンが観測される（例えば、図3B）。すなわち、電子線回折像において、観察されるパターンが回折スポットから連続的なリングパターンに変化する際の電子線のビーム径が上記多結晶組織を構

成する結晶粒の粒径に相当することになる。本実施形態において、上記微小結晶組織を構成する結晶粒の粒径は、例えば、2 nm以上20 nm以下であってもよいし、2 nm以上10 nm以下であってもよい。

[0048] (A r)

上記被覆層は、A r (アルゴン) を更に含み、上記A rは、上記被覆層中におけるその含有割合が0 at %を超えて3 at %以下であることが好ましい。このようにすることで、上記切削工具は更に優れた耐クレータ摩耗性を有することが可能になる。上記被覆層中におけるA rの含有割合は、上述の断面サンプルをTEM-EDXで、マトリックス領域の全体を分析することによって求めることが可能である。

[0049] (他の層)

本実施形態の効果を損なわない範囲において、上記被膜は、他の層を更に含んでいてもよい。上記他の層としては、例えば、上記基材と上記被覆層との間に設けられている下地層、及び上記下地層と上記被覆層との間に設けられている中間層、及び、上記被覆層上に設けられている最表面層等が挙げられる。上記下地層は、例えば、TiWCNで表される化合物からなる層であってもよい。上記中間層は、例えば、TiNで表される化合物からなる層であってもよい。上記最表面層は、例えば、AlTiCNで表される化合物からなる層であってもよい。上記他の層の厚みは、本実施形態の効果を損なわない範囲において、特に制限はないが例えば、0.1 μm以上2 μm以下が挙げられる。

[0050] 《表面被覆切削工具の製造方法》

本実施形態に係る切削工具の製造方法は、
上記基材を準備する工程（以下、「第1工程」という場合がある。）と、
物理的蒸着法を用いて上記基材におけるすくい面の上に上記被覆層を形成する工程（以下、「第2工程」という場合がある。）と、
を含み、

上記被覆層を形成する工程は、A rガスを断続的に供給することを含む。

[0051] 物理蒸着法とは、物理的な作用を利用して原料（「蒸発源」、「ターゲット」ともいう。）を気化し、気化した原料を基材等の上に付着させる蒸着方法である。特に、本実施形態で用いる物理的蒸着法は、カソードアークイオンプレーティング法を用いる。

[0052] カソードアークイオンプレーティング法は、装置内に基材を設置するとともにカソードとしてターゲットを設置した後、このターゲットに高電流を印加してアーク放電を生じさせる。これにより、ターゲットを構成する原子を蒸発させイオン化させて、負のバイアス電圧を印可した基材上に堆積させて被膜を形成する。

[0053] <第1工程：基材を準備する工程>

第1工程では基材を準備する。例えば、基材として超硬合金基材が準備される。超硬合金基材は、市販の基材を用いてもよく、一般的な粉末冶金法で製造してもよい。一般的な粉末冶金法で製造する場合、例えば、ボールミル等によってWC粉末とCo粉末等とを混合して混合粉末を得る。該混合粉末を乾燥した後、所定の形状に成形して成形体を得る。さらに該成形体を焼結することにより、WC-Co系超硬合金（焼結体）を得る。次いで該焼結体に対して、ホーニング処理等の所定の刃先加工を施すことにより、WC-Co系超硬合金からなる基材を製造することができる。第1工程では、上記以外の基材であっても、この種の基材として従来公知のものであればいずれも準備可能である。

[0054] <第2工程：被覆層を形成する工程>

第2工程では、上記基材におけるすくい面の上に上記被覆層を形成する。その方法としては、形成しようとする被覆層の組成に応じて、各種の方法が用いられる。例えば、Ti及びAl等の粒径をそれぞれ変化させた合金製ターゲットを使用する方法、それぞれ組成の異なる複数のターゲットを使用する方法、成膜時に印可するバイアス電圧をパルス電圧とする方法、成膜時にガス流量を変化させる方法、又は、成膜装置において基材を保持する基材ホルダの回転速度を調整する方法等を挙げることができる。

[0055] 例えば、第2工程は、次のようにして行なうことができる。まず、成膜装置のチャンバ内に、基材として任意の形状のチップを装着する。例えば、基材を、成膜装置のチャンバ内において中央に回転可能に備え付けられた回転テーブル上の基材ホルダの外表面に取り付ける。基材ホルダには、バイアス電源を取り付ける。上記基材をチャンバ内の中央で回転させた状態で、反応ガスとして窒素ガス等を導入する。さらに、基材を温度400～700℃に、反応ガス圧を3～6Paに、バイアス電源の電圧を-30～-800Vの範囲にそれぞれ維持しながら被覆層形成用の蒸発源に100～200Aのアーカ電流を供給する。これにより、被覆層形成用の蒸発源から金属イオンを発生させ、所定の時間が経過したところでアーカ電流の供給を止めて、基材におけるすくい面の表面上に被覆層を形成する。このとき、成膜時間を調節することにより、被覆層の厚みが所定範囲になるように調整する。上記第2工程は、上述したすくい面に加えて、すくい面以外の上記基材の表面上（例えば、逃げ面の表面上）に被覆層が形成されていてもよい。

[0056] 上記第2工程において、被覆層の原料は、Al及びTiを含む。上記被覆層の原料は、Cr, Si, Nb, Ta, W及びBからなる群より選ばれる少なくとも1種を更に含んでいてもよい。本実施形態の一側面において、上記被覆層の原料は、Bを更に含むことが好ましい。

[0057] 上記Alの含有割合（原子数比）は、被覆層の原料全体を1とした場合、0.5を超えて0.7以下であることが好ましく、0.55以上0.65以下であることがより好ましい。ここで、原料全体に対する上記Alの含有割合は、通常、マトリックス領域における上記Alの組成比に対応する。後述するTi、B等の他の元素についても同様である。

[0058] 上記Tiの含有割合（原子数比）は、被覆層の原料全体を1とした場合、0.3以上0.5未満であることが好ましく、0.3以上0.4以下であることがより好ましい。

[0059] 被覆層の原料にホウ素が含まれるとき、上記ホウ素の含有割合（原子数比）は、被覆層の原料全体を1とした場合、0.03以上0.15以下である

ことが好ましく、0.05以上0.1以下であることがより好ましい。

[0060] 本実施形態において、上記被覆層を形成する工程は、Arガスを断続的に供給することを含む。このようにすることで、被覆層が形成される過程で、金属微粒子が生成される。Arガスを断続的に供給する方法としては、例えば、Arガスを分圧1Paで、5分間以上30分間以下の間隔で、断続的に供給することが挙げられる。このとき、1回の供給は、10秒間以上30秒間以下で行われる。

[0061] 本実施形態において、上述した反応ガスは、物理的蒸着法において通常用いられる反応ガスであれば特に制限されない。上記反応ガスは、上記被覆層の組成に応じて適宜選択することができる。上記反応ガスとしては、例えば、窒素ガス、アセチレンガス等の炭化水素ガス、及び酸素ガス等が挙げられる。

[0062] 被覆層を形成した後、被膜に圧縮残留応力を付与してもよい。靱性が向上するからである。圧縮残留応力は、例えばブラスト法、ブラシ法、バレル法、イオン注入法等によって付与することができる。

[0063] <その他の工程>

本実施形態に係る製造方法では、上述した工程の他にも、第1工程と第2工程との間に、上記基材の表面をイオンボンバードメント処理するイオンボンバードメント処理工程、基材と上記被覆層との間に下地層を形成する下地層被覆工程、上記下地層と上記被覆層との間に中間層を形成する中間層被覆工程、上記被覆層の上に最表面層を形成する最表面層被覆工程及び、表面処理する工程等を適宜行ってもよい。上述の下地層、中間層及び最表面層等の他の層を形成する場合、従来の方法によって他の層を形成してもよい。具体的には、例えば、上述したPVD法によって上記他の層を形成することが挙げられる。表面処理をする工程としては、例えば、応力を付与する弾性材にダイヤモンド粉末を担持させたメディアを用いた表面処理等が挙げられる。上記表面処理を行う装置としては、例えば、株式会社不二製作所製のシリウスZ等が挙げられる。

[0064] 以上の説明は、以下に付記する特徴を含む。

(付記 1)

すくい面を含む基材と、前記すくい面を被覆する被覆層とを備える表面被覆切削工具であって、

前記被覆層は、マトリックス領域と金属微粒子とを含み、

前記マトリックス領域は、 $(Al_xTi_yX_{1-x-y})C_vO_wN_{1-v-w}$ ($0.5 < x \leq 0.7$ 、 $0.3 \leq y < 0.5$ 、 $0 \leq 1-x-y \leq 0.1$ 、 $0 \leq v \leq 1$ 、 $0 \leq w \leq 1$ 、 $0 \leq 1-v-w \leq 1$ 、 X はCr, Si, Nb, Ta, W及びBからなる群より選ばれる少なくとも 1 種の元素を示す) で表される化合物からなり、

前記金属微粒子は、構成元素として、Al又はTiを含み、

前記金属微粒子は、その粒径が20nm以上200nm以下であり、

前記金属微粒子は、その数が前記被覆層の界面における法線方向に対して平行な断面における $3\mu m \times 4\mu m$ の視野において、12以上36以下である、表面被覆切削工具。

(付記 2)

前記被覆層は、Arを更に含み、

前記Arは、前記被覆層中におけるその含有割合が0at%を超えて3at%以下である、付記 1 に記載の表面被覆切削工具。

(付記 3)

前記Xは、Bを含む、付記 1 又は付記 2 に記載の表面被覆切削工具。

(付記 4)

前記被覆層は、その厚みが $1\mu m$ 以上 $20\mu m$ 以下である、付記 1 から付記 3 のいずれかに記載の表面被覆切削工具。

実施例

[0065] 以下、実施例を挙げて本発明を詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0066] 《切削工具の作製》

＜基材の準備＞

まず、被膜を形成させる対象となる基材として、表面被覆フライス加工用超硬チップ（J I S規格、P 3 0相当超硬合金、S E M T 1 3 T 3 A G S N－G）を準備した（第1工程：基材を準備する工程）。

[0067] ＜イオンボンバードメント処理＞

後述する被膜の作製に先立って、以下の手順で上記基材の表面にイオンボンバードメント処理を行った。まず、上記基材をアークイオンプレーティング装置にセットした。次に、以下の条件によってイオンボンバードメント処理を行った。

ガス組成 : A r （ 1 0 0 % ）
ガス圧 : 0 . 5 P a
バイアス電圧 : 6 0 0 V （直流電源）
処理時間 : 6 0 分

[0068] ＜被膜の作製＞

イオンボンバードメント処理を行った上記基材の表面上（すくい面を含む表面上）に、表1－1及び表1－2に示される被覆層を形成することによって、被膜を作製した。以下、被覆層の作製方法について説明する。

[0069] （被覆層の作製）

試料N o . 1～9及び13～27においては、基材をチャンバ内の中央で回転させた状態で、反応ガスとして窒素ガスを導入した。試料N o . 10においては、反応ガスとして窒素ガスとアセチレンガスとを導入した。試料N o . 11においては、反応ガスとして窒素ガスと酸素ガスとを導入した。試料N o . 12においては、反応ガスとして窒素ガスとアセチレンガスと酸素ガスとを導入した。さらに、基材を温度500℃に、反応ガス圧を6.0 P aに、バイアス電源の電圧を50 V（直流電源）にそれぞれ維持して被覆層形成用の蒸発源にそれぞれ150 Aのアーク電流を供給した。これにより、被覆層形成用の蒸発源から金属イオンを発生させ、基材におけるすくい面の表面上に表1－1及び表1－2に示す組成の被覆層を形成した（第2工程：

被覆層を形成する工程)。ここで、被覆層形成用の蒸発源は、表 1-1 及び表 1-2 に記載の原料組成のものを用いた。また、試料 No. 1~24 では、被覆層の形成中に、Ar ガスを分圧 1 Pa で、5 分間以上 30 分間以下の間隔で断続的に投入した。このとき、1 回あたりの Ar ガスの供給は、20 秒間であった。試料 No. 25~27 では、上述の Ar ガスの断続的な投入を行わなかった。

以上の工程によって、試料 No. 1~27 の切削工具を作製した。

[0070]

[表1-1]

試料 No.	被覆層の成膜条件		被覆層				
	原料組成	断続的な Ar ガスの供給	マトリックス領域の 組成	金属微粒子 の粒径	金属微粒子 の個数*	A r の 含有割合	被覆層の 厚さ
1	Al _{0.55} Ti _{0.45}	有り	Al _{0.52} Ti _{0.48} N	20～180nm	15	1at%	3μm
2	Al _{0.6} Ti _{0.4}	有り	Al _{0.57} Ti _{0.43} N	20～180nm	15	1at%	3μm
3	Al _{0.7} Ti _{0.3}	有り	Al _{0.67} Ti _{0.33} N	20～180nm	15	1at%	3μm
4	Al _{0.63} Ti _{0.32} Cr _{0.05}	有り	Al _{0.6} Ti _{0.35} Cr _{0.05} N	20～180nm	15	1at%	3μm
5	Al _{0.63} Ti _{0.32} Si _{0.05}	有り	Al _{0.6} Ti _{0.35} Si _{0.05} N	20～180nm	15	1at%	3μm
6	Al _{0.63} Ti _{0.32} Nb _{0.05}	有り	Al _{0.6} Ti _{0.35} Nb _{0.05} N	20～180nm	15	1at%	3μm
7	Al _{0.63} Ti _{0.32} Ta _{0.05}	有り	Al _{0.6} Ti _{0.35} Ta _{0.05} N	20～180nm	15	1at%	3μm
8	Al _{0.63} Ti _{0.32} W _{0.05}	有り	Al _{0.6} Ti _{0.35} W _{0.05} N	20～180nm	15	1at%	3μm
9	Al _{0.63} Ti _{0.32} B _{0.05}	有り	Al _{0.6} Ti _{0.35} B _{0.05} N	20～180nm	15	1at%	3μm
10	Al _{0.63} Ti _{0.32} B _{0.05}	有り	Al _{0.6} Ti _{0.35} B _{0.05} C _{0.1} N _{0.9}	20～180nm	15	1at%	3μm
11	Al _{0.63} Ti _{0.32} B _{0.05}	有り	Al _{0.6} Ti _{0.35} B _{0.05} O _{0.1} N _{0.9}	20～180nm	15	1at%	3μm
12	Al _{0.63} Ti _{0.32} B _{0.05}	有り	Al _{0.6} Ti _{0.35} B _{0.05} C _{0.1} O _{0.1} N _{0.8}	20～180nm	15	1at%	3μm
13	Al _{0.63} Ti _{0.32} B _{0.05}	有り	Al _{0.6} Ti _{0.35} B _{0.05} N	20～200nm	15	1at%	3μm
14	Al _{0.63} Ti _{0.32} B _{0.05}	有り	Al _{0.6} Ti _{0.35} B _{0.05} N	20～160nm	15	1at%	3μm
15	Al _{0.63} Ti _{0.32} B _{0.05}	有り	Al _{0.6} Ti _{0.35} B _{0.05} N	20～120nm	15	1at%	3μm

* 被覆層の断面における 3 μm × 4 μm の視野における個数

[表1-2]

試料 N o.	被覆層の成膜条件		被覆層				
	原料組成	断続的な Ar ガスの供給	マトリックス領域の 組成	金属微粒子 の粒径	金属微粒子 の個数*	Ar の 含有割合	被覆層の 厚さ
16	$\text{Al}_{0.63}\text{Ti}_{0.32}\text{B}_{0.05}$	有り	$\text{Al}_{0.6}\text{Ti}_{0.35}\text{B}_{0.05}\text{N}$	20~180nm	12	1at%	3 μm
17	$\text{Al}_{0.63}\text{Ti}_{0.32}\text{B}_{0.05}$	有り	$\text{Al}_{0.6}\text{Ti}_{0.35}\text{B}_{0.05}\text{N}$	20~180nm	24	1at%	3 μm
18	$\text{Al}_{0.63}\text{Ti}_{0.32}\text{B}_{0.05}$	有り	$\text{Al}_{0.6}\text{Ti}_{0.35}\text{B}_{0.05}\text{N}$	20~180nm	36	1at%	3 μm
19	$\text{Al}_{0.63}\text{Ti}_{0.32}\text{B}_{0.05}$	有り	$\text{Al}_{0.6}\text{Ti}_{0.35}\text{B}_{0.05}\text{N}$	20~180nm	15	2at%	3 μm
20	$\text{Al}_{0.63}\text{Ti}_{0.32}\text{B}_{0.05}$	有り	$\text{Al}_{0.6}\text{Ti}_{0.35}\text{B}_{0.05}\text{N}$	20~180nm	15	3at%	3 μm
21	$\text{Al}_{0.63}\text{Ti}_{0.32}\text{B}_{0.05}$	有り	$\text{Al}_{0.6}\text{Ti}_{0.35}\text{B}_{0.05}\text{N}$	20~180nm	15	1at%	2 μm
22	$\text{Al}_{0.63}\text{Ti}_{0.32}\text{B}_{0.05}$	有り	$\text{Al}_{0.6}\text{Ti}_{0.35}\text{B}_{0.05}\text{N}$	20~180nm	15	1at%	8 μm
23	$\text{Al}_{0.63}\text{Ti}_{0.32}\text{B}_{0.05}$	有り	$\text{Al}_{0.6}\text{Ti}_{0.35}\text{B}_{0.05}\text{N}$	20~180nm	15	1at%	12 μm
24	$\text{Al}_{0.63}\text{Ti}_{0.32}\text{B}_{0.05}$	有り	$\text{Al}_{0.6}\text{Ti}_{0.35}\text{B}_{0.05}\text{N}$	20~180nm	15	1at%	20 μm
25	$\text{Al}_{0.45}\text{Ti}_{0.55}$	無し	$\text{Al}_{0.42}\text{Ti}_{0.58}\text{N}$	20~180nm	3	0at%	3 μm
26	$\text{Al}_{0.6}\text{Ti}_{0.4}$	無し	$\text{Al}_{0.57}\text{Ti}_{0.43}\text{N}$	20~180nm	3	0at%	3 μm
27	$\text{Al}_{0.8}\text{Ti}_{0.2}$	無し	$\text{Al}_{0.77}\text{Ti}_{0.23}\text{N}$	20~180nm	3	0at%	3 μm

* 被覆層の断面における3 $\mu\text{m} \times 4\mu\text{m}$ の視野における個数

[0072] 《切削工具の特性評価》

上述のようにして作製した試料N o. 1~27の切削工具を用いて、以下

のように、切削工具の各特性を評価した。なお、試料No. 1～24の切削工具は実施例に対応し、試料No. 25～27の切削工具は比較例に対応する。

[0073] <被膜の厚み（被覆層の厚み）の測定>

被膜の厚み（すなわち、被覆層の厚み）は、透過型電子顕微鏡（TEM）（日本電子株式会社製、商品名：JEM-2100F）を用いて、基材の表面の法線方向に平行な断面サンプルにおける任意の10点を測定し、測定された10点の厚みの平均値をとることで求めた。このときの観察倍率は、10000倍であった。結果を表1-1及び表1-2に示す。

[0074] <被覆層におけるマトリックス領域>

被覆層におけるマトリックス領域の組成は、TEMに付帯のエネルギー分散型X線分光法（TEM-EDX）で、マトリックス領域の全体を分析することによって求めた。具体的には、まず切削工具を上記被覆層の界面における法線方向に対して平行な方向に切断し、その切断面を研磨することにより、基材と被膜とが含まれる長さ2.5mm×幅0.5mm×厚み0.1mmの切片を作製した。この切片に対し、イオンスライサ装置（商品名：「IB-09060CIS」、日本電子株式会社製）を用い、切片の厚みが50nm以下となるまで加工することにより測定試料を得た。得られた測定試料のマトリックス領域における任意の10点それぞれを、TEM-EDXで測定して各構成元素の組成比を算出した。このときの観察倍率は、20000倍であった。各構成元素について、求められた10点の組成比の平均値を当該マトリックス領域における当該構成元素の組成比とした。ここで当該「任意の10点」は、上記マトリックス領域中の互いに異なる結晶粒から選択した。EDX装置としては、日本電子株式会社製のJED-2300（商品名）を用いた。求められたマトリックス領域の組成を表1-1及び表1-2に示す。

[0075] <被覆層におけるArの分析>

上述測定試料をTEM-EDXで、マトリックス領域の全体を分析するこ

とによって、上記被覆層中におけるA rの含有割合を求めた。結果を表1－1及び表1－2に示す。

[0076] <被覆層における金属微粒子の分析>

(金属微粒子の粒径)

被覆層における金属微粒子の粒径を以下の方法で求めた。まず切削工具を上記被覆層の界面における法線方向に対して平行な方向に切断し、その切断面を集束イオンビーム装置を用いて研磨した。その後、研磨された当該切断面について、TEMで観察して観察画像を得た(図4B)。このときの観察倍率は、100000倍であった。得られた観察画像において上記金属微粒子の断面の面積を算出した。その後算出された上記面積と等しい面積を有する円の直径を算出した。このようにして算出された円の直径を上記金属微粒子の粒径とした。その結果を表1－1及び表1－2に示す。

[0077] (1視野における金属微粒子の個数)

また、1視野における金属微粒子の個数を、上述の観察画像を用いて計数した(図4A)。このときの観察倍率は、50000倍であった。このとき当該視野は、上記被覆層の断面における $3\mu\text{m} \times 4\mu\text{m}$ の視野とした。結果を表1－1及び表1－2に示す。なお、一部が測定視野の外に出ている金属微粒子も1つとしてカウントした。

[0078] <被覆層における微小多結晶組織の分析>

TEMで得られた断面サンプルの画像を解析することによって、被覆層における微小多結晶組織の有無を観察した。微小多結晶組織が観察された断面サンプルについては、その後電子線回折法による分析によって上記微小多結晶組織を構成する結晶粒の粒径を求めた。具体的には、まず上述の断面サンプルにおいて上記金属微粒子の上側部分の電子線回折測定を行った。このとき、照射する電子線のビーム径を2nmから30nmへ変化させながら測定を行った。電子線回折像において、観察されるパターンが回折スポットから連続的なリングパターンに変化する際の電子線のビーム径を上記微小多結晶組織を構成する結晶粒の粒径とした。結果を表2に示す。

[0079] <被覆層の硬度及びヤング率>

「ISO 14577-1: 2015 Metallic materials-Instrumented indentation test for hardness and materials parameters」において定められている標準手順によるナノインデンテーション法によって、各切削工具における被覆層の硬度とヤング率とを測定した。ここで、押し込み深さは100nmに設定した。測定装置は、株式会社エリオニクス製のENT-1100（商品名）を用いた。結果を表2に示す。

[0080] <<切削試験>>

<フライス加工試験>

上述のようにして作製した試料No. 1～27の切削工具を用いて、以下の切削条件により切削工具のすくい面に欠損が発生するまでの切削距離を測定した。その結果を表2に示す。切削距離が長いほど耐クレータ摩耗性に優れた切削工具として評価することができる。

切削条件

被削材 : SCM435
切削速度 : 350m/min
送り量 : 0.2mm/t
切込み量 (ap) : 2mm、dry

[0081]

[表2]

試料 N o .	微小多結晶組織 (粒径: nm)	硬度 (GPa)	ヤング率 (GPa)	切削試験 (m)
1	20	36	450	1500
2	20	35	440	1800
3	20	34	430	1650
4	20	37	460	1800
5	20	38	480	1800
6	20	39	490	1800
7	20	39	490	1800
8	20	39	490	1800
9	20	37	460	1800
10	20	38	480	1950
11	20	38	480	1950
12	20	38	480	1950
13	25	37	460	1800
14	15	39	490	1950
15	8	40	500	2100
16	20	37	460	1800
17	20	37	460	1800
18	20	37	460	1800
19	20	37	460	1800
20	20	37	460	1800
21	20	37	460	1500
22	20	37	460	1800
23	20	37	460	1650
24	20	37	460	1500
25	20	32	460	500
26	20	32	460	550
27	20	22	320	450

[0082] 切削試験について、表2の結果から試料N o . 1～24の切削工具は、切削距離が1500m以上の良好な結果が得られた。一方試料N o . 25～27の切削工具は、切削距離が600m未満であった。以上の結果から、試料N o . 1～24の切削工具は、耐クレータ摩耗性に優れることが分かった。

[0083] 以上のように本発明の実施形態及び実施例について説明を行なったが、上述の各実施形態及び各実施例の構成を適宜組み合わせることも当初から予定している。

[0084] 今回開示された実施の形態及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及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

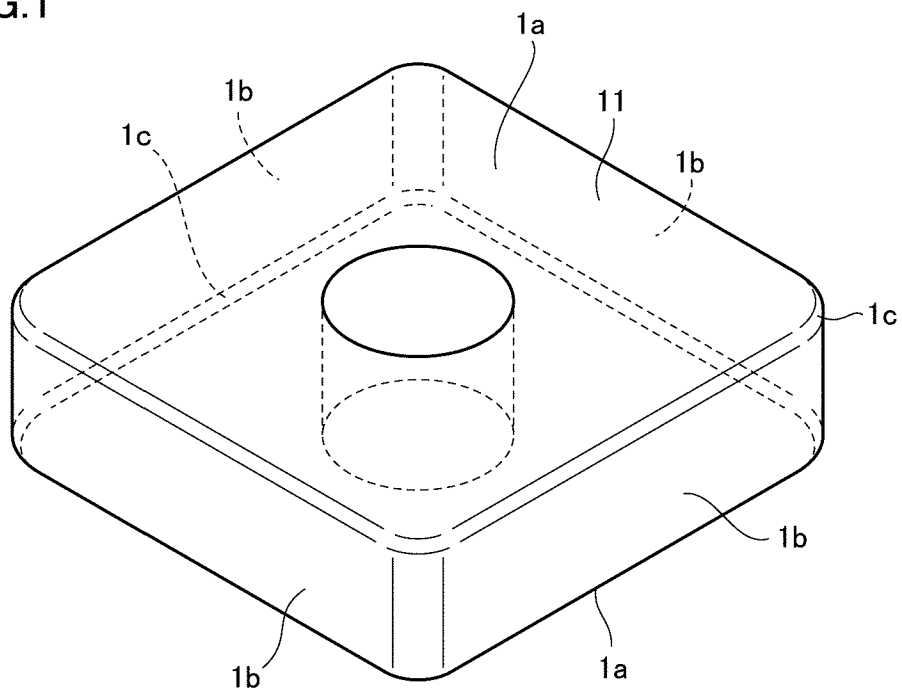
[0085] 1 a すくい面、 1 b 逃げ面、 1 c 刃先部、 1 0 切削工具、
1 1 基材、 1 2 被覆層、 F 測定視野

請求の範囲

- [請求項1] すくい面を含む基材と、前記すくい面を被覆する被覆層とを備える切削工具であって、
- 前記被覆層は、マトリックス領域と金属微粒子とを含み、
- 前記マトリックス領域は、 $(Al_xTi_yX_{1-x-y})C_vO_wN_{1-v-w}$ で表される化合物からなり、
- x は、0.5を超えて0.7以下であり、
- y は、0.3以上0.5未満であり、
- $1-x-y$ は、0以上0.1以下であり、
- v は、0以上1以下であり、
- w は、0以上1以下であり、
- $1-v-w$ は、0以上1以下であり、
- X は、クロム、ケイ素、ニオブ、タンタル、タングステン及びホウ素からなる群より選ばれる少なくとも1種の元素を示し、
- 前記金属微粒子は、アルミニウム又はチタンを構成元素として含み、
- 前記金属微粒子の粒径が20nm以上200nm以下であり、
- 前記金属微粒子の数が前記被覆層の界面における法線方向に対して平行な断面における $3\mu m \times 4\mu m$ の視野において、12以上36以下である、切削工具。
- [請求項2] 前記被覆層は、アルゴンを含み、
- 前記アルゴンは、前記被覆層中におけるその含有割合が0at%を超えて3at%以下である、請求項1に記載の切削工具。
- [請求項3] 前記 X は、ホウ素を含む、請求項1又は請求項2に記載の切削工具。
- [請求項4] 前記被覆層の厚みが $3\mu m$ 以上 $20\mu m$ 以下である、請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の切削工具。

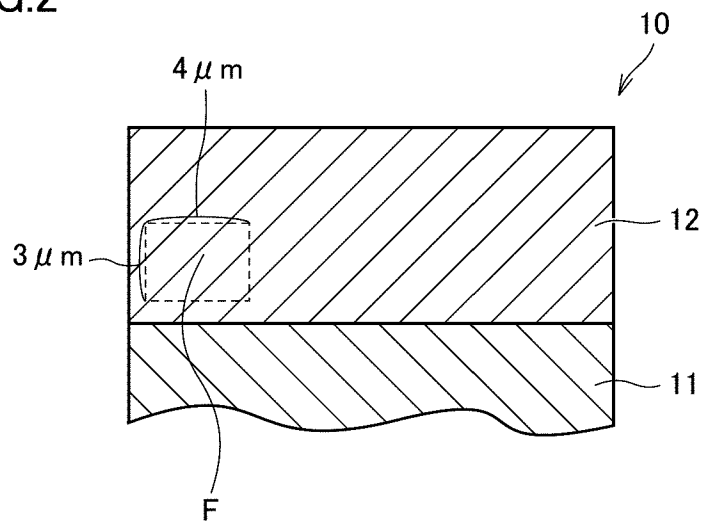
[図1]

FIG.1



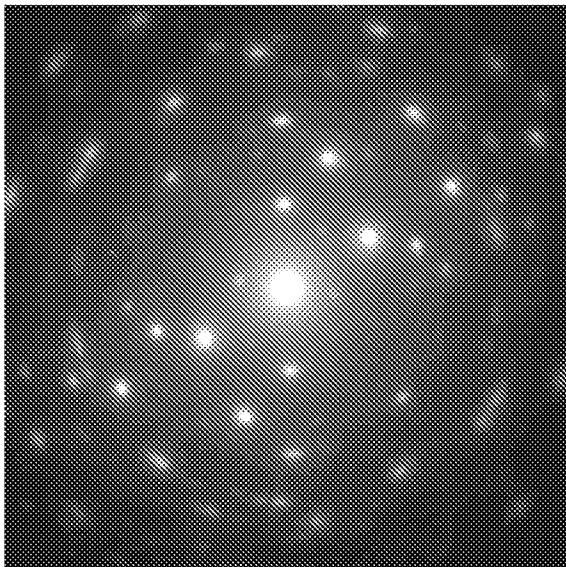
[図2]

FIG.2



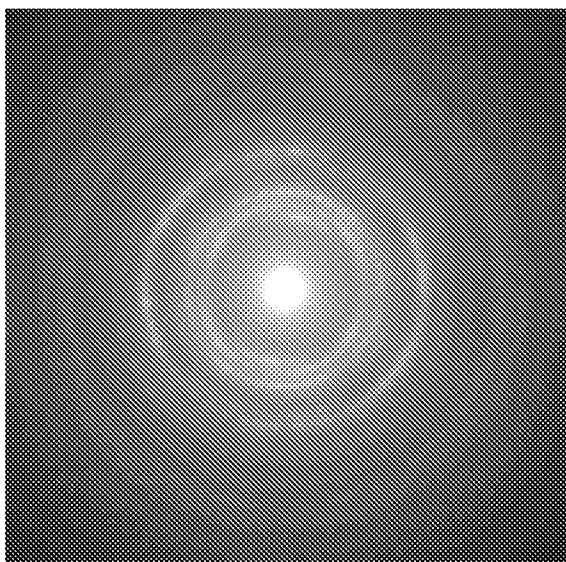
[図3A]

FIG.3A



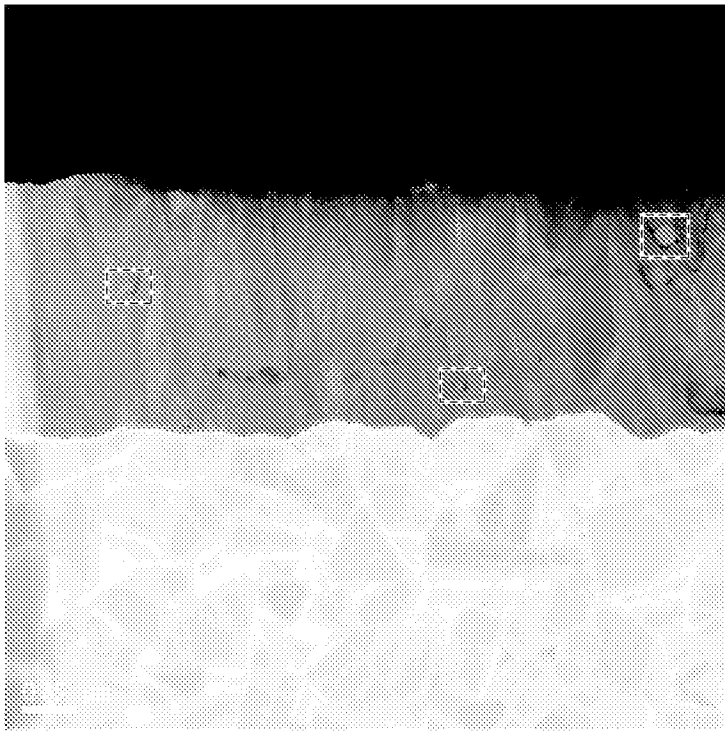
[図3B]

FIG.3B



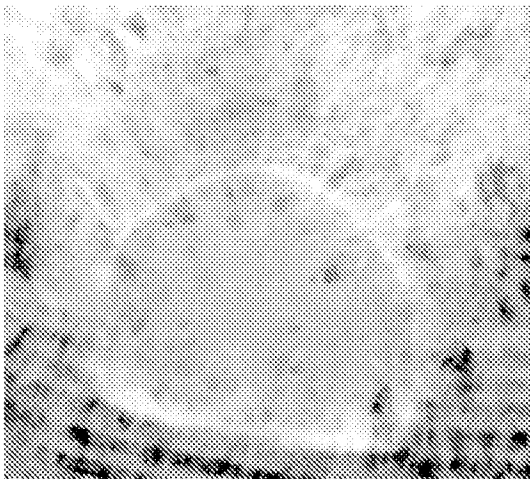
[図4A]

FIG.4A



[図4B]

FIG.4B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/008221

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B23B27/14(2006.01)i, B23C5/16(2006.01)i, B23D77/00(2006.01)i, B23F21/00(2006.01)i, B23C5/06(2006.01)i, B23B51/00(2006.01)i, C23C14/06(2006.01)i
FI: B23B27/14 A, B23C5/16, B23F21/00, B23B51/00 J, B23D77/00, B23C5/06 C, C23C14/06 A

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)

Int. Cl. B23B27/14, B23C5/16, B23D77/00, B23F21/00, B23C5/06, B23B51/00, C23C14/06

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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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.
A	JP 2015-139863 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 03 August 2015, tables 5, 10, 12	1-4
A	JP 2014-140929 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 07 August 2014, abstract, tables 5, 6	1-4
A	WO 2018/158974 A1 (SUMITOMO ELECTRIC HARDMETAL CORP.) 07 September 2018, abstract	1-4
A	JP 2015-163423 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 10 September 2015, table 7	1-4
P, A	JP 2019-063899 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 25 April 2019, fig. 1, 2	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
06.04.2020

Date of mailing of the international search report
14.04.2020

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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/008221

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2015-139863 A	03.08.2015	CN 104816526 A	
JP 2014-140929 A	07.08.2014	CN 103962588 A	
WO 2018/158974 A1	07.09.2018	US 2020/0061718 A1	
		abstract	
		EP 3590636 A1	
		abstract	
		CN 110352107 A	
		KR 10-2019-0112037 A	
JP 2015-163423 A	10.09.2015	CN 104816141 A	
JP 2019-063899 A	25.04.2019	(Family: none)	

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; B23D 77/00(2006.01)i; B23F 21/00(2006.01)i; B23G 5/06(2006.01)i; B23H 51/00(2006.01)i; C23C 14/06(2006.01)i FI: B23B27/14 A; B23C5/16; B23F21/00; B23H51/00 J; B23D77/00; B23G5/06 C; C23C14/06 A		
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）） B23B27/14; B23C5/16; B23D77/00; B23F21/00; B23G5/06; B23H51/00; C23C14/06 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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年 国際調査で利用した電子データベース（データベースの名称、調査に利用した用語） 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
A	JP 2015-139863 A（三菱マテリアル株式会社）03.08.2015（2015-08-03） 表5, 表10, 表12	1-4
A	JP 2014-140929 A（三菱マテリアル株式会社）07.08.2014（2014-08-07） 要約, 表5, 表6	1-4
A	WO 2018/158974 A1（住友電工ハードメタル株式会社）07.09.2018（2018-09-07） 要約	1-4
A	JP 2015-163423 A（三菱マテリアル株式会社）10.09.2015（2015-09-10） 表7	1-4
P, A	JP 2019-063899 A（三菱マテリアル株式会社）25.04.2019（2019-04-25） 図1-2	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、一般的な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 06.04.2020		国際調査報告の発送日 14.04.2020
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） 村上 哲 3C 9039 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/JP2020/008221

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2015-139863	A	03.08.2015	CN	104816526	A	
JP	2014-140929	A	07.08.2014	CN	103962588	A	
WO	2018/158974	A1	07.09.2018	US	2020/0061718	A1	
				要約			
				EP	3590636	A1	
				要約			
				CN	110352107	A	
				KR	10-2019-0112037	A	
JP	2015-163423	A	10.09.2015	CN	104816141	A	
JP	2019-063899	A	25.04.2019	(ファミリーなし)			