(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
2016 年 7 月 28 日(28.07.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/117681 A1

(51) 国際特許分類:
B23C 5/16 (2006.01) *C23C 14/06* (2006.01)
B23B 27/14 (2006.01) *C23C 14/24* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/051843

(22) 国際出願日: 2016 年 1 月 22 日(22.01.2016)

(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 2015-010351 2015 年 1 月 22 日(22.01.2015) JP
特願 2016-008494 2016 年 1 月 20 日(20.01.2016) JP

(71) 出願人: 三菱マテリアル株式会社(MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION) [JP/JP]; 〒 1008117 東京都千代田区大手町一丁目３番２号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 仙北屋 和明(SENBOKUYA Kazuaki); 〒 3110102 茨城県那珂市向山１００２番地１４ 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内 Ibaraki (JP). 高橋 正訓 (TAKAHASHI Masakuni); 〒 3110102 茨城県那珂市向山１００２番地１４ 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内 Ibaraki (JP). 大上 強(OGAMI Tsuyoshi); 〒3110102 茨城県那珂市向山１００２番地１４ 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内 Ibaraki (JP). 橋本 達生 (HASHIMOTO Tatsuo); 〒1008117 東京都千代田区大手町一丁目３番２号 三菱マテリアル株式会社 加工事業カンパニー内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒 1006620 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 Tokyo (JP).

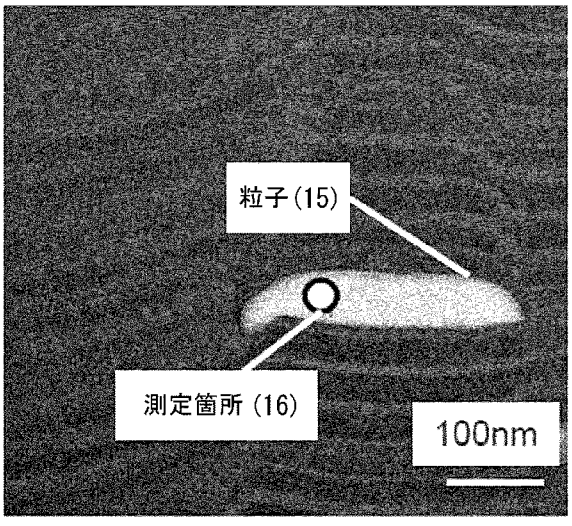
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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

[続葉有]

(54) **Title**: CUTTING TOOL FOR SURFACE COATING

(54) 発明の名称 : 表面被覆切削工具



TEM像
AA

FIG. 3A:
(15) Particle
(16) Measurement site
AA TEM image

(57) **Abstract**: Provided is a cutting tool for surface coating, in which a hard coating film is formed from one or more layers, at least one of which is a hard coating layer comprising a composite nitride layer or composite carbide layer of Al, Cr and Si that satisfies the average compositional formula $(Al_{1-x-y}Cr_xSi_y)(C_zN_{1-z})$ (in the formula, x, y and z each denote atomic ratios and are such that $0.1 \leq x \leq 0.4$, $0.01 \leq y \leq 0.2$ and $0 \leq z \leq 0.3$). The hard coating layer contains a plurality of particles comprising less than 10 at.% of a non-metallic component selected from among C and N and a metallic component selected from among Cr, Al and Si. The content of Al in the plurality of particles is 50 at.% or less, and the length of the major axis in a cross section perpendicular to the surface of the substrate of the tool is less than 0.5 μm. Flat particles having an aspect ratio of 2.0 or higher occupy 90% or more, in this cross section, in terms of the number of particles relative to the total number of the plurality of particles.

(57) 要約: 表面被覆切削工具において、硬質皮膜は１または２以上の層から形成され、その少なくとも１層は、平均組成式：（$Al_{1-x-y}Cr_xSi_y$）（C_zN_{1-z}）（但し、ｘ、ｙ、ｚはいずれも原子比で、０．１≦ｘ≦０．４、０．０１≦ｙ≦０．２、０≦ｚ≦０．３）を満足するＡｌとＣｒとＳｉの複合窒化物層または複合炭窒化物層からなる硬質被覆層であり、前記硬質被覆層は、１０原子%未満のＣ、Ｎから選ばれる非金属成分と、Ｃｒ、Ａｌ、Ｓｉから選ばれる金属成分とからなる複数の粒子を含み、前記複数の粒子のうち、Ａｌ含有量は５０原子%以下であり、前記工具基体の表面に対して垂直な断面長径が０．５μｍ未満であって、さらに、アスペクト比が２．０以上である偏平粒子は、前記複数の粒子の全個数に対して、個数割合で９０%以上を前記断面中で占める。

WO 2016/117681 A1

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:

— 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] 本願発明は、例えば、合金工具鋼等の被削材のミーリング加工において、硬質被覆層の耐チッピング性、耐溶着性を向上させることにより、長期の使用にわたってすぐれた切削性能を発揮する表面被覆切削工具（以下、被覆工具という）に関するものである。

本願は、２０１５年１月２２日に日本に出願された特願２０１５－０１０３５１号、および２０１６年１月２０日に日本に出願された特願２０１６－８４９４号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 従来、例えば、特許文献１に示されているように、工具基体の表面に、組成式：（ＡｌＩ１－ｘ－ｙＣｒｘＳｉｙ）（Ｎ１－ｚＣｚ）（但し、０．３≦ｘ≦０．７、０≦ｙ≦０．１、０≦ｚ≦０．３）で表される平均層厚０．５～８．０μｍの複合炭窒化物層または複合窒化物層からなる硬質被覆層を形成した表面被覆切削工具において、硬質被覆層は、構成元素の９０原子％以上が金属元素である粒子を含有しており、前記粒子は、断面長径０．０５～１．０μｍで前記硬質被覆層中に３～２０％の縦断面面積比率で分散分布し、前記粒子のうち、構成元素に５０原子％以上のＡｌを含み、かつ縦断面形状のアスペクト比が２．０以上かつ断面長径が基板表面となす鋭角が４５°以下である粒子の縦断面面積比率をＡ％、それ以外の粒子の縦断面面積比率をＢ％としたとき、０．３≦Ａ／（Ａ＋Ｂ）を満足し、炭素鋼、合金工具鋼等の正面フライス加工において、すぐれた耐欠損性、耐摩耗性を発揮する表面被覆切削工具が知られている。

[0003] さらに、特許文献２に示されているように、工具基体の表面に、少なくとも、０．５～１０μｍの層厚のＡｌとＣｒの複合窒化物層からなる硬質被覆層を被覆形成した表面被覆切削工具において、上記ＡｌとＣｒの複合窒化物

層中には、ポアおよびドロップレットが分散分布し、上記ＡｌとＣｒの複合窒化物層の任意の断面における上記ポアの占有面積率および上記ドロップレットの占有面積率は、それぞれ、０．５～１面積％および２～４面積％であり、さらに、上記ドロップレットのうち、上記ＡｌとＣｒの複合窒化物層の平均Ａｌ含有量よりもＡｌ含有割合が高いＡｌリッチドロップレットが、上記ＡｌとＣｒの複合窒化物層の任意の断面における全ドロップレット面積の２０面積％以上を占め、炭素鋼、合金工具鋼等の高速切削加工において、すぐれた耐欠損性、耐摩耗性を発揮する表面被覆切削工具が知られている。

[0004] また、特許文献３に示されているように、Ｔｉ１－ａ－ｂＡｌａＭｂ（ＣｘＮ１－ｘ）（ただし、ＭはＴｉを除く周期表４、５、６族元素、希土類元素およびＳｉから選ばれる１種以上であり、０．４０≦ａ≦０．６５、０≦ｂ≦０．５、０≦ｘ≦１）からなる硬質被覆層の表面に複数のマクロ粒子が突出し、底刃および外周刃の切刃に続くすくい面においてマクロ粒子が基体と被覆層との界面の垂線方向に対して切刃から遠ざかる方向に平均で５～２０％の角度で突出しており、マクロ粒子が傾いて突出することで切りくずの衝撃を分散させ、マクロ粒子が脱落することを抑制でき、耐チッピング性を向上させたエンドミル等の表面被覆切削工具が知られている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：日本国特開２０１３－４６９５４号公報（Ａ）

特許文献2：日本国特開２０１２－１６６３３３号公報（Ａ）

特許文献3：日本国特開２００８－２３８３３６号公報（Ａ）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 近年の切削加工における省力化および省エネ化の要求は強く、これに伴い、被覆工具は一段と過酷な条件下で使用されるようになってきており、耐欠損性、耐摩耗性等を高めるために、前記特許文献１～３に示されるような手

法で、被覆工具の性能向上がなされてきているが、耐欠損性の改善は未だ十分とはいえない。

即ち、特許文献１に示される表面被覆切削工具においては、硬質被覆層中に含有される粒子を構成する元素の９０原子％以上が金属元素であり、しかも、構成元素の５０原子％以上ＡｌＮが含有されているため、粒子組成がＡｌリッチであって融点が低く、高温強度が保てず耐溶着性が悪くなるという問題がある。

また、特許文献２に示される表面被覆切削工具においては、硬質被覆層中に存在するドロップレットの下部には空隙が形成されており、その空隙が存在することで、外力が加わった際の硬質被覆層の強度が弱く、例えば、切削加工時に空隙がクラックの起点となり、チッピングが発生しやすくなるという問題がある。

さらに、特許文献３に示される表面被覆切削工具は、高負荷が作用する切削条件では、硬質被覆層の表面から突出する複数のマクロ粒子が脱落し、これがクラック発生の起点となるため満足できる耐チッピング性を発揮し得ないという問題があった。

[0007] そこで、本願発明は、合金工具鋼等のミーリング加工に供した場合であっても、すぐれた耐チッピング性と耐溶着性を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

[0008] 本願発明者らは、前述のような観点から、耐摩耗性とともに耐チッピング性、耐溶着性が同時に必要とされるミーリング加工などの加工形態に用いられた場合においても、長期の使用にわたってすぐれた切削性能を発揮する被覆工具について鋭意研究を行った結果、以下の知見を得た。

[0009] 即ち、本願発明者らは、以下の構成を有する硬質被覆層を備える硬質皮膜を、工具基体表面に被覆形成した表面被覆切削工具は、長期の使用にわたってすぐれた切削性能を発揮することを見出した。

この硬質被覆層は、硬質皮膜に含まれる層であり、ＡｌとＣｒとＳｉの複

合炭窒化物層（以下、「（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）（Ｃ、Ｎ）層」で示す）、または複合窒化物層（以下、「（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）Ｎ層」で示す）からなり、平均層厚は、０．５～８．０μｍである。この硬質被覆層には、複数の粒子が含まれている。そして、これら複数の粒子のうち、構成元素の９０原子％以上がＣｒ、Ａｌ、Ｓｉのうち１種もしくは２種以上より選択された元素であり（１０原子％未満がＣおよびＮから選ばれる１種以上である非金属元素）、構成元素の５０原子％以下がＡｌであり、工具基体表面に垂直な縦方向断面における長径が０．５μｍ未満であり、縦断面形状のアスペクト比が２．０以上である粒子（以下、「偏平粒子」と称する）の、粒子全個数に対する個数割合は９０％以上を占める。

このような粒子（偏平粒子）を含有する（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）（Ｃ、Ｎ）層、または（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）Ｎ層はすぐれた耐チッピング性、耐溶着性を示すようになる。その結果として、この硬質被覆層を含む硬質皮膜が被覆形成された表面被覆切削工具は、長期の使用にわたってすぐれた切削性能を発揮する。

さらに、前記偏平粒子の各粒子について、その断面長径をなす直線が基体表面となす傾斜角度を測定した場合、傾斜角度が４５度以下であって、かつ、長径をなす直線と硬質皮膜表面側の粒子外周部で囲まれた面積をＡ、その直線と基体側の粒子外周部で囲まれた面積をＢとした場合、Ａ＞Ｂである粒子が、粒子全個数に対して個数割合で８０％以上を占めることがより好ましい。このような粒子を含有する（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）（Ｃ、Ｎ）層、または（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）Ｎ層は、より一段とすぐれた耐チッピング性、耐溶着性を示し、長期の使用にわたってより一段とすぐれた切削性能を発揮する。

[0010] 硬質被覆層は、ＰＶＤ法を用いて炭化タングステン基超硬合金からなる工具基体表面に成膜することができる。

例えば、本願発明では、図１Ａおよび図１Ｂにその概略を示すアークイオンプレーティング装置１を用いて成膜を行うことができる。この場合、炉全体の雰囲気温度を制御するヒーター６に加え、好ましくは、ターゲット４Ａ

、４Ｂの前面に筒状ヒーター７を設けることでターゲット前面の空間を高温にし、これによりターゲット４Ａ、４Ｂから発生する粒子が雰囲気中で凝固することを防ぐことができ、高温のまま工具基体９へ付着させることで、粒子は付着時の衝撃によって基体表面の形状に沿って変形する。そのため、粒子は、表面平滑な基体表面の形状に沿って変形し、皮膜の縦断面（基体表面に対して垂直な断面）からみた場合、基体表面に沿った扁平形状となり、粒子の断面形状の断面長径をなす直線と工具基体表面となす角度は４５度以下に制御される。ＡＩ含有量が５０原子％以下の粒子を硬質被覆層内に分散分布させ、さらに、粒子を基体表面に沿ったアスペクト比の大きい扁平形状とすることで切削時の抵抗が小さくなり、粒子は脱落しにくく、また脱落した場合でも層厚方向への損傷が小さくなる。その結果、耐チッピング性、耐溶着性にすぐれた硬質被覆層を提供できる。

筒状ヒータ７は、その厚み方向が対応するターゲット４Ａ、４Ｂの使用面に垂直になるように配置される。そして、筒状ヒータ７は、ターゲット４Ａ、４Ｂの使用面の中心が、筒状ヒーター７の中心軸と、重なるようにターゲット４Ａ、４Ｂの前面に筒状ヒーター７を配置される。

筒状ヒータ７の後端（対応するターゲット対向し、対応するターゲットに近い側）と、対応するターゲットの使用面との距離は、例えば５０ｍｍ以内に設定される。筒状ヒータ７の前端（対応するターゲットと同じ方向を向き、対応するターゲットから遠い側）と、対応するターゲットの使用面との距離は、例えばターゲットから基体距離（回転テーブル上に配された複数の基体のうち、最接近した基体までの距離）の２／３の長さに設定される。

また、筒状ヒーター７からの輻射熱による皮膜へのダメージは工具基体治具８に冷却機構を設けることで防ぐことができる。このような機構を有した成膜装置で成膜することで、本願発明の一態様である表面被覆切削工具が有する特徴のある硬質皮膜が形成される。

[0011] さらに、（ＡＩ、Ｃｒ、Ｓｉ）（Ｃ、Ｎ）層、または（ＡＩ、Ｃｒ、Ｓｉ）Ｎ層における前記粒子の組成、断面長径、縦断面形状のアスペクト比、断

面長径をなす直線が基体表面となす角度が４５度以下である粒子の断面長径をなす直線と硬質皮膜表面側の粒子外周部で囲まれた面積Ａ、その直線と基体側の粒子外周部で囲まれた面積Ｂとの大小は、ＰＶＤ装置内温度、ターゲットのアーク電流、窒素及びメタンの合計ガス分圧等を調整することで制御できることを見出した。

以上のような知見に基づき、本願発明を完成するに至った。なお、本願発明は上記製法に限定されるものではない。

[0012] 本願発明は、前記知見に基づいてなされたものであって、以下の態様を有する。

（１）炭化タングステン基超硬合金からなる工具基体の表面に、硬質皮膜が形成されている表面被覆切削工具において、

（ａ）前記硬質皮膜は１または２以上の層から形成され、その少なくとも１層は、平均組成式：$(Al_{1-x-y}Cr_xSi_y)(C_zN_{1-z})$（但し、ｘ、ｙ、ｚはいずれも原子比であって、０．１≦ｘ≦０．４、０．０１≦ｙ≦０．２、０≦ｚ≦０．３）を満足する平均層厚０．５～８．０μｍのＡｌとＣｒとＳｉの複合窒化物層または複合炭窒化物層からなる硬質被覆層であり、

（ｂ）前記硬質被覆層は、１０原子％未満のＣおよびＮから選ばれる１種以上からなる非金属成分と、Ｃｒ、Ａｌ、Ｓｉから選ばれる１種以上の元素である金属成分とからなる複数の粒子を含み、

（ｃ）前記複数の粒子のうち、Ａｌ含有量は５０原子％以下であり、前記工具基体の表面に対して垂直な断面における長径が０．５μｍ未満であって、さらに、アスペクト比が２．０以上である偏平粒子は、前記複数の粒子の全個数に対して、個数割合で９０％以上を前記断面中で占めることを特徴とする表面被覆切削工具。

（２）前記硬質皮膜の前記工具基体の表面に対して垂直な断面で、前記硬質被覆層に含有される前記偏平粒子を観察したときに、前記偏平粒子のそれぞれにおいて、前記長径をなす直線が工具基材表面となす角度は４５度以下であり、かつ、前記直線と硬質皮膜表面側の粒子外周部とで囲まれた面積を

Ａ、前記直線と工具基体側の粒子外周部とで囲まれた面積をＢとした場合、Ａ＞Ｂである粒子が、前記偏平粒子の全個数に対して個数割合で８０％以上を占めることを特徴とする前記（１）記載の表面被覆切削工具。

（３）前記硬質被覆層の平均層厚が、０．７～７．５μｍである前記（１）または（２）記載の表面被覆切削工具。

（４）前記硬質被覆層が、前記硬質皮膜の最外層である前記（１）乃至（３）のいずれかに記載の表面被覆切削工具。

（５）前記非金属成分の含有量が、０．５原子％以上１０原子％未満である前記（１）記載の表面被覆切削工具。

（６）前記金属成分のＡｌ含有量が、０．５原子％以上２０原子％以下である前記（１）記載の表面被覆切削工具。

（７）前記断面における、前記複数の粒子の面積当たりの個数は、１個／μｍ^2～５個／μｍ^{2}である前記（１）記載の表面被覆切削工具。

発明の効果

[0013] 本願発明の一態様である被覆工具（以下、「本発明の被覆工具」と称する）は、炭化タングステン基超硬合金からなる工具基体の表面に、物理蒸着法によって硬質皮膜を被覆形成した表面被覆切削工具であって、（ａ）前記硬質皮膜は１または２以上の層から形成され、その少なくとも１層は、平均組成式：$(Al_{1-x-y}Cr_xSi_y)(C_zN_{1-z})$（但し、ｘ、ｙ、ｚはいずれも原子比であって、０．１≦ｘ≦０．４、０．０１≦ｙ≦０．２、０≦ｚ≦０．３）を満足する平均層厚０．５～８．０μｍのＡｌとＣｒとＳｉの複合窒化物層または複合炭窒化物層からなる硬質被覆層であり、（ｂ）前記硬質被覆層は、１０原子％未満のＣおよびＮから選ばれる１種以上からなる非金属成分と、Ｃｒ、Ａｌ、Ｓｉから選ばれる１種以上の元素である金属成分とからなる複数の粒子を含み、（ｃ）前記複数の粒子のうち、Ａｌ含有量は５０原子％以下であり、前記工具基体の表面に対して垂直な断面長径が０．５μｍ未満であって、さらに、アスペクト比が２．０以上である偏平粒子は、前記複数の粒子の全個数に対して、個数割合で９０％以上を前記断面中で占

めることを特徴とする。この構成を有することにより、本願発明の表面被覆切削工具が備える硬質皮膜は、すぐれた耐チッピング性、耐溶着性を示す。

さらに、前記硬質皮膜の前記工具基体の表面に対して垂直な断面で、前記ＡｌとＣｒとＳｉの複合窒化物層または複合炭窒化物層に含有される前記複数の粒子を観察したときに、前記複数の粒子のそれぞれの前記断面の長径をなす直線が工具基材表面となす角度は４５度以下であり、かつ、前記長径をなす直線と硬質皮膜表面側の粒子外周部とで囲まれた面積をＡ、その直線と工具基体側の粒子外周部とで囲まれた面積をＢとした場合、Ａ＞Ｂである粒子が、前記複数の粒子の全個数に対して個数割合で８０％以上を占めることにより、硬質皮膜が一段とすぐれた耐チッピング性、耐溶着性を示す。その結果、例えば、合金工具鋼等のミーリング加工において、長期の使用にわたってすぐれた切削性能を発揮する。

図面の簡単な説明

[0014] [図1A]本発明の被覆工具の硬質皮膜を成膜するアークイオンプレーティング装置の概略説明図であり、このアークイオンプレーティング装置の平面断面図を示す。

[図1B]本発明の被覆工具の硬質皮膜を成膜するアークイオンプレーティング装置の概略説明図であり、このアークイオンプレーティング装置の縦断面図を示す。

[図2A]本発明の被覆工具の一例として本発明被覆工具８の（$Al_{0.63}Cr_{0.27}Si_{0.10}$）Ｎ層の断面について測定したＴＥＭ像を示す。

[図2B]本発明の被覆工具の一例として本発明被覆工具８の（$Al_{0.63}Cr_{0.27}Si_{0.10}$）Ｎ層の断面について測定したＥＤＳによるＮマッピング像を示す。

[図2C]本発明の被覆工具の一例として本発明被覆工具８の（$Al_{0.63}Cr_{0.27}Si_{0.10}$）Ｎ層の断面について測定したＥＤＳによるＡｌマッピング像を示す。

[図2D]本発明の被覆工具の一例として本発明被覆工具８の（$Al_{0.63}Cr_{0.}$

$_{27}$Ｓｉ$_{0.10}$）Ｎ層の断面について測定したＥＤＳによるＣｒマッピング像を示す。

[図2E]本発明の被覆工具の一例として本発明被覆工具８の（Ａｌ$_{0.63}$Ｃｒ$_{0.27}$Ｓｉ$_{0.10}$）Ｎ層の断面について測定したＥＤＳによるＳｉマッピング像を示す。

[図3A]本発明の被覆工具の一例として本発明被覆工具８の（Ａｌ$_{0.63}$Ｃｒ$_{0.27}$Ｓｉ$_{0.10}$）Ｎ層の断面に存在する粒子の組成分析時に取得した画像であり、粒子および測定箇所を示す。

[図3B]図３Ａに示す粒子の測定箇所におけるＥＤＳ組成分析結果を示す。

発明を実施するための形態

[0015] 本願発明について、以下に詳細を説明する。

[0016] （Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）（Ｃ、Ｎ）層、または（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）Ｎ層からなる硬質被覆層：

（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）（Ｃ、Ｎ）層、または（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）Ｎ層からなる硬質被覆層においては、その構成成分であるＡｌ成分が高温硬さと耐熱性を向上させ、Ｃｒ成分が高温強度を向上させ、また、Ｓｉ成分が耐酸化性を向上させる。さらに、ＡｌとＣｒとが共存することによって高温耐酸化性を向上させる作用がある。

しかし、（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）（Ｃ、Ｎ）層、または（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）Ｎ層において、ＡｌとＣｒとＳｉとの合量に占めるＣｒの含有割合ｘが０．１未満であると、相対的にＡｌ含有量が高くなるため、溶着性の高い被削材のミーリング切削加工において、被削材および切粉に対する耐溶着性を確保することができず、また、高温強度も低下するため、溶着、チッピングを発生しやすくなる。一方、ＡｌとＣｒとＳｉとの合量に占めるＣｒの含有割合ｘが０．４を越えると、硬質被覆層をＰＶＤ法で成膜する際に、ターゲット材の融点が高くなり、そのため副次的に生成される球状の粒子は高Ｃｒ濃度となり、ＡｌとＣｒとＳｉとの合量に占めるＣｒの含有割合ｘが０．４以下である粒子と比べて融点が相対的に高くなる。そのため、ターゲットから

発生した粒子が皮膜に付着した後、固着するまで奪熱する熱量が少ないため、球状の形状を保ったまま固着する。その上に皮膜が堆積することによって、粒子下部に空隙が残る。この空隙が存在することで、切削加工時に空隙が起点となってクラックが発生し、チッピングが発生しやすくなる。

したがって、ＡｌとＣｒとＳｉとの合量に占めるＣｒの含有割合ｘは、０．１以上０．４以下とする。好ましくは、含有割合ｘは０．１５～０．３７であり、より好ましくは、０．２～０．３であるが、これらにより特に限定されない。

なお金属成分と非金属成分の比は化学量論比である１：１に限定されず、１：１の場合と同一の結晶構造が維持されていれば本願発明の効果を得ることができる。

[0017] また、ＡｌとＣｒとＳｉとの合量に占めるＳｉの含有割合ｙが０．０１未満では、耐酸化性向上効果が少ないばかりか、相対的にＣｒ含有割合が高くなるため、粒子の融点が高くなり、前記のように（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）（Ｃ、Ｎ）層、または（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）Ｎ層に含有される粒子下部に空隙が形成され、耐チッピング性向上効果が少ない。一方、ＡｌとＣｒとＳｉとの合量に占めるＳｉの含有割合ｙが０．２を超えると、（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）（Ｃ、Ｎ）層、または（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）Ｎ層の高温靭性、高温強度が低下するので、ＡｌとＣｒとＳｉとの合量に占めるＳｉの含有割合ｙは、０．０１以上０．２以下とする。好ましくは、含有割合ｙは０．０７～０．２であり、より好ましくは、０．１～０．１５であるが、これらにより特に限定されない。

さらに、ＣとＮとの合量に占めるＣの含有割合ｚが０．３を超えると、硬質被覆層の硬さが過大に大きいため、切削加工において耐チッピング性が低下する。そのため、ＣとＮとの合量に占めるＣの含有割合ｚは、０．３以下とする。好ましくは、０～０．２であるが、これらにより特に限定されない。

[0018] 硬質被覆層の層厚が０．５μｍ未満であると、切削初期以降硬質被覆層の

消失が早く、十分な耐摩耗性を発揮することができず、一方、８．０μｍを越えると、（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）（Ｃ、Ｎ）層、または（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）Ｎ層に蓄積される圧縮残留応力が大きくなるため、刃先稜線部上の硬質被覆層に関し、切削加工時の外力に対する感受性が高く、切削初期でチッピングが発生しやすくなる。あるいは、皮膜が自己破壊する。

したがって、（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）（Ｃ、Ｎ）層、または（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）Ｎ層の平均層厚は、０．５μｍ以上８．０μｍ以下とした。好ましくは、（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）（Ｃ、Ｎ）層、または（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）Ｎ層の平均層厚は０．７μｍ～７．５μｍであるが、これらにより特に限定されない。

[0019] 粒子の構成：

本願発明の硬質被覆層に含まれる複数の粒子とは、１０原子％未満の非金属成分（すなわち、Ｃ、Ｎの少なくとも１種以上）と、その他の成分である金属成分（Ｃｒ、Ａｌ、Ｓｉのうち１種もしくは２種以上）と、からなる塊を意味する。

前記非金属成分の含有量は、０．５原子％以上１０原子％未満が好ましい。また、硬質被覆層に含まれる複数の粒子には、前記非金属成分および金属成分に加えて微量の不可避不純物が混入されてもよい。ただし、この不可避不純物の混入が、この硬質被覆層を含む硬質膜の耐チッピング性及び／又は耐溶着性に顕著に影響を及ぼさない場合に限る。

粒子中におけるＡｌの含有割合は、ＰＶＤ法により（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）（Ｃ、Ｎ）層、または（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）Ｎ層を成膜する際の、主として成膜時の窒素及びメタンの合計ガス分圧を４～１０Ｐａの範囲内に制御することにより、粒子におけるＡｌの含有量を５０原子％以下とすることができる。

粒子におけるＡｌの含有量が５０原子％を超えると、（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）（Ｃ、Ｎ）層、または（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）Ｎ層よりも融点が低い粒子が層中に存在することになり、その部位が原因で高温強度を保てなくなるため

溶着を発生しやすくなる。

したがって、複数の粒子（偏平粒子）におけるＡｌの含有量は５０原子％以下とする。好ましくは、粒子におけるＡｌの含有量は０．５～５０原子％であり、より好ましくは、０．５～２０原子％であるが、これらにより特に限定されない。

[0020] 本発明の被覆工具の有する硬質皮膜に含まれる硬質被覆層（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）（Ｃ、Ｎ）層、または（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）Ｎ層中における粒子は、その工具基体表面に垂直な断面長径が０．５μｍ以上になると、相対的に硬さの小さい粒子が層中に幅広く存在することになり、（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）（Ｃ、Ｎ）層、または（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）Ｎ層の硬さが低下し、その結果、切削加工時の耐摩耗性を十分確保することができなくなる。

また、本発明の被覆工具の有する硬質皮膜に含まれる硬質被覆層（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）（Ｃ、Ｎ）層、または（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）Ｎ層中における粒子のアスペクト比が２．０未満になると、硬質被覆層をＰＶＤ法で成膜した際の粒子の形状がほぼ球状となるため、該球状の粒子下部に空隙が形成されてしまい、この空隙が切削加工時のクラック発生の起点となり、耐チッピング性を低下させる。

したがって、本発明の被覆工具の有する硬質皮膜に含まれる硬質被覆層（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）（Ｃ、Ｎ）層、または（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）Ｎ層中における粒子の断面長径は０．５μｍ未満、また、粒子のアスペクト比は２．０以上とする。

但し、全ての粒子中のＡｌの含有量が５０原子％以下であり、かつ、その断面長径が０．５μｍ未満であり、さらに、アスペクト比が２．０以上である必要はなく、全体の粒子のうち、粒子中のＡｌの含有量が５０原子％以下であり、かつ、断面長径が０．５μｍ未満であって、しかも、アスペクト比が２．０以上である粒子（偏平粒子）が、粒子全個数に対して個数割合で９０％以上を占めるという条件を満たせば、本願発明で目的とする耐チッピング性、耐溶着性を得ることができる。

[0021] 本願発明の表面被覆工具の硬質被覆層に含まれる粒子の断面長径とは、基体表面に垂直な皮膜断面における粒子の断面形状について測定した場合に、粒子内のみに引くことのできる直線であって最も長いものと定義する。即ち、一時的に粒子の外に出る直線は粒子の断面長径の決定には使用しない。

さらに、本願発明の表面被覆工具の硬質被覆層に含まれる粒子のアスペクト比とは、基体表面に垂直な皮膜断面において、上記断面長径をなす直線に直交する粒子幅の最大の値を粒子の断面短径とした場合に、断面長径／断面短径の値をいう。

[0022] 本願発明においては、硬質被覆層に含有される全粒子中の、ＡｌＮの含有量が５０原子％以下であり、かつ、断面長径が０．５μｍ未満であって、しかも、アスペクト比が２．０以上であるという条件に加えて、粒子の断面長径をなす直線が工具基体表面となす角度が４５度以下である粒子について、該長径をなす直線と硬質皮膜表面側の粒子外周部で囲まれた面積をＡ、その直線と工具基体側の粒子外周部で囲まれた面積をＢとした場合、Ａ＞Ｂである粒子が、粒子全個数に対して個数割合で８０％以上を占める場合に、より一段とすぐれた耐チッピング性が発揮される。

[0023] これは、次のような理由による。

即ち、切削加工時に硬質被覆層の摩耗が進行するにつれ、粒子（偏平粒子）が硬質被覆層表面に露出し、硬質被覆層と比べて粒子の硬さが小さいため、硬質被覆層と比べて粒子部で摩耗の進行が速い。そのため、硬質被覆層と比べ粒子部が深くえぐられるように摩耗が進行し、凹部が形成される。このとき、粒子の断面長径をなす直線が工具基体表面となす角度が４５度を超える、あるいは、Ａ≦Ｂであると、形成される凹部の深さが相対的に深くなり、切削によるせん断方向の応力が凹部の淵に集中し、硬質皮膜中に進展する亀裂の起点となり、チッピングが発生し易い。しかし、粒子の断面長径をなす直線が工具基体表面となす角度が４５度以下、かつ、Ａ＞Ｂであれば、形成される凹部の深さは相対的に小さいため、切削時のせん断力の集中が生じ

にくく、チッピングの発生は抑えられるという理由による。

したがって、本願発明では、粒子（偏平粒子）の断面長径をなす直線が工具基材表面となす角度が４５度以下、かつ、該長径をなす直線と硬質皮膜表面側の粒子外周部で囲まれた面積をＡ、その直線と工具基体側の粒子外周部で囲まれた面積をＢとした場合、Ａ＞Ｂである粒子が、粒子全個数に対して個数割合で８０％以上を占めることが望ましく、これによって、より一段と耐チッピング性、耐溶着性が向上し、すぐれた切削性能を発揮する。

[0024] 硬質被覆層および硬質被覆層に含まれる粒子の組成は、透過型電子顕微鏡－エネルギー分散型Ｘ線分光分析（ＴＥＭ－ＥＤＳ）を用いて、工具基体表面に垂直な硬質被覆層断面の組織観察と組成分析を行うことで得ることができる。この場合の観察範囲は、工具基体表面と平行方向に２０μｍとする。そして、硬質被覆層断面に対して０．０１μｍ以下の空間分解能の元素マッピングを行うことで、例えば被覆した（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）（Ｃ、Ｎ）層、または（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）Ｎ層の組成が規定の範囲内であることを確認することができる。同時に膜断面における点分析によって粒子の組成を分析することができる。

[0025] 各々の粒子のアスペクト比は以下のようにして得ることができる。まず、粒子の断面における最大径を断面長径とし、この断面長径をなす直線に直交する粒子幅の最大の値を粒子の断面短径とする。次に、各粒子について断面長径、断面短径を求めるとともに、断面長径、断面短径から各々の粒子のアスペクト比（＝断面長径／断面短径）を求める。

[0026] Ａｌ含有量が５０原子％以下であり、かつ、断面長径が０．５μｍ未満であり、さらに、アスペクト比が２．０以上である粒子の個数割合は以下のようにして得ることができる。測定対象となる被覆工具について、上述の分析同様に硬質被覆層断面を分析する。まず、観察範囲内（５μｍ×５μｍ）に存在する粒子の全個数をＴＥＭ－ＥＤＳを用いたＮマッピング像により、カウントする。次に、前粒子のうち粒子を構成する構成元素の９０原子％以上はＣｒ、Ａｌ、Ｓｉのうち１種もしくは２種以上より選択された元素であり

、かつ、ＡＩ含有量が５０原子％以下であり、かつ、断面長径が０．５μｍ未満であって、さらに、アスペクト比が２．０以上である粒子の個数をカウントする。これらの粒子数のカウント結果に基づいて、前粒子に対する、ＡＩ含有量が５０原子％以下であり、かつ、断面長径が０．５μｍ未満であり、さらに、アスペクト比が２．０以上である粒子（偏平粒子）の個数割合を算出する。なお当該粒子の面積当たりの個数は、１個／μｍ^2～５個／μｍ^{2}が好ましい。

[0027] 観察範囲内に存在する全粒子について、それぞれの金属粒子の断面長径をなす直線が工具基材表面となす角度を求めるとともに、該角度が４５度以下の粒子については、各粒子の断面長径をなす直線と硬質皮膜表面側の粒子外周部で囲まれた面積Ａと、その直線と工具基体側の粒子外周部で囲まれた面積Ｂとを求め、ＡとＢを比較し、Ａ＞Ｂである粒子の個数割合を算出する。なお、面積Ａ及び面積Ｂを算出する方法は、以下の通りである。各粒子を撮影したＴＥＭ－ＥＤＳマッピング像を用いる。窒素量を分析したマッピング像を用いることで、粒子と硬質被覆層の境界を区別できる。粒子の外周部を選択し、囲まれた面積は、画像解析ソフト（例えば、Ａｄｏｂｅ　ｐｈｏｔｏｓｈｏｐなど）を用いて算出できる。算出した面積をＡとする。また、粒子の断面長径及び工具基体側の粒子外周部を選択し、囲まれた面積について画像解析ソフトを用いて算出し、これを面積Ｂとする。本方法を各粒子で行い、Ａ＞Ｂである粒子の個数割合を算出する。

[0028] つぎに、本願発明の被覆工具を実施例により具体的に説明する。

実施例

[0029] 原料粉末として、平均粒径：５．５μｍを有する中粗粒ＷＣ粉末、同０．８μｍの微粒ＷＣ粉末、同１．３μｍのＴａＣ粉末、同１．２μｍのＮｂＣ粉末、同１．２μｍのＺｒＣ粉末、同２．３μｍのCr_3C_2粉末、同１．５μｍのＶＣ粉末、同１．０μｍの（Ｔｉ、Ｗ）Ｃ［質量比で、ＴｉＣ／ＷＣ＝５０／５０］粉末、および同１．８μｍのＣｏ粉末を用意し、これら原料粉末をそれぞれ表５に示される配合組成に配合し、さらにワックスを加えて

アセトン中で２４時間ボールミル混合し、減圧乾燥した後、１００ＭＰａの圧力で所定形状の各種の圧粉体にプレス成形し、これらの圧粉体を、６Ｐａの真空雰囲気中、７℃／分の昇温速度で１３７０～１４７０℃の範囲内の所定の温度に昇温し、この温度に１時間保持後、炉冷の条件で焼結して、直径が８ｍｍの工具基体形成用丸棒焼結体を形成し、さらに前記丸棒焼結体から、研削加工にて、切刃部の直径×長さが６ｍｍ×１３ｍｍの寸法、並びにねじれ角３０度の２枚刃ボール形状をもったＷＣ基超硬合金製の工具基体（エンドミル）Ａ～Ｅをそれぞれ製造した。

[0030] つぎに、これらの工具基体Ａ～Ｅを、図１Ａ及び図１Ｂに示すアークイオンプレーティング装置に装入し、次の条件でＡｒボンバードを施した。

まず、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、Ａｒガス圧力：０．５～１．０Ｐａの雰囲気とすると共に、タングステンフィラメントに電流５０～６０Ａの条件下で１分のボンバード処理を３回繰り返し、工具基体表面に不可避的に付着している有機物等の汚染物を除去した。

[0031] 次いで、同じく表２に示す組成のターゲットを用い、同表２の成膜条件で所定の層厚の（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）（Ｃ、Ｎ）層、または（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）Ｎ層を蒸着形成することにより、本発明被覆工具１～１０を作製した。

[0032] 表２の成膜条件において、装置内の温度を従来（５００℃）よりも高めたのは、飛散した粒子が硬質被覆層に付着後、粒子の温度が融点以下に低下するまでの時間を長くすることが目的であり、これによって、アスペクト比が２．０以上の粒子が形成されやすくするためである。

また、窒素及びメタンの合計ガス分圧を４～１０Ｐａの範囲内としたのは、窒素及びメタンの合計ガス分圧が４Ｐａ未満では、アークスポットの移動速度が相対的に遅く、断面長径が０．５μｍ以上の粒子が発生しやすくなり、この粒子は、（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）（Ｃ、Ｎ）層、または（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）Ｎ層と比較して相対的に窒化の程度が少なく硬さが小さいため、硬質皮膜全体としての硬さが小さくなり切削加工時に耐摩耗性が低下する。一方

、窒素及びメタンの合計ガス分圧が１０Ｐａを超えると、アークスポットの運動が不安定で成膜自体が困難になるとの理由による。

なお、装置内の温度を従来（５００℃）よりも高くする際に、ターゲット前面に筒状ヒーターを設けることでターゲット前面の空間を高温にすることも有効である。これによりターゲットから発生する粒子が雰囲気中で凝固することを防ぐことができ、粒子は工具基体へ付着した際に工具基体の形状に沿って変形する。筒状ヒーターからの輻射熱による皮膜へのダメージは工具基体用治具に冷却機構を設けることで防ぐことができる。ターゲット前面の空間を加熱する筒状ヒーターはターゲットから見て基板方向に伸びており、長さはヒーターの先端がターゲット－工具基体間距離の２／３～３／４ほどの位置にあることが望ましい。長すぎると皮膜に輻射熱によるダメージが入り、一方で短すぎるとターゲット前面に存在する高温の空間が狭くなるため、工具基体付着前に粒子が凝固してしまう。ターゲット前面の空間を適切に加熱するためには、設置位置はターゲット表面から５０ｍｍ以内の位置が望ましく、例えば、アノード電極の前面などに設置すると良い。工具基体の冷却機構は、例えば、工具基体用治具に冷却水を流して冷却する方法がある。

[0033] 前記本発明被覆工具１～１０の（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）（Ｃ、Ｎ）層、または（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）Ｎ層について、工具基体表面に垂直な硬質被覆層断面の組織観察と組成分析を、透過型電子顕微鏡－エネルギー分散型Ｘ線分光分析（ＴＥＭ－ＥＤＳ）を用いて行った。各本発明被覆工具における観察範囲は、工具基体表面と平行方向に２０μｍとする。硬質被覆層断面に対して０．０１μｍ以下の空間分解能の元素マッピングを行い、被覆した（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）（Ｃ、Ｎ）層、または（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）Ｎ層の組成が規定の範囲内であることを確認し、同時に膜断面における点分析によって粒子の組成を分析した。

次に、粒子の断面における最大径を断面長径とし、該断面長径をなす直線に直交する粒子幅の最大の値を粒子の断面短径とし、各粒子について断面長径、断面短径を求めるとともに、断面長径、断面短径から各々の粒子のアス

ペクト比（＝断面長径／断面短径）を求めた。

また、各本発明被覆工具の観察範囲内に存在する粒子の全個数と、粒子を構成する構成元素の９０原子％以上はＣｒ、Ａｌ、Ｓｉのうち１種もしくは２種以上より選択された元素であり、かつ、Ａｌ含有量が５０原子％以下であり、かつ、断面長径が０．５μｍ未満であって、さらに、アスペクト比が２．０以上である粒子の個数をカウントすることにより、Ａｌ含有量が５０原子％以下であり、かつ、断面長径が０．５μｍ未満であり、さらに、アスペクト比が２．０以上である粒子の個数割合を算出した。

さらに、観察範囲内に存在する全粒子について、それぞれの金属粒子の断面長径をなす直線が工具基材表面となす角度を求めるとともに、該角度が４５度以下の粒子については、各粒子の断面長径をなす直線と硬質皮膜表面側の粒子外周部で囲まれた面積Ａと、その直線と工具基体側の粒子外周部で囲まれた面積Ｂとを求め、ＡとＢを比較し、Ａ＞Ｂである粒子の個数割合を算出する。なお、面積Ａ及び面積Ｂを算出する方法は、以下の通りである。各粒子を撮影したＴＥＭ－ＥＤＳマッピング像を用いる。窒素量を分析したマッピング像を用いることで、粒子と硬質被覆層の境界を区別できる。粒子の外周部を選択し、囲まれた面積は、画像解析ソフト（例えば、Ａｄｏｂｅ Ｐｈｏｔｏｓｈｏｐなど）を用いて算出できる。算出した面積をＡとする。また、粒子の断面長径及び工具基体側の粒子外周部を選択し、囲まれた面積について画像解析ソフトを用いて算出し、これを面積Ｂとする。本方法を各粒子で行い、Ａ＞Ｂである粒子の個数割合を算出した。

表３に、これらの測定値、算出値をそれぞれ示す。

[0034] 図２Ａ～図２Ｅに、一例として本発明被覆工具８の（$Al_{0.63}Cr_{0.27}Si_{0.10}$）Ｎ層の断面について測定したＴＥＭ－ＥＤＳマッピング像を示す。

また、図３Ａおよび図３Ｂに、同じく本発明被覆工具８の（$Al_{0.63}Cr_{0.27}Si_{0.10}$）Ｎ層の断面に存在する粒子について測定した組成分析結果を示す。

[0035] 次に、比較の目的で、前記アークイオンプレーティング装置を用いて、工

具基体Ａ～Ｅの表面に、実施例と同様な条件で、Ｔｉボンバードを施し、次いで、表４に示す条件で、粒子が分散分布した所定の層厚の（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）（Ｃ、Ｎ）層、または（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）Ｎ層を蒸着形成することにより、比較被覆工具１～１０を作製した。

[0036] 比較被覆工具１～１０の（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）（Ｃ、Ｎ）層、または（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）Ｎ層についても、その断面をＴＥＭ－ＥＤＳによって観察し、膜断面における点分析によって粒子の組成を分析し、粒子のうち、Ａｌ含有量が５０原子％以下であり、断面長径が０．５μｍ未満であり、かつ、アスペクト比が２．０以上である粒子が、粒子全個数に占める個数割合を測定し、また、測定範囲内に存在する粒子について、それぞれの粒子の断面長径をなす直線が工具基材表面となす角度を求めるとともに、該角度が４５度以下の粒子については、各粒子の断面長径をなす直線と硬質皮膜表面側の粒子外周部で囲まれた面積Ａと、その直線と工具基体側の粒子外周部で囲まれた面積をＢとを求め、ＡとＢの対象を比較し、Ａ＞Ｂである粒子の、測定範囲内に存在する全粒子に占める個数割合を算出した。

表５に、これらの値をそれぞれ示す。

[0037] また、本発明被覆工具１～１０および比較被覆工具１～１０の硬質皮膜の層厚を、走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）を用いて測定したところ、いずれも表３、表５に示される目標層厚と実質的に同じ平均層厚を示した。

[0038] [表1]

種別		配合組成（質量％）								切刃部の直径×長さ（mm）
		Co	(Ti, W)C	TaC	NbC	ZrC	Cr_3C_2	VC	WC	
工具基体（エンドミル）	A	5	5	—	—	—	—	—	中粗粒：残	6×13
	B	6	—	1	0.5	—	—	—	微粒：残	6×13
	C	6	—	1	—	1	0.5	0.5	微粒：残	6×13
	D	8	—	—	—	—	0.5	0.5	微粒：残	6×13
	E	9	25	10	1	—	—	—	中粗粒：残	6×13

[0039]

[表2]

種別		工具基体種別	(Al, Cr, Si)(C, N)層成膜条件							
			ターゲット組成(原子比)			装置内温度(℃)	アーク電流(A)	バイアス電圧(V)	反応ガス圧(Pa)	N2:CH4ガス比率
			Al	Cr	Si					
本発明被覆工具	1	A	78	15	7	550	100	−50	4.0	100:0
	2	A	75	15	10	600	100	−50	6.0	90:10
	3	B	65	15	20	650	100	−50	9.0	80:20
	4	C	70	20	10	550	100	−50	4.0	100:0
	5	C	60	20	20	600	150	−50	9.0	90:10
	6	B	65	25	10	550	150	−25	4.0	100:0
	7	D	45	35	20	600	150	−25	9.0	90:10
	8	D	63	27	10	550	200	−25	4.0	100:0
	9	B	58	27	15	600	200	−25	6.0	100:0
	10	E	43	37	20	650	200	−25	9.0	90:10

[0040]

[表3]

種別		工具基体種別	(Al, Cr, Si)(N, C)層の組成及び目標層厚						粒子の組成・形状・存在割合					
			金属元素組成(原子比)			非金属元素組成(原子比)		目標平均層厚(μm)	全粒子の平均Al量(原子%)	粒子中のAl含有量が50原子%以下の粒子の個数割合(%)	断面長径が0.5μm未満の粒子の個数割合(%)	アスペクト比が2.0以上の粒子の個数割合(%)	本発明で規定する粒子の個数割合(%)	断面長径がなす直線と工具基体表面のなす角度が45度以下で、かつ、A/B>1を満たす粒子の個数割合(%)
			Al	Cr	Si	N	C							
本発明被覆工具	1	A	78	15	7	100	0	0.7	5	97.5	95.0	97.5	92.5	95.0
	2	A	75	15	10	90	10	4.0	10	97.5	95.0	97.5	95.0	90.0
	3	B	65	15	20	80	20	6.0	4	97.5	100.0	95.0	95.0	87.5
	4	C	70	20	10	100	0	2.0	6	95.0	97.5	100.0	95.0	77.5(※2)
	5	C	60	20	20	90	10	4.0	8	95.0	95.0	97.5	95.0	92.5
	6	B	65	25	10	100	0	4.0	10	95.0	97.5	97.5	95.0	97.5
	7	D	45	35	20	90	10	6.0	9	100.0	95.0	97.5	95.0	82.5
	8	D	63	27	10	100	0	2.0	10	97.5	97.5	100.0	97.5	90.0
	9	B	58	27	15	100	0	4.0	5	92.5	95.0	97.5	92.5	87.5
	10	E	43	37	20	90	10	7.5	10	100.0	95.0	97.5	95.0	92.5

※2:請求項2の範囲外であることを意味する。

[0041] [表4]

種別		工具基体種別	(Al, Cr, Si)(C, N)層成膜条件							
			ターゲット組成(原子比)			装置内温度(℃)	アーク電流(A)	バイアス電圧(V)	反応ガス圧(Pa)	N2:CH4ガス比率
			Al	Cr	Si					
比較被覆工具	1	A	80	15	5	500	100	-50	4.0	100:0
	2	A	70	20	10	500	100	-50	9.0	90:10
	3	B	65	25	10	550	150	-50	2.0	80:20
	4	C	63	27	10	600	150	-50	2.0	100:0
	5	C	78	15	7	550	100	-50	4.0	0:100
	6	B	85	5	10	600	150	-50	9.0	100:0
	7	D	40	50	10	500	100	-50	4.0	90:10
	8	D	78	20	2	500	100	-25	9.0	50:50
	9	B	50	20	30	550	100	-25	4.0	100:0
	10	E	20	50	30	600	100	-50	9.0	90:10

[0042]

[表5]

種別		工具基体種別	(Al, Cr, Si)(C, N)層の組成及び目標層厚						粒子の組成・形状・存在割合					
			金属元素組成(原子比)			非金属元素組成(原子比)		目標平均層厚(μm)	全粒子の平均Al量(原子%)	粒子中のAl含有量が50原子%以下の粒子の個数割合(%)	断面長径が0.5μm未満の粒子の個数割合(%)	アスペクト比が2.0以上の粒子の個数割合(%)	本発明で規定する粒子の個数割合(%)	断面長径がなす直線と工具基体表面のなす角度が45度以下で、かつ、A/B>1を満たす粒子の個数割合(%)
			Al	Cr	Si	N	C							
比較被覆工具	1	A	80	15	5	100	0	4.0	8	95.0	97.5	42.5(※1)	42.5(※1)	55.0(※2)
	2	A	70	20	10	90	10	6.0	10	97.5	100.0	65.0(※1)	62.5(※1)	67.5(※2)
	3	B	65	25	10	80	20	0.5(※1)	7	95.0	72.5(※1)	100.0	67.5(※1)	85.0
	4	C	63	27	10	100	0	10(※1)	12	92.5	65.0(※1)	100.0	62.5(※1)	90.0
	5	C	78	15	7	0(※1)	100(※1)	4.0	11	70.0(※1)	95.0	75.0(※1)	72.5(※1)	65.0(※2)
	6	B	85	5(※1)	10	90	10	4.0	10	97.5	97.5	80.0(※1)	75.0(※1)	72.5(※2)
	7	D	40	50(※1)	10	90	10	4.0	15	100.0	95.0	97.5	90.0	82.5
	8	D	78	20	2(※1)	50(※1)	50(※1)	4.0	8	92.5	95.0	82.5(※1)	77.5(※1)	72.5(※2)
	9	B	50	20	30(※1)	100	0	0.5(※1)	4	100.0	95.0	97.5	92.5	87.5
	10	E	20	50	30(※1)	90	10	10(※1)	5	100.0	97.5	100.0	92.5	90.0

※1:請求項1の範囲外であることを意味する。

※2:請求項2の範囲外であることを意味する。

[0043] つぎに、前記本発明被覆工具１～１０および比較被覆工具１～１０について、以下に示す条件で、ミーリング切削加工試験を実施し、切刃の逃げ面摩耗幅を測定した。

被削材：ＪＩＳ・ＳＫＤ６１（ＨＲＣ５２）のブロック材

回転速度：１７０００／ｍｉｎ．、

切削速度：３００ｍ／ｍｉｎ．、

切り込み：ａｐ　２．０ｍｍ、ａｅ　０．３ｍｍ

送り速度（１刃当り）：０．０６ｍｍ／刃、

切削油剤：エアー、

切削長：３００ｍ、

表６に、前記切削試験の結果を示すとともに、チッピング、溶着発生の有無を示す。

[0044] [表6]

種　別		逃げ面摩耗幅（mm）	チッピング、溶着発生の有無	種　別		切削試験結果（m）	チッピング、溶着発生の有無
本発明被覆工具	1	0.15	無し	比較被覆工具	1	30	チッピング
	2	0.17	無し		2	40	チッピング
	3	0.13	無し		3	100	無し
	4	0.19	無し		4	50	チッピング
	5	0.15	無し		5	20	溶着
	6	0.17	無し		6	30	チッピング
	7	0.13	無し		7	200	チッピング
	8	0.10	無し		8	20	チッピング
	9	0.12	無し		9	100	チッピング
	10	0.15	無し		10	120	チッピング

比較被覆工具の欄の切削試験結果は、チッピング、溶着が原因で寿命に至る切削長（m）、または、逃げ面摩耗量が0．2mmを超えた時点での切削長（m）を示す。

[0045] 表３、６に示される結果から、本発明の被覆工具１～１０は、硬質皮膜の（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）（Ｃ、Ｎ）層、または（Ａｌ、Ｃｒ、Ｓｉ）Ｎ層中に

、構成元素の９０原子％以上がＣｒ、Ａｌ、Ｓｉのうち１種もしくは２種以上より選択された元素である粒子が存在し、かつ、該粒子中のＡｌ含有量が５０原子％以下であり、かつ、断面長径が０．５μｍ未満であり、さらに、アスペクト比が２．０以上である粒子が、粒子全個数に占める個数割合は９０％以上であることから、ミーリング加工においてすぐれた耐チッピング性、耐溶着性を示すとともに、すぐれた耐摩耗性を示した。

また、本発明の被覆工具１～３、５～１０は、前記粒子のうち、粒子の断面長径をなす直線が工具基材表面となす角度が４５度以下、かつ、該長径をなす直線と硬質皮膜表面側の粒子外周部で囲まれた面積をＡ、その直線と工具基体側の粒子外周部で囲まれた面積をＢとした場合、Ａ＞Ｂである粒子が、粒子全個数に占める個数割合で８０％以上であることから、ミーリング加工においてより一段とすぐれた耐チッピング性、耐溶着性を示し、その結果、長期にわたってすぐれた耐摩耗性を示した。

[0046] これに対して、比較被覆工具１～６、８は、硬質皮膜中に粒子は形成されるものの、該粒子中のＡｌ含有量が５０原子％以下であり、かつ、断面長径が０．５μｍ未満であり、かつ、アスペクト比が２．０以上である粒子の個数割合が本願発明で規定する範囲から外れるため、ミーリング加工において、チッピング、溶着等の発生により短時間で寿命にいたることが明らかである。さらに、比較被覆工具１、２、５、６、８は粒子の断面長径をなす直線が工具基材表面となす角度が４５度以下であって、かつ、該長径をなす直線と硬質皮膜表面側の粒子外周部で囲まれた面積Ａと該長径をなす直線と工具基体側の粒子外周部で囲まれた面積ＢがＡ＞Ｂの関係を満たさないために、ミーリング加工において、チッピング、溶着等の発生により、さらに短時間で寿命にいたることが明らかである。

また、比較被覆工具７、９、１０は、硬質被覆層中に粒子は形成されるものの、硬質被覆層の組成、または、層厚が本願発明で規定する範囲から外れるため、ミーリング加工において、チッピングの発生により短時間で寿命にいたることが明らかである。

産業上の利用可能性

[0047] 前述のように、本発明の被覆工具は、例えば、炭素鋼、合金工具鋼等の被削材の高速切削加工において、すぐれた耐チッピング性、耐溶着性を発揮し、使用寿命の延命化を可能とするものであるが、他の被削材の切削加工、他の条件での切削加工で使用することも勿論可能である。

また前記実施例では１層からなる硬質皮膜にて説明したが、硬質皮膜が２以上の層から成る場合であっても、少なくとも１層が前記実施例に記載の皮膜であれば同様の効果を奏するものである。

符号の説明

[0048] １　アークイオンプレーティング装置

２　回転テーブル

３　電磁コイル

４Ａ　カソード電極（ＡｌＣｒＳｉ合金）

４Ｂ　カソード電極（ターゲット）（ＡｌＣｒＳｉ合金もしくは下部層成膜用ターゲット）

５　アノード電極

６　ヒーター

７　筒状ヒーター

８　工具基体用治具

９　基体

１０　冷却水

１１　アーク電源

１２　バイアス電源

１３　反応ガス

１４　排ガス

１５　粒子

１６　測定箇所

Ｗ１　ターゲット表面から筒状ヒーター先端面までの距離（例えばター

ゲット－基板距離の２／３程度の長さ）

Ｗ２　　ターゲット表面から筒状ヒーター後端面前の距離（例えば５０ｍｍ以内）

請求の範囲

[請求項1] 炭化タングステン基超硬合金からなる工具基体の表面に、硬質皮膜が形成されている表面被覆切削工具において、

（ａ）前記硬質皮膜は１または２以上の層から形成され、その少なくとも１層は、平均組成式：（$Al_{1-x-y}Cr_xSi_y$）（C_zN_{1-z}）（但し、ｘ、ｙ、ｚはいずれも原子比であって、０．１≦ｘ≦０．４、０．０１≦ｙ≦０．２、０≦ｚ≦０．３）を満足する平均層厚０．５～８．０μｍのＡｌとＣｒとＳｉの複合窒化物層または複合炭窒化物層からなる硬質被覆層であり、

（ｂ）前記硬質被覆層は、１０原子％未満のＣおよびＮから選ばれる１種以上からなる非金属成分と、Ｃｒ、Ａｌ、Ｓｉから選ばれる１種以上の元素である金属成分とからなる複数の粒子を含み、

（ｃ）前記複数の粒子のうち、Ａｌ含有量は５０原子％以下であり、前記工具基体の表面に対して垂直な断面における長径が０．５μｍ未満であって、さらに、アスペクト比が２．０以上である偏平粒子は、前記複数の粒子の全個数に対して、個数割合で９０％以上を前記断面中で占めることを特徴とする表面被覆切削工具。

[請求項2] 前記硬質皮膜の前記工具基体の表面に対して垂直な断面で、前記硬質被覆層に含有される前記偏平粒子を観察したときに、前記偏平粒子のそれぞれにおいて、前記長径をなす直線が工具基材表面となす角度は４５度以下であり、かつ、前記直線と硬質皮膜表面側の粒子外周部とで囲まれた面積をＡ、前記直線と工具基体側の粒子外周部とで囲まれた面積をＢとした場合、Ａ＞Ｂである粒子が、前記偏平粒子の全個数に対して個数割合で８０％以上を占めることを特徴とする請求項１記載の表面被覆切削工具。

[請求項3] 前記硬質被覆層の平均層厚が、０．７～７．５μｍである請求項１または２記載の表面被覆切削工具。

[請求項4] 前記硬質被覆層が、前記硬質皮膜の最外層である請求項１または２

記載の表面被覆切削工具。

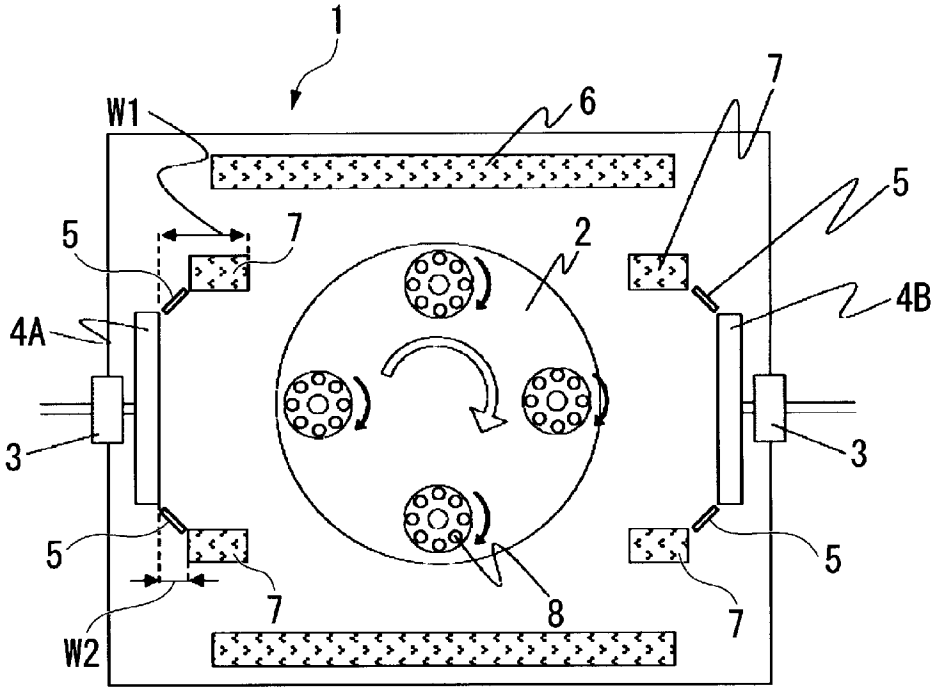
[請求項5] 前記硬質被覆層が、前記硬質皮膜の最外層である請求項３記載の表面被覆切削工具。

[請求項6] 前記非金属成分の含有量が、０．５原子％以上１０原子％未満である請求項１記載の表面被覆切削工具。

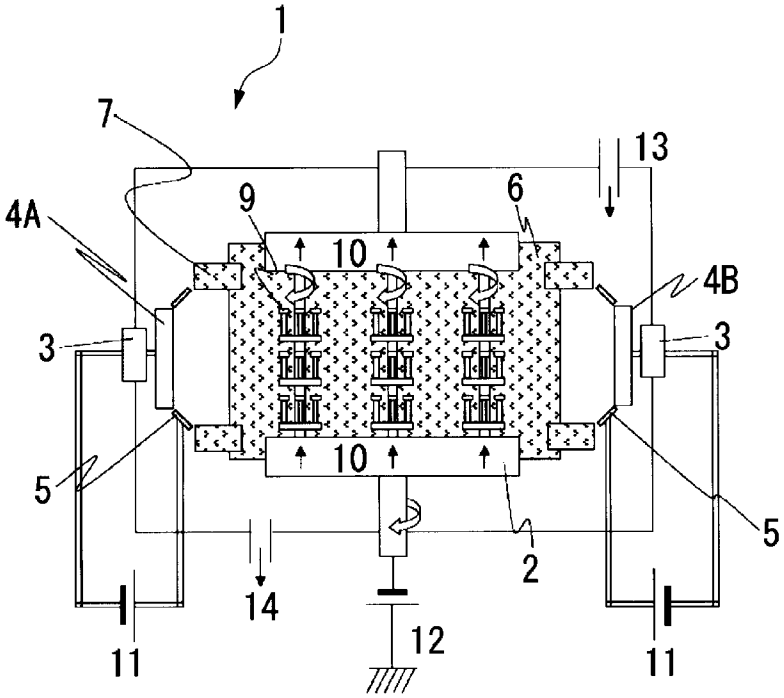
[請求項7] 前記金属成分のＡｌ含有量が、０．５原子％以上２０原子％以下である請求項１記載の表面被覆切削工具。

[請求項8] 前記断面における、前記複数の粒子の面積当たりの個数は、１個／μm^2～５個／μm^2である請求項１記載の表面被覆切削工具。

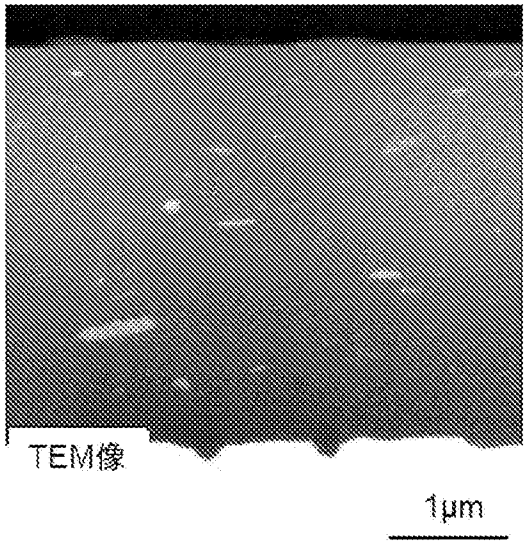
[図1A]



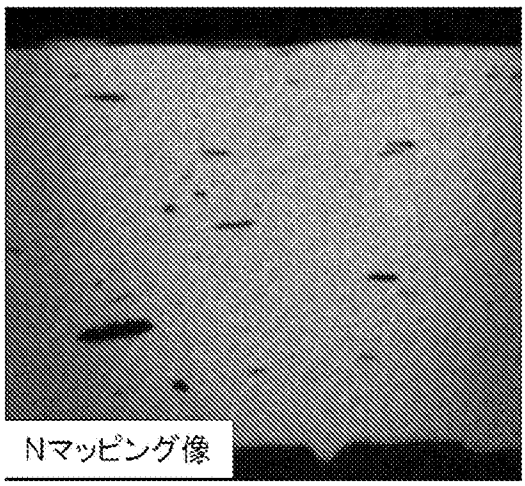
[図1B]



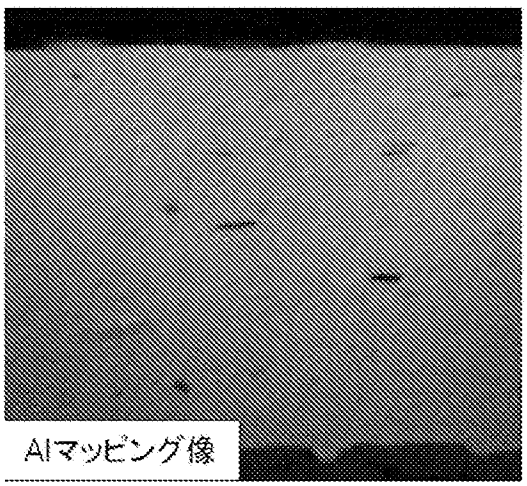
[図2A]



[図2B]



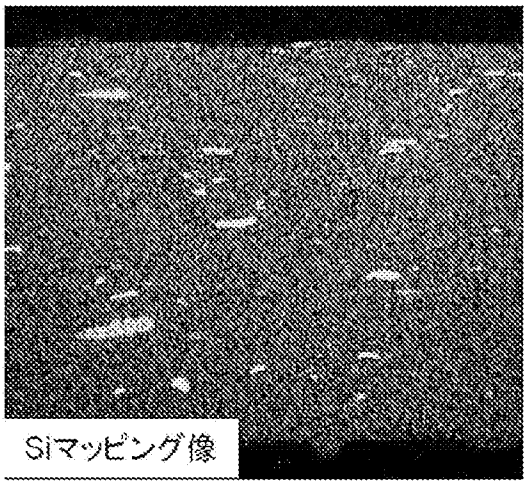
[図2C]



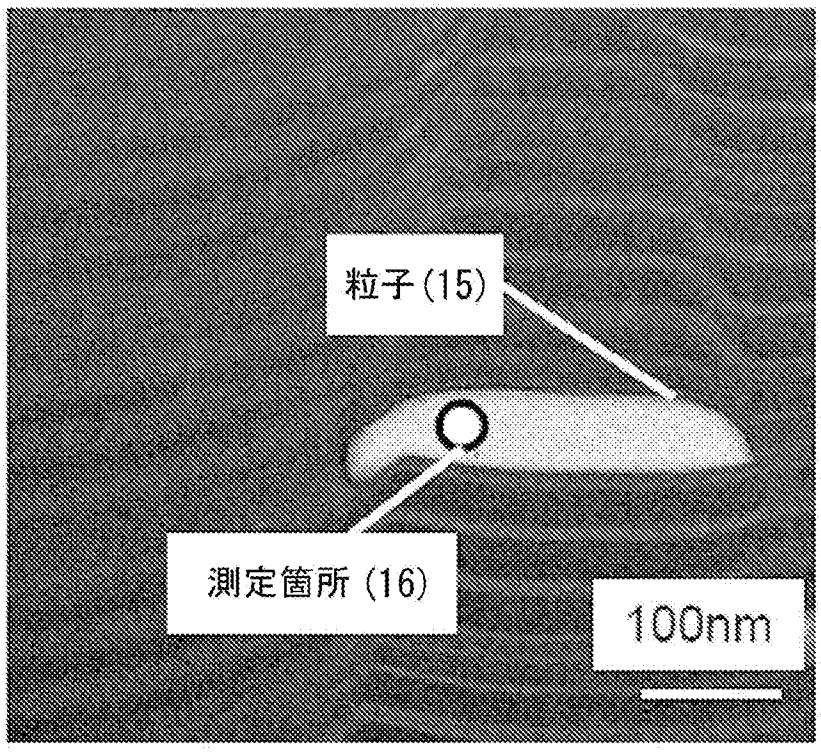
[図2D]



[図2E]



[図3A]



TEM像

[図3B]

EDS組成分析結果[at.%]			
Al	Cr	Si	N
1.8	44.1	45.6	8.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/051843

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B23C5/16(2006.01)i, *B23B27/14*(2006.01)i, *C23C14/06*(2006.01)i, *C23C14/24*(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)
B23C5/16, B23B27/14, C23C14/06, C23C14/24

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2013-046954 A (Mitsubishi Materials Corp.), 07 March 2013 (07.03.2013), tables 3, 5; abstract; paragraphs [0008] to [0017], [0020] to [0028] & CN 102794492 A	1-8
A	JP 2014-087861 A (Mitsubishi Materials Corp.), 15 May 2014 (15.05.2014), tables 3, 5; abstract; paragraphs [0008] to [0022], [0025] to [0032] (Family: none)	1-8

☐ 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
25 February 2016 (25.02.16)	08 March 2016 (08.03.16)

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

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０５１８４３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B23C5/16(2006.01)i, B23B27/14(2006.01)i, C23C14/06(2006.01)i, C23C14/24(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B23C5/16, B23B27/14, C23C14/06, C23C14/24

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	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６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 2013-046954 A（三菱マテリアル株式会社）2013.03.07, 表3,表5, 要約欄, 段落[0008]-[0017],[0020]-[0028] & CN 102794492 A	１－８
A	JP 2014-087861 A（三菱マテリアル株式会社）2014.05.15, 表3,表5, 要約欄, 段落[0008]-[0022],[0025]-[0032]（ファミリーなし）	１－８

☐　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	国際調査報告の発送日
２５．０２．２０１６	０８．０３．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
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）　３Ｃ　９０３９
村上　哲
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３２４