(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
2015 年 5 月 28 日(28.05.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/076401 A1

(51) 国際特許分類:
B23B 27/14 (2006.01) *B23C 5/16* (2006.01)
B23B 51/00 (2006.01) *C23C 14/06* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/081014

(22) 国際出願日: 2014 年 11 月 25 日(25.11.2014)

(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 2013-243079 2013 年 11 月 25 日(25.11.2013) JP

(71) 出願人: 株式会社タンガロイ (TUNGALOY CORPORATION) [JP/JP]; 〒9701144 福島県いわき市好間工業団地１１－１ Fukushima (JP).

(72) 発明者: 城地　司 (SHIROCHI, Tsukasa); 〒9701144 福島県いわき市好間工業団地１１－１　株式会社タンガロイ内 Fukushima (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人　津国 (TSUKUNI & ASSOCIATES); 〒1020083 東京都千代田区麹町５－３－１　麹町ビジネスセンター 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, JP, 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.

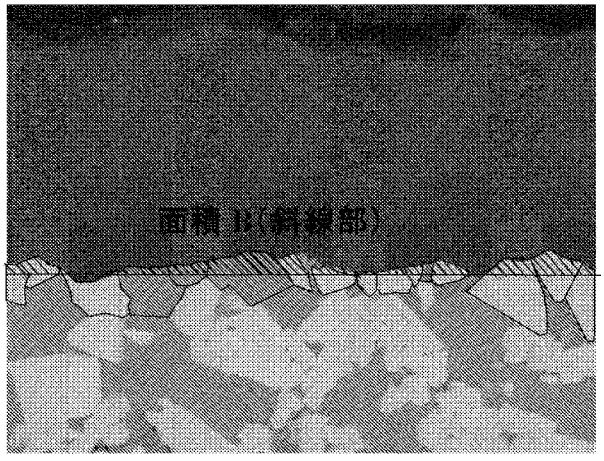
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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

(54) **Title**: COATED TOOL

(54) 発明の名称 : 被覆工具

［図1(c)］



AA　Surface area B (slanted line part)

(57) **Abstract**: Provided is a coated tool which is wear-resistant and damage resistant, and which has a long service life. This coated tool comprises a base material and a coating layer. The base material comprises a plurality of hard particles and a bonding phase that bonds the plurality of hard particles. The coating layer contains a compound layer. The ratio B/A determined by procedures (1) to (6) is at least 0.2 but less than 0.5. (1) A cross section perpendicular to the surface of the base material is extracted along a reference length (S) in a direction parallel to the surface of the base material. (2) In the cross section thus extracted, the total area (A) of the cross section of hard particles that touch the coating layer is determined. (3) At the interface between the coating layer and the base material, of the plurality of interface parts that are formed between adjoining hard particles, the first interface part (D1) which is at the deepest position, and the second interface part (D2) which is at the second deepest position, are determined. (4) A line (L) is drawn to pass through D1 and D2. (5) In the cross section of the hard particles which touch the coating layer, the total area (B) of the cross section that is on the coating layer side of the line (L) is determined. (6) The value for B/A is calculated.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/076401 A1

耐摩耗性と耐欠損性を持つ、工具寿命の長い被覆工具を提供する。本発明の被覆工具は、基材と、被覆層とを含む。基材は、複数の硬質粒子と、複数の硬質粒子を結合する結合相とを含む。被覆層は、化合物層を含む。手順（１）～（６）により求められるＢ／Ａの値が、０．２以上０．５未満である。（１）基材の表面に垂直な断面を、基材の表面に平行な方向に基準長さ（Ｓ）抜き出す。（２）抜き出された断面において、被覆層に接する硬質粒子の断面の合計面積（Ａ）を求める。（３）被覆層と基材との境界面において、互いに隣接する硬質粒子の間に形成されている複数の境界部のうち、最も深い位置にある第１の境界部（Ｄ１）、及び、２番目に深い位置にある第２の境界部（Ｄ２）を決定する。（４）Ｄ１及びＤ２を通る線分（Ｌ）を引く。（５）被覆層に接する硬質粒子の断面のうち、線分（Ｌ）よりも被覆層側にある断面の合計面積（Ｂ）を求める。（６）Ｂ／Ａの値を求める。

明　細　書

発明の名称 ： 被覆工具

技術分野

[0001] 本発明は、被覆工具に関する。

背景技術

[0002] 鋼、鋳鉄、ステンレス鋼、耐熱合金などの切削加工には、被覆工具が広く用いられている。例えば、超硬合金、サーメット、ｃＢＮ焼結体などの基材の表面に、ＴｉＮ層やＴｉＡｌＮ層などを形成した被覆工具が広く用いられている。

[0003] 被覆工具の従来技術としては、特許文献１に記載された被覆工具が知られている。特許文献１に記載された被覆工具は、硬質粒子および結合相を含む基材と、被膜とを備えている。被膜と接する硬質粒子の表面には、凹凸が形成されている。基材のすくい面の表面の粗度Ｒｚは、１．０μｍ以上３０μｍ以下である。

[0004] また、被覆工具の従来技術としては、特許文献２に記載された被覆工具が知られている。特許文献２に記載された被覆工具は、ＷＣ基超硬合金、サーメット、セラミックス、高速度鋼等からなる母材と、母材の表面に形成された被膜とを備えている。被膜は、IVａ、Ｖａ、VIａ族金属元素およびＡｌ、Ｓｉから選ばれる２種類以上の元素からなる合金の、窒化物、酸化物、炭化物、炭窒化物又はホウ化物を含む。被膜は、物理的蒸着法により、５０ｎｍ以下の粒子径となるように形成される。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１２－１５７９１５号公報

特許文献2：特許３３４１３２８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献１に開示された被覆切削工具では、局所的に基材の表面から硬質粒子が突出しているため、高速加工および高能率加工で切削を行う場合に、その硬質粒子を起点とした欠損または剥離を生じるという問題があった。

[0007] 特許文献２に開示された被覆工具は、細かい粒子で構成された被膜を備えており、切削加工中に被覆工具の刃先と被削材が擦過したときに、被膜を構成する粒子が脱落する。このため、特許文献２に開示された被覆工具は、耐摩耗性に劣るという問題があった。

[0008] 近年、切削加工の高速化、高能率化が顕著となっており、従来よりも被覆工具に負荷がかかるため、工具寿命が低下する傾向がある。

[0009] 本発明は、このような問題を解決するためになされたものであり、優れた耐摩耗性、耐剥離性および耐欠損性を持つ、寿命の長い被覆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

[0010] 本発明者は、上記の観点から、被覆工具の寿命の延長について研究を行い、本発明を完成させた。本発明によれば、優れた耐摩耗性、耐剥離性および耐欠損性を持つ、寿命の長い被覆工具を提供することができる。

[0011] 本発明の要旨は以下の通りである。

［１］基材と、前記基材の表面に形成された被覆層とを含む被覆工具であって、

前記基材は、複数の硬質粒子と、前記複数の硬質粒子を結合する結合相とを含み、

前記被覆層は、１つ又は複数の化合物層を含み、

前記化合物層は、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗ、Ｙ、ＡｌおよびＳｉからなる群から選択される少なくとも１種の金属元素と、Ｃ、Ｎ、ＯおよびＢからなる群から選択される少なくとも１種の非金属元素とを含む化合物の層であり、

以下の手順（１）～（６）によって求められるＢ／Ａの値が、０．２以上０．５未満である、被覆工具。

（１）前記基材の表面に垂直な断面を、前記基材の表面に平行な方向に基準長さＳだけ抜き出す。

（２）抜き出された断面において、前記被覆層に接している前記硬質粒子の断面の合計面積Ａを求める。

（３）前記被覆層と前記基材との境界面において、互いに隣接する硬質粒子の間に形成されている複数の境界部のうち、最も深い位置にある第１の境界部Ｄ１、及び、２番目に深い位置にある第２の境界部Ｄ２を決定する。

（４）前記第１の境界部Ｄ１及び前記第２の境界部Ｄ２を通る線分Ｌを引く。

（５）前記被覆層に接している前記硬質粒子の断面のうち、前記線分Ｌよりも被覆層側にある断面の合計面積Ｂを求める。

（６）Ｂ／Ａの値を求める。

[0012] ［２］前記基準長さＳは、前記硬質粒子の平均粒径の５倍以上である、［１］の被覆工具。

[0013] ［３］前記被覆層は、複数の粒子を含み、

前記被覆層に含まれる複数の粒子の個数基準の累積度数が５０％となるときの粒径ｄ５０が、０．１μｍ以上０．２μｍ以下であり、

前記被覆層に含まれる複数の粒子の個数基準の累積度数が８０％となるときの粒径ｄ８０が、０．２５μｍ以上０．４５μｍ以下である、［１］または［２］の被覆工具。

[0014] ［４］前記被覆層の平均厚さは、０．６μｍ以上１５μｍ以下である、［１］から［３］のうちいずれかの被覆工具。

[0015] ［５］前記基材に含まれる前記硬質粒子の平均粒径は、０．３μｍ以上５μｍ以下である、［１］から［４］のうちいずれかの被覆工具。

[0016] 前記基材に含まれる前記硬質粒子は、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、ＭｏおよびWからなる群から選択される少なくとも１種の金属元素と、Ｃ、Ｎ、ＯおよびＢからなる群から選択される少なくとも１種の非金属元素とを含む化合物の粒子である、［１］から［５］のうちいずれかの被覆

工具。

図面の簡単な説明

[0017] [図1(a)]被覆層に接する硬質粒子の断面の合計面積Ａ、および線分Ｌよりも被覆層側の硬質粒子の断面の合計面積Ｂを説明するための図。

[図1(b)]被覆層に接する硬質粒子の断面の合計面積Ａ、および線分Ｌよりも被覆層側の硬質粒子の断面の合計面積Ｂを説明するための図。

[図1(c)]被覆層に接する硬質粒子の断面の合計面積Ａ、および線分Ｌよりも被覆層側の硬質粒子の断面の合計面積Ｂを説明するための図。

[図2(a)]基材の表面に垂直な断面の模式図。

[図2(b)]基材の表面に垂直な断面の模式図。

[図2(c)]基材の表面に垂直な断面の模式図。

発明を実施するための形態

[0018] ＜被覆工具＞

本発明の被覆工具は、基材と、その基材の表面に形成された被覆層とを含む。被覆工具は、例えば、フライス加工用インサートまたは旋削加工用インサート、ドリル、又はエンドミルなどである。

[0019] ＜基材＞

本発明の基材は、被覆工具の基材として用いられるものであれば特に限定されない。基材の例として、具体的には、超硬合金およびサーメットなどを挙げることができる。その中でも、基材は、耐摩耗性および耐欠損性に優れる超硬合金であることが好ましい。

[0020] 本発明の基材は、硬質粒子と硬質粒子を結合する結合相とを含む。硬質粒子は、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、ＭｏおよびWからなる群より選択される少なくとも１種の金属元素と、Ｃ、Ｎ、ＯおよびＢからなる群より選択される少なくとも１種の非金属元素とからなる化合物である。

[0021] ＜硬質粒子の粒径＞

本発明の硬質粒子の粒径は、基材の表面に垂直な断面において、硬質粒子の断面の面積と等しい面積の円の直径（円相当径）として定義される。

[0022] ＜硬質粒子の平均粒径＞

本発明の硬質粒子の平均粒径は、複数の硬質粒子の粒径の合計を、その硬質粒子の数で割った値として定義される。

硬質粒子の平均粒径は、例えば、基材の表面に垂直な断面の写真を見たときに、その断面内に存在する硬質粒子の粒径の合計を、その断面内に存在する硬質粒子の数で割ることによって求めることができる。このとき、断面内に存在する硬質粒子の数は、５個以上であることが好ましく、１０個以上であることがより好ましい。

[0023] 硬質粒子の平均粒径が０．３μｍ未満である場合、工具の耐欠損性が低下する傾向がある。硬質粒子の平均粒径が５μｍを超える場合、工具の耐摩耗性が低下する傾向がある。そのため、硬質粒子の平均粒径は、０．３μｍ以上５μｍ以下であることが好ましい。

[0024] 図１は、基材の表面に垂直な断面研磨面の一例を示している。

図１に示すように、基材の表面には、被覆層が形成されている。基材は、複数の硬質粒子と、複数の硬質粒子を結合する結合相を含む。基材に含まれる複数の硬質粒子の一部は、被覆層に接している。被覆層と基材の境界面において、互いに隣接する硬質粒子の間には、複数の境界部が形成されている。

[0025] 図２は、基材の表面に垂直な断面の模式図である。以下、図１及び図２を参照しながら、本発明の被覆工具の特徴であるＢ／Ａの値の求め方について説明する。

[0026] （１）まず、基材の表面な垂直な断面を、基材の表面に平行な方向に基準長さＳだけ抜き出す。基準長さＳは、硬質粒子の平均粒径の５倍以上であることが好ましい。

[0027] （２）つぎに、基準長さＳだけ抜き出した断面において、被覆層に接している硬質粒子の断面の合計面積Ａを求める。硬質粒子の断面の合計面積Ａは、例えば、市販の画像処理ソフトウェアによって求めることができる。

[0028] （３）被覆層と基材との境界面において、互いに隣接する硬質粒子の間に形

成される複数の境界部のうち、最も深い位置にある第１の境界部Ｄ１、及び、２番目に深い位置にある第２の境界部Ｄ２を決定する。ここでいう「深い」とは、例えば図２の下方を意味しており、被覆層から基材に向かう方向を意味する。第１の境界部Ｄ１及び第２の境界部Ｄ２は、同じ深さに位置していてもよい。

[0029] （４）第１の境界部Ｄ１及び第２の境界部Ｄ２を通る線分Ｌを引く。

[0030] （５）基準長さＳだけ抜き出した断面において、被覆層に接している硬質粒子の断面のうち、線分Ｌよりも上側にある断面の合計面積Ｂを求める。線分Ｌよりも上側にある断面の合計面積Ｂは、例えば、市販の画像処理ソフトウェアによって求めることができる。

[0031] （６）Ｂ／Ａの値を求める。

[0032] Ｂ／Ａは、０．２以上０．５未満である。Ｂ／Ａが０．２未満である場合、基材と被覆層との間のアンカー効果が低下するため、基材と被覆層との間の密着性が低下する。Ｂ／Ａが０．５以上である場合、硬質粒子の凸部の面積が大きいため、被覆工具に異常な損傷が発生する場合がある。

[0033] 本発明において、基準長さＳは、硬質粒子の平均粒径の５倍以上であることが好ましい。基準長さＳが硬質粒子の平均粒径の５倍未満である場合、基準長さＳの範囲に含まれる硬質粒子の数が少ないため、測定誤差が大きくなる。

[0034] 本発明の被覆工具は、Ｂ／Ａの値が０．２以上０．５未満であることを特徴とする。工具の表面の全部においてＢ／Ａの値が０．２以上０．５未満である必要はなく、切削に関与する部位においてＢ／Ａの値が０．２以上０．５未満であればよい。例えば、インサートを取り付けるためのねじ穴の断面において、Ｂ／Ａの値が０．２以上０．５未満である必要はない。ねじ穴は、切削に関与する部位ではないからである。具体的には、切削に関与する部位の６０％以上の断面において、Ｂ／Ａの値が０．２以上０．５未満であることが好ましい。より好ましくは、７０％以上の断面においてＢ／Ａの値が０．２以上０．５未満であり、さらに好ましくは、８０％以上の断面におい

てＢ／Ａの値が０．２以上０．５未満である。切削に関与する部位の８０％以上の断面において、Ｂ／Ａの値が０．２以上０．５未満である場合には、非常に良好な切削性能が得られる。

[0035] 例えば、５個の断面を検査した場合に、４個の断面（５視野中４視野）において上記の関係を満たす場合に、８０％の断面において上記の関係を満たすと言うことができる。検査する断面数が多い方が好ましいが、少なくとも５個の断面を検査すれば、Ｂ／Ａの値と切削性能との間の所定の相関が得られる。

[0036] ＜被覆層＞

本発明の被覆層は、１つ又は複数の化合物層を含む。化合物層は、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗ、Ｙ、ＡｌおよびＳｉからなる群より選択される少なくとも１種の金属元素と、Ｃ、Ｎ、ＯおよびＢからなる群より選択される少なくとも１種の非金属元素とを含む化合物の層である。このような化合物層は、耐摩耗性に優れるので好ましい。化合物層は、組成が異なる複数の層を交互に積層させた構造を有することがさらに好ましい。

[0037] 本発明の被覆層全体の平均厚さは、０．６μｍ以上１５μｍ以下であることが好ましい。被覆層全体の平均厚さが０．６μｍ未満である場合、耐摩耗性が低下する傾向がある。被覆層全体の平均厚さが１５μｍを超える場合、耐欠損性が低下する傾向がある。

[0038] 被覆層の厚さは、被覆工具の断面の研磨面を、光学顕微鏡、走査電子顕微鏡（ＳＥＭ）、電界放射型走査電子顕微鏡（ＦＥ－ＳＥＭ）、透過電子顕微鏡（ＴＥＭ）などを用いて観察することで測定することができる。

[0039] なお、被覆層の各層の厚さは、金属蒸発源に対向する面の刃先から被覆工具の中心部に向かって５０μｍの位置の近傍において測定することができる。被覆層の各層の厚さを、各層の３箇所以上において測定することができる。各層の３箇所以上において測定された厚さ平均値を、各層の厚さの代表値として用いることができる。

[0040] 各層の組成は、ＳＥＭ、ＦＥ－ＳＥＭ、ＴＥＭなどの電子顕微鏡に付属するエネルギー分散型Ｘ線分光器（ＥＤＳ）や、波長分散型Ｘ線分光器（ＷＤＳ）などを用いて測定することができる。

[0041] ＜被覆層に含まれる粒子の粒径＞

本発明の被覆層は、結晶構造を有しており、複数の粒子（結晶粒子）を含んでいる。被覆層に含まれる粒子の粒径は、以下の手順で測定することができる。

まず、基材の表面に垂直な断面を研磨する。その研磨した断面の組織を、電子顕微鏡などを用いて観察する。

つぎに、観察された断面において、被覆層に含まれる複数の粒子を横切るようにして、基材の表面に平行な線分を引く。このとき、粒界によって切り取られる線分の長さが、粒子の粒径である。言い換えると、各粒子の外縁によって切り取られる線分の長さが、粒子の粒径であると定義される。

[0042] 線分によって横切られる粒子の粒径をそれぞれ計測する。粒径の計測結果より、被覆層に含まれる粒子の累積度数のグラフを作成することができる。このグラフにおいて、横軸は粒径（μｍ）を表しており、縦軸は個数基準の累積度数（％）を表している。線分によって横切られる粒子の合計の個数が、累積度数１００％に対応する。このグラフより、線分によって横切られる全ての粒子のうち、ある粒径以下（またはある粒径以上）の粒子が個数基準でどれくらいの割合を占めているのかを知ることができる。

[0043] 被覆層に含まれる粒子の個数基準の累積度数が５０％となる粒径ｄ５０は、０．１μｍ以上０．２μｍ以下であることが好ましい。被覆層に含まれる粒子の個数基準の累積度数が８０％となる粒径ｄ８０は、０．２５μｍ以上０．４５μｍ以下であることが好ましい。粒子の累積度数が５０％となる粒径ｄ５０が０．１μｍ未満である場合、微細な粒子が多く存在するため、被覆層の耐摩耗性が低下する傾向がある。粒子の累積度数が５０％となる粒径ｄ５０が０．２μｍを超える場合、被覆層の耐剥離性が低下する傾向がある。粒子の累積度数が８０％となる粒径ｄ８０が０．２５μｍ未満である場合

、被覆層が均一で微細な組織となるため、被覆層の耐摩耗性が低下する傾向がある。粒子の累積度数が８０％となる粒径ｄ８０が０．４５μｍを超える場合、被覆層の耐剥離性及び耐欠損性が低下する傾向がある。

[0044] 被覆層の粒子の粒径を求めるためには、被覆工具の断面を鏡面研磨し、この研磨した断面の組織を観察する。この断面は、基材の表面に対し、垂直である。

被覆層の粒子の粒径を求めるためには、例えば、被覆層の表面近傍の断面を観察してもよいが、被覆層と基材との界面近傍の断面を観察してもよい。

[0045] 被覆層を鏡面研磨する方法としては、ダイヤモンドペーストまたはコロイダルシリカを用いて研磨する方法や、イオンミリングなどを挙げることができる。

直径１００ｎｍ以上のドロップレットを除いた断面研磨面を、ＦＥ－ＳＥＭなどによる電子線後方散乱回折（ＥＢＳＤ）法を用いて観察することができる。観察は、研磨した面において任意の複数の視野を選択して、視野毎に行う。各視野中に存在する被覆層の粒子について、結晶方位毎に色別（マッピング）して被覆層の粒子を視覚的に確認できるようにする。マッピングした像を撮影する。撮影したマッピング像の被覆層に、所定の長さの基材表面と平行な直線を引き、この直線によって横切られる各粒子の粒径を測定する。

なお、被覆層の断面研磨面において、直径１００ｎｍ以上のドロップレットと、ドロップレット以外の断面組織は、容易に区別できる。断面研磨面を観察すると、ドロップレットの周りには厚さ数ｎｍ～数十ｎｍの空隙ができている。そのため、被覆層において、直径１００ｎｍ以上のドロップレットとドロップレット以外の断面研磨面は、容易に区別することができる。

[0046] 基材に含まれる硬質粒子の粒径を求めるためには、被覆工具の断面研磨面を観察する。具体的には、被覆工具の任意の断面を鏡面研磨し、この研磨した断面の組織を観察する。

[0047] 基材を鏡面研磨する方法としては、ダイヤモンドペーストまたはコロイダ

ルシリカを用いて研磨する方法や、イオンミリングなどを挙げることができる。

断面研磨面を、ＦＥ－ＳＥＭなどによる、ＥＢＳＤ法を用いて観察することができる。観察は、研磨した面において任意の複数の視野を選択して、視野毎に行う。各視野中に存在する基材の硬質粒子について、結晶方位毎に色別（マッピング）して基材の硬質粒子を視覚的に確認できるようにする。マッピングした像を撮影する。次に、撮影したマッピング像を、市販の画像解析ソフトを用いて解析する。この解析結果より、基材に含まれる硬質粒子の断面の面積と等しい面積の円の直径を求める。この直径は、基材の硬質粒子の粒径として求められる。撮影したマッピング像内に存在するすべての硬質粒子の粒径を求める。これらの粒径の平均値を求める。

[0048] 被覆層に接する硬質粒子の断面の合計面積Ａを求めるためには、被覆工具の断面研磨面を観察する。線分Ｌよりも上方の断面の合計面積Ｂを求めるためには、被覆工具の断面研磨面を観察する。

[0049] 具体的には、基材の硬質粒子の平均粒径の５倍の値を求め、この値を基準長さＳとして決定する。ＦＥ－ＳＥＭなどを用いて、基材と被覆層との界面付近の断面研磨面の反射電子像を撮影する。撮影した断面研磨面の反射電子像を、基材の表面に対し平行な方向に、基準長さＳだけ抜き出す。撮影した反射電子像を、市販の画像解析ソフトを用いて解析する。この解析結果より、被覆層に接している硬質粒子の断面の合計面積Ａを求める（図１（ｂ）参照）。次に、被覆層と基材の境界面において、互いに隣接する硬質粒子によって形成される複数の境界部を決定する。複数の境界部のうち、最も深い位置にある第１の境界部Ｄ１、及び、２番目に深い位置にある第２の境界部Ｄ２を決定する。第１の境界部Ｄ１、及び、第２の境界部Ｄ２を通る線分Ｌを引く（図１（ａ）参照）。市販の画像解析ソフトを用いて、被覆層に接している硬質粒子の断面のうち、線分Ｌよりも被覆層側の（上方の）断面の合計面積Ｂを求める（図１（ｃ）参照）。以上のようにして求められた合計面積Ａおよび合計面積Ｂから、Ｂ／Ａの値を算出することができる。

[0050] 被覆層の粒子の粒径および基材の硬質粒子の粒径は、例えば、ＥＢＳＤを用いて測定することができる。ＥＢＳＤは、粒子の粒界を明瞭に観察できるため、好ましく用いることができる。ＥＢＳＤの設定としては、ステップサイズが０．０１μｍ、測定範囲が２μｍ×２μｍ、方位差が５°以上の境界を粒界とみなすという設定が好ましい。

[0051] 次に、本発明の被覆工具の製造方法について、具体例を用いて説明する。なお、本発明の被覆工具の製造方法は、当該被覆工具の構成を達成し得る限り特に制限されるものではない。

[0052] 例えば、本発明の被覆工具の製造方法では、硬質粒子と硬質粒子を結合する結合相とを含む工具形状の基材を準備する。続いて、この基材に対して、ブラシなどを用いてホーニング処理する。基材の表面は、焼結肌面でもよいが、研削加工を施した研削面であることが好ましい。基材の表面が研削面である場合、基材の表面がより平滑となる。

[0053] 次いで、第１工程として、基材に対して低い投射エネルギーで乾式ショットブラストを施す。これにより、硬質粒子の粒界に凹凸を形成する。例えば、乾式ショットブラストの条件は、被覆層の表面に対して投射角度が３０～９０°、投射圧力０．０２～０．０５ＭＰａ、処理時間２～５分である。乾式ショットブラストの投射材の平均粒径は、８０～１００μｍであることが好ましい。投射材の材質は、例えば、Al_2O_3またはZrO_2であることが好ましい。

[0054] 第１工程において、基材に対して低い投射エネルギーで乾式ショットブラストを施す。第１工程の後、第２工程として、基材に対して高い投射エネルギーで乾式ショットブラストを施す。これにより、硬質粒子の表面に凹凸を形成することができる。例えば、乾式ショットブラストの条件は、被覆層の表面に対して投射角度が３０～９０°、投射圧力０．１～０．３ＭＰａ、処理時間１０～３０秒である。第２工程の処理時間は、第１工程の処理時間よりも短くてもよい。乾式ショットブラストの投射材の平均粒径は、１２０～１５０μｍであることが好ましい。投射材の材質は、例えば、Al_2O_3また

はＺｒＯ$_2$であることが好ましい。

[0055] 次に、第３工程として、イオンボンバードメント処理により、乾式ショットブラスト処理で基材に発生した脆弱な層を除去する。脆弱な層を除去することによって、基材と被覆層との密着性を向上させることができる。

[0056] イオンボンバードメント処理は、例えば、以下の手順で実施する。

反応容器内に、基材を導入する。

反応容器内のヒーターで、基材を２００～８００℃の温度に加熱する。

基材を加熱した後、反応容器内にＡｒガスを導入する。

反応容器内を、圧力３．０Ｐａ～７．０ＰａのＡｒガス雰囲気に調整する。

基材に印加されるバイアス電圧－３００Ｖ～－６００Ｖの条件でイオンボンバードメント処理を実施する。

[0057] 上記のようにして基材表面にイオンボンバードメント処理を施した後、この基材上に、物理蒸着法により被覆層を形成することができる。物理蒸着法として、例えば、アークイオンプレーティング法、イオンプレーティング法、スパッタ法、イオンミキシング法などを挙げることができる。その中でもアークイオンプレーティング法は、基材と被覆層との密着性が優れるので、さらに好ましい。

[0058] 本発明の被覆工具は、例えば、以下の方法で製造することもできる。

[0059] アークイオンプレーティング装置の反応容器内に基材を入れる。被覆層の原料となる窒素ガスを、反応容器内に導入する。反応容器内の雰囲気を、窒素雰囲気とする。続いて、反応容器内の圧力を、２～５Ｐａとする。炉内ヒーターで、基材を４００～８００℃の温度に加熱する。基材に印加されるバイアス電圧－１５０～－５０Ｖとし、アーク電流１００～１８０Ａという条件で、基材の表面に被覆層を形成する。

[0060] ［発明の効果］

本発明の被覆工具は、耐摩耗性、耐剥離性および耐欠損性に優れており、従来よりも工具寿命が長くなるという効果を奏する。

実施例 1

[0061] 基材として、ＩＳＯ規格ＳＥＫＮ１２０３ＡＧＴＮインサート形状のＰ２０相当の超硬合金を用意した。発明品１～１０、及び比較品９の基材に対して、表１に示す条件で乾式ショットブラスト処理を施した。

[0062] [表1]

試料番号	基材	第１工程 乾式ショットブラスト			第２工程 乾式ショットブラスト		
		投射材サイズ（μｍ）	投射圧力（MPa）	処理時間（秒）	投射材サイズ（μｍ）	投射圧力（MPa）	処理時間（秒）
発明品１	超硬合金	100	0.05	2	120	0.1	20
発明品２	超硬合金	100	0.05	2	120	0.1	20
発明品３	超硬合金	100	0.05	2	120	0.1	20
発明品４	超硬合金	100	0.05	2	120	0.1	20
発明品５	超硬合金	100	0.05	2.5	120	0.1	20
発明品６	超硬合金	100	0.05	2.5	120	0.1	20
発明品７	超硬合金	80	0.05	3	150	0.1	20
発明品８	超硬合金	80	0.05	3	150	0.1	20
発明品９	超硬合金	80	0.05	4	150	0.1	20
発明品10	超硬合金	80	0.05	4	150	0.1	20
比較品１	超硬合金	乾式ショットブラストなし			乾式ショットブラストなし		
比較品２	超硬合金	乾式ショットブラストなし			乾式ショットブラストなし		
比較品３	超硬合金	乾式ショットブラストなし			乾式ショットブラストなし		
比較品４	超硬合金	乾式ショットブラストなし			乾式ショットブラストなし		
比較品５	超硬合金	乾式ショットブラストなし			乾式ショットブラストなし		
比較品６	超硬合金	乾式ショットブラストなし			乾式ショットブラストなし		
比較品７	超硬合金	乾式ショットブラストなし			乾式ショットブラストなし		
比較品８	超硬合金	乾式ショットブラストなし			乾式ショットブラストなし		
比較品９	超硬合金	80	0.05	4	150	0.1	20
比較品10	超硬合金	乾式ショットブラストなし			乾式ショットブラストなし		

[0063] 次に、アークイオンプレーティング装置の反応容器内に、表３に示す被覆層の組成からなる金属蒸発源を配置した。用意した基材を、反応容器内の回転テーブルの固定金具に固定した。

[0064] その後、反応容器内の圧力が５．０×１０$^{-3}$Ｐａ以下の真空になるまで真空引きした。真空引き後、反応容器内のヒーターで、基材の温度が５００℃になるまで加熱した。加熱後、反応容器内の圧力が５．０Ｐａになるように、反応容器内にＡｒガスを導入した。次に、表２に示す条件で基材に対してイオンボンバードメント処理を施した。

[0065] イオンボンバードメント処理後、発明品１、３～１０および比較品１～１０については、反応容器内の圧力が５．０×１０$^{-3}$Ｐａ以下の真空になるまで真空引きした。真空引き後、窒素ガスを反応容器内に導入し、圧力２．７Ｐａの窒素ガス雰囲気にした。基材には－５０Ｖのバイアス電圧を印加して、アーク電流１５０Ａのアーク放電により金属蒸発源を蒸発させて被覆層を形成した。被覆層を形成した後に、ヒーターの電源を切り、試料温度が１００℃以下になった後で、反応容器内から試料を取り出した。

[0066] イオンボンバードメント処理後、発明品２については、反応容器内の圧力が５．０×１０$^{-3}$Ｐａ以下の真空になるまで真空引きした。真空引き後、窒素ガスとメタンガスとを反応容器内に導入し、圧力２．７Ｐａの窒素ガスとメタンガスの分圧比が窒素ガス：メタンガス＝１：１となるように混合した。基材には－５０Ｖのバイアス電圧を印加して、アーク電流１５０Ａのアーク放電により、金属蒸発源を蒸発させて被覆層を形成した。被覆層を形成した後に、ヒーターの電源を切り、試料温度が１００℃以下になった後で、反応容器内から試料を取り出した。

[0067]

[表2]

試料番号	第３工程 イオンボンバードメント処理	
	バイアス電圧 (V)	処理時間 (分)
発明品１	-500	60
発明品２	-500	60
発明品３	-500	60
発明品４	-500	60
発明品５	-500	60
発明品６	-500	60
発明品７	-500	60
発明品８	-500	60
発明品９	-500	60
発明品１０	-500	60
比較品１	-1000	10
比較品２	-1000	10
比較品３	-1000	10
比較品４	-1000	10
比較品５	-1000	10
比較品６	-1000	10
比較品７	-1000	10
比較品８	-1000	10
比較品９	-1000	10
比較品１０	-1000	10

[0068] 得られた試料の被覆層に含まれる各層の平均厚さを、ＳＥＭを用いて測定した。具体的には、金属蒸発源に対向する側の試料の断面を、ダイヤモンドペーストで鏡面研磨した。ＳＥＭを用いて、研磨された試料の断面を観察した。観察された試料の断面において、被覆層の厚さを５箇所で測定した。５箇所で測定された被覆層の厚さの平均値を求めた。試料の被覆層の組成を、各試料の製造に使用したアークイオンプレーティング装置の反応容器内で測定した。具体的には、金属蒸発源に対向する側の試料の断面を、ＥＤＳを用いて測定した。これらの測定結果を、表３に示す。

[0069]

[表3]

試料番号	被覆層	
	組成	膜厚（μm）
発明品1	TiAlN	5
発明品2	TiAlCN	3
発明品3	TiAlNbN	2
発明品4	TiSiN	4
発明品5	TiCrMoN	8
発明品6	TiTaWN	1.4
発明品7	TiAlCrN	0.6
発明品8	TiHfN	1.3
発明品9	TiNbBN	1
発明品10	TiZrN	5
比較品1	TiAlN	3
比較品2	AlTiN	4
比較品3	TiAlSiN	0.3
比較品4	TiTaN	6
比較品5	TiHfN	1
比較品6	TiAlCrN	1.5
比較品7	TiN	4.5
比較品8	AlN	2
比較品9	AlZrN	3
比較品10	TiWN	7

[0070] 被覆層の平均厚さを測定した後、被覆工具の断面研磨面をＦＥ－ＳＥＭによるＥＢＳＤ法で観察し、基材の硬質粒子の平均粒径を求めた。ＥＢＳＤの設定としては、ステップサイズが０．０１μｍ、測定範囲が２μｍ×２μｍ、方位差が５°以上の境界を粒界とみなすという設定にした。次に、基材の硬質粒子の平均粒径の５倍の値を求め、この値を基準長さＳとして決定した。ＦＥ－ＳＥＭを用いて、基準長さＳが含まれる範囲の基材と被覆層との界面における断面研磨面の反射電子像を撮影した。市販の画像解析ソフトを用いて、撮影した反射電子像から、被覆層と接する硬質粒子の合計面積Ａおよび合計面積Ｂを求めた。表４に、基材の硬質粒子の平均粒径およびＢ／Ａを示す。

[0071] その後、被覆層の断面研磨面から直径１００ｎｍ以上のドロップレットを除いた組織をＦＥ－ＳＥＭによるＥＢＳＤ法で観察して、被覆層の粒子の粒径を求めた。ＥＢＳＤの設定としては、ステップサイズが０．０１μｍ、測定範囲が２μｍ×２μｍ、方位差が５°以上の境界を粒界とみなすという設

定にした。観察された被覆層の粒子の個数全体を１００％としたときの、被覆層の粒子の平均粒径に対する、被覆層の粒子の個数の累積度数を求めた。この累積度数が５０％および８０％となる平均粒径をそれぞれ求めた。累積度数が５０％および８０％となる平均粒径を表５に示す。

[0072] 表４および表５から、発明品１～１０は、基材の硬質粒子に関するＢ／Ａが０．２以上０．５未満の範囲にあり、被覆層の粒子の累積度数が５０％となる粒径が０．１μｍ以上０．２μｍ以下の範囲にあり、被覆層の粒子の累積度数が８０％となる粒径が０．２５μｍ以上０．４５μｍ以下の範囲にあることがわかる。

[0073]

[表4]

試料番号	基材				被覆層に接する硬質粒子		
	種類	硬質粒子			面積の合計A (μm^2)	面積の合計B (μm^2)	B/A
		組成	平均粒径 (μm)				
発明品1	超硬合金	WC, Cr_3C_2	0.6		1.4	0.38	0.27
発明品2	超硬合金	WC, Cr_3C_2	0.6		1.6	0.48	0.3
発明品3	超硬合金	WC, Cr_3C_2	0.6		1.3	0.35	0.27
発明品4	超硬合金	WC, NbC	1.5		9.1	2.82	0.31
発明品5	超硬合金	WC, NbC	1.5		8.9	4.01	0.45
発明品6	超硬合金	WC, NbC	1.5		8.7	3.74	0.43
発明品7	超硬合金	WC, TiC, NbC	3.0		35.2	16.90	0.48
発明品8	超硬合金	WC, TiC, NbC	3.0		40.3	17.73	0.44
発明品9	超硬合金	WC, TiC, NbC	3.0		38.0	16.50	0.43
発明品10	超硬合金	WC, TiC, NbC	3.0		40.6	18.29	0.45
比較品1	超硬合金	WC, Cr_3C_2	0.6		1.5	0.15	0.1
比較品2	超硬合金	WC, Cr_3C_2	0.6		1.7	0.09	0.05
比較品3	超硬合金	WC, Cr_3C_2	0.6		1.3	0.22	0.17
比較品4	超硬合金	WC, NbC	1.5		9.3	1.12	0.12
比較品5	超硬合金	WC, NbC	1.5		8.4	1.26	0.15
比較品6	超硬合金	WC, NbC	1.5		8.8	0.79	0.09
比較品7	超硬合金	WC, TiC, NbC	3.0		33	4.29	0.13
比較品8	超硬合金	WC, TiC, NbC	3.0		38.3	4.98	0.13
比較品9	超硬合金	WC, TiC, NbC	3.0		34.6	22.49	0.65
比較品10	超硬合金	WC, TiC, NbC	3.0		37.9	5.24	0.14

[0074]

[表5]

試料番号	被覆層	
	累積度数 50%となる平均粒径（μm）	累積度数 80%となる平均粒径（μm）
発明品 1	0.17	0.34
発明品 2	0.12	0.27
発明品 3	0.19	0.42
発明品 4	0.11	0.3
発明品 5	0.15	0.35
発明品 6	0.11	0.25
発明品 7	0.19	0.28
発明品 8	0.14	0.26
発明品 9	0.19	0.35
発明品 10	0.14	0.3
比較品 1	0.34	0.46
比較品 2	0.06	0.23
比較品 3	0.16	0.39
比較品 4	0.32	0.6
比較品 5	0.25	0.39
比較品 6	0.23	0.41
比較品 7	0.45	0.65
比較品 8	0.07	0.21
比較品 9	0.21	0.52
比較品 10	0.24	0.57

[0075] 得られた試料を用いて、以下の試験条件１、２で正面フライス加工を行い、耐剥離性、耐摩耗性および耐欠損性を評価した。

[0076] ［試験条件１］

被削材：ＦＣＤ６００、

被削材形状：５０ｍｍ×２００ｍｍ×１５０ｍｍの直方体（但し、１０５ｍｍ×２００ｍｍの面に正面フライス加工を行う）、

切削速度：１５０ｍ／ｍｉｎ、

送り：０．２ｍｍ／ｔｏｏｔｈ、

切り込み：２．０ｍｍ、

切削幅：４６ｍｍ、

クーラント：不使用（ドライ加工）、

カッター有効径:φ８０ｍｍ、

評価項目：加工長が２．０ｍの時における剥離面積を確認した。

[0077] 試験条件１における加工長が２．０ｍの時における剥離面積を表６に示す。

[0078] [表6]

試料番号	試験条件１
	剥離面積 (mm^2)
発明品１	0.12
発明品２	0.09
発明品３	0.08
発明品４	0.14
発明品５	0.13
発明品６	0.08
発明品７	0.08
発明品８	0.12
発明品９	0.09
発明品１０	0.13
比較品１	0.35
比較品２	0.4
比較品３	0.32
比較品４	0.28
比較品５	0.32
比較品６	0.27
比較品７	0.38
比較品８	0.27
比較品９	0.16
比較品１０	0.35

[0079] 表６より、発明品は、比較品よりも被覆層の剥離面積が小さいことが確認された。以上の結果から、発明品は、比較品よりも耐剥離性に優れていることが確認された。

[0080] ［試験条件２］

被削材：Ｓ４５Ｃ、

被削材形状：１０５ｍｍ×２００ｍｍ×６０ｍｍの直方体（但し、正面フライス加工を行う直方体の１０５ｍｍ×２００ｍｍの面に、直径φ３０ｍｍの穴が６箇所開けられている）、

切削速度：２５０ｍ／ｍｉｎ、

送り：０．１ｍｍ／ｔｏｏｔｈ、

切り込み：２．０ｍｍ、

切削幅：５０ｍｍ、

クーラント：不使用（ドライ加工）、

カッター有効径:φ１２５ｍｍ、

評価項目：試料が欠損したとき、または試料の最大逃げ面摩耗幅が０．２ｍｍに至ったときを工具寿命とし、工具寿命までの加工長を測定した。

[0081] 試験条件２における工具寿命までの加工長を表７に示す。

[0082] [表7]

試料番号	試験条件２	
	工具寿命(m)	損傷形態
発明品１	8.5	正常摩耗
発明品２	6.7	正常摩耗
発明品３	6.2	正常摩耗
発明品４	7.8	正常摩耗
発明品５	7.5	正常摩耗
発明品６	6.2	正常摩耗
発明品７	5.1	正常摩耗
発明品８	5.3	正常摩耗
発明品９	5.1	正常摩耗
発明品10	6.2	正常摩耗
比較品１	3.2	欠損
比較品２	2.9	正常摩耗
比較品３	3.3	欠損
比較品４	2.8	欠損
比較品５	3.1	欠損
比較品６	3.5	正常摩耗
比較品７	2.1	欠損
比較品８	3.6	正常摩耗
比較品９	3.4	正常摩耗
比較品10	4.0	正常摩耗

[0083] 表７に示されるように、発明品は全ての試料において、損傷形態が正常摩耗であり、比較品よりも耐欠損性が優れることが分かる。発明品と、損傷形態が正常摩耗であった比較品とを比較すると、発明品の加工長は、５．１ｍ以上であり、比較品の４．０ｍよりも加工長が長い。この結果より、発明品の方が比較品よりも工具寿命が長いことが分かる。

実施例 2

[0084] 基材として、ＩＳＯ規格ＳＥＫＮ１２０３ＡＧＴＮインサート形状のサーメットを用意した。発明品１１、１２および比較品１１の基材に対して、表８に示す条件で、乾式ショットブラスト処理を施した。

[0085]

[表8]

試料番号	基材	第１工程 乾式ショットブラスト			第２工程 乾式ショットブラスト		
		投射材サイズ（μm）	投射圧力（MPa）	処理時間（秒）	投射材サイズ（μm）	投射圧力（MPa）	処理時間（秒）
発明品11	サーメット	80	0.05	4	150	0.1	20
発明品12	サーメット	80	0.05	4	150	0.1	20
比較品11	サーメット	乾式ショットブラストなし			乾式ショットブラストなし		
比較品12	サーメット	乾式ショットブラストなし			乾式ショットブラストなし		

[0086] 次に、アークイオンプレーティング装置の反応容器内に、表１０に示す被覆層の組成からなる金属蒸発源を配置した。用意した基材を、反応容器内の回転テーブルの固定金具に固定した。

[0087] その後、反応容器内の圧力が５．０×１０$^{-3}$Ｐａ以下の真空になるまで真空引きした。真空引き後、反応容器内のヒーターで、基材の温度が５００℃

になるまで加熱した。加熱後、反応容器内の圧力が５．０Ｐａになるように、Ａｒガスを導入した。次に、表９に示す条件で、基材に対してイオンボンバードメント処理を施した。

[0088] 得られた試料について、イオンボンバードメント処理後、反応容器内の圧力が５．０×１０$^{-3}$Ｐａ以下の真空になるまで真空引きした。真空引き後、窒素ガスを反応容器内に導入し、圧力２．７Ｐａの窒素ガス雰囲気にした。基材には－５０Ｖのバイアス電圧を印加して、アーク電流１５０Ａのアーク放電により、金属蒸発源を蒸発させて基材の表面に被覆層を形成した。被覆層を形成した後に、ヒーターの電源を切り、試料温度が１００℃以下になった後で、反応容器内から試料を取り出した。

[0089] [表9]

試料番号	第３工程 イオンボンバードメント処理	
	バイアス電圧 (V)	処理時間 (分)
発明品 11	-500	60
発明品 12	-500	60
比較品 11	-1000	10
比較品 12	-1000	10

[0090] 得られた試料の被覆層に含まれる各層の平均厚さを測定した。具体的には、金属蒸発源に対向する側の試料の断面を、ダイヤモンドペーストで鏡面研磨した。ＳＥＭを用いて、研磨された断面を観察した。観察された断面において、被覆層の厚さを５箇所で測定した。５箇所で測定された被覆層の厚さの平均値を求めた。また、得られた試料の被覆層の組成を測定した。具体的には、金属蒸発源に対向する側の試料の断面を、ＥＤＳを用いて測定した。これらの測定結果を、表１０に示す。

[0091]

[表10]

試料番号	被覆層	
	組成	膜厚（μm）
発明品11	TiAlN	3
発明品12	TiAlN	3
比較品11	TiAlN	3
比較品12	TiAlN	3

[0092] 被覆層の平均厚さを測定した後、被覆工具の断面研磨面をＦＥ－ＳＥＭによるＥＢＳＤ法で観察し、基材の硬質粒子の平均粒径を求めた。ＥＢＳＤの設定としては、ステップサイズが０．０１μｍ、測定範囲が２μｍ×２μｍ、方位差が５°以上の境界を粒界とみなすという設定にした。次に、基材の硬質粒子の平均粒径の５倍の値を求め、この値を基準長さＳとして決定した。ＦＥ－ＳＥＭを用いて、基準長さＳ以上の長さが含まれる範囲の基材と被覆層との界面における断面研磨面の反射電子像を撮影した。市販の画像解析ソフトを用いて、撮影した反射電子像から被覆層と接する硬質粒子の合計面積Ａおよび合計面積Ｂを求めた。表１１に、基材の硬質粒子の平均粒径およびＢ／Ａを示す。

[0093] その後、被覆層の断面研磨面から直径１００ｎｍ以上のドロップレットを除いた組織を、ＦＥ－ＳＥＭによるＥＢＳＤ法で観察して、被覆層の粒子の粒径を求めた。ＥＢＳＤの設定としては、ステップサイズが０．０１μｍ、測定範囲が２μｍ×２μｍ、方位差が５°以上の境界を粒界とみなすという設定にした。観察された被覆層の粒子の個数全体を１００％としたときの、被覆層の粒子の平均粒径に対する、被覆層の粒子の個数の累積度数を求めた。この累積度数が、５０％および８０％となる平均粒径をそれぞれ求めた。累積度数が５０％および８０％となる平均粒径を表１２に示す。

[0094] 表１１および表１２から、発明品１１、１２は、基材の硬質粒子に関するＢ／Ａが０．２以上０．５未満の範囲にあり、被覆層の粒子の累積度数が５０％となる粒径が０．１μｍ以上０．２μｍ以下の範囲にあり、被覆層の粒子の累積度数が８０％となる粒径が０．２５μｍ以上０．４５μｍ以下の範

囲にあることがわかる。

[0095] [表11]

試料番号	基材				被覆層に接する硬質粒子		
	種類	硬質粒子			面積の合計A (μm^2)	面積の合計B (μm^2)	B/A
		組成	平均粒径 (μm)				
発明品9	サーメット	TiCN, WC, NbC, Mo_2C	4.8		110	35.20	0.32
発明品10	サーメット	TiCN, WC, NbC, Mo_2C	4.8		130	42.90	0.33
比較品9	サーメット	TiCN, WC, NbC, Mo_2C	4.8		123	20.21	0.16
比較品10	サーメット	TiCN, WC, NbC, Mo_2C	4.8		98	15.68	0.16

[0096] [表12]

試料番号	被覆層	
	累積度数50%となる平均粒径 (μm)	累積度数80%となる平均粒径 (μm)
発明品9	0.13	0.29
発明品10	0.17	0.41
比較品9	0.12	0.26
比較品10	0.13	0.34

[0097] 得られた試料を用いて、実施例１と同様に、試験条件１、２で正面フライス加工を行った。試験条件１で耐剥離性を評価し、試験条件２で耐摩耗性および耐欠損性を評価した。

[0098] 試験条件１における、加工長が２．０ｍの時における剥離面積を表１３に示す。

[0099] [表13]

試料番号	試験条件１
	剥離面積 (mm^2)
発明品 11	0.09
発明品 12	0.13
比較品 11	0.18
比較品 12	0.35

[0100] 表１３より、発明品は、比較品よりも被覆層の剥離面積が小さいことが確認された。以上の結果から、発明品は、比較品よりも耐剥離性に優れていることが確認された。

[0101] 試験条件２における工具寿命までの加工長を表１４に示す。

[0102] [表14]

試料番号	試験条件２	
	工具寿命 (m)	損傷形態
発明品 11	4.9	正常摩耗
発明品 12	7.2	正常摩耗
比較品 11	3.8	正常摩耗
比較品 12	3.9	正常摩耗

[0103] 表１４に示されるように、発明品は、全ての試料において、損傷形態が正常摩耗であり、比較品よりも耐欠損性が優れることが分かる。発明品と、損傷形態が正常摩耗であった比較品とを比較すると、発明品の加工長は、４．９ｍ以上であり、比較品の３．９ｍよりも加工長が長いことが分かる。この結果より、発明品の方が、比較品よりも工具寿命が長いことが分かる。

産業上の利用可能性

[0104] 本発明の被覆工具は、耐摩耗性、耐剥離性および耐欠損性に優れ、従来の

工具よりも寿命が長いので、産業上の利用可能性が高い。

請求の範囲

[請求項1] 基材と、前記基材の表面に形成された被覆層とを含む被覆工具であって、

前記基材は、複数の硬質粒子と、前記複数の硬質粒子を結合する結合相とを含み、

前記被覆層は、１つ又は複数の化合物層を含み、

前記化合物層は、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗ、Ｙ、ＡｌおよびＳｉからなる群から選択される少なくとも１種の金属元素と、Ｃ、Ｎ、ＯおよびＢからなる群から選択される少なくとも１種の非金属元素とを含む化合物の層であり、

以下の手順（１）～（６）によって求められるＢ／Ａの値が、０．２以上０．５未満である、被覆工具。

（１）前記基材の表面に垂直な断面を、前記基材の表面に平行な方向に基準長さＳだけ抜き出す。

（２）抜き出された断面において、前記被覆層に接している前記硬質粒子の断面の合計面積Ａを求める。

（３）前記被覆層と前記基材との境界面において、互いに隣接する硬質粒子の間に形成されている複数の境界部のうち、最も深い位置にある第１の境界部Ｄ１、及び、２番目に深い位置にある第２の境界部Ｄ２を決定する。

（４）前記第１の境界部Ｄ１及び前記第２の境界部Ｄ２を通る線分Ｌを引く。

（５）前記被覆層に接している前記硬質粒子の断面のうち、前記線分Ｌよりも被覆層側にある断面の合計面積Ｂを求める。

（６）Ｂ／Ａの値を求める。

[請求項2] 前記基準長さＳは、前記硬質粒子の平均粒径の５倍以上である、請求項１に記載の被覆工具。

[請求項3] 前記被覆層は、複数の粒子を含み、

前記被覆層に含まれる複数の粒子の個数基準の累積度数が５０％となるときの粒径ｄ５０が、０．１μｍ以上０．２μｍ以下であり、

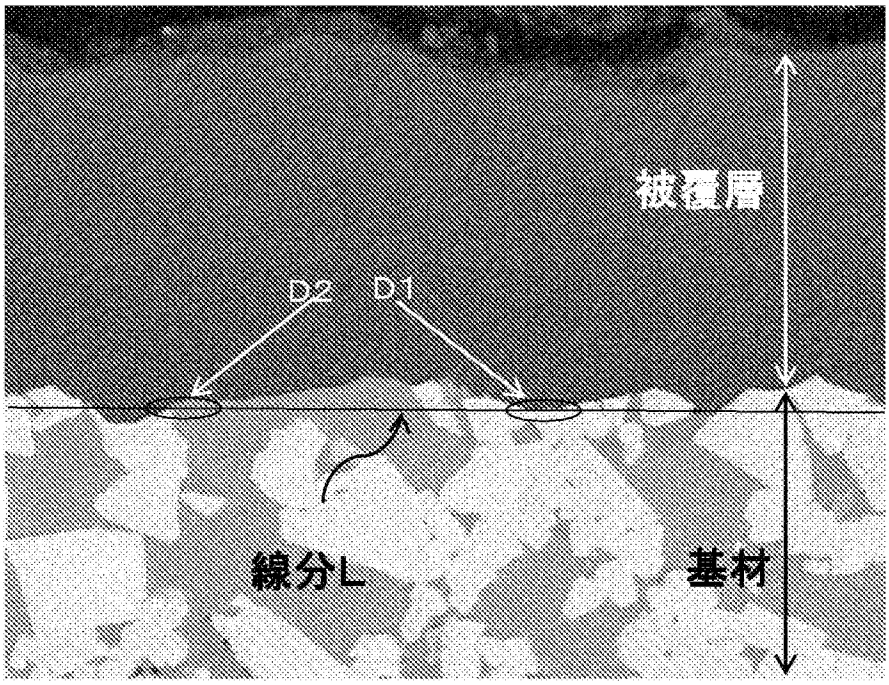
前記被覆層に含まれる複数の粒子の個数基準の累積度数が８０％となるときの粒径ｄ８０が、０．２５μｍ以上０．４５μｍ以下である、請求項１または請求項２に記載の被覆工具。

[請求項4] 前記被覆層の平均厚さは、０．６μｍ以上１５μｍ以下である、請求項１から請求項３のうちいずれか１項に記載の被覆工具。

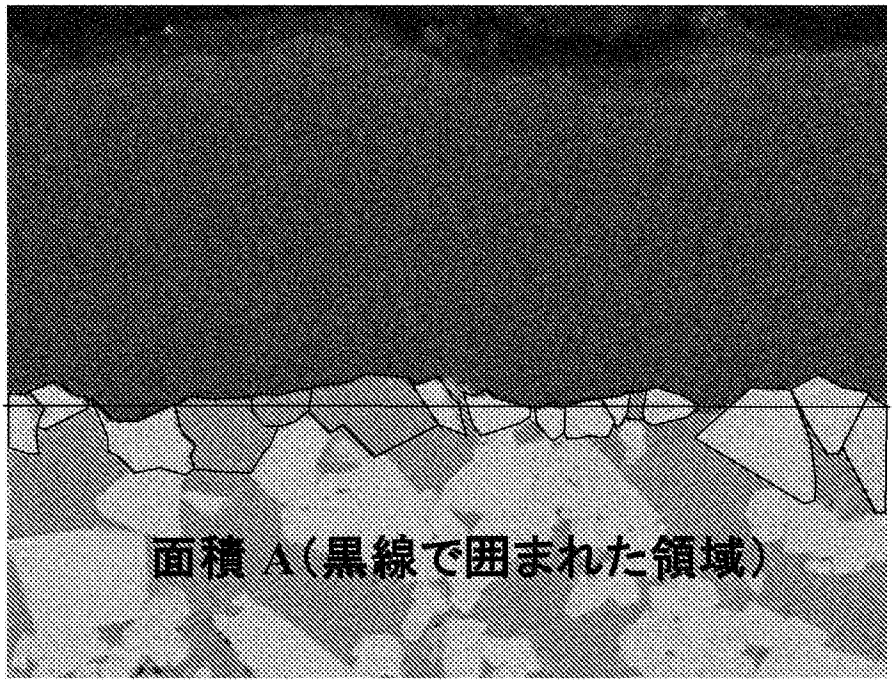
[請求項5] 前記基材に含まれる前記硬質粒子の平均粒径は、０．３μｍ以上５μｍ以下である、請求項１から請求項４のうちいずれか１項に記載の被覆工具。

[請求項6] 前記基材に含まれる前記硬質粒子は、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、ＭｏおよびＷからなる群から選択される少なくとも１種の金属元素と、Ｃ、Ｎ、ＯおよびＢからなる群から選択される少なくとも１種の非金属元素とを含む化合物の粒子である、請求項１から請求項５のうちいずれか１項に記載の被覆工具。

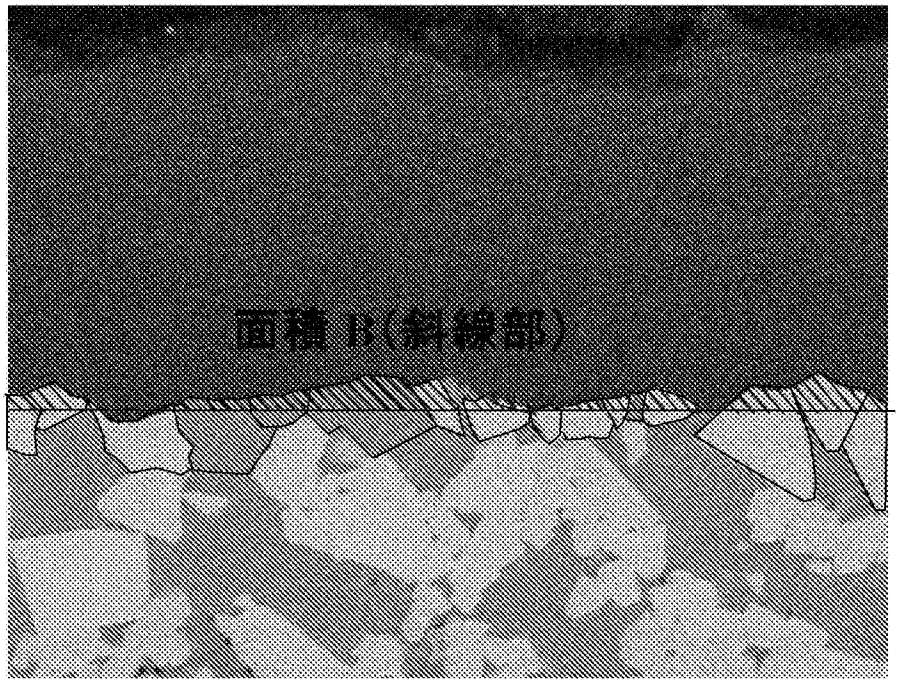
[図1(a)]



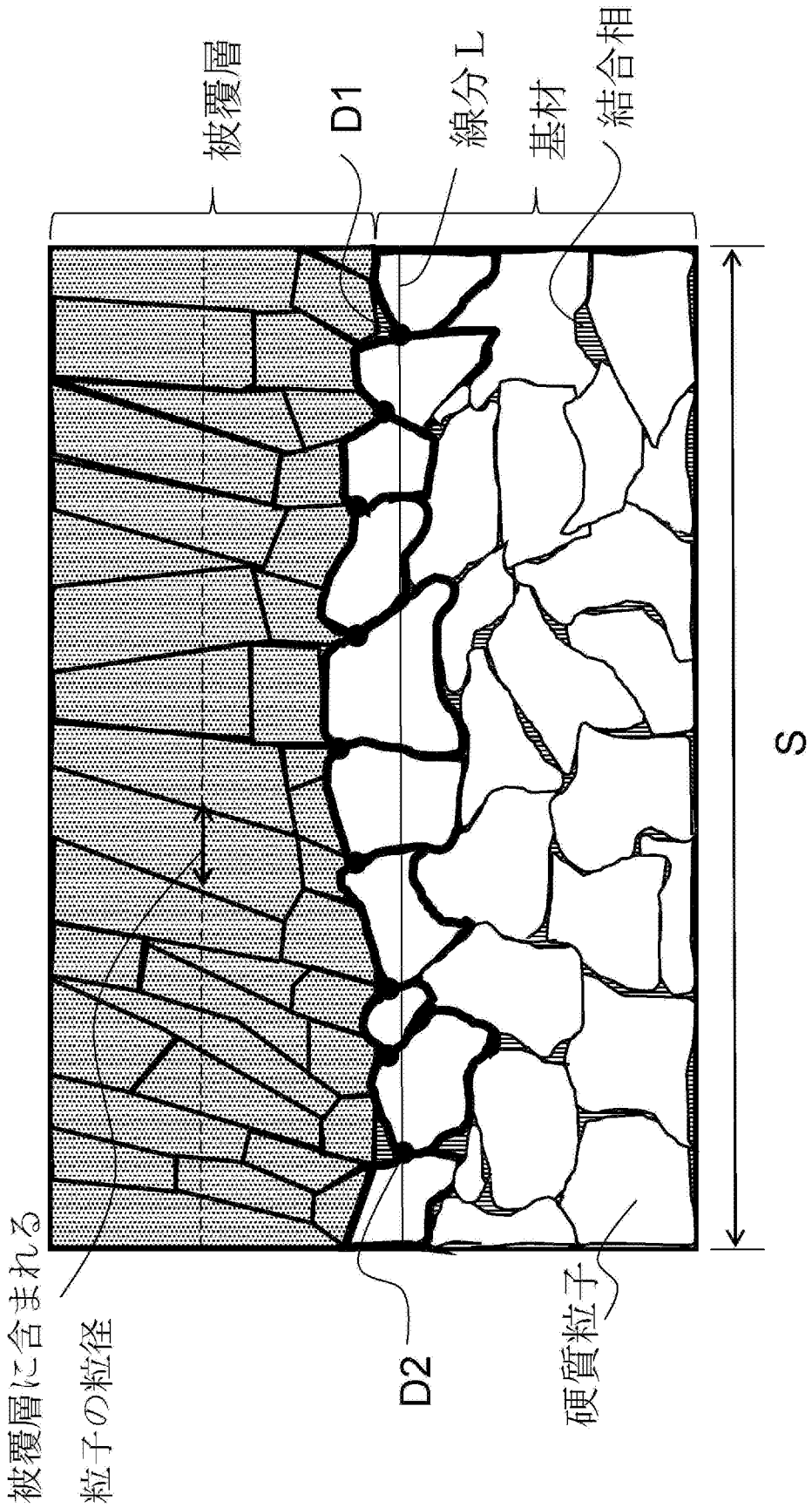
[図1(b)]



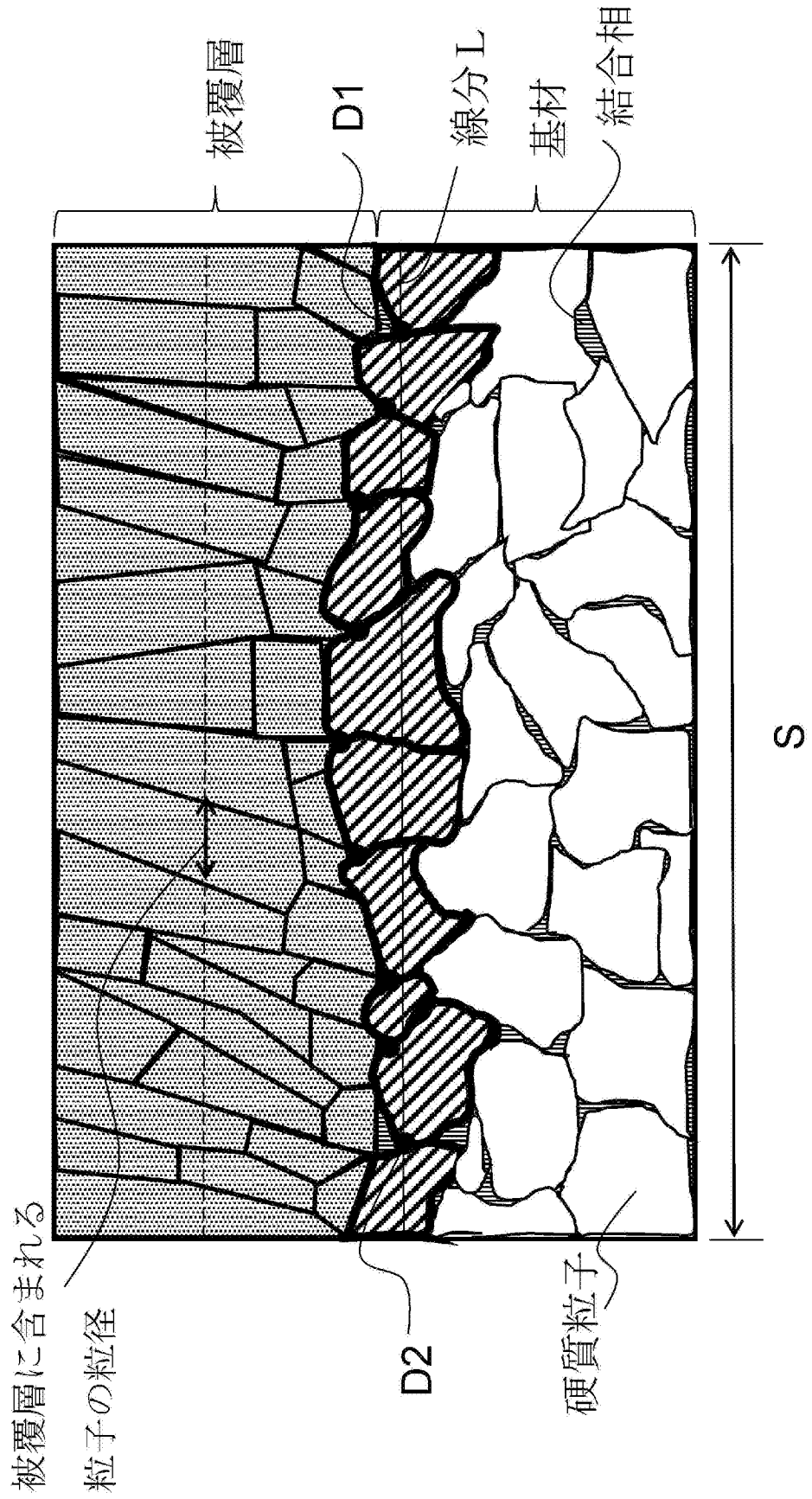
[図1(c)]



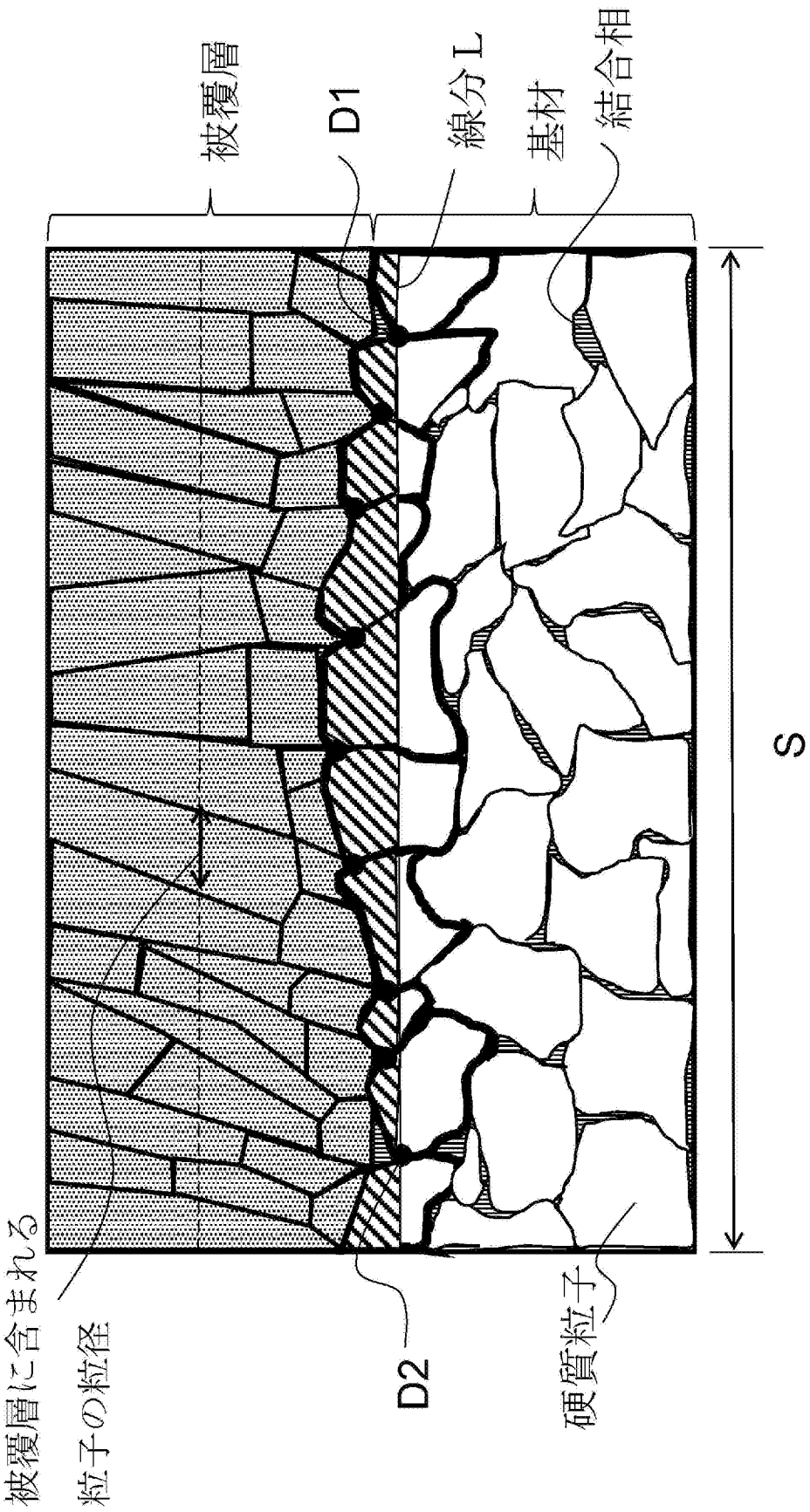
[図2(a)]



[図2(b)]



[図2(c)]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/081014

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B23B27/14(2006.01)i, *B23B51/00*(2006.01)i, *B23C5/16*(2006.01)i, *C23C14/06*(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, B23B51/00, B23C5/16, C23C14/06

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
X	JP 2011-005559 A (Tungaloy Corp.), 13 January 2011 (13.01.2011), paragraphs [0007] to [0074] (Family: none)	1-2,4-6
X	JP 2012-157915 A (Sumitomo Electric Hardmetal Corp.), 23 August 2012 (23.08.2012), fig. 4 to 5, 1 to 2; paragraphs [0022] to [0024], [0028], [0032] to [0038], [0041] to [0067] (Family: none)	1-6
A	JP 2008-238314 A (Kyocera Corp.), 09 October 2008 (09.10.2008), paragraphs [0047] to [0049]; fig. 3 (Family: none)	1-6

☒ 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
20 February 2015 (20.02.15)	03 March 2015 (03.03.15)

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/081014

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-524710 A (Taegutec, Ltd.), 22 July 2010 (22.07.2010), fig. 1 & US 2010/0119773 A1 & WO 2008/133360 A1 & KR 10-2010-0005093 A	1-6
A	WO 2013/037997 A1 (WALTER AG), 21 March 2013 (21.03.2013), claim 2 & JP 2014-530112 A & DE 102011053705 A1 & US 2014/0193624 A & KR 10-2014-0068194 A & CN 103987875 A	1-6

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０８１０１４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B23B27/14(2006.01)i, B23B51/00(2006.01)i, B23C5/16(2006.01)i, C23C14/06(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.　B23B27/14, B23B51/00, B23C5/16, 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	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５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
X	JP 2011-005559 A (株式会社タンガロイ) 2011.01.13, 0007-0074 段落（ファミリーなし）	1-2,4-6
X	JP 2012-157915 A (住友電工ハードメタル株式会社) 2012.08.23, 図 4-5,図 1-2, 0022-0024,0028,0032-0038,0041-0067 段落（ファミリーなし）	1-6
A	JP 2008-238314 A (京セラ株式会社) 2008.10.09, 0047-0049 段落, 図 3（ファミリーなし）	1-6

☑　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
２０．０２．２０１５	０３．０３．２０１５

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

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
A	JP 2010-524710 A (デグテック　エルティーディー) 2010.07.22, 図1 & US 2010/0119773 A1 & WO 2008/133360 A1 & KR 10-2010-0005093 A	1-6
A	WO 2013/037997 A1 (WALTER AG) 2013.03.21, 請求項２ & JP 2014-530112 A & DE 102011053705 A1 & US 2014/0193624 A & KR 10-2014-0068194 A & CN 103987875 A	1-6