(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
2020年10月22日(22.10.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/213258 A1

(51) 国際特許分類:
B23B 27/14 (2006.01) *B23G 5/06* (2006.01)
B23C 5/16 (2006.01) *B23B 51/00* (2006.01)
B23D 77/00 (2006.01) *C23C 16/34* (2006.01)
B23F 21/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/008142

(22) 国際出願日： 2020年2月27日(27.02.2020)

(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 2019-078670 2019年4月17日(17.04.2019) JP

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

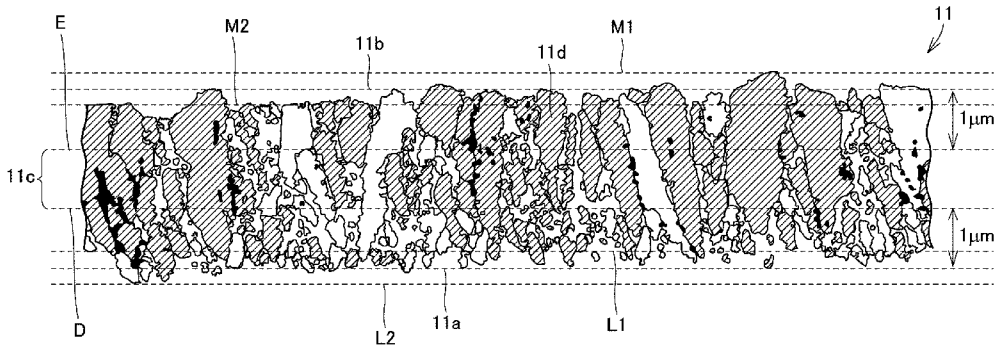
(72) 発明者: 城戸 保樹(**KIDO, Yasuki**); 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電工ハードメタル株式会社内 Hyogo (JP). パサート アノンサック(**PASEUTH, Anongsack**); 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電工ハードメタル株式会社内 Hyogo (JP). 奥野 晋(**OKUNO, Susumu**); 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電工ハードメタル株式会社内 Hyogo (JP). 今村 晋也(**IMAMURA, Shinya**); 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電工ハードメタル株式会社内 Hyogo (JP).

(54) **Title:** CUTTING TOOL

(54) 発明の名称： 切削工具

[図9]

FIG.9



(57) **Abstract:** A cutting tool includes a rake face, a flank face, and a cutting edge part, wherein the cutting tool is provided with a substrate and an AlTiN layer. The AlTiN layer includes cubic $Al_xTi_{1-x}N$ crystal grains, where an atomic ratio x of Al ranges from 0.7 to less than 0.95. The AlTiN layer includes a central part. When, in a cross section of the AlTiN layer sectioned along a plane including a normal line to the rake face and a normal line to the flank face, a crystal orientation of each of the $Al_xTi_{1-x}N$ crystal grains is identified by electron backscatter diffraction analysis and a color map is generated based thereon, a proportion of an area of the central part at the rake face with (111) plane orientation crystal grains is 80% or greater, and a proportion of an area of the central part at the cutting edge part with (111) plane orientation crystal grains ranges from 50% to less than 80% in the color map.

WO 2020/213258 A1

[続葉有]

(74) 代理人:特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目２番４号 中之島フェスティバルタワー・ウエスト Osaka (JP).

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

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：すくい面と、逃げ面と、刃先部とを含む切削工具であって、基材と、ＡｌＴｉＮ層とを備え、上記ＡｌＴｉＮ層は、立方晶型の$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒を含み、Ａｌの原子比ｘは、０．７以上０．９５未満であり、上記ＡｌＴｉＮ層は、中央部を含み、上記すくい面における法線及び上記逃げ面における法線を含む平面で、上記ＡｌＴｉＮ層を切断したときの断面に対し、電子後方散乱回折像解析によって上記$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒のそれぞれの結晶方位を特定し、これに基づいたカラーマップを作成した場合に、上記カラーマップにおいて、上記すくい面における上記中央部は、（１１１）面配向性結晶粒の占める面積比率が８０％以上であり、上記刃先部における上記中央部は、（１１１）面配向性結晶粒の占める面積比率が５０％以上８０％未満である、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１７日に出願した日本特許出願である特願２０１９－０７８６７０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、超硬合金又は立方晶型窒化硼素焼結体（ｃＢＮ焼結体）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。

[0003] したがって、刃先の摩耗及び欠けを抑制することが、切削工具の切削性能を改善し、切削工具の寿命を向上させる上で重要である。

[0004] 切削工具の切削性能（例えば、耐欠損性、耐クレータ摩耗性及び耐逃げ面摩耗性）の改善を目的として、超硬合金、ｃＢＮ焼結体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。なかでも、アルミニウム（Ａｌ）とチタン（Ｔｉ）と窒素（Ｎ）との化合物（以下、「ＡｌＴｉＮ」ともいう。）からなる被膜は、高い硬度を有することができるとともに、耐酸化性を高めることができる（例えば、特開平９－２９５２０４号公報（特許文献１）、特開平９－３００１０６号公報（特許文献２）、特開平１０－３３０９１４号公報（特許文献３））。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平９－２９５２０４号公報

特許文献2：特開平９－３００１０６号公報

特許文献3：特開平１０－３３０９１４号公報

発明の概要

[0006] 本開示に係る切削工具は、

すくい面と、逃げ面と、上記すくい面と上記逃げ面とを繋ぐ刃先部とを含む切削工具であって、

基材と、上記基材上に設けられているＡｌＴｉＮ層とを備え、

上記ＡｌＴｉＮ層は、立方晶型の$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒を含み、

上記$Al_xTi_{1-x}N$におけるＡｌの原子比ｘは、０．７以上０．９５未満であり、

上記ＡｌＴｉＮ層は、中央部を含み、

上記中央部は、上記基材の側の第一界面から厚み方向に１μｍ離れた地点を通る上記第一界面に平行な仮想平面Ｄと、上記基材の側と反対の第二界面から厚み方向に１μｍ離れた地点を通る上記第二界面に平行な仮想平面Ｅとに挟まれた領域であり、

上記第一界面は、上記第二界面に対して平行であり、

上記すくい面における上記第二界面の法線及び上記逃げ面における上記第二界面の法線を含む平面で、上記ＡｌＴｉＮ層を切断したときの断面に対し、電界放射型走査顕微鏡を用いた電子後方散乱回折像解析によって上記$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒のそれぞれの結晶方位を特定し、これに基づいたカラーマップを作成した場合に、

上記カラーマップにおいて、

上記すくい面における上記中央部は、（１１１）面の法線方向が上記すくい面における上記第二界面の法線方向に対して±１５°以内となる上記$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒の占める面積比率が８０％以上であり、

上記刃先部における上記中央部は、（１１１）面の法線方向が上記刃先部における法線方向に対して±１５°以内となる上記$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒の占める面積比率が５０％以上８０％未満であり、

上記刃先部における法線方向は、上記基材における、上記すくい面と上記刃先部との境界線と、上記基材における、上記逃げ面と上記刃先部との境界

線とを含む仮想平面Ｃの法線方向である。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図１は、切削工具の一態様を例示する斜視図である。

[図2]図２は、図１のＸ－Ｘ線に関する矢視断面図である。

[図3]図３は、図２の部分拡大図である。

[図4]図４は、刃先部の他の形状を例示する断面図である。

[図5]図５は、刃先部の他の形状を更に例示する断面図である。

[図6]図６は、切削工具の一態様を例示する模式断面図である。

[図7]図７は、切削工具の他の態様を例示する模式断面図である。

[図8]図８は、切削工具の他の態様を更に例示する模式断面図である。

[図9]図９は、ＡｌＴｉＮ層の断面に基づいて作成されたカラーマップの模式図である。

[図10]図１０は、本実施形態に係る切削工具の製造に用いられるＣＶＤ装置の模式的な断面図である。

[図11]図１１は、本実施形態に係る切削工具の製造に用いられるＣＶＤ装置のガス導入管の模式的な断面図である。

発明を実施するための形態

[0008] [本開示が解決しようとする課題]

近年はより高効率な（送り速度が大きい）切削加工が求められており、特に高送り加工に用いられる切削工具の更なる耐クレータ摩耗性の向上（クレータ摩耗の抑制）が期待されている。

[0009] 本開示は、上記事情に鑑みてなされたものであり、優れた耐クレータ摩耗性を有す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]

本開示によれば、優れた耐クレータ摩耗性を有す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。

[0012] ［１］本開示に係る切削工具は、

すくい面と、逃げ面と、上記すくい面と上記逃げ面とを繋ぐ刃先部とを含む切削工具であって、

基材と、上記基材上に設けられているＡｌＴｉＮ層とを備え、

上記ＡｌＴｉＮ層は、立方晶型の$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒を含み、

上記$Al_xTi_{1-x}N$におけるＡｌの原子比ｘは、０．７以上０．９５未満であり、

上記ＡｌＴｉＮ層は、中央部を含み、

上記中央部は、上記基材の側の第一界面から厚み方向に１μｍ離れた地点を通る上記第一界面に平行な仮想平面Ｄと、上記基材の側と反対の第二界面から厚み方向に１μｍ離れた地点を通る上記第二界面に平行な仮想平面Ｅとに挟まれた領域であり、

上記第一界面は、上記第二界面に対して平行であり、

上記すくい面における上記第二界面の法線及び上記逃げ面における上記第二界面の法線を含む平面で、上記ＡｌＴｉＮ層を切断したときの断面に対し、電界放射型走査顕微鏡を用いた電子後方散乱回折像解析によって上記$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒のそれぞれの結晶方位を特定し、これに基づいたカラーマップを作成した場合に、

上記カラーマップにおいて、

上記すくい面における上記中央部は、（１１１）面の法線方向が上記すくい面における上記第二界面の法線方向に対して±１５°以内となる上記$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒の占める面積比率が８０％以上であり、

上記刃先部における上記中央部は、（１１１）面の法線方向が上記刃先部における法線方向に対して±１５°以内となる上記$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒の占める面積比率が５０％以上８０％未満であり、

上記刃先部における法線方向は、上記基材における、上記すくい面と上記刃先部との境界線と、上記基材における、上記逃げ面と上記刃先部との境界線とを含む仮想平面Ｃの法線方向である。

[0013] 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。ここで、「耐クレータ摩耗性」とは、すくい面における摩耗に対する耐性を意味する。なお、「耐逃げ面摩耗性」とは、逃げ面における摩耗に対する耐性を意味する。

[0014] ［２］上記ＡｌＴｉＮ層の厚みが２．５μｍ以上２０μｍ以下である。このように規定することで、耐クレータ摩耗性に更に優れた切削工具を提供することが可能になる。

[0015] ［３］上記基材と上記ＡｌＴｉＮ層との間に設けられている下地層を更に含み、

上記下地層は、周期表４族元素、５族元素、６族元素及びアルミニウムからなる群より選ばれる少なくとも１種の元素と、炭素、窒素、酸素及びホウ素からなる群より選ばれる少なくとも１種の元素とからなる化合物からなる。このように規定することで、耐クレータ摩耗性に加えて、上記ＡｌＴｉＮ層の耐剥離性に優れた切削工具を提供することが可能になる。

[0016] ［４］上記ＡｌＴｉＮ層上に設けられている表面層を更に含み、

上記表面層は、周期表４族元素、５族元素、６族元素及びアルミニウムからなる群より選ばれる少なくとも１種の元素と、炭素、窒素、酸素及びホウ素からなる群より選ばれる少なくとも１種の元素とからなる化合物からなる。このように規定することで、耐クレータ摩耗性に更に優れた切削工具を提供することが可能になる。

[0017] ［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「Ｘ～Ｙ」という形式の表記は、範囲の上限下限（すなわちＸ以上Ｙ以下）を意味し、Ｘにおいて単位の記載がなく、Ｙにおいてのみ単位が記載されている場合、Ｘの単位とＹの単位とは同じである。さらに、本明細書において、例えば「ＴｉＮ」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「ＴｉＮ」の化学式には、化学量論組成「Ti_1N_1」のみならず、例えば「$Ti_1N_{0.8}$」のような非化学量論組成も含まれる。このことは、「ＴｉＮ」以外の化合物の記載についても同様である。

[0018] ≪表面被覆切削工具≫

本開示に係る切削工具は、

すくい面と、逃げ面と、上記すくい面と上記逃げ面とを繋ぐ刃先部とを含む切削工具であって、

基材と、上記基材上に設けられているＡｌＴｉＮ層とを備え、

上記ＡｌＴｉＮ層は、立方晶型の$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒を含み、

上記$Al_xTi_{1-x}N$におけるＡｌの原子比ｘは、０．７以上０．９５未満であり、

上記ＡｌＴｉＮ層は、中央部を含み、

上記中央部は、上記基材の側の第一界面から厚み方向に１μｍ離れた地点を通る上記第一界面に平行な仮想平面Ｄと、上記基材の側と反対の第二界面から厚み方向に１μｍ離れた地点を通る上記第二界面に平行な仮想平面Ｅとに挟まれた領域であり、

上記第一界面は、上記第二界面に対して平行であり、

上記すくい面における上記第二界面の法線及び上記逃げ面における上記第二界面の法線を含む平面で、上記ＡｌＴｉＮ層を切断したときの断面に対し、電界放射型走査顕微鏡を用いた電子後方散乱回折像解析によって上記$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒のそれぞれの結晶方位を特定し、これに基づいたカラーマップを作成した場合に、

上記カラーマップにおいて、

上記すくい面における上記中央部は、（１１１）面の法線方向が上記すくい面における上記第二界面の法線方向に対して±１５°以内となる上記$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒の占める面積比率が８０％以上であり、

上記刃先部における上記中央部は、（１１１）面の法線方向が上記刃先部における法線方向に対して±１５°以内となる上記$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒の占める面積比率が５０％以上８０％未満であり、

上記刃先部における法線方向は、上記基材における、上記すくい面と上記刃先部との境界線と、上記基材における、上記逃げ面と上記刃先部との境界線とを含む仮想平面Ｃの法線方向である。

本実施形態において「平行」とは幾何学的な平行のみならず、略平行も含む概念である。

[0019] 本実施形態の表面被覆切削工具１は、基材１０と、上記基材１０上に設けられているＡｌＴｉＮ層１１とを備える（以下、単に「切削工具」という場合がある。）（例えば、図６）。上記切削工具１は、上記ＡｌＴｉＮ層１１の他にも、上記基材１０と上記ＡｌＴｉＮ層１１との間に設けられている下地層１２を更に含んでいてもよい（図７）。上記切削工具１は、上記ＡｌＴｉＮ層１１上に設けられている表面層１３を更に含んでいてもよい（図８）。下地層１２、及び表面層１３等の他の層については、後述する。

なお、上記基材１０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１は上記基材１０上に設けられている被膜１４を備え、上記被膜は上記ＡｌＴｉＮ層１１を含む。また、上記被膜１４は、上記下地層１２又は上記表面層１３を更に含んでいてもよい。

[0020] 上記切削工具は、例えば、ドリル、エンドミル（例えば、ボールエンドミル）、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。

[0021] 上記切削工具は、すくい面と、逃げ面と、上記すくい面と上記逃げ面とを繋ぐ刃先部とを含む。「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。以下、刃先交換型切削チップ（図１～図５）を具体例として用いて説明する。

[0022] 図１は切削工具の一態様を例示する斜視図である。図２は図１のＸ－Ｘ線に関する矢視断面図である。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等の刃先交換型切削チップとして用いられる。

[0023] 図１及び図２に示される切削工具１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、切削工具１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。

[0024] 上記切削工具１では、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（図２）。

[0025] 図３は、図２の部分拡大図である。図３においては、仮想平面Ａ、仮想境界線ＡＡ、仮想平面Ｂ、および仮想境界線ＢＢが示されている。

仮想平面Ａはすくい面１ａを延長した面に相当する。境界線ＡＡはすくい面１ａと刃先面１ｃとの境界線である。仮想平面Ｂは逃げ面１ｂを延長した面に相当する。境界線ＢＢは逃げ面１ｂと刃先面１ｃとの境界線である。

図３に示す場合は、刃先部１ｃは円弧面（ホーニング）であり、すくい面１ａと逃げ面１ｂとが刃先部１ｃを介して繋がっている。

なお図３において、仮想平面Ａおよび仮想平面Ｂは線状に示され、境界線ＡＡ、および境界線ＢＢは点状に示される。

[0026] 図１～図３においては、刃先部１ｃが円弧面（ホーニング）である場合について示したが、刃先部１ｃの形状はこれに限られない。たとえば、図４に示されるように、刃先部１ｃが平面の形状（ネガランド）を有している場合もある。また、図５に示されるように、刃先部１ｃが平面と円弧面とが混在する形状（ホーニングとネガランドとを組み合わせた形状）を有している場合もある。

図３に示す場合と同様に、図４および図５に示す場合においてもすくい面１ａと逃げ面１ｂとが刃先部１ｃを介して繋がっており、仮想平面Ａ、境界線ＡＡ、仮想平面Ｂ、および境界線ＢＢが設定される。

[0027] 上記のように切削工具１が図３～図５に示されるような形状を有する場合、刃先部１ｃは、その形状のみから決定することができる。この場合の刃先部１ｃは、仮想平面Ａ及び仮想平面Ｂのいずれにも含まれず、すくい面１ａ及び逃げ面１ｂとの目視による区別が可能だからである。

[0028] 刃先部１ｃは、一般的に、後述する切削工具１における基材１０の表面であって、交差する面の稜に対して機械加工処理が施されることによって形成される面であってもよい。換言すれば、基材１０は、焼結体等からなる基材前駆体の表面の少なくとも一部に対して機械加工処理が施されてなるものであり、刃先部１ｃは、機械加工処理による面取りを経て形成された面を含んでもよい。

[0029] 以上、切削工具１の形状及び各部の名称を図１～５を用いて説明したが、本実施形態に係る切削工具の基材１０において、上記切削工具１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、上記切削工具における基材１０は、すくい面１ａと、逃げ面１ｂと、上記すくい面１ａと上記逃げ面１ｂとを繋ぐ刃先部１ｃとを有する。

[0030] ＜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基材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）、立方晶型窒化ホウ素焼結体（ｃＢＮ焼結体）及びダイヤモンド焼結体からなる群より選ばれる少なくとも１種を含むことが好ましい。

[0031] これらの各種基材の中でも、超硬合金（特にＷＣ基超硬合金）又はサーメット（特にＴｉＣＮ基サーメット）を選択することが好ましい。その理由は、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。

[0032] 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。たとえば、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、サーメット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。

[0033] ＜被膜＞

本実施形態に係る被膜は、上記基材上に設けられたＡｌＴｉＮ層を含む。「被膜」は、上記基材の少なくとも一部（例えば、切削加工時に切り屑と接するすくい面、被削材と接する逃げ面等）を被覆することで、切削工具における耐欠損性、耐摩耗性（耐クレータ摩耗性、耐逃げ面摩耗性等）、耐剥離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、上記基材の一部に限らず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。

[0034] 上記被膜の厚みが２．５μｍ以上３０μｍ以下であることが好ましく、３μｍ以上２５μｍ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、後述するＡｌＴｉＮ層、下地層、及び表面層等が挙げられる。上記被膜の厚みは、例えば、走査透過型電子顕微鏡（ＳＴＥＭ）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。後述するＡｌＴｉＮ層、下地層、及び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。走査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。

[0035] （ＡｌＴｉＮ層）

本実施形態のＡｌＴｉＮ層は、立方晶型の$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒（以下、単に「結晶粒」という場合がある。）を含む。すなわち、上記ＡｌＴｉＮ層は、多結晶の$Al_xTi_{1-x}N$を含む層である。本実施形態において、「$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒」とは、ＡｌＮ（窒化アルミニウム）からなる層（以下、「ＡｌＮ層」という場合がある。）と、ＴｉＮ（窒化チタン）からなる層（以下、「ＴｉＮ層」という場合がある。）とが交互に積層されている複合結晶の結晶粒を意味する。本実施形態において、上記ＡｌＮ層は、その一部においてＡｌがＴｉに置換されているものも含まれる。また、上記ＴｉＮ層は、その一部においてＴｉがＡｌに置換されているものも含まれる。立方晶型の$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒の場合、ＡｌＮ層及びＴｉＮ層は共にＦＣＣ構造（Ｆａｃｅ－Ｃｅｎｔｅｒｅｄ　Ｃｕｂｉｃ構造）を有している。後述する六方晶型の$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒の場合、ＡｌＮ層及びＴｉＮ層は共にＨＣＰ構造（Ｈｅｘａｇｏｎａｌ　Ｃｌｏｓｅ－Ｐａｃｋｅｄ構造）を有している。上記$Al_xTi_{1-x}N$におけるＡｌ（アルミニウム）の原子比ｘは、０．７以上０．９５未満であり、０．８以上０．９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にあらわれたＡｌＴｉＮ層における結晶粒に対して走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）又はＴＥＭに付帯のエネルギー分散型Ｘ線分析（ＥＤＸ：Ｅｎｅｒｇｙ　Ｄｉｓｐｅｒｓｉｖｅ　Ｘ－ｒａｙ　ｓｐｅｃｔｒｏｓｃｏｐｙ）装置を用いて分析することにより、求めることが可能である。このときに求められるＡｌの原子比ｘは、$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒全体の平均として求められる値である。具体的には、上記断面サンプルのＡｌＴｉＮ層における任意の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$Al_xTi_{1-x}N$におけるｘとする。ここで当該「任意の１０点」は、上記ＡｌＴｉＮ層の互いに異なる結晶粒から選択するものとする。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。なお、Ａｌに限らず、Ｔｉ、Ｎの原子比も上述の方法で算出することが可能である。

[0036] 本実施形態において「基材上に設けられている」とは、基材の直上に設け

られている態様に限られず、他の層を介して基材の上に設けられている態様も含まれる。すなわち、上記ＡｌＴｉＮ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、後述する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。

本実施形態の一側面において「基材上に設けられている」状態は、「基材上に配置されている」状態と把握することもできる。すなわち、上記ＡｌＴｉＮ層は、上記基材の直上に配置されていてもよいし、後述する下地層等の他の層を介して上記基材の上に配置されていてもよい、と把握することもできる。

上記ＡｌＴｉＮ層は、その上に表面層等の他の層が設けられていてもよい。また、上記ＡｌＴｉＮ層は、上記被膜の最表面であってもよい。

[0037] 上記ＡｌＴｉＮ層は、以下の特徴を有する。すなわち、上記ＡｌＴｉＮ層は、中央部を含み、上記中央部は、上記基材の側の第一界面から厚み方向に１μｍ離れた地点を通る上記第一界面に平行な仮想平面Ｄと、上記基材の側と反対の第二界面から厚み方向に１μｍ離れた地点を通る上記第二界面に平行な仮想平面Ｅとに挟まれた領域である。上記第一界面は、上記第二界面に対して平行である。上記すくい面における上記第二界面の法線及び上記逃げ面における上記第二界面の法線を含む平面で、上記ＡｌＴｉＮ層を切断したときの断面に対し、電界放射型走査顕微鏡を用いた電子後方散乱回折像解析によって上記$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒のそれぞれの結晶方位を特定し、これに基づいたカラーマップを作成した場合に、

上記カラーマップにおいて、

上記すくい面における上記中央部は、（１１１）面の法線方向が上記すくい面における上記第二界面の法線方向に対して±１５°以内となる上記$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒（以下、「（１１１）面配向性結晶粒」とも記す。）の占める面積比率が８０％以上であり、

上記刃先部における上記中央部は、（１１１）面の法線方向が上記刃先部

における法線方向に対して±１５°以内となる上記$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒の占める面積比率が５０％以上８０％未満である。

また、上記基材の上記刃先部における法線方向は、上記基材における、上記すくい面と上記刃先部との境界線と、上記基材における、上記逃げ面と上記刃先部との境界線とを含む仮想平面Ｃの法線方向である。

本実施形態の一側面において、上記逃げ面における上記中央部は、（１１１）面の法線方向が上記逃げ面における上記第二界面の法線方向に対して±１５°以内となる上記$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒の占める面積比率が５０％以上８０％未満であることが好ましい。

[0038] ここで、図９を用いながら、上記のカラーマップの具体的な作成方法について説明する。なお、図９に示されるＡｌＴｉＮ層１１の第一界面１１ａは、基材１０の側に位置する界面であり、第二界面１１ｂは、基材１０の側と反対に位置する界面である。第一界面１１ａは、第二界面１１ｂに対して平行である。なお、ＡｌＴｉＮ層１１が被膜の最表面である場合、上記第二界面１１ｂは、ＡｌＴｉＮ層１１の表面となる。上記第一界面１１ａは、上記カラーマップにおける上記基材の主面の法線方向において、基材側における上記基材に最も遠い点を通り且つ上記基材の主面に平行な直線Ｌ１と、当該基材側における上記基材に最も近い点を通り且つ上記基材の主面に平行な直線Ｌ２との中心を通る直線である。上記第二界面１１ｂは、上記カラーマップにおける上記基材の主面の法線方向において、上記基材とは反対側における上記基材に最も遠い点を通り且つ上記基材の主面に平行な直線Ｍ１と、上記基材とは反対側における上記基材に最も近い点を通り且つ上記基材の主面に平行な直線Ｍ２との中心を通る直線である。ただし、上述の「基材に最も近い点」及び「基材に最も遠い点」を選択するにあたり、一見して異常点と思われる点は除外する。

[0039] まずＡｌＴｉＮ層を後述の製造方法に基づき基材上に形成する。そして、形成されたＡｌＴｉＮ層を、基材なども含めＡｌＴｉＮ層に垂直な断面が得られるように切断する。すなわち、上記すくい面における上記第二界面の法

線及び上記逃げ面における上記第二界面の法線を含む平面でＡｌＴｉＮ層を切断した切断面が露出するように切断する。その後、その切断面を耐水研磨紙（研磨剤としてＳｉＣ砥粒研磨剤を含むもの）で研磨する。

[0040] なお、上述の切断は、たとえばＡｌＴｉＮ層１１の表面（ＡｌＴｉＮ層１１上に他の層が形成されている場合は被膜の表面）を十分に大きな保持用の平板上にワックス等を用いて密着固定した後、回転刃の切断機にてその平板に対して垂直方向に切断する（当該回転刃と当該平板とが可能な限り垂直となるように切断する）ものとする。この切断は、このような垂直方向に対して行なわれる限り、ＡｌＴｉＮ層１１の任意の部位で行なうことができるが、後述のように、刃先部１ｃの近傍を切断することが好ましい。

[0041] また、上記の研磨は、上記耐水研磨紙を用いて行う（＃４００、＃８００、＃１５００を順に用いて行なう）ものとする。耐水研磨紙の番号（＃）は、研磨剤の粒径の違いを意味し、番号が大きくなるほど研磨剤の粒径は小さくなる。

[0042] 引続き、上記の研磨面をＡｒイオンによるイオンミーリング処理によりさらに平滑化する。イオンミーリング処理の条件は以下の通りである。

加速電圧：６ｋＶ

照射角度：ＡｌＴｉＮ層の第二界面１１ｂの法線方向（すなわち切断面におけるＡｌＴｉＮ層の厚み方向に平行となる直線方向）から０°

照射時間：８時間。

[0043] 次に、上記の平滑化処理された断面（鏡面）を、電子線後方散乱回折装置（ＥＢＳＤ装置）を備えた電界放出型走査型電子顕微鏡（ＦＥ－ＳＥＭ）（製品名：「ＳＵ６６００」、日立ハイテクノロジーズ社製）を用いて観察し、得られた観察像に対してＥＢＳＤ解析を行う。上記平滑化処理された断面を観察する位置は、特に限定されないが、刃先部１ｃの近傍を観察することが好ましい。なお、ＦＥ－ＳＥＭの観察倍率は５０００倍とする。

[0044] またＥＢＳＤ解析に関し、データは、集束電子ビームを各ピクセル上へ個別に位置させることによって順に収集する。このとき、上記集束電子ビーム

は上記$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒におけるＡｌＮ層で反射が起こるように設定する。当該結晶粒は、Ａｌの方がＴｉよりも原子比が高いため、ＡｌＮ層の数がＴｉＮ層の数よりも多い。そのため、当該結晶粒におけるＡｌＮ層の結晶方位を解析することで、当該結晶粒全体の結晶方位を求めることができると本発明者らは考えている。サンプル面（平滑化処理されたＡｌＴｉＮ層の断面）の法線は、入射ビームに対して７０°傾斜させ、解析は、１５ｋＶにて行なう。帯電効果を避けるために、１０Ｐａの圧力を印加する。開口径６０μｍまたは１２０μｍと合わせて高電流モードを用いる。データ収集は、断面上、１０μｍ（ＡｌＴｉＮ層の厚み方向）×５０μｍ（ＡｌＴｉＮ層の界面に平行な方向）の面領域（観察領域）に相当する１００×５００ポイントについて、０．１μｍ／ステップのステップにて行なう。このときの測定視野数は、３以上とする。

[0045] 上記ＥＢＳＤ解析結果を、市販のソフトウェア（商品名：「ｏｒｉｅｎｔａｔｉｏｎ Ｉｍａｇｉｎｇ ｍｉｃｒｏｓｃｏｐｙ Ｖｅｒ ６．２」、ＥＤＡＸ社製）を用いて分析し、上記カラーマップを作成する。具体的には、まずＡｌＴｉＮ層１１の断面に含まれる各結晶粒の結晶方位を特定する。ここで特定される各結晶粒の結晶方位は、ＡｌＴｉＮ層１１の断面に現れる各結晶粒を、当該断面の法線方向（図９において紙面を貫く方向）から平面視したときに観察される結晶方位である。そして、得られた各結晶粒の結晶方位に基づいて、ＡｌＴｉＮ層１１の表面（すなわち、第二界面１１ｂ）の法線方向における各結晶粒の結晶方位を特定する。そして、特定された結晶方位に基づいてカラーマップを作成する。該カラーマップの作成には、上記ソフトウェアに含まれる「Ｃｒｉｓｔａｌ Ｄｉｒｅｃｔｉｏｎ ＭＡＰ」の手法を用いることができる。なお、カラーマップは切断面に観察されるＡｌＴｉＮ層１１の厚み方向の全域に亘って作成される。また、一部が測定視野の外に出ている結晶粒も１つとしてカウントする。

[0046] 図９においては、実線で囲まれかつ斜線のハッチングを有する各領域が、各（１１１）面配向性結晶粒１１ｄである。また、実線で囲まれかつハッチ

ングを有さない各領域が、（１１１）面配向性結晶粒に該当しない結晶粒である。すなわち、図９では、ＡｌＴｉＮ層１１の第二界面１１ｂの法線方向に対して、（１１１）面の法線方向が±１５°以内となる結晶粒１１ｄが斜線でハッチングされている。なお、上記カラーマップは本来カラーで表現されるところ、本明細書では便宜上模式的にモノトーンで表現されている。また、図９において黒色で示される領域があるが、これは、上記方法において結晶方位が特定されなかった結晶粒の領域とみなす。

[0047] 本実施形態において、$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒の結晶方位は、図９に示すようにＡｌＴｉＮ層１１の中央部１１ｃにおいて求める。上記中央部１１ｃは、上記基材の側の第一界面１１ａから厚み方向に１μｍ離れた地点を通る上記第一界面１１ａに平行な仮想平面Ｄと、上記基材の側と反対の第二界面１１ｂから厚み方向に１μｍ離れた地点を通る上記第二界面１１ｂに平行な仮想平面Ｅとに挟まれた領域である。ここで、上記仮想平面Ｄ及び仮想平面Ｅは、作成したカラーマップ上で、第一界面１１ａ又は第二界面１１ｂからの距離に基づいて設定することができる。

[0048] なお、刃先部１ｃがホーニングの形状等である場合（例えば、図３の場合）、刃先部１ｃにおける中央部１１ｃは以下の方法で設定する。まず、上記カラーマップにおける第一界面１１ａ及び第二界面１１ｂそれぞれを示す曲線が直線に近似できる範囲ごとにＡｌＴｉＮ層を複数の領域に分割する。次に分割した領域ごとに上述の方法にしたがって、中央部１１ｃを設定する。このようにして設定された上記分割した領域ごとの中央部１１ｃの集合を、刃先部１ｃの中央部１１ｃとする。また、刃先部１ｃがホーニングの形状等である場合、刃先部１ｃにおける（１１１）面配向性結晶粒は、上記基材における、上記すくい面と上記刃先部との境界線ＡＡと、上記基材における、上記逃げ面と上記刃先部との境界線ＢＢとを含む仮想平面Ｃの法線方向に対して、（１１１）面の法線方向が±１５°以内となる結晶粒を意味するものとする。

[0049] 上記カラーマップにおいて、上記すくい面における上記中央部は、（１１

１）面の法線方向が上記すくい面における上記第二界面の法線方向に対して±１５°以内となる上記$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒の占める面積比率が８０％以上であり、８１％以上９８％以下であることが好ましく、８１％以上９５％以下であることがより好ましい。ここで、上記面積比率は、上記カラーマップにおける上記中央部１１ｃの面積全体を基準とした面積比率である。

[0050] 上記カラーマップにおいて、上記逃げ面における上記中央部は、（１１１）面の法線方向が上記逃げ面における上記第二界面の法線方向に対して±１５°以内となる上記$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒の占める面積比率が５０％以上８０％未満であることが好ましく、６０％以上７５％以下であることがより好ましく、６５％以上７５％以下であることが更に好ましい。ここで、上記面積比率は、上記カラーマップにおける上記中央部１１ｃの面積全体を基準とした面積比率である。

[0051] 上記カラーマップにおいて、上記刃先部における上記中央部は、（１１１）面の法線方向が上記刃先部における法線方向に対して±１５°以内となる上記$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒の占める面積比率が５０％以上８０％未満であり、６０％以上７５％以下であることが好ましく、６５％以上７５％以下であることがより好ましい。上記刃先部１ｃにおける法線方向は、上記基材１０における、上記すくい面１ａと上記刃先部１ｃとの境界線ＡＡと、上記基材１０における、上記逃げ面１ｂと上記刃先部１ｃとの境界線ＢＢとを含む仮想平面Ｃの法線方向である（図３～５）。ここで、上記面積比率は、上記カラーマップにおける上記中央部１１ｃの面積全体を基準とした面積比率である。

[0052] 本実施形態に係る切削工具では、すくい面において上記ＡｌＴｉＮ層の中央部における（１１１）面配向性結晶粒の占める面積比率が８０％以上である。（１１１）面配向性結晶粒は最密充填構造をとり、硬度が高い。そのため、上記切削工具は、耐クレータ摩耗性に優れる。上記切削工具は、特に高送り加工に好適に用いることができる。

[0053] 上記ＡｌＴｉＮ層は、立方晶型の$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒を含む。本実施

形態の一側面において、本開示の効果を損なわない範囲において、上記ＡｌＴｉＮ層は、六方晶型の$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒を更に含んでいてもよい。立方晶型の$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒と六方晶型の$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒とは、例えば、Ｘ線回折により得られる回折ピークのパターンにより識別される。

[0054] 立方晶型の$Al_xTi_{1-x}N$（ｃ）の結晶粒と六方晶型の$Al_xTi_{1-x}N$（ｈ）の結晶粒との総量を基準としたとき、上記六方晶型の$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒の含有割合（ｈ／（ｃ＋ｈ））は、０～１５体積％であることが好ましく、０～１０体積％であることがより好ましい。当該含有割合は、例えば、Ｘ線回折により得られる回折ピークのパターンを解析することによって求めることが可能である。具体的な方法は以下の通りである。

[0055] Ｘ線回折装置（Ｒｉｇａｋｕ社製「ＭｉｎｉＦｌｅｘ６００」（商品名））を用いて上述の断面サンプルにおけるＡｌＴｉＮ層のＸ線スペクトルを得る。このときのＸ線回折装置の条件は例えば、下記の通りとする。

特性Ｘ線：　Ｃｕ－Ｋα（波長１．５４Å）

管電圧：　４５ｋＶ

管電流：　４０ｍＡ

フィルター：　多層ミラー

光学系：　集中法

Ｘ線回折法：　$\theta-2\theta$法。

[0056] 得られたＸ線スペクトルにおいて、立方晶型の$Al_xTi_{1-x}N$のピーク強度（Ｉｃ）と、六方晶型の$Al_xTi_{1-x}N$のピーク強度（Ｉｈ）とを測定する。ここで、「ピーク強度」とは、Ｘ線スペクトルにおけるピークの高さ（ｃｐｓ）を意味する。立方晶型の$Al_xTi_{1-x}N$のピークは、回折角$2\theta=38°$付近及び$44°$付近に確認することができる。六方晶型の$Al_xTi_{1-x}N$のピークは、回折角$2\theta=33°$付近に確認することができる。ピーク強度はバックグラウンドを除いた値とする。

[0057] 上記立方晶型の$Al_xTi_{1-x}N$と上記六方晶型の$Al_xTi_{1-x}N$との総量

を基準としたときの上記六方晶型の$Al_xTi_{1-x}N$の含有割合（体積%）は、下記の式により算出される。ここで、立方晶型の$Al_xTi_{1-x}N$のピーク強度（Ｉｃ）は、θ＝３８°付近におけるピーク強度とθ＝４４°付近におけるピーク強度との和で求められる。

上記六方晶型の$Al_xTi_{1-x}N$の含有割合（体積%）＝Ｉｈ／（Ｉｈ＋Ｉｃ）×１００

[0058] （ＡＩＴｉＮ層の厚み）

本実施形態において、ＡＩＴｉＮ層の厚みが２．５μｍ以上２０μｍ以下であることが好ましく、３μｍ以上２０μｍ以下であることがより好ましく、５μｍ以上１５μｍ以下であることが更に好ましい。これにより、上記のような優れた効果を発揮することができる。

[0059] ＡＩＴｉＮ層の厚みが２．５μｍ未満の場合、ＡＩＴｉＮ層の存在に起因する耐摩耗性（耐クレータ摩耗性、耐逃げ面摩耗性）の向上の程度が低い傾向がある。ＡＩＴｉＮ層の厚みが２０μｍを超えると、ＡＩＴｉＮ層と他の層との線膨張係数の差に起因する界面応力が大きくなり、$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒がＡＩＴｉＮ層から脱落する場合がある。

[0060] （下地層）

上記被膜は、上記基材と上記ＡＩＴｉＮ層との間に設けられている下地層を更に含み、上記下地層は、周期表４族元素、５族元素、６族元素及びアルミニウム（Ａｌ）からなる群より選ばれる少なくとも１種の元素と、炭素、窒素、酸素及びホウ素からなる群より選ばれる少なくとも１種の元素とからなる化合物からなることが好ましい。周期表４族元素としては、チタン（Ｔｉ）、ジルコニウム（Ｚｒ）、ハフニウム（Ｈｆ）等が挙げられる。周期表５族元素としては、バナジウム（Ｖ）、ニオブ（Ｎｂ）、タンタル（Ｔａ）等が挙げられる。周期表６族元素としては、クロム（Ｃｒ）、モリブデン（Ｍｏ）、タングステン（Ｗ）等が挙げられる。上記下地層は、ＴｉＣＮで示される化合物からなることが好ましい。このような下地層は、上記ＡＩＴｉＮ層に対して強い密着力を発揮する。その結果、被膜の耐剥離性が向上する

。

[0061] 上記下地層の厚みが０．１μｍ以上２０μｍ以下であることが好ましく、１μｍ以上１５μｍ以下であることがより好ましい。このような厚みは、上述したのと同様に走査透過型電子顕微鏡（ＳＴＥＭ）等を用いて基材と被膜の垂直断面を観察することにより確認することができる。

[0062] （表面層）

上記被膜は、上記ＡｌＴｉＮ層上に設けられている表面層を更に含み、

上記表面層は、周期表４族元素、５族元素、６族元素及びアルミニウム（Ａｌ）からなる群より選ばれる少なくとも１種の元素と、炭素、窒素、酸素及びホウ素からなる群より選ばれる少なくとも１種の元素とからなる化合物からなることが好ましい。

[0063] 上記表面層に含まれる化合物としては、例えば、Al_2O_3及びＴｉＮ等が挙げられる。

[0064] 上記表面層の厚みが０．１μｍ以上３μｍ以下であることが好ましく、０．３μｍ以上２μｍ以下であることがより好ましい。このような厚みは、上述したのと同様に走査透過型電子顕微鏡（ＳＴＥＭ）等を用いて基材と被膜の垂直断面を観察することにより確認することができる。

[0065] （他の層）

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、上記被膜は、他の層を更に含んでいてもよい。上記他の層は、上記ＡｌＴｉＮ層、上記下地層、又は上記表面層とは組成が異なっていてもよいし、同じであってもよい。他の層に含まれる化合物としては、例えば、ＴｉＮ、ＴｉＣＮ、ＴｉＢＮ及びAl_2O_3等を挙げることができる。なお、上記他の層は、その積層の順も特に限定されない。例えば、上記他の層としては、上記下地層と上記ＡｌＴｉＮ層との間に設けられている中間層が挙げられる。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、０．１μｍ以上２０μｍ以下が挙げられる。

[0066] ≪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第１工程（以下、単に「第１工程」という場合がある。）と、

化学気相蒸着法を用いて、上記基材上に上記ＡｌＴｉＮ層を形成する第２工程（以下、単に「第２工程」という場合がある。）と、

上記ＡｌＴｉＮ層をブラスト処理する第３工程（以下、単に「第３工程」という場合がある。）と、を含み、

上記第２工程は、アルミニウムのハロゲン化物ガス及びチタンのハロゲン化物ガスを含む第一ガスと、アルミニウムのハロゲン化物ガス、チタンのハロゲン化物ガス及びアンモニアガスを含む第二ガスと、アンモニウムガスを含む第三ガスとのそれぞれを、６５０℃以上９００℃以下且つ０．５ｋＰａ以上３０ｋＰａ以下の雰囲気において上記基材上に噴出することを含む。

[0067] ＜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、市販品を用いてもよく、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（例えば、ＳＥＥＴ１３Ｔ３ＡＧＳＮ－Ｇ等）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基材であればいずれも準備可能である。

[0068] ＜第２工程：第一ガスと第二ガスと第三ガスとのそれぞれを基材に噴出し、ＡｌＴｉＮ層を形成する工程＞

第２工程では、アルミニウムのハロゲン化物ガス及びチタンのハロゲン化物ガスを含む第一ガスと、アルミニウムのハロゲン化物ガス、チタンのハロゲン化物ガス及びアンモニアガスを含む第二ガスと、アンモニアガスを含む

第三ガスとのそれぞれを、６５０℃以上９００℃以下且つ０．５ｋＰａ以上３０ｋＰａ以下の雰囲気において上記基材に噴出する。この工程は、例えば以下に説明するＣＶＤ装置を用いて行うことができる。

[0069] （ＣＶＤ装置）

図１０に、本実施形態の切削工具の製造に用いられるＣＶＤ装置の一例の模式的な断面図を示す。図１０に示すように、ＣＶＤ装置５０は、基材１０を設置するための基材セット治具５２の複数と、基材セット治具５２を内包する耐熱合金鋼製の反応容器５３とを備えている。また、反応容器５３の周囲には、反応容器５３内の温度を制御するための調温装置５４が設けられている。本実施形態において、基材１０は、例えば、ガス導入管５８から放射状に伸びる金属串棒（図示せず）に当該基材１０の貫通孔を通し、すくい面１ａが上記ガス導入管５８の方向を向くように設置することが好ましい。このように設置することで、すくい面において（１１１）面配向性結晶粒が多くなるように成膜することができる。

[0070] 反応容器５３には、互いに隣接して接合された第１ガス導入管５５と第２ガス導入管５６と第３ガス導入管５７とを有するガス導入管５８が反応容器５３の内部の空間を鉛直方向に延在し、当該鉛直方向を軸に回転可能に設けられている。ガス導入管５８においては、第１ガス導入管５５に導入された第一ガスと、第２ガス導入管５６に導入された第二ガスと第３ガス導入管５７に導入された第三ガスとがガス導入管５８の内部で混合しない構成とされている（図１１）。また、第１ガス導入管５５、第２ガス導入管５６及び第３ガス導入管５７のそれぞれには、第１ガス導入管５５、第２ガス導入管５６及び第３ガス導入管５７のそれぞれの内部を流れるガスを基材セット治具５２に設置された基材１０上に噴出させるための複数の貫通孔が設けられている。

[0071] さらに、反応容器５３には、反応容器５３の内部のガスを外部に排気するためのガス排気管５９が設けられており、反応容器５３の内部のガスは、ガス排気管５９を通過して、ガス排気口６０から反応容器５３の外部に排出さ

れる。

[0072] より具体的には、上述した第一ガス、第二ガス及び第三ガスを、それぞれ第１ガス導入管５５、第２ガス導入管５６及び第３ガス導入管５７に導入する。このとき、各ガス導入管内における第一ガス、第二ガス及び第三ガスそれぞれの温度は、液化しない温度であれば特に制限はない。次に、６５０℃以上９００℃以下（好ましくは７００℃以上７７０℃以下）且つ０．５ｋＰａ以上３０ｋＰａ以下（好ましくは２ｋＰａ以上５ｋＰａ以下）の雰囲気とした反応容器５３内へ第一ガス、第二ガス、第三ガスをこの順で繰り返して噴出する。ガス導入管５８には複数の貫通孔が開いているため、導入された第一ガス、第二ガス及び第三ガスは、それぞれ異なる貫通孔から反応容器５３内に噴出される。このときガス導入管５８は、図１０中の回転矢印が示すように上述の軸を中心として、例えば、２～４ｒｐｍの回転速度で回転している。これによって、第一ガス、第二ガス、第三ガスをこの順で繰り返して基材１０に対して噴出することができる。

[0073] （第一ガス）

上記第一ガスは、アルミニウムのハロゲン化物ガス及びチタンのハロゲン化物ガスを含む。

[0074] アルミニウムのハロゲン化物ガスとしては、例えば、塩化アルミニウムガス（$AlCl_3$ガス、Al_2Cl_6ガス）等が挙げられる。好ましくは、$AlCl_3$ガスが用いられる。アルミニウムのハロゲン化物ガスの濃度（体積%）は、第一ガスの全体積を基準として、０．３体積%以上１．５体積%以下であることが好ましく、０．８体積%以上０．８７体積%以下であることがより好ましい。

[0075] チタンのハロゲン化物ガスとしては、例えば、塩化チタン（ＩＶ）ガス（$TiCl_4$ガス）、塩化チタン（ＩＩＩ）ガス（$TiCl_3$ガス）等が挙げられる。好ましくは、塩化チタン（ＩＶ）ガスが用いられる。チタンのハロゲン化物ガスの濃度（体積%）は、第一ガスの全体積を基準として、０．１体積%以上１体積%以下であることが好ましく、０．１体積%以上０．２体積

％以下であることがより好ましい。

[0076] 上記第一ガスにおけるアルミニウムのハロゲン化物ガスのモル比は、アルミニウムのハロゲン化物ガス及びチタンのハロゲン化物ガスの全モル数を基準として、０．５以上０．９以下であることが好ましく、０．８以上０．８７以下であることがより好ましい。

[0077] 上記第一ガスは、水素ガスを含んでもよいし、アルゴンガス等の不活性ガスを含んでもよい。不活性ガスの濃度（体積％）は、第一ガスの全体積を基準として、５体積％以上７０体積％以下であることが好ましく、２０体積％以上６０体積％以下であることがより好ましい。水素ガスは、通常上記第一ガスの残部を占める。

[0078] 上記基材に噴出するときの上記第一ガスの流量は、２０～４０Ｌ／ｍｉｎであることが好ましい。

[0079] （第二ガス）

上記第二ガスは、アルミニウムのハロゲン化物ガス、チタンのハロゲン化物ガス及びアンモニアガスを含む。アルミニウムのハロゲン化物ガス及びチタンのハロゲン化物ガスは、上記（第一ガス）の欄において例示されたガスを用いることができる。このとき、上記第一ガスに用いられたアルミニウムのハロゲン化物ガス及びチタンのハロゲン化物ガスそれぞれと、第二ガスに用いられたアルミニウムのハロゲン化物ガス及びチタンのハロゲン化物ガスそれぞれとは、同じであってもよいし、異なっていてもよい。

[0080] アルミニウムのハロゲン化物ガスの濃度（体積％）は、第二ガスの全体積を基準として、４体積％以上５体積％以下であることが好ましく、４．３体積％以上４．５体積％以下であることがより好ましい。

[0081] チタンのハロゲン化物ガスの濃度（体積％）は、第二ガスの全体積を基準として、０．１体積％以上１体積％以下であることが好ましく、０．５体積％以上０．８体積％以下であることがより好ましい。

[0082] 第二ガスにおけるアルミニウムのハロゲン化物ガスのモル比は、アルミニウムのハロゲン化物ガス及びチタンのハロゲン化物ガスの全モル数を基準と

して、０．８２以上０．９５以下であることが好ましく、０．８５以上０．９以下であることがより好ましい。

[0083] アンモニアガスの濃度（体積％）は、第二ガスの全体積を基準として、５体積％以上１５体積％以下であることが好ましく、１０体積％以上１２体積％以下であることがより好ましい。

[0084] 上記第二ガスは、水素ガスを含んでもよいし、アルゴンガス等の不活性ガスを含んでもよい。不活性ガスの濃度（体積％）は、第二ガスの全体積を基準として、５体積％以上５０体積％以下であることが好ましく、１５体積％以上１７体積％以下であることがより好ましい。水素ガスは、通常上記第二ガスの残部を占める。

[0085] 上記基材に噴出するときの上記第二ガスの流量は、２０～４０Ｌ／ｍｉｎであることが好ましい。

[0086] （第三ガス）

上記第三ガスは、アンモニアガスを含む。また上記第三ガスは、水素ガスを含んでもよいし、アルゴンガス等の不活性ガスを含んでもよい。

[0087] アンモニアガスの濃度（体積％）は、第三ガスの全体積を基準として、２体積％以上３０体積％以下であることが好ましく、２体積％以上１０体積％以下であることがより好ましい。水素ガスは、通常上記第三ガスの残部を占める。

[0088] 上記基材に噴出するときの上記第三ガスの流量は、１０～２０Ｌ／ｍｉｎであることが好ましい。

[0089] ＜第３工程：ブラスト処理をする工程＞

本工程では、上記被膜にブラスト処理を実施する。上記ブラスト処理の条件としては例えば、以下の条件が挙げられる。ブラスト処理を実施することで上記被膜に圧縮残留応力を付与することができる。

ブラスト処理の条件

メディア：ジルコニア粒子、５００ｇ

投射角度：４５°

投射距離：５０ｍｍ

投射時間：３秒

[0090] ＜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、本実施形態の効果を損なわない範囲で追加工程を適宜行ってもよい。上記追加工程としては例えば、上記基材と上記ＡｌＴｉＮ層との間に下地層を形成する工程、及び上記ＡｌＴｉＮ層上に表面層を形成する工程等が挙げられる。下地層及び表面層を形成する方法としては、特に制限はなく、例えば、ＣＶＤ法等によって形成する方法が挙げられる。なお、上記ＡｌＴｉＮ層上に表面層を形成する工程を行った場合、上記第３工程は、当該表面層を形成した後に行う。

[0091] 本実施形態に係る切削工具の製造方法では、ＣＶＤ法によってＡｌＴｉＮ層を形成している。そのため、ＰＶＤ法で被膜を形成したときと比較して、基材に対する被膜の密着力（膜密着力）が向上している。

[0092] 以上の説明は、以下に付記する特徴を含む。

（付記１）

すくい面と、逃げ面と、前記すくい面と前記逃げ面とを繋ぐ刃先部とを含む表面被覆切削工具であって、

基材と、前記基材上に設けられているＡｌＴｉＮ層とを備え、

前記ＡｌＴｉＮ層は、立方晶型の$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒を含み、

前記$Al_xTi_{1-x}N$におけるＡｌの原子比ｘは、０．７以上０．９５未満であり、

前記ＡｌＴｉＮ層は、中央部を含み、

前記中央部は、前記基材の側の第一界面から厚み方向に１μｍ離れた地点を通る前記第一界面に平行な仮想平面Ｄと、前記基材の側と反対の第二界面から厚み方向に１μｍ離れた地点を通る前記第二界面に平行な仮想平面Ｅとに挟まれた領域であり、

前記第一界面は、前記第二界面に対して平行であり、

前記すくい面における前記第二界面の法線及び前記逃げ面における前記第

二界面の法線を含む平面で、前記ＡｌＴｉＮ層を切断したときの断面に対し、電界放射型走査顕微鏡を用いた電子後方散乱回折像解析によって前記$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒のそれぞれの結晶方位を特定し、これに基づいたカラーマップを作成した場合に、

前記カラーマップにおいて、

前記すくい面における前記中央部は、（１１１）面の法線方向が前記すくい面における前記第二界面の法線方向に対して±１５°以内となる前記$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒の占める面積比率が８０％以上であり、

前記刃先部における前記中央部は、（１１１）面の法線方向が前記刃先部における法線方向に対して±１５°以内となる前記$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒の占める面積比率が５０％以上８０％未満であり、

前記刃先部における法線方向は、前記基材における、前記すくい面と前記刃先部との境界線と、前記基材における、前記逃げ面と前記刃先部との境界線とを含む仮想平面Ｃの法線方向である、表面被覆切削工具。

（付記２）

前記ＡｌＴｉＮ層は、その厚みが２．５μｍ以上２０μｍ以下である、付記１に記載の表面被覆切削工具。

（付記３）

前記基材と前記ＡｌＴｉＮ層との間に設けられている下地層を更に含み、

前記下地層は、周期表４族元素、５族元素、６族元素及びＡｌからなる群より選ばれる少なくとも１種の元素と、炭素、窒素、酸素及びホウ素からなる群より選ばれる少なくとも１種の元素とからなる化合物からなる、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ＡｌＴｉＮ層上に設けられている表面層を更に含み、

前記表面層は、周期表４族元素、５族元素、６族元素及びＡｌからなる群より選ばれる少なくとも１種の元素と、炭素、窒素、酸素及びホウ素からなる群より選ばれる少なくとも１種の元素とからなる化合物からなる、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

[0093] 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。

[0094] ≪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、以下の表１に示す超硬合金からなる基材（以下、単に「基材」という場合がある。）を準備した（第１工程）。具体的には、まず、表１に記載の配合組成（質量％）からなる原料粉末を均一に混合した。表１中の「残り」とは、ＷＣが配合組成（質量％）の残部を占めることを示している。

[0095] [表1]

種類	配合組成(質量%)				
	Co	TiC	Cr_3C_2	TaC	WC
基材	10.0	1	0.3	0.5	残り

[0096] 次に、この混合粉末を所定の形状に加圧成形した後に、１３００～１５００℃で１～２時間焼結することにより、上記基材（基材形状（ＪＩＳ規格）：ＳＥＥＴ１３Ｔ３ＡＧＳＮ－Ｇ、カッタ径１００）を得た。なお、ＳＥＥＴ１３Ｔ３ＡＧＳＮ－Ｇは転削加工用刃先交換型切削チップの形状である。

[0097] ＜被膜の作製＞

上記基材の表面上に、表８に示される下地層、ＡＩＴｉＮ層及び表面層を形成することによって、上記基材の表面上に被膜を作製した。被膜の作製には、主にＣＶＤ法を用いた。以下、被膜を構成する各層の作製方法について説明する。

[0098] （ＡＩＴｉＮ層の作製）

表２に記載の成膜条件のもとで、表３～５に記載の組成をそれぞれ有する第一ガス、第二ガス及び第三ガスをこの順で繰り返して上記基材の表面上に

噴出してＡｌＴｉＮ層を作製した（第２工程）。このとき、上記基材は、ガス導入管から放射状に伸びる金属串棒に当該基材の貫通孔を通し、すくい面が上記ガス導入管の方向を向くように設置した。なお、上記基材の表面に下地層を設けた場合は、当該下地層の表面上にＡｌＴｉＮ層を作製した。

[0099] 例えば、表６の識別記号［１］で示されるＡｌＴｉＮ層は、温度７８０℃、圧力３ｋＰａ、ガス導入管の回転速度２ｒｐｍの成膜条件で（表２の識別記号２－ａ）、表３の識別記号３－ａで示される第一ガス（０．８３体積％の$AlCl_3$、０．１７体積％の$TiCl_4$、６０体積％のＡｒ、残部はH_2、ガス流量２０Ｌ／ｍｉｎ）、表４の識別記号４－ａで示される第二ガス（４．３体積％の$AlCl_3$、０．８体積％の$TiCl_4$、１０体積％のNH_3、１５体積％のＡｒ、残部はH_2、ガス流量４０Ｌ／ｍｉｎ）及び表５の識別記号５－ａで示される第三ガス（２体積％のNH_3、残部はH_2、ガス流量１０Ｌ／ｍｉｎ）をこの順で繰り返して基材の表面上に噴出してＡｌＴｉＮ層を作製した。なお、表６の識別記号［８］で示されるＡｌＴｉＮ層は、公知のＰＶＤ法で作製した。作製したＡｌＴｉＮ層の組成等を表６に示す。

[0100] [表2]

成膜条件	
識別記号	2-a
温度 （℃）	780
圧力 （kPa）	3
回転速度 （rpm）	2

[0101] [表3]

第一ガスの組成				
識別記号	3-a	3-b	3-c	3-d
$AlCl_3$ （vol%）	0.83	0.87	0.85	0.95
$TiCl_4$ （vol%）	0.17	0.13	0.15	0.05
$AlCl_3/(AlCl_3+TiCl_4)$ （モル比）	0.83	0.87	0.85	0.95
Ar （vol%）	60	20	60	20
H_2 （vol%）	残り	残り	残り	残り
ガス流量 （L/min）	20	20	20	20

[0102] [表4]

第二ガスの組成			
識別記号	4-a	4-b	4-c
$AlCl_3$ （vol%）	4.3	4.5	5.0
$TiCl_4$ （vol%）	0.8	0.5	0.5
$AlCl_3/(AlCl_3+TiCl_4)$ （モル比）	0.85	0.90	0.91
NH_3 （vol%）	10	12	15
Ar （vol%）	15	17	15
H_2 （vol%）	残り	残り	残り
ガス流量 （L/min）	40	40	40

[0103] [表5]

第三ガスの組成	
識別記号	5-a
NH_3 （vol%）	2
H_2 （vol%）	残り
ガス流量 （L/min）	10

[0104] [表6]

識別記号	表3	表4	AlTiN 層		(111)面配向性結晶粒の面積比率(%)		
			h/(c+h)率 (体積%)	$Al_xTi_{1-x}N$ における Al の原子比 x	すくい面	刃先部	逃げ面
[1]	3-a	4-a	1	0.81	91	75	73
[2]	3-b	4-a	2	0.86	89	74	71
[3]	3-c	4-a	1	0.83	92	78	75
[4]	3-a	4-b	1	0.84	88	70	70
[5]	3-c	4-b	2	0.88	83	68	66
[6]	3-b	4-c	3	0.85	73	74	71
[7]	3-d	4-a	17	0.95	80	77	76
[8]*	なし	なし	3	0.65	82	83	82

*公知のＰＶＤ法で成膜した。

[0105] （下地層の作製、表面層の作製）

表７に記載の成膜条件のもとで、表７に記載の組成を有する反応ガスを基材の表面上に噴出して下地層を作製した。表７に記載の成膜条件のもとで、表７に記載の組成を有する反応ガスをＡｌＴｉＮ層の表面上に噴出して表面層を作製した。

[0106] [表7]

種別	反応ガスの組成(vol%)	成膜条件		
		圧力 (kPa)	温度 (℃)	ガス流量 (L/min)
TiN	$TiCl_4$=0.5%, N_2=41.2%, H_2=残り	79.8	780	45.9
TiCN	$TiCl_4$=2.0%, CH_3CN=0.7%, H_2=残り	9	860	50.5
Al_2O_3	$AlCl_3$=1.6%, CO_2=4.5%, H_2S=0.2%, NO_2=0.5%, H_2=残り	6.7	850	46.2

[0107] （ブラスト処理）

以下の条件によって、基材の表面に被覆された被膜に対してブラスト処理を行った（第３工程）。

ブラスト処理の条件

メディア：ジルコニア粒子、５００ｇ

投射角度：４５°

投射距離：５０ｍｍ

投射時間：３秒

[0108] 以上の工程によって、本実施例に係る切削工具を作製した。試料番号１、及び４～１０の切削工具は、基材と、上記基材上に設けられているＡｌＴｉＮ層と、上記基材と上記ＡｌＴｉＮ層との間に設けられている下地層とを含む、切削工具である。試料番号２及び３の切削工具は、基材と、上記基材上に設けられているＡｌＴｉＮ層と、上記基材と上記ＡｌＴｉＮ層との間に設けられている下地層と、上記ＡｌＴｉＮ層上に設けられている表面層とを含む、切削工具である。

[0109] ≪切削工具の特性評価≫

上述のようにして作製した試料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。ここで、試料番号１～７の切削工具は、実施例に

相当する。試料番号８～１０の切削工具は、比較例に相当する。

[0110] ＜被膜等の厚みの測定＞

被膜、及び当該被膜を構成する下地層、ＡｌＴｉＮ層及び表面層の厚みは、走査透過型電子顕微鏡（ＳＴＥＭ）（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点を各層ごとに測定し、測定された１０点の厚みの平均値をとることで求めた。結果を表８に示す。「表面層」の欄における「なし」との表記は、当該表面層が被膜中に存在しないことを示す。また、「ＡｌＴｉＮ層」の欄における「［１］（５．０）」等の表記は、ＡｌＴｉＮ層が表６の識別記号［１］で示される構成を有し、厚みが５．０μｍであることを示す。表８中、「ＴｉＣＮ（１．０）」等の表記は、該当する層が厚み１．０μｍのＴｉＣＮの層であることを示す。また、１つの欄内に２つの化合物が記載されている場合（例えば、「Al_2O_3（０．２）－ＴｉＮ（０．１）」等の場合）は、左側の化合物（Al_2O_3（０．２））が基材の表面に近い側に位置する層であることを意味し、右側の化合物（ＴｉＮ（０．１））が基材の表面から遠い側に位置する層であることを意味している。さらに「［Al_2O_3（０．２）－ＴｉＮ（０．１）］ｘ３」等の表記は、「Al_2O_3（０．２）－ＴｉＮ（０．１）」で示される層が３回繰り返して積層されていることを意味している。

[0111]

[表8]

試料番号	被膜の構成及び各層の厚み			
	下地層（μm）	AlTiN 層（μm）	表面層（μm）	被膜合計厚み（μm）
1	TiCN (1.0)	[1] (5.0)	なし	6.0
2	TiCN (1.0)	[1] (4.5)	Al_2O_3 (0.5)	6.0
3	TiCN (0.5)	[1] (3.6)	[Al_2O_3(0.2)-TiN(0.1)]x3	6.0
4	TiCN (1.0)	[2] (5.0)	なし	6.0
5	TiCN (1.0)	[3] (5.0)	なし	6.0
6	TiCN (1.0)	[4] (5.0)	なし	6.0
7	TiCN (1.0)	[5] (5.0)	なし	6.0
8	TiCN (1.0)	[6] (5.0)	なし	6.0
9	TiCN (1.0)	[7] (5.0)	なし	6.0
10	なし	[8] (5.0)	なし	5.0

[0112] ＜カラーマップの作成＞

まず、被膜におけるＡｌＴｉＮ層の表面（又は界面）に垂直な断面が得られるように上記切削工具を切断した。その後、その切断面を耐水研磨紙（株式会社ノリタケコーテッドアブレーシブ（ＮＣＡ）製、商品名：ＷＡＴＥＲＰＲＯＯＦ　ＰＡＰＥＲ、＃４００、＃８００、＃１５００）で研磨を実施し、ＡｌＴｉＮ層の加工面を作製した。引き続き、上記加工面をＡｒイオンによるイオンミーリング処理によりさらに平滑化を行った。イオンミーリング処理の条件は以下の通りである。

加速電圧：６ｋＶ

照射角度：ＡｌＴｉＮ層の第二界面の法線方向（すなわち切断面におけるＡｌＴｉＮ層の厚み方向に平行となる直線方向）から０°

照射時間：６時間

[0113] 作製された上記加工面をＥＢＳＤを備えたＦＥ－ＳＥＭ（日立ハイテクノロジーズ社製、商品名：「ＳＵ６６００」）を用いて５０００倍の倍率で観察することにより、加工面における１０μｍ（ＡｌＴｉＮ層の厚み方向）×

５０μｍ（ＡｌＴｉＮ層の界面に平行な方向）の観察領域に関して上述のカラーマップを作成した。このとき解析に用いた集束電子ビームは$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒におけるＡｌＮ層で反射が起こるように設定した。また、作成したカラーマップの数（測定視野の数）は、３とした。具体的には、まずＡｌＴｉＮ層の断面に含まれる各結晶粒の結晶方位を特定した。ここで特定される各結晶粒の結晶方位は、ＡｌＴｉＮ層の断面に現れる各結晶粒を、当該断面の法線方向（図９において紙面を貫く方向）から平面視したときに観察される結晶方位である。そして、得られた各結晶粒の結晶方位に基づいて、ＡｌＴｉＮ層の第二界面の法線方向における各結晶粒の結晶方位を特定した。そして、特定された結晶方位に基づいてカラーマップを作成した（例えば、図９）。各カラーマップについて、市販のソフトウェア（商品名：「Ｏｒｉｅｎｔａｔｉｏｎ　Ｉｍａｇｉｎｇ　Ｍｉｃｒｏｓｃｏｐｙ　Ｖｅｒ　６．２」、ＥＤＡＸ社製）を用いて、ＡｌＴｉＮ層の中央部における（１１１）面配向性結晶粒の占める面積比率を求めた。その結果を表６に示す。ここで、上記中央部は、上記基材の側の第一界面から厚み方向に１μｍ離れた地点を通る上記第一界面に平行な仮想平面Ｄと、上記基材の側と反対の第二界面から厚み方向に１μｍ離れた地点を通る上記第二界面に平行な仮想平面Ｅとに挟まれた領域である。（例えば、図９）。

[0114] ここで、上記第一界面及び上記第二界面は上記カラーマップにおいて以下のようにして定めた。まず、カラーマップにおいて、ＡｌＴｉＮ層の領域と、ＡｌＴｉＮ層以外の領域との区別がつくように色を分けて表示した。上記カラーマップにおける上記基材の主面の法線方向において、基材側における上記基材に最も遠い点を通り且つ上記基材の主面に平行な直線Ｌ１と、当該基材側における上記基材に最も近い点を通り且つ上記基材の主面に平行な直線Ｌ２との中心を通る直線を、上記第一界面１１ａとした（例えば、図９）。上記カラーマップにおける上記基材の主面の法線方向において、上記基材とは反対側における上記基材に最も遠い点を通り且つ上記基材の主面に平行な直線Ｍ１と、上記基材とは反対側における上記基材に最も近い点を通り且

つ上記基材の主面に平行な直線Ｍ２との中心を通る直線を、上記第二界面とした（例えば、図９）。

[0115] 表６に、すくい面、刃先部及び逃げ面それぞれにおける、（１１１）面配向性結晶粒の面積比率を示す。なお、刃先部においては、基材における、すくい面と刃先部との境界線ＡＡと、基材における、逃げ面と刃先部との境界線ＢＢとを含む仮想平面Ｃの法線方向に対して、（１１１）面の法線方向が±１５°以内となる結晶粒を（１１１）面配向性結晶粒とした。

[0116] ≪切削試験≫

（切削評価：連続加工試験）

上述のようにして作製した試料（試料番号１～１０）の切削工具を用いて、以下の切削条件により、逃げ面の摩耗量が０．２５ｍｍに達したとき又は刃先部に欠損が生じたときの切削距離（ｍ）を測定した。また、切削後の損傷形態（最終損傷形態）を観察した。その結果を表９に示す。切削距離が長い程、耐逃げ面摩耗性に優れる切削工具として評価することができる。切削後の損傷形態でクレータ摩耗が観察されなければ、耐クレータ摩耗性に優れる切削工具として評価することができる。

連続加工の試験条件

被削材　：Ｓ４５Ｃ（ブロック材、Ｗ３００×Ｌ５０）

切削速度：２００ｍ／ｍｉｎ

送り　　：０．４ｍｍ／ｔ

切込み量　：２ｍｍ

切り込み幅：６０ｍｍ

切削油　：乾式

[0117]

[表9]

試料番号	切削距離 (m)	最終損傷形態
1	5.7	正常摩耗
2	5.7	正常摩耗
3	6.3	正常摩耗
4	5.7	正常摩耗
5	6.3	正常摩耗
6	5.4	正常摩耗
7	5.1	正常摩耗
8	2.7	異常摩耗
9	2.4	欠損
１０	2.4	異常摩耗、欠損

[0118] 表９の結果から、試料番号１～７の切削工具（実施例の切削工具）は、連続加工における切削距離が５．０ｍ以上の良好な結果が得られた。試料番号１～７の切削工具は、正常に摩耗していた（正常摩耗）。一方試料番号８～１０の切削工具（比較例の切削工具）は、連続加工における切削距離が２．７ｍ以下であった。試料番号８の切削工具は、クレータ摩耗が異常に大きかった（異常摩耗）。試料番号１０の切削工具は、クレータ摩耗及び逃げ面摩耗が異常に大きかった（異常摩耗）。試料番号９及び１０の切削工具は、刃先部位に欠損が確認された。以上の結果から実施例の切削工具は、耐クレータ摩耗性に優れることが分かった。さらに、実施例の切削工具は、耐逃げ面摩耗性にも優れることが分かった。

[0119] 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。

[0120] 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

[0121] １　切削工具、　１ａ　すくい面、　１ｂ　逃げ面、　１ｃ　刃先部、１０　基材、　１１　ＡｌＴｉＮ層、　１１ａ　第一界面、　１１ｂ　第二界面、　１１ｃ　ＡｌＴｉＮ層の中央部、　１１ｄ　（１１１）配向を有する結晶粒、　１２　下地層、　１３　表面層、　１４　被膜、　５０　ＣＶＤ装置、　５２　基材セット治具、　５３　反応容器、　５４　調温装置、５５　第１ガス導入管、　５６　第２ガス導入管、　５７　第３ガス導入管、　５８　ガス導入管、　５９　ガス排気管、　６０　ガス排気口、　Ａ　仮想平面Ａ、　Ｂ　仮想平面Ｂ、　Ｃ　仮想平面Ｃ、　Ｄ　仮想平面Ｄ、Ｅ　仮想平面Ｅ、　ＡＡ　境界線ＡＡ、　ＢＢ　境界線ＢＢ、　Ｌ１　直線Ｌ１、　Ｌ２　直線Ｌ２、　Ｍ１　直線Ｍ１、　Ｍ２　直線Ｍ２

請求の範囲

[請求項1] すくい面と、逃げ面と、前記すくい面と前記逃げ面とを繋ぐ刃先部とを含む切削工具であって、

基材と、前記基材上に設けられているＡｌＴｉＮ層とを備え、

前記ＡｌＴｉＮ層は、立方晶型の$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒を含み、

前記$Al_xTi_{1-x}N$におけるＡｌの原子比ｘは、０．７以上０．９５未満であり、

前記ＡｌＴｉＮ層は、中央部を含み、

前記中央部は、前記基材の側の第一界面から厚み方向に１μｍ離れた地点を通る前記第一界面に平行な仮想平面Ｄと、前記基材の側と反対の第二界面から厚み方向に１μｍ離れた地点を通る前記第二界面に平行な仮想平面Ｅとに挟まれた領域であり、

前記第一界面は、前記第二界面に対して平行であり、

前記すくい面における前記第二界面の法線及び前記逃げ面における前記第二界面の法線を含む平面で、前記ＡｌＴｉＮ層を切断したときの断面に対し、電界放射型走査顕微鏡を用いた電子後方散乱回折像解析によって前記$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒のそれぞれの結晶方位を特定し、これに基づいたカラーマップを作成した場合に、

前記カラーマップにおいて、

前記すくい面における前記中央部は、（１１１）面の法線方向が前記すくい面における前記第二界面の法線方向に対して±１５°以内となる前記$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒の占める面積比率が８０％以上であり、

前記刃先部における前記中央部は、（１１１）面の法線方向が前記刃先部における法線方向に対して±１５°以内となる前記$Al_xTi_{1-x}N$の結晶粒の占める面積比率が５０％以上８０％未満であり、

前記刃先部における法線方向は、前記基材における、前記すくい面

と前記刃先部との境界線と、前記基材における、前記逃げ面と前記刃先部との境界線とを含む仮想平面Ｃの法線方向である、切削工具。

[請求項2] 前記ＡｌＴｉＮ層の厚みが２．５μｍ以上２０μｍ以下である、請求項１に記載の切削工具。

[請求項3] 前記基材と前記ＡｌＴｉＮ層との間に設けられている下地層を更に含み、

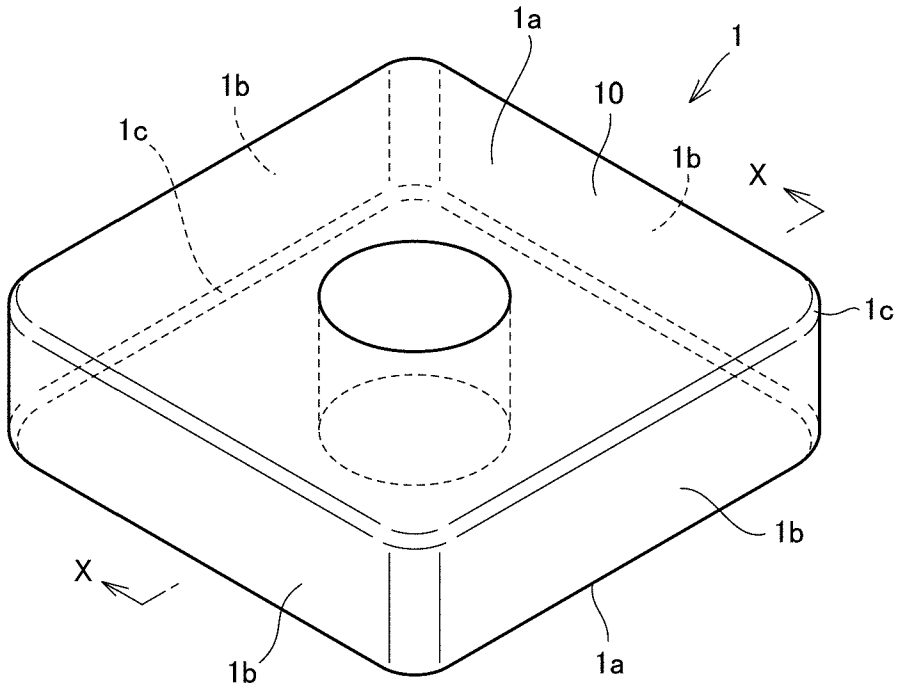
前記下地層は、周期表４族元素、５族元素、６族元素及びアルミニウムからなる群より選ばれる少なくとも１種の元素と、炭素、窒素、酸素及びホウ素からなる群より選ばれる少なくとも１種の元素とからなる化合物からなる、請求項１又は請求項２に記載の切削工具。

[請求項4] 前記ＡｌＴｉＮ層上に設けられている表面層を更に含み、

前記表面層は、周期表４族元素、５族元素、６族元素及びアルミニウムからなる群より選ばれる少なくとも１種の元素と、炭素、窒素、酸素及びホウ素からなる群より選ばれる少なくとも１種の元素とからなる化合物からなる、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。

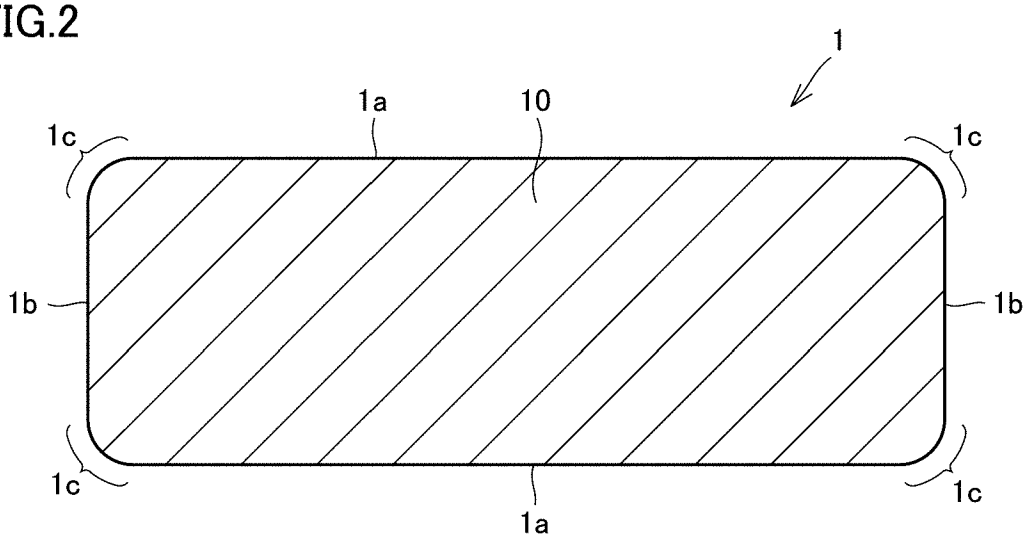
[図1]

FIG.1



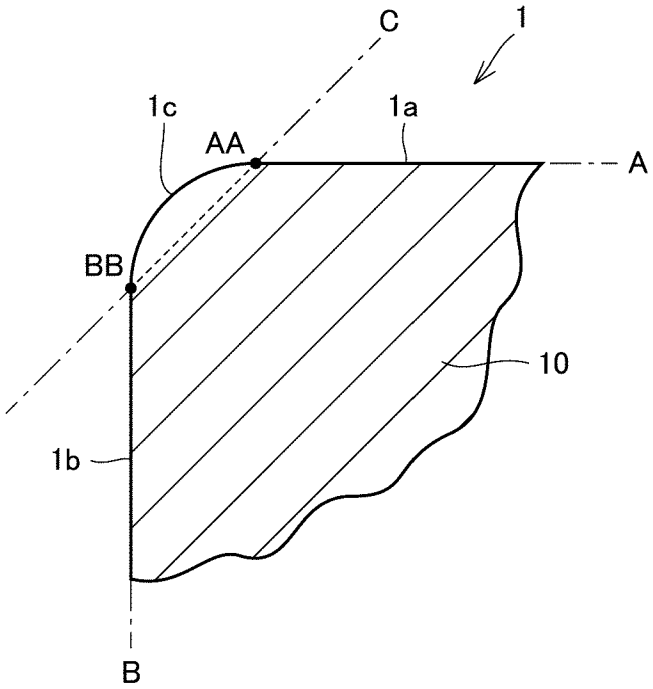
[図2]

FIG.2



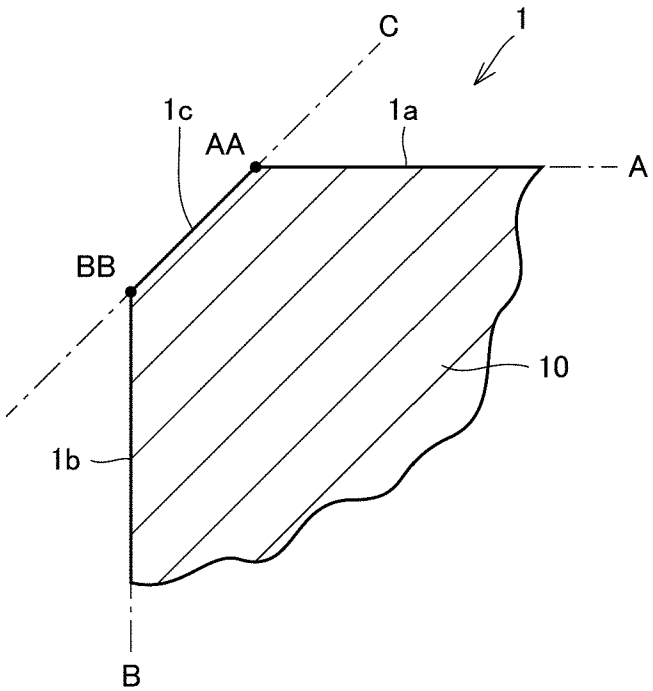
[図3]

FIG.3



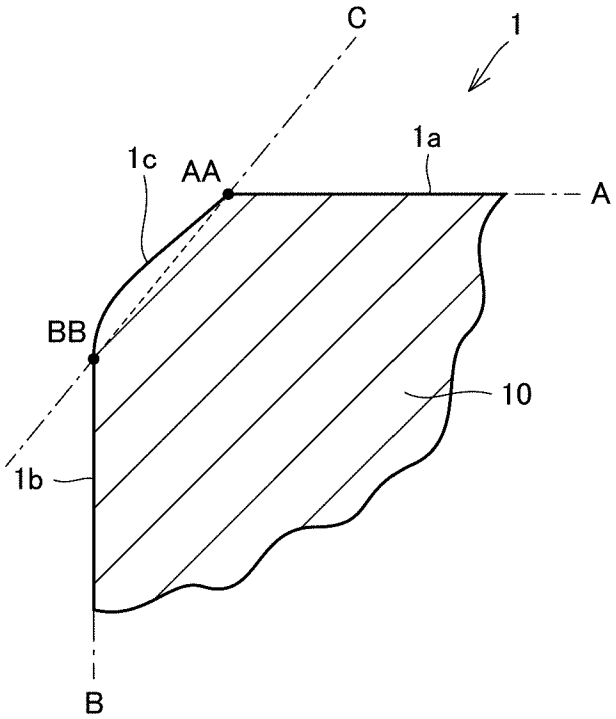
[図4]

FIG.4



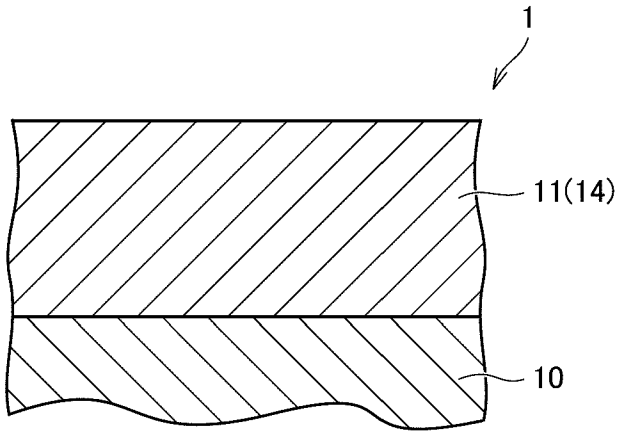
[図5]

FIG.5



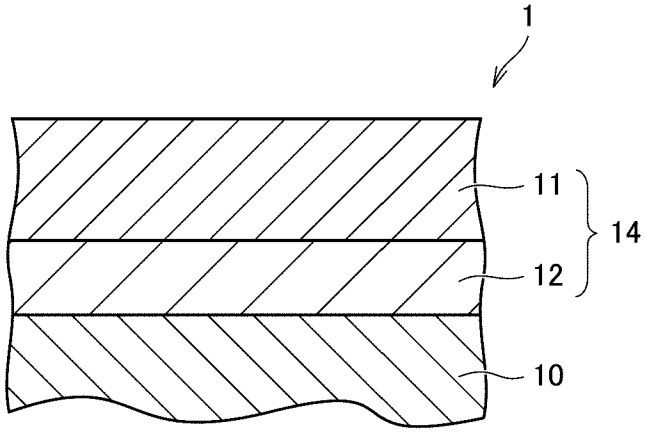
[図6]

FIG.6



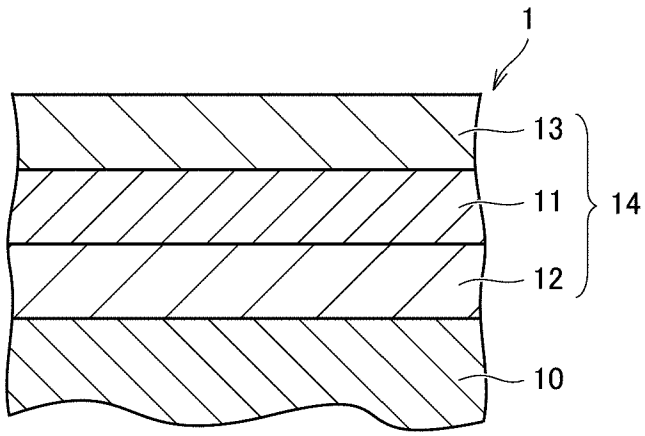
[図7]

FIG.7



[図8]

FIG.8



[図9]

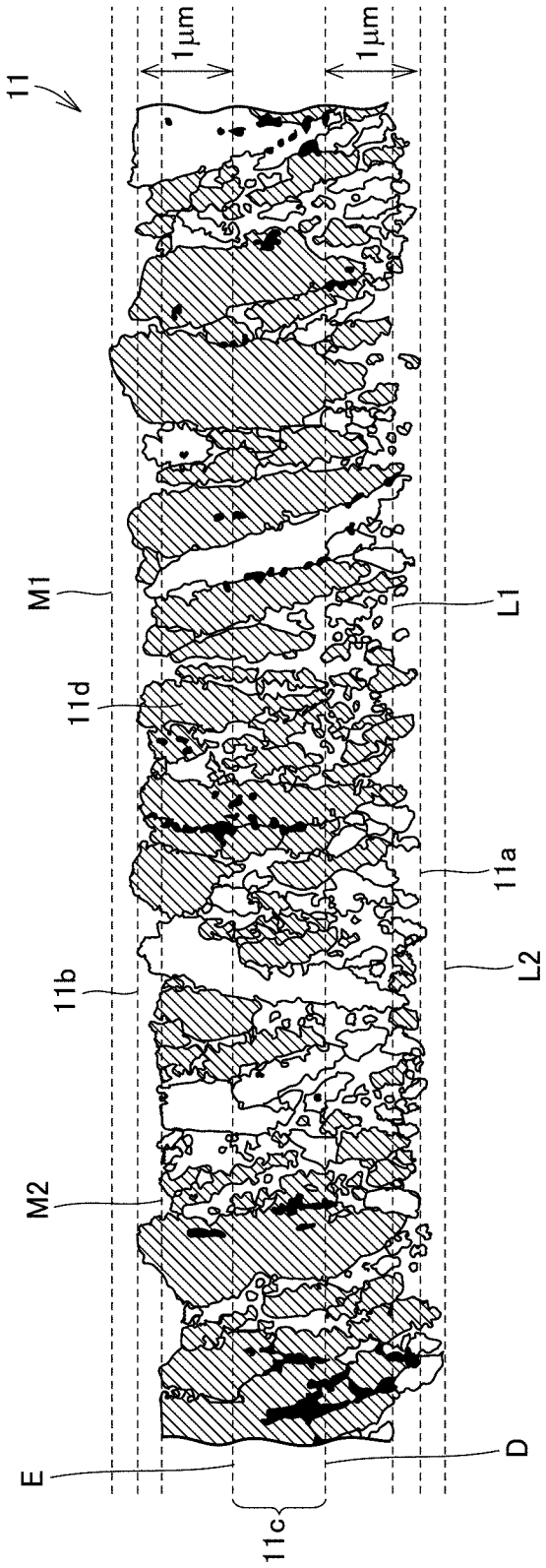
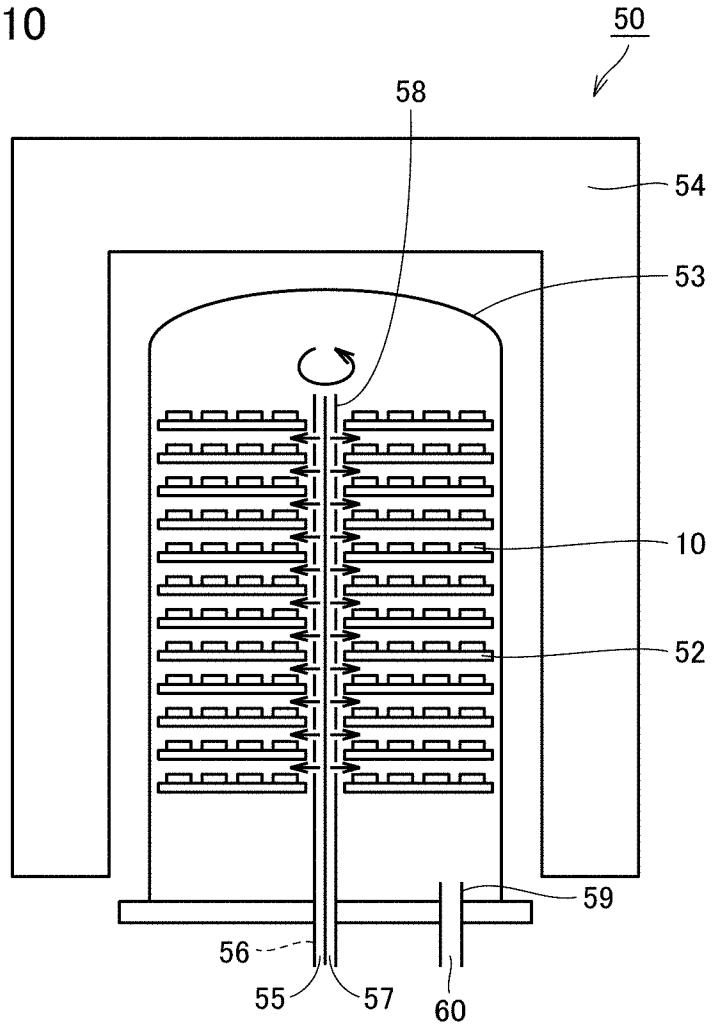


FIG.9

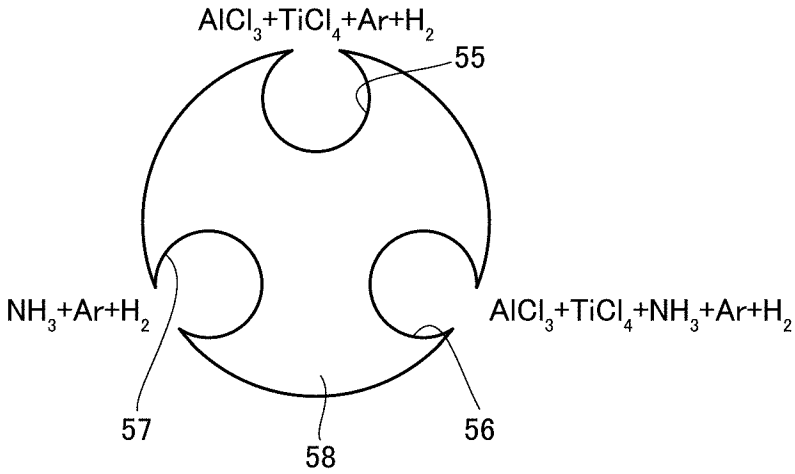
[図10]

FIG.10



[図11]

FIG.11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/008142

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, B23G5/06(2006.01)i, B23B51/00(2006.01)i, C23C16/34(2006.01)i
FI: B23B27/14 A, B23C5/16, B23F21/00, B23B51/00 J, B23D77/00, B23G5/06 C, C23C16/34

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, B23G5/06, B23B51/00, C23C16/34

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)
DWPI (Derwent Innovation)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2017-113835 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 29 June 2017, paragraphs [0030]-[0035], tables 6, 7	1-4
A	JP 2016-64485 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 28 April 2016, paragraphs [0028]-[0033], tables 6, 7, 17, fig. 4	1-4
A	JP 2015-163423 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 10 September 2015, paragraphs [0033]-[0041], tables 6, 7	1-4

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

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
11.05.2020	26.05.2020

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
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/008142

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2017-113835 A	29.06.2017	(Family: none)	
JP 2016-64485 A	28.04.2016	US 2017/0297117 A1 paragraphs [0062]-[0079], tables 6, 7, 17, fig. 4 EP 3103572 A1 CN 106457413 A KR 10-2017-0057375 A	
JP 2015-163423 A	10.09.2015	CN 104816141 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/008142

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; B23B 51/00(2006.01)i; C23C 16/34(2006.01)i
FI: B23B27/14 A; B23C5/16; B23F21/00; B23B51/00 J; B23D77/00; B23G5/06 C; C23C16/34

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; B23B51/00; C23C16/34

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）

DWPI (Derwent Innovation)

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 2017-113835 A (三菱マテリアル株式会社) 29.06.2017 (2017-06-29) 段落[0030]-[0035],表6-7	1-4
A	JP 2016-64485 A (三菱マテリアル株式会社) 28.04.2016 (2016-04-28) 段落[0028]-[0033],表6-7,17,図4	1-4
A	JP 2015-163423 A (三菱マテリアル株式会社) 10.09.2015 (2015-09-10) 段落[0033]-[0041],表6-7	1-4

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
"&" 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
11.05.2020	26.05.2020

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）
小川　真 3C 3934
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/JP2020/008142

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2017-113835 A	29.06.2017	（ファミリーなし）	
JP 2016-64485 A	28.04.2016	US 2017/0297117 A1 段落[0062]-[0079],Tables6-7,17,Fig.4 EP 3103572 A1 CN 106457413 A KR 10-2017-0057375 A	
JP 2015-163423 A	10.09.2015	CN 104816141 A	