

(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4月23日(23.04.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/079953 A1

(51) 国際特許分類:
B23B 27/14 (2006.01) *C23C 16/36* (2006.01)
C23C 16/34 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/032822

(22) 国際出願日: 2019年8月22日(22.08.2019)

(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 2018-194141 2018年10月15日(15.10.2018) 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). 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).

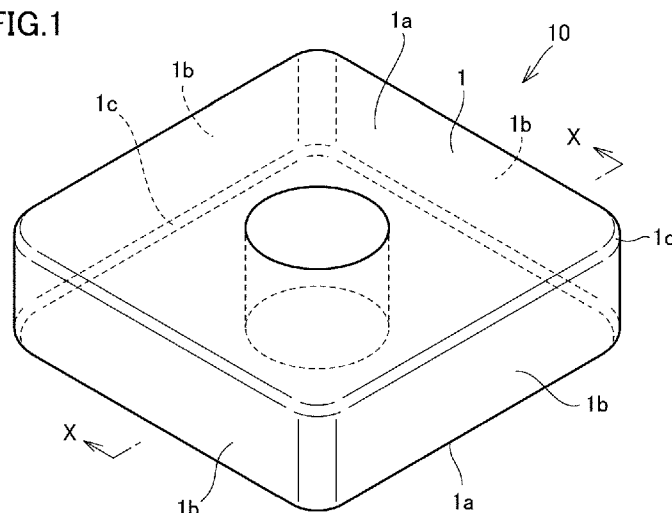
(74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目2番4号 中之島フェスティバルタワー・ウエスト Osaka (JP).

(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,

(54) Title: CUTTING TOOL

(54) 発明の名称: 切削工具

[図1]
FIG.1



(57) Abstract: The present invention provides a cutting tool containing a substrate and a coating covering the substrate, wherein: the substrate includes a rake face, a flank face, and an edge tip connecting the rake face and the flank face; the coating includes an $Al_xTi_{1-x}N$ layer, with x being from 0.7 to 0.95; the residual stress A of the $Al_xTi_{1-x}N$ layer on the rake face, the residual stress B of the $Al_xTi_{1-x}N$ layer on the flank face, and the residual stress C of the $Al_xTi_{1-x}N$ layer on the edge tip satisfy $3 \text{ GPa} < \max(A, B, C) - \min(A, B, C) \leq 5 \text{ GPa}$; the residual stress A is -5 GPa to less than 0 GPa; and the residual stress B and the residual stress C are each -5 GPa to 5 GPa.

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,
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：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約：基材と上記基材を被覆する被膜とを含む切削工具であって、上記基材は、すくい面と、逃げ面と、上記すくい面及び上記逃げ面を繋ぐ刃先部とを含み、上記被膜は、 $A I_x T i_{1-x} N$ 層を含み、上記 x は、 0.7 以上 0.95 以下であり、上記すくい面における上記 $A I_x T i_{1-x} N$ 層の残留応力 A 、上記逃げ面における上記 $A I_x T i_{1-x} N$ 層の残留応力 B 及び上記刃先部における上記 $A I_x T i_{1-x} N$ 層の残留応力 C は、 $3 \text{ GPa} < \max(A, B, C) - \min(A, B, C) \leq 5 \text{ GPa}$ を満たし、上記残留応力 A は、 -5 GPa 以上 0 GPa 未満であり、上記残留応力 B 及び上記残留応力 C のそれぞれは、 -5 GPa 以上 5 GPa 以下である、切削工具。

明 細 書

発明の名称： 切削工具

技術分野

[0001] 本開示は、切削工具に関する。本出願は、2018年10月15日に出願した日本特許出願である特願2018-194141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2012-096304号公報（特許文献1）、特開2012-232348号公報（特許文献2））。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2012-096304号公報

特許文献2：特開2012-232348号公報

発明の概要

[0006] 本開示に係る切削工具は、

基材と上記基材を被覆する被膜とを含む切削工具であって、
上記基材は、すくい面と、逃げ面と、上記すくい面及び上記逃げ面を繋ぐ刃先部とを含み、
上記被膜は、 $A I_x T i_{1-x} N$ 層を含み、
上記 x は、 0.7 以上 0.95 以下であり、
上記すくい面における上記 $A I_x T i_{1-x} N$ 層の残留応力 A 、上記逃げ面における上記 $A I_x T i_{1-x} N$ 層の残留応力 B 及び上記刃先部における上記 $A I_x T i_{1-x} N$ 層の残留応力 C は、
 $3 \text{ GPa} < \max(A, B, C) - \min(A, B, C) \leq 5 \text{ GPa}$ を満たし、
上記残留応力 A は、 -5 GPa 以上 0 GPa 未満であり、
上記残留応力 B 及び上記残留応力 C のそれぞれは、 -5 GPa 以上 5 GPa 以下である。
。

図面の簡単な説明

- [0007] [図1]図1は、切削工具の基材の一態様を例示する斜視図である。
[図2]図2は、図1のX-X線矢視断面図である。
[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図である。
[図5]図5は、刃先部の他の形状を更に例示する図である。
[図6]図6は、X線回折測定における、すくい面又は逃げ面の測定位置を説明する模式図である。
[図7]図7は、本実施形態に係る切削工具を用いた断続加工の実施態様を例示する模式図である。
[図8]図8は、図7の部分拡大断面図である。
[図9]図9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、特に断続加工に用いられる切削工具の更なる耐欠損性及び耐摩耗性の向上（刃先の欠け及び摩耗の抑制）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、すくい面において衝撃を受ける断続加工において優れた耐欠損性及び耐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]

上記によれば、すくい面において衝撃を受ける断続加工において優れた耐欠損性及び耐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]

最初に本開示の一態様の内容を列記して説明する。

[1] 本開示に係る切削工具は、

基材と上記基材を被覆する被膜とを含む切削工具であって、

上記基材は、すくい面と、逃げ面と、上記すくい面及び上記逃げ面を繋ぐ刃先部とを含み、

上記被膜は、 $Al_xTi_{1-x}N$ 層を含み、

上記 x は、0.7以上0.95以下であり、

上記すくい面における上記 $Al_xTi_{1-x}N$ 層の残留応力 A 、上記逃げ面における上記 $Al_xTi_{1-x}N$ 層の残留応力 B 及び上記刃先部における上記 $Al_xTi_{1-x}N$ 層の残留応力 C は、

$3\text{ GPa} < \max(A, B, C) - \min(A, B, C) \leq 5\text{ GPa}$ を満たし、

上記残留応力 A は、 -5 GPa 以上 0 GPa 未満であり、

上記残留応力 B 及び上記残留応力 C のそれぞれは、 -5 GPa 以上 5 GPa 以下である。

[0012] 上記切削工具は、上述のような構成を備えることによって、すくい面において衝撃を受ける断続加工において優れた耐欠損性及び耐摩耗性を有することが可能になる。

[0013] [2] 上記 $A I_x T i_{1-x} N$ 層は、立方晶型の $A I_x T i_{1-x} N$ と六方晶型の $A I_x T i_{1-x} N$ とを含み、

上記立方晶型の $A I_x T i_{1-x} N$ と上記六方晶型の $A I_x T i_{1-x} N$ との総量を基準としたとき、上記六方晶型の $A I_x T i_{1-x} N$ の含有割合は、0 体積%以上15 体積%以下である。このように規定することで所望の残留応力が付与されやすい $A I_x T i_{1-x} N$ 層を有する切削工具となる。

[0014] [3] 上記 $A I_x T i_{1-x} N$ 層の厚さは、 $2 \mu m$ 以上 $30 \mu m$ 以下である。このように規定することで耐欠損性及び耐摩耗性に更に優れる切削工具となる。

[0015] [4] 上記被膜は、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つの元素とホウ素、炭素、窒素及び酸素からなる群より選ばれる少なくとも1つの元素とからなる化合物を含む他の層を更に含む。このように規定することで耐摩耗性に更に優れる切削工具となる。

[0016] [5] 上記被膜の厚さは、 $2 \mu m$ 以上 $30 \mu m$ 以下である。このように規定することで耐欠損性及び耐摩耗性に更に優れる切削工具となる。

[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。なお以下の実施形態の説明に用いられる図面において、同一の参照符号は、同一部分又は相当部分を表わす。本明細書において「 $A \sim B$ 」という形式の表記は、範囲の上限下限（すなわち A 以上 B 以下）を意味し、 A において単位の記載がなく、 B においてのみ単位が記載されている場合、 A の単位と B の単位とは同じである。さらに、本明細書において、例えば「 $T i N$ 」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「Ti₁N₁」のみならず、例えば「Ti₁N_{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》

本実施形態に係る切削工具は、

基材と上記基材を被覆する被膜とを含む切削工具であって、

上記基材は、すくい面と、逃げ面と、上記すくい面及び上記逃げ面を繋ぐ刃先部とを含み、

上記被膜は、Al_xTi_{1-x}N層を含み、

上記xは、0.7以上0.95以下であり、

上記すくい面における上記Al_xTi_{1-x}N層の残留応力A、上記逃げ面における上記Al_xTi_{1-x}N層の残留応力B及び上記刃先部における上記Al_xTi_{1-x}N層の残留応力Cは、

$3\text{ GPa} < \max(A, B, C) - \min(A, B, C) \leq 5\text{ GPa}$ を満たし、

上記残留応力Aは、 -5 GPa 以上 0 GPa 未満であり、

上記残留応力B及び上記残留応力Cのそれぞれは、 -5 GPa 以上 5 GPa 以下である。

[0019] 本実施形態の表面被覆切削工具（以下、単に「切削工具」という場合がある。）は、基材と、上記基材を被覆する被膜とを含む。上記切削工具は、例えば、ドリル、エンドミル、ドリル用刃先交換型切削チップ、エンドミル用刃先交換型切削チップ、フライス加工用刃先交換型切削チップ、旋削加工用刃先交換型切削チップ、メタルソー、歯切工具、リーマ、タップ等であり得る。

[0020] <基材>

本実施形態の基材は、この種の基材として従来公知のものであればいずれ

のものも使用することができる。例えば、上記基材は、超硬合金（例えば、炭化タングステン（WC）基超硬合金、WCの他にCoを含む超硬合金、WCの他にCr、Ti、Ta、Nb等の炭窒化物を添加した超硬合金等）、サーメット（TiC、TiN、TiCN等を主成分とするもの）、高速度鋼、セラミックス（炭化チタン、炭化珪素、窒化珪素、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム等）、立方晶型窒化硼素焼結体（cBN焼結体）及びダイヤモンド焼結体からなる群より選ばれる少なくとも1種を含むことが好ましく、超硬合金、サーメット及びcBN焼結体からなる群より選ばれる少なくとも1種を含むことがより好ましい。

[0021] これらの各種基材の中でも、特にWC基超硬合金又はcBN焼結体を選択することが好ましい。これは、これらの基材が特に高温における硬度と強度とのバランスに優れ、上記用途の切削工具の基材として優れた特性を有するためである。

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

[0023] また基材は、すくい面と、逃げ面と、上記すくい面及び上記逃げ面を繋ぐ刃先部とを有する。「すくい面」とは、被削材から削り取った切りくずをすくい出す面を意味する。「逃げ面」とは、その一部が被削材と接する面を意味する。「刃先部」は、切削工具の切れ刃の少なくとも一部となるものである。基材のうち、いずれの領域が刃先部となるかは、基材の形状によって決定される。これについて図1～3を用いて説明する。

[0024] 図1は切削工具の基材の一態様を例示する斜視図であり、図2は図1のX-X線矢視断面図である。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として用いられる。

[0025] 図1及び図2に示される切削工具10の基材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、上記基材1には上下面を貫通する貫通孔が形成されており、4つの側面のうち隣り合う2面間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。

[0026] 上記基材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を成す。さらに隣り合うすくい面1aと逃げ面1bとの境界部分においては、当該すくい面1a及び当該逃げ面1bを繋ぐ円弧面が刃先部1cを成す。

[0027] 図3は、図2の部分拡大図である。図3においては、すくい面1aを含む仮想平面A、すくい面1aと仮想平面Aとの乖離の境界となる仮想境界線AAが示されている。また、逃げ面1bを含む仮想平面B、及び逃げ面1bと仮想平面Bとの乖離の境界となる仮想境界線BBとが図3において示されている。なお図3において、各仮想平面A、Bは線状に示されており、各仮想境界線AA、BBは点状に示されている。図3において、仮想境界線AA及び仮想境界線BBに挟まれる領域内の表面が、刃先部1cとなる。

[0028] このように、刃先部1cは、一般的に、基材1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を含んでいる。換言すれば、基材1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いる。

[0029] 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、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、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。

[0030] 上記のように基材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1

c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。

[0031] 以上、基材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において、上記基材に対応する形状及び各部の名称については、上記と同様の用語を用いることとする。すなわち、上記切削工具は、すくい面と、逃げ面と、上記すくい面及び上記逃げ面を繋ぐ刃先部とを有する。

[0032] 切削工具が刃先交換型切削チップである場合、基材はチップブレーカーを有していてもよいし、有さなくてもよい。

[0033] <被膜>

本実施形態に係る被膜は、 $A I_x T i_{1-x} N$ 層を含む。「被膜」は、上記基材の少なくとも一部（例えば、切削加工時に被削材と接する部分）を被覆することで、切削工具における耐欠損性、耐摩耗性等の諸特性を向上させる作用を有する。上記被膜は、上記基材の全面を被覆することが好ましい。しかしながら、上記基材の一部が上記被膜で被覆されていなかったり被膜の構成が部分的に異なっていたりしていたとしても本実施形態の範囲を逸脱するものではない。

[0034] 上記被膜の厚さは、 $2\mu m$ 以上 $30\mu m$ 以下であることが好ましく、 $2\mu m$ 以上 $15\mu m$ 以下であることがより好ましい。ここで、被膜の厚さとは、被膜を構成する層それぞれの厚さの総和を意味する。「被膜を構成する層」としては、例えば、後述する $A I_x T i_{1-x} N$ 層、下地層及び最外層等が挙げられる。上記被膜の厚さは、例えば、透過型電子顕微鏡（TEM）を用いて、基材の表面の法線方向に平行な断面サンプルにおける任意の10点を測定し、測定された10点の厚さ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 $A I_x T i_{1-x} N$ 層、下地層、最外層等のそれぞれの厚さを測定する場合も同様である。透過型電子顕微鏡としては、例えば、日本電子株式会社製のJEM-2100F（商品名）が挙げられる。

[0035] ($A I_x T i_{1-x} N$ 層)

本実施形態において、 $Al_xTi_{1-x}N$ 層は、 $Al_xTi_{1-x}N$ で示される化合物からなる層である。上記 $Al_xTi_{1-x}N$ 層における Al の原子比 x は、 0.7 以上 0.95 以下であり、 0.75 以上 0.9 以下であることが好ましく、 0.8 以上 0.9 以下であることがより好ましい。上記 x は、上述の断面サンプルにあらわれた $Al_xTi_{1-x}N$ 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。具体的には、上記断面サンプルの $Al_xTi_{1-x}N$ 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 $Al_xTi_{1-x}N$ 層における x とする。ここで当該「任意の10点」は、上記 $Al_xTi_{1-x}N$ 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。

[0036] 上記 $Al_xTi_{1-x}N$ 層の厚さは、 $2\mu m$ 以上 $30\mu m$ 以下であることが好ましく、 $2\mu m$ 以上 $15\mu m$ 以下であることがより好ましい。

[0037] 上記 $Al_xTi_{1-x}N$ 層は、立方晶型の $Al_xTi_{1-x}N$ と六方晶型の $Al_xTi_{1-x}N$ とを含むことが好ましい。本実施形態の一側面において、上記 $Al_xTi_{1-x}N$ 層は、立方晶型の $Al_xTi_{1-x}N$ を含むことが好ましく、これと六方晶型の $Al_xTi_{1-x}N$ とを含んでいてもよい。立方晶型の $Al_xTi_{1-x}N$ と六方晶型の $Al_xTi_{1-x}N$ 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。

[0038] 立方晶型の $Al_xTi_{1-x}N$ （ c ）と六方晶型の $Al_xTi_{1-x}N$ （ h ）との総量を基準としたとき、上記六方晶型の $Al_xTi_{1-x}N$ の含有割合（ $h / (c + h)$ ）は、 0 体積%以上 15 体積%以下であることが好ましく、 0 体積%以上 10 体積%以下であることがより好ましい。立方晶型の $Al_xTi_{1-x}N$ は、六方晶型の $Al_xTi_{1-x}N$ に比べて、後述するブラスト処理による残留応力が付与されやすい傾向がある。そのため、上記六方晶型の Al_xTi_{1-x}

x Nの含有割合を上述のようにすることで、所望の残留応力が付与されやすい $Al_xTi_{1-x}N$ 層を有する切削工具となる。

すなわち、上記 $Al_xTi_{1-x}N$ 層は、立方晶型の $Al_xTi_{1-x}N$ と六方晶型の $Al_xTi_{1-x}N$ とを含み、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、上記六方晶型の $Al_xTi_{1-x}N$ の含有割合は、0体積%以上15体積%以下であることが好ましく、0体積%以上10体積%以下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。

[0039] X線回折装置 (Rigaku社製「MiniFlex 600」(商品名))を用いて上述の断面サンプルにおける $Al_xTi_{1-x}N$ 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-K α (波長1.54 Å)

管電圧: 45 kV

管電流: 40 mA

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。

[0040] 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 (I_c)と、六方晶型の $Al_xTi_{1-x}N$ のピーク強度 (I_h)とを測定する。ここで、上記ピーク強度は、当該ピークの高さを意味する。立方晶型の $Al_xTi_{1-x}N$ のピークは、回折角 $2\theta = 38^\circ$ 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 $2\theta = 33^\circ$ 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。

[0041] 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。

上記六方晶型の $Al_xTi_{1-x}N$ の含有割合（体積％）＝ $lh / (lh + lc) \times 100$

[0042] （他の層）

上記被膜は、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つの元素とホウ素（B）、炭素（C）、窒素（N）及び酸素（O）からなる群より選ばれる少なくとも1つの元素とからなる化合物を含む他の層を更に含んでもよい。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。上記他の層は、上記 $Al_xTi_{1-x}N$ 層とは組成が異なっている。他の層としては、例えば、TiN層（TiNで示される化合物からなる層、以下同じ。）、TiCN層、TiBN層、 Al_2O_3 層等を挙げることができる。なお、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、上記基材と上記 $Al_xTi_{1-x}N$ 層との間に設けられている下地層、上記 $Al_xTi_{1-x}N$ 層の上に設けられている最外層等が挙げられる。上記他の層の厚さは、本実施形態の効果を損なわない範囲において、特に制限はないが例えば、0.1 μm 以上2 μm 以下が挙げられる。

[0043] < $Al_xTi_{1-x}N$ 層の残留応力 >

本実施形態において、上記すくい面における上記 $Al_xTi_{1-x}N$ 層の残留応力A、上記逃げ面における上記 $Al_xTi_{1-x}N$ 層の残留応力B及び上記刃先部における上記 $Al_xTi_{1-x}N$ 層の残留応力Cは、

$3 GPa < \max(A, B, C) - \min(A, B, C) \leq 5 GPa$ を満たす。

上記残留応力Aは、-5 GPa以上0 GPa未満であり、上記残留応力B及び上記残留応力Cのそれぞれは、-5 GPa以上5 GPa以下である。

[0044] 本実施形態の一側面において、上記被膜は複数の上記 $Al_xTi_{1-x}N$ 層を

含んでいてもよい。複数の上記 $A \mid_x T \mid_{1-x} N$ 層のそれぞれは、互いに、組成並びに残留応力 A、残留応力 B 及び残留応力 C が異なってもよいし、同一であってもよい。この場合、複数の上記 $A \mid_x T \mid_{1-x} N$ 層のうち少なくとも 1 つの層において、残留応力 A、残留応力 B 及び残留応力 C が上述の条件を満たしていればよい。

[0045] $A \mid_x T \mid_{1-x} N$ 層の残留応力とは、 $A \mid_x T \mid_{1-x} N$ 層に存する内部応力（固有ひずみ）を意味する。上記 $A \mid_x T \mid_{1-x} N$ 層の残留応力のうち、正の値（プラスの数値）（単位：本実施形態では「GPa」を使う）で表される残留応力を引張残留応力という。上記 $A \mid_x T \mid_{1-x} N$ 層の残留応力のうち、負の値（マイナスの数値）（単位：本実施形態では「GPa」を使う）で表される残留応力を圧縮残留応力という。

[0046] 本実施形態において、上記 $A \mid_x T \mid_{1-x} N$ 層の残留応力のうち、上記すくい面、上記逃げ面及び上記刃先部それぞれにおける残留応力を、「残留応力 A」、「残留応力 B」及び「残留応力 C」と呼ぶことにする。

[0047] 「 $\max(A, B, C)$ 」は、上記残留応力 A、上記残留応力 B 及び上記残留応力 C のうちの最も大きい残留応力値（GPa）を示す。また、「 $\min(A, B, C)$ 」は、上記残留応力 A、上記残留応力 B 及び上記残留応力 C のうちの最も小さい残留応力値（GPa）を示す。

[0048] 本実施形態において、上記すくい面における上記 $A \mid_x T \mid_{1-x} N$ 層の残留応力 A、上記逃げ面における上記 $A \mid_x T \mid_{1-x} N$ 層の残留応力 B 及び上記刃先部における上記 $A \mid_x T \mid_{1-x} N$ 層の残留応力 C は、

$3 \text{ GPa} < \max(A, B, C) - \min(A, B, C) \leq 5 \text{ GPa}$ を満たし、

$3.1 \text{ GPa} \leq \max(A, B, C) - \min(A, B, C) \leq 4.5 \text{ GPa}$ を満たすことが好ましく、

$4 \text{ GPa} \leq \max(A, B, C) - \min(A, B, C) \leq 4.2 \text{ GPa}$ を満たすことがより好ましい。

[0049] 上記残留応力 A は、 -5 GPa 以上 0 GPa 未満である。また、上記残留

応力B及び上記残留応力Cのそれぞれは、 -5 GPa 以上 5 GPa 以下である。すなわち、上記残留応力Bは、 -5 GPa 以上 5 GPa 以下である。上記残留応力Cは、 -5 GPa 以上 5 GPa 以下である。

[0050] 上記残留応力Aは、 -5 GPa 以上 -1 GPa 以下であることが好ましい。

[0051] 上記残留応力Aは、X線を用いた $2\theta - \sin^2\phi$ 法（側傾法）によって求めることが可能である。具体的には、基材1（すなわち、切削工具10）が図3に示されるようなホーニング形状の刃先部を有する場合、上記すくい面1aにおける領域であって、上記すくい面1aを含む仮想平面Aと上記逃げ面1bを含む仮想平面Bとが交差してなる仮想稜線ABと、上記仮想稜線ABから 2 mm 離れた仮想線D1とに挟まれた領域d1における任意の3点について、X線を用いた $2\theta - \sin^2\phi$ 法（側傾法）によって $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層の解析を行い、これら3点で求められた残留応力の平均値を当該すくい面1aにおける上記残留応力Aとする（図6）。このとき当該すくい面の領域d1は、仮想境界線AAと、上記仮想線D1とに挟まれた領域と把握することもできる。任意の3点について、図6では仮想線D1上の3点を選択しているが、領域d1内であればどの3点を選択してもよい。また、基材1が図4及び図5に示されるような形状の刃先部を有する場合、上記と同様の方法によって上記残留応力Aを求めることができる。

[0052] なお、仮想稜線ABと、上記仮想稜線ABから 2 mm 離れた仮想線D1とに挟まれた領域にすくい面1aが存在しない場合は、上記すくい面1aにおける領域であって、仮想境界線AAと、上記仮想境界線AAから 2 mm 離れた仮想線D1'（図示せず）とに挟まれた領域d1'の任意の3点についてX線を用いた $2\theta - \sin^2\phi$ 法（側傾法）によって対応する $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層の解析を行うこととする。

[0053] 上述のX線を用いた $2\theta - \sin^2\phi$ 法（側傾法）における測定条件は以下の通りである。ここで、測定に用いる被膜のサンプルの厚さは、 $20\text{ }\mu\text{m}$ である。

(測定の条件)

X線出力	10keV
X線源	放射光
測定面	$\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層における(111)面
X線照射の深さ位置	$\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層の中心
検出器	フラットパネル
集光サイズ	140nm×230nm
スキャン軸	$2\theta/\theta$
スキャンモード	CONTINUOUS

[0054] 上記残留応力Bは、−5GPa以上1GPa以下であることが好ましく、−5GPa以上0GPa未満であることがより好ましい。

[0055] 上記残留応力Bは、X線を用いた $2\theta - \sin^2\psi$ 法（側傾法）によって求めることが可能である。具体的には、基材1（すなわち、切削工具10）が図3に示されるようなホーニング形状の刃先部を有する場合、上記逃げ面1bにおける領域であって、上記すくい面1aを含む仮想平面Aと上記逃げ面1bを含む仮想平面Bとが交差してなる仮想稜線ABと、上記仮想稜線ABから2mm離れた仮想線D2とに挟まれた領域d2における任意の3点について、X線を用いた $2\theta - \sin^2\psi$ 法（側傾法）によって $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層の解析を行い、これら3点で求められた残留応力の平均値を当該逃げ面1bにおける上記残留応力Bとする（図6）。このとき当該逃げ面の領域d2は、仮想境界線BBと、上記仮想線D2とに挟まれた領域と把握することもできる。任意の3点について、図6では仮想線D2上の3点を選択しているが、領域d2内であればどの3点を選択してもよい。また、基材1が図4及び図5に示されるような形状の刃先部を有する場合、上記と同様の方法によって上記残留応力Bを求めることができる。

[0056] なお、仮想稜線ABと、上記仮想稜線ABから2mm離れた仮想線D2とに挟まれた領域に逃げ面1bが存在しない場合は、上記逃げ面1bにおける領域であって、仮想境界線BBと、上記仮想境界線BBから2mm離れた仮

想線D 2'（図示せず）とに挟まれた領域d 2'の任意の3点についてX線を用いた $2\theta - \sin^2\psi$ 法（側傾法）によって対応する $Al_xTi_{1-x}N$ 層の解析を行うこととする。

[0057] 上記残留応力Cは、 -5 GPa 以上 0 GPa 未満であることが好ましく、 -5 GPa 以上 -1 GPa 以下であることがより好ましい。

[0058] 上記残留応力Cは、X線を用いた $2\theta - \sin^2\psi$ 法（側傾法）によって求めることが可能である。具体的には、基材1（すなわち、切削工具10）が図3に示されるようなホーニング形状の刃先部を有する場合、仮想境界線AAと仮想境界線BBとに挟まれた領域d 3における任意の3点について、X線を用いた $2\theta - \sin^2\psi$ 法（側傾法）によって $Al_xTi_{1-x}N$ 層の解析を行い、これら3点で求められた残留応力の平均値を当該刃先部1cにおける上記残留応力Cとする。任意の3点について、図6では仮想境界線AAと仮想境界線BBとで挟まれた領域d 3の中央線CC上の3点を選択しているが、領域d 3内であればどの3点を選択してもよい。また、基材1が図4及び図5に示されるような形状の刃先部を有する場合、上記と同様の方法によって上記残留応力Cを求めることができる。

[0059] <被膜の密着力>

本実施形態において上記被膜の密着力は、 80 N 以上 120 N 以下であることが好ましく、 80 N 以上 100 N 以下であることがより好ましい。このように規定することで切削加工時における被膜の剥離が抑制され、安定した切削加工が可能になる。上記密着力は、例えば、スクラッチ試験によって測定できる。上記スクラッチ試験における条件としては例えば、以下の条件が挙げられる。

垂直荷重負荷速度： $120\text{ N}/\text{min}$

スクラッチ速度： $5\text{ mm}/\text{min}$

[0060] 本実施形態に係る切削工具は、すくい面において衝撃を受ける断続加工において優れた耐欠損性及び耐摩耗性を有する。このような断続加工としては、例えば図7に示されるような矩形の溝を有する丸棒30を、旋削加工する

ことが挙げられる。図8は、図7の部分拡大断面図である。矩形の溝を有する丸棒30を旋削加工する場合、溝の縁部分は切削工具10のすくい面1aに衝突し切削される（図8）。言い換えると、切削加工時の衝撃が当該すくい面1aに集中する。このような切削加工では、すくい面の圧縮残留応力と逃げ面の圧縮応力とが同程度であると、当該すくい面1aで発生した衝撃が、隣り合う逃げ面1bに伝播しやすくなり、切削工具の寿命が短くなる（すなわち、欠損が発生しやすくなる）傾向がある。本実施形態に係る切削工具では、上記残留応力A、上記残留応力B及び上記残留応力Cにおける最大値と最小値との残留応力の差が大きい（3 GPaを超えて5 GPa以下）。そのため、上述したような当該すくい面1aで発生した衝撃の伝播が抑制され、耐欠損性に優れるすくい面になる。

[0061] 《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、

基材と上記基材を被覆する被膜とを含む切削工具の製造方法であって、
上記基材を準備する工程と、

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0.5 kPa以上5 kPa以下の雰囲気において上記基材に対して噴出し、上記被膜を形成する工程と、
上記被膜をブラスト処理する工程と、を含む。

[0062] <基材を準備する工程>

本工程では、上記基材を準備する。上記基材としては、上述したようにこの種の基材として従来公知のものであればいずれのものも使用することができる。例えば、上記基材が超硬合金からなる場合、所定の配合組成（質量％）からなる原料粉末を市販のアトライターを用いて均一に混合して、続いてこの混合粉末を所定の形状（例えば、SEET13T3AGSN-G、CNMG120408-GZ等）に加圧成形した後に、所定の焼結炉において1

300℃～1500℃で、1～2時間焼結することにより、超硬合金からなる上記基材を得ることができる。また、基材は、市販品をそのまま用いてもよい。市販品としては、例えば、住友電工ハードメタル株式会社製のEH520（商品名）が挙げられる。

[0063] <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、被膜を形成する工程>

本工程では、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20kPa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。

[0064] （CVD装置）

図9に、実施の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9に示すように、CVD装置50は、基材1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。

[0065] 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。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1上に噴出させるための複数の貫通孔が設けられている。

[0066] 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。

[0067] 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°C 以上 900°C 以下（好ましくは 700°C 以上 770°C 以下）且つ 0.5 kPa 以上 30 kPa 以下（好ましくは 2 kPa 以上 2.5 kPa 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 9 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、 $2\sim 4\text{ rpm}$ 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 1 に対して噴出することができる。

[0068] （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。

[0069] 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、 0.72 体積％以上 0.82 体積％以下であることがより好ましい。

[0070] 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、0.18体積％以上0.28体積％以下であることがより好ましい。

[0071] 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0.85以下であることが好ましく、0.72以上0.82以下であることがより好ましい。

[0072] 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50体積％以下であることが好ましく、20体積％以上40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。

[0073] 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。

[0074] （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、異なってもよい。

[0075] 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。

[0076] 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。

[0077] 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0.98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。

[0078] 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25体積%以下であることが好ましく、10体積%以上20体積%以下であることがより好ましい。

[0079] 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。

[0080] 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。

[0081] （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。

[0082] 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。

[0083] 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。

[0084] <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。ブラスト処理は、切削工具を、すくい面の中心を通り且つ上記すくい面に垂直な直線が軸となるように回

転させながら（例えば、60rpm）、上記すくい面に対して垂直な方向から行うのが好ましい。

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：90°

投射距離：50mm

投射時間：3秒

[0085] 上述のような、高密度のメディアを多量に、垂直の投射角度から短時間投射することによって、切削工具のすくい面に特化して残留応力を付与することが可能になる。そのため、 $3\text{ GPa} < \max(A, B, C) - \min(A, B, C) \leq 5\text{ GPa}$ を満たすことが可能になると、本発明者らは考えている。

[0086] <その他の工程>

本実施形態に係る製造方法では、上述した工程以外にも、他の層を形成する工程、及び表面処理する工程等を適宜行ってもよい。上述の他の層を形成する場合、従来の方法によって他の層を形成してもよい。

[0087] 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 $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層を含む被膜を形成している。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。

[0088] 以上の説明は、以下に付記する特徴を含む。

（付記1）

基材と前記基材を被覆する被膜とを含む表面被覆切削工具であって、
前記基材は、すくい面と、逃げ面と、前記すくい面及び前記逃げ面を繋ぐ刃先部とを含み、

前記被膜は、 $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層を含み、

前記 x は、0.7以上0.95以下であり、

前記すくい面における前記 $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層の残留応力 A 、前記逃げ面における前記 $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層の残留応力 B 及び前記刃先部における前記 Al_x

Ti_{1-x}N層の残留応力Cは、

$3 \text{ GPa} < \max(A, B, C) - \min(A, B, C) \leq 5 \text{ GPa}$ を満たし、

前記残留応力Aは、 -5 GPa 以上 0 GPa 未満であり、

前記残留応力B及び前記残留応力Cのそれぞれは、 -5 GPa 以上 5 GPa 以下である、表面被覆切削工具。

(付記2)

前記Al_xTi_{1-x}N層は、立方晶型のAl_xTi_{1-x}Nと六方晶型のAl_xTi_{1-x}Nとを含み、

前記立方晶型のAl_xTi_{1-x}Nと前記六方晶型のAl_xTi_{1-x}Nとの総量を基準としたとき、前記六方晶型のAl_xTi_{1-x}Nの含有割合は、0～15体積%である、付記1に記載の表面被覆切削工具。

(付記3)

前記Al_xTi_{1-x}N層は、その厚さが $2 \mu\text{m}$ 以上 $30 \mu\text{m}$ 以下である、付記1又は付記2に記載の表面被覆切削工具。

(付記4)

前記被膜は、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つの元素とB、C、N及びOからなる群より選ばれる少なくとも1つの元素とからなる化合物を含む他の層を更に含む、付記1～付記3のいずれかに記載の表面被覆切削工具。

(付記5)

前記被膜は、その厚さが $2 \mu\text{m}$ 以上 $30 \mu\text{m}$ 以下である、付記1～付記4のいずれかに記載の表面被覆切削工具。

実施例

[0089] 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。

[0090] 《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 に示す基材 T 及び基材 M を準備した（基材を準備する工程）。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。

[0091] [表1]

種類		配合組成(質量％)				
		Co	TiC	Cr ₃ C ₂	TaC	WC
基材	T	8.0	-	0.3	1	残り
	M	8.5	1.2	0.3	1	残り

[0092] 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、超硬合金からなる基材 T（基材形状（JIS規格）：CNMG120408-GU）及び超硬合金からなる基材 M（基材形状（JIS規格）：SEET13T3AGSN-G、カット径160）を得た。

[0093] なお、CNMG120408-GUは旋削加工用刃先交換型切削チップの形状であり、SEET13T3AGSN-Gは転削（フライス）加工用刃先交換型切削チップの形状である。

[0094] ＜被膜の作製＞

基材 T 又は基材 M の表面上に、表 8 及び表 9 に示される下地層、 $Al_xTi_{1-x}N$ 層及び最外層を形成することによって、基材 T 又は基材 M の表面上に被膜を作製した。以下、被膜を構成する各層の作製方法について説明する。

[0095] （ $Al_xTi_{1-x}N$ 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基材 T 又は基材 M の表面上に噴出して $Al_xTi_{1-x}N$ 層を作製した（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、被膜を形成する工程）。なお、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 $Al_xTi_{1-x}N$ 層を作製した。

[0096] 例えば、表6の識別記号[1]で示される $Al_xTi_{1-x}N$ 層は、温度770℃、圧力2kPa、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（0.72体積%の $AlCl_3$ 、0.28体積%の $TiCl_4$ 、20体積%の Ar 、残部は H_2 、ガス流量20L/min）、表4の識別記号4-bで示される第二ガス（4.5体積%の $AlCl_3$ 、0.5体積%の $TiCl_4$ 、15体積%の NH_3 、17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-b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 $Al_xTi_{1-x}N$ 層を作製した。作製した $Al_xTi_{1-x}N$ 層の組成等を表6に示す。

[0097] [表2]

成膜条件		
識別記号	2-a	2-b
温度 (°C)	770	770
圧力 (kPa)	2	30
回転速度 (rpm)	2	2

[0098] [表3]

第一ガスの組成			
識別記号	3-a	3-b	3-c
$AlCl_3$ (vol%)	0.72	0.82	0.0
$TiCl_4$ (vol%)	0.28	0.18	1.0
$AlCl_3/(AlCl_3+TiCl_4)$ (モル比)	0.72	0.82	0
Ar (vol%)	20	40	40
H_2 (vol%)	残り	残り	残り
ガス流量 (L/min)	20	20	20

[0099]

[表4]

第二ガスの組成		
識別記号	4-a	4-b
AlCl ₃ (vol%)	4.3	4.5
TiCl ₄ (vol%)	0.8	0.5
AlCl ₃ /(AlCl ₃ +TiCl ₄) (モル比)	0.85	0.90
NH ₃ (vol%)	15	15
Ar (vol%)	15	17
H ₂ (vol%)	残り	残り
ガス流量 (L/min)	40	40

[0100] [表5]

第三ガスの組成		
識別記号	5-a	5-b
NH ₃ (vol%)	10	2
H ₂ (vol%)	残り	残り
ガス流量 (L/min)	10	10

[0101]

[表6]

識別 記号	表 2	表 3	表 4	表 5	Al _x Ti _{1-x} N 層		膜硬度 (GPa)	max(A,B,C)- min(A,B,C) (GPa)	残留応力 A (すくい面) (GPa)	残留応力 B (逃げ面) (GPa)	残留応力 C (刃先部) (GPa)
					h/(c+h)率 (体積%)	Al の 組成 x					
[1]	2-a	3-a	4-b	5-b	4	0.81	35	4.2	-3.7	0.5	-1
[2]	2-a	3-b	4-a	5-b	4	0.83	32	4.0	-3.6	0.4	-1.3
[3]	2-a	3-b	4-b	5-b	4	0.84	31	4.1	-3.7	0.4	-1.2
[4]	2-a	3-a	4-a	5-b	4	0.78	34	3.5	-3.6	-1.7	-0.1
[5]	2-a	3-a	4-a	5-a	6	0.77	30	3.1	-4.0	-2.5	-0.9
[6]	2-b	3-a	4-a	5-b	15	0.77	26	3.1	-4.7	-1.6	-3
[7]	2-a	3-a	4-b	5-a	0	0.81	36	4.2	-3.5	0.7	-0.9
[y]	2-b	3-a	4-a	5-a	21	0.78	24	5.6	-4.1	1.5	0.2
[z]	2-a	3-c	4-b	5-b	6	0.59	31	2.7	-1.3	1.4	0.1

[0102] (下地層の作製、最外層の作製)

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 $Al_xTi_{1-x}N$ 層の表面上に噴出して最外層を作製した。

[0103] [表7]

下地層又は 最外層の種別	反応ガスの組成 (vol%)	成膜条件		
		圧力 (kPa)	温度 (°C)	ガス流量 (L/min)
TiN (下地層)	$TiCl_4=2.0\%$, $N_2=39.7\%$, $H_2=$ 残り	6.7	915	63.8
TiN (最外層)	$TiCl_4=0.5\%$, $N_2=41.2\%$, $H_2=$ 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

[0104] (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。このとき、切削工具を、すくい面の中心を通り且つ上記すくい面に垂直な直線が軸となるように回転させながら (60 rpm)、上記すくい面に対して垂直な方向からメディアを被膜に投射した。

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：90°

投射距離：50mm

投射時間：3秒

[0105] 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。

[0106] ≪切削工具の特性評価≫

上述のようにして作製した試料（実施例 1～18 及び比較例 1～4）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。

[0107] <被膜等の厚さの測定>

被膜、及び当該被膜を構成する下地層、 $Al_xTi_{1-x}N$ 層及び最外層の厚さは、透過型電子顕微鏡 (TEM) (日本電子株式会社製、商品名：JEM-2100F) を用いて、基材の表面の法線方向に平行な断面サンプルにおける任意の 10 点を各層ごとに測定し、測定された 10 点の厚さの平均値を

とすることで求めた。結果を表8及び表9に示す。「最外層」の欄における「 $-$ 」との表記は、当該最外層が被膜中に存在しないことを示す。また、「 $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層」の欄における「 $[1] (9.0)$ 」等の表記は、 $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層が表6の識別記号 $[1]$ で示される構成を有し、厚さが $9.0\mu\text{m}$ であることを示す。表8及び表9中、「 $\text{TiCN} (1.0)$ 」等の表記は、該当する層が厚さ $1.0\mu\text{m}$ 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、「 $\text{Al}_2\text{O}_3 (0.2) - \text{TiN} (0.1)$ 」等の場合）は、左側の化合物（ $\text{Al}_2\text{O}_3 (0.2)$ ）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（ $\text{TiN} (0.1)$ ）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「 $[\text{Al}_2\text{O}_3 (0.2) - \text{TiN} (0.1)] \times 3$ 」等の表記は、「 $\text{Al}_2\text{O}_3 (0.2) - \text{TiN} (0.1)$ 」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。

[0108] <X線回折測定>

X線回折測定を行うことによって、 $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層に含まれる結晶型を分析した。その結果、 $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層には六方晶型の結晶構造と立方晶型の結晶構造が含まれることが分かった。また、上述の（ $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層）の欄において、記載されているのと同様の方法によって、六方晶型の結晶構造（h）及び立方晶型の結晶構造（c）の総量に対する六方晶型の結晶構造の含有割合（ $h / (c + h)$ ）を求めた。その結果を表6に示す。

[0109] <膜硬度の測定>

$\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層の膜硬度は、ナノインデントー（Elionix社製、商品名：ENT1100a）を用いて、以下の条件で測定した。このとき、上記 $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層が最表面にない試料を測定する場合は、機械研磨等で上記 $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層を露出させてから測定を行った。また、上記 $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層における任意の10点それぞれを測定して上記膜硬度を求め、求められた10点の膜硬度の平均値を上記 $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層における膜硬度とした。なお、 $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層の膜硬度は、荷重と変位との曲線からオリバーと

パーの理論に基づき算出した。結果を表6に示す。

ナノインデントの測定条件

圧子材質：ダイヤモンド

圧子形状：バーコビッチ圧子

試験荷重：30 mN

ステップインターバル：20 msec

保持時間：1000 msec

測定位置：逃げ面の末端部

測定点数：10点

[0110] <Al_xTi_{1-x}N層の残留応力の測定及び残留応力差の算出>

上記のようにして作製した実施例1～実施例18及び比較例1～比較例4の切削工具について、X線を用いた $2\theta - \sin^2\psi$ 法（側傾法）によって各切削工具のすくい面、逃げ面及び刃先部それぞれにおけるAl_xTi_{1-x}N層の残留応力を測定した。測定は以下の条件で行った。ここで、測定に用いた被膜のサンプルの厚さは、20 μmであった。

（測定の条件）

X線出力	10 keV
X線源	放射光
測定面	Al _x Ti _{1-x} N層における（111）面
X線照射の深さ位置	Al _x Ti _{1-x} N層の中心
検出器	フラットパネル
集光サイズ	140 nm × 230 nm
スキャン軸	$2\theta / \theta$
スキャンモード	CONTINUOUS

[0111] すくい面におけるAl_xTi_{1-x}N層の残留応力Aは、すくい面における領域であって、上記すくい面を含む仮想平面Aと逃げ面を含む仮想平面Bとが交差してなる仮想稜線ABから2 mm離れた仮想線D1上の地点を3点測定し（例えば、図6）、それらの平均を取ることで求めた。

[0112] 逃げ面における $A \perp_x T i_{1-x} N$ 層の残留応力 B は、逃げ面における領域であって、すくい面を含む仮想平面 A と逃げ面を含む仮想平面 B とが交差してなる仮想稜線 AB から 2 mm 離れた仮想線 D_2 上の地点を 3 点測定し（例えば、図 6）、それらの平均を取ることで求めた。

[0113] 刃先部における $A \perp_x T i_{1-x} N$ 層の残留応力 C は、すくい面と仮想平面 A との乖離の境界となる仮想境界線 AA と、逃げ面と仮想平面 B との乖離の境界となる仮想境界線 BB とで挟まれた領域 d_3 の中央線 CC 上の地点を 3 点測定し（例えば、図 6）、それらの平均を取ることで求めた。

[0114] 上記残留応力 A 、上記残留応力 B 及び上記残留応力 C に基づいて、 $\max(A, B, C) - \min(A, B, C)$ を算出した。結果を表 6 に示す。

[0115] <被膜の密着力の測定>

以下の条件によるスクラッチ試験を行うことで、上記被膜の上記基材に対する密着力を測定した。その結果、後述する実施例 1～18 に係る切削工具は、上記被膜の密着力が 80 N 以上であることが確認された。

垂直荷重負荷速度： $120\text{ N}/\text{min}$

スクラッチ速度： $5\text{ mm}/\text{min}$

[0116]

[表8]

試料番号	基体 種別	被膜の構成及び各層の厚さ			
		下地層 (μm)	$\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層 (μm)	最外層 (μm)	被膜 合計厚さ (μm)
実施例1	T	TiCN (1.0)	[1] (9.0)	-	10.0
実施例2	T	TiCN (1.0)	[1] (7.0)	Al_2O_3 (2.0)	10.0
実施例3	T	TiCN (1.0)	[1] (8.1)	$[\text{Al}_2\text{O}_3(0.2)\text{-TiN}(0.1)]\times 3$	10.0
実施例4	T	TiCN (1.0)	[2] (9.0)	-	10.0
実施例5	T	TiCN (1.0)	[3] (9.0)	-	10.0
実施例6	T	TiN (0.5)	[4] (9.5)	-	10.0
実施例7	T	TiN (0.5)	[5] (9.5)	-	10.0
実施例8	T	TiN (0.5)	[6] (9.5)	-	10.0
実施例17	T	TiN (0.5)	[7] (9.5)	-	10.0
比較例1	T	TiCN (1.0)	[y] (9.0)	-	10.0
比較例2	T	TiCN (1.0)	[z] (9.0)	-	10.0

[0117] [表9]

試料番号	基体 種別	被膜の構成及び各層の厚さ			
		下地層 (μm)	$\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層 (μm)	最外層 (μm)	被膜 合計厚さ (μm)
実施例9	M	TiCN(1.0)	[1] (3.0)	-	4.0
実施例10	M	TiCN(1.0)	[1] (2.0)	Al_2O_3 (1.0)	4.0
実施例11	M	TiCN(1.0)	[1] (2.1)	$[\text{Al}_2\text{O}_3(0.2)\text{-TiN}(0.1)]\times 3$	4.0
実施例12	M	TiCN(1.0)	[2] (3.0)	-	4.0
実施例13	M	TiCN(1.0)	[3] (3)	-	4.0
実施例14	M	TiN(0.5)	[4] (3.5)	-	4.0
実施例15	M	TiN(0.5)	[5] (3.5)	-	4.0
実施例16	M	TiN(0.5)	[6] (3.5)	-	4.0
実施例18	M	TiN (0.5)	[7] (3.5)	-	4.0
比較例3	M	TiCN(1.0)	[y] (3.0)	-	4.0
比較例4	M	TiCN(1.0)	[z] (3.0)	-	4.0

[0118] <<切削試験>>

<試験1：旋削加工試験>

上述のようにして作製した試料（実施例 1～実施例 8、実施例 17、比較例 1 及び比較例 2）の切削工具を用いて、以下の切削条件により逃げ面摩耗量（ V_b ）が 0.3 mm となるまで又は欠損が起きるまでの衝撃回数を測定するとともに刃先の最終損傷形態を観察した。その結果を表 10 に示す。衝撃回数が多いほど耐欠損性に優れる切削工具として評価することができる。ここで、表 10 における「欠損」とは刃先部に生じた大きな欠けを意味し、「微小チッピング」とは、刃先部に生じた微小な欠けを意味する。

[0119] 切削条件

被削材 : SCM435（4カ所に矩形の溝を有する丸棒、図 7 参照）

速度 : 100 m/min

切込み量（ a_p ） : 2.0 mm

[0120] [表10]

試料番号	衝撃回数（回）	最終損傷形態
実施例 1	4800	正常摩耗
実施例 2	4800	正常摩耗
実施例 3	4800	正常摩耗
実施例 4	4640	正常摩耗
実施例 5	4720	正常摩耗
実施例 6	3692	正常摩耗、微小チッピング
実施例 7	3404	正常摩耗、微小チッピング
実施例 8	3328	正常摩耗、微小チッピング
実施例 17	4800	正常摩耗
比較例 1	2848	異常摩耗、欠損
比較例 2	1848	異常摩耗

[0121] <試験 2：フライス加工試験>

上述のようにして作製した試料（実施例 9～実施例 16、実施例 18、比較例 3 及び比較例 4）の切削工具を用いて、以下の切削条件により逃げ面摩耗量（ V_b ）が 0.25 mm となるまで又は欠損が起きるまでの切削距離を測定するとともに刃先の最終損傷形態を観察した。その結果を表 11 に示す。切削距離が長いほど耐摩耗性に優れる切削工具として評価することができる。ここで、表 11 における「欠損」とは刃先部に生じた大きな欠けを意味

する。「微小チッピング」とは、刃先部に生じた微小な欠けを意味する。

[0122] 切削条件

被削材 : SKD 11 ブロック (W 300 * L 50)、 $\phi 8$ の穴が
等間隔で空いている

周速 : 150 m / min, $f 0.25$ mm

切込み量 (a p) : 2.0 mm

切込み幅 (a e) : 30 mm

[0123] [表11]

試料番号	切削距離 (m)	最終損傷形態
実施例 9	3.0	正常摩耗
実施例 10	3.0	正常摩耗
実施例 11	3.0	正常摩耗
実施例 12	2.7	正常摩耗
実施例 13	2.7	正常摩耗
実施例 14	2.1	正常摩耗、微小チッピング
実施例 15	1.8	正常摩耗、微小チッピング
実施例 16	1.8	正常摩耗、微小チッピング
実施例 18	3.0	正常摩耗
比較例 3	0.6	異常摩耗、欠損
比較例 4	0.6	異常摩耗

[0124] 表 10 の結果から実施例 1 ～ 8 及び実施例 17 の切削工具は、衝撃回数が 3000 回以上の良好な結果が得られた。また、実施例 1 ～ 8 及び実施例 17 の切削工具は、最終的な損傷形態が正常摩耗であった。実施例 6 ～ 8 の切削工具は、微小なチッピングが確認された。一方比較例 1 及び比較例 2 の切削工具は、衝撃回数が 3000 回未満であった。また、比較例 1 の切削工具は最終的に欠損を起こしており、比較例 1 及び比較例 2 の切削工具は共に摩耗が著しく、摩耗が要因で工具寿命が短かった。試験 1 の結果から、実施例 1 ～ 8 及び実施例 17 の切削工具は、比較例 1 及び比較例 2 の切削工具に比べて、耐欠損性、耐摩耗性に優れており、工具寿命も長いことが分かった。

[0125] 表 11 の結果から、実施例 9 ～ 16 及び実施例 18 の切削工具は、切削距離が 1.8 m 以上の良好な結果が得られた。また、実施例 9 ～ 16 及び実施例 18 の切削工具は、最終的な損傷形態が正常摩耗であった。実施例 14 ～

16の切削工具は、微小なチップングが確認された。一方比較例3及び比較例4の切削工具は、切削距離がそれぞれ0.6mであった。また、比較例3の切削工具は欠損が観察され、比較例3及び比較例4の切削工具は共に摩耗が著しく、摩耗が要因で工具寿命が短かった。試験2の結果から、実施例9～16及び実施例18の切削工具は、比較例3及び比較例4の切削工具に比べて、耐欠損性及び耐摩耗性に優れており、工具寿命も長いことが分かった。

[0126] 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。

[0127] 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、及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

[0128] 1 基材、 1a すくい面、 1b 逃げ面、 1c 刃先部、 10 切削工具、 30 丸棒、 AB 仮想稜線、 AA、BB 仮想境界線、 CC 中央線、 D1、D2 仮想線、 d1 すくい面における領域であって、上記すくい面と逃げ面とが交差してなる仮想稜線と、上記仮想稜線から2mm離れた仮想線D1とに挟まれた領域、 d2 逃げ面における領域であって、すくい面と上記逃げ面とが交差してなる仮想稜線と、上記仮想稜線から2mm離れた仮想線D2とに挟まれた領域、 d3 仮想境界線AAと仮想境界線BBとに挟まれた領域、 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。

請求の範囲

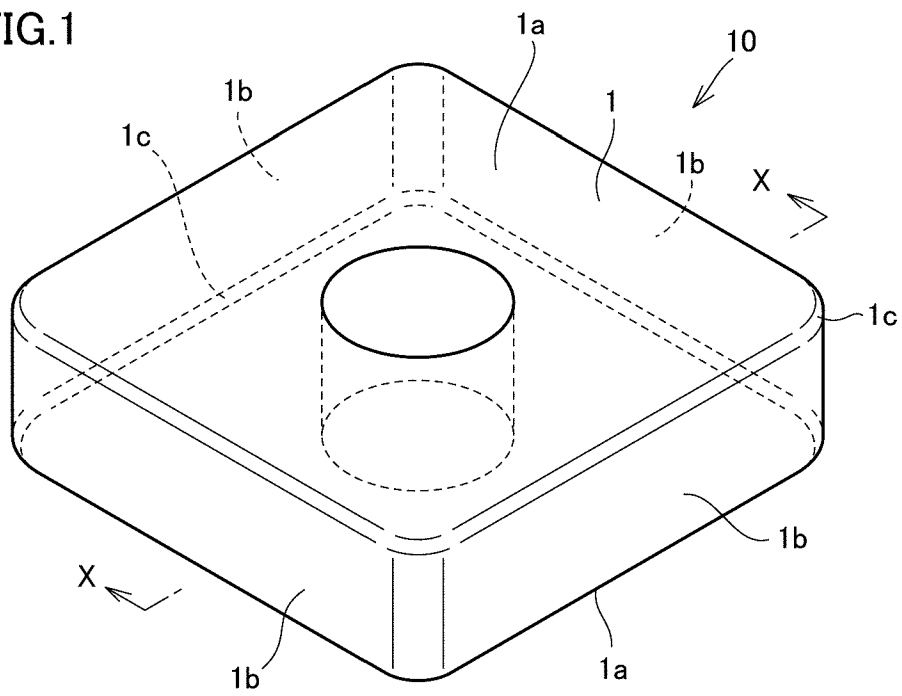
- [請求項1] 基材と前記基材を被覆する被膜とを含む切削工具であって、
前記基材は、すくい面と、逃げ面と、前記すくい面及び前記逃げ面を繋ぐ刃先部とを含み、
前記被膜は、 $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層を含み、
前記 x は、0.7以上0.95以下であり、
前記すくい面における前記 $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層の残留応力 A 、前記逃げ面における前記 $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層の残留応力 B 及び前記刃先部における前記 $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層の残留応力 C は、
$$3\text{ GPa} < \max(A, B, C) - \min(A, B, C) \leq 5\text{ GPa}$$

を満たし、
前記残留応力 A は、 -5 GPa 以上 0 GPa 未満であり、
前記残留応力 B 及び前記残留応力 C のそれぞれは、 -5 GPa 以上 5 GPa 以下である、切削工具。
- [請求項2] 前記 $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層は、立方晶型の $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ と六方晶型の $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ とを含み、
前記立方晶型の $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ と前記六方晶型の $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ との総量を基準としたとき、前記六方晶型の $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ の含有割合は、0体積%以上15体積%以下である、請求項1に記載の切削工具。
- [請求項3] 前記 $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ 層の厚さは、 $2\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下である、請求項1又は請求項2に記載の切削工具。
- [請求項4] 前記被膜は、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つの元素とホウ素、炭素、窒素及び酸素からなる群より選ばれる少なくとも1つの元素とからなる化合物を含む他の層を更に含む、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。
- [請求項5] 前記被膜の厚さは、 $2\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下である、請求項1から

請求項4のいずれか一項に記載の切削工具。

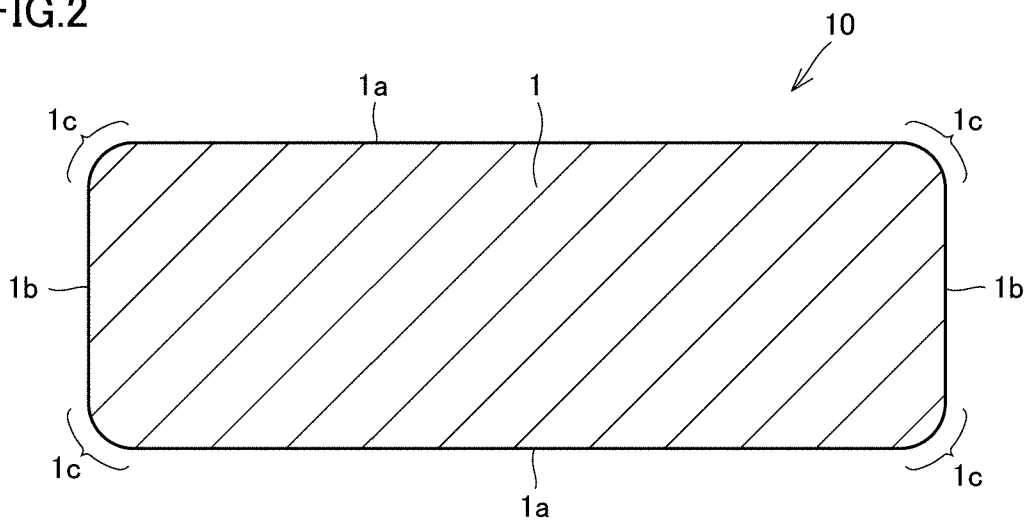
[図1]

FIG.1



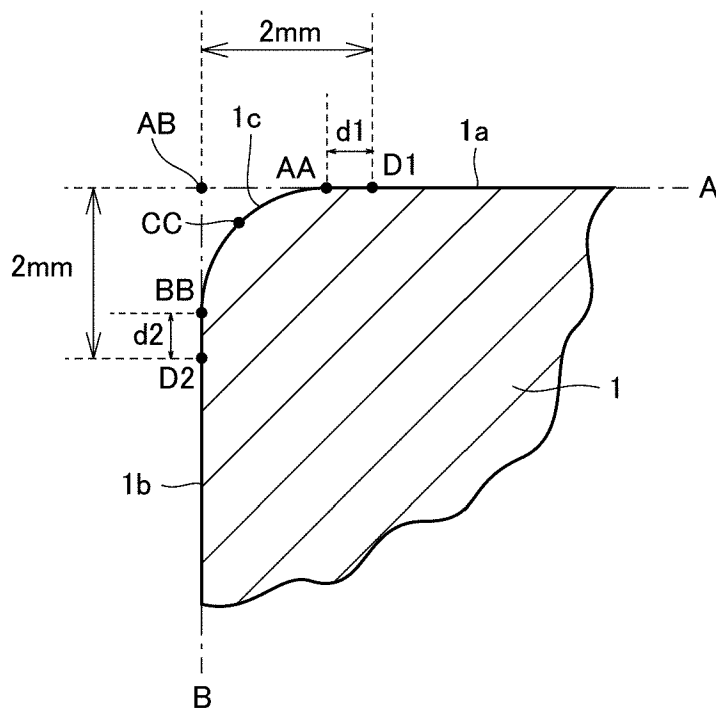
[図2]

FIG.2



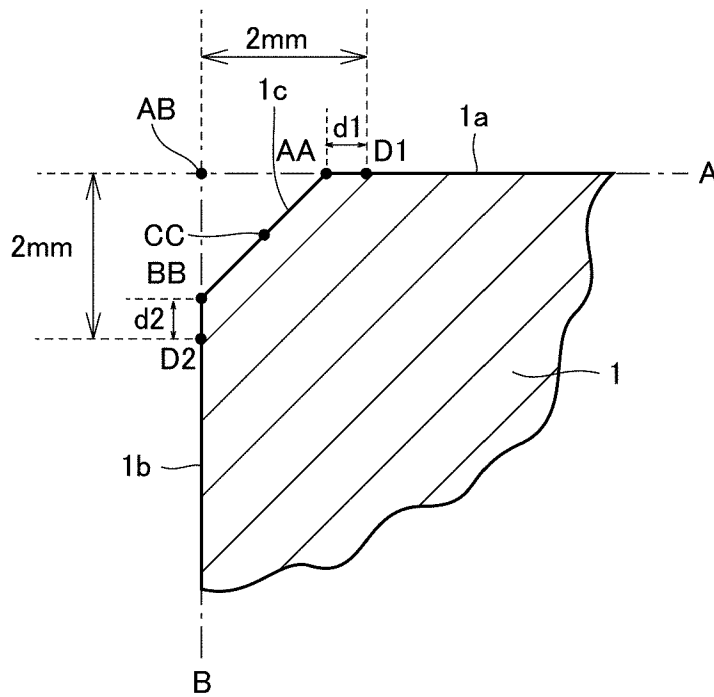
[図3]

FIG.3



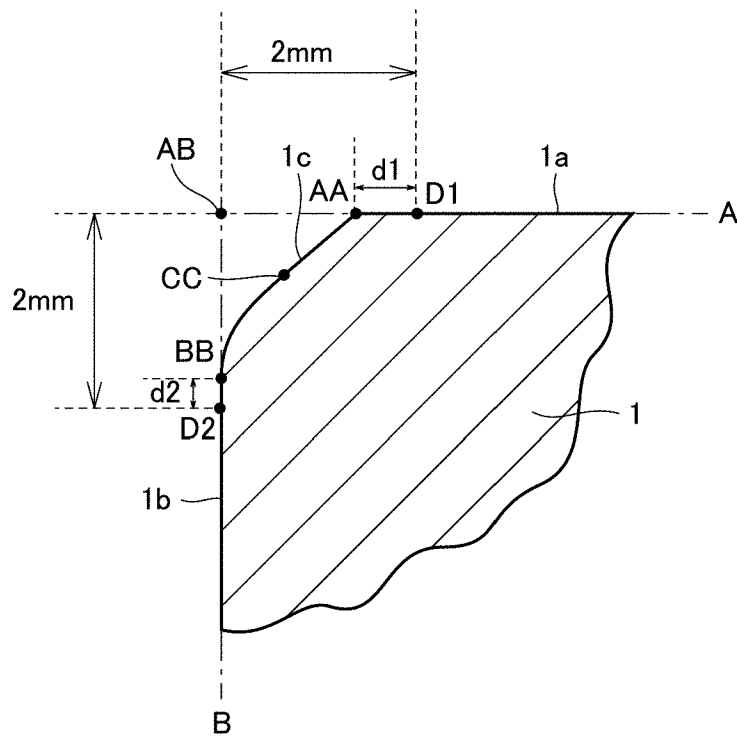
[図4]

FIG.4



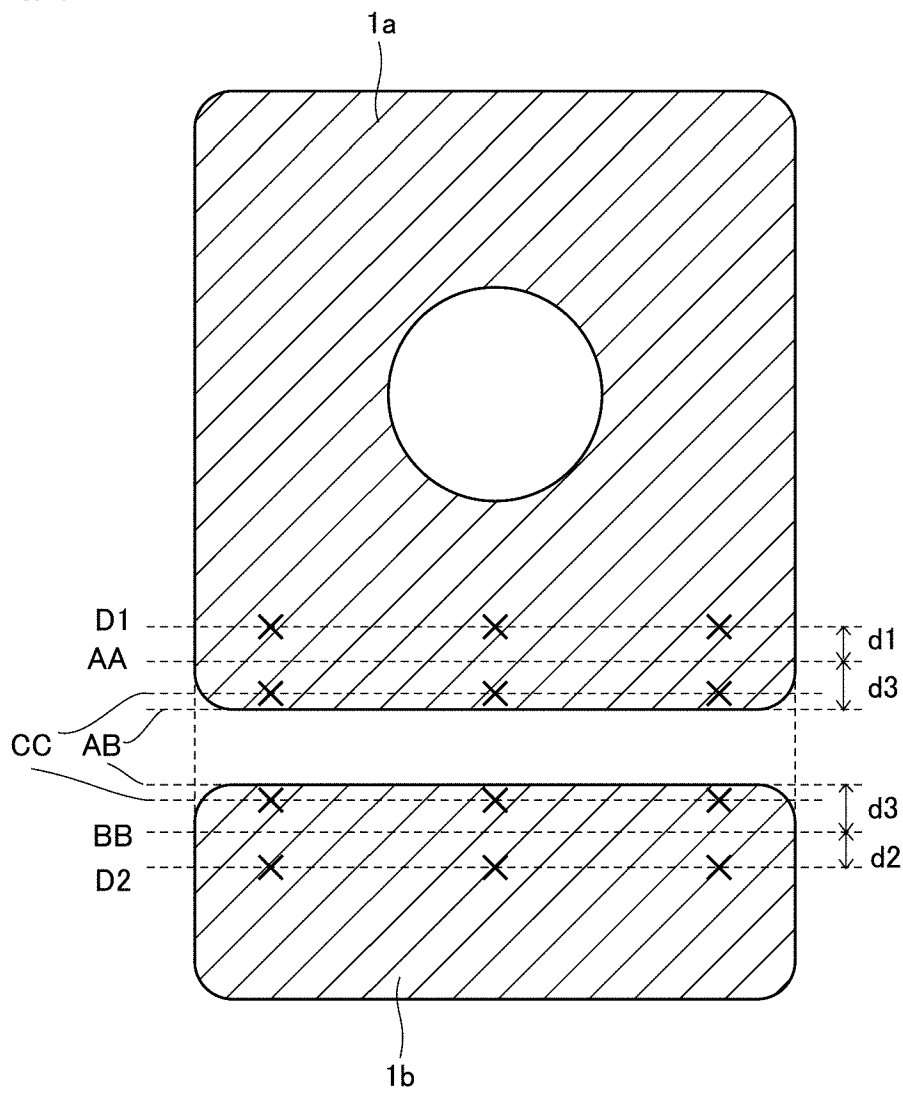
[図5]

FIG.5



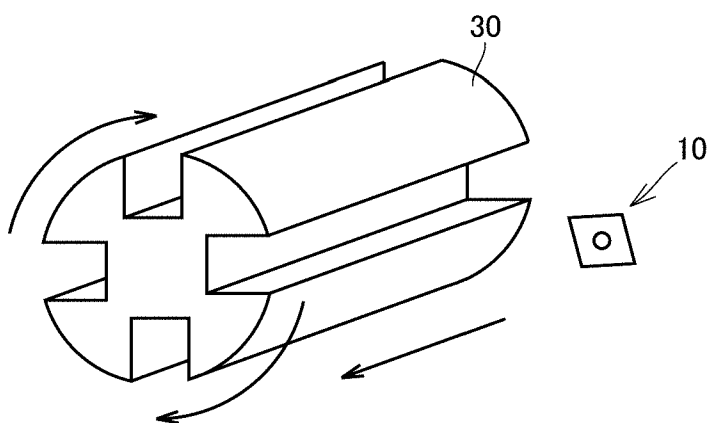
[図6]

FIG.6



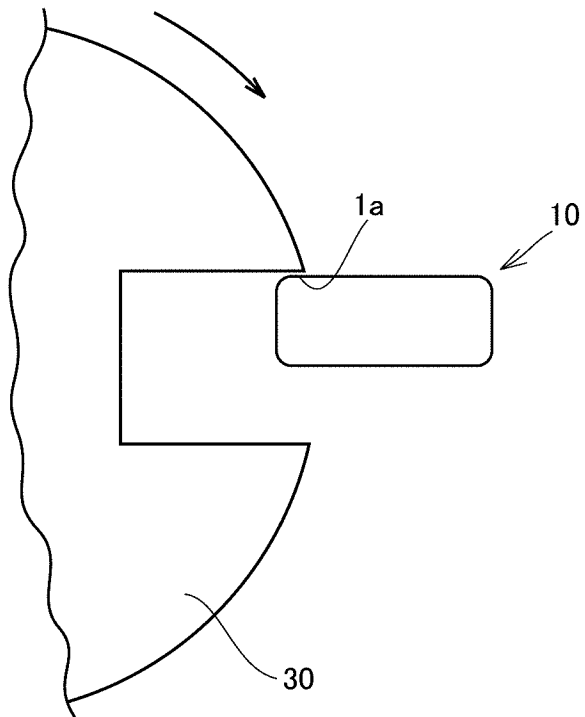
[図7]

FIG.7



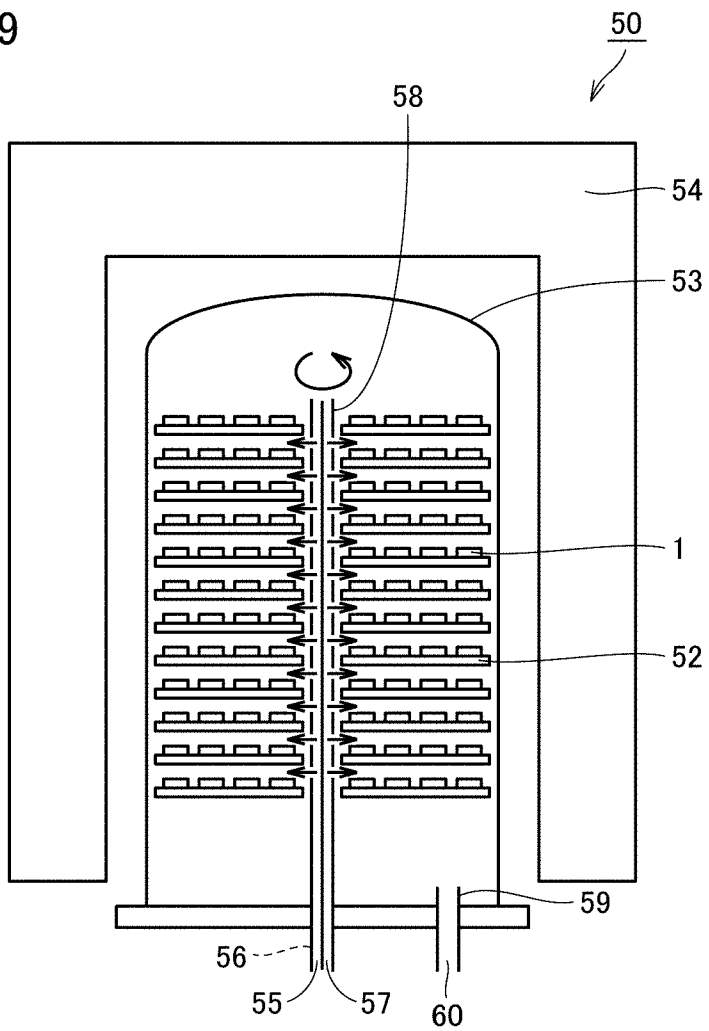
[図8]

FIG.8



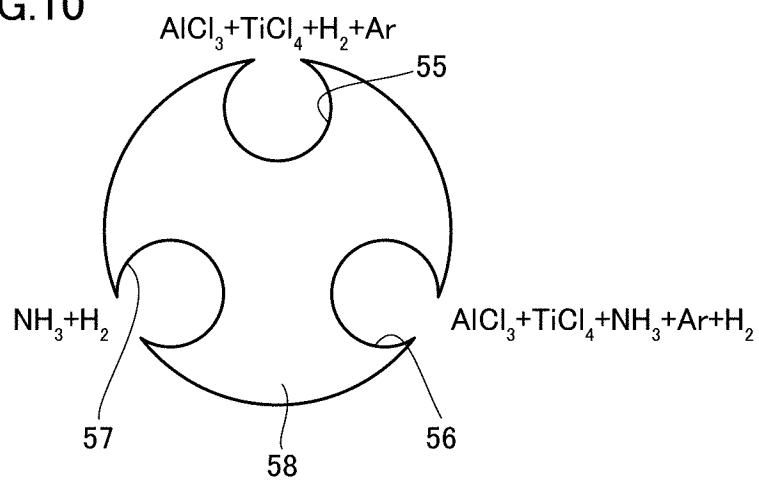
[図9]

FIG.9



[図10]

FIG.10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/032822

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B23B27/14 (2006.01) i, C23C16/34 (2006.01) i, C23C16/36 (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)

Int. Cl. B23B27/14, C23C16/34, C23C16/36

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 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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 Y	WO 2012/063515 A1 (SUMITOMO ELECTRIC HARDMETAL CORP.) 18 May 2012, paragraphs [0019], [0026]-[0037], [0059]-[0062] & US 2012/0282049 A1, paragraphs [0030], [0040]-[0045], [0079]-[0083] & EP 2638993 A1 & CN 102625737 A & KR 10-2012-0094467 A	1 2-5
Y	JP 2017-113835 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 29 June 2017, paragraphs [0018], [0023] (Family: none)	2-5
A	JP 2012-232348 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 29 November 2012, paragraphs [0006]-[0029], fig. 1-3 (Family: none)	1-5



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
19.09.2019

Date of mailing of the international search report
08.10.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/032822

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 2012-96304 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 24 May 2012, paragraphs [0006]-[0038], fig. 1-3 & CN 102528104 A	1-5

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, C23C16/34(2006.01)i, C23C16/36(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, C23C16/34, C23C16/36

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 Y	WO 2012/063515 A1（住友電工ハードメタル株式会社） 2012.05.18, 段落[0019], [0026]-[0037], [0059]-[0062] & US 2012/0282049 A1, 段落[0030], [0040]-[0045], [0079]-[0083] & EP 2638993 A1 & CN 102625737 A & KR 10-2012-0094467 A	1 2-5
Y	JP 2017-113835 A（三菱マテリアル株式会社） 2017.06.29, 段落[0018], [0023] （ファミリーなし）	2-5

☒ 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

19.09.2019

国際調査報告の発送日

08.10.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

津田 健嗣

3 C

5 2 6 9

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 2012-232348 A (三菱マテリアル株式会社) 2012. 11. 29, 段落[0006]-[0029], 図 1-3 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2012-96304 A (三菱マテリアル株式会社) 2012. 05. 24, 段落[0006]-[0038], 図 1-3 & CN 102528104 A	1-5