(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
2022年8月25日(25.08.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/176057 A1

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

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/005902

(22) 国際出願日： 2021年2月17日(17.02.2021)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(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: 鈴木 優太 (**SUZUKI, Yuta**); 〒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). 深江 恒佑 (**FUKAE, Kosuke**); 〒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).

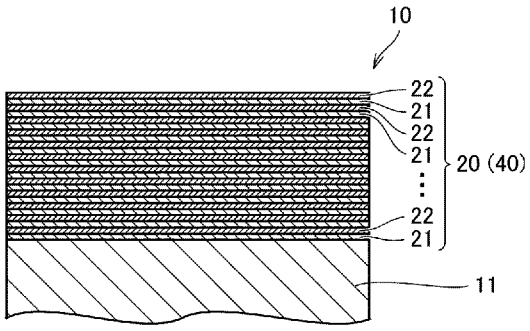
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,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

WO 2022/176057 A1

(54) **Title:** CUTTING TOOL

(54) 発明の名称： 切削工具

FIG.3



(57) **Abstract:** This cutting tool comprises a substrate and a hard layer provided on the substrate, wherein: the hard layer includes a first unit layer and a second unit layer; the hard layer is obtained by alternately laminating at least one first unit layer and at least one second unit layer; the thickness of the first unit layer is 2-100 nm; the thickness of the second unit layer is 2-100 nm; the first unit layer is composed of a compound represented by $Ti_aAl_bB_cN$; the second unit layer is composed of a compound represented by $Ti_dAl_eB_fN$; the atomic ratio a of the titanium element in $Ti_aAl_bB_cN$ is 0.25-0.45 (exclusive of 0.45); the atomic ratio b of the aluminum element in $Ti_aAl_bB_cN$ is 0.55-0.75 (exclusive of 0.75); the atomic ratio c of the boron element in $Ti_aAl_bB_cN$ is 0-0.1 (exclusive of 0); the total of the atomic ratio a, the atomic ratio b, and the atomic ratio c is 1; the atomic ratio d of the titanium element in $Ti_dAl_eB_fN$ is 0.35-0.55 (exclusive of 0.55); the atomic ratio e of the aluminum element in $Ti_dAl_eB_fN$ is 0.45-0.65 (exclusive of 0.65); the atomic ratio f of the boron element in $Ti_dAl_eB_fN$ is 0-0.1 (exclusive of 0); the total of the atomic ratio d, the atomic ratio e, and the atomic ratio f is 1; the atomic ratio a and the atomic ratio d satisfy $0.05 \leq d-a \leq 0.2$; and the atomic ratio b and the atomic ratio e satisfy $0.05 \leq b-e \leq 0.2$.

［続葉有］

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：基材と、上記基材上に設けられている硬質層と、を備える切削工具であって、上記硬質層は、第一単位層と第二単位層とを含み、上記硬質層は、上記第一単位層と上記第二単位層とが交互にそれぞれ一層以上積層されており、上記第一単位層の厚さは、２ｎｍ以上１００ｎｍ以下であり、上記第二単位層の厚さは、２ｎｍ以上１００ｎｍ以下であり、上記第一単位層は、$Ti_aAl_bB_cN$で表される化合物からなり、上記第二単位層は、$Ti_dAl_eB_fN$で表される化合物からなり、上記$Ti_aAl_bB_cN$におけるチタン元素の原子比ａは、０．２５以上０．４５未満であり、上記$Ti_aAl_bB_cN$におけるアルミニウム元素の原子比ｂは、０．５５以上０．７５未満であり、上記$Ti_aAl_bB_cN$におけるホウ素元素の原子比ｃは、０を超えて０．１以下であり、上記原子比ａ、上記原子比ｂ及び上記原子比ｃの合計は、１であり、上記$Ti_dAl_eB_fN$におけるチタン元素の原子比ｄは、０．３５以上０．５５未満であり、上記$Ti_dAl_eB_fN$におけるアルミニウム元素の原子比ｅは、０．４５以上０．６５未満であり、上記$Ti_dAl_eB_fN$におけるホウ素元素の原子比ｆは、０を超えて０．１以下であり、上記原子比ｄ、上記原子比ｅ及び上記原子比ｆの合計は、１であり、上記原子比ａ及び上記原子比ｄは、０．０５≦ｄ－ａ≦０．２を満たし、上記原子比ｂ及び上記原子比ｅは、０．０５≦ｂ－ｅ≦０．２を満たす。

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。

背景技術

[0002] 従来より、基材上に被膜を被覆した切削工具が用いられている。たとえば、特開２０１１－２２４７１５号公報（特許文献１）は、炭化タングステン基超硬合金または炭窒化チタン基サーメットで構成された工具基体の表面に、０．８～５．０μｍの層厚のＡｌとＴｉの複合窒化物からなる硬質被覆層が蒸着形成された表面被覆切削工具において、該硬質被覆層は、ＡｌとＴｉの複合窒化物の粒状晶組織からなる薄層Ａと柱状晶組織からなる薄層Ｂとの交互積層構造として構成され、薄層Ａおよび薄層Ｂはそれぞれ０．０５～２μｍの層厚を有し、さらに、上記薄層Ａを構成する粒状晶の平均結晶粒径は３０ｎｍ以下、また、上記薄層Ｂを構成する柱状晶の平均結晶粒径は５０～５００ｎｍであることを特徴とする表面被覆切削工具を開示している。

[0003] 特開２０１７－１９３００４号公報（特許文献２）は、基材と、前記基材の表面に形成されている被膜と、を備え、前記被膜は、交互層を含み、前記交互層は、第１組成を有する第１層と、第２組成を有する第２層と、を含み、前記交互層は、前記第１層と前記第２層とが交互にそれぞれ一層以上積層されて構成されており、前記第１層および前記第２層は、それぞれ厚さが２ｎｍ以上１００ｎｍ以下であり、前記第１組成は、$Ti_aAl_bSi_cN$（０．２５≦ａ≦０．４５、０．５５≦ｂ≦０．７５、０≦ｃ≦０．１、ａ＋ｂ＋ｃ＝１）で表され、前記第２組成は、$Ti_dAl_eSi_fN$（０．３５≦ｄ≦０．５５、０．４５≦ｅ≦０．６５、０≦ｆ≦０．１、ｄ＋ｅ＋ｆ＝１）で表され、前記第１組成および前記第２組成は、０．０５≦ｄ－ａ≦０．２かつ０．０５≦ｂ－ｅ≦０．２を満たす、表面被覆切削工具を開示している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１１－２２４７１５号公報

特許文献2：特開２０１７－１９３００４号公報

発明の概要

[0005] 本開示に係る切削工具は、

基材と、上記基材上に設けられている硬質層と、を備える切削工具であって、

上記硬質層は、第一単位層と第二単位層とを含み、

上記硬質層は、上記第一単位層と上記第二単位層とが交互にそれぞれ一層以上積層されており、

上記第一単位層の厚さは、２ｎｍ以上１００ｎｍ以下であり、

上記第二単位層の厚さは、２ｎｍ以上１００ｎｍ以下であり、

上記第一単位層は、$Ti_aAl_bB_cN$で表される化合物からなり、

上記第二単位層は、$Ti_dAl_eB_fN$で表される化合物からなり、

上記$Ti_aAl_bB_cN$におけるチタン元素の原子比ａは、０．２５以上０．４５未満であり、

上記$Ti_aAl_bB_cN$におけるアルミニウム元素の原子比ｂは、０．５５以上０．７５未満であり、

上記$Ti_aAl_bB_cN$におけるホウ素元素の原子比ｃは、０を超えて０．１以下であり、

上記原子比ａ、上記原子比ｂ及び上記原子比ｃの合計は、１であり、

上記$Ti_dAl_eB_fN$におけるチタン元素の原子比ｄは、０．３５以上０．５５未満であり、

上記$Ti_dAl_eB_fN$におけるアルミニウム元素の原子比ｅは、０．４５以上０．６５未満であり、

上記$Ti_dAl_eB_fN$におけるホウ素元素の原子比ｆは、０を超えて０．１以下であり、

上記原子比ｄ、上記原子比ｅ及び上記原子比ｆの合計は、１であり、

上記原子比ａ及び上記原子比ｄは、０．０５≦ｄ－ａ≦０．２を満たし、

上記原子比ｂ及び上記原子比ｅは、０．０５≦ｂ－ｅ≦０．２を満たす。

図面の簡単な説明

[0006] [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、本実施形態の一態様における切削工具の模式断面図である。

[図3]図３は、本実施形態の他の態様における切削工具の模式断面図である。

[図4]図４は、本実施形態に係る硬質層の結晶構造を説明する模式断面図である。

[図5]図５は、本実施形態に係る硬質層をＸ線回折分析を行った際に得られるスペクトル図の一例である。

[図6]図６は、本実施形態の別の他の態様における切削工具の模式断面図である。

発明を実施するための形態

[0007] ［本開示が解決しようとする課題］

特許文献１に記載の表面被覆切削工具では、上記のような構成の硬質被覆層を有することにより、耐摩耗性が向上し、以って切削工具の寿命が長くなることが期待されている。特許文献２に記載の表面被覆切削工具では、上記のような構成の被膜を有することにより、層間剥離及び亀裂伝播が抑制され、以って切削工具の寿命が長くなることが期待されている。しかしながら、近年の切削加工においては、高速化及び高能率化が進行し、切削工具にかかる負荷が増大し、切削工具の寿命が短期化する傾向があった。このため、切削工具の被膜の機械特性（例えば、耐摩耗性、耐欠損性、耐熱性等）を更に向上させることが求められている。

[0008] 本開示は、上記事情に鑑みてなされたものであり、耐欠損性に優れる切削工具を提供することを目的とする。

[0009] ［本開示の効果］

上記によれば、耐欠損性に優れる切削工具を提供することが可能になる。

[0010] ［本開示の実施形態の説明］

最初に本開示の実施態様を列記して説明する。

［１］本開示に係る切削工具は、

基材と、上記基材上に設けられている硬質層と、を備える切削工具であって、

上記硬質層は、第一単位層と第二単位層とを含み、

上記硬質層は、上記第一単位層と上記第二単位層とが交互にそれぞれ一層以上積層されており、

上記第一単位層の厚さは、２ｎｍ以上１００ｎｍ以下であり、

上記第二単位層の厚さは、２ｎｍ以上１００ｎｍ以下であり、

上記第一単位層は、$Ti_aAl_bB_cN$で表される化合物からなり、

上記第二単位層は、$Ti_dAl_eB_fN$で表される化合物からなり、

上記$Ti_aAl_bB_cN$におけるチタン元素の原子比ａは、０．２５以上０．４５未満であり、

上記$Ti_aAl_bB_cN$におけるアルミニウム元素の原子比ｂは、０．５５以上０．７５未満であり、

上記$Ti_aAl_bB_cN$におけるホウ素元素の原子比ｃは、０を超えて０．１以下であり、

上記原子比ａ、上記原子比ｂ及び上記原子比ｃの合計は、１であり、

上記$Ti_dAl_eB_fN$におけるチタン元素の原子比ｄは、０．３５以上０．５５未満であり、

上記$Ti_dAl_eB_fN$におけるアルミニウム元素の原子比ｅは、０．４５以上０．６５未満であり、

上記$Ti_dAl_eB_fN$におけるホウ素元素の原子比ｆは、０を超えて０．１以下であり、

上記原子比ｄ、上記原子比ｅ及び上記原子比ｆの合計は、１であり、

上記原子比ａ及び上記原子比ｄは、$0.05 \leqq d-a \leqq 0.2$を満たし、

上記原子比ｂ及び上記原子比ｅは、$0.05 \leqq b-e \leqq 0.2$を満たす。

[0011] 上記切削工具における上記硬質層は、上記第一単位層及び上記第二単位層

それぞれにおけるホウ素元素の原子比が上述のような範囲をとることによって、耐欠損性に優れた切削工具となる。すなわち、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、優れた耐欠損性を有することが可能になる。また、上記硬質層は、上記第一単位層及び上記第二単位層それぞれにおけるアルミニウム元素の原子比が上述のような範囲をとることによって、耐熱性に優れた切削工具となる。ここで、「耐欠損性」とは、切削加工時における切削工具の欠けに対する耐性を意味する。「耐熱性」とは高温環境における切削工具の摩耗、変形などに対する耐性を意味する。

[0012] ［２］上記硬質層における（００２）面のＸ線回折ピークの強度$I_{(002)}$に対する（２００）面のＸ線回折ピークの強度$I_{(200)}$の比$I_{(200)}/I_{(002)}$が、２以上であり、

上記（００２）面のＸ線回折ピークの半価幅が２度以上であることが好ましい。このように規定することで、上記切削工具は更に優れた耐欠損性を有することが可能になる。また、上記切削工具は更に優れた耐熱性を有することが可能になる。

[0013] ［３］室温における上記硬質層の硬度Ｈは、３０ＧＰａ以上であることが好ましい。このように規定することで、上記切削工具は優れた耐欠損性に加えて優れた耐摩耗性を有することが可能になる。ここで、「耐摩耗性」とは、切削加工時における切削工具の摩耗に対する耐性を意味する。

[0014] ［４］室温における上記硬質層のヤング率Ｅに対する上記硬質層の硬度Ｈの比Ｈ／Ｅは、０．０７以上であることが好ましい。このように規定することで、上記切削工具は更に優れた耐欠損性を有することが可能になる。

[0015] ［５］上記硬質層の厚さは、１μｍ以上２０μｍ以下であることが好ましい。このように規定することで、上記切削工具は優れた耐欠損性に加えて優れた耐摩耗性を有することが可能になる。

[0016] ［本開示の実施形態の詳細］

以下、本開示の一実施形態（以下「本実施形態」と記す。）について説明する。ただし、本実施形態はこれに限定されるものではない。本明細書にお

いて「Ａ～Ｚ」という形式の表記は、範囲の上限下限（すなわちＡ以上Ｚ以下）を意味し、Ａにおいて単位の記載がなく、Ｚにおいてのみ単位が記載されている場合、Ａの単位とＺの単位とは同じである。さらに、本明細書において、例えば「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。

[0017] ≪切削工具≫

基材と、上記基材上に設けられている硬質層と、を備える切削工具であって、

上記硬質層は、第一単位層と第二単位層とを含み、

上記硬質層は、上記第一単位層と上記第二単位層とが交互にそれぞれ一層以上積層されており、

上記第一単位層の厚さは、２ｎｍ以上１００ｎｍ以下であり、

上記第二単位層の厚さは、２ｎｍ以上１００ｎｍ以下であり、

上記第一単位層は、$Ti_aAl_bB_cN$で表される化合物からなり、

上記第二単位層は、$Ti_dAl_eB_fN$で表される化合物からなり、

上記$Ti_aAl_bB_cN$におけるチタン元素の原子比ａは、０．２５以上０．４５未満であり、

上記$Ti_aAl_bB_cN$におけるアルミニウム元素の原子比ｂは、０．５５以上０．７５未満であり、

上記$Ti_aAl_bB_cN$におけるホウ素元素の原子比ｃは、０を超えて０．１以下であり、

上記原子比ａ、上記原子比ｂ及び上記原子比ｃの合計は、１であり、

上記$Ti_dAl_eB_fN$におけるチタン元素の原子比ｄは、０．３５以上０．

５５未満であり、

上記$Ti_dAl_eB_fN$におけるアルミニウム元素の原子比ｅは、０．４５以上０．６５未満であり、

上記$Ti_dAl_eB_fN$におけるホウ素元素の原子比ｆは、０を超えて０．１以下であり、

上記原子比ｄ、上記原子比ｅ及び上記原子比ｆの合計は、１であり、

上記原子比ａ及び上記原子比ｄは、０．０５≦ｄ－ａ≦０．２を満たし、

上記原子比ｂ及び上記原子比ｅは、０．０５≦ｂ－ｅ≦０．２を満たす。

[0018] 本実施形態に係る切削工具は、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。

[0019] 図１は、切削工具の一態様を例示する斜視図である。このような形状の切削工具は、例えば、刃先交換型切削チップとして用いられる。上記切削工具１０は、すくい面１と、逃げ面２と、すくい面１と逃げ面２とが交差する刃先稜線部３とを有する。すなわち、すくい面１と逃げ面２とは、刃先稜線部３を挟んで繋がる面である。刃先稜線部３は、切削工具１０の切刃先端部を構成する。このような切削工具１０の形状は、上記切削工具の基材の形状と把握することもできる。すなわち、上記基材は、すくい面と、逃げ面と、すくい面及び逃げ面を繋ぐ刃先稜線部とを有する。

[0020] ＜基材＞

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

ンド焼結体からなる群から選ばれる１種を含むことが好ましい。

[0021] これらの各種基材の中でも、特に超硬合金（特にＷＣ基超硬合金）、サーメット（特にＴｉＣＮ基サーメット）を選択することが好ましい。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。

[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] 上記切削工具が、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、フライス加工用刃先交換型切削チップ等）である場合、基材は、チップブレーカーを有するものも、有さないものも含まれる。刃先の稜線部分の形状は、シャープエッジ（すくい面と逃げ面とが交差する稜）、ホーニング（シャープエッジに対してアールを付与した形状）、ネガランド（面取りをした形状）、ホーニングとネガランドを組み合わせた形状の中で、いずれの形状も含まれる。

[0024] ＜被膜＞

本実施形態に係る被膜は、上記基材上に設けられている。「被膜」は、上記基材の少なくとも一部（例えば、すくい面の一部）を被覆することで、切削工具における耐熱性、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ものである。上記被膜は、上記基材の全面を被覆することが好ましい。しかしながら、上記基材の一部が上記被膜で被覆されていなかったり被膜の構成が部分的に異なっていたりしていたとしても本実施形態の範囲を逸脱するものではない。上記被膜は、第一単位層と第二単位層とを有する硬質層を含む。

[0025] 上記被膜の厚さは、１μｍ以上２０μｍ以下であることが好ましく、１．

５μｍ以上１２μｍ以下であることがより好ましく、２μｍ以上８μｍ以下であることが更に好ましい。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、上記硬質層、後述する下地層、中間層及び表面層等の他の層が挙げられる。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。このときの測定倍率は、例えば１００００倍である。上記断面サンプルとしては、例えば、イオンスライサ装置で上記切削工具の断面を薄片化したサンプルが挙げられる。上記硬質層、上記下地層、上記中間層及び上記表面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。

[0026] （硬質層）

本実施形態に係る硬質層２０は、第一単位層２１と、第二単位層２２とを含む（図２）。上記硬質層２０は、上記第一単位層２１と上記第二単位層２２とが交互にそれぞれ一層以上積層されている（図２、図３、図６）。上記硬質層は、上記第一単位層２１から始まっていてもよいし、上記第二単位層から始まっていてもよい。上記硬質層２０は、本実施形態に係る切削工具が奏する効果を維持する限り、上記基材１１の直上に設けられていてもよいし（図２、図３）、下地層３１等の他の層を介して上記基材１１の上に設けられていてもよい（図６）。上記硬質層２０は、切削工具が奏する効果を維持する限り、その上に表面層３２等の他の層が設けられていてもよい（図６）。また、上記硬質層２０は、上記被膜４０の表面に設けられていてもよい。

[0027] 本実施形態の一側面において、上記切削工具が奏する効果を維持する限り、上記硬質層は複数設けられていてもよい。例えば、上記被膜が第一の硬質層と第二の硬質層とを含む場合、上記被膜は上記第一の硬質層と上記第二の硬質層との間に設けられている中間層を更に備えていてもよい。

[0028] 上記硬質層は、上記基材の逃げ面を被覆することが好ましい。上記硬質層

は、上記基材のすくい面を被覆することが好ましい。上記硬質層は、上記基材の全面を被覆することがより好ましい。しかしながら、上記基材の一部が上記硬質層で被覆されていなかったりしていたとしても本実施形態の範囲を逸脱するものではない。

[0029] 上記硬質層の厚さは、１μｍ以上２０μｍ以下であることが好ましく、１．５μｍ以上１２μｍ以下であることがより好ましく、２μｍ以上８μｍ以下であることが更に好ましい。このようにすることで、上記切削工具は優れた耐摩耗性を有することが可能になる。当該厚さは、例えば、上述したような上記切削工具の断面を透過型電子顕微鏡を用いて倍率１００００倍で観察することで測定可能である。

[0030] （硬質層におけるＸ線回折分析）

上記硬質層における（００２）面のＸ線回折ピークの強度$I_{(002)}$に対する（２００）面のＸ線回折ピークの強度$I_{(200)}$の比$I_{(200)}/I_{(002)}$が、２以上であり、

上記（００２）面のＸ線回折ピークの半価幅が２度以上であることが好ましい。ここで、「（２００）面のＸ線回折ピークの強度$I_{(200)}$」とは、（２００）面に由来するＸ線回折ピークのうち、最も高いピークにおける回折強度（ピークの高さ）を意味する。「（００２）面のＸ線回折ピークの強度$I_{(002)}$」についても同様である。

[0031] 具体的には、後述する実施例に記載の条件で上記硬質層における任意の３点それぞれに対して、θ／２θ法によるＸ線回折測定（ＸＲＤ測定）を行い、所定の結晶面のＸ線回折強度を求め、求められた３点のＸ線回折強度の平均値を当該所定の結晶面のＸ線回折強度とする。このとき、（２００）面のＸ線回折強度は、２θ＝４３～４４°付近におけるＸ線回折強度に対応し、（００２）面のＸ線回折強度は、２θ＝３０～４０°付近におけるＸ線回折強度に対応する（例えば、図５参照）。図５において、縦軸はＸ線の回折強度を示し、横軸は２θの値を示している。上記Ｘ線回折測定に用いる装置としては、たとえば、株式会社リガク製の「ＳｍａｒｔＬａｂ」（商品名）、

パナリティカル製の「Ｘ’ｐｅｒｔ」（商品名）等が挙げられる。

[0032] 上記（２００）面のＸ線回折強度は、硬質層における立方晶の結晶に由来する。（００２）面のＸ線回折ピークの強度$I_{(002)}$は、硬質層における六方晶の結晶に由来する。そのため、これらのピークの有無によって、硬質層における立方晶、六方晶の有無を判別できる。また、比$I_{(200)}/I_{(002)}$が２以上であることは、硬質層において立方晶の柱状晶２３と六方晶の柱状晶２４との混晶が形成されていることを意味している（図４）。上記立方晶の柱状晶２３及び上記六方晶の柱状晶２４は、それぞれの柱状晶において、第一単位層と第二単位層とが交互に積層されているが、図４においては、便宜上その積層された構造を省略している。

[0033] 上述の比$I_{(200)}/I_{(002)}$における上限は、例えば１０以下であってもよいし、１０未満であってもよいし、５以下であってもよい。

[0034] 上記（００２）面のＸ線回折ピークの半価幅は、上限が４度以下であってもよいし、３度以下であってもよい。

[0035] （硬質層における機械的特性）

本実施形態において、室温における上記硬質層の硬度Ｈは、３０ＧＰａ以上であることが好ましく、３０ＧＰａ以上５０ＧＰａ以下であることがより好ましく、３５ＧＰａ以上４５ＧＰａ以下であることが更に好ましい。

[0036] 本実施形態において、室温における上記硬質層のヤング率Ｅは、７００ＧＰａ以下であることが好ましく、４００ＧＰａ以上７００ＧＰａ以下であることがより好ましく、４００ＧＰａ以上５５０ＧＰａ以下であることが更に好ましい。

[0037] また、室温における上記硬質層のヤング率Ｅに対する上記硬質層の硬度Ｈの比Ｈ／Ｅは、０．０７以上であることが好ましく、０．０７以上０．１２以下であることがより好ましく、０．０８以上０．１１以下であることが更に好ましい。

[0038] 上記硬度Ｈ及び上記ヤング率Ｅは、「ＩＳＯ　１４５７７－１：　２０１５　Ｍｅｔａｌｌｉｃ　ｍａｔｅｒｉａｌｓ－Ｉｎｓｔｒｕｍｅｎｔｅｄ

ｉｎｄｅｎｔａｔｉｏｎ ｔｅｓｔ ｆｏｒ ｈａｒｄｎｅｓｓ ａｎｄ ｍａｔｅｒｉａｌｓ ｐａｒａｍｅｔｅｒｓ－」において定められている標準手順によるナノインデンテーション法によって、求めることが可能である。本実施形態において「室温」とは、２５℃を意味する。上記硬度Ｈ及び上記ヤング率Ｅを正確に求める観点から、圧子の押し込み深さは、当該圧子の押し込み方向における上記硬質層の厚さの１／１０を超えないようにする。圧子の押し込み荷重は、１ｇとする。サンプルは、上記硬質層の断面積が上記圧子の面積に対して１０倍の広さを確保できるのであれば、上述の断面サンプルを用いてもよい。また、上記硬質層の断面積が上記圧子に対して十分な広さを確保できるように、基材の表面の法線方向に対して傾斜した断面を有するサンプルを用いてもよい。このような測定を少なくとも１０個の断面サンプルについて行い、それぞれのサンプルで求められた硬度及びヤング率の平均値を、当該硬質層の硬度Ｈ及びヤング率Ｅとする。なお、一見して異常値と思われるデータについては、除外するものとする。上記ナノインデンテーション法を行う装置としては、例えば、エリオニクス社製のＥＮＴ－１１００ａが挙げられる。

[0039] （第一単位層）

上記第一単位層の厚さは、２ｎｍ以上１００ｎｍ以下であり、２ｎｍ以上５０ｎｍ以下であることが好ましく、２ｎｍ以上１０ｎｍ以下であることがより好ましい。上記第一単位層の厚さ及び後述する第二単位層の厚さは、電子エネルギー損失分光法（ＥＥＬＳ）を用いた分析によって求められる。具体的には、まず上述の断面サンプルにおける走査透過電子顕微鏡像（ＳＴＥＭ像）において、上記硬質層の積層方向に平行な方向に沿ってＡｌに対応する強度プロファイルを測定する。このとき、上記強度プロファイルは、Ｘ軸（横軸）を上記硬質層上の測定開始点からの距離とし、Ｙ軸（縦軸）を強度（原子に起因する明るさ）とした折れ線グラフとして表される。次に得られたグラフにおいて、Ａｌに対応する折れ線グラフの極大値を示す点と、次の極大値を示す点との距離を求める。求められた距離は、第一単位層の厚さと

第二単位層の厚さとの合計厚さを意味している。このようにして求められた各合計厚さを少なくとも４カ所算出し、それの平均値を求め、求められた平均値を２で除した値を第一単位層及び第二単位層それぞれの厚さとする。

[0040] 上記第一単位層は、$Ti_aAl_bB_cN$で表される化合物からなる。ここで、「$Ti_aAl_bB_cN$で表される化合物からなる」とは、$Ti_aAl_bB_cN$で表される化合物のみからなる態様と、$Ti_aAl_bB_cN$で表される化合物及び不可避不純物からなる態様を含む概念である。不可避不純物としては、例えば、炭素（Ｃ）、酸素（Ｏ）が挙げられる。上記第一単位層の組成は、上述の断面サンプルをＴＥＭに付帯のエネルギー分散型Ｘ線分光法（ＴＥＭ－ＥＤＸ）で、第一単位層の全体を元素分析することによって求めることが可能である。このときの観察倍率は、例えば、２００００倍である。

[0041] 上記$Ti_aAl_bB_cN$におけるチタン元素の原子比ａは、０．２５以上０．４５未満であり、０．２５以上０．４０以下であることが好ましく、０．２５以上０．３５以下であることがより好ましい。上記原子比ａを上述の範囲とすることで、適度な硬度を有する第一単位層となる。

[0042] 上記$Ti_aAl_bB_cN$におけるアルミニウム元素の原子比ｂは、０．５５以上０．７５未満であり、０．６０以上０．７５未満であることが好ましく、０．６５以上０．７５未満であることがより好ましい。上記原子比ｂを上述の範囲とすることで、優れた耐熱性を有する第一単位層となる。

[0043] 上記$Ti_aAl_bB_cN$におけるホウ素元素の原子比ｃは、０を超えて０．１以下であり、０．０１以上０．０９以下であることが好ましく、０．０２以上０．０８以下であることがより好ましい。上記原子比ｃを上述の範囲とすることで、適度な硬度を有する第一単位層となる。なお、上記原子比ａ、上記原子比ｂ及び上記原子比ｃの合計は、１である。

[0044] （第二単位層）

上記第二単位層の厚さは、２ｎｍ以上１００ｎｍ以下であり、２ｎｍ以上５０ｎｍ以下であることが好ましく、２ｎｍ以上１０ｎｍ以下であることがより好ましい。

[0045] 上記第二単位層は、$Ti_dAl_eB_fN$で表される化合物からなる。ここで、「$Ti_dAl_eB_fN$で表される化合物からなる」とは、$Ti_dAl_eB_fN$で表される化合物のみからなる態様と、$Ti_dAl_eB_fN$で表される化合物及び不可避不純物からなる態様を含む概念である。不可避不純物としては、例えば、炭素（Ｃ）、酸素（Ｏ）が挙げられる。上記第二単位層の組成は、上述の断面サンプルをＴＥＭに付帯のエネルギー分散型Ｘ線分光法（ＴＥＭ－ＥＤＸ）で、第二単位層の全体を元素分析することによって求めることが可能である。このときの観察倍率は、例えば、２００００倍である。

[0046] 上記$Ti_dAl_eB_fN$におけるチタン元素の原子比ｄは、０．３５以上０．５５未満であり、０．３５以上０．５０以下であることが好ましく、０．３５以上０．４５以下であることがより好ましい。上記原子比ｄを上述の範囲とすることで、適度な硬度を有する第一単位層となる。

[0047] 上記$Ti_dAl_eB_fN$におけるアルミニウム元素の原子比ｅは、０．４５以上０．６５未満であり、０．５０以上０．６５未満であることが好ましく、０．５５以上０．６５未満であることがより好ましい。上記原子比ｅを上述の範囲とすることで、適度な硬度を有する第一単位層となる。

[0048] 上記$Ti_dAl_eB_fN$におけるホウ素元素の原子比ｆは、０を超えて０．１以下であり、０．０１以上０．０９以下であることが好ましく、０．０２以上０．０８以下であることがより好ましい。上記原子比ｆを上述の範囲とすることで、適度な硬度を有する第一単位層となる。なお、上記原子比ｄ、上記原子比ｅ及び上記原子比ｆの合計は、１である。

[0049] 本実施形態において、上記原子比ａ及び上記原子比ｄは、$0.05 \leqq d-a \leqq 0.2$を満たし、$0.1 \leqq d-a \leqq 0.2$を満たすことが好ましい。ｄ－ａを上述の範囲とすることで、耐欠損性に優れる切削工具となる。

[0050] 本実施形態において、上記原子比ｂ及び上記原子比ｅは、$0.05 \leqq b-e \leqq 0.2$を満たし、$0.1 \leqq b-e \leqq 0.2$を満たすことが好ましい。ｂ－ｅを上述の範囲とすることで、耐欠損性に優れる切削工具となる。

[0051] （他の層）

本実施形態の効果を損なわない限り、上記被膜は、他の層を更に含んでいてもよい。上記他の層としては、例えば、上記基材と上記硬質層との間に設けられている下地層及び上記硬質層上に設けられている表面層等が挙げられる。また、上記被膜が第一の硬質層と第二の硬質層とを含む場合における上記第一の硬質層と上記第二の硬質層との間に設けられている中間層が挙げられる。

[0052] 上記下地層は、例えば、ＡｌＣｒＮで表される化合物からなる層であってもよい。上記表面層は、例えば、ＴｉＮで表される化合物からなる層であってもよい。上記中間層は、例えば、ＴｉＡｌＮで表される化合物からなる層であってもよい。上記他の層の組成は、上述の断面サンプルをＴＥＭに付帯のエネルギー分散型Ｘ線分光法（ＴＥＭ－ＥＤＸ）で、当該他の層の全体を元素分析することによって求めることが可能である。このときの観察倍率は、例えば、２００００倍である。

[0053] 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、０．１μｍ以上２μｍ以下が挙げられる。当該厚さは、例えば、上述したような上記切削工具の断面を透過型電子顕微鏡を用いて倍率１００００倍で観察することで測定可能である。

[0054] ≪切削工具の製造方法≫

本実施形態に係る切削工具の製造方法は、

上記基材を準備する工程（以下、「第１工程」という場合がある。）と、

物理的蒸着法を用いて、上記基材上に第一単位層と第二単位層とを交互にそれぞれ１層以上積層して、上記硬質層を形成する工程（以下、「第２工程」という場合がある。）と、を含む。

[0055] 物理蒸着法とは、物理的な作用を利用して原料（「蒸発源」、「ターゲット」ともいう。）を気化し、気化した原料を基材等の上に付着させる蒸着方法である。物理的蒸着法としては、例えば、スパッタ法、アークイオンプレーティング法等が挙げられる。特に、本実施形態で用いる物理的蒸着法は、アークイオンプレーティング法を用いることが好ましい。

[0056] アークイオンプレーティング法は、装置内に基材を設置するとともにカソードとしてターゲットを設置した後、このターゲットに高電流を印加してアーク放電を生じさせる。これにより、ターゲットを構成する原子を蒸発させイオン化させて、負のバイアス電圧を印可した基材上に堆積させて被膜を形成する。

[0057] ＜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、又は立方晶窒化ホウ素焼結体が準備される。超硬合金基材及び立方晶窒化ホウ素焼結体は、市販の基材を用いてもよく、一般的な粉末冶金法で製造してもよい。例えば、一般的な粉末冶金法で超硬合金を製造する場合、まず、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。当該混合粉末を乾燥した後、所定の形状に成形して成形体を得る。さらに当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。次いで当該焼結体に対して、ホーニング処理等の所定の刃先加工を施すことにより、ＷＣ－Ｃｏ系超硬合金からなる基材を製造することができる。第１工程では、上記以外の基材であっても、この種の基材として従来公知のものであればいずれも準備可能である。

[0058] ＜第２工程：硬質層を形成する工程＞

第２工程では、物理的蒸着法を用いて、上記基材上に第一単位層と第二単位層とを交互にそれぞれ１層以上積層して、上記硬質層を形成する。その方法としては、形成しようとする硬質層の組成に応じて、各種の方法が用いられる。例えば、チタン（Ｔｉ）、アルミニウム（ＡｌＩ）及びホウ素（Ｂ）等の粒径をそれぞれ変化させた合金製ターゲットを使用する方法、それぞれ組成の異なる複数のターゲットを使用する方法、成膜時に印可するバイアス電圧をパルス電圧とする方法、成膜時にガス流量を変化させる方法、又は、成膜装置において基材を保持する基材ホルダの回転速度を調整する方法等を挙げることができる。

[0059] 例えば、第２工程は、次のようにして行なうことができる。まず、成膜装

置のチャンバ内に、基材として任意の形状のチップを装着する。例えば、基材を、成膜装置のチャンバ内において中央に回転可能に備え付けられた回転テーブル上の基材ホルダの外表面に取り付ける。次に、第一単位層形成用の蒸発源と第二単位層形成用の蒸発源とを、上記基材ホルダを挟むように対向して配置する。基材ホルダには、バイアス電源を取り付ける。第一単位層形成用の蒸発源と第二単位層形成用の蒸発源とには、それぞれアーク電源を取り付ける。上記基材をチャンバ内の中央で回転させた状態で、反応ガスとして窒素ガス等を導入する。さらに、基材を温度４００～８００℃に、反応ガス圧を１～１０Ｐａ（窒素ガスの分圧は５～１０Ｐａ）に維持し、バイアス電源の電圧を３０～２００Ｖ（直流電源）の範囲で徐々に変化させながら、第一単位層形成用の蒸発源及び第二単位層形成用の蒸発源に８０～２００Ａのアーク電流を交互に供給する。これにより、第一単位層形成用の蒸発源及び第二単位層形成用の蒸発源から金属イオンを発生させ、上記基材が第一単位層形成用の蒸発源に対向しているときは第一単位層が形成され、上記基材が第二単位層形成用の蒸発源に対向しているときは第二単位層が形成される。また、バイアス電源の電圧を上述のように変化させながら成膜することによって、硬質層の高い硬度と刃先品位との両立が可能になる。所定の時間が経過したところでアーク電流の供給を止めて、基材の表面上に硬質層（第一単位層及び第二単位層）を形成する。このとき、上記基材の回転速度を調節することにより、第一単位層及び第二単位層それぞれの厚さを調整する。また、成膜時間を調節することにより、硬質層の厚さが所定範囲になるように調整する。上記第２工程は、切削加工に関与する部分（例えば、切れ刃付近のすくい面）に加えて、切削加工に関与する部分以外の上記基材の表面上に硬質層が形成されていてもよい。

[0060] 従来から、ＴｉＡｌＮで示される化合物からなる層（ＴｉＡｌＮ層）は立方晶が支配的であり硬度に優れることが知られていた。一方で、このＴｉＡｌＮ層を形成する際にホウ素を原料として添加すると、六方晶が形成されやすく硬度が低下することが知られていた。そのため、通常ＴｉＡｌＮ層を形

成する際に原料としてチタン、アルミニウムに加えて、ホウ素を用いるという発想がなかった。本発明者らは、このような常識にとらわれることなく、原料としてチタン、アルミニウムに加えて微量のホウ素を加えて、さらに第一単位層と第二単位層との多層構造となるように硬質層を形成してみたところ、予想に反して優れた耐熱性と優れた耐欠損性を有する切削工具が得られることを初めて見出した。

[0061] 本実施形態の一側面において、基材を温度５００～６００℃に、反応ガス圧を５～１０Ｐａ（窒素ガスの分圧は５～８Ｐａ）に維持し、バイアス電源の電圧を３０～２００Ｖ（直流電源）の範囲で徐々に変化させながら、第一単位層形成用の蒸発源及び第二単位層形成用の蒸発源に８０～１２０Ａのアーク電流を交互に供給することが好ましい。このようにすることで、硬質層中に、立方晶と六方晶との混晶組織を形成することが可能になる。このような混晶組織とすることで、立方晶及び六方晶それぞれの柱状晶の粗大化が抑制され、ひいては硬質層における靭性及び耐熱性が向上する。

[0062] （第一単位層の原料）

上記第２工程において、第一単位層の原料は、チタン、アルミニウム、及びホウ素を含み、例えば、ホウ化チタン、金属アルミニウム、ホウ化チタンアルミニウム等が挙げられる。上記第一単位層の原料の配合組成は、目的とする第一単位層の組成に応じて適宜調整が可能である。上記第一単位層の原料は、粉末状であってもよいし、平板状であってもよい。

[0063] （第二単位層の原料）

上記第２工程において、第二単位層の原料は、チタン、アルミニウム、及びホウ素を含例えば、金属チタン、ホウ化アルミニウム、ホウ化チタンアルミニウム等が挙げられる。上記第二単位層の原料の配合組成は、目的とする第二単位層の組成に応じて適宜調整が可能である。上記第二単位層の原料の配合組成は、上記第一単位層の原料の配合組成と異なることが好ましい。上記第二単位層の原料は、粉末状であってもよいし、平板状であってもよい。

[0064] 本実施形態において、上述した反応ガスは、上記硬質層の組成に応じて適

宜設定される。上記反応ガスとしては、例えば、窒素ガスとアルゴンガスとの混合ガス、及び窒素ガス等が挙げられる。

[0065] ＜その他の工程＞

本実施形態に係る製造方法では、上述した工程の他にも、第１工程と第２工程との間に、上記基材の表面をイオンボンバードメント処理する工程、基材と上記硬質層との間に下地層を形成する工程、上記硬質層の上に表面層を形成する工程、第一の硬質層と第二の硬質層との間に中間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。

[0066] 上述の下地層、中間層及び表面層等の他の層を形成する場合、従来の方法によって他の層を形成してもよい。

実施例

[0067] 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。

[0068] ≪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、転削加工用刃先交換型切削チップＰ（ＪＩＳ規格　Ｐ３０相当超硬合金、ＳＥＭＴ１３Ｔ３ＡＧＳＮ）及び転削加工用刃先交換型切削チップＫ（ＪＩＳ規格　Ｋ３０相当超硬合金、ＳＥＭＴ１３Ｔ３ＡＧＳＮ）を準備した（第１工程）。

[0069] ＜イオンボンバードメント処理＞

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

ガス組成　：　Ａｒ（１００％）

ガス圧　：　０．５Ｐａ

バイアス電圧：　６００Ｖ（直流電源）

処理時間　：　６０分

[0070] ＜被膜の作製＞

イオンボンバードメント処理を行った上記基材の表面上に、表２－１～表２－３に示される硬質層（多層構造、又は単層）を形成することによって、被膜を作製した。以下、硬質層の作製方法について説明する。

[0071] （硬質層の作製）

試料１～２２、試料１０２～１０４、及び試料１０６～１０９においては、基材（転削加工用刃先交換型切削チップＰ及び転削加工用刃先交換型切削チップＫ）をチャンバ内の中央で回転させた状態で、反応ガスとして窒素ガスを導入した。さらに、基材を温度５５０℃に、反応ガス圧を８Ｐａ（窒素ガスの分圧：８Ｐａ）に維持し、バイアス電源の電圧を３５～１８０Ｖの範囲で徐々に変化させながら第一単位層形成用の蒸発源及び第二単位層形成用の蒸発源にそれぞれ９０Ａのアーク電流を交互に供給した。これにより、第一単位層形成用の蒸発源及び第二単位層形成用の蒸発源からそれぞれ金属イオンを発生させ、所定の時間が経過したところでアーク電流の供給を止めて、基材の表面上に表２－１～表２－３に示す組成の硬質層を形成した（第２工程）。ここで、第一単位層形成用の蒸発源及び第二単位層形成用の蒸発源は、それぞれ表１－１及び表１－２に示す原料組成のものを用いた。このとき硬質層は、表２－１～表２－３に示す組成を有する第一単位層及び第二単位層を、表２－１～表２－３に示す厚さを有するように基材の回転速度を調整しながら、それぞれ１層ずつ交互に積層することによって作製した。表２－１～表２－３における硬質層の組成は、上述したように断面サンプルをＴＥＭに付帯のエネルギー分散型Ｘ線分光法（ＴＥＭ－ＥＤＸ）で、硬質層の全体を元素分析することによって求めた。このときの観察倍率は、２０００倍であった。

[0072] 試料１０１及び試料１０５については、第一単位層形成用の蒸発源のみを用いて成膜した（表１－２、表２－３）。そのため、試料１０１及び試料１０５における硬質層は、多層構造ではなく単層となっている。

[0073] 以上の工程によって、試料１～２２及び試料１０１～１０９の切削工具を

作製した。

[0074] [表1-1]

試料	第一単位層形成用蒸発源の原料組成			第二単位層形成用蒸発源の原料組成		
	Ti	Al	B	Ti	Al	B
1	0.26	0.67	0.07	0.30	0.60	0.10
2	0.24	0.73	0.03	0.40	0.55	0.05
3	0.40	0.55	0.05	0.50	0.45	0.05
4	0.30	0.60	0.10	0.40	0.50	0.10
5	0.25	0.70	0.05	0.30	0.60	0.10
6	0.26	0.67	0.07	0.50	0.45	0.05
7	0.30	0.60	0.10	0.40	0.50	0.10
8	0.26	0.67	0.07	0.40	0.55	0.05
9	0.30	0.60	0.10	0.40	0.50	0.10
10	0.26	0.67	0.07	0.45	0.50	0.05
11	0.25	0.70	0.05	0.40	0.55	0.05
12	0.40	0.55	0.05	0.45	0.50	0.05
13	0.30	0.60	0.10	0.26	0.67	0.07
14	0.26	0.67	0.07	0.40	0.50	0.10
15	0.25	0.70	0.05	0.40	0.55	0.05
16	0.26	0.67	0.07	0.40	0.55	0.05
17	0.25	0.70	0.05	0.40	0.55	0.05
18	0.30	0.60	0.10	0.40	0.55	0.05
19	0.40	0.55	0.05	0.45	0.50	0.05
20	0.40	0.55	0.05	0.45	0.50	0.05
21	0.30	0.60	0.10	0.40	0.50	0.10
22	0.40	0.55	0.05	0.45	0.50	0.05

[0075]

[表1-2]

試料	第一単位層形成用蒸発源の原料組成			第二単位層形成用蒸発源の原料組成		
	Ti	Al	B	Ti	Al	B
101	0.26	0.67	0.07	-	-	-
102	0.15	0.75	0.10	0.25	0.60	0.15
103	0.40	0.55	0.05	0.30	0.60	0.10
104	0.26	0.67	0.07	0.25	0.65	0.07
105	0.35	0.65	0	-	-	-
106	0.30	0.70	0	0.35	0.65	0
107	0.25	0.60	0.15	0.35	0.50	0.15
108	0.26	0.67	0.07	0.30	0.60	0.10
109	0.26	0.67	0.07	0.30	0.60	0.10

[0076]

[表2-1]

試料	硬質層												
	第一単位層 ($Ti_aAl_bB_cN$)				第二単位層 ($Ti_dAl_eB_fN$)				d-a	b-e	層構造	硬質層の厚さ (μm)
	金属成分の組成			厚さ* (nm)	金属成分の組成			厚さ* (nm)				
	Ti (a)	Al (b)	B (c)		Ti (d)	Al (e)	B (f)					
1	0.30	0.65	0.05	10.0	0.38	0.57	0.05	10.0	0.08	0.08	多層構造	5.0
2	0.25	0.74	0.01	4.0	0.40	0.59	0.01	4.0	0.15	0.15	多層構造	13.0
3	0.43	0.56	0.01	11.0	0.50	0.49	0.01	11.0	0.07	0.07	多層構造	8.0
4	0.35	0.56	0.09	97.0	0.44	0.47	0.09	97.0	0.09	0.09	多層構造	18.0
5	0.28	0.68	0.04	21.0	0.35	0.62	0.03	21.0	0.07	0.06	多層構造	9.0
6	0.34	0.62	0.04	17.0	0.51	0.45	0.04	17.0	0.17	0.17	多層構造	15.0
7	0.32	0.61	0.07	13.0	0.38	0.53	0.09	13.0	0.06	0.08	多層構造	3.0
8	0.31	0.64	0.05	11.0	0.42	0.53	0.05	11.0	0.11	0.11	多層構造	0.8
9	0.27	0.65	0.08	7.0	0.38	0.54	0.08	7.0	0.11	0.11	多層構造	21.0
10	0.33	0.63	0.04	22.0	0.47	0.49	0.04	22.0	0.14	0.14	多層構造	10.0

* 1層当たりの厚さを意味する。

[0077]

[表2-2]

試料	硬質層											
	第一単位層 ($Ti_aAl_bB_cN$)				第二単位層 ($Ti_dAl_eB_fN$)				d-a	b-e	層構造	硬質層の厚さ (μm)
	金属成分の組成			厚さ* (nm)	金属成分の組成			厚さ* (nm)				
	Ti (a)	Al (b)	B (c)		Ti (d)	Al (e)	B (f)					
11	0.31	0.67	0.02	29.0	0.37	0.61	0.02	29.0	0.06	0.06	多層構造	22.0
12	0.38	0.59	0.03	38.0	0.44	0.53	0.03	38.0	0.06	0.06	多層構造	6.0
13	0.34	0.61	0.05	17.0	0.41	0.54	0.05	17.0	0.07	0.07	多層構造	16.0
14	0.27	0.68	0.05	13.0	0.37	0.58	0.05	13.0	0.10	0.10	多層構造	7.0
15	0.28	0.69	0.03	11.0	0.42	0.55	0.03	11.0	0.14	0.14	多層構造	12.0
16	0.33	0.62	0.05	8.0	0.44	0.51	0.05	8.0	0.11	0.11	多層構造	0.9
17	0.35	0.62	0.03	9.0	0.41	0.56	0.03	9.0	0.06	0.06	多層構造	5.0
18	0.36	0.59	0.05	19.0	0.46	0.49	0.05	19.0	0.10	0.10	多層構造	21.0
19	0.38	0.59	0.03	21.0	0.47	0.50	0.03	21.0	0.09	0.09	多層構造	9.0
20	0.39	0.57	0.04	9.0	0.47	0.49	0.04	9.0	0.08	0.08	多層構造	0.8
21	0.33	0.59	0.08	10.0	0.41	0.51	0.08	10.0	0.08	0.08	多層構造	0.8
22	0.38	0.59	0.03	30.0	0.47	0.50	0.03	30.0	0.09	0.09	多層構造	0.8

* 1層当たりの厚さを意味する。

[0078]

[表2-3]

試料	硬質層												
	第一単位層 ($Ti_aAl_bB_cN$)				第二単位層 ($Ti_dAl_eB_fN$)				d-a	b-e	層構造	硬質層の厚さ (μm)
	金属成分の組成			厚さ* (nm)	金属成分の組成			厚さ* (nm)				
	Ti (a)	Al (b)	B (c)		Ti (d)	Al (e)	B (f)					
101	0.30	0.65	0.05	-	-	-	-	-	-	-	単層	6.0
102	0.18	0.76	0.06	15.0	0.37	0.57	0.06	15.0	0.19	0.19	多層構造	9.0
103	0.46	0.51	0.03	16.0	0.36	0.61	0.03	16.0	-0.1	-0.1	多層構造	6.0
104	0.29	0.65	0.06	26.0	0.28	0.66	0.06	26.0	-0.01	-0.01	多層構造	7.0
105	0.38	0.62	-	-	-	-	-	-	-	-	単層	8.0
106	0.35	0.65	-	14.0	0.34	0.66	-	14.0	-0.01	-0.01	多層構造	7.0
107	0.28	0.59	0.13	11.0	0.37	0.50	0.13	11.0	0.09	0.09	多層構造	12.0
108	0.31	0.64	0.05	1.8	0.38	0.57	0.05	1.8	0.07	0.07	多層構造	5.0
109	0.33	0.62	0.05	104.0	0.39	0.56	0.05	104.0	0.06	0.06	多層構造	5.0

* １層当たりの厚さを意味する。

[0079] ≪切削工具の特性評価≫

上述のようにして作製した試料１～２２及び試料１０１～１０９の切削工具を用いて、以下のように、切削工具の各特性を評価した。なお、試料１～２２の切削工具は実施例に対応し、試料１０１～１０９の切削工具は比較例に対応する。

[0080] ＜被膜の厚さ（硬質層の厚さ）の測定＞

被膜の厚さ（すなわち、硬質層の厚さ）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た。結果を表２－１及び表２－２に示す。

[0081] また、試料１～２２、試料１０２～１０４、及び試料１０６～１０９において、被膜をＳＴＥＭで観察したところ、硬質層は、第一単位層及び第二単位層のそれぞれが交互に積層された多層構造を形成していることが分かった。

[0082] ＜第一単位層及び第二単位層の厚さの測定＞

第一単位層及び第二単位層それぞれの厚さは、ＥＥＬＳを用いた分析によって求めた。具体的には、上述の測定によって得られたＳＴＥＭ像において、上記硬質層の積層方向に平行な方向に沿ってＡＩに対応する強度プロファイルを測定した。上記強度プロファイルは、Ｘ軸（横軸）を上記硬質層上の測定開始点からの距離とし、Ｙ軸（縦軸）を強度（原子に起因する明るさ）とした折れ線グラフとして表した。得られたグラフにおいて、ＡＩに対応する折れ線グラフの極大値を示す点と、次の極大値を示す点との距離を求めた。求められた距離は、第一単位層の厚さと第二単位層の厚さとの合計厚さを意味している。このようにして求められた各合計厚さを少なくとも４カ所算出し、それの平均値を求め、求められた平均値を２で除した値を第一単位層及び第二単位層それぞれの厚さとした。結果を表２－１及び表２－２に示す。

[0083] ＜硬質層のＸ線回折分析＞

硬質層についてＸ線回折分析法（ＸＤＲ分析法）による分析を行って、（２００）面及び（００２）面それぞれのＸ線回折強度$I_{(200)}$、及び$I_{(002)}$を求めた。Ｘ線回折分析の条件を以下に示す。求められた$I_{(200)}/I_{(002)}$、及び$I_{(002)}$のピーク半価幅を表３－１及び表３－２に示す。

Ｘ線回折分析の条件

走査軸：$2\theta-\theta$

Ｘ線源：Ｃｕ－Ｋα線（１．５４１８６２Å）

検出器：０次元検出器（シンチレーションカウンタ）

管電圧：４５ｋＶ

管電流：４０ｍＡ

入射光学系：ミラーの利用

受光光学系：アナライザ結晶（ＰＷ３０９８／２７）の利用

ステップ：０．０３°

積算時間：２秒

スキャン範囲（2θ）：２０°～８０°

[0084] また、上述のＸ線回折分析の結果に基づいて、硬質層における立方晶及び六方晶の有無を判断した。結果を表３－１及び表３－２に示す。

[0085] ＜硬質層の機械的特性の分析（硬度及びヤング率の分析）＞

「ＩＳＯ １４５７７－１： ２０１５ Ｍｅｔａｌｌｉｃ ｍａｔｅｒｉａｌｓ－Ｉｎｓｔｒｕｍｅｎｔｅｄ ｉｎｄｅｎｔａｔｉｏｎ ｔｅｓｔ ｆｏｒ ｈａｒｄｎｅｓｓ ａｎｄ ｍａｔｅｒｉａｌｓ ｐａｒａｍｅｔｅｒｓ－」において定められている標準手順によるナノインデンテーション法によって、各切削工具における硬質層の硬度Ｈとヤング率Ｅとを測定した。ここで、圧子の押し込み深さは１００ｎｍに設定した。圧子の押し込み荷重は、１ｇとした。測定温度は、室温（２５℃）とした。また、サンプルは、上記硬質層の断面積が上記圧子の面積に対して１０倍の広さを確保できるように鏡面加工した断面サンプルを用いた。測定装置は、株式会社エリオニクス製のＥＮＴ－１１００ａ（商品名）を用いた。上記測定は、１０個の

断面サンプルについて行い、それぞれのサンプルで求められた硬度及びヤング率の平均値を、当該硬質層の硬度Ｈ及びヤング率Ｅとした。なお、一見して異常値と思われるデータについては、除外した。また、上記ヤング率Ｅに対する上記硬度Ｈの比Ｈ／Ｅも求めた。結果を表３－１及び表３－２に示す。

[0086] [表3-1]

試料	硬質層の結晶構造			硬質層の機械的特性		
	主相	$I_{(200)}/I_{(002)}$	$I_{(002)}$のピーク半価幅	硬度 H (GPa)	ヤング率 E (GPa)	H/E
1	立方晶+六方晶	2.6	2.2	41.4	418.2	0.099
2	立方晶+六方晶	5.5	3.4	34.9	453.2	0.077
3	立方晶+六方晶	5.1	2.6	32.2	423.7	0.076
4	立方晶+六方晶	4.1	2.5	37.2	418.0	0.089
5	立方晶+六方晶	3.8	2.4	41.9	544.2	0.077
6	立方晶+六方晶	4.1	2.5	36.5	429.4	0.085
7	立方晶+六方晶	4.8	3.0	33.3	462.5	0.072
8	立方晶+六方晶	2.8	2.1	35.1	444.3	0.079
9	立方晶+六方晶	5.1	3.5	34.1	437.2	0.078
10	立方晶+六方晶	6.9	4.1	42.2	639.4	0.066
11	立方晶+六方晶	3.1	2.4	37.1	553.7	0.067
12	立方晶+六方晶	5.7	2.7	28.2	454.8	0.062
13	立方晶+六方晶	1.8	2.1	32.2	441.1	0.073
14	立方晶+六方晶	11.1	2.2	31.9	443.1	0.072
15	立方晶+六方晶	4.6	1.8	30.4	410.8	0.074
16	立方晶+六方晶	8.2	1.6	33.6	448.0	0.075
17	立方晶+六方晶	3.5	1.9	32.9	506.2	0.065
18	立方晶+六方晶	6.3	3.0	29.2	442.4	0.066
19	立方晶+六方晶	12.9	1.5	28.2	454.8	0.062
20	立方晶+六方晶	11.8	1.6	28.5	425.4	0.067
21	立方晶	-	-	27.2	469.0	0.058
22	六方晶	-	-	28.9	466.1	0.062

[0087]

[表3-2]

試料	硬質層の結晶構造			硬質層の機械的特性		
	主相	$I_{(200)}/I_{(002)}$	$I_{(002)}$のピーク半価幅	硬度 H (GPa)	ヤング率 E (GPa)	H/E
101	立方晶+六方晶	3.6	2.2	37.1	458.0	0.081
102	六方晶	-	-	24.2	410.2	0.059
103	立方晶	-	-	34.2	502.9	0.068
104	六方晶	-	-	25.1	398.4	0.063
105	立方晶	-	-	30.2	616.3	0.049
106	六方晶	-	-	25.1	398.4	0.063
107	六方晶	-	-	22.2	312.7	0.071
108	立方晶+六方晶	2.9	2.3	37.1	458.0	0.081
109	立方晶+六方晶	4.5	3.0	37.1	458.0	0.081

[0088] ≪切削試験≫

＜切削評価（１）＞

得られた切削工具（転削加工用刃先交換型切削チップＰ）を用いて、以下に示す切削条件にて切削加工（切削距離：９００ｍｍ）を行った。その後、光学顕微鏡を用いて、切削工具の刃先における破損の有無を観察した。同様の切削試験を１０回行い、刃先の破損率（％）を算出した。以下の切削条件による切削加工において、切削工具の刃先には衝撃による負荷が繰り返しかかると考えられる。そのため、上記破損率が低い切削工具は、耐欠損性に優れると評価できる。結果を表４－１及び表４－２に示す。

（切削条件）

被削材：Ｓ５０Ｃ（中心距離１８ｍｍ間隔でΦ８の穴が存在している）

切削速度：１６０ｍ／ｍｉｎ．

送り量：０．６５ｍｍ／ｔ

切込み（軸方向）：２．５ｍｍ

切込み（径方向）：工具径の１００％

乾式

[0089] ≪切削試験≫

＜切削評価（２）＞

得られた切削工具（転削加工用刃先交換型切削チップＫ）を用いて、以下に示す切削条件にて切削加工を行ない、刃先の切り込み境界付近の逃げ面欠損幅が０．５ｍｍになるまでの切削距離を測定した。結果を表４－１及び表４－２に示す。表４－１及び表４－２において、切削距離の長い方がより耐欠損性に優れていることを示している。

（切削条件）

被削材：インコネル７１８（形状：角材）

切削速度：３０ｍ／ｍｉｎ．

送り量：０．３５ｍｍ／ｔ

切込み（軸方向）：２ｍｍ

切込み（径方向）：工具径の７０％

湿式

[0090]

[表4-1]

試料	切削評価（１）	切削評価（２）
	破損率 (%)	切削距離 (mm)
1	0	3100
2	0	2900
3	0	2700
4	0	2900
5	0	3000
6	0	2900
7	0	2700
8	10	2600
9	10	2700
10	20	2600
11	30	2400
12	30	2400
13	20	2200
14	30	2300
15	30	2300
16	50	2000
17	40	2100
18	60	1900
19	60	1900
20	80	1600
21	70	1500
22	80	1500

[0091]

[表4-2]

試料	切削評価（１）	切削評価（２）
	破損率 (%)	切削距離 (mm)
101	100	700
102	100	400
103	100	500
104	100	400
105	100	700
106	100	600
107	100	800
108	90	500
109	90	400

[0092] ＜結果＞

切削評価（１）の結果から、試料１～２２の切削工具は、破損率が８０％以下であり、良好な結果が得られた。一方、試料１０１～１０９の切削工具は、破損率が９０％以上であった。以上の結果から、実施例に係る試料１～２２の切削工具は、耐欠損性に優れることが分かった（表４－１及び表４－２）。

[0093] 切削評価（２）の結果から、試料１～２２の切削工具は、切削距離が１５００ｍｍ以上であり、良好な結果が得られた。一方、試料１０１～１０９の切削工具は、切削距離が８００ｍｍ以下であった。以上の結果から、実施例に係る試料１～２２の切削工具は、耐欠損性に優れることが分かった（表４－１及び表４－２）。。

[0094] 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。

[0095] 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

[0096] １　すくい面、　２　逃げ面、　３　刃先稜線部、　１０　切削工具、１１　基材、　２０　硬質層、　２１　第一単位層、　２２　第二単位層、２３　立方晶の柱状晶、　２４　六方晶の柱状晶、　３１　下地層、　３２　表面層、　４０　被膜

請求の範囲

[請求項1] 基材と、前記基材上に設けられている硬質層と、を備える切削工具であって、

前記硬質層は、第一単位層と第二単位層とを含み、

前記硬質層は、前記第一単位層と前記第二単位層とが交互にそれぞれ一層以上積層されており、

前記第一単位層の厚さは、２ｎｍ以上１００ｎｍ以下であり、

前記第二単位層の厚さは、２ｎｍ以上１００ｎｍ以下であり、

前記第一単位層は、$Ti_aAl_bB_cN$で表される化合物からなり、

前記第二単位層は、$Ti_dAl_eB_fN$で表される化合物からなり、

前記$Ti_aAl_bB_cN$におけるチタン元素の原子比ａは、０．２５以上０．４５未満であり、

前記$Ti_aAl_bB_cN$におけるアルミニウム元素の原子比ｂは、０．５５以上０．７５未満であり、

前記$Ti_aAl_bB_cN$におけるホウ素元素の原子比ｃは、０を超えて０．１以下であり、

前記原子比ａ、前記原子比ｂ及び前記原子比ｃの合計は、１であり、

前記$Ti_dAl_eB_fN$におけるチタン元素の原子比ｄは、０．３５以上０．５５未満であり、

前記$Ti_dAl_eB_fN$におけるアルミニウム元素の原子比ｅは、０．４５以上０．６５未満であり、

前記$Ti_dAl_eB_fN$におけるホウ素元素の原子比ｆは、０を超えて０．１以下であり、

前記原子比ｄ、前記原子比ｅ及び前記原子比ｆの合計は、１であり、

前記原子比ａ及び前記原子比ｄは、$0.05 \leqq d-a \leqq 0.2$を満たし、

前記原子比ｂ及び前記原子比ｅは、０．０５≦ｂ－ｅ≦０．２を満たす、切削工具。

[請求項2] 前記硬質層における（００２）面のＸ線回折ピークの強度$I_{(002)}$に対する（２００）面のＸ線回折ピークの強度$I_{(200)}$の比$I_{(200)}/I_{(002)}$が、２以上であり、

前記（００２）面のＸ線回折ピークの半価幅が２度以上である、請求項１に記載の切削工具。

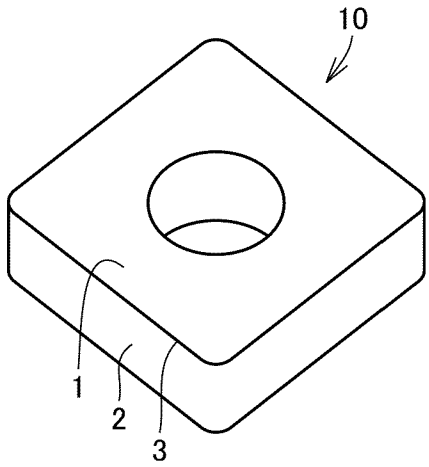
[請求項3] 室温における前記硬質層の硬度Ｈは、３０ＧＰａ以上である、請求項１又は請求項２に記載の切削工具。

[請求項4] 室温における前記硬質層のヤング率Ｅに対する前記硬質層の硬度Ｈの比Ｈ／Ｅは、０．０７以上である、請求項３に記載の切削工具。

[請求項5] 前記硬質層の厚さは、１μｍ以上２０μｍ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。

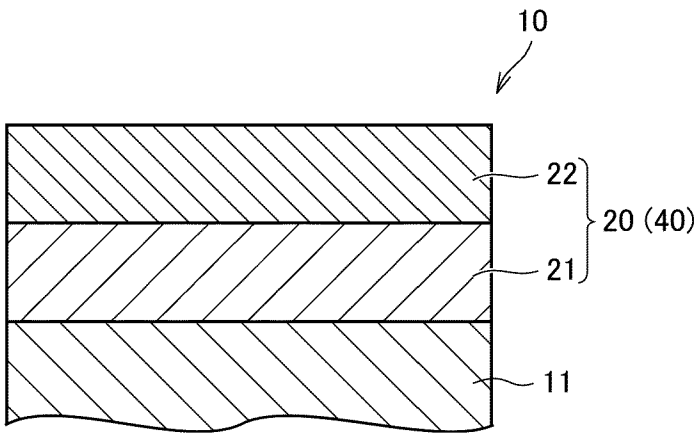
[図1]

FIG.1



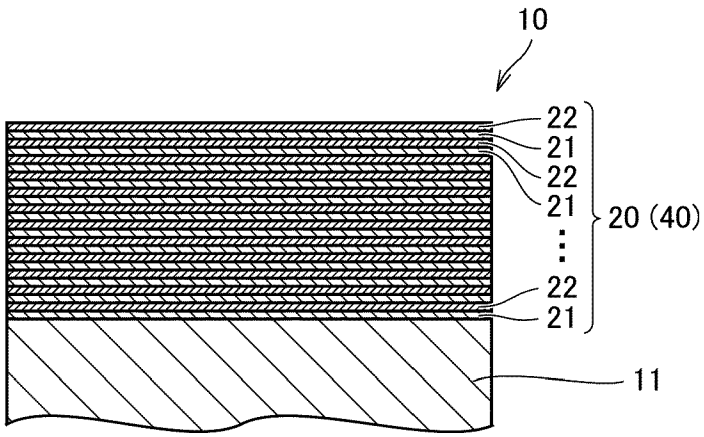
[図2]

FIG.2



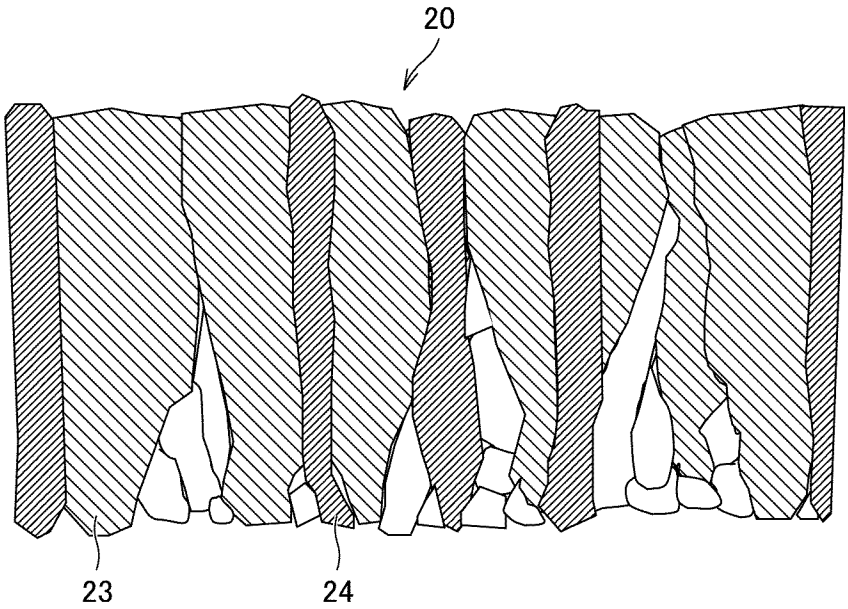
[図3]

FIG.3



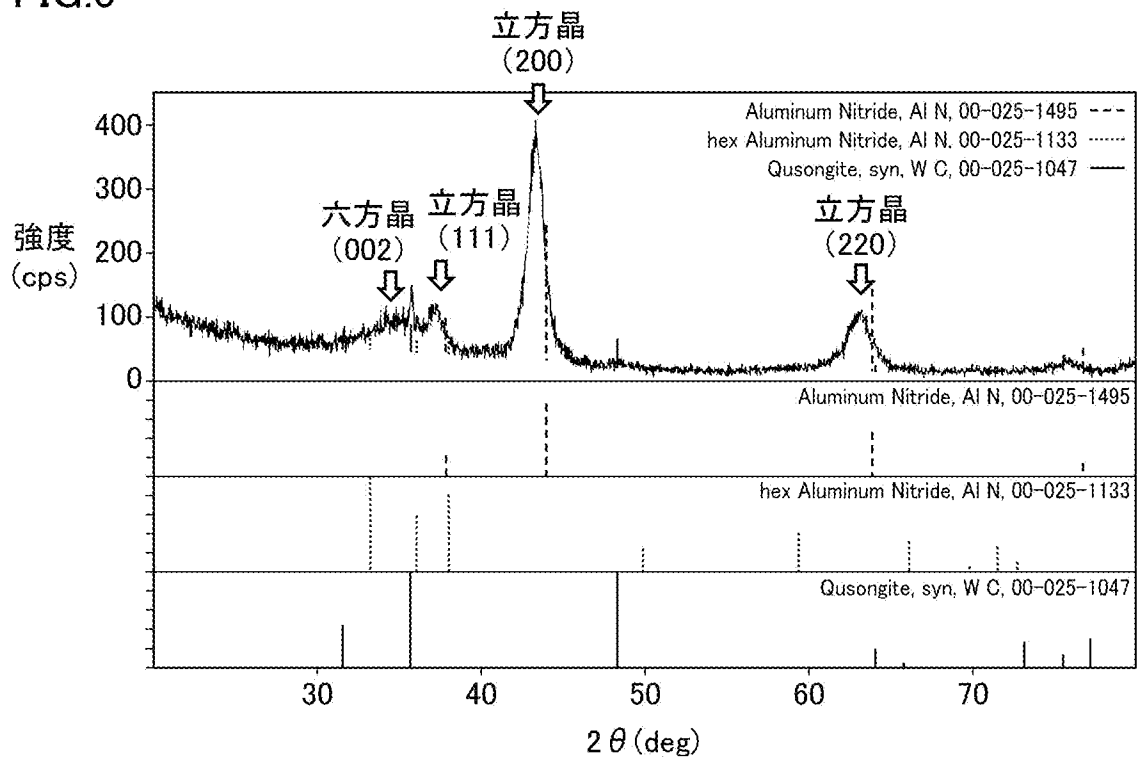
[図4]

FIG.4



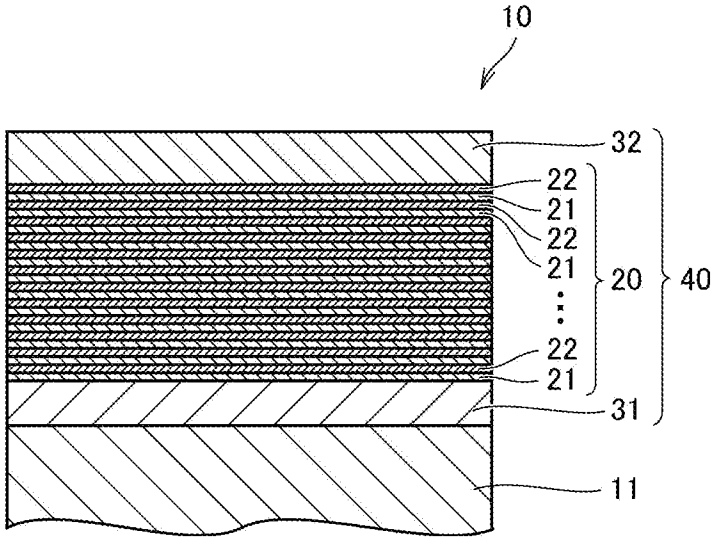
[図5]

FIG.5



[図6]

FIG.6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/005902

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B23B 27/14(2006.01)i; B23C 5/16(2006.01)i; B23B 51/00(2006.01)i
FI: B23B27/14 A; B23B51/00 J; B23C5/16
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; B23C5/16; B23B51/00

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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	JP 2011-224717 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP) 10 November 2011 (2011-11-10) table 4, type 8	1 2-5
Y	WO 2019/035220 A1 (MITSUBISHI HITACHI TOOL ENG LTD) 21 February 2019 (2019-02-21) paragraphs [0017]-[0019]	2-5
Y	JP 2019-5867 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP) 17 January 2019 (2019-01-17) paragraph [0017]	2-5
A	WO 2017/169498 A1 (SUMITOMO ELECTRIC HARDMETAL CORP) 05 October 2017 (2017-10-05) table 2, example 17	1-5
A	JP 2007-30130 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP) 08 February 2007 (2007-02-08) table 2	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	Date of mailing of the international search report
14 April 2021 (14.04.2021)	27 April 2021 (27.04.2021)

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/JP2021/005902

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 2007-38378 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP) 15 February 2007 (2007-02-15) claim 1, table 3, type 3	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/005902

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2011-224717 A	10 Nov. 2011	(Family: none)	
WO 2019/035220 A1	21 Feb. 2019	US 2020/0198017 A1 paragraphs [0032]-[0035] EP 3670042 A1 KR 10-2019-0142359 A CN 110691662 A	
JP 2019-5867 A	17 Jan. 2019	(Family: none)	
WO 2017/169498 A1	05 Oct. 2017	US 2018/0099335 A1 table 2, example 17 EP 3269479 A1 CN 107848040 A KR 10-2018-0127165 A	
JP 2007-30130 A	08 Feb. 2007	(Family: none)	
JP 2007-38378 A	15 Feb. 2007	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/005902

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; B23B 51/00(2006.01)i
FI: B23B27/14 A; B23B51/00 J; B23C5/16

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; B23B51/00

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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 2011-224717 A (三菱マテリアル株式会社) 10.11.2011 (2011-11-10) 表4の種別8	1
Y		2-5
Y	WO 2019/035220 A1 (三菱日立ツール株式会社) 21.02.2019 (2019-02-21) 段落0017-0019	2-5
Y	JP 2019-5867 A (三菱マテリアル株式会社) 17.01.2019 (2019-01-17) 段落0017	2-5
A	WO 2017/169498 A1 (住友電工ハードメタル株式会社) 05.10.2017 (2017-10-05) 表2の実施例17	1-5
A	JP 2007-30130 A (三菱マテリアル株式会社) 08.02.2007 (2007-02-08) 表2	1-5
A	JP 2007-38378 A (三菱マテリアル株式会社) 15.02.2007 (2007-02-15) 請求項1, 表3の種別3	1-5

☐ 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
14.04.2021	27.04.2021

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）
中里　翔平 3C 3832
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/JP2021/005902

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2011-224717 A	10.11.2011	（ファミリーなし）	
WO 2019/035220 A1	21.02.2019	US 2020/0198017 A1 段落0032-0035 EP 3670042 A1 KR 10-2019-0142359 A CN 110691662 A	
JP 2019-5867 A	17.01.2019	（ファミリーなし）	
WO 2017/169498 A1	05.10.2017	US 2018/0099335 A1 TABLE 2のExample 17 EP 3269479 A1 CN 107848040 A KR 10-2018-0127165 A	
JP 2007-30130 A	08.02.2007	（ファミリーなし）	
JP 2007-38378 A	15.02.2007	（ファミリーなし）	