

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007年10月4日 (04.10.2007)

PCT

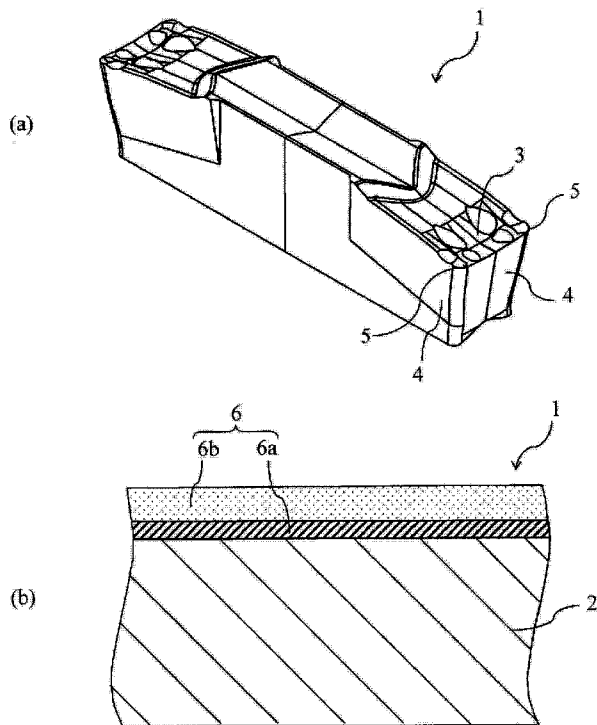
(10) 国際公開番号
WO 2007/111301 A1

- (51) 国際特許分類:
B23B 27/14 (2006.01) C23C 14/06 (2006.01)
C04B 35/583 (2006.01) C23C 14/34 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/056210
- (22) 国際出願日: 2007年3月26日 (26.03.2007)
- (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2006-087809 2006年3月28日 (28.03.2006) JP
特願2006-354420
2006年12月28日 (28.12.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 京セラ株式会社 (KYOCERA CORPORATION) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): シュヨウセン (ZHU, Yaocan) [CN/JP]; 〒8950211 鹿児島県薩摩川内市高城町1810番地 京セラ株式会社鹿児島川内工場内 Kagoshima (JP). 野田謙二 (NODA, Kenji) [JP/JP]; 〒8950211 鹿児島県薩摩川内市高城町1810番地 京セラ株式会社鹿児島川内工場内 Kagoshima (JP). 松澤正人 (MATSUZAWA, Masahito) [JP/JP]; 〒8950211 鹿児島県薩摩川内市高城町1810番地 京セラ株式会社鹿児島川内工場内 Kagoshima (JP).
- (74) 代理人: 深井敏和 (FUKAI, Toshikazu); 〒5406591 大阪府大阪市中央区大手前1丁目7番31号 OMMビル8階 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,

[続葉有]

(54) Title: SURFACE-COATED TOOL

(54) 発明の名称: 表面被覆工具



(57) Abstract: A surface-coated tool which comprises a base and, superposed on the surface thereof, two coating layers represented by the following general formula (1). The first coating layer of those coating layers, which is the layer overlying the base surface, has a layer thickness of 0.1-1 μm and is constituted of granular crystals having an average crystal diameter of 0.01-0.1 μm . The second coating layer of those coating layers, which is the layer overlying the surface of the first coating layer, has a layer thickness of 0.5-5 μm and is constituted of columnar crystals which have grown in the direction perpendicular to the base. The columnar crystals have an average crystal width, as measured in a direction parallel to the base, of 0.05-0.3 μm . The average crystal width of the second coating layer is larger than the average crystal diameter of the first coating layer. $M_{1-a}Al_a(C_bN_{1-b})$ (In the formula (1), M represents at least one metallic element selected among the elements in Groups 4, 5, and 6 of the Periodic Table, silicon, and the rare earth elements; a satisfies the relationship $0.25 \leq a \leq 0.75$; and b satisfies the relationship $0 \leq b \leq 1$.)

[続葉有]

WO 2007/111301 A1



KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

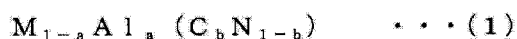
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

基体表面に、下記一般式(1)で表わされる被覆層を2層積層し、前記被覆層のうち、基体表面に被覆された第1被覆層は、層厚が0.1~1 μ mで平均結晶径が0.01~0.1 μ mの粒状結晶にて構成され、前記被覆層のうち、第1被覆層の表面に被覆された第2被覆層は、層厚が0.5~5 μ mで前記基体に対して垂直な方向に成長した柱状結晶からなり、該柱状結晶の前記基体に対して平行な方向の平均結晶幅が0.05~0.3 μ mであり、かつ前記第2被覆層の平均結晶幅が前記第1被覆層の平均結晶径より大きい表面被覆工具である。

【数3】



(式中、Mは、周期律表第4、5、6族元素、Siおよび希土類元素から選ばれる少なくとも1種の金属元素を示す。aは、 $0.25 \leq a \leq 0.75$ の関係式を満たす。bは、 $0 \leq b \leq 1$ の関係式を満たす。)

明 細 書

表面被覆工具

技術分野

[0001] 本発明は、基体の表面に硬質被覆層を成膜してなる表面被覆工具に関する。

背景技術

[0002] 近時、前記のような表面被覆工具は、WC基超硬合金、TiCN基サーメット等の硬質材料の表面に様々な硬質被覆層を成膜して摺動性、耐摩耗性、耐欠損性を向上させる手法が使われており、中でも物理気相合成法にて成膜された硬質被覆層は高硬度で耐摩耗性が高く、種々の用途に広く採用されている。かかる物理気相合成法として、アークイオンプレーティング法やスパッタリング法を用いてTiAlN層を成膜することが好適に行われており、さらに工具寿命を延命させるためのTiAlN層の改良が検討されている。

[0003] 例えば、特許文献1では、低硬度のTiAlN層と高硬度のTiAlN層とを交互に隣接して積層した硬質皮膜とすることによって、硬質皮膜の基材との密着性と耐摩耗性が向上することが開示されている。具体的な硬質皮膜としては、バイアス電圧が-10~-30Vの条件下で形成されてAlを0.1~0.4の割合で含有する低硬度層と、バイアス電圧が-50~-100Vの条件下で形成されてAlを0.4~0.75の割合で含有する高硬度層とを積層した構成が記載されている。

[0004] しかしながら、特許文献1のように、低硬度のTiAlN層と高硬度のTiAlN層とを交互に隣接して積層した硬質被覆層では、基体の密着性と硬質被覆層の耐摩耗性は向上するものの、基体表面の凹凸や成膜初期の核生成具合のばらつきによって硬質被覆層の組織や組成が不均一となる部分があり、硬質被覆層全体としての耐摩耗性や耐欠損性が必ずしも十分とは言えなかった。特に、切刃形状がシャープで、切削した仕上面の平滑性が求められる精密加工等に用いられる切削工具では、切削加工の初期段階で切刃に微小の膜剥離やチッピング等が発生し、加工した仕上面粗度が悪化して、切削工具の寿命が短くなってしまいう問題があった。

[0005] 特許文献2では、イオンプレーティング法により、 $(\text{Ti}_{0.95}\text{Al}_{0.05})$ 、 $(\text{Ti}_{0.85}\text{Al}_{0.15})$ タ

ターゲットを用いてTiの比率が75～98原子%で(111)面に配向する[A]層と、 $(\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5})$ 、 $(\text{Ti}_{0.3}\text{Al}_{0.7})$ ターゲットを用いてTiの比率が20～65原子%で(200)面に配向する[B]層とを順に成膜した多層被覆硬質工具が開示され、[A]層と[B]層との界面でエピタキシャル成長を抑制して多くの格子欠陥を導入し皮膜の残留圧縮応力を緩和することができることから、皮膜の厚膜化が可能となることが開示されている。

[0006] しかしながら、特許文献2のように、Tiの比率が高いターゲットを用いてTiの比率が高い(すなわち、Alの比率が低い)[A]層と、Tiの比率が低いターゲットを用いてTiの比率が低い(すなわち、Alの比率が高い)[B]層とを順に成膜した多層被覆硬質工具では、皮膜の厚膜化は可能であり厚膜におけるチッピングや皮膜の剥離を防止することはできるものの、硬質被覆層の硬度が低下して耐摩耗性が悪化するという問題があった。さらに、この場合でも、格子欠陥を多量に導入するためにTiAlN層の成長は不均質となり、硬質被覆層の均質性が損なわれて仕上面粗度が悪化するおそれがあった。

[0007] 特許文献3では、母材の表面に粒子径が50nm以下のTiAlN被膜を成膜することによって、被膜の耐摩耗性を向上できかつ耐欠損性を兼ね備えた被膜とできることが開示されている。また、特許文献4によれば、TiAlN硬質膜の結晶粒径の縦／横比を1～7の範囲、すなわちTiAlN硬質膜の結晶粒径を縦に長い柱状結晶とすることによって、安定した長寿命の硬質膜被覆工具等が得られることが開示されている。

[0008] しかしながら、特許文献3のように、TiAlN被膜の粒子径を50nm以下とした被膜では、耐摩耗性が向上するものの被膜に過剰の内部応力が蓄積されてしまい、この内部応力を低下させるような応力緩和機構がなくて耐欠損性が低下してしまい、硬質被覆層が剥離したりチッピングが発生するおそれがあった。また、特許文献4のように、TiAlN硬質膜の結晶粒径を縦に長い柱状結晶とする方法でも、基体表面の性状に沿って硬質被覆層の核形成が起こるために結晶粒径の縦／横比の平均値を制御するだけでは柱状結晶の組織を均一に制御することが困難で結晶の大きさにばらつきが出てしまい、特に切刃において、微小の膜剥離やチッピング等が発生し、加工した仕上面粗度が悪化して切削工具の寿命が短くなってしまうという問題があった。

[0009] 一方、立方晶窒化ホウ素(立方晶窒化硼素)[cubic Boron Nitride。以下、cB

Nと略す。]はダイヤモンドに次ぐ硬度を有し、しかもダイヤモンドと異なり鉄系金属との親和性を持たないため、cBNを基体とするcBN基切削工具は、鉄系材料、特に高硬度焼入れ鋼や鋳鉄の高速加工や低速の強断続加工などの厳しい条件の切削加工領域で使用されている。

[0010] また、cBN基切削工具は、近年では非常に平滑な加工面の表面粗さ、および加工精度が要求される被削材がφ(直径)30mm以下の小物の精密加工の分野においても用いられるようになったため、より一層優れた切削性能、すなわち、加工面の平滑性および加工精度、低速加工に耐える強度が要求されるようになっている。

[0011] 最近では、上記の切削加工において十分な切削性能を得るために、上記cBN基切削工具の表面に、物理気相合成法として、アークイオンプレーティング法やスパッタリング法を用い被覆層を成膜することが好適に行われており、さらに工具寿命を延ばすための被覆層の改良が検討されている。

[0012] 例えば、特許文献5では、cBNまたはダイヤからなる基体の表面にTiAlN膜を成膜することによって、耐摩耗性、耐欠損性を向上させることが記載されている。

しかしながら、特許文献5のように、ただ単にTiAlN膜をcBN基切削工具にアークイオンプレーティング法によって成膜するだけでは、工具の表面に異常成長した粒子が存在するために切刃の面粗度が大きくなり、被削材が工具の切刃に溶着しやすくなるため、加工面の面粗度を小さくすることに限界があった。また、低速で行われる小物の精密加工においては、切刃にかかる衝撃によって膜剥離が発生してしまい、そこから異常摩耗や溶着が発生してしまうという問題もあった。

[0013] 特許文献6では、(200)結晶面に最大ピークの第1被覆層と(111)結晶面に最大ピークの第2被覆層からなる多層構成とすることによって、付着力と膜の強度を共に向上させることが記載されている。

[0014] しかしながら、特許文献6のように、第1層を低バイアスにてコーティングを施した場合においては、硬質膜の平均粒径が大きくなるため、基体との接触面積が小さくなる結果、硬質膜の付着力が十分ではなくなるため、膜剥離が早期に発生してしまう。また、第2層を高バイアスで成膜しているため、ドロップレットが多く発生してしまい、工具表面の面粗度が大きくなってしまう。

- [0015] 特許文献1:特開平11-61380号公報
特許文献2:特開平9-323205号公報
特許文献3:特開平6-220608号公報
特許文献4:特開平10-315011号公報
特許文献5:特開平08-119774号公報
特許文献6:特開平10-330914号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0016] 本発明の主たる課題は、基体表面の凹凸等の性状によらず硬質被覆層の組織が微細で均質であり、硬質被覆層の耐摩耗性や耐欠損性が高い表面被覆工具を提供することである。

本発明の他の課題は、切削工具の表面状態を平滑にし、かつ、十分な付着力を有する精密加工において優れた切削性能を発揮する表面被覆工具を提供することである。

課題を解決するための手段

- [0017] 本発明者らは、上記課題を解決すべく鋭意研究を重ねた結果、基体表面に特定の被覆層を2層積層する場合には、基体表面の凹凸等の性状によらず硬質被覆層の組織が微細で均質になり、よって硬質被覆層の耐摩耗性や耐欠損性が高い表面被覆工具になるという新たな事実を見出し、本発明を完成させるに至った。

- [0018] すなわち、本発明の表面被覆工具は、基体の表面に、下記一般式(1)で表わされる被覆層を2層積層した硬質被覆層を具備し、前記被覆層のうち、前記基体の表面に被覆された第1被覆層は、層厚が $0.1 \sim 1 \mu\text{m}$ で平均結晶径が $0.01 \sim 0.1 \mu\text{m}$ の粒状結晶にて構成され、前記被覆層のうち、前記第1被覆層の表面に被覆された第2被覆層は、層厚が $0.5 \sim 10 \mu\text{m}$ で前記基体に対して垂直な方向に成長した柱状結晶からなり、該柱状結晶の前記基体に対して平行な方向の平均結晶幅が $0.05 \sim 0.3 \mu\text{m}$ であり、かつ前記第2被覆層の平均結晶幅が前記第1被覆層の平均結晶径より大きいことを特徴とする。

[数1]

$M_{1-a}Al_a(C_bN_{1-b}) \dots (1)$
 (式中、Mは、周期律表第4、5、6族元素、Siおよび希土類元素から選ばれる少なくとも1種の金属元素を示す。aは、 $0.25 \leq a \leq 0.75$ の関係式を満たす。bは、 $0 \leq b \leq 1$ の関係式を満たす。)

[0019] ここで、上記構成のうち、前記第1被覆層において、前記一般式(1)中のaが、 $0.55 \leq a \leq 0.75$ の関係式を満たすことが、第2被覆層を成膜する際の均質な核生成を助長し、かつ第1被覆層の硬度を高める上で望ましい。

また、上記構成のうち、前記第2被覆層において、前記一般式(1)中のaが、 $0.4 \leq a \leq 0.55$ の関係式を満たすことが、第2被覆層の靱性の高い柱状結晶の生成、および柱状結晶の平均結晶幅の制御が容易となる上で望ましい。

上記構成において、前記第2被覆層の表面に、層厚 $0.05 \sim 1 \mu\text{m}$ のTiN層が存在することが、工具の使用と未使用とを容易に目視確認できる上で望ましい。

前記被覆層がスパッタリング膜であることが、被覆層を均一な組織にできる上で望ましい。より詳細には、粒子の異常成長や、成膜時の付着物等の欠陥が少ない硬質膜の表面の面粗度が非常に滑らかな被覆層を作製することができ、工具寿命を長くすることができる上で望ましい。

[0020] また、上記基体がcBN焼結体からなるcBN基体である場合には、基体表面の硬度が高く、被覆層が成膜しにくいcBN基体においても焼入れ鋼の小物の精密加工において十分な被覆層の付着力を得ることができる。

[0021] ここで、cBN基体は、cBNを主成分とする硬質相を結合相で結合した構成からなるが、前記結合相は、窒化チタンおよび炭化チタンを含むことが、被覆層とcBN基体との付着力が向上するため望ましい。

また、前記被覆層の表面が未研磨面であり、かつ、最大高さRzが $0.05 \sim 0.5 \mu\text{m}$ の範囲内にあることが、基体と被覆層との付着力が向上するとともに、工具の加工精度が向上するため望ましい。

[0022] また、本発明にかかる切削物の製造方法は、すくい面と逃げ面との交差稜部に切刃が形成された前記超硬合金からなる基体を含む表面被覆工具からなる切削工具を準備する工程と、前記切刃を被切削物の表面に接触させる工程と、前記切刃を回転させて被切削物を切削加工する工程と、前記切刃を前記被切削物の表面から離

間させる工程とを含むことが、加工面粗度(仕上面粗度)が向上した切削物を得る上で望ましい。前記基体としての第1の好適例は超硬合金である。また、この切削物の製造方法において好適な被切削物の種類は合金鋼や炭素鋼であり、好適な切削加工の形態は精密溝入旋削加工や転削加工であり、これらの被切削物や切削加工の形態においても加工面粗さを小さくできる仕上加工用として好適である。

[0023] さらに、基体としての第2の好適例はcBN焼結体であるが、この場合には、切削物の製造方法において、特に被切削物が直径30mm以下の焼入れ鋼である場合に、加工面粗度が向上した切削物を得ることができる優れた切削加工が可能となるため望ましい。

発明の効果

[0024] 本発明の表面被覆工具によれば、前記一般式(1)で表わされる被覆層について、基体側の第1被覆層を層厚が $0.1 \sim 1 \mu\text{m}$ で平均結晶径が $0.01 \sim 0.1 \mu\text{m}$ の粒状結晶にて構成し、第1被覆層の表面の第2被覆層を層厚が $0.5 \sim 10 \mu\text{m}$ で前記基体に対して垂直な方向に成長した柱状結晶からなり、該柱状結晶の平均結晶幅が $0.05 \sim 0.3 \mu\text{m}$ で第1被覆層の平均結晶径より大きい構成とすることにより、多数の凹凸や欠陥が存在する基体表面において、第1被覆層が基体表面を均一に均す作用をして、第1被覆層の表面において第2被覆層の微細で均質な核形成が可能となる。その結果、この均一な第1被覆層の表面に成膜される第2被覆層の結晶成長が柱状でかつ微細なものとなって、硬質被覆層の全体として、基体の表面の凹凸によらず硬質被覆層の組織や組成が均一で、硬質被覆層の耐摩耗性や耐欠損性が高い表面被覆工具となる。しかも、各被覆層の層厚が上記範囲に制御されていることによって、硬質被覆層の上記粒状結晶と柱状結晶との結晶形状を実現することができ、耐摩耗性と耐欠損性との両立を図ることができる。

[0025] また、前記第1被覆層において、 $0.55 \leq a \leq 0.75$ であることによって、第1被覆層中の平均結晶径を $0.01 \sim 0.1 \mu\text{m}$ に制御することができ第2被覆層を成膜する際の均質な核生成を助長することができるとともに、第1被覆層の硬度を高めることができるため望ましい。

前記第2被覆層において、 $0.4 \leq a \leq 0.55$ であることによって、第2被覆層の靱性

の高い柱状結晶の生成、および柱状結晶の平均結晶幅の容易な制御が可能であるため望ましい。

前記第2被覆層の表面に、層厚0.05～1 μmのTiN層を存在させると、表面被覆工具の表面が金色を呈して、この表面被覆工具を使用するとTiN層が消滅して金色ではなくなるので、工具の使用と未使用とを容易に目視確認することができる。

前記被覆層はスパッタリング法より被覆されたものであることが、アークイオンプレーティング法で成膜した際に生成するドロップレット等のような異常部が発生することなく均一な組織とできる点で望ましい。

[0026] 前記基体が、cBNを主成分とする硬質相を結合相で結合したcBN焼結体からなるcBN基体である場合には、基体表面の硬度が高く、被覆層が成膜しにくいcBN基体においても焼入れ鋼の小物の精密加工において十分な被覆層の付着力を得ることができると共に、高硬度な被削材の小物精密加工においても溶着が少なく、高い加工精度が得られ、長寿命な工具となるという効果を有する。また、第1被覆層が微細な粒子で構成されるため、被覆層の硬度がcBNの硬質相と近くなり、成膜時に発生する応力が最適化される結果、他の材質と親和しにくいcBN焼結体を基体としても、焼入れ鋼の小物の精密加工において十分な密着力を得ることができる。

[0027] よって、上記の被覆層を超高圧焼結体からなるcBN基体の表面に成膜することにより、切刃の表面が非常に滑らかになるため、被削材の溶着による構成刃先の発生や高い切削抵抗によるビビリ等によって、被削材の加工面の面粗度が悪化することを防ぐことができ、かつ、前記被覆層の付着力を向上させることによって、被覆層の膜剥離を防ぎ、長時間の切削後も優れた加工面粗度を得ることができる。

本発明の切削物の製造方法によれば、加工面粗度が向上した切削物を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1](a)は、本発明にかかる表面被覆工具の好適な実施態様例である表面被覆切削工具の一例を示す概略斜視図であり、(b)は、(a)に示す表面被覆切削工具の表面付近を示す部分拡大断面図である。

[図2]本発明にかかる表面被覆工具の好適な実施態様例である表面被覆切削工具

の表面付近の断面を示す顕微鏡による拡大画像である。

[図3] (a) は、本発明にかかる表面被覆工具の好適な実施態様例である表面被覆切削工具の他の例を示す概略斜視図であり、(b) は、(a) に示す表面被覆切削工具の表面付近を示す部分拡大略断面図である。

発明を実施するための最良の形態

[0029] <表面被覆(切削)工具>

以下、本発明にかかる表面被覆工具の好適な実施態様例である表面被覆切削工具について、図面を参照して詳細に説明する。図1 (a) は、該表面被覆切削工具の一例を示す概略斜視図であり、図1 (b) は、図1 (a) に示す表面被覆切削工具の表面付近を示す部分拡大略断面図である。図2は、該表面被覆切削工具の表面付近の断面を示す顕微鏡による拡大画像である。

[0030] 図1 (a) に示すように、この表面被覆切削工具(以下、単に工具と略す。)1は、主面にすくい面3を、側面に逃げ面4を、すくい面3と逃げ面4との交差稜部に切刃5を有し、基体2の表面に硬質被覆層(以下、単に被覆層とも言う。)6を成膜した構成となっている。

[0031] 硬質被覆層6は、図1 (b) , 図2に示すように、基体2の表面に、前記一般式(1)で表わされる被覆層を少なくとも2層を積層した構成からなり、被覆層のうちの基体2側の第1被覆層6aは層厚0.1~1 μ mで平均結晶径が0.01~0.1 μ mの粒状結晶にて構成され、被覆層のうちの第1被覆層6aの表面に被覆された第2被覆層6bは層厚0.5~10 μ mで基体2に対して垂直な方向に成長した柱状結晶からなるとともに該柱状結晶の平均結晶幅が0.05~0.3 μ mで第1被覆層6aの平均結晶径より大きい構成からなる。これにより、多数の凹凸や欠陥が存在する基体2の表面においても、第1被覆層6aを構成する粒状結晶が基体2の表面を均一に均す作用をすることから、第1被覆層6aの表面において第2被覆層6bの均質な核形成が可能となる。その結果、この均一な第1被覆層6aの表面に成膜される第2被覆層6bの結晶成長が微細なものとなって、硬質被覆層6の全体として、基体2の表面の凹凸によらず硬質被覆層6の耐欠損性が均一となり、硬質被覆層6の耐摩耗性や耐欠損性が高い工具1となる。特に、各被覆層6a、6bの層厚が上記範囲に制御されていることによって、

各被覆層6a、6bを上記結晶粒径に制御することが可能となり、耐摩耗性と耐欠損性との両立を図ることができる。

[0032] 第1被覆層6a、第2被覆層6bが、それぞれ前記した特定の構成からなるか否かは、例えば以下のようにして求めることができる。すなわち、例えば硬質被覆層6の表面を走査型電子顕微鏡(SEM)または透過型電子顕微鏡(TEM)にて観察し、第1被覆層6aおよび第2被覆層6bの有無、それらの層厚、粒状結晶の結晶粒径および柱状結晶の平均結晶幅を求めることができる。また、走査型電子顕微鏡(SEM)または透過型電子顕微鏡(TEM)にて観察する際に、各被覆層の任意3箇所における組成をエネルギー分散分光分析(EDS)によって測定し、これらの平均値を各被覆層の組成として算出してもよい。

[0033] より具体的には、第1被覆層6aの粒状結晶(粒状粒子)の平均結晶径(平均粒子径)とは、第1被覆層6aの任意の表面または断面について走査型電子顕微鏡または透過型電子顕微鏡を用いた組織観察を行い100nm×100nm以上の視野領域にて観察される、第1被覆層6aを構成している粒子のそれぞれの面積を画像解析法にて算出して、それらの平均面積を見積もった後、この平均面積を有する円に換算した際に得られる円の直径を意味する。

[0034] また、第2被覆層6bの柱状結晶(柱状粒子)の基体2の表面に対して平行な方向の平均結晶幅(平均粒子幅)とは、第2被覆層6bの任意の断面について走査型電子顕微鏡または透過型電子顕微鏡を用いた組織観察を行い100nm×100nm以上の視野領域にて観察される、第2被覆層6bを構成している粒子について、任意の層厚み方向における基体の表面に対して平行な方向の結晶幅を測定した際の、それらの平均値を意味する。

[0035] ここで、前記一般式(1)中、金属元素Mは、周期律表第4、5、6族元素、Siおよび希土類元素から選ばれる少なくとも1種の金属元素を示す。前記周期律表第4、5、6族金属としては、例えばTi、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W等が挙げられ、前記希土類元素としては、例えばY、Yb、Er、Ce等が挙げられ、前記金属元素Mとしては、特に硬度の高いTiを含むことが望ましい。また、aは、 $0.25 \leq a \leq 0.75$ の関係式を満たす。bは、 $0 \leq b \leq 1$ の関係式を満たす。

- [0036] 一方、前記一般式(1)で表わされる被覆層の組成において、 a が0.25より小さいと耐摩耗性が低下してしまい、 a が0.75より大きいと耐欠損性が低下する。
- [0037] また、第1被覆層6aの層厚が $0.1\ \mu\text{m}$ より薄いと、基体2の表面を均す効果が不十分であり、第2被覆層6bが部分的に平均結晶幅の大きいものとなって均質性が損なわれてしまい耐摩耗性が低下する。第1被覆層6aの層厚が $1\ \mu\text{m}$ より厚いと、第2被覆層6bのように耐欠損性の高い被覆層によって応力緩和する効果がなく、硬質被覆層6全体の耐欠損性が低下するおそれがある。さらに、第1被覆層6aの平均結晶径が $0.01\ \mu\text{m}$ より小さいと、第1被覆層6aと基体2および第2被覆層6bとの結晶粒間の整合性のミスマッチが大きくなって層間密着性が低下するおそれがあり、第1被覆層6aの平均結晶径が $0.1\ \mu\text{m}$ より大きいと第2被覆層6bの微細で均一な結晶成長が得られにくくなる。
- [0038] また、第2被覆層6bの層厚が $0.5\ \mu\text{m}$ 以上とすることで、第2被覆層6bを柱状結晶とすることができ、靱性の高い被覆層とすることができる。逆に、第2被覆層6bの層厚を $10\ \mu\text{m}$ 以内とすることで、内部応力が適正化されて剥離しにくい硬質膜とすることができる。なお、第2被覆層6bの層厚の好適な範囲は使用用途に応じて異なり、例えば精密内径切削加工用として用いる場合には $0.5\sim 5\ \mu\text{m}$ 、転削切削加工用として用いる場合には $1\sim 8\ \mu\text{m}$ である。さらに、第2被覆層6bを構成する結晶が基体2に対して垂直な方向に成長した柱状結晶とすることで、高い靱性を有するため、高い耐欠損性を有する硬質膜とすることができる。
- [0039] さらに、柱状結晶の平均結晶幅が $0.05\ \mu\text{m}$ 以上とすることで第2被覆層6bの靱性を向上させることができ、また、以下とすることで、第2被覆層6bの表面を平滑にすることができる、切削面の仕上げ面粗度を平滑にできる。第2被覆層6bを構成する柱状結晶の平均結晶幅が第1被覆層6aを構成する結晶の平均結晶径と同じか、または小さい場合には、硬質被覆層6の内部応力が増大し第2被覆層6bの靱性が低下して耐欠損性が低下する。
- [0040] ここで、第1被覆層6a中のAlの含有比率(a)が、 $0.55\leq a\leq 0.75$ であること、すなわち第1被覆層6a中の全金属元素(周期律表第4、5、6族元素、Siおよび希土類元素から選ばれる少なくとも1種の金属元素Mとアルミニウム(Al))の含有量に対して5

5～75原子%であることが好ましい。これにより、第1被覆層6aの平均結晶径を0.01～0.1 μm に制御することができ、基体2の表面における均質な核生成を助長することができるとともに、第1被覆層6aの硬度を高めることができる。

[0041] 第2被覆層6bに含まれるAl原子の量とTi原子の量の合計を1としたとき、Al原子の含有量が0.50を超え、0.75以下であることが望ましい。Al原子とTi原子の合計量に対するAl原子の含有量が0.50を超えることによって、第2被覆層6b表面の酸化を抑制して第2被覆層6b表面が酸化によって蝕まれて面粗度が低下することを抑制できる。そのため、切削によって切刃が高温になっても被削材との反応性を低減して被削材の溶着を抑えることができる。その結果、溶着物が切刃表面と反応して切刃表面が硬化する構成刃先の発生によって加工面粗度が悪化するのを防ぐことができる。また、Al原子とTi原子の合計量に対するAl原子の含有量を0.75以下にすると、第2被覆層6bの結晶構造を硬度の高い立方晶にすることができ、第2被覆層6bの耐摩耗性が悪化するのを防ぐことができる。

[0042] 第2被覆層6b中のAlの含有比率(a)が、 $0.4 \leq a \leq 0.55$ であることが好ましい。これにより、第2被覆層6bの柱状結晶の生成、および柱状結晶の平均結晶幅を所定の範囲内に制御できる。

[0043] 第2被覆層6bの表面に、層厚0.05～1 μm のTiN層を存在させるのが好ましい。これにより、工具1の表面が金色を呈して、この工具1を使用するとTiN層が消滅して金色ではなくなるので、工具1の使用と未使用とを容易に目視確認することができる。

[0044] 第1被覆層6aと第2被覆層6bとの間に中間層として異なる材質の硬質膜を形成してもよいが、膜剥離やチッピングを防ぐ点で第1被覆層と第2被覆層とが連続して成膜されていることが望ましい。さらに、基体2と第1被覆層6aとの間に膜厚0.2 μm 以下の他の被覆層を成膜してもよい。

[0045] 被覆層6a、6bはスパッタリング膜であることが好ましい。これにより、アークイオンプレーティング法で成膜した際に生成するドロップレット等の異常粒子が発生することなく均一な組織とできて、被削材の加工面粗度を高めることができる。

[0046] ここで、硬質被覆層6の表面における算術平均粗さ(Ra)は、0.12 μm 以下であることが工具1の耐摩耗性が高く、かつ切削加工時の切削抵抗を低減できるために望

ましい。または、被覆層6の表面における最大高さ(Rz)が、0.05~0.5 μ m以下であることが工具1の耐摩耗性が高く、かつ切削加工時の切削抵抗を低減できるために望ましい。さらに、基体2と被覆層6との界面における最大高さ(Rz)は0.02~0.1 μ mであるのが、被覆層6の密着性がよく、かつ核生成を均一にすることができる点で望ましい。なお、被覆層6a、6bがスパッタリング膜である場合には均一な組織で表面が平滑であるので、機械加工を施す必要がない。すなわち、被覆層6の表面は未研磨状態であるのが好ましい。

[0047] なお、硬質被覆層6の表面における算術平均粗さRaと最大高さRzは、JIS B0601'01に従って触針式表面粗さ測定器を用いて、カットオフ値:0.25mm、基準長さ:0.8mm、走査速度:0.1mm/秒にて測定することができる。さらに、基体2と硬質被覆層6との界面における算術平均粗さRaと最大高さRzは0.05~0.3 μ mであるのが、硬質被覆層6の密着性がよく、かつ核生成を均一にすることができる点で望ましい。なお、基体2と硬質被覆層6との界面における算術平均粗さは、基体2と硬質被覆層6との界面を含む工具1の断面写真から、基体2と硬質被覆層6との界面をトレースして凹凸線を描き、この凹凸線から上記JISB0601'01に準拠して求められる算術平均粗さに相当する値にて測定することができる。

[0048] 基体2としては、例えば炭化タングステン、炭窒化チタン等を主成分とする硬質相と、例えばコバルト、ニッケル等の鉄族金属を主成分とする結合相とからなる超硬合金、サーメット、窒化ケイ素や酸化アルミニウムを主成分とするセラミックス、多結晶ダイヤモンドやcBNからなる硬質相とセラミックスや鉄族金属等の結合相とを超高圧下で焼成する超高圧焼結体等の硬質材料が好適に使用される。

[0049] 特に、工具1を後述する切削物の製造方法に適用する場合には、優れた切削性能を発揮させる上で、基体2は、第1の好適例である超硬合金からなるのが好ましい。

一方、例えば直径30mm以下の焼入れ鋼からなる被切削物を切削加工する場合の工具としては、下記で説明する工具を用いるのが好ましく、かかる場合の基体2としては、第2の好適例であるcBN焼結体からなるのが好ましい。以下、この工具について説明する。

[0050] 図3(a)は、工具の他の例を示す概略斜視図であり、図3(b)は、図3(a)に示す工

具の表面付近を示す部分拡大略断面図である。なお、図3においては、前述した図1、図2と同一の構成部分には同一の符号を付して説明は省略する。

- [0051] 図3に示すように、表面被覆cBN基切削工具である工具21は、基体2(cBN焼結体)を、ワイヤ加工等によって所定の形状に切り出し、裏打ち超合金28と接合した後、超合金基台29の切刃先端部に形成した切り込み段部30にろう付けしたものを母材22とする。母材22の形状は、主面にすくい面23を、側面に逃げ面24を、すくい面23と逃げ面24との交差稜部に切刃25を有し、その母材22の表面に被覆層6を成膜した構成となっている。
- [0052] ここで、本実施形態にかかる工具21は、基体2がcBNを主成分とする硬質相を結合相で結合したcBN焼結体からなる。具体的には、例えば硬質相質量全体の20質量%~95質量%のcBNからなる硬質相と、結合相とからなるcBN基焼結体を用いることができる。
- [0053] 前記結合相としては、例えばコバルト、ニッケル、アルミニウム等の金属、または窒化チタン(TiN)や炭化チタン(TiC)等のセラミックを主成分とするもの等が挙げられ、特に、前記結合相が窒化チタン(TiN)および炭化チタン(TiC)を含むことが、被覆層6との密着力が高まり、膜剥離や刃先のチッピングを抑えることができるため望ましい。より具体的には、TiNとTiCが混在していると、基体2の強度がより高まるとともに、TiおよびAlを含む被覆層6の硬度により近くなり、耐欠損性と付着力がさらに向上するため望ましい。
- [0054] また、基体2を構成するcBN粒子の粒径は、耐摩耗性、強度の点から0.2~5.0 μm 、望ましくは0.5~3.0 μm の範囲にあるのがよい。cBN粒子の粒径の測定は、走査型電子顕微鏡(SEM)等によって1000~5000倍の倍率で撮影した画像をルーゼックス等の一般的な画像解析装置を用いて測定する方法によって可能である。
- [0055] さらに、前記cBN粒子の外周部に、周期率表第4、5および6族金属元素、鉄族金属およびAlからなる群れより選ばれる少なくとも1種の元素の炭化物、窒化物、炭窒化物、硼化物、硼炭化物、硼窒化物および酸化物のうち、前記結合相成分以外の化合物を含む中間相が存在することが、cBN粒子をさらに強固に保持することができる点で望ましい。かかる構成にすることによって、第1被覆層6aとcBNを主成分とする

硬質相を含んでなる基体2との硬度が近くなり、成膜時に発生する応力が最適化されて、被覆層6の付着力を十分に確保することができ、膜剥離を防ぐことができる。その他の構成は、前記した工具1と同様であるので、説明を省略する。

[0056] 次に、前記した工具1の製造方法について説明する。まず、工具形状の基体2を従来公知の方法を用いて作製する。次に、この基体2の表面に、上述した構成の硬質被覆層6を成膜する。具体的な成膜方法としては、イオンプレーティング法やスパッタリング法等の物理気相合成(PVD)法を用いる。成膜方法の詳細についてその一例を説明すると、チタン(Ti)とアルミニウム(Al)とを含む硬質被覆層をスパッタリング法で作製する場合には、金属チタン(Ti)および金属アルミニウム(Al)の2種類以上の金属ターゲットを独立として用いるか、またはこれらの合金をターゲットに用い、アーク放電やグロー放電などにより金属源を蒸発させイオン化すると同時に、窒素源の窒素(N_2)ガスや炭素源のメタン(CH_4)／アセチレン(C_2H_2)ガスと反応させて成膜する。

[0057] このとき、第2被覆層の成膜に用いるターゲットとして、第1被覆層6aの成膜に用いるターゲットに加えて、Alを含まないか、またはAlの含有比率の低い金属ターゲット、例えばチタン(Ti)金属ターゲットを別途追加して成膜し、かつ第1被覆層6aを成膜する時に第2被覆層6bを成膜する時よりも成膜時の高いバイアス電圧で成膜することにより、硬質被覆層6を形成することができる。なお、この方法によって成膜された硬質被覆層6においては、第1被覆層6aのAlの含有量が第2被覆層6bのAlの含有比率よりも多くなる。

[0058] 次に、前記した工具21の製造方法について説明する。まず、原料粉末として0.2～3 μ mの範囲内の所定の平均粒径を有するcBN原料粉末、平均粒径0.2～3 μ m、好ましくは0.5～3 μ m、より好ましくは1～3 μ mの周期律表第4、5および6族金属元素から選ばれる少なくとも1種の元素の炭化物、窒化物および炭窒化物の少なくともいずれか一種からなる粉末、および必要により平均粒径0.5～5 μ mのAlあるいは鉄族金属の内の少なくとも一種の原料粉末を特定の組成に秤量し16～72時間ボールミルにて粉碎混合する。

[0059] その後、必要に応じて所定形状に成形する。成形には、プレス成形、射出成形、鋳

込成形、押出成形等の周知の成形手段を用いることができる。

[0060] ついで、これを別途用意した超合金製裏打ち支持体と共に超高压焼結装置に装入し、1200～1400℃の範囲内の所定の温度、5GPaの圧力下で10～30分保持することによって、cBN質焼結体からなる基体2を得ることができる。この際、4、5、6族金属の炭化物と4、5、6族金属の窒化物が個々に存在した構造とするには、昇温速度および降温速度を毎分30～50℃とし、加熱保持時間(焼成時間)を10～15分とするのが好ましい。このような構成とすることによって、焼結による不良を低減することができる。

[0061] 続いて、作製した基体2(cBN焼結体)を、超合金基台29の切込み段部30にろう付けして、母材22を作製する。該母材22の表面に、前記した工具1と同様にして被覆層6を成膜することで、表面被覆cBN基切削工具である工具21を得ることができる。

[0062] このとき、第1被覆層6aを成膜する時に第2被覆層6bを成膜する時よりも成膜時の高いバイアス電圧、特に、100V以上、好ましくは120V以上で成膜することにより、第2被覆層6bよりも微細な粒子で構成される硬質被覆層を成膜することができる。また、第2被覆層6bを成膜するときのバイアス電圧を100V未満、特に80V未満とすることで、表面に異常粒子が発生しにくく、平滑な表面の硬質被覆層が成膜できる。なお、この方法によって成膜された被覆層6においては、第1被覆層6aのAlの含有量が第2被覆層6bのAlの含有比率よりも多くなる。その他の構成は、前記した工具1と同様であるので、説明を省略する。

[0063] <切削物の製造方法>

次に、本発明の切削物の製造方法にかかる一実施形態について説明する。本実施形態にかかる切削物の製造方法は、前記した工具1、工具21をそれぞれ用いて切削物を得る方法である。

[0064] (工具1を用いる切削物の製造方法)

工具1を用いる場合には、優れた切削性能を発揮させる上で、基体2は、第1の好適例である超合金からなるのが好ましい。また、加工方法としては、例えば被切削物(切削加工される金属ワーク等の被削材)が回転する旋削加工、工具1が回転する

転削加工等が挙げられ、特に旋削加工、転削加工のいずれにおいても仕上加工に用いられることが好ましい。

[0065] 具体的には、工具1を用いる切削物の製造方法は、すくい面3と逃げ面4との交差稜部に切刃5が形成された工具1を準備する工程と、切刃5を被切削物の表面に接触させる工程と、切刃5を回転させて被切削物を切削加工する工程と、切刃5を前記被切削物の表面から離間させる工程とを含むようにして行う。これにより、加工面粗度が向上した切削物を得ることができる。すなわち、前記した通り、工具1にかかる硬質被覆層6の均質性が高いことから、工具1の切刃5における硬質被覆層6の均質性が高く、さらに硬質被覆層6の表面の平滑性も高いことから、切削加工したときの被切削物の仕上面粗度も高いものになる。

[0066] (工具21を用いる切削物の製造方法)

工具21を用いる場合には、基体2が第2の好適例であるcBN焼結体からなり、直径30mm以下の焼入れ鋼からなる被切削物を切削加工するのに好適である。また、加工方法としては、前記した旋削加工および転削加工のうち、いずれにも適用可能であるが、被削材が溶着しやすい旋削加工においても工具寿命を延ばすことができる。

[0067] 具体的には、工具21を用いる切削物の製造方法は、すくい面23と逃げ面24との交差稜部に切刃25が形成された工具21を準備する工程と、切刃25を直径30mm以下の焼入れ鋼からなる被切削物の表面に接触させる工程と、切刃25または前記被切削物の一方を回転させて被切削物を切削加工する工程と、切刃25を前記被切削物の表面から離間させる工程とを含むようにして行うのがよい。これにより、加工面粗度が向上した切削物を得ることができる。すなわち、前記した通り、工具21にかかる被覆層6の均質性が高いことから、工具21の切刃25における被覆層6の均質性が高く、さらに被覆層6の表面の平滑性も高いことから、切削加工したときの被削材の仕上げ面粗度も高いものになる。

[0068] 以下、実施例を挙げて本発明についてさらに詳細に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

[0069] [実施例I]

<切削工具の作製>

平均粒径 $0.8\ \mu\text{m}$ の炭化タングステン(WC)粉末を主成分として、平均粒径 $1.2\ \mu\text{m}$ の金属コバルト(Co)粉末を10質量%、平均粒径 $1.0\ \mu\text{m}$ の炭化バナジウム(V₂C)粉末を0.2質量%、平均粒径 $1.0\ \mu\text{m}$ の炭化クロム(Cr₃C₂)粉末を0.6質量%の割合で添加し混合して、プレス成形により三角形状をなす溝入切削工具形状(京セラ製溝入れチップGBA43R300MY)に成形した後、脱バインダ処理を施し、 $0.01\ \text{Pa}$ の真空中、 1450°C で1時間焼成して超硬合金を作製した。また、各試料のすくい面表面をブラスト加工、ブラシ加工等によって研磨加工した。さらに、作製した超硬合金にブラシ加工にて刃先処理(ホーニング)を施して基体を作製した。

[0070] このようにして作製した基体に対してスパッタリング法により表1に示す種々の組成にて硬質被覆層を成膜した。なお、試料No. I-7については表1に示す第1被覆層と第2被覆層の表面にTiN層を $0.2\ \mu\text{m}$ の層厚で成膜した。

[0071] 得られた試料に対して、硬質被覆層の表面を走査型電子顕微鏡(SEM)または透過型電子顕微鏡(TEM)にて観察し、第1被覆層と第2被覆層の有無、それらの層厚、粒状結晶の結晶粒径および柱状結晶の平均結晶幅を求めた。また、走査型電子顕微鏡(SEM)または透過型電子顕微鏡(TEM)にて観察する際に、各被覆層の任意3箇所における組成をエネルギー分散分光分析(EDS)によって測定し、これらの平均値を各被覆層の組成として算出した。

[0072] さらに、硬質被覆層の表面(第2被覆層の表面)における算術平均粗さRaを接触式の表面粗さ計で任意の3箇所について測定し、その平均値を求めた。具体的な測定方法は、JIS B0601'01に基づき触針式表面粗さ測定器を用いて、カットオフ値: $0.25\ \text{mm}$ 、基準長さ: $0.8\ \text{mm}$ 、走査速度: $0.1\ \text{mm}/\text{秒}$ にて測定した。また、上記顕微鏡観察写真から、基体と第1被覆層との間の界面をトレースし、この形状からJIS B0601'01に準拠して界面における算術平均粗さ(Ra)を求めた。

[0073] <切削試験>

次に、得られた溝入切削工具形状のスローアウェイチップ(切削工具)を用いて以下の切削条件にて切削試験を行った。結果は表2に示した。

切削方法:連続旋削加工

被削材 :SCM435

切削速度:250m/min

送り :0.08mm/rev

切り込み:肩切り込み2mm、深さ切り込み4mm

切削状態:湿式

評価方法:10分間切削した時点で加工された被削材の仕上面粗度(加工面粗度Ra)を

測定した。また、20分切削後のフランク摩耗と先端摩耗、
チッピングの有無を顕微鏡にて測定した。

[0074] [表1]

試料 No. 1)	バイアス電圧 (V)		硬質被覆層構成										全体 膜厚 (μ m)
	第1 被覆層	第2 被覆層	第1被覆層					第2被覆層					
			結晶形態	平均結晶径 (μ m)	組成	膜厚 (μ m)	結晶形態	平均結晶径 (μ m)	組成	膜厚 (μ m)			
I-1	120	100	粒状	0.06	(Ti _{0.4} Al _{0.6})N	0.5	柱状	0.18	(Ti _{0.5} Al _{0.5})N	2	2.5		
I-2	120	100	粒状	0.07	(Ti _{0.4} Al _{0.58} Y _{0.02})N	0.2	柱状	0.15	(Ti _{0.5} Al _{0.5})N	2.3	2.5		
I-3	150	120	粒状	0.06	(Ti _{0.35} Al _{0.63} Cr _{0.02} (C _{0.5} N _{0.5}))	0.5	柱状	0.15	(Ti _{0.55} Al _{0.45} (C _{0.5} N _{0.5}))	2.5	3		
I-4	120	90	粒状	0.05	(Ti _{0.1} Al _{0.7} Cr _{0.2} (C _{0.5} N _{0.5}))	0.3	柱状	0.2	(Ti _{0.4} Al _{0.50} Cr _{0.2} (C _{0.5} N _{0.5}))	2.2	2.5		
I-5	150	130	粒状	0.04	(Ti _{0.15} Al _{0.6} Cr _{0.2} Si _{0.05})N	1.0	柱状	0.25	(Ti _{0.5} Al _{0.5})N	2	3		
I-6	150	100	粒状	0.06	(Ti _{0.25} Al _{0.6} Nb _{0.1} Si _{0.05})N	0.8	柱状	0.23	(Ti _{0.5} Al _{0.5})N	2.2	3		
I-7	150	80	粒状	0.07	(Ti _{0.4} Al _{0.6} (C _{0.5} N _{0.5}))	0.3	柱状	0.26	(Ti _{0.5} Al _{0.5} (C _{0.5} N _{0.5}))	2.5	3(2.8)		
I-8	200	80	粒状	0.08	(Ti _{0.35} Al _{0.65} (C _{0.5} N _{0.5}))	0.2	柱状	0.15	(Ti _{0.55} Al _{0.45})N _{1.0}	3	3.2		
I-9	250	150	粒状	0.05	(Ti _{0.35} Al _{0.55} Si _{0.1})N	0.5	柱状	0.12	(Ti _{0.5} Al _{0.5})N	2.5	3		
I-10	150	80	粒状	0.05	(Ti _{0.1} Al _{0.56} Cr _{0.2} Si _{0.04})N	0.5	柱状	0.16	(Ti _{0.5} Al _{0.5})N	2.5	3		
* I-11	80	—	粒状	0.2	(Ti _{0.5} Al _{0.5})N	3	—	—	—	—	3		
* I-12	50	300	柱状	0.12	(Ti _{0.48} Al _{0.52} (C _{0.5} N _{0.5}))	0.5	粒状	0.08	(Ti _{0.45} Al _{0.55} (C _{0.5} N _{0.5}))	2	2.5		
* I-13	100	100	粒状	0.2	(Ti _{0.4} Al _{0.5} Cr _{0.1} (C _{0.5} N _{0.5}))	0.5	柱状	0.4	(Ti _{0.65} Al _{0.45})N	2.5	3		
* I-14	300	100	粒状	0.2	(Ti _{0.5} Al _{0.5} (C _{0.5} N _{0.5}))	0.5	粒状	0.2	(Ti _{0.5} Al _{0.5} (C _{0.5} N _{0.5}))	2.5	3		
* I-15	200	100	粒状	0.05	(Ti _{0.35} Al _{0.65})N	2	柱状	0.2	(Ti _{0.5} Al _{0.5})N	2	4		

1) *印は本発明の範囲外の試料であることを示す。

[0075] [表2]

試料 No. ¹⁾	基体の 表面粗さ Ra(μm)	硬質被覆層の 表面粗さ Ra(μm)	切削特性			
			チップングの 有無	フランク摩耗 (mm)	先端摩耗 (mm)	加工面粗度 Ra(μm)
I-1	0.06	0.06	なし	0.19	0.18	0.10
I-2	0.06	0.07	なし	0.18	0.15	0.11
I-3	0.10	0.11	なし	0.2	0.16	0.13
I-4	0.10	0.12	なし	0.20	0.19	0.13
I-5	0.06	0.09	なし	0.13	0.14	0.12
I-6	0.06	0.08	なし	0.13	0.12	0.12
I-7	0.06	0.07	なし	0.18	0.16	0.10
I-8	0.10	0.11	なし	0.16	0.15	0.12
I-9	0.10	0.12	なし	0.20	0.19	0.14
I-10	0.10	0.11	なし	0.12	0.14	0.12
* I-11	0.06	0.09	あり	0.35	0.31	0.21
* I-12	0.06	0.10	あり	0.32	0.35	0.25
* I-13	0.10	0.12	早期欠損	—	—	—
* I-14	0.10	0.11	あり	0.40	0.45	0.32
* I-15	0.06	0.10	あり	0.38	0.35	0.28

1)*印は本発明の範囲外の試料であることを示す。

[0076] 表1、表2に示す結果より、粒状結晶からなる第1被覆層のみを成膜した試料No. I-11は、早期にチップングが発生して工具寿命が短いものであった。また、第1被覆層の平均結晶径が0.1 μmより大きい試料No. I-12でも、早期にチップングが発生して工具寿命が短いものであった。さらに、第2被覆層の平均結晶幅が0.3 μmを超える試料No. I-13では、第2被覆層の硬度と耐摩耗性が低下した。さらに、第1被覆層の平均結晶径が0.1 μmより大きく、かつ第1被覆層の平均結晶径が第2被

覆層の平均結晶幅と同じ試料No. I-14では、硬質被覆層の内部応力が増大し第2被覆層の靱性が低下して耐欠損性が低下した。また、第1被覆層6aの層厚が1 μ mを超える試料No. I-15では、第2被覆層のように耐欠損性の高い被覆層によって応力緩和する効果がなくて硬質被覆層全体の耐欠損性が低下した。

[0077] これに対して、本発明の範囲内である試料No. I-1~10では、いずれも硬質被覆層が均質で、表面粗さが小さく、かつ耐欠損性にも優れて仕上面粗度が良好な切削性能を発揮した。

[0078] [実施例II]

<切削工具の作製>

平均粒径0.8 μ mの炭化タングステン(WC)粉末を主成分として、平均粒径1.2 μ mの金属コバルト(Co)粉末を10質量%、平均粒径1.0 μ mの炭化バナジウム(V₂C)粉末を0.2質量%、平均粒径1.0 μ mの炭化クロム(Cr₃C₂)粉末を0.6質量%の割合で添加し混合して、プレス成形により刃先交換式リング用切削工具形状(BDMT11T308ER-JT)に成形した後、脱バインダ処理を施し、0.01Paの真空中、1450°Cで1時間焼成して超硬合金を作製した。また、各試料のすくい面表面をブラスト加工、ブラシ加工等によって研磨加工した。さらに、作製した超硬合金にブラシ加工にて刃先処理(ホーニング)を施して基体を作製した。

[0079] このようにして作製した基体に対してスパッタリング法により表3に示す種々の組成にて硬質被覆層を成膜した。なお、試料No. II-7については表3に示す第1被覆層と第2被覆層の表面にTiN層を0.2 μ mの層厚で成膜した。

[0080] 得られた試料に対して、硬質被覆層の表面を走査型電子顕微鏡(SEM)または透過型電子顕微鏡(TEM)にて観察し、第1被覆層と第2被覆層の有無、それらの層厚、粒状結晶の結晶粒径および柱状結晶の平均結晶幅を求めた。また、走査型電子顕微鏡(SEM)または透過型電子顕微鏡(TEM)にて観察する際に、各被覆層の任意3箇所における組成をエネルギー分散分光分析(EDS)によって測定し、これらの平均値を各被覆層の組成として算出した。

[0081] <切削試験>

次に、得られた刃先交換式リング用切削工具形状のスローアウェイチップ(切削工

具)を用いて以下の切削条件にて切削試験を行った。結果は表4に示した。

切削方法:肩削り(ミリング加工)

被削材 :SKD11

切削速度:150m/min

送り :0.12mm/tooth

切り込み:横切り込み10mm、深さ切り込み3mm

切削状態:乾式

評価方法:10分間切削した時点で、チップングの有無を顕微鏡にて測定し、加工され

た被削材において発生したバリの高さを測定するとともに、切削表面の外観(すなわち加工面外観の光沢)を定性的にチェックした。なお、バリの高さは、5箇所測定して得た値の平均値を平均バリ高さとして表4に示した。

[0082] [表3]

試料 No. ¹⁾	バイアス電圧 (V)		硬質被覆層構成										全体 膜厚 (μ m)
	第1 被覆層	第2 被覆層	第1被覆層					第2被覆層					
			結晶形態	平均結晶径 (μ m)	組成	膜厚 (μ m)	結晶形態	平均結晶径 (μ m)	組成	膜厚 (μ m)			
II-1	120	100	粒状	0.06	(Ti _{0.4} Al _{0.6})N	0.5	柱状	0.18	(Ti _{0.5} Al _{0.5})N	2	2.5		
II-2	120	100	粒状	0.07	(Ti _{0.4} Al _{0.58} Y _{0.02})N	0.2	柱状	0.15	(Ti _{0.5} Al _{0.5})N	2.3	2.5		
II-3	150	120	粒状	0.06	(Ti _{0.35} Al _{0.63} Cr _{0.02} (C _{0.5} N _{0.5}))	0.5	柱状	0.15	(Ti _{0.55} Al _{0.45} (C _{0.5} N _{0.5}))	5.5	6		
II-4	120	90	粒状	0.05	(Ti _{0.1} Al _{0.7} Cr _{0.2} (C _{0.5} N _{0.5}))	0.3	柱状	0.2	(Ti _{0.4} Al _{0.56} Cr _{0.2} (C _{0.5} N _{0.5}))	4.2	4.5		
II-5	150	130	粒状	0.04	(Ti _{0.15} Al _{0.6} Cr _{0.2} Si _{0.05})N	1.0	柱状	0.25	(Ti _{0.5} Al _{0.5})N	2	3		
II-6	150	100	粒状	0.06	(Ti _{0.25} Al _{0.6} Nb _{0.1} Si _{0.05})N	0.8	柱状	0.23	(Ti _{0.5} Al _{0.5})N	2.2	3		
II-7	150	80	粒状	0.07	(Ti _{0.4} Al _{0.6} (C _{0.5} N _{0.5}))	0.3	柱状	0.26	(Ti _{0.5} Al _{0.5} (C _{0.5} N _{0.5}))	2.5	3(2.8)		
II-8	200	80	粒状	0.08	(Ti _{0.35} Al _{0.65} (C _{0.5} N _{0.5}))	0.2	柱状	0.15	(Ti _{0.55} Al _{0.45})N _{1.0}	7	7.2		
II-9	250	150	粒状	0.05	(Ti _{0.35} Al _{0.55} Si _{0.1})N	0.5	柱状	0.12	(Ti _{0.5} Al _{0.5})N	2.5	3		
II-10	150	80	粒状	0.05	(Ti _{0.1} Al _{0.56} Cr _{0.2} Si _{0.04})N	0.5	柱状	0.16	(Ti _{0.5} Al _{0.5})N	4.5	5		
* II-11	80	-	粒状	0.2	(Ti _{0.5} Al _{0.5})N	3	-	-	-	-	3		
* II-12	50	300	柱状	0.12	(Ti _{0.48} Al _{0.52} (C _{0.5} N _{0.5}))	0.5	粒状	0.08	(Ti _{0.45} Al _{0.55} (C _{0.5} N _{0.5}))	2	2.5		
* II-13	100	100	粒状	0.2	(Ti _{0.4} Al _{0.5} Cr _{0.1} (C _{0.5} N _{0.5}))	0.5	柱状	0.4	(Ti _{0.65} Al _{0.45})N	2.5	3		
* II-14	300	100	粒状	0.2	(Ti _{0.5} Al _{0.5} (C _{0.5} N _{0.5}))	0.5	粒状	0.2	(Ti _{0.5} Al _{0.5} (C _{0.5} N _{0.5}))	2.5	3		
* II-15	200	100	粒状	0.05	(Ti _{0.35} Al _{0.65})N	2	柱状	0.2	(Ti _{0.5} Al _{0.5})N	2	4		

1)*印は本発明の範囲外の試料であることを示す。

[0083] [表4]

試料 No. 1)	加工面品質		
	チップの 有無	平均バリ高さ (mm)	加工面外観 光沢
II-1	なし	0.12	○
II-2	なし	0.42	○
II-3	なし	0.33	○
II-4	なし	0.43	○
II-5	なし	0.14	◎
II-6	なし	0.14	◎
II-7	なし	0.31	○
II-8	なし	0.22	◎
II-9	なし	0.30	○
II-10	なし	0.23	◎
* II-11	あり	1.12	×
* II-12	あり	1.20	×
* II-13	早期欠損	2.32	—
* II-14	あり	1.50	×
* II-15	あり	1.35	×

1)*印は本発明の範囲外の試料であることを示す。

[0084] 表3、表4に示す結果より、粒状結晶からなる第1被覆層のみを成膜した試料No. II-11で加工された仕上げ面には光沢がなく、バリも非常に高くなっていた。早期に被膜剥離が生じこのような結果になったものと推測される。また、第1被覆層の平均結晶径が $0.1\mu\text{m}$ より大きい試料No. II-12でも、同様の理由により仕上げ面の品質は悪いものであった。さらに、第2被覆層の平均結晶幅が $0.3\mu\text{m}$ を超える試料No. II-13では、第2被覆層の硬度と耐摩耗性が低下したため、早期に摩滅損傷し欠損に至ったものと考えられる。さらに、第1被覆層の平均結晶径が $0.1\mu\text{m}$ より大きく、かつ第1被覆層の平均結晶径が第2被覆層の平均結晶幅と同じ試料No. II-14では、硬質被覆層の内部応力が増大し第2被覆層の靱性が低下して耐欠損性が低下した。また、第1被覆層の層厚が $1\mu\text{m}$ を超える試料No. II-15では、第2被覆層のように耐欠損性の高い被覆層によって応力緩和する効果がなく硬質被覆層全体の耐欠損性が低下した。

[0085] これに対して、本発明の範囲内である試料No. II-1~10では、いずれも硬質被覆層が均質で、耐欠損性に優れており仕上面品質が良好な切削性能を発揮した。

[0086] [実施例III]

<切削工具の作製>

平均粒径 $2.5\mu\text{m}$ のcBN原料粉末、平均粒径 $1.5\mu\text{m}$ のTiC原料粉末、平均粒径 $1.2\mu\text{m}$ のTiN原料粉末、平均粒径 $1\mu\text{m}$ のTiCN原料粉末、平均粒径 $1\mu\text{m}$ のNbC原料粉末、平均粒径 $1.1\mu\text{m}$ のTaC原料粉末、平均粒径 $0.9\mu\text{m}$ のNi原料粉末、平均粒径 $1.2\mu\text{m}$ の金属Al原料粉末、平均粒径 $0.8\mu\text{m}$ の金属Co原料粉末を用いて、表5に示す組成となるように調合し、この粉体を、アルミナ製ボールを用いたボールミルで16時間混合した。次に混合した粉体を圧力98MPaで加圧成形した。得られた成形体を、超高圧、高温装置を用いて、表5に示す速度で昇温し、圧力5.0GPaで、表5に示す温度、時間で焼成した後、表5に示す降温速度で降温することにより焼成してcBN質焼結体を得た。

[0087] また、作製したcBN質焼結体を別途準備した超合金基台にろう付けして、京セラ製溝入れチップGBA43R300形状の母材を作製した。該母材に、ダイヤモンドホイールを用いて刃先処理(チャンファホーニング)を施した。

[0088] このようにして作製した母材に対してスパッタリング法により表6に示す種々の組成にて被覆層を成膜した。

得られた試料に対して、被覆層の表面を走査型電子顕微鏡(SEM)または透過型電子顕微鏡(TEM)にて観察し、第1被覆層と第2被覆層の有無、それらの層厚、粒状粒子の結晶粒径および柱状粒子の平均粒子幅を求めた。また、走査型電子顕微鏡(SEM)または透過型電子顕微鏡(TEM)にて観察する際に、各被覆層の任意3箇所における組成をエネルギー分散分光分析(EDS)によって測定し、これらの平均値を各被覆層の組成として算出した。

[0089] さらに、被覆層の表面(第2被覆層の表面)における最大高さRzを接触式の表面粗さ計で任意の3箇所について測定し、その平均値を求めた。また、上記顕微鏡観察写真から、基体と第1被覆層との間の界面をトレースし、この形状から界面における最大高さRzを求めた。

[0090] <切削試験>

次に、得られた溝入切削工具形状のスローアウェイチップ(切削工具)を用いて以下の切削条件にて切削試験を行った。結果は表7に示した。

切削方法:連続旋削端面加工

被削材 :SCM435 HRC58~60 ϕ (直径) 30mm

切削速度:150m/min (Max5000rpm)

送り :0.05mm/rev

切り込み:肩切り込み0.1mm、深さ切り込み0.2mm

切削状態:湿式

評価方法:10分間切削した時点で加工された被削材の仕上面粗度(加工面粗度Ra)を

測定した。また、20分切削後のフランク摩耗と先端摩耗、チッピングの有無を顕微鏡にて測定した。

[0091] [表5]

試料 No. ¹⁾	調合組成 (体積%)				焼成条件			
	cBN	結合相成分			昇温速度 (°C/分)	焼成温度 (°C)	焼成時間 (分)	降温速度 (°C/分)
III-1	残	TiC:25	TiN:25	Al:12	50	1400	15	50
III-2	残	TiC:12	TiN:15	Al:6	30	1300	30	45
III-3	残	NbC:15	NbN:20	Al:10	40	1400	20	30
III-4	残	TaC:10	TiN:12	Al:15	50	1250	25	50
III-5	残	TiN:20	Al:10	Co:5	50	1400	15	50
III-6	残	TiN:15	Al:5	Co:5	30	1300	30	45
III-7	残	TiC:20	Co:10	-	40	1400	20	30
III-8	残	TiCN:25	Al:10	-	50	1250	25	50
III-9	残	TiCN:15	TiN:10	TiC:10	30	1350	30	40
III-10	残	TiC:36	Al:13	-	50	1400	10	100
* III-11	残	TiN:39	Al:9	-	50	1400	10	100
* III-12	残	Al:6	TiCN:27	-	50	1400	10	100
* III-13	残	TiC:15	TiN:15	Al:10	50	1500	15	50
* III-14	残	TiC:20	TiN:10	Al:15	50	1400	30	20
* III-15	残	TiC:10	TiN:20	Al:8	100	1600	10	100

1)*印は本発明の範囲外の試料であることを示す。

試料 No. ¹⁾	バイアス電圧 (V)		被覆層構成						全体 層厚 (μ m)		
	第1 被覆層	第2 被覆層	第1被覆層			第2被覆層					
			粒子形態	平均粒子径 (μ m)	組成	層厚 (μ m)	粒子形態	平均粒子幅 (μ m)		組成	層厚 (μ m)
III-1	120	100	粒状	0.09	(Ti _{0.5} Al _{0.5})N	0.5	柱状	0.18	(Ti _{0.4} Al _{0.6})N	1.5	2
III-2	150	120	粒状	0.08	(Ti _{0.6} Al _{0.4})N	0.2	柱状	0.15	(Ti _{0.45} Al _{0.55})N	1.5	1.7
III-3	200	90	粒状	0.04	(Ti _{0.5} Al _{0.5})N	0.5	柱状	0.25	(Ti _{0.5} Al _{0.5})N	2	2.5
III-4	125	80	粒状	0.07	(Ti _{0.4} Al _{0.50} Cr _{0.1})(C _{0.5} N _{0.5})	0.3	柱状	0.27	(Ti _{0.1} Al _{0.75} Cr _{0.15})(C _{0.5} N _{0.5})	1.7	2
III-5	145	100	粒状	0.06	(Ti _{0.5} Al _{0.5})N	1.0	柱状	0.17	(Ti _{0.15} Al _{0.7} Cr _{0.1} Si _{0.05})N	2.8	3.8
III-6	150	125	粒状	0.06	(Ti _{0.5} Al _{0.5})N	0.8	柱状	0.14	(Ti _{0.25} Al _{0.6} Nb _{0.1} Si _{0.05})N	2.5	3.3
III-7	140	80	粒状	0.07	(Ti _{0.5} Al _{0.5})(C _{0.5} N _{0.5})	0.3	柱状	0.26	(Ti _{0.4} Al _{0.6})(C _{0.5} N _{0.5})	2	2.3
III-8	210	90	粒状	0.04	(Ti _{0.55} Al _{0.45})N _{1.0}	0.2	柱状	0.25	(Ti _{0.35} Al _{0.65})(C _{0.5} N _{0.5})	3	3.2
III-9	250	150	粒状	0.03	(Ti _{0.5} Al _{0.5})N	0.5	柱状	0.12	(Ti _{0.35} Al _{0.55} Si _{0.1})N	2.5	3
III-10	170	100	粒状	0.05	(Ti _{0.52} Al _{0.43} W _{0.02} Nb _{0.02} Si _{0.01})N	0.5	柱状	0.16	(Ti _{0.46} Al _{0.49} W _{0.02} Nb _{0.02} Si _{0.01})N	2.5	3
*III-11	80	—	粒状	0.2	(Ti _{0.5} Al _{0.5})N	3	—	—	—	—	3
*III-12	50	300	柱状	0.12	(Ti _{0.48} Al _{0.52})(C _{0.5} N _{0.5})	0.5	粒状	0.08	(Ti _{0.45} Al _{0.55})(C _{0.5} N _{0.5})	2	2.5
*III-13	100	100	粒状	0.2	(Ti _{0.4} Al _{0.5} Cr _{0.1})(C _{0.5} N _{0.5})	0.5	柱状	0.4	(Ti _{0.65} Al _{0.45})N	2.5	3
*III-14	300	100	粒状	0.2	(Ti _{0.5} Al _{0.5})(C _{0.5} N _{0.5})	0.5	粒状	0.2	(Ti _{0.5} Al _{0.5})(C _{0.5} N _{0.5})	2.5	3
*III-15	200	100	粒状	0.01	(Ti _{0.35} Al _{0.65})N	2	柱状	0.6	(Ti _{0.5} Al _{0.5})N	2	4

1)*印は本発明の範囲外の試料であることを示す。

[0093] [表7]

試料 No. ¹⁾	面粗度Rz(μm)		チップングの 有無	フランク摩耗 (mm)	先端摩耗 (mm)	加工面粗度 Ra(μm)	刃先状態
	界面	被覆層表面					
	切削特性						
III-1	0.17	0.26	なし	0.13	0.11	0.15	異常なし
III-2	0.05	0.12	なし	0.17	0.17	0.07	異常なし
III-3	0.27	0.42	なし	0.2	0.16	0.22	異常なし
III-4	0.28	0.49	なし	0.20	0.19	0.24	異常なし
III-5	0.11	0.21	なし	0.14	0.08	0.17	異常なし
III-6	0.03	0.09	なし	0.12	0.14	0.17	微量溶着
III-7	0.05	0.13	なし	0.14	0.14	0.10	異常なし
III-8	0.03	0.08	なし	0.11	0.1	0.18	微量溶着
III-9	0.01	0.05	なし	0.18	0.16	0.05	異常なし
III-10	0.14	0.22	なし	0.14	0.12	0.14	異常なし
*III-11	0.40	0.44	あり	0.35	0.31	0.33	溶着大
*III-12	0.30	0.50	あり	0.32	0.35	0.50	膜剥離
*III-13	0.20	0.15	あり	0.30	0.33	0.42	膜剥離
*III-14	0.01	0.01	あり	0.40	0.45	0.21	溶着大
*III-15	0.03	0.02	あり	0.38	0.35	0.27	溶着大

1)*印は本発明の範囲外の試料であることを示す。

[0094] 表5～表7に示す結果より、粒状粒子で構成される第1被覆層のみを成膜した試料 No. III-11は、刃先に溶着が発生し、早期にチップングが発生して工具寿命が短く、被削材の加工面粗さも粗雑なものであった。また、第1被覆層の平均粒子径が0.1

μm より大きい試料No. III-12でも、早期にチッピングが発生して工具寿命が短いものであった。さらに、第2被覆層の平均粒子幅が $0.3\mu\text{m}$ を超える試料No. III-13では、第2被覆層の硬度と耐摩耗性が低下した。さらに、第1被覆層の平均粒子径が $0.1\mu\text{m}$ より大きく、かつ第1被覆層の平均粒子径が第2被覆層の平均粒子幅と同じ試料No. III-14では、被覆層の内部応力が増大し第2被覆層の靱性が低下して耐欠損性が低下した。また、第1被覆層の層厚が $1\mu\text{m}$ を超える試料No. III-15では、第2被覆層のように耐欠損性の高い被覆層によって応力緩和する効果がなくて被覆層全体の耐欠損性が低下した。

[0095] これに対して、試料No. III-1~10では、いずれも被覆層が均質で、表面粗さが小さく、かつ耐欠損性にも優れて仕上面粗度が良好な切削性能を発揮した。そのうち、基体の結合相成分にTiNおよびTiCの両方を含む試料No. III-1、2においては、全体層厚が $2\mu\text{m}$ 以下のように薄い被覆層であっても、付着力に優れるため、耐欠損性および耐摩耗性の両面に優れ、良好な切削性能を発揮した。

[0096] [実施例IV]

<切削工具の作製>

前記した実施例IIIにおける試料No. III-1と同様の組成のcBN焼結体を作製し、別途準備したTNGA160408形状の超合金基台にろう付けして、母材を作製した。該母材に、ダイヤモンドホイールを用いて刃先処理(チャンファホーニング)を施した。

[0097] このようにして作製した母材に対してスパッタリング法により表6に示す試料No. III-1と同様の硬質被覆層を成膜した。

[0098] <切削試験>

次に、得られたスローアウェイチップ(切削工具)を用いて以下の切削条件にて切削試験を行った。

切削方法:連続旋削端面加工

被削材 :SCM435 HRC58~60 ϕ (直径)30mm

切削速度:150m/min

送り :0.05mm/rev

切り込み:0.1mm

切削状態:湿式

- [0099] 切削試験の結果、10分間切削した時点で加工された被削材の仕上面粗度(加工面粗度Ra)が0.12 μ mと非常に平滑な仕上面粗度であった。また、20分切削後のフランク摩耗が0.13mm、先端摩耗が0.10mmと、非常に優れた耐摩耗性を発揮し、また、切刃にチッピング等の損傷もなかった。
- [0100] 以上、本発明にかかる好適な実施態様例について示したが、本発明は上述した実施態様例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で変更や改良したものにも適用できることは言うまでもない。例えば上記で説明した実施態様例では、本発明の表面被覆工具を切削工具に用いた場合について説明したが、本発明にかかる表面被覆工具の用途はこれに限定されるものではなく、例えばフライス切削用工具、ドリルやエンドミルのような転削工具は勿論、パンチやダイス、スリッタのような切削用途以外の耐摩耗工具等にも好適に適用可能である。
- [0101] また、本発明は、工具1、工具21にかかるそれぞれの表面被覆工具に限定されるものではなく、工具1と工具21とを組み合わせた実施態様例にかかる表面被覆工具であってもよい。

請求の範囲

- [1] 基体の表面に、下記一般式(1)で表わされる被覆層を2層積層した硬質被覆層を具備し、
前記被覆層のうち、前記基体の表面に被覆された第1被覆層は、層厚が0.1～1 μmで平均結晶径が0.01～0.1 μmの粒状結晶にて構成され、
前記被覆層のうち、前記第1被覆層の表面に被覆された第2被覆層は、層厚が0.5～10 μmで前記基体に対して垂直な方向に成長した柱状結晶からなり、該柱状結晶の前記基体に対して平行な方向の平均結晶幅が0.05～0.3 μmであり、かつ前記第2被覆層の平均結晶幅が前記第1被覆層の平均結晶径より大きいことを特徴とする表面被覆工具。

[数2]



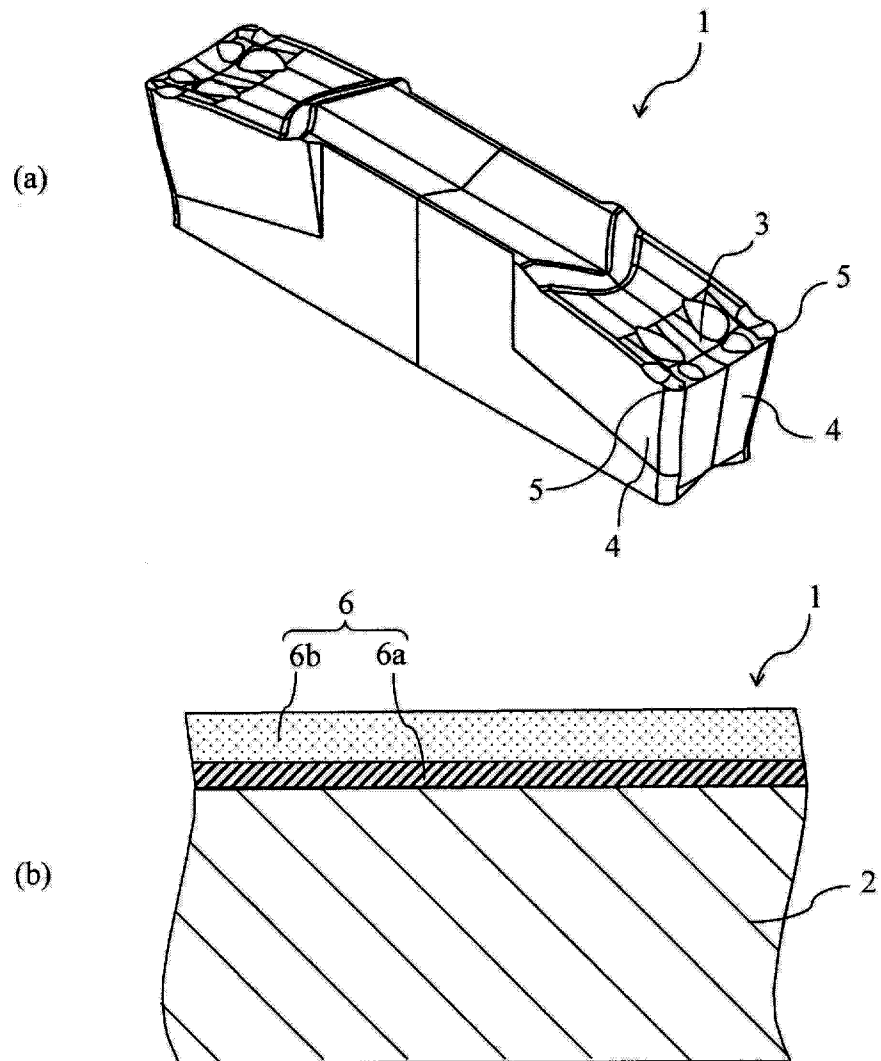
(式中、Mは、周期律表第4、5、6族元素、Siおよび希土類元素から選ばれる少なくとも1種の金属元素を示す。aは、 $0.25 \leq a \leq 0.75$ の関係式を満たす。bは、 $0 \leq b \leq 1$ の関係式を満たす。)

- [2] 前記第1被覆層において、前記一般式(1)中のaが、 $0.55 \leq a \leq 0.75$ の関係式を満たす請求項1記載の表面被覆工具。
- [3] 前記第2被覆層において、前記一般式(1)中のaが、 $0.4 \leq a \leq 0.55$ の関係式を満たす請求項1記載の表面被覆工具。
- [4] 前記第2被覆層の表面に、層厚0.05～1 μmのTiN層が存在する請求項1～3のいずれかに記載の表面被覆工具。
- [5] 前記被覆層がスパッタリング膜である請求項1～4のいずれかに記載の表面被覆工具。
- [6] 前記基体は、立方晶窒化硼素を主成分とする硬質相を結合相で結合した立方晶窒化硼素焼結体からなる請求項1～5のいずれかに記載の表面被覆工具。
- [7] 前記結合相は、窒化チタンおよび炭化チタンを含む請求項6記載の表面被覆工具。
- [8] 前記被覆層の表面が未研磨面であり、かつ、最大高さRzが0.05～0.5 μmの範囲内にある請求項6または7記載の表面被覆切削工具。

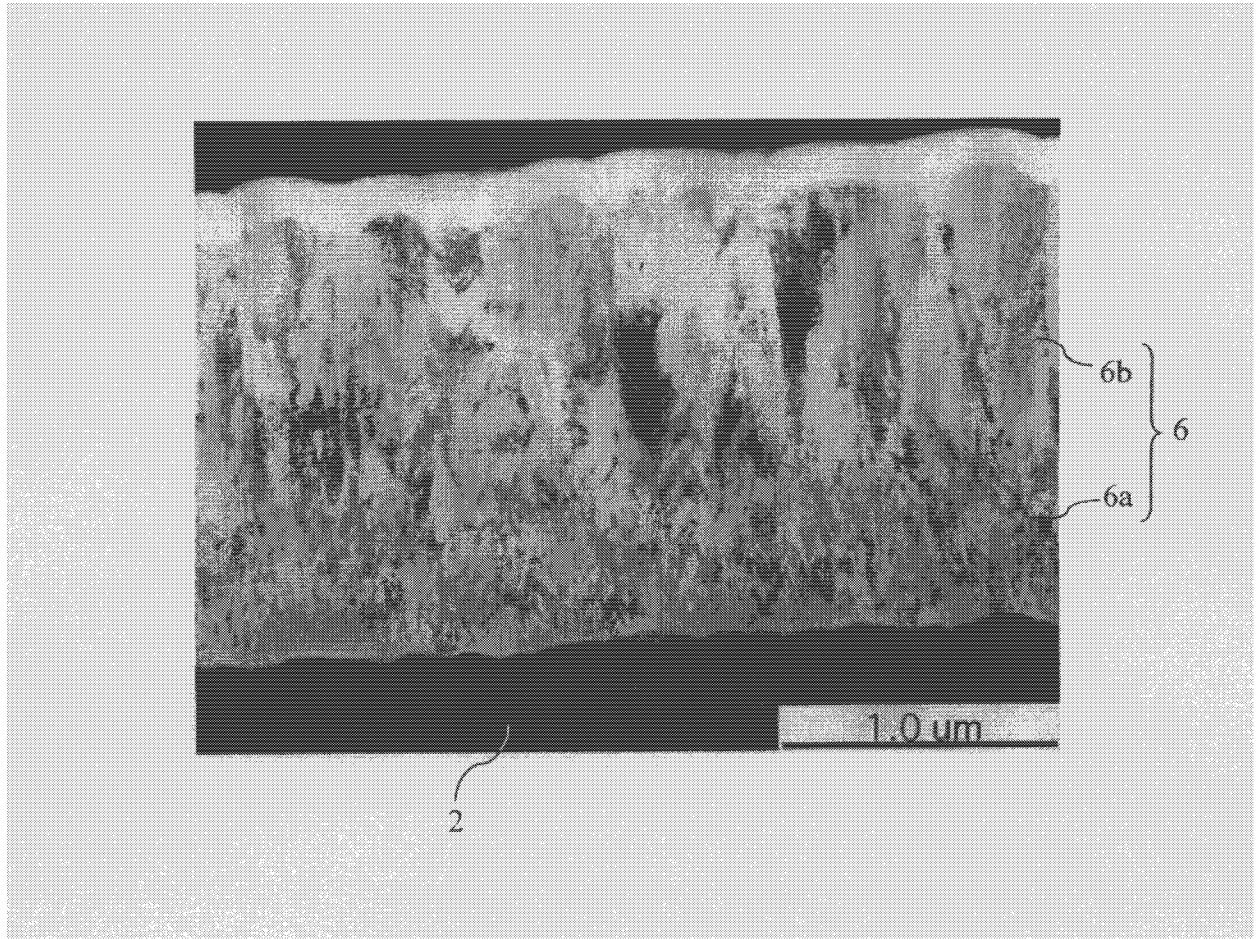
[9] すくい面と逃げ面との交差稜部に切刃が形成された請求項1～8のいずれかに記載の表面被覆工具からなる切削工具を準備する工程と、
前記切刃を被切削物の表面に接触させる工程と、
前記切刃を回転させて被切削物を切削加工する工程と、
前記切刃を前記被切削物の表面から離間させる工程とを含む切削物の製造方法。

[10] 前記表面被覆工具の基体が請求項6～8のいずれかに記載の立方晶窒化硼素焼結体からなり、前記被切削物が直径30mm以下の焼入れ鋼からなる請求項9記載の切削物の製造方法。

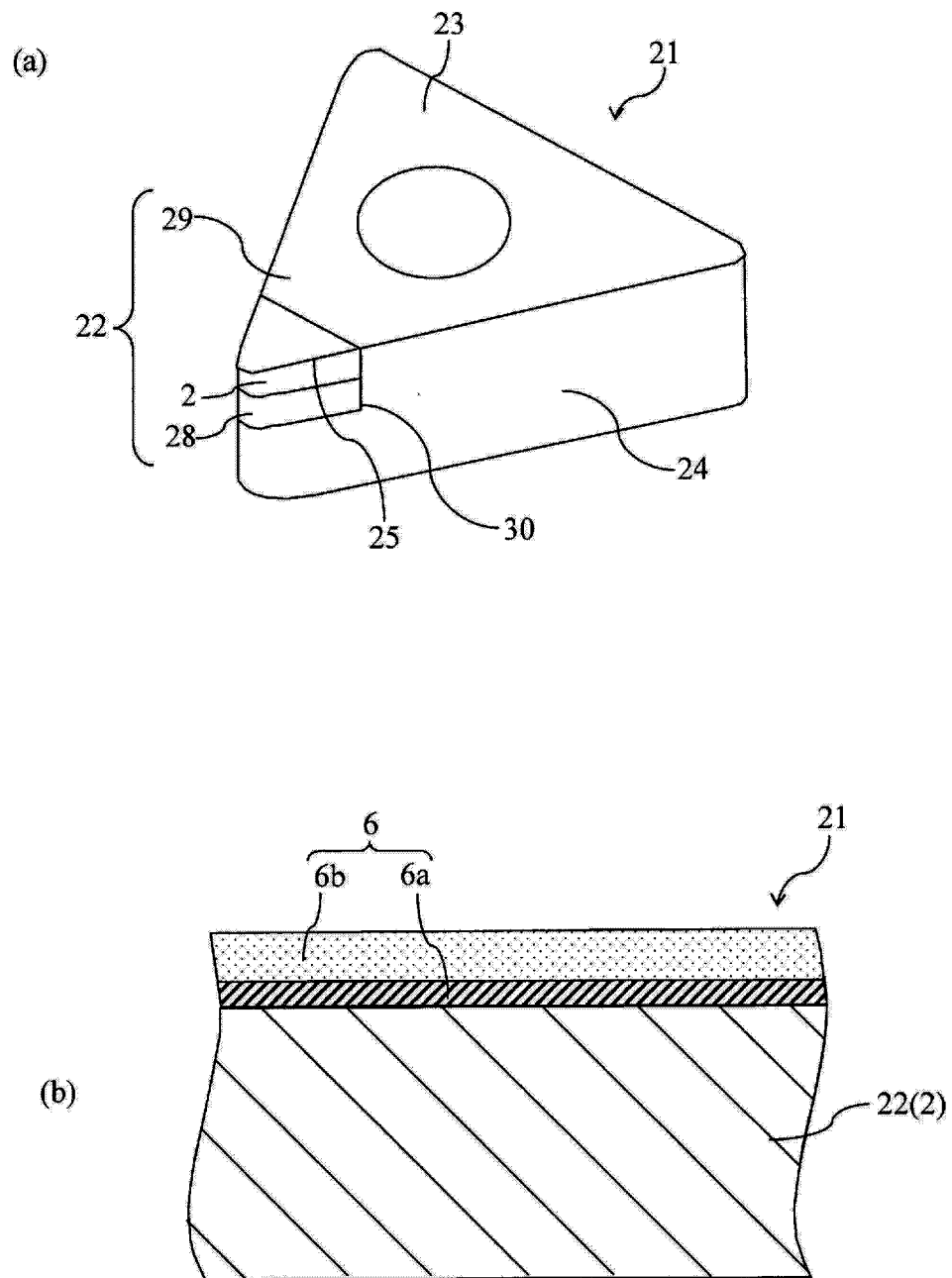
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/056210

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>B23B27/14(2006.01) i, C04B35/583(2006.01) i, C23C14/06(2006.01) i, C23C14/34(2006.01) i</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) <i>B23B27/14, C04B35/583, C23C14/06, C23C14/34</i>												
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <table border="0"> <tr> <td><i>Jitsuyo Shinan Koho</i></td> <td><i>1922-1996</i></td> <td><i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i></td> <td><i>1996-2007</i></td> </tr> <tr> <td><i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i></td> <td><i>1971-2007</i></td> <td><i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i></td> <td><i>1994-2007</i></td> </tr> </table>			<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2007</i>	<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2007</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2007</i>		
<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2007</i>									
<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2007</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2007</i>									
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.										
Y	JP 11-279745 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 12 October, 1999 (12.10.99), Claim 1; Par. No. [0018]; table 2; Fig. 8 (Family: none)	1-10										
Y	JP 9-104966 A (Kobe Steel, Ltd.), 22 April, 1997 (22.04.97), Claims 2, 5; tables 8, 14 (Family: none)	1-10										
Y	JP 3-120352 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 22 May, 1991 (22.05.91), Claims; table 2 (Family: none)	4-10										
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.												
* Special categories of cited documents: <table border="0"> <tr> <td>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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)</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td>"&" document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>			"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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	"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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	"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)	"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	"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family	"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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											
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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											
"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)	"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											
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family											
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed												
Date of the actual completion of the international search 07 June, 2007 (07.06.07)		Date of mailing of the international search report 19 June, 2007 (19.06.07)										
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer										
Facsimile No.		Telephone No.										

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/056210

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 5-69205 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 23 March, 1993 (23.03.93), Claim 4; table 1 (Family: none)	4-10
Y	JP 2002-30413 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 31 January, 2002 (31.01.02), Claim 1; Par. No. [0024]; table 1 to 2 (Family: none)	5-10
Y	JP 2004-99966 A (Kobe Steel, Ltd.), 02 April, 2004 (02.04.04), Claim 2 (Family: none)	5-10
Y	JP 8-119774 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 14 May, 1996 (14.05.96), Claim 1; Par. Nos. [0034] to [0036], [0042]; table 1 & US 5853873 A & EP 709353 A2	6-10
Y	JP 2000-44348 A (NOF Corp., Showa Kinzoku Kogyo Kabushiki Kaisha), 15 February, 2000 (15.02.00), Claim 1; table 1 (Family: none)	7-10
Y	JP 2003-236710 A (Mitsubishi Materials Corp.), 26 August, 2003 (26.08.03), Claim 1; table 1 (Family: none)	7-10

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, C04B35/583(2006.01)i, C23C14/06(2006.01)i, C23C14/34(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, C04B35/583, C23C14/06, C23C14/34											
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2007年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2007年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2007年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2007年	日本国実用新案登録公報	1996-2007年	日本国登録実用新案公報	1994-2007年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2007年										
日本国実用新案登録公報	1996-2007年										
日本国登録実用新案公報	1994-2007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 請求の範囲の番号									
Y	J P 11-279745 A (日本特殊陶業株式会社) 1999. 10. 12, 請求項1, 段落【0018】, 表2, 図8 (ファミリーなし)	1-10									
Y	J P 9-104966 A (株式会社神戸製鋼所) 1997. 04. 22, 請求項2, 請求項5, 表8, 表14 (ファミリーなし)	1-10									
Y	J P 3-120352 A (住友電気工業株式会社) 1991. 05. 22, 特許請求の範囲, 第2表 (ファミリーなし)	4-10									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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		の日の後に公表された文献									
「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		「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									
「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		「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									
「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)		「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									
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献									
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 07.06.2007	国際調査報告の発送日 19.06.2007										
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) 松永 謙一 電話番号 03-3581-1101 内線 3324	3C	3934								

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 請求の範囲の番号
Y	JP 5-69205 A (住友電気工業株式会社) 1993. 03. 23, 請求項4, 表1 (ファミリーなし)	4-10
Y	JP 2002-30413 A (住友電気工業株式会社) 2002. 01. 31, 請求項1, 段落【0024】, 表1-2 (ファミリーなし)	5-10
Y	JP 2004-99966 A (株式会社神戸製鋼所) 2004. 04. 02, 請求項2 (ファミリーなし)	5-10
Y	JP 8-119774 A (住友電気工業株式会社) 1996. 05. 14, 請求項1, 段落【0034】-【0036】, 段落【0042】, 表1 & US 5853873 A & EP 709353 A2	6-10
Y	JP 2000-44348 A (日本油脂株式会社, 昭和金属工 業株式会社) 2000. 02. 15, 請求項1, 表1 (ファミリーなし)	7-10
Y	JP 2003-236710 A (三菱マテリアル株式会社) 2003. 08. 26, 請求項1, 表1 (ファミリーなし)	7-10