

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6459073号
(P6459073)

(45) 発行日 平成31年1月30日(2019.1.30)

(24) 登録日 平成31年1月11日(2019.1.11)

(51) Int.Cl.	F I
B 2 3 B 27/14 (2006.01)	B 2 3 B 27/14 A
B 2 3 C 5/16 (2006.01)	B 2 3 C 5/16
B 2 3 B 51/00 (2006.01)	B 2 3 B 51/00 J
B 2 3 F 21/00 (2006.01)	B 2 3 F 21/00
B 2 3 G 5/06 (2006.01)	B 2 3 G 5/06 C

請求項の数 6 (全 30 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-223220 (P2016-223220)	(73) 特許権者	503212652 住友電工ハードメタル株式会社 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号
(22) 出願日	平成28年11月16日(2016.11.16)	(74) 代理人	110001195 特許業務法人深見特許事務所
(62) 分割の表示	特願2016-557353 (P2016-557353) の分割	(72) 発明者	金岡 秀明 北海道空知郡奈井江町字奈井江776番地 住友電工ハードメタル株式会社内
原出願日	平成28年6月21日(2016.6.21)	(72) 発明者	今村 晋也 北海道空知郡奈井江町字奈井江776番地 住友電工ハードメタル株式会社内
(65) 公開番号	特開2017-71054 (P2017-71054A)	(72) 発明者	パスアート アノンサック 北海道空知郡奈井江町字奈井江776番地 住友電工ハードメタル株式会社内
(43) 公開日	平成29年4月13日(2017.4.13)		
審査請求日	平成30年2月20日(2018.2.20)		
(31) 優先権主張番号	PCT/JP2015/078838		
(32) 優先日	平成27年10月9日(2015.10.9)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表面被覆切削工具の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基材と該基材上に形成された被膜とを備え、
前記被膜は、
- Al_2O_3 層を含み、
前記 Al_2O_3 層は、複数の Al_2O_3 の結晶粒とともに複数の Al_2O_3 の結晶粒を含み、かつ配向性指数 $TC(hkl)$ において $TC(006)$ が5を超え、
前記被膜に対するX線回折の測定データから得られる前記 Al_2O_3 の結晶粒のピークカウント数の合計(C)と、前記測定データから得られる前記 Al_2O_3 の結晶粒のピークカウント数の合計(C)との和に対する前記Cの比率 $[C / (C + C) \times 100]$ (%)は、0.05~7%であり、
前記 Al_2O_3 層は、その表面部より内部方向へ向かって深さ1 μm 以内の領域を対象とした電子線後方散乱回折装置を用いた解析から得られる測定視野中のすべての Al_2O_3 の結晶粒に占める前記 Al_2O_3 の結晶粒の面積比率Xが、0.1~2.0%であり、

前記 Al_2O_3 層は、その表面部より内部方向へ向かって深さ1 μm を超える領域を対象とした前記電子線後方散乱回折装置を用いた解析から得られる測定視野中のすべての Al_2O_3 の結晶粒に占める前記 Al_2O_3 の結晶粒の面積比率Yが、前記面積比率Xよりも小さい、表面被覆切削工具の製造方法であって、

前記被膜をCVD法により形成する工程を含む、表面被覆切削工具の製造方法。

【請求項2】

前記被膜をCVD法により形成する工程は、
 - Al_2O_3 の結晶粒の核生成を行なう工程と、
 前記 - Al_2O_3 層を形成する工程と、を含み、
 前記 - Al_2O_3 の結晶粒の核生成を行なう工程および前記 - Al_2O_3 層を形成する工程において導入する原料ガスに含まれるCOの配合量を、1～5体積%とする、請求項1に記載の表面被覆切削工具の製造方法。

【請求項3】

前記 - Al_2O_3 の結晶粒の核生成を行なう工程は、前記原料ガスに含まれるCOの配合量を、瞬間的に130～160%まで増加させる操作を含む、請求項2に記載の表面被覆切削工具の製造方法。

10

【請求項4】

前記原料ガスは、CO以外に $AlCl_3$ 、HCl、 CO_2 、 O_2 および H_2 を含み、
 前記 $AlCl_3$ は1.3～2.5体積%含まれ、前記HClは2.8～6体積%含まれ、
 前記 CO_2 は0.4～3体積%含まれ、前記 O_2 は0.002～0.008体積%含まれ、
 残部が H_2 である、請求項2または請求項3に記載の表面被覆切削工具の製造方法。

【請求項5】

前記 - Al_2O_3 層を形成する工程は、前記 - Al_2O_3 層を所望とする膜厚の50～90%まで成膜した時点で、前記原料ガスに含まれる CO_2 の配合を中断し、その後、 CO_2 の配合量を元に戻して前記原料ガスの導入を再開する操作を含む、請求項2～請求項4のいずれか1項に記載の表面被覆切削工具の製造方法。

20

【請求項6】

前記 - Al_2O_3 の結晶粒の核生成を行なう工程および前記 - Al_2O_3 層を形成する工程は、炉内温度を970～1020とし、炉内圧力を70～110hPaとした条件により行なわれる、請求項2～請求項5のいずれか1項に記載の表面被覆切削工具の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、表面被覆切削工具に関する。

【背景技術】

30

【0002】

従来から、基材上に被膜を形成した表面被覆切削工具が用いられている。最近、 Al_2O_3 の結晶配向性を変化させることによって被膜の膜質改良を図るなど、表面被覆切削工具の性能向上を図った様々な技術が提案されている。たとえば、特開2008-246664号公報（特許文献1）において、超硬合金を基材とする上に（006）集合組織を有する - Al_2O_3 層を備えた切削工具が提案されている。

【0003】

また、特開平11-335816号公報（特許文献2）において、超硬合金を基材とする上に - Al_2O_3 の粒子が混在する領域を有する Al_2O_3 層を備えた切削工具が提案されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2008-246664号公報

【特許文献2】特開平11-335816号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記特許文献1、2に記載の切削工具は、耐摩耗性を高めようとするれば耐チップング性が十分に高まらず、耐チップング性を高めようとするれば耐摩耗性が十分に

50

高まらないといった課題があった。

【0006】

本発明は、上記実情に鑑みてなされ、優れた耐摩耗性と同時に優れた耐チップング性をもつ被膜を形成することで、長寿命化が達成可能な表面被覆切削工具を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様に係る表面被覆切削工具は、基材と該基材上に形成された被膜とを備え、該被膜は、 $-Al_2O_3$ 層を含み、該 $-Al_2O_3$ 層は、複数の $-Al_2O_3$ の結晶粒とともに複数の $-Al_2O_3$ の結晶粒を含み、かつ配向性指数 $TC(hkl)$ において $TC(006)$ が5を超え、該被膜に対するX線回折の測定データから得られる該 $-Al_2O_3$ の結晶粒のピークカウント数の合計(C)と、該測定データから得られる該 $-Al_2O_3$ の結晶粒のピークカウント数の合計(C)との和に対する該 C の比率 $[C / (C + C) \times 100]$ (%)は、0.05~7%である。

10

【発明の効果】

【0008】

上記によれば、優れた耐摩耗性と同時に優れた耐チップング性を発揮し、長寿命化を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

20

【図1】図1は、本発明の一態様に係る表面被覆切削工具における被膜のX線回折(XRD)法によるXRDパターンの一例を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

[本願発明の実施形態の説明]

本発明者らは、上記課題を解決するために鋭意検討を重ねて本発明に到達した。 $-Al_2O_3$ の結晶粒の核生成時に多量のCOをパルス状に変動させながら導入することによって、 $-Al_2O_3$ 層中に $-Al_2O_3$ の結晶粒を特定の比率で混在させた。これにより、優れた耐摩耗性と同時に優れた耐チップング性を発揮することを見出した。

【0011】

30

最初に本発明の実施態様を列記して説明する。

[1]本発明の一態様に係る表面被覆切削工具は、基材と該基材上に形成された被膜とを備え、該被膜は、 $-Al_2O_3$ 層を含み、該 $-Al_2O_3$ 層は、複数の $-Al_2O_3$ の結晶粒とともに複数の $-Al_2O_3$ の結晶粒を含み、かつ配向性指数 $TC(hkl)$ において $TC(006)$ が5を超え、該被膜に対するX線回折の測定データから得られる該 $-Al_2O_3$ の結晶粒のピークカウント数の合計(C)と、該測定データから得られる該 $-Al_2O_3$ の結晶粒のピークカウント数の合計(C)との和に対する該 C の比率 $[C / (C + C) \times 100]$ (%)は、0.05~7%である。このような構成によって表面被覆切削工具は、優れた耐摩耗性と同時に優れた耐チップング性を備えることができる。

40

【0012】

[2]上記 $-Al_2O_3$ 層は、平均層厚が2~15 μm であることが好ましい。これにより、耐摩耗性と耐チップング性とを両立させることができる。

【0013】

[3]上記被膜は、その表面にTiの炭化物、窒化物または硼化物のいずれかを主成分とする最表面層が配置されることが好ましい。これにより、工具のコーナー識別が容易となる。

【0014】

[4]上記被膜は、上記 $-Al_2O_3$ 層と上記基材との間に中間層を有し、該中間層は、針状のTiCNOまたは針状のTiBNを含み、かつ平均層厚が0.3~1 μm であり

50

、該中間層の最大厚みと最小厚みとの差が0.3 μm以上であることが好ましい。これにより、被膜中における Al₂O₃層の密着性を向上させることができる。

【0015】

[5] 上記 Al₂O₃層は、その表面部より内部方向へ向かって深さ1 μm以内の領域を対象とした電子線後方散乱回折装置を用いた解析から得られる測定視野中のすべての Al₂O₃の結晶粒に占める上記 Al₂O₃の結晶粒の面積比率Xが、0.1~20%であることが好ましい。これにより優れた耐摩耗性、優れた耐チッピング性を維持しながら、切削加工初期における被膜の亀裂発生を効果的に抑制することができる。

【0016】

[6] 上記 Al₂O₃層は、その表面部より内部方向へ向かって深さ1 μmを超える領域を対象とした電子線後方散乱回折装置を用いた解析から得られる測定視野中のすべての Al₂O₃の結晶粒に占める上記 Al₂O₃の結晶粒の面積比率Yが、上記面積比率Xよりも小さいことが好ましい。これにより、優れた耐摩耗性、優れた耐チッピング性を維持しながら、切削加工初期における被膜の亀裂発生をより効果的に抑制することができる。

10

【0017】

[本発明の実施形態の詳細]

以下、本発明の実施形態（以下「本実施形態」とも記す）についてさらに詳細に説明する。

【0018】

<表面被覆切削工具>

本実施形態の表面被覆切削工具は、基材と該基材上に形成された被膜とを備える。被膜は、基材の全面を被覆することが好ましい。しかしながら、基材の一部がこの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、本発明の範囲を逸脱するものではない。

20

【0019】

本実施形態の表面被覆切削工具は、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、タップなどの切削工具として好適に使用することができる。

30

【0020】

<基材>

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も使用することができる。たとえば、超硬合金（たとえば、WC基超硬合金、WCのほか、Coを含み、あるいはTi、Ta、Nbなどの炭窒化物を添加したものも含む）、サーメット（TiC、TiN、TiCNなどを主成分とするもの）、高速度鋼、セラミックス（炭化チタン、炭化ケイ素、窒化ケイ素、窒化アルミニウム、酸化アルミニウムなど）、立方晶型窒化ホウ素焼結体、またはダイヤモンド焼結体のいずれかであることが好ましい。

【0021】

これらの各種基材の中でも超硬合金、特にWC基超硬合金、またはサーメット（特にTiCN基サーメット）を選択することが好ましい。これらの基材は、特に高温における硬度と強度のバランスに優れ、上記用途の表面被覆切削工具の基材として優れた特性を有している。

40

【0022】

表面被覆切削工具が刃先交換型切削チップなどである場合、基材はチップブレイカーを有するものも、有さないものも含まれる。また、刃先稜線部は、その形状がシャープエッジ（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もの）、ネガランド（面取りをしたもの）、ホーニングとネガランドを組み合わせたものの中で、いずれのものも含まれる。

【0023】

50

< 被膜 >

被膜は、 Al_2O_3 層を含む。たとえば被膜は、 Al_2O_3 層を1層以上含み、さらに他の層を含んだ複数の層から構成することができる。

【0024】

上記他の層として、TiCN層またはTiBN層、TiC層、TiN層、TiAlN層、TiSiN層、AlCrN層、TiAlSiN層、TiAlNO層、AlCrSiCN層、TiCN層、TiSiC層、CrSiN層、AlTiSiCO層、TiSiCN層などを例示することができる。ここで本明細書において上記のように化合物を化学式で表わすとき、原子比を特に限定しない場合は従来公知のあらゆる原子比を含み、必ずしも化学量論的範囲のものに限定されない。

10

【0025】

たとえば「TiAlN」と記載されている場合、TiAlNを構成する原子数の比はTi:Al:N=0.5:0.5:1に限られず、従来公知のあらゆる原子比が含まれる。このことは、「TiAlN」以外の化合物の記載についても同様である。また、本実施形態において、Ti、Al、Si、ZrまたはCrなどの金属元素と、N(窒素)、O(酸素)またはC(炭素)などの非金属元素とは、必ずしも化学量論的な組成を構成している必要がない。

【0026】

被膜は、平均層厚が3~35 μ m(3 μ m以上35 μ m以下、なお本願において数値範囲を「~」を用いて表わす場合、その範囲は上限および下限の数値を含むものとする)である。さらに被膜の平均層厚は、5~20 μ mであることが好適である。この平均層厚が3 μ m未満であれば、耐摩耗性が不十分となる恐れがある。この平均層厚が35 μ mを超えると、断続加工において被膜と基材との間に大きな応力が加わった際に、被膜の剥離または破壊が高頻度に発生する恐れがある。

20

【0027】

< Al_2O_3 層 >

Al_2O_3 層は、複数の Al_2O_3 (結晶構造が型である酸化アルミニウム)の結晶粒と複数の Al_2O_3 (結晶構造が型である酸化アルミニウム)の結晶粒とを含んでいる。すなわち、この層は、複数の Al_2O_3 の結晶粒を含んだ多結晶の Al_2O_3 と、複数の Al_2O_3 の結晶粒を含んだ多結晶の Al_2O_3 とを含んでいる。通常、 Al_2O_3 の結晶粒は、約0.1~2 μ m程度の大きさの粒径であり、 Al_2O_3 の結晶粒は、約0.01~1 μ m程度の大きさの粒径である。

30

【0028】

< Al_2O_3 層のTC(006) >

Al_2O_3 層は、下記式(1)で示される配向性指数TC(hkl)においてTC(006)が5を超える。

【0029】

【数1】

$$TC(hkl) = \frac{I(hkl)}{I_0(hkl)} \left\{ \frac{1}{n} \sum_1^n \frac{I(hkl)}{I_0(hkl)} \right\}^{-1} \quad \dots(1)$$

40

【0030】

式(1)中、I(hkl)は、(hkl)反射面のX線回折強度を示し、 $I_0(hkl)$ は、ICDDのPDFカード番号00-010-0173による標準強度を示す。また式(1)中のnは、計算に用いた反射数を示し、本実施形態では8である。反射に用いた(hkl)面は、(012)、(104)、(110)、(006)、(113)、(024)、(116)および(300)である。

【0031】

50

ICDD (登録商標)とは、International Centre for Diffraction Data (国際回折データセンター)の略称である。また、PDF (登録商標)とは、Powder Diffraction Fileの略称である。

【0032】

なお、本実施形態の α - Al_2O_3 層のTC(006)は、下記式(2)で示すことができる。

【0033】

【数2】

$$TC(006) = \frac{I(006)}{I_o(006)} \left\{ \frac{1}{8} \sum_{hkl} \frac{I(hkl)}{I_o(hkl)} \right\}^{-1} \quad \dots(2) \quad 10$$

【0034】

したがって、「配向性指数TC(hkl)においてTC(006)が5を超える」とは、上記式(1)にTC(006)を代入してなる上記式(2)により求まる数値が5を超えることを意味する。そして、TC(006)の値が5を超える α - Al_2O_3 層は、硬度とヤング率が過酷な切削条件に伴う衝撃および振動に対し優位になるため、耐摩耗性の向上に資することができる。

【0035】

上記TC(006)の値は、6を超えることが好ましく、より好ましくは7を超える。TC(006)の値が大きいくほど、耐摩耗性を効果的に向上させることができる。TC(006)の値の上限は制限されないが、計算に用いた反射面が8つであるから、8以下とすればよい。

【0036】

以上のようなTC(hkl)の測定は、X線回折装置を用いた分析により可能となる。TC(hkl)は、たとえば、リガク株式会社製SmartLab(登録商標)(スキャンスピード: 21.7°/分、ステップ: 0.01°、スキャン範囲: 15~140°)を用いて以下のような条件で測定することができる。なお、本実施形態において、X線回折装置を用いたTC(hkl)の測定の結果を「XRD結果」と称する。

【0037】

特性X線: Cu-K
管電圧: 45kV
管電流: 200mA
フィルター: 多層ミラー
光学系: 集中法
X線回折法: θ -2 θ 法。

【0038】

X線回折装置を用いるに際して、表面被覆切削工具の逃げ面にX線を照射してもよく、すくい面にX線を照射してもよい。しかしながら、通常、すくい面には凹凸が形成され、これに対して逃げ面は平坦になっていることから、外乱因子を排除するため、X線を逃げ面に照射することが好ましい。特に、刃先稜線部から2~4mm程度の範囲に広がる逃げ面上の箇所にはX線を照射すれば、結果の再現性が高くなるので好ましい。

【0039】

< α - Al_2O_3 の結晶粒の面積比率 >
本実施形態において、被膜に対するX線回折の測定データから得られる α - Al_2O_3 の結晶粒のピークカウント数の合計(C)と、該測定データから得られる α - Al_2O_3 の結晶粒のピークカウント数の合計(C)との和に対するCの比率[C/(C+C)]×100(%)は、0.05~7%である。

【0040】

すなわち、被膜に対するX線回折の測定データを用いることにより、 α - Al_2O_3 層に存在する α - Al_2O_3 の結晶粒が占める面積と κ - Al_2O_3 の結晶粒が占める面積との合計のうち、 κ - Al_2O_3 の結晶粒が占める面積の割合(以下、「 κ - Al_2O_3 の結晶粒の面積比率」という)を、下記式(3)で規定することができる。そして、 κ - Al_2O_3 の結晶粒の面積比率は、下記式(3)から導かれ、0.05~7%の範囲となる。

【0041】

【数3】

$$\frac{C_{\kappa}}{C_{\alpha} + C_{\kappa}} \times 100 \quad \dots(3)$$

10

【0042】

式(3)中、 C_{κ} は、被膜に対するX線回折の測定データから得られた κ - Al_2O_3 の結晶粒のピークカウント数を示し、 C_{α} は、被膜に対するX線回折の測定データから得られた α - Al_2O_3 の結晶粒のピークカウント数を示す。

【0043】

ピークカウント数は、X線回折装置を用いることで算出可能である。たとえば、上記のTC(hkl)の測定と同様に、リガク株式会社製SmartLab(登録商標)(スキャンスピード:21.7°/分、ステップ:0.01°、スキャン範囲:15~140°)を用いて算出可能である。そして、上記したTC(hkl)の測定と同条件で測定し、得られた被膜に対するX線回折のデータに基づいてピークカウント数を算出することができる。ピークカウント数を算出するに際しても上記のTC(hkl)の測定と同様、表面被覆切削工具の逃げ面にX線を照射してもよく、すくい面にX線を照射してもよい。

20

【0044】

図1は、X線回折(XRD)法によって測定された被膜のXRDパターンの一例である。図1のXRDパターンから、 κ - Al_2O_3 の結晶粒のピークは、横軸2 θ の0°側から第1ピーク1、第2ピーク2、第3ピーク3、第4ピーク4、第5ピーク5、第6ピーク6、第7ピーク7の合計7つ存在すると認められる。そして、これらのピークから C_{κ} を算出すると、63001となる。一方、 α - Al_2O_3 の結晶粒のピークは、図1において矢印で指し示される1つのピークが存在する。そして、このピークから C_{α} を算出すると、2624となる。

30

【0045】

この C_{κ} および C_{α} の数値を上記(3)式に適用すれば、4%と算出される。すなわち、図1で例示された被膜は、上記(3)式に基づき、 κ - Al_2O_3 の結晶粒が4%の面積比率で α - Al_2O_3 層中に存在している、ということができる。

【0046】

上記比率[$C_{\kappa} / (C_{\alpha} + C_{\kappa}) \times 100$](%)は、0.05~5%であることが好ましい。さらに好ましくは0.7~4.8%である。これにより、特に優れた耐チップング性を得ることができる。この比率を0.05%未満とすれば、耐チップング性が低下する恐れがある。この比率が7%を超えると、耐摩耗性に悪影響が及ぶ恐れがある。

40

【0047】

α - Al_2O_3 層は、平均層厚が1~15 μm であることが望ましい。これにより、耐摩耗性と耐チップング性とを両立させることができる。さらに、平均層厚が2~15 μm であることがより望ましく、平均層厚は3~10 μm であることが特に望ましい。この平均層厚を1 μm 未満とすると摩耗が進みやすくなる恐れがある。この平均層厚が15 μm を超えると耐チップング性が低下する恐れがある。

【0048】

< α - Al_2O_3 層の2つの領域における κ - Al_2O_3 の結晶粒の面積比率>
本実施形態において α - Al_2O_3 層は、その表面部より内部方向へ向かって深さ1 μm 以内の領域を対象とした電子線後方散乱回折(EBSD:Electron BackScatter Diffr

50

action) 装置を用いた解析から得られる測定視野中のすべての Al_2O_3 の結晶粒に占める
 - Al_2O_3 の結晶粒の面積比率 X が、 $0.1 \sim 20\%$ であることが好ましい。また
 Al_2O_3 層は、その表面部より内部方向へ向かって深さ $1 \mu m$ を超える領域を対象とした
 EBSD 装置を用いた解析から得られる測定視野中のすべての Al_2O_3 の結晶粒に占める
 該 - Al_2O_3 の結晶粒の面積比率 Y が、上記面積比率 X よりも小さいことがさらに好ま
 しい。

【0049】

これにより - Al_2O_3 層は、その表面部側において、すべての Al_2O_3 の結晶粒に占
 める - Al_2O_3 の結晶粒の割合が高まる。 - Al_2O_3 の結晶粒は、 - Al_2O_3 の結
 晶粒よりも柔らかくしなやかであることが知られるため、 - Al_2O_3 の結晶粒の割合が
 高まることにより、切削工具に最も負荷がかかる切削加工の初期において被膜に亀裂が発
 生することを効果的に抑制することができる。このように - Al_2O_3 層は、その表面部
 より内部方向へ向かって深さ $1 \mu m$ 以内の領域と、表面部より内部方向へ向かって深さ 1
 μm を超える領域の 2 つの領域からなる。

10

【0050】

上述した XRD 装置は、 - Al_2O_3 層を含む被膜を透過した X 線を解析するため、
 - Al_2O_3 層の全体を対象としたときの上記比率 $[C / (C + C) \times 100]$ (%)
) が得られることとなる。これに対し EBSD 装置は、後述するように - Al_2O_3 層を
 含む断面に対して電子線を入射し、反射してくる後方散乱電子を解析するため、解析する
 断面上の箇所を調整することなどにより、断面に現れている - Al_2O_3 層の 2 つの領域
 それぞれにおいて、測定視野中のすべての Al_2O_3 の結晶粒に占める - Al_2O_3 の結晶
 粒の比率 (EBSD であるので面積比率として表される) が得られることになる。

20

【0051】

ここで、 - Al_2O_3 層の表面部とは、被膜表面側に位置する - Al_2O_3 層の最上部
 であって、 - Al_2O_3 層上に他の層が形成されている場合、該他の層と - Al_2O_3 層
 との界面をいい、 - Al_2O_3 層上に他の層が形成されていない場合、被膜の表面をいう
 。また、面積比率 Y を算出する領域となる - Al_2O_3 層の表面部より内部方向へ向かっ
 て深さ $1 \mu m$ を超える領域の基材側の終端は、基材側に位置する - Al_2O_3 層の最底部
 であって、基材との間に他の層が形成されている場合、該他の層と - Al_2O_3 層との界
 面を指し、 - Al_2O_3 層が直接基材と接している場合、基材と - Al_2O_3 層との界面
 を指す。

30

【0052】

本実施形態では、上述のように - Al_2O_3 層の 2 つの領域における - Al_2O_3 の結
 晶粒の面積比率の測定に、EBSD 装置を備えた電界放出型走査型電子顕微鏡 (FE-SEM)
) を用いる。具体的には、少なくとも - Al_2O_3 層を基材の表面の法線方向と平行
 に切断し、これにより現れた断面を研磨した断面研磨面を測定面とし、この断面研磨面
 に含まれる - Al_2O_3 層における - Al_2O_3 の結晶粒の面積比率を測定する。断面研磨
 面は、上記断面を耐水研磨紙で研磨し、さらにアルゴンイオンを用いたイオンミリング
 処理を行なうことにより得ることができる。

【0053】

- Al_2O_3 の結晶粒の面積比率を測定する断面研磨面を準備するための研磨加工方法
 は、次のとおりである。

40

【0054】

まず、 - Al_2O_3 層を後述の製造方法に基づき形成する。この - Al_2O_3 層に対し
 、基材の表面の法線方向と平行な断面が得られるように切断する。その後、その切断面を
 耐水研磨紙 (研磨剤として SiC 砥粒研磨剤を含むもの) で研磨する。

【0055】

上記の切断は、たとえば - Al_2O_3 層の表面 (- Al_2O_3 層上に他の層が形成され
 ている場合は被膜表面とする) を、十分に大きな保持用の平板上にワックスなどを用いて
 密着固定した後、回転刃の切断機でその平板に対して垂直方向に切断する (該回転刃と該

50

平板とが可能な限り垂直となるように切断する)。基材の表面と Al_2O_3 層の表面 (被膜表面) とは平行であると考えられるからである。この切断は、このような垂直方向に対して行なわれる限り、 Al_2O_3 層の任意の部位で行なうことができ、これにより得られた断面を以下のように研磨および平滑化することにより、断面研磨面を準備することができる。

【0056】

研磨は、上記耐水研磨紙 # 400、# 800、# 1500 を順に用いて行なう (耐水研磨紙の番号 (#) は研磨剤の粒径の違いを意味し、数字が大きくなるほど研磨剤の粒径は小さくなる)。

【0057】

引続き、上記耐水研磨紙により研磨した断面を Ar イオンによるイオンミーリング処理によりさらに平滑化する。イオンミーリング処理の条件は、たとえば以下のとおりである。

加速電圧： 6 kV

照射角度： 基材表面の法線方向から 0°

照射時間： 6 時間。

【0058】

その後、上記の平滑化された Al_2O_3 層の断面研磨面を、EBSD 装置を備えた FE-SEM によって観察すればよい。この観察は、集束電子ビームを各ピクセル上へ個別に配置し、順に EBSD データを収集することによって行なうことができる。たとえば、HKL NL02 EBSD 検出器を備えた FE-SEM (商品名:「Zeiss Supra 35 VP」、CARL ZEISS 社製) を用いることができる。

【0059】

EBSD 装置を備えた FE-SEM による断面研磨面の観察は、次のとおりである。EBSD 装置は、後方散乱電子によって発生する菊池回折パターンの自動分析に基づき、結晶粒の結晶構造とともに該結晶粒が配向する結晶方位を測定することができる。このため Al_2O_3 の結晶粒の面積比率は、EBSD 装置を備えた FE-SEM を用いて断面研磨面を撮影し、この撮影画像 (視野) の各ピクセルに現れた Al_2O_3 の結晶粒の型を特定し、撮影画像に現れたすべての Al_2O_3 の結晶粒が占める面積 (Al_2O_3 結晶粒であると特定されたピクセルの数) のうち、型 の結晶粒が占める面積 (型 の Al_2O_3 結晶粒であると特定されたピクセルの数) の比率を算出することにより求めることができる。

【0060】

すなわち面積比率 X は、撮影画像 (測定視野中) において Al_2O_3 層の表面部より内部方向へ向かって深さ $1 \mu\text{m}$ 以内の領域に含まれるすべての Al_2O_3 の結晶粒に占める Al_2O_3 の結晶粒の面積比率を意味することとなる。さらに面積比率 Y は、撮影画像 (測定視野中) において Al_2O_3 層の表面部より内部方向へ向かって深さ $1 \mu\text{m}$ を超える領域に含まれるすべての Al_2O_3 の結晶粒に占める Al_2O_3 の結晶粒の面積比率を意味することとなる。

【0061】

その結果、たとえば本実施形態の Al_2O_3 層において、面積比率 X は $0.1 \sim 20\%$ の範囲となることが好ましい。さらに面積比率 Y は、上記面積比率 X よりも小さいことがより好ましい。面積比率 X は $0.3 \sim 5\%$ の範囲となることがさらに好ましく、面積比率 Y は $0.01 \sim 0.3\%$ の範囲となることがもっとも好ましい。

【0062】

Al_2O_3 層の 2 つの領域における Al_2O_3 の結晶粒の面積比率の測定にあたり、その正確性を担保する観点から、FE-SEM の観察倍率を $3000 \sim 30000$ 倍の範囲から適宜選択し、かつ 1 視野で観察される面積を $10 \sim 200 \mu\text{m}^2$ の範囲から適宜選択する。より具体的には、1 視野内に任意の $1 \mu\text{m}$ (Al_2O_3 層の深さ方向) $\times 10 \mu\text{m}$ (該深さ方向に対して垂直となる方向) の測定箇所が少なくとも含まれるようにする。さらに、 Al_2O_3 の結晶粒の面積比率 X を算出するにあたっては、 Al_2O_3

10

20

30

40

50

層の表面部より内部方向へ向かって深さ1 μm以内の領域において少なくとも3つの測定箇所を測定し、これらの測定値の平均値として算出する。 - Al₂O₃の結晶粒の面積比率Yを算出するにあっても、 - Al₂O₃層の表面部より内部方向へ向かって深さ1 μmを超える領域において少なくとも3つの測定箇所を測定し、これらの測定値の平均値として算出する。ただし、上記測定箇所は、同じ視野にあっても別の視野にあってもよい。また、測定した測定値が明らかに異常である場合は、これを除くこととする。

【0063】

EBS D装置を用いた - Al₂O₃の結晶粒の面積比率の算出は、たとえば市販のソフトウェア（商品名：「Orientation Imaging Microscopy Ver 6.2」、EDA X社製）を用いて行なうことができる。

10

【0064】

<他の層>

被膜は上述のとおり、 - Al₂O₃層以外に他の層を含むことができる。そのような他の層としてたとえば、TiCN層を挙げることができる。TiCN層は、たとえば、 - Al₂O₃層と基材との間に配置することができる。このTiCN層は耐摩耗性に優れるため、被膜により好適な耐摩耗性を付与することができる。TiCN層は、とりわけMT-CVD (medium temperature CVD) 法により形成することが好ましい。MT-CVD法は約850~900 という比較的低温で成膜することができ、成膜時の加熱による基材のダメージを低減することができる。

【0065】

20

TiCN層は、平均層厚が2~20 μmであることが望ましい。この平均層厚を2 μm未満とすれば摩耗が進みやすくなる恐れがある。この平均層厚が20 μmを超えると耐チップング性が低下する恐れがある。なお、後述する最表面層、中間層なども他の層に含まれる。

【0066】

<最表面層>

被膜は、その表面にTi（チタン）の炭化物、窒化物または硼化物のいずれかを主成分とする最表面層が配置されることが好ましい。最表面層は、被膜において最も表面側に配置される層である。ただし、刃先稜線部においては形成されない場合もある。最表面層は、たとえば、 - Al₂O₃層上に他の層が形成されていない場合、 - Al₂O₃層の直上

30

【0067】

「Tiの炭化物、窒化物または硼化物のいずれかを主成分とする」とは、Tiの炭化物、窒化物および硼化物のいずれかを90質量%以上含むことを意味する。また、好ましくは不可避不純物を除きTiの炭化物、窒化物および硼化物のいずれかからなることを意味する。

【0068】

Tiの炭化物、窒化物および硼化物のいずれかのうち、特に好ましいのはTiの窒化物（すなわちTiNで表される化合物）を主成分として最表面層を構成することである。TiNはこれらの化合物のうち色彩が最も明瞭（金色を呈する）であるため、切削使用後の切削チップのコーナー識別（使用済み部位の識別）が容易であるという利点がある。

40

【0069】

最表面層は、平均層厚が0.05~1 μmであることが好ましい。最表面層の平均層厚の上限を好ましくは0.8 μmとし、さらに好ましくは0.6 μmとする。また、この平均層厚の下限を好ましくは0.1 μmとし、さらに好ましくは0.2 μmとする。この平均層厚を0.05 μm未満とすれば、圧縮残留応力が被膜に付与される場合に、その効果が十分に得られないで耐チップング性の向上につながらない恐れがある。この平均層厚が1 μmを越えると、最表面層に隣接する層との密着性が低下する恐れがある。

【0070】

<中間層>

50

被膜は、 $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層と基材との間に中間層を有することが好ましい。中間層は、針状のTiCNまたは針状のTiBNを含んで構成される。たとえば、中間層は $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層と、 $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層および基材の間に配置されるTiCN層との間に配置されることが好ましく、 $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層およびTiCN層の間であって、 $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層およびTiCN層にいずれも接して配置されることがさらに好ましい。被膜中における $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層の密着性が高まるからである。中間層は、公知の方法により形成可能である。なお、ここでいう「針状」とは、TiCNおよびTiBNの結晶粒の形状が「針状」であることをいう。

【0071】

また中間層は、平均層厚が $0.3 \sim 1 \mu\text{m}$ であることが好ましい。被膜中における $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層の密着性がさらに高まるからである。中間層の平均層厚は、より好ましくは、 $0.4 \sim 0.8 \mu\text{m}$ である。また、中間層の最大厚みと最小厚みとの差が $0.3 \mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。これにより、被膜中における $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層の密着性を確実に高めることができる。中間層の最大厚みと最小厚みとの差が $0.3 \mu\text{m}$ 未満であると、 $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層の密着性が向上する効果が十分に得られない恐れがある。また、中間層の最大厚みと最小厚みとの差の上限は、 $0.9 \mu\text{m}$ である。この上限値 $0.9 \mu\text{m}$ を超えると、 $\text{-Al}_2\text{O}_3$ の結晶粒が不均一となり、中間層と $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層との密着力が低下する恐れがある。

【0072】

中間層の層厚は、 $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層の垂直断面に平行な被膜断面をイオンミリング処理により研磨し、その研磨面を電界放出型走査電子顕微鏡で観察することにより測定することができる。

【0073】

上記のイオンミリング処理の条件は、たとえば以下のとおりである。

加速電圧： 6 kV

照射角度： 法線から $0 - 5^\circ$

照射時間： 300 分。

【0074】

中間層の平均層厚は、たとえば、上記の測定法によって中間層の複数の箇所での層厚が測定されるので、ここから任意の数か所をピックアップし、この数か所の層厚の平均値を算出することで決定することができる。中間層の最大厚みと最小厚みも、上記の測定法によって測定された中間層の複数の箇所の層厚の中から、最大値および最小値をピックアップすることにより決定することができる。

【0075】

<被膜の製造方法>

本実施形態の表面被覆切削工具は、基材上に被膜を、化学気相蒸着(CVD)法により形成することによって好適に製造することができる。CVD法を用いると、成膜温度が $800 \sim 1200$ と物理蒸着法と比較して高く、基材との密着性が向上する。被膜のうち、 $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層以外の層を形成する場合、それらの層は従来公知の条件で成膜することができる。

【0076】

$\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層は、たとえばCVD法を用い、以下の方法によって形成することができる。

【0077】

まず、基材上に他の層を介して、または介さずに公知の方法でTiCN層を形成し、このTiCN層の表面にTiCN層を形成する。さらに、TiCN層の表面を酸化し、 $\text{-Al}_2\text{O}_3$ の結晶粒の核生成を行なう。そして、引き続き $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層を形成する($\text{-Al}_2\text{O}_3$ の結晶を成長させる)。 $\text{-Al}_2\text{O}_3$ の結晶粒の核生成および $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層の形成($\text{-Al}_2\text{O}_3$ の結晶成長)を行なう際には、導入する原料ガスに配合されるCOガスの配合量を $1 \sim 5$ 体積%から選ばれる配合量に設定する。この原料ガスのCOガス

10

20

30

40

50

以外の各組成ガスの配合量は、 $AlCl_3$ が1.3～2.5体積%、 HCl が2.8～6体積%、 CO_2 が0.4～3体積%、 O_2 が0.002～0.008体積%であり、残部が H_2 である。また、CVD装置の炉内温度は、970～1020、炉内圧力は、70～110hPaである。

【0078】

ただし、この Al_2O_3 結晶粒の核生成時において、原料ガスに含まれる CO ガスに関し、瞬時的（パルス状）に1～5体積%から選ばれる配合量よりも高めた配合量に変えて原料ガスを導入する。すなわち、まず CO ガスの配合量をパルス状に変調させて Al_2O_3 結晶粒の核生成をし、その後、上記した各組成の配合量からなる原料ガスで Al_2O_3 の結晶粒を成長させ、 Al_2O_3 層を形成していく。これにより、多くの Al_2O_3 の結晶粒の中に、 Al_2O_3 の結晶粒が混在する Al_2O_3 層を形成することができる。なお、核生成時において CO ガスの配合量を瞬時的に高めるときには、高める分を原料ガスの残部を占める H_2 ガスの配合量を下げることによって調整すればよい。これにより、その他のガスの配合量およびCVD装置の炉内温度、炉内圧力を不変とすることができて便宜である。

【0079】

瞬時的に高める CO ガスの配合量（パルス高さ）は、1～5体積%から選ばれる配合量に対して130～160%であることが好ましい。130%未満では、上記（3）式に基づいて算出される Al_2O_3 の結晶粒の面積比率が0.05%未満となり、耐チップング性が低下する恐れがある。また、160%を超えると Al_2O_3 の結晶粒の面積比率が7%を超え、優れた耐摩耗性が得られない恐れがある。

【0080】

従来、成膜時の CO ガスの濃度を過度に高くして導入すると、硬度が低い Al_2O_3 の結晶粒の面積比率が多くなって、耐摩耗性が低下することが指摘されていた。本実施形態の表面被覆切削工具では、導入する CO ガスが高濃度であっても、これをパルス状に変調させながら導入することで、 Al_2O_3 の結晶粒の面積比率を制御することができる。そして、成膜された Al_2O_3 層に関して上記式（1）により $TC(006)$ を求めたとき、5を超す値が得られるようになって、耐摩耗性を向上させることができる。また、 Al_2O_3 層に Al_2O_3 の結晶粒を、上記（3）式に基づいて算出される比率において0.05～7%で混在させることができ、耐チップング性を向上させることができる。

【0081】

さらに、本実施形態の表面被覆切削工具は、 Al_2O_3 の結晶粒の核生成の後に続く Al_2O_3 層の形成時に、所望とする膜厚の50～90%まで Al_2O_3 層が成膜された時点で CO_2 ガスの配合を一時的に中断し、その後 CO_2 ガスの配合を再開して製造することが好ましい。これにより、 Al_2O_3 層における表面部側の Al_2O_3 の結晶粒の面積比率を高めることができ、もって切削工具に最も負荷がかかる切削加工の初期において、被膜の亀裂発生が効果的に抑制される表面被覆切削工具を製造することができる。

【0082】

CO_2 ガスの配合を一時的に中断した後でこれを再開する際には、 CO_2 ガスの配合量を上記原料ガスの組成に戻す（すなわち、0.4～3体積%に設定する）。その後、上記原料ガスの組成により Al_2O_3 層を引き続き形成することにより、所望とする膜厚とすることができる。 CO_2 ガスの配合を一時的に中断させる時間は、 Al_2O_3 の結晶粒の面積比率を適切な範囲とする観点から、25～70秒とすることが好ましい。これにより Al_2O_3 層において、その表面部より内部方向へ向かって深さ1 μm 以内の領域を対象とした電子線後方散乱回折装置を用いた解析から得られる測定視野中のすべての Al_2O_3 の結晶粒に占める Al_2O_3 の結晶粒の面積比率 X を、0.1～20%とすることができる。さらに上記面積比率 X を、 Al_2O_3 層の表面部より内部方向へ向かって深さ1 μm を超える領域を対象とした電子線後方散乱回折装置を用いた解析から得られる測

10

20

30

40

50

定視野中のすべての Al_2O_3 の結晶粒に占める Al_2O_3 の結晶粒の面積比率 Y よりも大きくすることができる。

【0083】

ここで、原料ガスに含まれるCOガスおよびCO₂ガスの作用についてそれぞれ説明する。本実施形態では、COガスの配合量を制御することにより、 Al_2O_3 結晶粒の核生成時に Al_2O_3 層に Al_2O_3 の結晶粒を混在させている。さらに、 Al_2O_3 層の形成時(粒成長時)には、CO₂ガスの配合量を制御(配合を一時的に中断)することにより、表面部におけるすべての Al_2O_3 の結晶粒に占める Al_2O_3 の結晶粒の比率を高めている。COガスは、 Al_2O_3 形成時に反応を抑制する作用を有する。このためCOガスは、 Al_2O_3 結晶粒の核生成時に Al_2O_3 層において Al_2O_3 結晶粒の生成を抑えることになる。よって、 Al_2O_3 結晶粒の核生成時にCOガスの配合量が制御される(瞬間的に配合量が高まる)ことにより、 Al_2O_3 層全体にわたって所定の比率で Al_2O_3 の結晶粒を混在させることができる。一方、CO₂ガスは、 Al_2O_3 形成時に反応を促進する作用を有する。このためCO₂ガスは、 Al_2O_3 層において Al_2O_3 結晶粒の生成(成長)を促すことになる。よって、 Al_2O_3 層の形成時(粒成長時)にCO₂ガスの配合量が制御される(配合が一時的に中断される)ことにより、 Al_2O_3 層の表面部において、すべての Al_2O_3 の結晶粒に占める Al_2O_3 の結晶粒の比率を高めることができる。

10

【0084】

なお、 Al_2O_3 層およびその他の層の厚みは、成膜時間を適宜調節することにより調整することができる(各層の成膜速度は、約0.5~2 μ m/時間である)。

20

【実施例】

【0085】

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。

【0086】

<実施例1>

<基材の調製>

JIS(Japanese Industrial Standard) B 4120(1998)に規定されるCNMG120408の形状を有する超合金母材(住友電気工業製)からなる基材を用意した。用意した基材は、試料A1~A8と名付けた8グループに分類される。一つのグループごとに基材を3個準備した。これらの基材は、87.0wt%のWCと、8.0wt%のCoと、2.5wt%のTiCと、1.5wt%のNbC、1.0%のTaCとからなる組成を有する。

30

【0087】

なお、後述のとおり、試料A1~A3は実施例となり、試料A4~A8は比較例となるものである。

【0088】

<被膜の形成>

試料A1~A8の基材を公知の方法でホーニングし、CVD装置内にセットし、その表面にそれぞれCVD法で被膜を形成した。被膜の形成条件に関し、 Al_2O_3 層を除く各層の形成条件を下記表1に示した。

40

【0089】

【表 1】

	原料ガス組成(体積%)	成膜条件		
		温度(°C)	圧力(hPa)	全ガス量(L/min)
TiN(下地層)	TiCl ₄ =2%、N ₂ =25%、H ₂ =残り	900	200	60
TiCN	TiCl ₄ =2%、CH ₃ CN=0.5%、N ₂ =20%、H ₂ =残り	850	80	95
TiCNO	TiCl ₄ =1%、CO=1%、CH ₄ =5%、N ₂ =10%、H ₂ =残り	1000	250	60
TiC	TiCl ₄ =2%、CH ₄ =7%、H ₂ =残り	1000	500	60
TiN(最表面層)	TiCl ₄ =1.5%、N ₂ =40%、H ₂ =残り	1000	800	90

10

20

30

【0090】

CVD法で - Al₂O₃層を形成する過程では、TiCN層の表面に形成したTiCN O層の表面を酸化することで - Al₂O₃の結晶粒の核生成を行ない、引き続き - Al₂O₃層を形成した。特に、 - Al₂O₃の結晶粒の核生成と、これに続く - Al₂O₃層の形成の際には、導入する原料ガスに含まれるCOガスの配合量を2体積%に設定した。なお、原料ガスのCOガスを含む各組成のガスの配合量およびCVD装置の炉内温度、炉内圧力は、下記表2に示すとおりである。

40

【0091】

ただし、 - Al₂O₃の結晶粒の核生成時には、瞬間的にCOガスの配合量を2体積%よりも高めて導入した。その後、再びCOガスの配合量を2体積%に設定した上記原料ガスで - Al₂O₃の結晶粒を成長させ、 - Al₂O₃層を形成した。

【0092】

特に実施例1では、試料A1～A7に対し、瞬間的に高めて導入するCOガスの配合量

50

(パルス高さ)および、瞬間的に配合量を高めてCOガスを導入する時間(パルス幅)、その回数をそれぞれ異ならせた。具体的には、試料A1～A7に対し、パルス高さを原料ガスのCOガスの配合量である2体積%の150%または170%とし、パルス幅を0.5～1.5分の範囲で異ならせ、瞬間的に配合量を高めてCOガスを導入する回数を2回または3回とした。

【0093】

また、試料A1～A7と試料A8とは、原料ガスの組成においてCO₂の配合量を異ならせた。その他の原料ガスの組成およびCVD装置の炉内温度、炉内圧力などは、試料A1～A7と試料A8とで同じである。また、パルス幅およびパルス高さなど、試料A8に対して瞬間的に高めて導入するCOガスの条件は、試料A2に対する条件と同じとした。これらの諸条件は、下記表2に示すとおりである。なお表2中、「パルス周期」とは、瞬間的に配合量を高めたCOガスの導入を開始する開始点から、次の開始点までの周期をいう。

【0094】

【 表 2 】

試料 No.	炉内温度 (°C)	炉内圧力 (hPa)	CO ₂ (体積%)	O ₂ (体積%)	AlCl ₃ (体積%)	HCl (体積%)	定常時 CO (体積%)	パルス高さ および回数	パルス幅 (分)	パルス周期 (分)
実施例	A1	1000	0.5	0.002	2	3	2	150%、3回	0.5	5
	A2	1000	0.5	0.002	2	3	2	150%、3回	0.7	5
	A3	1000	0.5	0.002	2	3	2	150%、3回	1.3	5
比較例	A4	1000	0.5	0.002	2	3	2	150%、3回	0.3	5
	A5	1000	0.5	0.002	2	3	2	150%、3回	1.5	5
	A6	1000	0.5	0.002	2	3	2	150%、2回	0.5	5
	A7	1000	0.5	0.002	2	3	2	170%、3回	0.5	5
	A8	1000	80	2	0.002	2	3	150%、3回	0.7	5

10

20

30

40

【 0 0 9 5 】

なお、試料 A 1 ~ A 8 で形成した被膜の層構造は、基材側から順に Ti N 層、Ti C N 層、Ti C N O 層、 $-Al_2O_3$ 層、Ti C 層、Ti N 層である。下記表 3 に、試料 A 1 ~ A 8 の層構造およびその層厚 (μm) を示した。

【 0 0 9 6 】

【表 3】

	試料 No.	層構造および層厚(μm)
実施例	A1	基材/TiN(0.3)/TiCN(7.5)/TiCNO(1.0)/Al ₂ O ₃ (3.3)/TiC(0.3)/TiN(0.5)
	A2	基材/TiN(0.3)/TiCN(7.3)/TiCNO(1.1)/Al ₂ O ₃ (3.1)/TiC(0.3)/TiN(0.5)
	A3	基材/TiN(0.3)/TiCN(8.1)/TiCNO(0.9)/Al ₂ O ₃ (3.0)/TiC(0.3)/TiN(0.5)
比較例	A4	基材/TiN(0.3)/TiCN(7.5)/TiCNO(1.0)/Al ₂ O ₃ (3.3)/TiC(0.4)/TiN(0.5)
	A5	基材/TiN(0.3)/TiCN(7.5)/TiCNO(1.0)/Al ₂ O ₃ (3.5)/TiC(0.3)/TiN(0.3)
	A6	基材/TiN(0.3)/TiCN(7.7)/TiCNO(1.0)/Al ₂ O ₃ (3.3)/TiC(0.2)/TiN(0.5)
	A7	基材/TiN(0.3)/TiCN(7.2)/TiCNO(1.0)/Al ₂ O ₃ (3.7)/TiC(0.3)/TiN(0.4)
	A8	基材/TiN(0.3)/TiCN(7.1)/TiCNO(0.8)/Al ₂ O ₃ (3.6)/TiC(0.3)/TiN(0.4)

10

【0097】

< 試験の内容 >

実施例 1 では上述のとおり、それぞれ 3 個の試料 A 1 ~ A 8 を用意している。この 3 個のうち 1 個に対し、逃げ面（特に、刃先稜線部から 3 mm の逃げ面上の箇所）に X 線を照射して - Al₂O₃ 層の TC (006) を測定した。また、この X 線照射から得られる被膜の XRD パターンに基づき、- Al₂O₃ の結晶粒のピークカウント数 (C) および - Al₂O₃ の結晶粒のピークカウント数 (C) を算出し、これを上記 (3) 式に適用して - Al₂O₃ の結晶粒の面積比率を導き出した。また他の 1 個に対して耐摩耗性を評価した。残りの 1 個に対して耐チップング性を評価した。

20

【0098】

耐摩耗性および耐チップング性の評価方法は、それぞれ以下に示すとおりである。また、評価結果を下記表 4 に示した。

【0099】

< 耐摩耗性試験 >

被削材： SCM435 (JIS)

切削速度： 270 m/min

送り： 0.35 mm/rev

切込み： 1.5 mm

切削油： 乾式

切削時間： 15 min

評価： 切削時間 15 min 後の逃げ面摩耗幅 Vb (mm) を測定。

30

【0100】

耐摩耗性は、試料 A 1 ~ A 8 の切削工具をそれぞれ NC 旋盤にセットし、上記の条件で被削材を所定時間切削した後に当該切削工具の逃げ面に形成される摩耗幅 (Vb) を観察して評価する。摩耗幅 (Vb) の値が小さいほど、耐摩耗性に優れていると評価することができる。

【0101】

< 耐チップング性試験 >

被削材： SCM435 (JIS) 溝入材

切削速度： 270 m/min

送り： 0.25 mm/rev

切込み： 1.5 mm

切削油： 湿式

評価： 欠損 (チップング) するまでの時間 (分) を測定。

40

【0102】

耐チップング性は、試料 A 1 ~ A 8 の切削工具をそれぞれ NC 旋盤にセットし、上記の条件で被削材を切削して当該切削工具に欠損 (チップング) が生じるまでの時間を測定して評価する。欠損が生じるまでの時間が長いほど、耐チップング性に優れていると評価することができる。

50

【 0 1 0 3 】

【表 4】

	試料 No.	XRD 結果	κ -Al ₂ O ₃	切削性能		性能ランク
		TC(006)	面積比率 (%)	耐摩耗性 Vb(mm)	欠損するまでの時間(分)	
実施例	A1	5.32	0.7	0.155	4.5	B
	A2	7.12	2.2	0.145	6.4	A
	A3	7.85	4.8	0.142	7.1	A
比較例	A4	5.43	0.03	0.158	2.2	D
	A5	5.76	7.5	0.201	4.2	D
	A6	5.45	0.02	0.152	2.4	C
	A7	5.76	9.8	0.240	5.6	C
	A8	4.53	2.0	0.230	6.1	C

10

【 0 1 0 4 】

なお、表 4 中で記号 A などで示した性能ランクは、以下のように定義される。

A：耐摩耗性および耐チップング性が非常に優れている（Vb = 0.145 以下、および欠損するまでの時間 5 分以上）

B：耐摩耗性および耐チップング性が優れている（Vb = 0.155 以下、および欠損するまでの時間 4.5 分以上）

C：耐摩耗性または耐チップング性が不十分である（Vb = 0.155 超、または欠損するまでの時間 4.5 分未満）

20

D：耐摩耗性および耐チップング性がさらに不十分である（Vb = 0.155 超、および欠損するまでの時間 4.5 分未満）。

【 0 1 0 5 】

< 評価結果 >

表 4 から理解されるように、試料 A 1 ~ A 3 である実施例において、Vb (mm) が 0.155 以下である性能、かつ欠損までの時間が 4.5 分以上である性能を示し、優れた耐摩耗性および耐チップング性を備えると評価することができた。試料 A 1 ~ A 3 はいずれも、 κ -Al₂O₃ 層の TC (006) が 5 を超え、XRD パターンに基づく κ -Al₂O₃ の結晶粒の面積比率が 0.7 ~ 4.8 % だった。

30

【 0 1 0 6 】

これに対し、試料 A 4 ~ A 8 である比較例は、Vb (mm) が 0.155 以下である性能、または欠損までの時間が 4.5 分以上である性能を少なくとも示さず、耐摩耗性または耐チップング性が不十分であると評価された。試料 A 4 ~ A 7 はいずれも、 κ -Al₂O₃ 層の TC (006) が 5 を超えていた。しかしながら、XRD パターンに基づく κ -Al₂O₃ の結晶粒の面積比率が 0.03 以下あるいは 7.5 % 以上だった。試料 A 8 は、XRD パターンに基づく κ -Al₂O₃ の結晶粒の面積比率が 2 % だった。しかしながら、 κ -Al₂O₃ 層の TC (006) が 4.53 であり、5 未満となっていた。

【 0 1 0 7 】

< 考察 >

表 4 から明らかのように、実施例の表面被覆切削工具は、比較例の表面被覆切削工具に比べて耐摩耗性および耐チップング性が優れ、長寿命化を果たすことができるといえる。

40

【 0 1 0 8 】

< 実施例 2 >

< 基材の調製 >

実施例 1 と同様の CNMG120408 の形状を有する超合金母材（住友電気工業製）からなる基材を用意した。用意した基材は、試料 B 1 ~ B 3 と名付けた 3 グループに分類される。一つのグループごとに基材を 3 個準備した。この基材は、94.0 wt % の WC と、5.5 wt % の Co と、0.5 wt % の Cr₃C₂ とから構成されている。なお、後述のとおり、試料 B 1 は実施例となり、試料 B 2 ~ B 3 は比較例となる。

50

【0109】

<被膜の形成>

実施例1と同様な条件で、試料B1～B3の基材をホーニングし、かつCVD装置内にセットしてCVD法で被膜を形成した。

【0110】

CVD法で $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層を形成する過程では、TiCN層の表面に形成したTiCN層の表面を酸化することで $\text{-Al}_2\text{O}_3$ の結晶粒の核生成を行ない、引き続き $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層を形成した。特に、 $\text{-Al}_2\text{O}_3$ の結晶粒の核生成と、これに続く $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層の形成の際には、実施例1と異なり、導入する原料ガスに含まれるCOガスの配合量を2.2体積%に設定した。なお、原料ガスのCOガスを含む各組成のガスの配合量およびCVD装置の炉内温度、炉内圧力は、下記表5に示すとおりである。

10

【0111】

ただし、 $\text{-Al}_2\text{O}_3$ の結晶粒の核生成時には、瞬間的にCOガスの配合量を2.2体積%よりも高めて導入した。その後、再びCOガスの配合量を2.2体積%に設定した上記原料ガスで $\text{-Al}_2\text{O}_3$ の結晶粒を成長させ、 $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層を形成した。

【0112】

特に実施例2では、試料B1～B3に対し、瞬間的に配合量を高めてCOガスを導入する周期(パルス周期)を異ならせ、試料B1でパルス周期を3分とし、試料B2でパルス周期を1分とし、試料B3でパルス周期を4分とした。また、試料B1～B3に対し共通し、COガスの配合量である2.2体積%に比べて140%のパルス高さおよび2分間のパルス幅として、配合量を瞬間的に高めてCOガスを2回導入した。これらの諸条件は、下記表5に示すとおりである。

20

【0113】

【 表 5 】

	試料 No.	炉内温度 (°C)	炉内圧力 (hPa)	CO ₂ (体積%)	O ₂ (体積%)	AlCl ₃ (体積%)	HCl (体積%)	定常時 CO (体積%)	パルス高さ および回数	パルス幅 (分)	パルス周期 (分)
実施例	B1	980	85	1.5	0.007	1.5	4	2.2	140%、2回	2.0	3
比較例	B2	980	85	1.5	0.007	1.5	4	2.2	140%、2回	2.0	1
	B3	980	85	1.5	0.007	1.5	4	2.2	140%、2回	2.0	4

10

20

30

40

【 0 1 1 4 】

試料 B 1 ~ B 3 で形成した被膜の層構造は、基材側から順に TiN 層、TiCN 層、TiCNO 層、 $-Al_2O_3$ 層、TiC 層、TiN 層である。下記表 6 に、試料 B 1 ~ B 3 の層構造及びその層厚 (μm) を示している。

50

【 0 1 1 5 】

【 表 6 】

	試料 No.	層構造および層厚(μm)
実施例	B1	基材/TiN(0.3)/TiCN(9.8)/TiCNO(1.0)/Al ₂ O ₃ (6.2)/TiC(0.3)/TiN(0.5)
比較例	B2	基材/TiN(0.3)/TiCN(9.8)/TiCNO(1.0)/Al ₂ O ₃ (6.2)/TiC(0.4)/TiN(0.5)
	B3	基材/TiN(0.2)/TiCN(9.7)/TiCNO(1.1)/Al ₂ O ₃ (6.5)/TiC(0.2)/TiN(0.6)

【 0 1 1 6 】

< 試験の内容 >

実施例 2 では上述のとおり、それぞれ 3 個の試料 B 1 ~ B 3 を用意している。この 3 個に対して実施例 1 と同様に、
- Al₂O₃ 層の TC (0 0 6) 測定および XRD パターンに基づく
- Al₂O₃ の結晶粒の面積比率の算出、耐摩耗性評価、耐チップング性評価を行なった。

10

【 0 1 1 7 】

ただし、耐摩耗性および耐チップング性の評価方法は、それぞれ以下に示すとおりである。また、評価結果を下記表 7 に示した。

【 0 1 1 8 】

< 耐摩耗性試験 >

被削材： F C D 7 0 0 (J I S)

切削速度： 1 5 0 m / m i n

送り： 0 . 3 m m / r e v

切込み： 1 . 5 m m

切削油： 湿式

切削時間： 1 0 m i n

評価： 切削時間 1 0 m i n 後の逃げ面摩耗幅 V b (m m) を測定。

20

【 0 1 1 9 】

耐摩耗性は、試料 B 1 ~ B 3 の切削工具をそれぞれ NC 旋盤にセットし、上記の条件で被削材を所定時間切削した後に当該切削工具の逃げ面に形成される摩耗幅 (V b) を観察して評価する。摩耗幅 (V b) の値が小さいほど、耐摩耗性に優れていると評価することができる。

30

【 0 1 2 0 】

< 耐チップング性試験 >

被削材： F C D 4 5 0 (J I S) 溝入材

切削速度： 2 0 0 m / m i n

送り： 0 . 2 m m / r e v

切込み： 1 . 5 m m

切削油： 湿式

評価： 欠損 (チップング) するまでの時間 (分) を測定。

【 0 1 2 1 】

耐チップング性は、試料 B 1 ~ B 3 の切削工具をそれぞれ NC 旋盤にセットし、上記の条件で被削材を切削して当該切削工具に欠損 (チップング) が生じるまでの時間を測定して評価する。欠損が生じるまでの時間が長いほど、耐チップング性に優れていると評価することができる。

40

【 0 1 2 2 】

【表 7】

	試料 No.	XRD 結果	κ -Al ₂ O ₃	切削性能		性能ランク
		TC(006)	面積比率 (%)	耐摩耗性 Vb(mm)	欠損するまでの時間(分)	
実施例	B1	6.58	1.8	0.145	5.4	A
比較例	B2	5.75	7.2	0.179	3.2	D
	B3	5.53	0.03	0.221	4.5	C

【 0 1 2 3 】

なお、表 7 中で記号 A などで示した性能ランクは、以下のように定義される。

A：耐摩耗性および耐チップング性が非常に優れている（Vb = 0.145 以下、および欠損するまでの時間 5 分以上）

B：耐摩耗性および耐チップング性が優れている（Vb = 0.155 以下、および欠損するまでの時間 4.5 分以上）

C：耐摩耗性または耐チップング性が不十分である（Vb = 0.155 超、または欠損するまでの時間 4.5 分未満）

D：耐摩耗性および耐チップング性がさらに不十分である（Vb = 0.155 超、および欠損するまでの時間 4.5 分未満）。

【 0 1 2 4 】

< 評価結果 >

表 7 から理解されるように、試料 B 1 である実施例において、Vb (mm) が 0.145 である性能、かつ欠損するまでの時間が 5.4 分である性能を示し、優れた耐摩耗性および耐チップング性を備えると評価することができた。試料 B 1 は κ -Al₂O₃ 層の TC (006) が 5 を超え、XRD パターンに基づく κ -Al₂O₃ の結晶粒の面積比率が 1.8% だった。これに対し、試料 B 2 ~ B 3 である比較例において、Vb (mm) が 0.155 以下である性能、または欠損するまでの時間が 4.5 分以上である性能を示さず、耐摩耗性または耐チップング性が不十分であると評価された。試料 B 2 ~ B 3 はいずれも、 κ -Al₂O₃ 層の TC (006) が 5 を超えていた。しかしながら、XRD パターンに基づく κ -Al₂O₃ の結晶粒の面積比率が 0.03% あるいは 7.2% だった。

【 0 1 2 5 】

< 考察 >

表 7 から明らかなように、実施例の表面被覆切削工具は、比較例の表面被覆切削工具に比べて耐摩耗性および耐チップング性が優れ、長寿命化を果たすことができるといえる。

【 0 1 2 6 】

< 実施例 3 >

< 基材の調製 >

実施例 1 と同様の CNMG120408 の形状を有する超合金母材（住友電気工業製）からなる基材を用意した。用意した基材は、試料 C 1 ~ C 6 と名付けた 6 グループに分類される。一つのグループごとに基材を 4 個準備した。この基材は、89.0 wt% の WC と、6.0 wt% の Co と、2.5 wt% の TiC と、1.5 wt% の NbC と、1.0 wt% の ZrC とからなる組成を有する。後述のとおり、試料 C 1 ~ C 4 は実施例となり、試料 C 5 ~ C 6 は比較例となる。

【 0 1 2 7 】

< 被膜の形成 >

実施例 1 と同じ条件で、試料 C 1 ~ C 6 の基材をホーニングし、かつ CVD 装置内にセットして CVD 法で被膜を形成した。

【 0 1 2 8 】

CVD 法で κ -Al₂O₃ 層を形成する過程では、TiCN 層の表面に形成した TiCN 層の表面を酸化することで κ -Al₂O₃ の結晶粒の核生成を行ない、引き続き κ -Al₂O₃ 層を形成した。 κ -Al₂O₃ の結晶粒の核生成と、これに続く κ -Al₂O₃ 層の形成

10

20

30

40

50

(結晶粒の成長)の際には実施例1と同様に、導入する原料ガスに含まれるCOガスの配合量を2体積%に設定し、かつ Al_2O_3 の結晶粒の核生成時に3回、瞬間的にCOガスの配合量を2体積%よりも高めて(2.8体積%、すなわちパルス高さ140%)導入した。さらにパルス幅を0.9分とし、パルス周期を5分とした。原料ガスの各組成のガス配合量およびCVD装置の炉内温度、炉内圧力を、下記表8に示す。ここで試料C1~C6において、 Al_2O_3 の結晶粒の核生成時の瞬間的に高めたCOガスの配合量および回数、パルス幅ならびにパルス周期は同じである。

【0129】

続いて、 Al_2O_3 層の形成(結晶粒の成長)時に、各試料に応じて所望とする膜厚の50~90%となる厚みまで Al_2O_3 層が成膜された時点で、上記原料ガスに含まれるCO₂ガスの配合(1体積%)を一時的に中断した。その後、CO₂ガスの配合量を1体積%に戻し、上記原料ガスの組成で Al_2O_3 層を引き続き形成することにより、所望とする膜厚とした。たとえば、試料C1の場合、所望とする Al_2O_3 層の膜厚が5.4μmであるので、 Al_2O_3 層の形成時において、その81.5%である4.4μmの厚みとなるまで Al_2O_3 層を成膜した時点で、上記原料ガスに含まれるCO₂ガスの配合を30秒間中断した。その後、CO₂ガスの配合量を1体積%に戻し、表8に示すとおり組成の原料ガスで Al_2O_3 層を引き続き形成することにより、その膜厚を5.4μmとした。試料C1~C6においてCO₂ガスの配合を一時的に中断した時間は、それぞれ表8の「CO₂中断時間(秒)」の欄に示した。

【0130】

10

20

【 表 8 】

試料 No.	炉内温度 (°C)	炉内圧力 (hPa)	CO ₂ (体積%)	O ₂ (体積%)	AlCl ₃ (体積%)	HCl (体積%)	CO (体積%)	CO ₂ 中断時間 (秒)	
実施例	C1	970	70	1	0.003	2	3	2	60
	C2	970	70	1	0.003	2	3	2	40
	C3	970	70	1	0.003	2	3	2	30
	C4	970	70	1	0.003	2	3	2	70
比較例	C5	970	70	1	0.003	2	3	2	20
	C6	970	70	1	0.003	2	3	2	80

10

20

30

40

【 0 1 3 1 】

試料 C 1 ~ C 6 で形成した被膜の層構造は、基材側から順に Ti N 層、Ti C N 層、Ti C N O 層、 $-Al_2O_3$ 層、Ti C 層、Ti N 層である。下記表 9 に、試料 C 1 ~ C 6 の層構造及びその層厚 (μm) を示している。

【 0 1 3 2 】

【表 9】

	試料 No.	膜構造および膜厚(μm)
実施例	C1	基材/TiN(0.2)/TiCN(7.9)/TiCNO(1.0)/Al ₂ O ₃ (5.4)/TiC(0.3)/TiN(0.5)
	C2	基材/TiN(0.2)/TiCN(8.0)/TiCNO(1.0)/Al ₂ O ₃ (5.3)/TiC(0.3)/TiN(0.5)
	C3	基材/TiN(0.2)/TiCN(7.8)/TiCNO(0.9)/Al ₂ O ₃ (5.6)/TiC(0.3)/TiN(0.5)
	C4	基材/TiN(0.3)/TiCN(7.5)/TiCNO(0.9)/Al ₂ O ₃ (6.0)/TiC(0.2)/TiN(0.4)
比較例	C5	基材/TiN(0.2)/TiCN(8.1)/TiCNO(0.9)/Al ₂ O ₃ (5.2)/TiC(0.2)/TiN(0.6)
	C6	基材/TiN(0.2)/TiCN(8.0)/TiCNO(0.9)/Al ₂ O ₃ (5.0)/TiC(0.2)/TiN(0.5)

【0133】

10

< 試験の内容 >

実施例3では上述のとおり、それぞれ4個の試料C1～C6を用意している。この4個のうち3個を用いて、それぞれ実施例1と同様に - Al₂O₃層のTC(006)測定およびXRDパターンに基づく - Al₂O₃の結晶粒の面積比率の算出と、耐摩耗性評価と、耐チップング性評価とを行なった。

【0134】

耐摩耗性および耐チップング性の評価方法は、それぞれ以下に示すとおりである。

< 耐摩耗性試験 >

被削材： SCM435 (JIS)

切削速度： 320 m/min

送り： 0.25 mm/rev

切込み： 1.5 mm

切削油： 乾式

切削時間： 15 min

評価： 切削時間15 min後の逃げ面摩耗幅Vb (mm)を測定。

20

【0135】

耐摩耗性は、試料C1～C6の切削工具をそれぞれNC旋盤にセットし、上記の条件で被削材を所定時間切削した後に当該切削工具の逃げ面に形成される摩耗幅(Vb)を観察して評価する。摩耗幅(Vb)の値が小さいほど、耐摩耗性に優れていると評価することができる。

30

【0136】

< 耐チップング性試験 >

被削材： SCM435 (JIS) 溝入材

切削速度： 250 m/min

送り： 0.2 mm/rev

切込み： 1.5 mm

切削油： 湿式

評価： 欠損(チップング)するまでの時間(分)を測定。

【0137】

耐チップング性は、試料C1～C6の切削工具をそれぞれNC旋盤にセットし、上記の条件で被削材を切削して当該切削工具に欠損(チップング)が生じるまでの時間を測定して評価する。欠損が生じるまでの時間が長いほど、耐チップング性に優れていると評価することができる。

40

【0138】

さらに実施例3では、試料C1～C6の残りの各1個について、それぞれ被膜を基材の表面の法線方向に沿って切断して現れた断面に対し、EBSD装置を備えたFE-SEM(商品名：「SU6600」、株式会社日立ハイテクノロジーズ製)を用いて上述した方法により解析した。これにより、 - Al₂O₃層の2つの領域における測定視野中のすべてのAl₂O₃の結晶粒に占める - Al₂O₃の結晶粒の面積比率XおよびYを算出した。以上の評価結果を下記表10に示した。

50

【0139】

本実施例において面積比率Xは、 Al_2O_3 層の表面部（すなわち、TiC層との界面）より内部方向へ向かって深さ $1\ \mu\text{m}$ 以内の領域における測定視野中のすべての Al_2O_3 の結晶粒に占める Al_2O_3 の結晶粒の面積比率である。面積比率Yは、 Al_2O_3 層の表面部（すなわち、TiC層との界面）より内部方向へ向かって深さ $1\ \mu\text{m}$ を超えてからTiCNO層との界面までの領域における測定視野中のすべての Al_2O_3 の結晶粒に占める Al_2O_3 の結晶粒の面積比率である。

【0140】

Al_2O_3 の結晶粒の面積比率XおよびYを算出するために形成した被膜の断面に対し、上述のとおり耐水研磨紙で研磨し、引き続き、Arイオンによるイオンミーリング処理によりさらに平滑化して準備した。イオンミーリング装置とその処理の条件は以下のとおりである。

10

【0141】

イオンミーリング装置（商品名：「SM-09010」、日本電子株式会社製）

加速電圧： 6 kV

照射角度： 基材表面の法線方向から 0°

照射時間： 6時間。

【0142】

【表 10】

試験料 No.	XRD 結果	κ アルミナ			切削性能		性能ランク
		全体比率 (%)	面積比率 X (%)	面積比率 Y (%)	耐摩耗性 Vb(mm)	欠損するまでの時間(分)	
	TC(006)						
C1	7.12	0.9	4.86	<0.001	0.165	6.4	A
C2	7.34	0.08	0.42	<0.001	0.157	4.6	B
C3	5.01	0.06	0.09	0.054	0.168	4.7	B
C4	5.5	3.5	21	<0.001	0.186	4.8	B
C5	4.23	0.02	0.03	0.017	0.157	2.1	C
C6	5.64	9.0	45	<0.001	0.234	5.6	C
実施例							
比較例							

10

20

30

【0143】

40

表 10 中で記号 A などで示した性能ランクは、以下のように定義される。

A : 耐摩耗性および耐チップング性が非常に優れている ($Vb = 0.165$ 以下、および欠損するまでの時間 5 分以上)

B : 耐摩耗性および耐チップング性が優れている ($Vb = 0.165$ 超 0.200 以下、および欠損するまでの時間 3 分以上 5 未満)

C : 耐摩耗性または耐チップング性が不十分である ($Vb = 0.200$ 超、または欠損するまでの時間 3 分未満)。

【0144】

< 評価結果 >

表 10 から理解されるように、試験料 C1 ~ C4 である実施例において、 Vb (mm) が

50

0.200以下である性能、かつ欠損までの時間が3分以上である性能を示し、優れた耐摩耗性および耐チップング性を備えると評価することができた。試料C1～C4はいずれも、 γ - Al_2O_3 層のTC(006)が5を超え、XRDパターンに基づく γ - Al_2O_3 の結晶粒の面積比率が0.06～3.5%だった。

【0145】

特に、試料C1～C2は、 γ - Al_2O_3 層の表面部より内部方向へ向かって深さ1 μ m以内の領域における測定視野中のすべての Al_2O_3 の結晶粒に占める γ - Al_2O_3 の結晶粒の面積比率Xが、0.1～20%であったため、試料C3～C4よりも、さらに優れた耐摩耗性および耐チップング性を備えると評価することができた。

【0146】

これに対し、試料C5～C6である比較例は、試料C1～C4である実施例よりも性能が劣り、耐摩耗性または耐チップング性が不十分であると評価された。試料C5は、 γ - Al_2O_3 層のTC(006)が5未満であった。さらに、XRDパターンに基づく γ - Al_2O_3 の結晶粒の面積比率も0.03以下であった。試料C6は、 γ - Al_2O_3 層のTC(006)が5以上であったものの、XRDパターンに基づく γ - Al_2O_3 の結晶粒の面積比率が9%だった。試料C5～C6はいずれも、 γ - Al_2O_3 層の表面部より内部方向へ向かって深さ1 μ m以内の領域における測定視野中のすべての Al_2O_3 の結晶粒に占める γ - Al_2O_3 の結晶粒の面積比率Xが、0.1～20%の範囲から外れていた。

【0147】

<考察>

表10から明らかのように、実施例の表面被覆切削工具は、比較例の表面被覆切削工具に比べて耐摩耗性および耐チップング性が優れ、長寿命化を果たすことができるといえる。

【0148】

以上のように本発明の実施の形態および実施例について説明を行なったが、上述の各実施の形態および実施例の構成を適宜組み合わせたり、様々に変形したりすることも当初から予定している。

【0149】

今回開示された実施の形態およ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】

【0150】

1 第1ピーク、2 第2ピーク、3 第3ピーク、4 第4ピーク、5 第5ピーク、6 第6ピーク、7 第7ピーク。

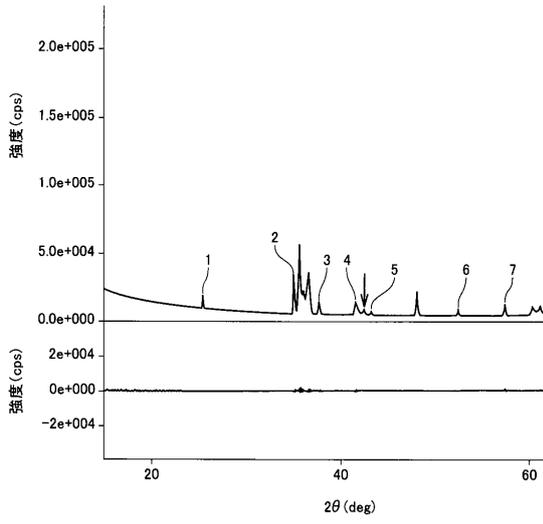
10

20

30

【 1】

图1



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
B 2 3 D 77/00 (2006.01) B 2 3 D 77/00
C 2 3 C 16/40 (2006.01) C 2 3 C 16/40

(72) 発明者 出谷 隆典
北海道空知郡奈井江町字奈井江 7 7 6 番地 住友電工ハードメタル株式会社内

審査官 村上 哲

(56) 参考文献 特開 2 0 0 7 - 1 2 5 6 8 6 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 0 7 / 0 1 0 4 9 4 5 (U S , A 1)
特開 2 0 1 1 - 0 8 3 8 7 7 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 2 9 8 2 3 9 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 0 2 4 8 0 8 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 2 4 5 5 8 3 (J P , A)
特開平 0 3 - 1 3 8 3 6 8 (J P , A)
欧州特許出願公開第 0 4 0 8 5 3 5 (E P , A 1)
特開平 1 1 - 3 3 5 8 1 6 (J P , A)

(58) 調査した分野(Int.Cl. , DB名)

B 2 3 B 2 7 / 1 4
B 2 3 B 5 1 / 0 0
B 2 3 C 5 / 1 6
B 2 3 D 7 7 / 0 0
B 2 3 F 2 1 / 0 0
B 2 3 G 5 / 0 6
C 2 3 C 1 6 / 4 0
W P I