

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B1)

(11)特許番号  
特許第7005865号  
(P7005865)

(45)発行日 令和4年1月24日(2022.1.24)

(24)登録日 令和4年1月11日(2022.1.11)

|                         |                 |
|-------------------------|-----------------|
| (51)国際特許分類              | F I             |
| B 2 3 B 27/14 (2006.01) | B 2 3 B 27/14 A |
| C 2 3 C 16/40 (2006.01) | C 2 3 C 16/40   |

請求項の数 7 (全19頁)

|             |                             |          |   |
|-------------|-----------------------------|----------|---|
| (21)出願番号    | 特願2020-564766(P2020-564766) | (73)特許権者 | 503212652<br>住友電工ハードメタル株式会社<br>兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 |
| (86)(22)出願日 | 令和2年6月11日(2020.6.11)        | (74)代理人  | 110001195<br>特許業務法人深見特許事務所                      |
| (86)国際出願番号  | PCT/JP2020/022994           | (72)発明者  | 城戸 保樹<br>兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住<br>友電工ハードメタル株式会社内   |
| 審査請求日       | 令和3年6月16日(2021.6.16)        | (72)発明者  | 奥野 晋<br>兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住<br>友電工ハードメタル株式会社内    |
| 早期審査対象出願    |                             | (72)発明者  | 引地 将仁<br>兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住<br>友電工ハードメタル株式会社内   |
|             |                             | 審査官      | 亀田 貴志   |

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 切削工具

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

基材と、前記基材上に配置された被膜と、を備えた切削工具であって、

前記被膜は、 - A 1 2 O 3 層を含み、

前記 - A 1 2 O 3 層は、複数の - A 1 2 O 3 の結晶粒を含み、かつ、配向性指数 T C ( h k l ) において T C ( 0 0 6 ) が 5 を超え、

前記 - A 1 2 O 3 層の室温における硬度 H 1 と、前記 - A 1 2 O 3 層の 8 0 0 における硬度 H 2 とは、下記式 A - 1 の関係を示す、切削工具。

$$0 < \{ ( H 1 - H 2 ) / H 1 \} \times 1 0 0 < 6 0 \quad \text{式 A - 1}$$

## 【請求項2】

前記硬度 H 1 と、前記硬度 H 2 とは、下記式 A - 2 の関係を示す、請求項1に記載の切削工具。

$$0 < \{ ( H 1 - H 2 ) / H 1 \} \times 1 0 0 < 5 5 \quad \text{式 A - 2}$$

## 【請求項3】

前記 T C ( 0 0 6 ) は 5 超 8 以下である、請求項1又は請求項2に記載の切削工具。

## 【請求項4】

前記 T C ( 0 0 6 ) は 6 超 8 以下である、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の切削工具。

## 【請求項5】

前記 - A 1 2 O 3 層の室温における弾性率 E 1 と、前記 - A 1 2 O 3 層の 8 0 0 における

における弾性率  $E_2$  とは、下記式 B - 1 の関係を示す、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の切削工具。

$$0 < \{ (E_1 - E_2) / E_1 \} \times 100 < 10 \quad \text{式 B - 1}$$

【請求項 6】

前記 -  $Al_2O_3$  層の 800 における塑性変形量  $h_p$  は 0 nm 以上 100 nm 以下である、請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の切削工具。

【請求項 7】

前記 -  $Al_2O_3$  層の平均厚さは、2  $\mu m$  以上 15  $\mu m$  以下である、請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の切削工具。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本開示は、切削工具に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、基材上に被膜を形成した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、切削工具の性能を向上させる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）では、超合金からなる基材上に（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。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2008 - 246664 号公報

【発明の概要】

【0004】

本開示の切削工具は、基材と、前記基材上に配置された被膜と、を備えた切削工具であって、

前記被膜は、 -  $Al_2O_3$  層を含み、

前記 -  $Al_2O_3$  層は、複数の -  $Al_2O_3$  の結晶粒を含み、かつ、配向性指数  $TC$ （ $hkl$ ）において  $TC$ （006）が 5 を超え、

30

前記 -  $Al_2O_3$  層の室温における硬度  $H_1$  と、前記 -  $Al_2O_3$  層の 800 における硬度  $H_2$  とは、下記式 A - 1 の関係を示す、切削工具である。

$$0 < \{ (H_1 - H_2) / H_1 \} \times 100 < 60 \quad \text{式 A - 1}$$

【図面の簡単な説明】

【0005】

【図 1】図 1 は、実施形態 1 に係る切削工具の代表的な構成例を説明する図である。

【図 2】図 2 は、実施形態 1 に係る切削工具の他の構成例を説明する図である。

【図 3】図 3 は、実施形態 1 に係る切削工具の他の構成例を説明する図である。

【図 4】図 4 は、実施形態 1 に係る切削工具の他の構成例を説明する図である。

40

【図 5】図 5 は、塑性変形量を説明する図である。

【図 6】図 6 は、塑性変形量を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0006】

[本開示が解決しようとする課題]

近年、より高効率な切削加工においても、工具寿命の長い切削工具が求められている。特に、高炭素クロム鋼の高速高送り加工においても、長い工具寿命を有する工具が求められている。

【0007】

そこで、本開示は特に高炭素クロム鋼の高速高送り加工においても、長い工具寿命を有す

50

る工具を提供することを目的とする。

【0008】

[本開示の効果]

本開示の切削工具は、特に高炭素クロム鋼の高速高送り加工においても、長い工具寿命を有することができる。

【0009】

[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) 本開示の切削工具は、基材と、前記基材上に配置された被膜と、を備えた切削工具であって、

前記被膜は、 - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層を含み、

前記 - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層は、複数の - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>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 - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の室温における硬度H1と、前記 - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の800における硬度H2とは、下記式A-1の関係を示す、切削工具である。

$$0 < \{ (H1 - H2) / H1 \} \times 100 < 60 \quad \text{式A-1}$$

【0010】

本開示の切削工具は、特に高炭素クロム鋼の高速高送り加工においても、長い工具寿命を有することができる。

【0011】

(2) 前記硬度H1と、前記硬度H2とは、下記式A-2の関係を示すことが好ましい。

$$0 < \{ (H1 - H2) / H1 \} \times 100 < 55 \quad \text{式A-2}$$

【0012】

これによると、切削工具の工具寿命が更に向上する。

【0013】

(3) 前記TC(006)は5超8以下であることが好ましい。これによると、切削工具の耐摩耗性が向上し、工具寿命が更に向上する。

【0014】

(4) 前記TC(006)は6超8以下であることが好ましい。これによると、切削工具の耐摩耗性が向上し、工具寿命が更に向上する。

【0015】

(5) 前記 - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の室温における弾性率E1と、前記 - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の800における弾性率E2とは、下記式B-1の関係を示すことが好ましい。

$$0 < \{ (E1 - E2) / E1 \} \times 100 < 10 \quad \text{式B-1}$$

【0016】

これによると、切削工具の高温時の耐欠損性が向上し、切削工具の工具寿命が更に向上する。

【0017】

(6) 前記 - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の800における塑性変形量h<sub>p</sub>は0nm以上100nm以下であることが好ましい。

【0018】

これによると、切削工具の高温時の耐塑性変形性が向上し、切削工具の工具寿命が更に向上する。

【0019】

(7) 前記 - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の平均膜厚は、2μm以上15μm以下であることが好ましい。これによると、切削工具の工具寿命が更に向上する。

【0020】

[本開示の実施形態の詳細]

本開示の切削工具の具体例を、以下に図面を参照しつつ説明する。本開示の図面において、同一の参照符号は、同一部分または相当部分を表すものである。また、長さ、幅、厚さ

10

20

30

40

50

、深さなどの寸法関係は図面の明瞭化と簡略化のために適宜変更されており、必ずしも実際の寸法関係を表すものではない。

【 0 0 2 1 】

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

【 0 0 2 2 】

本明細書において化合物などを化学式で表す場合、原子比を特に限定しないときは従来公知のあらゆる原子比を含むものとし、必ずしも化学量論的範囲のものだけに限定されるべきではない。たとえば「TiCN」と記載されている場合、TiCNを構成する原子数の比は、従来公知のあらゆる原子比が含まれる。また、本実施形態において、Ti、Al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。

10

【 0 0 2 3 】

[ 実施形態 1 : 切削工具 ]

本開示の切削工具は、基材と、該基材上に配置された被膜と、を備えた切削工具であって、該被膜は、 $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層を含み、該 $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層は、複数の $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>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 $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の室温における硬度H1と、該 $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の800における硬度H2とは、下記式A-1の関係を示す、切削工具である。

20

$$0 < \{ (H1 - H2) / H1 \} \times 100 < 60 \quad \text{式 A - 1}$$

【 0 0 2 4 】

本開示の切削工具は、特に高炭素クロム鋼の高速高送り加工においても、長い工具寿命を有することができる。この理由は明らかではないが、下記(i)及び(ii)の通りと推察される。

【 0 0 2 5 】

(i) 本開示の切削工具において、 $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層のTC(006)の値は5を超える。これによると、該 $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層は、膜の微小チップングや摩耗が生じにくく、特に、高炭素クロム鋼の高速高送り加工という高温条件下においても、優れた耐摩耗性を有することができる。よって、切削工具は長い工具寿命を有することができる。なお、 $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層のTC(006)の詳細については、後述する。

30

【 0 0 2 6 】

(ii) 本開示の切削工具において、 $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の室温における硬度H1（以下、「室温硬度H1」とも記す。）と、 $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の800における硬度H2（以下、「高温硬度H2」とも記す。）とは、下記式A-1の関係を示す。

$$0 < \{ (H1 - H2) / H1 \} \times 100 < 60 \quad \text{式 A - 1}$$

【 0 0 2 7 】

上記式A-1は、 $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の高温硬度H2の室温硬度H1に対する低下率が60%未満であることを示す。すなわち、 $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の室温硬度H1と高温硬度H2とが上記式A-1を満たす場合、該 $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層は高温においても、高い硬度を維持していることを示す。よって、該 $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層を有する切削工具は、特に高炭素クロム鋼の高速高送り加工という高温条件下においても優れた耐摩耗性を有し、長い工具寿命を有することができる。

40

【 0 0 2 8 】

なお、800における $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の組織形態を分析し、その構造を規定することは、現在の技術では不可能である。よって、本発明者らは鋭意検討の結果、 $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の室温硬度H1と高温硬度H2との関係を規定することにより、本開示を規定することとした。

【 0 0 2 9 】

< 切削工具の構成 >

50

図 1 に示されるように、本実施形態の切削工具 1 は、基材 10 と、該基材 10 上に配置された被膜 15 とを備え、該被膜 15 は、 $-Al_2O_3$  層 11 を含む。被膜 15 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、本開示の範囲を逸脱するものではない。

【0030】

被膜 15 は、 $-Al_2O_3$  層 11 に加えて、他の層を含むことができる。例えば、図 2 に示されるように、被膜 25 は、基材 10 と  $-Al_2O_3$  層 11 との間に配置される下地層 12 を更に含んでいてもよい。

【0031】

図 3 に示されるように、被膜 35 は、 $-Al_2O_3$  層 11 上に配置される表面層 13 を更に含んでいてもよい。

【0032】

図 4 に示されるように、被膜 45 は、下地層 12 と  $-Al_2O_3$  層 11 との間に配置される中間層 14 を更に含んでいてもよい。

【0033】

< 切削工具の用途 >

本開示の切削工具は、例えば、ドリル、エンドミル（例えば、ボールエンドミル）、ドリル用刃先交換型切削チップ、エンドミル用刃先交換型切削チップ、フライス加工用刃先交換型切削チップ、旋削加工用刃先交換型切削チップ、メタルソー、歯切工具、リーマ、タ  
ップ等であり得る。

【0034】

< 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。

【0035】

上記他の層として、上記の下地層、表面層、中間層等を挙げることができる。より具体的には、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 層等を挙げること  
ができる。

【0036】

被膜の平均厚さは、 $3 \sim 35 \mu m$  が好ましい。これによると、被膜は優れた耐摩耗性及び耐剥離性を有することが出来る。被膜の平均厚さは、 $5 \sim 20 \mu m$  が更に好ましい。

【0037】

被膜の厚さは、例えば基材の表面の法線方向に平行な断面サンプルを得て、このサンプルを走査透過型電子顕微鏡 (STEM: Scanning Transmission Electron Microscopy) で観察することにより測定される。走査透過型電子顕微鏡としては、例えば、日本電子株式会社製の JEM-2100F (商品名) が挙げ  
られる。

【0038】

本明細書において「厚さ」といった場合、その厚さは平均厚さを意味する。具体的には、断面サンプルの観察倍率を  $5000 \sim 10000$  倍とし、観察面積を  $100 \sim 500 \mu m^2$  とし、1 視野において 10 箇所  
の厚み幅を測定し、その平均値を「厚さ」とする。下記に記載される各層の厚さ及び平均厚さについても、同様に測定し、算出される。

【0039】

<  $-Al_2O_3$  層 >

(  $-Al_2O_3$  層の構成 )

本開示において、 $-Al_2O_3$  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) の結晶粒を含む層である。すなわち、 $-Al_2O_3$  層は、多結晶の

10

20

30

40

50

-  $Al_2O_3$ により構成される。 -  $Al_2O_3$ の結晶粒の平均粒径は、100～2000 nmが好ましい。

【0040】

(TC(006))

本開示において、 $Al_2O_3$ 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。

【0041】

【数1】

$$TC(hkl) = \frac{I(hkl)}{I_0(hkl)} \left\{ \frac{1}{n} \sum_1^n \frac{I(hkl)}{I_0(hkl)} \right\}^{-1} \quad \dots(1) \quad 10$$

【0042】

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。

【0043】

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。

【0044】

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

【0045】

【数2】

$$TC(006) = \frac{I(006)}{I_0(006)} \left\{ \frac{1}{8} \sum_1^8 \frac{I(hkl)}{I_0(hkl)} \right\}^{-1} \quad \dots(2) \quad 30$$

【0046】

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 $Al_2O_3$ 層は、膜の微小チップングや摩耗が生じにくく、特に、高炭素クロム鋼の高速高送り加工という高温条件下においても、優れた耐摩耗性を有することができる。よって、切削工具は長い工具寿命を有することができる。

【0047】

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。TC(006)の値は、5超8以下、6超8以下、7超8以下とすることができる。

【0048】

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。

【0049】

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：-2法

X線回折装置を用いるに際して、切削工具のすくい面にX線を照射する。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X線を照射する。これによると、結果の再現性が高くなる。

10

【0050】

(硬度)

本開示において、 $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の室温における硬度H1と、 $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の800における硬度H2とは、下記式A-1の関係を示す。

$$0 < \{ (H1 - H2) / H1 \} \times 100 < 60 \quad \text{式A-1}$$

【0051】

上記式A-1は、 $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の高温硬度H2の室温硬度H1に対する低下率が60%未満であることを示す。すなわち、 $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の室温硬度H1と高温硬度H2とが上記式A-1を満たす場合、該 $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層は高温においても、高い硬度を維持していることを示す。よって、該 $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層を有する切削工具は、特に高炭素クロム鋼の高速高送り加工という高温条件下においても優れた耐摩耗性を有し、長い工具寿命を有することができる。

20

【0052】

室温硬度H1と、高温硬度H2とは、下記式A-2の関係を示すことが好ましい。

$$0 < \{ (H1 - H2) / H1 \} \times 100 < 55 \quad \text{式A-2}$$

【0053】

$\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の室温硬度H1の下限は、28GPa以上、30GPa以上、32GPa以上とすることができる。室温硬度H1の上限は特に限定されないが、例えば、42GPa以下、40GPa以下、38GPa以下とすることができる。室温硬度H1は、28GPa以上42GPa以下、30GPa以上42GPa以下、32GPa以上40GPa以下とすることができる。

30

【0054】

$\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の高温硬度H2の下限は、11GPa以上、13GPa以上、15GPa以上とすることができる。高温硬度H2の上限は特に限定されないが、例えば、25GPa以下、23GPa以下、21GPa以下とすることができる。高温硬度H2は、11GPa以上25GPa以下、13GPa以上23GPa以下、15GPa以上21GPa以下とすることができる。

40

【0055】

$\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の室温硬度H1及び高温硬度H2の測定方法は次の通りである。まず、工具の任意の表面に対してクロスセクションポリッシュ加工(CP加工)による鏡面加工を行う。被膜が $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層より表面側に $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層以外の層(例えば表面層)を含む場合は、 $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層が露出するまで鏡面加工を行う。該加工面に対して、高温ナノインデント測定(装置：ハイジトロン社製「TI980」を用いた押し込み試験)を行う。

【0056】

室温硬度H1は、室温(25±5)で工具の押し込み試験を行い測定される。高温硬度

50

H 2 は、測定装置の測定室内をアルゴン ( A r ) 雰囲気中で 8 0 0 に加熱し、該雰囲気下で工具の押し込み試験を行い測定する。押し込み試験では、8 m N の荷重で 2 秒押し込み、押し込んだ状態で 1 秒保持し、2 秒かけて除荷する。押し込み試験は、工具の表面の 1 0 箇所で行う。本明細書において、該 1 0 箇所の室温硬度の平均値を - A 1 2 O 3 層の室温硬度 H 1 とする。また、該 1 0 箇所の高温硬度の平均値を - A 1 2 O 3 層の高温硬度 H 2 とする。

【 0 0 5 7 】

( 弾性率 )

本開示において、 - A 1 2 O 3 層の室温における弾性率 E 1 ( 以下、「室温弾性率 E 1 」とも記す。 ) と、 - A 1 2 O 3 層の 8 0 0 における弾性率 E 2 ( 以下、「高温弾性率」とも記す。 ) とは、下記式 B - 1 の関係を示すことが好ましい。

$$0 < \{ ( E 1 - E 2 ) / E 1 \} \times 1 0 0 < 1 0 \quad \text{式 B - 1}$$

【 0 0 5 8 】

上記式 B - 1 は、 - A 1 2 O 3 層の高温弾性率 E 2 の室温弾性率 E 1 に対する低下率が 1 0 % 未満であることを示す。すなわち、 - A 1 2 O 3 層の室温弾性率 E 1 と高温弾性率 E 2 とが上記式 B - 1 を満たす場合、該 - A 1 2 O 3 層は高温においても、高い弾性率を維持していることを示す。よって、該 - A 1 2 O 3 層を有する切削工具は、特に高炭素クロム鋼の高速高送り加工という高温条件下においても優れた耐欠損性を有し、長い工具寿命を有することができる。

【 0 0 5 9 】

室温弾性率 E 1 と、高温弾性率 E 2 とは、下記式 B - 2 の関係を示すことが好ましい。

$$0 < \{ ( E 1 - E 2 ) / E 1 \} \times 1 0 0 < 8 \quad \text{式 B - 2}$$

【 0 0 6 0 】

- A 1 2 O 3 層の室温弾性率 E 1 の下限は、3 0 0 G P a 以上、3 1 5 G P a 以上、3 2 5 G P a 以上とすることができる。室温弾性率 E 1 の上限は特に限定されないが、例えば、4 0 0 G P a 以下、3 8 0 G P a 以下、3 5 0 G P a 以下とすることができる。室温弾性率 E 1 は、3 0 0 G P a 以上 4 0 0 G P a 以下、3 1 5 G P a 以上 3 8 0 G P a 以下、3 2 5 G P a 以上 3 5 0 G P a 以下とすることができる。

【 0 0 6 1 】

- A 1 2 O 3 層の高温弾性率 E 2 の下限は、2 8 0 G P a 以上、2 9 0 G P a 以上、3 0 0 G P a 以上とすることができる。高温弾性率 E 2 の上限は特に限定されないが、例えば、3 5 0 G P a 以下、3 4 0 G P a 以下、3 3 0 G P a 以下とすることができる。高温弾性率 E 2 は、2 8 0 G P a 以上 3 5 0 G P a 以下、2 9 0 G P a 以上 3 4 0 G P a 以下、3 0 0 G P a 以上 3 3 0 G P a 以下とすることができる。

【 0 0 6 2 】

- A 1 2 O 3 層の室温弾性率 E 1 及び高温弾性率 E 2 は、それぞれ、上記の - A 1 2 O 3 層の室温硬度 H 1 及び高温硬度 H 2 と同様の装置及び条件を用いて測定することができる。具体的には、工具の任意の表面に対してクロスセクションポリッシュ加工 ( C P 加工 ) による鏡面加工を行い、該加工面に対して、高温ナノインデント測定 ( 装置 : ハイジトロン社製「 T I 9 8 0 」を用いた押し込み試験 ) を行う。

【 0 0 6 3 】

室温弾性率 E 1 は、室温 ( 2 5 ± 5 ) で工具の押し込み試験を行い測定される。高温弾性率 E 2 は、測定装置の測定室内をアルゴン ( A r ) 雰囲気中で 8 0 0 に加熱し、該雰囲気下で工具の押し込み試験を行い測定する。押し込み試験では、8 m N の荷重で 2 秒押し込み、押し込んだ状態で 1 秒保持し、2 秒かけて除荷する。押し込み試験は、工具の表面の 1 0 箇所で行う。本明細書において、該 1 0 箇所の室温弾性率の平均値を - A 1 2 O 3 層の室温弾性率 E 1 とする。また、該 1 0 箇所の高温弾性率の平均値を - A 1 2 O 3 層の高温弾性率 E 2 とする。

【 0 0 6 4 】

( 塑性変形量 )



本開示において、 $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層の800における塑性変形量 $h_p$ (以下、「高温塑性変形量 $h_p$ 」とも記す。)は0nm以上100nm以下であることが好ましい。これによると、切削工具の高温時の耐塑性変形性が向上し、切削工具の工具寿命が更に向上する。

【0065】

$\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層の高温塑性変形量 $h_p$ の上限は、100nm以下、99nm以下、98nm以下とすることができる。高温塑性変形量 $h_p$ の下限は特に限定されず、0nm以上とすることができる。高温塑性変形量 $h_p$ は、0nm以上100nm以下、0nm以上99nm以下、0nm以上98nm以下とすることができる。

【0066】

本明細書における塑性変形量について図5及び図6を用いて説明する。塑性変形量とは、図5に示されるように、サンプル7に三角錐形状の圧子8の頂点を押し込み、その後除荷した場合のサンプルの変形量と定義される。図6では、圧子の押し込み前のサンプル表面は実線7aで示され、圧子を押し込んだ状態のサンプル表面は破線7bで示され、圧子を除荷した後のサンプル表面は実線7cで示される。圧子の押し込み前のサンプル表面(実線7a)と、圧子を除荷した後のサンプル表面(実線7c)との深さ方向の差の最大値 $h_p$ が塑性変形量に該当する。

10

【0067】

$\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層の800における塑性変形量 $h_p$ は、上記の $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層の高温硬度 $H_2$ と同様の装置及び条件を用いて測定することができる。具体的には、工具の任意の表面に対してクロスセクションポリッシャ加工(CP加工)による鏡面加工を行い、該加工面に対して、高温ナノインデント測定(装置:ハイジトロン社製「TI980」)を行う。

20

【0068】

800における塑性変形量 $h_p$ は、測定装置の測定室内をアルゴン(Ar)雰囲気中で800に加熱し、該雰囲気中で工具の押し込み試験を行い測定する。押し込み試験では、8mNの荷重で2秒押し込み、押し込んだ状態で1秒保持し、2秒かけて除荷する。押し込み試験は、工具の表面の10箇所で行う。本明細書において、該10箇所の塑性変形量の平均値を $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層の800における塑性変形量 $h_p$ とする。

【0069】

(厚さ)

30

$\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層の平均厚さは2 $\mu\text{m}$ 以上15 $\mu\text{m}$ 以下が好ましい。これによると、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。 $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層の平均厚さの下限は、2 $\mu\text{m}$ 以上、3.5 $\mu\text{m}$ 以上、5 $\mu\text{m}$ 以上とすることができる。 $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層の平均厚さの上限は、15 $\mu\text{m}$ 以下、13 $\mu\text{m}$ 以下、11 $\mu\text{m}$ 以下とすることができる。

$\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層の平均厚さは、2 $\mu\text{m}$ 以上15 $\mu\text{m}$ 以下、3.5 $\mu\text{m}$ 以上13 $\mu\text{m}$ 以下、5 $\mu\text{m}$ 以上11 $\mu\text{m}$ 以下とすることができる。

【0070】

$\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層の厚さは、上記の通り、走査透過型電子顕微鏡(STEM)等を用いて、切削工具の断面サンプルを観察することにより確認することができる。

【0071】

40

<他の層>

被膜は上述のとおり、 $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層以外に他の層を含むことができる。図2~図4に示されるように、他の層としては、下地層12、表面層13、中間層14等が挙げられる。

【0072】

(下地層)

下地層は、基材と $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層との間に配置される。下地層としては、例えば、TiN層を挙げることができる。TiN層は、平均厚さが0.1 $\mu\text{m}$ 以上20 $\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。これによると、被膜は優れた耐摩耗性及び耐欠損性を有することができる。

【0073】

50

(表面層)

表面層としては、例えば、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ことが好ましい。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。表面層は、たとえば、 $-Al_2O_3$ 層上に他の層が形成されていない場合、 $-Al_2O_3$ 層の直上に配置される。

【0074】

「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。

10

【0075】

Tiの炭化物、窒化物および炭窒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。表面層はTiN層からなることが好ましい。

【0076】

表面層は、平均厚さが $0.05\mu m$ 以上 $1\mu m$ 以下であることが好ましい。これによると、表面層と、隣接する層との密着性が向上する。表面層の平均厚さの上限は $0.8\mu m$ 以下、 $0.6\mu m$ 以下とすることができる。平均厚さの下限は $0.1\mu m$ 以上、 $0.2\mu m$ 以上とすることができる。

20

【0077】

<中間層>

中間層は、下地層と $-Al_2O_3$ 層との間に配置される。中間層としては、例えば、TiCN層を挙げることができる。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。中間層は、平均厚さが $1\mu m$ 以上 $20\mu m$ 以下であることが好ましい。

【0078】

[実施形態2:切削工具の製造方法]

実施形態1の切削工具は、基材上に被膜を化学気相蒸着(CVD:Chemical Vapor Deposition)法により形成することによって製造することができる。被膜のうち、 $-Al_2O_3$ 層以外の他の層が形成される場合、他の層は化学気相蒸着装置を用いて従来公知の条件で形成することができる。一方、 $-Al_2O_3$ 層は、例えば、以下のようにして形成することができる。なお、実施形態1の切削工具は、下記の製造方法で作製されたものに限定されず、他の製造方法で作製されてもよい。

30

【0079】

原料ガスとして、 $AlCl_3$ 、 $HCl$ 、 $CO_2$ 、 $H_2S$ 、 $N_2$ 、 $Ar$ 及び $H_2$ を用いる。成膜開始から30分間(以下「前半」とも記す。)と、その後の成膜開始から30分超(以下「後半」とも記す。)とにおいて、原料ガスの配合量を変える。具体的には、前半の配合量は、 $AlCl_3$ を1~6体積%、 $HCl$ を5~10体積%、 $CO_2$ を0.5~4体積%、 $H_2S$ を1~4体積%、 $N_2$ を1~10体積%、 $Ar$ を0.1~10体積%とし、残部は $H_2$ とする。後半の配合量は、 $HCl$ の配合量を前半よりも少なく、かつ、2~8体積%とし、これに合わせて $H_2$ の量を変更した他は、前半の配合量と同一とする。すなわち、原料ガス中の $HCl$ の含有量を、前半より後半を少なくする。

40

【0080】

このように、原料ガス中の $HCl$ の配合量を、前半と後半とで変える(具体的には、前半よりも後半の方を少なくする)ことにより、高温時でも高い硬度を有する本実施形態の $-Al_2O_3$ 層を形成することができる。これは、本発明者らが新たに見出したものである。

【0081】

50

- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の成膜条件は、例えば、温度950～1050、圧力1～5kPa、ガス流量（全ガス量）50～100L/minとすることができる。また、原料ガスの反応容器内への導入速度は1.7～3.5m/secとすることができる。

【0082】

[付記1]

本開示の切削工具において、- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層のTC(006)は7超8以下が好ましい。

【0083】

[付記2]

本開示の切削工具において、被膜全体の平均厚さは、3μm以上35μm以下が好ましい。

本開示の切削工具において、被膜全体の平均厚さは、5μm以上20μm以下が好ましい。

【0084】

[付記3]

本開示の切削工具において、- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の室温硬度H1は28GPa以上42GPa以下とすることができる。

本開示の切削工具において、- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の室温硬度H1は30GPa以上42GPa以下とすることができる。

本開示の切削工具において、- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の室温硬度H1は32GPa以上40GPa以下とすることができる。

【0085】

[付記4]

本開示の切削工具において、- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の高温硬度H2は11GPa以上25GPa以下とすることができる。

本開示の切削工具において、- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の高温硬度H2は13GPa以上23GPa以下とすることができる。

本開示の切削工具において、- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の高温硬度H2は15GPa以上21GPa以下とすることができる。

【0086】

[付記5]

本開示の切削工具において、- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の室温弾性率E1は、300GPa以上400GPa以下とすることができる。

本開示の切削工具において、- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の室温弾性率E1は、315GPa以上380GPa以下とすることができる。

本開示の切削工具において、- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の室温弾性率E1は、325GPa以上350GPa以下とすることができる。

【0087】

[付記6]

本開示の切削工具において、- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の高温弾性率E2は、280GPa以上350GPa以下とすることができる。

本開示の切削工具において、- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の高温弾性率E2は、290GPa以上340GPa以下とすることができる。

本開示の切削工具において、- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の高温弾性率E2は、300GPa以上330GPa以下とすることができる。

【0088】

[付記7]

本開示の切削工具において、- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の高温塑性変形量hpは0nm以上99nm以下とすることができる。

本開示の切削工具において、- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の高温塑性変形量hpは0nm以上98nm以下とすることができる。

【0089】

[付記8]

10

20

30

40

50

本開示の切削工具において、  
- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の平均厚さは2 μm以上15 μm以下とすることができる。

本開示の切削工具において、  
- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の平均厚さは3.5 μm以上13 μm以下とすることができる。

本開示の切削工具において、  
- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の平均厚さは5 μm以上11 μm以下とすることができる。

【0090】

[付記9]

本開示の切削工具において、被膜は、基材と  
- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層との間に配置された下地層を含むことが好ましい。

10

前記下地層はTiN層からなることが好ましい。

前記下地層の平均厚さは0.1 μm以上20 μm以下が好ましい。

【0091】

[付記10]

本開示の切削工具において、被膜は、その最も表面側に配置された表面層を含むことが好ましい。

前記表面層は、TiN層からなることが好ましい。

前記表面層の平均厚さは0.05 μm以上1 μm以下が好ましい。

【0092】

[付記11]

本開示の切削工具において、被膜は、下地層と  
- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層との間に配置される中間層を含むことが好ましい。

20

前記中間層は、TiCN層からなることが好ましい。

前記中間層の平均厚さは1 μm以上20 μm以下が好ましい。

【実施例】

【0093】

本実施の形態を実施例によりさらに具体的に説明する。ただし、これらの実施例により本実施の形態が限定されるものではない。

【0094】

[試料1～試料7]

30

<基材の調製>

表1に記載の配合組成からなる原料粉末を均一に混合し、所定の形状に加圧成形した後、1300～1500 で1～2時間焼結することにより、超合金製(型番C N M G 1 2 0 4 0 8 N - G U (住友電工ハードメタル製))の基材を得た。

【0095】

【表1】

Table 1

| 配合組成 (質量%) |     |                                |     |     |    |
|------------|-----|--------------------------------|-----|-----|----|
| Co         | TiC | Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub> | NbC | TaC | WC |
| 5          | 2   | 0.3                            | 1.5 | 0.5 | 残り |

40

【0096】

<被膜の形成>

上記で得られた各基材に対してその表面に被膜を形成して切削工具を作製した。具体的には、基材を化学気相蒸着装置内にセットすることにより、基材上に化学気相蒸着法により被膜を形成した。被膜は、TiN層(下地層)、TiCN層(中間層)、  
- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層、TiN層(表面層)を含む。

【0097】

(TiN層(下地層)、TiCN層(中間層))

基材上にTiN層(下地層)及びTiCN層(中間層)を前記の順で形成した。TiN層

50

及びTiCN層の成膜条件を表2に示す。

【0098】

【表2】

Table 2

|             | 原料ガス組成 (体積%)  | 成膜条件     |         |              |
|-------------|---|----------|---------|--------------|
|             |   | 圧力 (kPa) | 温度 (°C) | 全ガス量 (L/min) |
| TiN層 (下地層)  | TiCl <sub>4</sub> =2%, N <sub>2</sub> =39.7%, H <sub>2</sub> =残り  | 35       | 910     | 75           |
| TiCN層 (中間層) | TiCl <sub>4</sub> =2%, CH <sub>3</sub> CN=0.8%, C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> =1.3%, H <sub>2</sub> =残り | 15       | 840     | 70           |
| TiN層 (表面層)  | TiCl <sub>4</sub> =0.8%, N <sub>2</sub> =41%, H <sub>2</sub> =残り  | 80       | 1000    | 55           |

10

【0099】

例えば、TiN層 (下地層) は、2体積%のTiCl<sub>4</sub>、39.7体積%のN<sub>2</sub>及び残部H<sub>2</sub>からなる組成の原料ガスを用いた。該原料ガスを化学気相蒸着装置へ供給し、圧力35kPa、温度910、流量 (全ガス量) 75L/minの条件で化学気相蒸着法を実行してTiN層 (下地層) を形成した。

【0100】

表2中の「残り」とは、H<sub>2</sub>が原料ガスの残部を占めることを示している。また、「全ガス量」とは、標準状態 (0、1気圧) における気体を理想気体とし、単位時間当たりに化学気相蒸着装置に導入された全体積流量を示す (表3の - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層についても同じ)。また、各層の厚みは、成膜時間を適宜調節することにより調整した (各層の成膜速度は約0.5~2.0µm/時間である)。

20

【0101】

( - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の形成)

次に、TiCN層上に - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層を形成した。各試料の成膜条件を表3に示す。

- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の形成において、原料ガスの導入速度は2m/secとし、基材を固定しつつ、原料ガスを噴出させるためのガス管を2rpmで回転させた。

【0102】

【表3】

Table 3

| 試料 No. | 原料ガス組成 (体積%)      |                  |                  |                 |                  |                |     |                | 成膜条件     |         |              |
|--------|-------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|----------------|-----|----------------|----------|---------|--------------|
|        | AlCl <sub>3</sub> | HCl (成膜開始から30分超) | HCl (成膜開始から30分間) | CO <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> S | N <sub>2</sub> | Ar  | H <sub>2</sub> | 圧力 (kPa) | 温度 (°C) | 全ガス量 (L/min) |
| 1      | 3.8               | 6.2              | 8.8              | 1.5             | 2.2              | 5              | 1.2 | 残り             | 4        | 1000    | 80           |
| 2      | 2.8               | 4.2              | 6.7              | 0.9             | 1.4              | 4              | 0.9 | 残り             | 3.5      | 1000    | 70           |
| 3      | 2.2               | 2.8              | 6.1              | 1.2             | 2.2              | 4              | 1.3 | 残り             | 4        | 1010    | 80           |
| 4      | 4.1               | 5.2              | 7.3              | 1.4             | 2.5              | 4.5            | 0.8 | 残り             | 3.5      | 1010    | 70           |
| 5      | 4.6               | 5                | 4                | 2.5             | 3.8              | 5.5            | 0.4 | 残り             | 4        | 1000    | 80           |
| 6      | 3.5               | 5.5              | 2.8              | 2.2             | 4                | 3.5            | 0.7 | 残り             | 3.5      | 1000    | 70           |
| 7      | 8                 | 3                | 4.8              | 2.5             | 3                | 4.5            | 0.7 | 残り             | 4        | 1000    | 80           |

30

40

【0103】

例えば、試料1の成膜条件は次の通りである。 - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の成膜開始から30分間は、3.8体積%のAlCl<sub>3</sub>、8.8体積%のHCl、1.5体積%のCO<sub>2</sub>、2.2体積%のH<sub>2</sub>S、5体積%のN<sub>2</sub>、1.2体積%のAr及び残部H<sub>2</sub>からなる組成の原料ガスを用いた。その後の成膜開始から30分超は、原料ガス中のHCl量を6.2体積%とし、これに合わせて残部H<sub>2</sub>の量を変更した以外は、上記と同一の配合の原料ガスを用いた。上記の原料ガスを化学気相蒸着装置へ供給し、圧力4kPa、温度1000、流量 (全ガス量) 80L/minの条件で化学気相蒸着法を実行して - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層を形

50

成した。

【 0 1 0 4 】

( T i N 層 ( 表面層 ) の形成 )

次に、 $\alpha$ -A l <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層上に T i N 層 ( 表面層 ) を形成した。形成条件は、表 2 に示される通りである。

【 0 1 0 5 】

< 被膜の構成 >

各試料の被膜の構成を表 4 に示す。表 4 に関し、各被膜の組成および厚みは、S E M - E D X ( 走査型電子顕微鏡 - エネルギー分散型 X 線分光 ) により確認した。

【 0 1 0 6 】

【 表 4 】

Table 4

| 試料<br>No. | 被膜の組成 ( $\mu$ m ) |                   |  |                  | 被膜合計<br>厚み<br>( $\mu$ m ) |
|-----------|-------------------|-------------------|--|------------------|---------------------------|
|           | TiN 層<br>( 下地層 )  | TiCN 層<br>( 中間層 ) | $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層 | TiN 層<br>( 表面層 ) |                           |
| 1         | 0.5               | 9.2               | 6.5  | 0.5              | 16.7                      |
| 2         | 0.3               | 10.4              | 5.8  | 0.7              | 17.2                      |
| 3         | 0.8               | 9.8               | 6.8  | 0.6              | 18                        |
| 4         | 0.6               | 10.1              | 6.4  | 0.8              | 17.9                      |
| 5         | 0.4               | 9.6               | 6.2  | 0.5              | 16.7                      |
| 6         | 0.7               | 9.8               | 6  | 0.7              | 17.2                      |
| 7         | 0.8               | 10.2              | 6.4  | 0.6              | 18                        |

【 0 1 0 7 】

例えば、試料 1 の切削工具では、表 1 に記載の基材の表面に、下地層として厚み 0 . 5  $\mu$  m の T i N 層、中間層として厚み 9 . 2  $\mu$  m の T i C N 層、厚み 6 . 5  $\mu$  m の  $\alpha$ -A l <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層、表面層として厚み 0 . 5  $\mu$  m の T i N 層が前記の順で形成されている。試料 1 の被膜の合計厚みは 1 6 . 7  $\mu$  m である。

【 0 1 0 8 】

<  $\alpha$ -A l <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層の評価 >

各試料の  $\alpha$ -A l <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層について、T C ( 0 0 6 ) 、室温硬度 H 1 、高温 ( 8 0 0 ) 硬度 H 2 、室温弾性率 E 1 、高温 ( 8 0 0 ) 弾性率 E 2 、高温 ( 8 0 0 ) 塑性変形量 h p を測定した。これらの測定方法は、実施形態 1 に示されるとおりであるため、その説明は繰り返さない。

【 0 1 0 9 】

例えば、試料 1 では、H 1 は 3 2 . 6 G P a 、H 2 は 1 5 . 1 G P a 、E 1 は 3 3 3 G P a 、E 2 は 3 1 0 G P a であった。

【 0 1 1 0 】

更に、室温硬度 H 1 及び高温硬度 H 2 とに基づき、 $\{ ( H 1 - H 2 ) / H 1 \} \times 1 0 0$  の値を算出した。室温弾性率 E 1 と高温弾性率 E 2 とに基づき、 $\{ ( E 1 - E 2 ) / E 1 \} \times 1 0 0$  の値を算出した。結果を表 5 の「T C ( 0 0 6 )」、「 $\{ ( H 1 - H 2 ) / H 1 \} \times 1 0 0$ 」、「 $\{ ( E 1 - E 2 ) / E 1 \} \times 1 0 0$ 」、「h p」欄に示す。

【 0 1 1 1 】

10

20

30

40

50

## 【表 5】

Table 5

| 試料<br>No. | T <sub>c</sub> (006) | {(H1-H2)/H1}x100 | {(E1-E2)/E1}x100 | hp<br>(nm) |
|-----------|----------------------|------------------|------------------|------------|
| 1         | 5.3                  | 54               | 7                | 96         |
| 2         | 5.6                  | 54               | 6                | 94         |
| 3         | 6.7                  | 51               | 7                | 95         |
| 4         | 6.5                  | 59               | 7                | 97         |
| 5         | 5.5                  | 69               | 8                | 99         |
| 6         | 6.6                  | 68               | 9                | 98         |
| 7         | 4.3                  | 58               | 8                | 98         |

10

## 【0112】

## &lt; 切削試験 &gt;

上記で得られた切削工具を用いて、下記の切削条件で切削試験を行い、V<sub>b</sub> 摩耗量（逃げ面摩耗量）が 0.3 mm となるまでの切削時間を測定した。結果を表 6 に示す。切削時間が長いもの程、工具寿命が長いことを示す。

## 【0113】

## （切削条件）

被削材：S U J 2

加工：丸棒外径旋削

切削速度 v<sub>c</sub>：400 m/min

送り速度 f：0.35 mm/rev

切込み量 a<sub>p</sub>：2.0 mm

切削液：なし

上記の切削条件は、高炭素クロム鋼の高速高送り加工に該当する。

## 【0114】

## 【表 6】

Table 6

| 試料<br>No. | 工具寿命<br>(分) | 最終形態 |
|-----------|-------------|------|
| 1         | 20          | 摩耗   |
| 2         | 24          | 摩耗   |
| 3         | 34          | 摩耗   |
| 4         | 30          | 摩耗   |
| 5         | 6           | 摩耗   |
| 6         | 8           | 摩耗   |
| 7         | 10          | 摩耗   |

30

## 【0115】

## &lt; 考察 &gt;

試料 1 ~ 試料 4 の切削工具は実施例に該当する。試料 5 ~ 試料 7 の切削工具は比較例に該当する。試料 1 ~ 試料 4 は、試料 5 ~ 試料 7 に比べて工具寿命が長いことが確認された。

40

## 【0116】

中でも、試料 2 及び試料 3 は工具寿命が長かった。これは、T<sub>c</sub>(006)の値が大きく、耐摩耗性が更に向上したためと考えられる。

## 【0117】

試料 5 及び試料 6 は、{(H1-H2)/H1}x100の値が60超であり、硬度の低下が大きく、摩耗が進行し、工具寿命が短いと考えられる。

## 【0118】

試料 7 は、T<sub>c</sub>(006)の値が5以下であり、耐摩耗性が低下したため、工具寿命が短いと考えられる。

50

## 【 0 1 1 9 】

以上のように本開示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、様々に変形することも当初から予定している。

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およ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 】

## 【 0 1 2 0 】

1, 21, 31, 41 切削工具、7 サンプル、7a, 7b, 7c サンプル表面、8 圧子、10 基材、11 - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層、12 下地層、13 表面層、14 中間層、15, 25, 35, 45 被膜

10

20

30

40

50



【要約】

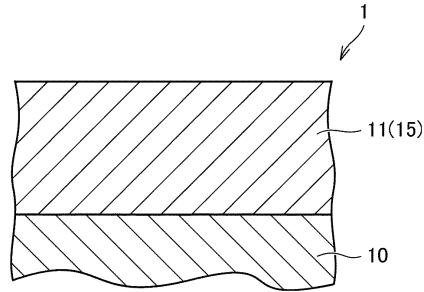
基材と、前記基材上に配置された被膜と、を備えた切削工具であって、前記被膜は、  
 $\gamma$ - $Al_2O_3$ 層を含み、前記  $\gamma$ - $Al_2O_3$ 層は、複数の  $\gamma$ - $Al_2O_3$ の結晶粒を含み、  
 かつ、配向性指数 $TC(hkl)$ において $TC(006)$ が5を超え、前記  $\gamma$ - $Al_2O_3$   
 $\gamma$ 層の室温における硬度 $H1$ と、前記  $\gamma$ - $Al_2O_3$ 層の800における硬度 $H2$ とは、  
 下記式A-1の関係を示す、切削工具。

$$0 < \{ (H1 - H2) / H1 \} \times 100 < 60 \quad \text{式 A - 1}$$

【図面】

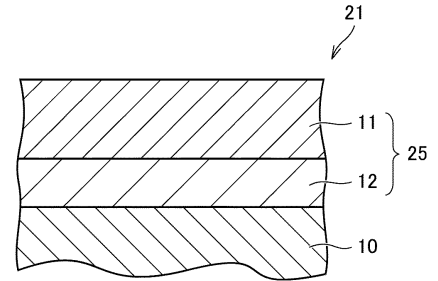
【図1】

FIG.1



【図2】

FIG.2

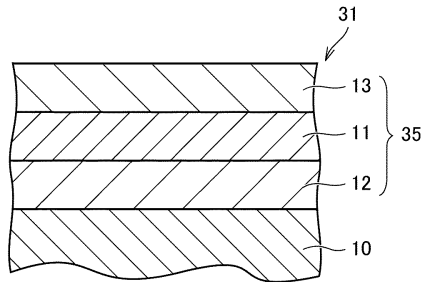


10

20

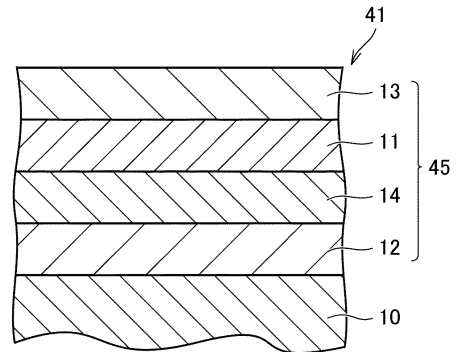
【図3】

FIG.3



【図4】

FIG.4

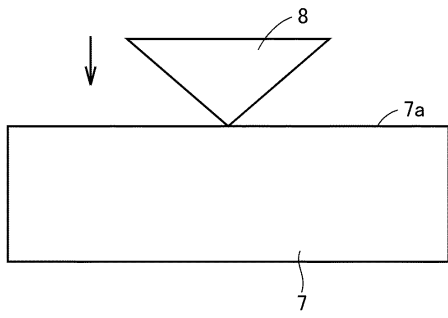


30

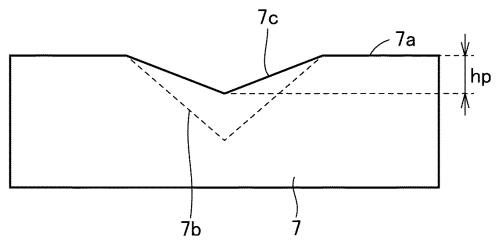
40

50

【 5 】  
FIG.5



【 6 】  
FIG.6



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2018-030193(JP,A)  
特表2015-530270(JP,A)  
特開2017-042903(JP,A)  
特開2013-132717(JP,A)  
特開2014-166657(JP,A)  
2007京セラ切削工具,日本,京セラ株式会社,2007年  
吉岡孝和、高橋一郎,セラミックス材料の高温弾性率(第3報),日本セラミックス協会  
学術論文誌,日本,日本セラミックス協会,1995年,103巻1198号,第598-602頁  
石原知、古城紀雄、堀茂徳,高純度微細多結晶粒アルミナの高温変形,日本金属学会誌,  
日本,日本金属学会,1998年,第62巻第8号,第748-753頁
- (58)調査した分野 (Int.Cl.,DB名)  
B23B 27/14  
C23C 16/40