

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7679935号
(P7679935)

(45)発行日 令和7年5月20日(2025.5.20)

(24)登録日 令和7年5月12日(2025.5.12)

(51)国際特許分類	F I		
B 2 3 B 27/14 (2006.01)	B 2 3 B 27/14	A	
B 2 3 B 51/00 (2006.01)	B 2 3 B 51/00	J	
B 2 3 C 5/16 (2006.01)	B 2 3 C 5/16		
C 2 3 C 16/30 (2006.01)	C 2 3 C 16/30		

請求項の数 4 (全23頁)

(21)出願番号 特願2024-534726(P2024-534726)	(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
(86)(22)出願日 令和6年3月1日(2024.3.1)	
(86)国際出願番号 PCT/JP2024/007864	(74)代理人 110001195 弁理士法人深見特許事務所
審査請求日 令和7年3月4日(2025.3.4)	(72)発明者 小野 聡 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電工ハードメタル株式会社内
早期審査対象出願	(72)発明者 金岡 秀明 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電工ハードメタル株式会社内
	審査官 野口 絢子

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、を備える切削工具であって、
前記被膜は、前記基材上に位置する第1層と、前記第1層上に位置する第2層と、を含み、

前記第1層は、 α - Al_2O_3 からなり、
前記第2層は、 TiCN からなり、
前記第2層の厚みは、 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $2.0\text{ }\mu\text{m}$ 未満であり、
前記第2層の残留応力 X は、 -2.0 GPa 以上 -0.5 GPa 以下である、切削工具。

【請求項2】

前記第1層の厚みは、 $3.0\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $15.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下である、請求項1に記載の切削工具。

【請求項3】

前記第1層の配向性指数 $\text{TC}(0012)$ は、 3.0 以上である、請求項1または請求項2に記載の切削工具。

【請求項4】

前記被膜は、前記基材と前記第1層との間に位置する第3層を更に含み、
前記第3層は、 TiCN からなり、
前記第3層の残留応力 Y は、 -1.0 GPa 以上 1.0 GPa 以下である、請求項1または請求項2に記載の切削工具。

【発明の詳細な説明】

【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、基材と、該基材上に配置された被膜と、を備える切削工具が、切削加工に用いられている（特許文献1～特許文献6）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2020-037150号公報

【文献】特開2020-116645号公報

【文献】国際公開第2009/112116号

【文献】国際公開第2022/244241号

【文献】国際公開第2022/244242号

【文献】国際公開第2022/244243号

【発明の概要】

【0004】

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、を備える切削工具であって、

該被膜は、該基材上に位置する第1層と、該第1層上に位置する第2層と、を含み、

該第1層は、 α - Al_2O_3 からなり、

該第2層は、 TiCN からなり、

該第2層の厚みは、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $2.0\mu\text{m}$ 未満であり、

該第2層の残留応力 X は、 -2.0GPa 以上 -0.5GPa 以下である。

【図面の簡単な説明】

【0005】

【図1】図1は、本開示の切削工具の一態様を例示する模式断面図である。

【図2】図2は、本開示の切削工具の他の一態様を例示する模式断面図である。

【図3】図3は、本開示の切削工具の別の他の一態様を例示する模式断面図である。

【図4】図4は、本開示の切削工具の製造に用いられるCVD（Chemical Vapor Deposition）装置の一例の模式的な断面図である。

【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、工具寿命の向上への要求が益々高まっており、特に、鋳鉄の断続旋削加工において、工具寿命の更なる向上が求められている。鋳鉄の断続旋削加工においての工具寿命の更なる向上に重要な要素として、「耐摩耗性」と「耐チップング性」とが挙げられる。また、鋳鉄の断続旋削加工において、切削工具の切削性能を高める観点で、基材と、該基材上に配置された被膜と、を備える切削工具であって、該被膜は、該基材上に位置する α - Al_2O_3 層と、該 α - Al_2O_3 層上に位置する TiCN 層と、を含む、切削工具が用いられている。該切削工具において、該 α - Al_2O_3 層はCVD法で形成される関係で、該 TiCN 層はCVD法で形成されることとなる。ここで、該 TiCN 層が、被膜の「耐摩耗性」と被膜の「耐チップング性」とに寄与する。また、特に「耐摩耗性」を向上する観点で、更に、該 TiCN 層の厚みが $0.5\mu\text{m}$ 以上 $2.0\mu\text{m}$ 未満である、切削工具が用いられている。しかしながら、このような切削工具においては、より優れた切削性能を付与する為に、高い圧縮残留応力を付与しようとする、と、該 TiCN 層の厚みが薄いことに起因して、該 TiCN 層が摩滅によって消失し易い関係で、優れた「耐摩耗性」と優れた「耐チップング性」とを兼備することが困難な場合があった。その為、優れた「耐摩耗性

10

20

30

40

50

」と優れた「耐チップング性」とを兼備させることにより、特に、鋳鉄の断続旋削加工においても、工具寿命を延長することが求められている。

【0007】

そこで、本開示は、特に鋳鉄の断続旋削加工においても、長い工具寿命を有する切削工具を提供することを目的とする。

【0008】

〔本開示の効果〕

本開示によれば、特に鋳鉄の断続旋削加工においても、長い工具寿命を有する切削工具を提供することが可能である。

【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、を備える切削工具であって、
前記被膜は、前記基材上に位置する第1層と、前記第1層上に位置する第2層と、を含み、

前記第1層は、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ からなり、

前記第2層は、TiCNからなり、

前記第2層の厚みは、 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $2.0\text{ }\mu\text{m}$ 未満であり、

前記第2層の残留応力Xは、 -2.0 GPa 以上 -0.5 GPa 以下である。

【0010】

本開示によれば、特に鋳鉄の断続旋削加工においても、長い工具寿命を有する切削工具を提供することができる。

【0011】

(2) 上記(1)において、前記第1層の厚みは、 $3.0\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $15.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよい。これによって、特に鋳鉄の断続旋削加工においても、より長い工具寿命を有する切削工具を提供することができる。

【0012】

(3) 上記(1)または(2)において、前記第1層の配向性指数TC(0012)は、3.0以上であってもよい。これによって、特に鋳鉄の断続旋削加工においても、より長い工具寿命を有する切削工具を提供することができる。

【0013】

(4) 上記(1)から(3)のいずれかにおいて、前記被膜は、前記基材と前記第1層との間に位置する第3層を更に含み、

前記第3層は、TiCNからなり、

前記第3層の残留応力Yは、 -1.0 GPa 以上 1.0 GPa 以下であってもよい。これによって、特に鋳鉄の断続旋削加工においても、より長い工具寿命を有する切削工具を提供することができる。

【0014】

〔本開示の実施形態の詳細〕

本開示の一実施形態(以下、「本実施形態」とも記す。)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、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。

【0015】

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。

【0016】

本開示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

10

20

30

40

50

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のみ限定されるべきではない。

【0017】

〔実施形態1：切削工具〕

本開示の一実施形態に係る切削工具について、図1～図3を用いて説明する。

本開示の一実施形態（以下、「本実施形態」とも記す。）は、

基材1と、該基材1上に配置された被膜2と、を備える切削工具10であって、

該被膜2は、該基材1上に位置する第1層3と、該第1層3上に位置する第2層4と、を含み、

該第1層3は、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ からなり、

該第2層4は、TiCNからなり、

該第2層4の厚みは、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $2.0\mu\text{m}$ 未満であり、

該第2層4の残留応力Xは、 -2.0GPa 以上 -0.5GPa 以下である。

【0018】

本開示によれば、特に鋳鉄の断続旋削加工においても、長い工具寿命を有する切削工具10を提供することが可能である。その理由は、以下の通りと推察される。

【0019】

（a）第2層4の厚みは、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $2.0\mu\text{m}$ 未満である。これによって、切削工具10の「耐摩耗性」を向上することができる。

【0020】

（b）上述の通り、第2層4の厚みが $0.5\mu\text{m}$ 以上 $2.0\mu\text{m}$ 未満であることによって、切削工具10の「耐摩耗性」は向上され得る。しかしながら、単に、第2層4の厚みを $0.5\mu\text{m}$ 以上 $2.0\mu\text{m}$ 未満とするのみでは、切削工具10の切削性能をより向上する為に高い圧縮残留応力を付与しようとする、第2層4の厚みが薄いことに起因して、該第2層4が摩滅によって消失し易い場合があった。その為、特に鋳鉄の断続旋削加工においても、長い工具寿命を有する切削工具10に、優れた「耐摩耗性」と優れた「耐チップング性」とを兼備させることが困難な場合があった。

【0021】

（c）本実施形態に係る切削工具10においては、第2層4の残留応力Xは、 -2.0GPa 以上 -0.5GPa 以下である。これによって、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ からなる層（すなわち、第1層）より被膜の表面側に、優れた圧縮残留応力を付与することができる為、切削工具10の「耐チップング性」を向上することができる。

【0022】

＜＜切削工具＞＞

図1～図3に示されるように、本開示の一実施の形態に係る切削工具10は、基材1と、該基材1上に配置された被膜2と、を備える。被膜2は、基材1の全面を被覆することが好ましいが、基材1の一部が該被膜2で被覆されていなかったり、該被膜2の構成が部分的に異なっていたとしても本実施形態の範囲を逸脱するものではない。基材1の一部が該被膜2で被覆されていない場合においては、該被膜2は、基材1の少なくとも切削に關与する部分の表面を覆う様に配置されていてもよい。本明細書において、基材1の切削に關与する部分とは、基材1の大きさや形状にもよるが、基材1において、その刃先稜線と、該刃先稜線から基材1側へ、該刃先稜線の接線の垂線に沿う距離が、例えば、 5mm 、 3mm 、 2mm 、 1mm 、 0.5mm のいずれかである仮想の面と、に囲まれる領域を意味する。

【0023】

本実施形態の切削工具10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、タップ等の切削工具10として好適に使用することができる。

【0024】

《基材》

基材1としては、この種の基材1として従来公知のものであればいずれのものも使用することができる。例えば、超硬合金（WC基超硬合金、WCおよびCoを含む超硬合金、更にTi、Ta、Nb等の炭窒化物を添加した超硬合金など）、サーメット（TiC（炭化チタン）、TiN（窒化チタン）、TiCN（炭窒化チタン）等を主成分とするもの）、高速度鋼、セラミックス（炭化チタン、炭化珪素、窒化珪素、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム等）、立方晶型窒化硼素焼結体、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。

【0025】

これらの各種基材1の中でも、特にWC基超硬合金、サーメット（特にTiCN基サーメット）を選択することが好ましい。これらの基材1は、特に高温における硬度と強度とのバランスに優れるため、切削工具10の基材1として用いた場合に、該切削工具10の長寿命化に寄与することができる。

【0026】

《被膜》

被膜2は、基材1上に位置する第1層3と、該第1層3上に位置する第2層4と、を含む。被膜2は、基材1を被覆することにより、切削工具10の耐摩耗性や耐チップング性等の諸特性を向上させ、切削工具10の長寿命化をもたらす作用を有する。なお、第2層が切削に関与する部分の一部もしくは全域に存在することで、本開示の効果を発揮することができる。被膜2は、基材1上に位置する第1層3と、該第1層3上に位置する第2層4と、からなってもよい。被膜2は、基材1と第1層3との間に位置する第3層5を更に含んでもよい。被膜2は、基材1上に位置する第1層3と、該第1層3上に位置する第2層4と、該基材1と該第1層3との間に位置する第3層5と、からなってもよい。被膜2は、第2層4上に位置する第4層6を更に含んでもよい。被膜2は、基材1上に位置する第1層3と、該第1層3上に位置する第2層4と、該第2層4上に位置する第4層6と、からなってもよい。被膜2は、基材1上に位置する第1層3と、該第1層3上に位置する第2層4と、該基材1と該第1層3との間に位置する第3層5と、該第2層4上に位置する第4層6と、からなってもよい。被膜2は、本開示の効果を損なわない範囲で、第1層3、第2層4、および第3層5に加えて、後述する「他の層」を含んでもよい。

【0027】

被膜2の厚みは、3.5 μm 以上30.0 μm 以下であってもよい。被膜2の厚みが3.5 μm 未満であると、被膜2の厚みが薄すぎることにより起因して、切削工具10の寿命が短くなり易い傾向がある。一方、被膜2の厚みが30.0 μm 超であると、切削初期において被膜2のチップングが生じ易くなり、切削工具10の寿命が短くなり易い傾向がある。被膜3の厚みは、走査型電子顕微鏡（SEM）を用いて被膜2の断面を観察することにより測定することができる。具体的には、断面サンプルの観察倍率を5,000～10,000倍とし、観察面積を100～500 μm^2 として、1視野において任意の3箇所の厚み幅を測定し、その平均値を「厚み」とする。後述の各層の厚みについても、特に記載のない限り同様である。

【0028】

＜第1層＞

＜第1層の組成＞

第1層3は、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ （言い換えれば、 α アルミナ）からなる。ここで「 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ からなる」とは、本開示の効果を示す限り、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ に加えて、不可避不純物を含むことができることを意味する。該不可避不純物としては、例えば、塩素原子（Cl）等が挙げられる。第1層3における不可避不純物全体の含有率は、0質量%超であってもよく、3質量%未満であってもよい。

【0029】

第1層3が $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ からなることは、X線回折法（XRD）およびエネルギー分散型X線分析（EDX）により測定される。第1層3における不可避不純物の含有率は、

10

20

30

40

50

二次イオン質量分析法（SIMS）により測定される。なお、同一の切削工具 10 で測定する限り、測定箇所を任意に選択しても、測定結果にばらつきがないことが確認されている。

【0030】

<第1層の構造>

第1層3の厚みは、3.0 μm以上15.0 μm以下であってもよい。これによって、切削工具 10 は、より優れた耐摩耗性とより優れた耐チップング性とを両立することができる為、特に鋳鉄の断続旋削加工においても、より長い工具寿命を有する切削工具 10 を提供することが可能である。第1層3の厚みは、3.2 μm以上13.1 μm以下であってもよく、3.5 μm以上10.2 μm以下であってもよい。

10

【0031】

<第1層の配向性指数TC(0 0 12)>

第1層3の配向性指数TC(0 0 12)は、3.0以上であってもよい。これによって、より優れた耐摩耗性とより優れた耐チップング性とを両立することができる為、特に鋳鉄の断続旋削加工においても、より長い工具寿命を有する切削工具 10 を提供することができる。第1層3の配向性指数TC(0 0 12)は、3.0以上8.0以下であってもよく、3.1以上7.7以下であってもよく、3.2以上7.4以下であってもよい。

【0032】

なお、本明細書において「第1層3の配向性指数TC(0 0 12)」は、以下の式1で定義される配向性指数TC(hkl)のうち、第1層3における(0 0 12)面の配向性指数TC(0 0 12)を意味する。

20

【0033】

【数1】

$$TC(hkl) = \frac{I(hkl)}{I_0(hkl)} \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{I(hkl)}{I_0(hkl)} \right\}^{-1} \quad \text{式 1}$$

【0034】

式1中、I(hkl)は、(hkl)反射面のX線回折強度を示し、I₀(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)、(0 0 12)、(113)、(024)、(116)、および(300)である。

30

【0035】

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。

【0036】

なお、本実施形態の第1層3の配向性指数TC(0 0 12)は、下記式2で示すことができる。

40

【0037】

【数2】

$$TC(0 0 12) = \frac{I(0 0 12)}{I_0(0 0 12)} \left\{ \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 \frac{I(hkl)}{I_0(hkl)} \right\}^{-1} \quad \text{式 2}$$

【0038】

したがって、「第1層3の配向性指数TC(0 0 12)は、3.0以上である」とは、上記式1にTC(0 0 12)を代入してなる上記式2により求まる数値が3.0以上であることを意味する。

50

【0039】

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。

(条件)

特性X線: Cu-K α

管電圧: 45 kV

管電流: 200 mA

フィルター: 多層ミラー

光学系: 集中法

X線回折法: $\theta-2\theta$ 法

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2~4 mm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。なお、本実施形態では、基材の逃げ面上の第1層3の配向性指数TC(hkl)の値は、基材のすくい面上の第1層3のTC(hkl)の値と同一である。また、本実施形態では、同一の試料において、複数の測定箇所を任意に選択し、各測定箇所について上記の測定を行っても、同様の結果が得られることが確認された。

【0040】

なお、第1層3の配向性指数TC(0012)は、後述する第2実施形態における第2A工程の混合ガスにおけるH₂Sの含有率[体積%]を適宜調整することにより、所望の範囲内とすることができる。

【0041】

<第2層>

<第2層の組成>

第2層4は、TiCNからなる。ここで「TiCNからなる」とは、本開示の効果を示す限り、TiCNに加えて、不可避不純物を含むことができることを意味する。該不可避不純物としては、例えば、塩素原子(Cl)等が挙げられる。第2層4における不可避不純物全体の含有率は、0質量%超であってもよく、3質量%未満であってもよい。

【0042】

第2層4がTiCNからなることは、X線回折法(XRD)およびエネルギー分散型X線分析(EDX)により測定される。第2層4において、不可避不純物の含有率は、二次イオン質量分析法(SIMS)により測定される。なお、同一の切削工具10で測定する限り、測定箇所を任意に選択しても、測定結果にばらつきがないことが確認されている。

【0043】

<第2層の構造>

第2層4の厚みは、0.5 μ m以上2.0 μ m未満である。これによって、切削工具10の「耐摩耗性」を向上することができる。第2層4の厚みは、0.6 μ m以上1.8 μ m以下であってもよく、0.7 μ m以上1.7 μ m以下であってもよい。

【0044】

<第2層の残留応力>

第2層4の残留応力Xは、-2.0 GPa以上-0.5 GPa以下である。これによって、切削工具10の「耐チップング性」を向上することができる。第2層4の残留応力Xは、-1.9 GPa以上-0.6 GPa以下であってもよく、-1.8 GPa以上-0.9 GPa以下であってもよい。

【0045】

「残留応力」とは、層内に存する内部応力(固有ひずみ)の一種である。残留応力とし

10

20

30

40

50

ては、圧縮残留応力と引張残留応力とに大別される。圧縮残留応力は、「－」（マイナス）の数値（本明細書においてその単位は「GPa」で表す。）で表される残留応力をいう。例えば、「10 GPaの圧縮残留応力」は、－10 GPaの残留応力と把握することができる。このため、圧縮残留応力が大きいという概念は、上記数値の絶対値が大きくなることを示し、圧縮残留応力が小さいという概念は、上記数値の絶対値が小さくなることを示す。引張残留応力は、「＋」（プラス）の数値（本明細書においてその単位は「GPa」で表す。）で表される残留応力をいう。例えば、「10 GPaの引張残留応力」は、10 GPaの残留応力と把握することができる。このため、引張残留応力が大きいという概念は、上記数値が大きくなることを示し、引張残留応力が小さいという概念は、上記数値が小さくなることを示す。

10

【0046】

第2層4の残留応力Xは、第2層4に対し、X線残留応力装置を用いてsin²ψ法（「X線応力測定法」（日本材料学会、1981年株式会社養賢堂発行）の54～66頁参照）で測定を実行することにより特定できる。なお、該測定において、温度は室温（20℃）である。また、同一の切削工具10で測定する限り、測定箇所を任意に選択しても、測定結果にばらつきがないことが確認されている。

【0047】

<第3層>

<第3層の組成>

第3層5は、TiCNからなる。ここで「TiCNからなる」とは、本開示の効果を示す限り、TiCNに加えて、不可避不純物を含むことができることを意味する。該不可避不純物としては、例えば、塩素原子（Cl）等が挙げられる。第3層5における不可避不純物全体の含有率は、0質量%超であってもよく、3質量%未満であってもよい。

20

【0048】

第3層5がTiCNからなることは、X線回折法（XRD）およびエネルギー分散型X線分析（EDX）により測定される。第3層5において、不可避不純物の含有率は、二次イオン質量分析法（SIMS）により測定される。なお、同一の切削工具10で測定する限り、測定箇所を任意に選択しても、測定結果にばらつきがないことが確認されている。

【0049】

<第3層の構造>

第3層5の厚みは、2 μm以上12 μm以下であってもよい。これによって、より優れた耐チップング性とより優れた耐摩耗性との両立が可能である為、特に鋳鉄の断続旋削加工においても、より長い工具寿命を有する切削工具を提供することができる。第3層5の厚みは、4 μm以上10 μm以下であってもよく、5 μm以上7 μm以下であってもよい。

30

【0050】

<第3層の残留応力>

第3層5の残留応力Yは、－1.0 GPa以上1.0 GPa以下であってもよい。これによって、切削工具10に対しより優れた耐摩耗性とより優れた耐チップング性とを付与することができる為、特に鋳鉄の断続旋削加工においても、より長い工具寿命を有する切削工具を提供することができる。第3層5の残留応力Yは、－1.0 GPa以上0.5 GPa以下であってもよく、－1.0 GPa以上0.1 GPa以下であってもよい。

40

【0051】

第3層5の残留応力Yは、第3層5に対し測定が実行される点を除いては、第2層4の残留応力Xの測定方法と同様の方法により特定することができる。なお、同一の切削工具10で測定する限り、測定箇所を任意に選択しても、測定結果にばらつきがないことが確認されている。

【0052】

<第4層>

<第4層の組成>

第4層6は、TiNからなる。ここで「TiNからなる」とは、本開示の効果を示す限

50

り、TiNに加えて、不可避不純物を含むことができることを意味する。該不可避不純物としては、例えば、塩素原子(Cl)等が挙げられる。第4層6における不可避不純物全体の含有率は、0質量%超であってもよく、3質量%未満であってもよい。

【0053】

第4層6がTiNからなることは、X線回折法(XRD)およびエネルギー分散型X線分析(EDX)により測定される。第4層6において、不可避不純物の含有率は、二次イオン質量分析法(SIMS)により測定される。なお、同一の切削工具10で測定する限り、測定箇所を任意に選択しても、測定結果にばらつきがないことが確認されている。

【0054】

＜第4層の構造＞

第4層6の厚みは、0.1μm以上0.5μm以下であってもよい。これによって、より優れた耐チップング性とより優れた耐摩耗性との両立が可能である為、特に鑄鉄の断続旋削加工においても、より長い工具寿命を有する切削工具を提供することができる。第4層6の厚みは、0.2μm以上0.4μm以下であってもよい。

【0055】

＜他の層＞

他の層としては、例えば、下地層(図示なし)、中間層(図示なし)、および表面層(図示なし)等を挙げることができる。下地層は、第3層が存在する場合においては、基材1と第3層5との間に配置される層であり、第3層が存在しない場合においては、基材1と第1層3との間に配置される層である。表面層は、被膜2の表面に位置する層である。中間層は、第3層5と第1層3との間、第1層3と第2層4との間、または第2層4と第4層6との間に配置される層である。なお、中間層は、TiCNOなどの薄い密着層である。その為、中間層は、応力分布に影響しない。

【0056】

〔実施形態2：切削工具の製造方法〕

本実施形態の切削工具の製造方法について図4を用いて説明する。図4は、本実施形態の切削工具の製造に用いられるCVD装置の一例の概略的な断面図である。

【0057】

本実施形態の切削工具の製造方法は、実施形態1に記載の切削工具の製造方法であって、基材を準備する第1工程と、

該基材上に被膜を形成する第2工程と、

該被膜に対しブラスト処理を行うことで切削工具を得る第3工程と、を備え、

該第2工程は、CVD法により第1層を形成する第2A工程と、CVD法により第2層を形成する第2B工程と、をこの順で含む。第2工程は、第2A工程の前に、CVD法により第3層を形成する第2C工程を更に含んでもよい。第2工程は、第2B工程の後に、CVD法により第4層を形成する第2D工程を更に含んでもよい。各工程の詳細について、以下に説明する。

【0058】

＜第1工程＞

第1工程では、基材を準備する。基材は、実施形態1に記載の基材を用いることができる。

【0059】

例えば、基材として超合金を用いる場合は、市販の基材を用いてもよく、一般的な粉末冶金法で製造してもよい。一般的な粉末冶金法で製造する場合、例えば、ボールミル等によってWC粉末とCo粉末等を混合して混合粉末を得る。該混合粉末を乾燥した後、所定の形状に成形して成形体を得る。さらに該成形体を焼結することにより、WC-Co系超合金(焼結体)を得る。次に、該焼結体に対して、ホーニング処理等の所定の刃先加工を施すことにより、WC-Co系超合金からなる基材を製造することができる。上記以外の基材であっても、この種の基材として従来公知のものであればいずれも準備可能である。

10

20

30

40

50

【0060】

＜第2工程＞

第2工程では、上記基材上に被膜を形成して切削工具を得る。被膜の形成は、例えば図4に示されるCVD装置を用いて行う。CVD装置30は、基材1を保持するための基材セット治具31の複数と、基材セット治具31を覆う耐熱合金鋼製の反応容器32とを備えている。また、反応容器32の周囲には、反応容器32内の温度を制御するための調温装置33が設けられている。反応容器32にはガス導入口34を有するガス導入管35が設けられている。ガス導入管35は、基材セット治具31が配置される反応容器32の内部空間において、鉛直方向に延在し該鉛直方向を軸に回転可能に配置されており、またガスを反応容器32内に噴出するための複数の噴出孔（貫通孔36）が設けられている。このCVD装置30を用いて、次のようにして上記被膜を構成する、第3層、第1層、第2層、および第4層を形成することができる。

10

【0061】

被膜が、実施形態1に記載の「他の層」を含む場合は、該「他の層」は従来公知の方法で形成することができる。

【0062】

＜第2C工程：CVD法により第3層を形成する工程＞

第2C工程では、CVD法により第1層を形成する。より具体的には、まず、基材1を基材セット治具31に配置し、反応容器32内の温度および圧力を所定の範囲に制御しながら、第1層用の原料ガスをガス導入管35から反応容器32内に導入させる。これにより、基材1上に第3層が形成される。

20

【0063】

第3層用の原料ガスとしては、 $TiCl_4$ 、 CH_3CN 、 CO 、 N_2 、 HCl 、および H_2 の混合ガスが用いられる。

【0064】

混合ガスにおける $TiCl_4$ の含有率は、8.0体積%以上9.0体積%以下であってもよい。混合ガスにおける CH_3CN の含有率は、0.2体積%以上1.0体積%以下であってもよい。混合ガスにおける CO の含有率は、1.3体積%以上2.0体積%以下であってもよい。混合ガスにおける N_2 の含有率は、8.0体積%以上12.0体積%以下であってもよい。混合ガスにおける HCl の含有率は、1.0体積%以上3.0体積%以下であってもよい。

30

【0065】

反応容器32内の温度は800℃以上850℃以下に制御されてもよく、反応容器32内の圧力は100hPa以上120hPa以下に制御されてもよい。なお、ガス導入時、ガス導入管35を回転させてもよい。

【0066】

上記製造方法に関し、CVD法の各条件を制御することによって、第3層の態様が変化する。例えば、成膜時間を調整することにより、第3層の厚みが制御される。

【0067】

＜第2A工程：CVD法により第1層を形成する工程＞

第2A工程では、CVD法により第1層を形成する。より具体的には、まず、第2D工程が実行された場合には、基材上に第3層が形成された第1切削工具前駆体を、基材セット治具31に配置し、反応容器32内の温度および圧力を所定の範囲に制御しながら、第1層用の原料ガスをガス導入管35から反応容器32内に導入させる。これにより、第3層上に第1層が形成される。或いは、第2D工程が実行されない場合には、基材1を、基材セット治具31に配置し、反応容器32内の温度および圧力を所定の範囲に制御しながら、第1層用の原料ガスをガス導入管35から反応容器32内に導入させる。これにより、基材上に第1層が形成される。

40

【0068】

第1層用の原料ガスとしては、 $AlCl_3$ 、 CO_2 、 H_2S 、および H_2 の混合ガスが用

50

いられる。

【0069】

混合ガスにおける AlCl_3 の含有率は、2.0体積%以上2.5体積%以下であってもよい。混合ガスにおける CO_2 の含有率は、2.5体積%以上3.5体積%以下であってもよい。混合ガスにおける H_2S の含有率は、0.5体積%以上1.0体積%以下であってもよい。

【0070】

反応容器32内の温度は980℃以上1015℃以下に制御されてもよく、反応容器32内の圧力は60hPa以上75hPa以下に制御されてもよい。なお、ガス導入時、ガス導入管35を回転させてもよい。

【0071】

上記製造方法に関し、CVD法の各条件を制御することによって、第1層の態様が変化する。例えば、成膜時間を調整することにより、第1層の厚みが制御される。

【0072】

<第2B工程：CVD法により第2層を形成する工程>

第2B工程では、CVD法により第2層を形成する。より具体的には、まず、基材上に第1層が形成された第2切削工具前駆体を、基材セット治具31に配置し、反応容器32内の温度および圧力を所定の範囲に制御しながら、第2層用の原料ガスをガス導入管35から反応容器32内に導入させる。これにより、第1層上に第2層が形成される。

【0073】

第2層用の原料ガスとしては、 TiCl_4 、 CH_3CN 、 CO 、 N_2 、 HCl 、および H_2 の混合ガスが用いられる。

【0074】

混合ガスにおける TiCl_4 の含有率は、8.0体積%以上9.0体積%以下であってもよい。混合ガスにおける CH_3CN の含有率は、0.2体積%以上0.8体積%以下であってもよい。混合ガスにおける CO の含有率は、1.3体積%以上2.0体積%以下であってもよい。混合ガスにおける N_2 の含有率は、8.0体積%以上12.0体積%以下であってもよい。混合ガスにおける HCl の含有率は、0.5体積%以上2.0体積%以下であってもよい。

【0075】

反応容器32内の温度は850℃以上950℃以下に制御され、反応容器32内の圧力は100hPa以上110hPa以下に制御される。なお、ガス導入時、ガス導入管35を回転させてもよい。

【0076】

上記製造方法に関し、CVD法の各条件を制御することによって、第2層の態様が変化する。例えば、成膜時間を調整することにより、第2層の厚みが制御される。

【0077】

<第2D工程：CVD法により第4層を形成する工程>

第2D工程では、CVD法により第4層を形成する。より具体的には、まず、第1層上に第2層が形成された第3切削工具前駆体を、基材セット治具31に配置し、反応容器32内の温度および圧力を所定の範囲に制御しながら、第4層用の原料ガスをガス導入管35から反応容器32内に導入させる。これにより、第2層上に第4層が形成される。

【0078】

第4層用の原料ガスとしては、 TiCl_4 、 N_2 、 HCl 、および H_2 の混合ガスが用いられる。

【0079】

混合ガスにおける TiCl_4 の含有率は、3体積%以上7体積%以下であってもよい。混合ガスにおける N_2 の含有率は、20体積%以上30体積%以下であってもよい。混合ガスにおける HCl の含有率は、5体積%以上10体積%以下であってもよい。

【0080】

10

20

30

40

50

反応容器 32 内の温度は 800℃以上 1000℃以下に制御されてもよく、反応容器 32 内の圧力は 100 hPa 以上 110 hPa 以下に制御されてもよい。なお、ガス導入時、ガス導入管 35 を回転させてもよい。

【0081】

上記製造方法に関し、CVD 法の各条件を制御することによって、第 4 層の態様が変化する。例えば、成膜時間を調整することにより、第 4 層の厚みが制御される。

【0082】

＜第 3 工程：被膜に対しブラスト処理を行うことで切削工具を得る工程＞

第 3 工程では、被膜に対しブラスト処理を行うことで切削工具を得る。ここで、「ブラスト処理」とは、鋼鉄または非鉄金属（例えば、セラミックス）等の多数の小さな球体（メディア）を高速で、すくい面等の被膜の表面に衝突させる（投射させる）ことで該表面の残留応力等の諸性質を変化させる処理を意味する。

【0083】

メディアの種類としては、例えば、セラミックス、ジルコニア、アルミナ等が挙げられる。

【0084】

メディアの平均粒径は、15 μm 超 30 μm 以下である。

【0085】

投射されるメディアの濃度は、100 g/分以上 350 g/分以下である。

【0086】

メディアを投射する投射部と被膜の表面との距離（以下、「投射距離」とも記す。）は、20 mm 以上 30 mm 未満である。

【0087】

メディアの投射角度は、被膜の表面に対して 45°である。

【0088】

投射する際に上記メディアに加わる圧力（以下、「投射圧」とも記す。）は、0.10 MPa 以上 0.50 MPa 以下である。

【0089】

ブラストの処理時間は、20 秒以上 50 秒以下である。

【0090】

上述したブラスト処理の各条件は、上記被膜の構成に合わせて適宜調整することが可能である。

【0091】

＜その他の工程＞

本実施形態に係る製造方法では、上述した工程の他にも、本実施形態の効果を損なわない範囲で追加工程を適宜行ってもよい。

【0092】

＜本実施形態の切削工具の製造方法の特徴＞

上記の製造方法で、基材と、該基材上に配置された被膜と、を備える切削工具であって、該被膜は、該基材上に位置する第 1 層と、該第 1 層上に位置する第 2 層と、を含み、該第 1 層は、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ からなり、該第 2 層は、TiCN からなり、該第 2 層の厚みは、0.5 μm 以上 2.0 μm 未満であり、該第 2 層の残留応力 X は、 -2.0 GPa 以上 -0.5 GPa 以下である、切削工具を製造することができる。その理由は以下の通りと推察される。

【0093】

本実施形態の切削工具の製造方法は、特に、第 2 工程が第 2 A 工程および第 2 B 工程を含み、該第 2 B 工程で、第 2 層の厚みが 0.5 μm 以上 2.0 μm 未満となる様に成膜時間が調整され、該第 2 B 工程で、反応容器 32 内の温度は 850℃以上 950℃以下に制御され、反応容器 32 内の圧力は 100 hPa 以上 110 hPa 以下に制御され、第 3 工程で、メディアの平均粒径は、15 μm 超 30 μm 以下であり、投射されるメディアの濃

10

20

30

40

50

度は、100g/分以上350g/分以下であり、投射距離は、20mm以上30mm未満であり、メディアの投射角度は、被膜の表面に対して45°であり、投射圧は、0.10MPa以上0.50MPa以下であり、ブラストの処理時間は、20秒以上50秒以下であるという条件下で実行されることを特徴とする。これによって、ブラスト処理に起因する第2層の摩滅を抑制し、且つ、第2層に対し効果的に圧縮残留応力を付与することが可能となる。このことは、本発明者らが鋭意検討の結果、新たに見いだしたものである。

【実施例】

【0094】

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。

【0095】

＜切削工具の作製＞

以下の様にして、試料1～22、101～107に係る切削工具を作製した。

【0096】

＜第1工程＞

基材として、Co（6質量%）およびWC（残部）からなる組成（ただし不可避不純物を含む）の超合金製刃先交換型切削チップ（形状：住友電工ハードメタル株式会社製、SEET13T3AGSN-G）を準備した。

【0097】

＜第2工程＞

試料19～試料22、試料106、および試料107のそれぞれに関し、第3層の組成が表5および表6に記載の通りとなる様に、以下の条件で、CVD法により、上記基材上に第3層を形成した（第2C工程）。成膜時間は、第3層が表5および表6に記載の厚みとなる様に適宜調整した。

（第2C工程の条件）

- ・混合ガスにおけるTiCl₄の含有率：8.0～9.0体積%
- ・混合ガスにおけるCH₃CNの含有率：0.2～1.0体積%
- ・混合ガスにおけるCOの含有率：1.3～2.0体積%
- ・混合ガスにおけるN₂の含有率：8.0～12.0体積%
- ・混合ガスにおけるHClの含有率：1.0～3.0体積%
- ・混合ガスにおけるH₂の含有率：残り
- ・温度：800～850℃
- ・圧力：100～120hPa

【0098】

次に、試料19～試料22、試料106、および試料107のそれぞれに関し、第1層の組成が表3および表4に記載の通りとなる様に、以下の条件で、CVD法により、上記第3層上に第1層を形成した（第2A工程）。また、試料1～試料18、試料101～試料105のそれぞれに関し、第1層の組成が表5および表6に記載の通りとなる様に、以下の条件で、CVD法により、上記基材上に第1層を形成した（第2A工程）。成膜時間は、第1層が表5および表6に記載の厚みとなる様に適宜調整した。第1層の配向性指数TC（0012）が表5および表6に記載の値となる様に、混合ガスにおけるH₂Sの含有率を以下の範囲で適宜調整した。

（第2A工程の条件）

- ・混合ガスにおけるAlCl₃の含有率：2.0～2.5体積%
- ・混合ガスにおけるCO₂の含有率：2.5～3.5体積%
- ・混合ガスにおけるH₂Sの含有率：0.5～1.0体積%
- ・混合ガスにおけるH₂の含有率：残り
- ・温度：980～1015℃
- ・圧力：60～75hPa

【0099】

次に、試料 1～試料 22、試料 102～試料 104、試料 106、および試料 107 のそれぞれに関し、第 2 層の組成が表 5 および表 6 に記載の通りとなる様に、以下の条件で、CVD 法により、上記第 1 層上に第 2 層を形成した（第 2 B 工程）。成膜時間は、第 3 層が表 5 および表 6 に記載の厚みとなる様に適宜調整した。

（第 2 B 工程の条件）

- ・混合ガスにおける TiCl_4 の含有率：8.0～9.0 体積%
- ・混合ガスにおける CH_3CN の含有率：0.2～0.8 体積%
- ・混合ガスにおける CO の含有率：1.3～2.0 体積%
- ・混合ガスにおける N_2 の含有率：8.0～12.0 体積%
- ・混合ガスにおける HCl の含有率：0.5～2.0 体積%
- ・混合ガスにおける H_2 の含有率：残り
- ・温度：表 1 および表 2 に記載の通り
- ・圧力：表 1 および表 2 に記載の通り

10

【0100】

また、試料 105 に関し、第 2 層の組成が表 6 に記載の通りとなる様に、以下の条件で、CVD 法により、上記第 1 層上に第 2 層を形成した（第 2 B 工程）。成膜時間は、第 2 層が表 6 に記載の厚みとなる様に適宜調整した。

（第 2 B 工程の条件）

- ・混合ガスにおける AlCl_3 の含有率：6.0 体積%
- ・混合ガスにおける NH_3 の含有率：1.5 体積%
- ・混合ガスにおける H_2 の含有率：残り
- ・温度：表 2 に記載の通り
- ・圧力：表 2 に記載の通り

20

【0101】

なお、試料 101 に関し、第 2 B 工程は実行されなかった。

【0102】

以上により、試料 1～試料 22 および試料 101～試料 107 のそれぞれに関し、基材上に被膜を形成した。

【0103】

＜第 3 工程＞

被膜の表面に対し、表 3 および表 4 に記載の条件でブラスト処理を実行した。

30

【0104】

以上の手順によって、試料 1～22、101～107 に係る切削工具を作製した。

【0105】

40

50

【表 1】

Table 1

試料 No.	第 2B 工程の条件	
	温度 [°C]	圧力 [hPa]
1	900	100
2	900	100
3	900	100
4	900	100
5	900	100
6	900	100
7	900	100
8	900	100
9	900	100
10	900	100
11	900	100
12	900	100
13	900	100
14	900	100
15	900	100
16	900	100
17	900	100
18	900	100
19	900	100
20	900	100
21	900	100
22	900	100

10

20

30

【 0 1 0 6 】

40

【表 2】

Table 2

試料 No.	第 2B 工程の条件	
	温度 [°C]	圧力 [hPa]
101	-	-
102	900	100
103	900	100
104	900	100
105	800	15
106	975	90
107	975	90

【 0 1 0 7 】

10

20

30

40

50

【表 3】

Table 3

試料 No.	第 3 工程の条件							
	メディア			投射 角度 [°]	投射 距離 [mm]	投射圧 [MPa]	時間 [秒]	切削工具の 回転速度 [rpm]
	種類	平均 粒径 [μm]	濃度 [g/分]					
1	セラミックス	20	340	45	25	0.30	40	60
2	セラミックス	20	230	45	25	0.40	30	60
3	セラミックス	20	300	45	25	0.50	45	60
4	セラミックス	20	290	45	25	0.10	40	60
5	セラミックス	20	100	45	25	0.50	40	60
6	セラミックス	20	340	45	25	0.40	20	60
7	セラミックス	20	120	45	25	0.40	20	60
8	セラミックス	20	150	45	25	0.50	45	60
9	セラミックス	20	150	45	25	0.30	30	60
10	セラミックス	20	170	45	25	0.50	40	60
11	セラミックス	20	350	45	25	0.30	40	60
12	セラミックス	20	200	45	25	0.20	20	60
13	セラミックス	20	260	45	25	0.30	40	60
14	セラミックス	20	210	45	25	0.50	40	60
15	セラミックス	20	220	45	25	0.50	30	60
16	セラミックス	20	130	45	25	0.50	45	60
17	セラミックス	20	330	45	25	0.50	45	60
18	セラミックス	20	230	45	25	0.20	30	60
19	セラミックス	30	280	45	25	0.50	50	60
20	セラミックス	20	290	45	25	0.50	45	60
21	セラミックス	30	310	45	25	0.30	50	60
22	セラミックス	20	120	45	25	0.50	45	60

【 0 1 0 8 】

10

20

30

40

50

【表 4】

Table 4

試料 No.	第 3 工程の条件							
	メディア			投射 角度 [°]	投射 距離 [mm]	投射圧 [MPa]	時間 [秒]	切削工具の 回転速度 [rpm]
	種類	平均 粒径 [μm]	濃度 [g/分]					
101	セラミックス	20	240	45	25	0.30	30	60
102	セラミックス	20	250	45	25	0.30	30	60
103	セラミックス	20	300	45	25	0.50	55	60
104	セラミックス	20	290	45	25	0.05	20	60
105	セラミックス	20	130	45	25	0.20	20	60
106	セラミックス	150	200	75	50	0.30	25	60
107	セラミックス	10	200	45	40	0.30	20	60

【 0 1 0 9 】

【表 5】

Table 5

試料 No.	被膜										切削 試験
	第 3 層			第 1 層			第 2 層			厚み [μm]	工具 寿命 [分]
	組成	厚み [μm]	Y [GPa]	組成	厚み [μm]	TC (0 0 12)	組成	厚み [μm]	X [GPa]		
1	-	-	-	α -Al ₂ O ₃	7.2	3.9	TiCN	0.5	-0.9	7.7	29
2	-	-	-	α -Al ₂ O ₃	3.4	7.4	TiCN	1.9	-1.1	5.3	23
3	-	-	-	α -Al ₂ O ₃	3.3	4.3	TiCN	1.5	-2.0	4.8	25
4	-	-	-	α -Al ₂ O ₃	4.3	3.1	TiCN	1.7	-0.5	6.0	22
5	-	-	-	α -Al ₂ O ₃	9.7	4.9	TiCN	0.7	-1.7	10.4	30
6	-	-	-	α -Al ₂ O ₃	13.1	3.8	TiCN	1.2	-1.1	14.3	25
7	-	-	-	α -Al ₂ O ₃	9.5	6.4	TiCN	0.9	-1.3	10.4	21
8	-	-	-	α -Al ₂ O ₃	5.1	7.7	TiCN	1.4	-1.8	6.5	25
9	-	-	-	α -Al ₂ O ₃	3.0	5.6	TiCN	0.8	-0.9	3.8	23
10	-	-	-	α -Al ₂ O ₃	15.0	8.0	TiCN	1.5	-1.7	16.5	23
11	-	-	-	α -Al ₂ O ₃	2.9	5.4	TiCN	1.8	-0.9	4.7	20
12	-	-	-	α -Al ₂ O ₃	15.1	3.9	TiCN	1.8	-0.6	16.9	20
13	-	-	-	α -Al ₂ O ₃	5.5	3.0	TiCN	0.7	-0.9	6.2	21
14	-	-	-	α -Al ₂ O ₃	9.4	2.9	TiCN	1.3	-1.7	10.7	20
15	-	-	-	α -Al ₂ O ₃	9.5	5.6	TiCN	0.5	-1.4	10.0	29
16	-	-	-	α -Al ₂ O ₃	4.5	3.5	TiCN	1.9	-1.9	6.4	23
17	-	-	-	α -Al ₂ O ₃	9.8	6.8	TiCN	1.5	-1.9	11.3	21
18	-	-	-	α -Al ₂ O ₃	5.6	7.2	TiCN	1.5	-0.6	7.1	26
19	TiCN	6	-1.0	α -Al ₂ O ₃	4.8	3.2	TiCN	1.5	-1.4	12.3	22
20	TiCN	6	1.0	α -Al ₂ O ₃	7.2	4.5	TiCN	1.7	-1.9	14.9	25
21	TiCN	6	-1.1	α -Al ₂ O ₃	10.2	5.3	TiCN	0.6	-1.0	16.8	20
22	TiCN	6	1.1	α -Al ₂ O ₃	7.5	3.9	TiCN	1.5	-1.9	15.0	20

【 0 1 1 0 】

10

20

30

40

50

【表 6】

Table 6

試料 No.	被膜										切削 試験
	第 3 層			第 1 層			第 2 層			厚み [μm]	
	組成	厚み [μm]	Y [GPa]	組成	厚み [μm]	TC (0 0 12)	組成	厚み [μm]	X [GPa]		工具 寿命 [分]
101	-	-	-	α-Al ₂ O ₃	8.5	3.9	-	-	-	8.5	12
102	-	-	-	α-Al ₂ O ₃	6.8	5.8	TiCN	2.1	-1.0	8.9	15
103	-	-	-	α-Al ₂ O ₃	8.0	3.9	TiCN	0.7	-2.1	8.7	13
104	-	-	-	α-Al ₂ O ₃	8.6	6.9	TiCN	0.7	-0.4	9.3	12
105	-	-	-	α-Al ₂ O ₃	5.6	7.5	AlTiN	3.5	-0.6	9.1	9
106	TiCN	6	-0.6	α-Al ₂ O ₃	7.0	4.1	TiCN	3.0	-0.3	16.0	10
107	TiCN	6	-0.6	α-Al ₂ O ₃	5.2	3.2	TiCN	3.0	-0.6	14.2	12

10

20

【0 1 1 1】

＜切削工具の特性評価＞

＜第 1 層の組成＞

各試料に係る切削工具について、第 1 層の組成を実施形態 1 に記載の方法により求めた。得られた結果を、表 5 および表 6 の「第 1 層」の欄の「組成」の欄に記す。表 5 および表 6 の「第 1 層」の欄の「組成」の欄に、「 α -Al₂O₃」と記載されている場合、第 1 層は、 α -Al₂O₃ からなることを意味する。

【0 1 1 2】

＜第 1 層の配向性指数 TC (0 0 1 2)＞

各試料に係る切削工具について、第 1 層の配向性指数 TC (0 0 1 2) を実施形態 1 に記載の方法により求めた。得られた結果を、表 5 および表 6 の「第 1 層」の欄の「TC (0 0 1 2)」の欄に記す。

30

【0 1 1 3】

＜第 2 層の組成＞

各試料に係る切削工具について、第 2 層の組成を実施形態 1 に記載の方法により求めた。得られた結果を、表 5 および表 6 の「第 2 層」の欄の「組成」の欄に記す。表 5 および表 6 の「第 2 層」の欄の「組成」の欄に、「TiCN」と記載されている場合、第 2 層は、TiCN からなることを意味する。

【0 1 1 4】

＜第 2 層の残留応力 X＞

各試料に係る切削工具について、第 2 層の残留応力 X を実施形態 1 に記載の方法により求めた。得られた結果を、表 5 および表 6 の「X [GPa]」の欄に記す。

40

【0 1 1 5】

＜第 3 層の組成＞

各試料に係る切削工具について、第 3 層の組成を実施形態 1 に記載の方法により求めた。得られた結果を、表 5 および表 6 の「第 3 層」の欄の「組成」の欄に記す。表 5 および表 6 の「第 3 層」の欄の「組成」の欄に、「TiCN」と記載されている場合、第 3 層は、TiCN からなることを意味する。

【0 1 1 6】

＜第 3 層の残留応力 Y＞

50

各試料に係る切削工具について、第3層の残留応力 γ を実施形態1に記載の方法により求めた。得られた結果を、表5および表6の「 γ [GPa]」の欄に記す。

【0117】

＜被膜の厚み＞

各試料に係る切削工具について、被膜の厚みを実施形態1に記載の方法により求めた。得られた結果を、表5および表6の「被膜」の欄の「厚み [μm]」の欄に記す。

【0118】

＜切削試験＞

各試料に係る切削工具を用いて、以下の切削条件により、切削試験を実行した。摩耗とチップングとが複合して損傷が進行し、該切削工具の稜線部分の最大逃げ面摩耗量 V_{bmax} [mm] が0.3mmを超えた時間を工具寿命として測定した。得られた結果を、表5および表6の「工具寿命 [分]」の欄に記す。

（切削条件）

被削材：FCD450（溝付き丸棒）

加工：溝付き丸棒外径旋削

切削速度：250m/分

送り量：0.2mm/rev

切削液：水溶性切削油

上記の切削条件は、鋳鉄の断続旋削加工の切削条件に該当する。

【0119】

試料1～22に係る切削工具は実施例に該当する。試料101～107に係る切削工具は比較例に該当する。表5および表6の結果から、試料1～22に係る切削工具は、試料101～107に係る切削工具に比して、鋳鉄の断続旋削加工においても、長い工具寿命を有することが分かった。

【0120】

以上により、試料1～22に係る切削工具は、鋳鉄の断続旋削加工においても、長い工具寿命を有することが分かった。

【0121】

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。

【0122】

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】

【0123】

1 基材、2 被膜、3 第1層、4 第2層、5 第3層、6 第4層、10 切削工具、30 CVD装置、31 基材セット治具、32 反応容器、33 調温装置、34 ガス導入口、35 ガス導入管、36 貫通孔。

10

20

30

40

50

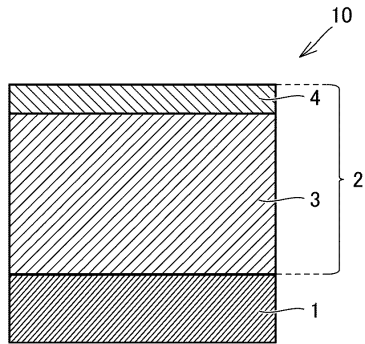
【要約】

切削工具は、基材と、前記基材上に配置された被膜と、を備える切削工具であって、前記被膜は、前記基材上に位置する第1層と、前記第1層上に位置する第2層と、を含み、前記第1層は、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ からなり、前記第2層は、TiCNからなり、前記第2層の厚みは、 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $2.0\text{ }\mu\text{m}$ 未満であり、前記第2層の残留応力 χ は、 -2.0 GPa 以上 -0.5 GPa 以下である、切削工具。

【図面】

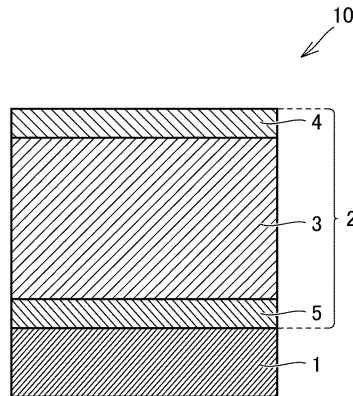
【図1】

FIG.1



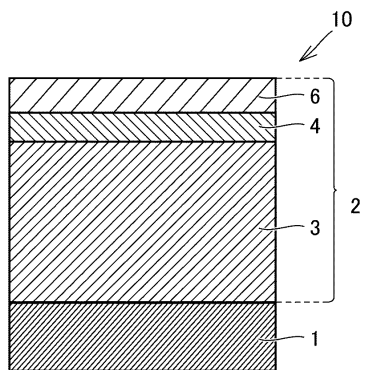
【図2】

FIG.2



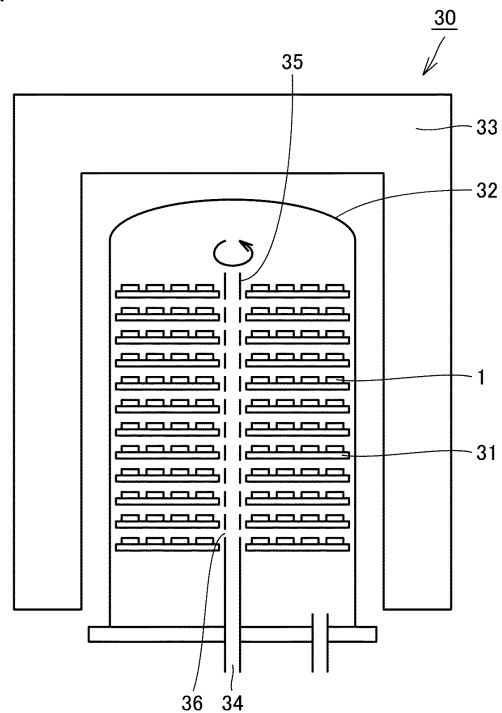
【図3】

FIG.3



【図4】

FIG.4



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2018-183862 (JP, A)
特開 2013-132717 (JP, A)
特開 2018-183864 (JP, A)
米国特許出願公開第 2018/0258525 (US, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- B23B 27/00-29/34
B23B 51/00-51/14
B23C 1/00-9/00
B23P 5/00-17/06
B23P 23/00-25/00
C23C 14/00-14/58
C23C 16/00-16/56