

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6638936号  
(P6638936)

(45) 発行日 令和2年2月5日(2020.2.5)

(24) 登録日 令和2年1月7日(2020.1.7)

(51) Int.Cl.

F 1

<b>B23B</b>	<b>27/14</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 3 B	27/14	A
<b>B23B</b>	<b>51/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 3 B	51/00	J
<b>B23C</b>	<b>5/16</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 3 C	5/16	
<b>C23C</b>	<b>16/34</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 3 C	16/34	
<b>C23C</b>	<b>16/455</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 3 C	16/455	

請求項の数 5 (全 26 頁)

(21) 出願番号

特願2016-4572 (P2016-4572)

(22) 出願日

平成28年1月13日(2016.1.13)

(65) 公開番号

特開2017-124463 (P2017-124463A)

(43) 公開日

平成29年7月20日(2017.7.20)

審査請求日

平成30年7月9日(2018.7.9)

(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

(74) 代理人 110001195

特許業務法人深見特許事務所

(72) 発明者 小野 脍

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

(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

(72) 発明者 出谷 隆典

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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】表面被覆切削工具およびその製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

表面を有し、前記表面は、すくい面および逃げ面を含み、前記すくい面および前記逃げ面の境界部分が切れ刃を成す表面被覆切削工具であって、

基材と、

前記基材の表面を被覆する被膜と、を備え、

前記被膜は、NaCl型結晶構造のTiAlN層を有し、

前記TiAlN層のうち、前記切れ刃に位置する切れ刃領域の組成を $Ti_{1-XE}Al_{1-XE}N$ とし、前記すくい面に位置するすくい面領域の組成を $Ti_{1-XR}Al_{1-XR}N$ とし、かつ前記逃げ面に位置する逃げ面領域の組成を $Ti_{1-XF}Al_{1-XF}N$ とした場合に、

0.65 < XR 0.9, 0.65 < XF 0.9, 0.4 XE 0.7, XR - XE 0.2, および XF - XE 0.2 を満たす、表面被覆切削工具。

## 【請求項 2】

前記TiAlN層において、(111)面の配向性指数TC(111)は、1.0 < TC(111) 4.0 を満たす、請求項1に記載の表面被覆切削工具。

## 【請求項 3】

前記TiAlN層は、1 μm以上10 μm以下の厚みを有する、請求項1または請求項2に記載の表面被覆切削工具。

## 【請求項 4】

前記被膜は、3 μm以上15 μm以下の厚みを有する、請求項1から請求項3のいずれ

10

20

か 1 項に記載の表面被覆切削工具。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 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であって、反応炉内に配置された前記基材上に、 CVD 法により前記 TiAlN 層を形成する TiAlN 層形成工程を含み、

前記 TiAlN 層形成工程は、

Ti および Al を含む第 1 原料ガスおよびアンモニアを含む第 2 原料ガスを、前記基材が配置された前記反応炉内に供給する第 1 工程を含み、

前記第 1 工程において、

前記切れ刃領域に対応する前記基材の表面に到達する前記 Al の量は、前記すくい面領域に対応する基材の表面に到達する前記 Al の量および前記逃げ面領域に対応する基材の表面に到達する前記 Al の量の各々よりも少なく、

前記第 1 原料ガスおよび前記第 2 原料ガスは、それぞれ第 1 配管の貫通孔および第 2 配管の貫通孔を介して前記反応炉内に噴出され、

前記基材の前記切れ刃領域に対応する表面と、前記貫通孔から噴出された各ガスとの間に遮蔽板が配置される、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、表面被覆切削工具およびその製造方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

鋼や鑄鉄などの切削加工に用いられる切削工具として、基材の表面に硬質被膜が設けられた表面被覆切削工具がある。この硬質被膜の一つとして、チタン (Ti) とアルミニウム (Al) と窒素 (N) との化合物である NaCl 型結晶構造の TiAlN からなる被膜 (以下、「TiAlN 被膜」という) が知られている。この TiAlN 被膜は、これまで PVD (Physical Vapor Deposition) 法によって作製されており、所望の物性を発揮し得るように、その組成等の改良が試みられていた。

【0003】

たとえば、特許文献 1 には、 PVD 法によって作製される TiAlN 被膜の組成を、工具における各部位ごとに変化させた表面被覆切削工具が開示されている。また、 TiAlN 被膜の Al の含有割合を高めることによって、その硬度が高められることが知られており、その実現に向けて様々な検討がなされていた。しかし、 PVD 法によって作製された TiAlN 被膜では、 Al の配合割合を 0.65 超にすると、ウルツ型の AlN が析出してしまい、結果的に、期待されるような十分な硬度を発揮できないのが実情であった。

20

【0004】

これに対し、近年、 CVD (Chemical Vapor Deposition) 法によって TiAlN 被膜を作製することで、 NaCl 型結晶構造を維持したまま、 Al の配合割合を 0.65 超とすることが可能となった。たとえば、特許文献 2 には、 CVD 法によって、 Al の割合が 0.75 超 0.93 以下の TiAlN 被膜が製造される旨が開示されている。

30

【0005】

しかし、 CVD 法によって Al の配合割合を高めた TiAlN 被膜の作製が可能となることによって、「 Al の含有割合を高め過ぎることによる耐欠損性の低下」という新たな問題点が浮かび上がった。これは、 TiAlN 被膜の硬度が高くなり過ぎることによって、 TiAlN 被膜の韌性が低くなり、結果的に TiAlN 被膜が欠損してしまうためである。

40

【0006】

上記の問題点に対し、特許文献 3 および特許文献 4 には、 TiAlN 被膜中に、敢えてウルツ型の AlN を析出させることによって、硬度の過剰な高まりを抑制し、これによって耐欠損性の低下を抑制する旨が開示されている。

50

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0007】

【特許文献1】特開平8-267306号公報

【特許文献2】特表2008-545063号公報

【特許文献3】国際公開第2012/126030号公報

【特許文献4】独国特許発明第102007000512号明細書

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

10

しかし、CVD法において、TiAlN被膜中にAlNを析出させるに当たって、その割合や析出位置等の制御は難しい。このため、特許文献3および特許文献4に開示されるようなTiAlN被膜を有する表面被覆切削工具を工業的に生産することは実質的に困難である。このような理由から、Nac1型結晶構造のTiAlN被膜に由来する高い硬度を有すると共に、高い耐欠損性を発揮し得る表面被覆切削工具の開発が求められる。

## 【0009】

本開示の目的は、硬度および耐欠損性の両特性に優れた表面被覆切削工具を提供することである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0010】

20

本発明の一態様に係る表面被覆切削工具は、表面を有し、表面は、すくい面および逃げ面を含み、すくい面および逃げ面の境界部分が切れ刃を成す表面被覆切削工具であって、基材と、基材の表面を被覆する被膜と、を備え、被膜は、Nac1型結晶構造のTiAlN層を有し、TiAlN層のうち、切れ刃に位置する切れ刃領域の組成を $Ti_{1-XE}Al_{XE}N$ とし、すくい面に位置するすくい面領域の組成を $Ti_{1-XR}Al_{XR}N$ とし、かつ逃げ面に位置する逃げ面領域の組成を $Ti_{1-XF}Al_{XF}N$ とした場合に、

0.65 &lt; XR &lt; 0.9、

0.65 &lt; XF &lt; 0.9、

0.4 &lt; XE &lt; 0.7、

XR - XE &lt; 0.2、

およびXF - XE &lt; 0.2を満たす。

30

## 【0011】

本発明の一態様に係る表面被覆切削工具の製造方法は、上述の表面被覆切削工具の製造方法であって、反応炉内に配置された基材上に、CVD法によりTiAlN層を形成するTiAlN層形成工程を含み、TiAlN層形成工程は、TiおよびAlを含む第1原料ガスおよびアンモニアを含む第2原料ガスを、基材が配置された反応炉内に供給する第1工程を含み、第1工程において、切れ刃領域に対応する基材の表面に到達するAlの量は、すくい面領域に対応する基材の表面に到達するAlの量および逃げ面領域に対応する基材の表面に到達するAlの量の各々よりも少ない。

## 【発明の効果】

40

## 【0012】

上記によれば、硬度および耐欠損性の両特性に優れた表面被覆切削工具を提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0013】

【図1】本開示の一実施形態に係る表面被覆切削工具の一例を示す斜視図である。

【図2】図1の表面被覆切削工具の断面図であり、図1のI-I'I'I'線矢視方向から見た断面図である。

【図3】図1の斜線部分を示す図であり、I'I'I'I'領域を示す断面斜視図である。

【図4】図2に示す断面図において、切れ刃にホーニング加工が施されている場合の部分

50

図である。

【図5】図3に示す断面斜視図において、切れ刃にホーニング加工が施されている場合の断面斜視図である。

【図6】図2に示す断面図において、切れ刃にネガランド加工が施されている場合の部分図である。

【図7】図3に示す断面斜視図において、切れ刃にネガランド加工が施されている場合の断面斜視図である。

【図8】図2に示す断面図において、切れ刃にホーニング加工とネガランド加工とが施されている場合の部分図である。

【図9】図3に示す断面斜視図において、切れ刃にホーニング加工とネガランド加工とが施されている場合の断面斜視図である。 10

【図10】CVD装置の反応炉内における基材の配置を説明するための模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

[本発明の実施形態の説明]

最初に本発明の実施態様を列記して説明する。なお、本明細書の結晶学的記載においては、個別面を( )で示す。また、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)を意味しており、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。また本明細書において、「TiAlN」、「TiN」、「TiCN」等の化学式において特に原子比を特定していないものは、各元素の原子比が「1」のみであることを示すものではなく、従来公知の原子比が全て含まれるものとする。 20

【0015】

本発明者らは、上述のように、CVD法によってAlの配合割合の高いTiAlN被膜を作製する場合に、ウルツ型のAlNを析出させるような従来の手法では、その制御が難しく、硬度および耐欠損性に優れた被膜を実際に提供することは難しいと考えた。そこで、従来の手法とは大きく異なる手法として、TiAlN被膜の組成を工具における位置毎に変化させる手法に着眼した。

【0016】

CVD法とは、本来一様の被膜を成膜するための手法であるため、上記手法の確立には多くの困難があったが、上記着眼点に基づいて種々の検討を重ね、基材の各表面への各原料ガスの供給方法を特徴的な態様とすることによって、上記手法を実現できることを知見した。そして、この知見に基づいて更に鋭意検討を重ねることにより、本発明を完成させた。 30

【0017】

[1] 本発明の一態様に係る表面被覆切削工具は、表面を有し、表面は、すくい面および逃げ面を含み、すくい面および逃げ面の境界部分が切れ刃を成す表面被覆切削工具であって、基材と、基材の表面を被覆する被膜と、を備え、被膜は、NaCl型結晶構造のTiAlN層を有し、TiAlN層のうち、切れ刃に位置する切れ刃領域の組成をTi<sub>1-XE</sub>Al<sub>1-XE</sub>Nとし、すくい面に位置するすくい面領域の組成をTi<sub>1-XR</sub>Al<sub>1-XR</sub>Nとし、かつ逃げ面に位置する逃げ面領域の組成をTi<sub>1-XF</sub>Al<sub>1-XF</sub>Nとした場合に、 40

0.65 < XR 0.9、

0.65 < XF 0.9、

0.4 XE 0.7、

XR - XE 0.2、

およびXF - XE 0.2を満たす。

【0018】

上記表面被覆切削工具によれば、逃げ面およびすくい面においては、顕著に高い硬度を発揮することができ、最も負荷のかかる切れ刃においては、韌性と硬度とのバランスに優れる。このため、工具全体として、高い硬度を維持しつつ、高い耐欠損性を発揮すること 50

ができる。したがって、上記表面被覆切削工具は、硬度および耐欠損性に優れることとなる。

【0019】

〔2〕上記表面被覆切削工具において、TiAlN層における(111)面の配向性指数TC(111)は、 $1 < TC(111) < 4$ を満たすことが好ましい。この場合、さらに耐摩耗性に優れる。

【0020】

〔3〕上記表面被覆切削工具において、TiAlN層は、 $1 \sim 10 \mu m$ の厚みを有することが好ましい。この場合、さらに上記特性に優れる。

【0021】

〔4〕上記表面被覆切削工具において、被膜は、 $3 \sim 15 \mu m$ の厚みを有することが好ましい。この場合、切削工具としての適性に優れる。

【0022】

〔5〕本発明の一態様に係る表面被覆切削工具の製造方法は、上述の表面被覆切削工具の製造方法であって、反応炉内に配置された基材上に、CVD法によりTiAlN層を形成するTiAlN層形成工程を含み、TiAlN層形成工程は、TiおよびAlを含む第1原料ガスおよびアンモニアを含む第2原料ガスを、基材が配置された反応炉内に供給する第1工程を含み、第1工程において、切れ刃領域に対応する基材の表面に到達するAlの量は、すくい面領域に対応する基材の表面に到達するAlの量および逃げ面領域に対応する基材の表面に到達するAlの量の各々よりも少ない。

【0023】

上記製造方法によれば、各領域(切れ刃領域、すくい面領域、および逃げ面領域)に対応する部分のTiAlN層の各組成が変化するように制御することができる。したがって、上述の表面被覆切削工具を製造することができる。

【0024】

[本発明の実施形態の詳細]

以下、本発明の一実施形態(以下「本実施形態」と記す)について説明するが、本実施形態はこれらに限定されるものではない。

【0025】

<表面被覆切削工具>

図1に示されるように、本実施形態の表面被覆切削工具1(以下、単に「工具1」とも記す)は、上面、下面および四つの側面を含む表面を有しており、全体として、上下方向にやや薄い四角柱形状である。また、工具1には、上下面を貫通する貫通孔が形成されており、工具1の4つの側面の境界部分においては、隣り合う側面同士が円弧面で繋がれている。

【0026】

本実施形態の工具1では、上面および下面がすくい面11を成し、4つの側面(およびこれらを繋ぐ円弧面)が逃げ面12を成す。また、すくい面11と逃げ面12の境界部分が切れ刃13として機能する。換言すれば、本実施形態の工具1は、表面(上面、下面、四つの側面、これらの側面を繋ぐ円弧面、および貫通孔の内周面)を有し、表面はすくい面11および逃げ面12を含み、すくい面11および逃げ面12の境界部分が切れ刃13を成す。

【0027】

ここで、すくい面11および逃げ面12の境界部分とは、「すくい面11と逃げ面12との境界を成す稜線Eと、すくい面11および逃げ面12のうち稜線E近傍となる部分と、を併せた部分」を意味する。「すくい面11および逃げ面12のうち稜線E近傍となる部分」とは、工具1の切れ刃13の形状によって決定される。以下に、工具1が、シャープエッジ形状の工具、ホーニング加工が施されたホーニング形状の工具、およびネガランド加工が施されたネガランド形状の工具の場合について説明する。

【0028】

10

20

30

40

50

図2および図3に、シャープエッジ形状の工具1を示す。このようなシャープエッジ形状の工具1において、「すくい面11および逃げ面12のうち稜線E近傍となる部分」は、稜線Eからの距離(直線距離)Dが、50μm以下の領域(図3において、点ハッチングが施される領域)と定義される。したがって、シャープエッジ形状の工具1における切れ刃13とは、図3において点ハッチングが施される領域に対応する部分となる。

#### 【0029】

図4および図5に、ホーニング加工が施されたホーニング形状の工具1を示す。図4および図5においては、工具1の各部の他、すくい面11を含む仮想平面R、逃げ面12を含む仮想平面F、仮想平面Rと仮想平面Fとが交差してなる仮想稜線EE、すくい面11と仮想平面Rとの乖離の境界となる仮想境界線ER、および逃げ面12と仮想平面Fとの乖離の境界となる仮想境界線EFが示されている。なお、ホーニング形状の工具1において、上記の「稜線E」は、「仮想稜線EE」と読み替える。

10

#### 【0030】

このようなホーニング形状の工具1において、「すくい面11および逃げ面12のうち仮想稜線EE近傍となる部分」は、仮想境界線ERおよび仮想境界線EFとに挟まれる領域(図5において点ハッチングが施される領域)と定義される。したがって、ホーニング形状の工具1における切れ刃13とは、図5において点ハッチングが施される領域に対応する部分となる。

#### 【0031】

図6および図7に、ネガランド加工が施されたネガランド形状の工具1を示す。図6および図7においても、工具1の各部の他、すくい面11を含む仮想平面R、逃げ面12を含む仮想平面F、仮想平面Rと仮想平面Fとが交差してなる仮想稜線EE、すくい面11と仮想平面Rとの乖離の境界となる仮想境界線ER、および逃げ面12と仮想平面Fとの乖離の境界となる仮想境界線EFが示されている。なお、ネガランド形状の工具1においても、上記の「稜線E」は、「仮想稜線EE」と読み替える。

20

#### 【0032】

このようなネガランド形状の工具1において、「すくい面11および逃げ面12のうち仮想稜線EE近傍となる部分」は、仮想境界線ERおよび仮想境界線EFとに挟まれる領域(図7において点ハッチングが施される領域)と定義される。したがって、ネガランド形状の工具1における切れ刃13とは、図7において点ハッチングが施される領域に対応する部分となる。

30

#### 【0033】

図8および図9に、ホーニングとネガランドとが組み合された加工が施された形状の工具1を示す。図8および図9においても、工具1の各部の他、すくい面11を含む仮想平面R、逃げ面12を含む仮想平面F、仮想平面Rと仮想平面Fとが交差してなる仮想稜線EE、すくい面11と仮想平面Rとの乖離の境界となる仮想境界線ER、および逃げ面12と仮想平面Fとの乖離の境界となる仮想境界線EFが示されている。なお、ネガランド形状の工具1においても、上記の「稜線E」は、「仮想稜線EE」と読み替える。なお、仮想平面Rは、すくい面11のうち切れ刃13に近い平面を含む面とする。

#### 【0034】

40

このような形状の工具1において、「すくい面11および逃げ面12のうち仮想稜線EE近傍となる部分」は、仮想境界線ERおよび仮想境界線EFとに挟まれる領域(図8において点ハッチングが施される領域)と定義される。したがって、当該工具1における切れ刃13とは、図8において点ハッチングが施される領域に対応する部分となる。

#### 【0035】

図1に戻り、図1には、旋削加工用刃先交換型切削チップとしての工具1が示されるが、工具1はこれに限られず、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、メタルソー、歯切工具、リーマ、タップなどを例示できる。

#### 【0036】

50

また、工具 1 が刃先交換型切削チップ等である場合、工具 1 は、チップブレーカを有するものも、有さないものも含まれ、また、切れ刃 1 3 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）（図 1 ~ 図 3 参照）、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）（図 4 および図 5 参照）加工されたもの、ネガランド（面取りをしたもの）（図 6 および図 7 参照）加工されたもの、ホーニング加工とネガランド加工とが組み合されたもの（図 8 および図 9 参照）のいずれをも含み得る。

#### 【0037】

図 2 に示されるように、上記工具 1 は、基材 2 と、該基材 2 の表面を被覆する被膜 3 とを有する。工具 1 において、被膜 3 は、基材 2 の全面を被覆することが好ましいが、基材 2 の一部がこの被膜 3 で被覆されていなかったり、被膜 3 の構成が部分的に異なったりしていたとしても本実施形態の範囲を逸脱するものではない。

10

#### 【0038】

##### <基材>

図 2 および図 3 に示されるように、本実施形態の基材 2 は、すくい面 2 a と、逃げ面 2 b とを有する。また、すくい面 2 a と逃げ面 2 b との境界部分が切れ刃 2 c を成す。「すくい面 2 a と逃げ面 2 b との境界部分」とは、上述の「すくい面 1 1 と逃げ面 1 2 との境界部分」と同様に、「すくい面 2 a と逃げ面 2 b との境界を成す稜線と、すくい面 2 a および逃げ面 2 b のうち稜線近傍となる部分と、を併せた部分」を意味する。また「すくい面 2 a と逃げ面 2 b のうち稜線近傍となる部分」とは、工具 1 の切れ刃 1 3 の形状がシャープエッジ形状であるか、ホーニング形状であるか、ネガランド形状であるかによって、上述のように定義されることとなる。

20

#### 【0039】

基材 2 としては、この種の基材として従来公知のものであればいずれのものも使用することができる。たとえば、超硬合金（たとえば WC 基超硬合金、WC の他、Co を含み、あるいは Ti、Ta、Nb 等の炭窒化物を添加したものも含む）、サーメット（TiC、TiN、TiCN 等を主成分とするもの）、高速度鋼、セラミックス（炭化チタン、炭化珪素、窒化珪素、窒化アルミニウム、酸化アルミニウムなど）、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。これらの各種基材の中でも、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。これは、これらの基材が特に高温における硬度と強度とのバランスに優れ、表面被覆切削工具の基材として優れた特性を有するためである。

30

#### 【0040】

##### <被膜>

本実施形態の被膜 3 は、TiAlN 層を有する限り、他の層を含んでも良いし、含まなくて良い。他の層としては、たとえば TiN 層、TiCN 層、TiBNO 层、TiCN O 层、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 层、TiB<sub>2</sub> 层、TiAlN 层、TiAlCN 层、TiAlON 层、TiAlONC 层等を挙げることができる。その積層の順も特に限定されない。

#### 【0041】

このような本実施形態の被膜 3 は、基材 2 を被覆することにより、硬度、耐欠損性等の諸特性を向上させる作用を有するものである。

40

#### 【0042】

被膜 3 は、3 ~ 15 μm の厚みを有することが好ましい。その厚みが 3 μm 未満では、工具寿命が不十分となる場合があり、15 μm を超えると、断続加工において被膜 3 と基材 2 との間に大きな応力が加わった際に被膜 3 の剥離または破壊が高頻度に発生する場合がある。上記厚みは、より好ましくは 5 ~ 15 μm であり、さらに好ましくは 7 ~ 15 μm である。

#### 【0043】

##### <TiAlN 層>

本実施形態の被膜 3 は、TiAlN 层を含む。この TiAlN 层は、当該被膜 3 中に 1 層または 2 層以上含まれることができる。

50

## 【0044】

本実施形態のTiAlN層の特徴の一つは、NaCl型結晶構造を有する点にある。ここで「NaCl型結晶構造を有する」とは、TiAlN層のX線回折スペクトルを測定した場合に、NaCl型結晶構造由来のピークが観察され、NaCl型結晶構造以外の結晶構造（たとえば、ウルツ型結晶構造）由来のピークが観察されない（すなわち、検出限界以下である）ことを意味する。このようなX線回折スペクトルは、以下のようにして測定される。

## 【0045】

まず、工具1の逃げ面12の平坦な任意の一部分を切り出して、これをホルダーに固定し、サンプルを準備し、必要に応じて研磨処理することにより、測定対象とする表面を平滑にする。なお、TiAlN層上に他の層が形成されている場合には、その層を研磨等により除去した上で、TiAlN層の表面を平滑にする。次に、X線回折装置（XRD）を用いてTiAlN層のX線回折を行い、X線回折スペクトルを得る。

10

## 【0046】

上述のX線回折は、たとえば、X線回折装置（SmartLab（登録商標）、リガク株式会社製）を用いて、以下の条件で測定することができる。

回折法	： -2法
X線源	：Cu-K線（1.541862）
検出器	：D/Tex Ultra 250
管電圧	：45kV
管電流	：200mA
スキャンスピード	：20°/分
スキャン範囲	：15~85°
スリット	：2.0mm。

20

## 【0047】

また、本実施形態のTiAlN層の他の特徴は、TiAlN層のうち、切れ刃13に位置する切れ刃領域の組成をTi<sub>1-XE</sub>Al<sub>1-XE</sub>Nとし、すくい面11に位置するすくい面領域の組成をTi<sub>1-XR</sub>Al<sub>1-XR</sub>Nとし、逃げ面12に位置する逃げ面領域の組成をTi<sub>1-XF</sub>Al<sub>1-XF</sub>Nとした場合に、以下（1）~（5）を満たすことにある。

（1）0.65 < XR 0.9；  
 （2）0.65 < XF 0.9；  
 （3）0.4 XE 0.7；  
 （4）XR - XE 0.2；  
 （5）およびXF - XE 0.2。

30

## 【0048】

上記XR、XF、およびXEは、エネルギー分散型X線分光器を備える走査型電子顕微鏡（SEM-EDS）を用いて、TiAlN層の各領域（切れ刃領域、すくい面領域、および逃げ面領域）における各組成を測定することにより、求めることができる。

## 【0049】

XEの算出方法について説明する。まず、切れ刃領域のTiAlN層の断面を含む測定試料を準備する。この測定試料は、たとえば、工具1を、被膜3の厚み方向に沿って（TiAlN層に略垂直な断面が得られるように）切断することにより得られる。また、必要に応じて、露出する切断面を研磨処理して、該切断面に含まれる切れ刃領域のTiAlN層の断面を平滑にする。

40

## 【0050】

なお、測定試料用の断面作製にあたって、切れ刃領域のうち、切れ刃領域とすくい面領域との境界近傍ではなく、切れ刃領域の中央部分の断面を用いることが好ましい。切れ刃領域のうちの上記境界近傍の特性よりも、切れ刃領域のうちの上記中央部分の特性のほうが、工具1の切れ刃13としての特性に大きく影響するためである。

## 【0051】

50

次に、SEM-EDSを用いて準備された測定試料を観察し、TiAlN層におけるAlとTiとの組成比を分析し、TiAlN層におけるAlの割合を算出する。1つの工具1において、測定点を3箇所以上としてAlの割合を算出し、これらの値の平均値をXEとする。

#### 【0052】

XRについても同様に、すくい面領域のTiAlN層の断面を含む測定試料を準備し、SEM-EDSを用いて、TiAlN層におけるAlとTiとの組成比を分析する。XRの算出に際しても、1つの工具1において、測定点を3箇所以上としてAlの割合を算出し、これらの値の平均値をXRとする。

#### 【0053】

なお、測定試料用の断面作製にあたって、すくい面領域のうち、切れ刃領域とすくい面領域との境界から50～100μm離れた領域の断面を用いることが好ましい。「切れ刃領域とすくい面領域との境界」は、図3、図5、図7および図9のすくい面11において、点ハッチングが施された領域と、点ハッチングが施されていない領域との境界に相当する。

#### 【0054】

XFについても同様に、逃げ面領域のTiAlN層の断面を含む測定試料を準備し、SEM-EDSを用いて、TiAlN層におけるAlとTiとの組成比を分析する。XFの算出に際しても、1つの工具1において、測定点を3箇所以上としてAlの割合を算出し、これらの値の平均値をXFとする。

#### 【0055】

なお、測定試料用の断面作製にあたって、逃げ面領域のうち、切れ刃領域と逃げ面領域との境界から50～200μm離れた領域の断面を用いることが好ましい。「切れ刃領域とすくい面領域との境界」は、図3、図5、図7および図9の逃げ面12において、点ハッチングが施された領域と、点ハッチングが施されていない領域との境界に相当する。

#### 【0056】

上述のSEM-EDS解析は、たとえば走査型電子顕微鏡(S-3400N型、日立ハイテクノロジーズ社製)を用いて、以下の条件で測定することができる。

加速電圧 : 15kV

プロセスタイム : 5

スペクトルレンジ : 0～20keV

チャンネル数 : 1K

フレーム数 : 150

X線取り出し角度 : 30°。

#### 【0057】

ここで、XEを算出するに当たっては、工具1の実際の使用状況を鑑みて、測定試料とするTiAlN層の断面の位置を決定することが好ましい。具体的には、工具1が、コーナー部分(円弧を描く頂角の部分)の切れ刃13によって被削材を切削すべく使用される場合には、コーナー部分の切れ刃領域に位置するTiAlN層の断面を測定試料とすることが好ましい。一方、工具1が、ストレート部分(直線を描く部分)の切れ刃13によって被削材を切削すべく使用される場合には、ストレート部分の切れ刃領域に位置するTiAlN層の断面を測定試料とすることが好ましい。工具1を切削工具として用いた場合の実際の工具特性に直結するためである。

#### 【0058】

また、XRを算出するに当たっても、工具1の実際の使用状況を鑑みて、測定試料とするTiAlN層の断面の位置を決定することが好ましい。具体的には、工具1が、コーナー部分の切れ刃13によって被削材を切削すべく使用される場合には、コーナー部分の切れ刃領域近傍のすくい面領域に位置するTiAlN層の断面を測定試料とすることが好ましい。コーナー部分近傍のすくい面11の特性が、工具1を切削工具として用いた場合の実際の工具特性に直結するためである。一方、同様の理由により、工具1が、ストレート

10

20

30

40

50

部分の切れ刃 13 によって被削材を切削すべく使用される場合には、ストレート部分の切れ刃領域近傍のすくい面領域に位置する TiAlN 層の断面を測定試料とすることが好ましい。XF を算出するにあたっても同様である。

#### 【0059】

NaC1 型結晶構造を有し、かつ上記(1)～(5)を満たす TiAlN 層は、高い硬度と高い耐欠損性とを有することができ、もって、硬度および耐欠損性に優れることとなる。したがって、このような TiAlN 層を有する工具 1 は、硬度および耐欠損性に優れることができる。この理由について、本発明者らは、次のように考察する。

#### 【0060】

本実施形態の TiAlN 層は、上記(1)～(3)に規定されるように、A1 割合が 0.65 超となる領域を有している。それにも関わらず、その結晶構造は NaC1 型結晶構造を維持している。このような TiAlN 層は、従来の PVD 法によっては作製し得なかったものであり、これによって、高い硬度を有することができる。さらに、TiAlN 層は、さらに上記(4)および(5)に規定されるように、切れ刃 13 (切れ刃領域)における A1 割合が、すくい面 11 (すくい面領域)および逃げ面 12 (逃げ面領域)の各々と比して小さい。このような構成を有することにより、TiAlN 層は、すくい面 11 および逃げ面 12 においては、顕著に高い硬度を発揮することができ、最も負荷のかかる(すなわち、欠損が生じ易い)切れ刃 13 においては、韌性と硬度とのバランスに優れることができる。したがって、工具 1 全体として、実際の使用に適した高い硬度と高い耐欠損性とを発揮できる。

10

20

#### 【0061】

以上詳述した本実施形態の TiAlN 層において、上記(3)は  $0.4 < X_E < 0.5$  5 が好ましい。この場合、さらに上記効果に優れる。また、上記(4)および(5)に関し、その上限値は特に限定されないが、硬度と耐欠損性とのバランスの観点からは、0.4 以下であることが好ましく、0.38 以下であることがより好ましい。

#### 【0062】

また、本実施形態の TiAlN 層において、(111)面の配向性指数  $TC(111)$  は、 $1.0 < TC(111) < 4.0$  を満たすことが好ましく、 $2.0 < TC(111) < 4.0$  を満たすことがより好ましい。この場合、さらに耐摩耗性に優れる。

30

#### 【0063】

ここで「配向性指数」とは、一般的に配向性指数  $TC(hkl)$  で表記され、下記式(1)で示される。

#### 【0064】

##### 【数1】

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

#### 【0065】

式(1)中、 $I(hkl)$  は、 $(hkl)$  反射面の X 線回折強度を示し、 $I_o(hkl)$  は、ICDD のデータベース 00-046-1200 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 5 である。反射に用いた $(hkl)$  面は、(111)、(200)、(220)、(311) および(222)である。したがって、本実施形態の TiAlN 層における  $TC(111)$  は、下記式(2)で示すことができる。

40

#### 【0066】

## 【数2】

$$TC(111) = \frac{I(111)}{I_o(111)} \left\{ \frac{1}{5} \sum_1^5 \frac{I(hkl)}{I_o(hkl)} \right\}^{-1} \quad \dots(2)$$

## 【0067】

本実施形態において、上記式(2)で示されるTiAlN層の(111)面の配向性指数TC(111)は、XRDを用いた分析により求めることができる。

## 【0068】

たとえば、X線回折装置(SmartLab(登録商標)、リガク株式会社製)を用いて、以下の条件で測定することができる。 10

回折法：-2法

X線源：Cu-K線(1.541862)

検出器：D/Tex Ultra 250

管電圧：45kV

管電流：200mA

スキャンスピード：20°/分

スキャン範囲：15~85°

スリット：2.0mm。

## 【0069】

また、本実施形態のTiAlN層は、1~10μmの厚みを有することが好ましい。その厚みが1μm未満では、硬度および耐欠損性を十分に発揮できない恐れがあり、10μmを超えると、TiAlN層の剥離が発生する場合がある。上記厚みは、より好ましくは2~10μmであり、さらに好ましくは5~7μmである。 20

## 【0070】

また、本実施形態のTiAlN層は、上記効果を奏する限り、不純物を含んでいても良い。不純物としては、塩素(Cl)、酸素(O)、炭素(C)、アルゴン(Argon)および水素(H)が挙げられる。なかでもClは、CVD法によって作製されたTiAlN層に含まれ得る特有の元素であって、PVD法によって作製されたTiAlN層中には混入し得ない。TiAlN層におけるClの濃度は、0.05~0.20原子%である。 30

## 【0071】

<他の層>

本実施形態の被膜3は、上述のように、他の層を含んでも良い。他の層の例示は上記において列挙したが、たとえば、基材2の表面に接する下地層としては、TiCN層またはTiN層が好適である。この場合、基材2と被膜3との密着性に優れる。また、被膜3の最表面に位置する表面層としては、TiCNO層またはAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層が好適である。この場合、被膜3の耐酸化性がより優れることとなる。

## 【0072】

<製造方法>

本実施形態の表面被覆切削工具は、反応炉内に配置された基材上に、CVD法によりTiAlN層を形成するTiAlN層形成工程を含む。TiAlN層形成工程は、TiおよびAlを含む第1原料ガスおよびアンモニアを含む第2原料ガスを、基材が配置された反応炉内に供給する第1工程を含む。そして、この第1工程においては、切れ刃領域に対応する基材の表面に到達するAlの量は、すくい面領域に対応する基材の表面に到達するAlの量および逃げ面領域に対応する基材の表面に到達するAlの量の各々よりも少ない。 40

## 【0073】

ここで、「切れ刃領域に対応する基材の表面」とは、基材の表面のうち、切れ刃領域に対応するTiAlN層が配置されるべき表面を意味する。同様に、「すくい面領域に対応する基材の表面」は、基材の表面のうち、すくい面領域に対応するTiAlN層が配置されるべき表面を意味し、「逃げ面領域に対応する基材の表面」とは、基材の表面のうち、

逃げ面領域に対応する TiAlN層が配置されるべき表面を意味する。

【0074】

本実施形態の表面被覆切削工具の被膜は、CVD法によって製造することができるのであり、被膜のうち、TiAlN層以外の層が形成される場合、それらの層は、従来公知の条件で形成することができる。一方、TiAlN層は、上記の特異的なCVD法によって形成することができるものである。

【0075】

上記の特異的なCVD法を実施可能なCVD装置の一例として、図10に示される反応炉を有するCVD装置が挙げられる。図10に示される反応炉内には、第1配管51と、第2配管52とが配置されている。第1配管51および第2配管52は、それぞれ貫通孔51a～51cおよび貫通孔52a～52cを有している。第1配管51と反応炉内とは、貫通孔51a～51cを介して連通しており、第2配管52と反応炉内とは、貫通孔52a～52cを介して連通している。

【0076】

なお、図10において、貫通孔51a～51cと、貫通孔52a～52cは、それぞれわずかに高さ（図の上下方向）が異なっているように示されるが、これは理解を容易とするための図であり、各高さは一致していることが好ましい。すなわち、貫通孔51aと貫通孔52a、貫通孔51bと貫通孔52b、貫通孔51cと貫通孔52cとは、それぞれ同じ高さに配置されていることが好ましい。

【0077】

TiAlN層形成工程において、基材2は反応炉内に配置される。このとき、基材2の切れ刃2cの表面（切れ刃領域に対応する基材の表面）と、貫通孔（51a～51c、52a～52c）とが直接対峙しないように、両者間に遮蔽板53および54が配置される。また、反応炉内の圧力および温度は、それぞれ0.5～3.0kPaおよび600～900に制御することができる。さらに基材2は、図中回転矢印で示すように、自転していることが好ましい。

【0078】

第1工程において、第1配管51には、TiおよびAlを含む第1原料ガスが供給され、第2配管52には、アンモニア（NH<sub>3</sub>）を含む第2原料ガスが供給される。第1原料ガスの具体例としては、AlCl<sub>3</sub>、TiCl<sub>4</sub>、HCl、N<sub>2</sub>およびArからなる混合ガスが挙げられる。第2原料ガスの具体例としては、NH<sub>3</sub>、N<sub>2</sub>およびArからなる混合ガスが挙げられる。第1原料ガスと第2原料ガスとを各々異なる配管に流すことにより、反応炉内に噴出される前に、AlCl<sub>3</sub>またはTiCl<sub>4</sub>と、NH<sub>3</sub>とが反応してしまうことを抑制することができる。

【0079】

第1原料ガスにおけるTiおよびAlの割合は特に制限されないが、本実施形態のTiAlN層を成膜するに当たっては、たとえば、AlCl<sub>3</sub>およびTiCl<sub>4</sub>を用いる場合、AlCl<sub>3</sub>/TiCl<sub>4</sub>（体積比）は、1～5が好ましく、2～4がさらに好ましいことが各種実験から導かれている。また、本実施形態のTiAlN層を成膜するに当たって、反応炉内に供給されるガスの総量（体積）を100%とした場合に、NH<sub>3</sub>の流量の割合（体積割合）は、2.3～2.9%が好ましいことも、各種実験から導かれている。

【0080】

第1配管51に供給された第1原料ガスは、貫通孔51a～51cを介して反応炉内に噴出される。一方、第2配管52に供給された第2原料ガスは、貫通孔52a～52cを介して反応炉内に噴出される。なお、図8においては、各配管内における第1原料ガスの流れ、および第2原料ガスの流れを実線矢印および点線矢印で示す。これにより、基材2の表面にTiAlN層が形成される。

【0081】

上記のようなCVD法によって本実施形態に係るTiAlN層が作製される理由について、本発明者らは次のように考察する。

10

20

30

40

50

## 【0082】

図10を参照し、第1工程において各貫通孔から噴出された各ガスは、噴出孔から基材2側へ拡散していき、これにより、基材の表面にTiAlN層が形成される。より具体的には、各ガスは、貫通孔側を上流とし、かつ基材側を下流とする流路内を流れていき、該流路内に位置する基材の表面にて化学反応を起こし、この化学反応の結果物として、該表面においてTiAlN層が形成される。

## 【0083】

ここで、本実施形態においては、図10に示されるように、基材2の切れ刃2c（切れ刃領域に対応する基材の表面）と貫通孔から噴出された各ガスとの間に遮断板53, 54が配置されている。このため、各ガスの一部は、図中白抜きの矢印で示すように、遮蔽板53, 54をまわり込むように流れる。このように流れるガス（以下、「廻り込みガス」という）は、まず、すくい面2aのうちのすくい面領域に対応する表面または逃げ面2bのうちの逃げ面領域に対応する表面に到達し、これらの表面にて化学反応を起こし、その後、切れ刃2cに到達し、切れ刃領域に対応する表面にて化学反応を起こす、という挙動を示すこととなる。換言すれば、廻り込みガスの流路に関し、各噴出孔から切れ刃領域に対応する表面に到達するまでの流路の長さは、各ガスが各噴出孔からすくい面領域に対応する表面および逃げ面領域に対応する表面に到達するまでの各流路の長さよりも大きくなることとなる。

## 【0084】

ところで、廻り込みガスには、AlC<sub>1.3</sub>、TiC<sub>1.4</sub>およびNH<sub>3</sub>が含まれるが、TiC<sub>1.4</sub>とNH<sub>3</sub>との反応性よりも、AlC<sub>1.3</sub>とNH<sub>3</sub>との反応性のほうが高い。したがって、すくい面領域に対応する表面および逃げ面領域に対応する表面においてAlC<sub>1.3</sub>がTiC<sub>1.4</sub>よりも多く消費されるために、切れ刃領域に対応する表面に到達する廻り込みガスにおけるAlとTiとの原子比（AlC<sub>1.3</sub> / TiC<sub>1.4</sub>）は、すくい面領域に対応する表面および逃げ面領域に対応する表面に到達する廻り込みガスにおける同原子比よりも小さくなる。このため、切れ刃領域に対応する表面に到達するAlの量は、すくい面領域に対応する表面および逃げ面領域に対応する表面に到達するAlの各量よりも少なくなる。

## 【0085】

以上の理由により、切れ刃領域に対応するTiAlN層のAl含有割合は、すくい面領域および逃げ面領域に対応する各TiAlN層の各Al含有割合よりも小さくなり、結果的に、本実施形態に係るTiAlN層が形成される。

## 【0086】

上述の製造方法においては、遮蔽板を用いることによって、切れ刃領域に対応する基材の表面に到達するAlの量を、すくい面領域に対応する基材の表面および逃げ面領域に対応する基材の表面に到達するAlの各量よりも少なくすることを可能としたが、本発明はこれに限定されない。たとえば、貫通孔との位置関係について、すくい面領域に対応する基材の表面および逃げ面領域に対応する基材の表面を、切れ刃領域に対応する基材の表面よりも、より貫通孔に近づけることにより、すくい面領域に対応する基材の表面および逃げ面領域に対応する基材の表面と噴出孔との各距離を、切れ刃領域に対応する基材の表面と噴出孔との距離よりも短くするように基材2を反応炉内に配置してもよい。

## 【実施例】

## 【0087】

以下、実施例を挙げて本発明をより詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。なお、以下において、ウルツ型のAlNを含有するTiAlN層についても、単に「TiAlN層」と記載する場合がある。

## 【0088】

## &lt;基材の調製&gt;

以下の表1に記載の基材Kおよび基材Lの2種類の基材を準備した。具体的には、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、形状がCNMG120408N-G

10

20

30

40

50

U (住友電気工業製) (基材K) および S E E T 1 3 T 3 A G S N - G (住友電気工業製) (基材L) の超硬合金製の基材を得た。

【0089】

【表1】

	配合組成 (質量%)				
	Co	VC	Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	TaC	WC
K	6.0	0.2	0.4	—	残り
L	12.0	—	—	2.0	残り

10

【0090】

＜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た。具体的には、基材を化学気相蒸着装置の反応炉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。

【0091】

被膜の形成条件は、以下の表2および表3に記載した通りである。表2はTiAlN層以外の各層の形成条件を示し、表3はTiAlN層の形成条件を示している。

【0092】

【表2】

20

	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	TiCl <sub>4</sub> =2.0%, N <sub>2</sub> =39.7%, H <sub>2</sub> =残り	6.7	915	65.2
TiCN	TiCl <sub>4</sub> =2.0%, CH <sub>3</sub> CN=0.7%, H <sub>2</sub> =残り	9.0	860	45.3
TiCNO	TiCl <sub>4</sub> =2.1%, CO=3.2%, CH <sub>4</sub> =2.8%, N <sub>2</sub> =23.7%, H <sub>2</sub> =残り	16.0	1030	80.2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	AlCl <sub>3</sub> =1.6%, CO <sub>2</sub> =4.5%, H <sub>2</sub> S=0.2%, HCl=3.5%, H <sub>2</sub> =残り	6.7	1000	56.3

30

【0093】

【表3】

	原料ガス組成 (体積%)						体積 比	配置条件	成膜条件					
	TiCl <sub>4</sub>	AlCl <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub>	HCl	N <sub>2</sub>	Ar	H <sub>2</sub>	AlCl <sub>3</sub> /TiCl <sub>4</sub>	遮蔽板 幅 (mm)	遮蔽板 距離 (mm)	圧力 (kPa)	温度 (°C)	全 ガス量 (L/min)	
a	0.25	0.56	2.80	0.22	34.7	5.78	残り	2.24	3.0	3.5	1.5	800	60.0	
b	0.30	0.60	2.80	0.20	34.7	5.78	残り	2.00	4.5	3.5	0.5	760	65.0	
c	0.26	0.58	2.88	0.15	34.7	5.78	残り	2.23	6.0	3.5	1.5	770	65.0	
d	0.20	0.51	2.80	0.20	34.7	5.78	残り	2.55	4.5	5.0	1.5	700	75.0	
e	0.21	0.51	2.89	0.20	34.7	5.78	残り	2.43	4.5	2.0	2.5	760	65.0	
f	0.18	0.70	2.60	0.24	34.7	5.78	残り	3.89	3.0	3.5	2.0	800	65.0	
実施例	g	0.18	0.66	2.60	0.25	34.7	5.78	残り	3.67	4.5	3.5	1.0	760	60.0
h	0.15	0.65	2.75	0.22	34.7	5.78	残り	4.33	6.0	3.5	2.0	750	65.0	
i	0.20	0.80	2.72	0.25	34.7	5.78	残り	4.00	4.5	5.0	1.5	710	65.0	
j	0.22	0.70	2.69	0.15	34.7	5.78	残り	3.18	4.5	2.0	2.5	760	60.0	
k	0.25	0.56	2.80	0.22	34.7	5.78	残り	2.24	—	—	1.5	800	60.0	
比較例	l	0.18	0.70	2.60	0.24	34.7	5.78	残り	3.89	—	—	2.0	800	65.0
m	0.12	0.61	3.20	—	6.6	14.20	残り	5.08	—	—	1.0	800	70.0	
n	0.40	1.30	1.30	—	6.4	0.00	残り	3.25	—	—	2.0	820	70.6	
o	0.40	0.70	4.90	—	24.7	19.80	残り	1.75	—	—	0.5	900	65.0	

## 【0094】

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についても同じ)。

## 【0095】

また、表3に示すように、TiAIN層の形成条件はa～jとk～oの15通りであり

、このうち a ~ j が実施例の条件であり、 k ~ o が比較例の条件である。特に、形成条件 a ~ j においては、図 10 と同様の配置となるように、反応炉内に遮蔽板を配置した。表 3 の「遮蔽板幅」とは、図 10 における遮蔽板 53, 54 の上下方向の幅を意味し、「遮蔽板距離」とは、図 10 の左右方向における遮蔽板 53, 54 と基材 2 の切れ刃 2c との間の空間長さの最短値を意味する。なお、表 3 の形成条件 m, n, o は、それぞれ、上述の特許文献 2、3 および 4 に開示される各 TiAlN 層の形成条件と同様である。

【 0096 】

＜表面被覆切削工具の作製＞

上記の表 2 および表 3 の条件により、基材上に被膜を形成することにより、以下の表 4 に示した試料 No. 1 ~ 36 の表面被覆切削工具を作製した。

10

【 0097 】

【表4】

試 料 No	基材 種別	被膜の構成(μm)			被膜 厚み (μm)
		下地層	TiAlN 層	最外層	
1	K	TiN(0.5)-TiCN(8.5)	a(5.0)	—	14.0
2	K	TiN(0.5)-TiCN(8.5)	b(6.0)	—	15.0
3	K	TiN(0.5)-TiCN(8.5)	c(5.0)	—	14.0
4	K	TiN(0.5)-TiCN(8.5)	f(6.0)	—	15.0
5	K	TiN(0.5)-TiCN(8.5)	g(5.5)	—	14.5
6	K	TiN(0.5)-TiCN(8.5)	h(5.5)	—	14.5
7	K	TiN(1.0)	d(12.0)	—	13.0
8	K	TiN(1.0)	b(11.5)	—	12.5
9	K	TiN(1.0)	e(12.5)	—	13.5
10	K	TiN(1.0)	i(11.5)	—	12.5
11	K	TiN(1.0)	g(12.0)	—	13.0
12	K	TiN(1.0)	j(12.0)	—	13.0
13	K	TiN(1.0)	h(10.5)	TiCNO(0.5)-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (1.0)	13.0
14	L	TiN(0.5)-TiCN(3.5)	a(3.0)	—	7.0
15	L	TiN(0.5)-TiCN(3.5)	b(4.5)	—	8.5
16	L	TiN(0.5)-TiCN(3.5)	c(3.5)	—	7.5
17	L	TiN(0.5)-TiCN(3.5)	f(4.5)	—	8.5
18	L	TiN(0.5)-TiCN(3.5)	g(4.0)	—	8.0
19	L	TiN(0.5)-TiCN(3.5)	h(2.5)	—	6.5
20	L	TiN(1.0)	d(6.0)	—	7.0
21	L	TiN(1.0)	b(6.5)	—	7.5
22	L	TiN(1.0)	e(7.5)	—	8.5
23	L	TiN(1.0)	i(6.5)	—	7.5
24	L	TiN(1.0)	g(7.0)	—	8.0
25	L	TiN(1.0)	j(6.0)	—	7.0
26	L	TiN(1.0)	h(10.0)	TiCNO(0.5)-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (1.0)	12.5
比較 例	K	TiN(0.5)-TiCN(8.5)	k(5.0)	—	14.0
	K	TiN(1.0)	l(12.0)	TiCNO(0.5)-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (1.0)	14.5
	L	TiN(0.5)-TiCN(3.5)	k(4.5)	—	8.5
	L	TiN(1.0)	l(5.5)	TiCNO(0.5)-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (1.0)	8.0
	K	TiN(1.0)	m(3.5)	—	4.5
	K	TiN(0.5)-TiCN(4.0)	n(6.0)	—	10.5
	K	TiN(1.0)	o(3.5)	—	4.5
	L	TiN(1.0)	m(3.5)	—	4.5
	L	TiN(0.5)-TiCN(4.0)	n(6.0)	—	10.5
	L	TiN(1.0)	o(3.5)	—	4.5

## 【0098】

表4に関し、たとえば試料No.1の表面被覆切削工具は、基材として表1に記載の基材Kを採用し、その基材Kの表面に、厚み0.5μmのTiN層および厚み8.5μmのTiCN層がこの順に積層された下地層を、表2の条件で形成し、その下地層上に厚み5.0μmのTiAlN層を表3の形成条件aで形成することにより、基材上に合計厚み14.0μmの被膜を形成した構成であることを示している。なお、表4中の空欄は、該当する層が形成されていないことを示す。

## 【0099】

10

20

30

40

50

## &lt; TiAlN 層の特性 &gt;

TiAlN 層の特性評価用として、基材 K 上に、形成条件 a ~ o の各方法で TiAlN 層を作製し、該 TiAlN 層の各種特性を評価した。その結果を表 5 に示す。

【0100】

【表 5】

ウルツ 型検出	Al割合			Tc (111)		硬度 Hv (GPa)			ヤング率 E (GPa)			Hv/E		
	X <sub>E</sub>	X <sub>R</sub>	X <sub>F</sub>	edge	rake	flank	edge	rake	flank	edge	rake	flank	edge	rake
a 無	0.43	0.67	0.66	3.6	30.5	32.5	33.1	512.6	720.0	726.0	0.060	0.045	0.046	0.046
b 無	0.40	0.73	0.66	4.0	30.1	34.5	34.2	530.2	721.6	714.3	0.057	0.048	0.048	0.048
c 無	0.40	0.78	0.74	3.5	28.5	34.5	34.4	506.9	763.5	756.0	0.056	0.045	0.046	0.046
d 無	0.42	0.72	0.67	3.7	29.6	31.2	31.5	498.3	700.0	701.6	0.059	0.045	0.045	0.045
e 無	0.40	0.78	0.78	2.9	28.0	33.5	33.3	469.3	781.6	788.3	0.060	0.043	0.042	0.042
f 無	0.55	0.80	0.75	3.2	31.2	35.1	35.8	510.3	716.9	720.6	0.061	0.049	0.050	0.050
g 無	0.53	0.85	0.78	3.0	30.9	35.5	35.2	510.4	736.6	736.3	0.061	0.048	0.048	0.048
h 無	0.52	0.90	0.87	2.9	28.9	37.5	37.4	473.2	794.0	796.3	0.061	0.047	0.047	0.047
i 無	0.55	0.84	0.80	3.5	32.0	34.6	34.7	530.6	735.0	725.6	0.060	0.047	0.048	0.048
j 無	0.52	0.89	0.90	4.0	30.2	37.8	38.2	494.4	796.1	799.3	0.061	0.047	0.048	0.048
k 無	0.67	0.65	0.65	3.9	34.0	33.5	33.4	630.0	632.6	640.0	0.054	0.053	0.052	0.052
l 無	0.80	0.76	0.82	3.3	36.6	36.2	36.5	780.0	782.0	778.6	0.047	0.046	0.047	0.047
m 無	0.91	0.88	0.90	2.0	33.6	33.7	34.8	589.3	591.3	587.5	0.057	0.057	0.059	0.059
n 有	0.89	0.86	0.93	1.1	32.0	31.5	32.0	736.9	735.6	748.6	0.043	0.043	0.043	0.043
o 有	0.88	0.83	0.89	0.2	32.0	33.2	33.2	773.6	736.9	744.3	0.043	0.045	0.045	0.045

【0101】

表5において、「ウルツ型検出」の欄には、上述のX線回折スペクトルの測定方法にて、TiAlN層の結晶構造を確認した結果を示す。「無」とは、ウルツ型結晶構造由来のピークが観察されず、NaCl型結晶構造由来のピークのみが観察されたことを意味し、「有」とは、ウルツ型結晶構造由来のピークが観察されたことを意味する。

#### 【0102】

また、表5の「A1割合」の各欄には、切れ刃領域、すくい面領域、および逃げ面領域のそれぞれに対応するTiAlN層におけるA1の割合を示す。各領域のA1の割合は、それぞれ、3箇所以上の測定点の平均値とした。

#### 【0103】

また、後述する切削試験において、表面被覆切削工具のコーナー部分を切れ刃として使用した。このため、コーナー部分の切れ刃領域におけるTiAlN層の断面を、切れ刃領域の測定試料とした。同様の理由から、コーナー部分の切れ刃領域とすくい面領域との境界から50～100μm離れたすくい面領域におけるTiAlN層の断面を、すくい面領域の測定試料とし、コーナー部分の切れ刃領域と逃げ面領域との境界から50～200μm離れた逃げ面領域におけるTiAlN層の断面を、逃げ面領域の測定試料とした。

#### 【0104】

また「TC(111)」の欄には、配向性指数TC(111)の結果を示す。なお、各値は、上述の方法により算出し、かつ3つの測定点の平均値とした。表5に示される各硬度およびヤング率は、超微小押し込み硬さ試験機（エリオニクス社製）を用いて、TiAlN層の厚み方向に垂直に3000mgfの荷重で圧子を押し込むことにより求めた。なお、表中の「edge」、「rake」および「flank」は、「切れ刃領域」、「すくい面領域」および「逃げ面領域」を意味する。

#### 【0105】

表5に示されるように、形成条件a～jで作製されたTiAlN層は、NaCl型結晶構造からなり、かつ、上記(1)～(5)を満たすことが確認された。一方、形成条件k～oで作製されたTiAlN層は、これらを満たしていなかった。

#### 【0106】

また、Hv/Eに関し、形成条件a～jで作製されたTiAlN層は、切れ刃で最も高く、すくい面および逃げ面の各値は、切れ刃の値よりも0.005以上小さい値であった。

#### 【0107】

##### <切削試験1>

以下の表6に記載した実施例および比較例の表面被覆切削工具について、以下の切削条件により逃げ面摩耗量(Vb)が0.20mmとなるまでの切削時間を測定するとともに切れ刃の最終損傷形態を観察した。その結果を表6に示す。切削時間が長いもの程、硬度に優れ、工具寿命が長くなっていることを示す。また、最終損傷形態が「摩耗」であるものは、切れ刃が欠損することなく摩耗したことを意味し、最終損傷形態が「チッピング」であるものは、切れ刃にチッピングが生じたことを意味する。

#### 【0108】

##### <切削条件>

被削材：FCDC600丸棒外周切削

周速：200m/min

送り速度：0.15mm/rev

切込み量：1.0mm

切削液：あり。

#### 【0109】

10

20

20

30

30

40

【表6】

	試料 No	切削時間(分)	最終損傷形態
実施例	1	32	摩耗
	2	34	摩耗
	3	33	摩耗
	4	32	摩耗
	5	31	摩耗
	6	33	摩耗
	7	36	摩耗
	8	35	摩耗
	9	35	摩耗
	10	37	摩耗
	11	37	摩耗
	12	38	摩耗
	13	36	摩耗
比較例	27	15	摩耗
	28	15	チッピング
	31	8	摩耗
	32	11	チッピング
	33	9	チッピング

10

20

## 【0110】

表6より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し、耐摩耗性および耐チッピング性の両者が高いことから、硬度および耐欠損性の両特性に優れていることが確認された。

## 【0111】

&lt;切削試験2&gt;

以下の表7に記載した実施例および比較例の表面被覆切削工具について、以下の切削条件により、切れ刃が欠損するまでの切削時間を測定した。その結果を表7に示す。切削時間が長いもの程、耐欠損性に優れていることを示す。

30

## 【0112】

&lt;切削条件&gt;

被削材：S C M 4 3 5 溝材

周速：200 m / min

送り速度：0.20 mm / rev

切込み量：1.0 mm

切削液：あり。

## 【0113】

【表7】

	試料 No	切削時間(分)	
実施例	1	5	
	2	6	
	3	6	
	4	7	
	5	7	
	6	9	10
	7	5	
	8	6	
	9	7	
	10	7	
	11	8	
	12	8	
	13	8	
比較例	27	2	
	28	1	
	31	3	
	32	1	20
	33	2	

## 【0114】

表7より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し、耐チッピング性に優れていたことから、耐欠損性に優れていることが確認された。

## 【0115】

<切削試験3>

以下の表8に記載した実施例および比較例の表面被覆切削工具について、以下の切削条件により逃げ面摩耗量( $V_b$ )が0.20mmとなるまでの切削距離を測定するとともに切れ刃の最終損傷形態を観察した。その結果を表8に示す。切削距離が長いもの程、硬度に優れ、工具寿命が長くなっていることを示す。また、最終損傷形態が「欠損」であるものは、切れ刃に欠損が生じたことを意味する。「欠損」とは、「チッピング」が微小な欠けであるのに対し、「欠損」とは切れ刃の生じた大きな欠けを意味する。

## 【0116】

<切削条件>

被削材: F C D 7 0 0 ブロック材

周速: 350 m / min

送り速度: 0.30 mm / rev

切込み量: 2.0 mm

切削液: あり

カッタ: W G C 4 1 6 0 (住友電工ハードメタル株式会社製)。

## 【0117】

10

20

30

40

【表8】

	試料No	切削距離(m)	最終損傷形態	
実施例	14	24	摩耗	10
	15	24	摩耗	
	16	25	摩耗	
	17	23	チッピング	
	18	27	摩耗	
	19	27	摩耗	
	20	22	摩耗	
	21	25	摩耗	
	22	25	摩耗	
	23	26	チッピング	
	24	26	摩耗	
	25	28	摩耗	
比較例	26	28	摩耗	20
	29	5	欠損	
	30	4	欠損	
	34	5	欠損	
	35	4	欠損	
	36	2	欠損	

## 【0118】

表8より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し、耐摩耗性および耐チッピング性の両者が高いことから、硬度および耐欠損性の両特性に優れていることが確認された。

## 【0119】

## &lt;切削試験4&gt;

以下の表9に記載した実施例および比較例の表面被覆切削工具について、以下の切削条件により逃げ面摩耗量( $V_b$ )が0.20mmとなるまでの切削距離を測定するとともに切れ刃の最終損傷形態を観察した。その結果を表9に示す。切削距離が長いもの程、耐欠損性に優れ、工具寿命が長くなっていることを示す。

## 【0120】

## &lt;切削条件&gt;

被削材: S450Cブロック材

周速: 160m/min

送り速度: 0.30mm/rev

切込み量: 2.0mm

切削液: なし

カッタ: WGC4160(住友電工ハードメタル株式会社製)。

## 【0121】

10

20

30

40

【表9】

	試料 No	切削距離 (m)	最終損傷形態	
実施例	14	12	欠損	
	15	15	欠損	
	16	15	欠損	
	17	11	欠損	
	18	12	欠損	
	19	15	欠損	
	20	13	欠損	10
	21	16	欠損	
	22	16	欠損	
	23	12	欠損	
	24	15	欠損	
	25	15	欠損	
	26	18	欠損	
比較例	29	3	欠損	
	30	4	欠損	
	34	6	欠損	
	35	3	欠損	20
	36	4	欠損	

## 【0122】

表9より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し、耐欠損性に優れていた。

## 【0123】

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特許請求の範囲によって示され、特許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。

30

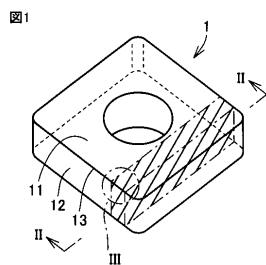
## 【符号の説明】

## 【0124】

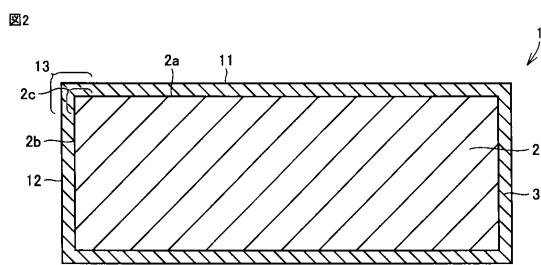
- 1 表面被覆切削工具
- 2 基材
- 2 a すくい面
- 2 b 逃げ面
- 2 c 切れ刃
- 3 被膜
- 1 1 すくい面
- 1 2 逃げ面
- 1 3 切れ刃
- E 棱線
- F, R 仮想平面
- E E 仮想棱線
- E F, E R 仮想境界線
- 5 1 第1配管
- 5 2 第2配管
- 5 1 a ~ 5 1 c, 5 2 a ~ 5 2 c 貫通孔
- 5 3, 5 4 遮蔽板。

40

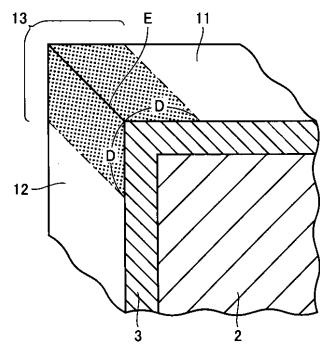
【図1】



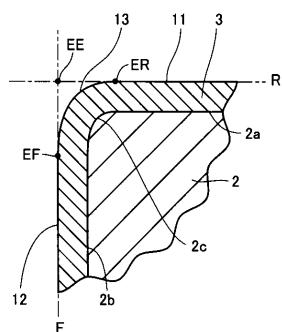
【図2】



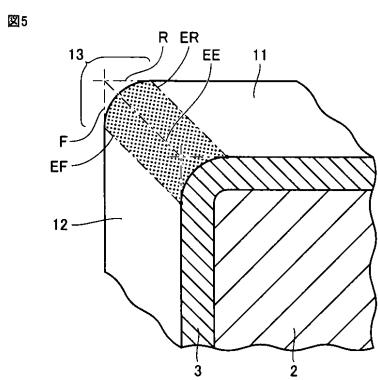
【図3】



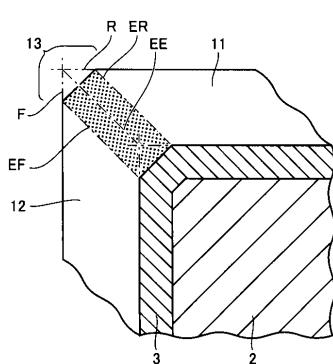
【図4】



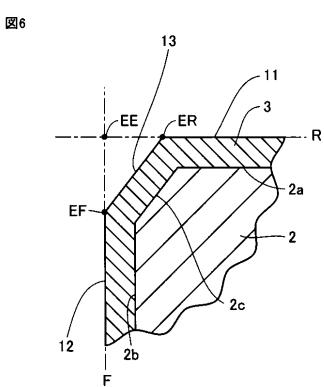
【図5】



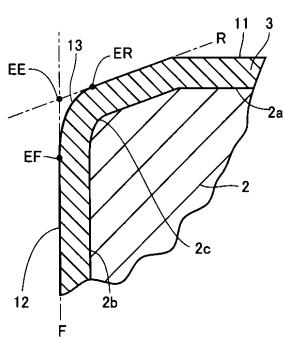
【図7】



【図6】

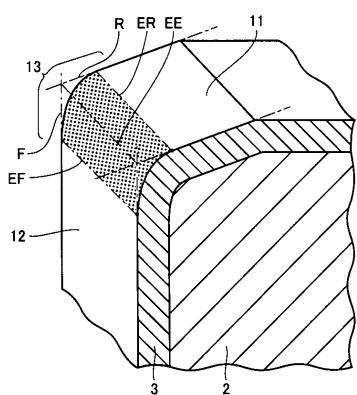


【図8】



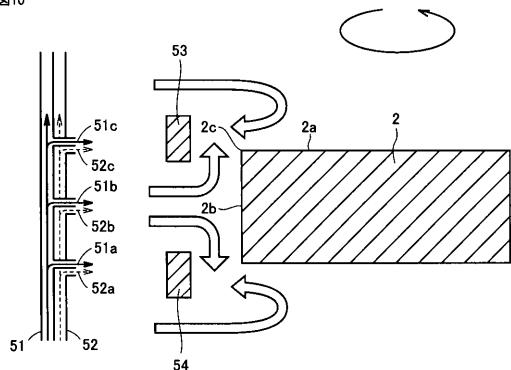
【図9】

図9



【図10】

図10



---

フロントページの続き

(72)発明者 パサート 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

審査官 村上 哲

(56)参考文献 国際公開第2015/163391 (WO, A1)

特開2015-110256 (JP, A)

特開平08-267306 (JP, A)

米国特許出願公開第2013/0287507 (US, A1)

米国特許第6250855 (US, B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23B 27/14

B23B 51/00

B23C 5/16

C23C 16/34

C23C 16/455

WPI