

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6521127号
(P6521127)

(45) 発行日 令和1年5月29日(2019.5.29)

(24) 登録日 令和1年5月10日(2019.5.10)

(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
C 2 3 C 16/40	(2006.01)	C 2 3 C	16/40
C 2 3 C 16/36	(2006.01)	C 2 3 C	16/36

請求項の数 12 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2018-58017 (P2018-58017)
 (22) 出願日 平成30年3月26日 (2018.3.26)
 (65) 公開番号 特開2018-183862 (P2018-183862A)
 (43) 公開日 平成30年11月22日 (2018.11.22)
 審査請求日 平成30年3月26日 (2018.3.26)
 (31) 優先権主張番号 特願2017-84073 (P2017-84073)
 (32) 優先日 平成29年4月21日 (2017.4.21)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000221144
 株式会社タンガロイ
 福島県いわき市好間工業団地11-1
 (74) 代理人 100079108
 弁理士 稲葉 良幸
 (74) 代理人 100109346
 弁理士 大貫 敏史
 (74) 代理人 100117189
 弁理士 江口 昭彦
 (74) 代理人 100134120
 弁理士 内藤 和彦
 (72) 発明者 川原 慶也
 福島県いわき市好間工業団地11-1 株
 式会社タンガロイ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 被覆切削工具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基材と、該基材の表面上に形成された被覆層とを備える被覆切削工具であって、
 前記被覆切削工具が、すくい面と、逃げ面とを有し、前記被覆層が、型酸化アルミニウム層を含み、

前記型酸化アルミニウム層が、前記基材とは反対側に、前記すくい面である又は前記すくい面と略平行な面である第1の界面と、前記逃げ面である又は前記逃げ面と略平行な面である第2の界面と、前記第1の界面と前記第2の界面との交差稜線部とを有し、

前記型酸化アルミニウム層が、下記式(A)、(B)及び(C)で表される条件を満足する、被覆切削工具。

$$-600 \quad 11 \quad 300 \dots (A)$$

$$-900 \quad 22 \quad 250 \dots (B)$$

$$11 > 22 \dots (C)$$

(上記式中、11は、前記交差稜線部と平行な方向の残留応力値(単位:MPa)を表し、22は、前記交差稜線部と直交する方向の残留応力値(単位:MPa)を表し、各前記残留応力値は、多軸応力測定法又はフルデバイリングフィッティング法により測定された値である。)

【請求項2】

各前記残留応力値が、前記交差稜線部から前記第1の界面に向かって、50μm離れた位置の型酸化アルミニウム層で測定された値である、請求項1に記載の被覆切削工具。

【請求項 3】

1 1 が、- 6 0 0 M P a 以上 0 M P a 以下であり、2 2 が、- 9 0 0 M P a 以上 - 1 0 0 M P a 以下である、請求項 1 又は 2 に記載の被覆切削工具。

【請求項 4】

前記 型酸化アルミニウム層において、下記式 (1) で表される (0 , 0 , 1 2) 面の組織係数 TC (0 , 0 , 1 2) が、4 . 0 以上 8 . 4 以下である、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の被覆切削工具。

【数 1】

$$TC(0,0,12)=\frac{I(0,0,12)}{I_0(0,0,12)}\left\{\frac{1}{9}\sum\frac{I(h,k,l)}{I_0(h,k,l)}\right\}^{-1} \quad (1)$$

10

(式 (1) 中、I (h , k , l) は、前記 型酸化アルミニウム層の X 線回折における (h , k , l) 面のピーク強度を示し、I₀ (h , k , l) は、型酸化アルミニウムの J C P D S カード番号 1 0 - 0 1 7 3 における (h , k , l) 面の標準回折強度を示し、(h , k , l) は、(0 , 1 , 2)、(1 , 0 , 4)、(1 , 1 , 0)、(1 , 1 , 3)、(1 , 1 , 6)、(0 , 1 , 8)、(2 , 1 , 4)、(3 , 0 , 0) 及び (0 , 0 , 1 2) の 9 つの結晶面を指す。)

【請求項 5】

前記 型酸化アルミニウム層が、下記式 (D) で表される条件を満足する、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の被覆切削工具。

20

$$1 1 - 2 2 > 1 0 0 \dots (D)$$

【請求項 6】

前記 型酸化アルミニウム層の平均厚さが、1 . 0 μ m 以上 1 5 . 0 μ m 以下である、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の被覆切削工具。

【請求項 7】

前記被覆層が、前記基材と前記 型酸化アルミニウム層との間に、炭窒化チタンからなる炭窒化チタン層を含み、

前記炭窒化チタン層の平均厚さが、1 . 0 μ m 以上 2 0 . 0 μ m 以下である、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の被覆切削工具。

【請求項 8】

30

前記被覆層が、前記炭窒化チタン層と前記 型酸化アルミニウム層との間に、Ti の炭酸化合物、Ti の窒酸化合物及び Ti の炭窒酸化合物からなる群より選択される少なくとも 1 種の化合物からなる中間層を備える、請求項 7 に記載の被覆切削工具。

【請求項 9】

前記中間層の平均厚さが、0 . 1 μ m 以上 1 . 5 μ m 以下である、請求項 8 に記載の被覆切削工具。

【請求項 10】

前記被覆層の平均厚さが、3 . 0 μ m 以上 3 0 . 0 μ m 以下である、請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の被覆切削工具。

【請求項 11】

40

前記被覆層が、前記 型酸化アルミニウム層の表面上に最外層として、窒化チタンからなる窒化チタン層を備える、請求項 1 ~ 1 0 のいずれか 1 項に記載の被覆切削工具。

【請求項 12】

前記基材は、超硬合金、サーメット、セラミックス及び立方晶窒化硼素焼結体のいずれかである、請求項 1 ~ 1 1 のいずれか 1 項に記載の被覆切削工具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被覆切削工具に関する。

【背景技術】

50

【0002】

従来、超合金からなる基材の表面に化学蒸着法により3～20μmの総膜厚で被覆層を蒸着形成してなる被覆切削工具が、鋼や鋳鉄等の切削加工に用いられている。上記の被覆層としては、例えば、Tiの炭化物、窒化物、炭窒化物、炭酸化合物及び炭窒酸化合物並びに酸化アルミニウムからなる群より選ばれる1種の単層又は2種以上の複層からなる被覆層が知られている。

【0003】

特許文献1では、基材と、基材上に形成された被膜とを備える表面被覆切削工具であって、被膜は、TiCNからなる第1被膜と、 Al_2O_3 型からなる第2被膜とを含み、第1被膜は、引張応力 S_1 を有し、第2被膜は、圧縮応力 S_2 を有するとともに、引張応力 S_1 と圧縮応力 S_2 とが $400\text{MPa} \leq S_2 - S_1 \leq 3500\text{MPa}$ の関係を満たす表面被覆切削工具が開示されている。

10

【0004】

特許文献2では、基材と、基材上に形成された被膜とを備え、被膜は、TiCNからなる第1被膜と、 Al_2O_3 型からなる第2被膜とを含み、第1被膜は、引張応力を有するか、または引張応力が解放されて実質的に応力を有しておらず、第2被膜は、すくい面において圧縮応力 S_1 を有し、逃げ面において引張応力 S_2 を有するとともに、圧縮応力 S_1 と引張応力 S_2 とが $441\text{MPa} \leq S_1 - S_2 \leq 3500\text{MPa}$ の関係を満たす表面被覆切削工具が開示されている。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許4739235号公報

【特許文献2】特許4739236号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

近年の切削加工では高速化や高送り化及び深切り込み化がより顕著となり、加工中に工具にかかる負荷により、切削部と非切削部との境界に生じるチップングに起因した工具の欠損が多々見られるようになっている。

30

【0007】

このような背景により、上記の特許文献1及び特許文献2に開示された工具では、被覆切削工具に大きな負荷が作用する切削加工条件下において、耐欠損性が不十分であり、さらなる寿命向上が求められる。

【0008】

本発明は、この問題を解決するためになされたものであり、優れた耐摩耗性及び耐欠損性を有し、工具寿命を延長できる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】

【0009】

本発明者は、上述の観点から、被覆切削工具の工具寿命の延長について研究を重ね、下記の知見を得た。すなわち、 Al_2O_3 型酸化アルミニウム層の残留応力を所定の値にすることを含む以下の構成にすると、耐摩耗性を低下させることなく、切削部と非切削部との境界におけるチップングの発生を抑制する。これにより、工具の耐欠損性を向上させることができ、その結果、工具寿命を延長することが可能になる。本発明者は、このような知見を得て、本発明を完成するに至った。

40

【0010】

すなわち、本発明は下記のとおりである。

[1] 基材と、該基材の表面上に形成された被覆層とを備える被覆切削工具であって、前記被覆切削工具が、すくい面と、逃げ面とを有し、前記被覆層が、 Al_2O_3 型酸化アルミニウム層を含み、前記 Al_2O_3 型酸化アルミニウム層が、前記基材とは反対側に、前記すくい面である

50

又は前記すくい面と略平行な面である第1の界面と、前記逃げ面である又は前記逃げ面と略平行な面である第2の界面と、前記第1の界面と前記第2の界面との交差稜線部とを有し、前記 型酸化アルミニウム層が、下記式(A)、(B)及び(C)で表される条件を満足する、被覆切削工具。

$$-600 \quad 11 \quad 300 \dots (A)$$

$$-900 \quad 22 \quad 250 \dots (B)$$

$$11 > 22 \dots (C)$$

(上記式中、11は、前記交差稜線部と平行な方向の残留応力値(単位:MPa)を表し、22は、前記交差稜線部と直交する方向の残留応力値(単位:MPa)を表し、各前記残留応力値は、多軸応力測定法又はフルデバイリングフィッティング法により測定された値である。)

10

[2] 各前記残留応力値が、前記交差稜線部から前記第1の界面に向かって、50µm離れた位置の 型酸化アルミニウム層で測定された値である、上記被覆切削工具。

[3] 11が、-600MPa以上0MPa以下であり、22が、-900MPa以上-100MPa以下である、上記被覆切削工具。

[4] 前記 型酸化アルミニウム層において、下記式(1)で表される(0,0,12)面の組織係数TC(0,0,12)が、4.0以上8.4以下である、上記被覆切削工具。

【数1】

$$TC(0,0,12) = \frac{I(0,0,12)}{I_0(0,0,12)} \left\{ \frac{1}{9} \sum \frac{I(h,k,l)}{I_0(h,k,l)} \right\}^{-1} \quad (1)$$

20

(式(1)中、I(h,k,l)は、前記 型酸化アルミニウム層のX線回折における(h,k,l)面のピーク強度を示し、I₀(h,k,l)は、 型酸化アルミニウムのJCPDSカード番号10-0173における(h,k,l)面の標準回折強度を示し、(h,k,l)は、(0,1,2)、(1,0,4)、(1,1,0)、(1,1,3)、(1,1,6)、(0,1,8)、(2,1,4)、(3,0,0)及び(0,0,12)の9つの結晶面を指す。)

[5] 前記 型酸化アルミニウム層が、下記式(D)で表される条件を満足する、上記被覆切削工具。

30

$$11 - 22 > 100 \dots (D)$$

[6] 前記 型酸化アルミニウム層の平均厚さが、1.0µm以上15.0µm以下である、上記被覆切削工具。

[7] 前記被覆層が、前記基材と前記 型酸化アルミニウム層との間に、炭窒化チタンからなる炭窒化チタン層を含み、前記炭窒化チタン層の平均厚さが、1.0µm以上20.0µm以下である、上記被覆切削工具。

[8] 前記被覆層が、前記炭窒化チタン層と前記 型酸化アルミニウム層との間に、Tiの炭酸化物、Tiの窒酸化物及びTiの炭窒酸化物からなる群より選択される少なくとも1種の化合物からなる中間層を備える、上記被覆切削工具。

[9] 前記中間層の平均厚さが、0.1µm以上1.5µm以下である、上記被覆切削工具。

40

[10] 前記被覆層の平均厚さが、3.0µm以上30.0µm以下である、上記被覆切削工具。

[11] 前記被覆層が、前記 型酸化アルミニウム層の表面上に最外層として、窒化チタンからなる窒化チタン層を備える、上記被覆切削工具。

[12] 前記基材は、超硬合金、サーメット、セラミックス及び立方晶窒化硼素焼結体のいずれかである、上記被覆切削工具。

【発明の効果】

【0011】

本発明によると、優れた耐摩耗性及び耐欠損性を有することによって工具寿命を延長で

50

きる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】

【0012】

【図1】本発明の被覆切削工具の一例を部分的に示す断面模式図である。

【図2】本発明の被覆切削工具の一例を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明を実施するための形態（以下、単に「本実施形態」という。）について詳細に説明するが、本発明は下記本実施形態に限定されるものではない。本発明は、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変形が可能である。

10

【0014】

本実施形態の被覆切削工具は、基材と、基材の表面上に形成された被覆層とを備える被覆切削工具であって、被覆切削工具は、すくい面と、逃げ面とを有し、被覆層は、型酸化アルミニウム層を含み、型酸化アルミニウム層は、基材とは反対側に、すくい面である又はすくい面と略平行な面である第1の界面と、逃げ面である又は逃げ面と略平行な面である第2の界面と、第1の界面と第2の界面との交差稜線部とを有し、型酸化アルミニウム層は、下記式(A)、(B)及び(C)で表される条件を満足する。型酸化アルミニウム層が最外層である場合の「界面」は、型酸化アルミニウム層の表面を意味する。よって、第1の界面はすくい面であり、第2の界面は逃げ面である。一方、型酸化アルミニウム層上に他の層が最外層として形成される場合の「界面」は、型酸化アルミニウム層と最外層との界面を意味する。よって、第1の界面はすくい面と略平行な面であり、第2の界面は逃げ面と略平行な面である。本明細書にいう「略平行」とは、すくい面の面方向と第1の界面の面方向との角度が $0 \sim 1^\circ$ であり、逃げ面の面方向と第2の界面の面方向との角度が $0 \sim 1^\circ$ であることをいう。

20

$$-600 \quad 11 \quad 300 \dots (A)$$

$$-900 \quad 22 \quad 250 \dots (B)$$

$$11 > 22 \dots (C)$$

ここで、上記式中、 11 は、交差稜線部と平行な方向の残留応力値（単位：MPa）を表し、 22 は、交差稜線部と直交する方向（ 11 と直交する方向）の残留応力値（単位：MPa）を表し、各残留応力値は、多軸応力測定法又はフルデバイリングフィッティング法（以下、まとめて「2D法」とも表記する。）により測定された値である。なお、

30

22 は、交差稜線部と直交する方向の残留応力値であるが、ここでいう「直交する方向」は、交差稜線部から第1の界面に向かう方向を意味する。

【0015】

本実施形態の被覆切削工具は、型酸化アルミニウム層が式(A)、(B)及び(C)で表される条件を満足することにより、優れた耐摩耗性及び耐欠損性を有する。この要因は、以下のように考えられるが、要因は以下のものに限定されない。

(1) 11 が -600 MPa以上であると、型酸化アルミニウム層の粒子破壊を伴う過度な圧縮応力が抑制されることに起因して、粒子の脱落による摩耗の進行を抑制でき、その結果、耐摩耗性が向上する。また、 11 が 300 MPa以下であると、亀裂の発生又は進展につながる過度な引張応力が抑制されることに起因して、切削加工中に発生した亀裂が進展するのを抑制でき、その結果、耐欠損性が向上する。

40

(2) 22 が -900 MPa以上であると、型酸化アルミニウム層の粒子破壊を伴う過度な圧縮応力が抑制されることに起因して、粒子の脱落による摩耗の進行を抑制でき、その結果、耐摩耗性が向上する。また、 22 が 250 MPa以下であると、亀裂の発生又は進展につながる過度な引張応力が抑制されることに起因して、チップングのサイズを小さくすることができ、その結果、耐欠損性が向上する。

(3) $11 > 22$ であると、交差稜線部と直交する方向への微小な亀裂の進展を抑制できることに起因して、被覆切削工具における切削部と非切削部との境界に生じる損傷を抑制でき、その結果、耐欠損性が向上する。

50

【0016】

図1は、本実施形態の被覆切削工具の一例を部分的に示す断面模式図である。被覆切削工具8は、基材1と、基材1の表面上に形成された被覆層7とを備える。被覆層7では、最下層2、炭窒化チタン層3、中間層4、型酸化アルミニウム層5及び最外層6がこの順序で基材側から積層されている。図2は、本実施形態の被覆切削工具の一例を示す斜視図である。図2に示す被覆切削工具8は、図1に示す被覆切削工具8と同一であるが、説明の便宜上、最外層6については図示していない。図2の被覆切削工具8は、第1の界面9と、第2の界面10と、第1の界面9と第2の界面10との交差稜線部11とを有する。この例では、説明の便宜上、 σ_{11} が交差稜線部11と平行な方向と直交する方向の残留応力値を表し、 σ_{22} が交差稜線部11と直交する方向の残留応力値を表す。

10

【0017】

本実施形態の被覆切削工具は、基材とその基材の表面上に形成された被覆層とを備える。被覆切削工具は、すくい面と、逃げ面とを有する。被覆切削工具の種類としては、具体的には、フライス加工用若しくは旋削加工用刃先交換型切削インサート、ドリル及びエンドミルが挙げられる。

【0018】

本実施形態における基材は、被覆切削工具の基材として用いられるものであれば、特に限定されない。そのような基材としては、例えば、超硬合金、サーメット、セラミックス、立方晶窒化硼素焼結体、ダイヤモンド焼結体及び高速度鋼が挙げられる。それらの中でも、基材が、超硬合金、サーメット、セラミックス及び立方晶窒化硼素焼結体のいずれかであると、耐摩耗性及び耐欠損性に更に優れるので好ましい。同様の観点から、基材が超硬合金であるとより好ましい。

20

【0019】

なお、基材は、その表面が改質されたものであってもよい。例えば、基材が超硬合金からなるものである場合、その表面に脱層が形成されてもよい。また、基材がサーメットからなるものである場合、その表面に硬化層が形成されてもよい。これらのように基材の表面が改質されていても、本発明の作用効果は奏される。

【0020】

本実施形態における被覆層の平均厚さは、 $3.0\ \mu\text{m}$ 以上 $30.0\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。平均厚さが $3.0\ \mu\text{m}$ 以上であると、耐摩耗性が更に向上する傾向にあり、 $30.0\ \mu\text{m}$ 以下であると、被覆層の基材との密着性及び耐欠損性が更に向上する傾向にある。同様の観点から、被覆層の平均厚さは、 $5.0\ \mu\text{m}$ 以上 $27.0\ \mu\text{m}$ 以下であるとより好ましく、 $9.0\ \mu\text{m}$ 以上 $25.0\ \mu\text{m}$ 以下であると更に好ましい。

30

【0021】

本実施形態における被覆層は、少なくとも1層の型酸化アルミニウム層を含む。型酸化アルミニウム層は、上記式(A)で表される条件を満足する。 σ_{11} が $-600\ \text{MPa}$ 以上であると、粒子の脱落による摩耗の進行を抑制できるため、耐摩耗性が向上し、 σ_{11} が $300\ \text{MPa}$ 以下であると、切削加工中に発生した亀裂が進展するのを抑制することができるため、被覆切削工具の耐欠損性が向上する。同様の観点から、 σ_{11} は、 $-600\ \text{MPa}$ 以上 $0\ \text{MPa}$ 以下であると好ましい。

40

【0022】

本実施形態における型酸化アルミニウム層は、上記式(B)で表される条件を満足する。 σ_{22} は、 $-900\ \text{MPa}$ 以上であると、粒子の脱落による摩耗の進行を抑制できるため、耐摩耗性が向上し、 σ_{22} が $250\ \text{MPa}$ 以下であると、チップングのサイズを小さくすることができるため、被覆切削工具の耐欠損性が向上する。同様の観点から、 σ_{22} は、 $-900\ \text{MPa}$ 以上 $-100\ \text{MPa}$ 以下であると好ましい。

【0023】

本実施形態の型酸化アルミニウム層は、上記式(C)で表される条件を満足する。 $\sigma_{11} > \sigma_{22}$ の関係を満足すると、切削部と非切削部との境界に生じる損傷を抑制することができるため、被覆切削工具の耐欠損性が向上する。同様の観点から、本実施形態の

50

型酸化アルミニウム層は、下記式 (D) で表される条件を満足することが好ましい。

$$11 - 22 > 100 \dots (D)$$

【0024】

本実施形態の型酸化アルミニウム層における各残留応力値 11 及び 22 は、多軸応力測定法又はフルデバイリングフィッティング法を用いて測定される。また、型酸化アルミニウム層の残留応力値の測定には、X線回折における (116) 面のピーク強度を用いる。X線回折測定の条件としては、X線の線源として CuK 線を用い、出力 = 50 kV、1.0 mA の条件で照射して各残留応力値の測定を行う。このとき、各残留応力値 11 及び 22 は、交差稜線部から第1の界面に向かって、50 μm 離れた位置の型酸化アルミニウム層で測定された値であることが好ましい。また、型酸化アルミニウム層の任意の3点における残留応力を 2D 法により測定し、これら3点の残留応力の相加平均値を求めることが好ましい。本実施形態では、例えば、上記型酸化アルミニウム層の第1の界面において、交差稜線部から 50 μm 離れた位置において測定される残留応力値 11 及び 22 を所定の数値範囲に定め、かつ、11 と 22 の相互の関係を規定している。

10

【0025】

本実施形態の型酸化アルミニウム層において、下記式 (1) で表される (0, 0, 12) 面の組織係数 TC (0, 0, 12) が 4.0 以上 8.4 以下であることが好ましい。組織係数 TC (0, 0, 12) が 4.0 以上になると、(0, 0, 12) 面のピーク強度 I (0, 0, 12) の比率が高くなり、その結果、粒子の脱落を抑制する傾向にあり、耐摩耗性に優れる傾向にある。同様の観点から、型酸化アルミニウム層における組織係数 TC (0, 0, 12) は、5.0 以上であるとより好ましく、6.0 以上であると更に好ましい。また、その組織係数 TC (0, 0, 12) は、8.2 以下であることがより好ましい。

20

【数2】

$$TC(0,0,12) = \frac{I(0,0,12)}{I_0(0,0,12)} \left\{ \frac{1}{9} \sum \frac{I(h,k,l)}{I_0(h,k,l)} \right\}^{-1} \quad (1)$$

【0026】

ここで、式 (1) において、I (h, k, l) は、型酸化アルミニウム層の X 線回折における (h, k, l) 面のピーク強度を示し、I₀ (h, k, l) は、型酸化アルミニウムの JCPDS カード番号 10-0173 における (h, k, l) 面の標準回折強度を示し、(h, k, l) は、(0, 1, 2)、(1, 0, 4)、(1, 1, 0)、(1, 1, 3)、(1, 1, 6)、(0, 1, 8)、(2, 1, 4)、(3, 0, 0) 及び (0, 0, 12) の 9 つの結晶面を指す。よって、I (0, 0, 12) は、型酸化アルミニウム層の X 線回折における (0, 0, 12) 面のピーク強度を示し、I₀ (0, 0, 12) は、型酸化アルミニウムの JCPDS カード番号 10-0173 における (0, 0, 12) 面の標準回折強度を示す。

30

【0027】

本実施形態の型酸化アルミニウム層の平均厚さは、1.0 μm 以上 15.0 μm 以下であることが好ましい。型酸化アルミニウム層の平均厚さが、1.0 μm 以上であると、被覆切削工具のすくい面における耐クレータ摩耗性が更に向上する傾向にあり、15.0 μm 以下であると被覆層の剥離がより抑制され、被覆切削工具の耐欠損性が更に向上する傾向にある。同様の観点から、型酸化アルミニウム層の平均厚さは、1.5 μm 以上 12.0 μm 以下であることがより好ましく、3.0 μm 以上 10.0 μm 以下であることが更に好ましい。

40

【0028】

本実施形態の被覆層は、基材と型酸化アルミニウム層との間に、炭窒化チタンからなる炭窒化チタン層を備えることにより、耐摩耗性が更に向上するため好ましい。本実施形態の炭窒化チタン層の平均厚さは、1.0 μm 以上 20.0 μm 以下であることが好まし

50

い。炭窒化チタン層の平均厚さが $1.0\ \mu\text{m}$ 以上であると、被覆切削工具の耐摩耗性が更に向上する傾向にあり、 $2.0\ \mu\text{m}$ 以下であると被覆層の剥離が更に抑制され、被覆切削工具の耐欠損性が更に向上する傾向にある。同様の観点から、炭窒化チタン層の平均厚さは、 $5.0\ \mu\text{m}$ 以上 $15.0\ \mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。

【0029】

本実施形態の被覆層は、炭窒化チタン層と型酸化アルミニウム層との間に、Tiの炭酸化合物、Tiの窒酸化合物及びTiの炭窒酸化合物からなる群より選択される少なくとも1種の化合物からなる中間層を備えると、密着性が更に向上するため好ましい。中間層の平均厚さは、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $1.5\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。中間層の平均厚さが $0.1\ \mu\text{m}$ 以上であると、密着性が更に向上する傾向にあり、 $1.5\ \mu\text{m}$ 以下であると型酸化アルミニウム層における(0, 0, 12)面の組織係数TC(0, 0, 12)が更に大きくなる傾向になる。

10

【0030】

本実施形態の被覆層は、型酸化アルミニウム層の表面上に最外層として窒化チタンからなる窒化チタン層を備えると、被覆切削工具の使用の有無等の使用状態を確認することができ、視認性に優れるので好ましい。窒化チタン層の平均厚さは、 $0.2\ \mu\text{m}$ 以上 $1.0\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。窒化チタン層の平均厚さが $0.2\ \mu\text{m}$ 以上であると、型酸化アルミニウム層の粒子が脱落するのを一層抑制する効果があり、 $1.0\ \mu\text{m}$ 以下であると被覆切削工具の耐欠損性が向上するので、好ましい。ただし、本実施形態の被覆層は、最外層を備えなくてもよい。

20

【0031】

本実施形態の被覆層は、基材と炭窒化チタン層との間に、被覆層における最下層として窒化チタンからなる窒化チタン層又は炭化チタンからなる炭化チタン層を備えると、密着性が向上するため好ましい。最下層の平均厚さは、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $0.5\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。最下層の平均厚さが $0.1\ \mu\text{m}$ 以上であると、最下層がより均一な組織になり、密着性が更に向上する傾向にある。一方、最下層の平均厚さが $0.5\ \mu\text{m}$ 以下であると、最下層が剥離の起点となることが抑制されるため、耐欠損性が更に高まる傾向にある。

【0032】

本実施形態の被覆切削工具における被覆層を構成する各層の形成方法として、例えば、以下の方法を挙げることができる。ただし、各層の形成方法はこれに限定されない。

30

【0033】

例えば、最下層としての窒化チタンからなる層であるTiN層は、原料組成を $\text{TiCl}_4: 5.0 \sim 10.0\ \text{mol}\%$ 、 $\text{N}_2: 20 \sim 60\ \text{mol}\%$ 、 H_2 : 残部とし、温度を $850 \sim 920$ 、圧力を $100 \sim 400\ \text{hPa}$ とする化学蒸着法で形成することができる。

【0034】

最下層としての炭化チタンからなる層であるTiC層は、原料組成を $\text{TiCl}_4: 2.0 \sim 3.0\ \text{mol}\%$ 、 $\text{CH}_4: 4.0 \sim 6.0\ \text{mol}\%$ 、 H_2 : 残部とし、温度を $980 \sim 1020$ 、圧力を $60 \sim 80\ \text{hPa}$ とする化学蒸着法で形成することができる。

【0035】

炭窒化チタンからなる層であるTiCN層は、原料組成を $\text{TiCl}_4: 8.0 \sim 18.0\ \text{mol}\%$ 、 $\text{CH}_3\text{CN}: 1.0 \sim 3.0\ \text{mol}\%$ 、 H_2 : 残部とし、温度を $840 \sim 890$ 、圧力を $60 \sim 80\ \text{hPa}$ とする化学蒸着法で形成することができる。

40

【0036】

Tiの炭窒酸化合物からなる層であるTiCNO層は、原料組成を $\text{TiCl}_4: 3.0 \sim 5.0\ \text{mol}\%$ 、 $\text{CO}: 0.4 \sim 1.0\ \text{mol}\%$ 、 $\text{N}_2: 30 \sim 40\ \text{mol}\%$ 、 H_2 : 残部とし、温度を $975 \sim 1025$ 、圧力を $90 \sim 110\ \text{hPa}$ とする化学蒸着法で形成することができる。

【0037】

Tiの炭酸化合物からなる層であるTiCO層は、原料組成を $\text{TiCl}_4: 0.5 \sim 1.$

50

5 mol%、CO：2.0～4.0 mol%、H₂：残部とし、温度を975～1025、圧力を60～100 hPaとする化学蒸着法で形成することができる。

【0038】

最外層としての窒化チタンからなるTiN層は、原料組成をTiCl₄：5.0～10.0 mol%、N₂：20～60 mol%、H₂：残部とし、温度を980～1020、圧力を100～400 hPaとする化学蒸着法で形成することができる。

【0039】

本実施形態において、型酸化アルミニウム層の配向（方位関係）を制御した被覆切削工具は、例えば、以下の方法によって得ることができる。

【0040】

まず、基材の表面上に、最下層（窒化チタン層又は炭化チタン層）、炭窒化チタン層、及び中間層を、この順序で形成する。なお、本実施形態において、型酸化アルミニウム層以外の各層は必ずしも必須の層ではない。次いで、上記の層が形成されている場合には、それらの層のうち、基材から最も離れた層の表面を酸化する。その後、基材から最も離れた層の表面に型酸化アルミニウム層の核を形成し、その核が形成された状態で、型酸化アルミニウム層を形成する。さらに、必要に応じて型酸化アルミニウム層の表面にTiN層を形成してもよい。

【0041】

型酸化アルミニウム層の核は、低温でCOガスをわずかに流して形成する。これにより、型酸化アルミニウム層の核が、非常に遅い速度で形成される。また、型酸化アルミニウム層の核が微細になる。型酸化アルミニウム層の核を形成する時間は、2分以上5分以下であることが好ましい。これにより、型酸化アルミニウム層は、(0, 0, 12)面に配向しやすくなる。

【0042】

好ましくは、型酸化アルミニウム層の核を形成した後に、COガスを流さない条件で型酸化アルミニウム層を形成するとよい。このとき、型酸化アルミニウム層の核を形成する温度よりも成膜温度を高くすることがより好ましい。

【0043】

より具体的には、上記基材から最も離れた層の表面の酸化は、原料組成をCO₂：0.1～1.0 mol%、H₂：残部とし、温度を950～1000、圧力を50～70 hPaとする条件により行われる。このときの酸化処理時間は、5～10分であることが好ましい。

【0044】

その後、型酸化アルミニウム層の核は、原料組成をAlCl₃：1.0～4.0 mol%、CO₂：1.0～3.0 mol%、CO：0.1～2.0 mol%、HCl：2.0～3.0 mol%、H₂：残部とし、温度を880～930、圧力を60～80 hPaとする化学蒸着法で形成される。

【0045】

そして、型酸化アルミニウム層は、原料組成をAlCl₃：2.0～5.0 mol%、CO₂：2.5～4.0 mol%、HCl：2.0～3.0 mol%、H₂S：0.15～0.25 mol%、H₂：残部とし、温度を970～1030、圧力を60～80 hPaとする化学蒸着法で形成される。

【0046】

本実施形態において、被覆層の残留応力値を制御した被覆切削工具は、例えば、以下の方法によって得られる。

【0047】

被覆層を形成した後、以下のように2段階での乾式ショットブラストを施すと、型酸化アルミニウム層の残留応力値を制御でき、その結果、上記式(A)、(B)及び(C)で表される条件を満たす傾向にあり、更に(D)で表される条件を満たす傾向にある。1段階目の乾式ショットブラストの条件は、被覆切削工具の逃げ面に対して投射角度が90

10

20

30

40

50

。付近になるように、投射材を0.7 bar～1.5 barの投射圧力、1～5秒の投射時間で投射するとよい。1段階目の乾式ショットブラストに用いる投射材は、平均粒径80～150 μmのAl₂O₃やZrO₂の粒子であると好ましい。2段階目の乾式ショットブラストの条件は、被覆切削工具のすくい面に対して投射角度が90°付近になるように、投射材を1.0 bar～1.5 barの投射圧力、1～5秒の投射時間で投射するとよい。2段階目の乾式ショットブラストの投射材は、平均粒径100～200 μmのAl₂O₃やZrO₂の粒子であると好ましい。

【0048】

本実施形態の被覆切削工具の被覆層における各層の厚さ及び被覆層全体の平均厚さは、被覆切削工具の断面組織を、光学顕微鏡、走査型電子顕微鏡（SEM）、又はFE-SEM等を用いて観察することにより測定することができる。なお、本実施形態の被覆切削工具における各層の平均厚さ及び被覆層全体の平均厚さは、刃先稜線部から被覆切削工具のすくい面の中心部に向かって50 μmの位置の近傍において、各層の厚さ又は被覆層全体の厚さを3箇所以上測定し、その相加平均値として求めることができる。また、各層の組成は、本実施形態の被覆切削工具の断面組織から、エネルギー分散型X線分光器（EDS）や波長分散型X線分光器（WDS）等を用いて測定することができる。

【実施例】

【0049】

以下、実施例を挙げて本発明を更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0050】

基材として、JIS規格VNMG160408形状を有し、91.5WC-8.0Co-0.5Cr₃C₂（以上質量%）の組成を有する超合金製の切削インサートを用意した。この基材の刃先稜線部にSiCブラシにより丸ホーニングを施した後、基材の表面を洗浄した。

【0051】

基材の表面を洗浄した後、被覆層を化学蒸着法により形成した。発明品1～11については、まず、基材を外熱式化学蒸着装置に装入し、表1に組成を示す最下層を、表1に示す平均厚さになるよう、表2に示す原料組成、温度及び圧力の条件の下、基材の表面に形成した。次いで、表1に組成を示す炭窒化チタン層（以下、「TiCN層」とする。）を、表1に示す平均厚さになるよう、表2に示す原料組成、温度及び圧力の条件の下、最下層の表面に形成した。次に、表1に組成を示す中間層を、表1に示す平均厚さになるよう、表2に示す原料組成、温度及び圧力の条件の下、TiCN層の表面に形成した。その後、表3に示す組成を有するガスを用い、表3に示す温度及び圧力の条件の下、中間層の表面に酸化処理を施した。このとき、酸化処理時間を7分とした。次いで、表4の「型酸化アルミニウム層の核形成条件」に示す原料組成、温度及び圧力の条件の下、酸化処理を施した中間層の表面に型酸化アルミニウムの核を形成した。このとき、型酸化アルミニウム層の核を形成する時間を4分とした。さらに、表4の「成膜条件」に示す原料組成、温度及び圧力の条件の下、中間層及び型酸化アルミニウムの核の表面に、表1に組成を示す型酸化アルミニウム層を、表1に示す平均厚さになるよう形成した。最後に、表1に組成を示す最外層を、表1に示す平均厚さになるよう、表2に示す原料組成、温度及び圧力の条件の下、型酸化アルミニウム層の表面に形成した。こうして、発明品1～11の被覆切削工具を得た。

【0052】

一方、比較品1～9については、まず、基材を外熱式化学蒸着装置に装入し、表1に組成を示す最下層を、表1に示す平均厚さになるよう、表2に示す原料ガス組成、温度及び圧力の条件の下基材の表面に形成した。次いで、表1に組成を示すTiCN層を、表1に示す平均厚さになるよう、表2に示す原料組成、温度及び圧力の条件の下、最下層の表面に形成した。次に、表1に組成を示す中間層を、表1に示す平均厚さになるよう、表2に示す原料組成、温度及び圧力の条件の下、TiCN層の表面に形成した。その後、表3に

10

20

30

40

50

示す組成を有するガスを用い、表3に示す温度及び圧力の条件の下、中間層の表面に酸化処理を施した。このとき、酸化処理時間を7分とした。次いで、表5の「核形成条件」に示す原料ガス組成、温度及び圧力の条件の下、酸化処理を施した中間層の表面に型酸化アルミニウム層の核を形成した。このとき、型酸化アルミニウム層の核を形成する時間を4分とした。さらに、表5の「成膜条件」に示す原料組成、温度及び圧力の条件の下、中間層及び型酸化アルミニウムの核の表面に、表1に組成を示す型酸化アルミニウム層を、表1に示す平均厚さになるよう形成した。最後に、表1に組成を示す最外層を、表1に示す平均厚さになるよう、表2に示す原料組成、温度及び圧力の条件の下、型酸化アルミニウム層の表面に形成した。こうして、比較品1～9の被覆切削工具を得た。

【0053】

試料の各層の厚さを下記のようにして求めた。すなわち、FE-SEMを用いて、被覆切削工具の刃先稜線部からすくい面の中心部に向かって50μmの位置の近傍における断面での3箇所の厚さを測定し、その相加平均値を平均厚さとして求めた。得られた試料の各層の組成は、被覆切削工具の刃先稜線部からすくい面の中心部に向かって50μmまでの位置の近傍の断面において、EDSを用いて測定した。

【0054】

【表1】

試料番号	被覆層										
	最下層		TiCN層		中間層		α型酸化アルミニウム層		最外層		合計厚さ (μm)
	組成	平均厚さ (μm)	組成	平均厚さ (μm)	組成	平均厚さ (μm)	結晶系	平均厚さ (μm)	組成	平均厚さ (μm)	
発明品 1	TiN	0.1	TiCN	7.0	TiCNO	0.3	α	8.4	TiN	0.4	16.2
発明品 2	TiN	0.3	TiCN	10.5	TiCNO	0.3	α	4.6	TiN	0.5	16.2
発明品 3	TiN	0.1	TiCN	7.4	TiCNO	0.1	α	9.4	TiN	0.3	17.3
発明品 4	TiN	0.1	TiCN	10.2	TiCO	0.1	α	9.0	TiN	0.5	19.9
発明品 5	TiN	0.5	TiCN	19.0	TiCNO	0.5	α	4.8	TiN	0.2	25.0
発明品 6	TiN	0.3	TiCN	7.2	TiCNO	0.3	α	10.0	TiN	0.3	18.1
発明品 7	TiN	0.3	TiCN	4.5	TiCNO	0.5	α	9.2	TiN	0.2	14.7
発明品 8	TiC	0.3	TiCN	5.5	TiCNO	0.5	α	3.0	TiN	0.5	9.8
発明品 9	TiN	0.1	TiCN	3.0	TiCNO	0.1	α	15.2	TiN	0.6	19.0
発明品 10	TiN	1.0	TiCN	4.2	TiCO	1.0	α	4.8	TiN	1.5	12.5
発明品 11	TiN	1.5	TiCN	10.0	TiCNO	0.5	α	6.2	TiN	0.2	18.4
比較品 1	TiN	0.1	TiCN	10.0	TiCO	0.1	α	9.6	TiN	0.2	20.0
比較品 2	TiN	0.3	TiCN	4.2	TiCO	0.5	α	3.2	TiN	0.6	8.8
比較品 3	TiN	0.5	TiCN	7.2	TiCNO	0.5	α	5.0	TiN	0.2	13.4
比較品 4	TiN	0.1	TiCN	9.0	TiCNO	0.3	α	8.2	TiN	0.4	18.0
比較品 5	TiN	0.3	TiCN	10.5	TiCNO	1.0	α	10.4	TiN	1.5	23.7
比較品 6	TiN	0.5	TiCN	9.8	TiCNO	0.5	α	4.8	TiN	0.4	16.0
比較品 7	TiN	1.0	TiCN	7.4	TiCNO	0.1	α	10.0	TiN	0.2	18.7
比較品 8	TiN	0.3	TiCN	7.2	TiCNO	0.3	α	10.2	TiN	0.2	18.2
比較品 9	TiN	0.3	TiCN	6.8	TiCNO	0.3	α	9.8	TiN	0.2	17.4

【0055】

【表2】

各層組成	温度 (°C)	圧力 (hPa)	原料組成 (mol%)
TiN(最下層)	900	350	TiCl ₄ :7.5%, N ₂ :40.0%, H ₂ :52.5%
TiC(最下層)	1000	75	TiCl ₄ :2.4%, CH ₄ :4.6%, H ₂ :93.0%
TiCN	840	70	TiCl ₄ :12.0%, CH ₃ CN:2.0%, H ₂ :86.0%
TiCNO	1000	100	TiCl ₄ :3.5%, CO:0.7%, N ₂ :35.5%, H ₂ :60.3%
TiCO	1000	80	TiCl ₄ :1.3%, CO:2.7%, H ₂ :96.0%
TiN(最外層)	1000	350	TiCl ₄ :7.5%, N ₂ :40.0%, H ₂ :52.5%

【0056】

【表3】

	温度 (°C)	圧力 (hPa)	組成 (mol%)
酸化処理	960	70	CO ₂ :0.5%, H ₂ :99.5%

【0057】

【表4】

試料番号	α型酸化アルミニウム層の核形成条件			成膜条件		
	温度(°C)	圧力(hPa)	原料組成(mol%)	温度(°C)	圧力(hPa)	原料組成(mol%)
発明品1	900	70	AlCl ₃ :2.5%, CO ₂ :2.0%, CO:1.5%, HCl:3.0%, H ₂ :91.0%	1010	70	AlCl ₃ :4.0%, CO ₂ :3.0%, HCl:2.5%, H ₂ S:0.2%, H ₂ :90.3%
発明品2	900	70	AlCl ₃ :3.5%, CO ₂ :2.5%, CO:1.5%, HCl:2.0%, H ₂ :90.5%	970	70	AlCl ₃ :3.0%, CO ₂ :2.5%, HCl:3.0%, H ₂ S:0.2%, H ₂ :91.3%
発明品3	880	70	AlCl ₃ :1.5%, CO ₂ :1.0%, CO:1.5%, HCl:2.5%, H ₂ :93.5%	990	70	AlCl ₃ :2.0%, CO ₂ :4.0%, HCl:2.5%, H ₂ S:0.2%, H ₂ :91.3%
発明品4	900	70	AlCl ₃ :3.0%, CO ₂ :1.5%, CO:2.0%, HCl:3.0%, H ₂ :90.5%	1010	70	AlCl ₃ :5.0%, CO ₂ :3.0%, HCl:3.0%, H ₂ S:0.15%, H ₂ :88.85%
発明品5	880	60	AlCl ₃ :3.0%, CO ₂ :3.0%, CO:1.0%, HCl:2.5%, H ₂ :90.5%	970	60	AlCl ₃ :4.0%, CO ₂ :4.0%, HCl:2.0%, H ₂ S:0.2%, H ₂ :89.8%
発明品6	930	70	AlCl ₃ :3.5%, CO ₂ :2.5%, CO:1.5%, HCl:2.0%, H ₂ :90.5%	1010	70	AlCl ₃ :3.0%, CO ₂ :2.5%, HCl:3.0%, H ₂ S:0.25%, H ₂ :91.25%
発明品7	900	80	AlCl ₃ :3.0%, CO ₂ :2.0%, CO:0.5%, HCl:2.5%, H ₂ :92.0%	990	80	AlCl ₃ :4.5%, CO ₂ :3.0%, HCl:3.0%, H ₂ S:0.2%, H ₂ :89.3%
発明品8	880	60	AlCl ₃ :3.0%, CO ₂ :3.0%, HCl:3.0%, H ₂ :91.0%	990	60	AlCl ₃ :3.0%, CO ₂ :3.0%, HCl:3.0%, H ₂ S:0.2%, H ₂ :90.8%
発明品9	930	60	AlCl ₃ :3.0%, CO ₂ :1.5%, CO:2.0%, HCl:3.0%, H ₂ :90.5%	1010	60	AlCl ₃ :4.0%, CO ₂ :4.0%, HCl:2.0%, H ₂ S:0.2%, H ₂ :89.8%
発明品10	900	70	AlCl ₃ :2.0%, CO ₂ :2.0%, HCl:2.5%, H ₂ :93.5%	1030	70	AlCl ₃ :4.0%, CO ₂ :4.0%, HCl:2.5%, H ₂ S:0.2%, H ₂ :89.3%
発明品11	900	80	AlCl ₃ :1.5%, CO ₂ :1.0%, CO:1.5%, HCl:2.5%, H ₂ :93.5%	990	80	AlCl ₃ :4.0%, CO ₂ :4.0%, HCl:2.5%, H ₂ S:0.15%, H ₂ :89.35%

10

【0058】

【表5】

試料番号	核形成条件(1)			成膜条件		
	温度(°C)	圧力(hPa)	原料組成(mol%)	温度(°C)	圧力(hPa)	原料組成(mol%)
比較品1	900	70	AlCl ₃ :3.5%, CO ₂ :2.5%, CO:1.5%, HCl:2.0%, H ₂ :90.5%	970	70	AlCl ₃ :3.0%, CO ₂ :2.5%, HCl:3.0%, H ₂ S:0.2%, H ₂ :91.3%
比較品2	880	60	AlCl ₃ :3.0%, CO ₂ :3.0%, CO:1.0%, HCl:2.5%, H ₂ :90.5%	970	60	AlCl ₃ :4.0%, CO ₂ :4.0%, HCl:2.0%, H ₂ S:0.2%, H ₂ :89.8%
比較品3	900	80	AlCl ₃ :3.0%, CO ₂ :2.0%, CO:0.5%, HCl:2.5%, H ₂ :92.0%	990	80	AlCl ₃ :4.5%, CO ₂ :3.0%, HCl:3.0%, H ₂ S:0.2%, H ₂ :89.3%
比較品4	900	80	AlCl ₃ :4.0%, CO ₂ :2.5%, CO:0.5%, HCl:2.5%, H ₂ :90.5%	990	80	AlCl ₃ :4.5%, CO ₂ :3.0%, HCl:3.0%, H ₂ S:0.2%, H ₂ :89.3%
比較品5	930	60	AlCl ₃ :3.0%, CO ₂ :1.5%, CO:2.0%, HCl:3.0%, H ₂ :90.5%	1010	60	AlCl ₃ :4.0%, CO ₂ :4.0%, HCl:2.0%, H ₂ S:0.2%, H ₂ :89.8%
比較品6	900	70	AlCl ₃ :2.0%, CO ₂ :2.0%, HCl:2.5%, H ₂ :93.5%	1030	70	AlCl ₃ :4.0%, CO ₂ :4.0%, HCl:2.5%, H ₂ S:0.2%, H ₂ :89.3%
比較品7	880	70	AlCl ₃ :4.0%, CO ₂ :1.0%, HCl:3.0%, H ₂ :92.0%	1010	70	AlCl ₃ :2.0%, CO ₂ :3.0%, HCl:2.5%, H ₂ S:0.2%, H ₂ :92.3%
比較品8	930	70	AlCl ₃ :2.0%, CO ₂ :2.0%, HCl:2.5%, H ₂ :93.5%	1030	70	AlCl ₃ :4.0%, CO ₂ :4.0%, HCl:2.5%, H ₂ S:0.2%, H ₂ :89.3%
比較品9	880	60	AlCl ₃ :3.0%, CO ₂ :3.0%, HCl:3.0%, H ₂ :91.0%	990	60	AlCl ₃ :3.0%, CO ₂ :3.0%, HCl:3.0%, H ₂ S:0.2%, H ₂ :90.8%

20

【0059】

発明品1～11、及び比較品1～9については、基材の表面に被覆層を形成した後、表6に示す投射材を用いて、表6に示す投射条件の下、被覆層表面に向けて乾式ショットブラストを施した。なお、表中の「処理なし」とは、乾式ブラストを施していないことを示す。

30

【0060】

【表 6】

試料番号	条件(1)					条件(2)				
	投射材		投射条件			投射材		投射条件		
	材質	平均粒径 (μm)	逃げ面に対する 投射角度 ($^{\circ}$)	投射圧力 (bar)	投射時間 (秒)	材質	平均粒径 (μm)	すくい面に対する 投射角度 ($^{\circ}$)	投射圧力 (bar)	投射時間 (秒)
発明品1	ZrO ₂	150	90	1.0	3	Al ₂ O ₃	170	90	1.3	3
発明品2	Al ₂ O ₃	80	90	0.7	1	Al ₂ O ₃	100	90	1.0	1
発明品3	Al ₂ O ₃	150	90	0.7	3	Al ₂ O ₃	130	90	1.3	3
発明品4	ZrO ₂	150	90	1.0	3	Al ₂ O ₃	130	90	1.3	3
発明品5	ZrO ₂	150	90	1.5	4	ZrO ₂	200	90	1.5	3
発明品6	Al ₂ O ₃	120	90	0.7	3	Al ₂ O ₃	130	90	1.0	2
発明品7	ZrO ₂	120	90	0.7	3	ZrO ₂	130	90	1.5	2
発明品8	Al ₂ O ₃	150	90	1.3	3	Al ₂ O ₃	170	90	1.3	4
発明品9	Al ₂ O ₃	150	90	1.3	3	Al ₂ O ₃	190	90	1.3	3
発明品10	ZrO ₂	150	90	1.0	3	Al ₂ O ₃	170	90	1.3	3
発明品11	Al ₂ O ₃	100	90	0.7	1	Al ₂ O ₃	100	90	1.0	1
比較品1	処理なし					処理なし				
比較品2	Al ₂ O ₃	130	45	1.2	3	処理なし				
比較品3	ZrO ₂	170	90	1.5	8	ZrO ₂	200	90	1.5	8
比較品4	ZrO ₂	200	90	1.5	4	ZrO ₂	220	90	1.5	8
比較品5	Al ₂ O ₃	80	90	0.5	1	Al ₂ O ₃	80	90	0.5	1
比較品6	ZrO ₂	200	90	1.5	4	ZrO ₂	220	90	1.5	8
比較品7	Al ₂ O ₃	150	45	1.5	4	処理なし				
比較品8	Al ₂ O ₃	180	45	1.7	10	処理なし				
比較品9	ZrO ₂	200	30	1.8	12	処理なし				

10

【0061】

得られた発明品1～11及び比較品1～9について、Cu-K線を用いた2 θ / 集中法光学系のX線回折測定を、出力：50kV、250mA、入射側ソーラースリット：5 $^{\circ}$ 、発散縦スリット：2/3 $^{\circ}$ 、発散縦制限スリット：5mm、散乱スリット：2/3 $^{\circ}$ 、受光側ソーラースリット：5 $^{\circ}$ 、受光スリット：0.3mm、BENTモノクロメータ、受光モノクロスリット：0.8mm、サンプリング幅：0.01 $^{\circ}$ 、スキャンスピード：4 $^{\circ}$ /min、2 θ 測定範囲：20 $^{\circ}$ ～155 $^{\circ}$ とする条件で行った。装置は、株式会社リガク製のX線回折装置（型式「RINT TTR III」）を用いた。X線回折図形から型酸化アルミニウム層の各結晶面のピーク強度を求めた。得られた各結晶面のピーク強度から、型酸化アルミニウム層における組織係数TC(0, 0, 12)を求めた。その結果を、表7に示す。

20

【0062】

【表 7】

試料番号	α型酸化アルミニウム
	TC(0,0,12)
発明品1	7.4
発明品2	7.2
発明品3	6.6
発明品4	8.4
発明品5	5.0
発明品6	7.2
発明品7	4.2
発明品8	1.2
発明品9	8.2
発明品10	0.5
発明品11	6.5
比較品1	7.2
比較品2	5.1
比較品3	4.0
比較品4	4.3
比較品5	7.9
比較品6	0.5
比較品7	0.3
比較品8	0.5
比較品9	0.7

10

20

【0063】

得られた試料について、2D法（多軸応力測定法／フルデバイリングフィッティング法）を用いて、α型酸化アルミニウム層の残留応力値 σ_{11} 、 σ_{22} を測定した。また、α型酸化アルミニウム層の残留応力値の測定には、X線回折における（116）面のピーク強度を用いた。X線回折測定条件としては、X線の線源としてCuK α 線を用い、出力：50kV、1.0mAの条件で照射して各残留応力値を測定した。このとき、各残留応力値 σ_{11} 及び σ_{22} は、交差稜線部から第1の界面に向かって、50 μ m離れた位置のα型酸化アルミニウム層で測定した。α型酸化アルミニウム層の任意の3点における残留応力値を2D法により測定し、これら3点の残留応力の相加平均値を求めた。また、得られた測定結果から、 σ_{11} と σ_{22} との関係を求めた。それらの測定結果を表8に示す。

30

【0064】

【表 8】

試料番号	α型酸化アルミニウム層			
	σ_{11} (MPa)	σ_{22} (MPa)	$\sigma_{11}-\sigma_{22}$ (MPa)	σ_{11} と σ_{22} との関係
発明品1	-398	-502	104	$\sigma_{11}>\sigma_{22}$
発明品2	292	212	80	$\sigma_{11}>\sigma_{22}$
発明品3	-166	-284	118	$\sigma_{11}>\sigma_{22}$
発明品4	-198	-415	217	$\sigma_{11}>\sigma_{22}$
発明品5	-590	-802	212	$\sigma_{11}>\sigma_{22}$
発明品6	24	-60	84	$\sigma_{11}>\sigma_{22}$
発明品7	-210	-366	156	$\sigma_{11}>\sigma_{22}$
発明品8	-464	-572	108	$\sigma_{11}>\sigma_{22}$
発明品9	-488	-515	27	$\sigma_{11}>\sigma_{22}$
発明品10	-372	-496	124	$\sigma_{11}>\sigma_{22}$
発明品11	280	105	175	$\sigma_{11}>\sigma_{22}$
比較品1	425	421	4	$\sigma_{11}>\sigma_{22}$
比較品2	-114	-112	-2	$\sigma_{22}>\sigma_{11}$
比較品3	-708	-868	160	$\sigma_{11}>\sigma_{22}$
比較品4	-764	-920	156	$\sigma_{11}>\sigma_{22}$
比較品5	376	324	52	$\sigma_{11}>\sigma_{22}$
比較品6	-780	-946	166	$\sigma_{11}>\sigma_{22}$
比較品7	-154	-150	-4	$\sigma_{22}>\sigma_{11}$
比較品8	-685	-688	3	$\sigma_{11}>\sigma_{22}$
比較品9	-920	-922	2	$\sigma_{11}>\sigma_{22}$

40

50

【 0 0 6 5 】

得られた発明品 1 ~ 1 1 及び比較品 1 ~ 9 を用いて、下記の条件にて切削試験 1 及び切削試験 2 を行った。切削試験 1 は耐摩耗性を評価する摩耗試験であり、切削試験 2 は耐欠損性を評価する欠損試験である。各切削試験の結果を表 9 に示す。

【 0 0 6 6 】

[切削試験 1]

被削材：S 4 5 C の丸棒、
 切削速度：2 9 0 m / m i n、
 送り：0 . 2 5 m m / r e v、
 切り込み：2 . 0 m m、
 クーラント：有り、

評価項目：試料が欠損に至ったとき又は最大逃げ面摩耗幅が 0 . 2 m m に至ったときを工具寿命とし、工具寿命までの加工時間を測定した。なお、欠損に至る前に最大逃げ面摩耗幅が 0 . 2 m m に至った場合を「正常摩耗」、欠損に至った場合を「欠損」と評価した。

10

【 0 0 6 7 】

[切削試験 2]

被削材：S C M 4 1 5 の長さ方向に等間隔で 2 本の溝入り丸棒、
 切削速度：1 7 0 m / m i n、
 送り：0 . 3 5 m m / r e v、
 切り込み：1 . 5 m m、
 クーラント：有り、

評価項目：試料が欠損に至ったときを工具寿命とし、工具寿命までの衝撃回数を測定した。衝撃回数は、試料と被削材とが接触した回数とし、試料が欠損に至った時点で試験を終了した。なお、各試料について、5 個のインサートを用意し、それぞれ衝撃回数を測定し、それらの衝撃回数の値から相加平均値を求め、工具寿命とした。

20

【 0 0 6 8 】

切削試験 1 (摩耗試験) の工具寿命に至るまでの加工時間について、2 0 分以上を「A」、1 5 分以上 2 0 分未満を「B」、1 5 分未満を「C」として評価した。また、切削試験 2 (欠損試験) の工具寿命に至るまでの衝撃回数について、1 0 0 0 0 回以上を「A」、5 0 0 0 回以上 1 0 0 0 0 回未満を「B」、5 0 0 0 回未満を「C」として評価した。この評価では、「A」が最も優れており、次に「B」が優れており、「C」が最も劣っていることを意味し、A 又は B を多く有するほど切削性能に優れることを意味する。得られた評価の結果を表 9 に示す。

30

【 0 0 6 9 】

【表 9】

試料番号	切削試験1			切削試験2	
	工具寿命 (分)	評価	損傷形態	工具寿命 (回)	評価
発明品1	22	A	正常摩耗	12900	A
発明品2	22	A	正常摩耗	10400	A
発明品3	21	A	正常摩耗	12500	A
発明品4	24	A	正常摩耗	14600	A
発明品5	21	A	正常摩耗	13400	A
発明品6	23	A	正常摩耗	11000	A
発明品7	19	B	正常摩耗	14000	A
発明品8	15	B	正常摩耗	12800	A
発明品9	23	A	正常摩耗	11500	A
発明品10	15	B	正常摩耗	13000	A
発明品11	18	B	正常摩耗	11700	A
比較品1	16	B	欠損	6800	B
比較品2	9	C	欠損	9700	B
比較品3	13	C	正常摩耗	7500	B
比較品4	14	C	欠損	7100	B
比較品5	16	B	欠損	9200	B
比較品6	11	C	欠損	4100	C
比較品7	7	C	正常摩耗	9400	B
比較品8	9	C	正常摩耗	4400	C
比較品9	6	C	欠損	3000	C

10

【0070】

表9に示す結果より、発明品の摩耗試験の評価は、「B」以上の評価であり、発明品の欠損試験の評価は、全て「A」の評価であった。一方、比較品の評価は、摩耗試験及び欠損試験の両方又はいずれかが、「C」であった。よって、発明品の耐摩耗性及び耐欠損性は、比較品と比べて、総じて、より優れていることが分かる。

【0071】

以上の結果より、発明品は、耐摩耗性及び耐欠損性に優れる結果、工具寿命が長いことが分かった。

30

【産業上の利用可能性】

【0072】

本発明の被覆切削工具は、耐摩耗性を低下させることなく、優れた耐摩耗性及び耐欠損性を有することにより、従来よりも工具寿命を延長できるので、そのような観点から、産業上の利用可能性がある。

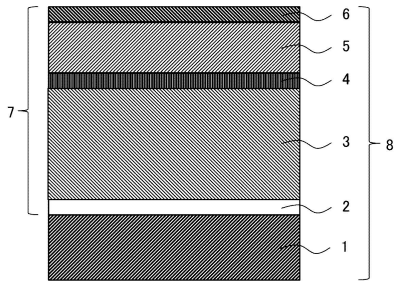
【符号の説明】

【0073】

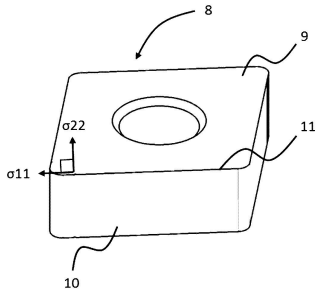
1 ... 基材、2 ... 最下層、3 ... 炭窒化チタン層、4 ... 中間層、5 ... 型酸化アルミニウム層、6 ... 最外層、7 ... 被覆層、8 ... 被覆切削工具、9 ... 第1の界面、10 ... 第2の界面、11 ... 交差稜線部。

40

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
C 2 3 C 16/30 (2006.01) C 2 3 C 16/30
C 2 3 C 16/34 (2006.01) C 2 3 C 16/34

審査官 村上 哲

(56)参考文献 国際公開第2015/068792(WO, A1)
特開2016-107377(JP, A)
特開2017-042903(JP, A)
特開2013-158868(JP, A)
特開2010-264574(JP, A)
特開2011-045955(JP, A)
米国特許出願公開第2011/0045283(US, A1)
韓国公開特許第10-2010-0068818(KR, 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)
B 2 3 B 2 7 / 1 4
B 2 3 B 5 1 / 0 0
B 2 3 C 5 / 1 6
C 2 3 C 1 6 / 3 0
C 2 3 C 1 6 / 3 4
C 2 3 C 1 6 / 3 6
C 2 3 C 1 6 / 4 0
W P I