

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-196365

(P2007-196365A)

(43) 公開日 平成19年8月9日(2007.8.9)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B 2 3 B 27/14 (2006.01)</b>	B 2 3 B 27/14 A	3 C 0 4 6
<b>B 2 3 C 5/16 (2006.01)</b>	B 2 3 B 27/14 B	4 K 0 2 9
<b>B 2 3 P 15/28 (2006.01)</b>	B 2 3 C 5/16	
<b>C 2 3 C 14/06 (2006.01)</b>	B 2 3 P 15/28 A	
<b>C 2 3 C 14/24 (2006.01)</b>	C 2 3 C 14/06 L	
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L 外国語出願 (全 10 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2006-330795 (P2006-330795)	(71) 出願人	505277521
(22) 出願日	平成18年12月7日 (2006.12.7)		サンドビック インテレクチュアル プロ
(31) 優先権主張番号	0502694-3		パティー アクティブボラード
(32) 優先日	平成17年12月8日 (2005.12.8)		スウェーデン国, エスイー-811 81
(33) 優先権主張国	スウェーデン (SE)		サンドビッケン
		(74) 代理人	100099759
			弁理士 青木 篤
		(74) 代理人	100077517
			弁理士 石田 敬
		(74) 代理人	100087413
			弁理士 古賀 哲次
		(74) 代理人	100113918
			弁理士 亀松 宏
		(74) 代理人	100111903
			弁理士 永坂 友康
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鋼のフライス加工用インサート

## (57) 【要約】

【課題】 鋼のフライス加工のような断続的な加工に典型的である摩耗機構に対して耐え得る切削工具インサートを提供する。

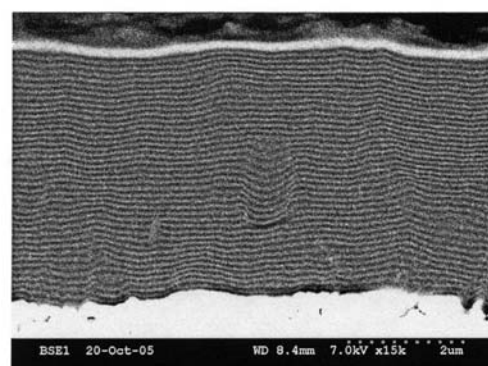
【解決手段】 超合金基材と被膜とを含む切削インサートであって、

上記基材は、WCと、8～11wt%Coと、0.1～0.5wt%Crとを含み、保磁力が18～22kA/mであり、CW比が0.78～0.90であり、

上記被膜は、A+B+A+B+・・・という多層構造を備え、ここでAおよびBはそれぞれ $Al_xTi_{1-y}N$ および $Ti_yAl_{1-y}N$ で表わされる多結晶体で非反復形態であり、 $x=0.4\sim0.7$ 、 $y=0.6\sim1$ 、 $x<y$ であり、一組のA+Bサブ層対の平均厚さが30～300nmでほぼランダムに変動しており、該多層構造被膜の全厚さが、0.5μm～15μmであることを特徴とする切削インサート。

【選択図】 図1

図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

超硬合金基材と被膜とを含む切削インサートであって、

上記基材は、WCと、8～11wt%Co、より望ましくは9.9～10.5wt%Co、最も望ましくは9.9～10.1wt%Coと、0.1～0.5wt%Cr、より望ましくは0.38～0.40wt%Crとを含み、保磁力が18～22kA/m、より望ましくは19～21kA/m、最も望ましくは19.8～20.2kA/mであり、CW比が0.78～0.90、望ましくは0.80～0.89、最も望ましくは0.83～0.87であり、

上記被膜は、 $A + B + A + B + \dots$ という多層構造を備え、ここでAおよびBはそれぞれ $Al_x Ti_{1-y} N$ および $Ti_y Al_{1-y} N$ で表わされる多結晶体であって形態が非反復性であり、 $x = 0.4 \sim 0.7$ 、望ましくは $0.5 \sim 0.67$ 、 $y = 0.6 \sim 1$ 、望ましくは $0.75 \sim 1$ 、 $x < y$ であり、一組のA+Bサブ層対の平均厚さが30～300nm、望ましくは60～120nmでほぼランダムに変動しており、該多層構造被膜の全厚さが、 $0.5 \mu m \sim 15 \mu m$ 、望ましくは $1 \mu m \sim 10 \mu m$ 、より望ましくはすくい面側で $1 \mu m \sim 5 \mu m$ 、逃げ面側で $2 \sim 8 \mu m$ であることを特徴とする切削インサート。 10

## 【請求項 2】

請求項1において、 $Ti_b Al_{1-b} N$ 、 $b = 0.8 \sim 0.9$ 、望ましくは $0.82 \sim 0.85$ である外層が、目視で均一なブロンズ色を呈するのに十分な厚さ、望ましくは $0.1 \sim 1 \mu m$ の厚さを有することを特徴とする切削インサート。 20

## 【請求項 3】

請求項1または2において、被膜全体の平均組成が $Ti_z Al_{1-z} N$ 、 $z = 0.4 \sim 0.7$ であることを特徴とする切削インサート。

## 【請求項 4】

超硬合金基材と被膜とを含む切削インサートを製造する方法であって、

WCと、8～11wt%Co、望ましくは9.9～10.5wt%Coと、0.1～0.5wt%Crとを含み、保磁力が18～22kA/mであり、CW比が0.78～0.90である基材を用意し、

$A + B + A + B + \dots$ という多層構造を備え、ここでAおよびBはそれぞれ $Al_x Ti_{1-y} N$ および $Ti_y Al_{1-y} N$ で表わされる多結晶体であって形態が非反復性であり、 $x = 0.4 \sim 0.7$ 、望ましくは $0.5 \sim 0.67$ 、 $y = 0.6 \sim 1$ 、望ましくは $0.75 \sim 1$ 、一組のA+Bサブ層対の平均厚さが30～300nm、望ましくは60～120nmでほぼランダムに変動しており、該多層構造被膜の全厚さが、 $0.5 \mu m \sim 15 \mu m$ 、望ましくは $1 \mu m \sim 10 \mu m$ 、より望ましくはすくい面側で $1 \mu m \sim 5 \mu m$ 、逃げ面側で $2 \sim 8 \mu m$ である被膜を、カソードアーク蒸着法により、純チタンおよび/またはTiAl合金（単一または複数の合金）から成る2対または3対のアーク源を用い、 $N_2$ ガスまたは $N_2 + Ar$ 混合ガスの雰囲気中で被着することを特徴とする切削インサートの製造方法。 30

## 【請求項 5】

請求項4において、 $Ti_b Al_{1-b} N$ 、 $b = 0.8 \sim 0.9$ 、望ましくは $0.82 \sim 0.85$ であり、目視で均一なブロンズ色を呈するのに十分な厚さ、望ましくは $0.1 \sim 1 \mu m$ の厚さを有する外層を被着することを特徴とする切削インサートの製造方法。 40

## 【請求項 6】

鋼およびステンレス鋼を乾式条件でフライス加工する際の、請求項1から3に記載の切削工具インサートの使用であって、切削速度および送り速度が下記：

切込角度 $90^\circ$ のフライス加工の場合は、 $V_c = 25 \sim 350 m/min$ 、望ましくは $50 \sim 250 m/min$ 、 $f_z = 0.04 \sim 0.4 mm/刃$ 、または

切込角度 $45 \sim 75^\circ$ の正面フライス加工の場合は、 $V_c = 25 \sim 350 m/min$ 、望ましくは $50 \sim 250 m/min$ 、 $f_z = 0.05 \sim 0.7 mm/刃$ 、または 50

高送りフライス加工の場合は、 $V_c = 25 \sim 350 \text{ m/min}$ 、 $f_z = 0.30 \sim 3.0 \text{ mm/刃}$ 、望ましくは $0.3 \sim 1.8 \text{ mm/刃}$ であることを特徴とする切削工具インサートの使用。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高耐摩耗性と高刃先靱性とが必要な鋼およびステンレス鋼の機械加工用の被膜付き超合金インサートに関する。

【背景技術】

【0002】

典型的なフライス加工においては、インサートに対する熱的な負荷は時間に伴って変化し、多くの場合、熱的な引張を伴い、その結果として被膜に熱起因の亀裂が生ずる。これは特に、乾式加工に比べて温度変化が顕著な冷却式/湿式の加工に関係している。

【0003】

フライス加工に共通する摩耗機構は、亀裂発生後の欠け（チッピング）であり、これは刃先の本体から小片が脱落する現象である。したがって、工具寿命の向上にとって、刃先靱性の向上が非常に重要である。熱起因の亀裂発生や他に起因する亀裂発生の危険性を低減するための一つの解決策は、多層被膜を用いることである。多層被膜は、発生した亀裂が被膜中を進行する際にサブ層境界で向きが変わることによる亀裂阻止機能を発揮すると期待されている。多層被膜のもう一つの利点は、硬質の耐摩耗層間に軟質のサブ層を介在させた場合に得られる。軟質層によって衝撃を吸収し、亀裂が被膜全体に浸透するのを阻止する。

【0004】

WO 98/48072には、焼結した超合金、セラミクス、または高速度鋼のボディの表面の少なくとも機能部分に、薄くて密着性があり硬質の耐摩耗被膜を付与した切削工具が開示されている。この被膜は耐火性化合物を多結晶状態の非反復形態で $MX + NX + MX + NX \cdots$ と積層した多層構造であり、交互に存在する $MX$ 層および $NX$ 層は金属の窒化物または炭化物から成る。多層構造全体に亘って個々の層の厚さに周期性がなく、すなわち多層構造全体として非反復形態である。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は、鋼のフライス加工のような断続的な加工に典型的である摩耗機構に対して耐え得る切削工具インサートを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

高 $Al$ の $(Ti, Al)N$ の耐摩耗層同士の間に関しこれよりも軟質で高 $Ti$ の $(Ti, Al)N$ の薄層を介在させた薄い多層構造により、断続的な加工における亀裂発生に対する耐性が高まることが見出された。

【0007】

図1は、本発明の被膜の個々の層全てを示す走査電子顕微鏡（SEM）像である。図2は、被膜の個々の層の測定箇所の詳細を示すSEM像であり、層構造が本質的に非周期的であることが分かる。

【0008】

本発明によれば、被膜付き切削工具インサートは、 $8 \sim 11 \text{ wt\% Co}$ 、望ましくは $9.9 \sim 10.5 \text{ wt\% Co}$ 、最も望ましくは $9.9 \sim 10.1 \text{ wt\% Co}$ と、 $0.1 \sim 0.5 \text{ wt\% Cr}$ 、望ましくは $0.38 \sim 0.40 \text{ wt\% Cr}$ と、残部の $WC$ とから成る組成を有する超合金ボディを備えている。この超合金ボディは、不純物レベルの少量の他の元素を含んでいても良い。保磁力は $18 \sim 22 \text{ kA/m}$ 、より望ましくは $19 \sim 21 \text{ kA/m}$ 、最も望ましくは $19.8 \sim 20.2 \text{ kA/m}$ である。コバルト結合相に所定量の $W$ および

10

20

30

40

50

C r を添加したことにより、本発明の超硬合金に所望の特性を付与した。結合相中の W と C r はコバルトの磁氣的性質に影響を及ぼすので、C W 比と下記の関係がある。

【0009】

C W 比 = 磁性 % C o / wt % C o

ここで、磁性 % C o はボディ中の磁性材料の実測 wt % であり、wt % C o はボディ中の C o の wt % である。

【0010】

C W 比は結合相中の合金添加量に応じて 1 ~ 約 0.75 の範囲で変わる。C W 比が低くなるほど、W および C r の含有量が高くなり、C W 比 = 1 であれば結合相中に W および C r が実用上存在しないことになる。

10

【0011】

本発明における新規な知見として、超硬合金ボディの C W 比が 0.78 ~ 0.90、望ましくは 0.80 ~ 0.89、最も望ましくは 0.83 ~ 0.87 の範囲内であれば、切削性能が向上する。超硬合金中に、相 (M<sub>6</sub>C) が少量、1 vol % 未満存在しても、致命的な影響はない。本発明においては、C W 比を規定した (< 1) ことにより、超硬合金ボディ中に遊離グラファイトの存在は許容されない。

【0012】

本発明のインサートは、2 種類のサブ層 A、B が被膜全厚に亘って A + B + A + B . . . と交互に積層して成る非周期的な T i A l N の多層被膜を備えている。ここで、1 対のサブ層から成る A + B をサブ層対と呼ぶ。被膜が非周期的であるため、このサブ層対の厚さは変動しているが、平均厚さは 30 ~ 300 μm、望ましくは 60 ~ 120 μm である。サブ層 A は、A l<sub>x</sub> T i<sub>1-x</sub> N であり、x は 0.40 ~ 0.7、望ましくは 0.5 ~ 0.67 である。サブ層 B は、T i<sub>y</sub> A l<sub>1-y</sub> N であり、y は 0.6 ~ 1、望ましくは 0.75 ~ 1 である。マイクロプローブまたは EDS で測定した被膜全体の組成は、T i<sub>z</sub> A l<sub>1-z</sub> N、z = 0.40 ~ 0.7、望ましくは z = 0.45 ~ 0.6 である。多層被膜の全体厚さは、0.5 μm ~ 15 μm、望ましくは 1 μm ~ 10 μm であり、より望ましくは、すくい面側が 1 ~ 5 μm、逃げ面側が 2 ~ 8 μm である。望ましくは実施形態においては、T i<sub>b</sub> A l<sub>1-b</sub> N、b = 0.8 ~ 0.9、望ましくは b = 0.82 ~ 0.85 である外層を、目視で均一なブロンズ色を呈するのに十分な厚さ、望ましくは 0.1 ~ 1 μm の厚さに設ける。

20

30

【0013】

本発明は、超硬合金基材と被膜とを含む切削インサートの製造方法をも提供する。本発明の方法によれば、W C と、8 ~ 11 wt % C o、望ましくは 9.9 ~ 10.5 wt % C o と、0.1 ~ 0.5 wt % C r とを含み、保磁力が 18 ~ 22 kA / m であり、C W 比が 0.78 ~ 0.90 である基材を用いる。この基材の表面に、A + B + A + B + . . . という多層構造を備え、ここで A および B はそれぞれ A l<sub>x</sub> T i<sub>1-y</sub> N および T i<sub>y</sub> A l<sub>1-y</sub> N で表わされる多結晶体で非反復形態 (サブ層厚さに反復性がない形態) であり、x = 0.4 ~ 0.7、望ましくは 0.5 ~ 0.67、y = 0.6 ~ 1、望ましくは 0.75 ~ 1、一組の A + B サブ層対の平均厚さが 30 ~ 300 nm、望ましくは 60 ~ 120 nm でほぼランダムに変動しており、該多層構造被膜の全厚さが、0.5 μm ~ 15 μm、望ましくは 1 μm ~ 10 μm、より望ましくはすくい面側で 1 μm ~ 5 μm、逃げ面側で 2 ~ 8 μm である被膜を被着する。多層被膜の全厚は 0.5 ~ 15 μm、望ましくは 1 ~ 10 μm、より望ましくはすくい面側で 1 ~ 5 μm、逃げ面側で 2 ~ 8 μm である。被膜の被着は、カソードアーク蒸着法により、純チタンおよび / または T i A l 合金 (単一または複数の合金) から成る 2 対または 3 対のアーク源を用い、N<sub>2</sub> ガスまたは N<sub>2</sub> + A r 混合ガスの雰囲気で行なう。望ましい実施形態においては、T i<sub>b</sub> A l<sub>1-b</sub> N、b = 0.8 ~ 0.9、望ましくは 0.82 ~ 0.85 であり、目視で均一なブロンズ色を呈するのに十分な厚さ、望ましくは 0.1 ~ 1 μm の厚さを有する外層を被着する。

40

【0014】

本発明は更に、鋼およびステンレス鋼を乾式条件でフライス加工する際の、上記の切削

50

工具インサートの使用であって、切削速度および送り速度が下記：

切込角度  $90^\circ$  のフライス加工の場合は、 $V_c = 25 \sim 350 \text{ m/min}$ 、望ましくは  $50 \sim 250 \text{ m/min}$ 、 $f_z = 0.04 \sim 0.4 \text{ mm/刃}$ 、または

切込角度  $45 \sim 75^\circ$  の正面フライス加工の場合は、 $V_c = 25 \sim 350 \text{ m/min}$ 、望ましくは  $50 \sim 250 \text{ m/min}$ 、 $f_z = 0.05 \sim 0.7 \text{ mm/刃}$ 、または

高送りフライス加工の場合は、 $V_c = 25 \sim 350 \text{ m/min}$ 、 $f_z = 0.30 \sim 3.0 \text{ mm/刃}$ 、望ましくは  $0.3 \sim 1.8 \text{ mm/刃}$

である切削工具インサートの使用をも提供する。

#### 【実施例】

#### 【0015】

10

##### 〔実施例1〕

基材として、組成が  $10 \text{ wt\% Co}$ 、 $0.4 \text{ wt\% Cr}$ 、残部  $WC$  であり、保磁力が  $20.2 \text{ kA/m}$ 、 $CW$  比が  $0.85$  (Forester Instruments Inc. 製 FORESTER KOERZIMAT CS にて測定) である超合金フライスインサートを用い、その表面に非周期的な多層被膜をカソードアーク蒸着により被着した。この多層被膜の被着は、1対の  $Ti_{8.4}Al_{1.6}$  ターゲットと2対の  $Ti_{3.3}Al_{6.7}$  ターゲットを用い、非周期的な構造を得るために上記インサートを3軸回転式基材テーブルに固定して行なった。アーク蒸着は  $N_2$  ガス雰囲気中に行なった。被膜全厚は  $2 \sim 9 \mu\text{m}$  の範囲でバッチ間、インサート間、インサート表面部位で変動していた。得られた被膜は2種類のサブ層から成る  $A + B + A + B \cdots$  の非周期的な、すなわちサブ層間で厚さが非反復的である多層被膜であるが、 $A + B$  サブ層対の平均厚さは  $60 \sim 120 \mu\text{m}$  であった。このインサートに  $Ti_{8.4}Al_{1.6}N$  の最外層を被覆してブロンズ色にした。

20

#### 【0016】

この被膜の断面のSEM像を図1、2に示す。図2から非周期的な形態が分かる。このサブ層が波打っているのは、少なくとも一部は基材の粗さに起因する。

#### 【0017】

被膜の平均組成  $Ti_zAl_{1-z}N$  は2種類のサブ層A、Bの組成の間であった。平均組成はマイクロプローブにより逃げ面側の中心で測定した。 $Ti_{0.5}Al_{0.5}N$  に対応する組成が得られた。

#### 【0018】

30

##### 〔実施例2～7の解説〕

下記の表現および用語は金属切削分野で通常用いられているものであり、下記の意味を持つ。

#### 【0019】

$V_c$ (m/min)	切削速度
$f_z$ (mm/刃)	送り速度
$z$ (個数)	カッターの刃数
$a_e$ (mm)	半径方向の切削深さ
$a_p$ (mm)	軸方向の切削深さ
$D$ (mm)	カッターの直径

40

##### 〔実施例2〕

実施例1で作製したインサートを試験し、これと同一基材上に同一厚さの  $Ti_{3.3}Al_{6.7}N$  均質層を被着した比較サンプルAと比較した。どちらのインサートも形状は  $R390-11T0308M-PM$  であった。試験は、低合金鋼をワークとし、 $V_c = 150 \text{ m/min}$ 、 $f_z = 0.15 \text{ mm/刃}$ 、 $a_e = 25 \text{ mm}$ 、 $a_p = 3 \text{ mm}$ 、 $z = 3$ 、 $D = 25 \text{ mm}$  の条件で、冷却剤としてエマルジョンを用いて行なった。実施例1のインサートは耐久時間が56分であったのに対して、比較サンプルAのインサートは耐久時間が29分であった。このように工具寿命が増加した決定的な摩耗タイプの違いは、刃先のチップング(欠け)が減少したことである。

#### 【0020】

50

## 〔実施例 3〕

実施例 1 で作製したインサートを試験し、比較サンプル A (  $Ti_{33}Al_{67}N$  均質被膜 ) および比較サンプル B ( 層間に  $TiCN$  を介在させ最外層にこれより厚い  $TiCN$   $TiN$  を設けた  $TiN$  多層被膜 ) と比較した。いずれも形状は  $N331A-145008H-WL$  であった。ワークは非合金鋼で、乾式条件とした。切削条件は  $V_c = 466 \text{ m/min}$ 、 $f_z = 0.22 \text{ mm/刃}$  であった。比較例サンプル B は耐久時間が 2.3 分、比較サンプル A は耐久時間が 9 分であった。これに対して実施例 1 の多層被膜インサートは、2 つの比較サンプルが激しく損傷して使用不能状態になった後も、僅かに摩耗の徴候が認められただけで使用可能な状態を維持していた。このように工具寿命が増加した決定的な摩耗タイプの違いは、刃先のチップング ( 欠け ) が減少したことである。

10

## 【0021】

## 〔実施例 4〕

実施例 1 と同一基材、同一被膜で形状を  $R300-1648M-PH$  にしたインサートを試験し、同一バッチの基材表面に同一厚さで  $Ti_{33}Al_{67}N$  均質被膜を備えた比較サンプル a と比較した。本実施例においては、ワーク材として硬さ  $HRC48$  の工具鋼を用いた。切削条件は、 $V_c = 35 \text{ m/min}$ 、 $f_z = 0.5 \text{ mm/刃}$ 、 $z = 6$ 、 $a_p = 1.5 \text{ mm}$ 、 $D = 63 \text{ mm}$ 、 $a_e = 30 \sim 64 \text{ mm}$  であった。冷却材としてエアブローを用いた。試験結果は、本発明サンプルは工具寿命が 17 分であり、これに対して比較サンプル A は 12 分に過ぎなかった。本発明サンプルは寿命が 42 % 増加した。このように工具寿命が増加した決定的な摩耗タイプの違いは、切欠き耐摩耗性が向上したことである。

20

## 【0022】

## 〔実施例 5〕

実施例 1 で作製したインサートを試験し、比較サンプル A および比較サンプル B と比較した。いずれも形状は  $R390-11T0308M-PM$  であった。ワーク材は硬さ  $HRC220$  の合金鋼であった。切削条件は、 $V_c = 94 \text{ m/min}$ 、 $f_z = 0.055 \text{ mm/刃}$ 、乾式条件であった。比較サンプル B は 26 個のワークを切削でき、比較サンプル A は 24 個であったのに対して、実施例 1 のインサートは 40 個のワークを切削できた。このように工具寿命が増加した決定的な摩耗タイプの違いは、切欠き耐摩耗性が向上したことである。

30

## 【0023】

## 〔実施例 6〕

実施例 1 で作製したインサートを試験し、比較サンプル A および比較サンプル B と比較した。いずれも形状は  $CM245-12T3E-PL$  であった。ワーク材はオーステナイトステンレス鋼であった。切削条件は、 $V_c = 250 \text{ m/min}$ 、 $f_z = 0.09 \text{ mm/刃}$ 、 $a_p = 2 \text{ mm}$ 、 $a_e = 50 \text{ mm}$ 、 $z = 1$ 、乾式条件であった。この試験において、実施例 1 のインサートは耐久長さ 6 m、比較サンプル A が耐久長さ 3.5 m、比較サンプル B が耐久長さ 3 m であった。実施例 1 の多層被膜インサートは、2 つの比較サンプルに対して明らかに優れた性能を発揮した。このように工具寿命が増加した決定的な摩耗タイプの違いは、刃先靱性が向上したことである ( 亀裂発生なし、刃先脱落なし )。

40

## 【0024】

## 〔実施例 7〕

実施例 1 で作製したインサートを試験し、国際出願  $WO01/16389$  の実施例 1 による比較サンプル C と比較した。いずれも形状は  $R210-140512M-PM$  であった。ワーク材は硬さ  $HRC45$  の工具鋼であった。切削条件は、 $V_c = 90 \text{ m/min}$ 、 $f_z = 0.58 \text{ mm/刃}$ 、 $a_p = 1 \text{ mm}$ 、 $a_e = 38.6 \text{ mm}$ 、 $z = 1$ 、 $D = 66 \text{ mm}$ 、乾式条件であった。この試験においては、実施例 1 のインサートは耐久時間が 34 min であったのに対して、比較サンプル C は 14 min であった。このように工具寿命が増加した決定的な摩耗タイプの違いは、切欠き耐摩耗性が向上したことである。

## 【0025】

結論として、本発明のインサートは、全てのタイプの摩耗に対して他の比較インサート

50

よりも耐久性が高く、刃先挙動の予測可能性が高く、不安定条件での信頼性が高い。これにより切削性能が向上する。

【図面の簡単な説明】

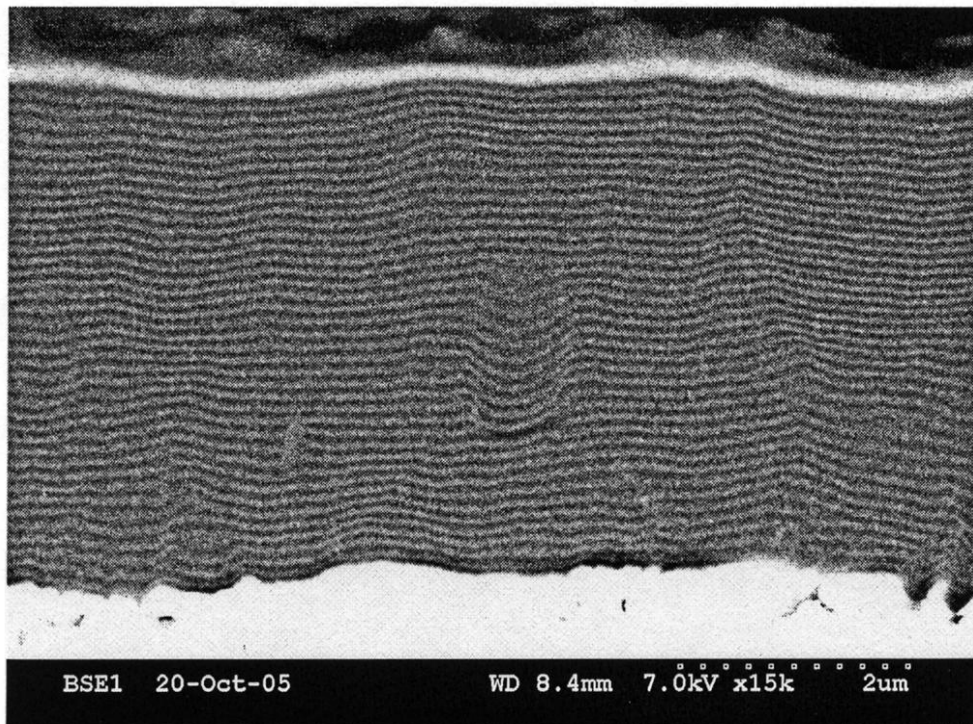
【 0 0 2 6 】

【図 1】図 1 は、本発明の被膜の個々の層全てを示す走査電子顕微鏡（S E M）像である。

【図 2】図 2 は、被膜の個々の層の測定箇所の詳細を示す S E M 像であり、層構造が本質的に非周期的であることが分かる。

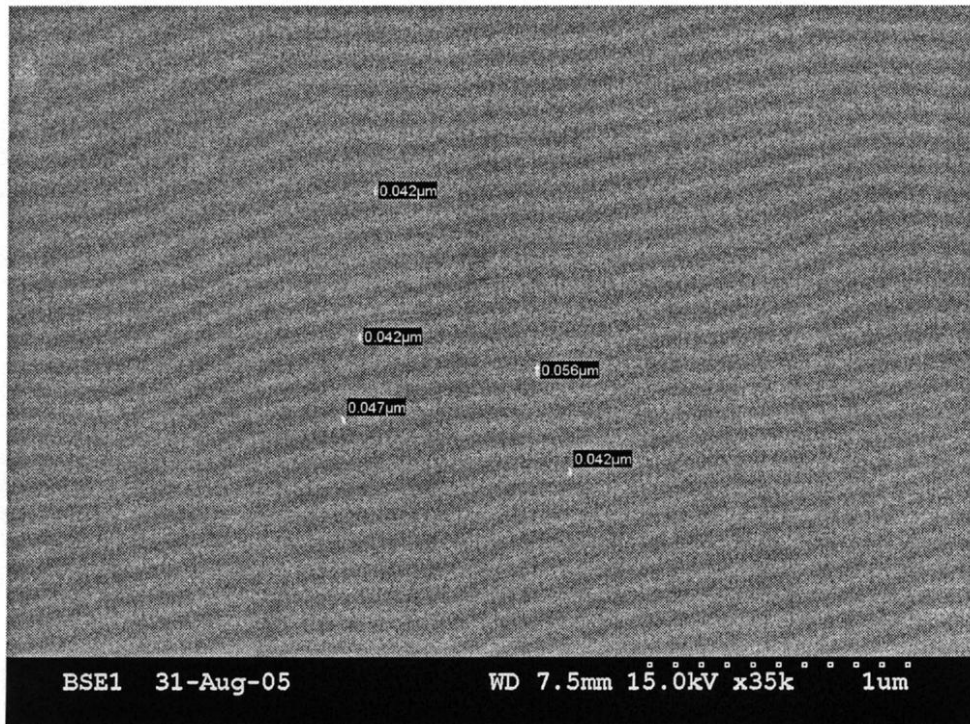
【図 1】

図 1



【図 2】

図2



## フロントページの続き

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)
<b>C 2 2 C</b>	<b>29/08</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 3 C 14/24	F
			C 2 2 C 29/08	

(72) 発明者 キェル ノルドロフ  
スウェーデン国, エスエー - 1 6 8 3 3 ブロンマ, ローレレーガルベージェン 1 7

(72) 発明者 マリア オストランド  
スウェーデン国, エスエー - 1 9 1 3 4 ソレントウナ, トイナベージェン 4 6 ベー

(72) 発明者 トリル ミルトベイト  
スウェーデン国, エスエー - 1 9 6 3 0 クングセーンゲン, ストームカルレン 4

(72) 発明者 アンデルス ルンドクイスト  
スウェーデン国, エスエー - 1 3 6 5 9 ハニンゲ, スバルスクーグスベージェン 5 6

(72) 発明者 マッツ アールグレン  
スウェーデン国, エスエー - 1 8 7 6 7 タービー, ケールパルクスベージェン 1 9

F ターム (参考) 3C046 FF03 FF10 FF13 FF16 FF21 FF25 FF32 FF39  
4K029 BA58 CA04 DB04 DD06

【外国語明細書】

2007196365000001.pdf