

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4518258号  
(P4518258)

(45) 発行日 平成22年8月4日(2010.8.4)

(24) 登録日 平成22年5月28日(2010.5.28)

(51) Int. Cl.		F I	
<b>B 2 3 B</b>	<b>27/14</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 3 B 27/14 A
<b>C 2 3 C</b>	<b>16/32</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 3 C 16/32
<b>C 2 3 C</b>	<b>16/34</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 3 C 16/34
<b>C 2 3 C</b>	<b>16/36</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 3 C 16/36
<b>C 2 3 C</b>	<b>16/40</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 3 C 16/40

請求項の数 1 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2005-12780 (P2005-12780)  
 (22) 出願日 平成17年1月20日(2005.1.20)  
 (65) 公開番号 特開2006-75976 (P2006-75976A)  
 (43) 公開日 平成18年3月23日(2006.3.23)  
 審査請求日 平成19年3月30日(2007.3.30)  
 (31) 優先権主張番号 特願2004-234560 (P2004-234560)  
 (32) 優先日 平成16年8月11日(2004.8.11)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000006264  
 三菱マテリアル株式会社  
 東京都千代田区大手町一丁目3番2号  
 (74) 代理人 100076679  
 弁理士 富田 和夫  
 (72) 発明者 長田 晃  
 茨城県那珂郡那珂町向山1002-14  
 三菱マテリアル株式会社 総合研究所那珂  
 研究センター内

審査官 小川 真

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高速断続切削加工で硬質被覆層がすぐれた耐チップング性を発揮する表面被覆サーメット製切削工具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

炭化タングステン基超硬合金または炭窒化チタン基サーメットで構成された工具基体の表面に、

(a) 下部層が、いずれも化学蒸着形成された、Tiの炭化物層、窒化物層、炭窒化物層、炭酸化物層、および炭窒酸化物層のうち2層以上からなり、かつ3~20μmの合計平均層厚を有するTi化合物層、

(b) 上部層が、化学蒸着形成された、1~15μmの平均層厚を有する酸化アルミニウム層、

以上(a)および(b)で構成された硬質被覆層を形成してなる表面被覆サーメット製切削工具において、

上記(a)のTi化合物層のうち1層を、反応ガス組成：容量%で、TiCl<sub>4</sub>：0.1~0.8%、CH<sub>3</sub>CN：0.05~0.3%、Ar：10~30%、H<sub>2</sub>：残り、

反応雰囲気温度：930~1000、

反応雰囲気圧力：6~20kPa、

の条件で、2.5~15μmの平均層厚に化学蒸着形成してなると共に、

電界放出型走査電子顕微鏡を用い、表面研磨面の測定範囲内に存在する結晶粒個々に電子線を照射し、電子後方散乱回折像装置を用いて、所定領域を0.1μm/stepの間隔で、前記表面研磨面の法線に対する、前記結晶粒の結晶面である(001)面および(011)面の法線がなす傾斜角を測定し、この場合前記結晶粒は、格子点にTi、炭素、

10

20

および窒素からなる構成原子がそれぞれ存在する  $\text{NaCl}$  型立方晶の結晶構造を有し、この結果得られた測定傾斜角に基づいて、相互に隣接する結晶粒の界面で、前記構成原子のそれぞれが前記結晶粒相互間で1つの構成原子を共有する格子点（構成原子共有格子点）の分布を算出すると共に、前記構成原子共有格子点間に存在する構成原子を共有しない格子点の数：N（この場合、Nは $\text{NaCl}$ 型立方晶の結晶構造上2以上の偶数となるが、分布頻度の点からN：28を上限とする）毎に定めた  $N+1$  で表される構成原子共有格子点形態（単位形態）のそれぞれの分布割合を算出し、3～29のそれぞれの単位形態の分布割合を、前記3～29の単位形態全体の合計分布割合に占める割合で示す構成原子共有格子点分布グラフにおいて、3に最高ピークが存在し、かつ前記3の分布割合が前記単位形態全体の合計分布割合の65～80%を占める構成原子共有格子点分布グラフを示す炭窒化チタン層、

10

で構成したことを特徴とする高速断続切削加工で硬質被覆層がすぐれた耐チップング性を発揮する表面被覆サーメット製切削工具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、特に鋼や鋳鉄などの高速断続切削加工で、硬質被覆層がすぐれた耐チップング性を発揮する表面被覆サーメット製切削工具（以下、被覆サーメット工具という）に関するものである。

【背景技術】

20

【0002】

従来、一般に、炭化タングステン（以下、WCで示す）基超硬合金または炭窒化チタン（以下、TiCNで示す）基サーメットで構成された基体（以下、これらを総称して工具基体という）の表面に、

（a）下部層が、いずれも化学蒸着形成された、Tiの炭化物（以下、TiCで示す）層、窒化物（以下、同じくTiNで示す）層、炭窒化物（以下、TiCNで示す）層、炭酸化物（以下、TiCOで示す）層、および炭窒酸化物（以下、TiCNOで示す）層のうちの2層以上からなり、かつ3～20 $\mu\text{m}$ の合計平均層厚を有するTi化合物層、

（b）上部層が、化学蒸着形成された、1～15 $\mu\text{m}$ の平均層厚を有する酸化アルミニウム（以下、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ で示す）層、

30

以上（a）および（b）で構成された硬質被覆層を形成してなる被覆サーメット工具が知られており、この被覆サーメット工具が、例えば各種の鋼や鋳鉄などの連続切削や断続切削に用いられていることも知られている。

【特許文献1】特開平6-31503号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

近年の切削装置の高性能化はめざましく、一方で切削加工に対する省力化および省エネ化、さらに低コスト化の要求は強く、これに伴い、切削加工は一段と高速化の傾向にあるが、上記の従来被覆サーメット工具においては、これを鋼や鋳鉄などの通常の条件での連続切削や断続切削に用いた場合には問題はないが、特にこれを切削条件の最も厳しい高速断続切削、すなわち切刃部にきわめて短いピッチで繰り返し機械的衝撃の加わる高速断続切削に用いた場合、これを構成する硬質被覆層は下部層のTi化合物層による高温強度、同上部層の $\text{Al}_2\text{O}_3$ 層による高温硬さおよび耐熱性を具備するものの、前記Ti化合物層による高温強度が不十分であるために、前記の機械的衝撃に対して満足に対応することができず、この結果硬質被覆層にはチップング（微小欠け）が発生し易くなることから、比較的短時間で使用寿命に至るのが現状である。

40

【課題を解決するための手段】

【0004】

そこで、本発明者等は、上述のような観点から、上記の被覆サーメット工具の硬質被覆

50

層の耐チップング性向上をはかるべく、これの下部層であるTi化合物層を構成するTiCN層、すなわちTi化合物層のうちで相対的に高い高温硬さと高温強度を有し、かつ図1(a)に模式図で示される通り、格子点にTi、炭素、および窒素からなる構成原子がそれぞれ存在するNaCl型立方晶の結晶構造(なお、図1(b)は(011)面で切断した状態を示す)を有するTiCN層に着目し、研究を行った結果、

(a)従来被覆サーメット工具の硬質被覆層を構成する下部層としてのTiCN層は、例えば、通常の化学蒸着装置にて、

反応ガス組成：容量%で、TiCl<sub>4</sub>：2～10%、CH<sub>3</sub>CN：0.5～3%、N<sub>2</sub>：10～30%、H<sub>2</sub>：残り、

反応雰囲気温度：800～900、

反応雰囲気圧力：6～20kPa、

の条件(通常条件という)で蒸着形成されるが、これを、

反応ガス組成：容量%で、TiCl<sub>4</sub>：0.1～0.8%、CH<sub>3</sub>CN：0.05～0.3%、Ar：10～30%、H<sub>2</sub>：残り、

反応雰囲気温度：930～1000、

反応雰囲気圧力：6～20kPa、

の条件、すなわち上記の通常条件に比して、反応ガス組成では、TiCl<sub>4</sub>およびCH<sub>3</sub>CNを相対的に低く、かつN<sub>2</sub>ガスに代ってArガスを添加し、さらに雰囲気温度を相対的に高くした条件(反応ガス組成調整高温条件)で蒸着形成すると、この結果の反応ガス組成調整高温条件で形成したTiCN層は、(以下、「改質TiCN層」という)は、高温強度が一段と向上し、すぐれた耐機械的衝撃性を具備するようになることから、硬質被覆層の上部層が前記Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層、下部層が上記Ti化合物層で構成され、かつ前記Ti化合物層のうちの1層が前記改質TiCN層からなる被覆サーメット工具は、特に激しい機械的衝撃を伴う高速断続切削加工でも、前記硬質被覆層がすぐれた耐チップング性を発揮し、長期に亘ってすぐれた耐摩耗性を示すようになること。

【0005】

(b)上記の従来被覆サーメット工具の硬質被覆層の下部層を構成するTiCN層(以下、「従来TiCN層」という)と上記(a)の改質TiCN層について、

電界放出型走査電子顕微鏡を用い、図2(a)、(b)に概略説明図で例示される通り、表面研磨面の測定範囲内に存在する結晶粒個々に電子線を照射し、電子後方散乱回折像装置を用いて、所定領域を0.1μm/stepの間隔で、前記表面研磨面の法線に対する、前記結晶粒の結晶面である(001)面および(011)面の法線がなす傾斜角(図2aには前記結晶面のうち(001)面の傾斜角が0度、(011)面の傾斜角が45度の場合、同(b)には(001)面の傾斜角が45度、(011)面の傾斜角が0度の場合を示しているが、これらの角度を含めて前記結晶粒個々のすべての傾斜角)を測定し、この場合前記結晶粒は、上記の通り格子点にTi、炭素、および窒素からなる構成原子がそれぞれ存在するNaCl型立方晶の結晶構造を有し、この結果得られた測定傾斜角に基づいて、相互に隣接する結晶粒の界面で、前記構成原子のそれぞれが前記結晶粒相互間で1つの構成原子を共有する格子点(構成原子共有格子点)の分布を算出すると共に、前記構成原子共有格子点間に存在する構成原子を共有しない格子点の数：N(この場合、NはNaCl型立方晶の結晶構造上2以上の偶数となるが、分布頻度の点からN：28を上限とする)毎に定めたN+1で表される構成原子共有格子点形態(単位形態)のそれぞれの分布割合を算出し、3～29のそれぞれの単位形態の分布割合を、前記3～29の単位形態全体の合計分布割合に占める割合で示す構成原子共有格子点分布グラフを作成した場合、いずれのTiCN層も3に最高ピークが存在するが、前記従来TiCN層は、図4に例示される通り、3の分布割合が30%以下の相対的に低い構成原子共有格子点分布グラフを示すのに対して、前記改質TiCN層は、図3に例示される通り、3の分布割合が65～80%のきわめて高い構成原子共有格子点分布グラフを示し、この高い3の分布割合は、反応ガスを構成するTiCl<sub>4</sub>およびCH<sub>3</sub>CNと、Arの含有量、さらに雰囲気反応温度によって変化すること。

10

20

30

40

50

## 【0006】

(c) 上記の改質TiCN層は、TiCN自体が具備する高温硬さと高温強度に加えて、上記従来TiCN層に比して一段と高い高温強度を有するので、これを硬質被覆層の下部層として蒸着形成してなる被覆サーメット工具は、同上部層であるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層が具備するすぐれた高温硬さおよび耐熱性と相俟って、特に切刃部にきわめて短いピッチで繰り返し機械的衝撃の加わる、例えば切削速度が400m/min(実施例記載)の高速断続切削加工に用いた場合にも、同じく前記従来TiCN層を蒸着形成してなる従来被覆サーメット工具に比して、硬質被覆層が一段とすぐれた耐チップング性を発揮するようになること。

以上(a)~(c)に示される研究結果を得たのである。

10

## 【0007】

この発明は、上記の研究結果に基づいてなされたものであって、WC基超硬合金またはTiCN基サーメットで構成された工具基体の表面に、

(a) 下部層が、いずれも化学蒸着形成された、TiC層、TiN層、TiCN層、TiCO層、およびTiCNO層のうちの2層以上からなり、かつ3~20μmの合計平均層厚を有するTi化合物層、

(b) 上部層が、化学蒸着形成された、1~15μmの平均層厚を有するAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層、以上(a)および(b)で構成された硬質被覆層を形成してなる表面被覆サーメット製切削工具において、

上記(a)のTi化合物層のうちの1層を、反応ガス組成：容量%で、TiCl<sub>4</sub>：0.1~0.8%、CH<sub>3</sub>CN：0.05~0.3%、Ar：10~30%、H<sub>2</sub>：残り、

20

反応雰囲気温度：930~1000、

反応雰囲気圧力：6~20kPa、

の条件で、2.5~15μmの平均層厚に化学蒸着形成してなると共に、

電界放出型走査電子顕微鏡を用い、表面研磨面の測定範囲内に存在する結晶粒個々に電子線を照射し、電子後方散乱回折像装置を用いて、所定領域を0.1μm/stepの間隔で、前記表面研磨面の法線に対する、前記結晶粒の結晶面である(001)面および(011)面の法線がなす傾斜角を測定し、この場合前記結晶粒は、格子点にTi、炭素、および窒素からなる構成原子がそれぞれ存在するNaCl型立方晶の結晶構造を有し、この結果得られた測定傾斜角に基づいて、相互に隣接する結晶粒の界面で、前記構成原子のそれぞれが前記結晶粒相互間で1つの構成原子を共有する格子点(構成原子共有格子点)の分布を算出すると共に、前記構成原子共有格子点間に存在する構成原子を共有しない格子点の数：N(この場合、NはNaCl型立方晶の結晶構造上2以上の偶数となるが、分布頻度の点からN：28を上限とする)毎に定めたN+1で表される構成原子共有格子点形態(単位形態)のそれぞれの分布割合を算出し、3~29のそれぞれの単位形態の分布割合を、前記3~29の単位形態全体の合計分布割合に占める割合で示す構成原子共有格子点分布グラフにおいて、3に最高ピークが存在し、かつ前記3の分布割合が前記単位形態全体の合計分布割合の65~80%を占める構成原子共有格子点分布グラフを示す改質TiCN層、

30

で構成してなる、高速断続切削加工で硬質被覆層がすぐれた耐チップング性を発揮する被覆サーメット工具に特徴を有するものである。

40

## 【0008】

つぎに、この発明の被覆サーメット工具の硬質被覆層の構成層について、上記の通りに数値限定した理由を以下に説明する。

(a) Ti化合物層(下部層)

Ti化合物層は、自体が高温強度を有し、これの存在によって硬質被覆層が高温強度を具備するようになるほか、工具基体と上部層であるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層のいずれにも強固に密着し、よって硬質被覆層の工具基体に対する密着性向上に寄与する作用をもつが、その合計平均層厚が3μm未満では、前記作用を十分に発揮させることができず、一方その合計平均層厚が20μmを越えると、特に高熱発生を伴う高速断続切削で熱塑性変形を起し易く

50

なり、これが偏摩耗の原因となることから、その合計平均層厚を3～20 μmと定めた。

【0009】

(b) 改質TiCN層

上記の改質TiCN層の構成原子共有格子点分布グラフにおける3の分布割合は、上記の通り反応ガスを構成するTiCl<sub>4</sub>およびCH<sub>3</sub>CNと、Arの含有量、さらに雰囲気反応温度を調整することによって65～80%とすることができるが、この場合3の分布割合が65%未満では、高速連続切削加工で、硬質被覆層にチッピングが全く発生しない、すぐれた高温強度向上効果を確保することができず、したがって3の分布割合は高ければ高いほど望ましいが、3の分布割合を80%を越えて高くすることは層形成上困難であることから、3の分布割合を65～80%と定めた。このように前記改質TiCN層は、上記の通りTiCN自体のもつ高温硬さと高温強度に加えて、さらに一段とすぐれた高温強度を有するようになるが、その平均層厚が2.5 μm未満では所望のすぐれた高温強度向上効果を硬質被覆層に十分に具備せしめることができず、一方その平均層厚が15 μmを越えると、偏摩耗の原因となる熱塑性変形が発生し易くなり、摩耗が加速することから、その平均層厚を2.5～15 μmと定めた。

10

【0010】

(c) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層(上部層)

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層は、すぐれた高温硬さと耐熱性を有し、硬質被覆層の耐摩耗性向上に寄与するが、その平均層厚が1 μm未満では、硬質被覆層に十分な耐摩耗性を発揮せしめることができず、一方その平均層厚が15 μmを越えて厚くなりすぎると、チッピングが発生し易くなることから、その平均層厚を1～15 μmと定めた。

20

【0011】

なお、切削工具の使用前後の識別を目的として、黄金色の色調を有するTiN層を、必要に応じて蒸着形成してもよいが、この場合の平均層厚は0.1～1 μmでよく、これは0.1 μm未満では、十分な識別効果が得られず、一方前記TiN層による前記識別効果は1 μmまでの平均層厚で十分であるという理由からである。

【発明の効果】

【0012】

この発明被覆サーメット工具は、機械的熱的衝撃がきわめて高い鋼や鋳鉄などの高速連続切削でも、硬質被覆層の下部層のうちの1層である改質TiCN層が一段とすぐれた高温強度を有し、すぐれた耐チッピング性を発揮することから、硬質被覆層にチッピングの発生なく、すぐれた耐摩耗性を示すものである。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

つぎに、この発明の被覆サーメット工具を実施例により具体的に説明する。

【実施例】

【0014】

原料粉末として、いずれも1～3 μmの平均粒径を有するWC粉末、TiC粉末、VC粉末、TaC粉末、NbC粉末、Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>粉末、TiN粉末、TaN粉末、およびCo粉末を用意し、これら原料粉末を、表1に示される配合組成に配合し、さらにワックスを加えてアセトン中で24時間ボールミル混合し、減圧乾燥した後、98 MPaの圧力で所定形状の圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を5 Paの真空中、1370～1470 の範囲内の所定の温度に1時間保持の条件で真空焼結し、焼結後、切刃部にR:0.07 mmのホーニング加工を施すことによりISO・CNMG120408に規定するスローアウェイチップ形状をもったWC基超硬合金製の工具基体A、D～Fをそれぞれ製造した。

40

【0015】

また、原料粉末として、いずれも0.5～2 μmの平均粒径を有するTiCN(質量比でTiC/TiN=50/50)粉末、Mo<sub>2</sub>C粉末、NbC粉末、TaC粉末、WC粉末、Co粉末、およびNi粉末を用意し、これら原料粉末を、表2に示される配合組成に配合し、ボールミルで24時間湿式混合し、乾燥した後、98 MPaの圧力で圧粉体にブ

50

レス成形し、この圧粉体を  $1.3 \text{ kPa}$  の窒素雰囲気中、温度： $1540$  に1時間保持の条件で焼結し、焼結後、切刃部分に  $R: 0.07 \text{ mm}$  のホーニング加工を施すことによりISO規格・CNMG120412のチップ形状をもったTiCN基サーメット製の工具基体 a ~ d, f を形成した。

【0016】

つぎに、これらの工具基体 A, D ~ F および工具基体 a ~ d, f の表面に、通常の化学蒸着装置を用い、硬質被覆層の下部層として、改質TiCN層を除くTi化合物層を表3に示される条件で、前記改質TiCN層を、

反応ガス組成：容量%で、 $\text{TiCl}_4$ ： $0.1 \sim 0.8$  %の範囲内の所定量、 $\text{CH}_3\text{CN}$ ： $0.05 \sim 0.3$  %の範囲内の所定量、Ar： $10 \sim 30$  %の範囲内の所定量、 $\text{H}_2$ ：残り、

反応雰囲気温度： $930 \sim 1000$  の範囲内の所定温度、

反応雰囲気圧力： $9 \text{ kPa}$ 、

の条件で、表4に示される組み合わせで、かつ同じく表4に示される目標層厚で蒸着形成し、ついで同じく表3に示される条件にて、上部層としての $\text{Al}_2\text{O}_3$ 層を同じく表4に示される組み合わせで、かつ目標層厚で蒸着形成することにより本発明被覆サーメット工具1 ~ 10をそれぞれ製造した。

【0017】

また、比較の目的で、硬質被覆層の下部層として、従来TiCN層を除くTi化合物層を表3に示される条件で、前記従来TiCN層を、

反応ガス組成：容量%で、 $\text{TiCl}_4$ ： $2 \sim 10$  %の範囲内の所定量、 $\text{CH}_3\text{CN}$ ： $0.5 \sim 3$  %の範囲内の所定量、 $\text{N}_2$ ： $10 \sim 30$  %の範囲内の所定量、 $\text{H}_2$ ：残り、

反応雰囲気温度： $800 \sim 900$  の範囲内の所定温度、

反応雰囲気圧力： $9 \text{ kPa}$ 、

の条件で、表5に示される組み合わせで、かつ同じく表5に示される目標層厚で蒸着形成し、さらに上部層としての $\text{Al}_2\text{O}_3$ 層を、表3に示される条件で、かつ目標層厚で蒸着形成することにより従来被覆サーメット工具1 ~ 10をそれぞれ製造した。

【0018】

ついで、上記の本発明被覆サーメット工具と従来被覆サーメット工具の硬質被覆層を構成する改質TiCN層および従来TiCN層について、電界放出型走査電子顕微鏡を用いて、構成原子共有格子点分布グラフをそれぞれ作成した。

すなわち、上記構成原子共有格子点分布グラフは、上記の改質TiCN層および従来TiCN層の表面を研磨面とした状態で、電界放出型走査電子顕微鏡の鏡筒内にセットし、前記研磨面に70度の入射角度で15kVの加速電圧の電子線を1nAの照射電流で、前記表面研磨面の測定範囲内に存在する結晶粒個々に照射して、電子後方散乱回折像装置を用い、 $30 \times 50 \mu\text{m}$ の領域を $0.1 \mu\text{m}/\text{step}$ の間隔で、前記表面研磨面の法線に対する、前記結晶粒の結晶面である(001)面および(011)面の法線がなす傾斜角を測定し、この結果得られた測定傾斜角に基づいて、相互に隣接する結晶粒の界面で、前記構成原子のそれぞれが前記結晶粒相互間で1つの構成原子を共有する格子点(構成原子共有格子点)の分布を算出すると共に、前記構成原子共有格子点間に存在する構成原子を共有しない格子点の数：N(この場合、NはNaCl型立方晶の結晶構造上2以上の偶数となるが、分布頻度の点からN:28を上限とする)毎に定めた N + 1 で表される構成原子共有格子点形態(単位形態)のそれぞれの分布割合を算出し、3 ~ 29のそれぞれの単位形態の分布割合を、前記 3 ~ 29の単位形態全体の合計分布割合に占める割合を求めることにより作成した。

【0019】

この結果得られた各種の改質TiCN層および従来TiCNの構成原子共有格子点分布グラフにおいて、3の分布割合をそれぞれ表4, 5にそれぞれ示した。

【0020】

上記の各種の構成原子共有格子点分布グラフにおいて、表4, 5にそれぞれ示される通

10

20

30

40

50

り、本発明被覆サーメット工具の改質TiCN層は、いずれも3の占める分布割合が65～80%である構成原子共有格子点分布グラフを示すのに対して、従来被覆サーメット工具の従来TiCN層は、いずれも3の分布割合が30%以下の構成原子共有格子点分布グラフを示すものであった。

なお、図3は、本発明被覆サーメット工具9の改質TiCN層の構成原子共有格子点分布グラフ、図4は、従来被覆サーメット工具9の従来TiCN層の構成原子共有格子点分布グラフをそれぞれ示すものである。

#### 【0021】

さらに、上記の本発明被覆サーメット工具1～10および従来被覆サーメット工具1～10について、これの硬質被覆層の構成層を電子線マイクロアナライザー（EPMA）およびオージェ分光分析装置を用いて観察（層の縦断面を観察）したところ、前者および後者とも目標組成と実質的に同じ組成を有するTi化合物層とAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層からなることが確認された。また、これらの被覆サーメット工具の硬質被覆層の構成層の厚さを、走査型電子顕微鏡を用いて測定（同じく縦断面測定）したところ、いずれも目標層厚と実質的に同じ平均層厚（5点測定の平均値）を示した。

#### 【0022】

つぎに、上記の各種の被覆サーメット工具をいずれも工具鋼製バイトの先端部に固定治具にてネジ止めした状態で、本発明被覆サーメット工具1～10および従来被覆サーメット工具1～10について、

被削材：JIS・S40Cの長さ方向等間隔4本縦溝入り丸棒、

切削速度：400m/min、

切り込み：1.5mm、

送り：0.20mm/rev、

切削時間：10分、

の条件（切削条件A）での炭素鋼の乾式高速断続切削試験（通常の切削速度は200m/min）、

被削材：JIS・FCD450の長さ方向等間隔4本縦溝入り丸棒、

切削速度：400m/min、

切り込み：2.0mm、

送り：0.32mm/rev、

切削時間：10分、

の条件（切削条件B）でのダクタイル鋳鉄の乾式高速断続切削試験（通常の切削速度は200m/min）、

被削材：JIS・SCr420Hの長さ方向等間隔4本縦溝入り丸棒、

切削速度：400m/min、

切り込み：1.5mm、

送り：0.24mm/rev、

切削時間：10分、

の条件（切削条件C）での合金鋼の乾式高速断続切削試験（通常の切削速度は200m/min）を行い、いずれの切削試験でも切刃の逃げ面摩耗幅を測定した。この測定結果を表6に示した。

#### 【0023】

10

20

30

40

【表 1】

種 別		配 合 組 成 (質量%)								
		Co	TiC	ZrC	VC	NbC	Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	TiN	TaN	WC
工 具 基 体	A	7	—	2	—	3	—	2	—	残
	D	8.5	—	0.5	—	—	0.5	—	—	残
	E	12.5	2	—	—	—	—	1	2	残
	F	10	—	—	0.2	—	0.8	—	—	残

10

【 0 0 2 4 】

【表 2】

種 別		配 合 組 成 (質量%)						
		Co	Ni	TaC	NbC	Mo <sub>2</sub> C	WC	TiCN
工 具 基 体	a	13	5	10	—	10	16	残
	b	8	7	5	—	7.5	—	残
	c	5	—	—	—	6	10	残
	d	10	5	11	2	—	—	残
	f	12	5.5	10	—	9.5	14.5	残

20

30

【 0 0 2 5 】



硬質被覆層 の構成層	形成条件 (反応雰囲気 の圧力はkPa, 温度は°Cを示す)	
	反応ガス組成 (容量%)	反応雰囲気 圧力 温度
TiC	TiCl <sub>4</sub> :4.2%, CH <sub>4</sub> :8.5%, H <sub>2</sub> :残	7 1020
TiN(第1層)	TiCl <sub>4</sub> :4.2%, N <sub>2</sub> :30%, H <sub>2</sub> :残	30 900
TiN(その他層)	TiCl <sub>4</sub> :4.2%, N <sub>2</sub> :35%, H <sub>2</sub> :残	50 1040
TiCO	TiCl <sub>4</sub> :4.2%, CO:4%, H <sub>2</sub> :残	7 1020
TiCNO	TiCl <sub>4</sub> :4.2%, CO:3%, CH <sub>4</sub> :3%, N <sub>2</sub> :20%, H <sub>2</sub> :残	20 1020
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	AlCl <sub>3</sub> :2.2%, CO <sub>2</sub> :5.5%, HCl:2.2%, H <sub>2</sub> S:0.2%, H <sub>2</sub> :残	7 1000

【表4】

種別	工具 基体 記号	硬質被覆層 (括弧内数字:目標層厚: $\mu\text{m}$ )						
		下部層 (Ti化合物層)					上部層	
		第1層	第2層	第3層	第4層	※TiCN 層におけ る $\Sigma 3$ の分布割合 (%)	$\text{Al}_2\text{O}_3$ 層の目 標層厚 ( $\mu\text{m}$ )	
本 発 明 被 覆 サ ー メ ツ ト 工 具	1	A	TiN (1)	※TiCN (7.5)	TiN (1)	TiCNO (0.5)	75	7
	2	D	TiC (1)	※TiCN (10)	—	—	80	8
	3	E	TiN (1)	※TiCN (5)	TiCO (0.5)	—	78	10
	4	F	TiN (0.5)	※TiCN (2.5)	TiC (0.5)	TiCNO (0.5)	65	12
	5	A	TiN (1)	※TiCN (12.5)	TiCNO (0.5)	—	70	2
	6	a	TiN (1)	※TiCN (10)	TiCN (3)	—	73	6
	7	b	TiC (0.5)	※TiCN (15)	TiCO (0.5)	—	66	3
	8	c	TiN (1)	TiC (1)	※TiCN (7.5)	TiCO (1)	71	11
	9	d	TiN (1)	TiC (1)	※TiCN (5)	—	68	9
	10	f	TiCN (0.5)	※TiCN (12.5)	TiCNO (0.5)	—	77	4

(表中、※印は改質TiCN層を示す)

【表5】

種別	工具 基体 記号	硬質被覆層 (括弧内数字:目標層厚: $\mu\text{m}$ )						
		下部層(Ti化合物層)					上部層	
		第1層	第2層	第3層	第4層	TiCN層 における $\Sigma 3$ の 分布割合 (%)	$\text{Al}_2\text{O}_3$ 層の目 標層厚 ( $\mu\text{m}$ )	
従 来 被 覆 サ ー メ ツ ト 工 具	1	A	TiN (1)	TiCN (7.5)	TiN (1)	TiCNO (0.5)	23	7
	2	D	TiC (1)	TiCN (10)	—	—	30	8
	3	E	TiN (1)	TiCN (5)	TiCO (0.5)	—	24	10
	4	F	TiN (0.5)	TiCN (2.5)	TiC (0.5)	TiCNO (0.5)	21	12
	5	A	TiN (1)	TiCN (12.5)	TiCNO (0.5)	—	22	2
	6	a	TiN (1)	TiCN (10)	—	—	25	6
	7	b	TiC (0.5)	TiCN (15)	TiCO (0.5)	—	24	3
	8	c	TiN (1)	TiC (1)	TiCN (7.5)	TiCO (1)	26	11
	9	d	TiN (1)	TiC (1)	TiCN (5)	—	27	9
	10	f	TiCN (0.5)	TiCN (12.5)	TiCNO (0.5)	—	28	4

(表中、無印TiCN層は従来TiCN層を示す)

【0028】

10

20

30

【表 6】

種 別	逃げ面摩耗幅(mm)			種 別	切削試験結果					
	切削条件 A	切削条件 B	切削条件 C		切削条件 A	切削条件 B	切削条件 C			
本発明被覆サーメット工具	1	0.22	0.24	0.23	従来被覆サーメット工具	1	2.5分で 使用寿命	2.7分で 使用寿命	2.6分で 使用寿命	10
	2	0.18	0.20	0.19		2	2.3分で 使用寿命	2.4分で 使用寿命	2.6分で 使用寿命	
	3	0.21	0.20	0.21		3	2.8分で 使用寿命	2.9分で 使用寿命	3.0分で 使用寿命	
	4	0.32	0.31	0.30		4	0.8分で 使用寿命	0.5分で 使用寿命	0.9分で 使用寿命	20
	5	0.26	0.27	0.26		5	1.4分で 使用寿命	1.6分で 使用寿命	1.0分で 使用寿命	
	6	0.25	0.26	0.24		6	1.9分で 使用寿命	2.1分で 使用寿命	1.4分で 使用寿命	
	7	0.29	0.29	0.27		7	0.2分で 使用寿命	1.3分で 使用寿命	0.5分で 使用寿命	
	8	0.24	0.23	0.22		8	3.0分で 使用寿命	2.9分で 使用寿命	3.3分で 使用寿命	
	9	0.28	0.27	0.29		9	2.2分で 使用寿命	3.2分で 使用寿命	2.0分で 使用寿命	
	10	0.20	0.21	0.19		10	1.0分で 使用寿命	1.8分で 使用寿命	1.7分で 使用寿命	

(表中、使用寿命は硬質被覆層に発生したチッピングが原因)

【0029】

表4～6に示される結果から、本発明被覆サーメット工具1～10は、いずれも硬質被覆層の下部層のうちの1層が、3の分布割合が65～80%の構成原子共有格子点分布グラフを示す改質TiCN層で構成され、機械的衝撃がきわめて高い鋼や鋳鉄の高速断続切削でも、前記改質TiCN層が一段とすぐれた高温強度を有し、すぐれた耐チッピング性を発揮することから、硬質被覆層のチッピング発生が著しく抑制され、すぐれた耐摩耗性を示すのに対して、硬質被覆層の下部層のうちの1層が、3の分布割合が30%以下の構成原子共有格子点分布グラフを示す従来TiCN層で構成された従来被覆サーメット工具1～10においては、いずれも高速断続切削では硬質被覆層の耐機械的衝撃性が不十分であるために、硬質被覆層にチッピングが発生し、比較的短時間で使用寿命に至ることが明らかである。

【0030】

上述のように、この発明の被覆サーメット工具は、各種鋼や鋳鉄などの通常の条件での連続切削や断続切削は勿論のこと、特に高い高温強度が要求される高速断続切削でも硬質

10

20

30

40

50

被覆層がすぐれた耐チッピング性を示し、長期に亘ってすぐれた切削性能を発揮するものであるから、切削装置の高性能化並びに切削加工の省力化および省エネ化、さらに低コスト化に十分満足に対応できるものである。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】硬質被覆層の下部層を構成するTiCN層が有するNaCl型立方晶の結晶構造を示す模式図である。

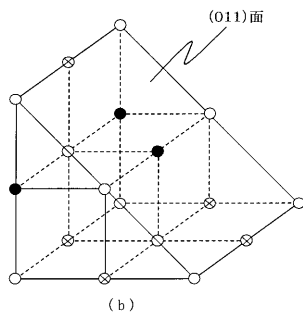
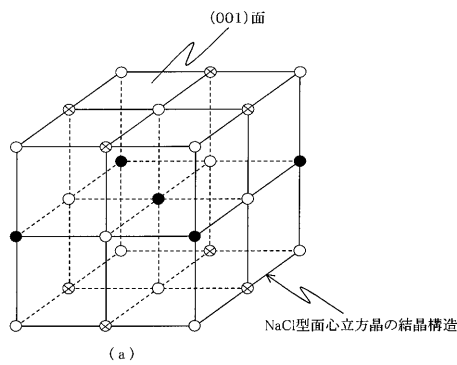
【図2】硬質被覆層の下部層を構成するTiCN層における結晶粒の(001)面および(011)面の傾斜角の測定態様を示す概略説明図である。

【図3】本発明被覆サーメット工具9の硬質被覆層の下部層を構成する改質TiCN層の構成原子共有格子点分布グラフである。

【図4】従来被覆サーメット工具9の硬質被覆層の下部層を構成する従来TiCN層の構成原子共有格子点分布グラフである。

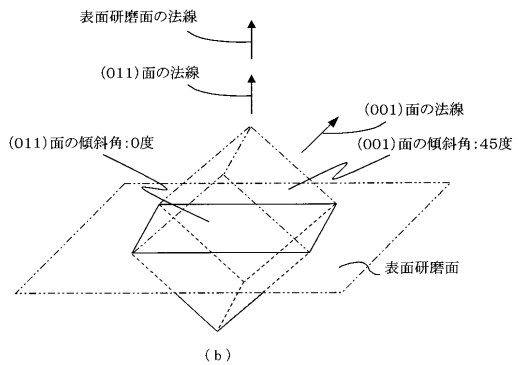
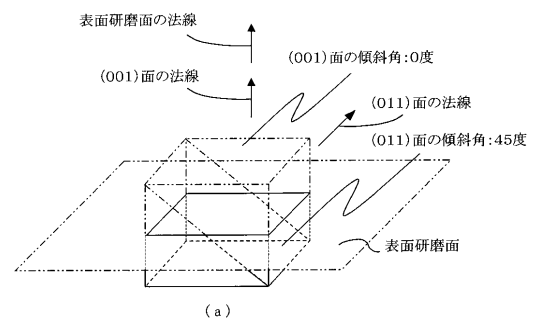
10

【図1】

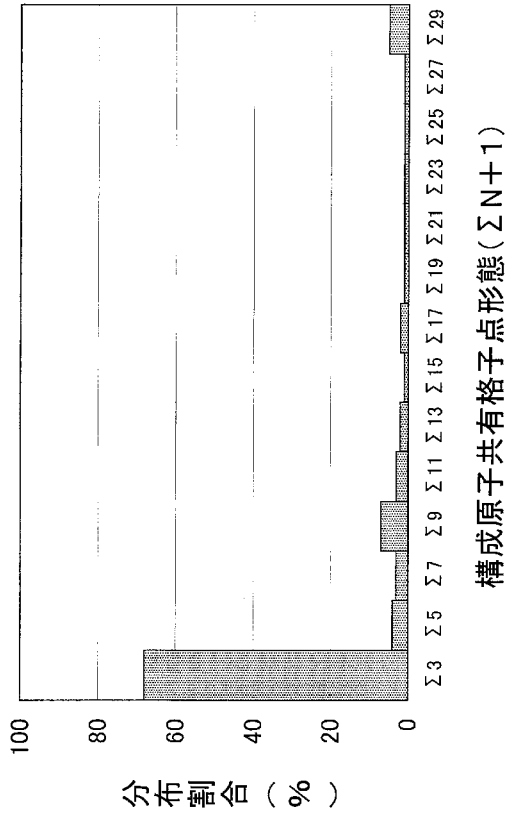


構成原子 { ○ : Ti  
● : 炭素  
⊗ : 窒素 } 格子点

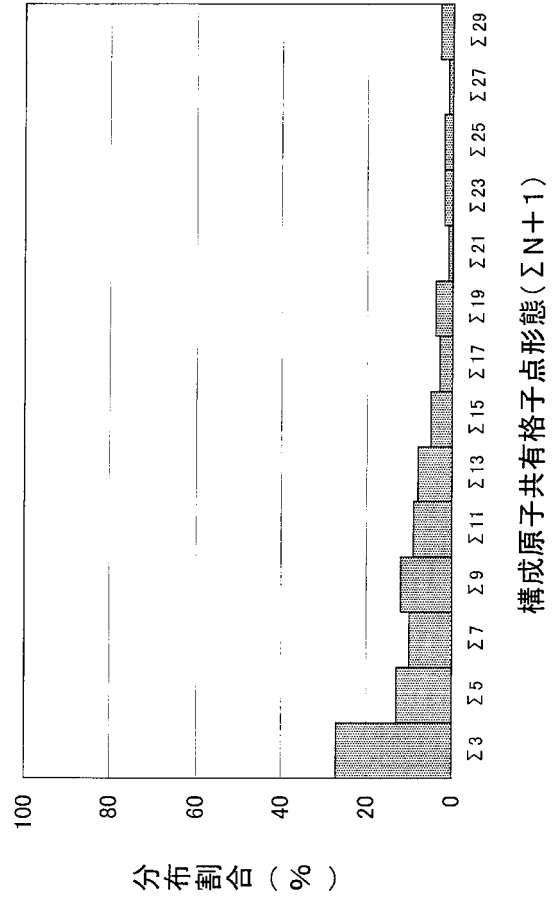
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



## フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-117706(JP,A)

特開2001-315004(JP,A)

Wen-Pin Sun, Duen-Jen Cheng and Min-Hsiung Hon, 「Five-ling twinned crystals of titanium carbon nitride」, Journal of Crystal Growth, Elsevier Science, 1985年 6月, vol.71, No.3, p787-790

A. Larsson, S. Rupp, 「Microstructure and properties of Ti(C,N) coatings produced by moderate temperature chemical vapour deposition」, Thin Solid Films, Elsevier Science, 2002年 1月, vol.402 No.1-2, p203-210

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23B 27/14

B23B 51/00

B23C 5/16

B23P 15/28

C23C 16/32

C23C 16/34

C23C 16/36

C23C 16/40

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamII)

Science Direct