

(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2005-342856

(P2005-342856A)

(43) 公開日 平成17年12月15日(2005.12.15)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
<b>B 2 3 C</b> 5/16	B 2 3 C 5/16	3 C 0 3 7
<b>B 2 3 B</b> 27/14	B 2 3 B 27/14	A 3 C 0 4 6
<b>B 2 3 B</b> 51/00	B 2 3 B 51/00	J

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2004-166791 (P2004-166791)	(71) 出願人	000006264 三菱マテリアル株式会社 東京都千代田区大手町1丁目5番1号
(22) 出願日	平成16年6月4日(2004.6.4)	(71) 出願人	596091392 三菱マテリアル神戸ツールズ株式会社 兵庫県明石市魚住町金ヶ崎西大池179-1
		(74) 代理人	100076679 弁理士 富田 和夫
		(74) 代理人	100094824 弁理士 鴨井 久太郎
		(72) 発明者	近藤 暁裕 茨城県結城郡石下町大字古間木1511番地 三菱マテリアル株式会社筑波製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 断続重切削条件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超硬合金製切削工具

## (57) 【要約】

【課題】 断続重切削条件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超硬合金製切削工具を提供する。

【解決手段】 表面被覆超硬合金製切削工具が、炭化タングステン基超硬合金または炭窒化チタン系サーメットからなる超硬基体の表面に、(a) 1~10 μmの平均層厚を有し、かつ、組成式： $(Ti_{1-(x+z)} Al_x Si_z)_n$  (ただし、原子比で、xは0.45~0.70、zは0.01~0.15を示す)を満足するTiとAlとSiの複合窒化物層からなる下部層、(b) 0.5~5 μmの平均層厚を有する酸化ジルコニウム層からなる上部層、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。

【選択図】 なし

## 【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超硬基体の表面に、

(a)  $1 \sim 10 \mu\text{m}$ の平均層厚を有し、かつ、組成式： $(\text{Ti}_{1-(x+z)} \text{Al}_x \text{Si}_z)_\text{N}$ （ただし、原子比で、 $x$ は $0.45 \sim 0.70$ 、 $z$ は $0.01 \sim 0.15$ を示す）を満足するTiとAlとSiの複合窒化物層からなる下部層、

(b)  $0.5 \sim 5 \mu\text{m}$ の平均層厚を有する酸化ジルコニウム層からなる上部層、

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、断続重切削条件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超硬合金製切削工具。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、各種の鋼や鋳鉄などの被削材の切削加工に際して、特にスローアウエイチップを高切り込みや高送りなどの重切削条件での断続切削に用いた場合や、断続切削形態をとるエンドミルやドリルなどによる切削加工を重切削条件で行った場合にも、切削時に発生する高い機械的熱的衝撃にもかかわらず、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表面被覆超硬合金製切削工具（以下、被覆超硬工具という）に関するものである。

## 【背景技術】

20

## 【0002】

一般に、被覆超硬工具には、各種の鋼や鋳鉄などの被削材の旋削加工や平削り加工にバイトの先端部に着脱自在に取り付けて用いられるスローアウエイチップ、前記被削材の穴あけ切削加工などに用いられるドリルやミニチュアドリル、さらに前記被削材の面削加工や溝加工、肩加工などに用いられるソリッドタイプのエンドミルなどがあり、また前記スローアウエイチップを着脱自在に取り付けて前記ソリッドタイプのエンドミルと同様に切削加工を行うスローアウエイエンドミル工具などが知られている。

## 【0003】

また、被覆超硬工具として、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超硬基体の表面に、

30

組成式： $(\text{Ti}_{1-(x+z)} \text{Al}_x \text{Si}_z)_\text{N}$ （ただし、原子比で、 $x$ は $0.45 \sim 0.70$ 、 $z$ は $0.01 \sim 0.15$ を示す）、

を満足するTiとAlとSiの複合窒化物〔以下、 $(\text{Ti}, \text{Al}, \text{Si})\text{N}$ で示す〕層からなる硬質被覆層を $1 \sim 10 \mu\text{m}$ の平均層厚で蒸着形成してなる被覆超硬工具が知られており、前記 $(\text{Ti}, \text{Al}, \text{Si})\text{N}$ 層が、構成成分であるAlによって高温硬さと耐熱性、同Tiによって高温強度を具備し、さらに同Siによる一段の耐熱性向上効果と相俟って、これを各種の鋼や鋳鉄などの連続切削や断続切削加工に用いた場合にすぐれた切削性能を発揮することも知られている。

## 【0004】

さらに、上記の被覆超硬工具が、例えば図2に概略説明図で示される物理蒸着装置の1種であるアーキオンプレーティング装置に上記の超硬基体を装着し、ヒータで装置内を、例えば $500$ の温度に加熱した状態で、まず、装置内を真空雰囲気とし、前記超硬基体には、例えば $-1000\text{V}$ のバイアス電圧を印加し、一方カソード電極として装着されたボンバード洗浄用金属Crとアノード電極との間に、例えば電流： $90\text{A}$ の条件でアーキ放電を発生させて、前記超硬基体表面をCrボンバード洗浄し、ついで硬質被覆層である $(\text{Ti}, \text{Al}, \text{Si})\text{N}$ 層形成用カソード電極（蒸発源）として装着された所定組成を有するTi-Al-Si合金とアノード電極との間に、例えば電流： $90\text{A}$ の条件でアーキ放電を発生させ、同時に装置内に反応ガスとして窒素ガスを導入して、例えば $2\text{Pa}$ の反応雰囲気とし、一方上記超硬基体には、例えば $-100\text{V}$ のバイアス電圧を印加した条件で、前記超硬基体の表面に、上記 $(\text{Ti}, \text{Al}, \text{Si})\text{N}$ 層からなる硬質被覆層を蒸着

40

50

することにより製造されることも知られている。

【特許文献1】特許第2793773号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

近年の切削加工装置の高性能化はめざましく、一方で切削加工に対する効率化の要求も強く、これに伴い、切削加工を切削条件である切り込みや送りなどを大きくした重切削条件で行う傾向にあるが、上記の従来被覆超硬工具においては、これを鋼や鋳鉄などの切削加工を通常の切削加工条件で行うのに用いた場合には問題はないが、特にスローアウェイチップを高切り込みや高送りなどの重切削条件での断続切削に用いた場合や、断続切削形態をとるエンドミルやドリルなどによる切削加工を重切削条件で行った場合には、切削時に発生する高い機械的熱的衝撃によって相対的に高硬度を有する上記(Ti, Al, Si)N層にチップング(微少欠け)が発生するようになり、これが原因で比較的短時間で使用寿命に至るのが現状である。

10

【課題を解決するための手段】

【0006】

そこで、本発明者等は、上述のような観点から、特に断続重切削条件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超硬工具を開発すべく、上記の従来被覆超硬工具に着目し、研究を行った結果、

(a) 上記従来被覆超硬工具の硬質被覆層である(Ti, Al, Si)N層を下部層とし、これの上に上部層として酸化ジルコニウム(以下、ZrO<sub>2</sub>で示す)層を形成すると、前記ZrO<sub>2</sub>層は、切削時の発生熱で著しく靱性化して、断続重切削時に発生する高い機械的熱的衝撃を十分に吸収し、下部層である前記(Ti, Al, Si)N層に前記衝撃が及ばないように作用することから、前記(Ti, Al, Si)N層におけるチップング発生がなくなり、前記(Ti, Al, Si)N層のもつすぐれた特性が長期に亘って十分に発揮されるようになること。

20

【0007】

(b) 上記(a)の硬質被覆層は、例えば図1(a)に概略平面図で、同(b)に概略正面図で示される構造のアーキオンプレーティング装置(以下、AIP装置と略記する)とスパッタリング装置(以下、SP装置と略記する)が共存する蒸着装置、すなわち装置中央部に超硬基体装着用回転テーブルを設け、前記回転テーブルを挟んで、一方側に前記AIP装置のカソード電極(蒸発源)としてTi-Al-Si合金、他方側に前記SP装置のカソード電極(蒸発源)として金属Zrを対向配置し、さらに前記AIP装置のカソード電極としてボンバード洗浄用金属Crを配置した蒸着装置を用い、この装置の前記回転テーブル上の中心軸から半径方向に所定距離離れた位置に外周部に沿って複数の超硬基体をリング状に装着し、この状態で装置内雰囲気真空雰囲気として前記回転テーブルを回転させると共に、蒸着形成される硬質被覆層の層厚均一化を図る目的で超硬基体自体も自転させながら、まず、前記金属Crとアノード電極との間にアーク放電を発生させて、前記超硬基体表面をCrボンバード洗浄した後、前記蒸着装置内の雰囲気窒素雰囲気として、前記Ti-Al-Si合金のカソード電極(蒸発源)とアノード電極との間にアーク放電を発生させて、前記超硬基体の表面に下部層として(Ti, Al, Si)N層を1~10μmの平均層厚で蒸着し、ついで、前記SP装置のカソード電極(蒸発源)として配置した金属Zrのスパッタリングを開始し、同時に前記蒸着装置内の雰囲気を、窒素雰囲気に代って、酸素雰囲気とする条件で、前記(Ti, Al, Si)N層を重ねて上部層として0.5~5μmの平均層厚でZrO<sub>2</sub>層を蒸着することにより形成することができること。

30

40

以上(a)および(b)に示される研究結果を得たのである。

【0008】

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、超硬基体の表面に、

(a) 1~10μmの平均層厚を有し、かつ、組成式： $(Ti_{1-(x+z)}Al_xS$

50

$i_z$ ) N (ただし、原子比で、Xは0.45~0.70、Zは0.01~0.15を示す)を満足する(Ti, Al, Si)N層からなる下部層、

(b) 0.5~5 $\mu$ mの平均層厚を有するZrO<sub>2</sub>層からなる上部層、

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、断続重切削条件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超硬工具に特徴を有するものである。

#### 【0009】

つぎに、この発明の被覆超硬工具の硬質被覆層の構成層に関し、上記の通りに数値限定した理由を説明する。

(a) 下部層の組成式および平均層厚

硬質被覆層の下部層を構成する(Ti, Al, Si)N層におけるAl成分には高温硬さと耐熱性を向上させ、一方同Ti成分には高温強度を向上させ、さらに同Si成分にはAlとの共存において一段と耐熱性を向上させる作用があるが、Alの割合を示すX値がTiとSiとの含量に占める割合(原子比、以下同じ)で0.45未満になると、相対的にTiの割合が多くなり過ぎて、すぐれた高温硬さと耐熱性を確保することができず、摩耗進行が急激に促進するようになり、一方Alの割合を示すX値が同0.70を越えると、相対的にTiの割合が少なくなり過ぎて、高温強度が急激に低下し、チップングが発生し易くなることから、X値を0.45~0.70と定めた。

また、Siの割合を示すZ値がTiとAlの含量に占める割合で、0.01未満では、所望の耐熱性向上効果が得られず、一方同Z値が0.15を超えると、高温強度が低下するようになることから、Z値を0.01~0.15と定めた。

さらに、その平均層厚が1 $\mu$ m未満では、自身のもつすぐれた耐摩耗性を長期に亘って発揮するには不十分であり、一方その平均層厚が10 $\mu$ mを超えると、チップングが発生し易くなることから、その平均層厚を1~10 $\mu$ mと定めた。

#### 【0010】

(b) 上部層の平均層厚

上部層を構成するZrO<sub>2</sub>層は、上記の通り切削時の発生熱で著しく靱性化して、断続重切削時に発生する高い機械的熱的衝撃を十分に吸収し、下部層である前記(Ti, Al, Si)N層に前記衝撃が及ばないようにする作用を有するが、その平均層厚が0.5 $\mu$ m未満では、前記作用を十分に発揮することができず、一方その平均層厚が5 $\mu$ mを越えて厚くなり過ぎると、偏摩耗の原因となる熱塑性変形を起こし易くなり、摩耗が促進されるようになることから、その平均層厚を0.5~5 $\mu$ mと定めた。

#### 【発明の効果】

#### 【0011】

この発明の被覆超硬工具は、硬質被覆層を構成する上部層のZrO<sub>2</sub>層の作用で断続重切削時に発生する高い機械的熱的衝撃が吸収され、前記高衝撃が下部層の(Ti, Al, Si)N層に及ばないことから、断続重切削条件での切削加工でも、前記(Ti, Al, Si)N層にチップングの発生なく、これの具備するすぐれた高温硬さと耐熱性、およびすぐれた高温強度によってすぐれた耐摩耗性を長期に亘って発揮するものである。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0012】

つぎに、この発明の被覆超硬工具を実施例により具体的に説明する。

#### 【実施例1】

#### 【0013】

原料粉末として、いずれも1~3 $\mu$ mの平均粒径を有するWC粉末、TiC粉末、ZrC粉末、VC粉末、TaC粉末、NbC粉末、Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>粉末、TiN粉末、Ta<sub>2</sub>N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、ボールミルで72時間湿式混合し、乾燥した後、100MPaの圧力で圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を6Paの真空中、温度：1400に1時間保持の条件で焼結し、焼結後、切刃部分にR：0.03のホーニング加工を施してISO規格・CNMG120408のチップ形状をもったWC基超硬合金製の超硬基体A-1~A-10を形成した。

10

20

30

40

50

## 【0014】

また、原料粉末として、いずれも $0.5 \sim 2 \mu\text{m}$ の平均粒径を有するTiCN(重量比でTiC/TiN=50/50)粉末、 $\text{Mo}_2\text{C}$ 粉末、ZrC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、100MPaの圧力で圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を2kPaの窒素雰囲気中、温度：1500に1時間保持の条件で焼結し、焼結後、切刃部分にR：0.03のホーニング加工を施してISO規格・CNMG120408のチップ形状をもったTiCN基サーメット製の超硬基体B-1～B-6を形成した。

## 【0015】

(a) ついで、上記の超硬基体A-1～A-10およびB-1～B-6のそれぞれを、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、図1に示される蒸着装置内の回転テーブル上の中心軸から半径方向に所定距離離れた位置に外周部にそって装着し、一方側のAIP装置のカソード電極(蒸発源)として所定の組成を有する下部層形成用Ti-Al-Si合金を配置し、他方側のSP装置のカソード電極(蒸発源)として上部層形成用金属Zrを対向配置し、さらにAIP装置のカソード電極としてボンバード洗浄用金属Crも配置し、

(b) まず、装置内を排気して0.1Pa以下の真空に保持しながら、ヒーターで装置内を500に加熱した後、前記回転テーブル上で自転しながら回転する超硬基体に-1000Vの直流バイアス電圧を印加し、かつカソード電極の前記金属Crとアノード電極との間に100Aの電流を流してアーク放電を発生させ、もって超硬基体表面をCrボンバード洗浄し、

(c) 上記のボンバード洗浄用金属Crのカソード電極とアノード電極との間のアーク放電を停止し、装置内に反応ガスとして窒素ガスを導入して3Paの反応雰囲気とすると共に、前記回転テーブル上で自転しながら回転する超硬基体に-100Vの直流バイアス電圧を印加し、かつカソード電極の前記Ti-Al-Si合金とアノード電極との間に100Aの電流を流してアーク放電を発生させ、もって前記超硬基体の表面に、表3に示される目標組成および目標層厚の(Ti, Al, Si)N層を硬質被覆層の下部層として蒸着形成し、

(d) ついで、上記の下部層形成用Ti-Al-Si合金のカソード電極とアノード電極との間のアーク放電を停止し、超硬基体への直流バイアス電圧(-100V)は同じくしたままで、前記SP装置のカソード電極(蒸発源)として配置した金属Zrに、スパッタ出力：3kWの条件でスパッタリングを開始し、同時に前記蒸着装置内の雰囲気を、窒素雰囲気に代って、3Paの酸素雰囲気とし、もって同じく表3に示される目標層厚の $\text{ZrO}_2$ 層を硬質被覆層の上部層として蒸着形成することにより、本発明被覆超硬工具としての本発明表面被覆超硬製スローアウェイチップ(以下、本発明被覆チップと云う)1～16をそれぞれ製造した。

## 【0016】

また、比較の目的で、これら超硬基体A-1～A-10およびB-1～B-6を、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、それぞれ図2に示されるアークイオンプレATING装置、すなわち、カソード電極(蒸発源)として種々の成分組成をもった硬質被覆層である(Ti, Al, Si)N層形成用Ti-Al-Si合金を装着し、さらにカソード電極としてボンバード洗浄用金属Crも配置したアークイオンプレATING装置に装入し、まず、装置内を排気して0.1Pa以下の真空に保持しながら、ヒーターで装置内を500に加熱した後、前記超硬基体に-1000Vの直流バイアス電圧を印加し、かつカソード電極の前記金属Crとアノード電極との間に100Aの電流を流してアーク放電を発生させ、もって超硬基体表面をCrボンバード洗浄し、ついで装置内に反応ガスとして窒素ガスを導入して3Paの反応雰囲気とすると共に、前記超硬基体に印加するバイアス電圧を-100Vに下げて、前記Ti-Al-Si合金のカソード電極とアノード電極との間にアーク放電を発生させ、もって前記超硬基体A-1～A-10およびB-1～

10

20

30

40

50

B - 6 のそれぞれの表面に、表 4 に示される目標組成および目標層厚の (Ti, Al, Si) N 層を硬質被覆層として蒸着形成することにより、従来被覆超硬工具としての従来表面被覆超硬製スローアウェイチップ (以下、従来被覆チップと云う) 1 ~ 16 をそれぞれ製造した。

【0017】

つぎに、上記の各種の被覆チップを、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、本発明被覆チップ 1 ~ 16 および従来被覆チップ 1 ~ 16 について

被削材：JIS・SNCM439 の長さ方向等間隔 4 本縦溝入り丸棒、

切削速度：170 m/min、

切り込み：4 mm、

送り：0.15 mm/rev、

切削時間：10分、

の条件 (切削条件 A) での合金鋼の乾式断続高切り込み切削加工試験 (通常の切り込みは 2 mm)、

被削材：JIS・FC250 の長さ方向等間隔 4 本縦溝入り丸棒、

切削速度：210 m/min、

切り込み：1.8 mm、

送り：0.6 mm/rev、

切削時間：10分、

の条件 (切削条件 B) での鋳鉄の乾式断続高送り切削加工試験 (通常の送りは 0.3 mm/rev)、

被削材：JIS・S50C の長さ方向等間隔 4 本縦溝入り丸棒、

切削速度：200 m/min、

切り込み：3.5 mm、

送り：0.5 mm/rev、

切削時間：10分、

の条件 (切削条件 C) での炭素鋼の乾式断続高切り込み・高送り切削加工試験 (通常の切り込みおよび送りは 2 mm および 0.3 mm/rev) を行い、いずれの切削加工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 5 に示した。

【0018】

10

20

30

【表 1】

種別	配合組成 (質量%)										
	Co	TiC	ZrC	VC	TaC	NbC	Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	TiN	TaN	WC	
A-1	10.5	8	-	-	8	1.5	-	-	-	残	
A-2	7	-	-	-	-	-	-	-	-	残	
A-3	5.7	-	-	-	1.5	0.5	-	-	-	残	
A-4	5.7	-	-	-	-	-	1	-	-	残	
A-5	8.5	-	0.5	-	-	-	0.5	-	-	残	
A-6	9	-	-	-	2.5	1	-	-	-	残	
A-7	9	8.5	-	-	8	3	-	-	-	残	
A-8	11	8	-	-	4.5	-	-	1.5	-	残	
A-9	12.5	2	-	-	-	-	-	1	2	残	
A-10	14	-	-	0.2	-	-	0.8	-	-	残	

超硬基体

【表 2】

種 別		配 合 組 成 (質 量%)							
		Co	Ni	ZrC	TaC	NbC	Mo <sub>2</sub> C	WC	TiCN
超 硬 基 体	B-1	13	5	—	10	—	10	16	残
	B-2	8	7	—	5	—	7.5	—	残
	B-3	5	—	—	—	—	6	10	残
	B-4	10	5	—	11	2	—	—	残
	B-5	9	4	1	8	—	10	10	残
	B-6	12	5.5	—	10	—	9.5	14.5	残

【 0 0 2 0 】



【表 3】

種別	超硬 基体 記号	硬質被覆層						
		下部層[(Ti, Al, Si)N層]					上部層 (ZrO <sub>2</sub> )	
		目標組成(原子比)				目標 層厚 ( $\mu\text{m}$ )	目標 層厚 ( $\mu\text{m}$ )	
		Ti	Al	Si	N			
本 発 明 被 覆 チ ッ プ	1	A-1	0.40	0.45	0.15	1.00	4	2
	2	A-2	0.45	0.50	0.05	1.00	8	4.5
	3	A-3	0.35	0.55	0.10	1.00	6	3.5
	4	A-4	0.39	0.60	0.01	1.00	7	3
	5	A-5	0.30	0.65	0.05	1.00	2	2.5
	6	A-6	0.20	0.70	0.10	1.00	10	0.5
	7	A-7	0.54	0.45	0.01	1.00	5	5
	8	A-8	0.25	0.70	0.05	1.00	3	4
	9	A-9	0.40	0.50	0.10	1.00	1	2
	10	A-10	0.20	0.65	0.15	1.00	9	1.5
	11	B-1	0.40	0.55	0.05	1.00	4	2
	12	B-2	0.30	0.60	0.10	1.00	8	4.5
	13	B-3	0.40	0.50	0.10	1.00	6	3.5
	14	B-4	0.30	0.65	0.05	1.00	7	3
	15	B-5	0.40	0.45	0.15	1.00	2	2.5
	16	B-6	0.29	0.70	0.01	1.00	10	0.5

10

20

30

【 0 0 2 1 】

【表 4】

種 別	超硬 基体 記号	硬 質 被 覆 層					
		目 標 組 成 ( 原 子 比 )				目 標 層 厚 ( $\mu\text{m}$ )	
		Ti	Al	Si	N		
従 来 被 覆 チ ッ プ	1	A-1	0.40	0.45	0.15	1.00	4
	2	A-2	0.45	0.50	0.05	1.00	8
	3	A-3	0.35	0.55	0.10	1.00	6
	4	A-4	0.39	0.60	0.01	1.00	7
	5	A-5	0.30	0.65	0.05	1.00	2
	6	A-6	0.20	0.70	0.10	1.00	10
	7	A-7	0.54	0.45	0.01	1.00	5
	8	A-8	0.25	0.70	0.05	1.00	3
	9	A-9	0.40	0.50	0.10	1.00	1
	10	A-10	0.20	0.65	0.15	1.00	9
	11	B-1	0.40	0.55	0.05	1.00	4
	12	B-2	0.30	0.60	0.10	1.00	8
	13	B-3	0.40	0.50	0.10	1.00	6
	14	B-4	0.30	0.65	0.05	1.00	7
	15	B-5	0.40	0.45	0.15	1.00	2
	16	B-6	0.29	0.70	0.01	1.00	10

10

20

30

【 0 0 2 2 】

【表 5】

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 チ ッ プ	1	0.15	0.14	0.18	従 来 被 覆 チ ッ プ	1	4.5分※	4.6分※	1.8分※
	2	0.13	0.12	0.16		2	5.1分※	5.8分※	2.2分※
	3	0.14	0.14	0.17		3	4.5分※	3.5分※	2.3分※
	4	0.12	0.14	0.17		4	2.6分※	4.3分※	1.6分※
	5	0.15	0.14	0.16		5	3.2分※	5.3分※	2.0分※
	6	0.14	0.13	0.17		6	2.7分※	5.4分※	1.1分※
	7	0.15	0.11	0.16		7	5.7分※	4.2分※	1.3分※
	8	0.12	0.15	0.18		8	4.3分※	5.8分※	2.5分※
	9	0.14	0.13	0.18		9	4.8分※	4.1分※	2.4分※
	10	0.13	0.11	0.16		10	3.4分※	5.0分※	1.2分※
	11	0.16	0.13	0.15		11	4.7分※	4.2分※	1.1分※
	12	0.13	0.13	0.16		12	2.7分※	2.0分※	2.0分※
	13	0.11	0.15	0.18		13	3.7分※	4.8分※	1.8分※
	14	0.16	0.14	0.17		14	3.2分※	5.5分※	1.8分※
	15	0.13	0.12	0.16		15	2.4分※	3.2分※	1.2分※
	16	0.12	0.11	0.15		16	5.2分※	3.4分※	1.6分※

(表中、※印は硬質被覆層に発生したチッピングが原因で使用寿命に至った時間を示す)

## 【実施例 2】

## 【0023】

原料粉末として、平均粒径：5.5 μmを有する中粗粒WC粉末、同0.8 μmの微粒WC粉末、同1.3 μmのTaC粉末、同1.2 μmのNbC粉末、同1.2 μmのZrC粉末、同2.3 μmのCr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>粉末、同1.5 μmのVC粉末、同1.0 μmの(Ti, W)C [質量比で、TiC/WC = 50/50]粉末、および同1.8 μmのCo粉末を用意し、これら原料粉末をそれぞれ表6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、100 MPaの圧力で所定形状の各種の圧粉体にプレス成形し、これらの圧粉体を、6 Paの真空雰囲気中、7 /分の昇温速度で1370 ~ 1470 の範囲内の所定の温度に昇温し、この温度に1時間保持後、炉冷の条件で焼結して、直径が8 mm、13 mm、および26 mmの3種の超硬基体形成用丸棒焼結体を形成し、さらに前記の3種の丸棒焼結体から、研削加工にて、表7に示される組合せで、切刃部の直径×長さがそれぞれ6 mm×13 mm、10 mm×22 mm、および20 mm×45 mmの寸法、並びにいずれもねじれ角30度の4枚刃スクエア形状をもったWC基超硬合金製の超硬基体(エンドミル)C-1~C-8をそ

10

20

30

40

50

れぞれ製造した。

【0024】

ついで、これらの超硬基体（エンドミル）C-1～C-8の表面をアセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、同じく図1に示される蒸着装置に装入し、上記実施例1と同一の条件で、表7に示される目標組成および目標層厚の（Ti, Al, Si）N層からなる下部層と、同じく表7に示される目標層厚のZrO<sub>2</sub>層からなる上部層で構成された硬質被覆層を蒸着形成することにより、本発明被覆超硬工具としての本発明表面被覆超硬製エンドミル（以下、本発明被覆エンドミルと云う）1～8をそれぞれ製造した。

【0025】

また、比較の目的で、上記の超硬基体（エンドミル）C-1～C-8の表面をアセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、同じく図2に示される蒸着装置に装入し、上記実施例1と同一の条件で、同じく表7に示される目標組成および目標層厚の（Ti, Al, Si）N層からなる硬質被覆層を蒸着することにより、従来被覆超硬工具としての従来表面被覆超硬製エンドミル（以下、従来被覆エンドミルと云う）1～8をそれぞれ製造した。

【0026】

つぎに、上記本発明被覆エンドミル1～8および従来被覆エンドミル1～8のうち、本発明被覆エンドミル1～3および従来被覆エンドミル1～3については、

被削材 - 平面：100mm×250mm、厚さ：50mmの寸法をもったJIS・FC300の板材、

切削速度：80m/min、

溝深さ（切り込み）：4mm、

テーブル送り：450mm/分、

の条件での鋳鉄の乾式高切り込み溝切削加工試験（通常の溝深さは2mm）、本発明被覆エンドミル4～6および従来被覆エンドミル4～6については、

被削材 - 平面：100mm×250mm、厚さ：50mmの寸法をもったJIS・S45Cの板材、

切削速度：80m/min、

溝深さ（切り込み）：3.5mm、

テーブル送り：700mm/分、

の条件での炭素鋼の乾式高送り溝切削加工試験（通常のテーブル送りは450mm/分）、本発明被覆エンドミル7, 8および従来被覆エンドミル7, 8については、

被削材 - 平面：100mm×250mm、厚さ：50mmの寸法をもったJIS・SCM440の板材、

切削速度：60m/min、

溝深さ（切り込み）：12mm、

テーブル送り：400mm/分、

の条件での合金鋼の乾式高切り込み・高送り溝切削加工試験（通常の溝深さおよびテーブル送りは8mmおよび240mm/分）をそれぞれ行い、いずれの溝切削加工試験でも切刃部の外周刃の逃げ面摩耗幅が使用寿命の目安とされる0.1mmに至るまでの切削溝長を測定した。この測定結果を表7にそれぞれ示した。

【0027】

10

20

30

40

【表 6】

種別	配 合 組 成 ( 質 量 % )								切刃部の 直径×長さ (mm)	
	Co	(Ti, W)C	TaC	NbC	ZrC	Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	VC	WC		
C-1	5	5	-	-	-	-	-	-	中粗粒:残	6×13
C-2	6	-	1	0.5	-	-	-	-	微粒:残	6×13
C-3	6	-	1	-	1	0.5	0.5	0.5	微粒:残	6×13
C-4	8	-	-	-	-	0.5	0.5	0.5	微粒:残	10×22
C-5	9	25	10	1	-	-	-	-	中粗粒:残	10×22
C-6	10	-	-	-	-	1	-	-	微粒:残	10×22
C-7	12	17	9	1	-	-	-	-	中粗粒:残	20×45
C-8	16	-	10	5	10	-	-	-	中粗粒:残	20×45

超硬基体 ( エントニル )

【 0 0 2 8 】

10

20

30

【表 7】

種別	超硬 基体 記号	硬質被覆層							切削 溝長 (m)
		下部層[Ti, Al, Si]N層					上部層 (ZrO <sub>2</sub> )		
		目標組成(原子比)				目標 層厚 (μm)	目標 層厚 (μm)		
		Ti	Al	Si	N				
本 発 明 被 覆 工 程 ミ ル	1	C-1	0.40	0.55	0.05	1.00	4	2	80
	2	C-2	0.25	0.65	0.10	1.00	3	3	75
	3	C-3	0.49	0.50	0.01	1.00	2	0.5	80
	4	C-4	0.40	0.45	0.15	1.00	5	1	85
	5	C-5	0.25	0.70	0.05	1.00	1	1.5	90
	6	C-6	0.30	0.60	0.10	1.00	2.5	2.5	90
	7	C-7	0.30	0.65	0.05	1.00	4	1	70
	8	C-8	0.35	0.50	0.15	1.00	3.5	2	75
従 来 被 覆 工 程 ミ ル	1	C-1	0.40	0.55	0.05	1.00	4	—	12※
	2	C-2	0.25	0.65	0.10	1.00	3	—	10※
	3	C-3	0.49	0.50	0.01	1.00	2	—	8※
	4	C-4	0.40	0.45	0.15	1.00	5	—	7※
	5	C-5	0.25	0.70	0.05	1.00	1	—	11※
	6	C-6	0.30	0.60	0.10	1.00	2.5	—	9※
	7	C-7	0.30	0.65	0.05	1.00	4	—	7※
	8	C-8	0.35	0.50	0.15	1.00	3.5	—	11※

(表中、※印は硬質被覆層に発生したチップングが原因で使用寿命に至るまでの溝長を示す)

## 【実施例 3】

## 【0029】

上記の実施例 2 で製造した直径が 8 mm (超硬基体 C-1 ~ C-3 形成用)、13 mm (超硬基体 C-4 ~ C-6 形成用)、および 26 mm (超硬基体 C-7、C-8 形成用) の 3 種の丸棒焼結体を用い、この 3 種の丸棒焼結体から、研削加工にて、溝形成部の直径 × 長さがそれぞれ 4 mm × 13 mm (超硬基体 D-1 ~ D-3)、8 mm × 22 mm (超硬基体 D-4 ~ D-6)、および 16 mm × 45 mm (超硬基体 D-7、D-8) の寸法、並びにいずれもねじれ角 30 度の 2 枚刃形状をもった WC 基超硬合金製の超硬基体 (ドリル) D-1 ~ D-8 をそれぞれ製造した。

## 【0030】

ついで、これらの超硬基体 (ドリル) D-1 ~ D-8 の切刃に、ホーニングを施し、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、同じく図 1 に示される蒸着装置に装入し、上記実施例 1 と同一の条件で、表 8 に示される目標組成および目標層厚の (Ti, Al, Si) N 層からなる下部層と、同じく表 8 に示される目標層厚の ZrO<sub>2</sub> 層からなる上部層

10

20

30

50

で構成された硬質被覆層を蒸着形成することにより、本発明被覆超硬工具としての本発明表面被覆超硬製ドリル（以下、本発明被覆ドリルと云う）1～8をそれぞれ製造した。

【0031】

また、比較の目的で、上記の超硬基体（ドリル）D-1～D-8の表面に、ホーニングを施し、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、同じく図2に示される蒸着装置に装入し、上記実施例1と同一の条件で、同じく表8に示される目標組成および目標層厚を有する（Ti, Al, Si）N層からなる硬質被覆層を蒸着形成することにより、従来被覆超硬工具としての従来表面被覆超硬製ドリル（以下、従来被覆ドリルと云う）1～8をそれぞれ製造した。

【0032】

つぎに、上記本発明被覆ドリル1～8および従来被覆ドリル1～8のうち、本発明被覆ドリル1～3および従来被覆ドリル1～3については、

被削材 - 平面：100mm×250mm、厚さ：50mmの寸法をもったJIS・SNCM439の板材、

切削速度：40m/min、

送り：0.4mm/rev、

穴深さ：8mm、

の条件での合金鋼の湿式高送り穴あけ切削加工試験（通常の送りは0.2mm/rev.）、本発明被覆ドリル4～6および従来被覆ドリル4～6については、

被削材 - 平面：100mm×250mm、厚さ：50mmの寸法をもったJIS・S45Cの板材、

切削速度：50m/min、

送り：0.5mm/rev、

穴深さ：16mm、

の条件での炭素鋼の湿式高送り穴あけ切削加工試験（通常の送りは0.25mm/rev.）、本発明被覆ドリル7, 8および従来被覆ドリル7, 8については、

被削材 - 平面：100mm×250mm、厚さ：50mmの寸法をもったJIS・FC300の板材、

切削速度：70m/min、

送り：0.7mm/rev、

穴深さ：32mm、

の条件での鋳鉄の湿式高送り穴あけ切削加工試験（通常の送りは0.4mm/rev.）、をそれぞれ行い、いずれの湿式高送り穴あけ切削加工試験（水溶性切削油使用）でも先端切刃面の逃げ面摩耗幅が0.3mmに至るまでの穴あけ加工数を測定した。この測定結果を表8にそれぞれ示した。

【0033】

10

20

30

【表 8】

種別	超硬 基体 記号	硬質被覆層							穴あけ 加工数 (穴)
		下部層[(Ti, Al, Si)N層]					上部層 (ZrO <sub>2</sub> )		
		目標組成(原子比)				目標 層厚 (μm)	目標 層厚 (μm)		
		Ti	Al	Si	N				
本 発 明 被 覆 ド リ ル	1	D-1	0.59	0.45	0.01	1.00	5	2	5200
	2	D-2	0.25	0.65	0.10	1.00	6	3	4800
	3	D-3	0.40	0.55	0.05	1.00	4.5	3.5	4800
	4	D-4	0.30	0.55	0.15	1.00	3.5	2	3000
	5	D-5	0.35	0.60	0.05	1.00	4	2.5	3300
	6	D-6	0.20	0.70	0.10	1.00	7	1.5	3200
	7	D-7	0.30	0.65	0.05	1.00	2	0.5	1200
	8	D-8	0.35	0.50	0.15	1.00	5.5	1	1400
従 来 被 覆 ド リ ル	1	D-1	0.59	0.45	0.01	1.00	5	—	115※
	2	D-2	0.25	0.65	0.10	1.00	6	—	132※
	3	D-3	0.40	0.55	0.05	1.00	4.5	—	127※
	4	D-4	0.30	0.55	0.15	1.00	3.5	—	152※
	5	D-5	0.35	0.60	0.05	1.00	4	—	155※
	6	D-6	0.20	0.70	0.10	1.00	7	—	160※
	7	D-7	0.30	0.65	0.05	1.00	2	—	81※
	8	D-8	0.35	0.50	0.15	1.00	5.5	—	73※

(表中、※印は硬質被覆層に発生したチッピングが原因で使用寿命に至るまでの加工数を示す)

## 【0034】

この結果得られた本発明被覆超硬工具としての本発明被覆チップ1~16、本発明被覆エンドミル1~8、および本発明被覆ドリル1~8の硬質被覆層を構成する(Ti, Al, Si)N層(下部層)の組成、並びに従来被覆超硬工具としての従来被覆チップ1~16、従来被覆エンドミル1~8、および従来被覆ドリル1~8の(Ti, Al, Si)N層からなる硬質被覆層の組成を、透過型電子顕微鏡を用いてのエネルギー分散X線分析法により測定したところ、それぞれ目標組成と実質的に同じ組成を示した。

## 【0035】

また、上記の硬質被覆層の構成層の平均層厚を走査型電子顕微鏡を用いて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値(5ヶ所の平均値)を示した。

## 【0036】

表3~8に示される結果から、本発明被覆超硬工具は、いずれも硬質被覆層を構成する上部層のZrO<sub>2</sub>層の作用で断続重切削時に発生する高い機械的熱的衝撃が吸収され、前記高衝撃が下部層の(Ti, Al, Si)N層に及ばないことから、断続重切削条件での

10

20

30

50



切削加工でも、前記 (Ti, Al, Si) N 層にチッピングの発生なく、前記 (Ti, Al, Si) N 層の有するすぐれた高温硬さと耐熱性、さらにすぐれた高温強度が確保されることから、すぐれた耐摩耗性を長期に亘って発揮するのに対して、硬質被覆層が (Ti, Al, Si) N 層で構成された従来被覆超硬工具においては、いずれも硬質被覆層である前記 (Ti, Al, Si) N 層が断続重切削時に発生する高い機械的熱的衝撃に耐えられず、チッピングが発生し、これが原因で比較的短時間で使用寿命に至ることが明らかである。

【0037】

上述のように、この発明の被覆超硬工具は、特に各種の鋼や鋳鉄などの通常の切削条件での切削加工は勿論のこと、特に高い機械的熱的衝撃を伴う断続重切削加工でも、チッピングの発生なく、すぐれた耐摩耗性を発揮し、長期に亘ってすぐれた切削性能を示すものであるから、切削加工装置の高性能化、並びに切削加工の効率化に十分満足に対応できるものである。

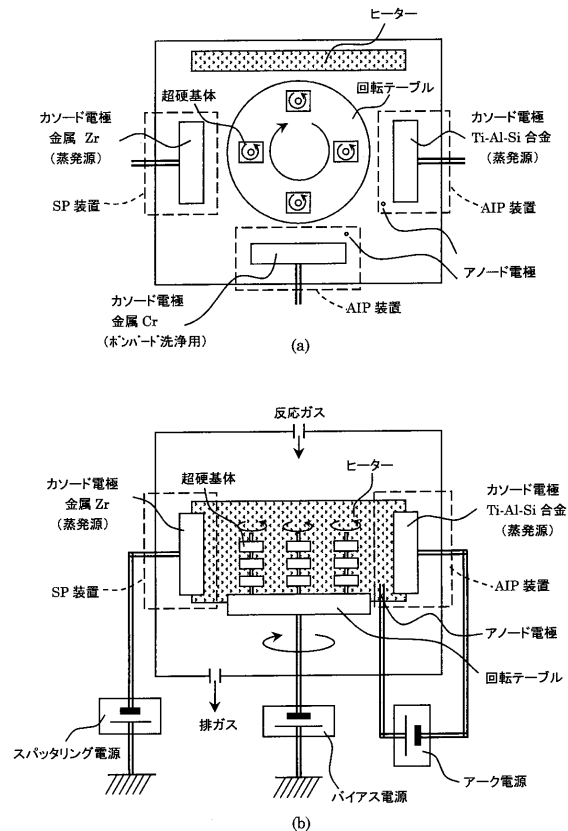
【図面の簡単な説明】

【0038】

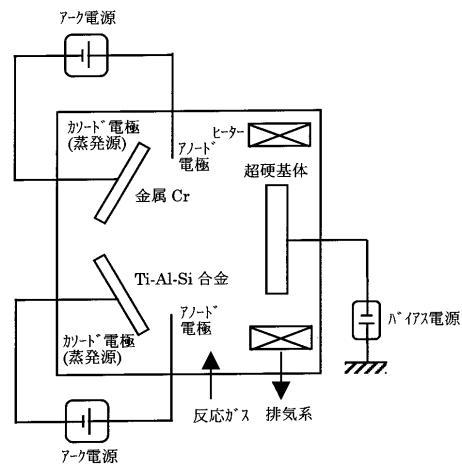
【図1】被覆超硬工具を構成する硬質被覆層を形成するのに用いた蒸着装置を示し、(a)は概略平面図、(b)は概略正面図である。

【図2】通常のアークイオンプレーティング装置の概略説明図である。

【図1】



【図2】



---

フロントページの続き

(72)発明者 田中 裕介

茨城県結城郡石下町大字古間木1511番地 三菱マテリアル株式会社筑波製作所内

Fターム(参考) 3C037 AA02 CC02 CC04 CC09 CC11

3C046 FF03 FF05 FF09 FF10 FF13 FF16