

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4029331号

(P4029331)

(45) 発行日 平成20年1月9日(2008.1.9)

(24) 登録日 平成19年10月26日(2007.10.26)

(51) Int. Cl. F I  
**B 2 3 B 27/14 (2006.01)** B 2 3 B 27/14 A  
**C 2 3 C 14/06 (2006.01)** C 2 3 C 14/06 L

請求項の数 1 (全 23 頁)

|           |                               |           |                       |
|-----------|-------------------------------|-----------|-----------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2002-308020 (P2002-308020)  | (73) 特許権者 | 596091392             |
| (22) 出願日  | 平成14年10月23日(2002.10.23)       |           | 三菱マテリアル神戸ツールズ株式会社     |
| (65) 公開番号 | 特開2004-141994 (P2004-141994A) |           | 兵庫県明石市魚住町金ヶ崎西大池179-1  |
| (43) 公開日  | 平成16年5月20日(2004.5.20)         | (73) 特許権者 | 000006264             |
| 審査請求日     | 平成17年9月2日(2005.9.2)           |           | 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     |
|           |                               | (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  | 前田 浩一                 |
|           |                               |           | 兵庫県明石市魚住町金ヶ崎西大池179番地1 |
|           |                               |           | エムエムシーコベルコツール株式会社内    |
|           |                               |           | 最終頁に続く                |

(54) 【発明の名称】 高速重切削条件で硬質被覆層がすぐれた耐チッピ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】

装置中央部に炭化タングステン基超硬合金基体および炭窒化チタン系サーメット基体のいずれか、または両方の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 A l 最高含有点形成用 A l - T i - S i - B 合金、他方側に T i 最高含有点形成用 T i - A l - S i - B 合金をカソード電極（蒸発源）として対向配置したアークイオンプレーティング装置を用い、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テーブルの外周部に沿って複数の前記基体をリング状に装着し、この状態で装置内雰囲気窒素雰囲気として前記回転テーブルを回転させると共に、前記基体自体も自転させながら、前記の両側のカソード電極（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、前記基体の表面に、T i と A l と S i と B の複合窒化物層からなる硬質被覆層を 1 ～ 15 μm の全体平均層厚で蒸着してなる表面被覆サーメット製切削工具にして

、  
 上記硬質被覆層が、層厚方向にそって、A l 最高含有点と T i 最高含有点とが所定間隔をおいて交互に繰り返し存在し、かつ前記 A l 最高含有点から前記 T i 最高含有点、前記 T i 最高含有点から前記 A l 最高含有点へ A l および T i 含有量がそれぞれ連続的に変化する成分濃度分布構造を有し、

さらに、上記 A l 最高含有点が、組成式： $[A l_{1-x-m-n} T i_x S i_m B_n]$  N（ただし、原子比で、Xは0.20～0.45、m：0.01～0.10、n：0.01～0.10を示す）、

10

20

上記 Ti 最高含有点が、組成式： $[Ti_{1-(Y+m+n)}Al_YSi_mB_n]N$ （ただし、原子比で、Yは0.05～0.20、m：0.01～0.10、n：0.01～0.10を示す）、  
を満足し、かつ隣り合う上記 Al 最高含有点と Ti 最高含有点の間隔が、0.01～0.1  $\mu m$ であること、  
を特徴とする高速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  
サーメット製切削工具。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

10

この発明は、硬質被覆層が一段とすぐれた高強度を有し、かつ高温硬さと耐熱性にもすぐれ、したがって特に各種の鋼や鋳鉄などの高速切削加工を、高い機械的衝撃を伴う高切り込みや高送りなどの重切削条件で行なった場合にも、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。

【0002】

【従来の技術】

一般に、被覆サーメット工具には、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ェイチップ、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ェ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ェイエンドミル工具などが知られている。

20

【0003】

また、被覆サーメット工具として、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サーメット基体の表面に、

組成式： $[Al_{1-(X+m+n)}Ti_XSi_mB_n]N$ （ただし、原子比で、Xは0.20～0.45、m：0.01～0.10、n：0.01～0.10を示す）、を満足する Ti と Al と Si と B の複合窒化物〔以下、(Ti, Al, Si, B)Nで示す〕層からなる硬質被覆層を1～15  $\mu m$ の平均層厚で物理蒸着してなる被覆サーメット工具が提案され、かかる被覆サーメット工具が、硬質被覆層を構成する前記 (Ti, Al, Si, B)N層がすぐれた高温硬さと耐熱性、さらに高強度を有することから、高熱発生を伴う各種の鋼や鋳鉄などの高速連続切削や高速断続切削加工に用いられることも知られている（例えば、特許文献1参照）。

30

【0004】

さらに、上記の被覆サーメット工具が、例えば図2に概略説明図で示される物理蒸着装置の1種であるアークイオンプレATING装置に上記のサーメット基体を装入し、ヒータで装置内を、例えば400℃の温度に加熱した状態で、アノード電極と所定組成を有する Al-Ti-Si-B合金がセットされたカソード電極（蒸発源）との間に、例えば電流：90Aの条件でアーク放電を発生させ、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2Paの反応雰囲気とし、一方上記サーメット基体には、例えば-200Vのバイアス電圧を印加した条件で、前記サーメット基体の表面に、上記 (Ti, Al, Si, B)N層からなる硬質被覆層を蒸着することにより製造されることも知られている（例えば、特許文献1参照）。

40

【0005】

【特許文献1】

特許第2840541号明細書

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

50

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、高切り込みや高送りなどの重切削条件での切削加工でもすぐれた切削性能を発揮する被覆サーメット工具が強く求められているが、上記の従来被覆サーメット工具においては、これを通常の高速切削加工条件で用いた場合には問題はないが、高速切削加工を高い機械的衝撃を伴う高切り込みや高送りなどの重切削条件で行なった場合には、特に硬質被覆層の強度不足が原因でチッピング（微小割れ）が発生し易く、比較的短時間で使用寿命に至るのが現状である。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

そこで、本発明者等は、上述のような観点から、特に高速重切削加工で硬質被覆層がすぐれた耐チッピング性を発揮する被覆サーメット工具を開発すべく、上記の従来被覆サーメット工具を構成する硬質被覆層に着目し、研究を行った結果、（a）上記の図2に示されるアークイオンプレーティング装置を用いて形成された従来被覆サーメット工具を構成する（Ti, Al, Si, B）N層は、厚さ全体に亘って実質的に均一な組成を有し、したがって均質な性質を有するが、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クイオンプレーティング装置、すなわち装置中央部にサーメット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、一方側に上記の従来（Ti, Al, Si, B）N層の形成にカソード電極（蒸発源）として用いられたAl-Ti-Si-B合金に相当するAl-Ti-Si-B合金、他方側に前記Al-Ti-Si-Bに比して相対的にAl含有量の低く、Ti含有量の高いTi-Al-Si-B合金をいずれもカソード電極（蒸発源）として対向配置したアークイオンプレーティング装置を用い、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の外周部に沿って複数のサーメット基体をリング状に装着し、この状態で装置内雰囲気（窒素雰囲気）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サーメット基体自体も自転させながら、前記の両側のカソード電極（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、前記サーメット基体の表面に（Ti, Al, Si, B）N層を形成すると、この結果の（Ti, Al, Si, B）N層においては、回転テーブル上にリング状に配置された前記サーメット基体が上記の一方側のAl-Ti-Si-B合金のカソード電極（蒸発源）に最も接近した時点で層中にAl最高含有点が形成され、また前記サーメット基体が上記の他方側の相対的にAl含有量の低く、Ti含有量の高いTi-Al-Si-B合金のカソード電極に最も接近した時点で層中にTi最高含有点が形成され、上記回転テーブルの回転によって層中には厚さ方向にそって前記Al最高含有点とTi最高含有点が所定間隔をもって交互に繰り返し現れると共に、前記Al最高含有点から前記Ti最高含有点、前記Ti最高含有点から前記Al最高含有点へAlおよびTi含有量がそれぞれ連続的に変化する成分濃度分布構造をもつようになること。

#### 【0008】

（b）上記（a）の繰り返し連続変成分濃度分布構造の（Ti, Al, Si, B）N層において、対向配置の一方側のカソード電極（蒸発源）であるAl-Ti-Si-B合金におけるAlおよびTi、さらにSiおよびB成分の含有量を上記の従来（Ti, Al, Si, B）N層形成用Al-Ti-Si-B合金のAlおよびTi、SiおよびB成分の含有量に相当するものとし、一方他方側のカソード電極（蒸発源）であるTi-Al-Si-B合金におけるAl含有量を上記の従来Al-Ti-Si-B合金のAl含有量に比して相対的に低くし、これに対応してTi含有量を高くすると共に、サーメット基体が装着されている回転テーブルの回転速度を制御して、上記Al最高含有点が、

組成式： $[Al_{1-(x+m+n)}Ti_xSi_mB_n]N$ （ただし、原子比で、Xは0.20～0.45、m：0.01～0.10、n：0.01～0.10を示す）、

上記Ti最高含有点が、

組成式： $[Ti_{1-(y+m+n)}Al_ySi_mB_n]N$ （ただし、原子比で、Yは0.05～0.20、m：0.01～0.10、n：0.01～0.10を示す）、を満足し、かつ隣り

10

20

30

40

50

合う上記A l 最高含有点とT i 最高含有点の厚さ方向の間隔を0. 0 1～0. 1 μ mとすると、

上記A l 最高含有点部分では、上記の従来(T i, A l, S i, B) N層の具備する高温硬さと耐熱性、さらに強度に相当する性質を有し、一方上記T i 最高含有点部分では、前記A l 最高含有点部分に比してA l 含有量が低く、相対的にT i 含有量の高いものとなるので、一段と高い強度が確保されるようになり、かつこれらA l 最高含有点とT i 最高含有点の間隔をきわめて小さくしたことから、層全体の特性としてすぐれた高温硬さと耐熱性を保持した状態で一段とすぐれた強度を具備するようになり、したがって、硬質被覆層がかかる構成の(T i, A l, S i, B) N層からなる被覆サーメット工具は、特に各種の鋼や鋳鉄などの高速切削加工を、高い機械的衝撃を伴う高切り込みや高送りなどの重切削条件で行なった場合にも、硬質被覆層がすぐれた耐チップング性を発揮するようになること。

10

以上(a)および(b)に示される研究結果を得たのである。

#### 【0009】

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、装置中央部にサーメット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A l 最高含有点形成用A l-T i-S i-B合金、他方側にT i 最高含有点形成用T i-A l-S i-B合金をカソード電極(蒸発源)として対向配置したアークイオンプレティング装置を用い、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テーブルの外周部に沿って複数のサーメット基体をリング状に装着し、この状態で装置内雰囲気を窒素雰囲気として前記回転テーブルを回転させると共に、前記サーメット基体自体も自転させながら、前記の両側のカソード電極(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、前記サーメット基体の表面に、(T i, A l, S i, B) N層からなる硬質被覆層を1～15 μ mの全体平均層厚で蒸着してなる被覆サーメット工具にして、

20

上記硬質被覆層が、層厚方向にそって、A l 最高含有点とT i 最高含有点とが所定間隔をおいて交互に繰り返し存在し、かつ前記A l 最高含有点から前記T i 最高含有点、前記T i 最高含有点から前記A l 最高含有点へA l およびT i 含有量がそれぞれ連続的に変化する成分濃度分布構造を有し、

さらに、上記A l 最高含有点が、組成式： $[A l_{1-(x+m+n)} T i_x S i_m B_n]$  N(ただし、原子比で、Xは0. 20～0. 45、m：0. 01～0. 10、n：0. 01～0. 10を示す)、

30

上記T i 最高含有点が、組成式： $[T i_{1-(y+m+n)} A l_y S i_m B_n]$  N(ただし、原子比で、Yは0. 05～0. 20、m：0. 01～0. 10、n：0. 01～0. 10を示す)、

を満足し、かつ隣り合う上記A l 最高含有点とT i 最高含有点の間隔が、0. 01～0. 1 μ mである、

高速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サーメット工具に特徴を有するものである。

#### 【0010】

つぎに、この発明の被覆サーメット工具において、これを構成する硬質被覆層の構成を上記の通りに限定した理由を説明する。

40

##### (a) A l 最高含有点の組成

A l 最高含有点の(A l, T i, S i, B) NにおけるT i 成分は、強度を向上させ、同A l 成分は、高温硬さおよび耐熱性を向上させる作用があり、したがってA l 成分の含有割合が高くなればなるほど、前記A l 成分と共存した状態で、S i 成分が耐熱性、そしてB成分が高温硬さを一段と向上させることと相俟って、高温硬さおよび耐熱性の一段と向上したものになり、高熱発生を伴う高速切削に適応したものになるが、T i の含有割合を示すX値がA l とS i とBの含量に占める割合(原子比)で0. 20未満になると、高強度を有するT i 最高含有点が隣接して存在しても層自体の強度低下は避けられず、この結果チップングなどが発生し易くなり、一方同X値が同0. 45を越えると、A l 最高含有

50

点の高温硬さおよび耐熱性が低下傾向が現れるようになり、摩耗促進の原因となることから、X値を0.20～0.45と定めた。

さらに、上記の通りAl成分との共存において、Si成分には耐熱性、B成分には高温硬さを向上させる作用があるが、SiおよびBの割合を示すm値およびn値がAlとTi、およびSiまたはBとの含量に占める割合（原子比）でそれぞれ0.01未満では所望の耐熱性および高温硬さの向上効果が得られず、さらに同m値およびn値が同じくそれぞれ0.10を超えると、強度に低下傾向が現われ、切刃部にチッピングが発生し易くなることから、m値およびn値をそれぞれ0.01～0.10と定めた。

#### 【0011】

(b) Ti 最高含有点の組成

上記の通りAl最高含有点はすぐれた高温硬さと耐熱性、さらに強度を有するが、反面高い機械的衝撃を伴う高切り込みや高送りなどの重切削条件での高速切削加工では強度不足は避けられず、このAl最高含有点の強度不足を補う目的で、Ti含有割合が高く、一方Al含有量が低く、これによって一段とすぐれた強度を有するTi最高含有点を厚さ方向に交互に介在させるものであるが、Alの割合を示すY値がTiとSiとBの含量に占める割合（原子比）で0.05未満になると、Ti最高含有点の高温硬さと耐熱性が低くなり過ぎてしまい、特に高速切削での摩耗の進行が促進されるようになり、一方同Y値が同じく0.20を越えると、層自体の強度が低下するようになって、特に断続高速重切削加工で切刃部にチッピングが発生し易くなることから、Ti最高含有点でのAlの割合を示すX値を0.05～0.20と定めた。

さらに、Ti最高含有点におけるSiおよびB成分も、上記の通りそれぞれ耐熱性および高温硬さを向上させ、もって高熱発生を伴う高速切削に適応させる目的で含有するものであり、したがってm値およびn値がそれぞれ0.01未満では所望の耐熱性および高温硬さ向上効果が得られず、一方m値およびn値がそれぞれ0.10を越えると層自体の強度に低下傾向が現れるようになり、チッピング発生の原因となることから、m値およびn値をそれぞれ0.01～0.10と定めた。

#### 【0012】

(c) Al 最高含有点とTi 最高含有点間の間隔

その間隔が0.01  $\mu\text{m}$ 未満ではそれぞれの点を上記の組成で明確に形成することが困難であり、この結果層にすぐれた高温硬さと耐熱性、さらに一段とすぐれた強度を確保することができなくなり、またその間隔が0.1  $\mu\text{m}$ を越えると重切削条件での高速切削加工でそれぞれの点がもつ欠点、すなわちAl最高含有点であれば強度不足、Ti最高含有点であれば高温硬さおよび耐熱性不足が層内に局部的に現れ、これが原因でチッピングが発生し易くなったり、摩耗進行が促進されるようになることから、その間隔を0.01～0.1  $\mu\text{m}$ と定めた。

#### 【0013】

(d) 硬質被覆層の全体平均層厚

その層厚が1  $\mu\text{m}$ 未満では、所望の耐摩耗性を確保することができず、一方その平均層厚が15  $\mu\text{m}$ を越えると、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  $\mu\text{m}$ と定めた。

#### 【0014】

【発明の実施の形態】

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1)

原料粉末として、いずれも1～3  $\mu\text{m}$ 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、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48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：1420℃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・C NM G120412のチップ形状をもったWC基超硬合金製

10

20

30

40

50

のサーメット基体（以下、チップ基体という）A 1～A 1 0を形成した。

#### 【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（重量比でTiC/TiN=50/50）粉末、Mo<sub>2</sub>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2Paの窒素雰囲気中、温度：1520℃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・CNMG120412のチップ形状をもったTiCN系サーメット製のサーメット基体（以下、チップ基体という）B 1～B 6を形成した。

10

#### 【0016】

ついで、上記のチップ基体A 1～A 1 0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に示されるアークイオンプレーティング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テーブル外周部にそって装着し、一方側のカソード電極（蒸発源）として、種々の成分組成をもったAl最高含有点形成用Al-Ti-Si-B合金、他方側のカソード電極（蒸発源）としてTi最高含有点形成用Ti-Al-Si-B合金を前記回転テーブルを挟んで対向配置し、またボンバート洗浄用金属Tiも装着し、まず、装置内を排気して0.5Pa以下の真空中に保持しながら、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チップ基体に-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Ti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、もってチップ基体表面をTiボンバート洗浄し、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、前記回転テーブル上で自転しながら回転するチップ基体に-30Vの直流バイアス電圧を印加し、かつそれぞれのカソード電極（前記Al最高含有点形成用Al-Ti-Si-B合金およびTi最高含有点形成用Ti-Al-Si-B合金）とアノード電極との間に150Aの電流を流してアーク放電を発生させ、もって前記チップ基体の表面に、厚さ方向に沿って表3、4に示される目標組成のAl最高含有点とTi最高含有点とが交互に同じく表3、4に示される目標間隔で繰り返し存在し、かつ前記Al最高含有点から前記Ti最高含有点、前記Ti最高含有点から前記Al最高含有点へAlおよびTi含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造を有し、かつ同じく表3、4に示される目標全体層厚の硬質被覆層を蒸着することにより、本発明被覆サーメット工具としての本発明表面被覆サーメット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。

20

30

#### 【0017】

また、比較の目的で、上記のチップ基体A 1～A 1 0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に示される通常のアークイオンプレーティング装置に装入し、カソード電極（蒸発源）として種々の成分組成をもったAl-Ti-Si-B合金を装着し、またボンバート洗浄用金属Tiも装着し、まず、装置内を排気して0.5Pa以下の真空中に保持しながら、ヒーターで装置内を400℃に加熱した後、前記チップ基体に-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Tiとアノード電極との間に90Aの電流を流してアーク放電を発生させ、もってチップ基体表面をTiボンバート洗浄し、ついで装置内に反応ガスとして窒素ガスを導入して2Paの反応雰囲気とすると共に、前記チップ基体に印加するバイアス電圧を-200Vに下げて、前記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、もって前記チップ基体A 1～A 1 0およびB 1～B 6のそれぞれの表面に、表5、6に示される目標組成および目標層厚を有し、かつ厚さ方向に沿って実質的に組成変化のない（Ti, Al, Si, B）N層からなる硬質被覆層を蒸着することにより、従来被覆サーメット工具としての従来表面被覆サーメット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。

40

#### 【0018】

50

つぎに、上記本発明被覆チップ1～16および従来被覆チップ1～16を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、前記本発明被覆チップ1～10および従来被覆チップ1～10については、

被削材：JIS・SNCM439の丸棒、

切削速度：300m/min、

切り込み：3mm、

送り：0.4mm/rev、

切削時間：10分、

の条件での合金鋼の乾式連続高速高切り込み切削加工試験、

被削材：JIS・S45Cの長さ方向等間隔4本縦溝入り丸棒、

10

切削速度：350m/min、

切り込み：1.5mm、

送り：0.7mm/rev、

切削時間：5分、

の条件での炭素鋼の乾式断続高速高送り切削加工試験、さらに、

被削材：JIS・FC300の丸棒、

切削速度：350m/min、

切り込み：4mm、

送り：0.5mm/rev、

切削時間：15分、

20

の条件での鋳鉄の乾式連続高速高切り込み切削加工試験を行なった。

#### 【0019】

また、前記本発明被覆チップ11～16および従来被覆チップ11～16については、

被削材：JIS・SCM420の丸棒、

切削速度：400m/min、

切り込み：4.5mm、

送り：0.3mm/rev、

切削時間：10分、

の条件での合金鋼の乾式連続高速高切り込み切削加工試験、

被削材：JIS・S50Cの長さ方向等間隔4本縦溝入り丸棒、

30

切削速度：450m/min、

切り込み：2mm、

送り：0.8mm/rev、

切削時間：5分、

の条件での炭素鋼の乾式断続高速高送り切削加工試験、さらに、

被削材：JIS・FC250の丸棒、

切削速度：500m/min、

切り込み：4mm、

送り：0.3mm/rev、

切削時間：15分、

40

の条件での鋳鉄の乾式連続高速高切り込み切削加工試験を行い、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7に示した。

#### 【0020】

#### 【表1】

| 種 別  | 配 合 組 成 (質量%) |     |     |     |     |                                |    |
|------|---------------|-----|-----|-----|-----|--------------------------------|----|
|      | Co            | TiC | TaC | NbC | VC  | Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub> | WC |
| A-1  | 5.5           | —   | —   | —   | —   | 0.3                            | 残  |
| A-2  | 6.5           | —   | 1   | —   | —   | —                              | 残  |
| A-3  | 7             | —   | —   | —   | —   | 0.4                            | 残  |
| A-4  | 7.5           | 2   | —   | 1   | —   | —                              | 残  |
| A-5  | 8.5           | —   | —   | —   | 0.3 | 0.3                            | 残  |
| A-6  | 9             | 6   | —   | 4   | —   | —                              | 残  |
| A-7  | 10            | —   | 1   | —   | —   | 0.5                            | 残  |
| A-8  | 11            | 5   | —   | 7   | —   | 0.5                            | 残  |
| A-9  | 12.5          | —   | —   | —   | 1.5 | 0.8                            | 残  |
| A-10 | 11.5          | 10  | —   | 8   | —   | —                              | 残  |

チ ッ プ 基 体

【 0 0 2 1 】  
【表 2】

10

20

30

| 種 別 | 配 合 組 成 (質量%) |    |     |     |     |                   |      |      |
|-----|---------------|----|-----|-----|-----|-------------------|------|------|
|     | Co            | Ni | ZrC | TaC | NbC | Mo <sub>2</sub> C | WC   | TiCN |
| B-1 | 15            | 5  | —   | 10  | —   | 10                | 16   | 残    |
| B-2 | 8             | 7  | —   | 5   | —   | 7.5               | —    | 残    |
| B-3 | 7             | 2  | —   | —   | —   | 6                 | 10   | 残    |
| B-4 | 13            | 7  | —   | 11  | 2   | —                 | —    | 残    |
| B-5 | 9             | 6  | 1   | 8   | —   | 10                | 10   | 残    |
| B-6 | 14            | 5  | —   | 10  | —   | 9.5               | 14.5 | 残    |

【 0 0 2 2 】  
【表 3】

10

20

30

40

| 種別 | チップ<br>基体<br>記号 | 硬 質 被 覆 層 |      |      |      |      |      |           |      |      |      |      |      |      |      | 両点間<br>の目標<br>間隔<br>( $\mu\text{m}$ ) | 目標<br>全体<br>層厚<br>( $\mu\text{m}$ ) |
|----|-----------------|-----------|------|------|------|------|------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------------------|-------------------------------------|
|    |                 | Al最高含有点   |      |      |      |      |      | Ti最高含有点   |      |      |      |      |      |      |      |                                       |                                     |
|    |                 | 目標組成(原子比) |      |      |      |      |      | 目標組成(原子比) |      |      |      |      |      |      |      |                                       |                                     |
|    |                 | Al        | Ti   | Si   | B    | N    | Ti   | Al        | Si   | B    | N    | Ti   | Al   | Si   | B    |                                       |                                     |
| 1  | A-1             | 0.74      | 0.20 | 0.01 | 0.05 | 1.00 | 0.89 | 0.05      | 0.05 | 0.01 | 1.00 | 1.00 | 0.05 | 0.05 | 0.01 | 1.00                                  | 5                                   |
| 2  | A-2             | 0.60      | 0.25 | 0.05 | 0.10 | 1.00 | 0.70 | 0.15      | 0.10 | 0.05 | 1.00 | 1.00 | 0.10 | 0.05 | 0.01 | 1.00                                  | 2                                   |
| 3  | A-3             | 0.59      | 0.30 | 0.10 | 0.01 | 1.00 | 0.88 | 0.10      | 0.01 | 0.01 | 1.00 | 1.00 | 0.10 | 0.01 | 0.01 | 1.00                                  | 4                                   |
| 4  | A-4             | 0.54      | 0.35 | 0.01 | 0.10 | 1.00 | 0.65 | 0.20      | 0.05 | 0.10 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.05 | 0.10 | 1.00                                  | 10                                  |
| 5  | A-5             | 0.50      | 0.40 | 0.05 | 0.05 | 1.00 | 0.70 | 0.15      | 0.05 | 0.10 | 1.00 | 1.00 | 0.15 | 0.05 | 0.10 | 1.00                                  | 4                                   |
| 6  | A-6             | 0.53      | 0.45 | 0.01 | 0.01 | 1.00 | 0.74 | 0.20      | 0.05 | 0.01 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.05 | 0.01 | 1.00                                  | 3                                   |
| 7  | A-7             | 0.55      | 0.25 | 0.10 | 0.10 | 1.00 | 0.89 | 0.05      | 0.01 | 0.05 | 1.00 | 1.00 | 0.05 | 0.01 | 0.05 | 1.00                                  | 1                                   |
| 8  | A-8             | 0.60      | 0.30 | 0.05 | 0.05 | 1.00 | 0.75 | 0.10      | 0.05 | 0.10 | 1.00 | 1.00 | 0.10 | 0.05 | 0.10 | 1.00                                  | 15                                  |
| 9  | A-9             | 0.54      | 0.35 | 0.10 | 0.01 | 1.00 | 0.79 | 0.15      | 0.01 | 0.05 | 1.00 | 1.00 | 0.15 | 0.01 | 0.05 | 1.00                                  | 6                                   |
| 10 | A-10            | 0.54      | 0.40 | 0.01 | 0.05 | 1.00 | 0.60 | 0.20      | 0.10 | 0.10 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.10 | 0.10 | 1.00                                  | 5                                   |

本 発 明 被 覆 チ ッ プ

本発明被覆チップ

【0023】

【表4】

10

20

30

40

| 種別                | チップ<br>基体<br>記号 | 硬 質 被 覆 層 |      |      |      |      |      |           |      |      |      |      |      |    |  | 目<br>標<br>全<br>体<br>層<br>厚<br>( $\mu\text{m}$ ) |
|-------------------|-----------------|-----------|------|------|------|------|------|-----------|------|------|------|------|------|----|--|-------------------------------------------------|
|                   |                 | Al最高含有点   |      |      |      |      |      | Ti最高含有点   |      |      |      |      |      |    |  |                                                 |
|                   |                 | 目標組成(原子比) |      |      |      |      |      | 目標組成(原子比) |      |      |      |      |      |    |  |                                                 |
|                   |                 | Al        | Ti   | Si   | B    | N    |      | Ti        | Al   | Si   | B    | N    |      |    |  |                                                 |
| 本 発 明 被 覆 チ ャ ッ プ | 11              | B-1       | 0.54 | 0.40 | 0.05 | 0.01 | 1.00 | 0.80      | 0.05 | 0.05 | 0.10 | 1.00 | 0.02 | 10 |  |                                                 |
|                   | 12              | B-2       | 0.52 | 0.45 | 0.01 | 0.02 | 1.00 | 0.88      | 0.05 | 0.02 | 0.05 | 1.00 | 0.01 | 8  |  |                                                 |
|                   | 13              | B-3       | 0.55 | 0.30 | 0.10 | 0.05 | 1.00 | 0.79      | 0.10 | 0.10 | 0.01 | 1.00 | 0.02 | 1  |  |                                                 |
|                   | 14              | B-4       | 0.53 | 0.35 | 0.02 | 0.10 | 1.00 | 0.75      | 0.10 | 0.05 | 0.10 | 1.00 | 0.10 | 4  |  |                                                 |
|                   | 15              | B-5       | 0.60 | 0.25 | 0.10 | 0.05 | 1.00 | 0.79      | 0.15 | 0.01 | 0.05 | 1.00 | 0.05 | 15 |  |                                                 |
|                   | 16              | B-6       | 0.69 | 0.20 | 0.01 | 0.10 | 1.00 | 0.68      | 0.20 | 0.10 | 0.02 | 1.00 | 0.10 | 2  |  |                                                 |

【0024】

【表5】

10

20

30

40

| 種別 | チップ<br>基体<br>記号 | 硬質被覆層     |      |      |      |      |                               |
|----|-----------------|-----------|------|------|------|------|-------------------------------|
|    |                 | 目標組成(原子比) |      |      |      |      | 目標<br>層厚<br>( $\mu\text{m}$ ) |
|    |                 | Al        | Ti   | Si   | B    | N    |                               |
| 1  | A-1             | 0.74      | 0.20 | 0.01 | 0.05 | 1.00 | 5                             |
| 2  | A-2             | 0.60      | 0.25 | 0.05 | 0.10 | 1.00 | 2                             |
| 3  | A-3             | 0.59      | 0.30 | 0.10 | 0.01 | 1.00 | 4                             |
| 4  | A-4             | 0.54      | 0.35 | 0.01 | 0.10 | 1.00 | 10                            |
| 5  | A-5             | 0.50      | 0.40 | 0.05 | 0.05 | 1.00 | 4                             |
| 6  | A-6             | 0.53      | 0.45 | 0.01 | 0.01 | 1.00 | 3                             |
| 7  | A-7             | 0.55      | 0.25 | 0.10 | 0.10 | 1.00 | 1                             |
| 8  | A-8             | 0.60      | 0.30 | 0.05 | 0.05 | 1.00 | 15                            |
| 9  | A-9             | 0.54      | 0.35 | 0.10 | 0.01 | 1.00 | 6                             |
| 10 | A-10            | 0.54      | 0.40 | 0.01 | 0.05 | 1.00 | 5                             |

従来被覆チップ

【0025】

【表6】

10

20

30

| 種別      | チップ<br>基体<br>記号 | 硬質被覆層     |      |      |      |      |                               |    |
|---------|-----------------|-----------|------|------|------|------|-------------------------------|----|
|         |                 | 目標組成(原子比) |      |      |      |      | 目標<br>層厚<br>( $\mu\text{m}$ ) |    |
|         |                 | Al        | Ti   | Si   | B    | N    |                               |    |
|         |                 |           |      |      |      |      |                               |    |
| 従来被覆チップ | 11              | B-1       | 0.54 | 0.40 | 0.05 | 0.01 | 1.00                          | 10 |
|         | 12              | B-2       | 0.52 | 0.45 | 0.01 | 0.02 | 1.00                          | 8  |
|         | 13              | B-3       | 0.55 | 0.30 | 0.10 | 0.05 | 1.00                          | 1  |
|         | 14              | B-4       | 0.53 | 0.35 | 0.02 | 0.10 | 1.00                          | 4  |
|         | 15              | B-5       | 0.60 | 0.25 | 0.10 | 0.05 | 1.00                          | 15 |
|         | 16              | B-6       | 0.69 | 0.20 | 0.01 | 0.10 | 1.00                          | 2  |

従来被覆チップ

【0026】

【表7】

10

20

30

| 種 別                                  |    | 逃げ面摩耗幅(mm)                |                         |                          | 種 別                             |    | 切削試験結果                    |                         |                          |
|--------------------------------------|----|---------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------|----|---------------------------|-------------------------|--------------------------|
|                                      |    | 合金鋼<br>の連続<br>高速高<br>切り込み | 炭素鋼<br>の断続<br>高速高<br>送り | 鋳鉄の<br>連続高<br>速高切<br>り込み |                                 |    | 合金鋼<br>の連続<br>高速高<br>切り込み | 炭素鋼<br>の断続<br>高速高<br>送り | 鋳鉄の<br>連続高<br>速高切<br>り込み |
| 本<br>発<br>明<br>被<br>覆<br>チ<br>ッ<br>プ | 1  | 0.26                      | 0.29                    | 0.28                     | 従<br>来<br>被<br>覆<br>チ<br>ッ<br>プ | 1  | 3.1分<br>で寿命               | 1.5分<br>で寿命             | 6.4分<br>で寿命              |
|                                      | 2  | 0.27                      | 0.30                    | 0.31                     |                                 | 2  | 3.0分<br>で寿命               | 0.8分<br>で寿命             | 5.5分<br>で寿命              |
|                                      | 3  | 0.25                      | 0.28                    | 0.27                     |                                 | 3  | 4.5分<br>で寿命               | 1.3分<br>で寿命             | 7.4分<br>で寿命              |
|                                      | 4  | 0.22                      | 0.26                    | 0.26                     |                                 | 4  | 5.2分<br>で寿命               | 2.0分<br>で寿命             | 8.2分<br>で寿命              |
|                                      | 5  | 0.25                      | 0.30                    | 0.31                     |                                 | 5  | 3.8分<br>で寿命               | 1.5分<br>で寿命             | 5.2分<br>で寿命              |
|                                      | 6  | 0.24                      | 0.29                    | 0.30                     |                                 | 6  | 4.1分<br>で寿命               | 1.4分<br>で寿命             | 5.8分<br>で寿命              |
|                                      | 7  | 0.28                      | 0.31                    | 0.28                     |                                 | 7  | 2.9分<br>で寿命               | 0.9分<br>で寿命             | 6.2分<br>で寿命              |
|                                      | 8  | 0.29                      | 0.29                    | 0.29                     |                                 | 8  | 3.1分<br>で寿命               | 1.5分<br>で寿命             | 5.4分<br>で寿命              |
|                                      | 9  | 0.25                      | 0.26                    | 0.28                     |                                 | 9  | 4.4分<br>で寿命               | 1.8分<br>で寿命             | 6.5分<br>で寿命              |
|                                      | 10 | 0.26                      | 0.28                    | 0.30                     |                                 | 10 | 3.5分<br>で寿命               | 1.7分<br>で寿命             | 5.1分<br>で寿命              |
|                                      | 11 | 0.23                      | 0.27                    | 0.25                     |                                 | 11 | 4.7分<br>で寿命               | 1.6分<br>で寿命             | 7.8分<br>で寿命              |
|                                      | 12 | 0.22                      | 0.26                    | 0.26                     |                                 | 12 | 5.1分<br>で寿命               | 2.2分<br>で寿命             | 8.1分<br>で寿命              |
|                                      | 13 | 0.25                      | 0.28                    | 0.27                     |                                 | 13 | 4.3分<br>で寿命               | 1.9分<br>で寿命             | 5.9分<br>で寿命              |
|                                      | 14 | 0.24                      | 0.28                    | 0.23                     |                                 | 14 | 4.5分<br>で寿命               | 1.7分<br>で寿命             | 8.6分<br>で寿命              |
|                                      | 15 | 0.26                      | 0.29                    | 0.26                     |                                 | 15 | 3.9分<br>で寿命               | 1.5分<br>で寿命             | 6.5分<br>で寿命              |
|                                      | 16 | 0.26                      | 0.30                    | 0.29                     |                                 | 16 | 3.5分<br>で寿命               | 0.8分<br>で寿命             | 5.1分<br>で寿命              |

(表中、寿命は切刃に発生したチップングが原因)

## 【0027】

(実施例2)

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8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50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種のサーメット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8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

10

20

30

40

50

の4枚刃スクエア形状をもったWC基超硬合金製のサーメット基体（以下、エンドミル基体という）C-1～C-8をそれぞれ製造した。

#### 【0028】

ついで、これらのエンドミル基体C-1～C-8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に示されるアークイオンプレーティング装置に装入し、上記実施例1と同一の条件で、層厚方向に沿って表9に示される目標組成のAl最高含有点とTi最高含有点とが交互に同じく表9に示される目標間隔で繰り返し存在し、かつ前記Al最高含有点から前記Ti最高含有点、前記Ti最高含有点から前記Al最高含有点へAlおよびTi含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造を有し、かつ同じく表9に示される目標全体層厚の硬質被覆層を蒸着することにより、本発明被覆サーメット工具としての本発明表面被覆サーメット製エンドミル（以下、本発明被覆エンドミルという）1～8をそれぞれ製造した。

10

#### 【0029】

また、比較の目的で、上記のエンドミル基体C-1～C-8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に示される通常のアークイオンプレーティング装置に装入し、上記実施例1と同一の条件で、表10に示される目標組成および目標層厚を有し、かつ厚さ方向に沿って実質的に組成変化のない（Ti, Al, Si, B）N層からなる硬質被覆層を蒸着することにより、従来被覆サーメット工具としての従来表面被覆サーメット製エンドミル（以下、従来被覆エンドミルという）1～8をそれぞれ製造した。

#### 【0030】

20

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：平面寸法：100mm×250mm、厚さ：50mmのJIS・SKD61の板材、

切削速度：180m/min、

軸方向切り込み：6mm、

径方向切り込み：1.5mm、

テーブル送り：800mm/分、

の条件での工具鋼の湿式高速高切り込み側面切削加工試験、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、

30

被削材：平面寸法：100mm×250mm、厚さ：50mmのJIS・SCM440の板材、

切削速度：180m/min、

軸方向切り込み：12mm、

径方向切り込み：2.5mm、

テーブル送り：850mm/分、

の条件での合金鋼の湿式高速高切り込み側面切削加工試験、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：平面寸法：100mm×250mm、厚さ：50mmのJIS・S50Cの板材、

40

切削速度：200m/min、

軸方向切り込み：25mm、

径方向切り込み：4mm、

テーブル送り：400mm/分、

の条件での炭素鋼の湿式高速高切り込み側面切削加工試験をそれぞれ行い、いずれの湿式側面切削加工試験（水溶性切削油使用）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に至るまでの切削長を測定した。この測定結果を表9、10にそれぞれ示した。

#### 【0031】

#### 【表8】

50

| 種 別 | 配 合 組 成 ( 質 量 % ) |          |     |     |     |                                |     |       | 切刃部の<br>直径×長さ<br>(mm) |
|-----|-------------------|----------|-----|-----|-----|--------------------------------|-----|-------|-----------------------|
|     | Co                | (Ti, W)C | TaC | NbC | ZrC | Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub> | VC  | WC    |                       |
| C-1 | 12                | —        | —   | —   | —   | 0.8                            | —   | 微粒:残  | 6×13                  |
| C-2 | 10                | —        | —   | —   | —   | 0.4                            | 0.4 | 微粒:残  | 6×13                  |
| C-3 | 8.5               | 10       | 10  | 7   | —   | —                              | —   | 中粗粒:残 | 6×13                  |
| C-4 | 10                | —        | —   | —   | —   | 0.5                            | —   | 微粒:残  | 10×22                 |
| C-5 | 9                 | 8        | 9   | 1   | —   | —                              | —   | 中粗粒:残 | 10×22                 |
| C-6 | 6                 | —        | 1   | —   | —   | —                              | —   | 微粒:残  | 10×22                 |
| C-7 | 11                | —        | —   | —   | —   | 1                              | —   | 微粒:残  | 20×45                 |
| C-8 | 8                 | 5        | 1   | 5   | 5   | —                              | —   | 中粗粒:残 | 20×45                 |

Hf-Ni基体

【0032】

【表9】

10

20

30

40

| 種別         | エンド<br>ミル基<br>体記号 | 硬質被覆層     |      |      |      |      |           |      |      |      |      |                          |                        |      | 切削長<br>(m) |
|------------|-------------------|-----------|------|------|------|------|-----------|------|------|------|------|--------------------------|------------------------|------|------------|
|            |                   | Al最高含有点   |      |      |      |      | Ti最高含有点   |      |      |      |      | 両点間<br>の目標<br>間隔<br>(μm) | 目標<br>全体<br>層厚<br>(μm) |      |            |
|            |                   | 目標組成(原子比) |      |      |      |      | 目標組成(原子比) |      |      |      |      |                          |                        |      |            |
|            |                   | Al        | Ti   | Si   | B    | N    | Ti        | Al   | Si   | B    | N    |                          |                        |      |            |
|            |                   | 1         | C-1  | 0.65 | 0.20 | 0.10 | 0.05      | 1.00 | 0.70 | 0.10 | 0.10 |                          |                        | 0.10 |            |
| 2          | C-2               | 0.54      | 0.35 | 0.01 | 0.10 | 1.00 | 0.82      | 0.15 | 0.01 | 0.02 | 1.00 | 0.02                     | 10                     | 225  |            |
| 3          | C-3               | 0.50      | 0.45 | 0.03 | 0.02 | 1.00 | 0.74      | 0.20 | 0.05 | 0.01 | 1.00 | 0.05                     | 2                      | 190  |            |
| 4          | C-4               | 0.65      | 0.25 | 0.05 | 0.05 | 1.00 | 0.83      | 0.05 | 0.02 | 0.10 | 1.00 | 0.10                     | 4                      | 160  |            |
| 5          | C-5               | 0.52      | 0.35 | 0.10 | 0.03 | 1.00 | 0.82      | 0.10 | 0.03 | 0.05 | 1.00 | 0.02                     | 1                      | 140  |            |
| 6          | C-6               | 0.52      | 0.45 | 0.02 | 0.01 | 1.00 | 0.73      | 0.20 | 0.05 | 0.02 | 1.00 | 0.04                     | 8                      | 165  |            |
| 7          | C-7               | 0.55      | 0.30 | 0.05 | 0.10 | 1.00 | 0.79      | 0.10 | 0.10 | 0.01 | 1.00 | 0.10                     | 4                      | 155  |            |
| 8          | C-8               | 0.54      | 0.40 | 0.01 | 0.05 | 1.00 | 0.74      | 0.20 | 0.01 | 0.05 | 1.00 | 0.01                     | 15                     | 140  |            |
| 本発明被覆エンドミル |                   |           |      |      |      |      |           |      |      |      |      |                          |                        |      |            |

本発明被覆エントミル

【0033】

【表10】

10

20

30

40

| 種別        | エンド<br>ミル基<br>体記号 | 硬質被覆層     |      |      |      |      |                        | 切削長<br>(m) |
|-----------|-------------------|-----------|------|------|------|------|------------------------|------------|
|           |                   | 目標組成(原子比) |      |      |      |      | 目標<br>層厚<br>( $\mu$ m) |            |
|           |                   |           |      |      |      |      |                        |            |
|           |                   | Al        | Ti   | Si   | B    | N    |                        |            |
| 1         | C-1               | 0.65      | 0.20 | 0.10 | 0.05 | 1.00 | 2                      | 30mで寿命     |
| 2         | C-2               | 0.54      | 0.35 | 0.01 | 0.10 | 1.00 | 10                     | 55mで寿命     |
| 3         | C-3               | 0.50      | 0.45 | 0.03 | 0.02 | 1.00 | 2                      | 35mで寿命     |
| 4         | C-4               | 0.65      | 0.25 | 0.05 | 0.05 | 1.00 | 4                      | 40mで寿命     |
| 5         | C-5               | 0.52      | 0.35 | 0.10 | 0.03 | 1.00 | 1                      | 30mで寿命     |
| 6         | C-6               | 0.52      | 0.45 | 0.02 | 0.01 | 1.00 | 8                      | 35mで寿命     |
| 7         | C-7               | 0.55      | 0.30 | 0.05 | 0.10 | 1.00 | 4                      | 15mで寿命     |
| 8         | C-8               | 0.54      | 0.40 | 0.01 | 0.05 | 1.00 | 15                     | 25mで寿命     |
| 従来被覆エンドミル |                   |           |      |      |      |      |                        |            |

(表中、寿命は切刃に発生したチッピングが原因)

#### 【0034】

(実施例3)

上記の実施例2で製造した直径が8mm(エンドミル基体C-1~C-3形成用)、13mm(エンドミル基体C-4~C-6形成用)、および26mm(エンドミル基体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4mm×13mm(ドリル基体D-1~D-3)、8mm×22mm(ドリル基体D-4~D-6)、および16mm×45mm(ドリル基体D-7、D-8)の寸法、並びにいずれもねじれ角:30度の2枚刃形状をもったドリル基体D-1~D-8をそれぞれ製造した。

#### 【0035】

ついで、これらのドリル基体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に示されるアーカイオンプレティング装置に装入し、上記実施例1と同一の条件で、層厚方向に沿って表11に示される目標組成のAl最高含有点とTi最高含有点とが交互に同じく表11に示される目標間隔で繰り返し

10

20

30

40

50

存在し、かつ前記 A l 最高含有点から前記 T i 最高含有点、前記 T i 最高含有点から前記 A l 最高含有点へ A l および T i 含有量がそれぞれ連続的に変化する成分濃度分布構造を有し、かつ同じく表 1 1 に示される目標全体層厚の硬質被覆層を蒸着することにより、本発明被覆サーメット工具としての本発明表面被覆サーメット製ドリル（以下、本発明被覆ドリルという） 1 ～ 8 をそれぞれ製造した。

#### 【 0 0 3 6 】

また、比較の目的で、上記のドリル基体 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 2 に示される通常のアーキオンプレティング装置に装入し、上記実施例 1 と同一の条件で、表 1 2 に示される目標組成および目標層厚を有し、かつ厚さ方向に沿って実質的に組成変化のない（T i , A l , S i , B）N 層からなる硬質被覆層を蒸着することにより、従来被覆サーメット工具としての従来表面被覆サーメット製ドリル（以下、従来被覆ドリルという） 1 ～ 8 をそれぞれ製造した。

10

#### 【 0 0 3 7 】

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：平面寸法： 1 0 0 mm × 2 5 0 mm、厚さ： 5 0 mm の J I S ・ F C 3 0 0 の板材、

切削速度： 1 8 0 m / m i n . 、

送り： 0 . 2 mm / r e v 、

20

穴深さ： 8 mm

の条件での鋳鉄の湿式高速高送り穴あけ切削加工試験、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：平面寸法： 1 0 0 mm × 2 5 0 mm、厚さ： 5 0 mm の J I S ・ F C D 4 0 0 の板材、

切削速度： 1 5 0 m / m i n . 、

送り： 0 . 2 5 mm / r e v 、

穴深さ： 1 6 mm、

の条件でのダクタイル鋳鉄の湿式高速高送り穴あけ切削加工試験、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、

30

被削材：平面寸法： 1 0 0 mm × 2 5 0 mm、厚さ： 5 0 mm の J I S ・ S 5 0 C の板材、

切削速度： 2 0 0 m / m i n . 、

送り： 0 . 4 mm / r e v 、

穴深さ： 3 2 mm

の条件での炭素鋼の湿式高速高送り穴あけ切削加工試験、をそれぞれ行い、いずれの湿式高速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 . 3 mm 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 1 1 、 1 2 にそれぞれ示した。

#### 【 0 0 3 8 】

40

#### 【表 1 1 】

| 種別              | ドリル<br>基体<br>記号 | 硬 質 被 覆 層 |      |      |      |      |      |           |      |      |      |      |    |                                       | 穴あけ<br>加工数<br>(穴) |                                     |
|-----------------|-----------------|-----------|------|------|------|------|------|-----------|------|------|------|------|----|---------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|
|                 |                 | Al最高含有点   |      |      |      |      |      | Ti最高含有点   |      |      |      |      |    | 両点間<br>の目標<br>間隔<br>( $\mu\text{m}$ ) |                   | 目標<br>全体<br>層厚<br>( $\mu\text{m}$ ) |
|                 |                 | 目標組成(原子比) |      |      |      |      |      | 目標組成(原子比) |      |      |      |      |    |                                       |                   |                                     |
|                 |                 | Al        | Ti   | Si   | B    | N    | Ti   | Al        | Si   | B    | N    |      |    |                                       |                   |                                     |
|                 |                 |           |      |      |      |      |      |           |      |      |      | N    |    |                                       |                   |                                     |
| 1               | D-1             | 0.50      | 0.40 | 0.05 | 0.05 | 1.00 | 0.65 | 0.20      | 0.05 | 0.10 | 1.00 | 0.05 | 4  | 14200                                 |                   |                                     |
| 2               | D-2             | 0.59      | 0.30 | 0.10 | 0.01 | 1.00 | 0.79 | 0.15      | 0.01 | 0.05 | 1.00 | 0.01 | 15 | 16000                                 |                   |                                     |
| 3               | D-3             | 0.74      | 0.20 | 0.01 | 0.05 | 1.00 | 0.89 | 0.05      | 0.01 | 0.05 | 1.00 | 0.02 | 5  | 13000                                 |                   |                                     |
| 4               | D-4             | 0.55      | 0.25 | 0.10 | 0.10 | 1.00 | 0.88 | 0.10      | 0.01 | 0.01 | 1.00 | 0.10 | 8  | 8500                                  |                   |                                     |
| 5               | D-5             | 0.54      | 0.35 | 0.10 | 0.01 | 1.00 | 0.70 | 0.15      | 0.10 | 0.05 | 1.00 | 0.05 | 2  | 6500                                  |                   |                                     |
| 6               | D-6             | 0.53      | 0.45 | 0.01 | 0.01 | 1.00 | 0.89 | 0.05      | 0.05 | 0.01 | 1.00 | 0.02 | 1  | 7000                                  |                   |                                     |
| 7               | D-7             | 0.60      | 0.30 | 0.05 | 0.05 | 1.00 | 0.75 | 0.05      | 0.10 | 0.10 | 1.00 | 0.01 | 10 | 3600                                  |                   |                                     |
| 8               | D-8             | 0.54      | 0.40 | 0.01 | 0.05 | 1.00 | 0.70 | 0.15      | 0.05 | 0.10 | 1.00 | 0.10 | 5  | 3000                                  |                   |                                     |
| 本 発 明 被 覆 ド リ ル |                 |           |      |      |      |      |      |           |      |      |      |      |    |                                       |                   |                                     |

本発明被覆ドリル

【0039】

【表12】

10

20

30

40

| 種別      | ドリル<br>基体<br>記号 | 硬質被覆層     |      |      |      |      |                               | 穴あけ<br>加工数<br>(穴) |          |
|---------|-----------------|-----------|------|------|------|------|-------------------------------|-------------------|----------|
|         |                 | 目標組成(原子比) |      |      |      |      | 目標<br>層厚<br>( $\mu\text{m}$ ) |                   |          |
|         |                 |           |      |      |      |      |                               |                   |          |
|         |                 | Al        | Ti   | Si   | B    | N    |                               |                   |          |
| 従来被覆ドリル | 1               | D-1       | 0.50 | 0.40 | 0.05 | 0.05 | 1.00                          | 4                 | 7500穴で寿命 |
|         | 2               | D-2       | 0.59 | 0.30 | 0.10 | 0.01 | 1.00                          | 15                | 6500穴で寿命 |
|         | 3               | D-3       | 0.74 | 0.20 | 0.01 | 0.05 | 1.00                          | 5                 | 4000穴で寿命 |
|         | 4               | D-4       | 0.55 | 0.25 | 0.10 | 0.10 | 1.00                          | 8                 | 3500穴で寿命 |
|         | 5               | D-5       | 0.54 | 0.35 | 0.10 | 0.01 | 1.00                          | 2                 | 2000穴で寿命 |
|         | 6               | D-6       | 0.53 | 0.45 | 0.01 | 0.01 | 1.00                          | 1                 | 1900穴で寿命 |
|         | 7               | D-7       | 0.60 | 0.30 | 0.05 | 0.05 | 1.00                          | 10                | 1050穴で寿命 |
|         | 8               | D-8       | 0.54 | 0.40 | 0.01 | 0.05 | 1.00                          | 5                 | 850穴で寿命  |

(表中、寿命は切刃に発生したチッピングが原因)

#### 【0040】

この結果得られた本発明被覆サーメット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を構成する硬質被覆層におけるTi最高含有点とTi最低含有点の組成、並びに従来被覆サーメット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の硬質被覆層について、厚さ方向に沿ってAl、Ti、Si、およびBの含有量をオージェ分光分析装置を用いて測定したところ、本発明被覆サーメット工具の硬質被覆層では、Al最高含有点とTi最高含有点とがそれぞれ目標値と実質的に同じ組成および間隔で交互に繰り返す存在し、かつ前記Al最高含有点から前記Ti最高含有点、前記Ti最高含有点から前記Al最高含有点へAlおよびTi含有量がそれぞれ連続的に変化する成分濃度分布構造を有することが確認され、また硬質被覆層の全体平均層厚も目標全体層厚と実質的に同じ値を示した。

一方前記従来被覆サーメット工具の硬質被覆層では厚さ方向に沿って組成変化が見られず、かつ目標組成と実質的に同じ組成および目標全体層厚と実質的に同じ全体平均層厚を示

10

20

30

40

50

すことが確認された。

【0041】

【発明の効果】

表3～12に示される結果から、硬質被覆層が厚さ方向に、相対的にすぐれた高温硬さと耐熱性を有するAl最高含有点と相対的に一段とすぐれた強度を有するTi最高含有点とが交互に所定間隔をおいて繰り返し存在し、かつ前記Al最高含有点から前記Ti最高含有点、前記Al最高含有点から前記Ti最高含有点へAlおよびTi含有量がそれぞれ連続的に変化する成分濃度分布構造を有する本発明被覆サーメット工具は、いずれも各種の鋼や鋳鉄などの高速切削加工を、高い機械的衝撃を伴う高切り込みや高送りなどの重切削条件で行なった場合にも、硬質被覆層がすぐれた耐チップング性を発揮するのに対して、

10

硬質被覆層が厚さ方向に沿って実質的に組成変化のない(Ti, Al, Si, B)N層からなる従来被覆サーメット工具においては、重切削条件での高速切削加工では前記硬質被覆層の強度不足が原因で、チップングが発生し、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。

上述のように、この発明の被覆サーメット工具は、通常の条件での高速切削加工は勿論のこと、特に各種の鋼や鋳鉄などの高速切削加工を、高い機械的衝撃を伴う高切り込みや高送りなどの重切削条件で行なった場合にも、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ものであるから、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。

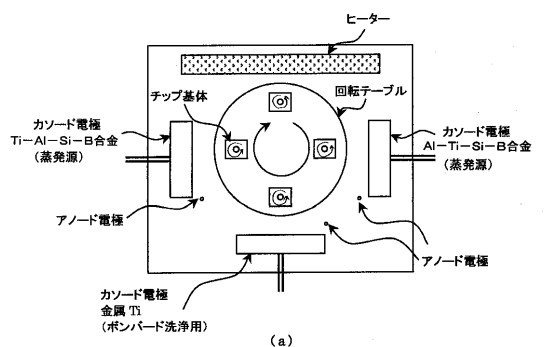
【図面の簡単な説明】

20

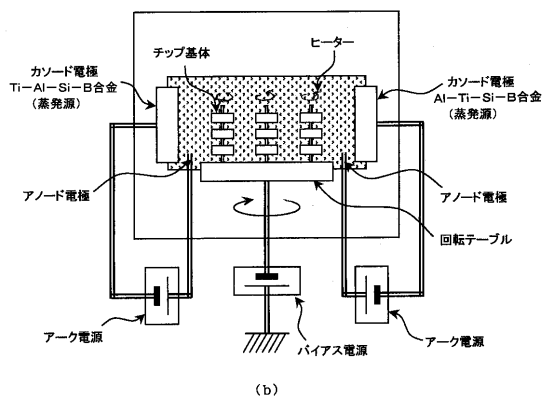
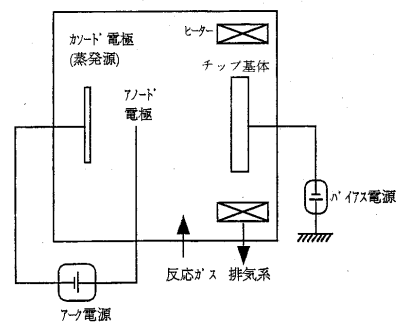
【図1】この発明の被覆サーメット工具を構成する硬質被覆層を形成するのに用いたアーキオンプレーティング装置を示し、(a)は概略平面図、(b)は概略正面図である。

【図2】従来被覆サーメット工具を構成する硬質被覆層を形成するのに用いた通常のアーキ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 近藤 暁裕

兵庫県明石市魚住町金ヶ崎西大池179番地1 エムエムシーコベルコツール株式会社内

(72)発明者 田中 裕介

兵庫県明石市魚住町金ヶ崎西大池179番地1 エムエムシーコベルコツール株式会社内

審査官 中村 泰二郎

(56)参考文献 特開平07-048666 (JP, A)

特開平11-216601 (JP, A)

特開平07-097679 (JP, A)

特開平09-323205 (JP, A)

特開2002-096206 (JP, A)

特表平11-511078 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23B 27/14, 51/00

B23C 5/16

B23P 15/28

C23C 14/00-14/58

C23C 16/00-16/56