

(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2007-152456

(P2007-152456A)

(43) 公開日 平成19年6月21日(2007.6.21)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B23B 27/14 (2006.01)</b>	B23B 27/14 A	3C037
<b>B23C 5/16 (2006.01)</b>	B23C 5/16	3C046
<b>B23B 51/00 (2006.01)</b>	B23B 51/00 J	4K029
<b>C23C 14/06 (2006.01)</b>	C23C 14/06 P	

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2005-348757 (P2005-348757)	(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17年12月2日 (2005.12.2)	(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
		(74) 代理人	100139240 弁理士 影山 秀一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高硬度鋼の高速切削加工で硬質被覆層がすぐれた耐摩耗性を発揮する表面被覆切削工具

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】高硬度鋼の高速切削加工で硬質被覆層がすぐれた耐摩耗性を発揮する表面被覆切削工具を提供する。

【解決手段】超硬基体あるいはサーメット基体の表面に、(Ti, Al, Si, Cr)N からなる上部層と下部層で構成し、上部層は0.5~1.0μm、下部層は2~6μmの平均層厚をそれぞれ有し、上部層は、いずれも一層平均層厚がそれぞれ5~20nm(ナノメータ)の薄層Aと薄層Bの交互積層構造を有し、上記薄層Aは、特定の組成式： $[Ti_{1-(A+B+C)}Al_A Si_B Cr_C]N$ を満足する(Ti, Al, Si, Cr)N層、上記薄層Bは、特定の組成式： $[Ti_{1-(P+Q+R)}Al_P Si_Q Cr_R]N$ を満足する(Ti, Al, Si, Cr)N層、からなり、下部層は、単一相構造を有し、特定の組成式： $[Ti_{1-(X+Y+Z)}Al_X Si_Y Cr_Z]N$ を満足する(Ti, Al, Si, Cr)N層、からなる硬質被覆層を蒸着形成してなる。

【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工具基体の表面に、

(a) いずれもTiとAlとSiとCrの複合窒化物からなる上部層と下部層で構成し、前記上部層は0.5~1.0μm、前記下部層は2~6μmの平均層厚をそれぞれ有し、

(b) 上記上部層は、いずれも一層平均層厚がそれぞれ5~20nm(ナノメートル)の薄層Aと薄層Bの交互積層構造を有し、

上記薄層Aは、

組成式： $[Ti_{1-(A+B+C)}Al_A Si_B Cr_C]N$ (ただし、原子比で、Aは0.01~0.06、Bは0.25~0.35、Cは0.01~0.10を示す)を満足するTiとAlとSiとCrの複合窒化物層、 10

上記薄層Bは、

組成式： $[Ti_{1-(P+Q+R)}Al_P Si_Q Cr_R]N$ (ただし、原子比で、Pは0.30~0.45、Qは0.10~0.15、Rは0.01~0.10を示す)を満足するTiとAlとSiとCrの複合窒化物層、からなり、

(c) 上記下部層は、単一相構造を有し、

組成式： $[Ti_{1-(X+Y+Z)}Al_X Si_Y Cr_Z]N$ (ただし、原子比で、Xは0.50~0.60、Yは0.01~0.09、Zは0.01~0.10を示す)を満足するTiとAlとSiとCrの複合窒化物層、 20

からなる硬質被覆層を蒸着形成してなる、高硬度鋼の高速切削加工で硬質被覆層がすぐれた耐摩耗性を発揮する表面被覆切削工具。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、硬質被覆層がすぐれた耐熱性、高温硬さおよび高温強度を具備し、したがって、合金工具鋼や軸受鋼の焼入れ材などの高硬度鋼の高い発熱を伴う高速切削加工に用いた場合にも、すぐれた耐摩耗性を発揮する超硬合金製あるいはサーメット製の表面被覆切削工具(以下、被覆超硬工具という)に関するものである。

## 【背景技術】

## 【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ェイチップ、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。

## 【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工具基体の表面に、単一相構造を有し、かつ、 40

組成式： $[Ti_{1-(X+Y+Z)}Al_X Si_Y Cr_Z]N$ (ただし、原子比で、Xは0.05~0.60、Yは0.01~0.09、Zは0.01~0.10を示す)、を満足するTiとAlとSiとCrの複合窒化物[以下、(Ti, Al, Si, Cr)Nで示す]層からなる硬質被覆層を蒸着形成してなる被覆超硬工具が知られている。

## 【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入し、ヒータで装置内を、例えば500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Ti-Al-Si-Cr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 50

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 2 Pa の反応雰囲気とし、一方上記超硬基体には、例えば - 100 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 (Ti, Al, Si, Cr) 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。

【特許文献 1】特開 2003 - 305601 号公報

【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、切削加工は高速化の傾向にあるが、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を通常の切削加工条件で行うのに用いる場合には、切削加工条件に応じた組成を選択すれば問題はないが、特に合金工具鋼や軸受鋼の焼入れ材などのピッカース硬さ (Cスケール) で 50 以上の高い硬さを有する高硬度鋼などの切削加工を、高熱発生を伴う高速切削加工条件で行うのに用いた場合には、硬質被覆層の耐熱性不足が原因で、摩耗進行がきわめて速く、このため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、特に高硬度鋼の高速切削加工で硬質被覆層がすぐれた耐摩耗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の硬質被覆層を構成する (Ti, Al, Si, Cr) N 層に着目し、研究を行った結果、

20

(a) 硬質被覆層を構成する (Ti, Al, Si, Cr) N 層において、Si 成分の含有割合を多くすれば耐熱性が向上するが、上記の従来 (Ti, Al, Si, Cr) N 層における 1 ~ 9 原子 % 程度の Si 含有割合では、高硬度鋼の高速切削加工に要求される高い耐熱性を確保することができず、これらの要求に満足に対応させるためには前記 1 ~ 9 原子 % をはるかに越えた 25 ~ 35 原子 % の Si 含有が必要であり、一方 25 ~ 35 原子 % の Si 成分を含有した (Ti, Al, Si, Cr) N 層を硬質被覆層として実用に供するには、所定量の Ti を含有させて所定の高温強度を確保する必要があるが、この場合 Al 成分の含有割合は著しく低い状態となるのが避けられず、この結果高温硬さのきわめて低いものとなること。

30

【0007】

(b) 組成式:  $[Ti_{1-(A+B+C)}Al_A Si_B Cr_C]N$  (ただし、原子比で、A は 0.01 ~ 0.06、B は 0.25 ~ 0.35、C は 0.01 ~ 0.10 を示す) を満足する、Si 含有割合が 25 ~ 35 原子 % の (Ti, Al, Si, Cr) N 層と、

組成式:  $[Ti_{1-(P+Q+R)}Al_P Si_Q Cr_R]N$  (ただし、原子比で、P は 0.30 ~ 0.45、Q は 0.10 ~ 0.15、R は 0.01 ~ 0.10 を示す) を満足する、相対的に Al 成分の含有割合を多くした (Ti, Al, Si, Cr) N 層、

を、それぞれの層厚を 5 ~ 20 nm (ナノメートル) の薄層とした状態で、交互積層すると、この結果の (Ti, Al, Si, Cr) N 層は、前記両薄層の交互積層構造によって、上記の高 Si 含有の (Ti, Al, Si, Cr) N 層 (以下、薄層 A という) のもつすぐれた耐熱性と、前記薄層 A に比して Si 含有割合が低く、かつ相対的に高 Al 含有の (Ti, Al, Si, Cr) N 層 (以下、薄層 B という) のもつ相対的に高い高温硬さを具備するようになること。

40

【0008】

(c) 上記 (b) の薄層 A と薄層 B の交互積層構造を有する (Ti, Al, Si, Cr) N 層は、高硬度鋼の高速切削加工で要求される、すぐれた耐熱性と所定の高温硬さを具備するものの、十分満足な高温硬さを有するものでないので、これを硬質被覆層の上部層として設け、一方同下部層として、耐熱性は不十分であるが、相対的に Al 成分の含有割合が高く、すぐれた高温硬さを具備する上記の従来硬質被覆層に相当する組成を有する (Ti, Al, Si, Cr) N 層、すなわち、

50

組成式： $[Ti_{1-(x+y+z)}Al_xSi_yCr_z]N$ （ただし、原子比で、 $X$ は $0.50 \sim 0.60$ 、 $Y$ は $0.01 \sim 0.09$ 、 $Z$ は $0.01 \sim 0.10$ を示す）を満足する、単一相構造の $(Ti, Al, Si, Cr)N$ 層、

を設けた構造にすると、この結果の硬質被覆層は、すぐれた耐熱性、高温強度、および高温硬さのすべてを備えたものとなるので、この硬質被覆層を蒸着形成してなる被覆超硬工具は、上記の高硬度鋼の高速切削加工でも、チッピングの発生なく、すぐれた耐摩耗性を長期に亘って発揮すること。

以上(a)～(c)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、工具基体の表面に、  
(a) いずれも $(Ti, Al, Si, Cr)N$ からなる上部層と下部層で構成し、前記上部層は $0.5 \sim 1.0 \mu m$ 、前記下部層は $2 \sim 6 \mu m$ の層厚をそれぞれ有し、

(b) 上記上部層は、いずれも一層平均層厚がそれぞれ $5 \sim 20 nm$ （ナノメータ）の薄層Aと薄層Bの交互積層構造を有し、

上記薄層Aは、

組成式： $[Ti_{1-(A+B+C)}Al_A Si_B Cr_C]N$ （ただし、原子比で、 $A$ は $0.01 \sim 0.06$ 、 $B$ は $0.25 \sim 0.35$ 、 $C$ は $0.01 \sim 0.10$ を示す）を満足する $(Ti, Al, Si, Cr)N$ 層、

上記薄層Bは、

組成式： $[Ti_{1-(P+Q+R)}Al_P Si_Q Cr_R]N$ （ただし、原子比で、 $P$ は $0.30 \sim 0.45$ 、 $Q$ は $0.10 \sim 0.15$ 、 $R$ は $0.01 \sim 0.10$ を示す）を満足する $(Ti, Al, Si, Cr)N$ 層、からなり、

(c) 上記下部層は、単一相構造を有し、

組成式： $[Ti_{1-(x+y+z)}Al_xSi_yCr_z]N$ （ただし、原子比で、 $X$ は $0.50 \sim 0.60$ 、 $Y$ は $0.01 \sim 0.09$ 、 $Z$ は $0.01 \sim 0.10$ を示す）を満足する $(Ti, Al, Si, Cr)N$ 層、

からなる硬質被覆層を蒸着形成してなる、高硬度鋼の高速切削加工で硬質被覆層がすぐれた耐摩耗性を発揮する被覆超硬工具に特徴を有するものである。

#### 【0010】

つぎに、この発明の被覆超硬工具の硬質被覆層に関し、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層厚

硬質被覆層を構成する $(Ti, Al, Si, Cr)N$ 層における $Al$ 成分には高温硬さを、同 $Ti$ 成分には高温強度を、同 $Si$ 成分には耐熱性を、それぞれ向上させる作用があり、さらに、同 $Cr$ 成分には高温耐酸化性を向上させるとともに、 $Ti$ 成分と同様に高温強度を向上させる作用があることから、下部層では $Al$ 成分の含有割合を相対的に多くして、高い高温硬さを具備せしめるとともに、 $Cr$ 成分を含有させることによって、所定の高温強度・高温耐酸化性を保持させる。しかし、 $Al$ の含有割合を示す $X$ 値が $Ti$ と $Si$ と $Cr$ の含量に占める割合（原子比、以下同じ）で $0.50$ 未満では、相対的に $Ti$ の割合が多くなって、高硬度鋼の高速切削加工に要求されるすぐれた高温硬さ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 $0.60$ を超えると、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、この結果チッピング（微少欠け）などが発生し易くなることから、 $X$ 値を $0.50 \sim 0.60$ と定めた。

また、 $Si$ の含有割合を示す $Y$ 値が $Ti$ と $Al$ と $Cr$ の含量に占める割合で $0.01$ 未満では、所定の耐熱性を確保することができず、一方、同 $Y$ 値が $0.09$ を超えると、所定の高温硬さ、高温強度を維持することが困難になるため、 $Y$ 値を $0.01 \sim 0.09$ と定めた。

さらに、 $Cr$ の含有割合を示す $Z$ 値が $Ti$ と $Al$ と $Si$ の含量に占める割合で $0.01$ 未満では、所定の高温強度・高温耐酸化性を確保することはできず、一方、同 $Z$ 値が $0.$

10

20

30

40

50

10を超えると、所定の高温硬さ、耐熱性を維持することが困難になるため、Z値を0.01~0.10と定めた。

そして、下部層の平均層厚が2 $\mu$ m未満では、自身のもつすぐれた特性(高温硬さ、高温強度、耐熱性、高温耐酸化性)を硬質被覆層に長期に亘って付与できず、工具寿命短命の原因となり、一方その平均層厚が6 $\mu$ mを越えると、チップングが発生し易くなることから、その平均層厚を2~6 $\mu$ mと定めた。

#### 【0011】

##### (b) 上部層の薄層Aの組成式

上部層の薄層Aの(Ti, Al, Si, Cr)NにおけるSi成分は、上記のとおり相対的に含有割合を高くして耐熱性を向上させ、もって高熱発生を伴う高硬度鋼の高速切削加工に適応させる目的で含有するものであり、したがって、Siの含有割合を示すB値がTiとAlとCrの含量に占める割合で0.25未満では所望のすぐれた耐熱性を確保することができず、一方、B値が0.35を越えると、隣接して高温強度のすぐれた薄層Bが存在しても、上部層の高温強度低下は避けられず、チップング発生の原因となることから、B値を0.25~0.35と定めた。

また、Alの含有割合を示すA値がTiとSiとCrの含量に占める割合で、0.01未満では、最低限の高温硬さを確保することができず、摩耗促進の原因となり、一方、同A値が0.06を超えると、高温強度に低下傾向が現れるようになり、チップング発生の原因となることから、A値を0.01~0.06と定めた。

さらに、Crの含有割合を示すC値がTiとAlとSiの含量に占める割合で0.01未満では、高温強度・高温耐酸化性の改善の効果が少なく、一方、同C値が0.10を超えると、高温硬さに低下傾向が現れ摩耗特性が劣化するようになるため、C値を0.01~0.10と定めた。

#### 【0012】

##### (c) 上部層の薄層Bの組成式

上部層の薄層Bにおいては、Si成分の含有割合を相対的に低くし、一方、Al成分の含有割合を相対的に高く維持することで、相対的に高い高温硬さを具備せしめ、隣接する薄層Aの高温硬さ不足を補強し、もって、前記薄層Aのもつすぐれた耐熱性と、前記薄層Bのもつ所定の高温硬さを具備した上部層を形成するものであるが、前記薄層Bの組成式におけるAlの含有割合を示すP値が0.30未満になると、Alの含有割合が少なくなり過ぎて、所定の高温硬さを確保することができず、硬質被覆層の摩耗進行が促進するようになり、一方、同P値が0.45を越えると、相対的にTi成分の含有割合が低下し、高温強度低下は避けられず、チップング発生の原因となることから、C値を0.30~0.45と定めた。

また、Siの含有割合を示すQ値がTiとAlとCrの含量に占める割合で、0.10未満では、上部層全体の耐熱性低下が避けられず、一方、同Q値が0.15を超えると、上部層全体の高温強度が低下するようになることから、Q値を0.10~0.15と定めた。

さらに、Crの含有割合を示すR値がTiとAlとSiの含量に占める割合で、0.01未満では、上部層全体の高温耐酸化性を確保することができず、一方、同R値が0.10を超えると、上部層全体の高温硬さが低下するようになることから、Q値を0.01~0.10と定めた。

#### 【0013】

##### (d) 上部層の薄層Aと薄層Bの一層平均層厚

それぞれの一層平均層厚が5nm未満ではそれぞれの薄層を上記の組成で明確に形成することが困難であり、この結果上部層に所望のすぐれた耐熱性と、所定の高温硬さ、高温強度を確保することができなくなり、またそれぞれの層厚が20nmを越えるとそれぞれの薄層がもつ欠点、すなわち薄層Aであれば高温硬さ不足、薄層Bであれば耐熱性不足が層内に局部的に現れ、これが原因でチップ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、それぞれの層厚を5~20nmと定めた。

10

20

30

40

50

## 【0014】

(e) 上部層の平均層厚

その平均層厚が $0.5\ \mu\text{m}$ 未満では、自身のもつすぐれた特性(高温硬さ、高温強度、耐熱性、高温耐酸化性)を硬質被覆層に長期に亘って付与できず、工具寿命短命の原因となり、一方その平均層厚が $1.0\ \mu\text{m}$ 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 $0.5\sim 1.0\ \mu\text{m}$ と定めた。

## 【発明の効果】

## 【0015】

この発明の被覆超硬工具は、硬質被覆層が(Ti, Al, Si, Cr)N層からなるが、硬質被覆層の上部層を薄層Aと薄層Bの交互積層構造とすることによって上部層にすぐれた特性(高温硬さ、高温強度、耐熱性、高温耐酸化性)を具備せしめ、同単一相構造の下部層がすぐれた高温硬さと所定の高温強度、高温耐酸化性を有することから、特に高熱発生を伴う高硬度鋼の高速切削加工でも、前記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長期に亘って発揮するものである。

10

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0016】

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】

## 【0017】

原料粉末として、いずれも $1\sim 3\ \mu\text{m}$ 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、 $100\ \text{MPa}$ の圧力で圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を $6\ \text{Pa}$ の真空中、温度： $1400$  に1時間保持の条件で焼結し、焼結後、切削部分に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基超硬合金製の工具基体A-1～A-10を形成した。

20

## 【0018】

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、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24時間湿式混合し、乾燥した後、 $100\ \text{MPa}$ の圧力で圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を $2\ \text{kPa}$ 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、切削部分に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基サーメット製の工具基体B-1～B-6を形成した。

30

## 【0019】

(a) ついで、上記の工具基体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、それぞれ表3, 4に示される目標組成に対応した成分組成をもった上部層の薄層A形成用Ti-Al-Si-Cr合金、他方側のカソード電極(蒸発源)として、同じくそれぞれ表3, 4に示される目標組成に対応した成分組成をもった上部層の薄層B形成用Ti-Al-Si-Cr合金を前記回転テーブルを挟んで対向配置し、また前記両Ti-Al-Si-Cr合金から90度ずれた位置に前記回転テーブルに沿ってカソード電極(蒸発源)として下部層形成用Ti-Al-Si-Cr合金を装着し、

40

(b) まず、装置内を排気して $0.1\ \text{Pa}$ 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工具基体に $-1000\ \text{V}$ の直流バイアス電圧を印加し、かつ前記下部層形成用Ti-Al-Si-Cr合金とアノード電極との間に $100\ \text{A}$ の電流を流してアーク放電を発生させ、もって工具基

50

体表面を前記 Ti - Al - Si - Cr 合金によってボンバード洗浄し、

(c) 装置内に反応ガスとして窒素ガスを導入して 3 Pa 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工具基体に - 100 V の直流バイアス電圧を印加し、かつ前記下部層形成用 Ti - Al - Si - Cr 合金とアノード電極との間に 100 A の電流を流してアーク放電を発生させ、もって前記工具基体の表面に、表 3, 4 に示される目標組成および目標層厚の単一相構造を有する (Ti, Al, Si, Cr) N 層を硬質被覆層の下部層として蒸着形成し、

(d) ついで装置内に反応ガスとして窒素ガスを導入して 2 Pa 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工具基体に - 100 V の直流バイアス電圧を印加した状態で、前記薄層 A 形成用 Ti - Al - Si - Cr 合金のカソード電極とアノード電極との間に 50 ~ 200 A の範囲内の所定の電流を流してアーク放電を発生させて、前記工具基体の表面に所定層厚の薄層 A を形成し、前記薄層 A 形成後、アーク放電を停止し、代って前記薄層 B 形成用 Ti - Al - Si - Cr 合金のカソード電極とアノード電極間に同じく 50 ~ 200 A の範囲内の所定の電流を流してアーク放電を発生させて、所定層厚の薄層 B を形成した後、アーク放電を停止し (この場合薄層 B の形成から開始してもよい)、再び前記薄層 A 形成用 Ti - Al - Si - Cr 合金のカソード電極とアノード電極間のアーク放電による薄層 A の形成と、前記薄層 B 形成用 Ti - Al - Si - Cr 合金のカソード電極とアノード電極間のアーク放電による薄層 B の形成を交互に繰り返すことにより、もって前記工具基体の表面に、層厚方向に沿って表 3, 4 に示される目標組成および一層目標層厚の薄層 A と薄層 B の交互積層からなる上部層を同じく表 3, 4 に示される全体目標層厚で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スローアウエイチップ (以下、本発明被覆超硬チップと云う) 1 ~ 16 をそれぞれ製造した。

#### 【0020】

また、比較の目的で、これら工具基体 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 装置に装入し、カソード電極 (蒸発源) として、それぞれ表 5 に示される目標組成に対応した成分組成をもった Ti - Al - Si - Cr 合金を装着し、まず、装置内を排気して 0.1 Pa 以下の真空に保持しながら、ヒーターで装置内を 500 °C に加熱した後、前記工具基体に - 1000 V 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 - Cr 合金とアノード電極との間に 100 A の電流を流してアーク放電を発生させ、もって工具基体表面を前記 Ti - Al - Si - Cr 合金でボンバード洗浄し、ついで装置内に反応ガスとして窒素ガスを導入して 3 Pa の反応雰囲気とすると共に、前記工具基体に印加するバイアス電圧を - 100 V に下げて、前記 Ti - Al - Si - Cr 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、もって前記工具基体 A - 1 ~ A - 10 および B - 1 ~ B - 6 のそれぞれの表面に、表 5 に示される目標組成および目標層厚の単一相構造を有する (Ti, Al, Si, Cr) 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スローアウエイチップ (以下、従来被覆超硬チップと云う) 1 ~ 16 をそれぞれ製造した。

#### 【0021】

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、本発明被覆超硬チップ 1 ~ 16 および従来被覆超硬チップ 1 ~ 16 について、

被削材：JIS・SKD61の焼入れ材（硬さ：HRC52）の丸棒、

切削速度：65 m/min、

切り込み：0.8 mm、

送り：0.2 mm/rev、

切削時間：3分、

の条件（切削条件A）での合金工具鋼の乾式連続高速切削加工試験（通常の切削速度は30 m/min）、

10

20

30

40

50

被削材：J I S ・ S U J 2 の焼入れ材（硬さ：H R C 5 6）の長さ方向等間隔 4 本縦溝入り丸棒、

切削速度： 5 0 m / m i n . .、

切り込み： 0 . 3 m m、

送り： 0 . 1 5 m m / r e v . .、

切削時間： 4 分、

の条件（切削条件 B）での軸受鋼の乾式断続高速切削加工試験（通常の切削速度は 3 0 m / m i n . .）、

被削材：J I S ・ S K D 1 1 の焼入れ材（硬さ：H R C 5 5）の長さ方向等間隔 4 本縦溝入り丸棒、

切削速度： 5 5 m / m i n . .、

切り込み： 0 . 5 m m、

送り： 0 . 2 m m / r e v . .、

切削時間： 3 分、

の条件（切削条件 C）での合金工具鋼の乾式断続高速切削加工試験（通常の切削速度は 2 5 m / m i n . .）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 6 に示した。

【 0 0 2 2 】



【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	

工 具 基 体

【 0 0 2 3 】

10

20

30

40

【表 2】

種 別		配 合 組 成 (質量%)							
		Co	Ni	ZrC	TaC	NbC	Mo <sub>2</sub> C	WC	TiCN
工 具 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 4 】

【表 3】

種別	工具 基体 記号	硬質被覆層																				上部層 全体 目標 層厚 ( $\mu\text{m}$ )					
		下部層										上部層・薄層A											上部層・薄層B				
		目標組成(原子比)					目標 層厚 ( $\mu\text{m}$ )	目標組成(原子比)					一層 目標 層厚 (nm)	目標組成(原子比)					一層 目標 層厚 (nm)								
		Ti	Al	Si	Cr	N		Ti	Al	Si	Cr	N		Ti	Al	Si	Cr	N									
1	A-1	0.34	0.60	0.05	0.01	1.00	6	0.64	0.01	0.30	0.05	1.00	5	0.44	0.45	0.10	0.01	1.00	15	0.7							
2	A-2	0.46	0.50	0.01	0.03	1.00	2.5	0.52	0.03	0.35	0.10	1.00	10	0.47	0.30	0.15	0.08	1.00	5	0.5							
3	A-3	0.38	0.50	0.07	0.05	1.00	5	0.69	0.05	0.25	0.01	1.00	15	0.38	0.40	0.12	0.10	1.00	20	0.8							
4	A-4	0.32	0.55	0.03	0.10	1.00	3	0.56	0.06	0.35	0.03	1.00	20	0.57	0.30	0.10	0.03	1.00	10	0.9							
5	A-5	0.23	0.60	0.09	0.08	1.00	4.5	0.62	0.03	0.30	0.05	1.00	10	0.45	0.35	0.15	0.05	1.00	20	1.0							
6	A-6	0.42	0.50	0.05	0.03	1.00	2	0.62	0.05	0.25	0.08	1.00	5	0.37	0.45	0.13	0.05	1.00	15	0.5							
7	A-7	0.37	0.55	0.07	0.01	1.00	5.5	0.68	0.01	0.30	0.01	1.00	15	0.55	0.30	0.12	0.03	1.00	5	1.0							
8	A-8	0.34	0.60	0.01	0.05	1.00	3	0.66	0.06	0.25	0.03	1.00	10	0.49	0.35	0.15	0.01	1.00	10	0.7							
9	A-9	0.26	0.55	0.09	0.10	1.00	4	0.52	0.03	0.35	0.10	1.00	20	0.37	0.40	0.13	0.10	1.00	5	0.5							
10	A-10	0.40	0.50	0.05	0.05	1.00	2	0.57	0.05	0.30	0.08	1.00	5	0.52	0.30	0.10	0.08	1.00	15	1.0							

本発明被覆超硬チップ

10

20

30

40

【表 4】

種別	工具 基体 記号	硬質被覆層																											
		下部層									上部層・薄層A									上部層・薄層B									上部層 全体 目標 層厚 ( $\mu\text{m}$ )
		目標組成(原子比)					目標 層厚 ( $\mu\text{m}$ )	目標組成(原子比)					一層 目標 層厚 (nm)	目標組成(原子比)					一層 目標 層厚 (nm)										
		Ti	Al	Si	Cr	N	Ti	Al	Si	Cr	N	Ti	Al	Si	Cr	N	Ti	Al	Si	Cr	N								
11	B-1	0.33	0.55	0.03	0.09	1.00	3	0.66	0.06	0.25	0.03	1.00	10	0.49	0.35	0.15	0.01	1.00	15	0.6									
12	B-2	0.34	0.60	0.05	0.01	1.00	6	0.52	0.03	0.35	0.10	1.00	20	0.55	0.30	0.12	0.03	1.00	5	0.5									
13	B-3	0.46	0.50	0.01	0.03	1.00	2.5	0.68	0.01	0.30	0.01	1.00	15	0.37	0.45	0.13	0.05	1.00	20	1.0									
14	B-4	0.23	0.60	0.10	0.07	1.00	4	0.57	0.05	0.30	0.08	1.00	5	0.52	0.30	0.10	0.08	1.00	10	0.5									
15	B-5	0.34	0.60	0.01	0.05	1.00	3.5	0.64	0.01	0.30	0.05	1.00	5	0.37	0.40	0.13	0.10	1.00	10	0.8									
16	B-6	0.42	0.50	0.05	0.03	1.00	2	0.56	0.06	0.35	0.03	1.00	10	0.44	0.45	0.10	0.01	1.00	15	1.0									

10

20

30

40

【表 5】

種別	工具 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	Cr	N		
従来被覆超硬チップ	1	A-1	0.34	0.60	0.05	0.01	1.00	6.7
	2	A-2	0.46	0.50	0.01	0.03	1.00	3.0
	3	A-3	0.38	0.50	0.07	0.05	1.00	5.8
	4	A-4	0.32	0.55	0.03	0.10	1.00	3.9
	5	A-5	0.23	0.60	0.09	0.08	1.00	5.5
	6	A-6	0.42	0.50	0.05	0.03	1.00	2.5
	7	A-7	0.37	0.55	0.07	0.01	1.00	6.5
	8	A-8	0.34	0.60	0.01	0.05	1.00	3.7
	9	A-9	0.26	0.55	0.09	0.10	1.00	4.5
	10	A-10	0.40	0.50	0.05	0.05	1.00	3.0
	11	B-1	0.32	0.55	0.03	0.10	1.00	3.6
	12	B-2	0.34	0.60	0.05	0.01	1.00	6.5
	13	B-3	0.46	0.50	0.01	0.03	1.00	3.5
	14	B-4	0.23	0.60	0.09	0.08	1.00	4.5
	15	B-5	0.34	0.60	0.01	0.05	1.00	4.3
	16	B-6	0.42	0.50	0.05	0.03	1.00	3.0

10

20

30

【 0 0 2 7 】

【表 6】

種 別	逃げ面摩耗幅(mm)			種 別	逃げ面摩耗幅(mm)				
	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 超 硬 チ ッ プ	1	0.12	0.17	0.21	従 来 被 覆 超 硬 チ ッ プ	1	0.34	0.34	0.30
	2	0.11	0.16	0.16		2	0.33	0.31	0.31
	3	0.12	0.12	0.18		3	0.32	0.24	0.25
	4	0.07	0.13	0.17		4	0.34	0.28	0.29
	5	0.07	0.14	0.12		5	0.28	0.28	0.25
	6	0.15	0.13	0.20		6	0.32	0.27	0.30
	7	0.15	0.17	0.18		7	0.37	0.31	0.29
	8	0.10	0.12	0.14		8	0.31	0.29	0.25
	9	0.04	0.13	0.10		9	0.28	0.22	0.25
	10	0.13	0.13	0.17		10	0.37	0.31	0.30
	11	0.08	0.11	0.15		11	0.35	0.28	0.26
	12	0.11	0.16	0.18		12	0.37	0.27	0.27
	13	0.09	0.14	0.14		13	0.34	0.26	0.30
	14	0.06	0.09	0.12		14	0.28	0.22	0.28
	15	0.08	0.10	0.12		15	0.29	0.27	0.23
	16	0.12	0.14	0.15		16	0.34	0.26	0.33

10

20

30

## 【実施例 2】

## 【0028】

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7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種の工具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、切削部の直径×長さがそれぞれ6 mm×13 mm、10

40

50

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 基超硬合金製の工具基体（エンドミル）C - 1 ~ C - 8 をそれぞれ製造した。

【0029】

ついで、これらの工具基体（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 8 に示される目標組成および目標層厚の単一相構造を有する（Ti, Al, Si, Cr）N 層からなる下部層と、同じく層厚方向に沿って表 8 に示される目標組成および一層目標層厚の薄層 A と薄層 B の交互積層からなる上部層を同じく表 8 に示される全体目標層厚で蒸着形成することにより、本発明被覆超硬工具として 10 の本発明表面被覆超硬製エンドミル（以下、本発明被覆超硬エンドミルと云う）1 ~ 8 をそれぞれ製造した。

【0030】

また、比較の目的で、上記の工具基体（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、同じく表 9 に示される目標組成および目標層厚の単一相構造を有する（Ti, Al, Si, Cr）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、従来被覆超硬エンドミルと云う）1 ~ 8 をそれぞれ製造した。

【0031】

つぎに、上記本発明被覆超硬エンドミル 1 ~ 8 および従来被覆超硬エンドミル 1 ~ 8 のうち、

本発明被覆超硬エンドミル 1 ~ 3 および従来被覆超硬エンドミル 1 ~ 3 については、

被削材 - 平面：100 mm × 250 mm、厚さ：50 mm の寸法をもった J I S ・ S K D 1 1 の焼入れ材（硬さ：H R C 5 5）の板材、

切削速度：50 m / m i n .、

溝深さ（切り込み）：2 mm、

テーブル送り：250 mm / 分、

の条件での合金工具鋼の乾式高速溝切削加工試験（通常の切削速度は 25 m / m i n .）

、

本発明被覆超硬エンドミル 4 ~ 6 および従来被覆超硬エンドミル 4 ~ 6 については、

被削材 - 平面：100 mm × 250 mm、厚さ：50 mm の寸法をもった J I S ・ S U J 2 の焼入れ材（硬さ：H R C 5 6）の板材、

切削速度：45 m / m i n .、

溝深さ（切り込み）：3.5 mm、

テーブル送り：180 mm / 分、

の条件での軸受鋼の乾式高速溝切削加工試験（通常の切削速度は 30 m / m i n .）、

本発明被覆超硬エンドミル 7, 8 および従来被覆超硬エンドミル 7, 8 については、

被削材 - 平面：100 mm × 250 mm、厚さ：50 mm の寸法をもった J I S ・ S K D 6 1 の焼入れ材（硬さ：H R C 5 2）の板材、

切削速度：65 m / m i n .、

溝深さ（切り込み）：6 mm、

テーブル送り：100 mm / 分、

の条件での合金工具鋼の乾式高速溝切削加工試験（通常の切削速度は 30 m / m i n .）

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 0.15 mm に至るまでの切削溝長を測定した。この測定結果を表 8, 9 にそれぞれ示した。

【0032】

10

20

30

40

【表 7】

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

工具基体 ( エンドミル )

【 0 0 3 3 】

10

20

30

40



【表 8】

種別	工具 基体 記号	硬質被覆層																		切削 溝長 (m)	
		下部層						上部層・薄層A						上部層・薄層B							上部層 全体 目標 層厚 ( $\mu$ m)
		目標組成(原子比)						目標組成(原子比)						目標組成(原子比)							
		Ti	Al	Si	Cr	N	目標 層厚 ( $\mu$ m)	Ti	Al	Si	Cr	N	一層 目標 層厚 (nm)	Ti	Al	Si	Cr	N	一層 目標 層厚 (nm)		
1	C-1	0.32	0.55	0.03	0.10	1.00	2	0.66	0.06	0.25	0.03	1.00	15	0.38	0.40	0.12	0.10	1.00	5	0.6	44
2	C-2	0.23	0.60	0.09	0.08	1.00	3	0.57	0.05	0.30	0.08	1.00	10	0.44	0.45	0.10	0.01	1.00	20	0.5	49
3	C-3	0.34	0.60	0.05	0.01	1.00	2.5	0.68	0.01	0.30	0.01	1.00	5	0.47	0.30	0.15	0.08	1.00	15	1.0	52
4	C-4	0.38	0.50	0.07	0.05	1.00	4	0.62	0.05	0.25	0.08	1.00	20	0.37	0.45	0.13	0.05	1.00	5	1.0	57
5	C-5	0.37	0.55	0.07	0.01	1.00	5.5	0.56	0.06	0.35	0.03	1.00	5	0.49	0.35	0.15	0.01	1.00	15	0.9	38
6	C-6	0.46	0.50	0.01	0.03	1.00	6	0.52	0.03	0.35	0.10	1.00	20	0.57	0.30	0.10	0.03	1.00	10	0.7	38
7	C-7	0.26	0.55	0.09	0.10	1.00	4.5	0.69	0.05	0.25	0.01	1.00	15	0.52	0.30	0.10	0.08	1.00	5	0.5	58
8	C-8	0.42	0.50	0.05	0.03	1.00	5	0.64	0.01	0.30	0.05	1.00	10	0.37	0.40	0.13	0.10	1.00	20	1.0	44

本発明被覆超硬工ハットニル

10

20

30

40

【表 9】

種別	工具 基体 記号	硬質被覆層							切削 溝長 (m)
		目標組成(原子比)					目標 層厚 ( $\mu$ m)		
		Ti	Al	Si	Cr	N			
従来被覆超硬 エンドミル	1	C-1	0.32	0.55	0.03	0.10	1.00	2.6	16
	2	C-2	0.23	0.60	0.09	0.08	1.00	3.5	21
	3	C-3	0.34	0.60	0.05	0.01	1.00	3.5	19
	4	C-4	0.38	0.50	0.07	0.05	1.00	5	28
	5	C-5	0.37	0.55	0.07	0.01	1.00	6.4	18
	6	C-6	0.46	0.50	0.01	0.03	1.00	6.7	15
	7	C-7	0.26	0.55	0.09	0.10	1.00	5	26
	8	C-8	0.42	0.50	0.05	0.03	1.00	6	19

10

20

## 【実施例 3】

## 【0035】

上記の実施例 2 で製造した直径が 8 mm (工具基体 C - 1 ~ C - 3 形成用)、13 mm (工具基体 C - 4 ~ C - 6 形成用)、および 26 mm (工具基体 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 (工具基体 D - 1 ~ D - 3)、8 mm × 22 mm (工具基体 D - 4 ~ D - 6)、および 16 mm × 45 mm (工具基体 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 基超硬合金製の工具基体 (ドリル) D - 1 ~ D - 8 をそれぞれ製造した。

30

## 【0036】

ついで、これらの工具基体 (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 に示されるアーキオンプレATING 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の単一相構造を有する (Ti, Al, Si, Cr) N 層からなる下部層と、同じく層厚方向に沿って表 10 に示される目標組成および一層目標層厚の薄層 A と薄層 B の交互積層からなる上部層を同じく表 10 に示される全体目標層厚で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、本発明被覆超硬ドリルと云う) 1 ~ 8 をそれぞれ製造した。

40

## 【0037】

また、比較の目的で、上記の工具基体 (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 に示されるアーキオンプレATING 装置に装入し、上記実施例 1 と同一の条件で、同じく表 11 に示される目標組成および目標層厚の単一相構造を有する (Ti, Al, Si, Cr) 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ドリル (以下、従来被覆超硬ドリルと云う) 1 ~ 8 をそれぞれ製造した。

## 【0038】

50

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

被削材 - 平面：100 mm × 250、厚さ：50 mm の寸法をもった J I S ・ S K D 1 1 の焼入れ材（硬さ：H R C 5 5）の板材、

切削速度： 35 m / m i n .、

送り： 0.2 mm / r e v、

穴深さ： 8 mm、

の条件での合金工具鋼の湿式高速穴あけ切削加工試験（通常の切削速度は 20 m / m i n .）、

本発明被覆超硬ドリル 4 ~ 6 および従来被覆超硬ドリル 4 ~ 6 については、

10

被削材 - 平面：100 mm × 250 mm、厚さ：50 mm の寸法をもった J I S ・ S U J 2 の焼入れ材（硬さ：H R C 5 6）の板材、

切削速度： 40 m / m i n .、

送り： 0.15 mm / r e v、

穴深さ： 16 mm、

の条件での軸受鋼の湿式高速穴あけ切削加工試験（通常の切削速度は 25 m / m i n .）

、  
本発明被覆超硬ドリル 7 , 8 および従来被覆超硬ドリル 7 , 8 については、

被削材 - 平面：100 mm × 250 mm、厚さ：50 mm の寸法をもった J I S ・ S K D 6 1 の焼入れ材（硬さ：H R C 5 2）の板材、

20

切削速度： 55 m / m i n .、

送り： 0.3 mm / r e v、

穴深さ： 30 mm、

の条件での合金工具鋼の湿式高速穴あけ切削加工試験（通常の切削速度は 30 m / m i n .）、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 0.25 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 10、11 にそれぞれ示した。

【0039】

【表 10】

種別	工具 基体 記号	硬質被覆層																				穴あけ 加工数 (穴)						
		下部層										上部層・薄層A											上部層・薄層B					上部層 全体 目標 層厚 ( $\mu\text{m}$ )
		目標組成(原子比)					目標 層厚 ( $\mu\text{m}$ )	目標組成(原子比)					一層 目標 層厚 (nm)	目標組成(原子比)					一層 目標 層厚 (nm)									
		Ti	Al	Si	Cr	N		Ti	Al	Si	Cr	N		Ti	Al	Si	Cr	N		Ti	Al		Si	Cr	N			
1	D-1	0.42	0.50	0.05	0.03	1.00	4	0.56	0.06	0.35	0.03	1.00	20	0.49	0.35	0.15	0.01	1.00	5	0.5	2500							
2	D-2	0.26	0.55	0.09	0.10	1.00	3.5	0.69	0.05	0.25	0.01	1.00	5	0.52	0.30	0.10	0.08	1.00	15	0.9	2350							
3	D-3	0.23	0.60	0.09	0.08	1.00	2	0.62	0.03	0.30	0.05	1.00	10	0.37	0.40	0.13	0.10	1.00	20	1.0	2100							
4	D-4	0.34	0.60	0.05	0.01	1.00	5	0.57	0.05	0.30	0.08	1.00	15	0.44	0.45	0.10	0.01	1.00	5	0.6	1250							
5	D-5	0.32	0.55	0.03	0.10	1.00	3	0.52	0.03	0.35	0.10	1.00	10	0.38	0.40	0.12	0.10	1.00	10	0.5	1000							
6	D-6	0.38	0.50	0.07	0.05	1.00	4.5	0.64	0.01	0.30	0.05	1.00	5	0.47	0.30	0.15	0.08	1.00	20	1.0	1100							
7	D-7	0.37	0.55	0.07	0.01	1.00	6	0.66	0.06	0.25	0.03	1.00	20	0.55	0.30	0.12	0.03	1.00	5	0.6	700							
8	D-8	0.46	0.50	0.01	0.03	1.00	5.5	0.62	0.05	0.25	0.08	1.00	15	0.45	0.35	0.15	0.05	1.00	10	0.8	550							

本発明被覆超硬ドリル

10

20

30

40

50

【表 1 1】

種別	工具 基体 記号	硬質被覆層						穴あけ 加工数 (穴)	
		目標組成(原子比)					目標 層厚 ( $\mu\text{m}$ )		
		Ti	Al	Si	Cr	N			
従来被覆超硬ドリル	1	D-1	0.42	0.50	0.05	0.03	1.00	4.5	1550
	2	D-2	0.26	0.55	0.09	0.10	1.00	4.4	1400
	3	D-3	0.23	0.60	0.09	0.08	1.00	3	1300
	4	D-4	0.34	0.60	0.05	0.01	1.00	5.6	750
	5	D-5	0.32	0.55	0.03	0.10	1.00	3.5	500
	6	D-6	0.38	0.50	0.07	0.05	1.00	5.5	600
	7	D-7	0.37	0.55	0.07	0.01	1.00	6.6	450
	8	D-8	0.46	0.50	0.01	0.03	1.00	6.3	300

10

20

## 【0041】

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超硬チップ1~16、本発明被覆超硬エンドミル1~8、および本発明被覆超硬ドリル1~8の(Ti, Al, Si, Cr)Nからなる硬質被覆層を構成する上部層の薄層Aおよび薄層B、さらに同下部層の組成、並びに従来被覆超硬工具としての従来被覆超硬チップ1~16、従来被覆超硬エンドミル1~8、および従来被覆超硬ドリル1~8の(Ti, Al, Si, Cr)N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型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。

30

## 【0042】

また、上記の硬質被覆層の構成層の平均層厚を透過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。

## 【0043】

表3~11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がそれぞれ組成の異なる(Ti, Al, Si, Cr)Nからなる単一相構造の下部層と、層厚がそれぞれ5~20nmの薄層Aと薄層Bの交互積層構造を有する上部層で構成され、前記下部層がすぐれた高温硬さと所定の高温強度、高温耐酸化性を、さらに、前記上部層がすぐれた高温硬さ、高温強度、耐熱性、高温耐酸化性を有し、硬質被覆層はこれらのすぐれた特性を兼ね備えたものとなるので、合金工具鋼や軸受鋼の焼入れ材の高硬度鋼の高熱発生を伴う高速切削加工でも、チップングの発生なく、すぐれた耐摩耗性を発揮するのに対して、硬質被覆層が単一相構造の(Ti, Al, Si, Cr)N層からなる従来被覆超硬工具は、特に耐熱性不足が原因で摩耗進行が速く、比較的短時間で使用寿命に至ることが明らかである。

40

## 【0044】

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、特に高硬度鋼の高熱発生を伴う高速切削加工でも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

50

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。

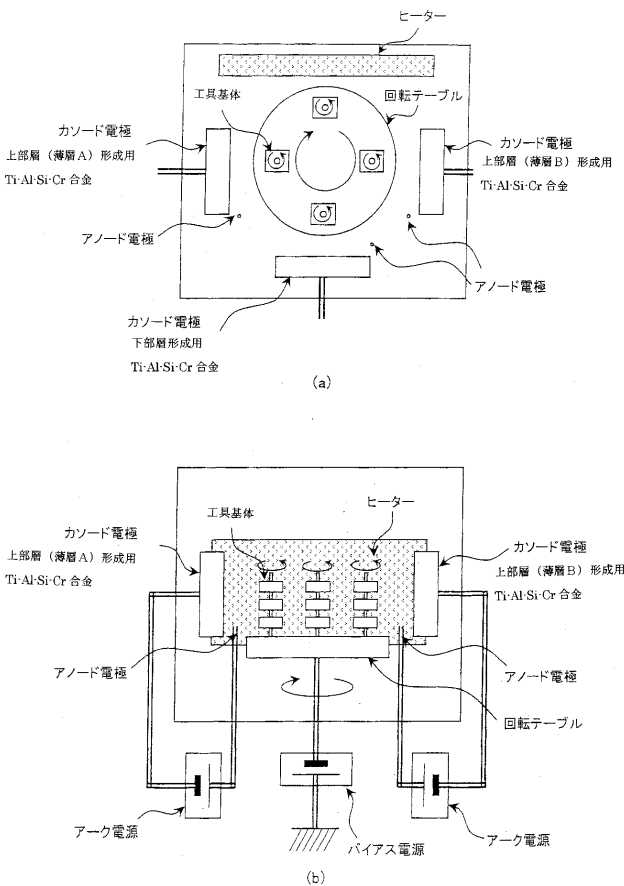
【図面の簡単な説明】

【0045】

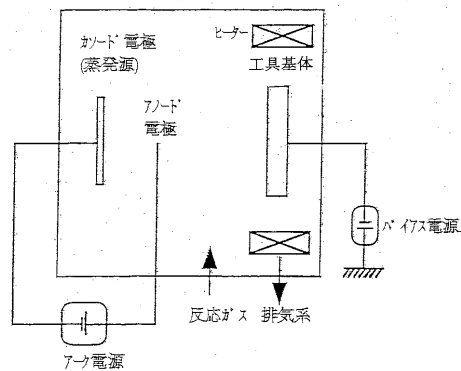
【図1】本発明被覆超硬工具を構成する硬質被覆層を形成するのに用いたアークイオンプレーティング装置を示し、(a)は概略平面図、(b)は概略正面図である。

【図2】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 大上 強  
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
- (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
- (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 CC02 CC04 CC09 CC11  
3C046 FF03 FF05 FF09 FF10 FF11 FF13 FF16  
4K029 AA02 AA07 AA21 BA58 BB02 BC02 CA04 CA13 DD06 EA01  
JA02 JA08