

(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2011-240438

(P2011-240438A)

(43) 公開日 平成23年12月1日(2011.12.1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B 2 3 B</b> 27/14 (2006.01)	B 2 3 B 27/14 A	3 C 0 3 7
<b>B 2 3 C</b> 5/16 (2006.01)	B 2 3 C 5/16	3 C 0 4 6
<b>B 2 3 B</b> 51/00 (2006.01)	B 2 3 B 51/00 J	4 K 0 2 9
<b>C 2 3 C</b> 14/06 (2006.01)	C 2 3 C 14/06 A	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2010-115035 (P2010-115035)	(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一丁目3番2号
(22) 出願日	平成22年5月19日 (2010.5.19)	(74) 代理人	100139240 弁理士 影山 秀一
		(74) 代理人	100076679 弁理士 富田 和夫
		(74) 代理人	100119921 弁理士 三宅 正之
		(72) 発明者	浅沼 英利 茨城県常総市古間木1511番地 三菱マテリアル株式会社筑波製作所内
		(72) 発明者	佐藤 和則 茨城県常総市古間木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】 耐熱性および耐溶着性にすぐれた表面被覆切削工具

(57) 【要約】

【課題】 Ti合金、高硬度ステンレス鋼、Ni基耐熱合金などの高硬度難削材の高速高送り切削加工で硬質被覆層がすぐれた耐熱性および耐溶着性を発揮する表面被覆切削工具を提供する。

【解決手段】 工具基体の表面に、(a)組成式： $(Al_{1-x}Cr)_N$ あるいは組成式： $(Al_{1-x}CrM)_N$ （但し、Mは、Al、Crを除く周期律表4a, 5a, 6a族の元素、Si、B、Yのうちから選ばれた1種又は2種以上の添加成分を示し、原子比で、 $0.45 < x < 0.75$ 、 $0.01 < x < 0.25$ ）を満足するAlとCr（とM）の複合窒化物層からなるAlCr(M)N薄層、(b)組成式： $(Nb_{1-x}Y)_N$ （但し、原子比で、 $0.01 < x < 0.15$ ）を満足するNbとYの複合窒化物層からなるNbYN薄層、前記(a)、(b)の交互積層からなる硬質被覆層を形成した表面被覆切削工具。

【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硬質被覆層を形成してなる表面被覆切削工具において、

前記硬質被覆層が、

(a) 0.01~0.1 μmの一層平均層厚を有し、かつ、

組成式： $(Al_1 \dots Cr)N$  (但し、 $\quad$ はCrの含有割合を示し、原子比で、0.45  $\quad$  0.75である)を満足するAlとCrの複合窒化物層からなる $(Al, Cr)N$ 薄層、

(b) 0.01~0.1 μmの一層平均層厚を有し、かつ、

組成式： $(Nb_1 \dots Y)N$  (但し、 $\quad$ はYの含有割合を示し、原子比で、0.01  $\quad$  0.15である)を満足するNbとYの複合窒化物層からなる $(Nb, Y)N$ 薄層

、前記(a)、(b)の交互積層からなり、1~5 μmの合計平均層厚を有することを特徴とする表面被覆切削工具。

## 【請求項2】

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硬質被覆層を形成してなる表面被覆切削工具において、

前記硬質被覆層が、

(a) 0.01~0.1 μmの一層平均層厚を有し、かつ、

組成式： $(Al_1 \dots Cr M)N$  (ここで、Mは、Al、Crを除く周期律表4a, 5a, 6a族の元素、Si、B、Yのうちから選ばれた1種または2種以上の添加成分を示し、また、 $\quad$ はCrの含有割合、 $\quad$ はMの含有割合をそれぞれ示し、原子比で、0.45  $\quad$  0.75、0.01  $\quad$  0.25である)を満足するAlとCrとMの複合窒化物層からなる $(Al, Cr, M)N$ 薄層、

(b) 0.01~0.1 μmの一層平均層厚を有し、かつ、

組成式： $(Nb_1 \dots Y)N$  (但し、 $\quad$ はYの含有割合を示し、原子比で、0.01  $\quad$  0.15である)を満足するNbとYの複合窒化物層からなる $(Nb, Y)N$ 薄層

、前記(a)、(b)の交互積層からなり、1~5 μmの合計平均層厚を有することを特徴とする表面被覆切削工具。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、表面被覆切削工具(以下、被覆工具という)に関し、さらに詳しくは、例えば、Ti合金、高硬度ステンレス鋼、Ni基耐熱合金などの高硬度難削材を、高熱発生を伴うとともに切刃部に対して大きな機械的負荷がかかる高速高送り条件で切削加工した場合に、硬質被覆層がすぐれた耐熱性と耐溶着性とを発揮する被覆工具に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

一般に、被覆工具には、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、

10

20

30

40

50

組成式： $(Al_1 - P Cr_P) N$ または組成式： $(Al_1 - P - Q Cr_P M_Q) N$ （ここで、Mは、Al、Crを除く周期律表4a, 5a, 6a族の元素、Si、B、Yのうちから選ばれた1種または2種以上の添加成分であり、また、P、Qは原子比によるCr成分、M成分の含有割合を示す）を満足するAlとCrの複合窒化物層あるいはAlとCrとMの複合窒化物層（以下、これらを総称して、 $(Al, Cr, M) N$ で示す）からなる硬質被覆層を物理蒸着してなる被覆工具が知られており、かつ前記被覆工具の硬質被覆層である $(Al, Cr, M) N$ 層が、構成成分であるAlによって高温硬さ、同Crによって高温強度、また、AlとCrの共存含有によって耐熱性が向上すること、さらに、M成分として、Al、Crを除く周期律表4a, 5a, 6a族の元素、Si、B、Yのうちから選ばれた1種または2種以上を含有させた場合には、硬質被覆層の耐摩耗性、高温耐酸化性等の特性が向上することから、これを各種の一般鋼や普通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。

10

#### 【0004】

さらに、前記の被覆工具が、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ーティング装置に前記の工具基体を装入し、ヒーターで装置内を、例えば、500の温度に加熱した状態で、硬質被覆層の目標組成に対応した所定組成を有するAl-Cr合金あるいはAl-Cr-M合金（以下、これらを総称して、Al-Cr-M合金で示す）がセットされたカソード電極（蒸発源）とアノード電極との間に、例えば、電流：100A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、3Paの反応雰囲気とし、一方、前記工具基体には、例えば、-150Vのバイアス電圧を印加した条件で、前記工具基体の表面に、目標組成の $(Al, Cr, M) N$ 層からなる硬質被覆層をそれぞれ蒸着することにより製造されることも知られている。

20

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0005】

- 【特許文献1】特開平9-41127号公報
- 【特許文献2】特開平10-25566号公報
- 【特許文献3】特開2004-106183号公報
- 【特許文献4】特開2004-269985号公報
- 【特許文献5】特開2005-330539号公報
- 【特許文献6】特開2006-82209号公報

30

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0006】

ところが、近年の切削加工装置のFA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、切削工具には被削材の材種にできるだけ影響を受けない汎用性、すなわち、できるだけ多くの材種の切削加工が可能な切削工具が求められる傾向にあるが、前記従来被覆工具においては、これを、Ti合金、高硬度ステンレス鋼、Ni基耐熱合金などの高硬度難削材（被削材）の通常切削速度での切削加工に用いた場合には問題ないが、これらの難削材を、高い発熱をとまなうとともに、切刃部に局部的に高負荷がかかる高速高送り条件で切削した場合には、切削時の発熱によって被削材および切粉は高温に加熱されて粘性が増大し、これに伴って硬質被覆層表面に対する溶着性が一段と増すようになり、この結果切刃部におけるチップング（微小欠け）の発生が急激に増加し、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。

40

#### 【0007】

そこで、本発明が解決しようとする技術的課題、すなわち、本発明の目的は、特にTi合金、高硬度ステンレス鋼、Ni基耐熱合金などの高硬度難削材を高い発熱をとまない、かつ、高負荷のかかる高速高送り条件で切削した場合においてもすぐれた耐熱性および耐

50

溶着性を発揮する被覆工具を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

そこで、本発明者らは、前述のような観点から、特にTi合金、高硬度ステンレス鋼、Ni基耐熱合金などの高硬度難削材の切削加工を、高負荷のかかる高速高送り切削条件下で切削加工した場合に、硬質被覆層がすぐれた耐熱性とすぐれた耐溶着性を発揮する被覆工具を開発すべく、前記従来被覆工具に着目し、研究を行った結果、WC基超硬合金またはTiCN基サーメットからなる工具基体の表面に、一層平均層厚0.01~0.1μmの(Al, Cr)N薄層あるいは(Al, Cr, M)N薄層を蒸着形成し、この上に、Nbとの含量に占めるYの含有割合が1~15原子%となるようにY成分を含有させたNbとYの複合窒化物層(以下、(Nb, Y)N層で示す)からなる一層平均層厚0.01~0.1μmの(Nb, Y)N薄層を蒸着形成し、さらに、前記(Al, Cr)N薄層あるいは(Al, Cr, M)N薄層と前記(Nb, Y)N薄層とを交互に形成し、交互積層構造からなる硬質被覆層を構成すると、前記(Al, Cr)N薄層あるいは(Al, Cr, M)N薄層はすぐれた高温硬さ、高温強度、耐熱性を示し、また、これと交互に積層形成される(Nb, Y)N薄層はすぐれた耐溶着性を示し、特に、(Nb, Y)N薄層中に含有されるY成分によって、(Nb, Y)N薄層の高温硬さが向上することから、高熱発生を伴う切削加工においても、(Nb, Y)N薄層のすぐれた耐溶着性は維持されることを見出した。

10

【0009】

したがって、工具表面に溶着し易い高硬度難削材の高速高送り切削加工において、切刃部が高温になったとしても、(Al, Cr)N薄層あるいは(Al, Cr, M)N薄層に不足する耐溶着性を、これと交互に積層される(Nb, Y)N薄層が補完し、硬質被覆層全体としての被削材との耐溶着性が改善され、その結果、切刃部におけるチップング(微少欠け)の発生が防止され、長期に亘ってすぐれた耐摩耗性が発揮されることを見出し、本発明に至ったものである。

20

【0010】

本発明は、前記研究結果に基づいてなされたものであって、  
「(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硬質被覆層を形成してなる表面被覆切削工具において、

30

前記硬質被覆層が、

(a) 0.01~0.1μmの一層平均層厚を有し、かつ、

組成式： $(Al_1 \cdot Cr)N$  (但し、 $\cdot$ はCrの含有割合を示し、原子比で、0.45~0.75である)を満足するAlとCrの複合窒化物層からなる(Al, Cr)N薄層、

(b) 0.01~0.1μmの一層平均層厚を有し、かつ、

組成式： $(Nb_1 \cdot Y)N$  (但し、 $\cdot$ はYの含有割合を示し、原子比で、0.01~0.15である)を満足するNbとYの複合窒化物層からなる(Nb, Y)N薄層

、  
前記(a)、(b)の交互積層からなり、1~5μmの合計平均層厚を有することを特徴とする表面被覆切削工具。

40

(2) 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硬質被覆層を形成してなる表面被覆切削工具において、

前記硬質被覆層が、

(a) 0.01~0.1μmの一層平均層厚を有し、かつ、

組成式： $(Al_1 \cdot Cr \cdot M)N$  (ここで、Mは、Al、Crを除く周期律表4a, 5a, 6a族の元素、Si、B、Yのうちから選ばれた1種又は2種以上の添加成分を示し、また、 $\cdot$ はCrの含有割合、 $\cdot$ はMの含有割合をそれぞれ示し、原子比で、0.45~0.75、0.01~0.25である)を満足するAlとCrとMの複合窒化物層からなる(Al, Cr, M)N薄層、

50

(b)  $0.01 \sim 0.1 \mu\text{m}$ の一層平均層厚を有し、かつ、  
組成式： $(\text{Nb}_1, \text{Y})\text{N}$ （但し、 $1$ は $\text{Y}$ の含有割合を示し、原子比で、 $0.01 \sim 0.15$ である）を満足する $\text{Nb}$ と $\text{Y}$ の複合窒化物層からなる $(\text{Nb}, \text{Y})\text{N}$ 薄層

、前記(a)、(b)の交互積層からなり、 $1 \sim 5 \mu\text{m}$ の合計平均層厚を有することを特徴とする表面被覆切削工具。」

であり、特にTi合金、高硬度ステンレス鋼、Ni基耐熱合金などの高硬度難削材を高い発熱をとめない、かつ、高負荷のかかる高速高送り切削条件で切削した場合においてもすぐれた耐熱性および耐溶着性を発揮するという特徴を有するものである。

【0011】

つぎに、本発明の被覆工具の硬質被覆層について、詳細に説明する。

【0012】

(a)  $(\text{Al}, \text{Cr})\text{N}$ 薄層あるいは $(\text{Al}, \text{Cr}, \text{M})\text{N}$ 薄層の組成および一層平均層厚

$(\text{Al}, \text{Cr})\text{N}$ 薄層あるいは $(\text{Al}, \text{Cr}, \text{M})\text{N}$ 薄層の構成成分であるAl成分には硬質被覆層における高温硬さを向上させ、同Cr成分には高温強度を向上させ、また、AlとCrの共存含有によって耐熱性を向上させる作用があり、さらに、M成分のうちの、Al、Crを除く周期律表4a, 5a, 6a族の元素、Si、B、には硬質被覆層の耐摩耗性を向上させる作用があり、また、Yには硬質被覆層の高温耐酸化性を向上させる作用があるが、Crの割合を示す値がAlとの含量あるいはAlとM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、所定の高温硬さを確保することができず、これが耐摩耗性低下の原因となり、一方、Crの割合を示す値が同0.75を越えると、相対的にAlの含有割合が減少し、高速高送り切削加工で必要とされる高温強度を確保することができず、チップングの発生を防止することが困難になり、さらに、M成分の含有割合を示す値がAlとの含量に占める割合（原子比、以下同じ）で0.01未満では、M成分を含有させたことによる耐摩耗性、高温耐酸化性等の特性向上が期待できず、一方同値が0.25を超えると、高温強度に低下傾向が現れるようになることから、値を0.45~0.75、値を0.01~0.25と定めた。

【0013】

また、その一層平均層厚が $0.01 \mu\text{m}$ 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、その一層平均層厚が $0.1 \mu\text{m}$ を越えると、前記高速高送り切削では、潤滑性の不足が顕在化し、切削部にチップングが発生し易くなることから、その一層平均層厚を $0.01 \sim 0.1 \mu\text{m}$ と定めた。

【0014】

(b)  $(\text{Nb}, \text{Y})\text{N}$ 薄層の組成および一層平均層厚

前記 $(\text{Al}, \text{Cr})\text{N}$ 薄層あるいは $(\text{Al}, \text{Cr}, \text{M})\text{N}$ 薄層と交互積層構造を構成するNbとYの複合窒化物層 $(\text{Nb}, \text{Y})\text{N}$ 層は、所定の高温硬さ、高温強度、耐溶着性を有するとともに、その構成成分であるY成分によって、すぐれた耐熱性を備えるようになり、そのため、 $(\text{Al}, \text{Cr})\text{N}$ 薄層あるいは $(\text{Al}, \text{Cr}, \text{M})\text{N}$ 薄層に不足する潤滑性を補完し、高温切削条件下でも硬質被覆層の低摩擦係数が維持され、すぐれた潤滑性を発揮するようになる。ただ、Yの含有割合を示す値がNbとの含量に占める割合（原子比、以下同じ）で0.01未満になると、耐熱性を確保することができないために潤滑効果を期待することはできず、一方、Yの含有割合を示す値が同0.15を越えると、相対的にNbの含有割合が減少し、溶着性が高い高硬度被削材の高速高送り切削加工で必要とされる高温強度を確保することができないばかりか、耐溶着性も低下し、チップング発生を防止することが困難になることから、値を $0.01 \sim 0.15$ （原子比、以下同じ）と定めた。

【0015】

また、交互積層を構成する $(\text{Nb}, \text{Y})\text{N}$ 層の一層平均層厚が $0.01 \mu\text{m}$ 未満では、自身のもつすぐれた耐熱性、耐溶着性によって、硬質被覆層の特性を改善するには不十分

10

20

30

40

50

であり、一方、一層平均層厚が  $0.1 \mu\text{m}$  を越えると、相対的な (Al, Cr)N 薄層あるいは (Al, Cr, M)N 薄層の割合の減少によって、硬質被覆層全体としての高温硬さ、高温強度が低下し、その結果、特に Ti 合金、高硬度ステンレス鋼、Ni 基耐熱合金等の高硬度難削材の、大きな発熱をとめない、且つ、高負荷のかかる高速高送り切削加工では切刃部にチップングが発生し易くなるとともに摩耗も促進されることから、その一層平均層厚を  $0.01 \sim 0.1 \mu\text{m}$  と定めた。

#### 【0016】

(c) 硬質被覆層の合計平均層厚

(Al, Cr)N 薄層あるいは (Al, Cr, M)N 薄層と (Nb, Y)N 薄層の交互積層構造からなる硬質被覆層は、その合計平均層厚が  $1 \mu\text{m}$  未満では、長期の使用にわたって十分な耐摩耗性を発揮することができず、一方、合計平均層厚が  $10 \mu\text{m}$  を越えると、特に Ti 合金、高硬度ステンレス鋼、Ni 基耐熱合金などの高硬度難削材を高い発熱をとめない、かつ、高負荷のかかる高速高送り切削加工では切刃部にチップングが発生し易くなることから、その合計平均層厚を  $1 \sim 10 \mu\text{m}$  と定めた。

10

#### 【0017】

(d) そして、前記 (Al, Cr)N 薄層あるいは (Al, Cr, M)N 薄層と (Nb, Y)N 薄層の交互積層は、例えば、図 1 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ーティング装置に基体を装入し、ヒーターで装置内を、例えば、 $500$  の温度に加熱した状態で、装置内に所定組成の Al - Cr 合金あるいは Al - Cr - M 合金からなるカソード電極 (蒸発源) と、所定組成の Nb - Y 合金からなるカソード電極 (蒸発源) とを配置し、まず、アノード電極と Al - Cr - M 合金からなるカソード電極 (蒸発源) との間に、例えば、電流:  $100 \text{A}$  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、 $3 \text{Pa}$  の反応雰囲気とし、一方、前記基体には、例えば、 $-150 \text{V}$  のバイアス電圧を印加した条件で、基体表面に (Al, Cr)N 薄層あるいは (Al, Cr, M)N 薄層を蒸着形成し、アーク放電を停止した後、引き続き、アノード電極と Nb - Y 合金からなるカソード電極 (蒸発源) との間に、前記同様にアーク放電を行わせ、基体表面に (Nb, Y)N 薄層を蒸着形成し、前記操作を繰り返し行うことにより、所定の層平均層厚の (Al, Cr)N 薄層あるいは (Al, Cr, M)N 薄層と (Nb, Y)N 薄層との交互積層構造からなる所定合計平均層厚の硬質被覆層を蒸着形成することができる。

20

30

#### 【発明の効果】

#### 【0018】

この発明の被覆工具は、交互積層構造からなる硬質被覆層を (Al, Cr)N 薄層あるいは (Al, Cr, M)N 薄層が、すぐれた高温硬さ、耐熱性、高温強度を有し、あるいは、さらにすぐれた耐摩耗性、高温耐酸化性を有し、また、(Nb, Y)N 薄層が、すぐれた耐熱性と耐溶着性を兼ね備えていることから、硬質被覆層は全体として、すぐれた高温硬さ、耐熱性、高温強度等に加え、すぐれた耐溶着性を備えたものとなり、その結果、特に Ti 合金、高硬度ステンレス鋼、Ni 基耐熱合金等の高硬度難削材の、大きな発熱を伴い、かつ、切刃に対して高負荷のかかる高速高送り切削加工であっても、すぐれた耐チップング性を示し、長期に亘ってすぐれた耐摩耗性を発揮するものである。

40

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0019】

【図 1】本発明被覆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】比較被覆工具を構成する硬質被覆層を形成するのに用いた従来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。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0020】

つぎに、本発明の被覆工具を実施例により具体的に説明する。

#### 【実施例 1】

50

## 【0021】

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、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、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。

## 【0022】

また、原料粉末として、いずれも0.5～2 $\mu\text{m}$ 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、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、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。

## 【0023】

(a) ついで、前記工具基体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、前記回転テーブルを挟んで相対向する両側にカソード電極（蒸発源）を配置し、その一方にはカソード電極（蒸発源）として所定組成のAl-Cr合金あるいはAl-Cr-M合金を配置し、また、その他方にはカソード電極（蒸発源）として所定組成のNb-Y合金を配置し、

(b) まず、装置内を排気して0.1Pa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工具基体に-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Al-Cr合金あるいはAl-Cr-M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ることによって、前記工具基体表面をAl-Cr合金あるいはAl-Cr-M合金によってボンバード洗浄し、

(c) 次に、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工具基体に-150Vの直流バイアス電圧を印加し、かつカソード電極の前記Al-Cr合金あるいはAl-Cr-M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、前記工具基体の表面に、表3、表4に示される目標組成、一層目標層厚の（Al, Cr）N薄層あるいは（Al, Cr, M）N薄層を蒸着形成した後、前記Al-Cr合金あるいはAl-Cr-M合金のカソード電極（蒸発源）とアノード電極との間のアーク放電を停止し、

(d) 引き続いて装置内雰囲気を3Paの窒素雰囲気に保持したままで、カソード電極（蒸発源）であるNb-Y合金電極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て、表3、表4に示される目標組成、一層目標層厚の（Nb, Y）N薄層を蒸着形成し、

前記(c)、(d)の操作を、所定の合計平均層厚になるまで繰り返し行って硬質被覆層を蒸着形成し、本発明被覆工具としての本発明表面被覆スローアウェイチップ（以下、本発明被覆チップと云う）1～39をそれぞれ製造した。

## 【0024】

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ーティング装置に装入し、カソード電極（蒸発源）として所定組成のAl-Cr合金あるいはAl-Cr-M合金を装着し、まず、装置内を排気して0.1Pa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、前記工具基体に-1000Vの直流バ

10

20

30

40

50

イアス電圧を印加し、かつカソード電極の Al - Cr 合金あるいは Al - Cr - M 合金とアノード電極との間に 150 A の電流を流してアーク放電を発生させることによって、前記工具基体表面を Al - Cr 合金あるいは Al - Cr - M 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 - 150 V に下げて、前記所定組成の各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、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、表 6 に示される目標組成および目標層厚の ( Al , Cr ) N 層あるいは ( Al , Cr , M ) N 層で構成された硬質被覆層を蒸着形成することにより、比較被覆工具としての表面被覆スローアウェイチップ（以下、比較被覆チップと云う）1 ~ 16 をそれぞれ製造した。

10

## 【0025】

つぎに、前記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 ~ 39 および比較被覆チップ 1 ~ 16 について、

被削材：Ti - 6 Al - 4 V ( HB 400 ) の丸棒、

切削速度： 55 m / min .、

切り込み： 2 mm、

送り： 0.2 mm / rev .、

切削時間： 5 分、

の条件（切削条件 A）での Ti 合金の湿式連続高速高送り切削加工試験（通常の切削速度および送りは、それぞれ、30 m / min .、0.15 mm / rev .）、

20

被削材：JIS・SUS 630 ( HB 370 ) の丸棒、

切削速度： 120 m / min .、

切り込み： 3 mm、

送り： 0.3 mm / rev .、

切削時間： 5 分、

の条件（切削条件 B）でのステンレス鋼の湿式連続高速高送り切削加工試験（通常の切削速度および送りは、それぞれ、90 m / min .、0.2 mm / rev .）、

被削材：Ni - 18 Cr - 3 Mo - 18.5 Fe - 0.9 Ti - 1.0 ( Nb + Ta ) - 0.5 Al ( HB 450 ) の丸棒、

切削速度： 50 m / min .、

切り込み： 3 mm、

送り： 0.25 mm / rev .、

切削時間： 5 分、

30

の条件（切削条件 C）での Ni 基耐熱合金の湿式連続高速高送り切削加工試験（通常の切削速度および送りは、それぞれ、30 m / min .、0.15 mm / rev .）、

を行い、いずれの高速高送り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、表 8 に示した。

## 【0026】



【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 7 】

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
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

工 具 基 体

10

20

30

【 0 0 2 8 】

【表 3】

種別	工具 基体 記号	(Al, Cr, M)N薄層			(Nb, Y)N薄層		目標 合計 平均 層厚 ( $\mu\text{m}$ )	
		Cr 含有量 ( $\alpha$ 値)	Mの種類と含有量 (成分と $\beta$ 値)	目標 一層 平均 層厚 ( $\mu\text{m}$ )	Y 含有量 ( $\gamma$ 値)	目標 一層 平均 層厚 ( $\mu\text{m}$ )		
本 発 明 被 覆 チ ツ ブ	1	A-1	0.45	-	0.01	0.01	0.01	2
	2	A-2	0.75	-	0.04	0.15	0.1	1
	3	A-3	0.65	-	0.1	0.1	0.1	5
	4	A-4	0.55	Y 0.01	0.1	0.13	0.01	2
	5	A-5	0.45	Y 0.25	0.05	0.15	0.08	4
	6	A-6	0.75	Y 0.05	0.01	0.01	0.1	1
	7	A-7	0.75	Si 0.01	0.01	0.1	0.05	5
	8	A-8	0.55	Si 0.1	0.04	0.01	0.01	5
	9	A-9	0.45	Si 0.25	0.1	0.15	0.1	4
	10	A-10	0.60	V 0.15	0.09	0.15	0.02	4
	11	A-1	0.45	V 0.25	0.1	0.05	0.05	3
	12	A-2	0.75	V 0.01	0.01	0.01	0.01	1
	13	A-3	0.70	Mo 0.1	0.03	0.05	0.09	5
	14	A-4	0.75	Mo 0.01	0.01	0.01	0.1	2
	15	A-5	0.45	Mo 0.25	0.1	0.15	0.04	1
	16	A-6	0.45	W 0.01	0.06	0.15	0.08	4
	17	A-7	0.50	W 0.25	0.01	0.1	0.1	2
	18	A-8	0.75	W 0.05	0.1	0.01	0.01	5
	19	A-9	0.65	Zr 0.05	0.02	0.05	0.01	3
	20	A-10	0.75	Zr 0.01	0.1	0.15	0.03	4
	21	A-1	0.45	Zr 0.25	0.01	0.01	0.05	2
	22	A-2	0.45	Si 0.005 Y 0.005	0.1	0.1	0.09	1
	23	A-3	0.55	Si 0.1 Y 0.05	0.01	0.01	0.1	2
	24	A-4	0.75	Si 0.01 Y 0.01	0.02	0.15	0.1	4
	25	A-5	0.75	Mo 0.01 V 0.005	0.01	0.15	0.01	5
	26	A-6	0.50	Mo 0.1 V 0.15	0.06	0.1	0.06	1
	27	A-7	0.45	Mo 0.005 V 0.005	0.1	0.01	0.01	5

10

20

30

40

【表 4】

種別	工具 基体 記号	(Al, Cr, M)N薄層			(Nb, Y)N薄層		目標 合計 平均 層厚 ( $\mu\text{m}$ )	
		Cr 含有量 ( $\alpha$ 値)	Mの種類と含有量 (成分と $\beta$ 値)	目標 一層 平均 層厚 ( $\mu\text{m}$ )	Y 含有量 ( $\gamma$ 値)	目標 一層 平均 層厚 ( $\mu\text{m}$ )		
本 発 明 被 覆 チ ツ ブ	28	B-1	0.45	-	0.1	0.01	0.01	1
	29	B-2	0.75	-	0.01	0.15	0.1	5
	30	B-3	0.65	-	0.04	0.1	0.05	4
	31	B-4	0.45	Si 0.01	0.01	0.15	0.1	3
	32	B-5	0.75	Si 0.05	0.05	0.01	0.01	1
	33	B-6	0.50	Si 0.25	0.1	0.05	0.01	2
	34	B-1	0.60	V 0.1	0.04	0.1	0.05	4
	35	B-2	0.45	V 0.25	0.01	0.15	0.1	5
	36	B-3	0.75	V 0.01	0.1	0.01	0.04	1
	37	B-4	0.75	Si 0.005 Y 0.005	0.02	0.05	0.01	3
	38	B-5	0.60	Si 0.1 Y 0.1	0.1	0.01	0.1	4
	39	B-6	0.45	V 0.15 Mo 0.1	0.01	0.15	0.01	2

10

20

【 0 0 3 0 】

【表5】

種別	工具 基体 記号	硬質被覆層 (Al, Cr, M)N層			
		Cr 含有量 ( $\alpha$ 値)	Mの種類と含有量 (成分と $\beta$ 値)	目標 層厚 ( $\mu\text{m}$ )	
比較被覆チップ	1	A-1	0.45	-	5
	2	A-2	0.75	-	1
	3	A-5	0.50	Si 0.01	2
	4	A-9	0.45	Si 0.15	5
	5	A-2	0.55	Mo 0.01	3
	6	A-9	0.75	Mo 0.5	5
	7	A-4	0.60	Y 0.25	1
	8	A-5	0.75	Y 0.01	2
	9	A-7	0.45	Si 0.1 Y 0.1	4
	10	A-3	0.45	Mo 0.05 V 0.2	5

10

20

【0031】

30

【表 6】

種別	工具 基体 記号	硬質被覆層 (Al, Cr, M)N層			
		Cr 含有量 ( $\alpha$ 値)	Mの種類と含有量 (成分と $\beta$ 値)	目標 層厚 ( $\mu$ m)	
比較被覆チップ	11	B-1	0.45	-	5
	12	B-4	0.75	Y 0.05	1
	13	B-6	0.60	Y 0.15	4
	14	B-1	0.50	Si 0.01	2
	15	B-5	0.45	Mo 0.01	1
	16	B-6	0.75	Si 0.1 V 0.15	5

10

20

【 0 0 3 2 】

【表 7】

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 チ ツ ブ	1	0.27	0.24	0.28	本 発 明 被 覆 チ ツ ブ	28	0.24	0.25	0.26
	2	0.26	0.25	0.27		29	0.27	0.23	0.27
	3	0.28	0.24	0.27		30	0.28	0.22	0.24
	4	0.26	0.23	0.24		31	0.24	0.24	0.24
	5	0.25	0.23	0.25		32	0.26	0.25	0.25
	6	0.24	0.24	0.24		33	0.28	0.22	0.28
	7	0.25	0.25	0.25		34	0.27	0.24	0.25
	8	0.26	0.24	0.27		35	0.25	0.23	0.27
	9	0.24	0.23	0.28		36	0.28	0.27	0.24
	10	0.23	0.22	0.27		37	0.24	0.25	0.27
	11	0.25	0.23	0.25	38	0.24	0.24	0.27	
	12	0.25	0.24	0.24	39	0.26	0.23	0.27	
	13	0.24	0.22	0.26					
	14	0.27	0.25	0.27					
	15	0.23	0.24	0.25					
	16	0.25	0.26	0.25					
	17	0.26	0.25	0.24					
	18	0.24	0.22	0.27					
	19	0.24	0.24	0.24					
	20	0.23	0.23	0.24					
	21	0.26	0.23	0.26					
	22	0.25	0.25	0.25					
	23	0.27	0.22	0.24					
	24	0.24	0.23	0.26					
	25	0.26	0.23	0.28					
	26	0.24	0.24	0.27					
	27	0.28	0.25	0.27					

10

20

30

40

【表 8】

種 別	切削試験結果			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)		
比較被覆チップ	1	3.4	3.5	3.3	比較被覆チップ	11	3.5	3.8	3.4
	2	3.5	3.4	3.5		12	3.6	3.7	3.3
	3	3.4	3.8	3.5		13	3.5	3.6	3.6
	4	3.5	3.6	3.4		14	3.4	3.8	3.7
	5	3.5	3.5	3.6		15	3.6	3.8	3.5
	6	3.4	3.4	3.7		16	3.5	3.9	3.4
	7	3.6	3.3	3.5					
	8	3.4	3.8	3.6					
	9	3.5	3.7	3.4					
	10	3.3	3.6	3.5					

比較被覆チップの切削試験結果は、切刃部に発生したチップングが原因で寿命に至るまでの切削時間(分)を示す

10

20

30

40

50

## 【実施例 2】

## 【0034】

実施例 1 と同様、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、 $\text{Cr}_3\text{C}_2$  粉末、TiN 粉末、Ta<sub>2</sub>N 粉末、および Co 粉末からなる原料粉末を、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 MPa の圧力で圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を 6 Pa の真空中、温度：1400 に 1 時間保持の条件で焼結し、直径が 13 mm の工具基体形成用丸棒焼結体を形成し、さらに前記の丸棒焼結体から、研削加工にて、切刃部の直径×長さが 10 mm×22 mm の寸法、並びにねじれ角 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）A-1～A-10 をそれぞれ製造した。

## 【0035】

ついで、これらの工具基体（エンドミル）A-1～A-10 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ーティング装置に装入し、前記実施例 1 と同一の条件で、表 10 に示される目標組成および一層目標層厚の (Al, Cr)N 薄層あるいは (Al, Cr, M)N 薄層、および、同じく表 9 に示される目標組成および一層目標層厚の (Nb, Y)N 薄層の交互積層構造からなる硬質被覆層を蒸着形成することにより、本発明被覆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）1～27 をそれぞれ製造した。

## 【0036】

また、比較の目的で、前記工具基体（エンドミル）A-1～A-10 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に示されるアークイオンプレーティング装置に装入し、前記実施例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(A1, Cr)N薄層あるいは(A1, Cr, M)N層からなる硬質被覆層を蒸着することにより、比較被覆工具としての表面被覆超硬製エンドミル(以下、比較被覆エンドミルと云う)1~10をそれぞれ製造した。

【0037】

つぎに、前記本発明被覆エンドミル1~27および比較被覆エンドミル1~10について、

被削材 - 平面寸法：100mm×250mm、厚さ：50mmのTi-6Al-4V (HB400)の板材、

切削速度： 50 m/min、

溝深さ(切り込み)： 15 mm、

テーブル送り： 120 mm/分、

の条件(切削条件D)でのTi合金の湿式高速高送り溝切削加工試験(通常切削速度およびテーブル送りは、それぞれ、30 m/min、80 mm/分)、

被削材 - 平面寸法：100mm×250mm、厚さ：50mmのJIS・SUS630 (HB370)の板材、

切削速度： 130 m/min、

溝深さ(切り込み)： 15 mm、

テーブル送り： 250 mm/分、

の条件(切削条件E)でのステンレス鋼の湿式高速高送り溝切削加工試験(通常切削速度およびテーブル送りは、それぞれ、90 m/min、200 mm/分)、

被削材 - 平面寸法：100mm×250mm、厚さ：50mmのNi-18Cr-3Mo-18.5Fe-0.9Ti-1.0(Nb+Ta)-0.5Al (HB450)の板材、

切削速度： 50 m/min、

溝深さ(切り込み)： 15 mm、

テーブル送り： 250 mm/分、

の条件(切削条件F)でのNi基耐熱合金の湿式高速高送り溝切削加工試験(通常切削速度およびテーブル送りは、それぞれ、30 m/min、80 mm/分)、

をそれぞれ行い、いずれの高速高送り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9、表10にそれぞれ示した。

【0038】

10

20

30

【表 9】

種別	工具 基体 記号	(Al, Cr, M)N薄層			(Nb, Y)N薄層		目標 合計 平均 層厚 ( $\mu\text{m}$ )	切削 条件D 切削 溝長 ( $\text{m}$ )	切削 条件E 切削 溝長 ( $\text{m}$ )	切削 条件F 切削 溝長 ( $\text{m}$ )	
		Cr 含有量 ( $\alpha$ 値)	Mの種類と含有量 (成分と $\beta$ 値)	目標 一層 平均 層厚 ( $\mu\text{m}$ )	Y 含有量 ( $\gamma$ 値)	目標 一層 平均 層厚 ( $\mu\text{m}$ )					
本 発 明 被 覆 工 程 ミ ル	1	A1	0.45	-	0.01	0.01	0.1	1	30	75	35
	2	A2	0.65	-	0.1	0.15	0.01	5	25	80	40
	3	A3	0.75	-	0.05	0.15	0.1	2	35	80	35
	4	A4	0.7	Y 0.05	0.1	0.1	0.1	5	35	75	35
	5	A5	0.75	Y 0.01	0.05	0.15	0.04	4	40	80	45
	6	A6	0.45	Y 0.25	0.01	0.01	0.01	1	25	85	40
	7	A7	0.55	Si 0.05	0.07	0.05	0.05	2	35	80	45
	8	A8	0.45	Si 0.1	0.01	0.01	0.02	4	30	70	40
	9	A9	0.75	Si 0.01	0.1	0.15	0.01	5	35	75	40
	10	A10	0.75	V 0.01	0.09	0.05	0.1	1	35	80	35
	11	A1	0.60	V 0.2	0.01	0.1	0.04	3	40	85	45
	12	A2	0.45	V 0.25	0.1	0.15	0.01	5	35	90	40
	13	A3	0.50	Mo 0.05	0.04	0.01	0.05	2	25	90	45
	14	A4	0.45	Mo 0.25	0.1	0.05	0.1	4	30	85	35
	15	A5	0.75	Mo 0.01	0.01	0.01	0.01	1	35	80	40
	16	A6	0.65	W 0.01	0.02	0.15	0.1	5	30	90	35
	17	A7	0.75	W 0.1	0.01	0.1	0.06	1	25	85	45
	18	A8	0.45	W 0.25	0.1	0.05	0.09	3	40	75	45
	19	A9	0.45	Zr 0.2	0.05	0.15	0.05	1	25	85	40
	20	A10	0.75	Zr 0.01	0.1	0.1	0.01	5	30	85	35
	21	A1	0.55	Zr 0.25	0.01	0.15	0.1	2	35	70	40
	22	A2	0.65	Si 0.01 Y 0.01	0.01	0.05	0.05	4	35	75	40
	23	A3	0.45	Si 0.2 Y 0.05	0.1	0.1	0.04	1	40	90	45
	24	A4	0.75	Si 0.005 Y 0.005	0.06	0.01	0.09	5	35	85	35
	25	A5	0.70	Mo 0.05 V 0.1	0.01	0.05	0.1	2	40	75	45
	26	A6	0.75	Mo 0.005 V 0.005	0.08	0.15	0.01	4	40	90	40
	27	A7	0.45	Mo 0.2 V 0.05	0.1	0.1	0.01	3	30	85	35

10

20

30

40

【表 10】

種別	工具 基体 記号	硬質被覆層 (Al, Cr, M)N層			切削 条件D の切削 溝長 ( $\mu\text{m}$ )	切削 条件E の切削 溝長 ( $\mu\text{m}$ )	切削 条件F の切削 溝長 ( $\mu\text{m}$ )	
		Cr 含有量 ( $\alpha$ 値)	Mの種類と含有量 (成分と $\beta$ 値)	目標 層厚 ( $\mu\text{m}$ )				
比較被覆 エンドミル	1	A1	0.45	-	5	10	20	15
	2	A2	0.75	-	1	5	30	10
	3	A5	0.45	Y 0.01	4	10	25	15
	4	A8	0.75	V 0.05	5	15	20	20
	5	A3	0.50	Si 0.25	1	5	30	10
	6	A9	0.45	Si 0.01	2	10	30	10
	7	A4	0.55	Mo 0.01	4	15	25	15
	8	A10	0.70	Y 0.05	5	15	20	20
	9	A7	0.75	Si 0.005 Y 0.005	3	10	25	20
	10	A6	0.65	Mo 0.05 V 0.1	2	10	30	15

10

20

## 【実施例 3】

30

## 【0040】

前記の実施例 2 で製造した直径が 13 mm の丸棒焼結体を用い、この丸棒焼結体から、研削加工にて、溝形成部の直径×長さがそれぞれ 8 mm×22 mm の寸法、並びにねじれ角 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）A-1～A-10 をそれぞれ製造した。

## 【0041】

ついで、これらの工具基体（ドリル）A-1～A-10 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 に示されるアークイオンプレATING装置に装入し、前記実施例 1 と同一の条件で、表 11 に示される目標組成および一層目標層厚の (Al, Cr) N 薄層あるいは (Al, Cr, M) N 薄層、および、同じく表 11 に示される目標組成および一層目標層厚の (Nb, Y) N 薄層の交互積層構造からなる硬質被覆層を蒸着形成することにより、本発明被覆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）1～27 をそれぞれ製造した。

40

## 【0042】

また、比較の目的で、前記工具基体（ドリル）A-1～A-10 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 に示されるアークイオンプレATING装置に装入し、前記実施例 1 と同一の条件で、表 12 に示される目標組成および目標層厚を有する (Al, Cr) N 薄層あるいは (Al, Cr, M) N 薄層からなる硬質被覆層を蒸着形成することにより、比較被覆工具としての表面被覆超硬製ドリル（以下、比較被覆ドリルと云う）1～10 をそれぞれ製造した。

50

## 【 0 0 4 3 】

つぎに、前記本発明被覆ドリル 1 ~ 27 および比較被覆ドリル 1 ~ 10 について、  
被削材 - 平面寸法：100 mm × 250 mm、厚さ：50 mm の Ti - 6 Al - 4 V ( HB 400 ) の板材、

切削速度：50 m / min .、

送り：0.3 mm / rev、

穴深さ：5 mm、

の条件 ( 切削条件 G ) での Ti 合金の湿式高速高送り穴あけ切削加工試験 ( 通常の切削速度および送りは、それぞれ、30 m / min .、0.1 mm / rev . )、

被削材 - 平面寸法：100 mm × 250 mm、厚さ：50 mm の J I S ・ S U S 6 3 0 ( HB 370 ) の板材、

切削速度：100 m / min .、

送り：0.35 mm / rev、

穴深さ：5 mm、

の条件 ( 切削条件 H ) でのステンレス鋼の湿式高速高送り穴あけ切削加工試験 ( ( 通常の切削速度および送りは、それぞれ、60 m / min .、0.15 mm / rev . ) )、

被削材 - 平面寸法：100 mm × 250 mm、厚さ：50 mm の Ni - 18 Cr - 3 Mo - 18.5 Fe - 0.9 Ti - 1.0 ( Nb + Ta ) - 0.5 Al ( HB 450 ) の板材、

切削速度：50 m / min .、

送り：0.3 mm / rev、

穴深さ：5 mm、

の条件 ( 切削条件 I ) での Ni 基耐熱合金の湿式高速高送り穴あけ切削加工試験 ( 通常の切削速度および送りは、それぞれ、30 m / min .、0.1 mm / rev . )、

をそれぞれ行い、いずれの湿式高速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 0.3 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 11、表 12 にそれぞれ示した。

## 【 0 0 4 4 】

10

20

【表 1 1】

種別	工具 基体 記号	(Al, Cr, M)N薄層			(Nb, Y)N薄層		目 標 合 計 平 均 層 厚 ( $\mu\text{m}$ )	切 削 条 件 G の 穴 あ け 加 工 数 (穴)	切 削 条 件 H の 穴 あ け 加 工 数 (穴)	切 削 条 件 I の 穴 あ け 加 工 数 (穴)	
		Cr 含 有 量 ( $\alpha$ 値)	Mの種類と含有量 (成分と $\beta$ 値)	目 標 一 層 平 均 層 厚 ( $\mu\text{m}$ )	Y 含 有 量 ( $\gamma$ 値)	目 標 一 層 平 均 層 厚 ( $\mu\text{m}$ )					
本 発 明 被 覆 ド リ ル	1	A1	0.45	-	0.1	0.01	0.01	5	200	600	200
	2	A2	0.55	-	0.02	0.15	0.1	1	150	650	250
	3	A3	0.75	-	0.01	0.15	0.01	4	180	650	200
	4	A4	0.55	Si 0.01	0.1	0.1	0.1	1	150	600	180
	5	A5	0.45	Si 0.25	0.01	0.01	0.02	5	230	700	210
	6	A6	0.75	Si 0.1	0.02	0.15	0.01	2	150	680	220
	7	A7	0.60	V 0.25	0.1	0.1	0.05	4	200	690	230
	8	A8	0.45	V 0.2	0.1	0.15	0.01	5	250	640	240
	9	A9	0.75	V 0.01	0.01	0.01	0.1	1	150	600	250
	10	A10	0.55	Y 0.25	0.05	0.01	0.05	2	200	650	230
	11	A1	0.45	Y 0.01	0.05	0.05	0.01	2	220	630	240
	12	A2	0.75	Y 0.05	0.01	0.15	0.1	4	250	720	220
	13	A3	0.75	Mo 0.01	0.1	0.1	0.1	2	220	700	200
	14	A4	0.60	Mo 0.25	0.04	0.15	0.05	5	240	750	230
	15	A5	0.45	Mo 0.05	0.01	0.01	0.06	1	210	650	210
	16	A6	0.55	W 0.25	0.06	0.15	0.1	4	240	750	250
	17	A7	0.45	W 0.2	0.01	0.05	0.01	4	200	730	230
	18	A8	0.75	W 0.01	0.1	0.01	0.07	1	150	650	180
	19	A9	0.65	Zr 0.1	0.01	0.15	0.1	5	190	740	160
	20	A10	0.75	Zr 0.01	0.04	0.1	0.01	2	210	680	230
	21	A1	0.45	Zr 0.25	0.1	0.01	0.02	3	200	600	250
	22	A2	0.45	Si 0.05 Y 0.2	0.1	0.01	0.09	5	250	650	230
	23	A3	0.50	Si 0.1 Y 0.1	0.09	0.15	0.1	5	240	720	240
	24	A4	0.75	Si 0.005 Y 0.005	0.01	0.05	0.1	1	200	640	250
	25	A5	0.50	Mo 0.05 V 0.1	0.1	0.15	0.01	2	180	750	200
	26	A6	0.45	Mo 0.2 V 0.05	0.08	0.1	0.05	1	150	620	230
	27	A7	0.75	Mo 0.005 V 0.005	0.01	0.01	0.01	5	230	680	220

10

20

30

【 0 0 4 5 】

【表 1 2】

種別	工具 基体 記号	硬質被覆層 (Al, Cr, M)N層)			目標 層厚 ( $\mu$ m)	切削 条件G の 穴あけ 加工数 (穴)	切削 条件H の 穴あけ 加工数 (穴)	切削 条件I の 穴あけ 加工数 (穴)
		Cr 含有量 ( $\alpha$ 値)	Mの種類と含有量 (成分と $\beta$ 値)					
比較被覆ドリル	1	A1	0.75	-	1	35	140	35
	2	A10	0.45	-	5	45	170	35
	3	A6	0.55	Y 0.01	4	40	180	45
	4	A9	0.65	Y 0.25	5	45	160	40
	5	A2	0.50	Si 0.2	2	35	180	40
	6	A8	0.45	Si 0.01	1	30	130	35
	7	A4	0.55	Mo 0.05	3	35	150	45
	8	A5	0.45	Zr 0.01	5	40	170	35
	9	A7	0.65	Si 0.005 Y 0.005	4	45	180	40
	10	A3	0.45	Mo 0.2 V 0.05	5	40	150	35

(表中の各穴あけ加工数は、切刃部に発生したチッピングが原因で使用寿命に至るまでの穴あけ加工数を示す)

## 【0046】

この結果得られた本発明被覆工具としての本発明被覆チップ1~39、本発明被覆エンドミル1~27、および本発明被覆ドリル1~27の硬質被覆層を構成する(A1, Cr)N薄層あるいは(A1, Cr, M)N薄層および(Nb, Y)N薄層の組成、並びに、比較被覆工具としての比較被覆チップ1~16、比較被覆エンドミル1~10、および比較被覆ドリル1~10の(A1, Cr)N薄層あるいは(A1, Cr, M)N薄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。

## 【0047】

また、前記硬質被覆層を構成する各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。

## 【0048】

表7~12に示される結果から、本発明被覆工具は、いずれも特にTi合金、高硬度ステンレス鋼、Ni基耐熱合金等の高硬度難削材の、大きな発熱をとめない、かつ、高負荷のかかる高速高送り切削加工でも、硬質被覆層の交互積層構造を構成する(A1, Cr)N薄層あるいは(A1, Cr, M)N薄層が、すぐれた高温硬さ、耐熱性、高温強度、あるいは、これに加えてさらにすぐれた耐摩耗性、高温耐酸化性を有し、同じく交互積層構造を構成する(Nb, Y)N薄層が潤滑性にすぐれ、高温条件下でも前記被削材および切粉との間のすぐれた耐溶着性を保持し、その結果、(A1, Cr)N薄層あるいは(A1, Cr, M)N薄層に不足する耐溶着性が、これに交互に積層される(Nb, Y)N薄層により補完されることによって、硬質被覆層全体として、チッピングの発生なく、長期に亘ってすぐれた耐摩耗性を発揮するのに対して、硬質被覆層が(A1, Cr)N薄層あるいは(A1, Cr, M)N薄層で構成され、(Nb, Y)N層を備えない比較被覆工具においては、いずれも前記被削材の高速高送り切削加工では被削材(難削材)および切粉と前記硬質被覆層との粘着性および反応性が一段と高くなるために、切刃部にチッピングが発生するようになり、比較的短時間で使用寿命に至ることが明らかである。

## 【産業上の利用可能性】

10

20

30

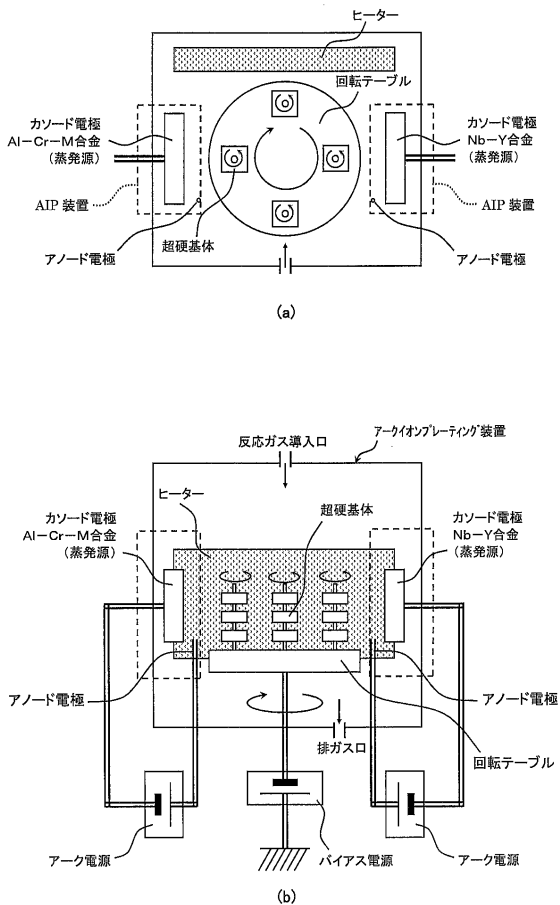
40

50

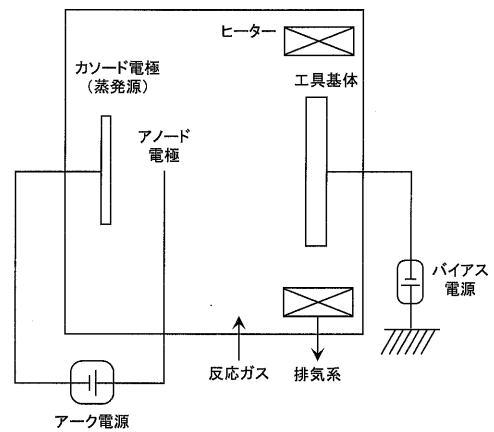
【 0 0 4 9 】

前述のように、本発明の被覆工具は、一般的な被削材の切削加工は勿論のこと、特にTi合金、高硬度ステンレス鋼、Ni基耐熱合金等の高硬度難削材の高速高送り切削加工でもすぐれた耐摩耗性と耐溶着性を発揮し、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FA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 1 】



【 図 2 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 鹿田 信一

茨城県常総市古間木 1 5 1 1 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

3C046 FF03 FF05 FF09 FF13 FF16

4K029 AA04 BA58 BB02 BD05 CA04 CA13 DD06 FA04 FA05