

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5979438号  
(P5979438)

(45) 発行日 平成28年8月24日(2016.8.24)

(24) 登録日 平成28年8月5日(2016.8.5)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>B 2 3 B</b> 27/14	(2006.01)	B 2 3 B	27/14 A
<b>B 2 3 C</b> 5/16	(2006.01)	B 2 3 C	5/16
<b>B 2 3 B</b> 51/00	(2006.01)	B 2 3 B	51/00 J
<b>C 2 3 C</b> 14/06	(2006.01)	C 2 3 C	14/06 A

請求項の数 1 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2012-240626 (P2012-240626)	(73) 特許権者	000006264 三菱マテリアル株式会社 東京都千代田区大手町一丁目3番2号
(22) 出願日	平成24年10月31日(2012.10.31)	(74) 代理人	100139240 弁理士 影山 秀一
(65) 公開番号	特開2014-87917 (P2014-87917A)	(74) 代理人	100119921 弁理士 三宅 正之
(43) 公開日	平成26年5月15日(2014.5.15)	(74) 代理人	100113826 弁理士 倉地 保幸
審査請求日	平成27年9月29日(2015.9.29)	(74) 代理人	100076679 弁理士 富田 和夫
		(72) 発明者	風見 大介 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】 表面被覆切削工具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

炭化タングステン基超硬合金または炭窒化チタン基サーメットで構成された工具基体の表面に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) 0.1 ~ 1.0 μm の平均層厚を有し、かつ、

組成式： $(Al_{1-x}Cr_x)N$  (ここで、x は Al と Cr の含量に占める Cr の含有割合を示し、原子比で、0.25 ≤ x ≤ 0.50 である) を満足し、ヤング率 a が 150 GPa ≤ a ≤ 300 GPa である Al と Cr との複合窒化物からなる薄層 A と、

(b) 0.1 ~ 1.0 μm の平均層厚を有し、かつ、

組成式： $(Al_{1-y}Ti_y)N$  (ここで、y は Al と Ti の含量に占める Ti の含有割合を示し、原子比で、0.25 ≤ y ≤ 0.55 である) を満足し、ヤング率 b が 400 GPa ≤ b ≤ 550 GPa である Al と Ti との複合窒化物層からなる薄層 B と、

(c) 工具基体直上が薄層 A であり、薄層 A と薄層 B との交互積層構造を有し、総平均層厚が 1.0 ~ 10 μm である、

前記 (a) ~ (c) の条件を満たす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、軟鋼、一般鋼、高硬度鋼等を、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条件で切削加工した場合に、硬質被覆層がすぐれた耐欠損性と耐摩耗性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インサート、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、またインサートを着脱自在に取り付けてソリッドタイプのエンドミルと同様に切削加工を行うインサート式エンドミル工具などが知られている。

10

【0003】

近年、金属材料の切削加工においては高能率化の要求が高く、切削速度を高速化させることが求められている。このため、切削工具の工具基体表面を被覆する被膜に対して耐摩耗性や耐欠損性を向上させることが要求されている。

したがって、このような要求を満足するべく前記被膜の開発が種々行なわれている。例えば、特許文献1は、そのような被膜としてAlとCrとを含む特定組成の化合物を用いること（所謂AlCr系被膜）を提案している。

【0004】

20

また、特許文献2は、表面被覆切削工具の工具基体上に被膜を形成するものであって、この被膜が、第1超多層膜と第2超多層膜とを各々1以上交互に積層させてなる複合超多層膜を含み、前記第1超多層膜が、A1層とB層とを各々1層以上交互に積層することにより構成され、前記第2超多層膜が、A2層とC層とを各々1層以上交互に積層することにより構成され、前記A1層とA2層が、各々TiN、TiCN、TiAlNまたはTiAlCNのいずれかにより構成され、前記B層が、TiSiNまたはTiSiCNにより構成され、前記C層が、AlCrNまたはAlCrCNにより構成されることにより、耐熱性と耐摩耗性を維持しつつ、脆性の問題を低減した被膜を有する表面被覆切削工具を提供することを開示している。

【0005】

30

さらに、別の従来被覆工具として、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工具基体を装入し、ヒーターで工具基体を、450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-Cr合金がセットされたカソード電極（蒸発源）との間に、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窒素雰囲気とし、一方、前記工具基体には、例えば、-200Vのバイアス電圧を印加した条件で、工具基体の表面に蒸発した粒子を蒸着させることにより（Al, Cr）N層からなる硬質被覆層が形成されることも知られている（例えば、特許文献3参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0006】

【特許文献1】特表2006-524748号公報

【特許文献2】特開2000-334606号公報

【特許文献3】特開2000-271699号公報（第8頁[0055]段落）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところが、近年の切削加工装置の自動化はめざましく、一方で切削加工に対する省力化および省エネ化、さらには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

50

能な切削工具が求められる傾向にあるが、(Al, Cr)N層からなる被覆層を用いた従来被覆工具においては、これを、鋼や鋳鉄などの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、軟鋼、一般鋼、高硬度鋼等を、高い発熱を伴うとともに、切刃部への衝撃性および溶着性が著しい高速切削条件で切削した場合には、(Al, Cr)N層は高硬度な皮膜であるが、その硬度や高い残留応力のため、皮膜自体が崩壊したり、剥離したりする問題があり、この結果、切刃部における欠損(微少欠け)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。

#### 【0008】

例えば、特許文献1によれば、耐摩耗性と耐欠損性をある程度向上させることは可能であるが、このようなAlCr系被膜固有の問題として脆性を示すことから切削時の衝撃等により被膜自体が破壊したり剥離したりするという問題があった。

10

また、特許文献2による提案によっても、過酷な切削条件下においては被膜自体の破壊や剥離を十分に防止することができない場合があった。

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、軟鋼、一般鋼、高硬度鋼等を、高熱発生を伴う高速切削条件で切削した場合においてもすぐれた耐摩耗性および耐欠損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】

#### 【0009】

そこで、本発明者らは、前述のような観点から、特に軟鋼、一般鋼、高硬度鋼等の切削加工を、高速切削条件で切削加工した場合に、硬質被覆層がすぐれた耐摩耗性および耐欠損性を併せ持つ被覆工具を開発すべく、鋭意研究を行った。

20

その結果、

(1) (Al, Cr)N層は、高硬度な皮膜であり、硬質被覆層に適した材質ではあるが、従来の成膜方法で形成した場合、ヤング率が高くなり、これが原因で、皮膜の靱性が低下し、欠損の発生が増加する。

(2) 本発明者らは、(Al, Cr)N層のヤング率は、膜形成時のバイアス電圧と反応雰囲気圧を調整することにより再現性よく、コントロールすることができることを見出したが、(Al, Cr)N層をすべてヤング率が低い層として形成すると、(Al, Cr)N層の有する高硬度であるという特性を生かすことができず、耐摩耗性が低下してしまう。

30

(3) そこで、本発明者らは、硬質被覆層を低ヤング率の(Al, Cr)N層からなる薄層Aと耐熱性および耐摩耗性にすぐれた(Al, Ti)N層からなる薄層Bとを交互積層させることにより、低ヤング率の(Al, Cr)N層が有する欠点を(Al, Ti)N層との交互積層により補完し合い、従来被覆層にないすぐれた切削性能を有する硬質被覆層を得ることができるという全く新規な知見を得た。

本発明は、このような知見に基づき、薄層A、薄層Bの組成、一層平均層厚、ヤング率、総平均層厚などと切削性能との関係を詳しく解析した結果得られたものであって、具体的には、以下のような構成からなる。

工具基体の表面に、硬質被覆層としてAlとCrとの含量に占めるCrの含有割合が25~50原子%となるようにCr成分を含有させたAlとCrの複合窒化物層であってヤング率aが150GPa <math>a < 300\text{ GPa}</math>である低ヤング率層(以下、低ヤング率(Al, Cr)N層と示す)を薄層Aとして0.1~1.0 $\mu\text{m}$ の平均層厚で形成し、この上に、AlとTiとの含量に占めるTiの含有割合が25~55原子%となるようにTi成分を含有させたAlとTiの複合窒化物層(以下、(Al, Ti)N層と示す)であってヤング率bが400GPa <math>b < 550\text{ GPa}</math>である(Al, Ti)N層を薄層Bとして0.1~1.0 $\mu\text{m}$ の平均層厚で形成し、さらにその上に薄層A、薄層Bを順次形成し、総平均層厚が1.0~10 $\mu\text{m}$ である交互積層構造を有する層を形成する。この結果、薄層Aの低ヤング率(Al, Cr)N層が、すぐれた密着性、耐欠損性を示し、薄層Bを構成する(Al, Ti)N層が、すぐれた耐摩耗性、耐熱性を示すと共に、低ヤング率(Al, Cr)N層と(Al, Ti)N層のそれぞれ組成の異なる層を交互積層として形成する

40

50

ことにより、それぞれの層の粒子の成長の粗大化が防止され、粒子の微細化が図られ、膜強度が向上するとともに、この積層構造によってクラックの伝播・進展が防止されることで耐欠損性、耐チッピング性が向上する。これらの相乗効果により、すぐれた耐欠損性、耐摩耗性、耐熱性が発揮されるという新規な知見を得て、かかる知見に基づき、本発明を完成するに至った。

【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、

前記硬質被覆層が、

(a)  $0.1 \sim 1.0 \mu\text{m}$ の平均層厚を有し、かつ、

組成式： $(\text{Al}_{1-x}\text{Cr}_x)\text{N}$ （ここで、 $x$ はAlとCrの含量に占めるCrの含有割合を示し、原子比で、 $0.25 \leq x \leq 0.50$ である）を満足し、ヤング率 $a$ が $150 \text{ GPa} \leq a \leq 300 \text{ GPa}$ であるAlとCrとの複合窒化物からなる薄層Aと、

(b)  $0.1 \sim 1.0 \mu\text{m}$ の平均層厚を有し、かつ、

組成式： $(\text{Al}_{1-y}\text{Ti}_y)\text{N}$ （ここで、 $y$ はAlとTiの含量に占めるTiの含有割合を示し、原子比で、 $0.25 \leq y \leq 0.55$ である）を満足し、ヤング率 $b$ が $400 \text{ GPa} \leq b \leq 550 \text{ GPa}$ であるAlとTiとの複合窒化物からなる薄層B、

(c) 工具基体直上が薄層Aであり、薄層Aと薄層Bとの交互積層構造を有し、総平均層厚が $1.0 \sim 10 \mu\text{m}$ である、

前記(a)～(c)の条件を満たすことを特徴とする表面被覆切削工具。」

を特徴とする。

【0011】

次に、本発明の被覆工具の硬質被覆層の構成層に関し、前記の通りに数値限定した理由を説明する。

【0012】

(a) 薄層Aを構成する(A1, Cr)N層の組成およびヤング率：

交互積層構造の1層である薄層Aを構成する(A1, Cr)N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る作用があるが、Alとの含量に占めるCrの含有割合を示す $x$ 値（原子比、以下同じ）が $0.25$ 未満になると、相対的にAlの含有割合が増加することによって、結晶構造が立方晶から六方晶へ変化し、皮膜硬さが低下するので、少なくとも所定の皮膜硬さを保持するためには、Alとの含量に占めるCrの含有割合を示す $x$ 値を $0.25$ 以上とする必要がある。一方、Alとの含量に占めるCrの含有割合を示す $x$ 値が同 $0.50$ を越えると、相対的にAlの含有割合が減少し、高速切削加工で必要とされる高温硬さを確保することができず、チッピングの発生を防止することが困難になることから $x$ 値を $0.25 \sim 0.50$ と定めた。

【0013】

また、薄層Aを構成する(A1, Cr)N層のヤング率が $150 \sim 300 \text{ GPa}$ である低ヤング率とすることで外部応力が加わった際の皮膜の変形量が増加し、クラック等の発生を阻止するため、耐欠損性を向上させることができる。ここで、前記ヤング率を $150 \sim 300 \text{ GPa}$ に限定した理由は、ヤング率を $150 \text{ GPa}$ よりも下げるとは、耐摩耗性の低下が著しいため好ましくなく、一方、 $300 \text{ GPa}$ より大きくなると皮膜靱性の低下による耐欠損性が低下してしまうため、皮膜の崩壊や剥離が起こりやすくなる。したがって、下部層の奏する機能をより効果的に発揮させるために、ヤング率を $150 \sim 300 \text{ GPa}$ に限定した。

【0014】

(b) 薄層B層を構成する(A1, Ti)N層の組成およびヤング率：

薄層Aと共に交互積層構造を構成する薄層Bの(A1, Ti)N層は、層全体に亘って均質な高温硬さと耐熱性および靱性を示すが、その構成成分であるTi成分によって、す

10

20

30

40

50

ぐれた高温強度を備えるようになり、また、Al成分によって、高温硬さと耐熱性を補完する。そのため、高温切削条件下でも低摩擦係数が維持され、すぐれた耐熱性を発揮するようになるが、Alとの含量に占めるTiの含有割合を示すy値（原子比、以下同じ）が0.25未満になると、高温強度を確保することができないために刃先の境界部分において異常損傷を生じ欠損を発生しやすくなるため長寿命を期待することはできず、一方、Alとの含量に占めるTiの含有割合を示すy値が0.55を越えると、相対的にAlの含有割合が減少し、高速切削加工で必要とされる高温硬さ確保することができないばかりか、耐摩耗性も低下し、チッピング発生を防止することが困難になることから、y値を0.25～0.55と定めた。

#### 【0015】

また、薄層Bを構成する（Al，Ti）N層については、期待される耐欠損性、耐摩耗性、耐熱性を十分に発揮させるためには、被削材や切削条件に限らず、ヤング率が400～550GPaであるとき（Al，Ti）N層の有する耐摩耗性、耐熱性、耐欠損性がより有効に発揮される。そのため、本発明においては、薄層Bの（Al，Ti）N層のヤング率は400～550GPaと定めた。

#### 【0016】

（c）薄層Aおよび薄層Bの平均層厚ならびに硬質被覆層の総平均層厚：

本発明の硬質被覆層は、それぞれの組成の異なる薄層Aと薄層Bとを交互に積層して構成した交互積層構造とすることで、それぞれの層の粒子の成長の粗大化が防止され、粒子の微細化が図られ、膜強度が向上するとともに、この積層構造によってクラックの伝播・進展が防止されることで耐欠損性、耐チッピング性が向上するが、薄層Aおよび薄層Bの平均層厚が0.1μm未満になると、各薄層を所定組成のものとして明確に形成することが困難であるばかりか、各薄層の有する前記のすぐれた特性を発揮することができない。一方、それぞれの層厚が1.0μmを超えると、粒子の粗大化による膜強度の低下により、耐欠損性、耐チッピング性が低下することから、薄層A、薄層Bのそれぞれの層厚を、0.1～1.0μmと定めた。

また、硬質被覆層の総平均層厚が、1.0μm未満では、前述した交互積層構造の備えるすぐれた耐欠損性、耐チッピング性を十分に発揮することができず、一方、10μmを超えると、反対に、チッピング、欠損を発生しやすくなるので、硬質被覆層の総平均層厚は、1.0～10μmと定めた。

#### 【0017】

加えて、特に限定するわけではないが、薄層Aを構成する（Al，Cr）N層の結晶構造と薄層Bを構成する（Al，Ti）N層の結晶構造を同じ立方晶とすることにより、層間の密着性が向上し、層間剥離による寿命劣化の問題が解消されるため好ましい。

#### 【0018】

なお、本発明の硬質被覆層を構成する薄層Aを構成する（Al，Cr）N層および薄層Bを構成する（Al，Ti）N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、

（a）装置内に所定組成のAl-Cr合金からなるカソード電極（蒸発源）を配置し、アノード電極とカソード電極（蒸発源）としてのAl-Cr合金との間に、例えば、電流：110A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、0.8Paの反応雰囲気とし、一方、工具基体には、例えば、-20Vのバイアス電圧を印加した条件で所定時間蒸着することにより、所定の目標層厚、ヤング率の薄層Aである（Al，Cr）層が形成される。

（b）ついで、アノード電極とカソード電極（蒸発源）としてのAl-Ti合金との間に、例えば、電流：110A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、3.0Paの反応雰囲気とし、工具基体には、例えば、-100Vのバイアス電圧を印加した条件で所定時間蒸着することにより、薄層Aの上に、所定の目標層厚の薄層Bである（Al，Ti）N層が形成される。

10

20

30

40

50

前記(a)、(b)を所定の総目標層厚になるまで、交互に繰り返すことにより、本発明の硬質被覆層を蒸着形成することができる。すなわち、反応雰囲気圧と工具基体に印加するバイアス電圧を調整することで、薄層Aを構成する(A1, Cr)N層のヤング率をコントロールすることができる。

【発明の効果】

【0019】

本発明の被覆工具の一態様によれば、硬質被覆層が低ヤング率(A1, Cr)N層からなる薄層Aと(A1, Ti)N層からなる薄層Bとの交互積層構造であることによって、薄層Aが奏するすぐれた耐欠損性および密着性と、薄層Bが奏するすぐれた高温硬さと耐熱性および靱性との相乗効果によって、硬質被覆層は、すぐれた高温硬さ、耐熱性、高温強度、耐摩耗性、潤滑性、耐衝撃性、耐欠損性、耐チップング性を有することから、その結果、特に、軟鋼、一般鋼、高硬度鋼等の大きな発熱を伴い、かつ、高負荷のかかる高速切削加工であっても、長期に亘ってすぐれた耐摩耗性、耐欠損性を発揮するものである。

10

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明被覆工具および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】従来技術を説明する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。

20

【図3】本発明被覆工具を構成する硬質被覆層の縦断面膜構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

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】

【0022】

原料粉末として、いずれも1~3 $\mu$ mの平均粒径を有するWC粉末、TiC粉末、ZrC粉末、VC粉末、TaC粉末、NbC粉末、Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>粉末、TiN粉末、Ta<sub>2</sub>N粉末、およびCo粉末を用意し、これら原料粉末を、表1に示される配合組成に配合し、ボールミルで72時間湿式混合し、乾燥した後、100MPaの圧力で圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を6Paの真空中、温度：1400に1時間保持の条件で焼結し、焼結後、ISO規格・CNMG120408のインサート形状をもったWC基超硬合金製の工具基体A-1~A-10を形成した。

30

【0023】

また、原料粉末として、いずれも0.5~2 $\mu$ 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のインサート形状をもったTiCN基サーメット製の工具基体B-1~B-6を形成した。

40

【0024】

(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沿って装着し、前記回転テーブルを挟んで対向する2つのカソード電極(蒸発源)を配置し、第1の電極として、薄層A形成用の所定組成を有するA1-Cr合金、第2の電極として、薄層B形成用の所定組成を有するA1-Ti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、回転テーブル上で自転しながら回転する工具基体に-100

50

0 Vの直流バイアス電圧を印加し、かつAl - Cr合金(カソード電極)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0.5~1.0 Paの反応雰囲気とすると共に、回転テーブル上で自転しながら回転する工具基体に-20~-30 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Al - Cr合金とアノード電極との間に120 Aの電流を流してアーク放電を発生させ、工具基体の表面に、表3に示される目標組成、目標層厚の薄層Aとしての(Al, Cr)N層を蒸着形成した後、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0.5~9.0 Paの窒素雰囲気に保持して、回転テーブル上で自転しながら回転する工具基体に-20~-150 Vの直流バイアス電圧を印加し、カソード電極(蒸発源)であるAl - Ti合金電極とアノード電極との間に120 Aの電流を流してアーク放電を発生させて、表3に示される目標組成、目標層厚の薄層Bとしての(Al, Ti)N層を蒸着形成した。

前記(c)、(d)を交互に繰り返して、表3に示される総目標層厚の交互積層構造の硬質被覆層を工具基体上に蒸着形成し、本発明被覆工具としての表面被覆インサート(以下、本発明被覆インサートと云う)1~16をそれぞれ製造した。

薄層Aのヤング率の制御は、前述のようにバイアス電圧と窒素分圧を制御することにより行った。すなわち、低バイアス電圧、低窒素分圧とすることで、薄層Aの(Al, Cr)N層のヤング率を低ヤング率に制御することができる。また、薄層Bの(Al, Ti)N層のヤング率の制御は、前述のようにバイアス電圧と窒素分圧を制御することにより行った。すなわち、-20~-150 V、かつ0.5~9.0 Paの範囲で成膜することで400~550 GPaに制御することができる。薄層Aおよび薄層Bの形成条件(バイアス電圧、窒素分圧)、ヤング率を同じく表3に示す。

また、ヤング率の測定は、ナノインデント(MTSシステムズ社の商標)を用いてナノインデントーション法による測定を行った。さらに本発明被覆インサート1~16の薄層Aおよび薄層Bについて、X線回折装置を用いて、その結晶構造を特定した。それらの結果を同じく表3に示した。

#### 【0025】

また、比較の目的で、

(a)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沿って装着し、前記回転テーブルを挟んで対向する2つのカソード電極(蒸発源)を配置し、第1の電極として、薄層A形成用の所定組成を有するAl - Cr合金、第2の電極として、薄層B形成用の所定組成を有するAl - Ti合金を配置し、

(b)まず、装置内を排気して0.1 Pa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、回転テーブル上で自転しながら回転する工具基体に-1000 Vの直流バイアス電圧を印加し、かつAl - Cr合金(カソード電極)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0.5~9.0 Paの反応雰囲気とすると共に、回転テーブル上で自転しながら回転する工具基体に-20~-500 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Al - Cr合金とアノード電極との間に120 Aの電流を流してアーク放電を発生させ、工具基体の表面に、表4に示される目標組成、目標層厚の薄層Aとしての(Al, Cr)N層を蒸着形成した後、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0.5~9.0 Paの窒素雰囲気に保持して、回転テーブル上で自転しながら回転する工具基体に-20~-150 Vの直流バイアス電圧を印加し、カソード電極(蒸発源)であるAl - Ti合金電極とアノード電極との間に120 A

10

20

30

40

50

の電流を流してアーク放電を発生させて、表4に示される目標組成、目標層厚の薄層Bとしての(A1, Ti)N層を蒸着形成した。

前記(c)、(d)を交互に繰り返して、表4に示される総目標層厚の交互積層構造の硬質被覆層を工具基体上に蒸着形成し、比較被覆工具としての表面被覆インサート(以下、本発明被覆インサートと云う)1~8をそれぞれ製造した。各層の形成条件(バイアス電圧、窒素分圧)を同じく表4に示す。さらに、比較被覆インサート1~8について、前記と同様の方法によりヤング率および結晶構造を測定した。それらの結果を同じく表4に示した。

【0026】

被削材：JIS・S10C(HB200)の丸棒、

切削速度：300m/min、

切り込み：2.5mm、

送り：0.4mm/rev、

切削時間：14分、

の条件(切削条件A)での炭素鋼の乾式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、200m/min、0.3mm/rev)、

被削材：JIS・SCM415(HB280)の丸棒、

切削速度：280m/min、

切り込み：3.0mm、

送り：0.3mm/rev、

切削時間：10分、

の条件(切削条件B)での合金鋼の乾式高速高切込切削加工試験(通常の切削速度および切込は、それぞれ、190m/min、2.0mm)、

被削材：JIS・SCM420H(HRC61)の丸棒、

切削速度：100m/min、

切り込み：0.35mm、

送り：0.2mm/rev、

切削時間：7分、

の条件(切削条件C)での焼入鋼の乾式高速高切込・高送り切削加工試験(通常の切削速度、切込および送りは、それぞれ、60m/min、0.2mm、0.1mm/rev)、

を行い、いずれの高速切削加工試験でも切刃の逃げ面摩耗幅を測定した。この測定結果を表5、表6に示した。

【0027】

10

20

30

【表 1】

種 別		配 合 組 成 (質量%)									
		Co	TiC	ZrC	VC	TaC	NbC	Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	TiN	TaN	WC
工 具 基 体	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

10

【 0 0 2 8 】

20

【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

30

【 0 0 2 9 】

【表 3】

種別	工具 基体 記号	薄層A						薄層B						目標 総 層厚 ( $\mu$ m)	
		(Al, Cr)N層						(Al, Ti)N層							
		Cr 含有量 (x値)	バイアス 電圧 (V)	窒素 分圧 (Pa)	結晶 構造	ヤング 率 (GPa)	目標 層厚 ( $\mu$ m)	Ti 含有量 (y値)	バイアス 電圧 (V)	窒素 分圧 (Pa)	結晶 構造	ヤング 率 (GPa)	目標 層厚 ( $\mu$ m)		
本 発 明 被 覆 イ ン サ ー ト	1	A-1	0.50	-25	1.00	立方晶	220	0.6	0.40	-100	7.00	立方晶	470	0.6	6.0
	2	A-2	0.25	-30	1.00	立方晶	300	0.3	0.50	-20	7.00	立方晶	410	0.3	3.0
	3	A-3	0.40	-20	0.50	立方晶	160	0.8	0.35	-150	9.00	立方晶	550	0.9	9.0
	4	A-4	0.35	-30	0.90	立方晶	240	0.5	0.30	-100	1.00	立方晶	500	0.3	4.0
	5	A-5	0.50	-20	0.50	立方晶	150	0.2	0.55	-20	0.50	立方晶	400	0.2	2.0
	6	A-6	0.30	-20	1.00	立方晶	250	0.7	0.50	-130	3.00	立方晶	440	0.5	6.0
	7	A-7	0.45	-25	0.70	立方晶	180	0.9	0.40	-50	3.00	立方晶	430	0.1	5.0
	8	A-8	0.40	-25	0.70	立方晶	190	1.0	0.45	-50	1.00	立方晶	410	1.0	10.0
	9	A-9	0.30	-30	0.90	立方晶	260	0.1	0.55	-70	5.00	立方晶	410	0.1	1.0
	10	A-10	0.35	-20	0.90	立方晶	200	0.4	0.25	-150	9.00	立方晶	550	0.4	4.0
	11	B-1	0.50	-25	0.50	立方晶	150	0.8	0.30	-100	9.00	立方晶	540	0.8	8.0
	12	B-2	0.30	-30	0.90	立方晶	260	1.0	0.40	-70	5.00	立方晶	450	1.0	10.0
	13	B-3	0.35	-20	0.70	立方晶	180	0.5	0.50	-130	1.00	立方晶	430	0.5	5.0
	14	B-4	0.45	-20	1.00	立方晶	190	0.1	0.45	-50	3.00	立方晶	410	0.1	1.0
	15	B-5	0.40	-25	0.90	立方晶	210	0.3	0.25	-150	7.00	立方晶	550	0.2	3.0
	16	B-6	0.25	-30	0.90	立方晶	300	0.7	0.35	-20	0.50	立方晶	430	0.7	7.0

10

20

【 0 0 3 0 】

【表 4】

種別	工具 基体 記号	薄層A						薄層B						目標 総 層厚 ( $\mu$ m)	
		(Al, Cr)N層						(Al, Ti)N層							
		Cr 含有量 (x値)	バイアス 電圧 (V)	窒素 分圧 (Pa)	結晶 構造	ヤング 率 (GPa)	目標 層厚 ( $\mu$ m)	Ti 含有量 (y値)	バイアス 電圧 (V)	窒素 分圧 (Pa)	結晶 構造	ヤング 率 (GPa)	目標 層厚 ( $\mu$ m)		
比 較 被 覆 イ ン サ ー ト	1	A-1	0.30	-500	9.00	立方晶	950	1.0	0.35	-70	1.00	立方晶	460	1.0	10.0
	2	A-2	0.15	-100	7.00	六方晶	250	0.6	0.55	-50	7.00	立方晶	410	0.4	12.0
	3	A-4	0.25	-40	3.00	立方晶	480	0.2	0.45	-20	3.00	立方晶	410	2.5	8.0
	4	A-5	0.40	-30	0.70	立方晶	200	0.05	0.30	-50	5.00	立方晶	500	0.05	0.6
	5	A-9	0.70	-50	5.00	六方晶	280	0.1	0.40	-50	7.00	立方晶	450	0.1	4.0
	6	B-1	0.45	-300	5.00	立方晶	860	0.5	0.25	-150	9.00	立方晶	550	0.7	6.0
	7	B-4	0.35	-70	1.00	立方晶	420	0.7	0.50	-100	3.00	立方晶	430	0.3	3.0
	8	B-6	0.30	-20	0.50	立方晶	160	2.0	0.40	-130	0.50	立方晶	440	0.5	5.0

30

【 0 0 3 1 】

40

【表5】

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)
本発明被覆インサート	1	0.26	0.27	0.25	本発明被覆インサート	9	0.28	0.24	0.3
	2	0.28	0.25	0.26		10	0.29	0.26	0.31
	3	0.28	0.26	0.24		11	0.25	0.23	0.25
	4	0.29	0.23	0.26		12	0.23	0.24	0.26
	5	0.25	0.22	0.23		13	0.26	0.23	0.26
	6	0.26	0.23	0.24		14	0.27	0.23	0.28
	7	0.27	0.26	0.23		15	0.28	0.26	0.24
	8	0.26	0.25	0.24		16	0.28	0.23	0.26

【0032】

10

20

30

【表 6】

種 別		切削試験結果		
		切削条件 (A)	切削条件 (B)	切削条件 (C)
比較被覆インサート	1	8.0	6.0	4.0
	2	6.0	5.0	3.0
	3	5.0	6.0	5.0
	4	3.0	3.0	4.0
	5	6.0	4.0	2.0
	6	8.0	7.0	3.0
	7	7.0	5.0	4.0
	8	3.0	4.0	2.0

10

20

比較被覆インサートの切削試験結果は、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。

## 【実施例 2】

## 【0033】

実施例 1 と同様、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。

30

## 【0034】

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 に示されるアークイオンプレーティング装置に装入し、実施例 1 と同一の条件で、表 7 に示される目標組成、目標層厚、ヤング率、結晶構造の (Al, Cr) N 層からなる薄層 A と、表 7 に示される目標組成、目標層厚、ヤング率、結晶構造の (Al, Ti) N 層からなる薄層 B との交互積層構造からなる表 7 に示される目標総層厚の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 ~ 10 をそれぞれ製造した。

40

## 【0035】

また、比較の目的で、前記工具基体（エンドミル）A-1 ~ A-5 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 に示されるアークイオンプレーティング装置に装入し、実施例 1 と同様工程で、表 8 に示される形成条件（バイアス電圧、窒素分圧）を用いて、表 8 に示される目標組成、目標層厚、ヤング率、結晶構造の (Al, Cr)

50

N層からなる薄層Aと、表8に示される目標組成、目標層厚、ヤング率、結晶構造の(A1, Ti)N層からなる薄層Bとの交互積層構造からなる表8に示される目標総層厚の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エンドミル(以下、比較被覆エンドミルと云う)1~5をそれぞれ製造した。

つぎに、本発明被覆エンドミル1~10および比較被覆エンドミル1~5について、

被削材 - 平面寸法：100mm x 250mm、厚さ：50mmのJIS・S10C(HB200)の板材、

切削速度：300m/min、

溝深さ(切り込み)：5.0mm、

テーブル送り：2000mm/min、

10

の条件(切削条件D)での炭素鋼の乾式高速溝切削加工試験(通常の切削速度およびテーブル送りは、それぞれ、200m/min、1400mm/min)、

被削材 - 平面寸法：100mm x 250mm、厚さ：50mmのJIS・SCM415(HB280)の板材、

切削速度：250m/min、

溝深さ(切り込み)：3.0mm、

テーブル送り：1800mm/min、

の条件(切削条件E)での合金鋼の乾式高速溝切削加工試験(通常の切削速度およびテーブル送りは、それぞれ、150m/min、1400mm/min)、

被削材 - 平面寸法：100mm x 250mm、厚さ：50mmのJIS・SCM420H(HRC61)の板材、

20

切削速度：100m/min、

溝深さ(切り込み)：1.0mm、

テーブル送り：300mm/min、

の条件(切削条件F)での焼入鋼の乾式高速溝切削加工試験(通常の切削速度およびテーブル送りは、それぞれ、50m/min、210mm/min)、

をそれぞれ行い、いずれの高速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。この測定結果を同じく表7、表8にそれぞれ示した。

【0036】

30

【表7】

種別	工具 基体 記号	薄層A							薄層B							目標 総 層厚 ( $\mu$ m)	切削 条件 D 切削 溝長 (m)	切削 条件 E 切削 溝長 (m)	切削 条件 F 切削 溝長 (m)
		(Al, Cr)N層							(Al, Ti)N層										
		Cr 含有量 (x値)	バイアス 電圧 (V)	窒素 分圧 (Pa)	結晶 構造	ヤング 率 (GPa)	目標 層厚 ( $\mu$ m)	Ti 含有量 (y値)	バイアス 電圧 (V)	窒素 分圧 (Pa)	結晶 構造	ヤング 率 (GPa)	目標 層厚 ( $\mu$ m)						
本 発 明 被 覆 エ ン ド ミ ル	1	A-1	0.50	-30	1.00	立方晶	250	0.4	0.55	-50	5.00	立方晶	410	1.0	7.0	1150	1100	950	
	2	A-2	0.30	-25	0.70	立方晶	220	0.5	0.25	-150	7.00	立方晶	550	0.3	2.0	1100	1200	1000	
	3	A-3	0.40	-30	0.90	立方晶	230	0.8	0.40	-50	7.00	立方晶	450	0.2	8.0	1250	1150	1100	
	4	A-4	0.50	-25	0.50	立方晶	150	1.0	0.30	-130	5.00	立方晶	530	0.5	3.0	1200	1200	950	
	5	A-5	0.25	-30	1.00	立方晶	300	0.3	0.45	-70	1.00	立方晶	420	0.7	10.0	1220	1250	1000	
	6	A-6	0.45	-20	0.50	立方晶	150	0.9	0.50	-100	0.50	立方晶	410	0.1	9.0	1050	1300	1050	
	7	A-7	0.30	-30	0.90	立方晶	260	0.1	0.40	-130	9.00	立方晶	490	0.4	1.0	1100	1350	1000	
	8	A-8	0.35	-20	1.00	立方晶	220	0.7	0.30	-100	1.00	立方晶	500	0.8	6.0	1250	1200	980	
	9	A-9	0.45	-25	0.90	立方晶	200	0.2	0.35	-150	9.00	立方晶	550	0.6	4.0	1200	1150	1050	
	10	A-10	0.40	-20	0.70	立方晶	170	0.6	0.45	-20	3.00	立方晶	410	0.7	6.5	1070	1100	1000	

40

【0037】

【表 8】

種別	工具 基体 記号	薄層A						薄層B						目標 総 層厚 ( $\mu\text{m}$ )	切削 条件D 切削 溝長 (m)	切削 条件E 切削 溝長 (m)	切削 条件F 切削 溝長 (m)	
		(Al, Cr)N層						(Al, Ti)N層										
		Cr 含有量 (x値)	パイアス 電圧 (V)	窒素 分圧 (Pa)	結晶 構造	ヤング 率 (GPa)	目標 層厚 ( $\mu\text{m}$ )	Ti 含有量 (y値)	パイアス 電圧 (V)	窒素 分圧 (Pa)	結晶 構造	ヤング 率 (GPa)	目標 層厚 ( $\mu\text{m}$ )					
比較 被覆 エンド ミル	1	A-1	0.30	-500	9.00	立方晶	950	0.5	0.25	-150	7.00	立方晶	550	2.0	5.0	220	200	200
	2	A-2	0.50	-30	0.70	立方晶	190	2.0	0.55	-70	1.00	立方晶	410	1.0	12.0	250	250	190
	3	A-3	0.15	-50	3.00	六方晶	230	1.0	0.35	-50	0.50	立方晶	430	0.5	9.0	200	350	210
	4	A-4	0.35	-25	0.90	立方晶	210	0.05	0.40	-150	3.00	立方晶	470	0.05	1.0	270	300	230
	5	A-5	0.25	-200	7.00	立方晶	900	0.3	0.30	-20	5.00	立方晶	490	0.7	5.0	300	270	180

10

## 【実施例 3】

## 【0038】

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。

## 【0039】

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ーティング装置に装入し、実施例 1 と同一の条件で、表 9 に示される目標組成、目標層厚およびヤング率の (Al, Cr) N 層からなる薄層 A と、同じく表 9 に示される目標組成、目標層厚およびヤング率の (Al, Ti) N 層からなる薄層 B との交互積層構造からなる同じく表 9 に示される目標総層厚の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）1～10 をそれぞれ製造した。

20

## 【0040】

また、比較の目的で、前記工具基体（ドリル）A-1～A-5 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 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、実施例 1 と同様工程で、表 10 に示される形成条件（パイアス電圧、窒素分圧）を用いて、表 10 に示される目標組成、目標層厚、ヤング率、結晶構造の (Al, Cr) N 層からなる薄層 A と、表 10 に示される目標組成、目標層厚、ヤング率、結晶構造の (Al, Ti) N 層からなる薄層 B との交互積層構造からなる表 10 に示される目標総層厚の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）1～5 をそれぞれ製造した。

30

## 【0041】

つぎに、本発明被覆ドリル 1～10 および比較被覆ドリル 1～5 について、  
被削材 - 平面寸法：100 mm×250 mm、厚さ：50 mm の JIS・S10C (HB200) の板材、  
切削速度：170 m/min、  
送り：0.40 mm/rev、  
穴深さ：6 mm、  
の条件（切削条件 G）での炭素鋼の乾式高速穴あけ加工試験（通常の切削速度および送りは、それぞれ、100 m/min、0.3 mm/rev）、

40

被削材 - 平面寸法：100 mm×250 mm、厚さ：50 mm の JIS・SCM415 (HB280) の板材、  
切削速度：130 m/min、  
送り：0.35 mm/rev、  
穴深さ：6 mm、

50

の条件（切削条件H）での合金鋼の乾式高速穴あけ加工試験（通常の切削速度および送り  
は、それぞれ、80m/min、0.25mm/rev）、

被削材 - 平面寸法：100mm×250mm、厚さ：50mmのJIS・SCM420  
H（HRC61）の板材、

切削速度： 50m/min、

送り： 0.20mm/rev、

穴深さ： 6mm、

の条件（切削条件I）での焼入鋼の乾式高速穴あけ加工試験（通常の切削速度および送り  
は、それぞれ、30m/min、0.12mm/rev）、

をそれぞれ行い、いずれの乾式高速穴あけ加工試験でも先端切刃面の逃げ面摩耗幅が0.3mmに至るまでの穴あけ加工数を測定した。この測定結果を同じく表9、表10にそれぞれ示した。

【0042】

【表9】

種別	工具 基体 記号	薄層A							薄層B							目標 総厚 (μm)	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)
		(Al, Cr)N層							(Al, Ti)N層										
		Cr 含有量 (x値)	パイ アス 電圧 (V)	窒素 分圧 (Pa)	結晶 構造	ヤング 率 (GPa)	目標 層厚 (μm)	Ti 含有量 (y値)	パイ アス 電圧 (V)	窒素 分圧 (Pa)	結晶 構造	ヤング 率 (GPa)	目標 層厚 (μm)						
本 発 明 被 覆 ドリ ル	1 A-1	0.45	-25	0.70	立方晶	180	0.5	0.50	-70	0.50	立方晶	400	0.5	7.0	1250	1300	950		
	2 A-2	0.25	-30	1.00	立方晶	300	0.3	0.45	-100	1.00	立方晶	430	0.7	4.0	1300	1200	900		
	3 A-3	0.50	-25	0.70	立方晶	170	0.7	0.40	-20	1.00	立方晶	410	0.8	6.0	1200	1250	1000		
	4 A-4	0.35	-30	0.90	立方晶	240	0.4	0.30	-130	5.00	立方晶	530	0.6	5.0	1350	1250	900		
	5 A-5	0.40	-25	0.70	立方晶	190	0.8	0.35	-50	9.00	立方晶	480	0.2	3.0	1400	1200	950		
	6 A-6	0.30	-20	0.50	立方晶	160	0.1	0.30	-70	7.00	立方晶	520	0.1	1.0	1300	1300	1000		
	7 A-7	0.25	-25	1.00	立方晶	250	0.9	0.35	-150	7.00	立方晶	540	0.4	8.0	1400	1300	980		
	8 A-8	0.50	-20	0.50	立方晶	150	1.0	0.55	-100	3.00	立方晶	410	1.0	10.0	1250	1350	950		
	9 A-9	0.40	-30	0.90	立方晶	230	0.6	0.25	-150	9.00	立方晶	550	0.9	9.0	1200	1250	1000		
	10 A-10	0.30	-20	1.00	立方晶	250	0.2	0.40	-130	5.00	立方晶	470	0.3	2.0	1300	1200	950		

【0043】

【表10】

種別	工具 基体 記号	薄層A							薄層B							目標 総厚 (μm)	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)
		(Al, Cr)N層							(Al, Ti)N層										
		Cr 含有量 (x値)	パイ アス 電圧 (V)	窒素 分圧 (Pa)	結晶 構造	ヤング 率 (GPa)	目標 層厚 (μm)	Ti 含有量 (y値)	パイ アス 電圧 (V)	窒素 分圧 (Pa)	結晶 構造	ヤング 率 (GPa)	目標 層厚 (μm)						
比 較 被 覆 ドリ ル	1 A-1	0.25	-400	7.00	立方晶	930	0.5	0.25	-70	1.00	立方晶	500	2.5	9.0	250	250	170		
	2 A-2	0.15	-50	9.00	六方晶	240	0.8	0.55	-130	3.00	立方晶	420	0.2	3.0	300	200	150		
	3 A-4	0.40	-30	0.50	立方晶	170	2.5	0.30	-100	7.00	立方晶	530	0.5	12.0	250	300	200		
	4 A-5	0.45	-25	0.90	立方晶	200	0.05	0.45	-20	5.00	立方晶	410	0.05	6.0	350	200	150		
	5 A-6	0.30	-200	1.50	立方晶	860	1.0	0.35	-50	0.50	立方晶	430	1.0	8.0	300	300	200		

【0044】

この結果得られた本発明被覆工具としての本発明被覆インサート1~16、本発明被覆  
エンドミル1~10、および本発明被覆ドリル1~10の硬質被覆層を構成する薄層Aで  
ある(Al, Cr)N層と薄層Bである(Al, Ti)N層の組成、並びに、比較被覆工  
具としての比較被覆インサート1~8、比較被覆エンドミル1~5、および比較被覆ドリ  
ル1~5の硬質被覆層を構成する薄層Aである(Al, Cr)N層と薄層Bである(Al  
, Ti)N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。

10

20

30

40

50

【0045】

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等しい平均層厚（5ヶ所の平均値）を示した。

【0046】

表3～10に示される結果から、本発明被覆工具は、所定の組成、目標層厚、ヤング率の薄層Aと、所定の組成、目標層厚の薄層Bとからなる交互積層構造を有する硬質被覆層を形成した結果、薄層Aである低ヤング率の（Al, Cr）N層が工具基体表面に強固に密着接合した状態で、すぐれた耐欠損性、高温硬さ、高温強度を有するとともに、薄層Bである（Al, Ti）N層によって、耐熱性および耐摩耗性が向上し、組成が異なる薄層Aと薄層Bとの交互積層による相乗効果によって、耐衝撃性、耐チッピング性、耐クラック進展性を向上させる結果、軟鋼、一般鋼、高硬度鋼等の高速切削加工でも、すぐれた耐欠損性が確保され、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。これに対して、硬質被覆層として、組成が異なる薄層Aと薄層Bとの交互積層構造を有するものの、薄層Aの（Al, Cr）N層のヤング率が制御されていないか、各層の組成、目標層厚が本発明で規定する範囲を逸脱する比較被覆工具においては、いずれも軟鋼、一般鋼、高硬度鋼等の高速切削加工では、耐摩耗性が十分でなく、かつ皮膜の靱性が低下するために、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。

10

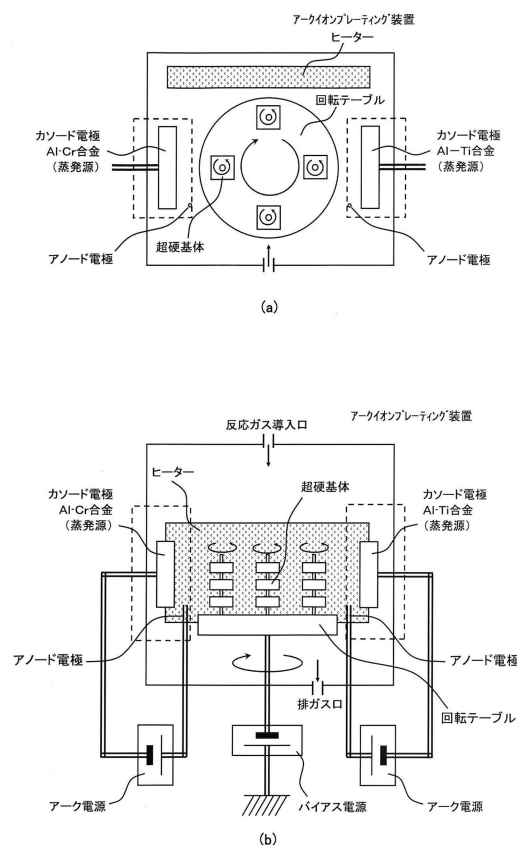
【産業上の利用可能性】

【0047】

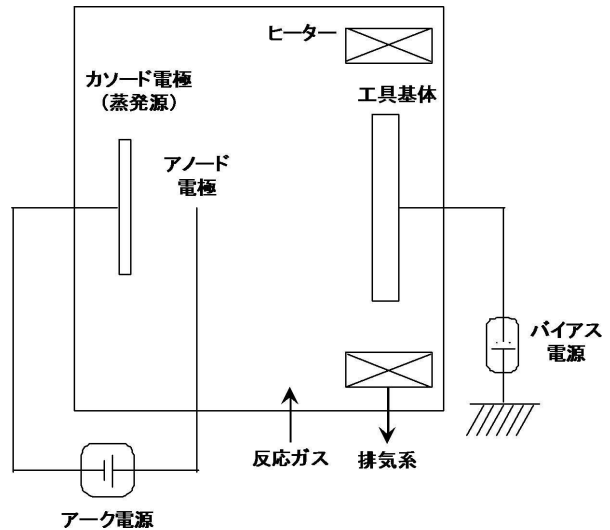
20

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、軟鋼、一般鋼、高硬度鋼等の高速切削加工でもすぐれた耐摩耗性と耐欠損性を発揮し、長期に亘ってすぐれた切削性能を示すものであるから、切削加工装置の自動化、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 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 益野 智行  
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

審査官 五十嵐 康弘

- (56)参考文献 特開2009-101491(JP,A)  
特開2011-147946(JP,A)  
特表2011-506115(JP,A)  
特開2012-183635(JP,A)  
国際公開第2006/070730(WO,A1)  
国際公開第2010/150335(WO,A1)  
中国特許出願公開第102922052(CN,A)  
J.L. Mo, M.H. Zhu, B. Lei, Y.X. Leng, N. Huang, Comparison of tribological behaviours of AlCrN and TiAlN coatings-Deposited by physical vapor depo, WEAR, Elsevier, 2007年, vol.263, p1423-1429

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23B 27/14  
B23B 51/00  
B23C 5/16  
C23C 14/00 - 14/58  
WPI