

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5831708号
(P5831708)

(45) 発行日 平成27年12月9日(2015.12.9)

(24) 登録日 平成27年11月6日(2015.11.6)

(51) Int.Cl.		F I	
B 2 3 B	27/14	(2006.01)	B 2 3 B 27/14 A
B 2 3 C	5/16	(2006.01)	B 2 3 C 5/16
B 2 3 B	51/00	(2006.01)	B 2 3 B 51/00 J
C 2 3 C	16/30	(2006.01)	C 2 3 C 16/30

請求項の数 2 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2012-56662 (P2012-56662)	(73) 特許権者	000006264
(22) 出願日	平成24年3月14日(2012.3.14)		三菱マテリアル株式会社
(65) 公開番号	特開2013-188834 (P2013-188834A)		東京都千代田区大手町一丁目3番2号
(43) 公開日	平成25年9月26日(2013.9.26)	(74) 代理人	100139240
審査請求日	平成26年9月26日(2014.9.26)		弁理士 影山 秀一
		(74) 代理人	100119921
			弁理士 三宅 正之
		(74) 代理人	100076679
			弁理士 富田 和夫
		(72) 発明者	仙北屋 和明
			茨城県那珂市向山1002-14 三菱マ
			テリアル株式会社 中央研究所内
		(72) 発明者	田中 裕介
			茨城県那珂市向山1002-14 三菱マ
			テリアル株式会社 中央研究所内
			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で構成された工具基体の表面に、平均層厚が2～10μmの硬質被覆層が形成された表面被覆切削工具において、

(a) 硬質被覆層は、AlとCrの複合窒化物層からなり、かつ、該層においてAlとCrの含量に占めるCrの含有割合は0.2～0.5(但し、原子比)であり、

(b) 上記表面被覆切削工具の逃げ面上の刃先から100μm離れた位置までの範囲においては、硬質被覆層は平均粒径0.2～1μmの粒状結晶粒と平均粒径0.08μm以下の微細結晶粒との混合組織を有し、また、粒径0.1μm未満の微細結晶粒の結晶粒径長割合は、上記混合組織中の10～50%を占め、

(c) 上記表面被覆切削工具の逃げ面上の刃先から100μm離れた位置までの範囲の工具基体と硬質被覆層の界面においては、粒径0.15μm以下の結晶粒の占める結晶粒径長割合は20%以下であることを特徴とする表面被覆切削工具。

【請求項2】

上記表面被覆切削工具の刃先角度を 度とし、該 度の角度範囲内の切れ刃先端部のコーナー部の硬質被覆層中に形成されている連続クラックの占有角度を 度とした場合、クラック占有率 / が0.3～1.0であることを特徴とする請求項1に記載の表面被覆切削工具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、ステンレス鋼等の難削材の切削加工において、硬質被覆層がすぐれた耐チップング性、耐摩耗性を発揮する表面被覆切削工具（以下、被覆工具という）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、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。

10

【0003】

例えば、特許文献1に示すように、被覆工具として、炭化タングステン（以下、WCで示す）基超硬合金で構成された基体（以下、工具基体という）の表面に、AlとCrの複合窒化物〔以下、(Al, 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工具が知られており、かかる従来の被覆工具においては、硬質被覆層を構成する前記(Al, Cr)N層が、すぐれた高温硬さ、耐熱性、高温強度、高温耐酸化性等を有することから、すぐれた切削性能を発揮することが知られている。

20

そして、上記従来の被覆工具は、例えば、図1に示すように、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上記の工具基体を装入し、ヒータで工具基体を500の温度に加熱した状態で、アノード電極と所定組成のAl-Cr合金がセットされたカソード電極との間に、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、2Paの反応雰囲気とし、一方、上記工具基体には、-100V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、上記(Al, Cr)N層を蒸着形成することにより製造し得ることも知られている。

【0004】

ところで、被覆工具においては、その切削性能、特に、耐チップング性、耐摩耗性等、の改善を図るべく、硬質被覆層の組織構造について種々の提案がなされている。

30

例えば、特許文献2には、すくい面での被覆層の欠損を抑制して耐欠損性を向上させ、また、逃げ面における耐摩耗性を向上させた被覆工具として、被覆層を柱状結晶で構成し、すくい面における被覆層厚は逃げ面での被覆層厚よりも薄く、被覆層表面側の上層領域の平均結晶幅が、被覆層基体側の下層領域の平均結晶幅よりも大きい2つの層領域にて構成し、すくい面での被覆層厚に対する上層領域の厚みの比率が、逃げ面での被覆層厚に対する上層領域の厚みの比率よりも小さく、すくい面での柱状結晶の平均結晶幅が逃げ面での柱状結晶の平均結晶幅より小さい被覆工具（エンドミル）が記載されている。

また、例えば、特許文献3には、耐摩耗性と靱性とを両立させるとともに、基材との密着性にも優れた被膜を備えた被覆工具として、基材上に形成された被膜は、第1被膜層を含み、該第1被膜層は、微細組織領域と粗大組織領域とを含み、該微細組織領域は、それを構成する化合物の平均結晶粒径が10～200nmであり、かつ該第1被膜層の表面側から該第1被膜層の全体の厚みに対して50%以上の厚みとなる範囲を占めて存在し、かつ-4GPa以上-2GPa以下の範囲の応力である平均圧縮応力を有し、該第1被膜層は、その厚み方向に応力分布を有しており、その応力分布において2つ以上の極大値または極小値を持ち、それらの極大値または極小値は厚み方向表面側に位置するものほど高い圧縮応力を有する被覆工具が記載されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第3969230号明細書

50

【特許文献2】特開2008-296290号公報

【特許文献3】特開2011-67883号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

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、切削加工は一段と厳しい切削条件下で行われるようになってきている。

上記従来の被覆工具においては、ある程度の耐チップング性、耐欠損性、耐摩耗性の改善は図り得るものの、これをステンレス鋼等の一段と厳しい切削加工に用いた場合には、チップングが発生しやすく、あるいは、摩耗損耗が大きくなり、これを原因として、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】

【0007】

そこで、本発明者等は、ステンレス鋼などの切削加工において、耐チップング性ととも耐摩耗性にもすぐれ、長期の使用に亘ってすぐれた切削性能を発揮する被覆工具を提供すべく、硬質被覆層の結晶組織構造について鋭意研究を行った結果、以下の知見を得た。

【0008】

従来、被覆工具を作製するにあたり、硬質被覆層の形成手段としては、CVD法、PVD法等が一般的に採用されており、そして、例えば、PVD法の一つであるアークイオンプレATING法（以下、AIP法という）により（Al, Cr）Nからなる硬質被覆層を成膜する際には、特許文献1として示したように、工具基体を装置内に装入し、所定のバイアス電圧を印加するとともに、装置内を所定温度に加熱した状態で、アノード電極と所定組成のAl-Cr合金ターゲットとの間に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、所定圧の反応雰囲気中で蒸着することによって、硬質被覆層を成膜していた（図1参照）。

20

【0009】

本発明者らは、上記従来のAIP法による（Al, Cr）Nからなる硬質被覆層の成膜に際し、工具基体とターゲット間に磁場をかけ、硬質被覆層の組織構造に及ぼす磁場の影響を調査検討したところ、AIP法による硬質被覆層の成膜を所定強度の磁場中で行うことによって、硬質被覆層を構成する結晶粒の粒径、形成領域およびその分布を調整することができること、そして、硬質被覆層の切刃から100 μ m以内の硬質被覆層を、所定の平均粒径を有する粒状結晶粒と微細結晶粒の混合組織として構成し、また、0.15 μ m以下の結晶粒の結晶粒径長割合についても20%以下とすることによって、さらに、切れ刃先端のコーナー部に形成される連続クラックのクラック占有率を0.3~1.0に調整することによって、このような硬質被覆層を備えた被覆工具は、ステンレス鋼等の切削加工において、すぐれた耐チップング性、耐摩耗性を発揮し、長期の使用に亘ってすぐれた切削性能を発揮することを見出したのである。

30

【0010】

この発明は、上記の知見に基づいてなされたものであって、

40

「（1）炭化タングステン基超硬合金で構成された工具基体の表面に、平均層厚が2~10 μ mの硬質被覆層が形成された被覆工具において、
 （a）硬質被覆層は、AlとCrの複合窒化物層からなり、かつ、該層においてAlとCrの含量に占めるCrの含有割合は0.2~0.5（但し、原子比）であり、
 （b）上記被覆工具の逃げ面上の刃先から100 μ m離れた位置までの範囲においては、硬質被覆層は平均粒径0.2~1 μ mの粒状結晶粒と平均粒径0.08 μ m以下の微細結晶粒との混合組織を有し、また、粒径0.1 μ m未満の微細結晶粒の結晶粒径長割合は、上記混合組織中の10~50%を占め、
 （c）上記被覆工具の逃げ面上の刃先から100 μ m離れた位置までの範囲の工具基体と硬質被覆層の界面においては、粒径0.15 μ m以下の結晶粒の占める結晶粒径長割合は

50

20%以下であることを特徴とする被覆工具。

(2) 上記被覆工具の刃先角度を θ 度とし、該 θ 度の角度範囲内の切れ刃先端のコーナー部の硬質被覆層中に形成されている連続クラックの占有角度を ϕ 度とした場合、クラック占有率 ϕ/θ が 0.3 ~ 1.0 であることを特徴とする前記(1)に記載の被覆工具。」

に特徴を有するものである。

【0011】

つぎに、この発明の被覆工具について詳細に説明する。

(a) 硬質被覆層の種別、平均層厚：

この発明の硬質被覆層は、AlとCrの複合窒化物層((Al, Cr)N層)からなる。

上記(Al, Cr)N層は、Al成分が高温硬さと耐熱性を向上させ、Cr成分が高温強度を向上させ、さらにCrとAlの共存含有によって高温耐酸化性が向上することから、高温硬さ、耐熱性、高温強度及び高温耐酸化性にすぐれた硬質被覆層として既によく知られている。

本発明の(Al, Cr)N層は、Alとの含量に占めるCrの含有割合(原子比、以下同じ)が0.2未満では、切削加工時の高温強度を確保することが困難となり、一方、Alとの含量に占めるCrの含有割合(原子比)が0.5を越えると、相対的にAlの含有割合が少なくなり、高温硬さの低下、耐熱性の低下を招き、その結果、偏摩耗の発生、熱塑性変形の発生等により耐摩耗性が劣化することから、Alとの含量に占めるCrの含有割合(原子比)は、0.2 ~ 0.5であることが必要である。

また、(Al, Cr)N層からなる硬質被覆層の平均層厚は、2 μ m未満では、すぐれた耐摩耗性を長期に亘って発揮することができず、工具寿命短命の原因となり、一方、その平均層厚が10 μ mを越えると、刃先部にチップングが発生し易くなることから、その平均層厚は2 ~ 10 μ mとすることが必要である。

なお、本発明では平均層厚の測定方法は、以下のように行った。工具基体刃先から逃げ面側の断面を切り出し、その断面をSEMにて、観察する。工具基体と硬質被覆層の界面から硬質被覆層表面までの距離を任意の5箇所測定し、その平均値を平均層厚とした。

【0012】

(b) (Al, Cr)N層からなる硬質被覆層の層構造：

本発明では、逃げ面上の刃先から100 μ m離れた位置までの範囲においては、硬質被覆層は平均粒径0.2 ~ 1 μ mの粒状結晶粒と平均粒径0.08 μ m以下の微細結晶粒との混合組織から構成し、そして、粒径0.1 μ m未満の微細結晶粒の結晶粒径長割合は、上記混合組織中の10 ~ 50%を占める。

また、工具基体と硬質被覆層の界面においては、粒径0.15 μ m以下の結晶粒の占める結晶粒径長割合は20%以下とする。

なお、本発明でいう「刃先」とは、図3に示すように、「切れ刃先端のコーナー部の円錐形状となっている部分を除いた、直線状切れ刃の最も先端に近い部分」とであると定義する。

また、ここで「粒状結晶」とはアスペクト比が1以上6以下であり、かつ、粒径0.1 μ m以上の結晶粒を意味する。「微細結晶」とは、アスペクト比が1以上6以下であり、かつ、粒径0.1 μ m未満の結晶粒を意味する。アスペクト比は、結晶粒断面で最も長い直径(長辺)とそれに垂直な直径(短辺)の長さの比を、長辺を分子、短辺を分母として算出するものとする。

また、ここで「粒径が0.1 μ m未満の微細結晶粒の結晶粒径長割合」とは、複数の結晶粒の粒径を測定し、その全測定結晶粒径長の和に対する粒径が0.1 μ m未満の結晶粒径長の和の割合を示し、また、「粒径が0.15 μ m以下の結晶粒が占める結晶粒径長割合」とは、複数の結晶粒の粒径を測定し、その全測定結晶粒径長の和に対する粒径0.15 μ m以下の結晶粒径長の和の割合を示す。

10

20

30

40

50

【0013】

本発明の硬質被覆層の層構造について、以下に、詳細に説明する。

本発明では、逃げ面上の刃先から100 μ m離れた位置までの範囲においては、硬質被覆層は、主として、平均粒径0.2~1 μ mの粒状結晶粒と平均粒径0.08 μ m以下の微細結晶粒との混合組織として硬質被覆層を構成するが、粒径0.1 μ m未満の微細結晶粒の結晶粒径長割合が、混合組織中の10%未満になると硬質被覆層中に形成される圧縮応力の値が小さくなるため、硬質被覆層の耐摩耗性が低下し、一方、粒径0.1 μ m未満の微細結晶粒の結晶粒径長割合が混合組織中の50%を超えると、硬質被覆層中に形成される圧縮応力の値が大きくなりすぎて、切削加工時にチップングを発生しやすくなることから、混合組織中に占める粒径0.1 μ m未満の微細結晶粒の結晶粒径長割合は、10~

10

50%とすることが必要である。粒径0.1 μ m以上の粒状結晶粒の結晶粒径長割合は、50~90%の割合で存在する必要がある。90%を超える場合、圧縮応力の値が小さくなり硬さが小さくなりすぎて、硬質被覆層の耐摩耗性が低下し、一方、50%未満である場合、圧縮応力の値が大きくなり硬さが大きくなりすぎて、切削加工時にチップングを発生しやすくなることから、混合組織中に占める粒径0.1 μ m以上の粒状結晶粒の結晶粒径長割合は50~90%とすることが必要である。

また、粒状結晶粒の平均粒径が1 μ mを超える場合、硬質被覆層中に形成される圧縮応力の値が小さくなるため、硬質被覆層の耐摩耗性が低下するため、粒状結晶粒の平均粒径の上限値を1 μ mとすることが必要である。

20

【0014】

また、工具基体と硬質被覆層の界面においては、粒径0.15 μ m以下の結晶粒の占める結晶粒径長割合は20%以下であることが必要である。

ここで、工具基体と硬質被覆層の界面における硬質被覆層の結晶粒は、硬質被覆層内における工具基体と硬質被覆層の界面から厚さ0.5 μ mの領域にて形成されている結晶粒を意味する。

本発明で、0.15 μ m以下の結晶粒の分布を上記のとおり定めたのは、刃先に被覆された硬質被覆層で十分な耐摩耗性を確保すると同時に、チップングの発生を抑制するためであって、粒径0.15 μ m以下の結晶粒の結晶粒径長割合が20%を超える場合には、硬質被覆層中の圧縮残留応力が大きくなり、ステンレス鋼等の難削材の切削加工において

30

チップングを発生しやすくなるという理由による。なお、本発明では、逃げ面上の硬質被覆層の結晶粒径の測定、また、平均結晶粒径の算出は、以下のように行った。

工具基体刃先から逃げ面側の断面を切り出し、その断面をSEMにて、観察する。硬質被覆層表面から深さ0.5 μ mの領域に形成されている結晶粒、硬質被覆層内における工具基体と硬質被覆層の界面から厚さ0.5 μ mの領域に形成されている結晶粒、及び硬質被覆層表面と工具基体表面の中間の領域に存在する結晶粒にて、工具基体表面と平行に直線を引き、結晶粒界面の距離を粒径と定義する。なお、工具基体表面と平行に直線を引く位置は、各結晶粒において最長の結晶粒径となる位置とする。それぞれの領域において、逃げ面上刃先、及び逃げ面上にて刃先から50 μ m離れた位置、及び刃先から100 μ m

40

離れた位置の3箇所、計9箇所にて幅10 μ mの範囲内に存在する結晶の平均結晶粒径を測定する。幅10 μ mの粒径を測定するにあたり、各測定箇所を中心に刃先側5 μ m、刃先と逆側5 μ mの測定データを用いた。ただし、逃げ面上の刃先の箇所においては、刃先から5 μ m離れた位置を中心として、刃先側5 μ m、刃先と逆側5 μ mの幅10 μ mの範囲内で測定した。全9箇所の領域で、粒径が0.1 μ m以上の結晶粒の平均値を「粒状結晶粒の平均粒径」と定義する。また、粒径が0.1 μ m未満の結晶粒の平均値を「微細結晶粒の平均粒径」と定義する。

また、粒径が0.1 μ m未満の結晶粒が占める結晶粒径長割合の測定方法は、上記粒径を測定した界面3箇所、表面3箇所、及び中間領域3箇所にて測定した結晶粒径の全測定データをを用いる。測定した全結晶粒径の和に対する、粒径が0.1 μ m未満の結晶粒径の和

50

を「微細結晶粒が占める結晶粒径長割合」とした。

また、界面にて粒径が $0.15\ \mu\text{m}$ 以下の結晶粒が占める結晶粒径長割合の測定方法は、上記粒径を測定した界面3箇所の全測定データを用いる。測定した全結晶粒径の和に対する、粒径が $0.15\ \mu\text{m}$ 以下の結晶粒径の和を「粒径 $0.15\ \mu\text{m}$ 以下の結晶粒が占める結晶粒径長割合」とした。

【0015】

本発明では、さらに、図4に示すように、被覆工具の刃先角度を θ とし、 θ の角度範囲内の硬質被覆層中に形成されている連続クラックの占有角度を α とした場合に、切れ刃先端のコーナー部クラック占有率 α/θ を $0.3\sim 1.0$ とすることが好ましく、さらに、 α/θ が $0.3\sim 0.9$ であることがより好ましい。

その理由は、次のとおりである。

工具基体表面に、アークイオンプレーティング装置(AIP装置)を用いて硬質被覆層を形成する場合、層中には圧縮残留応力が蓄積され、特に、結晶粒径の大きな層にあっては、結晶粒界に圧縮残留応力が集中し、亀裂の起点となりやすい。

しかし、本発明によれば、切れ刃先端のコーナー部の硬質被覆層中に予めクラックが形成されていることから、残留応力の集中が低減されるため、特に、切削開始初期のチッピング発生等による切削性能の低下を抑制することができる。

ただし、 α/θ が 0.3 未満である場合には、圧縮残留応力の集中抑制効果を期待することはできないので、 α/θ は 0.3 以上と定めた。

圧縮残留応力の集中抑制効果の観点からは、 α/θ の値に上限を設ける必要はない(即ち、 α/θ は、 $0.3\sim 1.0$)が、 α/θ の値が 1.0 に近づくほど、硬質被覆層と工具基体界面での界面剥離が発生しやすくなるので、 α/θ の値は、 $0.3\sim 0.9$ であることが好ましい。

【0016】

ここで、クラック占有率とは、本発明で、以下のように定義する。

図4に示すように、逃げ面上の刃先Aを通る逃げ面の垂線と、すくい面上の刃先Bを通るすくい面の垂線との交点を中心Oとした時、A-O-Bのなす角度を刃先角度 θ (度)という。

また、切れ刃先端のコーナー部の硬質被覆層中に形成されている連続クラックについては、前記中心Oから、連続する一つのクラックの端部C、Dに接する線を引いた時、C-O-Dのなす角度を連続クラックの占有角度 α (度)とする。切れ刃先端のコーナー部の硬質被覆層中に複数のクラックが存在する場合、最大の占有角度を示す連続クラックを用いるものとする。

そして、(連続クラックの占有角度 α)/(刃先角度 θ)の値を、クラック占有率であると定義する。

なお、本発明被覆工具は、(Al, Cr)N層からなる硬質被覆層は粒状結晶粒と微細結晶粒の混合組織を有し、微細結晶粒の結晶粒径長割合を $10\sim 50\%$ を占め、また、逃げ面上の刃先から $100\ \mu\text{m}$ 離れた位置までの界面においては、粒径が $0.15\ \mu\text{m}$ 以下の結晶粒が占める結晶粒径長割合を 20% 以下と定めることにより、自ずとクラック占有率 α/θ が $0.3\sim 1$ となる。

【0017】

(c) 硬質被覆層の蒸着形成

この発明の硬質被覆層は、図2(a)、(b)に示すようなアークイオンプレーティング装置(AIP装置)を用い、工具基体の温度を $370\sim 450$ に維持しつつ、工具基体をAIP装置内で自公転させ、ターゲット表面中心とターゲットに最近接した工具基体間に所定の磁場(積算磁力が $45\sim 100\ \text{mT}\times\text{mm}$)を印加しながら蒸着することによって、形成することができる。

例えば、AIP装置の一方には基体洗浄用のTi電極からなるカソード電極、他方には $70\ \text{at}\% \text{Al}-30\ \text{at}\% \text{Cr}$ 合金からなるターゲット(カソード電極)を設け、

まず、炭化タングステン(WC)基超硬合金からなる工具基体を洗浄・乾燥し、AIP

10

20

30

40

50

装置内の回転テーブル上に装着し、真空中で基体洗浄用のTi電極とアノード電極との間に100Aのアーク放電を発生させて、工具基体に-1000Vのバイアス電圧を印加しつつ工具基体表面をボンバード洗浄し、

ついで、Al-Cr合金ターゲットの表面中心からターゲットに最近接した工具基体までの積算磁力が45~100mT×mmなる磁場を印加し、

ついで、装置内に反応ガスとして窒素ガスを導入し9.3Paの雰囲気圧力とし、工具基体の温度を370~450に維持し、工具基体に-50Vのバイアス電圧を印加しつつ、Al-Cr合金ターゲット(カソード電極)とアノード電極との間に100Aのアーク放電を発生させ、工具基体がターゲットに最接近した際には、逃げ面の一部又は全部とターゲット面が水平となるように工具基体を支持して自公転させつつ蒸着することによって、本発明の層構造と圧縮残留応力を有する(Al, Cr)N層からなる硬質被覆層を蒸着形成することができる。

10

なお、上記のAl-Cr合金ターゲットと工具基体間での磁場の印加は、例えば、カソード周辺に磁場発生源である電磁コイル又は永久磁石を設置する、あるいは、AIP装置の内部、中心部に永久磁石を配置する等、任意の手段で磁場を形成することができる。

【発明の効果】

【0018】

この発明の被覆工具は、(Al, Cr)N層からなる硬質被覆層を備え、しかも、逃げ面上の刃先から100μm離れた位置までの範囲において、平均粒径0.2~1μmの粒状結晶粒と平均粒径0.08μm以下の微細結晶粒との混合組織を有し、また、上記微細結晶粒の結晶粒径長割合は、上記混合組織中の10~50%を占め、工具基体と硬質被覆層の界面においては、粒径0.15μm以下の結晶粒の占める結晶粒径長割合は20%以下と定めており、また、クラック占有率 γ が0.3~1.0であることから、ステンレス鋼等の難削材の切削加工において、すぐれた耐チップング性、耐摩耗性を発揮し、長期の使用に亘ってすぐれた切削性能を発揮するものである。

20

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】従来のAIP装置の概略説明図を示す。

【図2】本発明の被覆工具を作製するための、AIP装置の概略説明図を示し、(a)は平面図、(b)は側面図を示す。

30

【図3】本発明の被覆工具の縦断面概略説明図を示す。

【図4】本発明の被覆工具の刃先角度 θ 、連続クラックの占有角度 α 、クラック占有率 γ の関係を説明するための概略説明図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0020】

つぎに、この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】

【0021】

原料粉末として、平均粒径:5.5μmを有する中粗粒WC粉末、同0.8μmの微粒WC粉末、同1.3μmのTaC粉末、同1.2μmのNbC粉末、同1.2μmのZrC粉末、同2.3μmのCr₃C₂粉末、同1.5μmのVC粉末、同1.0μmの(Ti, W)C[質量比で、TiC/WC=50/50]粉末、および同1.8μmのCo粉末を用意し、これら原料粉末をそれぞれ表5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、100MPaの圧力で所定形状の各種の圧粉体に押しプレス成形し、これらの圧粉体を、6Pa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10mmの工具基体形成用丸棒焼結体を形成し、さらに前記丸棒焼結体から、研削加工にて、切刃部の直径×長さが6mm×13mmの寸法で、ねじれ角30度の2枚刃ボール形状をもったWC基超硬合金製の工具基体(エンドミル)1~3及び、切刃部の直径×長さが10mm×22mmの寸法で2

40

50

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）4～5をそれぞれ製造した。

【0022】

(a) 上記の工具基体1～5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2に示すAIP装置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、AIP装置の一方にボンバード洗浄用のTiカソード電極を、他方側に70at%Al-30at%Cr合金からなるターゲット（カソード電極）を配置し、

(b) まず、装置内を排気して真空に保持しながら、ヒータで工具基体を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、Tiカソード電極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、もって工具基体表面をボンバード洗浄し、

(c) ついで、上記Al-Cr合金ターゲットの表面中心から工具基体までの積算磁力が45～100mT×mmの範囲内となるように種々の磁場を印加し、

(d) ついで、装置内に反応ガスとして窒素ガスを導入して9.3Pa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の温度を370～450の範囲内に維持するとともに-50Vの直流バイアス電圧を印加し、かつ前記Al-Cr合金ターゲットとアノード電極との間に100Aの電流を流してアーク放電を発生させ、もって前記工具基体の表面に、表2に示される組成および目標平均層厚の(Al, Cr)

N層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表面被覆エンドミル1～5（以下、本発明1～5という）をそれぞれ製造した。

なお、図2に示すAIP装置では、工具基体がAl-Cr合金ターゲットに最接近する際に、逃げ面の一部又は全部とAl-Cr合金ターゲット面が水平となるように装着支持されている。

【0023】

比較例1：

比較の目的で、上記実施例1における(c)の条件を変更し（即ち、Al-Cr合金ターゲットの表面中心から工具基体までの積算磁力を45～100mT×mmの範囲外）、また、(d)の条件を変更し（即ち、工具基体が370未満、あるいは450を超える温度に維持し）て、その他は実施例1と同一の条件で、比較例被覆工具としての表面被覆エンドミル1～5（以下、比較例1～5という）をそれぞれ製造した。さらに、実施例1から被覆層中のAlとCrの含量に占めるCrの含有割合が0.2～0.5（但し、原子比）の範囲外、または、被覆層の平均層厚が2～10μmの範囲外の表面被覆エンドミル6～10（以下、比較例6～10という）をそれぞれ製造した。

【0024】

上記で作製した本発明1～5について、逃げ面上の刃先から100μm離れた位置までの範囲において、縦断面の硬質被覆層の平均層厚、結晶粒径を測定し、微細結晶粒の平均粒径、粒状結晶粒の平均粒径、微細結晶粒の結晶粒径長割合、0.15μm以下の結晶粒径長割合を算出するとともに、いずれもアスペクト比が1以上6以下の結晶粒であることを確認した。アスペクト比は、結晶粒断面で最も長い直径（長辺）とそれに垂直な直径（短辺）の長さの比を、長辺を分子、短辺を分母として算出するものとする。

また、刃先から100μm離れた位置までの範囲における硬質被覆層に占める微細結晶粒の結晶粒径長割合を測定したところ、微細結晶粒は、混合組織中の10～50%を占めることを確認した。

さらに、刃先から100μm離れた位置までの範囲における工具基体と硬質被覆層の界面における粒径0.15μm以下の結晶粒の占める結晶粒径長割合を測定したところ、20%以下であることも確認した。

一方、比較例1～10について、本発明と同様な観察、測定を行ったところ、被覆層の平均層厚が2～10μmの範囲外の表面被覆エンドミル（比較例9, 10）以外では、微

10

20

30

40

50

細結晶粒の結晶粒径長割合は混合組織中の10～50%の範囲外、あるいは、工具基体と硬質被覆層の界面における粒径0.15 μ m以下の結晶粒の占める結晶粒径長割合を測定したところ、20%以上であった。

表2、表3に、上記で測定・算出したそれぞれの値を示す。

【0025】

なお、上記平均層厚の測定法、結晶粒径の測定法、結晶粒径長割合の測定法をより具体的にいえば、以下のとおりである。

被覆工具の切れ刃先端のコーナー部を含み、逃げ面の断面を研磨加工した後、その断面をSEMにて、観察する。

工具基体と硬質被覆層の界面から硬質被覆層表面までの距離を5箇所測定し、その平均値を平均層厚とした。なお、測定する箇所は、逃げ面上刃先から、逃げ面上にて刃先から100 μ m離れた位置までの間にて任意の5箇所とする。

硬質被覆層表面から深さ0.5 μ mの領域にて形成されている結晶粒、硬質被覆層内における工具基体と硬質被覆層の界面から厚さ0.5 μ mの領域にて形成されている結晶粒、及び硬質被覆層表面と工具基体表面の中間の領域に存在する結晶粒にて、工具基体表面と平行に直線を引き、結晶粒界間の距離を粒径と定義する。それぞれの領域において、逃げ面上刃先、及び逃げ面上にて刃先から50 μ m離れた位置、及び刃先から100 μ m離れた位置の3箇所、計9箇所にて幅10 μ mの範囲内に存在する結晶の平均結晶粒径を測定する。幅10 μ mの粒径を測定するにあたり、各測定箇所を中心に刃先側5 μ m、刃先と逆側5 μ mの測定データを用いた。ただし、逃げ面上の刃先の箇所においては、刃先から5 μ m離れた位置を中心として、刃先側5 μ m、刃先と逆側5 μ mの幅10 μ mの範囲内で測定した。全9箇所の領域で、粒径が0.1 μ m以上の結晶粒の平均値を「粒状結晶粒の平均粒径」と定義する。また、粒径が0.1 μ m未満の結晶粒の平均値を「微細結晶粒の平均粒径」と定義する。

また、粒径が0.1 μ m未満の結晶粒が占める結晶粒径長割合の測定方法は、上記粒径を測定した界面3箇所、表面3箇所、及び中間領域3箇所にて測定した結晶粒径の全測定データを用いる。測定した全結晶粒径の和に対する、粒径が0.1 μ m未満の結晶粒径の和を「粒径0.1 μ m未満の結晶粒が占める結晶粒径長割合」とした。

また、界面にて粒径が0.15 μ m以下の結晶粒が占める結晶粒径長割合の測定方法は、上記粒径を測定した界面3箇所の全測定データを用いる。測定した全結晶粒径の和に対する、粒径が0.15 μ m以下の結晶粒径の和を「粒径0.15 μ m以下の結晶粒が占める結晶粒径長割合」とした。

【0026】

さらに、本発明1～5および比較例1～10の刃先角度を測定するとともに、切れ刃先端のコーナー部の硬質被覆層の中の連続クラックの占有角度を測定し、クラック占有率 / の値を算出した。

表2、表3に、これらの値を示す。

なお、上記刃先角度、連続クラックの占有角度の測定法をより具体的にいえば、以下のとおりである。

結晶粒径を測定するために観察したSEM像のうち、切れ刃先端部の断面SEM像を用いる。測定条件は、観察倍率：10000倍、加速電圧：3kVの条件を使用した。本発明2の切れ刃先端部の断面SEM像(a)及び模式図(b)を図4に示す。図4(b)を用いて説明する。逃げ面上の刃先をA、すくい面上の刃先をBとする。Aを通る逃げ面の垂線、Bを通るすくい面の垂線を引き、双方の垂線の交点を中心Oとする。刃先角度(度)はA-O-Bのなす角度とする。

また、切れ刃先端のコーナー部の硬質被覆層中に形成されている連続クラックについて、前記中心Oから該クラックを投影させた場合、Aを通る逃げ面の垂線に最も近い箇所をCとし、Bを通るすくい面の垂線に最も近い箇所をDとする。連続クラックの占有角度(度)はC-O-Dのなす角度とする。なお、切れ刃先端のコーナー部の硬質被覆層中に複数のクラックが存在する場合、最大値を示す連続クラックにて算出した値を連続クラッ

10

20

30

40

50

クの占有角度 と定義する。

そして、(連続クラックの占有角度) / (刃先角度) の値を、クラック占有率であると定義する。

【0027】

【表1】

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 ₃ C ₂	VC	WC		
(エンドミル) 工具基体	1	5	5	—	—	—	—	—	中粗粒:残	6×13
	2	6	—	1	0.5	—	—	—	微粒:残	6×13
	3	6	—	1	—	1	0.5	0.5	微粒:残	6×13
	4	8	—	—	—	—	0.5	0.5	微粒:残	10×22
	5	9	25	10	1	—	—	—	中粗粒:残	10×22

10

【0028】

【表2】

種別	工具基体記号	工具基体温度 (°C)	積算磁力 (ミリテスラ × mm)	(Al, Cr)N層									
				組成 (原子比)	平均層厚 (μm)	(注1) 微細結晶粒の平均粒径 (μm)	(注2) 粒状結晶粒の平均粒径 (μm)	(注3) 微細結晶粒の結晶粒径長割合 (%)	(注4) ≤0.15 μm 結晶粒の結晶粒径長割合 (%)	刃先角度 α (度)	連続クラックの占有角度 β (度)	クラック占有率 (β/α)	
本発明	1	1	370	46.3	Cr18Al82	2.5	0.05	0.21	43.5	16.8	105.2	36.8	0.35
	2	2	370	92.0	Cr30Al70	6.3	0.04	0.23	36.9	15.2	110.1	92.5	0.84
	3	3	400	70.5	Cr43Al57	5.4	0.04	0.27	17.2	11.1	107.0	89.9	0.84
	4	4	450	46.3	Cr49Al51	9.6	0.06	0.58	25.6	4.6	103.5	94.2	0.91
	5	5	450	92.0	Cr30Al70	3.2	0.08	0.86	14.8	5.9	104.5	89.9	0.86

20

(注1)「微細結晶粒の平均粒径(μm)」は、逃げ面上の刃先、及び逃げ面上において刃先から50 μm 離れた位置、及び刃先から100 μm離れた位置の3箇所における、表面・界面・その中間領域にて0.1 μm 未満の平均粒径(μm)を示す。

(注2)「粒状結晶粒の平均粒径(μm)」は、(注1)と同様の位置にて、粒径0.1~1 μmの平均粒径(μm)を示す。

(注3)「微細結晶粒の結晶粒径長割合(%)」は、(注1)と同様の位置にて、粒径0.1 μm未満の結晶粒径長割合を示す。

(注4)「≤0.15 μm結晶粒の結晶粒径長割合(%)」は、工具基体と硬質被覆層の界面における平均粒径0.15 μm以下の結晶粒の占める結晶粒径長割合を示す。

30

【0029】

【表3】

種別	工具 基体 記号	工具 基体 温度 (°C)	積算磁力 (ミリテスラ ×mm)	(Al, Cr)N層									
				組成 (原子比)	平均 層厚 (μm)	(注1) 微細 結晶粒の 平均粒径 (μm)	(注2) 粒状 結晶粒の 平均粒径 (μm)	(注3) 微細 結晶粒の 結晶粒径 長割合 (%)	(注4) ≦0.15μm 結晶粒の 結晶粒径 長割合 (%)	刃先 角度 α(度)	連続 クラックの 占有角度 β(度)	クラック 占有率 (β/α)	
比較 例	1	1	370	0	Cr22Al78	1.5	0.03	-(※1)	100(※1)	100(※1)	103.5	6.2	0.06(※2)
	2	2	370	25.9	Cr30Al70	8.2	0.04	0.21	65.0(※1)	75.9(※1)	107.0	7.5	0.07(※2)
	3	3	400	132.1	Cr41Al59	5.5	-(※1)	0.27	0(※1)	0	102.5	26.7	0.26(※2)
	4	4	350	46.3	Cr50Al50	9.2	0.03	-(※1)	100(※1)	100(※1)	108.5	7.6	0.07(※2)
	5	5	500	92.0	Cr28Al72	1.6	-(※1)	1.15(※1)	0(※1)	0	107.5	15.1	0.14(※2)
	6	1	370	46.3	Cr13Al87(※1)	1.7	0.03	-(※1)	100(※1)	100(※1)	102.5	5.1	0.05(※2)
	7	2	370	92.0	Cr60Al40(※1)	8.1	0.04	-(※1)	100(※1)	100(※1)	103.0	6.2	0.06(※2)
	8	3	400	70.5	Cr60Al40(※1)	4.5	0.06	-(※1)	100(※1)	100(※1)	102.5	11.3	0.11(※2)
	9	4	450	46.3	Cr50Al50	0.8(※1)	0.07	0.53	32.1	9.4	101.5	14.2	0.14(※2)
	10	5	450	92.0	Cr28Al72	13.5(※1)	0.06	0.74	26.2	4.8	106.5	29.8	0.28(※2)

(注1)「微細結晶粒の平均粒径(μm)」は、逃げ面上の刃先、及び逃げ面上において刃先から50μm離れた位置、及び刃先から100μm離れた位置の3箇所における、表面・界面・その中間領域にて0.1μm未満の平均粒径(μm)を示す。

(注2)「粒状結晶粒の平均粒径(μm)」は、(注1)と同様の位置にて、粒径0.1~1μmの平均粒径(μm)を示す。

(注3)「微細結晶粒の結晶粒径長割合(%)」は、(注1)と同様の位置にて、粒径0.1μm未満の結晶粒径長割合を示す。

(注4)「≦0.15μm結晶粒の結晶粒径長割合(%)」は、工具基体と硬質被覆層の界面における平均粒径0.15μm以下の結晶粒の占める結晶粒径長割合を示す。

(※1)本発明の請求項1の範囲外であることを意味する。

(※2)本発明の請求項2の範囲外であることを意味する。

10

20

【0030】

つぎに、上記本発明1~5および比較例1~10のエンドミルのうち、

本発明1~3および比較例1~3、6~8については、

被削材 - 平面寸法：100mm×250mm、厚さ：50mmのJIS・SUS304の板材、

回転速度：16000 min⁻¹、

横方向切り込み：2.0 mm、

縦方向切り込み：0.3 mm、

送り速度(1刃当り)：0.06 mm/tooth、

切削長：340m、

の条件(切削条件Aという)でのステンレス鋼の溝切削加工試験を実施し、

また、本発明4,5および比較例4,5,9,10については、

被削材 - 平面寸法：100mm×250mm、厚さ：50mmのJIS・SUS304の板材、

回転速度：3200 min⁻¹、

横方向切り込み：10 mm、

縦方向切り込み：1 mm、

送り速度(1刃当り)：0.07 mm/tooth、

切削長：90m、

の条件(切削条件Bという)のステンレス鋼の溝切削加工試験を実施し、

いずれの溝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4に示した。

【0031】

30

40

【表 4】

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 (A)	切削 条件 (B)	
本 発 明	1	0.16	—	1	10(※)	—
	2	0.06	—	2	30(※)	—
	3	0.08	—	3	80(※)	—
	4	—	0.05	4	—	40(※)
	5	—	0.04	5	—	80(※)
比 較 例	6	—	—	6	10(※)	—
	7	—	—	7	10(※)	—
	8	—	—	8	20(※)	—
	9	—	—	9	—	80(※)
	10	—	—	10	—	80(※)

(表中、比較例の欄の(※)は、チップングや摩耗が原因で
使用寿命(逃げ面摩耗幅0.2mm)に至るまでの切削長(m))

【実施例 2】

【0032】

原料粉末として、いずれも1~3 μ 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、Cr₃C₂粉末、TiN粉末、TaN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、刃先部分にR：0.03のホーニング加工を施し、さらに仕上げ研磨を施すことにより、ISO規格・SNGA120408のインサート形状をもったWC基超硬合金製の工具基体6~10を形成した。

【0033】

ついで、これらの工具基体(インサート)6~10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 に示す A I P 装置に装入し、上記実施例 1 と同一の条件で、表 6 に示される組成および目標平均層厚の (A l , C r) N 層からなる硬質被覆層を形成することにより、
 本発明被覆工具としての本発明被覆超硬インサート (以下、本発明 6 ~ 1 0 という) をそれぞれ製造した。

【 0 0 3 4 】

比較例 2 :

比較の目的で、上記の工具基体 (インサート) 6 - 1 0 に対して、上記比較例 1 と同一の条件で、表 7 に示される組成および目標平均層厚の (A l , C r) N 層からなる硬質被覆層を形成することにより、
 比較例被覆工具としての比較例被覆超硬インサート (以下、比較例 1 1 ~ 2 0 という) をそれぞれ製造した。

10

【 0 0 3 5 】

上記で作製した本発明 6 ~ 1 0 について、逃げ面上の刃先から 1 0 0 μ m 離れた位置までの範囲の縦断面の硬質被覆層の平均層厚、結晶粒径を測定し、微細結晶粒の平均粒径、粒状結晶粒の平均粒径、微細結晶粒の結晶粒径長割合、0 . 1 5 μ m 以下の結晶粒径長割合を算出するとともに、いずれもアスペクト比が 1 以上 6 以下の結晶粒であることを確認した。アスペクト比は、結晶粒断面で最も長い直径 (長辺) とそれに垂直な直径 (短辺) の長さの比を、長辺を分子、短辺を分母として算出するものとする。

また、硬質被覆層に占める微細結晶粒の結晶粒径長割合を測定したところ、微細結晶粒の結晶粒径長割合は、混合組織中の 1 0 ~ 5 0 % を占めることを確認した。

20

さらに、工具基体と硬質被覆層の界面における粒径 0 . 1 5 μ m 以下の結晶粒の占める結晶粒径長割合を測定したところ、2 0 % 以下であることも確認した。

一方、比較例 1 1 ~ 2 0 について、本発明と同様な観察、測定を行ったところ、被覆層の平均層厚が 2 ~ 1 0 μ m の範囲外の表面被覆インサート (比較例 1 9 , 2 0) 以外では、微細結晶粒の結晶粒径長割合は混合組織中の 1 0 ~ 5 0 % の範囲外、あるいは、工具基体と硬質被覆層の界面における粒径 0 . 1 5 μ m 以下の結晶粒の占める結晶粒径長割合を測定したところ、2 0 % 以上であった。

また、本発明 6 ~ 1 0 、比較例 1 1 ~ 2 0 について、刃先角度、連続クラックの占有角度、クラック占有率 / の値についても測定・算出した。

30

表 6、表 7 に、上記で測定・算出したそれぞれの値を示す。

【 0 0 3 6 】

【表 5】

種 別		配 合 組 成 (質量%)						
		Co	TiC	ZrC	TaC	NbC	Cr ₃ C ₂	WC
工 具 基 体 (イ ン サ ー ト)	6	10.5	8	—	8	1.5	—	残
	7	7	—	—	—	—	—	残
	8	5.7	—	—	1.5	0.5	—	残
	9	5.7	—	—	—	—	1	残
	10	8.5	—	0.5	—	—	0.5	残

40

【 0 0 3 7 】

【表 6】

種別	工具 基体 記号	工具 基体 温度 (°C)	積算磁力 (ミリテスラ ×mm)	(Al, Cr)N層									
				組成 (原子比)	平均 層厚 (μm)	(注1) 微細 結晶粒 の平均粒 径(μm)	(注2) 粒状 結晶粒 の平均粒 径(μm)	(注3) 微細 結晶粒 の結晶粒 径長割 合(%)	(注4) ≤0.15μm 結晶粒 の結晶粒 径長割 合(%)	刃先 角度 α(度)	連続 クラック の占有 角度 β(度)	クラック 占有率 (β/α)	
本 発 明	6	6	370	46.3	Cr20Al80	2.2	0.05	0.23	42.7	17.5	90.0	29.7	0.33
	7	7	370	92.0	Cr32Al68	6.2	0.04	0.22	36.1	16.4	90.0	51.3	0.57
	8	8	400	70.5	Cr41Al59	5.1	0.06	0.25	23.2	12.3	90.0	67.5	0.75
	9	9	450	46.3	Cr48Al52	9.5	0.07	0.62	25.4	7.8	90.0	73.8	0.82
	10	10	450	92.0	Cr29Al71	3.5	0.06	0.89	14.6	5.4	90.0	79.2	0.88

(注1)「微細結晶粒の平均粒径(μm)」は、逃げ面上の刃先、及び逃げ面上において刃先から50μm離れた位置、及び刃先から100μm離れた位置の3箇所における、表面・界面・その中間領域にて0.1μm未満の平均粒径(μm)を示す。
 (注2)「粒状結晶粒の平均粒径(μm)」は、(注1)と同様の位置にて、粒径0.1~1μmの平均粒径(μm)を示す。
 (注3)「微細結晶粒の結晶粒径長割合(%)」は、(注1)と同様の位置にて、粒径0.1μm未満の結晶粒径長割合を示す。
 (注4)「≤0.15μm結晶粒の結晶粒径長割合(%)」は、工具基体と硬質被覆層の界面における平均粒径0.15μm以下の結晶粒の占める結晶粒径長割合を示す。

10

【 0 0 3 8 】

【表 7】

種別	工具 基体 記号	工具 基体 温度 (°C)	積算磁力 (ミリテスラ ×mm)	(Al, Cr)N層									
				組成 (原子比)	平均 層厚 (μm)	(注1) 微細 結晶粒 の平均粒 径(μm)	(注2) 粒状 結晶粒 の平均粒 径(μm)	(注3) 微細 結晶粒 の結晶粒 径長割 合(%)	(注4) ≤0.15μm 結晶粒 の結晶粒 径長割 合(%)	刃先 角度 α(度)	連続 クラック の占有 角度 β(度)	クラック 占有率 (β/α)	
比 較 例	11	6	370	0	Cr22Al78	2.3	0.04	-(※1)	100(※1)	100(※1)	90.0	2.7	0.03(※2)
	12	7	370	25.9	Cr30Al70	8.0	0.06	0.22	67.5(※1)	68.5(※1)	90.0	1.8	0.02(※2)
	13	8	400	132.1	Cr41Al59	5.6	-(※1)	0.30	0(※1)	0	90.0	18.9	0.21(※2)
	14	9	350	46.3	Cr50Al50	9.0	0.05	-(※1)	100(※1)	100(※1)	90.0	3.6	0.04(※2)
	15	10	500	92.0	Cr28Al72	2.3	-(※1)	1.23(※1)	0(※1)	0	90.0	15.3	0.17(※2)
	16	6	370	46.3	Cr13Al87(※1)	2.3	0.03	-(※1)	100(※1)	100(※1)	90.0	4.5	0.05(※2)
	17	7	370	92.0	Cr60Al40(※1)	7.8	0.04	-(※1)	100(※1)	100(※1)	90.0	3.6	0.04(※2)
	18	8	400	70.5	Cr60Al40(※1)	4.2	0.06	-(※1)	100(※1)	100(※1)	90.0	15.3	0.17(※2)
	19	9	450	46.3	Cr50Al50	0.9(※1)	0.07	0.49	25.4	7.6	90.0	22.5	0.25(※2)
	20	10	450	92.0	Cr28Al72	13.7(※1)	0.06	0.76	16.8	5.2	90.0	24.3	0.27(※2)

(注1)「微細結晶粒の平均粒径(μm)」は、逃げ面上の刃先、及び逃げ面上において刃先から50μm離れた位置、及び刃先から100μm離れた位置の3箇所における、表面・界面・その中間領域にて0.1μm未満の平均粒径(μm)を示す。
 (注2)「粒状結晶粒の平均粒径(μm)」は、(注1)と同様の位置にて、粒径0.1~1μmの平均粒径(μm)を示す。
 (注3)「微細結晶粒の結晶粒径長割合(%)」は、(注1)と同様の位置にて、粒径0.1μm未満の結晶粒径長割合を示す。
 (注4)「≤0.15μm結晶粒の結晶粒径長割合(%)」は、工具基体と硬質被覆層の界面における平均粒径0.15μm以下の結晶粒の占める結晶粒径長割合を示す。
 (※1)本発明の請求項1の範囲外であることを意味する。
 (※2)本発明の請求項2の範囲外であることを意味する。

20

30

40

【 0 0 3 9 】

つぎに、上記本発明 6 ~ 10、比較例 11 ~ 20 の被覆インサートを、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、

- 被削材：JIS・SCM440の丸棒、
- 切削速度：100m/min、
- 切り込み：1.5mm、
- 送り：0.3mm/rev、
- 切削時間：3分、

の条件(切削条件Cという)での合金鋼(クロムモリブデン鋼)の乾式連続切削加工試験を実施し、切削の逃げ面摩耗幅を測定した。

50

この測定結果を表 8 に示した。

【 0 0 4 0 】

【表 8】

種 別	逃げ面 摩耗幅 (mm)	種 別	逃げ面 摩耗幅 (mm)	
	切削 条件 (C)		切削 条件 (C)	
本 発 明	6	0.18	11	0.5(※)
	7	0.16	12	1.5(※)
	8	0.09	13	2.5(※)
	9	0.04	14	2.5(※)
	10	0.03	15	2.0(※)
比 較 例			16	1.0(※)
			17	1.5(※)
			18	1.5(※)
			19	2.0(※)
			20	2.5(※)

(表中、比較例の欄の(※)は、チッピングや摩耗が原因で使用寿命(逃げ面摩耗幅0.2mm)に至るまでの切削時間(分))

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

表 4 , 8 に示される結果から、本発明被覆工具は、(A l , C r) N 層からなる硬質被覆層が、逃げ面上の刃先から 1 0 0 μ m 離れた位置までの範囲において、平均粒径 0 . 2 ~ 1 μ m の粒状結晶粒と平均粒径 0 . 0 8 μ m 以下の微細結晶粒との混合組織を有し、また、微細結晶粒の結晶粒径長割合は混合組織中の 1 0 ~ 5 0 % を占め、工具基体と硬質被覆層の界面においては、粒径 0 . 1 5 μ m 以下の結晶粒の占める結晶粒径長割合は 2 0 % 以下となっていることから、また、クラック占有率が 0 . 3 ~ 1 . 0 となっていることから、ステンレス鋼等の難削材の切削加工において、すぐれた耐チップング性、耐摩耗性を発揮するものである。

10

これに対して、硬質被覆層の構造が本発明で規定する範囲を外れる比較例被覆工具では、チップング発生あるいは耐摩耗性の低下によって、比較的短時間で使用寿命に至ることが明らかである。

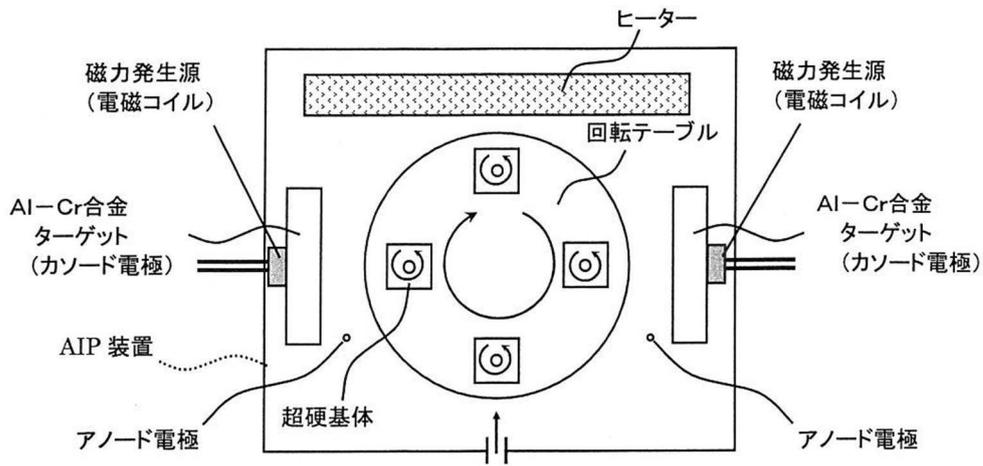
【 産 業 上 の 利 用 可 能 性 】

【 0 0 4 2 】

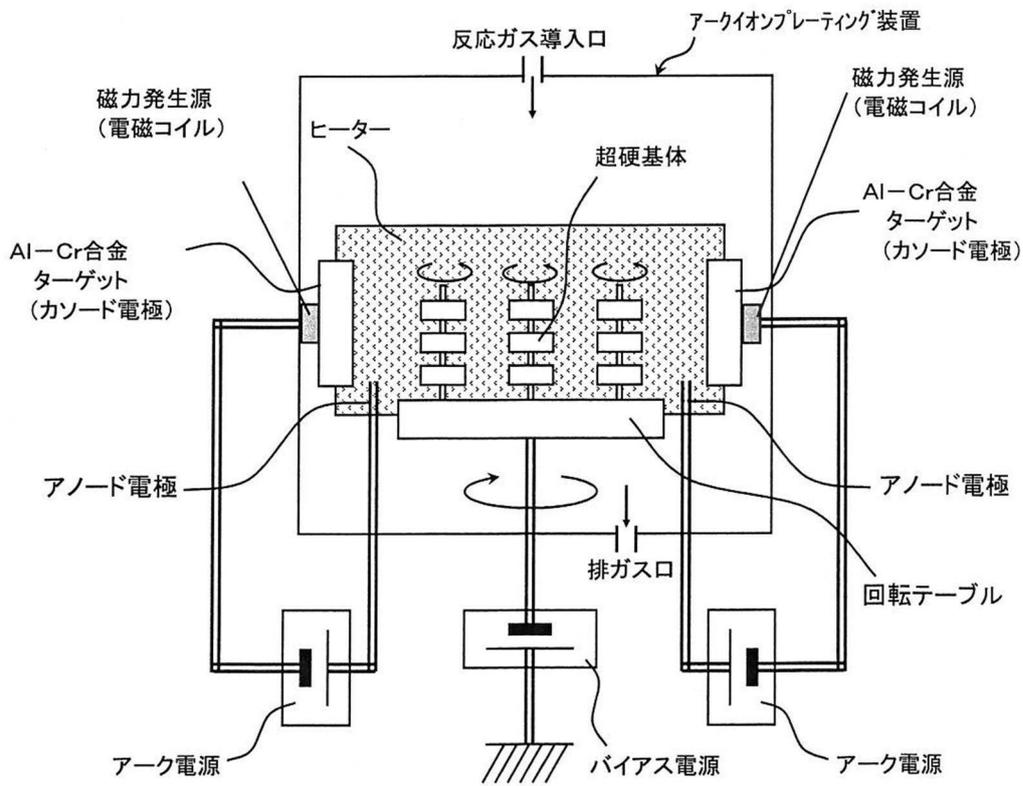
上述のように、この発明の被覆工具は、ステンレス鋼等の難削材の切削加工に供した場合に長期に亘ってすぐれた切削性能を示すものであるから、切削加工装置の F A 化、並びに切削加工の省力化および省エネ化、さらに低コスト化に十分満足に対応できるものである。

20

【 図 1 】

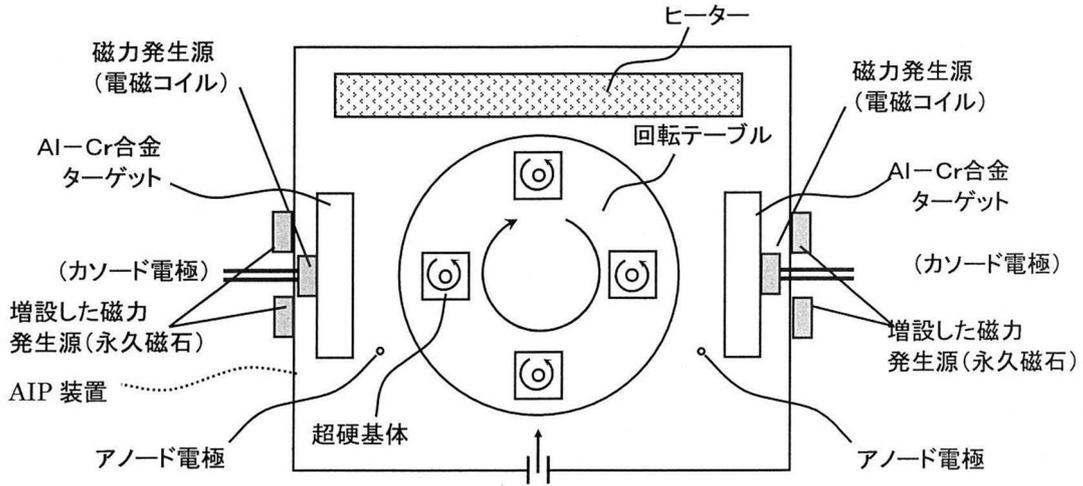


(a)

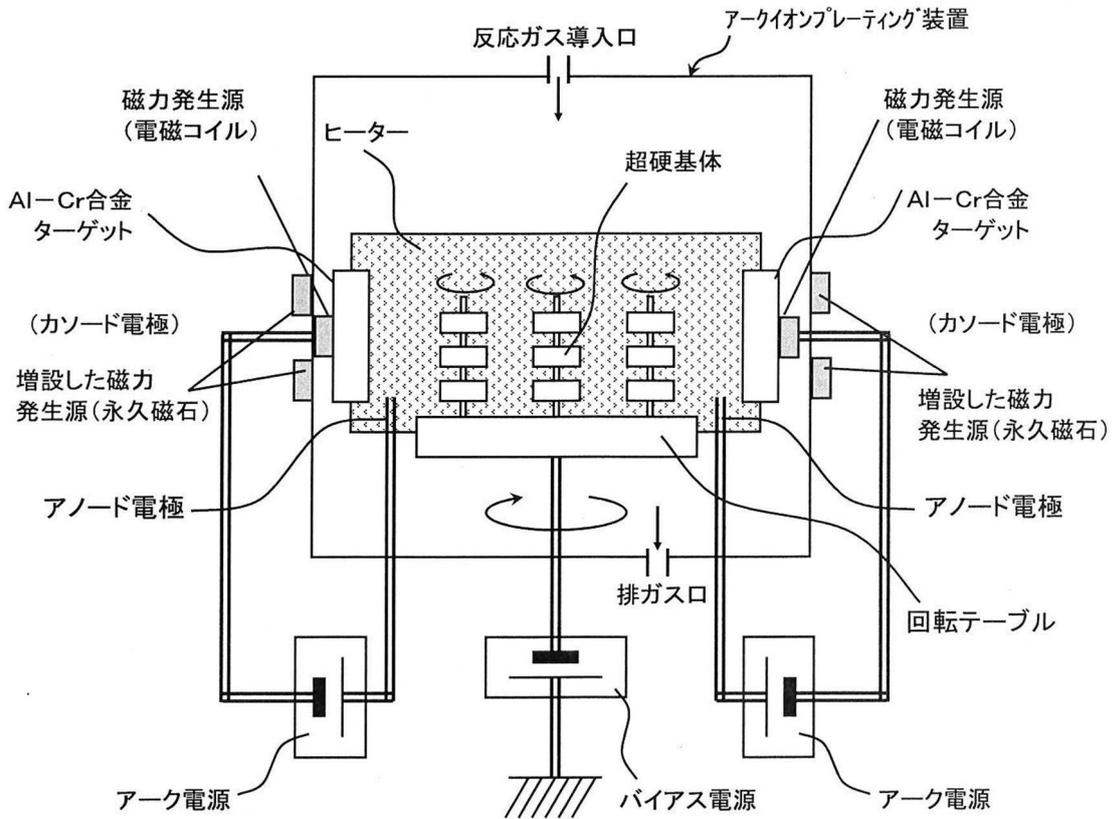


(b)

【 図 2 】

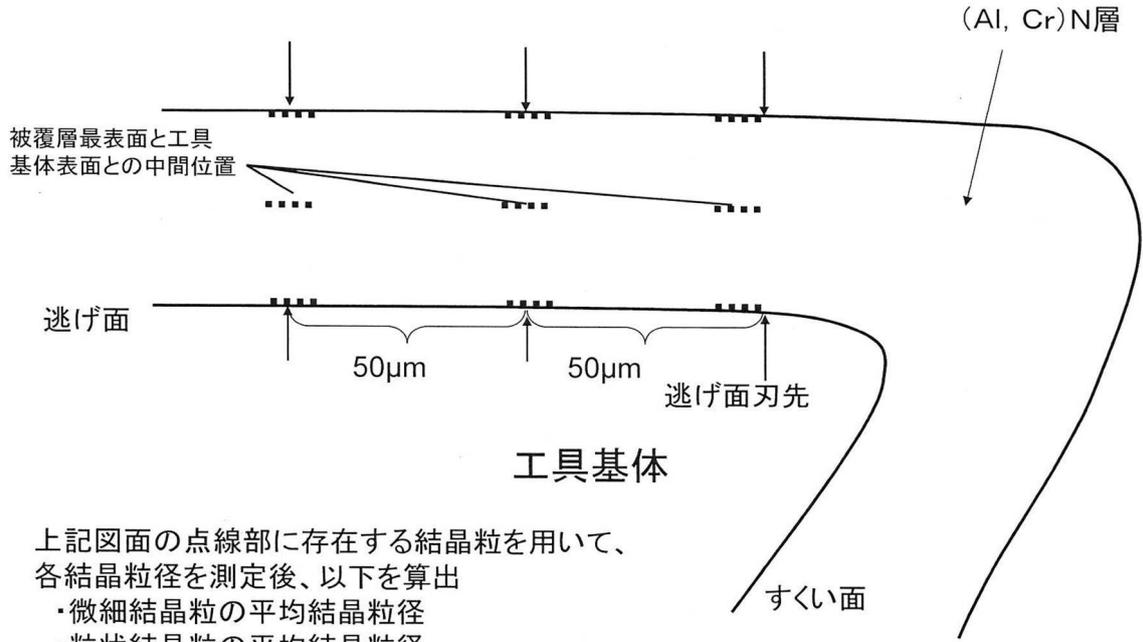


(a)



(b)

【 図 3 】

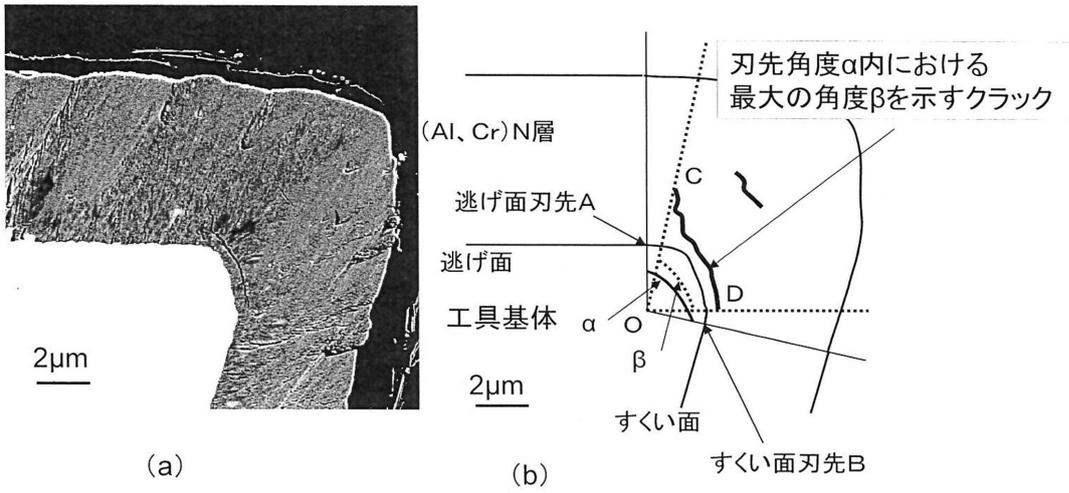


上記図面の点線部に存在する結晶粒を用いて、
 各結晶粒径を測定後、以下を算出

- ・微細結晶粒の平均結晶粒径
- ・粒状結晶粒の平均結晶粒径
- ・微細結晶粒の結晶粒径長割合
- ・粒径 $0.15\mu m$ 以下の結晶粒径長割合

点線部の幅は各 $10\mu m$

【 図 4 】



フロントページの続き

審査官 山本 忠博

- (56)参考文献 特開2011-156637(JP,A)
特開2011-067883(JP,A)
特開2003-165003(JP,A)
国際公開第2012/063515(WO,A1)
特開2000-141107(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 16/30