

(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2010-36331

(P2010-36331A)

(43) 公開日 平成22年2月18日(2010.2.18)

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

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2008-205736 (P2008-205736)	(71) 出願人	000006264
(22) 出願日	平成20年8月8日 (2008.8.8)		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
		(74) 代理人	100076679
			弁理士 富田 和夫
		(74) 代理人	100139240
			弁理士 影山 秀一
		(72) 発明者	高岡 秀充
			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	五十嵐 誠
			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
		Fターム(参考)	3C037 CC01
			最終頁に続く

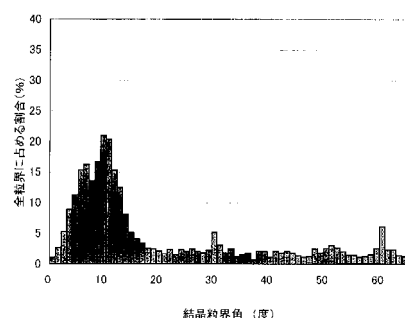
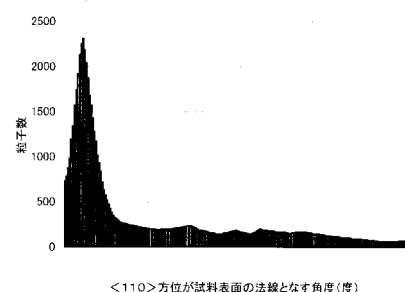
(54) 【発明の名称】 硬質被覆層がすぐれた耐欠損性を発揮する表面被覆切削工具

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】重切削加工で硬質被覆層がすぐれた耐欠損性を発揮する表面被覆切削工具を提供する。

【解決手段】超硬合金、サーメット、立方晶窒化ほう素基超高压焼結体からなる切削工具基体表面に、組成式($\text{Cr}_{1-x}\text{Al}_x$)N(ただし、原子比で、Xは0.40~0.70)を満足するCrとAlの複合窒化物層からなり、かつ、該層についてEBSDによる結晶方位解析を行った場合、表面研磨面の法線方向から0~15度の範囲内に結晶方位<110>を有する結晶粒の面積割合が50%以上であり、また、隣り合う結晶粒同士のなす角を測定した場合に、小角粒界($0 < \theta \leq 15^\circ$)の割合が50%以上であるような結晶配列を示すCrとAlの複合窒化物層で硬質被覆層を構成する。

【選択図】図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超硬合金、サーメットあるいは立方晶窒化ほう素基超高压焼結体からなる切削工具基体の表面に、 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ の平均層厚を有し、かつ、

組成式： $(\text{Cr}_{1-x}\text{Al}_x)\text{N}$

で表した場合、 x は $0.40 \sim 0.70$ （ただし、原子比）を満足する Cr と Al の複合窒化物層を蒸着形成した表面被覆切削工具において、

上記 Cr と Al の複合窒化物層について、電子線後方散乱回折装置を用いて個々の結晶粒の結晶方位を解析した場合、

(a) 表面研磨面の法線方向に対する前記結晶粒の結晶方位 $\langle 110 \rangle$ がなす傾斜角を測定し、前記測定傾斜角のうち、法線方向に対して $0 \sim 55$ 度の範囲内にある測定傾斜角を 0.25 度のピッチ毎に区分して各区分内に存在する度数を集計したとき、 $0 \sim 15$ 度の範囲内の傾斜角区分に結晶方位 $\langle 110 \rangle$ が存在する結晶粒の面積割合が結晶粒全面積の 50% 以上である結晶配向を示し、

(b) 結晶粒界を構成する隣り合う結晶粒同士のなす角を測定した場合、前記なす角が 0 度を越え 15 度以下である小角粒界の割合が全粒界の 50% 以上を示し、

上記(a)、(b)を同時に満たす Cr と Al の複合窒化物層からなる硬質被覆層を蒸着形成した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】

この発明は、硬質被覆層が制御された結晶方位、結晶粒界性格を有することによってすぐれた耐欠損性を示し、したがって、切刃に対して大きな機械的負荷がかかる鋼や鋳鉄などの重切削加工という厳しい切削条件下で用いられた場合にも、切削工具の長寿命化が可能とな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や、前記インサートを着脱自在に取り付けて、面削加工や溝加工、さらに肩加工などに用いられる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、炭窒化チタン（以下、 TiCN で示す）基サーメットまたは各種の立方晶窒化ほう素（以下、 cBN で示す）基超高压焼結材料で構成された工具本体の表面に、 $(\text{Cr}_{1-x}\text{Al}_x)\text{N}$ （ただし、原子比で、 x は $0.40 \sim 0.70$ ）を満足する Cr と Al の複合窒化物〔以下、 $(\text{Cr}, \text{Al})\text{N}$ で示す〕層からなる硬質被覆層を物理蒸着してなる被覆工具が提案され、各種の鋼や鋳鉄などの連続切削や断続切削加工に用いられている。

【特許文献 1】特開 2004 - 50381 号公報

【特許文献 2】特許第 3669700 号明細書

【特許文献 3】特開 2006 - 524748 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

近年の切削加工装置の F A 化はめざましく、加えて切削加工に対する省力化、省エネ化、低コスト化さらに効率化の要求も強く、これに伴い、高送り、高切り込みなどの重切削加工が要求される傾向にあるが、上記の従来被覆工具においては、各種の鋼や鋳鉄を通常条件下で切削加工した場合に特段の問題は生じないが、切刃に対して大きな負荷がかかる重切削加工に用いた場合には、切刃部に欠損を生じやすく、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。

【課題を解決するための手段】

【0005】

そこで、本発明者等は、上述のような観点から、上記の従来被覆工具のさらに一段の使用壽命の延命化を図るべく、これの硬質被覆層である(Cr, Al)N層に着目し、研究を行った結果、

(a) 上記の従来被覆工具は、例えば図3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(AIP)装置に上記の工具基体を装着し、

装置内加熱温度：300～500、

超硬基体に印加する直流バイアス電圧：-60～-100V、

カソード電極：Cr-Al合金、

上記カソード電極とアノード電極間のアーク放電電流：60～100A、

装置内窒素ガス圧力：1～6Pa、

の条件(以下、通常条件という)で、組成式： $(Cr_{1-x}Al_x)N$ (ただし、原子比で、Xは0.40～0.70)を満足する(Cr, Al)N層[以下、従来(Cr, Al)N層という]を形成することにより製造される。

しかし、前記(Cr, Al)N層の形成を、例えば図2に概略説明図で示される物理蒸着装置の1種である圧力勾配型Arプラズマガンを利用したイオンプレーティング装置に上記の工具基体を装着し、

工具基体温度：350～500、

蒸発源：Cr-Al合金、

プラズマガン放電電力：3～6kW、

窒素ガス流量：50～70sccm、

装置内ガス圧力：0.04～0.08Pa、

工具基体に印加する直流バイアス電圧：+5～+10V

の条件で、かつ、プラズマアシスト用のArプラズマガン放電電力を2～4.5kWとし、基板にプラズマを照射して蒸着粒子のイオン化率を上げて蒸着を行うと、この結果形成された(Cr, Al)N層[以下、改質(Cr, Al)N層という]は、前記従来(Cr, Al)N層に比し、高切り込み、高送りという厳しい切削条件の重切削加工において、すぐれた耐欠損性を示すこと。

【0006】

(b) 上記(a)の改質(Cr, Al)N層と上記従来(Cr, Al)N層について、電子線後方散乱回折装置(以下、EBSDという)を用いて個々の結晶粒の結晶方位を解析したところ、図1に概略説明図で示される通り、表面研磨面の測定範囲内に存在する立方晶結晶格子を有する結晶粒個々に電子線を照射して、前記表面研磨面の法線に対して、前記結晶粒の結晶方位<110>がなす傾斜角を測定し、前記測定傾斜角のうち、前記法線方向となす角度が0～55度の範囲内にある測定傾斜角を0.25度のピッチ毎に区分して各区分内に存在する度数を集計し、また、各結晶粒界を構成する隣り合う結晶粒同士のなす角 θ を測定し、集計した時、前記従来(Cr, Al)N層は、表面研磨面の法線に対する結晶粒の結晶方位<110>がなす傾斜角の分布は、法線方向に対して0～15度の範囲内の傾斜角区分にピークを有することがあったとしても、結晶粒界の角度分布は、小角粒界($0 < \theta \leq 15^\circ$)の割合が10%程度と小さいのに対して、前記(a)の改質(Cr, Al)N層の結晶方位<110>の測定傾斜角の分布は、図4に例示される通り、法線方向に対して0～15度の範囲内の傾斜角区分に結晶方位<110>が存在する結晶粒の面積割合が結晶粒全面積の50%以上である結晶配向を示し、さらに、結晶粒界の角度分布図において、小角粒界($0 < \theta \leq 15^\circ$)の割合が50%以上である(図4)こと。

さらに、前記表面研磨面の法線方向に対して0～15度の範囲内に、結晶方位<110>が存在する結晶粒の面積割合、また、結晶粒界の角度分布における小角粒界の割合は、基体の温度、バイアス電圧、窒素ガス流量、プラズマアシスト条件によって変化すること。

【0007】

10

20

30

40

50

(c) 多くの試験結果によれば、上記の通り工具基体に改質(Cr, Al)N層をRPD装置によって物理蒸着する条件を、例えば、

基体の温度： 350 ~ 500

バイアス電圧： +5 ~ +10 V

窒素ガス流量： 50 ~ 70 sccm

プラズマアシスト条件： Arプラズマガンの放電電力 2 ~ 4.5 kW

のように調整すると、表面研磨面の法線に対して0 ~ 15度の範囲内に結晶方位<110>が存在する結晶粒の面積割合が結晶粒全面積の50%以上を占め、また、結晶粒界の角度分布において、 $0 < \theta < 15^\circ$ の割合が全粒界の50%以上を占めるという結晶配列を示すようになり、このような結晶配列を示す改質(Cr, Al)N層を硬質被覆層として形成してなる被覆工具は、重切削加工において長期に亘ってすぐれた耐欠損性、耐摩耗性を発揮するようになること。

以上(a) ~ (c)に示される研究結果を得たのである。

【0008】

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、

「超合金、サーメットあるいは立方晶窒化ほう素基超高压焼結体からなる切削工具基体の表面に、1 ~ 10 μm の平均層厚を有し、かつ、

組成式： $(\text{Cr}_1 - x \text{Al}_x)\text{N}$

で表した場合、Xは0.40 ~ 0.70(ただし、原子比)を満足するCrとAlの複合窒化物層を蒸着形成した表面被覆切削工具において、

上記CrとAlの複合窒化物層について、電子線後方散乱回折装置を用いて個々の結晶粒の結晶方位を解析した場合、

(a) 表面研磨面の法線方向に対する前記結晶粒の結晶方位<110>がなす傾斜角を測定し、前記測定傾斜角のうち、法線方向に対して0 ~ 55度の範囲内にある測定傾斜角を0.25度のピッチ毎に区分して各区分内に存在する度数を集計したとき、0 ~ 15度の範囲内の傾斜角区分に結晶方位<110>が存在する結晶粒の面積割合が結晶粒全面積の50%以上である結晶配向を示し、

(b) 結晶粒界を構成する隣り合う結晶粒同士のなす角を測定した場合、前記なす角が0度を超え15度以下である小角粒界の割合が全粒界の50%以上を示し、

上記(a)、(b)を同時に満たすCrとAlの複合窒化物層からなる硬質被覆層を蒸着形成したことを特徴とする表面被覆切削工具(被覆工具)。」

に特徴を有するものである。

【0009】

この発明の被覆工具の硬質被覆層を構成する改質(Cr, Al)N層において、Cr成分は高温強度を向上させ、一方Al成分は高温硬さおよび耐熱性(高温特性)を向上させる目的で含有するものであり、したがってAl成分の含有割合を示すX値がCr成分との含量に占める割合(原子比)で0.40未満になると、相対的にCrの割合が多くなり過ぎて、層の高温硬さが低下し、その結果耐摩耗性も低下するようになり、一方Alの割合を示すX値が同0.70を越えると、相対的にCrの割合が少なくなり過ぎて、層の高温強度の低下は避けられず、チップング、欠損発生の原因となることから、X値を0.40 ~ 0.70と定めたものであり、また、硬質被覆層の平均層厚が1 μm 未満では、所望の耐摩耗性を確保するのに不十分であり、一方その平均層厚が10 μm を越えると、皮膜の剥離やチップングが発生し易くなることから、その平均層厚を1 ~ 10 μm と定めた。

【0010】

また、上記の通り、改質(Cr, Al)N層の表面研磨面の法線に対して0 ~ 15度の範囲内に結晶方位<110>が存在する結晶粒の面積割合、結晶粒界の角度分布は、RPDによる蒸着条件、例えば、基体の温度、バイアス電圧、窒素ガス流量およびプラズマアシスト条件によって変化するが、多くの試験結果によれば、圧力勾配型Arプラズマガンを利用したイオンプレーティングによる蒸着条件を

基体の温度： 350 ~ 500

バイアス電圧： + 5 ~ + 1 0 V

窒素ガス流量： 5 0 ~ 7 0 s c c m

プラズマアシスト条件： A r プラズマガンの放電電力 2 ~ 4 . 5 k W

とすることによって、改質 (C r , A l) N 層の表面研磨面の法線に対して 0 ~ 1 5 度の範囲内に結晶方位 < 1 1 0 > が存在する結晶粒の面積割合が結晶粒全面積の 5 0 % 以上を占め、また、結晶粒界の角度分布において、 $0^{\circ} < \theta < 15^{\circ}$ の割合が全粒界の 5 0 % 以上を占めるとい結晶配列を示す改質 (C r , A l) N 層を得られる、という結論に達したものであり、したがって、法線に対して 0 ~ 1 5 度の範囲内に結晶方位 < 1 1 0 > が存在する結晶粒の面積割合が 5 0 % 未満、あるいは、結晶粒界の角度分布において、 $0^{\circ} < \theta < 15^{\circ}$ の割合が全粒界の 5 0 % 未満となった場合には、(C r , A l) N 層に前記の結晶配列を付与することはできず、その結果、被覆工具にすぐれた耐欠損性を期待することはできない。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

この発明の被覆工具は、これの硬質被覆層を構成する改質 (C r , A l) N 層が特別な結晶配列を示し、鋼や鋳鉄などの重切削加工において、すぐれた耐欠損性を発揮し、使用寿命の延命化に寄与するものである。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 2 】

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。

20

【実施例 1】

【 0 0 1 3 】

原料粉末として、いずれも 1 ~ 3 μ m の平均粒径を有する W C 粉末、T i C 粉末、V C 粉末、T a C 粉末、N b C 粉末、C r₃ C₂ 粉末、および C o 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 7 2 時間湿式混合し、乾燥した後、1 0 0 M P a の圧力で圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を 6 P a の真空中、温度：1 4 0 0 に 1 時間保持の条件で焼結し、焼結後、切刃部分に R : 0 . 0 3 のホーニング加工を施して I S O 規格・C N M G 1 2 0 4 0 8 のインサート形状をもった W C 基超硬合金製の工具基体 A - 1 ~ A - 1 0 を形成した。

【 0 0 1 4 】

30

また、原料粉末として、いずれも 0 . 5 ~ 2 μ m の平均粒径を有する T i C N (質量比で、T i C / T i N = 5 0 / 5 0) 粉末、M o₂ C 粉末、Z r C 粉末、N b C 粉末、T a C 粉末、W C 粉末、C o 粉末、および N i 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 2 4 時間湿式混合し、乾燥した後、1 0 0 M P a の圧力で圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を 2 k P a の窒素雰囲気中、温度：1 5 0 0 に 1 時間保持の条件で焼結し、焼結後、切刃部分に R : 0 . 0 3 のホーニング加工を施して I S O 規格・C N M G 1 2 0 4 0 8 のインサート形状をもった T i C N 基サーメット製の工具基体 B - 1 ~ B - 6 を形成した。

【 0 0 1 5 】

ついで、上記の工具基体 A - 1 ~ A - 1 0 および B - 1 ~ B - 6 のそれぞれを、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、図 2 に示される蒸着装置に装着し、蒸発源として、種々の成分組成をもった C r - A l 合金を装着し、まず、装置内を排気して 1×10^{-2} P a 以下の真空に保持しながら、工具基体を 4 0 0 に加熱した後、A r ガスを導入して 2 . 0 P a としたのち、工具基体に - 1 0 0 0 V のバイアス電圧を印加することによって、前記工具基体を 2 0 分間 A r ボンバード処理し、ついで、装置内を一旦 1×10^{-3} P a 程度の真空にした後、圧力勾配型 A r プラズマガンの放電電力を 5 k W、工具基体に + 5 V のバイアス電圧を印加し、窒素ガスを 6 0 s c c m 流しながら、炉内の圧力を 0 . 1 5 P a に保ち、A r プラズマガンの放電電力を 3 k W として、A r プラズマを基体に照射し、蒸発源にプラズマビームを入射し C r - A l 合金の蒸気を発生させるとともにプラズマビームでイオン化して、工具基体表面に、表 3 に示される目標組成および目標層厚の

40

50

改質 (Cr, Al)N 層を硬質被覆層として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。

【0016】

比較の目的で、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 3 に示されるアークイオンプレーティング装置に装着し、カソード電極 (蒸発源) として、種々の成分組成をもった Cr - Al 合金および工具基体表面ボンバード洗浄用金属 Ti を装着し、まず、装置内を排気して 0.5 Pa 以下の真空中に保持しながら、ヒーターで装置内を 500 °C に加熱した後、前記工具基体に - 800 V の直流バイアス電圧を印加し、かつ前記ボンバード洗浄用金属 Ti 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て、前記工具基体表面を 5 分間 Ti ボンバード処理し、ついで装置内に反応ガスとして窒素ガスを導入して、1 ~ 6 Pa の範囲内の所定の雰囲気とすると共に、前記工具基体に印加する直流バイアス電圧を - 60 ~ - 100 V の範囲内の所定の電圧とし、前記カソード電極である Cr - Al 合金とアノード電極との間に 80 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 4 に示される目標組成および目標層厚の従来 (Cr, Al)N 層を硬質被覆層として蒸着形成することにより、従来被覆工具としての従来被覆インサート 1 ~ 16 をそれぞれ製造した。

10

【0017】

つぎに、上記本発明被覆インサート 1 ~ 10 および従来被覆インサート 1 ~ 10 について、これを工具鋼製バイトの先端部に固定治具にてネジ止めした状態で、

20

被削材：JIS・SCM440 の長さ方向等間隔 4 本縦溝入り丸棒、

切削速度： 215 m/min、

切り込み： 1.0 mm、

送り： 0.28 mm/rev、

切削時間： 3 分、

の条件 (切削条件 A1 という) での合金鋼の乾式断続重切削加工試験 (通常の切り込み及び送りは、それぞれ、1.5 mm、0.15 mm/rev)、

被削材：JIS・S50C の長さ方向等間隔 4 本縦溝入り丸棒、

切削速度： 225 m/min、

切り込み： 1.4 mm、

送り： 0.29 mm/rev、

切削時間： 3 分、

30

の条件 (切削条件 A2 という) での炭素鋼の乾式断続重切削加工試験 (通常の切り込み及び送りは、それぞれ、1.5 mm、0.15 mm/rev)、

被削材：JIS・SCr420 の丸棒、

切削速度： 265 m/min、

切り込み： 2.4 mm、

送り： 0.26 mm/rev、

切削時間： 10 分、

40

の条件 (切削条件 A3 という) でのクロム鋼の乾式連続重切削加工試験 (通常の切り込み及び送りは、それぞれ、1.5 mm、0.18 mm/rev)、
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。

【0018】

また、上記本発明被覆インサート 11 ~ 16 および従来被覆インサート 11 ~ 16 について、これを工具鋼製バイトの先端部に固定治具にてネジ止めした状態で、

被削材：JIS・SCM440 の長さ方向等間隔 4 本縦溝入り丸棒、

切削速度： 215 m/min、

切り込み： 1.2 mm、

送り： 0.21 mm/rev、

50

切削時間： 3 分、

の条件（切削条件 A 4 という）での合金鋼の乾式断続重切削加工試験（通常の切り込み及び送りは、それぞれ、 1.0 mm 、 0.12 mm/rev ）、

被削材：JIS・S55Cの長さ方向等間隔4本縦溝入り丸棒、

切削速度： 250 m/min 、

切り込み： 1.2 mm 、

送り： 0.18 mm/rev 、

切削時間： 3 分、

の条件（切削条件 A 5 という）での炭素鋼の乾式断続重切削加工試験（通常の切り込み及び送りは、それぞれ、 1.0 mm 、 0.12 mm/rev ）、

被削材：JIS・SUJ2の丸棒、

切削速度： 245 m/min 、

切り込み： 1.4 mm 、

送り： 0.26 mm/rev 、

切削時間： 8 分、

の条件（切削条件 A 6 という）での軸受鋼の乾式連続重切削加工試験（通常の切り込み及び送りは、それぞれ、 1.5 mm 、 0.2 mm/rev ）、

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。

上記切削加工試験 A 1 ~ A 6 の測定結果を表 5 に示した。

【0019】

【表1】

種 別		配 合 組 成 （質量%）						
		Co	TiC	TaC	NbC	VC	Cr ₃ C ₂	WC
工 具 基 体	A-1	5	2	—	—	—	—	残
	A-2	6	—	1.5	1	—	—	残
	A-3	6.5	0.6	—	—	—	—	残
	A-4	7	0.4	—	1	—	—	残
	A-5	8	—	—	—	1	0.3	残
	A-6	8.5	—	2.5	—	—	—	残
	A-7	9.5	—	—	—	—	0.5	残
	A-8	10.5	5	—	2	—	—	残
	A-9	12	0.6	2.5	—	—	—	残
	A-10	12.5	1.5	—	—	—	—	残

【0020】

【表 2】

種 別		配 合 組 成 (質量%)							
		Co	Ni	ZrC	TaC	NbC	MO ₂ 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

10

【 0 0 2 1 】

【表 3】

種別		工具 基体 記号	硬質被覆層[改質(Cr, Al)N層]					
			目標組成(原子比)			目標 層厚 (μm)	皮膜に対し、 法線方向での 結晶方位の 解析結果	結晶粒界を 構成する 2つの結晶粒 のなす角度 θ の測定結果
			Cr	Al	N		0~15度に <110>がある 結晶粒の 面積割合(%)	角度 θ が $0<\theta\leq15^{\circ}$ である結晶粒界 の割合(%)
本発明被覆インサート	1	A-1	0.60	0.40	1.00	3.0	65	62
	2	A-2	0.50	0.50	1.00	3.0	62	59
	3	A-3	0.45	0.55	1.00	3.0	63	60
	4	A-4	0.35	0.65	1.00	4.0	60	58
	5	A-5	0.30	0.70	1.00	4.0	59	57
	6	A-6	0.50	0.50	1.00	4.0	62	56
	7	A-7	0.40	0.60	1.00	2.0	60	59
	8	A-8	0.30	0.70	1.00	2.0	65	62
	9	A-9	0.40	0.60	1.00	2.0	61	60
	10	A-10	0.35	0.65	1.00	1.0	63	61
	11	B-1	0.50	0.50	1.00	1.0	59	62
	12	B-2	0.45	0.55	1.00	1.0	57	59
	13	B-3	0.40	0.60	1.00	1.0	60	58
	14	B-4	0.35	0.65	1.00	2.0	59	61
	15	B-5	0.30	0.70	1.00	2.0	57	62
	16	B-6	0.55	0.45	1.00	2.0	61	59

【 0 0 2 2 】

【表 4】

種別	工具 基体 記号	硬質被覆層〔従来(Cr, Al)N層〕						
		目標組成(原子比)			目標 層厚 (μm)	皮膜に対し、 法線方向での 結晶方位の 解析結果	結晶粒界を 構成する 2つの結晶粒 のなす角度 θ の測定結果	
		Cr	Al	N		0~15度に <110>がある 結晶粒の 面積割合(%)	角度 θ が $0<\theta\leq 15^{\circ}$ である結晶粒界 の割合(%)	
従来被覆 インサート	1	本発明被覆インサート1に同じ					19	6
	2	本発明被覆インサート2に同じ					26	9
	3	本発明被覆インサート3に同じ					27	8
	4	本発明被覆インサート4に同じ					25	9
	5	本発明被覆インサート5に同じ					22	10
	6	本発明被覆インサート6に同じ					25	12
	7	本発明被覆インサート7に同じ					23	11
	8	本発明被覆インサート8に同じ					21	9
	9	本発明被覆インサート9に同じ					18	9
	10	本発明被覆インサート10に同じ					17	8
	11	本発明被覆インサート11に同じ					22	7
	12	本発明被覆インサート12に同じ					26	7
	13	本発明被覆インサート13に同じ					25	9
	14	本発明被覆インサート14に同じ					24	10
	15	本発明被覆インサート15に同じ					20	11
	16	本発明被覆インサート16に同じ					19	9

【 0 0 2 3 】

【表 5】

種別		逃げ面摩耗幅(mm)			種別		切削試験結果(切削時間(分))		
		切削条件A1	切削条件A2	切削条件A3			切削条件A1	切削条件A2	切削条件A3
本発明被覆インサート	1	0.17	0.19	0.17	従来被覆インサート	1	0.8	0.5	3.0
	2	0.19	0.20	0.18		2	0.6	0.6	2.5
	3	0.18	0.19	0.18		3	0.5	0.4	3.5
	4	0.19	0.18	0.19		4	0.6	0.4	3.0
	5	0.20	0.19	0.20		5	0.5	0.3	2.5
	6	0.19	0.17	0.18		6	0.3	0.5	2.0
	7	0.17	0.18	0.17		7	0.4	0.6	2.0
	8	0.18	0.17	0.19		8	0.5	0.8	3.0
	9	0.19	0.21	0.18		9	0.6	0.5	3.5
	10	0.17	0.18	0.17		10	0.7	0.9	2.5
		切削条件A4	切削条件A5	切削条件A6			切削条件A4	切削条件A5	切削条件A6
	11	0.17	0.18	0.20		11	0.5	0.3	2.5
	12	0.16	0.19	0.19		12	0.6	0.6	2.0
	13	0.18	0.18	0.18		13	0.3	0.7	2.0
	14	0.20	0.17	0.16		14	0.4	0.5	1.5
	15	0.18	0.18	0.18		15	0.5	0.5	3.0
	16	0.17	0.16	0.19		16	0.6	0.4	2.5

(注)従来被覆インサートについては、欠損が原因で寿命となるまでの切削時間(分)を示す。

【実施例 2】

【0024】

また、原料粉末として、いずれも $0.5 \sim 4 \mu\text{m}$ の範囲内の平均粒径を有する立方晶窒化硼素 (cBN) 粉末、窒化チタン (TiN) 粉末、Al 粉末、酸化アルミニウム (Al_2O_3) 粉末を用意し、これら原料粉末を表 6 に示される配合組成に配合し、ボールミルで 80 時間湿式混合し、乾燥した後、120 MPa の圧力で直径: 50 mm × 厚さ: 1.5 mm の寸法をもった圧粉体にプレス成形し、ついでこの圧粉体を、圧力: 1 Pa の真空雰囲気中、900 ~ 1300 の範囲内の所定温度に 60 分間保持の条件で焼結して切刃片用予備焼結体とし、この予備焼結体を、別途用意した、Co: 8 質量%、WC: 残りの組成、並びに直径: 50 mm × 厚さ: 2 mm の寸法をもった WC 基超硬合金製支持片と重

ね合わせた状態で、通常の超高压焼結装置に装入し、通常の条件である圧力：5 GPa、温度：1200～1400 の範囲内の所定温度に保持時間：0.8時間の条件で超高压焼結し、焼結後上下面をダイヤモンド砥石を用いて研磨し、ワイヤー放電加工装置にて一辺3mmの正三角形に分割し、さらにCo：5質量%、TaC：5質量%、WC：残りの組成およびCIS規格SNGA120412の形状（厚さ：4.76mm×一辺長さ：12.7mmの正方形）をもったWC基超合金製インサート本体のろう付け部（コーナー部）に、質量%で、Cu：26%、Ti：5%、Ni：2.5%、Ag：残りからなる組成を有するAg合金のろう材を用いてろう付けし、所定寸法に外周加工した後、切刃部に幅：0.13mm、角度：25°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SNGA120412のインサート形状をもった工具基体C1～C10をそれぞれ製造した。

10

【0025】

ついで、上記の工具基体C-1～C-10をアセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、図2に示される蒸着装置に装着し、蒸発源として、種々の成分組成をもったCr-Al合金を装着し、まず、装置内を排気して 1×10^{-2} Pa以下の真空中に保持しながら、工具基体を400 に加熱した後、Arガスを導入して2.0 Paとしたのち、工具基体に-200 Vのバイアス電圧を印加することによって、前記工具基体を20分間Arボンバード処理し、ついで、装置内を一旦 1×10^{-3} Pa程度の真空中にした後、圧力勾配型Arプラズマガンの放電電力を5 kWとし、工具基体に+8 Vのバイアス電圧を印加し、Arプラズマガンの放電電力を3.5 kWとしてArプラズマを基体に照射させながら、蒸発源にプラズマビームを入射しCr-Al合金の蒸気を発生させるとともにプラズマビームでイオン化して、工具基体表面に、表7に示される目標組成および目標層厚の改質（Cr, Al）N層を硬質被覆層として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cBN基インサート（以下、本発明被覆インサートと云う）21～30をそれぞれ製造した。

20

【0026】

また、比較の目的で、上記の工具基体C-1～C-10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3に示される通常のアークイオンプレーティング装置に装入し、カソード電極（蒸発源）として、それぞれ表3に示される目標組成に対応した成分組成をもったCr-Al合金を装着し、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、Arガスを導入して、0.7 Paの雰囲気とすると共に、前記テーブル上で自転しながら回転する工具基体に-200 Vの直流バイアス電圧を印加し、もって工具基体表面をアルゴンイオンによってボンバード洗浄し、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-30 Vに下げて、前記Cr-Al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～Jのそれぞれの表面に、表3に示される目標組成および目標層厚の従来（Cr, Al）N層からなる硬質被覆層を蒸着形成することにより、従来被覆工具としての従来表面被覆cBN基焼結インサート（以下、従来被覆インサートという）21～30をそれぞれ製造した。

30

40

【0027】

つぎに、上記の各種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、本発明被覆インサート21～30および従来被覆インサート21～30のうち、本発明被覆インサート21～25および従来被覆インサート21～25については、以下に示す切削条件B1～B3で切削加工試験を行い、また、本発明被覆インサート26～30および従来被覆インサート26～30については、同じく以下に示す切削条件C1～C3で切削加工試験を実施した。

[切削条件B1]

被削材：JIS・SCM415の長さ方向等間隔4本縦溝入り丸棒、

切削速度：205 m/min、

50

切り込み： 0.24 mm、
 送り： 0.16 mm/rev、
 切削時間： 7 分、

の条件での合金鋼の焼入れ材の乾式断続重切削加工試験（通常の切り込み及び送りは、それぞれ、0.2 mm、0.12 mm/rev.）、

[切削条件 B 2]

被削材：JIS・S U J 2 の長さ方向等間隔 4 本縦溝入り丸棒、
 切削速度： 165 m/min、
 切り込み： 0.22 mm、
 送り： 0.20 mm/rev、
 切削時間： 3 分、

の条件での軸受鋼の焼入れ材の乾式断続重切削加工試験（通常の切り込み及び送りは、それぞれ、0.2 mm、0.12 mm/rev.）、

[切削条件 B 3]

被削材：JIS・S K D 6 1 の長さ方向等間隔 4 本縦溝入り丸棒、
 切削速度： 170 m/min、
 切り込み： 0.3 mm、
 送り： 0.19 mm/rev、
 切削時間： 4 分、

の条件でのダイス鋼の焼入れ材の乾式断続重切削加工試験（通常の切り込み及び送りは、それぞれ、0.15 mm、0.10 mm/rev.）、

[切削条件 C 1]

被削材：JIS・S C r 4 2 0 の丸棒、
 切削速度： 205 m/min、
 切り込み： 0.30 mm、
 送り： 0.20 mm/rev、
 切削時間： 8 分、

の条件でのクロム鋼の焼入れ材の乾式連続重切削加工試験（通常の切り込み及び送りは、それぞれ、0.15 mm、0.15 mm/rev.）、

[切削条件 C 2]

被削材：JIS・S U J 2 の丸棒、
 切削速度： 1905 m/min、
 切り込み： 0.20 mm、
 送り： 0.23 mm/rev、
 切削時間： 8 分、

の条件での軸受鋼の焼入れ材の乾式連続重切削加工試験（通常の切り込み及び送りは、それぞれ、0.15 mm、0.12 mm/rev.）、

[切削条件 C 3]

被削材：JIS・S K D 6 1 の丸棒、
 切削速度： 225 m/min、
 切り込み： 0.20 mm、
 送り： 0.19 mm/rev、
 切削時間： 8 分、

の条件でのダイス鋼の焼入れ材の乾式連続高速重切削加工試験（通常の切り込み及び送りは、それぞれ、0.15 mm、0.18 mm/rev.）、

を行い、いずれの切削加工試験でも切刃の逃げ面摩耗幅（mm）を測定した。この測定結果を表 9 に示した。

【0028】

10

20

30

40

【表 6】

種別		配 合 組 成 (質量%)			
		TiN	Al	Al ₂ O ₃	cBN
工 具 基 体	C-1	13	16	2.0	残
	C-2	15	17	-	残
	C-3	17	15	-	残
	C-4	19	13	1.0	残
	C-5	21	12	0.5	残
	C-6	22	10	1.2	残
	C-7	24	11	1.0	残
	C-8	26	12	-	残
	C-9	28	5.5	0.5	残
	C-10	30	8	0.2	残

10

20

【 0 0 2 9 】

【表 7】

種別		工 具 基 体 記 号	硬質被覆層[改質(Cr, Al)N層]					
			目標組成(原子比)			目 標 層 厚 (μm)	皮膜に対し、 法線方向での 結晶方位の 解析結果	結晶粒界を 構成する 2つの結晶粒 のなす角度 θ の測定結果
			Cr	Al	N		0~15度に <110>がある 結晶粒の 面積割合(%)	角度 θ が $0 < \theta \leq 15^\circ$ である結晶粒界 の割合(%)
本 発 明 被 覆 イ ン サ ー ト	21	C-1	0.60	0.40	1.00	2.0	58	61
	22	C-2	0.50	0.50	1.00	2.0	62	63
	23	C-3	0.40	0.60	1.00	2.0	61	59
	24	C-4	0.30	0.70	1.00	2.0	60	57
	25	C-5	0.35	0.65	1.00	2.0	59	55
	26	C-6	0.45	0.55	1.00	2.0	57	56
	27	C-7	0.40	0.60	1.00	2.0	59	58
	28	C-8	0.30	0.70	1.00	2.0	61	60
	29	C-9	0.45	0.55	1.00	2.0	60	59
	30	C-10	0.50	0.50	1.00	2.0	59	58

【 0 0 3 0 】

【表 8】

種別		工 具 基 体 記 号	硬質被覆層[従来(Cr, Al)N層]					
			目標組成(原子比)			目 標 層 厚 (μm)	皮膜に対し、 法線方向での 結晶方位の 解析結果	結晶粒界を 構成する 2つの結晶粒 のなす角度 θ の測定結果
			Cr	Al	N		0~15度に <110>がある 結晶粒の 面積割合(%)	角度 θ が $0 < \theta \leq 15^\circ$ である結晶粒界 の割合(%)
従 来 被 覆 イ ン サ ー ト	21	本発明被覆インサート21に同じ				28	11	
	22	本発明被覆インサート22に同じ				27	9	
	23	本発明被覆インサート23に同じ				24	8	
	24	本発明被覆インサート24に同じ				26	9	
	25	本発明被覆インサート25に同じ				19	6	
	26	本発明被覆インサート26に同じ				21	7	
	27	本発明被覆インサート27に同じ				23	12	
	28	本発明被覆インサート28に同じ				26	11	
	29	本発明被覆インサート29に同じ				27	9	
	30	本発明被覆インサート30に同じ				24	10	

【 0 0 3 1 】

【表 9】

種別		逃げ面摩耗幅(mm)			種別		切削試験結果(切削時間(分))		
		切削条件 (B1)	切削条件 (B2)	切削条件 (B3)			切削条件 (B1)	切削条件 (B2)	切削条件 (B3)
本 発 明 被 覆 イ ン サ ー ト	21	0.10	0.11	0.11	従 来 被 覆 イ ン サ ー ト	21	2.1	1.8	1.6
	22	0.12	0.12	0.11		22	2.0	1.5	1.1
	23	0.10	0.09	0.10		23	1.8	1.4	0.9
	24	0.09	0.10	0.08		24	1.3	1.0	0.8
	25	0.08	0.09	0.13		25	1.1	1.3	1.2
		切削条件 (C1)	切削条件 (C2)	切削条件 (C3)			切削条件 (C1)	切削条件 (C2)	切削条件 (C3)
	26	0.10	0.11	0.11		26	2.5	2.5	2.5
	27	0.11	0.13	0.10		27	2.0	2.0	2.0
	28	0.08	0.11	0.12		28	3.0	1.5	2.0
	29	0.09	0.09	0.11		29	3.5	2.0	2.5
	30	0.12	0.12	0.09		30	2.0	2.0	3.0

(注) 従来被覆インサートの切削試験結果は、欠損が原因で使用寿命に至った切削時間(分)を示す。

【0032】

表 5、9 に示される結果から、本発明被覆インサート 1 ~ 16、21 ~ 30 は、いずれも硬質被覆層がすぐれた耐欠損性を備えているので、切刃に対して大きな機械的負荷がかかる重切削加工に用いられた場合であっても硬質被覆層にチップング、欠損の発生はなく、長期に亘って、すぐれた耐摩耗性を発揮するのに対して、硬質被覆層が従来 (Cr, Al) N 層からなる従来被覆インサート 1 ~ 16、21 ~ 30 は、硬質被覆層にチップング、欠損が発生し、短時間で使用寿命に至ることが明らかである。

【実施例 3】

【0033】

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 Cr₃C₂ 粉末、同 1.5 μm の VC 粉末、同 1.0 μm の (Ti, W) C [質量比で、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 10 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 種の超硬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 6 に示される組合せで、切刃部の直径×長さがそれぞれ 6 mm×13 mm、10 mm×22 mm、および 20 mm×45 mm の寸法、並びにいずれもねじれ角：30 度の 4 枚刃スクエア

の形状をもったエンドミル用超硬基体 D - 1 ~ D - 8 をそれぞれ製造した。

【 0 0 3 4 】

ついで、これらのエンドミル用超硬基体 D - 1 ~ D - 8 および試験片を、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、同じく図 2 に示される蒸着装置に装入し、上記実施例 1 の本発明被覆インサート 1 ~ 1 6 における改質 (C r , A l) N 層の形成条件と同じ条件で、表 1 1 に示される目標組成および目標層厚の改質 (C r , A l) N 層を硬質被覆層として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合金製エンドミル (以下、本発明被覆エンドミルと云う) 1 ~ 8 をそれぞれ製造した。

【 0 0 3 5 】

また、比較の目的で、上記実施例 1 の従来被覆インサート 1 ~ 1 6 における従来 (C r , A l) N 層の形成条件と同じ条件で、従来 (C r , A l) N 層を硬質被覆層として蒸着形成することにより、同じく表 1 1 に示される通りの従来被覆工具としての従来表面被覆超硬合金製エンドミル (以下、従来被覆エンドミルと云う) 1 ~ 8 をそれぞれ製造した。

10

【 0 0 3 6 】

つぎに、上記本発明被覆エンドミル 1 ~ 8 および従来被覆エンドミル 1 ~ 8 のうち、本発明被覆エンドミル 1 ~ 3 および従来被覆エンドミル 1 ~ 3 については、

被削材：平面寸法： 1 0 0 mm × 2 5 0 mm、厚さ： 5 0 mm の J I S ・ S K D 6 1 の板材、

切削速度： 1 1 0 m / m i n . 、

溝深さ (切り込み) ： 2 . 5 mm、

テーブル送り： 8 9 0 mm / m i n . 、

の条件でのダイス鋼の乾式高送り溝切削加工試験 (通常の切り込みおよび送りは、それぞれ、 2 . 0 mm、 5 0 0 mm / m i n .) 、

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

被削材：平面寸法： 1 0 0 mm × 2 5 0 mm、厚さ： 5 0 mm の J I S ・ S U S 3 0 4 の板材、

切削速度： 1 0 5 m / m i n . 、

溝深さ (切り込み) ： 5 . 5 mm、

テーブル送り： 9 0 5 mm / m i n . 、

の条件でのステンレス鋼の乾式高送り溝切削加工試験 (通常の切り込みおよび送りは、それぞれ、 3 . 5 mm、 3 0 0 mm / m i n .) 、

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

被削材：平面寸法： 1 0 0 mm × 2 5 0 mm、厚さ： 5 0 mm の J I S ・ S N C M 4 3 9 の板材、

切削速度： 1 6 0 m / m i n . 、

溝深さ (切り込み) ： 8 . 5 mm、

テーブル送り： 8 5 0 mm / m i n . 、

の条件での合金鋼の乾式高送り溝切削加工試験 (通常の切り込みおよび送りは、それぞれ、 7 mm、 2 5 0 mm / 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 . 1 mm に至るまでの切削溝長を測定した。この測定結果を表 1 1 にそれぞれ示した。

40

【 0 0 3 7 】

【表 10】

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	
D-1	5	5	—	—	—	—	—	中粗粒:残	6×13
D-2	6	—	1	0.5	—	—	—	微粒:残	6×13
D-3	6	—	1	—	1	0.5	0.5	微粒:残	6×13
D-4	8	—	—	—	—	0.5	0.5	微粒:残	10×22
D-5	9	25	10	1	—	—	—	中粗粒:残	10×22
D-6	10	—	—	—	—	1	—	微粒:残	10×22
D-7	12	17	9	1	—	—	—	中粗粒:残	20×45
D-8	16	—	10	5	10	—	—	中粗粒:残	20×45

工具基体

【表 1 1】

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 (μm)	皮膜に対し、 法線方向での 結晶方位の 解析結果	結晶粒界を 構成する 2つの結晶粒 のなす角度 θ の測定結果	
							Cr	Al	
本発明被覆 エンドミル	1	D-1	0.60	0.40	1.00	6.0	61	59	42
	2	D-2	0.50	0.50	1.00	6.0	59	57	41
	3	D-3	0.40	0.60	1.00	6.0	59	59	45
	4	D-4	0.30	0.70	1.00	8.0	60	58	38
	5	D-5	0.50	0.50	1.00	8.0	57	56	40
	6	D-6	0.40	0.60	1.00	8.0	55	57	41
	7	D-7	0.35	0.65	1.00	10.0	60	61	47
	8	D-8	0.45	0.55	1.00	10.0	62	60	45
従来被覆 エンドミル	1	本発明被覆エンドミル1に同じ					26	11	15
	2	本発明被覆エンドミル2に同じ					27	9	12
	3	本発明被覆エンドミル3に同じ					25	9	19
	4	本発明被覆エンドミル4に同じ					20	7	22
	5	本発明被覆エンドミル5に同じ					21	6	20
	6	本発明被覆エンドミル6に同じ					23	8	18
	7	本発明被覆エンドミル7に同じ					24	10	15
	8	本発明被覆エンドミル8に同じ					23	11	13

【実施例 4】

【0039】

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

【0040】

ついで、これらのドリル用超硬基体 E - 1 ~ E - 8 の切刃に、ホーニングを施し、上記

の試験片と共に、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、同じく図 2 に示される蒸着装置に装入し、上記実施例 1 の本発明被覆インサート 1 ~ 16 における改質 (Cr, Al) N 層の形成条件と同じ条件で、かつ表 12 に示される目標組成および目標層厚の改質 (Cr, Al) N 層を硬質被覆層として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合金製ドリル (以下、本発明被覆ドリルと云う) 1 ~ 8 をそれぞれ製造した。

【0041】

また、比較の目的で、上記実施例 1 の従来被覆インサート 1 ~ 16 における従来 (Cr, Al) N 層の形成条件と同じ条件で、従来 (Cr, Al) N 層を硬質被覆層として蒸着形成することにより、表 12 に示される通りの従来被覆工具としての従来表面被覆超硬合金製ドリル (以下、従来被覆ドリルと云う) 1 ~ 8 をそれぞれ製造した。

10

【0042】

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

被削材：平面寸法：100 mm × 250 mm、厚さ：50 mm の JIS・SS400 の板材、

切削速度：100 m/min、

送り：0.23 mm/rev、

穴深さ：5 mm

の条件での軟鋼の湿式高送り穴あけ切削加工試験 (通常の送りは、0.12 mm/rev) 、

20

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

被削材：平面寸法：100 mm × 250 mm、厚さ：50 mm の JIS・SUS316 の板材、

切削速度：60 m/min、

送り：0.11 mm/rev、

穴深さ：12 mm

の条件でのステンレス鋼の湿式高送り穴あけ切削加工試験 (通常の送りは 0.08 mm/rev) 、

本発明被覆ドリル 7, 8 および従来被覆ドリル 7, 8 については、

30

被削材：平面寸法：100 mm × 250 mm、厚さ：50 mm の JIS・SCMnH2 の板材、

切削速度：75 m/min、

送り：0.14 mm/rev、

穴深さ：18 mm

の条件での高マンガン鋼の湿式高送り穴あけ切削加工試験 (通常の送りは 0.08 mm/rev) 、

をそれぞれ行い、いずれの湿式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 12 に示した。

40

【0043】

【表 1 2】

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 (μm)	皮膜に対し、 法線方向での 結晶方位の 解析結果	結晶粒界を 構成する 2つの結晶粒 のなす角度 θ の測定結果	
							0~15度に <110>がある 結晶粒の 面積割合(%)	角度 θ が $0<\theta\leq 15^\circ$ である結晶粒界 の割合(%)	
本発明被覆ドリル	1	E-1	0.60	0.40	1.00	6.0	61	59	4025
	2	E-2	0.50	0.50	1.00	6.0	59	57	4156
	3	E-3	0.40	0.60	1.00	6.0	59	59	4192
	4	E-4	0.30	0.70	1.00	8.0	60	58	267
	5	E-5	0.50	0.50	1.00	8.0	57	56	252
	6	E-6	0.40	0.60	1.00	8.0	55	57	247
	7	E-7	0.35	0.65	1.00	10.0	60	61	129
	8	E-8	0.45	0.55	1.00	10.0	62	60	135
従来被覆ドリル	1	本発明被覆超硬ドリル1に同じ					26	11	1253
	2	本発明被覆超硬ドリル2に同じ					27	9	1192
	3	本発明被覆超硬ドリル3に同じ					25	9	1121
	4	本発明被覆超硬ドリル4に同じ					20	7	112
	5	本発明被覆超硬ドリル5に同じ					21	6	98
	6	本発明被覆超硬ドリル6に同じ					23	8	107
	7	本発明被覆超硬ドリル7に同じ					24	10	42
	8	本発明被覆超硬ドリル8に同じ					23	11	36

【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、21～30、本発明被覆エンドミル1～8、および本発明被覆ドリル1～8の改質(Cr, Al)N層、並びに従来被覆工具としての従来被覆インサート1～16、21～30、従来被覆エンドミル1～8、および従来被覆ドリル1～8の従来(Cr, Al)N層の組成をオージェ分光分析装置を用いて測定したところ、それぞれ目標組成と実質的に同じ組成を示した。

また、これらの本発明被覆工具および従来被覆工具の改質(Cr, Al)N層および従来(Cr, Al)N層の厚さを、走査型電子顕微鏡を用いて断面測定したところ、いずれも目標値と実質的に同じ平均層厚(5点測定の平均値)を示した。

【0045】

さらに、上記の本発明被覆工具の改質(Cr, Al)N層と従来被覆工具の従来(Cr, Al)N層について、上記の両(Cr, Al)N層の表面を研磨面とした状態で、電子線後方散乱回折装置(EBSD)を用いて個々の結晶粒の結晶方位を解析した(すなわち、 $30 \times 50 \mu\text{m}$ の領域を、 $0.1 \mu\text{m}/\text{step}$ の間隔で、前記表面研磨面の法線に対して、前記結晶粒の結晶面である{110}面の法線がなす傾斜角を測定し、この測定結果に基づいて、前記測定傾斜角のうち、 $0 \sim 55$ 度の範囲内にある測定傾斜角を 0.25 度のピッチ毎に区分すると共に、各区分内に存在する度数を集計することにより、傾斜角度数分布グラフを作成し、また、同様の領域において、すべての結晶粒界について、それを構成する隣り合う結晶粒のなす角を測定し、該なす角とそれぞれの割合を示すグラフを作成したところ、前記従来(Cr, Al)N層は、表面研磨面の法線に対する結晶粒の結晶方位 $\langle 110 \rangle$ がなす傾斜角の分布は、法線方向に対して $0 \sim 15$ 度の範囲内の傾斜角区分にピークを有することがあったとしても、結晶粒界の角度分布は小角粒界($0^\circ < \theta < 15^\circ$)の割合が 20% 程度と小さい(図5)のに対して、前記(a)の改質(Cr, Al)N層の結晶方位 $\langle 110 \rangle$ の測定傾斜角の分布は、図4に例示される通り、法線方向に対して $0 \sim 15$ 度の範囲内の傾斜角区分に結晶方位 $\langle 110 \rangle$ が存在する結晶粒の面積割合が結晶粒全面積の 50% 以上である結晶配向を示し、さらに、結晶粒界の角度分布において、 $0^\circ < \theta < 15^\circ$ の割合が全粒界の 50% 以上である結晶配向を示し(図4)、改質(Cr, Al)N層は上記のとおり結晶配列を有するものであった。

10

【0046】

20

図4に、本発明被覆工具1の改質(Cr, Al)N層の表面研磨面の法線方向に対する結晶方位 $\langle 110 \rangle$ の測定傾斜角分布と、結晶粒界の角度分布を示す。

また、図5には、従来被覆工具1の従来(Cr, Al)N層の結晶粒界の角度分布を示す。

上記図4と図5との比較からも明らかなように、改質(Cr, Al)N層では(110)面の高配向性と小角粒界比率の高い結晶組織を示すのに対して、従来(Cr, Al)N層では、結晶粒界性格において、特段の特徴あるものとなっていない結晶組織を有していることが明らかである。

【0047】

30

表3、4、7、8、11、12に示される結果から、本発明被覆工具は、いずれも硬質被覆層を構成する改質(Cr, Al)N層が(110)面高配向かつ小角粒界比率高比率な結晶組織を示し、これによりすぐれた耐欠損性を具備することになることから、上記各種の重切削加工試験で、すぐれた耐欠損性、耐摩耗性を示すのに対して、従来被覆工具においては、硬質被覆層の小角粒界の割合が低く、その結果として耐欠損性の向上が見られないことから、高切り込み、高送りなど大きな機械的負荷がかかる重切削加工では、比較的短時間で欠損を発生し使用寿命に至ることが明らかである。

【0048】

40

上述のように、この発明の被覆工具は、各種鋼や鋳鉄などの連続切削や断続切削ですぐれ工具特性を示すのは勿論のことであり、さらに、高切り込み、高送りなど切刃に大きな機械的負荷がかかる重切削加工条件であっても、改質(Cr, Al)N層からなる硬質被覆層がすぐれた耐欠損性を備えるため、長期に亘ってすぐれた切削性能を発揮し、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、さらに低コスト化の要求に十分満足に対応できるものである。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】硬質被覆層を構成する各種(Cr, Al)N層における結晶粒の結晶面である{110}面の法線が表面研磨面の法線に対する傾斜角の測定範囲を示す概略説明図である。

【図2】本発明被覆工具の硬質被覆層を構成する得意な結晶配列を有する改質(Cr, Al)N層の蒸着形成に用いたプラズマを利用したイオンプレーティング装置の概略説明図

50

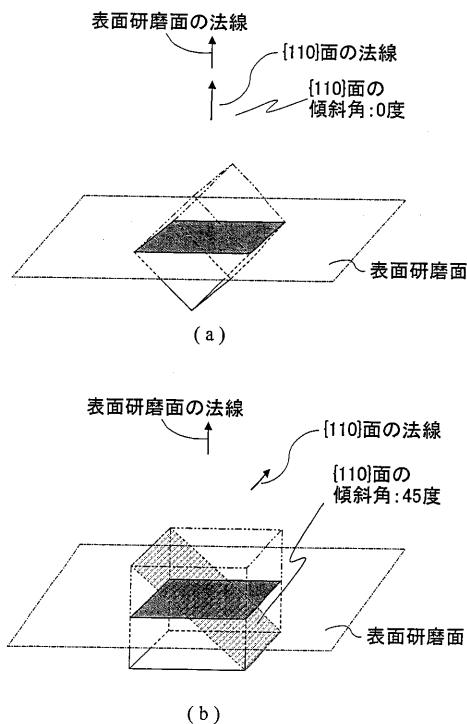
であり、(a)は正面図、(b)は平面図である。

【図3】従来被覆工具の硬質被覆層を構成する従来(Cr, Al)N層の蒸着形成に用いたアークイオンプレーティング(AIP)装置の概略説明図である。

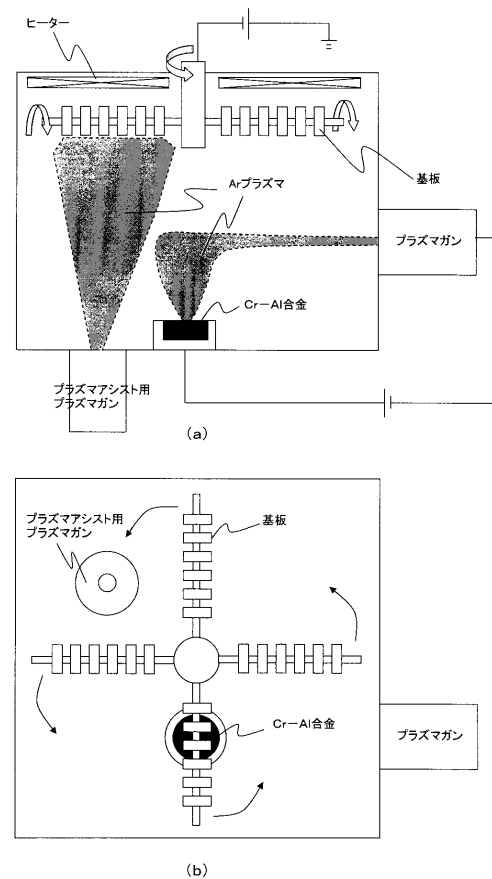
【図4】本発明被覆インサート1の硬質被覆層を構成する改質(Cr, Al)N層をEBSDで測定し、表面研磨面の法線方向に対する結晶粒の結晶方位 $\langle 110 \rangle$ がなす測定傾斜角と、結晶粒界の角度分布グラフである。

【図5】従来被覆インサート1の硬質被覆層を構成する従来(Cr, Al)N層をEBSDで測定し、表面研磨面の法線方向に対する結晶粒の結晶方位 $\langle 110 \rangle$ がなす測定傾斜角と、結晶粒界の角度分布グラフである。

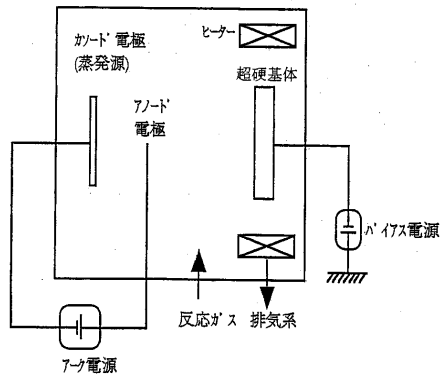
【図1】



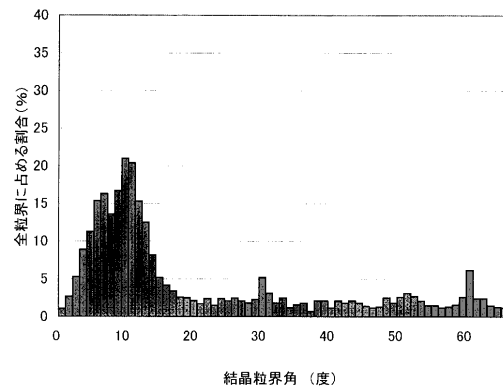
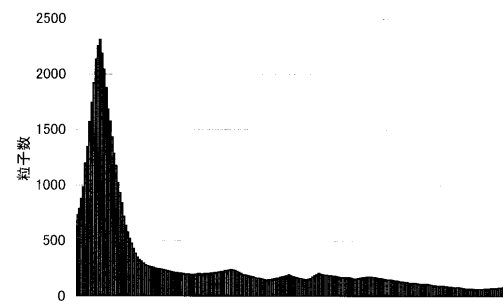
【図2】



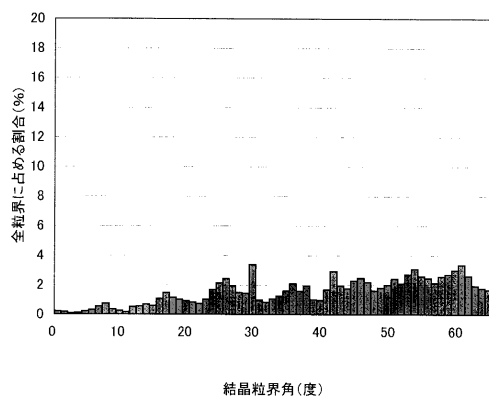
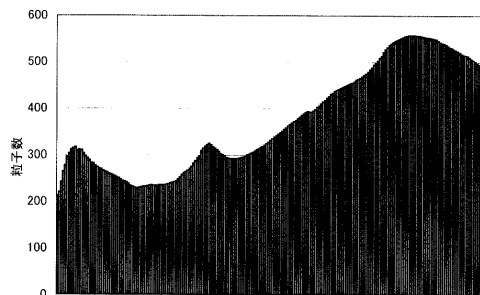
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

F ターム(参考) 3C046 FF02 FF03 FF05 FF09 FF13 FF19 FF25
4K029 AA04 BA58 BC02 BD05 CA13 DB03 DB04 DD06 EA05