

(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2010-23151

(P2010-23151A)

(43) 公開日 平成22年2月4日(2010.2.4)

(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 4 6
C 2 3 C 16/32 (2006.01)	C 2 3 C 16/32	4 K 0 3 0
C 2 3 C 16/34 (2006.01)	C 2 3 C 16/34	
C 2 3 C 16/36 (2006.01)	C 2 3 C 16/36	
C 2 3 C 16/40 (2006.01)	C 2 3 C 16/40	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2008-185699 (P2008-185699)	(71) 出願人	000006264
(22) 出願日	平成20年7月17日 (2008.7.17)		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	西田 真
			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	功刀 斉
			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

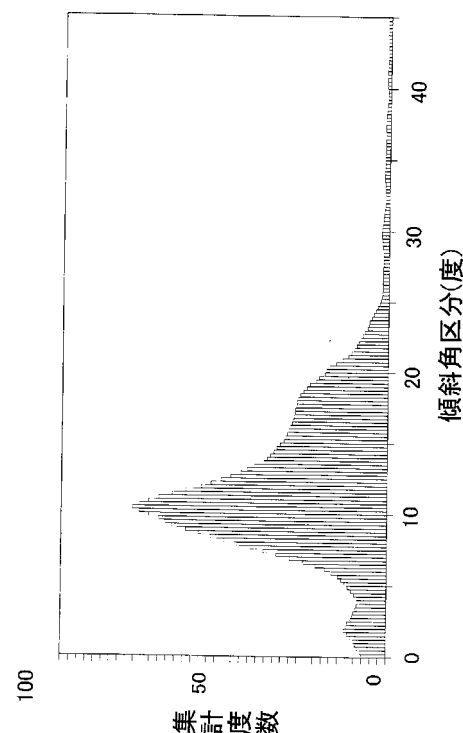
(54) 【発明の名称】 高速重切削加工で硬質被覆層がすぐれた耐チップング性と耐摩耗性を発揮する表面被覆切削工具

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 鋼や鋳鉄の高速重切削加工で硬質被覆層がすぐれた耐チップング性と耐摩耗性を発揮する表面被覆切削工具を提供する。

【解決手段】 下部層がTi化合物層、上部層がAl₂O₃層からなる硬質被覆層が蒸着形成された表面被覆切削工具において、切刃稜線部の上部層はκ型Al₂O₃層、一方、切刃稜線部以外のすくい面および逃げ面の上部層はα型Al₂O₃層あるいは改質α型Al₂O₃層からなり、さらに、上記改質α型Al₂O₃層は、その表面研磨面の法線に対して、結晶粒の結晶面である(0001)面の法線がなす傾斜角を測定・集計してなる傾斜角度数分布グラフにおいて、0～15度の範囲内の傾斜角区分に最高ピークが存在する改質α型Al₂O₃層である。

【選択図】 図2



【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、硬質被覆層として、Tiの炭化物層、窒化物層、炭窒化物層、炭酸化物層、窒酸化物層および炭窒酸化物層のうちの1層または2層以上からなり、かつ3～20 μmの合計平均層厚を有するTi化合物層からなる下部層及び1～15 μmの平均層厚を有する酸化アルミニウム層からなる上部層を蒸着形成した表面被覆切削工具において、

上記表面被覆切削工具の切刃稜線部に蒸着形成された上部層はκ型結晶構造を主体とする酸化アルミニウム層からなり、一方、前記切刃稜線部以外のすくい面および逃げ面に蒸着形成された上部層は実質的にα型結晶構造を主体とする酸化アルミニウム層からなることを特徴とする表面被覆切削工具。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載の表面被覆切削工具において、

上記α型結晶構造を主体とする酸化アルミニウム層について、電界放出型走査電子顕微鏡を用い、表面研磨面の測定範囲内に存在する六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、前記結晶粒の結晶面である(0001)面の法線がなす傾斜角を測定し、前記測定傾斜角のうち、0～45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してなる傾斜角度数分布グラフを作成した場合、上記α型結晶構造を主体とする酸化アルミニウム層は、上記傾斜角度数分布グラフにおいて0～15度の範囲内の傾斜角区分に最高ピークが存在する酸化アルミニウム層である請求項 1 記載の表面被覆切削工具。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、下部層と上部層からなる硬質被覆層を蒸着形成した表面被覆切削工具において、硬質被覆層の上部層として、切刃稜線部にはκ型結晶構造を主体とする酸化アルミニウム（以下、κ型Al₂O₃で示す）層を、また、切刃稜線部以外のすくい面および逃げ面にα型結晶構造を主体とする酸化アルミニウム（以下、α型Al₂O₃で示す）層を蒸着形成することにより、例えば、鋼や鋳鉄の高い発熱を伴い、かつ、切刃に対して高負荷が作用する高速重切削加工に用いた場合にも、硬質被覆層が、すぐれた耐チップング性と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。

30

【背景技術】

【0002】

従来、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基体（以下、工具基体という）の表面に、

下部層として、Tiの炭化物（以下、TiCで示す）層、窒化物（以下、同じくTiNで示す）層、炭窒化物（以下、TiCNで示す）層、炭酸化物（以下、TiCOで示す）層および炭窒酸化物（以下、TiCNOで示す）層のうちの1層または2層以上からなるTi化合物層、

上部層として、酸化アルミニウム（以下、Al₂O₃で示す）層からなり、かつ、すくい面はα型結晶構造を主体とするAl₂O₃（以下、α-Al₂O₃で示す）層、また、逃げ面はκ型結晶構造を主体とするAl₂O₃（以下、κ-Al₂O₃で示す）層、上記各層からなる硬質被覆層を蒸着形成した被覆工具（以下、従来被覆工具1という）が知られており、この従来被覆工具1は、逃げ面に形成されたκ-Al₂O₃層表面が平滑性を有するため、例えば仕上切削加工において滑らかな被削面を得られることが知られている。

40

【0003】

また、工具基体という）の表面に、

下部層として、TiC層、TiN層、TiCN層、TiCO層およびTiCNO層のうちの1層または2層以上からなる改質Ti化合物層、

50

上部層として、化学蒸着形成された状態で α 型の結晶構造を有する改質 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層からなり、さらに、上記改質 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層は、電界放出型走査電子顕微鏡を用い、表面研磨面の測定範囲内に存在する六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、前記結晶粒の結晶面である(0001)面の法線がなす傾斜角を測定し、前記測定傾斜角のうち、0～45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してなる傾斜角度数分布グラフを作成した場合、上記傾斜角度数分布グラフにおいて0～15度の範囲内の傾斜角区分に最高ピークが存在する改質 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層、上記各層からなる硬質被覆層を蒸着形成した被覆工具(以下、従来被覆工具2という)も知られており、この従来被覆工具2は、鋼や鋳鉄の切削加工ですぐれた耐チップング性を発揮することが知られている。

10

【特許文献1】特開平7-112306号公報

【特許文献2】特開2006-315154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、切削加工は一段と高速化・高能率化する傾向にあるが、上記従来の被覆工具においては、これを鋼や鋳鉄などの通常の条件での連続切削や断続切削に用いた場合には問題はないが、特にこれを高熱発生を伴い、かつ、切刃に対して高負荷が作用する高速重切削加工で用いた場合には、例えば、従来被覆工具1においては、切刃稜線部のすくい面側から、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 部にチップングが発生しやすくなるとともに、逃げ面の κ 型 Al_2O_3 層の摩耗が急速に進行するようになり、また、従来被覆工具2においても、切刃稜線部の耐チップング性が不十分であるため、比較的短時間で使用寿命に至るのが現状である。

20

【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、特に高熱発生を伴い、かつ、切刃に対して高負荷が作用する高速重切削条件における硬質被覆層の耐チップング性、耐摩耗性をさらに改善すべく研究を行った結果、以下の知見を得た。

30

【0006】

(a) 上記従来の被覆工具の硬質被覆層の上部層を構成する $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層は、基体表面に、TiC層、TiN層、TiCN層、TiCO層、TiNO層およびTiCNO層のうちの1層または2層以上のTi化合物層からなる下部層を所定条件で蒸着形成した後、その表面に、例えば、通常の化学蒸着装置にて、

反応ガス組成：容量%で、 AlCl_3 ：1～5%、 CO_2 ：3～7%、 HCl ：0.3～3%、 H_2S ：0.02～0.4%、 H_2 ：残り、

反応雰囲気温度：950～1100℃、

反応雰囲気圧力：6～13kPa、

の条件で蒸着することによって形成される(上記の蒸着条件を、以下、通常条件という)。しかし、下部層表面に上部層である $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層を蒸着する前に、例えば、表3に示される条件にてTi酸化物(以下、TiOで示す)層を蒸着形成し、その後特定の条件で還元処理を施した場合には、切刃稜線部の形状特異性により、工具の切刃稜線部はその他の領域に比して優先的に還元反応が促進されることになり、さらに、上記TiO層蒸着後に還元処理を施した下部層表面に、例えば、上記通常条件で Al_2O_3 層を蒸着すると、切刃稜線部以外の領域には、 α 型結晶構造を主体とする Al_2O_3 (以下、 α 型 Al_2O_3 で示す)層が蒸着形成されるが、切刃稜線部には κ 型結晶構造を主体とする Al_2O_3 (以下、 κ 型 Al_2O_3 で示す)層が蒸着形成される。そして、 κ 型 Al_2O_3 層は α 型 Al_2O_3 層に比してすぐれた熱遮蔽性を有し、熱塑性変形を起こりにくくすると同時に、表面平滑性を有しチップングの発生を抑える。

40

50

したがって、切刃稜線部に κ 型 Al_2O_3 層が形成され、また、切刃稜線部以外の領域（すくい面および逃げ面）に上記 α 型 Al_2O_3 層が形成された被覆工具は、高熱発生を伴い、かつ、切刃に対して高負荷が作用する高速重切削加工で、すくい面および逃げ面がすぐれた耐摩耗性を示すと同時に、切刃稜線部の耐熱塑性変形性および耐チップング性が一段と向上すること。

【0007】

(b) また、 Al_2O_3 層を蒸着する上記通常条件において、反応ガス組成、反応雰囲気温度および反応雰囲気圧力を変更し、

反応ガス組成：容量％で、 AlCl_3 ：1～5％、 CO_2 ：0.1～2％、 HCl ：0.3～3％、 H_2S ：0.5～1％、 Ar ：20～35％、 H_2 ：残り、

10

反応雰囲気温度：1050～1100℃、

反応雰囲気圧力：6～10kPa、

という条件（以下、改質条件という）で、 Al_2O_3 層を蒸着すると、切刃稜線部には κ 型 Al_2O_3 層が蒸着形成されることは前記と同様であるが、切刃稜線部以外の領域（すくい面および逃げ面）に蒸着形成された α 型 Al_2O_3 層について、図1に示すように、電界放出型走査電子顕微鏡を用い、表面研磨面の測定範囲内に存在する六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、前記結晶粒の結晶面である（0001）面の法線がなす傾斜角を測定し、前記測定傾斜角のうち、0～45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してなる傾斜角度数分布グラフを作成した場合、上記傾斜角度数分布グラフにおいて0～15度の範囲内の傾斜角区分に最高ピークが存在する α 型 Al_2O_3 層（以下、改質 α 型 Al_2O_3 層という）が形成され、上記改質 α 型 Al_2O_3 層は、 α 型 Al_2O_3 層に比して、一段とすぐれた耐チップング性を有する。

20

したがって、硬質被覆層の上部層として、切刃稜線部に κ 型 Al_2O_3 層が形成され、また、切刃稜線部以外の領域（すくい面および逃げ面）に上記改質 α 型 Al_2O_3 層が形成された被覆工具は、高熱発生を伴い、かつ、切刃に対して高負荷が作用する高速重切削加工ですぐれた耐チップング性、耐熱塑性変形性およびすぐれた耐摩耗性を示すこと。

【0008】

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、

「(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、硬質被覆層として、Tiの炭化物層、窒化物層、炭窒化物層、炭酸化物層、窒酸化物層および炭窒酸化物層のうちの1層または2層以上からなり、かつ3～20 μm の合計平均層厚を有するTi化合物層からなる下部層及び1～15 μm の平均層厚を有する酸化アルミニウム層からなる上部層を蒸着形成した表面被覆切削工具において、

30

上記表面被覆切削工具の切刃稜線部に蒸着形成された上部層は κ 型結晶構造を主体とする酸化アルミニウム層からなり、一方、前記切刃稜線部以外のすくい面および逃げ面に蒸着形成された上部層は実質的に α 型結晶構造を主体とする酸化アルミニウム層からなることを特徴とする表面被覆切削工具。

(2) 前記(1)記載の表面被覆切削工具において、

上記 α 型結晶構造を主体とする酸化アルミニウム層について、電界放出型走査電子顕微鏡を用い、表面研磨面の測定範囲内に存在する六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、前記結晶粒の結晶面である（0001）面の法線がなす傾斜角を測定し、前記測定傾斜角のうち、0～45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してなる傾斜角度数分布グラフを作成した場合、上記 α 型結晶構造を主体とする酸化アルミニウム層は、上記傾斜角度数分布グラフにおいて0～15度の範囲内の傾斜角区分に最高ピークが存在する酸化アルミニウム層である前記(1)記載の表面被覆切削工具。」

40

に特徴を有するものである。

【0009】

以下に、この発明の被覆工具の硬質被覆層の構成層に関し、詳細に説明する。

50

【0010】

(a) Ti化合物層(下部層)

Ti化合物層は、基本的には上部層である Al_2O_3 層の下部層として存在し、自身の具備するすぐれた高温強度によって硬質被覆層が高温強度を具備するようにするほか、工具基体と上部層である Al_2O_3 層のいずれにも強固に密着し、よって硬質被覆層の工具基体に対する密着性向上に寄与する作用を有するが、その平均層厚が $3\mu m$ 未満では、前記作用を十分に発揮させることができず、一方その平均層厚が $20\mu m$ を越えると、特に高熱発生を伴い、かつ、切刃に対して高負荷が作用する高速重切削では熱塑性変形を起し易くなり、これが偏摩耗の原因となることから、その平均層厚を $3\sim 20\mu m$ と定めた。

【0011】

(b) α 型 Al_2O_3 層(上部層)

被覆工具の切刃稜線部以外の領域、即ち、すくい面および逃げ面、に、通常条件で Al_2O_3 層を蒸着することによって形成されるが、 κ 型 Al_2O_3 層に比して、相対的に高温硬さおよび耐熱性に優れることから、被覆工具のすくい面および逃げ面(即ち、切刃稜線部以外の領域)に蒸着形成することによって、被覆工具全体としてのすぐれた耐摩耗性が担保される。

【0012】

(c) 改質 α 型 Al_2O_3 層(上部層)

通常条件で蒸着形成した上記 α 型 Al_2O_3 層は耐摩耗性に優れるが、蒸着条件を、
反応ガス組成：容量%で、 $AlCl_3$ ：1～5%、 CO_2 ：0.1～2%、 HCl ：0.3～3%、 H_2S ：0.5～1%、 Ar ：20～35%、 H_2 ：残り、
反応雰囲気温度：1050～1100℃、
反応雰囲気圧力：6～10kPa、
という改質条件、即ち、通常条件に比して、反応ガス組成、反応雰囲気温度、反応雰囲気圧力を変更した蒸着条件によって、傾斜角度数分布グラフにおける測定傾斜角の最高ピーク位置が、0～15度の範囲内の傾斜角区分に存在する改質 α 型 Al_2O_3 層を蒸着形成することができる。

つまり、図1に示すように、上記改質条件により蒸着形成した改質 α 型 Al_2O_3 層について、電界放出型走査電子顕微鏡を用い、表面研磨面の測定範囲内に存在する六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、前記結晶粒の結晶面である(0001)面の法線がなす傾斜角を測定し、前記測定傾斜角のうち、0～45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してなる傾斜角度数分布グラフを作成した場合、上記改質 α 型 Al_2O_3 層は、例えば、図2に示されるように、上記傾斜角度数分布グラフにおいて0～15度の範囲内の傾斜角区分に最高ピークが存在する。

そして、上記改質 α 型 Al_2O_3 層は、前記通常条件で形成した α 型 Al_2O_3 層に比べ、さらに一段とすぐれた高温硬さを有することから、すくい面および逃げ面に改質 α 型 Al_2O_3 層が蒸着形成された被覆工具(請求項2の発明)はさらに一段とすぐれた耐摩耗性を示す。

【0013】

(d) κ 型 Al_2O_3 層(上部層)

κ 型 Al_2O_3 層は、 α 型 Al_2O_3 層あるいは改質 α 型 Al_2O_3 層に比して、平滑性、熱遮蔽性にすぐれているため、被削材の仕上面粗さを向上させるばかりか、被覆工具の耐熱塑性変形性、耐チップング性を向上させ、特に、高速重切削においては、最も切削負荷のかかる切刃稜線部に κ 型 Al_2O_3 層を形成することによって、被覆工具の耐摩耗性を特段低下させることなく耐チップング性を大幅に向上させることができる。

【0014】

κ 型 Al_2O_3 層を切刃稜線部に蒸着形成させる方法は、例えば、以下の手順で行なうことができる。

まず、工具基体表面の少なくとも切刃稜線部を含む領域に、下部層のTi化合物層とし

10

20

30

40

50

て例えば所定層厚のTiCN層を蒸着形成した後、TiCN層の表面に、極薄（例えば、0.1～0.5μmの層厚）のTiO層を蒸着形成する。

ついで、TiCN層の表面に形成された極薄のTiO層を、

反応雰囲気ガス組成（容量％）：CH₄ 0.3～0.8％、残部H₂

反応雰囲気温度：900～1000℃、

反応雰囲気圧力：3～8kPa、

の条件で還元処理すると、切刃稜線部のTiO層は、他の領域のTiO層と比べて優先的に還元処理されてTiCが形成される。

その後、通常条件でα型Al₂O₃層を蒸着形成、あるいは、改質条件で改質α型Al₂O₃層を蒸着形成すると、優先的にTiCが形成された切刃稜線部には、κ型Al₂O₃層が形成され、その一方、切刃稜線部以外の領域（すくい面および逃げ面）には、その条件に応じたα型Al₂O₃層あるいは改質α型Al₂O₃層が蒸着形成され、その結果、切刃稜線部のみにκ型結晶構造を主体とする酸化アルミニウム層からなる上部層が、また、切刃稜線部以外のすくい面および逃げ面にα型結晶構造を主体とする酸化アルミニウム層からなる上部層が蒸着された被覆工具が形成される。

【0015】

なお、本発明では、「α型結晶構造を主体とする酸化アルミニウム層」あるいは「α型Al₂O₃層」とは、α型結晶構造が100％を占める場合は勿論であるが、全体の中で、少なくとも80％以上がα型結晶構造の酸化アルミニウムで構成されている場合に、これを「α型結晶構造を主体とする酸化アルミニウム層」あるいは「α型Al₂O₃層」という。同様に、「κ型結晶構造を主体とする酸化アルミニウム層」あるいは「κ型Al₂O₃層」についても、全体の中で、少なくとも80％以上がκ型結晶構造の酸化アルミニウムで構成されている場合には、これを「κ型結晶構造を主体とする酸化アルミニウム層」あるいは「κ型Al₂O₃層」という。

【0016】

（e）上部層の層厚

α型Al₂O₃層、κ型Al₂O₃層からなる上部層は、その平均層厚が1μm未満では、すくい面、逃げ面におけるα型Al₂O₃層の耐摩耗性向上効果、切刃稜線部におけるκ型Al₂O₃層の熱遮蔽効果、耐チップング性向上効果を十分に確保することができず、一方、その平均層厚が15μmを越えると、チップング、欠損等が発生し易くなることから、その平均層厚を1～15μmと定めた。

【0017】

なお、被覆工具の使用前後の識別を目的として、黄金色の色調を有するTiN層を、必要に応じて硬質被覆層の最表面層として蒸着形成してもよいが、この場合の平均層厚は0.1～1μmでよく、これは0.1μm未満では、十分な識別効果が得られず、一方前記TiN層による前記識別効果は1μmまでの平均層厚で十分であるという理由からである。

【発明の効果】

【0018】

この発明の被覆工具は、各種の鋼や鋳鉄などの切削加工を、高熱発生を伴うとともに、切刃に対して高負荷が作用する高速重切削条件で行っても、硬質被覆層の上部層の切刃稜線部をκ型Al₂O₃層で、また、切刃稜線部以外のすくい面、逃げ面の上部層をα型Al₂O₃層、改質α型Al₂O₃層で構成することによって、耐摩耗性の低下を招くことなく耐チップング性を改善したものであって、使用寿命の一層の延命化を可能とするものである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

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】

【0020】

10

20

30

40

50

原料粉末として、いずれも $1\sim 3\mu\text{m}$ の平均粒径を有するWC粉末、TiC粉末、ZrC粉末、VC粉末、TaC粉末、NbC粉末、 Cr_3C_2 粉末、TiN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、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、98MPaの圧力で所定形状の圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を5Paの真空中、 $1370\sim 1470^\circ\text{C}$ の範囲内の所定の温度に1時間保持の条件で真空焼結し、焼結後、切刃部に $R:0.07\text{mm}$ のホーニング加工を施すことによりISO・CNMG120408に規定するスローアウェイチップ形状をもったWC基超硬合金製の工具基体A～Fをそれぞれ製造した。

【0021】

また、原料粉末として、いずれも $0.5\sim 2\mu\text{m}$ の平均粒径を有するTiCN（質量比でTiC/TiN=50/50）粉末、 Mo_2C 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、98MPaの圧力で圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を1.3kPaの窒素雰囲気中、温度： 1540°C に1時間保持の条件で焼結し、焼結後、切刃部分に $R:0.07\text{mm}$ のホーニング加工を施すことによりISO規格・CNMG120412のチップ形状をもったTiCN基サーメット製の工具基体a～fを形成した。

【0022】

ついで、これらの工具基体A～Fおよび工具基体a～fのそれぞれを、通常の化学蒸着装置に装入し、

まず、表3（表3中の1～TiCNは特開平6-8010号公報に記載される縦長成長結晶組織をもつTiCN層の形成条件を示すものであり、これ以外は通常の粒状結晶組織の形成条件を示すものである）に示される条件にて、表5に示される目標層厚のTi化合物層を硬質被覆層の下部層として蒸着形成し、

ついで、同じく表3に示されるTiO層を表5に示される目標層厚で蒸着形成し、その後、表4に示される条件で還元処理を施し、

ついで、表3に示される条件にて、同じく表5に示される目標層厚で α 型 Al_2O_3 層または改質 α 型 Al_2O_3 層を蒸着形成することにより本発明被覆工具1～13をそれぞれ製造した。

【0023】

また、比較の目的で、表3に示される条件にて、表6に示される目標層厚のTi化合物層を硬質被覆層の下部層として蒸着形成し、その後、TiO層の蒸着形成および還元処理を施さずに、表3に示される条件にて、表6に示される目標層厚で α 型 Al_2O_3 層、改質 α 型 Al_2O_3 層または κ 型 Al_2O_3 層を蒸着形成することにより、比較被覆工具1～13をそれぞれ製造した。

【0024】

ついで、上記の本発明被覆工具1～13と比較被覆工具1～13のうちの、硬質被覆層の上部層として改質 α 型 Al_2O_3 層を蒸着形成した被覆工具について、電界放出型走査電子顕微鏡を用いて、傾斜角度数分布グラフをそれぞれ作成した。

すなわち、上記傾斜角度数分布グラフは、上記の改質 α 型 Al_2O_3 層について、表面研磨面とした状態で、電界放出型走査電子顕微鏡の鏡筒内にセットし、前記研磨面に70度の入射角度で15kVの加速電圧の電子線を1nAの照射電流で、それぞれの前記研磨面の測定範囲内に存在する六方晶結晶格子を有する結晶粒個々に照射して、電子後方散乱回折像装置を用い、 $30\times 50\mu\text{m}$ の領域を $0.1\mu\text{m}/\text{step}$ の間隔で、前記研磨面の法線に対して、前記結晶粒の結晶面である(0001)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、 $0\sim 45$ 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作成した。

【0025】

この結果得られた改質 α 型 Al_2O_3 層の傾斜角度数分布グラフにおいて、表5、6に

10

20

30

40

50

それぞれ示される通り、本発明被覆工具および比較被覆工具の改質 α 型 Al_2O_3 層は、(0001)面の測定傾斜角の分布が、0～45度の範囲内の傾斜角区分に最高ピークが現れる傾斜角度数分布グラフを示した。また、表5、6には、改質 α 型 Al_2O_3 層の傾斜角度数分布グラフにおいて、0～45度の範囲内の傾斜角区分に存在する全傾斜角度数の傾斜角度数分布グラフ全体に占める割合を示した。

なお、図2は、本発明被覆工具11の改質 α 型 Al_2O_3 層の0～45度の傾斜角区分を示す傾斜角度数分布グラフである。

【0026】

また、本発明被覆工具1～13および比較被覆工具1～13の硬質被覆層の構成層の厚さを、走査型電子顕微鏡を用いて測定（縦断面測定）したところ、いずれも目標層厚と実質的に同じ平均層厚（5点測定の平均値）を示した。

10

【0027】

つぎに、上記の本発明被覆工具1～13および比較被覆工具1～13について、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・SCM432の長さ方向等間隔4本縦溝入の丸棒、

切削速度：400 m/min、

切り込み：2.0 mm、

送り：0.45 mm/rev、

切削時間：5分、

の条件（切削条件Aという）での合金鋼の乾式断続高速重切削試験（通常の切削速度および送りは、それぞれ、200 m/min、0.3 mm/rev、）

20

被削材：JIS・S35Cの長さ方向等間隔2本縦溝入の丸棒、

切削速度：380 m/min、

切り込み：3.0 mm、

送り：0.3 mm/rev、

切削時間：5分、

の条件（切削条件Bという）での炭素鋼の乾式断続高速重切削試験（通常の切削速度および切り込みは、それぞれ、200 m/min、1.5 mm、）

被削材：JIS・FCD450の長さ方向等間隔4本縦溝入の丸棒、

切削速度：350 m/min、

切り込み：2.0 mm、

送り：0.5 mm/rev、

切削時間：5分、

の条件（切削条件Cという）でのダクタイル鋳鉄の乾式断続高速重切削試験（通常の切削速度および送りは、それぞれ、180 m/min、0.3 mm/rev、）

30

を行い、いずれの切削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に示した。

【0028】

【表 1】

種 別		配 合 組 成 (質量%)								
		Co	TiC	ZrC	VC	TaC	NbC	Cr ₃ C ₂	TiN	WC
工 具 基 体	A	7	2	—	—	5	1	0.4	1.5	残
	B	5.7	—	—	—	1.5	0.5	—	—	残
	C	5.7	—	—	—	—	—	0.3	—	残
	D	8.5	—	3	—	4	—	—	—	残
	E	12.5	3	—	—	4.5	0.5	—	2.5	残
	F	14	4	—	0.2	—	6	0.8	3	残

10

【0029】

【表 2】

20

種別		配 合 組 成 (質量%)							
		Co	Ni	ZrC	TaC	NbC	Mo ₂ C	WC	TiCN
工 具 基 体	a	13	5	—	10	—	10	16	残
	b	8	7	—	5	—	7.5	—	残
	c	5	—	—	—	—	6	10	残
	d	10	5	—	11	2	—	—	残
	e	9	4	1	8	—	10	10	残
	f	12	5.5	—	10	—	9.5	14.5	残

30

【0030】

【表 3】

硬質被覆層		形成条件 (反応雰囲気、圧力はkPa、温度は°Cを示す)		
種別	形成記号	反応ガス組成 (容量%)	反応雰囲気	
			圧力	温度
TiC層	TiC	TiCl ₄ : 4. 2%, CH ₄ : 8. 5%, H ₂ : 残	7	1020
TiN層(第1層)	TiN	TiCl ₄ : 4. 2%, N ₂ : 30%, H ₂ : 残	30	900
TiN層(その他層)	TiN	TiCl ₄ : 4. 2%, N ₂ : 35%, H ₂ : 残	50	1040
I-TiCN層	I-TiCN	TiCl ₄ : 4. 2%, N ₂ : 20%, CH ₃ CN: 0. 6%, H ₂ : 残	7	900
TiCN層	TiCN	TiCl ₄ : 4. 2%, N ₂ : 20%, CH ₄ : 4%, H ₂ : 残	12	1020
TiCO層	TiCO	TiCl ₄ : 4. 2%, CO: 4%, H ₂ : 残	7	1020
TiCNO層	TiCNO	TiCl ₄ : 4. 2%, CO: 3%, CH ₄ : 3%, N ₂ : 20%, H ₂ : 残	20	1020
TiO層	TiO	TiCl ₄ : 3%, CO ₂ : 10%, Ar: 50%, H ₂ : 残	14	900
α型Al ₂ O ₃ 層	α	AlCl ₃ : 2. 2%, CO ₂ : 5. 5%, HCl: 2. 2%, H ₂ S: 0. 2%, H ₂ : 残	7	1000
改質α型Al ₂ O ₃ 層	α1	AlCl ₃ : 1. 0%, CO ₂ : 0. 1%, HCl: 1. 0%, H ₂ S: 0. 5%, H ₂ : 残	6	1100
	α2	AlCl ₃ : 3. 5%, CO ₂ : 2. 0%, HCl: 0. 3%, H ₂ S: 0. 5%, H ₂ : 残	10	1050
	α3	AlCl ₃ : 5. 0%, CO ₂ : 1. 2%, HCl: 3. 0%, H ₂ S: 1. 0%, H ₂ : 残	6	1050
κ型Al ₂ O ₃ 層	κ	AlCl ₃ : 3. 3%, CO ₂ : 5. 5%, HCl: 2. 2%, H ₂ S: 0. 2%, H ₂ : 残	7	950

【表 4】

処理種別	処理 記号	処理条件(圧力はkPa, 温度は°Cを示す)		
		反応ガス組成 (容量%)	反応雰囲気	
			圧力	温度
還元処理	R-1	CH ₄ :0.3%, H ₂ :残	8	1000
	R-2	CH ₄ :0.5%, H ₂ :残	5	950
	R-3	CH ₄ :0.8%, H ₂ :残	3	900

【0032】

【表 5】

種別	工具 基体 記号	硬質被覆層									
		下部層 (Ti化合物層) (括弧内は目標層厚: μm)					TiO層		上部層		
		第1層	第2層	第3層	第4層	目標 層厚 (μm)	還元 処理 記号	Al ₂ O ₃ 形成 記号	(0001)面 が最高ピーク を示す 傾斜角区分 (度)	0~15度の 傾斜角区分 の度数割合 (%)	目標 層厚 (μm)
1	A	TiN (1)	I-TiCN (17.5)	TiN (1)	TiCNO (0.5)	0.3	R-1	α	—	—	6
2	a	TiCN (1)	I-TiCN (8.5)	TiCO (0.5)	—	0.2	R-3	α	—	—	3
3	B	TiN (1)	I-TiCN (4)	TiC (4)	TiCNO (1)	0.1	R-2	α	—	—	1
4	b	TiC (1)	I-TiCN (9)	—	—	0.5	R-1	α	—	—	7.5
5	C	TiN (1)	I-TiCN (4.5)	TiCNO (0.5)	—	0.2	R-1	α	—	—	10
6	c	TiN (0.5)	I-TiCN (1.5)	TiC (0.5)	TiCNO (0.5)	0.1	R-1	α	—	—	1.5
7	D	TiN (0.5)	I-TiCN (10)	TiC (2)	TiCNO (0.3)	0.5	R-3	α	—	—	12
8	d	TiN (1)	TiCN (19)	—	—	0.1	R-2	α 3	0.5~0.75	81	15
9	E	TiC (0.5)	I-TiCN (9)	TiCO (0.5)	—	0.5	R-3	α 1	14.75~15.0	76	4.5
10	e	TiN (1)	TiC (1)	TiCN (7)	TiCO (1)	0.3	R-1	α 1	14.0~14.25	72	1
11	F	TiN (1)	TiC (1)	I-TiCN (8)	—	0.2	R-1	α 2	10.25~10.5	78	15
12	f	TiC (1)	I-TiCN (4)	TiCNO (1)	—	0.5	R-2	α 2	9.5~9.75	71	6
13	f	TiCN (0.5)	TiC (2)	TiCNO (0.5)	—	0.1	R-2	α 3	0~0.25	73	3

本発明被覆工具

【表 6】

種別	工具 基体 記号	硬質被覆層									
		下部層(Ti化合物層) (括弧内は目標層厚: μm)				TiO層		上部層			目標 層厚 (μm)
		第1層	第2層	第3層	第4層	目標 層厚 (μm)	還元 処理 記号	Al ₂ O ₃ 形成 記号	切刃稜線部以外の領域 (0001)面 が最高ピーク を示す 傾斜角区分 (度)	0~15度の 傾斜角区分 の度数割合 (%)	
比較被覆工具	1	本発明被覆工具1に同じ				-	-	α	-	-	6
	2	本発明被覆工具2に同じ				-	-	α	-	-	3
	3	本発明被覆工具3に同じ				-	-	κ	-	-	1
	4	本発明被覆工具4に同じ				-	-	κ	-	-	7.5
	5	本発明被覆工具5に同じ				-	-	α	-	-	10
	6	本発明被覆工具6に同じ				-	-	α	-	-	1.5
	7	本発明被覆工具7に同じ				-	-	κ	-	-	12
	8	本発明被覆工具8に同じ				-	-	$\alpha 3$	1.0~1.25	77	15
	9	本発明被覆工具9に同じ				-	-	$\alpha 1$	15.25~15.5	72	4.5
	10	本発明被覆工具10に同じ				-	-	$\alpha 1$	14.25~14.5	67	1
	11	本発明被覆工具11に同じ				-	-	$\alpha 2$	10.75~11.0	75	15
	12	本発明被覆工具12に同じ				-	-	$\alpha 2$	10.25~10.5	70	6
	13	本発明被覆工具13に同じ				-	-	$\alpha 3$	0.5~0.75	71	3

【0034】

10

20

30

【表 7】

種 別		逃げ面摩耗幅(mm)			種 別		切削時間(分)		
		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)
本発明被覆工具	1	0.22	0.20	0.17	比較被覆工具	1	2.5	3.0	1.0
	2	0.25	0.24	0.19		2	3.0	3.5	1.5
	3	0.27	0.22	0.20		3	3.5	3.5	1.0
	4	0.24	0.21	0.18		4	2.5	2.0	1.5
	5	0.21	0.24	0.16		5	2.0	2.5	2.0
	6	0.28	0.25	0.21		6	3.5	3.0	1.0
	7	0.18	0.16	0.14		7	2.0	2.5	1.5
	8	0.20	0.21	0.16		8	3.5	4.0	2.5
	9	0.15	0.13	0.12		9	4.0	5.0	3.5
	10	0.23	0.20	0.15		10	4.5	4.0	3.0
	11	0.14	0.13	0.10		11	4.0	4.5	2.5
	12	0.18	0.16	0.11		12	4.5	5.0	3.5
	13	0.11	0.12	0.10		13	4.5	4.5	4.0

(注)比較被覆工具の欄の数値は、チップング、欠損等が原因で、使用寿命に至るまでの切削時間(分)を示す。

【0035】

表5～7に示される結果から、本発明被覆工具1～13は、切刃稜線部の硬質被覆層の上部層が κ 型 Al_2O_3 層で構成され、それ以外の領域(すくい面、逃げ面)の上部層が α 型 Al_2O_3 層あるいは改質 α 型 Al_2O_3 層で構成されていることから、鋼や鋳鉄の切削加工を、高熱発生を伴い切刃に高負荷が作用する高速重切削条件で行っても、すぐれた耐チップング性および耐摩耗性を示す。

これに対して、切刃稜線部を含め全ての領域において上部層が α 型 Al_2O_3 層あるいは改質 α 型 Al_2O_3 層で構成されている比較被覆工具1、2、5、6、8～13においては、切刃稜線部で発生したチップング、欠損が原因で寿命が短く、また、切刃稜線部を含め全ての領域において上部層が κ 型 Al_2O_3 層で構成されている比較被覆工具3、4、7においては、耐摩耗性に劣り、いずれの比較被覆工具も短時間で使用寿命に至ることが明らかである。

【0036】

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通常の条件での連続切削や断続切削は勿論のこと、特に高熱発生を伴い切刃に高負荷が作用する高速重切削でも、すぐれた耐チップング性および耐摩耗性を示し、長期に亘ってすぐれた切削性能を発揮するものであるから、切削装置の高性能化並びに切削加工の省力化および省エネ化、さらに低

コスト化に十分満足に対応できるものである。

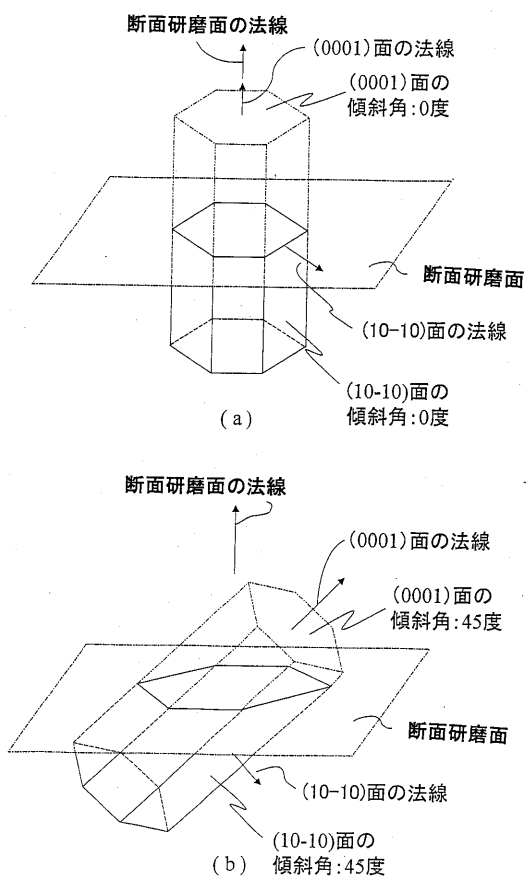
【図面の簡単な説明】

【0037】

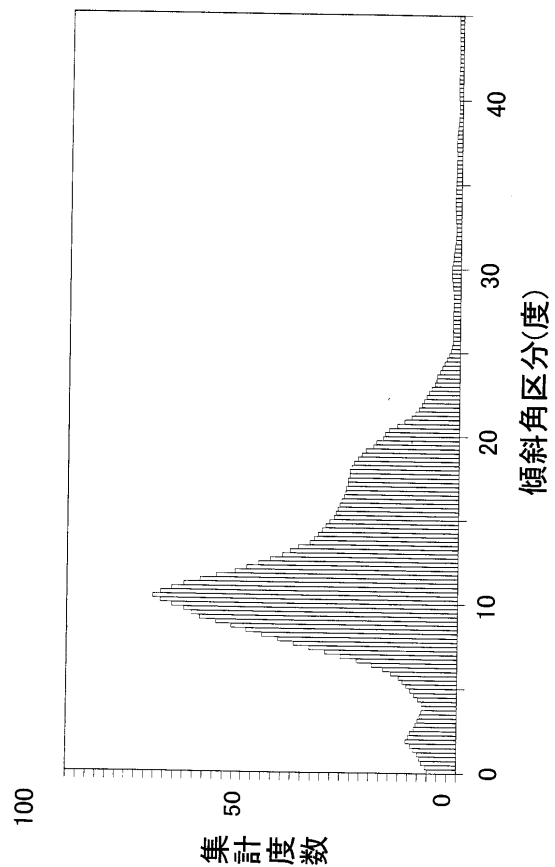
【図1】硬質被覆層の上部層を構成する改質 α 型 Al_2O_3 層について、その結晶粒の(0001)面を測定する場合の傾斜角の測定範囲を示す概略説明図である。

【図2】本発明被覆工具11の硬質被覆層の上部層を構成する改質 α 型 Al_2O_3 層の(0001)面の傾斜角度数分布グラフである。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 石井 剛

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) 3C046 FF03 FF05 FF10 FF13 FF16 FF22 FF25

4K030 AA03 AA05 AA09 AA14 AA18 BA18 BA35 BA36 BA38 BA41

BA43 FA10 JA10 LA22