

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5569739号
(P5569739)

(45) 発行日 平成26年8月13日(2014.8.13)

(24) 登録日 平成26年7月4日(2014.7.4)

(51) Int.Cl.	F I
B 2 3 B 27/14 (2006.01)	B 2 3 B 27/14 A
C 2 3 C 16/30 (2006.01)	C 2 3 C 16/30
C 2 3 C 16/40 (2006.01)	C 2 3 C 16/40

請求項の数 1 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2010-243770 (P2010-243770)	(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22年10月29日(2010.10.29)	(74) 代理人	100139240 弁理士 影山 秀一
(65) 公開番号	特開2012-96302 (P2012-96302A)	(74) 代理人	100076679 弁理士 富田 和夫
(43) 公開日	平成24年5月24日(2012.5.24)	(74) 代理人	100119921 弁理士 三宅 正之
審査請求日	平成25年9月27日(2013.9.27)	(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
(31) 優先権主張番号	特願2009-250199 (P2009-250199)	(72) 発明者	富田 興平 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
(32) 優先日	平成21年10月30日(2009.10.30)		最終頁に続く
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
(31) 優先権主張番号	特願2010-226353 (P2010-226353)		
(32) 優先日	平成22年10月6日(2010.10.6)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

(54) 【発明の名称】耐チップング性にすぐれた表面被覆切削工具

(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、3～20μmの合計平均層厚を有する下部層と1～15μmの平均層厚を有する上部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、

下部層は、Tiの炭化物層、窒化物層、炭窒化物層、炭酸化物層および炭窒酸化物層のうちの1層または2層以上のTi化合物層からなり、また、上部層は、酸化アルミニウム層からなり、上記下部層と上記上部層とが隣接する界面に存在する上記Ti化合物層側の結晶粒の数aと上記酸化アルミニウム層側の結晶粒の数bとの比率 b/a が $4 \leq b/a \leq 20$ を満足し、さらに、上記酸化アルミニウム層直下のTi化合物層の結晶粒の平均粒子径が0.5μm以下であることを特徴とする表面被覆切削工具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、鋼や鋳鉄などの被削材を、高熱発生を伴う高速断続切削条件下で切削加工した場合でも、硬質被覆層がすぐれた層間密着強度を有するため、切刃にチップング(微小欠け)の発生なく、長期の使用に亘ってすぐれた切削性能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】

従来、炭化タングステン基超硬合金製基体（以下、超硬基体という）あるいはTiCN基サーメット基体（以下、サーメット基体という。また、超硬基体とサーメット基体とを総称して、工具基体という）の表面に、

(a) 下部層が、3～20 μmの全体平均層厚を有する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Ti化合物層、

(b) 上部層が、1～15 μmの平均層厚を有し、化学蒸着形成された状態で型の結晶構造を有する酸化アルミニウム（以下、Al₂O₃で示す）層、

上記(a)、(b)からなる硬質被覆層を蒸着形成した被覆工具が広く知られており（例えば、特許文献1）、この被覆工具は、鋼や鋳鉄などの切削加工において、すぐれた耐摩耗性を発揮することが知られている。

10

また、被覆工具の耐欠損性、耐衝撃性、耐摩耗性等を向上させるため、硬質被覆層の下部層を構成するTiCN層の粒子幅を0.01～0.5 μmとした被覆工具も知られている（例えば、特許文献2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特公昭50-14237号公報

【特許文献2】特開2007-260851号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0004】

近年の切削加工の省力化および省エネ化に対する要求は強く、これに伴い、切削加工はますます高速化、高効率化の傾向にあり、その反面、工具寿命の延命化を図るという点から硬質被覆層の厚膜化も求められているが、下部層としてTi化合物層、上部層としてAl₂O₃層からなる硬質被覆層を形成した従来被覆工具を用いて鋼や鋳鉄の高速断続切削加工を行うと、硬質被覆層に微小チップング、層間剥離等を生じ、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。

【課題を解決するための手段】

【0005】

そこで、本発明者らは、被覆工具の耐チップング性、耐剥離性を改善すべく、硬質被覆層の層構造について鋭意研究を行った結果、次のような知見を得た。

30

【0006】

被覆工具の硬質被覆層のうち、TiC層、TiN層、TiCN層、TiCO層およびTiCNO層のうちの1層または2層以上から形成されるTi化合物層からなる下部層は、それ自身の具備するすぐれた高温強度によって硬質被覆層の高温強度向上に寄与し、また、Al₂O₃層からなる上部層は、耐酸化性と熱的安定性にすぐれ、さらに高硬度を有するが、高熱発生を伴い、切刃に高負荷が作用する高速断続切削では、下部層-上部層間の密着強度が十分でないため、これが微小チップング、層間剥離発生の要因となる。

そこで、下部層-上部層の界面密着強度を高めるため、両層の密着界面領域の改質について、数多くの実験を重ねた結果、下部層と上部層とが隣接する界面の結晶粒構造を改善することにより、下部層と上部層の界面密着強度が高められることを見出したのである。

40

具体的には、Al₂O₃層直下のTi化合物層の結晶粒の平均粒子径を0.5 μm以下にすると共に、下部層と上部層とが隣接する界面に存在する下部層側の結晶粒（Ti化合物）の数aと上部層側の結晶粒（Al₂O₃）の数bとの比率 **$\frac{b}{a} \geq 4$** を満足するように下部層および上部層を蒸着形成すると、下部層と上部層との界面に発生する歪みが緩和されることにより、下部層-上部層界面の層間密着性が高められる。

そして、その結果として、高熱発生を伴い、切刃に高負荷が作用する高速断続切削加工においても、チップング、剥離の発生なく、長期の使用に亘って優れた耐摩耗性を発揮することができることを見出したのである。

【0007】

50

本発明は、上記知見に基づいてなされたものであって、
「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、3～20 μmの合計平均層厚を有する下部層と1～15 μmの平均層厚を有する上部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、
下部層は、Tiの炭化物層、窒化物層、炭窒化物層、炭酸化物層および炭窒酸化物層のうち1層または2層以上のTi化合物層からなり、また、上部層は、酸化アルミニウム層からなり、上記下部層と上記上部層とが隣接する界面に存在する上記Ti化合物層側の結晶粒の数aと上記酸化アルミニウム層側の結晶粒の数bとの比率 $\frac{b}{a}$ が $4 \frac{b}{a} \geq 20$ を満足し、さらに、上記酸化アルミニウム層直下のTi化合物層の結晶粒の平均粒子径が0.5 μm以下であることを特徴とする表面被覆切削工具。」
に特徴を有するものである。

10

【0008】

以下に、本発明の被覆工具の硬質被覆層について、詳細に説明する。

(a) 下部層 (Ti化合物層)

Tiの炭化物 (TiC) 層、窒化物 (TiN) 層、炭窒化物 (TiCN) 層、炭酸化物 (TiCO) 層および炭窒酸化物 (TiCNO) 層のうち1層または2層以上からなるTi化合物層は、硬質被覆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の高温強度向上に寄与するが、その合計平均層厚が3 μm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、その合計平均層厚が20 μmを越えると、特に高熱発生を伴う高速断続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

20

となることから、その平均層厚を3～20 μmと定めた。
また、上部層 (Al₂O₃層) 直下のTi化合物層の結晶粒の平均粒子径が0.5 μmを超えると、上部層 (Al₂O₃層) と上部層 Al₂O₃層直下のTi化合物層と層間密着性が低下し、耐チップング性が劣化するため、上部層 (Al₂O₃層) 直下のTi化合物層の結晶粒の平均粒子径は0.5 μm以下と定めた。

ここで、平均粒子径とは、透過型電子顕微鏡の断面観察により超硬基体表面と平行な方向に50 μmに渡って線を引き、Al₂O₃層直下のTi化合物層の結晶粒の結晶粒界との交点を数え、それら線分長さの平均から粒径を求めた。

【0009】

(b) 上部層 (Al₂O₃層)

上部層を構成するAl₂O₃層は、高温硬さおよび耐熱性にすぐれ、高熱発生を伴う高速断続切削加工において、基本的な役割として耐摩耗性を維持する。

Ti化合物層からなる下部層表面に、例えば、以下の手順でAl₂O₃蒸着前処理を行い、ついで、通常条件でAl₂O₃層を成膜することにより、本発明で規定する条件を満足するAl₂O₃層を形成することができる。

Al₂O₃蒸着前処理は以下の4段階からなり、
まず、

《第1段階》

反応ガス (容量%) : AlCl₃ 0.5～2%, 残部Ar、

雰囲気圧力 : 30～100 Torr、

処理温度 : 750～1000、

処理時間 : 1～3 min.、

の条件で下部層の表面改質を行った後、

《第2段階》

雰囲気圧力 : 30～100 Torr、

雰囲気温度 : 750～1000、

に維持した状態で、1～3分間、Arガスで炉内ガスをパージし、

《第3段階》

反応ガス (容量%) : CO₂ 1～10%, 残部Ar、

雰囲気圧力 : 30～100 Torr、

30

40

50

処理温度： 750 ~ 1000、

処理時間： 5 ~ 20 min、

の条件（但し、時間の経過とともに、反応ガス中のCO₂の含有割合を徐々に減少させる）で酸化処理を行い、

《第4段階》

雰囲気圧力： 30 ~ 100 Torr、

雰囲気温度： 750 ~ 1000、

に維持した状態で、1 ~ 3分間、Arガスで炉内ガスをパージする。

【0010】

上記4段階のAl₂O₃蒸着前処理を行った後、通常の成膜法でAl₂O₃層を成膜することにより、本発明で規定する条件を満足するAl₂O₃層、即ち、工具基体表面に垂直方向な断面における下部層（Ti化合物層）と上部層（Al₂O₃層）とが隣接する界面に存在する下部層側のTi化合物結晶粒の数aと上部層側のAl₂O₃結晶粒の数bとの比率b/aを求めた場合に、b/aが4以上で20以下となる界面形態を備えた上部層を蒸着形成することができる。

10

ここで、下部層（Ti化合物層）と上部層（Al₂O₃層）とが隣接する界面に存在する下部層側のTi化合物結晶粒の数aと上部層側のAl₂O₃結晶粒の数bの測定は、下部層 - 上部層との界面10箇所について、透過型電子顕微鏡を用い、50000倍の暗視野観察による断面測定を行い、超硬基体表面に平行な直線距離を測定幅25μmとし、その範囲に存在するAl₂O₃粒子と界面を有しているTi化合物粒子の数およびTi化合物粒子と界面を有しているAl₂O₃粒子の数のそれぞれをカウントすることにより、求めることができる。

20

上記a, bの比の値b/aについて、b/aが4未満である場合には、下部層 - 上部層界面におけるミスフィットを十分に緩和することができなくなり、一方、b/aが20を超えると、Al₂O₃内の粒子間歪みが増大し、すぐれた層間密着性を発揮し得なくなるため、b/aは、 $4 \leq b/a \leq 20$ と定めた。

このような界面形態を備えた上部層と下部層からなる本発明の硬質被覆層は、界面歪みが緩和されることによって、すぐれた層間密着性を有するようになり、高速断続切削加工における微小チップングの発生、剥離の発生を抑制するようになる。

上部層の平均層厚が1μm未満では、長期の使用に亘って耐摩耗性を十分に発揮することができず、工具寿命の短命化を招き、一方、上部層の平均層厚が15μmを超えると、切削部にチップング、欠損、剥離等が発生し易くなることから、上部層の平均層厚は、1 ~ 15μmと定めた。

30

【発明の効果】

【0011】

本発明の被覆工具は、硬質被覆層として、Ti化合物層からなる下部層とAl₂O₃層からなる上部層を蒸着形成したものにおいて、下部層と上部層との隣接界面に存在する下部層側のTi化合物結晶粒の数aと上部層側のAl₂O₃結晶粒の数bとの比率b/aが $4 \leq b/a \leq 20$ を満足する界面構造を構成し、さらに、上部層（Al₂O₃層）直下のTi化合物層の結晶粒の平均粒子径を0.5μm以下としていることから、特に、下部層と上部層間の層間密着性が高められ、その結果、例えば鋼や鋳鉄などの、高熱発生を伴い、切削に高負荷が作用する高速断続切削加工に用いた場合でも、硬質被覆層がすぐれた層間密着強度を有するため、切削に微小チップング、剥離等の発生なく、長期の使用に亘ってすぐれた耐摩耗性を発揮することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明被覆工具6の下部層と上部層との界面の透過型電子顕微鏡写真より作成した界面構造模式図とa, b, b/aの値を示す。

【図2】従来被覆工具8の下部層と上部層との界面の透過型電子顕微鏡写真より作成した界面構造模式図とa, b, b/aの値を示す。

50

【発明を実施するための形態】

【0013】

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】

【0014】

原料粉末として、いずれも2～4 μm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、Ta₂N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、98 MPa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5 Paの真空中、1370～1470 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 mmのホーニング加工を施すことによりISO・CNMG160412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。

10

【0015】

また、原料粉末として、いずれも0.5～2 μmの平均粒径を有するTiCN（質量比でTiC/TiN=50/50）粉末、Mo₂C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、98 MPaの圧力で圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を1.3 kPaの窒素雰囲気中、温度：1540 に1時間保持の条件で焼結し、焼結後、切刃部分にR：0.07 mmのホーニング加工を施すことによりISO規格・CNMG160412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。

20

【0016】

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6に示される組み合わせおよび目標層厚で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、表4に示される条件にて、下部層の表面にAl₂O₃蒸着前処理を施し、

30

ついで、表3に示される条件にて、表5に示される組み合わせおよび目標層厚で、Al₂O₃層を上部層として蒸着形成する、

ことにより本発明被覆工具1～13をそれぞれ製造した。

【0017】

また、比較の目的で、下部層の表面にAl₂O₃蒸着前処理を施さない以外は、本発明被覆工具1～13と全く同様にして、下部層（Ti化合物層）および上部層（Al₂O₃層）を蒸着形成することにより、表6に示される従来被覆工具1～13をそれぞれ製造した。

【0018】

次に、上記の本発明被覆工具1～13と従来被覆工具1～13の硬質被覆層の下部層と上部層との界面近傍10箇所について、透過型電子顕微鏡（50000倍）による暗視野観察による断面測定を行い、超硬基体表面に平行な直線距離を測定幅25 μmとし、その範囲に存在するAl₂O₃粒子と界面を有しているTi化合物粒子の数aおよびTi化合物粒子と界面を有しているAl₂O₃粒子の数bをカウントし、b/aの値を求めた。

40

表5に、上記で求めたa、b、b/aの値を示す。

【0019】

図1には、本発明被覆工具6の下部層と上部層との界面の透過型電子顕微鏡写真より作成した界面構造模式図とa、b、b/aの値を示す。

図2には、従来被覆工具8の下部層と上部層との界面の透過型電子顕微鏡写真より作成した界面構造模式図とa、b、b/aの値を示す。

50

【0020】

また、本発明被覆工具1～13および従来被覆工具1～13の硬質被覆層の下部層のTi化合物について、透過型電子顕微鏡の断面観察により超硬基体表面と平行な方向に50μmにわたって線を引き、上部層(Al₂O₃層)直下のTi化合物層の結晶粒の結晶粒界との交点を数え、それら線分長さの平均から平均粒子径を求めた。

表5に、測定した平均粒子径を示す。

【0021】

さらに、本発明被覆工具1～13および従来被覆工具1～13の硬質被覆層の各構成層の厚さを、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

【0022】

つぎに、上記の本発明被覆工具1～13および従来被覆工具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、

[切削条件A]

被削材：JIS・SNCM420の長さ方向等間隔4本縦溝入の丸棒、

切削速度：375m/min、

切り込み：2.4mm、

送り：0.22mm/rev、

切削時間：5分、

の条件でのニッケルクロムモリブデン鋼の乾式高速断続切削試験(通常の切削速度は200m/min)、

20

[切削条件B]

被削材：JIS・FCD500の長さ方向等間隔4本縦溝入の丸棒、

切削速度：365m/min、

切り込み：2.45mm、

送り：0.31mm/rev、

切削時間：5分、

の条件での鋳鉄の乾式高速断続切削試験(通常の切削速度は180m/min)、

[切削条件C]

被削材：JIS・S30Cの長さ方向等間隔4本縦溝入の丸棒、

切削速度：370m/min、

切り込み：1.55mm、

送り：0.47mm/rev、

切削時間：5分、

の条件での炭素鋼の乾式高速断続切削試験(通常の切削速度は250m/min)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。

30

この測定結果を表7に示した。

【0023】

【表 1】

種別		配合組成 (質量%)									
		Co	TiC	ZrC	VC	TaC	NbC	Cr ₃ C ₂	TiN	TaN	WC
工 具 基 体	A	7	-	-	-	-	-	-	-	-	残
	B	5.7	-	-	-	1.5	0.5	-	1.2	-	残
	C	5.7	2.3	-	-	-	-	1	-	-	残
	D	8.5	-	0.5	-	-	-	0.5	-	-	残
	E	12.5	2	-	-	-	-	-	1	2	残
	F	9.8	-	-	0.2	-	4	0.8	-	-	残

10

【0024】

【表 2】

種別		配合組成 (質量%)							
		Co	Ni	ZrC	TaC	NbC	Mo ₂ C	WC	TiCN
工 具 基 体	a	12	6	-	10	-	10	16	残
	b	7	7	-	5	-	7.5	-	残
	c	5	-	-	-	1	6	10	残
	d	9	6	-	11	2	-	-	残
	e	8	5	1	8	-	10	10	残
	f	11	6.5	-	10	-	9.5	14.5	残

20

30

【0025】

40

硬質被覆層		組成(数字は原子比を示す)	形成条件 (反応雰囲気、圧力はkPa, 温度は°Cを示す)	
種別	反応ガス組成 (容量%)		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(その他の層)	TiN		TiCl ₄ :4.2%, N ₂ :35%, H ₂ :残	50 1040
I-TiC _{0.5} N _{0.5} 層	TiC _{0.5} N _{0.5}		TiCl ₄ :4.2%, N ₂ :20%, CH ₃ CN:0.6%, H ₂ :残	7 900
TiCN層	TiC _{0.5} N _{0.5}		TiCl ₄ :4.2%, N ₂ :20%, CH ₄ :4%, H ₂ :残	12 1020
TiCO層	TiC _{0.5} O _{0.5}		TiCl ₄ :4.2%, CO:4%, H ₂ :残	7 1020
TiCNO層	TiC _{0.3} N _{0.3} O _{0.4}		TiCl ₄ :4.2%, CO:3%, CH ₄ :3%, N ₂ :20%, H ₂ :残	20 1020
Al ₂ O ₃ 層	-		AlCl ₃ :3%, CO ₂ :6%, HCl:8%, H ₂ S:0.4%, H ₂ :残	7 1000

【表4】

前処理条件		Al ₂ O ₃ 蒸着前処理記号			
		A	B	C	D
第1段階	反応ガス (容量%)	AlCl ₃ : 1%, Ar: 残	AlCl ₃ : 0.5%, Ar: 残	AlCl ₃ : 2%, Ar: 残	AlCl ₃ : 1.5%, Ar: 残
	雰囲気圧力 (Torr)	50	100	30	75
	処理温度 (°C)	1000	800	750	900
	処理時間 (min)	2	3	1	2
第2段階	反応ガス (容量%)	Ar	Ar	Ar	Ar
	雰囲気圧力 (Torr)	50	100	30	75
	処理温度 (°C)	1000	750	800	900
	処理時間 (min)	2	3	1	2
第3段階	反応ガス (容量%)	CO ₂ : 5→1%, Ar: 残	CO ₂ : 10→1%, Ar: 残	CO ₂ : 3→1%, Ar: 残	CO ₂ : 8→4%, Ar: 残
	雰囲気圧力 (Torr)	50	100	30	75
	処理温度 (°C)	1000	750	800	900
	処理時間 (min)	10	5	20	15
第4段階	反応ガス (容量%)	Ar	Ar	Ar	Ar
	雰囲気圧力 (Torr)	50	100	75	30
	処理温度 (°C)	1000	750	900	800
	処理時間 (min)	2	3	1	2

10

20

30

40

【0027】

【表5】

種別	工具 基体 記号	硬質被覆層										
		下部層					上部層		下部層-上部層界面			
		第1層 (μm)	第2層 (μm)	第3層 (μm)	第4層 (μm)	上部層 直下の 結晶粒 の平均 粒子径 (μm)	目標 層厚 (μm)	前処理 記号	a の値	b の値	b/a の値	
本 発 明 被 覆 工 具	1	a	TiN (1)	I-TiCN (17.5)	TiN (1)	TiCNO (0.5)	0.35	7	A	63	948	15
	2	A	TiCN (1)	I-TiCN (8.5)	TiCO (0.5)	—	0.38	7	A	58	810	14
	3	b	TiN (1)	I-TiCN (4)	TiC (4)	TiCNO (1)	0.32	1	C	68	477	7
	4	B	TiC (1)	I-TiCN (9)	—	—	0.5	10	B	50	515	10
	5	c	TiN (1)	I-TiCN (4.5)	TiCNO (0.5)	—	0.28	5	D	78	482	6
	6	C	TiN (0.5)	I-TiCN (1.5)	TiC (0.5)	TiCNO (0.5)	0.21	15	D	100	400	4
	7	d	TiN (0.5)	I-TiCN (10)	TiC (2)	TiCNO (0.3)	0.4	8	B	57	699	12
	8	D	TiN (1)	TiCN (19)	—	—	0.45	3	C	72	751	10
	9	e	TiC (0.5)	I-TiCN (9)	TiCO (0.5)	—	0.27	3	C	83	465	6
	10	E	TiN (1)	TiC (1)	TiCN (7)	TiCO (1)	0.33	10	B	66	884	13
	11	f	TiN (1)	TiC (1)	I-TiCN (8)	—	0.39	12	A	57	1140	20
	12	F	TiC (1)	I-TiCN (4)	TiCNO (1)	—	0.41	9	D	56	311	6
	13	D	TiCN (0.5)	TiC (2)	TiCNO (0.5)	—	0.32	12	A	64	1052	16

(なお、下部層の欄の括弧内数字は目標層厚。)

【0028】

10

20

30

【表6】

種別	工具 基体 記号	硬質被覆層								
		下部層					上部層		下部層-上部層界面	
		第1層 (μm)	第2層 (μm)	第3層 (μm)	第4層 (μm)	上部層 直下の 結晶粒 の平均 粒子径 (μm)	目標 層厚 (μm)	前処理 記号	a の値	b の値
従 来 被 覆 工 具	1	本発明被覆工具1に同じ					—	66	220	3
	2	本発明被覆工具2に同じ					—	54	171	3
	3	本発明被覆工具3に同じ					—	64	144	2
	4	本発明被覆工具4に同じ					—	53	155	3
	5	本発明被覆工具5に同じ					—	81	156	2
	6	本発明被覆工具6に同じ					—	110	94	1
	7	本発明被覆工具7に同じ					—	64	184	3
	8	本発明被覆工具8に同じ					—	71	155	2
	9	本発明被覆工具9に同じ					—	80	171	2
	10	本発明被覆工具10に同じ					—	65	69	1
	11	本発明被覆工具11に同じ					—	58	123	2
	12	本発明被覆工具12に同じ					—	62	188	3
	13	本発明被覆工具13に同じ					—	71	119	2

10

20

30

【0029】

【表 7】

種 別	逃げ面摩耗幅(mm)			種 別	切削試験結果(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	0.12	0.14	0.11	従来被覆工具	1	2.7	2.5	2.8
	2	0.13	0.13	0.12		2	2.5	2.3	2.5
	3	0.22	0.23	0.22		3	1.7	1.5	1.7
	4	0.15	0.15	0.14		4	2.2	2.1	2.1
	5	0.24	0.23	0.23		5	1.6	1.6	1.5
	6	0.27	0.30	0.27		6	1.3	1.1	1.2
	7	0.14	0.16	0.14		7	2.4	2.4	2.2
	8	0.13	0.15	0.15		8	2.3	2.1	2.0
	9	0.22	0.23	0.22		9	1.9	1.8	1.9
	10	0.13	0.14	0.14		10	2.5	2.4	2.4
	11	0.12	0.12	0.10		11	2.7	2.8	2.8
	12	0.21	0.23	0.20		12	1.5	1.4	1.5
	13	0.14	0.13	0.11		13	2.3	2.3	2.2

(表中、従来被覆工具の切削試験結果は、硬質被覆層に発生した微小チップング、欠損、剥離等が原因で使用寿命に至るまでの切削時間(分)を示す)

【0030】

表5～7に示される結果から、本発明被覆工具1～13は、下部層と上部層との隣接界面に存在する下部層側のTi化合物結晶粒の数aと上部層側のAl₂O₃結晶粒の数bとの比率b/aが4 $\frac{b}{a}$ 20を満足する界面構造を構成し、さらに、上部層(Al₂O₃層)直下のTi化合物層の結晶粒の平均粒子径を0.5μm以下としていることから、特に、下部層と上部層間の層間密着性が高められ、その結果、高熱発生を伴い、切刃に高負荷が作用する高速断続切削加工に用いた場合でも、硬質被覆層がすぐれた層間密着強度を有するため、切刃に微小チップング、剥離等の発生なく、長期の使用に亘ってすぐれた耐摩耗性を発揮することができる。

しかるに、硬質被覆層の下部層と上部層との間に本発明のような界面構造が形成されていない従来被覆工具1～13においては、高速断続切削条件下では、硬質被覆層の層間密着強度が不十分であるために、硬質被覆層に微小チップング、欠損、剥離等が発生し、比較的短時間で使用寿命に至ることが明らかである。

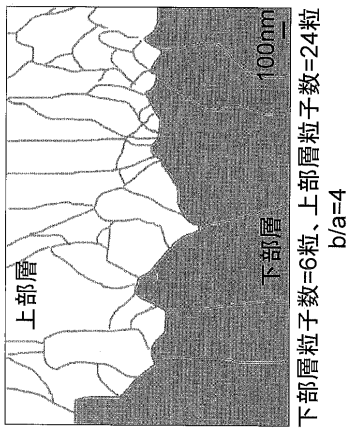
【産業上の利用可能性】

【0031】

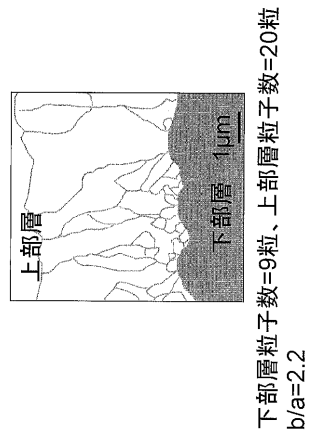
上述のように、本発明の被覆工具は、特に高い発熱を伴い切刃に対して高負荷が作用する高速断続切削加工においてすぐれた耐チップング性、耐摩耗性を示し、長期の使用に亘

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、さらに低コスト化が十分期待できるものである。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

- (72)発明者 中村 恵滋
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 長田 晃
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

審査官 山本 忠博

- (56)参考文献 特開2009-166193(JP,A)
特開平5-69204(JP,A)
国際公開第2005/092608(WO,A1)
特開2007-260851(JP,A)
米国特許第5958569(US,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23B 27/14,
C23C 16/30, 16/40