(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2017-113860
(P2017-113860A)
(43)公開日　平成29年6月29日(2017.6.29)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
B23B 27/14	(2006.01)	B23B	27/14	A	3C046
C23C 16/30	(2006.01)	C23C	16/30		4K030

審査請求 未請求　請求項の数 4　ＯＬ　（全 17 頁）

(21)出願番号　特願2015-254536 (P2015-254536)
(22)出願日　平成27年12月25日 (2015.12.25)

(71)出願人　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
(74)代理人　100139240
弁理士　影山　秀一
(74)代理人　100113826
弁理士　倉地　保幸
(72)発明者　山口　亮介
東京都千代田区大手町一丁目３番２号　三菱マテリアル株式会社　加工事業カンパニー内
(72)発明者　村上　晃浩
東京都千代田区大手町一丁目３番２号　三菱マテリアル株式会社　加工事業カンパニー内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】表面被覆切削工具

(57)【要約】
【課題】耐溶着性、耐チッピング性、耐欠損性にすぐれ、かつ、コーナー識別性を備える表面被覆切削工具を提供する。
【解決手段】工具基体の表面に、少なくとも下部層と上部層とを含む硬質被覆層が形成された表面被覆切削工具において、下部層はＴｉ化合物層からなり、前記表面被覆切削工具のすくい面には、下部層と、該下部層の表面に設けられたAl_2O_3層からなる硬質被覆層が形成されており、前記すくい面の表面粗さＲａは０．２５μｍ以下であり、前記表面被覆切削工具の逃げ面には、前記下部層と、該下部層の表面に設けられたAl_2O_3層からなる硬質被覆層が形成され、かつ、逃げ面においては、前記Al_2O_3層の最表面に、ＴｉＮ相とAl_2O_3相との混合相あるいはＴｉＮＯ相とAl_2O_3相との混合相が形成され、前記混合相に占めるＴｉＮ相あるいはＴｉＮＯ相の面積割合は、２０～８０面積％であって、前記逃げ面の表面粗さＲａは０．３０μｍ以下である表面被覆切削工具。
【選択図】　なし

【特許請求の範囲】
【請求項１】
ＷＣ基超硬合金またはＴｉＣＮ基サーメットからなる工具基体の表面に、少なくとも下部層と上部層とを含む硬質被覆層が形成されている表面被覆切削工具において、
（ａ）前記硬質被覆層の下部層は、ＴｉＣ層、ＴｉＮ層、ＴｉＣＮ層、ＴｉＣＯ層およびＴｉＣＮＯ層のうちの１層または２層以上からなり、
（ｂ）前記表面被覆切削工具のすくい面には、前記下部層と、該下部層の表面に設けられた上部層のAl_2O_3層からなる硬質被覆層が形成されており、前記すくい面の表面粗さＲａは０．２５μｍ以下であり、
（ｃ）前記表面被覆切削工具の逃げ面には、前記下部層と、該下部層の表面に設けられた上部層のAl_2O_3層からなる硬質被覆層が形成されており、前記Al_2O_3層の最表面に、ＴｉＮ相とAl_2O_3相との混合相あるいはＴｉＮＯ相とAl_2O_3相との混合相が形成されており、前記逃げ面の表面粗さＲａは０．３０μｍ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】
請求項１に記載の表面被覆切削工具において、前記混合相に占めるＴｉＮ相あるいはＴｉＮＯ相の面積割合は、２０～８０面積％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。
【請求項３】
請求項１または２に記載の表面被覆切削工具において、すくい面の上部層である前記Al_2O_3層の最表面には、５面積％以下のＴｉＮ相あるいはＴｉＮＯ相が存在することを特徴とする請求項１または２に記載の表面被覆切削工具。
【請求項４】
請求項１乃至３のいずれか一項に記載の表面被覆切削工具において、前記下部層として少なくとも１層のＴｉＣＮ層が形成されており、すくい面のＴｉＣＮ層は５０～３５０ＭＰａの残留応力を有し、逃げ面のＴｉＣＮ層は４００～６００ＭＰａの残留応力を有し、また、すくい面の前記Al_2O_3層は１０～３００ＭＰａの引張残留応力を有し、逃げ面の前記Al_2O_3層は３５０～６００ＭＰａの引張残留応力を有することを特徴とする請求項１乃至３のいずれか一項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、炭素鋼や合金鋼等の切削加工において、耐溶着性、耐チッピング性にすぐれ、さらに、コーナー識別性をも備えた表面被覆切削工具(以下、単に「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（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、また、上部層として、α型結晶構造を有するAl_2O_3層からなる硬質被覆層を設けた被覆工具が知られている。
そして、前記硬質被覆層を形成した被覆工具の切削性能を高めるために、従来から種々の提案がなされている。
【０００３】
例えば、特許文献１では、Ｔｉ化合物層からなる下部層とAl_2O_3層からなる上部層が形成された被覆工具において、上部層の全面に、ＴｉＮ層で構成された研磨材層を化学蒸着で形成した後、工具取り付け孔周辺部の前記研磨材層を残して、ウエットブラスト処理

を施すことにより、上部層を構成するAl_2O_3層の表面を研磨して、前記Al_2O_3層の切刃稜線部を含むすくい面および逃げ面の表面粗さをＲａ：０．２μｍ以下とすることによって、高速切削加工における耐チッピング性を向上させることが提案されている。
なお、ウエットブラスト処理を施すことによって、被覆工具の硬質被覆層表面を平滑化することは、例えば、特許文献２、特許文献３に示されるように、既に知られている技術である。

【０００４】

また、被覆工具のコーナー識別性（被覆工具のコーナーの使用前後の識別，未使用・使用済の判別）を付与するために、硬質被覆層の最表面に黄金色の色調を有するＴｉＮ層を蒸着形成した被覆工具も提案されている。
すなわち、コーナー識別性（被覆工具の使用前後の識別）を備えた被覆工具によれば、使用済みコーナーは、黄金色（ＴｉＮ層の色調）から、黒灰色あるいは黒色（Al_2O_3層の呈する色調）に変化するため、肉眼によって色調変化を知ることができ、これにより、使用済みコーナーであるか未使用コーナーであるかを容易に判別することができるからである。

【０００５】

コーナー識別性を備えた被覆工具として、例えば、特許文献４には、被覆工具の硬質被覆層を少なくとも２層で構成し、該２層は、最外層をＭｅＣｘＮｙＯｚ層とし、その内側の層は微細粒組織のAl_2O_3層であり、該２層を形成した後、ブラッシング処理あるいはブラスト処理を施すことによって、最外層のＭｅＣｘＮｙＯｚ層を少なくともエッジラインに沿って取り除き、一方、逃げ面上のＭｅＣｘＮｙＯｚ層については、そのまま逃げ面上に残留させることにより、被覆工具にコーナー識別性を付与することが提案されている。

【０００６】

また、特許文献５には、工具基体の少なくともすくい面には基層（例えば、Al_2O_3層）を設け、工具の逃げ面には使用状態表示層（例えば、ＴｉＮ層）を形成したコーナー識別性を有する被覆工具が提案されており、さらに、このような被覆工具を製造する方法の一つとして、工具基体の全表面に基層（例えば、Al_2O_3層）を形成し、該基層（例えば、Al_2O_3層）上に使用状態表示層（例えば、ＴｉＮ層）をコーティングし、その後、ブラシ掛け、サンドブラスト加工等によって、すくい面の使用状態表示層（例えば、ＴｉＮ層）を除去することが提案されている(段落００２１)。

【０００７】

また、特許文献６には、工具基体の本体上に基層（例えば、Al_2O_3層）を設け、該基層上の部分には基層とは異なった色の使用状態表示層を設け、該使用状態表示層は、逃げ面上であって、刃先稜線に対して垂直方向に０．２ｍｍ以上３．０ｍｍの距離をもって広がった領域（Ａ１）を除く領域（Ａ２）の全面または部分の基層上に形成すること、前記領域（Ａ１）における基層は、絶対値で０．１ＧＰａ以上圧縮残留応力を有すること、前記領域（Ａ１）の面粗度ＲａをＡμｍ、前記領域（Ａ２）の面粗度ＲａをＢμｍとした場合、１．０＞Ａ／Ｂとすることが提案されている。また、基層への圧縮残留応力は、例えば、ブラスト法によって付与すること、さらに、領域（Ａ１）を除く領域（Ａ２）に使用状態表示層を形成する手段として、ブラシ操作、ブラスト加工を採用することによって、刃先稜線の平滑化を図り得ることが提案されている。

【０００８】

また、特許文献７には、刃先近傍の最外層を研磨することで、鋭利なAl_2O_3層表面の凸状部分が平坦に研磨されて島状に分布させ、それらの間に研磨されていないＴｉＮからなる最外層を存在させることが提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００９】

【特許文献１】特許第４８８８６８８号公報

【特許文献２】特開２００６－２３１５１２号公報
【特許文献３】特開２００７－１５２４７７号公報
【特許文献４】特開平８－５２６０３号公報
【特許文献５】特開２００２－１４４１０８号公報
【特許文献６】国際公開第２００６／０４６４６２号
【特許文献７】特開２００１－９６０５号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１０】
前記特許文献１に示される被覆工具においては、ウエットブラスト処理によって、切刃稜線部を含むすくい面および逃げ面の表面平滑性を高めることができるので、すぐれた耐溶着性、耐チッピング性を発揮するが、コーナー識別機能を備えていないため、使用済みコーナーと未使用コーナーを判別することが困難である。
一方、前記特許文献４に示される被覆工具においては、逃げ面上にＭｅＣｘＮｙＯｚ層を残しており、また、前記特許文献５に示される被覆工具においては、逃げ面上に使用状態表示層（例えば、ＴｉＮ層）を残しているため、コーナーの使用・不使用を識別することは可能であるが、逃げ面の表面平滑性に劣るとともに、Al_2O_3層の引張残留応力の低減も十分ではないため、耐溶着性、耐チッピング性が満足できるものではない。
前記特許文献６に示される被覆工具においては、刃先稜線に対して垂直方向に０．２ｍｍ以上３．０ｍｍの距離をもって広がった領域（Ａ１）は、領域（Ａ１）の面粗度は領域（Ａ２）の面粗度より小さいため、被削材の表面平滑性を害することはないものの、使用状態表示層をそのＡ２領域のみに精度良く形成することは困難である。
さらに、特許文献７に示される被覆工具においては、すくい面にＴｉＮを残していることから耐チッピング性が満足できるものでなく、また、切屑の接触のみしか考慮していないために、摩耗量によっては被削材との接触部分は切刃近傍を超えて被削材表面に荒れが発生することになる。
そこで、被覆工具として、被削材の表面平滑性を害することがなく、耐溶着性、耐チッピング性、耐欠損性にすぐれた切削性能を有すると同時に、コーナーの使用・不使用を容易に識別可能とした被覆工具が求められている。
【課題を解決するための手段】
【００１１】
本発明者等は、被削材の表面平滑性を害することがなく、耐溶着性、耐チッピング性、耐欠損性という切削性能を向上させるとともに、コーナーの使用・不使用を容易に識別することができる硬質被覆層の構造について鋭意研究を重ねた結果、次のような知見を得た。
【００１２】
即ち、工具基体表面に、硬質被覆層として少なくともAl_2O_3層を被覆形成した被覆工具において、すくい面の最表面の主体を前記Al_2O_3層で構成し、一方、逃げ面の最表面を、平滑な、ＴｉＮ相とAl_2O_3相との混合相あるいはＴｉＮＯ相とAl_2O_3相との混合相として形成した場合には、被削材の表面平滑性や、耐溶着性、耐チッピング性、耐欠損性を損なうことなく、しかも、コーナーの使用・不使用を容易に識別し得ることを見出したのである。
つまり、本発明の被覆工具によれば、逃げ面に形成された硬質被覆層の最表面は、平滑な、ＴｉＮ相とAl_2O_3相との混合相あるいはＴｉＮＯ相とAl_2O_3相との混合相として構成されているため、未使用のコーナー部は黄金色（ＴｉＮ相の呈する色調）あるいはクリーム色（ＴｉＮＯ相の呈する色調）を呈しており、使用後は黒灰色あるいは黒色（Al_2O_3層の呈する色調）に変化するため、色調変化を知ることによって、使用済みコーナーであるか未使用コーナーであるかを容易にかつ確実に判別することができる。
なお、本発明においては、逃げ面の全ての最表面を前記混合相で構成することは必要とされず、コーナーの使用・不使用を識別するに足る箇所、即ち、一部の逃げ面の最表面が前

記混合相で形成されていてもよい。
【００１３】
そして、前記ＴｉＮ相とＡｌ$_2$Ｏ$_3$相との混合相あるいはＴｉＮＯ相とＡｌ$_2$Ｏ$_3$相との混合相は、例えば、工具基体のすくい面及び逃げ面に少なくともＡｌ$_2$Ｏ$_3$層を形成し、該Ａｌ$_2$Ｏ$_3$層表面に、ＴｉＮ層あるいはＴｉＮＯ層を形成し、次いで、すくい面からはＴｉＮ層あるいはＴｉＮＯ層のほとんど全てを除去して、すくい面の最表面のＴｉＮ相あるいはＴｉＮＯ相の残存率を５面積％以下とし、一方、逃げ面については、形成されたＴｉＮ層あるいはＴｉＮＯ層の少なくとも一部を除去することによって、逃げ面の最表面にＴｉＮ相とＡｌ$_2$Ｏ$_3$相との混合相あるいはＴｉＮＯ相とＡｌ$_2$Ｏ$_3$相との混合相を形成することができる。
前記すくい面におけるＴｉＮ層あるいはＴｉＮＯ層のほとんど全てを除去する方法、また、逃げ面についてのＴｉＮ層あるいはＴｉＮＯ層の一部を除去する方法については、例えば、特許文献３に示されるブラスト処理装置を使用して行うことができる。
すなわち、すくい面に対するブラスト条件と切れ刃稜線を含む逃げ面に対するブラスト条件を個別に調整することによって、すくい面の硬質被覆層における最表面はＡｌ$_2$Ｏ$_3$層主体で構成（すくい面の硬質被覆層の最表面に残存するＴｉＮ相あるいはＴｉＮＯ相の面積割合が５面積％以下であれば可）し、一方、逃げ面においては、ＴｉＮ相とＡｌ$_2$Ｏ$_3$相との混合相あるいはＴｉＮＯ相とＡｌ$_2$Ｏ$_3$相との混合相を硬質被覆層の最表面として構成することができる。
そして、逃げ面の最表面として、平滑な、ＴｉＮ相とＡｌ$_2$Ｏ$_3$相との混合相あるいはＴｉＮＯ相とＡｌ$_2$Ｏ$_3$相との混合相が形成されることによって、被削材の表面平滑性を向上させ、また、これらの混合相の色調変化から、使用済のコーナーであるか未使用のコーナーであるかを容易に判別することができる。
【００１４】
また、すくい面については、ＴｉＮ層あるいはＴｉＮＯ層の除去ばかりでなく、ブラスト条件を調整することにより、Ａｌ$_2$Ｏ$_3$層の表面平滑性を高めることにより、耐溶着性を向上させることができ、さらに、残留応力の低減を図ることができるため、耐チッピング性と耐欠損性を向上させることができる。
一方、逃げ面については、ブラスト処理によって形成されるＴｉＮ相とＡｌ$_2$Ｏ$_3$相との混合相あるいはＴｉＮＯ相とＡｌ$_2$Ｏ$_3$相との混合相によって、コーナー識別性が高められることに加え、ＴｉＮ層あるいはＴｉＮＯ層が逃げ面にそのまま存在する場合に比して、ブラスト処理でＴｉＮ層あるいはＴｉＮＯ層を除去することによって、逃げ面の表面平滑性を高めることができ、これによって被削材の表面平滑性を改善することができる。
【００１５】
したがって、本発明の被覆工具は、すくい面が、耐溶着性、耐チッピング性にすぐれ、また、逃げ面は、被削材の表面平滑性およびコーナー識別性にすぐれることから、長期の使用にわたって、すぐれた切削性能を発揮するとともに、インサートのコーナー切替えに際しても、コーナーの色調変化によって使用済コーナーと未使用コーナーを容易にかつ確実に判別することができるのである。
【００１６】
本発明は、上記の知見に基づいてなされたものであって、
「（１）　ＷＣ基超硬合金またはＴｉＣＮ基サーメットからなる工具基体の表面に、少なくとも下部層と上部層とを含む硬質被覆層が形成されている表面被覆切削工具において、
（ａ）前記硬質被覆層の下部層は、ＴｉＣ層、ＴｉＮ層、ＴｉＣＮ層、ＴｉＣＯ層およびＴｉＣＮＯ層のうちの１層または２層以上からなり、
（ｂ）前記表面被覆切削工具のすくい面には、前記下部層と、該下部層の表面に設けられた上部層のＡｌ$_2$Ｏ$_3$層からなる硬質被覆層が形成されており、前記すくい面の表面粗さＲａは０．２５μｍ以下であり、
（ｃ）前記表面被覆切削工具の逃げ面には、前記下部層と、該下部層の表面に設けられた上部層のＡｌ$_2$Ｏ$_3$層からなる硬質被覆層が形成されており、かつ、逃げ面においては、

前記Al_2O_3層の最表面に、TiN相とAl_2O_3相との混合相あるいはTiNO相とAl_2O_3相との混合相が形成されており、前記逃げ面の表面粗さRaは0．30μm以下であることを特徴とする表面被覆切削工具。
（2） 前記（1）に記載の表面被覆切削工具において、前記混合相に占めるTiN相あるいはTiNO相の面積割合は、20～80面積%であることを特徴とする前記（1）に記載の表面被覆切削工具。
（3） 前記（1）または（2）に記載の表面被覆切削工具において、すくい面の上部層である前記Al_2O_3層の最表面には、5面積%以下のTiN相あるいはTiNO相が存在することを特徴とする前記（1）または（2）に記載の表面被覆切削工具。
（4） 前記（1）乃至（3）のいずれかに記載の表面被覆切削工具において、前記下部層として少なくとも1層のTiCN層が形成されており、すくい面のTiCN層は50～350MPaの残留応力を有し、逃げ面のTiCN層は400～600MPaの残留応力を有し、また、すくい面の前記Al_2O_3層は10～300MPaの引張残留応力を有し、逃げ面の前記Al_2O_3層は350～600MPaの引張残留応力を有することを特徴とする前記（1）乃至（3）のいずれかに記載の表面被覆切削工具。」
に特徴を有するものである。
【0017】
以下に、この発明の被覆工具について、詳細に説明する。
【0018】
下部層：
Ti化合物層からなる下部層は、基本的には、Al_2O_3層からなる上部層の下部に設けられ、工具基体と上部層のいずれにも強固に密着し、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、下部層自身の特性である高い硬度によって硬質被覆層に高い耐摩耗性、特に優れた耐逃げ面摩耗性を具備する。
このような下部層に好適な膜種としては、TiC層、TiN層、TiCN層、TiCO層およびTiCNO層のうちの1層または2層以上のTi化合物層を挙げることができ、これらの層のうちの1層または2層以上により下部層を構成する。
また、下部層の平均層厚については特に限定するものではないが、その平均層厚が3μm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20μmを越えると、耐欠損性に悪影響を及ぼすことから、下部層の平均層厚は3～20μmとすることが望ましい。
【0019】
上部層：
Al_2O_3層からなる上部層は、その硬さ、耐熱性、耐酸化性によって、被覆工具の耐摩耗性を向上させる。本発明では、上部層の層厚を特に制限するものではないが、Al_2O_3層の平均層厚が1μm未満では長期の使用にわたってすぐれた耐摩耗性発揮することができず、一方、その平均層厚が15μmを超えると、チッピング、欠損、剥離等の異常損傷を発生しやすくなる。したがって、Al_2O_3層からなる上部層の平均層厚は1～15μmとすることが望ましい。
【0020】
すくい面の硬質被覆層：
本発明被覆工具の硬質被覆層は、すくい面と逃げ面とでその構造が異なる。
まず、すくい面の硬質被覆層について説明する。
すくい面に形成される硬質被覆層は、Ti化合物層からなる下部層と、Al_2O_3層からなる上部層とで構成されるが、Al_2O_3層の最表面に、5面積%以下のTiN相あるいはTiNO相が存在することが許容される。
すなわち、後記する本発明被覆工具の製造法の一例によれば、まず、工具基体のすくい面および逃げ面に下部層としてのTi化合物層を形成し、ついで、下部層表面に上部層としてのAl_2O_3層を形成し、ついで、上部層の表面にさらにTiN層あるいはTiNO層を形成し、その後、すくい面については、すくい面のAl_2O_3層の表面平滑性を高め、

同時に、残留応力の低減を図るためのブラスト処理を行い、Al_2O_3層上のＴｉＮ層あるいはＴｉＮＯ層を完全に除去する。
なお、完全に除去しない場合であっても、すくい面のAl_2O_3層の最表面に残存するＴｉＮ相あるいはＴｉＮＯ相の残存面積割合が５面積％以下となるようにＴｉＮ層あるいはＴｉＮＯ層を除去する。
すくい面のAl_2O_3層の最表面におけるＴｉＮ相あるいはＴｉＮＯ相の残存量が、面積割合で５面積％以下であれば、すくい面の上部層としてのAl_2O_3層の硬さ、耐熱性、耐酸化性には大きな影響を及ぼすことはなく、また、表面平滑性と残留応力についても悪影響を及ぼすことはないので、ＴｉＮ相あるいはＴｉＮＯ相がAl_2O_3層の最表面に５面積％以下残存することは許容される。

【００２１】
すくい面のAl_2O_3層の最表面のＴｉＮ層、ＴｉＮＯ層を適切な条件のブラスト処理によって除去する（ＴｉＮ相あるいはＴｉＮＯ相の残存面積割合が５面積％以下とする除去も含む）と、Al_2O_3層の表面は平滑化され、同時に、Al_2O_3層内の残留応力が緩和され、また、下部層を構成するＴｉ化合物層であるＴｉＣＮ層内の残留応力も緩和される。
ただ、ブラスト処理後のすくい面の表面粗さＲａが０．２５μｍを超えるような場合には、切削加工時の耐溶着性が十分ではないため、溶着に起因する異常損傷の発生の抑制効果が小さい。したがって、すくい面の表面粗さＲａは０．２５μｍ以下とする。
また、ブラスト処理によってAl_2O_3層内の残留応力を緩和し、引張残留応力の値を１０～３００ＭＰａにし、さらに、下部層の構成層であるＴｉＣＮ層内の残留応力を５０～３５０ＭＰａにすると、硬質被覆層全体としての耐チッピング性、耐欠損性、耐剥離性が向上する。
つまり、すくい面のAl_2O_3層の最表面のＴｉＮ層、ＴｉＮＯ層をブラスト処理によって除去し（ＴｉＮ相あるいはＴｉＮＯ相の残存面積割合が５面積％以下とする除去も含む）、すくい面を所定の表面粗さ、残留応力とすること、さらに、ブラスト処理によって下部層の構成層であるＴｉＣＮ層内の残留応力を緩和することによって、切削加工時における耐溶着性、耐チッピング性、耐欠損性、耐剥離性が向上する。

【００２２】
逃げ面の硬質被覆層：
逃げ面に形成される硬質被覆層は、Ｔｉ化合物層からなる下部層と、Al_2O_3層からなる上部層と、Al_2O_3層の最表面に形成されるＴｉＮ相とAl_2O_3相との混合相あるいはＴｉＮＯ相とAl_2O_3相との混合相からなる。
逃げ面に形成される硬質被覆層は、Ｔｉ化合物層からなる下部層と、Al_2O_3層からなる上部層と、Al_2O_3層の最表面に形成されるＴｉＮ相とAl_2O_3相との混合相あるいはＴｉＮＯ相とAl_2O_3相との混合相からなり、該逃げ面の表面粗さＲａは０．３０μｍ以下である。

【００２３】
逃げ面に前記混合相を形成するため、また、逃げ面の表面粗さを所定範囲にするためには、後記するようにブラスト条件を調整する必要があるが、前記混合相に占めるＴｉＮ相あるいはＴｉＮＯ相の面積割合が２０面積％未満の場合には、使用済コーナーと未使用コーナーとの色調変化が少ないため、色調の区別が困難であって、コーナー識別性に劣る。
一方、ＴｉＮ相あるいはＴｉＮＯ相の面積割合が８０面積％を超えると、逃げ面の表面粗さＲａが０．３０μｍを超え、逃げ面の表面平滑性が低下する結果、異常摩耗が発生しやすくなる。
したがって、表面平滑化を図ると同時に、ブラスト処理による残留応力緩和効果を得るためには、逃げ面における前記逃げ面の表面粗さＲａは０．３μｍ以下と定め、また、Al_2O_3層の最表面に形成されるＴｉＮ相とAl_2O_3相との混合相あるいはＴｉＮＯ相とAl_2O_3相との混合相に占めるＴｉＮ相あるいはＴｉＮＯ相の面積割合は、２０～８０面積％とすることが望ましい。

さらに、ブラスト処理により、逃げ面に形成される前記Al_2O_3層の引張残留応力を３５０～６００ＭＰａに低減し、また、下部層の構成層であるＴｉＣＮ層内の引張残留応力を４００～６００ＭＰａに低減することによって、チッピング、剥離等による異常摩耗を抑制することができる。

【００２４】

なお、すくい面のAl_2O_3層の最表面におけるＴｉＮ相あるいはＴｉＮＯ相の面積割合、また、逃げ面のAl_2O_3層の最表面に形成されるＴｉＮ相とAl_2O_3相との混合相あるいはＴｉＮＯ相とAl_2O_3相との混合相の面積割合は、すくい面および逃げ面のそれぞれについてのＥＤＳ分析を行うことによって測定したそれぞれの面積率をいう。

また、表面粗さＲａは、例えば、ＪＩＳ　Ｂ０６０１’０１に準拠して触針式表面粗さ測定器を用いて測定することができ、この場合、カットオフ値：０．０８ｍｍ、基準長さ：０．８ｍｍ、走査速度：０．１ｍｍ／秒にて測定する値とする。

また、上部層でAl_2O_3層の残留応力、下部層の構成層であるＴｉＣＮ層の残留応力は、例えば、$sin^2\Psi$法を用い、$Cu\kappa\alpha$を用いたＸ線回折装置を用いて測定する。測定にはα－Al_2O_3については（１３＿１０）面の回折ピークを用い、ヤング率として３８４ＧＰａ、ポアソン比として０．２３２、ＴｉＣＮについては（４２２）面の回折ピークを用い、ヤング率として４８０ＧＰａ、ポアソン比として０．２を使用して計算を実施する。

【００２５】

硬質被覆層の作製法：

本発明の硬質被覆層は、例えば、以下の方法によって作製することができる。

まず、工具基体表面に、通常の化学蒸着法によって、下部層としてのＴｉ化合物層および上部層としてのAl_2O_3層を所定の平均層厚で形成し、

次いで、上部層のAl_2O_3層の表面に、通常の化学蒸着法によって、コーナー識別機能を有する色調のＴｉＮ層あるいはＴｉＮＯ層を平均層厚は０．１～１μｍ程度の層厚になるように形成する。

なお、ＴｉＮＯ層は、まず、ＴｉＯｘ層を形成し、次いで、前記ＴｉＯｘ層の上に通常の条件でＴｉＮ層を蒸着形成することで、前記ＴｉＯｘ層から前記ＴｉＮ層への酸素の拡散反応によって形成する。

次いで、実質的にすくい面のみにウエットブラスト処理を施し、すくい面に形成されたＴｉＮ層あるいはＴｉＮＯ層を完全に除去し、あるいは、Al_2O_3層の最表面におけるＴｉＮ相あるいはＴｉＮＯ相の残存量が、面積割合で５面積％以下になるように除去し、

次いで、実質的に逃げ面のみにウエットブラスト処理を施し、逃げ面のAl_2O_3層の最表面に形成されるＴｉＮ相とAl_2O_3相との混合相あるいはＴｉＮＯ相とAl_2O_3相との混合相が、面積割合で２０～８０面積％となるように処理することにより、作製することができる。

【００２６】

ブラスト処理：

ブラスト処理のより具体的な条件をいえば、例えば、

ブラスト処理液：砥粒＋水、

砥粒：Al_2O_3粉粒、

砥粒サイズ：１５０－５００（メッシュ）、

砥粒濃度：１５－６０質量％、

ブラスト圧力：０．０６－０．２４ＭＰａ

投射時間：３－２０秒

という条件で、すくい面および逃げ面にそれぞれブラスト処理を施し、特に、ブラスト圧力、投射時間を調整することで、すくい面および逃げ面の表面粗さＲａ、および、下部層のＴｉＣＮ層および上部層のAl_2O_3層の残留応力を調整する。

なお、投射角度を調整して、ブラスト処理液をすくい面および逃げ面の両方に投射しても構わない。

【００２７】
そして、これによって、切れ刃稜線近傍の逃げ面には、Al_2O_3層の最表面にＴｉＮ相とAl_2O_3相との混合相あるいはＴｉＮＯ相とAl_2O_3相との混合相が形成され、コーナー使用・未使用がその色調によって判別される。
また、同時に、切れ刃稜線近傍の逃げ面の表面平滑性が高まり、被削材の表面平滑性が向上するとともに、切れ刃稜線近傍の逃げ面のＴｉＣＮ層、Al_2O_3層の残留応力が緩和されることによって、逃げ面側の耐チッピング性、耐剥離性の向上による異常摩耗の発生を抑制することができる。
【発明の効果】
【００２８】
本発明の被覆工具は、すくい面が、耐溶着性、耐チッピング性にすぐれ、また、切れ刃稜線を含む逃げ面は、被削材の表面平滑性やコーナー識別性にすぐれるとともに、異常摩耗の発生も抑制することから、長期の使用にわたって、すぐれた切削性能を発揮するとともに、インサートのコーナー切替えに際しても、コーナーの色調変化によって使用済コーナーと未使用コーナーを容易にかつ確実に判別することができる。
【発明を実施するための形態】
【００２９】
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。
なお、ここでは、工具基体として、ＷＣ基超硬合金を使用した例を示すが、工具基体として、ＴｉＣＮ基サーメットを使用した場合も同様である。
【実施例１】
【００３０】
原料粉末として、いずれも１～３μｍの平均粒径を有するＷＣ粉末、ＴｉＣ粉末、ＴｉＮ粉末、ＴａＣ粉末、ＮｂＣ粉末、Cr_3C_2粉末およびＣｏ粉末を用意し、これら原料粉末を、表１に示す配合組成に配合し、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、１３７０～１４７０℃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：０．０５ｍｍのホーニング加工を施すことによりＩＳＯ・ＣＮＭＧ１２０４０８に規定するインサート形状のＷＣ基超硬合金製の工具基体Ａ～Ｃを製造した。
【００３１】
ついで、この工具基体を、通常の化学蒸着装置に装入し、
まず、表２（表２中のｌ－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３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た。
【００３２】
ついで、前記下部層の表面に、表２に示される条件で表３に示される目標層厚のAl_2O_3層を蒸着形成し、さらに、同じく表２に示される条件で、該Al_2O_3層上に表３に示される目標層厚のＴｉＮ層あるいはＴｉＮＯ層を蒸着形成した。
【００３３】
ついで、表４に示す条件で、すくい面および切れ刃稜線を含む少なくとも一部の逃げ面に対してウエットブラスト処理を施して、表５に示されるすくい面のAl_2O_3層および同じく表５に示される切れ刃稜線を含む少なくとも一部の逃げ面のAl_2O_3層を有する本発明被覆工具１～６を作製した。
【００３４】
上記本発明被覆工具１～６の下部層、上部層の厚さを、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。
【００３５】

また、上記本発明被覆工具１～６のＡｌ$_2$Ｏ$_3$層の最表面について、ＥＤＳ分析することにより、すくい面のＡｌ$_2$Ｏ$_3$層の表面に存在(残留)するＴｉＮ相あるいはＴｉＮＯ相の面積率を測定し、また、逃げ面のＡｌ$_2$Ｏ$_3$層の最表面において混合相を構成するＴｉＮ相あるいはＴｉＮＯ相の面積率を測定した。
表５に、測定したＴｉＮ相あるいはＴｉＮＯ相の面積率を示す。

【００３６】

また、上記で作製した本発明被覆工具１～６について、すくい面および逃げ面の表面粗さＲａを測定した。
なお、表面粗さＲａの測定は、ＪＩＳ　Ｂ０６０１’０１に準拠し、カットオフ値：０．０８ｍｍ、基準長さ：０．８ｍｍ、走査速度：０．１ｍｍ／秒にて触針式表面粗さ測定器を用いて測定した。
表５に、その結果を示す。

【００３７】

さらに、上記で作製した本発明被覆工具１～６について、Ａｌ$_2$Ｏ$_3$層およびＴｉＣＮ層について、残留応力を測定した。
残留応力はｓｉｎ^{2}Ψ法を用い、ＣｕκαをもちいたＸ線回折装置を用いて測定した。測定にはα－Ａｌ$_2$Ｏ$_3$については（１３＿１０）面の回折ピークを用い、ヤング率として３８４ＧＰａ、ポアソン比として０．２３２、ＴｉＣＮについては（４２２）面の回折ピークを用い、ヤング率として４８０ＧＰａ、ポアソン比として０．２を使用して計算を実施した。表５に、その結果を示す。

【００３８】

【表１】

原料種別	配合組成(質量%)						
	Co	Cr_3C_2	TiC	TiN	TaC	NbC	WC
A	5.5	—	—	—	—	—	残
B	6.8	0.1	1.5	1.3	—	2.7	残
C	7.3	—	0.7	—	0.9	—	残

【００３９】

【表２】

硬質被覆層		形 成 条 件（反応雰囲気の圧力はkPa，温度は℃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
TiOx層	TiOx	TiCl4:1．5%，CO_2:6%，Ar:50%，H_2:残	7	1000
I−TiCN層	I−TiCN	$TiCl_4$:4．2%，N_2:20%，CH_3CN: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:4%，CH_4:3%，N_2:20%，H_2:残	20	1020
α型Al_2O_3層	α	$AlCl_3$:2．2%，CO_2:5．5%，HCl:2．2%、H_2S:0．2%，H_2:残	7	1000

【００４０】

【表３】

種別		チップ基体番号	硬質被覆層						
			下部層（Ti化合物層）（括弧内は目標層厚：μm）				Al_2O_3層の平均層厚（μm）	最表面のTiN層またはTiNO層	
			第1層	第2層	第3層	第4層		層種別	層厚（μm）
本発明被覆工具	1	C	TiN (0.5)	I-TiCN (8.5)	TiCNO (0.5)	—	5	TiN	1
	2	A	TiC (0.3)	TiCN (5)	TiN (0.5)	—	9	TiN	0.5
	3	B	TiN (0.5)	TiC (0.5)	I-TiCN (3.5)	TiCO (0.3)	13	TiNO	2
	4	C	TiN (0.5)	I-TiCN (18)	—	—	1.5	TiNO	1.2
	5	A	TiC (1)	TiCN (12)	TiC (0.5)	TiCNO (0.5)	3	TiNO	1.5
	6	B	TiN (0.3)	I-TiCN (14)	TiCO (1)	—	6	TiN	1.5

【００４１】

【表４】

ウエットブラスト種別		処理条件						
		処理液	砥粒サイズ（メッシュ）	砥粒濃度（質量%）	ブラスト圧力（MPa）	ブラスト時間（秒）	逃げ面の法線に対する投射角度（度）	すくい面の法線に対する投射角度（度）
すくい面	A	砥粒＋水	200－230	50	0.10	20	0	－
	B	砥粒＋水	450－500	15	0.24	9	0	－
	C	砥粒＋水	325－400	30	0.18	14	0	－
逃げ面	a	砥粒＋水	352－400	35	0.08	4	－	0
	b	砥粒＋水	140－170	60	0.06	4	－	0
	c	砥粒＋水	270－325	40	0.07	6	－	0
逃げ面およびすくい面	X	砥粒＋水	400－450	25	0.20	10	60	30
	Y	砥粒＋水	270－325	35	0.11	12	70	20

【００４２】

【表５】

種別		ウエットブラスト1処理種別	ウエットブラスト2処理種別	硬質被覆層									
				切れ刃稜線を含む逃げ面					すくい面				
				TiN相またはTiNO相の面積率		表面粗さ（Ra）	TiCN層の残留応力（MPa）	Al_2O_3層の残留応力（MPa）	TiN相またはTiNO相の面積率		表面粗さ（Ra）	TiCN層の残留応力（MPa）	Al_2O_3層の残留応力（MPa）
				種別	面積%				種別	面積%			
本発明被覆工具	1	A	a	TiN	68	0.26	521	508	TiN	0	0.24	65	23
	2	B	b	TiN	80	0.28	498	452	TiN	0	0.07	338	290
	3	C	c	TiNO	55	0.22	411	355	TiNO	0	0.13	150	122
	4	A	c	TiNO	62	0.23	405	360	TiNO	0	0.2	72	15
	5	X	－	TiNO	25	0.2	589	557	TiNO	0	0.1	237	210
	6	Y	－	TiN	48	0.27	443	423	TiN	4	0.18	122	82

【００４３】

比較の目的で、前記で作製したＷＣ基超硬合金製の工具基体Ａ～Ｃに対して、表２に示される条件で、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た後、該下部層の表面に、表２に示す条件で、表６に示される目標層厚のAl_2O_3層を蒸着形成し、さらに、同じく表２に示される条件で、該Al_2O_3層上に表６に示される目標層厚のＴｉＮ層あるいはＴｉＮＯ層を蒸着形成した。

【００４４】

ついで、表７に示す条件で、すくい面および逃げ面に対してウエットブラスト処理を施して、表８に示されるすくい面のAl_2O_3層および同じく表８に示される逃げ面のAl_2O_3層を有する比較例被覆工具１～６を作製した。

【００４５】
上記比較例被覆工具１～６の下部層、上部層の厚さを、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。
【００４６】
また、上記比較例被覆工具１～６のAl_2O_3層の最表面について、ＥＤＳ分析することにより、すくい面のAl_2O_3層の最表面に存在(残留)するＴｉＮ相あるいはＴｉＮＯ相の面積率、あるいは、逃げ面のAl_2O_3層の最表面において混合相を構成するＴｉＮ相あるいはＴｉＮＯ相の面積率を測定した。
表８に、測定したＴｉＮ相あるいはＴｉＮＯ相の面積率を示す。
【００４７】
また、上記で作製した比較例被覆工具１～６について、本発明被覆工具１～６と同様な方法により、すくい面および逃げ面の表面粗さＲａを測定し、さらに、Al_2O_3層およびＴｉＣＮ層の残留応力を測定した。
表８に、その結果を示す。
【００４８】
【表６】

種別		チップ基体番号	硬質被覆層						
			下部層(Ti化合物層)（括弧内は目標層厚:μm）				Al_2O_3層の平均層厚（μm）	最表面のTiN層またはTiNO層	
			第1層	第2層	第3層	第4層		層種別	層厚（μm）
比較例被覆工具	1	本発明被覆工具1と同じ						TiN	2.5
	2	本発明被覆工具2と同じ						TiNO	0.1
	3	本発明被覆工具3と同じ						TiN	1.5
	4	本発明被覆工具4と同じ						TiN	0.5
	5	本発明被覆工具5と同じ						TiNO	2
	6	本発明被覆工具6と同じ						TiNO	0.5

【００４９】

【表７】

ウエットブラスト種別		処理条件						
		処理液	砥粒サイズ（メッシュ）	砥粒濃度（質量%）	ブラスト圧力（MPa）	ブラスト時間（秒）	逃げ面の法線に対する投射角度（度）	すくい面の法線に対する投射角度（度）
すくい面	d	砥粒＋水	325－400	30	0.28	5	－	0
	e	砥粒＋水	270－325	45	0.17	12	－	0
	f	砥粒＋水	500－635	20	0.12	25	－	0
	g	砥粒＋水	140－170	65	0.15	7	－	0
逃げ面およびすくい面	W	砥粒＋水	500－635	10	0.3	15	45	45
	Z	砥粒＋水	100－120	50	0.10	3	45	45

【００５０】

【表８】

種別		ウエットブラスト処理種別	硬質被覆層									
			逃げ面					すくい面				
			TiN相またはTiNO相の面積率		表面粗さ（Ra）	TiCN層の残留応力（MPa）	Al_2O_3層の残留応力（MPa）	TiN相またはTiNO相の面積率		表面粗さ（Ra）	TiCN層の残留応力（MPa）	Al_2O_3層の残留応力（MPa）
			種別	面積%				種別	面積%			
比較例被覆工具	1	d	TiN	100	0.56	850	820	TiN	0	0.28	402	366
	2	W	TiNO	0	0.18	582	551	TiNO	0	0.21	576	501
	3	Z	TiN	45	0.36	213	158	TiN	42	0.39	208	170
	4	e	TiN	100	0.58	789	687	TiN	0	0.18	124	98
	5	f	TiNO	100	0.51	922	912	TiNO	0	0.09	421	320
	6	g	TiNO	100	0.48	805	889	TiNO	0	0.22	256	189

【００５１】

つぎに、上記の本発明被覆工具１～６および比較例被覆工具１～６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、以下の切削条件Ａおよび切削条件Ｂで切削試験を実施した。

≪切削条件Ａ≫

被削材：ＪＩＳ・Ｓ４５Ｃの丸棒、

切削速度：　２５０　ｍ／ｍｉｎ、

切込み：　１．５　ｍｍ、

送り：　０．２　ｍｍ／ｒｅｖ、

切削時間：　２０　分

の条件での炭素鋼の乾式切削試験。

≪切削条件Ｂ≫
被削材：ＪＩＳ・ＳＣＭ４４０の丸棒、
切削速度：　３５０　ｍ／ｍｉｎ、
切込み：　１．５　ｍｍ、
送り：　０．５　ｍｍ／ｒｅｖ、
切削時間：　１０　分
の条件での合金鋼の乾式高速高送り切削試験。
上記切削試験において、切れ刃の逃げ面最大摩耗幅を測定すると同時に、溶着発生の有無、チッピング発生の有無、欠損発生の有無を観察し、さらに、使用コーナーの識別性の良否を観察した。また、切削後、被削材の仕上げ面精度（ＪＩＳ　Ｂ０６０１－２００１による算術平均高さ（Ｒａμｍ））を測定した。
表９および表１０に切削試験結果を示す。

【００５２】
【表９】

種別		切削加工試験結果				種別		切削加工試験結果			
		逃げ面最大摩耗幅(mm)	溶着・欠損発生の有無	使用コーナーの識別可か	仕上げ面精度Ra(μm)			逃げ面最大摩耗幅(mm)	溶着・欠損発生の有無	使用コーナーの識別可か	仕上げ面精度Ra(μm)
本発明被覆工具	1	0.08	無	識別可	0.92	比較例被覆工具	1	0.22	溶着発生	識別可	2.11
	2	0.07	無	識別可	0.83		2	0.08	無	識別不可	0.87
	3	0.06	無	識別可	0.79		3	0.17	溶着発生	識別可	1.89
	4	0.08	無	識別可	0.90		4	0.26	溶着発生	識別可	2.14
	5	0.06	無	識別可	0.72		5	0.19	溶着発生	識別可	2.31
	6	0.09	無	識別可	0.98		6	0.20	溶着発生	識別可	2.04

【００５３】
【表１０】

種別		切削加工試験結果				種別		切削加工試験結果			
		逃げ面最大摩耗幅(mm)	溶着・欠損発生の有無	使用コーナーの識別可か	仕上げ面精度Ra(μm)			逃げ面最大摩耗幅(mm)	溶着・欠損発生の有無	使用コーナーの識別可か	仕上げ面精度Ra(μm)
本発明被覆工具	1	1.69	無	識別可	1.70	比較例被覆工具	1	4.5※	溶着・欠損発生	ー	ー
	2	1.58	無	識別可	1.62		2	5.5※	欠損発生	ー	ー
	3	1.47	無	識別可	1.42		3	2.8※	溶着・欠損発生	ー	ー
	4	1.56	無	識別可	1.51		4	3.7※	溶着・欠損発生	ー	ー
	5	1.49	無	識別可	1.49		5	5.9※	溶着・欠損発生	ー	ー
	6	1.62	無	識別可	1.55		6	8.3※	溶着・欠損発生	ー	ー

(注)※印は溶着・欠損発生により寿命に至るまでの切削時間(分)を示す。

【００５４】
表５、８、９、１０に示される結果から、本発明被覆工具は、すくい面および逃げ面ともに、表面平滑性を向上させることができ、その結果、耐溶着性や被削材の表面平滑性の向上が図られる。また、逃げ面最表面には、ＴｉＮ相とAl_2O_3相との混合相あるいはＴｉＮＯ相とAl_2O_3相との混合相が形成されているため、その色調変化によって、使用済コーナーと未使用コーナーの判別が容易であり、コーナー識別性にすぐれている。
さらに、高送り切削においては、すくい面のAl_2O_3層、ＴｉＣＮ層および逃げ面のＡ

l_2O_3層とＴｉＣＮ層は、ブラスト処理によって残留応力の緩和が図られるため、異常摩耗の発生による損傷を抑えることができる。
これに対して、比較例被覆工具においては、耐溶着性、耐チッピング性、耐欠損性にすぐれるものであってもコーナー識別性に劣り、また、コーナー識別性がすぐれるものにおいては、被削材の表面平滑性および耐異常摩耗性が劣るものであり、コーナー識別性と切削性能が両立するものはない。
【産業上の利用可能性】
【００５５】
上述のように、この発明の被覆工具は、切削性能にすぐれるとともにコーナー識別性にもすぐれることから、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による低コスト化および高作業性を実現できるものである。

フロントページの続き

(72)発明者　羽富　佳祐
東京都千代田区大手町一丁目３番２号　三菱マテリアル株式会社　加工事業カンパニー内

Ｆターム(参考) 3C046 FF03 FF05 FF10 FF13 FF16
4K030 AA03 AA05 AA10 AA14 AA16 AA17 AA18 BA18 BA35 BA36
BA38 BA41 BA43 BB12 CA03 DA08 FA10 JA06 LA22