

(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2004-284003

(P2004-284003A)

(43) 公開日 平成16年10月14日(2004. 10. 14)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

B23C 5/16

C23C 16/30

F I

B23C 5/16

C23C 16/30

テーマコード (参考)

4K030

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 16 頁)

|              |                              |          |                                                              |
|--------------|------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------|
| (21) 出願番号    | 特願2003-349501 (P2003-349501) | (71) 出願人 | 000006264<br>三菱マテリアル株式会社<br>東京都千代田区大手町1丁目5番1号                |
| (22) 出願日     | 平成15年10月8日 (2003. 10. 8)     | (74) 代理人 | 100076679<br>弁理士 富田 和夫                                       |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2003-53059 (P2003-53059)   | (74) 代理人 | 100094824<br>弁理士 鴨井 久太郎                                      |
| (32) 優先日     | 平成15年2月28日 (2003. 2. 28)     | (72) 発明者 | 大鹿 高歳<br>茨城県那珂郡那珂町向山1002-14<br>三菱マテリアル株式会社総合研究所那珂研<br>究センター内 |
| (33) 優先権主張国  | 日本国 (JP)                     | (72) 発明者 | 植田 稔晃<br>茨城県那珂郡那珂町向山1002-14<br>三菱マテリアル株式会社総合研究所那珂研<br>究センター内 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2003-56639 (P2003-56639)   |          |                                                              |
| (32) 優先日     | 平成15年3月4日 (2003. 3. 4)       |          |                                                              |
| (33) 優先権主張国  | 日本国 (JP)                     |          |                                                              |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 硬質被覆層がすぐれた耐チップング性を発揮する表面被覆サーメット製切削工具

## (57) 【要約】

【課題】 硬質被覆層がすぐれた耐チップング性を発揮する表面被覆サーメット製切削工具を提供する。

【解決手段】 表面被覆サーメット製切削工具の硬質被覆層を構成する $\alpha$ 型 $Al_2O_3$ 層を、電界放出型走査電子顕微鏡にて、工具基体の表面と平行な研磨面に電子線を照射して後方散乱電子回折像を発生させ、前記後方散乱電子回折像の画像解析により結晶方位データを算出し、前記結晶方位データをカラーマップ化する表面結晶方位のカラーグラデーションマップ法を用いて、 $\alpha$ 型 $Al_2O_3$ 層のもつ六方晶結晶構造の(0, 0, 0, 1)面を赤色、同(1, 0, -1, 0)面を緑色、同(0, 1, -1, 0)面を青色として指定して観測した場合、複数の単位色の集合組織で表示されるカラーマップが、カラーマップ全面に占める面積%で、赤色の単位色が70%以上を占め、残りの単位色が赤色、緑色、および青色のうちの2色以上の混合色(中間色)からなる赤色系色調を示す $\alpha$ 型 $Al_2O_3$ 層で構成する。

【選択図】 なし

## 【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、

(a) Ti の炭化物層、窒化物層、炭窒化物層、酸化物、炭酸化物層、および炭窒酸化物層のうちの 1 層または 2 層以上からなり、かつ  $0.5 \sim 20 \mu\text{m}$  の全体平均層厚を有する Ti 化合物層、

(b)  $1 \sim 30 \mu\text{m}$  の平均層厚を有し、かつ  $\alpha$  型の結晶構造を有する酸化アルミニウム層、

以上 (a) および (b) で構成された硬質被覆層を蒸着形成してなる表面被覆サーメット製切削工具において、上記酸化アルミニウム層を、 10

電界放出型走査電子顕微鏡にて、工具基体の表面と平行な研磨面に電子線を照射して後方散乱電子回折像を発生させ、前記後方散乱電子回折像の画像解析により結晶方位データを算出し、前記結晶方位データをカラーマップ化する表面結晶方位のカラーグラデーションマップ法を用いて、 $\alpha$  型結晶構造の酸化アルミニウム層のもつ六方晶結晶構造の  $(0, 0, 0, 1)$  面を赤色、同  $(1, 0, -1, 0)$  面を緑色、同  $(0, 1, -1, 0)$  面を青色として指定して観測した場合、複数の単位色の集合組織で表示されるカラーマップが、カラーマップ全面に占める面積%で、赤色の単位色が 70% 以上を占め、残りの単位色が赤色、緑色、および青色のうちの 2 色以上の混合色 (中間色) からなる赤色系色調を示す  $\alpha$  型結晶構造の酸化アルミニウム層、で構成したことを特徴とする硬質被覆層がすぐれた耐チップ 20  
ング性発揮する表面被覆サーメット製切削工具。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、特に各種の鋼や鋳鉄などの高速断続切削で、硬質被覆層がすぐれた耐チップング性を発揮する表面被覆サーメット製切削工具 (以下、被覆サーメット工具という) に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、一般に、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、これらを総称して工具基体という) の表面に、 30

(a) 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、酸化物 (以下、TiO 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 層以上からなり、かつ  $0.5 \sim 20 \mu\text{m}$  の全体平均層厚を有する Ti 化合物層、

(b)  $1 \sim 30 \mu\text{m}$  の平均層厚を有し、かつ  $\alpha$  型の結晶構造を有する  $\text{Al}_2\text{O}_3$  層 (以下、 $\alpha$  型  $\text{Al}_2\text{O}_3$  層で示す)、

以上 (a) および (b) で構成された硬質被覆層を化学蒸着形成および / もしくは物理蒸着形成 (以下、単に蒸着形成という) してなる被覆サーメット工具が知られており、この被覆サーメット工具が、例えば各種の鋼や鋳鉄などの連続切削や断続切削に用いられることは良く知られている。 40

## 【0003】

また、一般に、上記の被覆サーメット工具の硬質被覆層を構成する Ti 化合物層や  $\alpha$  型  $\text{Al}_2\text{O}_3$  層が粒状結晶組織を有し、さらに、前記 Ti 化合物層を構成する TiCN 層を、層自身の強度向上を目的として、通常の化学蒸着装置にて、反応ガスとして有機炭窒化物を含む混合ガスを使用し、 $700 \sim 950$  の中温温度域で化学蒸着することにより形成して縦長成長結晶組織をもつようにすることも知られている。

## 【特許文献 1】特開平 6 - 31503 号公報

【特許文献2】特開平6-8010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の傾向にあるほか、高切り込みや高送りなどの重切削条件での切削加工を余儀なくされる状況にあるが、上記の従来被覆サーメット工具においては、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、特にこれを切削条件の最も厳しい高速断続切削に用いた場合、硬質被覆層を構成する $\alpha$ 型 $Al_2O_3$ 層は、硬質で耐熱性にすぐれるものの、十分な強度を具備するものでないために、これが原因で硬質被覆層にはチッピング（微小欠け）が発生し易くなり、この結果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 $\alpha$ 型 $Al_2O_3$ 層が硬質被覆層を構成する被覆サーメット工具に着目し、これの耐チッピング性向上を図るべく研究を行った結果、

工具基体の表面に、硬質被覆層としての $\alpha$ 型 $Al_2O_3$ 層を蒸着形成するに際して、例えばこれの蒸着形成に先だって、通常の化学蒸着装置にて、

反応ガス組成：容量％で、 $AlCl_3$ ：3～10％、 $CO_2$ ：0.5～3％、 $C_2H_4$ ：0.01～0.3％、 $H_2$ ：残り、

反応雰囲気温度：750～900、

反応雰囲気圧力：3～13kPa、

の低温条件で平均層厚：20～200nmの核 $Al_2O_3$ 薄膜を形成した後、反応雰囲気を圧力：3～13kPaの水素雰囲気に変え、反応雰囲気温度を1100～1200に昇温した条件で前記核 $Al_2O_3$ 薄膜に加熱処理を施した状態で、硬質被覆層としての $\alpha$ 型 $Al_2O_3$ 層を通常の条件で形成すると、この結果の前記加熱核 $Al_2O_3$ 薄膜上に蒸着形成された $\alpha$ 型 $Al_2O_3$ 層は、電界放出型走査電子顕微鏡にて、工具基体の表面と平行な研磨面に電子線を照射して後方散乱電子回折像を発生させ、前記後方散乱電子回折像の画像解析により結晶方位データを算出し、前記結晶方位データをカラーマップ化する表面結晶方位のカラーグラデーションマップ法を用いて、 $\alpha$ 型 $Al_2O_3$ 層のもつ六方晶結晶構造の(0, 0, 1)面を赤色、同(1, 0, -1, 0)面を緑色、同(0, 1, -1, 0)面を青色と指定して、カラーマップを作製した場合、複数の単位色の集合組織で表示されるカラーマップが、カラーマップ全面に占める面積％で、赤色の単位色が70％以上を占め、残りの単位色が赤色、緑色、および青色のうちの2色以上の混合色（以下、中間色という）からなる赤色系色調を示し、一方上記加熱核 $Al_2O_3$ 薄膜の形成のない状態で蒸着された $\alpha$ 型 $Al_2O_3$ 層（従来 $\alpha$ 型 $Al_2O_3$ 層に相当）では、カラーマップは、単位色が赤色、緑色、および青色、さらにこれらの中間色からなり、これらの単位色が相互に分散分布する混合色調を示すものであり、このようにカラーグラデーションマップ法で、カラーマップが赤色系色調を示す $\alpha$ 型の $Al_2O_3$ 層を硬質被覆層としてTi化合物層と共存した状態で蒸着形成した被覆サーメット工具は、切削条件の最も厳しい高速断続切削加工で、同カラーマップが赤色、緑色、および青色、さらにこれらの中間色からなる複数の単位色が相互に分散分布する混合色調を示す $\alpha$ 型 $Al_2O_3$ 層を硬質被覆層として蒸着形成した従来被覆サーメット工具に比して、すぐれた耐チッピング性を発揮するようになるという研究結果を得たのである。

【0006】

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、WC基超硬合金またはTiCN基サーメットで構成された工具基体の表面に、

(a) TiC層、TiN層、TiCN層、TiO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、かつ $0.5 \sim 20 \mu\text{m}$ の全体平均層厚を有するTi化合物層、

(b)  $1 \sim 30 \mu\text{m}$ の平均層厚を有する $\alpha$ 型 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 層、

以上(a)および(b)で構成された硬質被覆層を蒸着形成してなる被覆サーメット工具において、上記 $\alpha$ 型 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 層を、

電界放出型走査電子顕微鏡にて、工具基体の表面と平行な研磨面に電子線を照射して後方散乱電子回折像を発生させ、前記後方散乱電子回折像の画像解析により結晶方位データを算出し、前記結晶方位データをカラーマップ化する表面結晶方位のカラーグラデーションマップ法を用いて、 $\alpha$ 型 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 層のもつ六方晶結晶構造の $(0, 0, 0, 1)$ 面を赤色、同 $(1, 0, -1, 0)$ 面を緑色、同 $(0, 1, -1, 0)$ 面を青色として指定して観測した場合、複数の単位色の集合組織で表示されるカラーマップが、カラーマップ全面に占める面積%で、赤色の単位色が70%以上を占め、残りが赤色、緑色、および青色のうちの2色以上の混合色(中間色)からなる赤色系色調を示す $\alpha$ 型 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 層、で構成してなる、硬質被覆層がすぐれた耐チップング性を発揮する被覆サーメット工具に特徴を有するものである。 10

#### 【0007】

また、この発明の被覆サーメット工具の硬質被覆層の構成層の平均層厚を上記の通りに限定したのは以下に示す理由によるものである。

##### (a) Ti化合物層

Ti化合物層は、基本的には $\alpha$ 型 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 層の下部層として存在し、自身の具備するすぐれた強度によって硬質被覆層が強度をもつようになるほか、工具基体と $\alpha$ 型 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 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 $0.5 \mu\text{m}$ 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 $20 \mu\text{m}$ を越えると、特に高熱発生を伴う高速断続切削で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 $0.5 \sim 20 \mu\text{m}$ と定めた。 20

##### (b) $\alpha$ 型 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 層

$\alpha$ 型 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 層には、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 自体のもつ高硬度とすぐれた耐熱性によって硬質被覆層の耐摩耗性を向上させるとともに、上記の通り加熱核 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 薄膜上に形成された $\alpha$ 型 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 層は、硬質被覆層にチップングが発生するのを著しく抑制する作用があるが、その平均層厚が $1 \mu\text{m}$ 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 $30 \mu\text{m}$ を越えて厚くなりすぎると、チップングが発生し易くなることから、その平均層厚を $1 \sim 30 \mu\text{m}$ と定めた。 30

##### (c) 加熱核 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 薄膜

さらに、この発明の被覆サーメット工具の硬質被覆層である $\alpha$ 型 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 層が、カラーマップ上で示す赤色の単位色の割合と加熱核 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 薄膜の層厚との間には密接な関係があり、前記加熱核 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 薄膜の平均層厚が $20 \text{nm}$ 未満では赤色の単位色の占める割合を70面積%以上にすることが困難となり、この場合上記の通り、これの上に蒸着形成される $\alpha$ 型 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 層に所望のすぐれた強度を確保することができないことから、耐チップング性の向上効果も不十分なものとなるのが避けられず、一方その平均層厚が $200 \text{nm}$ を越えてもカラーマップ上での赤色の単位色の割合を70面積%以上とすることが困難となることから、前記 $\alpha$ 型 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 層の蒸着形成に先だって、同じく硬質被覆層を構成するTi化合物層上に形成される前記加熱核 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 薄膜の平均層厚を $20 \sim 200 \text{nm}$ としたものであり、望ましくはその平均層厚を $30 \sim 150 \text{nm}$ とするのがよい。 40

#### 【発明の効果】

##### 【0008】

この発明の被覆サーメット工具は、機械的熱的衝撃がきわめて高く、かつ高い発熱を伴う各種の鋼や鋳鉄の高速断続切削でも、硬質被覆層を構成する $\alpha$ 型 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 層が図1(a)、(b)、(c)、および(d)のカラーマップに相当する色調区分(a)、(b)、(c)、および(d)のいずれかの赤色系色調のカラーマップを示し、すぐれた耐チッ 50

ピング性を発揮することから、すぐれた耐摩耗性を長期に亘ってすぐれた切削性能を示すものである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

つぎに、この発明の被覆サーメット工具を実施例により具体的に説明する。

【実施例】

【0010】

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、 $\text{Cr}_3\text{C}_2$ 粉末、TiN粉末、Ta<sub>2</sub>N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、切削部にR：0.07 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。

【0011】

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、 $\text{Mo}_2\text{C}$ 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、切削部分にR：0.07 mmのホーニング加工を施すことによりISO規格・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。

【0012】

ついで、これらの工具基体A～Fおよび工具基体a～fの表面に、通常の化学蒸着装置を用い、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4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、

反応ガス組成：容量%で、 $\text{AlCl}_3$ ：6.5%、 $\text{CO}_2$ ：1.6%、 $\text{C}_2\text{H}_4$ ：0.13%、 $\text{H}_2$ ：残り、

反応雰囲気温度：820、

反応雰囲気圧力：8 kPa、

の低温条件で表4に示される目標平均層厚の核 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 薄膜を形成した後、反応雰囲気を圧力：8 kPaの水素雰囲気に変え、反応雰囲気温度を1135 に昇温した条件で前記核 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 薄膜に加熱処理を施して加熱核 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 薄膜を形成し、引続いて、同じく表3に示される条件で、同じく表4に示される目標層厚の $\alpha$ 型 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 層を硬質被覆層の上部層として蒸着形成し、さらに必要に応じて前記 $\alpha$ 型 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 層の上に同じく表3に示される条件にて、表4に示される目標層厚のTi化合物層を硬質被覆層の表面層として蒸着形成することにより本発明被覆サーメット工具1～13をそれぞれ製造した。

【0013】

また、比較の目的で、表5に示される通り、硬質被覆層の $\alpha$ 型 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 層を形成するに先だって、上記の加熱核 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 薄膜の形成を行なわない以外は同一の条件で従来被覆サーメット工具1～13をそれぞれ製造した。

【0014】

さらに、上記の本発明被覆サーメット工具1～13と従来被覆サーメット工具1～13の硬質被覆層を構成する $\alpha$ 型 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 層について、表面結晶方位のカラーグラデーションマップ法を用いて、カラーマップを作製した。

## 【0015】

カラーマップは、上記 $\alpha$ 型 $Al_2O_3$ 層の表面を工具基体と平行な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、20度の入射角度で15 keVの加速電圧の電子線を1 nAの照射電流で照射して後方散乱電子回折像を発生させ、前記後方散乱電子回折像の画像解析により結晶方位データを算出し、前記結晶方位データをカラーマップ化する表面結晶方位のカラーグラデーションマップ法を用いて、 $\alpha$ 型 $Al_2O_3$ 層のもつ六方晶結晶構造の(0, 0, 0, 1)面を赤色、同(1, 0, -1, 0)面を緑色、同(0, 1, -1, 0)面を青色として指定して観測することにより作製した。

## 【0016】

この結果得られたカラーマップの代表例を、図1(a)～(d)および図2に模式図で示したが、本発明被覆サーメット工具1～13の $\alpha$ 型 $Al_2O_3$ 層は、カラーマップ全面に占める面積%で、表6, 7に示される通り、図1(a)に代表される、単位色が赤色で占められる割合が95%以上で、残りの単位色が中間色からなる色調(「色調区分(a)」という)、図1(b)に代表される、単位色が赤色で占められる割合が90%以上で、残りの単位色が中間色からなる色調(「色調区分(b)」という)、図1(c)に代表される、単位色が赤色で占められる割合が80%以上で、残りの単位色が中間色からなる色調(「色調区分(c)」という)、そして図1(d)に代表される、単位色が赤色で占められる割合が70%以上で、残りの単位色が中間色からなる色調(「色調区分(d)」という)のいずれかの赤色系色調を示し、一方従来被覆サーメット工具1～13の $\alpha$ 型 $Al_2O_3$ 層は、同じく表6, 7に示される通り、いずれも図2に代表される、単位色が赤色、緑色、および青色、さらにこれらの中間色からなり、これらの単位色が相互に分散分布する混合色調(「色調区分(e)」という)を示すものであった。

## 【0017】

また、この結果得られた本発明被覆サーメット工具1～13および従来被覆サーメット工具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。

## 【0018】

なお、上記本発明被覆サーメット工具1～13の硬質被覆層における加熱核 $Al_2O_3$ 薄膜の層厚測定はきわめて困難であった。

## 【0019】

つぎに、上記の各種の被覆サーメット工具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、本発明被覆サーメット工具1～7および従来被覆サーメット工具1～7については、

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：350 m/min、  
 切り込み：0.8 mm、  
 送り：0.2 mm/rev、  
 切削時間：5分、

の条件での合金鋼の乾式高速断続切削試験、

被削材：JIS・S45Cの長さ方向等間隔4本縦溝入り丸棒、  
 切削速度：400 m/min、  
 切り込み：0.8 mm、  
 送り：0.2 mm/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、さらに、

被削材：JIS・FC300の長さ方向等間隔4本縦溝入り丸棒、  
 切削速度：400 m/min、  
 切り込み：1.0 mm、  
 送り：0.2 mm/rev、

10

20

30

40

50

切削時間：5分、  
の条件での鋳鉄の乾式高速断続切削試験を行った。

【0020】

さらに、本発明被覆サーメット工具8～13および従来被覆サーメット工具8～13については、

被削材：JIS・SUS304の長さ方向等間隔4本縦溝入り丸棒、

切削速度：350m/min、

切り込み：0.8mm、

送り：0.15mm/rev、

切削時間：5分、

10

の条件でのステンレス鋼の乾式高速断続切削試験、

被削材：JIS・S15Cの長さ方向等間隔4本縦溝入り丸棒、

切削速度：400m/min、

切り込み：0.8mm、

送り：0.2mm/rev、

切削時間：5分、

の条件での軟鋼の乾式高速断続切削試験を行い、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6，7に示した。

【0021】

【表 1】

| 種 別 | 配 合 組 成 (質 量 %) |     |     |     |     |     |       |     |     |    |
|-----|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|----|
|     | Co              | TiC | ZrC | VC  | TaC | NbC | Cr3C2 | TiN | TaN | WC |
| A   | 7               | —   | —   | —   | —   | —   | —     | —   | —   | 殘  |
| B   | 5.7             | —   | —   | —   | 1.5 | 0.5 | —     | —   | —   | 殘  |
| C   | 5.7             | —   | —   | —   | —   | —   | 1     | —   | —   | 殘  |
| D   | 8.5             | —   | 0.5 | —   | —   | —   | 0.5   | —   | —   | 殘  |
| E   | 12.5            | 2   | —   | —   | —   | —   | —     | 1   | 2   | 殘  |
| F   | 14              | —   | —   | 0.2 | —   | —   | 0.8   | —   | —   | 殘  |

【 0 0 2 2 】

10

20

30

40

【表 2】

| 種別               |   | 配 合 組 成 (質量%) |     |     |     |     |                   |      |      |
|------------------|---|---------------|-----|-----|-----|-----|-------------------|------|------|
|                  |   | Co            | Ni  | ZrC | TaC | NbC | Mo <sub>2</sub> C | WC   | TiCN |
| 工<br>具<br>基<br>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    |

10

【 0 0 2 3 】

【表 3】

| 硬質被覆層の<br>構成層種別<br>(数字は原<br>子比を示す)                   | 形 成 条 件 (反応雰囲気気の圧力はkPa, 温度は°Cを示す)                                                                  |                |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|                                                      | 反応ガス組成 (容量%)                                                                                       | 反応雰囲気<br>圧力 温度 |
| TiC                                                  | TiCl <sub>4</sub> :4.2%, CH <sub>4</sub> :8.5%, H <sub>2</sub> :残                                  | 7 1020         |
| TiN(第1層)                                             | TiCl <sub>4</sub> :4.2%, N <sub>2</sub> :30%, H <sub>2</sub> :残                                    | 30 900         |
| TiN(その他層)                                            | TiCl <sub>4</sub> :4.2%, N <sub>2</sub> :35%, H <sub>2</sub> :残                                    | 50 1040        |
| TiO <sub>1.5</sub>                                   | TiCl <sub>4</sub> :3%, CO <sub>2</sub> :10%, Ar:50%, H <sub>2</sub> :残                             | 14 900         |
| 1-TiC <sub>0.5</sub> N <sub>0.5</sub>                | TiCl <sub>4</sub> :4.2%, N <sub>2</sub> :20%, CH <sub>3</sub> CN:0.6%, H <sub>2</sub> :残           | 7 1000         |
| TiC <sub>0.5</sub> N <sub>0.5</sub>                  | TiCl <sub>4</sub> :4.2%, N <sub>2</sub> :20%, CH <sub>4</sub> :4%, H <sub>2</sub> :残               | 12 1020        |
| TiC <sub>0.5</sub> O <sub>0.5</sub>                  | TiCl <sub>4</sub> :4.2%, CO:4%, H <sub>2</sub> :残                                                  | 7 1020         |
| TiC <sub>0.3</sub> N <sub>0.3</sub> O <sub>0.4</sub> | TiCl <sub>4</sub> :4.2%, CO:3%, CH <sub>4</sub> :3%, N <sub>2</sub> :20%, H <sub>2</sub> :残        | 20 1020        |
| α型Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                     | AlCl <sub>3</sub> :2.2%, CO <sub>2</sub> :5.5%, HCl:2.2%, H <sub>2</sub> S:0.2%, H <sub>2</sub> :残 | 7 1000         |

【 0 0 2 4 】

10

20

30

40

【表 4】

| 種別                                                       | 工具<br>基体<br>記号 | 硬 質 被 覆 層 (括弧内:目標層厚:nm以外は $\mu\text{m}$ ) |               |                  |                                                  |                                                       |                                                        |                                                        |              |               |
|----------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------|---------------|------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------|---------------|
|                                                          |                | 第1層                                       | 第2層           | 第3層              | 第4層                                              | 第5層                                                   | 第6層                                                    | 第7層                                                    | 第8層          |               |
| 本<br>発<br>明<br>被<br>覆<br>サ<br>ー<br>メ<br>ツ<br>ト<br>工<br>具 | 1              | A                                         | TiN<br>( 1 )  | I-TiCN<br>(17.5) | TiN<br>( 1 )                                     | TiCNO<br>(0.5)                                        | 加熱核<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>(50nm)        | $\alpha$ 型<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>( 3 )  | —            | —             |
|                                                          | 2              | a                                         | TiCN<br>( 1 ) | I-TiCN<br>(8.5)  | TiCO<br>(0.5)                                    | 加熱核<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>(200nm)      | $\alpha$ 型<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>( 10 ) | —                                                      | —            | —             |
|                                                          | 3              | B                                         | TiN<br>( 1 )  | I-TiCN<br>( 4 )  | TiC<br>( 4 )                                     | TiCNO<br>( 1 )                                        | 加熱核<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>(80nm)        | $\alpha$ 型<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>( 8 )  | TiN<br>(0.3) | —             |
|                                                          | 4              | b                                         | TiC<br>( 1 )  | I-TiCN<br>( 9 )  | 加熱核<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>(100nm) | $\alpha$ 型<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>( 5 ) | TiN<br>( 1 )                                           | —                                                      | —            | —             |
|                                                          | 5              | C                                         | TiN<br>( 1 )  | I-TiCN<br>(4.5)  | TiCNO<br>(0.5)                                   | 加熱核<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>(50nm)       | $\alpha$ 型<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>( 15 ) | TiCN<br>(0.3)                                          | —            | —             |
|                                                          | 6              | c                                         | TiN<br>(0.5)  | I-TiCN<br>(1.5)  | TiC<br>(0.5)                                     | TiCNO<br>(0.5)                                        | 加熱核<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>(80nm)        | $\alpha$ 型<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>( 20 ) | TiC<br>(0.3) | —             |
|                                                          | 7              | D                                         | TiN<br>(0.5)  | I-TiCN<br>(10)   | TiC<br>( 2 )                                     | TiCNO<br>(0.3)                                        | 加熱核<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>(100nm)       | $\alpha$ 型<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>( 3 )  | TiC<br>(0.2) | TiCN<br>(0.1) |
|                                                          | 8              | d                                         | TiN<br>( 1 )  | TiCN<br>( 19 )   | 加熱核<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>(100nm) | $\alpha$ 型<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>( 1 ) | TiO<br>(0.4)                                           | —                                                      | —            | —             |
|                                                          | 9              | E                                         | TiC<br>(0.5)  | I-TiCN<br>( 9 )  | TiCO<br>(0.5)                                    | 加熱核<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>(50nm)       | $\alpha$ 型<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>( 8 )  | TiO<br>(0.4)                                           | —            | —             |
|                                                          | 10             | e                                         | TiN<br>( 1 )  | TiC<br>( 1 )     | TiCN<br>( 7 )                                    | TiCO<br>( 1 )                                         | 加熱核<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>(30nm)        | $\alpha$ 型<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>( 10 ) | TiO<br>(0.3) | TiN<br>(0.1)  |
|                                                          | 11             | F                                         | TiN<br>( 1 )  | TiC<br>( 1 )     | I-TiCN<br>( 8 )                                  | 加熱核<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>(150nm)      | $\alpha$ 型<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>( 5 )  | TiO<br>( 1 )                                           | TiN<br>(0.1) | —             |
|                                                          | 12             | D                                         | TiC<br>( 1 )  | I-TiCN<br>( 4 )  | TiCNO<br>( 1 )                                   | 加熱核<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>(20nm)       | $\alpha$ 型<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>( 15 ) | TiN<br>(0.1)                                           | TiO<br>(0.1) | TiN<br>(0.1)  |
|                                                          | 13             | f                                         | TiCN<br>(0.5) | TiC<br>( 2 )     | TiCNO<br>(0.5)                                   | 加熱核<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>(80nm)       | $\alpha$ 型<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>( 30 ) | TiN<br>(0.3)                                           | TiO<br>(0.1) | —             |

10

20

30

【 0 0 2 5 】

【表 5】

| 種別                                                  |    | 工具<br>基体<br>記号 | 硬 質 被 覆 層 (括弧内:目標層厚: $\mu\text{m}$ ) |                  |                                                |                                                 |                                                 |              |               |
|-----------------------------------------------------|----|----------------|--------------------------------------|------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------|---------------|
|                                                     |    |                | 第1層                                  | 第2層              | 第3層                                            | 第4層                                             | 第5層                                             | 第6層          | 第7層           |
| 従<br>来<br>被<br>覆<br>サ<br>イ<br>メ<br>ツ<br>ト<br>工<br>具 | 1  | A              | TiN<br>( 1 )                         | I-TiCN<br>(17.5) | TiN<br>( 1 )                                   | TiCNO<br>(0.5)                                  | $\alpha$ 型<br>$\text{Al}_2\text{O}_3$<br>( 3 )  | —            | —             |
|                                                     | 2  | a              | TiCN<br>( 1 )                        | I-TiCN<br>(8.5)  | TiCO<br>(0.5)                                  | $\alpha$ 型<br>$\text{Al}_2\text{O}_3$<br>( 10 ) | —                                               | —            | —             |
|                                                     | 3  | B              | TiN<br>( 1 )                         | I-TiCN<br>( 4 )  | TiC<br>( 4 )                                   | TiCNO<br>( 1 )                                  | $\alpha$ 型<br>$\text{Al}_2\text{O}_3$<br>( 8 )  | TiN<br>(0.3) | —             |
|                                                     | 4  | b              | TiC<br>( 1 )                         | I-TiCN<br>( 9 )  | $\alpha$ 型<br>$\text{Al}_2\text{O}_3$<br>( 5 ) | TiN<br>( 1 )                                    | —                                               | —            | —             |
|                                                     | 5  | C              | TiN<br>( 1 )                         | I-TiCN<br>(4.5)  | TiCNO<br>(0.5)                                 | $\alpha$ 型<br>$\text{Al}_2\text{O}_3$<br>( 15 ) | TiCN<br>(0.3)                                   | —            | —             |
|                                                     | 6  | c              | TiN<br>(0.5)                         | I-TiCN<br>(1.5)  | TiC<br>(0.5)                                   | TiCNO<br>(0.5)                                  | $\alpha$ 型<br>$\text{Al}_2\text{O}_3$<br>( 20 ) | TiC<br>(0.3) | —             |
|                                                     | 7  | D              | TiN<br>(0.5)                         | I-TiCN<br>(10)   | TiC<br>( 2 )                                   | TiCNO<br>(0.3)                                  | $\alpha$ 型<br>$\text{Al}_2\text{O}_3$<br>( 3 )  | TiC<br>(0.2) | TiCN<br>(0.1) |
|                                                     | 8  | d              | TiN<br>( 1 )                         | TiCN<br>( 19 )   | $\alpha$ 型<br>$\text{Al}_2\text{O}_3$<br>( 1 ) | TiO<br>(0.4)                                    | —                                               | —            | —             |
|                                                     | 9  | E              | TiC<br>(0.5)                         | I-TiCN<br>( 9 )  | TiCO<br>(0.5)                                  | $\alpha$ 型<br>$\text{Al}_2\text{O}_3$<br>( 8 )  | TiO<br>(0.4)                                    | —            | —             |
|                                                     | 10 | e              | TiN<br>( 1 )                         | TiC<br>( 1 )     | TiCN<br>( 7 )                                  | TiCO<br>( 1 )                                   | $\alpha$ 型<br>$\text{Al}_2\text{O}_3$<br>( 10 ) | TiO<br>(0.3) | TiN<br>(0.1)  |
|                                                     | 11 | F              | TiN<br>( 1 )                         | TiC<br>( 1 )     | I-TiCN<br>( 8 )                                | $\alpha$ 型<br>$\text{Al}_2\text{O}_3$<br>( 5 )  | TiO<br>( 1 )                                    | TiN<br>(0.1) | —             |
|                                                     | 12 | D              | TiC<br>( 1 )                         | I-TiCN<br>( 4 )  | TiCNO<br>( 1 )                                 | $\alpha$ 型<br>$\text{Al}_2\text{O}_3$<br>( 15 ) | TiN<br>(0.1)                                    | TiO<br>(0.1) | TiN<br>(0.1)  |
|                                                     | 13 | f              | TiCN<br>(0.5)                        | TiC<br>( 2 )     | TiCNO<br>(0.5)                                 | $\alpha$ 型<br>$\text{Al}_2\text{O}_3$<br>( 30 ) | TiN<br>(0.3)                                    | TiO<br>(0.1) | —             |

10

20

30

【 0 0 2 6 】

【表 6】

| 種 別 | カラー<br>マップの<br>色調区分 | 逃げ面摩耗幅 (mm) |      |      | 種 別                                                 | カラー<br>マップの<br>色調区分 | 切削試験結果  |         |         |
|-----|---------------------|-------------|------|------|-----------------------------------------------------|---------------------|---------|---------|---------|
|     |                     | 合金鋼         | 炭素鋼  | 鑄鉄   |                                                     |                     | 合金鋼     | 炭素鋼     | 鑄鉄      |
| 1   | (c)                 | 0.37        | 0.38 | 0.36 | 従<br>来<br>被<br>覆<br>サ<br>ー<br>メ<br>ツ<br>ト<br>工<br>具 | (e)                 | 1.6分で寿命 | 1.7分で寿命 | 2.6分で寿命 |
| 2   | (d)                 | 0.37        | 0.34 | 0.34 |                                                     | (e)                 | 1.4分で寿命 | 1.4分で寿命 | 3.2分で寿命 |
| 3   | (a)                 | 0.28        | 0.29 | 0.31 |                                                     | (e)                 | 2.1分で寿命 | 2.2分で寿命 | 3.2分で寿命 |
| 4   | (b)                 | 0.33        | 0.34 | 0.32 |                                                     | (e)                 | 2.8分で寿命 | 2.4分で寿命 | 2.4分で寿命 |
| 5   | (b)                 | 0.31        | 0.34 | 0.28 |                                                     | (e)                 | 1.8分で寿命 | 2.2分で寿命 | 3.7分で寿命 |
| 6   | (a)                 | 0.26        | 0.25 | 0.24 |                                                     | (e)                 | 1.9分で寿命 | 1.9分で寿命 | 3.0分で寿命 |
| 7   | (c)                 | 0.38        | 0.36 | 0.37 |                                                     | (e)                 | 1.6分で寿命 | 2.5分で寿命 | 2.1分で寿命 |

(表中、寿命は硬質被覆層に発生したチッピングが原因)

【 0 0 2 7 】

10

20

30

40

【表 7】

| 種 別               | カラー<br>マップの<br>色調区分 | 逃げ面摩耗幅(mm) |      | 種 別         | カラー<br>マップの<br>色調区分 | 切削試験結果  |         |
|-------------------|---------------------|------------|------|-------------|---------------------|---------|---------|
|                   |                     | ステンレス鋼     | 軟鋼   |             |                     | ステンレス鋼  | 軟鋼      |
| 種<br>本発明被覆サーメット工具 | 8                   | 0.39       | 0.39 | 従来被覆サーメット工具 | (e)                 | 3.5分で寿命 | 2.8分で寿命 |
|                   | 9                   | 0.33       | 0.36 |             | (e)                 | 3.0分で寿命 | 3.2分で寿命 |
|                   | 10                  | 0.32       | 0.37 |             | (e)                 | 2.2分で寿命 | 2.1分で寿命 |
|                   | 11                  | 0.37       | 0.34 |             | (e)                 | 2.7分で寿命 | 2.6分で寿命 |
|                   | 12                  | 0.31       | 0.32 |             | (e)                 | 2.5分で寿命 | 1.9分で寿命 |
|                   | 13                  | 0.23       | 0.25 |             | (e)                 | 1.7分で寿命 | 1.6分で寿命 |

(表中、寿命は硬質被覆層に発生したチッピングが原因)

表 4 ～ 7 に示される結果から、本発明被覆サーメット工具 1 ～ 13 は、機械的熱的衝撃がきわめて高く、かつ高い発熱を伴う各種の鋼や鋳鉄の高速断続切削でも、硬質被覆層を構成する  $\alpha$  型  $Al_2O_3$  層が図 1 (a)、(b)、(c)、および (d) のカラーマップに相当する色調区分 (a)、(b)、(c)、および (d) のいずれかの赤色系色調のカラーマップを示し、すぐれた耐チッピング性を発揮することから、すぐれた耐摩耗性を示すのに対して、従来被覆サーメット工具 1 ～ 13 においては、いずれも硬質被覆層の  $\alpha$  型  $Al_2O_3$  層が図 2 のカラーマップに相当する色調区分 (e) の混合色調のカラーマップを示し、高速断続切削では激しい機械的熱的衝撃に耐えられず、前記  $\alpha$  型  $Al_2O_3$  層が原因で、切刃部にチッピングが発生し、比較的短時間で使用寿命に至ることが明らかである。

## 【0028】

上述のように、この発明の被覆サーメット工具は、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、特に機械的熱的衝撃がきわめて高く、かつ高い発熱を伴う切削条件の最も厳しい高速断続切削でもすぐれた耐チッピング性を示し、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。

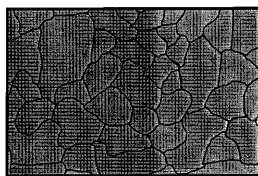
【図面の簡単な説明】

【0029】

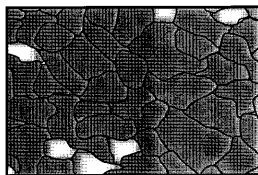
【図1】(a)～(d)は、本発明被覆サーメット工具1～13の硬質被覆層を構成する $\alpha$ 型 $Al_2O_3$ 層を表面結晶方位のカラーグラデーションマップ法を用いて作製したカラーマップで示した場合の代表例を示す模式図である。

【図2】従来被覆サーメット工具1～13の硬質被覆層を構成する $\alpha$ 型 $Al_2O_3$ 層を表面結晶方位のカラーグラデーションマップ法を用いて作製したカラーマップで示した場合の代表例を示す模式図である。

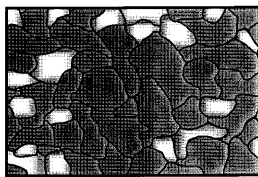
【図1】



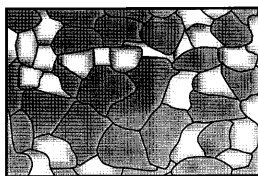
(a)



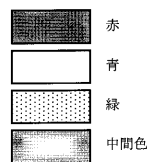
(b)



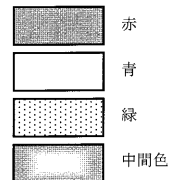
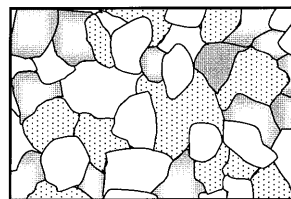
(c)



(d)



【図2】



---

フロントページの続き

(72)発明者 早樋 拓也

茨城県那珂郡那珂町向山 1 0 0 2 - 1 4 三菱マテリアル株式会社総合研究所那珂研究センター内

Fターム(参考) 4K030 AA02 AA10 AA14 AA16 AA17 AA18 BA02 BA18 BA35 BA36

BA38 BA41 BA42 BB01 BB12 CA03 DA09 JA01 JA09 LA22