

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年4月12日(12.04.2018)



(10) 国際公開番号

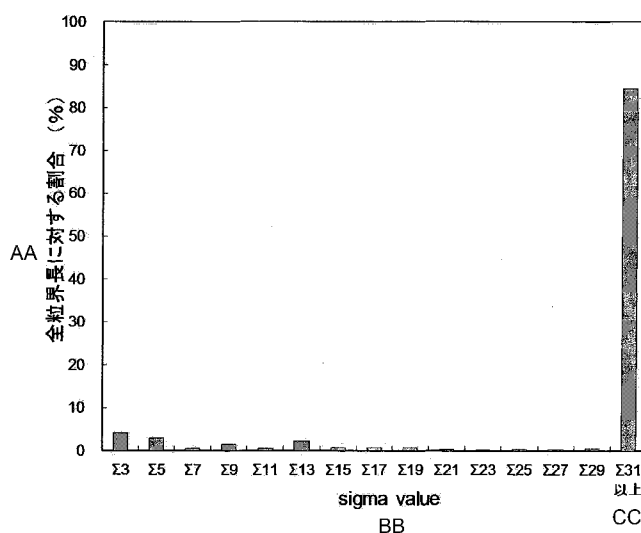
WO 2018/066469 A1

- (51) 国際特許分類:
B23B 27/14 (2006.01) *C23C 16/36* (2006.01) RATION) [JP/JP]; 〒1008117 東京都千代田区
大手町一丁目3番2号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/035466 (72) 発明者: 奥出 正樹(OKUDE Masaki); 〒3110102
茨城県那珂市向山1002番地14 三菱マ
(22) 国際出願日: 2017年9月29日(29.09.2017) テリアル株式会社 中央研究所内 Ibaraki (JP).
(25) 国際出願の言語: 日本語 西田 真(NISHIDA Shin); 〒3110102 茨城県那
(26) 国際公開の言語: 日本語 珂市向山1002番地14 三菱マテリアル
(30) 優先権データ: 株式会社 中央研究所内 Ibaraki (JP).
特願 2016-196189 2016年10月4日(04.10.2016) JP (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
特願 2017-174844 2017年9月12日(12.09.2017) JP 護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
(71) 出願人: 三菱マテリアル株 CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
式会社 (MITSUBISHI MATERIALS CORPO- DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,

(54) Title: SURFACE-COATED CUTTING TOOL WITH HARD COATING LAYER EXHIBITING EXCELLENT CHIPPING RESISTANCE

(54) 発明の名称: 硬質被覆層がすぐれた耐チッピング性を発揮する表面被覆切削工具

【図1】



AA Ratio to total grain boundary length (%)
BB Sigma value
CC Σ31 or higher

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a surface-coated cutting tool exhibiting excellent chip-
ping resistance and peeling resistance under a deep-cut, fast-feed, high-speed intermittent heavy cutting condition in which
a heavy load acts on the cutting edge. The present invention provides a surface-coated cutting tool in which a lower layer
comprising a Ti compound layer including at least one TiCN layer and an upper layer comprising an α -Al₂O₃ layer are
formed on a tool body surface, wherein when a distribution ratio of constituent

KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

atom sharing lattice point structures(units) of adjoining TiCN crystal grains in the TiCN layer is calculated using a field emission type scanning electron microscope and an electron backscatter diffraction imaging device, the grain boundary length for constituent atom sharing lattice point structures (units) of $\Sigma 31$ and makes up at least 80% of the total grain boundary length of constituent atom sharing lattice point structures (units) of $\Sigma 3$ and higher, and the area ratio of TiCN crystal grains having an aspect ratio of 3 or higher is 80% or higher.

(57) 要約：切れ刃に高負荷が作用する高切り込み・高送りの高速断続重切削条件ですぐれた耐チッピング性、耐剥離性を発揮する表面被覆切削工具を提供する。工具基体表面に、少なくとも1層のTiCN層を含むTi化合物層からなる下部層と、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層からなる上部層を設けた表面被覆切削工具において、前記TiCN層について、電界放出型走査電子顕微鏡と電子後方散乱回折像装置を用いて、相互に隣接するTiCN結晶粒の構成原子共有格子点形態（単位形態）の分布割合を算出した場合に、 $\Sigma 31$ 以上である構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長が、 $\Sigma 3$ 以上である構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の80%以上を占め、アスペクト比が3以上であるTiCN結晶粒が80%以上の面積割合を占める。

明 細 書

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切削工具

技術分野

[0001] 本発明は、鋼やステンレス鋼等の切削加工を、切刃に高負荷が作用する高速断続高切り込み条件および高速断続高送り条件で行った場合でも、硬質被覆層がすぐれた耐チップング性を発揮し、長期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。

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、

（a）下部層が、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、

（b）上部層が、化学蒸着した状態で α 型の結晶構造を有する酸化アルミニウム層（以下、 Al_2O_3 層で示す）、

以上（a）および（b）で構成された硬質被覆層が蒸着形成された被覆工具が知られている。

[0003] しかし、前述したような従来の被覆工具は、例えば、各種の鋼や鋳鉄などの連続切削ではすぐれた切削性能を発揮するが、これを、断続切削加工に用いた場合には、被覆層のチップングが発生しやすく、工具寿命が短命になるという問題があった。

そこで、被覆層の耐チップング性を高めるために、硬質被覆層に種々の改良を加えた被覆工具が提案されている。

[0004] 例えば、特許文献1には、

工具基体の表面に、

(a) 下部層が、いずれも化学蒸着形成された、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、

(b) 上部層が、化学蒸着形成された、1～15 μm の平均層厚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形成してなる被覆工具において、

上記(a)のTi化合物層のうちの1層を、

反応ガス組成：容量%で、 TiCl_4 ：0.1～0.8%、 CH_3CN ：0.05～0.3%、Ar：10～30%、 H_2 ：残り、

反応雰囲気温度：930～1000℃、

反応雰囲気圧力：6～20 kPa、

の条件で、2.5～15 μm の平均層厚に化学蒸着形成してなると共に、

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結晶粒個々に電子線を照射し、電子後方散乱回折像装置を用いて、所定領域を0.1 $\mu\text{m}/\text{step}$ の間隔で、前記表面研磨面の法線に対する、前記結晶粒の結晶面である(001)面および(011)面の法線がなす傾斜角を測定し、この場合前記結晶粒は、格子点にTi、炭素、および窒素からなる構成原子がそれぞれ存在するNaCl型立方晶の結晶構造を有し、この結果得られた測定傾斜角に基づいて、相互に隣接する結晶粒の界面で、前記構成原子のそれぞれが前記結晶粒相互間で1つの構成原子を共有する格子点(構成原子共有格子点)の分布を算出すると共に、前記構成原子共有格子点間に存在する構成原子を共有しない格子点の数：N(この場合、NはNaCl型立方晶の結晶構造上2以上の偶数となるが、分布頻度の点からN：28を上限とする)毎に定めた $\Sigma N + 1$ で表される構成原子共有格子点形態(単位形態)のそれぞれの分布割合を算出し、 $\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ のそれぞれの構成原子共有格子点形態(単位形態)の分布割合を、前記 $\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ の構成原子共有格

子点形態（単位形態）全体の合計分布割合に占める割合で示す構成原子共有格子点分布グラフにおいて、 $\Sigma 3$ に最高ピークが存在し、かつ前記 $\Sigma 3$ の分布割合が前記構成原子共有格子点形態（単位形態）全体の合計分布割合の65～80%を占める構成原子共有格子点分布グラフを示す炭窒化チタン層、からなる被覆工具が提案されており、この被覆工具によれば、鋼や鋳鉄などの高速断続切削加工で、硬質被覆層がすぐれた耐チッピング性を発揮するとされている。

[0005] また、特許文献2には、

工具基体の表面に、

(a) 下部層が、いずれも化学蒸着形成された、チタンの炭化物層、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2層以上からなり、かつ、その内の1層はチタンの炭窒化物層からなり、3～20 μm の合計平均層厚を有するチタン化合物層、

(b) 上部層が、化学蒸着形成された、1～15 μm の平均層厚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形成してなる被覆工具において、

上記(a)のチタン化合物層の内のチタンの炭窒化物層について、電界放出型走査電子顕微鏡を用い、縦断面の測定範囲内に存在する結晶粒個々に電子線を照射し、電子後方散乱回折像装置を用いて、所定領域を0.1 $\mu\text{m}/\text{step}$ の間隔で、基体表面の法線に対する、前記結晶粒の結晶面である(001)面および(011)面の法線がなす傾斜角を測定し、この場合、前記結晶粒は、格子点にTi、炭素、および窒素からなる構成原子がそれぞれ存在するNaCl型面心立方晶の結晶構造を有し、この結果得られた測定傾斜角に基づいて、相互に隣接する結晶粒の界面で、前記構成原子のそれぞれが前記結晶粒相互間で1つの構成原子を共有する格子点（構成原子共有格子点）の分布を算出すると共に、前記構成原子共有格子点間に存在する構成原子を共有しない格子点の数N（この場合、NはNaCl型立方晶の結晶構造

上2以上の偶数となるが、分布頻度の点から $N = 28$ を上限とする)毎に定めた $\Sigma N + 1$ で表される構成原子共有格子点形態(単位形態)のそれぞれの分布割合を算出し、 $\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ のそれぞれの構成原子共有格子点形態(単位形態)の分布割合を、前記 $\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ の構成原子共有格子点形態(単位形態)全体の合計分布割合に占める割合で示す構成原子共有格子点分布グラフにおいて、切れ刃稜線部では前記 $\Sigma 3$ の分布割合が前記構成原子共有格子点形態(単位形態)全体の合計分布割合の5～13%を示し、切れ刃稜線部以外の領域では前記 $\Sigma 3$ の分布割合が前記構成原子共有格子点形態(単位形態)全体の合計分布割合の50%以上を占める構成原子共有格子点分布グラフを示すチタンの炭窒化物層、

からなる強断続加工ですぐれた耐チップング性を発揮する被覆工具が提案されており、この被覆工具によれば、切れ刃稜線部の硬質被覆層の下部層の $\Sigma 3$ の分布割合と、切れ刃稜線部以外の領域における硬質被覆層の下部層の $\Sigma 3$ の分布割合を、それぞれ、特定の範囲に定めることによって、断続の間隔が長く切れ刃先端には強い衝撃が加わる強断続加工において、耐摩耗性の低下を招くことなく、すぐれた耐チップング性が発揮されるとされている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第4518258号公報

特許文献2：特開2015-182154号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 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い。これに伴い、切削加工は一段と高速化すると共に、高切り込みや高送りなどの重切削、断続切削等で切刃に高負荷が作用する傾向にある。

前述した従来の被覆工具を鋼や鋳鉄などの通常の条件での連続切削、断続切

削に用いた場合には特に問題はないが、より一段と厳しい切削条件である高速断続重切削条件で鋼やステンレス鋼を加工した場合には、硬質被覆層の塑性変形性が十分でないことに加え、硬質被覆層には高負荷が作用するため、硬質被覆層を構成する粒子の脱落、剥離等の発生あるいはチップングの発生を原因として比較的短時間で工具寿命に至る。

課題を解決するための手段

[0008] そこで、本発明者らは、前述のような観点から、切れ刃に断続的・衝撃的な高負荷が作用し、また、硬質被覆層の塑性変形が発生しやすい高速断続重切削条件（例えば、高速高切り込み断続切削条件、高速高送り断続切削条件）で使用した場合でも、硬質被覆層の剥離、チップングが発生しないような硬質被覆層の構造について鋭意研究を行ったところ、硬質被覆層の下部層を構成する少なくとも一つのTiCN層において、該TiCN層の全対応粒界長に対して、 $\Sigma 31$ 以上の対応粒界長の長さ割合を80%以上とすることによって、下部層を構成するTiCN層中に靱性の高い粒界を多く分布させることができ、これにより、切刃に断続的・衝撃的な高負荷が作用する高速高切り込み断続条件あるいは高速高送り断続条件で鋼、ステンレス鋼等を切削加工した場合にも、硬質被覆層の剥離、チップングの発生が抑制されることを見出した。

[0009] 本発明は、前記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下部層と上部層からなる硬質被覆層が設けられている表面被覆切削工具において、

(a) 前記下部層は、 $3 \sim 20 \mu\text{m}$ の合計平均層厚を有し、TiC、TiN、TiCN、TiCO、TiCNOのうちの1層または2層以上からなるTi化合物層であって、その内の少なくとも1層はTiCN層で構成されており、

(b) 前記上部層は、 $1 \sim 15 \mu\text{m}$ の平均層厚を有し、 α 型の結晶構造を有する Al_2O_3 層からなり、

(c) 前記下部層の少なくとも1層のTiCN層について、電界放出型走査電子顕微鏡を用い、前記少なくとも1層のTiCN層の縦断面の測定範囲内に存在する結晶粒個々に電子線を照射し、電子後方散乱回折像装置を用いて、所定領域を $0.1\ \mu\text{m}/\text{step}$ の間隔で、基体表面の法線に対する、前記結晶粒の結晶面である(001)面および(011)面の法線がなす傾斜角を測定し、この場合前記結晶粒は、格子点にTi、炭素、および窒素からなる構成原子がそれぞれ存在するNaCl型面心立方晶の結晶構造を有し、この結果得られた測定傾斜角に基づいて、相互に隣接する結晶粒の界面で、前記構成原子のそれぞれが前記結晶粒相互間で1つの構成原子を共有する格子点(構成原子共有格子点)の分布を算出すると共に、前記構成原子共有格子点間に存在する構成原子を共有しない格子点の数N毎に定めた $\Sigma N+1$ で表される構成原子共有格子点形態(単位形態)のそれぞれの分布割合を算出した場合に、全対応粒界長に占める各構成原子共有格子点からなる対応粒界長の割合が示された対応粒界分布グラフにおいて、 $\Sigma 31$ 以上である構成原子共有格子点形態(単位形態)の粒界長が、 $\Sigma 3$ 以上である構成原子共有格子点形態(単位形態)の粒界長の80%を占め、

(d) 前記少なくとも1層のTiCN層の縦断面において、アスペクト比が3以上であるTiCN結晶粒が80%以上の面積割合を占めることを特徴とする表面被覆切削工具。

(2) 前記下部層の少なくとも1層のTiCN層について、電界放出型走査電子顕微鏡を用い、前記少なくとも1層のTiCN層の縦断面の測定範囲内に存在する結晶粒個々に電子線を照射し、電子後方散乱回折像装置を用いて、所定領域を $0.1\ \mu\text{m}/\text{step}$ の間隔で、基体表面の法線に対する、前記結晶粒の結晶面である(001)面および(011)面の法線がなす傾斜角を測定し、この場合前記結晶粒は、格子点にTi、炭素、および窒素からなる構成原子がそれぞれ存在するNaCl型面心立方晶の結晶構造を有し、この結果得られた測定傾斜角に基づいて、相互に隣接する結晶粒の界面で、前記構成原子のそれぞれが前記結晶粒相互間で1つの構成原子を共有する

格子点（構成原子共有格子点）の分布を算出すると共に、前記構成原子共有格子点間に存在する構成原子を共有しない格子点の数 N 毎に定めた $\Sigma N + 1$ で表される構成原子共有格子点形態（単位形態）のそれぞれの分布割合を算出した場合に、 $\Sigma 3$ の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長が、 $\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の20%以下であり、また、 $\Sigma 5$ の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長が、 $\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の30%以下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。」

[0010] 次に、本発明の被覆工具について詳細に説明する。

下部層：

下部層を構成するTi化合物層は、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（ただし、その内の少なくとも1層はTiCN層）、基本的には α 型の結晶構造を有する Al_2O_3 層（以下、「 $\alpha-Al_2O_3$ 層」で示す。）の下部層として存在し、自身の持つすぐれた高温強度によって、硬質被覆層に対して高温強度を与える。さらに、Ti化合物層は、工具基体表面、 $\alpha-Al_2O_3$ 層からなる上部層のいずれにも密着し、硬質被覆層の工具基体に対する密着性を維持する作用を有する。

しかしながら、このTi化合物層の合計平均層厚が3 μm 未満である場合、前述した作用を十分に発揮させることができない。一方、このTi化合物層の合計平均層厚が20 μm を越える場合、高速断続重切削では熱塑性変形を起し易くなり、偏摩耗の原因となる。

したがって、Ti化合物層の合計平均層厚は3 $\sim$ 20 μm と定めた。

[0011] 下部層のうちの少なくとも1層のTiCN層：

本発明における下部層は、少なくとも1層のTiCN層を含む。

そして、前記少なくとも1層のTiCN層について、構成原子共有格子点分布グラフを求めた場合、 $\Sigma 31$ 以上である構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長が、 $\Sigma 3$ 以上である構成原子共有格子点形態（単位形態）の

粒界長の80%以上を占めることが重要である。

$\Sigma 31$ 以上の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長が、 $\Sigma 3$ 以上である構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の80%以上を占める場合には、TiCN層中に靱性にすぐれた粒界が数多く分布することによって、TiCN層の衝撃緩和性が向上し、また、工具基体の変形に追従して硬質被覆層が変形することが可能となるため、鋼、ステンレス鋼等の高速断続重切削加工において、チッピングの発生が抑制される。

図1に、 $\Sigma 31$ 以上である構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長が、 $\Sigma 3$ 以上である構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の80%以上を占めるTiCN層の構成原子共有格子点分布グラフの例を示す。

[0012] さらに、 $\Sigma 31$ 以上である構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長が、 $\Sigma 3$ 以上である構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の80%以上を占める前記TiCN層において、 $\Sigma 3$ の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長が、 $\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の20%以下であり、また、 $\Sigma 5$ の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長が、 $\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の30%以下である場合には、TiCN層の靱性がより向上するため、一段とすぐれた耐チッピング性が発揮される。

図2に、 $\Sigma 31$ 以上である構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長が、 $\Sigma 3$ 以上である構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の80%以上を占め、さらに、 $\Sigma 3$ の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長が、 $\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の20%以下であり、かつ、 $\Sigma 5$ の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長が、 $\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の30%以下であるTiCN層の構成原子共有格子点分布グラフの例を示す。

[0013] ここで、構成原子共有格子点分布グラフは、この出願前から既によく知られているように、電界放出型走査電子顕微鏡を用い、例えば、硬質被覆層の下部層の層厚方向に平行な縦断面の測定範囲内に存在する結晶粒個々に電子

線を照射し、電子後方散乱回折像装置を用いて、所定領域を $0.1 \mu\text{m}/\text{step}$ の間隔で、前記表面研磨面の法線に対する、前記結晶粒の結晶面である (001) 面および (011) 面の法線がなす傾斜角を測定し（この場合、前記結晶粒は、格子点に Ti、炭素、および窒素からなる構成原子がそれぞれ存在する NaCl 型面心立方晶の結晶構造を有する炭窒化チタン結晶粒である）、この結果得られた測定傾斜角に基づいて、相互に隣接する結晶粒の界面で、前記構成原子のそれぞれが前記結晶粒相互間で 1 つの構成原子を共有する格子点（構成原子共有格子点）の分布を算出すると共に、前記構成原子共有格子点間に存在する構成原子を共有しない格子点の数 N （この場合、 N は NaCl 型面心立方晶の結晶構造上 2 以上の偶数となる。）毎に定めた $\Sigma N + 1$ で表される構成原子共有格子点形態（単位形態）のそれぞれの粒界長を算出し、 $\Sigma 3$ 以上のそれぞれの構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長を、 $\Sigma 3$ 以上の構成原子共有格子点形態（単位形態）の合計粒界長に占める割合で示す構成原子共有格子点分布グラフを作成する。

なお、 $\Sigma 31$ 以上の粒界長の合計は、 $\Sigma 31$ 以上の個々の N における粒界長を算出するのではなく、 $\Sigma 31$ 以上としてひとまとめにした。すなわち、 $\Sigma 3$ 、 $\Sigma 5$ 、 $\Sigma 7$ 、 $\Sigma 9$ 、 $\Sigma 11$ 、 $\Sigma 13$ 、 $\Sigma 15$ 、 $\Sigma 17$ 、 $\Sigma 19$ 、 $\Sigma 21$ 、 $\Sigma 23$ 、 $\Sigma 25$ 、 $\Sigma 27$ 、 $\Sigma 29$ のそれぞれの粒界長を算出し、測定により得られた $\Sigma 3$ 以上の全粒界長から $\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ までの粒界長の合計を差し引いた値を $\Sigma 31$ 以上の粒界長の合計として求めた。

[0014] 前記の $\Sigma 31$ 以上である構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長が、 $\Sigma 3$ 以上である構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の 80% 以上を占める TiCN 層を有する下部層は、例えば、以下のようにして形成することができる。

即ち、まず、工具基体表面に、通常の化学蒸着装置を使用して、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 Ti 化合物層を硬質被覆層の下部層として蒸着形成する（なお、TiCN 層のみを蒸着形成することも勿論可能である）。

そして、上記下部層のうちの少なくとも1層のTiCN層については、

反応ガス組成（容量％）：TiCl₄ 1～3％、CH₃CN 0.3～1.0％、N₂ 25～60％、HCl 0.05％～0.2％、Ar 3～15％、残部H₂、

反応雰囲気温度：750～900℃、

反応雰囲気圧力：5～10kPa、

の条件で化学蒸着することにより、前記所定の構成原子共有格子点形態（単位形態）を有するTiCN層を形成することができる。

[0015] また、上記で蒸着形成したΣ31以上である構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長が、Σ3以上である構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の80％以上を占めるTiCN層において、Σ3の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長が、Σ3～Σ29の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の20％以下であり、さらに、Σ5の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長が、Σ3～Σ29の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の30％以下であるTiCN層は、化学蒸着をより限定した条件で行うことによって形成することができる。

例えば、以下のような条件である。

反応ガス組成（容量％）：TiCl₄ 2～3％、CH₃CN 0.5～0.8％、N₂ 25～45％、HCl 0.08％～0.15％、Ar 5～10％、残部H₂、

反応雰囲気温度：820～900℃、

反応雰囲気圧力：5～7kPa、

上記の条件で化学蒸着することにより、Σ31以上である構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長が、Σ3以上である構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の80％以上を占め、また、Σ3の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長が、Σ3～Σ29の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の20％以下であり、さらに、Σ5の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長が、Σ3～Σ29の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の30％以下であるTiCN層は、化学蒸着をより限定した条件で行うことによって形成することができる。

位形態)の粒界長の30%以下であるTiCN層を形成することができる。

[0016] 下部層のうちの少なくとも1層のTiCN層の結晶粒のアスペクト比：

前記化学蒸着法により形成した特定の構成原子共有格子点形態(単位形態)を有する下部層のTiCN層は、柱状縦長組織を有している。

例えば、前記TiCN層のTiCN結晶粒の最大粒子幅Wと層厚方向の最大粒子長さLから求められるアスペクト比が3以上である柱状縦長成長TiCN結晶粒の占める面積割合が、TiCN層の縦断面面積の80面積%以上となり、柱状縦長組織の特徴であるすぐれた耐摩耗性向上効果を期待することができる。

なお、前記最大粒子幅W、最大粒子長さLとは、柱状縦長成長TiCN結晶粒について、TiCN層の縦断面における1つの結晶粒を計測したとき、層厚方向に対して垂直な方向の結晶粒の幅(短辺)で最も大きい値を最大粒子幅Wと呼び、一方、層厚方向の結晶粒の高さ(長辺)で最も大きい値を最大粒子長さLと呼ぶ。

TiCN層の縦断面において最大粒子幅Wの分布を算出し、その分布で最大ピークを示す値については0.3~1.0 μm であることが望ましく、Wの分布の最大ピーク値が0.3未満のTiCN結晶粒は柱状縦長組織の特徴であるすぐれた耐摩耗性向上効果を期待できず、Wの分布の最大ピーク値が1.0より大きい場合は、TiCN結晶粒が粗粒となり、硬質被覆層のチッピングを引き起こしやすくなる。

[0017] 上部層：

前記で形成した下部層の表面に、従来から知られている化学蒸着法によって上部層の $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層を形成するが、上部層の平均層厚が、1 μm 未満であると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ず、一方、15 μm を越えると、チッピングが発生し易くなることから、上部層の層厚は1~15 μm と定めた。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、硬質被覆層が、工具基体の表面に形成された下部層と該

下部層上に形成された上部層とを有し、下部層は、TiC、TiN、TiCN、TiCO、TiCNOのうちの2層以上のTi化合物層からなり、かつ、その内の少なくとも1層はTiCN層であって、該TiCN層は、全対応粒界長に占める各構成原子共有格子点からなる対応粒界長の割合が示された対応粒界分布グラフにおいて、 $\Sigma 3$ 以上である構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長が、 $\Sigma 3$ 以上である構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の80%を占め、あるいは、さらに、 $\Sigma 3$ の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長が、 $\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の20%以下であり、また、 $\Sigma 5$ の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長が、 $\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の30%以下であることによって、該TiCN層には靱性の高い粒界が多く分布する。

このため、本発明被覆工具は、鋼、ステンレス鋼等の切削加工を、切刃に断続的・衝撃的な高負荷が作用する高速高切り込み断続条件あるいは高速高送り断続条件で行った場合でも、硬質被覆層のチッピング発生、剥離発生が抑制され、長期の使用にわたってすぐれた切削性能を発揮する。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明被覆工具の下部層のTiCN層の全対応粒界長に占める各構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の割合が示された構成原子共有格子点分布グラフの一つの例を示す。

[図2]図1に示す本発明被覆工具の下部層のTiCN層の $\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ の対応粒界長に占める各構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の割合が示された構成原子共有格子点分布グラフを示す。

[図3]本発明被覆工具の下部層のTiCN層の全対応粒界長に占める各構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の割合が示された構成原子共有格子点分布グラフの他の例を示す。

[図4]図3示す本発明被覆工具の下部層のTiCN層の $\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ の対応粒界長に占める各構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の割合が示さ

れた構成原子共有格子点分布グラフを示す。

[図5]比較被覆工具の下部層のTiCN層の全対応粒界長に占める各構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の割合が示された構成原子共有格子点分布グラフの一つの例を示す。

発明を実施するための形態

[0020] 本発明の被覆工具について、実施例に基づいて具体的に説明する。

実施例

[0021] 原料粉末として、いずれも1～3 μ mの平均粒径を有するWC粉末、TiC粉末、ZrC粉末、TaC粉末、NbC粉末、Cr₃C₂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、1370～1470℃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、ISO規格CNMG120408のインサート形状をもったWC基超硬合金製の工具基体A～Dをそれぞれ製造した。

[0022] 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TiCN（質量比でTiC／TiN＝50／50）粉末、ZrC粉末、TaC粉末、Mo₂C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：1500℃に1時間保持の条件で焼結し、焼結後、ISO規格CNMG120412のインサート形状をもったTiCN基サーメット製の工具基体Eを作製した。

[0023] ついで、これらの工具基体A～Dおよび工具基体Eのそれぞれを、通常の化学蒸着装置に装入し、以下の工程で硬質被覆層を形成した。

（a）まず、表3に示される条件にて、表6に示される目標層厚の下部層としてのTi化合物層を蒸着形成した。

(b) ただし、上記下部層のうち、少なくとも1層のTiCN層の形成に際しては、表4に示される条件A～DにてTiCN層を蒸着形成した。

(c) 次に、表3に示される条件にて、表8に示される目標層厚の上部層としての α -Al₂O₃層を蒸着形成した。

上記の(a)～(c)の工程で、表6、表8に示される硬質被覆層を有する本発明被覆工具1～13をそれぞれ製造した。

[0024] また、比較の目的で、前記本発明被覆工具1～13の製造条件から外れる条件で硬質被覆層を蒸着することにより、表7、表9に示す硬質被覆層を有する比較例被覆工具1～13をそれぞれ製造した。

具体的には、前記本発明被覆工具1～13の製造工程(a)、(b)における下部層の形成にあたり、下部層のうちのTiCN層の形成に際して、表5に示される条件a～dにて、表7に示されるTiCN層を蒸着形成した。

[0025] ついで、本発明被覆工具1～13と比較例被覆工具1～13については、下部層のうちの少なくとも1層のTiCN層について、電界放出型走査電子顕微鏡を用いて、構成原子共有格子点分布グラフをそれぞれ作成した。

即ち、上記構成原子共有格子点分布グラフは、下部層のTiCN層の縦断面を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、前記縦断面研磨面の測定範囲内に存在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、30×50μmの領域を0.1μm/stepの間隔で、工具基体表面の法線に対して、前記結晶粒の結晶面である(001)面および(011)面の法線がなす傾斜角を測定し、この結果得られた測定傾斜角に基づいて、相互に隣接する結晶粒の界面で、前記構成原子のそれぞれが前記結晶粒相互間で1つの構成原子を共有する格子点(構成原子共有格子点)の分布を算出し、前記構成原子共有格子点間に構成原子を共有しない格子点がN個(NはNaCl型面心立方晶の結晶構造上2以上の偶数となる)存在する構成原子共有格子点形態(単位形態)をΣN+1で現した場合、個々のΣN+1がΣN+1全体(ただし、頻度の関係で上限値を

N = 28とする)に占める粒界長の割合を求めることにより作成した。

なお、 $\Sigma 31$ 以上の構成原子共有格子点形態(単位形態)の粒界長については、測定により得られた $\Sigma 3$ 以上の全粒界長から $\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ までの粒界長の合計を差し引いた値を、 $\Sigma 31$ 以上の粒界長の合計として求めた。

[0026] この結果得られた、下部層のTiCN層において $\Sigma 31$ 以上の構成原子共有格子点形態(単位形態)の粒界長が、 $\Sigma 3$ 以上である構成原子共有格子点形態(単位形態)の粒界長に占める割合、また、 $\Sigma 3$ の構成原子共有格子点形態(単位形態)の粒界長が、 $\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ の構成原子共有格子点形態(単位形態)の粒界長に占める割合、さらに、 $\Sigma 5$ の構成原子共有格子点形態(単位形態)の粒界長が、 $\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ の構成原子共有格子点形態(単位形態)の粒界長に占める割合を、表8、表9に示した。

[0027] 図1には、 $\Sigma 31$ 以上である構成原子共有格子点形態(単位形態)の粒界長が、 $\Sigma 3$ 以上である構成原子共有格子点形態(単位形態)の粒界長の80%以上を占める本発明被覆工具1のTiCN層の構成原子共有格子点分布グラフの例を示す。

図2には、前記本発明被覆工具1のTiCN層の $\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ の対応粒界長に占める各構成原子共有格子点形態(単位形態)の粒界長の割合が示された構成原子共有格子点分布グラフを示すが、図2においては、 $\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ の対応粒界長に占める $\Sigma 3$ の割合は26%、 $\Sigma 5$ の割合は18%であることがわかる。

図3には、 $\Sigma 31$ 以上である構成原子共有格子点形態(単位形態)の粒界長が、 $\Sigma 3$ 以上である構成原子共有格子点形態(単位形態)の粒界長の80%以上を占める本発明被覆工具2のTiCN層の構成原子共有格子点分布グラフの例を示すが、図4に示されるように、本発明被覆工具2の $\Sigma 3$ の構成原子共有格子点形態(単位形態)の粒界長は、 $\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ の構成原子共有格子点形態(単位形態)の粒界長の20%以下であり、かつ、 $\Sigma 5$ の構成原子共有格子点形態(単位形態)の粒界長は、 $\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ の構成原子共有格子点形態(単位形態)の粒界長の30%以下であることがわかる。

[0028] 表8に示されるとおり、本発明被覆工具の下部層のTiCN層は、いずれも $\Sigma 31$ 以上の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長が、 $\Sigma 3$ 以上の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の80%以上であり、また、いくつかについては、 $\Sigma 3$ の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長が、 $\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の20%以下であり、かつ、 $\Sigma 5$ の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長が、 $\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の30%以下であった。

これに対して、表9に示されるとおり、比較例被覆工具のTiCN層については、いずれも、 $\Sigma 31$ 以上の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長が、 $\Sigma 3$ 以上の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の80%未満であった。

なお、図5に、比較例被覆工具1のTiCN層の全対応粒界長に占める各構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の割合が示された構成原子共有格子点分布グラフの一つの例を示すが、 $\Sigma 31$ 以上の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長は、 $\Sigma 3$ 以上の構成原子共有格子点形態（単位形態）の粒界長の60%であった。

[0029] また、本発明被覆工具1～13、比較例被覆工具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。

表6～表9に、その結果を示す。

[0030] さらに、本発明被覆工具1～13、比較被覆工具1～13の下部層のTiCN層の縦断面について、走査型電子顕微鏡（倍率5000倍）を用いて、工具基体表面と平行な方向に10 μ m、工具基体と垂直な方向にTiCN層の層厚分の高さの領域内に存在するTiCN結晶粒のそれぞれについて最大粒子幅W、最大粒子長さLを測定し、分布を算出し、最大粒子幅Wの分布の最大ピークを示す値を算出した。TiCN結晶粒のそれぞれについてアスペクト比L/Wの値を求め、アスペクト比L/Wが3以上である結晶粒が、T

i CN層の縦断面に占める面積割合を求めた。

表8、表9に、その結果を示す。

[0031] [表1]

種 別		配 合 組 成 (質量%)							
		Co	TiC	TaC	ZrC	NbC	Cr ₃ C ₂	TiN	WC
工 具 基 体	A	5.5	3.2	-	-	3.2	0.3	-	殘
	B	7.0	-	1.8	3.8	3.1	-	-	殘
	C	10.1	4.0	-	-	3.3	-	0.3	殘
	D	9.0	-	-	-	1.5	-	0.5	殘

[0032] [表2]

種別		配 合 組 成 (質量%)						
		Co	Ni	ZrC	TaC	Mo ₂ C	WC	TiCN
工具 基体	E	10	8	0.5	4.5	5	12.0	残

[0033] [表3]

下部層(Ti化合物層)と上部層		形 成 条 件 (反応雰囲気圧力は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-1	TiC-①	TiCl ₄ :2%, C ₂ H ₄ :0.5%, H ₂ :残	7	900
TiC層-2	TiC-②	TiCl ₄ :5%, CH ₄ :10%, H ₂ :残	7	1020
TiN層(第1層)	TiN-①	TiCl ₄ :5%, N ₂ :35%, H ₂ :残	20	850
TiN層(その他の層)	TiN-②	TiCl ₄ :3%, N ₂ :40%, H ₂ :残	7	1050
TiCO層	TiCO	TiCl ₄ :4%, CO:5%, H ₂ :残	15	900
TiCNO層	TiCNO	TiCl ₄ :4%, CO:2%, CH ₄ :2%, N ₂ :10%, H ₂ :残	30	950
α-Al ₂ O ₃ 層	α-Al ₂ O ₃	AlCl ₃ :2%, CO ₂ :5%, HCl:1.5%, H ₂ S:0.3%, H ₂ :残	7	1000

[0034] [表4]

TiCN層 形成種別	形 成 条 件 (反応雰囲気圧力はkPa, 温度は℃を示す)		
	反応ガス組成 (容量%)	反応雰囲気	
		圧力	温度
A	TiCl ₄ :2%, CH ₃ CN:0.8%, N ₂ :40%, HCl:0.1%, Ar:5%, 残部:H ₂	7	850
B	TiCl ₄ :3%, CH ₃ CN:0.5%, N ₂ :25%, HCl:0.08%, Ar:10%, 残部:H ₂	5	900
C	TiCl ₄ :1%, CH ₃ CN:0.4%, N ₂ :50%, HCl:0.05%, Ar:15%, 残部:H ₂	10	750
D	TiCl ₄ :1.5%, CH ₃ CN:1.0%, N ₂ :35%, HCl:0.2%, Ar:3%, 残部:H ₂	7	830

[0035]

[表5]

TiCN層 形成種別	形 成 条 件（反応雰囲気圧力はkPa、温度は℃を示す）		
	反応ガス組成（容量％）	反応雰囲気	
		圧力	温度
a	TiCl ₄ :4%、CH ₃ CN:0.7%、N ₂ :30%、残部:H ₂	7	850
b	TiCl ₄ :1.5%、CH ₃ CN:1.2%、N ₂ :40%、HCl:0.25%、残部:H ₂	5	900
c	TiCl ₄ :2.5%、CH ₃ CN:0.7%、N ₂ :20%、Ar:20%、残部:H ₂	10	950
d	TiCl ₄ :2%、CH ₃ CN:0.2%、N ₂ :50%、HCl:0.03%、残部:H ₂	15	750

[0036] [表6]

下部層 形成種別		工具 基体 記号	下部層(Ti化合物層)			
			第1層 (μm)	第2層 (μm)	第3層 (μm)	第4層 (μm)
本発明被覆工具	1	A	TiC-① (1)	TiCN-D (5)	TiN-② (0.5)	
	2	B	TiN-① (0.5)	TiC-① (2)	TiCN-A (8)	TiCNO (0.3)
	3	C	TiN-① (1)	TiCN-C (12)	TiCO (0.3)	
	4	D	TiC-① (0.5)	TiN-① (0.5)	TiCN-B (2)	
	5	E	TiC-② (1)	TiCN-A (6)	TiN-① (0.5)	
	6	C	TiC-① (3)	TiCN-B (15)	TiN-① (0.5)	TiCN-B (1.5)
	7	A	TiC-① (1.5)	TiCN-A (4)	TiCNO (0.5)	
	8	D	TiN-① (0.5)	TiC-② (1)	TiCN-C (7)	TiN-② (0.5)
	9	E	TiC-① (0.5)	TiCN-B (4)	TiCO (0.3)	
	10	B	TiC-② (1.5)	TiCN-A (7)	TiCNO (0.5)	TiCN-A (1)
	11	D	TiN-① (0.5)	TiC-① (1.5)	TiCN-D (10)	
	12	C	TiC-① (1)	TiCN-B (13)		
	13	B	TiC-① (0.5)	TiCN-A (5)	TiN-① (0.5)	TiCN-A (1)

(注1) 下部層の欄の括弧内数字は目標層厚。

(注2) 欄中のA～Dは、表4のTiCN層形成種別を示す。

[0037]

[表7]

下部層 形成種別		工具 基体 記号	下部層(Ti化合物層)			
			第1層 (μm)	第2層 (μm)	第3層 (μm)	第4層 (μm)
比較例 被覆工具	1	A	TiC-① (1)	TiCN-d (5)	TiN-② (0.5)	
	2	B	TiN-① (0.5)	TiC-① (2)	TiCN-a (8)	TiONO (0.3)
	3	C	TiN-① (1)	TiCN-c (12)	TiCO (0.3)	
	4	D	TiC-① (0.5)	TiN-① (0.5)	TiCN-b (2)	
	5	E	TiC-② (1)	TiCN-a (6)	TiN-① (0.5)	
	6	C	TiC-① (3)	TiCN-b (15)	TiN-① (0.5)	TiCN-b (1.5)
	7	A	TiC-① (1.5)	TiCN-a (4)	TiONO (0.5)	
	8	D	TiN-① (0.5)	TiC-② (1)	TiCN-c (7)	TiN-② (0.5)
	9	E	TiC-① (0.5)	TiCN-b (4)	TiCO (0.3)	
	10	B	TiC-② (1.5)	TiCN-a (7)	TiONO (0.5)	TiCN-a (1)
	11	D	TiN-① (0.5)	TiC-① (1.5)	TiCN-d (10)	
	12	C	TiC-① (1)	TiCN-b (13)		
	13	B	TiC-① (0.5)	TiCN-a (5)	TiN-① (0.5)	TiCN-a (1)

(注1) 下部層の欄の括弧内数字は目標層厚。
(注2) 欄中のa~dは、表5のTiCN層形成種別を示す。

[0038] [表8]

種別		工具 基体 記号	硬質被覆層							
			下部層							上部層 目標 層厚 (μm)
			形成 種別	目標 合計 層厚 (μm)	TiCN結晶粒					
$\Sigma 3$ 以上 に対する $\Sigma 31$ 以上の 割合(%)	$\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ に対する $\Sigma 3$ の割合 (%)	$\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ に対する $\Sigma 5$ の割合 (%)			TiCN結晶粒の 最大粒子幅Wの 分布の最大ピーク (μm)	アスペクト比3 以上の結晶粒 の面積割合 (%)				
本発明被覆工具	1	A	1	6.5	85	26	18	0.45	82	10.0
	2	B	2	10.8	88	11	25	0.70	86	6.5
	3	C	3	13.3	80	34	20	0.65	80	4.5
	4	D	4	3.0	83	18	28	0.30	84	3.0
	5	E	5	7.5	87	15	20	0.55	88	8.0
	6	C	6	20.0	83	20	29	0.95	90	2.0
	7	A	7	6.0	85	14	22	0.45	82	15.0
	8	D	8	9.0	81	33	31	0.70	81	5.0
	9	E	9	4.8	84	16	29	0.35	83	8.0
	10	B	10	10.0	88	17	27	0.80	91	7.0
	11	D	11	12.0	82	25	34	0.75	80	5.0
	12	C	12	14.0	87	14	19	0.90	92	1.0
	13	B	13	7.0	87	16	24	0.50	87	12.0

[0039]

[表9]

種別		工具 基体 記号	硬質被覆層							
			下部層						上部層 目標 層厚 (μm)	
			形成 種別	目標 合計 層厚 (μm)	TiCN結晶粒					
$\Sigma 3$ 以上 に対する $\Sigma 31$ 以上の 割合(%)	$\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ に対する $\Sigma 3$ の割合 (%)	$\Sigma 3 \sim \Sigma 29$ に対する $\Sigma 5$ の割合 (%)			TiCN結晶粒の 最大粒子幅Wの 分布の最大ピーク (μm)	アスペクト比3 以上の結晶粒 の面積割合 (%)				
比較例被覆工具	1	A	1	6.5	60	78	3	0.35	65	10.0
	2	B	2	10.8	75	40	11	0.60	76	6.5
	3	C	3	13.3	55	80	2	0.20	70	4.5
	4	D	4	3.0	71	60	8	0.15	54	3.0
	5	E	5	7.5	77	47	16	0.45	73	8.0
	6	C	6	20.0	69	59	5	0.50	78	2.0
	7	A	7	6.0	73	63	7	0.35	60	15.0
	8	D	8	9.0	59	74	4	0.15	71	5.0
	9	E	9	4.8	64	71	5	0.25	59	8.0
	10	B	10	10.0	66	54	12	0.60	68	7.0
	11	D	11	12.0	63	69	9	0.50	72	5.0
	12	C	12	14.0	72	51	11	0.20	73	1.0
	13	B	13	7.0	76	42	20	0.45	78	12.0

[0040] つぎに、本発明被覆工具 1～13、比較例被覆工具 1～13の各種の被覆工具について、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：J I S・S U S 6 3 0の長さ方向等間隔4本縦溝入り、

切削速度：3 0 0 m / m i n、

切り込み：3. 0 m m、

送り：0. 3 m m / r e v、

切削時間：5分、

の条件（切削条件Aという）で、ステンレス鋼の湿式高速断続高切り込み切削試験（通常の切削速度、切り込みは、それぞれ、7 0 m / m i n、2. 0 m m）、

被削材：J I S・S 6 0 Cの長さ方向等間隔4本縦溝入り、

切削速度：3 0 0 m / m i n、

切り込み：1. 5 m m、

送り：1. 0 m m / r e v、

切削時間：5分、

の条件（切削条件Bという）で、高炭素鋼の湿式高速断続高送り切削試験（通常の切削速度、送り量は、それぞれ、 100 m/min 、 0.3 mm/rev ）、

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。

表10にこの測定結果を示した。

[0041] [表10]

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A	切削 条件B
本 発 明 被 覆 工 具	1	0.30	0.25	比 較 例 被 覆 工 具	1	0.5	0.7
	2	0.15	0.14		2	1.7	1.9
	3	0.28	0.26		3	0.9	1.0
	4	0.22	0.20		4	1.4	1.6
	5	0.17	0.18		5	2.4	2.0
	6	0.13	0.11		6	0.8	0.9
	7	0.20	0.15		7	1.8	1.6
	8	0.32	0.29		8	1.0	0.8
	9	0.21	0.17		9	1.4	1.2
	10	0.16	0.17		10	1.9	1.8
	11	0.30	0.30		11	1.0	0.7
	12	0.15	0.13		12	1.5	1.3
	13	0.19	0.20		13	2.1	2.0

(注) 比較例被覆工具の切削試験結果は、チッピング、剥離の発生または逃げ面摩耗(寿命判定基準: 逃げ面摩耗幅 0.3 mm)が原因で寿命に至るまでの切削時間(分)を示す。

[0042] 表10に示される結果から、本発明被覆工具1～13は、その下部層のTiCN層が、すぐれた靱性を備えるため、耐チッピング性にすぐれ、長期の使用に亘ってすぐれた切削性能を示した。

これに対して、比較例被覆工具1～13は、高速断続重切削加工では、硬質被覆層のチッピング発生、剥離発生等により、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

[0043] 前述のように、本発明の被覆工具は、切れ刃に高負荷が作用する炭素鋼やステンレス鋼などの高速高切り込み・高送りの重切削という厳しい切削条件下でも、硬質被覆層のチッピング、剥離が発生することなく、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、さらに低コスト化に十分満足に対

応できるものである。

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下部層と上部層からなる硬質被覆層が設けられている表面被覆切削工具において、

(a) 前記下部層は、 $3 \sim 20 \mu\text{m}$ の合計平均層厚を有し、TiC、TiN、TiCN、TiCO、TiCNOのうちの1層または2層以上からなるTi化合物層であって、その内の少なくとも1層はTiCN層で構成されており、

(b) 前記上部層は、 $1 \sim 15 \mu\text{m}$ の平均層厚を有し、 α 型の結晶構造を有する Al_2O_3 層からなり、

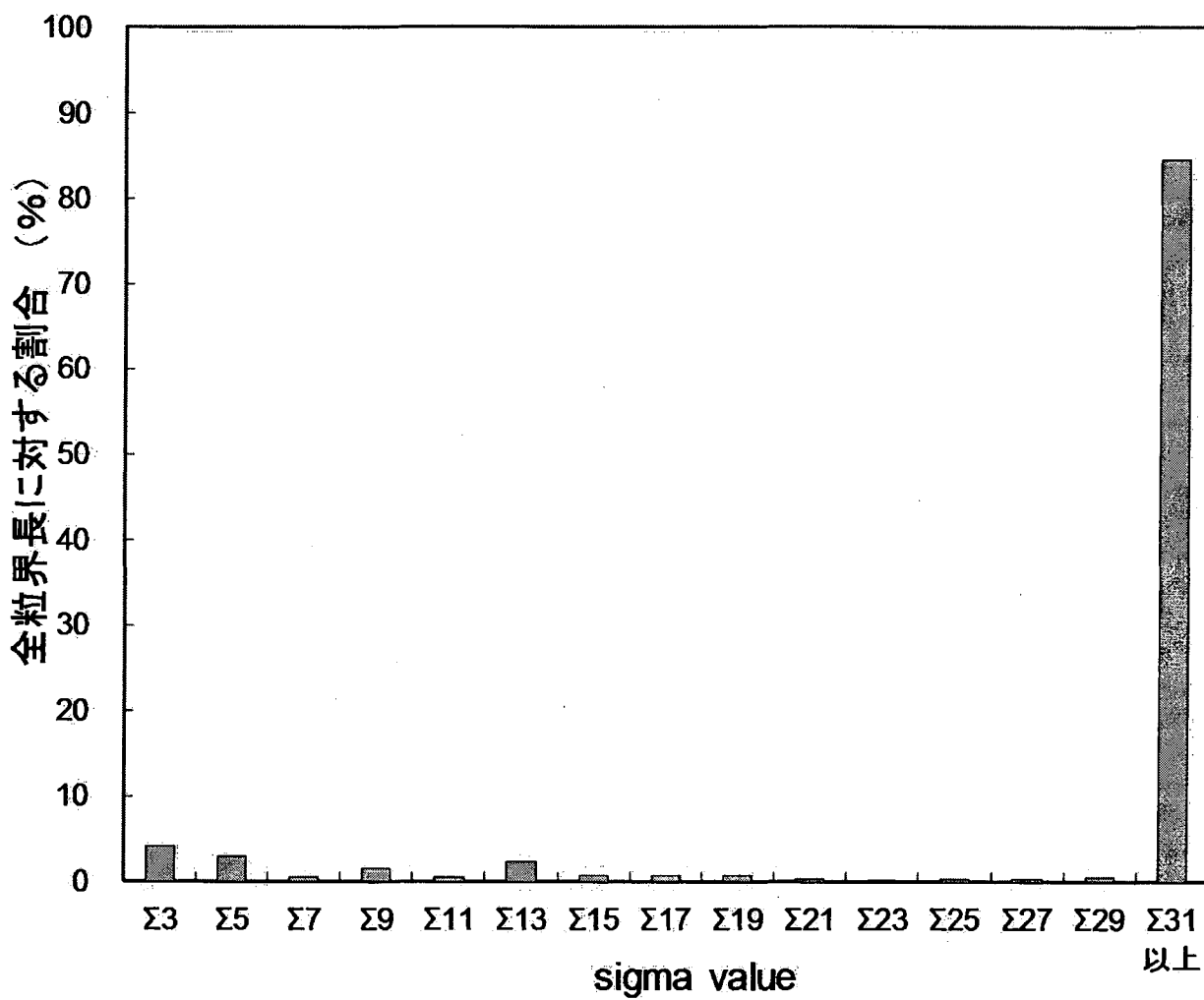
(c) 前記下部層の少なくとも1層のTiCN層について、電界放出型走査電子顕微鏡を用い、前記少なくとも1層のTiCN層の縦断面の測定範囲内に存在する結晶粒個々に電子線を照射し、電子後方散乱回折像装置を用いて、所定領域を $0.1 \mu\text{m}/\text{step}$ の間隔で、基体表面の法線に対する、前記結晶粒の結晶面である(001)面および(011)面の法線がなす傾斜角を測定し、この場合前記結晶粒は、格子点にTi、炭素、および窒素からなる構成原子がそれぞれ存在するNaCl型面心立方晶の結晶構造を有し、この結果得られた測定傾斜角に基づいて、相互に隣接する結晶粒の界面で、前記構成原子のそれぞれが前記結晶粒相互間で1つの構成原子を共有する格子点(構成原子共有格子点)の分布を算出すると共に、前記構成原子共有格子点間に存在する構成原子を共有しない格子点の数N毎に定めた $\Sigma N + 1$ で表される構成原子共有格子点形態(単位形態)のそれぞれの分布割合を算出した場合に、全対応粒界長に占める各構成原子共有格子点からなる対応粒界長の割合が示された対応粒界分布グラフにおいて、 $\Sigma 31$ 以上である構成原子共有格子点形態(単位形態)の粒界長が、 $\Sigma 3$ 以上である構成原子共有格子点形態(単位形態)の粒界長の80%以上を占め、

(d) 前記少なくとも1層のTiCN層の縦断面において、アスペクト比が3以上であるTiCN結晶粒が80%以上の面積割合を占めることを特徴とする表面被覆切削工具。

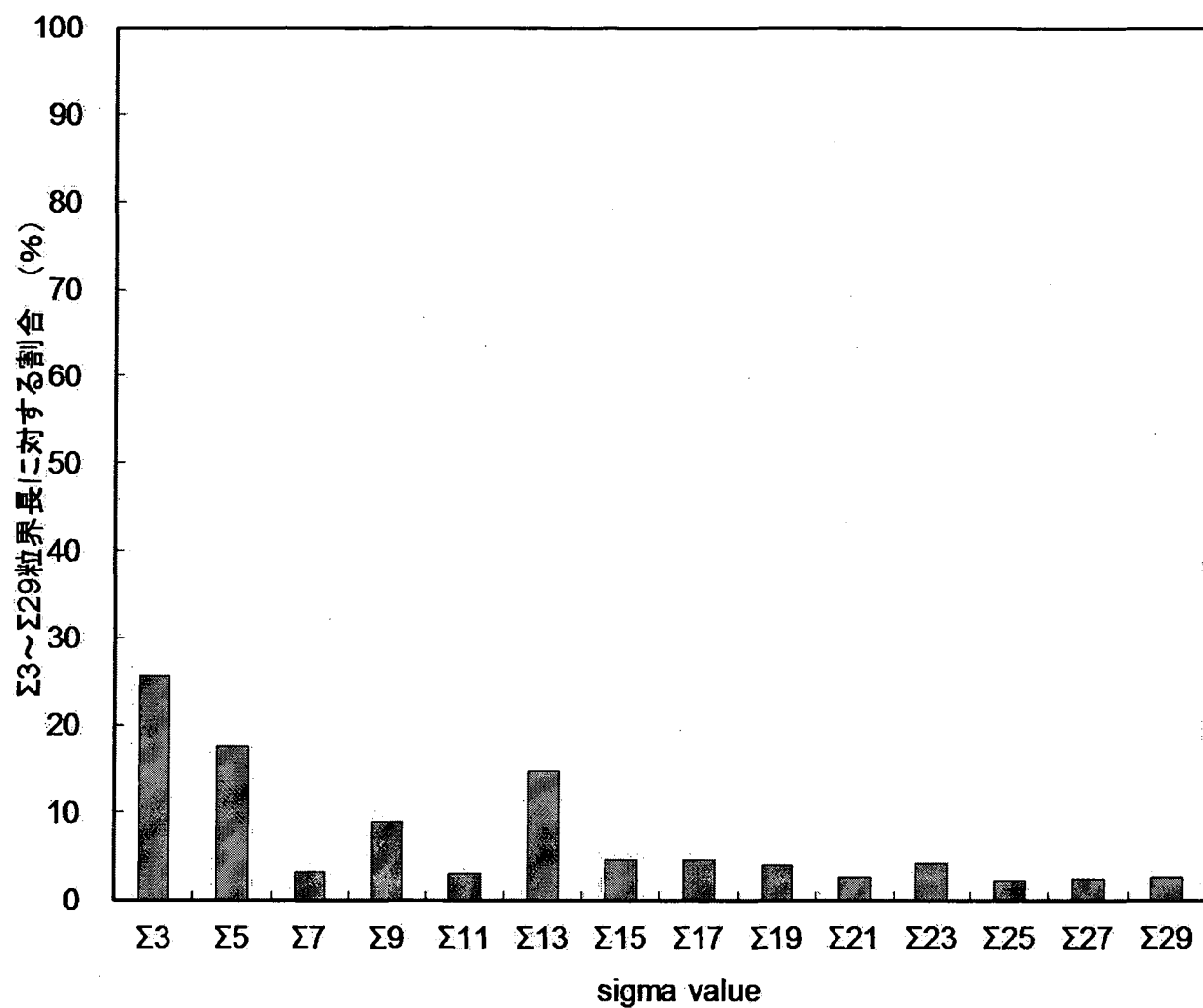
[請求項2]

前記下部層の少なくとも1層のTiCN層について、電界放出型走査電子顕微鏡を用い、前記少なくとも1層のTiCN層の縦断面の測定範囲内に存在する結晶粒個々に電子線を照射し、電子後方散乱回折像装置を用いて、所定領域を $0.1\mu\text{m}/\text{step}$ の間隔で、基体表面の法線に対する、前記結晶粒の結晶面である(001)面および(011)面の法線がなす傾斜角を測定し、この場合前記結晶粒は、格子点にTi、炭素、および窒素からなる構成原子がそれぞれ存在するNaCl型面心立方晶の結晶構造を有し、この結果得られた測定傾斜角に基づいて、相互に隣接する結晶粒の界面で、前記構成原子のそれぞれが前記結晶粒相互間で1つの構成原子を共有する格子点(構成原子共有格子点)の分布を算出すると共に、前記構成原子共有格子点間に存在する構成原子を共有しない格子点の数N毎に定めた $\Sigma N+1$ で表される構成原子共有格子点形態(単位形態)のそれぞれの分布割合を算出した場合に、 $\Sigma 3$ の構成原子共有格子点形態(単位形態)の粒界長が、 $\Sigma 3\sim\Sigma 29$ の構成原子共有格子点形態(単位形態)の粒界長の20%以下であり、また、 $\Sigma 5$ の構成原子共有格子点形態(単位形態)の粒界長が、 $\Sigma 3\sim\Sigma 29$ の構成原子共有格子点形態(単位形態)の粒界長の30%以下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。

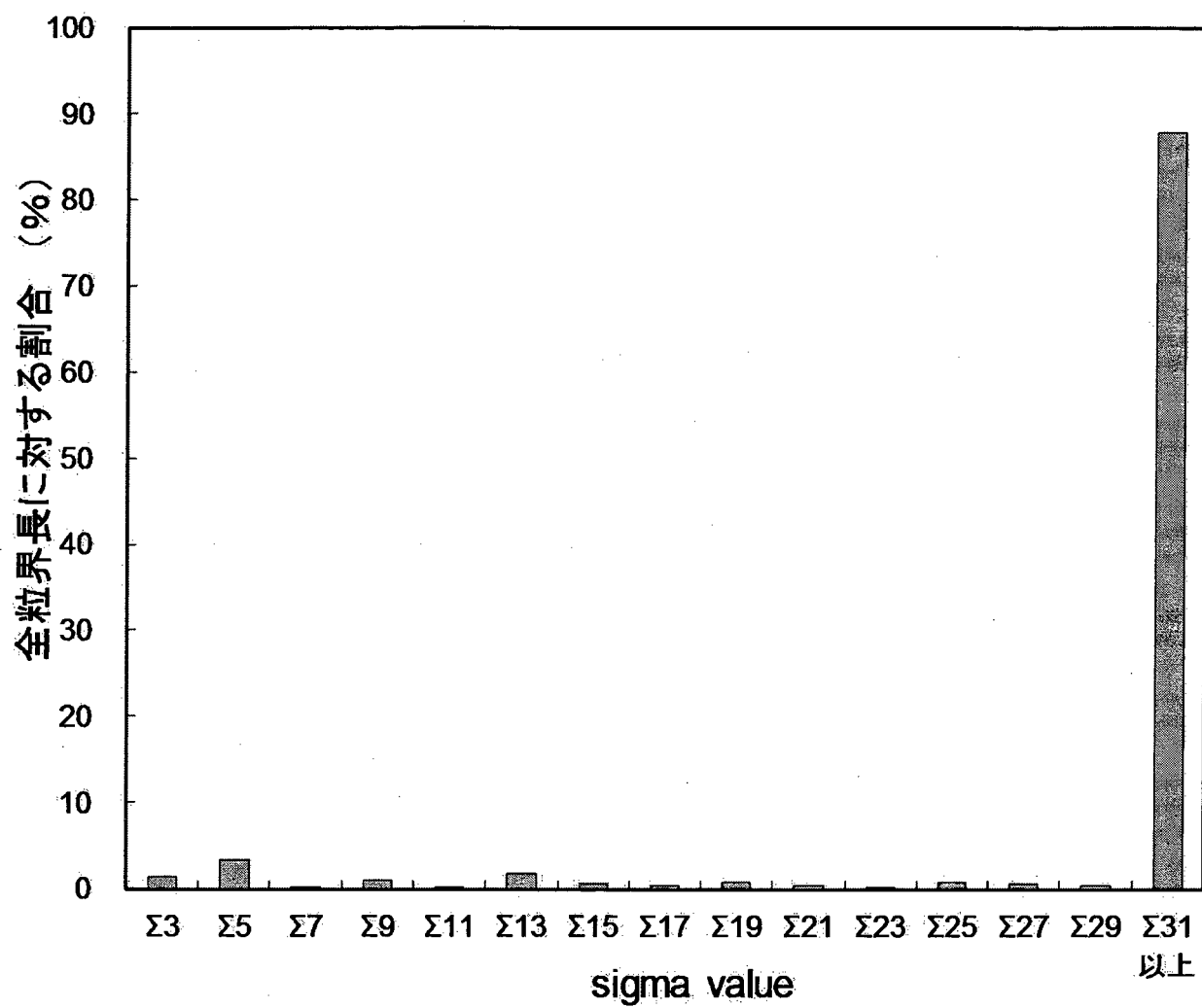
【図 1】



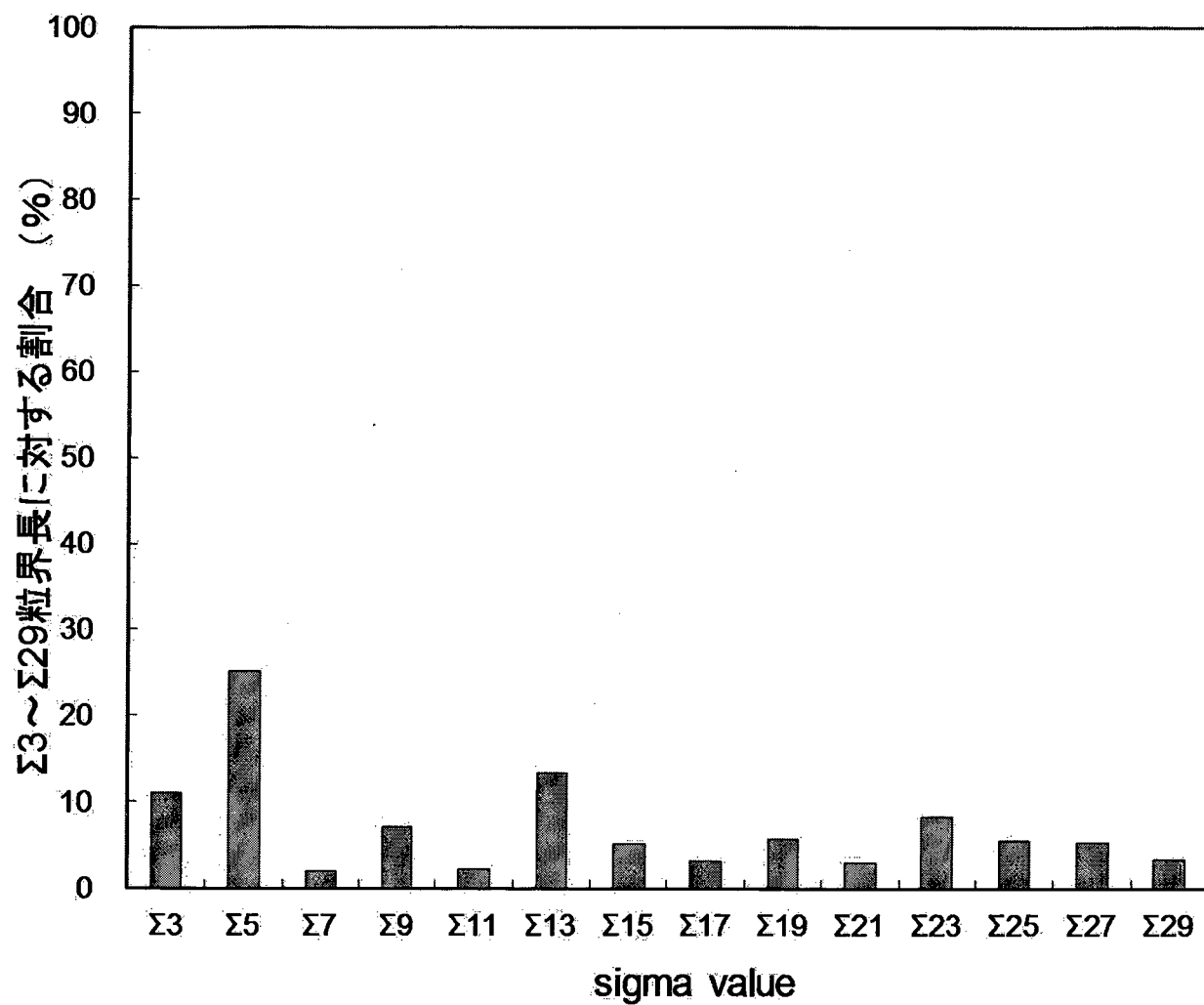
【図 2】



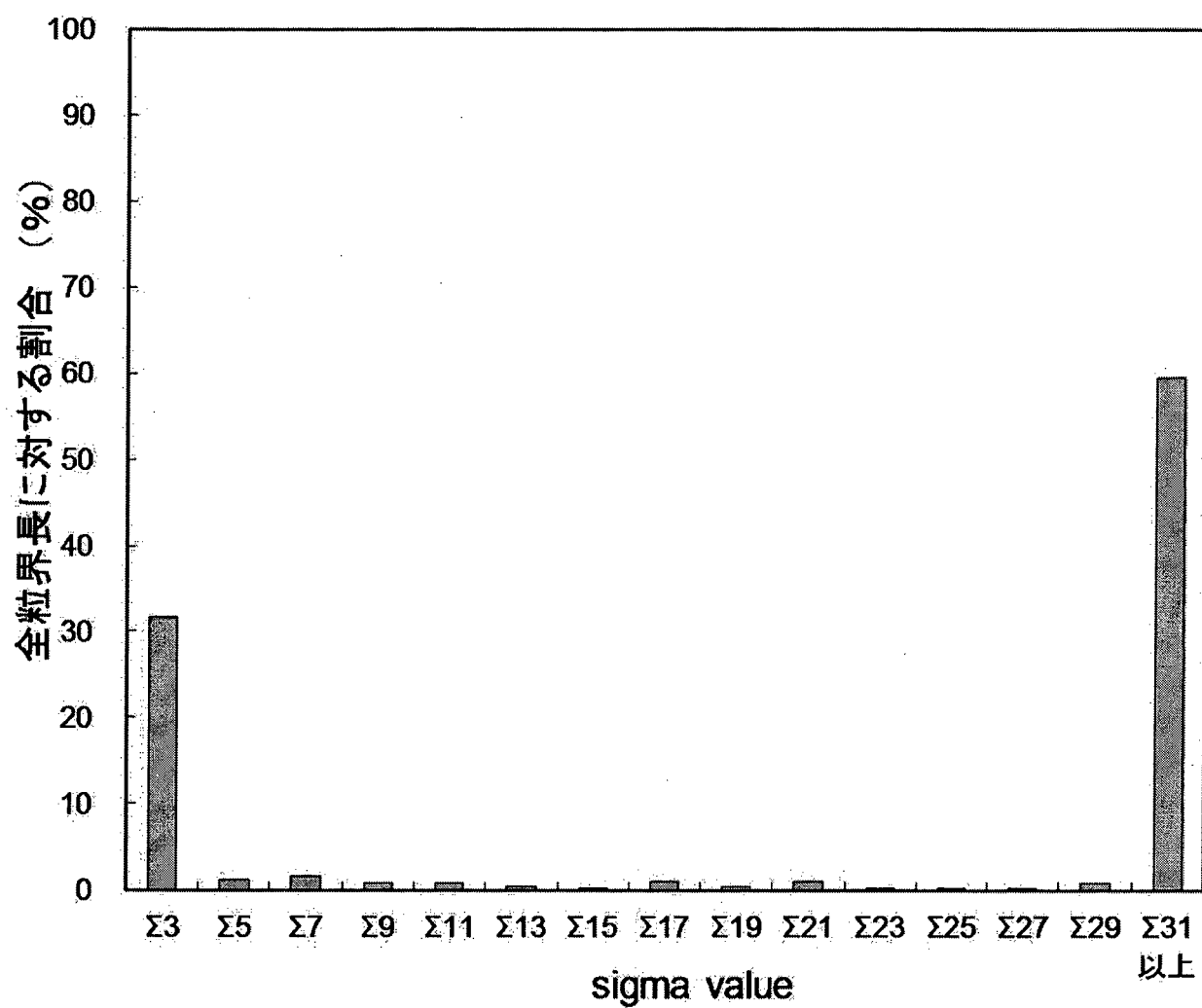
【図 3】



【図4】



【図 5】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/035466

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B23B27/14 (2006.01) i, C23C16/36 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. B23B27/14, C23C16/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2017
Registered utility model specifications of Japan	1996-2017
Published registered utility model specifications of Japan	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 3000913 A1 (WALTER AG.) 30 March 2016, paragraphs [0007], [0020], [0026], [0030], [0033]-[0034], [0040], [0063]-[0065], table 4 & JP 2017-530019 A, paragraphs [0007], [0020], [0026], [0030], [0033]-[0034], [0040], [0062]-[0064], table 4 & US 2017/0275765 A1 & WO 2016/045937 A1	1-2

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
---	---

Date of the actual completion of the international search
21 December 2017 (21.12.2017)

Date of mailing of the international search report
09 January 2018 (09.01.2018)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/035466

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-260851 A (KYOCERA CORP.) 11 October 2007, claim 5, paragraph [0018] (Family: none)	1
A	JP 2013-166226 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 29 August 2013, paragraph [0021] & CN 103252509 A, paragraph [0044]	1
A	JP 2009-035802 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 19 February 2009, paragraphs [0009]-[0021], paragraphs [0031]-[0034] (Family: none)	1
A	JP 2015-231662 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 24 December 2015, paragraphs [0011]-[0012], [0014]-[0019], fig. 1-2 & US 2017/0087641 A1, paragraphs [0018]-[0022], [0027]-[0067], fig. 1-2 & WO 2015/174490 A1 & EP 3144085 A1	1

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B23B27/14(2006.01)i, C23C16/36(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B23B27/14, C23C16/36

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	EP 3000913 A1 (WALTER AG) 2016.03.30, 段落 [0007], 段落 [0020], 段落 [0026], 段落 [0030], 段落 [0033] - [0034], 段落 [0040], 段落 [0063] - [0065], [Table 4] & JP 2017-530019 A, 段落 [0007], 段落 [0020], 段落 [0026], 段落 [0030], 段落 [0033] - [0034], 段落 [0040], 段落 [0062] - [0064], [表 4] & US 2017/0275765 A1 & WO 2016/045937 A1	1-2

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21.12.2017

国際調査報告の発送日

09.01.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

中川 康文

3C

4068

電話番号 03-3581-1101 内線 3324

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2007-260851 A (京セラ株式会社) 2007.10.11, [請求項 5], 段落 [0018] (ファミリーなし)	1
A	JP 2013-166226 A (三菱マテリアル株式会社) 2013.08.29, 段落 [0021] & CN 103252509 A, 段落 [0044]	1
A	JP 2009-035802 A (住友電気工業株式会社) 2009.02.19, 段落 [0009] - [0021], 段落 [0031] - [0034] (ファミリーなし)	1
A	JP 2015-231662 A (三菱マテリアル株式会社) 2015.12.24, 段落 [0011] - [0012], 段落 [0014] - [0019], [図 1] - [図 2] & US 2017/0087641 A1, 段落 [0018] - [0022], 段落 [0027] - [0067], 第 1-2 図 & WO 2015/174490 A1 & EP 3144085 A1	1