

(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
2016年12月1日(01.12.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/190330 A1

- (51) 国際特許分類:
B23B 27/14 (2006.01) B23C 5/16 (2006.01)
B22F 3/24 (2006.01) C22C 29/04 (2006.01)
B22F 7/00 (2006.01) C22C 29/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/065394
- (22) 国際出願日: 2016年5月25日(25.05.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-108977 2015年5月28日(28.05.2015) JP
特願 2016-101838 2016年5月20日(20.05.2016) JP
- (71) 出願人: 三菱マテリアル株式会社(MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008117 東京都千代田区大手町一丁目3番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 五十嵐 誠(IGARASHI Makoto); 〒3110102 茨城県那珂市向山1002番地14 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内 Ibaraki (JP). 村上 晃浩(MURAKAMI Akihiro); 〒3110102 茨城県那珂市向山1002番地14 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内 Ibaraki (JP).

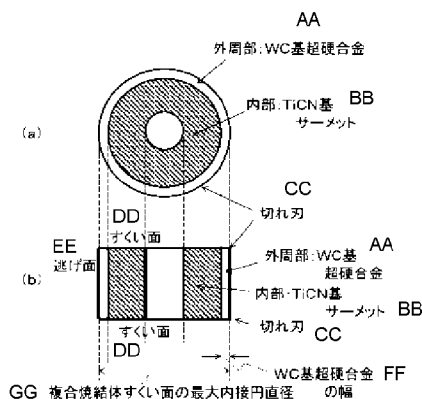
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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), ユーロアジア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: SINTERED-COMPOSITE-OBJECT CUTTING TOOL

(54) 発明の名称: 複合焼結体切削工具



- AA Peripheral part: WC-based superhard alloy
BB Inner part: TiCN-based cermet
CC Cutting blade
DD Rake face
EE Flank face
FF Width of WC-based superhard alloy
GG Diameter of maximum inscribed circle of rake face of sintered composite object

(57) Abstract: Provided is a sintered-composite-object cutting tool obtained using a reduced amount of tungsten and comprising a TiCN-based cermet and a WC-based superhard alloy. The sintered-composite-object cutting tool comprises: a peripheral part including a cutting blade, the peripheral part being constituted of a WC-based superhard alloy layer that comprises 4-17 mass% iron-group metal components and, as the remainder, a rigid phase component consisting mainly of WC; and an inner part enclosed by the peripheral part and constituted of a TiCN-based cermet layer. The peripheral part has a width that is 0.03-0.15 times the diameter of the maximum inscribed circle of the rake face. When the contents of the constituent components of the cermet of the TiCN-based cermet layer adjoining the WC-based superhard alloy layer are expressed by the contents of the metal ingredients, the TiCN-based cermet layer at least contains 4-25 mass% iron-group metal components, less than 15 mass% W, 2-15 mass% Mo, 2-10 mass% Nb, and 0.2-2 mass% Cr, and with respect to Co and Ni, which are the iron-group metal components, satisfies a ratio of the Co content to the total content of Co and

Ni of 0.5-0.8 (by mass).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/190330 A1



タングステン使用量を削減したTiCN基サーメットとWC基超硬合金からなる複合焼結体切削工具を提供する。上記複合焼結体切削工具の切れ刃を含む外周部は、鉄族金属成分を4～17質量%、残部はWCを主たる硬質相成分とするWC基超硬合金層で構成され、また、外周部に囲繞された内部はTiCN基サーメット層で構成され、上記外周部の幅は、すくい面の最大内接円直径の0.03～0.15倍であり、WC基超硬合金層と隣接するTiCN基サーメット層は、該サーメットの構成成分の含有割合を金属成分の含有割合で表現した場合、少なくとも鉄族金属成分を4～25質量%、Wを15質量%未満、Moを2～15質量%、Nbを2～10質量%、Crを0.2～2質量%を含有し、かつ、鉄族金属成分であるCoとNiについて、CoとNiの合計含有量に対するCo含有割合は0.5～0.8（但し、質量比）を満足する複合焼結体切削工具。

明 細 書

発明の名称：複合焼結体切削工具

技術分野

[0001] この発明は、TiCN基サーメットとWC基超硬合金の複合焼結体からなる切削工具に関し、特に、希少金属であるタングステンの使用量の削減を図るとともに、焼結に際しての焼結体の変形量を少なくした切削性能にすぐれる切削工具に関するものである。

本願は、2015年5月28日に日本に出願された特願2015-108977号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 鋼や鋳鉄の切削加工用工具としては、WC基超硬合金が広く利用されているが、希少金属であるタングステンの使用量を削減し所望の切削性能を得るために、従来から各種の提案がなされている。

[0003] 例えば、特許文献1には、超硬合金層と、WC及びWを合計で15～65質量%以下含み、結合相中の鉄族金属の80質量%以上がCoであるサーメット層とを積層した基材からなる切削工具において、基材は、積層方向における最大厚さを h_1 、切刃部分の超硬合金層の積層方向における最大厚さを h_2 としたとき、 h_2/h_1 を0.002～0.02とすることによって、耐衝撃性と仕上げ面光沢を改善した複合焼結体製切削工具が提案されている。

[0004] また、例えば、特許文献2には、超硬合金層と、WC及びWを合計で15～65質量%以下含み、結合相中の鉄族金属の80質量%以上がCoであるサーメット層とを積層した基材からなる切削工具において、超硬合金層とサーメット層との境界に最大落差が $50\mu\text{m}$ ～ $500\mu\text{m}$ である凹凸部を形成し、かつ、基材の積層方向における最大厚さを h_1 、すくい面側に配置された超硬合金層の積層方向における最大厚さを h_2 としたとき、 h_2/h_1 を0.02超0.4以下とすることにより、超硬合金層とサーメット層との間

の接合性を改善するとともに、焼結後の基材の変形を抑制した複合焼結体製切削工具が提案されている。

- [0005] また、例えば、特許文献3には、超硬合金粉末とサーメット粉末からそれぞれプレス成形体を形成し、このプレス成形体を積層して、真空雰囲気中で1300～1500℃×0.5～3時間保持する焼結を行って工具基体を作製するにあたり、超硬合金層とサーメット層との境界の凹凸状態を特定の範囲とし、あるいは、両層の結合相量を特定の範囲に調整することにより、超硬合金とサーメットの接合性を高め、また、焼結時に生じる変形を抑制し、複合焼結体製切削工具の耐摩耗性と靱性を改善することが提案されている。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特許第5185032号公報
特許文献2：特許第5297381号公報
特許文献3：特許第5413047号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 上記特許文献1，2に示すような複合焼結体製切削工具では、タングステン使用量のある程度の低減は図られるものの、サーメット中には、15質量%以上のW，WCが必要とされており、タングステン使用量の削減は不十分であり、また、このような切削工具を湿式断続切削加工に用いた場合には、強度、靱性が不十分であるばかりか耐熱亀裂性も十分でないため、チッピング、欠損等の異常損傷を破損し易いという問題があった。

また、上記特許文献3に示す超硬合金とサーメットからなる複合焼結体において、超硬合金層とサーメット層との境界に凹凸を形成する必要があるばかりか、焼結時の変形が少ない複合焼結体を得るためには、プレス体の焼結時の収縮特性が異種材料間で揃っている必要があり、そのため、かかる複合焼結体から作製した切削工具では、タングステン使用量の低減はせいぜい3

0%程度に留まっており、省資源の観点からは十分満足できるものではないばかりか、湿式断続切削などの激しい熱履歴を受ける切削条件下では、クラックの進展等により刃先の超硬合金が破壊する恐れがあり、十分な信頼性があるとはいえなかった。

そこで、本発明では、TiCN基サーメットとWC基超硬合金からなる複合焼結体を工具基体とする切削工具において、希少金属であるタングステンの使用量の低減を図るとともに、切れ刃に断続的・衝撃的な高負荷が作用する断続切削に用いた場合でも、クラック進展抑制作用を備え、耐異常損傷性に優れた切削工具を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明者等は、上述のような観点から、TiCN基サーメットとWC基超硬合金からなる複合焼結体を工具基体とする複合焼結体切削工具において、タングステン使用量の低減を図るとともに、切れ刃に断続的・衝撃的な高負荷が作用する断続切削に用いた場合でも、クラックの伝播・進展抑制作用に優れ、もって、長期の使用に亘ってチッピング、欠損、剥離等の異常損傷を発生しない切削工具について鋭意検討したところ、次のような知見を得た。

即ち、TiCN基サーメットとWC基超硬合金の複合焼結体切削工具において、工具の切れ刃を含む外周部（逃げ面）をWC基超硬合金で構成し、該WC基超硬合金からなる外周部（逃げ面）の内部にTiCN基サーメットを充填することにより複合焼結体切削工具を構成した場合には、複合焼結体の焼結時の熱膨張率差で、内部のTiCN基サーメットによって、切れ刃を含む外周部を構成するWC基超硬合金には圧縮応力が形成され、これによって、工具の断続切削性能が改善されることを見出したのである。

そしてこの場合、切削工具全体がWC基超硬合金で構成されているものに比して、タングステンの使用量の大幅な低減を図り得るのである。

つまり、本発明者らは、上記構造の複合焼結体を工具基体とする切削工具においては、希少金属であるタングステンの使用量を大幅に低減できるとともに、切れ刃に断続的・衝撃的な高負荷および熱的負荷が作用する合金鋼等

の湿式断続切削においても、クラックの伝播・進展が防止され、長期の使用に亘って、すぐれた耐異常損傷性、耐摩耗性を発揮することを見出したのである。

[0009] 本発明は、上記知見に基づいてなされたものであって、

「(1) TiCN基サーメット層とWC基超硬合金層との複合焼結体からなる切削工具において、

(a) 上記切削工具は、すくい面の平面形状が円形または多角形であり、すくい面と逃げ面のなす角度は90度または90度未満であり、

(b) 上記切削工具の切れ刃を含む外周部は、鉄族金属成分を4～17質量%、残部はWCを主たる硬質相成分とするWC基超硬合金層で構成され、また、外周部に囲繞された内部はTiCN基サーメット層で構成され、

(c) 上記WC基超硬合金層からなる外周部の幅は、上記複合焼結体におけるすくい面の最大内接円直径の0.03～0.15倍であり、

(d) 上記WC基超硬合金層からなる外周部で囲繞された内部のTiCN基サーメット層は、少なくとも1層以上のTiCN基サーメット層から構成され、WC基超硬合金層と隣接するTiCN基サーメット層は、該サーメットの構成成分の含有割合を金属成分の含有割合で表現した場合、少なくとも鉄族金属成分を4～25質量%、Wを15質量%未満、Moを2～15質量%、Nbを2～10質量%、Crを0.2～2質量%を含有し、かつ、鉄族金属成分であるCoとNiについて、CoとNiの合計含有量に対するCo含有割合は0.5～0.8（但し、質量比）を満足することを特徴とする複合焼結体切削工具。

(2) 前記TiCN基サーメット層とWC基超硬合金層とからなる複合焼結体の少なくともWC基超硬合金層の表面に、硬質被覆膜が形成されていることを特徴とする前記(1)に記載の表面被覆複合焼結体切削工具。」
を特徴とするものである。

[0010] 以下、この発明について、詳細に説明する。

[0011] 図1～図6は、いずれも、この発明の複合焼結体切削工具の幾つかの実施

の形態を示す概略模式図である。

図1は、すくい面の平面形状が円形であり、すくい面と逃げ面のなす角度が90度の複合焼結体切削工具を示し、図2は、図1に示される複合焼結体切削工具において、TiCN基サーメット層を複数のTiCN基サーメット層で構成したものを示し、図3は、すくい面の平面形状が多角形であり、すくい面と逃げ面のなす角度が90度の複合焼結体切削工具を示し、図4は、図3に示される複合焼結体切削工具において、TiCN基サーメット層を複数のTiCN基サーメット層で構成したものを示し、図5は、すくい面の平面形状が円形であり、すくい面と逃げ面のなす角度が90度未満の複合焼結体切削工具を示し、図6は、すくい面の平面形状が多角形状であり、すくい面と逃げ面のなす角度が90度未満の複合焼結体切削工具を示す。

この発明の複合焼結体切削工具（以下、「切削工具」ともいう）においては、図1（a）、図2（a）に示すように、すくい面の平面形状が、円形（楕円形も含む）の場合には、円周上のいかなる位置も切れ刃として使用することができ、また、図3（a）、図4（a）に示すように、すくい面の平面形状が多角形（四角形、あるいは、ひし形等）の場合には、角形の各頂点を切れ刃として使用することができる。

なお、図1～図6に示す切削工具では、WC基超硬合金層の表面に被覆する硬質被覆膜についての記載を省略しているが、図1～図6において、WC基超硬合金層で構成された少なくとも切れ刃を含む外周部に対して、周知の成膜手段で硬質被覆膜を形成すれば、表面被覆複合焼結体切削工具として使用することができる。

[0012] この発明の切削工具あるいは表面被覆複合焼結体切削工具は、例えば、以下の製造方法によって作製することができる。

まず、所定組成を有するWC基超硬合金粉末を、焼結後所望のWC基超硬合金層の幅となるよう内周側に入れ子を用い、切削工具におけるWC基超硬合金の形状と同一の外周形状になるようにプレスで仮成形してWC基超硬合金仮成形体を作製し、次いで、所定組成を有する少なくとも1種類以上のT

iCN基サーメット粉末を用意し、該TiCN基サーメット粉末を上記WC基超硬合金仮成形体の内周部に配置した状態で複合プレス成形することにより、外周部がWC基超硬合金で構成され、その外周部によって囲繞される内部にTiCN基サーメットが充填された複合成形体を作製する。

なお、TiCN基サーメット粉末については、必ずしも1種類の粉末を用いる必要はなく、成分組成の異なる複数種類の粉末を用いることができる。この場合には、それぞれ成分組成の異なる複数種類の粉末を、ほぼ同心円状に配置した状態で仮成形すればよく、これにより、謂わば複数のTiCN基サーメット層が同心円状に積層された積層TiCN基サーメット仮成形体（図2（a）、（b）、図4（a）、（b）に類似する構造）を作製することができる。

ついで、この複合成形体を、例えば、0.1kPaの窒素雰囲気中にて、1420℃×1hrの条件で焼結して複合焼結体を作製し、ついで、得られた複合焼結体を所定の形状に加工することで本発明の切削工具を作製する。

また、上記で作製した本発明の切削工具の少なくともWC基超硬合金層の表面に、物理蒸着法、化学蒸着法等の従来周知の成膜法により、Ti化合物層、TiとAlの複合窒化物層、Al₂O₃層等の硬質被覆膜を単層でまたは複数層の積層皮膜として蒸着形成することによって、本発明の表面被覆複合焼結体切削工具を製造することができる。

[0013] WC基超硬合金層と隣接するTiCN基サーメット層の成分組成：

この発明で用いられるWC基超硬合金と隣接するTiCN基サーメット層は、少なくとも、TiCNを主たる硬質成分とし、鉄族金属（例えば、Co、Ni、Fe）を主たる結合相成分とするサーメットとする。

前記TiCN基サーメットの含有成分を金属成分元素に換算した場合、鉄族金属成分を4～25質量%、Wを15質量%未満、Moを2～15質量%、Nbを2～10質量%、Crを0.2～2質量%を含有し、かつ、鉄族金属成分のうちのCoとNiについては、CoとNiの合計含有量に対するCo含有量の比は0.5～0.8とする。

[0014] 鉄族金属成分：

鉄族金属成分はTiCN基サーメット中で硬質成分と強固に結合し、工具基体の強度及び靱性を向上させる作用があるが、その含有量が4質量%未満もしくは25質量%を超えると、TiCN基サーメット中とWC基超硬合金中の結合相量の差が大きくなり、WC基超硬合金層からTiCN基サーメット層中に、もしくは、TiCN基サーメット層からWC基超硬合金層中に結合相成分が大きく拡散し、工具全体の結合相分布が不均一になり、工具としての安定性を欠く結果となる。このことから、TiCN基サーメット中の鉄族金属成分含有量を4～25質量%と定めた。

[0015] W：

WはTiCN基サーメット中での含有量が増えるほど、TiCN基サーメットの特性がWC基超硬合金に近づくので、複合体としての焼結は容易となるが、本発明で目的としているように含有量の削減が求められる成分元素であることから、この発明では、W含有量を15質量%未満と定めた。

[0016] Mo：

Moは、TiCN基サーメットにおいて、硬質相と結合相との濡れ性を高め、焼結性を向上させる作用を有する成分元素であるが、その含有量が2質量%未満では、濡れ性の向上効果が十分ではなく、一方、含有量が15質量%を超えると、硬質相にMoが溶け込み、強度、靱性を低下させるようになるため、Moの含有量は2～15質量%と定めた。

[0017] Nb：

Nbは、TiCN基サーメットの高温耐酸化性を向上させる効果があるが、その含有量が2質量%未満の場合、あるいは、10質量%を超える場合には、高温耐酸化性向上効果が低下するため、Nbの含有量は2～10質量%と定めた。

[0018] Cr：

Crは、TiCN基サーメットの焼結温度をWC基超硬合金のそれに近づける効果を有するが、その含有量が0.2質量%未満では、その効果が十分

ではなく、一方、その含有量が2質量%を超えると、 Cr_3C_2 の遊離相が析出し焼結体の靱性を低下させるようになるため、 Cr の含有量は0.2～2質量%と定めた。

[0019] Co :

Co は、鉄族金属成分であって、 TiCN 基サーメットにおける結合相成分であるが、同じく鉄族金属成分である Ni との関連において、 Co と Ni の合計含有量に対する Co の含有割合($\text{Co} / (\text{Co} + \text{Ni})$)を0.5～0.8(但し、質量比)の範囲内とすることが必要である。 Co と Ni の合計含有量に対する Co の含有割合($\text{Co} / (\text{Co} + \text{Ni})$)が0.5未満であると、 TiCN 基サーメットと WC 基超硬合金の複合成形体を焼結する際に、 TiCN 基サーメット中の Ni 成分が WC 基超硬合金に拡散し、 WC 基超硬合金の高温硬さを低下させることになり、一方、 Co と Ni の合計含有量に対する Co の含有割合($\text{Co} / (\text{Co} + \text{Ni})$)が0.8を超えると、 TiCN 基サーメットの靱性が低下し、複合焼結体の破損を招く恐れがある。

したがって、 TiCN 基サーメットに含有される成分である Co と Ni については、 Co と Ni の合計含有量に対する Co の含有割合($\text{Co} / (\text{Co} + \text{Ni})$)を0.5～0.8(但し、質量比)の範囲内とする。

[0020] WC 基超硬合金層に隣接する TiCN 基サーメット層の成分組成については前記のとおりであるが、 TiCN 基サーメットは、その全体を前記した成分組成のものとして構成する必要はない。

即ち、図2(a)、(b)あるいは図4(a)、(b)に示すように、 TiCN 基サーメット層を複数の TiCN 基サーメット層の積層体として構成することができる。

図2(a)、(b)あるいは図4(a)、(b)には、 TiCN 基サーメット層を「 TiCN 基サーメット層1」と「 TiCN 基サーメット層2」による2層の積層体として構成した例を示したが、 TiCN 基サーメット層は、2層以上の TiCN 基サーメット層の積層体として構成することもできる

。

ここで、WC基超硬合金層に接するTiCN基サーメット層（即ち、図2（a）、（b）あるいは図4（a）、（b）に示す「TiCN基サーメット層1」）については、その成分組成を前記した如く定める必要があるが、WC基超硬合金に直接接していないTiCN基サーメット層（即ち、図2（a）、（b）あるいは図4（a）、（b）に示す「TiCN基サーメット層2」）については、通常用いられるTiCN基サーメットの成分組成であっても構わない。

TiCN基サーメットに通常含有される成分、例えば、ZrC、TaC等、については、通常含有される範囲内であれば、本発明のTiCN基サーメットにこれらを含含有させることができる。また、W含有量については、8質量%以下、好ましくは、4質量%以下とすることができる。これによって、複合焼結体切削工具、表面被覆複合焼結体切削工具の切削性能を劣化させることなく、TiCN基サーメット中に含有されるW含有量をより一層低減することができるので、Wの使用量削減効果が大きくなる。

[0021] WC基超硬合金の成分組成：

TiCN基サーメットと複合焼結体を構成するWC基超硬合金は、主たる硬質相成分であるWCと主たる結合相成分である鉄族金属（例えば、Co、Ni、Fe）とからなる。結合相成分は、硬質相成分と強固に結合し、工具基体の強度および靱性を向上させる作用があるが、その含有量が4質量%未満では前記作用に所望の効果が得られず、一方、その含有量が17質量%を越えると、耐摩耗性が低下するようになることから、結合相成分である鉄族金属（例えば、Co、Ni、Fe）の含有量合計は、4～17質量%とする。

。

また、Ti、Zr、Nb、TaおよびCrの各成分は、炭化物、窒化物、炭窒化物等を形成して、WC基超硬合金の硬さを高め、耐摩耗性を向上させる作用があるが、これらの硬質相成分の含有量合計が10質量%（但し、金属成分として換算）を越えると靱性が低下するようになることから、Ti、

Zr、Nb、TaおよびCrの各成分の含有量合計は10質量%以下とすることが好ましい。

[0022] 切れ刃を含む外周部を構成するWC基超硬合金：

TiCN基サーメット層とWC基超硬合金層からなる複合焼結体のうち、WC超硬合金層が切れ刃を含む外周部を構成することにより切れ刃及び逃げ面はWC基超硬合金層によって構成され、一方、該外周部によって囲繞される内部にTiCN基サーメット層が充填されることによって切削工具のすくい面の主体はTiCN基サーメット層で構成される。

また、本発明では、工具のすくい面と逃げ面のなす角度は90度あるいは90度未満であって、所謂、ネガティブインサートおよびポジティブインサートの何れに対しても適用可能である。

本発明の切削工具においては、切れ刃を含む外周部（即ち、切れ刃及び逃げ面）のWC基超硬合金層は、複合焼結体におけるすくい面の最大内接円直径の0.03～0.15倍の幅とする。

これは、WC基超硬合金層の幅が、複合焼結体におけるすくい面の最大内接円直径の0.03倍未満である場合には、切削加工時に靱性に劣るTiCN基サーメットに大きな負荷がかかり、欠けが発生し易くなり、一方、WC基超硬合金層の幅が、複合焼結体におけるすくい面の最大内接円直径の0.15倍を超える場合には、WC基超硬合金層に形成される残留圧縮応力が小さくなり、耐チップング性、耐欠損性が低下するばかりか、W使用量の削減という本発明の目的にそぐわなくなるという理由による。

したがって、本発明では、WC基超硬合金の幅は、複合焼結体におけるすくい面の最大内接円直径の0.03～0.15倍とする。

[0023] 硬質被覆膜：

本発明の切削工具は、複合焼結体のWC基超硬合金層を、切れ刃を含む外周部（即ち、切れ刃及び逃げ面）とすることによって、そのまま切削工具として用いることができるが、少なくとも、切れ刃を含む外周部（即ち、切れ刃及び逃げ面）を構成するWC基超硬合金層の表面に、物理蒸着法、化学蒸

着法等によって、例えば、TiとAlの複合窒化物層を被覆形成することによって、より切削性能を高めることができる。

なお、硬質被覆膜としては、TiとAlの複合窒化物層ばかりでなく、Tiの窒化物層、炭化物層、炭窒化物層、AlとCrの複合窒化物層、 Al_2O_3 層など、既に知られている各種の硬質被覆膜を、それぞれ単層として、あるいは、複数の層の積層として被覆形成することができる。

発明の効果

[0024] 本発明は、TiCN基サーメット層とWC基超硬合金層との複合焼結体からなる複合焼結体切削工具あるいは表面被覆複合焼結体切削工具であって、TiCN基サーメット層とWC基超硬合金層の成分組成範囲を適正化するとともに、切れ刃を含む外周部（即ち、切れ刃及び逃げ面）を構成するWC基超硬合金層の幅の比率を適正化することによって、タングステンの使用量を低減したものであるが、タングステン使用量の低減にもかかわらず、切れ刃に断続的・衝撃的な高負荷が作用し、熱的負荷も作用する合金鋼等の湿式断続切削において、クラックの伝播・進展が抑制され、長期の使用に亘って、すぐれた耐異常損傷性、耐摩耗性を発揮するという効果を奏するのである。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]この発明の複合焼結体切削工具の一つの態様である複合焼結体切削工具の概略模式図を示し、この例は、すくい面の平面形状が円形であり、すくい面と逃げ面のなす角度が90度の複合焼結体切削工具であり、(a)は平面図、(b)は側面図を示す。

[図2]図1に示されるすくい面の平面形状が円形であり、すくい面と逃げ面のなす角度が90度の複合焼結体切削工具において、TiCN基サーメットを複数のTiCN基サーメット層で構成した態様を示し、(a)は平面図、(b)は側面図を示す。

[図3]この発明の複合焼結体切削工具の他の態様である複合焼結体切削工具の概略模式図を示し、この例は、すくい面の平面形状が多角形であり、すくい面と逃げ面のなす角度が90度の複合焼結体切削工具であり、(a)は平面

図、（b）は側面図を示す。

[図4]図3に示されるすくい面の平面形状が多角形であり、すくい面と逃げ面のなす角度が90度の複合焼結体切削工具において、TiCN基サーメットを複数のTiCN基サーメット層で構成した態様を示し、（a）は平面図、（b）は側面図を示す。

[図5]この発明の複合焼結体切削工具の他の態様である複合焼結体切削工具の概略模式図を示し、この例は、すくい面の平面形状が円形であり、すくい面と逃げ面のなす角度が90度未満の複合焼結体切削工具であり、（a）は平面図、（b）は側面図を示す。

[図6]この発明の複合焼結体切削工具の他の態様である複合焼結体切削工具の概略模式図を示し、この例は、すくい面の平面形状が多角形であり、すくい面と逃げ面のなす角度が90度未満の複合焼結体切削工具であり、（a）は平面図、（b）は側面図を示す。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、この発明を実施例に基づいて、具体的に説明する。

実施例 1

[0027] まず、図1あるいは図2に示す構造の複合焼結体切削工具（即ち、すくい面の平面形状が円形であり、すくい面と逃げ面のなす角度が90度である、所謂ネガティブインサート）を以下の工程で作製した。

表1に示す配合組成の平均粒径0.5～3 μ mのWC基超硬合金原料粉末を用意する。

また、表2に示す配合組成の平均粒径0.5～3 μ mのTiCN基サーメット原料粉末を用意する。

まず、上記WC基超硬合金原料粉末を、ISOインサート形状RNMA120400の素材用金型および内周部に空隙を設けるための入れ子を用いプレスして、表3に示す仮成形体1～9を作製した。

次に、上記仮成形体1～9の内周に、TiCN基サーメット原料粉末を配置し、上記仮成形体1～9とともに、表3に示す組合せでISOインサート

形状RNMA120400の素材用金型でプレスし、複合成形体1～9を作製した。

上記仮成形体のうち、仮成形体6～9については、複数種類のTiCN基サーメット原料粉末を用い、それぞれのTiCN基サーメット原料粉末が中心に対してほぼ同心円状になるように充填して、表3に示す仮成形体を作製した。

なお、作製した複合成形体1～9は、WC基超硬合金原料粉末と一種類のTiCN基サーメット原料粉末からなる複合成形体1～5と、WC基超硬合金原料粉末とTiCN基サーメット層1用原料粉末とTiCN基サーメット層2用原料粉末の二種類のTiCN基サーメット原料粉末を用いた複合成形体6～9である。

[0028] ついで、この複合成形体1～9を焼結して複合焼結体1～9を作製した。

焼結条件は、次のとおりである。

複合成形体を焼結温度にまで昇温するに際し、室温から1280℃までは5℃/minの昇温速度で昇温し、液相が出現する1280℃から1380℃までの温度域は、いずれも30℃/min以上の昇温速度で高速昇温し、1380℃から所定の1420℃までは5℃/minの昇温速度で昇温し、0.1kPaの窒素雰囲気中にて、1420℃の焼結温度に1時間保持後、冷却した。

ついで、得られた複合焼結体1～9について、WC基超硬合金層からなる切れ刃を含む外周部について、 $R=0.04$ のホーニング加工を施して刃先を形成することにより表5、表6に示すRNMA120400形状の複合焼結体切削工具1～9（以下、本発明工具1～9という）を作製した。

[0029] 上記本発明工具1～5のWC基超硬合金層とTiCN基サーメット層の縦断面について、電子線マイクロアナライザーを用いて、WC基超硬合金層とTiCN基サーメット層の界面から、WC基超硬合金層の内部側へ100μmの位置、また、TiCN基サーメット層の内部側へ100μmの位置においてそれぞれ組成分析を行い、10点測定の平均値を求めることにより、W

C基超硬合金層とTiCN基サーメット層の成分組成を求めた。

また、上記本発明工具6～9については、WC基超硬合金層とTiCN基サーメット層1の界面から、WC基超硬合金層の内部側へ100μmの位置、また、TiCN基サーメット層1の内部側へ100μmの位置、さらに、TiCN基サーメット層1とTiCN基サーメット層2の界面からTiCN基サーメット層2の内部側へ100μmの位置における組成析を行い、10点測定の平均値を求めることにより、WC基超硬合金層、TiCN基サーメット層1及びTiCN基サーメット層2の成分組成を求めた。

表5、表6に、これらの値を示す。

[0030] また、本発明工具1～5のWC基超硬合金層とTiCN基サーメット層の幅、また、本発明工具6～9のWC基超硬合金層とTiCN基サーメット層1とTiCN基サーメット層2の幅は光学顕微鏡で観察して測定し、異なる5点において測定された幅を平均して幅とした。

表5、表6に、これらの値を示す。

[0031] ついで、本発明工具4、5、8、9については、WC基超硬合金層の表面に、アークイオンプレーティングにより、TiとAlの複合窒化物（なお、TiとAlの含有量は、それぞれ50原子%）からなる硬質被覆膜を蒸着形成した。

表5、表6に、蒸着形成した硬質被覆膜の膜厚を示す。

[0032] 比較のため、表1に示す配合組成のWC基超硬合金原料粉末および表2に示す配合組成のTiCN基サーメット原料粉末を、実施例1と同様の方法で、表4に示す組合せで仮成形体1～6を作製し、更に、これをプレスすることにより、比較例複合成形体1～6を作製した後、この複合成形体を、実施例1と同じ条件で焼結して比較例複合焼結体1～6を作製した。

また、TiCN基サーメット原料粉末を使用することなく表1に示す配合組成のWC基超硬合金原料粉末のみから、WC基超硬合金のみからなる比較例焼結体7～9（便宜上、比較例複合焼結体7～9という）を作製した。

ついで、得られた比較例複合焼結体1～9について、WC基超硬合金（層

）からなる切れ刃を含む外周部について、 $R = 0.04$ のホーニング加工を施して刃先を形成することにより、表 6 に示す RNMA120400 形状の比較例複合焼結体切削工具 1 ～ 9（以下、比較例工具 1 ～ 9 という）を作製した。

[0033] 次いで、本発明工具 1 ～ 9 の場合と同様にして、比較例工具 1 ～ 6 については、WC 基超硬合金層と TiCN 基サーメット層の成分組成を求めた。

また、比較例工具 1 ～ 6 の WC 基超硬合金層と TiCN 基サーメット層の幅を、光学顕微鏡で観察して測定し、異なる 5 点において測定された幅を平均して平均幅とした。

表 7 に、これらの値を示す。

[0034] ついで、比較例工具 4 ～ 9 について、WC 基超硬合金層の表面に、アークイオンプレーティングにより、Ti と Al の複合窒化物（なお、Ti と Al の含有量は、それぞれ 50 原子%）からなる硬質被覆膜を蒸着形成した。

表 7 に、蒸着形成した硬質被覆膜の膜厚を示す。

[0035] [表1]

種 別		配合組成(質量%)					
		鉄族金属	VC	TaC	NbC	Cr ₃ C ₂	WC
		Co					
WC基 超硬合金 原料粉末	A	4	—	2	1	—	残
	B	10	—	—	—	—	残
	C	17	1	—	—	0.5	残
	D	2	—	2	1	—	残
	E	20	1	—	—	0.5	残
	F	20	—	—	—	—	残

[0036]

[表2]

種別		配合組成(質量%)									
		鉄族金属			WC	ZrC	NbC	TaC	Mo ₂ C	Cr ₃ C ₂	TiCN
		Co	Ni	Fe							
TiCN基 サーメット 原料粉末	A	14	5	—	12	—	5	—	10	1	残
	B	2	2	—	15	—	11	—	15	2	残
	C	16	4	—	5.5	—	3	4	3	0.3	残
	D	10	5	1	15	—	2	6	6	—	残
	E	5	10	—	10	1	—	8	10	—	残
	F	5	5	—	10	—	—	5	23.5	—	残
	G	17	3	—	30	2	3	4	2.5	—	残
	H	1	2	—	14	—	13	—	17	3	残
	I	15	15	—	15	—	—	4	1	—	残

[0037] [表3]

種別		WC基 超硬合金 仮成形体		TiCN基サーメット 仮成形体 (但し、TiCN基 サーメット層1形成用)		TiCN基サーメット 仮成形体 (但し、TiCN基 サーメット層2形成用)	
		原料粉末 種別	焼成後 狙い幅 (mm)	原料粉末 種別	焼成後 狙い幅 (mm)	原料粉末 種別	焼成後 狙い幅 (mm)
本発明複合 成形体	1	B	1	B	2.77	—	—
	2	A	0.8	C	2.97	—	—
	3	C	1.7	A	2.07	—	—
	4	A	0.4	A	3.37	—	—
	5	B	1.9	C	1.87	—	—
	6	B	1	B	1.5	F	1.27
	7	A	0.8	C	1	D	1.97
	8	C	1.7	A	1.5	E	0.57
	9	A	0.4	A	1.2	F	2.17

[0038] [表4]

種別		WC基 超硬合金 仮成形体		TiCN基 サーメット 仮成形体	
		原料粉末 種別	焼成後 狙い幅 (mm)	原料粉末 種別	焼成後 狙い幅 (mm)
比較例複合 成形体	1	A	0.5	G	3.27
	2	B	0.7	H	3.07
	3	C	1.2	I	2.57
	4	D	0.8	A	2.97
	5	E	0.1	B	3.67
	6	F	1.4	C	2.37
	7	A	—	—	—
	8	B	—	—	—
	9	C	—	—	—

[0039] [表5]

種別		複合 成形体 種別	WC基超硬合金		TiCN基サーメット ^(注)						(WC基 超硬合金の幅) ／ (複合焼 結体の最 大内接円 直径)	硬質 被覆膜 の厚さ (μm)
			成分組成	幅 (mm)	成分組成							
					鉄族金属 含有量 (質量%)	Co/ (Co + Ni)	W (質量%)	Mo (質量%)	Nb (質量%)	Cr (質量%)		
本発明 工具	1	1	10	1	4	0.5	14	14	9	1.8	0.08	—
	2	2	4	0.8	20	0.8	5	3	3	0.2	0.06	—
	3	3	17	1.7	19	0.7	11	9	5	0.9	0.13	—
	4	4	4	0.4	19	0.7	12	10	4	0.8	0.03	2
	5	5	10	1.9	20	0.8	6	3	2	0.3	0.15	2

(注)「TiCN基サーメット」は、表2の「TiCN基サーメット原料粉末A〜C」から作製したものに相当。

[0040] [表6]

種別		複合成形体種別	WC基超硬合金		TiCN基サーメット						(WC基超硬合金の幅)／ (複合焼結体の最大内接円直径)	硬質被覆膜の厚さ(μm)
					TiCN基サーメット層1 ^(注1)		TiCN基サーメット層2 ^(注2)					
			成分組成	幅(mm)	成分組成	幅(mm)	成分組成					
						鉄族金属含有量(質量%)	W(質量%)	Mo(質量%)	Nb(質量%)	Cr(質量%)		
本発明工具	6	6	本発明工具1と同じ		1.5	10	10	22	0	0	0.08	—
	7	7	本発明工具2と同じ		1	14	14	6	2	0	0.06	—
	8	8	本発明工具3と同じ		1.5	14	9	9	0	0	0.13	2
	9	9	本発明工具4と同じ		1.2	10	9	23	0	0	0.03	2

(注1)「TiCN基サーメット層1」は、表2の「TiCN基サーメット原料粉末A〜C」から作製したものに相当。

(注2)「TiCN基サーメット層2」は、表2の「TiCN基サーメット原料粉末D〜F」から作製したものに相当。

[0041] [表7]

種別		複合成形 体種別	WC基超硬合金		TiCN基サーメット						(WC基 超硬合金 の幅) ／(複合 焼結体の 最大内接 円直径)	硬質 被覆膜 の厚さ (μm)
			成分組成	幅 (mm)	成分組成							
					鉄族金属 含有量 (質量%)	鉄族金属 含有量 (質量%)	Co/ (Co + Ni)	W (質量%)	Mo (質量%)	Nb (質量%)		
比較例 工具	1	1	4	0.5	20	0.9	28	2	3	0	0.04	—
	2	2	10	0.7	3	0.3	13	16	12	3	0.06	—
	3	3	17	1.2	30	0.5	14	1	0	0	0.09	—
	4	4	2	0.8	19	0.7	11	10	4	1	0.06	2
	5	5	20	0.1	4	0.5	14	14	10	2	0.02	2
	6	6	20	1.4	20	0.8	5	3	2	0.3	0.16	2
	7	7	4	—	—	—	—	—	—	—	1	2
	8	8	10	—	—	—	—	—	—	—	1	2
	9	9	17	—	—	—	—	—	—	—	1	2

(注)「TiCN基サーメット」は、表2の「TiCN基サーメット原料粉末A〜C、G〜I」から作製したものに相当。

[0042] つぎに、上記本発明工具1〜9および比較例工具1〜9について、以下に

記載する切削条件 1 及び切削条件 2 において、耐摩耗性及び耐異常損傷性について評価した。

[切削条件 1]

被削材：JIS・SCM440の長さ方向4本溝入り丸棒、

切削速度：390 m/min、

切り込み：0.3 mm、

送り：0.3 mm/rev、

切削時間：10 分

の条件で、合金鋼の湿式高速断続加工試験（通常の切削速度は、200 m/min.）を行い、逃げ面摩耗量、あるいは、寿命に至るまでの切削時間を測定した。

[切削条件 2]

被削材：JIS・S45Cの長さ方向等間隔4本溝入り丸棒

切削速度：320 m/min、

切り込み：2.0 mm、

送り：0.2 mm/rev、

切削時間：5 分

の条件で、炭素鋼の湿式断続切削加工試験を行い、耐異常損傷性を評価した。切れ刃にクラック、チッピング、欠損を生じた場合、異常損傷「有」とし、クラック、チッピング、欠損を生じない場合、異常損傷「無」とした。

さらに、本発明工具 1～9 および比較例工具 1～6 については、各工具においてサーメットと積層せず、全体をWC基超硬合金とした場合からの使用W量削減率（質量%）を算出した。

表 8 に、これらの結果を示す。

[0043]

[表8]

種 別		逃げ面摩耗幅 (切削条件1) (mm)	異常損傷の有無 (切削条件2)	使用w量 削減率 (質量%)
本発明工具	1	0.10	無	54
	2	0.14	無	67
	3	0.19	無	38
	4	0.09	無	74
	5	0.07	無	37
	6	0.12	無	56
	7	0.13	無	63
	8	0.11	無	38
	9	0.10	無	75
比較例工具	1	*3.0	有	55
	2	*3.1	有	63
	3	*1.2	有	48
	4	*4.3	有	63
	5	*3.5	有	72
	6	*3.3	有	34
	7	0.11	有	0
	8	0.12	有	0
	9	0.15	有	0

比較例工具の「*」印は、熱亀裂等の異常損傷の発生により寿命に至った切削時間(分)を示す。

[0044] 表5～8に示される結果から、本発明工具は、タングステンの使用量を低減したとしても、TiCN基サーメット層とWC基超硬合金層の成分組成範囲を適正化するとともに、切れ刃を含む外周部を構成するWC基超硬合金層の幅の比率を適正化することによって、耐熱亀裂性を低下させることなく、切れ刃に断続的・衝撃的な高負荷が作用し、熱的負荷も作用する合金鋼等の湿式断続切削において、クラックの伝播・進展が抑制され、長期の使用に亘って、すぐれた耐異常損傷性、耐摩耗性を発揮し、WC基超硬合金のみから作製した比較例工具7（即ち、使用W量削減率はゼロ%の工具）に劣らない切削性能を示す。

さらに、耐異常損傷性の観点から見れば、本発明工具1～9は比較例工具7～9と比較して、優れた耐異常損傷性を有している。

これに対して、比較例工具1～6は、タングステン使用量は削減されているものの、耐熱亀裂性が劣るものであって、短時間で使用寿命に至ることは

明らかである。

実施例 2

[0045] 図3あるいは図4に示す構造の複合焼結体切削工具（即ち、すくい面の平面形状が多角形であり、すくい面と逃げ面のなす角度が90度である、所謂ネガティブインサート）を以下の工程で作製した。

表1に示す配合組成の平均粒径0.5～3 μ mのWC基超硬合金原料粉末を用意する。

また、表2に示す配合組成の平均粒径0.5～3 μ mのTiCN基サーメット原料粉末を用意する。

まず、上記WC基超硬合金原料粉末をISOインサート形状SNMN120408の素材用金型および内周部に空隙を設けるための入れ子を用いプレスして、表9に示す仮成形体11～19を作製した。

次に、上記仮成形体11～19の内周に、TiCN基サーメット原料粉末を配置し、上記仮成形体11～19とともに、ISOインサート形状SNMN120408の素材用金型でプレスし、複合成形体11～19を作製した。

上記仮成形体のうち、仮成形体16～19については、複数種類のTiCN基サーメット原料粉末を用い、それぞれのTiCN基サーメット原料粉末の中心位置がほぼ同位置になるように充填して、表9に示す仮成形体を作製した。

なお、作製した複合成形体11～19は、WC基超硬合金原料粉末と一種類のTiCN基サーメット原料粉末からなる複合成形体11～15と、WC基超硬合金原料粉末とTiCN基サーメット層1用原料粉末とTiCN基サーメット層2用原料粉末の二種類のTiCN基サーメット原料粉末を用いた複合成形体16～19である。

[0046] ついで、この複合成形体11～19を、実施例1と同様な条件で焼結し、複合焼結体11～19を作製し、実施例1と同様なホーニング加工を施すことにより、表11、表12に示すSNMN120408形状の複合焼結体切削工具11～19（以下、本発明工具11～19という）を作製した。

[0047] ついで、上記本発明工具 11～19 について、実施例 1 と同様な方法で、WC 基超硬合金層と TiCN 基サーメット層あるいは TiCN 基サーメット層 1、TiCN 基サーメット層 2 の成分組成を求めた。

さらに、WC 基超硬合金層と TiCN 基サーメット層の幅、また、TiCN 基サーメット層 1、TiCN 基サーメット層 2 の幅を光学顕微鏡で観察して測定し、異なる 5 点において測定された幅を平均して平均幅とした。

表 11、表 12 に、これらの値を示す。

[0048] ついで、本発明工具 14、15、18、19 については、WC 基超硬合金層の表面に、アークイオンプレーティングにより、Ti と Al の複合窒化物（なお、Ti と Al の含有量は、それぞれ 50 原子%）からなる硬質被覆膜を蒸着形成した。

表 10 に、蒸着形成した硬質被覆膜の膜厚を示す。

[0049] 比較のため、表 1 に示す配合組成の WC 基超硬合金原料粉末および表 2 に示す配合組成の TiCN 基サーメット原料粉末を、実施例 1 と同様な方法で、表 10 に示す組合せで仮成形体 11～16 を作製し、更に、これをプレスすることにより、比較例複合成形体 11～16 を作製した後、この複合成形体を、実施例 1 と同じ条件で焼結して比較例複合焼結体 11～16 を作製した。

また、TiCN 基サーメット原料粉末を使用することなく表 1 に示す配合組成の WC 基超硬合金原料粉末のみから、WC 基超硬合金のみからなる比較例焼結体 17～19 を作製した。

ついで、実施例 1 と同じ条件でホーニング加工を施すことにより、表 13 に示す SNMN120408 形状の複合焼結体切削工具 11～19（以下、比較例工具 11～19 という）を作製した。

[0050] ついで、上記比較例工具 11～16 について、実施例 1 と同様な方法で、WC 基超硬合金層と TiCN 基サーメット層の成分組成を求めた。

また、WC 基超硬合金層と TiCN 基サーメット層の幅も求めた。

表 13 に、これらの値を示す。

[0051] ついで、比較例工具 14, 15 については、WC 基超硬合金層の表面に、
 アークイオンプレーティングにより、Ti と Al の複合窒化物（なお、Ti
 と Al の含有量は、それぞれ 50 原子%）からなる硬質被覆膜を蒸着形成し
 た。

表 13 に、蒸着形成した硬質被覆膜の膜厚を示す。

[0052] [表9]

種別		WC 基 超硬合金 仮成形体		TiCN 基サーメット 仮成形体 （但し、TiCN 基 サーメット層 1 形成用）		TiCN 基サーメット 仮成形体 （但し、TiCN 基 サーメット層 2 形成用）	
		原料粉末 種別	焼成後 狙い幅 (mm)	原料粉末 種別	焼成後 狙い幅 (mm)	原料粉末 種別	焼成後 狙い幅 (mm)
本発明複合成形体	11	B	1	B	5.35	—	—
	12	A	0.8	C	5.55	—	—
	13	C	1.7	A	4.65	—	—
	14	A	0.4	A	5.95	—	—
	15	B	1.9	C	4.45	—	—
	16	B	1	B	1.5	F	3.85
	17	A	0.8	C	1	D	4.55
	18	C	1.7	A	1.5	E	3.15
	19	A	0.4	A	1.2	F	4.75

[0053] [表10]

種別		WC 基 超硬合金 仮成形体		TiCN 基 サーメット 仮成形体	
		原料粉末 種別	焼成後 狙い幅 (mm)	原料粉末 種別	焼成後 狙い幅 (mm)
比較例複合成形体	11	A	0.5	G	5.85
	12	B	0.7	H	5.65
	13	C	1.2	I	5.15
	14	D	0.8	A	5.55
	15	E	0.3	B	6.05
	16	F	2	C	4.35
	17	A	—	—	—
	18	B	—	—	—
	19	C	—	—	—

[0054]

[表11]

種別		複合成形 体種別	WC基超硬合金		TiCN基サーメット ^(注)						(WC基 超硬合金 の幅) ／(複合 焼結体の 最大内接 円直径)	硬質 被覆膜 の厚さ (μm)
			成分組成	幅 (mm)	成分組成							
					鉄族金属 含有量 (質量%)	鉄族金属 含有量 (質量%)	Co/ (Co + Ni)	W (質量%)	Mo (質量%)	Nb (質量%)		
本 発 明 工 具	11	11	10	1	4	0.5	14	14	10	1.9	0.08	—
	12	12	4	0.8	20	0.8	6	2	3	0.2	0.06	—
	13	13	17	1.7	19	0.7	12	9	4	0.9	0.13	—
	14	14	4	0.4	19	0.7	11	10	5	0.8	0.03	2
	15	15	10	1.9	20	0.8	5	3	2	0.3	0.15	2

(注)「TiCN基サーメット」は、表2の「TiCN基サーメット原料粉末A～C」から作製したものに相当。

[0055] [表12]

種別		複合成形体種別	WC基超硬合金		TiCN基サーメット						(WC基超硬合金の幅)／(複合焼結体の最大内接円直径)	硬質被覆膜の厚さ(μm)
					TiCN基サーメット層1 ^(注1)		TiCN基サーメット層2 ^(注2)					
			成分組成	幅(mm)	成分組成	幅(mm)	鉄族金属含有量(質量%)	W(質量%)	Mo(質量%)	Nb(質量%)		
本発明工具	16	16	本発明工具11と同じ		1.5	10	9	22	0	0	0.08	—
	17	17	本発明工具12と同じ		1	15	14	5	2	0	0.06	—
	18	18	本発明工具13と同じ		1.5	15	9	10	0	0	0.13	2
	19	19	本発明工具14と同じ		1.2	10	9	23	0	0	0.03	2

(注1)「TiCN基サーメット層1」は、表2の「TiCN基サーメット原料粉末A～C」から作製したものに相当。

(注2)「TiCN基サーメット層2」は、表2の「TiCN基サーメット原料粉末D～F」から作製したものに相当。

[0056] [表13]

種別		複合 成形 体 種別	WC基超硬合金		TiCN基サーメット						(WC基 超硬合金 の幅) ／(複合 焼結体の 最大内接 円直径)	硬質 被覆膜 の厚さ (μm)
			成分組成	幅 (mm)	成分組成							
					鉄族金属 含有量 (質量%)	鉄族金属 含有量 (質量%)	Co/ (Co + Ni)	W (質量%)	Mo (質量%)	Nb (質量%)		
比較 例 工 具	11	11	4	0.5	20	0.9	29	3	3	0	0.04	—
	12	12	10	0.7	3	0.3	14	16	11	3	0.06	—
	13	13	17	1.2	30	0.5	15	1	0	0	0.09	—
	14	14	2	0.8	19	0.7	12	9	4	1	0.06	2
	15	15	20	0.3	4	0.5	14	14	9	2	0.02	2
	16	16	20	2	20	0.8	6	3	2	0.3	0.16	—
	17	17	4	—	—	—	—	—	—	—	1	—
	18	18	10	—	—	—	—	—	—	—	1	—
	19	19	17	—	—	—	—	—	—	—	1	—

(注)「TiCN基サーメット」は、表2の「TiCN基サーメット原料粉末A～C、G～J」から作製したものに相当。

[0057] つぎに、上記本発明工具11～19および比較例工具11～19について

、実施例１と同一の条件で、合金鋼の湿式断続切削加工試験を行い、逃げ面摩耗量を測定するとともに、炭素鋼の湿式断続切削加工試験を行い、耐異常損傷性を評価した。さらに、本発明工具１１～１９および比較例工具１１～１９について、各工具においてサーメットと積層せず、全体をＷＣ基超硬合金とした場合からの使用Ｗ量削減率（質量％）を算出した。表１４に、これらの結果を示す。

[0058] [表14]

種 別		逃げ面摩耗幅 (切削条件1) (mm)	異常損傷の有無 (切削条件2)	使用W量 削減率 (質量%)
本 発 明 工 具	11	0.11	無	59
	12	0.15	無	72
	13	0.18	無	46
	14	0.09	無	76
	15	0.08	無	46
	16	0.12	無	61
	17	0.14	無	66
	18	0.12	無	46
	19	0.11	無	78
比 較 例 工 具	11	*3.1	有	57
	12	*3.1	有	67
	13	*1.5	有	54
	14	*4.3	有	67
	15	*3.5	有	73
	16	*2.5	有	44
	17	0.12	有	0
	18	0.13	有	0
	19	0.15	有	0

比較例工具の「*」印は、熱亀裂等の異常損傷の発生により寿命に至った切削時間(分)を示す。

[0059] 表１１～１４に示される結果から、本発明工具は、タングステンの使用量を低減したとしても、ＴｉＣＮ基サーメット層とＷＣ基超硬合金層の成分組成範囲を適正化するとともに、切れ刃を含む外周部を構成するＷＣ基超硬合金層の厚さ比率を適正化することによって、耐熱亀裂性を低下させることなく、切れ刃に断続的・衝撃的な高負荷が作用し、熱的負荷も作用する合金鋼等の湿式断続切削において、クラックの伝播・進展が抑制され、長期の使用に亘って、すぐれた耐異常損傷性、耐摩耗性を発揮する。

これに対して、比較例工具１１～１６は、タングステン使用量は削減され

ているものの、耐熱亀裂性が劣るものであって、短時間で使用寿命に至っており、比較例工具 17～19 はタングステン使用量は削減されておらず、耐磨耗性に関しては本発明工具同等であるが、耐異常損傷性に関しては劣位であることは明らかである。

実施例 3

[0060] 次に、図 5、図 6 に示す構造の複合焼結体切削工具（即ち、すくい面の平面形状が円形または多角形であり、すくい面と逃げ面のなす角度が 90 度未満である、所謂ポジティブインサート）を以下の手順で作製した。

表 1 に示す配合組成の平均粒径 0.5～3 μm の WC 基超硬合金原料粉末を用意する。

また、表 2 に示す配合組成の平均粒径 0.5～3 μm の TiCN 基サーメット原料粉末を用意する。

まず、上記 WC 基超硬合金原料粉末を、ISO インサート形状 RGEN2004MOEN の素材用金型および内周部に空隙を設けるための入れ子を用いプレスして、表 15 に示す仮成形体 21～25 を作製した。

次に、上記仮成形体 21～25 の内周に、TiCN 基サーメット原料粉末を配置し、上記仮成形体 21～25 とともに、ISO インサート形状 RGEN2004MOEN の素材用金型でプレスし、複合成形体 21～25 を作製した。

[0061] また、上記 WC 基超硬合金粉末を、ISO インサート形状 SEEN1203AFEN1 の素材用金型および内周部に空隙を設けるための入れ子を用いプレスして、表 15 に示す仮成形体 26～30 を作製した。

次に、上記仮成形体 26～30 の内周に、TiCN 基サーメット原料粉末を配置し、上記仮成形体 26～30 とともに、ISO インサート形状 SEEN1203AFEN1 の素材用金型でプレスし、複合成形体 26～30 を作製した。

[0062] ついで、この複合成形体 21～30 を、実施例 1 と同様な条件で焼結して複合焼結体 21～30 を作製し、WC 基超硬合金からなる切れ刃を含む外周

部について、 $R = 0.04$ のホーニング加工を施して刃先を形成し、表 16 に示す R G E N 2 0 0 4 M O E N 形状の複合焼結体切削工具 21～25（以下、本発明工具 21～25 という）及び S E E N 1 2 0 3 A F E N 1 形状の複合焼結体切削工具 26～30（以下、本発明工具 26～30 という）作製した。

[0063] ついで、上記本発明工具 21～30 について、実施例 1 と同様な方法で、WC 基超硬合金層と TiCN 基サーメット層の成分組成を求めた。

また、WC 基超硬合金層と TiCN 基サーメット層の最大厚さ、最小厚さを光学顕微鏡で観察して測定し、異なる 5 点において測定された幅を平均して平均幅とした。

表 16 に、これらの値を示す。

[0064] ついで、本発明工具 24, 25, 29, 30 については、WC 基超硬合金層の表面に、アークイオンプレーティングにより、Ti と Al の複合窒化物（なお、Ti と Al の含有量は、それぞれ 50 原子%）からなる硬質被覆膜を蒸着形成した。

表 16 に、蒸着形成した硬質被覆膜の膜厚を示す。

[0065] [表15]

種別		WC 基 超硬合金 仮成形体		TiCN 基サーメット 仮成形体	
		原料粉末 種別	焼成後 狙い幅 (mm)	原料粉末 種別	焼成後 狙い幅 (mm)
本 発 明 複 合 成 形 体	21	B	1.6	B	8.4
	22	A	1.3	C	8.7
	23	C	2.9	A	7.1
	24	A	0.6	A	9.4
	25	B	3	C	7
	26	B	1	B	5.35
	27	A	0.8	C	5.55
	28	C	1.7	A	4.65
	29	A	0.4	A	5.95
	30	B	1.9	C	4.45

[0066]

[表16]

種別			複合成形体種別	WC基超硬合金		TiCN基サーメット						(WC基超硬合金の幅)／(複合焼結体の最大内接円直径)	硬質被覆膜の厚さ(μm)
				成分組成	幅(mm)	成分組成							
						鉄族金属含有量(質量%)	鉄族金属含有量(質量%)	Co／(Co+Ni)	W(質量%)	Mo(質量%)	Nb(質量%)		
本発明工具	21	21	10	1.6	4	0.5	14	14	10	1.8	0.08	—	
	22	22	4	1.3	20	0.8	5	3	3	0.2	0.07	—	
	23	23	17	2.9	19	0.7	12	10	4	0.8	0.14	—	
	24	24	4	0.6	19	0.7	11	9	5	0.9	0.03	2	
	25	25	10	3	20	0.8	6	2	2	0.3	0.15	2	
	26	26	10	1	4	0.5	14	13	10	1.9	0.08	—	
	27	27	4	0.8	20	0.8	5	2	3	0.2	0.06	—	
	28	28	17	1.7	19	0.7	11	10	5	0.9	0.13	—	
	29	29	4	0.4	19	0.7	12	9	4	0.8	0.03	2	
	30	30	10	1.9	20	0.8	6	3	2	0.3	0.15	2	

[0067] つぎに、上記本発明工具21～30について、カット径125mmの工具鋼製カット先端部に固定治具にてクランプした状態で、

[切削条件1]

被削材：JIS・SCr420の幅100mm、長さ400mmのブロック材、

切削速度：250m/min、

切り込み：0.12mm、

送り：0.1mm/rev、

切削時間：10分

の条件で、合金鋼の湿式フライス切削試験を行い、逃げ面摩耗量を測定した。

[切削条件2]

被削材：JIS・SCr440の幅100mm、長さ400mmのブロック材、

切削速度：315m/min、

切り込み：0.11mm、

送り：0.1mm/rev、

切削時間：5分

の条件で、合金鋼の湿式フライス切削試験を行い、異常損傷の有無を確認した。

さらに、本発明工具21～30について、各工具においてサーメットと積層せず、全体をWC基超硬合金とした場合からの使用W量削減率（質量％）を算出した。

表17に、これらの結果を示す。

[0068] [表17]

種 別		逃げ面摩耗幅 (切削条件1) (mm)	異常損傷の有無 (切削条件2)	使用W量 削減率 (質量%)
本 発 明 工 具	21	0.14	無	55
	22	0.16	無	68
	23	0.18	無	38
	24	0.10	無	75
	25	0.09	無	40
	26	0.13	無	67
	27	0.15	無	77
	28	0.17	無	56
	29	0.08	無	82
	30	0.07	無	56

[0069] 表17に示される結果からも、本発明工具は、タングステンの使用量を低減したとしても、TiCN基サーメット層とWC基超硬合金層の成分組成範囲を適正化するとともに、切れ刃を含む外周部を構成するWC基超硬合金層の厚さ比率を適正化することによって、耐熱亀裂性を低下させることなく、切れ刃に断続的・衝撃的な高負荷が作用し、熱的負荷も作用する合金鋼等の湿式断続切削において、クラックの伝播・進展が抑制され、長期の使用に亘って、すぐれた耐異常損傷性、耐摩耗性を発揮することがわかる。

産業上の利用可能性

[0070] 複合焼結体を工具基体とする本発明の切削工具は、希少金属であるタングステン使用量の低減を図り得るとともに、切れ刃に断続的・衝撃的な高負荷、熱的負荷が作用する湿式断続切削に用いた場合でも、耐熱亀裂性に優れ、チッピング、欠損、剥離等の異常損傷を発生することなく、長期の使用にわ

たってすぐれた切削性能を発揮することができ、切削加工の省エネ化、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]

TiCN基サーメット層とWC基超硬合金層との複合焼結体からなる切削工具において、

(a) 上記切削工具は、すくい面の平面形状が円形または多角形であり、すくい面と逃げ面のなす角度は90度または90度未満であり、

(b) 上記切削工具の切れ刃を含む外周部は、鉄族金属成分を4～17質量%、残部はWCを主たる硬質相成分とするWC基超硬合金層で構成され、また、外周部に囲繞された内部はTiCN基サーメット層で構成され、

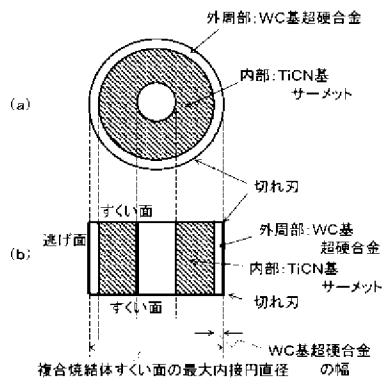
(c) 上記WC基超硬合金層からなる外周部の幅は、上記複合焼結体におけるすくい面の最大内接円直径の0.03～0.15倍であり、

(d) 上記WC基超硬合金層からなる外周部で囲繞された内部のTiCN基サーメット層は、少なくとも1層以上のTiCN基サーメット層から構成され、WC基超硬合金層と隣接するTiCN基サーメット層は、該サーメットの構成成分の含有割合を金属成分の含有割合で表現した場合、少なくとも鉄族金属成分を4～25質量%、Wを15質量%未満、Moを2～15質量%、Nbを2～10質量%、Crを0.2～2質量%を含有し、かつ、鉄族金属成分であるCoとNiについて、CoとNiの合計含有量に対するCo含有割合は0.5～0.8（但し、質量比）を満足することを特徴とする複合焼結体切削工具。

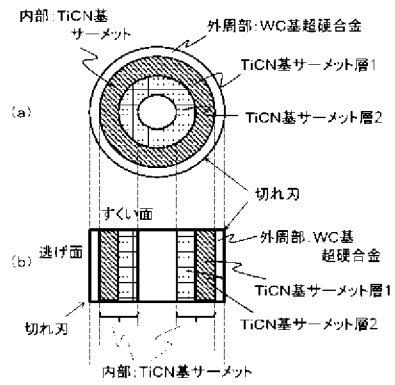
[請求項2]

前記TiCN基サーメット層とWC基超硬合金層とからなる複合焼結体の少なくともWC基超硬合金層の表面に、硬質被覆膜が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の表面被覆複合焼結体切削工具。

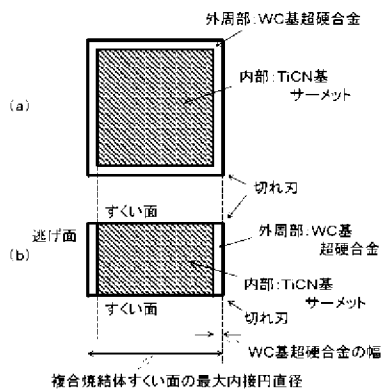
[図1]



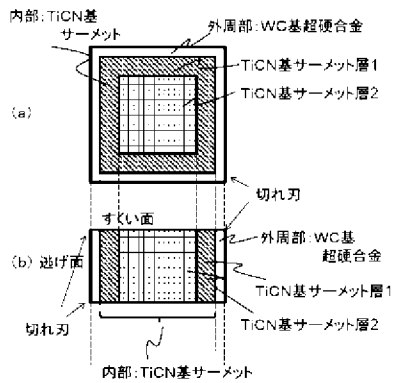
[図2]



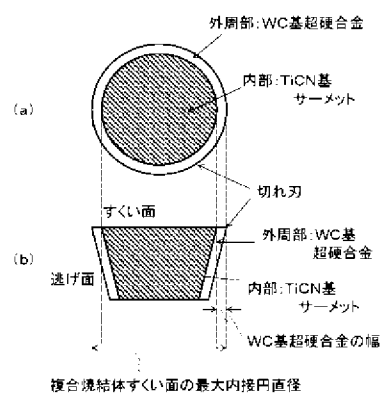
[図3]



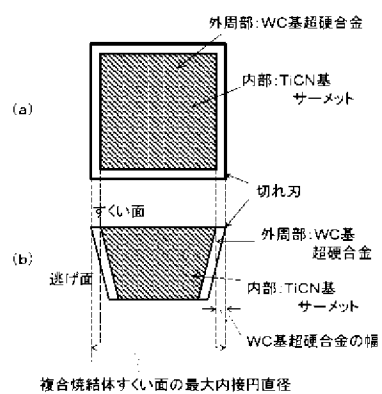
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/065394

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23B27/14(2006.01)i, B22F3/24(2006.01)i, B22F7/00(2006.01)i, B23C5/16(2006.01)i, C22C29/04(2006.01)i, C22C29/08(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)

B23B27/14, B22F3/24, B22F7/00, B23C5/16, C22C29/04, C22C29/08

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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	JP 2011-45954 A (Kyocera Corp.), 10 March 2011 (10.03.2011), (Family: none)	1-2
A	JP 5413047 B2 (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 12 February 2014 (12.02.2014), paragraph [0016] (Family: none)	1-2
A	JP 2014-172157 A (Mitsubishi Materials Corp.), 22 September 2014 (22.09.2014), paragraph [0002] & CN 104044308 A	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
14 June 2016 (14.06.16)

Date of mailing of the international search report
28 June 2016 (28.06.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B23B27/14(2006.01)i, B22F3/24(2006.01)i, B22F7/00(2006.01)i, B23C5/16(2006.01)i,
C22C29/04(2006.01)i, C22C29/08(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（I P C））

Int.Cl. B23B27/14, B22F3/24, B22F7/00, B23C5/16, C22C29/04, C22C29/08

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 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	JP 2011-45954 A（京セラ株式会社）2011.03.10（ファミリーなし）	1 - 2
A	JP 5413047 B2（住友電気工業株式会社）2014.02.12, [0016]段落 （ファミリーなし）	1 - 2
A	JP 2014-172157 A（三菱マテリアル株式会社）2014.09.22, [0002]段落 & CN 104044308 A	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

1 4 . 0 6 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 6 . 2 0 1 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

長清 吉範

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 4

3 C

3 1 1 4