

(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  
2019年11月21日(21.11.2019)



(10) 国際公開番号

**WO 2019/220533 A1**

(51) 国際特許分類:  
C22C 29/04 (2006.01) B23B 27/14 (2006.01)

阪市北区中之島三丁目2番4号 中之島フェスティバルタワー・ウエスト Osaka (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/018741

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, 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.

(22) 国際出願日: 2018年5月15日(15.05.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 道内 真人 (MICHUUCHI, Masato); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 岡村 克己 (OKAMURA, Katsumi); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).

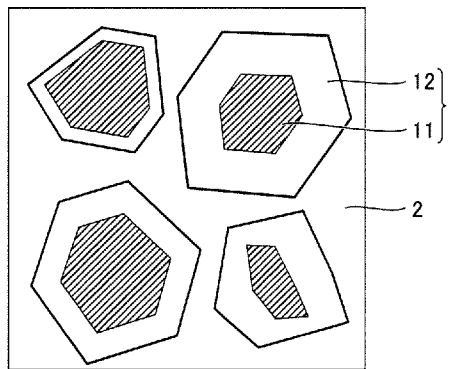
(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,

(74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所 (FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大

(54) Title: CERMET, CUTTING TOOL CONTAINING SAME, AND METHOD FOR PRODUCING CERMET

(54) 発明の名称: サーメット、それを含む切削工具およびサーメットの製造方法

FIG.1



(57) Abstract: This cermet has a hard phase comprising a carbonitride containing Ti and Nb, and a metal binding phase comprising an iron group element. The hard phase has a granular core part and a peripheral part covering at least a portion of the core part. The core part contains a complex carbonitride represented by  $Ti_{1-x-y}Nb_xW_yC_{1-z}N_z$ , where Y is 0 to 0.05 and Z is 0.3 to 0.6. The peripheral part has a composition having a higher W content than the core part.

(57) 要約: サーメットは、Ti および Nb を含有する炭窒化物を含む硬質相と、鉄族元素を含む金属結合相とを含み、前記硬質相は、粒状の芯部と、前記芯部の少なくとも一部を被覆する周辺部とを含み、前記芯部は、 $Ti_{1-x-y}Nb_xW_yC_{1-z}N_z$  で示される複合炭窒化物を含み、前記 Y は、0 以上 0.05 以下であり、前記 Z は、0.3 以上 0.6 以下であり、前記周辺部は、前記芯部より W の含有量が多い組成を有する。



WO 2019/220533 A1

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)）

## 明 細 書

発明の名称：

サーメット、それを含む切削工具およびサーメットの製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、サーメット、それを含む切削工具およびサーメットの製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] Tiを含む硬質材料として超硬合金、サーメットなどが知られている。これらの硬質材料は、耐摩耗性に優れるため、切削工具、耐摩耗性工具などに好適に用いられている。たとえば国際公開第2010/008004号（特許文献1）には、 $(Ti_{1-x}M_x)(C_{1-y}N_y)$  で表される複合炭窒化物固溶体を硬質相全体に対し90体積%以上含む硬質相、および結合相からなる焼結硬質合金が開示されている。さらに国際公開第2011/136197号（特許文献2）には、 $(Ti_{1-x-y}L_xMo_y)(C_{1-z}N_z)$  で表される複合炭窒化物固溶体からなる第1硬質相と、WCからなる第2硬質相と、CoおよびNiの両方またはいずれか一方を主成分とする結合相とからなるサーメットが開示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2010/008004号

特許文献2：国際公開第2011/136197号

### 発明の概要

[0004] 本開示の一態様に係るサーメットは、TiおよびNbを含有する炭窒化物を含む硬質相と、鉄族元素を含む金属結合相とを含むサーメットであって、上記硬質相は、粒状の芯部と、上記芯部の少なくとも一部を被覆する周辺部とを含み、上記芯部は、 $Ti_{1-x-y}Nb_xW_yC_{1-z}N_z$  で示される複合炭窒化物を含み、上記Yは、0以上0.05以下であり、上記Zは、0.3以上0.6以

下であり、上記周辺部は、上記芯部よりWの含有量が多い組成を有する。

[0005] 本開示の一態様に係る切削工具は、上記サーメットを含む。

本開示の一態様に係るサーメットの製造方法は、 $Ti_{1-x-y}Nb_xW_yC_{1-z}N_z$ で示される複合炭窒化物からなる第1粉末を得る工程と、上記第1粉末、Wを含む第2粉末および鉄族元素を含む第3粉末を混合することにより、混合粉末を得る工程と、上記混合粉末を加圧成形することにより成形体を得る工程と、上記成形体を焼結することにより焼結体を得る工程とを含むサーメットの製造方法であって、上記Yは、0以上0.05以下であり、上記Zは、0.3以上0.6以下であり、上記第1粉末を得る工程は、TiとNbとの2者またはTiとNbとWとの3者を含有する酸化物粉末と、炭素を含有する炭素源粉末とを混合することにより、酸化物混合粉末を得る操作と、上記酸化物混合粉末を造粒することにより造粒体を得る操作と、上記造粒体を、窒素ガスを含有する雰囲気において1800℃以上の温度で熱処理することにより、上記複合炭窒化物からなる粉末前駆体を得る操作と、上記粉末前駆体を解砕することにより上記第1粉末を得る操作とを備える。

### 図面の簡単な説明

[0006] [図1]図1は、本実施形態に係るサーメットの断面を模式的に示した模式図である。

[図2]図2は、試料11のサーメットの断面を撮影した電子顕微鏡像の一例である。

### 発明を実施するための形態

[0007] [本開示が解決しようとする課題]

特許文献1の焼結硬質合金において、硬質相に含まれる複合炭窒化物固溶体は、 $(Ti_{1-x}M_x)(C_{1-y}N_y)$ で表される。上記複合炭窒化物固溶体におけるMは、W、Mo、Nb、ZrおよびTaからなる群より選ばれる1種以上の元素であり、xは0.05以上0.5以下であり、yは0.01以上0.75以下である。このような焼結硬質合金は、硬質相と結合相との間の界面結合力が不十分となるので、耐摩耗性および耐欠損性の両立が困難である。

[0008] 特許文献2のサーメットにおいて、第1硬質相の複炭窒化物固溶体は、 $(Ti_{1-x-y}L_xMo_y)(C_{1-z}N_z)$ で表される。この化学式において、LはZr、Hf、NbおよびTaからなる群より選ばれる1種以上の元素であり、xは0.01以上0.5以下であり、yは0.03以上0.05以下であり、zは0.05以上0.75以下である。Moは、炭窒化物そのものの耐鋼凝着性を低下させるので、含有量が少ないことが好ましいが、特許文献2のサーメットの上記複炭窒化物固溶体は、全金属元素(Ti、L、Mo)に占めるMoの原子比が0.03以上であり、Moの含有量が少なくない。さらに上記サーメットは、WCからなる第2硬質相を含むことによって耐鋼凝着性がより低下するので、サーメットの切削性能のうち耐欠損性への影響が大きい。

[0009] 上記実情に鑑み、本開示は、耐摩耗性および耐欠損性をバランスよく両立させたサーメット、それを含む切削工具およびサーメットの製造方法を提供することを目的とする。

[0010] [本開示の効果]

上記によれば、耐摩耗性および耐欠損性をバランスよく両立させたサーメット、それを含む切削工具およびサーメットの製造方法を提供することができる。

[0011] [本願発明の実施形態の説明]

本発明者らは、 $Ti_{1-x-y}Nb_xW_yC_{1-z}N_z$ で示される複合炭窒化物を新たな原料として適用したサーメットを開発した。この $Ti_{1-x-y}Nb_xW_yC_{1-z}N_z$ で示される複合炭窒化物は、従来のTi系化合物に比べ、熱的特性に優れていることを見出した。特に、Nb、WおよびNの組成を適切に制御することにより優れた機械的強度が得られることを知見した。さらに、上記の複合炭窒化物を含む硬質相に関し、 $Ti_{1-x-y}Nb_xW_yC_{1-z}N_z$ で示される複合炭窒化物を含む芯部と、この芯部よりもWの含有量が多い組成となる周辺部とを含む構造とすることにより、硬質相と金属結合相との間の界面結合力が向上することも知見し、本開示に到達した。

[0012] 最初に本発明の実施態様を列記して説明する。

[1] 本開示の一態様に係るサーメットは、TiおよびNbを含有する炭窒化物を含む硬質相と、鉄族元素を含む金属結合相とを含むサーメットであって、上記硬質相は、粒状の芯部と、上記芯部の少なくとも一部を被覆する周辺部とを含み、上記芯部は、 $Ti_{1-x-y}Nb_xW_yC_{1-z}N_z$ で示される複合炭窒化物を含み、上記Yは、0以上0.05以下であり、上記Zは、0.3以上0.6以下であり、上記周辺部は、上記芯部よりWの含有量が多い組成を有する。これにより、耐摩耗性および耐欠損性をバランスよく両立させたサーメットを提供することができる。

[0013] [2] 上記Xは、0.1以上0.6以下であることが好ましい。これにより耐摩耗性および耐欠損性において顕著な特性を得ることができる。

[0014] [3] 上記Xは、0.1以上0.2以下であることがさらに好ましい。これにより耐摩耗性においてより顕著な特性を得ることができる。

[0015] [4] 上記Xは、0.4以上0.6以下であることもさらに好ましい。これにより耐欠損性においてより顕著な特性を得ることができる。

[0016] [5] 上記サーメットは、WCからなるWC相を含み、上記WC相は、その含有率が1体積%以下であることが好ましい。これにより、WC相を含む場合であっても、耐鋼凝着性が低下することを防ぐことができるので、耐摩耗性および耐欠損性をよりバランスよく両立させることができる。

[0017] [6] 上記サーメットは、WCからなるWC相を含まないことが好ましい。これにより耐鋼凝着性が低下することを防ぐことができるので、耐摩耗性および耐欠損性をよりバランスよく両立させることができる。

[0018] [7] 上記芯部は、Ti、Nb、W、V、CrおよびMoの総量に占めるV、CrおよびMoの合計量が2原子%未満であることが好ましい。これにより、サーメットの耐鋼凝着性を低下させる元素であるV、CrおよびMoを十分に抑制することができるので、耐摩耗性および耐欠損性をよりバランスよく両立させることができる。

[0019] [8] 上記芯部は、その平均結晶粒径が0.5  $\mu$ m以上3  $\mu$ m以下である

ことが好ましい。これにより、より優れた耐摩耗性および耐欠損性を得ることができる。

[0020] [9] 本開示の一態様に係る切削工具は、上記サーメットを含む。これによりサーメットの優れた耐摩耗性および耐欠損性を備える切削工具を提供することができる。

[0021] [10] 上記切削工具は、上記サーメットからなる基材と、上記基材を被覆する被膜とを含むことが好ましい。このような切削工具も、サーメットの優れた耐摩耗性および耐欠損性を備えることができる。

[0022] [11] 本開示の一態様に係るサーメットの製造方法は、 $Ti_{1-x-y}Nb_xW_yC_{1-z}N_z$ で示される複合炭窒化物からなる第1粉末を得る工程と、上記第1粉末、Wを含む第2粉末および鉄族元素を含む第3粉末を混合することにより、混合粉末を得る工程と、上記混合粉末を加圧成形することにより成形体を得る工程と、上記成形体を焼結することにより焼結体を得る工程とを含むサーメットの製造方法であって、上記Yは、0以上0.05以下であり、上記Zは、0.3以上0.6以下であり、上記第1粉末を得る工程は、TiとNbとの2者またはTiとNbとWとの3者を含有する酸化物粉末と、炭素を含有する炭素源粉末とを混合することにより、酸化物混合粉末を得る操作と、上記酸化物混合粉末を造粒することにより造粒体を得る操作と、上記造粒体を、窒素ガスを含有する雰囲気において1800℃以上の温度で熱処理することにより、上記複合炭窒化物からなる粉末前駆体を得る操作と、上記粉末前駆体を解砕することにより上記第1粉末を得る操作とを備える。これにより、耐摩耗性および耐欠損性をバランスよく両立させたサーメットを製造することができる。

[0023] [本願発明の実施形態の詳細]

以下、本発明の実施形態（以下、「本実施形態」とも記す）についてさらに詳細に説明するが、本実施形態はこれらに限定されるものではない。以下では図面を参照しながら説明する。

[0024] ここで、本明細書において「A～B」という形式の表記は、範囲の上限下

限（すなわちA以上B以下）を意味し、Aにおいて単位の記載がなく、Bにおいてのみ単位が記載されている場合、Aの単位とBの単位とは同じである。さらに、本明細書において化合物などを化学式で表す場合、原子比を特に限定しないときは従来公知のあらゆる原子比を含むものとし、必ずしも化学量論的範囲のもののみ限定されるものではない。たとえば「TiAlN」と記載されている場合、TiAlNを構成する原子数の比はTi : Al : N = 0.5 : 0.5 : 1に限られず、従来公知のあらゆる原子比が含まれる。このことは、「TiAlN」以外の化合物の記載についても同様である。本実施形態において、チタン（Ti）、アルミニウム（Al）、ケイ素（Si）、タンタル（Ta）、クロム（Cr）、ニオブ（Nb）、タングステン（W）などの金属元素と、窒素（N）、酸素（O）または炭素（C）などの非金属元素とで示される化合物は、必ずしも化学量論的な組成を構成している必要がない。本明細書において説明する炭窒化物および複合炭窒化物は、 $\alpha_x \beta_y \gamma_z C_s N_t$ （金属 $\alpha \beta \gamma$ 、非金属CN）などとして表す場合、 $X + Y + Z = 1$ のとき、たとえば $0.6 \leq S + T \leq 1.0$ の範囲で変化し得る。本明細書において「機械的強度」とは、耐摩耗性、耐欠損性および曲げ強さなどの諸特性を含む機械的な強さを意味する。

[0025] <<サーメット>>

本実施形態に係るサーメットは、図1に示すように、TiおよびNbを含有する炭窒化物を含む硬質相1と、鉄族元素を含む金属結合相2とを含む。硬質相1は、粒状の芯部11と、この芯部11の少なくとも一部を被覆する周辺部12とを含む。芯部11は、 $Ti_{1-x-y} Nb_x W_y C_{1-z} N_z$ で示される複合炭窒化物を含み、Yは、0以上0.05以下であり、Zは、0.3以上0.6以下である。周辺部12は、芯部11よりWの含有量が多い組成を有する。このような特徴を有するサーメットは、耐摩耗性および耐欠損性をバランスよく両立させることができる。

[0026] <硬質相>

硬質相1は、上述のようにTiおよびNbを含有する炭窒化物を含む。特

に硬質相 1 は、粒状の芯部 1 1 と、この芯部 1 1 の少なくとも一部を被覆する周辺部 1 2 とを含む。芯部 1 1 は、 $Ti_{1-X-Y}Nb_XW_YC_{1-Z}N_Z$  で示される複合炭窒化物を含み、Y は、0 以上 0.05 以下であり、Z は、0.3 以上 0.6 以下である。周辺部 1 2 は、芯部 1 1 より W の含有量が多い組成を有する。サーメットは、硬質相 1 における粒状の芯部 1 1 の組成 ( $Ti_{1-X-Y}Nb_XW_YC_{1-Z}N_Z$ ) が上述した範囲の原子比からなる場合、優れた機械的強度を備えることができる。硬質相 1 が、芯部 1 1 と、この芯部 1 1 の少なくとも一部を被覆する周辺部 1 2 とを含むことにより、硬質相 1 と金属結合相 2 との間の密着強度を高めることができる。硬質相 1 における芯部 1 1 と周辺部 1 2 との関係は、図 1 に示すように芯部 1 1 の一部または全部を周辺部 1 2 が被覆する二重構造の形態（所謂、コアシェル構造）であることが好ましい。

[0027] (芯部)

芯部 1 1 は、 $Ti_{1-X-Y}Nb_XW_YC_{1-Z}N_Z$  で示される複合炭窒化物を含む。X は、0 を超え 1 未満であり、Y は、0 以上 0.05 以下であり、Z は、0.3 以上 0.6 以下である。すなわち芯部 1 1 は、Ti が主成分であり、かつ副成分として Nb を含む。さらに第 3 成分として W を含む場合がある。X および Y の値が上述の範囲である場合に、サーメットとして耐摩耗性および耐欠損性をバランスよく両立させることができる。さらに、Nb の原子比 X は、0.1 以上 0.6 以下であることが好ましく、0.1 以上 0.2 以下であることがより好ましく、0.13 以上 0.17 以下であることが最も好ましい。X は、0.4 以上 0.6 以下であることもより好ましい。W の原子比 Y は、0 以上 0.03 以下であることが好ましい。一方、Ti の原子比 ( $1 - X - Y$ ) は、副成分および第 3 成分の添加量を固溶限以下とし、かつ添加金属元素の効果を十分に引き出す観点から、0.75 以上 0.9 以下であることが好ましい。複合炭窒化物中の炭素および窒素の原子比を表す Z は、0.4 以上 0.6 以下であることが好ましい。芯部 1 1 の組成は、本開示の効果を奏し、かつ周辺部 1 2 よりも W の含有量が小さい組成である限り、特に限定されるべきではないが、たとえば  $Ti_{0.9}Nb_{0.1}C_{0.5}N_{0.5}$ 、 $Ti_{0.8}Nb_{0.15}W_{0.05}C$

$0.4N_{0.6}$ 、 $Ti_{0.75}Nb_{0.2}W_{0.05}C_{0.6}N_{0.4}$ などを挙げることができる。

[0028] 芯部11は、 $Ti$ 、 $Nb$ 、 $W$ 、 $V$ 、 $Cr$ および $Mo$ の総量に占める $V$ 、 $Cr$ および $Mo$ の合計量が2原子%未満であることが好ましい。芯部11の $Ti$ 、 $Nb$ 、 $W$ 、 $V$ 、 $Cr$ および $Mo$ の総量に占める $V$ 、 $Cr$ および $Mo$ の合計の含有量は、1原子%以下であることがより好ましい。上記含有量は、0であることが最も好ましい。

[0029] 芯部11は、主成分である $Ti$ 、副成分である $Nb$ 、第3成分である $W$ に加え、不純物または微量元素として上述した $V$ 、 $Cr$ 、 $Mo$ などの元素を含む可能性がある。本実施形態では、上記元素のうち、 $V$ 、 $Cr$ および $Mo$ の合計の含有量をこれらすべての金属元素に対して2原子%未満とすることが好ましい。これにより、サーメットの耐鋼凝着性を低下させる元素である $V$ 、 $Cr$ および $Mo$ を十分に抑制することができるので、耐摩耗性および耐欠損性をよりバランスよく両立させることができる。上記含有量が2原子%以上の場合、これらの不純物によってサーメットの耐鋼凝着性が低下する恐れがある。

[0030] ここで芯部11に含まれる複合炭窒化物の組成およびその原子比は、サーメットを任意の面で切断した切断面に対し、走査型電子顕微鏡（SEM）に付帯したエネルギー分散型X線分光装置（EDX）を用いて分析することにより同定することができる。たとえば1つのサーメットから上記切断面を準備した上で、この切断面に現れた硬質相1に含まれる芯部11を上記装置で測定することにより、芯部11の複合炭窒化物（ $Ti_{1-x-y}Nb_xW_yC_{1-z}N_z$ ）の組成およびその原子比を求めることができる。同様に、サーメットにおける後述のWCの含有率（含有量）、周辺部12における複合炭窒化物の組成およびその原子比、ならびに金属結合相2における鉄族元素の含有量も、上記切断面に現れたWC相、周辺部12または金属結合相2をそれぞれ対象にすることにより、同じ測定方法によって同定することができる。上記切断面に対しては、SEMによる観察前に、表面を集束イオンビーム（FIB）により研磨加工することが好ましい。

- [0031] 芯部11は、その平均結晶粒径（すなわち50%累積個数粒径（以下、「芯部のD50」とも記す））が0.5 $\mu\text{m}$ 以上3 $\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。すなわち芯部11は、上記切断面に現れた複数の粒状の芯部11のD50が、0.5 $\mu\text{m}$ 以上3 $\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。これにより、機械的強度の中でも特に曲げ強さおよび靱性を向上させることができるので、より優れた耐摩耗性および耐欠損性を得ることができる。芯部11のD50は、1 $\mu\text{m}$ 以上2 $\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。
- [0032] 個々の芯部11の粒径は、サーメットの断面（上記切断面）から取得したSEM像を画像解析することにより求めることができる。画像解析に使用するソフトウェアとしては、たとえばImageJ (<https://imagej.nih.gov/ij/>)を用いることができる。ここで芯部11の「粒径」とは、最大フェレ径を意味する。芯部11のD50を求めるための母数（すなわち、芯部11の「粒径」の個数）を、少なくとも50個以上とし、100個以上とすることが好ましい。さらに、画像解析を行なうための上記SEM画像は、解析精度の観点からその倍率を3000~5000倍で撮像することとし、複数視野により上記母数を満足する芯部11の粒径の個数を準備することが好ましい。
- [0033] 芯部11は、上記サーメットに占める体積比率が5体積%以上60体積%以下であることが好ましい。これにより、より優れた耐摩耗性および耐欠損性を得ることができる。サーメットに占める芯部11の体積比率は、10体積%以上50体積%以下であることがより好ましい。
- [0034] サーメットに占める芯部11の体積比率は、芯部11のD50の解析の場合と同様にして求めることができる。より具体的には、上述した切断面を準備し、その切断面をSEMを用いて3000~5000倍の倍率で観察し、上述したソフトウェアを用いて画像解析することにより、観察視野における芯部11の面積比率を求めることができる。次に、この面積比率が上記切断面の奥行き方向にも連続するものとみなすことにより、上記面積比率をサーメットに占める芯部11の体積比率とする。これにより、サーメットに占め

る芯部 1 1 の体積比率を求めることができる。サーメットに占める芯部 1 1 の体積比率は、1 つの上記切断面から 3 以上の視野で撮像した SEM 像を準備した上で上述した画像解析を行ない、これらから算出された面積比率の平均値とすることが好ましい。

[0035] (周辺部)

硬質相 1 は、上述のように芯部 1 1 の少なくとも一部を被覆する周辺部 1 2 を含む。特に、硬質相 1 における芯部 1 1 と周辺部 1 2 との関係は、芯部 1 1 の一部または全部を周辺部 1 2 が被覆する二重構造の形態（所謂、コアシェル構造）であることが好ましい。

[0036] 周辺部 1 2 は、後述するサーメットの焼結工程（第 4 工程）において形成される。周辺部 1 2 は、液相焼結時に原料となる複合炭窒化物（ $Ti_{1-x}Nb_xW_yC_{1-z}N_z$ ）の粒子と周囲の W を含む粒子（たとえば WC 粒子）とが相互固溶および溶解再析出することにより、芯部 1 1 の周囲に形成される。この場合において周辺部 1 2 は、芯部 1 1 に含まれる複合炭窒化物（すなわち  $Ti_{1-x}Nb_xW_yC_{1-z}N_z$ ）より W の含有量が多い組成を有する複合炭窒化物として析出する。芯部 1 1 の複合炭窒化物と周辺部 1 2 の複合炭窒化物との間における X および Z の値は、W を含む粒子（たとえば WC 粒子）の相互固溶および溶解再析出により周辺部 1 2 の複合炭窒化物において増える Y の値、および焼結時の雰囲気（特に雰囲気中の窒素分圧）に伴って変動する。

[0037] 周辺部 1 2 は、硬質相 1 と金属結合相 2 との間の密着強度を高める密着層として機能する。これによりサーメットの機械的特性を向上させることができる。周辺部 1 2 は、本開示の効果を奏する限り、芯部 1 1 の一部を被覆してもよく、芯部 1 1 の全部を被覆してもよく、その厚みも限定されるべきではない。周辺部 1 2 は、本開示の効果を奏し、かつ芯部 1 1 よりも W の含有量が多い組成を有する限り、その組成に関して特に限定されるべきではない。周辺部 1 2 の組成は、たとえば  $Ti_{0.8}Nb_{0.1}W_{0.1}C_{0.5}N_{0.5}$ 、 $Ti_{0.75}Nb_{0.15}W_{0.1}C_{0.4}N_{0.6}$ 、 $Ti_{0.7}Nb_{0.15}W_{0.15}C_{0.6}N_{0.4}$ などを挙げるができる。

[0038] <金属結合相>

金属結合相2は、鉄族元素を含む。すなわち金属結合相2は、その主成分が鉄族元素である。金属結合相2は、鉄族元素の他、硬質相1から混入する不可避元素、微量の不純物元素などを含むことができる。金属結合相2における鉄族元素の含有量は、金属である状態を維持して脆性的な中間化合物の形成を避ける観点から、90原子%以上であることが好ましく、95原子%以上であることがより好ましい。金属結合相2における鉄族元素の含有量の上限は、100原子%である。ここで鉄族元素とは、周期表における第4周期の第8族、第9族および第10族の元素、すなわち、鉄(Fe)、コバルト(Co)、およびニッケル(Ni)をいう。金属結合相2に含有される鉄族元素以外の元素には、たとえばチタン、ニオブなどが挙げられる。

[0039] サーメットにおいて金属結合相2は、その主成分がCoであることが好ましい。金属結合相2におけるCoを除く鉄族元素の含有量は、75体積%未満が好ましく、50体積%未満がより好ましい。

[0040] <WC相>

ここで本実施形態に係るサーメットは、WCからなるWC相を含まないことが好ましい。サーメット中でWCが過剰に析出することによりWC相が現れると、被削材が鉄鋼系材料である場合、被削材に対するWCの凝着性によってサーメットの耐摩耗性および耐欠損性が低下する傾向がある。ただし、高靱性のサーメットを設計するためにWCを含ませる必要がある場合、サーメット中のWC相は、その含有率を1体積%以下とすることが好ましい。すなわちサーメットは、WCからなるWC相を含み、WC相は、その含有率が1体積%以下であることが好ましい。サーメット中のWC相の含有率が1体積%を超える場合、耐鋼凝着性の低下が発生し、耐摩耗性および耐欠損性をバランスよく両立させることが困難となる傾向がある。

[0041] サーメットのWC相の含有率(体積%)は、上述したサーメットに占める芯部11の体積比率の算出方法と同じ方法により求めることができる。WCは、SEMの観察視野(反射電子像)において高輝度(白色)の粒子として観察される。さらに、サーメット中にWCからなるWC相を含まないことは

、サーメットに対するX線回折法（XRD法）を用いた分析に基づき、WCの回折ピークがバックグラウンドレベルであることにより確認することができる。

[0042] [サーメットの製造方法]

本実施形態に係るサーメットの製造方法は、特に制限されるべきではないが、次の方法とすることが好ましい。すなわちサーメットの製造方法は、 $Ti_{1-x-y}Nb_xW_yC_{1-z}N_z$ で示される複合炭窒化物からなる第1粉末を得る工程（第1工程）と、上記第1粉末、Wを含む第2粉末および鉄族元素を含む第3粉末を混合することにより、混合粉末を得る工程（第2工程）と、混合粉末を加圧成形することにより成形体を得る工程（第3工程）と、成形体を焼結することにより焼結体を得る工程（第4工程）とを含む。上記 $Ti_{1-x-y}Nb_xW_yC_{1-z}N_z$ において、Yは、0以上0.05以下であり、Zは、0.3以上0.6以下である。なお上記 $Ti_{1-x-y}Nb_xW_yC_{1-z}N_z$ において、Xは、0を超え1未満である。

[0043] <第1工程>

第1工程は、 $Ti_{1-x-y}Nb_xW_yC_{1-z}N_z$ で示される複合炭窒化物からなる第1粉末を得る工程である。

[0044] 第1粉末を得る工程は、TiとNbとの2者またはTiとNbとWとの3者を含有する酸化物粉末と、炭素を含有する炭素源粉末とを混合することにより、酸化物混合粉末を得る操作（第1操作）と、酸化物混合粉末を造粒することにより造粒体を得る操作（第2操作）と、造粒体を窒素ガスを含む雰囲気において1800℃以上で熱処理することにより上記複合炭窒化物からなる粉末前駆体を得る操作（第3操作）と、粉末前駆体を解砕することにより上記第1粉末を得る操作（第4操作）とを備える。

[0045] （第1操作）

第1操作では、TiとNbとの2者またはTiとNbとWとの3者を含有する酸化物粉末と、炭素を含有する炭素源粉末とを混合することにより、酸化物混合粉末を得る。

[0046] 酸化物粉末は、上述のとおりTiとNbとの2者またはTiとNbとWとの3者を含有する酸化物である。この場合において、微細な一次粒径を有する第1粉末を得ることが容易となり、もって芯部のD50を、たとえば3 $\mu$ m以下に小さくすることができる。さらに酸化物粉末は、製造に用いる設備などからの混入成分としてV、Cr、Moからなる群から選ばれる1種類以上の元素を含む場合がある。この場合において酸化物粉末は、Ti、Nb、W、V、Cr、Moの総量に対し、V、CrおよびMoの合計の含有量が2原子%未満であることが好ましい。酸化物粉末としては、具体的にはTiO<sub>2</sub>、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、WO<sub>3</sub>などの酸化物の粉末を含有する混合粉末を挙げることができる。酸化物粉末は、Ti<sub>0.9</sub>Nb<sub>0.1</sub>O<sub>2</sub>、Ti<sub>0.9</sub>Nb<sub>0.05</sub>W<sub>0.05</sub>O<sub>2</sub>などの複合酸化物であってもよい。各元素の酸化数、不純物の含有量などは、目的に反しない限り変更が可能である。

[0047] 炭素源粉末は、少なくとも炭素を含有する。さらに炭素源粉末は、グラファイトを含むことが好ましく、グラファイトからなることがより好ましい。第1操作では、この炭素源粉末および上記酸化物粉末を混合することにより、酸化物混合粉末を得る。これにより後述する第3操作において、窒素ガスを含む雰囲気下で上記酸化物の還元反応、還元された酸化物におけるTiおよびNbの相互拡散による固溶化反応、ならびに固溶化されたTiおよびNbの炭窒化反応を同時かつ連続的に進行させることができる。酸化物粉末にWを含む場合には、第3操作において窒素ガスを含む雰囲気下で上記酸化物の還元反応、Ti、NbおよびWの相互拡散による固溶化反応ならびに固溶化されたTi、NbおよびWの炭窒化反応を同時かつ連続的に進行させることができる。これにより、第1粉末を効率的に得ることができる。

[0048] 酸化物粉末および炭素源粉末を混合する混合方法は、従来公知の方法を用いることができる。ただし、酸化物混合粉末の50%累積個数粒径（以下、「酸化物混合粉末のD50」とも記す）を小さくする観点から、粉砕作用の高い乾式ボールミルによる混合方法、湿式ボールミルによる混合方法を好適に用いることができる。さらに粉砕作用の低い回転羽式流動混合機などを用

いた混合方法も適用することができる。酸化物混合粉末のD50は、SEMを用いて10000倍の倍率で観察した顕微鏡像に現れた100個以上の粒子に基づいて求めることができる。この顕微鏡像に現れたすべての粒子について、画像解析ソフト（たとえばImageJ）を用いて粒子の面積と等しい面積をもつ円の直径（円相当径）を算出し、その50%累積個数となる粒子の円相当径を酸化物混合粉末のD50とする。

[0049] （第2操作）

第2操作では、上記酸化物混合粉末を造粒することにより造粒体を得る。第2操作における造粒方法は、従来公知の造粒方法を用いることができる。たとえば、スプレードライヤー、押出し造粒機などの既知の装置を用いた方法を挙げることができる。さらに造粒に際し、たとえば、蠟材のようなバインダー成分を結合材として適宜使用することができる。造粒体の形状および寸法は特に限定されるべきではない。造粒体は、たとえば直径が0.5～5mm、長さが5～20mmの円柱形状とすることができる。

[0050] （第3操作）

第3操作では、窒素ガスを含む雰囲気において上記造粒体を1800℃以上で熱処理することにより上記複合炭窒化物からなる粉末前駆体を得る。第3操作では、窒素ガスを含む雰囲気において、上記造粒体に含まれる酸化物粉末における酸化物中の酸素が、炭素源粉末中の炭素と反応し、酸化物粉末中のTi、Nbなどが還元される。さらに還元されたTi、Nbなどに対し、相互拡散によって相互に固溶化反応が進む。これと同時に還元されたTi、Nbなどに対し、雰囲気中の窒素および炭素源粉末中の炭素と反応する炭窒化反応も起こる。これにより上述した $Ti_{1-x-y}Nb_xW_yC_{1-z}N_z$ で示される複合炭窒化物からなる粉末前駆体が形成される。すなわち、雰囲気に含まれる窒素ガスが複合炭窒化物のN源となる。

[0051] ここで第3操作において、酸化物粉末に代えてTi、Nbを含む金属粉末、Ti、NbおよびWを含む金属粉末、Ti、Nbを含む炭窒化物粉末またはTi、NbおよびWを含む炭窒化物粉末などを炭素源粉末と混合すること

により混合物粉末とし、これを熱処理した場合、上記複合炭窒化物からなる粉末前駆体を得ることができない。なぜならTi、Nbなどを含む金属粉末は、熱処理によって早々と炭窒化反応が進行するため、Ti、Nbなどの相互拡散による固溶化反応が進行しないからである。さらにTi、Nbなどを含む炭窒化物粉末は、2000℃を超える高温領域においても化学的に安定であるため、Ti、Nbなどの相互拡散による固溶化反応が進行しないからである。

[0052] 第3操作における熱処理の雰囲気は、窒素ガスを含む雰囲気である限り、特に限定されるべきではない。純粋なN<sub>2</sub>ガスであってもよく、N<sub>2</sub>ガスに、水素ガス(H<sub>2</sub>ガス)、アルゴンガス(Arガス)、ヘリウムガス(Heガス)、一酸化炭素ガス(COガス)などが混合された混合ガスでもよい。

[0053] 第3操作における熱処理の温度は、酸化物粉末の還元反応、固溶化反応および炭窒化反応を進行させ、かつこれを促進させる観点から、1800℃以上であることが好ましく、2000℃以上であることがより好ましい。ただし熱処理により得られる粉末前駆体の過度の凝集を防ぐ観点から、2400℃以下であることが好ましい。

[0054] 第3操作における熱処理の時間は、酸化物粉末のD50によって調整することが好ましい。たとえば酸化物混合粉末のD50が0.3~0.5μmである場合、上述の熱処理の時間は15~60分が好適である。D50の値が小さい程、第3操作における熱処理の時間を短くすることが好ましく、D50の値が大きい程、第3操作における熱処理の時間を長くすることが好ましい。

[0055] 第3操作では、ロータリーキルンなどの回転式の連続的な熱処理装置を用いることが好ましい。この熱処理装置は、傾斜した回転式反応管を備えている。さらに回転式反応管を加熱する加熱機構、窒素を含むガスを回転式反応管へ導入するためのガス導入口、窒素を含むガスを回転式反応管から排出するためのガス排出口、回転式反応管内に造粒体を入れるための投入口および粉末前駆体を回転式反応管から取り出すための取出口なども備える。このよ

うな熱処理装置は、造粒体を一定条件の下で熱処理することができるため、品質が安定した複合炭窒化物の粉末前駆体を連続的に効率よく製造できるので好ましい。

[0056] 第3操作では、上記熱処理装置を用いる場合、まず加熱機構を用いて回転式反応管を1800℃以上に加熱するとともに、窒素ガスを含むガスをガス導入口から導入することにより、回転式反応管の内部を窒素雰囲気とする。さらに回転式反応管の上部の投入口から造粒体を連続的に供給し、回転式反応管を回転させ、造粒体に回転式反応管の内部を移動させることにより、造粒体を熱処理する。これにより、複合炭窒化物からなる粉末前駆体を形成することができる。この粉末前駆体は、回転式反応管の下部の取出口から取り出すことができる。

[0057] (第4操作)

第4操作では、上記の粉末前駆体を解砕することにより第1粉末を得る。第4操作において粉末前駆体を解砕する方法は、従来公知の解砕方法を用いることができる。

[0058] <第2工程>

第2工程は、上記第1粉末、Wを含む第2粉末および鉄族元素を含む第3粉末を混合することにより、混合粉末を得る工程である。これらの粉末の混合方法は、従来公知の混合方法を用いることができる。たとえば、粉砕作用の高い乾式ボールミルによる混合方法、湿式ボールミルによる混合方法、粉末の凝集が弱い場合には粉砕作用の低い回転羽式流動混合機を用いた混合方法などを挙げることができる。Wを含む第2粉末としては市販のWC粉末などを用いることができ、鉄族元素を含む第3粉末としては市販のCo粉末などを用いることができる。

[0059] <第3工程>

第3工程は、上述の混合粉末を加圧成形することにより成形体を得る工程である。上記混合粉末の加圧成形方法は、従来公知の加圧成形方法を用いることができる。たとえば、混合粉末を金型に充填し、杵を用いて圧力をかけ

るプレス法、冷間静水圧成形法、射出成形法、押出成形法などが挙げられる。加圧成形時の圧力は、 $0.5 \text{ t/cm}^2$  (約  $50 \text{ MPa}$ ) 以上  $2.0 \text{ t/cm}^2$  (約  $200 \text{ MPa}$ ) 以下であることが好ましい。

[0060] <第4工程>

第4工程は、上述の成形体を焼結することにより焼結体を得る工程である。成形体を焼結する焼結方法は、液相の生じる温度域で成形体を所定時間保持して行うことが好ましい。焼結温度は  $1300^\circ\text{C}$  以上  $1600^\circ\text{C}$  以下であることが好ましい。焼結温度は  $1300^\circ\text{C}$  以上  $1500^\circ\text{C}$  以下であることがより好ましい。保持時間は  $0.5$  時間以上  $2$  時間以下であることが好ましく、 $1$  時間以上  $1.5$  時間以下であることがより好ましい。焼結時の雰囲気は、窒素、アルゴンなどの不活性ガス雰囲気または真空 ( $0.5 \text{ Pa}$  以下程度) とすることが好ましい。

[0061] これにより焼結体を得た後、必要に応じて機械加工を行うことにより、最終的な製品としてのサーメットを得ることができる。このような製造方法により得られるサーメットは、耐摩耗性および耐欠損性をバランスよく両立させることができる。ただし、上記の製造方法により得られる焼結体は、表面研磨などの機械加工は必ずしも要せず、焼結体の焼肌のまま最終製品 (サーメット) とすることも可能である。

[0062] ここで第1粉末の組成およびその原子比は、従来公知の成分分析技術により求めることができる。たとえば、誘導プラズマ発光分光法、高周波燃焼法、熱伝導度法を用いることにより、それぞれ粉末中の組成 (金属、炭素および窒素など) およびその含有量を同定することができる。

[0063] 第1粉末の  $50\%$  累計個数粒径 (以下、第1粉末の  $D50$  とも記す) は、ハンドリングしやすさ、ならびに切削工具として適用する場合において硬度および靱性の両方を良好とする観点から、 $0.3 \mu\text{m}$  以上  $1.5 \mu\text{m}$  以下であることが好ましい。第1粉末の  $D50$  を測定する方法は、芯部の  $D50$  を測定する方法と同じであってもよいし、相違していてもよい。すなわち第1粉末の  $D50$  は、芯部の  $D50$  と同様に SEM を用いて測定することができ

る。さらに、たとえばレーザー回折式粒度分布測定機（商品名：「マイクロトラックMT3000II」、マイクロトラック・ベル株式会社製）を用い、粒子の屈折率を2.4として測定することができる。第1粉末のD50は、複合炭窒化物の一次粒子のD50を意味する。

[0064] [切削工具]

本実施形態に係る切削工具は、上記サーメットを含む。これにより耐摩耗性および耐欠損性がバランスよく両立した切削工具を提供することができる。切削工具は、ドリル、エンドミル、ドリル用刃先交換型切削チップ、エンドミル用刃先交換型切削チップ、フライス加工用刃先交換型切削チップ、旋削加工用刃先交換型切削チップ、メタルソー、歯切工具、リーマ、タップ、切削バイト、耐摩工具、摩擦攪拌接合用ツールなどとして好適に使用することができる。

[0065] 切削工具が刃先交換型切削チップなどである場合、基材は、チップブレーカを有するものも、有さないものも含まれる。さらに被削材を切削する際に切削の中心部となる刃先稜線部は、その形状がシャープエッジ（すくい面と逃げ面とが交差する稜）、ホーニング（シャープエッジに対してアールを付与したもの）、ネガランド（面取りをしたもの）、ホーニングとネガランドとを組み合わせたもののいずれのものも含まれる。

[0066] さらに本実施形態に係る切削工具は、上記サーメットからなる基材と、この基材を被覆する被膜とを含む。このような切削工具は、被膜をさらに含むことから、耐摩耗性ととも耐溶着性が向上する。被膜は、基材の全面に被覆されていてもよく、一部（たとえば切削性能に大きく寄与する領域である刃先稜線部）のみに被覆されていてもよい。さらに被膜の組成は、特に限定されるべきではなく、従来公知の被膜を任意に採用することができる。

[0067] サーメットからなる基材に被膜を被覆する方法は、従来公知の方法を用いることができる。たとえば、物理気相成長（PVD）法、化学気相成長（CVD）法により被覆することができる。特にPVD法としては、たとえば抵抗加熱蒸着法、電子線（EB）蒸着法、分子線成長（MBE）法、イオンめ

つき法、イオンビーム堆積法、スパッタ法などを用いることができる。

## 実施例

[0068] 以下、実施例を挙げて本発明をより詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0069] 《実施例1》

〈試料1～試料9および試料A～試料Bのサーメットの作製〉

(第1工程)

酸化物粉末として、市販のTiO<sub>2</sub>粉末(サイズ約0.5 μm、株式会社高純度化学研究所製)および市販のNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>粉末(サイズ約1 μm、株式会社高純度化学研究所製)を準備した。さらに炭素源粉末として市販のグラファイト粉末(サイズ約5 μm、株式会社高純度化学研究所製)を準備した。これらを表1の試料1～試料9に示す複合炭窒化物の化学組成、ならびに試料Aおよび試料Bに示す炭窒化物の化学組成となるような配合比でそれぞれ混合することにより、試料1～試料9および試料A～試料Bに対応する酸化物混合粉末を得た(第1操作)。混合は、ボールミル法により行なった。

[0070] 次に、上記酸化物混合粉末を押し造粒機(押し穴径: φ2.5 mm)を用いて造粒することにより、平均直径が2.4 mmで平均長さが10 mm程度の円柱形状の造粒体を得た(第2操作)。造粒体の平均直径および平均長さは、マイクロメータにより測定した。

[0071] 次に、上記造粒体を上述したロータリーキルンを用いて窒素雰囲気中、1800℃で熱処理することにより複合炭窒化物または炭窒化物からなる粉末前駆体を得た(第3操作)。造粒体がロータリーキルン内の加熱区間を通過する通過時間は約30分であった。

[0072] 最後に、上記粉末前駆体を公知の解砕機(転動ボールミル、粉碎メディアとしてφ4.5 mmの超硬ボールを使用)を用いて乾式解砕した(第4操作)。これにより表1に示す化学組成を有する試料1～試料9の複合炭窒化物の粉末(第1粉末)ならびに試料Aおよび試料Bの炭窒化物の粉末を得た。

[0073] (第2工程)

上述の第1粉末80体積%と、第2粉末としての市販のWC粉末（商品名：「WC-25」、日本新金属株式会社製）5体積%と、第3粉末としての市販のCo粉末（サイズ約5 $\mu$ m、株式会社高純度化学研究所製）15体積%とを混合することにより混合粉末を得た。この混合は、ボールミル法により48時間行なった。

[0074] （第3工程）

上記の混合粉末を樟腦とエタノールとを用いて造粒し、所定の成型型を用いてプレス成形（圧力=1.0t/cm<sup>2</sup>（約100MPa）することにより、成形体を得た。

[0075] （第4工程）

成形体を焼結炉に装入し、減圧窒素雰囲気下（0.1kPa）において焼結温度1500℃かつ保持時間1時間の条件で焼結することにより焼結体を得、この焼結体を試料1～試料9および試料A～試料Bのサーメットとした。

[0076] 上記サーメットに対し、その硬質相の組成について上述した方法によりSEMに付帯されたEDXを用いて分析した。その結果、上記サーメットにおける硬質相は、表1の試料1～試料9および試料A～試料Bに示す化学組成の複合炭窒化物を、芯部が有していることを確認した。さらに上記硬質相は、芯部の複合炭窒化物の組成よりもWの含有量が多い組成を有する周辺部を含み、かつ、この周辺部が芯部の少なくとも一部を被覆していることを確認した。試料1～試料9および試料A～試料Bのサーメットにおける周辺部の組成も表1に示す。

[0077] <試料1～試料9および試料A～試料Bの切削工具の作製>

上記サーメットの表面である焼肌を番号#400のダイヤモンドホイール（番号（#）は目の細かさを意味し、数字が大きくなるほど目が細くなる）を用いて研削除去するなどの機械加工を施すことにより、その形状をCNGN120408の工具形状とした。さらに上記の工具形状としたサーメットに対して刃先処理を施すことにより、試料1～試料9および試料A～試料

Bの切削工具を作製した。これらの切削工具に対し、次の切削試験に供した。  
。

[0078] <切削試験>

試料1～試料9および試料A～試料Bの切削工具に対し、下記の条件で耐摩耗性試験および耐欠損性試験をそれぞれ行なった。これらの結果を表1に示す。切削工具（サーメット）の芯部に含まれる複合炭窒化物が所定の組成である場合に、上記耐摩耗性試験、耐欠損性試験の両方で良好な結果が得られると考えられる。

[0079] （耐摩耗性試験）

被削材：SCM435

周速：230m/min

送り：0.15mm/rev

切込み：1.0mm

切削油：あり。

[0080] 耐摩耗性試験では、各試料における刃先の逃げ面摩耗幅が0.15mm以上となるまでの切削時間（単位は、分）を寿命として判定した。この時間が長い程、耐摩耗性に優れると評価される。

[0081] （耐欠損性試験）

被削材：SCM435スロット溝付き

周速：300m/min

送り：0.3mm/rev

切込み：1.5mm

切削油：あり。

[0082] 耐欠損性試験では、各試料における刃先が欠損するまでに、刃先にスロット溝が衝突した回数を評価した。この回数が多い程、耐欠損性に優れると評価される。

[0083]

[表1]

	複合炭窒化物(Ti <sub>1-x-y</sub> Nb <sub>x</sub> W <sub>y</sub> C <sub>1-z</sub> N <sub>z</sub> )、炭窒化物(TiCN、NbCN)の化学組成			周辺部の組成	切削試験結果	
	X(Nb)	Y(W)	Z(N)		耐摩耗性(分)	耐欠損性(回)
試料 1	0.1	0	0.5	Ti <sub>0.82</sub> Nb <sub>0.09</sub> W <sub>0.09</sub> C <sub>0.54</sub> N <sub>0.46</sub>	38.2	1873
試料 2	0.2	0	0.5	Ti <sub>0.73</sub> Nb <sub>0.18</sub> W <sub>0.09</sub> C <sub>0.54</sub> N <sub>0.46</sub>	48.4	2370
試料 3	0.3	0	0.5	Ti <sub>0.64</sub> Nb <sub>0.27</sub> W <sub>0.09</sub> C <sub>0.54</sub> N <sub>0.46</sub>	28.6	1768
試料 4	0.4	0	0.5	Ti <sub>0.55</sub> Nb <sub>0.36</sub> W <sub>0.09</sub> C <sub>0.54</sub> N <sub>0.46</sub>	40.6	2735
試料 5	0.5	0	0.5	Ti <sub>0.45</sub> Nb <sub>0.46</sub> W <sub>0.09</sub> C <sub>0.55</sub> N <sub>0.45</sub>	36	2602
試料 6	0.6	0	0.5	Ti <sub>0.36</sub> Nb <sub>0.55</sub> W <sub>0.09</sub> C <sub>0.55</sub> N <sub>0.45</sub>	29.3	3236
試料 7	0.7	0	0.5	Ti <sub>0.27</sub> Nb <sub>0.64</sub> W <sub>0.09</sub> C <sub>0.55</sub> N <sub>0.45</sub>	22.5	1318
試料 8	0.8	0	0.5	Ti <sub>0.18</sub> Nb <sub>0.73</sub> W <sub>0.09</sub> C <sub>0.55</sub> N <sub>0.45</sub>	18	1559
試料 9	0.9	0	0.5	Ti <sub>0.09</sub> Nb <sub>0.82</sub> W <sub>0.09</sub> C <sub>0.55</sub> N <sub>0.45</sub>	19.6	1711
試料 A	0	0	0.5	Ti <sub>0.91</sub> W <sub>0.09</sub> C <sub>0.54</sub> N <sub>0.46</sub>	21.7	1502
試料 B	1	0	0.5	Nb <sub>0.91</sub> W <sub>0.09</sub> C <sub>0.55</sub> N <sub>0.45</sub>	17.9	1588

[0084] <考察>

表 1 によれば、実施例（試料 1～試料 9）の切削工具は、比較例（試料 A、試料 B）の切削工具に比べ、耐摩耗性および耐欠損性の両方の性能がバランスよく両立していることが分かる。

[0085] <<実施例 2 >>

<試料 1 1～試料 1 9 および試料 1 1 1～試料 1 1 6 のサーメットの作製 >

（第 1 工程）

酸化物粉末として、市販の TiO<sub>2</sub>粉末（サイズ約 0.5 μm、株式会社高純度化学研究所製）、市販の Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>粉末（サイズ約 1 μm、株式会社高純度化学研究所製）および市販の WO<sub>3</sub>粉末（純度 3 N、株式会社高純度化学研究所製）を準備した。さらに炭素源粉末として市販のグラファイト粉末（サイズ約 5 μm、株式会社高純度化学研究所製）を準備した。これらを表 2 の試料 1 1～試料 1 9 および試料 1 1 1～試料 1 1 6 に示す複合炭窒化物の化学組成となるような配合比でそれぞれ混合することにより、試料 1 1～試料 1 9 および試料 1 1 1～試料 1 1 6 に対応する酸化物混合粉末を得た（第 1 操作）。混合は、ボールミル法により行なった。

[0086] 次に、上記酸化物混合粉末を押し造粒機（押し穴径：φ 2.5 mm）

を用いて造粒することにより、平均直径が2.4 mmで平均長さが10 mm程度の円柱形状の造粒体を得た（第2操作）。造粒体の平均直径および平均長さは、マイクロメータにより測定した。

[0087] 次に、上記造粒体を上述したロータリーキルンを用いて窒素雰囲気中、1800℃で熱処理することにより複合炭窒化物からなる粉末前駆体を得た（第3操作）。造粒体がロータリーキルン内の加熱区間を通過する通過時間は約30分であった。

[0088] 最後に、上記粉末前駆体を公知の解砕機（転動ボールミル、粉砕メディアとしてφ4.5 mmの超硬ボールを使用）を用いて乾式解砕した（第4操作）。これにより表2示す化学組成の複合炭窒化物を有する試料11～試料19および試料111～試料116の第1粉末を得た。

[0089] 第1粉末における複合炭窒化物の組成は、上述した方法を用いて同定した。複合炭窒化物中のC量およびN量は、上述した酸化物粉末とともに添加する炭素源粉末の添加量、熱処理の窒素雰囲気における窒素濃度を調整することにより制御することができる。

[0090] （第2工程）

上述の第1粉末86体積%と、第2粉末としての市販のWC粉末（商品名：「WC-25」、日本新金属株式会社製）2体積%と、第3粉末としての市販のCo粉末（サイズ約5 μm、株式会社高純度化学研究所製）6体積%および市販のNi粉末（サイズ約0.4 μm、東邦チタニウム株式会社製）6体積%とを混合することにより混合粉末を得た。この混合は、湿式ボールミル法により48時間行なった。

[0091] （第3工程）

上記の混合粉末を樟脳とエタノールとを用いて造粒し、所定の成型型を用いてプレス成形（圧力=1.0 t/cm<sup>2</sup>（約100 MPa））することにより、成形体を得た。

[0092] （第4工程）

成形体を焼結炉に装入し、減圧窒素雰囲気下（0.1 kPa）において焼

結温度 1500℃かつ保持時間 1 時間の条件で焼結することにより焼結体を得、この焼結体を試料 11～試料 19 および試料 111～試料 116 のサーメットとした。

[0093] 上記サーメットに対し、その硬質相の組成について上述した方法により SEM に付帯された EDX を用いて分析した。その結果、上記サーメットにおける硬質相は、表 2 の試料 11～試料 19 および試料 111～試料 116 に示す化学組成の複合炭窒化物を、芯部が有していることを確認した。さらに上記硬質相は、芯部の複合炭窒化物の組成よりも W の含有量が多い組成を有する周辺部を含み、かつ、この周辺部が芯部の少なくとも一部を被覆していることを確認した。試料 11～試料 19 および試料 111～試料 116 のサーメットにおける周辺部の組成を表 2 に示す。さらに図 2 において試料 11 のサーメットの断面を撮影した SEM 像を示す。図 2 中、濃色（黒色）で示される領域が芯部であり、この芯部の少なくとも一部または全部を被覆し、かつ灰色で示される領域が周辺部である。この芯部および周辺部からなる領域により硬質相が形成される。さらに図 2 中、白色で示される領域は、金属結合相である。

[0094] <試料 11～試料 19 および試料 111～試料 116 の切削工具の作製>  
上記サーメットの表面である焼肌を番号 #400 のダイヤモンドホイール（番号（#）は目の細かさを意味し、数字が大きくなるほど目が細くなる）を用いて研削除去するなどの機械加工を施すことにより、その形状を CNGN120408 の工具形状とした。さらに上記の工具形状としたサーメットに対して刃先処理を施すことにより、試料 11～試料 19 および試料 111～試料 116 の切削工具を作製した。これらの切削工具に対し、次の切削試験に供した。

[0095] <切削試験>

試料 11～試料 19 および試料 111～試料 116 の切削工具に対し、下記の条件で耐摩耗性試験および耐欠損性試験をそれぞれ行なった。これらの結果を表 2 に示す。切削工具（サーメット）の芯部に含まれる複合炭窒化物

が所定の組成である場合に、上記耐摩耗性試験、耐欠損性試験の両方で良好な結果が得られると考えられる。

[0096] (耐摩耗性試験)

被削材 : SCM435

周速 : 250 m/min

送り : 0.3 mm/rev

切込み : 1.5 mm

切削油 : なし。

[0097] 耐摩耗性試験では、各試料における刃先の逃げ面摩耗幅が0.15 mm以上となるまでの切削時間（単位は、分）を寿命として判定した。この時間が長い程、耐摩耗性に優れると評価される。

[0098] (耐欠損性試験)

被削材 : SCM415 スロット溝付き

周速 : 60 m/min

送り : 0.5 mm/rev

切込み : 2.0 mm

切削油 : なし。

[0099] 耐欠損性試験では、各試料における刃先が欠損するまでに、刃先にスロット溝が衝突した回数を評価した。この回数が多い程、耐欠損性に優れると評価される。表2の「耐欠損性」の欄における「初期に欠損」の表記は、試験開始直後に欠損したことにより、上記の回数が計測できなかったことを意味する。

[0100]

[表2]

	複合炭窒化物 Ti <sub>1-x-y</sub> Nb <sub>x</sub> W <sub>y</sub> C <sub>1-z</sub> N <sub>z</sub> の 化学組成			周辺部の組成	切削試験結果	
	X(Nb)	Y(W)	Z(N)		耐摩耗性 (分)	耐欠損性 (回)
試料 11	0.15	0	0.5	Ti <sub>0.78</sub> Nb <sub>0.14</sub> W <sub>0.08</sub> C <sub>0.54</sub> N <sub>0.46</sub>	14.4	4854
試料 12	0.10	0	0.3	Ti <sub>0.83</sub> Nb <sub>0.09</sub> W <sub>0.08</sub> C <sub>0.72</sub> N <sub>0.28</sub>	15.9	3023
試料 13	0.10	0	0.5	Ti <sub>0.83</sub> Nb <sub>0.09</sub> W <sub>0.08</sub> C <sub>0.54</sub> N <sub>0.46</sub>	13.6	4828
試料 14	0.10	0	0.6	Ti <sub>0.83</sub> Nb <sub>0.09</sub> W <sub>0.08</sub> C <sub>0.45</sub> N <sub>0.55</sub>	12.6	5985
試料 15	0.20	0	0.3	Ti <sub>0.73</sub> Nb <sub>0.18</sub> W <sub>0.09</sub> C <sub>0.73</sub> N <sub>0.27</sub>	17.6	2996
試料 16	0.20	0	0.4	Ti <sub>0.73</sub> Nb <sub>0.18</sub> W <sub>0.09</sub> C <sub>0.64</sub> N <sub>0.36</sub>	15.7	3751
試料 17	0.20	0	0.6	Ti <sub>0.73</sub> Nb <sub>0.18</sub> W <sub>0.09</sub> C <sub>0.45</sub> N <sub>0.55</sub>	13.3	5675
試料 18	0.15	0.02	0.5	Ti <sub>0.76</sub> Nb <sub>0.14</sub> W <sub>0.1</sub> C <sub>0.54</sub> N <sub>0.46</sub>	15.2	3851
試料 19	0.15	0.05	0.5	Ti <sub>0.73</sub> Nb <sub>0.14</sub> W <sub>0.13</sub> C <sub>0.54</sub> N <sub>0.46</sub>	19.1	2374
試料 111	0.05	0	0.5	Ti <sub>0.87</sub> Nb <sub>0.05</sub> W <sub>0.08</sub> C <sub>0.54</sub> N <sub>0.46</sub>	6.6	5050
試料 112	0.25	0	0.5	Ti <sub>0.68</sub> Nb <sub>0.23</sub> W <sub>0.09</sub> C <sub>0.55</sub> N <sub>0.45</sub>	11.2	3150
試料 113	0.15	0	0.2	Ti <sub>0.78</sub> Nb <sub>0.14</sub> W <sub>0.08</sub> C <sub>0.82</sub> N <sub>0.18</sub>	16.6	1796
試料 114	0.15	0	0.7	Ti <sub>0.78</sub> Nb <sub>0.14</sub> W <sub>0.08</sub> C <sub>0.36</sub> N <sub>0.64</sub>	7.9	5171
試料 115	0.15	0.07	0.5	Ti <sub>0.71</sub> Nb <sub>0.14</sub> W <sub>0.15</sub> C <sub>0.54</sub> N <sub>0.46</sub>	20.5	1290
試料 116	0.15	0.10	0.5	Ti <sub>0.69</sub> Nb <sub>0.14</sub> W <sub>0.17</sub> C <sub>0.54</sub> N <sub>0.46</sub>	24.2	初期に欠損

[0101] <考察>

表2によれば、実施例（試料11～試料19）の切削工具は、比較例（試料111～試料116）の切削工具に比べ、耐摩耗性および耐欠損性の両方の性能がバランスよく両立していることが分かる。

[0102] <<実施例3>>

<試料21～試料27のサーメットの作製>

試料21～試料27のサーメットの作製に関し、まず実施例1と同じ酸化物粉末および炭素源粉末を用いて第1工程を行なうことにより、複合炭窒化物の組成がTi<sub>0.85</sub>Nb<sub>0.15</sub>C<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>である第1粉末を得た。この第1粉末と、第2粉末としての市販のWC粉末（商品名：「WC-25」、日本新金属株式会社製）と、第3粉末としての市販のCo粉末（サイズ約5μm、株式会社高純度化学研究所製）および市販のNi粉末（サイズ約0.4μm、東邦チタニウム株式会社製）とを表3に示す配合組成で配合し、これに対して湿式ボールミル法を用いて48時間混合することにより混合粉末を得た（第2工程）。その後、実施例1と同じ第3工程および第4工程を経ることにより、試料21～試料27のサーメットを作製した。

[0103] 表3に示した配合組成の欄において「TiNbCN」とあるのは $Ti_{0.85}Nb_{0.15}C_{0.5}N_{0.5}$ を意味し、たとえば「82TiNbCN」とは、混合粉末中に $Ti_{0.85}Nb_{0.15}C_{0.5}N_{0.5}$ が82質量%含まれることを意味する。

[0104] 上記サーメットに対し、上述した方法によりSEMに付帯されたEDXを用いてサーメット中のWC相の含有率（体積%）を求めた。その結果を表3に示す。さらに上記サーメットの硬質相の組成についてもSEMに付帯されたEDXを用いて分析し、芯部が $Ti_{0.85}Nb_{0.15}C_{0.5}N_{0.5}$ であることを確認した。さらに、上記硬質相は、 $Ti_{0.85}Nb_{0.15}C_{0.5}N_{0.5}$ よりもWの含有量が多い組成を有する周辺部を含み、かつ、この周辺部が芯部の少なくとも一部を被覆していることを確認した。周辺部の複合炭窒化物の組成は、たとえば試料21において $Ti_{0.82}Nb_{0.14}W_{0.04}C_{0.52}N_{0.48}$ であった。

[0105] <試料21～試料27の切削工具の作製>

上記サーメットに対し、焼結後の焼肌を番号#400のダイヤモンドホイール（番号（#）は目の細かさを意味し、数字が大きくなるほど目が細くなる）を用いて研削除去する等の機械加工を施すことにより、その形状をSNGN120408の工具形状とした。さらに上記の工具形状としたサーメットに対して刃先処理を施すことにより、試料21～試料27の切削工具を作製した。これらの切削工具に対し、次の切削試験に供した。

[0106] <切削試験>

試料21～試料27の切削工具に対し、下記の条件で耐摩耗性試験および耐欠損性試験をそれぞれ行なった。これらの結果を表3に示す。切削工具におけるWC相の含有率が1体積%以下である場合に、上記耐摩耗性試験、耐欠損性試験の両方でより良好な結果が得られると考えられる。

[0107] （耐摩耗性試験）

被削材：SCM435

周速：200m/min

送り：0.2mm/rev

切込み：1.0mm

切削油：あり。

[0108] 耐摩耗性試験では、各試料における刃先の逃げ面摩耗幅が0.15mm以上となるまでの切削時間（単位は、分）を寿命として判定した。この時間が長い程、耐摩耗性に優れると評価される。

[0109] （耐欠損性試験）

被削材：SCM415スロット溝付き

周速：100m/min

送り：0.5mm/rev

切込み：1.5mm

切削油：なし。

[0110] 耐欠損性試験では、各試料における刃先が欠損するまでに、刃先にスロット溝が衝突した回数を評価した。この回数が多い程、耐欠損性に優れると評価される。

[0111]

[表3]

試料番号	配合組成 (mass.%)	複合炭窒化物 $Ti_{1-x-y}Nb_xW_yC_{1-z}N_z$ の化学組成			WC析出量 (vol%)	切削試験結果	
		X(Nb)	Y(W)	Z(N)		耐摩耗性 (分)	耐欠損性 (回)
試料 21	82TiNbCN-2WC-8Co-8Ni	0.15	0	0.5	0	45.7	3501
試料 22	79TiNbCN-5WC-8Co-8Ni	0.15	0	0.5	0	46.3	3760
試料 23	74TiNbCN-10WC-8Co-8Ni	0.15	0	0.5	0	36.1	3282
試料 24	69TiNbCN-15WC-8Co-8Ni	0.15	0	0.5	1.0	34.0	2786
試料 25	84TiNbCN-8Co-8Ni	0.15	0	0.5	0	31.2	1642
試料 26	64TiNbCN-20WC-8Co-8Ni	0.15	0	0.5	5.6	22.4	2505
試料 27	54TiNbCN-30WC-8Co-8Ni	0.15	0	0.5	22.1	18.1	2016

[0112] <考察>

表3によれば、WC相の含有率が1体積%以下である試料21～試料24の切削工具（サーメット）は、WC相の含有率が1体積%を超えた試料26

～試料27の切削工具（サーメット）よりも耐摩耗性および耐欠損性の両方で優れることが理解される。試料25については、WCが添加されておらず、芯部よりもWの含有量が多い組成を有する周辺部が形成されなかったため、試料21～試料24の切削工具よりも耐摩耗性および耐欠損性の両方で性能が劣った。試料25は、周辺部を含んでいないため比較例である。

[0113] 《実施例4》

＜試料31～試料37の作製＞

試料31～試料37のサーメットの作製に関し、まずその複合炭窒化物の化学組成において、Ti、Nb、W、V、CrおよびMoの総量に占める合計の含有量（原子%）が表4に示すとおりとなる不純物（V、Cr、Mo）が含まれるように、 $V_2O_5$ （純度3N、株式会社高純度化学研究所製）、 $Cr_2O_3$ （サイズ約 $3\mu m$ 、株式会社高純度化学研究所製）、 $MoO_3$ （純度3N、株式会社高純度化学研究所製）を添加した第1粉末を準備した。それ以外については試料11と同じとし、実施例2と同じ製造工程を経ることによって試料31～試料37のサーメットをそれぞれ作製した。さらに、サーメットの形状はCNGN120408とした。

[0114] 次いで、試料31～試料37のサーメットを基材とし、この基材を以下のPVD条件によりTiAlNからなる被膜で被覆することにより試料31～試料37の切削工具を作製した。

[0115] （PVD条件）

AlTiターゲット（ターゲット組成、Al：Ti=50：50）

アーク電流：100A

バイアス電圧：-100V

チャンバ内圧力：4.0Pa

反応ガス：窒素。

[0116] 試料31～試料37の切削工具に対し、次の条件により切削試験（耐欠損性試験）を行なった。その結果を表4に示す。

[0117] （耐欠損性試験）

被削材：SCM415 スロット溝付き

周速：60 m/min

送り：0.6 mm/rev

切込み：2.0 mm

切削油：なし。

[0118] この耐欠損性試験では、切削時間を1分とし、1分経過時点で欠損が確認されないものを良品と判定した。表4において、1分が経過するまでに欠損が目視で確認された試料については、その確認された時間（秒）を記載した。

[0119]

[表4]

	複合炭窒化物 $Ti_{1-x-y}Nb_xW_yC_{1-z}N_z$ の化学組成			不純物量 (atom.%)			耐欠損性
	X(Nb)	Y(W)	Z(N)	V量	Cr量	Mo量	
試料 31	0.15	0	0.5	1	0	0	欠損無(良品)
試料 32	0.15	0	0.5	0	1	0	欠損無(良品)
試料 33	0.15	0	0.5	0	0	1	欠損無(良品)
試料 34	0.15	0	0.5	0	0	2	21 秒
試料 35	0.15	0	0.5	0	0	3	3 秒
試料 36	0.15	0	0.5	0	1	1	19 秒
試料 37	0.15	0	0.5	1	1	0	15 秒

[0120] <考察>

表4によれば、Ti、Nb、W、V、CrおよびMoの総量に占めるV、CrおよびMoの合計の含有量が2原子%未満である試料31～試料33の切削工具は、試料34～試料37の切削工具に比べ、耐欠損性により優れることが理解される。

[0121] <<実施例5>>

<試料4 1～試料4 6のサーメットの作製>

(第1工程)

試料4 1～試料4 6のサーメットの作製に関し、まず実施例2と同じ酸化物粉末および炭素源粉末を用いて第1操作を行なうことにより、試料1 1と同じ組成を有する酸化物混合粉末を得た。さらに、実施例2と同じ第2操作を経た後、第3操作において減圧窒素雰囲気下(0.1 kPa)において焼結温度2200℃かつ保持時間1時間の条件により熱処理を行なうことにより粉末前駆体を得、続いて第4操作において粉末前駆体を解砕することにより、一次粒子の平均粒径(D50)が3.8 μmの第1粉末を得た。この平均粒径は、上述のレーザー回折式粒度分布測定機を用いて測定した。

[0122] さらに、上述した粒径を有する第1粉末に対してボールミルを用いた粉碎加工を施し、試料4 1～試料4 6において、それぞれ芯部の粒径が表5に示す値となるように粉末粒度を調整した。

[0123] (第2工程～第4工程)

上述の粒度を調整した第1粉末に対し、実施例2と同じ第2工程～第4工程を経ることにより、試料4 1～試料4 6のサーメットを作製した。

[0124] <試料4 1～試料4 6の切削工具の作製>

試料4 1～試料4 6のサーメットに対し、実施例2と同じ方法を用いて試料4 1～試料4 6の切削工具を作製した。試料4 1～試料4 6の切削工具に対し、実施例2と同じ条件の下で耐摩耗性試験および耐欠損性試験をそれぞれ行なった。これらの結果を表5に示す。なお、試料4 2の切削工具と試料1 1の切削工具とは、芯部の粒径が同一であって、かつその製造方法も同じであるので、下記の耐摩耗性試験および耐欠損性試験において同じ結果が得られた。

[0125]

[表5]

	芯部の 平均結晶粒径( $\mu\text{m}$ )	耐摩耗性 (分)	耐欠損性 (回)
試料 41	0.5	14.8	4253
試料 42	1.0	14.4	4854
試料 43	2.2	14.0	5064
試料 44	3.0	12.9	5140
試料 45	0.3	15.0	3582
試料 46	3.5	11.8	5107

## [0126] &lt;考察&gt;

表5によれば、芯部の粒径が0.5～3 $\mu\text{m}$ である試料41～試料44の切削工具は、試料45～試料46の切削工具に比べ、耐摩耗性および耐欠損性がバランスよく両立していることが分かる。

[0127] 以上のように本発明の実施の形態および実施例について説明を行なったが、上述の各実施の形態および実施例の構成を適宜組み合わせることも当初から予定している。

[0128] 今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した実施の形態および実施例ではなく請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味、および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

## 符号の説明

- [0129] 1 硬質相  
 1 1 芯部  
 1 2 周辺部  
 2 金属結合相

## 請求の範囲

- [請求項1] TiおよびNbを含有する炭窒化物を含む硬質相と、鉄族元素を含む金属結合相とを含むサーメットであって、  
前記硬質相は、粒状の芯部と、前記芯部の少なくとも一部を被覆する周辺部とを含み、  
前記芯部は、 $Ti_{1-x-y}Nb_xW_yC_{1-z}N_z$ で示される複合炭窒化物を含み、  
前記Yは、0以上0.05以下であり、  
前記Zは、0.3以上0.6以下であり、  
前記周辺部は、前記芯部よりWの含有量が多い組成を有する、サーメット。
- [請求項2] 前記Xは、0.1以上0.6以下である、請求項1に記載のサーメット。
- [請求項3] 前記Xは、0.1以上0.2以下である、請求項1または請求項2に記載のサーメット。
- [請求項4] 前記Xは、0.4以上0.6以下である、請求項1または請求項2に記載のサーメット。
- [請求項5] 前記サーメットは、WCからなるWC相を含み、  
前記WC相は、その含有率が1体積%以下である、請求項1～請求項4のいずれか1項に記載のサーメット。
- [請求項6] 前記サーメットは、WCからなるWC相を含まない、請求項1～請求項4のいずれか1項に記載のサーメット。
- [請求項7] 前記芯部は、Ti、Nb、W、V、CrおよびMoの総量に占めるV、CrおよびMoの合計量が2原子%未満である、請求項1～請求項6のいずれか1項に記載のサーメット。
- [請求項8] 前記芯部は、その平均結晶粒径が0.5 $\mu$ m以上3 $\mu$ m以下である、請求項1～請求項7のいずれか1項に記載のサーメット。
- [請求項9] 請求項1～請求項8のいずれか1項に記載のサーメットを含む、切

削工具。

[請求項10] 前記サーメットからなる基材と、前記基材を被覆する被膜とを含む、請求項9に記載の切削工具。

[請求項11]  $Ti_{1-x-y}Nb_xW_yC_{1-z}N_z$ で示される複合炭窒化物からなる第1粉末を得る工程と、

前記第1粉末、Wを含む第2粉末および鉄族元素を含む第3粉末を混合することにより、混合粉末を得る工程と、

前記混合粉末を加圧成形することにより成形体を得る工程と、

前記成形体を焼結することにより焼結体を得る工程とを含むサーメットの製造方法であって、

前記Yは、0以上0.05以下であり、

前記Zは、0.3以上0.6以下であり、

前記第1粉末を得る工程は、

TiとNbとの2者またはTiとNbとWとの3者を含有する酸化物粉末と、炭素を含有する炭素源粉末とを混合することにより、酸化物混合粉末を得る操作と、

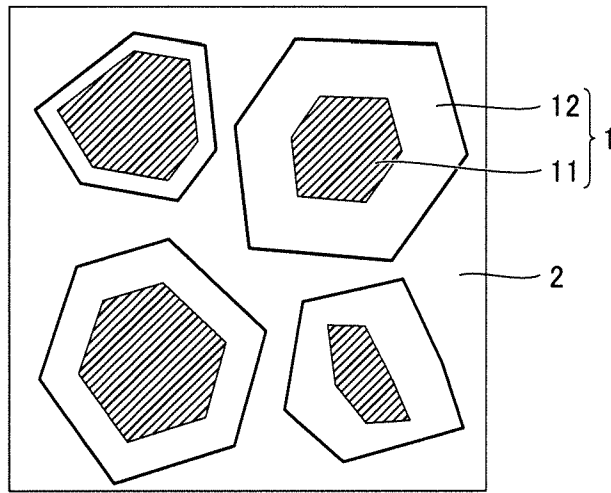
前記酸化物混合粉末を造粒することにより造粒体を得る操作と、

前記造粒体を、窒素ガスを含有する雰囲気において1800℃以上の温度で熱処理することにより、前記複合炭窒化物からなる粉末前駆体を得る操作と、

前記粉末前駆体を解砕することにより前記第1粉末を得る操作とを備える、サーメットの製造方法。

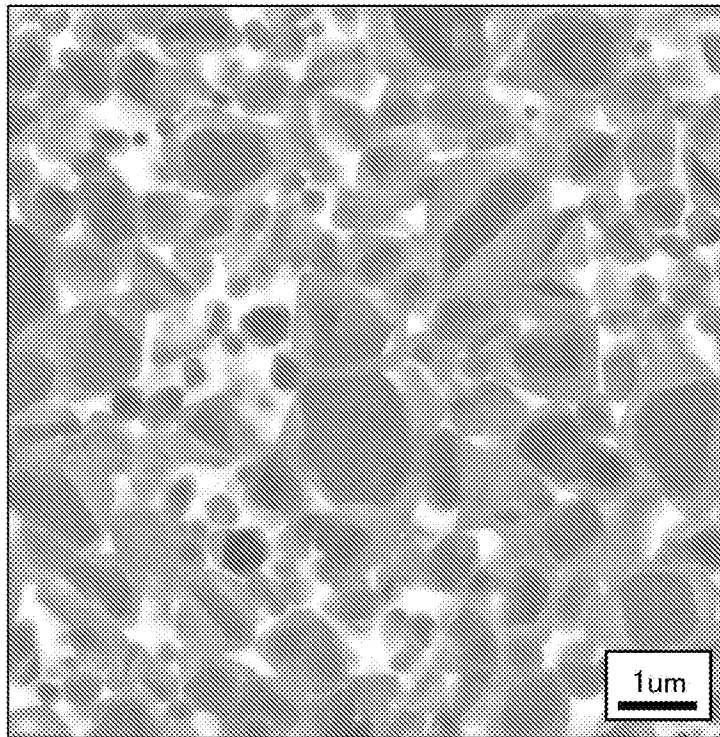
[図1]

FIG.1



[図2]

FIG.2



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2018/018741

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int.Cl. C22C29/04 (2006.01) i, B23B27/14 (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. C22C29/04, B23B27/14

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-181188 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 12 September 2013 (Family: none)	1-11
A	JP 2010-31308 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 12 February 2010 (Family: none)	1-11
A	JP 9-1405 A (MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION) 07 January 1997 (Family: none)	1-11

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	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“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
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 27.07.2018	Date of mailing of the international search report 07.08.2018
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C22C29/04(2006.01)i, B23B27/14(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. C22C29/04, B23B27/14

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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)

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 2013-181188 A (住友電気工業株式会社) 2013.09.12, (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2010-31308 A (住友電気工業株式会社) 2010.02.12, (ファミリーなし)	1-11
A	JP 9-1405 A (三菱マテリアル株式会社) 1997.01.07, (ファミリーなし)	1-11

☐ 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

27.07.2018

国際調査報告の発送日

07.08.2018

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)

坂本 薫昭

4E

9265

電話番号 03-3581-1101 内線 3425