(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
2017年12月14日(14.12.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/212702 A1

(51) 国際特許分類:
B23B 51/00 (2006.01) *C22C 29/08* (2006.01)
B22F 7/00 (2006.01) *B22F 3/15* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2017/007732

(22) 国際出願日： 2017年2月28日(28.02.2017)

(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 2016-112669 2016年6月6日(06.06.2016) JP

(71) 出願人: 住友電工ハードメタル株式会社 (**SUMITOMO ELECTRIC HARDMETAL CORP.**) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目１番１号 Hyogo (JP).

(72) 発明者: 山川 隆洋 (**YAMAKAWA, Takahiro**); 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目１番１号 住友電工ハードメタル株式会社内 Hyogo (JP). 山本 英司(**YAMAMOTO, Eiji**); 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目１番１号 住友電工ハードメタル株式会社内 Hyogo (JP). 後藤 裕明 (**GOTOU, Hiroaki**); 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目１番１号 住友電工ハードメタル株式会社内 Hyogo (JP). 澤園 善充(**SAWAZONO, Yoshimitsu**); 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目１番１号 住友電工ハードメタル株式会社内 Hyogo (JP). 内野 克哉(**UCHINO, Katsuya**); 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目１番１号 住友電工ハードメタル株式会社内 Hyogo (JP).

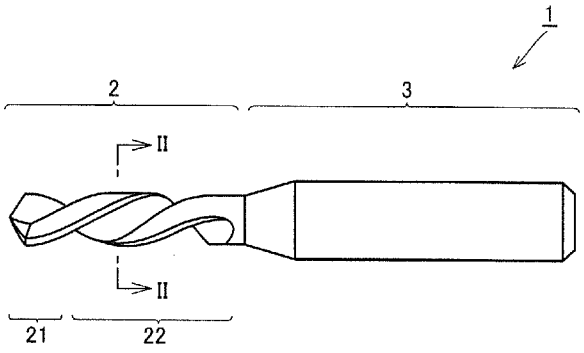
(74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所(**FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.**); 〒5300005 大阪府大

(54) **Title:** ROD, DRILL BIT BODY, ROD MANUFACTURING METHOD, AND DRILL MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称： 棒材、ドリルの刃先、棒材の製造方法および ドリルの製造方法

[図2]

FIG.2



(57) **Abstract:** A rod that includes a first rod section occupying a prescribed region in the longitudinal direction and a second rod section occupying a region in the longitudinal direction, said region differing from that of the first rod section, wherein: the first rod section has a composition that includes A mass% of cobalt, 0-1 mass% of chromium, and 0-0.5 mass% of vanadium, the remainder being tungsten carbide and unavoidable impurities; the second rod section has a composition that includes B mass% of cobalt, 0-1 mass% of chromium, and 0-0.5 mass% of vanadium, the remainder being tungsten carbide and unavoidable impurities; the cobalt content in the first rod section and in the second rod section satisfies the relationship 1 mass% ≤ B < A ≤ 20 mass%; the first rod section and the second rod section each include at least 0.1 mass% of at least one of chromium and vanadium; and the second rod section has a length of 10-1000% of that of the first rod section in the longitudinal direction.

WO 2017/212702 A1

[続葉有]

阪市北区中之島二丁目２番７号 中之島セントラルタワー Osaka (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, DJ, 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, 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.

(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:

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：棒材は、長手方向に所定の領域を占める第１棒材部と、長手方向において第１棒材部とは異なる領域を占める第２棒材部とを含み、第１棒材部は、その組成がＡ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物であり、第２棒材部は、その組成がＢ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物であり、第１棒材部および第２棒材部は、コバルトの含有量が１質量％≦Ｂ＜Ａ≦２０質量％の関係を満たし、第１棒材部および第２棒材部は、それぞれクロムおよびバナジウムの少なくとも一方を０．１質量％以上含み、第２棒材部は、長手方向において第１棒材部の１０～１０００％の長さを有する。

明　細　書

発明の名称 ：

棒材、ドリルの刃先、棒材の製造方法およびドリルの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、棒材、ドリルの刃先、棒材の製造方法およびドリルの製造方法に関する。本出願は、２０１６年６月６日に出願した日本特許出願である特願２０１６－１１２６６９号に基づく優先権を主張する。当該日本特許出願に記載されたすべての記載内容は、参照によって本明細書に援用される。

背景技術

[0002] 従来より、半導体装置のプリント基板を穴あけ加工するなどの目的で、ミニチュアドリルあるいはマイクロドリルと呼ばれる小型ドリルが用いられている。特開２００２－３４６８１６号公報（特許文献１）には、高速穴あけ加工で優れた耐摩耗性を発揮するとされる超硬合金製ミニチュアドリルが開示されている。さらに、特開２００４－１６０５９１号公報（特許文献２）には、耐折損性および耐摩耗性を併せ持つマイクロドリルが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００２－３４６８１６号公報

特許文献2：特開２００４－１６０５９１号公報

発明の概要

[0004] 本発明の一態様に係る棒材は、長手方向に所定の領域を占める第１棒材部と、前記長手方向において前記第１棒材部とは異なる領域を占める第２棒材部とを含む棒材であって、前記第１棒材部は、その組成がＡ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物であり、前記第２棒材部は、その組成がＢ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジ

ウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物であり、前記第１棒材部および前記第２棒材部は、コバルトの含有量が１質量％≦Ｂ＜Ａ≦２０質量％の関係を満たし、前記第１棒材部および前記第２棒材部は、それぞれクロムおよびバナジウムの少なくとも一方を０．１質量％以上含み、前記第２棒材部は、前記長手方向において前記第１棒材部の１０～１０００％の長さを有する。

[0005] 本発明の一態様に係るドリルの刃先は、前記棒材を用いたドリルの刃先であって、前記ドリルの刃先は、長さが０．５～１５ｍｍであり、かつ前記長手方向に対して垂直な断面における最大径が０．０３～３．１７５ｍｍであり、前記ドリルの刃先は、その先端を前記第２棒材部が占める。

[0006] 本発明の一態様に係る棒材の製造方法は、前記棒材を製造する棒材の製造方法であって、組成がＡ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物からなる第１粉末と、組成がＢ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物からなる第２粉末とを調製する第１工程と、前記第１粉末を金型に投入し、第１圧力で押圧する第２工程と、前記第２粉末を前記金型に投入し、前記第１圧力と同圧または前記第１圧力よりも低圧の第２圧力で押圧する第３工程とを含み、前記第１粉末および前記第２粉末は、コバルトの含有量が１質量％≦Ｂ＜Ａ≦２０質量％の関係を満たし、前記第１粉末および前記第２粉末は、それぞれクロムおよびバナジウムの少なくとも一方を０．１質量％以上含む。

[0007] 本発明の一態様に係るドリルの製造方法は、前記棒材を用いて製造するドリルの製造方法であって、前記棒材を切削して中心軸を定めるα工程と、前記中心軸を基準にして前記棒材に溝を形成するβ工程とを含む。

図面の簡単な説明

[0008] [図1A]図１Ａは、本実施形態に係る棒材の長手方向における第１棒材部～第４棒材部が占める領域の例を模式的に示した模式図である。

[図1B]図１Ｂは、本実施形態に係る棒材の長手方向における第１棒材部～第４棒材部が占める領域の他の例を模式的に示した模式図である。

[図1C]図１Ｃは、本実施形態に係る棒材の長手方向における第１棒材部～第５棒材部が占める領域の例を模式的に示した模式図である。

[図1D]図１Ｄは、本実施形態に係る棒材の長手方向における第１棒材部～第５棒材部が占める領域の他の例を模式的に示した模式図である。

[図2]図２は、本実施形態に係るドリルを示す側面図である。

[図3]図３は、図２中のＩＩ－ＩＩ線に沿った断面図である。

発明を実施するための形態

[0009] ［本開示が解決しようとする課題］

特許文献１および特許文献２でも述べられているように、半導体装置のプリント基板の穴あけ加工などに際し、高速加工に応えるドリルが要求されている。具体的には、ドリルの刃先先端部に対して十分な硬さに基づいた耐摩耗性が要求されるとともに、ドリルの刃先本体部には確かなしなやかさに基づく耐折損性（所謂靭性）が要求される。しかしながら、耐摩耗性と耐折損性とは一般に相反する物性であることが知られ、これらの物性を両立させる技術開発も進められているが、改善の余地がある。したがって、未だ望んだ耐摩耗性と耐折損性とが両立したミニチュアドリルあるいはマイクロドリルを実現することには至っておらず、その開発が切望されている。

[0010] 本発明は、上記実情に鑑みてなされ、耐摩耗性および耐折損性の両立を実現した棒材、ドリルの刃先、棒材の製造方法およびドリルの製造方法を提供することを目的とする。

[0011] ［本開示の効果］

上記によれば、耐摩耗性および耐折損性の両立を実現した棒材を提供することができる。

[0012] ［本発明の実施形態の説明］

最初に本発明の実施態様を列記して説明する。

[0013] ［１］本発明の一態様に係る棒材は、長手方向に所定の領域を占める第１

棒材部と、上記長手方向において上記第１棒材部とは異なる領域を占める第２棒材部とを含む棒材であって、上記第１棒材部は、その組成がＡ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物であり、上記第２棒材部は、その組成がＢ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物であり、上記第１棒材部および上記第２棒材部は、コバルトの含有量が１質量％≦Ｂ＜Ａ≦２０質量％の関係を満たし、上記第１棒材部および上記第２棒材部は、それぞれクロムおよびバナジウムの少なくとも一方を０．１質量％以上含み、上記第２棒材部は、上記長手方向において上記第１棒材部の１０～１０００％の長さを有する。このような特徴により、棒材をたとえばドリルの刃先に用いた場合、ドリルの刃先先端部に対して耐摩耗性を付与することができ、ドリルの刃先本体部に対して耐折損性を付与することができる。

[0014] ［２］上記第１棒材部および上記第２棒材部は、それぞれクロムおよびバナジウムの総和が０．２～１．５質量％であることが好ましい。これにより、棒材をたとえばドリルの刃先に用いた場合、ドリルの刃先先端部の耐摩耗性、およびドリルの刃先本体部の耐折損性を高めることができる。

[0015] ［３］上記棒材は、第３棒材部と第４棒材部とを含み、上記第３棒材部は、コバルト、クロム、バナジウム、炭化タングステンおよび不可避不純物を含み、炭化タングステンの平均粒径がＸμｍであり、上記第４棒材部は、コバルト、クロム、バナジウム、炭化タングステンおよび不可避不純物を含み、炭化タングステンの平均粒径がＹμｍであり、上記第３棒材部および上記第４棒材部は、炭化タングステンの平均粒径がＸ≦Ｙの関係を満たし、上記第３棒材部は、上記長手方向において、その一部または全部が上記第１棒材部と重複する領域を占め、上記第４棒材部は、上記長手方向において、その一部または全部が上記第２棒材部と重複する領域を占め、上記第４棒材部は、上記長手方向において上記第３棒材部の１０～１０００％の長さを有することが好ましい。これにより、棒材をたとえばドリルの刃先に用いた場合、

ドリルの刃先先端部の耐摩耗性をより高めることができ、かつドリルの刃先本体部の耐折損性を高めることができる。

[0016] ［４］上記棒材は、上記長手方向において上記第１棒材部と上記第２棒材部との間で所定の領域を占める第５棒材部を含み、上記第５棒材部は、その組成がＣ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物であり、上記第５棒材部は、コバルトの含有量がＡ≧ＣまたはＣ≧Ｂの関係を満たし、上記第５棒材部は、クロムおよびバナジウムの少なくとも一方を０．１質量％以上含み、上記第５棒材部は、上記長手方向において上記第３棒材部および上記第４棒材部の両方またはいずれか一方と重複する領域を占めることが好ましい。この特徴を備えることによっても、棒材をたとえばドリルの刃先に用いた場合、ドリルの刃先先端部の耐摩耗性およびドリルの刃先本体部の耐折損性を高めることができる。

[0017] ［５］本発明の一態様に係るドリルの刃先は、上記棒材を用いたドリルの刃先であって、上記ドリルの刃先は、長さが０．５～１５ｍｍであり、かつ上記長手方向に対して垂直な断面における最大径が０．０３～３．１７５ｍｍであり、上記ドリルの刃先は、その先端を上記第２棒材部が占める。このような特徴によりドリルの刃先は、ドリルの刃先先端部に耐摩耗性を備えることができ、ドリルの刃先本体部に耐折損性を備えることができる。

[0018] ［６］上記ドリルの刃先は、上記最大径をＲ、上記断面における心厚の厚みをｒとしたとき、０．０５Ｒ≦ｒ≦０．６Ｒの関係を満たすことが好ましい。これにより、切りくずの排出性を良好とすることができる。

[0019] ［７］本発明の一態様に係る棒材の製造方法は、上記棒材を製造する方法であって、組成がＡ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物からなる第１粉末と、組成がＢ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物からなる第２粉末とを調製する第１工程と、上記第１粉末を金型に投

入し、第１圧力で押圧する第２工程と、上記第２粉末を上記金型に投入し、上記第１圧力と同圧または上記第１圧力よりも低圧の第２圧力で押圧する第３工程とを含み、上記第１粉末および上記第２粉末は、コバルトの含有量が１質量％≦Ｂ＜Ａ≦２０質量％の関係を満たし、上記第１粉末および上記第２粉末は、それぞれクロムおよびバナジウムの少なくとも一方を０．１質量％以上含む。このような特徴により、たとえばドリルの刃先として用いた場合、ドリルの刃先先端部に対して耐摩耗性を付与することができ、ドリルの刃先本体部に対して耐折損性を付与することができる棒材を製造することができる。

[0020] ［８］上記第１粉末および上記第２粉末は、それぞれクロムおよびバナジウムの総和が０．２～１．５質量％であることが好ましい。これにより、たとえばドリルの刃先として用いた場合、ドリルの刃先先端部の耐摩耗性、およびドリルの刃先本体部の耐折損性を高めることができる棒材を製造することができる。

[0021] ［９］上記棒材の製造方法は、組成がＣ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物からなる第３粉末を調製する第４工程と、上記第３粉末を上記金型に投入し、上記第１圧力と同圧または上記第１圧力よりも低圧、かつ上記第２圧力と同圧または上記第２圧力よりも高圧の第３圧力で押圧する第５工程とを含み、上記第３粉末は、コバルトの含有量がＡ≧ＣまたはＣ≧Ｂの関係を満たし、上記第３粉末は、クロムおよびバナジウムの少なくとも一方を０．１質量％以上含むことが好ましい。この特徴を備えることによっても、たとえばドリルの刃先に用いた場合、ドリルの刃先先端部の耐摩耗性およびドリルの刃先本体部の耐折損性を高めることができる棒材を製造することができる。

[0022] ［１０］本発明の一態様に係るドリルの製造方法は、上記棒材を用いてドリルを製造する方法であって、上記棒材を切削して中心軸を定めるα工程と、上記中心軸を基準にして上記棒材に溝を形成するβ工程とを含む。このよ

うな特徴により、ドリルの刃先先端部に耐摩耗性を備えることができ、ドリルの刃先本体部に耐折損性を備えることができるドリルを製造することができる。

[0023] ［１１］上記ドリルの製造方法は、上記α工程の前に上記棒材にシャンクを取り付けるγ工程を含むことが好ましい。このようなドリルを製造しても、ドリルの刃先先端部の耐摩耗性およびドリルの刃先本体部の耐折損性を高めることができる。

[0024] ［本発明の実施形態の詳細］

以下、実施形態について説明する。以下の実施形態の説明に用いられる図面において、同一の参照符号は、同一部分または相当部分を表わす。

[0025] 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。また、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に限定されるものではない。

[0026] ≪棒材≫

本実施形態に係る棒材は、長手方向に所定の領域を占める第１棒材部と、この長手方向において第１棒材部とは異なる領域を占める第２棒材部とを含む。第１棒材部は、その組成がＡ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物であり、第２棒材部は、その組成がＢ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物である。特に、第１棒材部および第２棒材部は、コバルトの含有量が１質量％≦Ｂ＜Ａ≦２０質量％の関係を満たす。第１棒材部および第２棒材部は、それぞれクロムおよびバナジウムの少なくとも一方を０．１質量％以上含む。第２棒材部は、長手方向において第１棒材部の１０～１０００％の長さを有する。

[0027] すなわち、本実施形態に係る棒材は、炭化タングステン（ＷＣ）を硬質相とし、コバルト（Ｃｏ）を結合相として含む超硬合金などから作製される。棒材の形状は、棒状である限り特に限定されるべきではないが、後述するドリルの刃先に用いることを想定した場合、丸棒であることが好ましい。

[0028] 棒材は、たとえば第２棒材部を、加工対象物に直接接触して穴あけなどする刃先先端部とし、第１棒材部をドリルの刃先先端部で生じた加工対象物の切りくずなどの排出を担う刃先本体部とするドリルの刃先に用いた場合、その刃先先端部に対して耐摩耗性を付与することができる。ドリルの刃先本体部に対しては耐折損性を付与することができる。したがって、このような棒材は、ドリルの刃先に用いた場合、耐折損性を高めるとともに耐摩耗性を高めることができるので、高速穴あけ加工においてその加工数を飛躍的に向上させることができる。

[0029] ＜第１棒材部および第２棒材部＞

第１棒材部は、棒材の長手方向において所定の領域を占める。第１棒材部は、たとえば後述するドリルの刃先に用いた場合、図２に示すドリル１の刃先本体部２２となる領域を占める。第２棒材部は、棒材の長手方向において第１棒材部とは異なる領域を占める。第２棒材部は、たとえば後述するドリルの刃先に用いた場合、図２に示すドリル１の刃先先端部２１（ドリルの先端）となる領域を占める。

[0030] 第１棒材部は、その組成がＡ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物である。第２棒材部は、その組成がＢ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物である。第１棒材部および第２棒材部は、それぞれクロムおよびバナジウムの少なくとも一方を０．１質量％以上含む。さらに、第１棒材部および第２棒材部は、それぞれクロムおよびバナジウムの総和が０．２～１．５質量％であることが好ましい。第１棒材部および第２棒材部においてクロムの含有量は１質量％以下であり、バナジウムの含有量は０

．５質量％以下である。

[0031] 特に、第１棒材部および第２棒材部は、コバルトの含有量が１質量％≦Ｂ＜Ａ≦２０質量％の関係を満たす。１質量％≦Ｂ＜Ａ≦２０質量％の関係とは、後述するドリルの刃先に用いた場合、図２に示すドリル１の刃先本体部２２のコバルトの含有量が、１～２０質量％の範囲で、刃先先端部２１のコバルトの含有量よりも多くなることを意味する。コバルトは、棒材の靭性向上に寄与することが知られている。このためコバルトの含有量がより多いドリル１の刃先本体部２２は、靭性が向上する。したがって、この靭性に基づく優れた耐折損性をドリル１の刃先本体部２２に付与することができる。さらに、刃先先端部２１においては、コバルトの含有量が少なくなる代わりに残部である炭化タングステンの含有量が多くなるので、炭化タングステンの硬い物性に基づいて、耐磨耗性をドリル１の刃先先端部２１に付与することができる。

[0032] 第１棒材部の好ましい組成は、３～２０質量％のコバルト、０．２～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物である。第２棒材部の好ましい組成は、１～１５質量％のコバルト、０．２～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物である。ここで本実施形態において不可避不純物とは、棒材の製造上、その混入を避けることができない元素の総称をいう。不可避不純物として各元素の含有量はそれぞれ０～０．１質量％であり、各元素の総和（すなわち不可避不純物の含有量）は０～０．２質量％である。

[0033] 第１棒材部の組成は、コバルトが１質量％未満となれば耐折損性が不十分となり、２０質量％を超えると剛性不足となる。クロムおよびバナジウムの両方を含まない場合、焼結工程において炭化タングステンが粗大化し、耐折損性が不十分となる恐れがある。よって、第１棒材部の組成においてクロムおよびバナジウムは、少なくとも一方を０．１質量％以上含み、両方を含むことが好ましく、かつクロムおよびバナジウムの総和が０．４～１．２質量

％であることが最も好ましい。ただし、クロムが１質量％を超えるか、またはバナジウムが０．５質量％を超えると強度が著しく低下する。

[0034] 第２棒材部の組成は、コバルトが１質量％未満となればチッピングによる摩耗が進行し、２０質量％を超えると耐摩耗性が不十分となる。クロムおよびバナジウムの両方を含まない場合、焼結工程において炭化タングステンが粗大化し、程度によっては耐摩耗性が不十分となる恐れがある。よって、第１棒材部の組成においてクロムおよびバナジウムは、少なくとも一方を０．１質量％以上含み、両方を含むことが好ましく、かつクロムおよびバナジウムの総和が０．４～１．２質量％であることが最も好ましい。ただし、クロムが１質量％を超えるか、またはバナジウムが０．５質量％を超えると、耐摩耗性が低下する。

[0035] さらに、第１棒材部および第２棒材部は、コバルトの含有量が３質量％≦Ｂ＜Ａ≦１３質量％の関係を満たすことが好ましい。特に、Ｂ／Ａが０．９以下の関係を満たすことがより好ましい。ドリルの刃先先端部に対する耐摩耗性の付与の効果、ドリルの刃先本体部に対する耐折損性の付与の効果がより顕著となるからである。

[0036] ここで、棒材の第１棒材部および第２棒材部の組成は、電界放出型走査電子顕微鏡（ＦＥ－ＳＥＭ：Ｆｉｅｌｄ Ｅｍｉｓｓｉｏｎ Ｓｃａｎｎｉｎｇ Ｅｌｅｃｔｒｏｎ Ｍｉｃｒｏｓｃｏｐｙ）を付帯した波長分散型Ｘ線分析装置（ＷＤＳ：Ｗａｖｅｌｅｎｇｔｈ Ｄｉｓｐｅｒｓｉｖｅ Ｘ－ｒａｙ Ｓｐｅｃｔｒｏｓｃｏｐｙ）を用い、次のような測定手法により測定することができる。

[0037] まず、棒材をその長手方向に樹脂に埋め、棒材の軸中心付近が露出するように研磨し、第１棒材部の観察用研磨面および第２棒材部の観察用研磨面を作製する。さらに、これらの観察用研磨面それぞれにおいて後述する観察範囲を設定し、ＷＤＳを使用して１０００倍の倍率により上記観察範囲内の任意の５か所（５視野）で組成分析を行ない、その値を求める。最後に上記５視野の値の平均値をそれぞれ求めることにより、第１棒材部および第２棒材

部の組成を特定することができる。

[0038] 観察範囲は、第１棒材部および第２棒材部の長手方向の長さの中間部付近を含んだ矩形領域として設定される。具体的には、第１棒材部の観察用研磨面は、第１棒材部の長手方向の一端から第１棒材部全体の３０～７０％となる箇所に矩形領域が設定される。第２棒材部の観察用研磨面は、第２棒材部の長手方向の一端から第２棒材部全体の３０～７０％となる箇所に矩形領域が設定される。これらの矩形領域をＷＤＳによる観察範囲とすればよい。

[0039] たとえば、長手方向の長さが１０ｍｍ、この長手方向に対して垂直方向の長さが１ｍｍである第１棒材部の場合、長手方向に対して垂直となる方向の一端から０．４～０．６ｍｍ内側まで研磨し、その断面を露出させる。この断面の長手方向の一端から３～７ｍｍとなる箇所に矩形領域を設定することにより、この矩形領域を観察範囲とすることができる。棒材を埋める樹脂には、フェノール樹脂、エポキシ樹脂などを用いることができる。さらに、長手方向に沿った第１棒材部の断面および第２棒材部の断面の研磨は、従来公知の方法を用いることができる。

[0040] 本実施形態に係る棒材において第２棒材部は、長手方向において第１棒材部の１０～１０００％の長さを有する。上述のようにドリルの刃先に用いた場合、第２棒材部は、ドリルの先端（図２においてドリル１の刃先先端部２１）を占める。このため第２棒材部は、長手方向において第１棒材部よりも短くする（１００％未満）ことにより、ドリルの刃先全体の耐折損性を高めることができる。その一方で、第２棒材部は、長手方向において第１棒材部よりも長くする（１００％超）ことにより、ドリルの刃先全体の剛性を高め、穴あけ加工において穴位置精度を向上させることができる。さらに、第２棒材部の大きさを上記の範囲で適宜変更することにより、適用可能な加工対象物などの種類を大幅に広げることもできる。第２棒材部は、長手方向において第１棒材部の５０～２００％の長さを有することが好ましい。上述した効果が顕著に現れるからである。

[0041] ＜第３棒材部および第４棒材部＞

本実施形態に係る棒材は、第３棒材部と第４棒材部とを含むことが好ましい。第３棒材部は、コバルト、クロム、バナジウム、炭化タングステンおよび不可避不純物を含み、炭化タングステンの平均粒径がＸμｍであり、第４棒材部は、コバルト、クロム、バナジウム、炭化タングステンおよび不可避不純物を含み、炭化タングステンの平均粒径がＹμｍである。第３棒材部は、長手方向において、その一部または全部が第１棒材部と重複する領域を占め、第４棒材部は、長手方向において、その一部または全部が第２棒材部と重複する領域を占める。特に第４棒材部は、棒材を後述するドリルの刃先に用いた場合、ドリル１の刃先先端部２１の領域を占める第２棒材部と、刃先先端部２１の先端側において少なくとも重複する領域を占めるものとする。

[0042] さらに、第３棒材部の組成は、その一部または全部の領域が重複する第１棒材部と、重複する一部または全部の領域において同じである。第４棒材部の組成は、その一部または全部の領域が重複する第２棒材部と、重複する一部または全部の領域において同じである。

[0043] 第３棒材部および第４棒材部は、炭化タングステンの平均粒径がＸ≦Ｙの関係を満たす。Ｘ≦Ｙの関係とは、後述するドリルの刃先に用いた場合、図２に示すドリル１の刃先本体部２２の炭化タングステンの平均粒径（Ｘ）は、ドリル１の刃先先端部２１の炭化タングステンの平均粒径（Ｙ）よりも小さいかまたは同じであることを意味する。本発明者らは、ドリル１の刃先先端部２１の炭化タングステンの平均粒径を大きくすることにより、加工時の摩擦で発生する脱粒を防ぐ効果が現れることを見出した。脱粒が抑制されることにより、ドリル１の刃先先端部２１の耐摩耗性が高まることとなる。したがって、優れた耐摩耗性をドリル１の刃先先端部２１に付与することができる。さらに、ドリル１の刃先本体部２２の炭化タングステンの平均粒径を小さくすることにより、耐折損性が高まることとなる。したがって、優れた耐折損性をドリル１の刃先本体部２２に付与することができる。炭化タングステンの平均粒径は具体的には、０．１～２μｍであることが好ましい。この範囲において、Ｘは０．１～０．８μｍであることが好ましく、Ｙは０．

２～２μｍであることが好ましい。

[0044] 第３棒材部および第４棒材部は、炭化タングステンの平均粒径がＸ＜Ｙの関係を満たすことがより好ましい。さらに、第３棒材部および第４棒状部の炭化タングステンの平均粒径の関係において、Ｙ／Ｘが１．４以上の関係を満たすことがよりさらに好ましい。脱粒が抑制される効果、および耐折損性への効果が顕著となるからである。炭化タングステンの平均粒径は、Ｘ＞Ｙの関係となると脱粒が抑制される効果を得ることが困難となり、耐折損性も低下するので好ましくない。

[0045] 第３棒材部および第４棒材部の炭化タングステンの平均粒径は、電解放出型走査電子顕微鏡（ＦＥ－ＳＥＭ）と、市販の画像解析ソフトとを用いることにより、次のような測定手法により測定することができる。

[0046] まず、棒材の組成の測定方法と同じ方法により、第１棒材部の観察用研磨面および第２棒材部の観察用研磨面を作製する。ここで、第１棒材部の観察用研磨面は同時に第３棒材部の観察用研磨面となり、第２棒材部の観察用研磨面は同時に第４棒材部の観察用研磨面となるものとする。なぜなら、上述のとおり第３棒材部は、その一部または全部が第１棒材部と重複する領域を占め、第４棒材部は、その一部または全部が第２棒材部と重複する領域を占めるため、上記のような観察用研磨面を用いることにより、炭化タングステンの平均粒径を求めることが可能となるからである。

[0047] さらに、これらの観察用研磨面において棒材の組成の測定方法で用いたのと同じ観察範囲をそれぞれ設定し、ＦＥ－ＳＥＭを使用して２００００倍の倍率により、上記観察範囲内の任意の５か所（５視野）を撮影し、第１棒材部の観察用研磨面と第２棒材部の観察用研磨面とで顕微鏡画像を５枚ずつ得る。

[0048] 続いて、上記顕微鏡画像を上記画像解析ソフトによりそれぞれ解析し、これらの顕微鏡画像に現れている炭化タングステン粒子を円近似し、その直径を求める。顕微鏡画像には１視野あたり、３０００個以下の炭化タングステン粒子が現れるが、これらすべての粒子の直径を求める。最後に、求めた粒

子の直径の平均値をそれぞれ算出することにより、第３棒材部および第４棒材部の炭化タングステンの平均粒径を特定することができる。

[0049] 本実施形態に係る棒材において第４棒材部は、長手方向において第３棒材部の１０～１０００％の長さを有する。上述のように棒材をドリルの刃先に用いた場合、第４棒材部は、ドリルの先端（図２においてドリル１の刃先先端部２１）を占める。このため第４棒材部は、長手方向において第３棒材部よりも短くする（１００％未満）ことにより、ドリルの刃先全体の耐折損性を高めることができる。その一方で、第４棒材部は、長手方向において第３棒材部よりも長くする（１００％超）ことにより、ドリルの先端の耐摩耗性を高めることができる。さらに、第４棒材部の大きさを上記の範囲で適宜変更することにより、適用可能な加工対象物などの種類を大幅に広げることもできる。第４棒材部は、長手方向において第３棒材部の５０～２００％の長さを有することが好ましい。上述した効果が顕著に現れるからである。

[0050] ＜第５棒材部＞

本実施形態に係る棒材は、長手方向において第１棒材部と第２棒材部との間で所定の領域を占める第５棒材部を含んでいてもよい。第５棒材部は、長手方向において第３棒材部および第４棒材部の両方またはいずれか一方と重複する領域を占める。すなわち、後述する実施例などで説明するように、棒材の長手方向に対して垂直なコバルトの含有量が異なる境界となる境界面と、棒材の長手方向に対して垂直な炭化タングステンの平均粒径が異なる境界となる境界面との位置が相違する（一致しない）棒材を製造する場合に、その棒材に第５棒材部は含まれることとなる。

[0051] 第５棒材部は、その組成がＣ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物である。第５棒材部は、第１棒材部のコバルトの含有量であるＡ質量％および第２棒材部のコバルトの含有量であるＢ質量％との関係において、コバルトの含有量がＡ≧ＣまたはＣ≧Ｂの関係を満たす。さらに第５棒材部は、クロムおよびバナジウムの少なくとも一方を０．１質量％以上含む。

[0052] 具体的には、第５棒材部のコバルトの含有量であるＣ質量％は、１～２０質量％であり、好ましくはＡ≧ＣまたはＣ≧Ｂの関係を満たす範囲で２～１８質量％となる。クロムおよびバナジウムの含有量は、第１棒状部および第２棒状部におけるクロムおよびバナジウムの含有量に依存して決定され、それぞれクロムが０～１質量％の範囲内、バナジウムが０～０．５質量％の範囲内の含有量となる。

[0053] 第５棒材部の組成は、コバルトが１質量％未満となれば耐折損性が不十分となり、２０質量％を超えると剛性不足となる。クロムおよびバナジウムの両方を含まない場合、焼結工程において炭化タングステンが粗大化し、耐折損性が不十分となる恐れがある。よって、第１棒材部の組成においてクロムおよびバナジウムは、少なくとも一方を０．１質量％以上含み、両方を含むことが好ましく、かつクロムおよびバナジウムの総和が０．４～１．２質量％であることが最も好ましい。ただし、クロムが１質量％を超えるか、またはバナジウムが０．５質量％を超えると強度が著しく低下する。

[0054] 第５棒材部の組成は、第１棒材部および第２棒材部の組成の測定方法と同様な方法により測定することができる。具体的には、棒材の軸中心付近が露出するように研磨し、この露出した第５棒材部の断面の長手方向の一端から３０～７０％となる箇所を矩形領域に設定する。これを観察範囲としてＷＤＳを使用して１０００倍の倍率により上記観察範囲内の任意の５か所（５視野）において組成分析を行なう。これにより、第５棒材部の組成を特定することができる。

[0055] ここで、本実施形態に係る棒材の長手方向における第１棒材部～第５棒材部がそれぞれ占める領域の例を図１Ａ～図１Ｄに模式的に示す。これらの図において棒材の長手方向に対して垂直な断面であって、各棒材部の境界となる境界面は、実線、破線または一点鎖線で示される。実線は、コバルト含有量および炭化タングステンの平均粒径が異なる境界となる境界面を示す。破線は、コバルト含有量または炭化タングステンの平均粒径が同じとなる境界面を示す。一点鎖線は、各棒材部がその領域を重複して占めていることを、

観念的にその領域を上下に分断することによって示すものである。

[0056] 図１Ａに示す棒材１０において、第３棒材部１３はその全部が第１棒材部１１と重複する領域を占める。第４棒材部１４はその全部が第２棒材部１２と重複する領域を占める。コバルト含有量はＡ＞Ｂの関係を満たし、炭化タングステンの平均粒径はＸ＝Ｙの関係を満たす。したがって、図１Ａに示す棒材１０においてコバルト含有量が異なる境界となる境界面は、第１棒材部１１と第２棒材部１２との境界に存在する。炭化タングステンの平均粒径が異なる境界となる境界面は存在しない。

[0057] 図１Ｂに示す棒材１０において、第３棒材部１３はその全部が第１棒材部１１と重複する領域を占める。第４棒材部１４はその全部が第２棒材部１２と重複する領域を占める。コバルト含有量はＡ＞Ｂの関係を満たし、炭化タングステンの平均粒径はＸ＜Ｙの関係を満たす。したがって、図１Ｂに示す棒材１０においてコバルト含有量が異なる境界となる境界面は、第１棒材部１１と第２棒材部１２との境界に存在する。炭化タングステンの平均粒径が異なる境界となる境界面は、第３棒材部１３と第４棒材部１４との境界に存在する。これらの境界面の位置は一致する。

[0058] 図１Ｃに示す棒材１０において、第３棒材部１３はその一部が第１棒材部１１と重複する領域を占める。第４棒材部１４はその全部が第２棒材部１２と重複する領域を占める。第５棒材部１５は、長手方向において第１棒材部１１と第２棒材部１２との間の領域であって、第３棒材部１３と重複する領域を占める。コバルト含有量はＡ＞Ｃ＝Ｂの関係を満たし、炭化タングステンの平均粒径はＸ＜Ｙの関係を満たす。したがって、図１Ｃに示す棒材１０においてコバルト含有量が異なる境界となる境界面は、第１棒材部１１と第５棒材部１５との境界に存在する。炭化タングステンの平均粒径が異なる境界となる境界面は、第３棒材部１３と第４棒材部１４との境界に存在する。すなわち、これらの境界面の位置は相違している。

[0059] 図１Ｄに示す棒材１０において、第３棒材部１３はその全部が第１棒材部１１と重複する領域を占める。第４棒材部１４はその一部が第２棒材部１２

と重複する領域を占める。第５棒材部１５は、長手方向において第１棒材部１１と第２棒材部１２との間の領域であって、第４棒材部１４と重複する領域を占める。コバルト含有量はＡ＝Ｃ＞Ｂの関係を満たし、炭化タングステンの平均粒径はＸ＜Ｙの関係を満たす。したがって、図１Ｄに示す棒材１０においてコバルト含有量が異なる境界となる境界面は、第２棒材部１２と第５棒材部１５との境界に存在する。炭化タングステンの平均粒径が異なる境界となる境界面は、第３棒材部１３と第４棒材部１４との境界に存在する。すなわち、これらの境界面の位置は相違している。

[0060] 本実施形態に係る棒材は、コバルトの含有量が異なる境界となる境界面と、炭化タングステンの平均粒径が異なる境界となる境界面との位置が一致する場合であっても、第５棒状部を含むことができる。さらに、本実施形態に係る棒材は、第５棒状部を含み、たとえばコバルトの含有量が異なる境界となる境界面が２つ形成され、コバルトの含有量がＢ＜Ｃ＜Ａの関係を満たすような場合を含む。

[0061] （不可避不純物）

本実施形態に係る棒材は、耐摩耗性および耐折損性の両立が実現するという作用効果に影響を及ぼさない限り、周期律表の第４族元素（Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆなど）、第５族元素（Ｎｂ、Ｔａなど）、第６族元素（Ｍｏ、Wなど）、ニッケル（Ｎｉ）、鉄（Ｆｅ）などの金属、硼素（Ｂ）などの半金属、炭素（Ｃ）、窒素（Ｎ）、酸素（Ｏ）、塩素（Ｃｌ）などの非金属からなる群より選択される少なくとも１種の不可避不純物を含んでいてもよく、含んでいなくてもよい。上述のとおり、不可避不純物として各元素の含有量はそれぞれ０～０．１質量％であり、各元素の総和（すなわち不可避不純物の含有量）は０～０．２質量％である。

[0062] ≪ドリルの刃先≫

本実施形態に係るドリルの刃先は、上記棒材を用いたドリルの刃先である。ドリルの刃先は、上記棒材を用いているため、炭化タングステンを硬質相とし、コバルトを結合相として含む超硬合金からなる。ドリルの刃先は、長

さが０．５～１５ｍｍであり、かつ長手方向に対して垂直な断面における最大径が０．０３～３．１７５ｍｍである。さらにドリルの刃先は、その先端を第２棒材部が占める。第４棒材部も上述のとおりであるので、第２棒材部が占めるドリルの刃先の先端の先端側を少なくとも占めている。本実施形態において、ドリルの刃先のうち第２棒材部が占める領域をドリルの刃先先端部という。ドリルの刃先のうち第１棒材部が占める領域をドリルの刃先本体部という。

[0063] したがって、ドリルの刃先の刃先先端部は、コバルト含有量（Ｂ質量％）がドリルの刃先本体部のコバルト含有量（Ａ質量％）よりも少ない。さらに、ドリルの刃先先端部は、炭化タングステンの平均粒径（Ｙμｍ）が、ドリルの刃先本体部の炭化タングステンの平均粒径（Ｘμｍ）よりも大きい傾向にある。これにより、ドリルの刃先先端部に耐摩耗性を備えさせることができる。ドリルの刃先本体部は、コバルト含有量（Ａ質量％）が大きく、炭化タングステンの平均粒径（Ｘμｍ）が小さいために耐折損性を備えることができる。

[0064] ＜刃先形状（長手方向）＞

図２に示すように、本実施形態においてドリル１の刃先とは、ドリル１に回転力を与える機構に把持されるシャンク３と、該シャンク３に連設される切刃部２とからなるドリルの構造における切刃部２を指す。ドリル１の刃先（切刃部２）には、長手方向に沿ってらせん状に溝が刻まれ、該溝の縁に刃が形成される。ドリル１の刃先は、加工対象物に直接接触して穴あけなどする刃先先端部２１と、この刃先先端部２１で生じた加工対象物の切りくずなどを上記溝を通じて排出する刃先本体部２２とを含む。本実施形態においてドリル１は、別体のシャンク３を溶接などにより切刃部２（ドリルの刃先）と一体化してなる構造を有していてもよく、単一の棒材からシャンク３と切刃部２（ドリルの刃先）とを削り出した一体ものの構造を有していてもよい。

[0065] 本実施形態に係るドリル１の刃先は、その長さが０．５～１５ｍｍであり

、かつ長手方向に対して垂直な断面における最大径が０．０３～３．１７５ｍｍである。ドリル１の刃先の長さとは、刃先先端部２１と刃先本体部２２とを含む長手方向の長さであって、長手方向に沿ったらせん状の溝が刻まれている範囲をいう。よってドリル１の刃先の長さにシャンク３の長さは含まれない。ドリル１の刃先の長手方向に対して垂直な断面における最大径とは、刃先先端部２１および刃先本体部２２の長手方向に対する垂直な断面のうち、その外接円が最大となる箇所での径をいう。ドリル１の刃先の長さおよびその最大径は、用途に応じて上記の範囲内から適宜決定される。

[0066] ドリルの刃先の長さが０．５ｍｍ未満となるドリルは、その用途および目的が非常に限定されるため好ましくない。長さが１５ｍｍを超えるドリルは、耐折損性が低いので好ましくない。ドリルの刃先の最大径が０．０３ｍｍ未満となるドリルは作製が困難であり、最大径が３．１７５ｍｍを超えるドリルは、シャンクより径が大きくなる場合が多く、製造上の工数が増えたり、品質が不安定になったりする傾向があるので好ましくない。

[0067] ドリル１の刃先は上述のとおり、刃先先端部２１の領域を第２棒材部が占め、この第２棒材部と重複して第４棒材部が刃先先端部２１の先端側の領域を少なくとも占める。さらにドリル１の刃先本体部２２の領域を第１棒材部が占め、この第１棒材部と一部または全部が重複する領域を占める第３棒材部が、その重複する範囲で刃先本体部２２を占めている。

[0068] ＜刃先形状（長手方向に対する垂直な断面）＞

ドリル１の刃先は、上記最大径をＲ、上記断面における心厚の厚みをｒとしたとき、０．０５Ｒ≦ｒ≦０．６Ｒの関係を満たすことが好ましい。心厚とは、ドリル１の刃先の長手方向に対する垂直な断面において、らせん状に溝が刻まれても残存する中心部のことをいう。したがって心厚は、溝の最深部を仮想線でつないで形成される仮想円、すなわち図３において実線で示すような仮想円で表され、この仮想円の径を心厚の厚みｒとして表すことができる。

[0069] ドリルの刃先は、０．０５Ｒ≦ｒ≦０．６Ｒの関係を満たすことにより、

従来のドリルの刃先に比べ溝の深さが深いということができる。これによりドリルの刃先は、刃先本体部２２において切りくずの排出性が良好となる。本実施形態では、上記棒材を用いることによりドリル１の刃先本体部２２に十分な耐折損性を備えさせたため、より深い溝の形成が可能となり、上記関係を満たすことができる。最大径Ｒと心厚の厚みｒとの関係は、排出性と強度との観点から０．１Ｒ≦ｒ≦０．５Ｒの関係を満たすことがより好ましい。

[0070] ここで、心厚の厚みｒはＳＥＭにより観察し、測定することにより算出することができる。具体的には、ＳＥＭの視野となる観察面とドリルの長手方向に対する垂直な断面とを平行にし、ＳＥＭの焦点をドリルの刃先先端に合わせた上で、その刃先の溝の最深部を仮想線でつなげて仮想円を作成し、この仮想円の径を測定することにより、心厚の厚みｒを算出する。心厚の厚みｒは、ドリルを５つ以上準備し、これらから算出された値の平均値として表すことが好ましい。最大径Ｒについては従来公知の方法を用いて測定すればよい。

[0071] ＜作用＞

以上から、本実施形態に係るドリルの刃先は、たとえば、半導体装置のプリント基板の穴あけ加工などに際し、高速加工の要求に応えることができる。具体的には、ドリルの刃先先端部に耐摩耗性を備え、ドリルの刃先本体部に耐折損性を備えることにより、上記要求を満たすことができる。したがって、本実施形態に係るドリルの刃先は、耐摩耗性および耐折損性の両立を実現することができる。

[0072] ≪棒材の製造方法≫

本実施形態に係る棒材の製造方法は、上記棒材を製造する方法であって、組成がＡ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物からなる第１粉末と、組成がＢ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物から

なる第２粉末とを調製する第１工程を含む。さらに、第１粉末を金型に投入し、第１圧力で押圧する第２工程と、第２粉末を金型に投入し、第１圧力と同圧または第１圧力よりも低圧の第２圧力で押圧する第３工程とを含む。

[0073] ＜第１工程＞

第１工程では、組成がＡ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物からなる第１粉末と、組成がＢ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物からなる第２粉末とを調製する。

[0074] 第１粉末は、上記棒材の第１棒材部の原料となり、第２粉末は、上記棒材の第２棒材部の原料となる。したがって、第１粉末は第３棒状部の一部または全部の原料ともなり、第２粉末は第４棒状部の一部または全部の原料ともなる。さらに第１粉末および第２粉末は、コバルト含有量が１質量％≦Ｂ＜Ａ≦２０質量％の関係を満たす。第１粉末および第２粉末は、それぞれクロムおよびバナジウムの少なくとも一方を０．１質量％以上含み、それぞれクロムおよびバナジウムの総和が０．２～１．５質量％であることが好ましい。第１粉末および第２粉末においてクロムの含有量は１質量％以下であり、バナジウムの含有量は０．５質量％以下である。以下、第１粉末および第２粉末を調製する第１工程を具体的に説明する。

[0075] （原料粉末配合工程）

まず原料粉末配合工程において、従来公知の方法を用いて第１棒材部および第２棒材部に含まれる各元素および化合物を配合する。換言すれば、従来公知の配合方法により、第１粉末の上記組成を満たすように、ならびに第２粉末の上記組成を満たすように各元素および化合物をそれぞれ所定の割合で配合する。その際、コバルト含有量は上述のとおり、１質量％≦Ｂ＜Ａ≦２０質量％の関係を満たす量とする。

[0076] （湿式混合工程）

続いて、湿式混合工程において、所定の割合で各元素および化合物が配合

された第１粉末用の配合物および第２粉末用の配合物を、それぞれ湿式混合する。湿式混合についても従来公知の方法を用いることができる。具体的には第１粉末用の配合物および第２粉末用の配合物を、従来公知の方法により５～２０時間以上混合することにより、第１粉末および第２粉末を調製することができる。たとえば、第１粉末用の配合物および第２粉末用の配合物を、市販されている湿式アトライタ装置を用いて１５時間程度かけて湿式混合することにより、各元素および化合物の濃度が局所的に偏りのない第１粉末および第２粉末を調製することができる。

[0077] ＜第２工程＞

第２工程では、第１粉末を金型に投入し、第１圧力で押圧する。まず、直径０．０３～３．１７５ｍｍの棒材（たとえば、丸棒）を得るための金型を準備し、この金型に第１粉末を投入し、４９～２００ＭＰａの圧力でプレス成型する。その際、後述する焼結工程において第１粉末の成型体が焼結により収縮して第１棒材部が形成されることとなるため、この収縮の程度を考慮した直径の金型を準備することが好ましい。

[0078] ＜第３工程＞

第３工程では、第２粉末を上記金型に投入し、第１圧力と同圧または第１圧力よりも低圧の第２圧力で押圧する。具体的には、第１粉末が成型体となって奥部に残存している金型へ第２粉末を投入し、４９～２００ＭＰａであって第１圧力と同圧または第１圧力よりも低圧となる圧力でプレス成型する。

[0079] 上述のように、第２粉末を押圧する第２圧力は、第１粉末を押圧する第１圧力よりも低圧である場合を含む。なぜなら、第１粉末の成型体と第２粉末の成型体の収縮率を同程度とすることにより、内部が緻密で、かつ表面に凹凸のない平滑な棒材を製造する必要があることに基づく。第１粉末に含まれる炭化タングステンと第２粉末に含まれる炭化タングステンとで平均粒径が異なる場合、第１圧力と第２圧力とを同じ圧力値とすると、後述する焼結工程において焼結により収縮する成型体の収縮率が、第１粉末の成型体と第２

粉末の成型体とで異なってしまう。これにより、内部が緻密で、かつ表面に凹凸のない平滑な棒材を製造することが困難となるからである。

[0080] すなわち、上述のとおり炭化タングステンの平均粒径はＸ≦Ｙの関係を満たす。このため第１粉末は炭化タングステンの平均粒径がＸμｍであるので、所謂微粒の炭化タングステンが含まれ、第２粉末は炭化タングステンの平均粒径がＹμｍであるので、所謂粗粒の炭化タングステンが含まれることとなる。第１粉末は、炭化タングステンが微粒であるので粒子間に多数の空隙が含まれ、単位質量あたりの体積が炭化タングステンが粗粒である第２粉末よりも大きい（すなわち、第２粉末よりも嵩高となる）。したがって第１圧力と第２圧力とを同じ圧力値とすると、第１粉末は第２粉末よりも嵩高の状態のまま成型体となる（すなわち、緻密さに欠ける成型体となる）。一方で、焼結工程を経て作製された棒材は、所定のサイズのものとなる（すなわち、第１粉末の成型体と第２粉末の成型体とで収縮率が異なってしまう）ため、第１棒材部において内部が緻密で、かつ表面に凹凸のない平滑な棒材が製造される恐れが生じるのである。

[0081] （焼結工程）

焼結工程では、上記第２工程および第３工程により得られた第１粉末の成型体と第２粉末の成型体とが一体となった状態の成型体を焼結する。この焼結は、従来公知の方法を用いることができる。すなわち上記成型体を、従来公知の方法により１３５０～１４５０℃で焼結することにより、第１粉末と第２粉末とを含む焼結体を作製することができる。たとえば上記成型体を、市販されている焼結装置を用いて１３８０℃程度、１時間程度の条件で焼結することにより、内部が緻密で、かつ表面に凹凸のない平滑な焼結体を作製することができる。

[0082] ＜その他の工程＞

本実施形態に係る棒材の製造方法では、上記焼結体に対し、熱間静水圧プレス法（ＨＩＰ法）を用いて仕上げを行なうことが好ましい。具体的には１３５０℃程度、１時間の条件で熱間静水圧プレス法を行なうことにより、本

実施形態に係る棒材を製造することができる。これにより内部が緻密で、かつ表面に凹凸のない平滑な棒材を確実に得ることができる。

[0083] さらに、本実施形態に係る棒材の製造方法は、組成がＣ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物からなる第３粉末を調製する第４工程と、第３粉末を上記金型に投入し、第１圧力と同圧または第１圧力よりも低圧、かつ第２圧力と同圧または第２圧力よりも高圧の第３圧力で押圧する第５工程とを含んでいてもよい。第３粉末は、上記棒材の第５棒材部の原料となるため、第１粉末および第２粉末との関係において、コバルトの含有量がＡ≧ＣまたはＣ≧Ｂの関係を満たす。さらに第３粉末は、それぞれクロムおよびバナジウムの少なくとも一方を０．１質量％以上含む。第３粉末においてクロムの含有量は１質量％以下であり、バナジウムの含有量は０．５質量％以下である。

[0084] （第４工程）

第４工程では、第１工程における第１粉末および第２粉末を調製する工程と同様な方法を用いることにより、上記組成を満たす第３粉末を調製することができる。換言すれば、上記原料粉末配合工程および上記湿式混合工程を経ることにより、上記組成を満たす第３粉末を調製することができる。

[0085] （第５工程）

さらに、第５工程は、上記第２工程の後であって上記第３工程の前のタイミングで行なうことができる。まず、第２工程の後に第１粉末が成型体となって奥部に残存している金型へ第３粉末を投入し、４９～２００ＭＰａであって、第１圧力と同圧または第１圧力よりも低圧となる圧力（第３圧力）でプレス成型する。その後、第３工程として、第１粉末の成型体および第３粉末の成型体が奥部に残存している金型へ第２粉末を投入し、第１圧力と同圧または第１圧力よりも低圧となり、かつ第３圧力と同圧または第３圧力よりも低圧となる第２圧力により押圧すればよい。第２工程、第５工程、第３工程の順でプレス成型を行なう理由は、上記のとおり第３粉末が第５棒材部の

原料であり、この第５棒材部が棒材における第１棒材部と第２棒材部との間の所定の領域を占めるからである。さらにプレス成型時の圧力を上述のように制御する理由は、焼結工程における各種の成型体の収縮率を同程度とするためである。

[0086] 第５工程において、第３粉末を押圧する第３圧力は、第１圧力と同圧とする場合、第２圧力よりも高圧とすればよい。さらに、第３粉末を押圧する第３圧力は、第２圧力と同圧とする場合、第１圧力よりも低圧とすればよい。これにより、焼結工程における各種の成型体の収縮率を同程度としながら、コバルトの含有量および炭化タングステンの平均粒径が異なる境界となる境界面がそれぞれ所望の位置に形成される棒材を製造することができる。

[0087] 以上により、本実施形態に係る棒材の製造方法は、たとえば第２棒材部を、加工対象物に直接接触して穴あけなどする刃先先端部とし、第１棒材部をドリルの刃先先端部で生じた加工対象物の切りくずなどの排出を担う刃先本体部とするドリルの刃先に用いた場合、その刃先先端部に対して耐摩耗性を付与し、ドリルの刃先本体部に対して耐折損性を付与する棒材を製造することができる。

[0088] ≪ドリルの製造方法≫

本実施形態に係るドリルの製造方法は、上記棒材を用いてドリルを製造する方法であって、上記棒材を切削して中心軸を定めるα工程と、上記中心軸を基準にして上記棒材に溝を形成するβ工程とを含む。

[0089] ＜α工程＞

α工程では、上記棒材を切削して中心軸を定める。ここで中心軸とは、ドリルの長手方向に対して垂直となる断面の中心を、ドリルの長手方向に沿って貫く軸をいう。中心軸を定めることにより、ドリルの回転時に刃先がぶれることがなくなるため、加工する穴の位置精度を高めることができる。棒材に対してドリルの中心軸を定める方法は、従来公知の方法を用いることができる。

[0090] ＜β工程＞

β工程では、α工程により定められた中心軸を基準にして棒材に溝を形成する。棒材に溝を形成する方法についても、従来公知の方法を用いることができる。このときドリルの刃先の最大径をＲ、心厚の厚みをｒとしたとき、０．０５Ｒ≦ｒ≦０．６Ｒの関係を満たすことが好ましい。さらに、所望の溝が形成されたか否かの評価についても、従来公知の方法を用いて行なうことができる。

[0091] ＜γ工程＞

さらに、本実施形態に係るドリルの製造方法では、α工程の前に棒材にシャンクを取り付けるγ工程を含むことが好ましい。γ工程を行なうことにより、ドリルが別体のシャンクを切刃部（ドリルの刃先）に取り付けて一体化してなる構造を有する場合に、γ工程の後に行なうα工程およびβ工程を効率よく進めることができる。α工程およびβ工程においてシャンクを回転力を与える機構に把持させることができるからである。

[0092] γ工程では、α工程の前に棒材にシャンクを取り付ける。γ工程をα工程の前に行なう理由は、シャンクの取り付けによって、α工程において定める棒材の中心軸に影響が及ぶからである。棒材にシャンクを取り付ける方法は、上述した溶接による方法のほか、従来公知の方法を用いることができる。シャンクが確実に棒材に取り付けられたか否かの評価についても、従来公知の方法を用いて行なうことができる。

[0093] 以上により、本実施形態に係るドリルの製造方法は、上記棒材を用いて製造するため、ドリルの刃先先端部に耐摩耗性を備え、ドリルの刃先本体部に耐折損性を備えたドリルを製造することができる。

実施例

[0094] 以下、実施例を挙げて本発明を詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0095] ここで本実施例において、第１棒材部～第５棒材部の組成は、ＦＥ－ＳＥＭを付帯したＷＤＳ（商品名：「Ｉｎｃａ　Ｗａｖｅ」、オックスフォード・インストゥルメンツ社製）を用い、上述した測定方法により求めた。さら

に、炭化タングステンの平均粒径は、ＦＥ－ＳＥＭと、市販の画像解析ソフト（商品名：「Ｍａｃ－Ｖｉｅｗ」、株式会社マウンテック製）とを用い、上述した測定方法により求めた。

[0096] さらに本実施例では、表１に示すように試料Ｎｏ．１～１４と名付けた１４種のドリルを製造し、その刃先の耐摩耗性および耐折損性を評価した。試料Ｎｏ．１～１４のドリルは、心厚の厚みｒなどの測定および評価試験で平均値に基づいて評価するため、それぞれ必要な複数個を製造することとした。以下、詳細に説明する。

[0097] ≪棒材の製造≫

＜試料Ｎｏ．１＞

（第１工程）

第１工程では、試料Ｎｏ．１のドリルに用いる棒材としての丸棒（以下、「試料Ｎｏ．Ｘのドリルに用いる棒材としての丸棒」を「試料Ｎｏ．Ｘの丸棒」と記すことがある）を製造するため、表１に示すとおりの組成、炭化タングステンの平均粒径となる第１粉末および第２粉末とを調製して準備した。特に、この第１粉末および第２粉末について、表１に示すドリル形状（長さ、最大径Ｒ、および長手方向における第１棒材部の長さに対する第２棒材部の長さ［第２棒材部長さ／第１棒材部長さ（％）］）を満たす必要量を少なくとも準備した。表１において第１粉末は、棒材の第１棒材部の原料であって、第１粉末および第１棒材部の組成は同一であるので、第１棒材部の組成として表している。同じように第２粉末は、棒材の第２棒材部の原料であって、第２粉末および第２棒材部の組成は同一であるので、第２棒材部の組成として表している。

[0098] 第１粉末および第２粉末の調製では、まず従来公知の配合方法により、第１粉末の表１に示す組成を満たすように、ならびに第２粉末の表１に示す組成を満たすように各元素および化合物をそれぞれ所定の割合で配合した（原料粉末配合工程）。続いて、第１粉末用の配合物および第２粉末用の配合物を、湿式アトライタ装置を用いて１５時間かけて湿式混合することにより（

湿式混合工程）、各元素および化合物の濃度が局所的に偏りのない第１粉末および第２粉末を調製した。

[0099] （第２工程）

第２工程では、焼結により収縮する前の直径が１．２５ｍｍとなる丸棒を得るための金型を準備し、この金型に第１粉末を必要量投入し、９８ＭＰａの圧力（第１圧力）でプレス成型した。

[0100] （第３工程）

第３工程では、第１粉末が成型体となって奥部に残存している上記金型へ第２粉末を必要量投入し、上記第１圧力と同圧となる９８ＭＰａの圧力（第２圧力）でプレス成型した。

[0101] （焼結工程）

焼結工程では、上記第２工程および第３工程により得られた第１粉末の成型体と第２粉末の成型体とが一体となった状態の成型体を、焼結装置を用いて１３８０℃、１時間の条件で焼結し、焼結体を得た。

[0102] （その他の工程：ＨＩＰ法を用いた仕上げ工程）

上記焼結体に対し、１３５０℃、１時間の条件でＨＩＰ法を行なうことにより、試料Ｎｏ．１の丸棒を製造した。

[0103] ＜試料Ｎｏ．２、３、１０、１３、１４＞

試料Ｎｏ．２、３、１０、１３、１４の丸棒は、第１粉末および第２粉末の組成を表１に示すとおりに変更したこと以外については、試料Ｎｏ．１の丸棒の製造と同じ方法により製造した。

[0104] ＜試料Ｎｏ．４、５、６、８、９、１１、１２＞

試料Ｎｏ．４、５、６、８、９、１１、１２の丸棒は、第１粉末および第２粉末の組成を表１に示すとおりに変更したこと、ならびに下記のような第３工程を行なったこと以外については、試料Ｎｏ．１の丸棒の製造と同じ方法により製造した。

[0105] 具体的には、試料Ｎｏ．４、５、６、８、９、１１、１２の丸棒の製造では第３工程において、第１粉末が成型体となって奥部に残存している金型へ

第２粉末を必要量投入し、上記第１圧力より低圧となる６９ＭＰａの圧力（第２圧力）でプレス成型した。

[0106] ＜試料Ｎｏ．７＞

試料Ｎｏ．７の丸棒は、第１粉末および第２粉末の組成を表１に示すとおりに変更したこと、組成を表１に示すとおりに調製して第３粉末を準備したこと、ならびに第２工程に続いて第５工程および第３工程を下記のように行なったこと以外については、試料Ｎｏ．１の丸棒の製造と同じ方法により製造した。表１において第３粉末は、棒材の第５棒材部の原料であって、第３粉末および第５棒材部の組成は同一であるので、第５棒材部の組成として表している。

[0107] すなわち、試料Ｎｏ．７の丸棒の製造では、まず第３粉末を調製して準備した（第４工程）。その調製方法は、試料Ｎｏ．１の丸棒の製造と同じ方法を用いた。さらに、第２工程に続いて第５工程を行ない、その後に第３工程を行なった。第５工程では、第１粉末が成型体となって奥部に残存している金型へ第３粉末を必要量投入し、上記第１圧力より低圧となる６９ＭＰａの圧力（第３圧力）でプレス成型した。その後の第３工程では、第１粉末の成型体および第３粉末の成型体が奥部に残存している金型へ第２粉末を投入し、上記第３圧力と同圧となる６９ＭＰａの圧力（第２圧力）でプレス成型した。

[0108] ≪ドリルの製造≫

＜試料Ｎｏ．１～１４＞

（γ工程）

γ工程では試料Ｎｏ．１～１４の丸棒について、長手方向において第１棒材部が占めている側（刃先本体部側）の端部に直径３．１７５ｍｍのシャンクを溶接によりそれぞれ取り付けた。

[0109] （α工程）

α工程では、試料Ｎｏ．１～１４の丸棒を切削して中心軸を定めた。具体的には、試料Ｎｏ．１～１４の丸棒に取り付けたシャンクを回転力を与える

機構に把持させ、該機構により棒材を回転させながら、棒材の表面をピーリングすることによりドリルの中心軸を定めた。

[0110] ＜β工程＞

β工程では、α工程により定められた中心軸を基準にして棒材に溝を形成した。具体的には、試料Ｎｏ．１～１４の丸棒に取り付けたシャンクを回転力を与える機構に把持させ、該機構により棒材を回転させながら、切削工具の刃が中心軸の長手方向およびこの長手方向に対して垂直な方向に対し、それぞれ所定の角度で当接するようにして該切削工具で回転する棒材を切削することにより溝を形成した。さらに、ドリル表面を従来公知の方法で仕上げ、ドリルの最大径Ｒが０．３ｍｍ、心厚の厚みｒが０．０８ｍｍとなるようにした。最大径Ｒ、心厚の厚みｒの算出方法は、上述したとおりである。

[0111] 以上より、試料Ｎｏ．１～１４のドリルを製造した。試料Ｎｏ．１～１４のドリル形状（長さ、最大径Ｒ、心厚の厚みｒ、および長手方向における第１棒材部の長さに対する第２棒材部の長さ［第２棒材部長さ／第１棒材部長さ（％）］）は、表１に示すとおりである。表１には、試料Ｎｏ．７の丸棒について長手方向における第３棒材部の長さに対する第４棒材部の長さ［第３棒材部長さ／第４棒材部長さ（％）］も表した。

[0112] ≪評価試験≫

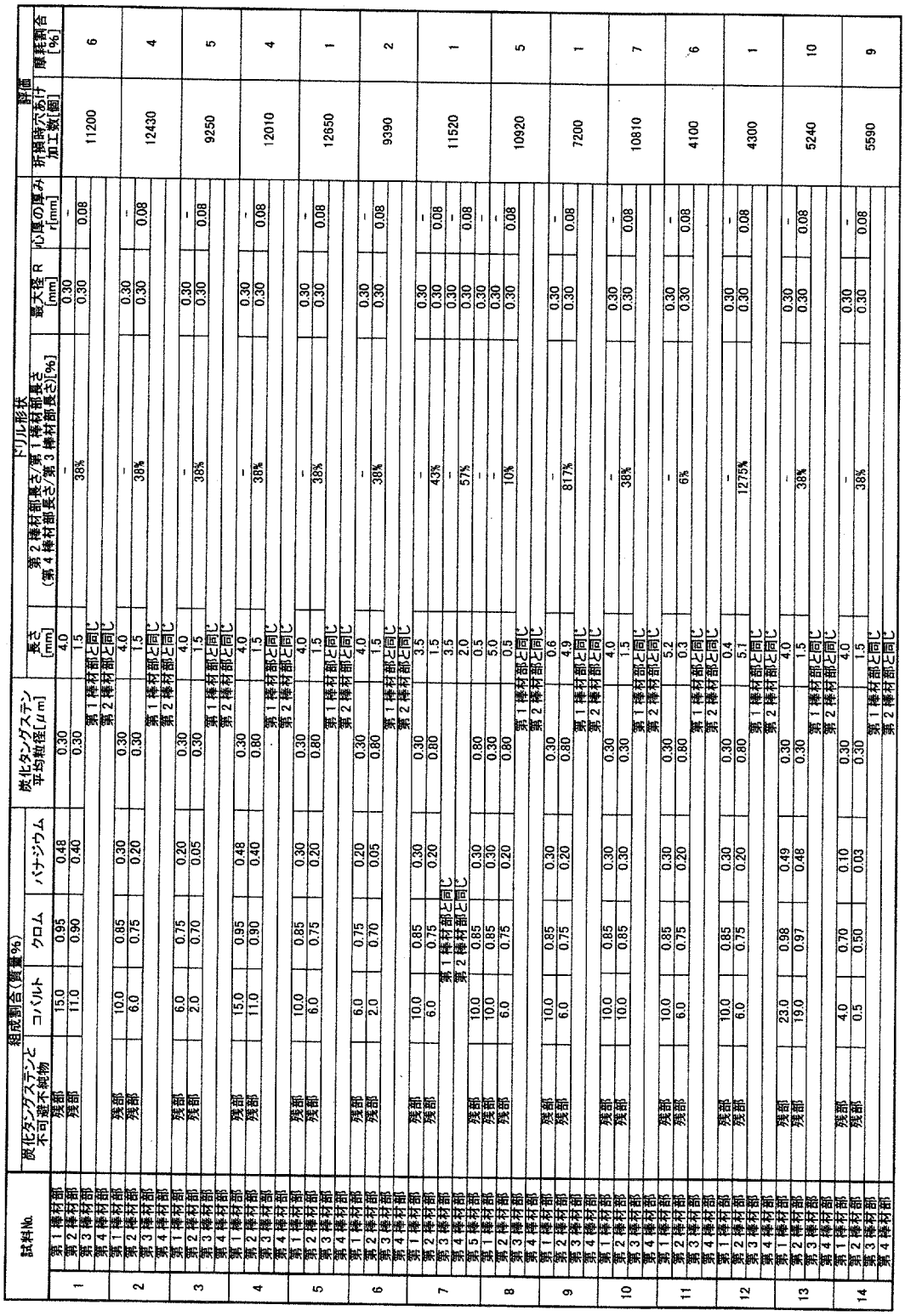
評価試験では、試料Ｎｏ．１～１４のドリルが備える耐摩耗性および耐折損性を評価した。

[0113] 基材となるガラスクロス（組成：５４質量％のSiO_2、１５質量％のAl_2O_3、１７質量％のＣａＯ、５質量％のＭｇＯ、８質量％のB_2O_3、０．６質量％のアルカリ金属酸化物（R_2O）、０．４質量％の不純物）にエポキシ樹脂層を含浸させ、銅箔を積層し接着して形成された厚み１．６ｍｍのプリント基板を準備した。このプリント基板を２枚重ねとして試料Ｎｏ．１～１４のドリルで高速穴あけ加工を行なった。高速穴あけ加工時の試料Ｎｏ．１～１４のドリルの回転数は１２００００ｒｐｍ、送り速度は５μｍ／ｒｅｖとした。

[0114] 耐折損性の評価としては、上記試験において各試料のドリルが折損に至るまでの穴あけ加工数（「折損時穴あけ加工数［個］）を測定した。さらに、耐摩耗性の評価としては、上記試験において穴あけ加工数が３０００個に至った時にドリルの刃先の摩耗量［穴あけ加工前後の刃先先端部の直径の減少率（％）］を「摩耗割合（％）」として測定した。これらの評価は、試料Ｎｏ．１～１４についてそれぞれ５個のドリルの平均値として算出した。その結果を、表１に示す。

[0115]

[表1]



試料No.		組成割合(質量%) 炭化タングステンと不可避不純物	コバルト	クロム	バナジウム	炭化タングステン平均粒径[μm]	ドリル形状 長さ[mm]	第2棒材部長さ/第1棒材部長さ/第4棒材部長さ/第3棒材部長さ[%]	最大径 R[mm]	心厚の厚み r[mm]	評価 折損時穴あけ加工数[個]	摩耗割合[%]
1	第1棒材部	残部	15.0	0.95	0.48	0.30	4.0	-	0.30	-	11200	6
	第2棒材部	残部	11.0	0.90	0.40	0.30	1.5	38%	0.30	0.08		
	第3棒材部						第1棒材部と同じ					
	第4棒材部						第2棒材部と同じ					
2	第1棒材部	残部	10.0	0.85	0.30	0.30	4.0	-	0.30	-	12430	4
	第2棒材部	残部	6.0	0.75	0.20	0.30	1.5	38%	0.30	0.08		
	第3棒材部						第1棒材部と同じ					
	第4棒材部						第2棒材部と同じ					
3	第1棒材部	残部	6.0	0.75	0.20	0.30	4.0	-	0.30	-	9250	5
	第2棒材部	残部	2.0	0.70	0.05	0.30	1.5	38%	0.30	0.08		
	第3棒材部						第1棒材部と同じ					
	第4棒材部						第2棒材部と同じ					
4	第1棒材部	残部	15.0	0.95	0.48	0.30	4.0	-	0.30	-	12010	4
	第2棒材部	残部	11.0	0.90	0.40	0.80	1.5	38%	0.30	0.08		
	第3棒材部						第1棒材部と同じ					
	第4棒材部						第2棒材部と同じ					
5	第1棒材部	残部	10.0	0.85	0.30	0.30	4.0	-	0.30	-	12650	1
	第2棒材部	残部	6.0	0.75	0.20	0.80	1.5	38%	0.30	0.08		
	第3棒材部						第1棒材部と同じ					
	第4棒材部						第2棒材部と同じ					
6	第1棒材部	残部	6.0	0.75	0.20	0.30	4.0	-	0.30	-	9390	2
	第2棒材部	残部	2.0	0.70	0.05	0.80	1.5	38%	0.30	0.08		
	第3棒材部						第1棒材部と同じ					
	第4棒材部						第2棒材部と同じ					
7	第1棒材部	残部	10.0	0.85	0.30	0.30	3.5	-	0.30	-	11520	1
	第2棒材部	残部	6.0	0.75	0.20	0.80	1.5	43%	0.30	0.08		
	第3棒材部			第1棒材部と同じ			3.5	-	0.30	-		
	第4棒材部			第2棒材部と同じ			2.0	57%	0.30	0.08		
8	第5棒材部	残部	10.0	0.85	0.30	0.80	0.5	-	0.30	-	10920	5
	第1棒材部	残部	10.0	0.85	0.30	0.30	5.0	-	0.30	-		
	第2棒材部	残部	6.0	0.75	0.20	0.80	0.5	10%	0.30	0.08		
	第3棒材部						第1棒材部と同じ					
	第4棒材部						第2棒材部と同じ					
9	第1棒材部	残部	10.0	0.85	0.30	0.30	0.6	-	0.30	-	7200	1
	第2棒材部	残部	6.0	0.75	0.20	0.80	4.9	817%	0.30	0.08		
	第3棒材部						第1棒材部と同じ					
	第4棒材部						第2棒材部と同じ					
10	第1棒材部	残部	10.0	0.85	0.30	0.30	4.0	-	0.30	-	10810	7
	第2棒材部	残部	10.0	0.85	0.30	0.30	1.5	38%	0.30	0.08		
	第3棒材部						第1棒材部と同じ					
	第4棒材部						第2棒材部と同じ					
11	第1棒材部	残部	10.0	0.85	0.30	0.30	5.2	-	0.30	-	4100	6
	第2棒材部	残部	6.0	0.75	0.20	0.80	0.3	6%	0.30	0.08		
	第3棒材部						第1棒材部と同じ					
	第4棒材部						第2棒材部と同じ					
12	第1棒材部	残部	10.0	0.85	0.30	0.30	0.4	-	0.30	-	4300	1
	第2棒材部	残部	6.0	0.75	0.20	0.80	5.1	1275%	0.30	0.08		
	第3棒材部						第1棒材部と同じ					
	第4棒材部						第2棒材部と同じ					
13	第1棒材部	残部	23.0	0.98	0.49	0.30	4.0	-	0.30	-	5240	10
	第2棒材部	残部	19.0	0.97	0.48	0.30	1.5	38%	0.30	0.08		
	第3棒材部						第1棒材部と同じ					
	第4棒材部						第2棒材部と同じ					
14	第1棒材部	残部	4.0	0.70	0.10	0.30	4.0	-	0.30	-	5590	9
	第2棒材部	残部	0.5	0.50	0.03	0.30	1.5	38%	0.30	0.08		
	第3棒材部						第1棒材部と同じ					
	第4棒材部						第2棒材部と同じ					

<考察>

第１棒材部および第２棒状部が所定の組成を有し、かつコバルトの含有量

について所定の関係を満たし、第２棒材部が長手方向において第１棒材部に対して所定の長さを有する試料Ｎｏ．１～試料Ｎｏ．９のドリルは、良好な穴あけ加工数（７２００個以上）およびドリルの刃先の摩耗量（６％以下）を示し、耐摩耗性および耐折損性の両立を実現していた。

[0116] 特に、試料Ｎｏ．１～３の評価からコバルト含有量は１～２０質量％の範囲内において１０質量％前後であることが良好な結果をもたらすことが分かった。試料Ｎｏ．１～３および試料Ｎｏ．４～６の評価から、第２棒材部（刃先先端部）に含まれる炭化タングステンの平均粒径を粗大（０．８μｍ）とすることで、摩耗量が抑えられることが分かった。

[0117] 試料Ｎｏ．７の評価から、コバルトの含有量が異なる境界となる境界面と、炭化タングステンの平均粒径が異なる境界となる境界面の位置が相違するドリルであっても、耐摩耗性および耐折損性の両立を実現することができることが分かった。試料Ｎｏ．８および試料Ｎｏ．９の評価からは、第１棒状部と第２棒状部との長さの比に適切な値（少なくとも１０％以上８１７％未満の範囲）があることが分かった。

[0118] 一方で、試料Ｎｏ．１０～試料Ｎｏ．１４のドリルは、穴あけ加工数およびドリルの刃先の摩耗量の少なくともいずれかで良好な結果を得ることができず、耐摩耗性および耐折損性の両立を実現するとはいえなかった。

[0119] 試料Ｎｏ．１０は、第１棒材部および第２棒状部のコバルト含有量および炭化タングステンの平均粒径が同一であるため、耐摩耗性で十分な評価を得ることができなかった。試料Ｎｏ．１１、１２は、第１棒状部と第２棒状部との長さの比が適切ではなく、耐摩耗性および耐折損性の両面で十分な評価を得ることができなかった。試料Ｎｏ．１３、１４は、第１棒材部および第２棒状部のコバルト含有量が適切ではなく、耐摩耗性および耐折損性の両面で十分な評価を得ることができなかった。

[0120] 以上のように本発明の実施形態および実施例について説明を行なったが、上述の各実施形態および各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。

[0121] 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

[0122] １　ドリル、２　切刃部、２１　刃先先端部、　２２　刃先本体部、３　シャンク、１０　棒材、１１　第１棒材部、１２　第２棒材部、１３　第３棒材部、１４　第４棒材部、１５　第５棒材部。

請求の範囲

[請求項1] 長手方向に所定の領域を占める第１棒材部と、前記長手方向において前記第１棒材部とは異なる領域を占める第２棒材部とを含む棒材であって、

前記第１棒材部は、その組成がＡ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物であり、

前記第２棒材部は、その組成がＢ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物であり、

前記第１棒材部および前記第２棒材部は、コバルトの含有量が１質量％≦Ｂ＜Ａ≦２０質量％の関係を満たし、

前記第１棒材部および前記第２棒材部は、それぞれクロムおよびバナジウムの少なくとも一方を０．１質量％以上含み、

前記第２棒材部は、前記長手方向において前記第１棒材部の１０～１０００％の長さを有する、棒材。

[請求項2] 前記第１棒材部および前記第２棒材部は、それぞれクロムおよびバナジウムの総和が０．２～１．５質量％である、請求項１に記載の棒材。

[請求項3] 前記棒材は、第３棒材部と第４棒材部とを含み、

前記第３棒材部は、コバルト、クロム、バナジウム、炭化タングステンおよび不可避不純物を含み、炭化タングステンの平均粒径がＸμｍであり、

前記第４棒材部は、コバルト、クロム、バナジウム、炭化タングステンおよび不可避不純物を含み、炭化タングステンの平均粒径がＹμｍであり、

前記第３棒材部および前記第４棒材部は、炭化タングステンの平均粒径がＸ≦Ｙの関係を満たし、

前記第３棒材部は、前記長手方向において、その一部または全部が前記第１棒材部と重複する領域を占め、

前記第４棒材部は、前記長手方向において、その一部または全部が前記第２棒材部と重複する領域を占め、

前記第４棒材部は、前記長手方向において前記第３棒材部の１０～１０００％の長さを有する、請求項１または請求項２に記載の棒材。

[請求項4] 前記棒材は、前記長手方向において前記第１棒材部と前記第２棒材部との間で所定の領域を占める第５棒材部を含み、

前記第５棒材部は、その組成がＣ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物であり、

前記第５棒材部は、コバルトの含有量がＡ≧ＣまたはＣ≧Ｂの関係を満たし、

前記第５棒材部は、クロムおよびバナジウムの少なくとも一方を０．１質量％以上含み、

前記第５棒材部は、前記長手方向において前記第３棒材部および前記第４棒材部の両方またはいずれか一方と重複する領域を占める、請求項３に記載の棒材。

[請求項5] 請求項１～請求項４のいずれか１項に記載の棒材を用いたドリルの刃先であって、

前記ドリルの刃先は、長さが０．５～１５ｍｍであり、かつ前記長手方向に対して垂直な断面における最大径が０．０３～３．１７５ｍｍであり、

前記ドリルの刃先は、その先端を前記第２棒材部が占める、ドリルの刃先。

[請求項6] 前記ドリルの刃先は、前記最大径をＲ、前記断面における心厚の厚みをｒとしたとき、０．０５Ｒ≦ｒ≦０．６Ｒの関係を満たす、請求項５に記載のドリルの刃先。

[請求項7] 請求項１～請求項４のいずれか１項に記載の棒材を製造する棒材の製造方法であって、

組成がＡ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物からなる第１粉末と、組成がＢ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物からなる第２粉末とを調製する第１工程と、

前記第１粉末を金型に投入し、第１圧力で押圧する第２工程と、

前記第２粉末を前記金型に投入し、前記第１圧力と同圧または前記第１圧力よりも低圧の第２圧力で押圧する第３工程とを含み、

前記第１粉末および前記第２粉末は、コバルトの含有量が１質量％≦Ｂ＜Ａ≦２０質量％の関係を満たし、

前記第１粉末および前記第２粉末は、それぞれクロムおよびバナジウムの少なくとも一方を０．１質量％以上含む、棒材の製造方法。

[請求項8] 前記第１粉末および前記第２粉末は、それぞれクロムおよびバナジウムの総和が０．２～１．５質量％である、請求項７に記載の棒材の製造方法。

[請求項9] 前記棒材の製造方法は、

組成がＣ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物からなる第３粉末を調製する第４工程と、

前記第３粉末を前記金型に投入し、前記第１圧力と同圧または前記第１圧力よりも低圧、かつ前記第２圧力と同圧または前記第２圧力よりも高圧の第３圧力で押圧する第５工程とを含み、

前記第３粉末は、コバルトの含有量がＡ≧ＣまたはＣ≧Ｂの関係を満たし、

前記第３粉末は、クロムおよびバナジウムの少なくとも一方を０．１質量％以上含む、請求項７または請求項８に記載の棒材の製造方法

。

[請求項10] 請求項１～請求項４のいずれか１項に記載の棒材を用いてドリルを製造するドリルの製造方法であって、

前記棒材を切削して中心軸を定めるα工程と、

前記中心軸を基準にして前記棒材に溝を形成するβ工程とを含む、ドリルの製造方法。

[請求項11] 前記ドリルの製造方法は、前記α工程の前に前記棒材にシャンクを取り付けるγ工程を含む、請求項１０に記載のドリルの製造方法。

[請求項12] 長手方向に所定の領域を占める第１棒材部と、前記長手方向において前記第１棒材部とは異なる領域を占める第２棒材部とを含むドリルの刃先であって、

前記第１棒材部は、その組成がＡ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物であり、

前記第２棒材部は、その組成がＢ質量％のコバルト、０～１質量％のクロム、０～０．５質量％のバナジウムを含み、残部が炭化タングステンおよび不可避不純物であり、

前記第１棒材部および前記第２棒材部は、コバルトの含有量が３質量％≦Ｂ＜Ａ≦１３質量％、かつＢ／Ａが０．９以下となる関係を満たし、

前記第１棒材部および前記第２棒材部は、それぞれクロムおよびバナジウムの少なくとも一方を０．１質量％以上含み、かつそれぞれクロムおよびバナジウムの総和が０．４～１．２質量％であり、

前記第２棒材部は、前記長手方向において前記第１棒材部の１０～１０００％の長さを有し、

前記ドリルの刃先は、第３棒材部と第４棒材部とを含み、

前記第３棒材部は、コバルト、クロム、バナジウム、炭化タングステンおよび不可避不純物を含み、炭化タングステンの平均粒径がＸμ

ｍであり、

前記第４棒材部は、コバルト、クロム、バナジウム、炭化タングステンおよび不可避不純物を含み、炭化タングステンの平均粒径がＹμｍであり、

前記第３棒材部および前記第４棒材部は、炭化タングステンの平均粒径がＸ＜Ｙ、かつＹ／Ｘが１．４以上となる関係を満たし、

前記第３棒材部は、前記長手方向において、その一部または全部が前記第１棒材部と重複する領域を占め、

前記第４棒材部は、前記長手方向において、その一部または全部が前記第２棒材部と重複する領域を占め、

前記第４棒材部は、前記長手方向において前記第３棒材部の１０～１０００％の長さを有し、

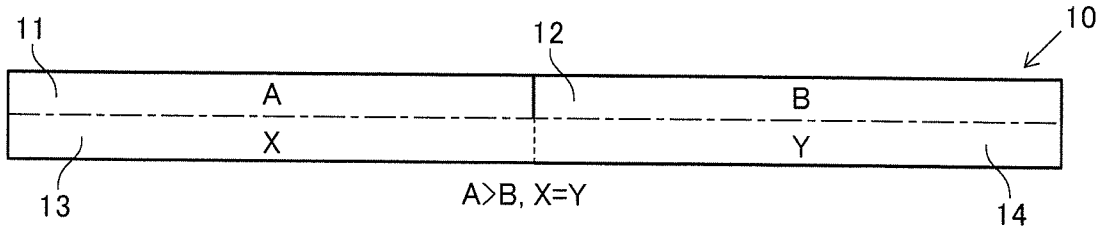
前記ドリルの刃先は、長さが０．５～１５ｍｍであり、かつ前記長手方向に対して垂直な断面における最大径が０．０３～３．１７５ｍｍであり、

前記ドリルの刃先は、その先端を前記第２棒材部が占め、

前記ドリルの刃先は、前記最大径をＲ、前記断面における心厚の厚みをｒとしたとき、０．１Ｒ≦ｒ≦０．５Ｒの関係を満たす、ドリルの刃先。

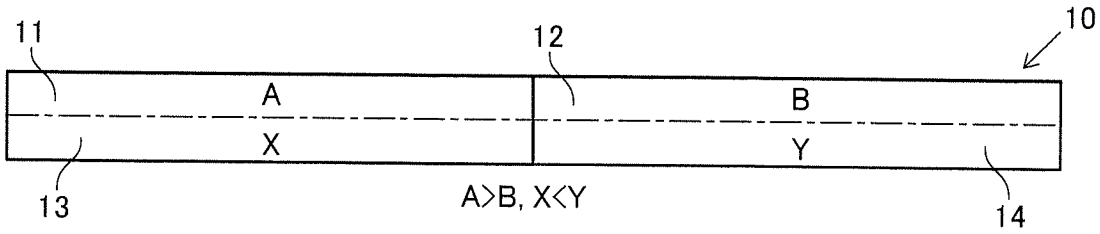
[図1A]

FIG.1A



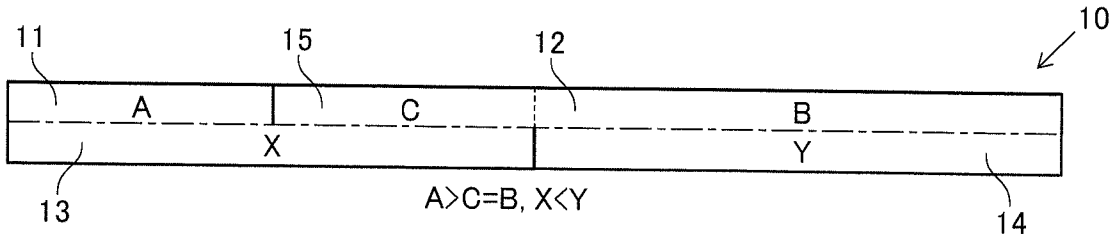
[図1B]

FIG.1B



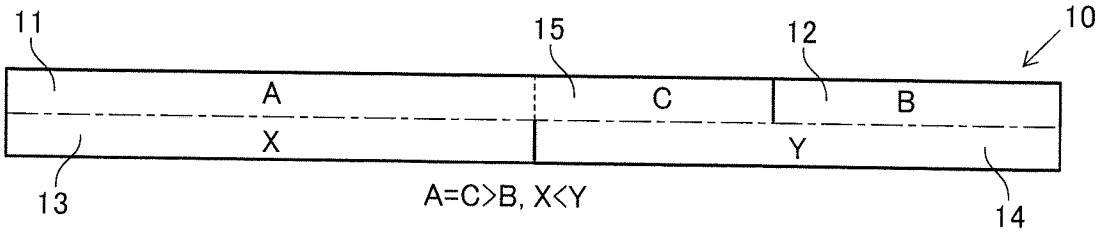
[図1C]

FIG.1C



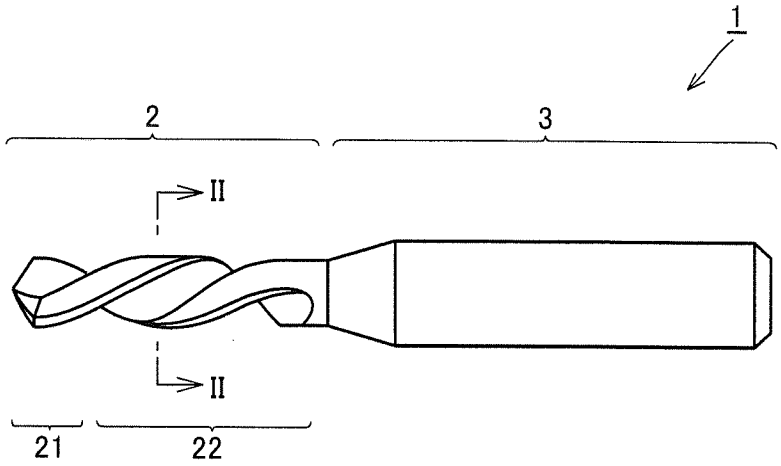
[図1D]

FIG.1D



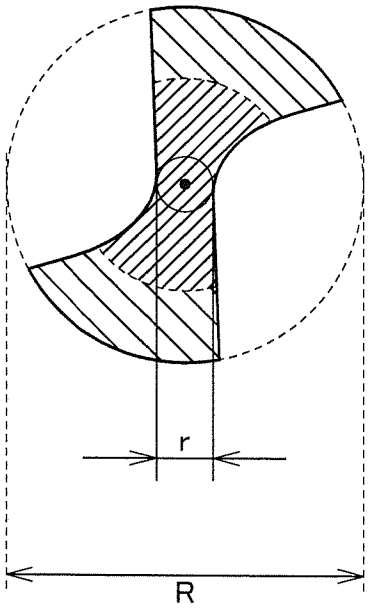
[図2]

FIG.2



[図3]

FIG.3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/007732

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B23B51/00(2006.01)i, *B22F7/00*(2006.01)i, *C22C29/08*(2006.01)i, *B22F3/15*(2006.01)n

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)
B23B51/00-51/14, B22F1/00-8/00, C22C1/04-1/05, 33/02, 29/08

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	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.
E,A	WO 2017/051924 A1 (Kyocera Corp.), 30 March 2017 (30.03.2017), fig. 1, 4 to 5; tables 3, 5, 8, 10, 13, 15; paragraph [0087] (Family: none)	1-12
E,A	WO 2017/057266 A1 (Kyocera Corp.), 06 April 2017 (06.04.2017), fig. 1 to 3; tables 3, 5, 8, 10, 13, 15; paragraph [0085] (Family: none)	1-12

☒ 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	Date of mailing of the international search report
16 May 2017 (16.05.17)	30 May 2017 (30.05.17)

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/007732

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 2003-516867 A (TDY Industries, Inc.), 20 May 2003 (20.05.2003), paragraphs [0022], [0028]; fig. 3(c) & US 6511265 B1 column 7, lines 1 to 23; column 8, line 56 to column 9, line 14; fig. 3(c) & WO 2001/043899 A1 & CN 1423586 A	1-12
A	JP 2012-526664 A (TDY Industries, Inc.), 01 November 2012 (01.11.2012), paragraphs [0048] to [0049]; fig. 3(c) & US 2010/0290849 A1 paragraphs [0063] to [0064]; fig. 3(c) & WO 2010/132185 A1 & EP 3072983 A1 & CA 2759259 A1 & CN 102459667 A	1-12
A	JP 4-128330 A (Toshiba Tungaloy Co., Ltd.), 28 April 1992 (28.04.1992), page 3, upper left column, lines 13 to 16; table 2; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-12
A	JP 2004-160591 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 10 June 2004 (10.06.2004), paragraphs [0030] to [0031]; tables 1 to 2 (Family: none)	1-12
A	JP 62-218010 A (Mitsubishi Metal Corp.), 25 September 1987 (25.09.1987), page 2, lower left column, lines 6 to 20 (Family: none)	1-12
P,A	JP 2016-132805 A (Kyocera Corp.), 25 July 2016 (25.07.2016), tables 1 to 2; paragraph [0050]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-12

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／００７７３２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B23B51/00(2006.01)i, B22F7/00(2006.01)i, C22C29/08(2006.01)i, B22F3/15(2006.01)n

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.　B23B　51/00- 51/14,　B22F　1/00- 8/00,　C22C　1/04- 1/05, 33/02, 29/08

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	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
E, A	WO 2017/051924 A1（京セラ株式会社）2017.03.30, 図 1, 4-5, 表 3, 5, 8, 10, 13, 15, 段落[0087]（ファミリーなし）	1-12
E, A	WO 2017/057266 A1（京セラ株式会社）2017.04.06, 図 1-3, 表 3, 5, 8, 10, 13, 15, 段落[0085]（ファミリーなし）	1-12
A	JP 2003-516867 A（ティーディーワイ・インダストリーズ・インコーポレーテッド）2003.05.20, 段落[0022], [0028], 図 3(c)	1-12

☑　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	国際調査報告の発送日
１６．０５．２０１７	３０．０５．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｃ　９５３１
山本　忠博
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
	& US 6511265 B1,7欄1-23行,8欄56行-9欄14行,FIG.3(c) & WO 2001/043899 A1 & CN 1423586 A	
A	JP 2012-526664 A（ティーディーワイ・インダストリーズ・インコーポレーテッド）2012.11.01, 段落[0048]-[0049],図3(c) & US 2010/0290849 A1,段落[0063]-[0064],FIG.3(c) & WO 2010/132185 A1 & EP 3072983 A1 & CA 2759259 A1 & CN 102459667 A	1-12
A	JP 4-128330 A（東芝タンガロイ株式会社）1992.04.28, 3頁左上欄13-16行,第2表,第1-2図（ファミリーなし）	1-12
A	JP 2004-160591 A（住友電気工業株式会社）2004.06.10, 段落[0030]-[0031],表1-2（ファミリーなし）	1-12
A	JP 62-218010 A（三菱金属株式会社）1987.09.25, 2頁左下欄6-20行（ファミリーなし）	1-12
P,A	JP 2016-132805 A（京セラ株式会社）2016.07.25, 表1-2,段落[0050],図1-2（ファミリーなし）	1-12