(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
2024年1月25日(25.01.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/018599 A1

(51) 国際特許分類:
B23B 27/20 (2006.01) *C04B 35/5831* (2006.01)
B23B 27/14 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/028382

(22) 国際出願日： 2022年7月21日(21.07.2022)

(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: 山田 研人(**YAMADA, Kento**); 〒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). 諸口 浩也(**MOROGUCHI, Hironari**); 〒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). 松田 裕介(**MATSUDA, Yusuke**); 〒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). 久木野 暁(**KUKINO, Satoru**); 〒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).

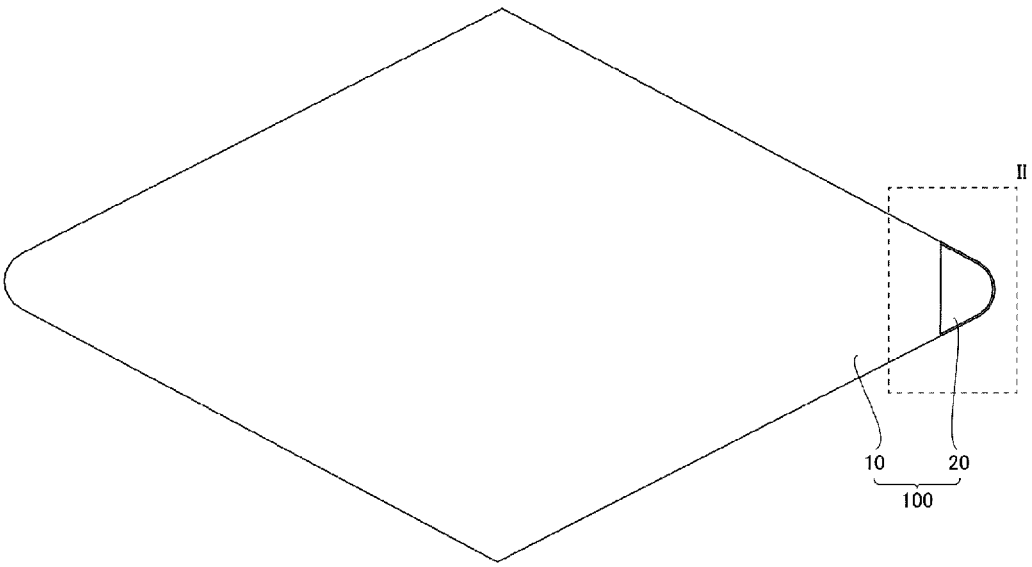
(74) 代理人: 弁理士法人深見特許事務所(**FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.**); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目２番４号 中之島フェスティバルタワー・ウエスト Osaka (JP).

(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,

(54) **Title:** CUTTING TOOL

(54) 発明の名称： 切削工具

FIG. 1



(57) **Abstract:** This cutting tool is equipped with a cutting edge portion comprising a cubic boron nitride sintered body. The cutting edge portion has a flank face, a rake face continuous with the flank face, and a cutting blade located at the ridge line of the flank face and the rake face, the arithmetic mean height Sa of the flank face is 0.5 μm to 3.0 μm, Sa being measured in accordance with ISO 25178-2:2012, and the oxygen concentration of the flank face is 10 mass% to 50 mass%.

WO 2024/018599 A1

［続葉有］

CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：切削工具は、立方晶窒化硼素焼結体からなる刃先部を備え、前記刃先部は、逃げ面と、前記逃げ面に連なるすくい面と、前記逃げ面および前記すくい面の稜線に位置する切れ刃と、を有し、前記逃げ面の算術平均高さＳａは、０．５μｍ以上３．０μｍ以下であり、前記Ｓａは、ＩＳＯ２５１７８－２：２０１２に準拠して測定され、前記逃げ面の酸素濃度は、１０質量％以上５０質量％以下である、切削工具。

明　細　書

発明の名称 ： 切削工具

技術分野

[0001]　本開示は、切削工具に関する。

背景技術

[0002]　従来から、逃げ面と、該逃げ面に連なるすくい面と、該逃げ面および該すくい面の稜線に位置する切れ刃と、を有する切削工具が、切削加工に用いられている（特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００２－１２６９１４号公報

発明の概要

[0004]　本開示の切削工具は、立方晶窒化硼素焼結体からなる刃先部を備え、

該刃先部は、逃げ面と、該逃げ面に連なるすくい面と、該逃げ面および該すくい面の稜線に位置する切れ刃と、を有し、

該逃げ面の算術平均高さＳａは、０．５μｍ以上３．０μｍ以下であり、

該Ｓａは、ＩＳＯ２５１７８－２：２０１２に準拠して測定され、

該逃げ面の酸素濃度は、１０質量％以上５０質量％以下である。

図面の簡単な説明

[0005] [図1]図１は、切削工具１００の平面図である。

[図2]図２は、図１の領域ＩＩにおける拡大図である。

[図3]図３は、切削工具１００の斜視図である。

[図4]図４は、本体部１０の斜視図である。

[図5]図５は、図２のＶ－Ｖ線断面図である。

[図6]図６は、面の凹凸とスキューネスとの関係を説明する図である。

[図7]図７は、面の凹凸とスキューネスとの他の関係を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0006] ［本開示が解決しようとする課題］

近年、高能率加工への要求が急速に高まっている。特に、鋳鉄の切削加工では、切削工具の逃げ面が、被削材（鋳鉄）表面に存在する硬質粒子によって引っ掻かれることで、該切削工具の機械的摩耗が進展しやすい場合があった。また、特に、該切削工具が立方晶窒化硼素焼結体からなる刃先部を備える場合において、該被削材（鋳鉄）の成分と、立方晶窒化硼素焼結体の成分との親和性が高い為、該切削工具の溶着摩耗が進展しやすい場合があった。その為、特に鋳鉄の高能率加工においても、耐摩耗性を向上し、工具寿命を延長することが求められている。

[0007] ［本開示の効果］

本開示によれば、特に鋳鉄の高能率加工においても、長い工具寿命を有する切削工具を提供することが可能となる。

[0008] ［本開示の実施形態の説明］

最初に本開示の実施態様を列記して説明する。

（１）本開示の切削工具は、立方晶窒化硼素焼結体からなる刃先部を備え、

前記刃先部は、逃げ面と、前記逃げ面に連なるすくい面と、前記逃げ面および前記すくい面の稜線に位置する切れ刃と、を有し、

前記逃げ面の算術平均高さＳａは、０．５μｍ以上３．０μｍ以下であり、

前記Ｓａは、ＩＳＯ２５１７８－２：２０１２に準拠して測定され、

前記逃げ面の酸素濃度は、１０質量％以上５０質量％以下である。

[0009] 本開示によれば、特に鋳鉄の高能率加工においても、長い工具寿命を有する切削工具を提供することが可能となる。

[0010] （２）前記逃げ面のスキューネスＳｓｋは、－１．０以上１．０以下であり、

前記Ｓｓｋは、ＩＳＯ２５１７８－３：２０１２に準拠して測定されることが好ましい。これによって、特に鋳鉄の高能率加工においても、より長い

工具寿命を有する切削工具を提供することが可能となる。

[0011] （３）前記立方晶窒化硼素焼結体は、立方晶窒化硼素粒子を３０体積％以上９５体積％以下と、結合材とを含み、

前記結合材は、アルミニウム化合物を有し、

前記立方晶窒化硼素焼結体中の酸素濃度は、１０質量％未満であることが好ましい。これによって、特に鋳鉄の高能率加工においても、より長い工具寿命を有する切削工具を提供することが可能となる。

[0012] （４）前記すくい面の前記算術平均高さＳａは、０．５μｍ以下であることが好ましい。これによって、特に鋳鉄の高能率加工においても、より長い工具寿命を有する切削工具を提供することが可能となる。

[0013] ［本開示の実施形態の詳細］

本開示の一実施形態（以下、「本実施形態」とも記す。）の切削工具の具体例を、以下に図面を参照しつつ説明する。本開示の図面において、同一の参照符号は、同一部分または相当部分を表すものである。また、長さ、幅、厚さ、深さなどの寸法関係は図面の明瞭化と簡略化のために適宜変更されており、必ずしも実際の寸法関係を表すものではない。

[0014] 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。

[0015] 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べきではない。たとえば「ＡｌＮ」と記載されている場合、ＡｌＮを構成する原子数の比には、従来公知のあらゆる原子比が含まれる。

[0016] ［実施形態１：切削工具］

本開示の一実施形態に係る切削工具について、図１～図７を用いて説明する。

本開示の一実施形態（以下、「本実施形態」とも記す。）は、立方晶窒化

硼素焼結体からなる刃先部２０を備え、

該刃先部２０は、逃げ面２２と、該逃げ面２２に連なるすくい面２１と、該逃げ面２２および該すくい面２１の稜線に位置する切れ刃２３と、を有し、

該逃げ面２２の算術平均高さＳａは、０．５μｍ以上３．０μｍ以下であり、

該Ｓａは、ＩＳＯ２５１７８－２：２０１２に準拠して測定され、

該逃げ面２２の酸素濃度は、１０質量％以上５０質量％以下である。

[0017] 本開示によれば、特に鋳鉄の高能率加工においても、長い工具寿命を有する切削工具１００を提供することが可能となる。その理由は、以下の通りと推察される。

[0018] （ａ）上記逃げ面２２の算術平均高さＳａは、０．５μｍ以上である。これによって、切削工具１００の逃げ面２２に凹凸が生じることに起因して、鋳鉄の切削加工において、被削材（鋳鉄）由来のアルミニウムが切削工具１００の逃げ面２２にトラップされ易くなる。その結果として、切削工具の逃げ面２２の表面上に、該アルミニウムを構成元素とする酸化アルミニウム（Al_2O_3）のベラーグが形成され易くなる。その為、鋳鉄の切削加工において、該ベラーグにより、切削工具１００の耐摩耗性が向上する。

[0019] （ｂ）上述の通り、上記逃げ面２２の算術平均高さＳａは、０．５μｍ以上であることによって、切削工具１００の逃げ面２２の表面上に、ベラーグが形成され易くなる為、切削工具１００の耐摩耗性が向上する。しかしながら、上記逃げ面２２の算術平均高さＳａが大きすぎると、凸部に局所的に摩耗が進み、耐摩耗性が低下し易くなる。本開示の切削工具１００においては、上記逃げ面２２の算術平均高さＳａは、３．０μｍ以下である。これによって、切削工具１００の逃げ面２２における切削抵抗が過度に大きくなることを防ぐことができる為、切削工具１００において、耐摩耗性が向上する。

[0020] （ｃ）また、上記逃げ面２２の酸素濃度は、１０質量％以上５０質量％以下である。これによって、切削工具１００の逃げ面２２にトラップされるア

ルミニウムは酸化され易くなる為、酸化アルミニウム（Al_2O_3）のベラーグが形成され易くなる。その為、鋳鉄の切削加工において、切削工具１００の逃げ面の表面上に生じるベラーグにより、切削工具１００の耐摩耗性が向上する。

[0021] すなわち、本開示によれば、特に鋳鉄の高能率加工においても、切削工具１００の耐摩耗性を向上することができる為、長い工具寿命を有する切削工具１００を提供することが可能となる。

[0022] （実施形態に係る切削工具の構成）

以下に、実施形態に係る切削工具（以下においては、「切削工具１００」とする）の構成を説明する。

[0023] 図１は、切削工具１００の平面図である。図２は、図１の領域ＩＩにおける拡大図である。図３は、切削工具１００の斜視図である。図１、図２及び図３に示されるように、切削工具１００は、本体部１０と、刃先部２０とを有している。ここで、「切削工具は、本体部と、刃先部とを有している」とは、本体部（超硬合金）に刃先部（ｃＢＮ焼結体）がロウ付けされている場合だけでなく、切削工具の全体が立方晶窒化硼素焼結体により構成されている場合（ソリッドタイプ）をも包含する概念である。

[0024] 本体部１０は、例えば、超硬合金により形成されている。図４は、本体部１０の斜視図である。図４に示されるように、本体部１０は、底面１１と、頂面１２と、側面１３とを有している。頂面１２は、底面１１の反対面である。側面１３は、底面１１及び頂面１２に連なっている。底面１１、頂面１２及び側面１３は、それぞれ、切削工具１００の底面、切削工具１００の頂面及び切削工具１００の側面になっている。

[0025] 本体部１０は、平面視において（頂面１２に直交する方向から見て）、菱形形状を有している（図１参照）。ここでいう「菱形形状」には、本体部１０の平面視における角部が丸まっている場合も含まれる。

[0026] なお、本体部１０の平面視における形状は、菱形形状に限られるものではない。本体部１０の平面視における形状は、四角形形状であってもよく、三

角形形状であってもよい。ここでいう「四角形形状」及び「三角形形状」には、本体部１０の平面視における角部が丸まっている場合も含まれる。

[0027] 頂面１２は、座面１４と、支持面１５とを含んでいる。座面１４は、平面視における本体部１０の角部に位置している。座面１４と底面１１との距離は、座面１４以外にある頂面１２と底面１１との距離よりも小さくなっている。すなわち、座面１４と座面１４以外にある頂面１２との間には、段差が形成されている。支持面１５は、底面１１から頂面１２に向かう方向に沿って延在しており、座面１４と座面１４以外の頂面１２とに連なっている。

[0028] ≪刃先部≫

＜刃先部の構造＞

図３に示される様に、上記刃先部２０は、逃げ面２２と、該逃げ面２２に連なるすくい面２１と、該逃げ面２２および該すくい面２１の稜線に位置する切れ刃２３と、を有する。刃先部２０は、さらに、底面２４と、被支持面２５とを有している（図５参照）。逃げ面２２は、すくい面２１とは反対側において、側面１３に連なっている。逃げ面２２は、すくい面２１と底面２４とに連なっている。

[0029] 逃げ面２２は、第１逃げ面２２ａと、第２逃げ面２２ｂと、第３逃げ面２２ｃとを有している。第１逃げ面２２ａ及び第２逃げ面２２ｂは、平面により構成されている。第３逃げ面２２ｃは、曲面により構成されている。第３逃げ面２２ｃは、第１逃げ面２２ａ及び第２逃げ面２２ｂの間にあり、第１逃げ面２２ａ及び第２逃げ面２２ｂの双方に連なっている。

[0030] 切れ刃２３は、すくい面２１と逃げ面２２との稜線に形成されている。切れ刃２３は、例えば、丸ホーニングされている。切れ刃２３は、第１切れ刃２３ａと、第２切れ刃２３ｂと、第３切れ刃２３ｃとを有している。第１切れ刃２３ａは、すくい面２１と第１逃げ面２２ａとの稜線に形成されており、第２切れ刃２３ｂは、すくい面２１と第２逃げ面２２ｂとの稜線に形成されている。第３切れ刃２３ｃは、すくい面２１と第３逃げ面２２ｃとの稜線に形成されている。

[0031] 第１切れ刃２３ａ及び第２切れ刃２３ｂは、平面視において直線状に延在している。第３切れ刃２３ｃは、一方端において第１切れ刃２３ａに連なっており、他方端において第２切れ刃２３ｂに連なっている。第３切れ刃２３ｃは、平面視において切削工具１００の外側に向かって凸の曲線状に延在している。すなわち、第３切れ刃２３ｃの一方端と第３切れ刃２３ｃの他方端とを結んだ仮想直線は、すくい面２１上を通過している。

[0032] なお、上記刃先部は、逃げ面の算術平均高さＳａ、逃げ面のスキューネスＳｓｋ、及び逃げ面の酸素濃度をそれぞれ所望の範囲内とするという観点から、逃げ面２２の表面上において、被膜を有しないことが好ましい。

[0033] （逃げ面の構造）

上記逃げ面２２の算術平均高さＳａは、０．５μｍ以上３．０μｍ以下である。なお、ここで、該Ｓａは、ＩＳＯ２５１７８－２：２０１２に準拠して測定される。また、ここで「算術平均高さＳａ」とは、算術平均粗さＲａ（線の算術平均高さ）を面に拡張したパラメータであり、表面の平均面に対して、各点の高さの差の絶対値の平均を表す。これによって、特に鋳鉄の高能率加工においても、切削工具１００の耐摩耗性を向上することができる。上記逃げ面２２の算術平均高さＳａの下限は、０．８μｍ以上であることが好ましく、１．０μｍ以上であることがより好ましく、１．２μｍ以上であることが更に好ましい。上記逃げ面２２の算術平均高さＳａの上限は、２．８μｍ以下であることが好ましく、２．６μｍ以下であることがより好ましく、２．４μｍ以下であることが更に好ましい。上記逃げ面２２の算術平均高さＳａは、０．８μｍ以上２．８μｍ以下であることが好ましく、１．０μｍ以上２．６μｍ以下であることがより好ましく、１．２μｍ以上２．４μｍ以下であることが更に好ましい。

[0034] 上記逃げ面２２のスキューネスＳｓｋは、－１．０以上１．０以下であることが好ましい。なお、ここで、該Ｓｓｋは、ＩＳＯ２５１７８－３：２０１２に準拠して測定される。また、ここで「スキューネスＳｓｋ」とは、粗さ曲線のスキューネスを意味し、面の山部と谷部との歪度を示すパラメータ

である。言い換えれば、「スキューネス」とは、図６および図７で示す様に、平均線Ｌ１を中心としたときの山部と谷部との対称性を表す指標である。上記面が平均線Ｌ１に対して下側に偏っている場合、「スキューネス」は正の値となる（図６）。また、上記面が平均線Ｌ１に対して上側に偏っている場合、「スキューネス」は負の値となる（図７）。また、図６および図７で示す確率密度の分布曲線が正規分布となる場合、スキューネスは「０」となる。上記逃げ面２２のスキューネスＳｓｋは、－１．０以上１．０以下であることによって、切削加工において、鋳鉄由来のアルミニウムが切削工具の逃げ面２２の表面上に均一にトラップされ易い。その為、切削加工において、該アルミニウムを構成元素とする酸化アルミニウム（Al_2O_3）のベラーグが、切削工具１００の逃げ面２２の表面上に均一に形成され易い。その結果として、切削工具１００の耐摩耗性が更に向上する。上記逃げ面２２のスキューネスＳｓｋは、－０．９以上０．９以下であることが好ましく、－０．８以上０．８以下であることがより好ましく、－０．７以上０．７以下であることが更に好ましい。

[0035] 上記算術平均高さＳａおよび上記スキューネスＳｓｋは、切削工具１００の表面のうち、逃げ面２２に対し、レーザ顕微鏡（Ｌａｓｅｒｔｅｃｈ社製「ＯＰＴＥＬＩＣＳ　ＨＹＢＲＩＤ」（商標））を用い、ＩＳＯ２５１７８－２：２０１２及びＩＳＯ２５１７８－３：２０１２に準拠して測定される。具体的には、先ず切削工具１００の表面のうち、逃げ面２２の切削に関与する部分（言い換えれば、刃先稜線（すなわち、逃げ面２２およびすくい面２１の稜線）からの距離が１ｍｍ以内の領域）を測定視野として、２００μｍ×２００μｍ矩形の視野を任意に５箇所設定する。次いで、５箇所の測定視野のそれぞれについて、算術平均高さと、スキューネスとの測定を行う。次いで、得られた算術平均高さの平均値と、得られたスキューネスの平均値とを算出することにより、上記算術平均高さＳａおよび上記スキューネスＳｓｋが求められる。後述するすくい面２１の算術平均高さＳａも、切削工具１００の表面のうち、すくい面２１に対し測定を実行することを除いては同

様の方法で求められる。

[0036] （すくい面の構造）

上記すくい面２１の上記算術平均高さＳａは、０．５μｍ以下であることが好ましい。これによって、切削加工において、被削材成分と立方晶窒化硼素焼結体成分の親和性が高いことに起因する溶着の発生を防止し易くなる為、切削工具１００のすくい面２１の溶着摩耗に対する耐性を向上することができる。そして、すくい面の溶着が防止されると、該溶着に起因するすくい角の変化による切れ味の鈍化を防ぐことができる為、逃げ面の摩耗に対する耐性を向上することができる。よって、切削工具１００の耐摩耗性を更に向上することができる。上記すくい面２１の上記算術平均高さＳａの下限は、０．０５μｍ以上であることが好ましく、０．０８μｍ以上であることがより好ましく、０．１０μｍ以上であることが更に好ましい。上記すくい面２１の上記算術平均高さＳａの上限は、０．２８μｍ以下であることが好ましく、０．２６μｍ以下であることがより好ましく、０．２４μｍ以下であることが更に好ましい。上記すくい面２１の上記算術平均高さＳａは、０．０５μｍ以上０．５μｍ以下であることが好ましく、０．０８μｍ以上０．２８μｍ以下であることがより好ましく、０．１０μｍ以上０．２６μｍ以下であることが更に好ましい。また、上記すくい面２１の上記算術平均高さＳａは、０．１μｍ以上０．５μｍ以下であることも好ましい。

[0037] ＜刃先部の組成＞

刃先部２０は、立方晶窒化硼素（ｃＢＮ：Ｃｕｂｉｃ　Ｂｏｒｏｎ　Ｎｉｔｒｉｄｅ）焼結体からなる。ここで、「立方晶窒化硼素焼結体からなる」とは、立方晶窒化硼素焼結体のみからなる態様に限られず、本開示の効果が奏される限りにおいて、立方晶窒化硼素焼結体とともに、立方晶窒化硼素焼結体以外の成分（例えば、不可避不純物）を含む態様をも包含する概念である。上記不可避不純物としては、例えば炭素（Ｃ）、アルミニウム（Ａｌ）、珪素（Ｓｉ）、リチウム（Ｌｉ）、カルシウム（Ｃａ）、マグネシウム（Ｍｇ）が挙げられる。刃先部２０中の不可避不純物の含有率は、例えば、質量

基準で、０％以上１％以下とすることができる。なお、刃先部２０中の不可避不純物の含有率は、ＩＣＰ（Ｉｎｄｕｃｔｉｖｅｌｙ　Ｃｏｕｐｌｅｄ　Ｐｌａｓｍａ）発光分析（測定装置：島津製作所「ＩＣＰＳ－８１００」（商標））により測定される。

[0038] （立方晶窒化硼素焼結体）

上記立方晶窒化硼素焼結体は、立方晶窒化硼素粒子を３０体積％以上９５体積％以下含むことが好ましい。これによって、該立方晶窒化硼素焼結体はより高い硬度を有することができる為、本実施形態に係る切削工具は、より優れた耐摩耗性を有することができる。上記立方晶窒化硼素焼結体は、立方晶窒化硼素粒子を４０体積％以上含むことが好ましく、５０体積％以上含むことがより好ましく、６０体積％以上含むことが更に好ましい。上記立方晶窒化硼素焼結体は、立方晶窒化硼素粒子を９３体積％以下含むことが好ましく、９０体積％以下含むことがより好ましく、８８体積％以下含むことが更に好ましい。上記立方晶窒化硼素焼結体は、立方晶窒化硼素粒子を４０体積％以上９３体積％以下含むことが好ましく、５０体積％以上９０体積％以下含むことがより好ましく、６０体積％以上８８体積％以下含むことが更に好ましい。なお、ここで「立方晶窒化硼素粒子」とは、立方晶窒化硼素（ｃＢＮ）からなる粒子を意味する。立方晶窒化硼素粒子は、本開示の効果を奏する限り、不可避不純物を含むことができる。

[0039] 上記立方晶窒化硼素焼結体は、結合材を含むことが好ましい。上記立方晶窒化硼素焼結体は、結合材を５体積％以上含むことが好ましく、７体積％以上含むことがより好ましく、１０体積％以上含むことが更に好ましい。上記立方晶窒化硼素焼結体は、結合材を７０体積％以下含むことが好ましく、６０体積％以下含むことがより好ましく、５０体積％以下含むことが更に好ましい。上記立方晶窒化硼素焼結体は、結合材を５体積％以上７０体積％以下含むことが好ましく、７体積％以上６０体積％以下含むことがより好ましく、１０体積％以上５０体積％以下含むことが更に好ましい。なお、上記立方晶窒化硼素焼結体は、上記立方晶窒化硼素焼結粒子と、上記結合材とに加え

て、不可避不純物を含み得る。また、上記立方晶窒化硼素焼結体は、上記立方晶窒化硼素焼結粒子と、上記結合材とからなり得、また、上記立方晶窒化硼素焼結体は、上記立方晶窒化硼素焼結粒子と、上記結合材と、不可避不純物とからなり得る。

[0040] 上記立方晶窒化硼素焼結体において、立方晶窒化硼素粒子の含有率と結合材の含有率とは、走査電子顕微鏡（ＳＥＭ）（日本電子社製の「ＪＳＭ－７８００Ｆ」（商品名））付帯のエネルギー分散型Ｘ線分析装置（ＥＤＸ）（Ｏｃｔａｎｅ　Ｅｌｅｃｔ（オクタンエレクト）　ＥＤＳ　システム）（以下「ＳＥＭ－ＥＤＸ」とも記す。）を用いて、ｃＢＮ焼結体に対し、組織観察、元素分析等を実施することによって確認することができる。具体的な測定方法は、下記の通りである。

[0041] （Ａ１）まず、ｃＢＮ焼結体の任意の位置を切断し、ｃＢＮ焼結体の断面を含む試料を作製する。断面の作製には、集束イオンビーム装置、クロスセクションポリッシャ装置等を用いることができる。次に、上記断面をＳＥＭにて１０００倍で観察して、反射電子像を得る。反射電子像においては、ｃＢＮ粒子が存在する領域が黒色領域となり、結合材が存在する領域が灰色領域及び／又は白色領域となる。

[0042] （Ｂ１）次に、上記反射電子像に対して画像解析ソフト（三谷商事（株）の「ＷｉｎＲＯＯＦ」）を用いて二値化処理を行う。二値化処理後の画像では、ｃＢＮ粒子が存在する領域（反射電子像における黒色領域）が暗視野となり、結合材が存在する領域（反射電子像における灰色領域及び／又は白色領域）は明視野となる。二値化処理後の画像中に、測定領域（７０μｍ×１００μｍ）を設定する。該測定視野の全面積に占める暗視野に由来する画素（ｃＢＮ粒子に由来する画素、反射電子像における黒色領域に由来する画素）の面積比率を算出する。算出された面積比率を体積％とみなすことにより、ｃＢＮ粒子の含有率（体積％）を求めることができる。

[0043] （Ｃ１）二値化処理後の画像から、測定視野の全面積に占める明視野に由来する画素（結合材に由来する画素、反射電子像における灰色領域及び白色

領域に由来する画素の合計）の面積比率を算出することにより、結合材の含有率（体積%）を求めることができる。

[0044] なお、同一の刃先部において上記の方法で測定する限り、測定箇所を任意に変更しても測定結果にばらつきがないことが確認されている。

[0045] （結合材）

上記結合材は、アルミニウム化合物を有することが好ましい。これによって、切削時に切削工具表面に酸化アルミニウム（Al_2O_3）のベラーグが形成され易くなる。その為、鋳鉄の切削加工において、切削工具１００の表面上に生じるベラーグにより、切削工具１００の耐摩耗性が向上する為、本実施形態に係る切削工具は、より優れた耐摩耗性を有することができる。「結合材が、アルミニウム化合物を有すること」は、ＸＲＤ（Ｘ線回折測定、Ｘ－ｒａｙ　Ｄｉｆｆｒａｃｔｉｏｎ）により特定することができる。すなわち、「結合材が、アルミニウム化合物を有する」とは、結合材中においてアルミニウム化合物がＸＲＤにより検出される程度に存在していることを意味する。

[0046] 上記アルミニウム化合物として、例えば窒化アルミニウム（ＡｌＮ）、酸化アルミニウム（Al_2O_3）、酸窒化アルミニウム（ＡｌＯＮ）、硼化アルミニウム（AlB_2）が挙げられる。立方晶窒化ホウ素との結合力を強化するという観点で、該アルミニウム化合物は、特に窒化アルミニウム（ＡｌＮ）を含むことが好ましい。

[0047] 結合材中のアルミニウム化合物の含有率は、５体積%以上７０体積%以下であることが好ましい。これによって、切削時に切削工具表面に酸化アルミニウム（Al_2O_3）のベラーグが形成され易くなる。その為、鋳鉄の切削加工において、切削工具１００の表面上に生じるベラーグにより、切削工具１００の耐摩耗性が向上する為、本実施形態に係る切削工具は、より優れた耐摩耗性を有することができる。結合材中のアルミニウム化合物の含有率の下限値は、７体積%以上であることが好ましく、１０体積%以上であることがより好ましく、１２体積%以上であることが更に好ましい。結合材中のアル

ミニウム化合物の含有率の上限値は、６０体積％以下であることが好ましく、５０体積％以下であることがより好ましく、４０体積％以下であることが更に好ましい。結合材中のアルミニウム化合物の含有率は、７体積％以上６０体積％以下であることが好ましく、１０体積％以上５０体積％以下であることがより好ましく、１２体積％以上４０体積％以下であることが更に好ましい。結合材中のアルミニウム化合物の含有率は、ＸＲＤによるＲＩＲ法（Ｒｅｆｅｒｅｎｃｅ　Ｉｎｔｅｎｓｉｔｙ　Ｒａｔｉｏ）により特定することができる。

[0048] 上記結合材は、上記アルミニウム化合物とともに、上記アルミニウム化合物以外の成分を含むことができる。アルミニウム化合物以外の成分としては、第４族元素、第５族元素、第６元素、アルミニウム、珪素、鉄、コバルト及びニッケルからなる群より選択される１種の元素の単体が挙げられる。また、アルミニウム化合物以外の成分としては、第４族元素、第５族元素、第６元素、アルミニウム、珪素、鉄、コバルト及びニッケルからなる群より選択される２種以上の元素の合金が挙げられる。また、アルミニウム化合物以外の成分としては、第４族元素、第５族元素、第６元素、珪素、鉄、コバルト及びニッケルからなる群より選択される２種以上の元素の金属間化合物が挙げられる。また、アルミニウム化合物以外の成分としては、第４族元素、第５族元素、第６元素、珪素、鉄、コバルト及びニッケルからなる群より選択される１種の元素と、窒素、炭素、硼素及び酸素からなる群より選択される少なくとも１種の元素とからなる化合物が挙げられる。アルミニウム化合物以外の成分として、例えば、窒化チタン（ＴｉＮ）、炭化タングステン（ＷＣ）、コバルト（Ｃｏ）、硼化チタン（TiB_2）、炭化チタン（ＴｉＣ）、窒化クロム（ＣｒＮ）、窒化珪素（Si_3N_4）、鉄（Ｆｅ）、ニッケル（Ｎｉ）が挙げられる。上記立方晶窒化硼素焼結体中の結合材において、アルミニウム化合物以外の化合物の種類は、ＸＲＤ（Ｘ線回折測定、Ｘ－ｒａｙ　Ｄｉｆｆｒａｃｔｉｏｎ）により特定することができる。

[0049] （酸素濃度）

上記逃げ面の酸素濃度は、１０質量％以上５０質量％以下である。これによって、切削加工において、切削工具の逃げ面にトラップされるアルミニウムは酸化され易くなる為、酸化アルミニウム（Al_2O_3）のベラーグが形成され易くなる。その為、鋳鉄の切削加工において、切削工具の逃げ面の表面上にベラーグが形成されることにより、切削工具の耐摩耗性を向上することができる。上記逃げ面の酸素濃度の下限は、１５質量％以上であることが好ましく、２０質量％以上であることがより好ましく、２５質量％以上であることが更に好ましい。上記逃げ面の酸素濃度の上限は、４５質量％以下であることが好ましく、４０質量％以下であることがより好ましく、３５質量％以下であることが更に好ましい。上記逃げ面の酸素濃度は、１５質量％以上４５質量％以下であることが好ましく、２０質量％以上４０質量％以下であることがより好ましく、２５質量％以上３５質量％以下であることが更に好ましい。

[0050] 上記逃げ面の酸素濃度は、ＳＥＭ－ＥＤＸを用いて、上記逃げ面に対し、元素分析を実施することによって確認することができる。具体的な測定方法は、下記の通りである。

[0051] （Ａ２）まず、上記逃げ面の切削に関与する部分（言い換えれば、刃先稜線（すなわち、逃げ面２２およびすくい面２１の稜線）からの距離が１ｍｍ以内の領域）をＳＥＭにて５０００倍で観察して、反射電子像を得る。

[0052] （Ｂ２）次に、上記反射電子像の任意の一箇所の測定領域（１５μｍ×２０μｍ）に対し、エネルギー分散型Ｘ線分光法により酸素（Ｏ）元素の質量％を導出することにより、該任意の一箇所における酸素濃度（質量％）を得る。他の４箇所の測定領域（１５μｍ×２０μｍ）に対し、同様の分析を実行する。

[0053] （Ｃ２）計５箇所における酸素濃度の平均値を算出することにより、上記逃げ面の酸素濃度（質量％）を求める。

[0054] なお、同一の刃先部において上記の方法で測定する限り、測定箇所を任意に変更しても測定結果にばらつきがないことが確認されている。

[0055] 上記立方晶窒化硼素焼結体中の酸素濃度は、１０質量％未満であることが好ましい。上述の通り、逃げ面の酸素濃度が１０質量％以上５０質量％以下であることによって、鋳鉄の切削加工において、切削工具の逃げ面の表面上にベラーグが形成されることにより、切削工具の耐摩耗性が向上する。しかしながら、立方晶窒化硼素焼結体中において、酸素は主に結合相に存在するところ、該結合相中の酸素濃度が高すぎると立方晶窒化硼素焼結体自体が脆くなる為、切削工具が脆くなり易くなる。その為、立方晶窒化硼素焼結体中の酸素濃度は、１０質量％未満であることによって、立方晶窒化硼素焼結体中の酸素濃度が高すぎることに起因する切削工具の脆性の向上を抑制できる。上記立方晶窒化硼素焼結体中の酸素濃度は、９．９質量％以下であることがより好ましく、９．８質量％以下であることが更に好ましく、９．５質量％以下であることが更に好ましく、８質量％未満であることが更により好ましく、６質量％未満であることが特に好ましい。上記立方晶窒化硼素焼結体中の酸素濃度は、製法上の観点で、０．５質量％以上、１質量％以上、１．５質量％以上とすることができる。

[0056] 上記立方晶窒化硼素焼結体中の酸素濃度は、ＳＥＭ－ＥＤＸを用いて、元素分析を実施することによって確認することができる。具体的な測定方法は、下記の通りである。

[0057] （Ａ３）まず、上記立方晶窒化硼素焼結体の任意の表面（逃げ面の表面およびすくい面の表面の一方又は両方）を１００μｍ研磨することにより生じる平面を、ＳＥＭにて５０００倍で観察して、反射電子像を得る。

[0058] （Ｂ３）次に、上記Ｂ２～Ｃ２と同様の方法で、上記立方晶窒化硼素焼結体中の酸素濃度を求めることができる。

[0059] なお、同一の立方晶窒化硼素焼結体において上記の方法で測定する限り、測定箇所を任意に変更しても測定結果にばらつきがないことが確認されている。

[0060] ［実施形態２：切削工具の製造方法］

本実施形態の切削工具は、立方晶窒化硼素焼結体からなる刃先部を備える

切削工具前駆体を準備する第１工程と、該刃先部における逃げ面に対し、表面処理加工を行なう第２工程と、をこの順で行うことにより製造することができる。以下、各工程について説明する。

[0061] ≪第１工程≫

本工程は、立方晶窒化硼素焼結体からなる刃先部を備える切削工具前駆体を準備する工程である。立方晶窒化硼素焼結体は、従来公知の方法により得られる。例えば、ｃＢＮ粒子（原料）と結合相を構成する原料粉末とを、エタノールとともに超硬製容器に入れ、ボールミル混合法により２０時間、混合および粉砕を実行することにより混合粉末を得る。続いて上記混合粉末をＴａ（タンタル）製の容器に充填して真空シールする。真空シールされた混合粉末を、ベルト型超高圧高温発生装置を用いて、３～９ＧＰａ、１１００～１９００℃の条件下で５～３０分間保持して焼結させる。これにより、立方晶窒化硼素焼結体を得ることができる。切削工具の全体が立方晶窒化硼素焼結体により構成されている場合（ソリッドタイプ）においては、これによって得られる立方晶窒化硼素焼結体が、切削工具前駆体である。

[0062] また、本体部に刃先部が接合されている場合においては、次いで、かかる立方晶窒化硼素焼結体を、接合材料を介して上記本体部に接合することにより、切削工具前駆体を形成する。該接合材料としては、例えば銀ロウが挙げられる。

[0063] 次に、接合加工した立方晶窒化硼素焼結体と本体部とを冷却することにより溶解した接合材料を固化させる。そして、立方晶窒化硼素焼結体と本体部との接合面を研磨処理することにより、立方晶窒化硼素焼結体と工具母材の接合面を滑らかにして、切削工具前駆体を作製する。

[0064] ≪第２工程≫

本工程は、該切削工具前駆体に対し放電加工を実行する工程である。これによって、該切削工具前駆体を切削工具の形状に仕上げることができる（すなわち、刃先部を備え、該刃先部は、逃げ面と、該逃げ面に連なるすくい面と、該逃げ面および該すくい面の稜線に位置する切れ刃と、を有する切削工

具が得られる）とともに、該切削工具の刃先部における逃げ面の算術平均高さＳａ、および該逃げ面のスキューネスＳｓｋを所望の範囲に調整することができる。また、例えば研磨加工が実行される場合に比べて、該切削工具の刃先部における逃げ面に酸素を取り込み易くなる為、「逃げ面の酸素濃度は、１０質量％以上５０質量％以下である」が充足され得る。上記の放電加工は、例えば以下のやり方で実行され得る。

[0065] （１）放電加工

上記切削工具前駆体を放電加工機にセットし、無負荷電圧を５０Ｖ以上２００Ｖ未満の条件下で処理する。ワイヤーの形状は、加工面に合わせて、曲げた形状、あるいは、針状であることが好ましい。

[0066] 上記放電加工を実行することにより、上記刃先部における逃げ面の算術平均高さＳａを０．５μｍ以上３．０μｍ以下とし、且つ逃げ面の酸素濃度を１０質量％以上５０質量％以下とすることができる。従来、放電加工を施された切削工具は、工具表面に脆性層が形成されることにより、切削時の高い応力に耐えられない場合がある為忌避されていた。本発明者らは、上記の無負荷電圧の条件で放電加工、放電加工を施された切削工具であっても、逃げ面の算術平均高さＳａを０．５μｍ以上３．０μｍ以下とし、且つ逃げ面の酸素濃度を１０質量％以上５０質量％以下とする場合には、鋳鉄の高能率加工においても高い耐摩耗性を発揮できることを新たに知見した。

[0067] なお、上記放電加工を実行した後、更に逃げ面に対し、イオンエッチングが実行され得る。これによって、逃げ面の算術平均高さＳａと、逃げ面の酸素濃度とを更に調整することができる。該イオンエッチングは、例えば以下の条件により実行され得る。

（イオンエッチングの条件）

・投入ガス：Ａｒ又はO_2

・加速電圧：０．１ｋＶ以上１０ｋＶ以下

・酸素分圧：０．００１Ｐａ以上１．０００Ｐａ以下

・時間　　：５分以上１２０分以下

[0068] ≪その他の工程≫

本開示の切削工具の製造方法は、更にすくい面に対し、上記研磨加工を実行する工程を含み得る。これによって、すくい面の算術平均高さＳａを、０．５μｍ以下とすることができる。なお、ここで研磨加工は＃４００番以上の砥石で実行される。

実施例

[0069] 本実施の形態を実施例によりさらに具体的に説明する。ただし、これらの実施例により本実施の形態が限定されるものではない。

[0070] ≪切削工具の作製≫

＜第１工程＞

試料Ａ～Ｉに係る立方晶窒化硼素焼結体を作製するため、ｃＢＮ粒子（原料）と結合材の原料粉末とを、表１に記載された体積基準の比率で均一に混合した後、Ｍｏ（モリブデン）製カプセルに充填して所定の形状に成形し、成形体を得た。次に得られた成形体を表１に記載の温度（℃）、圧力（ＧＰａ）、および時間（分）の条件で焼結することにより、試料Ａ～Ｉに係る立方晶窒化硼素焼結体を得た。得られた立方晶窒化硼素焼結体を超硬合金製の本体部にロウ付けすることにより、試料１～１６、１８～２５に係る切削工具前駆体を準備した。

[0071] ＜第２工程＞

試料１～１６、１８～２５に係る切削工具を得る為に、上記切削工具前駆体に対し、表２に記載された条件で放電加工、放電加工およびイオンエッチングの両方、又は研磨加工を実行した。例えば、試料１では、切削工具前駆体を放電加工機にセットし、無負荷電圧を１５０Ｖの条件下で放電加工を実行した。また、例えば、試料５では、切削工具前駆体を該放電加工機にセットし、無負荷電圧を１５０Ｖの条件下で放電加工を実行し、逃げ面に対し以下の条件でイオンエッチングを実行した。

（イオンエッチングの条件）

・投入ガス：Ａｒ

・加速電圧：１ｋＶ

・酸素分圧：０．２０Ｐａ

・時間　　：１５分

これによって、試料１～１６、１８～２５に係る切削工具前駆体を、所定の形状（ＩＳＯ規格：ＳＮＧＮ１２０４０８）に成型した。該所定の形状は、刃先部を備え、該刃先部は、逃げ面と、該逃げ面に連なるすくい面と、該逃げ面および該すくい面の稜線に位置する切れ刃と、を有する形状である。

[0072] ＜その他の工程＞

試料１～１６、１８～２５に係る切削工具を得る為に、刃先部におけるすくい面に対し、表２に記載された条件で放電加工または研磨加工を実行した。

[0073] [表1]

Table 1

試料No.	cBN 粒子(原料)の比率[体積%]	結合材原料粉末の比率[体積%]	温度[°C]	圧力[GPa]	時間[分]
A	30	70	1200	5	30
B	80	20	1200	5	30
C	95	5	1200	5	30
D	50	50	1200	5	30
E	29	71	1200	5	30
F	96	4	1200	5	30
G	30	70	1200	5	30
H	80	20	1200	5	30
I	95	5	1200	5	30

[0074]

[表2]

Table 2

試料No.	cBN	第2工程（逃げ面）						その他の工程（すくい面）		cBN粒子含有率[体積%]	結合材含有率[体積%]	結合材の組成	結合材中Al化合物含有率[体積%]	焼結体中酸素濃度[質量%]	逃げ面			すくい面	切削性能
		加工方法	無負荷電圧[V]	投入ガス	加速電圧[kV]	酸素分圧[Pa]	時間[min]	加工方法	無負荷電圧[V]						Sa[μm]	酸素濃度[質量%]	Ssk	Sa[μm]	摩耗量[μm]
1	試料A	放電	150	-	-	-	-	放電	150	30	70	TiN, AlN	70	9.8	1.8	30	-0.2	2.2	51
2	試料B	放電	150	-	-	-	-	放電	150	80	20	AlN	100	4.1	1.9	50	-0.1	2.1	41
3	試料C	放電	150	-	-	-	-	放電	150	95	5	WC, Co, Al_2O_3	5	1.2	2.1	28	-0.4	2.3	48
4	試料B	放電	170	-	-	-	-	放電	150	80	20	AlN	100	4.1	3.0	35	0.4	2.1	67
5	試料B	放電+イオンエッチング	120	Ar	1	0.20	15	放電	150	80	20	AlN	100	4.1	0.5	12	-0.7	2.1	69
6	試料B	放電+イオンエッチング	100	Ar	1	0.20	30	放電	150	80	20	AlN	100	4.1	0.6	10	0.8	2.1	70
7	試料B	放電+イオンエッチング	170	O_2	3	0.20	30	放電	150	80	20	AlN	100	4.1	0.8	31	-0.9	2.1	68
8	試料B	放電+イオンエッチング	150	O_2	4	0.01	90	放電	150	80	20	AlN	100	4.1	1.1	39	-1.0	2.1	45
9	試料B	放電+イオンエッチング	150	O_2	4	0.20	90	放電	150	80	20	AlN	100	4.1	0.9	38	1.0	2.1	43
10	試料B	放電	150	-	-	-	-	研磨(#600)	-	80	20	AlN	100	4.1	2.1	32	-0.3	0.1	39
11	試料B	放電	150	-	-	-	-	研磨(#400)	-	80	20	AlN	100	4.1	1.8	31	-0.3	0.5	48
12	試料A	研磨	-	-	-	-	-	研磨(#600)	-	30	70	TiN, AlN	70	9.8	0.2	9	1.3	0.1	91
13	試料B	研磨	-	-	-	-	-	研磨(#600)	-	80	20	AlN	100	4.1	0.1	4	1.2	0.1	85
14	試料C	研磨	-	-	-	-	-	研磨(#600)	-	95	5	WC, Co, Al_2O_3	5	1.2	0.3	1	1.4	0.1	80
15	試料B	放電+イオンエッチング	200	O_2	4	0.20	90	放電	150	80	20	AlN	100	4.1	3.1	32	0.5	2.4	82
16	試料B	放電	200	-	-	-	-	放電	150	80	20	AlN	100	4.1	3.1	51	1.4	2.2	89
18	試料B	放電+イオンエッチング	150	O_2	4	0.01	120	放電	150	80	20	AlN	100	4.1	1.2	32	1.1	2.3	78
19	試料B	放電+イオンエッチング	150	O_2	4	0.20	120	放電	150	80	20	AlN	100	4.1	1.0	39	-1.1	2.3	76
20	試料D	放電	150	-	-	-	-	放電	150	50	50	TiC	0	1.1	1.4	33	-0.3	2.4	72
21	試料E	放電	150	-	-	-	-	放電	150	29	71	TiN, AlN	70	9.9	1.1	31	-0.5	2.2	75
22	試料F	放電	150	-	-	-	-	放電	150	96	4	WC, Co, Al_2O_3	5	1.0	2.2	27	-0.4	2.3	73
23	試料G	放電	150	-	-	-	-	放電	150	30	70	CrN, AlN	70	9.5	1.9	31	-0.3	2.2	78
24	試料H	放電	150	-	-	-	-	放電	150	80	20	Si_3N_4, AlN	20	3.2	2.2	30	-0.2	2.3	72
25	試料I	放電	150	-	-	-	-	放電	150	95	5	Fe, Ni, Al_2O_3	5	1.0	2.3	21	-0.3	2.4	76

[0075] 以上の工程を実行することにより、表２に示した構成を有する試料１～１６、１８～２５の切削工具を作製した。

[0076] ≪評価≫

各試料の切削工具について、立方晶窒化硼素焼結体の組成（立方晶窒化硼素粒子の含有率、結合材の含有率）、結合材の組成、立方晶窒化硼素焼結体中の酸素濃度、逃げ面の算術平均高さＳａ、逃げ面の酸素濃度、逃げ面のスキューネスＳｓｋ、及びすくい面の算術平均高さＳａを測定した。

[0077] ＜立方晶窒化硼素焼結体の組成（立方晶窒化硼素粒子の含有率、結合材の含有率）の特定＞

試料Ｎｏ．１～１６、１８～２５の切削工具について、立方晶窒化硼素粒子の含有率を実施形態１に記載の方法により求めた。得られた結果をそれぞれ表２の「ｃＢＮ粒子含有率［体積％］」の項に記す。また、試料Ｎｏ．１～１６、１８～２５の切削工具について、結合材の含有率を実施形態１に記載の方法により求めた。得られた結果をそれぞれ表２の「結合材含有率［体積％］」の項に記す。

[0078] ＜結合材の組成の特定＞

試料Ｎｏ．１～１６、１８～２５の切削工具について、結合材の組成（言い換えれば、結合材を構成する化合物の種類）を実施形態１に記載の方法により求めた。得られた結果をそれぞれ表２の「結合材の組成」の項に記す。

[0079] 試料Ｎｏ．１～１６、１８～２５の切削工具について、結合材中のアルミニウム化合物の含有率を実施形態１に記載の方法により求めた。得られた結果をそれぞれ表２の「結合材中ＡＩ化合物含有率［体積％］」の項に記す。

[0080] ＜立方晶窒化硼素焼結体中の酸素濃度の特定＞

試料Ｎｏ．１～１６、１８～２５の切削工具について、立方晶窒化硼素焼結体中の酸素濃度を実施形態１に記載の方法により求めた。得られた結果をそれぞれ表２の「焼結体中酸素濃度［質量％］」の項に記す。

[0081] ＜逃げ面の算術平均高さＳａの特定＞

試料Ｎｏ．１～１６、１８～２５の切削工具について、逃げ面の算術平均

高さＳａを実施形態１に記載の方法により求めた。得られた結果をそれぞれ表２の「逃げ面」の項における「Ｓａ［μｍ］」の項に記す。

[0082] ＜逃げ面の酸素濃度の特定＞

試料Ｎｏ．１～１６、１８～２５の切削工具について、逃げ面の酸素濃度を実施形態１に記載の方法により求めた。得られた結果をそれぞれ表２の「逃げ面」の項における「酸素濃度［質量％］」の項に記す。

[0083] ＜逃げ面のスキューネスＳｓｋの特定＞

試料Ｎｏ．１～１６、１８～２５の切削工具について、逃げ面のスキューネスＳｓｋを実施形態１に記載の方法により求めた。得られた結果をそれぞれ表２の「逃げ面」の項における「Ｓｓｋ」の項に記す。

[0084] ＜すくい面の算術平均高さＳａの特定＞

試料Ｎｏ．１～１６、１８～２５の切削工具について、すくい面の算術平均高さＳａを実施形態１に記載の方法により求めた。得られた結果をそれぞれ表２の「すくい面」の項における「Ｓａ［μｍ］」の項に記す。

[0085] ＜切削試験＞

試料Ｎｏ．１～１６、１８～２５の切削工具を用いて、以下の切削条件により、２０分間切削を行った後の逃げ面における摩耗量［μｍ］を測定した。得られた結果をそれぞれ表２の「摩耗量［μｍ］」の項に記す。該摩耗量［μｍ］が小さいほど、切削工具の耐摩耗性が優れていることを意味し、切削工具が長い工具寿命を有することを意味する。

（切削条件）

被削材：ＦＣ２５０（ねずみ鋳鉄）

切削速度：Ｖｃ＝５００ｍ／ｍｉｎ

送り：ｆ＝０．２ｍｍ／刃

切込み：ａｐ＝１ｍｍ

湿式／乾式：乾式

当該切削条件は、鋳鉄の高能率加工に該当する。

[0086] ＜結果＞

試料１～１１、１８～２５の切削工具は、実施例に該当する。一方、試料１２～１６は、比較例に該当する。試料１～１１、１８～２５の切削工具（実施例）は、試料１２～１６の切削工具（比較例）に比して、鋳鉄の高能率加工においても耐摩耗性に優れ、長い工具寿命を有することが確認された。

[0087] よって、試料１～１１、１８～２５の切削工具は、鋳鉄の高能率加工においても、長い工具寿命を有することが分かった。

[0088] 以上のように本開示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たり、様々に変形することも当初から予定している。

[0089] 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

[0090] １０　本体部、１１　底面、１２　頂面、１３　側面、１４　座面、１５　支持面、２０　刃先部、２１　すくい面、２２　逃げ面、２２ａ　第１逃げ面、２２ｂ　第２逃げ面、２２ｃ　第３逃げ面、２３　切れ刃、２３ａ　第１切れ刃、２３ｂ　第２切れ刃、２３ｃ　第３切れ刃、２４　底面、２５　被支持面、１００　切削工具、Ｌ１　平均線。

請求の範囲

[請求項1] 立方晶窒化硼素焼結体からなる刃先部を備え、

前記刃先部は、逃げ面と、前記逃げ面に連なるすくい面と、前記逃げ面および前記すくい面の稜線に位置する切れ刃と、を有し、

前記逃げ面の算術平均高さＳａは、０．５μｍ以上３．０μｍ以下であり、

前記Ｓａは、ＩＳＯ２５１７８－２：２０１２に準拠して測定され、

前記逃げ面の酸素濃度は、１０質量％以上５０質量％以下である、切削工具。

[請求項2] 前記逃げ面のスキューネスＳｓｋは、－１．０以上１．０以下であり、

前記Ｓｓｋは、ＩＳＯ２５１７８－３：２０１２に準拠して測定される、請求項１に記載の切削工具。

[請求項3] 前記立方晶窒化硼素焼結体は、立方晶窒化硼素粒子を３０体積％以上９５体積％以下と、結合材とを含み、

前記結合材は、アルミニウム化合物を有し、

前記立方晶窒化硼素焼結体中の酸素濃度は、１０質量％未満である、請求項１または請求項２に記載の切削工具。

[請求項4] 前記すくい面の前記算術平均高さＳａは、０．５μｍ以下である、請求項１から請求項３のいずれか１項に記載の切削工具。

[図1]

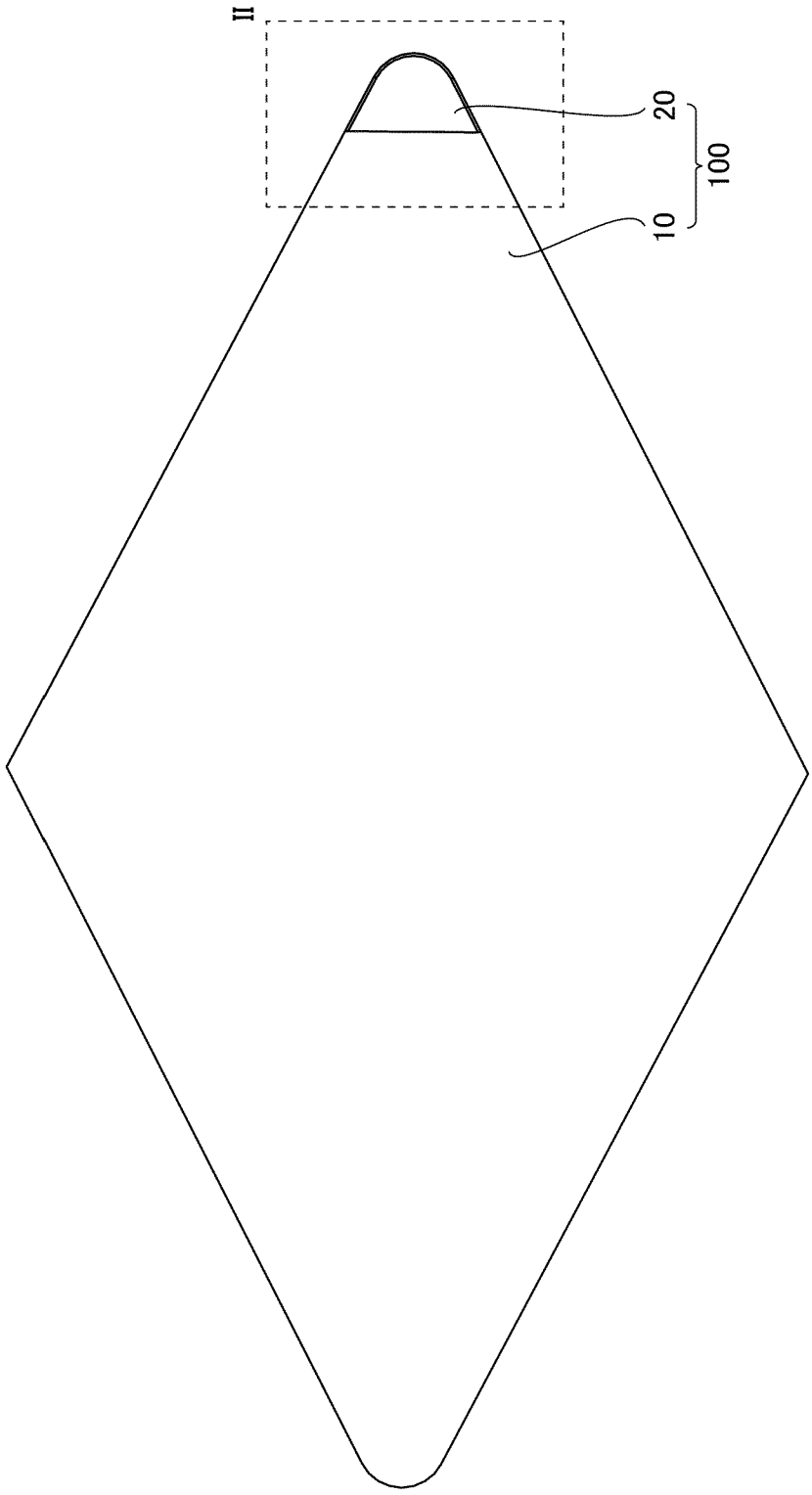
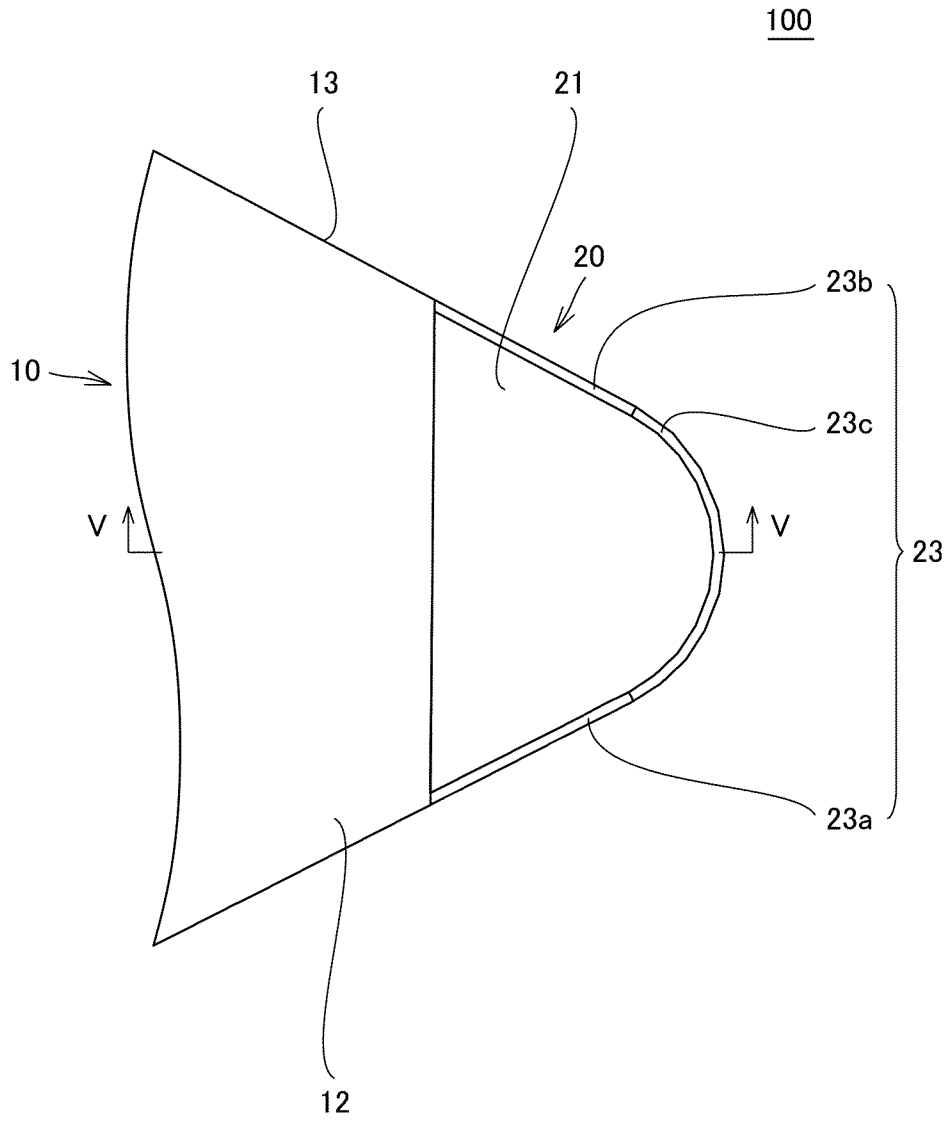


FIG. 1

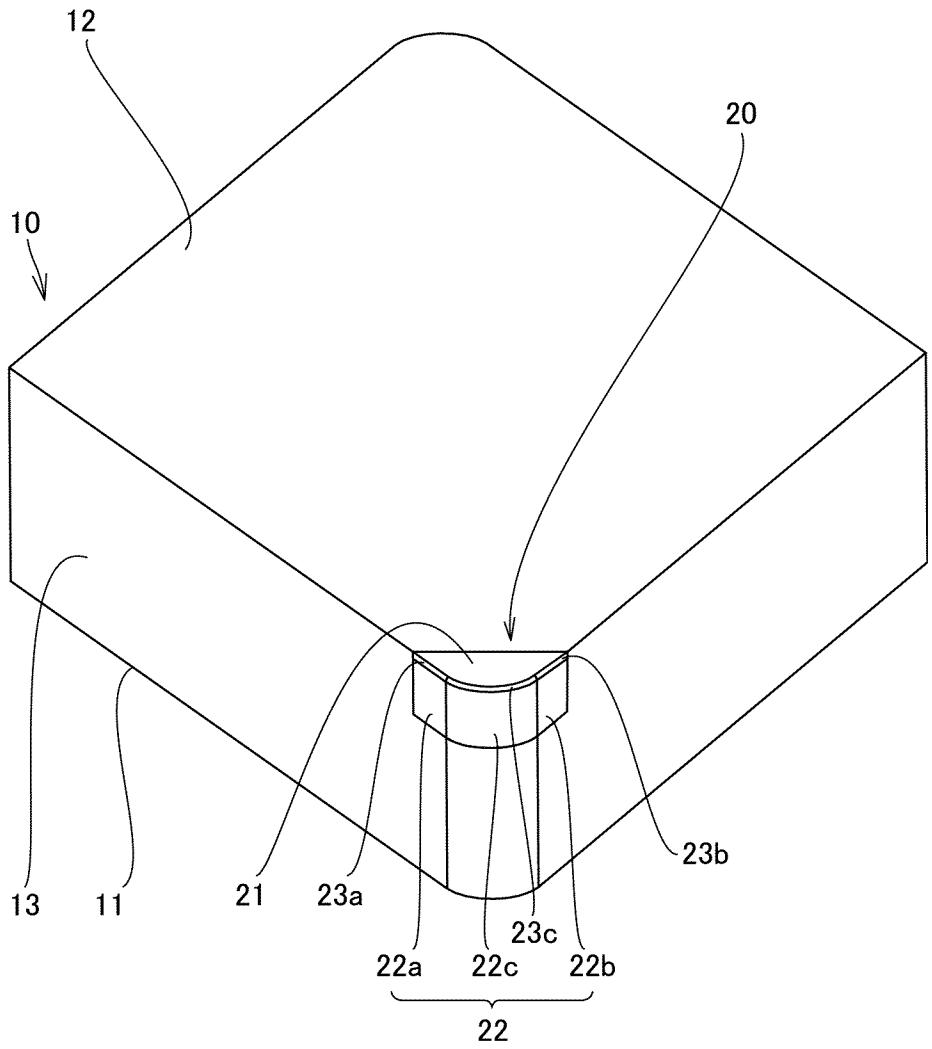
[図2]

FIG. 2



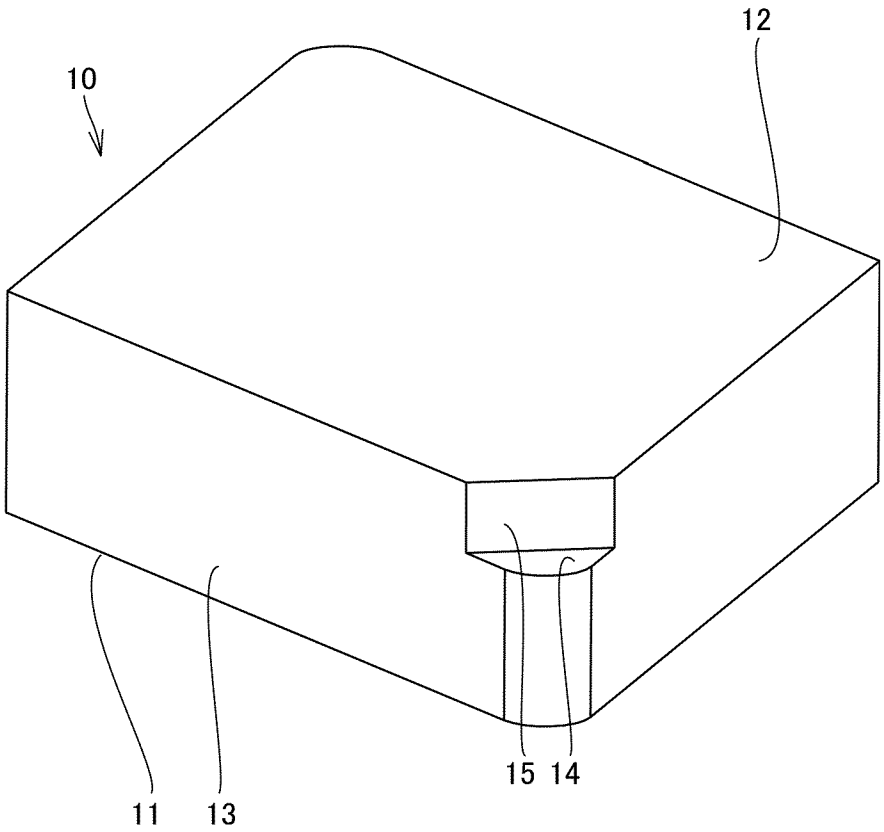
[図3]

FIG. 3



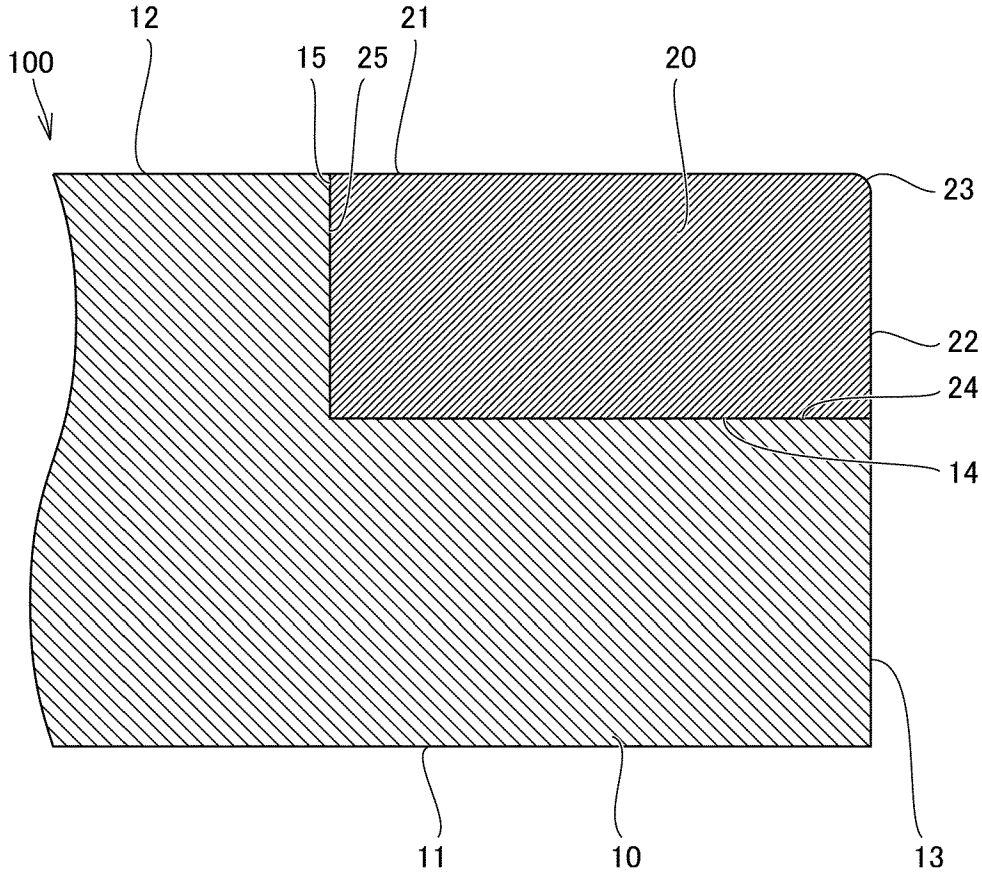
[図4]

FIG. 4



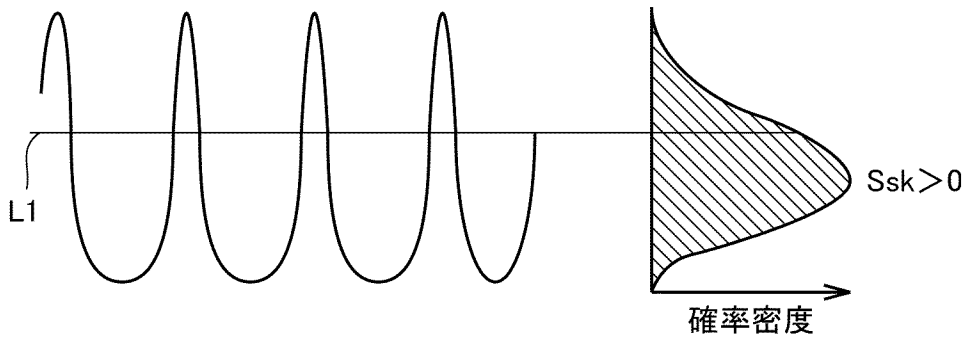
[図5]

FIG. 5



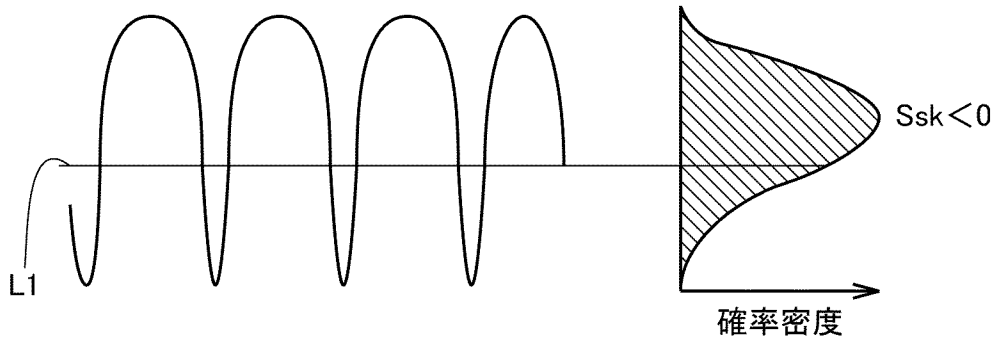
[図6]

FIG.6



[図7]

FIG.7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/028382

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23B 27/20(2006.01)i; ***B23B 27/14***(2006.01)i; ***C04B 35/5831***(2006.01)i
FI: B23B27/20; B23B27/14 B; C04B35/5831

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)

B23B27/20; B23B27/14; C04B35/5831

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 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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	WO 2019/065397 A1 (MITSUBISHI HITACHI TOOL ENGINEERING, LTD.) 04 April 2019 (2019-04-04) paragraphs [0012]-[0049]	1-4
A	WO 2021/260778 A1 (SUMITOMO ELECTRIC HARDMETAL CORP.) 30 December 2021 (2021-12-30) paragraphs [0062]-[0099], fig. 3-4, 7-8, 10-12	1-2
A	JP 10-217006 A (TOYODA VAN MOPPES LTD) 18 August 1998 (1998-08-18) paragraphs [0011]-[0015], fig. 1-5	1-4
A	WO 2018/116524 A1 (SUMITOMO ELECTRIC HARDMETAL CORP.) 28 June 2018 (2018-06-28) paragraphs [0010]-[0053], fig. 1-9	1
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 201594/1987 (Laid-open No. 101704/1989) (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 10 July 1989 (1989-07-10), specification, p. 4, line 17 to p. 6, line 8, fig. 4a-5	1

☐ 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
03 October 2022	**11 October 2022**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2022/028382

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2019/065397 A1	04 April 2019	US 2020/0230705 A1 paragraphs [0019]-[0070] EP 3689513 A1 KR 10-2020-0019199 A CN 110944776 A	
WO 2021/260778 A1	30 December 2021	(Family: none)	
JP 10-217006 A	18 August 1998	(Family: none)	
WO 2018/116524 A1	28 June 2018	US 2019/0054545 A1 paragraphs [0020]-[0065], fig. 1-9 EP 3357615 A1 CN 108463303 A KR 10-2018-0088637 A	
JP 1-101704 U1	10 July 1989	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/028382

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B23B 27/20(2006.01)i; B23B 27/14(2006.01)i; C04B 35/5831(2006.01)i
FI: B23B27/20; B23B27/14 B; C04B35/5831

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））

B23B27/20; B23B27/14; C04B35/5831

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	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２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	WO 2019/065397 A1（三菱日立ツール株式会社）04.04.2019（2019-04-04） 段落0012-0049	1-4
A	WO 2021/260778 A1（住友電工ハードメタル株式会社）30.12.2021（2021-12-30） 段落0062-0099,図3-4,7-8,10-12	1-2
A	JP 10-217006 A（豊田バンモップス株式会社）18.08.1998（1998-08-18） 段落0011-0015,図1-5	1-4
A	WO 2018/116524 A1（住友電工ハードメタル株式会社）28.06.2018（2018-06-28） 段落0010-0053,図1-9	1
A	日本国実用新案登録出願62-201594号(日本国実用新案登録出願公開1-101704号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（住友電気工業株式会社）10.07.1989（1989-07-10）明細書第4頁第17行-第6頁第8行,第4a-5図	1

☐ 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抵触するものではなく、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
03.10.2022	11.10.2022

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
中川　康文 3C 4068

電話番号 03-3581-1101 内線 3322

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2022/028382

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2019/065397 A1	04.04.2019	US 2020/0230705 A1 段落0019-0070 EP 3689513 A1 KR 10-2020-0019199 A CN 110944776 A	
WO 2021/260778 A1	30.12.2021	（ファミリーなし）	
JP 10-217006 A	18.08.1998	（ファミリーなし）	
WO 2018/116524 A1	28.06.2018	US 2019/0054545 A1 段落0020-0065,第1-9図 EP 3357615 A1 CN 108463303 A KR 10-2018-0088637 A	
JP 1-101704 U1	10.07.1989	（ファミリーなし）	