

(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
2025年6月5日(05.06.2025)



(10) 国際公開番号

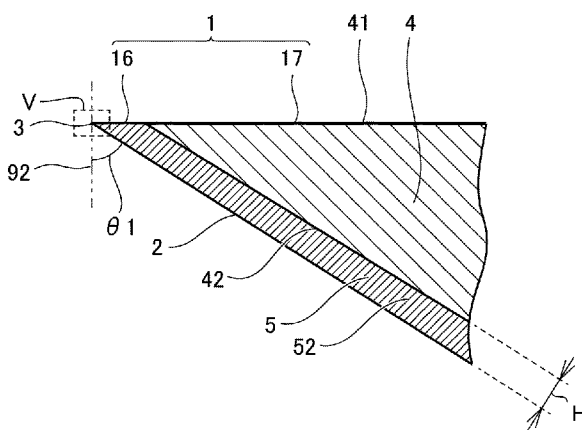
WO 2025/115122 A1

- (51) 国際特許分類:
B23B 27/20 (2006.01) *B23C 5/16* (2006.01)
B23C 5/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/042719
- (22) 国際出願日: 2023年11月29日(29.11.2023)
- (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 (JP).
- (72) 発明者: 山田 研人(YAMADA, Kento); 〒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 (JP). 三角 周平(MISUMI, Shuhei); 〒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 (JP). 東 泰助(HIGASHI, Taisuke); 〒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 (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 (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, 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, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,

(54) Title: CUTTING TOOL

(54) 発明の名称: 切削工具

FIG.4



(57) **Abstract:** A cutting tool according to the present invention comprises a base material and a diamond layer that covers the base material. The cutting tool has a rake surface and a flank surface. The flank surface is continuous with the rake surface. The ridgeline between the rake surface and the flank surface forms a cutting edge. The diamond layer has a flank surface –covering part. The flank surface – covering part forms the flank surface. The thickness of the flank surface – covering part is 10–25 μm. In a cross-section that is orthogonal to a tangent to the cutting edge, the radius of curvature of the cutting edge is less than the value obtained by multiplying the thickness of the flank surface–covering part by 0.3. The rake surface includes a first portion. The first portion is formed from the flank surface–covering part. The first portion is continuous with the flank surface. The maximum height roughness of the first portion is less than 2 μm.



WO 2025/115122 A1

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, CV, 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, ME, 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、基材と、基材を被覆しているダイヤモンド層とを備える切削工具である。切削工具は、すくい面と、逃げ面とを備える。逃げ面は、すくい面に連なっている。すくい面と逃げ面との稜線は、切れ刃を構成している。ダイヤモンド層は、逃げ面被覆部を有している。逃げ面被覆部は、逃げ面を構成している。逃げ面被覆部の厚みは、 $10\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下である。切れ刃の接線に垂直な断面において、切れ刃の曲率半径は、逃げ面被覆部の厚みに 0.3 を掛けた値未満である。すくい面は、第1部分を含む。第1部分は、逃げ面被覆部によって構成されている。第1部分は、逃げ面に連なっている。第1部分の最大高さ粗さは、 $2\mu\text{m}$ 未満である。

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] 特開2015-085462号公報（特許文献1）には、逃げ面とすくい面との交差稜線部に切れ刃が形成された工具本体にダイヤモンド皮膜が被覆されて成る硬質皮膜被覆切削工具が開示されている。当該硬質皮膜被覆切削工具において、逃げ面側のダイヤモンド皮膜の膜厚は、 $8\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下である。切れ刃の刃先の丸みを半径の円弧で近似したとき半径は、逃げ面側のダイヤモンド皮膜の膜厚の0.1倍以上0.8倍以下である。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2015-085462号公報

発明の概要

[0004] 本開示に係る切削工具は、基材と、基材を被覆しているダイヤモンド層とを備える切削工具である。切削工具は、すくい面と、逃げ面とを備える。逃げ面は、すくい面に連なっている。すくい面と逃げ面との稜線は、切れ刃を構成している。ダイヤモンド層は、逃げ面被覆部を有している。逃げ面被覆部は、逃げ面を構成している。逃げ面被覆部の厚みは、 $10\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下である。切れ刃の接線に垂直な断面において、切れ刃の曲率半径は、逃げ面被覆部の厚みに0.3を掛けた値未満である。すくい面は、第1部分を含む。第1部分は、逃げ面被覆部によって構成されている。第1部分は、逃げ面に連なっている。第1部分の最大高さ粗さは、 $2\mu\text{m}$ 未満である。

図面の簡単な説明

[0005] [図1]図1は、第1実施形態に係る切削工具を示す平面模式図である。

[図2]図2は、図1の領域IIを示す拡大平面模式図である。

[図3]図3は、第1実施形態に係る切削工具の構成を示す拡大側面模式図である。

[図4]図4は、図2のⅠV-ⅠV線に沿った断面模式図である。

[図5]図5は、図4の領域Vを示す拡大断面模式図である。

[図6]図6は、第1実施形態に係る切削工具の製造方法を概略的に示すフロー図である。

[図7]図7は、すくい面をレーザー加工することによって切れ刃を尖らせる工程を示す断面模式図である。

[図8]図8は、第2実施形態に係る切削工具の構成を示す断面模式図である。

[図9]図9は、第2実施形態に係る切削工具の製造方法におけるすくい面をレーザー加工することによって切れ刃を尖らせる工程を示す断面模式図である。

[図10]図10は、本開示に係る切削工具の使用状態を示す部分断面模式図である。

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]

切削工具の切れ刃がダイヤモンド層に覆われている場合、ダイヤモンド層の厚みが厚くなるにつれて工具の耐摩耗性が向上する。切れ刃の曲率半径が小さくなるにつれて切れ刃の切れ味が向上する。これによって、切削工具の損傷を抑制できる。しかしながら、ダイヤモンド層の厚みが厚く且つ切れ刃の曲率半径が小さい場合であっても、ダイヤモンド層の表面状態に起因して、切れ刃における切屑の凝着が発生することがある。これによって、構成刃先が形成されることによって、工具の損傷が進みやすくなる。以上のように、ダイヤモンド層を有する切削工具において、工具寿命を向上することが困難であった。

[0007] 本開示の目的は、工具寿命を向上可能な切削工具を提供することである。

[本開示の効果]

本開示によれば、工具寿命を向上可能な切削工具を提供することができる

。

[0008] [実施形態の概要]

まず、本開示の実施形態の概要について説明する。

[0009] (1) 本開示に係る切削工具は、基材と、基材を被覆しているダイヤモンド層とを有する切削工具である。切削工具は、すくい面と、逃げ面とを有する。逃げ面は、すくい面に連なっている。すくい面と逃げ面との稜線は、切れ刃を構成している。ダイヤモンド層は、逃げ面被覆部を有している。逃げ面被覆部は、逃げ面を構成している。逃げ面被覆部の厚みは、 $10\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下である。切れ刃の接線に垂直な断面において、切れ刃の曲率半径は、逃げ面被覆部の厚みに 0.3 を掛けた値未満である。すくい面は、第1部分を有する。第1部分は、逃げ面被覆部によって構成されている。第1部分は、逃げ面に連なっている。第1部分の最大高さ粗さは、 $2\mu\text{m}$ 未満である。

[0010] 本開示に係る切削工具によれば、第1部分の一部が過度に突出することが抑制されている。このため、過度に突出した部分を起点として切屑の凝着が発生することを抑制できる。結果として、工具寿命を向上できる。

[0011] (2) 上記(1)に係る切削工具によれば、すくい面は、第1すくい面部と、第2すくい面部とを有していてもよい。第1すくい面部は、逃げ面から離間していてもよい。第2すくい面部は、第1すくい面部と逃げ面との間に設けられていてもよい。第2すくい面部は、第1すくい面部および逃げ面の各々に連なってもよい。第2すくい面部は、第1すくい面部に対して第1すくい面部から逃げ面に向かう方向に傾斜していてもよい。これによって、すくい面と逃げ面が成す角度を大きくすることができる。このため、切れ刃の強度を向上できる。

[0012] (3) 上記(2)に係る切削工具によれば、第1すくい面部に対する第2すくい面部の傾斜角は、 3° 以上 50° 以下であってもよい。第2すくい面部の傾斜角が 3° 以上であることによって、切れ刃の強度が過度に低下することを抑制できる。第2角度 θ_2 が 50° 以下であることによって、切れ刃

の切れ味が過度に低下することを抑制できる。

[0013] (4) 上記(2)に係る切削工具によれば、逃げ面被覆部の厚みは、 $15\ \mu\text{m}$ 以上 $20\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。これによって、切削工具の耐摩耗性を向上できる。

[0014] (5) 上記(1)から(4)のいずれかに係る切削工具によれば、切れ刃の接線に垂直な断面において、切れ刃の曲率半径は、逃げ面被覆部の厚みに 0.1 を掛けた値未満であってもよい。これによって、切れ刃の切れ味を向上できる。

[0015] (6) 上記(1)から(5)のいずれかに係る切削工具によれば、基材は、炭化タングステン粒子を含有する超硬合金によって構成されていてもよい。炭化タングステン粒子の平均粒径は、 $2\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。これによって、ダイヤモンド層が基材からはがれることを抑制できる。結果として、工具寿命をより向上できる。

[0016] (7) 上記(1)から(6)のいずれかに係る切削工具によれば、逃げ面の逃げ角は、 15° 以上 35° 以下であってもよい。

[0017] (8) 上記(1)から(7)のいずれかに係る切削工具によれば、第1部分の最大高さ粗さは、 $1.5\ \mu\text{m}$ 未満であってもよい。

[0018] [実施形態の詳細]

以下、図面に基づいて本開示の実施形態（以降、本実施形態とも称する）の詳細について説明する。なお、以下の図面において同一または相当する部分には同一の参照番号を付し、その説明は繰返さない。

[0019] (第1実施形態)

<切削工具の構成>

まず、第1実施形態に係る切削工具の構成について説明する。

[0020] 図1は、第1実施形態に係る切削工具を示す平面模式図である。第1実施形態に係る切削工具100は、先端部6と、ボディ部7と、シャンク部8とを有している。切削工具100は、たとえばボールエンドミルである。切削工具100は、たとえば軸線Xを回転軸として回転する回転切削工具である

- 。
- [0021] 図2は図1の領域11を示す拡大平面模式図である。図3は、第1実施形態に係る切削工具100の構成を示す拡大側面模式図である。図3に示される拡大側面模式図は、図2の矢印Aに沿って見た拡大側面模式図である。
- [0022] 図2および図3に示されるように、切削工具100は、すくい面1と、逃げ面2とを有している。すくい面1は、逃げ面2に連なっている。すくい面1と逃げ面2との稜線は、切れ刃3を構成している。図2に示されるように、すくい面1に垂直に見た場合において、切れ刃3の接線は、第1仮想直線91とされる。
- [0023] 図4は、図2の1V-1V線に沿った断面模式図である。図4に示される断面は、第1仮想直線91（図2参照）に垂直な断面である。図4に示されるように、切削工具100は、基材4と、ダイヤモンド層5とを有している。
- 。
- [0024] 基材4は、第1面41と、第2面42とを有している。第1面41は、たとえばすくい面1の一部を構成している。第2面42は、第1面41に連なっている。第2面42は、逃げ面2と実質的に平行である。
- [0025] ダイヤモンド層5は、基材4の少なくとも一部を被覆している。具体的には、ダイヤモンド層5は、第2面42を被覆している。ダイヤモンド層5は、逃げ面2を構成している。逃げ面2を構成しているダイヤモンド層5の部分は、逃げ面被覆部52とされる。第1面41は、たとえばダイヤモンド層5から露出している。
- [0026] ダイヤモンド層5は、たとえばダイヤモンド結晶を含有している。ダイヤモンド層5は、たとえば、ダイヤモンド多結晶によって構成されている。ダイヤモンド層5は、ダイヤモンド以外の成分（たとえば非晶質成分）を含有していてもよい。ダイヤモンド層5は、ダイヤモンド結晶を含有していてもよい。ダイヤモンド層5は、たとえばDLC（Diamond Like Carbon）によって構成されていてもよい。
- [0027] すくい面1は、たとえば平面状である。すくい面1は、逃げ面被覆部52

と基材4とによって構成されている。逃げ面被覆部52によって構成されているすくい面1の部分は、第1部分16とされる。第1部分16は、逃げ面2に連なっている。別の観点から言えば、第1部分16と逃げ面2との稜線は、切れ刃3を構成している。基材4によって構成されているすくい面1の部分は、第2部分17とされる。言い換えれば、すくい面1は、第1部分16と、第2部分17とを有している。第2部分17は、第1部分16に実質的に平行である。

[0028] 逃げ面被覆部52の厚みHは、 $10\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下である。厚みHは、逃げ面2に垂直な方向における逃げ面被覆部52の厚みである。厚みHは、たとえば $15\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下であってもよいし、 $15\mu\text{m}$ 以上 $17\mu\text{m}$ 以下であってもよい。厚みHは、たとえば $12\mu\text{m}$ 以上であってもよいし、 $14\mu\text{m}$ 以上であってもよい。厚みHは、たとえば $22\mu\text{m}$ 以下であってもよいし、 $18\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0029] <最大高さ粗さ>

表面粗さを定量化する指標として、Rzとして規定される最大高さ粗さ（以下、最大高さ粗さRzまたはRzとも称する）がある。最大高さ粗さRzは、JIS（Japanese Industrial Standards）B0601：2013に規定されている表面性状パラメータである。

[0030] 第1部分16のRzは、 $2\mu\text{m}$ 未満である。第1部分16のRzは、たとえば $1.8\mu\text{m}$ 以下であってもよいし、 $1.5\mu\text{m}$ 未満であってもよいし、 $1.2\mu\text{m}$ 以下であってもよい。Rzは、たとえば $0.01\mu\text{m}$ 以上であってもよいし、 $0.5\mu\text{m}$ 以上であってもよい。

[0031] Rzは、たとえばレーザ顕微鏡（Lasertech社製「OPTELICS HYBRID」（商標））を用いて測定される。たとえば第1部分16内の異なる5箇所の測定領域が設定される。5箇所の測定領域の各々は、線状の領域である。5箇所の測定領域の各々の位置は、第1部分16内の任意の位置とされる。5箇所の測定領域の各々において測定されたRzの平均値が、第1部分16のRzとされる。言い換えれば、5箇所の測定領域のR

zの合計値を5で割った値が第1部分16のRzとされる。測定ピッチは、たとえば0.1 μm とされる。測定範囲は、たとえば10 μm とされる。

[0032] <曲率半径および第2傾斜角>

図5は、図4の領域Vを示す拡大断面模式図である。図5に示されるように、第1仮想直線91に垂直な断面において、切れ刃3の形状は、実質的に円弧状であってもよい。第1仮想直線91に垂直な断面において、切れ刃3の曲率半径Rは、逃げ面被覆部52の厚みH（図4参照）に0.3を掛けた値未満である。曲率半径Rは、たとえば厚みHに0.2を掛けた値未満であってもよいし、厚みHに0.1を掛けた値未満であってもよいし、厚みHに0.08を掛けた値未満であってもよい。曲率半径Rは、たとえば厚みHに0.001を掛けた値より大きい。曲率半径Rは、たとえば0.5 μm 以上7 μm 以下である。

[0033] 図4および図5に示されるように、第1仮想直線91に垂直な断面において、すくい面1に垂直であり且つ切れ刃3と接する直線は、第2仮想直線92とされる。第1仮想直線91に垂直な断面において、逃げ面2は、第2仮想直線92に対して、切れ刃3からすくい面1に向かう方向に傾斜している。別の観点から言えば、逃げ面2は、第2仮想直線92に対して前端58から後端59に向かう方向に傾斜している。第1仮想直線91に垂直な断面において、第2仮想直線92に対する逃げ面2の傾斜角（第1角度 $\theta 1$ ）は、たとえば15°以上35°以下である。第1角度 $\theta 1$ は、たとえば17°以上であってもよいし、19°以上であってもよい。第1角度 $\theta 1$ は、たとえば33°以下であってもよいし、30°以下であってもよい。第1角度 $\theta 1$ は、逃げ面2の逃げ角である。

[0034] 曲率半径Rおよび第1角度 $\theta 1$ は、たとえば三鷹光器製の非接触表面性状測定装置「PF-60」を用いて測定される。たとえばすくい面1および逃げ面2において、異なる5箇所の測定領域が設定される。5箇所の測定領域の各々は、切れ刃3の接線（第1仮想直線91、図2参照）に実質的に垂直に延びており且つ切れ刃3と交差する線状の領域である。5箇所の測定領域

の各々の位置は、第1部分16内の任意の位置とされる。測定ピッチは、たとえば $0.1\ \mu\text{m}$ とされる。測定範囲は、たとえば $200\ \mu\text{m}$ とされる。

[0035] 5箇所の測定領域の各々において、逃げ面2、切れ刃3、およびすくい面1の形状を示す曲線が取得される。取得された5本の曲線に基づいて、5箇所の測定領域の各々における切れ刃3の曲率半径が測定される。5箇所の測定領域における切れ刃3の曲率半径の平均値が、切削工具100における切れ刃3の曲率半径 R とされる。言い換えれば、5箇所の測定領域の切れ刃3の曲率半径の合計値を5で割った値が、切削工具100における切れ刃3の曲率半径 R とされる。

[0036] 同様に、取得された5本の曲線に基づいて、5箇所の測定領域の各々における第2仮想直線92に対する逃げ面2の傾斜角が測定される。5箇所の測定領域における第2仮想直線92に対する逃げ面2の傾斜角の平均値が、第1角度 θ_1 とされる。言い換えれば、5箇所の測定領域の第2仮想直線92に対する逃げ面2の傾斜角の合計値を5で割った値が第1角度 θ_1 とされる。

[0037] <基材を構成する材料>

基材4は、たとえば炭化タングステン(WC)粒子を含有する超硬合金によって構成されている。基材4を構成している超硬合金は、たとえば炭化タングステン粒子と、コバルト等の結合剤とを含有している。

[0038] 基材4を構成している超硬合金に含まれているWC粒子の平均粒径は、たとえば $2\ \mu\text{m}$ 以下である。基材4を構成している超硬合金に含まれているWC粒子の平均粒径は、たとえば $1.5\ \mu\text{m}$ 以下であってもよいし、 $1\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。基材4を構成している超硬合金に含まれているWC粒子の平均粒径は、たとえば $0.01\ \mu\text{m}$ 以上であってもよいし、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上であってもよい。

[0039] 本明細書において、上記のWC粒子の平均粒径は、WC粒子の円相当径の平均値である。WC粒子の円相当径の平均値とは、超硬合金の表面または断面で測定されるWC粒子の円相当径の個数基準の算術平均を意味する。炭化

タングステン粒子の円相当径の平均値は、下記の手順で測定される。

- [0040] 具体的には、超合金の任意の表面または任意の断面を鏡面加工する。鏡面加工の方法としては、たとえば、ダイヤモンドペーストで研磨する方法、集束イオンビーム (Focused Ion Beam: FIB) 装置を用いる方法、クロスセクションポリッシャー (Cross-section Polisher: CP) 装置を用いる方法、およびこれらを組み合わせる方法等が挙げられる。
- [0041] 超合金の加工面を走査型電子顕微鏡 (株式会社日立ハイテクノロジーズ製「S-3400N」) で撮影する。当該撮影画像を3枚準備する。3枚の画像の各々の撮影領域は異なる。撮影箇所は任意に設定することができる。撮影条件は反射電子像とする。観察倍率は5000倍とする。加速電圧は10kVとする。
- [0042] 撮影された3枚の反射電子像を画像解析ソフトウェア (ImageJ、version 1.51j8: <https://imagej.nih.gov/ij/>) を用いてコンピュータに取り込む。撮影された3枚の反射電子像に対して、二値化処理を行う。二値化処理は、画像を取り込んだのちに、コンピュータ画面上の「Make Binary」との表示を押すことにより、上記画像解析ソフトウェアに予め設定された条件で実行される。二値化処理後の画像において、炭化タングステン粒子と炭化タングステン粒子以外の部分とは、色の濃淡で識別できる。たとえば、二値化処理後の画像において、炭化タングステン粒子は黒色領域で示され、炭化タングステン粒子以外の部分は白色領域で示される。
- [0043] 取得された3枚の二値化処理後の各画像中に縦25.3 μm × 幅17.6 μm の矩形の測定視野を設定する。上記画像解析ソフトウェアを用いて、3つの測定視野中の全ての炭化タングステン粒子 (黒色領域) のそれぞれについて、円相当径 (Heywood径: 等面積円相当径) を測定する。3つの測定視野中の全ての炭化タングステン粒子の円相当径の個数基準の算術平均値を算出する。本明細書において、当該算術平均値が、WC粒子の円相当径

の平均値に該当する。

[0044] 出願人が測定した限りでは、同一の試料において測定する限りにおいては、上記測定を、測定視野の選択個所を変更して複数回行って、測定結果のばらつきは少なく、任意に測定視野を設定しても恣意的にはならないことが確認された。

[0045] <切削工具の製造方法>

次に、第1実施形態に係る切削工具100の製造方法について説明する。

[0046] 図6は、第1実施形態に係る切削工具の製造方法を概略的に示すフロー図である。図6に示されるように、切削工具100の製造方法は、基材上にダイヤモンド層を成膜する工程(S10)と、すくい面をレーザー加工することによって切れ刃を尖らせる工程(S20)と、イオンエッチングを用いてすくい面を平滑化する工程(S30)とを有している。

[0047] まず、基材上にダイヤモンド層を成膜する工程(S10)が実施される。具体的には、たとえばHFCVD(Hot Filament Chemical Vapor Deposition)等を用いて、基材4上にダイヤモンド層5が成膜される。これによって、基材4の第1面41および第2面42の各々は、ダイヤモンド層5に覆われる。

[0048] 次に、すくい面をレーザー加工することによって切れ刃を尖らせる工程(S20)が実施される。図7は、すくい面をレーザー加工することによって切れ刃を尖らせる工程(S20)を示す断面模式図である。図7に示されるように、レーザー加工を用いて、すくい面1を構成しているダイヤモンド層5の少なくとも一部が除去される。具体的には、レーザー81が切削工具100に向かって照射される。レーザー81の照射方向は、矢印Bに沿う方向である。レーザー81の照射方向は、たとえばすくい面1に実質的に平行である。別の観点から言えば、レーザー81の照射方向は、たとえば第1面41に実質的に平行である。

[0049] レーザー81の焦点Fを中心に、レーザー加工領域82が形成される。レーザー加工領域82は、レーザー81のエネルギーが集中している領域であ

る。レーザー加工領域 82 内にある切削工具 100 の部分は除去される。レーザー 81 が走査されることによって、所定の範囲において、すくい面 1 を構成しているダイヤモンド層 5 が除去される。これによって、切れ刃 3 を尖らせることができる。言い換えれば、切れ刃 3 の曲率半径 R を小さくすることができる。

[0050] レーザー 81 の照射方向がすくい面 1 に垂直である場合、照射されたレーザー 81 の大部分が切削工具 100 に当たる。この場合、レーザー 81 の照射に起因して発熱するダイヤモンド層 5 の領域が大きくなる。従って、発熱に起因してダイヤモンド層 5 の面粗さが悪化しやすくなる。具体的には、たとえば発熱したダイヤモンド層 5 において酸化反応が生じることによってダイヤモンド層 5 の面粗さが悪化する。

[0051] 第 1 実施形態に係る切削工具 100 の製造方法によれば、レーザー 81 の照射方向は、すくい面 1 に実質的に平行である。このため、レーザー 81 の一部は、切削工具 100 に当たることなく焦点 F を通過する。これによって、レーザー 81 の照射に起因して発熱するダイヤモンド層 5 の領域を小さくできる。結果として、ダイヤモンド層 5 の面粗さの悪化を抑制できる。ダイヤモンド層 5 の面粗さの悪化を抑制することによって、後述のイオンエッチングを用いてすくい面を平滑化する工程 (S30) における処理時間を短縮できる。

[0052] 次に、イオンエッチングを用いてすくい面を平滑化する工程 (S30) が実施される。すくい面 1 および逃げ面 2 の各々がエッチングされるようにイオンエッチングが実施される。すくい面 1 が平滑化される。具体的には、第 1 部分 16 の最大高さ粗さが低減される。イオンエッチングにおける処理時間は、たとえば 0.3 時間とされる。イオンエッチングにおける処理時間を 0.3 時間程度とすることによって、逃げ面被覆部 52 の厚み H (図 4 参照) が過度に小さくなることを抑制できる。以上によって、図 1 から図 4 に示される第 1 実施形態に係る切削工具 100 が製造される。

[0053] (第 2 実施形態)

<切削工具の構成>

次に、第2実施形態に係る切削工具100の構成について説明する。第2実施形態に係る切削工具100は、主に、すくい面1が第1すくい面部11と第2すくい面部12とを有している点において、第1実施形態に係る切削工具100と異なっており、その他の点については、第1実施形態に係る切削工具100と実質的に同一である。以下、第1実施形態に係る切削工具100と異なる点を中心に説明する。

[0054] 図8は、第2実施形態に係る切削工具100の構成を示す断面模式図である。図8に示される断面は、図4に示される断面に対応している。図8に示されるように、ダイヤモンド層5は、基材4の第1面41を被覆していてもよい。第1面41を被覆しているダイヤモンド層5の部分は、すくい面被覆部51とされる。別の観点から言えば、ダイヤモンド層5は、すくい面被覆部51と、逃げ面被覆部52とを有している。

[0055] すくい面1は、第1すくい面部11と、第2すくい面部12とを有していてもよい。第1すくい面部11は、たとえばダイヤモンド層5によって構成されている。第1すくい面部11は、逃げ面2から離間している。第1すくい面部11は、第1面41に実質的に平行である。

[0056] 第2すくい面部12は、第1すくい面部11と逃げ面2との間に設けられている。第2すくい面部12は、第1すくい面部11および逃げ面2の各々に連なっている。第2すくい面部12と逃げ面2との稜線は、切れ刃3を構成している。

[0057] 第2すくい面部12は、第1すくい面部11に対して、第1すくい面部11から逃げ面2に向かう方向に傾斜している。具体的には、すくい面1に垂直な方向において、第2すくい面部12は、第1すくい面部11から逃げ面2に向かう方向に傾斜している。なお、すくい面1が第1すくい面部11と第2すくい面部12とを有している場合、すくい面1に垂直な方向は、第1すくい面部11に垂直な方向とされる。

[0058] 第1すくい面部11に対する第2すくい面部12の傾斜角は、第2角度 θ

2とされる。切れ刃3の接線に垂直な断面において、第2角度 $\theta 2$ は、第1すくい面部11の延長線93と、第2すくい面部12とが成す角度である。第2角度 $\theta 2$ は、たとえば 3° 以上 50° 以下である。第2角度 $\theta 2$ は、たとえば 3° 以上 40° 以下であってもよい。第2角度 $\theta 2$ は、たとえば 5° 以上であってもよいし、 10° 以上であってもよい。第2角度 $\theta 2$ は、たとえば 35° 以下であってもよいし、 30° 以下であってもよいし、 20° 以下であってもよい。

[0059] 第2すくい面部12は、第1部分16と、第2部分17と、第3部分18とによって構成されている。第1部分16は、逃げ面2と第2部分17との間に設けられている。第2部分17は、基材4によって構成されている第2すくい面部12の部分である。第2部分17は、第1部分16に連なっている。第2部分17は、逃げ面2から離間している。第2部分17は、第1部分16と第3部分18との間に設けられている。

[0060] 第3部分18は、すくい面被覆部51によって構成されている第2すくい面部12の部分である。第3部分18は、第2部分17と第1すくい面部11との間に設けられている。第3部分18は、第2部分17および第1すくい面部11の各々に連なっている。第3部分18は、第1部分16から離間している。

[0061] 図9に示されるように、切れ刃3（図2参照）の接線に垂直な方向における第2すくい面部12の幅Wは、たとえば 0.01mm 以上 0.2mm 以下である。基材4において、第2部分17は、第1面41および第2面42の各々に連なっている。第2部分17は、第1面41と第2面42との間に設けられている。第2部分17は、第1面41に対して第1すくい面部11から逃げ面2に向かう方向に傾斜している。第2面42は、第1面41から離間している。

[0062] <切削工具の製造方法>

次に、第2実施形態に係る切削工具100の製造方法について説明する。図9は、第2実施形態に係る切削工具100の製造方法におけるすくい面を

レーザー加工することによって切れ刃を尖らせる工程（S20）を示す断面模式図である。図9に示されるように、第2実施形態に係る切削工具100の製造方法において、レーザー81の照射方向（矢印B）は、すくい面1に対して傾斜している。別の観点から言えば、レーザー81の照射方向は、たとえば第1面41に実質的に対して傾斜している。レーザー81の照射方向のすくい面1に対する傾斜角は、第2角度 $\theta 2$ （図8参照）である。別の観点から言えば、レーザー81の照射方向は、第2すくい面部12（図8参照）と実質的に平行である。これによって、切れ刃3の曲率半径Rを低減しつつ、第2すくい面部12が形成される。

[0063] <使用状態>

次に、本開示に係る切削工具100の使用状態について説明する。

[0064] 図10は、本開示に係る切削工具100の使用状態を示す部分断面模式図である。図10に示されるように、被削材90が準備される。被削材90は、たとえば超硬合金によって構成されている。具体的には、被削材90は、たとえば超硬合金によって構成されている。被削材90は、たとえばアルミナなどのセラミックス、炭化珪素、シリコンおよびCFRP（Carbon Fiber Reinforced Plastics）などによって構成されていてもよい。軸線Xを中心に切削工具100が回転しつつ、切れ刃3が被削材90に接触する。これによって、被削材90が切削される。

[0065] 次に、本開示に係る切削工具100の作用効果について説明する。

たとえば被削材が超硬合金などの硬脆材料によって構成されている場合、切削工具を用いて硬度が高いセラミックス粒子を切る必要がある。この場合、通常、硬度が高いダイヤモンド層を有する切削工具が用いられる。切削工具の切れ刃がダイヤモンド層に覆われている場合、ダイヤモンド層の厚みが厚くなるにつれて、切れ刃が丸みを帯びる。この場合、切れ刃の切れ味が低下することによって工具の損傷が進みやすくなる。一方で、ダイヤモンド層の厚みが過度に薄い場合、工具の耐摩耗性が過度に低くなる。ダイヤモンド層を加工することによって、十分なダイヤモンド層の厚みと切れ刃の高い切

れ味とを両立した場合においても、ダイヤモンド層の表面状態に起因して、切れ刃における切屑の凝着が発生することがある。この場合、構成刃先が形成されることによって、工具の損傷が進みやすくなる。特に、被削材が超硬合金によって構成されている場合、超硬合金に含まれる炭化タングステン粒子が切れ刃に凝着しやすい。以上のように、ダイヤモンド層を有する切削工具において、工具寿命を向上することが困難であった。

[0066] 本開示に係る切削工具100によれば、ダイヤモンド層5は、逃げ面被覆部52を有している。逃げ面被覆部52は、逃げ面2を構成している。すくい面1は、第1部分16を有している。第1部分16は、逃げ面被覆部52によって構成されている。第1部分16の最大高さ粗さは、 $2\mu\text{m}$ 未満である。このように、第1部分16の一部が過度に突出することが抑制されている。切削工具100を用いて被削材90を切削した場合、切屑は第1部分16に接触しやすい。このため、過度に突出した部分を起点として切屑の凝着が発生することを抑制できる。結果として、工具寿命を向上できる。

[0067] 本開示に係る切削工具100によれば、逃げ面被覆部52の厚みは、 $10\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下である。逃げ面被覆部52の厚みが $10\mu\text{m}$ 以上であることによって、切削工具100の耐摩耗性を十分に向上できる。

[0068] 本開示に係る切削工具100によれば、切れ刃3の接線に垂直な断面において、切れ刃3の曲率半径Rは、逃げ面被覆部52の厚みに0.3を掛けた値未満である。これによって、切れ刃3の切れ味を十分に向上できる。結果として、工具の損傷を進みにくくすることができる。

[0069] 第2実施形態に係る切削工具100によれば、すくい面1は、第1すくい面部11と、第2すくい面部12とを有している。第2すくい面部12は、第1すくい面部11に対して第1すくい面部11から逃げ面2に向かう方向に傾斜している。これによって、すくい面1と逃げ面2とが成す角度を大きくすることができる。このため、切れ刃3の強度を向上できる。

[0070] 第2実施形態に係る切削工具100によれば、第1すくい面部11に対する第2すくい面部12の傾斜角（第2角度 $\theta 2$ ）は、 3° 以上 50° 以下で

ある。第2角度 θ_2 が 3° 以上であることによって、第2すくい面部12と逃げ面2とが成す角度が過度に小さくなることを抑制できる。これによって、切れ刃3の強度が過度に低下することを抑制できる。第2角度 θ_2 が 50° 以下であることによって、第2すくい面部12と逃げ面2とが成す角度が過度に大きくなることを抑制できる。これによって、切れ刃3の切れ味が過度に低下することを抑制できる。

[0071] 本開示に係る切削工具100によれば、基材4は、炭化タングステン粒子を含有する超硬合金によって構成されている。炭化タングステン粒子の平均粒径は、 $2\mu\text{m}$ 以下である。炭化タングステン粒子の平均粒径が小さくなるにつれて、基材4とダイヤモンド層5との密着性が向上する。従って、炭化タングステン粒子の平均粒径が $2\mu\text{m}$ 以下であることによって、基材4とダイヤモンド層5との密着性を向上できる。これによって、ダイヤモンド層5が基材4からはがれることを抑制できる。結果として、工具寿命をより向上できる。

[0072] なお、上記において、切削工具100がボールエンドミルである構成について説明したが、本開示に係る切削工具100は、ボールエンドミルに限定されない。たとえば、切削工具100は、ラジラスエンドミルなどであってもよい。切削工具100は、切削インサートなどの旋削工具であってもよい。

実施例

[0073] (サンプル準備)

まず、サンプル1から22に係る切削工具100が準備された。サンプル1、3、4、8から18および22は、実施例である。サンプル2、5から7および19から21は、比較例である。上述の本開示に係る切削工具100の製造方法に沿って、サンプル1から22に係る切削工具100が製造された。具体的には、下記の表1に示される条件を用いて切削工具100が製造された。

[0074]

[表1]

	レーザーの照射方向	イオンエッチング処理時間 [時間]	第2傾斜角 [°]	逃げ面被覆部の厚み (H) [μm]	曲率半径 (R) [μm]	R/H	第1部分のRz [μm]	WC平均粒径 [μm]	第1傾斜角 [°]
サンプル1	水平	0.3	0	10.1	2.73	0.270	1.8	3	15
サンプル2	水平	0.3	0	16	4.80	0.300	1.72	3	15
サンプル3	水平	0.3	0	10.3	2.68	0.260	1.92	3	15
サンプル4	水平	0.3	0	24.8	6.70	0.270	1.84	3	15
サンプル5	水平	0.3	0	9.5	2.38	0.250	1.82	3	15
サンプル6	水平	0.3	0	27	7.13	0.264	1.66	3	15
サンプル7	水平	0	0	12	3.32	0.277	2.09	3	15
サンプル8	傾斜	0.3	3	11.7	3.18	0.272	1.68	3	15
サンプル9	傾斜	0.3	50	10.9	2.80	0.257	1.88	3	15
サンプル10	傾斜	0.3	3	13.2	1.06	0.080	1.74	3	15
サンプル11	傾斜	0.3	3	11	0.90	0.082	1.82	2	15
サンプル12	傾斜	0.3	3	10.6	0.96	0.091	1.72	0.5	15
サンプル13	傾斜	0.3	3	15.1	1.34	0.089	1.7	0.5	15
サンプル14	傾斜	0.3	3	20	1.66	0.083	1.85	0.5	15
サンプル15	傾斜	0.3	3	15.5	1.29	0.084	1.44	0.5	15
サンプル16	傾斜	0.3	3	16.4	1.30	0.079	1.1	0.5	20
サンプル17	傾斜	0.3	3	15.2	1.17	0.077	1.41	0.5	35
サンプル18	傾斜	0.3	3	15.6	1.21	0.078	0.08	0.5	40
サンプル19	—	0.3	0	17.2	7.20	0.419	3.11	3	15
サンプル20	—	0	0	18	15.20	0.844	4.38	3	15
サンプル21	垂直	0.3	0	15.4	1.10	0.071	2.33	0.5	30
サンプル22	傾斜	0.3	55	12.8	0.97	0.076	1.85	3	15

[0075] 表1は、サンプル1から22における切削工具100の製造条件および切削工具100のパラメータを示している。表1に示されるように、サンプル

1から18、21および22において、すくい面をレーザー加工することによって切れ刃を尖らせる工程(S20)が実施された。サンプル1から7において、レーザー81の照射方向は、すくい面1に平行であった。サンプル8から18および22において、レーザー81の照射方向はすくい面1に対して傾斜していた。別の観点から言えば、サンプル8から18および22に係る切削工具100は、第2すくい面部12を有していた。サンプル21において、レーザー81の照射方向は、すくい面1に垂直であった。サンプル19および20において、すくい面をレーザー加工することによって切れ刃を尖らせる工程(S20)は実施されなかった。

[0076] サンプル1から6、8から19、21および22において、イオンエッチングを用いてすくい面を平滑化する工程(S30)におけるイオンエッチングの処理時間は、0.3時間とされた。サンプル7および20において、イオンエッチングを用いてすくい面を平滑化する工程(S30)は実施されなかった。

[0077] サンプル1から7、19から21において、第2角度 θ_2 は 0° であった。言い換えれば、サンプル1から7、19から21において、すくい面1は平面状であった(図4参照)。サンプル8から18および22において、第2角度 θ_2 は、 3° 以上 55° 以下とされた。言い換えれば、サンプル8から18および22において、すくい面1は、第1すくい面部11と第2すくい面部12とを有していた(図7参照)。

[0078] 実施例に係るサンプル(サンプル1、3、4、8から18および22)において、厚みHは、 $10.1\mu\text{m}$ 以上 $24.8\mu\text{m}$ 以下であった。曲率半径Rを厚みHで割った値(R/H)は、 0.076 以上 0.272 以下であった。言い換えれば、曲率半径Rは、厚みHに 0.076 を掛けた値以上且つ厚みHに 0.272 を掛けた値以下であった。第1部分16の R_z は、 $0.08\mu\text{m}$ 以上 $1.92\mu\text{m}$ 以下であった。

[0079] サンプル2、19および20において、曲率半径Rを厚みHで割った値(R/H)は 0.3 以上であった。サンプル5において、逃げ面被覆部52の

厚みHは10 μm 未満であった。サンプル6において、厚みHは25 μm より大きかった。サンプル7および19から21において、第1部分16のRzは2 μm 以上であった。

[0080] サンプル1から22において、基材4を構成する超硬合金が含有している炭化タングステン粒子の平均粒径は、0.5 μm 以下3 μm 以下であった。サンプル11から18において、炭化タングステン粒子の平均粒径は、0.5 μm 以上2 μm 以下であった。サンプル1から22において、第1角度 θ_1 は15°以上40°以下であった。サンプル1から22において、先端部6の半径は0.5 mmであった。

[0081] (評価方法)

次に、サンプル1から22に係る切削工具100の工具寿命についての評価が実施された。具体的には、サンプル1から22に係る切削工具100を用いて、被削材90に直径10 mm且つ深さ5 mmの半球状の穴を開ける加工が実施された。被削材90は、超硬合金によって構成されていた。加工において、切削工具100の回転数は、30000 rpmとされた。テーブル送り速度は、200 m/分とされた。軸線Xに平行な方向における切り込み深さ（軸方向切り込み深さ a_p ）は、0.04 mmとされた。軸線Xに垂直な方向における切り込み深さ（径方向切り込み深さ a_e ）は、0.2 mmとされた。切削工具100が折損するまでに切削できた被削材90の体積（加工体積）が測定された。

[0082] (評価結果)

[0083]

[表2]

	加工体積 [mm ³]
サンプル 1	1046
サンプル 2	523
サンプル 3	1046
サンプル 4	1046
サンプル 5	679.9
サンプル 6	627.6
サンプル 7	575.3
サンプル 8	1150.6
サンプル 9	1150.6
サンプル 10	1307.5
サンプル 11	1464.4
サンプル 12	1464.4
サンプル 13	1569
サンプル 14	1621.3
サンプル 15	1830.5
サンプル 16	1987.4
サンプル 17	1935.1
サンプル 18	1621.3
サンプル 19	156.9
サンプル 20	52.3
サンプル 21	261.5
サンプル 22	1098.3

[0084] 表2は、サンプル1から22における評価結果を示している。表2に示されるように、比較例に係るサンプル（サンプル2、5から7および19から21）において、加工体積は679.9 mm³以下であった。実施例に係るサンプル（サンプル1、3、4、8から18および22）において、加工体積は1046 mm³以上であった。

[0085] 以上の結果より、比較例に係る切削工具100と比較して、実施例に係る切削工具100は工具寿命が向上されていることが確認された。

[0086] 今回開示された実施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説明ではなくて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

[0087] 1 すくい面、2 逃げ面、3 切れ刃、4 基材、5 ダイヤモンド層、
6 先端部、7 ボディ部、8 シャンク部、11 第1すくい面部、12
第2すくい面部、16 第1部分、17 第2部分、18 第3部分、4
1 第1面、42 第2面、51 すくい面被覆部、52 逃げ面被覆部、
58 前端、59 後端、81 レーザー、82 レーザー加工領域、90
被削材、91 第1仮想直線、92 第2仮想直線、100 切削工具、
A, B 矢印、F 焦点、H 厚み、R 曲率半径、W 幅、X 軸線、 θ
1 第1角度、 θ 2 第2角度。

請求の範囲

- [請求項1] 基材と、前記基材を被覆しているダイヤモンド層とを備える切削工具であって、
- 前記切削工具は、すくい面と、前記すくい面に連なる逃げ面とを備え、
- 前記すくい面と前記逃げ面との稜線は、切れ刃を構成しており、
- 前記ダイヤモンド層は、前記逃げ面を構成している逃げ面被覆部を有し、
- 前記逃げ面被覆部の厚みは、 $10\ \mu\text{m}$ 以上 $25\ \mu\text{m}$ 以下であり、
- 前記切れ刃の接線に垂直な断面において、前記切れ刃の曲率半径は、前記逃げ面被覆部の厚みに 0.3 を掛けた値未満であり、
- 前記すくい面は、前記逃げ面被覆部によって構成されており且つ前記逃げ面に連なっている第1部分を含み、
- 前記第1部分の最大高さ粗さは、 $2\ \mu\text{m}$ 未満である、切削工具。
- [請求項2] 前記すくい面は、
- 前記逃げ面から離間している第1すくい面部と、
- 前記第1すくい面部と前記逃げ面との間に設けられており、且つ前記第1すくい面部および前記逃げ面の各々に連なっている第2すくい面部とを有し、
- 前記第2すくい面部は、前記第1すくい面部に対して前記第1すくい面部から前記逃げ面に向かう方向に傾斜している、請求項1に記載の切削工具。
- [請求項3] 前記第1すくい面部に対する前記第2すくい面部の傾斜角は、 3° 以上 50° 以下である、請求項2に記載の切削工具。
- [請求項4] 前記逃げ面被覆部の厚みは、 $15\ \mu\text{m}$ 以上 $20\ \mu\text{m}$ 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。
- [請求項5] 前記切れ刃の接線に垂直な断面において、前記切れ刃の曲率半径は、前記逃げ面被覆部の厚みに 0.1 を掛けた値未満である、請求項1

から請求項4のいずれか1項に記載の切削工具。

[請求項6] 前記基材は、炭化タングステン粒子を含有する超硬合金によって構成されており、

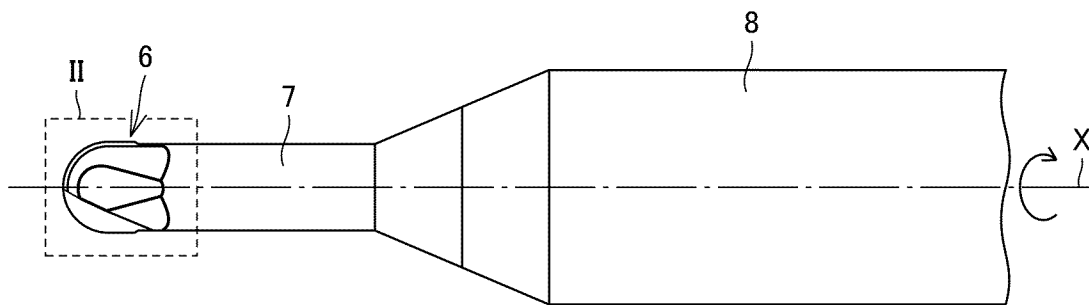
前記炭化タングステン粒子の平均粒径は、 $2\ \mu\text{m}$ 以下である、請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の切削工具。

[請求項7] 前記逃げ面の逃げ角は、 15° 以上 35° 以下である、請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の切削工具。

[請求項8] 前記第1部分の最大高さ粗さは、 $1.5\ \mu\text{m}$ 未満である、請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の切削工具。

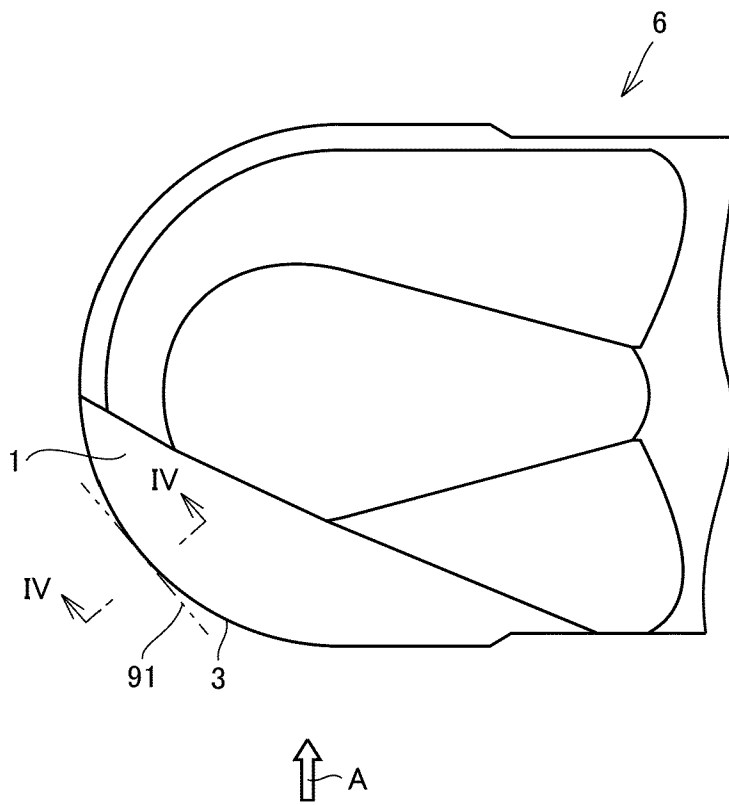
[図1]

FIG.1



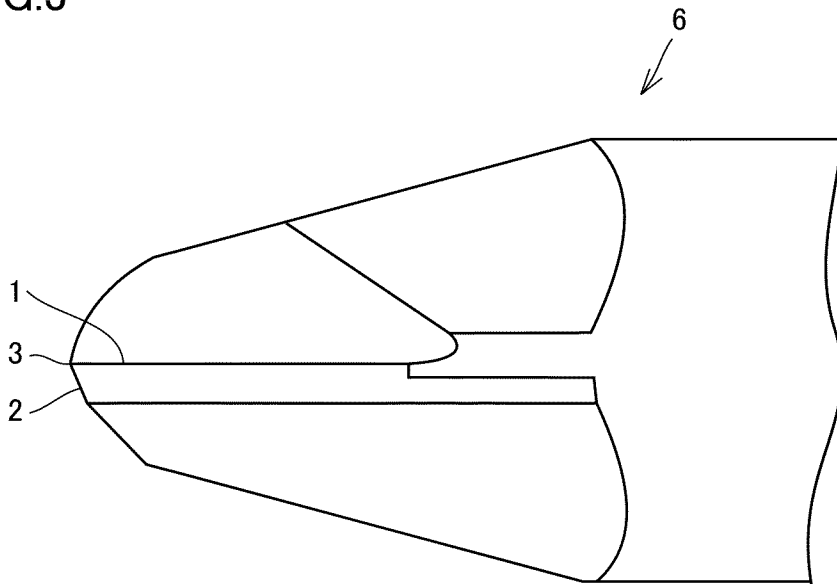
[図2]

FIG.2



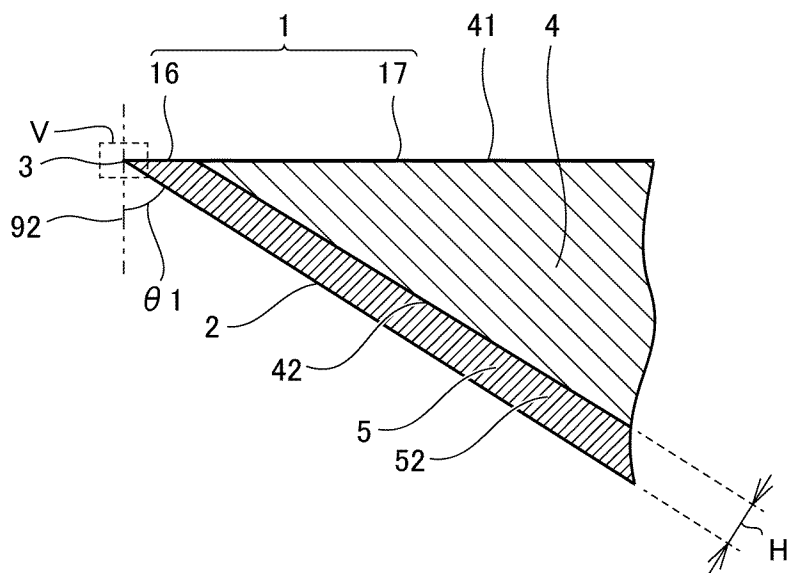
[図3]

FIG.3



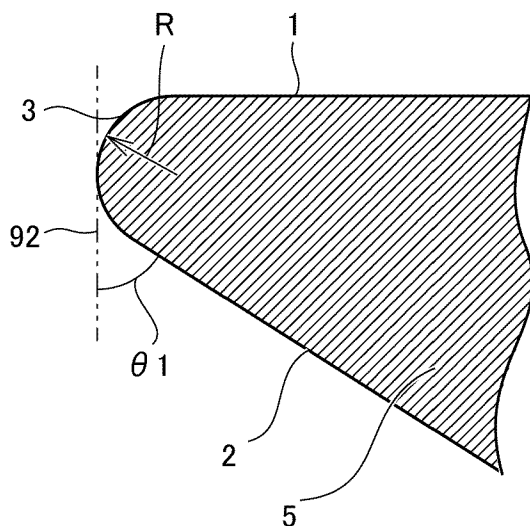
[図4]

FIG.4



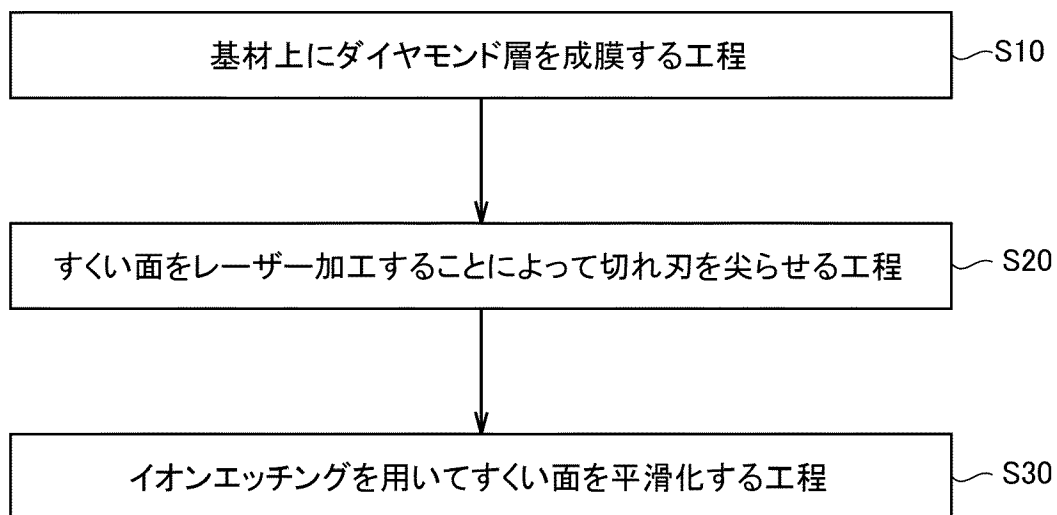
[図5]

FIG.5



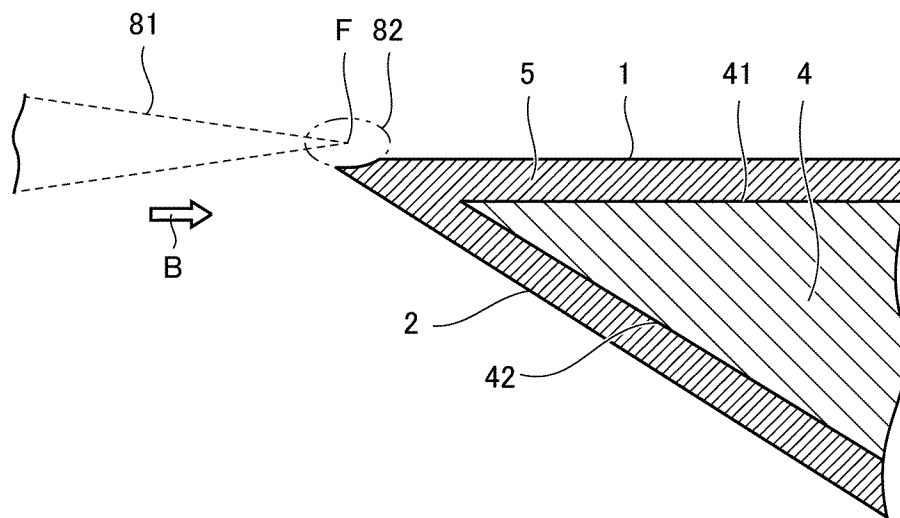
[図6]

FIG.6



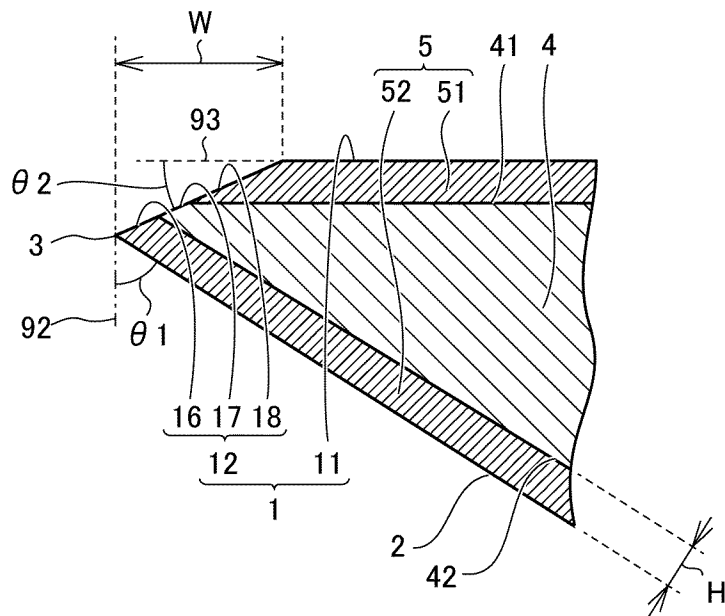
[図7]

FIG.7



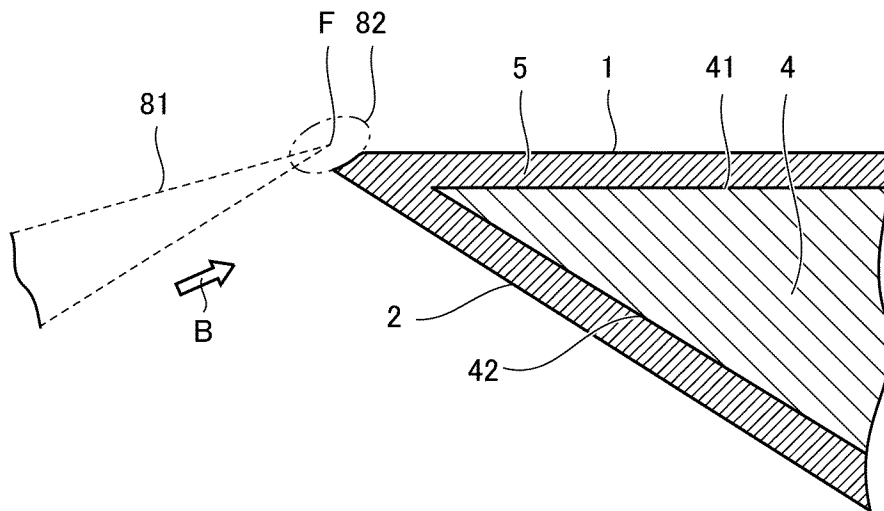
[図8]

FIG.8



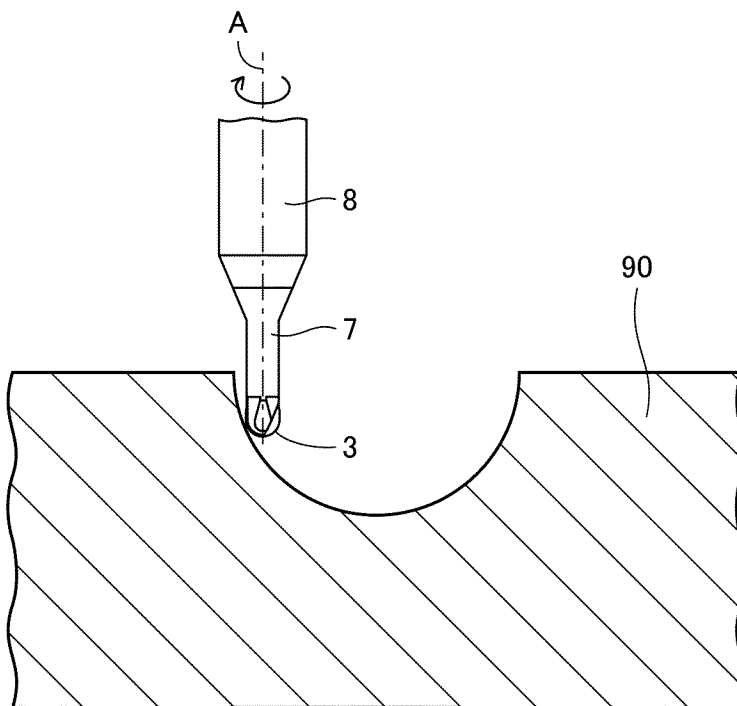
[図9]

FIG.9



[図10]

FIG.10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/042719

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>B23B 27/20</i> (2006.01)i; <i>B23C 5/10</i> (2006.01)i; <i>B23C 5/16</i> (2006.01)i FI: B23B27/20; B23C5/10 B; B23C5/16		
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) B23B 27/00- 27/24; B23C 5/10, 5/16		
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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
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.
Y	WO 2018/003272 A1 (SUMITOMO ELECTRIC HARDMETAL CORP.) 04 January 2018 (2018-01-04) paragraphs [0030], [0047]-[0052], table 1, sample 4, fig. 4A-4B	1-8
Y	JP 2018-103338 A (MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION) 05 July 2018 (2018-07-05) paragraphs [0021], [0052]-[0060], tables 2-4, fig. 3	1-8
Y	JP 2002-370107 A (OSG CORP.) 24 December 2002 (2002-12-24) paragraphs [0020], [0022], fig. 3	1-8
A	JP 8-99201 A (SHOWA DENKO K.K.) 16 April 1996 (1996-04-16) fig. 3	1-8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 18 January 2024		Date of mailing of the international search report 30 January 2024
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/JP2023/042719

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2018/003272	A1	04 January 2018	US 2019/0247932 A1 paragraphs [0049], [0067]- [0073], table 1 (sample 4), fig. 4A-4B EP 3479938 A1 CN 109070233 A KR 10-2019-0022471 A KR 10-2022-0120721 A	

JP	2018-103338	A	05 July 2018	(Family: none)	

JP	2002-370107	A	24 December 2002	(Family: none)	

JP	8-99201	A	16 April 1996	(Family: none)	

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; B23C 5/10(2006.01)i; B23C 5/16(2006.01)i FI: B23B27/20; B23C5/10 B; B23C5/16		
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）） B23B 27/00- 27/24; B23C 5/10, 5/16 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 - 2024年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2024年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2024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
Y	WO 2018/003272 A1 (住友電工ハードメタル株式会社) 04.01.2018 (2018 - 01 - 04) 段落[0030], [0047]-[0052], 表1のサンプル4, 図4A-4B	1-8
Y	JP 2018-103338 A (三菱マテリアル株式会社) 05.07.2018 (2018 - 07 - 05) 段落[0021], [0052]-[0060], 表2-4, 図3	1-8
Y	JP 2002-370107 A (オーエスジー株式会社) 24.12.2002 (2002 - 12 - 24) 段落[0020], [0022], 図3	1-8
A	JP 8-99201 A (昭和電工株式会社) 16.04.1996 (1996 - 04 - 16) 図3	1-8
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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 “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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	18.01.2024	国際調査報告の発送日 30.01.2024
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） 山本 忠博 3C 9531 電話番号 03-3581-1101 内線 3324	

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/JP2023/042719

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2018/003272	A1	04.01.2018	US 2019/0247932 A1 段落[0049], [0067]- [0073], TABLE1(sample4), FIG. 4A-4B EP 3479938 A1 CN 109070233 A KR 10-2019-0022471 A KR 10-2022-0120721 A	
JP	2018-103338	A	05.07.2018	(ファミリーなし)	
JP	2002-370107	A	24.12.2002	(ファミリーなし)	
JP	8-99201	A	16.04.1996	(ファミリーなし)	