

(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
2020年10月1日(01.10.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/196611 A1

(51) 国際特許分類:

B23B 51/00 (2006.01) *B23B 27/20* (2006.01)
B22F 3/20 (2006.01) *B23C 5/10* (2006.01)
B22F 7/00 (2006.01) *B23C 5/16* (2006.01)
B23B 27/14 (2006.01) *B23D 77/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/013297

(22) 国際出願日: 2020年3月25日(25.03.2020)

(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 2019-058625 2019年3月26日(26.03.2019) JP

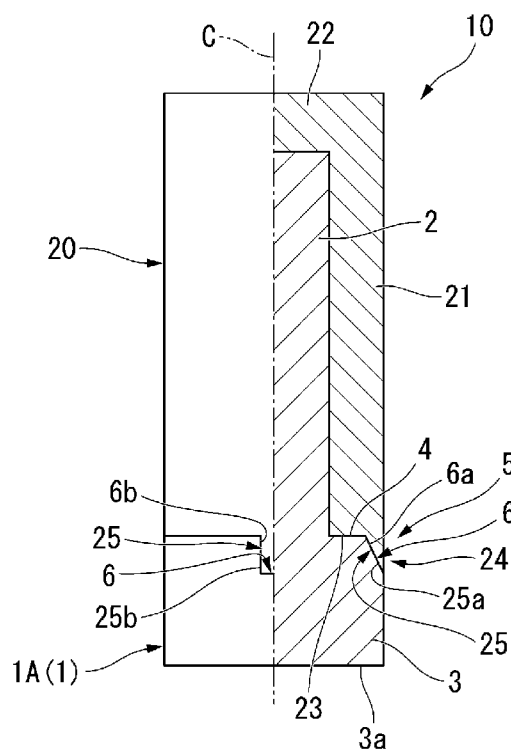
(71) 出願人: 三菱マテリアル株式会社 (MITSUBISHI MATERIALS CORPO-

RATION) [JP/JP]; 〒1008117 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 松尾 俊彦 (MATSUO Toshihiko); 〒3110102 茨城県那珂市向山1002番地14 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内 Ibaraki (JP). 越山 将行 (KOSHIYAMA Masayuki); 〒3110102 茨城県那珂市向山1002番地14 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内 Ibaraki (JP). 深田 耕司 (FUKATA Koji); 〒1008117 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱マテリアル株式会社 加工事業カンパニー内 Tokyo (JP). 浜田 陽一 (HAMADA Yoichi); 〒3110102 茨城県那珂市向

(54) Title: BASE MATERIAL FOR HARD SINTERED COMPACT, HARD SINTERED COMPACT, AND CUTTING TOOL

(54) 発明の名称: 硬質焼結体用の基材、硬質焼結体および切削工具



(57) Abstract: This base material (1) for a hard sintered compact has a central axis (C), extends in the axial direction of the central axis (C), and has a multistage columnar shape. The base material (1) for a hard sintered compact is provided with a small diameter part (2), a large diameter part (3) having a larger outer diameter than the small diameter part (2), a base material end surface (4) located between the end, on one side in the axial direction, of the outer periphery of the large diameter part (3) and the end, on the other side in the axial direction, of the small diameter part (2), and facing the

山 1 0 0 2 番 地 1 4 三 菱 マ テ リ ア ル 株 式
会 社 中 央 研 究 所 内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 松沼 泰史, 外 (MATSUNUMA Yasushi
et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一
丁目9番2号 Tokyo (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, 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, 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))

one side in the axial direction, an annular corner part (5) at which the outer periphery of the large diameter part (3) and the base material end surface (4) are connected, and a first inclined part (6) disposed in at least a part, in the circumferential direction, of the annular corner part (5). The first inclined part (6) is inclined inward in the radial direction toward the one side in the axial direction.

(57) 要約: この硬質焼結体用の基材 (1) は、中心軸 (C) を有し、中心軸 (C) の軸方向に延びる多段柱状の硬質焼結体用の基材 (1) であって、小径部 (2) と、小径部 (2) よりも外径が大きい大径部 (3) と、大径部 (3) の外周面の軸方向一方側の端部と小径部 (2) の軸方向他方側の端部との間に位置し、軸方向一方側を向く基材端面 (4) と、大径部 (3) の外周面と基材端面 (4) とが接続する環状の角部 (5) のうち、周方向の少なくとも一部に配置される第1傾斜部 (6) と、を備え、第1傾斜部 (6) は、軸方向一方側へ向かうに従い径方向内側に位置する。

明 細 書

発明の名称：硬質焼結体用の基材、硬質焼結体および切削工具 技術分野

[0001] 本発明は、硬質焼結体用の基材、硬質焼結体および切削工具に関する。

本願は、2019年3月26日に、日本に出願された特願2019-058625号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 従来、例えばエンドミル、リーマおよびドリル等の切削工具が知られている。切削工具は、円柱状の工具素材に研削加工を施して、切屑排出溝や切刃等を形成し製造される。工具素材は、刃部を構成する硬質焼結体と、超硬合金製のシャンクとをロウ付けにより接合し製作される。

[0003] 硬質焼結体は、多段円柱状の基材と、基材の小径部を覆う円筒状の筒部と、を備える。基材は超硬合金製であり、筒部は多結晶ダイヤモンド（PCD）製や多結晶立方晶窒化ホウ素（PCBN）製である。基材と筒部とは一体に焼結されて、硬質焼結体とされる。従来の硬質焼結体として、例えば特許文献1、2が知られている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第3055803号公報

特許文献2：特許第5906355号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 硬質焼結体は、基材の線膨張係数（熱膨張係数）と筒部の線膨張係数とが大きく異なる。例えば、基材が超硬合金製で筒部がPCD製の場合、筒部の線膨張係数は、基材の線膨張係数の半分程度である。このため、硬質焼結体とシャンクとをロウ付けする際に、熱応力によって筒部と基材との界面近傍などにクラックが生じる場合がある。

[0006] 本発明は、上記事情に鑑み、硬質焼結体にクラックが生じることを抑制できる硬質焼結体用の基材、硬質焼結体および切削工具を提供することを目的の一つとする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一つの態様は、中心軸を有し、前記中心軸の軸方向に延びる多段柱状の硬質焼結体用の基材であって、小径部と、前記小径部よりも外径が大きい大径部と、前記大径部の外周面の軸方向一方側の端部と前記小径部の軸方向他方側の端部との間に位置し、軸方向一方側を向く基材端面と、前記大径部の外周面と前記基材端面とが接続する環状の角部のうち、周方向の少なくとも一部に配置される第1傾斜部と、を備え、前記第1傾斜部は、軸方向一方側へ向かうに従い径方向内側に位置する。

また、本発明の硬質焼結体の一つの態様は、上述の硬質焼結体用の基材と、前記小径部を覆う筒状であり、前記硬質焼結体用の基材よりも線膨張係数が小さく、かつ硬度が高く、前記硬質焼結体用の基材と一体に焼結された筒部と、を備え、前記筒部の内周面は、前記小径部の外周面と接合され、前記筒部の軸方向他方側を向く筒部端面は、前記基材端面と接合され、前記筒部は、前記筒部の外周面と前記筒部端面とが接続する環状の角部のうち、周方向の少なくとも一部に配置される第2傾斜部を有し、前記第2傾斜部は、軸方向一方側へ向かうに従い径方向内側に位置し、前記第1傾斜部と接合される。

また、本発明の切削工具の一つの態様は、上述の硬質焼結体の外周部に、軸方向に延びる切屑排出溝および切刃が設けられた刃部と、前記刃部と軸方向に接続されるシャンクと、を備え、前記切刃は、前記筒部に配置される。

[0008] 本発明の硬質焼結体用の基材、硬質焼結体および切削工具によれば、基材の大径部の外周面と基材端面とが接続する角部に、第1傾斜部が位置している。また、基材と一体に焼結される筒部には、第1傾斜部と接合される第2傾斜部が設けられる。本発明と異なり第1傾斜部および第2傾斜部が設けられない従来の構成と比べて、本発明では第1傾斜部および第2傾斜部が設け

られることにより、基材の体積が減少し、筒部の体積が増加する。つまり、基材の体積が小さく抑えられ、筒部の体積が大きく確保される。これにより、硬質焼結体とシャンクとをロウ付けする際に、筒部が基材から受ける熱応力を低減させることができる。また、この熱応力低減の効果にあわせ、基材と筒部との接触面積が増えることで、基材と筒部との接合強度が増す効果も得られる。

[0009] 硬質焼結体とシャンクとをロウ付けする際に生じる熱応力は、基材の中心軸と垂直な方向に作用する。つまりロウ付け時には、基材端面および筒部端面の面方向に沿うせん断力が生じやすい。本発明では、基材端面から軸方向に窪む第1傾斜部が設けられ、筒部端面から軸方向に突出する第2傾斜部が設けられる。このためロウ付け時には、第1傾斜部および第2傾斜部に対して垂直な方向に力が逃げる分、中心軸に垂直なせん断方向の熱応力が減少する。

[0010] したがって本発明によれば、ロウ付け時において熱応力に耐え得る硬質焼結体とすることができ、硬質焼結体にクラックが生じることを抑制できる。そして、この硬質焼結体を刃部に用いた切削工具を、効率よく安定して製造できる。

[0011] 上記硬質焼結体用の基材は、前記中心軸に沿う縦断面視で、前記中心軸に垂直な仮想平面と、前記第1傾斜部との間の角度が、 10° 以上 75° 以下であることが好ましい。

[0012] 縦断面視において、中心軸に垂直な仮想平面と第1傾斜部との間の角度が、 10° 以上であると、第1傾斜部が基材端面から軸方向に窪む深さが大きく確保され、かつ基材の体積が安定して小さく抑えられる。これにより、基材と一体に焼結される筒部がロウ付け時に基材から受ける熱応力を、安定して低減させることができる。またロウ付け時に、第1傾斜部に垂直な方向に応力を逃がしやすくなり、硬質焼結体にクラックが生じることをより安定して抑制できる。

[0013] 縦断面視において、中心軸に垂直な仮想平面と第1傾斜部との間の角度が

、 75° 以下であると、第1傾斜部が大径部の軸方向他方側を向く端面に近づき過ぎることが抑えられる。つまり、第1傾斜部が、硬質焼結体とシャンクとのロウ付け箇所（接合部）に近づき過ぎることを抑制できる。これにより、基材と一体に焼結される筒部のうち、第1傾斜部と接合される第2傾斜部が、ロウ付け時に誘導加熱用の熱源から離れて配置され、第2傾斜部の材料の特性が変化することが抑制される。具体的には、例えば筒部がPCD製である場合に、第2傾斜部を構成するダイヤモンド粒子が熱源によりグラファイト化し強度が低下するような不具合を抑制できる。

[0014] 上記硬質焼結体用の基材は、前記大径部の外周面から前記第1傾斜部が径方向内側に窪む最大深さが、前記大径部の直径の5%以上であり、前記大径部の半径と前記小径部の半径との差の値以下であることが好ましい。

[0015] 大径部の外周面から第1傾斜部が径方向内側に窪む最大深さが、大径部の直径の5%以上であると、第1傾斜部の径方向の長さが大きく確保されて、基材の体積が安定して小さく抑えられる。これにより、基材と一体に焼結される筒部がロウ付け時に基材から受ける熱応力を、安定して低減させることができる。またロウ付け時に、第1傾斜部に垂直な方向に応力を逃がしやすくなり、硬質焼結体にクラックが生じることをより安定して抑制できる。

[0016] 大径部の外周面から第1傾斜部が径方向内側に窪む最大深さが、大径部の半径と小径部の半径との差の値以下であると、第1傾斜部が小径部に干渉することが抑えられて、この基材を安定して製造できる。

[0017] 上記硬質焼結体用の基材において、前記第1傾斜部は、軸方向一方側へ向かうに従い径方向の深さが深くなる凹状であり、前記第1傾斜部は、周方向に互いに間隔をあけて、前記角部に複数設けられることが好ましい。

[0018] この場合、第1傾斜部が例えば溝状（スリット状）等の凹状であり、大径部の外周面と基材端面とが接続する角部に、周方向に等間隔または不等間隔をあけて複数設けられる。このため、第1傾斜部を配置する自由度が増し、各種の切削工具に用いられる各種の硬質焼結体に容易に対応可能である。

なお上記構成では、硬質焼結体に切屑排出溝や切刃の形状を付与して切削

工具の刃部とする際に、複数の第1傾斜部のうちいくつかを、研削加工によって除去してもよい。

[0019] 上記硬質焼結体用の基材は、前記第1傾斜部の周方向の長さが、前記大径部の直径の10%以上80%以下であることが好ましい。

[0020] 第1傾斜部の周方向の長さが、大径部の直径の10%以上であると、基材の大径部の外周面と基材端面とが接続する角部において窪む第1傾斜部の容量が大きく確保され、基材の体積が安定して小さく抑えられる。これにより、基材と一体に焼結される筒部がロウ付け時に基材から受ける熱応力を、安定して低減させることができる。またロウ付け時に、容量の大きい第1傾斜部によって応力を逃がしやすくなり、硬質焼結体にクラックが生じることをより安定して抑制できる。

[0021] 第1傾斜部の周方向の長さが、大径部の直径の80%以下であると、角部において窪む凹状の第1傾斜部を周方向に配置できる数が確保されて、複数の第1傾斜部の周方向を向く壁面部分の総面積が大きく確保される。これにより、複数の第1傾斜部と複数の第2傾斜部とが周方向において接触する総面積が大きく確保され、ロウ付け時に生じる熱応力に、より耐えやすくなる。

[0022] 上記硬質焼結体用の基材において、前記第1傾斜部は、軸方向一方側へ向かうに従い径方向内側に位置する傾斜面と、前記傾斜面の周方向の両端部に接続し、周方向に互いに間隔をあけて対向配置される一对の側壁面と、を有することが好ましい。

[0023] この場合、例えば第1傾斜部が2つの壁面により断面V字状等に形成される場合と比べて、第1傾斜部の容量を大きく確保でき、その分、基材の体積が小さく抑えられる。これにより、基材と一体に焼結される筒部がロウ付け時に基材から受ける熱応力を、安定して低減させることができる。またロウ付け時に、容量の大きい第1傾斜部によって応力を逃がしやすくなり、硬質焼結体にクラックが生じることをより安定して抑制できる。

[0024] 上記硬質焼結体用の基材において、前記一对の側壁面は、径方向外側へ向

かうに従い周方向に互いに離れることが好ましい。

[0025] この場合、第1傾斜部の容量をより大きく確保でき、基材の体積がより小さく抑えられる。

[0026] 上記硬質焼結体用の基材において、前記第1傾斜部は、前記角部の全周にわたって配置されることが好ましい。

[0027] この場合、第1傾斜部が環状であり、大径部の外周面と基材端面とが接続する角部に、周方向の全域にわたって設けられる。このため、第1傾斜部の容量を安定して大きく確保でき、その分、基材の体積が小さく抑えられる。これにより、基材と一体に焼結される筒部がロウ付け時に基材から受ける熱応力を、安定して低減させることができる。またロウ付け時に、容量の大きい第1傾斜部によって応力を逃がしやすくなり、硬質焼結体にクラックが生じることをより安定して抑制できる。

[0028] 上記硬質焼結体用の基材において、前記第1傾斜部は、凹曲面状の凹曲面部を有することが好ましい。

[0029] この場合、第1傾斜部を構成する壁面の表面積を大きく確保でき、第1傾斜部と、基材と一体に焼結される筒部の第2傾斜部と、の接合強度が高められる。また、第1傾斜部の壁面近傍に熱応力が集中する箇所を生じにくくすることが可能であり、硬質焼結体にクラックが生じることをより抑制できる。また、第1傾斜部の容量をより大きく確保しやすい。

[0030] 上記硬質焼結体用の基材において、前記第1傾斜部は、凸曲面状の凸曲面部を有することが好ましい。

[0031] この場合、第1傾斜部を構成する壁面の表面積を大きく確保でき、第1傾斜部と、基材と一体に焼結される筒部の第2傾斜部と、の接合強度が高められる。また、第1傾斜部の壁面近傍に熱応力が集中する箇所を生じにくくすることが可能であり、硬質焼結体にクラックが生じることをより抑制できる。

[0032] 上記硬質焼結体において、前記硬質焼結体用の基材は、ヤング率が300 GPa以上であり、前記筒部は、ヤング率が600 GPa以上であることが

好ましい。

[0033] 硬質焼結体用の基材のヤング率が300GPa以上であると、この基材を例えばエンドミル等の切削工具に用いた場合に、安定して剛性を確保できる。

また、筒部のヤング率が600GPa以上であると、この筒部を例えばエンドミル等の切削工具に用いた場合に、安定して耐摩耗性を確保できる。

[0034] 上記硬質焼結体において、前記硬質焼結体用の基材は、超合金製、サーメット製およびセラミクス製のいずれかであり、前記筒部は、多結晶ダイヤモンド製および多結晶立方晶窒化ホウ素製のいずれかであることが好ましい。

発明の効果

[0035] 本発明の一つの態様の硬質焼結体用の基材、硬質焼結体および切削工具によれば、硬質焼結体にクラックが生じることを抑制できる。

図面の簡単な説明

[0036] [図1]図1は、第1実施形態の硬質焼結体を示す上面図である。

[図2]図2は、第1実施形態の硬質焼結体を示す側面図および側断面図（縦断面図）である。

[図3]図3は、第1実施形態の硬質焼結体用の基材を示す上面図である。

[図4]図4は、第1実施形態の硬質焼結体用の基材を示す側面図および側断面図（縦断面図）である。

[図5]図5は、第1実施形態の硬質焼結体用の基材を示す斜視図である。

[図6]図6は、第1実施形態の切削工具を示す側面図である。

[図7]図7は、第1実施形態の硬質焼結体用の基材の第1変形例を示す斜視図である。

[図8]図8は、第1実施形態の硬質焼結体用の基材の第1変形例を示す上面図である。

[図9]図9は、第1実施形態の硬質焼結体用の基材の第2変形例を示す斜視図である。

[図10]図 1 0 は、第 1 実施形態の硬質焼結体用の基材の第 2 変形例を示す上面図である。

[図11]図 1 1 は、第 1 実施形態の硬質焼結体用の基材の第 3 変形例を示す斜視図である。

[図12]図 1 2 は、第 1 実施形態の硬質焼結体用の基材の第 3 変形例を示す上面図である。

[図13]図 1 3 は、第 1 実施形態の硬質焼結体用の基材の第 4 変形例を示す斜視図である。

[図14]図 1 4 は、第 1 実施形態の硬質焼結体用の基材の第 4 変形例を示す上面図である。

[図15]図 1 5 は、第 1 実施形態の硬質焼結体用の基材の第 5 変形例を示す斜視図である。

[図16]図 1 6 は、第 1 実施形態の硬質焼結体用の基材の第 5 変形例を示す上面図である。

[図17]図 1 7 は、第 2 実施形態の硬質焼結体用の基材を示す側面図である。

[図18]図 1 8 は、第 2 実施形態の硬質焼結体用の基材の変形例を示す側面図である。

発明を実施するための形態

[0037] <第 1 実施形態>

以下、本発明の第 1 実施形態の硬質焼結体用の基材 1 A (1)、硬質焼結体 1 0 および切削工具 5 0 について、図 1 ～図 6 を参照して説明する。図 1 および図 2 は、本実施形態の硬質焼結体 1 0 を示す。図 3 ～図 5 は、本実施形態の硬質焼結体用の基材 1 A を示す。図 6 は、本実施形態の切削工具 5 0 を示す。

なお以下の説明では、硬質焼結体用の基材 1 A を、単に基材 1 A と呼ぶ場合がある。また硬質焼結体 1 0 は、超硬質焼結体 1 0 や超高硬度焼結体 1 0 と言い換えてもよい。

[0038] 図 1 および図 2 に示すように、硬質焼結体 1 0 は、硬質焼結体用の基材 1

Aと、硬質焼結体用の基材1 Aと一体に焼結された筒部2 0と、を備える。基材1 Aは、ヤング率が3 0 0 G P a以上である。基材1 Aは、超硬合金製、サーメット製およびセラミクス製のいずれかである。筒部2 0は、ヤング率が6 0 0 G P a以上である。筒部2 0は、多結晶ダイヤモンド（P C D）製および多結晶立方晶窒化ホウ素（P c B N）製のいずれかである。筒部2 0は、基材1 Aよりも線膨張係数が小さく、かつ硬度が高い。硬質焼結体用の基材1 Aのヤング率は、5 5 0 G P a以上6 5 0 G P a以下であり、筒部2 0のヤング率は、8 0 0 G P a以上9 5 0 G P a以下であることが好ましい。

硬質焼結体1 0は、図示しない円筒状のカプセルに、圧粉成形体とされた基材1 A原料と、粉末状の筒部2 0原料とを充填し、超高温超高压条件下で焼結することにより製造される。

[0039] 図1～図5に示すように、基材1 Aは、中心軸Cを有し、中心軸Cの軸方向に延びる多段柱状である。具体的に基材1 Aは、中心軸Cを中心とする多段円柱状である。基材1 Aは、小径部2 と、大径部3 と、基材端面4 と、角部5 と、第1傾斜部6 と、を備える。

[0040] 本実施形態では、基材1 Aの中心軸Cが延びる方向（中心軸Cに沿う方向）を、軸方向と呼ぶ。軸方向において、小径部2 と大径部3 とは互いに異なる位置に配置されている。軸方向のうち、大径部3 から小径部2 へ向かう方向を軸方向一方側と呼び、小径部2 から大径部3 へ向かう方向を軸方向他方側と呼ぶ。

中心軸Cに直交する方向を径方向と呼ぶ。径方向のうち、中心軸Cに近づく方向を径方向内側と呼び、中心軸Cから離れる方向を径方向外側と呼ぶ。

中心軸C回りに周回する方向を周方向と呼ぶ。周方向のうち、所定の回転方向を周方向一方側と呼び、これとは反対の回転方向を周方向他方側と呼ぶ。

[0041] 基材1 Aの中心軸C、硬質焼結体1 0の中心軸Cおよび切削工具5 0の中心軸Cは、共通軸であり、互いに同軸に配置される。

軸方向一方側は、図 6 に示す切削工具 50 において先端側（図 6 の上側）に相当する。軸方向他方側は、切削工具 50 において後端側（図 6 の下側）に相当する。

周方向のうち、切削加工時に工作機械の主軸等により切削工具 50 が回転させられる向きを工具回転方向 T と呼び、これとは反対の回転方向を、工具回転方向 T とは反対方向（反工具回転方向）と呼ぶ場合がある。本実施形態において周方向一方側は、工具回転方向 T に相当し、周方向他方側は、工具回転方向 T とは反対方向に相当する。

[0042] 図 1 ～図 5 において、小径部 2 は、軸方向に延びる円柱状である。

大径部 3 は、軸方向に延びる円柱状である。大径部 3 は、小径部 2 よりも外径が大きい。本実施形態では大径部 3 の外径（直径）D が、小径部 2 の外径 d の略 2 倍である。大径部 3 は、小径部 2 よりも軸方向の長さが小さい。本実施形態では大径部 3 の軸方向の長さ L₁ が、小径部 2 の軸方向の長さ L₂ の略 1 / 3 倍である。大径部 3 の軸方向他方側を向く端面 3 a は、中心軸 C に垂直な方向に広がる平面状である。端面 3 a は、円形状である。

[0043] 基材端面 4 は、大径部 3 の外周面の軸方向一方側の端部と小径部 2 の軸方向他方側の端部との間に位置し、軸方向一方側を向く。基材端面 4 は、大径部 3 の外周面の軸方向一方側の端部と、小径部 2 の外周面の軸方向他方側の端部との間に配置される。基材端面 4 は、中心軸 C を中心とする円形環状である。本実施形態では基材端面 4 が、中心軸 C に垂直な方向に広がる平面状である。

図 5 に示すように、基材端面 4 は、基材端面 4 のうち小径部 2 と接続する内周部に隅部凹曲面部 4 a を有していてもよい。隅部凹曲面部 4 a は、中心軸 C を中心とする円形環状の凹曲面である。隅部凹曲面部 4 a は、径方向内側へ向かうに従い軸方向一方側に位置する。中心軸 C に沿う縦断面視で、隅部凹曲面部 4 a は凹曲線状であり、径方向内側かつ軸方向他方側に向けて窪む。

[0044] 角部 5 は、大径部 3 の外周面と基材端面 4 とが接続する凸状の部分である

。角部5は、中心軸Cを中心とする環状であり、周方向に延びる。角部5は、円形環状である。角部5は、基材角部5と言い換えてもよい。

[0045] 第1傾斜部6は、角部5のうち、周方向の少なくとも一部に配置される。第1傾斜部6は、軸方向一方側へ向かうに従い径方向内側に位置する。つまり第1傾斜部6は、軸方向一方側へ向かうに従い径方向内側へ向けて延びる。具体的には、第1傾斜部6のうち径方向内側に位置する内側部、つまり第1傾斜部6の底部である面部または谷部が、軸方向一方側へ向かうに従い径方向内側に位置し、中心軸Cに対して傾斜して延びる。

[0046] 図4に示すように、中心軸Cに沿う縦断面視で、中心軸Cに垂直な仮想平面VPと、第1傾斜部6との間の角度 θ は、 10° 以上 75° 以下である。詳しくは、この縦断面視において角度 θ は、仮想平面VPと、第1傾斜部6のうち径方向内側に位置する内側部と、の間に形成される鋭角および鈍角のうち、鋭角の角度である。

中心軸Cに沿う縦断面視で、中心軸Cに垂直な仮想平面VPと、第1傾斜部6との間の角度 θ は、 45° 以上 60° 以下であることが好ましい。

[0047] 本実施形態では第1傾斜部6が、角部5において窪む凹状であり、図示の例では溝状（スリット状）である。第1傾斜部6は、軸方向および径方向に延びる。第1傾斜部6は、基材端面4から軸方向他方側に窪み、大径部3の外周面から径方向内側に窪む。第1傾斜部6は、周方向に互いに間隔をあけて、角部5に複数設けられる。図示の例では、複数（8つ）の第1傾斜部6が、周方向に互いに等間隔をあけて（等ピッチで）配置される。ただしこれに限らず、複数の第1傾斜部6は、周方向に互いに不等間隔をあけて（不等ピッチで）配置されてもよい。

[0048] 第1傾斜部6は、径方向外側へ向かうに従い軸方向の深さが深くなる。第1傾斜部6は、軸方向一方側へ向かうに従い径方向の深さが深くなる。図3に示すように、大径部3の外周面から第1傾斜部6が径方向内側に窪む最大深さ（溝深さ）GDは、大径部3の直径Dの5%以上であり、大径部3の半径 $D/2$ と小径部2の半径 $d/2$ との差の値（ $D/2 - d/2$ ）以下である。

。最大深さGDは、第1傾斜部6の軸方向一方側の端部における径方向の長さ、と言い換えてもよい。

大径部3の外周面から第1傾斜部6が径方向内側に窪む最大深さGDは、大径部3の直径Dの10%以上であり、大径部3の直径Dの20%以下であることが好ましい。

[0049] 第1傾斜部6の周方向の長さ（溝幅）GWは、大径部3の直径Dの10%以上80%以下である。なお、本実施形態において第1傾斜部6の周方向の長さGWは、図3に示すように基材1Aを軸方向から見て、第1傾斜部6の径方向外端部における開口寸法に相当する。

第1傾斜部6の周方向の長さGWは、大径部3の直径Dの10%以上20%以下であることが好ましい。

[0050] 図3～図5に示すように、第1傾斜部6は、第1傾斜面（傾斜面）6aと、一对の第1側壁面（側壁面）6bと、を有する。

第1傾斜面6aは、軸方向一方側へ向かうに従い径方向内側に位置する。本実施形態では第1傾斜面6aが、平面状である。第1傾斜面6aは、径方向外側および軸方向一方側を向く。第1傾斜面6aは、四角形状である。

[0051] 一对の第1側壁面6bは、第1傾斜面6aの周方向の両端部に接続し、周方向に互いに間隔をあけて対向配置される。本実施形態では第1側壁面6bが、周方向に垂直な方向（軸方向および径方向）に広がる平面状である。第1側壁面6bは、三角形状である。

[0052] 図1および図2に示すように、筒部20は、小径部2を覆う筒状である。筒部20は、中心軸Cを中心とする円筒状であり、軸方向に延びる。本実施形態では筒部20が、有頂筒状である。筒部20は、周壁部21と、頂壁部22と、筒部端面23と、角部24と、第2傾斜部25と、を有する。

[0053] 周壁部21は、軸方向に延びる円筒状である。周壁部21は、径方向において小径部2を外側から囲う。周壁部21の内周面は、小径部2の外周面と固定される。周壁部21の内周面（つまり筒部20の内周面）は、小径部2の外周面と接合されている。

- [0054] 頂壁部 2 2 は、周壁部 2 1 の軸方向一方側の端部に接続する。頂壁部 2 2 は、中心軸 C を中心とする円板状である。頂壁部 2 2 の一对の板面は、軸方向を向く。頂壁部 2 2 の軸方向他方側を向く板面は、小径部 2 の軸方向一方側を向く端面と固定される。頂壁部 2 2 の軸方向他方側を向く板面は、小径部 2 の軸方向一方側を向く端面と接合されている。
- [0055] 筒部端面 2 3 は、周壁部 2 1 の軸方向他方側の端部に位置し、軸方向他方側を向く。筒部端面 2 3 は、中心軸 C を中心とする円形環状である。本実施形態では筒部端面 2 3 が、中心軸 C に垂直な方向に広がる平面状である。筒部端面 2 3 は、基材端面 4 と固定される。筒部端面 2 3 は、基材端面 4 と接合されている。
- [0056] 角部 2 4 は、周壁部 2 1 の外周面（つまり筒部 2 0 の外周面）と筒部端面 2 3 とが接続する凸状の部分である。角部 2 4 は、中心軸 C を中心とする環状であり、周方向に延びる。角部 2 4 は、円形環状である。角部 2 4 は、筒部角部 2 4 と言い換えてもよい。
- [0057] 第 2 傾斜部 2 5 は、角部 2 4 のうち、周方向の少なくとも一部に配置される。第 2 傾斜部 2 5 は、軸方向一方側へ向かうに従い径方向内側に位置する。具体的には、第 2 傾斜部 2 5 のうち径方向内側に位置する内側部、つまり第 2 傾斜部 2 5 において径方向内側を向く面部または稜部が、軸方向一方側へ向かうに従い径方向内側に位置し、中心軸 C に対して傾斜して延びる。第 2 傾斜部 2 5 は、第 1 傾斜部 6 と固定される。第 2 傾斜部 2 5 は、第 1 傾斜部 6 と接合されている。
- [0058] 本実施形態では第 2 傾斜部 2 5 が、角部 2 4 において突出する凸状であり、具体的には突起状またはリブ状である。第 2 傾斜部 2 5 は、軸方向および径方向に延びる。第 2 傾斜部 2 5 は、筒部端面 2 3 から軸方向他方側に突出する。第 2 傾斜部 2 5 の径方向外側に位置する外側部（外周面）は、軸方向から見て周壁部 2 1 の外周面と重なる。第 2 傾斜部 2 5 の径方向外側に位置する外側部は、周壁部 2 1 の外周面と面一に配置される。
- [0059] 第 2 傾斜部 2 5 は、周方向に互いに間隔をあけて、角部 2 4 に複数設けら

れる。図示の例では、複数（８つ）の第２傾斜部２５が、周方向に互いに等間隔をあけて（等ピッチで）配置される。ただしこれに限らず、複数の第２傾斜部２５は、周方向に互いに不等間隔をあけて（不等ピッチで）配置されてもよい。

[0060] 中心軸Ｃに沿う縦断面視で、中心軸Ｃに垂直な仮想平面ＶＰと、第２傾斜部２５との間の角度は、上述した角度 θ と同じ値（ 10° 以上 75° 以下）である。詳しくは、この縦断面視において前記角度は、仮想平面ＶＰと、第２傾斜部２５のうち径方向内側に位置する内側部と、の間に形成される鋭角および鈍角のうち、鋭角の角度である。

[0061] 第２傾斜部２５は、径方向外側へ向かうに従い軸方向の長さ（高さ）が大きくなる。第２傾斜部２５は、軸方向一方側へ向かうに従い径方向の長さが大きくなる。第２傾斜部２５の径方向の最大長さは、上述した第１傾斜部６の最大深さＧＤと同じ値である。第２傾斜部２５の径方向の最大長さは、周壁部２１の外周面から第２傾斜部２５の径方向内端部までの径方向の長さと同じ。第２傾斜部２５の径方向の最大長さは、第２傾斜部２５の軸方向一方側の端部における径方向の長さ、と言い換えてもよい。

第２傾斜部２５の周方向の長さ（突起幅、リブ幅）は、上述した第１傾斜部６の周方向の長さＧＷと同じ値である。

[0062] 第２傾斜部２５は、第２傾斜面２５ａと、一对の第２側壁面２５ｂと、を有する。

第２傾斜面２５ａは、軸方向一方側へ向かうに従い径方向内側に位置する。本実施形態では第２傾斜面２５ａが、平面状である。第２傾斜面２５ａは、径方向内側および軸方向他方側を向く。第２傾斜面２５ａは、四角形状である。第２傾斜面２５ａは、第１傾斜面６ａと同じ形状を有する。第２傾斜面２５ａは、第１傾斜面６ａと接合される。

[0063] 一对の第２側壁面２５ｂは、第２傾斜面２５ａの周方向の両端部に接続し、周方向に互いに間隔をあけて背中合わせに配置される。本実施形態では第２側壁面２５ｂが、周方向に垂直な方向（軸方向および径方向）に広がる平

面状である。第2側壁面25bは、三角形状である。第2側壁面25bは、第1側壁面6bと同じ形状を有する。第2側壁面25bは、第1側壁面6bと接合される。

[0064] 切削工具50は、回転切削工具（転削工具）であり、具体的にはエンドミル、リーマおよびドリル等である。図6に示すように、本実施形態の切削工具50は、エンドミルである。

[0065] 切削工具50は、上述した硬質焼結体10の外周部に、軸方向に延びる切屑排出溝55および切刃（外周刃）56が設けられた刃部51と、刃部51と軸方向に接続されるシャンク52と、を備える。すなわち、刃部51は、硬質焼結体10の外周部に、研削砥石等により切屑排出溝55および切刃56が研削加工されることで製作される。つまり硬質焼結体10は、刃部51を製作するための素材であり、切削工具50の製造過程で製作される刃部51の中間体である。刃部51の外周面は、筒部20の周壁部21に配置される。

なお、硬質焼結体10に切屑排出溝55や切刃56の形状を付与して切削工具50の刃部51とする際に、複数の第1傾斜部6のうちいくつか、および複数の第2傾斜部25のうちいくつかを、研削加工により選択的に除去してもよい。

[0066] シャンク52は、超硬合金製である。シャンク52は、軸方向に延びる円柱状である。刃部51とシャンク52とは、例えばAgロウを用いた真空下における誘導加熱でのロウ付けにより、互いに接合される。すなわち、刃部51の軸方向他方側を向く端面（大径部3の端面）3aと、シャンク52の軸方向一方側を向く端面52aとが、ロウ付けにより互いに接合されている。

切削工具50は、シャンク52が図示しない工作機械の主軸等に着脱可能に取り付けられ、工作機械の主軸等により中心軸C回りに回転させられて、被削材を切削加工（転削加工）する。被削材は、例えば金属製である。

[0067] 切屑排出溝55は、切削工具50の外周面から径方向内側に窪み、軸方向

に延びる。本実施形態では切屑排出溝 5 5 が、切削工具 5 0 の軸方向一方側の端部（先端部）から軸方向他方側（後端側）へ向かうに従い工具回転方向 T とは反対方向へ向けて、螺旋状に延びる。ただしこれに限らず、切屑排出溝 5 5 は、中心軸 C と平行に軸方向に延びていてもよい。

[0068] 切屑排出溝 5 5 は、切削工具 5 0 に少なくとも 1 つ設けられる。本実施形態では切屑排出溝 5 5 が、複数設けられる。複数の切屑排出溝 5 5 は、周方向に互いに間隔をあけて配置される。本実施形態では複数の切屑排出溝 5 5 が、中心軸 C に関して回転対称位置となるように、切削工具 5 0 の外周に周方向に互いに等間隔をあけて（等ピッチで）配置される。なお、複数の切屑排出溝 5 5 は、周方向に互いに不等間隔をあけて（不等ピッチで）配置されてもよい。

[0069] 切刃 5 6 は、刃部 5 1 に配置されて軸方向に延びる。切刃 5 6 は、切屑排出溝 5 5 の工具回転方向 T を向く壁面と、刃部 5 1 の外周面と、の交差稜線に形成される。切刃 5 6 は、刃部 5 1 の軸方向一方側の端部（先端部）から軸方向他方側へ向かうに従い工具回転方向 T とは反対方向へ向けて、螺旋状に延びる。ただしこれに限らず、切刃 5 6 は、中心軸 C と平行に軸方向に延びていてもよい。

[0070] 切刃 5 6 の数は、切屑排出溝 5 5 の数と同じである。本実施形態では切刃 5 6 が、複数設けられる。各切刃 5 6 は、各切屑排出溝 5 5 に沿って延びる。本実施形態では複数の切刃 5 6 が、中心軸 C に関して回転対称位置となるように、刃部 5 1 の外周に周方向に互いに等間隔をあけて（等ピッチで）配置される。なお、複数の切刃 5 6 は、周方向に互いに不等間隔をあけて（不等ピッチで）配置されてもよい。

[0071] 切刃 5 6 は、硬質焼結体 1 0 の筒部 2 0 の周壁部 2 1 に配置されて、刃部 5 1 の外周部の一部を構成する。

切屑排出溝 5 5 は、筒部 2 0 の周壁部 2 1 および小径部 2 にわたって配置される。切屑排出溝 5 5 の工具回転方向 T を向く壁面のうち、切刃 5 6 に隣接する外周部、つまり切刃 5 6 のすくい面は、筒部 2 0 の周壁部 2 1 に配置

される。

刃部 5 1 の外周面のうち、切刃 5 6 に隣接する部分、つまり切刃 5 6 の逃げ面は、筒部 2 0 の周壁部 2 1 に配置される。

[0072] 本実施形態の刃部 5 1 は、切屑排出溝 5 5 および切刃 5 6 以外に、ギャッシュ 5 7 と、底刃 5 8 と、を有する。ギャッシュ 5 7 は、切屑排出溝 5 5 の軸方向一方側の端部に位置する。ギャッシュ 5 7 は、径方向に延びる溝状である。ギャッシュ 5 7 は、複数の切屑排出溝 5 5 にそれぞれ設けられる。

底刃 5 8 は、刃部 5 1 の軸方向一方側の端部に配置されて、径方向に延びる。底刃 5 8 は、周方向に互いに間隔をあけて複数設けられる。底刃 5 8 は、筒部 2 0 の頂壁部 2 2 に配置されてもよい。

[0073] 以上説明した本実施形態の硬質焼結体用の基材 1 A、硬質焼結体 1 0 および切削工具 5 0 によれば、基材 1 A の大径部 3 の外周面と基材端面 4 とが接続する角部 5 に、第 1 傾斜部 6 が位置している。また、基材 1 A と一体に焼結される筒部 2 0 には、第 1 傾斜部 6 と接合される第 2 傾斜部 2 5 が設けられる。本実施形態と異なり第 1 傾斜部 6 および第 2 傾斜部 2 5 が設けられない従来の構成と比べて、本実施形態では第 1 傾斜部 6 および第 2 傾斜部 2 5 が設けられることにより、基材 1 A の体積が減少し、筒部 2 0 の体積が増加する。つまり、基材 1 A の体積が小さく抑えられ、筒部 2 0 の体積が大きく確保される。これにより、硬質焼結体 1 0 とシャンク 5 2 とをロウ付けする際に、筒部 2 0 が基材 1 A から受ける熱応力を低減させることができる。また、この熱応力低減の効果にあわせ、基材 1 A と筒部 2 0 との接触面積が増えることで、基材 1 A と筒部 2 0 との接合強度が増す効果も得られる。

[0074] 硬質焼結体 1 0 とシャンク 5 2 とをロウ付けする際に生じる熱応力は、基材 1 A の中心軸 C と垂直な方向に作用する。つまりロウ付け時には、基材端面 4 および筒部端面 2 3 の面方向に沿うせん断力が生じやすい。本実施形態では、基材端面 4 から軸方向に窪む第 1 傾斜部 6 が設けられ、筒部端面 2 3 から軸方向に突出する第 2 傾斜部 2 5 が設けられる。このためロウ付け時には、第 1 傾斜部 6 および第 2 傾斜部 2 5 に対して垂直な方向に力が逃げる分

、中心軸Cに垂直なせん断方向の熱応力が減少する。

[0075] したがって本実施形態によれば、ロウ付け時において熱応力に耐え得る硬質焼結体10とすることができ、硬質焼結体10にクラックが生じることを抑制できる。そして、この硬質焼結体10を刃部51に用いた切削工具50を、効率よく安定して製造できる。

[0076] 本実施形態では、中心軸Cに沿う縦断面視で、中心軸Cに垂直な仮想平面VPと、第1傾斜部6との間の角度 θ が、 10° 以上 75° 以下である。

縦断面視において、仮想平面VPと第1傾斜部6との間の角度 θ が、 10° 以上であると、第1傾斜部6が基材端面4から軸方向に窪む深さが大きく確保され、かつ基材1Aの体積が安定して小さく抑えられる。これにより、基材1Aと一体に焼結される筒部20がロウ付け時に基材1Aから受ける熱応力を、安定して低減させることができる。またロウ付け時に、第1傾斜部6に垂直な方向に応力を逃がしやすくなり、硬質焼結体10にクラックが生じることをより安定して抑制できる。

[0077] 縦断面視において、仮想平面VPと第1傾斜部6との間の角度 θ が、 75° 以下であると、第1傾斜部6が大径部3の軸方向他方側を向く端面3aに近づき過ぎることが抑えられる。つまり、第1傾斜部6が、硬質焼結体10とシャンク52とのロウ付け箇所（接合部）に近づき過ぎることを抑制できる。これにより、基材1Aと一体に焼結される筒部20のうち、第1傾斜部6と接合される第2傾斜部25が、ロウ付け時に誘導加熱用の熱源から離れて配置され、第2傾斜部25の材料の特性が変化することが抑制される。具体的には、例えば筒部20がPCD製である場合に、第2傾斜部25を構成するダイヤモンド粒子が熱源によりグラファイト化し強度が低下するような不具合を抑制できる。

[0078] 本実施形態では、大径部3の外周面から第1傾斜部6が径方向内側に窪む最大深さGDが、大径部3の直径Dの5%以上であり、大径部3の半径 $D/2$ と小径部2の半径 $d/2$ との差の値 $(D/2 - d/2)$ 以下である。

大径部3の外周面から第1傾斜部6が径方向内側に窪む最大深さGDが、

大径部 3 の直径 D の 5 % 以上であると、第 1 傾斜部 6 の径方向の長さが大きく確保されて、基材 1 A の体積が安定して小さく抑えられる。これにより、基材 1 A と一体に焼結される筒部 2 0 がロウ付け時に基材 1 A から受ける熱応力を、安定して低減させることができる。またロウ付け時に、第 1 傾斜部 6 に垂直な方向に応力を逃がしやすくなり、硬質焼結体 1 0 にクラックが生じることをより安定して抑制できる。

[0079] 大径部 3 の外周面から第 1 傾斜部 6 が径方向内側に窪む最大深さ GD が、大径部 3 の半径 $D/2$ と小径部 2 の半径 $d/2$ との差の値 ($D/2 - d/2$) 以下であると、第 1 傾斜部 6 が小径部 2 に干渉することが抑えられて、この基材 1 A を安定して製造できる。

[0080] 本実施形態では、第 1 傾斜部 6 が例えば溝状等の凹状であり、大径部 3 の外周面と基材端面 4 とが接続する角部 5 に、周方向に等間隔または不等間隔をあけて複数設けられる。このため、第 1 傾斜部 6 を配置する自由度が増し、各種の切削工具 5 0 に用いられる各種の硬質焼結体 1 0 に容易に対応可能である。

なお上記構成において、複数設けられる第 1 傾斜部 6 および第 2 傾斜部 2 5 の組のうち、所定の組にロウ付け時にクラックが生じた場合には、硬質焼結体 1 0 に切屑排出溝 5 5 や切刃 5 6 の形状を付与して切削工具 5 0 の刃部 5 1 とする際に、クラックが生じた前記所定の組を研削加工によって選択的に除去してもよい。

[0081] 本実施形態では、第 1 傾斜部 6 の周方向の長さ GW が、大径部 3 の直径 D の 10 % 以上 80 % 以下である。

第 1 傾斜部 6 の周方向の長さ GW が、大径部 3 の直径 D の 10 % 以上であると、基材 1 A の大径部 3 の外周面と基材端面 4 とが接続する角部 5 において窪む第 1 傾斜部 6 の容量が大きく確保され、基材 1 A の体積が安定して小さく抑えられる。これにより、基材 1 A と一体に焼結される筒部 2 0 がロウ付け時に基材 1 A から受ける熱応力を、安定して低減させることができる。またロウ付け時に、容量の大きい第 1 傾斜部 6 によって応力を逃がしやすく

なり、硬質焼結体 10 にクラックが生じることをより安定して抑制できる。

[0082] 第 1 傾斜部 6 の周方向の長さ GW が、大径部 3 の直径 D の 80% 以下であると、角部 5 において窪む凹状の第 1 傾斜部 6 を周方向に配置できる数が確保されて、複数の第 1 傾斜部 6 の周方向を向く壁面部分（第 1 側壁面 6 b）の総面積が大きく確保される。これにより、複数の第 1 傾斜部 6 と複数の第 2 傾斜部 25 とが周方向において接触する総面積が大きく確保され、ロウ付け時に生じる熱応力に、より耐えやすくなる。

[0083] 本実施形態では、第 1 傾斜部 6 が、第 1 傾斜面（傾斜面）6 a と、一对の第 1 側壁面（側壁面）6 b と、を有する。

この場合、例えば第 1 傾斜部 6 が 2 つの壁面により断面 V 字状等に形成される場合と比べて、第 1 傾斜部 6 の容量を大きく確保でき、その分、基材 1 A の体積が小さく抑えられる。これにより、基材 1 A と一体に焼結される筒部 20 がロウ付け時に基材 1 A から受ける熱応力を、安定して低減させることができる。またロウ付け時に、容量の大きい第 1 傾斜部 6 によって応力を逃がしやすくなり、硬質焼結体 10 にクラックが生じることをより安定して抑制できる。

[0084] 本実施形態では、硬質焼結体用の基材 1 A のヤング率が 300 GPa 以上であり、焼結後の筒部 20 のヤング率が 600 GPa 以上である。

硬質焼結体用の基材 1 A のヤング率が 300 GPa 以上であると、この基材 1 A を本実施形態のようにエンドミル等の切削工具 50 に用いた場合に、安定して剛性を確保できる。

また、筒部 20 のヤング率が 600 GPa 以上であると、この筒部 20 を本実施形態のようにエンドミル等の切削工具 50 に用いた場合に、安定して耐摩耗性を確保できる。

[0085] 図 7 および図 8 は、本実施形態の第 1 変形例の硬質焼結体用の基材 1 B（1）を示す。この第 1 変形例では、第 1 傾斜部 6 の一对の第 1 側壁面（側壁面）6 b が、径方向外側へ向かうに従い周方向に互いに離れる。

この第 1 変形例によれば、第 1 傾斜部 6 の容量をより大きく確保でき、基

材 1 B の体積がより小さく抑えられる。

[0086] 図 9 および図 10 は、本実施形態の第 2 変形例の硬質焼結体用の基材 1 C (1) を示す。この第 2 変形例では、第 1 傾斜部 6 の第 1 傾斜面 (傾斜面) 6 a が、平面部 6 c と、一对の凹面部 6 d と、を有する。

平面部 6 c は、平面状であり、軸方向一方側へ向かうに従い径方向内側に位置する。

一对の凹面部 6 d は、平面部 6 c の周方向の両側に配置される。一对の凹面部 6 d は、一对の第 1 側壁面 6 b と接続する。凹面部 6 d は、凹曲面状であり、軸方向一方側へ向かうに従い径方向内側に位置する。

この第 2 変形例によれば、第 1 傾斜面 6 a が一对の凹面部 6 d を有するので、第 1 傾斜部 6 の内面 (壁面) 近傍に熱応力が集中する箇所を生じにくくすることが可能であり、硬質焼結体 10 にクラックが生じることをより抑制できる。

[0087] 図 11 および図 12 は、本実施形態の第 3 変形例の硬質焼結体用の基材 1 D (1) を示す。この第 3 変形例では、第 1 傾斜部 6 が、凹曲面状の凹曲面部 6 e を有する。凹曲面部 6 e は、中心軸 C に垂直な横断面視で、径方向内側に窪む凹曲線状である。

この第 3 変形例によれば、第 1 傾斜部 6 の内面 (壁面) 近傍に熱応力が集中する箇所を生じにくくすることが可能であり、硬質焼結体 10 にクラックが生じることをより抑制できる。

[0088] 図 13 および図 14 は、本実施形態の第 4 変形例の硬質焼結体用の基材 1 E (1) を示す。この第 4 変形例では、第 1 傾斜部 6 が、一对の壁面部 6 f を有する。一对の壁面部 6 f は、周方向において互いに接続する。一对の壁面部 6 f は、径方向外側へ向かうに従い周方向に互いに離れる。壁面部 6 f は、平面状である。壁面部 6 f は、三角形状である。

第 1 傾斜部 6 の径方向内側の内側部は、一对の壁面部 6 f 同士が接続する谷部である。第 1 傾斜部 6 の谷部は、軸方向一方側へ向かうに従い径方向内側に位置する。

この第4変形例によれば、第1傾斜部6を成形する工程を簡素化でき、製造が容易である。

[0089] 図15および図16は、本実施形態の第5変形例の硬質焼結体用の基材1F(1)を示す。この第5変形例では、第1傾斜部6が、第1壁面部6gと、第2壁面部6hと、を有する。第1壁面部6gと第2壁面部6hとは、周方向において互いに接続する。

第1壁面部6gは、周方向に垂直な方向(軸方向および径方向)に広がる平面状である。第1壁面部6gは、三角形状である。

第2壁面部6hは、径方向外側へ向かうに従い第1壁面部6gから周方向に離れる。第2壁面部6hは、平面状である。第2壁面部6hは、三角形状である。

第1傾斜部6の径方向内側の内側部は、第1壁面部6gと第2壁面部6hとが接続する谷部である。第1傾斜部6の谷部は、軸方向一方側へ向かうに従い径方向内側に位置する。

この第5変形例によれば、第1傾斜部6を成形する工程を簡素化でき、製造が容易である。

[0090] <第2実施形態>

次に、本発明の第2実施形態の硬質焼結体用の基材1G(1)について、図17を参照して説明する。なお第2実施形態では、第1実施形態と同じ構成要素については同じ符号を付して、その説明を省略する。

[0091] 本実施形態の基材1Gは、第1傾斜部6が、角部5の全周にわたって配置されている。第1傾斜部6は、テーパ面6iを有する。テーパ面6iは、軸方向一方側へ向かうに従い径方向内側に位置するテーパ状である。

[0092] 本実施形態では第1傾斜部6が、中心軸Cを中心とする環状であり、大径部3の外周面と基材端面4とが接続する角部5に、周方向の全域にわたって設けられる。このため、第1傾斜部6の容量、すなわち図17に2点鎖線で示す仮想の角部5外形から第1傾斜部6が窪まされる容量を、安定して大きく確保でき、その分、基材1Gの体積が小さく抑えられる。また、焼結時に

第1傾斜部6に充填される第2傾斜部25の容量を大きく確保でき、筒部20の体積が大きく確保される。これにより、基材1Gと一体に焼結される筒部20がロウ付け時に基材1Gから受ける熱応力を、安定して低減させることができる。またロウ付け時に、容量の大きい第1傾斜部6によって応力を逃がしやすくなり、硬質焼結体10にクラックが生じることをより安定して抑制できる。

[0093] 図18は、本実施形態の変形例の硬質焼結体用の基材1H(1)を示す。この変形例では、第1傾斜部6が、凹曲面状の凹曲面部6jと、凸曲面状の凸曲面部6kと、を有する。

凹曲面部6jは、中心軸Cを中心とする円形環状である。凹曲面部6jは、中心軸Cに沿う縦断面視で、径方向内側かつ軸方向他方側に向けて窪む凹曲線状である。凹曲面部6jは、軸方向一方側へ向かうに従い径方向内側に位置する。凹曲面部6jは、軸方向に互いに間隔をあけて複数設けられる。

凸曲面部6kは、中心軸Cを中心とする円形環状である。凸曲面部6kは、中心軸Cに沿う縦断面視で、径方向外側かつ軸方向一方側に向けて突出する凸曲線状である。凸曲面部6kは、軸方向一方側へ向かうに従い径方向内側に位置する。凸曲面部6kは、軸方向に互いに間隔をあけて複数設けられる。

凹曲面部6jと凸曲面部6kとは、軸方向において交互に配列する。

[0094] この変形例では、第1傾斜部6を構成する壁面(凹曲面部6jおよび凸曲面部6k)の表面積を大きく確保でき、第1傾斜部6と、基材1Hと一体に焼結される筒部20の第2傾斜部25と、の接合強度が高められる。また、第1傾斜部6の壁面および第2傾斜部25の壁面近傍に熱応力が集中する箇所を生じにくくすることが可能であり、硬質焼結体10にクラックが生じることをより抑制できる。なお凹曲面部6jが設けられることで、第1傾斜部6の容量をより大きく確保しやすい。

[0095] なお、本発明は前述の実施形態に限定されず、例えば下記に説明するように、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において構成の変更等が可能である。

[0096] 前述の実施形態では、切削工具 50 がエンドミルである例を挙げたが、これに限らない。切削工具 50 は、エンドミル以外のリーマ、ドリルおよびそれ以外の回転切削工具等であってもよい。例えば、切削工具 50 がドリルの場合、刃部 51 は、切屑排出溝 55 および切刃 56 以外に、先端刃、シンニング、マージンおよび二番取り面等を備える。

[0097] その他、本発明の趣旨から逸脱しない範囲において、前述の実施形態、変形例およびなお書き等で説明した各構成（構成要素）を組み合わせてもよく、また、構成の付加、省略、置換、その他の変更が可能である。また本発明は、前述した実施形態によって限定されず、特許請求の範囲によってのみ限定される。

実施例

[0098] 以下、本発明を実施例により具体的に説明する。ただし本発明はこの実施例に限定されない。

[0099] 本発明の実施例、および、比較例（第 1 傾斜部 6 を有さないもの）として、基材をそれぞれ用意した。実施例および比較例に共通する構成については、下記の通りとした。

- ・ 基材の材質…超硬合金製
- ・ 基材のヤング率…570 GPa
- ・ 大径部 3 の直径 D …12 mm
- ・ 小径部 2 の直径 d …6 mm
- ・ 大径部 3 の軸方向の長さ L_1 …7 mm
- ・ 小径部 2 の軸方向の長さ L_2 …21 mm
- ・ 隅部凹曲面部 4a の曲率半径…1 mm

実施例 1～9 については、前述の第 1 実施形態または第 2 実施形態の構成とし、下記表 1 に示すように、第 1 傾斜部 6 の形状（溝（数）または全周）、角度 θ 、最大深さ GD 、溝幅 GW をそれぞれ設定した。なお基材の各寸法については、三次元形状測定器により測定した。

[0100] 実施例 1～9 および比較例の各基材の形状を有する圧粉成形体を、米国特

許第5031484号明細書に開示された方法を用いて粉末状の筒部原料と一緒に焼結し、硬質焼結体をそれぞれ製作した。焼結後の筒部のヤング率は、920GPaである。硬質焼結体は、外周をワイヤ放電加工機や円筒研削機などの加工機で円筒形状に仕上げた後、大径部3の軸方向他方側を向く端面（底面）3aを平面研削盤で0.2mmほど研削し、中心軸Cに垂直な平面に形成した。

超硬合金製のシャンク52の軸方向一方側を向く端面（接合面）52aにAgろう材を塗布し、この端面52aに硬質焼結体の端面3aを接着して、高周波ろう付け装置を用いて真空下にて760℃の温度で接合した。

[0101] 実施例1～9および比較例の各基材を用いた各硬質焼結体の評価については、蛍光探傷検査を行い硬質焼結体にクラックが発生しているか否かを確認した。クラックが発生している場合には、製品として使用できる（製品可）、できない（製品不可）についても評価した。結果を表1に示す。

[0102]

[表1]

	第1傾斜部6 の形状 溝(数)または全周	角度 θ	最大深さGD (直径Dに対する割合)	溝幅GW (直径Dに対する割合)	基材1の ヤング率	筒部20の ヤング率	クラックの有無
実施例1	溝(8)	30°	2mm (16.7%)	0.5mm (4.2%)	570GPa	920GPa	有 (溝の一部にクラック。 製品可)
実施例2	溝(4)	5°	1.5mm (12.5%)	2.5mm (20.8%)	570GPa	920GPa	有 (溝の一部にクラック。 製品可)
実施例3	溝(6)	85°	0.6mm (5.0%)	0.6mm (5.0%)	570GPa	920GPa	有 (溝の一部に組織劣化。 製品可)
実施例4	溝(5)	55°	0.5mm (4.2%)	3mm (25.0%)	570GPa	920GPa	有 (溝の一部にクラック。 製品可)
実施例5	溝(8)	63°	1.5mm (12.5%)	1.2mm (10.0%)	570GPa	920GPa	無
実施例6	溝(3)	20°	3mm (25.0%)	2mm (16.7%)	570GPa	920GPa	無
実施例7	全周	5°	1.5mm (12.5%)	—	570GPa	920GPa	有 (周方向一部にクラック。 製品可)
実施例8	全周	30°	1.5mm (12.5%)	—	570GPa	920GPa	無
実施例9	全周	80°	1.5mm (12.5%)	—	570GPa	920GPa	有 (周方向一部に組織劣化。 製品可)
比較例	—	—	—	—	570GPa	920GPa	有 (全周にクラック。 製品不可)

[0103] 表1に示されるように、本発明の実施例1～9の基材1を用いた硬質焼結体10は、すべてが製品として使用可能であった。詳しくは、第1傾斜部6

の溝の一部や周方向一部にクラックや組織劣化が見受けられるものについては、硬質焼結体 10 を研削加工し刃部 51 とする際に、不具合がある部分を切屑排出溝 55 として除去することで対応可能であった。また、実施例 1 ～ 9 のうち、実施例 5、6、8 については、クラックの発生が見受けられず、良好な結果が得られた。

一方、比較例は、周方向の全周にクラックが発生し、製品として使用不可であった。

産業上の利用可能性

[0104] 本発明の硬質焼結体用の基材、硬質焼結体および切削工具によれば、硬質焼結体にクラックが生じることを抑制できる。したがって、産業上の利用可能性を有する。

符号の説明

- [0105] 1 (1 A, 1 B, 1 C, 1 D, 1 E, 1 F, 1 G, 1 H) 基材
- 2 小径部
 - 3 大径部
 - 4 基材端面
 - 5 角部 (基材角部)
 - 24 角部 (筒部角部)
 - 6 第 1 傾斜部
 - 6 a 第 1 傾斜面 (傾斜面)
 - 6 b 第 1 側壁面 (側壁面)
 - 6 e, 6 j 凹曲面部
 - 6 k 凸曲面部
 - 10 硬質焼結体
 - 20 筒部
 - 23 筒部端面
 - 25 第 2 傾斜部
 - 50 切削工具

5 1 刃部

5 2 シャンク

5 5 切屑排出溝

5 6 切刃

C 中心軸

D 大径部の外径（直径）

G D 第 1 傾斜部の径方向の最大深さ

G W 第 1 傾斜部の周方向の長さ

V P 仮想平面

θ 角度

請求の範囲

- [請求項1] 中心軸を有し、前記中心軸の軸方向に延びる多段柱状の硬質焼結体用の基材であって、
- 小径部と、
- 前記小径部よりも外径が大きい大径部と、
- 前記大径部の外周面の軸方向一方側の端部と前記小径部の軸方向他方側の端部との間に位置し、軸方向一方側を向く基材端面と、
- 前記大径部の外周面と前記基材端面とが接続する環状の角部のうち、周方向の少なくとも一部に配置される第1傾斜部と、を備え、
- 前記第1傾斜部は、軸方向一方側へ向かうに従い径方向内側に位置する、
- 硬質焼結体用の基材。
- [請求項2] 前記中心軸に沿う縦断面視で、前記中心軸に垂直な仮想平面と、前記第1傾斜部との間の角度が、 10° 以上 75° 以下である、
- 請求項1に記載の硬質焼結体用の基材。
- [請求項3] 前記大径部の外周面から前記第1傾斜部が径方向内側に窪む最大深さが、前記大径部の直径の5%以上であり、前記大径部の半径と前記小径部の半径との差の値以下である、
- 請求項1または2に記載の硬質焼結体用の基材。
- [請求項4] 前記第1傾斜部は、軸方向一方側へ向かうに従い径方向の深さが深くなる凹状であり、
- 前記第1傾斜部は、周方向に互いに間隔をあけて、前記角部に複数設けられる、
- 請求項1から3のいずれか1項に記載の硬質焼結体用の基材。
- [請求項5] 前記第1傾斜部の周方向の長さが、前記大径部の直径の10%以上80%以下である、
- 請求項4に記載の硬質焼結体用の基材。
- [請求項6] 前記第1傾斜部は、

軸方向一方側へ向かうに従い径方向内側に位置する傾斜面と、
前記傾斜面の周方向の両端部に接続し、周方向に互いに間隔をあけて対向配置される一対の側壁面と、を有する、
請求項4または5に記載の硬質焼結体用の基材。

[請求項7] 前記一対の側壁面は、径方向外側へ向かうに従い周方向に互いに離れる、

請求項6に記載の硬質焼結体用の基材。

[請求項8] 前記第1傾斜部は、前記角部の全周にわたって配置される、
請求項1から3のいずれか1項に記載の硬質焼結体用の基材。

[請求項9] 前記第1傾斜部は、凹曲面状の凹曲面部を有する、
請求項1から8のいずれか1項に記載の硬質焼結体用の基材。

[請求項10] 前記第1傾斜部は、凸曲面状の凸曲面部を有する、
請求項1から9のいずれか1項に記載の硬質焼結体用の基材。

[請求項11] 請求項1から10のいずれか1項に記載の硬質焼結体用の基材と、
前記小径部を覆う筒状であり、前記硬質焼結体用の基材よりも線膨張係数が小さく、かつ硬度が高く、前記硬質焼結体用の基材と一体に焼結された筒部と、を備え、

前記筒部の内周面は、前記小径部の外周面と接合され、

前記筒部の軸方向他方側を向く筒部端面は、前記基材端面と接合され、

前記筒部は、前記筒部の外周面と前記筒部端面とが接続する環状の角部のうち、周方向の少なくとも一部に配置される第2傾斜部を有し、

前記第2傾斜部は、軸方向一方側へ向かうに従い径方向内側に位置し、前記第1傾斜部と接合される、
硬質焼結体。

[請求項12] 前記硬質焼結体用の基材は、ヤング率が300GPa以上であり、
前記筒部は、ヤング率が600GPa以上である、

請求項 1 1 に記載の硬質焼結体。

[請求項13]

前記硬質焼結体用の基材は、超硬合金製、サーメット製およびセラミクス製のいずれかであり、

前記筒部は、多結晶ダイヤモンド製および多結晶立方晶窒化ホウ素製のいずれかである、

請求項 1 1 または 1 2 に記載の硬質焼結体。

[請求項14]

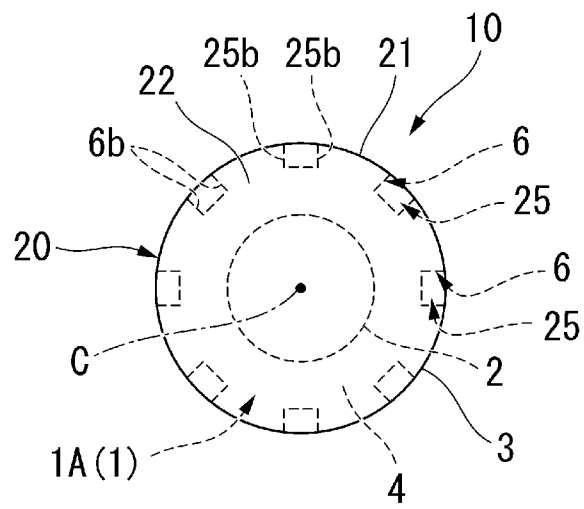
請求項 1 1 から 1 3 のいずれか 1 項に記載の硬質焼結体の外周部に、軸方向に延びる切屑排出溝および切刃が設けられた刃部と、

前記刃部と軸方向に接続されるシャンクと、を備え、

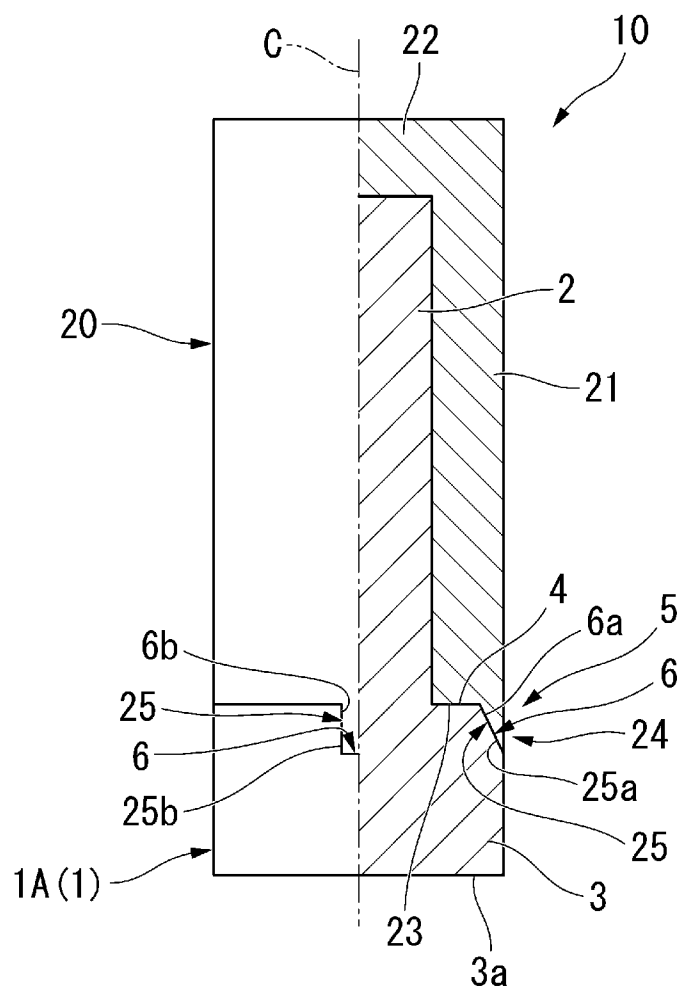
前記切刃は、前記筒部に配置される、

切削工具。

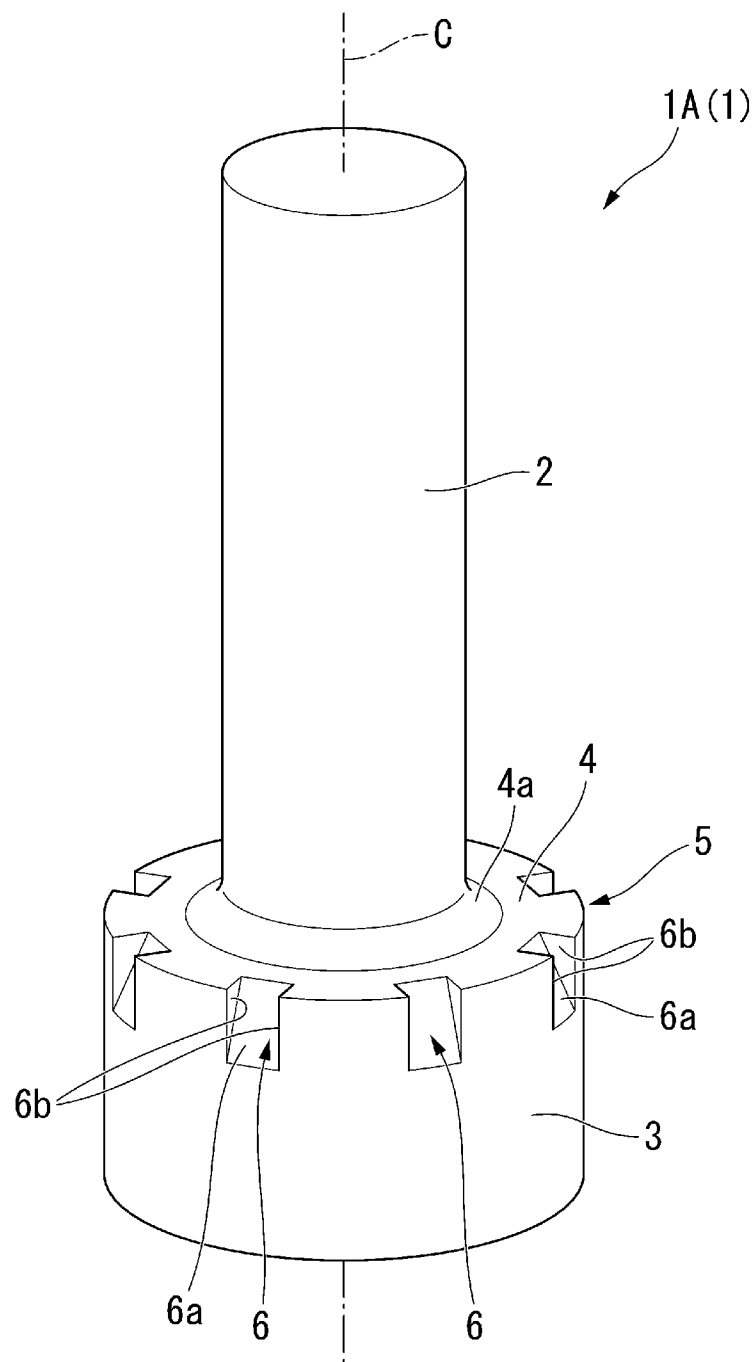
[図1]



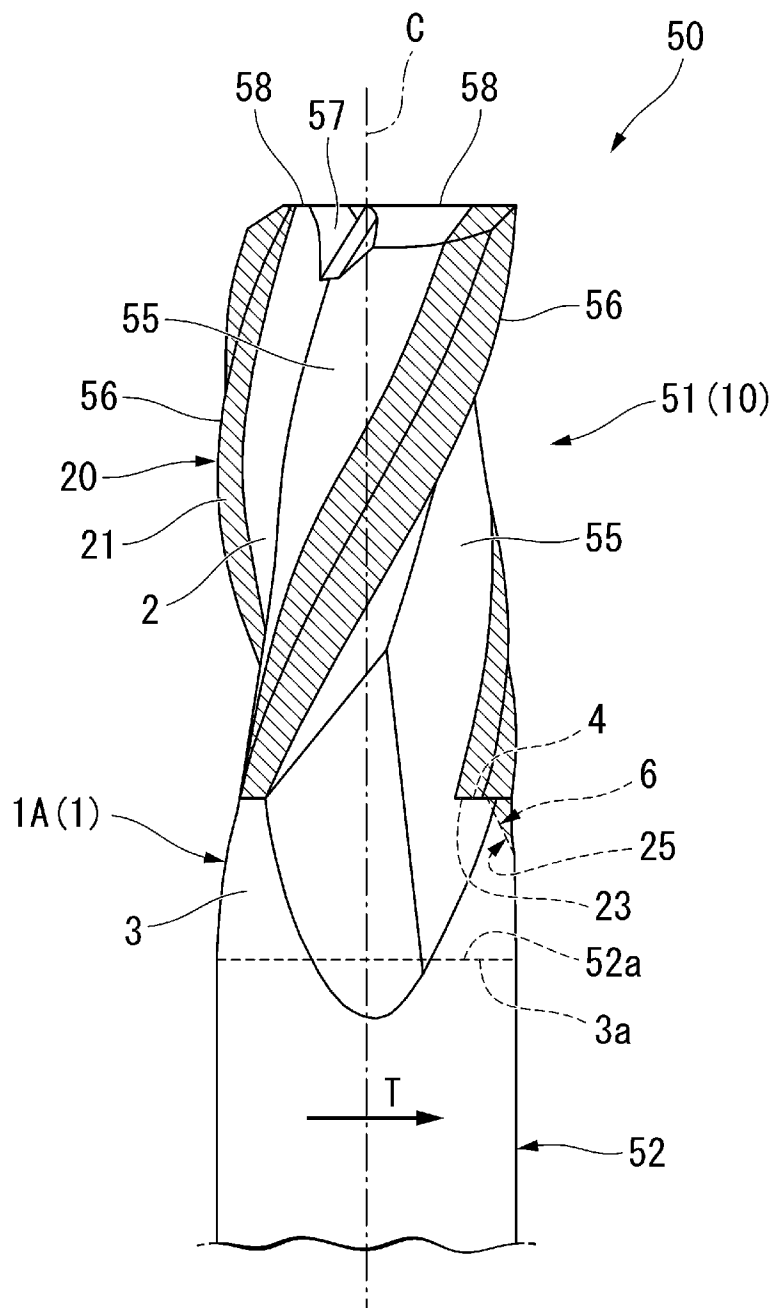
[図2]



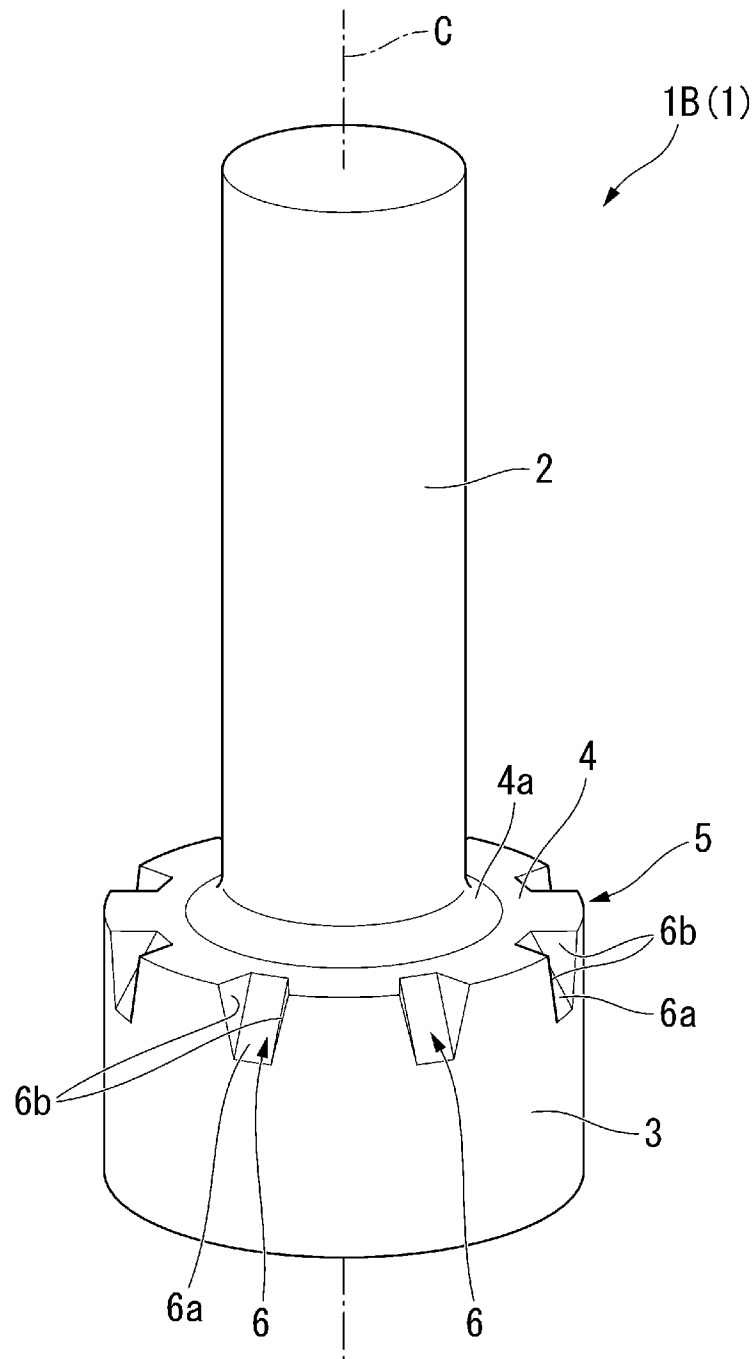
[図5]



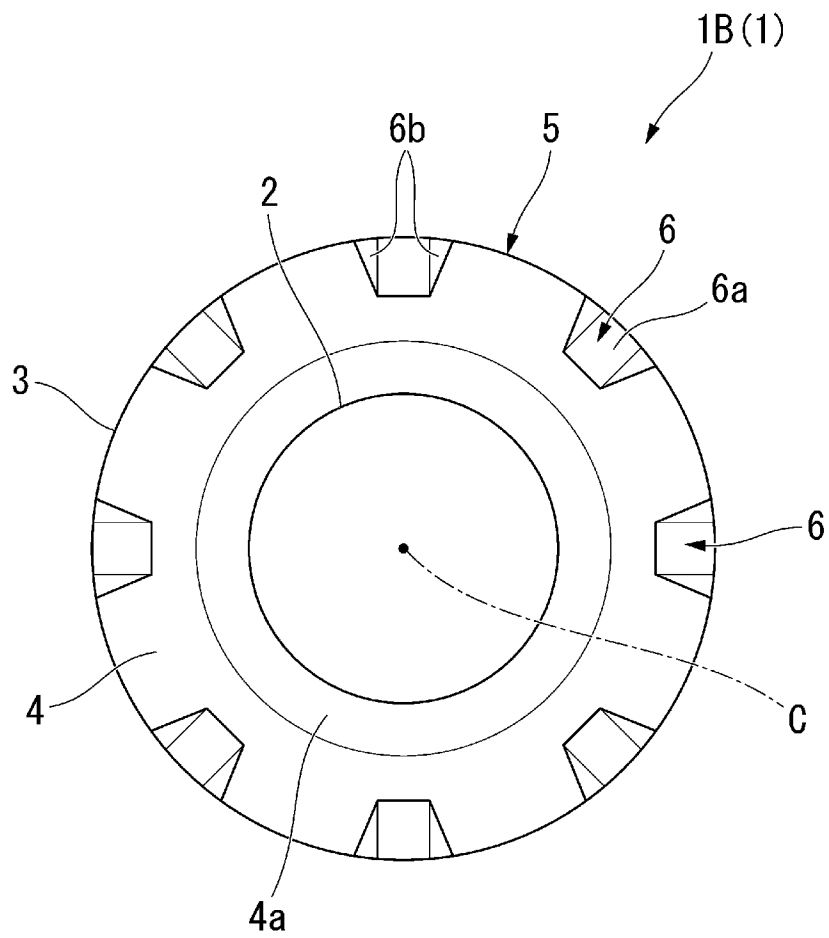
[図6]



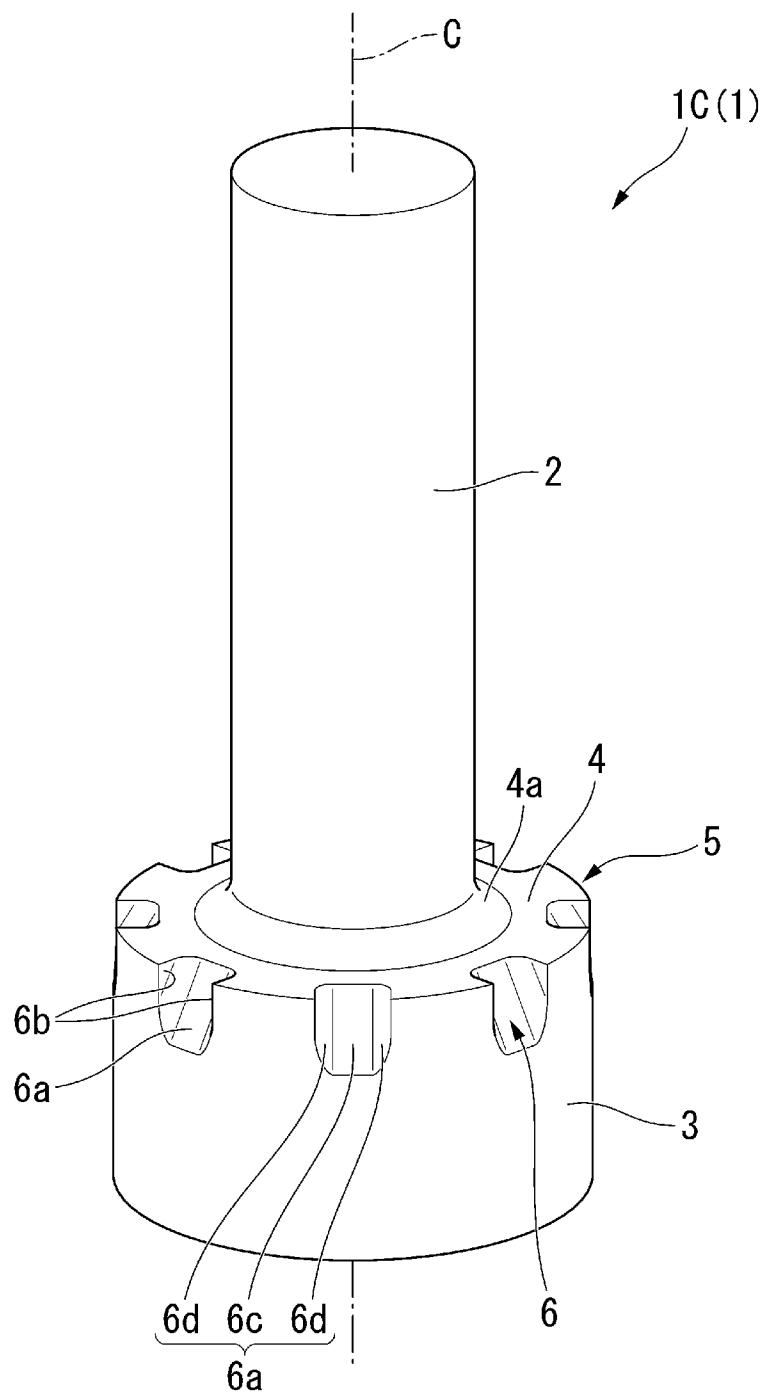
[図7]



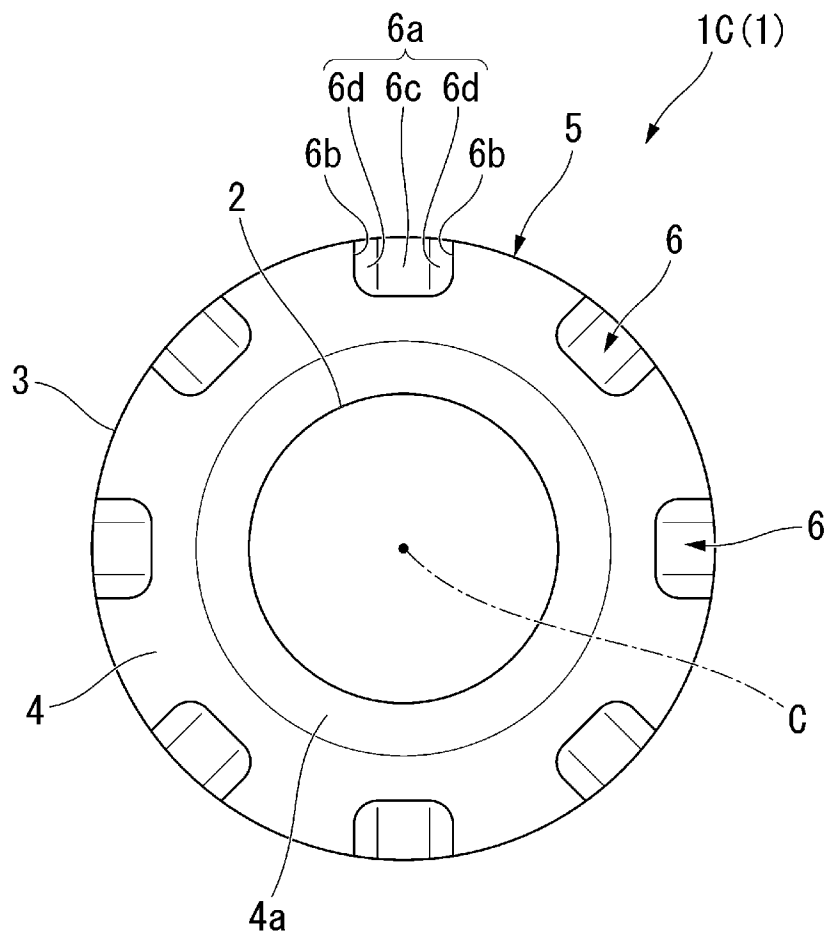
[図8]



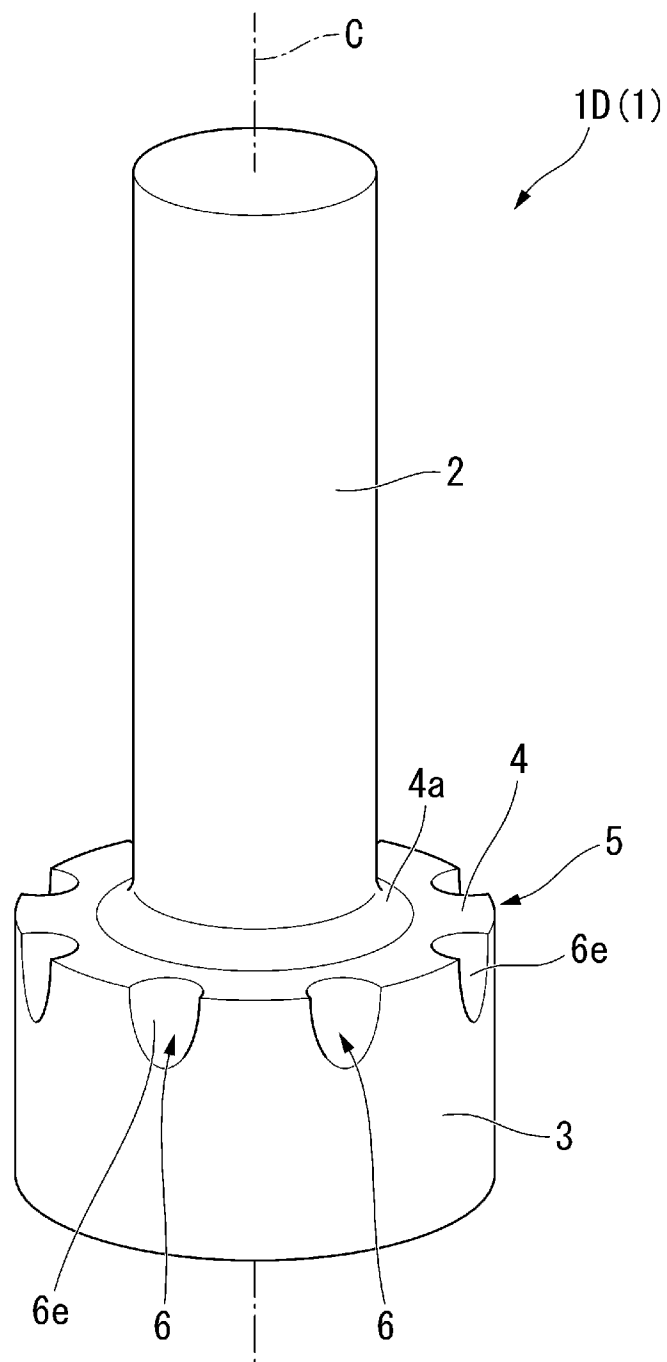
[図9]



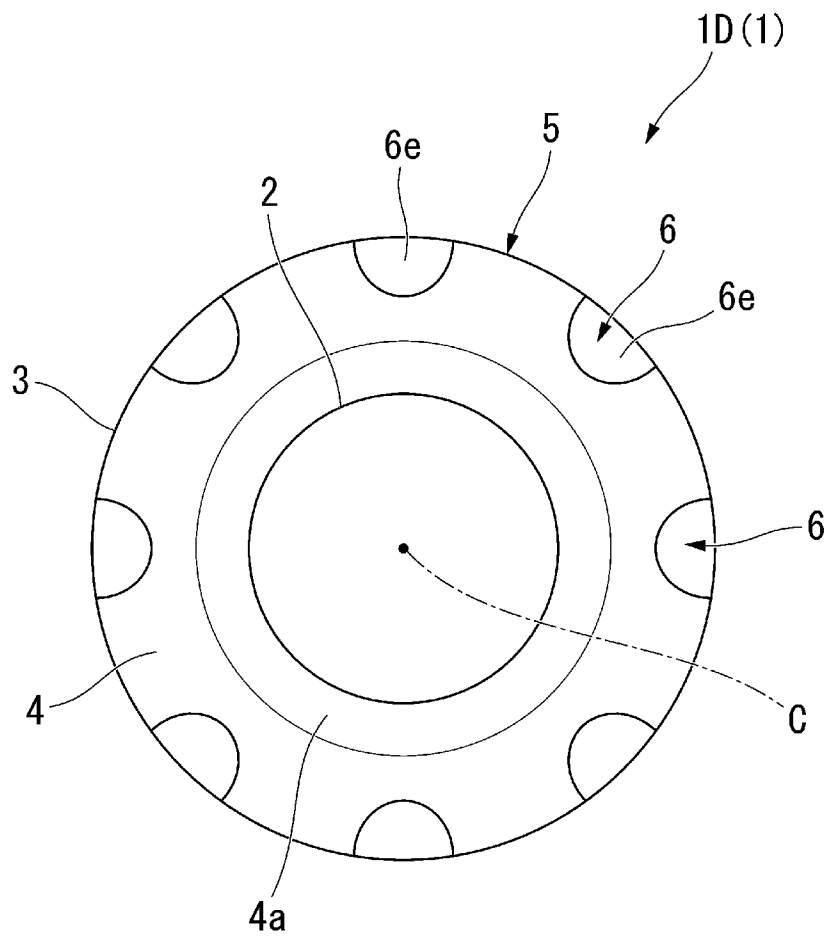
[図10]



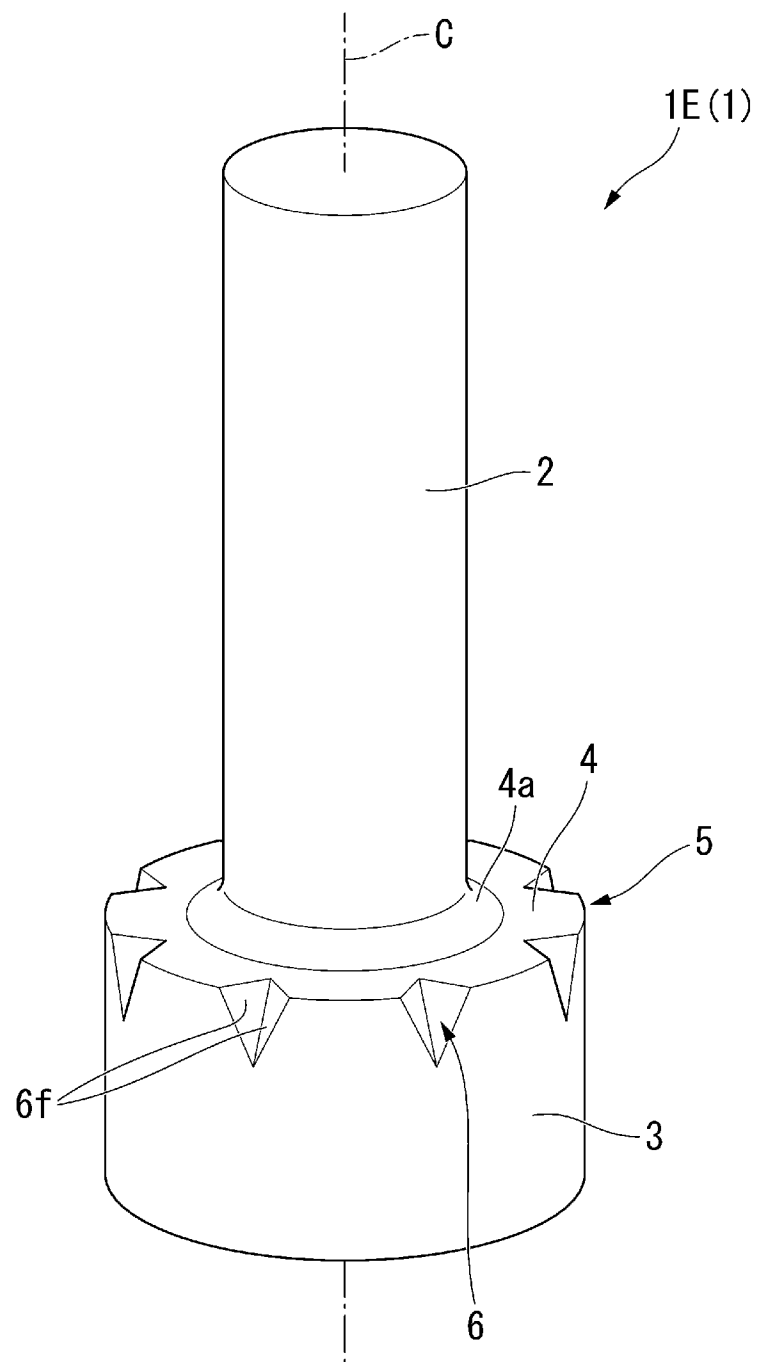
[図11]



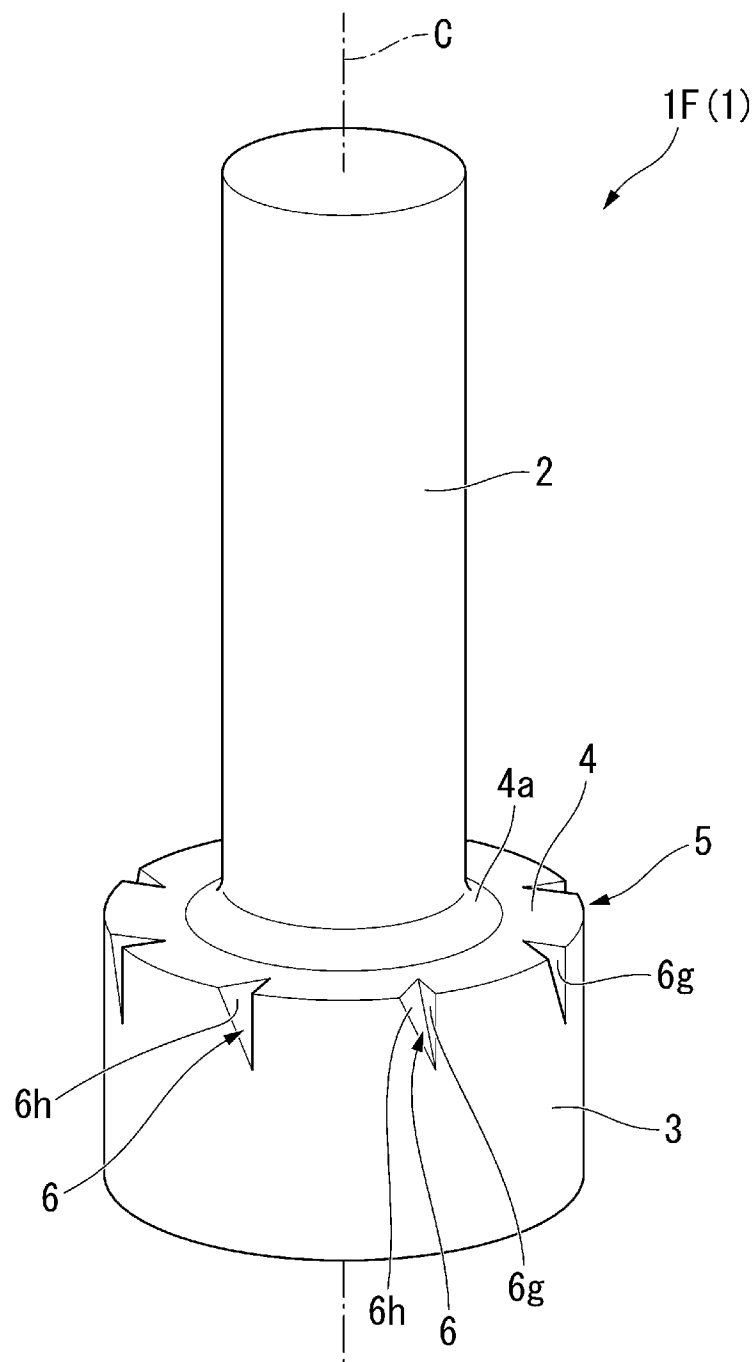
[図12]



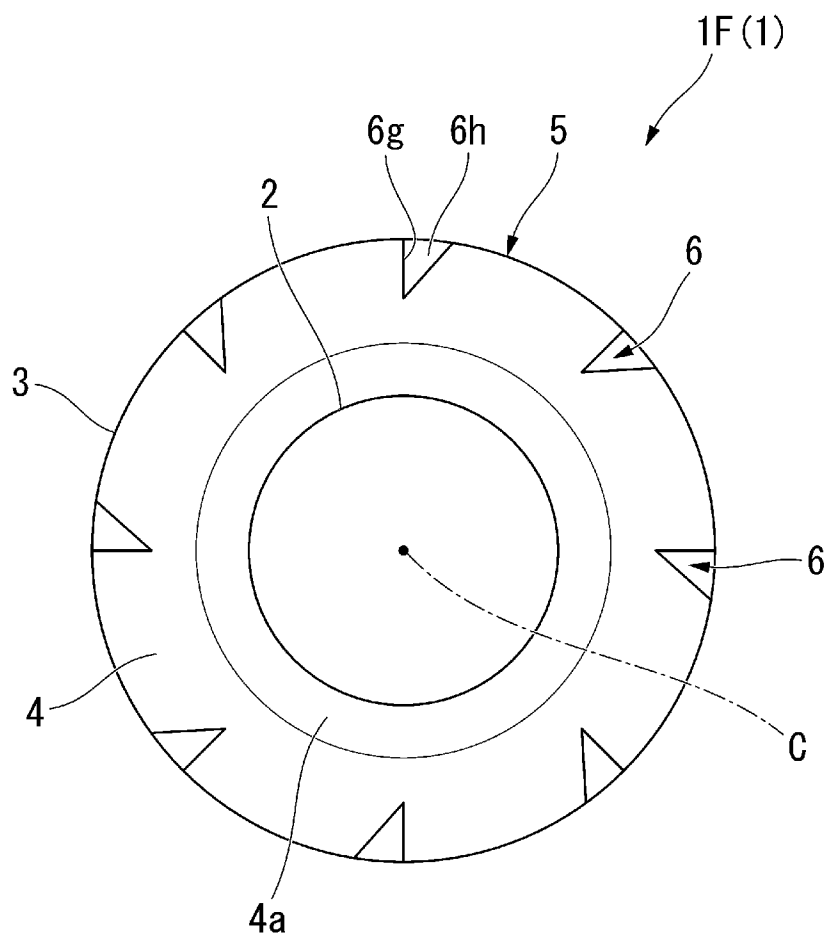
[図13]



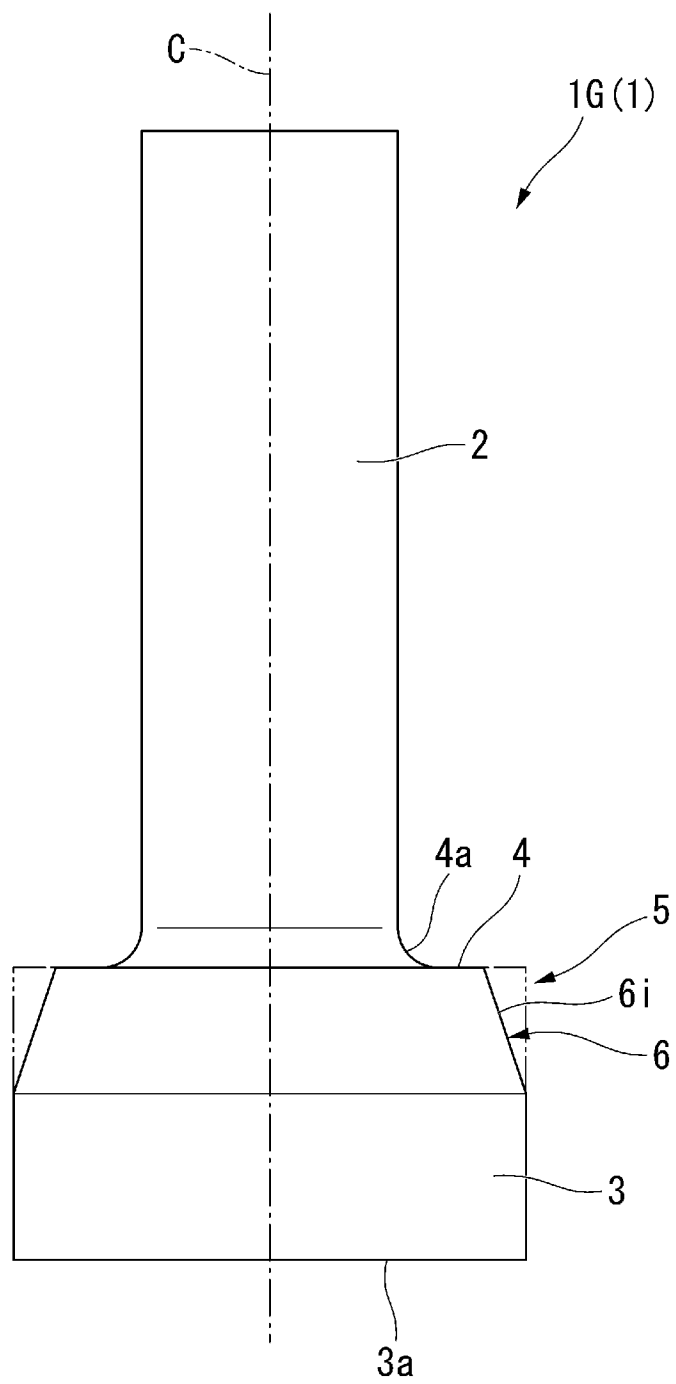
[図15]



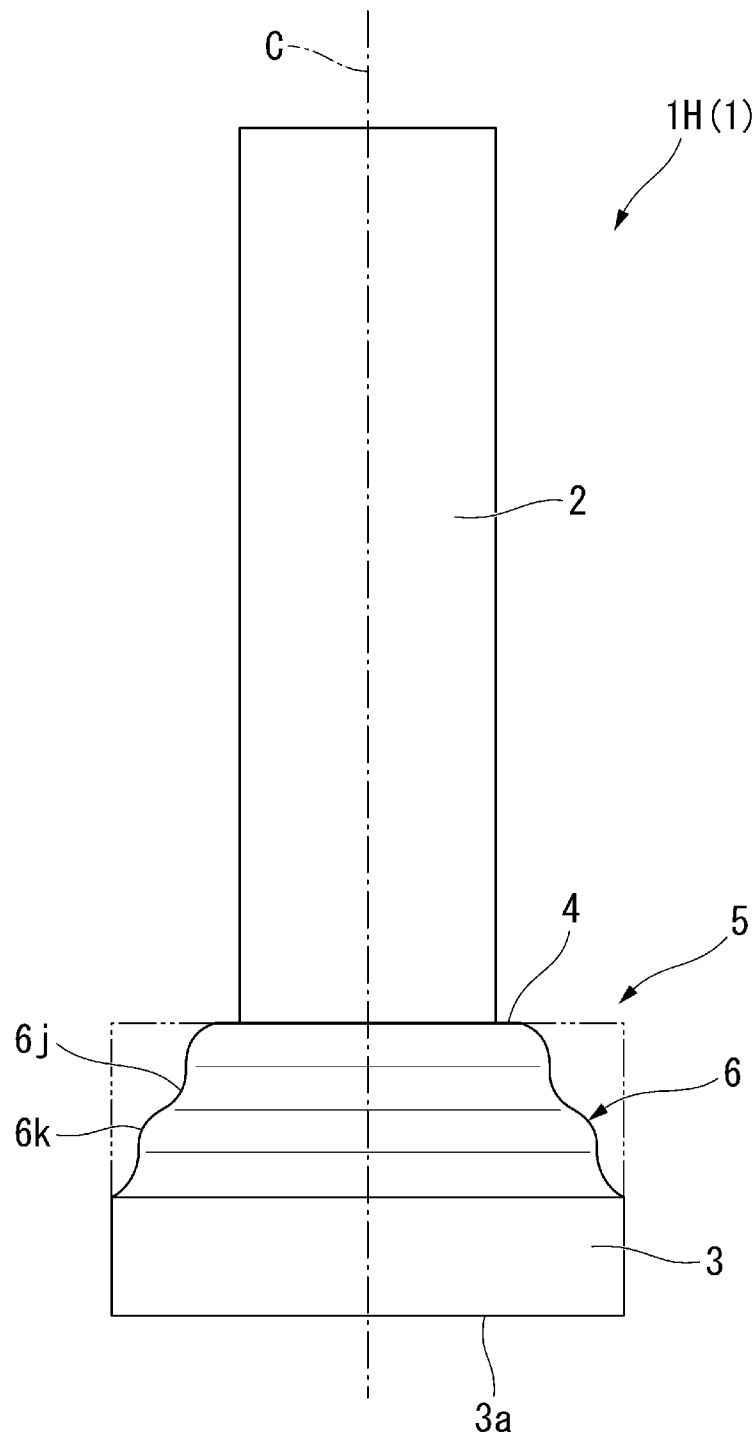
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/013297

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B23B51/00 (2006.01)i, B22F3/20 (2006.01)i, B22F7/00 (2006.01)i,
B23B27/14 (2006.01)i, B23B27/20 (2006.01)i, B23C5/10 (2006.01)i,
B23C5/16 (2006.01)i, B23D77/00 (2006.01)i
FI: B23B51/00M, B23C5/10Z, B23C5/16, B23B27/14B, B23B27/20, B23D77/00,
B22F7/00F, B22F3/20B

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. B23B51/00, B22F7/00, B23B27/20, B23C5/10, B23C5/16, B23D77/00

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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

DWPI (Derwent Innovation)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 2016/0144483 A1 (ELEMENT SIX ABRASIVES S.A.) 26.05.2016 (2016-05-26), paragraphs [0054]-[0068], fig. 2(a)-2(d), 5(a)-5(c)	1-9, 11, 13-14 10, 12
Y	JP 2015-520661 A (ELEMENT SIX LIMITED) 23.07.2015 (2015-07-23), paragraph [0053], fig. 9	10
Y	JP 2007-153666 A (SUMITOMO ELECTRIC HARDMETAL CORP.) 21.06.2007 (2007-06-21), paragraphs [0019], [0034]	12
Y	JP 2013-517384 A (ELEMENT SIX ABRASIVES S.A.) 16.05.2013 (2013-05-16), paragraph [0020]	12
A	JP 11-165263 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 22.06.1999 (1999-06-22), paragraph [0010], fig. 5, 6	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
02.06.2020

Date of mailing of the international search report
09.06.2020

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
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/JP2020/013297

US 2016/0144483 A1	26.05.2016	GB 2516359 A WO 2014/191555 A2 CN 105392584 A
JP 2015-520661 A	23.07.2015	US 2015/0097321 A1 paragraph [0056], fig. 9 GB 2504804 A WO 2013/156536 A1 KR 10-2015-0003337 A CN 104395019 A
JP 2007-153666 A	21.06.2007	(Family: none)
JP 2013-517384 A	16.05.2013	WO 2011/089555 A2 page 10, lines 26, 27 EP 2525931 A2 KR 10-2012-0115984 A CN 102947027 A
JP 11-165263 A	22.06.1999	US 5848657 A column 4, lines 16-22, fig. 5, 6 EP 916804 A1 KR 1999039781 A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23B 51/00(2006.01)i; B22F 3/20(2006.01)i; B22F 7/00(2006.01)i; B23B 27/14(2006.01)i; B23B 27/20(2006.01)i; B23C 5/10(2006.01)i; B23C 5/16(2006.01)i; B23D 77/00(2006.01)i FI: B23B51/00 M; B23C5/10 Z; B23C5/16; B23B27/14 B; B23B27/20; B23D77/00; B22F7/00 F; B22F3/20 B		
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）） B23B51/00; B22F7/00; B23B27/20; B23C5/10; B23C5/16; B23D77/00		
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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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） DWPI (Derwent Innovation)		
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
X	US 2016/0144483 A1 (ELEMENT SIX ABRASIVES S.A.) 26.05.2016 (2016-05-26) 段落[0054]-[0068], Fig. 2(a)-2(d), 5(a)-5(c)	1-9, 11, 13-14
Y	段落[0054]-[0068], Fig. 2(a)-2(d), 5(a)-5(c)	10, 12
Y	JP 2015-520661 A (エレメント シックス リミテッド) 23.07.2015 (2015-07-23) 段落[0053], 図9	10
Y	JP 2007-153666 A (住友電工ハードメタル株式会社) 21.06.2007 (2007-06-21) 段落[0019], [0034]	12
Y	JP 2013-517384 A (エレメント シックス アブレイシヴズ ソシエテ アノニム) 16.05.2013 (2013-05-16) 段落[0020]	12
A	JP 11-165263 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 22.06.1999 (1999-06-22) 段落[0010], 図5-6	1-14
☐ 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、一般的な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 02.06.2020		国際調査報告の発送日 09.06.2020
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） 小川 真 3C 3934 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/JP2020/013297

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
US	2016/0144483	A1	26.05.2016	GB	2516359	A	
				WO	2014/191555	A2	
				CN	105392584	A	
JP	2015-520661	A	23.07.2015	US	2015/0097321	A1	
				段落[0056], Fig.9			
				GB	2504804	A	
				WO	2013/156536	A1	
				KR	10-2015-0003337	A	
				CN	104395019	A	
JP	2007-153666	A	21.06.2007	(ファミリーなし)			
JP	2013-517384	A	16.05.2013	WO	2011/089555	A2	
				第10ページ第26-27行			
				EP	2525931	A2	
				KR	10-2012-0115984	A	
				CN	102947027	A	
JP	11-165263	A	22.06.1999	US	5848657	A	
				第4欄第16-22行, FIG. 5-6			
				EP	916804	A1	
				KR	1999039781	A	