

(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
2018年7月19日(19.07.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/131537 A1

(51) 国際特許分類:

B23B 51/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2018/000074

(22) 国際出願日:

2018年1月5日(05.01.2018)

(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 2017-004189 2017年1月13日(13.01.2017) JP

(71) 出願人: 三菱マテリアル株式会社 (MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008117 東京都千代田区大手町一丁目3番2号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 馬淵 雅行 (MABUCHI Masayuki); 〒1008117 東京都千代田区大手町一丁目3番2号 三菱マテリアル株式会社 加工事業カンパニー内 Tokyo (JP). 山本 匡(YAMAMOTO Tadashi); 〒1008117 東京都千代田区大手町一丁目3番2号 三菱マテリアル株式会社 加

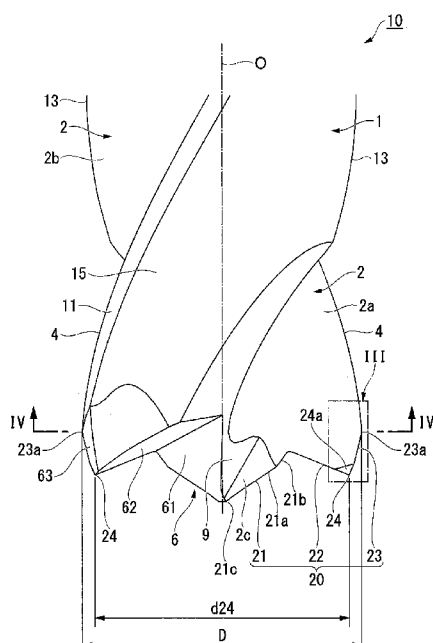
工事業カンパニー内 Tokyo (JP). 日比 貴大 (HIBI Takahiro); 〒1008117 東京都千代田区大手町一丁目3番2号 三菱マテリアル株式会社 加工事業カンパニー内 Tokyo (JP).

(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, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: DRILL AND DRILL HEAD

(54) 発明の名称: ドリルおよびドリルヘッド



(57) Abstract: This drill (10) comprises: a drill body (1) which rotates about an axis (O); a chip-discharging groove (2) which extends towards the base end of the drill body (1) from the tip of the drill body (1); and a tip blade (20) which is formed at the intersecting ridgeline part between the wall surface (2a) of the chip discharging groove (2), which is oriented in the drill rotational direction, and the tip surface (6) of the drill body (1). The tip blade (20) has: a first tip blade (21) which extends towards the base end in the axis (O) direction as the blade extends towards the outside in the radial direction; a second tip blade (22) which is disposed on the outside of the first tip blade (21) in the radial direction and extends towards the tip in the axis (O) direction as the blade extends towards the outside in the radial direction; a third tip blade (23) which is disposed on the outside of the second tip blade (22) in the radial direction and extends towards the base end in the axis (O) direction as the blade extends towards the outside in the radial direction; and a boundary vertex (24) which is located on the boundary between the second tip blade (22) and the third tip blade (23). The boundary vertex (24) is located further towards the base end in the axis (O) direction than the innermost periphery portion (21c) of the first tip blade (21).

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 本発明に係るドリル(10)は、軸線(O)回りに回転するドリル本体(1)と、前記ドリル本体(1)の先端から前記ドリル本体(1)の基端側へ向けて延びる切屑排出溝(2)と、前記切屑排出溝(2)のドリル回転方向を向く壁面(2a)と前記ドリル本体(1)の先端面(6)との交差稜線部に形成された先端刃(20)と、を備える。前記先端刃(20)は、径方向外側へ向かうに従い前記軸線(O)方向の基端側へ向けて延びる第1先端刃(21)と、前記第1先端刃(21)の径方向外側に配置され、径方向外側へ向かうに従い前記軸線(O)方向の先端側へ向けて延びる第2先端刃(22)と、前記第2先端刃(22)の径方向外側に配置され、径方向外側へ向かうに従い前記軸線(O)方向の基端側へ向けて延びる第3先端刃(23)と、前記第2先端刃(22)と前記第3先端刃(23)との境界に位置する境界頂点(24)と、を有する。前記境界頂点(24)は、前記第1先端刃(21)の最内周部(21c)より前記軸線(O)方向の基端側に位置する。

明 細 書

発明の名称：ドリルおよびドリルヘッド

技術分野

[0001] 本発明は、ドリルおよびドリルヘッドに関する。

本願は、2017年1月13日に日本に出願された特願2017-004189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] 航空機部品等に用いられるCFRP（炭素繊維強化樹脂）等の複合材料は、穴あけ加工時に、例えば加工穴の内周に繊維層の層間剥離（デラミネーション）、繊維の切り残し（アンカットファイバー）、伸展性の抜けバリ、ひげ等（以下、バリ等と省略）が生じやすい。そこでCFRP等からなる被削材に対しては、加工穴の内周にバリ等が発生することを抑制する目的で、専用のドリルが用いられている（例えば特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2009-502538号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] CFRPなどの繊維強化プラスチックからなる被削材には繊維の方向性がある。このため、繊維の方向に対して切刃のすくい角を適当に設定しなければ、繊維が引き剥がされやすくなり、バリ等が発生しやすくなる。従来のドリルは、繊維の方向に対する刃先のすくい角を適当に設定して、バリ等の発生を抑制する点において、改善の余地があった。

[0005] 本発明は、このような背景の下になされたもので、特に炭素繊維強化プラスチックのような繊維強化プラスチックに穴明け加工を行う場合でもバリ等の発生を抑制できるドリルおよびドリルヘッドを提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0006] このような課題を解決して、前記目的を達成するために、本発明は以下の手段を提案している。

[0007] (1) 本発明の一態様のドリルは、軸線回りに回転するドリル本体と、前記ドリル本体の外周に形成され、前記軸線方向に沿うように前記ドリル本体の先端から前記ドリル本体の基端側へ向けて延びる切屑排出溝と、前記切屑排出溝のドリル回転方向を向く壁面と前記ドリル本体の先端面との交差稜線部に形成された先端刃と、を備え、前記先端刃は、径方向外側へ向かうに従い前記軸線方向の基端側へ向けて延びる第1先端刃と、前記第1先端刃の径方向外側に配置され、径方向外側へ向かうに従い前記軸線方向の先端側へ向けて延びる第2先端刃と、前記第2先端刃の径方向外側に配置され、径方向外側へ向かうに従い前記軸線方向の基端側へ向けて延びる第3先端刃と、前記第2先端刃と前記第3先端刃との境界に位置する境界頂点と、を有し、前記境界頂点は、前記第1先端刃の最内周部より前記軸線方向の基端側に位置する。

[0008] 一般に、ドリルによる穴あけ加工時に被削材に作用する軸線方向の切削力（スラスト荷重）は、ドリル先端における最内周部で大きくなりやすい。従来のドリルでは、被削材に対してドリル先端の中央部付近で作用する軸線方向の切削力が、加工穴の内周予定部に伝播してしまい、被削材の層間剥離が生じやすかった。

これに対して本発明によれば、先端刃が、ドリル先端において径方向内側に位置する第1先端刃と、径方向外側に位置する第2先端刃と、を別々に備えている。第1先端刃は、径方向外側へ向かうに従い軸線方向の基端側へ向けて傾き、第2先端刃は、第1先端刃とは逆側に傾いている。これにより、第1先端刃により被削材に生じる軸線方向の切削力は、第2先端刃によりその外側に伝播することが抑制される。したがって、加工後の加工穴の内周に層間剥離が発生することを抑制できる。

[0009] さらに、第2先端刃の径方向外側にチャンファ一部として機能する第3先

端刃が設けられている。第2先端刃は、径方向外側へ向かうに従い軸線方向の先端側へ向けて延びる。したがって、第2先端刃は、被削材を径方向内側に押し付ける様にして被削材の繊維を切断する。

なお、第2先端刃は、被削材を径方向内側に押し付けるために、被削材を抜け出る際に、被削材を弾性変形させて層間剥離および繊維の切れ残しを生じる場合がある。この場合であっても、第2先端刃の外側にチャンファ一部としての第3先端刃を設けることにより、先端刃が被削材を抜け出る際に、先端刃が被削材の貫通穴の開口部周縁を軸線方向に押し付ける作用を小さくできる。すなわち、この開口部周縁の強化繊維を貫通方向に押し出すことなく切断することができ、貫通穴の開口部周縁における層間剥離および繊維の切れ残しを抑制できる。

[0010] さらに、境界頂点が第1先端刃の最内周部より軸線方向の基端側に位置しているので、第1先端刃の最内周部が境界頂点より先行して加工対象に接触する。第1先端刃の最内周部は、ドリルの回転中心となる軸線に沿って配置される。したがって、第1先端刃の最内周部が加工対象に対して先行して接触することで、ビビリを生じることなく穿孔の位置決めすることが可能となる。

[0011] (2) 前記第3先端刃は、径方向の最外周部における半径方向すくい角が正角であってもよい。

[0012] この場合には、第3先端刃は、径方向の最外周部における半径方向すくい角が正角（ポジティブ角）となっている。したがって、第3先端刃の最外周部は、先端刃において最も速度が速くなる。また、第3先端刃の最外周部は、先端刃が外周刃と接続する部分であり、穴あけ加工における穴の内周面を形成する部分である。したがって、第3先端刃の最外周部のすくい角を正角とすることで、穴の内周面に対して高速で鋭角の刃先を切りこませて繊維を切り取り、穴の内周面におけるバリの発生を効果的に抑制できる。

[0013] (3) 前記第1先端刃は、前記ドリル本体を前記軸線方向の先端から基端側へ向けて見たドリル正面視で、前記軸線に直交する径方向に沿うように延び

ており、前記第1先端刃のすくい面は、前記軸線と平行であってもよい。

[0014] この場合には、第1先端刃のすくい面が、ドリル本体の軸線に平行となるように形成されている。したがって、第1先端刃の軸方向すくい角（アキシヤルレーキ角）は、ネガティブ角（ 0° ）とされる。そして、ドリル正面視において、第1先端刃が、ドリル本体の径方向に沿うように延びている。つまり、第1先端刃は、芯上がりまたは芯下がりではなく、芯高がゼロとなるように設定されている。

このようなドリルにより、一方向を繊維方向とするCFRP等の被削材を穴あけ加工すると、被削材の繊維方向に対向する方向に刃先が回転する領域においても、バリ等の発生を顕著に抑制できる。すなわち、第1先端刃の刃先が被削材の繊維方向に対して逆目に切り込むことがなく、刃先が繊維方向に対し垂直に切り込むので、繊維の切り残しの発生を抑制できる。

[0015] （4）前記境界頂点の回転軌跡の直径が、前記ドリル本体の最大直径に対して50%以上であってもよい。

[0016] この場合には、第2先端刃の径方向外側の端部を、十分に外側に配置することができる。先端刃は、径方向外側に向かうほど速度が速くなる。したがって、第2先端刃の径方向端部の速度を高めて、第2先端刃の切削性を高めることができ、第2先端刃による被削材の層間剥離および繊維の切り残しを抑制できる。

[0017] （5）前記第3先端刃は、基端側に向かうに従い前記軸線から離れる方向に傾いており、径方向内側から径方向外側に向かうに従い、前記軸線に対する傾きが小さくてもよい。

[0018] この場合には、第3先端刃は、径方向外側に向かうに従い、軸線に対して傾きが小さい。第3先端刃から被削材に作用する切削力は、径方向外側に向かうに従い、周方向へ向けた分力が大きくなり、軸線方向の分力が小さくなる。これにより、加工される穴の内周面を形成する部分において層間剥離させる荷重を小さくすることができ、被削材の層間剥離を抑制できる。

[0019] （6）前記第1先端刃の回転後方側に連なる一次先端逃げ面と、前記一次先

端逃げ面の回転後方側に連なる二次先端逃げ面と、を有してもよい。

[0020] この場合には、第1先端刃の回転後方側に、一次先端逃げ面および二次先端逃げ面がこの順に形成されている。したがって、一次先端逃げ面が摩耗した場合であっても、二次先端逃げ面の作用に、十分な逃げを確保することができる。

[0021] (7) 前記軸線方向において、前記第2先端刃が前記第1先端刃の30%以上の領域と重なりあってもよい。

[0022] この場合には、第1先端刃により被削材に層間剥離を生じさせる軸線方向の切削力が、第2先端刃により外周側に伝播することをより確実に抑制できる。

[0023] (8) 本発明の一態様のドリルヘッドは、工具本体の先端部に装着されるドリルヘッドであって、前記工具本体とともに軸線回りに回転するヘッド本体と、前記ヘッド本体の外周に形成され、前記軸線方向に沿うように前記ヘッド本体の先端から前記ヘッド本体の基端側へ向けて延びる切屑排出溝と、前記切屑排出溝のドリル回転方向を向く壁面と前記ヘッド本体の先端面との交差稜線部に形成された先端刃と、を備え、前記先端刃は、径方向外側へ向かうに従い前記軸線方向の基端側へ向けて延びる第1先端刃と、前記第1先端刃の径方向外側に配置され、径方向外側へ向かうに従い前記軸線方向の先端側へ向けて延びる第2先端刃と、前記第2先端刃の径方向外側に配置され、径方向外側へ向かうに従い前記軸線方向の基端側へ向けて延びる第3先端刃と、前記第2先端刃と前記第3先端刃との境界に位置する境界頂点と、を有し、前記境界頂点は、前記第1先端刃の最内周部より前記軸線方向の基端側に位置する。

[0024] 本発明に係るドリルヘッドによれば、上述した本発明に係るドリルと同様の作用効果を奏効することができる。

発明の効果

[0025] 本発明のドリルおよびドリルヘッドによれば、被削材に穴あけ加工した加工穴の内周の仕上げ精度を、安定して高めることができる。

図面の簡単な説明

- [0026] [図1]第1実施形態のドリルの側面図である。
- [図2]第1実施形態のドリルの正面図である。
- [図3]図1の領域ⅠⅠⅠの拡大図である。
- [図4]図1のⅠⅤーⅠⅤ線に沿うドリルの断面図である。
- [図5]第2実施形態のドリルの側面図である。
- [図6]第2実施形態のドリルの正面図である。
- [図7]第3実施形態のドリルの側面図である。
- [図8]第3実施形態のドリルの正面図である。

発明を実施するための形態

- [0027] 以下、図面を参照して本発明を適用した実施形態について詳細に説明する。

なお、以下の説明で用いる図面は、特徴部分をわかりやすくするために、特徴とならない部分を便宜上省略して図示している場合がある。

- [0028] <第1実施形態>

図1は、第1実施形態のドリル10の側面図である。また、図2は、先端面側から見たドリル10の正面図である。

- [0029] [ドリルの概略構成]

図1および図2に示されるように、本実施形態のドリル10は、軸線Oを中心とした概略円柱状に形成され、超硬合金等の硬質材料により形成されたドリル本体1を有している。

ドリル本体1は、その軸線O方向の基端側部分が円柱状のシャンク部（不図示）とされ、軸線O方向の先端側部分が切れ刃を有する刃部とされる。なお、切れ刃には、後述する先端刃20および外周刃4が含まれる。

- [0030] ドリル10は、ドリル本体1のシャンク部が工作機械の主軸や、ボール盤および電動ドリルの三爪チャック等に着脱可能に装着された状態で使用される。ドリル10は、ドリル本体1が軸線O回りのうちドリル回転方向Tに回転しながら、軸線O方向に沿う先端側（図1における下側）へ送り出されて

、刃部により被削材に切り込んで穴あけ加工する。

[0031] ドリル１０の加工対象である被削材は、例えば、航空機部品等に用いられるＣＦＲＰ（炭素繊維強化樹脂）や、ＣＦＲＰにチタンやアルミニウム等の金属板が積層されてなる複合材料等が挙げられる。本明細書では、これらを総じてＣＦＲＰ等ということがある。

[0032] 〔本明細書で用いる向き（方向）の定義〕

本明細書では、ドリル本体１の軸線Ｏに沿う方向（軸線Ｏ方向）のうち、シャンク部から刃部へ向かう方向を先端側（図１における下側）といい、刃部からシャンク部へ向かう方向を基端側（図１における上側）という。

また、軸線Ｏに直交する方向を径方向といい、径方向のうち、軸線Ｏに接近する向きを径方向内側といい、軸線Ｏから離間する向きを径方向外側という。

また、軸線Ｏ回りに周回する方向を周方向といい、周方向のうち、切削時にドリル１０が回転する向きをドリル回転方向Ｔといい、これとは反対の回転方向を、ドリル回転方向Ｔとは反対側（反ドリル回転方向）という。

[0033] 〔ドリル本体の外周〕

ドリル本体１の外周には、軸線Ｏ方向に沿うようにドリル本体１の先端からドリル本体１の基端側へ向けて延びる切屑排出溝２と、切屑排出溝２のドリル回転方向Ｔを向く壁面２ａとドリル本体１の外周面との交差稜線部に形成された外周刃４と、が設けられている。

[0034] ドリル本体１の外周のうち、切屑排出溝２以外の外周面には、マージン部１１と、二番取り面１５と、が形成されている。

マージン部１１は、外周刃４に対してドリル回転方向Ｔとは反対側に連なる。マージン部１１は、外周刃４に沿って延びるとともに、この外周刃４と同径とされて、ドリル本体１の刃部における最外径部分を構成する。

二番取り面１５は、マージン部１１に対してドリル回転方向Ｔとは反対側に連なる。二番取り面１５は、外周刃４およびマージン部１１よりも小径とされている。

[0035] 〔切屑排出溝〕

本実施形態では、ドリル本体 1 の外周において切屑排出溝 2 が、周方向に互いに間隔をあけて複数形成されている。切屑排出溝 2 は、ドリル本体 1 の先端面 6 にそれぞれ開口している。また、切屑排出溝 2 は、軸線 O 方向の先端から基端側へ向かうに従い漸次ドリル回転方向 T とは反対側へ向けてねじれて、螺旋状に延びている。

[0036] 切屑排出溝 2 においてドリル回転方向 T を向く壁面 2 a のうち、後述する先端刃 2 0 を介して先端面 6 に連なる先端部には、ギャッシュすくい面 2 c が形成されている。ギャッシュすくい面 2 c は、軸線 O に平行となるように形成されている。本実施形態では、ギャッシュすくい面 2 c が、三角形状に形成されている。

切屑排出溝 2 のうち、ギャッシュすくい面 2 c よりも軸線 O 方向の基端側に位置する部分（つまりギャッシュすくい面 2 c 以外の部位）は、ギャッシュすくい面 2 c から軸線 O 方向の基端側へ向かうに従い漸次ドリル回転方向 T とは反対側へ向けてねじれて延びている。

[0037] 図 1 および図 2 に示されるように、複数（本実施形態では 2 条）の切屑排出溝 2 は、軸線 O に関して回転対称位置となるように配置されている。また、複数の切屑排出溝 2 は、ドリル本体 1 の外周において、周方向に等間隔をあけて（等ピッチで）配置されている。

具体的に、本実施形態のドリル 1 0 は、ドリル本体 1 に 2 条の切屑排出溝 2 が軸線 O を中心として 180° 回転対称に配置された、ツイストドリルとなっている。

[0038] 切屑排出溝 2 は、特に図示していないが、ドリル本体 1 の軸線 O 方向に沿う例えば中央部付近において、径方向外側へ向けて外周面に切れ上がっている。ドリル本体 1 において、軸線 O 方向に沿う切屑排出溝 2 が形成された範囲が刃部とされ、この範囲よりも基端側がシャンク部とされている。

[0039] 切屑排出溝 2 は、溝の内周が凹曲面状に形成されている。切屑排出溝 2 は、径方向内側およびドリル回転方向 T へ向けて凹状に窪むように形成されて

いる。また切屑排出溝 2 は、その周方向に沿う中央部付近において、溝深さが最も深くなる（溝の内周が軸線 O に最も接近する）ように形成されている。

[0040] 〔外周刃、マージン部〕

マージン部 11 は、切屑排出溝 2 に対してドリル回転方向 T を向く壁面 2a に連なる。マージン部 11 は、後述する先端刃 20 の最外径（すなわち、先端刃 20 の径方向の外端が軸線 O 回りに回転して形成される回転軌跡の円の直径 ϕD ）と略等しい外径の仮想円筒面上に位置するように形成されている。ドリル本体 1 において、切屑排出溝 2 のドリル回転方向 T を向く壁面 2a とマージン部 11 との交差稜線部が、外周刃 4 とされている。

[0041] 本実施形態では、外周刃 4 およびマージン部 11 は、螺旋状の切屑排出溝 2 に沿って軸線 O 方向の先端から基端側へ向かうに従い漸次ドリル回転方向 T とは反対側へ向けてねじれて、螺旋状に延びている。つまり、切屑排出溝 2、外周刃 4 およびマージン部 11 は、互いにねじれ角（リード、軸方向傾斜角）が等しくされている。外周刃 4 のねじれ角は、例えば、 40° 以下である。

[0042] 〔二番取り面〕

ドリル本体 1 の外周面のうち、マージン部 11 と、マージン部 11 に対してドリル回転方向 T とは反対側に隣り合う切屑排出溝 2 と、の間に位置する部分が、二番取り面 15 とされている。

特に図示していないが、外周刃 4 の軸線 O 回りの回転軌跡に対して、二番取り面 15 は、径方向内側に後退して配置されている。

[0043] 二番取り面 15 は、ドリル本体 1 の外周面におけるマージン部 11 に対して、ドリル回転方向 T とは反対側に連なっている。二番取り面 15 は、マージン部 11 の外径よりも小さい外径とされている。二番取り面 15 が外周刃 4 の回転軌跡から径方向内側へ向けて後退する後退量（二番取り深さ）は、二番取り面 15 における周方向の全域にわたって、一定とされていてもよい。また、二番取り面 15 は、そのドリル回転方向 T の端部からドリル回転方向

Tとは反対側へ向かうに従い漸次外周刃4の回転軌跡から径方向内側へ向けた後退量が大きくされていてもよい。

[0044]〔ヒール部〕

ドリル本体1の外周のうち、二番取り面15と、切屑排出溝2に対してドリル回転方向Tとは反対側を向く壁面2bと、の交差稜線部が、ヒール部13とされている。ヒール部13は、ドリル回転方向Tとは反対側に向けて尖っている。ヒール部13は、切屑排出溝2に沿って延びる稜線状に形成されている。

[0045]〔ドリル本体の先端〕

ドリル本体1の先端部には、ドリル10の先端側（ドリル送り方向）を向く先端面6と、切屑排出溝2のドリル回転方向Tを向く壁面2aと先端面6との交差稜線部に形成された先端刃20と、先端面6と先端面6に対してドリル回転方向Tとは反対側に隣り合う切屑排出溝2との間に位置するシンニング面9と、が備えられる。

[0046]〔先端面〕

図2に示すように、先端面（先端逃げ面）6は、第1逃げ面61と第2逃げ面62と第3逃げ面63とを有する。

第1逃げ面61は、先端刃20の第1先端刃21からドリル回転方向Tとは反対側に向かうに従い軸線O方向の基端側へ向けて傾斜する。第2逃げ面62は、先端刃20の第2先端刃22からドリル回転方向Tとは反対側に向かうに従い軸線O方向の基端側へ向けて傾斜する。第3逃げ面63は、先端刃20の第3先端刃23からドリル回転方向Tとは反対側に向かうに従い軸線O方向の基端側へ向けて傾斜する。

第1逃げ面61、第2逃げ面62および第3逃げ面63は、ドリル回転方向Tとは反対側に向かうに従い漸次軸線O方向の基端側へ向けてそれぞれ傾斜している。これにより、第1先端刃21、第2先端刃22、第3先端刃23に、それぞれ逃げ角が付与されている。

[0047] 図2に示されるドリル正面視において、第1逃げ面61は、1辺を第1先

端刃 2 1 とする三角形状に形成されている。図 2 に仮想線（二点鎖線）で境界が図示されているように、第 1 逃げ面 6 1 は、一次先端逃げ面 6 1 a と、二次先端逃げ面 6 1 b とを有していてもよい。この場合、一次先端逃げ面 6 1 a は、第 1 先端刃 2 1 の回転後方側に連なる。また、二次先端逃げ面 6 1 b は、一次先端逃げ面 6 1 a の回転後方側に連なる。

第 1 逃げ面 6 1 が、一次先端逃げ面 6 1 a および二次先端逃げ面 6 1 b を有することで、一次先端逃げ面 6 1 a が摩耗した場合であっても、二次先端逃げ面 6 1 b によって十分な逃げを確保できる。

[0048] 先端面 6 には、クーラント孔が開口していてもよい。クーラント孔の開孔形状は、例えば円形状が挙げられるが、これに限定されるものではなく、例えばそれ以外の多角形状や楕円形状等であってもよい。クーラント孔内には、例えば工作機械の主軸等から供給されるクーラントが流通する。このクーラントは、ドリル本体 1 の先端部および被削材の加工部位に供給される。

[0049] [シンニング面]

シンニング面 9 は、切屑排出溝 2 の先端部に位置している。シンニング面 9 は、切屑排出溝 2 のドリル回転方向 T とは反対側を向く壁面 2 b から溝底にかけての領域と、先端面 6 との間に位置する部分に形成されている。言い換えると、シンニング面 9 は、先端面 6 と、先端面 6 に対してドリル回転方向 T とは反対側に隣り合う切屑排出溝 2 と、の間に位置する。

[0050] シンニング面 9 は、先端面 6 からドリル回転方向 T とは反対側に向かうに従い軸線 O 方向の基端側へ向けて傾斜している。シンニング面 9 におけるドリル回転方向 T に沿う単位長さあたりの軸線 O 方向へ向けた変位量（つまり傾き）は、先端面 6 における変位量よりも大きくなっている。

[0051] [先端刃]

図 1 および図 2 に示されるように、先端刃 2 0 は、切屑排出溝 2 のドリル回転方向 T を向く壁面 2 a とドリル本体 1 の先端面 6 との交差稜線部に形成されている。なお、壁面 2 a の先端部の一部には、ギャッシュすくい面 2 c が形成されている。したがって、先端刃 2 0 の一部は、ギャッシュすくい面

2cと先端面6との交差稜線に位置する。また、先端刃20は、ギャッシュすくい面2cおよび壁面2aをすくい面とし、先端面6を逃げ面としている。先端刃20は、ドリル本体1における軸線O上から径方向の外端（最外周）にわたって延びている。

[0052] 先端刃20は、第1先端刃21、第2先端刃22および第3先端刃23を有する。

第1先端刃21、第2先端刃22および第3先端刃23は、それぞれ径方向内側から径方向外側に向かって延びる。第1先端刃21、第2先端刃22および第3先端刃23は、径方向内側から径方向外側に向かって、この順で並んでいる。

[0053] 図1に示すように、第1先端刃21は、内側部21aと、内側部21aより径方向外側に位置する外側部21bとを有している。

内側部21aおよび外側部21bは、径方向外側へ向かうに従い軸線O方向の基端側へ向けて傾いた方向に延びる。外側部21bの傾きは、内側部21aの傾きより大きい。したがって、内側部21aと外側部21bの境界部は、凸部となる。第1先端刃21の最内周部21cは、内側部21aの径方向の最内側に位置する。

[0054] 第1先端刃21の内側部21aは、ギャッシュすくい面2cと先端面6との交差稜線に位置する。ギャッシュすくい面2cは、内側部21aのすくい面として機能する。上述したように、ギャッシュすくい面2cは、軸線Oに平行となるように形成されている。

[0055] 図2に示すように、第1先端刃21の内側部21aは、ドリル本体1を軸線O方向の先端から基端側へ向けて見たドリル正面視で、径方向に沿うように延びている。

なお、本明細書において、「径方向に沿うように延びている」とは、ドリル正面視において、ドリル本体1の径方向と刃長方向と、の間に形成される角度が、ゼロに近い小さな値（略0°）とされていることを指す。具体的には角度が、例えば5°以下（0～5°）であることを意味する。つまり、本

実施形態の第1先端刃21の内側部21aは、芯上がりまたは芯下がりではなく、芯高がゼロとなるように設定されている。

[0056] 上記「芯高」について説明する。

芯高（芯高寸法）とは周知のように、ドリル正面視において、先端刃の刃長方向に平行で軸線を通る仮想直線VLに対して、先端刃が離間する距離である。先端刃の刃長方向に平行で、かつ、軸線Oを通る仮想直線VLに対して、先端刃が離間する距離Lが、芯高である。そして、仮想直線VLに対して先端刃がドリル回転方向Tに位置する場合は「芯上がり」となり、ドリル回転方向Tとは反対側に位置する場合は「芯下がり」となる。

[0057] 本実施形態のドリル10は、第1先端刃21の内側部21aの芯高がゼロである。具体的には、このドリル正面視において、第1先端刃21の内側部21aが直線状に形成され、刃長全域にわたって、芯高がゼロに設定されている。

なお、本明細書において、「芯高がゼロである」とは、芯高が完全にゼロである場合のみならず、内側部21aの芯高がゼロに近い小さな値（略0）とされていることを指す。具体的には、芯高がドリル本体1の最大直径に対して3%以下である場合を含む。

[0058] 第1先端刃21の内側部21aのすくい面（ギャッシュすくい面2c）は、ドリル本体1の軸線Oに平行となるように形成されている。したがって、第1先端刃21の内側部21aの軸方向すくい角（アキシャルレーキ角）は、内側部21aの刃長全域にわたって、ネガティブ角（ 0° ）とされている。

第1先端刃21の内側部21aの軸方向すくい角がネガティブ角（ 0° ）とされ、かつ、内側部21aが径方向に沿うように延びている（芯高がゼロとされている）。したがって、内側部21aの半径方向すくい角（ラジアルレーキ角）は、ネガティブ角（ 0° ）とされている。

[0059] 第2先端刃22は、第1先端刃21の径方向外側に配置されている。第2先端刃22は、径方向外側へ向かうに従い軸線O方向の先端側へ向けて傾い

た方向に延びる。第2先端刃22は、第1先端刃21に対して反対側に傾いて延びている。このため、第1先端刃21と第2先端刃22の境界部は、凹部となる。第2先端刃22は、第1先端刃の軸線O方向に沿う30%以上の領域に、軸線O方向において重なっていることが好ましい。

[0060] 第1先端刃21の最外周部23aおよび第2先端刃22は、切屑排出溝2のドリル回転方向Tを向く壁面2aとの交差稜線に位置する。したがって壁面2aは、第1先端刃21の最外周部23aおよび第2先端刃22のすくい面として機能する。

[0061] 第3先端刃23は、第2先端刃22の径方向外側に配置されている。第3先端刃23は、径方向外側へ向かうに従い軸線O方向の基端側へ向けて傾いて延びている。第2先端刃22と第3先端刃23の境界部は、凸部となる。第3先端刃23は、第2先端刃22のチャンファ一部として機能する。第2先端刃22と第3先端刃23との境界には、境界頂点24が位置する。境界頂点24は、第1先端刃21の最内周部21cより軸線O方向の基端側に位置する。

[0062] ドリル本体1を回転させることで、境界頂点24は、直径d24の回転軌跡を描く。ドリル本体1の回転軌跡の直径d24は、ドリル本体1の最大直径Dに対して50%以上であることが好ましい。

ドリル本体1の最大直径Dは、ドリル10により穿孔される穴の直径と一致する。本実施形態において、ドリル本体1の最大直径Dは、外周刃4の直径と一致する。なお、ドリル本体1にバックテーパが与えられている場合、ドリル本体1の最大直径は、外周刃4の軸線O方向の先端部であって、外周刃4と第3先端刃23の境界部（すなわち、第3先端刃23の最外周部23a）の回転軌跡の直径となる。

[0063] 図2に示すように、第2先端刃22および第3先端刃23は、境界頂点24の近傍において、他の部分と異なるすくい角（軸方向すくい角および半径方向すくい角）とされた頂点近傍すくい面24aを有する。

頂点近傍すくい面24aは、第1先端刃21の内側部21aのすくい面（

ギャッシュすくい面 2 c) と同一面に形成されている。したがって、頂点近傍すくい面 2 4 a は、ドリル本体 1 の軸線 O に平行となるように形成されている。また、頂点近傍すくい面 2 4 a は、ドリル本体 1 を軸線 O 方向の先端から基端側へ向けて見たドリル正面視で、径方向に沿うように延びている。したがって、頂点近傍すくい面 2 4 a の軸方向すくい角（アキシャルレーキ角）および半径方向すくい角（ラジアルレーキ角）は、ネガティブ角（ 0° ）とされている。

[0064] 図 3 は、図 1 の領域 I I I の拡大図である。

図 3 に示すように、第 3 先端刃 2 3 は、径方向の最外周部 2 3 a において、外周刃 4 に連なる。第 3 先端刃 2 3 は、第 1 直線部 2 3 e と、第 1 直線部 2 3 e より径方向外側に位置する第 2 直線部 2 3 f と、を有する。

第 1 直線部 2 3 e および第 2 直線部 2 3 f は、それぞれ直線的に延びる。また、第 1 直線部 2 3 e および第 2 直線部 2 3 f は、それぞれ基端側に向かうに従い軸線 O から離れる方向に傾いている。軸線 O に対する第 1 直線部 2 3 e の傾きは、軸線 O に対する第 2 直線部 2 3 f の傾きより大きい。すなわち、第 3 先端刃 2 3 は、径方向内側から径方向外側に向かうに従い、軸線 O に対する傾きが小さくなっている。

[0065] 図 4 は、第 3 先端刃 2 3 の最外周部 2 3 a を通過する図 1 の I V - I V 線に沿うドリル 1 0 の断面図である。

図 4 に示すように、第 3 先端刃は、径方向の最外周部 2 3 a における半径方向すくい角（ラジアルレーキ角） $\theta 2 3 a$ が正角である。

[0066] [本実施形態による作用効果]

一般的に、ドリルによる穴あけ加工時に被削材に作用する軸線 O 方向の切削力（スラスト荷重）は、ドリル先端における径方向内側の部分（軸線を含む径方向の中央部付近）で大きくなりやすい。このため、従来のドリルでは、被削材に対してドリル先端の中央部付近から作用する軸線 O 方向の切削力が、加工穴の内周予定部に伝播してしまい、層間剥離が生じやすかった。

[0067] これに対して本実施形態によれば、径方向外側へ向かうに従い軸線 O 方向

の基端側へ向けて延びる第1先端刃21の外側に、径方向外側へ向かうに従い軸線O方向の先端側へ向けて延びる第2先端刃22が設けられている。

これにより、第1先端刃21により被削材に生じて層間剥離の原因となる軸線O方向の切削力は、第2先端刃22によりその外側に伝播することを抑制される。したがって、加工後の加工穴の内周に層間剥離が発生することを抑制できる。

[0068] 本実施形態では、第2先端刃22は、第1先端刃の軸線O方向に沿う30%以上の領域に、軸線O方向において重なっている。これにより、第1先端刃21により被削材に層間剥離を生じさせる軸線O方向の切削力が、第2先端刃22により外周側に伝播することをより確実に抑制できる。

[0069] 本実施形態によれば、第2先端刃22の径方向外側にチャンファ一部として機能する第3先端刃23が設けられている。

第2先端刃22は、径方向外側へ向かうに従い軸線O方向の先端側へ向けて延びているため、第2先端刃22は、被削材を径方向内側に押し付ける様にして被削材の繊維を切断する。この際に、第2先端刃22は、被削材を弾性変形させて、被削材に層間剥離および繊維の切れ残しを生じる場合がある。

この場合であっても、第2先端刃22の外側にチャンファ一部としての第3先端刃を設けているので、先端刃20が被削材を抜け出る際に、先端刃20が被削材の貫通穴の開口部周縁を軸線O方向に押し付ける作用を小さくできる。すなわち、この開口部周縁の強化繊維を貫通方向に押し出すことなく切断することができ、貫通穴の開口部周縁における層間剥離および繊維の切れ残しを抑制できる。

[0070] 本実施形態によれば、第2先端刃22と第3先端刃23との間に位置する境界頂点24が、第1先端刃21の最内周部21cより軸線O方向の基端側に位置する。このため、第1先端刃21の先端が境界頂点24より先行して加工対象に対して接触する。第1先端刃21の最内周部21cは、ドリルの回転中心となる軸線Oに沿って配置される。したがって、第1先端刃21の

先端部が加工対象に対して先行して接触することで、ビビリを生じることなく穿孔の位置決めすることが可能となる。

[0071] 本実施形態によれば、図4に示すように、第3先端刃23は、径方向の最外周部23aにおける半径方向すくい角 θ_{23a} が正角（ポジティブ角）となっている。第3先端刃23の最外周部23aは、先端刃20において最も速度が速くなる。また、第3先端刃23の最外周部23aは、先端刃20が外周刃4と接続する部分であり、穴あけ加工における穴の内周面を形成する部分である。

したがって、第3先端刃23の最外周部23aの半径方向すくい角 θ_{23a} を正角とすることで、穴の内周面に対して高速で鋭角の刃先を切りこませて繊維を切り取り、バリ等の発生を抑制できる。

[0072] 本実施形態によれば、第1先端刃21の内側部21aのすくい面となる切屑排出溝のギャッシュすくい面が、ドリル本体の軸線に平行となるように形成されている。したがって、第1先端刃21の内側部21aの軸方向すくい角は、ネガティブ角（ 0° ）とされる。

そして、ドリル正面視において、第1先端刃21が、ドリル本体1の径方向に沿うように延びている。つまり、第1先端刃21は、芯上がりまたは芯下がりではなく、芯高がゼロとなるように設定されている。

このようなドリル10により、一方向を繊維方向とするCFRP等の被削材を穴あけ加工すると、被削材の繊維方向に対向する方向に刃先が回転する領域においても、バリ等の発生を顕著に抑制できる。すなわち、本実施形態によれば、第1先端刃21の刃先が被削材の繊維方向に対して逆目に切り込むことがなく、刃先が繊維方向に対し垂直に切り込むので、繊維の切り残しの発生を抑制できる。

[0073] 本実施形態の先端刃20は、境界頂点24の近傍における頂点近傍すくい面24aが、ギャッシュすくい面2cと同一平面内に形成されている。頂点近傍すくい面24aは、ドリル本体1の軸線Oに平行となるように形成されている。

したがって、頂点近傍すくい面 2 4 a の軸方向すくい角（アキシャルレーキ角）および半径方向すくい角（ラジアルレーキ角）は、ネガティブ角（ 0° ）とされており、ギャッシュすくい面 2 c と同様の効果を奏する。すなわち、本実施形態によれば、境界頂点 2 4 の近傍において刃先が被削材の繊維方向に対して逆目に切り込むことがなく、刃先が繊維方向に対し垂直に切り込むので、繊維の切り残しの発生を抑制できる。

[0074] 本実施形態では、図 1 に示すように、境界頂点 2 4 の回転軌跡の直径 d_{24} が、ドリル本体 1 の最大直径 D に対して 50% 以上であるため、第 2 先端刃 2 2 の径方向外側の端部を、十分に外側に配置することができる。先端刃は、径方向外側に向かうほど速度が速くなる。したがって、本実施形態によれば、第 2 先端刃 2 2 の径方向端部の速度を高めて、第 2 先端刃 2 2 の切削性を高めることができ、第 2 先端刃 2 2 による被削材の層間剥離および繊維の切り残しを抑制できる。

[0075] 本実施形態では、第 3 先端刃 2 3 は、径方向外側に向かうに従い、軸線 O に対する傾きが小さい。先端刃から被削材に作用する切削力の軸線 O 方向の分力は、先端刃の傾きを軸線 O に近づけるに従い小さくなる。本実施形態によれば、第 3 先端刃 2 3 から被削材に作用する切削力は、径方向外側に向かうに従い、周方向へ向けた分力が大きくなり軸線 O 方向の分力が小さくなる。これにより、加工される穴の内周面を形成する部分において層間剥離させる荷重を小さくすることができ、被削材の層間剥離を抑制できる。

[0076] なお、本実施形態の第 3 先端刃 2 3 は、第 1 直線部 2 3 e と、第 1 直線部 2 3 e より径方向外側に位置し、第 1 直線部 2 3 e より軸線 O に対する傾きが小さい第 2 直線部 2 3 f とを有する。しかしながら、第 3 先端刃 2 3 は、径方向外側に向かうに従い徐々に軸線 O に対する傾きを小さくする曲線状に形成されていてもよい。

[0077] 本実施形態のドリル 1 0 は、ドリル本体 1 の外周に、一对（2 条）の切屑排出溝 2 が周方向に間隔をあけて配置されるとともに、先端刃 2 0 が一对（2 つ）形成された 2 枚刃のドリル（ツイストドリル）であるが、これに限定

されるものではない。すなわち、ドリル本体 1 の外周に、3 条以上の切屑排出溝 2 が周方向に間隔をあけて配置されるとともに、先端刃 20 が 3 つ以上形成された 3 枚刃以上のドリルにも適用可能である。

[0078] 本実施形態のドリル 10 は、ドリル本体 1 が、超硬合金等の硬質材料により形成されているとしたが、ドリル本体 1 の材質はこれに限定されるものではない。また、ドリル本体 1 の刃部に対して、ダイヤモンド被膜等のコーティング膜が被覆されていてもよい。

[0079] 本実施形態のドリル 10 は、ソリッドタイプの一体成形されたドリルである。しかしながら、同様の構成は、刃先交換式ドリルの工具本体の先端部に着脱可能に装着されるドリルヘッドや、工具本体の先端部にろう付け等により固定状態で装着されるドリルヘッドに対しても適用可能である。

すなわち、特に図示していないが、本参考例は、工具本体とともに軸線 O 回りに回転するヘッド本体（前述の参考例で説明したドリル本体 1 に相当）と、ヘッド本体の外周に形成されて、軸線 O 方向に沿うようにヘッド本体の先端からヘッド本体の基端側へ向けて延びる切屑排出溝 2 と、切屑排出溝 2 のドリル回転方向 T を向く壁面 2a とヘッド本体の先端面 6 との交差稜線部に形成された先端刃 20 と、を備えたドリルヘッドに対しても、採用することができる。

[0080] <第 2 実施形態>

図 5 は、第 2 実施形態のドリル 110 の側面図である。また、図 6 は、先端面側から見たドリル 110 の正面図である。

本実施形態のドリル 110 は、前述の実施形態で説明したドリル 10 と比較して、先端刃 120 の構成が主に異なる。なお、前述の第 1 実施形態と同じ構成要素については詳細な説明を省略する。

[0081] 本実施形態のドリル 110 は、軸線 O を中心とした概略円柱状に形成されたドリル本体 101 を有している。ドリル本体 101 の外周には、切屑排出溝 102 と、切屑排出溝 102 に沿って形成された外周刃 104 と、が設けられている。また、ドリル本体 101 の先端面 106 には、先端刃 120 が

設けられている。

[0082] 先端刃120は、切屑排出溝102のドリル回転方向Tを向く壁面102aとドリル本体101の先端面106との交差稜線部に形成されている。なお、壁面102aの先端部の一部には、ギャッシュすくい面102cが形成されている。第1実施形態と同様に、ギャッシュすくい面102cは、軸線Oに平行となるように形成されている。

[0083] ドリル110の先端刃120は、第1先端刃121、第2先端刃122および第3先端刃123を有する。

第1先端刃121、第2先端刃122および第3先端刃123は、それぞれ径方向内側から径方向外側に向かって延びる。第1先端刃121、第2先端刃122および第3先端刃123は、径方向内側から径方向外側に向かって、この順で並んでいる。

[0084] 第1先端刃121は、径方向外側へ向かうに従い軸線O方向の基端側へ向けて傾いた方向に延びる。本実施形態の第1先端刃121は、第1実施形態と比較して、軸線Oに対する角度が小さい。第1先端刃121は、軸線Oに沿ってドリル110を被削材に近づけた際に、最初に被削材に接触する部分である。第1先端刃121の軸線Oに対する角度を小さくすることで、ドリル110が被削材に喰い付く際のドリルの安定性を高めることができる。したがって、本実施形態のドリル110は、ハンドドリルとしての使用に適している。

[0085] 第2先端刃122は、第1先端刃121の径方向外側に配置されている。第2先端刃122は、径方向外側へ向かうに従い軸線O方向の先端側へ向けて傾いた方向に延びる。第2先端刃122は、第1先端刃121と反対側に傾いて延びている。

[0086] 第3先端刃123は、第1直線部123eと、第1直線部123eより径方向と側に位置する第2直線部123fとを有する。第1直線部123eおよび第2直線部123fは、径方向外側へ向かうに従い軸線O方向の基端側へ向けて傾いた方向に直線的に延びる。第2直線部123fの傾きは、第1

直線部 1 2 3 e の傾きより大きい。また、第 3 先端刃 1 2 3 は、径方向内側から径方向外側に向かうに従い、軸線 O に対する傾きが小さくなっている。

[0087] 第 1 先端刃 1 2 1、第 2 先端刃 1 2 2 および第 3 先端刃 1 2 3 の第 1 直線部 1 2 3 e は、ドリル本体 1 0 1 を軸線 O 方向の先端から基端側へ向けて見たドリル正面視で、径方向に沿うように延びている。したがって、本実施形態の第 1 先端刃 1 2 1、第 2 先端刃 1 2 2 および第 3 先端刃 1 2 3 の第 1 直線部 1 2 3 e は、芯上がりまたは芯下がりではなく、芯高がゼロとなるように設定されている。

[0088] 第 1 先端刃 1 2 1、第 2 先端刃 1 2 2 および第 3 先端刃 1 2 3 の第 1 直線部 1 2 3 e は、ギャッシュすくい面 1 0 2 c と先端面 1 0 6 との交差稜線に位置する。ギャッシュすくい面 1 0 2 c は、第 1 先端刃 1 2 1、第 2 先端刃 1 2 2 および第 3 先端刃 1 2 3 の第 1 直線部 1 2 3 e のすくい面として機能する。

[0089] 第 1 先端刃 1 2 1、第 2 先端刃 1 2 2 および第 3 先端刃 1 2 3 の第 1 直線部 1 2 3 e のすくい面（ギャッシュすくい面 1 0 2 c）は、ドリル本体 1 0 1 の軸線 O に平行となるように形成されている。したがって、第 1 先端刃 1 2 1、第 2 先端刃 1 2 2 および第 3 先端刃 1 2 3 の第 1 直線部 1 2 3 e の軸方向すくい角（アキシャルレーキ角）は、刃長全域にわたって、ネガティブ角（ 0° ）とされている。

[0090] 第 1 先端刃 1 2 1、第 2 先端刃 1 2 2 および第 3 先端刃 1 2 3 の第 1 直線部 1 2 3 e の軸方向すくい角がネガティブ角（ 0° ）とされ、かつ芯高がゼロとされている。したがって、第 1 先端刃 1 2 1、第 2 先端刃 1 2 2 および第 3 先端刃 1 2 3 の第 1 直線部 1 2 3 e の半径方向すくい角は、ネガティブ角（ 0° ）とされている。

[0091] 本実施形態によれば、一方向を繊維方向とする CFRP 等の被削材を穴あけ加工すると、被削材の繊維方向に対向する方向に刃先が回転する領域においても、バリ等の発生を顕著に抑制できる。すなわち、本実施形態によれば、第 1 先端刃 1 2 1、第 2 先端刃 1 2 2 および第 3 先端刃 1 2 3 の第 1 直線

部 1 2 3 e の刃先が被削材の繊維方向に対して逆目に切り込むことがなく、刃先が繊維方向に対し垂直に切り込むので、繊維の切り残しの発生を抑制できる。

[0092] <第 3 実施形態>

図 7 は、第 3 実施形態のドリル 2 1 0 の側面図である。また、図 8 は、先端面側から見たドリル 2 1 0 の正面図である。

本実施形態のドリル 2 1 0 は、前述の実施形態で説明したドリル 1 0 と比較して、先端刃 2 2 0 のすくい角の構成が主に異なる。なお、前述の第 1 実施形態と同じ構成要素については詳細な説明を省略する。

[0093] 本実施形態のドリル 2 1 0 は、切屑排出溝 2 0 2 と、切屑排出溝 2 0 2 に沿って形成された外周刃 2 0 4 と、が設けられているドリル本体 2 0 1 を有している。ドリル本体 2 0 1 の先端面 2 0 6 には、先端刃 2 2 0 が設けられている。先端刃 2 2 0 は、切屑排出溝 2 0 2 のドリル回転方向 T を向く壁面 2 0 2 a とドリル本体 2 0 1 の先端面 2 0 6 との交差稜線部に形成されている。

なお、壁面 2 0 2 a の先端部の一部には、ギャッシュすくい面 2 0 2 c が形成されている。ギャッシュすくい面 2 0 2 c は、軸線 O に平行となるように形成されている。

[0094] ドリル 2 1 0 の先端刃 2 2 0 は、第 1 先端刃 2 2 1、第 2 先端刃 2 2 2 および第 3 先端刃 2 2 3 を有する。

第 1 先端刃 2 2 1、第 2 先端刃 2 2 2 および第 3 先端刃 2 2 3 は、それぞれ径方向内側から径方向外側に向かって延びる。第 1 先端刃 2 2 1、第 2 先端刃 2 2 2 および第 3 先端刃 2 2 3 は、径方向内側から径方向外側に向かって、この順で並んでいる。

[0095] 図 8 に示すように、第 1 先端刃 2 2 1、第 2 先端刃 2 2 2 および第 3 先端刃 2 2 3 は、ドリル本体 2 0 1 を軸線 O 方向の先端から基端側へ向けて見たドリル正面視で、径方向に沿うように延びている。したがって、本実施形態の第 1 先端刃 2 2 1、第 2 先端刃 2 2 2 および第 3 先端刃 2 2 3 は、芯上が

りまたは芯下がりではなく、芯高がゼロとなるように設定されている。

[0096] 本実施形態において、第3先端刃223の径方向の最外周部223aにおける半径方向すくい角は（ラジアルレーキ角）は、ネガティブ角（0°）である。これにより、被削材あの刃先に刃先が鈍角に切り込まれるため繊維同士の間には負荷が加わり難く、繊維間の剥離を抑制できる。

[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ることはなく、特許請求の範囲によってのみ限定される。

産業上の利用可能性

[0098] 本発明によれば、被削材に穴あけ加工した加工穴の内周の仕上げ精度を、安定して高めることができる。従って、産業上の利用可能性を有する。

符号の説明

[0099] 1, 101, 201…ドリル本体
2, 102, 202…切屑排出溝
2a, 2b, 102a, 202a…壁面
2c, 102c, 202c…ギャッシュすくい面（第1先端切れ刃のすくい面）
4, 104, 204…外周刃
6, 106, 206…先端面
10, 110, 210…ドリル
20, 120, 220…先端刃
21, 121, 221…第1先端刃
21a…内側部
21b…外側部
21c…最内周部
22, 122…第2先端刃

2 3, 1 2 3 …第3先端刃

2 3 a, 2 2 3 a …最外周部

2 4 …境界頂点

6 1 …第1逃げ面

6 1 a …一次先端逃げ面

6 1 b …二次先端逃げ面

6 2 …第2逃げ面

6 3 …第3逃げ面

D …最大直径

d 2 4 …直径

O …軸線

T …ドリル回転方向

θ 2 3 a …半径方向すくい角

請求の範囲

- [請求項1] 軸線回りに回転するドリル本体と、
前記ドリル本体の外周に形成され、前記軸線方向に沿うように前記ドリル本体の先端から前記ドリル本体の基端側へ向けて延びる切屑排出溝と、
前記切屑排出溝のドリル回転方向を向く壁面と前記ドリル本体の先端面との交差稜線部に形成された先端刃と、を備え、
前記先端刃は、
径方向外側へ向かうに従い前記軸線方向の基端側へ向けて延びる第1先端刃と、
前記第1先端刃の径方向外側に配置され、径方向外側へ向かうに従い前記軸線方向の先端側へ向けて延びる第2先端刃と、
前記第2先端刃の径方向外側に配置され、径方向外側へ向かうに従い前記軸線方向の基端側へ向けて延びる第3先端刃と、
前記第2先端刃と前記第3先端刃との境界に位置する境界頂点と、を有し、
前記境界頂点は、前記第1先端刃の最内周部より前記軸線方向の基端側に位置する、ドリル。
- [請求項2] 前記第3先端刃は、径方向の最外周部における半径方向すくい角が正角である、請求項1に記載のドリル。
- [請求項3] 前記第1先端刃は、前記ドリル本体を前記軸線方向の先端から基端側へ向けて見たドリル正面視で、前記軸線に直交する径方向に沿うように延びており、
前記第1先端刃のすくい面は、前記軸線と平行となる、請求項1又は2に記載のドリル。
- [請求項4] 前記境界頂点の回転軌跡の直径が、前記ドリル本体の最大直径に対して50%以上である、請求項1～3の何れか一項に記載のドリル。
- [請求項5] 前記第3先端刃は、基端側に向かうに従い前記軸線から離れる方向

に傾いており、径方向内側から径方向外側に向かうに従い、前記軸線に対する傾きが小さくなっている、請求項 1 ～ 4 の何れか一項に記載のドリル。

[請求項6] 前記第 1 先端刃の回転後方側に連なる一次先端逃げ面と、
前記一次先端逃げ面の回転後方側に連なる二次先端逃げ面と、を有する、請求項 1 ～ 5 の何れか一項に記載のドリル。

[請求項7] 前記軸線方向において、前記第 2 先端刃が前記第 1 先端刃の 30% 以上の領域と重なりあっている、請求項 1 ～ 6 の何れか一項に記載のドリル。

[請求項8] 工具本体の先端部に装着されるドリルヘッドであって、
前記工具本体とともに軸線回りに回転するヘッド本体と、
前記ヘッド本体の外周に形成され、前記軸線方向に沿うように前記ヘッド本体の先端から前記ヘッド本体の基端側へ向けて延びる切屑排出溝と、

前記切屑排出溝のドリル回転方向を向く壁面と前記ヘッド本体の先端面との交差稜線部に形成された先端刃と、を備え、

前記先端刃は、

径方向外側へ向かうに従い前記軸線方向の基端側へ向けて延びる第 1 先端刃と、

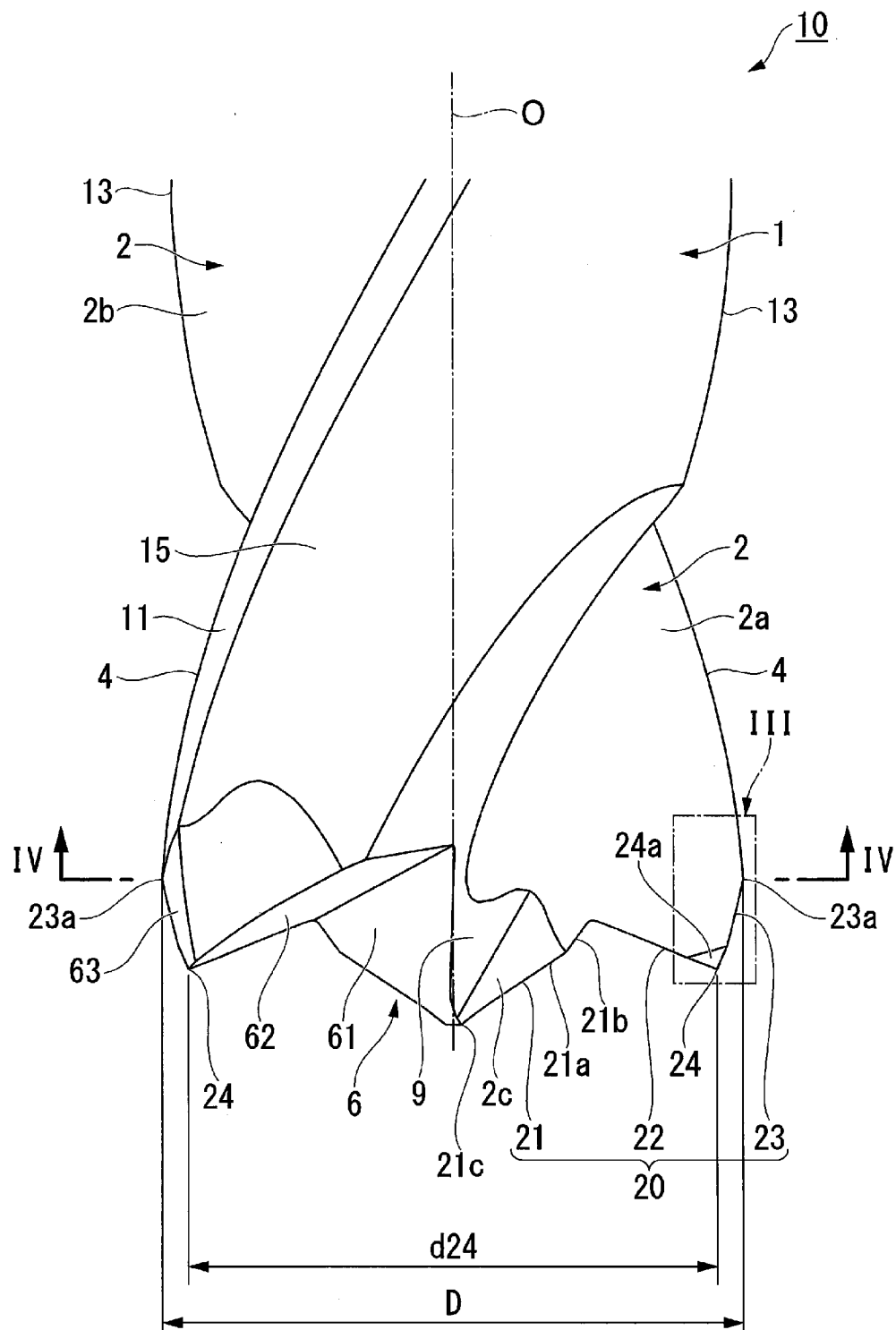
前記第 1 先端刃の径方向外側に配置され、径方向外側へ向かうに従い前記軸線方向の先端側へ向けて延びる第 2 先端刃と、

前記第 2 先端刃の径方向外側に配置され、径方向外側へ向かうに従い前記軸線方向の基端側へ向けて延びる第 3 先端刃と、

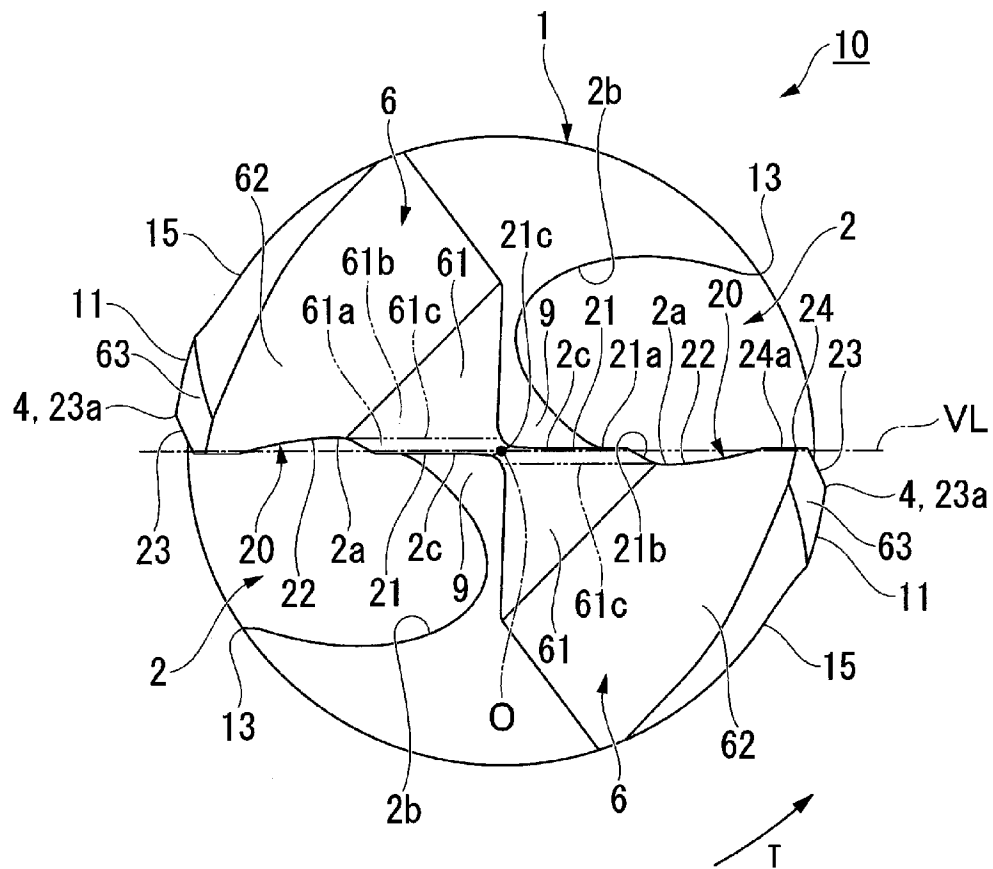
前記第 2 先端刃と前記第 3 先端刃との境界に位置する境界頂点と、を有し、

前記境界頂点は、前記第 1 先端刃の最内周部より前記軸線方向の基端側に位置する、ドリルヘッド。

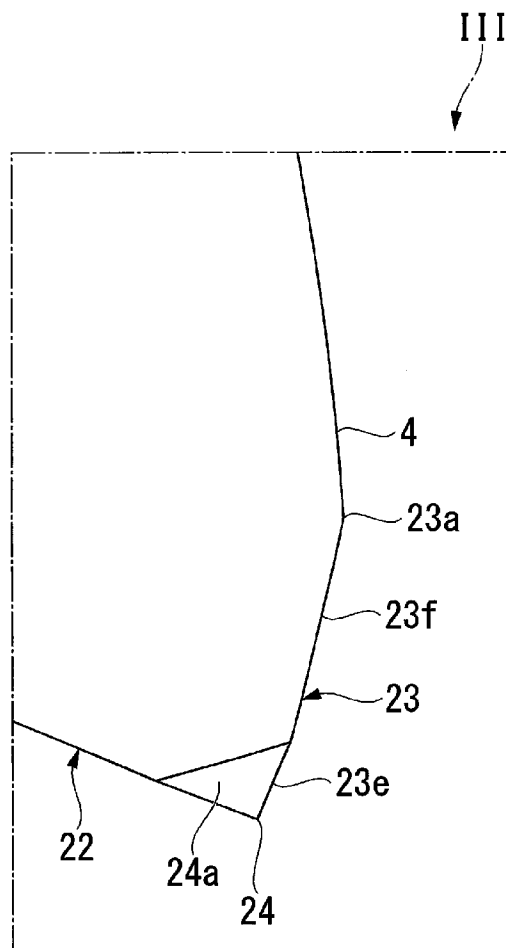
[図1]



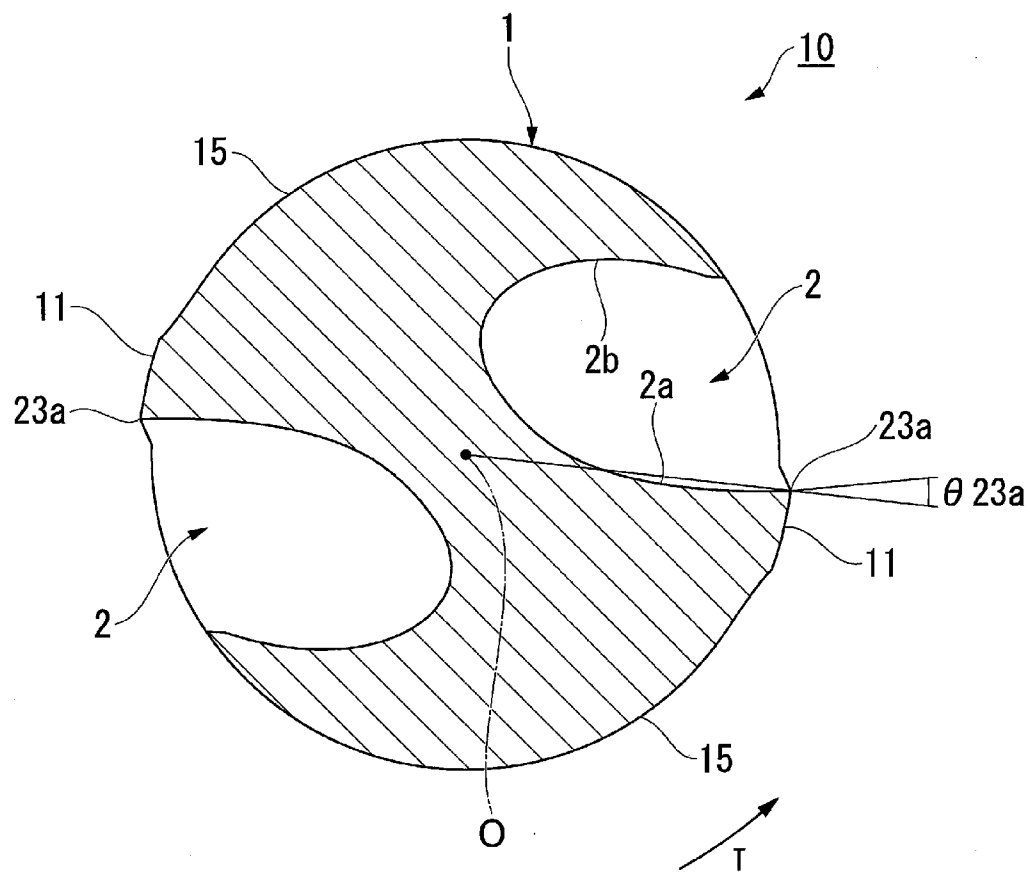
[図2]



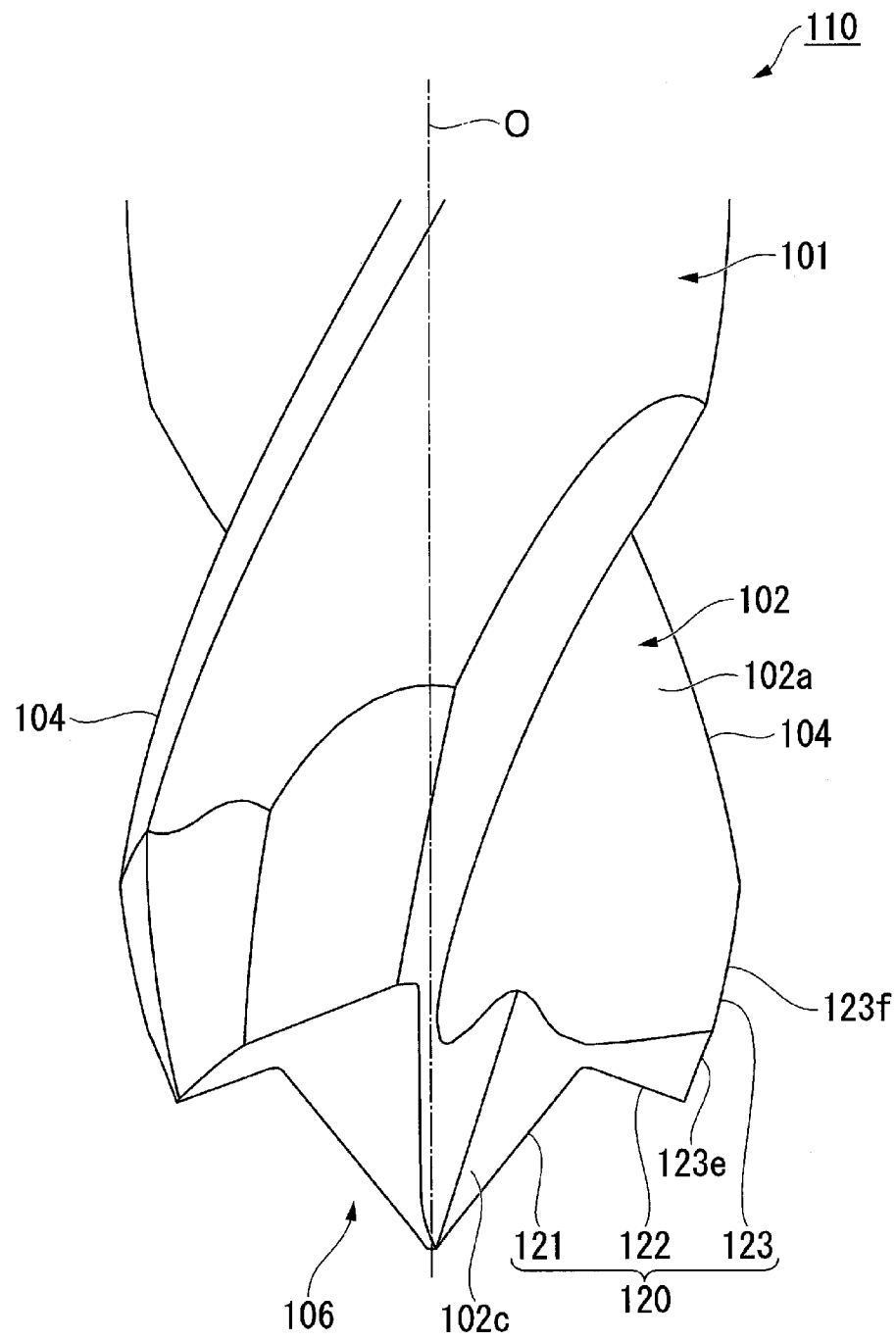
[図3]



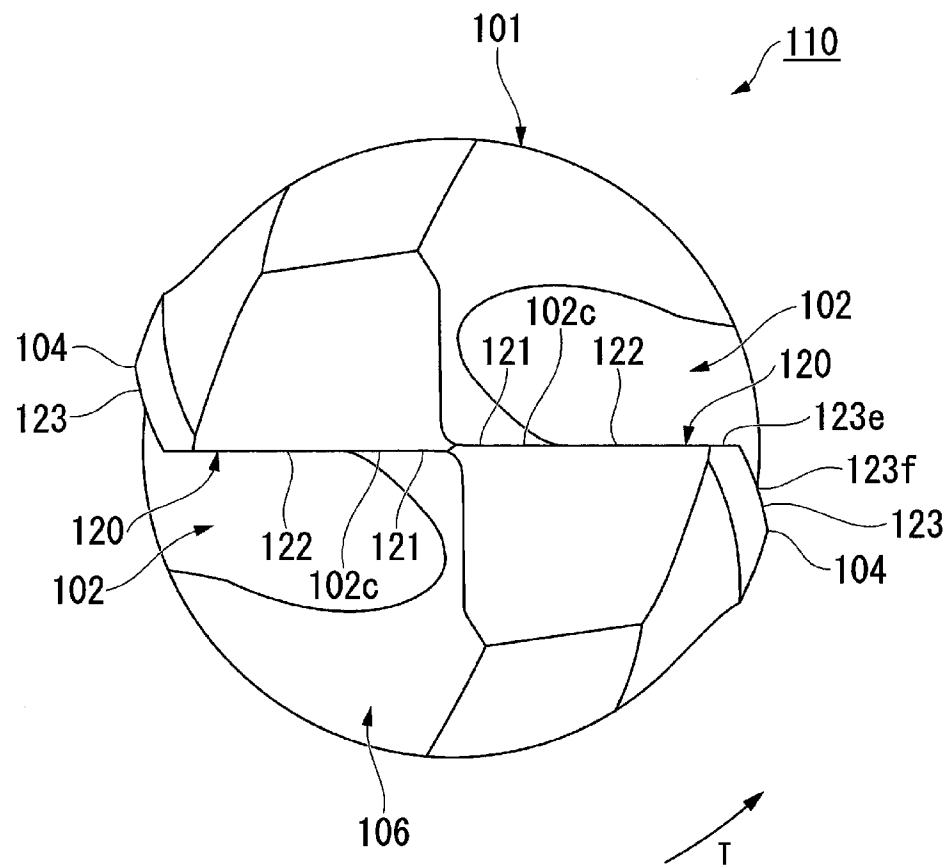
[図4]



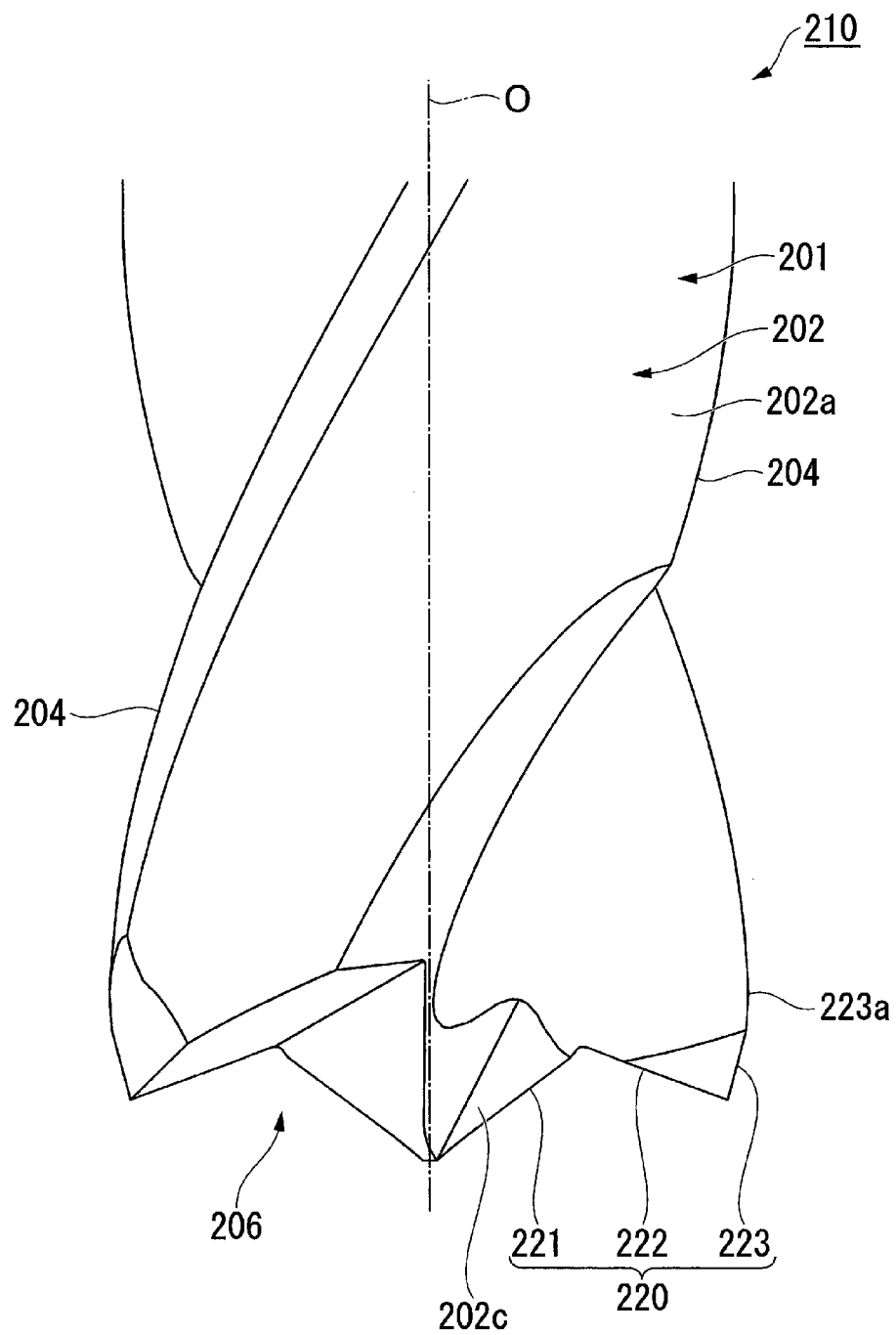
[図5]



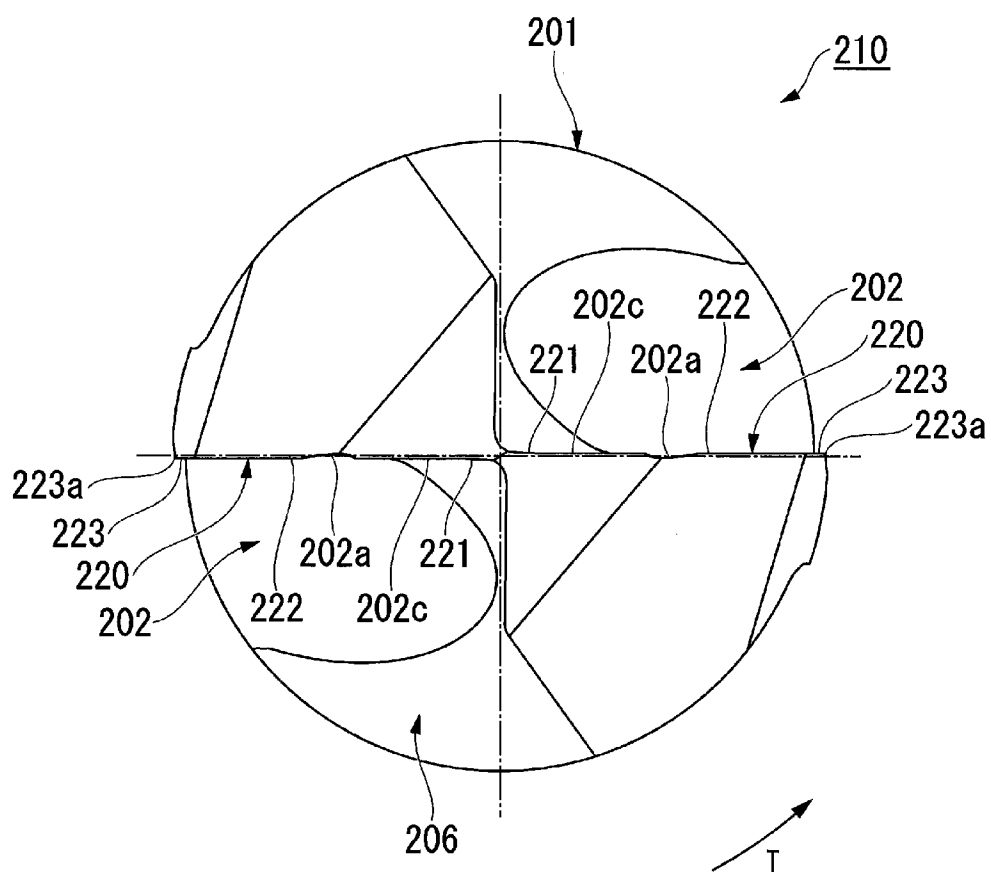
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/000074

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B23B51/00 (2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. B23B51/00

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 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2015-142950 A (ASAHI DIAMOND INDUSTRIAL CO., LTD.)	1, 4, 7-8
Y	06 August 2015, paragraphs [0016], [0018], [0021]-[0032], fig. 2 (Family: none)	2-3, 5-6
Y	JP 2009-806 A (NEXT I & D KK) 08 January 2009, paragraphs [0007], [0017], [0023], fig. 2 (Family: none)	2



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

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

International application No.

PCT/JP2018/000074

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2016/047803 A1 (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 31 March 2016, paragraphs [0047]-[0059], [0161], [0176]-[0194], [0198]-[0251], fig. 20A-26B, 29A-32 & JP 2017-24158 A & JP 2017-24168 A & US 2017/0274461 A1, paragraphs [0083]-[0102], [0315], [0339]-[0370], [0375]-[0476], fig. 20A-26B, 29A-32 & EP 3199279 A1 & CA 2960464 A1 & CN 106660141 A	3
Y	JP 2014-161946 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 08 September 2014, paragraphs [0019], [0021]-[0023], fig. 1-2 (Family: none)	5-6
A	CN 101524768 A (ZHOU, A.) 09 September 2009, entire text, all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 3199787 U (JIANGSU SAINTY INTERNATIONAL, LLC.) 10 September 2015, entire text, all drawings & US 2016/0082525 A1, entire text, all drawings	1-8
A	US 5056967 A (PREMIER INDUSTRIAL CORP.) 15 October 1991, entire text, all drawings (Family: none)	1-8
A	US 2008/0166196 A1 (JIANGSU TIANGONG TOOLS CO., LTD.) 10 July 2008, entire text, all drawings & WO 2007/030983 A1 & EP 1925386 A1	1-8
A	DE 10106035 A1 (SCINTILLA AG) 29 August 2002, entire text, all drawings & CH 695884 A5	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B23B51/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B23B51/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 8 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

WPI

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2015-142950 A（旭ダイヤモンド工業株式会社）2015.08.06, 段落 0016, 0018, 0021-0032, 図 2（ファミリーなし）	1, 4, 7-8 2-3, 5-6
Y	JP 2009-806 A（N E X T I & D株式会社）2009.01.08, 段落 0007, 0017, 0023, 図 2（ファミリーなし）	2

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 0 . 0 3 . 2 0 1 8

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 4 . 2 0 1 8

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

宮部 菜苗

3 C

5 5 6 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 4

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2016/047803 A1 (三菱マテリアル株式会社) 2016.03.31, 段落 0047-0059, 0161, 0176-0194, 0198-0251, 図 20A-26B, 29A-32 & JP 2017-24158 A & JP 2017-24168 A & US 2017/0274461 A1, 段落 0083-0102, 0315, 0339-0370, 0375-0476, 図 20A-26B, 29A-32 & EP 3199279 A1 & CA 2960464 A1 & CN 106660141 A	3
Y	JP 2014-161946 A (三菱マテリアル株式会社) 2014.09.08, 段落 0019, 0021-0023, 図 1-2 (ファミリーなし)	5-6
A	CN 101524768 A (周安善) 2009.09.09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 3199787 U (江蘇舜天蘇邁克斯工具公司) 2015.09.10, 全文, 全図 & US 2016/0082525 A1, 全文, 全図	1-8
A	US 5056967 A (PREMIER INDUSTRIAL CORP.) 1991.10.15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
A	US 2008/0166196 A1 (JIANGSU TIANGONG TOOLS CO., LTD.) 2008.07.10, 全文, 全図 & WO 2007/030983 A1 & EP 1925386 A1	1-8
A	DE 10106035 A1 (SCINTILLA AG) 2002.08.29, 全文, 全図 & CH 695884 A5	1-8