

(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
2010年11月4日(04.11.2010)



PCT



(10) 国際公開番号

WO 2010/125881 A1

(51) 国際特許分類:

B23B 51/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2010/055368

(22) 国際出願日:

2010年3月26日(26.03.2010)

(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 2009-107911 2009年4月27日(27.04.2009) JP
特願 2009-129332 2009年5月28日(28.05.2009) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 京セラ株式会社 (KYOCERA CORPORATION)
[JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 小池 義文 (KOIKE, Yoshifumi) [JP/JP]; 〒5278555 滋賀県東近江市蛇溝町1166-6 京セラ株式会社滋賀八日市工場内 Shiga (JP). 小川 浩(OGAWA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒5278555 滋賀県東近江市蛇溝町1166-6 京セラ株式会社滋賀八日市工場内 Shiga (JP).

(74) 代理人: 深井 敏和 (FUKAI, Toshikazu); 〒5406591 大阪府大阪市中央区大手前1丁目7番31号 OMMビル8階 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

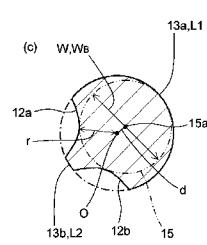
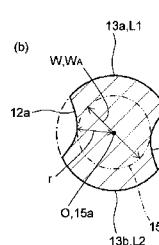
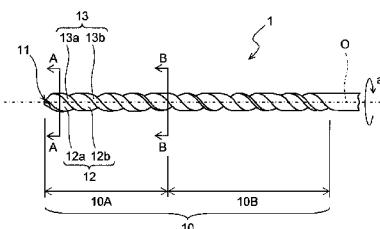
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: DRILL AND METHOD OF CUTTING MATERIAL TO BE CUT USING SAME

(54) 発明の名称: ドリル及びこのドリルを用いる被削材の切削方法

[図1]
(a)



(57) Abstract: Provided is a drill comprising: a first cutting edge and a second cutting edge which are located at the tip of a circular column-like cutting section; a first groove and a second groove which are connected to the first cutting edge and the second cutting edge, respectively, and helically disposed in the outer periphery of the cutting section so as to extend from the tip to the rear end of the cutting section; and a first land and a second land which are located on the outer periphery of the cutting section and are each disposed between the first groove and the second groove so as to extend from the tip to the rear end. The first groove and the second groove are separated from each other in the range from the tip to the rear end. The cutting section has a first region in which the diameter of the inscribed circle of the cutting section in a cross-section perpendicular to the rotation axis is gradually increased from the tip side to the rear end side. A method of cutting a material to be cut using such a drill is also provided.

(57) 要約: 本発明のドリルは、円柱状の切削部の先端に位置する、第1切刃及び第2切刃と、前記第1切刃及び前記第2切刃のそれぞれに接続されるとともに、前記切削部の外周部であつて前記先端から後端に渡って螺旋状に位置する、第1溝及び第2溝と、前記切削部の前記外周部であつて、前記先端から前記後端に渡って前記第1溝及び前記第2溝の間のそれぞれに位置する、第1ランド及び第2ランドと、を備えている。前記第1溝及び前記第2溝は前記先端から前記後端に渡って互いに離隔している。前記切削部は、その回転軸に垂直な断面における内接円の直径が、前記先端側から前記後端側に向かうに従って大きくなる第1領域を有している。このドリルを用いて被削材を切削する方法を提供する。

明 細 書

発明の名称：ドリル及びこのドリルを用いる被削材の切削方法 技術分野

[0001] 本発明は、ドリル及びこのドリルを用いる被削材の切削方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、複数の切れ刃を有するドリルとして、2つの切れ刃と各切れ刃に連なる2つのねじれた溝とを備える二枚刃ドリルが知られている。二枚刃ドリルの2つの溝は、同一形状で且つ一定の捩れ角で、ドリルの外周部に延びている。しかしながら、溝は、ドリルの断面積が減少する原因となるため、複数設ける場合はドリルの剛性が低下するおそれがあった。

[0003] これに対して、例えば、特開2007-307642号公報には、ボディの先端に、2つの切れ刃と各切れ刃に連なる2つのねじれた溝とを備えるドリルにおいて、2つのねじれた溝が、ボディの先端から所定量後退した位置で合流して1つの溝となることが開示されている。

[0004] しかしながら、このような溝が合流するドリルは、各切れ刃から生成された切屑が、溝の合流箇所で詰まりやすい傾向になる。その結果、詰まった切屑に起因して合流箇所が発熱することによって、被削材が変質したり、加工穴の内壁が変形する（面粗さが悪化する）おそれがある。また、溝の合流箇所に切屑が詰まると、加工中に当該箇所に加わる応力（切削トルク）が増大して、ドリルが折損するおそれがある。他方、合流箇所では、溝どうしが相互に影響し合って溝形状が変化するため、各溝を通る切屑の流れが変化して、加工穴の内壁を荒らすおそれがある。

[0005] そのため、品質の良い穴の加工特性と十分な剛性とを兼ね備えたドリル及びこのドリルを用いる被削材の切削方法が求められていた。

発明の概要

[0006] 本発明の実施形態に係るドリルは、円柱状の切削部の先端に位置する、第1切れ刃及び第2切れ刃と、前記第1切れ刃及び前記第2切れ刃のそれぞれに接続さ

れるとともに、前記切削部の外周部であって前記先端から後端に渡って螺旋状に位置する、第1溝及び第2溝と、前記切削部の前記外周部であって、前記先端から前記後端に渡って前記第1溝及び前記第2溝の間のそれぞれに位置する、第1ランド及び第2ランドと、を備えている。前記第1溝及び前記第2溝は前記先端から前記後端に渡って互いに離隔している。前記切削部は、その回転軸に垂直な断面における内接円の直径が、前記先端側から前記後端側に向かうに従って大きくなる第1領域を有している。

[0007] 本発明の実施形態に係る被削材の切削方法は、被削材を準備する工程と、前記ドリルを回転させる工程と、回転している前記ドリルの前記第1切刃及び前記第2切刃を、前記被削材に接触させて、前記被削材に貫通孔を形成する工程と、前記被削材と前記ドリルとを相対的に離隔させる工程と、を備える。

[0008] 本発明の実施形態に係るドリルによれば、第1溝及び第2溝は先端から後端に渡って互いに離隔していると同時に、切削部は、その回転軸に垂直な断面における内接円の直径が、先端側から後端側に向かうに従って大きくなる第1領域を有していることから、品質の良い穴の加工特性と十分な剛性とを兼ね備えることが可能となる。具体的には、第1溝及び第2溝が先端から後端に渡って互いに離隔していることで、各溝を通じて排出される切屑どうしが合流する事に起因する上述のような各種課題を低減する事ができる。加えて、切削部は、ドリルの回転軸に垂直な断面における内接円の直径が、先端側から後端側に向かうに従って大きくなる第1領域を有していることから、上述のような従来の二枚刃ドリルと比較して、2つの溝を有しつつ高い剛性を確保することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1] (a) は、本発明の第1の実施形態に係るドリルの切削部付近を示す側面図であり、(b) は、(a) のA-A線拡大断面図であり、(c) は、(a) のB-B線拡大断面図である。

[図2] (a) は、図1 (a) に示すドリルの先端付近を示す部分拡大側面図で

あり、(b)は、その拡大正面図である。

[図3] (a)は、本発明の第2の実施形態に係るドリルにおける第1領域の先端部を示す拡大断面図であり、(b)は、その第1領域の後端部を示す拡大断面図であり、(c)は、(a)の他の例を示す拡大断面図である。

[図4] (a)は、本発明の第3の実施形態に係るドリルにおける第1領域の先端部を示す拡大断面図であり、(b)は、その第1領域の後端部を示す拡大断面図である。

[図5] (a)は、本発明の第4の実施形態に係るドリルの切削部付近を示す側面図であり、(b)は、(a)のC-C線拡大断面図である。

[図6] 本発明の第5の実施形態に係るドリルにおける第1領域を示す拡大断面図である。

[図7] (a)は、本発明の第6の実施形態に係るドリルにおける第1領域の先端部を示す拡大断面図であり、(b)は、その第1領域の後端部を示す拡大断面図である。

[図8] (a)～(c)は、本発明の一実施形態に係る被削材の切削方法を示す工程図である。

[図9] 実施例における内壁粗さ測定の加工穴を示す概略断面説明図である。

なお、図3 (a) 及び (c)、図4 (a)、図7 (a) は、図1 (b) に相当する位置（第1領域の先端部）における形状を示す図面である。また、図3 (b)、図4 (b)、図7 (b) は、図1 (c) に相当する位置（第1領域の後端部）における形状を示す図面である。図6は、図5 (b) に相当する位置（第1領域の中央部）における形状を示す図面である。

発明を実施するための形態

[0010] <ドリル>

(第1の実施形態)

以下、本発明に係るドリルの第1の実施形態について、図1及び図2を参照して詳細に説明する。図1 (a)に示すように、本実施形態のドリル1は、工作機械の回転軸に把持されるシャンク部(図示せず)と、該シャンク部

の一端側に設けられた切削部 10 と、を備えている。シャンク部は、工作機械の回転軸の形状に応じて設計される部位である。切削部 10 は、被削材と接触する部位である。

- [0011] 切削部 10 の先端には 2 つの切刃 11（第 1 切刃 11a 及び第 2 切刃 11b）が形成されている。第 1 切刃 11a 及び第 2 切刃 11b は、図 2 (b) に示すように、切削部 10 の回転軸 O（軸線）を基準にして 180° の回転対称となるように形成されている。すなわち、第 1 切刃 11a 及び第 2 切刃 11b は、互いに回転軸 O に対して 2 回対称である。このような配置にすることで、被削材を加工する際の直進安定性を向上させることができる。なお、チゼルエッジ 11c は、切削部 10 の最も先端側に位置し、第 1 切刃 11a 及び第 2 切刃 11b とともに被削材を切削する役割を有する。また、切刃 11 で形成された切屑は、溝 12 を通って後端側に排出される。チゼルエッジ 11c で形成された切屑は、2 つの逃げ面 14（第 1 逃げ面 14a 及び第 2 逃げ面 14b）のうち第 2 逃げ面 14b を経由して溝 12 を通って後端側に排出される。なお、逃げ面 14 は、被削材との接触を避けて切削抵抗を低減する役割を有する。また、矢印 a は、ドリルの回転方向を示している。
- [0012] また、図 1 (a) に示すように、切削部 10 の外周部（外周面）には、各切刃 11 に対応して 2 つの溝 12（捩れ溝）が、回転軸 O に沿って形成されている。2 つの溝 12（第 1 溝 12a 及び第 2 溝 12b）は、切刃 11 から生成される切屑を排出することを目的として形成されている。第 1 溝 12a 及び第 2 溝 12b は、第 1 切刃 11a 及び第 2 切刃 11b のそれぞれに接続され、且つ切削部 10 の先端から後端（シャンク部側）に渡って螺旋状に位置している。
- [0013] 2 つの溝 12 の中心軸 O 方向の後端側には、それぞれに対応する 2 つのランド 13（第 1 ランド 13a 及び第 2 ランド 13b）が形成されている。ランド 13 は、ドリル 1 の外周に相当する部分である。従って、ランド 13 は、切削部 10 の外周部のうち、溝 12 が形成されていない外周部に形成されている。また、第 1 ランド 13a は第 1 溝 12a に、第 2 ランド 13b は第

2溝12bにそれぞれ対応するように形成されている。すなわち、第1ランド13a及び第2ランド13bは、切削部10の外周部であって、先端から後端に渡って第1溝12a及び第2溝12bの間のそれぞれに位置している。このランド13を切削部10の全長に渡って確保することにより、第1溝12a及び第2溝12bを互いに独立して形成することができる。

[0014] なお、切削部10とは、上述のように、被削材と接触する部位であって、その外周部に先端から後端に渡って溝12が形成されている。本実施形態の切削部10は、図1(b)及び(c)に示すように、回転軸Oを中心とする軸芯部の半径r、すなわち回転軸Oから溝12までの最短距離が、先端から後端に渡って一定である。また、切削部10は、回転軸Oに垂直な断面において、先端における直径をD1とし、先端以外の部位における直径をD2としたとき、D1及びD2が、 $D_1 = D_2$ の関係を有している。また、切削部10は、回転軸Oに垂直な断面において、その直径が先端から後端に渡って一定である。従って、本実施形態では、切削部10の形状は(略)円柱状である。この切削部10の形状は、当業者が通常用いる形状であればよい。例えば後述するように、軸芯部の半径rが先端から後端に向かって大きくなるようなテーパー状であってもよい。また、ドリル径(外径)が先端から後端に向かうに従って大きくなるか、あるいは小さくなるように傾斜していてよい。さらに切削部10には、後述するアンダーカット部を設けてよい。

[0015] ここで、第1溝12a及び第2溝12bは、互いに独立しているとともに、先端から後端に渡って互いに離隔している。すなわち、第1溝12a及び第2溝12bは、切削部10の全長に渡って接触(合流)することがない。従って、各切刃11によって生じ、各溝12に沿って排出される切屑も合流し難い。それ故、切屑の詰まった部位が発熱することによって、被削材が変質したり、加工穴の内壁が変形する(面粗さが悪化する)という事を抑制する事ができる。また、切屑の詰まった部位に加わる応力が増大することによって、ドリルが折損するという事を抑制する事ができる。他方、合流に伴う溝形状の変化がないため、各溝を通る切屑の流れが変化することによって加

工穴の内壁を荒らすという事も抑制する事ができる。

- [0016] このような効果は、被削材として、耐熱性の低い樹脂基板、あるいはこのような樹脂基板を用いた複合基板等を用いる場合に顕著である。複合基板としては、例えばプリント基板等が挙げられる。プリント基板は、ガラス纖維にエポキシ等の樹脂を含浸させたガラス・エポキシ材料に、銅箔を積層した部材である。このような基板は、穴開け加工時に切屑排出がスムーズになされないと、銅箔の切屑が加工穴の内壁を傷つけたり、切削熱が上手く逃げずに加工穴の内部に蓄積され、樹脂が軟化して、加工穴内面の粗さが大きくなる（内壁粗さが劣化する）。本実施形態のドリルは、このような内壁粗さが大きくなり易いプリント基板に対しても好適に使用することができる。
- [0017] また、切削部10は、その回転軸Oに垂直な断面における内接円15の直径Wが、先端側から後端側に向かうに従って大きくなる第1領域10Aを有している。すなわち、第1領域10Aでは、先端側に位置する内接円15の直径W_Aと、後端側に位置する内接円15の直径W_Bとが、W_A<W_Bの関係を有している。また、先端側から後端側に向かうに従って、内接円15の中心15aと回転軸Oとの間の距離dが大きくなっている。なお、先端近傍における中心15aは、回転軸Oと同じ位置にある。
- [0018] ここで、内接円15とは、中心軸Oに垂直な断面において、形成可能な最大の円のことをいう。また、内接円15の直径Wは、ドリルの剛性を図る指標となるドリルの断面芯厚に相当するものである。従って、直径Wが大きいほど、断面芯厚が大きくなり、ドリルの剛性が高いことを示す。本実施形態では、上述の通り、W_A<W_Bの関係を有しているので、ドリルの断面芯厚を後端に向かうに従って大きく確保することができ、それゆえドリルの剛性を高めることができる。
- [0019] 以上のように、本実施形態のドリル1によれば、第1溝12a及び第2溝12bは先端から後端に渡って互いに離隔していると同時に、切削部10は、その回転軸Oに垂直な断面における内接円15の直径Wが、先端側から後端側に向かうに従って大きくなる第1領域10Aを有していることから、品

質の良い穴の加工特性と十分な剛性とを兼ね備えることが可能となる。

[0020] なお、 $W_A < W_B$ の関係は、種々の方法で満足させることが可能である。例えば、溝の捩れ角を変更する、あるいは溝の幅、深さ等の形状を変更すること等によって行うことが可能である。なお、これらの方法を組み合わせる事によって、 $W_A < W_B$ の関係を満たすようにしてもよい。

[0021] 本実施形態において、第1領域10Aにおいて、回転軸Oに垂直な断面における、第1ランド13aの（周の）長さL1及び第2ランド13bの（周の）長さL2の割合R（ L_1/L_2 ）が、先端側から後端側に向かうに従って大きくなっている。このような割合R（ランド幅比）が大きくなる第1領域10Aを有することによって、ドリルの断面芯厚を後端に向かうに従って大きく確保することができる。

[0022] 具体的に説明すると、第1ランド13a及び第2ランド13bは、第1領域10Aの先端部において、ほぼ対称に形成されている（図1（b）参照）。従って、切削バランスが良好であり、且つ良好な加工面を得ることが可能である。他方、第1領域10Aの後端部においては、第1ランド13aの長さL1と、第2ランド13bの長さL2とが大きく異なり、そのため割合Rが先端部に比べて大きくなっている（図1（c）参照）。このような構成にすることによって、溝が断面視で対称となる場合に比べて、ドリルの断面芯厚を大きく確保することができ、剛性を高くすることができる。なお、第1ランド13aの長さL1及び第2ランド13bの長さL2は、いずれも回転軸Oに垂直な断面における各ランドの外周長さをいう。

[0023] また、本実施形態では、第1領域10Aにおいて、第1ランド13aの長さL1は、先端側から後端側に向かうに従って大きくなり、第2ランド13bの長さL2は、先端側から後端側に向かうに従って小さくなっている。言い換れば、側面視において、第1ランド13aの回転軸O方向における幅が、先端部から後端部に向かって大きくなり、第2ランド13bの回転軸O方向における幅が、先端部から後端部に向かって小さくなるように形成されている。

[0024] また、切削部10は、第1領域10Aの後端部に位置し、割合Rが一定である第2領域10Bをさらに有することが好ましい。このような構成の第2領域10Bを設けることで、第1溝12a及び第2溝12bの捩れ角、並びに、内接円15の直径Wを所望の値で維持する事ができ、品質の良い穴の加工特性と十分な剛性とを兼ね備えることが可能となる。なお、割合Rが一定とは、割合Rが実質的に一定であればよい。また、第1領域10Aと第2領域10Bとは、互いに連続して形成されていることが好ましい。これにより、切屑排出をスムーズに行うことができる。第2領域10Bにおいては、十分な剛性を得る点から、その先端側の端部において、割合Rが1.5以上であることが好ましい。なお、第1領域10Aに関しては、例えば、第1領域10Aの先端部において割合Rは1であることが好ましい。すなわち、第1ランド13aの長さL1と、第2ランド13bの長さL2とが等しいことが好ましい。

[0025] 切削部10において、第1領域10Aと第2領域10Bとの割合は、特に制限されない。例えば、第2領域10Bの割合が大きいほど、切削部10の断面芯厚が大きい部分の占める割合が高くなり、剛性が向上する。好ましくは第1領域と第2領域との割合が1：1以上であり、より好ましくは1：1～1：4である。

[0026] また、切削部10は、第1領域10Aの先端側に、割合Rが一定である第3領域（図示せず）を形成していてもよい。このような第3領域を設けると、切削バランスがよく、被削材の加工面が良好となる。この第3領域は、例えば、切刃の外径をDとしたとき、切削部10の先端から回転軸O方向に沿って2D程度の領域であることが好ましい。

[0027] また、本実施形態のドリル1では、第1溝12a及び第2溝12bの捩れ角に角度差を設けており、この方法によっても $W_A < W_B$ の関係を満足させることができる。以下、捩れ角 θ_1 及び θ_2 の角度差 $\Delta\theta$ について詳細に説明する。

[0028] 第1溝12a及び第2溝12bは、中心軸O方向の後端側に向かうに従い

、中心軸Oとのなす角（捩れ角） θ で捩れるように形成されている。また、ランド13は、溝12に対応した捩れ角を有して形成されている。本実施形態においては、図2(a)に示すように、第1溝12aは捩れ角 θ_1 を有しており、他方、第2溝12bは捩れ角 θ_2 を有している。

[0029] 溝12の捩れ角、すなわち捩れ角 θ_1 及び θ_2 の大きさは、特に制限されない。例えば、30°以上、好ましくは30~60°、より好ましくは45~60°に設定される。捩れ角を30°以上にすることによって、例えば、プリント基板に小径の穴を開ける場合、あるいは深穴加工をする場合に、切屑排出性を良好にすることができます。捩れ角を45°以上有する場合は、さらに良好な加工面を得ることができます。例えば、一方が45°の捩れ角を有し、他方が50°の捩れ角を有するドリルを用いた場合、得られる加工面の内壁粗さは、3~6 μmと良好である。他方、捩れ角の一方が45°であり、他方が30°の場合は、得られる加工面の内壁粗さは、3~9 μm程度である。特に、上述の第3領域において、捩れ角 θ_1 及び捩れ角 θ_2 が、いずれも30°以上であるのが好ましい。

[0030] 漉れ角 θ_1 及び θ_2 は、切削部10の全長に渡って（先端から後端に渡つて）一定であってもよいし、あるいは部分的に変化してもよい。本実施形態では、第1領域10Aにおいて、第1溝12aの捩れ角 θ_1 が40~45°の範囲に設定されており、第2溝12bの捩れ角 θ_2 が40~60°の範囲に設定されている。

[0031] ここで、本実施形態においては、捩れ角 θ_1 及び捩れ角 θ_2 は、第1領域10Aのうち先端部において、角度差 $\Delta\theta$ が生じるように形成されている。例えば、角度差 $\Delta\theta$ が少なくとも10°となるように設定されることが好ましい。また、先端部の近傍において、捩れ角 θ_1 と捩れ角 θ_2 との角度差 $\Delta\theta$ が最大となるように形成されることが好ましい。この最大の角度差は、例えば、1°以上、好ましくは3°以上、より好ましくは10°以上、さらに好ましくは15°以上、最も好ましくは15~20°である。本実施形態においては、先端部の近傍において、最大角度差を有しており、その角度差 Δ

θ は、約15°である。また、本実施形態においては、第1領域10Aのうち先端部の近傍において、後端側に向かうに従って捩れ角 θ_1 と捩れ角 θ_2 との角度差 $\Delta\theta$ が大きくなる。

[0032] 次いで、第1領域10Aのうち先端部の近傍から後端部側の部位においては、後端部に向かって第1溝12aの捩れ角 θ_1 と第2溝12bの捩れ角 θ_2 の角度差 $\Delta\theta$ が小さくなるように形成されている。これにより、内接円15の直径W及び割合Rが後端に向かうに従って大きくなる第1領域10Aが構成されている。捩れ角 θ_1 と捩れ角 θ_2 との角度差を小さくする方法は特に制限されない。例えば、一方の捩れ角（捩れ角 θ_1 ）を一定にしておき、他方の捩れ角（捩れ角 θ_2 ）を減少させてもよいし、あるいは両方の捩れ角（捩れ角 θ_1 及び捩れ角 θ_2 ）をそれぞれ変化させてもよい。なお、先端部の近傍か後端部までにおいて、部分的に捩れ角の角度差が一定となる部分があってもよい。

[0033] そして、第2領域10Bにおいては、第1溝12aの捩れ角 θ_1 と第2溝12bの捩れ角 θ_2 とが同じになること、すなわち捩れ角 θ_1 と捩れ角 θ_2 との角度差が0°となることが好ましい。これにより、内接円15の直径W及び割合Rが一定である第2領域10Bが構成されている。このときの捩れ角 θ_1 及び捩れ角 θ_2 はそれぞれ30～60°の範囲に設定されることが好ましい。例えば、本実施形態においては、切削部10の全長の約1/2が、角度差 $\Delta\theta$ が0°の第2領域10Bである。なお、このときの捩れ角 θ_1 及び捩れ角 θ_2 はいずれも45°である。

[0034] （第2の実施形態）

溝の形状は、通常ドリルに用いられる形状であればよく特に制限されない。また第1溝及び第2溝は、同じ形状であってもよく、互いに異なる形状であってもよい。例えば、第1溝及び第2溝は、溝の幅（周の長さ）又は深さ（外周部から回転軸O方向の距離）が異なっていてもよい。以下、具体例を挙げて説明する。

[0035] 本実施形態では、図3（a）及び（b）に示すように、第1溝121a及

び第2溝121bの大きさ（深さ）が互いに異なっている。また、本実施形態では、第1領域において、先端側から後端側に向かうに従って、第1溝121aの振れ角θ1と第2溝121bの振れ角θ2との差を小さくしている。これにより、第1領域において、第1ランド131aの長さL1及び第2ランド131bの長さL2の割合R（L1/L2）を先端側から後端側に向かうに従って大きくし、内接円151の直径Wを先端側から後端側に向かうに従って大きくしている。また、第1溝及び第2溝は、先端から後端に渡つて互いに離隔している。従って、2つの溝の大きさが互いに異なる場合であっても、品質の良い穴の加工特性と十分な剛性とを兼ね備えることが可能となる。なお、第2領域においては、先端から後端まで図3（b）に示す割合Rを保持している。

[0036] なお、溝は、例えば図3（c）に示す第1溝121a'及び第2溝121b'のように、互いに異なる形状であってもよい。

その他の構成は、前記した第1の実施形態のドリル1と同様であるので、説明を省略する。

[0037] （第3の実施形態）

本実施形態のドリルは、切削部の軸芯部の半径rが先端から後端に向かって大きくなるテーパー状である。すなわち、本実施形態の切削部は、図4（a）及び（b）に示すように、先端側に位置する軸芯部の半径r1と、後端側に位置する軸芯部の半径r2とが、 $r_1 < r_2$ の関係を有している。言い換えば、本実施形態のドリル1は、第1溝122a及び第2溝122bが同一形状であり、第1溝122aの深さ及び第2溝122bの深さを先端側から後端側に向かうに従って小さくする事によって、内接円152の直径Wを先端側から後端側に向かうに従って大きくしている。このように、ドリルの切削部の軸芯部がテーパー状の場合であっても、断面芯厚を大きくすることができ、剛性を高めることができる。

[0038] また、本実施形態においては、上述の第1の実施形態のドリル1と同様に、第1領域において、先端側から後端側に向かうに従って、第1溝122a

の振れ角 θ_1 と第2溝122bの振れ角 θ_2 との差を小さくしている。これによつても、第1領域において、第1ランド132aの長さL1及び第2ランド132bの長さL2の割合R(L_1/L_2)を先端側から後端側に向かうに従つて大きくなるため、上記のテーパー形状と相まって、内接円152の直径Wを先端側から後端側に向かうに従つてより大きくすることができる。なお、第2領域においては、先端から後端まで図4(b)に示す割合Rを保持している。

その他の構成は、前記した第1の実施形態のドリル1と同様であるので、説明を省略する。

[0039] (第4の実施形態)

本実施形態のドリルは、ランドの一部に切欠部を設けた(アンダーカットした)ものである。すなわち、図5(a)及び(b)に示すように、本実施形態のドリル1'における切削部10'は、回転軸Oに垂直な断面において、先端における直径をD1とし、先端以外の部位における直径をD2としたとき、D1及びD2が、 $D_1 > D_2$ の関係を有している。つまり、第1領域10A'の略中央部から第2領域10B'に渡つてアンダーカット部16が形成されている。アンダーカット部16を有するドリル1'は、高い切屑排出性を示すことができる。また、ドリル1'と加工穴の内壁との接触を低減する効果も期待できる。なお、本実施形態では、側面視で、第1領域10A'の略中央部において、ドリル径(外径)が階段状になるような態様でアンダーカット部16が形成されている。これに代えて、第1領域10A'の略中央部の近傍において、ドリル径(外径)が漸次小さくなるような態様にしてもよい。

[0040] また、このようなアンダーカット部16を有するドリル1'であつても、前記した切削部10と同様の構成を有する切削部10'を有することから、同様のアンダーカット部を備える従来の二枚刃ドリルに比べて良好な剛性を有する。なお、このような態様の場合、第1ランド13aの長さL1及び第2ランド13bの長さL2は、アンダーカット部16を含めた周の長さで測

定する。すなわち、アンダーカットされて小さくなったドリル径（外径）における周の長さによって、各ランドの長さを特定すればよい。

その他の構成は、前記した第1の実施形態のドリル1と同様であるので、説明を省略する。

[0041] (第5の実施形態)

本実施形態のドリルは、ドリルの先端領域であって切刃11を除く部位に、クリアランス部17が形成されている。そして、図6に示すように、クリアランス部17は、先端領域から後端側の領域にまで連続的に形成されている。クリアランス部17が形成されていない領域は、マージン部であってドリル径（外径）はクリアランス部17を形成する前の大きさで維持されている。なお、このような態様の場合、第1ランド13aの長さL1及び第2ランド13bの長さL2は、クリアランス部17を含めた周の長さで測定する。すなわち、第1ランド13aは、クリアランス部17とマージン部と含むため、第1ランド13aの長さL1は、クリアランス部17におけるランドの長さとマージン部におけるランドの長さとを合計したものである。第2ランド13bの長さL2についても同様に測定される。

[0042] このようなクリアランス部17が形成されたドリルは、高い切屑排出性を示すことができる。ドリルと加工穴の内壁との接触を低減する効果も期待できる。

その他の構成は、前記した第1の実施形態のドリル1と同様であるので、説明を省略する。

[0043] (第6の実施形態)

本実施形態は、第1溝123a及び第2溝123bの大きさ（深さ）が互いに異なる形態であり、第1領域の先端から後端に向かうに従って第2溝123bの形状が変化している。その結果、第1領域10Aの先端部では、図7(a)に示すように、第1溝123a及び第2溝123bは同一形状であるが、第1領域10Aの後端部では、図7(b)に示すように、第1溝123aの深さ（大きさ）よりも第2溝123bの深さ（大きさ）が小さくなっ

ている。また、第1溝 $1\ 2\ 3\ a$ に対する第2溝 $1\ 2\ 3\ b$ の位置も相対的に変化しており、これにより、第1領域において、第1ランド $1\ 3\ 3\ a$ の長さ L_1 及び第2ランド $1\ 3\ 3\ b$ の長さ L_2 の割合 R (L_1/L_2) を先端側から後端側に向かうに従って大きくなっている。このような構成によって、内接円 $1\ 5\ 3$ の直径 W を先端側から後端側に向かうに従って大きくしている。このように一方の溝の形状を変化させることによっても、割合 R 及び直径 W を変化させることが可能である。なお、第2領域においては、先端から後端まで図7 (b) の割合 R を保持している。

その他の構成は、前記した第1の実施形態のドリル1と同様であるので、説明を省略する。

- [0044] 上述した各実施形態に係るドリルは、切削部の後端側に形成されるシャンク部を工作機械のドリル保持部に挿入して用いられる。このような工作機械は、当業者が通常用いるものであればよく特に制限されないが、例えば、マシニングセンタ等の種々の機械が用いられる。
- [0045] このような工作機械に取り付けたドリルを、まず、回転軸Oを中心に矢印a方向に回転させる。次いで、回転しているドリルを回転軸O方向先端側に向けて送り、例えば、被削材に押し当てる。これにより、被削材に所定の内径の加工穴を形成することができる。
- [0046] 本発明のドリルは、切刃の外径が0.6mm未満、好ましくは0.3mm未満の小径ドリル、深穴加工用ドリルとして好適に用いられるものであり、特に熱的損傷を受けやすい被削材等の穴開け加工に適している。本発明のドリルは、例えば、軸線の長さ（切刃から溝部が終了するまでの長さ）をLとし、径（切刃の外径）をDとするとき、 L/D が5以上であるような深穴加工に好適に用いられる。

[0047] <被削材の切削方法>

次に、本発明に係る被削材の切削方法の一実施形態について、前記した第1の実施形態に係るドリル1を用いる場合を例に挙げ、図8を参照して詳細に説明する。本実施形態にかかる被削材の切削方法は、以下の(i)～(iv)

の工程を備える。

(i) 図8 (a) に示すように、まず、被削材100を準備し、この被削材100の上方にドリル1を配置する工程。

(ii) 次いで、ドリル1を、回転軸Oを中心に矢印a方向に回転させ、矢印b方向に動かし、被削材100にドリル1を近づける工程。

(iii) 図8 (b) に示すように、ドリル1をさらに矢印b方向に動かし、回転しているドリル1の第1切刃11a及び第2切刃11bを、被削材100表面の所望の位置に接触させ、被削材100に貫通孔101を形成する工程。

(iv) 図8 (c) に示すように、ドリル1を矢印c方向に動かし、被削材100からドリル1を離隔させる工程。

[0048] ここで、前記した理由から、ドリル1は十分な剛性を有しているので、折損し難い。従って、長期に渡り安定して被削材100を切削することができる。また、被削材100が耐熱性の低いものであっても、前記した理由から品質の良い加工穴を得ることができる。

[0049] 耐熱性の低い被削材100としては、前記したプリント基板等が挙げられる。従って、(i) の被削材100を準備する工程は、表面に銅などからなる導体がパターン形成された複数の基板を、それぞれの間に樹脂材料を含有する中間層を介するようにして積層する工程と、中間層を加熱して樹脂材料を軟化させる工程と、を備えるのが好ましい。ここで、中間層は、被削材である基板を補強し且つ基板間の絶縁を保つ観点から、ガラスクロスに樹脂材料を含浸して得られたものを用いる事が好ましい。そして、例えば200°C以上の温度条件で加圧することによって、中間層の樹脂材料を軟化させて、表面凹凸を有する基板どうしを隙間なく積層して被削材100を形成する事ができる。

[0050] また、被削材100にガラスを含む場合には、切屑の詰まり等に起因する発熱によって、切屑の一部である粉状ガラスが粘性を持ったり溶けたりして、切屑の排出性をさらに低下させる傾向にある。しかし、本実施形態のドリ

ル1では、被削材100にガラスを含む場合においても、良好な切屑排出性を奏する事ができる。

[0051] また、良好な仕上げ面を得る上で、(iii)の貫通孔101を形成する工程では、ドリル1の切削部10のうち後端側の一部領域は被削材100を貫通しないのが好ましい。すなわち、この一部領域を切屑排出のためのマージン領域として機能させる事で、良好な切屑排出性を奏する事ができる。

[0052] なお、(ii)の工程は、例えば、被削材100を、ドリル1を取り付けた工作機械のテーブル上に固定し、ドリル1を回転した状態で近づけることにより行われる。また、(ii)の工程では、被削材100とドリル1とは相対的に近づけばよく、例えば被削材100をドリル1に近づけてもよい。これと同様に、(iv)の工程では、被削材100とドリル1とは相対的に離隔すればよく、例えば被削材100をドリル1から離隔させてもよい。

[0053] 以上に示したような被削材の切削を複数回行う場合、例えば、1つの被削材100に対して複数の貫通孔101を形成する場合には、ドリル1を回転させた状態を保持して、被削材100の異なる箇所にドリル1の第1切刃11a及び第2切刃11bを接触させる工程を繰り返せばよい。

なお、第1の実施形態に係るドリル1に代えて、前記した第2～第6の実施形態にかかるドリルを用いても、同様の効果を奏することができる。

[0054] 以上、本発明に係るいくつかの実施形態について例示したが、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない限り任意のものとすることができることは言うまでもない。

[0055] 例えば、第1溝12aの捩れ角θ1及び第2溝12bの捩れ角θ2は、上述の第1の実施形態のような関係を有する場合に代えて、次のような関係を有するように設定してもよい。すなわち、切削部10の先端部側から順に、第3領域において捩れ角θ1及び捩れ角θ2が共に40°～50°の範囲内で同一であり、第1領域10Aにおいて捩れ角θ1が20°～30°の範囲内で且つ捩れ角θ2が40°～50°の範囲内であり、第2領域10Bにおいて捩れ角θ1及び捩れ角θ2が共に40°～50°の範囲内である、とい

う変形例である。ここで各領域において捩れ角 θ_1 及び捩れ角 θ_2 は変化せず一定である。また、第1溝12aの捩れ角 θ_1 は第3領域から第1領域10Aに移行すると同時に変化し、第1領域10Aから第2領域10Bに移行すると同時に変化している。このような変形例においても、上述の第1の実施形態と同等の作用効果を奏する事ができる。

[0056] なお、上述の変形例において、第1溝12aの捩れ角 θ_1 を、第3領域から第1領域10Aに移行する際、及び第1領域10Aから第2領域10Bに移行する際に、漸次変化するように設定してもよい。

[0057] 以下、実施例を挙げて本発明についてさらに詳細に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。以下の実施例及び比較例で使用したドリルA1～C1及びA2～C2、プリント基板A及びB、当て板A及びBは、次の通りである。

[0058] (ドリルA1)

切刃の外径：0.12mm

切削部の長さ：2.2mm

第1溝及び第2溝：先端から後端に渡って互いに離隔している。

切削部：下記(1)～(7)の構成を有している。

(1) 回転軸Oに垂直な断面における内接円の直径Wが、先端側から後端側に向かうに従って大きくなる第1領域を有している。

(2) 第1領域において、割合Rが、先端側から後端側に向かうに従って大きくなっている。

(3) 割合Rが一定である第2領域を有している。

(4) 第1領域と第2領域とが、互いに連続している。

(5) 第1領域と第2領域との割合は、1:4である。

(6) 第1領域において、先端側から後端側に向かうに従って第1溝の捩れ角 θ_1 と第2溝の捩れ角 θ_2 との差が小さくなっている。

(7) 第2領域において、捩れ角 θ_1 と捩れ角 θ_2 とが同一である。

その他：上記した以外のドリルA1の構造は、図1及び図2に示す第1の実

施形態に係るドリル1と同様である。

[0059] (ドリルB 1)

先端から後端に渡って割合Rが一定である以外は、ドリルA 1と同じ構造を有するドリルである。

(ドリルC 1)

第1溝及び第2溝が合流する以外は、ドリルA 1と同じ構造を有するドリルである。

[0060] (ドリルA 2)

切刃の外径：0.095mm

切削部の長さ：1.4mm

その他：上記した以外のドリルA 2の構造は、ドリルA 1と同様である。

(ドリルB 2)

先端から後端に渡って割合Rが一定である以外は、ドリルA 2と同じ構造を有するドリルである。

(ドリルC 2)

第1溝及び第2溝が合流する以外は、ドリルA 2と同じ構造を有するドリルである。

[0061] (プリント基板A)

ガラス繊維にエポキシ等の樹脂を含浸させたガラス・エポキシ材料に、銅箔を積層した厚さ0.4mmの基板（日立化成工業（株）製の「679FG R」）を用いた。

(プリント基板B)

ガラス繊維にエポキシ等の樹脂を含浸させたガラス・エポキシ材料に、銅箔を積層した厚さ0.1mmの基板（日立化成工業（株）製の「679FG B」）を用いた。

[0062] (当て板A)

三菱ガス化学（株）製の潤滑性樹脂皮膜シート「LE800」を用いた。

(当て板B)

三菱ガス化学（株）製の潤滑性樹脂皮膜シート「LE900」を用いた。

[0063] [実施例1、比較例1及び2]

ドリルA1～C1を表1に示す組み合わせで取り付けた工作機械のテーブル上に、プリント基板Aを3枚重ねて載置し、当て板Aを用いて各ドリルで切削を行った。切削条件は、以下の通りである。

[0064] (切削条件)

回転数：30万回転／分

送り速度：2.4m／分

[0065] 切削は、合計で3,000ヒット（切削回数）行い、500ヒット、1,000ヒット、1,500ヒット、2,000ヒット、2,500ヒット、及び3,000ヒットごとの加工穴の穴位置精度を以下のようにして測定した。また、3,000ヒット後の加工穴の内壁粗さを以下のようにして測定した。これらの結果を表1に併せて示す。

[0066] (穴位置精度測定)

穴位置精度測定装置（日立ビアメカニクス（株）製の「HAM-1AM」）を用いて、得られた加工穴の位置ズレを測定した。具体的には、まず、3枚重ねた基板Aの最も下側に位置する基板Aの加工穴を、CCDカメラで撮像し、所望の穴の位置とのズレを測定した。そして所定ヒット数ごとのズレの平均値及び標準偏差 σ を算出し、平均値+3 σ の値を穴位置精度値として算出した。この数値が小さいほど、穴位置精度の点で優れている。

[0067] (内壁粗さ測定)

クロスセクション法を用いて行った。すなわち、図9に示すように、最も下側に位置する基板Aに形成された加工穴50は、内壁粗さ51及び加工穴径52を有している。まず、この加工穴50にスルーホールメッキ53を施した上で、樹脂埋めを行った。この樹脂埋めには、アクリル系樹脂（より具体的には、ストラス社製のシトフィックス冷間埋込樹脂）を用いた。次いで、加工穴50の断面が観察できるように、加工穴径52まで研磨して、観察試料を作製した。この観察試料の穴開け加工面の粗さ（内壁粗さ）を顕微

鏡で測定した（倍率：200倍）。そして、この内壁粗さを、基板3枚のそれぞれについて5回（5穴）づつ測定し、その平均値を算出した。この数値が小さいほど、内壁粗さの点で優れている。

[0068] [表1]

ドリル	穴位置精度値 ¹⁾ (μm)					内壁粗さ (μm)			
	500ピット	1,000ピット	1,500ピット	2,000ピット	2,500ピット	3,000ピット	平均値	最大値	最小値
実施例1 A1	10.9	12.3	13.9	14.6	14.7	15.1	3.3	4.5	2.7
比較例1 B1	14.5	15.8	17.2	18.1	19.7	21.5	3.4	4.7	2.4
比較例2 C1	11.5	12.1	13.3	14.2	15.5	16.3	11.3	14.3	9.1

1) 平均値+3σの値を示す。

[0069] 表1から明らかなように、内接円の直径W及び割合Rが先端側から後端側に向かうに従って大きくなり、且つ各溝が合流しないドリルA1を用いた実施例1は、穴位置精度値、及び内壁粗さがいずれも小さいことから、耐熱性の低い被削材に対して品質の良い加工穴が得られているのがわかる。これに対し、割合Rが一定である従来の二枚刃ドリルB1を用いた比較例1は、穴位置精度が劣る結果を示した。また、各溝が合流するドリルC1を用いた比較例2は、内壁粗さが劣る結果を示した。

[0070] [実施例2、比較例3及び4]

ドリルA2～C2を表2に示す組み合わせで取り付けた工作機械のテーブル上に、プリント基板Bを所定の枚数重ねて載置し、当て板Bを用いて各ドリルで切削を行った。なお、プリント基板Bの重ね枚数は、3枚、5枚、及び6枚とした。また、切削条件は、以下の通りである。

[0071] (切削条件)

回転数：30万回転／分

送り速度：1.5m／分

[0072] 切削は、合計で10,000ヒット行った。そして、ドリルの耐折損性を以下のようにして評価した。その結果を表2に示す。

[0073] (耐折損性)

10,000ヒットでドリルが折損したか否かを評価した。評価基準は以下のように設定した。

○：10,000ヒットでドリルが折損しなかった。

×：10,000ヒット未満でドリルが折損した。折損した際のヒット数を表2に示す。

[0074]

[表2]

ドリル	耐折損性		
	3枚 ¹⁾	5枚 ¹⁾	6枚 ¹⁾
実施例2	A2	○	○
比較例3	B2	○	×
比較例4	C2	○	×

1)プリント基板Bの重ね枚数を示す。

[0075] 表2から明らかなように、内接円の直径W及び割合Rが先端側から後端側に向かうに従って大きくなり、且つ各溝が合流しないドリルA2を用いた実施例2は、プリント基板Bの重ね枚数に関わらず、耐折損性に優れていることから、十分な剛性を有しているのがわかる。これに対し、割合Rが一定である従来の二枚刃ドリルB2を用いた比較例3、及び各溝が合流するドリルC2を用いた比較例4は、いずれもプリント基板Bの重ね枚数が5枚、及び6枚における耐折損性において、劣る結果を示した。

以上のような2種類の実施例によって、本発明の実施形態に係るドリルは、品質の良い穴の加工特性と十分な剛性とを兼ね備える事が分かった。

請求の範囲

- [請求項1] 円柱状の切削部の先端に位置する、第1切刃及び第2切刃と、
前記第1切刃及び前記第2切刃のそれぞれに接続されるとともに、
前記切削部の外周部であって前記先端から後端に渡って螺旋状に位置
する、第1溝及び第2溝と、
前記切削部の前記外周部であって、前記先端から前記後端に渡って
前記第1溝及び前記第2溝の間のそれぞれに位置する、第1ランド及
び第2ランドと、を備え、
前記第1溝及び前記第2溝は前記先端から前記後端に渡って互いに
離隔しており、
前記切削部は、その回転軸に垂直な断面における内接円の直径が、
前記先端側から前記後端側に向かうに従って大きくなる第1領域を有
する、ドリル。
- [請求項2] 前記先端側から前記後端側に向かうに従って、前記内接円の中心と
前記回転軸との間の距離が大きくなる、請求項1に記載のドリル。
- [請求項3] 前記第1切刃及び前記第2切刃は、互いに、前記回転軸を基準にし
て 180° の回転対称性を有する、請求項1又は2に記載のドリル。
- [請求項4] 前記切削部は、前記回転軸に垂直な断面において、前記先端におけ
る直径をD1とし、前記先端以外の部位における直径をD2としたとき、
前記D1及び前記D2が、 $D1 \geq D2$ の関係を有する、請求項1
～3のいずれかに記載のドリル。
- [請求項5] 前記切削部は、前記回転軸に垂直な断面において、その直径が前記
先端から前記後端に渡って一定である、請求項1～4のいずれかに記
載のドリル。
- [請求項6] 前記第1領域において、前記回転軸に垂直な断面における、前記第
1ランドの長さL1及び前記第2ランドの長さL2の割合R（ $L1/L2$ ）が、
前記先端側から前記後端側に向かうに従って大きくなる、
請求項1に記載のドリル。

- [請求項7] 前記切削部は、前記割合Rが一定である第2領域をさらに有する、
請求項6に記載のドリル。
- [請求項8] 前記第2領域のうち前記先端側の端部において、前記割合Rが1.
5以上である、請求項7に記載のドリル。
- [請求項9] 前記第1領域と前記第2領域とが互いに連続している、請求項7又
は8に記載のドリル。
- [請求項10] 前記第1領域において、
前記第1ランドの長さL1は、前記先端側から前記後端側に向かう
に従って大きくなり、
前記第2ランドの長さL2は、前記先端側から前記後端側に向かう
に従って小さくなる、請求項6～9のいずれかに記載のドリル。
- [請求項11] 前記第1領域において、前記先端側から前記後端側に向かうに従っ
て前記第1溝の捩れ角θ1と前記第2溝の捩れ角θ2との差が小さく
なる、請求項1に記載のドリル。
- [請求項12] 前記第1領域において、前記捩れ角θ1と前記捩れ角θ2とは、そ
れらの最大角度差が1°以上である、請求項11に記載のドリル。
- [請求項13] 前記切削部は、前記第1領域よりも前記後端側に位置し且つ前記第
1領域と連続する第2領域をさらに有し、
前記第2領域において、前記捩れ角θ1と前記捩れ角θ2とが同一
である、請求項11又は12に記載のドリル。
- [請求項14] 前記第2領域において、前記捩れ角θ1及び前記捩れ角θ2はいす
れも30～60°である、請求項13に記載のドリル。
- [請求項15] 被削材を準備する工程と、
請求項1～14のいずれかに記載の前記ドリルを回転させる工程と
'、
回転している前記ドリルの前記第1切刃及び前記第2切刃を、前記
被削材に接触させて、前記被削材に貫通孔を形成する工程と、
前記被削材と前記ドリルとを相対的に離隔させる工程と、

を備える、被削材の切削方法。

[請求項16] 前記被削材を準備する工程は、

表面に導体が形成された複数の基板を、それぞれの間に樹脂材料を含有する中間層を介するようにして積層する工程と、

前記中間層を加熱して前記樹脂材料を軟化させる工程と、を備える、

請求項15に記載の被削材の切削方法。

[請求項17] 前記貫通孔を形成する工程において、

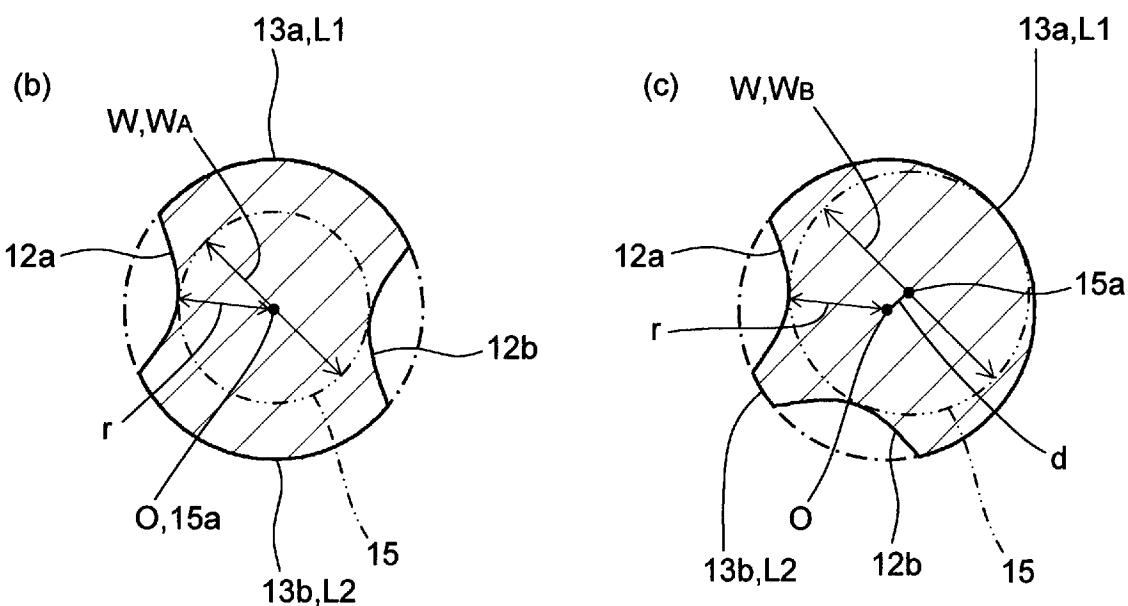
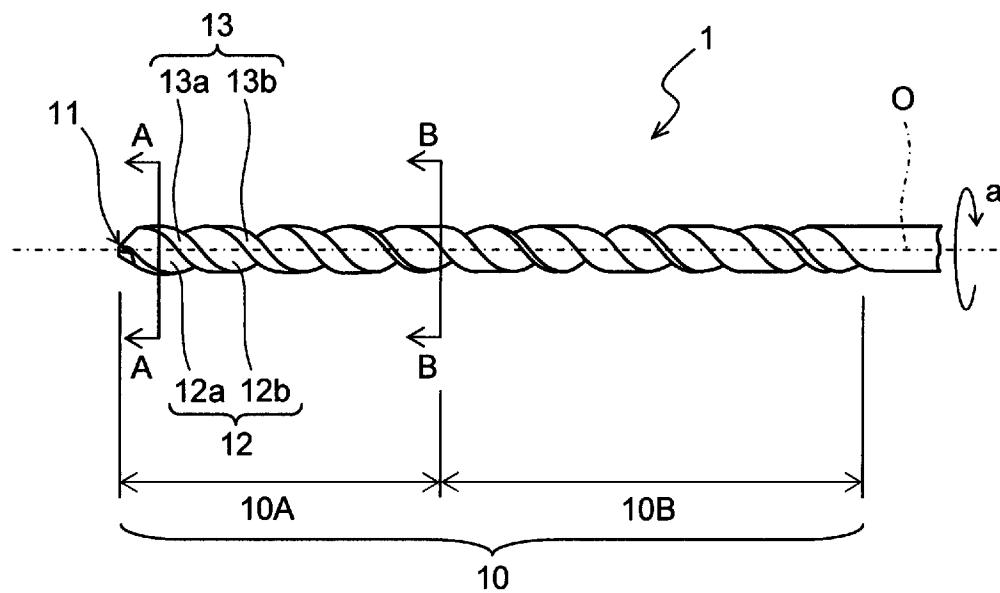
前記ドリルの前記切削部のうち前記後端側の一部領域は前記被削材を貫通しない、請求項15又は16に記載の被削材の切削方法。

[請求項18] 前記被削材はプリント基板を含む、請求項15～17のいずれかに記載の被削材の切削方法。

[請求項19] 前記被削材はガラスを含む、請求項15～18のいずれかに記載の被削材の切削方法。

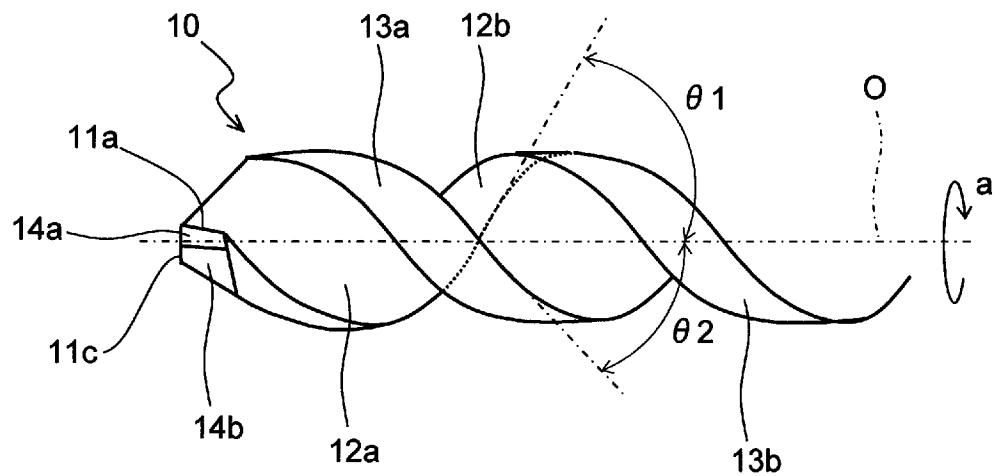
[図1]

(a)

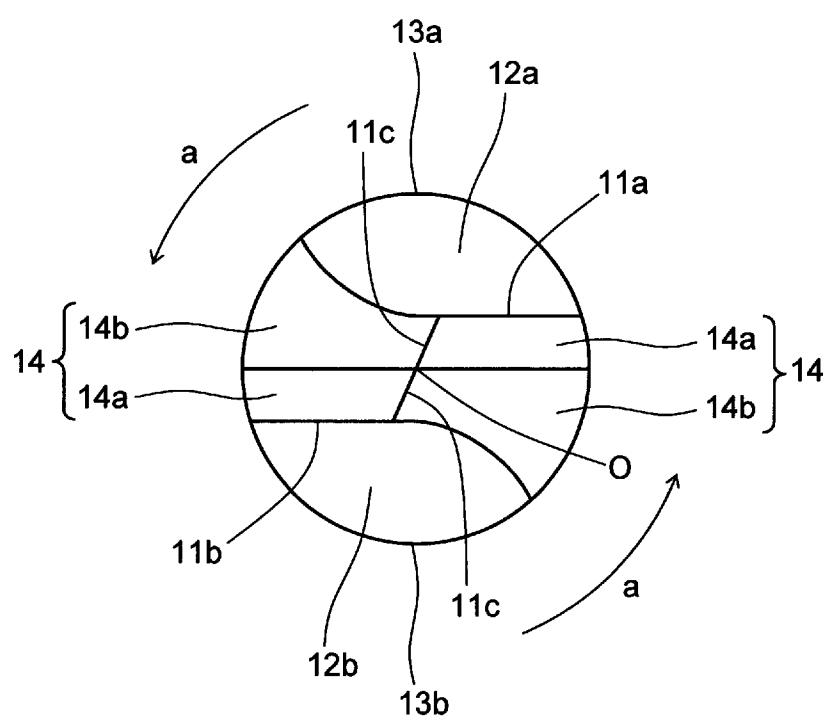


[図2]

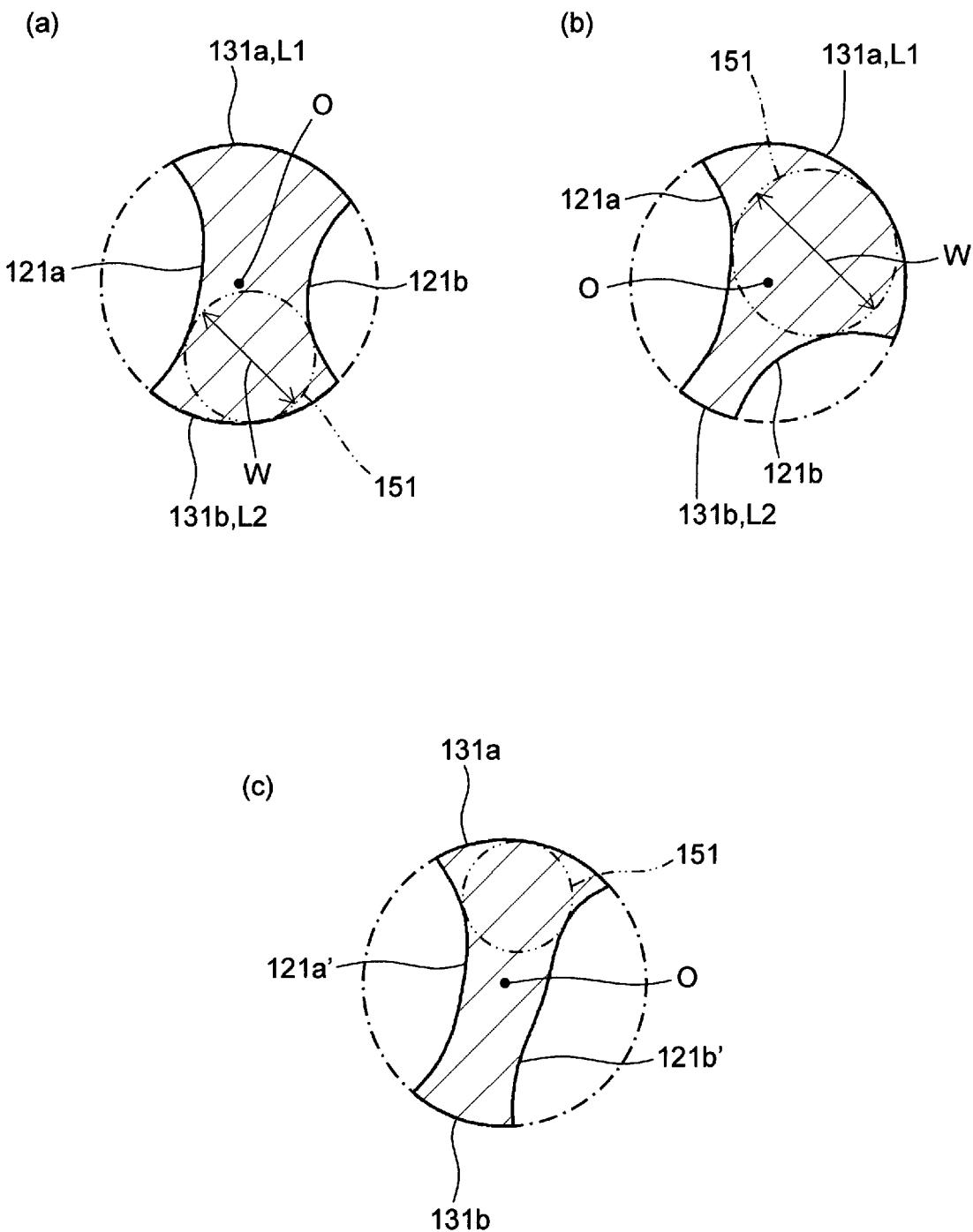
(a)



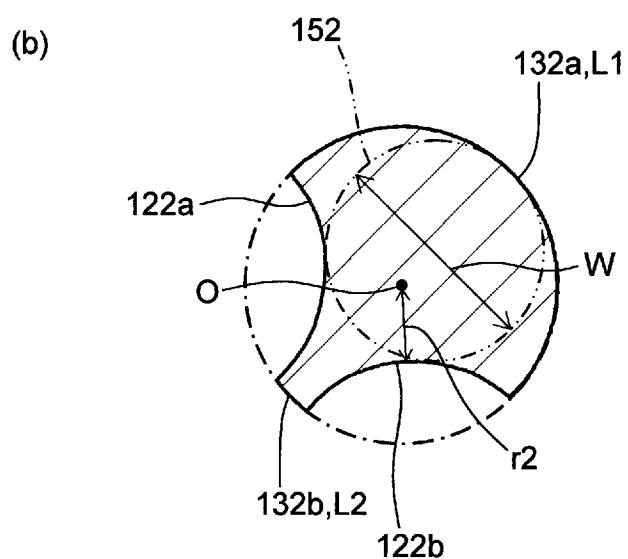
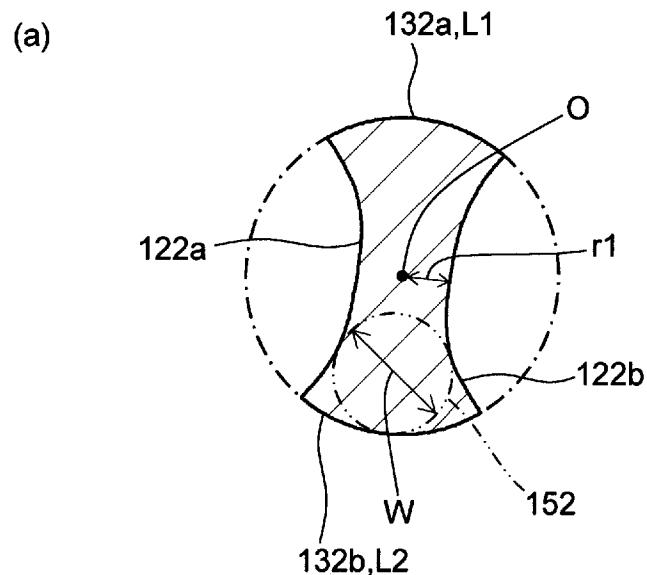
(b)



[図3]

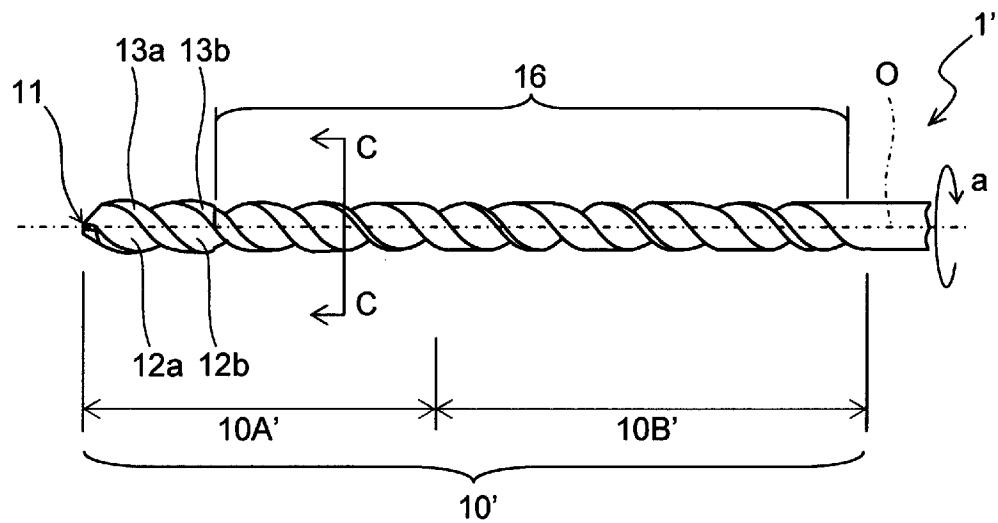


[図4]

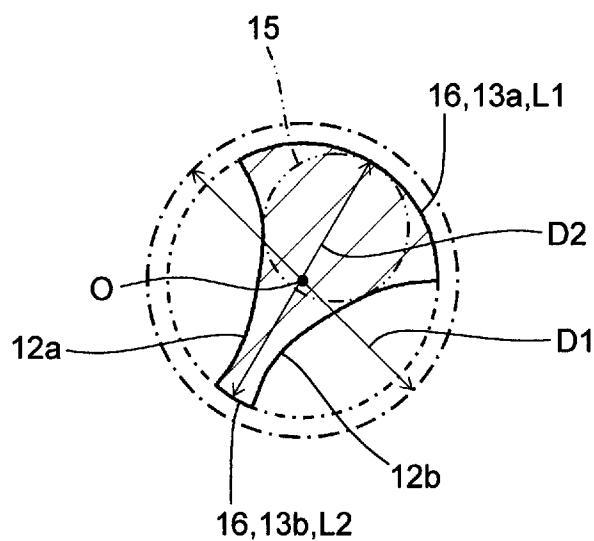


[図5]

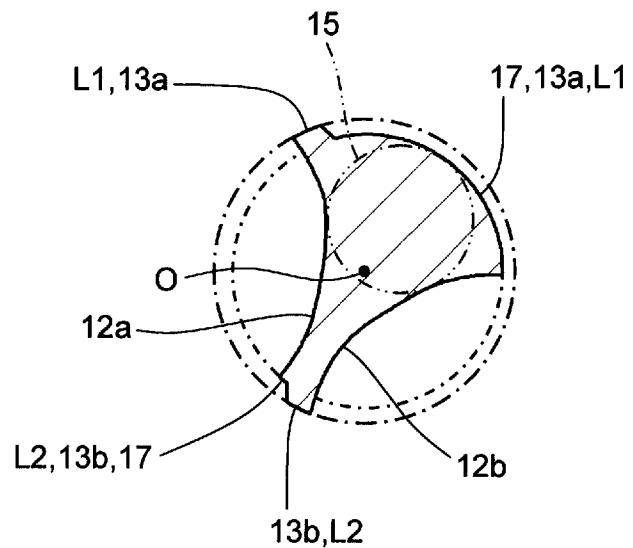
(a)



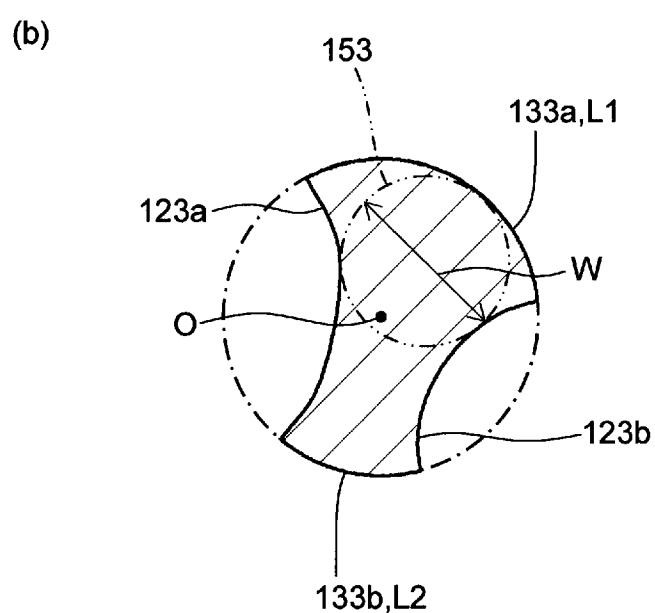
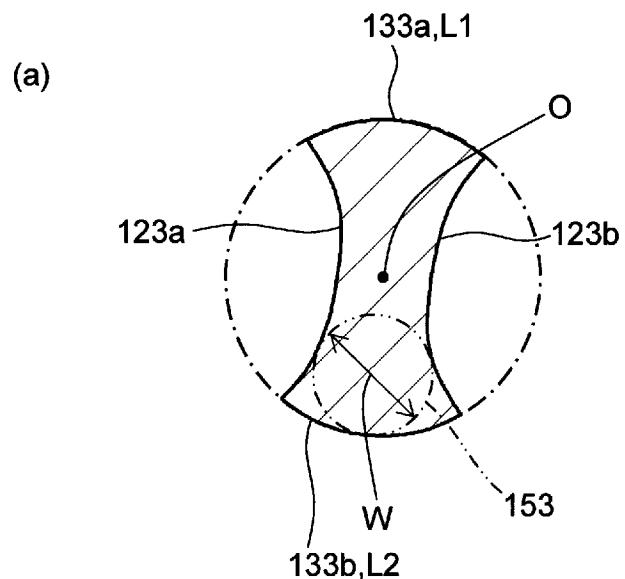
(b)



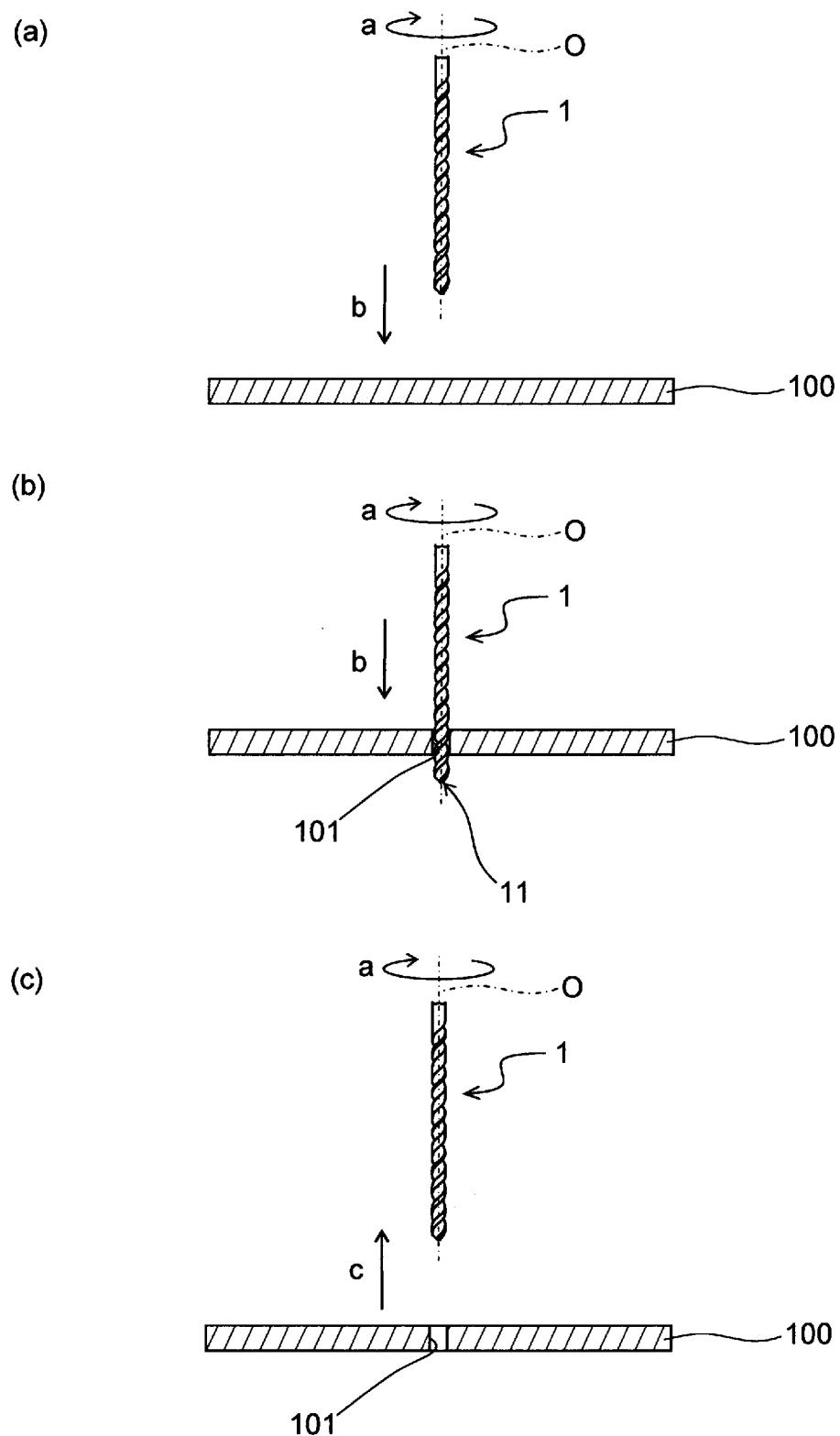
[図6]



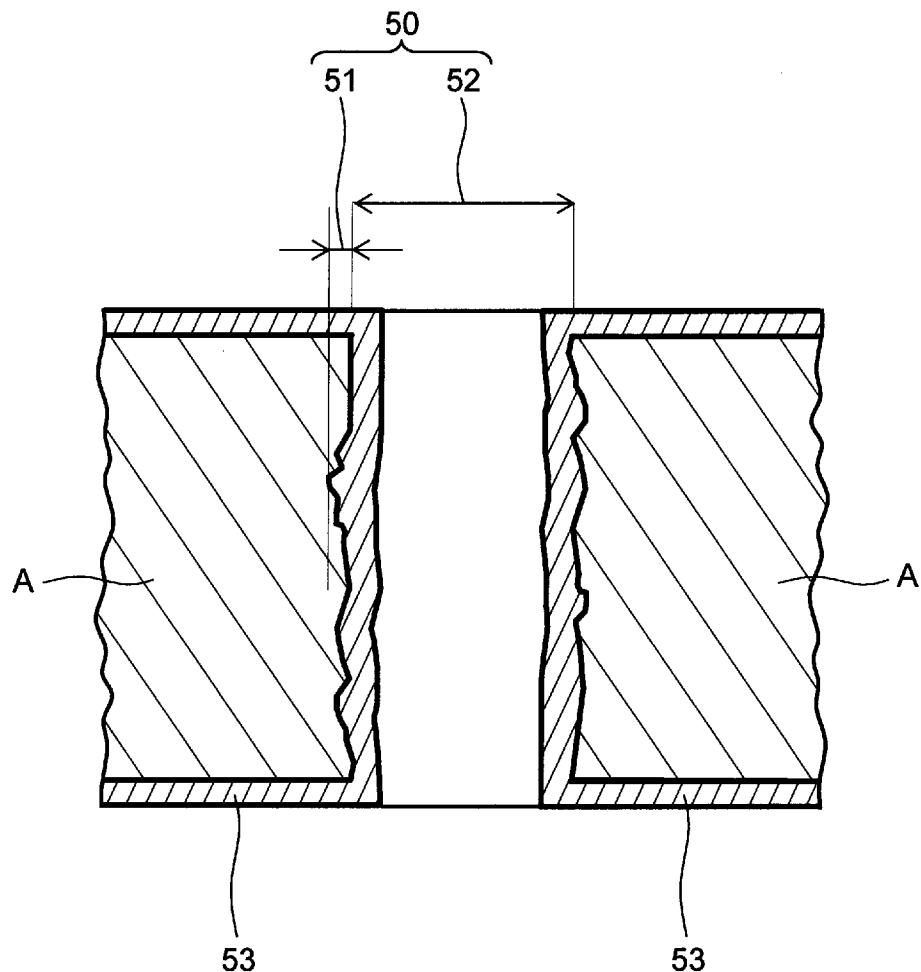
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/055368

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

B23B51/00-51/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	1922-1996	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	1996-2010
<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	1971-2010	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	1994-2010

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.
X Y	JP 8-127004 A (Kanefusa Corp.), 21 May 1996 (21.05.1996), claims; fig. 1 to 2 & US 5897274 A & EP 0805006 A1 & WO 1996/013364 A1	1-14 15-19
X Y	JP 3-245908 A (Hitachi Seiko, Ltd.), 01 November 1991 (01.11.1991), claim 1; page 3, upper left column, lines 4 to 5; fig. 5 to 6 (Family: none)	1,3-5 15-19
X Y	JP 64-78711 A (Mitsubishi Metal Corp.), 24 March 1989 (24.03.1989), claims; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-14 15-19

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
21 April, 2010 (21.04.10)

Date of mailing of the international search report
11 May, 2010 (11.05.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/055368

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-144122 A (Mitsubishi Materials Corp.), 21 May 2002 (21.05.2002), (Family: none)	1-19
A	JP 2007-307642 A (Sumitomo Electric Hardmetal Corp.), 29 November 2007 (29.11.2007), (Family: none)	1-19

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B23B51/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B23B51/00-51/02

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	1971-2010年
日本国実用新案登録公報	1996-2010年
日本国登録実用新案公報	1994-2010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
X	JP 8-127004 A (兼房株式会社) 1996.05.21, 特許請求の範囲、第1-2	1-14
Y	図 & US 5897274 A & EP 0805006 A1 & WO 1996/013364 A1	15-19
X	JP 3-245908 A (日立精工株式会社) 1991.11.01, 請求項1、第3頁 左上欄第4-5行、第5-6図 (ファミリーなし)	1, 3-5
Y		15-19
X	JP 64-78711 A (三菱金属株式会社) 1989.03.24, 特許請求の範囲、 第1-5図 (ファミリーなし)	1-14
Y		15-19

 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 21. 04. 2010	国際調査報告の発送日 11. 05. 2010
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/JP） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許序審査官（権限のある職員） 中村 泰二郎 電話番号 03-3581-1101 内線 3324 3C 3215

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
A	JP 2002-144122 A (三菱マテリアル株式会社) 2002.05.21, (ファミリーなし)	1-19
A	JP 2007-307642 A (住友電工ハードメタル株式会社) 2007.11.29, (ファミリーなし)	1-19