

(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
2021年3月4日(04.03.2021)



(10) 国際公開番号

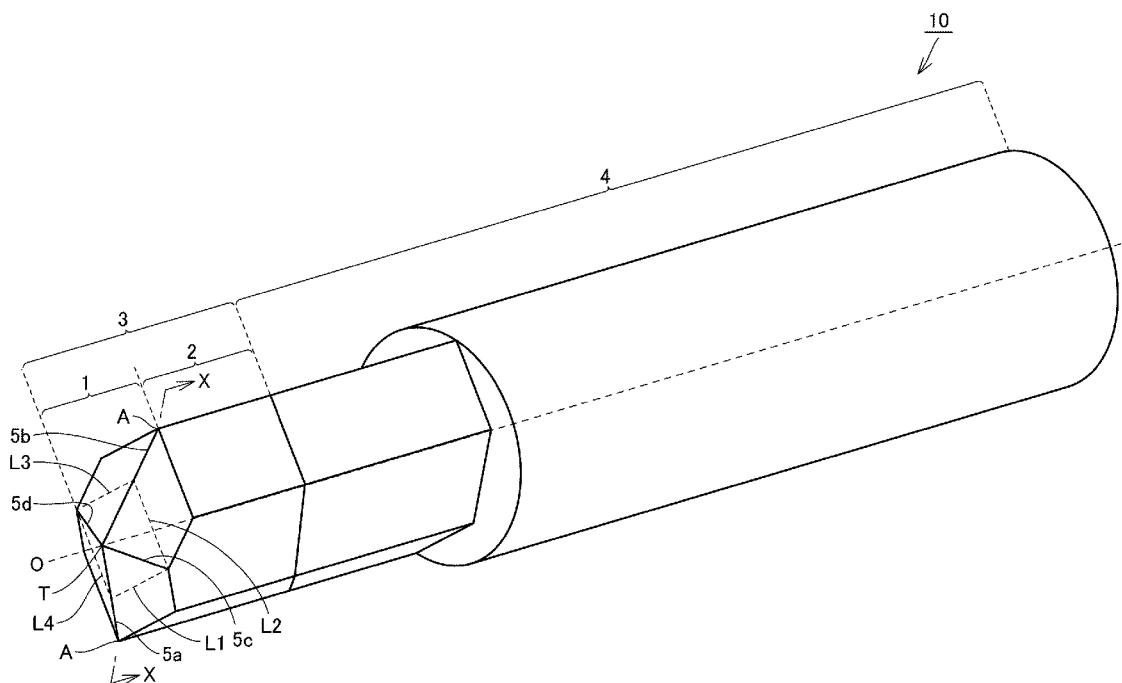
WO 2021/038987 A1

- (51) 国際特許分類:
B23B 27/14 (2006.01) *B23B 51/00* (2006.01)
B23B 27/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/020268
- (22) 国際出願日: 2020年5月22日(22.05.2020)
- (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 2019-154555 2019年8月27日(27.08.2019) JP
- (71) 出願人: 住友電気ハードメタル株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC HARDMETAL CORP.) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 背川 真有香 (SEGAWA, Mayuka); 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気ハードメタル株式会社内 Hyogo (JP). 阿部 真知子 (ABE, Machiko); 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気ハードメタル株式会社内 Hyogo (JP). 植田 暁彦 (UEDA, Akihiko); 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気ハードメタル株式会社内 Hyogo (JP). 谷川 義則 (TANIGAWA, Yoshinori); 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気ハードメタル株式会社内 Hyogo (JP). 原田 高志 (HARADA, Takashi);

(54) Title: DRILL

(54) 発明の名称: ドリル

FIG.1



(57) Abstract: A drill comprising a blade tip part that is formed from diamond, and a trunk part that is formed from diamond and is continuous with the blade tip part, the drill rotating about a drill axis, wherein: the blade tip part includes N cutting blades, where N is an integer equal to or greater than 4; each of the N cutting blades includes respective N ridges linked to an apex included in an N-gonal pyramid, the apex being present on the drill axis; and the proportion of S1 to S2 is 30-60% (inclusive), where the drill axis is taken as a normal line, and where S1 is the area of the drill in a cross-section

WO 2021/038987 A1

〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号
住友電工ハードメタル株式会社内 Hyogo (JP).

- (74) 代理人:特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目2番4号 中之島フェスティバルタワー・ウエスト Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, 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))

that includes a boundary between the blade tip part and the trunk part, r is the maximum value of the distance from the drill axis to the outer contour of the drill in the cross-section, and S_2 is the area of a circle having r as the radius thereof.

(57) 要約: ダイヤモンドからなる刃先部と、前記刃先部に連続するダイヤモンドからなる胴体部とを備え、ドリル軸を中心として回転するドリルであって、前記刃先部は N が4以上の整数である N 本の切れ刃を含み、前記 N 本の切れ刃のそれぞれは、ドリル軸上に存在する頂点を含む N 角錐の前記頂点につながる N 本の稜のそれぞれを含み、前記ドリル軸を法線とし、かつ、前記刃先部と前記胴体部との境界を含む断面における前記ドリルの面積を S_1 とし、前記断面における前記ドリル軸から前記ドリルの外縁までの距離の最大値を r とし、前記 r を半径とする円の面積を S_2 とした場合、前記 S_2 に対する前記 S_1 の割合が30%以上60%以下である。

明 細 書

発明の名称：ドリル

技術分野

[0001] 本開示は、ドリルに関する。本出願は、2019年8月27日に出願した日本特許出願である特願2019-154555号に基づく優先権を主張する。当該日本特許出願に記載された全ての記載内容は、参照によって本明細書に援用される。

背景技術

[0002] ダイヤモンドは極めて高い硬度を有しているため、ドリル等の切削工具に使用されている。

[0003] 特開2002-36017号公報（特許文献1）には、単結晶ダイヤモンドを先端に有するドリルであって、該単結晶ダイヤモンドの先端部は四角錐面を有するドリルが開示されている。

[0004] 特開2003-260612号公報（特許文献2）には、シャンクの先端にダイヤモンドによる加工部が設けられたダイヤモンド工具であって、切れ刃として機能する3本の稜を有する三角錐状の加工部を備えたダイヤモンド工具が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2002-36017号公報
特許文献2：特開2003-260612号公報

発明の概要

[0006] 本開示のドリルは、ダイヤモンドからなる刃先部と、前記刃先部に連続するダイヤモンドからなる胴体部とを備え、ドリル軸を中心として回転するドリルであって、

前記刃先部はNが4以上の整数であるN本の切れ刃を含み、

前記N本の切れ刃のそれぞれは、ドリル軸上に存在する頂点を含むN角錐

の前記頂点につながるN本の稜のそれぞれを含み、

前記ドリル軸を法線とし、かつ、前記刃先部と前記胴体部との境界を含む断面における前記ドリルの面積を S_1 とし、前記断面における前記ドリル軸から前記ドリルの外縁までの距離の最大値を r とし、前記 r を半径とする円の面積を S_2 とした場合、前記 S_2 に対する前記 S_1 の割合が30%以上60%以下である、ドリルである。

図面の簡単な説明

- [0007] [図1]図1は、実施の形態1のドリルの斜視図である。
- [図2]図2は、図1のドリルを刃先部の頂点側から見た平面図である。
- [図3]図3は、図1のドリルのX-X線における断面図である。
- [図4]図4は、実施の形態2のドリルの斜視図である。
- [図5]図5は、図4ドリルを刃先部の頂点側から見た平面図である。
- [図6]図6は、図4のドリルのX-X線における断面図である。
- [図7]図7は、実施の形態2のドリルの他の一例の斜視図である。
- [図8]図8は、図7のドリルを刃先部の頂点側から見た平面図である。
- [図9]図9は、図7のドリルのX-X線における断面図である。
- [図10]図10は、実施の形態3のドリルの斜視図である。
- [図11]図11は、図10のドリルを刃先部の頂点側から見た平面図である。
- [図12]図12は、図10のドリルのX-X線における断面図である。
- [図13]図13は、実施の形態4のドリルの斜視図である。
- [図14]図14は、図13のドリルを刃先部の頂点側から見た平面図である。
- [図15]図15は、図13のドリルのX-X線における断面図である。
- [図16]図16は、実施の形態5のドリルの斜視図である。
- [図17]図17は、図16のドリルを刃先部の頂点側から見た平面図である。
- [図18]図18は、図16のドリルのX-X線における断面図である。
- [図19]図19は、刃先部にダイヤモンドを用いた従来のドリルの一例の斜視図である。
- [図20]図20は、図19のドリルを刃先部の頂点側から見た平面図である。

[図21]図 2 1 は、図 1 9 のドリルの X-X 線における断面図である。

[図22]図 2 2 は、実施例で作製されたドリルを説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0008] [本開示が解決しようとする課題]

ドリルでの穴開け加工時に、ドリルと加工穴との隙間に切屑が溜まると、ドリルが折れて工具寿命が短くなる。よって、優れた切屑排出性及び長い工具寿命を有するドリルが求められている。

[0009] そこで、本開示は、優れた切屑排出性及び長い工具寿命を有するドリルを提供することを目的とする。

[0010] [本開示の効果]

本開示のドリルは、優れた切屑排出性及び長い工具寿命を有する。

[0011] [本開示の実施形態の説明]

最初に本開示の実施態様を列記して説明する。

[0012] (1) 本開示のドリルは、

ダイヤモンドからなる刃先部と、前記刃先部に連続するダイヤモンドからなる胴体部とを備え、ドリル軸を中心として回転するドリルであって、

前記刃先部は N が 4 以上の整数である N 本の切れ刃を含み、

前記 N 本の切れ刃のそれぞれは、前記ドリル軸上に存在する頂点を含む N 角錐の前記頂点につながる N 本の稜のそれぞれを含み、

前記ドリル軸を法線とし、かつ、前記刃先部と前記胴体部との境界を含む断面における前記ドリルの面積を S_1 とし、前記断面における前記ドリル軸から前記ドリルの外縁までの距離の最大値を r とし、前記 r を半径とする円の面積を S_2 とした場合、前記 S_2 に対する前記 S_1 の割合が 30% 以上 60% 以下である、ドリルである。

[0013] 本開示のドリルは、優れた切屑排出性及び長い工具寿命を有する。

[0014] (2) 前記 S_2 に対する前記 S_1 の割合が 45% 以上 55% 以下であることが好ましい。これによると、ドリルの切屑排出性が更に向上する。

[0015] (3) 前記ダイヤモンドは、平均粒径が 100 nm 以下、かつ、純度が 9

9%以上の多結晶ダイヤモンドからなることが好ましい。これによると、ドリルの強度、硬度及び耐熱性が向上する。

[0016] (4) 前記ダイヤモンドは、単結晶ダイヤモンドからなることが好ましい。これによると、熱伝導性が高いため刃先の摩耗進展が遅く、エッジがシャープな状態を維持しやすく、切れ味が向上する。

[0017] [本開示の実施形態の詳細]

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

[0018] 本開示のドリルの理解を助けるために、まず、従来の刃先部にダイヤモンドを用いたドリルについて説明するとともに、逐次本開示の機能と対比して説明する。図19は、刃先部81にダイヤモンドを用いた従来のドリル810の一例を示す斜視図である。図20は、図19のドリル810を刃先部81の先端T側から見た平面図である。図21は、図19のドリル810のX-X線における断面図である。

[0019] ダイヤモンドは硬度が高いため、加工形状に制約がある。従って、図19及び図20に示されるように、従来のドリルでは、刃先部81の形状は正四角錐等の加工の容易な形状が採用されていた。しかし、従来のドリルの形状によると、ドリルと加工穴との隙間に切屑が溜まり、このためドリルが折れ、工具寿命が短くなることがあった。

[0020] 上記状況に鑑み、本発明者らは鋭意検討の結果、ダイヤモンドからなる刃先部においても、容易に作製することのできる形状であり、かつ、切屑排出性に優れたドリルの形状を新たに創作し、本開示を完成させた。

[0021] 本開示のドリルは、ダイヤモンドからなる刃先部と、刃先部に連続するダイヤモンドからなる胴体部とを備え、ドリル軸を中心として回転するドリルであって、刃先部はNが4以上の整数であるN本の切れ刃を含み、N本の切れ刃のそれぞれは、ドリル軸上に存在する頂点を含むN角錐の頂点につなが

るN本の稜のそれぞれを含み、ドリル軸を法線とし、かつ、刃先部と胴体部との境界を含む断面におけるドリルの面積を S_1 とし、断面におけるドリル軸からドリルの外縁までの距離の最大値を r とし、 r を半径とする円の面積を S_2 とした場合、 S_2 に対する S_1 の割合が30%以上60%以下である。

[0022] 本開示のドリルは、ダイヤモンドからなる刃先部を有し、該刃先部は N が4以上の整数である N 本の切れ刃を含み、該 N 本の切れ刃のそれぞれは、ドリル軸上に存在する頂点を含む N 角錐の頂点につながる N 本の稜のそれぞれを含む。このような刃先部は、 N 角錐面を含む。

[0023] N 角錐面は、物体を平面で切り出すことにより形成することができる。従って、 N 角錐面を含む刃先部は、ダイヤモンドを加工して形成することが容易な形状である。

[0024] 更に、本開示のドリルは、ドリル軸を法線とし、かつ、刃先部と胴体部との境界を含む断面におけるドリルの面積を S_1 とし、該断面におけるドリル軸からドリルの外縁までの距離の最大値を r とし、 r を半径とする円の面積を S_2 とした場合、 S_2 に対する S_1 の割合が30%以上60%以下である。 S_1 は、ドリル軸を法線とする断面における、ドリルの加工穴の形成に寄与する部分の面積に相当する。 S_2 は、ドリル軸を法線とする断面における、ドリルの加工穴の面積に相当する。

[0025] S_2 に対する S_1 の割合が小さいほど、加工穴とドリルとの隙間が大きくなるため切屑排出性が向上する。例えば、図19～図21に示されるような刃先部が正四角錐から成る従来のドリルでは、 S_2 （図21において円R8の面積）に対する S_1 （図21において、斜線で示されるドリル810の断面面積）の割合は約64%である。一方、本開示のドリルでは、 S_2 に対する S_1 の割合は30%以上60%以下であるため、従来のドリルよりも切屑排出性が向上している。

[0026] S_2 に対する S_1 の割合の下限は、ドリルの強度を確保する観点から、30%である。 S_2 に対する S_1 の割合は、45%以上55%以下が好ましい

- 。
- [0027] 本開示のドリルにおいて、刃先部を形成するダイヤモンドは特に限定されず、天然ダイヤモンド及び合成ダイヤモンドのいずれも用いることができる。合成ダイヤモンドとしては、多結晶ダイヤモンド及び単結晶ダイヤモンドのいずれも用いることができる。
- [0028] ダイヤモンドとして、多結晶ダイヤモンドを用いることが好ましい。これによると、ドリルは十分な強度、硬度及び耐熱性を有することができる。
- [0029] ダイヤモンドは、平均粒径が100nm以下、かつ、純度が99%以上の多結晶ダイヤモンドからなることが好ましい。これによると、ドリルの強度、硬度及び耐熱性が更に向上する。
- [0030] 多結晶ダイヤモンドの平均粒径の下限は、特に限定する必要はないが、製造上の観点からは10nmとすることができる。多結晶ダイヤモンドの平均粒径は、10nm以上100nm以下が好ましく、10nm以上30nm以下がより好ましい。
- [0031] 本明細書における多結晶ダイヤモンドの平均粒径は、走査電子顕微鏡を用いた切断法により測定される。具体的な測定方法について、下記に説明する。
- 。
- [0032] まず多結晶ダイヤモンドの表面を鏡面研磨し、該研磨面を走査電子顕微鏡（SEM）を用いて、多結晶ダイヤモンドを倍率30000倍で観察し、SEM画像を得る。
- [0033] 次に、そのSEM画像に円を描き、その円の中心から8本の直線を放射状（各直線間の交差角度がほぼ等しくなるよう）に円の外周まで引く。この場合、円の直径は、上記の直線1本あたりに載るダイヤモンド粒子の個数が10～50個程度になるように設定する。
- [0034] 引続き、上記の各直線毎にダイヤモンド粒子の結晶粒界を横切る数を数え、直線の長さをその横切る数で割ることにより平均切片長さを求める。該平均切片長さに1.128をかけて得られる数値を該SEM画像における多結晶ダイヤモンドの平均粒径とする。

- [0035] 1つの試料に対して別々の箇所を撮影した3枚のSEM画像を使用し、各SEM画像毎に上記の方法で多結晶ダイヤモンドの平均粒径を求める。得られた3つの多結晶ダイヤモンド平均粒径の平均値を、本明細書における多結晶ダイヤモンドの平均粒径とする。
- [0036] ダイヤモンドの純度は99%以上が好ましく、99%以上100%以下がより好ましく、99.99%以上100%以下が更に好ましい。ダイヤモンドの純度は、SIMS (Secondary Ion Mass Spectrometry) 分析や多結晶ダイヤモンドのX線回析パターンにより測定することができる。
- [0037] 多結晶ダイヤモンドの製造方法は特に限定されない。例えば、グラファイト型層状構造の炭素物質を、焼結助剤や触媒を添加せずに、超高温高压下で焼結して得られる多結晶ダイヤモンドを用いることができる。
- [0038] ダイヤモンドは、単結晶ダイヤモンドからなることが好ましい。これによると、熱伝導性が高いため刃先の摩耗進展が遅く、エッジがシャープな状態を維持しやすく、切れ味が向上する。
- [0039] 単結晶ダイヤモンドとしては、天然ダイヤモンド及び合成単結晶ダイヤモンドが挙げられる。合成単結晶ダイヤモンドの製造方法は特に限定されない。例えば、高压合成法や気相合成法を用いて作製された合成単結晶ダイヤモンドを用いることができる。
- [0040] 本開示のドリルについて、下記の実施の形態1～実施の形態7において更に具体的に説明する。
- [0041] [実施の形態1]
- 図1は実施の形態1のドリルの斜視図である。図2は、図1のドリルを刃先部の頂点T側から見た平面図である。図3は、図1のドリルのX-X線における断面図である。
- [0042] 実施の形態1のドリル10は、ダイヤモンドからなる刃先部1と、刃先部1と接続され、ダイヤモンドからなる胴体部2とを備え、ドリル軸Oを中心として回転する。本明細書中、刃先部とは、ドリルのうち、切れ刃を有する

部分を示す。刃先部と胴体部との境界は、ドリル軸を法線とし、かつ、切れ刃のうち最も長い切れ刃の胴体部側の端部Aを通る断面上に位置する。

[0043] 刃先部1及び胴体部2は、本体部3を形成している。ドリル10は、更に、本体部3と接続され、ドリル10を保持具（図示せず。）と接続するための接続部4を備えることができる。

[0044] 刃先部1は、4本の切れ刃5a, 5b, 5c, 5dを含む。切れ刃5a及び5bは長さが同一であり、切れ刃5c及び5dは長さが同一である。切れ刃5a, 5bは、切れ刃5c, 5dよりも長い。

[0045] 4本の切れ刃5a, 5b, 5c, 5dのそれぞれは、ドリル軸O上に存在する頂点Tを含む正四角錐の4本の稜のそれぞれを含む。図1及び図2において、該正四角錐は、刃先部1の頂点Tを頂点とし、点線L1, L2, L3, L4で囲まれる正方形を底面とする正四角錐として示される。

[0046] ドリル10は、ドリル軸Oを法線とし、かつ、刃先部1と胴体部2との境界を含む断面（図1のX-X線における断面）におけるドリル10の面積をS1とし、該断面におけるドリル軸Oからドリル10の外縁までの距離の最大値をr1とし、r1を半径とする円R1の面積をS2とした場合、S2に対するS1の割合が30%以上60%以下である。

[0047] 図3（実施の形態1）と図21（従来のドリル）とを比較すると、実施の形態1のドリルは、従来のドリルに比べて、S2（円R1の面積）に対するS1（ドリル10の断面積）の割合が小さくなっていることがわかる。従って、加工穴のサイズが同一の場合、実施の形態1のドリルは、従来のドリルよりもドリルと加工穴との隙間が大きく、切屑排出性が向上している。該ドリルは切屑が隙間に溜まることによるドリルの欠損が生じず、長寿命を有することができる。

[0048] 胴体部2は、ドリル軸Oを法線とし、かつ、刃先部と胴体部との境界を含む断面（図1のX-X線における断面）におけるドリル10の形状（六角形）を底面とする六角柱形状とすることができる。

[0049] 上記では、ドリルは、刃先部が4本の切れ刃を含み、4本の切れ刃のそれ

それは、ドリル軸上に存在する頂点を含む正四角錐の頂点につながる4本の稜のそれぞれを含む場合として説明したが、ドリルの形状はこれに限定されない。例えば、ドリルは、刃先部に含まれる切れ刃の数 N が4以上の整数であり、 N 本の切れ刃のそれぞれは、ドリル軸上に存在する頂点を含む正 N 角錐の頂点につながる N 本の稜のそれぞれを含む形態とすることができる。中でも、 N は4以上の偶数であることが、加工穴の形状の観点から好ましい。 N の上限は特に限定されないが、例えば、10とすることができる。すなわち、 N は、4以上10以下の整数とすることができ、4以上10以下の偶数であることが好ましい。

[0050] 実施の形態1において、刃先部の全体は、正 N 角錐形状の底面の複数の頂点のうち、2つ以上の頂点のそれぞれが、底面に垂直な平面で切り落とされた形状とすることができる。

[0051] 頂点を切り落とす際は、ドリル軸を法線とし、かつ、刃先部と胴体部との境界を含む断面におけるドリルの形状が線対称及び／又は点対称の形状となり、 $S2$ に対する $S1$ の割合が30%以上60%以下となるように頂点を底面に垂直な平面で切り落とすことが好ましい。これにより、得られたドリルはドリルと加工穴との隙間が十分に大きく、切屑排出性が向上している。該ドリルは切屑が隙間に溜まることによるドリルの欠損が生じず、長寿命を有することができる。

[0052] [実施の形態2]

図4は実施の形態2のドリルの斜視図である。図5は、図4のドリルを刃先部の頂点 T 側から見た平面図である。図6は、図4のドリルの $X-X$ 線における断面図である。

[0053] 実施の形態2のドリル210は、刃先部21及び胴体部22の形状以外は、実施の形態1のドリルと同様の構成とすることができる。従って、実施の形態2では、刃先部21及び胴体部22の形状について説明する。

[0054] 刃先部21は、8本の切れ刃25a, 25b, 25c, 25d, 25e, 25f, 25g, 25hを含む。8本の切れ刃のうち、2本の切れ刃25a

、25 bは長さが同一であり、他の6本の切れ刃25 c, 25 d, 25 e, 25 f, 25 g, 25 hよりも長い。

[0055] 8本の切れ刃25 a, 25 b, 25 c, 25 d, 25 e, 25 f, 25 g, 25 hのそれぞれは、ドリル軸O上に存在する頂点Tを含む八角錐の8本の稜のそれぞれを含む。図4及び図5において、該八角錐は、刃先部21の頂点Tを頂点とし、実線L21, L22, L23, L24, L25, L26, L27, L28で囲まれる八角形を底面とする八角錐として示される。

[0056] 本実施形態では、刃先部の切れ刃25 a, 25 b, 25 c, 25 d, 25 e, 25 f, 25 g, 25 hのそれぞれと、各切れ刃に対応する八角錐の8本の稜のそれぞれとは、長さが一致している。すなわち、刃先部21は、八角錐形状である。該八角錐の底面は、線対称かつ点対称の八角形である。図6に示されるように、底面の八角形は、ドリル軸Oを通過する4本の対角線D21, D22, D23, D24のうち、1本の対角線D21が最も長く、他の3本の対角線D22, D23, D24は対角線D21よりも短い。

[0057] ドリル210は、ドリル軸Oを法線とし、かつ、刃先部21と胴体部22との境界を含む断面（図4のX-X線における断面）におけるドリル210の面積をS1とし、該断面におけるドリル軸Oからドリル210の外縁までの距離の最大値をr2とし、r2を半径とする円R2の面積をS2とした場合、S2に対するS1の割合が30%以上60%以下である。

[0058] 図6（実施の形態2）と図21（従来のドリル）とを比較すると、実施の形態2のドリルは、従来のドリルに比べて、S2に対するS1の割合が小さくなっていることがわかる。従って、加工穴のサイズが同一の場合、実施の形態2のドリルは、従来のドリルよりもドリルと加工穴との隙間が大きく、切屑排出性が向上している。該ドリルは切屑が隙間に溜まることによるドリルの欠損が生じず、長寿命を有することができる。

[0059] 胴体部22は、ドリル軸Oを法線とし、かつ、刃先部と胴体部との境界を含む断面（図4のX-X線における断面）におけるドリル210の形状（八角形）を底面とする八角柱形状とすることができる。

[0060] 上記では、ドリルは、刃先部が8本の切れ刃を含み、8本の切れ刃のそれぞれは、ドリル軸上に存在する頂点を含む八角錐の頂点につながる8本の稜のそれぞれを含む場合として説明したが、ドリルの形状はこれに限定されない。例えば、ドリルは、刃先部に含まれる切れ刃の数 N が4以上の整数であり、 N 本の切れ刃のそれぞれは、ドリル軸上に存在する頂点を含む N 角錐の頂点につながる N 本の稜のそれぞれを含む形態とすることができる。中でも、 N は4以上の偶数であることが、加工穴の形状の観点から好ましい。 N が4以上の偶数の場合は、底面の N 角形は、線対称かつ点対称形状であり、ドリル軸 O を通過する $(N/2)$ 本の対角線は、異なる長さの対角線を含むことが好ましい。参考までに、 N が4の場合のドリル310を、図7～図9に示す。 N の上限は特に限定されないが、例えば、10とすることができる。すなわち、 N は、4以上10以下の整数とすることができ、4以上10以下の偶数であることが好ましい。

[0061] [実施の形態3]

図10は実施の形態3のドリルの斜視図である。図11は、図10のドリルを刃先部の頂点 T 側から見た平面図である。図12は、図10のドリルの $X-X$ 線における断面図である。

[0062] 実施の形態3のドリル410は、刃先部41及び胴体部42の形状以外は、実施の形態1のドリルと同様の構成とすることができる。従って、実施の形態3では、刃先部41及び胴体部42の形状について説明する。

[0063] 刃先部41は、4本の切れ刃45a, 45b, 45c, 45dを含む。4本の切れ刃は全て長さが同一である。

[0064] 4本の切れ刃45a, 45b, 45c, 45dのそれぞれは、ドリル軸 O 上に存在する頂点 T を含む四角錐の4本の稜のそれぞれを含む。図10及び図11において、該四角錐は、刃先部41の頂点 T を頂点とし、実線 $L41$, $L42$, $L43$, $L44$ で囲まれる矩形を底面とする四角錐として示される。

[0065] 本実施形態では、刃先部の切れ刃45a, 45b, 45c, 45dのそれ

それぞれ、各切れ刃に対応する四角錐の4本の稜のそれぞれとは、長さが一致している。すなわち、刃先部41は、四角錐形状である。該四角錐の底面は、矩形である。

[0066] ドリル410は、ドリル軸Oを法線とし、かつ、刃先部と胴体部との境界を含む断面（図10のX-X線における断面）におけるドリル410の面積をS1とし、該断面におけるドリル軸Oからドリル410の外縁までの距離の最大値をr4とし、r4を半径とする円R4の面積をS2とした場合、S2に対するS1の割合が30%以上60%以下である。

[0067] 図12と（実施の形態3）と図21（従来のドリル）とを比較すると、実施の形態3のドリルは、従来のドリルに比べて、S2に対するS1の割合が小さくなっていることがわかる。従って、加工穴のサイズが同一の場合、実施の形態3のドリルは、従来のドリルよりもドリルと加工穴との隙間が大きく、切屑排出性が向上している。該ドリルは切屑が隙間に溜まることによるドリルの欠損が生じず、長寿命を有することができる。

[0068] 胴体部42は、ドリル軸Oを法線とし、かつ、刃先部と胴体部との境界を含む断面（図10のX-X線における断面）におけるドリル410の形状（矩形）を底面とする四角柱形状とすることができる。

[0069] [実施の形態4]

図13は実施の形態4のドリルの斜視図である。図14は、図13のドリルを刃先部の頂点T側から見た平面図である。図15は、図13のドリルのX-X線における断面図である。

[0070] 実施の形態4のドリル510は、刃先部51及び胴体部52の形状以外は、実施の形態1のドリルと同様の構成とすることができる。従って、実施の形態4では、刃先部及び胴体部の形状について説明する。

[0071] 刃先部51は、4本の切れ刃55a, 55b, 55c, 55dを含む。切れ刃55a及び55bは長さが同一であり、切れ刃55c及び55dは長さが同一である。切れ刃55a, 55bは、切れ刃55c, 55dよりも長い。

- [0072] 4本の切れ刃55a, 55b, 55c, 55dのそれぞれは、ドリル軸O上に存在する頂点Tを含む正四角錐の4本の稜のそれぞれを含む。図13及び図14において、該正四角錐は、刃先部51の頂点Tを頂点とし、点線L51, L52, L53, L54で囲まれる菱形を底面とする四角錐として示される。
- [0073] ドリル510は、ドリル軸Oを法線とし、かつ、刃先部と胴体部との境界を含む断面（図13のX-X線における断面）におけるドリル510の面積をS1とし、該断面におけるドリル軸Oからドリル510の外縁までの距離の最大値をr5とし、r5を半径とする円R5の面積をS2とした場合、S2に対するS1の割合が30%以上60%以下である。
- [0074] 図15（実施の形態4）と図21（従来のドリル）とを比較すると、実施の形態4のドリルは、従来のドリルに比べて、S2に対するS1の割合が小さくなっていることがわかる。従って、加工穴のサイズが同一の場合、実施の形態4のドリルは、従来のドリルよりもドリルと加工穴との隙間が大きく、切屑排出性が向上している。該ドリルは切屑が隙間に溜まることによるドリルの欠損が生じず、長寿命を有することができる。
- [0075] 胴体部2は、ドリル軸Oを法線とし、かつ、刃先部と胴体部との境界を含む断面（図13のX-X線における断面）におけるドリル510の形状（2つの弧で囲まれる平面形状）を底面とする柱形状とすることができる。
- [0076] [実施の形態5]
- 図16は実施の形態5のドリルの斜視図である。図17は、図16のドリルを刃先部の頂点T側から見た平面図である。図18は、図16のドリルのX-X線における断面図である。
- [0077] 実施の形態5のドリル610は、刃先部61及び胴体部62の形状以外は、実施の形態1のドリルと同様の構成とすることができる。従って、実施の形態5では、刃先部61及び胴体部62の形状について説明する。
- [0078] 刃先部61は、4本の切れ刃65a, 65b, 65c, 65dを含む。4本の切れ刃は全て長さが同一である。

[0079] 4本の切れ刃65a, 65b, 65c, 65dのそれぞれは、ドリル軸O上に存在する頂点Tを含む四角錐の4本の稜のそれぞれを含む。図16及び図17において、該四角錐は、刃先部61の頂点Tを頂点とし、実線L61, L63, 点線L62, L64で囲まれる矩形を底面とする四角錐として示される。

[0080] ドリル610は、ドリル軸Oを法線とし、かつ、刃先部と胴体部との境界を含む断面（図16のX-X線における断面）におけるドリル610の面積をS1とし、該断面におけるドリル軸Oからドリル610の外縁までの距離の最大値をr6とし、r6を半径とする円R6の面積をS2とした場合、S2に対するS1の割合が30%以上60%以下である。

[0081] 図18（実施の形態5）と図21（従来のドリル）とを比較すると、実施の形態5のドリルは、従来のドリルに比べて、S2に対するS1の割合が小さくなっていることがわかる。従って、加工穴のサイズが同一の場合、実施の形態5のドリルは、従来のドリルよりもドリルと加工穴との隙間が大きく、切屑排出性が向上している。該ドリルは切屑が隙間に溜まることによるドリルの欠損が生じず、長寿命を有することができる。

[0082] 胴体部62は、ドリル軸Oを法線とし、かつ、刃先部と胴体部との境界を含む断面（図16のX-X線における断面）におけるドリル610の形状（一組の平行線と、一組の弧で囲まれる形状）を底面とする柱形状とすることができる。該柱形状は、円柱の側面が、底面に垂直な方向に、一組の平行な面で、切り落とされた形状である。

実施例

[0083] 本実施の形態を実施例によりさらに具体的に説明する。ただし、これらの実施例により本実施の形態が限定されるものではない。

[0084] [試料1～試料8]

試料1～試料8のドリルとして、実施の形態1と同様の構成を有し、刃先及び胴体部が多結晶ダイヤモンドからなるドリル（工具サイズ：φ0.5mm、胴体部長さ0.5mm）を作製した。

[0085] 図22は、ドリル軸Oを法線とし、かつ、刃先部と胴体部との境界を含む断面における試料1～試料8のドリルの断面の形状を示す図である。試料1～試料8のそれぞれのドリルにおける、図22に示されるX及びYの長さを表1の「X (μm)」及び「Y (μm)」欄に示す。更に、X及びYの長さに基づき、 r_1 を半径とする円R1の面積S2に対する、ドリルの断面の面積S1の割合を算出した。得られた値を表1の「S1/S2 (%)」欄に示す。

[0086] [試料9]

試料9のドリルとして、図19と同様の構成を有し、刃先及び胴体部が多結晶ダイヤモンドからなるドリル（工具サイズ： $\phi 0.5\text{mm}$ 、胴体部長さ 0.5mm ）を作製した。図19のドリルの断面形状は、図21に示される通りであり、対角線の長さ（図21において $r_8 \times 2$ で示される長さ）は $500\mu\text{m}$ である。

[0087] [評価]

試料1～試料9のドリルを用いて、以下の切削条件で穴開け加工を行った。加工時の切屑排出性及び加工穴数を評価した。

[0088] <切削条件>

被削材材質：シリコン、厚み 6.5mm

穴深さ： 6mm

主軸回転数： $n=30000/\text{min}$

送り速度： $V_f=100\text{mm}/\text{min}$

Step= 0.04mm

Wet加工

[0089] <評価項目>

(切屑排出性)

A：溝に切屑が詰まらずに排出された。

B：溝に切屑の詰まりが発生した。

結果を表1の「切屑排出性」欄に示す。

[0090] (加工可能穴数)

加工穴数10個ごとに、切れ刃の欠けの発生の有無を観察した。切れ刃に欠けが発生するまでの加工穴数を計測した。結果を表1の「加工可能穴数(個)」欄に示す。

[0091] [表1]

Table 1

試料 No.	S1/S2 (%)	X (μm)	Y (μm)	切屑 排出性	加工可能 穴数(個)
1	10	50	390	-	0
2	20	100	370	A	100
3	30	160	330	A	1000
4	40	200	300	A	1500
5	45	240	260	A	2500
6	50	280	220	A	3000
7	55	340	150	A	2800
8	60	430	65	A	1500
9	65	500	0	B	10

[0092] [考察]

試料3～試料8のドリルは、4本の切れ刃を含み、S2に対するS1の割合(S1/S2)が30%以上60%以下で実施例に該当する。試料3～試料8のドリルは、切屑排出性が良好であり、加工穴数も1000個以上であり長寿命であった。

[0093] 試料1及び試料2のドリルは、S2に対するS1の割合(S1/S2)が30%未満であり、比較例に該当する。試料1のドリルは、加工開始と同時に切れ刃が欠損し、穴開け加工を行うことができなかった。試料2のドリルは、切屑排出性は良好であったが、加工穴数が100個であり、実施例に比べると短寿命であった。

[0094] 試料9のドリルは、S2に対するS1の割合(S1/S2)が60%を超え、比較例に該当する。試料9のドリルは、切屑排出性が悪く、加工穴数も10個であり短寿命であった。

[0095] 以上のように本開示の実施の形態および実施例について説明を行なったが、上述の各実施の形態および実施例の構成を適宜組み合わせたり、様々に変

形することも当初から予定している。

[0096] 今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した実施の形態および実施例ではなく請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味、および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0097] 1, 2 1, 3 1, 4 1, 5 1, 6 1, 7 1, 8 1 刃先部、2, 2 2, 3 2, 4 2, 5 2, 6 2, 7 2, 8 2 胴体部、3, 2 3, 3 3, 4 3, 5 3, 6 3, 7 3, 8 3 本体部、4 取り付け部、1 0, 2 1 0, 3 1 0, 4 1 0, 5 1 0, 6 1 0, 7 1 0, 8 1 0 ドリル、T 頂点、5 a, 5 b, 5 c, 5 d, 2 5 a, 2 5 b, 2 5 c, 2 5 d, 2 5 d, 2 5 e, 2 5 f, 2 5 g, 2 5 h, 3 5 a, 3 5 b, 3 5 c, 3 5 d, 4 5 a, 4 5 b, 4 5 c, 4 5 d, 5 5 a, 5 5 b, 5 5 c, 5 5 d, 6 5 a, 6 5 b, 6 5 c, 6 5 d 切れ刃

請求の範囲

- [請求項1] ダイヤモンドからなる刃先部と、前記刃先部に連続するダイヤモンドからなる胴体部とを備え、ドリル軸を中心として回転するドリルであって、
- 前記刃先部は N が4以上の整数である N 本の切れ刃を含み、
- 前記 N 本の切れ刃のそれぞれは、前記ドリル軸上に存在する頂点を含む N 角錐の前記頂点につながる N 本の稜のそれぞれを含み、
- 前記ドリル軸を法線とし、かつ、前記刃先部と前記胴体部との境界を含む断面における前記ドリルの面積を $S1$ とし、前記断面における前記ドリル軸から前記ドリルの外縁までの距離の最大値を r とし、前記 r を半径とする円の面積を $S2$ とした場合、前記 $S2$ に対する前記 $S1$ の割合が30%以上60%以下である、ドリル。
- [請求項2] 前記 $S2$ に対する前記 $S1$ の割合が45%以上55%以下である、請求項1に記載のドリル。
- [請求項3] 前記ダイヤモンドは、平均粒径が100nm以下、かつ、純度が99%以上の多結晶ダイヤモンドからなる、請求項1又は請求項2に記載のドリル。
- [請求項4] 前記ダイヤモンドは、単結晶ダイヤモンドからなる、請求項1又は請求項2に記載のドリル。

[図1]

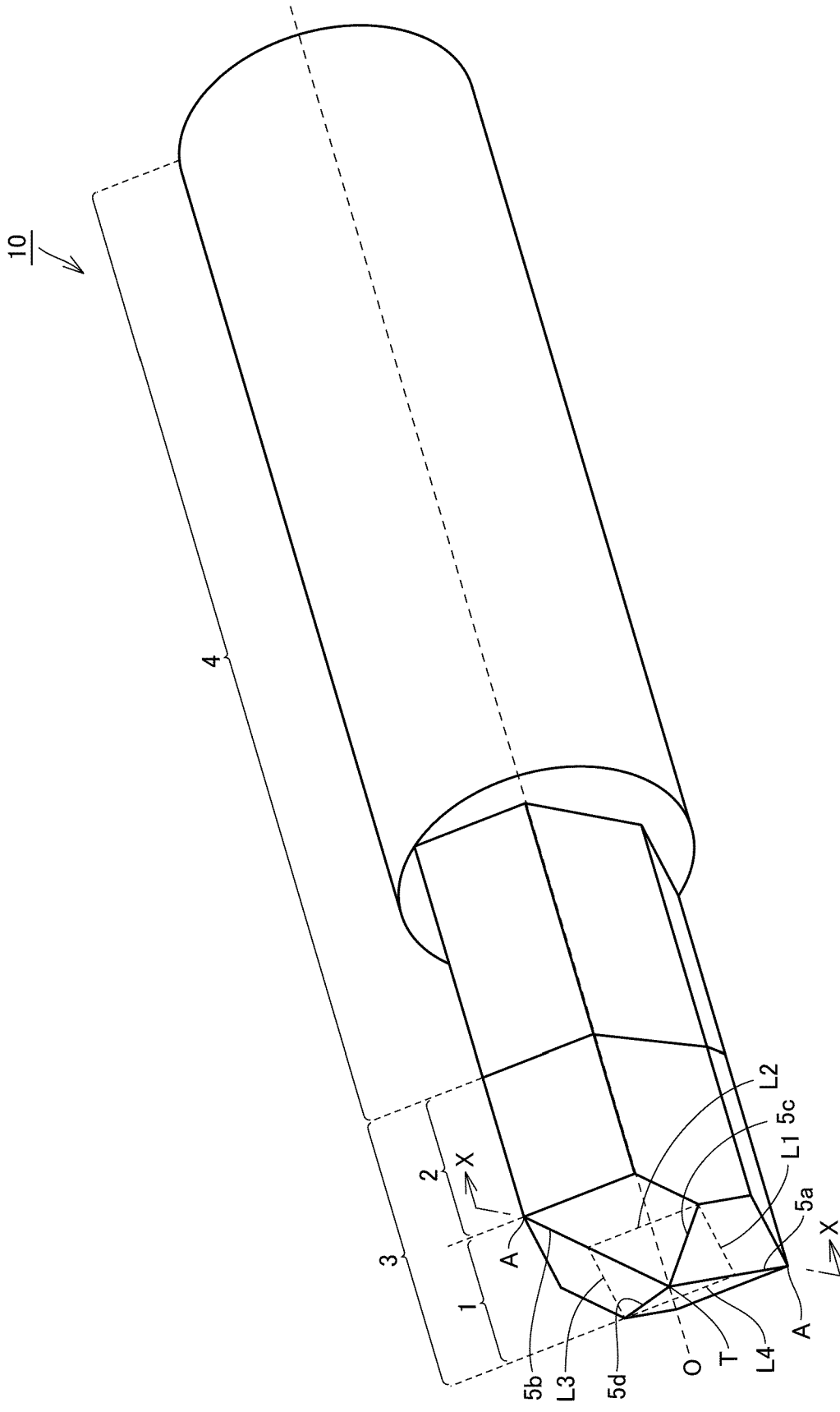
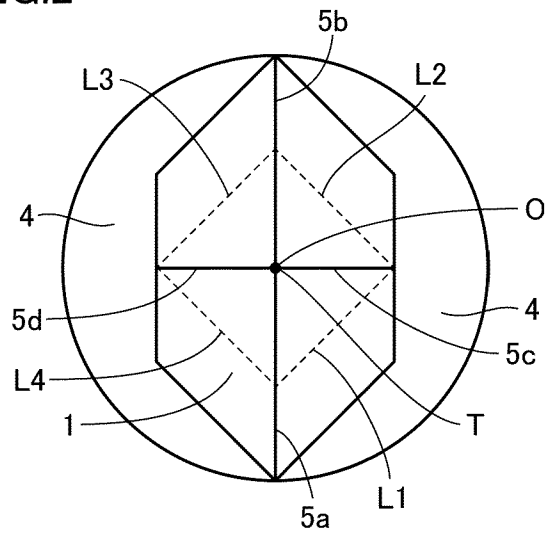


FIG.1

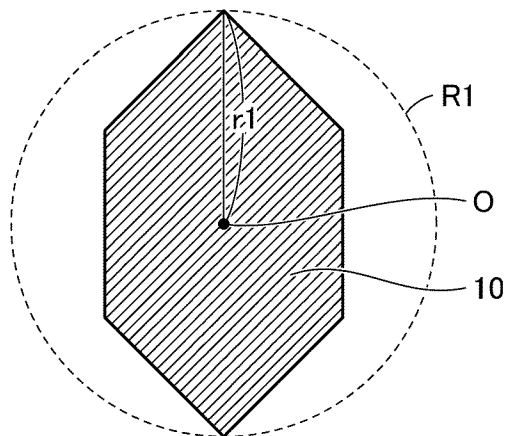
[図2]

FIG.2



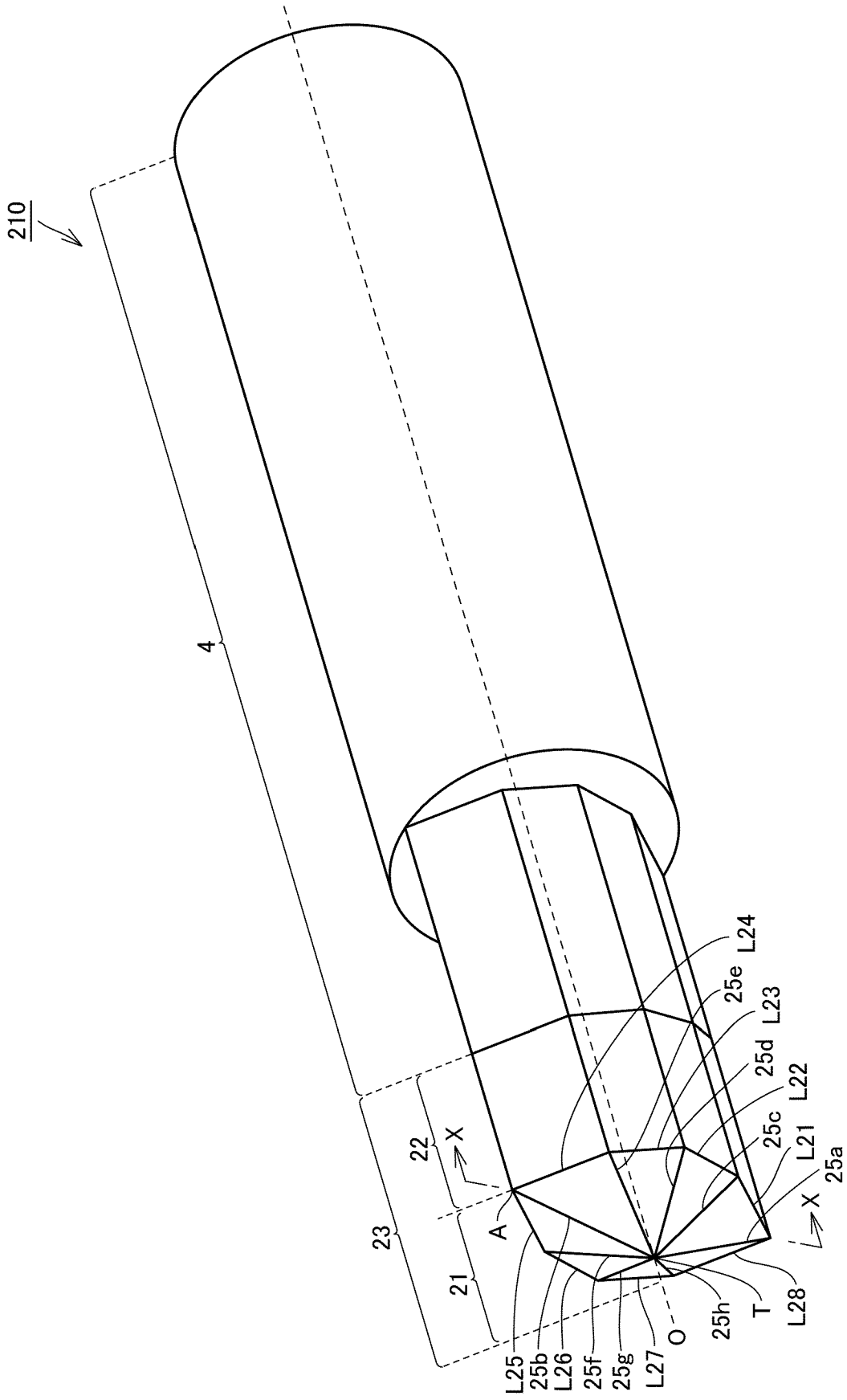
[図3]

FIG.3



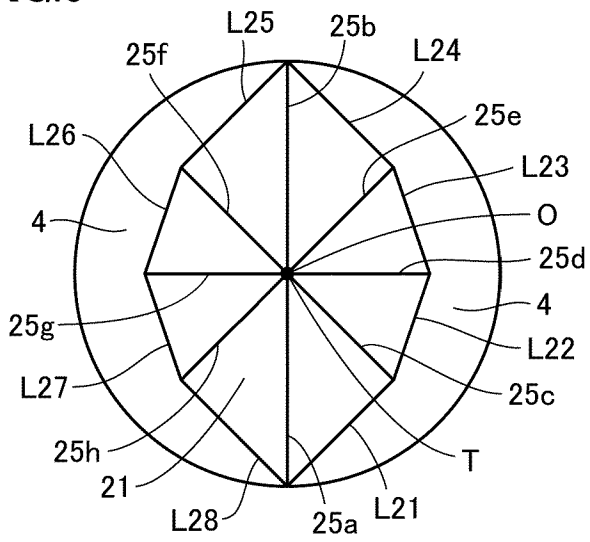
[図4]

FIG.4



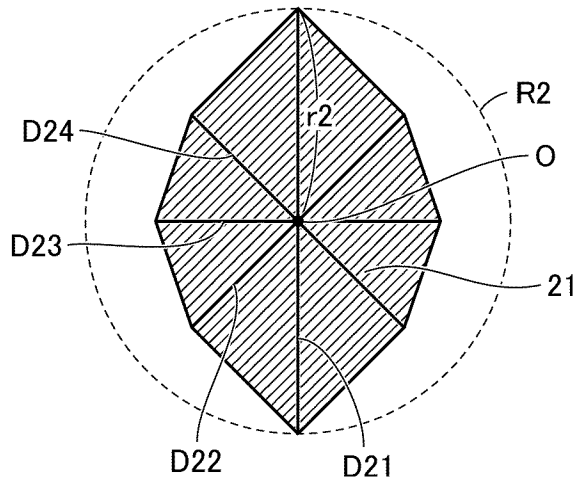
[図5]

FIG.5



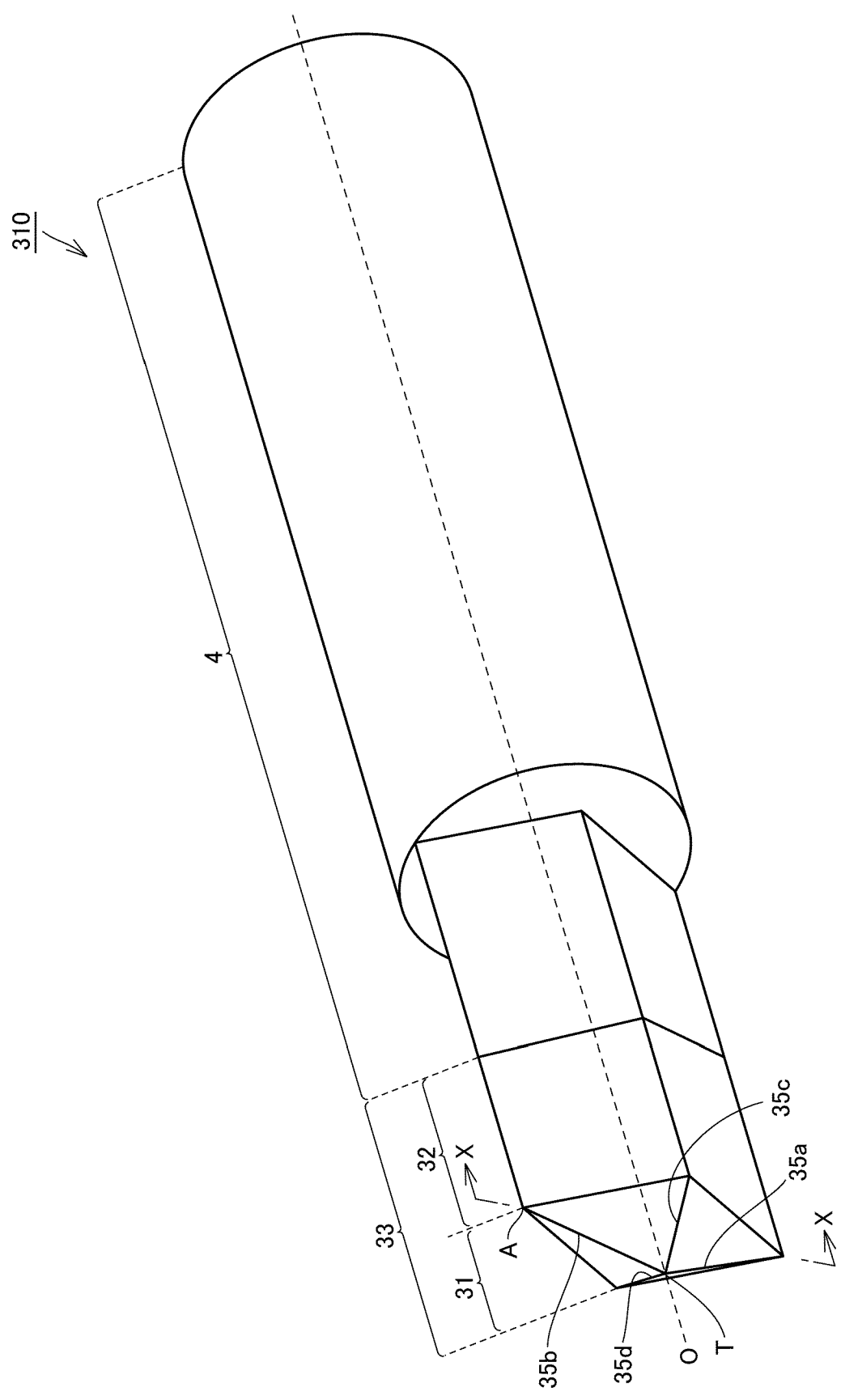
[図6]

FIG.6



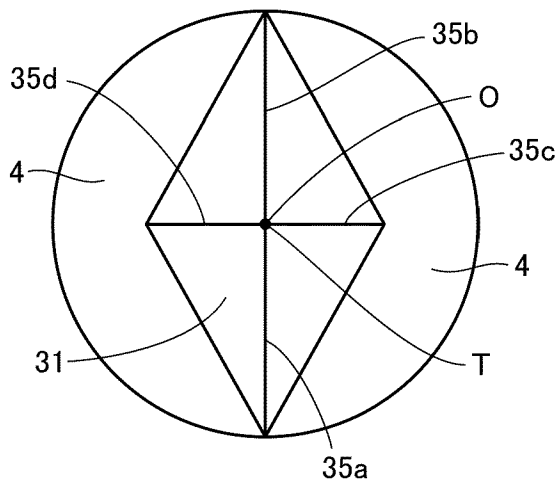
[図7]

FIG.7



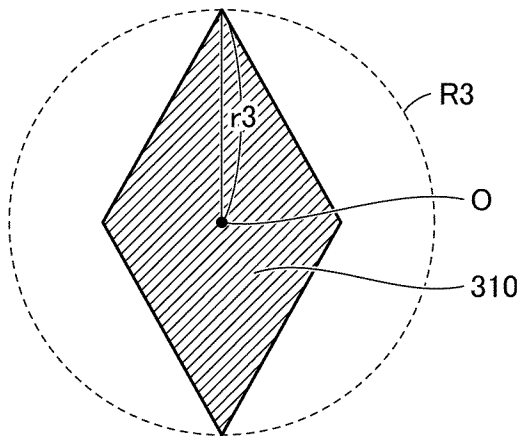
[図8]

FIG.8



[図9]

FIG.9



[FIG.10]

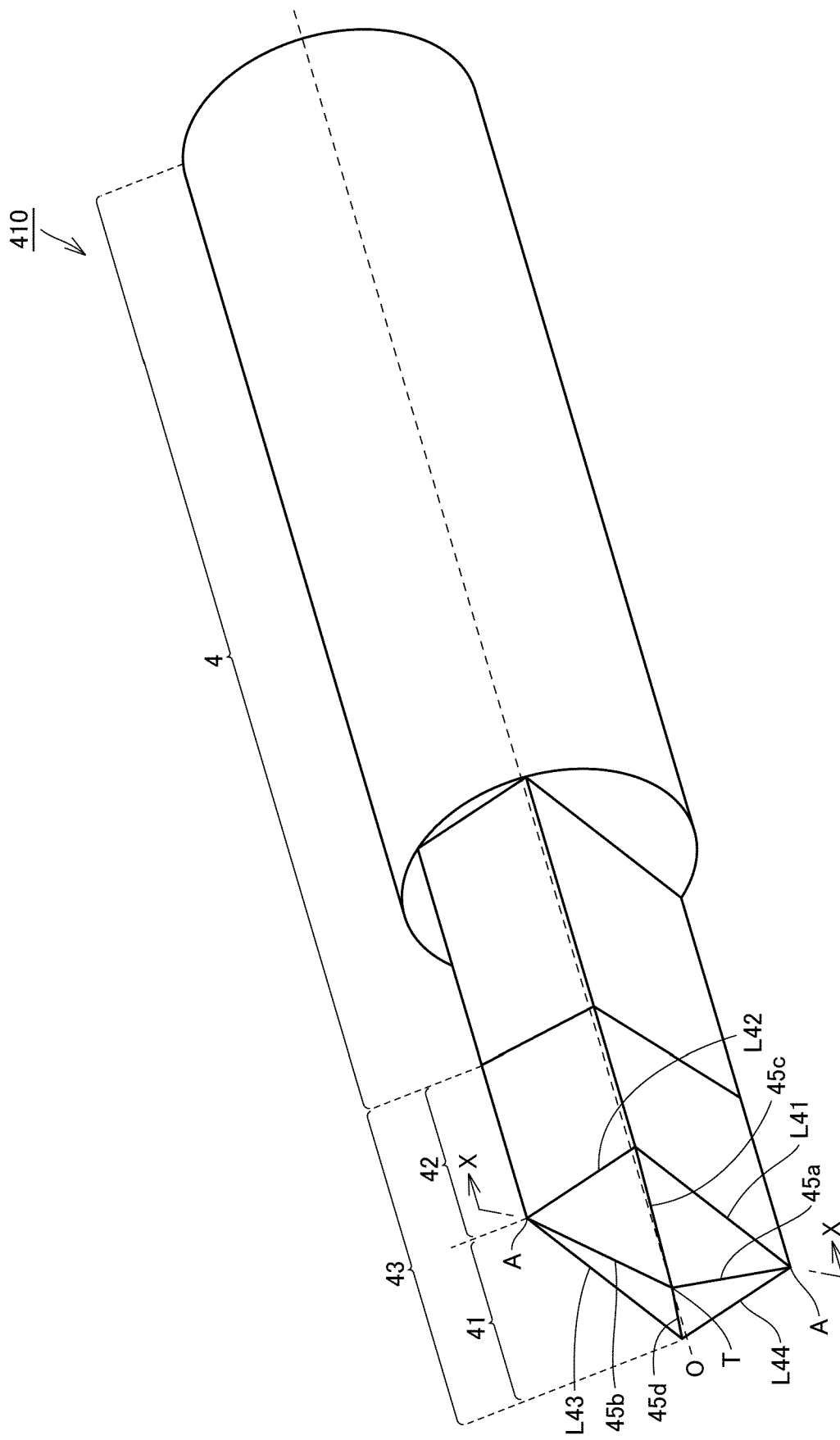
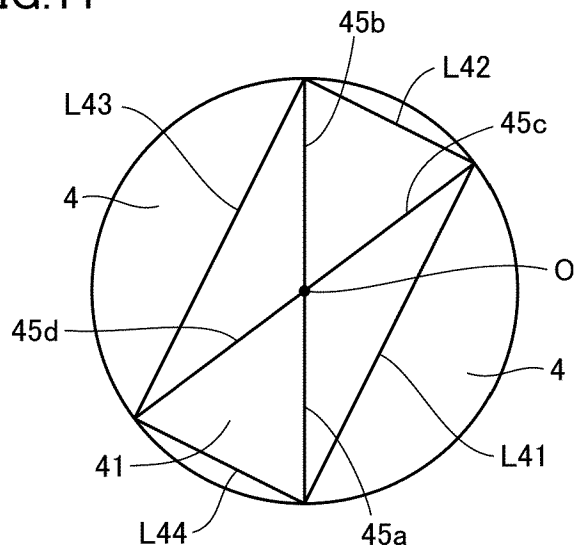


FIG.10

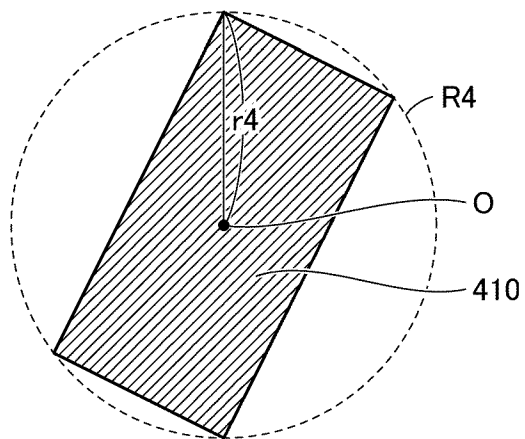
[FIG.11]

FIG.11



[FIG.12]

FIG.12



[FIG.13]

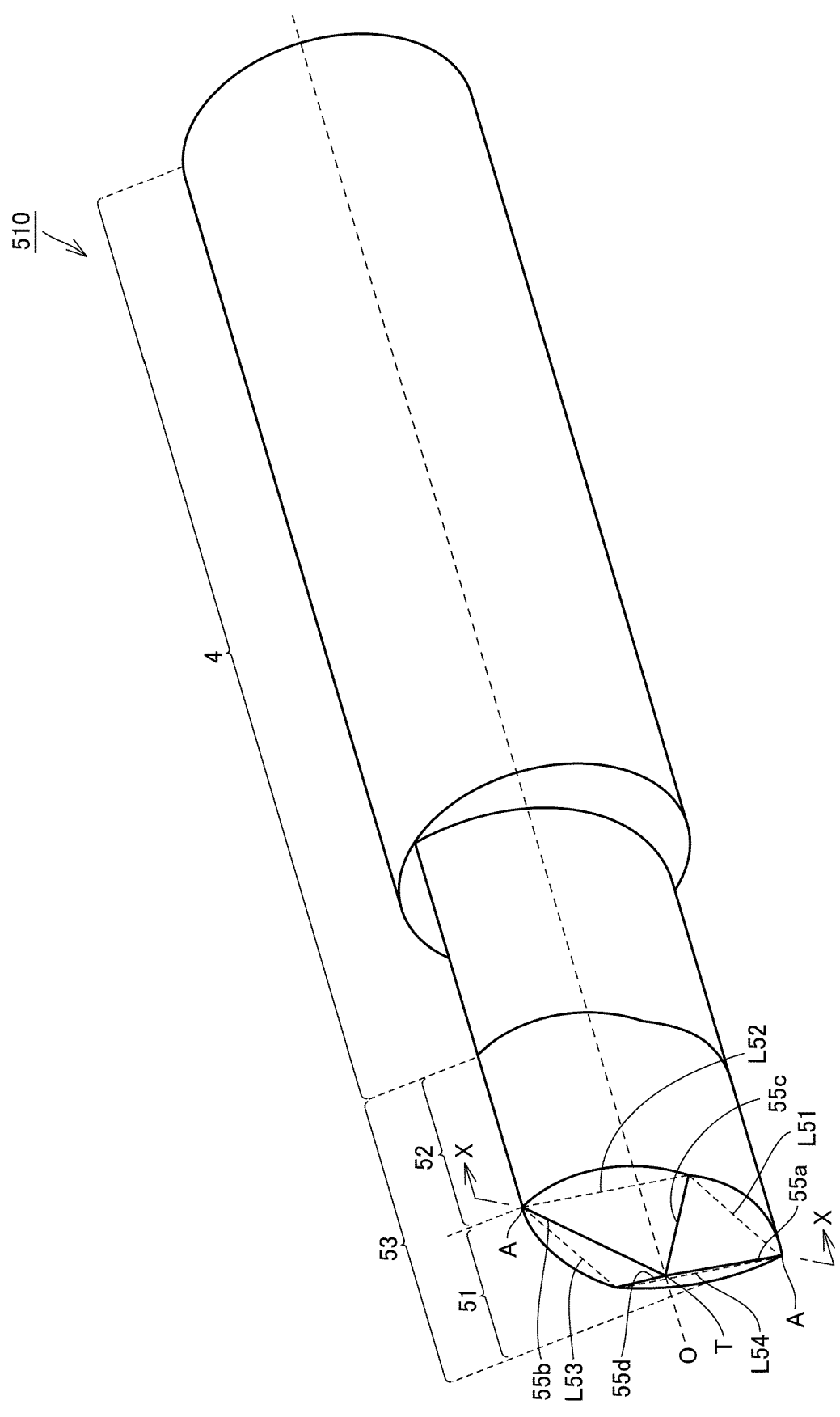
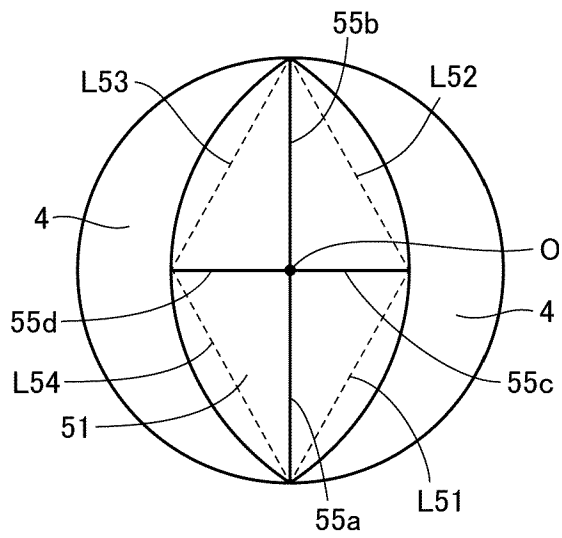


FIG.13

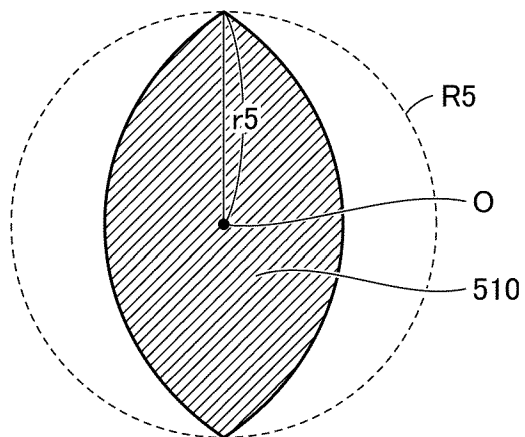
[図14]

FIG.14



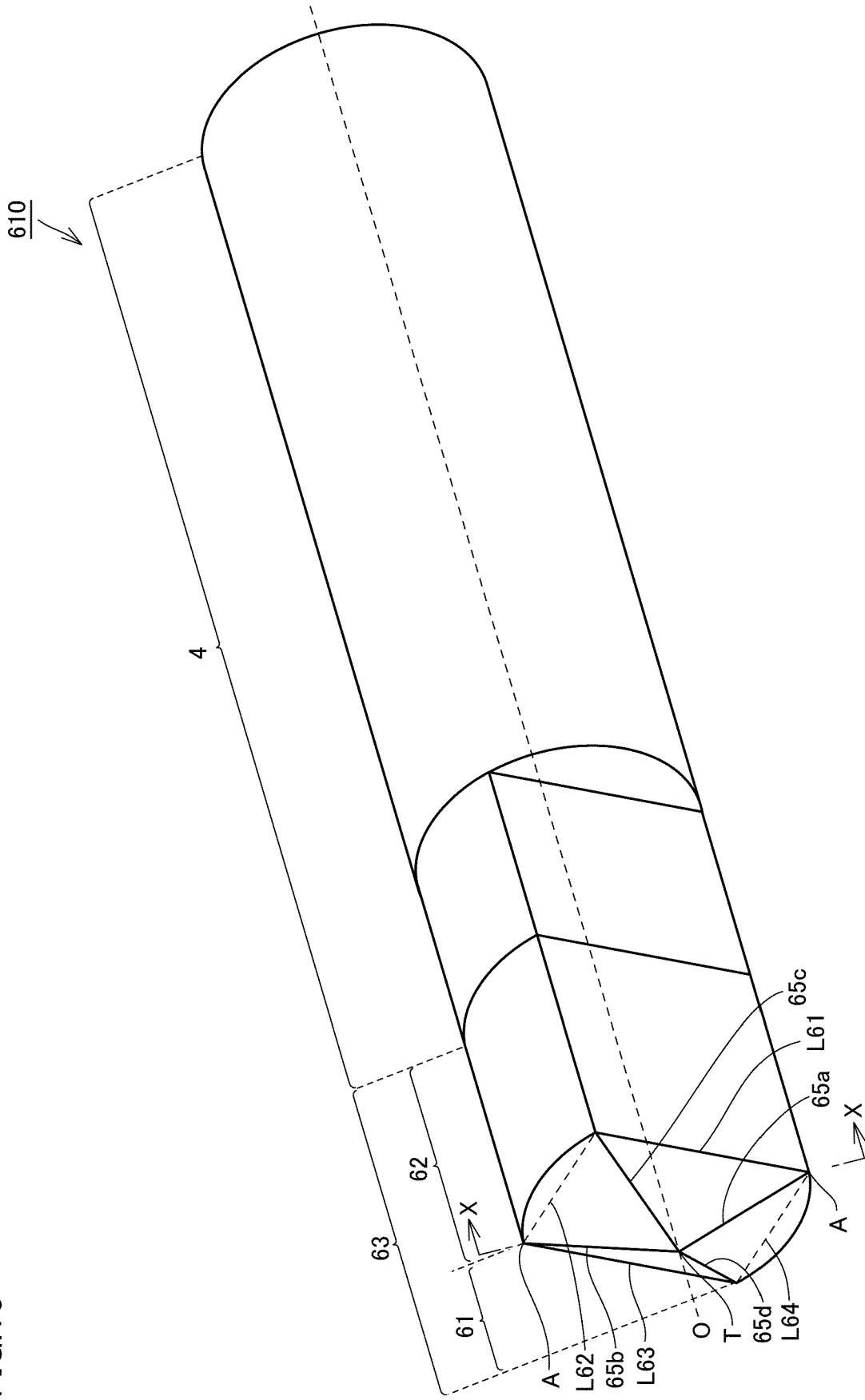
[図15]

FIG.15



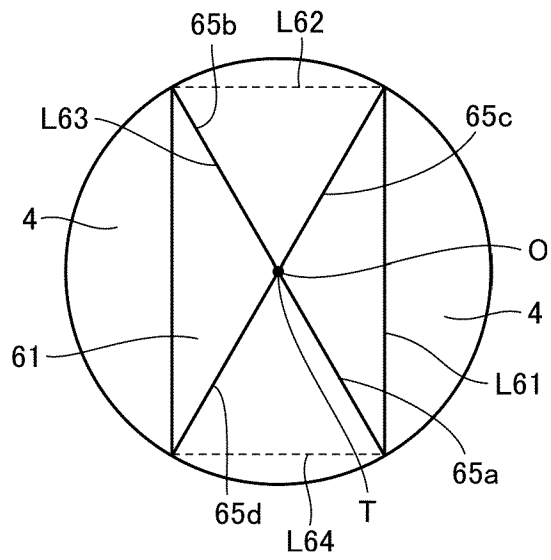
[FIG.16]

FIG.16



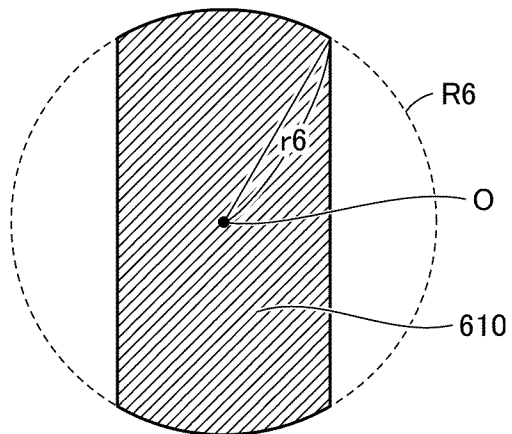
[図17]

FIG.17



[図18]

FIG.18



[FIG.19]

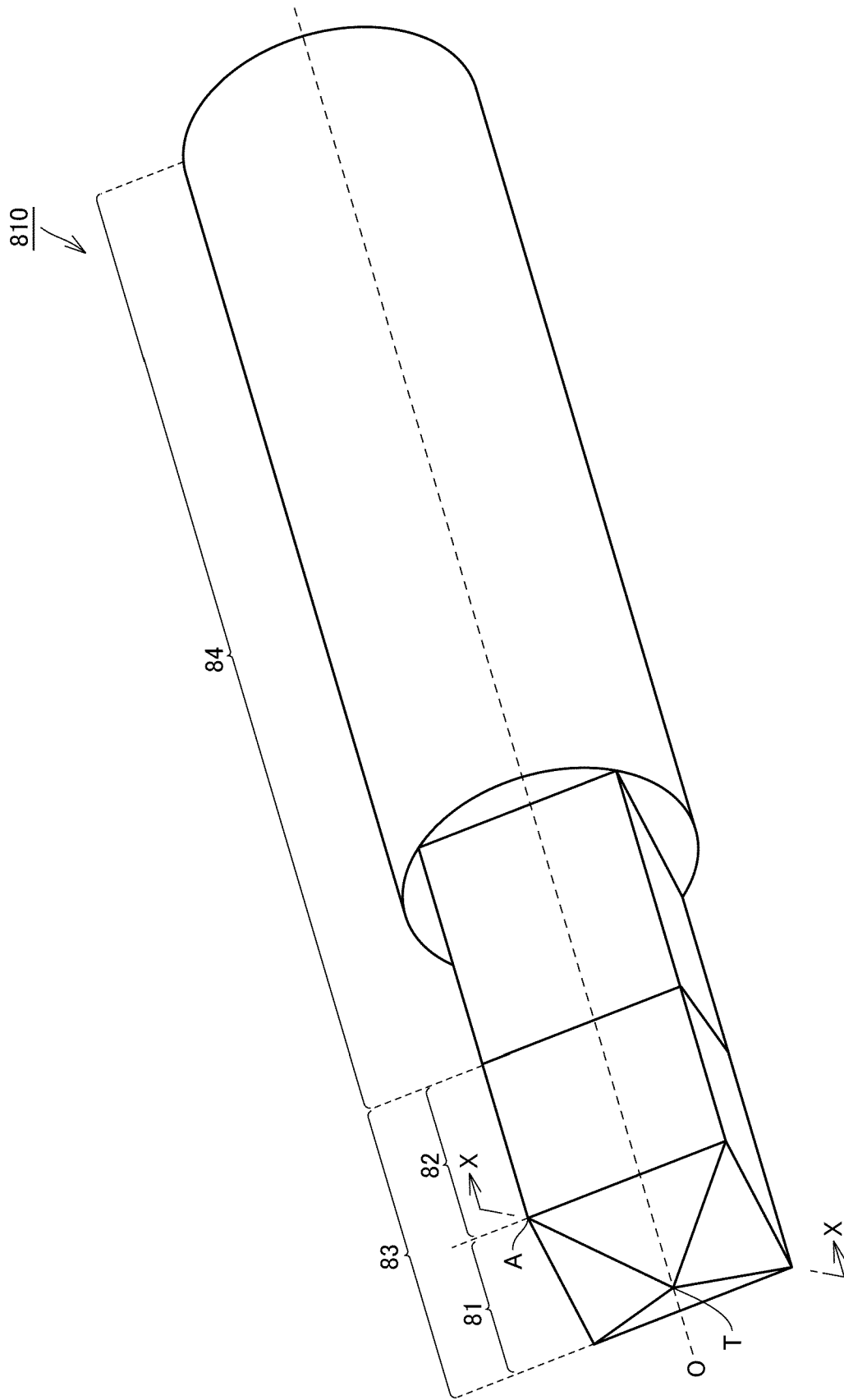
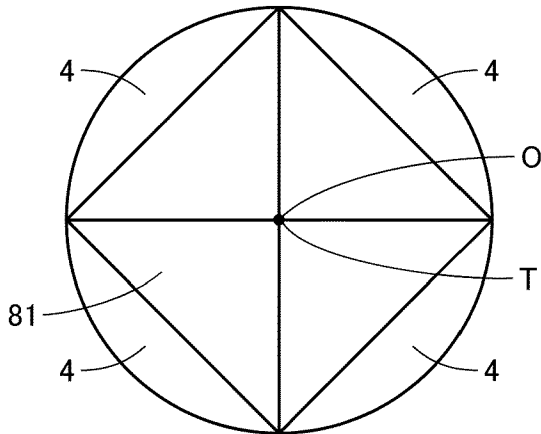


FIG.19

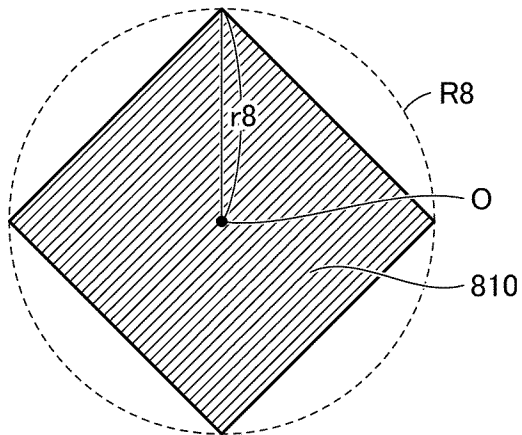
[図20]

FIG.20



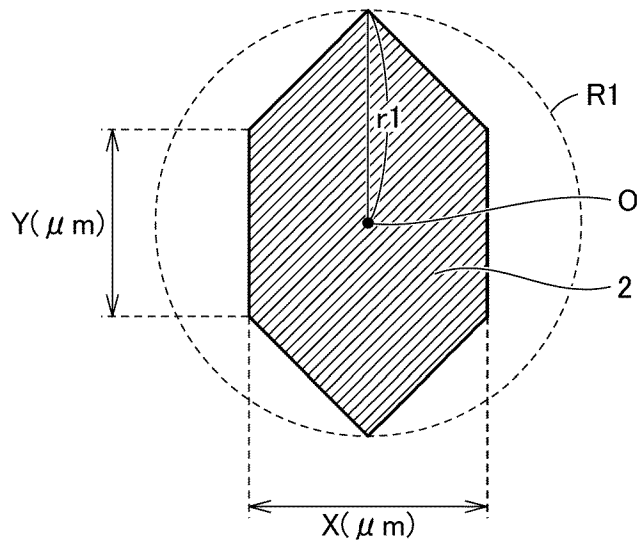
[図21]

FIG.21



[図22]

FIG.22



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/020268

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B23B27/14 (2006.01) i, B23B27/20 (2006.01) i, B23B51/00 (2006.01) i
 FI: B23B51/00 M, B23B51/00 S, B23B27/20, B23B27/14 B

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. B23B27/14, B23B27/20, 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 1971-2020
 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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 083585/1991 (Laid-open No. 009814/1993) (TOKYO DIAMOND TOOLS MFG. CO., LTD.) 09 February 1993, fig. 1, 2, paragraphs [0008]-[0013]	1-4
Y	JP 2003-326410 A (MITSUBISHI MATERIALS KOBE TOOLS CORP) 18 November 2003, fig. 6, paragraph [0028]	1-4
Y	JP 2016-120551 A (SHIBA GIKEN KK) 07 July 2016, paragraph [0015]	3
Y	JP 6421904 B1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 14 November 2018, paragraphs [0032]-[0039], [0066]	3

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
03.08.2020

Date of mailing of the international search report
11.08.2020

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 REPORTInternational application No.
PCT/JP2020/020268

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4906146 A (BOWLING, Roy E.) 06 March 1990, fig. 1-8	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/020268

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 5-009814 U1	09.02.1993	(Family: none)	
JP 2003-326410 A	18.11.2003	(Family: none)	
JP 2016-120551 A	07.07.2016	JP 5809344 B1	
JP 6421904 B1	14.11.2018	WO 2020/017040 A1 paragraphs [0032]- [0039], [0066] CN 110933944 A TW 202012309 A	
US 4906146 A	06.03.1990	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23B 27/14(2006.01)i; B23B 27/20(2006.01)i; B23B 51/00(2006.01)i FI: B23B51/00 M; B23B51/00 S; B23B27/20; B23B27/14 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）） B23B27/14; B23B27/20; 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 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）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	日本国実用新案登録出願3-083585号(日本国実用新案登録出願公開5-009814号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したCD-ROM (株式会社東京ダイヤモンド工具製作所) 09.02.1993 (1993-02-09) 図1-2, 段落[0008]-[0013]	1-4
Y	JP 2003-326410 A (三菱マテリアル神戸ツールズ株式会社) 18.11.2003 (2003-11-18) 図6, 段落[0028]	1-4
Y	JP 2016-120551 A (株式会社芝技研) 07.07.2016 (2016-07-07) 段落[0015]	3
Y	JP 6421904 B1 (住友電気工業株式会社) 14.11.2018 (2018-11-14) 段落[0032]-[0039], [0066]	3
A	US 4906146 A (BOWLING, Roy E) 06.03.1990 (1990-03-06) 図1-8	1-4
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー	“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 “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 “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	03.08.2020	国際調査報告の発送日 11.08.2020
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） 村上 哲 3C 9039 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/JP2020/020268

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 5-009814 U1	09.02.1993	(ファミリーなし)	
JP 2003-326410 A	18.11.2003	(ファミリーなし)	
JP 2016-120551 A	07.07.2016	JP 5809344 B1	
JP 6421904 B1	14.11.2018	WO 2020/017040 A1 段落[0032]-[0039], [0066] CN 110933944 A TW 202012309 A	
US 4906146 A	06.03.1990	(ファミリーなし)	