

(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  
2022年6月16日(16.06.2022)



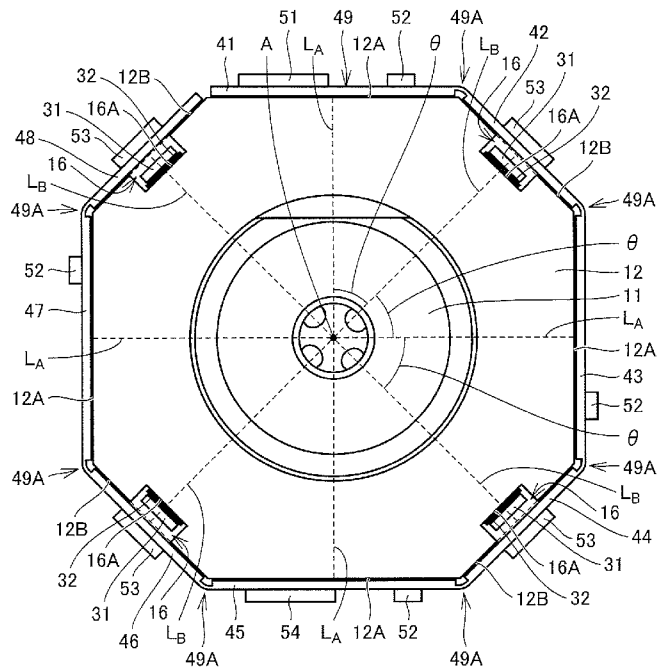
(10) 国際公開番号  
**WO 2022/123739 A1**

- (51) 国際特許分類:  
B23C 9/00 (2006.01) B23Q 17/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/046111
- (22) 国際出願日: 2020年12月10日(10.12.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 小池 雄介(KOIKE, Yusuke); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 栗
- 山 浩充(KURIYAMA, Hiromitsu); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 北野 修平, 外(KITANO, Shuhei et al.); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜一丁目1番14号北浜一丁目平和ビル9F K & T特許商標事務所 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, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: CUTTING TOOL

(54) 発明の名称: 切削工具

FIG.12



(57) Abstract: This cutting tool is provided with a shaft part and a sensor unit that is arranged so as to surround a portion of the shaft part in the longitudinal direction. The sensor unit includes: a sensor module provided with a plurality of first sensors that detect a first physical quantity of the shaft part, a substrate that is electrically connected with the first sensors, and a wireless communication unit that is electrically connected with the substrate and transmits to the outside a signal including information of the first physical quantity detected by the first sensors; and a case for housing the sensor module.



WO 2022/123739 A1

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))

A region of the shaft part surrounded by the sensor unit includes a first region, which has a 4n-gon shape when viewed along the direction of the rotary axis. n is a natural number of 2 or higher. Among the outer peripheral surfaces of the first region that correspond to the sides of the 4n-gon shape when viewed along the direction of the rotary axis, the plurality of first sensors are arranged on at least two of the outer peripheral surfaces of the first region that have perpendicular lines therefrom passing through the rotary axis and forming an angle of 90°.

(57) 要約 : 切削工具は、シャフト部と、シャフト部の長手方向の一部を取り囲むように配置されるセンサ部と、を備える。センサ部は、シャフト部の第1の物理量を検知する複数の第1センサと、第1センサに電氣的に接続される基板と、基板に電氣的に接続され、第1センサが検知した第1の物理量の情報を含む信号を外部へと送信する無線通信部と、を含むセンサモジュールと、センサモジュールを収容するケースと、を含む。シャフト部の、センサ部に取り囲まれる領域は、上記回転軸に沿う方向に見て4n角形状の第1領域を含む。上記nは2以上の自然数である。上記回転軸に沿う方向に見て、複数の第1センサが、4n角形の各辺に対応する第1領域の外周面の各面のうち、回転軸を通る垂線が互いに90°をなす第1領域の外周面の少なくとも2面上に配置される。

## 明 細 書

**発明の名称**：切削工具

**技術分野**

[0001] 本開示は、切削工具に関するものである。

**背景技術**

[0002] 切削工具による加工中に、センサによって切削工具の物理量を測定することにより、切削工具の状態を把握する技術が知られている（たとえば、米国特許出願公開第2015/0261207号（特許文献1）、特開2018-54611号公報（特許文献2）、特開2009-285804号公報（特許文献3）、国際公開第2017/002762号（特許文献4）、特許第5988066号（特許文献5）、実用新案登録第3170029号（特許文献6）、特開2015-77658号公報（特許文献7）、国際公開第2015/056495号（特許文献8）、欧州特許出願公開第3292929号（特許文献9）および欧州特許出願公開第3292930号（特許文献10）参照）。

**先行技術文献**

**特許文献**

[0003] 特許文献1：米国特許出願公開第2015/0261207号  
特許文献2：特開2018-54611号公報  
特許文献3：特開2009-285804号公報  
特許文献4：国際公開第2017/002762号  
特許文献5：特開2016-221665号公報  
特許文献6：実用新案登録第3170029号  
特許文献7：特開2015-77658号公報  
特許文献8：国際公開第2015/056495号  
特許文献9：欧州特許出願公開第3292929号  
特許文献10：欧州特許出願公開第3292930号

## 発明の概要

[0004] 本開示に従った切削工具は、回転軸に沿って第1の端部から第2の端部まで延びるシャフト部と、シャフト部の長手方向の一部を取り囲むように配置されるセンサ部と、を備える。この切削工具は、シャフト部の回転軸まわりに回転することによって、被加工物を切削する切削工具である。センサ部は、シャフト部の第1の物理量を検知する複数の第1センサと、第1センサに電氣的に接続される基板と、基板に電氣的に接続され、第1センサが検知した第1の物理量の情報を含む信号を外部へと送信する無線通信部と、を含むセンサモジュールと、センサモジュールを収容するケースと、を含む。シャフト部の、センサ部に取り囲まれる領域は、上記回転軸に沿う方向に見て $4n$ 角形状の第1領域を含む。上記 $n$ は2以上の自然数である。上記回転軸に沿う方向に見て、複数の第1センサが、 $4n$ 角形の各辺に対応する第1領域の外周面の各面のうち、回転軸を通る垂線が互いに $90^\circ$ をなす第1領域の外周面の少なくとも2面上に配置される。

## 図面の簡単な説明

- [0005] [図1]図1は、切削工具の構造を示す概略斜視図である。
- [図2]図2は、シャフト部の構造を示す概略斜視図である。
- [図3]図3は、図2とは異なる視点から見たシャフト部の構造を示す概略斜視図である。
- [図4]図4は、第1の端部側から回転軸方向に見たシャフト部の構造を示す概略平面図である。
- [図5]図5は、第2の端部側から回転軸方向に見たシャフト部の構造を示す概略平面図である。
- [図6]図6は、軸方向に垂直な方向に見たシャフト部の構造を示す概略平面図である。
- [図7]図7は、図5の線分V-V'に沿う断面を示す概略断面図である。
- [図8]図8は、センサ部付近の構造を示す概略断面図である。

[図9]図9は、ひずみセンサ部品の構造を示す概略斜視図である。

[図10]図10は、基板モジュールの構造を示す概略平面図である。

[図11]図11は、図10の線分X1-X1に沿う断面を示す概略断面図である。

[図12]図12は、シャフト部に基板モジュールが取り付けられた状態を示す概略平面図である。

[図13]図13は、ケース本体の構造を示す概略斜視図である。

[図14]図14は、第1固定部材の構造を示す概略斜視図である。

[図15]図15は、第2固定部材の構造を示す概略斜視図である。

[図16]図16は、蓋（上壁部）の構造を示す概略斜視図である。

[図17]図17は、変形例の基板を採用した場合の基板モジュールの構造を示す概略平面図である。

[図18]図18は、図17の線分XV1-V1に沿う断面を示す概略断面図である。

### 発明を実施するための形態

[0006] [本開示が解決しようとする課題]

加工中における切削工具の状態を詳細に把握する観点から、センサによって、より有用なデータを取得することが求められている。センサによって、より有用なデータを取得することが可能な切削工具を提供することが、本開示の目的の1つである。

[本開示の効果]

[0007] 本開示の切削工具によれば、センサによって、より有用なデータを取得することができる。

[本開示の実施形態の説明]

[0008] 最初に本開示の実施態様を列記して説明する。本開示の切削工具は、回転軸に沿って第1の端部から第2の端部まで延びるシャフト部と、シャフト部の長手方向の一部を取り囲むように配置されるセンサ部と、を備える。この切削工具は、シャフト部の回転軸まわりに回転することによって、被加工物

を切削する切削工具である。センサ部は、シャフト部の第1の物理量を検知する複数の第1センサと、第1センサに電氣的に接続される基板と、基板に電氣的に接続され、第1センサが検知した第1の物理量の情報を含む信号を外部へと送信する無線通信部と、を含むセンサモジュールと、センサモジュールを収容するケースと、を含む。シャフト部の、センサ部に取り囲まれる領域は、上記回転軸に沿う方向に見て $4n$ 角形状の第1領域を含む。上記 $n$ は2以上の自然数である。上記回転軸に沿う方向に見て、複数の第1センサが、 $4n$ 角形の各辺に対応する第1領域の外周面の各面のうち、回転軸を通る垂線が互いに $90^\circ$ をなす第1領域の外周面の少なくとも2面上に配置される。

[0009] 本開示の切削工具では、シャフト部の、センサ部に取り囲まれる領域が、回転軸に沿う方向に見て $4n$ 角形状（ $n$ は2以上の自然数）の第1領域を含んでいる。そして、同じ物理量（第1の物理量）を検出する複数の第1センサが、 $4n$ 角形の各辺に対応する第1領域の外周面の各面のうち、回転軸を通る垂線が互いに $90^\circ$ をなす第1領域の外周面の少なくとも2面上に配置される。このようにすることにより、同じ物理量を検出するセンサが、回転軸周りの回転において $90^\circ$ の位相差をもって配置される。その結果、回転軸に垂直な平面内での第1の物理量を適切に把握することができる。このようにして把握された物理量は、加工中における切削工具の状態を把握するために有用である。以上のように、本開示の切削工具によれば、センサによって、より有用なデータを取得することができる。

[0010] 上記切削工具において、上記回転軸に沿う方向に見て、周方向において隣り合う上記 $4n$ 角形の各辺に対応する第1領域の外周面の各面の、回転軸を通る垂線同士がなす角は等しい。このようにすることにより、センサを設置可能な第1領域の外周面の、回転軸に対する対称性を確保することが容易となる。

[0011] 上記切削工具において、上記回転軸に沿う方向に見て、基板は、 $4n$ 角形の複数の辺に対応する第1領域の外周面にわたって沿うように配置されても

よい。このようにすることにより、シャフト部に対して基板モジュールが相対的に移動しないようにすることが容易となる。その結果、第1センサから得られる物理量の精度が高くなる。

[0012] 上記切削工具において、シャフト部の外周面には第1凹部が形成されていてもよい。第1センサは、第1凹部内に收容されていてもよい。このようにすることにより、第1センサの設置が容易となる。

[0013] 上記切削工具において、第1センサは、ひずみセンサであってもよい。本開示のセンサの配置は、ひずみの測定に好適である。

[0014] 上記切削工具において、シャフト部の外周面には第2凹部が形成されていてもよい。第1センサは、第2凹部を跨ぐように配置されていてもよい。第1センサがひずみセンサである場合、このように第2凹部を跨ぐように配置することにより、ひずみを精度よく測定することが容易となる。

[0015] 上記切削工具において、第1センサは、ひずみセンサであってもよい。シャフト部の外周面には、第1凹部と、第1凹部よりも深く、第1凹部に重なる第2凹部とが形成されていてもよい。第1センサは、第2凹部を跨ぐように配置され、第1凹部内に收容されていてもよい。このようにすることにより、第1センサの設置を容易にしつつ、第1センサによって精度よくひずみを測定することが容易となる。

[0016] 上記切削工具において、第2凹部はシャフト部の周方向に延びる溝であってもよい。第1凹部は、第2凹部に直交する方向に延びていてもよい。このようにすることにより、第1センサの設置を容易にしつつ、第1センサによって精度よくひずみを測定することが一層容易となる。

[0017] 上記切削工具において、第1センサは、加速度センサであってもよい。本開示のセンサの配置は、加速度の測定に好適である。

[0018] 上記切削工具において、センサモジュールは、シャフト部の第1の物理量とは異なる第2の物理量を検知する複数の第2センサをさらに含んでもよい。基板は第2センサに電氣的に接続されていてもよい。無線通信部は、基板に電氣的に接続され、第2センサが検知した第2の物理量の情報を含む

信号を外部へと送信してもよい。

- [0019] このように、第1の物理量とは異なる第2の物理量を検出する第2センサを設置することにより、2種類の物理量を同時に把握することができる。その結果、センサによって、加工中における切削工具の状態の把握に、より有用なデータを取得することができる。
- [0020] 上記切削工具において、第1センサは、第1の物理量としてのひずみを検知するひずみセンサであってもよい。第2センサは、第2の物理量としての加速度を検知する加速度センサであってもよい。このようにすることにより、切削工具のひずみと加速度とが同時に把握できる。
- [0021] 上記切削工具において、第1センサと第2センサとは、上記4 n角形の異なる辺に対応する第1領域の外周面に配置されてもよい。このようにすることにより、センサの設置が容易となる。
- [0022] 上記切削工具において、センサモジュールは、第1センサに接続された配線をさらに含んでもよい。配線は、第1センサと基板とを、たるみをもって接続していてもよい。このように、第1センサの配線にたるみをもたせることにより、配線の長さを調整することなく第1センサを設置することが容易となる。
- [0023] 上記切削工具において、センサモジュールは、基板上に配置されるADコンバータをさらに含んでもよい。基板は、無線通信部が搭載される第2領域およびADコンバータが搭載される第3領域に比べて、第2領域および第3領域以外の領域である第4領域において厚みが小さく、第4領域において屈曲していてもよい。このようにすることにより、比較的大きな部品である無線通信部およびADコンバータが基板の変形によって剥離等することを抑制しつつ、設置のための基板の変形を容易にすることができる。
- [0024] 上記切削工具において、基板はリジッド基板であってもよい。基板の第4領域には、回転軸に沿う方向の両端を繋ぐ溝が形成されていてもよい。このようにすることにより、第2領域および第3領域に比べて第4領域の厚みを小さくすることが容易となる。

[0025] 上記切削工具において、基板は、フレキシブル基板である本体部と、第2領域および第3領域に配置され、本体部よりもヤング率の大きい補強板と、を含んでいてもよい。このようにすることにより、第2領域および第3領域に比べて第4領域の厚みを小さくすることが容易となる。

[本願発明の実施形態の詳細]

[0026] 次に、本開示にかかる切削工具の実施の形態を、以下に図面を参照しつつ説明する。なお、以下の図面において同一または相当する部分には同一の参照番号を付しその説明は繰返さない。

(切削工具の構造の概要)

[0027] 図1は、切削工具の構造を示す概略斜視図である。まず、図1を参照して、切削工具の構造の概略を説明する。本実施の形態における切削工具1は、シャフト部10と、センサ部20とを備える。シャフト部10は、回転軸Aに沿って第1の端部10Aから第2の端部10Bまで延びている。センサ部20は、シャフト部10の長手方向の一部を取り囲むように配置されている。シャフト部10には、第1の端部10Aおよび外周面において開口する凹部13が周方向に等間隔に複数（ここでは4つ）形成されている。凹部13を規定する壁面には、切削チップ91が取り付けられている。回転軸A周りに切削工具1を回転させ、切削チップ91を被加工物（図示しない）に接触させることにより、被加工物を加工することができる。すなわち、切削工具1は、シャフト部10の回転軸Aまわりに回転することによって、被加工物を切削する切削工具である。

(シャフト部の構造)

[0028] 次に、切削工具の各部分の詳細を説明する。図2は、第2の端部10B側から見たシャフト部の構造を示す概略斜視図である。図3は、第1の端部10A側から見たシャフト部の構造を示す概略斜視図である。図4は、第1の端部側から回転軸方向に見たシャフト部の構造を示す概略平面図である。図5は、第2の端部側から回転軸方向に見たシャフト部の構造を示す概略平面図である。図6は、軸方向に垂直な方向に見たシャフト部の構造を示す概略平面図である。図6は、軸方向に垂直な方向に見たシャフト部の構造を示す概略平面図である。

示す概略平面図である。図7は、図5の線分V11-V11に沿う断面を示す概略断面図である。図2～図7を参照して、シャフト部10の構造について説明する。

[0029] 図2および図3を参照して、シャフト部10は、本体部11と、第1領域としての拡径部12とを含む。本体部11は、円筒状の形状を有する。回転軸Aは、本体部11の中心軸に一致する。拡径部12は、本体部11よりも径が大きい部分である。本体部11の長手方向における拡径部12の位置は特に限定されるものではないが、本実施の形態においては、本体部11の長手方向において中央部分に配置される。拡径部12は、シャフト部10の、センサ部20に取り囲まれる領域に配置される。

[0030] 図2～図4を参照して、上記の通り、シャフト部10の凹部13を規定する壁面には、切削チップ91が取り付けられている。切削チップ91は、切削チップ91に形成されたねじ孔にねじ92が挿入され、締め付けられることでシャフト部10に対して固定されている。

[0031] 図2～図6を参照して、拡径部12は、八角柱状の形状を有する。図4および図5を参照して、拡径部12は、回転軸Aに沿う方向に見て、八角形状の形状を有する。より具体的には、拡径部12は、回転軸Aに垂直な断面において、正方形の4つの角部のそれぞれから同一の形状の4つの直角二等辺三角形を除去した八角形の形状を有している。この八角形の重心を回転軸Aが通過している。この八角形の形状は、回転軸Aに沿う方向において同一である。本体部11の中心軸と拡径部12の中心軸とは一致する。ここで、拡径部12の中心軸とは、上記八角形の重心を通る直線を意味する。

[0032] 図4および図5を参照して、回転軸Aに沿う方向に見て、上記八角形は、交互に配置される長辺に対応する外周面12Aと長辺よりも短い短辺に対応する外周面12Bとによって構成されている。周方向において隣り合う上記八角形の各辺に対応する拡径部12の外周面12A, 12Bの各面の、回転軸Aを通る垂線 $L_A$ ,  $L_B$ 同士がなす角 $\theta$ は互いに等しい。具体的には、角 $\theta$ は $45^\circ$ である。なお、上記八角形の形状は上記形状に限定されるものでは

なく、回転軸Aに沿う方向に見て、外周面12Aおよび外周面12Bの長さは同じであってもよい。

[0033] 図2～図6を参照して、各外周面12Bには、回転軸Aに沿う方向に延びる第1凹部16が形成されている。第1凹部16を規定する底面16Aは平面である。第1凹部16は、垂線 $L_B$ と交差する位置に配置される。第1凹部16は、外周面12Bを回転軸Aに沿う方向に貫通している。拡径部12の外周面12A、12Bには、拡径部12の周方向に延びる第2凹部15が形成されている。第2凹部15は、第1凹部16に重なるように形成されている。第2凹部15は、第1凹部16と交差（直交）する。第2凹部15は、拡径部12の外周面12A、12Bの全周にわたって形成されている。すなわち、第2凹部15は環状に形成されている。

[0034] 図6および図7を参照して、第2凹部15の深さ $d_2$ は、第1凹部16の深さ $d_1$ よりも大きい。本体部11の第1の端部10A側の拡径部12との境界部には、他の部分に比べて径の小さい第1小径部11Aが形成されている。本体部11の第2の端部10B側の拡径部12との境界部には、他の部分に比べて径の小さい第2小径部11Bが形成されている。シャフト部10には、シャフト部10を回転軸Aに沿う方向に貫通する貫通孔10Cが形成されている。貫通孔10Cは、回転軸Aを含むように延びる。

（センサ部の構造）

[0035] 次に、図8～図16を参照して、センサ部20の構造について説明する。図8を参照して、センサ部20は、センサモジュール80と、センサモジュール80を収容するケース21とを含んでいる。センサモジュール80は、複数の第1センサとしての複数のひずみセンサ31と、ひずみセンサ31に電氣的に接続される基板49と、基板49に電氣的に接続された無線通信部51（図10、図11参照）とを含む。ひずみセンサ31は、シャフト部10の第1の物理量としてのひずみを検知する。無線通信部51は、ひずみセンサ31が検知したひずみの情報を含む信号を外部へと送信する。

[0036] 図9を参照して、ひずみセンサ31は、ひずみセンサ部品30を構成する

。ひずみセンサ部品30は、ひずみセンサ31と、ひずみセンサ31に接続され、先端にコネクタ33を有する配線32とを含んでいる。配線32は、帯状の形状を有している。ひずみセンサ31は、配線32の一方の端部近傍に配置されている。配線32の他方の端部に、コネクタ33が配置されている。

[0037] 図10および図11を参照して、基板49は、基板モジュール40を構成する。基板49は、樹脂などの絶縁体からなる基板本体と、基板本体の表面に形成される銅などの導電体製の回路パターン（図示しない）とを含む。基板モジュール40は、基板49と、無線通信部51と、第2センサとしての加速度センサ52と、ソケット53と、ADコンバータ54とを含んでいる。無線通信部51、加速度センサ52、ソケット53およびADコンバータ54は、基板49の一方の主面上に配置され、基板49（基板49の回路パターン）と電氣的に接続されている。加速度センサ52は、シャフト部10の第2の物理量としての加速度を検知する。加速度センサ52は、基板49上に複数配置されている。無線通信部51は、基板49を介して加速度センサ52に電氣的に接続されている。無線通信部51は、加速度センサ52が検知したシャフト部10の加速度の情報を含む信号を外部へと送信する。

[0038] 基板49は、リジッド基板である。基板49は、帯状の形状を有している。基板49は、第1区域41、第2区域42、第3区域43、第4区域44、第5区域45、第6区域46、第7区域47および第8区域48を含んでいる。第1区域41～第8区域48は、基板49の長手方向においてこの順で配置されている。第1区域41には、無線通信部51および加速度センサ52が搭載されている。第2区域42には、ソケット53が搭載されている。第3区域43には、加速度センサ52が搭載されている。第4区域44には、ソケット53が搭載されている。第5区域45には、加速度センサ52およびADコンバータ54が搭載されている。第6区域46には、ソケット53が搭載されている。第7区域47には、加速度センサ52が搭載されている。第8区域48には、ソケット53が搭載されている。

[0039] 隣り合う第1区域41～第8区域48の間には、他の部分に比べて厚みが小さい折り曲げ可能領域49Aが形成されている。折り曲げ可能領域49Aは、基板49の幅方向（長手方向に垂直な方向）の両端を繋ぐ溝である。第1区域41は、無線通信部51が搭載される第2領域である。第5区域45は、ADコンバータ54が搭載される第3領域である。折り曲げ可能領域49Aは、第2領域および第3領域に比べて厚みが小さい第4領域である。基板49の長手方向における第1区域41、第3区域43、第5区域45および第7区域47の長さは、拡径部12を回転軸Aに沿う方向に見た上記八角形の長辺である外周面12Aに対応する長さとなっている。基板49の長手方向における第2区域42、第4区域44、第6区域46および第8区域48の長さは、拡径部12を回転軸Aに沿う方向に見た上記八角形の短辺である外周面12Bに対応する長さとなっている。

[0040] 次に、シャフト部10に対するひずみセンサ部品30および基板モジュール40の設置について説明する。ひずみセンサ部品30は、ひずみセンサ31が第2凹部15を跨ぎ、かつひずみセンサ31が第1凹部16内に收容されるように配置される（図2、図4、図8等参照）。ひずみセンサ部品30は、4つの外周面12Bのそれぞれに設置される。その結果、回転軸Aに沿う方向に見て、ひずみセンサ31が、八角形の各辺に対応する拡径部12の外周面のうち、回転軸Aを通る垂線 $L_B$ が互いに $90^\circ$ をなす拡径部12の外周面12B（短辺に対応する外周面）の全てに配置される。

[0041] 図8および図12を参照して、基板モジュール40は、基板49において無線通信部51、加速度センサ52、ソケット53およびADコンバータ54等が搭載される側とは反対側の主面が拡径部12の外周面12A、12Bに接触するように、拡径部12に巻き付けられる。このとき、第1区域41、第3区域43、第5区域45および第7区域47が外周面12A上に配置され、第2区域42、第4区域44、第6区域46および第8区域48が外周面12B上に配置される。また、基板49は、回転軸Aに沿う方向の両端を繋ぐ溝（幅方向の両端を繋ぐ溝）である折り曲げ可能領域49Aにおいて

屈曲する。

[0042] その結果、回転軸Aに沿う方向に見て、基板49は、拡張部12の外周面12A、12Bに沿うように配置される。ソケット53は、外周面12B上に位置する基板49上に配置される。そして、ひずみセンサ31に接続された配線32の端部に位置するコネクタ33が、ソケット53に接続される。これにより、基板49とひずみセンサ31とが電氣的に接続される。図8に示すように、配線32は、基板49を幅方向（回転軸Aに沿う方向）に跨ぐ。配線32は、アーチ状に反った状態となっている。すなわち、配線32は、ひずみセンサ31とソケット53とを、たるみをもって接続する。

[0043] 加速度センサ52は、基板49の第1区域41、第3区域43、第5区域45および第7区域47上に配置されている。そのため、上記のように基板モジュール40が拡張部12に設置されることにより、回転軸Aに沿う方向に見て、加速度センサ52が、八角形の各辺に対応する拡張部12の外周面のうち、回転軸Aを通る垂線 $L_A$ が互いに $90^\circ$ をなす拡張部12の外周面12A（長辺に対応する外周面）の全てに配置される。すなわち、ひずみセンサ31と加速度センサ52とは、八角形の異なる辺に対応する拡張部12の外周面12A、12Bに配置される。

[0044] 図10を参照して、本実施の形態においては、加速度センサ52は、長方形の平面形状を有する基板49の短辺方向の中央部に配置される。その結果、図10および図8を参照して、回転軸Aに沿う方向において、加速度センサ52とひずみセンサ31とは同じ位置に配置されている。このようにすることにより、センサの設置に必要な軸方向の長さを小さくすることができる。その結果、センサ部20を小さくすることができる。ここで、「回転軸Aに沿う方向において、加速度センサ52とひずみセンサ31とは同じ位置に配置されている」状態とは、図8および図10を参照して、回転軸Aに沿う方向における加速度センサ52の測定範囲a（具体的には加速度を検知するための電気抵抗配線が配置されている範囲）とひずみセンサ31の測定範囲b（具体的にはひずみを検知するための電気抵抗配線が配置されている範

困) とが少なくとも一部において重複することを意味する。回転軸 A に沿う方向における加速度センサ 5 2 とひずみセンサ 3 1 との位置関係は、加速度およびひずみの検知の容易性等を考慮して変更してもよい。たとえば、回転軸 A に沿う方向において、ひずみセンサ 3 1 は、加速度センサ 5 2 よりも第 1 の端部 1 0 A から遠い位置 (切削チップ 9 1 から遠い側 ; 図 8 において上側) に配置されてもよい。切削加工によって生じるシャフト部 1 0 のひずみは、切削チップからより離れることで大きくなる。切削加工によって生じるシャフト部 1 0 の加速度は、切削チップにより近い位置で大きくなる。そのため、このような配置を採用することにより、ひずみセンサ 3 1 および加速度センサ 5 2 によるひずみおよび加速度の検知の感度が向上する。一方、回転軸 A に沿う方向において、ひずみセンサ 3 1 は、加速度センサ 5 2 よりも第 1 の端部 1 0 A に近い位置 (切削チップ 9 1 から近い側 ; 図 8 において下側) に配置されてもよい。シャフト部 1 0 が長い場合、上記配置ではひずみセンサ 3 1 が配置される位置におけるシャフト部 1 0 のひずみが、大きくなりすぎる場合がある。このような場合、ひずみセンサ 3 1 を、加速度センサ 5 2 よりも第 1 の端部 1 0 A に近い位置に配置することで、ひずみセンサ 3 1 が配置される位置におけるひずみの大きさを、ひずみセンサ 3 1 が検知しやすい範囲とすることができる。

[0045] また、図 8 および図 1 2 を参照して、本実施の形態においては、ひずみセンサ 3 1 には温度センサが含まれている。つまり、本実施の形態においては、ひずみセンサ 3 1 として、ひずみセンサ 3 1 と温度センサとが一体となったセンサが採用されている。温度センサは、必ずしもひずみセンサ 3 1 と一体である必要はなく、別体であってもよい。この場合、図 8 を参照して、回転軸 A に沿う方向において、温度センサはひずみセンサ 3 1 と同じ位置に配置される。より具体的には、図 8 および図 1 2 を参照して、温度センサは、拡径部 1 2 の外周面 1 2 A, 1 2 B のうち、回転軸 A に沿う方向においてひずみセンサ 3 1 の測定範囲 b に対応する環状の領域 (拡径部 1 2 の外周面 1 2 A, 1 2 B のうち幅が測定範囲 b に一致する帯状の領域) の中の任意の位

置に配置される。温度センサは、本開示の切削工具において必須ではないが、これを採用することにより、ひずみセンサ31が設置される位置または拡張径部12の外周面12A、12Bのうち、ひずみセンサ31の測定範囲bに対応する領域の温度を検知することができる。温度センサによって検知された温度に基づいて、ひずみセンサ31が設置される位置または拡張径部12の外周面12A、12Bのうち、ひずみセンサ31の測定範囲bに対応する領域における熱ひずみを算出することができる。熱ひずみは、温度変化と線膨張係数との積である。ひずみセンサ31によって検知されたひずみを熱ひずみに基づいて補正することにより、切削によって生じたひずみをより正確に把握することができる。

[0046] 次に、シャフト部10に対するケース21の設置について説明する。図8および図13～図16を参照して、ケース21は、ケース本体61と、第1固定部材63と、第2固定部材65と、蓋22とを含む。ケース本体61は、図13に示すように、中央に貫通孔61Aを有する円盤状の底壁部24と、底壁部24の外周面から立ち上がり、円筒状の形状を有する側壁部23とを含む。底壁部24には、底壁部24を厚み方向に貫通するねじ孔62が周方向に複数個（ここでは8個）等間隔に形成されている。ケース本体61を構成する材料は、たとえば金属である。採用可能な金属としては、アルミニウム合金、鉄合金（ステンレス鋼などの鋼）などを挙げることができる。

[0047] 図14を参照して、第1固定部材63は、2つに分割された円環平板状の形状を有する。第1固定部材63には、上記ケース本体61の底壁部24のねじ孔62に対応するように、ねじ孔64が周方向に複数個（ここでは2つに分割された第1固定部材63において合計8個）等間隔に形成されている。第1固定部材63の内周面63Aは、シャフト部10の第1小径部11Aに対応する形状を有する。2つの第1固定部材63を組み合わせて環状にした状態で、内周面63Aの直径は、第1小径部11Aの直径と同一またはわずかに大きい。第1固定部材63を構成する材料は、たとえば金属である。採用可能な金属としては、アルミニウム合金、鉄合金（ステンレス鋼などの

鋼)などを挙げるができる。

[0048] 図15を参照して、第2固定部材65は、平板円弧状の形状を有する部品である。本実施の形態においては、ケース21は、2つの第2固定部材65を含む。各第2固定部材65の内周面65Aは、拡張部12の外周面の平面形状の一部に対応する形状、すなわち八角形の一部に対応する形状を有している。第2固定部材65には、上記ケース本体61の底壁部24のねじ孔62および第1固定部材63のねじ孔64に対応するように、ねじ孔66が複数個(ここでは各第2固定部材65について2つずつ)形成されている。第2固定部材65を構成する材料は、たとえば樹脂である。

[0049] 図16を参照して、蓋(上壁部)22は、中央に貫通孔22Aを有する円盤状の形状を有する。蓋22を構成する材料は、たとえば樹脂である。

[0050] ケース21は、シャフト部10に対してひずみセンサ部品30および基板モジュール40が設置された状態で設置することができる。図8を参照して、ケース本体61の底壁部24の貫通孔61Aをシャフト部10の本体部11が貫通するように、ケース本体61が配置される。第1固定部材63は、底壁部24上に配置された状態で、内周面63Aが本体部11の第1小径部11Aの底壁に接触するように、第1小径部11Aにはめ込まれる。第2固定部材65は、第1固定部材63上に配置された状態で、内周面65Aが拡張部12の外周面12A、12Bに接触するように配置される。そして、第2固定部材65のねじ孔64、第1固定部材63のねじ孔64を貫通し、底壁部24のねじ孔62にまで到達するねじによって、ケース本体61、第1固定部材63および第2固定部材65が互いに固定される。このとき、第1固定部材63の内径が第1小径部11Aの外径に対応しているため、ケース本体61の中心軸と回転軸Aとが一致する。また、第2固定部材65の内周面65Aが拡張部12の外周面の平面形状の一部に対応する形状(八角形の一部に対応する形状)を有しているため、ケース本体61がシャフト部10に対して相対的に周方向に回転することが阻害される。蓋(上壁部)22は、側壁部23の端面および拡張部12の端面上に載置された状態で、たとえ

ばねじなどによって拡径部12に対して固定される。このようにして、ケース21は、センサモジュール80を内部に収容した状態で、シャフト部10に対して固定される。

(切削工具の動作)

[0051] 切削工具1の動作時においては、切削工具1は、回転軸Aまわりに回転する。そして、被加工物に切削チップ91が接触することにより、被加工物が加工される。このとき、シャフト部10のひずみおよび加速度が、それぞれひずみセンサ31および加速度センサ52により検知される。アナログ信号であるひずみおよび加速度の情報は、ADコンバータ54においてデジタル信号に変換された後、無線通信部51により外部へと送信される。ここで、ケース21の蓋(上壁部)22が樹脂製であるため、無線通信部51は、蓋(上壁部)22を通して外部へと信号を送信することができる。この信号は、外部において受信され、分析されることにより、回転軸に垂直な面内におけるシャフト部10の状態が把握される。

(本実施の形態の効果)

[0052] 本実施の形態の切削工具1においては、シャフト部10の、センサ部20に取り囲まれる領域が、回転軸Aに沿う方向に見て八角形状の拡径部12を含んでいる。そして、ひずみを検出する複数のひずみセンサ31が、八角形の各辺に対応する拡径部12の外周面12A、12Bの各面のうち、回転軸Aを通る垂線 $L_B$ が互いに $90^\circ$ をなす拡径部12の外周面12B上に配置されている。このようにすることにより、ひずみを検出するセンサが、回転軸A周りの回転において $90^\circ$ の位相差をもって配置されている。その結果、回転軸Aに垂直な平面内でのひずみを適切に把握することが可能となっている。このようにして把握されたひずみは、加工中における切削工具1の状態を把握するために有用である。以上のように、本実施の形態の切削工具1は、センサによって、より有用なデータを取得することが可能な切削工具となっている。

[0053] また、本実施の形態においては、回転軸Aに沿う方向に見て、周方向にお

いて隣り合う上記八角形の各辺に対応する拡径部の外周面12A, 12Bの各面の、回転軸Aを通る垂線 $L_A$ ,  $L_B$ 同士がなす角は等しい。その結果、ひずみセンサ31が設置された拡径部12の外周面12A, 12Bの、回転軸Aに対する対称性が高くなっている。

[0054] また、本実施の形態においては、回転軸Aに沿う方向に見て、基板49は、拡径部12の外周面12A, 12Bに沿うように配置されている。これにより、シャフト部10に対して基板モジュール40が相対的に移動しにくくなっている。その結果、ひずみセンサ31から得られる情報の精度が高くなっている。

[0055] また、本実施の形態においては、拡径部12の外周面12Bには第1凹部16が形成されている。そして、ひずみセンサ31は、第1凹部16内に収容されている。これにより、ひずみセンサ31の設置が容易となっている。

[0056] また、本実施の形態においては、拡径部12の外周面12A, 12Bに第2凹部15が形成されている。ひずみセンサ31は、第2凹部15を跨ぐように配置されている。これにより、ひずみを精度よく測定することが容易となっている。

[0057] また、本実施の形態においては、第2凹部15は、第1凹部16よりも深く、第1凹部16に重なっている。これにより、ひずみセンサ31の設置を容易にしつつ、ひずみセンサ31によって精度よくひずみを測定することが容易となっている。

[0058] また、本実施の形態においては、第2凹部15は拡径部12の周方向に延びる溝である。第1凹部は、第2凹部に直交する方向に延びている。これにより、ひずみセンサ31の設置を容易にしつつ、ひずみセンサ31によって精度よくひずみを測定することが一層容易となっている。

[0059] また、本実施の形態においては、センサモジュール80は、シャフト部の加速度を検知する複数の加速度センサ52を含んでいる。これにより、ひずみおよび加速度の2種類の物理量を同時に把握することが可能となっている。

- [0060] また、本実施の形態においては、ひずみセンサ31と加速度センサ52とは、上記八角形の異なる辺に対応する拡張部12の外周面12A, 12Bに配置されている。ひずみセンサ31と加速度センサ52とを同一の外周面12A, 12Bに配置することも可能であるが、異なる面に設置することにより、センサの設置が容易となっている。
- [0061] また、本実施の形態においては、ひずみセンサ部品30を構成する配線32が、ひずみセンサとソケット53とを、たるみをもって接続している。これにより、配線32の長さを調整することなくひずみセンサ31を設置することが容易となっている。
- [0062] また、本実施の形態においては、基板49は、無線通信部51が搭載される第1区域41およびADコンバータ54が搭載される第5区域45に比べて厚みが小さい折り曲げ可能領域49Aにおいて屈曲している。これにより、比較的大きな部品である無線通信部51およびADコンバータ54が基板49の変形によって剥離等することを抑制しつつ、設置のための基板の変形が容易となっている。
- [0063] また、本実施の形態においては、基板49はリジッド基板である。基板49の折り曲げ可能領域49Aには、回転軸Aに沿う方向の両端を繋ぐ溝が形成されている。これにより、折り曲げ可能領域49Aを容易に形成可能となっている。

(基板の変形例)

- [0064] リジッド基板である上記実施の形態の基板49に代えて、以下のような変形例の基板49を採用してもよい。図17および図18を参照して、本変形例の基板49は、フレキシブル基板である本体部49Bと、第2領域および第3領域としての第1区域41および第5区域45に少なくとも配置され、本体部49Bよりもヤング率の大きい補強板72と、を含んでいる。本変形例では、補強板72は、第1区域41、第3区域43、第5区域45および第7区域47に配置されている。このように、フレキシブル基板である本体部49Bを採用し、必要な部分のみ補強板72によって補強する構造とする

ことにより、上記実施の形態と同様の効果を得ることができる。

(他の変形例)

- [0065] 上記実施の形態では、ひずみセンサ31および加速度センサ52の2種類のセンサが、それぞれ第1センサおよび第2センサとして採用される場合を説明した。しかし、たとえば第2センサとしての加速度センサ52が省略されてもよい。またひずみセンサ31が省略され、加速度センサ52のみが採用されてもよい。すなわち、第1センサは加速度センサであってもよい。さらに、ひずみおよび加速度以外の他の物理量を検出するセンサが、ひずみセンサ31および加速度センサ52の一方または両方に代えて採用されてもよいし、これらに加えて採用されてもよい。
- [0066] 上記実施の形態では、本開示の切削工具の一例としてエンドミルについて説明したが、本開示の切削工具はこれに限られない。本開示の切削工具は、たとえばドリル、フライスカッター、ボーリング、リーマ、タップ等であってもよい。
- [0067] 上記実施の形態では、シャフト部10の、センサ部20に取り囲まれる領域に配置される拡径部12が、回転軸Aに沿う方向に見て八角形である場合について説明した。しかし、拡径部の平面形状は4n角形（nは2以上の自然数）であればよく、たとえば十二角形、十六角形、二十角形であってもよい。
- [0068] 上記実施の形態では、ひずみセンサ31が、八角形の各辺に対応する拡径部12の外周面12A、12Bの各面のうち、回転軸Aを通る垂線が互いに90°をなす拡径部12の外周面12Bの全て（4面）上に配置される場合について説明したが、ひずみセンサは、少なくとも2面上に配置されればよい。より一般化して説明すると、4n角形の各辺に対応する第1領域（拡径部）の外周面の各面のうち、第1の外周面と、第1の外周面との関係で回転軸を通る垂線が互いに90°をなす第2の外周面の合計2つの外周面、またはこれに加えて第1の外周面との関係で回転軸を通る垂線が180°をなす第3の外周面の合計3つの外周面を一組の外周面として、当該一組の外周面

のそれぞれにひずみセンサは配置される。回転軸を通る垂線が互いに $90^\circ$ をなす第1の外周面および第2の外周面にひずみセンサを設置することにより、回転軸に垂直な平面内に作用する荷重の大きさと方向とに関する情報を得ることができる。さらに、第3の外周面にもひずみセンサを設置することにより、回転軸に平行な荷重の影響を除去し、回転軸に垂直な平面内に作用する荷重の大きさと方向とに関する情報を、より正確に得ることができる。上記一組の外周面は、複数存在していてもよい。たとえば、上記一組の外周面が2つ存在する場合、2つの外周面または3つの外周面を含む各一組の外周面のそれぞれにひずみセンサは配置される。すなわち、最大6つの外周面にひずみセンサは配置される。2つの一組の外周面の間には、角度の制限はない。

[0069] 上記実施の形態では、第1固定部材63と第2固定部材65とが別体である場合について説明した。しかし、第1固定部材63と第2固定部材65とは一体であってもよい。この場合、第1固定部材63と第2固定部材65とは一体の金属製の部材であってもよい。

[0070] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって、どのような面からも制限的なものではないと理解されるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなく、請求の範囲によって規定され、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

[0071] 1 切削工具、10 シャフト部、10A 第1の端部、10B 第2の端部、10C 貫通孔、11 本体部、11A 第1小径部、11B 第2小径部、12 拡径部、12A 外周面、12B 外周面、13 凹部、15 第2凹部、16 第1凹部、16A 底面、20 センサ部、21 ケース、22 蓋、22A 貫通孔、23 側壁部、24 底壁部、30 センサ部品、31 ひずみセンサ、32 配線、33 コネクタ、40 基板モジュール、41 第1区域、42 第2区域、43 第3区域、44 第4区域、45 第5区域、46 第6区域、47 第7区域、48 第8区

域、49 基板、49A 折り曲げ可能領域、49B 本体部、51 無線通信部、52 加速度センサ、53 ソケット、54 ADコンバータ、61 ケース本体、61A 貫通孔、62 ねじ孔、63 第1固定部材、63A 内周面、64 ねじ孔、65 第2固定部材、65A 内周面、66 ねじ孔、72 補強板、80 センサモジュール、91 切削チップ、92 ねじ、A 回転軸、 $L_A$ ,  $L_A$  垂線、 $\theta$  角度、 $d_1$ ,  $d_2$  深さ、 $a$ ,  $b$  測定範囲。

## 請求の範囲

- [請求項1] 回転軸に沿って第1の端部から第2の端部まで延びるシャフト部と、
- 前記シャフト部の長手方向の一部を取り囲むように配置されるセンサ部と、を備え、
- 前記シャフト部の前記回転軸まわりに回転することによって、被加工物を切削する切削工具であって、
- 前記センサ部は、
- 前記シャフト部の第1の物理量を検知する複数の第1センサと、前記第1センサに電氣的に接続される基板と、前記基板に電氣的に接続され、前記第1センサが検知した前記第1の物理量の情報を含む信号を外部へと送信する無線通信部と、を含むセンサモジュールと、
- 前記センサモジュールを収容するケースと、を含み、
- 前記シャフト部の、前記センサ部に取り囲まれる領域は、前記回転軸に沿う方向に見て4n角形状の第1領域を含み、
- 前記nは2以上の自然数であり、
- 前記回転軸に沿う方向に見て、前記複数の第1センサが、前記4n角形の各辺に対応する前記第1領域の外周面の各面のうち、前記回転軸を通る垂線が互いに90°をなす前記第1領域の外周面の少なくとも2面上に配置される、切削工具。
- [請求項2] 前記回転軸に沿う方向に見て、周方向において隣り合う前記4n角形の各辺に対応する前記第1領域の外周面の各面の、前記回転軸を通る垂線同士がなす角は等しい、請求項1に記載の切削工具。
- [請求項3] 前記回転軸に沿う方向に見て、前記基板は、4n角形の複数の辺に対応する前記第1領域の外周面にわたって沿うように配置される、請求項1または請求項2に記載の切削工具。
- [請求項4] 前記シャフト部の外周面には第1凹部が形成されており、
- 前記第1センサは、前記第1凹部内に収容される、請求項3に記載

の切削工具。

- [請求項5] 前記第1センサは、ひずみセンサである、請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の切削工具。
- [請求項6] 前記シャフト部の外周面には第2凹部が形成されており、  
前記第1センサは、前記第2凹部を跨ぐように配置される、請求項5に記載の切削工具。
- [請求項7] 前記第1センサは、ひずみセンサであり、  
前記シャフト部の外周面には、第1凹部と、前記第1凹部よりも深く、前記第1凹部に重なる第2凹部とが形成されており、  
前記第1センサは、前記第2凹部を跨ぐように配置され、前記第1凹部内に收容される、請求項3に記載の切削工具。
- [請求項8] 前記第2凹部は前記シャフト部の周方向に延びる溝であり、  
前記第1凹部は、前記第2凹部に直交する方向に延びる、請求項7に記載の切削工具。
- [請求項9] 前記第1センサは、加速度センサである、請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の切削工具。
- [請求項10] 前記センサモジュールは、前記シャフト部の前記第1の物理量とは異なる第2の物理量を検知する複数の第2センサをさらに含み、  
前記基板は前記第2センサに電氣的に接続され、  
前記無線通信部は、前記基板に電氣的に接続され、前記第2センサが検知した前記第2の物理量の情報を含む信号を外部へと送信する、請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の切削工具。
- [請求項11] 前記第1センサは、前記第1の物理量としてのひずみを検知するひずみセンサであり、  
前記第2センサは、前記第2の物理量としての加速度を検知する加速度センサである、請求項10に記載の切削工具。
- [請求項12] 前記第1センサと前記第2センサとは、前記4n角形の異なる辺に対応する前記第1領域の外周面に配置される、請求項10または請求

項 1 1 に記載の切削工具。

[請求項13] 前記センサモジュールは、前記第 1 センサに接続された配線をさらに含み、

前記配線は、前記第 1 センサと前記基板とを、たるみをもって接続する、請求項 1 から請求項 1 2 のいずれか 1 項に記載の切削工具。

[請求項14] 前記センサモジュールは、前記基板上に配置される A D コンバータをさらに含み、

前記基板は、前記無線通信部が搭載される第 2 領域および前記 A D コンバータが搭載される第 3 領域に比べて、前記第 2 領域および前記第 3 領域以外の領域である第 4 領域において厚みが小さく、前記第 4 領域において屈曲している、請求項 1 から請求項 1 3 のいずれか 1 項に記載の切削工具。

[請求項15] 前記基板はリジッド基板であり、

前記基板の前記第 4 領域には、前記回転軸に沿う方向の両端を繋ぐ溝が形成されている、請求項 1 4 に記載の切削工具。

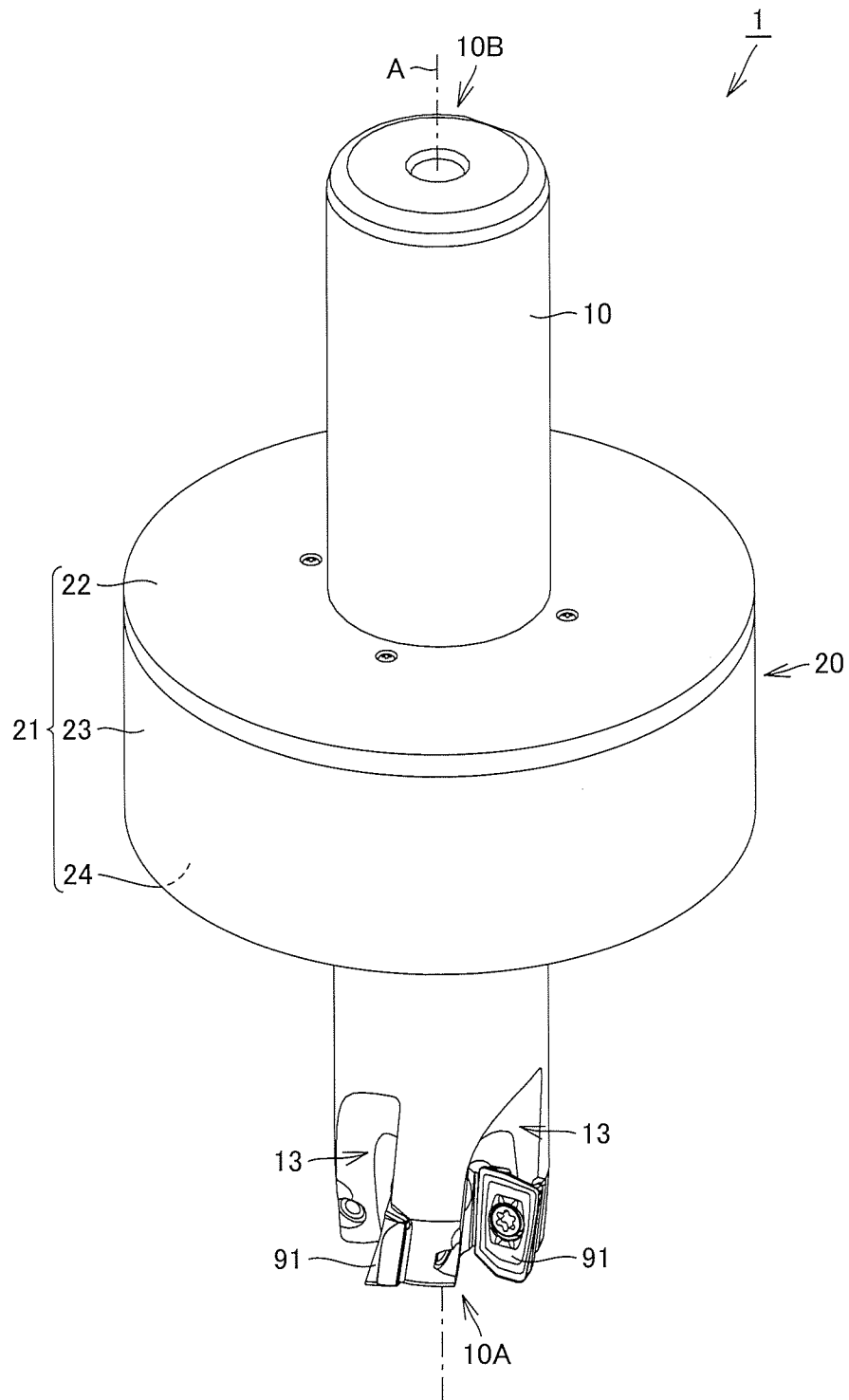
[請求項16] 前記基板は、

フレキシブル基板である本体部と、

前記第 2 領域および前記第 3 領域に配置され、前記本体部よりもヤング率の大きい補強板と、を含む、請求項 1 4 に記載の切削工具。

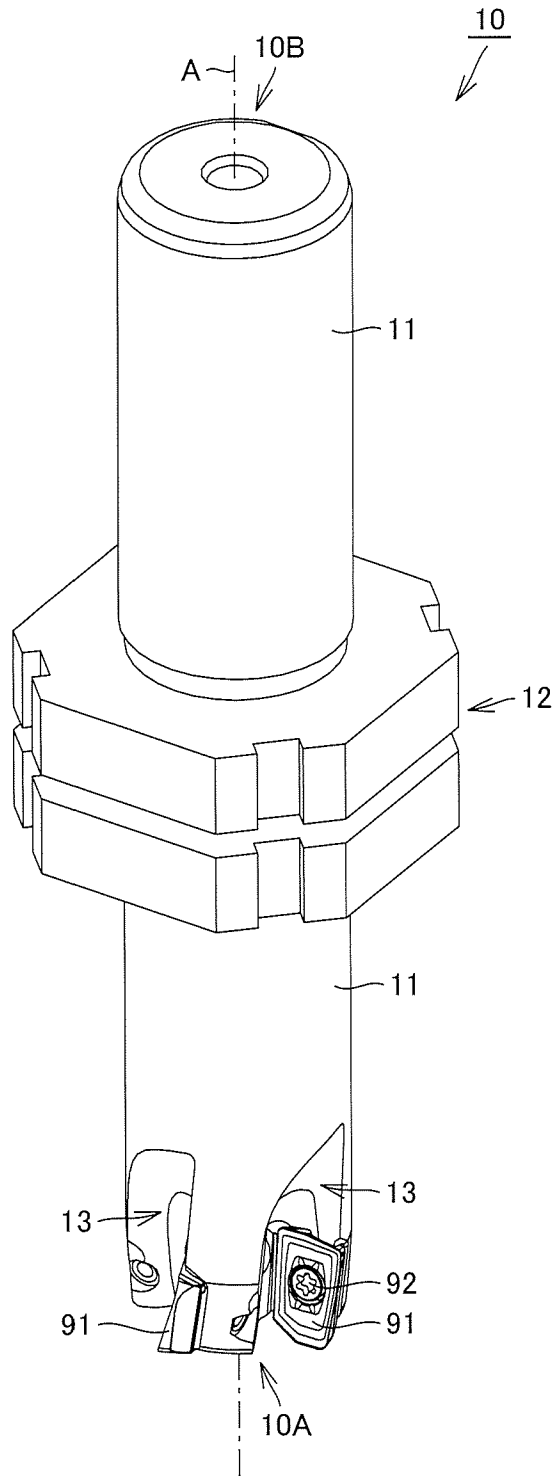
[図1]

FIG.1



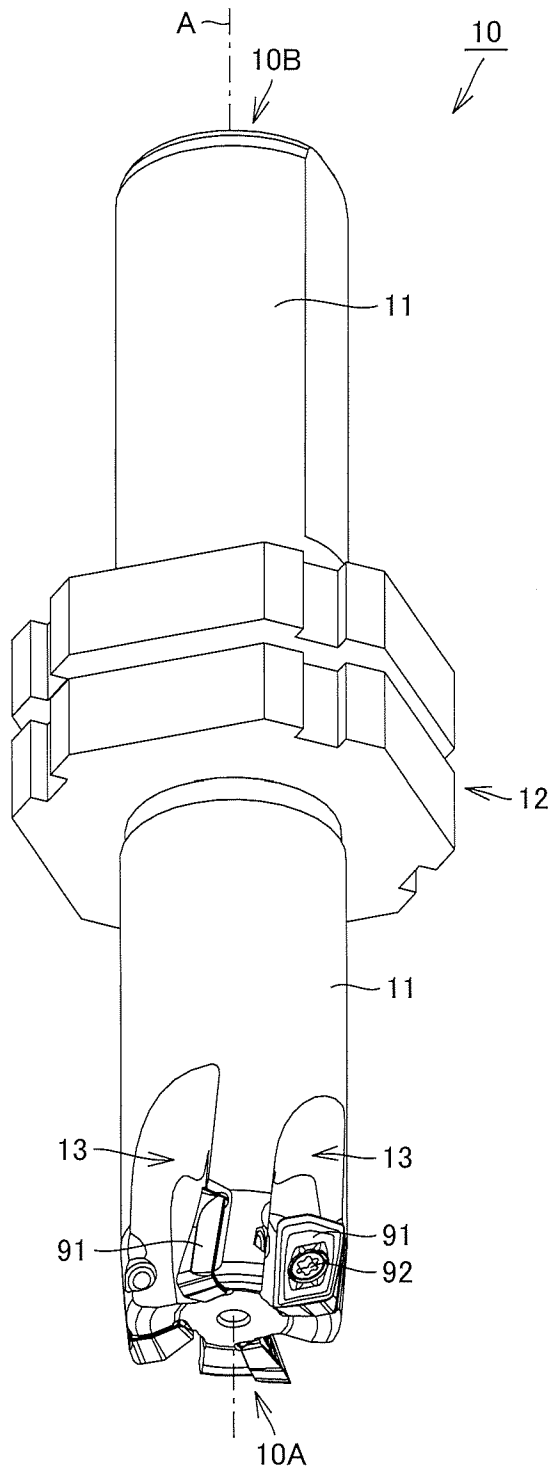
[図2]

FIG.2



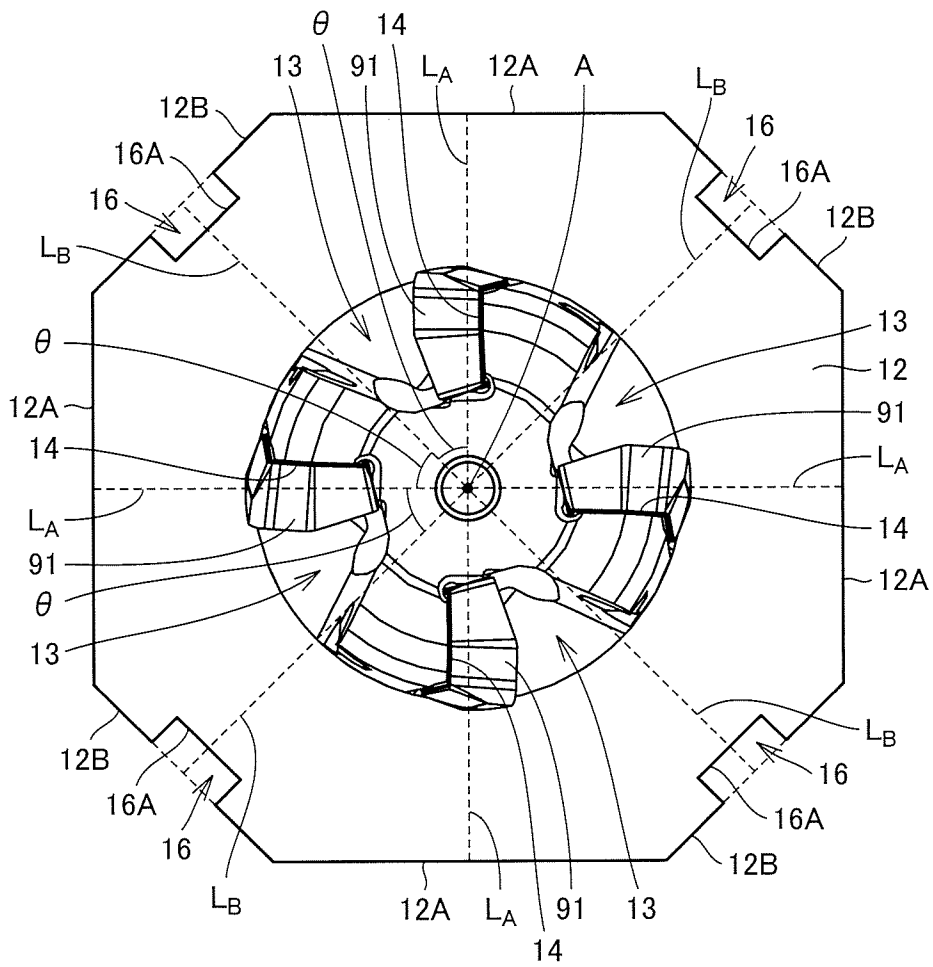
[図3]

FIG.3



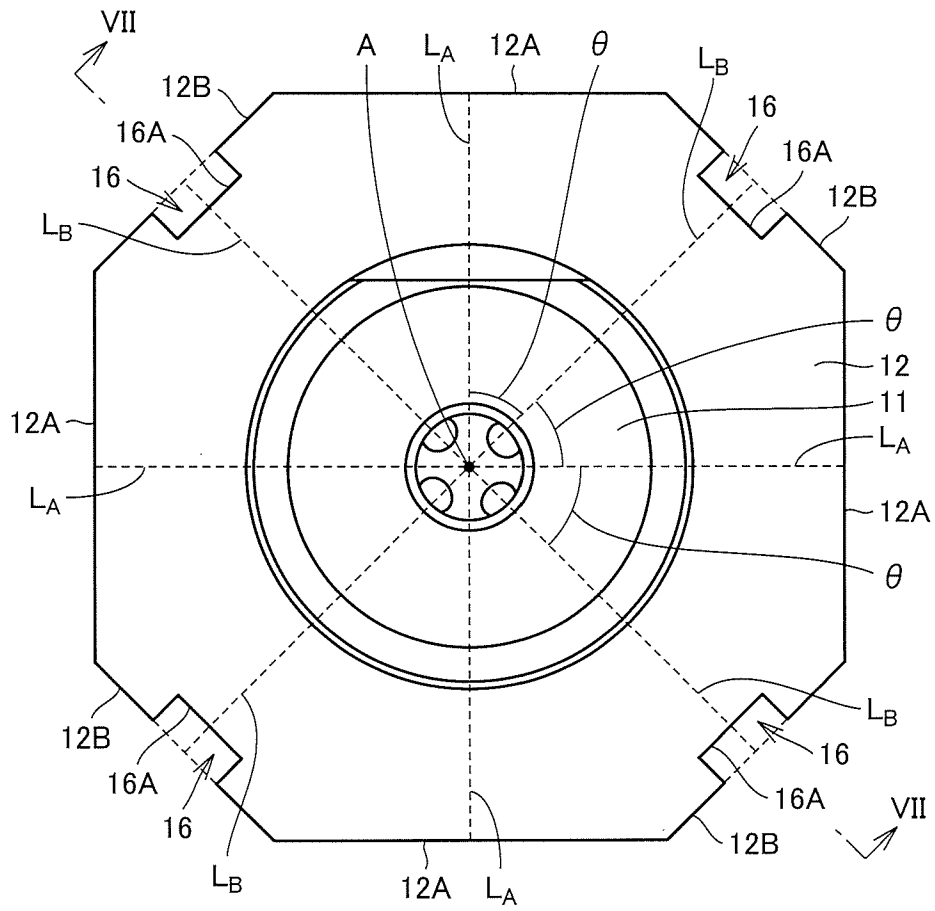
[図4]

FIG.4



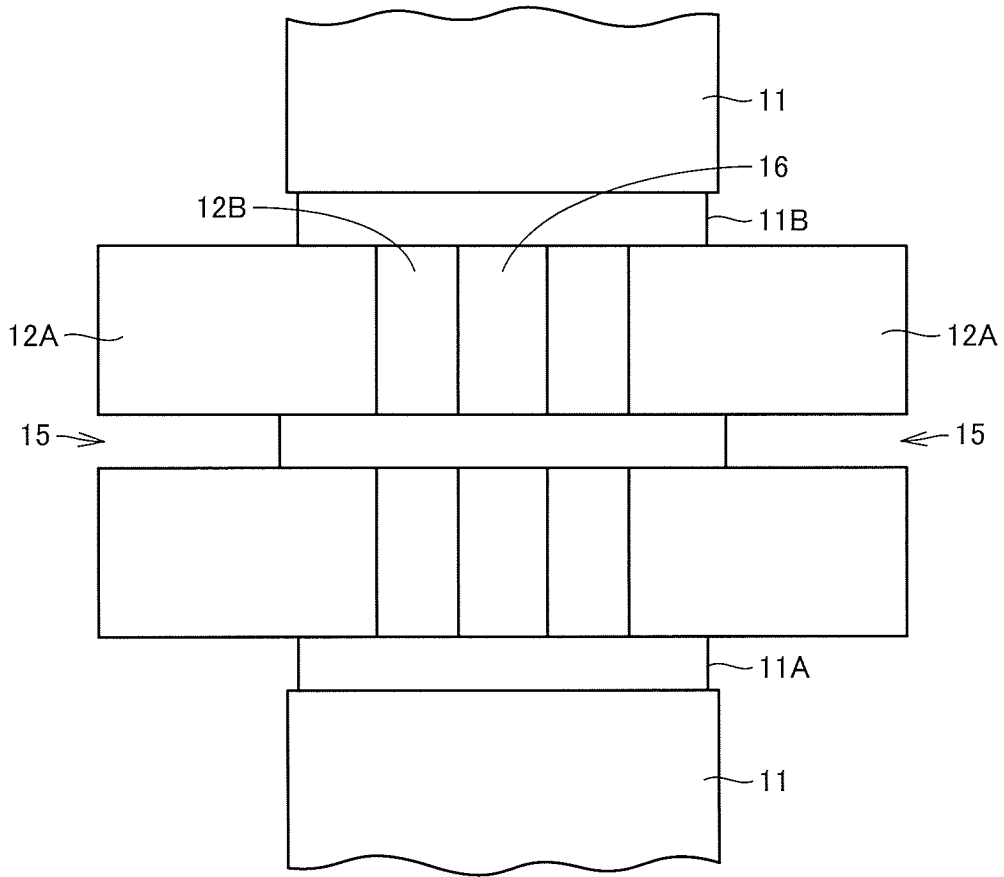
[図5]

FIG.5



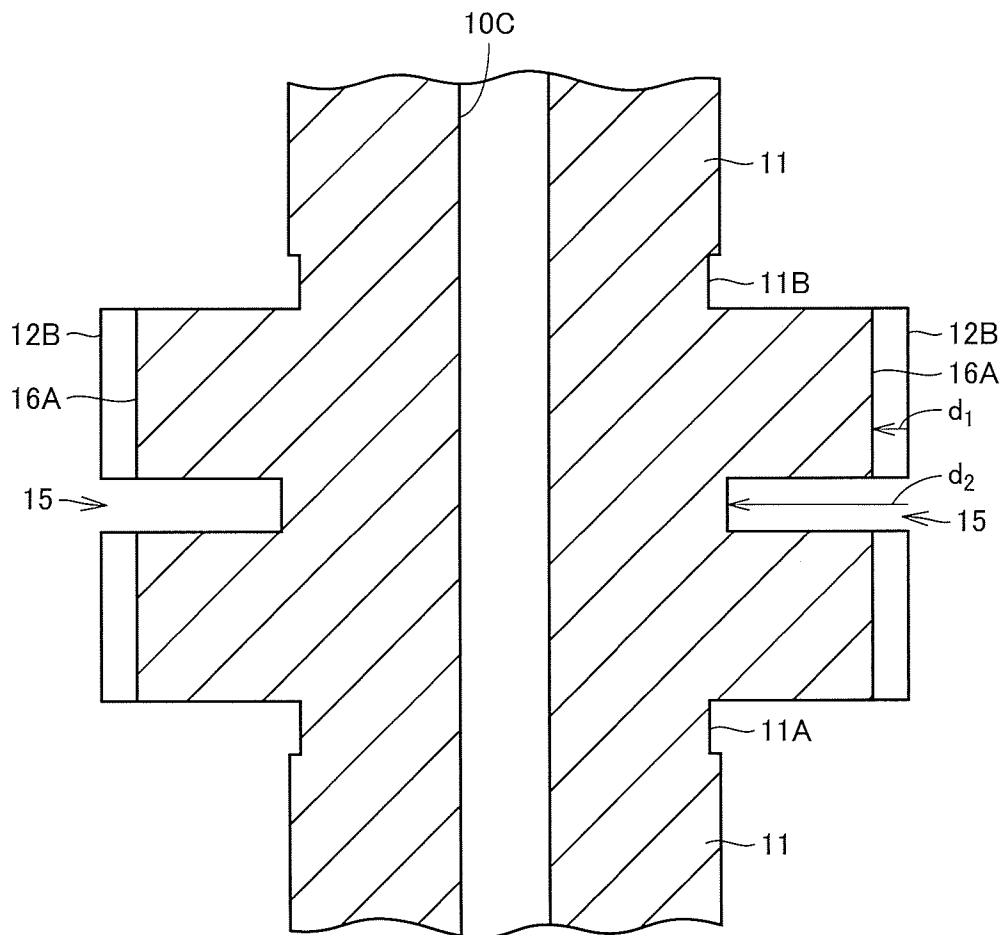
[図6]

FIG.6



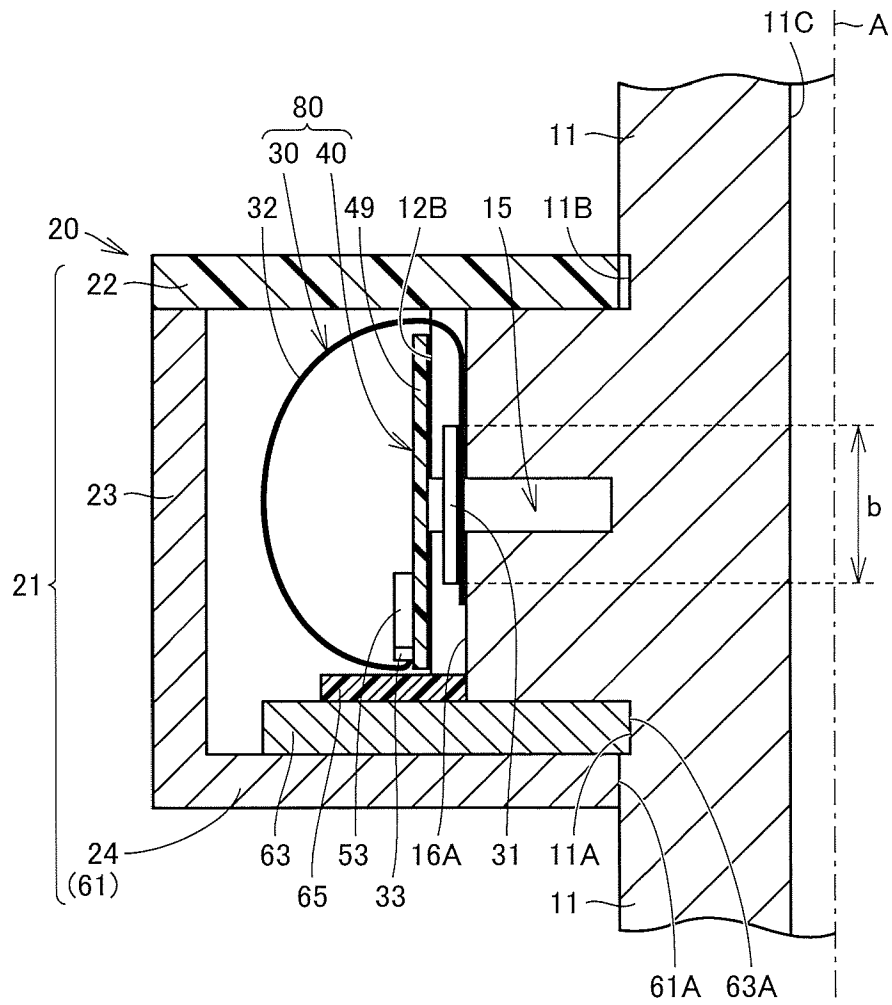
[図7]

FIG.7



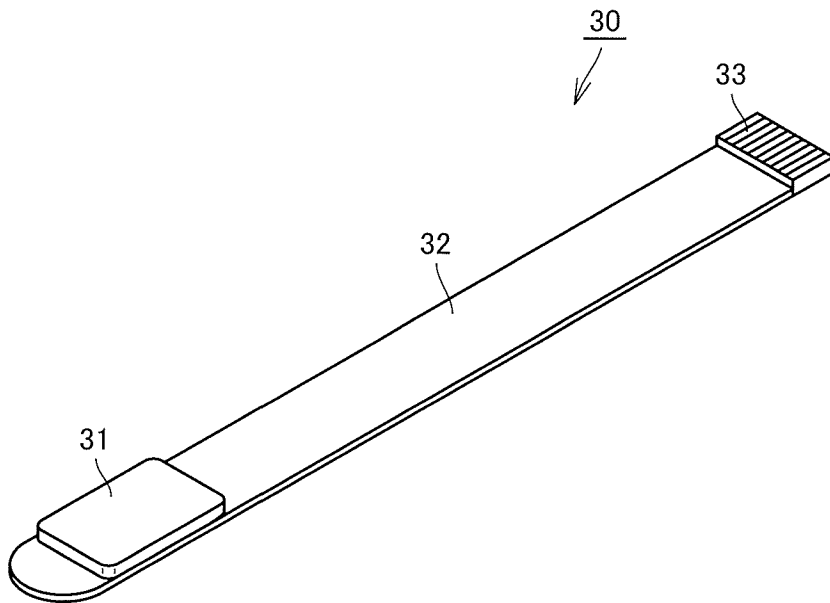
[図8]

FIG.8



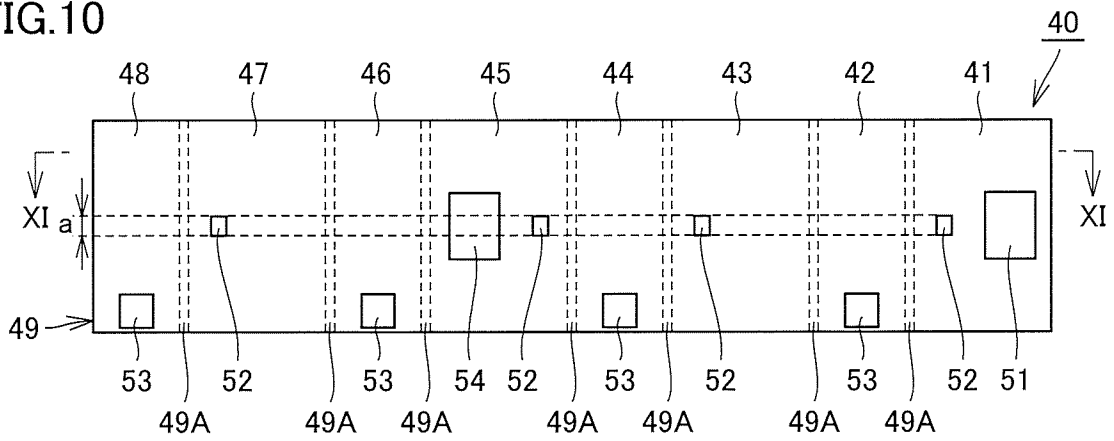
[図9]

FIG.9



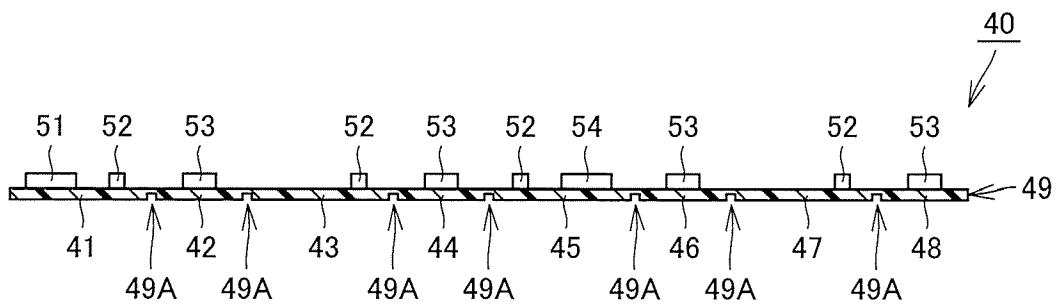
[図10]

FIG.10



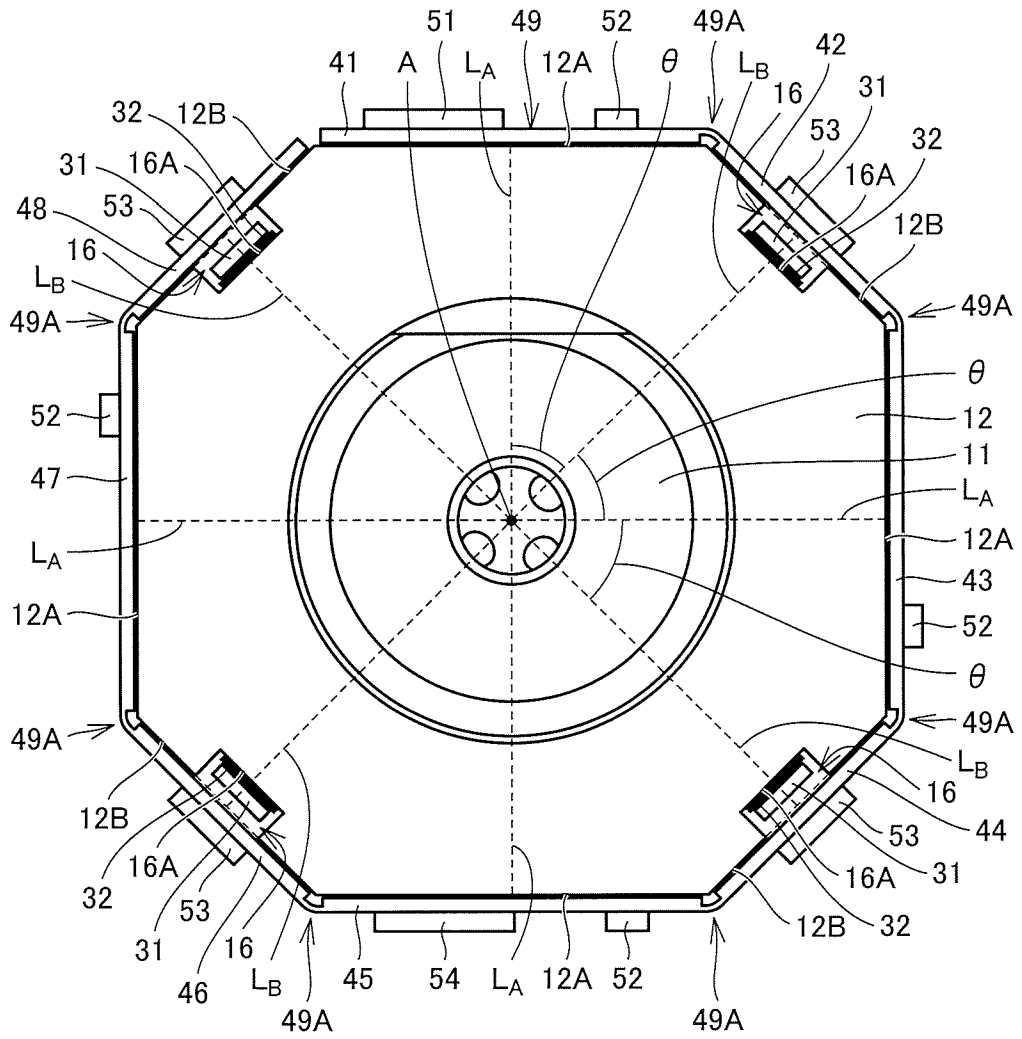
[図11]

FIG.11



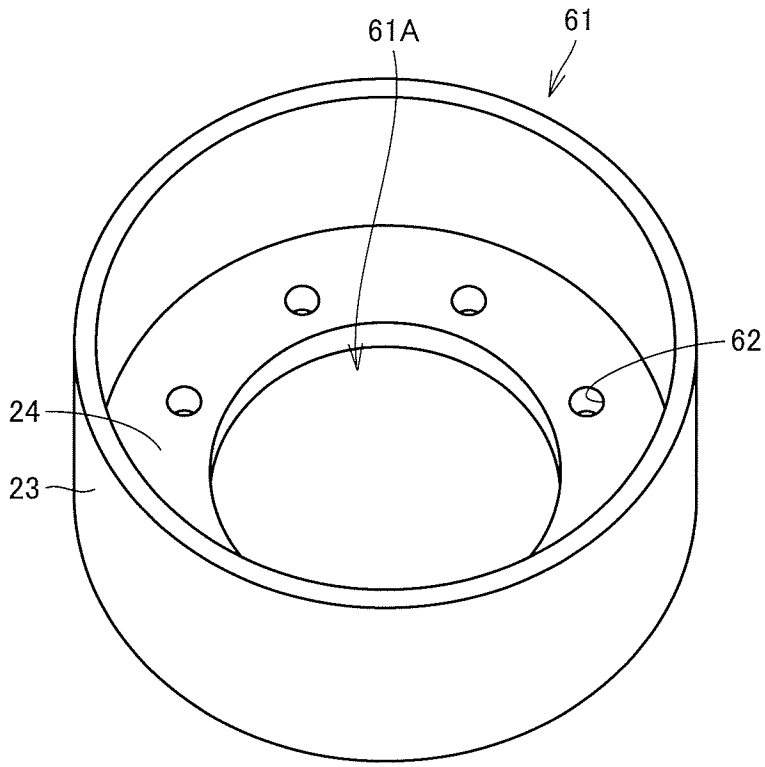
[図12]

FIG.12



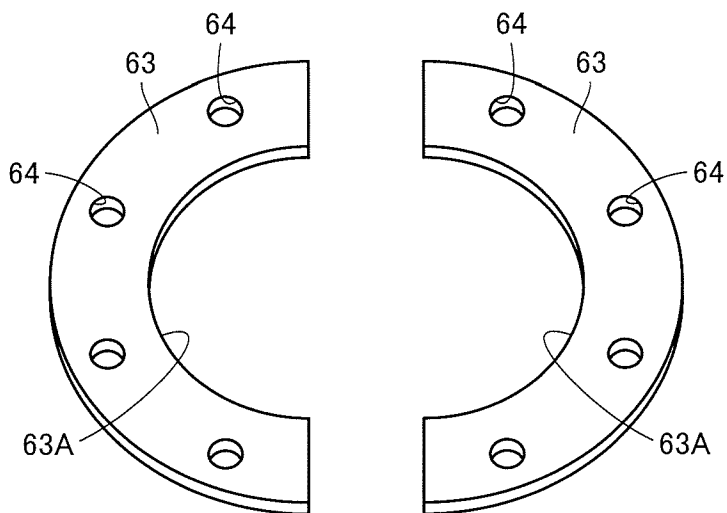
[図13]

FIG.13



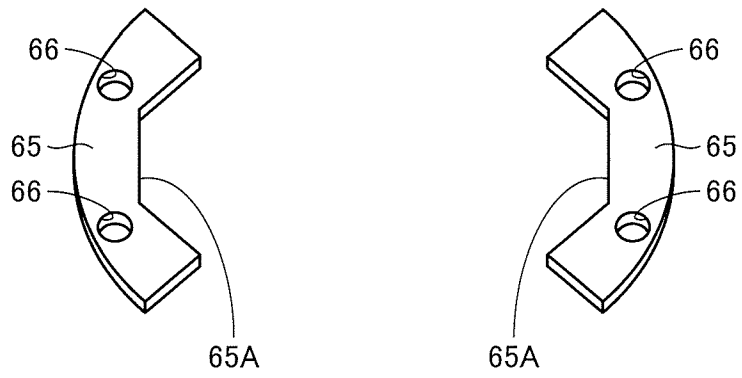
[図14]

FIG.14



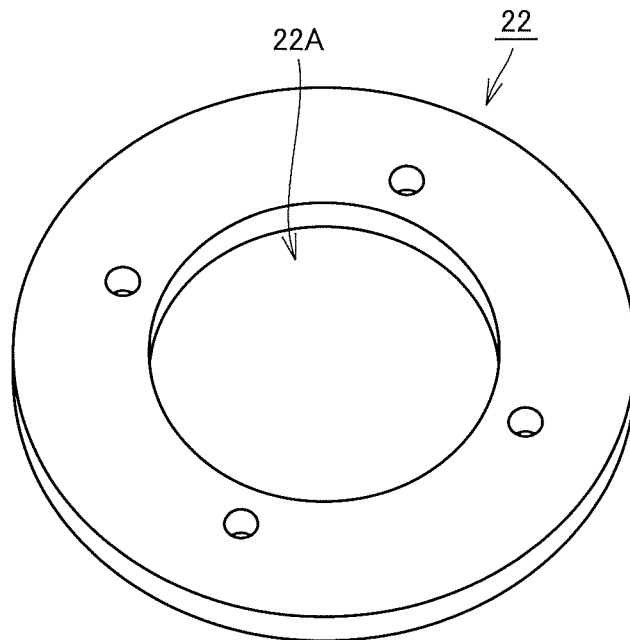
[図15]

FIG.15



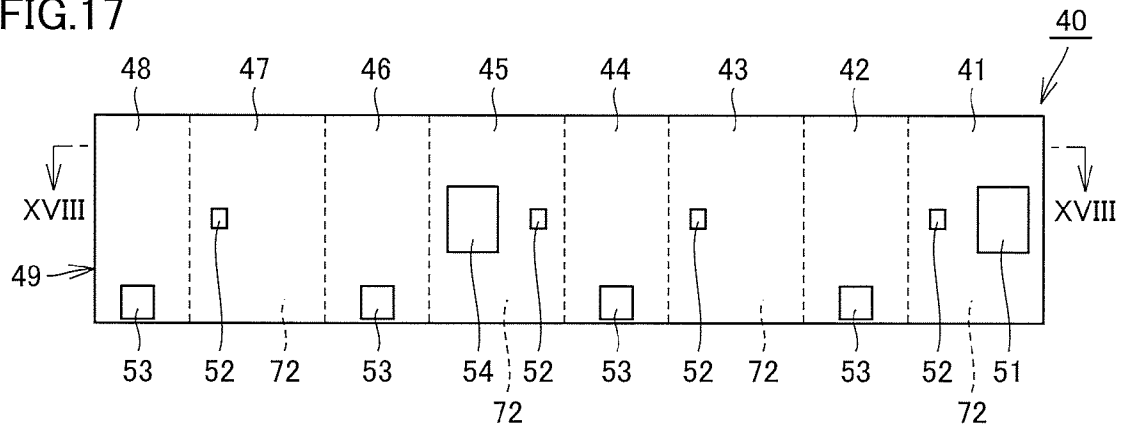
[図16]

FIG.16



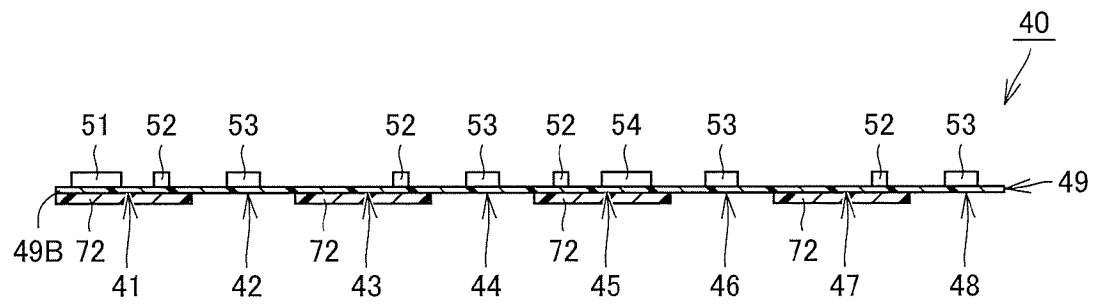
[図17]

FIG. 17



[図18]

FIG. 18



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2020/046111

<p><b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>                  B23C 9/00 (2006.01) i; B23Q 17/00 (2006.01) i                  FI: B23Q17/00 A; B23C9/00 Z                  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>										
<p><b>B. FIELDS SEARCHED</b>                  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)                  B23C9/00; B23Q17/00</p>										
<p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <table style="width:100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 80%;">Published examined utility model applications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1922-1996</td> </tr> <tr> <td>Published unexamined utility model applications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1971-2021</td> </tr> <tr> <td>Registered utility model specifications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1996-2021</td> </tr> <tr> <td>Published registered utility model applications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1994-2021</td> </tr> </table>			Published examined utility model applications of Japan	1922-1996	Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021	Registered utility model specifications of Japan	1996-2021	Published registered utility model applications of Japan	1994-2021
Published examined utility model applications of Japan	1922-1996									
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021									
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021									
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021									
<p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>										
<p><b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b></p>										
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.								
A	CN 106112694 A (YANSHAN UNIVERSITY) 16 November 2016 (2016-11-16) fig. 1-4	1-16								
A	CN 104139322 A (HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 12 November 2014 (2014-11-12) fig. 1-6	1-16								
A	CN 110103076 A (BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 09 August 2019 (2019-08-09) fig. 1-3	1-16								
A	JP 2011-518048 A (SUPROCK, Christopher A.) 23 June 2011 (2011-06-23) fig. 1	1-16								
<table style="width:100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.</td> <td style="width: 50%;"><input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.</td> </tr> </table>			<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.	<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.						
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.	<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.									
<table style="width:100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>						
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>									
Date of the actual completion of the international search 25 February 2021 (25.02.2021)		Date of mailing of the international search report 09 March 2021 (09.03.2021)								
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer  Telephone No.								

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/JP2020/046111

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 106112694 A	16 Nov. 2016	(Family: none)	
CN 104139322 A	12 Nov. 2014	(Family: none)	
CN 110103076 A	09 Aug. 2019	(Family: none)	
JP 2011-518048 A	23 Jun. 2011	US 2009/0234490 A1 fig. 1 WO 2009/117396 A2 CN 102015203 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23C 9/00(2006.01)i; B23Q 17/00(2006.01)i FI: B23Q17/00 A; B23C9/00 Z		
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）） B23C9/00; B23Q17/00 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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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
A	CN 106112694 A (YANSHAN UNIVERSITY) 16.11.2016 (2016 - 11 - 16) 図1-4	1-16
A	CN 104139322 A (HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 12.11.2014 (2014 - 11 - 12) 図1-6	1-16
A	CN 110103076 A (BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 09.08.2019 (2019 - 08 - 09) 図1-3	1-16
A	JP 2011-518048 A (サブロック, クリストファー エイ.) 23.06.2011 (2011 - 06 - 23) 図1	1-16
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 25.02.2021	国際調査報告の発送日 09.03.2021	
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） 久保田 信也 3C 3628 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/JP2020/046111

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
CN 106112694 A	16.11.2016	(ファミリーなし)	
CN 104139322 A	12.11.2014	(ファミリーなし)	
CN 110103076 A	09.08.2019	(ファミリーなし)	
JP 2011-518048 A	23.06.2011	US 2009/0234490 A1 図1 WO 2009/117396 A2 CN 102015203 A	