(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
2024年3月7日(07.03.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/047703 A1

(51) 国際特許分類:
B23C 9/00 (2006.01) *B23Q 17/09* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/032427

(22) 国際出願日： 2022年8月29日(29.08.2022)

(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: 大森 洋樹(**OHMORI Hiroki**); 〒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). 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).

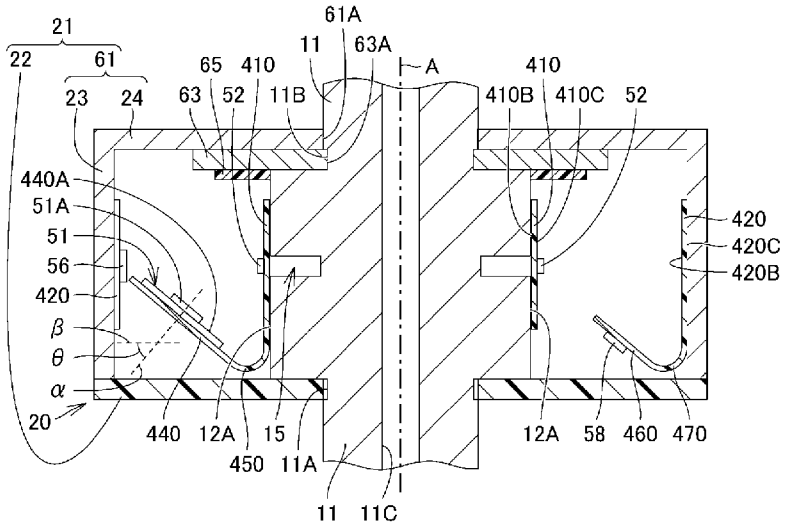
(74) 代理人: 北野 修平, 外(**KITANO Shuhei** et al.); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜一丁目１番１４号北浜一丁目平和ビル９Ｆ Ｋ＆Ｔ特許商標事務所 Osaka (JP).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,

(54) **Title:** MILLING TOOL AND SENSOR DEVICE

(54) 発明の名称： 転削工具およびセンサ装置

FIG.14



(57) **Abstract:** Provided is a milling tool comprising a shaft portion which extends from a first end portion to a second end portion along a rotation axis, a sensor portion which is arranged on the shaft portion, and a cutting edge which is arranged around the rotation axis of the shaft portion. In the present invention, the sensor portion includes a sensor module which includes a battery, a first sensor which senses a first physical quantity of the shaft portion, and a board which is electrically connected to the first sensor. The board includes a first portion which includes a first main surface and a second main

WO 2024/047703 A1

［続葉有］

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, SC, 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))

surface and is arranged such that the first main surface faces an outer circumferential surface of the shaft portion and a second portion which includes a third main surface and a fourth main surface, is arranged on an outer circumferential side of the first portion in the radial direction of the shaft portion such that the third main surface faces the shaft portion side, and is electrically connected to the first portion.

(57) 要約:転削工具は、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、シャフト部に配置されるセンサ部と、シャフト部の上記回転軸周りに配置された切れ刃と、を備える転削工具である。センサ部は、電池と、シャフト部の第１の物理量を検知する第１センサと、第１センサに電気的に接続される基板と、を含むセンサモジュールを含む。基板は、第１主面および第２主面を有し、シャフト部の外周面に第１主面が向かい合うように配置される第１部分と、第３主面および第４主面を有し、第３主面がシャフト部側を向くように、シャフト部の径方向において第１部分の外周側に配置され、第１部分に電気的に接続される第２部分と、を含む。

明　細　書

発明の名称 ： 転削工具およびセンサ装置

技術分野

[0001] 本開示は、転削工具およびセンサ装置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] 本開示に従った転削工具は、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、シャフト部に配置されるセンサ部と、シャフト部の上記回転軸周りに配置された切れ刃と、を備える転削工具である。センサ部は、電池と、シャフト部の第１の物理量を検知する第１センサと、第１センサに電気的に接続される基板と、含むセンサモジュールを含む。基板は、第１主面および第２主面を有し、シャフト部の外周面に第１主面が向かい合うように配置される第１部分と、第３主面および第４主面を有し、第３主面がシャフト部側を向くように、シャフト部の径方向において第１部分の外周側に配置され、第１部分に電気的に接続される第２部分と、を含む。

図面の簡単な説明

[0005] [図1]図１は、転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ＶＩＩ－ＶＩＩ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ＸＩ－ＸＩに沿う断面を示す概略断面図である。

[図12]図１２は、図１０の線分ＸＩＩ－ＸＩＩに沿う断面を示す概略断面図である。

[図13]図１３は、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14]図１４は、図１３の線分ＸＩＶ－ＸＩＶに沿う断面を示す概略断面図である。

[図15]図１５は、図１３の線分ＸＶ－ＸＶに沿う断面を示す概略断面図である。

[図16]図１６は、ケース本体の構造を示す概略斜視図である。

[図17]図１７は、第１固定部材の構造を示す概略斜視図である。

[図18]図１８は、第２固定部材の構造を示す概略斜視図である。

[図19]図１９は、蓋（底壁部）の構造を示す概略斜視図である。

[図20]図２０は、実施の形態２における転削工具の構造を示す概略斜視図である。

[図21]図２１は、実施の形態３における転削工具の構造を示す概略斜視図である。

[図22]図２２は、実施の形態４における転削工具の構造を示す概略斜視図である。

[図23]図２３は、実施の形態４における転削工具が分解された状態を示す概略斜視図である。

[図24]図２４は、実施の形態５における転削工具システムの構成を示す概略図である。

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］

センサによって得られた情報を含む信号を外部に設置された受信機へと送信するためには、多数の部品が、センサモジュールに含まれる基板に設置される必要がある。センサによって得られた情報を含む信号を外部に設置された受信機へと送信するための部品を効率よく設置することが可能な転削工具

およびセンサ装置を提供することが、本開示の目的の１つである。

[0007] ［本開示の効果］

本開示の転削工具およびセンサ装置によれば、センサによって得られた情報を含む信号を外部に設置された受信機へと送信するための部品を効率よく設置することが可能な転削工具およびセンサ装置を提供することができる。

[0008] ［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。本開示の転削工具は、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、シャフト部に配置されるセンサ部と、シャフト部の上記回転軸周りに配置された切れ刃と、を備える転削工具である。センサ部は、電池と、シャフト部の第１の物理量を検知する第１センサと、第１センサに電気的に接続される基板と、含むセンサモジュールを含む。基板は、第１主面および第２主面を有し、シャフト部の外周面に第１主面が向かい合うように配置される第１部分と、第３主面および第４主面を有し、第３主面がシャフト部側を向くように、シャフト部の径方向において第１部分の外周側に配置され、第１部分に電気的に接続される第２部分と、を含む。

[0009] センサによって得られた情報を含む信号を外部に設置された受信機へと送信するためには、多数の部品が、センサモジュールに含まれる基板に設置される必要がある。本開示の切削工具においては、センサモジュールに含まれる基板が、第１部分と、第１部分の外周側に配置される第２部分とを含んでいる。これにより、センサによって得られた情報を含む信号を外部へと送信するための多数の部品を設置するための基板の領域が十分に確保される。その結果、本開示の切削工具によれば、センサによって得られた情報を含む信号を外部に設置された受信機へと送信するための部品を効率よく設置することができる。

[0010] 上記切削工具において、センサモジュールは、電池と電気的に接続され、第３主面上に配置される電池用ソケットをさらに含んでいてもよい。電池用ソケットは、電池からの電力を、第１センサ、および基板上に設置される部

品へと供給するための重要な部品である。この電池ソケットがシャフト部に向かい合う第２部分の第３主面上に配置されることにより、転削工具が回転軸周りに回転した場合に、電池ソケットには、第２部分の第３主面に押し付けられる向きの遠心力が作用する。その結果、遠心力によって電池ソケットが第２部分（基板）から脱落することが抑制される。電池ソケットが基板から脱落することが抑制されることで、センサによって得られた情報を含む信号を外部に設置された受信機へと安定して送信することができる。

[0011] 上記切削工具において、電池用ソケットの接続方向は回転軸に沿う方向であってもよい。この構成により、転削工具の回転に伴う遠心力によって、電池用ソケットから、電池用ソケットに接続されるコネクタが外れることを抑制することができる。

[0012] 上記切削工具において、電池は、シャフト部の径方向において、第１部分と第２部分との間に配置されてもよい。この構成により、体積の大きい電池を基板の第１部分と第２部分との間に効率よく収容することができる。

[0013] 上記切削工具において、第１部分と第２部分とは、第１接続部により電気的に接続されていてもよい。第１接続部はフレキシブル基板であってもよい。この構成により、第１部分および第２部分を含む基板の設置が容易となる。

[0014] 上記切削工具において、第１部分、第２部分および第１接続部は、一体のフレキシブル基板を含んでいてもよい。この構成により、基板の変形が容易となる。その結果、第１部分および第２部分を含む基板の設置が一層容易となる。

[0015] 上記切削工具において、センサ部は、センサモジュールを収容するケースをさらに含んでいてもよい。ケースは、シャフト部を取り囲み、回転軸に沿う方向に延びる筒状の側壁部を含んでいてもよい。第１部分はシャフト部の外周面に沿ってシャフト部の周方向に延びるように配置されてもよい。第２部分は、側壁部の内周面に沿って側壁部の周方向に延びるように配置されてもよい。第１部分および第２部分をこのように配置することにより、基板を

ケース内に安定して収容することが容易となる。

[0016] 上記切削工具において、センサモジュールは、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アンテナをさらに含んでいてもよい。基板は、第１部分と第２接続部により電気的に接続された第３部分をさらに含んでいてもよい。アンテナは、第３部分に配置されてもよい。この構成により、アンテナを容易に配置することができる。

[0017] 上記切削工具において、第３部分は、シャフト部の径方向において第１部分と第２部分との間に配置されてもよい。アンテナが配置される第３部分を第１部分と第２部分との間に配置することにより、アンテナを第１部分と第２部分との間に効率よく収容することができる。

[0018] 上記切削工具において、センサモジュールは、電池からの電力の供給状態を切り替える電源スイッチをさらに含んでいてもよい。基板は、第２部分と第３接続部により電気的に接続された第４部分をさらに含んでいてもよい。電源スイッチは、第４部分に配置されてもよい。この構成により、電源スイッチを容易に配置することができる。

[0019] 上記切削工具において、第４部分は、シャフト部の径方向において第１部分と第２部分との間に配置されてもよい。電源スイッチが配置される第４部分を第１部分と第２部分との間に配置することにより、電源スイッチを第１部分と第２部分との間に効率よく収容することができる。

[0020] 上記切削工具において、センサモジュールは、複数の電池を含んでいてもよい。複数の電池は、シャフト部の周方向において等間隔に配置されていてもよい。質量の大きい電池をこのように配置することにより、電池が切削工具の回転のバランスに与える影響を抑制することができる。

[0021] 上記切削工具において、センサモジュールは、複数の電池を含んでいてもよい。複数の電池は、回転軸方向に見て、回転軸に対して対称に配置されていてもよい。質量の大きい電池をこのように配置することにより、電池が切削工具の回転のバランスに与える影響を抑制することができる。

[0022] 上記切削工具において、センサモジュールは、第１センサにおいて検知さ

れた第１の物理量を含むアナログ信号をデジタル信号に変換するＡＤコンバータをさらに備えていてもよい。ＡＤコンバータは第２主面上に配置されてもよい。比較的質量の大きいＡＤコンバータを回転軸に近い第２主面上に配置することにより、遠心力によるＡＤコンバータの脱落を抑制することができる。

[0023] 本開示の第１の局面におけるセンサ装置は、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、シャフト部に配置されるセンサ部と、を備え、シャフト部の回転軸周りに回転することによって、被加工物を切削する転削工具の、センサ部を構成可能なセンサ装置である。このセンサ装置は、電池と、シャフト部の第１の物理量を検知する第１センサと、第１センサに電気的に接続される基板と、含むセンサモジュールを備える。基板は、第１主面および第２主面を有し、シャフト部の外周面に第１主面が向かい合うように配置される第１部分と、第３主面および第４主面を有し、第３主面がシャフト部側を向くように、シャフト部の径方向において第１部分の外周側に配置され、第１部分に電気的に接続される第２部分と、を含む。

[0024] 本開示の第２の局面におけるセンサ装置は、回転軸に沿って延びるシャフト領域と、シャフト領域に配置されるセンサ部と、シャフト領域の回転軸に沿う方向における端部に形成され、切れ刃を有する加工ユニットが接続可能な接続部と、を備えるセンサ装置である。センサ部は、電池と、シャフト領域の第１の物理量を検知する第１センサと、第１センサに電気的に接続される基板と、を含むセンサモジュールを備える。基板は、第１主面および第２主面を有し、シャフト領域の外周面に第１主面が向かい合うように配置される第１部分と、第３主面および第４主面を有し、第３主面がシャフト領域側を向くように、シャフト領域の径方向において第１部分の外周側に配置され、第１部分に電気的に接続される第２部分と、を含む。

[0025] 本開示のセンサ装置では、センサモジュールに含まれる基板が、第１部分と、第１部分の外周側に配置される第２部分とを含んでいる。これにより、センサによって得られた情報を含む信号を外部へと送信するための多数の部

品を設置するための基板の領域が十分に確保される。その結果、本開示のセンサ装置によれば、センサによって得られた情報を含む信号を外部に設置された受信機へと送信するための部品を効率よく設置することができる。

[0026] ［本願発明の実施形態の詳細］

次に、本開示にかかる転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。

[0027] （実施の形態１）

（転削工具の構造の概要）

図１は、転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、転削工具の構造の概略を説明する。本実施の形態における転削工具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、切れ刃としての切削チップ９１が取り付けられている。切削チップ９１は、シャフト部１０の回転軸Ａ周りに配置されている。回転軸Ａ周りに転削工具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、転削工具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転削工具である。

[0028] （シャフト部の構造）

次に、転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７は、図５の線分ＶＩＩ－ＶＩＩ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θは互いに等しい。具体的には、角θ

は４５°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。

[0035] （センサ部の構造）

次に、図８～図１９を参照して、センサ部２０の構造について説明する。このセンサ部２０は、本開示のセンサ装置の一実施の形態に対応する。図８および図１０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に電気的に接続される基板４９と、基板４９に電気的に接続された無線通信部５１（図１０参照）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、アンテナ

５１Ａを含む。無線通信部５１のアンテナ５１Ａ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～図１２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。

[0038] 図１０を参照して、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、電源回路５５と、電池用ソケット５６と、充電用コネクタ５７と、電源スイッチ５８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、ＡＤコンバータ５４、電源回路５５、電池用ソケット５６、充電用コネクタ５７および電源スイッチ５８は、基板４９上に配置され、基板４９（基板４９の回路パターン）と電気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に電気的に接続されている。無線通信部５１のアンテナ５１Ａ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。

[0039] 基板４９は、第１部分４１０と、第２部分４２０と、第１接続部４３０と、第３部分４４０と、第２接続部４５０と、第４部分４６０と、第３接続部４７０とを含む。第１部分４１０および第２部分４２０は、それぞれ帯状の形状を有している。図１０および図１１を参照して、第１部分４１０は、第１部分第１区域４１１と、第１部分第２区域４１２と、第１部分第３区域４

１３と、第１部分第４区域４１４と、第１部分第５区域４１５と、第１部分第６区域４１６と、第１部分第７区域４１７と、第１部分第８区域４１８と、第１部分第９区域４１９とを含み、これらの区域はこの順に並んでいる。隣り合うこれらの区域のそれぞれの間には、屈曲可能部４１０Ａが配置されている。

[0040] 図１１を参照して、第１部分４１０は、可撓性を有する基板（フレキシブル基板）である本体部４９Ｂと、本体部４９Ｂの一方の主面（回路パターンが形成された側とは反対側の主面）に設置され、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。補強板７２は、第１部分第１区域４１１、第１部分第２区域４１２、第１部分第３区域４１３、第１部分第４区域４１４、第１部分第５区域４１５、第１部分第６区域４１６、第１部分第７区域４１７、第１部分第８区域４１８および第１部分第９区域４１９に対応する領域のそれぞれに配置されている。屈曲可能部４１０Ａに対応する領域には補強板７２が配置されていない。その結果、屈曲可能部４１０Ａは屈曲可能となっている。

[0041] 図１０および図１１を参照して、第１部分第１区域４１１および第１部分第９区域４１９のそれぞれには、第１部分４１０を厚み方向に貫通する１つ以上の（ここでは複数、具体的には２つの）貫通孔５９が形成されている。２つの貫通孔５９は、第１部分４１０の長手方向に交差（直交）する方向、すなわち第１部分４１０の幅方向に並べて配置されている。第１部分第１区域４１１上、第１部分第３区域４１３上、第１部分第５区域４１５上および第１部分第７区域４１７上のそれぞれには、ソケット５３が配置されている。ソケット５３は、第１部分４１０の幅方向の端部に配置されている。第１部分第２区域４１２上、第１部分第４区域４１４上および第１部分第６区域４１６上のそれぞれには、加速度センサ５２が配置されている。第１部分第４区域４１４上には、ＡＤコンバータ５４が配置されている。第１部分第４区域４１４上において、加速度センサ５２とＡＤコンバータ５４とは、第１部分４１０の幅方向に並べて配置されている。

[0042] 図１０および図１２を参照して、第２部分４２０は、第２部分第１区域４２１と、第２部分第２区域４２２と、第２部分第３区域４２３と、第２部分第４区域４２４と、第２部分第５区域４２５と、第２部分第６区域４２６とを含み、これらの区域はこの順に並んでいる。隣り合うこれらの区域のそれぞれの間には、屈曲可能部４２０Ａが配置されている。

[0043] 図１２を参照して、第２部分４２０は、フレキシブル基板である本体部４９Ｂと、本体部４９Ｂの一方の主面（回路パターンが形成された側とは反対側の主面）に設置され、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。補強板７２は、第２部分第１区域４２１、第２部分第２区域４２２、第２部分第３区域４２３、第２部分第４区域４２４、第２部分第５区域４２５および第２部分第６区域４２６に対応する領域のそれぞれに配置されている。屈曲可能部４２０Ａに対応する領域には補強板７２が配置されていない。その結果、屈曲可能部４２０Ａは屈曲可能となっている。

[0044] 図１０および図１２を参照して、第２部分第１区域４２１および第２部分第６区域４２６のそれぞれには、第２部分４２０を厚み方向に貫通する貫通孔５９が形成されている。第２部分第１区域４２１上および第２部分第６区域４２６上のそれぞれには、電池用ソケット５６が配置されている。電池用ソケット５６は、第２部分４２０の幅方向の中央部に配置されている。電池用ソケット５６の接続方向（電池用ソケット５６に接続されるコネクタの接続方向γ）は、第２部分４２０の幅方向に沿う方向である。後述のように、基板モジュール４０がケース２１内に収容されると、電池用ソケット５６の接続方向γは回転軸Ａに沿う方向となる。第２部分第２区域４２２上および第２部分第５区域４２５上のそれぞれには、電源回路５５が配置されている。第２部分第３区域４２３上には、充電用コネクタ５７が配置されている。

[0045] 第１部分第６区域４１６と第２部分第４区域４２４とは、帯状の形状を有する第１接続部４３０により物理的かつ電気的に接続されている。第１接続部４３０、第１部分４１０の本体部４９Ｂおよび第２部分４２０の本体部４９Ｂは、一体のフレキシブル基板から構成されている。すなわち、第１部分

４１０、第２部分４２０および第１接続部４３０は、第１部分４１０、第２部分４２０および第１接続部４３０の全体に広がる一体のフレキシブル基板を含んでいる。第１部分第８区域４１８と第３部分４４０とは、第２接続部４５０により物理的かつ電気的に接続されている。第３部分４４０上には、アンテナ５１Ａを含む無線通信部５１が配置されている。第２部分第３区域４２３と第４部分４６０とは、第３接続部４７０により物理的かつ電気的に接続されている。第４部分４６０上には、電源スイッチ５８が配置されている。基板４９は、一体のフレキシブル基板のうち、剛性が必要な部分に補強板を設置し、補強板が設置されない部分において屈曲可能となっている。

[0046] 図１０および図５を参照して、第１部分４１０の長手方向における第１部分第１区域４１１、第１部分第３区域４１３、第１部分第５区域４１５、第１部分第７区域４１７および第１部分第９区域４１９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。第１部分４１０の長手方向における第１部分第２区域４１２、第１部分第４区域４１４、第１部分第６区域４１６および第１部分第８区域４１８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。

[0047] 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内に収容されるように配置される（図２、図４、図８等参照）。すなわち、ひずみセンサ３１は、回転軸Ａに沿う方向におけるひずみを検知するように配置される。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°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。

[0048] 図１３～図１５を参照して、基板４９の第１部分４１０は、第１主面４１

０Ｂと、第１主面４１０Ｂとは厚み方向において反対側に位置する第２主面４１０Ｃとを含む。第１部分４１０は、シャフト部１０の外周面に第１主面４１０Ｂが向かい合うように配置される。第２主面４１０Ｃ上に、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。第１部分４１０は、第１主面４１０Ｂ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部分第１区域４１１、第１部分第３区域４１３、第１部分第５区域４１５、第１部分第７区域４１７および第１部分第９区域４１９が外周面１２Ｂ上に配置され、第１部分第２区域４１２、第１部分第４区域４１４、第１部分第６区域４１６および第１部分第８区域４１８が外周面１２Ａ上に配置される。第１部分４１０は、屈曲可能部４１０Ａにおいて屈曲する。第１部分第１区域４１１と第１部分第９区域４１９とは、それぞれに形成された貫通孔５９が一致するように重なる。この貫通孔５９を貫通するように固定部材（図示しない）が設置されることにより、第１部分４１０はシャフト部１０に対して固定される。

[0049] その結果、回転軸Ａに沿う方向に見て、第１部分４１０は、拡径部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上に位置する第１部分４１０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、第１部分４１０とひずみセンサ３１とが電気的に接続される。図８に示すように、配線３２は、第１部分４１０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。加速度センサ５２は、回転軸Ａに沿う方向に見て、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_Aが互いに９０°をなす拡径部１２の外周面１２Ａ（長辺に対応する外周面）に配置される。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径部１２の外周面１２Ａ，１２Ｂに配置される。

[0050] 図１４および図１５を参照して、基板４９の第２部分４２０は、第３主面４２０Ｂと、第３主面４２０Ｂとは厚み方向において反対側に位置する第４主面４２０Ｃとを含む。第２部分４２０は、第３主面４２０Ｂがシャフト部１０側を向くように、シャフト部１０の径方向において第１部分４１０の外周側に配置される。第１部分４１０と第２部分４２０とを電気的に接続する第１接続部４３０は、シャフト部１０の径方向において第１部分４１０と第２部分４２０との間に配置される。

[0051] ケース２１は、シャフト部１０を取り囲み、回転軸Ａに沿う方向に延びる筒状の側壁部２３と、回転軸Ａに沿う方向における側壁部２３の第１の開口を閉じる底壁部２２と、回転軸Ａに沿う方向において第１の開口とは反対側に位置する側壁部の第２の開口を閉じる上壁部２４とを含む。底壁部２２は樹脂製である。第１部分４１０は、シャフト部１０の外周面に沿ってシャフト部１０の周方向に延びるように配置される。第２部分４２０は、側壁部２３の内周面に沿って側壁部２３の周方向に延びるように配置される。第２部分４２０は、屈曲可能部４２０Ａにおいて屈曲する。第２部分４２０の第３主面４２０Ｂ上に、電源回路５５、電池用ソケット５６、充電用コネクタ５７などが配置される。このとき、電池用ソケット５６の接続方向γは回転軸Ａに沿う方向となる。

[0052] 図１３および図１５を参照して、センサモジュール８０は、電池９９を含む。本実施の形態において、センサモジュール８０は、複数の（具体的には２つの）電池９９を含む。電池９９は、シャフト部１０の径方向において、第１部分４１０と第２部分４２０との間に配置される。上記複数の電池９９は、シャフト部１０の周方向において等間隔に配置される。上記複数の電池９９は、回転軸Ａに沿う方向に見て、回転軸Ａに対して対称に配置される。電池９９は、充電可能な電池、すなわち二次電池である。電池９９は、第２部分４２０上に配置された電池用ソケット５６および電源回路５５を介して、第２部分４２０に第１接続部４３０により接続された第１部分４１０上の無線通信部５１、加速度センサ５２、ソケット５３およびＡＤコンバータ５

４等に電力を供給する。電池９９は、第２部分４２０上に配置された充電用コネクタ５７を介して充電される。なお、電池９９は、一次電池であってもよい。

[0053] アンテナ５１Ａを含む無線通信部５１が搭載される土台部材としての第３部分４４０は、シャフト部１０の径方向において第１部分４１０と第２部分４２０との間に配置される。ここで、第２接続部４５０が屈曲することにより、アンテナ５１Ａを含む無線通信部５１の設置状態が調整される。具体的には、図１４を参照して、アンテナ５１Ａを含む無線通信部５１は、第３部分４４０の第１表面としての搭載面４４０Ａに搭載されている。すなわち、本実施の形態において、土台部材は基板である。本開示の土台部材は基板に限られず、アンテナ５１Ａ（アンテナ５１Ａを含む無線通信部５１）が搭載される第１表面（搭載面）を有する種々の形状の支持部材を土台部材として採用することができる。アンテナ５１Ａは、チップアンテナまたはパターンアンテナである。アンテナ５１Ａは、第１センサとしてのひずみセンサ３１が検知した第１の物理量であるひずみの情報、および第２センサとしての加速度センサ５２が検知した第２の物理量である加速度の情報を外部へと送信する送信アンテナである。回転軸Ａを含む断面（図１４に示す断面）において、搭載面４４０Ａに垂直な方向である第１方向αは、回転軸Ａに垂直な平面βおよび回転軸Ａに対して傾斜している。回転軸Ａに垂直な平面βと第１方向αとのなす角は、５°以上８５°以下、１５°以上７５°以下、さらには２０°以上７０°以下であることが好ましい。回転軸Ａに垂直な平面βと第１方向αとのなす角は、たとえば３０°以上４５°以下とすることができる。

[0054] 電源スイッチ５８が搭載される第４部分４６０は、シャフト部１０の径方向において第１部分４１０と第２部分４２０との間に配置される。第３接続部４７０が屈曲することにより、電源スイッチ５８の設置状態の調整が可能となっている。電源スイッチ５８により、電池９９からの電力の供給状態（オンまたはオフ）を切り替えることができる。

[0055] 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１９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１６に示すように、中央に貫通孔６１Ａを有する円盤状の上壁部２４と、上壁部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。上壁部２４には、上壁部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。

[0056] 図１７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の上壁部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２小径部１１Ｂ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）などを挙げることができる。

[0057] 図１８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、拡径部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の上壁部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。

[0058] 図１９を参照して、蓋（底壁部）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。

[0059] 図８を参照して、ケース本体６１の上壁部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、上壁部２４に接触して配置された状態で、内周面６３Ａが本体部１１の第２小径部１１Ｂの壁面に接触するように、第２小径部１１Ｂにはめ込まれる。第２固定部材６５は、第１固定部材６３に接触して配置された状態で、内周面６５Ａが拡径部１２の外周面１２Ａ，１２Ｂに接触するように配置される。

[0060] 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、上壁部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２小径部１１Ｂ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が拡径部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（底壁部）２２は、側壁部２３の端面および拡径部１２の端面に接触する状態で、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。

[0061] （転削工具の動作）

転削工具１の動作時においては、転削工具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のアンテナ５１Ａにより外部へと送信される。無線通信部５１およびＡＤコンバータ５４は、電池９９から電池用

ソケット５６および電源回路５５を介して供給される電力により動作する。ケース２１の蓋（底壁部）２２が樹脂製であるため、無線通信部５１は、蓋（底壁部）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、外部に設置された受信機において受信され、分析されることにより、シャフト部１０の状態が把握される。

[0062] （本実施の形態の効果）

本実施の形態の転削工具１においては、送信アンテナであるアンテナ５１Ａを含む無線通信部５１が搭載される第３部分４４０の搭載面４４０Ａに垂直な方向である第１方向αが、回転軸Ａに垂直な平面βおよび回転軸Ａの両方に対して傾斜している。これにより、受信アンテナが受信しやすい方向の偏波の電界強度が極端に弱くなるタイミングの発生を回避することができる。その結果、本実施の形態の転削工具１は、ひずみセンサ３１等によって得られた情報の欠落を抑制しつつ、当該情報を含む信号を外部に設置された受信機において受信することが容易な転削工具となっている。

[0063] また、本実施の形態の転削工具１では、樹脂製の底壁部２２が採用されている。その結果、ケース２１の剛性の低下を抑制しつつ、アンテナからの信号の外部への発信が容易となっている。なお、上壁部２４が樹脂製であってもよいし、底壁部２２および上壁部２４の一部のみが樹脂製であってもよい。

[0064] また、本実施の形態の転削工具１においては、第１部分４１０の外周側に配置される第２部分４２０上に配置される部品である電池用ソケット５６が、シャフト部１０側を向く主面である第３主面４２０Ｂ上に配置される。その結果、電池用ソケット５６が遠心力によって脱落することが抑制されている。さらに、第２部分４２０上に配置される部品である電源回路、充電用コネクタ５７も第３主面４２０Ｂ上に配置されることにより、これらが遠心力によって脱落することが抑制されている。

[0065] また、本実施の形態の転削工具１においては、電池９９は、シャフト部１０の径方向において、第１部分４１０と第２部分４２０との間に配置される

。このように、質量の大きい電池を極力回転軸Ａに近付けることにより、電池９９が受ける遠心力が抑制されている。

[0066] また、本実施の形態の転削工具１においては、第１接続部４３０はフレキシブル基板である。このように、第１部分４１０と第２部分４２０とを可撓性を有するフレキシブル基板で接続することにより、第１部分４１０および第２部分４２０の適切な設置が容易となっている。

[0067] また、本実施の形態の転削工具１において、第１部分４１０、第２部分４２０および第１接続部４３０は、一体のフレキシブル基板を含んでいる。より具体的には、第１接続部４３０、第１部分４１０の本体部４９Ｂおよび第２部分４２０の本体部４９Ｂは、一体のフレキシブル基板から構成されている。そして、一体のフレキシブル基板のうち、剛性が必要な部分に補強板７２を設置し、補強板７２が設置されない部分において屈曲可能となっている。その結果、基板モジュール４０について、高い設計の自由度が確保されている。

[0068] また、本実施の形態の転削工具１において、電池用ソケット５６の接続方向γは回転軸Ａに沿う方向である。これにより、転削工具１の回転に伴う遠心力によって電池用ソケット５６からコネクタが脱落することが抑制されている。

[0069] また、本実施の形態の転削工具１において、第１部分４１０はシャフト部１０の外周面に沿ってシャフト部１０の周方向に延びるように配置されている。第２部分４２０は、側壁部２３の内周面に沿って側壁部２３の周方向に延びるように配置されている。これにより、第１部分４１０および第２部分４２０の固定が容易となっている。

[0070] また、本実施の形態の転削工具１において、アンテナ５１Ａを含む無線通信部５１は、第１部分４１０と第２接続部４５０により電気的に接続された第３部分４４０に配置される。これにより、アンテナ５１Ａを含む無線通信部５１の設置の自由度が高くなっている。

[0071] また、本実施の形態の転削工具１において、第３部分４４０は、シャフト

部１０の径方向において第１部分４１０と第２部分４２０との間に配置される。これにより、アンテナ５１Ａを含む無線通信部５１の設置の自由度がさらに高くなっている。

[0072] また、本実施の形態の転削工具１において、電源スイッチ５８は、第２部分４２０と第３接続部４７０により電気的に接続された第４部分４６０に配置されている。これにより、電源スイッチ５８の設置の自由度が高くなっている。

[0073] また、本実施の形態の転削工具１において、第４部分４６０は、シャフト部１０の径方向において第１部分４１０と第２部分４２０との間に配置される。これにより、電源スイッチ５８の設置の自由度がさらに高くなっている。

[0074] また、本実施の形態の転削工具１において、複数の電池９９は、シャフト部１０の周方向において等間隔に配置される。質量の大きい電池９９をこのように配置することにより、転削工具１の安定した回転を達成することが可能となっている。

[0075] また、本実施の形態の転削工具１において、複数の電池９９は、回転軸Ａの方向に見て、回転軸Ａに対して対称に配置される。質量の大きい電池９９をこのように配置することにより、転削工具１の安定した回転を達成することが可能となっている。

[0076] また、本実施の形態の転削工具１において、ＡＤコンバータ５４は、第２主面４１０Ｃ上に配置される。このように、比較的質量の大きいＡＤコンバータ５４を回転軸Ａに近い第２主面４１０Ｃ上に配置することにより、遠心力によるＡＤコンバータ５４の脱落を抑制することが可能となっている。

[0077] （変形例）

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（たとえば温度センサ）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。

[0078] 上記実施の形態では、本開示の転削工具の一例としてエンドミルについて説明したが、本開示の転削工具はこれに限られない。本開示の転削工具は、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。

[0079] 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。

[0080] 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°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。

[0081] 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。

[0082] 上記実施の形態では、第１固定部材６３および第２固定部材６５を用いてセンサ部２０がシャフト部１０に取り付けられる場合について説明したが、センサ部２０の取り付け方法はこれに限られない。センサ部２０は、たとえば焼き嵌めなど、他の方法によりシャフト部１０に取り付けられてもよい。

[0083] （実施の形態２）

次に、本開示の他の実施の形態である実施の形態２について説明する。図２０は、実施の形態２における転削工具の構造を示す概略斜視図である。図２０を参照して、本実施の形態の転削工具１は、基本的には図１～図１９に基づいて説明した実施の形態１の転削工具１と同様の構造を有し、同様に動作するとともに、同様の効果を奏する。しかし、実施の形態２の転削工具１は、主にシャフト部１０の構造において実施の形態１の場合とは異なっている。

[0084] 具体的には、図２０を参照して、本実施の形態のシャフト部１０は、センサ部２０よりも第２の端部１０Ｂ側の領域に、径方向（回転軸Ａに垂直な方向）に突出する円環状の第１突出部１０Ｄおよび第２突出部１０Ｅを含んでいる。第２突出部１０Ｅは、第１突出部１０Ｄから見て第２の端部１０Ｂ側に配置されている。回転軸Ａに沿う方向において、シャフト部１０の第１突出部１０Ｄと第２突出部１０Ｅとの間の領域は、溝部１０Ｇとなっている。第２突出部１０Ｅから見て第１突出部１０Ｄとは反対側の領域は、第２の端

部に近付くにしたがって直径が小さくなるテーパ部１０Ｆとなっている。すなわち、本実施の形態のシャフト部１０は、円錐台状の形状を有するテーパ部１０Ｆを含んでいる。

[0085] 本実施の形態の転削工具１の使用状態においては、テーパ部１０Ｆが工作機械の主軸に形成された凹部に挿入されることにより、転削工具１が工作機械の主軸に保持される。テーパ部１０Ｆ、第１突出部１０Ｄおよび第２突出部１０Ｅの形状は、工作機械の主軸が備える工具の保持機構に合わせて適宜選択することができる。

[0086] （実施の形態３）

次に、本開示のさらに他の実施の形態である実施の形態３について説明する。図２１は、実施の形態３における転削工具の構造を示す概略斜視図である。図２１を参照して、本実施の形態の転削工具１は、基本的には図１～図１９に基づいて説明した実施の形態１の転削工具１と同様の構造を有し、同様に動作するとともに、同様の効果を奏する。しかし、実施の形態３の転削工具１は、本開示のセンサ装置としてのセンサ部２０を含む部分と第１の端部１０Ａを含む部分とが分離可能である点において、実施の形態１の場合とは異なっている。

[0087] 図２１を参照して、実施の形態３における転削工具１のシャフト部１０は、第１の端部１０Ａを含む加工ユニットとしての先端領域１０Ｉが、センサ部２０に取り囲まれる領域よりも第１の端部１０Ａに近い部分において、分離可能となっている。シャフト部１０の先端領域１０Ｉ以外の部分は、センサ装置のシャフト領域としての基端領域１０Ｈである。

[0088] 先端領域１０Ｉの第２の端部１０Ｂ側の端部には、雄ねじ部１９Ａが形成されている。雄ねじ部１９Ａは、第２の端部１０Ｂ側に向けて回転軸Ａに沿って突出する円筒状の突起部である。雄ねじ部１９Ａの外周面には、らせん状のねじ山が形成されている。基端領域１０Ｈの第１の端部１０Ａ側の端部には、接続部としての雌ねじ部１９Ｂが形成されている。雌ねじ部１９Ｂは、第２の端部１０Ｂ側に向けて回転軸Ａに沿って凹む円筒状の凹部である。

雌ねじ部１９Ｂは、雄ねじ部１９Ａの形状に対応する形状を有する凹部である。雌ねじ部１９Ｂを規定する内周面には、雄ねじ部１９Ａのねじ山に対応するらせん状のねじ溝が形成されている。

[0089] 雄ねじ部１９Ａを雌ねじ部１９Ｂにねじ込んで雄ねじ部１９Ａと雌ねじ部１９Ｂとを結合させることにより、先端領域１０Ｉと基端領域１０Ｈとが一体となる。これにより、実施の形態１と同様の転削工具１が得られる。雄ねじ部１９Ａと雌ねじ部１９Ｂとの結合を解除することにより、先端領域１０Ｉと基端領域１０Ｈとを分離することができる。

[0090] なお、上記実施の形態においては、先端領域１０Ｉに雄ねじ部１９Ａが形成され、基端領域１０Ｈに雌ねじ部１９Ｂが形成される場合について説明したが、先端領域１０Ｉに雌ねじ部１９Ｂが形成され、基端領域１０Ｈに雄ねじ部１９Ａが形成されてもよい。

[0091] また、上記実施の形態においては、回転軸Ａに沿う方向において、先端領域１０Ｉと基端領域１０Ｈとの境界がセンサ部２０よりも第１の端部１０Ａ側に存在する場合について説明したが、先端領域１０Ｉと基端領域１０Ｈとの境界がセンサ部２０よりも第２の端部１０Ｂ側に存在してもよい。

[0092] （実施の形態４）

次に、本開示のさらに他の実施の形態である実施の形態４について説明する。図２２は、実施の形態４における転削工具の構造を示す概略斜視図である。図２３は、実施の形態４における転削工具が分解された状態を示す概略斜視図である。図２２および図２３を参照して、本実施の形態の転削工具１は、基本的には図１～図１９に基づいて説明した実施の形態１の転削工具１と同様の構造を有し、同様に動作するとともに、同様の効果を奏する。しかし、実施の形態４の転削工具１は、センサ部２０を含む本開示のセンサ装置に対応する部分、第１の端部１０Ａを含む部分および第２の端部１０Ｂを含む部分が、それぞれ分離可能である点において、実施の形態１の場合とは異なっている。

[0093] 図２２および図２３を参照して、実施の形態４における転削工具１のシャ

フト部１０は、第１の端部１０Ａを含む加工ユニットとしての先端領域１０Ｊと、第２の端部１０Ｂを含む基端領域１０Ｌとが、センサ部２０により取り囲まれる領域を含むセンサ装置のシャフト領域としての中間領域１０Ｋから分離可能となっている。

[0094] 先端領域１０Ｊの第２の端部１０Ｂ側の端部には、凹部１９Ｃが形成されている。凹部１９Ｃは、第１の端部１０Ａ側に向けて回転軸Ａに沿う方向に凹む領域である。中間領域１０Ｋの第１の端部１０Ａ側の端部には、接続部としての凸部１９Ｄが形成されている。凸部１９Ｄは、第１の端部１０Ａ側に向けて回転軸Ａに沿う方向に突出する領域である。凹部１９Ｃは、凸部１９Ｄの形状に対応する形状を有する凹部である。凹部１９Ｃと凸部１９Ｄとは、互いに係合可能に構成されている。

[0095] 中間領域１０Ｋの第２の端部１０Ｂ側の端部には、凹部１９Ｅが形成されている。凹部１９Ｅは、第１の端部１０Ａ側に向けて回転軸Ａに沿う方向に凹む領域である。基端領域１０Ｌの第１の端部１０Ａ側の端部には、凸部１９Ｆが形成されている。凸部１９Ｆは、第１の端部１０Ａ側に向けて回転軸Ａに沿う方向に突出する領域である。凹部１９Ｅは、凸部１９Ｆの形状に対応する形状を有する凹部である。凹部１９Ｅと凸部１９Ｆとは、互いに係合可能に構成されている。

[0096] 凹部１９Ｃと凸部１９Ｄとを係合させることにより、先端領域１０Ｊと中間領域１０Ｋとが一体となる。さらに、凹部１９Ｅと凸部１９Ｆとを係合させることにより、中間領域１０Ｋと基端領域１０Ｌとが一体となる。これにより、実施の形態１と同様の転削工具１が得られる。凹部１９Ｃと凸部１９Ｄとの係合を解除することにより、先端領域１０Ｊと中間領域１０Ｋとを分離することができる。凹部１９Ｅと凸部１９Ｆとの係合を解除することにより、中間領域１０Ｋと基端領域１０Ｌとを分離することができる。

[0097] 本開示の転削工具においては、実施の形態１のようにシャフト部が分離不能な一体の部材であってもよいし、実施の形態３および４のようにシャフト部が分離可能であってもよい。また、本開示のセンサ装置は、実施の形態１

のようにシャフト部と分離可能なセンサ部を構成するものであってもよいし、実施の形態３および４のように、シャフト部の一部と一体であり、当該シャフト部の一部とシャフト部の他の部分とが連結されることで一体のシャフト部が構成されるものであってもよい。

[0098] （実施の形態５）

次に、本開示の転削工具システムの一例である実施の形態５について説明する。図２４は、実施の形態５における転削工具システムの構成を示す概略図である。図２４は、転削工具システムに含まれる転削工具および受信機が運転可能な状態に設置された状態を示す図である。図２４において、Ｘ－Ｙ平面が水平面に対応し、Ｚ方向が鉛直方向に対応する。

[0099] 図２４を参照して、本実施の形態の転削工具システム２００は、上記実施の形態１の転削工具１と、受信機１００とを含んでいる。受信機１００は、本体１０１と、本体１０１に設置された線状アンテナ１０２とを含んでいる。線状アンテナ１０２は、転削工具１のアンテナ（送信アンテナ）から送信されたひずみおよび加速度の情報を含む信号Ｓを受信する受信アンテナである。線状アンテナ１０２は、たとえばモノポールアンテナまたはダイポールアンテナである。

[0100] 本実施の形態において、転削工具１は、設置および操作の容易性等を考慮して、回転軸Ａが鉛直方向であるＺ軸方向に沿うように設置されている。一方、受信機１００は、たとえば転削工具１が設置される室内の側壁面に設置されている。このとき、受信機１００の線状アンテナ１０２は、他の設備との干渉を避ける等の観点から、鉛直方向であるＺ軸方向に沿うように設置されている。ここで、上記実施の形態１において図１４参照して説明した通り、本実施の形態の転削工具１においては、送信アンテナであるアンテナ５１Ａを含む無線通信部５１が搭載される第３部分４４０の搭載面４４０Ａに垂直な方向である第１方向αが、回転軸Ａに垂直な平面β（Ｘ－Ｙ平面）および回転軸Ａ（Ｚ軸方向）の両方に対して傾斜している。すなわち、第１方向αは、Ｘ軸、Ｙ軸およびＺ軸の全てに対して非平行となっている。

[0101] これにより、転削工具１が回転軸Ａ周りに回転しつつ信号Ｓを送信する際、信号Ｓにおいて受信アンテナである線状アンテナ１０２が受信しやすい方向の偏波の電界強度が極端に弱くなるタイミングの発生を回避することができる。その結果、本実施の形態の転削工具システム２００は、ひずみセンサ３１等によって得られた情報の欠落を抑制しつつ、当該情報を含む信号Ｓを外部に設置された受信機１００において受信することが容易な転削工具システムとなっている。

[0102] 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

[0103] １　転削工具、１０　シャフト部、１０Ａ　第１の端部、１０Ｂ　第２の端部、１０Ｃ　貫通孔、１０Ｄ　第１突出部、１０Ｅ　第２突出部、１０Ｆ　テーパ部、１０Ｇ　溝部、１０Ｈ　基端領域、１０Ｉ　先端領域、１０Ｊ　先端領域、１０Ｋ　中間領域、１０Ｌ　基端領域、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、１９Ａ　雄ねじ部、１９Ｂ　雌ねじ部、１９Ｃ　凹部、１９Ｄ　凸部、１９Ｅ　凹部、１９Ｆ　凸部、２０　センサ部、２１　ケース、２２　底壁部（蓋）２２Ａ　貫通孔、２３　側壁部、２４　上壁部、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、４９　基板、４９Ｂ　本体部、５１　無線通信部、５１Ａ　アンテナ、５２　加速度センサ、５３　ソケット、５４　ＡＤコンバータ、５５　電源回路、５６　電池用ソケット、５７　充電用コネクタ、５８　電源スイッチ、５９　貫通孔、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、９９　電池、１００　受信機、１０１　本体、１０２　線状アンテナ、２００　転削工具システム、４１０　第１部分、４１０Ａ　屈曲可能部、４１０Ｂ　第１主面、４１０Ｃ　第２主面、４１１　第１部分第１区域、４１２　第１部分第２区域、４１３　第１部分第３区域、４１４　第１部分第４区域、４１５　第１部分第５区域、４１６　第１部分第６区域、４１７　第１部分第７区域、４１８　第１部分第８区域、４１９　第１部分第９区域、４２０　第２部分、４２０Ａ　屈曲可能部、４２０Ｂ　第３主面、４２０Ｃ　第４主面、４２１　第２部分第１区域、４２２　第２部分第２区域、４２３　第２部分第３区域、４２４　第２部分第４区域、４２５　第２部分第５区域、４２６　第２部分第６区域、４３０　第１接続部、４４０　第３部分、４４０Ａ　搭載面、４５０　第２接続部、４６０　第４部分、４７０　第３接続部、Ａ　回転軸、L_A　垂線、L_B　垂線、d_1　深さ、d_2　深さ、α　第１方向、β　平面、γ　接続方向、θ　角。

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、

前記シャフト部に配置されるセンサ部と、

前記シャフト部の前記回転軸周りに配置された切れ刃と、を備える転削工具であって、

前記センサ部は、電池と、前記シャフト部の第１の物理量を検知する第１センサと、前記第１センサに電気的に接続される基板と、を含むセンサモジュールを含み、

前記基板は、

第１主面および第２主面を有し、前記シャフト部の外周面に前記第１主面が向かい合うように配置される第１部分と、

第３主面および第４主面を有し、前記第３主面が前記シャフト部側を向くように、前記シャフト部の径方向において前記第１部分の外周側に配置され、前記第１部分に電気的に接続される第２部分と、を含む、転削工具。

[請求項2] 前記センサモジュールは、前記電池と電気的に接続され、前記第３主面上に配置される電池用ソケットをさらに含む、請求項１に記載の転削工具。

[請求項3] 前記電池用ソケットの接続方向は前記回転軸に沿う方向である、請求項２に記載の転削工具。

[請求項4] 前記電池は、前記シャフト部の径方向において、前記第１部分と前記第２部分との間に配置される、請求項１から請求項３のいずれか１項に記載の転削工具。

[請求項5] 前記第１部分と前記第２部分とは、第１接続部により電気的に接続されており、

前記第１接続部はフレキシブル基板である、請求項１から請求項４のいずれか１項に記載の転削工具。

[請求項6] 前記第１部分、前記第２部分および前記第１接続部は、前記第１部分、前記第２部分および前記第１接続部の全体に広がる一体のフレキシブル基板を含んでいる、請求項５に記載の転削工具。

[請求項7] 前記センサ部は、前記センサモジュールを収容するケースをさらに含み、

前記ケースは、前記シャフト部を取り囲み、前記回転軸に沿う方向に延びる筒状の側壁部を含み、

前記第１部分は前記シャフト部の外周面に沿って前記シャフト部の周方向に延びるように配置され、

前記第２部分は、前記側壁部の内周面に沿って前記側壁部の周方向に延びるように配置される、請求項１から請求項６のいずれか１項に記載の転削工具。

[請求項8] 前記センサモジュールは、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アンテナをさらに含み、

前記基板は、前記第１部分と第２接続部により電気的に接続された第３部分をさらに含み、

前記アンテナは、前記第３部分に配置される、請求項１から請求項７のいずれか１項に記載の転削工具。

[請求項9] 前記第３部分は、前記シャフト部の径方向において前記第１部分と前記第２部分との間に配置される、請求項８に記載の転削工具。

[請求項10] 前記センサモジュールは、前記電池からの電力の供給状態を切り替える電源スイッチをさらに含み、

前記基板は、前記第２部分と第３接続部により電気的に接続された第４部分をさらに含み、

前記電源スイッチは、前記第４部分に配置される、請求項１から請求項９のいずれか１項に記載の転削工具。

[請求項11] 前記第４部分は、前記シャフト部の径方向において前記第１部分と前記第２部分との間に配置される、請求項１０に記載の転削工具。

[請求項12] 前記センサモジュールは、複数の前記電池を含み、

前記複数の電池は、前記シャフト部の周方向において等間隔に配置される、請求項１から請求項１１のいずれか１項に記載の転削工具。

[請求項13] 前記センサモジュールは、複数の前記電池を含み、

前記複数の電池は、前記回転軸方向に見て、前記回転軸に対して対称に配置される、請求項１から請求項１２のいずれか１項に記載の転削工具。

[請求項14] 前記センサモジュールは、前記第１センサにおいて検知された前記第１の物理量を含むアナログ信号をデジタル信号に変換するＡＤコンバータをさらに備え、

前記ＡＤコンバータは前記第２主面上に配置される、請求項１から請求項１３のいずれか１項に記載の転削工具。

[請求項15] 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周りに回転することによって、被加工物を切削する転削工具の、前記センサ部を構成可能なセンサ装置であって、

電池と、前記シャフト部の第１の物理量を検知する第１センサと、前記第１センサに電気的に接続される基板と、を含むセンサモジュールを備え、

前記基板は、

第１主面および第２主面を有し、前記シャフト部の外周面に前記第１主面が向かい合うように配置される第１部分と、

第３主面および第４主面を有し、前記第３主面が前記シャフト部側を向くように、前記シャフト部の径方向において前記第１部分の外周側に配置され、前記第１部分に電気的に接続される第２部分と、を含む、センサ装置。

[請求項16] 回転軸に沿って延びるシャフト領域と、前記シャフト領域に配置されるセンサ部と、前記シャフト領域の前記回転軸に沿う方向における

端部に形成され、切れ刃を有する加工ユニットが接続可能な接続部と、を備えるセンサ装置であって、

前記センサ部は、電池と、前記シャフト領域の第１の物理量を検知する第１センサと、前記第１センサに電気的に接続される基板と、を含むセンサモジュールを備え、

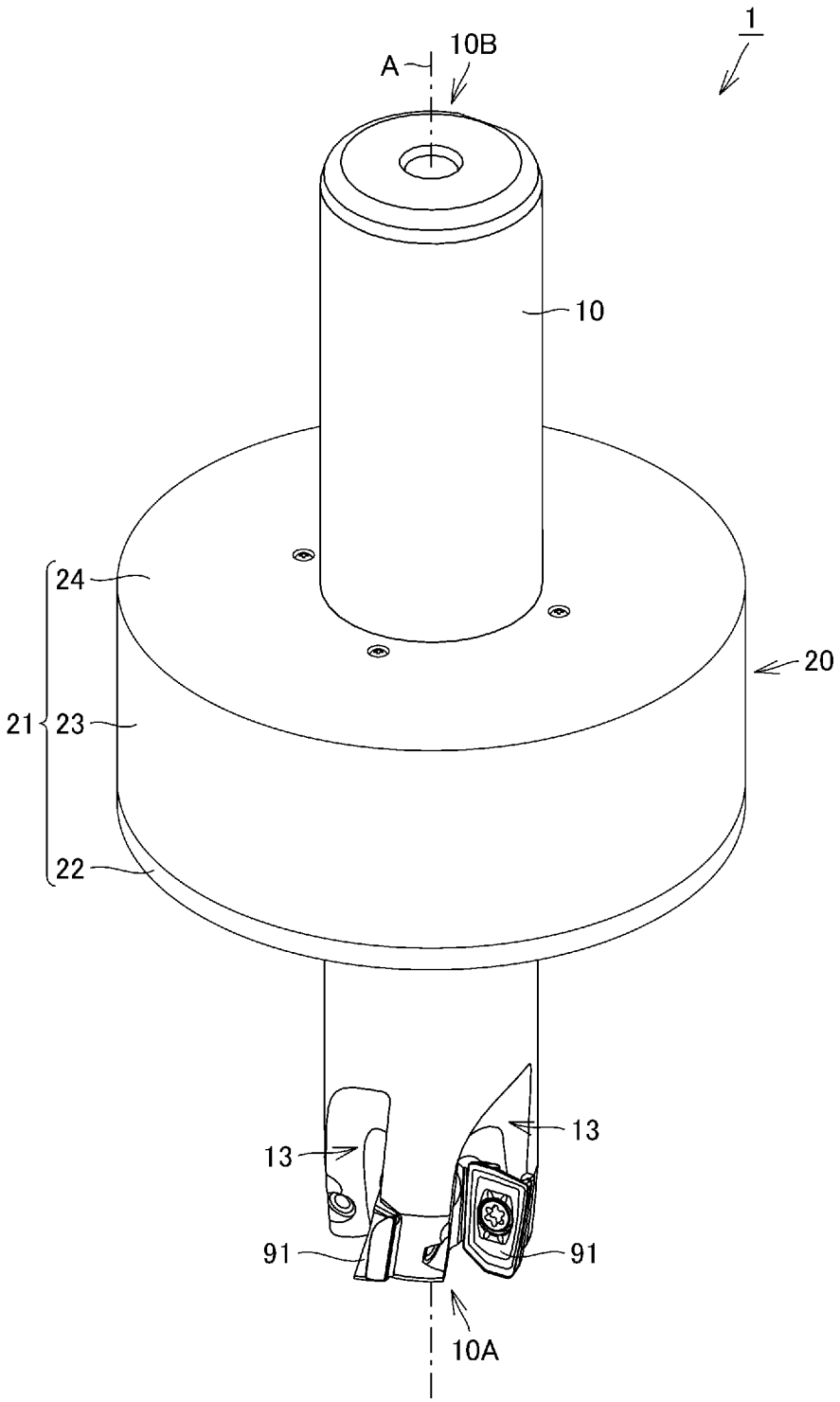
前記基板は、

第１主面および第２主面を有し、前記シャフト領域の外周面に前記第１主面が向かい合うように配置される第１部分と、

第３主面および第４主面を有し、前記第３主面が前記シャフト領域側を向くように、前記シャフト領域の径方向において前記第１部分の外周側に配置され、前記第１部分に電気的に接続される第２部分と、を含む、センサ装置。

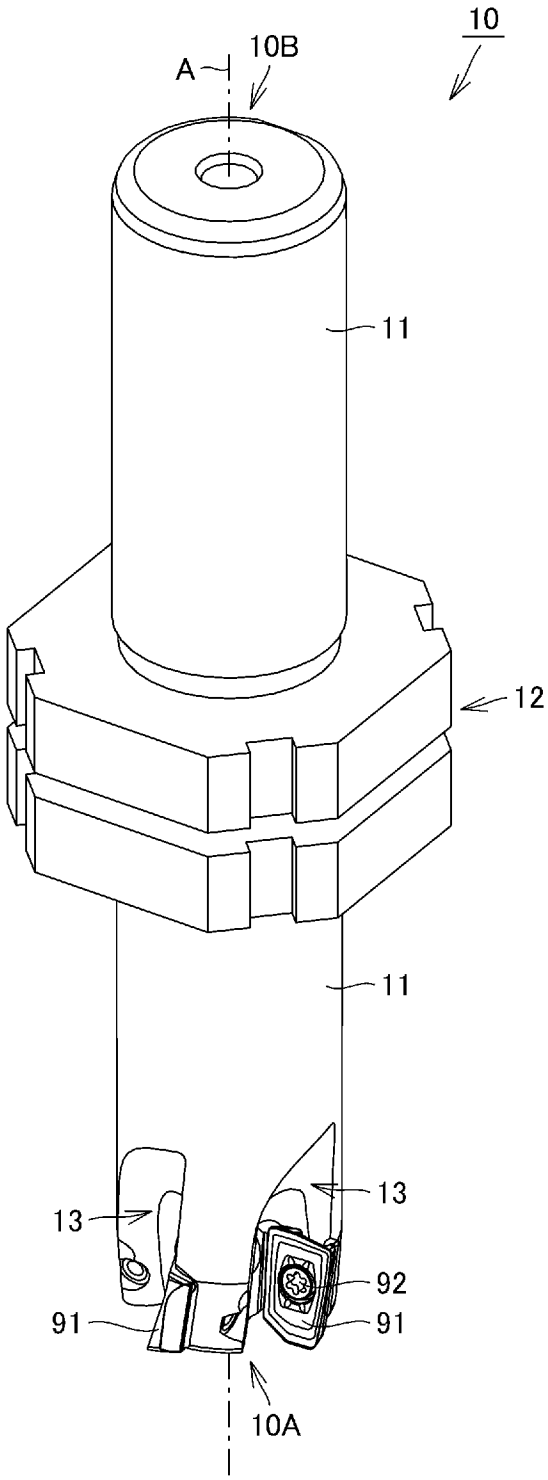
[図1]

FIG.1



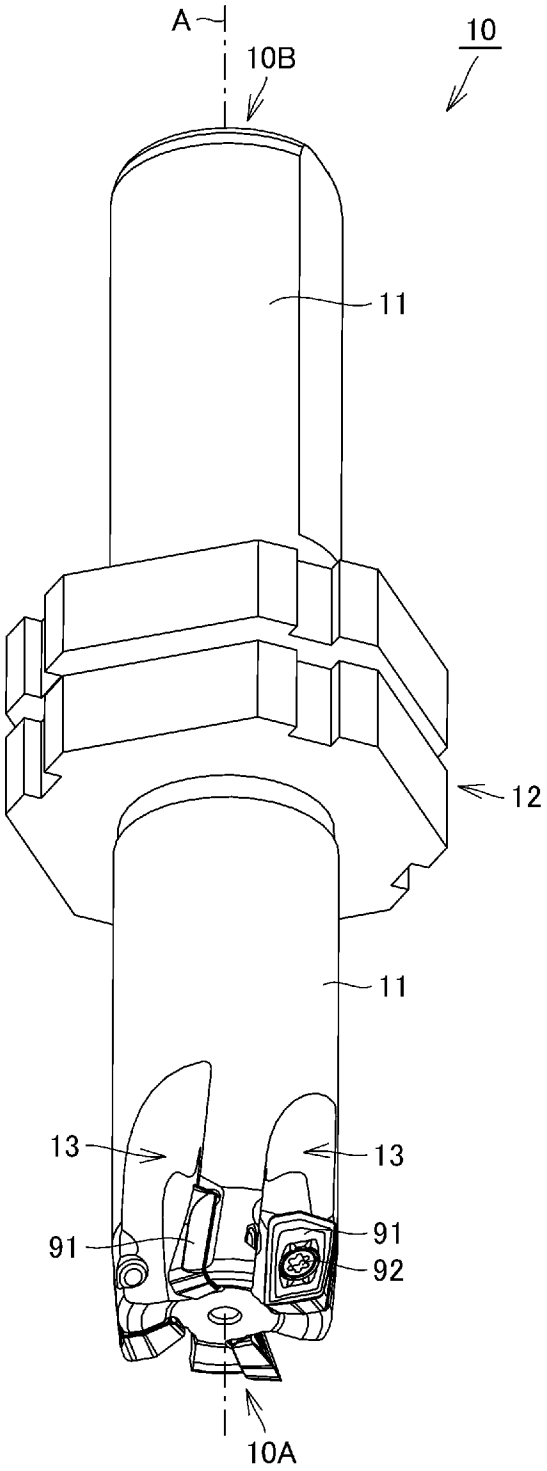
[図2]

FIG.2



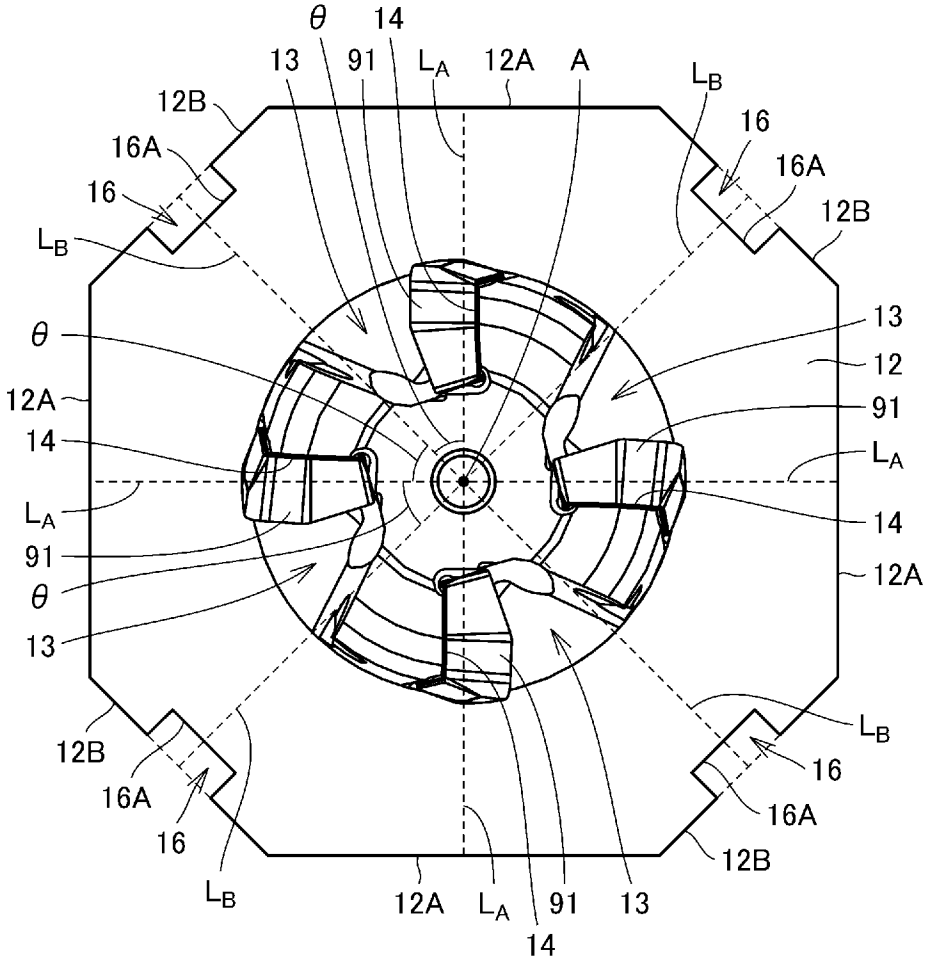
[図3]

FIG.3



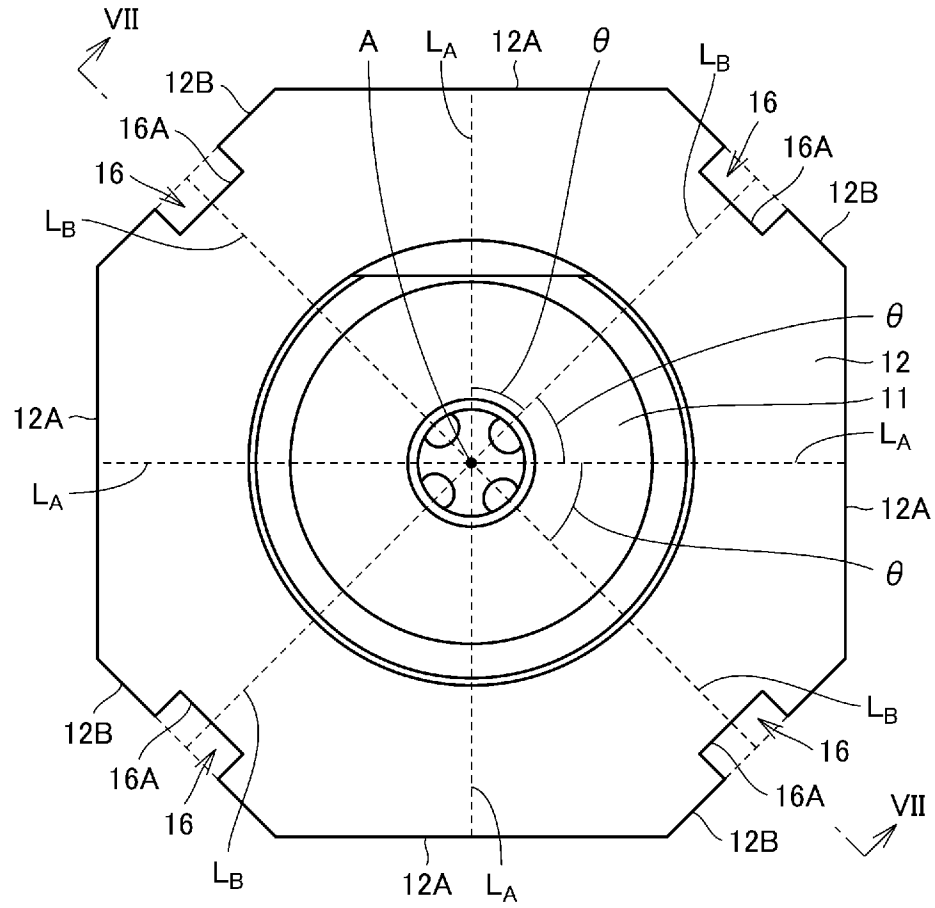
[図4]

FIG.4



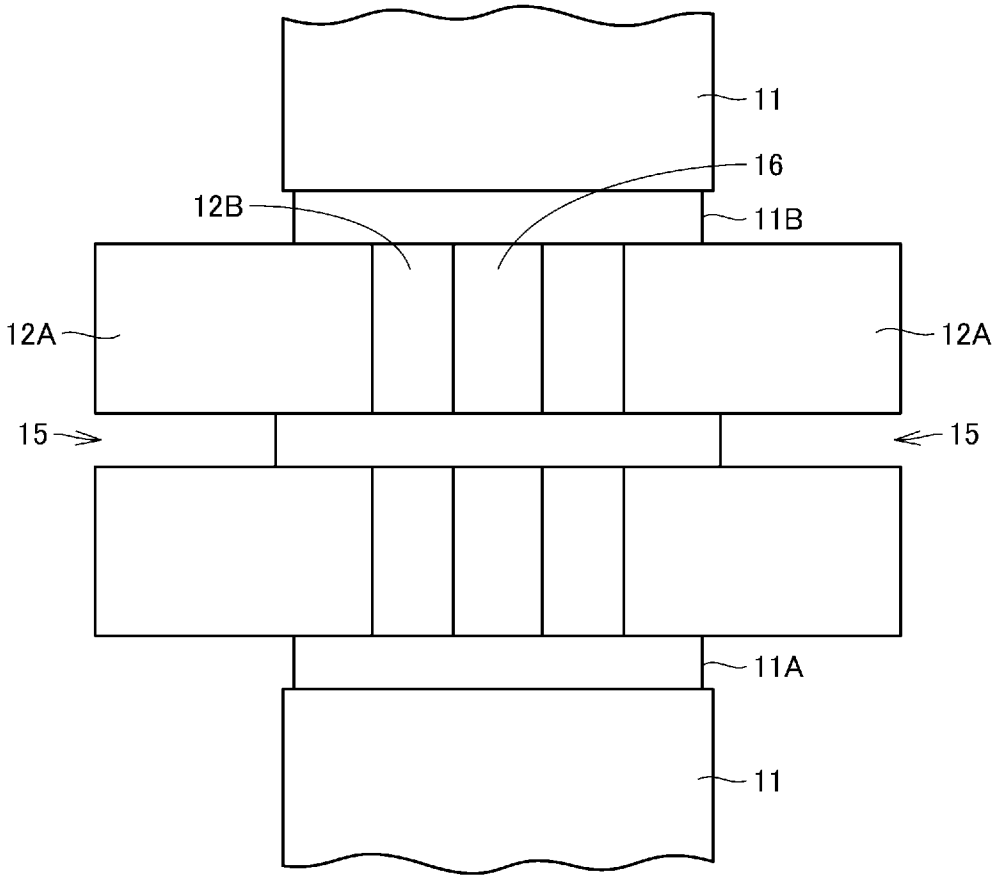
[図5]

FIG.5


VII
A
L_A
12A
θ
L_B
12B
16
16A
12B
θ
12
11
L_A
12A
θ
L_B
16
16A
VII
12B
12A
L_A
L_B
16
16A
12B
12A
L_A
L_B

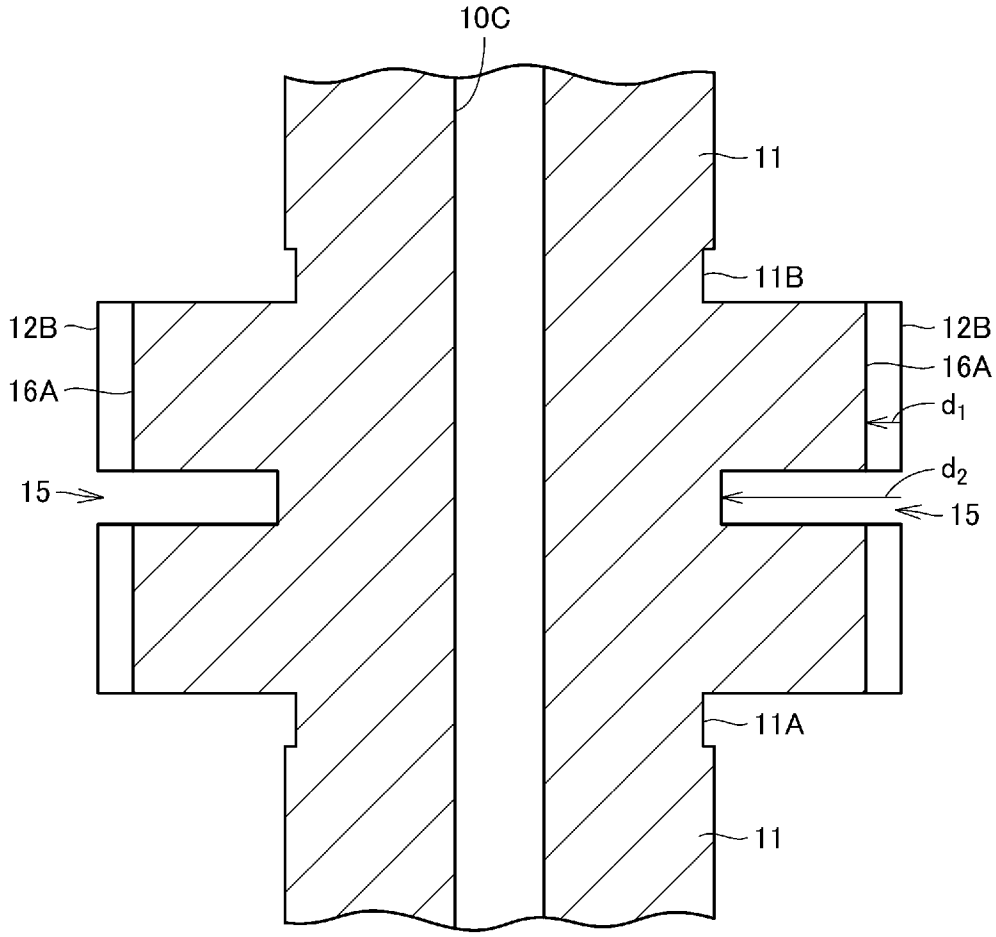
[図6]

FIG.6



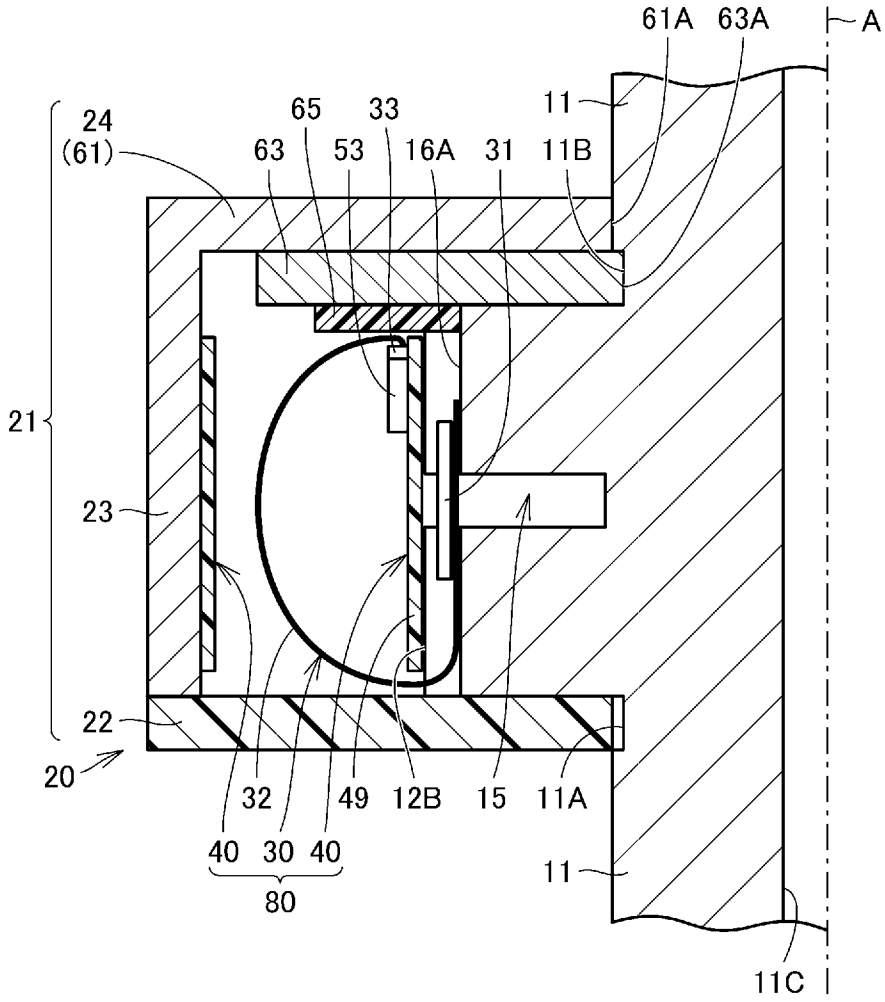
[図7]

FIG.7



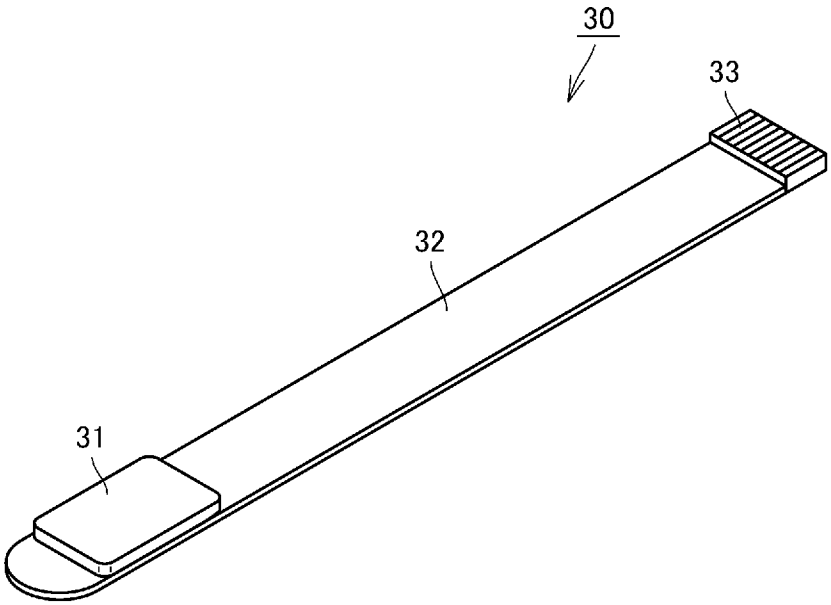
[図8]

FIG.8


61A
63A
A
11
24
(61)
65
33
63
53
16A
31
11B
21
23
22
20
32
49
12B
15
11A
40
30
40
80
11
11C

[図9]

FIG.9



[図10]

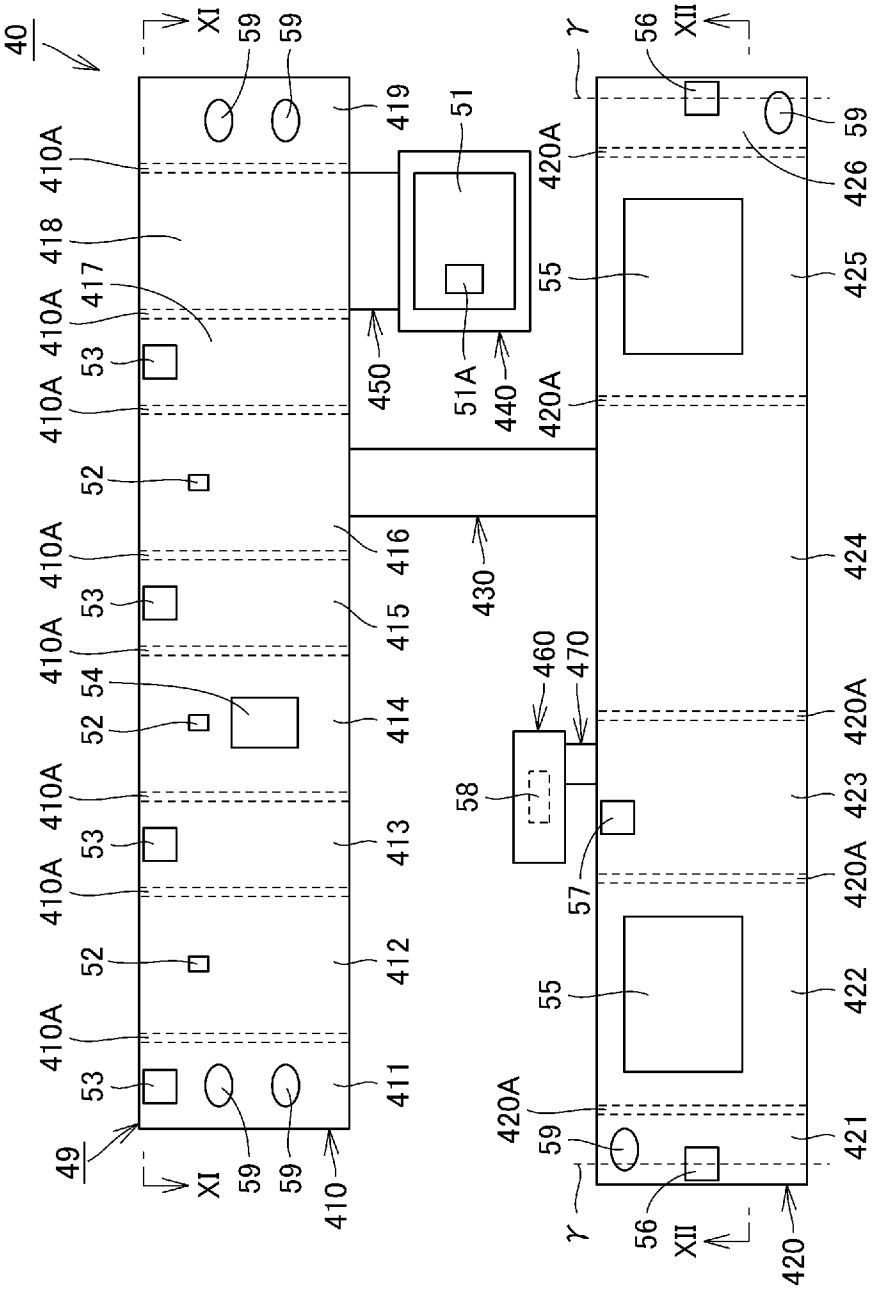
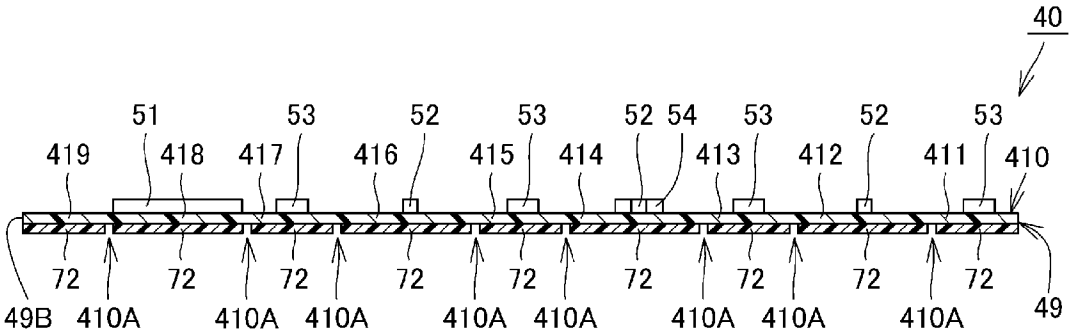

40
XI
59
59
419
51
410A
420A
418
417
53
450
51A
440
52
430
416
415
54
460
470
414
58
57
413
412
55
422
411
49
410
421
420
56
XII
426
425
424
423

FIG.10

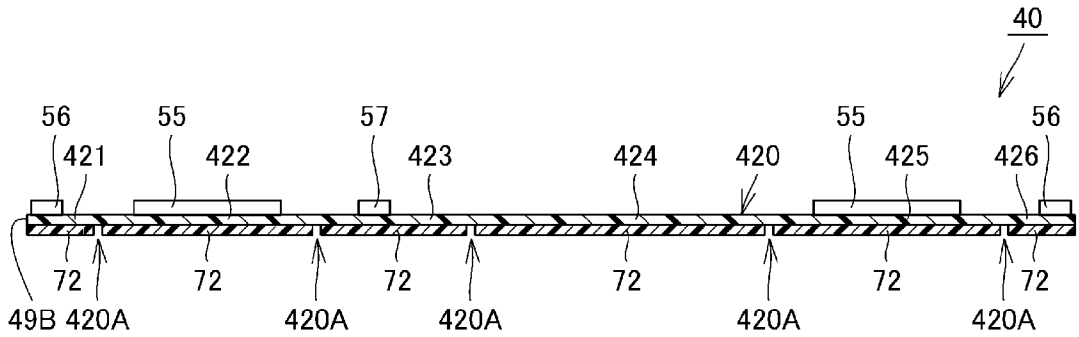
[図11]

FIG.11



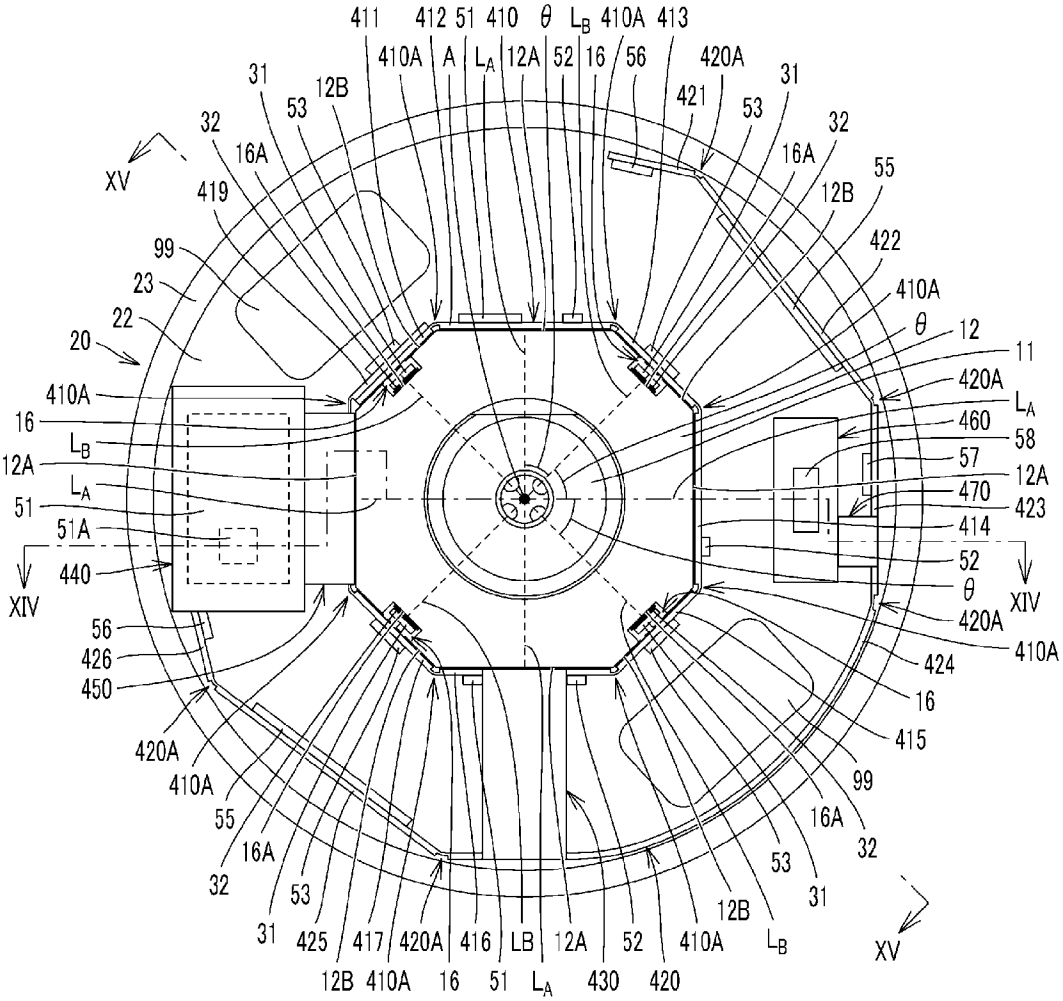
[図12]

FIG.12



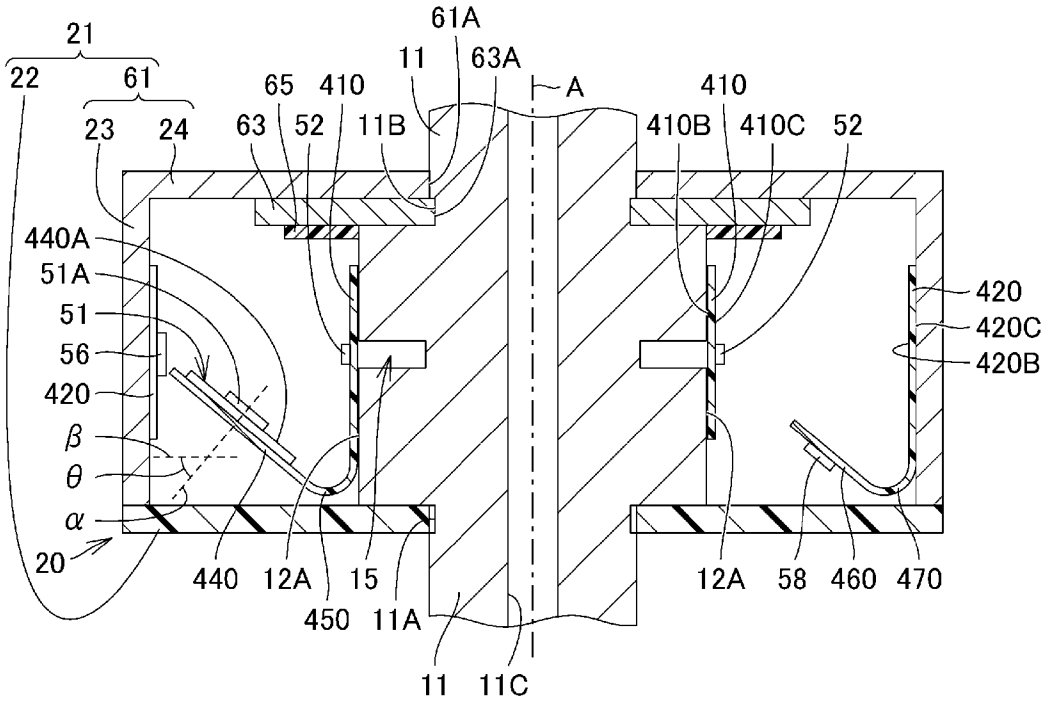
[図13]

FIG.13


411
412
51
410
θ
L_B
410A
413
410A
A
L_A
12A
52
16
56
420A
421
31
53
12B
32
16A
XV
419
99
23
22
20
410A
16
L_B
12A
L_A
51
51A
440
XIV
56
426
450
420A
410A
55
16A
32
31
53
425
417
420A
416
LB
12A
52
410A
L_B
12B
53
31
32
16A
55
12B
422
410A
θ
12
11
420A
L_A
460
58
57
12A
470
423
414
52
θ
420A
410A
424
16
415
99
XV
12B 410A 16 51 L_A 430 420
XIV

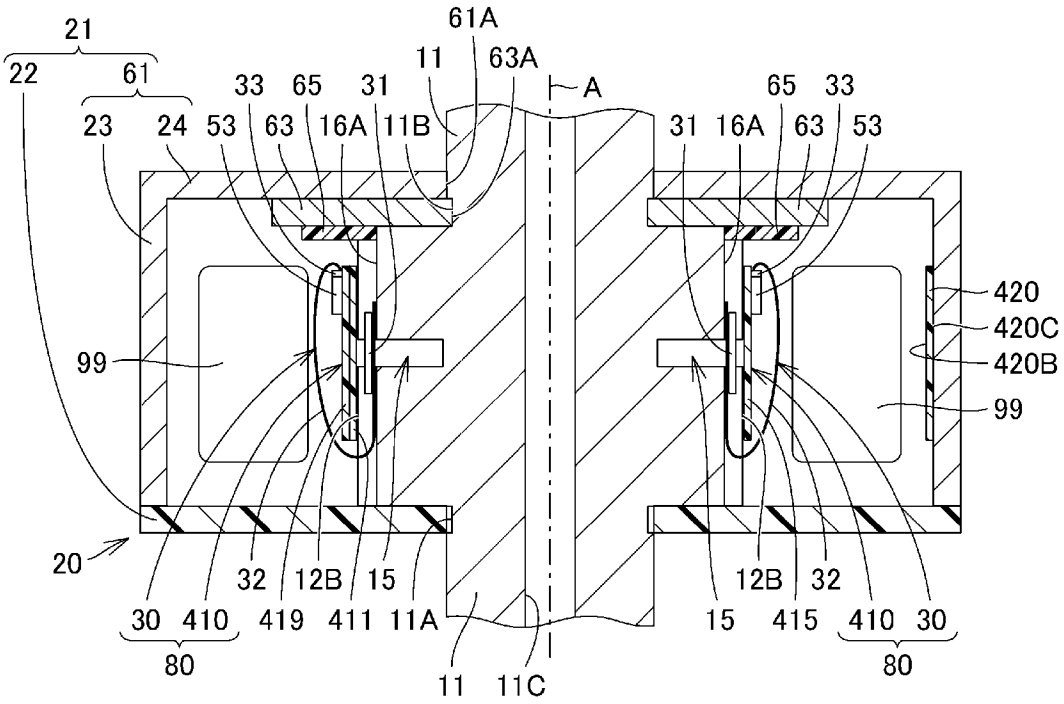
[図14]

FIG.14



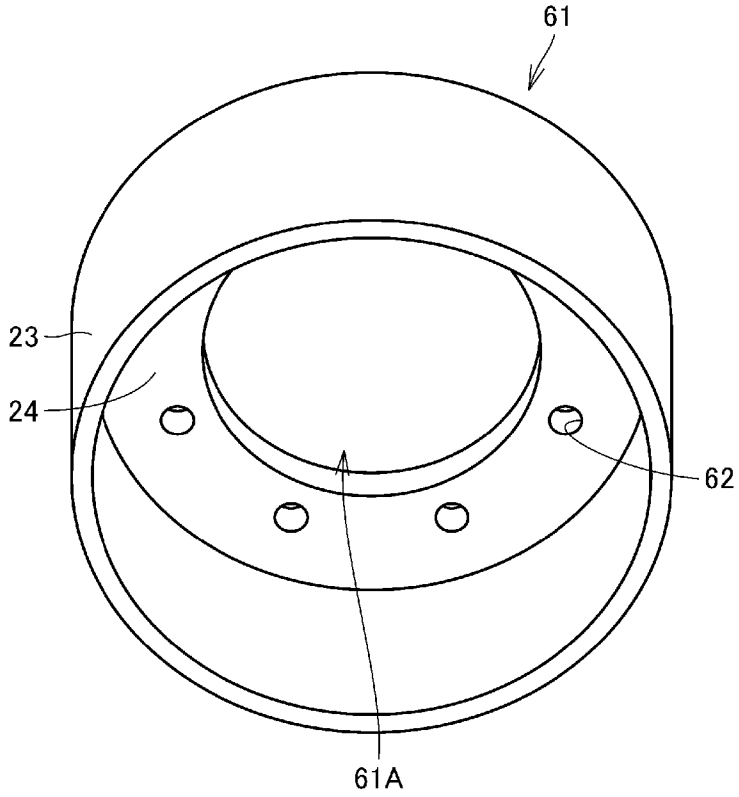
[図15]

FIG.15



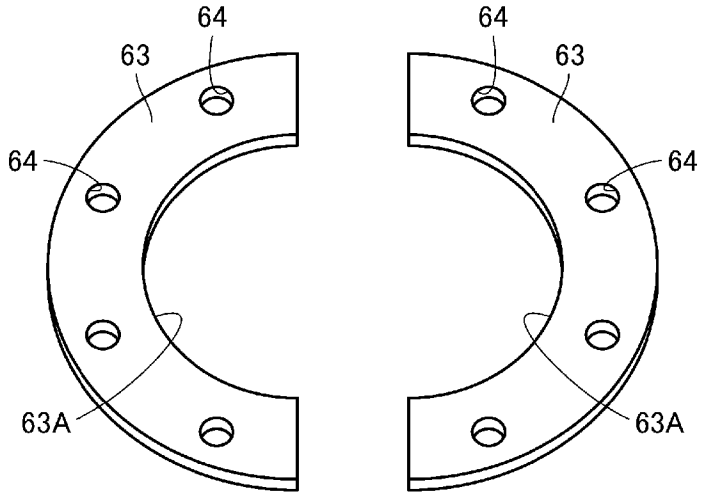
[図16]

FIG.16



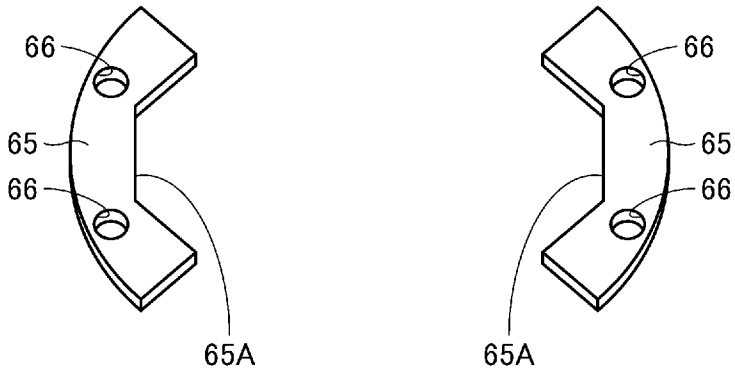
[図17]

FIG.17



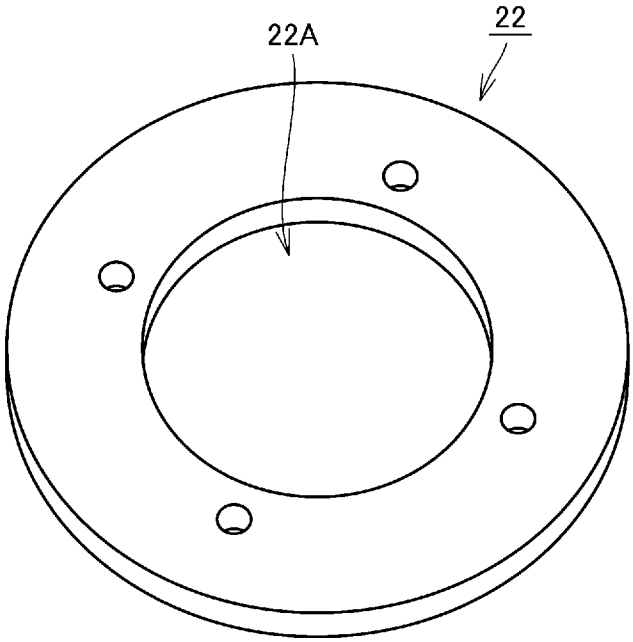
[図18]

FIG.18



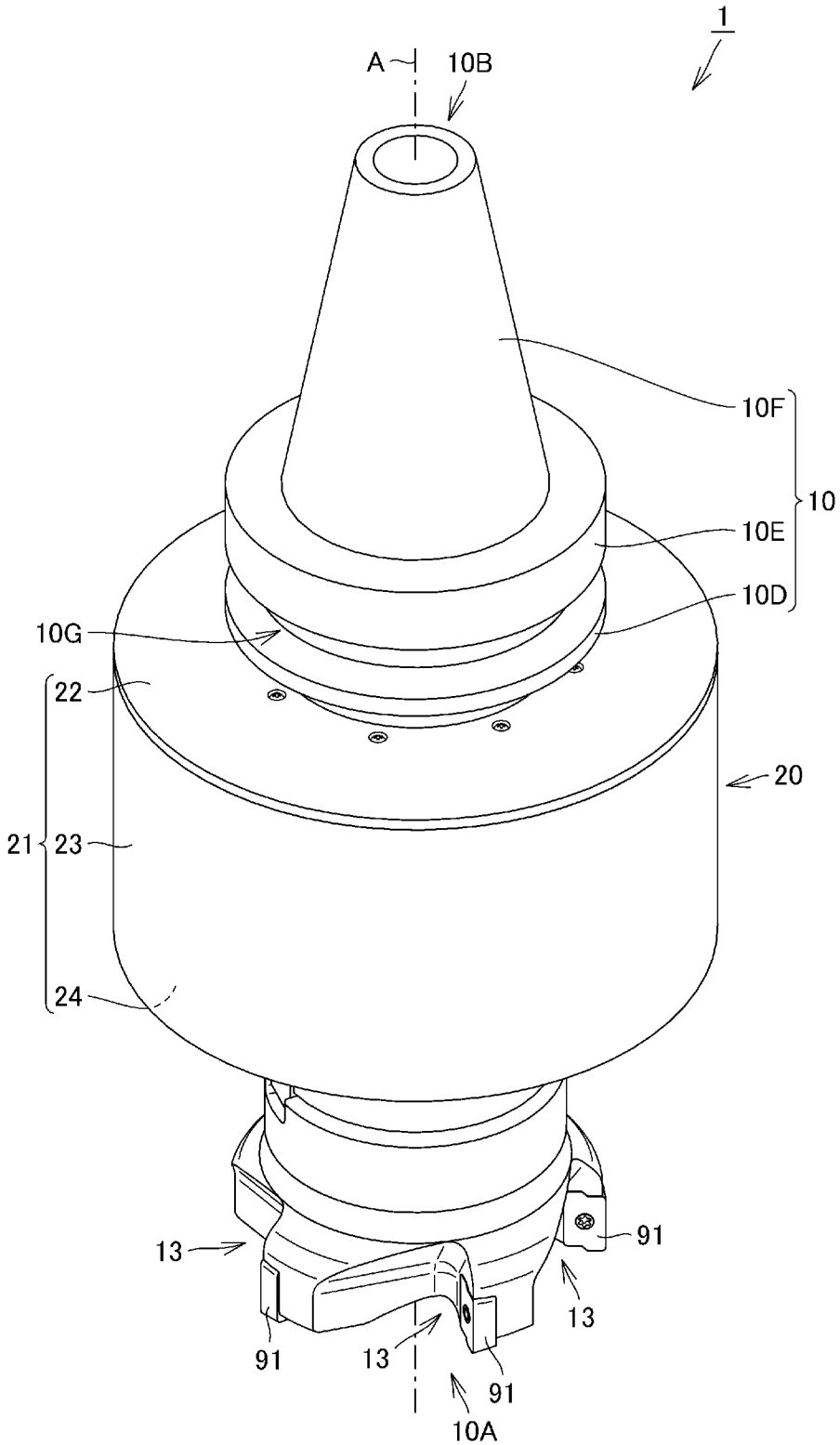
[図19]

FIG.19



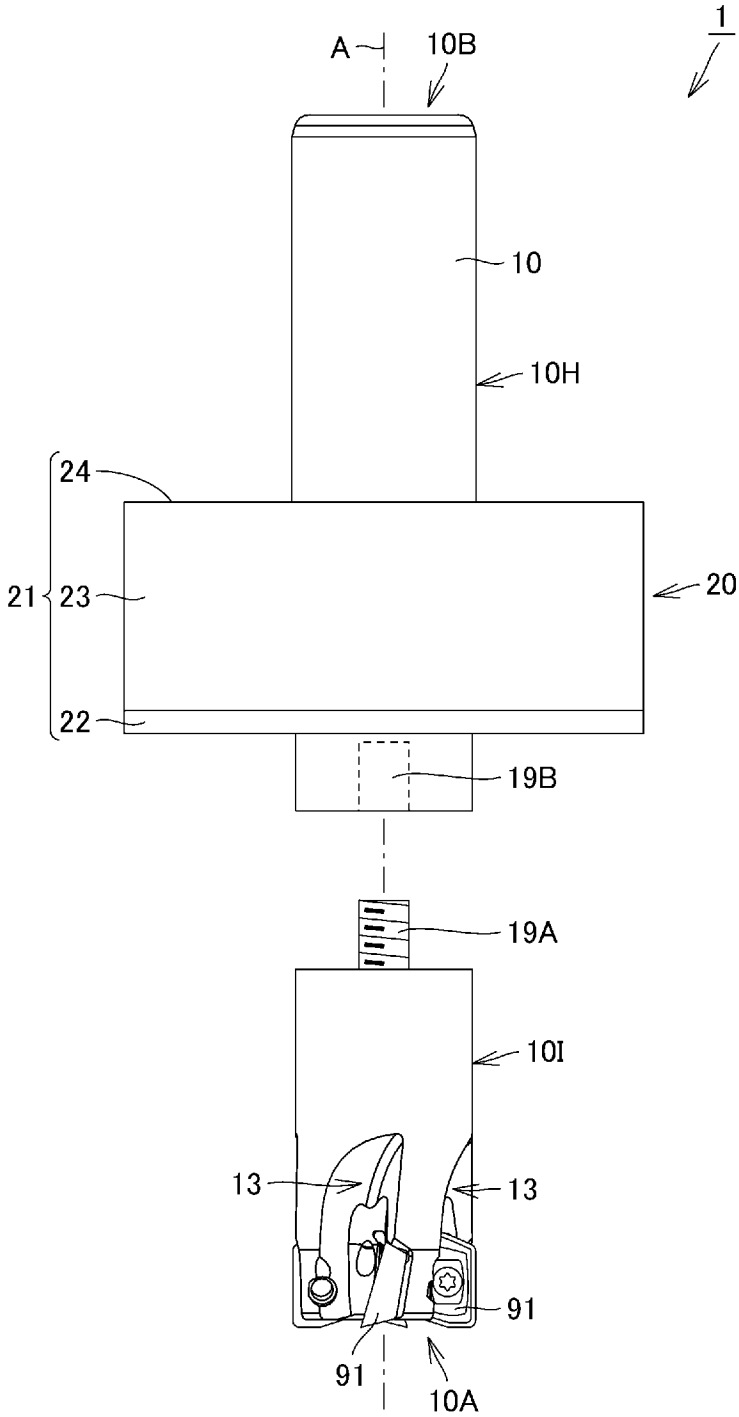
[図20]

FIG.20



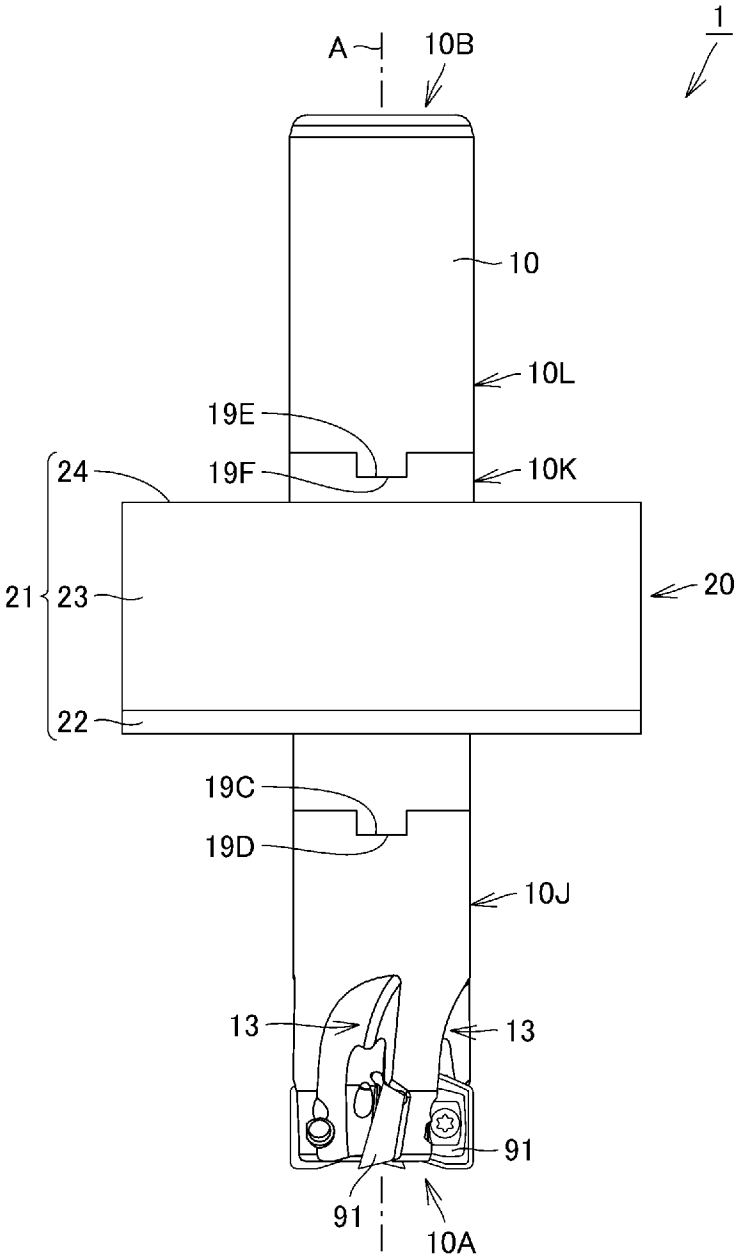
[図21]

FIG.21



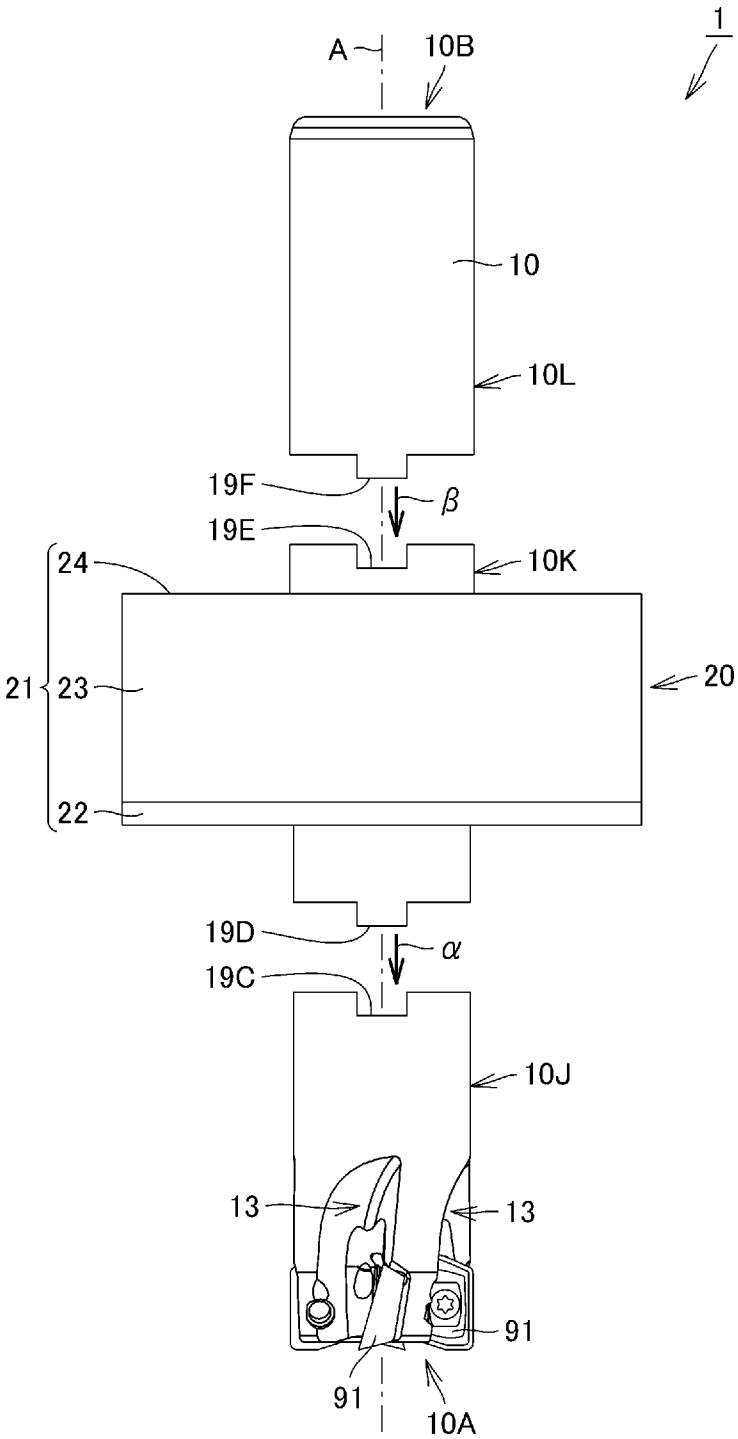
[図22]

FIG.22



[図23]

FIG.23


1
A
10B
10
10L
19F
β
19E
10K
24
21
23
22
20
19D
α
19C
10J
13
13
91
91
10A

[図24]

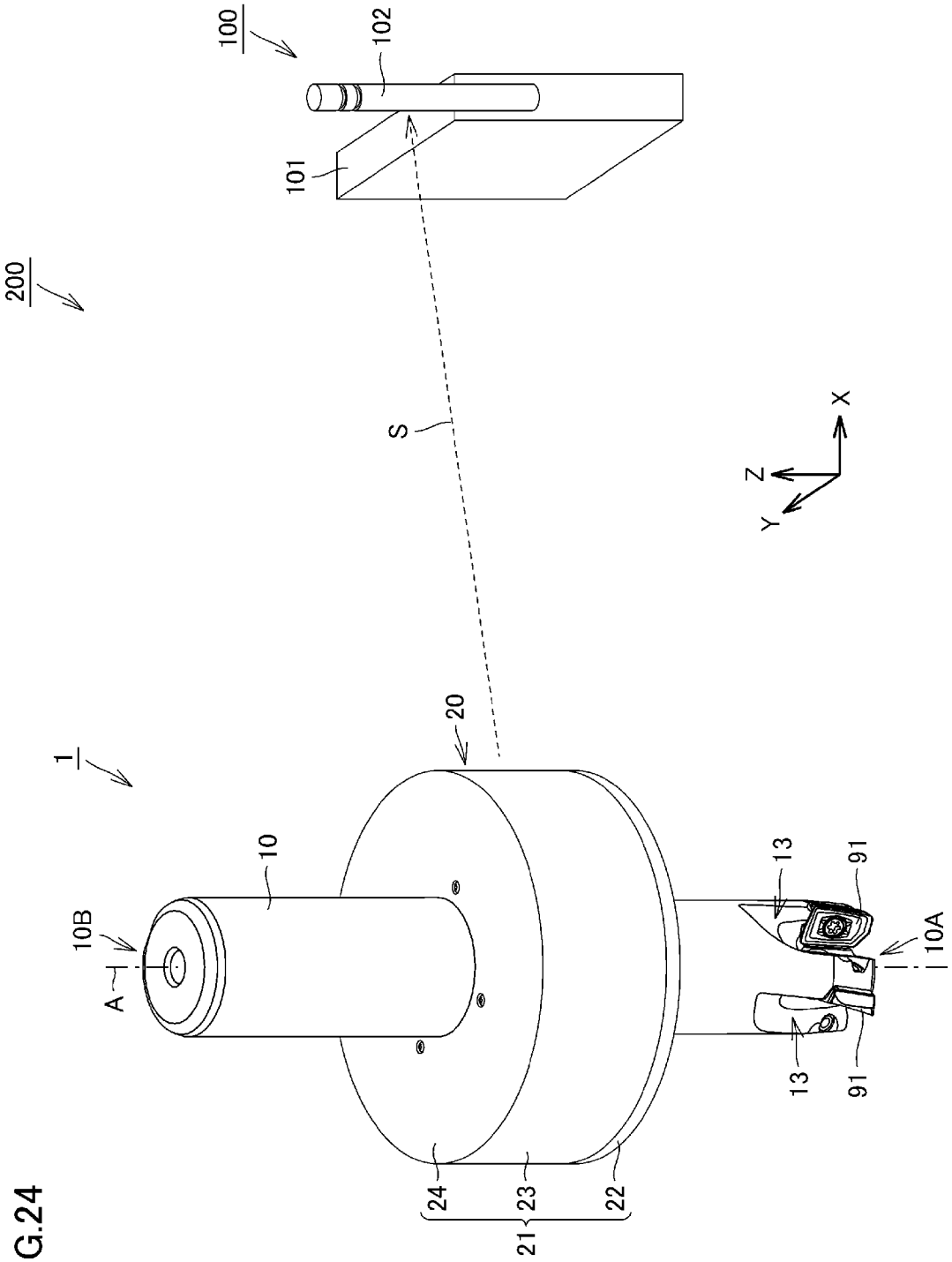


FIG.24

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/032427

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23C 9/00(2006.01)i; ***B23Q 17/09***(2006.01)i
FI: B23C9/00 Z; B23Q17/09 Z

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)

B23C9/00; B23Q17/09

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 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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.
A	JP 2019-166601 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 03 October 2019 (2019-10-03) paragraphs [0046]-[0118]	1-16
A	JP 2018-54611 A (YAMAMOTO KINZOKU SEISAKUSHO KK) 05 April 2018 (2018-04-05) paragraphs [0019]-[0037]	1-16
A	JP 2015-77658 A (KOBE STEEL, LTD.) 23 April 2015 (2015-04-23) paragraphs [0026]-[0075]	1-16

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

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
14 September 2022	**27 September 2022**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **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/JP2022/032427

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2019-166601 A	03 October 2019	(Family: none)	
JP 2018-54611 A	05 April 2018	(Family: none)	
JP 2015-77658 A	23 April 2015	US 2016/0303698 A1 paragraphs [0019]-[0083] CN 105612027 A KR 10-2016-0068944 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/032427

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 17/09(2006.01)i
FI: B23C9/00 Z; B23Q17/09 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; B23Q17/09

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	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２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	JP 2019-166601 A (三菱マテリアル株式会社) 03.10.2019 (2019-10-03) 段落0046-0118	1-16
A	JP 2018-54611 A (株式会社山本金属製作所) 05.04.2018 (2018-04-05) 段落0019-0037	1-16
A	JP 2015-77658 A (株式会社神戸製鋼所) 23.04.2015 (2015-04-23) 段落0026-0075	1-16

☐ 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	国際調査報告の発送日
14.09.2022	27.09.2022

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）
城野　祐希 3C 1141

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/JP2022/032427

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-166601 A	03.10.2019	（ファミリーなし）	
JP 2018-54611 A	05.04.2018	（ファミリーなし）	
JP 2015-77658 A	23.04.2015	US 2016/0303698 A1 段落0019-0083 CN 105612027 A KR 10-2016-0068944 A	