

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7156581号
(P7156581)

(45)発行日 令和4年10月19日(2022.10.19)

(24)登録日 令和4年10月11日(2022.10.11)

(51)国際特許分類

F I

B 2 3 Q 17/09 (2006.01)

B 2 3 Q 17/09 A

B 2 3 C 9/00 (2006.01)

B 2 3 C 9/00 Z

請求項の数 12 (全21頁)

(21)出願番号	特願2022-537206(P2022-537206)	(73)特許権者	000002130
(86)(22)出願日	令和2年12月10日(2020.12.10)		住友電気工業株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/046112		大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3
審査請求日	令和4年6月16日(2022.6.16)		号
早期審査対象出願		(74)代理人	100136098
			弁理士 北野 修平
		(74)代理人	100137246
			弁理士 田中 勝也
		(74)代理人	100158861
			弁理士 南部 史
		(74)代理人	100194674
			弁理士 青木 寛史
		(72)発明者	小池 雄介
			大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3
			号 住友電気工業株式会社内
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 切削工具

(57)【特許請求の範囲】

【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、
前記シャフト部の物理量を検知するセンサと、前記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、前記センサが検知した前記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、
前記ケースは、前記センサモジュールを保持する保持部を含み、
前記センサ部は、前記ケースを前記シャフト部に対して固定する環状の固定部材をさら
に含み、
前記センサ部により取り囲まれる前記シャフト部の外周面は、第 1 平坦部を有し、
前記固定部材の内周面は、前記第 1 平坦部と前記シャフト部の径方向において対向する
第 2 平坦部を有し、
前記第 1 平坦部と前記第 2 平坦部とが接触することにより前記センサ部が前記シャフト
部に対して相対的に回転することが規制される、切削工具。

【請求項 2】

前記第 1 の端部は、前記被加工物を切削する刃が配置される側の端部であり、
前記ケースは、
前記シャフト部の外周面を取り囲む筒状の側壁部と、
前記シャフト部の前記第 1 の端部側の前記側壁部の開口を閉じる底壁部と、
前記シャフト部の前記第 2 の端部側の前記側壁部の開口を閉じる上壁部と、を含む、請求項 1 に記載の切削工具。

【請求項 3】

前記保持部は、前記底壁部または前記上壁部に配置される、請求項 2 に記載の切削工具。

【請求項 4】

前記底壁部は金属製であり、
前記上壁部および前記側壁部の少なくとも一部は樹脂製である、請求項 2 または請求項 3 に記載の切削工具。

【請求項 5】

前記センサモジュールは、前記センサに電力を供給する二次電池と、
前記二次電池に接続され、前記側壁部において外部に露出する充電ポートと、をさらに含む、請求項 2 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】

前記保持部は、少なくとも一对の壁部を含み、
前記保持部は、前記センサモジュールの少なくとも一部を前記少なくとも一对の壁部で挟むことによって保持する、請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の切削工具。

【請求項 7】

前記回転軸に沿う方向に見て、
前記センサ部により取り囲まれる前記シャフト部の外周面は、前記第 1 平坦部を含む多角形状を有し、
前記固定部材の内周面は、前記多角形状に対応する部分を有し、前記多角形状に対応する部分が前記第 2 平坦部である、請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の切削工具。

【請求項 8】

前記ケースは、
前記シャフト部の外周面を取り囲む筒状の側壁部と、
前記シャフト部の前記第 1 の端部側の前記側壁部の開口を閉じる底壁部と、
前記シャフト部の前記第 2 の端部側の前記側壁部の開口を閉じる上壁部と、を含み、
前記固定部材は、前記底壁部または前記上壁部に対して固定される、請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の切削工具。

【請求項 9】

前記固定部材には、前記回転軸に沿う方向に貫通するねじ孔が形成されており、
前記固定部材は、ねじによって前記底壁部または前記上壁部に対して固定されており、
前記ねじは、前記ねじ孔を貫通し、前記底壁部または前記上壁部に進入している、請求項 8 に記載の切削工具。

【請求項 10】

前記シャフト部の外周面には、前記シャフト部の周方向に延びる溝が形成されており、
前記固定部材の一部が前記溝にはめ込まれている、請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載の切削工具。

【請求項 11】

前記回転軸に沿う方向に見て、前記回転軸を通る直線が、前記基板の表面のうち前記無線通信部が搭載される部分に対する垂線となるように、前記センサモジュールは配置される、請求項 1 から請求項 10 のいずれか 1 項に記載の切削工具。

【請求項 12】

前記センサモジュールは、前記基板上に搭載される A/D コンバータ、スイッチ、コネクタ、可変抵抗および電池ホルダからなる群から選択される少なくとも 1 つの部品をさらに

10

20

30

40

50

含み、

前記回転軸に沿う方向に見て、前記回転軸を通る直線が、前記基板の表面のうち前記少なくとも１つの部品が搭載される部分に対する垂線となるように、前記センサモジュールは配置される、請求項１から請求項１１のいずれか１項に記載の切削工具。

【発明の詳細な説明】

【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】

【文献】米国特許出願公開第２０１５／０２６１２０７号

特開２０１８－５４６１１号公報

特開２００９－２８５８０４号公報

国際公開第２０１７／００２７６２号

特開２０１６－２２１６６５号公報

実用新案登録第３１７００２９号

特開２０１５－７７６５８号公報

国際公開第２０１５／０５６４９５号

欧州特許出願公開第３２９２９２９号

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、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。センサモジュールは、シャフト部の物理量を検知するセンサと、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、センサが検知した上記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。ケースは、センサモジュールを保持する保持部を含む。

【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。

10

20

30

40

50

【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 I I - V I I に沿う断面を示す概略断面図である。

【図 8】図 8 は、ケースに基板モジュールが収容された状態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 X I - X I に沿う断面を示す概略断面図である。

【図 12】図 12 は、ケースに基板モジュールが収容さ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。

10

【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、保持部の構造を示す概略斜視図である。

【図 18】図 18 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 19】図 19 は、図 18 の線分 X I X - X I X 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〕

センサ部を採用することにより切削工具の回転のバランスが悪化すると、切削工具の加工精度や耐久性が低下する恐れがある。センサ部の採用による回転のバランスの悪化を抑制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。

20

〔本開示の効果〕

【0007】

本開示の切削工具によれば、センサ部の採用による回転のバランスの悪化を抑制することができる。

〔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、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。センサモジュールは、シャフト部の物理量を検知するセンサと、センサに電気的に接続される基板と、基板に電気的に接続され、センサが検知した上記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。ケースは、センサモジュールを保持する保持部を含む。

30

【0009】

本開示の切削工具においては、センサがシャフト部の物理量を検知し、当該物理量の情報を含む信号が無線通信部によって外部へと送信される。センサおよび無線通信部を含むセンサモジュールは、ケースに含まれる保持部によって適切な位置に保持される。そのため、本開示の切削工具によれば、センサモジュールおよびケースを含むセンサ部の採用による回転のバランスの悪化を抑制することができる。

40

【0010】

上記切削工具において、第 1 の端部は、被加工物を切削する刃が配置される側の端部であってもよい。ケースは、シャフト部の外周面を取り囲む筒状の側壁部と、シャフト部の第 1 の端部側の側壁部の開口を閉じる底壁部と、シャフト部の第 2 の端部側の側壁部の開口を閉じる上壁部と、を含んでもよい。このような構造のケースは、センサモジュールを収容するケースとして好適である。

【0011】

上記切削工具において、保持部は、底壁部または上壁部に配置されてもよい。このような構成により、保持部によってセンサモジュールを適切な位置に保持することが容易とな

50

る。

【 0 0 1 2 】

上記切削工具において、底壁部は金属製であってもよい。上壁部および側壁部の少なくとも一部は樹脂製であってもよい。被加工物を切削する刃が配置される側の端部である第1の端部側に位置する底壁部には、被加工物の切り屑が衝突しやすい。底壁部が金属製であることにより、切り屑の衝突に対する十分な耐久性を確保することが容易となる。一方、上壁部および側壁部の少なくとも一部が樹脂製であることにより、無線通信部からの信号の外部への送信が容易となる。

【 0 0 1 3 】

上記切削工具において、センサモジュールは、センサに電力を供給する二次電池と、二次電池に接続され、側壁部において外部に露出する充電ポートと、をさらに含んでもよい。この構成により、センサへの給電をケースの内部に配置される二次電池から行うことができる。また、充電ポートを側壁部において外部に露出するように配置することにより、切り屑が充電ポートに衝突することを抑制することができる。

10

【 0 0 1 4 】

上記切削工具において、保持部は、少なくとも一對の壁部を含んでもよい。保持部は、センサモジュールの少なくとも一部をこの少なくとも一對の壁部で挟むことによって保持してもよい。この構成により、センサモジュールを保持部によって保持することが容易となる。

【 0 0 1 5 】

20

上記切削工具において、センサ部は、ケースをシャフト部に対して固定する環状の固定部材をさらに含んでもよい。センサ部により取り囲まれるシャフト部の外周面は、第1平坦部を有していてもよい。固定部材の内周面は、第1平坦部とシャフト部の径方向において対向する第2平坦部を有していてもよい。第1平坦部と第2平坦部とが接触することによりセンサ部がシャフト部に対して相対的に回転することが規制されていてもよい。この構成により、センサ部がシャフト部に対して相対的に回転することを規制しつつ、センサ部をシャフト部に設置することが容易となる。

【 0 0 1 6 】

上記切削工具において、回転軸に沿う方向に見て、センサ部により取り囲まれるシャフト部の外周面は、第1平坦部を含む多角形状を有していてもよい。固定部材の内周面は、多角形状に対応する部分を有し、多角形状に対応する部分が第2平坦部であってもよい。この構成により、センサ部がシャフト部に対して相対的に回転することを規制しつつ、センサ部をシャフト部に設置することが一層容易となる。

30

【 0 0 1 7 】

上記切削工具において、ケースは、シャフト部の外周面を取り囲む筒状の側壁部と、シャフト部の第1の端部側の側壁部の開口を閉じる底壁部と、シャフト部の第2の端部側の側壁部の開口を閉じる上壁部と、を含んでもよい。固定部材は、底壁部または上壁部に対して固定されていてもよい。この構成により、センサ部がシャフト部に対して相対的に回転することを規制しつつ、センサ部をシャフト部に設置することが一層容易となる。

【 0 0 1 8 】

40

上記切削工具において、固定部材には、回転軸に沿う方向に貫通するねじ孔が形成されていてもよい。固定部材は、ねじによって底壁部または上壁部に対して固定されていてもよい。ねじは、ねじ孔を貫通し、底壁部または上壁部に進入していてもよい。この構成により、センサ部をシャフト部に設置することが一層容易となる。

【 0 0 1 9 】

上記切削工具において、シャフト部の外周面には、シャフト部の周方向に延びる溝が形成されていてもよい。固定部材の一部がこの溝にはめ込まれていてもよい。この構成により、回転軸方向におけるセンサ部のシャフト部に対する位置決めが容易となる。

【 0 0 2 0 】

上記切削工具において、回転軸に沿う方向に見て、回転軸を通る直線が、基板の表面の

50

うち無線通信部が搭載される部分に対する垂線となるように、センサモジュールは配置されていてもよい。この構成により、比較的質量の大きい無線通信部に加わる、切削工具の回転による遠心力が、基板の表面に沿う方向に加わることを抑制することができる。その結果、無線通信部の電氣的接続等に異常が生じること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、基板上に搭載されるＡＤコンバータ、スイッチ、コネクタ、可変抵抗および電池ホルダからなる群から選択される少なくとも１つの部品をさらに含んでいてもよい。回転軸に沿う方向に見て、回転軸を通る直線が、基板の表面のうち上記少なくとも１つの部品が搭載される部分に対する垂線となるように、センサモジュールは配置されていてもよい。この構成により、比較的質量の大きいこれらの部品に加わる、切削工具の回転による遠心力が、基板の表面に沿う方向に加わることを抑制することができる。その結果、これらの部品の電氣的接続等に異常が生じることを抑制することができる。

10

[本願発明の実施形態の詳細]

【0022】

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)

【0023】

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。

20

30

(シャフト部の構造)

【0024】

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。

【0025】

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。

40

【0026】

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

50

いる。

【 0 0 2 7 】

図 2 ~ 図 6 を参照して、拡張部 1 2 は、八角柱状の形状を有する。図 4 および図 5 を参照して、拡張部 1 2 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、拡張部 1 2 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 1 1 の中心軸と拡張部 1 2 の中心軸とは一致する。ここで、拡張部 1 2 の中心軸とは、上記八角形の重心を通る直線を意味する。

【 0 0 2 8 】

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 1 2 A と長辺よりも短い短辺に対応する外周面 1 2 B 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張部 1 2 の外周面 1 2 A , 1 2 B 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 1 2 A および外周面 1 2 B の長さは同じであってもよい。

【 0 0 2 9 】

図 2 ~ 図 6 を参照して、各外周面 1 2 B には、回転軸 A に沿う方向に延びる第 1 凹部 1 6 が形成されている。第 1 凹部 1 6 を規定する底面 1 6 A は平面である。第 1 凹部 1 6 は、垂線 L_B と交差する位置に配置される。第 1 凹部 1 6 は、外周面 1 2 B を回転軸 A に沿う方向に貫通している。拡張部 1 2 の外周面 1 2 A , 1 2 B には、拡張部 1 2 の周方向に延びる第 2 凹部 1 5 が形成されている。第 2 凹部 1 5 は、第 1 凹部 1 6 に重なるように形成されている。第 2 凹部 1 5 は、第 1 凹部 1 6 と交差（直交）する。第 2 凹部 1 5 は、拡張部 1 2 の外周面 1 2 A , 1 2 B の全周にわたって形成されている。すなわち、第 2 凹部 1 5 は環状に形成されている。

【 0 0 3 0 】

図 6 および図 7 を参照して、第 2 凹部 1 5 の深さ d_2 は、第 1 凹部 1 6 の深さ d_1 よりも大きい。本体部 1 1 の第 1 の端部 1 0 A 側の拡張部 1 2 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 1 1 A が形成されている。本体部 1 1 の第 2 の端部 1 0 B 側の拡張部 1 2 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 1 1 B が形成されている。シャフト部 1 0 には、シャフト部 1 0 を回転軸 A に沿う方向に貫通する貫通孔 1 0 C が形成されている。貫通孔 1 0 C は、回転軸 A を含むように延びる。

（センサ部の構造）

【 0 0 3 1 】

次に、図 8 ~ 図 1 7 を参照して、センサ部 2 0 の構造について説明する。図 8 を参照して、センサ部 2 0 は、センサモジュール 8 0 と、センサモジュール 8 0 を収容するケース 2 1 と、ケース 2 1 の内部に充填された樹脂製の充填材 9 3 とを含んでいる。ケース 2 1 は、シャフト部 1 0 の外周面を取り囲む筒状の側壁部 2 3 と、シャフト部 1 0 の第 1 の端部 1 0 A 側の側壁部 2 3 の開口を閉じる底壁部 2 4 と、シャフト部 1 0 の第 2 の端部 1 0 B 側の側壁部 2 3 の開口を閉じる上壁部 2 2 と、を含んでいる。センサモジュール 8 0 は、複数の第 1 センサとしての複数のひずみセンサ 3 1 と、ひずみセンサ 3 1 に電氣的に接続される基板 4 9 と、基板 4 9 に電氣的に接続された無線通信部 5 1（図 1 0、図 1 1 参照）と、ひずみセンサ 3 1 に電力を供給する二次電池 9 8 と、二次電池 9 8 に接続され、ケース 2 1 の外周面において外部に露出する充電ポート 9 9 とを含む。二次電池 9 8 と基板 4 9（基板 4 9 上の回路パターン）とは、配線 9 8 B により電氣的に接続されている。二次電池 9 8 と充電ポート 9 9 とは、配線 9 8 A により電氣的に接続されている。ひずみセンサ 3 1 は、シャフト部 1 0 の第 1 の物理量としてのひずみを検知する。無線通信部 5 1 は、ひずみセンサ 3 1 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。

【 0 0 3 2 】

10

20

30

40

50

図 9 を参照して、ひずみセンサ 3 1 は、ひずみセンサ部品 3 0 を構成する。ひずみセンサ部品 3 0 は、ひずみセンサ 3 1 と、ひずみセンサ 3 1 に接続され、先端にコネクタ 3 3 を有する配線 3 2 とを含んでいる。配線 3 2 は、帯状の形状を有している。ひずみセンサ 3 1 は、配線 3 2 の一方の端部近傍に配置されている。配線 3 2 の他方の端部に、コネクタ 3 3 が配置されている。

【 0 0 3 3 】

図 1 0 および図 1 1 を参照して、基板 4 9 は、基板モジュール 4 0 を構成する。基板 4 9 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 4 0 は、基板 4 9 と、無線通信部 5 1 と、第 2 センサとしての加速度センサ 5 2 と、ソケット 5 3 と、A/D コンバータ 5 4 とを含んでいる。無線通信部 5 1、加速度センサ 5 2、ソケット 5 3 および A/D コンバータ 5 4 は、基板 4 9 の一方の主面上に配置され、基板 4 9（基板 4 9 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 5 2 は、シャフト部 1 0 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 5 2 は、基板 4 9 上に複数配置されている。無線通信部 5 1 は、基板 4 9 を介して加速度センサ 5 2 に電氣的に接続されている。無線通信部 5 1 は、加速度センサ 5 2 が検知したシャフト部 1 0 の加速度の情報を含む信号を外部へと送信する。

【 0 0 3 4 】

基板 4 9 は、リジッド基板である。基板 4 9 は、帯状の形状を有している。基板 4 9 は、第 1 区域 4 1、第 2 区域 4 2、第 3 区域 4 3、第 4 区域 4 4、第 5 区域 4 5、第 6 区域 4 6、第 7 区域 4 7 および第 8 区域 4 8 を含んでいる。第 1 区域 4 1 ~ 第 8 区域 4 8 は、基板 4 9 の長手方向においてこの順で配置されている。第 1 区域 4 1 には、無線通信部 5 1 および加速度センサ 5 2 が搭載されている。第 2 区域 4 2 には、ソケット 5 3 が搭載されている。第 3 区域 4 3 には、加速度センサ 5 2 が搭載されている。第 4 区域 4 4 には、ソケット 5 3 が搭載されている。第 5 区域 4 5 には、加速度センサ 5 2 および A/D コンバータ 5 4 が搭載されている。第 6 区域 4 6 には、ソケット 5 3 が搭載されている。第 7 区域 4 7 には、加速度センサ 5 2 が搭載されている。第 8 区域 4 8 には、ソケット 5 3 が搭載されている。

【 0 0 3 5 】

隣り合う第 1 区域 4 1 ~ 第 8 区域 4 8 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 4 9 A が形成されている。折り曲げ可能領域 4 9 A は、基板 4 9 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 4 1 は、無線通信部 5 1 が搭載される第 2 領域である。第 5 区域 4 5 は、A/D コンバータ 5 4 が搭載される第 3 領域である。折り曲げ可能領域 4 9 A 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 4 9 の長手方向における第 1 区域 4 1、第 3 区域 4 3、第 5 区域 4 5 および第 7 区域 4 7 の長さは、拡径部 1 2 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 1 2 A の長さを一定の比で拡張した長さとなっている。基板 4 9 の長手方向における第 2 区域 4 2、第 4 区域 4 4、第 6 区域 4 6 および第 8 区域 4 8 の長さは、拡径部 1 2 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 1 2 B の長さを上記一定の比で拡張した長さとなっている。

【 0 0 3 6 】

次に、ケース 2 1 について説明する。図 8 および図 1 3 ~ 図 1 7 を参照して、ケース 2 1 は、ケース本体 6 1 と、第 1 固定部材 6 3 と、第 2 固定部材 6 5 と、蓋 2 2 と、保持部 8 1 とを含む。ケース本体 6 1 は、図 1 3 に示すように、中央に貫通孔 6 1 A を有する円盤状の底壁部 2 4 と、底壁部 2 4 の外周から立ち上がり、円筒状の形状を有する側壁部 2 3 とを含む。底壁部 2 4 には、底壁部 2 4 を厚み方向に貫通するねじ孔 6 2 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 6 1 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。第 1 固定部材 6 3 と第 2 固定部材 6 5 とは、ケース 2 1 をシャフト部 1 0 に対して固定する環状の固定部材 6 7 を構成する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

図 1 4 を参照して、第 1 固定部材 6 3 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 6 3 には、上記ケース本体 6 1 の底壁部 2 4 のねじ孔 6 2 に対応するように、ねじ孔 6 4 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 6 3 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 6 3 の内周面 6 3 A は、シャフト部 1 0 の第 1 小径部 1 1 A に対応する形状を有する。2 つの第 1 固定部材 6 3 を組み合わせて環状にした状態で、内周面 6 3 A の直径は、第 1 小径部 1 1 A の直径と同一またはわずかに大きい。第 1 固定部材 6 3 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。

【 0 0 3 8 】

図 1 5 を参照して、第 2 固定部材 6 5 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 2 1 は、2 つの第 2 固定部材 6 5 を含む。各第 2 固定部材 6 5 の内周面 6 5 A は、拡張部 1 2 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 6 5 には、上記ケース本体 6 1 の底壁部 2 4 のねじ孔 6 2 および第 1 固定部材 6 3 のねじ孔 6 4 に対応するように、ねじ孔 6 6 が複数個（ここでは各第 2 固定部材 6 5 について 2 つずつ）形成されている。第 2 固定部材 6 5 を構成する材料は、たとえば樹脂である。

【 0 0 3 9 】

図 1 6 を参照して、蓋（上壁部）2 2 は、中央に貫通孔 2 2 A を有する円盤状の形状を有する。蓋 2 2 を構成する材料は、たとえば樹脂である。

【 0 0 4 0 】

図 1 7 および図 8 を参照して、保持部 8 1 は、平板環状の形状を有する底壁部 8 2 と、底壁部 8 2 の外周から立ち上がる環状の外周壁 8 4 と、底壁部 8 2 の内周から立ち上がる環状の内周壁 8 3 と、内周壁 8 3 の内周側に接続される電池保持部 8 5 とを含んでいる。内周壁 8 3 は、外周壁 8 4 に沿って延びている。内周壁 8 3 と外周壁 8 4 との間隔は全周にわたって略一定である。軸方向に見て、内周壁 8 3 と外周壁 8 4 との間の隙間は、拡張部 1 2 を回転軸 A に沿う方向に見た上記八角形を一定の割合で拡大した八角形状の形状を有している。軸方向に見て、内周壁 8 3 と外周壁 8 4 との間の隙間は、基板 4 9 の長手方向における第 1 区域 4 1、第 3 区域 4 3、第 5 区域 4 5 および第 7 区域 4 7 の長さに対応する長さの長辺と、第 2 区域 4 2、第 4 区域 4 4、第 6 区域 4 6 および第 8 区域 4 8 に対応する長さの短辺とが交互に配置された八角形状の形状を有している。内周壁 8 3 と外周壁 8 4 との間の間隔は、基板モジュール 4 0 の厚みと同じか、または基板モジュール 4 0 の厚みよりわずかに大きい。保持部 8 1 は、外周壁 8 4 がケース本体 6 1 の側壁部 2 3 の内周に沿うようにケース本体 6 1 の内部に配置することが可能な形状を有している。

【 0 0 4 1 】

次に、シャフト部 1 0 に対するひずみセンサ部品 3 0、基板モジュール 4 0 およびケース 2 1 の設置について説明する。ひずみセンサ部品 3 0 は、ひずみセンサ 3 1 が第 2 凹部 1 5 を跨ぎ、かつひずみセンサ 3 1 が第 1 凹部 1 6 内に収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 3 0 は、4 つの外周面 1 2 B 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 3 1 が、八角形の各辺に対応する拡張部 1 2 の外周面のうち、回転軸 A を通る垂線 L_B が互いに 90° をなす拡張部 1 2 の外周面 1 2 B（短辺に対応する外周面）の全てに配置される。

【 0 0 4 2 】

ケース 2 1 は、シャフト部 1 0 に対してひずみセンサ部品 3 0 が設置された状態で設置することができる。具体的には、まず、外周壁 8 4 がケース本体 6 1 の側壁部 2 3 の内周に沿うように保持部 8 1 がケース本体 6 1 の内部に配置される。この状態で、ケース本体 6 1 の底壁部 2 4 の貫通孔 6 1 A をシャフト部 1 0 の本体部 1 1 が貫通するように、ケース本体 6 1 が配置される。第 1 固定部材 6 3 は、底壁部 2 4 上に配置された状態で、内周面 6 3 A が本体部 1 1 の第 1 小径部 1 1 A の底壁に接触するように、第 1 小径部 1 1 A にはめ込まれる。つまり、固定部材 6 7 を構成する第 1 固定部材 6 3 は、シャフト部 1 0 の

10

20

30

40

50

外周面に周方向に延びるように形成された溝である第 1 小径部 1 1 A にはめ込まれる。これにより、回転軸 A に沿う方向においてセンサ部 2 0 がシャフト部 1 0 に対して位置決めされる。

【 0 0 4 3 】

第 2 固定部材 6 5 は、第 1 固定部材 6 3 上に配置された状態で、内周面 6 5 A が拡径部 1 2 の外周面 1 2 A , 1 2 B に接触するように配置される。そして、第 2 固定部材 6 5 のねじ孔 6 6、第 1 固定部材 6 3 のねじ孔 6 4 を貫通し、底壁部 2 4 のねじ孔 6 2 にまで到達するねじ 6 9 によって、ケース本体 6 1、第 1 固定部材 6 3 および第 2 固定部材 6 5 が互いに固定される。このとき、第 1 固定部材 6 3 の内径が第 1 小径部 1 1 A の外径に対応しているため、ケース本体 6 1 の中心軸と回転軸 A とが一致する。また、第 2 固定部材 6 5 の内周面 6 5 A が拡径部 1 2 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 6 1 がシャフト部 1 0 に対して相対的に周方向に回転することが阻害される。つまり、固定部材 6 7 を構成する第 2 固定部材 6 5 の内周面 6 5 A は、第 1 平坦部としての拡径部 1 2 の外周面 1 2 A , 1 2 B に対向する第 2 平坦部（八角形の辺に対応する領域）を含んでいる。そして、第 1 平坦部である外周面 1 2 A , 1 2 B と第 2 平坦部である内周面 6 5 A の平坦領域とが接触することによりセンサ部 2 0 がシャフト部 1 0 に対して相対的に回転することが規制されている。

10

【 0 0 4 4 】

図 8 および図 1 2 を参照して、基板モジュール 4 0 は、基板 4 9 において無線通信部 5 1、加速度センサ 5 2、ソケット 5 3 および A/D コンバータ 5 4 等が搭載される側の主面が拡径部 1 2 の外周面 1 2 A , 1 2 B に向かい合うように、保持部 8 1 の内周壁 8 3 と外周壁 8 4 との間に差し込まれることにより、保持部 8 1 に保持される。つまり、保持部 8 1 は、一对の壁部である内周壁 8 3 および外周壁 8 4 でセンサモジュール 8 0 を挟むことによって保持している。このとき、第 1 区域 4 1、第 3 区域 4 3、第 5 区域 4 5 および第 7 区域 4 7 が外周面 1 2 A に向かい合うように配置され、第 2 区域 4 2、第 4 区域 4 4、第 6 区域 4 6 および第 8 区域 4 8 が外周面 1 2 B に向かい合うように配置される。また、基板 4 9 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 4 9 A において屈曲する。

20

【 0 0 4 5 】

その結果、回転軸 A に沿う方向に見て、基板 4 9 は、拡径部 1 2 の外周面 1 2 A , 1 2 B との間に間隔を置いて外周面 1 2 A , 1 2 B を取り囲むように配置される。ソケット 5 3 は、外周面 1 2 B に向かい合う基板 4 9 の主面上に配置される。そして、ひずみセンサ 3 1 に接続された配線 3 2 の端部に位置するコネクタ 3 3 が、ソケット 5 3 に接続される。これにより、基板 4 9 とひずみセンサ 3 1 とが電氣的に接続される。図 8 に示すように、配線 3 2 は、アーチ状に反った状態となっている。すなわち、配線 3 2 は、ひずみセンサ 3 1 とソケット 5 3 とを、たるみをもって接続する。二次電池 9 8 は、保持部 8 1 の電池保持部 8 5 により保持される。

30

【 0 0 4 6 】

図 1 2 を参照して、回転軸 A に沿う方向に見て、回転軸 A を通る直線が、基板 4 9 の表面のうち無線通信部 5 1 および A/D コンバータ 5 4 が搭載される部分に対する垂線 L_A となるように、センサモジュール 8 0 は配置されている。また、回転軸 A を通る直線が、基板 4 9 の表面のうちソケット 5 3（コネクタ）が搭載される部分に対する垂線 L_B となるように、センサモジュール 8 0 は配置されている。これにより、比較的質量の大きいこれらの部品に加わる、切削工具 1 の回転による遠心力が、基板 4 9 の表面に沿う方向に加わることを抑制される。その結果、これらの部品の電氣的接続等に異常が生じることを抑制することができる。

40

【 0 0 4 7 】

加速度センサ 5 2 は、基板 4 9 の第 1 区域 4 1、第 3 区域 4 3、第 5 区域 4 5 および第 7 区域 4 7 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 4 0 が保持部 8 1 に保持されることにより、回転軸 A に沿う方向に見て、加速度センサ 5 2 が、八角形の

50

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) に向かい合う位置に配置される。

【0048】

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囲) 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 52 とひずみセンサ 31 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 31 は、加速度センサ 52 よりも第 1 の端部 10A から遠い位置 (切削チップ 91 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 10 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 10 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 31 および加速度センサ 52 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 31 は、加速度センサ 52 よりも第 1 の端部 10A に近い位置 (切削チップ 91 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 10 が長い場合、上記配置ではひずみセンサ 31 が配置される位置におけるシャフト部 10 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 31 を、加速度センサ 52 よりも第 1 の端部 10A に近い位置に配置することで、ひずみセンサ 31 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 31 が検知しやすい範囲とすることができる。

【0049】

また、図 8 および図 12 を参照して、本実施の形態においては、ひずみセンサ 31 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 31 として、ひずみセンサ 31 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 31 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 31 と同じ位置に配置される。より具体的には、図 8 および図 12 を参照して、温度センサは、拡径部 12 の外周面 12A, 12B のうち、回転軸 A に沿う方向においてひずみセンサ 31 の測定範囲 b に対応する環状の領域 (拡径部 12 の外周面 12A, 12B のうち幅が測定範囲 b に一致する帯状の領域) 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。

【0050】

図 8 を参照して、上記のようにケース本体 61 内にセンサモジュール 80 が収容された状態で、ケース本体 61 の内部に樹脂製の充填材 93 が充填される。これにより、センサモジュール 80 がケース本体 61 に対して固定される。このとき、センサモジュール 80 が保持部 81 により保持されていることにより、流動可能状態 (固化前) の充填材 93 の流入によってセンサモジュール 80 が意図しない位置に移動することが抑制される。そし

10

20

30

40

50

て、蓋（上壁部）２２が、側壁部２３の端面および拡径部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。

10

（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、ひずみセンサ３１（温度センサを含む）および加速度センサ５２が、シャフト部１０のひずみ、温度および加速度を検知し、これらの情報を含む信号が無線通信部５１によって外部へと送信される。センサ（ひずみセンサ３１および加速度センサ５２）および無線通信部５１を含むセンサモジュール８０は、ケース２１に含まれる保持部８１によって適切な位置に保持されている。そのため、本実施の形態の切削工具１は、センサモジュール８０およびケース２１を含むセンサ部２０の採用による回転のバランスの悪化が抑制された切削工具１となっている。

20

【００５３】

また、本実施の形態においては、ケース２１は、シャフト部１０の外周面を取り囲む筒状の側壁部２３と、シャフト部１０の第１の端部１０Ａ側の側壁部２３の開口を閉じる底壁部２４と、シャフト部１０の第２の端部１０Ｂ側の側壁部の開口を閉じる上壁部２２と、を含んでいる。保持部８１は、底壁部２４に配置されている。その結果、保持部８１によってセンサモジュール８０を適切な位置に保持することが容易となっている。

30

【００５４】

また、本実施の形態においては、底壁部２４は金属製である。上壁部２２は樹脂製である。底壁部２４が金属製であることにより、切り屑の衝突に対する十分な耐久性を確保することが容易となっている。上壁部２２が樹脂製であることにより、無線通信部５１からの信号の外部への送信が容易となっている。

【００５５】

また、本実施の形態においては、センサモジュール８０は、センサ（ひずみセンサ３１および加速度センサ５２）に電力を供給する二次電池９８と、二次電池９８に接続され、側壁部２３において外部に露出する充電ポート９９とを含んでいる。これにより、センサへの給電をケース２１の内部に配置される二次電池９８から行うことができる。また、充電ポート９９を側壁部２３において外部に露出するように配置することにより、切り屑が充電ポート９９に衝突することが抑制されている。

40

【００５６】

また、本実施の形態においては、保持部８１は、一对の壁部である内周壁８３および外周壁８４を含んでいる。保持部８１は、センサモジュール８０の一部を内周壁８３および外周壁８４で挟むことによって保持している。その結果、センサモジュール８０を保持部８１によって保持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、固定部材６７は、底壁部２４に対して固定されている。その結果、センサ部２０がシャフト部１０に対して相対的に回転することを規制しつつ

50

、センサ部 20 をシャフト部 10 に設置することが一層容易となっている。

【0058】

また、本実施の形態においては、固定部材 67 には、回転軸 A に沿う方向に貫通するねじ孔 64, 66 が形成されている。固定部材 67 は、ねじ 69 によって底壁部 24 に対して固定されている。ねじ 69 は、ねじ孔 64, 66 を貫通し、底壁部 24 に進入している。その結果、センサ部 20 をシャフト部 10 に設置することが一層容易となっている。

(基板の変形例)

【0059】

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 18 および図 19 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)

【0060】

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。

【0061】

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。

【0062】

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張部 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、拡張部の平面形状は 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。

【0063】

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張部 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° をなす拡張部 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 (拡張部) 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。

【００６４】

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。

【００６５】

上記実施の形態では、ケース２１の内部が樹脂製の充填材９３によって充填される場合について説明した。しかし、充填材９３は必須の構成ではなく、たとえば保持部８１によりセンサモジュール８０が十分強固に保持される場合には省略してもよい。

10

【００６６】

また、上記実施の形態では、保持部８１および固定部材６７が底壁２４に対して固定される場合について説明したが、保持部８１および固定部材６７の一方または両方が上壁部２２に対して固定されてもよい。

【００６７】

また、上記実施の形態では、側壁部２３が金属製であり、上壁部２２が樹脂製である場合について説明した。しかし、上壁部２２が金属製であり、側壁部２３の少なくとも一部が樹脂製であってもよい。

【００６８】

また、センサモジュール８０は、基板４９上に搭載されるスイッチ、可変抵抗および電池ホルダのうち少なくとも１つの部品をさらに含んでもよい。この場合、回転軸Ａに沿う方向に見て、回転軸Ａを通る直線が、基板４９の表面のうち上記部品が搭載される部分に対する垂線Ｌ_Aまたは垂線Ｌ_Bとなるように、センサモジュール８０は配置されることが好ましい。

20

【００６９】

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】

30

【００７０】

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、６７ 固定部材、７２ 補強板、８０ センサモジュール、８１ 保持部、８２ 底壁部、８３ 内周壁、８４ 外周壁、８５ 電池保持部、９１ 切削チップ、９２ ねじ、９３ 充填材、９８ 二次電池、９８Ａ 配線、９８Ｂ 配線、９９…充電ポート、Ａ 回転軸、Ｌ_A、Ｌ_B 垂線、角度、 d_1 、 d_2 深さ、 a 、 b 測定範囲。

40

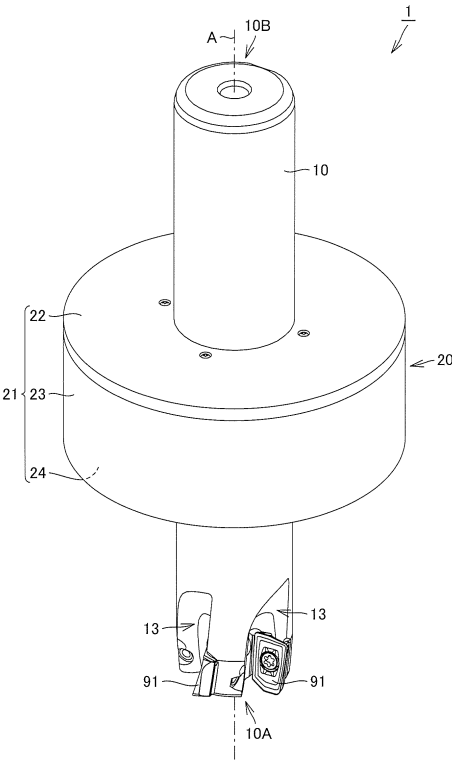
【要約】

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、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。センサモジュールは、シャフト部の物理量を検知するセンサと、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、センサが検知した上記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。ケースは、センサモジュールを保持する保持部を含む。

【図面】

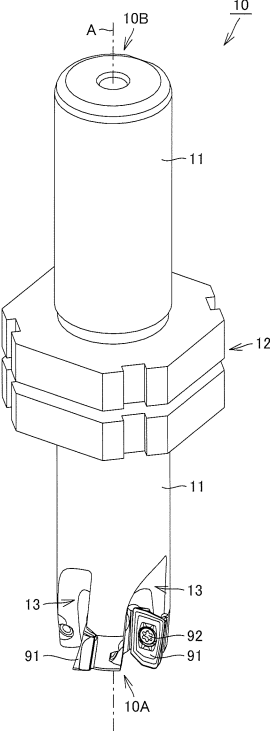
【図 1】

FIG.1



【図 2】

FIG.2



10

20

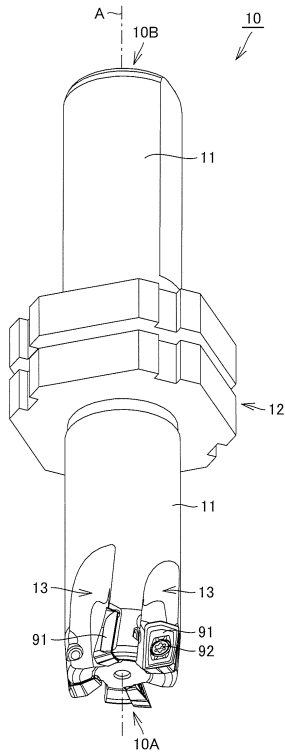
30

40

50

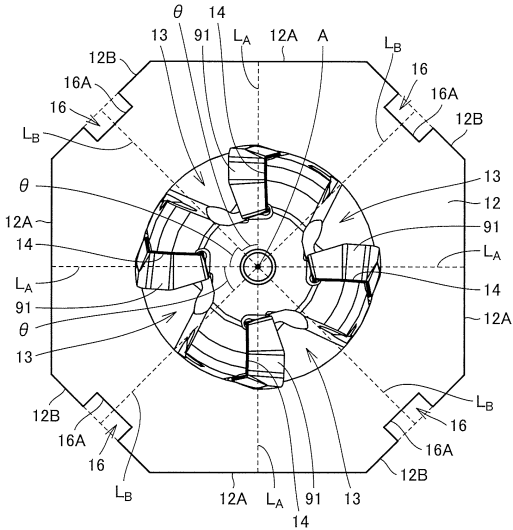
【 図 3 】

FIG.3



【 図 4 】

FIG.4

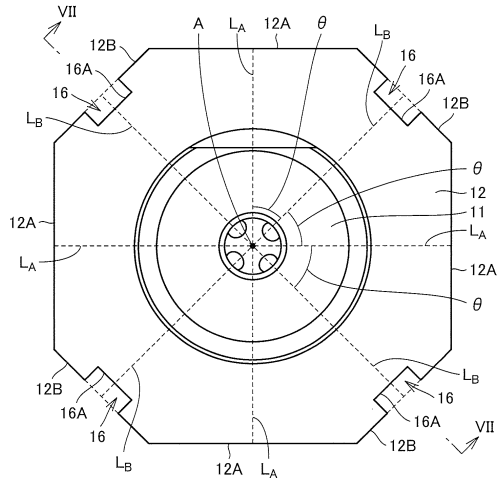


10

20

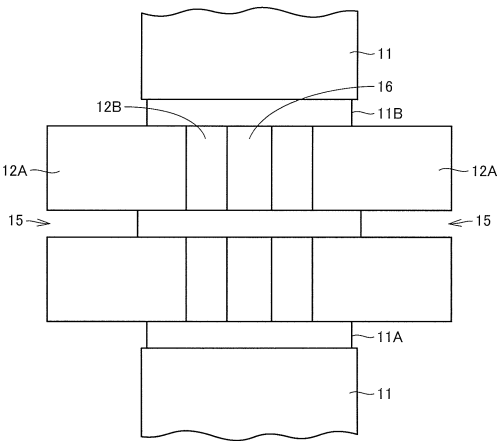
【 図 5 】

FIG.5



【 図 6 】

FIG.6



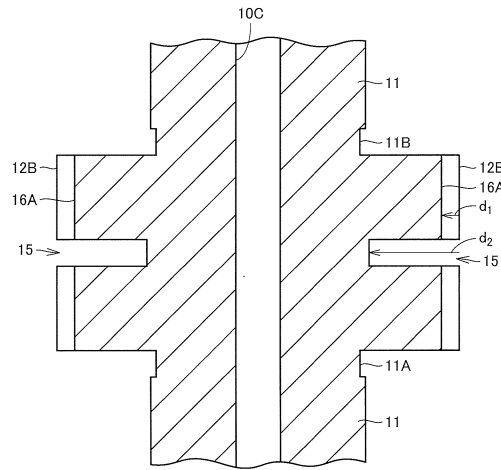
30

40

50

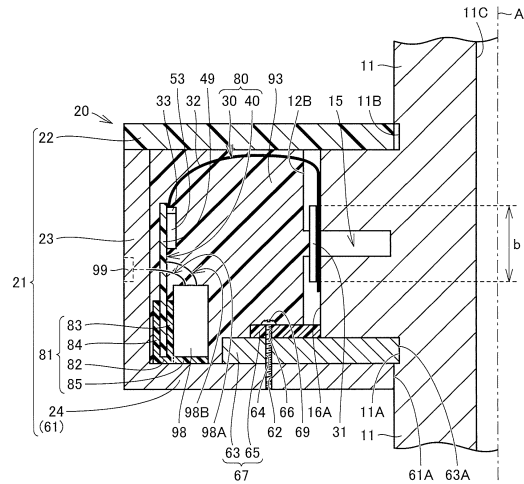
【図 7】

FIG.7



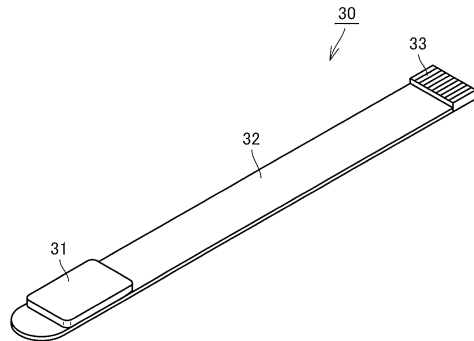
【図 8】

FIG.8



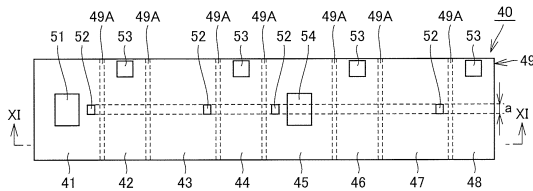
【図 9】

FIG.9



【図 10】

FIG.10



10

20

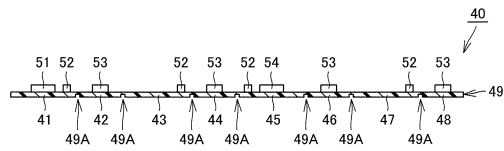
30

40

50

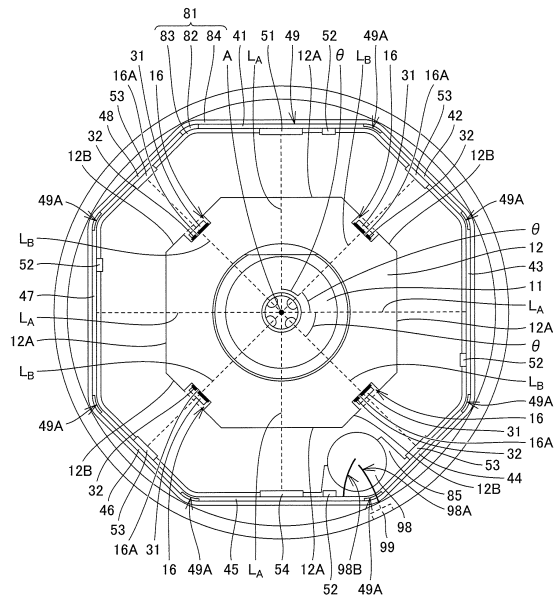
【 図 1 1 】

FIG.11



【圖 1 2】

FIG.12

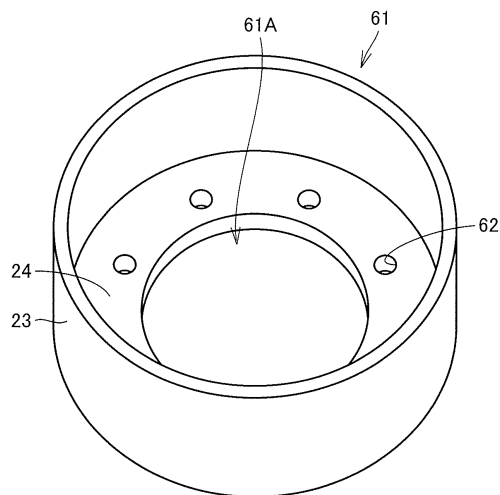


10

20

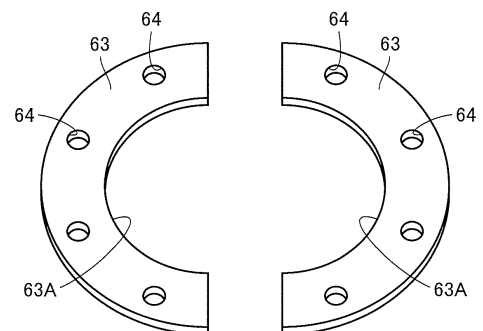
【 図 1 3 】

FIG.13



【 図 1 4 】

FIG.14



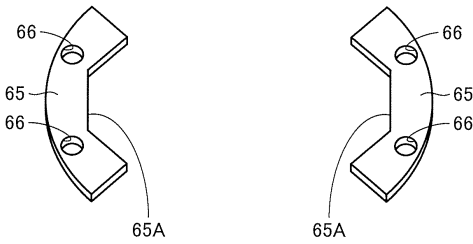
30

40

50

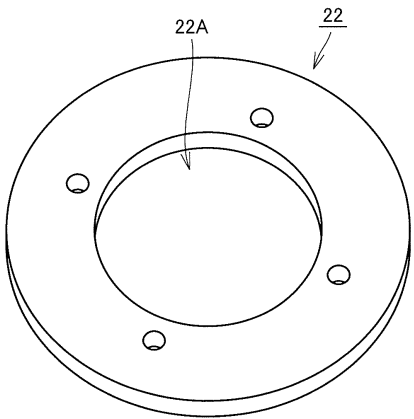
【図 1 5】

FIG.15



【図 1 6】

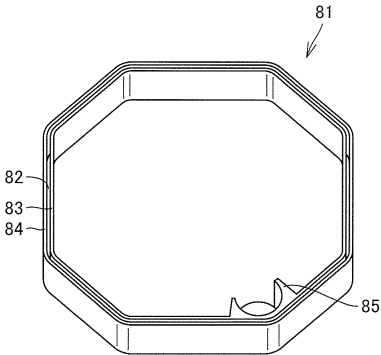
FIG.16



10

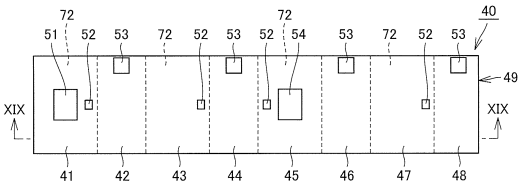
【図 1 7】

FIG.17



【図 1 8】

FIG.18



20

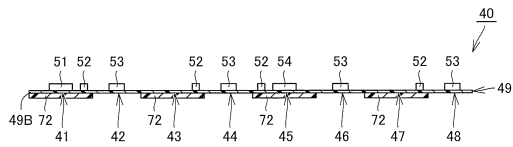
30

40

50

【 図 1 9 】

FIG.19



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 栗山 浩充

大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号 住友電気工業株式会社内

審査官 小川 真

(56)参考文献 国際公開第 2 0 2 0 / 1 7 3 5 6 2 (W O , A 1)
中国特許出願公開第 1 0 6 1 1 2 6 9 4 (C N , A)
特開 2 0 1 3 - 1 1 5 8 7 6 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 1 3 9 9 5 0 (J P , A)
特開 2 0 2 0 - 6 2 7 4 6 (J P , A)
特開 2 0 2 2 - 5 4 6 5 0 (J P , A)
特開昭 6 4 - 6 1 6 2 9 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
B 2 3 Q 1 7 / 0 0 、 1 7 / 0 9
B 2 3 C 9 / 0 0