

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第6995661号
(P6995661)

(45)発行日 令和4年1月14日(2022.1.14)

(24)登録日 令和3年12月17日(2021.12.17)

(51)国際特許分類		F I			
G 0 1 R	15/12	(2006.01)	G 0 1 R	15/12	A
G 0 1 R	19/15	(2006.01)	G 0 1 R	19/15	
G 0 1 R	1/22	(2006.01)	G 0 1 R	1/22	A

請求項の数 6 (全16頁)

(21)出願番号	特願2018-26564(P2018-26564)	(73)特許権者	000227180 日置電機株式会社 長野県上田市小泉8 1 番地
(22)出願日	平成30年2月19日(2018.2.19)	(74)代理人	100104787 弁理士 酒井 伸司
(65)公開番号	特開2019-144027(P2019-144027 A)	(72)発明者	吉池 哲也 長野県上田市小泉8 1 番地 日置電機株 式会社内
(43)公開日	令和1年8月29日(2019.8.29)	(72)発明者	池田 正和 長野県上田市小泉8 1 番地 日置電機株 式会社内
審査請求日	令和2年12月23日(2020.12.23)	審査官	田口 孝明

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 クランプセンサおよび測定装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ケース部および当該ケース部内の収容部に収容された磁気コアをそれぞれ有して各々の先端部同士が開閉するように少なくとも一方が回動可能に構成されて当該各先端部同士が当接した状態において測定対象をクランプ可能な一対のクランプ部と、前記各クランプ部のいずれか一方に収容されている前記磁気コアにおける内周面および外周面の少なくとも一方並びに当該磁気コアの先端面に沿って延在するように配置された状態で当該いずれか一方のクランプ部の前記ケース部内に収容されると共に当該先端面に対向する対向部位に前記測定対象についての被検出量を検出する検出素子が実装された帯状の可撓性基板とを備えたクランプセンサであって、

前記可撓性基板に装着可能に構成されて装着状態において前記対向部位を覆う柔軟性を有するカバーを備え、

前記いずれか一方のクランプ部の前記ケース部は、当該ケース部の前記収容部よりも前記先端部側に形成されて前記カバーが装着された状態の前記可撓性基板の前記対向部位を収容可能に構成されると共に前記検出素子が前記磁気コアの先端面から当該先端部側に離間した状態で当該対向部位を保持可能に構成された保持部を備えているクランプセンサ。

【請求項 2】

前記カバーは、絶縁性を有して構成されている請求項 1 記載のクランプセンサ。

【請求項 3】

前記カバーは、一端部側に開放部を有する平袋状に形成されて、前記開放部から前記可撓

性基板の一端部を当該可撓性基板の長さ方向に沿って挿入可能に構成されている請求項 1 または 2 記載のクランプセンサ。

【請求項 4】

前記保持部は、前記各クランプ部の前記各先端部同士が当接した状態において前記各磁気コアの各先端面との中心部に前記検出素子の中心部が位置するように前記可撓性基板の前記対向部位を保持可能に構成されている請求項 1 から 3 のいずれかに記載のクランプセンサ。

【請求項 5】

前記保持部は、前記いずれか一方のクランプ部における前記磁気コアの前記先端面の中心と前記検出素子における当該先端面に対向する対向面の中心とが対向するように前記可撓性基板の前記対向部位を保持可能に構成されている請求項 1 から 4 のいずれかに記載のクランプセンサ。

10

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれかに記載のクランプセンサと、当該クランプセンサによって検出された前記被検出量に基づいて前記測定対象についての被測定量を測定する測定部とを備えている測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一对のクランプ部を備えて被検出量を検出するクランプセンサ、およびそのクランプセンサを備えて被測定量を測定する測定装置に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

この種のクランプセンサとして、下記特許文献 1 において出願人が開示したクランプセンサが知られている。このクランプセンサは、磁性コアおよび磁性コアを覆うカバーをそれぞれ有する一对のセンサを備えて構成されている。また、一方のセンサの先端面には、測定対象の周囲に生じる磁界を検出する検出素子がフレキシブル基板に実装された状態で配設されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0003】

【文献】特開 2016 - 70771 号公報（第 5 頁、第 1 図）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところが、上記したクランプセンサには、改善すべき以下の課題がある。具体的には、このクランプセンサでは、フレキシブル基板に実装された状態の検出素子が一方のセンサの先端面に配設されている。この場合、このクランプセンサでは、フレキシブル基板における検出素子の配設部位を磁性コアの先端面に位置するようにして、磁性コアの先端面および内周面とフレキシブル基板の裏面とを両面テープ等を用いて接着して固定する構成が採用されている。この場合、磁界を高精度で検出するには、磁性コアの先端面と検出素子とを予め決められた状態に正確に位置合わせする必要がある。しかしながら、磁性コアの先端面と検出素子とを位置合わせしつつ接着する作業自体が難しいことに加え、この種の磁性コアは、一般的に寸法にばらつきがあることから、磁性コアの先端面と検出素子とを正確に位置合わせすることは困難である。このため、従来のクランプセンサには、磁性コアの先端面と検出素子との位置ずれに起因して磁界の検出精度が低下するおそれがあるという課題が存在する。

40

【0005】

また、測定対象を 2 つのセンサでクランプしたときの測定対象と各センサとの距離の変化による磁性コアの磁束密度の変化の影響を少なくして、測定対象の周囲に生じる磁界を正

50

確に測定するためには、各センサの各磁性コアにおける各先端面の中間位置に検出素子を配置するのが好ましい。しかしながら、従来のクランプセンサでは、検出素子が実装されたフレキシブル基板を一方の磁性コアの先端面に接着して固定している。つまり、検出素子が、一方の磁性コアの先端面側に偏った位置に配置されている。このため、このクランプセンサには、検出素子が測定対象と各センサとの距離の変化による磁性コアの磁束密度の変化の影響を受けることに起因して磁界の検出精度が低下するおそれがあるという課題も存在する。

【0006】

本発明は、かかる改善すべき課題に鑑みてなされたものであり、被検出量の検出精度を向上し得るクランプセンサおよび測定装置を提供することを主目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成すべく請求項1記載のクランプセンサは、ケース部および当該ケース部内の収容部に収容された磁気コアをそれぞれ有して各々の先端部同士が開閉するように少なくとも一方が回動可能に構成されて当該各先端部同士が当接した状態において測定対象をクランプ可能な一対のクランプ部と、前記各クランプ部のいずれか一方に収容されている前記磁気コアにおける内周面および外周面の少なくとも一方並びに当該磁気コアの先端面に沿って延在するように配置された状態で当該いずれか一方のクランプ部の前記ケース部内に収容されると共に当該先端面に対向する対向部位に前記測定対象についての被検出量を検出する検出素子が実装された帯状の可撓性基板とを備えたクランプセンサであって、

20

前記可撓性基板に装着可能に構成されて装着状態において前記対向部位を覆う柔軟性を有するカバーを備え、前記いずれか一方のクランプ部の前記ケース部は、当該ケース部の前記収容部よりも前記先端部側に形成されて前記カバーが装着された状態の前記可撓性基板の前記対向部位を収容可能に構成されると共に前記検出素子が前記磁気コアの先端面から当該先端部側に離間した状態で当該対向部位を保持可能に構成された保持部を備えている。

【0008】

また、請求項2記載のクランプセンサは、請求項1記載のクランプセンサにおいて、前記カバーは、絶縁性を有して構成されている。

【0009】

また、請求項3記載のクランプセンサは、請求項1または2記載のクランプセンサにおいて、前記カバーは、一端部側に開放部を有する平袋状に形成されて、前記開放部から前記可撓性基板の一端部を当該可撓性基板の長さ方向に沿って挿入可能に構成されている。

30

【0010】

また、請求項4記載のクランプセンサは、請求項1から3のいずれかに記載のクランプセンサにおいて、前記保持部は、前記各クランプ部の前記各先端部同士が当接した状態において前記各磁気コアの各先端面の間の中心部に前記検出素子の中心部が位置するように前記可撓性基板の前記対向部位を保持可能に構成されている。

【0011】

また、請求項5記載のクランプセンサは、請求項1から4のいずれかに記載のクランプセンサにおいて、前記保持部は、前記いずれか一方のクランプ部における前記磁気コアの前記先端面の中心と前記検出素子における当該先端面に対向する対向面の中心とが対向するように前記可撓性基板の前記対向部位を保持可能に構成されている。

40

【0012】

また、請求項6記載の測定装置は、請求項1から5のいずれかに記載のクランプセンサと、当該クランプセンサによって検出された前記被検出量に基づいて前記測定対象についての被測定量を測定する測定部とを備えている。

【発明の効果】

【0013】

請求項1記載のクランプセンサ、および請求項6記載の測定装置によれば、可撓性基板の対向部位を覆う柔軟性を有するカバーと、クランプ部のケース部の収容部よりもクランプ

50

部の先端部側に形成されてカバーが装着された状態の可撓性基板の対向部位を収容して検出素子が磁気コアの先端面から先端部側に離間した状態で対向部位を保持可能な保持部とを備えたことにより、カバーを装着した状態の対向部位をケース部の保持部に収容するだけの簡易な作業で、検出素子を規定位置に位置した状態で対向部位を確実に保持することができる。このため、このクランプセンサおよび測定装置によれば、収容部に収容されて保持された状態の磁気コアの先端面と検出素子とを正確に位置合わせすることができる。したがって、このクランプセンサおよび測定装置によれば、ケース部の先端面と検出素子との位置ずれに起因する磁界の検出精度の低下を防止して、磁界の検出精度を十分に向上させることができる。

【0014】

また、請求項2記載のクランプセンサ、および請求項6記載の測定装置によれば、カバーが絶縁性を有していることにより、例えば、測定対象をクランプする際にクランプ部の先端部と測定対象とが接触してケース部の先端部が破損して、ケース部の絶縁機能で低下したとしても、検出素子を確実に絶縁して、磁界の検出を行うことができる。

【0015】

また、請求項3記載のクランプセンサ、および請求項6記載の測定装置によれば、一端部側に開放部を有する平袋状にカバーを形成したことにより、可撓性基板の一端部を開放部から可撓性基板の長さ方向に沿って挿入するという容易な作業でありながら、対向部位にカバーを確実に装着することができるため、組立効率を十分に向上させることができる。

【0016】

また、請求項4記載のクランプセンサ、および請求項6記載の測定装置では、各クランプ部の各先端部同士が当接した状態において各磁気コアの各先端面間の中心部に検出素子の中心部が位置するように可撓性基板の対向部位を保持可能に保持部が構成されている。このため、このクランプセンサおよび測定装置によれば、可撓性基板の対向部位が一方の磁気コアの先端面に接着されて固定されている従来の構成と比較して、測定対象を各クランプ部でクランプしたときの測定対象と各クランプ部との距離の変化による各磁気コアの磁束密度の変化の影響を十分に少なく抑えることができる。このため、このクランプセンサおよび測定装置によれば、各磁気コアの磁束密度の変化の影響による検出精度の低下を防止して、測定対象に生じる磁界の検出精度を十分に向上させることができる。

【0017】

また、請求項5記載のクランプセンサ、および請求項6記載の測定装置によれば、磁気コアの先端面の中心と検出素子検出素子における当該先端面に対向する対向面の中心とが対向するように可撓性基板の対向部位を保持可能に保持部を構成したことにより、先端面の中心と検出素子の対向面の中心とが対向していない構成と比較して、磁界の検出精度をさらに向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】クランプメータ1の斜視図である。

【図2】クランプ部11a, 11bが開状態のときのクランプメータ1の斜視図である。

【図3】クランプメータ1の構成を示す構成図である。

【図4】クランプセンサ2の正面図である。

【図5】クランプセンサ2の分解斜視図である。

【図6】クランプセンサ2の内部の構成を説明する説明図である。

【図7】クランプセンサ2の組立方法を説明する第1の説明図である。

【図8】フレキシブル基板23の先端部23aおよびキャップ24の構成を示す斜視図である。

【図9】クランプセンサ2の組立方法を説明する第2の説明図である。

【図10】クランプセンサ2の組立方法を説明する第3の説明図である。

【図11】クランプセンサ2の組立方法を説明する第4の説明図である。

【図12】クランプセンサ2の組立方法を説明する第5の説明図である。

10

20

30

40

50

【図 1 3】クランプセンサ 2 の組立方法を説明する第 6 の説明図である。

【図 1 4】クランプセンサ 2 の組立方法を説明する第 7 の説明図である。

【図 1 5】クランプセンサ 2 の組立方法を説明する第 8 の説明図である。

【図 1 6】クランプセンサ 2 の組立方法を説明する第 9 の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、クランプセンサおよび測定装置の実施の形態について、添付図面を参照して説明する。

【0020】

最初に、クランプメータ 1 の構成について説明する。図 1 ~ 図 3 に示すクランプメータ 1 は、測定装置の一例であって、例えば図 4 に示す測定対象としての電線 100 に流れる電流の電流値（被測定量の一例）を非接触（金属非接触）で測定可能に構成されている。具体的には、クランプメータ 1 は、図 1 ~ 図 3 に示すように、クランプセンサ 2 および本体部 3 を備えて構成されている。

10

【0021】

クランプセンサ 2 は、図 1, 2, 4 に示すように、一対のクランプ部 11a, 11b（以下、区別しないときには「クランプ部 11」ともいう）を備え、図 4 に示すように、各クランプ部 11 の先端部 111a, 111b（以下、区別しないときには「先端部 111」ともいう）同士が当接した状態において各クランプ部 11 で電線 100 をクランプ（取り囲み）可能に構成され、クランプ状態の電線 100 に電流が流れているときに電線 100 の周囲に生じる被検出量としての磁界を非接触で検出する。なお、この例では、クランプ部 11a が、「いずれか一方のクランプ部」に相当する。

20

【0022】

クランプ部 11a は、図 1, 2 に示すように、非回転状態で本体部 3 の本体ケース 64 に固定されている。

【0023】

また、クランプ部 11a は、図 5 に示すように、ケース部 21a、磁気コア 22a、フレキシブル基板 23 およびキャップ 24 を備えて構成されている。

【0024】

ケース部 21a は、図 4 に示すように、先端部 41a 側が平面視弧状に形成されている。また、ケース部 21a は、図 5 に示すように、樹脂成形（射出成形）によって作製された半体 31a, 32a を備えて構成されている。

30

【0025】

また、半体 31a, 32a は、互いに嵌合可能に構成されて、嵌合状態において、磁気コア 22a およびフレキシブル基板 23 の中間部 23c（対向部位に相当する先端部 23a と基端部 23b との間の部位：図 5 参照）を収容可能な収容部 43a（図 6 参照）を形成する。また、半体 31a, 32a は、嵌合状態において、収容部 43a よりも先端部 41a 側に位置する保持部 44a（図 6 参照）を形成する。

【0026】

保持部 44a は、図 10 に示すように、キャップ 24 が装着された状態のフレキシブル基板 23 の先端部 23a を収容可能に構成されると共に、先端部 23a に実装されている磁気検出素子 20（図 8 も参照）が磁気コア 22a の先端面 51a からケース部 21a の先端部 41a 側（クランプ部 11a の先端部 111a 側）に離間した状態でフレキシブル基板 23 の先端部 23a を保持可能に構成されている。

40

【0027】

また、保持部 44a は、図 6 に示すように、クランプ部 11a, 11b の先端部 111a, 111b 同士が当接した状態において、磁気コア 22a の先端面 51a とクランプ部 11b における後述する磁気コア 22b（以下、磁気コア 22a, 22b を区別しないときには「磁気コア 22」ともいう）の先端面 51b（以下、先端面 51a, 51b を区別しないときには「先端面 51」ともいう）との間の中心部に磁気検出素子 20 中心部が位置

50

する状態で先端部 2 3 a を保持するように構成されている。この場合、先端面 5 1 a と先端面 5 1 b との間の中心部には、各先端面 5 1 から等しい距離だけ離間した中心位置および中心位置よりも各先端面 5 1 のいずれか一方に若干偏った位置の双方が含まれるものとする。また、図 9 に示すように、保持部 4 4 a の内面（同図における紙面奥側の面）には、内面から突出（同図における紙面手前側に向けて突出）してフレキシブル基板 2 3 の先端部 2 3 a における幅方向の端部を支持する支持突起 4 5 a が形成されている。この場合、支持突起 4 5 a は、磁気コア 2 2 a の先端面 5 1 a の中心部と磁気検出素子 2 0 における先端面 5 1 a に対向する対向面の中心部とが対向するように、その高さ（突出量）が規定されている。

【 0 0 2 8 】

磁気コア 2 2 a は、図 5 に示すように、磁性材料によって平面視弧状に形成されて、図 6 に示すように、ケース部 2 1 a の収容部 4 3 a に収容される。この磁気コア 2 2 a は、クランプ部 1 1 b の磁気コア 2 2 b と共に、クランプ状態の電線 1 0 0 に電流が流れて電線 1 0 0 の周囲に磁界が生じているときに磁束を誘起する。

【 0 0 2 9 】

フレキシブル基板 2 3 は、可撓性基板に相当し、図 5 に示すように、帯状に形成されている。また、図 8 に示すように、フレキシブル基板 2 3 の先端部 2 3 a には、磁気検出素子 2 0 が実装されている。この場合、磁気検出素子 2 0 は、一例として、ホール素子で構成され、クランプ部 1 1 a , 1 1 b で電線 1 0 0 をクランプした状態において、電線 1 0 0 に電流が流れているときに電線 1 0 0 に生じる被検出量としての磁界を検出して検出信号

【 0 0 3 0 】

また、フレキシブル基板 2 3 は、図 1 0 に示すように、キャップ 2 4 が装着された状態の先端部 2 3 a がケース部 2 1 a の保持部 4 4 a に収容されて保持部 4 4 a によって保持され、先端部 2 3 a を除く部位が、ケース部 2 1 a の収容部 4 3 a に収容されることにより、磁気コア 2 2 a の先端面 5 1 a および内周面 5 3 a （内周面および外周面の少なくとも一方）に沿って延在するように配置される。なお、フレキシブル基板 2 3 の先端部 2 3 a は、保持部 4 4 a に収容された状態において磁気コア 2 2 a の先端面 5 1 a に対向する対向部位に相当する。

【 0 0 3 1 】

キャップ 2 4 は、カバーの一例であって、絶縁性および柔軟性を有する材料（例えば、シリコーンゴム）で形成されている。また、キャップ 2 4 は、図 8 に示すように、一辺側（一端部側の一例であって、この例では、短辺の 1 つの側）に開放部 2 4 a を有する平面視矩形の平袋状に形成されて、その開放部 2 4 a からフレキシブル基板 2 3 の先端部 2 3 a （一端部）をフレキシブル基板 2 3 の長さ方向に沿って挿入することによって先端部 2 3 a を覆うように先端部 2 3 a に装着可能に構成されている。この場合、キャップ 2 4 は、先端部 2 3 a に装着された装着状態でケース部 2 1 a の保持部 4 4 a に装着される際には、その柔軟性によって保持部 4 4 a の形状に変形して保持部 4 4 a の内面に接触し、これによって先端部 2 3 a の移動を規制する。

【 0 0 3 2 】

クランプ部 1 1 b （各クランプ部 1 1 の少なくとも一方の一例）は、レバー 4 4 b （図 4 参照）に対する操作（押し込み、および押し込みの解除）に応じて、各クランプ部 1 1 の各先端部 1 1 1 同士が開閉（接離）するように支持軸 2 5 （同図参照）を中心として回動可能に構成されている。なお、以下の説明において、各クランプ部 1 1 の各先端部 1 1 1 同士が開いた状態（図 1 に示す状態）を「閉状態」ともいい、各先端部 1 1 1 同士が開いた状態（図 2 に示す状態）を「開状態」ともいう。また、クランプ部 1 1 b は、スプリング 1 3 （図 5 参照）の弾性力によって各クランプ部 1 1 が閉状態となる向きに付勢されている。

【 0 0 3 3 】

また、クランプ部 1 1 b は、図 5 に示すように、ケース部 2 1 b および磁気コア 2 2 b を

10

20

30

40

50

備えて構成されている。

【0034】

ケース部21bは、図4に示すように、先端部41b側が平面視弧状に形成されている。また、ケース部21bは、図5に示すように、樹脂成形（射出成形）によって作製された半体31b、32bを備えて構成されている。

【0035】

また、半体31b、32bは、互いに嵌合可能に構成されて、嵌合状態において、磁気コア22bを収容可能な収容部43b（図6参照）を形成する。

【0036】

磁気コア22bは、図5に示すように、磁性材料によって平面視弧状に形成されて、図6に示すように、ケース部21bの収容部43bに収容される。この磁気コア22bは、クランプ部11aの磁気コア22aと共に、クランプ状態の電線100に電流が流れて電線100の周囲に磁界が生じているときに磁束を誘起する。

10

【0037】

本体部3は、図3に示すように、表示部61、操作部62、処理部63および本体ケース64（図1、2参照）を備えて構成されている。

【0038】

表示部61は、例えば液晶パネルで構成されて、図1、2に示すように、本体ケース64を構成する半体64aの正面パネルに配設されている。また、表示部61は、処理部63の制御に従い、処理部63によって測定された電流直等を表示する。

20

【0039】

操作部62は、図1、2に示すように、本体ケース64を構成する半体64aの正面パネルに配設された各種のスイッチ62aやダイヤル62b等を備えて構成され、これらの操作に応じた操作信号を出力する。

【0040】

処理部63は、操作部62から出力される操作信号に従って本体部3を構成する各部を制御する。また、処理部63は、測定部として機能し、クランプセンサ2（磁気検出素子20）から出力される検出信号に基づいて電線100に流れる電流の電流値（被測定量）を測定して表示部61に表示させる。

【0041】

本体ケース64は、図1、2に示すように、樹脂成形（射出成形）によって作製されて互いに嵌合可能に形成された半体64a、64bを備え、本体部3を構成する各部を収容または配設可能に構成されると共に、クランプセンサ2を取り付け可能に構成されている。

30

【0042】

次に、クランプメータ1の組立方法について、図面を参照して説明する。

【0043】

まず、クランプセンサ2を組み立てる。具体的には、図7に示すように、クランプ部11aのケース部21aを構成する半体31aにおける収容部43aの形成部位（半体32aと共に収容部43aを形成する部位）に磁気コア22aの半分（同図における紙面奥側の半分）を嵌め込む。

40

【0044】

次いで、フレキシブル基板23の先端部23aにキャップ24を装着する。この場合、キャップ24は、図8に示すように、一辺側に開放部24aを有する平袋状に形成されている。このため、同図に示すように、フレキシブル基板23の先端部23aをキャップ24の開放部24aからフレキシブル基板23の長さ方向に沿ってキャップ24内に挿入するだけで、先端部23aにキャップ24を容易に装着することができる。

【0045】

続いて、図9に示すように、フレキシブル基板23をケース部21aの内周面に沿うように折り曲げる。次いで、図9、10に示すように、半体31aにおける保持部44aの形成部位（半体32aと共に保持部44aを形成する部位）に、キャップ24を装着した状

50

態のフレキシブル基板 2 3 の先端部 2 3 a の半分 (図 9 における紙面奥側の半分) を嵌め込み、フレキシブル基板 2 3 における先端部 2 3 a と基端部 2 3 b との間の中間部 2 3 c の半分 (同図における紙面奥側の半分) を、磁気コア 2 2 a の内周面 5 3 a に沿わせるようにして、磁気コア 2 2 a の内周面 5 3 a と収容部 4 3 a の内周面との間に嵌め込む。この場合、キャップ 2 4 が柔軟性を有しているため、キャップ 2 4 の変形によって嵌め込みを容易に行うことができる。

【 0 0 4 6 】

続いて、図 1 1 に示すように、ケース部 2 1 a を構成する半体 3 2 a における保持部 4 4 a の形成部位 (半体 3 1 a と共に保持部 4 4 a を形成する部位) に、キャップ 2 4 を装着したフレキシブル基板 2 3 の先端部 2 3 a の半分 (同図における紙面手前側の半分) を嵌め込むと共に、フレキシブル基板 2 3 の中間部 2 3 c および磁気コア 2 2 a のそれぞれの半分 (同図における紙面手前側の半分) を収容部 4 3 a に嵌め込みつつ、半体 3 1 a と半体 3 2 a とを嵌合させる。これにより、図 1 2 に示すように、クランプ部 1 1 a が組み立てられる。

10

【 0 0 4 7 】

ここで、フレキシブル基板 2 3 の先端部 2 3 a を磁気コア 2 2 a の先端面 5 1 a に接着して固定する従来の構成では、磁気コア 2 2 a の先端面 5 1 a とフレキシブル基板 2 3 の先端部 2 3 a に実装されている磁気検出素子 2 0 とを位置合わせしつつ接着する作業自体が難しいことに加えて、磁気コア 2 2 a の寸法にばらつきがあることから、磁気コア 2 2 a の先端面 5 1 a と磁気検出素子 2 0 とを正確に位置合わせすることが困難となっている。これに対して、このクランプセンサ 2 では、キャップ 2 4 を装着した状態の先端部 2 3 a をケース部 2 1 a に形成されている保持部 4 4 a に保持させる構成が採用されている。この場合、ケース部 2 1 a は、樹脂成形 (射出成形) で作製されているため、保持部 4 4 a が正確な寸法で形成されている。また、キャップ 2 4 が柔軟性を有しているため、キャップ 2 4 が保持部 4 4 a の形状に変形して保持部 4 4 a の内面に接触し、これによって先端部 2 3 a の移動を規制する。このため、このクランプセンサ 2 では、キャップ 2 4 を装着した状態の先端部 2 3 a をケース部 2 1 a の保持部 4 4 a に収容する (嵌め込む) だけの簡易な作業で、磁気検出素子 2 0 を規定位置に位置した状態で確実に保持することができる。また、磁気コア 2 2 a の寸法に多少のばらつきがあっても、磁気コア 2 2 a が収容部 4 3 a に収容されて保持された状態では、磁気コア 2 2 a の先端面 5 1 a を規定位置 (ほぼ規定位置) に位置させることができる。このため、このクランプセンサ 2 では、磁気コア 2 2 a の先端面 5 1 a と磁気検出素子 2 0 とを正確に位置合わせすることが可能となっている。

20

30

【 0 0 4 8 】

次いで、図 1 3 に示すように、クランプ部 1 1 b のケース部 2 1 b を構成する半体 3 1 b における収容部 4 3 b の形成部位 (半体 3 2 b と共に収容部 4 3 b を形成する部位) に磁気コア 2 2 b の半分 (同図における紙面奥側の半分) を嵌め込む。

【 0 0 4 9 】

続いて、図 1 4 に示すように、ケース部 2 1 b を構成する半体 3 2 b における収容部 4 3 b の形成部位 (半体 3 1 b と共に収容部 4 3 b を形成する部位) に、磁気コア 2 2 b の半分 (同図における紙面手前の半分) を嵌め込みつつ、半体 3 1 b と半体 3 2 b とを嵌合させる。これにより、図 1 5 に示すように、クランプ部 1 1 b が組み立てられる。

40

【 0 0 5 0 】

次いで、図 1 6 に示すように、クランプ部 1 1 a の基端部 1 1 2 a とクランプ部 1 1 b の基端部 1 1 2 b とを嵌合させ、続いて、クランプ部 1 1 a の基端部 1 1 2 a に形成されている挿通孔 1 1 3 a、およびクランプ部 1 1 b の基端部 1 1 2 に形成されている挿通孔 1 1 3 b に支持軸 2 5 (図 5 参照) を挿通させて、基端部 1 1 2 a、1 1 2 b を連結する。これにより、図 4 に示すように、クランプセンサ 2 が組み立てられる。

【 0 0 5 1 】

次いで、本体部 3 の本体ケース 6 4 を構成する半体 6 4 a (図 1 参照) にクランプセンサ

50

2を取り付け、続いて、本体ケース64を構成する半体64b(同図参照)を半体64aに嵌合させて固定する。以上により、クランプメータ1の組立が完了する。

【0052】

次に、クランプメータ1の使用法について、図面を参照して説明する。

【0053】

例えば、図4に示す電線100に流れている電流の電流値を測定する際には、本体部3の操作部62におけるダイヤル62b(図1参照)を操作して電源を投入する。次いで、クランプセンサ2(各クランプ部11)で電線100をクランプする。具体的には、図2に示すように、クランプセンサ2におけるクランプ部11bのレバー44bを押し込む。この際に、同図に示すように、クランプ部11aが支持軸25(図4参照)を中心として回動して、クランプ部11bの先端部111bがクランプ部11aの先端部111aから離反し、これにより、クランプセンサ2が開状態となる。

10

【0054】

続いて、各クランプ部11の各先端部111の間隙間に電線100を通し、次いで、レバー44bの押し込みを解除することによって各クランプ部11の各先端部111を当接させてクランプセンサ2を閉状態とさせる。これにより、図4に示すように、各クランプ部11によって電線100がクランプされる(取り囲まれる)。

【0055】

この場合、このクランプセンサ2では、フレキシブル基板23の先端部23aに装着されているキャップ24が絶縁性を有している。このため、例えば、電線100をクランプする際に、クランプ部11aの先端部111aと電線100とが接触してケース部21aの先端部41aが破損し、これによりケース部21aの絶縁機能で低下したとしても、キャップ24によって磁気検出素子20を絶縁することができる。

20

【0056】

一方、電線100に電流が流れているときには、電線100の周囲に磁界が生じ、その磁界によって磁気コア22a, 22bに誘起される磁束を磁気検出素子20が検出して検出信号を出力する。

【0057】

ここで、このクランプセンサ2では、上記したように、磁気コア22aの先端面51aと磁気検出素子20とを正確に位置合わせすることが可能となっている。このため、このクランプセンサ2では、ケース部21aの先端面51aと磁気検出素子20との位置ずれに起因する磁界の検出精度の低下が防止されて、磁界の検出精度を十分に向上させることが可能となっている。また、このクランプセンサ2では、各クランプ部11の各先端部111同士が当接した状態において各磁気コア22の各先端面51の間の中心部に磁気検出素子20の中心部が位置するようにフレキシブル基板23の先端部23aが保持部44aによって保持されている。このため、このクランプセンサ2では、磁気コア22の先端面51にフレキシブル基板23の先端部23aが接着されて固定されている従来の構成と比較して、電線100を各クランプ部11でクランプしたときの電線100と各クランプ部11との距離の変化による各磁気コア22の磁束密度の変化の影響を十分に少なく抑えた状態で電線100に生じる磁界を検出することが可能となっている。

30

40

【0058】

続いて、処理部63が、磁気検出素子20から出力される検出信号(クランプセンサ2によって検出された被検出量)に基づいて電線100に流れる電流の電流値(被測定量)を測定する。次いで、処理部63は、測定した電流値を表示部61に表示させる。

【0059】

このように、このクランプセンサ2およびクランプメータ1によれば、フレキシブル基板23の先端部23aを覆う柔軟性を有するキャップ24と、クランプ部11aのケース部21aの収容部43aよりもクランプ部11aの先端部111a側に形成されてキャップ24が装着された状態のフレキシブル基板23の先端部23aを収容して磁気検出素子20が磁気コア22aの先端面51aから先端部111a側に離間した状態で先端部23a

50

を保持可能な保持部 4 4 a とを備えたことにより、キャップ 2 4 を装着した状態の先端部 2 3 a をケース部 2 1 a の保持部 4 4 a に收容するだけの簡易な作業で、磁気検出素子 2 0 を規定位置に位置した状態で先端部 2 3 a を確実に保持することができる。このため、このクランプセンサ 2 およびクランプメータ 1 によれば、收容部 4 3 a に收容されて保持された状態の磁気コア 2 2 a の先端面 5 1 a と磁気検出素子 2 0 とを正確に位置合わせすることができる。したがって、このクランプセンサ 2 およびクランプメータ 1 によれば、ケース部 2 1 a の先端面 5 1 a と磁気検出素子 2 0 との位置ずれに起因する磁界の検出精度の低下を防止して、磁界の検出精度を十分に向上させることができる。

【 0 0 6 0 】

また、このクランプセンサ 2 およびクランプメータ 1 によれば、キャップ 2 4 が絶縁性を有していることにより、例えば、電線 1 0 0 をクランプする際にクランプ部 1 1 a の先端部 1 1 1 a と電線 1 0 0 とが接触してケース部 2 1 a の先端部 4 1 a が破損して、ケース部 2 1 a の絶縁機能で低下したとしても、磁気検出素子 2 0 を確実に絶縁して、磁界の検出を行うことができる。

10

【 0 0 6 1 】

また、このクランプセンサ 2 およびクランプメータ 1 によれば、一辺側に開放部 2 4 a を有する平面視矩形の平袋状にキャップ 2 4 を形成したことにより、フレキシブル基板 2 3 の先端部 2 3 a を開放部 2 4 a からフレキシブル基板 2 3 の長さ方向に沿って挿入するという容易な作業でありながら、先端部 2 3 a にキャップ 2 4 を確実に装着することができるため、組立効率を十分に向上させることができる。

20

【 0 0 6 2 】

また、このクランプセンサ 2 およびクランプメータ 1 では、各クランプ部 1 1 の各先端部 1 1 1 同士が当接した状態において各磁気コア 2 2 の各先端面 5 1 の間の中心部に磁気検出素子 2 0 の中心部が位置するようにフレキシブル基板 2 3 の先端部 2 3 a を保持可能に保持部 4 4 a が構成されている。このため、このクランプセンサ 2 およびクランプメータ 1 によれば、フレキシブル基板 2 3 の先端部 2 3 a が一方の磁気コア 2 2 の先端面 5 1 に接着されて固定されている従来の構成と比較して、電線 1 0 0 を各クランプ部 1 1 でクランプしたときの電線 1 0 0 と各クランプ部 1 1 との距離の変化による各磁気コア 2 2 の磁束密度の変化の影響を十分に少なく抑えることができる。このため、このクランプセンサ 2 およびクランプメータ 1 によれば、各磁気コア 2 2 の磁束密度の変化の影響による検出精度の低下を防止して、電線 1 0 0 に生じる磁界の検出精度を十分に向上させることができる。

30

【 0 0 6 3 】

また、このクランプセンサ 2 およびクランプメータ 1 によれば、磁気コア 2 2 a の先端面 5 1 a の中心と磁気検出素子 2 0 における先端面 5 1 a に対向する対向面の中心とが対向するようにフレキシブル基板 2 3 の先端部 2 3 a を保持可能に保持部 4 4 a を構成したことにより、先端面 5 1 a の中心と磁気検出素子 2 0 の中心とが対向していない構成と比較して、磁界の検出精度をさらに向上させることができる。

【 0 0 6 4 】

なお、クランプセンサおよび測定装置の構成は、上記の構成に限定されない。例えば、各クランプ部 1 1 のいずれか一方としてのクランプ部 1 1 a にフレキシブル基板 2 3 を收容する構成に適用した例について上記したが、各クランプ部 1 1 のいずれか一方としてのクランプ部 1 1 b にフレキシブル基板 2 3 を收容する構成に適用することもできる。

40

【 0 0 6 5 】

また、磁気コア 2 2 a の先端面 5 1 a および内周面 5 3 a に沿って延在するようにフレキシブル基板 2 3 を配置した構成に適用した例について上記したが、磁気コア 2 2 a の先端面 5 1 a および外周面 5 4 a (図 9 , 1 0 参照) に沿って延在するようにフレキシブル基板 2 3 を配置する構成に適用することもできる。また、磁気コア 2 2 a の先端面 5 1 a 、内周面 5 3 a および外周面 5 4 a に沿って延在するようにフレキシブル基板 2 3 を配置する構成に適用することもできる。

50

【 0 0 6 6 】

また、クランプ部 1 1 b が回動可能で、クランプ部 1 1 a が回動しない状態で固定されている構成例について上記したが、クランプ部 1 1 a が回動可能で、クランプ部 1 1 b が回動しない状態で固定されている構成を採用することもできる。また、クランプ部 1 1 a , 1 1 b の双方を回動可能とした構成を採用することもできる。

【 0 0 6 7 】

また、カバーの一例として、短辺の 1 つの側（一端部側）に開放部 2 4 a を有する平面視矩形の平袋状に形成したキャップ 2 4 を用いる例について上記したが、長辺の 1 つの側（一端部側）に開放部を有する平面視矩形の平袋状に形成したキャップをカバーとして用いることもできる。このキャップを用いるときには、フレキシブル基板 2 3 の先端部 2 3 a を開放部からフレキシブル基板 2 3 の幅方向に沿って挿入することで、先端部 2 3 a にキャップ 2 4 を確実に装着することができる。またシート状に形成したカバーを用いて、このシート状のカバーで先端部 2 3 a を覆う（先端部 2 3 a を包むように装着する）構成を採用することができる。

10

【 符号の説明 】

【 0 0 6 8 】

- 1 クランプメータ
- 2 クランプセンサ
- 1 1 a , 1 1 b クランプ部
- 2 0 磁気検出素子
- 2 1 a , 2 1 b ケース部
- 2 2 a , 2 2 b 磁気コア
- 2 3 フレキシブル基板
- 2 3 a 先端部
- 2 4 キャップ
- 2 4 a 開放部
- 4 1 a , 4 1 b 先端部
- 4 3 a 収容部
- 4 4 a 保持部
- 4 5 a 支持突起
- 5 1 a 先端面
- 5 3 a 内周面
- 5 4 a 外周面
- 6 3 処理部
- 1 0 0 電線
- 1 1 1 a , 1 1 1 b 先端部

20

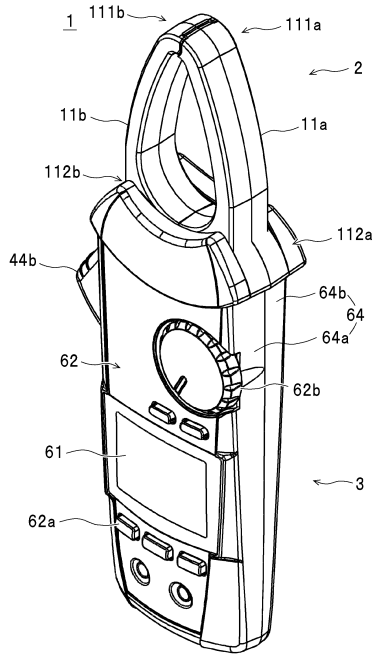
30

40

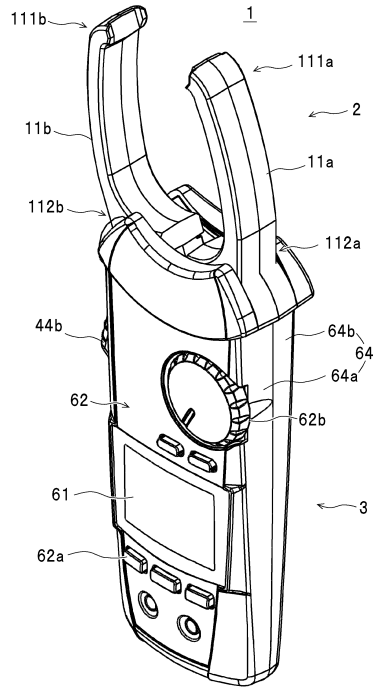
50

【図面】

【図 1】



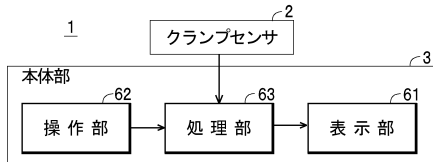
【図 2】



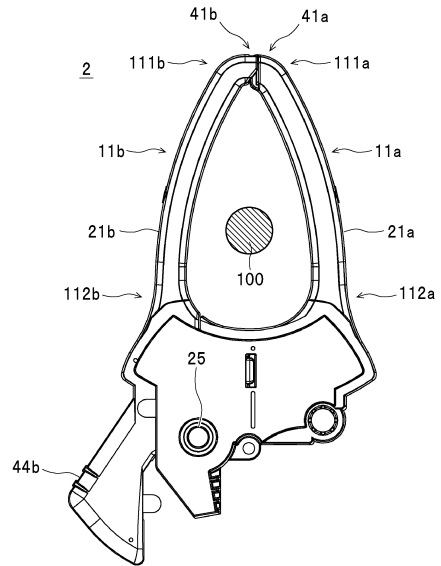
10

20

【図 3】



【図 4】

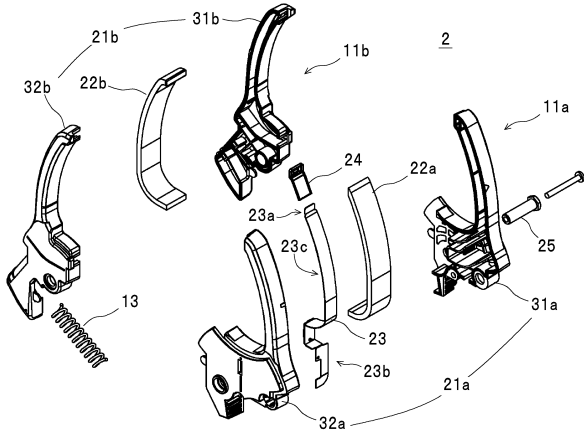


30

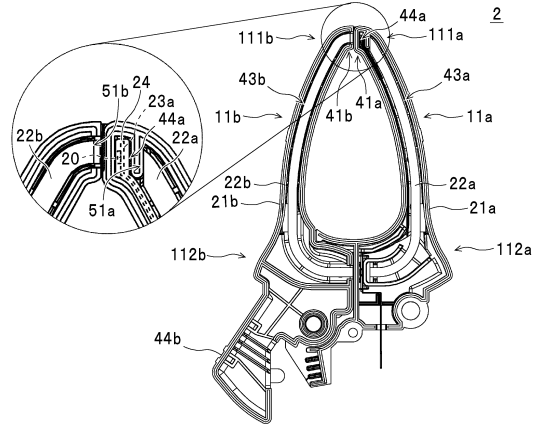
40

50

【図5】

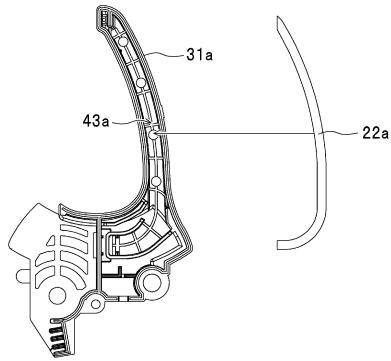


【図6】

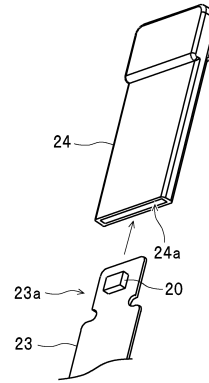


10

【図7】



【図8】



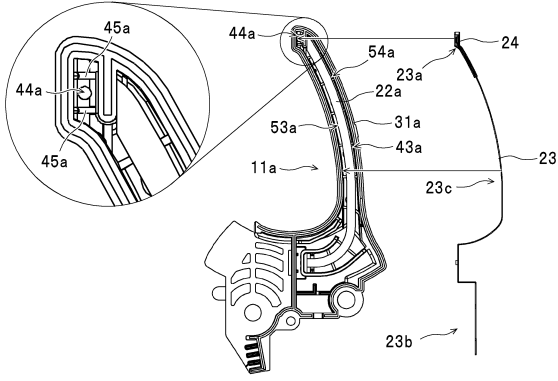
20

30

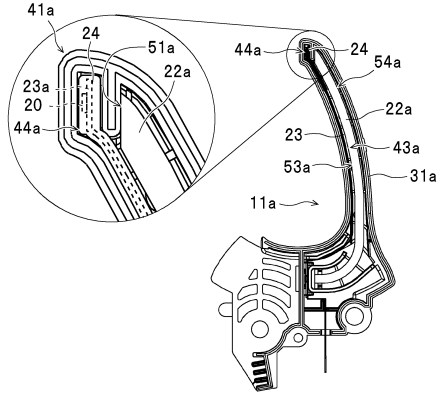
40

50

【 9 】

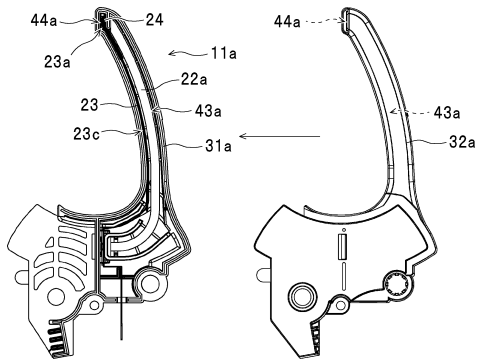


【 10 】

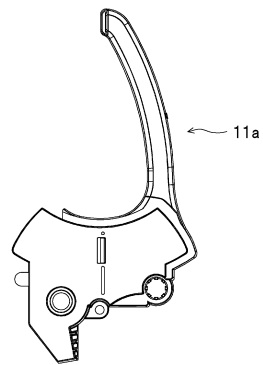


10

【 11 】

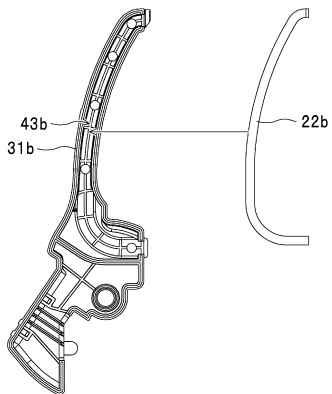


【 12 】

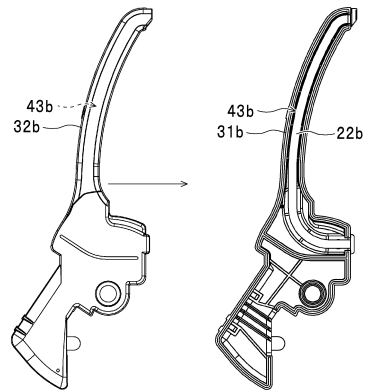


20

【 13 】



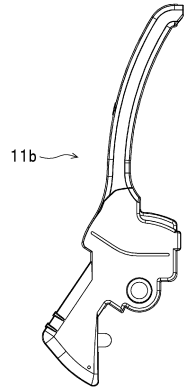
【 14 】



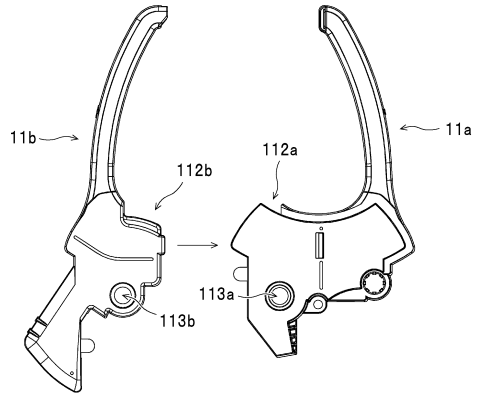
30

40

【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2017-026408(JP,A)
実開昭63-145173(JP,U)
特開2010-071822(JP,A)
特開平07-104010(JP,A)
特開2014-025706(JP,A)
特開2016-070771(JP,A)
米国特許出願公開第2011/0101960(US,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
IPC G01R 15/00 - 17/22、
1/00 - 1/04、
1/08 - 5/00、
5/10 - 9/08、
19/00 - 19/32