

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-181127

(P2017-181127A)

(43) 公開日 平成29年10月5日(2017.10.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>GO 1 R 15/16 (2006.01)</b>	GO 1 R 15/16	2 G O 2 5
<b>GO 1 R 15/06 (2006.01)</b>	GO 1 R 15/06	2 G O 3 5
<b>GO 1 R 19/00 (2006.01)</b>	GO 1 R 19/00	B

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2016-64924 (P2016-64924)  
 (22) 出願日 平成28年3月29日 (2016. 3. 29)

(71) 出願人 000227180  
 日置電機株式会社  
 長野県上田市小泉81番地  
 (74) 代理人 100104787  
 弁理士 酒井 伸司  
 (72) 発明者 笠井 真  
 長野県上田市小泉81番地 日置電機株式  
 会社内  
 Fターム(参考) 2G025 AB07 AC01  
 2G035 AA01 AB01 AB04 AC01 AD10  
 AD16 AD20 AD28 AD39 AD43  
 AD56

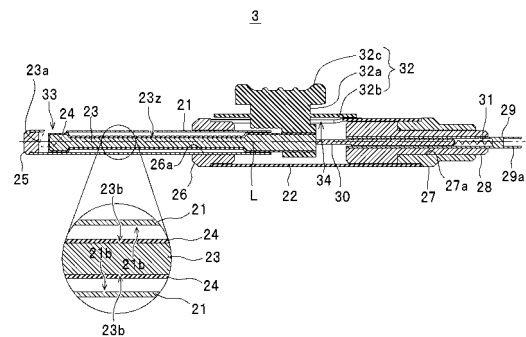
(54) 【発明の名称】 電圧検出プローブおよび測定装置

(57) 【要約】

【課題】 電気的特性を向上させる。

【解決手段】 導電性材料製の筒状体で形成されると共に測定対象電線を挿入可能な挿入凹部33が先端部に形成された第1シールド筒体21と、先端面および外周面が絶縁被覆24で覆われた導電性材料製の柱状体で形成されて軸線L方向に沿って第1シールド筒体21に対して相対的に移動可能に第1シールド筒体21内に収納された検出電極23とを備え、検出電極23は、第1シールド筒体21に対して相対的に移動させられて先端面が挿入凹部33に位置したときに、挿入凹部33に挿入されている状態の測定対象電線と絶縁被覆24を介して先端面が容量結合可能に構成され、第1シールド筒体21および検出電極23は、第1シールド筒体21の内周面21bと検出電極23の中間部分23zの外周面23bとが互いに離間するように形成されている。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

導電性材料製の筒状体で形成されると共に先端部における外周壁の一部が軸線に対して交差する方向に沿って切り欠かれて測定対象電線を挿入可能な挿入凹部が当該先端部に形成されたシールド筒体と、

先端面および外周面が絶縁被覆で覆われた導電性材料製の柱状体で形成されて前記軸線方向に沿って前記シールド筒体に対して相対的に移動可能に当該シールド筒体内に収納された検出電極とを備え、

前記検出電極は、当該シールド筒体に対して相対的に移動させられて前記先端面が前記挿入凹部に位置したときに、当該挿入凹部に挿入されている状態の前記測定対象電線と前記絶縁被覆を介して前記先端面が容量結合可能に構成され、

前記シールド筒体および前記検出電極は、当該シールド筒体の内周面と当該検出電極の前記軸線方向における中間部分の外周面とが互いに離間するように形成されている電圧検出プローブ。

## 【請求項 2】

前記シールド筒体は、前記軸線方向において内径が一定に形成され、

前記検出電極は、前記中間部分の外径が当該中間部分を除く他の部分の外径よりも小径に形成されている請求項 1 記載の電圧検出プローブ。

## 【請求項 3】

前記シールド筒体は、前記検出電極の前記中間部分に対向する対向部分の内径が当該対向部分を除く他の部分の内径よりも大径に形成され、

前記検出電極は、前記軸線方向において外径が一定に形成されている請求項 1 記載の電圧検出プローブ。

## 【請求項 4】

前記シールド筒体は、前記検出電極の前記中間部分に対向する対向部分の内径が当該対向部分を除く他の部分の内径よりも大径に形成され、

前記検出電極は、前記中間部分の外径が当該中間部分を除く他の部分の外径よりも小径に形成されている請求項 1 記載の電圧検出プローブ。

## 【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれかに記載の電圧検出プローブと、

前記電圧検出プローブが接続される本体ユニットと、

前記本体ユニット内に配設されて、前記芯線および前記検出電極を介して前記測定対象電線の電圧を検出すると共に当該電圧に応じて変化する電圧信号を出力する電圧検出部と、

前記本体ユニット内に配設されて、前記電圧信号に基づいて前記測定対象電線の前記電圧に追従する電圧を生成すると共に前記シールド導体に印加する電圧生成部と、

前記本体ユニット内に配設されて、前記電圧生成部で生成される前記電圧に基づいて前記測定対象電線の前記電圧を測定する処理部とを備え、

前記電圧検出部は、前記電圧生成部で生成される前記電圧の電位を基準とするフローティング電圧で作動する測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、測定対象電線の電圧を検出可能に構成された電圧検出プローブ、およびこの電圧検出プローブを備えた測定装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

この種の電圧検出プローブとして、本願出願人は、下記の特許文献 1～3 において、種々の形態の電圧検出プローブ（以下、単に「検出プローブ」ともいう）を開示している。

例えば、特許文献 1 では、閉状態において測定対象電線を取り囲んで環状の閉磁路を形成

10

20

30

40

50

する磁気コアが内蔵されたクランプ部を備えた検出プローブを開示している。また、特許文献2では、電圧測定用センサ基板を収容するセンサ基板収容部と、回動軸を介してセンサ基板収容部に回動可能に軸支されて、測定対象導線をセンサ基板収容部との間で挟持する測定対象電線押付け部とを備えた構成の検出プローブを開示している。また、特許文献3では、内部に電圧検出用の検知電極と磁石とが配置された電圧検出部を備え、電圧検出部が設けられた測定プローブの先端部を磁石の磁力によって位置決めしつつ測定対象電線に押し当てる構成の検出プローブを開示している。これらの検出プローブは、いずれも、その検出用の電極を測定対象電線の導電部位に直接接触させることなく互いに容量結合させるだけで、この導電部位の電圧を検出し得る検出プローブ（いわゆる非接触型電圧検出プローブ）として構成されている。

10

#### 【0003】

ここで、上記の検出プローブは、電圧検出用の電極の近傍に、磁気コアが配置されていたり、クランプや挟持のための機構が配置されていたり、磁石が配置されていたりする構成のため、外形、特に電圧検出用の電極を含む部位の形状が大きくなっている。このため、上記の検出プローブでは、例えば、束ねられた複数の電線のうちの1本を測定対象電線として、その測定対象電線だけを挟持することができないため、このような形態での測定が困難となっている。

#### 【0004】

このような課題を解決する手段として、出願人は、次のような検出プローブを開発している。この検出プローブは、先端部に挿入凹部が形成されたシールド筒体と、先端面および外周面が絶縁被覆で覆われた金属製の柱状体で形成されてシールド筒体内に摺動自在に収納された検出電極とを備えて構成されている。また、シールド筒体は、軸線方向に移動可能（検出電極がシールド筒体に対して相対的に移動可能）に構成されている。この検出プローブでは、シールド筒体を先端部側に向けて移動させた状態で挿入凹部に測定対象電線を挿入させ、次いで、シールド筒体を基端部側に向けて移動させて検出電極の先端面を測定対象電線に当接させて測定対象電線と検出電極の先端面とを絶縁被覆を介して容量結合させ、この状態で測定対象電線の電圧を測定することが可能となっている。このため、この検出プローブでは、シールド筒体や検出電極を細く形成することで、束ねられた複数の電線の中から1本の測定対象電線だけを確実に挟持することができるため、このような測定対象電線の電圧を確実に測定することが可能となっている。

20

30

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0005】

【特許文献1】特開2012-137496号公報（第5頁、第1図）

【特許文献2】特開2014-52329号公報（第5-8頁、第1-3図）

【特許文献3】特開2014-163670号公報（第5-8頁、第1-3図）

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0006】

ところが、出願人が開発している上記の検出プローブにも、改善すべき以下の課題が存在する。すなわち、出願人が開発している検出プローブ（シールド筒体の先端部で測定対象電線を挟持する検出プローブ）では、検出電極の先端面を測定対象電線に当接させて測定対象電線と検出電極の先端面とを絶縁被覆を介して容量結合させることで測定対象電線の電圧を測定している。一方、この検出プローブでは、外周面を絶縁被覆で覆った検出電極がシールド筒体内に収納されているため、シールド筒体の内周面と検出電極の外周面とが絶縁被覆を介して容量結合する。この場合、一般的に、容量結合するシールド筒体の内周面と検出電極の外周面とが対向する部分の面積（対向面積）は、測定対象電線に容量結合される検出電極の先端面の面積よりも大きいため、シールド筒体の内周面と検出電極の外周面との間の静電容量も、測定対象電線と検出電極の先端面との間の静電容量よりも大きくなる。このため、この検出プローブには、シールド筒体の内周面と検出電極の外周面

40

50

との容量結合（両者の間の静電容量）の影響によって測定対象電線の電圧を検出する際の電気的特性（周波数特性）が低下するおそれがあり、この点の改善が望まれている。

【0007】

本発明は、かかる課題を改善するためになされたものであり、電気的特性を向上し得る電圧検出プローブおよび測定装置を提供することを主目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成すべく請求項1記載の電圧検出プローブは、導電性材料製の筒状体で形成されると共に先端部における外周壁の一部が軸線に対して交差する方向に沿って切り欠かれて測定対象電線を挿入可能な挿入凹部が当該先端部に形成されたシールド筒体と、先端面および外周面が絶縁被覆で覆われた導電性材料製の柱状体で形成されて前記軸線方向に沿って前記シールド筒体に対して相対的に移動可能に当該シールド筒体内に収納された検出電極とを備え、前記検出電極は、当該シールド筒体に対して相対的に移動させられて前記先端面が前記挿入凹部に位置したときに、当該挿入凹部に挿入されている状態の前記測定対象電線と前記絶縁被覆を介して前記先端面が容量結合可能に構成され、前記シールド筒体および前記検出電極は、当該シールド筒体の内周面と当該検出電極の前記軸線方向における中間部分の外周面とが互いに離間するように形成されている。

10

【0009】

請求項2記載の電圧検出プローブは、請求項1記載の電圧検出プローブにおいて、前記シールド筒体は、前記軸線方向において内径が一定に形成され、前記検出電極は、前記中間部分の外径が当該中間部分を除く他の部分の外径よりも小径に形成されている。

20

【0010】

請求項3記載の電圧検出プローブは、請求項1記載の電圧検出プローブにおいて、前記シールド筒体は、前記検出電極の前記中間部分に対向する対向部分の内径が当該対向部分を除く他の部分の内径よりも大径に形成され、前記検出電極は、前記軸線方向において外径が一定に形成されている。

【0011】

請求項4記載の電圧検出プローブは、請求項1記載の電圧検出プローブにおいて、前記シールド筒体は、前記検出電極の前記中間部分に対向する対向部分の内径が当該対向部分を除く他の部分の内径よりも大径に形成され、前記検出電極は、前記中間部分の外径が当該中間部分を除く他の部分の外径よりも小径に形成されている。

30

【0012】

請求項5記載の測定装置は、請求項1から4のいずれかに記載の電圧検出プローブと、前記電圧検出プローブが接続される本体ユニットと、前記本体ユニット内に配設されて、前記芯線および前記検出電極を介して前記測定対象電線の電圧を検出すると共に当該電圧に応じて変化する電圧信号を出力する電圧検出部と、前記本体ユニット内に配設されて、前記電圧信号に基づいて前記測定対象電線の前記電圧に追従する電圧を生成すると共に前記シールド導体に印加する電圧生成部と、前記本体ユニット内に配設されて、前記電圧生成部で生成される前記電圧に基づいて前記測定対象電線の前記電圧を測定する処理部とを備え、前記電圧検出部は、前記電圧生成部で生成される前記電圧の電位を基準とするフローティング電圧で作動する。

40

【発明の効果】

【0013】

請求項1記載の電圧検出プローブおよび請求項5記載の測定装置によれば、シールド筒体の内周面と検出電極の中間部分の外周面とが互いに離間するようにシールド筒体および検出電極を形成したことにより、シールド筒体の内周面と検出電極の外周面との容量結合（両者の間の静電容量）を十分に小さく抑えることができる。したがって、この電圧検出プローブおよび電圧検出プローブを備えた測定装置によれば、シールド筒体の内周面と検出電極の外周面との容量結合（両者の間の静電容量）の影響を十分に低減して電気的特性を十分に向上することができる結果、測定対象電線の電圧を正確に測定することができる

50

。

## 【 0 0 1 4 】

請求項 2 記載の電圧検出プローブおよび請求項 5 記載の測定装置によれば、軸線方向において内径が一定となるようにシールド筒体を形成し、中間部分の外径が中間部分を除く他の部分の外径よりも小径となるように検出電極を形成したことにより、シールド筒体の内周面と検出電極の外周面とを離間させるために、例えばシールド筒体の中間部分の内径を他の部分の内径よりも大径とする加工をシールド筒体に対して施す必要がないため、その分、シールド筒体の製作コストを低減することができる。

## 【 0 0 1 5 】

請求項 3 記載の電圧検出プローブおよび請求項 5 記載の測定装置によれば、検出電極の中間部分に対向する対向部分の内径が対向部分を除く他の部分の内径よりも大径となるようにシールド筒体を形成し、軸線方向において外径が一定となるように検出電極を形成したことにより、シールド筒体の内周面と検出電極の外周面とを離間させるために、例えば検出電極の中間部分の外径を他の部分の外径よりも小径とする加工を検出電極に対して施す必要がないため、その分、検出電極の製作コストを低減することができる。

10

## 【 0 0 1 6 】

請求項 4 記載の電圧検出プローブおよび請求項 5 記載の測定装置によれば、検出電極の中間部分に対向する対向部分の内径が対向部分を除く他の部分の内径よりも大径となるようにシールド筒体を形成し、中間部分の外径が中間部分を除く他の部分の外径よりも小径となるように検出電極を形成したことにより、シールド筒体の内周面と検出電極の外周面とを十分に離間させることができるため、シールド筒体の内周面と検出電極の外周面との容量結合（両者の間の静電容量）をさらに小さく抑えることができる。

20

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 7 】

【 図 1 】 検出プローブ 1 の構成を示す斜視図である。

【 図 2 】 図 1 において軸線 L を含む平面に沿ってグリップ部 2 を切断した状態での検出プローブ 1 の W - W 線断面図（検出電極 2 3 によって挿入凹部 3 3 が閉塞された状態での断面図）である。

【 図 3 】 図 2 の軸線 L を含む平面に沿って切断した検出電極ユニット 3 の断面図である。

【 図 4 】 図 1 において軸線 L を含む平面に沿ってグリップ部 2 を切断した状態での検出プローブ 1 の W - W 線断面図（挿入凹部 3 3 が開口している状態での断面図）である。

30

【 図 5 】 図 4 の軸線 L を含む平面に沿って切断した検出電極ユニット 3 の断面図である。

【 図 6 】 図 1 において軸線 L を含む平面に沿ってグリップ部 2 を切断した状態での検出プローブ 1 の W - W 線断面図（挿入凹部 3 3 の先端側切欠き面 3 3 a と検出電極 2 3 の先端面 2 3 a との間で測定対象電線 6 が挟持されている状態での断面図）である。

【 図 7 】 第 1 シールド筒体 2 1 の先端部の構成を説明するための要部拡大断面図（挿入凹部 3 3 が開口している状態での拡大断面図）である。

【 図 8 】 第 1 シールド筒体 2 1 の先端部の構成を説明するための要部拡大断面図（測定対象電線 6 が挟持されている状態での拡大断面図）である。

【 図 9 】 測定装置 M D の構成図である。

40

【 図 1 0 】 検出電極ユニット 3 の他の構成を示す断面図である。

【 図 1 1 】 検出電極ユニット 3 のさらに他の構成を示す断面図である。

【 図 1 2 】 グリップ部 2 の半体（同図における手前側半体）を取り外した状態の検出プローブ 1 0 1 の側面図である。

【 図 1 3 】 グリップ部 2 の半体（同図における手前側半体）を取り外した状態において第 1 シールド筒体 2 1 をグリップ部 2 の先端部側（基端部から離間する向き）に移動させた状態の検出プローブ 1 0 1 の側面図である。

【 図 1 4 】 検出電極ユニット 1 0 3 の構成を示す断面図である。

【 図 1 5 】 グリップ部 2 の半体（同図における手前側半体）を取り外した状態において測定対象電線 6 を挟持した状態の検出プローブ 1 0 1 の側面図である。

50

**【発明を実施するための形態】****【0018】**

以下、電圧検出プローブ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。

**【0019】**

最初に、図1に示す電圧検出プローブとしての電圧検出プローブ1（以下、単に「検出プローブ1」ともいう）の構成について、図面を参照して説明する。

**【0020】**

この検出プローブ1は、一例として、図1に示すように、グリップ部2および検出電極ユニット3を備え、後述の本体ユニット4（図9参照）と共に測定装置MDを構成する。また、検出プローブ1は、シールドケーブル5を介して本体ユニット4と接続されると共に、検出電極ユニット3の先端に設けられた後述の挿入凹部33内に測定対象電線6（図4参照）を挿入して使用される。本実施の形態でのシールドケーブル5とは、信号伝送用の配線、およびこの配線をシールドするシールド導体を備えたケーブルであって、例えば、信号伝送用の配線としての芯線およびこの芯線を覆うシールド導体を備えたシールド線（同軸ケーブルを含む）や、ツイストペア線を含んでいる。本例では一例として、図2に示すように、芯線5aおよびこの芯線5aを覆うシールド導体5bを備えたシールド線をシールドケーブル5の一例として挙げて説明する。

10

**【0021】**

グリップ部2は、使用者によって把持される部材であって、一例として、図1, 2に示すように、合成樹脂材料などの電気的絶縁性を有する材料（以下、単に絶縁材料ともいう）を用いて検出電極ユニット3を収容可能な中空の柱状体に形成されている。また、グリップ部2の先端部（図1, 2における左側の端部）側の端面11には、検出電極ユニット3の後述する第1シールド筒体21が挿通させられる貫通孔11aが形成されている。また、グリップ部2の基端部（図1, 2における右側の端部）側の端面13には、図2に示すように、貫通孔13aが形成されている。シールドケーブル5は、シールドケーブル5に一体的に取り付けられた自在ブッシュ5cがこの貫通孔13aに嵌め込まれることにより、グリップ部2の基端部に連結されている。

20

**【0022】**

また、グリップ部2の外周壁の外面には、一例として、グリップ部2の長さ方向（後述する軸線L（図1, 2参照）と平行な方向）に沿って延びる長溝15が形成されると共に、この長溝15の底壁（グリップ部2の外周壁の一部の部位）には、グリップ部2の長さ方向に沿って延びる第1ガイド孔16がこの底壁を貫通して形成されている。

30

**【0023】**

検出電極ユニット3は、一例として、図2~6に示すように、第1シールド筒体（シールド筒体）21、第2シールド筒体22、検出電極23、絶縁被覆24、第1蓋体25、第2蓋体26、第3蓋体27、絶縁筒体28、ガイド筒体29、連結ピン30、付勢部材31および操作レバー32を備えている。

**【0024】**

第1シールド筒体21は、図3, 5に示すように導電性材料（導電性を有する金属材料）を用いて形成された筒状体（例えば円筒体）で構成されている。この場合、第1シールド筒体21は、軸線L方向において内径が一定となるように形成されている。一例として、第1シールド筒体21は、内径が2.5mm~4.5mm程度で外径3mm~5mm程度で、かつ厚みが0.5mmとなるように形成されている。また、第1シールド筒体21の先端部（図2~6では左端部）には、この先端部における外周壁の一部が軸線Lに対して交差する方向（本例では一例として直交する方向）に沿って例えば切削加工などの手法によって切り欠かれて測定対象電線6（図4, 6, 8参照）が挿入される挿入凹部33が形成されている。また、第1シールド筒体21は、図2~図6に示すように、基端部（図2~6では右端部）がグリップ部2（第2シールド筒体22）に収容されている。なお、本例での測定対象電線6は、図8に示すように、芯線6aが絶縁被覆6bで覆われた被覆

40

50

電線である。

【0025】

挿入凹部33は、本例では一例として、図2, 5に示すように(詳細には図5の要部拡大図である図7に示すように)、この挿入凹部33を構成する先端側切欠き面33a、基端側切欠き面33bおよび奥側切欠き面33cのうちの第1シールド筒体21の先端部側に位置する先端側切欠き面33aは、軸線Lと直交する基準平面PLを基準として第1シールド筒体21の基端部側に傾斜する構成(つまり、軸線L(軸線Lを含む仮想平面)と先端側切欠き面33aとの角度1を鋭角にする構成)となっている。この構成により、挿入凹部33内に挿入された測定対象電線6が、後述するようにして検出電極23における先端部側の端面23a(以下、先端面23aともいう)によって先端側切欠き面33aに押し付けられた状態(図6, 8参照)のときに、挿入凹部33から外れにくくなっている。

10

【0026】

本例では一例として、先端側切欠き面33a、基端側切欠き面33bおよび奥側切欠き面33cのうちの第1シールド筒体21の基端部側に位置する基端側切欠き面33bは、軸線Lと直交する基準平面PL(図7参照)を基準として、先端側切欠き面33aよりも第1シールド筒体21の基端部側に傾斜する構成(つまり、軸線L(軸線Lを含む仮想平面)と先端側切欠き面33aとの角度2を角度1よりも小さくなる状態で鋭角にする構成)となっている。この構成により、上記のような先端側切欠き面33aを傾けたときの効果(挿入凹部33から測定対象電線6を外れにくくできるとの効果)を維持しつつ、先端側切欠き面33aと基端側切欠き面33bとの間の軸線L方向に沿った距離を奥側切欠き面33c(挿入凹部33を構成する奥側の切欠き面)から離間するに従って徐々に広くする構成(挿入凹部33の開口幅を徐々に広くする構成)にし得るため、測定対象電線6の挿入凹部33内への挿入の容易性を高めることが可能となっている。

20

【0027】

また、本例では、奥側切欠き面33cは、一例として軸線Lとほぼ平行な平面となる構成であるが、この構成に限定されるものではなく、弧状面に形成する構成を採用することもできる。

【0028】

本例の検出プローブ1が使用される測定対象電線6は、背景技術で説明した各種の検出プローブでは装着することが困難であった導体、例えば、通常は他の同じような小径な配線材と共に結束された状態で引き回される小径な配線材の1本などのように、他の導体(他の配線材など)と極めて近接した状態で存在している1本の小径な配線材(被覆電線)である。

30

【0029】

このため、この検出プローブ1の検出電極ユニット3では、第1シールド筒体21として、このような小径の配線材が測定対象電線6として挿入可能な幅および深さの挿入凹部33を先端部に形成し得る限りにおいて、より細かい筒状の剛性体を使用することが可能となっている。また、測定対象電線6とこの測定対象電線6に隣接する他の配線材との間の距離が短い状態であっても測定対象電線6を選択的に挿入凹部33に挿入できるようにするために、第1シールド筒体21に使用する筒状の剛性体は、なるべく細いものであるのが好ましい。例えば、上記のような小径(直径が約2mm)の配線材を收容するためには、挿入凹部33は、例えば、2mmよりも若干深い深さで、かつ2mmよりも若干広い幅(開口幅)に形成する必要がある。このため、第1シールド筒体21は、上記したように、一例として外径が3mm~5mm程度の筒状の剛性体で形成するのが好ましい。

40

【0030】

第2シールド筒体22は、図3, 5に示すように導電性材料(導電性を有する金属材料)を用いて外形が一例として外径が7mm~10mm程度の筒状の剛性体(本例では一例として円筒状体)に形成されて、グリップ部2内に收容された状態でグリップ部2に固定されている。また、第2シールド筒体22の外周壁には、第2シールド筒体22の長さ方

50

向（軸線L方向）に沿って延びる第2ガイド孔（貫通孔）34が形成されている。

【0031】

検出電極23は、図3, 5に示すように導電性材料（導電性を有する金属材料）を用いて形成された柱状体（例えば、円柱状体）で構成されている。この場合、検出電極23は、図3に示すように、軸線L方向における中間部分23zの外径が中間部分23zを除く他の部分（先端部および基端部）の外径よりも小径となるように形成されている。一例として、検出電極23は、中間部分23zの外径が1mm～2mm程度で、中間部分23zを除く他の部分（先端部および基端部）の外径が2mm～4mm程度で、かつ中間部分23zの外径と中間部分23zを除く他の部分の外径との差が1mm～2mmとなるように形成されている。

10

【0032】

また、検出電極23は、一例として、連結ピン30が接続される基端部側の端面（図3, 5中の右端面）を除く他の表面（先端面23a（左端面）および外周面23b）が絶縁被覆24で覆われている。この絶縁被覆24は、一例として電氣的絶縁性を有する合成樹脂材料などを用いて、例えば0.1mm未満（一例として0.05mm程度）の厚みで形成されている。

【0033】

また、このようにして表面に絶縁被覆24が形成された検出電極23は、図3, 5に示すように、軸線L方向に沿って第1シールド筒体21に対して相対的に移動可能に（摺動自在に）第1シールド筒体21内に収納されている。また、検出電極23は、図3に示すように、先端面23aが後述するように第1シールド筒体21における先端部側の開口部に装着された第1蓋体25と当接する状態において、基端部側が第1シールド筒体21の基端部側から突出する長さに規定されている。また、本例では、検出電極23の先端面23aは、図7に示すように、基準平面PLと平行な平面で形成されている。

20

【0034】

また、この検出電極ユニット3では、上記したように、第1シールド筒体21の内径が、軸線L方向において一定となるように第1シールド筒体21が形成され、検出電極23における軸線L方向の中間部分23zの外径が、中間部分23zを除く他の部分の外径よりも小径となるように検出電極23が形成されている。このため、この検出電極ユニット3では、図3に示すように、第1シールド筒体21の内周面21bと検出電極23の中間部分23zの外周面23bとが互いに離間している。

30

【0035】

第1蓋体25は、導電性材料（導電性を有する金属材料）を用いて形成されて、第1シールド筒体21における先端部（図2, 3では左端部）側の開口部に圧入や溶着などの手法（電氣的に接続される手法）によって装着されることで、この開口部を閉塞する。第2蓋体26は、導電性材料（導電性を有する金属材料）を用いて形成されて、第2シールド筒体22における先端部（図2, 3では左端部）側の開口部に圧入や溶着などの手法（電氣的に接続される手法）によって装着されている。また、第2蓋体26は、中央部分に貫通孔26aが形成されている。上記の第1シールド筒体21は、その基端部側がこの貫通孔26a内に挿入されると共に、溶着などの導通状態を確保し得る手法によって第2蓋体26に接合（固定）されている。

40

【0036】

第3蓋体27は、導電性材料（導電性を有する金属材料）を用いて形成されて、第2シールド筒体22における基端部（図2, 3では右端部）側の開口部に圧入や溶着などの手法（電氣的に接続される手法）によって装着されている。また、第3蓋体27は、中央部分に貫通孔27aが形成されている。なお、本例では一例として、第1シールド筒体21と第1蓋体25とを別体に形成すると共に、第2シールド筒体22と第2蓋体26および第3蓋体27とを別体に形成する構成を採用しているが、第1シールド筒体21と第1蓋体25とを一体的に形成する構成や、第2蓋体26および第3蓋体27のうち少なくとも一方（第2蓋体26だけ、第3蓋体27だけ、または第2蓋体26および第3蓋体27

50

の双方)を第2シールド筒体22と一体的に形成する構成を採用することもできる。

【0037】

絶縁筒体28は、図3,5に示すように、絶縁材料を用いて筒状体(本例では一例として円筒状体)に形成されて、第3蓋体27の貫通孔27a内に装着されている。この絶縁筒体28は、後述するように絶縁筒体28内に挿着されるガイド筒体29と第3蓋体27とを電氣的に絶縁するためのものである。したがって、同図に示す構成では、絶縁筒体28は、第2シールド筒体22における基端部側の内面にも接する長さ形成されているが、貫通孔27a内にのみ配置される構成としてもよいのは勿論である。

【0038】

ガイド筒体29は、図3,5に示すように、導電性材料(導電性を有する金属材料)を用いて一端側(図3中の左端側)が開口し、他端側(図3中の右端側)が閉塞する筒状体(本例では一例として円筒状体)に形成されている。なお、本例では、ガイド筒体29における他端側の端面に、シールドケーブル5の芯線5aを挿入して半田付けするための筒状突起29aが形成されているが、この筒状突起29aの形成は任意である。また、ガイド筒体29は、開口する端部側から絶縁筒体28内に圧入などされることで、この絶縁筒体28を介在させた状態で第3蓋体27に固定されている。

10

【0039】

連結ピン30は、図3,5に示すように、導電性材料(導電性を有する金属材料)を用いて柱状体(ガイド筒体29の断面形状に合致した断面形状の柱状体。本例では一例として円柱状体)に形成されている。また、連結ピン30は、一端側(図3中の左端側)がガイド筒体29から突出する状態で、他端側(図3中の右端側)がガイド筒体29内に移動可能(摺動自在)に挿入されている。また、連結ピン30は、一端側が検出電極23の基端側に導通状態が確保された状態で連結されている。

20

【0040】

付勢部材31は、一例として導電性材料(導電性を有する金属材料)製のスプリング(例えばコイルスプリング)で構成されて、図3,5に示すように、ガイド筒体29内に、このガイド筒体29における閉塞された他端側の内面と、連結ピン30の他端側の端面との間に縮長状態(押し縮められた状態)で収容されている。この構成により、付勢部材31は、連結ピン30をその一端側がガイド筒体29から常時突出する方向(第1シールド筒体21の先端部方向)に付勢する。また、これにより、付勢部材31は、連結ピン30に連結された検出電極23、さらには後述するようにこの検出電極23に連結された操作レバー32についても、第1シールド筒体21の先端部方向に常時付勢する。

30

【0041】

操作レバー32は、図3,5に示すように、第2シールド筒体22の第2ガイド孔34に挿通されている直方体状の支柱部32a、支柱部32aにおける第2ガイド孔34から突出する部位に第2シールド筒体22の外面に沿って延出する状態で形成されたフランジ部32b、および支柱部32aにおける第2ガイド孔34から外方に突出する部位の先端に形成されたつまみ部32cを備え、これらの部材が絶縁材料を用いて一体的に形成されて構成されている。また、操作レバー32は、支柱部32aにおける第2シールド筒体22の内側に延出する端部(図3,5での下端部)が検出電極23(検出電極23における第1シールド筒体21から突出する基端部側)に連結されている。

40

【0042】

この構成により、例えばグリップ部2を把持する使用者の親指からつまみ部32cが第2シールド筒体22における基端部方向への外力F1(図4,5参照)を受けたときには、操作レバー32は、フランジ部32bが第2シールド筒体22の外表面と接触し、かつ支柱部32aが第2ガイド孔34によってガイドされた状態で、付勢部材31の付勢力に抗して検出電極23および連結ピン30と共に第2シールド筒体22における基端部方向に移動する。一方、操作レバー32は、上記の外力F1が解除されたときには、付勢部材31の付勢力F2(図6参照)により、検出電極23および連結ピン30と共に第2シールド筒体22における先端部方向に、検出電極23の先端部が第1蓋体25に当接するまで

50

移動する。

【 0 0 4 3 】

また、この構成の検出電極ユニット 3 では、検出電極 2 3、検出電極 2 3 に連結される連結ピン 3 0、およびこの連結ピン 3 0 が挿入されているガイド筒体 2 9 のほぼ全体が、互いに同じ電位（シールドケーブル 5 のシールド導体 5 b の電位）に規定された第 1 シールド筒体 2 1、第 2 シールド筒体 2 2、第 1 シールド筒体 2 1 の先端部側の開口部に挿着された第 1 蓋体 2 5、第 2 シールド筒体 2 2 の先端部側の開口部を閉塞する第 2 蓋体 2 6、および第 2 シールド筒体 2 2 の基端部側の開口部を閉塞する第 3 蓋体 2 7 で覆われた構成（つまり、シールド導体 5 b の電位でシールドされた構成）となっている。

【 0 0 4 4 】

このように構成された検出電極ユニット 3 は、図 2, 4, 6 に示すように、第 1 シールド筒体 2 1 がグリップ部 2 の端面 1 1 に形成された貫通孔 1 1 a に挿通され、かつ操作レバー 3 2 の支柱部 3 2 a がグリップ部 2 の第 1 ガイド孔 1 6 に挿通されてつまみ部 3 2 c がグリップ部 2 の長溝 1 5 内に配置された状態で、グリップ部 2 内に收容されている。したがって、第 1 シールド筒体 2 1 は、その基端部がグリップ部 2 内に收容された検出電極ユニット 3 の第 2 蓋体 2 6 に固定された状態でグリップ部 2 内に收容された構成であるため、検出プローブ 1 全体として見たときにその基端部がグリップ部 2 に連結されている状態と等価となっている。

【 0 0 4 5 】

また、グリップ部 2 の端面 1 3 には、シールドケーブル 5 の端部が、図 2, 4, 6 に示すように、この端面 1 3 に形成された貫通孔 1 3 a に自在ブッシュ 5 c が嵌め入れられた状態で接続されている。また、このシールドケーブル 5 におけるグリップ部 2 内に位置する端部では、シールドケーブル 5 の芯線 5 a が筒状突起 2 9 a に半田付けされることでガイド筒体 2 9 に接続され、かつシールドケーブル 5 のシールド導体 5 b が検出電極ユニット 3 を構成する第 3 蓋体 2 7 に半田付けされている（つまり、第 1 シールド筒体 2 1 は、第 2 蓋体 2 6、第 2 シールド筒体 2 2 および第 3 蓋体 2 7 を介してシールド導体 5 b に接続されている）。

【 0 0 4 6 】

本体ユニット 4 は、図 9 に示すように、一例として、主電源回路 5 1、DC / DC コンバータ（以下、単に「コンバータ」ともいう）5 2、電圧検出部 5 3、電圧電圧変換用の抵抗 5 4、電圧生成部 5 5、電圧計 5 6、処理部 5 7 および表示部 5 8 を備えている。

【 0 0 4 7 】

主電源回路 5 1 は、本体ユニット 4 の上記の各構成要素 5 3 ~ 5 8 を作動させるための正電圧  $V_{dd}$  および負電圧  $V_{ss}$ （第 1 基準電位としてのグランド  $G_1$  の電位を基準として生成される絶対値が同じで、互いの極性の異なる直流電圧）を出力する。コンバータ 5 2 は、一例として互いに電氣的に絶縁された一次巻線および二次巻線を有する絶縁型のトランスと、このトランスの一次巻線を駆動する駆動回路と、トランスの二次巻線に誘起される交流電圧を整流平滑する直流変換部（いずれも図示せず）とを備えて、一次側に対して二次側が電氣的に絶縁された絶縁型電源として構成されている。

【 0 0 4 8 】

このコンバータ 5 2 では、入力した正電圧  $V_{dd}$  および負電圧  $V_{ss}$  に基づいて駆動回路が作動して、正電圧  $V_{dd}$  が印加された状態にあるトランスの一次巻線を駆動して二次巻線に交流電圧を誘起させる。また、直流変換部が、この交流電圧を整流して平滑する。これにより、コンバータ 5 2 の二次側から、この二次側の内部基準電位（第 2 基準電位） $G_2$  を基準とする正電圧  $V_{f+}$  および負電圧  $V_{f-}$  がフローティング状態（グランド  $G_1$ 、正電圧  $V_{dd}$  および負電圧  $V_{ss}$  と電氣的に分離された状態）で生成される。このようにして生成されたフローティング電圧としての正電圧  $V_{f+}$  および負電圧  $V_{f-}$  は、第 2 基準電位  $G_2$  と共に電圧検出部 5 3 に供給される。なお、正電圧  $V_{f+}$  および負電圧  $V_{f-}$  は、絶対値がほぼ同一で、極性が互いに異なる直流電圧として生成される。

【 0 0 4 9 】

10

20

30

40

50

電圧検出部 5 3 は、電流電圧変換回路 5 3 a、積分回路 5 3 b、駆動回路 5 3 c および絶縁回路 5 3 d（一例として駆動回路 5 3 c によって駆動されるフォトカプラを図示しているが、例えば、図示はしないが、フォトカプラに代えて絶縁トランスを使用する構成など、他の種々の構成を採用することができる）を備え、電圧検出部 5 3 における基準電位が上記の第 2 基準電位 G 2 に規定された状態で、コンバータ 5 2 から正電圧  $V_{f+}$  および負電圧  $V_{f-}$  の供給を受けて作動する。

【 0 0 5 0 】

電流電圧変換回路 5 3 a は、一例として、非反転入力端子が抵抗を介して電圧検出部 5 3 における第 2 基準電位 G 2 に規定された部位に接続（以下、「第 2 基準電位 G 2 に接続」ともいう）されると共に、反転入力端子がシールドケーブル 5 の芯線 5 a（つまり、この芯線 7 a を介して検出プローブ 1 の検出電極 2 3）に接続され、かつ帰還抵抗が反転入力端子と出力端子との間に接続された第 1 演算増幅器を備えて構成されている。この電流電圧変換回路 5 3 a は、第 1 演算増幅器が正電圧  $V_{f+}$  および負電圧  $V_{f-}$  で作動して、測定対象電線 6 の電圧  $V_1$  と第 2 基準電位 G 2（電圧生成部 5 5 から出力される電圧信号  $V_4$  の電圧でもある）との電位差  $V_{di}$ （図 9 参照）に起因して、この電位差  $V_{di}$  に応じた電流値で測定対象電線 6 と検出電極 2 3 との間に流れる検出電流（電流信号） $I$  を検出電圧信号  $V_2$  に変換して出力する。この場合、検出電圧信号  $V_2$  は、その振幅が電流信号  $I$  の振幅に比例して変化する。

10

【 0 0 5 1 】

積分回路 5 3 b は、一例として、非反転入力端子が抵抗を介して第 2 基準電位 G 2 に接続されると共に、反転入力端子が入力抵抗を介して第 1 演算増幅器の出力端子に接続され、かつ帰還コンデンサが反転入力端子と出力端子との間に接続された第 2 演算増幅器を備えて構成されている。この積分回路 5 3 b は、第 2 演算増幅器が正電圧  $V_{f+}$  および負電圧  $V_{f-}$  で作動して、検出電圧信号  $V_2$  を積分することにより、上記の電位差  $V_{di}$  に比例して電圧値が変化する積分信号  $V_3$  を生成して出力する。

20

【 0 0 5 2 】

駆動回路 5 3 c は、積分信号  $V_3$  のレベルに応じて絶縁回路 5 3 d をリニア領域で駆動し、駆動された絶縁回路 5 3 d は、この積分信号  $V_3$  を電氣的に分離して新たな積分信号（第 1 信号） $V_3 a$  として出力する。つまり、電圧検出部 5 3 は、検出プローブ 1 と相俟って、測定対象電線 6 の電圧  $V_1$  を示す積分信号  $V_3 a$  を出力する。

30

【 0 0 5 3 】

電流電圧変換用の抵抗 5 4 は、一端が負電圧  $V_{ss}$  に接続されると共に、他端が電圧検出部 5 3 内の対応する絶縁回路 5 3 d（本例ではフォトカプラにおけるフォトトランジスタのコレクタ端子）に接続されている。

【 0 0 5 4 】

電圧生成部 5 5 は、積分信号  $V_3 a$  を入力して増幅することにより、電圧信号  $V_4$  を生成して、電圧検出部 5 3 における第 2 基準電位 G 2 に規定された部位に印加する。この電圧信号  $V_4$  はその電圧が後述するように測定対象電線 6 の電圧  $V_1$  に応じて変化する。これにより、第 2 基準電位 G 2 を基準とするフローティング電圧である正電圧  $V_{f+}$  および負電圧  $V_{f-}$  は、電圧信号  $V_4$  の電圧に応じて変化するフローティング電圧となる。

40

【 0 0 5 5 】

この電圧生成部 5 5 は、一例として、電圧検出部 5 3 の第 2 基準電位 G 2（第 2 基準電位 G 2 と同電位のシールドケーブル 5 のシールド導体 5 b）、検出電極 2 3 および電圧検出部 5 3（電流電圧変換回路 5 3 a、積分回路 5 3 b、駆動回路 5 3 c および絶縁回路 5 3 d（本例ではフォトカプラ））と共にフィードバックループを形成して、電位差  $V_{di}$  を減少させるように積分信号  $V_3 a$  を増幅する増幅動作を行うことにより、電圧信号  $V_4$  を生成する。

【 0 0 5 6 】

本例では、一例として、電圧生成部 5 5 は、図 9 に示すように、増幅回路 5 5 a、位相補償回路 5 5 b および昇圧回路 5 5 c を備えて構成されている。ここで、増幅回路 5 5 a

50

は、積分信号V3aを入力して増幅することにより、電圧信号V4aを生成する。この場合、増幅回路55aは、積分信号V3aの電圧値についての絶対値の増加・減少に対応して、電圧値の絶対値が変化する電圧信号V4aを増幅動作によって生成する。位相補償回路55bは、フィードバック制御動作の安定化（発振防止）を図るため、電圧信号V4aを入力してその位相を調整して電圧信号V4bとして出力する。昇圧回路55cは、一例として昇圧トランスを用いて構成されて、電圧信号V4bを所定の倍率で昇圧することにより（極性は変えずに絶対を増加させることにより）、電圧信号V4を生成して第2基準電位G2に印加する。電圧計56は、グラウンドG1の電位を基準として電圧信号V4を測定すると共に、その電圧値をデジタルデータに変換して電圧データDvとして出力する。

10

【0057】

処理部57は、CPUおよびメモリ（いずれも図示せず）を備えて構成されて、電圧計56から出力される電圧データDvに基づいて測定対象電線6の電圧V1を算出する電圧算出処理を実行する。また、処理部57は、電圧算出処理で算出した電圧V1を表示部58に表やグラフの形式で表示させる。表示部58は、一例として、液晶ディスプレイなどのモニタ装置で構成されている。

【0058】

この検出プローブ1および本体ユニット4を備えた測定装置MDを用いて測定対象電線6の電圧V1を測定する際には、第1シールド筒体21の先端部に形成された挿入凹部33内に測定対象電線6を挿入する。

20

【0059】

具体的には、まず、図4に示す矢印方向の外力F1を操作レバー32のつまみ部32cに手（具体的には指）で加えることにより、つまみ部32c（つまり、操作レバー32全体）を図2に示す位置から図4に示す位置まで付勢部材31の付勢力に抗してスライドさせる（矢印方向にスライドさせる）ことで、第1シールド筒体21内において検出電極23を摺動（スライド）させる。これにより、検出プローブ1を、図2に示すように挿入凹部33が検出電極23で閉塞された状態から、図4に示すように挿入凹部33が開口された状態に移行させる。次いで、開口状態となった挿入凹部33内に測定対象電線6を挿入する。この場合、測定対象電線6は被覆電線であるため、測定対象電線6の芯線6aと第1シールド筒体21とは電氣的に絶縁された状態に維持されている。

30

【0060】

また、特にこの検出プローブ1では、図1～図6、詳細には図8に示すように、挿入凹部33を構成する基端側切欠き面33bが先端側切欠き面33aよりも第1シールド筒体21の基端部側に傾斜する構成であり、先端側切欠き面33aと基端側切欠き面33bとの間の軸線L方向に沿った距離が挿入凹部33の奥側から開口部側に向かうに従って徐々に広がる構成となっていることから、測定対象電線6を挿入凹部33内に容易に挿入することが可能になっている。

【0061】

続いて、つまみ部32cから手（指）を離す。これにより、つまみ部32cに加わっていた外力F1がなくなるため、付勢部材31の付勢力F2により、ガイド筒体29内において連結ピン30が第1シールド筒体21に押動される。また、検出電極23が、この連結ピン30で押動されて、第1シールド筒体21内を第1蓋体25方向に向けて、図6, 8に示すように検出電極23の先端面23aと第1シールド筒体21の先端側切欠き面33aとの間で測定対象電線6を挟持する位置まで摺動（スライド）する。以上により、検出プローブ1の測定対象電線6へのクランプ作業（装着作業）が完了する。

40

【0062】

この検出プローブ1では、このようにして測定対象電線6が挟持されることにより、挿入凹部33内に測定対象電線6が挿入された状態が維持される。したがって、検出プローブ1から手を放した状態においても、測定対象電線6の電圧V1を測定する際に重要となる測定対象電線6の芯線6aと検出電極23の先端面23aとの間に形成される静電容量

50

C 0 ( 図 8 参照 ) の容量値が大きく変動するといった事態の発生が十分に回避されている。これにより、この検出プローブ 1 は、その検出用の電極である検出電極 2 3 を測定対象電線 6 の芯線 6 a に直接接触させることなく互いに容量結合させるだけで、この測定対象電線 6 の電圧  $V_1$  を正確に検出し得るいわゆる導体 ( 金属 ) 非接触型の電圧検出プローブとして機能することが可能に構成されている。

#### 【 0 0 6 3 】

また、特にこの検出プローブ 1 では、図 8 等に示すように、測定対象電線 6 を挟持する先端側切欠き面 3 3 a が基準平面 P L を基準として第 1 シールド筒体 2 1 の基端部側に傾斜する構成 ( つまり、軸線 L と先端側切欠き面 3 3 a との角度  $\theta_1$  が鋭角となる構成 ) であるため、基準平面 P L と平行な平面に形成された検出電極 2 3 の先端面 2 3 a と相俟って、測定対象電線 6 を挟持する先端側切欠き面 3 3 a と先端面 2 3 a との間の隙間を挿入凹部 3 3 の奥側から開口側に向かうに従って徐々に狭くし得る構成となっている。これにより、この検出プローブ 1 では、挿入凹部 3 3 内に測定対象電線 6 が挿入された状態を一層確実に維持することが可能になっている。

10

#### 【 0 0 6 4 】

この状態において、測定対象電線 6 の電圧  $V_1$  と、電圧検出部 5 3 の第 2 基準電位 G 2 の電圧 ( 第 2 基準電位 G 2 と同電位となるシールドケーブル 5 のシールド導体 5 b、検出電極ユニット 3 の第 3 蓋体 2 7、第 2 シールド筒体 2 2、第 2 蓋体 2 6、第 1 シールド筒体 2 1 および第 1 蓋体 2 5 の各電圧。つまり、電圧信号  $V_4$  の電圧 ) との電位差  $V_{di}$  が増加しているとき ( 例えば、電圧  $V_1$  の上昇に起因して電位差  $V_{di}$  が増加しているとき ) には、本体ユニット 4 の電圧検出部 5 3 では、測定対象電線 6 から検出電極 2 3 を介して電流電圧変換回路 5 3 a に流れ込む電流信号 I の電流量が増加する。この場合、電流電圧変換回路 5 3 a は、出力している検出電圧信号  $V_2$  の電圧値を低下させる。積分回路 5 3 b では、この検出電圧信号  $V_2$  の低下に起因して、第 2 演算増幅器の出力端子からコンデンサを介して反転入力端子に向けて流れる電流が増加する。このため、積分回路 5 3 b は、積分信号  $V_3$  の電圧を上昇させる。また、この積分信号  $V_3$  の電圧上昇に伴い、駆動回路 5 3 c のトランジスタが深いオン状態に移行する。これにより、絶縁回路 5 3 d ( フォトカプラ ) では、その発光ダイオードに流れる電流が増加し、フォトトランジスタの抵抗が減少する。したがって、抵抗 5 4 の抵抗値とフォトトランジスタの抵抗値とで電位差 (  $V_{dd} - V_{ss}$  ) が分圧されて生成される積分信号  $V_3 a$  は、その電圧値が低下する。

20

30

#### 【 0 0 6 5 】

また、本体ユニット 4 では、電圧生成部 5 5 が、この積分信号  $V_3 a$  に基づいて、生成している電圧信号  $V_4$  の電圧値を上昇させる。この測定装置 M D では、このようにしてフィードバックループを構成する電流電圧変換回路 5 3 a、積分回路 5 3 b、駆動回路 5 3 c、絶縁回路 5 3 d および電圧生成部 5 5 が、測定対象電線 6 の電圧  $V_1$  の上昇を検出して、電圧信号  $V_4$  の電圧値を上昇させるフィードバック制御動作を実行することにより、電圧検出部 5 3 の第 2 基準電位 G 2 等の電圧 ( 電圧信号  $V_4$  の電圧 ) を電圧  $V_1$  に追従させる。

#### 【 0 0 6 6 】

また、電圧  $V_1$  の低下に起因して電位差  $V_{di}$  が増加したときには、検出電極 2 3 を介して電流電圧変換回路 5 3 a から測定対象電線 6 に流れ出る ( 流出する ) 電流信号 I の電流量が増加する。この際には、フィードバックループを構成する電流電圧変換回路 5 3 a 等が上記のフィードバック制御動作とは逆の動作でのフィードバック制御動作を実行して、電圧信号  $V_4$  の電圧を低下させることにより、電圧検出部 5 3 の第 2 基準電位 G 2 等の電圧 ( 電圧信号  $V_4$  の電圧 ) を電圧  $V_1$  に追従させる。

40

#### 【 0 0 6 7 】

このようにして、測定装置 M D では、電圧検出部 5 3 の第 2 基準電位 G 2 等の電圧 ( 電圧信号  $V_4$  の電圧 ) を電圧  $V_1$  に追従させるフィードバック制御動作が短時間に実行されて、電圧検出部 5 3 の第 2 基準電位 G 2 等の電圧 ( 電流電圧変換回路 5 3 a の第 1 演算増幅器のバーチャルショートにより、検出電極 2 3 の電圧でもある ) が電圧  $V_1$  に一致させ

50

られる（収束させられる）。次いで、電圧計 5 6 は、電圧信号 V 4 の電圧値をリアルタイムで計測して、その電圧値を示す電圧データ D v を出力する。この場合、電圧信号 V 4 は、測定対象電線 6 の電圧 V 1 に一旦収束した後は、フィードバックループを構成する各構成要素が上記のように動作することにより、電圧 V 1 の変動に追従する。したがって、測定対象電線 6 の電圧 V 1 を示す電圧データ D v が電圧計 5 6 から連続して出力される。

【 0 0 6 8 】

ここで、この検出プローブ 1 では、上記したように、第 1 シールド筒体 2 1 の内周面 2 1 b と検出電極 2 3 の中間部分 2 3 z の外周面 2 3 b とが互いに離間するように検出電極ユニット 3 が構成されている（図 3 参照）。このため、この検出プローブ 1 では、第 1 シールド筒体 2 1 の内周面 2 1 b と検出電極 2 3 の外周面 2 3 b との容量結合（両者の間の静電容量）が十分に小さく抑えられている。したがって、この検出プローブ 1 および検出プローブ 1 を備えた測定装置 M D では、第 1 シールド筒体 2 1 の内周面 2 1 b と検出電極 2 3 の外周面 2 3 b との容量結合（両者の間の静電容量）の影響が低減されて、測定対象電線 6 の電圧 V 1 を測定する際の電気的特性が十分に向上される結果、測定対象電線 6 の電圧 V 1 を正確に測定することが可能となっている。

10

【 0 0 6 9 】

なお、図 3 の例では、検出電極 2 3 の外周面 2 3 b を覆う絶縁被覆 2 4 と第 1 シールド筒体 2 1 の内周面 2 1 b とが離間している（中空の状態となっている）が、この部分を絶縁材料で充填する構成を採用することもできる。

20

【 0 0 7 0 】

続いて、処理部 5 7 は、電圧計 5 6 から出力された電圧データ D v を入力してメモリに記憶する。次いで、処理部 5 7 は、電圧算出処理を実行して、電圧データ D v に基づいて測定対象電線 6 の電圧 V 1 を算出してメモリに記憶する。最後に、処理部 5 7 は、メモリに記憶されている測定結果（電圧 V 1 ）を表示部 5 8 に表示させる。これにより、測定装置 M D による測定対象電線 6 の電圧 V 1 の測定が完了する。

【 0 0 7 1 】

引き続き、他の測定対象電線 6 の電圧 V 1 を測定する際には、まず、図 4 に示す矢印方向の外力 F 1 を操作レバー 3 2 のつまみ部 3 2 c に加えることにより、操作レバー 3 2 をグリップ部 2 の基端部方向に向けてスライドさせて、検出電極 2 3 についても同方向に摺動（スライド）させることで、挿入凹部 3 3 の先端側切欠き面 3 3 a と検出電極 2 3 の先端面 2 3 a との間での測定対象電線 6 の挟持状態を解消する。次いで、挿入凹部 3 3 内から測定対象電線 6 を外す（測定対象電線 6 のクランプ状態を解消する）。これにより、検出プローブ 1 を次の測定対象電線 6 に装着（クランプ）することが可能となる。

30

【 0 0 7 2 】

このように、この検出プローブ 1 およびこの検出プローブ 1 を備えた測定装置 M D によれば、第 1 シールド筒体 2 1 の内周面 2 1 b と検出電極 2 3 の中間部分 2 3 z の外周面 2 3 b とが互いに離間するように第 1 シールド筒体 2 1 および検出電極 2 3 を形成したことにより、第 1 シールド筒体 2 1 の内周面 2 1 b と検出電極 2 3 の外周面 2 3 b との容量結合（両者の間の静電容量）を十分に小さく抑えることができる。したがって、この検出プローブ 1 および検出プローブ 1 を備えた測定装置 M D によれば、第 1 シールド筒体 2 1 の内周面 2 1 b と検出電極 2 3 の外周面 2 3 b との容量結合（両者の間の静電容量）の影響を十分に低減して電気的特性を十分に向上することができる結果、測定対象電線 6 の電圧 V 1 を正確に測定することができる。

40

【 0 0 7 3 】

また、この検出プローブ 1 およびこの検出プローブ 1 を備えた測定装置 M D によれば、軸線 L 方向において内径が一定となるように第 1 シールド筒体 2 1 を形成し、中間部分 2 3 z の外径が中間部分 2 3 z を除く他の部分の外径よりも小径となるように検出電極 2 3 を形成したことにより、第 1 シールド筒体 2 1 の内周面 2 1 b と検出電極 2 3 の外周面 2 3 b とを離間させるために、例えば第 1 シールド筒体 2 1 の中間部分 2 1 z （図 1 0 参照）の内径を他の部分の内径よりも大径とする加工を第 1 シールド筒体 2 1 に対して施す必

50

要がないため、その分、第1シールド筒体21の製作コストを低減することができる。

【0074】

なお、検出プローブ1の構成は、上記の構成に限定されない。例えば、図10に示す検出電極ユニット3のように、検出電極23の中間部分23zに対向する中間部分21z（対向部分）の内径が中間部分21zを除く他の部分（先端部および基端部）の内径よりも大径となるように第1シールド筒体21を形成し、軸線L方向において外径が一定となるように中間部分23zを形成する構成を採用することもできる。この構成においても、第1シールド筒体21の内周面21bと検出電極23の中間部分23zの外周面23bとを互いに離間させることができるため、第1シールド筒体21の内周面21bと検出電極23の外周面23bとの容量結合（両者の間の静電容量）を十分に小さく抑えることができる結果、電気的特性を十分に向上することができる。また、この構成によれば、第1シールド筒体21の内周面21bと検出電極23の外周面23bとを離間させるために、例えば検出電極23の中間部分23zの外径を他の部分の外径よりも小径とする加工を検出電極23に対して施す必要がないため、その分、検出電極23の製作コストを低減することができる。

10

【0075】

また、図11に示す検出電極ユニット3のように、検出電極23の中間部分23zに対向する中間部分21z（対向部分）の内径が中間部分21zを除く他の部分（先端部および基端部）の内径よりも大径となるように第1シールド筒体21を形成すると共に、中間部分23zの外径が中間部分23zを除く他の部分（先端部および基端部）の外径よりも小径となるように検出電極23を形成する構成を採用することもできる。この構成においても、第1シールド筒体21の内周面21bと検出電極23の中間部分23zの外周面23bとを互いに離間させることができるため、第1シールド筒体21の内周面21bと検出電極23の外周面23bとの容量結合（両者の間の静電容量）を十分に小さく抑えることができる結果、電気的特性を十分に向上することができる。また、この構成によれば、第1シールド筒体21の内周面21bと検出電極23の外周面23bとを十分に離間させることができるため、第1シールド筒体21の内周面21bと検出電極23の外周面23bとの容量結合（両者の間の静電容量）をさらに小さく抑えることができる。

20

【0076】

また、検出プローブ1を備えた測定装置MDの構成も、上記の構成に限定されない。具体的には、測定装置MDの構成は、電圧測定機能以外に電流測定機能を備える構成であってもよく、さらには、測定した電圧値および電流値に基づいて抵抗を測定する抵抗測定機能や電力を測定する電力測定機能などの他の測定機能を備える構成であってもよい。

30

【0077】

次に、検出プローブの他の一例としての図12, 13に示す電圧検出プローブ101（以下、単に「検出プローブ101」ともいう）について説明する。なお、以下の説明において、上記した検出プローブ1と同様の構成要素については、同じ符号を付して、重複する説明を省略する。この検出プローブ101は、グリップ部2および検出電極ユニット103を備えて構成されている。この検出電極ユニット103では、図12, 13に示すように、検出電極23が第2シールド筒体22（グリップ部2）に固定され、第1シールド筒体21が軸線L方向に沿って第2シールド筒体22に対して移動可能に構成されている。つまり、この構成においても、検出電極23は、第1シールド筒体21に対して相対的に移動可能に第1シールド筒体21内に収納されている。

40

【0078】

また、図14に示すように、この検出電極ユニット103においても、第1シールド筒体21は、軸線L方向において内径が一定となるように形成されると共に、検出電極23は、中間部分23zの外径が中間部分23zを除く他の部分（先端部および基端部）の外径よりも小径となるように形成されている。このため、この検出電極ユニット103においても、第1シールド筒体21の内周面21bと検出電極23の中間部分23zの外周面23bとが互いに離間している。

50

## 【0079】

この検出プローブ1では、図12に示すように、第1シールド筒体21がグリップ部2の基端部（同図における右側の端部）側に移動させられているときには、検出電極23の先端面23aが第1シールド筒体21の先端部（第1蓋体25）側に位置して挿入凹部33が閉塞される。また、図13に示すように、第1シールド筒体21がグリップ部2の先端部（同図における左側の端部）側に移動させられているときには、検出電極23の先端面23aが第1シールド筒体21の先端部から離間して、挿入凹部33が開放される。

## 【0080】

また、この検出電極ユニット103では、図12, 13に示すように、第2シールド筒体22内の先端部側（両図における左端部側）に配設された付勢部材131（一例として、導電性材料（例えば、金属材料）製の圧縮コイルばね）によって第1シールド筒体21がグリップ部2の基端部側に付勢されている。なお、引張コイルばねで構成された付勢部材131を、第2シールド筒体22内の基端部側（両図における右端部側）に配設する構成を採用することもできる。

10

## 【0081】

この検出プローブ101を備えた測定装置MDを用いて測定対象電線6の電圧V1を測定する際には、まず、図12に示す矢印方向の外力F1を操作レバー32のつまみ部32cに指で加え、つまみ部32cを同図に示す位置から図13に示す位置まで付勢部材131の付勢力に抗して移動させる（操作レバー32に対する移動操作）。この際に、この移動操作に応じて第1シールド筒体21が図12に示す矢印方向に移動させられる。これにより、挿入凹部33が、検出電極23で閉塞された状態（図12に示す状態）から、開口された状態（図15に示す状態）に移行する。次いで、図15に示すように、開口状態となった挿入凹部33内に測定対象電線6を挿入する。

20

## 【0082】

続いて、つまみ部32cから指を離す。この際に、図15に示すように、第1シールド筒体21が、付勢部材31の付勢力F2によってグリップ部2の基端部側に押動させられる結果、検出電極23の先端面23aと挿入凹部33の先端側切欠き面33aとによって測定対象電線6が挟持される。以上により、検出プローブ101による測定対象電線6のクランプ作業（装着作業）が完了する。次いで、本体ユニット4の各部が各処理を実行することにより、測定対象電線6の電圧V1が測定される。

30

## 【0083】

この検出プローブ101およびこの検出プローブ101を備えた測定装置MDでは、第1シールド筒体21が軸線L方向に沿って移動可能に構成されている。この場合、検出電極23を移動させる構成では、操作レバー32の支柱部32aを検出電極23に連結するために、支柱部32aを挿通させるガイド孔（第2シールド筒体22の第2ガイド孔34と同様のガイド孔）等を第1シールド筒体21に形成する必要があるため、その分シールド効果が低下する。これに対して第1シールド筒体21を移動させるこの検出プローブ101および測定装置MDでは、第1シールド筒体21にガイド孔を形成する必要がないため、その分、検出電極23を移動させる構成よりもシールド効果を高めることができる。

## 【0084】

40

また、この検出プローブ101およびこの検出プローブ101を備えた測定装置MDによれば、上記したように、第1シールド筒体21の内周面21bと検出電極23の中間部分23zの外周面23bとが互いに離間するように検出電極ユニット103が構成されている。このため、この検出プローブ101およびこの検出プローブ101を備えた測定装置MDにおいても、第1シールド筒体21の内周面21bと検出電極23の外周面23bとの容量結合（両者の間の静電容量）を十分に小さく抑えることができる結果、電気的特性を十分に向上することができる。

## 【0085】

なお、この検出プローブ101の検出電極ユニット103においても、上記した検出電極ユニット3と同様にして、検出電極23の中間部分23zに対向する中間部分21zの

50

内径が中間部分 2 1 z を除く他の部分の内径よりも大径となるように第 1 シールド筒体 2 1 を形成し、軸線 L 方向において外径が一定となるように（中間部分 2 3 z の外径が先端部および基端部の外径と同径となるように）検出電極 2 3 を形成する構成を採用することもできる。また、検出電極 2 3 の中間部分 2 3 z に対向する中間部分 2 1 z の内径が中間部分 2 1 z を除く他の部分の内径よりも大径となるように第 1 シールド筒体 2 1 を形成すると共に、中間部分 2 3 z の外径が中間部分 2 3 z を除く他の部分の外径よりも小径となるように検出電極 2 3 を形成する構成を採用することもできる。

【 0 0 8 6 】

また、グリップ部 2 を備えて検出プローブ 1 , 1 0 1 を構成した例について上記したが、グリップ部 2 を備えていない検出プローブ（検出電極ユニット 3 だけで構成された検出プローブ）を採用することもできる。この構成では、例えば、検出プローブ（検出電極ユニット 3 ）を、本体ユニット 4 が収容される筐体に固定して使用したり、検出プローブ（検出電極ユニット 3 ）を、移動機構に固定して使用（移動機構を作動させて測定対象電線 6 をクランプ）したりする使用形態に適用することができる。

10

【符号の説明】

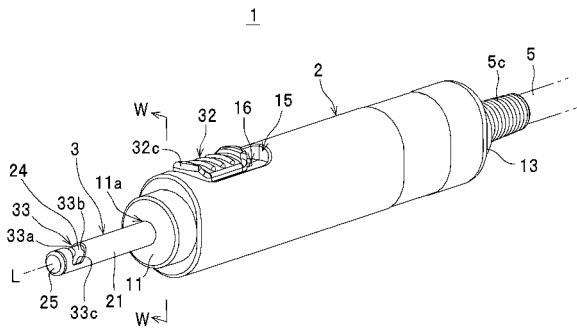
【 0 0 8 7 】

- 1 検出プローブ
- 4 本体ユニット
- 6 測定対象電線
- 2 1 第 1 シールド筒体
- 2 1 b 内周面
- 2 1 z 中間部分
- 2 3 検出電極
- 2 3 a 先端面
- 2 3 b 外周面
- 2 3 z 中間部分
- 2 4 絶縁被覆
- 3 3 挿入凹部
- 5 3 電圧検出部
- 5 5 電圧生成部
- 5 7 処理部
- L 軸線
- M D 測定装置

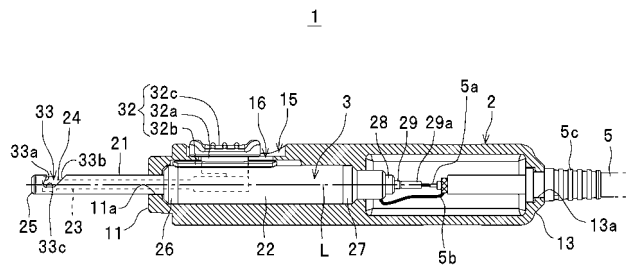
20

30

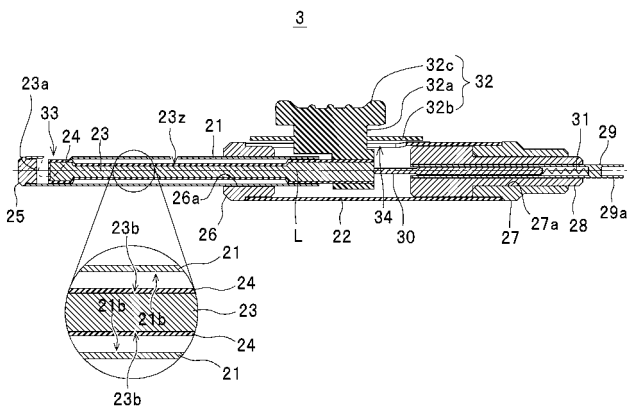
【 図 1 】



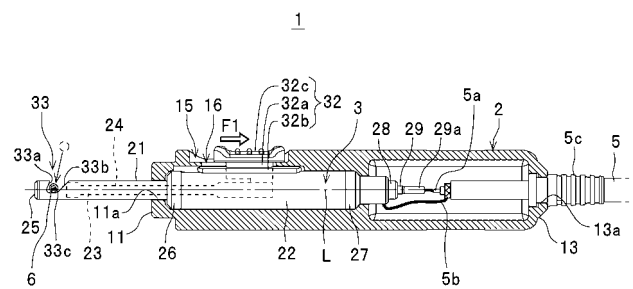
【 図 2 】



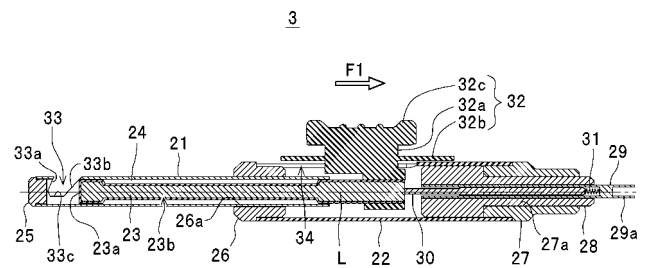
【 図 3 】



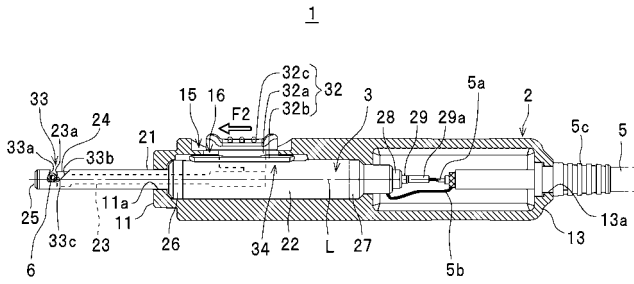
【 図 4 】



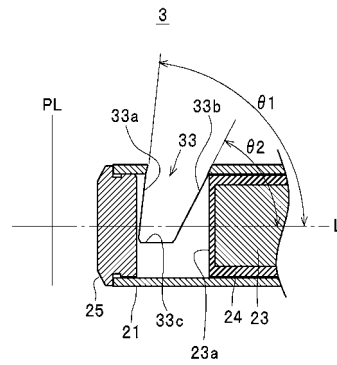
【 図 5 】



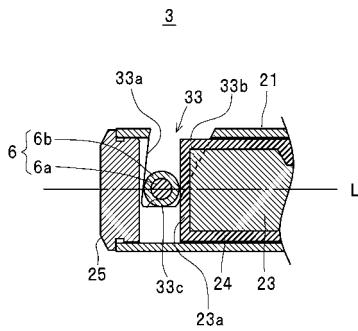
【図6】



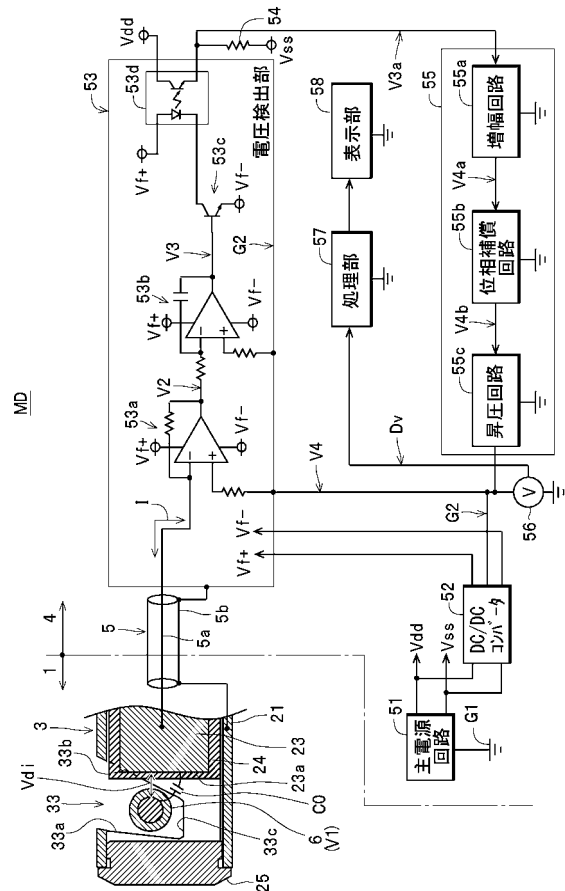
【図7】



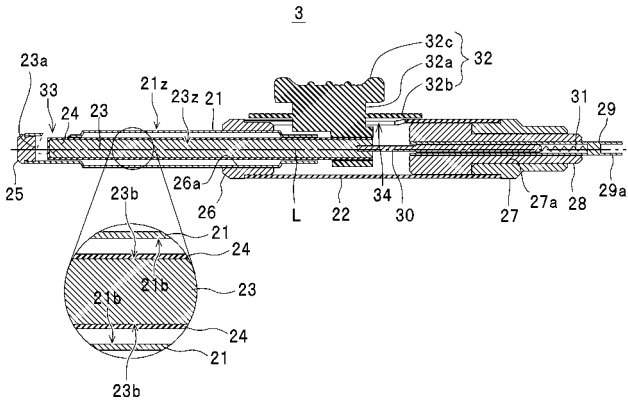
【図8】



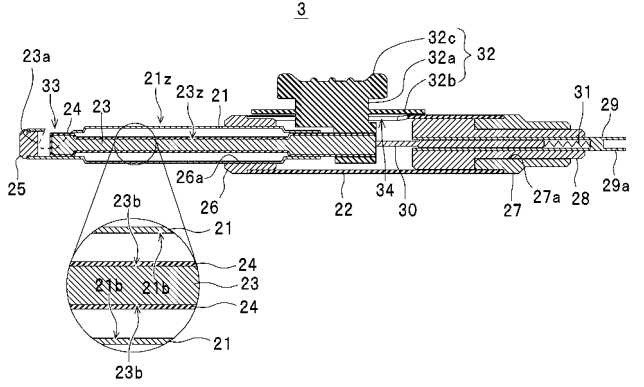
【図9】



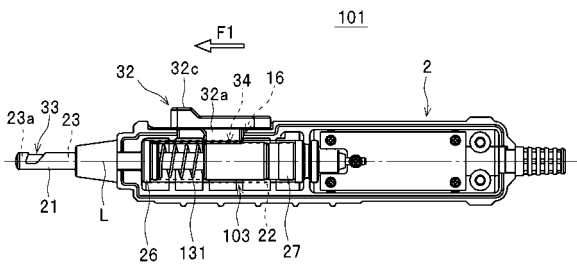
【図10】



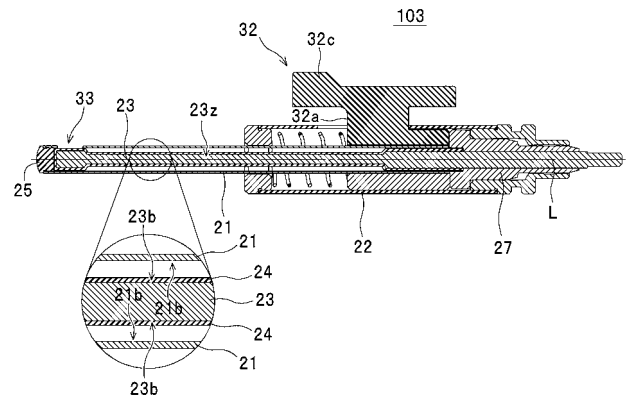
【図11】



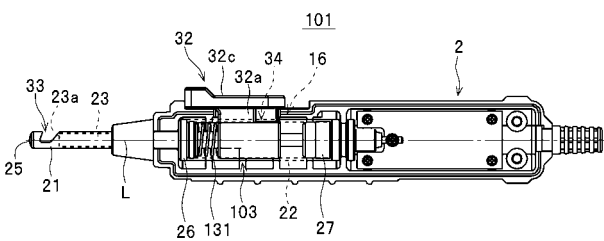
【図12】



【図14】



【図13】



【図15】

