

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6636372号
(P6636372)

(45) 発行日 令和2年1月29日(2020.1.29)

(24) 登録日 令和1年12月27日(2019.12.27)

(51) Int.Cl.

F 1

GO 1 R 15/16	(2006.01)	GO 1 R 15/16
GO 1 R 19/00	(2006.01)	GO 1 R 19/00
GO 1 R 15/04	(2006.01)	GO 1 R 15/04

B

請求項の数 13 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2016-64912 (P2016-64912)
 (22) 出願日 平成28年3月29日 (2016.3.29)
 (65) 公開番号 特開2017-9576 (P2017-9576A)
 (43) 公開日 平成29年1月12日 (2017.1.12)
 審査請求日 平成31年1月21日 (2019.1.21)
 (31) 優先権主張番号 特願2015-126138 (P2015-126138)
 (32) 優先日 平成27年6月24日 (2015.6.24)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
日本国 (JP)

(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
 (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8 1番地 日置電機株式
会社内
 審査官 永井 皓喜

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電圧検出プローブおよび測定装置

(57) 【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ている電圧検出プローブ。

【請求項 2】

前記挿入凹部を構成する前記シールド筒体の切れき面のうちの前記先端部側に位置する先端側切れき面は、前記軸線と直交する基準平面を基準として当該シールド筒体の基端部側に傾斜している請求項1記載の電圧検出プローブ。

【請求項 3】

前記挿入凹部を構成する前記シールド筒体の切れき面のうちの前記基端部側に位置する基端側切れき面は、前記基準平面を基準として、前記先端側切れき面よりも前記基端部側に傾斜している請求項2記載の電圧検出プローブ。

【請求項 4】

10

20

前記検出電極を前記挿入凹部方向に常時付勢する付勢部材を備え、

前記検出電極は、前記付勢部材の付勢力によって前記シールド筒体内を前記挿入凹部方向に摺動させられて、前記挿入凹部を構成する前記シールド筒体の切欠き面のうちの前記先端部側に位置する先端側切欠き面と前記先端面との間で、当該挿入凹部に挿入されている前記測定対象電線を挟持する請求項 1 から 3 のいずれかに記載の電圧検出プローブ。

【請求項 5】

前記先端面は、前記軸線と直交する基準平面を基準として前記先端部側に傾斜している請求項 1 から 4 のいずれかに記載の電圧検出プローブ。

【請求項 6】

前記検出電極と前記シールド筒体との間には、前記測定対象電線と前記先端面との容量結合状態において前記挿入凹部から前記シールド筒体の外部に露出する前記検出電極の前記外周面を覆う前記絶縁被覆をさらに覆う導電性材料製の検出電極用シールド材が配設されている請求項 1 から 5 のいずれかに記載の電圧検出プローブ。 10

【請求項 7】

前記検出電極用シールド材は、筒体で構成されている請求項 6 記載の電圧検出プローブ。

【請求項 8】

前記検出電極用シールド材は、前記絶縁被覆の表面に形成された導電体層で構成されている請求項 6 記載の電圧検出プローブ。

【請求項 9】

前記シールド筒体の外側には、前記測定対象電線と前記先端面との容量結合状態において前記挿入凹部から前記シールド筒体の外部に露出する前記検出電極の前記外周面を覆う前記絶縁被覆をさらに覆う導電性材料製の検出電極用シールド材が配設されている請求項 1 から 5 のいずれかに記載の電圧検出プローブ。 20

【請求項 10】

前記検出電極用シールド材は、前記容量結合状態において当該検出電極用シールド材の先端部が前記検出電極の前記先端面と面一の状態および当該先端部が当該先端面よりも前記軸線方向に沿って前記シールド筒体の基端部側に位置する状態のいずれかの状態となるように構成されている請求項 6 から 9 のいずれかに記載の電圧検出プローブ。

【請求項 11】

請求項 1 から 10 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筒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。 40

【請求項 12】

シールドケーブルが連結され、当該シールドケーブルのシールド導体が前記シールド筒体に電気的に接続されると共に、当該シールドケーブルの芯線が前記検出電極に電気的に接続されている請求項 1 から 10 のいずれかに記載の電圧検出プローブと、

前記シールドケーブルを介して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を介して前記シールド筒体に印加す

10

20

30

40

50

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。

【請求項 1 3】

前記電圧検出部は、演算増幅器を備えて構成された電流電圧変換回路を有し、

前記演算増幅器は、反転入力端子が前記芯線を介して前記検出電極に電気的に接続されると共に、非反転入力端子が前記電圧生成部で生成される前記電圧の前記電位に規定されている請求項 1 2 記載の測定装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

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】

【0 0 0 2】

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。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 3】

【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）

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

ところが、上記した各検出プローブには、以下のような改善すべき課題が存在している。すなわち、これらの検出プローブは、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。

40

【0 0 0 5】

したがって、これらの検出プローブは、例えば、架線や、架線から屋内への引込線や、屋内配線などに使用される電線（通常は被覆電線）のように、検出プローブを装着する部位の近傍（周囲）にある程度の広さの空間が存在している測定対象電線には使用することは可能となっている。ところが、これらの検出プローブでは、例えば、電子機器内に配設された回路基板に作動用電圧を供給するための小径（例えば、直径が 2 mm 以下）の電線であって、通常は他の同じような小径の電線と共に結束された状態で引き回される電線の

50

1本などのように、他の電線と極めて近接した状態で存在している1本の電線に装着するのは難しく、この点を改善すべきとの課題が存在している。

【0006】

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、他の電線と極めて近接した状態で存在している測定対象電線に装着し得る電圧検出プローブ、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】

【0007】

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ている。

【0008】

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、前記挿入凹部を構成する前記シールド筒体の切欠き面のうちの前記先端部側に位置する先端側切欠き面は、前記軸線と直交する基準平面を基準として当該シールド筒体の基端部側に傾斜している。

【0009】

請求項3記載の電圧検出プローブは、請求項2記載の電圧検出プローブにおいて、前記挿入凹部を構成する前記シールド筒体の切欠き面のうちの前記基端部側に位置する基端側切欠き面は、前記基準平面を基準として、前記先端側切欠き面よりも前記基端部側に傾斜している。

【0010】

請求項4記載の電圧検出プローブは、請求項1から3のいずれかに記載の電圧検出プローブにおいて、前記検出電極を前記挿入凹部方向に常時付勢する付勢部材を備え、前記検出電極は、前記付勢部材の付勢力によって前記シールド筒体内を前記挿入凹部方向に摺動させられて、前記挿入凹部を構成する前記シールド筒体の切欠き面のうちの前記先端部側に位置する先端側切欠き面と前記先端面との間で、当該挿入凹部に挿入されている前記測定対象電線を挟持する。

【0011】

請求項5記載の電圧検出プローブは、請求項1から4のいずれかに記載の電圧検出プローブにおいて、前記先端面は、前記軸線と直交する基準平面を基準として前記先端部側に傾斜している。

【0012】

請求項6記載の電圧検出プローブは、請求項1から5のいずれかに記載の電圧検出プローブにおいて、前記検出電極と前記シールド筒体との間には、前記測定対象電線と前記先端面との容量結合状態において前記挿入凹部から前記シールド筒体の外部に露出する前記検出電極の前記外周面を覆う前記絶縁被覆をさらに覆う導電性材料製の検出電極用シールド材が配設されている。

【0013】

請求項7記載の電圧検出プローブは、請求項6記載の電圧検出プローブにおいて、前記検出電極用シールド材は、筒体で構成されている。

【0014】

請求項8記載の電圧検出プローブは、請求項6記載の電圧検出プローブにおいて、前記検出電極用シールド材は、前記絶縁被覆の表面に形成された導電体層で構成されている。

【0015】

10

20

30

40

50

請求項 9 記載の電圧検出プローブは、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の電圧検出プローブにおいて、前記シールド筒体の外側には、前記測定対象電線と前記先端面との容量結合状態において前記挿入凹部から前記シールド筒体の外部に露出する前記検出電極の前記外周面を覆う前記絶縁被覆をさらに覆う導電性材料製の検出電極用シールド材が配設されている。

【0016】

請求項 10 記載の電圧検出プローブは、請求項 6 から 9 のいずれかに記載の電圧検出プローブにおいて、前記検出電極用シールド材は、前記容量結合状態において当該検出電極用シールド材の先端部が前記検出電極の前記先端面と面一の状態および当該先端部が当該先端面よりも前記軸線方向に沿って前記シールド筒体の基端部側に位置する状態のいずれかの状態となるように構成されている。

10

【0017】

請求項 11 記載の測定装置は、請求項 1 から 10 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筒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。

20

請求項 12 記載の測定装置は、シールドケーブルが連結され、当該シールドケーブルのシールド導体が前記シールド筒体に電気的に接続されると共に、当該シールドケーブルの芯線が前記検出電極に電気的に接続されている請求項 1 から 10 のいずれかに記載の電圧検出プローブと、前記シールドケーブルを介して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を介して前記シールド筒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。

30

請求項 13 記載の測定装置は、請求項 12 記載の測定装置において、前記電圧検出部は、演算增幅器を備えて構成された電流電圧変換回路を有し、前記演算增幅器は、反転入力端子が前記芯線を介して前記検出電極に電気的に接続されると共に、非反転入力端子が前記電圧生成部で生成される前記電圧の前記電位に規定されている。

【発明の効果】

【0018】

請求項 1 記載の電圧検出プローブおよび請求項 11 記載の測定装置では、検出電極が、シールド筒体に対して相対的に移動させられて、挿入凹部内に挿入されている状態の測定対象電線と検出電極の先端面とが絶縁被覆を介して容量結合可能に構成されている。

40

【0019】

したがって、この電圧検出プローブおよび測定装置によれば、測定対象電線とする 1 本の配線材を挿入し得る挿入凹部を先端部に形成し、かつ絶縁被覆で覆われた検出電極を内部に収納し得る限りにおいて、細い筒状の剛性体でシールド筒体を形成することができ、これによって挿入凹部内に挿入された測定対象電線と検出電極の先端面との間の容量結合およびシールド筒体による検出電極のシールドが可能となることから、背景技術で説明した各種の検出プローブでは装着（クランプ）することが困難であった他の導体と極めて近接した状態で存在している測定対象電線に対しても、外乱の検出電極への影響（例えば、

50

他の導体からの影響)をシールド筒体によって低減しつつ、挿入凹部内に挿入してその電圧を確実かつ容易に測定することができる。

【0020】

請求項2記載の電圧検出プローブおよび請求項11記載の測定装置によれば、先端側切欠き面が基端部側に傾斜する構成のため、挿入凹部内に挿入された測定対象電線が検出電極の先端面によって先端側切欠き面に押し付けられた状態(検出電極の先端面と先端側切欠き面とで挟持された状態)において、測定対象電線を挿入凹部から外れにくくすることができる。

【0021】

請求項3記載の電圧検出プローブおよび請求項11記載の測定装置によれば、基端側切欠き面が先端側切欠き面よりも基端部側に傾斜する構成のため、上記のような先端側切欠き面を傾けたときの効果(挿入凹部から測定対象電線を外れにくくできるとの効果)を維持しつつ、各切欠き面間の軸線方向に沿った距離を、挿入凹部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(挿入凹部の開口幅を徐々に広くする構成)にできるため、測定対象電線の挿入凹部内への挿入の容易性を高めることができる。

10

【0022】

請求項4記載の電圧検出プローブおよび請求項11記載の測定装置によれば、挿入凹部内に挿入された測定対象電線を、付勢部材の付勢力により、シールド筒体の先端側切欠き面と検出電極の先端面との間で挟持することができるため、電圧検出プローブから手を放した状態においても、測定対象電線が挿入凹部内に位置する状態が維持される結果、測定対象電線の電圧の測定作業についての作業性を向上させることができる。

20

【0023】

請求項5記載の電圧検出プローブおよび請求項11記載の測定装置によれば、検出電極の先端面をシールド筒体の先端部側に傾斜する斜面に形成したことにより、挿入凹部内に挿入された測定対象電線が検出電極の先端面によって先端側切欠き面に押し付けられた状態(検出電極の先端面と先端側切欠き面とで挟持された状態)において、測定対象電線を挿入凹部から一層外れにくくすることができる。

【0024】

請求項6記載の電圧検出プローブおよび請求項11記載の測定装置によれば、検出電極とシールド筒体との間に検出電極用シールド材を配設したことにより、測定対象電線と先端面との容量結合状態において挿入凹部からシールド筒体の外部に露出する検出電極の外周面を覆う絶縁被覆を検出電極用シールド材でさらに覆うことができるため、検出電極に対する外乱の影響を十分に低減させることができる。

30

【0025】

請求項7記載の電圧検出プローブおよび請求項11記載の測定装置によれば、筒体で検出電極用シールド材を構成したことにより、検出電極を筒体に挿入し、その筒体をシールド筒体に挿入するだけの簡易な工程で検出電極とシールド筒体との間に検出電極用シールド材としての筒体を配設することができるため、電圧検出プローブの組立効率を十分に向上させることができる。

【0026】

40

請求項8記載の電圧検出プローブおよび請求項11記載の測定装置によれば、絶縁被覆の表面に形成された導電体層で検出電極用シールド材を構成したことにより、検出電極用シールド材を薄くすることができるため、検出電極用シールド材で覆われた検出電極を収容するシールド筒体を細く構成することができる結果、互いに近接している複数の電線の中から1本の測定対象電線だけをシールド筒体の先端部に装着する(先端部に形成されている挿入凹部内に挿入させる)作業を容易に行うことができる。

【0027】

請求項9記載の電圧検出プローブおよび請求項11記載の測定装置によれば、シールド筒体の外側に検出電極用シールド材を配設したことにより、測定対象電線と先端面との容量結合状態において挿入凹部からシールド筒体の外部に露出する検出電極の外周面を覆う

50

絶縁被覆を検出電極用シールド材でさらに覆うことができるため、検出電極に対する外乱の影響を十分に低減させることができる。

【0028】

請求項10記載の電圧検出プローブおよび請求項11記載の測定装置によれば、容量結合状態において検出電極用シールド材の先端部が検出電極の先端面と面一の状態および先端部が先端面よりも軸線方向に沿ってシールド筒体の基端部側に位置する状態のいずれかとなるように検出電極用シールド材を構成したことにより、検出電極の先端面から検出電極用シールド材の先端部を突出させないようにすることができるため、挿入凹部を構成する切欠き面と検出電極の先端面とで測定対象電線を挟持する際に、検出電極用シールド材の先端部によって測定対象電線が損傷を受けたり切断されたりする事態を確実に防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【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23によって挿入凹部33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33が開口している状態での断面図）である。

【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33の先端側切欠き面33aと検出電極23の先端面23a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21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33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21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MDの構成図である。

【図10】検出電極23の先端面23aの他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11】第1シールド筒体21のさらなる他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33が開口している状態での拡大断面図）である。

【図12】検出電極23の先端部の他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13】筒体37を備えた検出電極ユニット3の先端部の構成を示す要部拡大断面図である。

【図14】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101の側面図である。

【図15】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21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101の側面図である。

【図16】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101の側面図である。

【図17】検出電極ユニット103の先端部の構成を示す要部拡大断面図である。

【図18】筒体37を備えた検出電極ユニット103の先端部の構成を示す要部拡大断面図である。

【図19】筒体37を備えた検出電極ユニット103の先端部の他の構成を示す要部拡大断面図である。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

【0030】

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。

【0031】

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。

【0032】

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

【0033】

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

【0034】

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

【0035】

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。

【0036】

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）を用いて外形が一例として直径3mm～5mm程度の筒状の剛性体（本例では一例として円筒状体）に形成されると共に、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に収容されると共に、後述するように、このグリップ部2内に収容された第2シールド筒体22にも収容されている。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で覆われた被覆電線である。

40

【0037】

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

50

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θ1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。

【0038】

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θ2を角度θ1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できる。

【0039】

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。

【0040】

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。

【0041】

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も、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)の配線材を収容するためには、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、一例として直径3mm~5mm程度の筒状の剛性体で形成するのが好ましい。

【0042】

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直径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内に収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。

【0043】

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

10

20

30

40

50

て外形が柱状体（第1シールド筒体21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、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、一例として電気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。

【0044】

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。

10

【0045】

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（電気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（電気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。

20

【0046】

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（電気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のうちの少なくとも一方（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。

30

【0047】

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とを電気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に形成されているが、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。

40

【0048】

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。

【0049】

50

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。

【0050】

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。

10

【0051】

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。

20

【0052】

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に当接するまで移動する。

30

【0053】

また、この構成の検出電極ユニット3では、検出電極23、検出電極23に連結される連結ピン30、およびこの連結ピン30が挿入されているガイド筒体29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5bの電位）に規定された第1シールド筒体21、第2シールド筒体22、第1シールド筒体21の先端部側の開口部に挿着された第1蓋体25、第2シールド筒体22の先端部側の開口部を閉塞する第2蓋体26、および第2シールド筒体22の基端部側の開口部を閉塞する第3蓋体27で覆われた構成（つまり、シールド導体5bの電位でシールドされた構成）となっている。

40

【0054】

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21がグリップ部2の端面11に形成された貫通孔11aに挿通され、かつ操作レバー32の支柱部32aがグリップ部2の第1ガイド孔16に挿通されてつまみ部32cがグリップ部2の長溝15内に配置された状態で、グリップ部2内に収容されている。したがって、第1シールド筒体21は、その基端部がグリップ部2内に収容された検出電極ユニット3の第2蓋体26に固定された状態でグリップ部2内に収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

50

態と等価となっている。

【0055】

また、グリップ部2の端面13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13に形成された貫通孔13aに自在ブッシュ5c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5aが筒状突起29aに半田付けされることでガイド筒体29に接続され、かつシールドケーブル5のシールド導体5bが検出電極ユニット3を構成する第3蓋体27に半田付けされている（つまり、第1シールド筒体21は、第2蓋体26、第2シールド筒体22および第3蓋体27を介してシールド導体5bに接続されている）。

10

【0056】

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51、DC/DCコンバータ（以下、単に「コンバータ」ともいう）52、電圧検出部53、電流電圧変換用の抵抗54、電圧生成部55、電圧計56、処理部57および表示部58を備えている。

【0057】

主電源回路51は、本体ユニット4の上記の各構成要素53～58を作動させるための正電圧Vddおよび負電圧Vss（第1基準電位としてのグランドG1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52は、一例として互いに電気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気的に絶縁された絶縁型電源として構成されている。

20

【0058】

このコンバータ52では、入力した正電圧Vddおよび負電圧Vssに基づいて駆動回路が作動して、正電圧Vdd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52の二次側から、この二次側の内部基準電位（第2基準電位）G2を基準とする正電圧Vf+および負電圧Vf-がフローティング状態（グランドG1、正電圧Vddおよび負電圧Vssと電気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Vf+および負電圧Vf-は、第2基準電位G2と共に電圧検出部53に供給される。なお、正電圧Vf+および負電圧Vf-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。

30

【0059】

電圧検出部53は、電流電圧変換回路53a、積分回路53b、駆動回路53cおよび絶縁回路53d（一例として駆動回路53c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53における基準電位が上記の第2基準電位G2に規定された状態で、コンバータ52から正電圧Vf+および負電圧Vf-の供給を受けて作動する。

40

【0060】

電流電圧変換回路53a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53における第2基準電位G2に規定された部位に接続（以下、「第2基準電位G2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5a（つまり、この芯線5aを介して検出プローブ1の検出電極23）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演算增幅器を備えて構成されている。この電流電圧変換回路53aは、第1演算增幅器が正電圧Vf+および負電圧Vf-で作動して、測定対象電線6の電圧V1と第2基準電位G2（電圧生成部55から出力される電圧信号V4の電圧である）との電位差Vdi（図9参照）に起因して、この電位差Vdiに応じた電流値で測定対象電線6と検出電極23との間に流れる検出電流（電流信号）Iを検出電圧信号V2に変換して出力する。この場合、検出電圧信号V2は、その振幅が電流信

50

号 I の振幅に比例して変化する。

【 0 0 6 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。

【 0 0 6 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 を電気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。

【 0 0 6 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 6 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。

【 0 0 6 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 6 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 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 $V_4 a$ を生成する。この場合、増幅回路 5 5 a は、積分信号 $V_3 a$ 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 $V_4 a$ を増幅動作によって生成する。位相補償回路 5 5 b 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 $V_4 a$ を入力してその位相を調整して電圧信号 $V_4 b$ として出力する。昇圧回路 5 5 c 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 $V_4 b$ 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 V_4 を生成して第 2 基準電位 G 2 に印加する。電圧計 5 6 は、グランド G 1 の電位を基準として電圧信号 V_4 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 D_v として出力する。

【 0 0 6 7 】

処理部 5 7 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 5 6 から出力される電圧データ D_v に基づいて測定対象電線 6 の電圧 V_1 を算出する電圧算出処理を実行する。また、処理部 5 7 は、電圧算出処理で算出した電圧 V_1 を表示部 5 8 に表やグラフの形式で表示させる。表示部 5 8 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。

【 0 0 6 8 】

10

20

30

40

50

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 M D を用いて測定対象電線 6 の電圧 V 1 を測定する際には、第 1 シールド筒体 2 1 の先端部に形成された挿入凹部 3 3 内に測定対象電線 6 を挿入する。

【 0 0 6 9 】

具体的には、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 に手（具体的には指）で加えることにより、つまみ部 3 2 c（つまり、操作レバー 3 2 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 3 1 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 2 1 内において検出電極 2 3 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 3 3 が検出電極 2 3 で閉塞された状態から、図 4 に示すように挿入凹部 3 3 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 3 3 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 6 a と第 1 シールド筒体 2 1 とは電気的に絶縁された状態に維持されている。10

【 0 0 7 0 】

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 3 3 を構成する基端側切欠き面 3 3 b が先端側切欠き面 3 3 a よりも第 1 シールド筒体 2 1 の基端部側に傾斜する構成であり、先端側切欠き面 3 3 a と基端側切欠き面 3 3 b との間の軸線 L 方向に沿った距離が挿入凹部 3 3 の奥側から開口部側に向かうに従って徐々に広くな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 3 3 内に容易に挿入することが可能になっている。20

【 0 0 7 1 】

続いて、つまみ部 3 2 c から手（指）を離す。これにより、つまみ部 3 2 c に加わっていた外力 F 1 がなくなるため、付勢部材 3 1 の付勢力 F 2 により、ガイド筒体 2 9 内において連結ピン 3 0 が第 1 シールド筒体 2 1 方向に押動される。また、検出電極 2 3 が、この連結ピン 3 0 で押動されて、第 1 シールド筒体 2 1 内を第 1 蓋体 2 5 方向に向けて、図 6 , 8 に示すように検出電極 2 3 の先端面 2 3 a と第 1 シールド筒体 2 1 の先端側切欠き面 3 3 a 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。

【 0 0 7 2 】

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 3 3 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 V 1 を測定する際に重要な測定対象電線 6 の芯線 6 a と検出電極 2 3 の先端面 2 3 a との間に形成される静電容量 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。30

【 0 0 7 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 α 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。40

【 0 0 7 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

10

20

30

40

50

電極ユニット3の第3蓋体27、第2シールド筒体22、第2蓋体26、第1シールド筒体21および第1蓋体25の各電圧。つまり、電圧信号V4の電圧)との電位差Vdiが増加しているとき(例えば、電圧V1の上昇に起因して電位差Vdiが増加しているとき)には、本体ユニット4の電圧検出部53では、測定対象電線6から検出電極23を介して電流電圧変換回路53a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53aは、出力している検出電圧信号V2の電圧値を低下させる。積分回路53bでは、この検出電圧信号V2の低下に起因して、第2演算增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53bは、積分信号V3の電圧を上昇させる。また、この積分信号V3の電圧上昇に伴い、駆動回路53c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53d(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54の抵抗値とフォトトランジスタの抵抗値とで電位差(Vdd-Vss)が分圧されて生成される積分信号V3aは、その電圧値が低下する。

【0075】

また、本体ユニット4では、電圧生成部55が、この積分信号V3aに基づいて、生成している電圧信号V4の電圧値を上昇させる。この測定装置MD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53a、積分回路53b、駆動回路53c、絶縁回路53dおよび電圧生成部55が、測定対象電線6の電圧V1の上昇を検出して、電圧信号V4の電圧値を上昇させることにより、電圧検出部53の第2基準電位G2等の電圧(電圧信号V4の電圧)を電圧V1に追従させる。

【0076】

また、電圧V1の低下に起因して電位差Vdiが増加したときには、検出電極23を介して電流電圧変換回路53a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53a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V4の電圧を低下させることにより、電圧検出部53の第2基準電位G2等の電圧(電圧信号V4の電圧)を電圧V1に追従させる。

【0077】

このようにして、測定装置MDでは、電圧検出部53の第2基準電位G2等の電圧(電圧信号V4の電圧)を電圧V1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53の第2基準電位G2等の電圧(電流電圧変換回路53aの第1演算增幅器のバーチャルショートにより、検出電極23の電圧でもある)が電圧V1に一致させられる(収束させられる)。電圧計56は、電圧信号V4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Dvを出力する。また、電圧信号V4は、測定対象電線6の電圧V1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V1の変動に追従する。したがって、測定対象電線6の電圧V1を示す電圧データDvが電圧計56から連続して出力される。

【0078】

処理部57は、電圧計56から出力された電圧データDvを入力してメモリに記憶する。次いで、処理部57は、電圧算出処理を実行して、電圧データDvに基づいて測定対象電線6の電圧V1を算出してメモリに記憶する。最後に、処理部57は、メモリに記憶されている測定結果(電圧V1)を表示部58に表示させる。これにより、測定装置MDによる測定対象電線6の電圧V1の測定が完了する。

【0079】

引き続き、他の測定対象電線6の電圧V1を測定する際には、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に加えることにより、操作レバー32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23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33の先端側切欠き面33aと検出電極23の先端面23a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33内か

10

20

30

40

50

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。

【0080】

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MDでは、先端部に挿入凹部33が形成され、基端部がグリップ部2に固定され、かつシールドケーブル5のシールド導体5bに接続された第1シールド筒体21と、先端面23aおよび外周面23bが絶縁被覆24で覆われて第1シールド筒体21内に摺動自在に収納され、かつシールドケーブル5の芯線5aに接続された検出電極23とを備え、検出電極23は、第1シールド筒体21内を挿入凹部33方向に摺動して、挿入凹部33内に挿入されている状態の測定対象電線6と絶縁被覆24を介して先端面23aが容量結合可能に構成されている。

10

【0081】

したがって、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MDによれば、測定対象電線6とする1本の配線材を挿入し得る挿入凹部33を先端部に形成し、かつ絶縁被覆24で覆われた検出電極23を内部に収納し得る限りにおいて、細い筒状の剛性体で第1シールド筒体21を形成することができ、これによって挿入凹部33内に挿入された測定対象電線6と検出電極23の先端面23aとの間の容量結合および第1シールド筒体21による検出電極23のシールドが可能となることから、背景技術で説明した各種の検出プローブでは装着(クランプ)することが困難であった他の導体と極めて近接した状態で存在している測定対象電線6に対しても、外乱の検出電極23への影響(例えば、他の導体からの影響)を第1シールド筒体21によって低減しつつ、挿入凹部33内に挿入して(装着して)その電圧V1を確実かつ容易に測定することができる。

20

【0082】

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MDでは、第1シールド筒体21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のうちの先端部側に位置する先端側切欠き面33aが、基準平面PLを基準として基端部側に傾斜する構成となっている。したがって、この検出プローブ1およびこの測定装置MDによれば、挿入凹部33内に挿入された測定対象電線6が検出電極23の先端面23aによって先端側切欠き面33aに押し付けられた状態(先端面23aと先端側切欠き面33aとで挟持された状態)において、測定対象電線6を挿入凹部33から外れにくくすることができる。

30

【0083】

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MDでは、第1シールド筒体21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のうちの基端部側に位置する基端側切欠き面33bが、基準平面PLを基準として、先端側切欠き面33aよりも基端部側に傾斜する構成となっている。したがって、この検出プローブ1およびこの測定装置MDによれば、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、切欠き面33a, 33b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)にできるため、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できる。

40

【0084】

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MDによれば、挿入凹部33内に挿入された測定対象電線6を、付勢部材31の付勢力により、第1シールド筒体21の先端側切欠き面33aと検出電極23の先端面23aとの間で挟持することができるため、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が挿入凹部33内に位置する状態が維持される結果、電圧V1の測定作業についての作業性を向上させることができる。

【0085】

50

また、上記の検出プローブ1では、検出電極23の先端面23aは基準平面PLと平行な平面に形成されているが、図10に示すように、第1シールド筒体21の先端部側に傾斜する斜面に形成する構成を採用することもできる。この構成の検出プローブ1およびこの検出プローブ1を備えた測定装置MDによれば、挿入凹部33内に挿入された測定対象電線6が検出電極23の先端面23aによって先端側切欠き面33aに押し付けられた状態（先端面23aと先端側切欠き面33aとで挟持された状態）において、測定対象電線6を挿入凹部33から一層外れにくくすることができる。

【0086】

また、上記の検出プローブ1では、各切欠き面33a, 33bを基準平面PLを基準として第1シールド筒体21の基端部側に傾斜させる構成を採用しているが、この構成に限10定されず、例えば、図11に示すように、各切欠き面33a, 33bを共に基準平面PLと平行にする構成や、図示はしないが、先端側切欠き面33aを基準平面PLと平行にし、かつ基端側切欠き面33bを基端部側に傾斜させる構成や、先端側切欠き面33aを基端部側に傾斜させ、かつ基端側切欠き面33bを基準平面PLと平行にする構成を採用することができる。

【0087】

また、上記の検出プローブ1（つまり、検出電極ユニット3）では、図8, 10に示すように、検出電極23の先端面23aと測定対象電線6の芯線6aとが容量結合している状態（容量結合状態）、つまり、測定対象電線6が挿入凹部33内で先端側切欠き面33aと先端面23aとで挟持されている状態において、シールド部材（シールド導体5bの電位と同電位の部材）の存在しない挿入凹部33の開口部分を介して、外乱の影響を若干ではあるが受ける可能性のある構成となっている。

【0088】

このような検出電極23に対する外乱の影響を低減する構成として、図12に示す検出電極ユニット3のように、上記した容量結合状態において挿入凹部33から第1シールド筒体21の外部に露出する検出電極23の外周面23bを覆う絶縁被覆24に導電体層36を形成して（検出電極23と第1シールド筒体21との間に導電体層36を配設して）、検出電極23の外周面23bおよび絶縁被覆24をさらに導電体層36で覆う構成を採用することができる。この場合、導電体層36は、導電性材料（例えば、金属材料）を用いて、例えば0.1mm未満（一例として0.01mm程度）の厚みで絶縁被覆24の表面に形成されている。また、この構成では、第1シールド筒体21の内面との接触（電気的接触）によって導電体層36が第1シールド筒体21と同電位となることで、導電体層36が検出電極用シールド材として機能する。

【0089】

この構成によれば、容量結合状態において挿入凹部33から第1シールド筒体21の外部に露出する検出電極23の外周面23bに検出電極用シールド材として機能する導電体層36を形成したことにより、検出電極23に対する外乱の影響を十分に低減させることができる。

【0090】

また、この構成によれば、導電体層36で検出電極用シールド材を構成したことにより、検出電極用シールド材を薄くすることができるため、検出電極用シールド材としての導電体層36で覆われた検出電極23を収容する第1シールド筒体21を細く構成することができる結果、互いに近接している複数の電線の中から1本の測定対象電線6だけを第1シールド筒体21の先端部に装着する（先端部に形成されている挿入凹部33内に挿入させる）作業を容易に行うことができる。

【0091】

また、容量結合状態における外乱の影響を低減する他の構成として、図13に示す検出電極ユニット3のように、導電体層36に代えて、金属製（導電性材料製）の筒体37を検出電極23と第1シールド筒体21との間に配設し、容量結合状態において挿入凹部33から第1シールド筒体21の外部に露出する検出電極23の外周面23bおよびその外

10

20

30

40

50

周面 23b を覆う絶縁被覆 24 を、筒体 37 でさらに覆う構成を採用することもでき、この構成においても、第 1 シールド筒体 21 の内面との接触（電気的接触）によって筒体 37 が第 1 シールド筒体 21 と同電位となることで、筒体 37 が検出電極用シールド材として機能する。このため、この構成においても、検出電極 23 に対する外乱の影響を十分に低減させることができる。

【 0 0 9 2 】

また、この構成によれば、筒体 37 で検出電極用シールド材を構成したことにより、検出電極 23 を筒体 37 に挿入し、その筒体 37 を第 1 シールド筒体 21 に挿入するだけの簡易な工程で検出電極 23 と第 1 シールド筒体 21 との間に検出電極用シールド材としての筒体 37 を配設することができるため、検出プローブ 1 の組立効率を十分に向上させることができる。10

【 0 0 9 3 】

また、筒体 37 を検出電極 23 と第 1 シールド筒体 21 との間に配設する検出電極ユニット 3 では、図 13 に示すように、容量結合状態において筒体 37 の先端部 37a が検出電極 23 の先端面 23a（先端面 23a を覆っている絶縁被覆 24）と面一の状態および先端部 37a が先端面 23a よりも軸線 L 方向に沿って第 1 シールド筒体 21 の基端部側（同図における右側）に位置する状態のいずれかの状態とする構成を採用することができる。この構成によれば、検出電極 23 の先端面 23a から筒体 37 の先端部 37a が突出していないため、挿入凹部 33 を構成する先端側切欠き面 33a と検出電極 23 の先端面 23a とで測定対象電線 6 を挟持する際に、筒体 37 の先端部 37a によって測定対象電線 6 が損傷を受けたり切断されたりする事態を確実に防止することができる。20

【 0 0 9 4 】

また、この測定装置 MD 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。

【 0 0 9 5 】

次に、検出プローブの他の一例としての図 14, 15 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 14, 15 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。30

【 0 0 9 6 】

この場合、図 14 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 15 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。40

【 0 0 9 7 】

また、この検出電極ユニット 103 では、図 14, 15 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。

【 0 0 9 8 】

10

20

30

40

50

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 14 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 15 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 14 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 14 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 16 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。

【0099】

続いて、つまみ部 32c から指を離す。この際に、図 16 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。

【0100】

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り、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。

【0101】

また、この検出プローブ 101 においても、上記した検出プローブ 1 と同様にして、容量結合状態における外乱の影響を低減するために、図 17 に示すように、容量結合状態において挿入凹部 33 から第 1 シールド筒体 21 の外部に露出する検出電極 23 の外周面 23b を覆う絶縁被覆 24 に、検出電極用シールド材として機能する導電体層 36 を形成して（検出電極 23 と第 1 シールド筒体 21 との間に導電体層 36 を配設して）、検出電極 23 の外周面 23b および絶縁被覆 24 をさらに導電体層 36 で覆う構成が採用されている。このため、この構成においても、検出電極 23 に対する外乱の影響も十分に低減させることができる。

【0102】

また、容量結合状態における外乱の影響を低減する他の構成として、図 18 に示す検出電極ユニット 103 のように、導電体層 36 に代えて、検出電極用シールド材として機能する金属製（導電性材料製）の筒体 37 を検出電極 23 と第 1 シールド筒体 21 との間に配設し、容量結合状態において挿入凹部 33 から第 1 シールド筒体 21 の外部に露出する検出電極 23 の外周面 23b およびその外周面 23b を覆う絶縁被覆 24 を、筒体 37 でさらに覆う構成を採用することもできる。この構成においても、検出電極 23 に対する外乱の影響も十分に低減させることができる。

【0103】

また、筒体 37 を検出電極 23 と第 1 シールド筒体 21 との間に配設する検出電極ユニット 103 では、図 18 に示すように、容量結合状態において筒体 37 の先端部 37a が検出電極 23 の先端面 23a（先端面 23a を覆っている絶縁被覆 24）と面一の状態および先端部 37a が先端面 23a よりも軸線 L 方向に沿って第 1 シールド筒体 21 の基端部側（同図における右側）に位置する状態のいずれかの状態とすることもできる。この構成によれば、検出電極 23 の先端面 23a から筒体 37 の先端部 37a が突出していないため、挿入凹部 33 を構成する先端側切欠き面 33a と検出電極 23 の先端面 23a とで測定対象電線 6 を挟持する際に、筒体 37 の先端部 37a によって測定対象電線 6 が損傷

10

20

30

40

50

を受けたり切断されたりする事態を確実に防止することができる。

【0104】

また、容量結合状態における外乱の影響を低減するさらに他の構成として、図19に示す検出電極ユニット103のように、検出電極用シールド材として機能する筒体37を第1シールド筒体21の外側に配設し、容量結合状態において挿入凹部33から第1シールド筒体21の外部に露出する検出電極23の外周面23bおよびその外周面23bを覆う絶縁被覆24を、筒体37でさらに覆う構成を採用することもできる。この構成においても、検出電極23に対する外乱の影響も十分に低減させることができる。

【0105】

また、筒体37を検出電極23と第1シールド筒体21との間に配設したり、筒体37を第1シールド筒体21の外側に配設したりする検出電極ユニット103においても、図18, 19に示すように、容量結合状態において筒体37の先端部37aが検出電極23の先端面23a(先端面23aを覆っている絶縁被覆24)と面一の状態および先端部37aが先端面23aよりも軸線L方向に沿って第1シールド筒体21の基端部側(同図における右側)に位置する状態のいずれかの状態とする構成を採用することができる。この構成においても、検出電極23の先端面23aから筒体37の先端部37aが突出していないため、挿入凹部33を構成する先端側切欠き面33aと検出電極23の先端面23aとで測定対象電線6を挟持する際に、筒体37の先端部37aによって測定対象電線6が損傷を受けたり切断されたりする事態を確実に防止することができる。

【0106】

また、グリップ部2を備えて検出プローブ1, 101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。

【符号の説明】

【0107】

1, 101	検出プローブ
5	シールドケーブル
5 a	芯線
5 b	シールド導体
6	測定対象電線
2 1	第1シールド筒体
2 3	検出電極
2 4	絶縁被覆
3 3	挿入凹部
3 3 a	先端側切欠き面
3 3 b	基端側切欠き面
3 6	導電体層
3 7	筒体
3 7 a	先端部
L	軸線
P L	基準平面

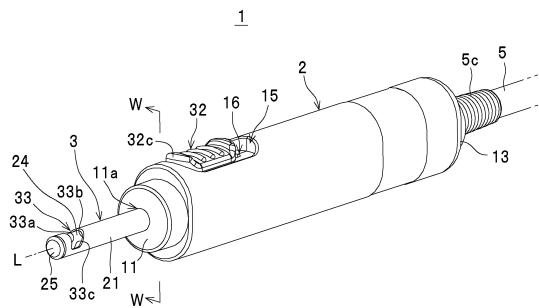
10

20

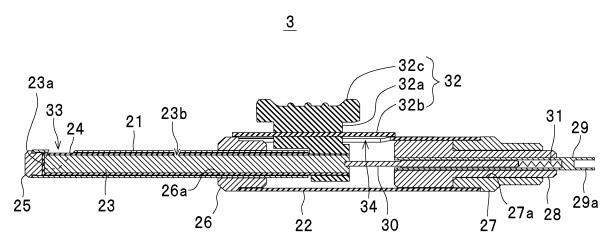
30

40

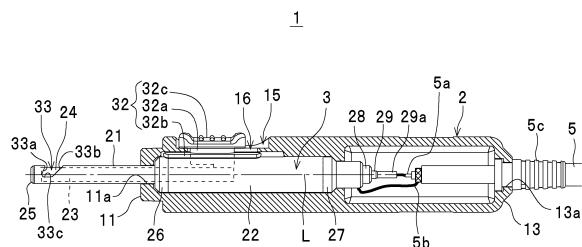
【 図 1 】



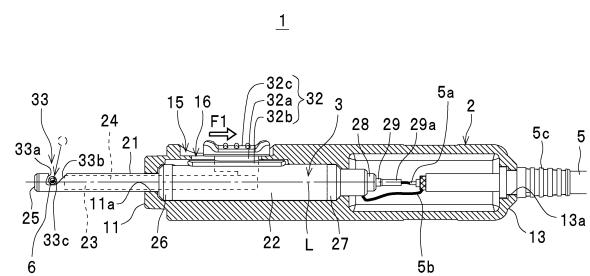
【 四 3 】



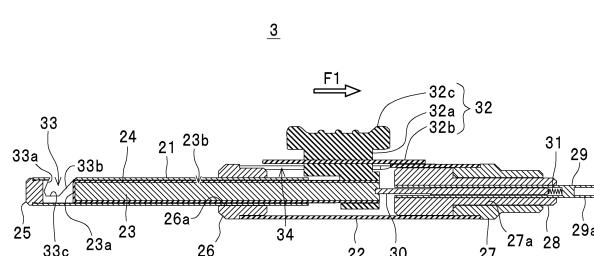
【 図 2 】



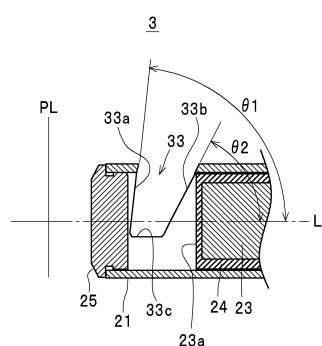
【 図 4 】



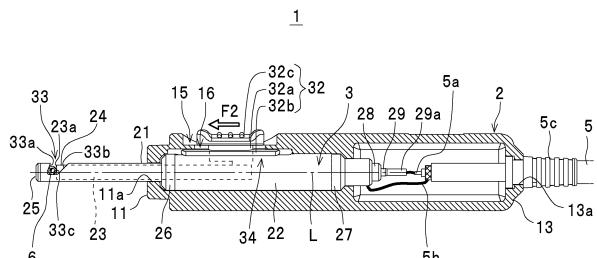
【 図 5 】



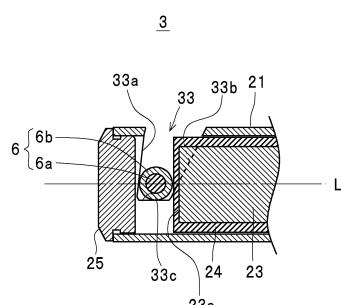
【 図 7 】



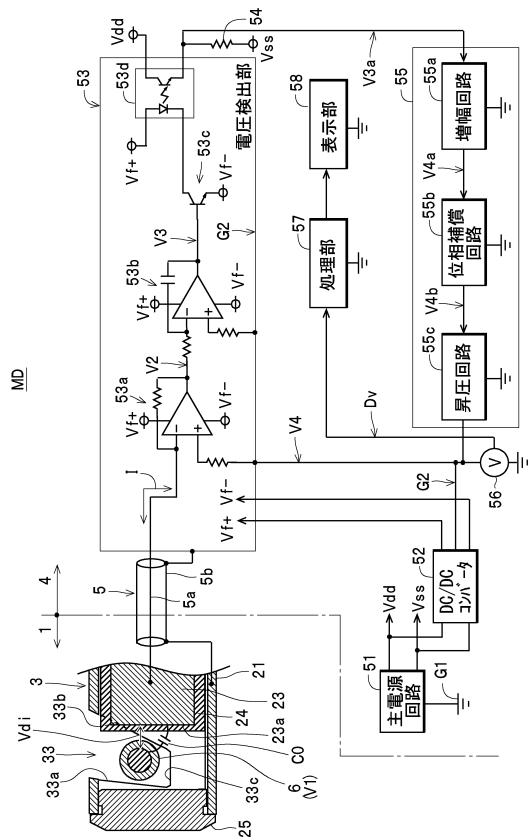
【 四 6 】



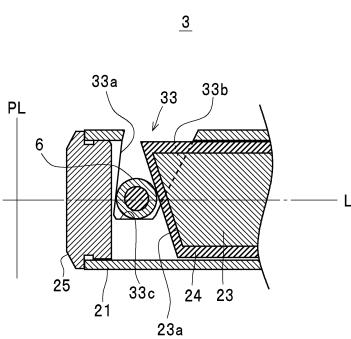
【 四 8 】



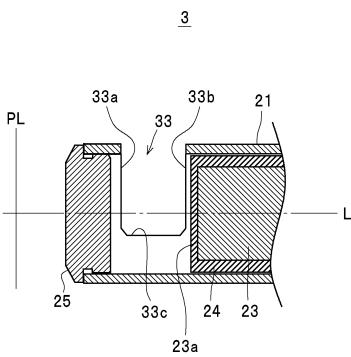
【 図 9 】



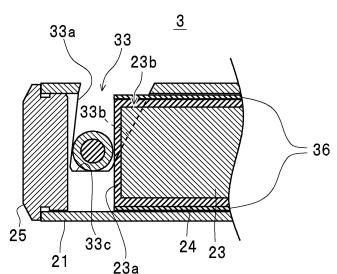
【図10】



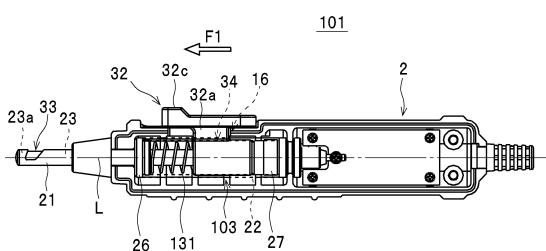
【図 1 1】



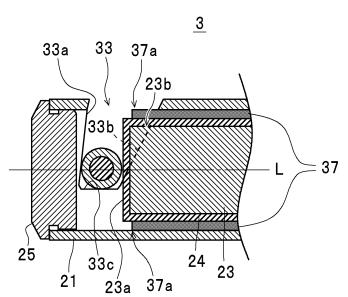
【図12】



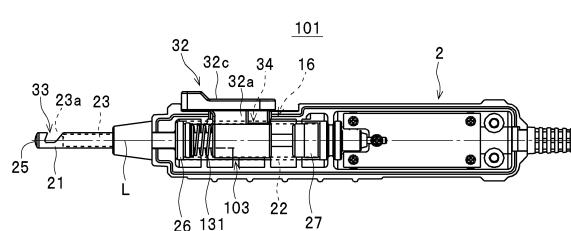
【図14】



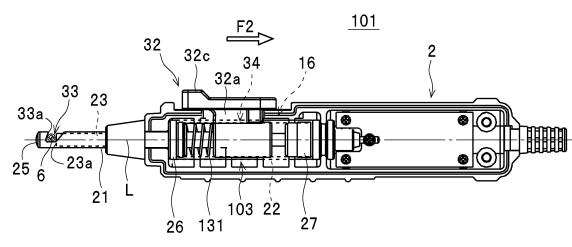
【図13】



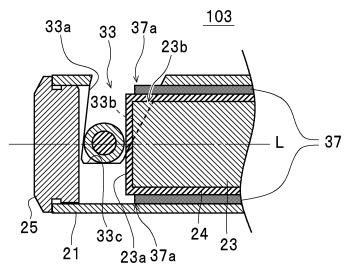
【 15 】



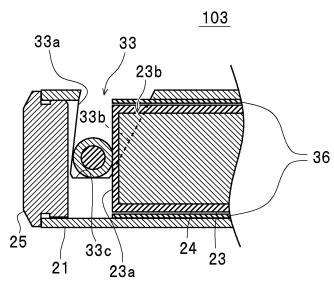
【図16】



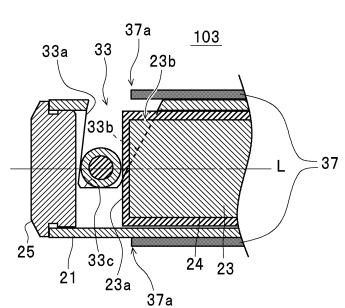
【図18】



【図17】



【図19】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-204371(JP,A)
特開平5-264672(JP,A)
特開2010-286347(JP,A)
特開平9-211046(JP,A)
米国特許第6756799(US,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 01 R 15 / 16
G 01 R 15 / 04
G 01 R 19 / 00
G 01 R 1 / 06
G 01 R 1 / 22
G 01 R 31 / 00