

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6329080号  
(P6329080)

(45) 発行日 平成30年5月23日(2018.5.23)

(24) 登録日 平成30年4月27日(2018.4.27)

(51) Int.Cl.

G O 1 R 15/16 (2006.01)

F 1

G O 1 R 15/16

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2014-548826 (P2014-548826)  
 (86) (22) 出願日 平成24年12月19日 (2012.12.19)  
 (65) 公表番号 特表2015-506465 (P2015-506465A)  
 (43) 公表日 平成27年3月2日 (2015.3.2)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2012/070569  
 (87) 國際公開番号 WO2013/096424  
 (87) 國際公開日 平成25年6月27日 (2013.6.27)  
 審査請求日 平成27年12月1日 (2015.12.1)  
 (31) 優先権主張番号 11194804.8  
 (32) 優先日 平成23年12月21日 (2011.12.21)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)  
 (31) 優先権主張番号 61/662,713  
 (32) 優先日 平成24年6月21日 (2012.6.21)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 505005049  
 スリーエム イノベイティブ プロパティ  
 ズ カンパニー  
 アメリカ合衆国、ミネソタ州 55133  
 -3427, セント ポール, ポスト オ  
 フィス ボックス 33427, スリーエ  
 ム センター  
 (74) 代理人 100088155  
 弁理士 長谷川 芳樹  
 (74) 代理人 100107456  
 弁理士 池田 成人  
 (74) 代理人 100128381  
 弁理士 清水 義憲  
 (74) 代理人 100162352  
 弁理士 酒巻 順一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電力ネットワークのためのセンサ付きケーブル

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

電力ネットワークにおける電力分配用のセンサ付きケーブル(1)であって、内部導体(5)と、前記内部導体(5)の少なくとも1つの軸方向セクションの周囲に同心円状に配置された絶縁層(10)とを含み、

前記内部導体(5)の電圧を検出するための静電容量式電圧センサ(100)を更に含む、センサ付きケーブル(1)において、

前記静電容量式電圧センサ(100)が、プリント回路基板素子(60)を含み、

前記プリント回路基板素子(60)が、導電性若しくは半導電性の材料からなる部品(40、140)上に配置されており、前記導電性若しくは半導電性の材料からなる部品(40、140)は、前記内部導体(5)とは電気的に絶縁されており、  
10

前記導電性若しくは半導電性の材料からなる部品(40、140)は、前記ケーブル(1)の前記絶縁層(10)上に配置され、かつ前記静電容量式電圧センサ(100)の検出コンデンサの電極を形成するように機能可能であり、

前記プリント回路基板素子(60)が、二次元に広がる表面接触領域をもたらす露出された導電領域(62)を含み、前記露出された導電領域(62)は、前記表面接触領域にわたって、前記導電性若しくは半導電性の材料からなる部品(40、140)と機械的かつ電気的に接触している、ことを特徴とする、センサ付きケーブル(1)。

## 【請求項 2】

前記露出された導電領域(62)が、連続的な表面接触領域又はパターン付き表面接触

領域を提供する、請求項 1 に記載のセンサ付きケーブル(1)。

**【請求項 3】**

前記絶縁層(10)の少なくとも 1 つの部分上で同心円状に配置された導電性若しくは半導電性の層(20)を含み、

前記導電性若しくは半導電性の材料からなる部品(40, 140)が、前記導電性若しくは半導電性の層(20)の第 1 部分を構成し、前記導電性若しくは半導電性の層(20)の前記第 1 部分が、前記絶縁層(10)の少なくとも 1 つの軸方向部分の外周全体に沿って延びている、請求項 1 または 2 に記載のセンサ付きケーブル(1)。

**【請求項 4】**

前記導電性若しくは半導電性の材料からなる部品(40, 140)は、パッチ若しくは円筒形スリーブであり、

前記センサ付きケーブル(1)は、前記導電性若しくは半導電性の材料からなる部品(40, 140)の前記センサ付きケーブル(1)の軸方向における両側で、前記絶縁層(10)の少なくとも 1 つの軸方向セクションの周囲に同心円状に配置された、追加の導電性若しくは半導電性の材料を更に含み、前記追加の導電性若しくは半導電性の材料は、2 つの導電性若しくは半導電性の軸方向セクションを含み、前記 2 つの軸方向セクションは、非導電性の軸方向セクション(150)によって前記導電性若しくは半導電性の材料からなる部品から電気的に絶縁されている、請求項 3 に記載のセンサ付きケーブル(1)。

**【請求項 5】**

電力ネットワークケーブル(1)の導電性若しくは半導電性の材料からなる部品(140)を電気的に接続し、前記電力ネットワークケーブル(1)の内部導体(5)の電圧を検出するための、プリント回路基板素子(60)の使用であって、

前記電力ネットワークケーブル(1)が、前記内部導体(5)の少なくとも 1 つの軸方向セクションの周囲に同心円状に配置された絶縁層(10)と、前記内部導体(5)の電圧を検出するための静電容量式電圧センサ(100)とを含み、

前記プリント回路基板素子(60)が、導電性若しくは半導電性の材料からなる部品(140)上に配置されており、前記導電性若しくは半導電性の材料からなる部品(140)は、前記内部導体(5)とは電気的に絶縁されており、

前記導電性若しくは半導電性の材料からなる部品(140)は、前記ケーブル(1)の前記絶縁層(10)上に配置され、かつ前記静電容量式電圧センサ(100)の検出コンデンサの電極を形成するように機能可能であり、

前記プリント回路基板素子(60)は、二次元に広がる表面接触領域を提供する露出された導電領域(62)を含み、

前記使用は、前記露出された導電領域(62)を、前記表面接触領域にわたって、前記導電性若しくは半導電性の材料からなる部品(140)と機械的かつ電気的に接触させるステップを含む、使用。

**【請求項 6】**

前記プリント回路基板素子(60)が、可撓性部分を含む、請求項 5 に記載のプリント回路基板素子(60)の使用。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明は、電力ネットワークにおける電力の伝送のためのケーブルに関し、このケーブルは、プリント回路基板素子(「PCB 素子」)を含む静電容量式電圧センサを備え、PCB 素子は、ケーブルの絶縁層上に配置され電圧センサの検出コンデンサの電極を形成可能な導電性若しくは半導電性の材料からなる電気的に絶縁された部品上に配置されている。本発明はまた、電力ネットワークケーブルの導電性の層又は半導電性の層の接触のためのプリント回路基板素子の使用にも関する。

**【背景技術】**

**【0002】**

10

20

30

40

50

電力ネットワークのオペレータは、設備及び個々のケーブルの電圧及び電力について、センサを使用してそれらのネットワークの状態をモニタする。高電圧及び中電圧の電力ケーブルの電圧センサの初期の例が、英國特許第1058890号に記載されており、この例ではケーブルの絶縁導体及び電界検知プローブ電極の絶縁導体がガード電極によって包囲され、並びに、この例ではガード電極及びプローブ電極はハイゲインアンプの入力端子に接続される。

#### 【0003】

獨國特許出願第3702735(A1)号において、ケーブルの電圧測定装置は静電容量式分圧器を含む。コンデンサのうちの1つ、すなわち高圧コンデンサは、ケーブルの中央導体の絶縁体及びこれを包囲する導電性の層によって形成される。測定コンデンサが導電性の層とケーブルの遮蔽メッシュとの間に配置される。10

#### 【0004】

日本国特許公開第60256068(A2)号は、高圧電力ケーブルの荷電電圧の測定に関する。この出願は、絶縁体を露出するために、電力ケーブルの遮蔽電極の一部の剥ぎ取りを開示している。導電性又は半導体性部材は、絶縁体の外周面の周辺において部分的に巻かれ、吊り下げ電極(suspended electrode)を形成する。リード線は前述の電極内に組み込まれ、かつこの電極に接続されている。(D8、最も近いとされる既知の技術)

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

20

#### 【0005】

ケーブルの、電圧センサ回路と導電性若しくは半導電性の層との間の電気的及び機械的接触を改良することが本発明の目的であり、ケーブルの導電性若しくは半導電性の層は、静電容量式電圧センサの検出コンデンサの電極として操作される。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0006】

本発明は、電力ネットワークにおける電力分配用センサ付きケーブルであって、このセンサ付きケーブルは、内部導体、及び内部導体の少なくとも1つの軸方向セクションの周囲に同心円状に配置された絶縁層を含み、内部導体の電圧を検出するための静電容量式電圧センサを更に含む、センサ付きケーブルにおいて、プリント回路基板素子を含むセンサであって、このプリント回路基板素子は、導電性若しくは半導電性の材料からなる電気的に絶縁された部品上に配置され、導電性若しくは半導電性の材料からなる電気的に絶縁された部品が、ケーブルの絶縁層上に配置され、かつ静電容量式電圧センサの検出コンデンサの電極を形成するように機能可能である、センサを特徴とする、センサ付きケーブルを提供する。30

#### 【0007】

プリント回路基板素子(「PCB」)は、いくつかの位置において、導電性若しくは半導電性の材料からなる電気的に絶縁された部品への電気的接触を確立できる。これは(半)導電性材料からなる部品上のある箇所においてのみ電気的接触を有するという不利益を回避する。すなわち、これは、第1に、そのある箇所の接点が例えば不完全である、腐食している、又は損傷している場合、その箇所における電気的接触不良による問題を回避する。例えば腐食又は損傷の場合では、PCB上で電圧が全く測定されないか、又は測定される電圧が低い場合があり、センサの不正確な電圧読み取りという結果になる。第2に、これは、(半)導電性部品の周縁から、このある接点の位置に移動する電子が、より長い経路にわたって(半)導電性部品の電気抵抗を受けるという事実から生じる問題も回避する。これは次いで、電圧低下及び最終的には、PCB上で測定される電圧がより低い(すなわち正確性に劣る)電圧となる恐れがある。40

#### 【0008】

対照的に、本発明に係るセンサ付きケーブルは、PCBを有し、PCB上の様々な位置において、したがって(半)導電性部品の様々な位置において多数の接点を提供すること

50

がきる。これは冗長性をもたらし、これによって单一の腐食した、不完全な、又は損傷した接触点は、電圧の誤測定につながる恐れがない。また、多数の接点は、(半)導電性部品の周縁からP C B上の次に最も近い接点位置まで移動しなければならない、電子の経路を短縮する。これははるかに小さい電圧低下及び電圧読み取りの精度向上となる。

#### 【0009】

本発明に係るセンサ付きケーブルは、P C Bを含む静電容量式電圧センサを有し、他の目的を果たすことができる複数の電子構成要素(例えば温度補正のための電子回路を形成する構成要素)を支援するようにP C Bを適用することができるという更なる利点をもたらす。

#### 【0010】

センサ付きケーブルは、センサと組み合わされた、又はセンサを含むケーブルである。本発明に係るケーブルは、電力を伝達するための内部導体、及びこの内部導体の少なくとも1つの軸方向セクションの周囲に同心円状に配置された絶縁層を含む。絶縁層は、内部導体上に直接配置されてもよい。

#### 【0011】

本発明に係るセンサ付きケーブルは、内部導体の電圧を検出するための静電容量式電圧センサを含む。センサは、接地電位に関して、又は他の電位に関して内部導体の電圧を検出するのに好適であり得る。

#### 【0012】

静電容量式センサは検出コンデンサを含む。本発明に係るセンサ付きケーブルにおいて、検出コンデンサの1つの電極は、内部導体又は導電性素子であってもよく、これはケーブルの内部導体に電気的に接続される。ケーブルの絶縁層は、検出コンデンサの誘電体を形成するように機能可能であってもよい。より広くは、検出コンデンサの誘電体は、ケーブルの絶縁層の一部を含んでもよい。

#### 【0013】

本発明に係るセンサ付きケーブルは、プリント配線基板素子(「P C B素子」)を含むセンサを特徴とする。P C B素子は、導電性若しくは半導電性の材料からなる電気的に絶縁された部品(本明細書では「(半)導電性材料」とも呼ばれる)上に配置され、これは次いで、ケーブルの絶縁層上に配置される。P C B素子は(半)導電性材料からなる電気的に絶縁された部品上に配置され得る。(半)導電性材料からなるこの部品は、検出コンデンサの電極を形成するように機能可能である。P C B素子はこのように、(半)導電性材料からなる部品を介して絶縁層と機械的に接觸している。(半)導電性材料からなる部品はこのように、P C B素子と絶縁層との間に配置され得る。(半)導電性材料からなる部品は、例えば(半)導電性材料からなる層であってもよく、すなわち、これは互いに反対側となる2つの主表面(例えば第1主表面及び第2主表面)を有してもよい。第1主表面は絶縁層と機械的に接觸してもよい。第2主表面はP C B素子と機械的に接觸してもよい。

#### 【0014】

(半)導電性材料からなる部品は例えば、導電性金属又は導電性ポリマーを含んでもよい。具体的にはこれは銅の層を含んでもよい。(半)導電性材料からなる電気的に絶縁された部品は、接着剤によってケーブルの絶縁層に取り付けられてもよい。接着剤は例えば感圧接着剤又はホットメルト接着剤であってもよい。

#### 【0015】

P C B素子は、(半)導電性材料からなる部品と電気的に接觸してもよい。P C B素子は、(半)導電性材料からなる部品を電気的に接觸する1つ以上の接觸部を含んでもよい。P C B素子は、(半)導電性材料からなる部品を電気的及び機械的に接觸するための接觸部を含んでもよい。P C B素子はコンデンサを含んでもよい。コンデンサは、(半)導電性材料からなる部品に電気的に接觸してもよい。コンデンサは静電容量式分圧器における補助コンデンサとして機能可能であってもよい。静電容量式分圧器は、検出コンデンサ及びこの補助コンデンサを含んでもよい。コンデンサ及び/又は静電容量式分圧器は、内

10

20

30

40

50

部導体の電圧を検出するために、静電容量式センサに含まれてもよい。

#### 【0016】

P C B 素子は、P C B 素子と(半)導電性材料からなる部品との間の電気的接触を確立するように、(半)導電性材料からなる部品にわたって、又はこの部品の上に配置されてもよい。P C B 素子は、(半)導電性材料からなる部品上に配置され、すなわちP C B 素子は、(半)導電性材料からなる部品に隣接して配置され、P C B 素子は、(半-)導電性材料からなる部品と機械的に接触する。P C B 素子は互いに反対側となる2つの主要面を有してもよい。このP C B 素子は、P C B 素子と(半)導電性材料からなる部品との間の電気的接触を確立するように、(半)導電性材料からなる部品上に、又はこの部品上に配置されてもよい。P C B 素子は、(半)導電性材料からなる部品に取り付けられてもよい。これはあるいは、(半)導電性材料からなる部品と感圧接触させてもよい。

10

#### 【0017】

P C B 素子は両面P C B を構成してもよく、すなわちP C B は互いに反対側となる第1主要面及び第2主要面を有する。かかるP C B 素子は、空間を減じるという点において、したがってP C B 素子をケーブル内に組込むことができる、又はケーブルに近接して(例えばスプライス内に)保持することができるという点で特に有利であり得る。両面P C B を構成するP C B 素子は、(半)導電性材料からなる部品をP C B の第1面と電気的に接触することができる。両面P C B は、(半)導電性材料からなる部品を電気的に接触するために第1主要面上に接点を含んでもよい。P C B は、(半)導電性材料からなる部品を電気的かつ機械的に接触するために第1主要面上に接点を含んでもよい。P C B はコンデンサを含んでもよい。コンデンサは、(半)導電性材料からなる部品に電気的に接続されてもよい。コンデンサは静電容量式分圧器における補助コンデンサとして機能可能であつてもよい。コンデンサは、P C B の第2主要面上に配置されてもよい。そのようなコンデンサは、第2主要面上に配置され、第1主要面上で、例えばP C B におけるビア又は導電性めっき処理された貫通孔を通じて、(半)導電性材料からなる部品を電気的に接触するために接点に電気的に接続されてもよい。

20

#### 【0018】

P C B 素子は全体的に、二次元に広がる表面接触領域を提供する露出した導電性領域を含むことができる。露出された導電性領域は、二次元的にかつ広げられた領域にわたって、(半)導電性材料からなる電気的に絶縁された部品と機械的かつ電気的に接触することができる。二次元に広がる表面接触領域を提供する露出された導電性領域は、P C B 素子と(半)導電性材料からなる部品との間に緊密な機械的かつ電気的接触を確立するのに特に有利であり、なぜならばこれは多くの電位接点をもたらし、接点領域を最大にし、これはより信頼性のある接点と抵抗損失の減少となるからである。半導電性若しくは導電性材料からなる電気的に絶縁された部品の内部の電気抵抗がごくわずかでない実施形態において、この配置は、電位が、P C B 素子の接点に到達する前に、(半)導電性材料からなる部品を通過する必要のある経路をより短くすることができる。これは(半)導電性材料からなる部品の内部抵抗の影響を減少させ、並びに、より高い測定精度を提供することができる。全般的には、P C B 素子の接点領域が単一の導電性の点でなく、二次元に広がる表面接触領域をもたらす導電性領域であるという事実は、電圧センサの精度及び信頼性を高める。二次元に広がる表面接触領域は、単一接点の領域よりも大きくすることができる。これは例えば1 cm<sup>2</sup>以上の面積を有する場合がある。この拡張のために、それは多数の接点において、半導体材料及び/又は(半)導電性材料からなる部品に接触することができる。これらの接点は、二次元に広がる表面接触領域にわたって分散され得る。P C B 素子の露出された導電性領域は、(半)導電性材料からなる部品を電気的かつ機械的に接触するための接点を形成する。

30

#### 【0019】

P C B 素子の露出された導電性領域は、導電性金属(例、金、銀又は銅)の層を含んでもよい。具体的には、これは銅層を含んでもよい。銅層は、電気的接触を高めるため及び/又は環境からの影響に対する保護(例えば腐食に対して)のために金めっきされてもよ

40

50

い。

#### 【0020】

P C B 素子の露出された導電性領域は、連続的な表面接触領域又はパターン付きの、すなわち断続的な、非連続的な表面接触領域をもたらすことができる。パターン付き表面接触領域の全ての部分は互いに電気的に接触することができる。パターン付き表面接触領域は、これを製造するために、より少ない導電性材料を必要とする一方で、電気的接触及び抵抗損失の信頼性に対してごくわずかな影響しか有さない。パターン付き表面接触領域は、P C B 素子の機械的可撓性も強化することができ、したがってP C B が折り曲げられた場合の層の亀裂及びフレークのリスクを低減する。具体的な実施形態では、露出された導電性領域は、パターン付きの金めっきされた銅層を含む。表面接触領域は、例えば正方形又はダイヤモンド形のパターンを備えた格子であってもよい。10

#### 【0021】

P C B 素子は可撓性部分を含んでもよい。上記の露出された導電性領域は可撓性部分上に配置されてもよい。具体的には、P C B 素子はフレキシブルP C B を構成してもよい。P C B 素子の可撓性部分、並びに具体的にはフレキシブルP C B は、P C B 素子が、(半)導電性材料からなる電気的に絶縁された部品に、より良好に適合できるようにする。これは同様に、P C B 素子と(半)導電性材料からなる部品との間の電気的接触を強化し、これによって接点をより信頼性のあるものとし、抵抗損失を低減し、電圧センサの更に高い精度を促進する。P C B 素子の可撓性部分は、P C B 塑性が異なる寸法のケーブルに適合できるようにもする。具体的な実施形態では、P C B 素子はフレキシブル両面P C B を構成する。20

#### 【0022】

本発明の具体的な実施形態では、センサ付きケーブルは、絶縁層の少なくとも1つの部分上に同心円状に配置された導電性若しくは半導電性の層(すなわち「(半)導電性の層」)を含む。(半)導電性材料からなる電気的に絶縁された部品は、ケーブルの(半)導電性の層の第1部分を構成する。このように、別々に適用された(半)導電性部品が、検出コンデンサの電極を形成するのに機能可能であるだけでなく、ケーブルの(半)導電性の層の第1部分が、電極を形成するのに機能可能である。これはコスト効率の良い解決策である。また、(半)導電性の層は通常、絶縁層に良好に取り付けられ、絶縁層と(半)導電性の層との間にはボイドは形成しない。これは電気的ストレスを低減し、かつ放電(すなわち絶縁層と(半)導電性の層との間)のリスク及びそれに続くケーブルの損傷のリスクを低減する。第1部分は、絶縁層の少なくとも1つの軸方向部分の外周全体に沿って延びてもよい。(半)導電性の層の第1部分は、絶縁層の及びケーブルの内部導体と同軸の部分上に配置される、円筒形スリーブを形成することができる。30

#### 【0023】

本発明に係るセンサ付きケーブルは、追加の(半)導電性材料を更に含んでもよい。その追加の(半)導電性材料は、絶縁層の少なくとも1つの軸方向セクションの周囲に同心円状に配置されてもよい。それは(半)導電性材料からなる電気的に絶縁された部品の両側に配置されてもよい。追加の(半)導電性材料は、2つの導電性若しくは半導電性の軸方向セクションを含んでもよい。これらの区分の一方又は両方は、絶縁層の少なくとも1つの軸方向部分の外周全体に沿って延びてもよい。追加の(半)導電性材料からなる一部又は全ては、接着剤によってケーブルの絶縁層に取り付けられてもよい。2つの軸方向セクションの一方又は両方は、非導電性の軸方向区分によって導電性若しくは半導材料からなる電気的に絶縁された部品から電気的に絶縁されてもよい。40

#### 【0024】

(半)導電性の層を含み、絶縁層の少なくとも1つの部分上に同心円状に配置されたケーブルに関して、追加の半導電性の材料は、(半)導電性の層の少なくとも第2部分を構成してもよい。これは、追加の(半)導電性材料として、ケーブルの(半)導電性の層の部分の使用を可能にするという点で有益である。追加の材料はこのように、別個の工程で適用される必要がない。これは費用及び時間を削減することができる。ケーブルの(半)50

導電性の層のこれらの第2部分は、絶縁層の少なくとも対応の軸方向部分の外周全体に沿って延びてもよい。第2部分の一方又は両方は、非導電性の軸方向セクションによって導電性又は導電性材料からなる電気的に絶縁された部品から電気的に絶縁されてもよい。追加の(半)導電性材料は、接着剤によってケーブルの絶縁層に取り付けられてもよい。ケーブルの(半)導電性の層のこれらの第2部分は、接着剤によってケーブルの絶縁層に取り付けられてもよく、それらはあるいは、絶縁層上にコーティング又は塗布されてもよい。それらは絶縁層と共に共押出成形されてもよい。

#### 【0025】

(半)導電性の層を含み、絶縁層の少なくとも1つの部分上に同心円状に配置されたケーブルに関して、(半)導電性材料からなる電気的に絶縁された部品、及び追加の(半)導電性材料は、ケーブルの(半)導電性の層から形成されてもよい。これは、例えばケーブルジャケットを取り除き、(半)導電性の層を露出させ、取り除かれた軸方向部分の間の(半)導電性の層の軸方向部分が、(半)導電性材料からなる電気的に絶縁された部品を形成するように、並びに、取り除かれた軸方向部分に隣接する、(半)導電性の層の残りの軸方向部分が追加の半導電性の材料を形成するように、(半)導電性の層の2つの環状部分若しくは軸方向部分を取り除くことによって達成されてもよい。

10

#### 【0026】

追加の(半)導電性材料は、非導電性の軸方向セクションによって、(半)導電性材料からなる電気的に絶縁された部品から電気的に絶縁されてもよい。これらの非導電性の軸方向セクションは、非導電性材料又はボイドを含んでもよい。

20

#### 【0027】

更なる態様において、本発明はまた、高電圧若しくは中電圧電力ネットワークケーブルの導電性若しくは半導電性の層を電気的に接触させるために、プリント回路基板素子(「PCB素子」)の使用をもたらし、プリント回路基板素子は、二次元に広がる表面接触領域をもたらす露出した導電性領域を含み、露出した導電性領域は、ケーブルの導電性若しくは半導電性の層と、二次元において、及び広げられた領域にわたって機械的かつ電気的に接触する。この目的のためのPCB素子の使用は、PCBは様々な電気若しくは電子構成要素を支持するように適合するので有利である。これはケーブルに密接した周辺における信号の処理を可能にすることができる。PCBの使用により、電気若しくは電子構成要素の使用を支援する他の特定要素を利用することを時代遅れなものにする。また、PCBは比較的低成本で製造することができる。

30

#### 【0028】

PCB素子は可撓性であってもよい。フレキシブルPCB素子は、ケーブルの層の周囲に適合するように容易に曲げることができる。PCB素子はフレキシブルPCB素子を構成してもよい。PCBは、標準的な技法を用いて、二次元に広がる表面接触領域をもたらす露出した導電性領域を容易に設けることができる。

#### 【0029】

ケーブルの内部導体の電圧を示すセンサ電圧は、PCB素子上で生じる場合がある。PCB素子から、PCB素子の外部の電子測定回路にセンサの電圧を送るために、センサの線はPCBに取り付けられてもよい。接地線は、電気接地を電気測定回路に接続するために、ケーブルの電気的に接地された層に取り付けられてもよい。電気測定回路は、接地に対する内部導体の電圧を測定するように動作可能であってもよい。(半)導電性材料からなる電気的に絶縁された部品の両側で、絶縁層の少なくとも1つの軸方向セクションの同心円状に配置された追加の(半)導電性材料をケーブルが含む実施形態では、接地線は追加の(半)導電性材料に取り付けられてもよい。ケーブルが(半)導電性の層を含む具体的な実施形態では、追加の(半)導電性材料は(半)導電性の層の一部分を含み、接地線は(半)導電性の層に取り付けられてもよい。

40

#### 【0030】

次に、本発明の特定の実施形態を例証する以下の図面を参照して本発明をより詳細に説明する。

50

## 【図面の簡単な説明】

## 【0031】

【図1】導電性材料からなる部品及びそれに接触するPBCを示す、本発明に係るセンサ付きケーブルの斜視図。

【図2】センサ付きケーブル(図1の導電性材料及びPCBの部品)の断面。

【図3】図1及び2の可撓性PCBの裏面の平面図。

【図4】代替の可撓性PCBの裏面の平面図。

【図5】本発明に係る別のセンサ付きケーブルの斜視図。

【図6】本発明に係る電圧センサの電気回路図。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0032】

以下に本発明の様々な実施形態を説明し、図面に示す。図中、同様の要素には同様の参考番号を付してある。

## 【0033】

図1の斜視図において、中電圧若しくは高電圧ネットワークケーブル1は、中央の内部導体(この図では見えない)の周囲に配置された電気絶縁層10、半導電性の層20、及び電気絶縁ケーブルジャケット30を含む。ケーブルの長手方向に沿って、これらの層は内部導体の周囲に同心円状に配置される。しかしながら、図1に示すケーブルの位置において、ケーブルジャケット30及び半導電性の層20は、ケーブル1の軸方向セクションに沿って取り除かれており、これによって絶縁層10が露出されている。導電性材料からなる部品がケーブル1の露出された絶縁層10上に配置され、この部品は導電性パッチ40を形成する。このパッチ40は絶縁層10の湾曲部に適合する。ケーブル1の軸方向において、パッチ40はパッチ40と、半導電性の層20の対応する縁部との間に空間を残すように延びる。外周方向において、これは、絶縁層10の一部(絶縁層10の外周の約25%)を被覆するように延びる。導電性材料からなるパッチ40は銅層を含み、これは電圧センサ100の検出コンデンサの第1電極を形成し、この電圧センサは、ケーブル1の内部導体の電圧(すなわち内部導体と接地との間の電圧)を測定することができる。検出コンデンサの第2電極は、ケーブルの内部導体である。パッチ40の下に位置する絶縁層10の部分は、検出コンデンサの誘電体を形成する。パッチ40は、導電性材料からなるパッチ40の裏面上(すなわち半径方向内側面上)の接着剤50の薄層によって絶縁層10に取り付けられる。

## 【0034】

両面のフレキシブルPCB60がパッチ40の半径方向外側面上に配置され、パッチ40の外側面に電気的及び機械的に接触する。PCB60はパッチ40の湾曲部に適合する。PCB60は、その裏面上に(すなわち半径方向の内側面)露出した導電性領域(図1では見えない)を有し、これを通じて、PCB60はパッチ40の外側面に接触する。いわゆる複数のビア70は、PCB60の裏面上の露出された導電性領域から上面の導電性トレース(すなわち半径方向外側面)までの導電性経路をもたらす。PCB60の上面は、導電性トレース及び電子構成要素、具体的には補助コンデンサ66を有し、このコンデンサは導電性パッチ40と直列に接続されている。補助コンデンサ66は、上記の検出コンデンサと組み合わせて、静電容量式分圧器を形成する。静電容量式分圧器の出力電圧はケーブル1の内部導体の電圧を測定する役割をする。この測定方法は既知の原理である。電気回路は以下に詳細が示されている。センサの線80は、PCB60から測定装置90へ、静電容量式分圧器の出力電圧を送る。接地線82は、PCB60を介して、半導電性の層20から測定装置90までの電気接続をもたらす。半導電性の層20は、通常は電気接地に接続される。静電容量式分圧器と接地との間の出力電圧を測定することによって、及び検出コンデンサ及び補助コンデンサ66の電気的値を考慮に入れることによって、測定装置90は、既知の方法で接地に対する内部導体の電圧を測定することができる。内部導体、半導電性の層20、検出コンデンサ、補助コンデンサ66、及びPCB60は、静電容量式センサ100を形成する。検出コンデンサは、内部導体、

10

20

30

40

50

及び電極として絶縁した導体パッチ 40 によって形成され、検出コンデンサの誘電体である絶縁層 10 を備える。補助コンデンサ 66 は通常のコンデンサ素子であり、検出コンデンサと直列に接続され、PCB 60 上に配置される。補助コンデンサ 66 の入力部は、検出コンデンサ及びセンサの線 80 に電気接続される。補助コンデンサの出力部は、接地線 82 に電気的に接続される。接地線 82 は、ケーブル 1 の半導電性の層 20 に電気的に接続される。センサの線 80 と接地線 82 との間で測定された電圧は、内部導体と接地との間の電圧を示す。

#### 【0035】

PCB 60 は、電気的に絶縁された導電性パッチ 40 に機械的かつ電気的に接触する。良好な、すなわちオームの法則に従う低抵抗な電気接触のために、PCB 60 の裏面上の露出された導電性領域 62 (図 2 に示されている) とパッチ 40 との間で圧接部を有することが望ましい。接触圧は高くする必要がある。示されている実施形態では、シュリンクスリーブ (図示されていない) がケーブルの全体区分にわたって適用され、ここではケーブルジャケット 30 は外されている。シュリンクスリーブが適用され、PCB 60 を定位置に保持する前に、PCB 60 はゴムバンドによって導電性パッチ 40 上において一時的にその位置に保持されてもよい。シュリンクスリーブが起動されると、すなわち縮むと、それは PCB 60 をパッチ 40 の上に押圧する。シュリンクスリーブは、その内側上に導電性若しくは半導電性の層を含んでもよく、これは半導電性の層 20 の露出された部分と電気的に接触し、それらと電気的に接続する。シュリンクスリーブのこの層は次いで、ケーブル 1 の領域において電気的ストレス制御をもたらし、ここではケーブル 1 の半導電性の層 20 は取り除かれる。しかしながら、この場合では、PCB 60 は、例えば PCB 60 の上部 (すなわち外側面上) にある絶縁層によって、シュリンクスリーブのその (半) 導電性の層内部層から、電気的に絶縁される必要がある。この絶縁層は例えば電気的に絶縁する接着テープであってもよく、これは PCB 60 及び導電性パッチ 40 を被覆するようにケーブルの周囲で巻かれる。PCB 60 を代替方法で固定するために、PCB 60 は、絶縁層 10 とパッチ 40 のほぼ外周全体に沿って延びるように成形されてもよい。これは PCB 60 の一方の端部を PCB 60 の反対側の端部に、接着剤テープの片を用いて固定できるようにし、これによって PCB 60 はパッチ 40 と密接した圧接状態になる。

#### 【0036】

図 2 は、図 1 の文字「A」によって示された面においてとられた、図 1 のセンサ付きケーブルの断面である。明確性のために、一部の半径方向寸法は大きく強調されている。ケーブル 1 の内部導体 5 は、絶縁層 10 によって同心円状に包囲されている。電気的に絶縁されたパッチ 40 は、接着層 50 によって絶縁層 10 に取り付けられる。フレキシブル PCB 60 は、PCB 60 の裏面上に露出された導電性領域 62、及び PCB 基板 64 を含む。2つのビア 70 を見ることができ、これらは、露出された導電性領域 62 から、基材 64 を通って、PCB 60 の上部の半径方向外側面までの導電性経路をもたらし、この PCB 60 では導電性トレース、補助コンデンサ、及び他の電子構成要素が配置される。

#### 【0037】

図 3 は平面図において、図 1 及び 2 のフレキシブル両面 PCB 60 の裏面を示す。露出された導電性領域 62 は連続領域であり、これは金メッキされた銅層を含み、これは PCB 60 の裏面の主要部分を被覆する。露出された導電性領域 62 の金めっきは、銅の層上に適用される。これは高い導電性率及び銅の腐食に対する保護をもたらすよう機能する。金メッキは銅層上に配置され、これは PCB 60 の基材 64 から外側を向き、一方、銅層は、基材 64 と金メッキとの間に配置される。PCB 60 の縁において、PCB 60 の非導電性基材 64 は露出され、すなわちこれは、露出された導電性領域 62 によって被覆されていない。ビア 70 は、基材 64 を通じて露出された導電性領域 62 から PCB 60 の反対側の面までの電気的接触をもたらす。二次元におけるその延長部により、露出された導電性領域 62 は、PCB 60 の 二次元に広がる表面接触領域をもたらす

10

20

30

40

50

。その延長部により、露出された導電性領域 6 2 は、パッチ 4 0 を備える広げられた大きな表面接触を確立する。大きな接触表面は多数の点を潜在的に提供し、これらの点では、露出された導電性領域 6 2 及びパッチ 4 0 は電気的に接触する。これは電気的接触を信頼性のあるものにし、電子が、接点に到達し、露出された導電性領域 6 2 に入る前にパッチ 4 0 を通じて移動しなければならない経路を短縮する。

#### 【 0 0 3 8 】

図 3 に示された連続的な導電性領域 6 2 とは反対に、P C B 6 0 の裏面上の露出された導電性領域 6 2 は構造化されてもよく、又はパターン付きであってもよい。パターン付きの露出された導電性領域 6 2 の実施例が図 4 において平面図で示されている。この実施形態において、パターン付きの露出された導電性領域 6 2 は、正方形の形成されたパターンで、すなわち平行線のパターンで配置され、互いに電気的に接続されている複数の導電性トレース 1 1 0 によって形成される。このトレース 1 1 0 はこのように導電性メッシュを形成する。各導電性トレース 1 1 0 は金メッキ銅層を、金メッキが露出されて P C B 6 0 の基材 6 4 から外側を向くように含む。金メッキは銅層上に配置され、これは、銅層が基材 6 4 と金メッキとの間に配置されるように、P C B 6 0 の基材 6 4 上に配置される。導電性トレース 1 1 0 は互いから約 1 m m 離間される。これは、露出された導電性領域 6 2 が、P C B 6 0 の二次元に広がる表面接触領域を確実にもたらす。その延長部により、露出された導電性領域 6 2 は、パッチ 4 0 を備える拡張された大きな表面接触を確立する。大きな接触表面は、パターン付きではあるが多数の点を潜在的にもたらし、この点では、露出された導電性領域 6 2 及びパッチ 4 0 は電気的に接触している。これは電気的接触を信頼性のあるものにし、電子が、接点に到達し、露出された導電性領域 6 2 に入る前にパッチ 4 0 を通じて移動しなければならない経路を短縮する。  
10

#### 【 0 0 3 9 】

導電性トレース 1 1 0 の間の空間は使用されないまま残されており、これによって、この図において、P C B 6 0 の基材 6 4 はトレース 1 1 0 の間で可視である。ビア 7 0 は、基材 6 4 を通じて露出された導電性領域 6 2 から P C B 6 0 の反対側の面までの電気的接触をもたらす。ビア 7 0 は、ビアのそれぞれと露出された導電性領域 6 2 の少なくとも 1 つのトレース 1 1 0 とが電気的に接触するように配置される。  
20

#### 【 0 0 4 0 】

パターン付きの露出された導電性領域 6 2 は、連続的な露出された導電性領域 6 2 よりも、より可撓性であると考えられる。P C B 6 0 の折り曲げはしたがって、より容易であることができ、P C B 6 0 はしたがって、ケーブル 1 の絶縁層 1 0 上のパッチ 4 0 に、より良好に適合することができる。また、図 4 に示されたパターン付きの露出された導電性領域 6 2 は、P C B 6 0 の又は露出された導電性領域 6 2 を形成する層のうちの 1 つの、亀裂若しくは剥離を生じることなく、より半径の小さい折り曲げパッチ 4 0 の周囲で折り曲げ可能であり得る。  
30

#### 【 0 0 4 1 】

P C B 6 0 は、かかる P C B が、（通常は、はんだによって）電気接觸がなされ得る導電性領域を除いて、P C B の前面及び後面を被覆するはんだレジスト層を有するという点で、多くの一般的な P C B とは異なる。図 4 に示される実施形態の P C B 6 0 では、P C B 6 0 の裏面上にははんだレジストは存在しない。P C B 6 0 の裏面上のはんだレジスト層（これは典型的に、図 3 に示される平坦な金メッキの剥離を抑制する）は、露出された導電性領域 6 2 が金メッキの前にパターン付けされるために必要とされない。パターン付きの銅層は、固体の銅箔よりもより容易に機械的ストレスを消散させると考えられる。  
40

#### 【 0 0 4 2 】

図 5 は、本発明によるセンサ付きケーブル 1 の代替実施形態の斜視図である。これは、導電性材料からなる電気的に絶縁された部品及び追加の半導電性の材料の存在を除き、図 1 及び 2 に示される実施形態と同一である。図 1 において、導電性材料からなる電気的に絶縁された部品がパッチ 4 0 を形成する一方で、図 5 における導電性材料からなる電気的  
50

に絶縁された部品は、ケーブル 1 の半導電性の層 20 の一部分を含む。半導電性の層 20 のこの部分は、絶縁層 10 の軸方向部分の外周全体に沿って延びる。図 5 に示される実施形態では、半導電性の層 20 のこの部分は、絶縁層 10 上に配置され、ケーブル 1 の内部導体 5 と同軸である円筒形スリーブ 140 を形成する。軸方向において、円筒形スリーブ 140 は、スリーブ 140 のいずれかの側の間隙 150 によって半導電性の層 20 の他方の部分から分離される。間隙 150 は非導電性の軸方向セクションである。スリーブ 140 はしたがって、間隙 150 によって半導電性の層 20 の他方の部分から電気的に絶縁される。この構成は、電圧センサ 100 の検出コンデンサの電極を形成するために、スリーブ 140 を機能可能にし、このセンサはケーブル 1 の内部導体 5 の電圧を測定することができる。検出コンデンサの第 2 電極は、ケーブルの内部導体 5 である。パッチ 40 の下に位置する絶縁層 10 の部分は、検出コンデンサの誘電体を形成する。スリーブ 140 は、半導電性の層 20 の他方の部分が、絶縁層 10 に取り付けられるのと同じ方法で絶縁層 10 に取り付けられる。これは例えば共押出成形、コーティング、又は接着剤によるものであってもよい。スリーブ 140 は、半導電性の層 20 と同じ組成を有する。これはなぜならば、スリーブ 140 は、半導電性の層 20 の 2 つの軸方向セクション(すなわち間隙 150)を取り除くことによって、ケーブル 1 のもともとは連続的だった半導電性の層 20 から形成されているためである。

#### 【 0 0 4 3 】

示されている実施形態では、半導電性の層 20 における間隙 150 は、もともとは連続的だった、ケーブルの半導電性の層 20 の軸方向セクションを取り除くことによって形成される。これによって間隙 150 は、半導電性の層 20 の他方の部分からスリーブ 140 の電気的絶縁をもたらす。この電気的絶縁はまた、間隙 150 の一方又は両方を非導電性材料で充填することによって達成することができる。間隙 150 の幅、すなわちそれらの軸方向の長さは適切に選択することができる。通常は、小さな間隙 150 を有することが有益である。これは半導電性の層 20 がストレス制御の層であるためである。間隙 150 の領域では、半導電性の層 20 によるストレス制御が低減されるか、又はこの制御が全くない。これは、局所的に過剰に高い電界強度のリスクを増加させ、これは放電及びケーブル 1 への損傷となり得る。間隙 150 が小さい場合は、このリスクはより小さい。

#### 【 0 0 4 4 】

半導電性の層 20 の他方の部分は、スリーブ 140 の両側で、スリーブ 140 の両側の絶縁層 10 の周囲に同心円状に配置された追加の半導電性の材料を形成する。間隙 150 は、この追加の半導電性の材料をスリーブ 140 から分離する。追加の半導電性の材料はこのように、ケーブル 1 の半導電性の層 20 の 2 つの部分を構成する。

#### 【 0 0 4 5 】

P C B 60 はスリーブ 140 の外側表面上に配置される。P C B 60、スリーブ 140 上におけるその固定、センサの線 80、接地線 82、及び測定装置 90 は、図 1 と関連して説明したように、対応する素子及び方法が同一である。

#### 【 0 0 4 6 】

図 6 は電気回路図であり、本発明に係る静電容量式電圧センサ 100 の様々な素子の電気的機能性を示している。検出コンデンサ 200 は、第 1 電極 201 及び第 2 電極 202 を有する。第 1 電極 201 は、ケーブル 1 の内部導体 5 に相当し、第 2 電極 202 は、導電性又は半導電性の材料からなる電気的に絶縁された部品(例えば図 1 におけるパッチ 40 又は図 5 におけるスリーブ 140)に相当する。検出コンデンサ 200 は、補助コンデンサ 66 と直列に電気的に接続され、これはプリント回路基板素子 60 上に配置されている。プリント回路基板素子 60 と、(半)導電性材料からなる電気的に絶縁された部品との間の電気的な接触は、プリント回路基板素子 60 の露出された導電性領域 62 を介して形成される。補助コンデンサ 66 は、一方の側で検出コンデンサ 200 に電気的に接続され、他方の側で接地に接続される。接地に対する検出コンデンサ 200 の第 1 電極 201 の電圧は、補助コンデンサ 66 にわたって電圧を測定することによって測定される。補助コンデンサ 66 はしたがって、センサの線 80 及び接地線 82 を介して測定装置 90 に電

10

20

30

40

50

気的に接続される。測定装置 90 は、センサの線 80 及び接地線 82 を介して補助コンデンサ 66 に並列に電気的に接続される。測定装置 90 は、センサの線 80 と接地線 82 との間の電圧を測定する。接地線 82 は、追加の半導電性の材料、例えばケーブル 1 の半導電性の層 20 の一部分に相当する導電性又は半導電性素子 220 を介して接地に電気的に接続される。素子 220 は接地に電気的に接続される。

【図 1】

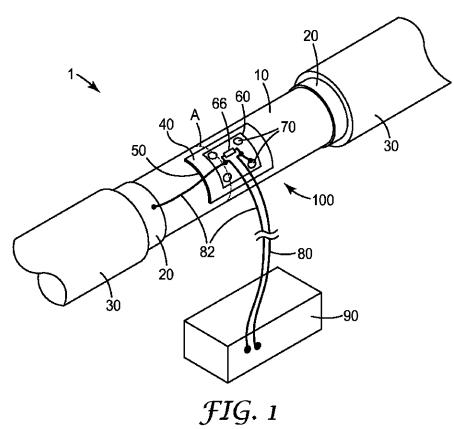


FIG. 1

【図 2】

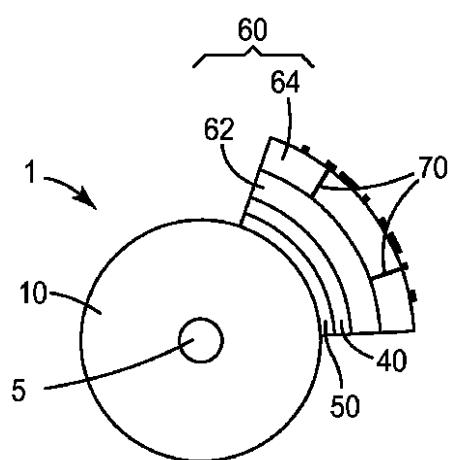


FIG. 2

【図3】

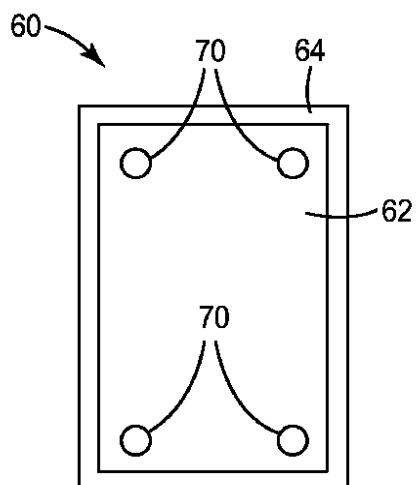


FIG. 3

【図4】

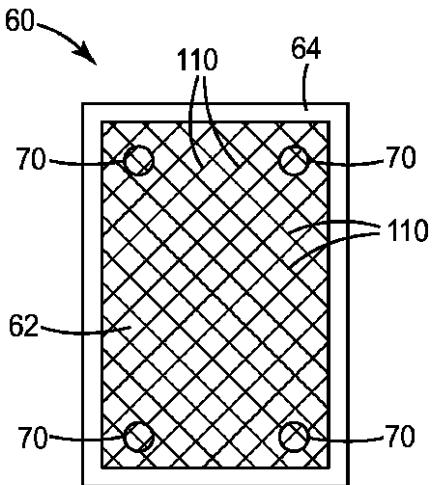


FIG. 4

【図5】

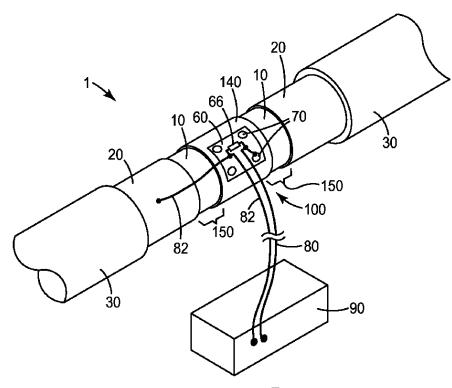


FIG. 5

【図6】

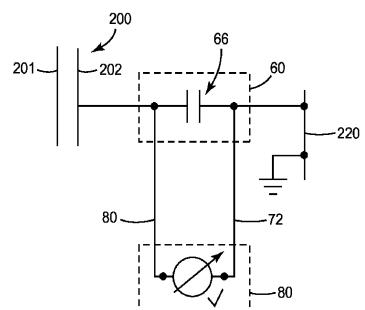


FIG. 6

---

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 12177024.2  
(32)優先日 平成24年7月19日(2012.7.19)  
(33)優先権主張国 欧州特許庁(EP)

(74)代理人 100168734  
弁理士 石塚 淳一  
(72)発明者 ワインマン, クリストチャン  
ドイツ, ディー - 4 1 4 5 3 ノイス, カール・シュルツ・シュトラーセ 1  
(72)発明者 クルツハルズ, ホルガー  
ドイツ, ディー - 4 1 4 5 3 ノイス, カール・シュルツ・シュトラーセ 1  
(72)発明者 シュタルダー,マイケル  
ドイツ, ディー - 4 1 4 5 3 ノイス, カール・シュルツ・シュトラーセ 1  
(72)発明者 エッゲルト, セバスチャン  
ドイツ, ディー - 4 1 4 5 3 ノイス, カール・シュルツ・シュトラーセ 1  
(72)発明者 ヴァイヒホルト, ジエンズ  
ドイツ, ディー - 4 1 4 5 3 ノイス, カール・シュルツ・シュトラーセ 1

審査官 小川 浩史

(56)参考文献 特開昭 6 0 - 2 5 6 0 6 8 (JP, A)  
特開昭 6 2 - 6 6 1 7 0 (JP, A)  
特開平 7 - 2 8 7 0 3 4 (JP, A)  
Tonis HOBEJOGI, Juergen BIELA, "COAXIAL CAPACITIVE VOLTAGE DIVIDER WITH HIGH DIVISION RATIO FOR HIGH VOLTAGE PULSES WITH VERY FAST RISE TIMES", PULSED POWER CONFERENCE (PPC), IEEE, 2011年 6月19日, pp.313-318

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G 0 1 R 1 5 / 0 0 - 1 5 / 2 6