

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4972098号
(P4972098)

(45) 発行日 平成24年7月11日(2012.7.11)

(24) 登録日 平成24年4月13日(2012.4.13)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 R 15/18 (2006.01) GO 1 R 15/02 G
GO 1 R 19/00 (2006.01) GO 1 R 19/00 A

請求項の数 9 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2008-542285 (P2008-542285)	(73) 特許権者	508140590
(86) (22) 出願日	平成17年11月28日 (2005.11.28)		グルノ、ラディスラフ
(65) 公表番号	特表2009-517659 (P2009-517659A)		スロバキア共和国 840 04 プラテ
(43) 公表日	平成21年4月30日 (2009.4.30)		イスラバ、デヘ ディエリー ザ セカ
(86) 国際出願番号	PCT/SK2005/000023		ンド/8
(87) 国際公開番号	W02007/061390	(74) 代理人	100066692
(87) 国際公開日	平成19年5月31日 (2007.5.31)		弁理士 浅村 皓
審査請求日	平成20年8月11日 (2008.8.11)	(74) 代理人	100072040
			弁理士 浅村 肇
		(74) 代理人	100094673
			弁理士 林 拓三
		(74) 代理人	100091339
			弁理士 清水 邦明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可撓性精密電流検出器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一本の可撓性円筒状の芯に巻回された検出コイルと、前記検出コイル上に設けられた電氣的遮蔽と、外側絶縁被覆とを含む検出ケーブルを有する可撓性電流検出器であって、前記電氣的遮蔽は、互いに反対方向に巻回されたグループに分けて配置され個々に分離された複数の遮蔽線を有する可撓性電流検出器。

【請求項 2】

請求項 1 記載の可撓性電流検出器において、前記遮蔽線は、互いに電氣的に並列に接続され、各遮蔽線は、1つのみの接続点を有する可撓性電流検出器。

【請求項 3】

請求項 1 記載の可撓性電流検出器において、更に、互いに反対方向に巻回されたグループに分けて配置され個々に分離された複数の検出線を有し、前記検出線は、検出された電流による磁界によって検出線に誘起された電圧に対して、直列に又は並列にもしくは直列と並列とを組み合わせ、電氣的に相互接続されており、あるいはいくつかの検出線は、非活性状態であり、ここで前記検出線の構成は、電流検出線に要求される感度、インピーダンス及び周波数範囲に応じて決定される可撓性電流検出器。

【請求項 4】

請求項 1 記載の可撓性電流検出器において、反対方向に巻回された前記遮蔽線は、互いに捻り合わされている可撓性電流検出器。

【請求項 5】

請求項 3 記載の可撓性電流検出器において、反対方向に巻回された前記検出線は、互いに捻り合わされている可撓性電流検出器。

【請求項 6】

請求項 3 記載の可撓性電流検出器において、前記検出ケーブルは、同軸ケーブルの製造機械で予め製作された連続ケーブルの必要な長さをもつ部分である可撓性電流検出器。

【請求項 7】

前記検出コイルの為の差動入力段を備えた請求項 3 記載の可撓性電流検出器用の電気積分回路。

【請求項 8】

電気積分回路に接続されている請求項 3 記載の可撓性電流検出器であって、前記検出コイルの終端は、検出コイルの示す伝送線の波長インピーダンスに概ね等しい値のインピーダンスで整合させられている可撓性電流検出器。

10

【請求項 9】

一本の可撓性円筒形状の芯と、
前記可撓性円筒形状の芯の周りに、互いに反対方向に巻回されたグループに分けて配置され、かつ個々に分離された複数の検出線と、
前記可撓性円筒形状の芯の周りに、互いに反対方向に巻回されたグループに分けて配置され、かつ個々に分離された複数の遮蔽線と、
外側絶縁被覆と、
を有する可撓性電流検出器。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、交流電流の検出器回路に関するものである。特に、本発明は、機械的構造及び電氣的構成並びに電子評価回路の改良と、可撓性電流検出器の利用に関するものである。

【発明の背景】

【0002】

可撓性電流検出器は、可撓性誘導コイルに基づくものであり、測定された電流を搬送するコンデンサの周囲に閉じた経路を生成するように構成されている。コイルに誘導された電圧は、閉領域を流れる全電流の誘導に比例した値となる。この電流測定の原理は、Rogowski W. と Steinhaus W. の共著による 1912 年発行の出版物により、ロゴウスキの原理又はロゴウスキのコイルとしてよく知られている。通常、可撓性電流検出器には、検出ケーブルの形状をしており、この検出ケーブルの両端を互いに閉じた位置に固定し、さらにその固定状態を解除する機械的結合システムが設けられている。検出ケーブルは、可撓性円筒状の芯に巻回された検出コイルと、検出コイルの外側に配置されたオプションの電気遮蔽と、外側絶縁被覆とから構成されている。コイル電圧を電流に比例した出力信号に変換するために、通常、電子積分回路は、可撓性電流検出器の一部となっている。可撓性検出器は、大形電線や複雑な形状をもつ導体や複数の導体群などの電流の測定に有利である。

30

40

【0003】

可撓性電流検出器の既知の構成では、強磁性体電流トランスに比べて、振幅と位相に関する精度が低い。可撓性電流検出器の精度の悪化は、主に、検出コイルの不均一性と、外部の未知の電圧及び電流源に対する容量性及び誘導性結合によって取り込まれた残存信号との影響によるものである。検出コイルの出力電圧が低レベルとなるため、評価電子回路は、外乱及び干渉並びに回路に発生するノイズに対して敏感に反応してしまう。ロゴウスキの原理に基づく市販の可撓性電流検出器は、十分な精度をもっていないため、主に、参考とする値を得るための測定専用利用されている。

軟磁性体芯に基づく古典的な強磁性体電流トランスを可撓性プローブに配置しようという試みが、国際公開番号 WO 96 / 28737 (ウプトン) に開示されている。この配置

50

は、低磁性インピーダンス材料の粒子を含んだマトリックス状媒体などの軟磁性体材料の細長い線から構成された可撓性支持部材につる巻き状の巻き線から構成されている。この方法の欠点は、軟磁性体材料に固有の非線形性である。この非線形性は、電流トランスの精度に直接影響を与える。また、ここで開示されている複合軟磁性体芯の他の欠点としては、磁性粒子の間には実効透磁率を低下させる固有の非磁性空間が存在し、それにより、巻き線のインダクタンスと相互結合が低下し、結果として位相と振幅の測定誤差が大きくなるという問題がある。

【 0 0 0 4 】

ロゴウスキ・コイル構成とその回路に関する解決策として、以下の特許文献がある。

米国特許番号 4 6 8 9 5 4 6 (ステファン他) は、複数の古典的な単一コイルからなる可撓性ロゴウスキ検出器を既存の金属による遮蔽とともに配置したものが開示されている (図 1 0)。発電機の誤差電流を検出するため、差動増幅器を用いて個々の検出器が区別をつけて配置されている。この配置は、三相発電機の導体に配置された空気芯電流トランスの形状をしており、発電機制御システムのための電流監視装置として動作する。

10

【 0 0 0 5 】

英国公開特許番号 G B 2 2 5 9 1 5 0 A は、組み合わせたフィードバックを有する電子積分器の構成を開示している。

【 0 0 0 6 】

米国特許番号 5 4 4 2 2 8 0 は、プリント回路レイアウトでのロゴウスキ・コイルの固定配置を開示している。

20

【 0 0 0 7 】

欧州公開特許 E P 6 5 2 4 4 1 A 1 は、接地された金属製筐体への実装のためのロゴウスキ・コイルの固定配置を開示している。

【 0 0 0 8 】

米国特許番号 6 6 1 4 2 1 8 B 1 は、ロゴウスキ・コイルのための受動的及び能動的な積分器を統合した構成を開示している。提示されている統合した積分器は、古典的な単一の積分器よりも高い周波数範囲への対応を示しているが、それと引替えに全体としての測定精度が低くなる。

【 0 0 0 9 】

欧州公開特許 E P 0 8 3 4 7 4 5 A 2 は、高い均一性をもつ固定ロゴウスキ・コイルを開示している。

30

【 0 0 0 1 0 】

日本公開特許 J P 2 0 0 0 - 0 6 5 8 6 6 は、大形構造中を流れる電流測定のための複数のロゴウスキ・コイル配置を開示している。

【 0 0 1 1 】

英国公開特許番号 G B 2 3 3 2 7 8 4 A は、固定支持構造に巻き付けられた検出コイルから構成された可撓性ロゴウスキ・コイル配置を開示している。

【 0 0 1 2 】

ドイツ公開特許番号 D E 1 9 8 1 1 3 6 6 A 1 は、電力線に繰り返して組み立てるのに最適な可撓性ロゴウスキ・コイル配置を開示している。

40

【 0 0 1 3 】

英国公開特許番号 G B 2 3 4 2 7 8 3 A は、プリント回路レイアウトでのロゴウスキ・コイルの固定配置を開示している。

【 0 0 1 4 】

ドイツ公開特許番号 D E 1 9 9 5 9 7 8 9 A 1 は、スイッチングされた直流フィードバックを有する電子積分器の配置を開示している。

【 0 0 1 5 】

米国特許番号 6 8 2 5 6 5 0 B 1 は、電力量計での電流測定のための連続した固定ロゴウスキ・コイルの配置を開示している。

【 0 0 1 6 】

50

米国特許番号 6 3 1 3 6 2 3 B 1 は、残存信号を除去する 2 つのロゴウスキ・コイルの空間配置を開示している。

【 0 0 1 7 】

米国公開特許番号 US 2 0 0 3 / 0 0 9 0 3 5 6 A 1 は、光伝送経路を有するプリント回路配置上の固定ロゴウスキ・コイル配置を開示している。

米国特許番号 6 9 6 3 1 9 5 B 1 (バーカン) は、追加の静電遮蔽コイルを設けた固定したロゴウスキ・コイルの配置を開示している。単一のコイルを静電遮蔽として用いることの欠点は、それが高いインピーダンスを持つものとなり、結果として外部の未知の交流電界に対する遮蔽効果が弱まるという問題である。

日本公開特許番号 0 2 1 1 8 4 6 0 (エナジーサポート(株)) の抄録は、円筒体を貫通する部分電流の測定のために最適化された既知の古典的なロゴウスキ・コイルの様々な配置を開示している。

米国特許 US 5 0 1 2 2 1 8 は、直流電流の測定のためにロゴウスキ・コイルの原理を利用した固定したソレノイドの配置を開示している。装置には、電流を搬送する導電体をコイルの検出領域の内部と外部に簡単に位置決めする間隙が設けられている。この間隙の影響は、間隙の端に設けられた補償コイルによって最小化されている。

ドイツ公開特許 DE 2 4 3 2 9 1 9 A 1 (シーメンス社) は、電流を搬送する導体の周りに固定された硬質コイルから構成され電流変換器のための複数のコイルを連続して巻き付ける方法を開示している。

欧州特許 EP 0 5 7 3 3 5 0 (デュプラッツ他) は、PCB (プリント基板) 上に往復巻き線を形成して、固定コイルを金属性トラックから作る基本原理を開示している。

米国公開特許番号 2 0 0 5 / 2 4 8 4 3 0 A 1 (デュプラッツ他) は、部分的に個々に製造したセグメントから組み立てて、PCB (プリント基板) 技術によって製造した固定ロゴウスキ・コイルの同様の配置を開示している。同様の方法が、ドイツ特許 DE 1 0 1 6 1 3 7 0 及び米国公開特許 US 2 0 0 3 1 3 7 3 8 8 A 1 によって開示されており、それらでは、固定ロゴウスキ・コイルは、PCB (プリント基板) 技術によって製造した半環状の部分から構成されている。これらの部分は、積み重ねて配置し電気的に相互接続することにより均一なコイルが得られるようにしている。

ロゴウスキ・コイルは、落雷のような非常に大きな振幅と速い立ち上がり特性を有する電流の測定に用いることが有利である。この目的のための固定ロゴウスキ・コイルの配置は、トーレ (Torre) 他による「落雷のパラメータを直接測定する 3 つの装置の設計、構築、校正」に説明されている。自己積分型ロゴウスキ・コイルがアクリル製の芯に抵抗線を巻回されることにより作られている。この配置は、高い周波数範囲において積分装置として動作し他に積分器を必要としないものとなっている。

【 0 0 1 8 】

際立った線形性と、磁性芯を用いないことによる飽和特性のなさ、実用上、無制限の周波数範囲という特性は、ロゴウスキ原理に基づく電流検出器に固有のものである。しかし、これらの特性については、更なる改良と応用先に応じた最適化が求められている。

【 0 0 1 9 】

従って、本発明の目的は、その応用先に固定コイルは、位置に比べてより高い精度と改善をもたらす可撓性汎用電流検出器とその評価電子回路の新たな改良された配置を提供することにある。

【 0 0 2 0 】

(発明の概要)

可撓性電流検出器の改善は、以下の構成で達成される。

【 0 0 2 1 】

検出ケーブルの電気的遮蔽は、個々に分離された複数の遮蔽線から構成されている。遮蔽線は、互いに異なる方向に巻回されたグループに分けられて配置されている。全ての遮蔽線は、1 つのみの接続点を有している。複数の線から構成された遮蔽の対称的な配置により、検出ケーブルの高い柔軟性がもたらされ、遮蔽実効インピーダンスを最小化し、以

10

20

30

40

50

って、遮蔽特性を向上する。各遮蔽線の単一の接続点により測定精度に影響を及ぼす誘導電流を除去する。

【0022】

検出コイルは、各々が分離した複数の検出線から構成されている。検出線は、互いに反対方向に巻回されたグループに分けられて配置されている。検出された電流による磁界によって検出線に電圧が誘起され、検出線は、直列又は並列もしくは直列と並列とを組み合わせ、電氣的に相互接続されている。また、いくつかの検出線は、非活性状態である。検出線の相互接続構成を用いて、検出コイルの感度、インピーダンス、周波数範囲を決定する。検出線を対称に配置することにより、外部の未知の電流源による影響を除去する。

【0023】

反対方向に巻回された遮蔽線は、互いに捻り合わせることが有利となる。この遮蔽線の捻り合わせによって巻き線の機械的な安定性を向上させ、効果的な範囲を広げることができる。また、遮蔽線の捻り合わせによって線のグループの電氣的な対称性を向上させ、これにより、遮蔽インピーダンスを低下させ、更に遮蔽効果を高めることができる。

【0024】

反対方向に巻回された検出線は、互いに捻り合わせることが有利となる。この検出線の捻り合わせによって、巻き線の機械的な安定性を向上させ、電氣的な安定性も向上させることができる。検出線の捻り合わせの本質的な効果は、遮蔽に関して、検出コイルの対称性を改善できることである。この対称性により、外部からの未知の電流源に対する検出コイルの不要な結合によって誘起される全てのコモン・モードの残存信号を除去することができる。

【0025】

可撓性電流検出器ケーブルは、同軸ケーブルの製造機械によって、本発明による遮蔽線と検出線の構成を有する連続したケーブル製品として製造することが有利である。最終製品として得られる検出器は、製造済みの連続ケーブルから切り出し、所望の長さを持つ部分から作り出す。連続したケーブルとして製造することにより、ケーブル長全体にわたり巻き線の高い均一性が保証され、これにより、検出器の精度と製造の再現性が向上する。さらに、個々の検出器を個別に製造することに比べ、製造コストが下げられるという利点もある。

【0026】

本発明による可撓性電流検出器の対称検出コイルは、遮蔽に関して電氣的に平衡となっている。従って、外部からの未知の電流源に対する検出コイルの不要な結合によって誘起される全てのコモンモードの残存信号の除去は、電子評価回路の差動入力段において行われる。低周波の応用では、入力回路が高いインピーダンスをもつことにより、検出コイル抵抗に対して出力信号の高い感度と独立性が確保される。高周波成分をもつ信号については、検出コイルの検出ケーブルは、分布定数をもつ平衡伝送線として動作する。高周波領域で平坦な周波数応答を得るためには、伝送線は、その特性インピーダンスと等しいインピーダンスに整合させる必要がある。

【0027】

本発明による可撓性電流検出器は、連続した検出ケーブルから所定の長さをもつ部分から作り出される。このような検出器は、例えば、建物内配線などの大形導体群での残存電流の測定手段や、例えば、建物、塔や柱などの大形構造物でのサージ又は落雷の全て及び/又は一部の電流の測定手段として用いることが有利である。

【0028】

本発明による可撓性電流検出器は、外部からの未知の信号に対して感度が低く、空間的な位置調整が可能であるため、この可撓性電流検出器は、例えば、電力量計などの測定機器内での電流測定手段として用いることが有利である。

【0029】

本発明による可撓性電流検出器のサンプルを検証のために製造した。このサンプルは、直径7mmのプラスチック製の芯に互いに反対方向に巻回されて捻られた2×4本の分離

10

20

30

40

50

された線を直列に接続して構成した検出コイルと、互いに反対方向に巻回されて捻られた 2×108 本の分離された線を並列に接続して構成した遮蔽とをもつ連続したケーブルとして製作したものである。この検出器には、本発明による一組の円筒状のキャップから構成された結合システムが設けられている。製作された検出器は、電力量計の試験のための精密な電力測定に応用する、常用標準の入力回路として用いられる。可撓性のある検出器を含む試験システムの精度は、振幅が 0.1% 以内に収まり、位相が 0.1% 以内に収まった。

【実施例】

【0030】

(好適な実施例の説明)

図1は、本発明による、可撓性円筒状の芯FCに巻き付けられた遮蔽及び/又は検出コイルの線の構成の原理を示すものである。コイルは、個々に分離された複数の線から構成されている。線は、2つのグループG1及びG2に分かれている。グループG1及びG2は、互いに反対の方向に巻回されており、両グループの線は、径方向位置で周期的に互いに交わるように捻り合わされている。

10

【0031】

図2は、本発明による、遮蔽線の並列接続の例を示すものである。遮蔽線は、互いに反対方向に巻回された2つのグループG1及びG2に分かれている。全ての遮蔽線は、電氣的に並列に接続されている。各遮蔽線は、共通の端子Tに接続する1つの接続点のみを有している。2つの同一のグループの線が互いに反対方向に巻回された並列接続の構成をもっているため、外部の電圧源に対する共通の容量性結合により生ずる磁界は、打ち消される。従って、並列接続の構成は、低インピーダンスの小型の遮蔽として作用し、機械的に高い柔軟性をもたらし、残存電流により生じる測定誤差を除去できるという効果が得られる。なお、この残存電流は、小型の遮蔽での検出電流に伴う磁界により誘起されるものである。

20

【0032】

図3は、本発明による検出線の直列接続の例を示すものである。検出線は、互いに反対方向に巻回された2つのグループG1及びG2に分かれている。全ての検出線は、電氣的に直列に接続されている。この構成では、検出電流に伴う磁界によって個々の線に誘起される電圧を足し合わせる。電圧の合計は、端子T1及びT2に現れる。この構成は、極めて高い精度が要求される応用に用いられるものである。

30

【0033】

図4は、本発明による検出線の直列と並列接続の組合せの例を示すものである。グループG1及びG2は、直列に接続されていて、更に、個々のグループの検出線は、電氣的に並列に接続されている。この構成は、測定感度が低く、コイル・インピーダンスが低く、広い周波数範囲を必要とするような大電流の過渡状態を測定する応用に適したものである。

【0034】

図5は、電子積分回路の差動入力構成の例を示すものである。検出コイルSCの端子T1及びT2は、差動増幅器DAの非反転入力と反転入力に接続されている。並列接続された遮蔽線の共通端子Tは、電氣的な接地に接続されている。差動入力段DAの出力は、電氣積分器EIの入力に接続されている。更に、オプションとして、検出コイルの終端をインピーダンスZLによって整合させることにより、検出コイルの高周波領域の応答を最適化する。

40

【0035】

図6は、電力量計での電流測定に応用した可撓性電流検出器のフラグメントの例を示すものである。電力量計の電流線CWを本発明の検出ケーブルSCの複数回巻いた巻き線によって検出する。巻付け回数により、測定感度が比例して増加する。

【0036】

図7は、高圧電柱の放電電流の測定に応用した可撓性電流検出器の例を示すものである

50

。電柱には、柱から地上に流れる全電流を測定する可撓性電流検出ケーブルSCが設けられている。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本発明による可撓性円筒状の芯に巻回された遮蔽及び/又は検出コイルの線の構成の原理を示した図である。

【図2】本発明による遮蔽線の並列接続の例を示す図。

【図3】本発明による検出ケーブルの直列接続の例を示す図。

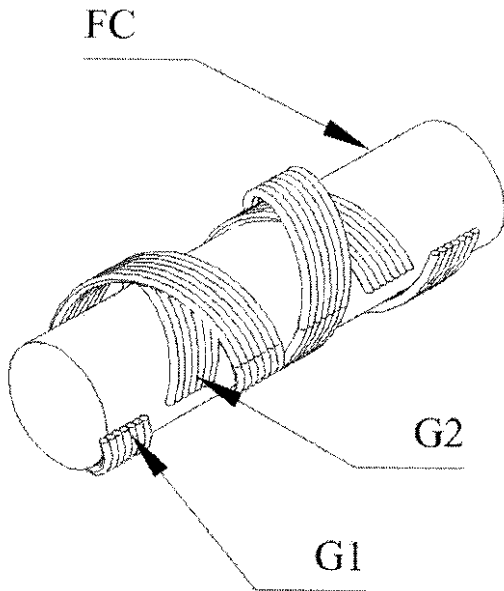
【図4】本発明による検出ケーブルの直列と並列接続の組合せの例を示す図。

【図5】電子積分回路の差動入力構成の例を示す図。

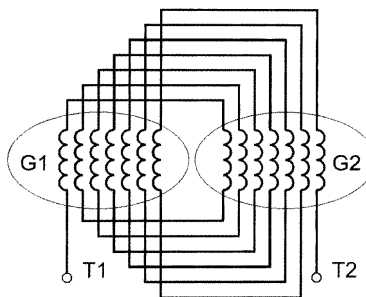
【図6】電力量計での電流測定に応用した可撓性電流検出器のフラグメントの例を示す図。

【図7】高圧電柱の放電電流の測定に応用した可撓性電流検出器の例を示す図。

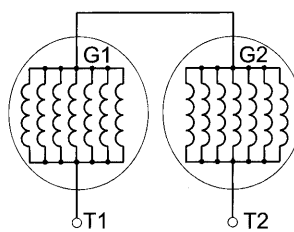
【図1】



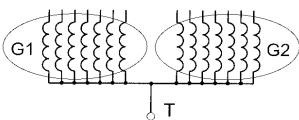
【図3】



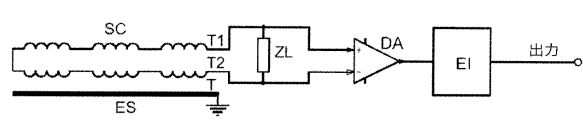
【図4】



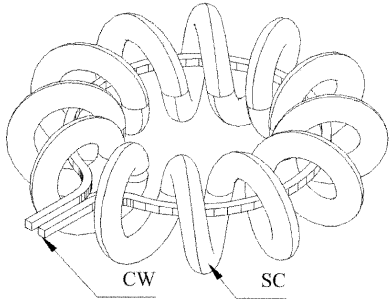
【図2】



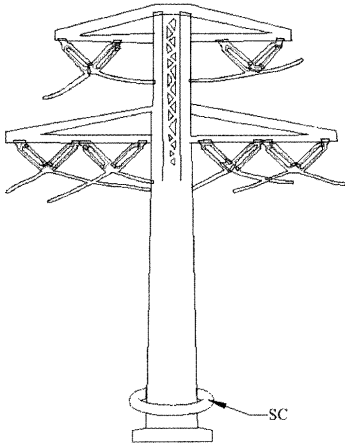
【図5】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 グルノ、ラディスラフ

スロバキア共和国 840 04 プラティスラバ、 デヘ ディエリー ザ セカンド / 8

審査官 関根 洋之

(56)参考文献 実開平04 - 118667 (JP, U)
特開2001 - 343402 (JP, A)
特開昭64 - 035274 (JP, A)
特開2002 - 372552 (JP, A)
米国特許第6614218 (US, B1)
米国特許第4689546 (US, A)
米国特許第7847543 (US, B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 15/00-19/32