

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6679480号  
(P6679480)

(45) 発行日 令和2年4月15日(2020.4.15)

(24) 登録日 令和2年3月23日(2020.3.23)

(51) Int.Cl.	F 1
GO 1 R 31/11	(2006.01)
GO 1 R 31/00	(2006.01)
GO 1 R 31/08	(2020.01)
GO 1 R	31/11
GO 1 R	31/00
GO 1 R	31/08

請求項の数 12 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2016-529474 (P2016-529474)
(86) (22) 出願日	平成26年11月11日(2014.11.11)
(65) 公表番号	特表2016-538541 (P2016-538541A)
(43) 公表日	平成28年12月8日(2016.12.8)
(86) 國際出願番号	PCT/EP2014/074219
(87) 國際公開番号	W02015/071232
(87) 國際公開日	平成27年5月21日(2015.5.21)
審査請求日	平成29年11月10日(2017.11.10)
(31) 優先権主張番号	PCT/CN2013/001381
(32) 優先日	平成25年11月13日(2013.11.13)
(33) 優先権主張国・地域又は機関	中国(CN)
(31) 優先権主張番号	13195420.8
(32) 優先日	平成25年12月3日(2013.12.3)
(33) 優先権主張国・地域又は機関	歐州特許庁(EP)

(73) 特許権者	516043960 シグニファイ ホールディング ピー ヴ イ S I G N I F Y H O L D I N G B. V . オランダ国 5656 アーネー アイン トホーフェン ハイ テク キャンパス 48 High Tech Campus 48 , 5656 AE Eindhoven, The Netherlands
(74) 代理人	100163821 弁理士 柴田 沙希子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ケーブルシステムにおける問題検出

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ケーブルと前記ケーブルに結合される複数の負荷とを含むケーブルシステムにおける問題を検出するデバイスであって、

前記ケーブルに、第1の調査信号を注入するインジェクタと、

前記ケーブルから、前記第1の調査信号の第1の反射を含む第1の反射信号を受信する受信器と、

前記ケーブルシステムにおける問題がなかった瞬間ににおいて注入されている調査信号からの反射を含む反射信号を基準値に変換する、

前記第1の反射信号を反射値に変換する、

前記反射値と前記基準値との差分を求める、及び

閾値以上である、前記差分のうちの最初に生じる差分及び前記最初に生じる差分の瞬間を求ることにより前記問題の場所を求める、

プロセッサと、

を含む、デバイスであり、

前記インジェクタは、前記ケーブルを介して、前記複数の負荷に給電するために給電信号を切り替えるスイッチを含み、

当該デバイスは、前記給電信号の位相角を検出し、検出結果に応えて、前記給電信号の所定の位相角において、前記給電信号をオフに切り替えるために前記スイッチを制御するコントローラを含む、デバイス。

10

20

**【請求項 2】**

前記インジェクタは、前記第1の調査信号の後に、前記ケーブルに、第2の調査信号を注入し、前記受信器は、前記ケーブルから、前記第2の調査信号の第2の反射を含む第2の反射信号を受信し、前記プロセッサは、前記第2の反射信号を反射値に変換する、請求項1に記載のデバイス。

**【請求項 3】**

前記プロセッサは、各反射値を各基準値と比較することによって、前記反射値と前記基準値との前記差分を求める、請求項1に記載のデバイス。

**【請求項 4】**

前記プロセッサは、1つ以上の反射値を第1の関数に挿入して、第1の結果を計算し、1つ以上の基準値を第2の関数に挿入して、第2の結果を計算し、前記第1の結果と前記第2の結果とを互いに比較することによって、前記反射値と前記基準値との前記差分を求める、請求項1に記載のデバイス。 10

**【請求項 5】**

前記プロセッサは、1つ以上の反射値及び1つ以上の基準値を第3の関数に挿入して、第3の結果を計算し、前記第3の結果を前記閾値と比較することによって、前記反射値と前記基準値との前記差分を求める、請求項1に記載のデバイス。

**【請求項 6】**

前記インジェクタは、第1のパルス信号を生成する生成器を含み、前記第1の調査信号は、前記第1のパルス信号を含む、請求項1に記載のデバイス。 20

**【請求項 7】**

0.1秒より短い第1の時間間隔の間、前記給電信号を中断するために前記スイッチを制御するコントローラを更に含む、請求項1に記載のデバイス。

**【請求項 8】**

請求項1に記載のデバイスを含み、ケーブル、負荷及び/又は電源を更に含む、収集システム。

**【請求項 9】**

請求項1に記載のデバイスを含み、ランプの形式の負荷を更に含む、収集システム。

**【請求項 10】**

ケーブルと前記ケーブルに結合される複数の負荷とを含むケーブルシステムにおける問題を検出する方法であって、第1の調査信号が前記ケーブルに注入され、前記第1の調査信号の第1の反射を含む第1の反射信号が、前記ケーブルから受信され、前記方法は、プロセッサによって、 30

前記ケーブルシステムにおける問題がなかった瞬間ににおいて注入されている調査信号からの反射を含む反射信号を基準値に変換するステップと

前記第1の反射信号を反射値に変換するステップと、

前記反射値と基準値との差分を求めるステップと、

閾値以上である、前記差分のうちの最初に生じる差分及び前記最初に生じる差分の瞬間を求ることにより前記問題の場所を求めるステップと、

を含み、コントローラによって、 40

前記ケーブルを介して、前記複数の負荷に給電するための給電信号の位相角を検出し、検出結果に応えて、前記給電信号の所定の位相角において、前記給電信号をオフにするためにスイッチを制御するステップと、

を含む、方法。

**【請求項 11】**

請求項10に記載の方法のステップを前記プロセッサ及び前記コントローラに実行させるためのコンピュータプログラム。

**【請求項 12】**

請求項11に記載のコンピュータプログラムを記憶して含む、媒体。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ケーブルと、当該ケーブルに結合される複数の負荷とを含むケーブルシステムにおける問題を検出するデバイスに関する。本発明は更に、デバイスを含む収集システムと、ケーブルシステムにおける問題を検出する方法と、方法のステップを実行するためのコンピュータプログラムプロダクトと、当該コンピュータプログラムプロダクトを記憶し、含む媒体とに関する。

**【背景技術】****【0002】**

当該ケーブルシステムの例は、負荷に結合され、負荷に給電するケーブルである。当該負荷の例は、ランプである。 10

**【0003】**

伝送線における故障の場所を見つけるために、進行波を使用することは、一般知識である。

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

本発明は、改良されたデバイスを提供することを目的とする。本発明は更に、収集システムと、改良された方法と、コンピュータプログラムプロダクトと、媒体とを提供することを目的とする。 20

**【課題を解決するための手段】****【0005】**

第1の態様によれば、ケーブルと当該ケーブルに結合される複数の負荷とを含むケーブルシステムにおける問題を検出するデバイスが提供される。当該デバイスは、

ケーブルに、第1の調査信号を注入するインジェクタと、

ケーブルから、第1の調査信号の第1の反射を含む第1の反射信号を受信する受信器と、

第1の反射信号を反射値に変換し、反射値と基準値との差分を求めるプロセッサと、

を含み、閾値以上である場合の、差分のうちの最初に生じる差分が、問題を表わし、最初に生じる差分の瞬間が、問題の場所を表わす。 30

**【0006】**

インジェクタは、負荷に結合されているケーブルに、第1の調査信号を注入する。通常、ケーブルは、主部（幹部）と枝部とを含む。各枝部は、負荷を主部に接続する。通常、各枝部が、各自の場所において、主部に接続される。問題がない場合、第1の調査信号は、枝部の始まりにおいてだけでなく、枝部の終わりにおいても反射される。当該終わりは、負荷に接続される。負荷が故障している又は負荷がないといった問題がある場合、調査信号は、枝部の終わりにおいて、以前とは異なって反射される。枝部が破損／短絡している若しくは枝部が（部分的に）ない、又は、主部が破損／短絡しているといった別の問題がある場合、調査信号は、当該問題の場所において、（初めて又は以前とは異なって）反射される。 40

**【0007】**

問題は、ケーブルの主部に接続される違法電化製品であってもよい。ケーブルの主部に接続される違法電化製品は、接続点において、調査信号を反射させる。

**【0008】**

好適には、インダクタが、各負荷とその枝ケーブルとの間に、又は、各枝ケーブルと主ケーブルとの間に結合される。

**【0009】**

受信器は、ケーブルから、第1の反射信号を受信する。第1の反射信号は、第1の調査信号の第1の反射を含む。プロセッサは、第1の反射信号を反射値に変換し、反射値と基準値との差分を求める。基準値は、例えば問題が生じていない状況に対して、以前に決定 50

された（即ち、計算された）期待反射値である。反射値と基準値との最初に生じる差分（ここで、当該最初に生じる差分とは、閾値以上であるべきである）が、問題を表わす。第1の調査信号の注入の瞬間にに対する最初に生じる差分の瞬間は、問題の場所を表わす。つまり、最初に生じる差分の瞬間と、第1の調査信号の注入の瞬間との間にある時間間隔の継続時間は、問題の場所を表わす（暗示する）。結果として、伝送線における故障の場所を見つけるために、進行波が使用され、これにより、関連のある反射と関連のない反射とが互いから容易に区別される。

#### 【0010】

デバイスの一実施形態は、プロセッサが、ケーブルシステムにおける問題がなかった瞬間ににおいて注入されている、前に注入された調査信号からの反射を含む前に受信された反射信号を、基準値に変換することによって規定される。好適には、基準値は、例えば問題が生じていない状況に対して、以前に決定された（即ち、測定された）期待反射値である。10

#### 【0011】

デバイスの一実施形態は、インジェクタが、第1の調査信号の後に、ケーブルに、第2の調査信号を注入し、受信器が、ケーブルから、第2の調査信号の第2の反射を含む第2の反射信号を受信し、プロセッサが、第2の反射信号を反射値に変換し、プロセッサが、ケーブルシステムにおける問題がなかった瞬間ににおいて注入されている、前に注入された調査信号からの反射を含む、前に受信された反射信号を、基準値に変換することによって規定される。好適には、プロセッサは、第1及び第2の反射信号を、第1及び第2の反射値に変換し、第1及び第2の反射値を平均し、平均反射値を得て、ノイズ等を除去する。更に、好適には、プロセッサは、ケーブルシステムにおける問題がなかった瞬間ににおいて注入されている第1及び第2の前に注入された調査信号からの第1及び第2の反射を含む第1及び第2の前に受信された反射信号を、第1及び第2の基準値に変換し、第1及び第2の基準値を平均し、平均基準値を得て、ノイズ等を除去する。結果として、プロセッサは、平均反射値と平均基準値との差分等を求め、これにより、ノイズが除去される。20

#### 【0012】

デバイスの一実施形態は、プロセッサが、各反射値を各基準値と比較することによって、反射値と基準値との差分を求ることによって規定される。差分を求める第1の可能性は、（平均）反射値と（平均）基準値とを1つずつ比較することである。つまり、1つの瞬間につき、（平均）反射値が、対応する（平均）基準値と比較される。30

#### 【0013】

デバイスの一実施形態は、プロセッサが、1つ以上の反射値を第1の関数に挿入して、第1の結果を計算し、1つ以上の基準値を第2の関数に挿入して、第2の結果を計算し、第1の結果と第2の結果とを互いに比較することによって、反射値と基準値との差分を求ることによって規定される。差分を求める第2の可能性は、関数結果を計算し、それらを比較することである。

#### 【0014】

デバイスの一実施形態は、プロセッサが、1つ以上の反射値及び1つ以上の基準値を第3の関数に挿入して、第3の結果を計算し、第3の結果を閾値と比較することによって、反射値と基準値との差分を求ることによって規定される。差分を求める第3の可能性は、関数結果を計算し、それを閾値と比較することである。40

#### 【0015】

一方で、第1及び第2の関数を用い、他方で、第3の関数を用いることは、有利に組み合わされてもよい。

#### 【0016】

デバイスの一実施形態は、インジェクタが、第1のパルス信号を生成する生成器を含み、第1の調査信号が、第1のパルス信号を含むことによって規定される。第1の調査信号の注入を実現する第1の可能性は、給電信号がある瞬間ににおいて、ケーブルを介して、負荷に給電するための当該給電信号の振幅よりも大きい若しくは追加の振幅を有するか、又50

は、給電信号がない瞬間ににおいて、当該給電信号の振幅よりも小さい若しくは当該振幅以上である振幅を有する第1のパルス信号を生成することである。当然ながら、第1の調査信号が、給電信号がある（ない）瞬間に注入されると、基準値を求めるために前に注入された調査信号も、給電信号がある（ない）瞬間ににおいて注入されているべきである。

【0017】

デバイスの一実施形態は、インジェクタが、ケーブルを介して、負荷に給電するために給電信号を切り替えるスイッチを含むことによって規定される。第1の調査信号の注入を実現する第2の可能性は、ケーブルを介して、負荷に給電するために給電信号を切り替えることである。このような切り替えによって、第1のパルス信号が、ケーブルに注入される。

10

【0018】

デバイスの一実施形態は、給電信号の位相角を検出し、検出結果に応えて、給電信号の所定の位相角において、給電信号をオフに切り替えるためにスイッチを制御するコントローラを更に含むことによって規定される。給電信号の所定の位相角において給電信号をオフに切り替えると、第1のパルス信号が、ケーブルに注入される。

【0019】

デバイスの一実施形態は、0.1秒より短い第1の時間間隔の間、給電信号を中断するためにスイッチを制御するコントローラを更に含むことによって規定される。0.1秒より短い（好適には0.01秒より短い、より好適には0.001又は0.0001秒より短い）第1の時間間隔の間、例えば1秒より長い（好適には10秒より長い、より好適には100又は1000秒より長い）第2の時間間隔につき、1回、給電信号を中断すると、第1のパルス信号は、毎回、ケーブルに注入され、その第1の反射が観察される。

20

【0020】

コントローラが、部分的に又は全体的に、プロセッサの一部を形成してもしなくてもよく、また、プロセッサが、部分的に又は全体的に、コントローラの一部を形成してもしなくてもよい。

【0021】

第2の態様によれば、上記デバイスを含み、ケーブル、負荷及び／又は電源を更に含む収集システムが提供される。

【0022】

30

収集システムの一実施形態は、ランプの形式の負荷を含むことによって規定される。当該ランプの例は、（発光ダイオードといった）街路灯である。

【0023】

第3の態様によれば、ケーブルと当該ケーブルに結合される複数の負荷とを含むケーブルシステムにおける問題を検出する方法が提供される。第1の調査信号がケーブルに注入され、第1の調査信号の第1の反射を含む第1の反射信号が、ケーブルから受信される。当該方法は、第1の反射信号を反射値に変換するステップと、反射値と基準値との差分を求めるステップとを含み、閾値以上である場合の、差分のうちの最初に生じる差分が、問題を表わし、最初に生じる差分の瞬間が、問題の場所を表わす。

【0024】

40

第4の態様によれば、上記方法のステップを実行するためのコンピュータプログラムプロダクトが提供される。

【0025】

第5の態様によれば、上記コンピュータプログラムプロダクトを記憶して含む媒体が提供される。

【0026】

見識は、伝送線における故障の場所を見つけるために、進行波が使用できるということである。基本的な考えは、反射値と基準値との差分が、問題とその場所を表わすために使用され、決定する必要があるということである。

【0027】

50

改良されたデバイスを提供するという課題は解決された。更なる利点は、反射値と基準値との最初に生じる差分が、問題とその場所との明らかな指標を形成し提示する点である。

【0028】

本発明のこれらの及び他の様は、以下に説明される実施形態から明らかとなり、また、以下に説明される実施形態を参照して説明される。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】図1は、ケーブルシステムに結合されるデバイスの一実施形態を示す。

【図2】図2は、パルス信号及びその反射を示す。

10

【図3】図3は、2つの不具合状況を示す。

【図4】図4は、非不具合状況及び10個の不具合状況を示す。

【図5】図5は、別の非不具合状況及び10個の不具合状況を示す。

【図6】図6は、フローチャートを示す。

【図7】図7は、ケーブルシステムに結合されるデバイスの別の実施形態を示す。

【図8】図8は、オフに切り替えられている給電信号を示す。

【図9】図9は、4つの不具合状況を示す。

【図10】図10は、オフに切り替えられている給電信号及び不具合状況を示す。

【図11】図11は、ケーブルシステムに結合されるデバイスの別の実施形態を示す。

【発明を実施するための形態】

20

【0030】

図1に、ケーブルシステム2に結合されているデバイス1の一実施形態が示される。ケーブルシステム2は、ケーブル20乃至24と、複数の負荷31乃至34と、電源3とを含む。ケーブル20乃至24は、主部20(幹部20又は主ケーブル20)と、枝部21乃至24(枝ケーブル21乃至24)とを含む。主部20は、各枝部21乃至24を介して、各負荷31乃至34に結合される。デバイス1は、ケーブル20乃至24(又は電源3)に結合されるケーブルインターフェース10と、ケーブルインターフェース10に結合され、ケーブル20乃至24に第1の調査信号を注入するインジェクタ11とを含む。ここでは、インジェクタ11は、第1のパルス信号の形である第1の調査信号を生成する生成器11の形である。デバイス1は更に、ケーブルインターフェース10に結合され、ケーブル20乃至24から第1の反射信号を受信する受信器13を含む。第1の反射信号は、第1の調査信号の第1の反射を含む。

30

【0031】

デバイス1は更に、インジェクタ11及び受信器13に結合され、第1の反射信号を反射値に変換し、反射値と基準値との差分を求めるプロセッサ14を含む。閾値以上である場合の、差分のうちの最初に生じる差分が、ケーブルシステム2における問題を表わす。最初に生じる差分の瞬間が、問題の場所を表わす。デバイス1は更に、プロセッサ14に結合され、人とやり取りするための人マシンインターフェース16を含む。ケーブルインターフェース10は、インジェクタ10及び受信器13が、ケーブル20乃至24とより直接的に通信可能である場合は、除外されてもよい。

40

【0032】

好適には、プロセッサ14は、前に注入された調査信号からの反射を含む前に受信された反射信号を、基準値に変換する。前に注入された調査信号は、ケーブルシステム2に問題がなかった瞬間に注入されている。この場合、基準値は、例えば問題が生じていない状況に対して、以前に決定された期待反射値である。

【0033】

好適には、インジェクタ11は、第1の調査信号の後に、第2の調査信号をケーブル20乃至24に注入し、受信器13は、ケーブル20乃至24から第2の反射信号を受信する。第2の反射信号は、第2の調査信号の第2の反射を含む。プロセッサ14は、第2の反射信号を反射値に変換し、前に注入された調査信号からの反射を含む、前に受信された

50

反射信号を、基準値に変換する。これらの前に注入された調査信号は、ケーブルシステム2に問題がない瞬間に注入されている。この場合、プロセッサ14は、第1及び第2の反射信号を第1及び第2の反射値に変換し、第1及び第2の反射値を平均し、平均反射値を得る。プロセッサ14は更に、第1及び第2の前に注入された調査信号からの第1及び第2の反射を含む第1及び第2の前に受信された反射信号を、第1及び第2の基準値に変換し、第1及び第2の基準値を平均し、平均基準値を得る。これは、すべて、例えばノイズを除去するために行われる。結果として、プロセッサ14は、平均反射値と平均基準値との差分等を求める。

#### 【0034】

図2に、パルス信号P及びその反射Rが示される（垂直軸：振幅、例えば電圧振幅、水平軸：時間）。明らかに、1つの第1のパルス信号Pは、ケーブル20乃至24に注入されると、一群の第1の反射Rが返ってくる。通常、各枝部21乃至24は、各自の場所において、主部20に接続される。問題がない場合、ここでは、第1のパルス信号Pを含む第1の調査信号は、各枝部21乃至24の始まりにおいてだけでなく、各枝部21乃至24の終わりにおいても反射される。当該終わりは、負荷31乃至34に接続される。負荷31乃至34が故障している又は負荷31乃至34がないといった問題がある場合、調査信号は、枝部21乃至24の終わりにおいて、以前とは異なって反射される。枝部21乃至24が破損/短絡している若しくは枝部21乃至24が（部分的に）ない、又は、主部20が破損/短絡しているといった問題がある場合、調査信号は、当該問題の場所において、（初めて又は以前とは異なって）反射される。

10

#### 【0035】

図3に、2つの不具合状況が示される（垂直軸：振幅、例えば電圧振幅、水平軸：時間）。上図では、負荷32が、故障しているか又はない。結果として、差分D1の開始点によって規定される瞬間ににおいて、反射値（次の瞬間ににおける反射信号の振幅）と基準値（ケーブルシステム2に問題がなかった次の瞬間ににおける、前に受信された反射信号の振幅）とは、互いから異なり始める。下図では、負荷34が、故障しているか又はない。結果として、差分D2の開始点によって規定される瞬間ににおいて、反射値と基準値とは、互いから異なり始める。最初に生じる差分D1/D2は、問題を表わす。調査/反射信号の速度に、調査信号の注入と最初に生じる差分D1/D2との間にある時間間隔の継続時間を乗算し、2で除算したものが、問題の場所を表わす。つまり、最初に生じる差分D1/D2の瞬間は、問題の場所を表わす。

20

#### 【0036】

プロセッサ14は、図4及び図5を参照して更に説明されるように、各反射値を各基準値と比較することによって、1つ以上の反射値を第1の関数に挿入して第1の結果を計算し、1つ以上の基準値を第2の関数に挿入して第2の結果を計算し、第1の結果と第2の結果とを互いに比較することによって、並びに/又は、1つ以上の反射値及び1つ以上の基準値を第3の関数に挿入して第3の結果を計算し、第3の結果を閾値と比較することによって、反射値と基準値との差分を求めることができる。

30

#### 【0037】

図4に、非不具合状況と、10個の不具合状況とが示される（垂直軸：振幅、例えば電圧振幅、水平軸：時間）。上図は、不具合のない状況である。左列では、下方向に、第1の負荷31が故障しているか又はなく、第2の負荷32が故障しているか又はなく、第3の負荷33が故障しているか又はなく、第4の負荷34が故障しているか又はなく、そして、第5の負荷が故障しているか又はない。右列では、下方向に、それぞれ、第6乃至第10の負荷が故障しているか又はない。毎回、星印は、反射値と基準値との最初に生じる（著しい）差分である。したがって、星印によって規定される瞬間ににおいて、反射値と基準値とは互いから異なり始める。この場合、反射値と基準値との差分は、各反射値を各基準値と比較し、差分をローパスフィルタリングし、ローパスフィルタリングされた差分を、例えば $S_{new}$ 及び $S_{ref}$ の差分ベクトルの分散の×倍といった閾値と比較することによって、求められる。ここで、 $S_{new}$ は、反射値のベクトルであり、 $S_{ref}$ は、基

40

50

準値のベクトルであり、 $x = 3$  であるが、 $x$  について他の値も排除されない。

【0038】

或いは、反射値と基準値との差分は、1つ以上の反射値を第1の（平均化）関数に挿入し、第1の（平均）結果を計算し、1つ以上の基準値を第2の（平均化）関数に挿入し、第2の（平均）結果を計算し、第1及び第2の（平均）結果を互いに比較して、どの瞬間から第1の（平均）結果及び第2の（平均）結果が著しく異なるか等を見つけることによつて求めることもできる。

【0039】

図5に、別の非不具合状況と、10個の不具合状況とが示される（垂直軸：振幅、例えば電圧振幅、水平軸：時間）。上図は、不具合のない状況である。左列では、下方向に、第1の負荷31が故障しているか又はなく、第2の負荷32が故障しているか又はなく、第3の負荷33が故障しているか又はなく、第4の負荷34が故障しているか又はなく、そして、第5の負荷が故障しているか又はない。右列では、下方向に、それぞれ、第6乃至第10の負荷が故障しているか又はない。毎回、星印は、反射値と基準値との最初に生じる（著しい）差分である。したがって、星印によって規定される瞬間ににおいて、反射値と基準値とは互いから異なり始める。この場合、反射値と基準値との差分は、正規化された相関関係によって求められる。非不具合状況では、正規化された相関関係は、1である。反射値及び基準値をスライドオーバーするために、あるウィンドウ（window）が使用される。ウィンドウの幅は、例えば50ナノ秒である。毎回、ウィンドウ時間帯は、1つの值点分、スライドオーバーされ、ウィンドウの各位置について、第3の関数の第3の結果が計算される。第3の関数は、例えば $C_{new}$ 及び $C_{ref}$ の積を、 $C_{new}$ 及び $C_{ref}$ の絶対値の積によって除算したものであり、 $C_{new}$ は、ウィンドウ内に位置付けられた反射値のベクトルであり、 $C_{ref}$ は、ウィンドウ内に位置付けられた基準値のベクトルである。第3の結果は、閾値等と比較される。

10

【0040】

或いは、反射値と基準値との差分は、反射値に亘るウィンドウを第1の関数と見なし、基準値に亘るウィンドウを第2の関数と見なすことによって求めることもできる。第1及び第2の関数結果は、正規化された相関関係によって互いに比較されて、どの瞬間から、第1及び第2の関数結果が著しく異なるのか等が見つけられる。

20

【0041】

30

図4では、より離れた距離に不具合がある幾つかの不具合状況は、より近い距離に不具合がある幾つかの不具合状況とは別の振幅スケールを、より詳細を示すために有している。図5では、すべての不具合状況が、同じ振幅スケールを有している。実験によって、両方のやり方は、うまくいき、同じ不具合につき、比較的同様の距離（ $< \pm 5\%$ ）が見つけられたことが証明されている。

【0042】

図6にフローチャートが示され、次のステップは、次の意味を有する。

ステップ40：問題がない状況において、n回、パルス信号を注入する。

ステップ41：n回のそれぞれにつき、基準値を記録する。

ステップ42：基準値を平均することによって、平均基準値を作成する。

40

ステップ43：調査される状況において、m回、パルス信号を注入する。

ステップ44：m回のそれぞれにつき、反射値を記録する。

ステップ45：反射値を平均することによって、平均反射値を作成する。

ステップ46：平均反射値を平均基準値と比較する。

ステップ47：著しい差分はあるか？ない場合、ステップ43に進む。ある場合、ステップ48に進む。

ステップ48：著しい差分のうち最初に生じる差分を求める。

ステップ49：問題の場所を求める。ステップ43に戻る。

【0043】

なお、上記実施形態では、ケーブル20乃至23を介して負荷31乃至33に給電する

50

ための例えば電圧信号といった給電信号があってもなくてもよい。即ち、電源 3 が、オンであってもオフであってもよい。電源 3 がオンである場合、注入された第 1 のパルス信号は、負荷 3 1 乃至 3 3 の通常動作を妨害してしまう可能性がある。したがって、この場合、好適には、第 1 のパルス信号は、コンデンサを介して、主ケーブルに注入される。

#### 【 0 0 4 4 】

図 7 に、ケーブルシステム 2 に結合されているデバイス 1 の別の実施形態が示される。ケーブルシステム 2 は、ケーブル 2 0 乃至 2 3 と、複数の負荷 3 1 乃至 3 3 と、電源 3 とを含む。ケーブル 2 0 乃至 2 3 は、主部 2 0 (幹部 2 0 ) と、枝部 2 1 乃至 2 3 とを含む。主部 2 0 は、各枝部 2 1 乃至 2 3 を介して、各負荷 3 1 乃至 3 3 に結合される。デバイス 1 は、ケーブル 2 0 乃至 2 3 (又は電源 3 ) に結合されるケーブルインターフェース 1 0 と、ケーブルインターフェース 1 0 に結合され、ケーブル 2 0 乃至 2 3 から第 1 の反射信号を受信する受信器 1 3 とを含む。第 1 の反射信号は、第 1 の調査信号の第 1 の反射を含む。デバイス 1 は更に、電源 3 の入力部 S (又はケーブル 2 0 乃至 2 3 のどこかにある電源スイッチ) に結合され、第 1 の調査信号をケーブル 2 0 乃至 2 3 に注入するインジェクタ 1 2 を含む。ここでは、インジェクタ 1 2 は、ケーブル 2 0 乃至 2 3 を介して、負荷 3 1 乃至 3 3 に給電するための例えば電圧信号といった給電信号を切り替えるスイッチ 1 2 の形である。

#### 【 0 0 4 5 】

デバイス 1 は更に、受信器 1 3 に結合され、第 1 の反射信号を反射値に変換し、反射値と基準値との差分を求めるプロセッサ 1 4 を含む。閾値以上である場合の、差分のうちの最初に生じる差分が、ケーブルシステム 2 における問題を表わす。最初に生じる差分の瞬間が、問題の場所を表わす。デバイス 1 は更に、プロセッサ 1 4 に結合され、人とやり取りするための人 マシンインターフェース 1 6 を含む。ケーブルインターフェース 1 0 は、受信器 1 3 が、ケーブル 2 0 乃至 2 3 (又は電源 3 ) とより直接的に通信可能である場合は、除外されてもよい。

#### 【 0 0 4 6 】

デバイス 1 は更に、プロセッサ 1 4 及びスイッチ 1 2 に結合され、スイッチ 1 2 を制御するコントローラ 1 5 を含む。コントローラ 1 5 は、電源 3 の出力部 に結合され、給電信号の位相角を検出し、また、検出結果に応えて、給電信号の所定の位相角において、給電信号をオフに切り替えるようにスイッチ 1 2 を制御する。給電信号の所定の位相角において、給電信号をオフに切り替えると、第 1 のパルス信号が、ケーブル等に注入される。或いは、コントローラ 1 5 は、例えば 1 マイクロ秒といった 0 . 1 秒より短い第 1 の時間間隔について、例えば 1 時間といった 1 秒よりも長い第 2 の時間間隔の間に、例えば 1 回、給電信号を中断するようにスイッチ 1 2 を制御してもよい。給電信号をすぐに中断すると、第 1 のパルス信号が、毎回、ケーブルに注入され、その第 1 の反射が観察される。コントローラ 1 5 が、部分的に又は全体的に、プロセッサ 1 4 の一部を形成してもよく、また、その逆も可能である。

#### 【 0 0 4 7 】

図 8 に、オフに切り替えられている給電信号が示される (垂直軸 : 振幅、例えば電圧振幅、水平軸 : 時間)。図 9 に、オフに切り替えられた瞬間ににおける円印について、より詳細に示される。

#### 【 0 0 4 8 】

図 9 に、4 つの不具合状況が示される (垂直軸 : 振幅、例えば電圧振幅、水平軸 : 時間)。左上図では、第 1 の負荷 3 1 が故障しているか又はない。結果として、差分 D 3 の開始点によって規定される瞬間ににおいて、反射値 (次の瞬間ににおける反射信号の振幅) と基準値 (ケーブルシステム 2 に問題がなかった次の瞬間ににおける、前に受信された反射信号の振幅) とが互いから異なり始める。右上図では、第 2 の負荷 3 2 が故障しているか又はない。結果として、差分 D 4 の開始点によって規定される瞬間ににおいて、反射値と基準値とが互いから異なり始める。左下図では、第 3 の負荷 3 3 が故障しているか又はない。結果として、差分 D 5 の開始点によって規定される瞬間ににおいて、反射値と基準値とが互い

10

20

30

40

50

から異なり始める。右下図では、第4の負荷が故障しているか又はない。結果として、差分D6の開始点によって規定される瞬間ににおいて、反射値と基準値とが互いから異なり始める。

#### 【0049】

最初に生じる差分D3-D6は、問題を表わす。調査/反射信号の速度に、調査信号の注入と最初に生じる差分D3-D6との間にある時間間隔の継続時間を乗算し、2で除算したものが、問題の場所を表わす。つまり、最初に生じる差分D3-D6の瞬間が、問題の場所を表わす。

#### 【0050】

図10に、オフに切り替えられている給電信号（上図、垂直軸：振幅、例えば電圧振幅、水平軸：時間）と、不具合状況（下図、垂直軸：振幅、例えば電圧振幅、水平軸：時間）とが示される。差分D7の開始点によって規定される瞬間ににおいて、反射値（次の瞬間ににおける反射信号の振幅）と、基準値（ケーブルシステム2に問題がなかった次の瞬間ににおける、前に受信された反射信号の振幅）とが互いから異なり始める。

10

#### 【0051】

図11は、ケーブルの主部に接続される違法電化製品を検出する本発明の別の実施形態を示す。本実施形態では、負荷31乃至34は、街路照明器具である。各照明柱の照明器具側に、枝ケーブル21乃至24を照明器具31乃至34に接続するようにインダクタ41乃至44が取り付けられる。ここでは、インジェクタ11は、第1のパルス信号の形式の第1の調査信号を生成する生成器11の形である。主ケーブルへの違法アクセスは、ケーブルシステムが動作中に起きる。したがって、通常動作への妨害を回避又は減少するために、好適には、第1のパルス信号は、コンデンサを介して、主ケーブルに注入される。注入されたパルスが各照明器具に到着すると、インダクタは、正の反射をもたらし、電源3に戻るように伝搬する。デバイス1において、例えば電圧センサである受信器13と、例えばマイクロコントローラであるプロセッサ14とは、受信された電圧波を基準として記録する。例えばケーブル6を介して主ケーブル20に接続される電化製品5による違法電力アクセスがあると、当該電化製品5も、注入されたパルスに対して反射をもたらす。次に、プロセッサ14は、この場合では、受信された波を、記録された基準と比較し、差分の開始点を見つけ、違法にアクセスしている電化製品5の位置を算定する。主電源における狭パルスの波速度をvとし、パルスを注入する瞬間をt<sub>0</sub>とし、差分の開始点の瞬間をt<sub>1</sub>とすると、違法アクセスポイントの位置は、v(t<sub>1</sub>-t<sub>0</sub>)/2である簡単に算定される。インダクタがあることによって、各照明器具（31乃至34）のステータスは、反射に影響を及ぼさない。これに加えて、適切なインピーダンスを有するインダクタは、ケーブルインピーダンスとマッチングすることができる。その場合、インダクタは、反射をもたらさず、デバイス1において受信される信号はより単純となり、これは、キャビネットにおける信号処理に役立つ。

20

#### 【0052】

なお、インダクタ41乃至44は、違法アクセス電化製品5及びその位置の検出の場合は、任意選択的である。インダクタ41乃至44を挿入する目的は、受信される反射信号における有用信号の割合を増加させることである。インダクタ41乃至44は、照明器具31乃至34に組み込まれてもよい。インダクタ41乃至44は更に、枝ケーブル21乃至24からの反射を更に減少させるように、枝ケーブル21乃至24の下部に挿入されてもよい。

30

#### 【0053】

第1及び第2のユニットが、第3の要素が間ない状態で、直接的に結合されても、第3のユニットが間にある状態で、間接的に結合されてもよい。デバイス1は、単独デバイスであっても、ケーブル20乃至24、負荷31乃至34のうちの1つ以上、又は、電源3を更に含む収集システムの一部を形成してもよい。好適には、枝部21乃至24は、主部20と2つの後続の枝部21乃至24との間の接続間の距離よりも短い長さを有すべきである。

40

50

## 【0054】

要約するに、ケーブル20乃至24と負荷31乃至34とを含むケーブルシステム2における問題を検出するデバイス1は、第1の調査信号をケーブル20乃至24に注入するインジェクタ11、12と、ケーブル20乃至24からの第1の調査信号の第1の反射を含む第1の反射信号を受信する受信器13と、プロセッサ14とを具備する。プロセッサ14は、第1の反射信号を反射値に変換し、反射値と基準値との差分を求める。差分のうち最初に生じる著しい差分は、問題を表わし、第1の最初に生じる著しい差分の瞬間は、問題の場所を表わす。ケーブルシステム2に問題がなかった瞬間に注入された、前に注入された調査信号からの反射を含む前に受信された反射信号は、基準値に変換される。

## 【0055】

本発明は図面及び上記記載において詳細に例示且つ説明されたが、このような例示及び説明は、例示的と見なされるべきであって限定的ではない。本発明は、開示された実施形態に限定されない。開示された実施形態の他の変形は、請求に係る発明を実施する際に、図面、開示内容、添付の請求項を検討することにより、当業者により理解及び達成されうる。請求項において、「含む」との用語は、他の要素又はステップを排除するものではなく、また、「a」又は「a n」との不定冠詞は、複数形を排除するものではない。特定の手段が相互に異なる従属請求項に記載されるという单なる事実が、これらの手段の組み合わせを有利に用いることができないことを示すものではない。請求項における任意の参照符号は、範囲を限定するものと解釈するべきではない。

10

20

## 【図1】

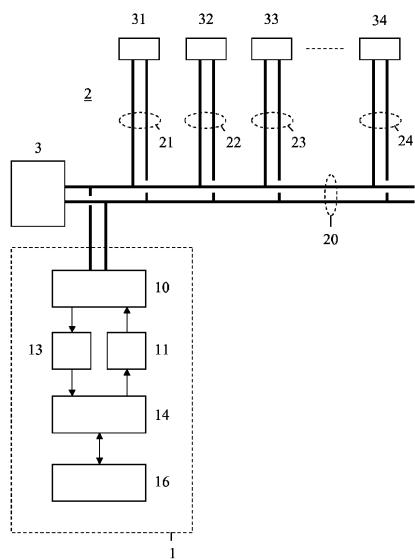


Fig. 1

## 【図2】

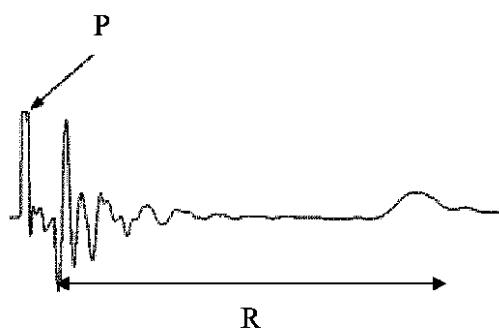


Fig. 2

【図3】

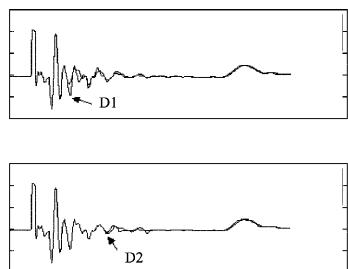


Fig. 3

【図4】

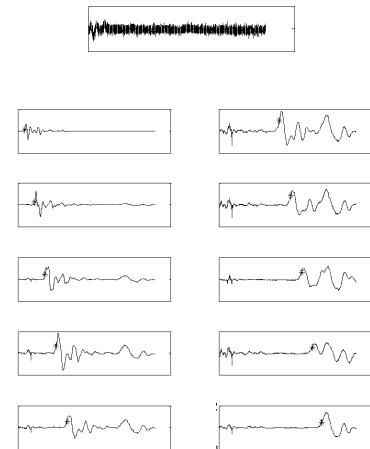


Fig. 4

【図5】

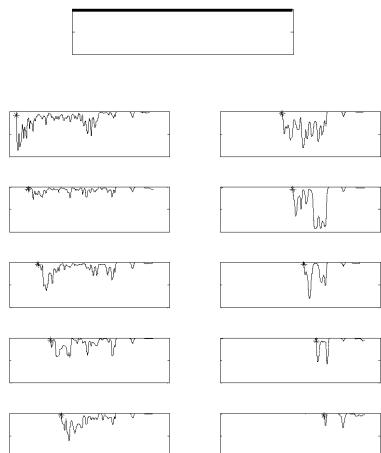


Fig. 5

【図6】

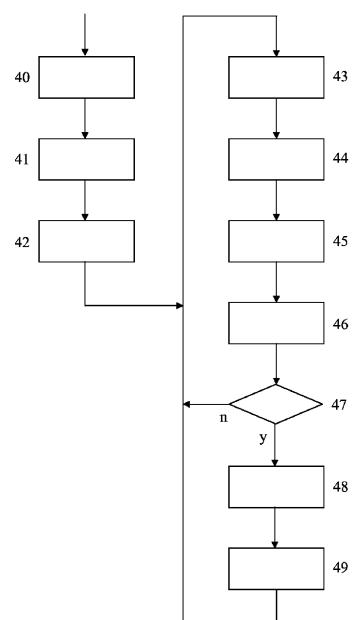


Fig. 6

【図7】

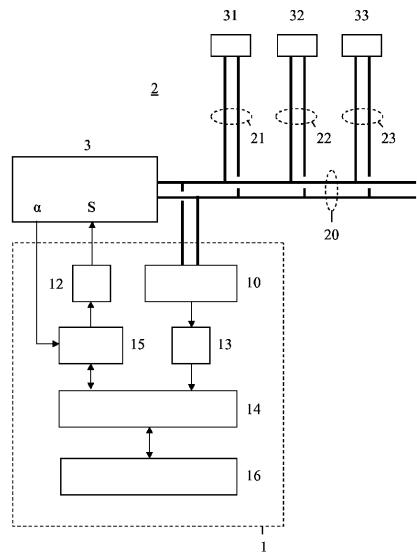


Fig. 7

【図8】



Fig. 8

【図9】

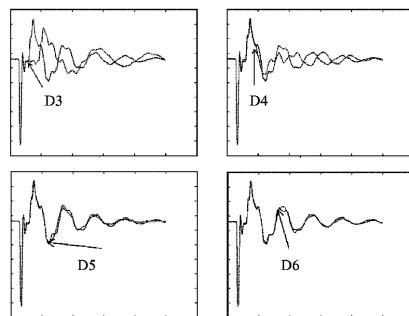


Fig. 9

【図10】

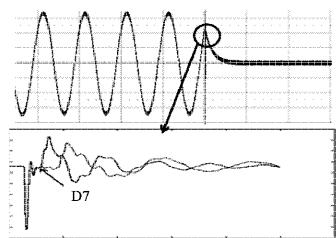


Fig. 10

【図11】

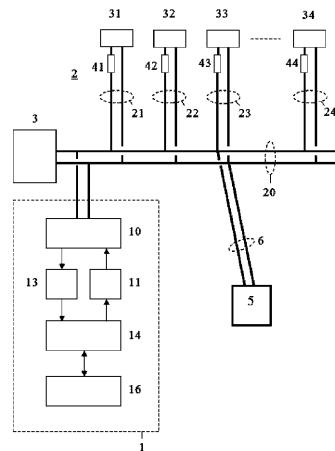


Fig. 11

---

フロントページの続き

前置審査

(72)発明者 チエン ホンシン

オランダ国 5656 アーエー アイントホーフェン ハイ テク キャンパス 5

(72)発明者 チエン ホン

オランダ国 5656 アーエー アイントホーフェン ハイ テク キャンパス 5

審査官 青木 洋平

(56)参考文献 特開2007-333468 (JP, A)

特開2001-289901 (JP, A)

国際公開第2014/097006 (WO, A1)

特表2016-506508 (JP, A)

国際公開第2014/147056 (WO, A1)

米国特許第05083086 (US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 31/00 - 31/11