

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5123382号
(P5123382)

(45) 発行日 平成25年1月23日 (2013. 1. 23)

(24) 登録日 平成24年11月2日 (2012. 11. 2)

(51) Int. Cl.

F I

H05B 37/03 (2006.01)

H05B 37/03

B

H05B 37/03

Z

請求項の数 32 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2010-513669 (P2010-513669)
(86) (22) 出願日 平成19年6月29日 (2007. 6. 29)
(65) 公表番号 特表2010-532073 (P2010-532073A)
(43) 公表日 平成22年9月30日 (2010. 9. 30)
(86) 国際出願番号 PCT/EP2007/056587
(87) 国際公開番号 W02009/003512
(87) 国際公開日 平成21年1月8日 (2009. 1. 8)
審査請求日 平成22年6月21日 (2010. 6. 21)

(73) 特許権者 504238677
エネル ディストリビューズィオーネ ソシ
エタ ペル アチオニ
E N E L D I S T R I B U Z I O N E
S . P . A .
イタリア国 ローマ アイ-00198,
ヴィア オンブローネ 2
V i a O m b r o n e 2 , 1 - 0 0
1 9 8 R o m e , I T A L Y
(74) 代理人 100076428
弁理士 大塚 康德
(74) 代理人 100112508
弁理士 高柳 司郎
(74) 代理人 100115071
弁理士 大塚 康弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 街路灯の故障を検出する装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

A C 電源 (1 0) に共通に接続可能な複数の街路灯 (2 0) のうちの、少なくとも 1 つの街路灯の故障を検出するデバイス (1 0 0) であって、

前記 A C 電源によって前記複数の街路灯へと供給された、合計の有効電力 (P t) を示す有効電力測定値 (P) を取得するための手段 (1 2 0) と、

前記 A C 電源によって前記複数の街路灯へと供給された、合計の無効電力 (Q t) を示す無効電力測定値 (Q) を取得するための手段 (1 3 0) と、

前記取得された有効電力測定値 (P) の変動 (Δ P) を検出するための手段 (1 4 0) と、

前記取得された無効電力測定値 (Q) の変動 (Δ Q) を検出するための手段 (1 5 0) と、

前記取得された有効電力測定値 (P) において前記検出された変動 (Δ P) と、前記取得された無効電力測定値 (Q) において前記検出された変動 (Δ Q) との双方を用いて、少なくとも 1 つの前記街路灯の故障が発生したかどうかを判定するための、故障判定手段 (3 0 0) と、

を備えることを特徴とするデバイス。

【請求項 2】

前記故障判定手段 (3 0 0) は、前記取得された有効電力測定値 (P) が減少したことが検出され、かつ前記取得された無効電力測定値 (Q) が増加したことが検出された場合

に、ショートによるランプの故障を判定する(910, S243)ように構成されていることを特徴とする、請求項1に記載のデバイス。

【請求項3】

前記故障判定手段(300)は、前記取得された有効電力測定値(P)が減少したことが検出され、かつ前記取得された無効電力測定値(Q)が減少したことが検出された場合に、ランプのオープン故障を判定する(920, S246)ように構成されていることを特徴とする、請求項1又は2に記載のデバイス。

【請求項4】

前記故障判定手段(300)は、前記取得された無効電力測定値(Q)が増加したことが検出され、かつ前記取得された有効電力測定値(P)が変動しないことが検出された場合に、切断されたコンデンサによるランプの故障を判定する(930, S263)ように構成されていることを特徴とする、請求項1乃至3の何れか1項に記載のデバイス。

【請求項5】

前記故障判定手段(300)は、前記取得された有効電力測定値(P)が減少と増加とを繰り返したことが検出され、かつ前記取得された無効電力測定値(Q)が増加と減少とを繰り返したことが検出された場合に、ランプサイクリング故障を判定する(940, S267)ように構成されていることを特徴とする、請求項1乃至4の何れか1項に記載のデバイス。

【請求項6】

前記有効電力測定値を取得するための手段(120)は、前記複数の街路灯へと供給された特定の有効エネルギー量をそれぞれが示す有効エネルギーパルス(E P p)を生成するための生成手段(220)を備えることを特徴とする、請求項1乃至5の何れか1項に記載のデバイス。

【請求項7】

前記有効電力測定値を取得するための手段(120)は、前記有効電力測定値(P)として、前記生成されたn個の前記有効エネルギーパルス(E P p)の周波数($n / \Delta T 1$)を判定するための手段(240)を備え、

nは、時間間隔($\Delta T 1$)においてカウントされた前記有効エネルギーパルス(E P p)の数であることを特徴とする、請求項6に記載のデバイス。

【請求項8】

前記有効電力測定値を取得するための手段(120)は、前記有効電力測定値(P)として、前記生成された連続する前記有効エネルギーパルス(E P p)の間の時間間隔($\Delta T 2$)を判定するための手段(240)を備えることを特徴とする、請求項6に記載のデバイス。

【請求項9】

前記無効電力測定値を取得するための手段(130)は、前記複数の街路灯へと供給された特定の無効エネルギー量をそれぞれが示す無効エネルギーパルス(E P q)を生成するための生成手段(230)を備えることを特徴とする、請求項1乃至8の何れか1項に記載のデバイス。

【請求項10】

前記無効電力測定値を取得するための手段(130)は、前記無効電力測定値(Q)として、前記生成されたn個の前記無効エネルギーパルス(E P q)の周波数($n / \Delta T 1$)を判定するための手段(250)を備え、

nは、時間間隔($\Delta T 1$)においてカウントされた前記無効エネルギーパルス(E P q)の数であることを特徴とする、請求項9に記載のデバイス。

【請求項11】

前記無効電力測定値を取得するための手段(130)は、前記無効電力測定値(Q)として、前記生成された連続する前記無効エネルギーパルス(E P q)の間の時間間隔($\Delta T 2$)を判定するための手段(250)を備えることを特徴とする、請求項9に記載のデバイス。

10

20

30

40

50

【請求項 1 2】

前記有効エネルギーパルスを生成するための生成手段(220)と、前記無効エネルギーパルスを生成するための生成手段(230)とのうちの少なくとも一方は、エネルギー測定集積回路(55)を用いて実現されることを特徴とする、請求項6乃至11の何れか1項に記載のデバイス。

【請求項 1 3】

前記AC電源の供給電圧を示す測定値(Vm)を検出するための電圧検出手段(420; 430)と、

前記AC電源の供給電圧を示す前記検出された測定値(Vm)に基づいて、前記取得された有効電力測定値(P)と前記取得された無効電力測定値(Q)との少なくとも一方を調整するための、電力測定値調整手段(420; 430)と、

をさらに備えることを特徴とする、請求項1乃至12の何れか1項に記載のデバイス。

【請求項 1 4】

前記電力測定値調整手段(420; 430)は、前記複数の街路灯の非線形挙動を考慮することが可能な所定の正規化機能に基づいて、前記有効電力測定値(P)と前記無効電力測定値(Q)との少なくとも一方を正規化するように構成されていることを特徴とする、請求項13に記載のデバイス。

【請求項 1 5】

前記電力測定値調整手段(420; 430)は、前記AC電源の供給電圧を示す前記検出された測定値(Vm)と、定格供給電圧(Vr)との比の平方によって、前記有効電力測定値(P)と前記無効電力測定値(Q)との少なくとも一方を正規化するように構成されていることを特徴とする、請求項13又は14に記載のデバイス。

【請求項 1 6】

前記取得された有効電力測定値(P)の変動(ΔP)を検出するための前記手段(140)及び/又は前記取得された無効電力測定値(Q)の変動(ΔQ)を検出するための前記手段(150)は、

有効電力測定基準値(Pref)及び/又は無効電力測定基準値(Qref)からの、前記取得された有効電力測定値(P)及び/又は前記取得された無効電力測定値(Q)の偏差に基づいて、前記有効電力測定値及び/又は前記無効電力測定値の前記変動(ΔP ; ΔQ)を検出するように構成された比較手段(625; 635)を備えることを特徴とする、請求項1乃至15の何れか1項に記載のデバイス。

【請求項 1 7】

前記取得された有効電力測定値(P)の変動(ΔP)を検出するための前記手段(140)及び/又は前記取得された無効電力測定値(Q)の変動(ΔQ)を検出するための前記手段(150)は、

過去に取得された複数の値についての前記有効電力測定値(P)及び/又は前記無効電力測定値(Q)の平均値(Pavg; Qavg)を取得するように構成され、かつ前記取得された平均値(Pavg; Qavg)に基づいて、前記有効電力測定基準値(Pref)及び/又は前記無効電力測定基準値(Qref)を調整するように構成された補正手段(620; 630)をさらに備えることを特徴とする、請求項16に記載のデバイス。

【請求項 1 8】

前記補正手段(620; 630)は、

過去の前記有効電力測定値(Pk)及び/又は前記無効電力測定値(Qk)を、それぞれの前記電力測定値が取得された時に印加されていた前記AC電源の供給電圧(Vm)に従って、少なくとも2つのグループ(a, ..., h)にグループ化し、

それぞれの前記グループ(a, ..., h)について、過去の前記有効電力測定値(Pk)及び/又は前記無効電力測定値(Qk)の、それぞれのグループ平均値((Pavga; Qavga), ..., (Pavgh; Qavgh))を取得し、

それぞれの前記電力測定値が取得された時に印加されていた前記AC電源の供給電圧(Vm)に従って、複数の前記有効電力測定基準値及び/又は前記無効電力測定基準値の、

10

20

30

40

50

それぞれのグループ基準値 ((P r e f a ; Q r e f a) , ... , (P r e f h ; Q r e f h)) を取得し、

前記有効電力測定値及び／又は前記無効電力測定値が取得された時に印加されていた A C 電源の供給電圧に関連する、過去の前記有効電力測定値及び／又は前記無効電力測定値の前記グループ平均値 ((P a v g a ; Q a v g a) , ... , (P a v g h ; Q a v g h)) に基づいて、前記取得されたグループ基準値 ((P r e f a ; Q r e f a) , ... , (P r e f h ; Q r e f h)) を調整するようにさらに構成され、

前記比較手段 (6 2 5 ; 6 3 5) は、前記有効電力測定値及び／又は前記無効電力測定値が取得された時に印加されていた前記 A C 電源の供給電圧に関連する前記グループ基準値 ((P r e f a ; Q r e f a) , ... , (P r e f h ; Q r e f h)) からの、前記取得された有効電力測定値 (P) 及び／又は無効電力測定値 (Q) の偏差に基づいて、前記有効電力測定値及び／又は前記無効電力測定値の前記変動を検出するようにさらに構成されている

10

ことを特徴とする、請求項 1 7 に記載のデバイス。

【請求項 1 9】

前記補正手段 (6 2 0 ; 6 3 0) は、

前記検出された A C 電源の供給電圧 (V m) と、定格供給電圧 (V r) との比に対応する値によって、過去の連続する複数の前記有効電力測定値 (P) 及び／又は前記無効電力測定値 (Q) のそれぞれを正規化し、

前記正規化された有効電力測定値 (P) 及び／又は無効電力測定値 (Q) に基づいて、前記平均値を取得する

20

ように構成されていることを特徴とする、請求項 1 7 又は 1 8 に記載のデバイス。

【請求項 2 0】

前記比較手段 (6 2 5 , 3 2 0 , 3 3 0 ; 6 3 5 , 3 5 0 , 3 6 0) は、前記偏差を閾値 (P t h r - , P t h r + ; Q t h r - , Q t h r +) に対して比較することによって、前記有効電力測定値 (P) 及び／又は前記無効電力測定値 (Q) の前記変動を検出するように構成されていることを特徴とする、請求項 1 6 乃至 1 9 の何れか 1 項に記載のデバイス。

【請求項 2 1】

前記取得された有効電力測定値 (P) 及び／又は前記取得された無効電力測定値 (Q) の変動を検出するための前記手段 (1 4 0 , 3 2 0 , 3 3 0 ; 1 5 0 , 3 5 0 , 3 6 0) は、

30

第 1 の閾値 (P t h r - ; Q t h r -) に対して、及び前記第 1 の閾値よりも大きい第 2 の閾値 (P t h r + ; Q t h r +) に対して、前記偏差を比較し、

前記偏差が前記第 1 の閾値を下回る場合には負の変動を検出し、前記偏差が前記第 2 の閾値を上回る場合には正の変動を検出し、前記偏差が前記第 1 の閾値を上回りかつ前記第 2 の閾値を下回る場合には変動がないことを検出する

ように構成されていることを特徴とする、請求項 1 6 乃至 2 0 の何れか 1 項に記載のデバイス。

【請求項 2 2】

40

前記取得された有効電力測定値 (P) 及び／又は前記取得された無効電力測定値 (Q) の変動を検出するための前記手段 (1 4 0 , 3 2 0 , 3 3 0 ; 1 5 0 , 3 5 0 , 3 6 0) は、

前記有効電力測定基準値及び／又は前記無効電力測定基準値 (P r e f ; Q r e f) に関して、過去に取得された複数の値についての前記有効電力測定値及び／又は前記無効電力測定値 (P ; Q) の平均値 (P a v g ; Q a v g) を取得するために用いられた、前記有効電力測定値及び／又は前記無効電力測定値の分布を評価することによって、又は、

前記有効電力測定値及び／又は前記無効電力測定値が取得された時に印加されていた前記 A C 電源の供給電圧に関連する前記グループ基準値 ((P r e f a ; Q r e f a) , ... , (P r e f h ; Q r e f h)) に関して、前記有効電力測定値及び／又は前記無効電力

50

測定値が取得された時に印加されていた前記ＡＣ電源の供給電圧に関連する、過去の前記有効電力測定値及び／又は前記無効電力測定値のグループ（ $a, \dots, h$ ）の値の分布を評価することによって、

前記閾値（ $P_{thr-}, P_{thr+}; Q_{thr-}, Q_{thr+}$ ）のうち少なくとも１つを調整するように構成されていることを特徴とする、請求項２０又は２１に記載のデバイス。

【請求項２３】

前記平均値は移動平均値であることを特徴とする、請求項１７乃至２２の何れか１項に記載のデバイス。

【請求項２４】

前記補正手段（６２０；６３０）は、前記取得された平均値（ $P_{avg}; Q_{avg}$ ）と、以前の前記有効電力測定基準値及び／又は前記無効電力測定基準値（ $P_{ref}; Q_{ref}$ ）とに基づいて、前記有効電力測定基準値及び／又は前記無効電力測定基準値（ $P_{ref}; Q_{ref}$ ）を調整するように構成されていることを特徴とする、請求項１７乃至２３の何れか１項に記載のデバイス。

【請求項２５】

前記取得された有効電力測定値（ P ）の変動（ ΔP ）を検出するための手段（１４０）及び／又は前記取得された無効電力測定値（ Q ）の変動（ ΔQ ）を検出するための手段（１５０）は、

前記故障判定手段（３００）が故障が発生したと検出した過去の前記有効電力測定値及び／又は前記無効電力測定値（ $P; Q$ ）が、前記取得された平均値（ $P_{avg}; Q_{avg}$ ）、（ $P_{avg a}; Q_{avg a}$ ）、 $\dots$ 、（ $P_{avg h}; Q_{avg h}$ ）に表されないように構成された、規則的でない電力測定値を制止するための手段（６２２，６２３；６３２，６３３）をさらに備えることを特徴とする、請求項１７乃至２４の何れか１項に記載のデバイス。

【請求項２６】

前記取得された有効電力測定値（ P ）の変動を検出するための手段（１４０）及び／又は前記取得された無効電力測定値（ Q ）の変動を検出するための手段（１５０）は、

前記平均値（ $P_{avg}; Q_{avg}$ ）、（ $P_{avg a}; Q_{avg a}$ ）、 $\dots$ 、（ $P_{avg h}; Q_{avg h}$ ）、前記基準値（ $P_{ref}; Q_{ref}$ ）、（ $P_{ref a}; Q_{ref a}$ ）、 $\dots$ 、（ $P_{ref h}; Q_{ref h}$ ）、又は、前記第１の閾値（ $P_{thr-}; Q_{thr-}$ ）と前記第２の閾値（ $P_{thr+}; Q_{thr+}$ ）とのうちの少なくとも一方を、前記検出されたＡＣ電源の供給電圧（ V_m ）と定格供給電圧（ V_r ）との比に対応する測定値を用いて乗算することにより調整するように構成されていることを特徴とする、請求項１６乃至２５の何れか１項に記載のデバイス。

【請求項２７】

前記補正手段（６２０；６３０）は、過去の前記取得された有効電力測定値及び／又は無効電力測定値（ $P; Q$ ）と、少なくとも１つの前記基準値（ $P_{ref}; Q_{ref}$ ）、（ $P_{ref a}; Q_{ref a}$ ）、 $\dots$ 、（ $P_{ref h}; Q_{ref h}$ ）との少なくとも一方を、前記複数の街路灯が前記ＡＣ電源から電力を受信していない間に維持するように構成されていることを特徴とする、請求項１７乃至２６の何れか１項に記載のデバイス。

【請求項２８】

ウォームアップのために前記街路灯によって必要とされる期間の間と、前記複数の街路灯が前記ＡＣ電源からの電力を受け取っていない期間の間との少なくとも一方において、前記補正手段が前記平均値を更新することを妨げるための手段（６２２，６２３；６３２，６３３）を備えることを特徴とする、請求項１乃至２７の何れか１項に記載のデバイス。

【請求項２９】

ウォームアップのために前記街路灯によって必要とされる期間の間に、前記街路灯の故障の検出を妨げるための手段（３９０）を備えることを特徴とする、請求項１乃至２８の

10

20

30

40

50

何れか 1 項に記載のデバイス。

【請求項 3 0】

始動準備中に、過去の前記有効電力測定値及び／又は前記無効電力測定値のそれぞれのグループと、それぞれのグループ平均値とが、それぞれのグループ基準値（（ $P_{ref a}$ ； $Q_{ref a}$ ），…，（ $P_{ref h}$ ； $Q_{ref h}$ ））を取得するように、過去の前記有効電力測定値及び／又は前記無効電力測定値のグループ（ a ，…， h ）の値と、それぞれのグループ平均値（（ $P_{avg a}$ ； $Q_{avg a}$ ），…，（ $P_{avg h}$ ； $Q_{avg h}$ ））とを初期化する工程を実行するように構成されていることを特徴とする、請求項 1 乃至 2 9 の何れか 1 項に記載のデバイス。

【請求項 3 1】

ＡＣ電源（１０）に共通に接続された複数の街路灯のうちの、少なくとも 1 つの街路灯（２０）の故障を検出する方法であって、

前記ＡＣ電源から前記複数の街路灯へと電力を供給する工程と、

前記ＡＣ電源によって前記複数の街路灯へと供給された、合計の有効電力（ P_t ）を示す有効電力測定値（ P ）を取得する工程と、

前記ＡＣ電源によって前記複数の街路灯へと供給された、合計の無効電力（ Q_t ）を示す無効電力測定値（ Q ）を取得する工程と、

前記取得された有効電力測定値（ P ）の変動（ ΔP ）を検出する工程と、

前記取得された無効電力測定値（ Q ）の変動（ ΔQ ）を検出する工程と、

前記取得された有効電力測定値（ P ）において前記検出された変動（ ΔP ）と、前記取得された無効電力測定値（ Q ）において前記検出された変動（ ΔQ ）との双方を用いて、少なくとも 1 つの前記街路灯の故障が発生したかどうかを判定する工程と、

を含むことを特徴とする方法。

【請求項 3 2】

プロセッサ又はマイクロコントローラのプログラムメモリに読み込まれた時に、ＡＣ電源に共通に接続された複数の街路灯のうちの、少なくとも 1 つの街路灯の故障を検出するための請求項 3 1 に記載の方法を、前記プロセッサ又は前記マイクロコントローラに実行させることを特徴とする、コンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、ＡＣ電源に共通に接続可能な複数の街路灯のうちの少なくとも 1 つの街路灯の故障を検出する装置に関する。更に本発明は、街路灯の故障を検出する方法及びそのような街路灯の故障を検出する方法をプロセッサ又はマイクロコントローラに実行させるように構成されたコンピュータプログラム製品に関する。

【背景技術】

【０００２】

一般に、１つ又は複数のランプは、それらのランプが正しく動作することに関心があるオペレータから離れた場所に配置される。複数の街路灯は、例えば一連のランプとして通路又は街路に沿ってある特定の間隔で配置される。安全上の理由により、一連のランプのうちの１つ以上の故障は、かなり短時間で検出される必要がある。従来、故障の検出は、人の手で月 1 回等の定期的な間隔で実行されている。人は、ランプに電力が供給されている間、各ランプをじかに点検する必要がある。この点検のコストは非常に高く、ランプが点検直後に故障するか又は特定の動作条件中にのみ一時的に故障することも起こり得る。また、故障を検出する場合、修理者は、故障したランプの構成要素を個別に検査することで初めて故障の原因を知る。

【０００３】

これらの欠点を克服するため、いくつかの方法が開発されている。

【０００４】

欧州特許第 0 , 7 4 6 , 1 8 3 A 1 号明細書から周知であるランプの故障を検出する 1

10

20

30

40

50

つの方法は、ランプに供給される電圧と電流との位相角を、動作中の個々のランプ毎に検出することに基づく。判定される位相角が所定の許容範囲内である場合、ランプは正常であると考えられる。判定される位相角が所定の許容範囲外である場合、このランプの故障が検出される。各ランプは、固有の故障検出モジュールを有する。従って、この種の故障検出は高価である。

【 0 0 0 5 】

また、例えば欧州特許第 0 , 7 4 6 , 1 8 3 A 1 号明細書で言及されるように、位相角を判定するいくつかの方法が周知である。

【 0 0 0 6 】

欧州特許第 0 , 7 4 6 , 1 8 3 A 1 号明細書によると、位相角を判定する 1 つの方法は、各ランプに供給される電圧のゼロ交差と、同一周期中の電流のゼロ交差との間の時間を測定することである。この方法は、印加される電圧及び電流が、時間に関して互いにシフトした理想的な正弦曲線に対応するという仮定に基づく。しかし、ランプに供給される電圧及び電流は、実際には、高次の高調波の存在及び非線形構成要素の効果等のために歪曲される。従って、この方法では、ランプの検出状態がいくぶん不正確で不確実なものとなる。

【 0 0 0 7 】

欧州特許第 0 , 7 4 6 , 1 8 3 A 1 号明細書によると、位相角を判定する別の方法は、以下の通りである。電圧及び電流の瞬間測定値に基づき、高次高調波及び非線形効果による歪曲を考慮して、ランプが吸収する有効電力 P 及び関連する皮相電力 S は判定される。マイクロプロセッサは、有効電力 P と皮相電力 S との関係に基づいて計算し、対象の周期中の電圧と電流との角度についての位相角を取得する。その後、ランプの状態は、取得された位相角に基づいて検出される。しかし、位相角の変化量は、ある特定の種類の故障に対しては非常に小さい。従って、有効電力 P 及び皮相電力 S の計算は、高精度な動作を必要とする。

【 0 0 0 8 】

故障を検出するために複数のランプに共通に供給される電圧及び電流を測定することは、国際公開第 WO 9 5 / 0 4 4 4 6 号パンフレットから周知である。この方法によると、複数のランプのうちの少なくとも 1 つが故障したかを判定できる。しかし、単一のランプに対してではなく、AC 電源に共通に接続される複数のランプに対して故障が検出される場合、単一のランプの場合と比較して、1 つの故障したランプにより発生する位相角の変動は、複数のランプのうちの正常なランプが残ることにより、平均効果によって弱まる。従って、電源から共通に供給される複数のランプの場合、ランプが電源に共通に接続される地点における電圧と電流との位相角を判定するためには、更なる高精度が要求される。

【 発明の概要 】

【 0 0 0 9 】

本発明の目的は、AC 電源に共通に接続される多数の街路灯の中から少なくとも 1 つの街路灯の故障を確実に検出する装置及び方法を提供することである。

【 0 0 1 0 】

本発明によると、AC 電源に共通に接続可能な複数の街路灯のうちの少なくとも 1 つの街路灯の故障を検出する装置は、AC 電源により複数の街路灯に供給される合計有効電力 P_t を示す有効電力測定値 P を取得する取得部と、AC 電源により複数の街路灯に供給される合計無効電力 Q_t を示す無効電力測定値 Q を取得する取得部と、取得有効電力測定値の変動 ΔP を検出する検出部と、取得無効電力測定値の変動 ΔQ を検出する検出部と、取得有効電力測定値及び取得無効電力測定値の検出される変動に基づいて、少なくとも 1 つの街路灯の故障が発生したかを判定する故障判定部を含む。

【 0 0 1 1 】

最も一般的な意味において、有効電力測定値及び無効電力測定値という用語は、互いに直交する電力測定値を表す。有効電力測定値及び無効電力測定値の直交する特性又は少なくとも準直交する特性のため、有効電力測定値の任意の変動は無効電力測定値の変動にあ

10

20

30

40

50

まり依存せずに検出され、無効電力測定値の任意の変動は有効電力測定値の変動にあまり依存せずに検出される。従って、有効電力測定値及び無効電力測定値の測定により、電圧と電流との関係の任意の変化がより高精度で検出される。これにより、ＡＣ電源に共通に接続される複数のランプのうちの単一のランプの故障がより確実に検出される。また、本発明によると、ＡＣ電源に共通に接続されるより多くのランプに対する故障検出が可能である。更に、本発明のある特定の実施形態により、ランプにおいて発生した故障の種類を判定できる。

【 0 0 1 2 】

多数の適切な有効電力測定値 P の中の１つは、複数のランプの、瞬間供給電圧（以下 $u(t)$ ）で示す）と供給電流（以下 $i(t)$ で示す）との積の、電力供給電圧の一周期（以下 T で示す）又は周期の整数倍（ nT ）についての平均値であるかもしれない。別の適切な有効電力測定値 P は、１周期 T 又は周期 T の整数倍の間に取得される、 $u(t)$ と $i(t)$ とのサンプルの積の平均値であるかもしれない。これらの適切な有効電力測定値及び他の適切な有効電力測定値は、例えば $u(t)$ と $i(t)$ との積の、１周期 T 又はより多くの周期 T についての積分に基づくか、又は時間離散的であって量子化されたその等価物に基づく。

10

【 0 0 1 3 】

多数の適切な無効電力測定値 Q の中の１つは、タイムシフトした瞬間供給電圧 $u(t-T/4)$ と瞬間供給電流 $i(t)$ の積の、周期 T 又は周期 T の整数倍についての平均値であるかもしれない。 $u(t)$ に対する他のタイムシフト量 $\pm T(1+2m)/4$ （ m は整数）も適切であるだろう。別の適切な無効電力測定値 Q は、タイムシフトした電圧 $u(t)$ のサンプルと、 $i(t)$ のサンプルとの積の、一周期 T 又は周期 T の整数倍についての平均値であるかもしれない。ここでタイムシフトは、ゼロを含む任意の整数 m （例えば $m=1$ ）について、 $T(1+2m)/4$ に相当する。これらの適切な無効電力測定値及び他の適切な無効電力測定値は、 $T(1+2m)/4$ （ m はゼロを含む整数）だけ互いにシフトされている $u(t)$ と $i(t)$ との積の、１周期 T 又はより多くの周期 T についての積分に基づくか、又は時間離散的であって量子化されたその等価物に基づく。

20

【 0 0 1 4 】

そのような測定値を計測するために、サンプルホールド回路、Ａ／Ｄ変換回路、乗算回路及び加算回路、専用回路、プログラム可能な回路又は組込み回路等の、アナログ回路及びデジタル回路が容易に入手可能である。有効電力測定値及び無効電力測定値を取得するために、電力計測アプリケーションのための、市場で容易に入手可能な集積回路による解決方法が採用されてもよい。

30

【 0 0 1 5 】

本明細書内で使用されるような無効電力測定値の定義が上記引用した例に限定されないことに留意することが重要である。本明細書の利点は、幾何学的に互いに略直交する有効電力測定値及び無効電力測定値を使用する際に得られるだろう。

【 0 0 1 6 】

故障判定部は、所定の観察周期において、それぞれに定められた所定量を超える取得有効電力測定値及び無効電力測定値の変動を検出することにより、複数のランプのうちの少なくとも１つのランプの故障の種類を判定するように構成されることが好ましい。例えば、取得有効電力測定値が所定の観察周期において所定の量を上回る量だけ減少したことが判定された場合、及び取得無効電力測定値が所定の観察周期において所定の量を上回る量だけ増加したことが判定された場合、これは、複数のランプのうちの少なくとも１つのランプがショートしていることを示す。取得有効電力測定値が減少したことが検出され且つ取得無効電力測定値が減少したことが判定された場合、故障判定部は、ランプのオープン故障を判定するように構成されてもよい。更に、取得無効電力測定値が増加したことが検出され且つ取得有効電力測定値が所定の量を超える変動を有さないことが検出された場合、故障判定部は、コンデンサが切断されることによるランプの故障を判定するように構成されてもよい。

40

【 0 0 1 7 】

取得有効電力測定値が増減を交互に繰り返すことが検出され且つ取得無効電力測定値が

50

増減を交互に繰り返すことが検出された場合、故障判定部は、ランプサイクリング故障を判定するように構成されてもよい。これは、複数のランプのうちの少なくとも1つのランプがサイクリング、すなわち、電力が供給された際にランプが発光と非発光とを繰り返す挙動を示していることを示す。

【0018】

有効電力測定値取得部は、複数の街路灯に供給される特定の有効エネルギー量をそれぞれが示す有効エネルギーパルスを生成する生成部を含むことが好ましい。パルスの周波数又は連続するパルス間の時間間隔は、有効電力の適切な測定値である。有効電力測定値取得部は、周波数($n/\Delta T1$)を有効電力測定値として測定する周波数測定部を含んでもよい。ここで n は、時間間隔 $\Delta T1$ 内でカウントされる有効エネルギーパルス数である。本実施形態により、電力消費がより高い場合に正確で容易な測定が可能になる。あるいは有効電力測定値取得部は、連続して生成される有効エネルギーパルス間の時間間隔 $\Delta T2$ を有効電力測定値として測定する、時間間隔測定部を含んでもよい。本実施形態により、より電力消費が低い場合に正確で容易な測定が可能になる。これらの測定値の線形結合は、高速かつノイズに影響されずに有効電力測定値を取得するために、より好ましいだろう。同様のことが、無効電力測定値取得部に対して同様に当てはまる。有効エネルギーパルス生成部及び/又は無効エネルギーパルス生成部は、エネルギー計測集積回路を使用して実現されることが好ましい。

10

【0019】

従って、電力測定値は、エネルギー計測の分野で発展してきた、既成のアーキテクチャ及びアルゴリズムを活用することで、容易且つ正確に生成されうる。

20

【0020】

本発明に係る故障検出装置は、AC電源の供給電圧を示す測定値 V_m を検出する電圧検出部と、AC電源の供給電圧を示す検出された測定値に基づいて、取得有効電力測定値及び/又は取得無効電力測定値を調整する電力測定値調整部と、を含むことが好ましい。これにより、AC電源の変動の影響を除去又は軽減でき、多くのランプの中の1つにおける故障の検出においてより適切な分解能を達成できる。電力測定値調整部は、所定の正規化機能に基づいて有効電力測定値及び/又は無効電力測定値を正規化することが好ましい。所定の正規化機能は、複数の街路灯の非線形挙動を考慮できてもよい。更に電力測定値調整部は、AC電源の供給電圧を示す検出された測定値と、定格の供給電圧 V_r との比の平方によって、有効電力測定値及び/又は無効電力測定値を正規化してもよい。

30

【0021】

取得有効電力測定値の変動を検出する検出部及び/又は取得無効電力測定値の変動を検出する検出部は、有効/無効電力測定基準値に対する、有効/無効電力測定値の取得値の偏差に基づいて、有効/無効電力測定値の変動を検出する検出部を含むことが好ましい。

【0022】

取得有効/無効電力測定値の変動を検出する検出部は、有効/無効電力測定値の過去に取得された複数の値の平均値を取得し、取得平均値に基づいて有効/無効電力測定基準値を調整する補正部を含むことが好ましい。補正部は、各電力測定値が取得された時に印加していたAC電源電圧に従って過去の有効/無効電力測定値を少なくとも2つのグループにグループ分けし；各グループについて過去の有効/無効電力測定基準値のそれぞれのグループの平均値を取得し；有効/無効電力測定値が取得された時に印加していたAC電源電圧に従って、複数の有効/無効電力測定基準値の、それぞれのグループについての参照値を取得し；有効/無効電力測定値が取得された時に印加していたAC供給電圧と関連する過去の有効/無効電力測定値のグループ平均値に基づいて、取得したグループ基準値を調整してもよい。比較部は、有効/無効電力測定値が取得された時に印加していたAC供給電圧と関連するこのグループ基準値からの、取得された有効/無効電力測定値の偏差に基づいて、有効/無効電力測定値の変動を検出してもよい。

40

【0023】

補正部は、検出されるAC電源電圧と定格供給電圧 V_r との比に対応する値により、過去

50

の連続する複数の有効／無効電力測定値の各々を正規化し、正規化された過去の有効／無効電力測定値に基づいて平均値を取得してもよい。

【 0 0 2 4 】

比較部は、適切な閾値、例えば第 1 の閾値 P_{thr-} 、 Q_{thr-} 及び第 1 の閾値より大きい第 2 の閾値 P_{thr+} 、 Q_{thr+} に対する偏差を比較することにより、有効／無効電力測定値の変動を検出し、偏差が第 1 の閾値を下回る場合には負の変動を検出し、偏差が第 2 の閾値を上回る場合には正の変動を検出し、偏差が第 1 の閾値を上回り且つ第 2 の閾値を下回る場合には変動を検出しないのが好ましい。

【 0 0 2 5 】

取得有効／無効電力測定値の変動を検出する検出部は、有効／無効電力測定基準値に関して、過去に取得された有効／無効電力測定値の複数の値についての平均値を取得するために使用された、有効／無効電力測定値の値分布を評価するか、又は、有効／無効電力測定値が取得された時に印加していた AC 供給電圧と関連するグループ基準値に関して、有効／無効電力測定値が取得された時に印加していた AC 供給電圧と関連する、過去の有効／無効電力測定値のグループの値の分布を評価することにより、閾値のいずれかを調整することが好ましい。

【 0 0 2 6 】

平均値は例えば、平均処理において、含まれる値を選択するための、時間軸上を移動するウィンドウを用いて取得される移動平均値であってもよい。

【 0 0 2 7 】

補正部は、取得平均値及び以前の有効／無効電力測定基準値に基づいて、有効／無効電力測定基準値を調整することが更に好ましい。

【 0 0 2 8 】

故障が発生したことを故障判定部が判定した過去の有効／無効電力測定値の何れもが、取得平均値に表されないように構成されている、非規則的な電力測定値を抑制する抑制部を、取得有効／無効電力測定値の変動を検出する検出部は更に含むことが好ましい。

【 0 0 2 9 】

平均値、基準値、あるいは第 1 の閾値及び／又は第 2 の閾値は、検出された AC 電源電圧と定格の供給電圧との比に対応する測定値を用いて、乗算することにより、調整されることが好ましい。

【 0 0 3 0 】

複数の街路灯が AC 電源から電力を受信しない周期中、平均部は、取得有効／無効電力測定値の過去の値を維持することが好ましい。街路灯がウォームアップするのに必要な周期中及び／又は複数の街路灯が AC 電源から電力を受信しない周期中、補正部は、平均値を更新するのを妨げられるのが好ましい。また、街路灯がウォームアップするのに必要な周期中、ランプの故障の検出は禁止される。

【 0 0 3 1 】

過去の有効／無効電力測定値の各グループ及びその各グループの平均値が、不揮発性メモリに好ましくは格納される各グループの基準値を取得するように、過去の有効／無効電力測定値のグループの値及び各グループの平均値の値は、初期化されることが好ましい。

【 0 0 3 2 】

本発明の目的はまた、AC 電源に共通に接続される複数の街路灯のうちの少なくとも 1 つの街路灯の故障を検出する方法により達成される。方法は、AC 電源から複数の街路灯に電力を供給するステップと；AC 電源により複数の街路灯に供給される合計有効電力 P_t を示す有効電力測定値 P を取得するステップと；AC 電源により複数の街路灯に供給される合計無効電力 Q_t を示す無効電力測定値 Q を取得するステップと；取得有効電力測定値の変動 ΔP を検出するステップと；取得無効電力測定値の変動 ΔQ を検出するステップと；検出される変動に基づいて、少なくとも 1 つの街路灯の故障が発生したかを判定するステップとを含む。

【 0 0 3 3 】

本発明の目的はまた、プロセッサ又はマイクロコントローラのプログラムメモリにロードされる際に、ＡＣ電源に共通に接続される複数の街路灯のうちの少なくとも１つの街路灯の故障を検出する上述の方法を、プロセッサ又はマイクロコントローラに実行させるコンピュータプログラム製品により達成される。

【００３４】

次に、図面を参照して、本発明の範囲を限定するものと解釈されるべきではない本発明の実施形態を説明する。

【図面の簡単な説明】

【００３５】

【図１Ａ】本発明に従って少なくとも１つの街路灯の故障を検出する装置の第１の実施形態と、従来の街路照明システム内への配置を示す図である。 10

【図１Ｂ】本発明に従って少なくとも１つの街路灯の故障を検出する装置の第２の実施形態と、従来の街路照明システム内への配置を示す図である。

【図２】本発明に従う故障検出装置の第３の実施形態を示すブロック図である。

【図３】本発明に従う故障検出装置の第４の実施形態を示すブロック図である。

【図４Ａ】本発明の一実施形態に従う、有効電力測定値取得部及び無効電力測定値取得部の典型的な構成要素を更に詳細に示すブロック図である。

【図４Ｂ】本発明の別の実施形態に従う、有効電力測定値取得部及び無効電力測定値取得部の典型的な構成要素を更に詳細に示すブロック図である。

【図５】本発明の更に別の実施形態に従う、有効電力測定値及び無効電力測定値の変動を検出する検出部の構成要素を更に詳細に示すブロック図である。 20

【図６】本発明に従う故障検出部の一実施形態を示すブロック図である。

【図７】本発明に従う、長期平均化及びエージング効果を考慮するのに使用される、測定された供給電圧の関数として取得有効電力測定値及び無効電力測定値を格納する構成を示す図である。

【図８】本発明に従って故障検出装置により実行される例示的な処理の流れを示すフローチャートである。

【図９】ランプサイクリングの場面についての、ある時間にわたる有効電力及び無効電力の測定値の変動を示す図（図９の（Ａ）及び（Ｂ））であり、有効電力測定及び無効電力測定の時間及びサンプリングインスタンスの関数（図９の（Ｃ））として、故障確認カウンタ（図９の（Ｄ））及びサイクリングカウンタ（図９の（Ｅ））の例示的な対応する値を更に示す図である。 30

【発明を実施するための形態】

【００３６】

図１Ａは、本発明に従って少なくとも１つの街路灯の故障を検出する装置の第１の実施形態と、従来の街路照明システム内への配置を示す図である。

【００３７】

図１Ａに示すように、複数の街路灯２０は、供給線３１、３２によりＡＣ電源１０に共通に接続される。合計有効電力 P_t が、ＡＣ電源１０から複数の街路灯２０に供給される。合計有効電力 P_t は、実質的に複数の街路灯２０により消費される有効電力である。また、合計無効電力 Q_t は、実質的にＡＣ電源１０と複数の街路灯２０との間で振動する電力である。 40

【００３８】

電力計５０は、供給線３１、３２に接続され、測定値、例えば供給線３１、３２から複数のランプ２０に印加される電圧及び電流の瞬間測定値又は平均値を取得する。本発明に従って、電力計５０は、これらの測定値に基づいて有効電力測定値 P 及び無効電力測定値 Q を判定し、 P 及び Q を故障検出装置１００に出力できる。本実施形態において、これらの値は、故障検出装置１００の外側で判定されている。更に電力計５０は、故障検出装置１００に供給電圧を示す測定値 V を提供できる。

【００３９】

故障検出装置 100 は、電力計 50 から有効電力測定値P及び無効電力測定値Qを取得できる。有利なことに、更に故障検出装置 100 は、電力計 50 から測定値Vを取得できる。

【0040】

図 1 A に示すように、故障検出装置 100 は、プロセッサ 70 と、リアルタイムクロック (RTC) であるのが好ましいクロック 60 と、プログラムメモリ、不揮発性メモリ、データメモリ及び I/O バッファ等のようなメモリ 80 とを含む。プロセッサ 70 は、例えばバス (不図示) を使用して、リアルタイムクロック 60 及びメモリ 80 にアクセスできる。故障検出装置 100 は、複数の街路灯のうちの少なくとも 1 つの街路灯の故障が故障検出装置 100 によって検出された場合、例えば専用の警告出力を起動することによって警告を出力し、その出力のうちの 1 つに電圧を印加し、故障検出装置 100 の内側又は外側のレジスタ等を設定又は再設定することができる。

10

【0041】

図 1 B は、本発明に従って少なくとも 1 つの街路灯の故障を検出する装置の第 2 の実施形態及び従来の街路照明システム内への配置を示す図である。図 1 B において、図 1 A の構成要素及び測定値と同様のものは、図 1 A と同一の参照符号を有し、それらの詳細な説明は省略される。

【0042】

図 1 B に示すように、本発明に係る故障検出装置 100 は、有利なことにエネルギーメータのコア 55 を含む。エネルギーメータのコア 55 は、例えば複数のランプに供給される電圧及び電流の瞬間値又は平均値であってもよい測定値 i 、 u を取得するように構成され、これらの測定値から有効電力測定値P及び無効電力測定値Qを判定できる。

20

【0043】

図 2 は、本発明に従って故障検出装置の第 3 の実施形態を示すブロック図である。

【0044】

図 2 に示すように、故障検出装置 100 の第 3 の実施形態は、有効電力測定値取得部 120 と、無効電力測定値取得部 130 と、取得有効電力測定値の変動を検出する検出部 140 と、取得無効電力測定値の変動を検出する検出部 150 と、取得有効電力測定値及び取得無効電力測定値において検出された変動に基づいて複数の街路灯のうちの少なくとも 1 つの街路灯の故障が発生したかを判定する故障判定部 300 とを含む。

30

【0045】

有効/無効電力測定値取得部 120、130 は、各々が AC 電源 10 から複数のランプに供給される瞬間電圧及び電流又は平均電圧及び電流を示す測定値 u 及び i 等の測定値を、入力において受信する。これらの入力測定値に基づいて、取得部 120 は、有効電力測定値Pが取得部 120 の出力から取得されるように、その出力において有効電力測定値Pを提供し、取得部 130 は、無効電力測定値Qが取得部 130 の出力から取得されるように、その出力において無効電力測定値Qを提供する。

【0046】

取得有効電力測定値の変動を検出する検出部 140 は、取得部 120 から有効電力測定値Pを受信する。検出部 140 は、取得有効測定値Pを第 1 の基準値と比較することで取得有効測定値Pの変動を検出できる。この第 1 の基準値は、所定の値、以前に取得された有効電力測定値又は以前に取得された有効電力測定値の平均値を含むことができる。比較の結果である ΔP は、検出部 140 の出力に供給される。結果 ΔP は取得部 120 から受信される有効電力測定値Pと第 1 の基準値との差異として判定され、検出部 140 の出力に供給されるのが好ましい。

40

【0047】

取得無効電力測定値の変動を検出する検出部 150 は、取得部 130 から無効電力測定値Qを取得する。検出部 150 は、取得無効測定値Qを第 2 の基準値と比較することで取得無効測定値Qの変動を検出できる。この第 2 の基準値は、所定の値、以前に取得された無効電力測定値又は以前に取得された無効電力測定値の平均値を含むことができる。比較の

50

結果である ΔQ は、検出部 150 の出力に供給される。結果 ΔQ は取得部 130 から受信される無効電力測定値 Q と第 2 の基準値との差異として判定され、検出部 150 の出力に供給されることが好ましい。

【0048】

故障判定部 300 は、検出部 140 及び 150 から検出される変動 ΔP 及び ΔQ の測定値をそれぞれ受信する。故障判定部 300 は、検出される変動 ΔP 及び ΔQ に基づいて少なくとも 1 つの街路灯の故障が発生したかを判定するように構成される。故障が発生したと判定される場合、故障判定部 300 は、故障が検出されたことを通知するために警告動作を実行するように構成される。警告動作は、専用の警告ランプの電源の on 又は off、1 つ以上のレジスタの設定又は再設定、あるいは遠隔制御ユニットへのメッセージの送出を含んでもよい。

10

【0049】

更に故障判定部 300 は、発生した故障の種類を分類するように構成されることができる。故障の種類は、警告動作に組み込まれる。

【0050】

いくつかの種類の街路灯、即ち街路の環境で光を生成する装置が周知であり、低圧ナトリウムランプ、単色ランプ、高圧ナトリウムランプ、水銀灯、メタルハライドランプ等の放電灯、誘導灯、発光ダイオード (LED)、蛍光灯及び白熱灯がある。当然、検出される故障の種類は、街路灯の種類に依存しうる。以下の説明では放電灯に焦点を当てるが、本発明の範囲を限定するものとして理解されるべきではない。有効電力測定値及び/又は無効電力測定値の変動を検査することで故障の種類を検出するという本発明に係る一般的な原理は、全種類の街路灯に適用される。

20

【0051】

放電街路灯は、通常、発光するランプの構成要素を流れる電流を制限又は制御し、発光させるためにランプを起動させるための手段を必要とする。電流の流れを制御する回路の部分は、バラストと呼ばれる。ランプを点火する回路の部分は、点火装置とも呼ばれる。バラストは、ランプに対する電流を制御する必要があるため、発光するランプの構成要素に対して直列に提供される。街路灯全体は、バラストのインダクタンス L_b を示すバラストインダクタと、バラストの抵抗 R_b を示す抵抗器と、及びランプの構成要素の抵抗 R_h を示す抵抗器と、を直列に有するブランチを有する、電氣的に等価な発光する回路により示される。実効電圧 V_m を有する AC 電圧 $u(t)$ がこのブランチの 2 つの端部に印加され、且つ電流 I_b がこのブランチに流れるように、このブランチには AC 電源からの電力が供給される。必要に応じて、AC 電源に装着される誘導構成要素 (街路灯及び供給線を含む) の無効電力消費を少なくとも部分的に補償するために、 L_b 、 R_b 及び R_h のブランチに対して並列な更なるブランチに 1 つ以上のコンデンサが提供されてもよい。この場合、電流 I_c がコンデンサブランチに流れる。複数の街路灯に対して、並列なコンデンサが少なくとも提供されてもよい。即ち、このコンデンサは、特定のランプには含まれず、複数のランプの供給線、例えば図 1 A 及び 1 B に示す供給線 31、32 間に装着される。

30

【0052】

上述のこれら 2 種類のブランチの構成要素はどれも故障するかもしれない。

40

【0053】

L_b 、 R_b 及び R_h のブランチは、例えばブランチのショート、又は発光すると考えられるランプ構成要素内でのショートにより発生する、即ち R_h が実質的にゼロに等しい、全抵抗の低下の影響を受けるかもしれない。以下、この種の故障を「ショートによるランプの故障」と呼ぶ。特定の街路灯がショートによるランプの故障を起こしやすい場合、通常の動作に比べて電流 I_b が増加する。インダクタンス L_b を流れる電流 I_b が増加するため、一連の街路灯の合計無効電力消費 Q_t は増加する (説明のためにであって一般性を失うことの意図なく本明細書を通して仮定されるように、インダクタにより消費される無効電力は正の符号を有し、且つコンデンサにより消費される無効電力は負の符号を有するという定義を基礎とする)。また、ショートによるランプの故障の場合、少なくとも 1 つの故障した街路灯

50

は発光しない。従って、一連のランプの合計有効電力消費 P_t は減少する。

【0054】

有効電力値の負の変動及び無効電力測定値の正の変動を検出する場合、故障判定部300は、複数の街路灯のうちの少なくとも1つの街路灯がショートによるランプの故障を起こしていることを検出し、対応する警告動作を開始するように構成されてもよい。

【0055】

また、特定の街路灯の L_b 、 R_b 及び R_h のブランチは電氣的に遮断されるかもしれず、この特定の街路灯の電流 I_b が実質的にゼロになるかもしれない。その結果、特定の街路灯は電力を提供されているにもかかわらず発光せず、合計消費有効電力 P_t は、複数のランプの正常な動作と比較して減少する。インダクタンス L_b への電流の流れ I_b が遮断されるため、合計消費無効電力 Q_t は減少する。以下、この種の故障を「ランプのオープン故障」と呼ぶ。

【0056】

有効電力測定値の負の変動及び無効電力測定値の負の変動を検出する場合、故障判定部300は、複数の街路灯のうちの少なくとも1つの街路灯がランプのオープン故障を起こしていることを検出し、対応する警告動作を開始するように構成されてもよい。

【0057】

L_b 、 R_b 及び R_h の任意のブランチに対してコンデンサが並列に提供される場合、例えばコンデンサが損傷したか、又は L_b 、 R_b 及び R_h の並列なブランチからコンデンサが切断されたために、コンデンサを通る電流の流れ I_c が遮断されるか又は減少する可能性がある。この場合、複数の街路灯のうちの全ての街路灯が依然として発光するが、無効電力の補償が劣化するために無効電力消費が増加する。従って、合計消費有効電力 P_t は実質的に一定のままであり、正常な動作の間に、故障したコンデンサブランチによりもたらされる、少なくとも部分的に欠落した無効電力補償のため、合計消費無効電力 Q_t は増加する。以下、この種の故障を「切断されたコンデンサによるランプの故障」と呼ぶ。

【0058】

実質的に一定の有効電力測定値を検出し、無効電力測定値の正の変動を検出する場合、故障判定部300は、切断されたコンデンサによるランプの故障を検出し、対応する警告動作を開始するように構成されてもよい。

【0059】

更に、複数の街路灯のうちの少なくとも1つの街路灯は、サイクリングを起こしやすい。即ち、ランプは、継続して電力を供給されるものの、発光及び非発光の挙動を繰り返す。したがって合計消費有効電力 P_t は、ランプが発光から非発光に変化する際に減少し、ランプが非発光から発光に変化する際に増加する。合計消費無効電力 Q_t は、対応する挙動を示す。従って、合計有効電力 P_t 及び合計無効電力 Q_t は、繰り返し増減する。以下、この種の故障を「ランプサイクリング故障」と呼ぶ。

【0060】

有効電力測定値の負の変動及び正の変動、並びに無効電力測定値の正の変動及び負の変動を交互に繰り返し検出する場合、故障判定部300は、複数の街路灯のうちの少なくとも1つの街路灯がランプサイクリング故障を起こしていることを検出し、対応する警告動作を開始するように構成されてもよい。

【0061】

また、所望されない負荷が複数の街路灯に更に追加されるかもしれない。例えば泥棒は、無料で電力を取得するために、供給線を不法につなぐかもしれない。これにより、合計消費無効電力 Q_t の変化に関係なく、合計消費有効電力 P_t が増加する。以下、この種の故障を過電力による故障」と呼ぶ。

【0062】

有効電力測定値の増加を検出する場合、故障判定部300は、過電力による故障を検出し且つ対応する警告動作を開始するように構成されることができる。

【0063】

図3は、本発明に従う故障検出装置の第4の実施形態を示すブロック図である。図3に

10

20

30

40

50

において、図 2 の構成要素と同一のものは同一の図中符号で示され、これらの構成要素については、繰り返し詳細に説明しない。

【 0 0 6 4 】

図 3 に示すように、有効電力測定値 P の取得部 1 2 0 は、有効エネルギーパルス生成部 2 2 0 と、有効電力測定値判定部 2 4 0 と、有効電力測定値調整部 4 2 0 とを含んでもよい。生成部 2 2 0 において、有効エネルギーパルス（以下 EPp ）は、瞬間供給電圧 $u(t)$ 及び瞬間供給電流 $i(t)$ 、又はそれらの平均値を示す受信測定値に基づいて生成されてもよい。各有効エネルギーパルスは、複数の街路灯に供給される特定の有効エネルギー量を示す。有効電力測定値判定部 2 4 0 は、生成部 2 2 0 から生成有効エネルギーパルスを受信し、受信した有効エネルギーパルスに基づいて有効電力測定値 P を判定する。有効電力測定値判定部 2 4 0 の出力は、判定有効電力測定値を提供する。

10

【 0 0 6 5 】

同様に、無効電力測定値 Q の取得部 1 3 0 は、無効エネルギーパルス生成部 2 3 0 と、無効電力測定値判定部 2 5 0 と、無効電力測定値調整部 4 3 0 とを含んでもよい。生成部 2 3 0 において、無効エネルギーパルス（以下 EQp ）は、タイムシフトされた瞬間供給電圧 $u(t-T/4)$ （上述のように、 $u(t)$ に対する他のタイムシフト量 $T(1+2m)/4$ 、（ m は整数）も適切である）及び瞬間供給電流 $i(t)$ を示す受信測定値、又はそれらの平均値に基づいて生成されてもよい。各無効エネルギーパルスは、複数の街路灯に供給される特定の無効エネルギー量を示す。無効電力測定値判定部 2 5 0 は、生成部 2 3 0 から生成無効エネルギーパルスを受信し、受信した無効エネルギーパルスに基づいて無効電力測定値 Q を判定する。無効電力測定値判定部 2 5 0 の出力は、判定無効電力測定値を提供する。

20

【 0 0 6 6 】

生成部 2 2 0、2 3 0 及び判定部 2 4 0、2 5 0 の実施形態に関する更なる詳細を図 4 A 及び 4 B に例示的に示す。

【 0 0 6 7 】

図 4 A に示すように、生成部 2 2 0、2 3 0 は、入力 $u(t)$ 及び $i(t)$ に従属して、連続するエネルギーパルス EPp 、 EQp 1,2,3, ..., n （ n は自然数）を生成し、これらのパルスを接続された論理ゲート 2 4 1、2 5 1、例えば AND ゲートに出力する。時間間隔 $\Delta T1$ の間にはゲート 2 4 1、2 5 1 の出力は生成部 2 2 0、2 3 0 からの信号入力のパルスを反映し、そうでない時には定数値を有するように、ゲート 2 4 1、2 5 1 の別の入力、時間間隔 $\Delta T1$ の間に信号を出力するクロック 6 0 に接続される。ゲート 2 4 1、2 5 1 の出力は、時間間隔 $\Delta T1$ の間に送られたパルス EPp 数をカウントするカウンタ 2 4 2、2 5 2 に供給される。カウント数は、有効電力測定値 P 、無効電力測定値 Q として判定部 2 4 0、2 5 0 の出力に提供される。時間間隔 $\Delta T1$ の間に送られたパルス数が判定された後、カウンタはゼロにリセットされ、時間間隔 $\Delta T1$ の間のパルスをカウントする処理が繰り返される。従って、特定の時間間隔 $\Delta T1$ についてカウンタにより提供され、 $\Delta T1$ の量に正規化されたカウントの結果は、時間間隔 $\Delta T1$ の間のエネルギーパルスの周波数に等しい。従って、エネルギーパルスの周波数は、有効 / 無効電力測定値 P 、 Q であってもよい。

30

【 0 0 6 8 】

図 4 B を参照して、生成部 2 2 0、2 3 0 及び電力測定値判定部 2 4 0、2 5 0 についての別の実施形態を示す。図 4 A と同様に生成部 2 2 0、2 3 0 は、入力 $u(t)$ 及び $i(t)$ に依存して、連続するエネルギーパルス $EPp1$ 、 $EQq1$ 及び $EPp2$ 、 $EQq2$ を生成する。生成部 2 2 0、2 3 0 の出力は、カウンタ 2 4 0、2 5 0 に接続され、生成されたパルスは、カウンタ 2 4 0、2 5 0 に供給される。更にカウンタ 2 4 0、2 5 0 は、時間パルスをカウンタに供給するクロック 6 0 により供給され、時間パルスは、時間に関して実質的に均等に拡散され、1 つの時間パルスには、固定の時間間隔 ΔT の後に次の時間パルスが続く。カウンタ 2 4 0、2 5 0 は、時間パルス数、即ちエネルギーパルス $EPp1$ 、 $EQq1$ の開始からエネルギーパルス $EPp2$ 、 $EQq2$ の開始までに回った固定の時間間隔 ΔT の数をカウントする。カウント結果は、有効 / 無効電力測定値 P 、 Q として出力される。カウント結果を出力した後、カウンタはリセットされ、2 つのエネルギーパルスの発生により規定される時間間隔の

40

50

間の、カウント処理が繰り返される。

【 0 0 6 9 】

再び図 3 を参照すると、故障検出装置は、その入力において瞬間供給電圧 $u(t)$ 又はそのサンプルを受信し、受信入力電圧レベルを示す値 V_m を出力するように構成される電圧検出部 4 0 0 を含んでもよい。また、上述のように、取得部 1 2 0、1 3 0 は、電力測定値調整部 4 2 0、4 3 0 を含むことができる。調整部 4 2 0、4 3 0 は、電圧検出部 4 0 0 から供給される測定値 V_m を受信するように構成されることが好ましい。その後、調整部 4 2 0 及び 4 3 0 は、A C 電源の供給電圧レベルを示す測定値 V_m に基づいて電力値 P 、 Q を調整してもよい。調整部 4 2 0 及び 4 3 0 は、測定値 V_m と定格の供給電圧 V_r の比の平方により電力測定値 P 、 Q を正規化するのが好ましい。実装を容易とするために、検出測定値 V_m に依存して電力測定値 P 、 Q に適切な値を加算するか又は電力測定値 P 、 Q から適切な値を減算することで近似の正規化処理を実行することが好ましい。これにより、複雑な平方動作及び除算動作を回避でき、正規化処理のオペランドについての必要な分解能が減少する。調整部 4 2 0、4 3 0 は、所定の正規化機能に基づいて有効電力測定値及び / 又は無効電力測定値を調整又は正規化することが好ましい。所定の正規化機能は、複数の街路灯の非線形挙動又は非線形性現象を考慮できてもよい。例えば、有効電力測定値及び / 又は無効電力測定値は、定格の供給電圧を上回る検出供給電圧に対して検出供給電圧の関数として迅速に増加する傾向があり、有効電力測定値及び / 又は無効電力測定値は、定格の供給電圧を下回る検出供給電圧に対して不変のままであることが周知である。そこで、所定の正規化機能は、後者の場合に有効電力測定値及び / 又は無効電力測定値を微調整するか又は調整しないように構成され、定格の供給電圧を上回る検出供給電圧に対して有効電力測定値及び / 又は無効電力測定値を大幅に調整するように構成されてもよい。これにより、有効電力測定値及び / 又は無効電力測定値の調整が改善される結果、故障の検出が改善される。

【 0 0 7 0 】

図 5 は、本発明の更に別の実施形態に従って有効電力測定値及び無効電力測定値の変動を検出する検出部の構成要素を更に詳細に示すブロック図である。図 5 において、図 2 及び図 3 の構成要素と同一のものは同一の図中符号で示され、これらの構成要素については、繰り返し詳細に説明しない。

【 0 0 7 1 】

図 5 に示すように、取得有効電力測定値 P の変動を検出する検出部 1 4 0 は、第 1 の補正部 6 2 0 と、第 1 の比較部 6 2 5 と、非規則的な有効電力測定値の制止部 6 2 2、6 2 3 とを含んでもよい。図 5 に例示的に示すように、非規則的な有効電力測定値の制止部 6 2 2、6 2 3 は、入力の 1 つにおいて取得有効電力測定値 P を受信し、また制御入力において NOR ゲート 6 2 2 の出力から信号を受信する、伝達ゲート 6 2 3 を含む。また、NOR ゲート 6 2 2 は、取得有効電力測定値が伝達ゲート 6 2 3 を通過することを許可又は禁止することを意図する、複数のフラグによって供給される。少なくとも 1 つのフラグが高レベルに設定される場合、取得有効電力測定値は、伝達ゲート 6 2 3 を通過するのを妨げられる。妨げられない場合、伝達ゲート 6 2 3 の出力は、取得有効電力測定値を反映する。検出部 1 4 0 への取得有効電力測定値の入力は、第 1 の比較部 6 2 5 に供給され、また非規則的な有効電力測定値の制止部 6 2 2、6 2 3 を介して第 1 の補正部に供給される。

【 0 0 7 2 】

図 5 に示すように、取得無効電力測定値 Q の変動を検出する検出部 1 5 0 は、第 2 の補正部 6 3 0 と、第 2 の比較部 6 3 5 と、非規則的な無効電力測定値の制止部 6 3 2、6 3 3 とを含んでもよい。検出部 1 5 0 が取得有効電力測定値についてではなく取得無効電力測定値について動作することを除けば、検出部 1 5 0 の構造及び機能は基本的に検出部 1 4 0 のものに対応するため、検出部 1 5 0 の詳細な説明は省略する。

【 0 0 7 3 】

第 1 の補正部 6 2 0 は、出力の 1 つにおいて、比較部 6 2 5 に供給される有効電力測定基準値 P_{ref} を提供する。図 5 に示すように、基準値 P_{ref} は、取得有効電力測定値の変動 Δ

Pを検出するために、取得有効電力測定値Pから減算されてもよい。そして、有効電力測定基準値Prefは、取得有効電力測定値についてのターゲット値となることが意図される。

【 0 0 7 4 】

更に第1の補正部620は、第1の閾値Pthr-及び第2の閾値Pthr+を出力する2つの出力を更に有してもよい。ここで、第1の閾値は第2の閾値よりも小さい。図6を参照して更に詳細に説明するように、これらの閾値は、取得有効電力測定値の変動の検出を向上させるために使用されてもよい。

【 0 0 7 5 】

第1の補正部620及び/又は第2の補正部630は、エージング効果を反映するために動作を実行するように構成されてもよい。エージングのため、街路灯の特性は、非常に徐々にではあるが経時変化する。このことはエージング効果を、突然のランプの故障の発生と区別する。例えば、一連の街路灯の無効電力消費は時間とともに徐々に増加するかもしれないが、有効電力消費は時間とともに徐々に減少するかもしれない。以下、ランプの特性の長期変動と、供給電圧レベルの変動とを考慮する補正部620、630の更なる例示的な機能及び動作を説明する。

【 0 0 7 6 】

第1の補正部620及び第2の補正部630は、過去に取得した有効電力測定値及び無効電力測定値の複数の値についての平均値（以下Pavg、Qavg）をそれぞれ取得するように構成されてもよい。第1の補正部620及び第2の補正部630は、取得平均値Pavg、及びQavgのそれぞれに基づいて、有効電力測定基準値Pref及び無効電力測定基準値Qrefをそれぞれ調整するように構成されてもよい。従って、基準値Pref及びQrefは、取得電力値の平均値に依存して変化することができる。供給電圧レベルの変動を考慮するために、第1の補正部620及び第2の補正部630は、各電力測定値が取得された時に印加していたAC電源電圧に依存して、複数の過去の有効電力値及び無効電力値を少なくとも2つのグループに分割するように構成されるのが好ましい。その後、第1の補正部620及び第2の補正部630は、過去の有効電力測定値及び無効電力測定値のそれぞれのグループ平均値をグループ毎に判定してもよい。図7を参照して、補正部620、630のこれらの動作に適切なメモリ構造を更に詳細に説明する。

【 0 0 7 7 】

図7に示すように、過去の取得有効電力測定値及び取得無効電力測定値をグループとして格納する適切なメモリ構造は、h行及びN列のテーブルを含む。行a, b, ..., hの各々は、N個の過去の電力測定値P、Qを格納することができる。各行に格納される電力測定値がそのグループのそれぞれの電圧範囲と関連付けられるように、各行/グループは、検出された印加供給電圧のそれぞれの範囲と関連付けられる。例えば、電力測定値(Pk, Qk) ... (Pk+3, Qk+3)が取得され、印加供給電圧が224 ~ 226ボルトの範囲であると判定された時に(Pk, Qk)及び(Pk+2, Qk+2)が取得され、印加供給電圧が222 ~ 224ボルトの範囲であると判定された時に(Pk+1, Qk+1)が取得され、印加供給電圧が226 ~ 228ボルトの範囲であると判定された時に(Pk+3, Qk+3)が取得されたものと仮定する。すると、図7に示すように、(Pk, Qk)及び(Pk+2, Qk+2)はグループeに格納され、(Pk+1, Qk+1)はグループdに格納され、(Pk+3, Qk+3)はグループfに格納されるだろう。

【 0 0 7 8 】

補正部620及び630は、検出AC電源電圧レベルと定格の供給電圧レベルの比に対応する値により、過去の連続する有効電力測定値及び無効電力測定値の各々を正規化し、正規化された過去の有効電力測定値及び無効電力測定値に基づいてグループの平均値を取得するのが好ましい。

【 0 0 7 9 】

また、図7に示すように、例示されるメモリ構造は、h個の要素(Pavga, Qavga), (Pavgb, Qavgb), ..., (Pavgh, Qavgh)のグループ平均ベクトル（以下(Pavg, Qavg)）を含む。グループ平均ベクトルの各要素は、図7のh行及びN列のテーブルの行/グループと関連付けられ、グループ平均ベクトルの各要素は、その関連付けられる行の平均値を格納する。

例えば、グループ平均ベクトル要素(Pavge, Qavge)は、印加供給電圧が224 ~ 226ボルトの範囲であると判定された時に取得された、N個の最新の以前の有効電力測定値の平均値を保持する。これは、これらのサンプルをグループeに格納することに対応する。当然、N-1個の以前の電力サンプルのみが行に格納されている時に、グループ平均要素もテーブルのN個の列のうちの1つに格納されることができ、別々のグループ平均ベクトルを提供する必要はない。

【0080】

更に図7に示すように、適切なメモリ構造は、h個の要素(Prefa, Qrefa), (Prefb, Qrefb), ..., (Prefh, Qrefh)についてのグループ基準ベクトル(以下(Pref, Qref))を含む。グループ基準ベクトルの各要素は、図7のh行及びN列のテーブルの行/グループと関連付けられ、グループ基準ベクトルの各要素は、その関連付けられる行の電力測定基準値を格納する。例えば、グループ基準ベクトル要素(Prefe, Qrefe)は、補正部620、630において、印加供給電圧が224 ~ 226ボルトの範囲にあると判定された時に入力を比較部625、635に提供するために使用される基準値を保持する。

【0081】

グループ基準ベクトルは、不揮発性メモリに格納されるのが好ましい。故障判定装置100を複数の街路灯に最初に設置するために、グループ基準ベクトルは、複数の街路灯のネットワークの特徴に従って生成されるのが好ましい。図7に例示的に示すように、過去の有効電力測定値及び無効電力測定値を格納するテーブルの各要素は、準備段階において対応するグループ基準ベクトル要素で初期化されることが好ましい。例えば、テーブルのグループeのN個の要素の各々は、準備段階において対応するグループ基準ベクトル要素(Prefe, Qrefe)で初期化されるだろう。同様に、グループ平均ベクトルの各要素は、準備段階において対応するグループ基準ベクトル要素で初期化される。例えば、グループ平均ベクトル要素eは、準備段階において対応するグループ基準ベクトル要素(Prefe, Qrefe)で初期化される。

【0082】

故障判定部300に故障を検出させる取得電力測定値は、平均処理から除外されるだろう。即ち、そのような電力測定値は、図7に例示的に示す適切なメモリ構造の各グループに格納されないだろう。これは、いくつかの方法で達成される。例えば、故障検出部300は、現在の電力測定値に基づいて故障が発生したと判定した後、現在の電力測定値のそれぞれを格納しないよう補正ユニットに命令するだろう。現在の電力測定値が補正部620により既に格納されている場合、故障検出部300は、これらの格納された現在の電力測定値をメモリ構造から削除するよう補正ユニットに命令してもよい。

【0083】

補正部620、630は、図7に例示的に示すメモリ構造の各行に格納される平均値を取得するために、適切な技術を適用してもよい。例えば補正部は、新しい値が行に格納される度に、その行の全ての有効電力測定値又は無効電力測定値を加算し、結果として得られる和をその行に格納された値の数、例えばNで除算してもよい。別の例として、補正部は、移動平均法又はスライディングウィンドウ法を適用してもよい。

【0084】

第1の補正部620及び第2の補正部630は、グループ平均ベクトル(Pavg, Qavg)に基づいて、又はグループ平均ベクトル(Pavg, Qavg)及びグループ基準ベクトル(Pref, Qref)に基づいて、グループ基準ベクトル(Pref, Qref)を調整するように構成されてもよい。その後、グループeに関連付けられる(Prefe, Qrefe)等、特定の行/グループに関連付けられるグループ基準ベクトル要素は、関連付けられるグループ平均ベクトル要素(Pavge, Qavge)に基づいて、又は関連付けられるグループ平均ベクトル要素(Pavge, Qavge)及び自身の値(Prefe, Qrefe)に基づいて、調整されることができ。この調整は、例えば $Pref_grp_{t+1} = Pref_grp_t + k \cdot PAvge_grp_t / (k+1)$ に従う計算処理を実行することにより達成されることができ。式中、 $Pref_grp_{t+1}$ は、時間t+1におけるグループgrp(即ち、グループgrpに関連するグループ基準ベクトル要素)の新しい基準値Prefであり、 $Pref_grp_t$ は、グループ

grpの時間tにおける以前の基準値Prefであり、PAvg_grp_tは、時間tにおけるグループgrp（即ち、グループgrpに関連するグループ平均ベクトル要素）のグループ平均値であり、上記等式の右辺の第1項に特権を与えるためには $k > 0$ ； $K < 1$ であり、上記等式の右辺の第2項に特権を与えるためには $k > 1$ である。PAvg_grpは、グループ基準値を調整する前後いずれかに更新されることができる。当然、上記例は、Qrefの調整にも同等に適用される。

【0085】

図5を参照して上述したように、補正部620、630は、第1の閾値及び第2の閾値、即ちPthr-及びPthr+、Qthr-及びQthr+を出力する2つの出力をそれぞれ有し、第1の閾値の各々は第2の閾値の各々より小さい。図7に例示的に示されるように、補正部620、630は、有効/無効電力測定値が取得される時に印加していたAC供給電圧と関連するグループ基準ベクトル要素に関して、適切なメモリ構造に格納された過去に取得された有効電力測定値及び無効電力測定値の値分布を測定することにより、閾値Pthr-、Pthr+、Qthr-、Qthr+のいずれかを調整するのが好ましい。それぞれの印加供給電圧の範囲、即ち特定のグループ基準ベクトル要素に対する第1の閾値及び第2の閾値は、例えば図7に例示的に示すメモリ構造の各行に格納された、過去の有効電力測定値又は無効電力測定値の標準偏差等に基づいて、例えば調整されることができる。

【0086】

図6において、第1の閾値及び第2の閾値の機能を示す。補正部620、630から提供される図6に示す閾値Pthr-、Pthr+、Qthr-、Qthr+の各々は、各比較器320、330、350、360に供給される。比較器320、330の他方の入力、比較部625の出力を供給される。比較器350、360の他方の入力、比較部635の出力を供給される。比較器320、330の出力は、取得有効測定値の検出された変動を示す値を出力する第1の検出口ジック340に供給される。第1の検出口ジック340の出力値 ΔP_{out} は、検出された負の変動に対しては負の符号であり、変動が検出されない場合はゼロであり、検出された正の変動に対しては正の符号である。比較器350、360の出力は、取得無効電力値の検出された変動を示す値を出力する第2の検出口ジック370に供給される。第2の検出口ジック370の出力値 ΔQ_{out} は、検出された負の変動に対しては負の符号であり、変動が検出されない場合はゼロであり、検出された正の変動に対しては正の符号である。第1の検出口ジック340及び第2の検出口ジック370の出力値は、禁止部390により制御される各スイッチを介して、故障の発生及びその種類を検出するように構成される最終的な検出口ジック380に供給される。最終的な検出口ジック380は、第1の検出口ジック及び第2の検出口ジックの複数の過去の出力値 ΔP_{out} 、 ΔQ_{out} を格納してもよい。 ΔP_{out} の連続するいくつかの値が負の符号であり且つ ΔQ_{out} の連続するいくつかの値が正の符号である場合、ショートによるランプの故障が検出され、例えばランプ911を点灯することで警告を開始する。 ΔP_{out} の連続するいくつかの値が負の符号であり且つ ΔQ_{out} の連続するいくつかの値も負の符号である場合、ランプのオープン故障が検出され、例えばランプ921を点灯することで警告を開始する。 ΔP_{out} の連続するいくつかの値がゼロであり且つ ΔQ_{out} の連続するいくつかの値が正の符号である場合、切断されたコンデンサによる故障が検出され、例えばランプ931を点灯することで警告を開始する。 ΔP_{out} の連続するいくつかの値が負の符号であり且つ ΔQ_{out} の連続するいくつかの値が正の符号であり、ゼロである ΔP_{out} 、 ΔQ_{out} の値によって遮られる場合、ランプサイクリング故障が検出され、例えばランプ941を点灯することで警告を開始する。 ΔQ_{out} の値に関係なく ΔP_{out} の連続するいくつかの値が正の符号である場合、過電力による故障が検出され、例えばランプ951を点灯することで警告を開始する。

【0087】

禁止部390は各スイッチを制御し、複数の街路灯のウォームアップ期間中の故障の検出が禁止される。また、禁止部390は、グループ基準ベクトルの各値を使用してグループ平均ベクトルの初期化を開始する。

【0088】

図8は、本発明に従って故障検出装置により実行される例示的な処理の流れを示すフロ

10

20

30

40

50

ーチャートである。

【 0 0 8 9 】

開始 (S 2 0 0) 後、本発明に係る故障検出装置は、ステップ S 2 0 5 において、準備段階、即ち街路灯をウォームアップするのに必要な期間が終了したかが確認される。準備段階の終了後、ステップ S 2 1 0 において、繰り返しカウンタCycがゼロに初期化される。その後、ステップ S 2 1 2 において、故障確認カウンタCnt1、Cnt2、Cnt3、Cnt4は、N1、N2、N3及びN4にそれぞれ初期化される。

【 0 0 9 0 】

以下ステップ S 2 2 0 において、有効電力測定値P及び無効電力測定値Qが取得される。これらの測定値は修正されてもよい。例えば、供給された電圧と定格供給電圧との比によって、又は複数の街路灯の非線形挙動を考慮できる所定の正規化機能に基づいて、正規化されてもよい。

10

【 0 0 9 1 】

その後、ステップ S 2 3 0 において、有効電力測定値の減少が検出されたかどうかが判定される。ステップ S 2 3 0 において減少が検出されたと判定される場合、無効電力測定値Qの減少が検出されたかどうかステップ S 2 4 0 において判定される。

【 0 0 9 2 】

無効電力測定値Qの減少が検出されなかったと判定された場合、ステップ S 2 4 1 においてカウンタCnt1はデクリメントされ、カウンタCnt1がゼロ以下であるかがステップ S 2 4 2 において確認される。カウンタCnt1は、偽の測定値又はサイクリング効果による誤ったシグナリングを防止するために使用される。カウンタCnt1がゼロ以下である場合、ステップ S 2 4 3 においてショートによるランプの故障が検出され、処理はステップ S 2 8 0 に進む。ステップ S 2 4 2 において、カウンタCnt1がゼロ以下であることが判定されない場合、処理はステップ S 2 2 0 に進む。

20

【 0 0 9 3 】

ステップ S 2 4 0 において、無効電力測定値Qの減少が判定された場合、ステップ S 2 4 5 においてカウンタCnt2はデクリメントされ、カウンタCnt2がゼロ以下であるかがステップ S 2 4 6 において確認される。カウンタCnt2がゼロ以下である場合、ステップ S 2 4 7 においてランプのオープン故障が検出され、処理はステップ S 2 8 0 に進む。ステップ S 2 4 6 において、カウンタCnt2がゼロ以下であることが判定されない場合、処理はステップ S 2 2 0 に進む。

30

【 0 0 9 4 】

ステップ S 2 3 0 において、減少が検出されなかったと判定された場合、有効電力測定値Pの増加が検出されたかどうかステップ S 2 5 0 において判定される。

【 0 0 9 5 】

ステップ S 2 5 0 において、有効電力測定値Pの増加が検出されたと判定された場合、ステップ S 2 5 1 においてカウンタCnt3はデクリメントされ、カウンタCnt3がゼロ以下であるかどうかステップ S 2 5 2 において確認される。カウンタCnt3がゼロ以下である場合、ステップ S 2 5 3 において過電力による故障が検出され、処理はステップ S 2 8 0 に進む。ステップ S 2 5 2 において、カウンタCnt3がゼロ以下ではないことが判定された場合、処理はステップ S 2 2 0 に進む。

40

【 0 0 9 6 】

ステップ S 2 5 0 において、増加が検出されなかったと判定された場合、無効電力測定値Qの増加が検出されたかどうかステップ S 2 6 0 において判定される。

【 0 0 9 7 】

ステップ S 2 6 0 において、無効電力測定値Qの増加が判定された場合、ステップ S 2 6 1 においてカウンタCnt4はデクリメントされ、カウンタCnt4がゼロ以下であるかがステップ S 2 6 2 において確認される。カウンタCnt4がゼロ以下である場合、ステップ S 2 6 3 において切断されたコンデンサによる故障が検出され、処理はステップ S 2 8 0 に進む。ステップ S 2 6 2 において、カウンタCnt4がゼロ以下ではないことが判定された場合、処

50

理はステップS 2 2 0に進む。

【0098】

ステップ260において、無効電力測定値Qの増加が検出されなかったと判定された場合、ステップ265においてカウンタCycは、カウンタCnt1の初期値N1とこのカウンタCnt1の現在値との差異だけインクリメントされ、カウンタCycが閾値Mより小さくないか否かがステップS 2 6 6において確認される。カウンタCycが閾値Mより小さくない場合、ステップS 2 6 7においてランプサイクリング故障が検出され、処理はステップS 2 8 0に進む。ステップS 2 6 6において、カウンタCycが閾値Mより小さいと判定された場合、処理はステップS 2 1 2に進む。

【0099】

故障が検出された後、基準値Pref及びQrefがステップS 2 8 0において更新される。

【0100】

図9は、ランプサイクリングの場合に関して更に詳細に説明する。図9の(A)及び(B)において、ある周期にわたる有効電力測定値及び無効電力測定値の変動をこの例に対して示す。図9の(D)及び(E)において、ある周期にわたる故障確認カウンタN1及び繰り返しカウンタCycの典型的な対応する値をそれぞれ示す。また、それらは、図9の(C)に示すように、有効電力測定値及び無効電力測定値を取得するサンプリングインスタンスに関連して示される。

【0101】

通常の動作中、即ちランプサイクリング故障の影響を受けるランプが依然として発光する場合、有効電力測定値の変動及び無効電力測定値の変動はゼロに近接したままであり、P及び/又はQの負の変動又は正の変動が検出されないだろう。故障したランプが発光を停止する時、有効電力測定値の変動は、有効電力測定値の負の変動が検出される(図8のステップS 2 3 0の「Yes」に対応する)ように閾値Pthr-を下回って大幅に減少し、無効電力測定値の変動は、無効電力測定値の正の変動が検出される(図8のステップS 2 4 0の「No」に対応する)ように閾値Qthr+を上回って大幅に増加する。次に、故障確認カウンタCnt1はデクリメントされる(図8のステップS 2 4 1に対応する)。その後、図9に示すように、P及びQの後続のサンプリングインスタンスについては、有効電力測定値及び無効電力測定値の変動の大きさは、時間とともに徐々に小さくなる。次に、変動 ΔP が十分に小さく、即ちPthr-からPthr+の間隔内になり、かつ変動 ΔQ が十分に小さく、即ちQthr-からQthr+の間隔内になった時、有効電力測定値及び無効電力測定値の変動は検出されない(ステップS 2 3 0、S 2 5 0及びS 2 6 0の「No」決定に対応する)。従って、図9の(E)にも示すように、ステップS 2 6 5において、繰り返しカウンタCycは、故障確認カウンタCnt1の現在値に基づいてインクリメントされる。図9の(D)にも示すように、繰り返しカウンタCycの値が閾値Mを下回る場合、ステップS 2 6 6においてランプサイクリング故障は検出されず、ステップS 2 1 2において故障確認カウンタCnt1はN1にリセットされる。故障したランプが発光及び非発光の挙動を繰り返し示す場合、この全体の処理が複数回繰り返され、繰り返しカウンタCycは段階的に上がる。繰り返しカウンタCycの値が閾値Mに到達するか又は閾値Mを超える場合、ランプサイクリング故障が検出されるだろう。繰り返しカウンタCycは、故障検出システムの準備の間ごとにゼロに再設定される。

【0102】

本発明に係る故障検出装置に関する説明を容易にするため、全ての実施形態は、複数の街路灯及びAC電源の単相構成について説明された。多相ラインシステムの場合、1つの故障検出装置は、相毎に、又は3相全てに対して共通に提供されることが好ましい。

【0103】

本発明の範囲は、説明される本発明の実施形態により限定されない。本発明の範囲は、添付の請求の範囲により規定される。

10

20

30

40

【図 1 A】

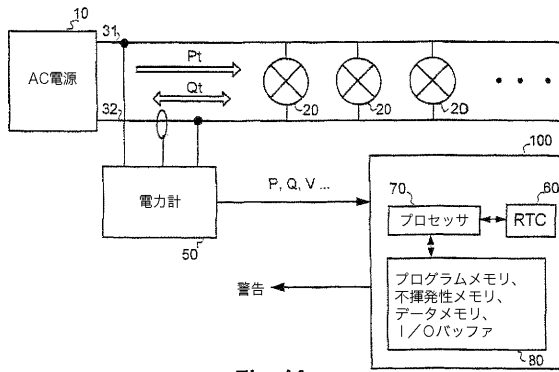


Fig. 1A

【図 1 B】

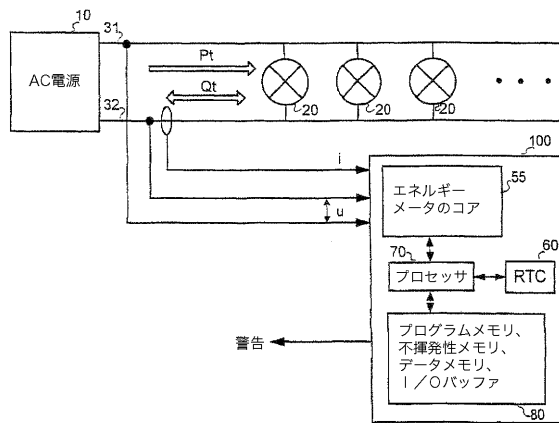


Fig. 1B

【図 3】

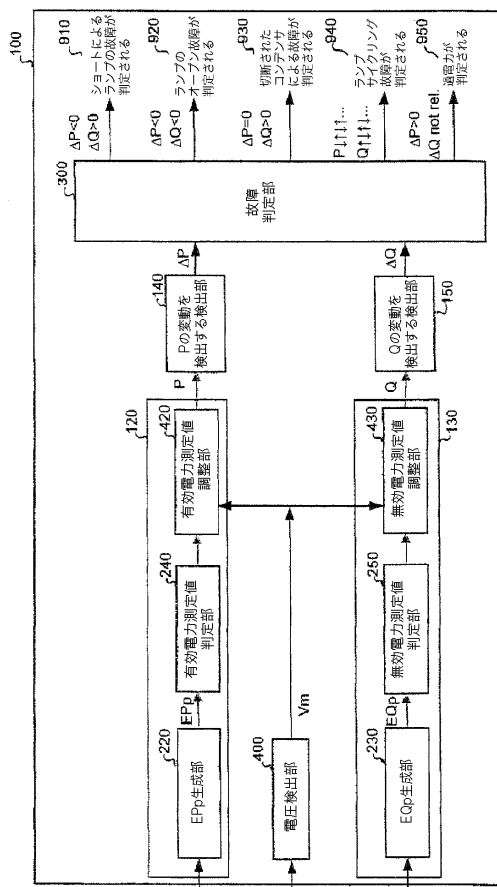


Fig. 3

【図 2】

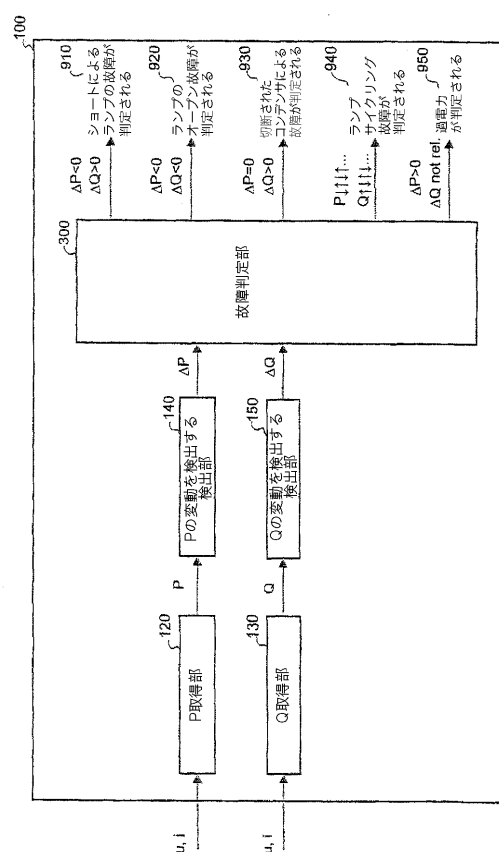


Fig. 2

【図 4 A】

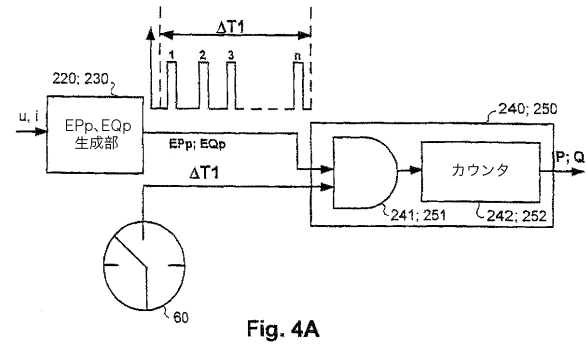


Fig. 4A

【図 4 B】

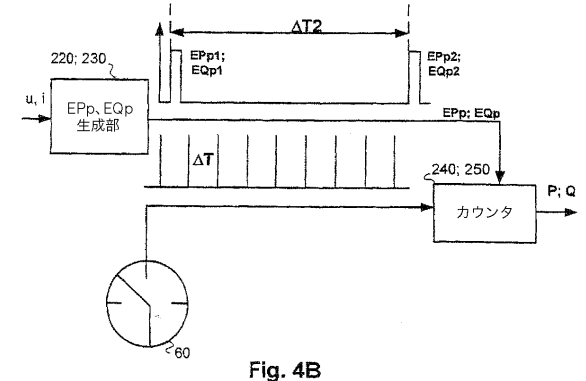
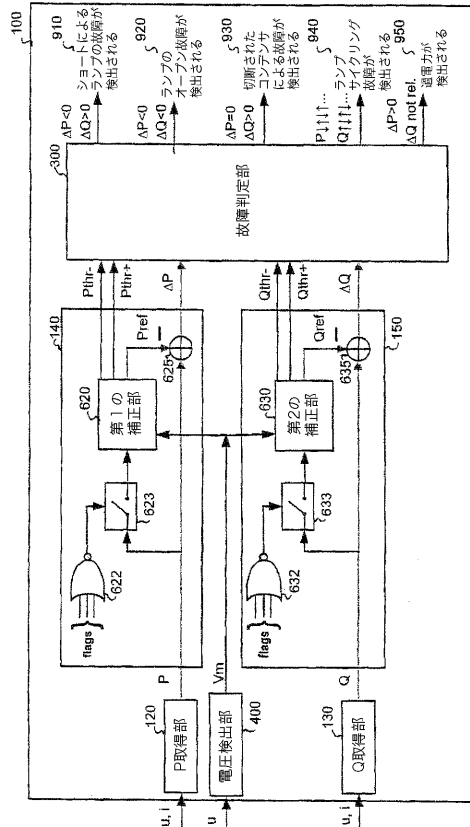
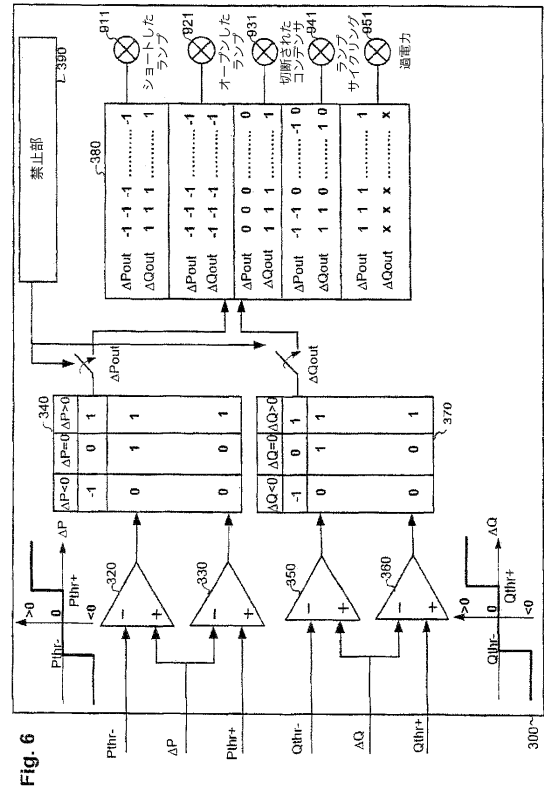


Fig. 4B

【 図 5 】



【 図 6 】



【圖 7】

過去の有効電力測定値及び 無効電力測定値を格納するテーブル							
抽出された 電圧	グループ	列 . 1	列 . 2	列 . 3	列 . N	グループ平均 ベクトル	グループ基準 ベクトル (Pref; Qref)
...	a	...	...	...	...	Pavg _a ; Qavg _a	Pref _a ; Qref _a
218-220	b	...	...	...	...	Pavg _b ; Qavg _b	Pref _b ; Qref _b
220-222	c	...	...	...	...	Pavg _c ; Qavg _c	Pref _c ; Qref _c
222-224	d	P _{k+1}	...	...	...	Pavg _d ; Qavg _d	Pref _d ; Qref _d
224-226	e	P _{k+1} ; Q _{k+1}	P _{k+2} ; Q _{k+2}	...	...	Pavg _e ; Qavg _e	Pref _e ; Qref _e
226-228	f	P _{k+3}	...	...	...	Pavg _f ; Qavg _f	Pref _f ; Qref _f
228-230	g	...	...	...	...	Pavg _g ; Qavg _g	Pref _g ; Qref _g
...	h	...	...	...	...	Pavg _h ; Qavg _h	Pref _h ; Qref _h

Fig. 7

【 図 8 】

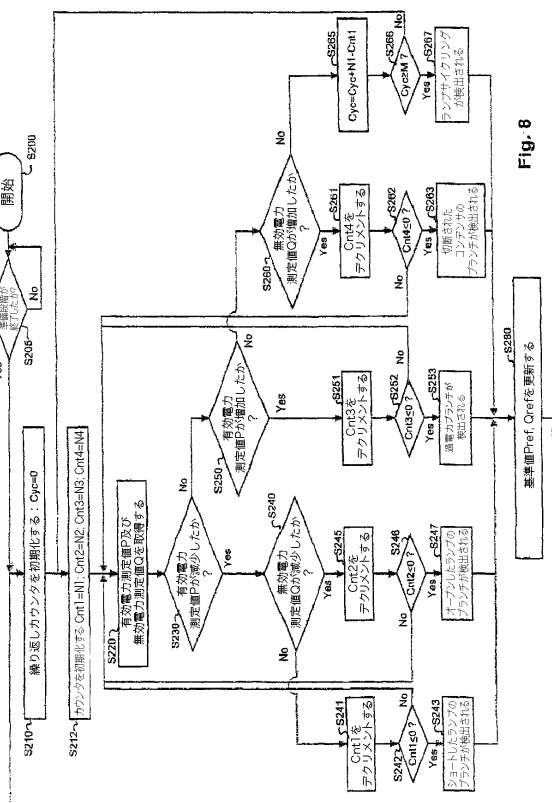


Fig. 8

【図 9】

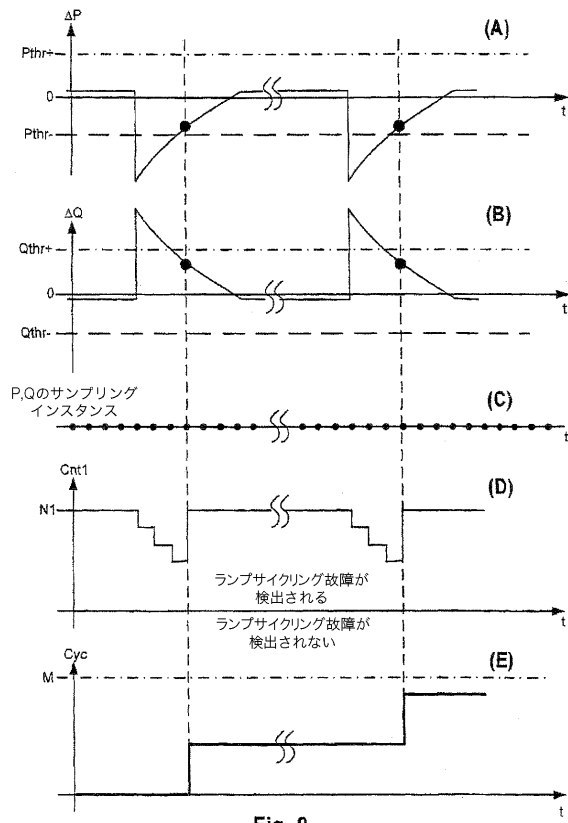


Fig. 9

フロントページの続き

(74)代理人 100116894

弁理士 木村 秀二

(74)代理人 100130409

弁理士 下山 治

(72)発明者 ヴェロニ, ファビオ

イタリア国 ミラノ ヴィメルカテ アイ - 2 0 0 5 9 , ヴィア アルド モッタ エヌ . 2
4 / アー

審査官 宮崎 光治

(56)参考文献 特開 2 0 0 3 - 0 4 5 6 8 1 (J P , A)

特開 2 0 0 2 - 1 7 0 6 9 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H05B37/00-39/10