

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5209617号  
(P5209617)

(45) 発行日 平成25年6月12日(2013.6.12)

(24) 登録日 平成25年3月1日(2013.3.1)

(51) Int.Cl.

G01R 27/02 (2006.01)  
G01K 7/02 (2006.01)

F 1

G01R 27/02  
G01K 7/02R  
L

請求項の数 18 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2009-516498 (P2009-516498)  
 (86) (22) 出願日 平成19年6月4日 (2007.6.4)  
 (65) 公表番号 特表2009-541740 (P2009-541740A)  
 (43) 公表日 平成21年11月26日 (2009.11.26)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2007/013093  
 (87) 國際公開番号 WO2007/149205  
 (87) 國際公開日 平成19年12月27日 (2007.12.27)  
 審査請求日 平成22年6月3日 (2010.6.3)  
 (31) 優先権主張番号 11/454,922  
 (32) 優先日 平成18年6月19日 (2006.6.19)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 503459604  
 サンドビック サーマル プロセス、イン  
 コーポレイティド  
 アメリカ合衆国、カリフォルニア 953  
 70, ソノラ、ナゲット ブールバード  
 19500  
 (73) 特許権者 507226695  
 サンドビック インテレクチュアル プロ  
 パティー アクティエボラーグ  
 スウェーデン国、エスマー-811 81  
 サンドビッケン  
 (74) 代理人 100099759  
 弁理士 青木 篤  
 (74) 代理人 100092624  
 弁理士 鶴田 準一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】高精度のその場での抵抗値計測法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

電気回路の瞬間抵抗値を決定する方法であって、  
 交流電源波形のゼロクロス点において同期イベントを生成し、  
 前記交流電源波形の周波数に基づく遅延期間だけ待ち、  
計測に先立って前記回路に電圧が存在することを確認し、  
前記回路の作動中の瞬間電圧と  
前記回路の作動中の瞬間電流を同時に計測し、  
 前記遅延時間によって選択される、前記交流電源波形の一部分における前記電気回路の前記瞬間抵抗値を、前記計測された作動中の瞬間電圧及び前記計測された作動中の瞬間電流に基づいて算出することを具備する方法。

## 【請求項 2】

前記遅延期間は、約 6, 250 μ秒である請求項 1 記載の方法。

## 【請求項 3】

前記作動中の瞬間電圧の計測は、前記交流電源波形のピーク電圧の後に行なわれる請求項 1 記載の方法。

## 【請求項 4】

確認と計測の間に遅延を設けて前記計測におけるノイズを回避することを具備する請求項 1 記載の方法。

## 【請求項 5】

10

20

前記遅延は、約 1,000  $\mu$  sec である請求項4記載の方法。

【請求項6】

前記作動中の瞬間電圧の計測は前記交流電源波形のピーク電圧点において行なわれる請求項1記載の方法。

【請求項7】

前記回路の作動中の瞬間温度を計測し、前記算出された瞬間抵抗値を前記計測された温度に関係付けることを具備する請求項1記載の方法。

【請求項8】

前記計測された作動中の瞬間電圧、前記計測された作動中の瞬間電流、及び前記計測された作動中の温度は、同時に計測される請求項7記載の方法。

10

【請求項9】

計測対象の回路と、

E I 計測モジュールと、

ゼロクロス検出器と、

コントローラとを具備する計測システムであって、

前記E I 計測モジュールは、前記計測対象の回路に動作上接続されて計測に先立って前記回路に電圧が存在することを確認し前記回路の作動中の瞬間電圧を受動的に計測し同時に前記回路の作動中の瞬間電流を受動的に計測し、

前記E I 計測モジュールは、前記コントローラに動作上接続されて計測値を前記コントローラへ伝達し、

20

前記ゼロクロス検出器は前記E I 計測モジュールの計測を計測対象の回路の電源波形に同期させ、

前記計測システムは、前記計測された作動中の瞬間電圧及び前記計測された作動中の瞬間電流に基づいて瞬間抵抗値を算出する、計測システム。

【請求項10】

通信バスを具備し、

前記E I 計測モジュールは、前記通信バスを経て前記コントローラに動作上接続されて複数のゾーンの監視を円滑に実行する請求項9記載の計測システム。

【請求項11】

温度計測モジュールを具備し、

30

前記温度計測モジュールは、前記回路に動作上接続されて瞬間温度を計測し、前記コントローラに動作上接続されて計測値を前記コントローラに伝達する請求項9記載の計測システム。

【請求項12】

通信バスを具備し、前記温度計測モジュールは、前記通信バスを経て前記コントローラに動作上接続されて複数のゾーンの監視を円滑に実行する請求項11記載の計測システム。

。

【請求項13】

電気回路の瞬間抵抗値を決定する方法であって、

前記電気回路の交流電源の周期におけるイベントを検出し、

40

前記周期の時間的長さに基づく期間だけ待ち、

前記電気回路の外側で信号を生成し、

前記生成された信号に応答して、前記期間によって決定される、前期周期の一部分において、計測に先立って前記電気回路に電圧が存在することを確認し前記電気回路の作動中の瞬間電圧の計測と前記電気回路の作動中の瞬間電流の計測とを同時にを行い、

前記計測された電圧および前記計測された電流に基づいて前記電気回路の前記抵抗値を算出することを具備する方法。

【請求項14】

前記イベントは、ゼロクロス点、電圧ピーク、電圧最小値、最小変化率および最大変化率の群から選択される請求項13記載の方法。

50

## 【請求項 15】

同時に計測し算出することは、

前記電気回路に電圧が存在すれば、

前記交流電源がオンに切り換えられた時の電圧スパイクが落ち着くことを可能にするもう1つの期間だけ待ち、

前記期間と前記もう1つの期間とにより決定される、前記周期の小部分の間において、前記電気回路の作動中の瞬間電圧の計測と前記電気回路の作動中の瞬間電流の計測とを同時にい、

前記計測された電圧および前記計測された電流に基づいて前記電気回路の前記抵抗値を算出することを具備する請求項13記載の方法。

10

## 【請求項 16】

同時に計測することは、

前記周期の1%以下である、前記周期の小部分において、前記回路の作動中の瞬間電圧の計測と前記電気回路の作動中の瞬間電流の計測とを同時に行う請求項13記載の方法。

## 【請求項 17】

算出することは、

前記計測された電圧および前記計測された電流に基づいて、および前記期間に基づいて前記電気回路の前記抵抗値を算出することを具備する請求項13記載の方法。

## 【請求項 18】

前記方法を複数回反復し、

20

前記算出された抵抗値を平均化して平均抵抗値を算出することをさらに具備する請求項15記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本開示は、抵抗値の計測に関する。更に詳しくは、本開示は、その場での(in-situ)抵抗値計測を実行する方法、及び計測値に基づいて装置を監視する方法に関する。例えば、本開示は、炉内において稼働している抵抗加熱要素に関する計測の方法と、リアルタイム診断及び予測障害メカニズムに関係し得る。

## 【背景技術】

30

## 【0002】

以下の背景説明においては、特定の構造及び/又は方法を参照している。しかしながら、以下における参照は、それらの構造及び/又は方法が従来技術を構成することの是認として解釈されるべきではない。本出願人は、そのような構造及び/又は方法が従来技術と見なされないことを証明する権利を明確に留保している。

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

抵抗要素の抵抗値を計測する従来の方法は、通常、計測を実行すべく、なんらかのRMSの形態又はその他の時間平均法を使用するか、又は能動信号を抵抗要素に対して印加している。前者の場合には、計測値は、通常、雑音を除去すべく高度なフィルタリングが施されており、従って、本発明の方法において得られる分解能又は追跡速度を得ることができない。更には、これらの計測値は、(ゼロクロス同期制御の場合のような)時間に亘って比例配分された制御法(位相制御)の場合には、あまり正確なものにならないという傾向を有する。後者の場合には、しばしば、電力が印加されていない際に計測値を採取する必要があり(これは、正常な動作状態において電力が印加された際に実行されるその場での計測と直接的な対照をなしている)、且つ、これらは、計測を可能にすべく印加された信号に応じて、システム雑音の原因となる可能性がある。電源がDCである場合には、計測値を採取すべく電圧及び電流の供給を中断することは、望ましくないか又は可能ではないであろう。

40

50

## 【0004】

米国特許第6,956,489号及び第7,012,538号に電流搬送型加熱要素の状態を監視する方法が開示されており、これらの特許の内容は、本引用により、本明細書に包含される。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

電気回路の瞬間抵抗値を判定する方法の例示用の一実施例は、回路の原位置瞬間電圧を計測する段階と、回路の原位置瞬間電流を計測する段階と、計測された原位置瞬間電圧と計測された原位置瞬間電流に基づいて瞬間抵抗値を算出する段階と、を有する。

## 【0006】

電気回路の瞬間抵抗値を判定する方法の別の例示用の実施例は、回路の原位置瞬間電圧を計測する段階と、回路の原位置瞬間電流を計測する段階と、回路の原位置瞬間温度を計測する段階と、計測された原位置瞬間電圧及び計測された原位置瞬間電流に基づいて瞬間抵抗値を算出し、且つ、算出された瞬間抵抗値を計測された温度に関係付ける段階と、を有する。

## 【0007】

計測システムの例示用の一実施例は、計測対象の回路と、E I計測モジュールと、コントローラと、を有し、この場合に、E I計測モジュールは、回路の原位置瞬間電圧を計測すると共に回路の原位置瞬間電流を計測するべく、計測対象の回路に動作可能に接続され、この場合に、E I計測モジュールは、計測値をコントローラに伝達するべく、コントローラに動作可能に接続され、且つ、この場合に、計測システムは、計測された原位置瞬間電圧及び計測された原位置瞬間電流に基づいて瞬間抵抗値を算出する。

## 【0008】

以上の概略的な説明及び以下の詳細な説明は、いずれも、例示及び説明を目的としたものであって、特許請求された本発明に関する更なる説明を提供するべく意図されたものであることを理解されたい。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0009】

【図1】位相角起動型負荷に適用された例示的な計測法を示す。

【図2】複数周期にわたる例示的な位相角計測パターンを示す。

【図3】ゼロクロス（時間比例配分型）負荷に適用された例示的な計測法を示す。

【図4】複数の周期にわたる例示的なゼロクロス起動型計測パターンを示す。

【図5】計測システムの例示的な実施例を表すブロック機能図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0010】

以下の詳細な説明は、類似の参照符号によって類似の要素を示している添付図面との関連において参照可能である。

## 【0011】

A C供給アプリケーションにおいては、供給線路間の電位は、循環的に、1つの線路がもう1つの線路よりも正である状態においてゼロからピーク電圧に向かって増大した後に、時間の経過に伴って減少し、ゼロに戻る。次いで、電圧は、反対の線路がもう1つのものよりも正である状態においてピーク電圧に向かって再度増大する。このサイクルは、米国内の大部分のA C供給の場合には、60 Hzのレートにおいて、そして、いくつかのその他の国においては、50 Hzにおいて、継続的に反復される。供給線路間のA C電位がゼロになる時点をゼロクロス点と呼ぶ。A C電圧は、通常、瞬間電圧が、略、ピーク電圧に  $\sin(\theta)$  が乗算されたものである循環的な関数であって、ここで、 $\theta$  は、単位がラジアンであり、交流1周期（正及び負の半周期を含む）は、2 ラジアン、即ち、360度の周期にわたって発生する。

## 【0012】

電気回路の瞬間抵抗値を決定する例示的な一方法は、回路のその場での瞬間電圧を計測

10

20

30

40

50

し、回路のその場での瞬間電流を計測することを有する。計測されたその場での瞬間電圧及び計測されたその場での瞬間電流に基づいて、瞬間抵抗値を算出する。計測されたその場での瞬間電圧及び計測されたその場での瞬間電流は、同時に計測される。

【0013】

その場での計測の例示的な一実施例は、回路が電気的に接続されて動作している際、好ましくは、回路が、正常に、且つ、動作状態を中断又は変更することなしに、動作している際の回路内におけるパラメータの計測である。

【0014】

回路内の瞬間電圧の計測点は、周期的であり、電圧のサイクル内において基準点から既定の時間及び一貫性を有する地点に位置している。例えば、ゼロクロス点、電圧ピーク、電圧最小値、変化率の最小又は最大、又は時間周期性を基準とした任意の時間周期を使用可能である。又、回路内の瞬間電流の計測点も、周期的であり、電流のサイクル内における基準点から既定の時間及び一貫性を有する地点に位置している。例えば、ゼロクロス点、電流ピーク、電流最小値、変化率の最小値又は最大値、又は時間周期性を基準とした任意の時間周期を使用可能である。

10

【0015】

例示的な一実施例においては、基準点は、AC波形のゼロクロス点である。別の例示的な実施例においては、既定の時間は、約6,250μ秒(±10%)である。更なる例示的な実施例においては、既定の時間は、ピーク電圧がそのサイクル内において発生した際又はその後に位置している。

20

【0016】

電気回路の瞬間抵抗値を決定する例示的な一方法は、オプションとして、計測の前段に回路内における電圧の存在を検証することを有することができる。電圧の存在の検証は、回路が平均化プロセスにおいてアイドル状態にある際の計測値を含むことによって発生する誤った計測を回避することに寄与する。この検証は、例えば、別個の回路であるか又はEI計測モジュールの電圧入力セクション又は別のモジュールに内蔵されている比較器回路によって実行可能である。例示的な一実施例においては、検証及び計測の間に遅延を設定し、計測における雑音を回避している。好適な遅延の一例は、約1,000μ秒(±10%)である。

30

【0017】

本明細書に使用されているすべての計測値は、瞬間電圧及び電流値を同時にサンプリングすることにより、正常な動作状態において採取される。電圧及び電流計測値が同時に採取されるため、瞬間電圧計測値を瞬間電流計測値によって除算することにより、正確な抵抗計測値を算出可能である。

【0018】

オプションとして、回路の温度を計測可能である。例えば、電気回路の瞬間抵抗値を決定する例示的な一方法は、回路のその場での瞬間電圧を計測し、回路のその場での瞬間電流を計測し、回路のその場での瞬間温度を計測することを有する。計測されたその場での瞬間電圧及び計測されたその場での瞬間電流に基づいて瞬間抵抗値を算出し、算出した瞬間抵抗値を計測された温度に関係付ける。この例示的な方法においては、計測されたその場での瞬間電圧、計測されたその場での瞬間電流、及び計測されたその場での温度は、同時に計測される。計測されたその場での瞬間電圧及び計測されたその場での瞬間電流との関係において、本方法は、前述のものに類似している。計測されたその場での瞬間温度との関係においては、回路に近接配置された熱電対によって計測値を採取可能である。

40

【0019】

(例)

加熱要素の回路を、この回路に60Hzの交流120Vを供給する電源に電気的に接続する。同期イベントをACゼロクロス点において生成し、調節可能な時間遅延によって決まる期間の後に計測値を採取する。この結果、計測値が、常に、交流周期内の同一時点において採取されることが保証され、オプションとして連続した計測値の時間平均化が可能

50

となる。計測期間における交流電圧の変化の影響を極小化すべく、計測ウィンドウは、交流半周期と比較して、例えば、（例示的な一実施例においては）1%未満などのように、非常に小さくなるように設計される。例えば、例示的な一実施例では、60Hzにおける8,333μ秒の交流半周期の場合に、50μ秒の計測ウィンドウを有し、50Hzにおける10,000μ秒の交流半周期の場合に、50μ秒の計測ウィンドウを有する。

#### 【0020】

ゼロクロス同期型の負荷の場合には、電力は、半周期全体又は周期全体において印加され、時間に伴って比例配分される。E（電圧）及びI（電流）は、周期的であり、結果的に得られる電力は、制御分解能（個別の1周期又は半周期）において検討された際に変化しないため、電力の割合は、次の関数によって定義することができる。

10

#### 【数1】

$$f_{zcc}(t_{on}, t_{off}) = \frac{t_{on}}{t_{on} + t_{off}}$$

#### 【0021】

多くの場合に、繰り返し時間（ $t_{on} + t_{off}$ ）は、20周期又は333m秒に等しい。この場合の最小印加電力は、通常、次式からわかるように、1/20又は5%である。

20

#### 【数2】

$$f_{zcc}(t_{on}, t_{off}) = \frac{t_{on}}{t_{on} + t_{off}} \quad t_{on} = \frac{1}{60\text{Hz}} \quad t_{off} = 19 \frac{1}{60\text{Hz}} \quad f_{zcc}(t_{on}, t_{off}) = 5\%$$

#### 【0022】

抵抗負荷に対する電力の印加は、計測可能な（少なくとも半周期の）イベントを生成する。ゼロクロス起動型（zero-cross fired）要素用の好適な計測点は、60HzのAC源のゼロクロスイベントの4,167μ秒の後に発生する交流半周期のピークに位置している。この時点を表現する別 の方法は、ピーク電圧が $\pi/2$ ラジアン（90度）及び $3\pi/2$ ラジアン（270度）において発生する、というように、ラジアンに関係付けるものであり、これらの場所においては、それぞれ、 $\sin(\cdot) = 1$ 及び-1である。これらの時点においては、 $V/T$ （時間あたりの電圧の変化）が最小値であり、この結果、最も安定した計測値が得られる。

30

#### 【0023】

位相角制御型の負荷の場合には、電圧が負荷に印加される時点を遅延させることにより、それぞれの交流半周期を比例配分する。交流1周期のうち電圧が負荷に印加されている部分を、一般に、導通角（conduction angle）と呼び、導通角が始まる時点を位相角（phase angle）と呼んでいる。導通角は、位相角から次のゼロクロスイベントに向かうACサイクルの部分を含む。Rは、E及びIに関して一定であり、IはEの関数であるため（負荷は、この2つの例示的なケースにおいては、主に抵抗性である）、電力の割合は、 $E_2^2 / E_1^2$ と表現することができる。この場合には、電圧の波形が不規則であるため、時間に伴って電圧を積分することにより、更に正確な電力の表現が得られる。この結果、電力の割合は、次のようになる。

40

#### 【0024】

## 【数3】

$$f_{\text{pac}}(\theta_t) = \frac{\int_0^{\theta_t} \sin(\theta)^2}{\int_0^{\pi} \sin(\theta)^2}$$

## 【0025】

10

サイクルが  $\theta = 0$  ( $t = 0$ ) において始まり、 $\theta = \pi$  (60 Hz の場合には、 $\theta = 8$ , 333  $\mu$ 秒) において終了する一般的な半周期を検討すれば、 $\theta = \pi/2$  (位相角) において 50% の電力が印加されることがわかる。位相角は、度を単位として表現することも可能であり、ここで、 $\theta = 2\pi$  は、 $\theta = 360$  度と同一である。これは、 $\theta = 90$  度が 50% の電力点であることを意味している。これらの計算は、次のとおりである。

## 【0026】

## 【数4】

$$f_{\text{pac}}(\theta_t) = \frac{\int_0^{\theta_t} \sin(\theta)^2}{\int_0^{\pi} \sin(\theta)^2} \quad \theta_t = \frac{\pi}{2} = 1.571 \text{ラジアン} \quad f_{\text{pac}}(\theta_t) = 50\%$$

20

## 【0027】

30

回路内のエネルギー調節装置の前段において AC 電源を監視することにより、同期パルスを生成することができる。例えば、この監視点は、逆並列に接続された SCR の対であつてよい。調節可能な遅延によって決定された期間の後に、到来電圧を試験することにより、電力が印加されたことを検証する。例示的一実施例においては、周期から計測に向かう遅延を約 6,250  $\mu$ 秒 ( $\pm 10\%$ ) に調節し、これにより、約  $\theta = 135$  度の位相角を得ている。この位相角における電力を検討することにより、次の結果が見い出される。

## 【0028】

## 【数5】

$$f_{\text{pac}}(\theta_t) = \frac{\int_0^{\theta_t} \sin(\theta)^2}{\int_0^{\pi} \sin(\theta)^2} \quad \theta_t = 135 \text{度} = 2.356 \text{ラジアン} \quad f_{\text{pac}}(\theta_t) = 9.085\%$$

40

## 【0029】

この構成によれば、10% 以上の電力レベルにおいて計測値を容易に採取可能である。動作の際の電力出力は、通常、10% よりも格段に大きいため、これは、大部分のアプリケーションをカバーしている。当然のことながら、必要に応じて、遅延を適切に調節することにより、計測点を調節し、更に低い出力の割合において計測することも可能である。

## 【0030】

調節可能な遅延 (例示的一実施例においては、1,000  $\mu$ 秒に設定される) の後に、電圧を再度試験し、依然として存在していることを検証する。この遅延は、雑音インバ

50

ルスの際の起動を回避すると共に、初期電圧を印加した際の電圧スパイクが計測の前の段階で落ち着くように電圧を最初に印加した後にある程度の時間が経過するようになると、この両方のメカニズムとして機能する。電圧が依然として存在している場合には、計測値を採取する。例示的な実施例においては、計測値を採取する位相角は、 $[ ( 6 , 250 \mu\text{秒} + 1,000 \mu\text{秒} ) / 8 , 333 \mu\text{秒} ] \times 180 \text{度} = 156.6 \text{度}$ である。この位相角における瞬間電圧  $f_{v_{pk}}(\theta)$  は、次式によって定義される。

【0031】

【数6】

$$f_{v_{pk}}(\theta) = \sin(\theta) \quad \theta_t = 156.6 \text{度} \quad f_{v_{pk}}(\theta_t) = 39.715\%$$

10

【0032】

従って、瞬間電圧は、ピーク電圧の約40%に等しい。

【0033】

DC電圧の場合には、この例示的なシステムは、その独自の周期的な同期パルスを内部的に生成し、電圧及び電流を複数回にわたってサンプリングして読み取り値を平均化する。いずれにしても、基本的にピーク値を計測しているため、このシステムにおいてDC計測値を採取することに伴う問題点は存在しない。

20

【0034】

図1は、位相角起動型の負荷に対して適用された例示的な計測法のアプリケーションを示している。図1を検討すれば、形状が正弦波である60Hzの線路周波数を有する交流電源10は、平均電圧12が0ボルトであり、ゼロクロス点14a、14b、14cが周期的に発生している。交流電源10は、長さが180度又は8,833μ秒である半周期部分16a、16bから構成されており、これらは、90度において又はゼロクロス点の4,166μ秒の後に発生するピーク電圧18を有する。半周期部分16a、16bは、導通角20a、20bが所望の出力電力を生成するように、比例配分される。例えば、所望の出力電力は、最大電力の少なくとも10%である。この例において、10%の電力出力の場合には、電力の比例配分は、起動角22を約133.4度又は6176μ秒に遅延させることにより、実現される。計測の同期化は、ゼロクロス点14a、14b、14cから得られる。2%、3%、8%、15%、25%、30%、50%、60%、80%、又はこれらを上回るものなどのその他の所望の出力電力を選択可能である。

30

【0035】

遅延24の後に電圧の存在を試験する。図1の場合のように電圧が存在している場合には、電圧の初期の印加の際に一般的に発生する雑音インパルスがサンプリング期間28における電圧のサンプリングの前に消滅するように、追加の遅延26を設定する。ここで、遅延24は、6,250μ秒であり、追加の遅延は、1,000μ秒であり、サンプリング期間28は、50μ秒である。サンプリングの時点において、計測された電圧30は、そのピーク値18の約40%はある。電圧のサンプリングと同時に電流を計測し、この結果、同一時点において瞬間値を採取する。電流計測値によって電圧計測値を除算することにより、瞬間抵抗計測値が得られる。

40

【0036】

図2は、複数周期にわたる例示的な位相角計測パターンを示している。図2を参照すれば、図1において説明した複数の連続した交流周期が示されている。複数の連続した交流周期100a、100b、100cは、複数のゼロクロス点102a、102b、102c、102d、102e、102f、102gと、複数の導通角イベント104a、104b、104c、104d、104e、104fを有する。

【0037】

最初の2周期においては、起動角106a、106bは、133.4度又は6,176μ秒

50

$\mu$ 秒であり、これにより、最大利用可能電力の約10%の出力電力を生成する導通角104a、104b、104c、104dが得られる。これらの場合には、電圧が、試験点108a、108bにおいて存在しており、従って、遅延110a、110bの後に後続の計測値112a、112bが採取される。

#### 【0038】

例示的な第3の周期においては、起動角106cは、143.8度又は6,657 $\mu$ 秒であり、これにより、最大利用可能電力の約5%の出力電力を生成する導通角104e、104fを得ている。これらの場合には、試験点108cには電圧が存在しておらず、従って、計測も試みられない。この方法の結果は、瞬間電圧が計測の時点において一貫性を有しているため、電圧及び電流計測値がACサイクル内の一貫性を有する時点において同時に採取され、これにより、後続の計測値を時間に伴って平均化して雑音を低減可能であるというものである。

#### 【0039】

遅延パラメータのそれぞれのものは、調節可能であり、従って、必要に応じて、10%未満の電力レベルに対応可能であることに留意されたい。逆に、更に高い最小計測可能電力レベルを選択するか又は更に短い雑音遅延を設定することにより、変化レート( $V/T$ )が更に小さな値である計測値を採取することも可能であり、これにより、全体的な精度を向上させることも可能であろう。更には、50Hzなどのように、線路周波数が異なる場合には、適宜、時間遅延を調節可能である。

#### 【0040】

図3は、ゼロクロス(時間比例配分型)負荷に適用された例示的な計測法を示している。図3の例においては、電圧をゼロクロス起動している。形状が正弦波である60Hzの線路周波数を有する交流電源200が示されている。交流電源200は、平均電圧が0Vであり、周期的に発生するゼロクロス点202a、202b、202cと、長さが180度又は8,333 $\mu$ 秒であり、且つ、90度において又はゼロクロス点の4,166 $\mu$ 秒の後において発生するピーク電圧206を有する半周期部分204a、204bを有する。電力の比例配分は、時間に亘って1つ置きの周期又は半周期に対して電圧を選択的に印加することにより、行われる。計測の同期化は、ゼロクロス点202a、202b、202cから得られる。電圧の存在をゼロ交差点202aにおいて試験する。遅延208の後に、サンプリング期間210において電圧をサンプリングする。ここでは、4,166 $\mu$ 秒の遅延208と、50 $\mu$ 秒のサンプリング期間210が示されている。サンプリングの時点において、計測された電圧は、そのピーク値の約100%であり、この地点においては、電圧の変化( $V/T$ )は、略ゼロである。電圧のサンプリングと同時に、電流を計測し、この結果、瞬間値を同一時点において採取する。電流計測値によって電圧計測値を除算することにより、瞬間抵抗計測値が得られる。

#### 【0041】

図4は、複数周期にわたる例示的なゼロクロス起動型の計測パターンを示している。図4の例には、図3において説明した複数の連続した交流周期が示されている。複数の連続した交流周期300a、300b、300cは、複数のゼロクロス点302a、302b、302c、303d、302e、302f、302gを有し、電圧が時間に亘って比例配分される。最初の2つのサイクルにおいては、電圧が負荷に対して選択的に印加されている。これらの場合には、後続の計測値304a、304bがピーク電圧306における半周期のピークにおいて採取される。ここでは、ピーク電圧は、169.7ボルトであり、電圧の変化( $V/T$ )は、略ゼロである。

#### 【0042】

第3の例示的な周期においては、電圧は、負荷に印加されておらず、従って、計測は試みられない。この方法の結果は、瞬間電圧が計測点において一貫性を有しているため、電圧及び電流計測値がACサイクル内の一貫性を有する時点において同時に採取され、これにより、後続の計測値を時間に伴って平均化して雑音を低減可能であるというものである。50Hzなどのように、線路周波数が異なる場合には、適宜、時間遅延を調節可能であ

10

20

30

40

50

ることに留意されたい。

【0043】

以上において引用した(図1～図4に示されている)例においては、169.7Vのピーク及び60Hzを選択して代表的な例を示した。但し、これらのパラメータは、例示を目的としたものに過ぎず、60HzやDC電圧などのその他の電圧及び構成にも同様に対応可能であろう。

【0044】

例示的な一計測システムは、計測対象の回路と、EI計測モジュールと、コントローラと、を有する。EI計測モジュールは、回路のその場での瞬間電圧を計測すると共に回路のその場での瞬間電流を計測するべく、計測対象の回路に動作可能に接続される。EI計測モジュールは、更なる分析のために計測値をコントローラに伝達するべく、コントローラにも動作可能に接続される。計測システムは、計測されたその場での瞬間電圧及び計測されたその場での瞬間電流に基づいて瞬間抵抗値を算出する。

10

【0045】

オプションとしての温度計測モジュールを例示用の計測システムに含めることもできる。温度計測モジュールは、瞬間温度を計測すべく、回路に動作可能に接続される。任意選択の通信バスを例示用の計測システムに包含することも可能である。例えば、EI計測モジュール及び/又は温度計測モジュールは、複数のゾーンの監視を円滑に実行するべく、通信バスを通じてコントローラに動作可能に接続可能である。

【0046】

20

図5は、計測システム400の例示的な一実施例を表すブロック機能図である。破線のコンポーネント402、404、406、408は、計測対象の回路の一部であり、計測対象の回路自身は、加熱要素又は熱処理システムなどの更に大きなシステムの一部である。破線のコンポーネント402、404、406、408は、その特性として代表的なものであり、それ自体は計測システムを含んでおらず、計測対象のシステムに対する計測システム400のインターフェイスを示すべく、図5に含まれている。

【0047】

図5の例示的な用の実施例においては、交流電圧402は、変圧器404によって所望の電圧に低減され、負荷から隔離されている。低減された電圧は、電力比例配分装置406によって抵抗負荷408に比例配分されている。計測システム400は、同期入力検出器412を有するEI(電圧-電流)計測モジュール410から構成されており、同期入力検出器は、電力比例配分装置406の前段において低減された電圧を監視している。同期入力検出器は、後続のタイミングのすべてが関係付けられるゼロクロスイベントを検出する。電圧入力セクション414は、比較器を介した信号電圧の存在の確認と、電圧入力計測用の実際の信号調節の両方を提供する。瞬間電流入力は、変流器418(又は、この代わりに、抵抗シャント:図示されてはいない)から電流入力セクション416によって取得される。デュアルS&H回路(サンプル及び保持回路)420は、瞬間電圧及び電流信号を同時に計測し、その出力をA/Dコンバータ422に供給する。マイクロコントローラ424は、抵抗値の計算、並びに、計測のタイミング設定、スケーリング、及び通信バス450を介したガルバノ絶縁バリア440を横切るメインコントローラ430への通信を実行する。

30

【0048】

オプションとしての温度計測値が温度計測モジュール460によって同時に計測される。温度計測モジュール460は熱電対464が供給する温度計測信号を調節する1つ又は複数のTC入力増幅器462を含む。A/Dコンバータ466は、温度計測値をデジタル化し、この後に、これは、マイクロコントローラ468によってスケーリングされ、そして、マイクロコントローラは、温度値を、通信バスを介して、ガルバノ絶縁バリアを横切ってメインコントローラ430に伝達し、このガルバノ絶縁バリアは、ガルバノ絶縁バリア440と同一であってもよく、又は異なっていてもよく、この通信バスは、通信バス450と同一であってもよく、又は異なっていてもよい。第2のリニア入力470は、光高

40

50

温計やその他の類似した供給源からの信号などの抵抗要素の温度を通知する 0 ~ 5 v d c などのリニア入力を供給可能である状況を円滑に実現するべく提供されている。

【 0 0 4 9 】

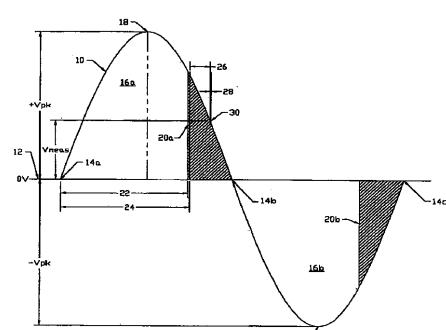
本明細書に開示された要素は、単一のメインコントローラに、並びに、多数の計測点のネットワークを生成するべく統合された複数のメインコントローラに接続された抵抗加熱要素の複数のゾーンに対応するべく、スケーリング可能である。

【 0 0 5 0 】

その好適な実施例との関連において説明したが、当業者には、添付の請求項に定義された本発明の精神及び範囲を逸脱することなしに、具体的に記述されてはいない追加、削除、変更、及び置換を実施可能であることが理解されよう。

10

〔 図 1 〕



**FIG. 1**

【 2 】

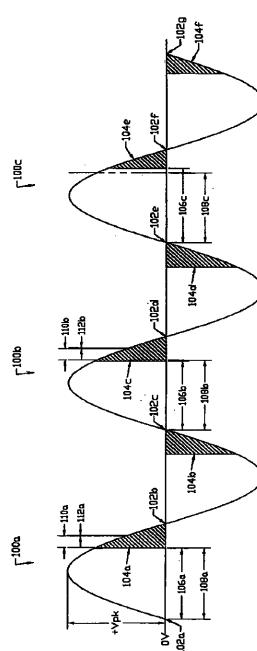


FIG. 2

【図3】

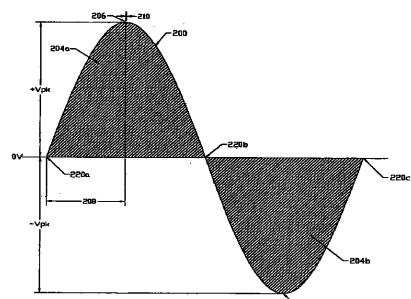


FIG. 3

【図4】

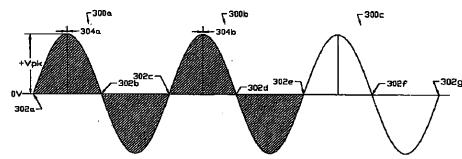


FIG. 4

【図5】

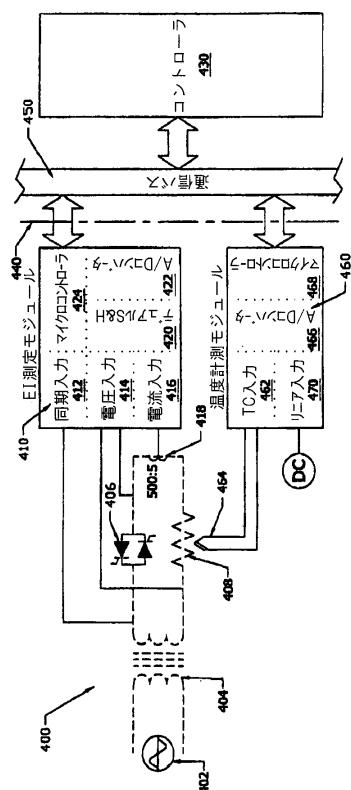


FIG. 5

---

フロントページの続き

(74)代理人 100122965  
弁理士 水谷 好男  
(74)代理人 100141162  
弁理士 森 啓  
(72)発明者 ペック,ケビン ピー.  
アメリカ合衆国,カリフォルニア 95370,ソノラ,リッジウッド ドライブ 15875  
(72)発明者 ジョンソン,ノエル  
アメリカ合衆国,カリフォルニア 95370,ソノラ,クリスタル フォールズ ドライブ 2  
1862  
(72)発明者 ラルソン,ビヨルン アー.  
スウェーデン国,エス-724 64 バステラス,アウグスト パルムス バーグ 10  
(72)発明者 ニルソン,ポントウス コー.ホー.  
アメリカ合衆国,カリフォルニア 95361,オーケランド,グレイブ アーバー ロード 1  
3301

審査官 荒井 誠

(56)参考文献 特開2006-024537(JP,A)  
特開平11-118849(JP,A)  
特開2003-232822(JP,A)  
特開平05-142275(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 01 R 27/00 - 27/32  
H 05 B 3/00  
G 01 K 7/02