

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-191106

(P2017-191106A)

(43) 公開日 平成29年10月19日(2017.10.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>GO 1 R 21/06 (2006.01)</b>	GO 1 R 21/06	F 2GO25
<b>GO 1 R 35/00 (2006.01)</b>	GO 1 R 35/00	E 5GO64
<b>GO 1 R 15/18 (2006.01)</b>	GO 1 R 15/18	A
<b>HO 2 J 13/00 (2006.01)</b>	GO 1 R 15/18	B
	HO 2 J 13/00	301A

審査請求 有 請求項の数 19 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2017-109076 (P2017-109076)  
 (22) 出願日 平成29年6月1日(2017.6.1)  
 (62) 分割の表示 特願2016-42220 (P2016-42220) の分割  
 原出願日 平成23年7月1日(2011.7.1)  
 (31) 優先権主張番号 61/380,174  
 (32) 優先日 平成22年9月3日(2010.9.3)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 61/361,296  
 (32) 優先日 平成22年7月2日(2010.7.2)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 504379349  
 ベルキン・インターナショナル・インコーポレイテッド  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 90094 プラヤ・ビスタ イースト・ウォーターフロント・ドライブ12045  
 12045 East Waterfront Drive Playa Vista, California 90094  
 United States of America  
 (74) 代理人 110002310  
 特許業務法人あい特許事務所

最終頁に続く

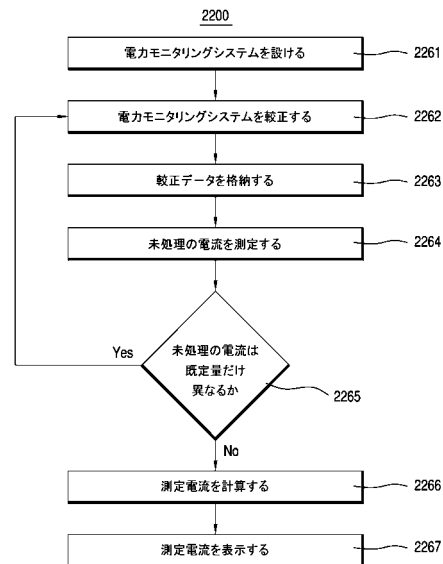
(54) 【発明の名称】 建造物の電力使用状況をモニタする方法

(57) 【要約】

【課題】電力モニタリングシステムを用いて建造物における電力使用状況をモニタする。

【解決手段】建造物内の第1の負荷に電力を供給する1つまたは複数の主要な電力線を有し、電力モニタリングシステムを校正する工程であって、前記1つまたは複数の主要な電力線の第1の未処理の電流および第1の校正データが、前記電力モニタリングシステムを校正している間に生成される、校正する工程と、第1の校正データおよび第1の未処理の電流の測定値を格納する工程と、前記1つまたは複数の主要な電力線の第2の未処理の電流を測定する工程と、第1の測定電流を計算する工程と、前記第1の測定電流を表示する工程とを含む。

【選択図】図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

電力モニタリングシステムを用いて建造物における電力使用状況をモニタするための方法であって、

前記建造物は、前記建造物内の第 1 の負荷に電力を供給する 1 つまたは複数の主要な電力線を有し、

前記電力モニタリングシステムを較正する工程であって、ここにおいて、前記 1 つまたは複数の主要な電力線の第 1 の未処理の電流および第 1 の較正データが、前記電力モニタリングシステムを較正している間に生成される、工程と

前記第 1 の較正データおよび前記第 1 の未処理の電流の測定値を格納する工程と、

10

前記 1 つまたは複数の主要な電力線の第 2 の未処理の電流を測定する工程と、

第 1 の測定電流を計算する工程と、

前記第 1 の測定電流を表示する工程とを含む、方法。

**【請求項 2】**

前記第 1 の測定電流を計算する工程は、

前記第 2 の未処理の電流が第 1 の未処理の電流の第 1 の既定量よりも小さくない場合、前記電力モニタリングシステムの第 1 の再較正を実行し、当該再較正を実行する工程は、

前記電力モニタリングシステムを較正する工程であって、ここにおいて、前記 1 つまたは複数の主要な電力線の第 3 の未処理の電流および第 2 の較正データが前記電力モニタリングシステムの第 1 の再較正を実行している間に生成される、工程と、

20

前記第 2 の較正データおよび前記第 3 の未処理の電流の測定値を格納する工程と、

前記第 2 の較正データを用いて前記第 1 の測定電流を計算する工程と、を含み、

前記第 2 の未処理の電流が第 1 の未処理の電流の第 1 の既定量よりも小さい場合は、前記第 1 の較正データを用いて前記第 1 の測定電流を計算する、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 3】**

前記第 1 の既定量は約 1 % である、請求項 2 に記載の方法。

**【請求項 4】**

前記第 1 の既定量は約 5 % である、請求項 2 に記載の方法。

**【請求項 5】**

前記第 1 の既定量は約 10 % である、請求項 2 に記載の方法。

30

**【請求項 6】**

前記第 1 の既定量は約 25 % である、請求項 2 に記載の方法。

**【請求項 7】**

第 4 の未処理の電流を測定する工程と、

第 2 の測定電流を計算する工程と、

前記第 2 の測定電流を表示する工程と、をさらに含む、請求項 2 から請求項 6 のいずれかに記載の方法。

**【請求項 8】**

前記第 1 の測定電流を表示する工程は、表示デバイスに前記第 1 の測定電流および前記第 2 の測定電流を表示する工程を含む、請求項 7 に記載の方法。

40

**【請求項 9】**

前記第 2 の測定電流を計算する工程は、

前記第 3 の未処理の電流が第 1 の未処理の電流の第 2 の既定量もしくは第 2 の未処理の電流よりも小さくない場合、前記電力モニタリングシステムの第 2 の再較正を行い、当該再較正を行う工程は、

前記電力モニタリングシステムを較正する工程であって、ここにおいて、前記 1 つまたは複数の主要な電力線の第 5 の未処理の電流および第 3 の較正データが前記電力モニタリングシステムの第 2 の再較正を実行している間に作成される、工程と、

前記第 3 の較正データおよび前記第 5 の未処理の電流の測定値を格納する工程と、

前記第 3 の較正データを用いて前記第 2 の測定電流を計算する工程と、を含み、

50

前記第 3 の未処理の電流が第 1 の未処理の電流の第 2 の既定量もしくは第 2 の未処理の電流よりも小さい場合は、前記第 1 の較正データもしくは前記第 2 の較正データを用いて前記第 2 の測定電流を計算する、  
請求項 7 または請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記第 2 の既定量は約 1 % である、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記第 2 の既定量は約 5 % である、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 12】

前記第 2 の既定量は約 10 % である、請求項 9 に記載の方法。

10

【請求項 13】

前記第 2 の既定量は約 25 % である、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 14】

前記電力モニタリングシステムを較正する工程は、  
前記建造物の第 1 の位相電線に前記電力モニタリングシステムのコンピュータデバイスを差し込み、

前記建造物の第 2 の位相電線に前記電力モニタリングシステムの較正デバイスを差し込む、各工程を含み、

前記建造物の第 1 の位相電線は、前記建造物の第 2 の位相電線とは異なる、請求項 1 から請求項 13 のいずれかに記載の方法。

20

【請求項 15】

前記電力モニタリングシステムを較正する工程は、前記電力モニタリングシステムの検知デバイスの各電流センサにおける第 1 の電流の第 1 の振幅および第 1 の位相を決定する工程をさらに含む、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

前記電力モニタリングシステムを較正する工程は、  
前記コンピュータデバイスの第 1 の負荷を前記第 1 の位相電線に結合する工程と、  
前記電力モニタリングシステムの前記検知デバイスの各電流センサにおける第 2 の電流の第 2 の振幅および第 2 の位相を決定する工程とをさらに含む、請求項 15 に記載の方法。

30

【請求項 17】

前記電力モニタリングシステムを較正する工程は、  
前記コンピュータデバイスの第 2 の負荷を前記第 2 の位相電線に結合する工程と、  
前記電力モニタリングシステムの前記検知デバイスの各電流センサにおける第 3 の電流の第 3 の振幅および第 3 の位相を決定する工程とをさらに含む、  
請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前記電力モニタリングシステムを較正する工程は、前記電力モニタリングシステムの検知デバイスの各電流センサの前記第 1 の振幅、前記第 1 の位相、前記第 2 の振幅、前記第 2 の位相、前記第 3 の振幅および前記第 3 の位相を少なくとも部分的に使用して較正係数を決定する工程をさらに含む、請求項 17 に記載の方法。

40

【請求項 19】

前記電力モニタリングシステムを較正する工程は、前記較正係数、前記第 1 の未処理の電流振幅および前記第 1 の未処理の電流の位相に基づいて、前記第 1 の較正データを決定する工程をさらに含む、請求項 18 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本願は、2010年7月2日に提出された米国仮特許出願第 61 / 361 , 296 号明

50

細書および2010年9月3日に出願された米国仮特許出願第61/380,174号明細書の利益を主張する。米国仮特許出願第61/361,296号明細書および同第61/380,174号明細書は、参照により本明細書に組み込まれる。

#### 【0002】

本発明は、概して、電力をモニタするための装置、デバイス、システムおよび方法に関し、より具体的には、建造物の電気回路遮断器パネル側で1つまたは複数の主要な電力線の電力をモニタするそのような装置、デバイス、システムおよび方法に関する。

#### 【背景技術】

#### 【0003】

建造物は、建造物内の電気デバイス（すなわち、負荷）に電力を供給する1つまたは複数の主要な電力線を有し得る。主要な電力線は、電気回路遮断器パネルを通じて建造物に入る。電気回路遮断器パネルは、建造物内の電気のための主要な配電ポイントである。また、電気回路遮断器パネルは、建造物内の電気デバイスの火災または損傷を引き起こす可能性のある過電流からの保護も提供する。電気回路遮断器パネルは、3つの主要な電力線を有し、単相3線式電力分配システムを使用することができる。

10

#### 【0004】

例えば、Square-D、Eaton、Cutler-Hammer、General Electric、SiemensおよびMurrayを含む電気回路遮断器パネルの製造業者は、電気回路遮断器パネル用に異なる線間距離および構成を選択している。その上、各製造業者は、屋内設備および屋外設備用の定格電流の合計が異なる（新築では、100アンペア（A）および200Aのサービスが最も一般的である）電気回路遮断器パネルの多くの異なる構成を製作する。

20

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0005】

【特許文献1】特開2001-103622号公報

【特許文献2】特開2005-195427号公報

【特許文献3】特開2007-107972号公報

【特許文献4】特開平04-296663号公報

【特許文献5】特開平01-190506号公報

30

【特許文献6】特開2010-112936号公報

【特許文献7】特開平06-062512号公報

【特許文献8】特開平09-130961号公報

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0006】

多くの異なるタイプの電気回路遮断器パネルの異なる導体レイアウトは、電気回路遮断器パネルの金属表面に異なる磁場プロファイルをもたらす。その上、内部の導体のレイアウトは、遮断器パネルを開けずに見ることはできず、内部の導体レイアウトが電気回路遮断器パネルの表面で磁場プロファイルを生み出す方法は、適正に解釈してモデル化するための電磁理論の詳細な知識を必要とする。したがって、電気回路遮断器パネルの表面で1つまたは複数の主要な電力線の磁場を正確に測定することは難しい。

40

#### 【0007】

それに応じて、電気技術者ではない者が電気回路遮断器パネルの表面で1つまたは複数の主要な電力線の磁場を正確に判断できる装置、システムおよび/または方法に対して、利益の必要性または可能性が存在する。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0008】

いくつかの実施形態は、建造物による電力使用状況をモニタするためのシステムについて教示することができる。建造物は、建造物内の第1の負荷に電力を供給する1つまたは

50

複数の主要な電力線を有し得る。1つまたは複数の主要な電力線の一部分は、第1の軸に実質的に平行に伸ばすことができる。建造物は、1つまたは複数の主要な電力線の一部分を覆うパネルをさらに有し得る。システムは、(a)パネルの表面の一部分と結合するよう構成された電流センサユニットであって、(a)第2の軸に実質的に平行な長さを有する少なくとも1つの磁場センサを有し、第2の軸は第1の軸に実質的に垂直であり、少なくとも1つの磁場センサは1つまたは複数の主要な電力線によって生成された磁場を検出するよう構成された、電流センサユニットと、(b)プロセッサ上で実行するよう構成された処理ユニットとを含み得る。電流センサユニットは、少なくとも1つの磁場センサによって検出された磁場に基づいて出力信号を生成するよう構成することができる。処理ユニットは、電流センサユニットから出力信号を受信し、出力信号を処理して建造物内の第1の負荷による電力使用状況に関連する1つまたは複数のパラメータを決定するようさらに構成することができる。

10

**【0009】**

他の実施形態は、建造物の1つまたは複数の主要な電力線の電流を測定するための装置について教示することができる。建造物は、遮断箱を有し得る。遮断箱は、1つまたは複数の主要な電力線の少なくとも第1の部分と、1つまたは複数の主要な電力線の第1の部分の上方の金属パネルとを含み得る。装置は、(a)(1)2つ以上の電流測定値を提供するよう構成された1つまたは複数の電流センサ、および、(2)1つまたは複数の電流センサと結合された1つまたは複数の磁石を有する検知デバイスと、(b)コンピュータユニット上で実行するよう構成され、2つ以上の電流測定値を使用して1つまたは複数の主要な電力線の電流を決定するよう構成された処理モジュールとを含み得る。

20

**【0010】**

さらなる他の実施形態は、建造物の電力使用状況をモニタするためのシステムを提供するための方法を開示することができる。建造物は、建造物内の第1の負荷に電力を供給する1つまたは複数の主要な電力線を有し得る。1つまたは複数の主要な電力線は、少なくとも部分的に、第1の軸に実質的に平行に伸ばすことができる。建造物は、1つまたは複数の主要な電力線の少なくとも一部を覆うパネルをさらに有し得る。本方法は、パネルの表面と結合するよう構成された電流センサユニットを設ける工程であって、電流センサユニットは、1つまたは複数の主要な電力線によって生成された磁場に基づいて出力信号を生成するよう構成された、工程と、電流センサユニットから出力信号を受信するよう構成され、出力信号を処理して建造物の電力使用状況に関連する1つまたは複数のパラメータを決定するようさらに構成された処理ユニットを設ける工程とを含み得る。電流センサユニットを設ける工程は、長さが第2の軸に沿った少なくとも1つの磁場センサを設ける工程であって、少なくとも1つの磁場センサは1つまたは複数の主要な電力線によって生成された磁場を検出するよう構成された、工程と、電流センサユニットをパネルの表面と結合する際に、少なくとも1つの磁場センサの第2の軸が第1の軸に実質的に垂直となるように電流センサユニット側に少なくとも1つの磁場センサを装着する工程とを含み得る。

30

**【0011】**

さらなる実施形態は、電力モニタリングシステムを使用して、建造物の電力使用状況をモニタするための方法を開示する。建造物は、建造物内の第1の負荷に電力を供給する1つまたは複数の主要な電力線を有し得る。本方法は、電力モニタリングシステムを較正する工程であって、1つまたは複数の主要な電力線の第1の未処理の電流および第1の較正データは電力モニタリングシステムを較正している間に生成される、工程と、第1の較正データおよび第1の未処理の電流の測定値を格納する工程と、第2の未処理の電流を測定する工程と、第2の未処理の電流が第1の未処理の電流の既定量内でない場合に、電力モニタリングシステムの第1の再較正を実行する工程と、第2の未処理の電流が第1の未処理の電流の既定量内にある場合に、第1の較正データを使用して第1の測定電流を計算する工程と、第1の測定電流を表示する工程とを含み得る。電力モニタリングシステムの第1の再較正を実行する工程は、電力モニタリングシステムを較正する工程であって、1つまたは複数の主要な電力線の第3の未処理の電流および第2の較正データは電力モニタリングシステム

40

50

の第1の再較正を実行している間に生成される、工程と、第2の較正データおよび第3の未処理の電流の測定値を格納する工程と、第2の較正データを使用して第1の測定電流を計算する工程とを含み得る。

【0012】

実施形態の説明をさらに促進するため、以下の図面を提供する。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】第1の実施形態による、電気回路遮断器パネルと結合された例示的な電力モニタリングシステムの図を示す。

【図2】第1の実施形態による、図1の電力モニタリングシステムのブロック図を示す。 10

【図3】一実施形態による、主要な電力線を金属パネルで覆った例示的な電気回路遮断器パネルの誘導電圧対導体電流を示すグラフである。

【図4】一実施形態による、主要な電力線を厚紙パネルで覆った例示的な電気回路遮断器パネルの誘導電圧対導体電流を示すグラフである。

【図5】一実施形態による、電気導体と磁場センサとの間に鋼板を配置した際に磁場センサを電気導体上方で電気導体から異なる高さで水平に動かした場合の測定電圧を示す三次元グラフである。

【図6】一実施形態による、磁場センサを電気導体上方で電気導体から異なる高さで水平に動かした場合の測定電圧を示す三次元グラフである。

【図7】第1の実施形態による、図1の電気回路遮断器パネルの表面に位置する例示的な磁場センサを示す。 20

【図8】一実施形態による、図7の磁場センサを使用して測定された、電圧に対する受信信号の位相角対位置を示すグラフである。

【図9】図7とは異なる実施形態による、図1の電気回路遮断器パネルの表面に位置する電力モニタリングシステムの例示的な磁場センサを示す。

【図10】図7および9とは異なる実施形態による、図1の電気回路遮断器パネルの表面に位置する電力モニタリングシステムの例示的な磁場センサを示す。

【図11】図7、9および10とは異なる実施形態による、図1の電気回路遮断器パネルの表面に位置する電力モニタリングシステムの例示的な磁場センサを示す。

【図12】図7、9～11とは異なる実施形態による、図1の電気回路遮断器パネルの表面に位置する電力モニタリングシステムの例示的な磁場センサを示す。 30

【図13】一実施形態による、主要な電力線を金属パネルで覆った例示的な電気回路遮断器パネルの誘導電圧対導体電流を示すグラフである。

【図14】一実施形態による、図12の電力モニタリングシステムを使用して測定された、電圧に対する受信信号の位相角対位置を示すグラフである。

【図15】一実施形態による、磁石なしでコイル状の導体が垂直に装着された電力モニタリングシステムの実際のおよび予測電流測定値を示すグラフを示す。

【図16】一実施形態による、図12の電力モニタリングシステムの実際のおよび予測電流測定値を示すグラフを示す。

【図17】図7、9～12とは異なる実施形態による、図1の電気回路遮断器パネルの表面に位置する電力モニタリングシステムの例示的なコイル状の導体を示す。 40

【図18】図7、9～12、17とは異なる実施形態による、図1の電気回路遮断器パネルの表面に位置する電力モニタリングシステムの例示的な磁場センサを示す。

【図19】一実施形態による、図18の電力モニタリングシステムを使用して測定された、電圧に対する受信信号の位相角対位置を示すグラフである。

【図20】一実施形態による、建造物の電力使用状況をモニタするためのシステムを提供する方法の実施形態のフローチャートを示す。

【図21】図20の実施形態による、検知デバイスを設けるアクティビティの実施形態のフローチャートを示す。

【図22】一実施形態による、建造物の電力使用状況をモニタするためのシステムを使用 50

する方法の実施形態のフローチャートを示す。

【0014】

図示を簡単かつ明確にするため、図面は一般様式の構築物を示し、周知の特徴および技法の説明および詳細は、不必要に本発明を不明瞭にすることを避けるために省略される場合がある。それに加えて、図面の要素は、必ずしも原寸に比例するとは限らない。例えば、図面の要素のいくつかの寸法は、他の要素と比べて拡大することで、本発明の実施形態に対する理解を高める際に役立てることができる。異なる図面における同じ参照番号は、同じ要素を示す。

【発明を実施するための形態】

【0015】

説明内および特許請求の範囲内に「第1の」、「第2の」、「第3の」、「第4の」および同様の用語が使用される場合、これらの用語は、同様の要素を区別するために使用されるものであり、必ずしも特定の連続的または時間的順序を説明するものではない。そのように使用される用語は適切な状況下で交換可能であり、その結果、本明細書に記載される実施形態は、例えば、本明細書に図示されるまたは別の方法で記載されるもの以外の順番で動作できることを理解されたい。その上、「含む」および「有する」ならびにその任意の変形用語は、非排他的な包括を取り扱うことを意図し、その結果、要素のリストを含むプロセス、方法、システム、物品、デバイスまたは装置は、必ずしもそれらの要素に限定されるものではなく、そのようなプロセス、方法、システム、物品、デバイスまたは装置に明確に表示されていないまたは固有の他の要素を含んでもよい。

【0016】

説明内および特許請求の範囲内に「左側」、「右側」、「前側」、「後側」、「上部」、「下部」、「上方」、「下方」および同様の用語が使用される場合、これらの用語は、目的を説明するために使用されるものであり、必ずしも永久的な相対位置を説明するものではない。そのように使用される用語は適切な状況下で交換可能であり、その結果、本明細書に記載される本発明の実施形態は、例えば、本明細書に図示されるまたは別の方法で記載されるもの以外の方向付けで動作できることを理解されたい。

【0017】

「結合する(couple)」、「結合された(coupled)」、「結合する(couples)」、「結合している(coupling)」および同様の用語は、幅広く理解すべきであり、2つ以上の要素または信号を電氣的に、機械的におよび/または別の方法で接続することを指す。2つ以上の電気要素は、電氣的に結合されるが、機械的にまたは別の方法で結合されなくともよく、2つ以上の機械要素は、機械的に結合されるが、電氣的にまたは別の方法で結合されなくともよく、2つ以上の電気要素は、機械的に結合されるが、電氣的にまたは別の方法で結合されなくともよい。結合は、例えば、永久的もしくは半永久的またはほんの一瞬など、どのような時間長でもよい。

【0018】

「電気結合」および同様の用語は、幅広く理解すべきであり、パワー信号、データ信号および/または電気信号の他のタイプもしくは組合せに関わらず、任意の電気信号に關与する結合を含む。「機械結合」および同様の用語は、幅広く理解すべきであり、すべてのタイプの機械結合を含む。

【0019】

「結合された」および同様の用語に「着脱可能に」、「着脱可能な」および同様の用語が付随しなければ、問題の結合などが着脱可能であることも着脱可能でないことも意味しない。

【0020】

図1は、第1の実施形態による、電気遮断器パネル190と結合された例示的な電力モニタリングシステム100の図を示す。図2は、第1の実施形態による、電力モニタリングシステム100のブロック図を示す。電力モニタリングシステム100は、建造物の電力使用状況をモニタするためのシステムと考えることもできる。電力モニタリングシステ

10

20

30

40

50

ム 100 は、単なる例示であり、本明細書に提示される実施形態に限定されない。電力モニタリングシステム 100 は、本明細書に具体的に描写も記載もされない多くの異なる実施形態または実施例において使用することができる。いくつかの例では、電力モニタリングシステム 100 は、(a) 検知デバイス 110 と、(b) コンピュータユニット 120 と、(c) 表示デバイス 130 と、(d) 較正デバイス 180 とを含み得る。

#### 【0021】

また、図 1 に示されるように、従来の遮断箱または回路遮断器パネル 190 は、(a) 2 つ以上の個別の回路遮断器 191 と、(b) 2 つ以上の主要な回路遮断器 192 と、(c) 主要な電力線 193、194 および 195 と、(d) 外面 198 を有するパネル 196 と、(e) 回路遮断器 191 および 192 へのアクセスを提供するドア 197 とを含み得る。

10

#### 【0022】

主要な電力線 193、194 および 195 は、主要な回路遮断器 192 と電気的に結合され、建造物内の電気デバイス（すなわち、負荷）に電力を供給する。パネル 196 は、主要な電力線 193、194 および 195 ならびに関連回路の少なくとも一部を覆い、これらの電圧が印加された導体との不注意な接触から人々を保護する。通常、パネル 196 は、鋼鉄または別の金属を含む。

#### 【0023】

システム 100 は、パネル 196 の表面 198 に検知デバイス 110 を配置して検知デバイス 110 の誘導電圧を測定することによって、主要な電力線 193、194 および 195 の負荷電流を決定することができる。電力モニタリングシステム 100 は、測定誘導電圧を使用して、主要な電力線 193、194 および 195 の電流および電力を計算することができる。

20

#### 【0024】

検知デバイス 110 をパネル 196 の表面 198 上のどの場所に配置しても、個々の分岐（無効負荷を含む）のそれぞれの電流を正確に決定することができる。しかし、正確な電流測定値を得るには、主要な電力線 193、194 および 195 からの磁場がパネル 196 と検知デバイス 110 から同じリアクタンスをとらえることが必要とされる。リアクタンスが同じでなければ、主要な電力線 193、194 および 195 の電流および電力を正確に計算することはさらに難しくなる。

30

#### 【0025】

パネル 196 上でセンサユニットを使用して主要な電力線 193、194 および 195 が生み出す磁場を測定する際の別の潜在的制限は、パネル 196 内の金属により、誘導電圧が、主要な電力線 193、194 および 195 中を通過する電流の量に非線形に変化し得ることである。その上、パネル 196 の金属の透過率の非線形性は、全パネル 196 にわたりその位置によって異なり得る。図 3 は、一実施形態による、主要な電力線を金属パネルで覆った例示的な電気回路遮断器パネルの誘導電圧対導体電流を示すグラフ 300 である。図 4 は、一実施形態による、金属パネルを厚紙パネルと置き換えた例示的な電気回路遮断器パネルの誘導電圧対導体電流を示すグラフ 400 である。

#### 【0026】

同様に、図 5 は、導体と磁場センサとの間に鋼板を配置した際に磁場センサを電気導体上方で導体から異なる高さ（y 軸）で水平（x 軸）に動かして測定された電圧を示す三次元グラフ 500 である。図 6 は、導体と磁場センサとの間に鋼板がない状態で磁場センサを電気導体上方で導体から異なる高さ（y 軸）で水平（x 軸）に動かして測定された電圧を示す三次元グラフ 600 である。図 2 ~ 6 に示されるように、主要な電力線を覆う金属パネル（すなわち、パネル 196（図 1））の使用は、非磁性材料（すなわち、厚紙）の使用または材料の未使用と比較すると、主要な電力線に対向するパネルの表面上の測定電圧の著しい非線形性をもたらす。その上、図 5 および 6 に示されるように、この非線形性は、位置依存性である。すなわち、非線形性の量は、鋼製パネル上でのセンサの位置に基づいて異なる。以下で説明されるように、電力モニタリングシステム 100 は、パネル 1

40

50

96における金属の使用により生じる検知デバイス110の誘導電圧により、非線形性を相殺または解消することができる。さらに、電力モニタリングシステム100は、主要な電力線193、194および195がパネル196と検知デバイス110から同じリアクタンスをとらえることを保証することができる。

【0027】

図2を再度参照すると、検知デバイス110は、(a)2つ以上の電流センサまたは磁場センサ211および212と、(b)コントローラ213と、(c)ユーザ通信モジュール214と、(d)トランシーバ215と、(e)電源216と、(f)結合メカニズム219とを含み得る。コントローラ213を使用して、磁場センサ211および212、ユーザ通信モジュール214、トランシーバ215ならびに電源216を制御することが

10

【0028】

さまざまな例では、検知デバイス110は、結合メカニズム219を使用して、パネル196(図2)の表面198(図1)と結合するよう構成することができる。いくつかの例では、結合メカニズム219は、接着剤、Velcro(登録商標)材料、磁石または別の取付けメカニズムを含み得る。

【0029】

多くの実施形態では、磁場センサ211および212は、コイル状の導体(例えば、コイル状のワイヤ)を含み得る。図7は、第1の実施形態による、パネル196下に主要な電力線193、194および195を備えた、パネル196の表面198に位置する例示的な磁場センサ211を示す。多くの実施形態では、磁場センサ211は、第1の端部752および第1の端部752の反対側に位置する第2の端部753を備えたコイル状の導体751を含み得る。いくつかの例では、コイル状の導体751は、第1の方向743(例えば、反時計回り)に巻くことができる。磁場センサ212は、第1の端部755および第1の端部755の反対側に位置する第2の端部756を備えたコイル状の導体754を含み得る。コイル状の導体754は、第2の方向744(例えば、時計回り)に巻くことができる。多くの例では、コイル状の導体751の第1の巻き方向743は、コイル状の導体754の第2の巻き方向744の逆であり得る。磁場センサ211および212内の導体をコイル状にすることで、磁場の非線形性を解消する際に役立てることができる。

20

30

【0030】

さまざまな例では、コイル状の導体751および754は、直径が2ミリメートル(mm)から12mmであり得る。コイル状の導体751は、コイル状の導体754から12mm~40mmだけ離間することができる。いくつかの例では、2つ以上の磁場センサの全幅は、最大160mmであり得る。いくつかの例では、コイル状の導体は、空心または鋼心を有し得る。

【0031】

いくつかの例では、表面198の少なくとも一部分は、軸740および742に実質的に平行であり得、少なくとも軸740は軸742に実質的に垂直である。同じまたは異なる例では、主要な電力線193、194および195の少なくとも一部分は、軸740に実質的に平行に伸ばすことができる。図7に示される実施形態では、軸741は、軸740および742に実質的に垂直である。また、軸741は、コイル状の導体751の第1の端部752から第2の端部753までの長さに沿って、および、コイル状の導体754の第1の端部755から第2の端部756までの長さに沿って、伸ばすことができる。すなわち、コイル状の導体751および754は、表面198ならびに主要な電力線193、194および195に実質的に垂直であり得る。

40

【0032】

磁場センサを図7に示される構成に配置すると、主要な電力線193、194および195は、パネル196と検知デバイス110から同じリアクタンスをとらえる。その上、

50

電力モニタリングシステムが図7に示される構成を有すると、鋼板ならびにコイル状の導体751および754は一定のリアクタンスを有する。

【0033】

図7に示されるセンサ構成が実質的に一定のリアクタンスを有することを示すため、主要な電力線193、194および195に固定電流を設定することができ、受信信号の位相角を測定しながらコイル状の導体751を主要な電力線193、194および195に対して移動させることができる。リアクタンスが一定であれば、理想的なコイル導体の測定位相角は、180度離角した2つの位相のみを有する双安定挙動を呈する。

【0034】

図8は、一実施形態による、電力モニタリングシステム100の、電圧に対する受信信号の位相角対位置を示すグラフ800である。グラフ800を作成するため、主要な電力線193、194および195に固定電流を設定し、電圧に対する受信信号の位相角を測定しながらコイル状の導体751を主要な電力線193、194および195に対して約0.6センチメートル(cm)の増分で移動させた。図8に示されるように、位相角は、約180度離角した2つの異なる位相を有する双安定挙動を呈する。位相シフトは、コイル導体が主要な電力線195の中心上を通過する際に起こる。したがって、主要な電力線193、194および195がとらえるコイル状の導体751とパネル196のリアクタンスは、実質的に一定である。

【0035】

図2に戻ると、トランシーバ215は、磁場センサ211および212ならびにコントローラ213と電気的に結合することができる。いくつかの例では、トランシーバ215は、電圧または磁場センサ211および212を使用して測定された他のパラメータをコンピュータユニット120のトランシーバ221に送信する。多くの例では、トランシーバ215およびトランシーバ221は、無線トランシーバであり得る。いくつかの例では、電気信号は、W I - F I (ワイヤレスフィディリティ)、I E E E ( I n s t i t u t e o f E l e c t r i c a l a n d E l e c t r o n i c s E n g i n e e r s ) 8 0 2 . 1 1 無線プロトコルまたはB l u e t o o t h (登録商標) 3 . 0 + H S (高速)無線プロトコルを使用して送信することができる。さらなる例では、これらの信号は、Z i g b e e (登録商標) ( 8 0 2 . 1 5 . 4 )、Z - W a v e または独自の無線規格を介して送信することができる。他の例では、トランシーバ215およびトランシーバ221は、携帯との接続または有線接続を使用して電気信号を送信することができる。

【0036】

コンピュータユニット120は、(a)トランシーバ221と、(b)処理モジュールまたはユニット222と、(c)電源223と、(d)ユーザ通信デバイス124と、(e)プロセッサ225と、(f)メモリ226と、(g)較正モジュール227と、(h)電気コネクタ128とを含み得る。コンピュータユニット120は、トランシーバ221を介して検知デバイス110から出力信号を受信し、出力信号を処理して建造物の電力使用状況に関連する1つまたは複数のパラメータ(例えば、建造物で使用される電力ならびに主要な電力線193、194および195の電流)を決定するよう構成することができる。

【0037】

いくつかの例では、処理ユニット222をメモリ226に格納し、プロセッサ225上で実行するよう構成することができる。処理ユニット222は、検知デバイス110からの電流測定値を使用して、建造物の電力使用状況に関連する1つまたは複数のパラメータ(例えば、主要な電力線193、194および195の電流ならびに電力)を決定するようさらに構成することができる。コンピュータユニット120を実行すると、メモリ226に格納されたプログラム命令がプロセッサ225によって実行される。メモリ226に格納されたプログラム命令の一部分は、以下で説明されるように、方法2200(図22)の実行および/または処理ユニット222に適切であり得る。

【0038】

10

20

30

40

50

較正モジュール 227 は、1つまたは複数の較正負荷を含み得る。いくつかの例では、1つまたは複数の較正負荷は、建造物の電力線インフラストラクチャの第1の位相分枝と電氣的に結合して、電気コネクタ 128 を使用して電力モニタリングシステム 100 を較正する際に役立てることができる。ユーザ通信デバイス 124 は、ユーザに情報を表示するよう構成することができる。一例では、ユーザ通信デバイス 124 は、モニタ、タッチスクリーンおよび/または1つもしくは複数のLED（発光ダイオード）であり得る。

【0039】

電源 223 は、トランシーバ 221、ユーザ通信デバイス 124、プロセッサ 225 およびメモリ 226 に電力を供給することができる。いくつかの例では、電源 223 は、電気壁コンセントと結合することができる電気プラグ 129 を含み得る。

10

【0040】

表示デバイス 130 は、(a) ディスプレイ 134、(b) 制御メカニズム 132、(c) トランシーバ 221 と通信するよう構成されたトランシーバ 231、(d) 電源 233、および/または、(e) 電気コネクタ 235 を含み得る。いくつかの実施形態では、電気コネクタ 235 は、電気コネクタ 128 と結合して、表示デバイス 130 をコンピュータユニット 120 と結合するよう構成することができる。

【0041】

較正デバイス 180 は、(a) トランシーバ 281 と、(b) 電気コネクタ 182 と、(c) 較正モジュール 283 と、(d) ユーザ通信デバイス 184 とを含み得る。いくつかの例では、トランシーバ 281 は、トランシーバ 215、221 および/または 231 と同様でも同じでもよい。いくつかの例では、電気コネクタ 182 は、電力プラグであり得る。ユーザ通信デバイス 184 は、ユーザに情報を表示するよう構成することができる。一例では、ユーザ通信デバイス 184 は、1つまたは複数のLEDであり得る。

20

【0042】

較正モジュール 283 は、1つまたは複数の較正負荷を含み得る。いくつかの例では、1つまたは複数の較正負荷は、建造物の電力線インフラストラクチャの第2の位相分枝と電氣的に結合して、電力モニタリングシステム 100 を較正する際に役立てることができる。すなわち、いくつかの例では、電気コネクタ 128 は、電力の第1の位相（例えば、主要な電力線 193 または L1）と結合された電気壁コンセントと結合され、電気コネクタ 182 は、電力の第2の位相（例えば、主要な電力線 194 または L2）と結合された電気壁コンセントと結合される。これらの例では、主要な電力線 195 はアース線である。

30

【0043】

図9は、一実施形態による、パネル 196 下に主要な電力線 193、194 および 195 を備えた、パネル 196 の表面 198 に位置する電力モニタリングシステム 900 の例示的な磁場センサ 911 および 912 を示す。電力モニタリングシステム 900 は、建造物の電力使用状況をモニタするためのシステムと考えることもできる。電力モニタリングシステム 900 は、単なる例示であり、本明細書に提示される実施形態に限定されない。電力モニタリングシステム 900 は、本明細書に具体的に描写も記載もされない多くの異なる実施形態または実施例において使用することができる。

40

【0044】

図9を参照すると、いくつかの例では、電力モニタリングシステム 900 は、(a) 検知デバイス 910 と、(b) コンピュータユニット 120（図1および2）と、(c) 表示デバイス 130（図1および2）と、(d) 較正デバイス 180（図1および2）とを含み得る。検知デバイス 910 は、(a) 2つ以上の電流センサまたは磁場センサ 911 および 912 と、(b) 磁石または磁心 961 および 964 と、(c) コントローラ 213（図2）と、(d) ユーザ通信モジュール 214（図2）と、(e) トランシーバ 215（図2）と、(f) 電源 216（図2）と、(g) 結合メカニズム 219（図2）とを含み得る。磁心 961 および 964 は、磁場センサ 911 および 912 の一部として考えることも、磁場センサ 911 および 912 と結合することもできる。いくつかの例では、

50

磁心 9 6 1 および 9 6 4 は、電磁石または永久磁石を含み得る。磁心 9 6 1 および 9 6 4 は、表面 1 9 8 に検知デバイス 9 1 0 を結合する際に役立つよう構成することができる。いくつかの例では、磁心 9 6 1 および 9 6 4 の N 極および S 極は、各磁心の端部に位置し得る。

#### 【 0 0 4 5 】

多くの例では、磁場センサ 9 1 1 および 9 1 2 は、コイル状の導体（例えば、コイル状のワイヤ）を含み得る。多くの実施形態では、磁場センサ 9 1 1 は、第 1 の端部 7 5 2 および第 1 の端部 7 5 2 の反対側に位置する第 2 の端部 7 5 3 を備えたコイル状の導体 7 5 1 を含み得る。いくつかの例では、コイル状の導体 7 5 1 は、磁心 9 6 1 の周りを第 1 の方向 7 4 3（例えば、反時計回り）に巻くことができる。磁場センサ 9 1 2 は、第 1 の端部 7 5 5 および第 1 の端部 7 5 5 の反対側に位置する第 2 の端部 7 5 6 を備えたコイル状の導体 7 5 4 を含み得る。コイル状の導体 7 5 4 は、磁心 9 6 4 の周りを第 2 の方向 7 4 4（例えば、時計回り）に巻くことができる。多くの例では、コイル状の導体 7 5 1 の第 1 の巻き方向 7 4 3 は、コイル状の導体 7 5 4 の第 2 の巻き方向 7 4 4 の逆であり得る。

10

#### 【 0 0 4 6 】

いくつかの例では、表面 1 9 8 の少なくとも一部分は、軸 7 4 0 および 7 4 2 に実質的に平行であり得、少なくとも軸 7 4 0 は軸 7 4 2 に実質的に垂直である。同じまたは異なる例では、主要な電力線 1 9 3、1 9 4 および 1 9 5 の少なくとも一部分は、軸 7 4 0 に実質的に平行に伸ばすことができる。図 9 に示される実施形態では、軸 7 4 1 は、軸 7 4 0 および 7 4 2 に実質的に垂直である。すなわち、コイル状の導体 7 5 1 および 7 5 4 は、表面 1 9 8 ならびに主要な電力線 1 9 3、1 9 4 および 1 9 5 に実質的に垂直であり得る。その上、磁心 9 6 1 および 9 6 4 の一端は、パネル 1 9 6 の表面 1 9 8 と結合するよう構成することができる。

20

#### 【 0 0 4 7 】

いくつかの例では、磁心 9 6 1 および 9 6 4 は、磁心 9 6 1 および 9 6 4 近くのパネル 1 9 6 の領域において磁場を飽和させることによって、パネル 1 9 6 とコイル状の導体 9 5 1 および 9 5 4 のリアクタンスを等しくする際に役立てることができる。したがって、主要な電力線 1 9 3、1 9 4 および 1 9 5 がとらえるコイル状の導体 9 5 1 および 9 5 4 とパネル 1 9 6 のリアクタンスは、実質的に一定であり、パネル 1 9 6 によって生じた磁場の非線形性は、実質的に解消される。

30

#### 【 0 0 4 8 】

図 1 0 は、一実施形態による、パネル 1 9 6 の表面 1 9 8 に位置する電力モニタリングシステム 1 0 0 0 の例示的な磁場センサ 1 0 1 1、1 0 1 2 および 1 0 1 9 を示す。電力モニタリングシステム 1 0 0 0 は、建造物の電力使用状況をモニタするためのシステムと考えることもできる。電力モニタリングシステム 1 0 0 0 は、単なる例示であり、本明細書に提示される実施形態に限定されない。電力モニタリングシステム 1 0 0 0 は、本明細書に具体的に描写も記載もされない多くの異なる実施形態または実施例において使用することができる。

#### 【 0 0 4 9 】

いくつかの例では、電力モニタリングシステム 1 0 0 0 は、( a ) 検知デバイス 1 0 1 0 と、( b ) コンピュータユニット 1 2 0（図 1 および 2）と、( c ) 表示デバイス 1 3 0（図 1 および 2）と、( d ) 較正ユニット 1 8 0（図 1 および 2）とを含み得る。検知デバイス 1 0 1 0 は、( a ) 2 つ以上の電流センサまたは磁場センサ 1 0 1 1、1 0 1 2 および 1 0 1 9 と、( b ) 1 つまたは複数の磁石または磁心 9 6 1、9 6 4 および 1 0 6 9 と、( c ) コントローラ 2 1 3（図 2）と、( d ) ユーザ通信モジュール 2 1 4（図 2）と、( e ) トランシーバ 2 1 5（図 2）と、( f ) 電源 2 1 6（図 2）と、( g ) 結合メカニズム 2 1 9（図 2）と、( h ) 1 つまたは複数の強磁性カップまたはドーム 1 0 6 6、1 0 6 7 および 1 0 6 8 とを含み得る。多くの実施形態では、磁場センサ 1 0 1 1、1 0 1 2 および 1 0 1 9 はそれぞれ、コイル状の導体 7 5 1、7 5 4 および 1 0 5 9 を含み得る。いくつかの例では、コイル状の導体 1 0 5 9 は、コイル状の導体 7 5 1 および /

40

50

または754と同様でも同じでもよい。コイル状の導体751、754および1059はそれぞれ、磁心961、964および1069の周りに巻き付けることができる。さまざまな実施形態では、磁心961、964および1069は、強磁性カップまたはドーム1066、1067および1068と結合することができる。多くの実施形態では、磁心961、964および1069はそれぞれ、コイル状の導体751、754および1059を超えて延在し、強磁性カップまたはドーム1066、1067および1068と結合することができる。

#### 【0050】

ドーム1066、1067および1068はそれぞれ、コイル状の導体751、754および1059上に位置し得る。すなわち、コイル状の導体751、754および1059はそれぞれ、ドーム1066、1067および1068の内側にあるか、または、ドーム1066、1067および1068によって囲まれる。いくつかの例では、磁心961、964および1069のN極およびS極は、各磁心の端部に位置し得る。ドーム1066、1067および1068は、鋼鉄または別の強磁性材料で製作することができる。

10

#### 【0051】

いくつかの例では、磁心961、964および1069はそれぞれ、コイル状の導体951、954および1079近くのパネル196の領域において磁場を飽和させることによって、パネル196とコイル状の導体951、954および1079のリアクタンスを等しくする際に役立てることができる。ドーム1066、1067および1068はそれぞれ、磁心961、964および1069の周りおよび/または下方の領域において磁束線をさらに集束することができる。したがって、主要な電力線193、194および195がとらえるコイル状の導体951、954および1079とパネル196のリアクタンスは、実質的に一定であり、パネル196によって生じた磁場の非線形性は解消される。

20

#### 【0052】

その上、ドーム1066、1067および1068の磁場集束効果は、電力モニタリングシステム1000のコストを削減する際に役立てることができる。ドーム1066、1067および1068を使用すると磁場がさらに集束されるため、磁心961、964および1069は、より弱い磁石でもよい。それに応じて、強磁性ドームを備える電力モニタリングシステムは、より少ない磁性材料またはあまりコストのかからない(すなわち、より弱い)磁性材料を使用することができる。

30

#### 【0053】

図11は、一実施形態による、パネル196の表面198に位置する電力モニタリングシステム1100の例示的な磁場センサ1111、1112および1119を示す。電力モニタリングシステム1100は、建造物の電力使用状況をモニタするためのシステムと考えることもできる。電力モニタリングシステム1100は、単なる例示であり、本明細書に提示される実施形態に限定されない。電力モニタリングシステム1100は、本明細書に具体的に描写も記載もされない多くの異なる実施形態または実施例において使用することができる。

#### 【0054】

電力モニタリングシステム1100は、強磁性ドーム1066、1067および1068をコイル状の導体751、754、および1059を囲む単一の強磁性ドーム1166と置き換えることを除いて、電力モニタリングシステム1000と同様でも同じでもよい。いくつかの例では、それぞれのコイル状の導体上に個々の強磁性ドームを使用する代わりに1つの強磁性ドームを使用することで、電力モニタリングシステムのコストを削減することができる。

40

#### 【0055】

図12は、一実施形態による、パネル196の表面198に位置する電力モニタリングシステム1200の例示的な磁場センサ1211を示す。電力モニタリングシステム1200は、建造物の電力使用状況をモニタするためのシステムと考えることもできる。電力モニタリングシステム1200は、単なる例示であり、本明細書に提示される実施形態に

50

限定されない。電力モニタリングシステム 1200 は、本明細書に具体的に描写も記載もされない多くの異なる実施形態または実施例において使用することができる。

【0056】

いくつかの例では、電力モニタリングシステム 1200 は、(a) 検知デバイス 1210 と、(b) コンピュータユニット 120 (図 1 および 2) と、(c) 表示デバイス 130 (図 1 および 2) と、(d) 較正ユニット 180 (図 1 および 2) とを含み得る。検知デバイス 1210 は、(a) 少なくとも 1 つの電流センサまたは磁場センサ 1211 と、(b) 磁石 1261 と、(c) コントローラ 213 (図 2) と、(d) ユーザ通信モジュール 214 (図 2) と、(e) トランシーバ 215 (図 2) と、(f) 電源 216 (図 2) と、(g) 結合メカニズム 219 (図 2) とを含み得る。磁石 1261 は、磁場センサ 1211 の一部として考えることも、磁場センサ 1211 と結合することもできる。いくつかの例では、磁石 1261 は、検知デバイス 1210 をパネル 196 と磁氣的に結合するよう構成される。

10

【0057】

多くの例では、磁場センサ 1211 は、コイル状の導体 (例えば、コイル状のワイヤ) を含み得る。多くの実施形態では、磁場センサ 1211 は、コイル状の導体 751 を含み得る。いくつかの例では、コイル状の導体 751 は、第 1 の方向 743 (例えば、反時計回り) に巻くことができる。図 12 に示される実施形態では、軸 741 は、軸 740 および軸 742 に実質的に垂直である。すなわち、第 1 の端部 752 から第 2 の端部 753 まで伸びるコイル状の導体 751 の長さは、表面 198 ならびに主要な電力線 193、194 および 195 に実質的に垂直であり得る。

20

【0058】

磁石 1261 は、第 1 の側面 1248 および第 1 の側面 1248 の反対側に位置する第 2 の側面 1249 を有し得る。第 2 の側面 1249 は、パネル 196 の表面 198 に隣接してもよい。いくつかの例では、コイル状の導体 751 の第 1 の端部 752 は、磁石 1261 の第 1 の側面 1248 と結合しても、隣接してもよい。第 2 の端部 753 は、磁石 1261 の第 1 の側面 1248 から離間することができる。

【0059】

いくつかの例では、磁石 1261 は、コイル状の導体 751 近くのパネル 196 の領域において磁場を飽和させることによって、主要な電力線 193、194 および 195 がとらえるコイル状の導体 751 とパネル 196 のリアクタンスを等しくする際に役立てることができる。したがって、主要な電力線 193、194 および 195 がとらえるコイル状の導体 751 とパネル 196 のリアクタンスは、実質的に一定であり、パネル 196 によって生じた磁場の非線形性は解消される。

30

【0060】

図 13 は、一実施形態による、主要な電力線を金属パネルで覆った例示的な電気回路遮断器パネルの誘導電圧対導体電流を示すグラフ 1300 である。すなわち、グラフ 1300 は、検知デバイス 1210 と実質的に同様な検知デバイスおよび検知デバイス 1210 と実質的に同様だが磁石 1261 なしの検知デバイスの誘導電圧対導体電流を示す。図 13 に示されるように、検知デバイス 1210 に磁石 1261 を使用すると、誘導電圧の線形性は大幅に増加する。

40

【0061】

同様に、図 14 は、一実施形態による、受信信号 (電圧に対する) の位相角対位置を示すグラフ 1400 である。グラフ 1400 を作成するため、主要な電力線 193、194 および 195 に固定電流を設定し、電圧に対する受信信号の位相角を測定しながら検知デバイスを主要な電力線 193、194 および 195 に対して約 0.6 センチメートルの増分で移動させた。グラフ 1400 は、検知デバイス 1210 と実質的に同様な検知デバイスおよび検知デバイス 1210 と実質的に同様だが磁石 1261 なしの検知デバイスの誘導電圧対位置を示す。図 14 に示されるように、磁石 1261 付きの検知デバイス 1210 を使用すると、位相角は、はるかに鋭い位相角シフトを呈する。位相角がシフトしてい

50

る領域では、位相角を測定することは難しく、したがって、これらのエリアの電流測定値は、より高いエラー率を有し得る。位相角シフトの鋭度を増大することで、検知デバイス 1 2 1 0 が使用可能な結果を提供するエリアを大幅に増加する。

#### 【 0 0 6 2 】

図 1 5 および 1 6 は、磁石なしの電力モニタリングシステムと比較して、電力モニタリングシステム 1 2 0 0 の向上された精度を示す 2 つの追加テストのシナリオの結果を示す。図 1 5 は、一実施形態による、磁石なしでコイル状の導体が垂直に装着された電力モニタリングシステムを使用した結果を示すグラフ 1 5 0 0 を示す。図 1 6 は、一実施形態による、電力モニタリングシステム 1 2 0 0 (すなわち、磁石付きでコイル状の導体が垂直に装着された)を使用した結果を示すグラフ 1 6 0 0 を示す。図 1 5 および 1 6 は、電力モニタリングシステムによって位相電線 (L 1 および L 2) のそれぞれにおいて測定された電流、ならびに、主要な電力線 1 9 3 (すなわち、L 1) および主要な電力線 1 9 5 (すなわち、L 2) の実際の電流を示す。図 1 5 および 1 6 に示されるように、電力モニタリングシステムの一部として磁石を使用すると、測定電流の変化量におけるエラーを劇的に減少することができる。図 1、9、10、11、17 および 18 の電力モニタリングシステム 1 0 0、9 0 0、1 0 0 0、1 1 0 0、1 7 0 0 および 1 8 0 0 のテストは、線形性における同様の増加および測定電流のエラーにおける同様の減少を示す。

10

#### 【 0 0 6 3 】

図 1 7 は、一実施形態による、パネル 1 9 6 の表面 1 9 8 に位置する電力モニタリングシステム 1 7 0 0 の例示的なコイル状の導体 7 5 1 を示す。電力モニタリングシステム 1 7 0 0 は、建造物の電力使用状況をモニタするためのシステムと考えることもできる。電力モニタリングシステム 1 7 0 0 は、単なる例示であり、本明細書に提示される実施形態に限定されない。電力モニタリングシステム 1 7 0 0 は、本明細書に具体的に描写も記載もされない多くの異なる実施形態または実施例において使用することができる。

20

#### 【 0 0 6 4 】

電力モニタリングシステム 1 7 0 0 は、電力モニタリングシステム 1 7 0 0 がコイル状の導体 7 5 1 上に強磁性ドーム 1 7 6 6 を含むことを除いて、電力モニタリングシステム 1 2 0 0 と同様でも同じでもよい。いくつかの例では、ドーム 1 7 6 6 の端部は磁石 1 2 6 1 側に位置する。他の例では、磁石 1 2 6 1 もまたドーム 1 7 6 6 によって囲まれる。いくつかの例では、電力モニタリングシステム 1 2 0 0 にドーム 1 7 6 6 を使用すると、コイル状の導体 7 5 1 の周りおよび / または下方の領域において磁束線を集束することができる。

30

#### 【 0 0 6 5 】

図 1 8 は、一実施形態による、パネル 1 9 6 下に主要な電力線 1 9 3、1 9 4 および 1 9 5 を備えた、パネル 1 9 6 の表面 1 9 8 に位置する電力モニタリングシステム 1 8 0 0 の例示的な磁場センサ 1 8 1 1 を示す。電力モニタリングシステム 1 8 0 0 は、建造物の電力使用状況をモニタするためのシステムと考えることもできる。電力モニタリングシステム 1 8 0 0 は、単なる例示であり、本明細書に提示される実施形態に限定されない。電力モニタリングシステム 1 8 0 0 は、本明細書に具体的に描写も記載もされない多くの異なる実施形態または実施例において使用することができる。

40

#### 【 0 0 6 6 】

いくつかの例では、電力モニタリングシステム 1 8 0 0 は、(a) 検知デバイス 1 8 1 0 と、(b) コンピュータユニット 1 2 0 (図 1 および 2) と、(c) 表示デバイス 1 3 0 (図 1 および 2) と、(d) 較正ユニット 1 8 0 (図 1 および 2) とを含み得る。検知デバイス 1 8 1 0 は、(a) 少なくとも 1 つの電流センサまたは磁場センサ 1 8 1 1 と、(b) コントローラ 2 1 3 (図 2) と、(c) ユーザ通信モジュール 2 1 4 (図 2) と、(d) トランシーバ 2 1 5 (図 2) と、(e) 電源 2 1 6 (図 2) と、(f) 結合メカニズム 2 1 9 (図 2) とを含み得る。

#### 【 0 0 6 7 】

多くの実施形態では、磁場センサ 1 8 1 1 は、第 1 の端部 1 8 5 2 および第 1 の端部 1

50

852の反対側に位置する第2の端部1853を備えたコイル状の導体1851を含み得る。図18に示される実施形態では、端部1852から端部1853までのコイル状の導体1851の長さは、軸742に実質的に垂直であり得る。すなわち、コイル状の導体1851は、主要な電力線193、194および195に実質的に垂直であり得、表面198に実質的に平行であり得る。磁場センサを図18に示される構成に配置すると、主要な電力線193、194および195は、パネル196とコイル状の導体951から実質的に一定のリアクタンスをとらえる。

#### 【0068】

図19は、一実施形態による、磁場センサ1811の、電圧に対する受信信号の位相角対位置を示すグラフ1900である。グラフ1900を作成するため、主要な電力線193、194および195に固定電流を設定し、電圧に対する受信信号の位相角を測定しながらコイル導体1851を主要な電力線193、194および195に対して約0.6センチメートルの増分で移動させた。図19に示されるように、位相角は、約180度離角した2つの異なる位相を有する双安定挙動を呈する。180度の位相シフトは、コイルが主要な電力線195の中心上を通過する際に起こる。したがって、主要な電力線193、194および195がとらえるコイル導体1851とパネル196のリアクタンスは、実質的に一定であり、パネル196によって生じた磁場の非線形性は解消される。

10

#### 【0069】

図20は、一実施形態による、建造物の電力使用状況をモニタするためのシステムを提供する方法2000の実施形態のフローチャートを示す。方法2000は、単なる例示であり、本明細書に提示される実施形態に限定されない。方法2000は、本明細書に具体的に描写も記載もされない多くの異なる実施形態または実施例において使用することができる。いくつかの実施形態では、方法2000のアクティビティ、手順および/またはプロセスは、提示される順序で実行することができる。他の実施形態では、方法2000のアクティビティ、手順および/またはプロセスは、他の任意の適切な順序で実行することができる。さらなる他の実施形態では、方法2000のアクティビティ、手順および/またはプロセスの1つまたは複数は、組み合わせることも、省略することもできる。

20

#### 【0070】

図20を参照すると、方法2000は、検知デバイスを設けるアクティビティ2061を含む。一例として、検知デバイスはそれぞれ、図1、9、10、12および18の検知デバイス110、910、1010、1210および1810と同様でも同一でもよい。

30

#### 【0071】

いくつかの例では、検知デバイスは、電気遮断箱のパネルの表面と結合するよう構成することができる。検知デバイスは、電気遮断箱内の1つまたは複数の主要な電力線によって生成された磁場に基づいて出力信号を生成するよう構成することができる。図21は、第1の実施形態による、検知デバイスを設けるアクティビティ2061の実施形態のフローチャートを示す。

#### 【0072】

図21を参照すると、アクティビティ2061は、1つまたは複数の磁場センサを設ける手順2171を含む。いくつかの例では、磁場センサは、図2の磁場センサ211および212、図9の磁場センサ911および912、図10の磁場センサ1011、1012および1019、図12の磁場センサ1211、ならびに/または、図18の磁場センサ1811と同様でもよい。いくつかの例では、1つまたは複数の磁場センサは、1つまたは複数のコイル状の導体を含み得る。

40

#### 【0073】

次に、図21のアクティビティ2061は、1つまたは複数の磁場センサを検知デバイスに装着する手順2172を含む。いくつかの例では、手順2172は、検知デバイスをパネルの表面と結合する際に、1つまたは複数の磁場センサの軸が1つまたは複数の主要な電力線の少なくとも一部分に実質的に垂直となり、パネルの表面に実質的に平行となるように、検知デバイス側に1つまたは複数の磁場センサを装着する工程を含み得る。

50

## 【 0 0 7 4 】

他の例では、手順 2 1 7 2 は、検知デバイスをパネルの表面と結合する際に、1 つまたは複数の磁場センサの軸が 1 つまたは複数の主要な電力線の少なくとも一部分に実質的に垂直となり、パネルの表面に実質的に垂直となるように、検知デバイス側に 1 つまたは複数の磁場センサを装着する工程を含み得る。さまざまな例では、検知デバイス側の 1 つまたは複数の磁場センサは、検知デバイスをパネルの表面と結合する際に、1 つまたは複数の磁場センサの軸が磁場センサの真下の 1 つまたは複数の主要な電力線の一部に実質的に垂直となり、パネルの表面に実質的に垂直となるように装着される。

## 【 0 0 7 5 】

図 2 1 のアクティビティ 2 0 6 1 は、1 つまたは複数の磁石を設ける手順 2 1 7 3 を引き続き実行する。一例として、1 つまたは複数の磁石は、図 9 の磁心 9 6 1 および 9 6 4、図 1 0 の磁心 1 0 6 9、ならびに / または、図 1 2 の磁石 1 2 6 1 と同様でもよい。

10

## 【 0 0 7 6 】

その後、図 2 1 のアクティビティ 2 0 6 1 は、1 つまたは複数の磁石を 1 つまたは複数の磁気センサと結合する手順 2 1 7 4 を含む。いくつかの例では、1 つまたは複数の磁気センサを 1 つまたは複数の磁石と結合する工程は、磁場センサの 1 つまたは複数のコイル状の導体を 1 つまたは複数の磁石の周りに巻き付ける工程を含み得る。例えば、1 つまたは複数の磁石の周りに巻き付けることができる磁場センサのコイル状の導体は、図 9、1 0 および / または 1 1 に示される 1 つまたは複数の磁石の周りに巻き付けられたコイル状の導体と同様でもよい。

20

## 【 0 0 7 7 】

他の実施形態では、1 つまたは複数の磁気センサを 1 つまたは複数の磁石と結合する工程は、磁場センサの一端を 1 つまたは複数の磁石と結合する工程を含み得る。例えば、磁場センサの一端を 1 つまたは複数の磁石と結合する工程は、図 1 2 および / または 1 3 に示される磁場センサの一端を 1 つまたは複数の磁石と結合する工程と同様でもよい。代替の例では、アクティビティ 2 0 6 1 は、手順 2 1 7 3 および 2 1 7 4 を含まない。

## 【 0 0 7 8 】

次に、図 2 1 のアクティビティ 2 0 6 1 は、1 つまたは複数の強磁性ドームを設ける手順 2 1 7 5 を含む。一例として、1 つまたは複数の強磁性ドームは、図 1 0 のドーム 1 0 6 6、1 0 6 7 および 1 0 6 8、図 1 1 のドーム 1 1 6 6、ならびに / または、図 1 6 のドーム 1 7 6 6 と同様でもよい。

30

## 【 0 0 7 9 】

図 2 1 のアクティビティ 2 0 6 1 は、1 つまたは複数の磁場センサが 1 つまたは複数のドーム内に位置するように、1 つまたは複数の強磁性ドームを装着する手順 2 1 7 6 を引き続き実行する。例えば、1 つまたは複数のドーム内に位置する 1 つまたは複数の磁場センサは、図 1 0、1 1 および / または 1 6 に示される 1 つまたは複数のドーム内に位置する 1 つまたは複数の磁場センサと同様でもよい。代替の例では、アクティビティ 2 0 6 1 は、手順 2 1 7 5 および 2 1 7 6 を含まない。

## 【 0 0 8 0 】

その後、図 2 1 のアクティビティ 2 0 6 1 は、検知デバイスの 1 つまたは複数の追加のコンポーネントを設ける手順 2 1 7 7 を含む。いくつかの例では、1 つまたは複数の追加のコンポーネントは、コントローラ、電源、トランシーバ、ユーザ通信モジュールおよび / または結合メカニズムを含み得る。手順 2 1 7 4 の後、アクティビティ 2 0 6 1 が完了する。

40

## 【 0 0 8 1 】

図 2 0 を再度参照すると、図 2 0 の方法 2 0 0 0 は、コンピュータデバイスを設けるアクティビティ 2 0 6 2 を引き続き実行する。一例として、コンピュータデバイスは、図 1 および 2 のコンピュータユニット 1 2 0 と同様でも同一でもよい。いくつかの例では、アクティビティ 2 0 6 2 は、単に処理ユニットを設ける工程を代わりに含み得る。一例として、処理ユニットは、図 2 の処理ユニット 2 2 2 と同様でも同一でもよい。いくつかの例

50

では、処理ユニットは、検知デバイスから出力信号を受信するよう構成することができ、出力信号を処理して建造物の電力使用状況に関連する1つまたは複数のパラメータを決定するようさらに構成することができる。

【0082】

その後、図20の方法2000は、較正デバイスを設けるアクティビティ2063を含む。一例として、較正デバイスは、図1および2の較正デバイス180と同様でも同一でもよい。

【0083】

その後、図20の方法2000は、表示デバイスを設けるアクティビティ2064を含む。一例として、較正デバイスは、図1および2の表示デバイス130と同様でも同一でもよい。いくつかの例では、表示デバイスは、コンピュータユニット120の一部であり得る。

10

【0084】

検知デバイスの構成を変更することによって磁場の非線形性を緩和する工程に加えて、磁場の非線形性は、電力モニタリングシステムを較正して使用する方法を修正することによって緩和することができる。図22は、建造物の第1の負荷の電力使用状況をモニタするためのシステムを使用する方法2200の実施形態のフローチャートを示す。方法2200は、単なる例示であり、本明細書に提示される実施形態に限定されない。方法2200は、本明細書に具体的に描写も記載もされない多くの異なる実施形態または実施例において使用することができる。いくつかの実施形態では、方法2200のアクティビティ、手順および/またはプロセスは、提示される順序で実行することができる。他の実施形態では、方法2200のアクティビティ、手順および/またはプロセスは、他の任意の適切な順序で実行することができる。さらなる他の実施形態では、方法2200のアクティビティ、手順および/またはプロセスの1つまたは複数は、組み合わせることも、省略することもできる。

20

【0085】

図22を参照すると、方法2200は、電力モニタリングシステムを設けるアクティビティ2261を含む。一例として、電力モニタリングシステムはそれぞれ、図1、9、10、11、12、17および18の電力モニタリングシステム100、900、1000、1100、1200、1700および1800と同様でも同一でもよい。

30

【0086】

図22の方法2200は、電力モニタリングシステムを較正するアクティビティ2262を引き続き実行する。いくつかの例では、第1の較正は、電力モニタリングシステムを最初に設置または起動する際に実行することができる。いくつかの例では、電力モニタリングシステムのコンピュータデバイスは、建造物の電力システムの第1の位相電線（例えば、L1）に差し込まれ、電力モニタリングシステムの較正デバイスは、建造物の電力システムの第2の位相電線（例えば、L2）に差し込まれる。

【0087】

いくつかの例では、電力モニタリングシステムを較正する工程は、最初に、検知デバイスのそれぞれの電流センサの第1の電流の第1の振幅および第1の位相を決定する工程を含み得る。その後、コンピュータデバイスの第1の負荷を第1の位相分岐と結合し、検知デバイスのそれぞれの電流センサの第2の電流の第2の振幅および第2の位相を決定する。次に、較正デバイスの第2の既定の負荷を第2の位相分岐と結合し、それぞれの電流センサの第3の電流の第3の振幅および第3の位相を決定する。最後に、第1の振幅、第1の位相、第2の振幅、第2の位相、第3の振幅および第3の位相を少なくとも部分的に使用して、検知デバイスに対する1つまたは複数の較正係数を決定する。

40

【0088】

その後、図22の方法2200は、較正データを格納するアクティビティ2263を含む。いくつかの例では、較正データは、較正係数ならびに第1の電流の第1の振幅および第1の位相を含み得る。較正データは、コンピュータデバイスのメモリに格納することが

50

できる。

【0089】

次に、図22の方法2200は、未処理の電流を測定するアクティビティ2264を含む。

【0090】

図22の方法2200は、未処理の電流が、格納された較正データと既定量だけ異なるかどうか判断するアクティビティ2265を引き続き実行する。電流が、格納された較正データの電流の既定量内であれば、次のアクティビティは、測定電流を計算するアクティビティ2266である。

【0091】

未処理の電流が第1の電流の既定量（例えば、1パーセント（％）、5％、10％または25％）内でなければ、次のアクティビティは、電力モニタリングシステムを較正するアクティビティ2262である。新しい較正パラメータおよび新しい第1の電流をメモリに格納することができる。したがって、較正データおよび未処理の電流のデータベースを作成することができる。したがって、アクティビティ2265では、未処理の電流を、メモリに格納された較正データのすべてと比較することができる。未処理の電流が格納された較正データの既定量内でなければ、電力モニタリングシステムを再較正することができる。すなわち、電力モニタリングシステムが、以前に測定された電流から電流の大きな変化が生じたことを検出した場合は常に、新しい較正が行われることになる。したがって、磁場の非線形性は、主要な電力線の電流の大きな変化が生じた場合に常に電力モニタリングシステムを再較正することによって緩和することができる。

【0092】

その後、図22の方法2200は、格納された較正データを使用して測定電流を計算するアクティビティ2266を含む。

【0093】

その後、方法2200は、測定電流を表示するアクティビティ2267を引き続き実行する。いくつかの例では、測定電流は、表示デバイス130を使用して表示することができる。

【0094】

本発明は、特定の実施形態を参照して説明されてきたが、当業者であれば、本発明の精神または範囲から逸脱することなくさまざまな変更を行うことができることが理解されよう。それに応じて、本発明の実施形態の開示は、本発明の範囲を例示することを意図し、限定することを意図しない。本発明の範囲は、添付の特許請求の範囲で必要とされる範囲にのみ限定されるものとするを意図する。例えば、図20のアクティビティ2061、2062、2063、2064、図20の手順2171、2172、2173、2174、2175、2176、2177、および、図22のアクティビティ2261、2262、2263、2264、2265、2266、2267は、多くの異なるアクティビティ、手順からなり、多くの異なる順序で多くの異なるモジュールによって実行できること、図1、2、7、9、10、11、12、17および18のいかなる要素も変更できること、ならびに、これらの実施形態の前述の議論は必ずしもすべての可能な実施形態の完全な説明を表すわけではないことが当業者には容易に明らかであろう。

【0095】

任意の特定の請求項において請求されるすべての要素が、その特定の請求項において請求される実施形態に不可欠なものである。結果的に、1つまたは複数の請求される要素の交換は、修理ではなく、再構築に相当する。それに加えて、利益、他の利点および問題の解決法については、特定の実施形態に対して説明してきた。しかし、利益、利点、問題の解決法、および、任意の利益、利点もしくは解決法を生じさせ得るまたはより顕著なものにし得る1つまたは複数のいかなる要素も、そのような利益、利点、解決法または要素がそのような請求項で記載されていない限り、請求項のいずれかまたはすべての重要な、必要なまたは必須の特徴または要素として解釈すべきではない。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 6 】

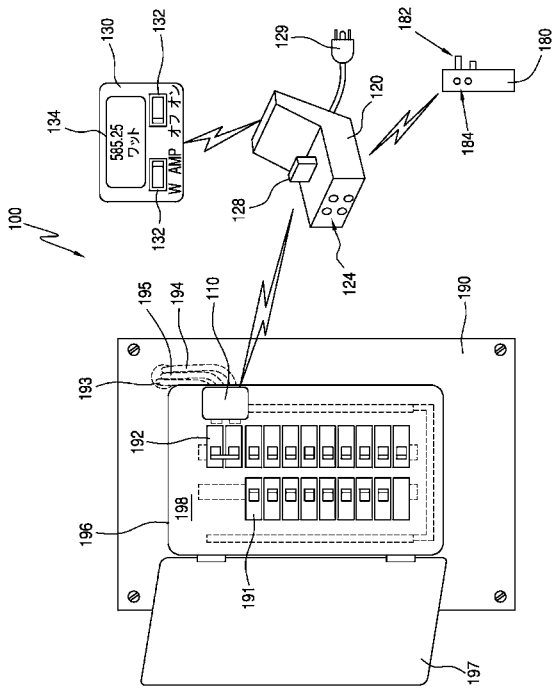
その上、本明細書で開示される実施形態および限定事項は、それらの実施形態および / または限定事項が、( 1 ) 請求項内で明示的に請求されていない場合、ならびに、( 2 ) 均等論の下で請求項内の明確な要素および / もしくは限定事項と均等であるまたは潜在的に均等である場合、奉仕の原則の下で公に捧げられるものではない。

【 符号の説明 】

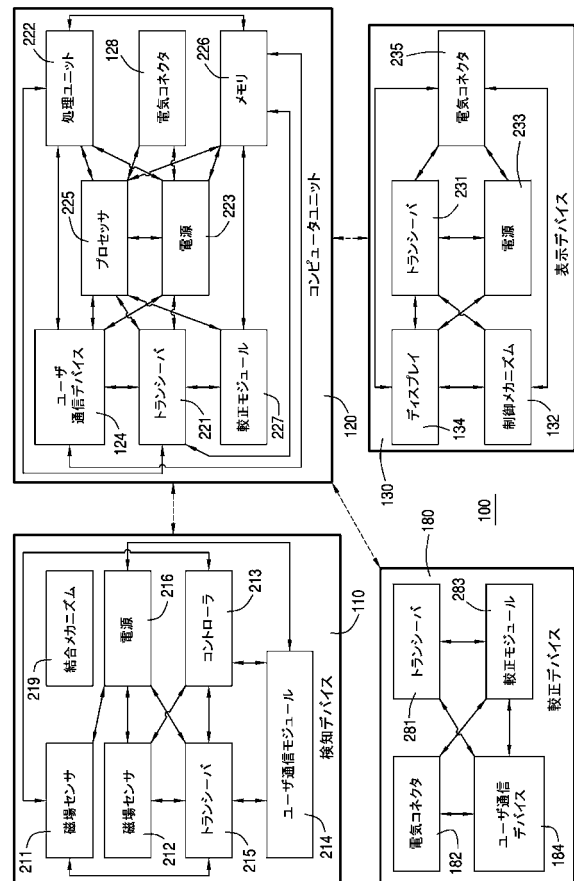
【 0 0 9 7 】

- 1 0 0 電力モニタリングシステム
- 1 1 0 検知デバイス
- 1 2 0 コンピュータユニット
- 1 2 8 電気コネクタ
- 1 3 0 表示デバイス
- 1 8 0 校正デバイス
- 1 9 0 電気遮断器パネル
- 1 9 2 回路遮断器
- 1 9 3 , 1 9 4 , 1 9 5 電力線
- 1 9 6 パネル
- 2 1 1 , 2 1 2 磁場センサ

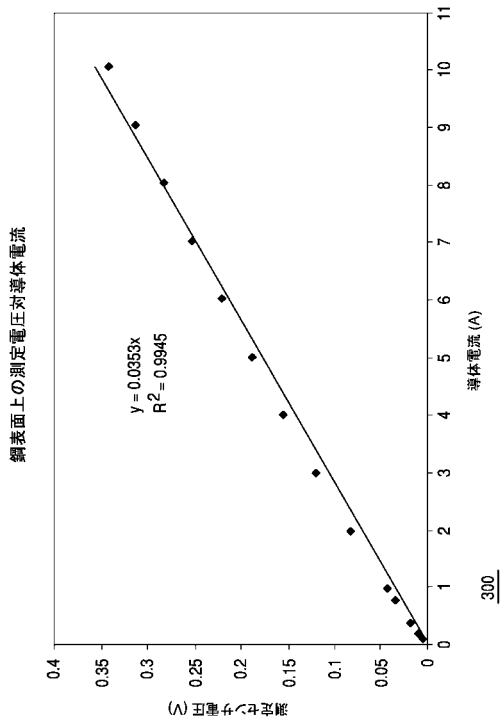
【 図 1 】



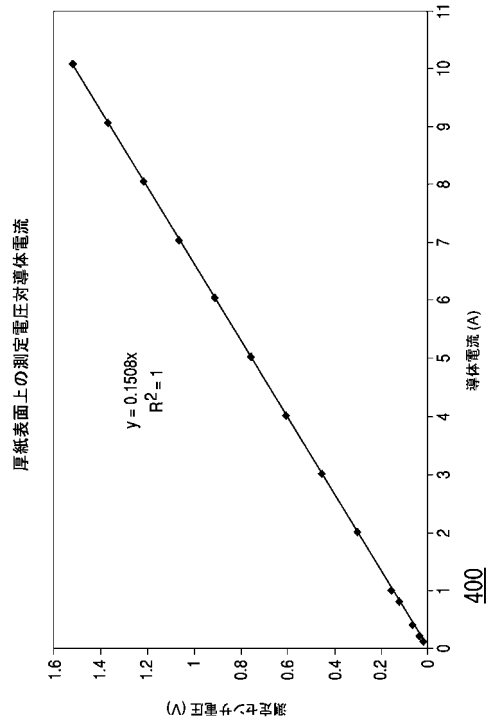
【 図 2 】



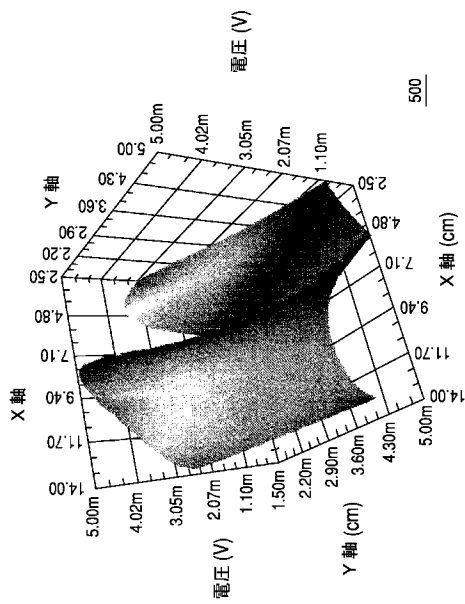
【 図 3 】



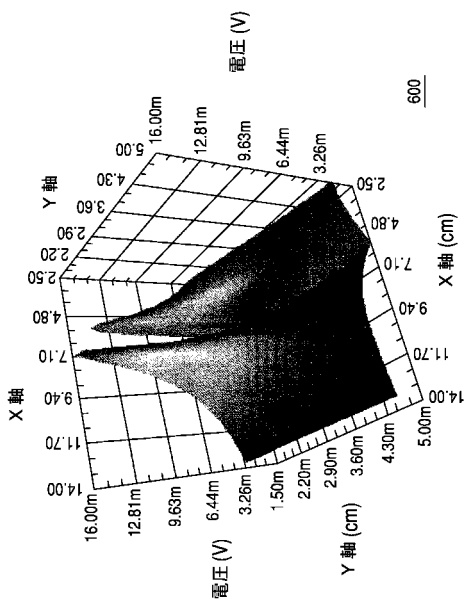
【 図 4 】



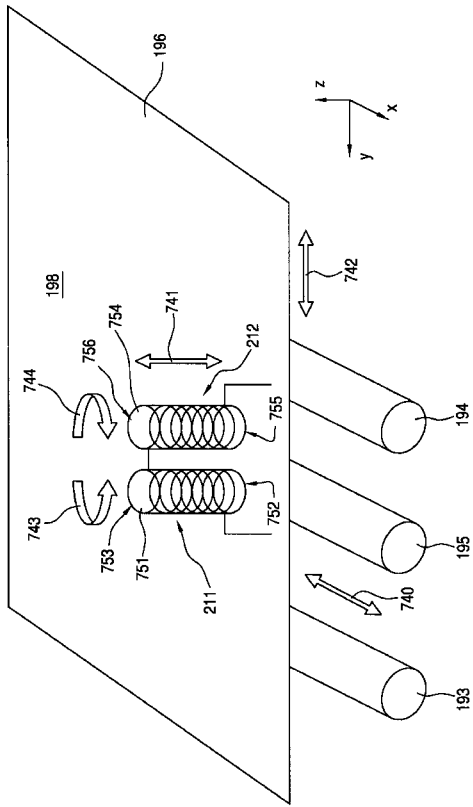
【 図 5 】



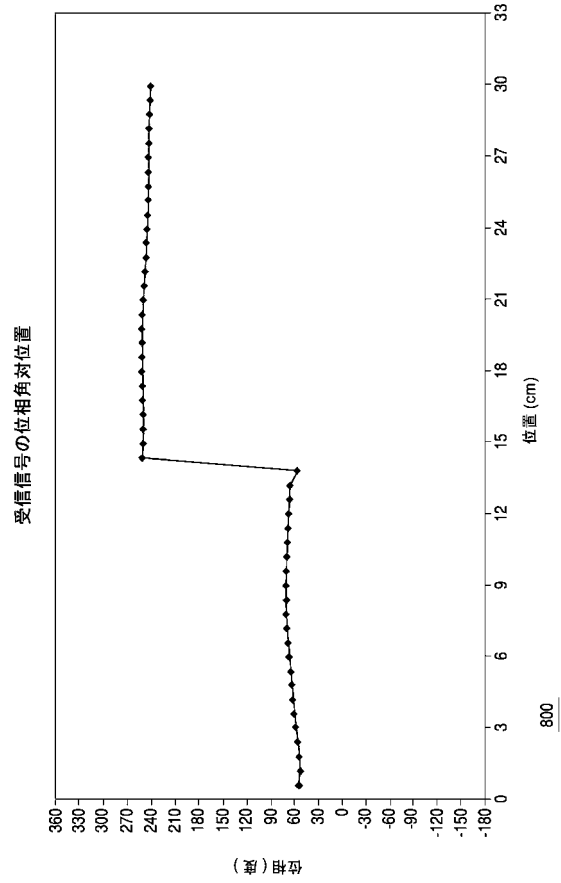
【 図 6 】



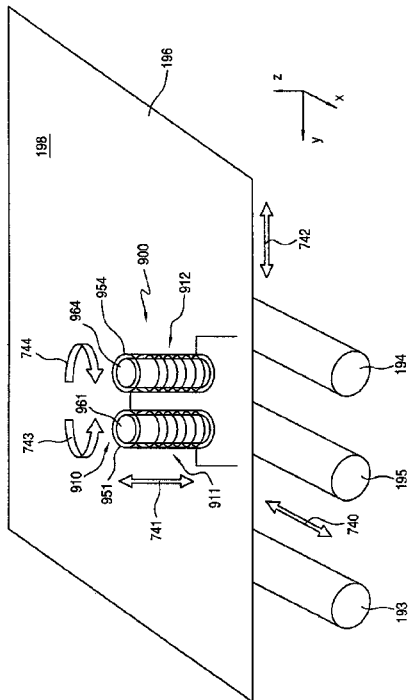
【図 7】



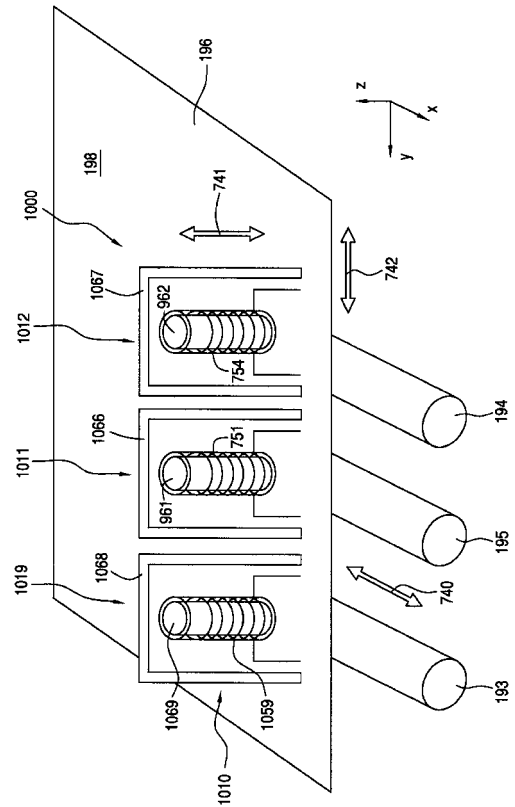
【図 8】



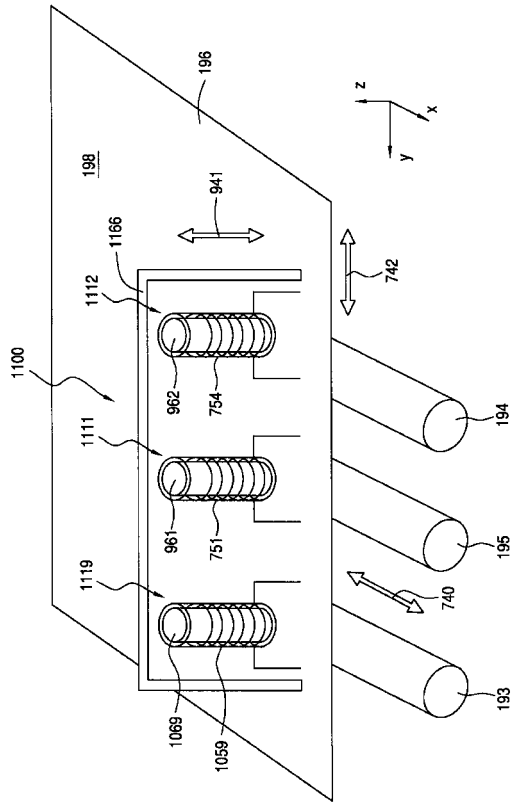
【図 9】



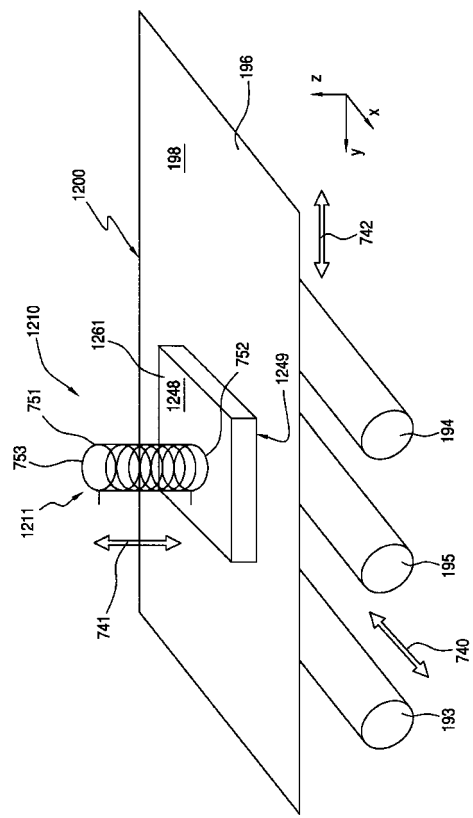
【図 10】



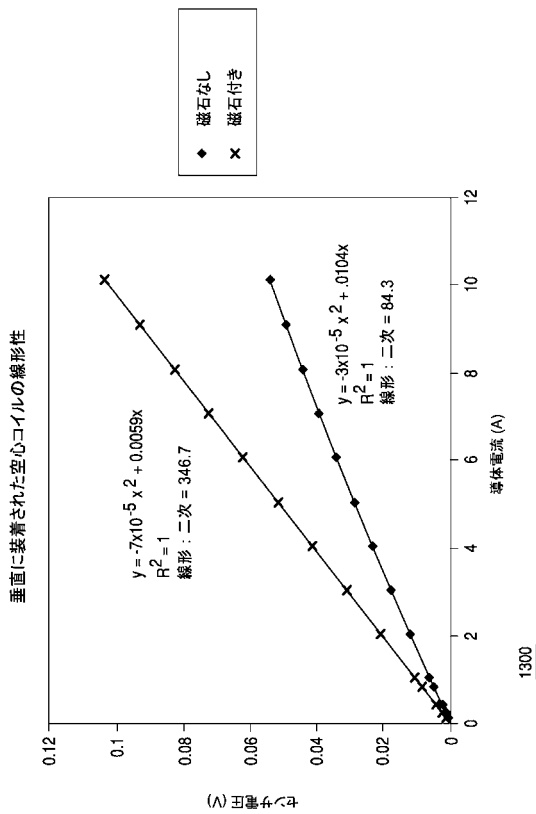
【 図 1 1 】



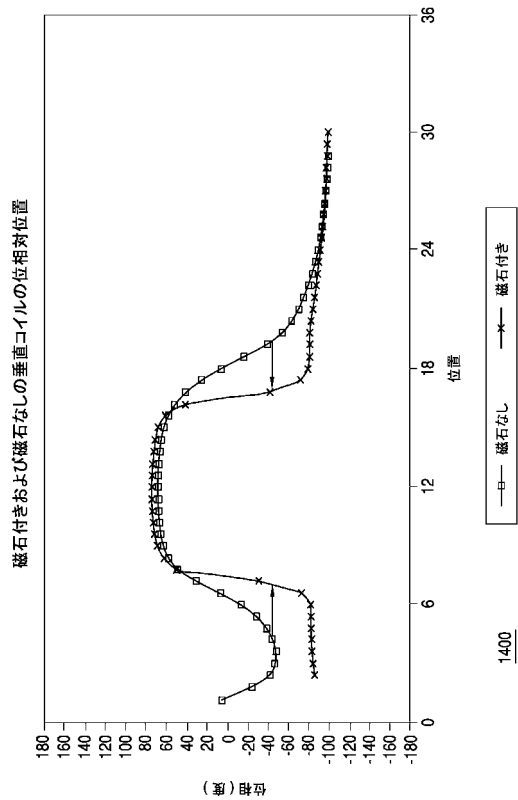
【 図 1 2 】



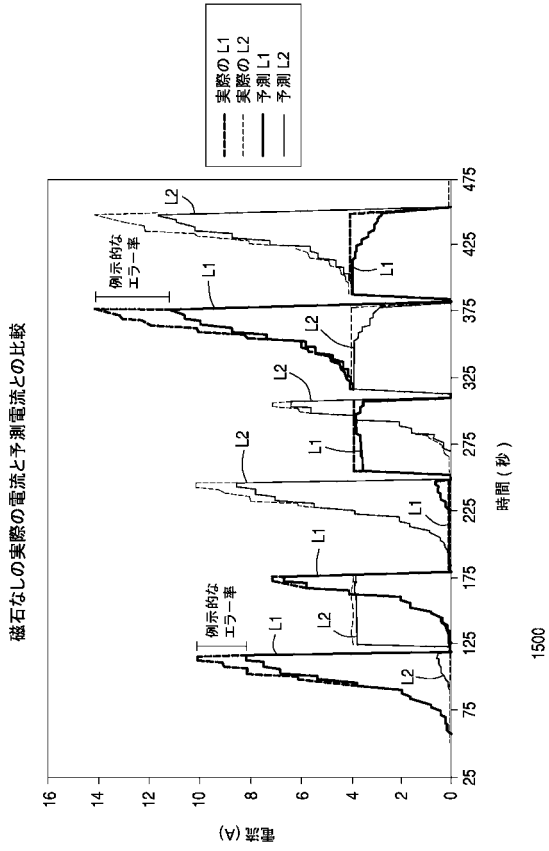
【 図 1 3 】



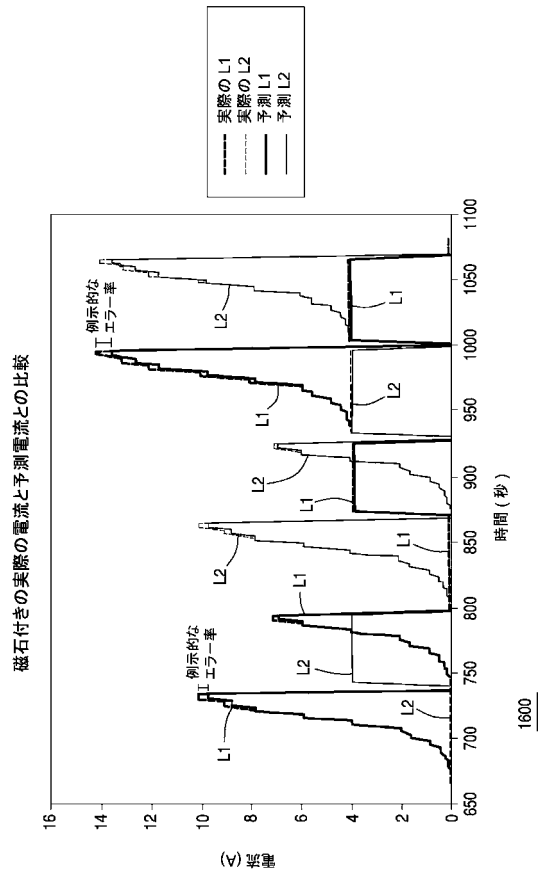
【 図 1 4 】



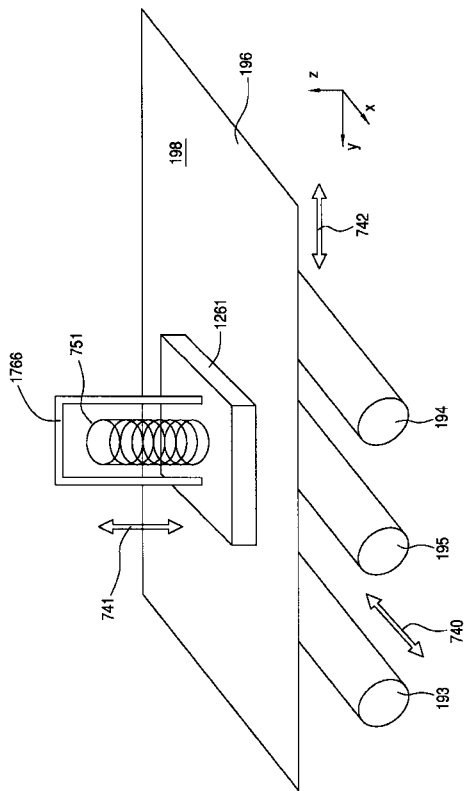
【図 15】



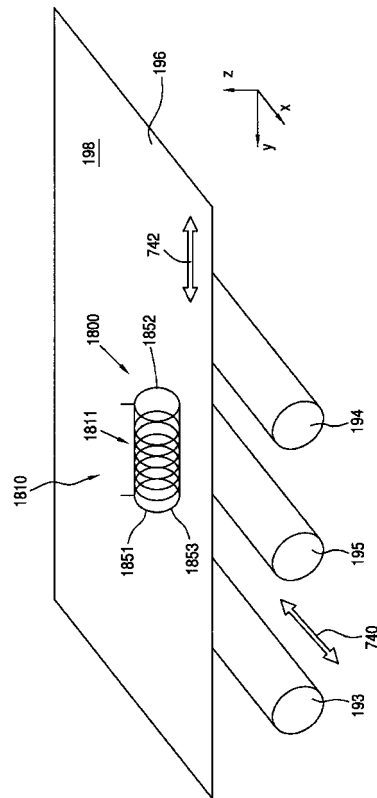
【図 16】



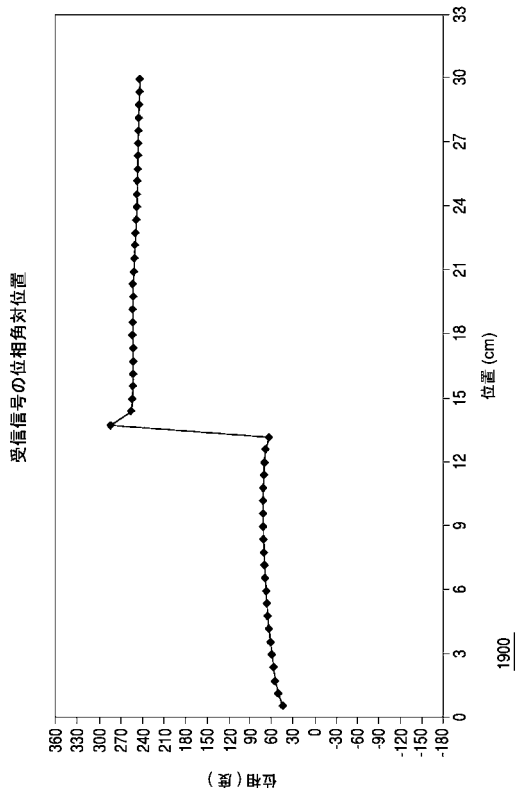
【図 17】



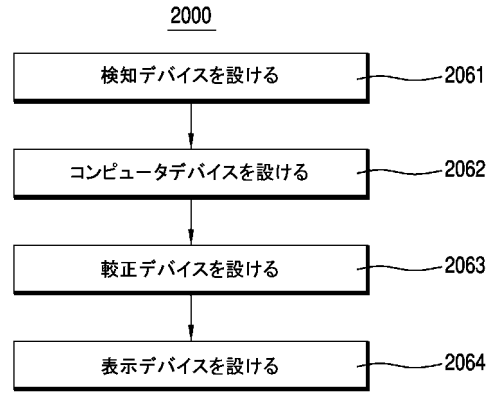
【図 18】



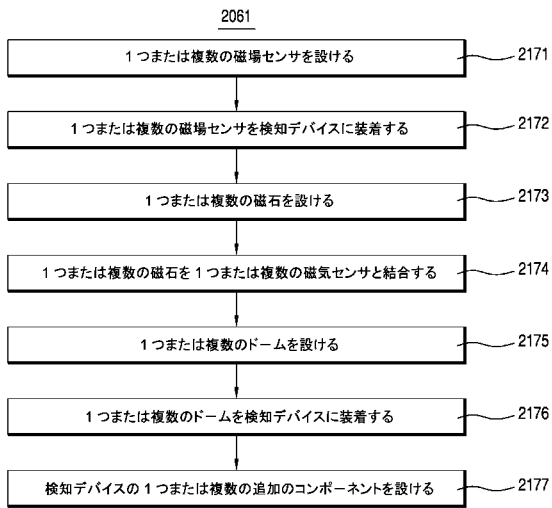
【図 19】



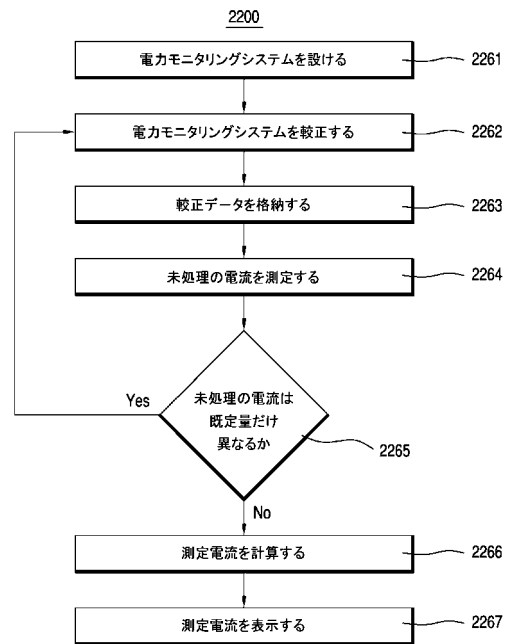
【図 20】



【図 21】



【図 22】



## フロントページの続き

- (72)発明者 ヨギースワラン, カーシク  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 90401 サンタ・モニカ フィフス・ストリート145  
0 アpartment206
- (72)発明者 ケリー, フランク  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 91362 サウザンド・オークス バレー・ハイ・アベニ  
ュー991
- (72)発明者 ペテル, シュウェタック, エヌ  
アメリカ合衆国 ワシントン州 98115 シアトル ノースイースト・94ス・ストリート3  
239
- (72)発明者 グプタ, シドハント  
アメリカ合衆国 ワシントン州 98115 シアトル イースト・グリーン・レイク・ウェイ・  
ノース6900 ナンバー323
- (72)発明者 レイノルズ, マシュー, エス  
アメリカ合衆国 ノースカロライナ州 27705 ダーハム エングルウッド・アベニュー23  
22

Fターム(参考) 2G025 AA13 AA15 AB14 AC01  
5G064 AA01 AC09 BA02 CB08 DA05