

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5960985号  
(P5960985)

(45) 発行日 平成28年8月2日(2016.8.2)

(24) 登録日 平成28年7月1日(2016.7.1)

(51) Int.Cl.	F 1
H02J 3/46 (2006.01)	H02J 3/46
H02J 3/38 (2006.01)	H02J 3/38 120

請求項の数 8 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2011-285365 (P2011-285365)
(22) 出願日	平成23年12月27日 (2011.12.27)
(65) 公開番号	特開2012-143140 (P2012-143140A)
(43) 公開日	平成24年7月26日 (2012.7.26)
審査請求日	平成26年12月24日 (2014.12.24)
(31) 優先権主張番号	12/981,093
(32) 優先日	平成22年12月29日 (2010.12.29)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	390041542 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123 45、スケネクタディ、リバーロード、1 番
(74) 代理人	100137545 弁理士 荒川 聰志
(74) 代理人	100105588 弁理士 小倉 博
(74) 代理人	100129779 弁理士 黒川 俊久
(74) 代理人	100113974 弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電力変換システムを制御するための方法及びシステム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第1の相互接続点(POI)(30)にて電力網(26)に結合される第1の電力コンバータ(42)と、

前記第1の電力コンバータに結合され且つ該第1の電力コンバータの作動を制御するよう構成された、中央処理デバイス(28)に通信可能に結合された第1の処理デバイス(62)と、

前記第1の処理デバイス(62)に結合され且つ前記第1の電力コンバータの電力出力に関連するデータを収集するよう構成された第1の電力測定装置(94)と、

前記第1の処理デバイスに結合され且つ前記第1の電力コンバータの位置に対応する位置情報と、当該位置における時間に対応する時間的情報とを受け取るように構成された第1の全地球位置測定システム(GPS)受信機(64)と、

前記第1の処理デバイス(62)に結合され且つ位置依存の作動命令と時間依存の作動命令の少なくとも1つを格納するよう構成されたメモリデバイス(88)と、  
を備え、

前記第1の処理デバイス(62)は、節減された第1のAC電力信号に相当する第1のAC電力を出力するように前記第1の電力コンバータ(42)の作動を節減し、前記節減された第1のAC電力信号を前記中央処理デバイス(28)に送る、  
電力変換システム(20)。

## 【請求項 2】

10

前記第1の処理デバイス(62)が、前記第1のGPS受信機(64)から位置情報を受け取り、前記メモリデバイス(88)内に格納された位置依存の作動命令にアクセスし、前記第1の電力コンバータの位置に少なくとも部分的に基づいて、前記第1の電力コンバータの作動を制御する作動信号を生成する、請求項1に記載の電力変換システム(20)。

【請求項3】

前記中央処理デバイス(28)が、前記第1の処理デバイス(62)且つ前記電力変換システム(20)とは別個の第2の電力変換システム(22)に関連する第2の処理デバイス(70)に通信可能に結合され、

前記第2の電力変換システムが、

10

第2のPOI(32)にて前記電力網に結合された第2の電力コンバータ(46)と、

前記第2の電力コンバータ(46)に結合され且つ前記第2の電力コンバータ(46)の作動を制御するよう構成された第2の処理デバイスと、

前記第2の処理デバイスに結合され且つ前記第2の電力コンバータによって電力出力に関連するデータを収集するよう構成された第2の電力測定装置(96)と、

前記第2の処理デバイスに結合され且つ前記第2の電力コンバータの位置に対応する位置情報及び当該位置における時間に対応する時間的情報を受け取るよう構成された第2のGPS受信機(72)と、

を含む、

20

請求項1または2に記載の電力変換システム(20)。

【請求項4】

前記第1の電力測定装置(94)が第1のフェーザ測定ユニット(PMU)を含み、

前記第2の電力測定装置(96)が第2のPMUを含み、

前記第1のPMU及び第2のPMUが、第1のPOI(30)及び第2のPOI(32)それぞれにおいてフェーザを測定するよう構成される、

請求項3に記載の電力変換システム(20)。

【請求項5】

前記第1の処理デバイス(62)が、前記第1のGPS受信機(64)からの時間的情報に基づいてタイムスタンプを前記第1のPMUにより測定されたフェーザに割り当てるにより第1の同期フェーザ信号を構築し、

30

前記第2の処理デバイス(70)が、前記第2のGPS受信機(72)からの時間的情報に基づいてタイムスタンプを前記第2のPMUにより測定されたフェーザに割り当てるにより第2の同期フェーザ信号を構築する、

請求項4に記載の電力変換システム(20)。

【請求項6】

前記中央処理デバイス(28)が、前記第1の同期フェーザ信号及び前記第2の同期フェーザ信号を受け取り、前記第1の同期フェーザ信号及び前記第2の同期フェーザ信号に少なくとも部分的に基づいて前記第1の電力コンバータ(42)及び前記第2の電力コンバータ(46)の少なくとも一方の作動を制御するよう構成される、請求項5に記載の電力変換システム(20)。

40

【請求項7】

前記第1の処理デバイス(62)が更に、

前記第1の電力コンバータが節減されていなかった場合に出力できる電力に相当する潜在的出力電力を決定し、

前記第1のAC電力及び前記潜在的出力電力に基づいて第1の節減電力を決定し、

前記第1の節減電力に相当する第1の節減電力信号を前記中央処理デバイスに伝送する、

よう構成されている、請求項1から6のいずれかに記載の電力変換システム(20)。

【請求項8】

50

前記中央処理デバイス(28)が、前記第1のGPS受信機(64)により提供される位置情報及び時間的情報のうちの少なくとも1つに少なくとも部分的に基づいて、前記電力網(26)内に含まれるサーチットブレーカ、タップ切替器、及びキャパシタバンクのうちの少なくとも1つの作動を制御する作動信号を生成するよう構成される、請求項1から7のいずれかに記載の電力変換システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書で説明される実施形態は、全体的に、発電に関し、より具体的には、電力網に加えられる電力を管理するための方法及びシステムに関する。 10

【背景技術】

【0002】

太陽エネルギー及び風力エネルギーは、ますます魅力的なエネルギー源になってきており、クリーンで再生可能なエネルギーの代替形態として認識されている。風力及び太陽光発電システムは、送電及び配電レベルの両方で確立された電力供給網に浸透している。この導入は、公共事業ネットワーク全体に広く普及させることができ、公共事業ネットワーク内での統合に成功を収めるために長い給電線を必要とすることが多い。

【0003】

分散発電システムは、各々が異なる位置で電力網に結合される複数の発電システムを含む。例えば、従来の蒸気発電プラントは、第1の相互接続点(POI)にて電力網に接続することができ、風力発電ファームは、第2のPOIにて電力網に接続することができ、太陽発電システムは、第3のPOIにて電力網に接続することができる。電力網に加えられる電気は、電力網接続性の期待度に適合する必要がある。これらの要件は、安全性の問題、電力網の安定性の問題、伝送損失の管理、並びに電力品質の問題に対処する。例えば、電力網接続性の期待度は、電力網を通じて流れている電気の電圧及び周波数に電力が確実に適合するよう発生する出力が調整されるものである。通常、発電システムは独立して制御され、各々が配電状態に対応している。 20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許第7,787,995号明細書

【発明の概要】

【0005】

1つの態様において、電力変換システムが提供される。電力変換システムは、第1の相互接続点(POI)にて電力網に結合される第1の電力コンバータと、第1の電力コンバータに結合され且つ該第1の電力コンバータの作動を制御するよう構成された第1の処理デバイスと、第1の処理デバイスに結合され且つ第1の電力コンバータの電力出力に関連するデータを収集するよう構成された第1の電力測定装置と、を含む。電力変換システムはまた、第1の処理デバイスに結合され且つ第1の電力コンバータの位置に対応する位置情報と、当該位置における時間に対応する時間的情報とを受け取るように構成された第1の全地球位置測定システム(GPS)受信機(64)を含む。 40

【0006】

別の態様において、電力変換システムの分散ネットワークを管理するための方法が提供される。第1の電力変換システムは、第1のPOIにて電力網に結合された第1の電力コンバータを含み、第2の電力変換システムは、第2のPOIにて電力網に結合された第2の電力コンバータを含む。本方法は、中央処理デバイスにおいて第1の電力コンバータから第1の電力信号及び第1の位置信号を受け取る段階と、第2の電力コンバータから第2の電力信号及び第2の位置信号を受け取る段階と、第1の電力信号、第1の位置信号、第2の電力信号、及び第2の位置信号に少なくとも部分的に基づいて分散ネットワーク内に 50

含まれる少なくとも 1 つのデバイスの作動を制御する段階と、を含む。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図 1】電力変換システムの分散ネットワークの例示的な実施形態のブロック図。

【図 2】図 1 に示す第 1 の電力コンバータ及び第 2 の電力コンバータの例示的な実施形態のブロック図。

【図 3】図 2 に示す処理デバイスの例示的な実施形態のブロック図。

【図 4】図 1 に示す電力変換システムの分散ネットワークを管理する例示的な方法のフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0008】

本明細書で説明される方法及びシステムは、電力変換システム及び電力コンバータを通じて結合された負荷のうちの少なくとも 1 つを含む分散公共事業ネットワークを管理することを可能にする。電力コンバータは、位置情報、電力情報、タイミング情報、及び位相角情報を提供する。例えば、電力コンバータは、位置情報及び時間的情報を受け取るよう構成された全地球位置測定システム (GPS) 受信機を含むことができる。位置情報及び時間的情報は、電力及び位相角情報と連動して用いて、電力コンバータの位置及び / 又は当該位置での時刻に少なくとも部分的に基づいた電力コンバータ用動作パラメータを決定することができる。

【0009】

位置情報及び時間的情報と共に、電力コンバータによる実際の電力出力に対応する電力情報、電力コンバータにより出力するのに利用可能な電力、電圧、電流、及び / 又は電力網との POI での位相角は、本明細書ではエネルギー管理システム (EMS) として呼ぶことができる中央処理デバイスに伝送することができる。この情報は、他の変換システムからの情報、並びに電圧、電流、位相角、又は他の公共事業施設から得られた電力情報の他のタイプからの情報と組み合わせることができる。この情報は、公共事業体及び / 又は地域オペレータレベルで用いて、電力平衡、配電網安定性、及び太陽 / 風力発電に作用する天候パターン及びこれらの作用を監視することができる。情報はまた、予測ツールへの入力として用いることができる。更に、中央処理デバイスは、受け取った情報に少なくとも部分的に基づいて電力変換システムに対する作動命令を決定することができる。

【0010】

本明細書で説明される方法及びシステムの技術的効果は、(a) 第 1 の電力変換システムから第 1 の電力信号及び第 1 の位置信号を受け取ること、(b) 第 2 の電力変換システムから第 2 の電力信号及び第 2 の位置信号を受け取ること、並びに (c) 第 1 の電力信号、第 1 の位置信号、第 2 の電力信号、及び第 2 の位置信号に少なくとも部分的に基づいて第 1 の電力変換システム及び第 2 の電力変換システムのうちの少なくとも 1 つの作動を制御すること、のうちの少なくとも 1 つを含む。

【0011】

図 1 は、電力変換システムの例示的な分散ネットワーク 10 のブロック図である。幾つかの実施形態において、分散ネットワーク 10 は、第 1 の電力変換システム 20、第 2 の電力変換システム 22、及び第 3 の電力変換システム 24 を含み、各々が電力網 26 に結合される。電力網 26 は、配電網、送電網、又は電気を供給するよう構成された他の何れかのタイプの電力網を含むことができる。更に、3 つの電力変換システムを含むように説明されたが、分散ネットワーク 10 は、あらゆる数の電力変換システムを含むことができる。一部の実施形態において、分散ネットワーク 10 はまた、中央処理デバイス 28 を含む。中央処理デバイス 28 はまた、中央エネルギー管理システム (EMS) と呼ばれ、ネットワーク 10 上で電力網レベル (すなわち、電力供給レベル) 制御を可能にするよう構成される。

【0012】

例示的な実施形態において、分散ネットワーク 10 は複数の電力変換システムを含み、

10

20

30

40

50

各々が異なる位置で電力網に結合される。例えば、第1の電力変換システム20は、第1の相互接続点(POI)30にて電力網に結合され、第2の電力変換システム22は、第2のPOI32にて電力網に結合され、第3の電力変換システム24は、第3のPOI34にて電力網に結合される。電力変換システム20、22、24は、同じタイプの電力変換機構とすることができます、或いは、異なるタイプの電力変換機構であってもよい。電力変換システムの実施例は、限定ではないが、風力発電システム、太陽光発電システム、潮力発電システム、バッテリ式システム、及び/又は従来の発電システム(例えば、石炭燃焼発電プラント、原子力プラント、及び/又は天然ガス燃焼発電プラント)を含む。例えば、第3の電力変換システム24は、従来の蒸気発電プラントとすることができます、第1の電力変換システム20及び第2の電力変換システム22は、太陽光発電機構である。本明細書で説明される方法及びシステムは、電力変換又は送電設備を電力網26にリンクするあらゆる電力網接続コンバータに適用することができます。実施例は、限定ではないが、太陽光、風力、及び潮力発電設備、並びに静止型VAR(無効電力)補償システム、フレキシブルAC送電システム、バッテリエネルギー貯蔵システム、及び/又は電力網インバータを含む。10

#### 【0013】

例示的な実施形態において、第1の電力変換システム20は、第1の収集装置40及び第1のコンバータ42を含む。第1のコンバータ42はまた、本明細書では、第1の電力コンバータ42とも呼ばれる。同様に、第2の電力変換システム22は、第2の収集装置44及び第2のコンバータ46を含む。第2のコンバータ46はまた、本明細書では、第2の電力コンバータ46とも呼ばれる。収集装置40、44は各々、少なくとも1つの光起電力セル(図1には示さず)、例えば、少なくとも1つの太陽電池を含む。通常、複数の太陽電池が結合されて太陽光モジュールを形成し、複数の太陽光モジュールが結合されてモジュールストリングを形成する。太陽電池は、生成される電圧及び電流を増大させるためにこのように配列される。第1の直流(DC)電圧48は、収集装置40により出力されてコンバータ42に提供される。第2のDC電圧50は、収集装置44により出力されてコンバータ46に提供される。20

#### 【0014】

例示的な実施形態において、EMS28は、第1のコンバータ42、第2の電力コンバータ46、及びセンサ52から情報を受け取る。センサ52は、限定ではないが、変圧器温度センサ、ライン温度センサ、及び/又はEMS28にステータス情報を提供する他の何れかのタイプのセンサを含むことができる。更に、例示的な実施形態において、EMS28は、第1のコンバータ42、第2のコンバータ46、及び分散ネットワーク10内の他の施設に対する作動命令を決定する。分散ネットワーク10内の他の施設は、例えば、限定ではないが、保護継電装置、負荷タップ切替コントローラ、サーチットブレーカコントローラ、及び/又はキャパシタバンクスイッチ、など、インテリジェント電気装置(IED)54を含むことができる。30

#### 【0015】

図2は、第1の電力コンバータ42(図1に示す)及び第2の電力コンバータ46(図1に示す)の例示的な実施形態のブロック図である。第1のコンバータ42は、DC電圧48を調整するよう構成される。例示的な実施形態において、第1のコンバータ42は、第1のインバータ60、第1の処理デバイス62、及び第1の全地球位置測定システム(GPS)受信機64を含む。例えば、第1のコンバータ42は、DC電圧48を電力網26上に導入する状態になった電力に変換するよう構成されたDC/A/C電圧インバータを含むことができる。第1の処理デバイス62は、第1のインバータ60の作動を制御するよう構成される。第1の処理デバイス62は、第1のインバータ60が第1の収集装置40(図1に示す)に提示する電気負荷を制御する。電気負荷を制御することにより、第1のコンバータ42により出力される電力を制御できるようになる。例えば、最大電力点追従(MPPT)を利用して、第1の収集装置40に対し最適な電気負荷を提示することができる。最適電気負荷は、第1のコンバータ42が最大電力を出力できる第1の収集装置4050

40のインダクタンスに一致する。電力点はまた、第1の収集装置40に節減を行わせるよう調整することができる（すなわち、利用可能な電力よりも少ない実電力を出力する）。第1の収集装置40は、例えば、エネルギー需要の低下に応答して電力網に提供される電力を低減するよう節減を実施することができる。

#### 【0016】

第1のインバータ60の作動を制御するために、第1の処理デバイス62は、種々のセンサから情報を受け取る。例えば、第1の処理デバイス62は、第1の収集装置40により出力されるDC電圧及び電流の振幅を含む、電力情報を受け取ることができる。第1の処理デバイス62は、この情報を用いて、限定ではないがMPPTの実施を含む、第1のインバータ60を制御する。より具体的には、電力信号が処理デバイス62に提供される。第1の収集装置40の電力出力を決定するために処理デバイス62により使用されるデータを含む、少なくとも1つの信号が処理デバイス62に提供される。例えば、電力計（図2には図示せず）が第1の収集装置40内に含められ、収集装置40の電力出力に比例した電力信号を処理デバイス62に提供するよう構成することができる。或いは、電圧センサ（図2には図示せず）及び電流センサ（図2には図示せず）は、収集装置40内に含めることができる。電圧センサ及び電流センサは、収集装置40により生成された電圧及び電流を測定し、測定した電圧及び電流に対応する信号を処理デバイス62に提供する。処理デバイス62は、測定した電圧及び電流を用いて収集装置40の電力出力を決定する。

#### 【0017】

更に、第1のGPS受信機64は、第1のインバータ60の位置に相当する位置情報と、当該位置の時間に相当する時間的情報とを受け取るよう構成される。第1のGPS受信機64は、第1のGPS信号66を処理デバイス62に提供する。第1のGPS信号66は、第1のインバータ60の位置及び当該位置での時間に相当する位置情報及び時間的情報を含む。第1のGPS受信機64は、第1のインバータ60に結合され、又は内部に含められる。これにより、受け取った位置情報及び時間的情報が確実に第1のインバータ60と一致する。時間的情報はまた、本明細書では「タイムスタンプ」と呼ばれることがある。タイムスタンプは、対応する1つの情報と共に収集され、保存され、及び/又は伝送される。例えば、タイムスタンプを電力情報と共に保存し、電力情報が収集された時間を記録することができる。タイムスタンプはまた、対応する電力情報と共に中央処理デバイス28に伝送され、該中央処理デバイス28によって使用することができる。より具体的には、タイムスタンプは、電流測定値及び電圧測定値と共に保存することができ、処理デバイス62は、電流及び電圧測定値から求めた電力と共にタイムスタンプを保存することができる。その結果、電力、及び電力を測定した時間が既知となる。GPS信号から時間的情報を求めるにより、分散位置での調整タイムスタンプが得られる。

#### 【0018】

例示的な実施形態において、第2のコンバータ46は、DC電圧50を調整するよう構成される。例示的な実施形態において、第2のコンバータ46は、第2のインバータ68、第2の処理デバイス70、及び第2のGPS受信機72を含む。第2のコンバータ46内に含まれる構成要素は、第1のコンバータ42内に含まれる構成要素と実質的に同様である。

#### 【0019】

図3は、処理デバイス62（図2に示す）の例示的な実施形態のブロック図である。処理デバイス62はまた、システムコントローラ及び/又は監視制御及びデータ収集（SCADA）システムと呼ばれる場合もある。幾つかの実施形態において、処理デバイス62は、情報を通信するためのバス80又は他の通信デバイスを含む。1つ又はそれ以上のプロセッサ82がバス80に結合され、収集装置40（図1に示す）に含まれるセンサからの情報を含む情報を処理する。プロセッサ82は、少なくとも1つのコンピュータを含むことができる。本明細書で使用する場合に、コンピュータという用語は、当技術分野においてコンピュータと呼ばれる集積回路に限定されるものではなく、プロセッサ、マイクロ

10

20

30

40

50

コントローラ、マイクロコンピュータ、プログラマブル論理制御装置（PLC）、特定用途向け集積回路、及びその他のプログラマブル回路を広く指しており、またこれらの用語は本明細書では同義的に使用する。

【0020】

処理デバイス62はまた、1つ又はそれ以上のランダムアクセスメモリ（RAM）84及び／又は他の記憶装置86を含むことができる。RAM84及び／又は記憶装置86は、バス80に結合され、情報並びにプロセッサ82により実行されることになる命令を格納及び転送する。RAM84（及び／又は含まれる場合、記憶装置86）はまた、プロセッサ82による命令の実行時に一時変数又は他の中間情報を格納するのに使用することができる。処理デバイス62はまた、バス80に結合された1つ又はそれ以上のリードオンリーメモリ（ROM）88及び／又は他の静的記憶装置を含み、プロセッサ82に静的（すなわち、不变の）情報及び命令を格納し提供することができる。プロセッサ82は、限定ではないが、GPS受信機、照射センサ、及び電力計を含むことができる複数の電気及び電子デバイスから転送された情報を処理する。実行される命令は、限定ではないが、常駐変換アルゴリズム及び／又はコンパレータアルゴリズムを含む。一連の命令の実行は、ハードウェア回路とソフトウェア命令のどのような特定の組み合わせに限定されない。

【0021】

処理デバイス62はまた、入出力デバイス90を含むことができ、或いはこれに結合することができる。入出力デバイス90は、入力データを処理デバイス62に提供し、及び／又は出力データを、例えば、EMS、太陽光パネル位置決め装置、及び／又はインバータ制御システムに提供するために当該技術分野で公知のあらゆるデバイスを含むことができる。命令は、例えば、磁気ディスク、リードオンリーメモリ（ROM）集積回路、CD-ROM、及び／又はDVDを含む記憶装置86から1つ又はそれ以上の電子的にアクセス可能な媒体にアクセスできるようにする有線又は無線の遠隔接続を介してRAM84に提供することができる。幾つかの実施形態において、ソフトウェア命令の代わりに、或いはこれと組み合わせてハードワイヤード回路を用いることもできる。従って、一連の命令の実行は、本明細書で説明され及び／又は図示されたか否かにかかわらず、ハードウェア回路及びソフトウェア命令の何らかの特定の組み合わせに限定されるものではない。また、例示的な実施形態において、入出力デバイス90は、限定ではないが、マウス及びキーボード（何れも図3には図示せず）のようなオペレータインターフェース（例えば、ヒューマンマシンインターフェース（HMI））に関連するコンピュータ周辺機器を含むことができる。更に、例示的な実施形態において、追加の出力チャンネルは、例えば、オペレータインターフェースモニタ及び／又はアラームデバイス（何れも図3には図示せず）を含むことができる。処理デバイス62はまた、該処理デバイス62がセンサと通信できるようにするセンサインターフェース92を含むことができる。センサインターフェース92は、アナログ信号をプロセッサ82が使用可能なデジタル信号に変換する1つ又はそれ以上のアナログ・デジタルコンバータを含むことができる。

【0022】

例示的な実施形態において、位置依存の作動命令及び／又は時間依存の作動命令がROM88内に格納される。GPS受信機64は、GPS信号66を処理デバイス62に提供する。処理デバイス62は、GPS受信機64から位置情報を受け取り、ROM88内に格納された位置依存作動命令にアクセスして、インバータ60の位置に少なくとも部分的に基づいたインバータ60の作動を制御するための作動信号を生成する。更に、処理デバイス62は、GPS受信機64から時間的情報を受け取り、ROM88内に格納された時間依存の作動命令にアクセスして、当該位置での時間に少なくとも部分的に基づいたインバータ60の作動を制御するための作動信号を生成する。位置情報により、処理デバイス62は、例えば、格納された電力網マップにアクセスすることによって電力網26内でインバータ60がどこに配置されているかを決定することができる。格納された位置依存の作動命令は、午後5：00から午前6：00までインバータ60の作動を節減する命令を含むことができる。この時間期間は、既知の低電力需要の期間に相当する。

10

20

30

40

50

## 【0023】

コンバータ42及び46はまた、第1のPOI30と第2のPOI32とにおいてフェーザ(位相ベクトル)を測定するよう構成されたフェーザ測定ユニット(PMU)を含むことができる。より具体的には、コンバータ42は、第1のPMU94を含むことができる。処理デバイス62は、第1のGPS受信機64からの時間的情報に基づいてタイムスタンプをPMU94により測定されたフェーザに割り当てることにより、第1の同期フェーザ信号を構築する。同様に、コンバータ46は第2のPMU96を含むことができる。処理デバイス70は、第2のGPS受信機72からの時間的情報に基づいてタイムスタンプをPMU96により測定されたフェーザに割り当てることにより、第2の同期フェーザ信号を構築する。

10

## 【0024】

中央処理デバイス28(図1に図示する)は、第1の処理デバイス62及び第2の処理デバイス70に通信可能に結合される。中央処理デバイス28は、電力変換システム22及び24からの第1の同期フェーザ信号及び第2の同期フェーザ信号を受け取り、第1の同期フェーザ信号及び第2の同期フェーザ信号に少なくとも部分的に基づいてインバータ60及びインバータ68の少なくとも1つの作動を制御するよう作動信号を生成するよう構成される。更に、中央処理デバイス28は、GPS寝具66及び/又は受け取ったフェーザ信号に少なくとも部分的に基づいて他の電力網施設(例えば、IED54(図1に示す))を制御することができる。ネットワーク10内の各電力変換システムから収集された情報に基づいてネットワーク10内の複数の電力変換システムの作動を制御することにより、局所的情報のみを用いてこれらの作動を制御する単独の電力変換システムを有するネットワークの効率を上回る、ネットワーク10の効率的作動を可能にする。

20

## 【0025】

更に、電力変換システム20は、第1のインバータ60によって節減された電力に対応する第1の節減電力信号を中央処理デバイス28に送信するよう構成される。第2の処理デバイス70はまた、第2のインバータ96によって節減された電力に対応する第2の節減電力信号を中央処理デバイス28に送信する。例えば、太陽光プラントは、公共事業体又はシステムオペレータの要求に応じて節減しなければならない場合がある。これら太陽光プラントはまた、利用可能な総電力量に関する情報を提供しなければならない場合がある。例えば、公共事業体は、20MWを提供している30MWプラントが、15MWのみの提供に節減することを要求する場合がある。太陽光プラントは、この指令を受け取ると、5MWの節減を行い、電力出力を要求の15MWにする。この間、天候が変化して太陽光プラントが25MWの利用可能電力を有する場合があり、これは、プラントが要求の15MWを提供するために、現在は10MWを節減していることを意味する。公共事業体又は発電業者は、電力網の状態が変化した場合、提供できる利用可能な電力量とその位置の両方を知ることにより恩恵を受けることができる。このことは、この変更が迅速に行うことができるので、動的に実施される。この追加の機能は、電力網安定性及び電力網状態(例えば、故障、電力網分離、その他)に関するシステム全体情報を公共事業体のオペレタに提供する。

30

## 【0026】

図4は、電力変換システムの分散ネットワーク(例えば、ネットワーク10(図1に示す))を管理するための例示的な方法152のフローチャートである。分散ネットワーク10は、第1の電力変換システム(例えば、第1の電力変換システム20(図1に示す))と、第2の電力変換システム(例えば、第2の電力変換システム22)とを含む。第1の電力変換システム20は、第1のPOI30にて電力網26に結合された第1の電力コンバータ42を含む。第2の電力コンバータシステム22は、第2のPOI32にて電力網26に結合された第2の電力コンバータ46を含む。

40

## 【0027】

例示的な実施形態において、方法152は、第1の電力変換システム20から第1の電力信号及び第1の位置信号を受け取る段階(154)を含む。第1の位置信号は、例えば

50

、第1のインバータ60及び／又は第1の電力変換システム20の位置を識別するGPS生成位置信号を含む。第1の位置信号は、第1の処理デバイス62が使用するために格納された電力網マップと組み合わせて用いることができる。

【0028】

第1の電力信号受け取る段階154は、第1の実電力変換信号及び第1の潜在出力電力信号を受け取る段階を含む。例えば、第1の電力信号は、第1のインバータ60の潜在的出力電力、第1のインバータ60による実電力出力、及び／又は第1のインバータ60によって節減される第1の電力に対応する情報を含むことができる。方法152はまた、第2の電力変換システム22から第2の電力信号及び第2の位置信号を受け取る段階156を含む。第2の電力信号を受け取る段階156は、第2の実電力変換信号及び第2の電力変換容量信号を受け取る段階を含む。第1の処理デバイス62は、例えば、限定ではないが、第1の電力変換システム20によって生成される実電力、電力変換システム20が利用可能な電力、電圧、電流、及び／又は第1のPOI30での位相角に関する情報などの情報を収集する。同様に、第2の処理デバイス70は、例えば、限定ではないが、第2の電力変換システム22によって生成される実電力、電力変換システム22が利用可能な電力、電圧、電流、及び／又は第2のPOI32での位相角に関する情報などの情報を収集する。第1の処理デバイス62及び第2の処理デバイス70は、この情報を公共事業体制御システム（例えば、中央処理デバイス28）に送信する。

【0029】

受け取り段階154及び156は、第1のPMU及び第2のPMUから、例えば、第1のPMU94及び第2のPMU96それぞれから電圧及び電流測定値を受け取る段階を含むことができる。第1の位置信号を受け取る段階154は、第1の電力コンバータ42の位置を示すGPS生成位置信号（例えば、GPS信号66）を受け取る段階を含む。第2の位置信号を受け取る段階156は、第2の電力コンバータ46の位置を示すGPS生成位置信号を受け取る段階を含む。

【0030】

換言すると、PMU94及び96、或いは電流及び電圧を正確に測定し且つタイムスタンプと共に使用される他の同様のデバイスは、電力網安定性の管理を支援する目的で、太陽光インバータ又は太陽光プラント内に一体化され、或いはその近傍に位置付けられる。PMUが第1の電力変換システム20及び第2の電力コンバータシステム22において配置された場合、データ（電圧、電流、GPSタイムスタンプ）を用いて、送電及び配電レベルでの全体の電力網安定性分析に加わることができる。

【0031】

PMU上のGPSタイムスタンプは、単一の太陽光プラント、グループの太陽光プラント、又は電力網自体の挙動に関するネットワーク全体に基づく情報を提供するために、POIにおける電圧及び電流測定値、節減した電力データ、又は他のデータと連動して用いることができる。

【0032】

方法152はまた、第1の電力信号、第1の位置信号、第2の電力信号、及び第2の位置信号に少なくとも部分的に基づいて第1の電力コンバータ42及び第2の電力コンバータ46の少なくとも1つの作動を制御する段階158を含む。第1の電力コンバータ42及び第2の電力コンバータ46の少なくとも1つの作動を制御する段階158は、第1の電力コンバータ42及び第2の電力コンバータ46の少なくとも1つの作動を調整して電力網26の安定性を向上させる段階を含む。第1の電力コンバータ42及び第2の電力コンバータ46の少なくとも1つの作動を制御する段階158はまた、分散ネットワーク10における電力平衡をもたらすように第1の電力コンバータ42及び第2の電力コンバータ46の作動を協働させる段階を含むことができる。

【0033】

上述のように、太陽光プラントは、公共事業体又はシステムオペレータの要求に応じて節減しなければならない場合がある。これら太陽光プラントはまた、利用可能な総電力量

10

20

30

40

50

に関する情報を提供しなければならない場合がある。公共事業体又は発電業者は、電力網の状態が変化した場合、提供できる利用可能な電力量とその位置の両方を知ることにより恩恵を受けることができる。このことは、この変更が極めて迅速に行うことができるのでも、動的に実施される。この追加の機能は、電力網安定性及び電力網状態（例えば、故障、電力網分離、その他）に関するシステム全体情報を公共事業体のオペレータに提供する。

#### 【0034】

方法152はまた、第1の電力信号、第1の位置信号、第2の電力信号、及び第2の位置信号に少なくとも部分的に基づいて電力発生予測を決定する段階160を含むことができる。電力発生予測を決定する段階160は、分散ネットワーク10、及びより具体的には、電力変換システム20、22、24の各々の性能に対する天候パターンの作用を決定する段階を含む。例えば、ROM88（図3に示す）内に格納される作動命令は、電力変換システム22、24の作動が電力変換システム20に作用する天候パターンに少なくとも部分的に基づいて決定されるように変更することができる。同様に、電力変換システム20、24の作動は、電力変換システム22に作用する天候パターンに少なくとも部分的に基づいて決定される。

10

#### 【0035】

方法152はまた、電力平衡及び安定した過渡管理を達成するために作動パラメータのネットワークセットを決定する段階162を含むことができる。統計的に決定可能な変動電力出力で第1の電力変換システム及び第2の電力変換システムを単一のシステムとして表す等価物も決定することができる。発電施設の物理的位置に関連する総電力生成データは、規制ゾーン内でスピニングリザーブを最小にし、電力生成施設の利用度を最大限にし、更に、ネットワーク安定故障のリスクを最小限にする。電力生成は、規制ゾーン内で特定の位置にて変動するので（すなわち、ピーク電力生成が規制ゾーン並びに雲の移動により掃引される）、ネットワーク管理設備は、電力品質及び安定性を確保するよう適切に準備されてオンラインにすることができる。

20

#### 【0036】

電力網全体ベースでの公共事業体及び/又はシステムオペレータとの情報の交換を可能にする通信は、オペレーティングマージンを低減させ、従って、エネルギーコストが低下する可能性がある。この通信は、太陽光インバータ（例えば、インバータ60）に「スマートグリッド」と統合する方法を提供し、スマートグリッドにおいて一定の役割を果たす。これは、追加のフェーザ測定及び伝送設備の必要性を排除することができる。

30

#### 【0037】

更に、コンピュータ実行可能構成要素を有する1つ又はそれ以上のコンピュータ可読媒体は、電力変換情報及び位置情報をコンピュータ処理し、また、複数の位置から取得された情報を集約するよう構成することができる。コンピュータ可読媒体は、少なくとも1つのプロセサによって実行したときに、少なくとも1つのプロセサが第1の電力/位置信号及び第2の電力/位置信号を受け取るようにするインターフェース構成要素と、少なくとも1つのプロセサによって実行したときに、少なくとも1つのプロセサが、第1の電力コンバータ及び第2の電力コンバータに対する作動コマンドを決定する少なくとも1つのアルゴリズムを格納するようにするメモリ構成要素と、少なくとも1つのプロセサによって実行したときに、少なくとも1つのプロセサが、第1の電力コンバータ及び第2の電力コンバータの作動を制御する作動信号を生成するようにする分析構成要素と、を含むことができる。

40

#### 【0038】

本明細書で説明される実施形態は、1つ又はそれ以上のコンピュータ可読媒体を包含し、各媒体は、データを操作するために媒体上に該データ含むように構成することができ、或いは該データを含む。コンピュータ実行可能命令は、種々の異なる機能を実行できる汎用コンピュータに付随するもの、或いは、限定された幾つかの機能を実行できる特定用途向けコンピュータに付随するものなど、処理システムによってアクセス可能なデータ構造、オブジェクト、プログラム、ルーチン、又は他のプログラムモジュールを含む。開示事

50

項の態様は、本明細書で説明される命令を実行するよう構成したときには、汎用コンピュータを特定用途向けコンピュータに転換する。コンピュータ実行可能命令により、処理システムが、特定の機能又は機能グループを実施するようになり、該コンピュータ実行可能命令は、本明細書で開示されるステップを実施するプログラムコード手段の実施例である。更に、特定の一連の実行可能命令は、このようなステップを実施するのに使用できる対応する実施動作の実施例を提供する。コンピュータ可読媒体の実施例は、ランダムアクセスメモリ（「RAM」）、リードオンリーメモリ（「ROM」）、プログラマブルリードオンリーメモリ（「PROM」）、消去可能プログラマブルリードオンリーメモリ（「EEPROM」）、電気的消去可能プログラマブルリードオンリーメモリ（「EEPROM」）、コンパクトディスクリードオンリーメモリ（「CD-ROM」）、又は処理システムによってアクセス可能なデータ又は実行可能命令を提供できる他のあらゆるデバイス又は構成要素を含む。10

#### 【0039】

本明細書で説明される方法及びシステムは、電力コンバータの位置情報を取得し伝送することができる。位置情報は、電力変換容量及び変換される実電力を表すデータと組み合わされ、監視システムに伝送される。監視システムは、複数の電力コンバータからのデータ、又は少なくとも1つの電力コンバータからのデータ、及びタイムスタンプ付きの電圧、電力、及び/又は位相角情報を提供する少なくとも1つの電力網施設からのデータを集約し、この情報を電力網マップと組み合わせ、該情報を用いて瞬間電力平衡及び電力網安定性を管理する。20

#### 【0040】

本明細書で説明される方法及びシステムは、少なくとも1つの電力コンバータ及びEMSを含む電力生成及び送電システムの分散ネットワークを管理することができる。電力コンバータは、電力生成システム、送電制御システム、及び/又は電力利用システムを電力網にリンクさせることができる。EMSは、電力コンバータを介して電力網に接続されていない他の電力生成、送電、及び利用施設（例えば、IED）を制御することができる。電力コンバータは、第1の相互接続点（POI）にて電力網に結合される。EMSは、第1のPOIを含む特定の規制ゾーンに対して電力流及び電力網安定性を管理する。EMSは、電力網の管理のために種々の信号を使用する。本方法は、第1の電力コンバータから第1の電力信号、第1の位置信号、及び位相角情報を受け取る段階と、規制ゾーン内の別の施設から第2の電力信号、第2の位置信号、及び位相角情報を受け取る段階と、第1の電力信号、第1の位置信号、第1の位相角情報、第2の電力信号、第2の位置信号、及び第2の位相角情報のあらゆる組み合わせに少なくとも部分的に基づいて、電力コンバータ及びEMSに接続された施設の少なくとも1つの作動を制御する段階を含む。30

#### 【0041】

更に、本明細書で説明される方法及びシステムは、例えば、限定ではないが、太陽光、風力、又は潮力発電システムなどの電力源に対して限定的に制御する発電システムを管理することができる。地理上の位置情報及び電力発生情報を用いて、分散公共ネットワークにおける電力平衡及び規制ゾーンの電圧プロファイルを予測し制御する。

#### 【0042】

上述の実施形態は、電力変換システムの分散ネットワークの効率的且つコスト効果のある作動を可能にする。本明細書で説明される制御システムは、中央処理デバイスにて収集及び集約された情報に基づき、複数の分散電力コンバータの作動を制御する。

#### 【0043】

電力変換システムの分散ネットワークの例示的な実施形態を上記で詳細に説明した。本方法及びシステムは、本明細書で説明した特定の実施形態に限定されるものではなく、むしろ、本システムの構成要素及び/又は本方法のステップは、本明細書で説明した他の構成要素及び/又はステップから独立してかつ別個に利用することができる。本発明の種々の実施形態の特定の特徴は一部の図面で示され、他の図面では示されない場合があるが、これは便宜上のことと過ぎない。本発明の原理によれば、図面の何れかの特徴は、他の何50

れかの図面のあらゆる特徴と組み合わせて言及し及び／又は特許請求することができる。

【0044】

本明細書は、最良の形態を含む実施例を用いて本発明を開示し、更に、あらゆる当業者があらゆるデバイス又はシステムを実施及び利用すること並びにあらゆる包含の方法を実施することを含む本発明を実施することを可能にする。本発明の特許保護される範囲は、請求項によって定義され、当業者であれば想起される他の実施例を含むことができる。このような他の実施例は、請求項の文言と差違のない構造要素を有する場合、或いは、請求項の文言と僅かな差違を有する均等な構造要素を含む場合には、本発明の範囲内にあるものとする。

【符号の説明】

10

【0045】

- 10 分散ネットワーク
- 20 第1の電力コンバータシステム
- 22 第2の電力コンバータシステム
- 24 第3の電力コンバータシステム
- 26 電力網
- 28 中央処理デバイス
- 30 第1の相互接続点（P O I）
- 32 第2のP O I
- 34 第3のP O I
- 40 第1の収集装置
- 42 第1の電力コンバータ
- 44 第2の収集装置
- 46 第2の電力コンバータ
- 48 第1のD C電圧
- 50 第2のD C電圧
- 52 センサ
- 54 デバイス
- 60 第1のインバータ
- 62 第1の処理デバイス
- 64 第1の全地球位置測定システム（G P S）受信機
- 66 G A S信号
- 68 第2のインバータ
- 70 第2の処理デバイス
- 72 第2のG P S受信機
- 80 バス
- 82 プロセッサ
- 84 R A M
- 86 記憶装置
- 88 R O M
- 90 入力／出力デバイス
- 92 センサインタフェース
- 94 第1のフェーザ測定ユニット（P M U）
- 96 第2のP M U
- 150 フローチャート
- 152 方法
- 154 第1の電力信号及び第1の位置信号を受け取る
- 156 第2の電力信号及び第2の位置信号を受け取る
- 158 第1の電力コンバータ42及び第2の電力コンバータ46の少なくとも1つの作動を制御する

20

30

40

50

160 発電予測を決定する

162 作動パラメータのネットワークセットを決定する

【図1】

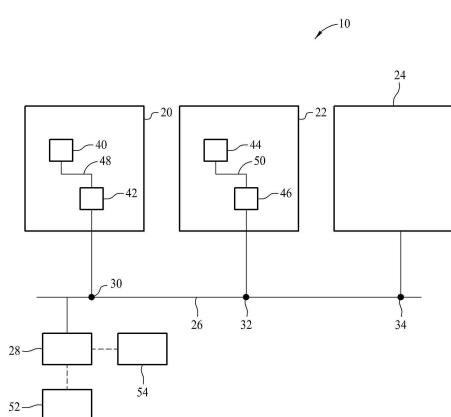


FIG. 1

【図2】

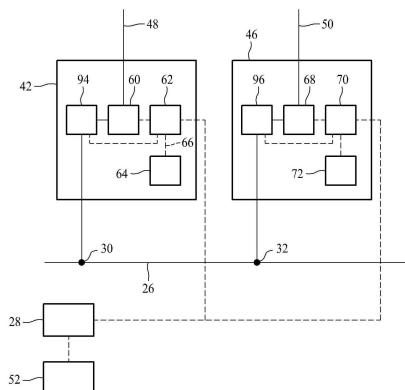


FIG. 2

【図3】

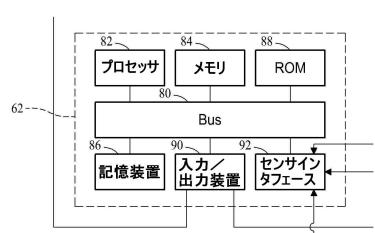


FIG. 3

【図4】

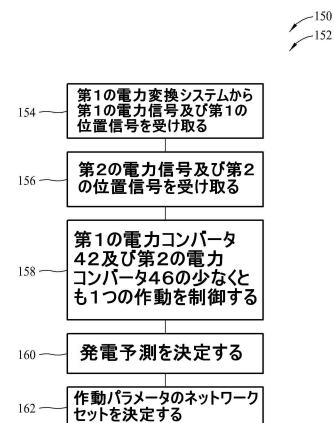


FIG. 4

---

フロントページの続き

(72)発明者 ラルフ・タイクマン

アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12345、スケネクタディ、ルーム・572、ビルディング  
・37、リバー・ロード、1番

(72)発明者 キャスリーン・アン・オブライエン

アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12309、ニスカユナ、ケイ14シー-27エイ、ワン・リ  
サーチ・サークル

(72)発明者 ジョン・フリアー

アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12309、ニスカユナ、ケイ14シー-27エイ、ワン・リ  
サーチ・サークル

審査官 猪瀬 隆広

(56)参考文献 特開2009-011154(JP, A)

特開2009-112148(JP, A)

特開2005-057943(JP, A)

米国特許出願公開第2009/0212563(US, A1)

米国特許第7787995(US, B2)

米国特許出願公開第2007/0211887(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H02J 3/00 - 7/12, 7/34 - 7/36, 13/00