

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6058544号
(P6058544)

(45) 発行日 平成29年1月11日(2017.1.11)

(24) 登録日 平成28年12月16日(2016.12.16)

(51) Int.Cl.		F I			
H02J 13/00	(2006.01)	H02J 13/00	301A		
H02J 3/00	(2006.01)	H02J 3/00	150		
H02J 3/38	(2006.01)	H02J 3/38	110		

請求項の数 7 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2013-534911 (P2013-534911)	(73) 特許権者	500520743
(86) (22) 出願日	平成23年9月19日 (2011.9.19)		ザ・ボーイング・カンパニー
(65) 公表番号	特表2014-501096 (P2014-501096A)		The Boeing Company
(43) 公表日	平成26年1月16日 (2014.1.16)		アメリカ合衆国、60606-2016
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/052205		イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100
(87) 国際公開番号	W02012/054161	(74) 代理人	100109726
(87) 国際公開日	平成24年4月26日 (2012.4.26)		弁理士 園田 吉隆
審査請求日	平成26年7月31日 (2014.7.31)	(74) 代理人	100101199
(31) 優先権主張番号	12/909,283		弁理士 小林 義敦
(32) 優先日	平成22年10月21日 (2010.10.21)	(72) 発明者	カラレロ, マイケル エー.
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国 カリフォルニア 92647, ハンティントンビーチ, ボルサチカロード 14900, エム/シーエイチ017-ディー145
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクログリッド制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マイクログリッドを構成するための方法であって、前記マイクログリッドの電源投入シーケンスで、少なくとも1つの分散型エネルギー資源と一組のマイクログリッド要素を有するマイクログリッドの第1構成を初期化することと、前記マイクログリッドの電源投入シーケンスの後に、一組のマイクログリッド要素中の各要素に対するアドレスを検証することと、前記マイクログリッドの電源投入シーケンスの後に、前記アドレスを使用して、一組のマイクログリッド要素中の各要素にピングを送ることと、前記マイクログリッドの電源投入シーケンスの後に前記マイクログリッドがすでに動作可能であれば、各要素にピングを送った結果に基づいてマイクログリッド構成を決定し、前記マイクログリッドの電源投入シーケンスの後にマイクログリッドがまだ動作可能でなければ、他のマイクログリッド構成を生成することと、ピアツーピアネットワークにおいて接続されている一組のマイクログリッド要素から受信された、マイクログリッドの再構成を示すステータスデータを受信した場合には、前記マイクログリッドの電源投入シーケンスの後に一組のマイクログリッド要素を再編成して、第2グリッド構成を形成することと、マイクログリッドの再構成を示す前記ステータスデータを受信した場合には、第2グリッド構成を実行し、マイクログリッドの再構成を示す前記ステータスデータを受信してい

10

20

ない場合には、決定または生成された前記マイクログリッド構成を実行することと、を含む方法。

【請求項 2】

一組のマイクログリッド要素が、前記分散型エネルギー資源に関連付けられているセンサ、前記分散型エネルギー資源に関連付けられているコントローラ、プロセッサ、ルーターおよび管理イーサネットスイッチのうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記マイクログリッド要素内のマスタープロセッサが故障したことを示すステータスデータに応答して、前記マイクログリッド要素内の機能的なスレーブプロセッサを、前記マイクログリッド要素内の再構成されたマスタープロセッサとして再指定すること
をさらに含み、前記マスタープロセッサが他のプロセッサをスレーブプロセッサとして制御する、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

10

【請求項 4】

一組のマイクログリッド要素内のコントローラ要素により生成されたステータスデータをマイクログリッド上の一組の分散型エネルギー資源プロセッサへピアツーピアネットワークを用いて送信することと、

分散型エネルギークラスタープロセッサにより生成されたステータスデータを一組の分散型エネルギー資源におけるすべてのプロセッサへ送信することと、
をさらに含む請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

20

【請求項 5】

ピアツーピアネットワークが、マイクログリッドローカルエリアネットワーク内のネットワークであり、かつ、ピアツーピアネットワークが、一組のマイクログリッド要素における各コントローラ要素に接続しているピアツーピアコントローラネットワークをさらに含み、かつ、

前記方法が、マイクログリッド上の第 1 コントローラ要素により生成されたステータスデータを一組のマイクログリッド要素における第 2 コントローラ要素へコントローラネットワークを用いて送信すること

をさらに含む請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

30

【請求項 6】

ピアツーピアネットワークが、マイクログリッドローカルエリアネットワーク内のネットワークであり、かつ、ピアツーピアネットワークが、マイクログリッドローカルエリアネットワーク内のピアツーピアネットワークの一組のクラスタープロセッサにおける各分散型エネルギー資源プロセッサを接続しているプロセッサネットワークをさらに含み、かつ、

前記方法が、マイクログリッド上の第 1 クラスタープロセッサにより生成されたステータスデータを一組のクラスタープロセッサにおける第 2 クラスタープロセッサへプロセッサネットワークを用いて送信することをさらに含み、ステータスデータが、一組のマイクログリッド要素におけるある要素の健全性の状態と分散型エネルギー資源に関連付けられた負荷の測定値とのうちの少なくとも一方を含む請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

40

【請求項 7】

少なくとも 1 つの分散型エネルギー資源と一組のマイクログリッド要素を有するマイクログリッドと、

前記マイクログリッドに関連付けられているマイクログリッドコントローラとを備え、

前記マイクログリッドコントローラは、

前記マイクログリッドの電源投入シーケンスで、マイクログリッドの第 1 構成を初期化し、

前記マイクログリッドの電源投入シーケンスの後に、一組のマイクログリッド要素中の各要素に対するアドレスを検証し、

50

前記マイクログリッドの電源投入シーケンスの後に、前記アドレスを使用して、一組のマイクログリッド要素中の各要素にピングを送り、

前記マイクログリッドの電源投入シーケンスの後に前記マイクログリッドがすでに動作可能であれば、各要素にピングを送った結果に基づいてマイクログリッド構成を決定し、前記マイクログリッドの電源投入シーケンスの後にマイクログリッドがまだ動作可能でなければ、他のマイクログリッド構成を生成し、

ピアツーピアネットワークにおいて接続されている一組のマイクログリッド要素から受信された、マイクログリッドの再構成を示すステータスデータを受信した場合には、前記マイクログリッドの電源投入シーケンスの後に一組のマイクログリッド要素を再編成して、第2グリッド構成を形成し、

マイクログリッドの再構成を示す前記ステータスデータを受信した場合には、第2グリッド構成を実行し、マイクログリッドの再構成を示す前記ステータスデータを受信していない場合には、決定または生成された前記マイクログリッド構成を実行するよう構成されている

装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、概して送電網に関し、とりわけ、マイクログリッドを管理するための方法、装置およびコンピュータプログラム製品に関する。さらにより詳細には、本開示は、適応可能なマイクログリッドロバスト制御システムのための方法、装置およびコンピュータプログラム製品に関する。

【背景技術】

【0002】

現在のところ、たいていの電力は、マクログリッドにより生成されている。マクログリッドは、典型的には、原子力発電所、水力発電所および化石燃料発電所などの大型の集中発電所である。マクログリッドは、通常、スケールメリットが高い。しかしながら、マクログリッドは、長距離にわたり電力を送らねばならないことが頻繁にある。これらの大型設備は、石炭またはガスなどの再生不可能エネルギー源を用いて電力を生成することが頻繁にある。これらの設備は、環境に悪影響を与えかねない。

【0003】

マイクログリッドは、ひとまとまりの局在する発電源および負荷である。マイクログリッドはまた、限定はされないが、スマートグリッド、ミニグリッドまたは仮想発電所と呼ばれることもある。しかしながら、既存のマイクログリッド制御システムは、複雑すぎる傾向にあり、再生可能資源を十分に活用していない。

【発明の概要】

【0004】

したがって、上で取り上げた問題のうちの1つ以上およびその他の問題を考慮した方法および装置を有することが有利であろう。

【0005】

有利な一実施形態において、マイクログリッドを構成するための方法を提供する。一組のマイクログリッド要素を有するマイクログリッドの第1構成を初期化する。マイクログリッドの一組のマイクログリッド要素中の各要素に対するアドレスを検証する。マイクログリッドの再構成を示すピアツーピアネットワークにおいて接続されている一組のマイクログリッド要素からのステータスデータの受信に応答して、一組のマイクログリッド要素を再編成して、第2グリッド構成を形成する。第2グリッド構成を実行する。

【0006】

別の有利な実施形態において、マイクログリッドを監視するための方法を提供する。マイクログリッドローカルエリアネットワーク内の一組のマイクログリッドコントローラ要素を接続しているピアツーピアネットワークにおいて接続されている一組のマイクログリ

10

20

30

40

50

ッドコントローラ要素からステータスデータを受信する。閾値レベルを超えるマイクログリッドの変化を示すステータスデータに応答して、一組のマイクログリッドコントローラ要素および一組のマイクログリッドコントローラ要素に関連付けられている一組のタスクを再編成して、再編成されたマイクログリッド構成を形成する。再編成されたマイクログリッド構成を実行する。

【0007】

さらに別の有利な実施形態において、装置は、マイクログリッドと、一組のマイクログリッド要素を有するマイクログリッドの第1構成を初期化するように構成されているマイクログリッドに関連付けられているマイクログリッドコントローラと、を含む。マイクログリッドコントローラは、マイクログリッドの一組の要素中の各要素に対するアドレスを検証するように構成されている。マイクログリッドコントローラは、マイクログリッドの再構成を示すピアツーピアネットワークにおいて接続されている一組のマイクログリッド要素からのステータスデータの受信に応答して、一組の要素を再編成して、第2グリッド構成を形成するように構成されている。マイクログリッドコントローラは、第2グリッド構成を実行するように構成されている。

10

【0008】

特徴、機能および利点は、本開示のさまざまな実施形態において独立して達成可能であり、または、以下の説明および図面を参照してさらなる詳細が理解可能であるさらに他の実施形態において組み合わせてもよい。

【0009】

20

用いられる装置であって、マイクログリッドコントローラが、第1構成のライブテストを行うようにさらに構成されており、ライブテストが、一組のマイクログリッド要素における各要素にピングを送ることを含む、装置。

【0010】

用いられる装置であって、ピアツーピアネットワークが、マイクログリッドローカルエリアネットワーク内のネットワークであり、かつ、前記装置が、

コントローラ要素の組をさらに含み、ピアツーピアネットワークが、マイクログリッドローカルエリアネットワーク内のピアツーピアコントローラネットワークを形成するためのコントローラ要素の組における各要素を接続するコントローラネットワークをさらに含む、装置。

30

【0011】

一組のコントローラ要素における第1コントローラ要素をさらに含む装置であって、第1コントローラ要素が、第1コントローラ要素により生成されたコントローラステータスデータを一組のマイクログリッドコントローラ要素における第2コントローラ要素へコントローラネットワークを用いて送信するように構成されている、装置。

【0012】

マイクログリッドローカルエリアネットワーク内のネットワークであるピアツーピアネットワークを有する装置であって、

一組のプロセッサをさらに含み、ピアツーピアネットワークが、マイクログリッドローカルエリアネットワーク内のピアツーピアプロセッサネットワークを形成するための一組のプロセッサにおける各分散型エネルギー資源プロセッサを接続しているプロセッサネットワークを含む、装置。

40

【0013】

一組のプロセッサにおける第1プロセッサにより生成されたプロセッサステータスデータを一組のプロセッサにおける第2プロセッサへプロセッサネットワークを用いて送信するように構成されている第1プロセッサ

をさらに含む装置。

【0014】

マイクログリッドローカルエリアネットワークに対するインターネットアクセスのための単一の共通冗長ネットワークポートであって、遠隔クライアントが、単一の共通冗長ネ

50

ットワークポートを介してマイクログリッドローカルエリアネットワークにアクセスすることができ、一組のサイバーセキュリティ方法およびツールが、単一の共通冗長ネットワークポート上で実施され、かつ、単一の共通冗長ネットワークポートが、ステータスデータに対する遠隔クライアントのアクセスを許可し、マイクログリッドに関連付けられている制御機能に対する遠隔クライアントのアクセスを拒否するよう構成されている、単一の共通冗長ネットワークポートをさらに含む装置。

【 0 0 1 5 】

マイクログリッドローカルエリアネットワーク内のネットワークであるピアツーピアネットワークを有するコンピュータプログラム製品であって、ピアツーピアネットワークが

10

コントローラネットワークをさらに含んでおり、前記コンピュータプログラム製品が、ローカルエリアネットワーク内のピアツーピアコントローラネットワークの一組のマイクログリッド要素における各コントローラ要素を接続するための、コンピュータ記録可能な記憶媒体上に保存されているプログラムコードと、

マイクログリッド上の第1コントローラ要素により生成されたステータスデータを一組のマイクログリッド要素における第2コントローラ要素へコントローラネットワークを用いて送信するための、コンピュータ記録可能な記憶媒体上に保存されているプログラムコードと

をさらに含む、コンピュータプログラム製品。

【 0 0 1 6 】

20

マイクログリッドローカルエリアネットワーク内のネットワークであるピアツーピアネットワークを有するコンピュータプログラム製品であって、ピアツーピアネットワークが、マイクログリッドローカルエリアネットワーク内のピアツーピアネットワークの一組のクラスタープロセッサにおける各分散型エネルギー資源プロセッサを接続しているプロセッサネットワークをさらに含み、前記コンピュータプログラム製品が、

マイクログリッド上の第1クラスタープロセッサにより生成されたステータスデータを一組のクラスタープロセッサにおける第2クラスタープロセッサへプロセッサネットワークを用いて送信するための、コンピュータ記録可能な記憶媒体上に保存されているプログラムコード

をさらに含む、コンピュータプログラム製品。

30

【 0 0 1 7 】

単一の共通冗長ネットワークポートのみを介してインターネット接続を用いる遠隔クライアントがマイクログリッドローカルエリアネットワークにアクセスすることを許可するための、コンピュータ記録可能な記憶媒体上に保存されているプログラムコードであって、一組のサイバーセキュリティ方法およびツールが、単一の共通冗長ネットワークポート上で実施されている、プログラムコードと、

遠隔クライアントがマイクログリッドに関連付けられているステータスデータおよび負荷データにアクセスすることを許可するための、コンピュータ記録可能な記憶媒体上に保存されているプログラムコードと、

マイクログリッドに関連付けられている制御機能に対する遠隔クライアントのアクセスを拒否するための、コンピュータ記録可能な記憶媒体上に保存されているプログラムコードと

40

をさらに含むコンピュータプログラム製品。

【 0 0 1 8 】

一組のマイクログリッド要素内のコントローラ要素により生成されたステータスデータをマイクログリッド上の一組の分散型エネルギー資源プロセッサへピアツーピアローカルエリアネットワークを用いて送信するための、コンピュータ記録可能な記憶媒体上に保存されているプログラムコードと、分散型エネルギークラスタープロセッサにより生成されたステータスデータを一組の分散型エネルギー資源におけるすべてのプロセッサへ送信するための、コンピュータ記録可能な記憶媒体上に保存されているプログラムコードと

50

をさらに含むコンピュータプログラム製品。

【0019】

有利な実施形態の特性と信じられている新規な特徴は、添付の請求項に記載されている。しかしながら、有利な実施形態および好適な使用形態、使用のさらなる目的および利点は、添付の図面とともに解釈すると、以下に示す本開示の有利な実施形態の詳細な説明を参照することにより、もっともよく理解されるだろう。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】図1は、有利な実施形態に係るマイクログリッド制御システムのためのデータ処理環境を示した図であり、

10

【図2】図2は、有利な実施形態に係るマイクログリッドを示した図であり、

【図3】図3は、有利な実施形態に係るマイクログリッド制御センターを示した図であり、

【図4】図4は、有利な実施形態に係る分散型エネルギー資源クラスターを示した図であり、

【図5】図5は、有利な実施形態に係るデータ処理システムを示した図であり、

【図6】図6は、有利な実施形態に係るマイクログリッドを管理するためのプロセスのフローチャートを示した図であり、かつ、

【図7】図7は、有利な実施形態に係るマイクログリッドを構成するためのプロセスのフローチャートを示した図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0021】

ここで図を参照し、とりわけ図1を参照して、説明的な実施形態を実施可能な、マイクログリッド制御システムのためのデータ処理環境の説明図を示す。図1～図5は、図1～図5において描写される実施構成のためのデータ処理環境の図としてののみ示されており、種々の実施形態を実施可能な環境に関していかなる限定も暗示する意図はないことは理解されたい。描写される環境に対して数多くの修正を行ってもよい。

【0022】

図1は、有利な実施形態を実施可能なデータ処理システムのネットワークの図的記述を描写している。ネットワークデータ処理システム100は、有利な実施形態を実施可能なコンピュータのネットワークである。ネットワークデータ処理システム100は、ネットワーク102を含み、該ネットワーク102は、ネットワークデータ処理システム100内でともに接続されているさまざまな装置およびコンピュータの間の通信回線を提供するために用いられる媒体である。ネットワーク102は、有線、無線通信回線または光ファイバーケーブルといった接続を含んでいてもよい。

30

【0023】

描写している例において、サーバコンピュータ104およびサーバコンピュータ106は、記憶装置108とともにネットワーク102に接続している。これに加えて、クライアントコンピュータ110、112および114は、ネットワーク102に接続している。クライアントコンピュータ110、112および114は、例えば、パーソナルコンピュータまたはネットワークコンピュータであってもよい。描写している例において、サーバコンピュータ104は、クライアントコンピュータ110、112および114にブートファイル、オペレーティングシステム画像およびアプリケーションといった情報を提供する。クライアントコンピュータ110、112および114は、本実施例では、サーバコンピュータ104に対するクライアントである。ネットワークデータ処理システム100は、追加のサーバコンピュータ、クライアントコンピュータおよびその他の図示していない装置を含んでいてもよい。

40

【0024】

ネットワークデータ処理システム100に位置しているプログラムコードは、コンピュータ記録可能な記憶媒体上に保存され、データ処理システムまたはその他の装置にダウン

50

ロードされて、用いられてもよい。例えば、プログラムコードは、サーバコンピュータ 104 上のコンピュータ記録可能な記憶媒体に保存され、ネットワーク 102 によりクライアントコンピュータ 110 にダウンロードされて、クライアントコンピュータ 110 上で用いられてもよい。

描写している例において、ネットワークデータ処理システム 100 は、互いに通信するためのプロトコルの伝送制御プロトコル/インターネットプロトコル (TCP/IP) スイートを用いるネットワークとゲートウェイとの世界的な集まりを表しているネットワーク 102 を有するインターネットである。インターネットの中心には、データおよびメッセージを送る何千もの商用、政府、教育およびその他のコンピュータシステムからなる主要なノードまたはホストコンピュータ間の高速データ通信回線のバックボーンが存在する。当然ながら、ネットワークデータ処理システム 100 はまた、例えば、イントラネット、ローカルエリアネットワーク (LAN) または広域ネットワーク (WAN) といったある数の種々のネットワークとして実施されてもよい。

10

【0025】

マイクログリッド制御センター 116 は、マイクログリッド 118 における要素を管理、制御および監視するワークステーションである。本実施例において、マイクログリッド制御センター 116 は、マイクログリッド 118 から遠く離れて位置している。しかしながら、別の実施形態では、マイクログリッド制御センター 116 は、マイクログリッド 118 の近くに位置していることもある。

【0026】

20

マイクログリッド 118 は、分散型エネルギー資源の組 120 を有する電気エネルギー生成ネットワークである。分散型エネルギー資源の組 120 は、1 つ以上が一組の分散型エネルギー資源である。

【0027】

分散型エネルギー資源は、限定はされないが、風力タービン、光起電力システム、燃料電池、地熱発電、マイクロタービン、燃料タービン、往復機関、ハイブリッドシステム、熱電併給または水力発電機などの小規模発電要素であってもよい。

【0028】

図 1 は、一例として意図されており、種々の説明的実施形態に対するアーキテクチャの限定として意図されるものではない。

30

【0029】

種々の有利な実施形態は、ある数の種々の検討事項を認識および考慮している。例えば、種々の有利な実施形態は、現在のマイクログリッド電力システムが、集中化され、かつ、動的環境に対する変化による制御変数の数およびマイクログリッドシステムの複雑さからのますます増える難題に直面していることを認識および考慮している。有利な実施形態は、現在の集中マイクログリッド制御システムが、これらシステムの複雑かつ動的な環境によりますます複雑さおよび大きさを増すソフトウェアを要することを認識している。

【0030】

種々の有利な実施形態は、マイクログリッドにおける分散型エネルギー資源が、電力が用いられる場所またはその付近で発電することにより伝送中に失われるエネルギー量を削減することを認識および考慮している。これにより、電力線の大きさおよび数が減少する。種々の有利な実施形態は、分散型エネルギー資源が、再生可能エネルギー源を頻繁に利用する小規模発電資源であることを認識および考慮している。

40

【0031】

種々の有利な実施形態はまた、現在のマイクログリッド制御システムが、一層のセキュリティウォールの克服しか必要でないアクセス可能性を有することを認識および考慮している。これにより、ハッカーおよびその他のセキュリティ違反に対するセキュリティリスクおよび脆弱性が生じる。

【0032】

種々の有利な実施形態は、連続電力供給およびネットワーク健全性管理能力により再生

50

可能エネルギー源の使用、分散型発電、エネルギー貯蔵および電力品質を向上させるロバストマイクログリッド制御システムを提供すると有利であろうことを認識および考慮している。

【0033】

種々の有利な実施形態はまた、追加のセキュリティーをもたらす複数レベルのサイバーセキュリティを有するマイクログリッド制御システムを提供すると有利であろうことを認識および考慮している。

【0034】

したがって、種々の有利な実施形態は、マイクログリッドを構成するための方法、装置およびコンピュータプログラム製品を提供する。一実施形態において、一組のマイクログリッド要素を有するマイクログリッドの第1構成を初期化する。一組のマイクログリッド要素は、2つ以上のマイクログリッド要素を有する組である。一組のマイクログリッド要素は、限定はされないが、(1つまたは複数の)分散型エネルギー資源センサ、(1つまたは複数の)分散型エネルギー資源コントローラ要素、(1つまたは複数の)プロセッサおよび(1つまたは複数の)ネットワーク要素を含んでいてもよい。ネットワーク要素は、限定はされないが、(1つまたは複数の)ルーター、(1つまたは複数の)サーバおよび(1つまたは複数の)分散型エネルギー資源を含んでいてもよい。

10

【0035】

マイクログリッドの一組のマイクログリッド要素中の各要素に対するインターネットプロトコルアドレスを検証する。一組のマイクログリッド要素に関連付けられている平均負荷および共通負荷を識別する。

20

【0036】

マイクログリッドローカルエリアネットワーク内のピアツーピアネットワークにおいて接続されている一組のマイクログリッド要素からステータスデータを受信する。ステータスデータは、マイクログリッド要素の健全性、分散型エネルギー資源と関連付けられている負荷、マイクログリッド要素の状態を示すデータである。分散型エネルギー資源と関連付けられている負荷を示すステータスデータは、所与の時刻における電力需要、所与の時刻における電力出力、電池貯蔵における電力量および/または所与の時間にわたる発電効率を記述していてもよい。

【0037】

30

マイクログリッドの再構成を示すステータスデータに応答して、一組のマイクログリッド要素を再編成して、第2グリッド構成を形成する。ここで用いられているように、再構成するという語は、マイクログリッド要素と関連付けられている1つ以上のタスクを変更し、分散型エネルギー資源と関連付けられている負荷を変更し、かつ/または、マイクログリッド内の要素と分散型エネルギー資源との関係を変更して、新たな構成を作り出すことを指す。

【0038】

一組の要素を再編成することは、所与の要素により行われる予定の一組のタスクを変更すること、所与の要素の機能を再指定すること、または、故障した要素を交換するために冗長要素を起動することを含んでいてもよい。例えば、一組のマイクログリッド要素を再編成することは、マスタープロセッサをスレーブプロセッサへと変更すること、スレーブプロセッサをマスタープロセッサへと変更すること、所与の分散型エネルギー資源にかかる負荷を増大させること、所与の分散型エネルギー資源にかかる負荷を減少させること、分散型エネルギー資源をマイクログリッドに追加すること、マイクログリッドから分散型エネルギー資源を除去すること、コントローラ要素をマイクログリッドに追加すること、コントローラ要素を除去もしくは交換すること、第1コントローラ要素の機能を第2コントローラ要素に再割り当てすること、または、マイクログリッド要素間のタスクおよび関係におけるその他の変更を含んでいてもよい。

40

【0039】

第2グリッド構成は、第2グリッド構成における再編成された一組の要素を用いてマイ

50

クログリッドが電力を生成し続けることができるように実行される。例えば、一組の要素を再編成することが、マスタープロセッサとして作用するよう第1プロセッサを、かつ、スレーブプロセッサとして作用するよう第2プロセッサを割り当てることを含む場合、第2グリッド構成が実行されると、第1プロセッサは、マスタープロセッサと関連付けられているタスクを行い始め、かつ、第2プロセッサは、スレーブプロセッサと関連付けられているタスクを行い始める。

【0040】

ここで図2を参照して、有利な実施形態に係るマイクログリッドの図を示す。マイクログリッド200は、発電環境201内のひとまとまりの局在する発電資源および負荷である。マイクログリッド200は、限定はされないが、図1におけるマイクログリッド118といったマイクログリッドとしてもよい。

10

【0041】

マイクログリッド200は、限定はされないが、分散型エネルギー資源(DER)202、204、206および208などの1つ以上の分散型エネルギー資源を含む。有利な本実施形態において、マイクログリッド200は、4つの分散型エネルギー資源に接続されているが、マイクログリッド200は、単一の分散型エネルギー資源、2つの分散型エネルギー資源、3つの分散型エネルギー資源および5つ以上の分散型エネルギー資源に接続されていてもよい。

【0042】

分散型エネルギー資源202、204、206および208は、あらゆる種類の分散型エネルギー資源として実施可能である。図2に示す実施形態において、マイクログリッド200は、(1つまたは複数の)風力タービン、(1つまたは複数の)光起電力セル、(1つまたは複数の)エネルギー貯蔵資源および(1つまたは複数の)ディーゼル発電機を含む。ただし、マイクログリッド200はまた、その他あらゆる種類の既知または入手可能な分散型エネルギー資源を用いて実施されてもよい。別の有利な実施形態では、マイクログリッド200は、任意で、中央設備とも接続されていてもよい。

20

【0043】

マイクログリッド200上の各分散型エネルギー資源は、マイクログリッド200の性能および/または電力出力に干渉することなく設置または切断可能である。マイクログリッド200上の各分散型エネルギー資源は、自律的である。マイクログリッド200に一体化される各分散型エネルギー資源は、他のマイクログリッド要素と協働および/または通信して、特定のタスクを行う能力を有する。

30

【0044】

マイクログリッド200は、コントローラ要素の組209を含む。ここで用いられているように、「組」という語は、ここで他に定義されている場合を除いて1つ以上の項目を指す。図2に示すように、コントローラ要素の組209は、一組の1つ以上のコントローラ要素である。したがって、コントローラ要素の組209は、単一のコントローラ要素および2つ以上のコントローラ要素を含んでもよい。

【0045】

コントローラ要素の組209におけるあるコントローラ要素は、分散型エネルギー資源コントローラ、センサまたはネットワーク要素であってもよい。例えば、あるコントローラ要素は、限定はされないが、充電コントローラ、スイッチ、インバータ、ルーター、サーバ、プロセッサ、電圧モニター、アンペアモニター、負荷バンク、分散型エネルギー資源制御パネル、電池バンク制御装置、自動切換えスイッチ、ルーター、プロセッサ、イーサネットスイッチまたは汎用プロトコル変換器であってもよい。

40

【0046】

本実施例において、コントローラ要素の組209は、限定はされないが、光起電力(PV)スイッチの組210、コンバイナ212、インバータ214、風力タービン(WT)充電コントローラ216およびPCサーバ218を含む。コントローラ要素の組209はまた、インターネットルーター220をも含んでいてもよい。

50

【 0 0 4 7 】

図 2 に示すマイクログリッドコントローラ要素は、マイクログリッド 2 0 0 に含まれていてもよいいくつかの可能なコントローラ要素の例に過ぎない。マイクログリッド 2 0 0 は、図 2 に示すコントローラ要素のすべてを含んでいなくてもよい。同様に、マイクログリッド 2 0 0 は、図 2 に示されていないその他の追加のコントローラ要素を含んでいてもよい。

【 0 0 4 8 】

マイクログリッドローカルエリアネットワーク 2 2 2 は、マイクログリッド 2 0 0 におけるコントローラ要素の組を接続しているローカルエリアネットワークである。図 2 に示す実施例において、マイクログリッドローカルエリアネットワーク 2 2 2 は、分散型エネルギー資源 2 0 2、2 0 4、2 0 6 および 2 0 8 をマイクログリッドローカルエリアネットワーク 2 2 2 内のピアツーピアネットワークにおけるインターネットプロトコル (IP) アドレスを有するコントローラ要素と接続する。このようにして、マイクログリッドローカルエリアネットワーク 2 2 2 は、マイクログリッド 2 0 0 における各コントローラ要素にそのコントローラ要素用のステータス情報をマイクログリッド 2 0 0 上の他のコントローラ要素へと伝送させる。

【 0 0 4 9 】

遠隔クライアントにおけるユーザは、インターネットルーター 2 2 0 を介してマイクログリッドローカルエリアネットワーク 2 2 2 に接続することにより、マイクログリッドローカルエリアネットワーク 2 2 2 に接続し、マイクログリッド 2 0 0 上の分散型エネルギー資源およびコントローラ要素と関連付けられたステータスおよび / または負荷情報を得てもよい。

【 0 0 5 0 】

インターネットルーター 2 2 0 は、単一の共通冗長ネットワークポートを提供する。言い換えると、インターネットルーター 2 2 0 は、マイクログリッドローカルエリアネットワーク 2 2 2 およびマイクログリッドローカルエリアネットワーク 2 2 2 に接続されているあらゆる構成要素に対する遠隔インターネットアクセスを制御するゲートとして作用する。

【 0 0 5 1 】

一組のサイバーセキュリティ方法およびツールは、インターネットルーター 2 2 0 に適用可能である。言い換えると、一組のサイバーセキュリティ方法およびツールは、インターネットルーター 2 2 0 における単一の冗長ネットワークポート上で実施可能である。

【 0 0 5 2 】

一組のサイバーセキュリティ方法およびツールは、単一のサイバーセキュリティ方法および / またはツールを有する一組、ならびに、複数の異なるサイバーセキュリティ方法およびツールを有する一組であってもよい。サイバーセキュリティ方法およびツールの組におけるサイバーセキュリティ方法およびツールは、いかなる既知または入手可能なサイバーセキュリティ方法および / または現在入手可能なまたは将来入手可能となる可能性があるサイバーセキュリティツールを含んでもよい。

【 0 0 5 3 】

したがって、インターネットルーター 2 2 0 は、遠隔クライアントに限定された情報および / またはステータスデータおよび / または負荷データのようなマイクログリッドローカルエリアネットワーク 2 2 2 に対するアクセスを得させるのみであるマイクログリッドローカルエリアネットワーク 2 2 2 に対する単一のアクセスポイントを提供する。遠隔クライアントは、インターネットなどの広域ネットワーク 2 2 4 からマイクログリッドローカルエリアネットワーク 2 2 2 に接続するクライアントであってもよい。

【 0 0 5 4 】

マイクログリッド 2 0 0 のマイクログリッド要素は、マイクログリッドローカルエリアネットワーク 2 2 2 に結び付けられていてもよい。このアーキテクチャのマイクログリッド要素は、マイクログリッドローカルエリアネットワーク 2 2 2 により制御される共通の

10

20

30

40

50

冗長ポートであるマイクログリッドインターネットルーター 220 を介して以外はインターネットにアクセスできない。

【0055】

マイクログリッドローカルエリアネットワーク 222 に対するインターネットアクセスは、暗号化およびセキュリティ保護されていてもよい。

【0056】

本実施例において、インターネットからマイクログリッドローカルエリアネットワーク 222 にアクセスするユーザは、ステータスデータおよび負荷測定情報にしかアクセスできない。

【0057】

マイクログリッド 200 は、すべての層またはレベルの制御可能性におけるサイバーセキュリティを利用可能な分散型アーキテクチャを有する。マイクログリッド制御センター 226 は、マイクログリッド 200 と関連付けられたコントローラ要素および分散型エネルギー資源の健全性およびステータスを監視する発電環境 201 内の制御ワークステーションである。マイクログリッド制御センター 226 は、図 1 におけるマイクログリッド制御センター 116 といったマイクログリッド制御センターとして実施可能である。

【0058】

マイクログリッド制御センター 226 は、リアルタイムで各マイクログリッド要素からステータスデータ 228 を受信することによりマイクログリッド要素の健全性およびステータスを監視する。ステータスデータ 228 は、マイクログリッド 200 上の（1 つまたは複数の）分散型エネルギー資源による電力出力、マイクログリッド 200 上の電力需要、および、マイクログリッド要素の機能または動作ステータスを示す。

【0059】

ステータスデータ 228 が第 1 分散型エネルギー資源における故障または出力減少を示す場合、第 1 分散型エネルギー資源に関連付けられた負荷を第 2 分散型エネルギー資源に再割り当てしてもよい。例えば、（一つまたは複数の）光起電力セルが暗い曇天のため予想より少ないエネルギーを生成している場合、その（一つまたは複数の）光起電力セルに対する負荷は、風力タービンまたはディーゼル発電機へと移すことができる。これに加えて、異なる分散型エネルギー資源へ負荷を移すようマイクログリッド 200 を再構成すること、および / または、異なるマイクログリッド要素へタスクを再割り当てすることにより、マイクログリッド 200 の発電および機能を阻害することなく、マイクログリッド 200 内へ第 3 分散型エネルギー資源を設置し、かつ / または、修理または交換のためにマイクログリッド 200 から第 1 分散型エネルギー資源を除去することができる。言い換えると、マイクログリッド 200 は、マイクログリッド 200 により生成される機能、性能および電力出力全体をほとんどまたはまったく阻害することなく、マイクログリッド 200 の個々の要素の性能、出力または機能における変化を補償するよう再構成可能である。

【0060】

図 2 は、一例として意図されており、種々の有利な実施形態に対するアーキテクチャの限定として意図されるものではない。例えば、図 2 において、マイクログリッド制御センター 226 は、マイクログリッド 200 から遠く離れて位置しているとして描写されている。しかしながら、別の有利な実施形態では、マイクログリッド制御センター 226 は、マイクログリッド 200 の近くに位置していることもある。

【0061】

これに加えて、図 2 に示すように、発電環境 201 は、マイクログリッドおよびマイクログリッド制御センター 226 を含む。しかしながら、別の有利な実施形態では、発電環境 201 はまた、電力設備マイクログリッドをも含んでいてもよい。本実施例において、マイクログリッド 200 は、電力設備マイクログリッドに接続され、かつ / または、従属させられていてもよい。

【0062】

図 3 は、有利な実施形態に係るマイクログリッド制御センターの図である。マイクログ

10

20

30

40

50

リッド制御センター 300 は、マイクログリッドを管理するワークステーションである。

【0063】

マイクログリッド制御センター 300 は、マイクログリッドコントローラ 302、データベース 304 およびルーター 306 を含んでもよい。

【0064】

マイクログリッドコントローラ 302 は、マイクログリッド内の分散型エネルギー資源およびコントローラ要素を構成し、マイクログリッド内の分散型エネルギー資源およびコントローラ要素と関連付けられているステータスおよび負荷を監視し、かつ、要素の故障を補償するためにコントローラ要素を再編成するデータ処理システムである。

【0065】

データベース 304 は、マイクログリッドの管理と関連付けられているデータ貯蔵のための冗長データベースである。これらの実施例において、データベース 304 は、独立した複数のディスクからなる冗長配列 (RAID) 上に位置するデータベースとして実施可能である。データベース 304 は、ラックマウント式であってもよい。

【0066】

本実施例におけるルーター 306 は、マイクログリッドにおけるマイクログリッド制御センター 300 と分散型エネルギー資源との間の第 1 レベルネットワークを構築するネットワークルーターである。分散型エネルギー資源クラスター 308、309 および 310 は、マイクログリッドと関連付けられている 1 つ以上の分散型エネルギー資源のクラスターである。本実施例において、マイクログリッドは、3 つの分散型エネルギー資源クラスターを含む。しかしながら、マイクログリッドは、単一の分散型エネルギー資源クラスター、2 つの分散型エネルギー資源クラスターおよび 4 つ以上の分散型資源クラスターといったあらゆる数の分散型エネルギー資源クラスターを含んでもよい。

【0067】

コントローラ要素の組 312、313 および 314 は、マイクログリッドと関連付けられている分散型エネルギー資源センサ、分散型エネルギー資源コントローラおよびローカルエリアネットワーク要素のうちの少なくとも 1 つを有する一組である。さらに、ここで用いられているように、「のうちの少なくとも 1 つ」という句は、項目の一覧とともに用いられる場合、列挙されている項目のうちの 1 つ以上の種々の組み合わせを用いてもよく、かつ、一覧の各項目のうちの 1 つしか必要でない可能性があるということを意味する。例えば、「項目 A、項目 B および項目 C のうちの少なくとも 1 つ」は、例えば限定はされないが、項目 A または項目 A および項目 B を含んでもよい。この例はまた、項目 A、項目 B および項目 C、または、項目 B および項目 C を含んでもよい。

【0068】

ネットワーク 316 は、分散型エネルギー資源とコントローラ要素とを接続しているマイクログリッドローカルエリアネットワークにマイクログリッド制御センター 300 を接続するマイクログリッドコントローラネットワークである。本実施例におけるネットワーク 316 は、マイクログリッドに遠隔マイクログリッド制御センター 300 を接続する広域ネットワークである。しかしながら、別の有利な実施形態では、ネットワーク 316 は、マイクログリッドローカルエリアネットワークにローカルマイクログリッドコントローラおよびローカルデータベースを接続していてもよい。

【0069】

本実施例において、ネットワーク 316 は、伝送制御プロトコル / インターネットプロトコル (TCP / IP) およびユーザデータグラムプロトコル (UDP) を利用するマイクログリッド制御センターネットワークであってもよい。

【0070】

マイクログリッド制御プロセス 318 は、マイクログリッドシステムを初期化し、分散型エネルギー資源およびコントローラ要素を構成し、マイクログリッド要素に関連付けられている平均負荷および局部負荷を決定し、マイクログリッド要素のステータスを監視するために、マイクログリッドコントローラ 302 がネットワーク 316 を利用するプロセ

10

20

30

40

50

スである。

【 0 0 7 1 】

マイクログリッド制御プロセス 3 1 8 がマイクログリッドコントローラ要素または負荷に関連付けられた変化の閾値レベルを識別すれば、制御プロセス 3 1 8 は、必要に応じてマイクログリッド要素および資源の再構成および / または再割り当てを開始して、エンドユーザに対する連続した電力供給を補償および許可する。マイクログリッド要素に関連付けられた変化の閾値レベルは、コントローラ要素の故障、電力需要の増加または 1 つ以上の分散型エネルギー資源からの電力生産の減少により生じる可能性がある。

【 0 0 7 2 】

マイクログリッドはまた、複数層のサイバーセキュリティをも含んでいてもよい。言い換えると、単一層のセキュリティに頼るよりむしろ、図 3 に示すマイクログリッドは、限定はされないが、マイクログリッド制御センター 3 0 0 のレベルのサイバーセキュリティ、分散型エネルギー資源クラスター 3 0 8 ~ 3 1 0 のレベルのサイバーセキュリティおよびコントローラ要素のレベルのサイバーセキュリティを含む制御可能性のすべてのレベルにおいて複数層のサイバーセキュリティを含んでいてもよい。

【 0 0 7 3 】

図 3 は、一例として意図されており、種々の有利な実施形態に対するアーキテクチャの限定として意図されるものではない。

【 0 0 7 4 】

ここで図 4 に注目して、有利な実施形態に係る分散型エネルギー資源クラスターの図を示す。

【 0 0 7 5 】

分散型エネルギー資源クラスター 4 0 0 は、ひとまとまりの 1 つ以上の分散型エネルギー資源である。マイクログリッドにおける各分散型エネルギー資源クラスターは、分散型エネルギー資源クラスターに関連付けられている少なくとも 1 つのプロセッサを有する。本実施例において、分散型エネルギー資源クラスター 4 0 0 は、プロセッサ 4 0 2 と関連付けられているひとまとまりの 1 つ以上の分散型エネルギー資源である。

【 0 0 7 6 】

プロセッサ 4 0 2 は、マスタープロセッサまたはスレーブプロセッサのいずれかとしてすることができる。マスタープロセッサは、必要に応じてスレーブプロセッサとして再指定してもよい。同様に、スレーブプロセッサは、マスタープロセッサとして再指定してもよい。

【 0 0 7 7 】

マスタープロセッサは、マイクログリッド要素を同期化し、かつ / または、停止時間のないロバスト電力バスを提供してもよい。マスターであれスレーブであれ指定されている分散型エネルギー資源プロセッサは、コントローラ要素、ネットワーク要素および分散型エネルギー資源といった分散型エネルギー資源クラスター 4 0 0 における要素を管理することができる。

【 0 0 7 8 】

例えば、限定はされないが、プロセッサ 4 0 2 は、(1 つまたは複数の) 光起電力コンバイナスイッチ、(1 つまたは複数の) 光起電力パネル、(1 つまたは複数の) 直流バススイッチ、(1 つまたは複数の) 風力タービン充電レギュレータ、(1 つまたは複数の) 電力インバータおよび (1 つまたは複数の) 電力レギュレータを制御する能力を有していてもよい。プロセッサ 4 0 2 は、エネルギーハーベストを測定し、直流発電を最大化し、エネルギー貯蔵を最大化し、負荷に優先順位をつけ、共通負荷をスレーブ要素に割り当て、かつ、生成した電気を電力インタフェース電圧および / または周波数と同期させる能力を有していてもよい。プロセッサ 4 0 2 は、エネルギーハーベストおよび電力平均分配を制御する能力を有していてもよい。プロセッサ 4 0 2 はまた、線形負荷および非線形負荷に対する電力品質を維持し、局部負荷需要を調整し、かつ、局部設定手順およびシステムの初期構成を構成する能力を有していてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 9 】

本説明例において、プロセッサネットワーク 4 0 4 は、マイクログリッドにおけるプロセッサ 4 0 2 といった 2 つ以上の分散型エネルギー資源クラスタープロセッサをピアツーピアネットワークにおいてともに接続するピアツーピアネットワークである。本実施例において、プロセッサネットワーク 4 0 4 は、分散型エネルギー資源クラスター 4 0 0 のプロセッサ 4 0 2 を分散型エネルギー資源クラスター 4 0 6 および分散型エネルギー資源クラスター 4 0 8 に関連付けられたプロセッサと接続する。プロセッサネットワーク 4 0 4 は、プロセッサ 4 0 2 が、分散型エネルギー資源クラスター 4 0 6 および分散型エネルギー資源クラスター 4 0 8 ならびにプロセッサネットワーク 4 0 4 と接続されたプロセッサを有するマイクログリッド上のその他あらゆる分散型エネルギー資源クラスターとステータス情報、負荷情報およびその他のデータを交換可能とする。

10

【 0 0 8 0 】

コントローラ要素 4 1 0、4 1 2、4 1 4 および 4 1 6 は、分散型エネルギー資源クラスター 4 0 0 に関連付けられている分散型エネルギー資源センサおよびコントローラである。コントローラ要素 4 1 0、4 1 2、4 1 4 および 4 1 6 は、限定はされないが、インバータ、電圧 / 電流モニター、自動切り替えスイッチ、負荷バンク、蓄電池バンク制御装置、分散型エネルギー資源制御盤、充電コントローラまたはその他何らかの種類のコントローラ、センサもしくはネットワーク要素といったあらゆる種類の分散型エネルギー資源センサおよびコントローラとすることができる。

【 0 0 8 1 】

20

コントローラ要素 4 1 0、4 1 2、4 1 4 および 4 1 6 は、ピアツーピアコントローラネットワーク 4 1 8 においてともに接続されている。コントローラネットワーク 4 1 8 は、伝送制御プロトコル / インターネットプロトコルおよびユーザデータグラムプロトコルを用いる冗長リングネットワークであってもよい。リングネットワークは、イーサネットネットワークであってもよい。冗長リングネットワークは、故障が生じるとリングの 1 本の脚部を使用不可にする。冗長リングは、C リングとして機能してもよい。

【 0 0 8 2 】

コントローラネットワーク 4 1 8 は、スイッチ 4 2 0、4 2 2、4 2 4、4 2 6、4 2 8、4 3 0 および 4 3 2 を含む。コントローラネットワーク 4 1 8 における各スイッチは、ちょうど 2 つの他のスイッチと接続して、各管理イーサネットスイッチを介して信号用の連続経路を形成する。

30

【 0 0 8 3 】

本実施例において、スイッチ 4 2 0、4 2 2、4 2 4、4 2 6、4 2 8、4 3 0 および 4 3 2 は、限定はされないが、管理イーサネットスイッチである。スイッチは、専用インターネットネットワーク (D I N) レールマウントされた構成要素であってもよい。プロセッサ 4 0 2 といったプロセッサはまた、任意で、専用インターネットネットワークレールマウントされていてもよい。

【 0 0 8 4 】

コントローラネットワーク 4 1 8 は、逆転リングを利用して、冗長リングネットワーク配列を形成していてもよい。2 つのイーサネットスイッチの間の単一の脚部故障は、イーサネットスイッチの故障時にコントローラネットワーク 4 1 8 においてほんのわずかな初期遅延しか起こさない。

40

【 0 0 8 5 】

プロセッサネットワーク 4 0 4 上のネットワークプロセッサへのアクセスを要する各コントローラ要素は、分散型エネルギー資源クラスター 4 0 0 における管理イーサネットスイッチに接続されている。管理イーサネットスイッチが故障すれば、そのイーサネットスイッチに接続されているすべてのコントローラ要素が、ネットワークから隔離される。

【 0 0 8 6 】

本実施例において、すべての管理イーサネットスイッチは、分散型エネルギー資源クラスター 4 0 0 における単一のコントローラ要素に接続されている。言い換えると、各コン

50

トローラ要素は、コントローラネットワーク 418 におけるそれ自身のイーサネットスイッチに接続されている。本実施例において、単一のイーサネットスイッチが故障すれば、その故障したイーサネットスイッチに取り付けられているマイクログリッド要素のみが、ネットワークから切断されることとなる。しかしながら、別の有利な実施形態では、管理イーサネットスイッチは、2 つ以上のコントローラ要素に接続されていてもよい。

【0087】

イーサネットスイッチに接続されている各コントローラ要素は、伝送制御プロトコル/インターネットプロトコルおよびユーザデータグラムプロトコルインタフェースプロトコルを用いてもよい。コントローラ要素は、コントローラ要素のプロトコルをイーサネットスイッチのプロトコルへと変換するプロトコル変換器に接続されていてもよい。

10

【0088】

図 4 に示すように、コントローラ要素 410、412、414 および 416 とそれらに関連付けられているイーサネットスイッチ 420、422、424 および 426 とは、汎用プロトコル変換器 434、436、438、440 および 442 といった汎用プロトコル変換器に接続されている。汎用プロトコル変換器 434、436、438、440 および 442 は、コントローラ要素により用いられるプロトコルを管理イーサネットスイッチにより用いられるプロトコルへと変換する。汎用プロトコル変換器 434、436、438、440 および 442 はまた、所与のイーサネットスイッチにより用いられるプロトコルをその所与のイーサネットスイッチに接続されているコントローラ要素により用いられるプロトコルへと変換する。

20

【0089】

ルーター 444 および 446 は、コントローラネットワーク 418 をプロセッサネットワーク 404 と相互接続する 1 つ以上のルーター装置として実施可能である。ルーター 444 および 446 はまた、制御センターネットワーク 448 をプロセッサネットワーク 404 およびコントローラネットワーク 418 と接続するために利用されてもよい。

【0090】

制御センターネットワーク 448 は、マイクログリッド制御センター 450 をマイクログリッドプロセッサネットワーク 404 に接続するトップレベルネットワークである。マイクログリッド制御センター 450 は、マイクログリッドを構成し、かつ、図 1 のマイクログリッド制御センター 116、図 2 のマイクログリッド制御センター 226 および図 3 のマイクログリッド制御センター 300 といったマイクログリッドと関連付けられている分散型エネルギー資源の健全性を監視するためのワークステーションである。

30

【0091】

制御センターネットワーク 448、プロセッサネットワーク 404 およびコントローラネットワーク 418 は、マイクログリッド要素を監視、制御、構成および再構成するためのマイクログリッド制御、通信および命令ネットワークである。制御センターネットワーク 448、プロセッサネットワーク 404 およびコントローラネットワーク 418 の各々は、管理イーサネットスイッチを用いたリング配列を有していてもよい。こうして、いかなるオープンネットワーク回線も故障したイーサネットスイッチも、マイクログリッド要素の残りの動作に悪影響を及ぼすことはない。

40

【0092】

あらゆるプロセッサは、あらゆるコントローラ要素、分散型エネルギー資源またはピアツーピアネットワークに接続されているその他のプロセッサからステータスデータを得ることができる。

【0093】

したがって、分散型エネルギー資源クラスタープロセッサ、制御センターネットワーク 448、プロセッサネットワーク 404 およびコントローラネットワーク 418 は、ネットワーク要素をインテリジェント化し、かつ、その他の 1 つまたは複数のマイクログリッド要素との通信能力を与えることにより、マイクログリッド制御システムの複雑性を低減する。

50

【 0 0 9 4 】

これにより、各マイクログリッド要素は、そのサブシステムの状態を知り、その制御装置に負荷をかけることができる。この情報は、他のマイクログリッド要素へと伝えられることにより、マイクログリッド内の近隣のシステムのステータスを各分散型エネルギー資源クラスターに知らせる。こうして、マイクログリッドシステムの分散型エネルギー生成および貯蔵能力が増大させられる。同様に、単一のマイクログリッド要素の故障は、その他のマイクログリッド要素を使用不可としたり、該マイクログリッド要素の動作を阻止することはない。

【 0 0 9 5 】

そのうえ、制御センターネットワーク 4 4 8、コントローラネットワーク 4 1 8 およびプロセッサネットワーク 4 0 4 は、分散型エネルギー資源、マイクログリッド制御センター 4 5 0、プロセッサおよび外部通信回線の間の情報の受け渡しを可能とする。

【 0 0 9 6 】

一組のサイバーセキュリティ方法およびツールは、図 4 に示すマイクログリッドの複数の異なるレベルにおいて実施可能である。例えば、サイバーセキュリティ方法およびツールは、個々のコントローラ要素 4 1 0、一組のコントローラ要素、分散型エネルギー資源と関連付けられているすべてのコントローラ要素、個々の分散型エネルギー資源、所与の分散型エネルギー資源クラスター、プロセッサ 4 0 2、マイクログリッド制御センター 4 5 0、プロセッサネットワーク 4 0 4、コントローラネットワーク 4 1 8、制御センターネットワーク 4 4 8 またはその他あらゆるレベルの分散型マイクログリッドアーキテクチャのうちの少なくとも 1 つと関連付けられているレベルで実施可能である。したがって、サイバーセキュリティは、複数の異なるサイバーセキュリティ方法および / またはツールを用いて複数の異なるレベル内で実施可能である。

【 0 0 9 7 】

図 4 は、一例として意図されており、種々の有利な実施形態に対するアーキテクチャの限定として意図されるものではない。

【 0 0 9 8 】

ここで図 5 に注目して、有利な実施形態に係るデータ処理システムの図を描写する。データ処理システム 5 0 0 は、マイクログリッド制御センターと関連付けられているデータ処理システムであってもよい。データ処理システム 5 0 0 は、マイクログリッドまたは発電環境における 1 つまたは複数の分散型エネルギー資源、コントローラ要素または制御センターと関連付けられていてもよい。例えば限定はされないが、図 1 のマイクログリッド制御センター 1 1 6、図 2 のマイクログリッド制御センター 2 2 6、図 2 の PC サーバ 2 1 8、図 3 のマイクログリッドコントローラ 3 0 2、図 4 のプロセッサ 4 0 2 および / または図 4 のマイクログリッド制御センター 4 5 0 は、データ処理システム 5 0 0 を用いて実施してもよい。

【 0 0 9 9 】

本説明例において、データ処理システム 5 0 0 は、通信機構 5 0 2 を含む。通信機構 5 0 2 は、プロセッサユニット 5 0 4、メモリ 5 0 6、固定記憶域 5 0 8、通信ユニット 5 1 0、入出力 (I/O) ユニット 5 1 2 および表示部 5 1 4 の間の通信を提供する。

【 0 1 0 0 】

プロセッサユニット 5 0 4 は、メモリ 5 0 6 内に読み込まれてもよいソフトウェア用の命令を実行する役割を果たす。プロセッサユニット 5 0 4 は、特定の実施構成によって、ある数のプロセッサ、マルチプロセッサコア、またはその他何らかの種類のプロセッサであってもよい。項目に言及してここで用いられる「ある数の」は、1 つまたはそれ以上の項目を意味する。さらに、プロセッサユニット 5 0 4 は、単一のチップ上に主プロセッサが副プロセッサとともに存在するある数の異種プロセッサシステムを用いて実施可能である。別の説明例として、プロセッサユニット 5 0 4 は、同種の複数のプロセッサを含む対称型マルチプロセッサシステムであってもよい。

【 0 1 0 1 】

10

20

30

40

50

メモリ 506 および固定記憶域 508 は、記憶装置 516 の一例である。記憶装置は、例えば限定はされないが、データ、機能的形態のプログラムコード、および/または、一時的かつ/または永久的いずれかのその他適切な情報といった情報を保存することができるあらゆるハードウェアである。記憶装置 516 はまた、これらの実施例においてコンピュータ読み取り可能な記憶装置と呼ばれてもよい。これらの実施例において、メモリ 506 は、例えば、ランダムアクセスメモリまたはその他あらゆる適切な揮発性もしくは不揮発性記憶装置であってもよい。固定記憶域 508 は、特定の実施構成によって、さまざまな形態を取ってもよい。

【0102】

例えば、固定記憶域 508 は、1つまたはそれ以上の構成要素または装置を含んでもよい。例えば、固定記憶域 508 は、ハードドライブ、フラッシュメモリ、書き換え可能な光学ディスク、書き換え可能な磁気テープ、または、上記の何らかの組み合わせであってもよい。固定記憶域 508 により用いられる媒体もまた、着脱可能であってもよい。例えば、固定記憶域 508 用に着脱可能なハードドライブを用いてもよい。

【0103】

これらの実施例において、通信ユニット 510 は、その他のデータ処理システムまたは装置との通信を提供する。これらの実施例において、通信ユニット 510 は、ネットワークインタフェースカードである。通信ユニット 510 は、物理的通信回線と無線通信回線とのいずれかまたは両方の使用により通信を提供してもよい。

【0104】

入出力ユニット 512 は、データ処理システム 500 と接続可能なその他の装置に対してデータを入力および出力可能とする。例えば、入出力ユニット 512 は、キーボード、マウス、および/または、その他何らかの適切な入力装置を介するユーザ入力に対する接続を提供してもよい。さらに、入出力ユニット 512 は、プリンタへの出力を送信してもよい。表示部 514 は、ユーザに対する情報を表示する機構を提供する。

【0105】

オペレーティングシステム、アプリケーションおよび/またはプログラムに対する命令は、記憶装置 516 内に位置していてもよく、該記憶装置 516 は、通信機構 502 を介してプロセッサユニット 504 と通信状態にある。これらの説明例において、命令は、固定記憶域 508 上で機能的形態にある。これらの命令は、メモリ 506 内に読み込まれて、プロセッサユニット 504 により実行されてもよい。種々の実施形態のプロセスは、メモリ 506 のようなメモリ内に位置していてもよいコンピュータにより実行される命令を用いてプロセッサユニット 504 により行われてもよい。

【0106】

これらの命令は、プロセッサユニット 504 内のプロセッサにより読取りおよび実行可能なプログラムコード、コンピュータ使用可能なプログラムコードまたはコンピュータ読取り可能なプログラムコードと呼ばれる。種々の実施形態におけるプログラムコードは、メモリ 506 または固定記憶域 508 といった種々の物理的またはコンピュータ読み取り可能な記憶媒体上で実現されてもよい。

【0107】

プログラムコード 518 は、選択的に着脱可能で、かつ、プロセッサユニット 504 による実行のためにデータ処理システム 500 上に読み込まれたり、これに転送されてもよいコンピュータ読み取り可能な媒体 520 上で機能的な形態で位置している。プログラムコード 518 およびコンピュータ読み取り可能な媒体 520 は、これらの実施例においてコンピュータプログラム製品 522 を形成する。一例において、コンピュータ読み取り可能な媒体 520 は、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体 524 またはコンピュータ読み取り可能な信号媒体 526 であってもよい。コンピュータ読み取り可能な記憶媒体 524 は、例えば、固定記憶域 508 の一部であるドライブまたはその他の装置内へ挿入または設置されて、固定記憶域 508 の一部であるハードドライブのような記憶装置上へ転送される光学または磁気ディスクを含んでもよい。コンピュータ読み取り可能な記憶媒体 52

10

20

30

40

50

4 はまた、データ処理システム 500 と接続されているハードドライブ、サムドライブまたはフラッシュメモリといった固定記憶域の形態を取ってもよい。いくつかの場合において、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体 524 は、データ処理システム 500 から取り外しできないこともある。これらの説明例において、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体 524 は、持続性のコンピュータ読み取り可能な記憶媒体である。

【0108】

あるいは、プログラムコード 518 は、コンピュータ読み取り可能な信号媒体 526 を用いてデータ処理システム 500 へ転送されてもよい。コンピュータ読み取り可能な信号媒体 526 は、例えば、プログラムコード 518 を含む伝搬されたデータ信号であってもよい。例えば、コンピュータ読み取り可能な信号媒体 526 は、電磁気信号、光信号および/またはその他あらゆる適切な種類の信号であってもよい。これらの信号は、無線通信回線、光ファイバケーブル、同軸ケーブル、電線および/またはその他あらゆる適切な種類の通信回線といった通信回線により伝送されてもよい。言い換えると、通信回線および/または接続は、本説明例において、物理的なものであっても、無線であってもよい。

【0109】

いくつかの有利な実施形態において、プログラムコード 518 は、別の装置またはデータ処理システムからコンピュータ読み取り可能な信号媒体 526 を介して固定記憶域 508 へのネットワークによりダウンロードされて、データ処理システム 500 内で用いられてもよい。例えば、サーバデータ処理システムにおけるコンピュータ読み取り可能な記憶媒体に保存されたプログラムコードは、サーバからデータ処理システム 500 へネットワークによりダウンロードされてもよい。プログラムコード 518 を提供するデータ処理システムは、サーバコンピュータ、クライアントコンピュータまたはプログラムコード 518 を保存および伝送可能なその他何らかの装置であってもよい。

【0110】

データ処理システム 500 に対して例示された種々の構成要素は、種々の実施形態を実施可能な手法に対するアーキテクチャの限定を提供することを意図しているのではない。種々の有利な実施形態は、データ処理システム 500 に対して例示された構成要素に加えた、または、これに代えた構成要素を含むデータ処理システムにおいて実施されてもよい。図 5 に示したその他の構成要素は、示されている説明的実施例から変形させることができる。種々の実施形態は、プログラムコードを実行可能ないかなるハードウェア装置またはシステムを用いて実施されてもよい。一例として、データ処理システムは、無機構成要素と一体化した有機構成要素を含んでもよく、かつ/または、人間以外の有機構成要素から全体が構成されていてもよい。例えば、記憶装置は、有機半導体から構成されていてもよい。

【0111】

別の説明的実施例において、プロセッサユニット 504 は、ある特定の使用のために製造または構成されている回路を有するハードウェアユニットの形態を取っていてもよい。この種のハードウェアは、動作を行うよう構成されるためにプログラムコードが記憶装置からメモリ内へ読み込まれる必要なく動作を行ってもよい。

【0112】

例えば、プロセッサユニット 504 がハードウェアユニットの形態を取るとき、プロセッサユニット 504 は、ある数の動作を行うよう構成されている回路システム、特定用途向け集積回路 (ASIC)、プログラム可能な論理装置またはその他何らかの適切な種類のハードウェアであってもよい。プログラム可能論理装置について、該装置は、ある数の動作を行うよう構成されている。該装置は、後に再構成されてもよく、または、該ある数の動作を行うよう永久に構成されてもよい。プログラム可能論理装置の例として、例えば、プログラム可能論理アレイ、プログラム可能アレイ論理、フィールドプログラム可能論理アレイ、フィールドプログラム可能ゲートアレイおよびその他の適切なハードウェア装置が含まれる。この種の実施構成により、種々の実施形態に対するプロセスがハードウェアユニットにおいて実施されるので、プログラムコード 518 を省略してもよい。

【 0 1 1 3 】

さらに別の説明的実施例において、プロセッサユニット 5 0 4 は、コンピュータおよびハードウェアユニットにおいて見られるプロセッサの組み合わせを用いて実施されてもよい。プロセッサユニット 5 0 4 は、プログラムコード 5 1 8 を実行するよう構成されているある数のハードウェアユニットおよびある数のプロセッサを有してもよい。この描写した実施例により、プロセスのうちのいくつかは、ある数のハードウェアユニットにおいて実施されてもよい一方、その他のプロセスは、ある数のプロセッサにおいて実施されてもよい。

【 0 1 1 4 】

別の実施例として、データ処理システム 5 0 0 における記憶装置は、データを保存可能な何らかのハードウェア装置である。メモリ 5 0 6、固定記憶域 5 0 8 およびコンピュータ読み取り可能な媒体 5 2 0 は、有形の形態の記憶装置の例である。

10

【 0 1 1 5 】

別の実施例において、バスシステムは、通信機構 5 0 2 の実施に用いられてもよく、かつ、システムバスまたは入出力バスといった 1 つ以上のバスから構成されていてもよい。もちろん、バスシステムは、バスシステムに取り付けられている種々の構成要素または装置間のデータの転送を可能とするあらゆる適切な種類のアーキテクチャを用いて実施されてもよい。また、通信ユニットは、モデムまたはネットワークアダプタといったデータの送受信に用いられる 1 つ以上の装置を含んでもよい。さらに、メモリは、例えば、メモリ 5 0 6、または、通信機構 5 0 2 内に存在してもよいインタフェースおよびメモリコントローラハブにおいて見られるようなキャッシュであってもよい。

20

【 0 1 1 6 】

図 5 は、一例として意図されており、種々の有利な実施形態に対するアーキテクチャの限定として意図されるものではない。

【 0 1 1 7 】

図 6 は、有利な実施形態に係るマイクログリッドを構成するためのプロセスのフローチャートを示している。図 6 に示すプロセスは、図 1 のマイクログリッド制御システム 1 1 6、図 2 のマイクログリッド制御センター 2 2 6、図 3 のマイクログリッド制御センター 3 0 0 および / または図 4 のマイクログリッド制御センター 4 5 0 といったマイクログリッド用の制御センターにおいて実施可能である。とりわけ、該プロセスは、図 3 のマイクログリッドコントローラ 3 0 2 上で走っている制御プロセス 3 1 8 を用いて実施可能である。

30

【 0 1 1 8 】

図 6 に示すプロセスは、一組のマイクログリッド要素中の各要素に対するデフォルト構成を初期化することにより開始する（動作 6 0 2）。一組のマイクログリッド要素は、限定はされないが、（ 1 つまたは複数の）分散型エネルギー資源と関連付けられたセンサ要素、（ 1 つまたは複数の）分散型エネルギー資源と関連付けられたコントローラ要素およびネットワーク要素を含んでもよい。

【 0 1 1 9 】

動作 6 0 2 は、各要素に対するデフォルト構成を設定すること、および、マイクログリッドローカルエリアネットワークが安全であることを検証することを含んでもよい。別の実施形態において、動作 6 0 2 はまた、マイクログリッドシステム全体の電源投入シーケンス、または、所与の分散型エネルギー資源に対する電源投入シーケンスを含んでもよい。

40

【 0 1 2 0 】

プロセスは、マイクログリッドの一組の要素中の各要素に対するインターネットプロトコルアドレスを検証する（動作 6 0 4）。プロセスは、動作 6 0 4 においてインターネットプロトコルアドレスを構成するか、または、 1 つ以上の要素に割り当ててもよい。言い換えると、プロセスは、マイクログリッド要素のネットワークメンバーシップを検証する。

50

【 0 1 2 1 】

プロセスは、一組の要素における各要素にピングを送る（動作 6 0 6）。動作 6 0 6 は、マイクログリッド要素の構成を検証するために各要素にピングを送る。プロセスは、マイクログリッドがすでに動作可能であれば、各要素にピングを送った結果に基づいてグリッド構成を決定する（動作 6 0 8）。マイクログリッドが既存の構成ではまだ動作可能でなければ、動作 6 0 8 は、マイクログリッド構成を生成する。言い換えると、動作 6 0 8 におけるプロセスは、マイクログリッド用の構成を生成または選択する。

【 0 1 2 2 】

プロセスは、マスタープロセッサおよび（１つまたは複数の）スレーブプロセッサを割り当てる（動作 6 1 0）。マスタープロセッサは、マイクログリッドシステムおよび／またはサブシステムを制御する。その他すべての分散型資源プロセッサは、マスタープロセッサに従属している。本実施例において、限定はされないが、動作 6 1 2 は、マスタープロセッサとして指定されることとなる主負荷と関連付けられている分散型エネルギー資源または分散型エネルギー資源クラスターと関連付けられているプロセッサを識別する。その他の分散型エネルギー資源または分散型エネルギー資源クラスターと関連付けられているプロセッサは、マスタープロセッサに対する指定されたスレーブプロセッサである。

10

【 0 1 2 3 】

プロセスは、マイクログリッドが設備につながったマイクログリッドであるか否かについて判定する（動作 6 1 2）。設備が設備につながったマイクログリッドでない場合、プロセスは動作 6 1 6 を実行する。マイクログリッドが設備と接続されている場合、プロセスは、マイクログリッドを設備と同期させる（動作 6 1 4）。言い換えると、マイクログリッド電力出力は、設備に従属している。

20

【 0 1 2 4 】

プロセスは、平均交流（AC）バスローディングを決定する（動作 6 1 6）。動作 6 1 6 はまた、伝送回線インピーダンスを決定してもよい。

【 0 1 2 5 】

プロセスは、マイクログリッドに接続されている各分散型エネルギー資源に対する局部負荷を識別する（動作 6 1 8）。動作 6 1 8 におけるプロセスはまた、各分散型エネルギー資源に対する局部負荷の臨界を決定してもよい。

【 0 1 2 6 】

プロセスは、マイクログリッドローカルエリアネットワーク内のピアツーピアネットワークにおいて接続されている一組の要素からステータスデータを受信する（動作 6 2 0）。ステータスデータは、一組のマイクログリッド要素における１つまたは複数の要素に対する健全性状態試験を行った結果として受信されてもよい。一実施形態において、健全性状態試験は、一組のマイクログリッド要素におけるすべての要素について行われる。

30

【 0 1 2 7 】

プロセスは、ステータスデータに基づいてマイクログリッド要素の再編成が示されているか否かについて判定する（動作 6 2 2）。ステータスデータが再構成を示している場合、プロセスは、一組の要素を再編成して、第２グリッド構成を形成する（動作 6 2 4）。一組の要素を再編成することは、所与の要素により行われる予定の一組のタスクを変更すること、所与の要素の機能を再指定すること、または、故障した要素を交換するために冗長要素を起動することを含んでいてもよい。

40

【 0 1 2 8 】

プロセスは、グリッド構成を実行する（動作 6 2 6）。プロセスは、実時間でマイクログリッドシステムを監視し続ける（動作 6 2 8）。次いで、監視したステータスデータがグリッドの再構成を示していれば、プロセスは、動作 6 2 0 に戻る。

【 0 1 2 9 】

ステータスが、マイクログリッドにおけるある要素の故障、分散型エネルギー資源による電力出力の減少、電力需要の増大またはその他何らかのステータス変化を示す場合、ステータスデータは、グリッドの再構成を示してもよい。

50

【 0 1 3 0 】

ここで図 7 を参照して、有利な実施形態に係るマイクログリッドを構成するためのプロセスのフローチャートを描写する。図 7 に示すプロセスは、図 1 のマイクログリッド制御センター 1 1 6、図 2 のマイクログリッド制御センター 2 2 6、図 3 のマイクログリッド制御センター 3 0 0 および / または図 4 のマイクログリッド制御センター 4 5 0 といったマイクログリッド用の制御センターにおいて実施可能である。とりわけ、本プロセスは、図 3 のマイクログリッドコントローラ 3 0 2 上で走る制御プロセス 3 1 8 を用いて実施可能である。図 7 におけるプロセスはまた、図 4 のプロセッサ 4 0 2 といったマイクログリッドにおけるマスタープロセッサにより実施されてもよい。

【 0 1 3 1 】

プロセスは、マイクログリッド上のピアツーピアネットワークにおいて接続されている一組のマイクログリッドコントローラ要素からステータスデータを受信することにより開始する（動作 7 0 2）。プロセスは、ステータス変化が閾値レベルを超えているか否かについて決定する（動作 7 0 4）。

【 0 1 3 2 】

ステータスの変化が閾値レベルを超えていない場合、プロセスは、動作 7 0 2 へ戻り、マイクログリッドのステータスを監視し続ける。上記変化が変化の閾値レベルを超えている場合、プロセスは、一組のマイクログリッドコントローラ要素を再編成して、再編成されたマイクログリッド構成を形成する（動作 7 0 6）。プロセスは、再編成されたマイクログリッド構成を実行する（動作 7 0 8）。プロセスは、動作 7 0 2 へ戻り、マイクログリッドのステータスを監視し続ける。

【 0 1 3 3 】

種々の描写されている実施形態におけるフローチャートおよびブロック図は、種々の有利な実施形態における装置および方法のいくつかの可能な実施構成のアーキテクチャ、機能性および動作を示している。これに関して、フローチャートまたはブロック図における各ブロックは、モジュール、セグメント、機能および / または動作もしくは工程の一部を表していてもよい。例えば、ブロックのうちの 1 つ以上は、プログラムコードとして、ハードウェア内で、または、プログラムコードおよびハードウェアとの組み合わせで実施されてもよい。ハードウェア内で実施されるとき、ハードウェアは、例えば、フローチャートまたはブロック図における 1 つ以上の動作を行うよう製造または構成される集積回路の形態を取ってもよい。

【 0 1 3 4 】

いくつかの代替の実施構成では、ブロックにおいて示されている 1 つまたは複数の機能は、図示されているものとは異なる順序で起こってもよい。例えば、関連する機能性しだいで、連続して示されている 2 つのブロックは、場合によっては実質的に同時に実行されてもよく、または、上記ブロックは、時として逆の順序で実行されてもよい。また、フローチャートまたはブロック図において示されているブロックに加えて、その他のブロックを追加してもよい。

【 0 1 3 5 】

有利な一実施形態において、マイクログリッドを構成するための方法を提供する。一組のマイクログリッド要素を有するマイクログリッドの第 1 構成を初期化する。マイクログリッドの一組の要素中の各要素に対するインターネットプロトコルアドレスを検証する。一組の要素に関連付けられている平均負荷および共通負荷を識別する。マイクログリッドローカルエリアネットワーク内のピアツーピアネットワークにおいて接続されている一組の要素からのステータスデータを受信する。マイクログリッドの再構成を示すステータスデータに応答して、一組の要素を再編成して、第 2 グリッド構成を形成する。第 2 グリッド構成を実行する。

【 0 1 3 6 】

したがって、有利な実施形態は、マイクログリッド要素にすべてのマイクログリッドシステムおよび要素ファームウェアに対する移植性、再構成可能性および標準化をもたらす

10

20

30

40

50

適応マイクログリッド制御システムを提供する。有利な実施形態のマイクログリッド制御システムは、エンドユーザーに対する予測可能で連続した電力供給とともに、再生可能エネルギー源、分散型エネルギー生成、分散型エネルギー貯蔵および電力品質の信頼性、利用および効率を高める制御システムを提供する。

【0137】

有利な実施形態はまた、ネットワーク健全性監視能力、ならびに、要素故障、分散型エネルギー資源からのエネルギー生産の減少、および、エンドユーザーからのエネルギー需要の増加を補償するための適合性を有するマイクログリッド制御システムを提供する。

【0138】

種々の有利な実施形態はまた、マイクログリッド制御アーキテクチャ、ならびに、再生可能エネルギー源の使用、分散型エネルギー生成、電力貯蔵および電力品質を増大させる通信ネットワークを提供する。有利な実施形態のマイクログリッド制御システムはまた、連続電力供給およびネットワーク健全性管理能力を提供する。実施形態はまた、マイクログリッド制御システムにマイクログリッドシステム、要素および要素ファームウェアのすべてに対する移植性、再構成可能性および標準化をもたらす。

【0139】

該実施形態のマイクログリッド制御システムはまた、制御機能を中央制御センターよりむしろより下位レベルに局所的に割り当てることにより、電力システム動作の複雑性を低減する分散型インテリジェンスを可能とするために利用されてもよい。そのうえ、該実施形態のマイクログリッド制御システムは、冗長であり、回復力があり、かつ、安全なインフラストラクチャーを有する分散型発電を提供してもよい。

【0140】

種々の有利な実施形態は、全体としてハードウェアの実施形態、全体としてソフトウェアの実施形態またはハードウェアとソフトウェア要素との両方を含む実施形態の形態を取ることができる。いくつかの実施形態は、例えば、ファームウェア、常駐ソフトウェアおよびマイクロコードといった形態に限定はされないがこれらを含むソフトウェアにおいて実施される。

【0141】

さらに、種々の実施形態は、コンピュータもしくは命令を実行するあらゆるデバイスやシステムにより、または、これと接続して用いられるプログラムコードを提供するコンピュータ使用可能なまたはコンピュータ読み取り可能な媒体からアクセス可能なコンピュータプログラム製品の形態を取ることができる。本開示の目的のために、コンピュータ使用可能なまたはコンピュータ読み取り可能な媒体は、概して、命令実行システム、装置もしくはデバイスにより、または、これと接続して用いられるプログラムを収容、記憶、通信、伝搬または移送可能ないかなる有形の装置とすることもできる。

【0142】

コンピュータ使用可能なまたはコンピュータ読み取り可能な媒体は、例えば限定はされないが、電子、磁気、光学、電磁気、赤外線もしくは半導体システムまたは伝搬媒体とすることができる。コンピュータ読み取り可能な媒体の非限定的な実施例として、半導体または固体メモリ、磁気テープ、取り外し可能なコンピュータディスク、ランダムアクセスメモリ(RAM)、読み出し専用メモリ(ROM)、固定磁気ディスクおよび光ディスクが挙げられる。光ディスクは、コンパクトディスク読み出し専用メモリ(CD ROM)、コンパクトディスク読み出し/書き込み(CD R/W)およびDVDを含んでいてもよい。

【0143】

さらに、コンピュータ使用可能なまたはコンピュータ読み取り可能な媒体は、コンピュータ読み取り可能なまたは使用可能なプログラムコードを収容または記憶していてもよく、その結果、コンピュータ読み取り可能なまたは使用可能なプログラムコードがコンピュータ上で実行されると、このコンピュータ読み取り可能なまたは使用可能なプログラムコードの実行により、コンピュータが通信回線を介して別のコンピュータ読み取り可能なま

10

20

30

40

50

たは使用可能なプログラムコードを伝送する。この通信回線は、例えば限定はされないが、物理的または無線の媒体を用いてもよい。

【0144】

コンピュータ読み取り可能なまたはコンピュータ使用可能なプログラムコードを保存および/または実行するのに適したデータ処理システムは、システムバスなどの通信機構を介してメモリ要素に直接または間接的に結合されている1つ以上のプロセッサを含むこととなる。メモリ要素は、プログラムコードの実際の実行中に使用されるローカルメモリ、大容量記憶装置、および、コードの実行中に大容量記憶装置からコードを取り出し可能な回数を低減するための少なくともいくつかのコンピュータ読み取り可能なまたはコンピュータ使用可能なプログラムコードの一時記憶装置を提供するキャッシュメモリを含んでい

10

【0145】

入出力デバイスまたはI/Oデバイスは、直接または介在するI/Oコントローラを介してのいずれかでシステムと結合することができる。これらデバイスは、例えば限定はされないが、キーボード、タッチスクリーンディスプレイおよびポインティングデバイスを含んでいてもよい。また、種々の通信アダプタがシステムと結合されることにより、介在するプライベートまたはパブリックネットワークを介してデータ処理システムが他のデータ処理システムまたは遠隔プリンタまたは記憶装置と結合可能となってもよい。モデムおよびネットワークアダプタは、現在入手可能な種類の通信アダプタの非限定的な実施例のいくつかに過ぎない。

20

【0146】

種々の有利な実施形態の説明は、例示および説明の目的で提示したものであり、かつ、網羅的であったり、開示された形式の実施形態に限定されたりすることは意図していない。多くの変更および変形例が、当業者にとって明らかであろう。さらに、種々の有利な実施形態は、他の有利な実施形態と比較して異なる利点を提供するかもしれない。選択された一または複数の実施形態は、実施形態の原理、実際の適用をもっともよく説明するため、かつ、考慮された特定の使用に適したものとしてさまざまな変更を有するさまざまな実施形態に対する開示を当該技術分野における通常の技術を有する他者が理解できるようにするために選ばれ、説明されている。

【0147】

追加の実施形態は、第1構成のライブテストを行うようさらに構成されているマイクログリッドコントローラを有する装置を含むことができ、ライブテストは、一組のマイクログリッド要素中の各要素にピングを送ることを含む。

30

【0148】

追加の実施形態は、マイクログリッドローカルエリアネットワーク内のネットワークであるピアツーピアネットワークを有する装置を含むことができ、この装置は、一組のコントローラ要素をさらに含み、ピアツーピアネットワークが、マイクログリッドローカルエリアネットワーク内のピアツーピアコントローラネットワークを形成するために一組のコントローラ要素中の各要素を接続するコントローラネットワークをさらに含む。

【0149】

追加の実施形態は、

一組のコントローラ要素における第1コントローラ要素をさらに含む装置であって、第1コントローラ要素が、第1コントローラ要素により生成されたコントローラステータスデータを一組のマイクログリッドコントローラ要素における第2コントローラ要素へコントローラネットワークを用いて送信するよう構成されている、装置を含むことができる。

40

【0150】

追加の実施形態は、マイクログリッドローカルエリアネットワーク内のネットワークであるピアツーピアネットワークを有する装置を含むことができ、装置は、

一組のプロセッサをさらに含み、ピアツーピアネットワークが、マイクログリッドローカルエリアネットワーク内のピアツーピアプロセッサネットワークを形成するために一組

50

のプロセッサにおける各分散型エネルギー資源プロセッサを接続するプロセッサネットワークを含む。

【0151】

追加の実施形態は、

第1プロセッサにより生成されたプロセッサステータスデータを一組のプロセッサにおける第2プロセッサへプロセッサネットワークを用いて送信するよう構成されている一組のプロセッサにおける第1プロセッサをさらに含む装置を含むことができる。

【0152】

追加の実施形態は、

マイクログリッドローカルエリアネットワークに対するインターネットアクセスのための単一の共通冗長ネットワークポートをさらに含む装置であって、遠隔クライアントが、単一の共通冗長ネットワークポートを介してマイクログリッドローカルエリアネットワークにアクセスすることができ、一組のサイバーセキュリティ方法およびツールが、単一の共通冗長ネットワークポート上で実施され、かつ、単一の共通冗長ネットワークポートが、ステータスデータに対する遠隔クライアントのアクセスを許可し、マイクログリッドに関連付けられている制御機能に対する遠隔クライアントのアクセスを拒否するよう構成されている、装置を含むことができる。

【0153】

追加の実施形態は、マイクログリッドローカルエリアネットワーク内のネットワークであるピアツーピアネットワークを有するコンピュータプログラム製品を含むことができ、ピアツーピアネットワークがコントローラネットワークをさらに含み、コンピュータプログラム製品は、

ローカルエリアネットワーク内のピアツーピアコントローラネットワークにおける一組のマイクログリッド要素中の各コントローラ要素を接続するための、コンピュータ記録可能な記憶媒体上に保存されているプログラムコードと、

マイクログリッド上の第1コントローラ要素により生成されたステータスデータを一組のマイクログリッド要素における第2コントローラ要素へコントローラネットワークを用いて送信するために、コンピュータ記録可能な記憶媒体上に保存されているプログラムコードと、

をさらに含んでいる。

【0154】

追加の実施形態は、マイクログリッドローカルエリアネットワーク内のネットワークであるピアツーピアネットワークを有するコンピュータプログラム製品を含むことができ、ピアツーピアネットワークが、マイクログリッドローカルエリアネットワーク内のピアツーピアネットワークにおける一組のクラスタープロセッサ中の各分散型エネルギー資源プロセッサを接続するプロセッサネットワークをさらに含み、コンピュータプログラム製品が、

マイクログリッド上の第1クラスタープロセッサにより生成されたステータスデータを一組のクラスタープロセッサにおける第2クラスタープロセッサへプロセッサネットワークを用いて送信するための、コンピュータ記録可能な記憶媒体上に保存されているプログラムコードをさらに含んでいる。

【0155】

追加の実施形態は、

インターネット接続を用いた遠隔クライアントが単一の共通冗長ネットワークポートを介してのみマイクログリッドローカルエリアネットワークへアクセスすることを許可するための、コンピュータ記録可能な記憶媒体上に保存されているプログラムコードであって、一組のサイバーセキュリティ方法およびツールが単一の共通冗長ネットワークポート上で実施される、プログラムコードと、

遠隔クライアントがマイクログリッドと関連付けられているステータスデータおよび負荷データへアクセスすることを許可するための、コンピュータ記録可能な記憶媒体上に保

10

20

30

40

50

存されているプログラムコードと、

マイクログリッドと関連付けられている制御機能に対する遠隔クライアントのアクセスを拒否するための、コンピュータ記録可能な記憶媒体上に保存されているプログラムコードと

をさらに含むコンピュータプログラム製品を含んでいてもよい。

【0156】

追加の実施形態は、

一組のマイクログリッド要素内のコントローラ要素により生成されたステータスデータをマイクログリッド上の一組の分散型エネルギー資源プロセッサへピアツーピアローカルエリアネットワークを用いて送信するための、コンピュータ記録可能な記憶媒体上に保存されているプログラムコードと、分散型エネルギークラスタープロセッサにより生成されたステータスデータを一組の分散型エネルギー資源におけるすべてのプロセッサへ送信するための、コンピュータ記録可能な記憶媒体上に保存されているプログラムコードと、

をさらに含む、コンピュータプログラム製品を含んでいてもよい。

さらに、本願は以下に記載する態様を含む。

(態様1)

マイクログリッドを構成するための方法であって、

一組のマイクログリッド要素を有するマイクログリッドの第1構成を初期化することと

一組のマイクログリッド要素中の各要素に対するアドレスを検証することと、

マイクログリッドの再構成を示すピアツーピアネットワークにおいて接続されている一組のマイクログリッド要素からのステータスデータの受信にตอบสนองして、一組のマイクログリッド要素を再編成して、第2グリッド構成を形成することと、

第2グリッド構成を実行することと、

を含む方法。

(態様2)

一組のマイクログリッド要素が、分散型エネルギー資源に関連付けられているセンサ、分散型エネルギー資源に関連付けられているコントローラ、プロセッサ、ルーターおよび管理イーサネットスイッチのうちの少なくとも1つを含む、態様1に記載の方法。

(態様3)

マスタープロセッサが故障したことを示すステータスデータにตอบสนองして、機能的なスレーブプロセッサを再構成されたマスタープロセッサとして再指定すること

をさらに含む態様1に記載の方法。

(態様4)

第1構成のライブテストを行うことをさらに含み、ライブテストが、一組のマイクログリッド要素中の各要素にピングを送ることを含む

態様1に記載の方法。

(態様5)

一組のマイクログリッド要素内のコントローラ要素により生成されたステータスデータをマイクログリッド上の一組の分散型エネルギー資源プロセッサへピアツーピアネットワークを用いて送信することと、

分散型エネルギークラスタープロセッサにより生成されたステータスデータを一組の分散型エネルギー資源におけるすべてのプロセッサへ送信することと、

をさらに含む態様1に記載の方法。

(態様6)

ピアツーピアネットワークが、マイクログリッドローカルエリアネットワーク内のネットワークであり、かつ、ピアツーピアネットワークが、一組のマイクログリッド要素における各コントローラ要素に接続しているピアツーピアコントローラネットワークをさらに含み、かつ、

前記方法が、マイクログリッド上の第1コントローラ要素により生成されたステータス

10

20

30

40

50

データを一組のマイクログリッド要素における第 2 コントローラ要素へコントローラネットワークを用いて送信すること
をさらに含む態様 1 に記載の方法。

(態様 7)

ピアツーピアネットワークが、マイクログリッドローカルエリアネットワーク内のネットワークであり、かつ、ピアツーピアネットワークが、マイクログリッドローカルエリアネットワーク内のピアツーピアネットワークの一組のクラスタープロセッサにおける各分散型エネルギー資源プロセッサを接続しているプロセッサネットワークをさらに含み、かつ、

前記方法が、マイクログリッド上の第 1 クラスタープロセッサにより生成されたステータスデータを一組のクラスタープロセッサにおける第 2 クラスタープロセッサへプロセッサネットワークを用いて送信することをさらに含み、ステータスデータが、一組のマイクログリッド要素におけるある要素の健全性の状態と分散型エネルギー資源に関連付けられた負荷の測定値とのうちの少なくとも一方を含む態様 1 に記載の方法。

10

(態様 8)

単一の共通冗長ネットワークポートを介してのみインターネット接続を用いる遠隔クライアントがマイクログリッドローカルエリアネットワークにアクセスすることを許可することであって、一組のサイバーセキュリティ方法およびツールが単一の共通冗長ネットワークポート上で実施される、許可することと、

遠隔クライアントがマイクログリッドに関連付けられているステータスデータおよび負荷データにアクセスすることを許可することと、

20

マイクログリッドに関連付けられている制御機能に対する遠隔クライアントのアクセスを拒否することと、

をさらに含む態様 1 に記載の方法。

(態様 9)

一組のマイクログリッド要素に関連付けられている平均負荷および共通負荷を識別すること

をさらに含む態様 1 に記載の方法。

(態様 10)

マイクログリッドを管理するための方法であって、

30

マイクログリッドのマイクログリッドローカルエリアネットワーク内の一組のマイクログリッドコントローラ要素を接続しているピアツーピアコントローラネットワークにおいて接続されている一組のマイクログリッドコントローラ要素からステータスデータを受信することと、

閾値レベルを超えるマイクログリッドの変化を示すステータスデータに応答して、一組のマイクログリッドコントローラ要素および一組のマイクログリッドコントローラ要素に関連付けられている一組のタスクを再編成して、再編成されたマイクログリッド構成を形成することと、

再編成されたマイクログリッド構成を実行することと、

を含む方法。

40

(態様 11)

マイクログリッドローカルエリアネットワーク内のピアツーピアプロセッサネットワークにおいて接続されている一組の分散型エネルギー資源クラスタープロセッサからステータスデータを受信すること

をさらに含む態様 10 に記載の方法。

(態様 12)

マイクログリッド上の第 1 コントローラ要素により生成されたステータスデータを一組のマイクログリッドコントローラ要素における第 2 コントローラ要素へ送信することと、

マイクログリッド上のコントローラ要素により生成されたステータスデータをマイクログリッド上の一組の分散型エネルギー資源クラスタープロセッサにおけるすべてのプロセ

50

ッサへピアツーピアプロセッサネットワークを用いて送信することと、
をさらに含む態様 10 に記載の方法。

(態様 13)

マイクログリッド上の第 1 分散型エネルギークラスタープロセッサにより生成されたプ
ロセッサステータスデータを一組のマイクログリッドコントローラ要素中の各コントロー
ラ要素へ送信することと、

分散型エネルギークラスタープロセッサにより生成されたプロセッサステータスデータ
をマイクログリッド上の一組の分散型エネルギー資源クラスタープロセッサにおける第 2
プロセッサへピアツーピアプロセッサネットワークを用いて送信することと、
をさらに含む態様 10 に記載の方法。

10

(態様 14)

一組のコントローラ要素における第 1 コントローラ要素の故障を示すステータスデータ
に回答して、一組のコントローラ要素において第 1 コントローラ要素の機能を第 2 コント
ローラ要素に割り当てること

をさらに含む態様 10 に記載の方法。

(態様 15)

所与の管理イーサネットスイッチが、一組のコントローラ要素における単一のコントロ
ーラ要素に接続されている、態様 10 に記載の方法。

(態様 16)

一組のマイクログリッド要素を有するマイクログリッドと、
マイクログリッドの第 1 構成を初期化し、一組のマイクログリッド要素中の各要素に対
するアドレスを検証し、マイクログリッドの再構成を示すピアツーピアネットワークにお
いて接続されている一組のマイクログリッド要素からのステータスデータの受信に回答し
て、一組のマイクログリッド要素を再編成して、第 2 グリッド構成を形成し、第 2 グリッ
ド構成を実行するよう構成されているマイクログリッドに関連付けられているマイクログ
リッドコントローラと、
を含む装置。

20

(態様 17)

マイクログリッド内の分散型エネルギー資源クラスターにおけるあるプロセッサに接続
されている 2 つ一組のルーター

30

をさらに含む態様 16 に記載の装置。

(態様 18)

一組の要素が、分散型エネルギー資源に関連付けられているセンサ、分散型エネルギー
資源に関連付けられているコントローラ、プロセッサ、ルーターおよび管理イーサネット
スイッチのうちの少なくとも 1 つを含む、態様 16 に記載の装置。

(態様 19)

ピアツーピアネットワークが、ローカルエリアネットワーク内のネットワークであり、
かつ、ピアツーピアネットワークが、

一組のマイクログリッド要素内のコントローラ要素により生成されたステータスデータ
をマイクログリッド上の一組の分散型エネルギー資源プロセッサへピアツーピアローカル
エリアネットワークを用いて送信するピアツーピア冗長リングコントローラネットワーク
と、

40

分散型エネルギークラスタープロセッサにより生成されたステータスデータを一組の分
散型エネルギー資源におけるすべてのプロセッサへ送信するピアツーピアプロセッサネッ
トワークと、

をさらに含む、態様 16 に記載の装置。

(態様 20)

マイクログリッドを構成するためのコンピュータプログラム製品であって、
コンピュータ記録可能な記憶媒体と、

一組のマイクログリッド要素を有するマイクログリッドの第 1 構成を初期化するための

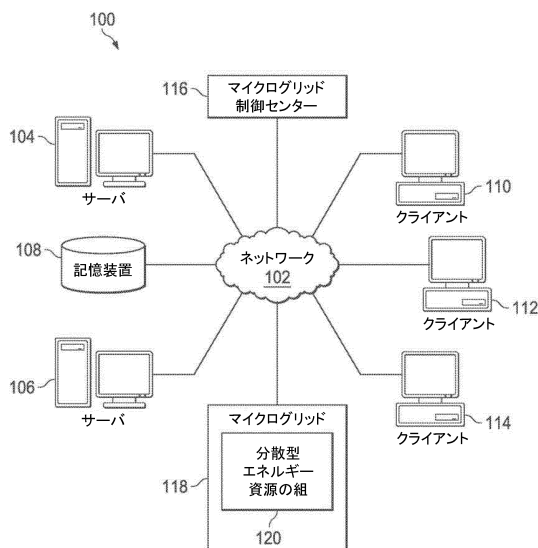
50

コンピュータ記録可能な記憶媒体上に保存されているプログラムコードと、
一組のマイクログリッド要素中の各要素に対するアドレスを検証するための、コンピュ
ータ記録可能な記憶媒体上に保存されているプログラムコードと、
マイクログリッドの再構成を示すピアツーピアネットワークにおいて接続されている一
組のマイクログリッド要素からのステータスデータの受信に応答して、一組のマイクログ
リッド要素を再編成して、第２グリッド構成を形成するための、コンピュータ記録可能な
記憶媒体上に保存されているプログラムコードと、第２グリッド構成を実行するための、
コンピュータ記録可能な記憶媒体上に保存されているプログラムコードと
を含むコンピュータプログラム製品。

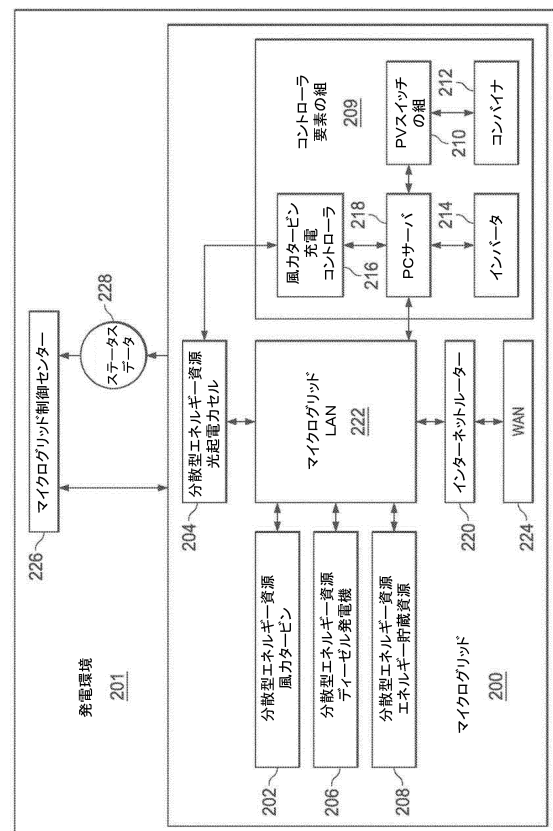
なお、イーサネットは登録商標である。

10

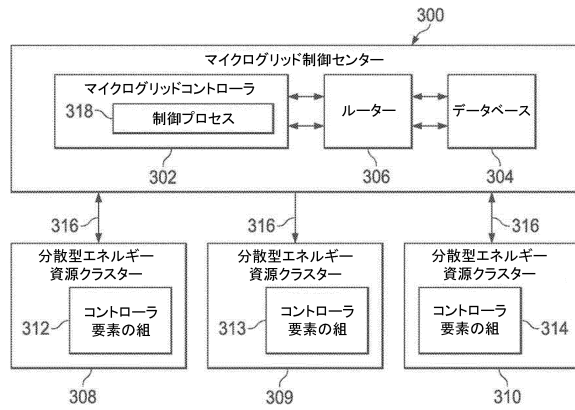
【圖 1】



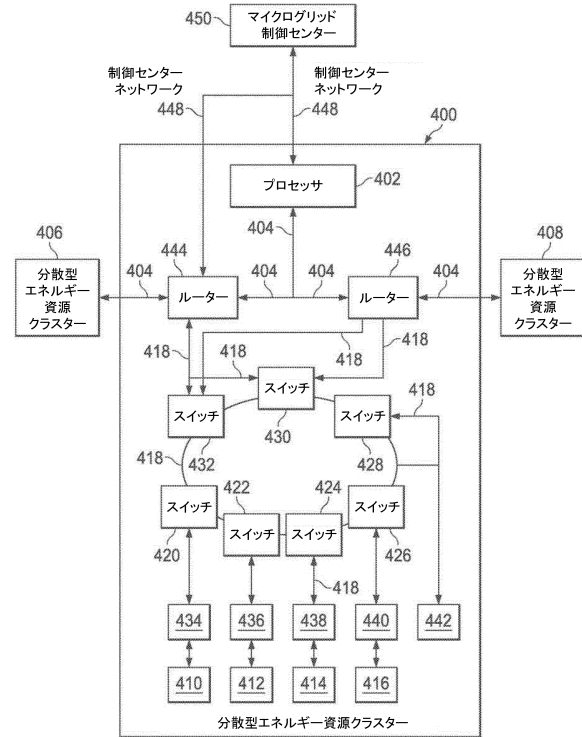
【圖 2】



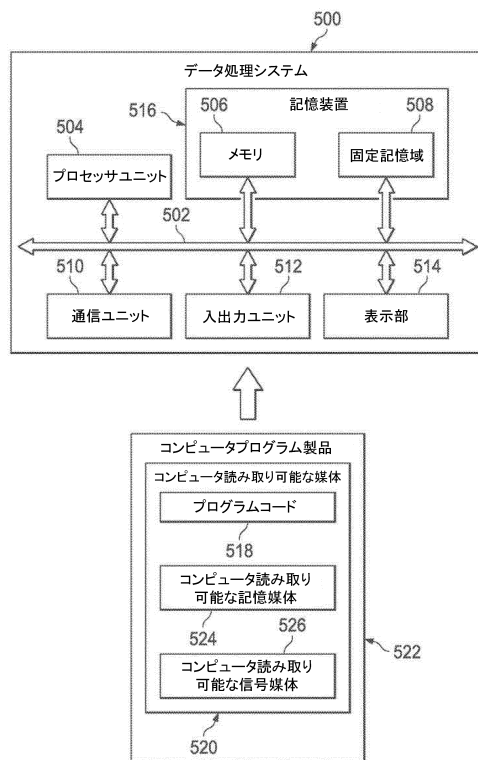
【図 3】



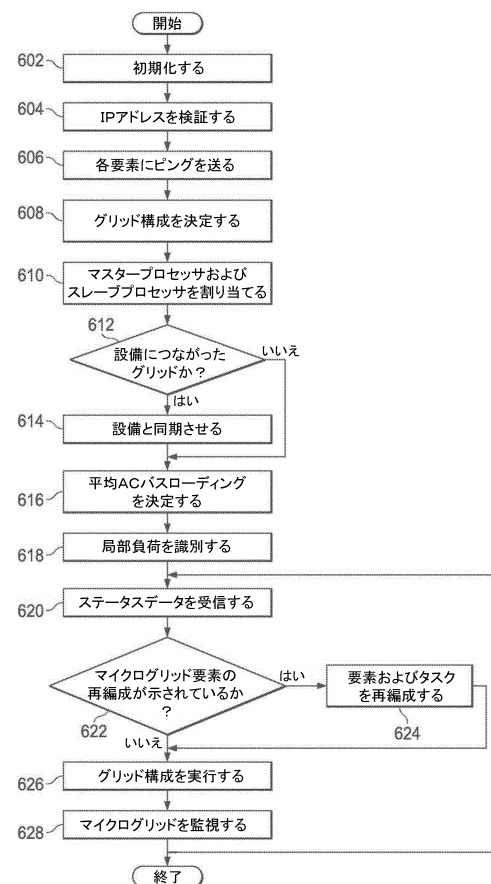
【図 4】



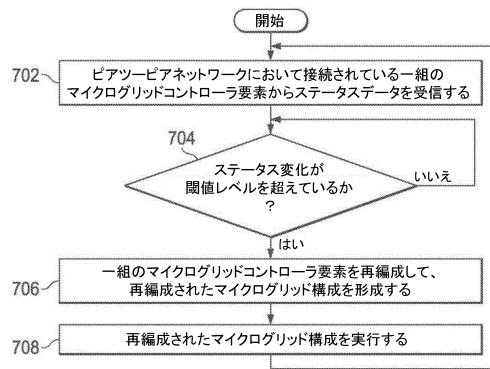
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 キャンバオ, ジミー エム.

アメリカ合衆国 カリフォルニア 92647, ハンティントン ビーチ, ボルサ チカ ロ
ード 14900, エム/シー エイチ017-ディー145

(72)発明者 パウンス, デール ケー.

アメリカ合衆国 ミズーリ 63134-0000, パークレー, ジェームズ エス マクド
ネル ブールヴァード 6315, エム/シー エス064-2920

審査官 坂本 聡生

(56)参考文献 特開2010-035322(JP,A)

特開2006-333618(JP,A)

特開2005-251055(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 3/00 - 5/00

H02J 13/00