

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2020-530974
(P2020-530974A)

(43) 公表日 令和2年10月29日(2020.10.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02J 3/32 (2006.01)	H02J 3/32	5G066
H02J 3/38 (2006.01)	H02J 3/38 110	
H02J 3/30 (2006.01)	H02J 3/38 150	
	H02J 3/30	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2019-500400 (P2019-500400)
 (86) (22) 出願日 平成30年8月13日 (2018. 8. 13)
 (85) 翻訳文提出日 令和1年11月19日 (2019. 11. 19)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2018/046427
 (87) 国際公開番号 W02019/036325
 (87) 国際公開日 平成31年2月21日 (2019. 2. 21)
 (31) 優先権主張番号 62/545, 159
 (32) 優先日 平成29年8月14日 (2017. 8. 14)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)

(71) 出願人 517306721
 ダイナパワー カンパニー エルエルシー
 アメリカ合衆国, 05403 バーモント
 州, サウス バーリントン, メドーランド
 ドライブ 85
 (74) 代理人 100104765
 弁理士 江上 達夫
 (74) 代理人 100107331
 弁理士 中村 聡延
 (72) 発明者 ジョン シー, パロンビーニ
 アメリカ合衆国, 05403 バーモント
 州, サウス バーリントン, メドーランド
 ドライブ 85

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 双方向ストレージ及び再生可能電力コンバータのための方法及び装置

(57) 【要約】

再生可能エネルギーアプリケーションのエネルギーストレージシステムは、再生可能エネルギー源、ACバス及びDCバスに接続された双方向インバータ、双方向DC/DCコンバータに接続されたエネルギーストレージユニット、及び、双方向インバータ及び双方向DC/DCコンバータに結合された一以上のコントローラを有する制御システムを含む。双方向インバータは、再生可能エネルギー源及び双方向DC/DCコンバータに、DCバスを介して接続されている。制御システムは、双方向DC/DCコンバータ及び双方向インバータの動作を容易にするように構成されている。エネルギーストレージシステムは、再生可能エネルギー源及びユーティリティグリッドからのエネルギー両方を貯蔵し、ユーティリティグリッドに電力を供給もする。エネルギーストレージシステムは、ユーティリティグリッドの周波数調整を支援する方法、予備、再生可能エネルギーストレージシステムの出力電力勾配率を制御する方法に用いられる。

【選択図】 図1

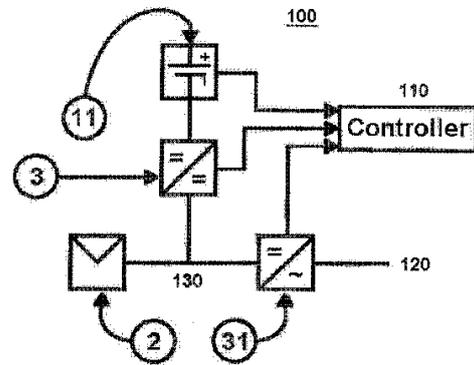


FIG. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

再生可能エネルギーアプリケーションのエネルギーストレージシステムであって、再生可能エネルギーと、
ACバス及びDCバスに接続されるとともに、前記再生可能エネルギー及び双方向DC / DCコンバータに前記DCバスを介して接続された双方向インバータと、
前記双方向DC / DCコンバータに接続されたエネルギーストレージユニットと、
前記双方向インバータ及び前記双方向DC / DCコンバータに結合された一以上のコントローラを有する制御システムであって、前記双方向DC / DCコンバータ及び前記双方向インバータの動作を容易にする制御システムと、
を備えることを特徴とするエネルギーストレージシステム。

10

【請求項 2】

前記再生可能エネルギーは、フォトルボイック(PV)アレイ、風力発電源及び水力発電源のうち少なくとも一つであることを特徴とする請求項1に記載のエネルギーストレージシステム。

【請求項 3】

前記双方向インバータは、前記ACバスを介して、ユーティリティグリッド、ローカル負荷及びマクログリッドの少なくとも一つに接続されていることを特徴とする請求項1に記載のエネルギーストレージシステム。

【請求項 4】

前記制御システムは、電圧の大きさ、周波数及び位相の少なくとも一つを検出するように構成された一以上のセンサを更に有することを特徴とする請求項1に記載のエネルギーストレージシステム。

20

【請求項 5】

前記制御システムは、ユーティリティグリッド、ローカル負荷及びマイクログリッドの少なくとも一つに電力が供給されているときに、電圧の周波数、位相及び大きさの少なくとも一つ、又は、前記双方向インバータの電流を同期するように構成されていることを特徴とする請求項4に記載のエネルギーストレージシステム。

【請求項 6】

前記エネルギーストレージユニットは、バッテリー、バッテリーバンク及びフライホイールエネルギーストレージユニットの少なくとも一つであることを特徴とする請求項1に記載のエネルギーストレージシステム。

30

【請求項 7】

前記制御システムは、前記双方向インバータを、最大電力点追跡(Maximum Power Point Tracking: MPPT)モード又はグリッドストレージモードで動作するように制御し、

前記制御ユニットは、MPPTモードとグリッドストレージモードと間のオンザフライ遷移を制御する

ことを特徴とする請求項1に記載のエネルギーストレージシステム。

【請求項 8】

前記制御システムは、前記再生可能エネルギーにより発電された電力をグリッドに出力する、グリッドから前記エネルギーストレージユニットを充電する、又は、前記エネルギーストレージユニットを前記グリッドに放電するために、前記双方向インバータ及び前記双方向DC / DCコンバータの動作を選択的に可能にすることを特徴とする請求項7に記載のエネルギーストレージシステム。

40

【請求項 9】

前記再生可能エネルギーは、フォトルボイック(PV)アレイであり、

前記制御システムは、前記PVアレイからの出力電力をサンプリングして、最大電力を得るための電圧を選択的に適用する

ことを特徴とする請求項7に記載のエネルギーストレージシステム。

50

【請求項 10】

前記双方向インバータは、前記 AC バスでの単一の AC 出力のために、前記 DC バスでの複数の DC 接続を含み、

前記双方向インバータは、前記複数の DC 接続各々の最大電力を最適化するように構成されている

ことを特徴とする請求項 9 に記載のエネルギーストレージシステム。

【請求項 11】

M P P T モードとグリッドストレージモードとの間の前記オンザフライ遷移は、前記 P V アレイの出力電力が所定閾電力未満の場合に、前記制御ユニットにより制御されることを特徴とする請求項 9 に記載のエネルギーストレージシステム。

10

【請求項 12】

前記双方向インバータは、双方向 P V インバータであり、

前記再生可能エネルギー源は P V アレイであり、

前記双方向 P V インバータは、一以上の半導体スイッチを有しており、

前記半導体スイッチのゲートは、前記 P V アレイから受電した DC 電力を AC 電力に変換するための、又は、前記 AC バスから受電した AC 電力を DC 電力に変換するための、前記制御システムから複数のスイッチングパルスを受信する

ことを特徴とする請求項 1 に記載のエネルギーストレージシステム。

【請求項 13】

前記エネルギーストレージユニットは、前記再生可能エネルギー源及びグリッドの両方からのエネルギーを貯蔵するように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載のエネルギーストレージシステム。

20

【請求項 14】

エネルギーストレージシステムによりユーティリティグリッド電圧の周波数調整を支援する方法であって、

電力コマンドを受信し、

前記電力コマンドが正の電力コマンドである場合に、周波数調整のために、前記ユーティリティグリッドに電力を供給し、

前記電力コマンドが負の電力コマンドである場合に、前記ユーティリティグリッドから電力を吸収し、

30

第 2 電力コマンドを受信して、前記第 2 電力コマンドに応じて、ユーティリティグリッドに電力を供給し、又は、前記ユーティリティグリッドから電力を吸収する

ことを特徴とする方法。

【請求項 15】

前記エネルギーストレージシステムは、

再生可能エネルギー源と、

AC バス及び DC バスに接続されるとともに、前記再生可能エネルギー源及び双方向 DC / DC コンバータに前記 DC バスを介して接続された双方向インバータと、

前記双方向 DC / DC コンバータに接続されたエネルギーストレージユニットと、

前記双方向インバータ及び前記双方向 DC / DC コンバータに結合された一以上のコントローラを有する制御システムであって、前記双方向 DC / DC コンバータ及び前記双方向インバータの動作を容易にする制御システムと、

40

を備えることを特徴とする請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

前記ユーティリティグリッドに電力を供給することは、前記再生可能エネルギー源により発電された電力を前記ユーティリティグリッドに供給する、又は、前記ユーティリティグリッドに前記エネルギーストレージユニットを放電するための、前記双方向インバータ及び前記双方向 DC / DC コンバータの動作を、前記制御システムにより選択的に可能にすることを含み、

前記ユーティリティグリッドから電力を吸収することは、前記グリッドから前記エネル

50

ギストレージユニットを充電することを含む
ことを特徴とする請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

前記制御ユニットにより、前記双方向インバータを、最大電力点追跡 (Maximum Power Point Tracking: MPPT) モード又はグリッドストレージモードで動作するように制御することを更に含み、

前記 MPPT モードと前記グリッドストレージモードとの間のオンザフライ遷移を、周波数調整ディスパッチ信号により要求されるように、前記制御ユニットにより制御することを特徴とする請求項 15 に記載の方法。

【請求項 18】

前記双方向インバータは、双方向 P V インバータであり、
前記再生可能エネルギー源は P V アレイであり、
前記双方向 P V インバータは、一以上の半導体スイッチを有しており、
前記半導体スイッチのゲートは、前記 P V アレイから受電した D C 電力を A C 電力に変換するための、又は、前記 A C バスから受電した A C 電力を D C 電力に変換するための、
前記制御システムから複数のスイッチングパルスを受信することを特徴とする請求項 15 に記載の方法。

【請求項 19】

エネルギーストレージシステムの出力電力勾配率制御方法であって、
グリッドからの電力及び再生可能エネルギー源からの電力の一以上を貯蔵するように、
エネルギーストレージユニットを充電する場合に、双方向インバータを制御し、
前記再生可能エネルギー源の前記グリッドへの出力電力を、一以上のセンサにより監視し、
前記出力電力の変化率が、所定の勾配率から所定量だけ異なっているか否かを判定し、
前記出力電力の変化率を、予め決められた勾配率の所定量内に戻すために、前記エネルギーストレージユニットの充電又は放電を変更することを特徴とする方法。

【請求項 20】

前記エネルギーストレージシステムは、
再生可能エネルギー源と、
A C バス及び D C バスに接続されるとともに、前記再生可能エネルギー源及び双方向 D C / D C コンバータに前記 D C バスを介して接続された双方向インバータと、
前記双方向 D C / D C コンバータに接続されたエネルギーストレージユニットと、
前記双方向インバータ及び前記双方向 D C / D C コンバータに結合された一以上のコントローラを有する制御システムであって、前記双方向 D C / D C コンバータ及び前記双方向インバータの動作を容易にする制御システムと、
を備えることを特徴とする請求項 19 に記載の方法。

【請求項 21】

前記双方向インバータは、双方向 P V インバータであり、
前記再生可能エネルギー源は P V アレイであり、
前記双方向 P V インバータは、一以上の半導体スイッチを有しており、
前記半導体スイッチのゲートは、前記 P V アレイから受電した D C 電力を A C 電力に変換するための、又は、前記 A C バスから受電した A C 電力を D C 電力に変換するための、
前記制御システムから複数のスイッチングパルスを受信することを特徴とする請求項 20 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般的にはエネルギーストレージシステムに関し、より具体的には、再生可能エネルギー装置の制御モードを提供するエネルギーストレージシステム及び方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

電力変換システム及び関連する制御システムは、様々なエネルギー資源を連結するために用いられてよい。例えば、電力システムは、相互に連結された分散型エネルギー資源（例えば、発電機及びエネルギーストレージユニット）及び負荷を含むことができる。電力システムは、マイクログリッドシステムとして参照されてよく、ユーティリティグリッド又はマイクログリッドシステムに連結することもできる。電力システムは、これらのエネルギー資源間での電力を変換するために、電力変換を使用する（例えば、AC/DC、DC/DC、AC/AC、及び、DC/AC）。

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

電力システムは、電力を供給し、電力を調整し、及び、一の電源から、負荷に電力を継続して供給する目的の他の電源に電力を転送するように設計されていてよい。可能な限り最大のエネルギー生成量が使用されるように、可能な限り最も効率の用方法で電力が供給されることが望ましい。しかしながら、トポロジー制限及び設計要求は、最終的に用いられるエネルギー生成の制限になる可能性がある。

【0004】

エネルギーストレージシステムは、エネルギー資源の少なくとも一つがエネルギーストレージユニット（例えば、バッテリーエネルギーストレージ又はフライホイールエネルギーストレージ）である電力システムである。しばしば、エネルギーストレージシステムでは、エネルギーストレージユニットは、例えばソーラパネル又は風等の、再生可能エネルギー源からのエネルギーを貯蔵する。しかしながら、例えばユーティリティグリッド又は他のマイクログリッド等のグリッドからのエネルギーは、しばしば、エネルギーストレージユニットへの貯蔵に利用可能である。

【0005】

エネルギーストレージシステムは、様々な内部接続エネルギー源を含むマイクログリッドであってよい。電流エネルギーストレージシステムは、再生可能源からの電力がエネルギーストレージシステムに貯蔵される、或いは、グリッドからの電力がエネルギーストレージシステムに貯蔵されるシステムを含むけれども、このエネルギーストレージシステムは、エネルギーが貯蔵される方法及び方向から制限される。

【課題を解決するための手段】**【0006】**

本発明の実施形態は、再生可能エネルギー装置のためのエネルギーストレージシステム、ユーティリティグリッドの周波数調整を支援する方法、及び、再生可能エネルギー源の出力電力勾配率を制御する方法を含む。

【0007】

一の態様では、再生可能エネルギー装置のためのエネルギーストレージシステムは、再生可能エネルギー源と、ACバス及びDCバスに接続された双方向インバータとを含む。双方向インバータは、再生可能エネルギー源及び双方向DC/DCコンバータにDCバスを介して接続されている。エネルギーストレージユニットは双方向DC/DCコンバータに接続されており、制御システムは、双方向インバータ及び双方向DC/DCコンバータに接続された一以上のコントローラを含んでおり、制御システムは、双方向DC/DCコンバータ及び双方向インバータの動作を容易にするように構成されている。

【0008】

再生可能エネルギー源は、PVアレイ、風力エネルギー源及び水力エネルギー源の少なくとも一つであってよい。

【0009】

双方向インバータは、ユーティリティグリッド、ローカル負荷及びマイクログリッドの少なくとも一つに、ACバスを介して接続されていてよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 0 】

制御システムは一以上のセンサも含んでよく、一以上のセンサは、電圧の大きさ、周波数及び位相の少なくとも一つを検出するように構成されている。

【 0 0 1 1 】

制御システムは、電力を、ユーティリティグリッド、ローカル負荷及びマイクログリッドの少なくとも一つに供給するときに、インバータの電圧又は電流の周波数、位相及び大きさの少なくとも一つを同期するように構成されてよい。

【 0 0 1 2 】

エネルギーストレージユニットは、バッテリー、バッテリーバンク及びフライホイールエネルギーストレージユニットの少なくとも一つであってよい。

10

【 0 0 1 3 】

制御システムは、最大電力点追跡 (Maximum Power Point Tracking : M P P T) モードで動作するように、双方向インバータを制御してよい。

【 0 0 1 4 】

制御システムは、再生可能エネルギー源により生成された電力のグリッドへ出力するために、グリッドからエネルギーストレージユニットを充電するために、又は、エネルギーストレージユニットをグリッドへ放電するために、双方向インバータ及び双方向 D C / D C コンバータの動作を選択的に可能にしてよい。

【 0 0 1 5 】

再生可能エネルギー源は、フォトルボティック (P V) アレイであってよく、制御システムは、 P V アレイからの出力電力をサンプリングして、最大電力を得るためのインピーダンスを選択的に適用するように構成されてよい。

20

【 0 0 1 6 】

双方向インバータは、 A C バスでの単一の A C 出力のための D C バスでの複数の D C 接続を含んでいてよく、双方向インバータは、複数の D C 接続各々の最大電力を最適化するように構成されてよい。

【 0 0 1 7 】

双方向インバータは、双方向 P V インバータであってよく、再生可能エネルギー源は P V アレイであってよい。双方向 P V インバータは、一以上の半導体スイッチを含んでよく、ここで、半導体スイッチのゲートは、 P V アレイから受電した D C 電力を A C 電力に変換するための、又は、 A C バスを介して受電した A C 電力を D C 電力に変換するための、制御システムからの複数のスイッチングパルスを受信する。

30

【 0 0 1 8 】

エネルギーストレージユニットは、再生可能エネルギー源及びグリッドの両方からのエネルギーを貯蔵するように構成されてよい。

【 0 0 1 9 】

一の態様では、エネルギーストレージシステムによるユーティリティグリッド電圧の周波数を調整する方法は、電力コマンドを受信すること、電力コマンドがポジティブ電力コマンドである場合に、周波数調整のために、ユーティリティグリッドに電力を供給すること、電力コマンドがネガティブ電力コマンドである場合に、ユーティリティグリッドから電力を吸収すること、次回の電力コマンドを受信すること、該次回の電力コマンドに従って、電力をユーティリティグリッドに供給する又はユーティリティグリッドから電力を吸収すること、を含む。

40

【 0 0 2 0 】

エネルギーストレージシステムは、再生可能エネルギー源と、 A C バス及び D C バスに接続された双方向インバータとを含んでよい。ここで、双方向インバータは、再生可能エネルギー源及び双方向 D C / D C コンバータに D C バスを介して接続されてよく、双方向インバータは、ユーティリティグリッドに A C バスを介して接続されてよく、エネルギーストレージユニットは、双方向 D C / D C コンバータに接続されてよく、制御システムは、双方向インバータ及び双方向 D C / D C コンバータに結合された一以上のコントローラを含んで

50

よく、制御システムは、双方向DC/DCコンバータ及び双方向インバータの動作を容易にするように構成されてよい。

【0021】

ユーティリティグリッドに電力を供給することは、再生可能エネルギー源により生成された電力をユーティリティグリッドに供給するために、又は、電力ストレージユニットをグリッドに放電するために、制御システムにより、双方向インバータ及び双方向DC/DCコンバータの動作を選択的に可能にすることを含んでよく、ユーティリティグリッドからの電力を吸収することは、グリッドからエネルギーストレージユニットを充電することを含んでよい。

【0022】

制御ユニットは、最大電力点追跡(MPPT)モードで動作するように、双方向インバータを制御してよい。

【0023】

一の態様では、エネルギーストレージシステムのための勾配率制御方法は、グリッドからの電力及び再生可能エネルギー源からの電力の一以上を貯蔵するようにエネルギーストレージユニットを充電するときに双方向インバータを制御すること、一以上のセンサにより、グリッドへの再生可能エネルギー源の出力電力を監視すること、出力電力の変化率が予め規定された勾配率から所定量だけ異なっているか否かを判定すること、出力電力の変化率が、予め規定された勾配率の所定量以内に帰るように、エネルギーストレージユニットの充電又は放電を変更することを含む。

【0024】

エネルギーストレージシステムは、再生可能エネルギー源と、ACバス及びDCバスに接続された双方向インバータとを含んでよく、ここで、双方向インバータは、再生可能エネルギー源及び双方向DC/DCコンバータにDCバスを介して接続されており、双方向インバータは、ACバスを介してグリッドに接続されており、エネルギーストレージユニットは双方向DC/DCコンバータに接続されており、制御システムは、双方向インバータ及び双方向DC/DCコンバータに結合された一以上のコントローラを含んでおり、制御システムは、双方向DC/DCコンバータ及び双方向インバータの動作を容易にするように構成されている。

【0025】

双方向インバータは双方向PVインバータであってよく、再生可能エネルギー源はPVアレイであってよい。双方向PVインバータは、一以上の半導体スイッチを含んでよい。ここで、半導体スイッチのゲートは、PVアレイから受電したDC電力をAC電力に変換する、又は、ACバスを介して受電したAC電力をDC電力に変換するための、制御システムからの複数のスイッチングパルスを受信する。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】図1は、本発明の実施形態によるフォトルタイクエネルギーのためのエネルギーストレージシステムを示している。

【図2】図2は、本発明の実施形態による例示的な双方向PVインバータを示している。

【図3】図3は、例示的なPVセルの電流-電圧カーブである。

【図4】図4は、本発明の実施形態によるエネルギーストレージシステムにより実施される周波数調整方法を示すフローチャートである。

【図5】図5は、本発明の実施形態によるエネルギーストレージシステムにより実施される勾配率制御方法を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0027】

本明細書の一部を形成し、具体的な実施例を図示する添付図面を参照する。しかしながら、本明細書に記載の原理は、多数の異なる形態で実施されてよい。図中の構成要素は必ずしも縮尺どおりではなく、代わりに本発明の原理を説明することに重点がおかれている

10

20

30

40

50

。さらに、図面において、異なる視点を通じて対応する部品を指定するために、同様の参照番号が付されてよい。

【0028】

本発明の以下の説明において、特定の用語は、参照のみを目的として用いられ、限定を意図するものではない。例えば、様々な要素を記述するために本明細書において、第1、第2等の用語が用いられるかもしれないが、これらの要素は、これらの用語により限定されるものではない。これらの用語は、一の要素を他から区別するためだけに用いられる。本発明の説明及び添付の特許請求の範囲で使用されるように、単数形「a」、「an」及び「the」は、文脈がそうでないことを明確に示さない限り、複数形も含むことを意図している。本明細書で使用される「及び/又は」という用語は、関連する列挙された用語の1つ又は複数のありとあらゆる可能な組み合わせを指し、包含することも理解されるであろう。用語「comprises」及び/又は「comprising」は、本明細書で用いられる場合、述べられた特徴、整数、ステップ、操作、要素、及び/又は構成要素の存在を明記すると理解されるだろうが、一つ以上の他の機能、整数、ステップ操作、要素、コンポーネント、及び/又はそのグループの存在又は追加を排除しない。

10

【0029】

本発明の実施形態は、フォトルタイク(PV)アレイと、グリッドに接続されたバッテリーとを有するエネルギーストレージシステムが、グリッドのみならず、例えばフォトルタイク(PV)(例えばPVアレイ)や風力(例えば風力タービン)等の再生可能エネルギー源からのエネルギーを双方向に貯蔵可能であるシステム及び方法を含む。

20

【0030】

図1を参照して、実施形態において、エネルギーストレージシステム100は、再生可能エネルギー源2、双方向PVインバータ31、エネルギーストレージ11、双方向DC/DCコンバータ3、コントローラ110、DCバス130及びACバス120を含む。ACバス120は、ユーティリティグリッド、ローカル負荷及び/又は他のマイクログリッドに接続されてよい。本実施形態では図1に示すように、再生可能エネルギー源2はPVアレイである。しかしながら、再生可能エネルギー源2はPVアレイに限定される必要はなく、例えば風力エネルギー源等の他の再生可能源でありうることを理解すべきである。

【0031】

実施形態において、再生可能プラスストレージ発電システム100のための制御システム110は、エネルギーストレージユニット11、コンバータ3及び双方向インバータ31の動作を調整する一以上のコントローラを含んでよい。制御システムは、コントローラに接続して、任意の必要な同期を実行するための、並びに、ACバス120に接続されたグリッドへの/からの電力流れ、及び、エネルギーストレージユニット11への/からの電力流れを制御するための、必要な情報を、コントローラに提供するセンサも含まれる。センサは、DCバス130、ACバス120及びエネルギーストレージユニット11の入力/出力に位置してよい。様々なタイプのセンサが、例えば市販のトランスデューサを含む、電圧の大きさ、電流の大きさ、周波数、及び位相の一以上を検出することに用いられてよい。

30

【0032】

図1は、エネルギーストレージユニット11、コンバータ3及び双方向インバータ31各々を制御する単一のコントローラを含む制御システム110の場合を示している。しかしながら、エネルギーストレージシステム100は、この特定の制御システムのレイアウトに限定されないと理解すべきである。他の実施形態では、再生可能プラスストレージ発電システム100のための制御システム110は、DC/DCコンバータ3及び双方向インバータ31各々のための分離した複数のコントローラを含んでよい。DC/DCコンバータ3及びインバータ31のための分離した複数のコントローラが存在する場合、制御システム110は、コンバータ3及びインバータ31の分離した複数のコントローラを調整するマスタコントローラを含んでよい。

40

【0033】

50

図 2 は、再生可能エネルギー源が P V アレイである実施形態において用いられ得る例示的な双方向 P V インバータ 3 1 を示している。P V インバータ 3 1 は、図 2 に示す特定のトポロジに限定されないと理解すべきである。P V インバータ 3 1 は、P V インバータ 3 1 が双方向である限りにおいて、他の適したトポロジであってよい。図 2 に示す例示的な双方向 P V インバータ 3 1 は、複数の半導体スイッチ 2 1 4 及び複数のインダクタ 1 7 4 を含む。半導体スイッチ 2 1 4 のゲート 2 1 2 は、半導体スイッチ 2 1 4 をスイッチングするための複数のスイッチングパルスからなるゲート信号を受信する。半導体スイッチ 2 1 4 の接続された対は、インバータレッグとして構成される。インダクタ 1 7 4 は、半導体スイッチ 2 1 4 の接続された対の間の各インバータレッグに接続される。制御システム 1 1 0 は、P V アレイ 2 から受電した D C 電力から A C 電力に、又は、A C バス 1 2 0 を介してグリッドから受電した A C 電力を D C 電力に電力変換するために、半導体スイッチ 2 1 4 のスイッチングパターンを制御する。制御システム 1 1 0 は、また、A C バス 1 2 0 を介してグリッドに電力を供給するときに、インバータ 3 1 をグリッドと同期させる（即ち、電圧 / 電流の周波数、位相及び大きさを同期させる）ようにスイッチングを制御する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

インバータ 3 1 は、インバータの A C 側で A C バス 1 2 0 に接続されている。A C バス 1 2 0 は、ユーティリティグリッド、マイクログリッド、負荷及び / 又は他の A C コネクションに結合可能である。望ましくは、インバータ 3 1 の D C 側は、D C バス 1 3 0 において、コンバータ 3 及び再生可能エネルギー源 2 の両方に接続されている。簡潔にするために、図 1 に示す実施形態では、アレイは単一の接続として示されているが、本発明の実施形態では、パネルが、再結合器ボックス内で、インバータの前に接続されるストリングを伴うストリングで接続可能であると理解すべきである。更に、再生可能エネルギー源 2 は、風力等の P V 以外の電源であってよい。

【 0 0 3 5 】

望ましくは、コンバータ 3 は、P V インバータ 3 1 の D C 入力に加えて、D C バス 1 3 0 でエネルギーストレージ 1 1 に接続されている。エネルギーストレージユニット 1 1 は、例えばバッテリー、バッテリーバンク、フライホイールエネルギーストレージ等を含んでいてよい。

【 0 0 3 6 】

実施形態では、制御システム 1 1 0 が、グリッドに電力を供給するように双方向インバータ 3 1 を制御している場合、制御システム 1 1 0 は、最大電力点追跡 (M P P T) モードで動作するようにインバータ 3 1 を制御する。再生可能エネルギー源 2 が P V アレイである場合、M P P T モードは、P V アレイの電力抽出を最大化するために用いられる。P V アレイによって生成される電力量は、入射する電磁エネルギー (太陽光) の強度と、アレイが給電する負荷のインピーダンスによって異なる。電磁強度、負荷インピーダンス及び出力電力の関係は、電流 - 電圧曲線に基づいて分析することができる (例えば図 3 参照) 。P V セルが最大電力点で動作しているとき、効率が最大になる。図 3 において、曲線 2 0 8 は、P V セルの最大電力点を表している。

【 0 0 3 7 】

制御システム 1 1 0 は、最大電力点又はその近くで動作するように P V インバータを制御する。そうすることで、制御システム 1 1 0 は、P V アレイ 2 からの出力電力をサンプリングして、最大電力を得るために適切なインピーダンスを適用する。制御システム 1 1 0 は、P V アレイ 2 の出力電圧の大きさ及び電流の大きさを検出する一以上のセンサを含んでよい。これらの読取値は、P V アレイ 2 の出力電力を計算できる制御システムのコントローラに提供され、最大電力点で動作するように P V インバータ 3 1 を制御する。

【 0 0 3 8 】

実施形態では、制御システムは、M P P T モードで動作するときに、摂動を実施するとともに、M P P T 方法を観察してよい。摂動及び観察方法では、制御システムは P V インバータ 3 1 を制御して P V アレイ電圧を調整し、電力出力を測定し、そして、電力が増加

するか否かに応じてさらに調整する。摂動及び観察方法は一例であり、他のM P P T法が使用されてよいと理解すべきである。

【0039】

実施形態では、P Vインバータ31が、A Cバス120としての単一のA C出力のためのD Cバス130における複数のD Cコネク션을有する一以上の最大電力点追跡(M P P T)入力をP Vインバータ31が可能であってよい。この場合、インバータ31は各D C入力の最大電力点を最適化可能である。この実施形態は、例えば製造公差、部分シェーディング等のために、P Vアレイが異なる電流 - 電圧曲線を有する複数のP Vモジュールを含む状況、又は、P Vアレイが広い地理的領域をカバーする大規模なP Vシステムにおいて有利であろう。

10

【0040】

図1に示す実施形態では、P Vアレイ2のみならず、A Cバス120を介してグリッドからもエネルギーを貯蔵可能とするために、制御システム110は双方向インバータ31と組み合わせられる。即ち、バッテリーは、P Vアレイ2(例えば、エネルギーストレージシステム110がグリッドから切り離された場合、又は、P Vアレイ2及び双方向インバータ31がM P P Tモードで動作し、P Vアレイ2が過剰電力を生成している場合)のみならず、グリッド(例えば、P Vアレイ2が十分な電力を生成していない、又は、ユーティリティグリッドからバッテリーを充電するためのコマンドが送信された場合)からのエネルギーも貯蔵できるように、制御システム110は、双方向インバータ31及びコンバータ3を調整する。

20

【0041】

加えて、実施形態では、制御システムは、M P P Tモードの動作を有効/無効にするために、そして、例えば、インバータ31がM P P Tを介してP V電力をグリッドに出力できる、又は、グリッドに/から、バッテリーを充電及び/又は放電できるユースケースにより必要とされるA C電力コマンド、D C電流コマンド又はD C電圧コマンドを有効にする又は無効にするために、P Vインバータを制御する。例えば、制御システムは、バッテリーの充電及び/又は放電が必要な場合に、M P P Tモードを無効にするとともに、A C電力コマンド/D C電流又は電圧コマンドを有効にすることができる。従って、制御システム110は、双方向インバータがA Cバス120を介してグリッドに電力を供給するように制御されるM P P Tモードから、双方向インバータ31が、グリッドからのエネルギーを用いて、エネルギーストレージユニット11を充電する(即ち、エネルギーストレージユニットにエネルギーを貯蔵する)ように制御されるグリッドストレージモードに、オンザフライで切り替えるように双方向インバータ31を制御できる。そうすることで、制御システム110は、P Vインバータ31がもはやA Cバス120を介してグリッドに電力を供給しないようにM P P Tモードを無効にし、その後、P Vコンバータがグリッドからの電力を、コンバータ3経由でエネルギーストレージユニット11に供給するようにグリッドストレージモードを有効にする。

30

【0042】

M P P Tモード及びグリッドストレージモードを有効化/無効化する能力は、様々なユースケースを可能とする。実施形態では、M P P Tモードからグリッドストレージモードに切り替える決定は、P Vアレイ2の出力電力に基づいてなされてよい。例えば、P Vアレイが電力を生成していない、又は、生成された電力量が所定閾値より少ない場合、グリッドからのエネルギーをエネルギーストレージユニット11に貯蔵することが有利であると判定されてよく、制御システム110は、グリッドから電力を供給するようにP Vインバータ31を制御するとともに、P Vインバータ31からエネルギーストレージユニット11に電力を供給するようにコンバータ3に指示してよい。この実施形態は、需要が低い夜間に卸売電力価格が非常に低い(そして、時にはマイナスになる)ことを考えると有利である可能性がある。

40

【0043】

グリッドからA Cバス120を介してエネルギーストレージユニット11に電力を供給す

50

ることは、制御システム 110 が、P V インバータ 31 及びコンバータ 3 を調整することを要求する。上述したように、制御システム 110 は、P V インバータ 31 及びコンバータ 3 の両方を制御する単一のコントローラ、又は、コンバータ 3 及び P V インバータ 31 の個々のコントローラにコマンドを送信するマスタコントローラを含んでよい。制御システム 110 は、グリッドから電力を吸収するために P V インバータを制御するとともに、P V インバータ 31 からの電力出力をエネルギーストレージユニット 11 に供給するためにコンバータ 3 を制御することにより、M P P T モードを無効にするとともに、グリッドストレージモードを有効にする。コントローラは、M P P T モード及びグリッドストレージモードの両方を無効にしてから P V ストレージモードを有効にしてもよい。そうする際に、コントローラは、P V インバータの入力及び / 又は出力に位置するスイッチを介して、P V インバータ 31 を P V アレイから切断してよい。コントローラは、その後、P V アレイ 2 からエネルギーストレージユニット 11 に電力を供給するようにコンバータ 3 を制御してよい。

10

20

30

40

50

【0044】

望ましくは、バッテリー 11、コンバータ 3、制御システム 110 及びインバータ 31 は、ケーブルの長さを短くすることによりコストを最小化するために互いに近接して配置され、例えばアレイの北側等のソーラパネルの影を最小に抑える位置に配置される。しかしながら、本発明はそのように限定されないと理解すべきである。更に、ストレージ 11、コンバータ 3 及びコントローラ 110 を含む本発明の実施形態は、新たな構成で設置されてもよく、既存の太陽光発電設備に改造されてもよい。

【0045】

本発明の実施形態では、制御システム 110 は、例えば銅又はファイバを介した M o d b u s T C P、短距離無線通信、無線ローカルエリアネットワークを介した無線、等の通信手段を介して、コンバータ、バッテリー及びインバータに接続可能である。システムの動作及びパフォーマンスを監視するために、オーナー、オペレータ又はサードパーティのデータ収集サービスによって、電力システムの資産のいずれかに、追加的な通信接続を行うことが可能である。これらのリモート接続は、例えばセルラ、衛星、ハードワイヤ接続等を介して行うことができる。

【0046】

実施形態では、図 1 のエネルギーストレージシステムは、グリッドでのユーティリティグリッド電圧の周波数調整を行うために用いることができる。図 4 は、本発明の実施形態による図 1 に示すエネルギーストレージシステム等のエネルギーストレージシステムにより実施される周波数調整方法を示すフローチャートである。

【0047】

図 4 を参照して、ステップ 410 において、制御システム 110 は、周波数調整に参加するためのユーティリティからの要求を受信する。この要求は、例えば、周波数調整ディスパッチ信号に応じて電力を供給又は吸収するために、ネットワークオペレーションセンタを介した経路の地域送電機関 (R e g i o n a l T r a n s m i s s i o n O r g a n i z a t i o n : R T O) からの呼び出しであってよい。周波数調整ディスパッチ信号は、周波数調整のためにグリッドに電力を供給するよう電力システム 110 に指示するポジティブ電力コマンド、又は、グリッドから電力を吸収するよう電力システム 110 に指示するネガティブ電力コマンドを含んでよい。ポジティブ又はネガティブ電力コマンドは、周波数調整への参加要求に含まれるのではなく、分離されたコマンドであってよい。

【0048】

ステップ 420 及び 430 は、電力コマンドがポジティブであるかネガティブであるかに依存する。電力コマンドが、周波数調整のためにグリッドに電力を供給するポジティブ電力コマンドである場合、ステップ 420 が実行され、制御システム 110 は、A C バス 120 を介してグリッドに電力を供給するように P V インバータを制御する。グリッドに電力が供給されているとき、P V インバータ 31 は、M P P T モードで動作してよい。電力コマンドが、グリッドから電力を吸収するためのネガティブ電力コマンドである場合、

ステップ430が実行される。ステップ430では、制御システムは、グリッドから電力を吸収するようにPVインバータ31を制御するとともに、制御システムは、PVインバータ31からの電力を供給し、それをエネルギーストレージユニット11に貯蔵するようにコンバータ3を制御する。

【0049】

ユーティリティからのポジティブ又はネガティブ電力信号は、例えば2秒毎に繰り返される周期信号であってよい。従って、ステップ440では、制御システムは、ポジティブ又はネガティブ電力信号を受信する。前回の信号がポジティブ電力コマンドであり、今回の信号がネガティブ電力コマンドである場合、制御システム110は、MPPTモードを無効にするとともに、グリッドストレージモードを有効にして、エネルギーがグリッドから吸収され、エネルギーストレージユニットに貯蔵されるようにPVインバータ31を制御する。前回の信号がネガティブ電力コマンドであり、今回の信号がポジティブ電力コマンドである場合、制御システム110は、グリッドストレージモードを無効にするとともに、MPPTモードを有効にするようにPVインバータを制御する。前回及び今回の電力コマンドがポジティブである場合、制御システム110は、MPPTモードでの動作を継続し、ポジティブ電力コマンドにより命令された電力の大きさを供給する。前回及び今回の電力コマンドがネガティブである場合、制御システムは、グリッドストレージモードでの動作を継続し、ネガティブ電力コマンドにより命令された電力の大きさを吸収する。

10

【0050】

別の実施形態では、図1のエネルギーストレージシステムは、勾配率制御の実施に用いることができる。図5は、本発明の実施形態による図1に示すエネルギーストレージシステム等のエネルギーストレージシステムにより実施される勾配率制御方法を示すスローチャートである。

20

【0051】

PV生成物は太陽光に依存している、それ故、PV電力生成物は、雲の通過や他のシェーディングイベントで変動する可能性がある。これらのシェーディングイベントが発生すると下降勾配が生じ、太陽光が戻ると上昇勾配が生じる。急な上昇勾配又は下降勾配がある場合、電力システム又は電力システムに接続された他のシステムに損傷が生じる可能性がある(例えば、高い勾配率は、システム障害を引き起こす周波数超過/不足イベントを引き起こす)。例えば、ソーラファームがフルパワーであるときに、相当な雲に覆われると、PVアレイからの出力電力が、最大パワーから非常に低い大きさになるおそれがあり、グリッド及び負荷は、非常に速い電力変化率を処理するための十分な用意がない。実施形態では、制御システム110及びコンバータは、予め規定された勾配率(時間に関する電力の変化率)が維持されるように、上昇勾配イベント中に部分的に充電し、下降勾配イベント中に部分的に放電することによって、シェーディングにより生じる上昇勾配及び下降勾配イベントの両方を緩和する。

30

【0052】

制御システム110は、システム100が予め規定された勾配率を維持するための勾配率制御で動作するように、コンバータ3及びインバータ31の動作を制御する。図5参照して、ステップ510では、エネルギーストレージユニット11は充電される。エネルギーストレージユニット11を充電するとき、コントローラ110は、PVインバータがグリッドから電力を供給するグリッドストレージモードで動作するようにPVインバータを制御してよい。制御システム110は、PVインバータ31からの電力をエネルギーストレージユニット11に貯蔵するように電力コンバータ3を制御する。或いは、制御システム110は、PVアレイからの電力に加えて又は代えてグリッドからの任意の吸収電力をエネルギーストレージユニット11に貯蔵するように電力コンバータ3を制御してよい。

40

【0053】

ステップ520において、勾配制御が開始されると、制御システム110は、グリッドへのPVインバータ31の出力電力を監視する。このような監視は、インバータ31により出力される電圧の大きさを検出するセンサの使用を通じて行われてよい。

50

【0054】

ステップ530において：コントローラは、電力の変化率が、予め規定された勾配率から設定量だけ異なるか否かを判定する。ステップ540において：率が設定量だけ異なると判定された場合、制御システム110は、勾配上昇又は勾配下降を緩やかにするためにバッテリーを放電又は充電するようにコンバータ3を制御する（例えば、出力電力の勾配率を緩やかに下降させるために、失われたソーラ生成物を補う）。

【0055】

他の実施形態では、図1のエネルギストレージシステム100は、PVインバータがグリッドを形成するグリッド形成モードで動作可能であるマイクログリッド100であってよい。PVインバータは、エネルギストレージシステムがユーティリティグリッドに通常接続されるときに、グリッド形成モードで動作してよいが、グリッドイベント（例えば停電）により、又は、グリッドからシステム100を切断することが望ましくなることにより、切断されてよい。グリッド形成モードで動作しているとき、制御システム110は、「グリッドを作る」ようにPVインバータを制御する。PVアレイは、任意のローカル負荷に適切な電力条件を供給するために、エネルギストレージユニットを結合してよい。更に、実施形態では、マイクログリッド100は、追加のAC結合電力源を含んでよい。この実施形態では、再生可能源2及びに似のAC結合電源からの発電の合計が不可需要を越える場合、制御システム100は、過剰な発電をエネルギストレージユニット11に貯蔵するようにインバータ31及びコンバータ3を制御してよい。

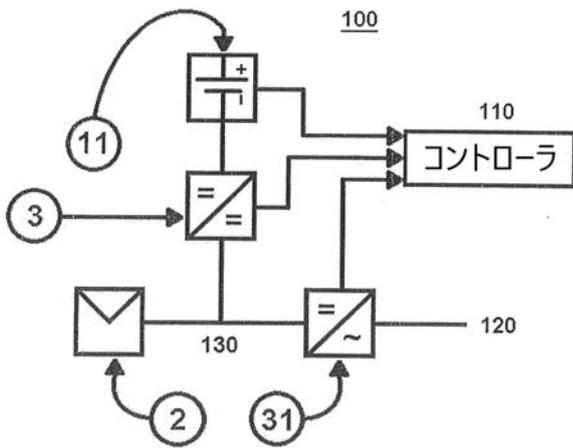
10

【0056】

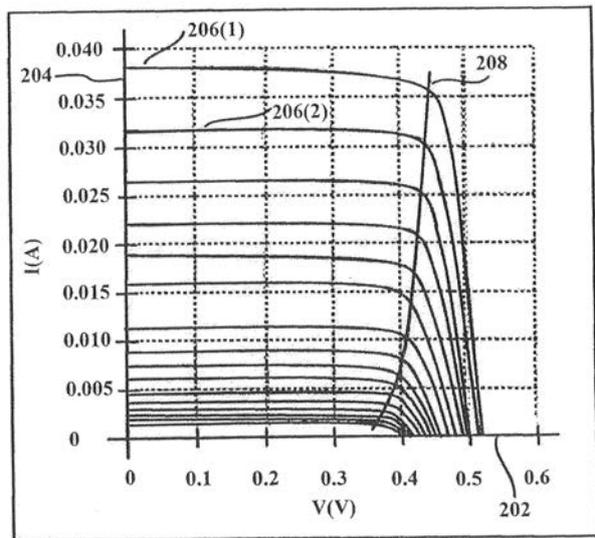
本開示の範囲から逸脱することなく、開示された電力システムに様々な修正及び変更を行うことができることは、当業者には明らかであろう。本開示の他の実施形態は、本開示の明細書及び実施の考慮から当業者には明らかであろう。本明細書及び実施例は例示としてのみ考慮されることが意図されており、本開示の真の範囲は以下の特許請求の範囲及びそれらの均等物によって示される。

20

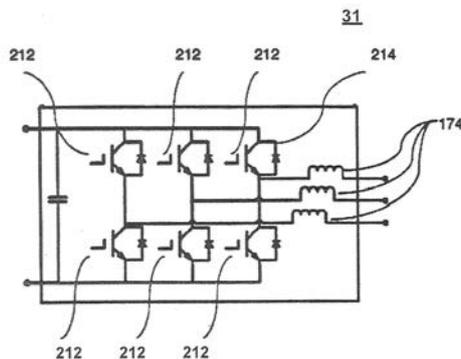
【図1】



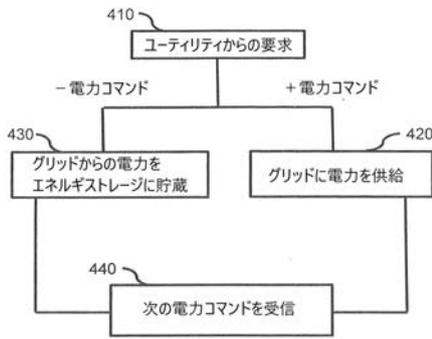
【図3】



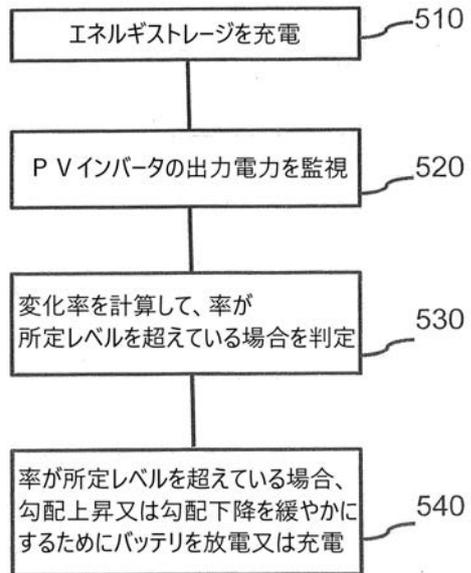
【図2】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2018/046427

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H02J3/32 H02J3/38 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02J		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, COMPENDEX		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 2013/241495 A1 (MIN BYEONG-SEON [KR]) 19 September 2013 (2013-09-19) paragraph [0039] - paragraph [0057]; figures 2,3	1-3,6-9, 13 12, 15-18, 20,21
X	----- EP 2 325 970 A2 (SAMSUNG SDI CO LTD [KR]) 25 May 2011 (2011-05-25) paragraph [0017] - paragraph [0047]; figures 2-4	1-9,13
X	----- JP 2002 171674 A (JAPAN STORAGE BATTERY CO LTD) 14 June 2002 (2002-06-14) paragraph [0016] - paragraph [0021]; figure 1 ----- -/--	1-6,13
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 27 September 2018		Date of mailing of the international search report 05/10/2018
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Braccini, Roberto

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2018/046427

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 874 266 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 20 May 2015 (2015-05-20) paragraphs [0020], [0021], [0025] - [0027]; figures 2,5 -----	6-11,13
X	US 2017/005564 A1 (SOMANI APURVA [US] ET AL) 5 January 2017 (2017-01-05)	14
Y	column 10, line 37 - column 18, line 35; figures 2A-4,5B,6 -----	12,15-18
X	US 2016/172864 A1 (TERAZONO TAKAHIRO [JP] ET AL) 16 June 2016 (2016-06-16)	19
Y	paragraphs [0053] - [0076], [0079] - [0085], [0090] - [0099]; figures 4-7, 9,10,12 -----	20,21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2018/046427

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2013241495 A1	19-09-2013	KR 20130104771 A US 2013241495 A1	25-09-2013 19-09-2013
EP 2325970 A2	25-05-2011	CN 102074970 A EP 2325970 A2 JP 2011109901 A KR 20110055389 A US 2011115295 A1	25-05-2011 25-05-2011 02-06-2011 25-05-2011 19-05-2011
JP 2002171674 A	14-06-2002	JP 4765162 B2 JP 2002171674 A	07-09-2011 14-06-2002
EP 2874266 A2	20-05-2015	CN 104639028 A DE 102013223167 A1 EP 2874266 A2	20-05-2015 03-06-2015 20-05-2015
US 2017005564 A1	05-01-2017	AU 2016285855 A1 CN 107636927 A EP 3257129 A1 JP 2018519774 A KR 20170129717 A US 2017005564 A1 US 2017358980 A1 WO 2017004146 A1	24-08-2017 26-01-2018 20-12-2017 19-07-2018 27-11-2017 05-01-2017 14-12-2017 05-01-2017
US 2016172864 A1	16-06-2016	CN 105493372 A JP 6163558 B2 JP W02015029138 A1 US 2016172864 A1 WO 2015029138 A1	13-04-2016 12-07-2017 02-03-2017 16-06-2016 05-03-2015

フロントページの続き

(81)指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

(72)発明者 アパーバ ソマニ

アメリカ合衆国, 05403 バーモント州, サウス バーリントン, メドーランド ドライブ
85

Fターム(参考) 5G066 HA15 HB06 HB09 JA07 JB02 JB03