

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5361994号  
(P5361994)

(45) 発行日 平成25年12月4日 (2013. 12. 4)

(24) 登録日 平成25年9月13日 (2013. 9. 13)

(51) Int. Cl.	F I
<b>G05F 1/67 (2006.01)</b>	G05F 1/67 A
<b>H02M 3/155 (2006.01)</b>	H02M 3/155 H
<b>H02J 3/38 (2006.01)</b>	H02J 3/38 G

請求項の数 23 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2011-509715 (P2011-509715)	(73) 特許権者	591013469
(86) (22) 出願日	平成21年5月14日 (2009. 5. 14)		ナショナル セミコンダクタ コーポレイ ション
(65) 公表番号	特表2011-522312 (P2011-522312A)		NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION
(43) 公表日	平成23年7月28日 (2011. 7. 28)		アメリカ合衆国, カリフォルニア 95 051, サンタ クララ, セミコンダ クタ ドライブ 2900
(86) 国際出願番号	PCT/US2009/044019		
(87) 国際公開番号	W02009/140539	(74) 代理人	100076185
(87) 国際公開日	平成21年11月19日 (2009. 11. 19)		弁理士 小橋 正明
審査請求日	平成24年5月14日 (2012. 5. 14)	(72) 発明者	チアン, チアンフゥイ
(31) 優先権主張番号	12/152, 491		アメリカ合衆国, カリフォルニア 95 131, サン ノゼ, ティンバー ク リーク ドライブ 1508
(32) 優先日	平成20年5月14日 (2008. 5. 14)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エネルギー発生システムにおける最大パワーポイントトラッキングを与えるための局所的変換器を与える方法及びシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エネルギー生成装置に結合されている局所的バックブースト変換器を使用して前記エネルギー生成装置に対する最大パワーポイントトラッキングを提供する方法であって、

本方法はトラッキングモードで動作することを含み、前記トラッキングモードで動作することが、

以前の最適な変換比に基づいて前記バックブースト変換器に対する変換比を初期化すること、

前記初期化した変換比に関連する装置パワーを計算すること、

前記変換比を繰り返し修正し且つ前記修正した変換比の各々に関連する装置パワーを計算すること、及び、

前記計算した装置パワーに基づいて前記バックブースト変換器に対する現在の最適な変換比を識別すること、

を含み、

前記現在の最適な変換比が、前記バックブースト変換器に対する、バックモード、ブーストモード、及びバックブーストモードの内の一つに対応している、

方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法であって、前記バックブースト変換器に対する前記現在の最適な変換比を格納することを更に含む方法。

10

20

## 【請求項 3】

請求項 1 に記載の方法であって、装置電圧が一次閾値電圧より低いときドーマントモードで動作することを更に含む方法。

## 【請求項 4】

請求項 3 に記載の方法であって、前記装置電圧が前記一次閾値電圧を超えると前記ドーマントモードから前記トラッキングモードへスイッチングすることを更に含む方法。

## 【請求項 5】

請求項 4 に記載の方法であって、前記装置電圧が二次閾値電圧より下に降下するとき、前記トラッキングモードから前記ドーマントモードへ戻ることを更に含み、前記二次閾値電圧が前記一次閾値電圧より低い、方法。

10

## 【請求項 6】

請求項 1 に記載の方法であって、前記バックブースト変換器に対する現在の最適な変換比が識別されるとき、

特定された時間期間の間前記トラッキングモードからホールディングモードへスイッチングすること、及び、

前記特定された時間期間が経過した後前記ホールディングモードから前記トラッキングモードへ戻ること、

を更に含む、方法。

## 【請求項 7】

請求項 1 に記載の方法であって、前記バックブースト変換器に対する現在の最適な変換比が識別されるとき、

20

前記現在の最適な変換比が、前記バックブースト変換器に対するバックブーストモードに対応しているか否かを判別すること、

前記現在の最適な変換比が前記バックブーストモードに対応しているとき、第 1 の特定された時間期間の間前記トラッキングモードからバイパスモードへスイッチングし、前記第 1 の特定された時間期間が経過した後前記バイパスモードから前記トラッキングモードへ復帰すること、及び、

前記現在の最適な変換比が前記バックブーストモードに対応しないとき、第 2 の特定された時間期間の間前記トラッキングモードからホールディングモードへスイッチングし、前記第 2 の特定された時間期間が経過した後前記ホールディングモードから前記トラッキングモードへ戻ること、

30

を更に含む方法。

## 【請求項 8】

請求項 1 に記載の方法であって、前記エネルギー生成装置が光起電性パネルを含む、方法。

## 【請求項 9】

エネルギー生成アレイ内の複数個のエネルギー生成装置の各々に対して最大パワーポイントトラッキング (MPPT) を提供するシステムであって、各エネルギー生成装置に対し、

前記エネルギー生成装置から装置電圧と装置電流とを受け取ることが可能であり、且つ前記装置電圧と前記装置電流とに基づいて出力電圧及び出力電流を生成することが可能な、

40

パワーステージと、

前記パワーステージに結合されている局所変換器と、

を含み、前記局所変換器が、

( i ) 以前の最適な変換比に基づいて前記パワーステージに対する変換比を初期化すること、( i i ) 前記初期化した変換比に関連する装置パワーを計算すること、( i i i ) 前記変換比を繰り返し修正し且つ前記修正した変換比の各々に関連する装置パワーを計算すること、及び、( i v ) 前記計算した装置パワーに基づいて前記パワーステージに対する現在の最適な変換比を識別することによって、トラッキングモードで動作することが可能な MPPT モジュールと、

前記 MPPT モジュールに結合されており、前記エネルギー生成アレイのための中央アレ

50

イ制御器に前記装置電圧、装置電流、出力電圧、及び出力電流を供給することが可能な、通信インターフェースと、  
を含むシステム。

【請求項 10】

請求項 9 に記載のシステムであって、前記 M P P T モジュールが、更に、前記パワーステージに対する現在の最適な変換比を格納することが可能である、システム。

【請求項 11】

請求項 9 に記載のシステムであって、前記 M P P T モジュールが更に、前記装置電圧が一次閾値電圧より低いときドーマントモードで動作することが可能であり、前記装置電圧が前記一次閾値電圧を超えると前記ドーマントモードから前記トラッキングモードへスイッチングすることが可能である、システム。

10

【請求項 12】

請求項 11 に記載のシステムであって、前記装置電圧が二次閾値電圧より下に降下するとき前記 M P P T モジュールが前記トラッキングモードから前記ドーマントモードへ戻ることが更に可能であり、前記二次閾値電圧が前記一次閾値電圧より低い、システム。

【請求項 13】

請求項 9 に記載のシステムであって、前記パワーステージに対する現在の最適な変換比が識別されるとき、前記 M P P T モジュールが、

特定された時間期間の間前記トラッキングモードからホールディングモードへスイッチングすること、及び、

20

前記特定された時間期間が経過した後前記トラッキングモードから前記ホールディングモードへ戻ること、

が更に可能であるシステム。

【請求項 14】

請求項 9 に記載のシステムであって、前記現在の最適な変換比が、前記パワーステージに対する、バックモード、ブーストモード、及びバックブーストモードの内の一つに対応しており、前記パワーステージに対する現在の最適な変換比が識別されるとき、前記 M P P T モジュールが、

前記現在の最適な変換比が、前記パワーステージに対するバックブーストモードに対応するか否かを判別すること、

30

前記現在の最適な変換比が前記バックブーストモードに対応するとき、第 1 の特定された時間期間の間前記トラッキングモードからバイパスモードへスイッチングし、前記第 1 の特定された時間期間が経過した後前記バイパスモードから前記トラッキングモードへ復帰すること、及び、

前記現在の最適な変換比が前記バックブーストモードに対応しないとき、第 2 の特定された時間期間の間前記トラッキングモードからホールディングモードへスイッチングし、前記第 2 の特定された時間期間が経過した後前記ホールディングモードから前記トラッキングモードへ戻ること、

が更に可能であるシステム。

【請求項 15】

40

請求項 9 に記載のシステムであって、前記エネルギー生成装置が光起電性パネルを含む、システム。

【請求項 16】

エネルギー生成アレイ内の複数個のエネルギー生成装置の各々に対して最大パワーポイントトラッキング (M P P T) を提供するシステムにおいて、各エネルギー生成装置に対し、

前記エネルギー生成装置から装置電圧と装置電流とを受け取ることが可能であり、且つ前記装置電圧と装置電流とに基づいて出力電圧と出力電流とを生成することが可能な、単一インダクタ 4 スイッチ同期バックブーストスイッチングレギュレータと、

前記スイッチングレギュレータに結合されており、前記装置電圧と装置電流とを受け取ることが可能な M P P T モジュールと、

50

を含み、前記M P P Tモジュールが、  
前記装置電圧と前記装置電流とに基づいて変換比を生成することが可能なM P P T制御ブロックと、

前記M P P T制御ブロックに結合されており、前記変換比に基づいて前記スイッチングレギュレータに対するモードを選択することが可能であり、且つ前記選択したモードで前記スイッチングレギュレータを動作させることが可能な、パワーステージレギュレータと、

を含む、システム。

【請求項 17】

請求項 16 に記載のシステムであって、

前記パワーステージレギュレータが、バックブーストモード制御論理及びデジタルパルス幅変調器を含み、さらに、

前記M P P Tモジュールが、前記M P P T制御ブロックに結合されており、前記装置電圧をアナログ装置電圧からデジタル装置電圧へ及び前記装置電流をアナログ装置電流からデジタル装置電流へ変換させることが可能な、第1アナログ・デジタル変換器(ADC)を更に含み、

前記M P P T制御ブロックが、前記デジタル装置電圧と前記デジタル装置電流とに基づいて前記変換比を生成することが可能であり、さらに、

前記パワーステージレギュレータが、前記変換比に基いて前記スイッチングレギュレータに対するパルス幅変調信号を生成することによって前記選択したモードで前記スイッチングレギュレータを動作させることが可能である、

システム。

【請求項 18】

請求項 17 に記載のシステムであって、

前記M P P Tモジュールが、前記出力電圧をアナログ出力電圧からデジタル出力電圧へ及び前記出力電流をアナログ出力電流からデジタル出力電流へ変換させることが可能な第2ADCを更に含み、

前記システムが、前記M P P Tモジュールに結合されており、前記エネルギー生成アレイのための中央アレイ制御器に前記デジタル装置電圧、前記デジタル装置電流、前記デジタル出力電圧、及び前記デジタル出力電流を供給することが可能な、通信インターフェースを更に含む、

システム。

【請求項 19】

請求項 16 に記載のシステムであって、

前記スイッチングレギュレータが、第1トランジスタと、第2トランジスタと、第3トランジスタと、第4トランジスタと、インダクタと、コンデンサとを含み、

前記第1及び第2トランジスタが直列に結合されており、前記第3及び第4トランジスタが直列に結合されており、前記インダクタが前記第1及び第2トランジスタ間の第1ノードへ及び前記第3及び第4トランジスタ間の第2ノードに結合されており、前記コンデンサが前記第3及び第4トランジスタと並列に結合されている、システム。

【請求項 20】

請求項 19 に記載のシステムであって、

前記パワーステージレギュレータが、(i)前記変換比に基いて、前記第3トランジスタをターンオフし、前記第4トランジスタをターンオンし、且つ、前記第1及び第2トランジスタを交互にターンオンすることによって前記スイッチングレギュレータをバック形態で動作させること、(ii)前記変換比に基いて、前記第1トランジスタをターンオンし、前記第2トランジスタをターンオフし、且つ、前記第3及び第4トランジスタを交互にターンオンすることによって前記スイッチングレギュレータをブースト形態で動作させること、及び(iii)前記変換比に基いて、前記バック形態と前記ブースト形態との間で時分割多重化を実施することにより、前記スイッチングレギュレータを前記バック形態

10

20

30

40

50

と前記ブースト形態とで交互に動作させることが可能である、システム。

【請求項 2 1】

請求項 2 0 に記載のシステムであって、前記パワーステージレギュレータが、( i ) 前記第 1、第 2、第 3、第 4 トランジスタをターンオフさせることにより前記スイッチングレギュレータをシャットダウンモードで動作させること、及び( i i ) 前記第 1 及び第 4 トランジスタをターンオンし且つ前記第 2 及び第 3 トランジスタをターンオフさせることにより前記スイッチングレギュレータをバイパスモードで動作させること、が更に可能であるシステム。

【請求項 2 2】

請求項 1 6 に記載のシステムであって、

前記 M P P T 制御ブロックが、トラッキングモードで動作することにより前記変換比を生成することが可能であり、前記トラッキングモードで動作することが、

( i ) 以前の最適な変換比に基いて前記スイッチングレギュレータに対する変換比を初期化すること、

( i i ) 前記初期化した変換比に関連する装置パワーを計算すること、

( i i i ) 前記変換比を繰返し修正し且つ前記修正した変換比の各々に関連する装置パワーを計算すること、及び、

( i v ) 前記計算した装置パワーに基いて前記スイッチングレギュレータに対する現在の最適な変換比を識別すること、

を含み、前記現在の最適な変換比が、前記 M P P T 制御ブロックにより生成された変換比を含む、

システム。

【請求項 2 3】

請求項 1 6 に記載のシステムであって、前記エネルギー生成装置が光起電性パネルを含む、システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本開示は、概略、エネルギー発生システムに関するものである。更に詳細には、本開示はエネルギー発生システムにおける最大パワーポイントトラッキングを与えるための局所的変換器を与える方法及びシステムに関するものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

太陽及び風のエネルギーは、石炭又は石油等の従来の非再生不可能な汚染性エネルギーと比較して、再生可能で非汚染性のエネルギーを提供するものである。そのために、太陽及び風のエネルギーは、電気へ変換することが可能なエネルギー源として益々重要なものとなっている。太陽エネルギーの場合、アレイ状に配列させた光電パネルが、典型的に、太陽エネルギーを電気エネルギーへ変換する手段を与えている。風又はその他の自然エネルギー源からエネルギーを取り出すために同じようなアレイを実現することが可能である。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 3】

光電アレイを動作させる場合に、特定の温度及び太陽放射照度に対して最大パワー出力を発生させるために該アレイが動作すべき電圧又は電流を自動的に決定するために最大パワーポイントトラッキング(M P P T)、即ち最大電力点追跡、が通常使用される。該アレイが理想的な条件下(即ち、該アレイの各パネルに対して同一の放射照度、温度、及び電気的特徴)で動作している場合には全体的なアレイに対する M P P T を実施させることは比較的容易であるが、ミスマッチがあったり又は部分的に影(陰)がかかった条件である場合には、該アレイに対する M P P T は全体として一層複雑なものである。この場合に

10

20

30

40

50

は、ミスマッチ状態のアレイのマルチピーク電力 - 電圧特性の相対的な最適条件に起因して、M P P T 技術は正確な結果を与えるものではない場合がある。その結果、該アレイ内のパネルの内の数個のものが理想的に動作しているに過ぎない場合がある。このことはパワー発生を劇的に減少させることとなる。何故ならば、複数のパネルからなる複数の列（ストリング）を包含しているアレイの場合に、一つの列内の最も効率の悪いパネルがその列全体に対する電流及び効率を決定するからである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 4 】

以下に説明する図 1 乃至 1 2、及び本特許文書において本発明の原理を説明するために使用する種々の実施例は単に例示的なものであって本発明の範囲を制限する態様で解釈されるべきものではない。当業者は、本発明の原理は適切に構成された任意の装置又はシステムにおいて実現することが可能であることを理解するものである。

【 0 0 0 5 】

図 1 は、本開示の 1 実施例に基いて、中央的に制御することが可能なエネルギー発生システム 1 0 0 を例示している。エネルギー発生システム 1 0 0 は、各々が対応する局所的変換器 1 0 4 に結合されている複数個のエネルギー発生装置（E G D）1 0 2 を有しており、それらは一緒になってエネルギー発生アレイ 1 0 6 を形成している。この開示において説明するように、特定の実施例の場合に、エネルギー発生システム 1 0 0 は光電システムを有している場合があり、且つエネルギー発生装置 1 0 2 は光電（P V）パネルを有している場合がある。然しながら、エネルギー発生システム 1 0 0 は、ウインドタービンシステム、燃料電池システム等の任意のその他の適宜のタイプのエネルギー発生システムを有することが可能であることが理解されることとなる。これらの実施例の場合には、エネルギー発生装置 1 0 2 はウインドタービン、燃料電池等を有することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 6 】

【図 1】本開示の 1 実施例に基いて制御を中央化させることが可能なエネルギー発生システムの概略図。

【図 2】本開示の 1 実施例に基く図 1 の局所的変換器を例示した概略図。

【図 3】本開示の 1 実施例に基く図 2 の局所的変換器の詳細を例示した概略図。

【図 4】本開示の 1 実施例に基く図 2 の局所的変換器において最大パワーポイントトラッキング（M P P T）を実現する方法を例示したフローチャート。

【図 5】本開示の 1 実施例に基いてエネルギー発生システム用の中央化 M P P T と分散型 M P P T との間で選択することが可能な中央アレイ制御器を含むエネルギー発生システムを例示した概略図。

【図 6】本開示の 1 実施例に基いて部分的に陰となった条件下における図 5 のアレイを例示した概略図。

【図 7】（A）乃至（C）は図 6 の光電パネルの内の 3 個に対応する電圧・電力特性を夫々例示した各グラフ図。

【図 8】本開示の 1 実施例に基く図 5 のエネルギー発生システムに対する中央化 M P P T と分散型 M P P T との間で選択するための方法を例示したフローチャート。

【図 9】本開示の 1 実施例に基いてエネルギー発生システム内の局所的変換器用の局所的制御器を活性化及び脱活性化させるシステムを例示した概略図。

【図 1 0】本開示の 1 実施例に基く図 9 のシステムに対する時間に関しての装置電圧変動の 1 例を示したグラフ図。

【図 1 1】本開示の 1 実施例に基く図 9 の活性化器を例示した概略図。

【図 1 2】本開示の 1 実施例に基く図 9 の局所的変換器を活性化及び脱活性化させるための方法を例示したフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 7 】

例示した光電システム 1 0 0 は中央アレイ制御器 1 1 0 を有しており且つシステム 1 0

10

20

30

40

50

0 がオングリッド ( on - g r i d ) システムとして動作される場合における DC - AC 変換器 1 1 2 又はその他の適宜の負荷も有することが可能である。然しながら、システム 1 0 0 は、アレイ 1 0 6 を、DC - AC 変換器 1 1 2 の代わりに、バッテリー充電器又はその他の適宜のエネルギー格納装置へ結合させることによってオフグリッド ( o f f - g r i d ) システムとして動作させることが可能であることが理解される。

【 0 0 0 8 】

アレイ 1 0 6 内の複数個の PV パネル 1 0 2 は複数個のストリング ( 列 ) 1 1 4 に配列されている。例示した実施例の場合、アレイ 1 0 6 は 2 個のストリング ( 列 ) 1 1 4 を有しており、各ストリング ( 列 ) 1 1 4 は 3 個のパネル 1 0 2 を有している。然しながら、アレイ 1 0 6 は任意の適宜の数のストリング 1 1 4 を有することが可能であり、且つ各ストリング 1 1 4 は任意の適宜の数のパネル 1 0 2 を有することが可能である。又、例示した実施例の場合、各ストリング 1 1 4 内のパネル 1 0 2 は直列接続で実現されている。その結果、DC - AC 変換器 1 1 2 の入力ポートへ高電圧を供給する一方、各局所の変換器 1 0 4 の出力電圧は未だにその入力電圧に近いものとすることが可能であり、DC - AC 変換器 1 1 2 は、幾つかの実施例の場合に、150V と 500V との間の入力電圧で動作することが可能である。従って、並列形態ストリングの場合に使用されるような変圧器を基礎とした変換器に対する必要性が無く、その結果、効率が高く且つ低コストの局所の変換器 1 0 4 を実現することが可能である。

【 0 0 0 9 】

各 PV パネル 1 0 2 は太陽エネルギーを電気エネルギーへ変換させることが可能である。各局所の変換器 1 0 4 はその対応するパネル 1 0 2 へ結合されており且つパネル 1 0 2 によって発生される電気エネルギーがアレイ 1 0 6 用の負荷 ( 図 1 では不図示 ) によって使用可能であるようにパネル 1 0 2 によって供給される入力の電圧・電流関係を再構成することが可能である。DC - AC 変換器 1 1 2 はアレイ 1 0 6 へ結合されており且つ局所の変換器 1 0 4 によって発生された直流 ( DC ) を DC - AC 変換器 1 1 2 へ結合させることが可能な負荷用の交流 ( AC ) へ変換させることが可能である。

【 0 0 1 0 】

最大パワーポイントトラッキング ( M P P T ) が、特定の温度及び太陽放射照射に対して最大パワー出力を発生するためにパネル 1 0 2 を動作すべき電圧又は電流を自動的に決定する。全アレイ 1 0 6 に対する M P P T は、アレイ 1 0 6 が理想的な条件 ( 即ち、アレイ 1 0 6 における各パネル 1 0 2 に対して同じ放射照度、温度及び電気的特徴 ) 下において動作している場合には、実施することが比較的容易である。然しながら、例えば、ミスマッチが存在したり又は部分的に陰となっている条件の場合には、全体としてのアレイ 1 0 6 に対する M P P T は一層複雑なものとなる。この状態においては、M P P T 技術は、ミスマッチ状態にあるアレイ 1 0 6 のマルチピークパワー対電圧特性の相対的な最適条件に起因して正確な結果を与えるものではない場合がある。その結果、アレイ 1 0 6 内のパネル 1 0 2 の内の数個のみが理想的に動作しているに過ぎない場合があり、パワー発生を劇的に減少させることとなる。従って、この問題を解決するために、各局所の変換器 1 0 4 はそれに対応するパネル 1 0 2 に対する局所的 M P P T を与えることが可能である。この様に、各パネル 1 0 2 は理想的な条件及びミスマッチ又は陰が存在する条件の両方においてそれ自身の最適パワーポイント ( M P P ) において動作することが可能である。エネルギー発生装置 1 0 2 がウインドタービンを有している実施例の場合には、M P P T はウインドタービンのブレードのピッチを調節するために使用することが可能である。M P P T はその他のタイプのエネルギー発生装置 1 0 2 を有するシステム 1 0 0 を最適化させるために使用することが可能であることも理解される。

【 0 0 1 1 】

中央アレイ制御器 1 1 0 はアレイ 1 0 6 へ結合されており且つ有線リンク ( シリアル又はパラレルバス等 ) 又は無線リンクのいずれかを介してアレイ 1 0 6 と通信を行なうことが可能である。中央アレイ制御器 1 1 0 は診断モジュール 1 2 0 及び / 又は制御モジュール 1 2 5 を有することが可能である。診断モジュール 1 2 0 は光電システム 1 0 0 をモニ

10

20

30

40

50

ターすることが可能であり、一方制御モジュール 1 2 5 は光電システム 1 0 0 を制御することが可能である。

【 0 0 1 2 】

診断モジュール 1 2 0 は、アレイ 1 0 6 内の各局所的変換器 1 0 4 から、局所的変換器 1 0 4 用の局所的変換器データとパネル 1 0 2 に対応する局所的変換器 1 0 4 用の装置データの両方を受け取ることが可能である。ここにおいて使用されているように、「装置データ」とはパネル 1 0 2 に対する出力電圧、出力電流、温度、放射照度、出力パワー等を意味している。同様に、「局所的変換器データ」とは局所的変換器出力電圧、局所的変換器出力電流、局所的変換器出力パワー等を意味している。

【 0 0 1 3 】

診断モジュール 1 2 0 は、又、システム 1 0 0 に関するレポートを発生し且つ該レポートをオペレータへ与えることが可能である。例えば、診断モジュール 1 2 0 は、オペレータに対して、装置データ及び局所的変換器データの幾つか又は全てを表示することが可能である場合がある。更に、診断モジュール 1 2 0 は、装置データ及び局所的変換器データの幾つか又は全てを制御モジュール 1 2 5 へ供給することが可能である場合がある。診断モジュール 1 2 0 は、又、任意の適宜の態様でデータを解析し且つ該解析結果をオペレータ及び / 又は制御モジュール 1 2 5 へ供給することが可能である。例えば、診断モジュール 1 2 0 は、時間毎、日毎、週毎、月毎等の任意の適宜の時間枠に基いて各パネル 1 0 2 に対する統計を決定することが可能である。

【 0 0 1 4 】

診断モジュール 1 2 0 は、又、アレイ 1 0 6 に対する欠陥モニタリングを与えることが可能である。局所的変換器 1 0 4 から受け取ったデータに基いて、診断モジュール 1 2 0 は、故障したか、機能障害を起こしたか、陰がかかったか、汚染されている等のパネル 1 0 2 である 1 個又はそれ以上の欠陥性パネル 1 0 2 を識別することが可能である。診断モジュール 1 2 0 は、又、欠陥性パネル 1 0 2 を置換するか、修復するか、又は清掃すべきである場合にオペレータに通知することが可能である。

【 0 0 1 5 】

制御モジュール 1 2 5 は、1 個又はそれ以上の局所的変換器 1 0 4 へ制御信号を送ることによってアレイ 1 0 6 を実際に制御することが可能である。例えば、制御モジュール 1 2 5 は、機能障害を起こしている対応するパネル 1 0 3 を具備する特定の局所的変換器 1 0 4 へ迂回制御信号を送ることが可能である。該迂回制御信号はそのパネルを迂回するように局所的変換器 1 0 4 を促し、迂回されるパネル 1 0 2 と同じストリング 1 1 4 内のその他のパネル 1 0 2 の動作に影響を与えること無しに、アレイ 1 0 6 からそのパネル 1 0 2 を効果的に取り除く。

【 0 0 1 6 】

更に、制御モジュール 1 2 5 は、1 つ又はそれ以上の局所的変換器 1 0 4 へ制御信号を送ることが可能であり、該制御信号は局所的変換器 1 0 4 の出力電圧又は電流を調節するように指示する。幾つかの実施例の場合には、局所的変換器 1 0 4 の M P P T 機能性は中央アレイ制御器 1 1 0 へ移すことが可能である。これらの実施例の場合には、制御モジュール 1 2 5 は、又、各パネル 1 0 2 を制御モジュール 1 2 5 によって決定されるようにそれ自身の M P P において動作させるために各パネル 1 0 2 の M P P を較正し且つ変換比コマンドを該較正に基いて各局所的変換器 1 0 4 へ送ることが可能である。

【 0 0 1 7 】

制御モジュール 1 2 5 は、又、オペレータからの命令を受け取り且つそれに関して動作することが可能である。例えば、オペレータは、システム 1 0 0 がオングリッド又はオフグリッドへ移行すべきことを制御モジュール 1 2 5 へ指示することが可能であり、且つ制御モジュール 1 2 5 はシステム 1 0 0 をオングリッドとさせるか又はシステム 1 0 0 をオフグリッドとさせることによって応答することが可能である。

【 0 0 1 8 】

従って、中央アレイ制御器 1 1 0 を実現することによって、光電システム 1 0 0 はパネ

10

20

30

40

50



ル当たりを基礎としたより良い利用率を与える。又、このシステム 100 は異なる供給源の混合を可能とさせることによって増加された柔軟性を与える。中央アレイ制御器 110 は、又、全システム 100 に対してより良い保護及びデータ収集を与える。

#### 【0019】

図 2 はこの開示の 1 実施例に基く局所的変換器 204 を例示している。局所的変換器 204 は図 1 A の局所的変換器の内の一つ又は図 1 の局所的変換器 104 の内の一つを表すことが可能であるが、局所的変換器 204 はこの開示の範囲から逸脱すること無しに、任意の適宜構成されたエネルギー発生システムにおいて実現することが可能であることが理解される。更に、P V パネルとして呼称するエネルギー発生装置 202 へ結合して示されているが、局所的変換器 204 は P V パネルの単一のセルか又は光電アレイにおける複数のパネルからなるサブセットか、又はウインドタービン、燃料電池等の別のエネルギー発生装置 202 へ結合させることが可能であることが理解される。

10

#### 【0020】

局所的変換器 204 は、パワーステージ 206 及び局所的制御器 208 を有しており、該局所的制御器は、更に、M P P T モジュール 210 及びオプションの通信インターフェース 212 を有している。パワーステージ 206 は、入力としてパネル電圧及び P V パネル 202 からの電流を受け取り且つ出力電圧及び電流を発生するために該入力の電圧・電流関係を再構成することが可能である。

#### 【0021】

局所的制御器 208 の通信インターフェース 212 は、局所的変換器 204 と図 1 の中央アレイ制御器 110 のような中央アレイ制御器との間に通信チャンネルを与えることが可能である。然しながら、局所的変換器 204 が中央アレイ制御器と通信を行なうことのない実施例の場合には、通信インターフェース 212 は省略することが可能である。

20

#### 【0022】

M P P T モジュール 212 は、入力として、パネル 202 からパネル電圧及び電流を受け取ることが可能であり、且つ実現されるアルゴリズムによって必要とされる場合には、パワーステージ 206 から出力電圧及び電流を受け取ることが可能である。これらの入力に基いて、M P P T モジュール 210 はパワーステージ 206 を制御するための信号を供給することが可能である。この様に、局所的制御器 208 の M P P T モジュール 210 は P V パネル 202 に対して M P P T を与えることが可能である。

30

#### 【0023】

M P P T を与えることによって、M P P T モジュール 210 は対応するパネル 202 を基本的に固定された動作点（即ち、パネル 202 の最大パワーポイントに対応する固定電圧  $V_{pan}$  及び電流  $I_{pan}$ ）において機能することを維持する。従って、与えられた固定太陽放射照度に対して、定常状態において、局所的変換器 204 に対する入力パワーは、パネル 202 の相対的又は絶対的な最大パワーポイントに対応しているので、固定されている（即ち、 $P_{pan} = V_{pan} \cdot I_{pan}$ ）。更に、局所的変換器 204 は比較的高い効率を有しており、従って、出力パワーはほぼ入力パワーに等しい（即ち、 $P_{out} = P_{pan}$ ）。

#### 【0024】

図 3 はこの開示の 1 実施例に基く局所的変換器 204 の詳細を例示している。この実施例の場合には、パワーステージ 206 は単一インダクタ・4 スイッチ同期バックブーストスイッチングレギュレータ（single-inductor, four-switch synchronous buck-boost switching regulator）として実現されており、且つ M P P T モジュール 210 は、パワーステージレギュレータ 302 と、M P P T 制御ブロック 304 と、2 個のアナログ・デジタル変換器（A D C）306 及び 308 とを有している。

40

#### 【0025】

A D C 306 は、アナログパネル電圧  $V_{pan}$  及びアナログパネル電流  $I_{pan}$  をスケールリングし且つ量子化して、夫々、デジタルパネル電圧及びデジタルパネル電流を発生することが可能である。パネル電圧及びパネル電流として例示されており且つ説明するが、

50

ウインドタービン、燃料電池等の任意の適宜のエネルギー発生装置 202 に対して、 $V_{pan}$  は出力装置電圧のことを意味することが可能であり且つ  $I_{pan}$  は出力装置電流のことを意味することが可能であることが理解される。M P P T 制御ブロック 304 及び通信インターフェース 212 へ結合されている A D C 306 は、又、M P P T 制御ブロック 304 及び通信インターフェース 212 の両方に対してデジタルパネル電圧及び電流信号を供給することが可能である。同様に、A D C 308 は該アナログ出力電圧及びアナログ出力電流をスケールリングし且つ量子化して、夫々、デジタル出力電圧及びデジタル出力電流を発生することが可能である。M P P T 制御ブロック 304 及び通信インターフェース 212 へ結合されている A D C 308 は、M P P T 制御ブロック 304 及び通信インターフェース 212 の両方へデジタル出力電圧及び電流信号を供給することが可能である。通信インターフェース 212 は、A D C 306 によって発生されたデジタルパネル電圧及び電流信号と、A D C 308 によって発生されたデジタル出力電圧及び電流信号とを中央アレイ制御器へ供給することが可能である。

10

#### 【0026】

パワーステージレギュレータ 302 へ結合されている M P P T 制御ブロック 304 は、A D C 306 からのデジタルパネル電圧及び電流及び A D C 308 からのデジタル出力電圧及び電流を受け取ることが可能である。これらのデジタル信号の内の少なくとも幾つかに基いて、M P P T 制御ブロック 304 はパワーステージレギュレータ 302 に対する変換比コマンドを発生することが可能である。該変換比コマンドは、パワーステージ 206 を動作させる場合に使用するためのパワーステージレギュレータ 302 に対する変換比を有している。M P P T 制御ブロック 304 がデジタル出力電圧及び電流に基くものではなくデジタルパネル電圧及び電流に基いて該変換比コマンドを発生することが可能である実施例の場合には、A D C 308 は、M P P T 制御ブロック 304 ではなく通信インターフェース 212 のみへ該デジタル出力電圧及び電流を供給することが可能である。

20

#### 【0027】

幾つかの実施例の場合には、パワーステージレギュレータ 302 はバックブースト ( buck-boost ) モード制御論理及びデジタルパルス幅変調器を有している。このパワーステージレギュレータ 302 は、パワーステージ 206 に対する P W M 信号の変換比を較正することが可能な M P P T 制御ブロック 304 によって供給される変換比に基いてパルス幅変調 ( P W M ) 信号を発生することによって異なるモードでパワーステージ 206 を動作させることが可能である。

30

#### 【0028】

パワーステージレギュレータ 302 はパワーステージ 206 へ結合されており、且つ該変換比に基いて決定されるデューティサイクル及びモードを使用してパワーステージ 206 を動作させることによって M P P T 制御ブロック 304 からの変換比に基いてパワーステージ 206 を動作させることが可能である。パワーステージ 206 がバックブースト変換器として実現されている例示した実施例の場合には、パワーステージ 206 に対する可能なモードは、バックモード、ブーストモード、バックブーストモード、バイパスモード、及びシャットダウンモードを包含することが可能である。

#### 【0029】

この実施例の場合には、パワーステージレギュレータ 302 は、変換比 C R がバックブースト範囲内にある場合に、バックブーストモードで、C R がバックブースト範囲未満にある場合に、バックモードで、且つ C R がバックブースト範囲より大きい場合に、ブーストモードで、パワーステージ 206 を動作させることが可能である。バックブースト範囲は、実質的に 1 に等しい値を包含している。例えば、特定の実施例の場合に、バックブースト範囲は 0.95 乃至 1.05 を有することが可能である。パワーステージ 206 がバックモードにある場合、C R が最大バック変換比  $C R_{buck, max}$  未満である場合には、パワーステージレギュレータ 302 はパワーステージ 206 を完全にバック形態で動作させることが可能である。同様に、パワーステージ 206 がブーストモードにある場合、C R が最大ブースト変換比  $C R_{boost, min}$  より大きい場合には、パワーステ

40

50

ジレギュレータ 302 はパワーステージ 206 を完全にブースト形態で動作させることが可能である。

#### 【0030】

最後に、パワーステージレギュレータ 302 は、該変換比が  $CR_{boost, min}$  よりも大きく且つ  $CR_{boost, min}$  未満である場合に、パワーステージ 206 をバック形態及びブースト形態で交互に動作させることが可能である。この場合に、パワーステージレギュレータ 302 は時分割多重化を実施してバック形態とブースト形態との間で交互動作させることが可能である。従って、該変換比が  $CR_{boost, max}$  に一層近い場合には、パワーステージレギュレータ 302 はパワーステージ 206 をブースト形態よりも一層頻繁にバック形態で動作させることが可能である。同様に、該変換比が  $CR_{boost, min}$  に一層近い場合には、パワーステージレギュレータ 302 はパワーステージ 206 をバック形態よりも一層頻繁にブースト形態で動作させることが可能である。該変換比が  $CR_{boost, max}$  と  $CR_{boost, min}$  との間の中点近くにある場合には、パワーステージレギュレータ 302 はパワーステージ 206 をブースト形態とほぼ同じ頻度でバック形態において動作させることが可能である。例えば、パワーステージ 206 がバックブーストモードにある場合に、パワーステージレギュレータ 302 は、バック形態とブースト形態とにおいてパワーステージ 206 を均等に交互に動作させることが可能である。

#### 【0031】

例示した実施例の場合には、パワーステージ 206 は 4 個のスイッチ 310 a - d と、インダクタ L と、コンデンサ C とを有している。幾つかの実施例の場合には、スイッチ 310 は N チャンネルパワー MOSFET を有する場合がある。特定の実施例の場合には、これらのトランジスタはガリウム窒化物・オン・シリコン装置を有することが可能である。然しながら、スイッチ 310 はこの開示の範囲から逸脱すること無しにその他の態様で適宜に実現することが可能であることが理解される。更に、パワーステージ 206 はスイッチ 310 (例えば、該トランジスタのゲート) を駆動するために 1 個又はそれ以上のドライバ (図 3 においては不図示) を有することが可能である。例えば、特定の実施例の場合には、第 1 ドライバをトランジスタ 310 a 及び 310 b のゲートを駆動するためにパワーステージレギュレータ 302 とトランジスタ 310 a 及び 310 b との間に結合させることが可能であり、一方第 2 ドライバをトランジスタ 310 c 及び 310 d のゲートを駆動するためにパワーステージレギュレータ 302 とトランジスタ 310 c 及び 310 d との間に結合させることが可能である。この実施例の場合には、パワーステージレギュレータ 302 によって発生される PWM 信号が該ドライバへ供給され、該ドライバはこれらの PWM 信号に基づいてそれらの夫々のトランジスタ 310 のゲートを駆動する。

#### 【0032】

例示した実施例の場合には、パワーステージ 206 を動作させる場合に、パワーステージレギュレータ 302 はパワーステージ 206 のスイッチ 310 を制御するためにデジタルパルスが発生することが可能である。以下に説明する実施例の場合には、スイッチ 310 はトランジスタを有している。バック形態の場合には、パワーステージレギュレータ 302 はトランジスタ 310 c をターンオフし且つトランジスタ 310 d をターンオンさせる。該パルスは、次いで、パワーステージ 206 がバックレギュレータとして動作するようにトランジスタ 310 a 及びトランジスタ 310 b を交互にターンオン及びターンオフさせる。この実施例に対するトランジスタ 310 a のデューティサイクルは、MPP 制御ブロック 304 によって発生される変換比コマンド内に包含されているデューティサイクル D に等しい。ブーストモードの場合には、パワーステージレギュレータ 302 はトランジスタ 310 a をターンオンし且つトランジスタ 310 b をターンオフする。該パルスは、次いで、パワーステージ 206 がブーストレギュレータとして動作するようにトランジスタ 310 c 及びトランジスタ 310 d を交互にターンオン及びオフさせる。この実施例に対するトランジスタ 310 c のデューティサイクルは  $1 - D$  に等しい。

#### 【0033】

バックブーストモードの場合には、パワーステージレギュレータ302は、上述した如く、バック形態とブースト形態との間で時分割多重化を実施する。パワーステージレギュレータ302は、トランジスタ310a及び310bのバックスイッチ対及びトランジスタ301c及び301dのブーストスイッチ対に対する制御信号を発生する。トランジスタ310aに対するデューティサイクルは $CR_{buck, max}$ に対応するデューティサイクルに固定され、且つトランジスタ310cに対するデューティサイクルは $CR_{boost, min}$ に対応するデューティサイクルに固定される。特定した時間期間にわたってのバック形態及びブースト形態動作の間の比はDに対して直線的に比例している。

#### 【0034】

パワーステージ206は、出力電圧がパネル電圧に近い場合に、バックブーストモードで動作される。この状態において、例示した実施例の場合には、インダクタ電流リップル及び電圧スイッチに起因するストレスは、SPEC及び従来のバックブースト変換器のものよりも一層低い。又、例示したパワーステージ206は、従来のバックブースト変換器と比較して、一層高い効率を達成する。

#### 【0035】

幾つかの実施例の場合には、図4に関連して以下により詳細に説明するように、MPPT制御ブロック304は4つのモード、即ち、ドーマント(dormant)、トラッキング(racking)、ホールディング(holding)、及びバイパス(bypass)の内の一つにおいて動作することが可能である。パネル電圧が予め決定した一次スレッシュホールド電圧未満である場合には、MPPT制御ブロック304はドーマントモードで動作することが可能である。ドーマントモードにある間は、MPPT制御ブロック304はトランジスタ310a~dをターンオフさせる。例えば、幾つかの実施例の場合には、MPPT制御ブロック304は、MPPT制御ブロック304がドーマントモードにある場合にはトランジスタ310a~dをターンオフさせるべくパワーステージレギュレータ302を促す変換比コマンドを発生することが可能である。従って、パワーステージ206はシャットダウンモードとされ且つパネル202は迂回され、パネル202をそれが実現されている光電システムから事実上取り除くこととなる。

#### 【0036】

パネル電圧が該一次スレッシュホールド電圧を超えて上昇すると、MPPT制御ブロック304はトラッキングモードで動作することが可能である。このモードにおいて、MPPT制御ブロック304は、パワーステージレギュレータ302に対する最適な変換比を決定するためにパネル202に対する最大パワーポイントトラッキングを実施することが可能である。又、このモードにおいては、パワーステージレギュレータ302はパワーステージ206を、現在発生されている変換比コマンドに依存して、バックモード、ブーストモード、又はバックブーストモードとさせる。

#### 【0037】

更に、幾つかの実施例の場合には、MPPT制御ブロック304は、又、シャットダウンレジスタを有することが可能であり、該シャットダウンレジスタは、MPPT制御ブロック304がパワーステージ206をシャットダウンモードに維持することを強制させるために、システムのオペレータか又は中央アレイ制御器において実現される制御プログラム等の任意の適宜の制御プログラムによって修正させることが可能である。この実施例の場合には、MPPT制御ブロック304は、(i)パネル電圧が一次スレッシュホールド電圧を超え、且つ(ii)シャットダウンレジスタがMPPT制御ブロック304がパワーステージ206をシャットダウンモードから外すことが可能であることを表す、これらの両方の条件が満足されるまで、トラッキングモードにおいて動作を開始することはない。

#### 【0038】

MPPT制御ブロック304が最適な変換比を見つけ出した場合には、MPPT制御ブロック304は予め定めた時間期間の間ホールディングモードで動作することが可能である。このモードにおいて、MPPT制御ブロック304は、パワーステージレギュレータ

302に対して、継続してトラッキングモードにおいて最適な変換比であると決定された同じ変換比を供給することが可能である。又、このモードにおいて、トラッキングモードの場合のように、パワーステージ206は、変換比コマンド内に与えられている最適な変換比に依存して、バックモード、ブーストモード、又はバックブーストモードとされる。該予め定めた時間期間が経過した後に、MPP T制御ブロック304は、最適な変換比が変化していないことを確認するため、又はパネル202に対する条件が変化した場合には新たな最適な変換比を見つけ出すために、トラッキングモードへ復帰することが可能である。

#### 【0039】

図5～8に関連して以下に一層詳細に説明するように、光電アレイ内のパネル202等の各パネルが一樣な照明の下にあり且つパネル202間にミスマッチが存在しない場合には、中央アレイ制御器は、MPP T制御ブロック304、従ってパワーステージ206をバイパスモードとさせることが可能である。バイパスモードにおいては、幾つかの実施例の場合に、トランジスタ310a及び310dがターンオンされ且つトランジスタ310b及び310cがターンオフされ、従ってパネル電圧は出力電圧と等しくなる。その他の実施例の場合には、オプションのスイッチ312がパワーステージ206内に包含させることが可能であり、それは入力ポートを出力ポートへ結合させて出力電圧をパネル電圧と等しくさせることが可能である。この様に、MPP Tが局所的に必要とされない場合には、局所の変換器204はシステムから基本的に取り除くことが可能であり、それにより局所の変換器204と関連する損失を減少させ且つその寿命を増加させることによって効率

#### 【0040】

従って、上述した如く、MPP T制御ブロック304は、ドーマントモードで動作し且つパワーステージ206をシャットダウンモードとさせることが可能である、そのことはパネル202を迂回させる。MPP T制御ブロック304は、又、トラッキングモード又はホールディングモードで動作することが可能である。これらのモードのいずれにおいても、MPP T制御ブロック304はパワーステージ206をバックモード、ブーストモード及びバックブーストモードの内の一つのモードとさせることが可能である。最後に、MPP T制御ブロック304は、バイパスモードで動作し且つパワーステージ206をバイパスモードとさせることが可能であり、そのことはパネル202をアレイ内の他のパネル202へ直接結合させることを可能とさせる一方、局所の変換器204をバイパスさせる。

#### 【0041】

局所の変換器204をこの様な態様で動作させることによって、パネル202を含む複数のパネルからなるストリング（列）に対するストリング電流は個々のパネル電流とは独立的である。その代わりに、ストリング電流はストリング電圧及び全ストリングパワーによって設定される。更に、陰が無いパネル202は、ストリング内のその他のパネルの陰条件とは無関係に、ピークパワー点において継続して動作することが可能である。

#### 【0042】

代替的实施例の場合には、MPP T制御ブロック304が最適な変換比を見つけた場合に、MPP T制御ブロック304は、最適な変換比がパワーステージ206に対するバックブーストモードに対応している場合には、ホールディングモードの代わりにバイパスモードで動作することが可能である。バックブーストモードにおいては、出力電圧はパネル電圧に近い。従って、パネル202は、局所の変換器204をバイパスすることによってその最大パワーポイントの近くで動作させることが可能であり、そのことは効率を増加させる。前に説明した実施例の場合における如く、MPP T制御ブロック304は、最適な変換比がバックブーストモード範囲内に留まっていることを検証するために、このバイパスモードから周期的にトラッキングモードへ復帰することが可能である。

#### 【0043】

幾つかの実施例の場合に、MPP T制御ブロック304は、パワーステージ206のト

ランジスタ、インダクタ、及びコンデンサ上のストレスを回避するために、通常の段階的变化ではなく、パワーステージレギュレータ302に対する変換比を漸進的に調節することが可能である。幾つかの実施例の場合に、MPP T制御ブロック304は、変換比の代わりにパネル電圧又はコンダクタンスを調節するために異なるMPP T技術を実現することが可能である。更に、MPP T制御ブロック304は、動的入力電圧規制のために変換比の代わりに基準電圧を調節することが可能である。

#### 【0044】

更に、MPP T制御ブロック304は、シャットダウンモードとパワーステージ206用のその他のモードとの間で比較的高速で且つ滑らかな遷移を可能とさせることが可能である。MPP T制御ブロック304は非揮発性メモリを有することが可能であり、それは変換比等の以前の最大パワーポイント状態を格納することが可能である。この実施例の場合には、MPP T制御ブロック304がドーマントモードへ遷移している場合には、最大パワーポイント状態がこの非揮発性メモリ内に格納される。MPP T制御ブロック304がその後トラッキングモードへ帰還すると、格納されている最大パワーポイント状態を初期的最大パワーポイント状態として使用することが可能である。この様に、シャットダウンモードとその他のモードとの間の遷移はパワーステージ206に対して著しく減少させることが可能である。

#### 【0045】

幾つかの実施例の場合に、MPP T制御ブロック304は、又、局所的変換器204に対して過剰パワー及び/又は過剰電圧保護を与えることが可能である。MPP T制御ブロック304は最大のパワーを抽出することを試みる。何故ならば、信号 $V_{pan}$ 及び $I_{pan}$ がADC306を介してMPP T制御ブロック304へフィードフォワードされるからである。局所的変換器204に対する出力電圧は、パワーステージ206出力において開回路が存在する場合には、最大に到達する。従って、過剰パワー保護の場合に、局所的変換器204の出力電流は、MPP T制御ブロック304をターンオン及びオフするための信号として使用することが可能である。この実施例の場合に、出力電流が低く降下すぎると、パネル電圧が出力電圧とほぼ等しいように、変換比をMPP T制御ブロック304によって設定させることが可能である。

#### 【0046】

過剰電圧保護の場合に、MPP T制御ブロック304は、MPP T制御ブロック304が超えることの無い変換比コマンドに対する最大変換比を有している場合がある。従って、変換比が最大変換比を超えて継続して一層高いものであるような場合には、MPP T制御ブロック304は変換比をその最大値に制限する。このことは、出力電圧が対応する最大値を超えて増加することがないことを確保する。最大変換比の値は固定したもの又は適応的なものとするのが可能である。例えば、適応的変換比制限は、パネル電圧を検知し、且つ、パワーステージ206の変換比に従って変換比の次にプログラムされている値に対応する出力電圧の推定を計算することによって達成することが可能である。

#### 【0047】

更に、例示した実施例の場合に、パワーステージ206は、オプションの単一方向スイッチ314を有している。このオプションのスイッチ314は、パワーステージ206がシャットダウンモードにある場合にパネル202を迂回させることを可能とさせるために設けることが可能であり、それによりパネル202をアレイから取り除き一方その他のパネル202は継続して動作することを可能とさせる。特定の実施例の場合に、この単一方向スイッチ314はダイオードを有することが可能である。然しながら、単一方向スイッチ314はこの開示の範囲を逸脱すること無しに任意のその他の適宜のタイプの単一方向スイッチを有することが可能である。

#### 【0048】

図4は、この開示の1実施例に基いて局所的変換器204においてMPP Tを実現するための方法400を例示している。この方法400の実施例は単に例示的なものであるに過ぎない。方法400のその他の実施例をこの開示の範囲を逸脱すること無しに実現する

10

20

30

40

50

ことが可能である。

【0049】

方法400は、ドーマントモードで動作しているMPP T制御ブロック304で開始する(ステップ401)。例えば、MPP T制御ブロック304は、変換比コマンドを発生してパワーステージレギュレータ302がパワーステージ206のトランジスタ310a~dをターンオフさせることを促し、それによりパワーステージ206をシャットダウンモードとさせ且つパネル202を迂回することが可能である。

【0050】

ドーマントモードにある間に、MPP T制御ブロック304はパネル電圧 $V_{pan}$ をモニターし且つパネル電圧を一次スレッシュホールド電圧 $V_{th}$ と比較する(ステップ402)。例えば、ADC306はパネル電圧をアナログ信号からデジタル信号を変換し且つそのデジタルパネル電圧をMPP T制御ブロック304へ供給することが可能であり、MPP T制御ブロック304は該デジタルパネル電圧と比較するための該一次スレッシュホールド電圧を格納している。

【0051】

パネル電圧が一次スレッシュホールド電圧より低いままである限り(ステップ402)、MPP T制御ブロック304は継続してドーマントモードで動作する。更に、上述した如く、MPP T制御ブロック304は、シャットダウンレジスタがパワーステージ206がシャットダウンモードに留まるべきであることを表す場合には、ドーマントモードに留まることが可能である。然しながら、パネル電圧が一次スレッシュホールド電圧を超えると(ステップ402)、MPP T制御ブロック304は、初期的変換比を包含しているパワーステージ206を動作させるための変換比コマンドを発生する(ステップ403)。例えば、1実施例の場合に、MPP T制御ブロック304は変換比1で開始することが可能である。代替的に、MPP T制御ブロック304は、以前のトラッキングモード期間中に決定された最適な変換比を格納することが可能である。この実施例の場合には、MPP T制御ブロック304は、変換比を以前に決定した最適な変換比と同じであるように初期化させることが可能である。又、MPP T制御ブロック304によって発生される変換比コマンドはパワーステージレギュレータ302へ供給され、それは該初期的変換比を使用してパワーステージ206を動作させる。

【0052】

この点において、MPP T制御ブロック304はパネル電流 $I_{pan}$ 及び出力電流 $I_{out}$ をモニターし、且つ該パネル電流及び出力電流をスレッシュホールド $I_{th}$ と比較する(ステップ404)。例えば、ADC306は該パネル電流をアナログ信号からデジタル信号へ変換し且つ該デジタルパネル電流をMPP T制御ブロック304へ供給することが可能であり、且つADC308は該出力電流をアナログ信号からデジタル信号へ変換し且つ該デジタル出力電流をMPP T制御ブロック304へ供給することが可能であり、MPP T制御ブロック304は該デジタルパネル電流及びデジタル出力電流と比較するためのスレッシュホールド電流を格納している。これらの電流 $I_{pan}$ 及び $I_{out}$ の内の少なくとも一つが該スレッシュホールド電流より下側に留まる限り(ステップ404)、MPP T制御ブロック304は継続して電流レベルをモニターする。然しながら、これらの電流の両方が該スレッシュホールド電流を超えると(ステップ404)、MPP T制御ブロック304はトラッキングモードで動作を開始し、そのことは、初期的にトラッキング変数Tを1に設定し且つカウントを初期化することを包含している(ステップ406)。

【0053】

図4の方法400には図示していないが、MPP T制御ブロック304は、トラッキングモードにある間に継続してパネル電圧をモニターし且つ該パネル電圧を一次スレッシュホールド電圧未満の二次スレッシュホールド電圧と比較することが可能であることが理解される。パネル電圧がこの二次スレッシュホールド電圧より下側へ降下すると、MPP T制御ブロック304はドーマントモードへ復帰することが可能である。一次スレッシュホールド電圧未満の二次スレッシュホールド電圧を使用することによって、MPP T制御ブ

10

20

30

40

50

ロック 304 はノイズ免疫性が与えられ、それは M P P T 制御ブロック 304 がドーマントモードとトラッキングモードとの間で頻繁にスイッチングすることを防止する。

【0054】

トラッキング変数の値を設定し且つカウントを初期化した後に、M P P T 制御ブロック 304 はパネル 202 に対する初期パワーを計算する (ステップ 408)。例えば、A D C 306 はデジタルパネル電流及びパネル電圧信号 ( $I_{pan}$  及び  $V_{pan}$ ) を M P P T 制御ブロック 304 へ供給することが可能であり、該 M P P T 制御ブロック 304 はこれらの信号を共に掛け合わせて該装置 (即ち、パネル) パワー ( $I_{pan} \cdot V_{pan}$ ) に対する初期値を決定する。

【0055】

初期パワーを計算した後に、M P P T 制御ブロック 304 は変換比を第一方向に修正し且つ修正した変換比を有する変換比コマンドを発生する (ステップ 410)。例えば、幾つかの実施例の場合に、M P P T 制御ブロック 304 は変換比を増加させる場合がある。その他の実施例の場合に、M P P T 制御ブロック 304 は変換比を減少させる場合がある。安定化するためのシステム時間を与えた後に、M P P T 制御ブロック 304 はパネル 222 に対する現在のパワーを計算する (ステップ 412)。例えば、A D C 306 はデジタルパネル電流及びパネル電圧信号を M P P T 制御ブロック 304 へ供給することが可能であり、M P P T 制御ブロック 304 はこれらの信号を共に掛け合わせてパネルパワーに対する現在の値を決定する。

【0056】

次いで、M P P T 制御ブロック 304 は現在の計算されたパワーを初期的には初期パワーである以前に計算したパワーと比較する (ステップ 414)。現在のパワーが以前のパワーよりも大きい場合には (ステップ 414)、M P P T 制御ブロック 304 は変換比を以前の修正と同じ方向に修正し且つアップデートした変換比コマンドを発生する (ステップ 416)。幾つかの実施例の場合に、変換比は同じ寸法の増分で一層高く又は一層低く修正させることが可能である。その他の実施例の場合には、変換比はシステム応答を最適化させるために線形的な又は非線形的な増分で一層高く又は一層低く修正させることが可能である。例えば、変換比が最適値からかなり離れている場合には、初期的には一層大きな増分を使用し次いで最適値に近づくに従い一層小さな増分を使用することが幾つかのシステムの場合に望ましい場合がある。

【0057】

M P P T 制御ブロック 304 は、又、トラッキング変数  $T$  が 1 に等しいか否か、即ち、変換比が以前の計算の前の計算に対して修正された場合の以前の計算に対するものと同じ方向に修正されたことを表すものであるか否か、を決定する (ステップ 418)。従って、 $T = 1$  である場合には、パネルパワーは同一の方向において変換比の以前の修正で増加している。この場合には、安定化するためにシステム時間を与えた後に、M P P T 制御ブロック 304 は、再度、パネル 202 に対する現在のパワーを計算し (ステップ 412) 且つそれを以前のパワーと比較する (ステップ 414)。然しながら、 $T$  が 1 に等しくないこと、即ち、変換比が以前の計算の前の計算に対して修正された場合とは以前の計算に対して反対の方向に修正されたこと (ステップ 418) を示していること、を M P P T 制御ブロック 304 が判別する場合には、M P P T 制御ブロック 304 は  $T$  を 1 に設定し且つカウントをインクリメントさせる (ステップ 420)。

【0058】

次いで、M P P T 制御ブロック 304 はカウントがカウントスレッシュホールド  $C_{th}$  を超えたか否かを判別する (ステップ 422)。カウントスレッシュホールドが該カウントの現在値によって越えられていない場合には (ステップ 412)、安定化するためにシステム時間を与えた後に、M P P T 制御ブロック 304 は、再度、パネル 202 に対する現在のパワーを計算し (ステップ 412) 且つそれを以前のパワーと比較して (ステップ 414) パネルパワーが増加しているか又は減少しているかを判別する。

【0059】



現在のパワーが以前のパワーよりも一層大きいものではないことをM P P T制御ブロック304が判別すると(ステップ414)、M P P T制御ブロック304は以前の修正とは反対の方向に変換比を修正し且つアップデートした変換比コマンドを発生する(ステップ424)。M P P T制御ブロック304は、又、トラッキング変数Tが2に等しいか否か、即ち、変換比が以前の計算の前の計算に対して修正された場合とは以前の計算に対して反対の方向に修正されたことを示しているか否か、を判別する(ステップ426)。この場合には、安定化するためのシステム時間を与えた後に、M P P T制御ブロック304は、再度、パネル202に対する現在のパワーを計算し(ステップ412)且つそれを以前のパワーと比較する(ステップ414)。

【0060】

10

然しながら、Tが2に等しくないこと、即ち、変換比が以前の計算の前の計算に対して修正された場合に以前の計算に対するのと同じ方向に修正されたことを示していること、をM P P T制御ブロック304が判別する場合には、M P P T制御ブロック304はTを2に設定し且つカウントをインクリメントさせる(ステップ428)。次いで、M P P T制御ブロック304は、上述した如く、カウントがカウントスレッシュホールド $C_{th}$ を超えたか否かを決定する(ステップ422)。

【0061】

カウントがカウントスレッシュホールドを超えている場合(ステップ422)、即ち、変換比がカウントスレッシュホールドよりも大きな回数にわたり第1方向及び第2方向に交互に修正されたことを示している場合には、M P P T制御ブロック304はパネル202に対する最大パワーポイントに対応する最適な変換比を見つけ出ししており、且つM P P T制御ブロック304はホールディングモードにおいて動作を開始する(ステップ430)。

20

【0062】

ホールディングモードにある間に、M P P T制御ブロック304はタイマーを設定し且つカウントを再初期化させることが可能である(ステップ432)。タイマーが時間経過すると(ステップ434)、M P P T制御ブロック304はトラッキングモードへ復帰し(ステップ436)且つ現在のパワーを計算して(ステップ412)、M P P T制御ブロック304が以前にトラッキングモードにあった時に計算した最後のパワーと比較することが可能である(ステップ414)。この様に、M P P T制御ブロック304は、最適な変換比が変化していないことを確保することが可能であるか、又はパネル202に対する条件が変化した場合には異なる最適な変換比を見つけ出すことが可能である。

30

【0063】

図4Aはエネルギー発生装置202に対する最大パワーポイントをトラッキング、即ち追跡するための方法400の1例を例示しているが、この方法400に対する種々の変形例を構成することが可能である。例えば、方法400を光電パネルに関して説明したが、方法400はウインドタービン、燃料電池等のその他のエネルギー発生装置202に対して実現することが可能である。更に、方法400を図3のM P P T制御ブロック304に関して説明したが、方法400は本開示の範囲を逸脱すること無しに任意の適宜に構成されたM P P T制御ブロックにおいて実現することが可能であることが理解される。更に、幾つかの実施例の場合には、最適な変換比がパワーステージ206に対するバックブーストモードに対応することをM P P T制御ブロック304が判別する場合には、M P P T制御ブロック304は、ステップ430において、ホールディングモードの代わりにドーマントモードで動作することが可能である。これらの実施例の場合には、ドーマントモード期間中にタイマーが時間経過した後の時間量が、ホールディングモード期間中にタイマーと関連する時間量と同じであるか又は異なるものである場合がある。又、一連のステップとして示してあるが、方法400におけるステップはオーバーラップするか、並列的に発生するか、複数回発生するか、又は異なる順番で発生することが可能である。

40

【0064】

図5は、本開示の1実施例に基づくエネルギー発生システム500を例示しており、それ

50

は、複数のエネルギー発生装置 502 と、エネルギー発生システム 500 に対して集中型（中央化）MPP T 及び分散型 MPP T の間で選択することが可能な中央アレイ制御器 510 とを包含している。ここで説明する実施例の場合には、エネルギー発生システムは、各々が対応する局所の変換器 504 へ結合されている複数の光電パネル 502 からなるアレイを有する光電システム 502 を参照して説明する。

#### 【0065】

各局所の変換器 504 は、パワーステージ 506 と局所的制御器 508 とを具備している。更に、幾つかの実施例の場合には、各局所の変換器 504 は、スイッチ 312 等のオプションの内部スイッチを介してバイパスさせることが可能である。バイパスされると、局所の変換器 504 の出力電圧は基本的にその入力電圧に等しい。この様に、局所の変換器 504 の動作と関連する損失は最小化させることが可能であり、又は局所の変換器 504 が必要とされない場合には除去することも可能である。

#### 【0066】

中央アレイ制御器 510 に加えて、システム 500 の例示した実施例は、又、変換ステージ 512 と、グリッド 514 と、データバス 516 とを有することが可能である。中央アレイ制御器 510 は、診断モジュール 520 と、制御モジュール 525 と、オプションの変換ステージ（CS）最適化器 530 とを有している。更に、例示した実施例は、変換ステージ 512 内にグローバル制御器 540 を設けている。然しながら、グローバル制御器 540 は、変換ステージ 512 の代わりに中央アレイ制御器 510 において実現することが可能であることが理解される。又、CS 最適化器 530 は、中央アレイ制御器 510 の代わりに変換ステージ 512 内において実現させることが可能である。

#### 【0067】

幾つかの実施例の場合に、パネル 502 及び局所の変換器 504 は、図 1 のパネル 102 及び局所の変換器 104 を、及び / 又は図 2 又は 3 のパネル 202 及び局所の変換器 204 を表すことが可能であり、中央アレイ制御器 510 は、図 1 の中央アレイ制御器 110 を表すことが可能であり、及び / 又は変換ステージ 512 は、図 1 の DC - AC 変換器 112 を表すことが可能である。更に、診断モジュール 520 及び制御モジュール 525 は、診断モジュール 120 及び制御モジュール 125 を夫々表すことが可能である。然しながら、システム 500 のコンポーネントは任意の適宜の態様で実現することが可能であることが理解される。変換ステージ 512 は、DC - AC 変換器と、バッテリーチャージャー又はその他のエネルギー格納装置と、又は任意のその他の適宜のコンポーネントとを有することが可能である。グリッド 514 は、光電システム 500 によって発生されるエネルギーに基いて動作することが可能な任意の適宜の負荷を有することが可能である。

#### 【0068】

各局所的制御器 508 は、データバス 516、又は、代替的に、無線リンク、を介して、中央アレイ制御器 510 へ対応するパネル 502 用の装置データ及び局所の変換器データを供給することが可能である。このデータに基いて、診断モジュール 520 は、パネル 502 が準理想的条件で、即ち、パネル 520 がミスマッチではなく且つ基本的に互いに同じ量で照明されている状態で、動作しているか否かを判別することが可能である。この場合に、診断モジュール 520 は、システム 500 を中央化 MPP T（CMPP T）モードとさせるために制御モジュール 525 を促すことが可能である。このことを達成するために、制御モジュール 525 は、局所の変換器 504 をバイパスモードで動作することによって局所の変換器 504 をディスエーブルさせるために局所的制御器 508 の各々へデータバス 516 を介してディスエーブル信号を送信することが可能である。制御モジュール 525 は、又、イネーブル信号をグローバル制御器 540 へ送信することが可能である。

#### 【0069】

バイパスモードにおいて、局所的制御器 508 は、最早、MPP T を実施することではなく、且つパワーステージ 506 の出力電圧は、基本的に、パネル 502 からのパネル電圧に等しい。従って、局所の変換器 504 を動作させることに関連する損失は、最小化され

、且つシステム 500 の効率は最大化される。局所の変換器 504 がバイパスモードで動作している場合には、グローバル制御器 540 は複数のパネル 502 からなるアレイに対して C M P P T を実施することが可能である。

【0070】

診断モジュール 520 は、又、パネル 502 の幾つかが陰がかかっており、ミスマッチの状態（即ち、幾つかのパネル 502 はアレイ内の他のパネル 502 と比較して異なる特性を有している）であるか否かを判別することが可能である。この場合には、診断モジュール 502 は、システム 500 を分散型 M P P T ( D M P P T ) モードとさせるべく制御モジュール 525 を促すことが可能である。このことを達成するために、制御モジュール 525 は、局所の変換器 504 の通常動作を許容することによって局所の変換器 504 をイネーブルさせるために局所的制御器 508 の各々ヘデータバス 516 を介してイネーブル信号を送信することが可能である。制御モジュール 525 は、又、グローバル制御器 540 ヘディスエーブル信号を送信することが可能である。

10

【0071】

パネル 502 の幾つかに陰がかかっている場合には、診断モジュール 520 は、陰がかかっているパネル 502 の幾つかが部分的に陰がかかっている場合があることを判別することが可能である。この場合には、システム 500 を D M P P T モードとさせるために制御モジュール 525 を促すことに加えて、診断モジュール 520 は、部分的に陰がかかっているパネル 502 に対する局所的制御器 508 が局所的最大ではなくそれらの実際の最大パワー点を見出していることを確保するために、システム 500 の完全な診断スキャンを実施することも可能である。エネルギー発生装置 520 がウインドタービンを有している実施例の場合に、診断モジュール 520 は、変化する風パターン、丘、又は風をブロックするその他の構造物、又はその他の風に影響を与える条件に起因して、ウインドタービンの幾つかが「shaded（即ち、陰となっている）」か否かを判別することが可能である。

20

【0072】

光電システム 500 に対して部分的に陰となっている状態を図 6 及び 7 A - 7 C に例示してある。図 6 は部分的に陰となっている条件下における光電アレイ 600 を例示している。図 7 A - 7 C は、図 6 の光電パネルの内の 3 つに対応する電圧・パワー特性を例示したグラフ 700, 705, 710 である。

【0073】

例示したアレイ 600 は複数の光電パネルからなる 3 個のストリング（列）610 を有している。ストリング 610 c 内のパネルの内の 3 個は、パネル A、パネル B、パネル C と符号が付けられている。これらのパネルは図 5 のパネル 502 か、又は任意のその他の適宜に構成されている光電システムにおけるパネルを表すことが可能であることが理解される。これらのパネルの内の幾つかは陰付領域 620 によって完全に又は部分的に被覆されている。

30

【0074】

例示した例においては、パネル A は完全に照明されており、一方パネル B は部分的に陰が付けられており、且つパネル C は陰付領域 620 によって完全に陰が付けられている。図 7 A のグラフ 700 における電圧対パワー特性はパネル A に対応しており、図 7 B のグラフ 705 における電圧対パワー特性はパネル B に対応しており、且つ図 7 C のグラフ 710 における電圧対パワー特性はパネル C に対応している。

40

【0075】

従って、グラフ 705 において示されている如く、部分的に陰が付けられているパネル B は、その実際の最大パワー点 725 とは異なる局所的最大値 720 を有している。中央アレイ制御器 510 の診断モジュール 520 は、パネル B が部分的に陰が付けられていることを判別することが可能であり且つパネル B が局所的最大値 720 ではなくその実際の最大パワー点 725 においてその局所的制御器 508 によって動作されていることを確保するためにフル診断スキャンを実施することが可能である。点 725 の様な実際の最大パワー点の代わりに点 720 のような局所的最大パワー点において動作しているパネル 50

50

2 は、「過少性能 (under-performing)」パネル 5 0 2 と呼称される。

【 0 0 7 6 】

特定の実施例の場合に、診断モジュール 5 2 0 は、以下の如くにして、部分的に陰が付けられたパネル 5 0 2 を識別することが可能である。第 1 に、診断モジュール 5 2 0 は、パネル 1 , . . . , N が同じ特性を具備する考慮中のアレイ内の複数のパネル 5 0 2 からなるサブセットであると仮定し、且つ  $P_{pan,i}$  がセット [ 1 , . . . , N ] に属する  $i$  番目のパネル 5 0 2 の出力パワーであると仮定する。次いで、以下の通りであるとする。

【 0 0 7 7 】

【 数 1 】

$$P_{pan,max} \geq P_{pan,i} \geq P_{pan,min}$$

10

【 0 0 7 8 】

尚、 $P_{pan,max}$  は最良性能パネル 5 0 2 の出力パワーであり、且つ  $P_{pan,min}$  は最悪性能パネル 5 0 2 の出力パワーである。

【 0 0 7 9 】

診断モジュール 5 2 0 は、又、以下の式によって変数  $\varphi_i$  を定義する。

【 0 0 8 0 】

【 数 2 】

$$\varphi_i = \frac{P_{pan,max} - P_{pan,i}}{P_{pan,max}}$$

20

【 0 0 8 1 】

$i$  番目のパネル 5 0 2 が完全に又は部分的に陰が付けられている確率は以下の如くに表すことが可能である。

【 0 0 8 2 】

【 数 3 】

$$\rho_i = k\varphi_i = \frac{k(P_{pan,max} - P_{pan,i})}{P_{pan,max}}$$

30

【 0 0 8 3 】

尚、 $k$  は 1 以下である定数である。従って、次式が得られる。

【 0 0 8 4 】

【 数 4 】

$$\rho_{min} \leq \rho_i \leq \rho_{max}$$

【 0 0 8 5 】

尚、

【 0 0 8 6 】

【 数 5 】

$$\rho_{min} = \frac{k(P_{pan,max} - P_{pan,max})}{P_{pan,max}} = 0 \quad \text{及び} \quad \rho_{max} = \frac{k(P_{pan,max} - P_{pan,min})}{P_{pan,max}}$$

40

【 0 0 8 7 】

診断モジュール 5 2 0 は、又、DMPP Tが必要とされるように確率関数  $\rho_{max}$  の最小値として  $\rho_{DMPP T}$  を定義する。従って、 $\rho_{max}$  が  $\rho_{DMPP T}$  よりも大きい場合には、DMPP Tがイネーブルされる。更に、部分的に陰が付けられている場合があるいずれかのパネル 5 0 2 がそれらのMPPにおいて動作しているか否かを判別するために診断機能が必要とされるように確率関数  $\rho_{max}$  の最小値として  $\rho_{diag}$  が定義される。従って、 $\rho_{max}$  が  $\rho_{diag}$  よりも大きい場合には、診断モジュール 5 2 0 は、部分的

50

に陰が付けられている場合があるパネル 5 0 2 を識別し且つこれらの識別されたパネル 5 0 2 に関してスキャンを実施する。

【 0 0 8 8 】

診断モジュール 5 2 0 は、パネル 5 0 2 の間の比較的小さなミスマッチの場合でも D M P P T をイネーブルさせることが可能であるが、一層大きなミスマッチの場合には、診断モジュール 5 2 0 はフル即ち完全な診断スキャンを実施することが可能である。そうであるから、 $D M P P T$  の値は、通常、 $d i a g$  未満である。

【 0 0 8 9 】

従って、幾つかの実施例の場合には、診断モジュール 5 2 0 は、システム 5 0 0 が、 $m a x < D M P P T$  である場合には、C M P P T モードであり、 $D M P P T < m a x < d i a g$  である場合に、D M P P T モードであり、且つ  $m a x > d i a g$  である場合には、フル診断スキャンと共に D M P P T モードであるべきであることを判別することが可能である。

【 0 0 9 0 】

これらの実施例の場合には、フル診断スキャンは、 $j > d i a g$  に対しての各パネル  $j$  の電圧対パワー特性の完全なスキャンを包含することが可能である。診断モジュール 5 2 0 は、中央アレイ制御器 5 1 0 によって与えられるタイミングに基づいてこのような各パネル 5 0 2 の特性を個別的にスキャンすることが可能である。この様に、変換ステージ 5 1 2 は継続して通常に動作することが可能である。

【 0 0 9 1 】

システム 5 0 0 が D M P P T モードで動作している場合に、C S 最適化器 5 3 0 は変換ステージ 5 1 2 の動作点を最適化させることが可能である。1 実施例の場合に、変換ステージ 5 1 2 の動作点は一定値に設定することが可能である。然しながら、C S 最適化器 5 3 0 が実現されている実施例の場合には、変換ステージ 5 1 2 の動作点は C S 最適化器 5 3 0 によって最適化させることが可能である。1 実施例の場合に、変換ステージ 5 1 2 の動作点は一定値に設定することが可能である。然しながら、C S 最適化器 5 3 0 が実現されている実施例の場合には、変換ステージ 5 1 2 の動作点は C S 最適化器 5 3 0 によって最適化させることが可能である。

【 0 0 9 2 】

特定の実施例の場合に、C S 最適化器 5 3 0 は、以下に説明する如くに、変換ステージ 5 1 2 に対する最適化された動作点を決定することが可能である。 $i$  番目のパワーステージ 5 0 6 に対して、デューティサイクルは  $D_i$  として定義され且つその変換比は  $M(D_i)$  として定義される。パワーステージ 5 0 6 は、 $M_0$  の公称変換比を有するべく構成される。従って、パワーステージ 5 0 6 を可及的に  $M_0$  に近くに動作させることは、一層高い効率を与え、ストレスを低下させ、且つ出力電圧飽和の確率を低下させる。ステップアップコンバータを具備するパワーステージ 5 0 6 の場合には、 $M_0$  は 1 である場合がある。

【 0 0 9 3 】

そのために、最適化原理は以下の如くに定義することが可能である。

【 0 0 9 4 】

【数 6】

$$\frac{\sum_{i=1}^N M(D_i)}{N} = M_0$$

【 0 0 9 5 】

従って、次式が得られる。

【 0 0 9 6 】

10

20

30

40

【数 7】

$$\sum_{i=1}^N M(D_i) = \sum_{i=1}^N \frac{I_{pan,i}}{I_{out,i}} \eta_i \approx \frac{1}{I_{LOAD}} \sum_{i=1}^N I_{pan,i}$$

【0097】

尚、 $I_{pan,i}$  は  $i$  番目パワーステージ 506 の入力電流であり、 $I_{out,i}$  は  $i$  番目パワーステージ 506 の出力電流であり、 $\eta_i$  は  $i$  番目パワーステージ 506 の効率であり、且つ  $I_{LOAD}$  は変換ステージ 512 に対する入力電流である。その結果、最適化原理は以下の如くに書き直すことが可能である。

10

【0098】

【数 8】

$$I_{LOAD} = \frac{\sum_{i=1}^N I_{pan,i}}{N M_0}$$

【0099】

CS 最適化器 530 は、変換ステージ 512 の入力電流が  $I_{LOAD}$  に設定されるように変換ステージ 512 の入力ポートにおいて標準の電流モード制御技術を使用することによってこの最適化を達成することが可能である。

20

【0100】

図 8 は、本開示の 1 実施例に従ってエネルギー発生システム 500 に対する集中型 MPPT と分散型 MPPT との間の選択を行う方法 800 を例示している。方法 800 の実施例は単に例示的なものに過ぎない。方法 800 のその他の実施例を本開示の範囲を逸脱すること無しに実現することが可能である。

【0101】

方法 800 は、診断モジュール 520 がタイマーを設定することで開始する（ステップ 802）。該タイマーは、繰り返しを基礎とする方法 800 の初期化をトリガーするために診断モジュール 520 によって使用することが可能である。診断モジュール 520 は、エネルギー発生システム 500 内のパネル等のエネルギー発生装置 502 を解析する（ステップ 804）。例えば、幾つかの実施例の場合に、診断モジュール 520 は、各パネル 502 に対するパネルパワー  $P_{pan}$  を計算し、次いで、図 5 に関連して上により詳細に説明した如く、 $P_{pan}$  のこれらの計算された値に基づいて多数のその他の値を決定することによって、パネル 502 を解析することが可能である。例えば、診断モジュール 520 は、計算された  $P_{pan}$  値の最大値及び最小値（夫々、 $P_{pan,max}$  及び  $P_{pan,min}$ ）を決定し、次いでパネル 502 が完全に又は部分的に陰が付けられていることの各パネル 502 に対する確率（ ）を計算するためにこれらの最大値及び最小値を使用することが可能である。診断モジュール 520 は、又、計算された確率の最大値（ $m_{max}$ ）を決定することも可能である。

30

【0102】

パネル 502 を解析した後に（ステップ 804）、診断モジュール 520 は準理想的条件下で動作する（ステップ 806）。例えば、幾つかの実施例の場合に、診断モジュール 520 は、パネル 502 が陰が付けられていることの計算された確率の最大値（ $m_{max}$ ）を予め定めた DMPP T スレッシュホールド（ $D_{MPP T}$ ）と比較することが可能である。 $m_{max}$  が  $D_{MPP T}$  未満である場合には、パネル 502 の最大出力パワー及び最小出力パワーは互いに十分に近いものであって、パネル 502 間のミスマッチの確率は極めて小さいものと考えることが可能であり、且つシステム 500 は準理想的条件下で動作しているものと考えることが可能である。同様に、 $m_{max}$  が  $D_{MPP T}$  未満で無い場合には、パネル 502 の最大出力パワー及び最小出力パワーは互いに十分に離れており、パネル 502 間のミスマッチの確率は極めて低いものと考えことは出来ず、システム

40

50

500は準理想的条件下で動作していないものと考えることが可能である。

#### 【0103】

システム500が準理想的条件下で動作していないものと診断モジュール520が判別する場合には(ステップ806)、制御モジュール525は局所的制御器508をイネーブルさせ(ステップ808)且つグローバル制御器540をディスエーブルさせ(ステップ810)、それによりシステム500をDMPPモードとさせる。従って、この状態においては、局所的制御器508は各個別的なパネル502に対してMPPを実施する。

#### 【0104】

DMPPモードはパネル502間の比較的小さなミスマッチの場合でも使用されるので、診断モジュール520は、陰が付けられたパネル502の確率が非常に低いものであると考えられるものではないが尚且つ低いものであると考えられる場合であっても、システム500が準理想的条件下で動作しているものではないことを判別することが可能である。従って、DMPPモードに入った後に、診断モジュール520は、陰が付けられたパネル502の確率が高いか否かを判別する(ステップ812)。例えば、診断モジュール520は、パネル502が陰が付けられていることの最大確率( $m_{ax}$ )を予め定めた診断スレッショールド( $d_{iag}$ )と比較することが可能である。 $m_{ax}$ が $d_{iag}$ よりも大きい場合には、パネル502の最大出力パワー及び最小出力パワーは十分に離れており、パネル502間のミスマッチの確率は比較的高いものであり、従って少なくとも1個の陰が付けられたパネル502の確率が高いものと考えることが可能である。

#### 【0105】

陰が付けられたパネル502の確率が高い場合には(ステップ812)、診断モジュール520は全ての潜在的に陰が付けられている可能性のあるパネル502に対してフル特性スキャンを実施する(ステップ814)。例えば、診断モジュール520は、各パネル502に対して、パネル501が陰が付けられている確立( )を診断スレッショールド( $d_{iag}$ )と比較することによって潜在的に陰が付けられている可能性のあるパネル502を識別することが可能である。特定のパネル502に対する $d_{iag}$ よりも一層大きい場合には、その特定のパネル502の出力パワーはシステム500におけるパネル502によって与えられる最大出力パワーから十分にかなり離れており、その特定のパネル502が少なくとも部分的に陰が付けられている確立は比較的高い。

#### 【0106】

フル特性スキャンを実施する場合に、診断モジュール520は、中央アレイ制御器510によって与えられるタイミングに基いて各潜在的に陰が付けられている可能性のあるパネル502に対する電圧対パワー特性のスキャンを個別的に実施することが可能である。この様に、変換ステージ512は該スキャン期間中に継続して通常通り動作することが可能である。

#### 【0107】

フル特性スキャンを実施している過程期間中に、いずれかのパネル502が過少実施である(即ち、MPP725のような実際のMPPの代わりに、局所的MPP720のような局所的最大パワー点(MPP)において動作している)ことを診断モジュール520が判別する場合には、制御モジュール525はこれらの過少実施状態のパネル502に対して補正を行なうことが可能である(ステップ816)。

#### 【0108】

この点において、又は陰が付けられているパネル502の高い確率が存在しない場合には(ステップ812)、診断モジュール520はタイマーが時間切れとなっているか否か(ステップ818)、即ち方法800が再度初期化されるべきであるか否か、を判別する。タイマーが時間切れである場合には(ステップ818)、診断モジュール520はタイマーをリセットし(ステップ820)且つ再度パネル502の解析を開始する(ステップ804)。

#### 【0109】

10

20

30

40

50

システム 500 が準理想的条件下で動作していることを診断モジュール 520 が判別する場合には (ステップ 806)、制御モジュール 525 は局所的制御器 508 をディスエーブルさせ (ステップ 822) 且つグローバル制御器 540 をイネーブルさせ (ステップ 824)、それによりシステム 500 を C M P P T モードとさせる。従って、この状態において、グローバル制御器 540 は全システム 500 に対して M P P T を実施する。

【0110】

この点において、又、診断モジュール 520 は、タイマーが時間切れしたか否か、即ち方法 800 が再度初期化されるべきか否か、を判別する (ステップ 818)。タイマーが時間切れであると (ステップ 818)、診断モジュール 520 はタイマーをリセットし (ステップ 820) 且つ再度パネル 502 の解析を開始する (ステップ 804)。

10

【0111】

図 8 は集中型 M P P T と分散型 M P P T との間の選択をする方法 800 の 1 例を例示しているが、この方法 800 に対して種々の変更を行なうことが可能である。例えば、方法 800 を光電システムを参照して説明しているが、方法 800 は、ウインドタービンシステム、燃料電池システム等のその他のエネルギー発生システム 500 に対して実現することが可能である。更に、方法 800 を図 5 のシステムを参照して説明しているが、方法 800 は本開示の範囲を逸脱すること無しに任意の適宜に構成されたエネルギー発生システムにおいて実現することが可能である。更に、一連のステップとして示してあるが、方法 800 におけるステップは、オーバーラップするか、並列に発生するか、複数回発生するか、又は異なる順番で発生することが可能である。

20

【0112】

図 9 は、本開示の 1 実施例に従うエネルギー発生システムにおける局所的変換器 904 用の局所的制御器 908 を活性化且つ脱活性化させるシステム 900 を例示している。システム 900 は、光電パネル 902 として呼称されるエネルギー発生装置 902 と、局所的変換器 904 とを有している。局所的変換器 904 は、パワーステージ 906 と、局所的制御器 908 と、アクチベーター即ち活性化器 910 とを有している。

【0113】

局所的変換器 904 は、図 1 の局所的変換器 104 の内の一つ、図 2 又は 3 の局所的変換器 204、及び / 又は図 5 の局所的変換器 504 の内の一つを表すことが可能であるが、局所的変換器 904 は、本開示の範囲を逸脱すること無しに任意の適宜に構成されたエネルギー発生システムにおいて実現することが可能であることが理解される。従って、システム 900 は他の同様のシステム 900 へ直列的及び / 又は並列的に結合されてエネルギー発生アレイを形成することが可能である。

30

【0114】

例示した実施例の場合、アクチベーター 910 がパネル 902 と局所的制御器 908 との間に結合されている。幾つかの実施例の場合に、アクチベーター 910 は、パネル 902 の出力電圧に基づいて局所的制御器 908 を活性化させ且つ脱活性化させることが可能である。パネル 902 の出力電圧が低すぎる場合には、アクチベーター 910 は、基本的にゼロである供給電圧を局所的制御器 908 へ供給することが可能であり、それにより局所的制御器 908 をシャットオフさせる。パネル 902 の出力電圧が一層高い場合には、アクチベーター 910 は、局所的制御器 908 が動作可能状態となるべくゼロではない供給電圧を局所的制御器 908 へ供給することが可能である。

40

【0115】

アクチベーター 910 は、局所的制御器 908 へ供給電圧を供給する以外の任意の適宜の態様で局所的制御器 908 を活性化させ且つ脱活性化させることが可能である。例えば、一つの代替例の場合に、アクチベーター 910 は、局所的制御器 908 を活性化させ且つ脱活性化させるために局所的制御器 908 の 1 個又はそれ以上のピンをセットさせることが可能である。別の代替例の場合には、アクチベーター 910 は、局所的制御器 908 を活性化させるために局所的制御器 908 内の第 1 レジスタへ第 1 所定値を書き込み、且つ局所的制御器 908 を脱活性化させるために局所的制御器 908 内の該第 1 レジスタ又

50



は第2レジスタのいずれかに第2所定値（これは、特定の実現例に基づいて、第1所定値と同じもの又は異なるものとする）が可能である）を書き込むことが可能である。

【0116】

従って、システム900は、バッテリー又は外部電源を使用すること無しに、局所的変換器904の自立的動作を与えている。太陽放射照度が十分に高い場合には、出力パネル電圧 $V_{pan}$ は、アクチベーター910をしてゼロではない供給電圧 $V_{cc}$ の発生を開始させるレベルへ増加する。この点において、局所的制御器908及び/又は中央アレイ制御器（図9においては不図示）は、レジスタの初期化、パネル902間の予備的電圧比較、アナログ・デジタル変換器キャリブレーション、クロック同期又はインターリーブ、パワーステージ906の同期的活性化、等の活性化手順を実施することを開始することが可能である。同様に、システム900を脱活性化させる前に、スタンドアロン適用例の場合におけるバックアップユニットとの同期、パワーステージ906の同期的脱活性化、等の脱活性化手順を実施することが可能である。これらの脱活性化手順期間中に、アクチベーター910はそれ自身は活性化されたままとなることが可能である。

【0117】

更に、幾つかの実施例の場合に、アクチベーター910は、局所的制御器904に対して過剰パワー保護を与えることが可能である。図3に関連して上に説明した如く、局所的制御器208の一部であるMPPT制御ブロック304は過剰パワー保護を与えることが可能である。然しながら、アクチベーター910を含むシステムに対する代替例として、アクチベーター910はその代わりにこの保護を与えることが可能である。従って、この代替例の場合には、出力電流が低すぎるほど低下すると、アクチベーター910は、パネル電圧 $V_{pan}$ がほぼ出力電圧 $V_{out}$ に等しいように局所的制御器908のMPPT機能性をスイッチオフさせることが可能である。

【0118】

図10は本開示の1実施例に基づくシステム900に対する時間に関しての装置電圧変化の1例を例示しているグラフ920である。光電パネル902の場合には、太陽放射照度レベルがアクチベーター910に対する電圧活性化レベル（ $V_{t-on}$ ）周りに振動する状態において、電圧脱活性化レベル（ $V_{t-off}$ ）と同じ電圧活性化レベルを使用することは、システム900の不所望の複数の活性化及び脱活性化を発生させることとなる。従って、グラフ920に示されているように、このことを防止するために、一層低い電圧脱活性化レベルを使用することが可能である。この一層低い電圧脱活性化レベルを使用することによって、システム900は、パネル電圧が電圧活性化レベルよりも幾分一層低いレベルへ降下するように太陽放射照度レベルが十分に減少するまで、一貫性をもって活性化されたまま留まることが可能である。その結果、頻繁な活性化及び脱活性化が回避され、システム900に対してノイズ免疫性を与えている。

【0119】

幾つかの実施例の場合に、パネル電圧が電圧活性化レベルを超えて局所的制御器908の活性化となった後に、局所的制御器908は、パネル電圧が電圧脱活性化レベルよりも一層低いレベルへ継続して降下する場合に一層迅速に脱活性化させることが可能であるために、パネル電圧が電圧脱活性化レベルより下側に降下する場合に、脱活性化手順を開始することが可能である。更に、幾つかの実施例の場合に、局所的制御器908は、特定の状態に対して電圧脱活性化レベルに到達する前に、アクチベーター910、従ってそれ自身をシャットオフさせることが可能である。

【0120】

図11は、本開示の1実施例に従うアクチベーター910を例示している。この実施例の場合、アクチベーター910は、電源930と、複数個の抵抗 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ と、ダイオード $D$ とを有している。抵抗 $R_1$ 及び $R_2$ は、電源930の入力ノード（IN）と接地との間に直列に結合されている。該ダイオード及び抵抗 $R_3$ は、電源930の出力ノード（OUT）と抵抗 $R_1$ 及び $R_2$ が共に結合されているノード940との間に直列に結合されている。更に、電源930のシャットダウンノード（SD）もノード940に結合さ

れている。

【 0 1 2 1 】

電源 9 3 0 は、その入力ノードにおいてパネル電圧  $V_{pan}$  を受け取り且つその出力ノードにおいて局所的制御器 9 0 8 用の供給電圧  $V_{cc}$  を発生することが可能である。電源 9 3 0 のシャットダウンノードは、電源 9 3 0 の制御回路によって決定されるように該シャットダウンノードにおける電圧レベルが特定した電圧  $V_0$  を超える場合に、電源 9 3 0 の動作をイネーブルさせ、且つ該シャットダウンノードにおける電圧レベルが該特定した電圧  $V_0$  より下側に降下する場合に、電源 9 3 0 の動作をディスエーブルさせる。

【 0 1 2 2 】

電源 9 3 0 がターンオフされると、該ダイオードは非導通状態であり、且つ該シャットダウンノードにおける電圧は次式によって与えられる。

【 0 1 2 3 】

【数 9】

$$V_{SD,off} = V_{pan} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

【 0 1 2 4 】

電圧  $V_{SD,ton}$  が値  $V_0$  を超えると、該ダイオードは導通状態を開始し且つ該シャットダウンノードにおける電圧は以下の如くなる。

【 0 1 2 5 】

【数 1 0】

$$V_{SD,off} = V_{pan} \frac{R_2 // R_3}{R_1 + R_2 // R_3} + (V_{\alpha} - V_d) \frac{R_1 // R_2}{R_3 + R_1 // R_2}$$

【 0 1 2 6 】

尚、 $V_d$  はダイオード電圧降下であり、且つ

【 0 1 2 7 】

【数 1 1】

$$x // y = \frac{x y}{x + y}$$

【 0 1 2 8 】

である。電圧  $V_{SD,toff}$  が  $V_0$  より下側に降下すると、電源 9 3 0 はターンオフされる。従って、ターンオン及びターンオフ電圧スレッシュホールドは、抵抗  $R_1$  ,  $R_2$  ,  $R_3$  によって与えられる抵抗値に基づいて決定される。

【 0 1 2 9 】

図 1 2 は、本開示の 1 実施例に従って局所的変換器 9 0 4 を活性化及び脱活性化させる方法 1 2 0 0 を例示している。方法 1 2 0 0 の実施例は、単に例示的なものであるに過ぎない。方法 1 2 0 0 のその他の実施例を本開示の範囲を逸脱すること無しに実現することが可能である。

【 0 1 3 0 】

方法 1 2 0 0 は、開回路条件で動作しているエネルギー発生装置、即ちパネル、9 0 2 で開始する（ステップ 1 2 0 2）。この条件において、アクチベーター 9 1 0 は局所的制御器 9 0 8 を活性化させていない。何故ならば、パネル 9 0 2 によって出力されるパネル電圧が低すぎるからである。アクチベーター 9 1 0 は、電圧活性化レベル（ $V_{ton}$ ）を超えるまで、このパネル電圧（ $V_{pan}$ ）をモニターする（ステップ 1 2 0 4）。

【 0 1 3 1 】

パネル電圧が電圧活性化レベルを超えたことをアクチベーター 9 1 0 が判別すると（ステップ 1 2 0 4）、アクチベーター 9 1 0 は局所的制御器 9 0 8 をターンオンさせることによって局所的変換器 9 0 4 の活性化を開始する（ステップ 1 2 0 6）。例えば、アクチ

10

20

30

40

50

ベーター 910 は、局所的制御器 908 に対してゼロではない供給電圧  $V_{cc}$  を発生することによって局所の変換器 904 の活性化を開始することが可能である。その他の実施例の場合に、アクチベーター 904 は、局所的制御器 908 の 1 個又はそれ以上のピンをセットすることによって、又は局所的制御器 908 内の第 1 レジスタへ第 1 所定値を書き込むことによって局所の変換器 904 の活性化を開始することが可能である。局所的制御器 908 及び / 又は中央アレイ制御器は、次いで、局所の変換器 904 に対する活性化手順を実施する（ステップ 1208）。例えば、該活性化手順は、レジスタの初期化、パネル 902 間の予備的電圧比較、アナログ・デジタル変換器キャリブレーション、クロック同期又はインターリーブ、パワーステージ 906 等を含む複数のパネルからなるストリングの同期的活性化を含むことが可能である。

10

#### 【0132】

局所的制御器 908 は、該ストリング内の他のパワーステージ 906 が動作状態となるまで（ステップ 1212）、所定の変換比でパワーステージ 906 を動作させる（ステップ 1210）。該ストリング内のパネル 902 の各々が動作状態にあるパワーステージ 906 を持つと（ステップ 1212）、局所的制御器 908 は、パネル電流（ $I_{pan}$ ）を活性化電流レベル（ $I_{min}$ ）と比較する（ステップ 1214）。パネル電流が活性化電流レベルよりも一層大きい場合には（ステップ 1214）、局所的制御器 908 が通常の動作を開始する（ステップ 1216）。従って、局所的制御器 908 はパワーステージ 906 に対して MPP T の実施を開始する。

#### 【0133】

この様に、エネルギー発生システムにおける全ての局所的制御器 908 の活性化は自動的に同期させることが可能である。更に、光電システムにおける複数のパネル 902 からなるサブセットのみがアクチベーター 910 による活性化となるのに十分に高い電圧を発生するに過ぎない場合には、スイッチ 314 等の単方向スイッチをパワーステージ 906 の各々に包含させて、残りのパネル 902 が動作されることを許容することが可能である。

20

#### 【0134】

局所的制御器 908 は、継続してパネル電流を活性化電流レベルと比較する（ステップ 1218）。パネル電流が活性化電流レベル未満である場合には（ステップ 1218）、局所的制御器 908 は脱活性化タイマーをセットする（ステップ 1220）。局所的制御器 908 は、次いで、所定の変換比でパワーステージ 906 を動作することへ復帰する（ステップ 1222）。次いで、局所的制御器 908 及び / 又は中央アレイ制御器が局所の変換器 904 に対する脱活性化手順を実施する（ステップ 1224）。例えば、該脱活性化手順は、スタンドアロン適用例の場合におけるバックアップユニットとの同期、パワーステージ 906 の同期的脱活性化等を含むことが可能である。

30

#### 【0135】

次いで、局所的制御器 908 は、脱活性化タイマーが時間切れとなったか否かを判別する（ステップ 1226）。このことは、パネル電流が活性化電流レベルの上方へ増加することを許容する。従って、局所的制御器 908 は、脱活性化の準備をするが、脱活性化が実際に実施されるべきであることを確保するために待機する。

40

#### 【0136】

従って、脱活性化タイマーが時間切れとならない限り（ステップ 1226）、局所的制御器 908 はパネル電流を活性化電流レベルと比較する（ステップ 1228）。パネル電流が継続して活性化電流レベル未満に留まる場合には（ステップ 1228）、局所的制御器 908 は継続して脱活性化タイマーの時間切れを待機する（ステップ 1226）。脱活性化タイマーの時間切れ（ステップ 1226）の前にパネル電流が活性化電流レベルよりも一層大きくなると（ステップ 1228）、局所的制御器 908 は、再度、パワーステージ 906 に対して MPP T を実施することによって通常に動作する（ステップ 1216）。

#### 【0137】

然しながら、パネル電流が活性化電流レベル未満である間（ステップ 1228）に脱活

50

性化タイマーが時間切れとなると（ステップ１２２６）、局所的制御器９０８はパワーステージ９０６及び局所的制御器９０８をターンオフし、且つパネル９０２は、再度、開回路条件で動作される（ステップ１２３０）。幾つかの実施例の場合に、アクチベーター９１０は、局所的制御器９０８に対してゼロの供給電圧 $V_{cc}$ を発生することによって、局所的変換器９０４の脱活性化を完了する場合がある。その他の実施例の場合に、アクチベーター９１０は、局所的制御器９０８の１個又はそれ以上のピンをセットすることによって、又は局所的制御器９０８内の第１レジスタ又は第２レジスタのいずれかに第２所定値を書き込むことによって、局所的変換器９０４の脱活性化を完了する場合がある。この点において、アクチベーター９１０は、再度、電圧活性化レベルを超えるまで（ステップ１２０４）パネル電圧をモニタし、活性化プロセスを最初期化させる。

10

#### 【０１３８】

図１２は局所的変換器９０４を活性化させ且つ脱活性化させるための方法１２００の１例を例示しているが、この方法１２００に対して種々の変形を行うことが可能である。例えば、方法１２００は光電パネルを参照して説明しているが、方法１２００は、ウインドタービン、燃料電池等のその他のエネルギー発生装置９０２に対して実現することが可能である。更に、方法１２００を図９の局所的制御器９０８及びアクチベーター９１０を参照して説明しているが、局所的制御器９０８及びアクチベーター９１０は本開示の範囲を逸脱すること無しに任意の適宜に構成されたエネルギー発生システムにおいて実現することが可能であることが理解される。又、一連のステップとして示してあるが、方法１２００におけるステップは、オーバーラップすること、並列的に発生すること、複数回発生すること、又は異なる順番で発生することが可能である。

20

#### 【０１３９】

上の説明は特定の実施例を参照しているが、説明したコンポーネント、システム及び方法の幾つかは、サブセル、単一セル、パネル（即ち、セルアレイ）、パネルアレイ、及び／又は複数のパネルアレイからなるシステムに対して適用することが可能であることが理解される。例えば、上述した局所的変換器は各々１個のパネルと関連しているものであるが、１個のパネル内の各セルに対しての、又は複数のパネルからなる各ストリングに対しての、局所的変換器と共に、同様にシステムを実現することが可能である。更に、説明したコンポーネント、システム及び方法の幾つかは、ウインドタービン、燃料電池等の光電装置以外のエネルギー発生装置へ適用することが可能である。

30

#### 【０１４０】

この特許文書において使用されている或る単語及び用語の定義を説明しておくことが有益である。「結合」という用語及びその派生語は、２個又はそれ以上のコンポーネント間のいかなる直接的又は間接的な通信を意味しており、これらのコンポーネントが互いに物理的に接触しているか否かを問うものではない。「送信」、「受信」及び「通信する」という用語及びそれらの派生語は、直接的な及び間接的な両方の通信を包含している。「含む」及び「有する」という用語及びそれらの派生語は、制限無しでの包含することを意味している。「又は」という用語は包括的であり、及び／又はの意味である。「各」という用語は識別された複数の項目からなる少なくともサブセット（副組）の内のどれもこれもである。「関連する」及び「それと関連する」という用語及びそれらの派生語は、包含すること、その中に包含されていること、それと相互接続していること、含むこと、その中に含まれること、それへ又はそれと接続すること、それへ又はそれと結合すること、それと通信可能であること、それと共同すること、インターリーブすること、並置すること、それに近接していること、それへ又はそれと束縛されていること、持っていること、その特性を持っていること、等を意味する場合がある。

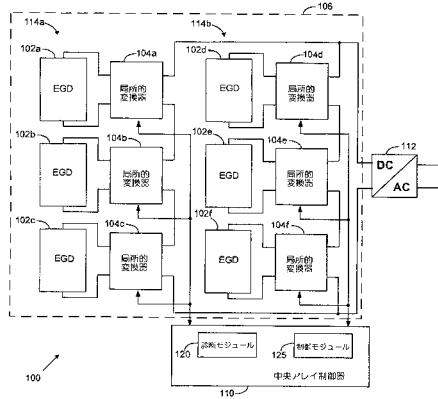
40

#### 【０１４１】

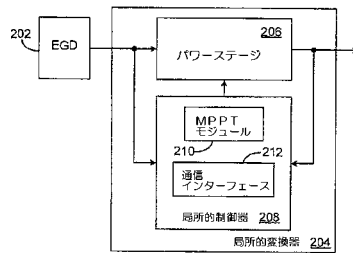
本開示を或る実施例及び通常関連する方法について説明したが、これらの実施例及び方法の変更及び置換は当業者に自明である。従って、例示的实施例の上の説明は本開示を定義付けるか又は拘束するものではない。以下の特許請求の範囲によって定義されるように、本開示の精神及び範囲を逸脱すること無しにその他の変化、置換、変形も可能である。

50

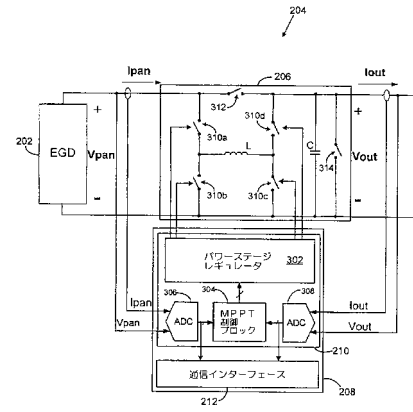
【図 1】



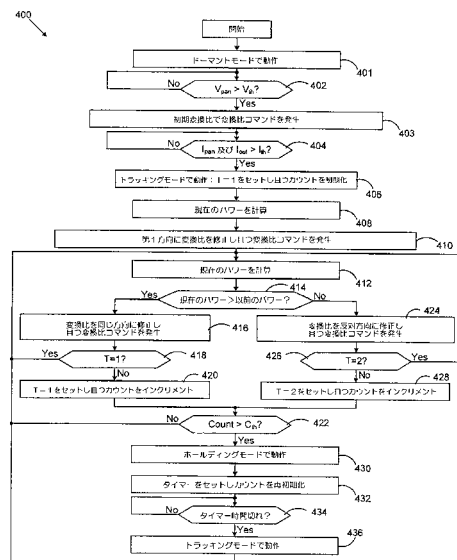
【図 2】



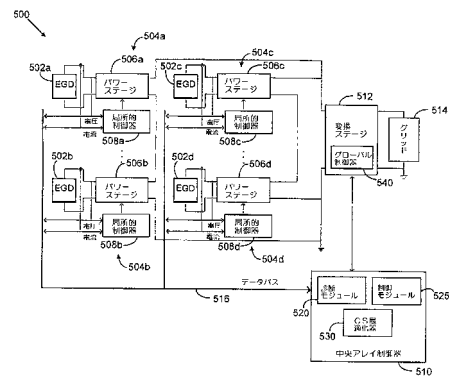
【図 3】



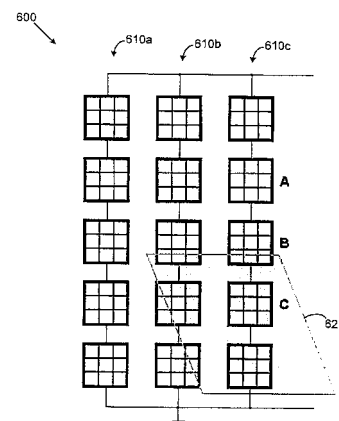
【図 4】



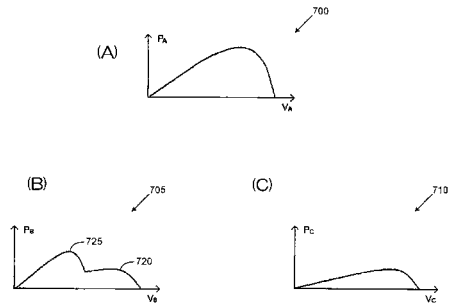
【図 5】



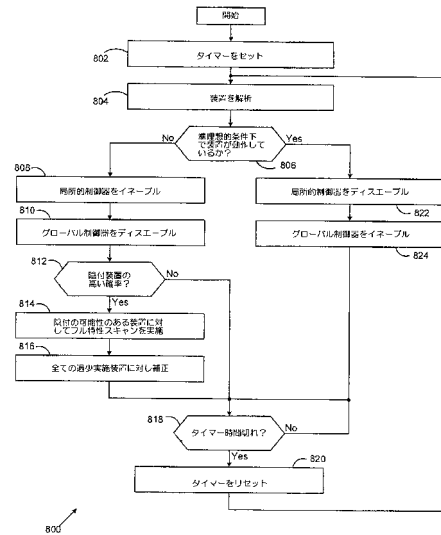
【図 6】



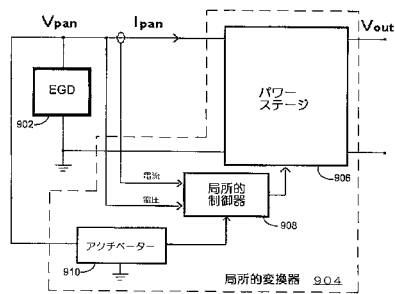
【図 7】



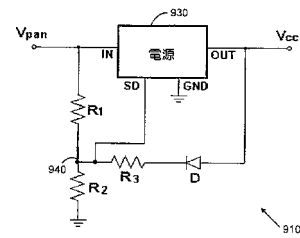
【図 8】



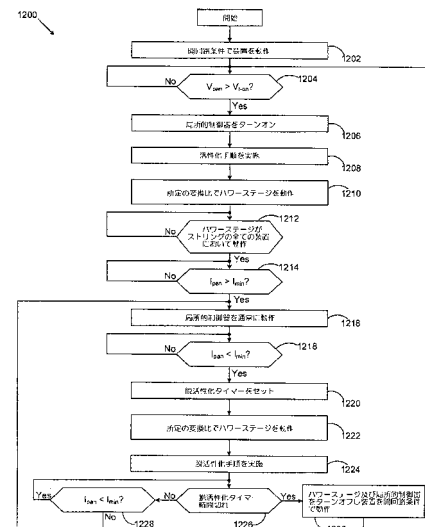
【図 9】



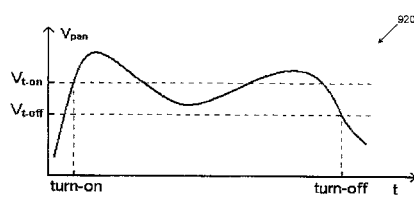
【図 11】



【図 12】



【図 10】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ジャバリ, アリ

アメリカ合衆国, カリフォルニア 95070, サラトガ, パロミノ ウエイ 14011

(72)発明者 リシ, ジアンボロ

アメリカ合衆国, カリフォルニア 95008, キャンベル, ウェスト ハチエンダ アベ  
ニュー 555, ナンバー 301

審査官 下原 浩嗣

(56)参考文献 特開平07-234733(JP,A)

Mikihiko Matsui et.al, A New Maximum Photovoltaic Power Tracking Control Scheme Based  
on Power Equilibrium at DC Link, 1999 IEEE Industry Applications Conference, 1999  
年10月, Vol.2, pp.804-809

Carlos Meza et. al, Boost-Buck Inverter Variable Structure Control for Grid-Connected  
Photovoltaic Systems with Sensorless MPPT, 2005 IEEE International Symposium, 2005  
年6月, Vol.2, pp.657-662

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05F 1/67

H02J 3/38

H02M 3/155