

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6025238号
(P6025238)

(45) 発行日 平成28年11月16日 (2016.11.16)

(24) 登録日 平成28年10月21日 (2016.10.21)

(51) Int.Cl. F I
H02M 7/48 (2007.01) H02M 7/48 R

請求項の数 5 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2011-275231 (P2011-275231)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成23年12月16日 (2011.12.16)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2012-135196 (P2012-135196A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
(43) 公開日	平成24年7月12日 (2012.7.12)		45、スケネクタデイ、リバーロード、1
審査請求日	平成26年12月10日 (2014.12.10)		番
(31) 優先権主張番号	12/974,444	(74) 代理人	100137545
(32) 優先日	平成22年12月21日 (2010.12.21)		弁理士 荒川 聡志
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100105588
			弁理士 小倉 博
		(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久
		(74) 代理人	100113974
			弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 二段電力コンバータを動作させるための方法およびシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電気グリッド (22) に電力を提供するための電力変換システム (14) であって、
光起電力 (PV) アレイ (12) に結合され、PV アレイ電圧を制御するように構成された
ブーストコンバータ (24) と、

少なくとも1つの導体 (36) によって前記ブーストコンバータに結合され、前記少なく
とも1つの導体の両端間の電圧降下を調節するように構成されたインバータ (26) と

、
システムコントローラ (16) と、
を備え、

前記システムコントローラ (16) は、

正常動作中に、および、低電圧ライドスルー (LVRT) グリッド事象およびゼロ電
圧ライドスルー (ZVRT) グリッド事象の少なくとも一方にตอบสนองして、前記ブーストコ
ンバータおよび前記インバータの動作を制御し、

前記 LVRT グリッド事象および前記 ZVRT グリッド事象の少なくとも一方にตอบสนอง
して削減電力動作点を決定する、

ように構成され、

前記システムコントローラ (16) が、前記削減電力動作点に対応する削減電力動作点
信号を前記ブーストコンバータ (24) に提供するように構成され、

前記ブーストコンバータ (24) が、前記削減電力動作点信号にตอบสนองして前記 PV アレ

10

20

イ電圧を低くするように構成され、それによりP Vアレイ電流が大きくなり、前記少なくとも1つの導体(36)に提供される電力が減少する、電力変換システム(14)。

【請求項2】

前記ブーストコンバータ(24)が、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ(I G B T)(88)およびダイオード(90)の少なくとも一方を備え、前記P Vアレイ電流が前記I G B Tおよびダイオードの少なくとも一方に分流され、それにより前記ブーストコンバータをより低いP Vアレイ電圧で動作させることができる、請求項1に記載のシステム(14)。

【請求項3】

前記システムコントローラ(16)が、前記少なくとも1つの導体(36)を流れる電流が事前定義の最大電流閾値より大きくなり、前記少なくとも1つの導体の両端間の電圧降下が事前定義の最大電圧閾値より大きくなると、その少なくともいずれかに応答して前記削減電力動作点信号を前記ブーストコンバータ(24)に提供するようにさらに構成されている、請求項1または2に記載のシステム(14)。

【請求項4】

前記ブーストコンバータ(24)が、前記事前定義の最大電流閾値を超える電流レベルから前記インバータ(26)を保護するために前記P Vアレイ電圧を低くするように構成されている、請求項3に記載のシステム(14)。

【請求項5】

二段電力コンバータ(14)に結合され、低電圧ライドスルー(L V R T)事象およびゼロ電圧ライドスルー(Z V R T)事象の少なくとも一方に応答してその動作を制御するように構成されたシステムコントローラ(16)であって、

電圧センサ信号および電流センサ信号を受け取り、

前記電圧センサ信号および前記電流センサ信号に基づいて削減電力動作点を決定し、

前記二段電力コンバータの第1段(26)にD Cバス電圧制御信号を提供し、

少なくとも1つの導体(36)によって前記第1段(26)に結合された前記二段電力コンバータの第2段(24)に光起電力(P V)アレイ電圧制御信号を提供し、前記D Cバス電圧制御信号が前記削減電力動作点に対応する、

前記二段電力コンバータの第2段(24)が、前記削減電力動作点信号に応答してP Vアレイ電圧を低くするように構成され、それによりP Vアレイ電流が大きくなり、前記少なくとも1つの導体(36)に提供される電力が減少する、
システムコントローラ(16)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書に記載の実施形態は、一般に太陽発電に関し、より詳細には、二段電力コンバータを動作させるための方法およびシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

太陽エネルギーは、ますます魅力的なエネルギー源になっており、また、清潔で再生可能な代替エネルギー形態として認識されている。日光の形態の太陽エネルギーは、太陽電池によって電気エネルギーに変換することができる。光を電気エネルギーに変換するデバイスのより一般的な用語は「光電池」である。日光は光の一部である。したがって太陽電池は光起電力(P V)電池の一部である。P V電池は、一对の電極およびそれらの間に配置された光吸収P V材料を備えている。P V材料が光で照らされると、P V材料中の原子に拘束されていた電子が光エネルギーによって解放され、自由に移動する。したがって自由電子および正孔が生成される。これらの自由電子および正孔は、電気エネルギーが

連続的に抽出されるように効率的に分離される。現在の商用 P V 電池には、半導体 P V 材料、典型的にはケイ素が使用される。

【 0 0 0 3 】

より大きい電流およびより高い電圧を得るために、太陽電池は、電氣的に接続され、ソーラモジュールを形成する。複数の太陽電池に加えて、ソーラモジュールはまた、センサ、例えば放射照度センサ、温度センサ、電圧計、電流計および/または電力計を含むこともできる。また、ソーラモジュールは、モジュール列を形成するように接続することもできる。通常、これらのモジュール列によって出力される D C 電圧は、グリッドインバータ、例えば D C - A C 電圧インバータに送られる。D C - A C 電圧インバータは、D C 電圧を三相交流 (A C) 電圧または電流に変換する。D C - A C インバータから出力される三相 A C は、電圧を昇圧して、電気グリッドに印加される三相高電圧 A C を生成する電力変圧器に提供される。

10

【 0 0 0 4 】

電気グリッドに印加される電気は、グリッド接続可能性 (g r i d c o n n e c t i v i t y e x p e c t a t i o n) を満たすことが必要とされる。これらの可能性は、安全性の問題ならびに電力品質の問題に対処する。例えばグリッド接続可能性には、例えば電気グリッドに沿った電力サージあるいは停電などの過渡事象の間、発電システムを動作させることが含まれる。この機能は、低電圧ライドスルー (L V R T) またはゼロ電圧ライドスルー (Z V R T) と呼ぶことができる。L V R T / Z V R T 事象とは、電気グリッドの 1 つの相または電気グリッドの複数の相で交流 (A C) ユーティリティ電圧が低い状態のことである。L V R T / Z V R T 事象の間、電気グリッドが発電システムから電力を受け取る容量は小さい。もう 1 つのグリッド接続可能性は、生成された電力を調整し、電力が電気グリッドを流れる電気の電圧および周波数と確実に整合するようにすることである。

20

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 米国特許出願公開第 2 0 0 7 0 1 0 3 1 0 8 号明細書

【 発明の概要 】

【 0 0 0 6 】

30

一態様では、電気グリッドに電力を提供するための電力変換システムが提供される。システムは、光起電力 (P V) アレイに結合され、P V アレイ電圧を制御するように構成されたブーストコンバータを含む。また、システムは、少なくとも 1 つの導体によってブーストコンバータに結合され、該少なくとも 1 つの導体の両端間の電圧降下を調節するように構成されたインバータを含む。システムは、さらに、ブーストコンバータおよびインバータの動作を制御するように構成されたシステムコントローラを含む。

【 0 0 0 7 】

他の態様では、低電圧ライドスルー (L V R T) グリッド事象およびゼロ電圧ライドスルー (Z V R T) グリッド事象の少なくとも一方に応答して二段電力コンバータの動作を制御するための方法が提供される。二段電力コンバータは、少なくとも 1 つの導体によって結合されたブーストコンバータおよびインバータを含む。この方法は、電圧センサ信号および電流センサ信号を受け取るステップを含む。また、この方法は、ブーストコンバータにブーストコンバータ動作信号を提供するステップを含む。ブーストコンバータは、ブーストコンバータ動作信号に基づいて光起電力 (P V) アレイ電圧を制御するように構成されている。この方法は、さらに、インバータにインバータ動作信号を提供するステップを含む。インバータは、インバータ動作信号に基づいて、少なくとも 1 つの導体の両端間の電圧を制御するように構成されている。

40

【 0 0 0 8 】

さらに他の態様では、二段電力コンバータに結合され、低電圧ライドスルー (L V R T) 事象およびゼロ電圧ライドスルー (Z V R T) 事象の少なくとも一方に応答してその動

50

作を制御するように構成されたシステムコントローラが提供される。システムコントローラは、電圧センサ信号および電流センサ信号を受け取り、受け取った電圧センサ信号および電流センサ信号に基づいて削減電力動作点 (reduced power operating point) を決定し、かつ、二段電力コンバータの第 1 段に DC バス電圧制御信号を提供するように構成されている。また、システムコントローラは、二段電力コンバータの第 2 段に光起電力 (PV) アレイ電圧制御信号を提供するように構成されており、DC バス電圧制御信号は削減電力動作点に対応する。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】 光起電力 (PV) 発電システムの一例示的实施形態のブロック図である。

10

【図 2】 図 1 に示されている PV 発電システムの回路図である。

【図 3】 特定の温度および放射照度における典型的な PV アレイ V - I 曲線および典型的な PV アレイ電力曲線のプロットである。

【図 4】 図 3 に示されている PV アレイ V - I 曲線および PV アレイ電力曲線、ならびに第 1 の削減電力動作点のプロットである。

【図 5】 図 3 に示されている PV アレイ V - I 曲線および PV アレイ電力曲線、ならびに第 2 の削減電力動作点のプロットである。

【図 6】 グリッド電圧事象に応答して、図 1 に示されている二段電力コンバータの動作を制御するための一例示的方法の流れ図である。

【図 7】 図 1 に示されているシステムコントローラによって適用される一例示的制御線図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0010】

本明細書に記載の方法およびシステムは、ライドスルーグリッド事象、例えば低電圧ライドスルー (LVRT) グリッド事象および / またはゼロ電圧ライドスルー (ZVRT) グリッド事象の間、二段電力コンバータの制御を容易にする。より具体的には、本明細書に記載の方法およびシステムは、二段電力コンバータに含まれるブーストコンバータおよびインバータを個別に制御する。例えば、記述されている方法およびシステムは、ライドスルーグリッド事象の間、光起電力 (PV) アレイ直流 (DC) 電圧を高くするか、あるいは PV アレイ DC 電圧を低くするかのいずれかによって二段電力コンバータの出力を小さくすることを容易にする。

30

【0011】

本明細書に記載の方法およびシステムの技術的な効果には、(a) 電圧センサ信号および電流センサ信号の受取り、(b) 光起電力 (PV) アレイ DC 電圧を制御するためのブーストコンバータの制御、および (c) DC バスの両端間の電圧を制御するためのインバータの制御のうちの少なくとも 1 つが含まれる。

【0012】

図 1 は、光起電力 (PV) 発電システム 10 の一例示的实施形態のブロック図である。この例示的实施形態では、PV 発電システム 10 には、PV アレイ 12、二段電力コンバータ 14 およびシステムコントローラ 16 が含まれる。システム 10 は、負荷、例えばそれには限定されないが変圧器すなわち電気グリッド 22 に引き渡すための交流 (AC) 出力電圧 20 を提供するように構成されている。電気グリッド 22 は、配電グリッド、電気伝送グリッドまたは電気を引き渡すために構成された任意のタイプの電気グリッドを含むことができる。PV アレイ 12 には少なくとも 1 つの PV 電池 (図 1 には示されていない) が含まれており、例えば少なくとも 1 つの太陽電池が含まれる。通常、複数の太陽電池が結合されて、ソーラモジュールとも呼ばれるソーラアレイが形成され、また、複数のソーラモジュールが結合されてモジュール列が形成される。太陽電池は、ソーラアレイによって出力される電圧を高くし、かつ、電流を大きくするためにこの方法で配置される。本明細書には、二段電力コンバータ 14 は、PV アレイ 12 によって生成される電力を受け取るものとして記述されているが、二段電力コンバータ 14 には、システム 10 を本明細

40

50

書に記載されているように機能させることができる任意の適切なDC源からの電力を提供することができる。

【0013】

本明細書に記載の実施形態は、本明細書に記載の処理タスクを実施するための何らかの特定のシステムコントローラおよび/またはプロセッサに限定されないことに留意されたい。本明細書において使用されている「プロセッサ」という用語は、本明細書に記載のタスクを実施するために必要な演算または計算を実行することができる任意の機械を表すものとする。また、「プロセッサ」という用語は、構造化入力を受け取ることができ、かつ、所定のルールに従ってその入力を処理して出力を生成することができる任意の機械を表すこともまた意図されている。また、本明細書において使用されている「ように構成された」という言い回しは、当業者には理解されるように、プロセッサが本発明の実施形態のタスクを実施するためのハードウェアおよびソフトウェアの組合せを備えていることを意味することに同じく留意されたい。本明細書において使用されているプロセッサという用語は、中央処理装置、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、縮小命令セット回路(RISC)、専用集積回路(ASIC)、論理回路、および本明細書に記載の機能を実行することができる任意の他の回路またはプロセッサを意味する。

10

【0014】

この例示的实施形態では、二段電力コンバータ14には、DC-DCブーストコンバータ24およびDC-ACインバータ26が含まれる。システムコントローラ16は、ブーストコンバータ24およびインバータ26の動作を独立して制御するように構成されている。システムコントローラ16は、二段電力コンバータ14の動作を制御するために二段電力コンバータ14に提供される電力動作点を決定するように構成されている。例えば、システムコントローラ16は、最大電力点追跡(MPPT)と呼ばれるプロセスを使用して最大電力点を決定することができる。システムコントローラ16は、最大電力点に対応する電力動作点信号をブーストコンバータ24に提供し、ブーストコンバータ24は、それに応答して、PVアレイ12から利用可能な最大電力を抽出するように構成されている。

20

【0015】

より具体的には、負荷抵抗は、最大電力出力に至るように決定された電圧値および電流値に基づいて決定することができる。例えば、電圧値および電流値は、電圧を電流で除したものに等しいある特定の負荷抵抗に対応する。したがってシステムコントローラ16は、ブーストコンバータ24がPVアレイ12に提供する負荷抵抗を制御し、したがってPVアレイDC電圧を制御する。負荷抵抗を制御することにより、ブーストコンバータ24によって出力される電力を制御することが容易になる。MPPTは、ブーストコンバータ24によって出力される電力が最大化されるように、PVアレイ12に最適負荷抵抗を提供する。最適負荷抵抗はPVアレイ12のインピーダンスと整合し、それによりブーストコンバータ24は、PVアレイ12から利用可能な最大電力を抽出し、出力することができる。また、電力動作点を調整してPVアレイ12を削減する(つまり利用可能な電力より少ない有効電力を出力する)ことも可能である。PVアレイ12は、例えば少なくなったエネルギー需要すなわちグリッド事象に応答して、電気グリッド22に提供される電力を少なくするように削減することができる。

30

40

【0016】

ブーストコンバータ24の出力32は、少なくとも1つの導体、例えばDCバス36によってインバータ26の入力34に結合されている。PVアレイ12は、少なくとも1つの導体40を介して二段電力コンバータ14に結合されており、また、インバータ26は、少なくとも1つの導体42を介して電気グリッド22に結合されている。図には単一の線として示されているが、導体40、導体42およびDCバス36は、システム10を本明細書に記載されているように機能させることができる任意の数の個別の導体を含むことができる。例えば、PV発電システム10が単相システムである場合、導体40、導体42およびDCバス36は、それぞれ単一の導体を含むことができる。別法として、PV発

50

電システム 10 が三相システムである場合、導体 40、導体 42 および DC バス 36 は、それぞれ相毎に 3 つの個別の導体を含むことができる。さらに、PV 発電システム 10 は、任意の適切な数の相を含むことも可能である。DC バス電圧はインバータ 26 によって制御される。より具体的には、システムコントローラ 16 は、インバータ 26 の動作を制御し、DC バス電圧を制御する。さらに、インバータ 26 は、インバータ 26 によって出力され、電気グリッド 22 に提供される AC 電圧 20 の力率を制御するように構成することも可能である。

【0017】

図 2 は、PV 発電システム 10 (図 1 に示されている) の回路図である。図 1 と 2 の間で共有されているコンポーネントは、全く同じ参照数表示で識別されている。この例示的実施形態では、システム 10 は、導体 40 を通って流れる電流 (つまり電力コンバータ 14 に入力される電流) を測定するように構成された複数の電流測定デバイス 50、および導体 42 を通って流れる電流 (つまり電力コンバータ 14 によって出力される電流) を測定するように構成された複数の電流測定デバイス 52 を含む。また、システム 10 は、PV アレイ電圧レベルを測定するように構成された PV 電圧測定デバイス 54 を含む。電流測定デバイス 50 は、測定された PV アレイ電流に対応する PV アレイ電流信号をシステムコントローラ 16 (図 1 に示されている) に提供する。電圧測定デバイス 54 は、測定された PV アレイ電圧レベルに対応する PV アレイ電圧信号をシステムコントローラ 16 に提供する。システム 10 は、さらに、DC バス電圧測定デバイス 56 を含む。DC バス電圧測定デバイス 56 は、測定された DC バス電圧に対応する DC バス電圧信号をシステムコントローラ 16 に提供する。

【0018】

図 3 は、特定の温度および放射照度における典型的な PV アレイ V - I 曲線 70 および典型的な PV アレイ電力曲線 72 のプロットである。V - I 曲線 70 は、PV アレイ DC 電圧 74 と PV アレイ DC 電流 76 を比較したものである。電力曲線 72 は、ブーストコンバータ 24 による電力出力 78 と PV アレイ DC 電流 76 を比較したものである。最大電力動作点 80 は、電力曲線 72 上の概ね点 82 で識別されている最大電力を識別し、かつ、概ね点 84 で識別されている対応する電圧値および電流値を V - I 曲線 70 から識別することによって決定される。二段コンバータ 14 は、PV アレイ 12 が所与の条件 (つまり所与の温度値および放射照度値) に対して生成することができる電力と同じ量の電力を生成するために、最大電力動作点 80 で動作するように構成されている。しかしながら、時には二段コンバータ 14 を最大電力動作点 80 で動作させることが望ましくないこともある。例えば LVRT 事象中は電気グリッド 22 の電圧が低いため、電気グリッド 22 は発電システム 10 から電力を受け取る容量を有していない。したがって LVRT 事象の間、二段電力コンバータ 14 は、電気グリッド 22 の電圧が高くなるまで AC 電力出力 20 を一時的に少なくするように構成されている。

【0019】

図 4 は、PV アレイ V - I 曲線 70、PV アレイ電力曲線 72 および第 1 の削減電力動作点 86 のプロットである。この例示的实施形態では、ライドスルーグリッド事象の間、ブーストコンバータ 24 は、最大電力点 80 (図 3 に示されている) の大電流側の PV アレイ V - I 曲線 70 上の点である第 1 の削減電力動作点 86 で動作する。第 1 の削減電力動作点 86 で動作させることにより、PV アレイ電圧が低くなり、また、十分な電力が二段コンバータ 14 に流入し、必要な出力電力および損失を供給することができるレベルに PV アレイ電圧が調整される。例えば、電力コンバータ 14 内では、電力コンバータ 14 による電力出力 78 と電力損失の和は、PV アレイ 12 によって供給しなければならない。第 1 の削減電力動作点 86 では、PV アレイ電圧は、典型的な電圧未満のレベルに調整され、例えば最大電力点 80 と結合している電圧未満のレベルに調整される。PV アレイ電圧を低くすると PV アレイ電流が大きくなる。PV アレイ電流をブーストコンバータ 24 の絶縁ゲートバイポーラトランジスタ (IGBT) 88 (図 2 に示されている) およびダイオード 90 (図 2 に示されている) のうちの少なくとも一方に分流させることにより

、より高いP Vアレイ電流レベルでの動作が容易になり、それによりブーストコンバータ24をより低いP Vアレイ電圧で動作させることができる。

【0020】

図5は、P VアレイV - I曲線70、P Vアレイ電力曲線72および第2の削減電力動作点92のプロットである。一代替実施形態では、ライドスルーグリッド事象の間、ブーストコンバータ24は、最大電力点80（図3に示されている）の小電流側のP VアレイV - I曲線70上の点である第2の削減電力動作点92で動作する。第2の削減電力動作点92で動作させることにより、P Vアレイ電圧が高くなり、また、十分な電力が二段電力コンバータ14に流入し、必要な出力電力および損失を供給することができるレベルにP Vアレイ電圧が調整される。第2の削減電力動作点92では、P Vアレイ電圧は、典型的な電圧より高いレベルに調整され、例えば最大電力点80と結合している電圧より高いレベルに調整される。より高いP Vアレイ電圧で動作させ、それに伴ってより小さいP Vアレイ電流で動作させることにより、A C電力出力20を少なくすることが容易になる。

10

【0021】

図6は、グリッド電圧事象（例えばL V R T事象またはZ V R T事象）に応答して、二段電力コンバータ、例えば二段電力コンバータ14（図1に示されている）の動作を制御するための一例示的方法110の流れ図100である。この例示的实施形態では、方法110は、電圧センサ信号および電流センサ信号を受け取るステップ120を含む。例えば、システムコントローラ16は、P Vアレイ電圧信号およびP Vアレイ電流信号を測定デバイス50および52（図2に示されている）から受け取る120。また、システムコントローラ16は、D Cバス電圧信号およびD Cバス電流信号を例えば測定デバイス54および56から受け取る120。

20

【0022】

また、この例示的实施形態では、方法110は、光起電力（P V）アレイD C電圧を制御するために、ブーストコンバータ、例えばブーストコンバータ24（図1に示されている）にブーストコンバータ動作信号を提供するステップ122を含む。方法110は、さらに、D Cバス電圧を制御するために、インバータ、例えばD C - A Cインバータ26（図1に示されている）にインバータ動作信号を提供するステップ124を含む。

【0023】

システムコントローラ16によって提供される122ブーストコンバータ動作信号は、L V R T事象およびZ V R T事象の少なくとも一方の間、出力電力を最少化するためにブーストコンバータ24を制御する。例えば、システムコントローラ16は、ブーストコンバータ24に削減電力動作点信号を提供することができる。上述のように、この削減電力動作点信号により、出力電力を最少化するためにブーストコンバータ24にP VアレイD C電圧を低くさせることができ、あるいは出力電力を最少化するためにブーストコンバータ24にP VアレイD C電圧を高くさせることができる。

30

【0024】

また、システムコントローラ16によって提供される122ブーストコンバータ動作信号は、事前定義の電圧閾値に等しいか、あるいはそれより高い測定D Cバス電圧に応答して、削減電力動作点を適用するようにブーストコンバータ24を制御することも可能である。この例示的实施形態では、事前定義の電圧閾値は、システムコントローラ16によって記憶され、かつ、アクセスされる。事前定義の電圧閾値より高いD Cバス電圧は、二段電力コンバータ14を損傷する可能性がある。

40

【0025】

さらに、システムコントローラ16は、事前定義の電流閾値に等しいか、あるいはそれより大きい測定P VアレイD C電流（つまりP Vアレイ12によって提供されるD C電流）に応答して、削減電力動作点を適用するようにブーストコンバータ24を制御することも可能である。事前定義の電圧閾値に関連して上述したように、事前定義の電流閾値より大きいP VアレイD C電流は、二段電力コンバータ14を損傷する可能性がある。

50

【 0 0 2 6 】

図 7 は、システムコントローラ、例えばシステムコントローラ 1 6 (図 1 に示されている) によって適用される、二段電力コンバータ 1 4 (図 1 に示されている) の動作を制御するための一例示的制御線図 1 5 0 である。制御線図 1 5 0 は、第 1 の経路 1 6 0、第 2 の経路 1 6 2、第 3 の経路 1 6 4、第 4 の経路 1 6 6 および第 5 の経路 1 6 8 の 5 つの制御経路を含む。P V アレイ電圧レベル 1 7 0 は、制御線図 1 5 0 を使用して決定される。より具体的には、P V アレイ電圧レベル 1 7 0 に対応する動作信号 (例えば電圧コマンド) が、ブーストコンバータ、例えばブーストコンバータ 2 4 (図 1 に示されている) に提供される。ブーストコンバータ 2 4 は、例えば P V アレイ 1 2 (図 1 に示されている) に加えられる負荷抵抗を調整するために動作信号を印加するように構成されている。複数の相を含む実施形態では、この動作信号に電流平衡調整器の出力を加算し、次にそれぞれを D C バス電圧で除し、相毎の変調コマンドを得る。

10

【 0 0 2 7 】

この例示的实施形態では、二段電力コンバータ 1 4 が正常に動作している間、第 1 の経路 1 6 0 が利用される。P V アレイ電圧 1 7 2 と P V 電圧コマンド 1 7 4 が加算され、かつ、これらが比較されて P V 電圧誤差信号 1 7 6 が得られる。P V 電圧コマンド 1 7 4 は、システムコントローラ 1 6 によって、少なくとも部分的に電力動作点に基づいて決定される。P V 電圧誤差信号 1 7 6 に利得 1 7 8 を乗じ、選択スイッチ 1 8 0 を介して、システムコントローラ出力 (図 7 には示されていない) を供給するノード 1 8 2 に供給される。

20

【 0 0 2 8 】

この例示的实施形態では、第 2 の経路 1 6 2 は、P V アレイ電流 1 9 0 が事前定義の P V アレイ電流閾値 1 9 2 より大きくなったとき制御するように構成されている。P V アレイ電流 1 9 0 と事前定義の P V アレイ電流閾値 1 9 2 (例えば P V 最大電流基準) が加算され、かつ、これらが比較されて P V 過電流誤差信号 1 9 4 が得られる。P V 過電流誤差信号 1 9 4 は、それに利得 1 9 6 を乗じ、選択スイッチ 1 9 8 を介してノード 1 8 2 に供給される。

【 0 0 2 9 】

この例示的实施形態では、第 3 の経路 1 6 4 は、実際の P V アレイ電力 2 0 0 が事前定義の閾値 2 1 0 (例えば P V アレイ最大電力基準) を超過したとき制御するように構成されており、この事前定義の閾値 2 1 0 の超過は、例えば L V R T 事象または Z V R T 事象の間に生じる。P V アレイ電力 2 0 0 と P V アレイ最大電力基準 2 1 0 が加算され、かつ、これらが比較されて P V 過電力誤差信号 2 1 2 が得られる。誤差信号 2 1 2 は、それに利得 2 1 4 を乗じ、選択スイッチ 2 1 6 を介してノード 1 8 2 に供給される。P V アレイ最大電力基準 2 1 0 は、より高いレベルの制御からの削減電力需要の結果、あるいは L V R T 事象または Z V R T 事象の結果のいずれかとして変更することができる。

30

【 0 0 3 0 】

この例示的实施形態では、第 4 の経路 1 6 6 は、L V R T 事象または Z V R T 事象の間に D C バス電圧 2 2 0 が降下したとき制御するように構成されている。D C バス電圧レベル 2 2 0 と D C バス最小電圧基準 2 2 2 が加算され、かつ、比較されて不足電圧誤差信号 2 2 4 が得られる。不足電圧誤差信号 2 2 4 は、それに利得 2 2 6 を乗じ、選択スイッチ 2 2 8 を介してノード 1 8 2 に供給される。上述のように、D C - A C インバータ 2 6 およびブーストコンバータ 2 4 は独立して制御され、また、D C - A C インバータ 2 6 は D C バス電圧 2 2 0 を制御する。しかしながら、D C バス電圧 2 2 0 が D C バス最小電圧基準 2 2 2 より低くなると、二段電力コンバータ 1 4 を損傷する可能性のあるレベルまで D C バス電流が大きくなる可能性がある。この状況では、システムコントローラ 1 6 は、ブーストコンバータ 2 4 を制御して D C バス電圧 2 2 0 を高くする。第 4 の経路 1 6 6 は、第 3 の経路 1 6 4 をバイパスすることを容易にし、それによりブーストコンバータ 2 4 は、L V R T 事象または Z V R T 事象の継続期間が延長されている間、および / または電気グリッド 2 2 への位相ジャンプの後に、コンバータ損失およびインバータ損失を供給するこ

40

50

とができる。

【0031】

この例示的实施形態では、第5の経路168は、DCバス電圧220がDCバス最大電圧基準230より高くなったとき制御するように構成されている。DCバス電圧220が二段電力コンバータ14を損傷することになる可能性のある電圧レベルであるDCバス最大電圧基準230より高くなると、第5の経路168からの信号がノード182に提供される。

【0032】

さらに、コンピュータ実行可能コンポーネントを有する1つまたは複数のコンピュータ可読媒体を構成して二段電力コンバータの動作を制御することも可能である。コンピュータ実行可能コンポーネントには、少なくとも1つのプロセッサによって実行されると、その少なくとも1つのプロセッサが電圧測定信号および電流測定信号を受け取るようになるインタフェースコンポーネントと、少なくとも1つのプロセッサによって実行されると、その少なくとも1つのプロセッサが、削減電力動作点に対応するPVアレイ電圧コマンドを決定するための少なくとも1つのアルゴリズムを記憶することになるメモリコンポーネントと、少なくとも1つのプロセッサによって実行されると、その少なくとも1つのプロセッサが、二段電力コンバータの動作を制御する動作信号を生成することになる解析コンポーネントとを含むことができる。

【0033】

本明細書に記載の実施形態には、1つまたは複数のコンピュータ可読媒体が包含されており、個々の媒体は、その上にデータまたはデータを操作するためのコンピュータ実行可能命令を含むように構成することができる。コンピュータ実行可能命令には、データ構造、オブジェクト、プログラム、ルーチン、または様々な異なる機能を実行することができる汎用コンピュータと結合された処理システム、あるいは限られた数の機能を実行することができる専用コンピュータと結合された処理システムなどの処理システムがアクセスすることができる他のプログラムモジュールが含まれる。本開示の態様は、本明細書に記載の命令を実行するように構成されると、汎用コンピュータを専用計算デバイスに変換する。コンピュータ実行可能命令によって処理システムは特定の機能または機能群を実行し、また、これらのコンピュータ実行可能命令は、本明細書において開示されている方法のためのステップを実施するためのプログラムコード手段の例である。さらに、特定の実行可能命令シーケンスは、このようなステップを実施するために使用することができる対応する行為の一例を提供する。コンピュータ可読媒体の例には、ランダムアクセスメモリ(「RAM」)、読取専用メモリ(「ROM」)、プログラマブル読取専用メモリ(「PROM」)、消去可能プログラマブル読取専用メモリ(「EPROM」)、電気的消去可能プログラマブル読取専用メモリ(「EEPROM」)、コンパクトディスク読取専用メモリ(「CD-ROM」)、または処理システムがアクセスすることができるデータまたは実行可能命令を提供することができる任意の他のデバイスあるいはコンポーネントがある。

【0034】

本明細書に記載のコンピュータまたは計算デバイスは、1つまたは複数のプロセッサすなわち処理装置、システムメモリおよび何らかの形態のコンピュータ可読媒体を有している。非制限の一例として、コンピュータ可読媒体は、コンピュータ記憶媒体および通信媒体を備えている。コンピュータ記憶媒体には、コンピュータ可読命令、データ構造、プログラムモジュールまたは他のデータなどの情報を記憶するための任意の方法または技術で実施される揮発性および不揮発性媒体、取外し可能および非取外し可能媒体が含まれる。通信媒体は、通常、コンピュータ可読命令、データ構造、プログラムモジュール、または搬送波あるいは他の輸送機構などの変調データ信号中の他のデータを含み、また、この通信媒体には任意の情報引渡し媒体が含まれる。これらの任意の組合せも同じくコンピュータ可読媒体の範囲内である。

【0035】

上述の実施形態は、二段電力コンバータの効率的かつコスト効果的な動作を容易にする

10

20

30

40

50

。本明細書に記載の制御システムは、L V R TおよびZ V R Tを容易にするために二段電力コンバータの動作を制御する。

【 0 0 3 6 】

以上、二段電力コンバータを含む発電システムの例示的实施形態について詳細に説明した。これらの方法およびシステムは、本明細書に記載の特定の实施形態に限定されず、それどころか、システムのコンポーネントおよび/または方法のステップは、本明細書に記載の他のコンポーネントおよび/またはステップから独立して、個別に利用することができる。

【 0 0 3 7 】

本発明の様々な実施形態の特定の特征は、いくつかの図面に示されており、他の図面には示されていないが、これは単に便宜上のためのものにすぎない。本発明の原理によれば、図面の任意の特征を参照することができ、および/または任意の他の図面の任意の特征と組み合わせて特許請求することができる。

【 0 0 3 8 】

本書は、例を使用して、最良の形態を含めて本発明を開示するために、また、任意のデバイスまたはシステムの構築および使用、ならびに組み込まれている任意の方法の実行を含めて本発明を当業者が実施することを可能にする。本発明の特許性のある範囲は、特許請求の範囲によって定義されており、当業者に思い浮ぶ他の例を包含することができる。このような他の例には、特許請求の範囲の文言とは異ならない構造構成要素をそれらが有している場合でも、特許請求の範囲の文言とわずかしき異ならない均等の構造構成要素をそれらが含んでいる場合でも、本特許請求の範囲に包含されることが意図されている。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 9 】

- 1 0 発電システム
- 1 2 光起電力 (P V) アレイ
- 1 4 二段電力コンバータ
- 1 6 システムコントローラ
- 2 0 A C 出力電圧
- 2 2 電気グリッド
- 2 4 ブーストコンバータ
- 2 6 インバータ
- 3 2 出力
- 3 4 入力
- 3 6 D C バス
- 4 0、4 2 導体
- 5 0、5 2 電流測定デバイス
- 5 4 P V 電圧測定デバイス
- 5 6 D C バス電圧測定デバイス
- 7 0 V - I 曲線
- 7 2 P V アレイ電力曲線
- 7 4 P V アレイ D C 電圧
- 7 6 P V アレイ D C 電流
- 7 8 電力出力
- 8 0 最大電力動作点
- 8 2、8 4 点
- 8 6、9 2 削減電力動作点
- 8 8 I G B T
- 9 0 ダイオード
- 1 0 0 流れ図
- 1 1 0 方法

10

20

30

40

50

1 2 0	電圧センサ信号および電流センサ信号を受け取るステップ	
1 2 2	ブーストコンバータ動作信号を提供するステップ	
1 2 4	インバータ動作信号を提供するステップ	
1 5 0	制御線図	
1 6 0	第 1 の経路	
1 6 2	第 2 の経路	
1 6 4	第 3 の経路	
1 6 6	第 4 の経路	
1 6 8	第 5 の経路	
1 7 0	P V アレイ電圧レベル	10
1 7 2	P V アレイ電圧	
1 7 4	P V 電圧コマンド	
1 7 6	P V 電圧誤差信号	
1 7 8、1 9 6、2 1 4、2 2 6	利得	
1 8 0、1 9 8、2 1 6、2 2 8	選択スイッチ	
1 8 2	ノード	
1 9 0	P V アレイ電流	
1 9 2	P V アレイ電流閾値	
1 9 4	過電流誤差信号	
2 0 0	実際の P V アレイ電力	20
2 1 0	P V アレイ最大電力基準	
2 1 2	過電力誤差信号	
2 2 0	D C バス電圧	
2 2 2	バス最小電圧基準	
2 2 4	不足電圧誤差信号	
2 3 0	バス最大電圧基準	

【図 1】

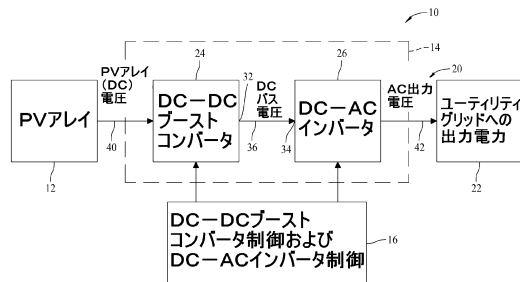


FIG. 1

【図 2】

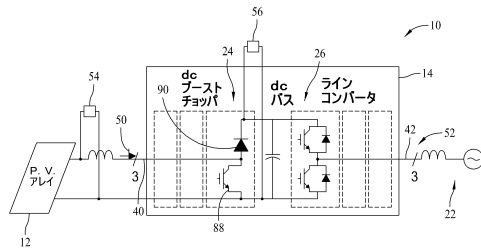


FIG. 2

【図 3】

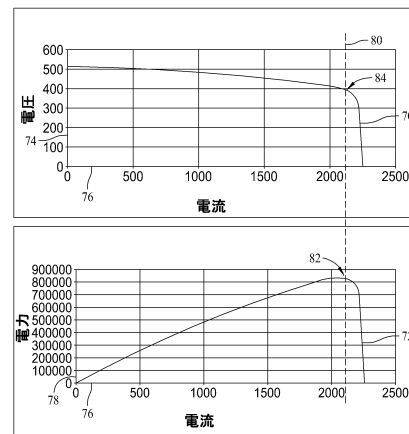


FIG. 3

【図 4】

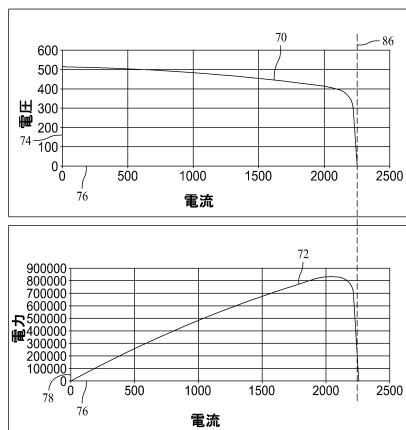


FIG. 4

【図 5】

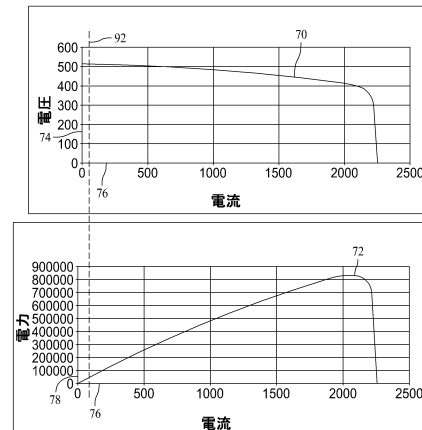


FIG. 5

【図 6】

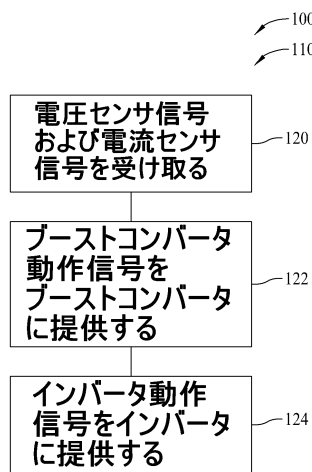


FIG. 6

【図 7】

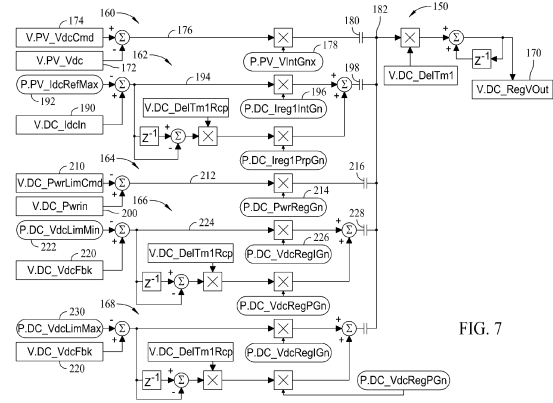


FIG. 7

フロントページの続き

- (72)発明者 ロバート・グレゴリー・ワゴナー
アメリカ合衆国、バージニア州・24153、サLEM、ロアノーク・ブールヴァード、1501番
- (72)発明者 デイビッド・スミス
アメリカ合衆国、バージニア州・24083、サLEM、ロアノーク・ブールヴァード、1501番
- (72)発明者 アレン・マイケル・リッター
アメリカ合衆国、バージニア州・24083、サLEM、ロアノーク・ブールヴァード、1501番
- (72)発明者 マーク・イー・シェパード
アメリカ合衆国、バージニア州・24083、サLEM、ロアノーク・ブールヴァード、1501番

審査官 安池 一貴

- (56)参考文献 特開2009-219238(JP,A)
特開2001-320835(JP,A)
特開2004-334704(JP,A)
特開2008-067518(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M	7/48
H02M	3/155
G05F	1/67
H02J	3/38