

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4092334号

(P4092334)

(45) 発行日 平成20年5月28日(2008.5.28)

(24) 登録日 平成20年3月7日(2008.3.7)

(51) Int.Cl.		F I	
H02J	3/38	(2006.01)	H02J 3/38 C
G05F	1/67	(2006.01)	G05F 1/67 A

請求項の数 22 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2004-506096 (P2004-506096)	(73) 特許権者	504418165
(86) (22) 出願日	平成15年5月19日 (2003.5.19)		リュウディガー レーリヒ
(65) 公表番号	特表2005-528071 (P2005-528071A)		ドイツ連邦共和国 ミュンヘン クーフシ
(43) 公表日	平成17年9月15日 (2005.9.15)		ユタイナー ブラッツ 2
(86) 国際出願番号	PCT/DE2003/001611	(73) 特許権者	504418176
(87) 国際公開番号	W02003/098703		ヨーゼフ シュテーター
(87) 国際公開日	平成15年11月27日 (2003.11.27)		ドイツ連邦共和国 フォーエンシュトラウ
審査請求日	平成18年5月17日 (2006.5.17)		ス アン デア レーラウ 26
(31) 優先権主張番号	102 22 621.0	(74) 代理人	100061815
(32) 優先日	平成14年5月17日 (2002.5.17)		弁理士 矢野 敏雄
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)	(74) 代理人	100094798
			弁理士 山崎 利臣
		(74) 代理人	100099483
			弁理士 久野 琢也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光起電力装置用回路装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

直列および／または並列接続された多数の太陽発電機（14b）を含むエネルギーメインパス（18）を有する光起電力装置（10b）を制御／調整する回路装置において、
各太陽発電機（14b）に可変のエネルギーバイパス（68b）が割り当てられており、

前記太陽発電機（14b）は、当該の可変のエネルギーバイパス（68b）を介して、理論的に最大限に可能なそのエネルギーと、回路によって決まりかつ前記のエネルギーメインパス（18）を介して実際に排出し得るそのエネルギーとの間の差分エネルギーを供給することを特徴とする、

光起電力装置を制御／調整する回路装置。

【請求項 2】

前記の可変のエネルギーバイパス（68b）は、制御／調整装置によって制御／調整されて、各太陽発電機（14b）が都度最新の固有のMPPで連続して動作される、

請求項 1 に記載の回路装置。

【請求項 3】

前記エネルギーバイパス（68b）は電流制御／調整および／または電圧制御／調整される、

請求項 1 または 2 に記載の回路装置。

【請求項 4】

前記エネルギーバイパス（６８ｂ）は、導電分離式の制御／調整可能なエネルギー変換器（７０ｂ）を含む、

請求項１または３に記載の回路装置。

【請求項５】

直列接続された多数の太陽発電機（１４ｂ）のうち、当該直列接続にて都度最新の最小ＭＰＰ電流を有する太陽発電機（１４ｂ）により、当該直列接続の別の太陽発電機（１４ｂ）のエネルギーバイパス（６８ｂ）に対する制御／調整量が設定される、

請求項１から３までのいずれか１項に記載の回路装置。

【請求項６】

並列接続された多数の太陽発電機（１４ｇ）のうち、システムにて都度最新の最小ＭＰＰ電圧を有する太陽発電機（１４ｇ）により、該システムにおける別の太陽発電機（１４ｇ）のエネルギーバイパス（６８ｂ）に対する制御／調整量が設定される、

請求項１から４までのいずれか１項に記載の回路装置。

【請求項７】

少なくとも１つのエネルギーバイパス路（７４ｂ；７４ｄ）が設けられており、
該エネルギーバイパス路を介して前記エネルギーバイパス（６８ｂ；６８ｄ）が直列および／または並列にまとめて接続されている、

請求項１から６までのいずれか１項に記載の回路装置。

【請求項８】

前記エネルギーバイパス路（７４ｂ；７４ｄ）はエネルギーメインパス（１８ｂ；１８ｄ）に接続されている、

請求項７に関連した請求項６に記載の回路装置。

【請求項９】

前記エネルギーメインパス（１８ｃ）および／またはエネルギーバイパス路（７４ｃ）は、エネルギー網（２２ｃ）またはバッテリーシステムに接続されている、

請求項７または８に記載の回路装置。

【請求項１０】

前記エネルギーメインパス（１８ｃ）および／またはエネルギーバイパス路（７４ｃ）にエネルギー変換器（２０ｃ；８０ｃ）が割り当てられている、

請求項７から９までのいずれか１項に記載の回路装置。

【請求項１１】

各太陽発電機（１４）または複数の太陽発電機の一部（１４）に診断装置（１６）が割り当てられており、

該診断装置により、太陽発電機（１４）の動作中にその動作パラメタおよび／または特性データが繰り返し検出され、

前記診断装置（１６）にシステムデカップリングユニット（３２）が割り当てられており、

該システムデカップリングユニットは、前記の動作パラメタおよび／または特性データの検出時間中、太陽発電機（１４）をエネルギーメインパス（１８）から切り離す、

請求項１から１０までのいずれか１項に記載の回路装置。

【請求項１２】

前記診断装置（１６）に太陽発電機シミュレータ（３４）が割り当てられており、

前記の動作パラメタおよび／または特性データの検出時間中、該太陽発電機シミュレータにより、太陽発電機（１４）に代わってエネルギー放出が行われる、

請求項１１に記載の回路装置。

【請求項１３】

前記太陽発電機シミュレータ（３４）を接続して、前記の動作パラメタおよび／または特性データの検出時間中、当該太陽発電機シミュレータにより、エネルギーメインパス（１８）にエネルギーが供給されるようにした、

請求項１２に記載の回路装置。

10

20

30

40

50

【請求項 14】

前記診断装置（16）は、太陽発電機（14）の最新の動作パラメタを検出する温度測定ユニット（28）および／または電流測定ユニット（26）および／または電圧測定ユニット（24）を含む、

請求項 11 から 13 までいずれか 1 項に記載の回路装置。

【請求項 15】

前記回路装置に動作点調整器（30）が割り当てられており、

該動作点調整器により、動作パラメタおよび／または特性データの検出中、前記動作点が調整される、

請求項 11 から 14 までのいずれか 1 項に記載の回路装置。

10

【請求項 16】

各太陽発電機（14b）に、請求項 1 から 10 までのいずれか 1 項に記載の可変のエネルギーバイパス（68b）が割り当てられている、

請求項 11 から 15 までのいずれか 1 項に記載の回路装置。

【請求項 17】

前記システムデカップリング装置（32b）により、動作パラメタおよび／または特性データの検出時間中、太陽発電機（14b）がエネルギーバイパス路（74b）からも切り離される、

請求項 16 に記載の回路装置。

【請求項 18】

20

前記の動作パラメタおよび／または特性データの検出時間中に太陽発電機シミュレータ（34b）により、前記エネルギーバイパス路（74）にもエネルギーが供給される、

請求項 16 または 17 に記載の回路装置。

【請求項 19】

各太陽発電機（14；14b）および／または太陽発電機（14；14b）の一部に前記のエネルギーバイパス（68b）および／または診断装置（16）を制御／調整する制御／調整装置（16；16b）が割り当てられている、

請求項 1 から 18 までのいずれか 1 項に記載の回路装置。

【請求項 20】

各太陽発電機（14；14b）および／または太陽発電機（14；14b）の一部にデータ処理および記憶ユニット（36；36b）が割り当てられている、

請求項 1 から 19 までのいずれか 1 項に記載の回路装置。

30

【請求項 21】

前記回路装置に通信装置（38；38b）が割り当てられており、

該通信装置により、太陽発電機動作パラメタおよび太陽発電機特性データが、別の太陽発電機（14；14b）および／または通信装置および／または制御／調整装置および／またはデータ処理および記憶装置（42h；94h）に通信される、

請求項 1 から 20 までのいずれか 1 項に記載の回路装置。

【請求項 22】

前記通信は、データ線路（40）および／またはエネルギーメインパス（18）および／またはエネルギーバイパス路を介して行われる、

請求項 21 に記載の回路装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

説明

本発明は、直列および／または並列接続された多数の太陽発電機を含む光起電力装置を制御／調整する回路装置に関する。

【0002】

つぎのような事実は広く知られている。すなわち、光起電力の太陽発電機から最大出力

50

を取り出すことができるのは、この発電機が所定の動作点、最大出力点（以下M P P = Maximum Power Pointと称する）において動作している場合にだけであるということは広く知られている事実である。M P Pは、いずれの発電機においても都度の外部的な動作条件、例えば目下の照射強度および温度にも、また例えば製造公差、経年変化、欠陥、汚染その他などに起因する発電機それ自体の状態にも共に依存する。このような理由から各発電機は、所定の時点tに固有のM P P電流 $I_{M P P}$ ないしは固有のM P P電圧 $U_{M P P}$ を有するのである。

【0003】

さらに、光起電力装置において所定の出力電圧を達成するため、太陽発電機をいわゆるストリングで直列接続することが一般に知られている。所望の出力電力に応じて相応数のストリングが並列接続される。この直列接続により必然的に、1ストリングのすべての太陽発電機を通る電流の大きさは同じことになる。しかしながら1ストリングの個々の太陽発電機のM P P電流が異なることにより、光起電力装置の出力損失に結び付いてしまう。それは各太陽発電機がその最適な動作領域で動作できないからである。

【0004】

本発明の課題は、直列および／または並列接続された太陽発電機の出力損失を低減することである。

【0005】

本発明によればこの課題は、直列および／または並列接続された多数の太陽発電機を含む光起電力装置を制御／調整するつぎのような回路装置によって解決され、ここで各太陽発電機には可変のエネルギーバイパスが割り当てられており、このエネルギーバイパスを制御／調整して、各太陽発電機がその都度最新の固有のM P Pで連続して動作するようにする。

【0006】

これは例えば、直列に1ストリングにまとめて接続された太陽発電機において実質的に、1ストリングの各太陽発電機が可変の電流バイパスを利用することによって行われる。ここでこの可変の電流バイパスはつぎのように制御／調整される。すなわちこのストリングにおける電流が、このストリングのすべての太陽発電機のうちで最も小さいM P P電流とちょうど同じ大きさになるように制御／調整されるのである。最新のストリング電流と、都度最新の各太陽発電機M P P電流との間の差分電流は、上記の電流バイパスを介して導かれる。これによって太陽発電機を通る総電流は、各時点においてこの太陽発電機のM P P電流にちょうど等しくなり、この太陽発電機の最適な動作が保証される。発電機毎に異なる電流バイパスに対する制御量は、この発電機のM P Pと、1ストリングの別の太陽発電機のM P Pとを比較することによって求められる。この比較は、太陽発電機制御／調整ユニットでも、またストリング制御／調整ユニットでも共に行うことができ、このユニットはデータベースを介して個々の太陽発電機の制御／調整ユニットと通信する。個々の発電機の各M P Pの算出は、実証済みの方式（電氣的または容量式の負荷変化）にしたがい、発電機の実特性曲線測定によって簡単に行うことができる。ストリング電流のバイパスを介してバイパスされた電流は、適切なやり方で、例えば、エネルギーを供給するインバータを介して再度、網に供給される。

【0007】

このバイパス原理は、並列接続の太陽発電機にも適用可能であり、この場合にはこの回路装置は、各太陽発電機の電流ではなく電圧を全体システムの電圧に適合させる。

【0008】

この際に直列および／または並列接続された太陽発電機の要求を満たすために、上記のエネルギーバイパスが電流制御／調整または電圧制御／調整されるようにする。

【0009】

さらに上記のエネルギーバイパスが、導電分離式の制御／調整可能なエネルギー変換器（例えば制御／調整可能なD C / D C変換器、制御／調整可能な電流源または電圧源、電流調整器または電圧調整器（以下ではバイパス素子とも称する））を含むようにすること

10

20

30

40

50

ができる。これによって各バイパス回路の出力側を、各太陽発電機の相応する電圧レベルには依存しないで、ひいては太陽発電機それ自体の接続には依存しないで接続することができる。

【0010】

さらに直列接続された多数の太陽発電機のうちのつぎのような太陽発電機、すなわちこの直列接続において都度最新の最小MPP電流を有する太陽発電機により、この直列接続の別の太陽発電機のエネルギーバイパスに対する制御／調整量が設定されるようにすることができる。このようにする理由は、すでに述べたように、1ストリングに直列接続された複数の太陽発電機は、電流の等しい1システムであるからである。この際に直列に接続された各太陽発電機を通る電流の大きいは等しい。したがってこのシステムの電流は、最小のMPP電流を有する太陽発電機によって決定的に決められてしまうのである。最も弱いモジュールのMPP電流よりも大きなMPP電流を有する太陽発電機では上記のバイパス回路により、相応する差分電流が分岐され、また相応するエネルギーが、分圧および場合によって行われる変換の後、固有のバイパスエネルギー路ないしはバイパスエネルギー回路に供給される。

10

【0011】

これに対して並列接続された太陽発電機は、電圧の等しい1システムである。ここでは並列接続された各太陽発電機において電圧の大きさが等しい。しかしながら個々の太陽発電機のMPP電圧は偏差するため、最適な動作は、電圧を合わせることによってのみ可能である。このシステムにおける電圧は、最小のMPP電圧を有する太陽発電機によって決定的に決められてしまう。したがって並列接続された多数の太陽発電機のうちのつぎのような太陽発電機、すなわちこのシステムにおいて都度最新の最小MPP電圧を有する太陽発電機により、このシステムにおける別の太陽発電機のエネルギーバイパスに対する制御／調整量が設定されるようにすることができる。これにより、このバイパス回路によって、最も弱い太陽発電機のMPP電圧よりも高いMPP電圧を有する太陽発電機において、各太陽発電機について直列に相応する差分電圧が形成され、相応するエネルギーが、分圧および場合によって行われる変換の後、固有のバイパスエネルギー路ないしはバイパスエネルギー回路に供給される。

20

【0012】

さらに、少なくとも1つのエネルギーメインパスを設けて、このエネルギーメインパスを介して個々の太陽発電機を直列および／または並列にまとめて接続することができる。この際には例えば、1モジュールに直列接続されたソーラセル、並列接続されたソーラセルグループ、1ストリングに直列接続されたモジュール、直列接続されたモジュールグループ、並列接続されたモジュールまたは並列接続されたストリングなども考えられる。

30

【0013】

個々のエネルギーバイパスをまとめられるようにするため、少なくとも1つのエネルギーバイパス路を設けて、このエネルギーバイパス路を介してエネルギーバイパスを直列および／または並列に接続することができる。ここで直列接続された太陽発電機では、バイパス回路を各太陽発電機に対して並列に配置し、また並列接続された太陽発電機では、バイパス回路を個々の太陽発電機に対して直列に配置する。

40

【0014】

ここで並列接続された複数のエネルギーバイパス素子は、それだけ見ると電圧の等しい1システムである。このバイパス回路によって処理すべき相当出力(Leistungsaquivalent)は、統一的な電圧に変換しなければならない。この相当出力は、電流強度を変更することによって相応に制御／調整される。バイパス電流およびバイパス電圧の調整は、個々の太陽発電機のすべての測定データを中央で評価することによって行うか、または部分的には制御／調整可能なバイパス素子それ自体によって自立的に行うことができる。

【0015】

これに対して直列接続された複数のエネルギーバイパス素子は、それだけ見ると電流の等しい1システムである。上記のバイパス回路によって処理すべき相当出力は、統一的な

50

電流レベルに変換しなければならない。この相当出力は、電圧を変化させることによって相応に調整される。バイパス電流およびバイパス電圧の調整は、個々の太陽発電機のすべての測定データを中央で評価することによって行うか、または部分的には制御／調整可能なバイパス素子それ自体によって自立的に行うことができる。

【0016】

バイパスエネルギーを利用可能にするため、さらにエネルギーバイパス路と、エネルギーメインパスとを接続することができる。すなわち、エネルギーバイパス路における電圧および電流を相応に制御／調整することにより、バイパスエネルギーをエネルギーメインパスに再度直接、供給できるのである。並列接続されたバイパスでは、例えば、電圧を中央で制御／調整することによって、ないしは制御／調整可能なバイパス素子（例えば、制御／調整可能なDC／DC変換器）それ自体によってこのバイパス素子の電圧レベルをエネルギーメインパスのレベルに調整し、これに対して直列接続されたバイパス素子ではバイパスの電圧を、例えば、この電圧を中央で制御／調整することによって、ないしは制御／調整可能なバイパス素子それ自体によって調整して、直列接続されたバイパス素子ないしはバイパスの統一された電流において、直列接続されたバイパス素子ないしバイパスの電圧の総和が、エネルギーメインパスの電圧に相応するようにする。

10

【0017】

さらに、エネルギーメインパスおよび／またはエネルギーバイパス路と、エネルギー網またはバッテリーシステムに接続することができる。これは例えばつぎのように行うことができる。すなわち、網に結合された装置では、エネルギーメインパスおよび／またはエネルギーバイパス路にエネルギー変換器を割り当てるか、またはバッテリーシステムではエネルギーメインパスおよび／またはエネルギーバイパス路にそれぞれ充電制御器および蓄電池を割り当てることによって行うことができるのである。

20

【0018】

さらに本発明は、直列および／または並列接続された多数の太陽発電機を含む光起電力装置を制御／調整する、つぎのような特徴を有する回路装置に関する。すなわちこの回路装置では、各太陽発電機または複数の太陽発電機の一部に診断装置が割り当てられており、ここでこの診断装置により、太陽電池の動作中にその動作パラメータおよび／または特性データが繰り返し検出されて太陽発電機のMPPが算出され、また上記の診断装置にはシステムデカップリング装置が割り当てられており、このシステムデカップリング装置は、動作パラメータおよび／または特性データの検出時間中、太陽発電機をエネルギーメインパスから切り離すのである。

30

【0019】

上記の診断ユニットは、各太陽発電機を検出するため、ないしは各太陽発電機のMPPを自立的に検出するために使用することもできる。

【0020】

光起電力装置のコンポーネント診断およびシステム診断の基本アイデアは、1回路に接続されているすべての太陽発電機の最も重要なパラメータおよび特性データ（温度、アンドリング電圧、短絡電流、電流電圧特性曲線、MPP）を動作中に測定ないしは計算することに基づいている。しかしながら例えば直列接続された太陽発電機、すなわち、1ストリングに接続された複数の太陽発電機では、直列に接続された各太陽発電機を通る電流の大きさが同じであり、またこのシステムにおける電流は、最小のMPP電流を有するモジュールによって決定的に決まってしまうため、上記の最も重要なパラメータおよび特性データを動作中に計算することは、このために必要な、最適な動作点ひいてはMPPの調整に起因して、エネルギーメインパスのエネルギー変換器における上位のMPPトラッキング部の妨害により、付加的な出力損失に結び付いてしまうおそれがある。しかしながらこれは、エネルギーメインパスから動作パラメータおよび／または特性データのデータ検出中に太陽発電機を切り離すことによって十分に阻止される。

40

【0021】

ここで有利な実施形態では、上記の診断装置に太陽発電機シミュレータが割り当てられ

50

ており、動作パラメータおよび／または特性データを検出時間中にこのシミュレータにより、太陽発電機に代わってエネルギー放出を行うことができる。すなわち、光起電力装置の動作中、エネルギー流を中断したり、上位の制御／調整システムを妨害することなく、太陽発電機の特性データを検出できるのである。これは測定時間中にシステムデカップリングユニットにより、太陽発電機がこのシステムから切り離され、また同時にエネルギー源を含む太陽発電機シミュレータが起動されて、この測定時間中にこれが太陽発電機の代理をすることによって行われる。ここではこの太陽発電機シミュレータないしはエネルギー源を制御／調整して、電流および電圧が、測定サイクルの開始および後続のシステムデカップリングの前の太陽発電機の値に相応するようにする。これによって、上位の制御／調整回路が妨害されないことが保証される。すなわち、上位のシステムが、ひいては殊にシステムインバータのMPPトラッキング部が測定中に妨害されないようにするため、測定時間の間、発電機をシステム（ストリング）からデカップリングするのである。ここでこのストリングにおける電流は、太陽発電機シミュレータによって保証される。

10

【0022】

ソーラセルのパラメータを測定するため、例えばつぎのようにすることができる。すなわち、上記の診断装置が、太陽発電機の最新の動作パラメータを検出する温度測定ユニットおよび／または電流測定ユニットおよび／または電圧測定ユニットを含むようにし、また動作点調整器が設けられており、この動作点調整器により、動作パラメータおよび／または特性データの検出中に動作点が調整され、すなわち発電機の最新の負荷が調整され、ひいては最新の動作点が決定されるようにする、ないしは結果的に得られる電流および電圧が測定される間に、動作点に変化されてパラメータが測定されるようにすることができる。ここでダイナミックなシステム特性をマッピングするため、測定を規則的な周期で実行し、電流電圧特性曲線において測定点を相応に評価することによって各モジュールMPPを周期的に求める。しかしながらモジュールMPPの算出は、別の公知の方式で行うことも可能である。この測定の結果は、アイドル電流、短絡電流、MPP電流およびMPP電圧（算出したMPP出力）、最新の電流および最新の電圧（このシステムにおいて太陽発電機を接続した場合（算出した最新の出力））および最新の温度である。

20

【0023】

測定時間の間、発電機をシステムから完全にデカップリングできるようにするため、さらに動作パラメータおよび／または特性データの検出時間中、システムデカップリングユニットにより、太陽発電機がエネルギーバイパス路からも切り離されるようにすることが可能である。

30

【0024】

ここでは前記の動作パラメータおよび／または特性データの検出時間中に太陽発電機シミュレータにより、エネルギーバイパス路にもエネルギーが供給されるようにすることができる、これにより、全体システムの極めて均一なエネルギー放出が保証される。

【0025】

本発明はさらに、上記の診断装置に関連する特徴を有する回路装置に関し、ここでこの回路装置は、各太陽発電機に付加的に可変のエネルギーバイパスが割り当てられているという特徴を有する。

40

【0026】

さらに、各太陽発電機および／または太陽発電機のグループにエネルギーバイパスおよび／または診断装置を制御／調整する制御／調整装置が割り当てられるようにすることができる。ここでは、この制御／調整装置により、光起電力装置の別のコンポーネント、例えば通信装置などが制御／調整されることを除外しない。

【0027】

これに加えて各太陽発電機および／または太陽発電機のグループにデータ処理および記憶ユニットが割り当てられており、このユニットに測定データ、特性データおよび計算値を処理して格納することができる。

【0028】

50

さらに上記の回路装置に通信装置が割り当てられており、ここでこの通信装置により、太陽発電機動作パラメタおよび太陽発電機特性データを、別の太陽発電機および／または通信装置および／または制御装置および／またはデータ処理および記憶ユニットに通信することができる。ここでこの通信は、別個のデータ線路またはデータバスおよび／またはエネルギーメインパスおよび／またはエネルギーバイパス路を介して行うことができる。この通信が、例えばエネルギーメインパスを介して行われる場合、これは例えばつぎのように行われる。すなわち、変調／復調ユニットが、通信すべきデータでエネルギーメインパスを変調することによって行われるのである。

【0029】

本発明はさらに直列および／または並列接続された多数の太陽発電機を含む光起電力装置を制御／調整する方法に関し、ここでこの方法はつぎのような特徴を有する。すなわち、システムMPPを決定するため、接続された太陽発電機の一部だけにおいてMPPを求めて、この1つの値ないしこれらの値からシステムMPPを導出する。これにより、MPP決定ないしはMPPトラッキング中の出力損失を低減することができる。それはこれらの残りの太陽発電機は、MPP算出ないしはMPPトラッキングに関連しておらず、MPP算出ないしはMPPトラッキング中にその動作点に留まって、引き続き相応するエネルギーを供給するからである。

【0030】

個々の太陽発電機の状態監視は、本発明の方法において、太陽発電機制御／調整ユニット相互のデータ通信によって、ないしは上位の制御／調整ユニットにより自動的に可能になる。複数のストリングが並列接続される場合、別の制御／調整ユニットにより、光起電力装置全体のデータ通信を記録して評価することができ、これにより、この制御／調整ユニットは、すべての装置コンポーネントを監視するためのセンタとして機能することができる。

【0031】

光起電力装置を制御／調整する従来の方法と比べた場合に本発明によって達成される利点は、出力収量がより大きいことであり、ここでこの出力収量は、接続されたすべての太陽発電機を同時にまたほぼ連続的にそれぞれのMPPで動作することによって達成される（特性曲線が互いに偏差する場合にも）。さらにすべての発電機の動作状態を時機に即して検出することにより、光起電力装置の安全性、利便性、信頼性およびメンテナンス性が改善される。

【0032】

本発明を以下、添付の図面に関連し、有利な実施形態に基づいて詳しく説明する。ここで、

図1は、任意の3つの太陽発電機の電流電圧特性曲線を示しており、

図2は、可変の電流バイパスを有する光起電力装置を制御／調整する方法の概略図を示しており、

図3は、可変の電流バイパスを有する光起電力装置を制御／調整する回路装置の有利な実施形態の概略図を示しており、

図4は、並列な2つの太陽発電機ストリングと、診断ユニットを備えた太陽発電機とを有する光起電力装置の概略図を示しており、

図5は、データバスを有する診断ユニットの概略図を示しており、

図6は、並列な2つの太陽発電機ストリングと、診断ユニットを備えた太陽発電機とを有する光起電力装置の別の有利な実施形態の概略図を示しており、

図7は、データ結合部を有する診断ユニットの概略図を示しており、

図8は、並列の2つの太陽発電機ストリングと、バイパス／診断ユニットおよびメインエネルギーバスに直接給電する直列接続されたエネルギーバイパスを有する太陽発電機とを有する光起電力装置の概略図を示しており、

図9は、データ線路を有するバイパス／診断ユニットの概略図を示しており、

図10は、並列の2つの太陽発電機ストリングと、バイパス／診断ユニットおよび第2

10

20

30

40

50

変換器を介してエネルギー網にエネルギーを供給する直列接続されたエネルギーバイパスを備えた太陽発電機とを有する光起電力装置の概略図を示しており、

図11は、並列の2つの太陽発電機ストリングと、バイパス／診断ユニットおよびエネルギーメインパスに直接給電し並列接続されたエネルギーバイパスを備えた太陽発電機とを有する光起電力装置の概略図を示しており、

図12は、データ変調部を有するバイパス／診断ユニットの概略図を示しており、

図13は、並列の2つの太陽発電機ストリングと、バイパス／診断ユニットおよび第2変換器を介してエネルギー網にエネルギーを供給する並列接続されたエネルギーバイパスを備えた太陽発電機とを有する光起電力装置の概略図を示しており、

図14は、並列の2つの太陽発電機ストリングと、バイパス／診断ユニットおよび第2変換器を介してエネルギー網にエネルギーを供給する並列接続されたエネルギーバイパスを備えた太陽発電機とを有する光起電力装置の概略図を示しており、

図15は、並列接続された太陽発電機に対するバイパス／診断ユニットの概略図を示しており、

図16は、簡略化した全体システム図を示している。

【0033】

図1～3に基づき、バイパス制御／調整の原理を簡単に説明する。

【0034】

図1は、所定の時点 t における任意の3つの発電機 G_1 、 G_2 および G_3 の電流電圧特性曲線を示している。この例では各発電機は固有のMPPを有し、このMPPは、対応する電流値および電圧値(I_{MPP1} 、 I_{MPP2} 、 I_{MPP3} ないしは U_{MPP1} 、 U_{MPP2} 、 U_{MPP3})を有する。ここで I_{MPP1} は I_{MPP2} よりも小さくかつ I_{MPP3} よりも小さい。これらの3つの発電機が直列で1ストリングに接続されかつ負荷がかけられている場合、同じ大きさのストリング電流が3つのすべての発電機を流れるため、少なくとも2つの発電機はそのMPPで動作できないことになる。本発明の方法(図2を参照されたい)では、本発の回路装置を作動するためにこのストリングに負荷をかけて、ストリング電流の大きさがちょうど I_{MPP1} であるようにする。発電機 G_2 および G_3 からはバイパス電流が分岐し、それらの大きさはこの時点 t において、それぞれ差分 $I_{BypassG2} = I_{MPPG2} - I_{MPPG1}$ ないしは $I_{BypassG3} = I_{MPPG3} - I_{MPPG1}$ になる。

【0035】

図2はバイパス制御／調整方法を示しており、この図を図1の例示的な電流電圧特性曲線に基づいて説明する。各発電機の後ろでは(各発電機の横に)バイパスがストリングから分岐している(バイパス $G1 \sim G3$)。各バイパスは固有の制御／調整ユニット(発電機制御ユニット Generator Control Unit $GCU1 \sim 3$)を有している。所定の時点 t にストリングの個々の GCU により、 $I-U$ 特性曲線が求められ、ひいてはその各々発電機の最新のMPPが公知の方法にしたがって求められる。最新のMPP電流 $I_{MPPG1} \sim I_{MPPG3}$ を通信して比較することにより、最小のMPP電流が求められる。この結果、個々の GCU は、その都度最新のMPP電流($I_{MPPG1} \sim I_{MPPG3}$)と、このストリングのすべての発電機のうちで最新の最小MPP電流(この例では I_{MPPG1})とから差分を計算し、相応するバイパスに負荷をかけて、計算した上記の差分電流がちょうど、回路技術的に通常の手法で分岐するようにする($I_{BypassG1} \sim I_{BypassG3}$)。

【0036】

この負荷のエネルギー相当量(Energieäquivalent)は、有利な手法(例えばDC/AC変換)で得られる。同時にこのストリングにはちょうど、この時点においてこのストリングのすべての発電機のうちで最も小さいMPP電流が流れる。これによって個々の発電機を流れる総電流は、ちょうどこの発電機の都度のMPP電流に相応し、最大のエネルギー収量が保証される。この過程が終了すると、この方法は最初から開始される。

【0037】

10

20

30

40

50

図3は、可変の電流バイパスを有する光起電力装置を制御／調整する回路装置の有利な実施形態を示している。1ストリングの各太陽発電機Gには、発電機制御／調整ユニット（以下ではGCUと称する）が並列接続されている。各GCUは、通信インタフェースと、バイパス電流に対する直流電圧出力側とを有する。個々のGCUはデータバスを介して互いに接続されている。比較的大きな光起電力装置（例えば2kWp以上）では、ストリング制御／調整ユニットSCUへの接続がコスト上の理由から有利であることがあり、これにより、GCUを回路技術的に単純にするのと同時に、このSCUにおいて最新の最小MP P電流を求めるための冗長な計算コストを一度だけ費やすようにするのである。個々のGCUのバイパス側は互いに並列接続されている。電圧に合わせてエネルギーをフィードバックする導電分離されたDC／DC変換器を介し、このバイパスをそのエネルギー引渡点Eにおいてストリングに再び接続することができる。光起電力装置の形態に依存してこのエネルギー引渡点は、負荷、変換器または記憶装置の特徴を有することが可能である。

10

【0038】

図4～7には光起電力装置を制御／調整する本発明の回路装置の別の実施形態が示されており、これらはエネルギーバイパスの代わりに診断装置を使用して、直列および／または並列接続された太陽発電機における出力損失を識別し、相応の手段を導入することによって同様にこの出力損失を低減する。

【0039】

公知のように太陽発電機は、光の入射および温度に依存する電流電圧特性曲線を有しており、またこの太陽発電機は、固有の動作点、すなわちMP Pだけにおいて、相応するMP P電流で最大出力を取り出すことができるのである。しかしながらシステムに接続される個々のソーラセルの特性曲線は互いに偏差し得る。その理由には例えば、明るさが当然のことながら位置によって偏差すること、汚染、影の形成、熱の状態による温度差、セルの劣化または技術的な欠陥、例えば機械的または熱的な負荷による小さな亀裂、破壊行動による機械的な破壊または放射作用による破壊などがある。個々のセルの特性曲線が偏差することに起因して、ソーラセルを直接ないしは並列接続することにより、システムによる損失が生じてしまう。すなわちこのシステムにおける電流ないしは電圧は、最小のMP P電流ないしは最小のMP P電圧を有する太陽発電機が決定的に決まってしまうのである。したがって長さの異なる短い間隔のシステム診断により、個々の太陽発電機のパラメータを求めなければならない。ここでこれは動作点の一時的な変更および結果的に得られる電流および電圧の測定によって行われる。電流電圧特性曲線において測定点を相応に評価することによって都度の太陽発電機MP Pを同様に周期的に求めることもできるが、別の公知の方法によって行うことも可能である。

20

30

【0040】

このために有利な診断ユニットを以下、図4および5に関連し、網結合された光起電力装置10の例で説明する。光起電力装置10は、並列に配置された2つのストリング12を含んでおり、これらのストリングはそれぞれ、直列接続された3つの太陽発電機14を有する。ここでこれらの太陽発電機は、GCU16（診断ユニットを有する発電機制御／調整ユニット）を介してエネルギーメインバス（線路）18に、またこれを介してエネルギー変換器20に、例えばインバータに接続されている。このインバータは、太陽発電機によって形成された直流電圧を網と同じ交流電圧に変換して、エネルギー網22に供給する。ここでこの実施形態ではインバータ22は、MP Pトラッキングによってストリング12の負荷を制御して、最大出力が取り出せるようにし、ひいては各ストリング12がストリングMP Pで動作するようにする（上位の制御／調整システム）。

40

【0041】

例えば図5に示されているようにGCU16は、実質的に太陽発電機14の各動作点における電圧を検出する電圧測定ユニット24と、各動作点における電流を検出する電流測定ユニット26と、太陽発電機の温度を検出する温度測定ユニット28と、動作点調整器30と、システムデカップリングユニット32と、太陽発電機シミュレータ34と、デー

50

タ処理および記憶ユニット 36 と、通信ユニット 38 とからなる。

【0042】

光起電力発電所のコンポーネント診断およびシステム診断の基本的なアイデアは、1つの回路に接続されたすべての太陽発電機の最も重要なパラメタおよび特性データ（温度、アイドリング電圧、短絡電流、電流電圧特性曲線、MPP）を動作中に周期的に測定ないしは計算することに基づいている。しかしながら上記の最も重要なパラメタおよび特定データの測定ないしは計算中にストリングを通るエネルギー流を中断しないため、または上位の制御／調整システムを妨害しないため、システムデカップリングユニット 32 を用いて各太陽発電機 14 ないしは GCU 16 を全体システムから切り離して、太陽発電機シミュレータ 34 を起動する。ここではこの太陽発電機シミュレータのエネルギー源を制御／調整して、電流および電圧が、測定サイクルの開始および後続のシステムデカップリングの前の太陽発電機の値に相応するようにする。これにより、上位の制御回路が妨害されないことが保証される。より正確に言えば、測定サイクル中、発電機および GCU は、所属のストリング 12 から完全に切り離され、つぎのようなエネルギー源に置き換えられるのである。すなわちエネルギーレベルが測定サイクルの開始および後続のシステムデカップリングの前の太陽発電機の値に相応するエネルギー源に置き換えられるのである。

10

【0043】

グローバルな明るさが変化しひいては MPP が変化する際にシステムを最適に結合するため、また MPP 検出時の損失を低減するため、理想的にはまず、システムに存在するないしは接続されているすべての太陽発電機ではなく 1 太陽発電機ないしは個々の太陽発電機において極めて高速なサイクルで MPP 決定を実行する。これに対して発電機相互のばらつきは、はるかにゆっくりしたサイクルで、接続されたないしはシステムに存在するすべての太陽発電機において所定の時点に MPP 決定によって求められる。

20

【0044】

理想的にはこの MPP 決定の結果は、中央のエネルギー変換器の制御／調整に対して、ないしはエネルギーバイパスの調整に使用される。これにより、接続されたすべての発電機につねに作用してひいては接続されたすべての発電機において MPP トラッキング損失を発生させる上位の MPP トラッキング部を省略することができる。

【0045】

この方法によって保証されるのは、付加的なセンサを使用しなくても MPP トラッキング損失が最小値にまで低減され、グローバルな明るさ変化に密に結合することができ、発電機のばらつきが考慮されることである。

30

【0046】

太陽発電機シミュレータを自己制御／調整式に実施することも可能である。

【0047】

太陽発電機 14 および接続された GCU 16 をストリング 12 からデカップリングしてソーラモジュールシミュレータ 14 を起動した後、動作点調整器 30 をオープン（負荷なし、 $i = 0$ ）に設定し、電圧測定ユニット 24 によって太陽発電機 14 における電圧 U_s を測定する。測定した電圧は、アイドリング電圧である。

【0048】

短絡電流を測定するためには動作点設定器 30 を短絡（最大負荷 $U = 0$ ）に設定し、電流測定ユニット 26 によって太陽発電機電流 I_s を測定する。

40

【0049】

動作点を区分的に変化させることにより、太陽発電機 14 の特性曲線が、都度の電圧 U_s および電流 I_s を測定することによってサンプリングされる。電流と電圧との積は、太陽発電機の出力である。最大出力（MPP 出力）を有する点において MPP 電流および MPP 電力を測定する。

【0050】

システムにおける最新の値を測定するため、動作点設定器 30 を停止し、システムデカップリングユニット 32 を停止することによって太陽発電機を再度、上位のシステム（スト

50

リング12)に接続し、太陽発電機14の電流 I_S および電圧 U_S を測定する。積は太陽発電機14の最新の出力である。 U_H は、エネルギーメインパス電圧であり、 I_H はエネルギーメインパス電流である。

【0051】

温度は太陽発電機におけるセンサによって検出され、GCU16によって処理される。データ処理および記憶ユニット36には測定データ、特性データおよび計算値が格納される。さらにデータ処理および記憶ユニット36は、図5において矢印によって概略的に示したように動作点調整器30と、システムデカップリングユニット32と、太陽発電機シミュレータ34と、さらに通信ユニット38とを制御／調整する。ここでこの通信ユニットは、データバス40を介して、ローカルの管理ユニットLMU42に接続されている。この管理ユニットは、システムにおけるすべての太陽発電機の測定データと、計算した値と、特性データとを周期的に集め、さらに別のデータバス44を介してエネルギー変換器20を制御／調整することができる。さらにLMU42は、この実施形態において別のデータバス46を介してグローバルなデータネットワーク48（例えばDFUE（遠距離データ伝送）、インターネット）に接続されている。個々のGCUの特性データおよび最新の測定データ、ならびにダイナミックな特性に基づき、絶対的な時間を相応に考慮することによってLMU42は、個々のGCU16の最新の状態をそれぞれ求める。

10

【0052】

相応するアルゴリズムないしはエキスパートシステムを用いて、このシステムのすべてのGCUの最新および／または履歴のスタティックおよび／またはダイナミックな測定データを評価および比較することにより、考えられるエラー原因を推定することができる。相応のフィードバックメカニズムにより、学習式の診断システムを実現することも可能であり、または長時間の測定に基づいて、別のシステム特性についてすでに早期に予想を出力することもできる。

20

【0053】

しかしながらさらにグローバルな評価も可能である。個々のGCUの詳細な測定データおよび特性データに基づいて、グローバルな処理ユニットGMUは、全体のシステム品質を推定することもできる。さらに経済的に最適な判断を自動的に行うことができる。

【0054】

図6～16には本発明の回路装置の別の実施形態が示されており、これらの図では構造ないしは機能が上に説明したコンポーネントに相応するコンポーネントは同じ参照符号を有しており、付加的にそれぞれインデックス"a", "b", "c", "d", "e", "f", "g"ないしは"h"が付されている。以下では、それぞれ前に説明した実施形態との構造的な違いだけに立ち入ることとする。

30

【0055】

図6および7の回路装置は、前に説明した回路装置と実質的につぎの点だけが異なる。すなわち、通信装置38とLMU42との間でデータを伝送するデータバス40の代わりに、データ線路58aを介して通信ユニット38aに接続される変調／復調ユニット（データカップラ／デカップラ）60aが設けられている点だけが異なるのである。この変調／復調ユニットは、転送すべきデータでエネルギーメイン線路ないしはエネルギーメインパス18aを変調し、つぎにこれらのデータがここでもLMU2によって、図示しない相応のデータカップラ／デカップラを介して復調され、図4に相応してデータネットワーク48aないしはエネルギー変換器20aに伝送される。

40

【0056】

前に説明した2つの回路装置によって可能であるのは、光起電力装置における個々の太陽発電機のモジュールパラメタを周期的に測定することであり、この際に上位の制御／調整回路を妨害せず、またこれによってこの光起電力装置における重大な出力損失が発生することがない。さらに、全体的なシステム出力にマイナスに作用する出力の不十分なソーラセルの位置を迅速かつ簡単に突き止めることができ、相応する対抗手段を講じることができる。しかしながら図1～3に関連して説明した実施形態とは異なり、MPPにおける

50

出力と、目下動作している動作点における出力との差分はなくなり、またこの差分は、全体システムの品質に対する尺度である。しかしながら相応のエネルギー変換によってこの損失出力は、エネルギーバイパスによって全体システムに供給することができる。

【0057】

図8に示した回路装置は実質的に前に説明した図4の回路装置に基づいているがつぎのような違いがある。すなわちこの実施形態では各太陽発電機14bに診断装置だけでなく、可変のエネルギーバイパスが割り当てられており、このエネルギーバイパスが制御／調整されて、各太陽発電機14bが都度最新の固有のMPPで連続して動作するという違いがあるのである。ここでは光起電力装置のシステム最適化のためにこのエネルギーバイパスを、セルレベル、モジュールレベルないしはストリングレベルに対し、考えられ得るすべての接続変形形態で適用することができる。ここでは以下、光起電力素子および相応する接続構成を一般的に太陽発電機と称する。

10

【0058】

この回路装置の詳細な説明については図9を参照されたい。この図ではエネルギーバイパス68bを有する太陽発電機14bの詳細図が説明されている。図9からわかるようにエネルギーバイパス68bは実質的に制御／調整可能なDC／DC変換器の形態の制御／調整可能なバイパスエレメント70bから構成される。このDC／DC変換器は2つの線路72bを介して太陽発電機シミュレータ34bの出力側に、また別の線路73bを介してエネルギーバイパス路74bに接続されている。このエネルギーバイパス路を介してストリング12bのバイパスは、図8からわかるように直列にまとめて接続されており、並列に配置された複数のストリング12bのエネルギーバイパス路は並列にまとめて接続されている。

20

【0059】

図1および3に関連してすでに説明したように、1ストリングに直列接続された太陽発電機とは、電流の等しい1システムのことであり、直列に接続された各太陽発電機を流れる電流の大きさは同じである。これにより、このシステムにおける電流は、最小のMPP電流を有する太陽発電機によって決定的に決まってしまう。上記のバイパス回路により、最も弱いモジュールのMPP電流よりも大きなMPP電流を有する太陽発電機において、相応する差分電流が分岐され、相応するエネルギーが、分圧および場合によって変換された後、そのエネルギーバイパス路74bに供給される。エネルギーバイパス路74bに供給されるエネルギーは、それぞれの適用に相応して全体システムに付加的に供給される。これによって全体システムの効率も相応に増大する。

30

【0060】

バイパス回路ないしはエネルギーバイパス68bは導電分離されている。これにより、各バイパス回路の出力側を、各太陽発電機の相応する電圧レベルには依存しないで、ひいては太陽発電機14bそれ自体の接続に依存しないで接続することができる。個々のエネルギーバイパス回路をまとめて接続することにより、エネルギーバイパス素子の直列接続も、並列接続も共に可能である。このことについては後で説明する。図9からわかるようにエネルギーバイパス68bは、太陽発電機14bが直列接続されている際には各太陽発電機14bに並列に配置される。

40

【0061】

図8ではバイパスエネルギーは、エネルギーメインパス18bに再び直接、供給されるため、エネルギーバイパス路74bにおける電圧および電流の相応の制御／調整が必要である。すなわち、エネルギーバイパス68bでは例えば電圧を中央で制御／調整することにより、ないしは制御／調整可能なバイパス素子それ自体により、このエネルギーバイパスの電圧を調整して、直列接続されたエネルギーバイパス（エネルギーバイパス素子の出力側）の電圧レベルが、エネルギーメインパス18bの電圧に相応するようにする。

【0062】

これに関連して注意すべきであるのは、直列接続されたエネルギーバイパスはそれだけ見ると電流の等しい1システムであることであり、これにより、このバイパス回路によ

50

て処理すべき相当出力を統一的な電流に変換しなければならない。ここで直接接続されたすべてのエネルギーバイパスの電圧の総和は、全体ストリングの電圧に相応する。この相当出力は、電流強度の変化によって相応に制御される。バイパス電流およびバイパス電圧の制御は、個々の太陽発電機の全測定データを中央で評価することによって行うことができるか、または部分的には制御／調整可能なバイパス素子それ自体で自立で行うことができる。すなわち、直列接続されたエネルギーバイパスでは電圧および電流を中央で制御／調整することにより、ないしは制御／調整可能なバイパス素子それ自体により、電圧レベルを調整して、直列に接続されたすべてのエネルギーバイパスの電圧の総和をエネルギーメインパス路 18 b のレベルに相応させるのである。

【0063】

10

図 10 の回路装置と、図 8 の回路装置とはつぎの点が実質的に異なる。すなわち図 10 ではエネルギーバイパス路 74 c はフィードバックされず、第 2 エネルギー変換器（例えばインバータ）80 c によって中央のエネルギー網（例えば、交流電圧網、直流電圧網）22 c に接続され、これにバイパスエネルギーが供給される。

【0064】

図 11 の回路装置は、実質的に前に説明した図 8 の回路装置に基づいているが、図 8 で説明したエネルギーバイパスの直列接続の代わりに、これがここでは並列に接続されている点異なる。これに関連して注意すべきであるのは、並列接続された複数のエネルギーバイパスはそれだけ見ると電圧の等しい 1 システムであることであり、このため、このバイパス回路によって処理すべき相当出力を統一的な電圧に変換しなければならないことになる。この相当出力は、電流強度を変更することによって相応に制御される。バイパス電流およびバイパス電圧の調整は、個々の太陽発電機の全測定データを中央で評価することによって行うことができるか、または部分的には制御／調整可能なバイパス素子それ自体で自立で行うことができる。すなわち、並列接続されたエネルギーバイパスでは電圧および電流を中央で制御／調整することにより、ないしは制御／調整可能なバイパス素子それ自体により、エネルギーバイパス路 74 d の電圧レベルをエネルギーメインパス路 18 d のレベルに相応させるのである。

20

【0065】

光起電力装置を制御／調整する方法ないしは動作原理を以下、図 11 に基づいて説明する。ここからわかるように、太陽発電機 14 d はストリング 12 d に直列接続されている。バイパスエネルギーは、このシステムのバイパス線路 74 d を並列接続することにより、エネルギーメインパス 18 d に再び直接、加えられ、インバータ 20 d に供給される。ストリング 12 d に接続されたインバータ 20 d は、最大ストリング出力の点 MPP ストリングに調整される。ストリング 12 d に接続される各太陽発電機 14 d は、その状態に起因して、ないしは外部の影響に起因して固有の U-I 特性曲線を有する。これにより、各ソーラモジュールもその固有の MPP（最大出力の点）を有するのである。MPP における出力はつぎのように計算される。

30

$$P_{MPP} = I_{MPP} \times U_{MPP}.$$

このストリングに接続されたすべてのソーラモジュールの I_{MPP} 値からまず最小値 $I_{MPP(min)}$ を決定する。したがって $I_{MPP(min)} \leq I_{MPP(x)}$ が成り立つ。ただし $x = 1 \cdots n$ である。

40

【0066】

個々のソーラモジュール 14 d の各バイパス電流 I_B ($I_{BypassOut(x)}$) は、 $I_{MPP(min)}$ と、相応するモジュールの MPP 電流との差に調整される。すなわち、

$$I_{BypassIn(x)} = I_{MPP(x)} - I_{MPP(min)} \quad \text{ただし } x = 1 \cdots n$$

である。

【0067】

DC/DC 変換器（バイパス素子）は制御／調整されて、DC/DC 変換器 70 d の入

50

力側における電流 $I_{BS} (I_{BypassIN}(x))$ がそれぞれ電流 $I_{Bypass}(x)$ にちょうど等しくなるようにされる。これにより、2次側では、与えられたストリング電圧において、1次側の相当出力に相応する相応の電流 I_B がエネルギーメインパス18dに供給されるのである。

【0068】

DC/DC変換器（エネルギーバイパス）の出力側における電圧 U_B は、ストリングと直接カップリング（エネルギーメインパス18d）されているためにストリング電圧に等しい。

【0069】

DC/DC変換器70d（エネルギーバイパス）の出力側における電流 $I_B (I_{BypassOut}(x))$ は、相応する伝送すべき出力から得られる。すなわち、

$$I_{BypassOut}(x) = (U_{MPP}(x) \times (I_{MPP}(x) - I_{MPP(min)}) / U_{String}$$
である。

バイパス分岐路の並列接続に起因して、各太陽発電機のバイパス電流 $I_{BypassOut}$ は加算される。

【0070】

図12に示した回路装置は、図9に示した回路装置とつぎの点だけが異なる。すなわち、通信ユニット38eが、通信すべきデータを、図7の実施形態に相応して、そのデータバスによって例えばLMUに供給するのではなく、データカップラ/デカップラないしは変調器/復調ユニット60eが、伝送すべきデータでエネルギーメインパス18eを変調する点だけが異なるのである。

【0071】

図13の回路装置は、図11の回路装置とつぎの点だけが異なる。すなわち、この実施形態ではバイパスエネルギーは、エネルギーメインパス18fに供給されるのではなく、別個のエネルギー変換器ないしはインバータ80fを介し、図10に相応してエネルギー網22fに接続される点だけが異なるのである。

【0072】

図14および15の回路装置は、前に説明した回路装置と実質的につぎの点が異なる。すなわち、この実施形態の太陽発電機14gは並列接続されており、つまりこれが基本的に電圧の等しい1システムである点が異なるのである。並列接続された各太陽発電機における電圧の大きさは同じである。個々の太陽発電機のMPP電圧は偏差するため、最適な動作は、電圧を合わせることにによってのみ可能である。このシステムにおける電圧は、最小のMPP電圧を有する太陽発電機によって決定的に決まる。「個々の」太陽発電機14eに直列に配置された図示のエネルギーバイパス回路により、最も弱い太陽発電機のMPP電圧よりも高いMPP電圧を有する太陽発電機14gにおいて、相応する差分電圧が各太陽発電機に直列に形成され、相応するエネルギーが、分圧および場合によって行われる変換の後、その固有のエネルギーバイパス路74gに供給され、（図14において2つのストリング12gの3つの太陽発電機14gによって単に例示的に示したように）エネルギーメインパス18gに依存せずに、例えば前に説明した図13に相応して、別個のエネルギー変換器80dによってエネルギー網22gに供給される。

【0073】

図16に示した回路装置の全体図は実質的に、図13で説明した光起電力装置に基づく。しかしながら図16においてこのような複数の光起電力装置がそれぞれ接続されて1つの太陽発電所90hになる。図13と同様にこの装置は、接続された太陽発電機14hのグループを含んでおり、これらの太陽発電機はGCU（そこに含まれている診断および/またはバイパス回路も含めて図示されていない）を有する。これらのGCUは、エネルギーメインパス18hと、エネルギーバイパス路74hとを介して、各エネルギー変換器20hないしは80hに接続されており、これによって中央のエネルギー網22hと、個々の太陽発電機14hをLMU42hに接続するデータバス40hと、LMU42hを個々

10

20

30

40

50

のエネルギー変換器 20 f ないしは 80 h に接続する別のデータバス 44 h とに給電される。太陽発電所 90 に加えて別の太陽発電所 92 が概略的に示されており、これは太陽発電所 90 h に相応して構成されている。

【0074】

LMU 42 は、グローバルなネットワーク 48 h に接続されており、これは図示の実施形態においてグローバルな管理ユニット (GMU) 94 h を介して別のグローバルなネットワーク 96 h に接続されている。このネットワークそのものは個々のユーザ 96 h ないしは設備運営者 (Anlagebetreiber) またはユーザないしは設備運営者 98 h のグループに接続されている。しかしながらユーザ 96 h または設備運営者ないしはユーザまたは設備運営者のグループがこのグローバルなネットワーク 48 h に接続されていることも考えられる。

10

【0075】

すべての太陽発電機 14 h のデータは、共通のデータバス 40 h を介してローカルな処理ないしは管理ユニット (LMU) に周期的に伝送される。これらのコンポーネントをいずれにせよ電気接続されているため、エネルギー伝送のための線路をデータバスとして利用することも可能である。グローバルな処理ないしは管理ユニット (GMU) ではデータは中央で保全され、システムワイドに評価される。データの伝送は D F U E ないしは直接接続毎に周期的に行われる。測定データに基づき、また各特性データならびに時間的経過を考慮して、相応するアルゴリズムないしはローカルなエキスパートシステムにより、相応する太陽発電機の状態ないしは故障の原因を求めることができる。

20

【0076】

最後にさらに指摘したいのは、一般に太陽発電機ないしはジェネレータと称される光起電力素子には、ソーラセル、ソーラセルグループ (並列ないしは直列接続されたソーラセル)、並列ないしは直列接続された複数のソーラセルグループを有するソーラセルモジュール、ストリングに直列接続されたモジュールないしはモジュールグループ、並列接続されたストリンググループなどが含まれることである。

【図面の簡単な説明】

【0077】

【図1】 任意の3つの太陽発電機の電流電圧特性曲線を示す線図である。

【図2】 可変の電流バイパスを有する光起電力装置を制御／調整する方法の概略図である

30

。【図3】 可変の電流バイパスを有する光起電力装置を制御／調整する回路装置の有利な実施形態の概略図である。

【図4】 診断ユニットを備えた太陽発電機および並列な2つの太陽発電機ストリングを有する光起電力装置の概略図である。

【図5】 データバスを有する診断ユニットの概略図である。

【図6】 診断ユニットを備えた太陽発電機および並列な2つの太陽発電機ストリングを有する光起電力装置の別の有利な実施形態の概略図である。

【図7】 データ結合部を有する診断ユニットの概略図である。

【図8】 並列の2つの太陽発電機ストリングと、バイパス／診断ユニットおよびメインエネルギーバスに直接給電する直列接続されたエネルギーバイパスを有する太陽発電機とを有する光起電力装置の概略図である。

40

【図9】 データ線路を有するバイパス／診断ユニットの概略図である。

【図10】 並列の2つの太陽発電機ストリングと、バイパス／診断ユニットおよび第2変換器を介してエネルギー網にエネルギーを供給する直列接続されたエネルギーバイパスを有する太陽発電機とを有する光起電力装置の概略図である。

【図11】 並列の2つの太陽発電機ストリングと、バイパス／診断ユニットおよびエネルギーメインバスに直接給電し並列接続されたエネルギーバイパスを有する太陽発電機とを有する光起電力装置の概略図である。

【図12】 データ変調部を有するバイパス／診断ユニットの概略図である。

50

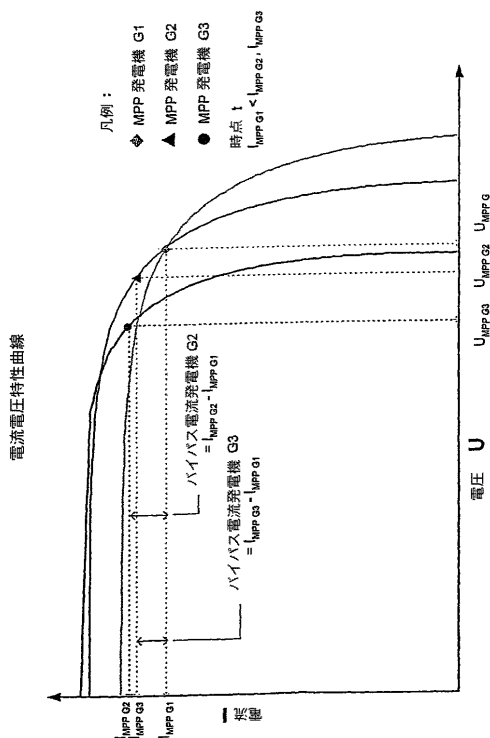
【図 1 3】並列の 2 つの太陽発電機ストリングと、バイパス／診断ユニットおよび第 2 変換器を介してエネルギー網にエネルギーを供給する並列接続されたエネルギーバイパスを有する太陽発電機とを有する光起電力装置の概略図である。

【図 1 4】並列の 2 つの太陽発電機ストリングと、バイパス／診断ユニットおよび第 2 変換器を介してエネルギー網にエネルギーを供給する並列接続されたエネルギーバイパスを備えた太陽発電機とを有する光起電力装置の別の概略図である。

【図 1 5】並列接続された太陽発電機に対するバイパス—診断ユニットの概略図である。

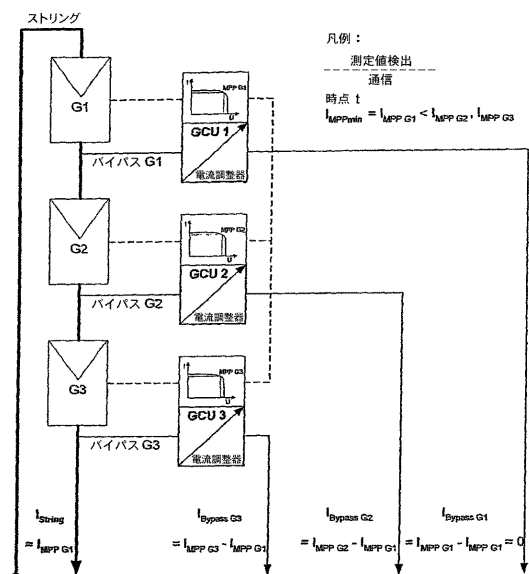
【図 1 6】簡略化した全体システム図である。

【図 1】



【図 2】

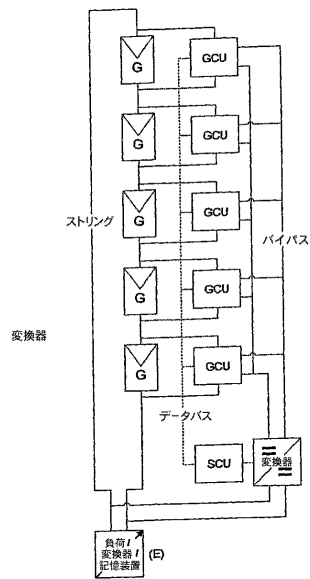
可変の電流バイパスを有する光起電力装置を制御および調製する方法



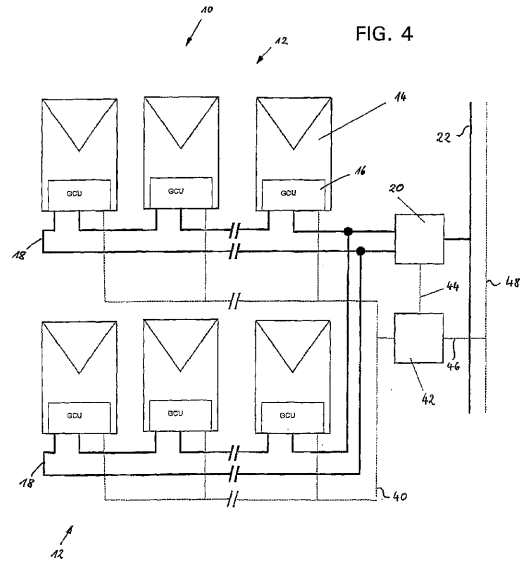
【図 3】

可変の電流バイパスを有する光起電力装置を制御および調整する回路装置

- 有利な実施形態 -

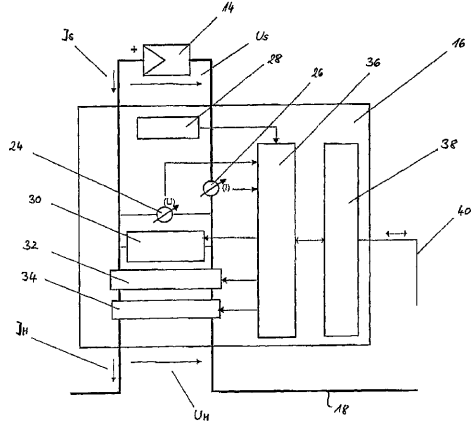


【図 4】



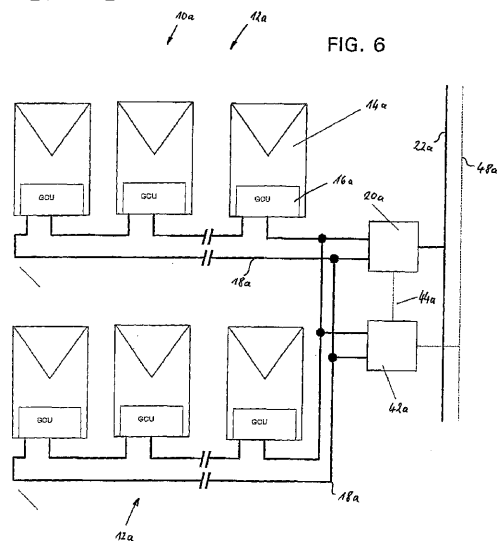
【図 5】

FIG. 5



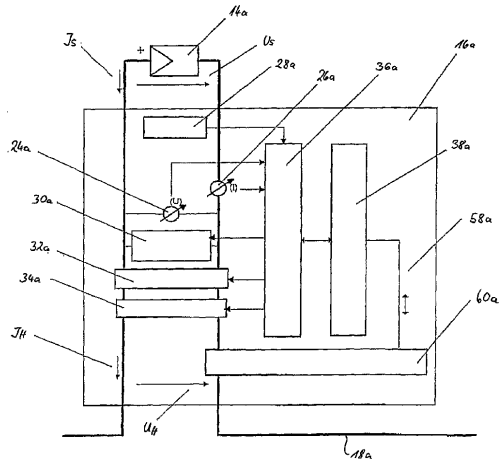
【图 6】

FIG. 6



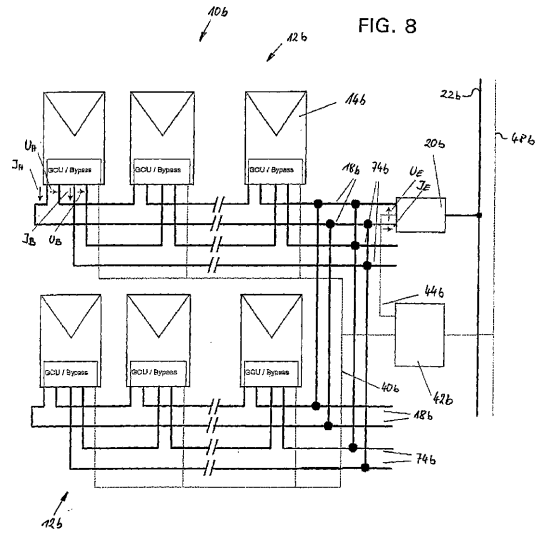
【図 7】

FIG. 7



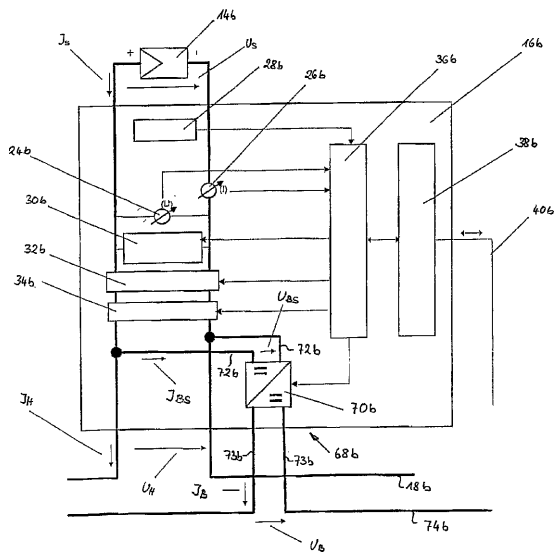
【図 8】

FIG. 8



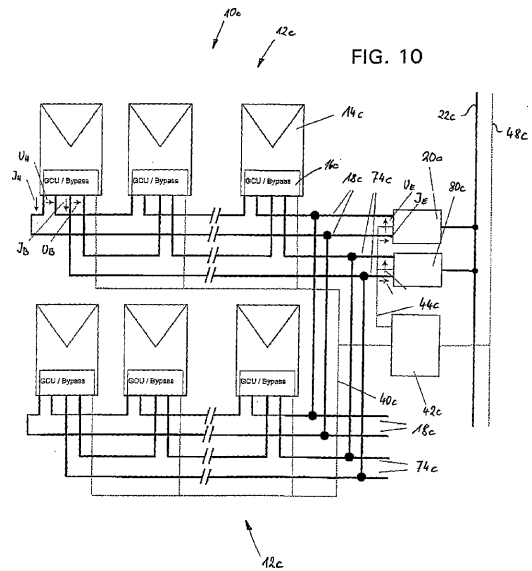
【図 9】

FIG. 9

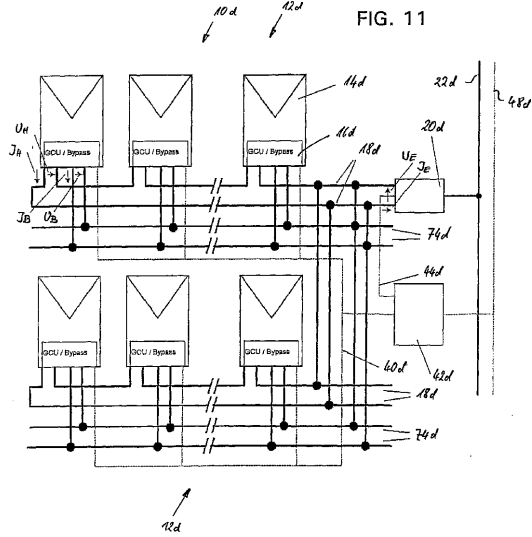


【図 10】

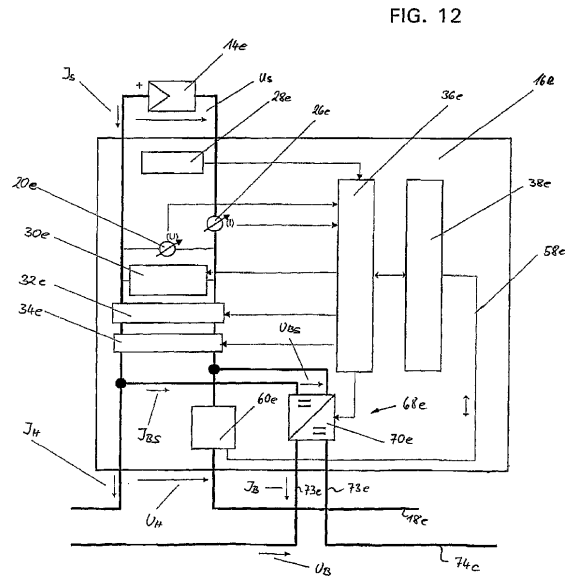
FIG. 10



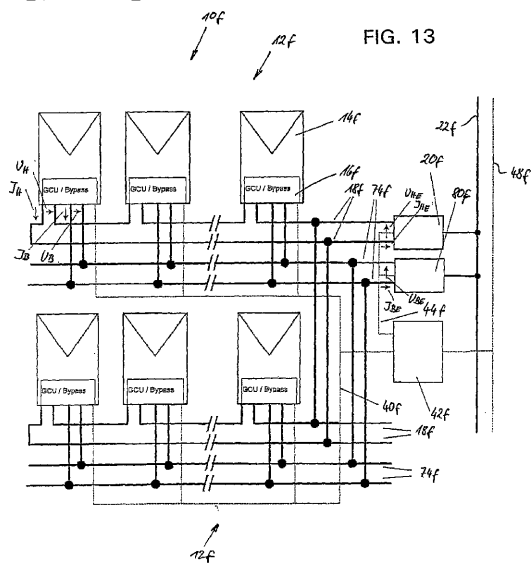
【図 1 1】



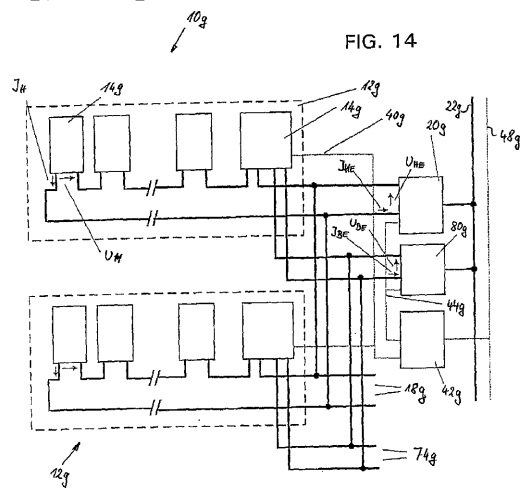
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

(74)代理人 100114890

弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト

(74)代理人 230100044

弁護士 ラインハルト・アインゼル

(72)発明者 リューディガー レーリヒ

ドイツ連邦共和国 ミュンヘン クーフシュタイナー プラッツ 2

(72)発明者 ヨーゼフ シュテーター

ドイツ連邦共和国 フォーエンシュトラウス アン デア レーラウ 26

審査官 矢島 伸一

(56)参考文献 実開昭59-178719 (JP, U)

特開平08-182203 (JP, A)

特開昭61-259313 (JP, A)

実開昭63-024612 (JP, U)

特開平10-340125 (JP, A)

特開2000-341862 (JP, A)

特開平08-064653 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05F 1/12- 1/44

G05F 1/45- 7/00

H02J 1/00- 7/36