

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6369960号
(P6369960)

(45) 発行日 平成30年8月8日(2018.8.8)

(24) 登録日 平成30年7月20日(2018.7.20)

(51) Int.Cl.

G05F 1/67 (2006.01)
H02M 7/48 (2007.01)

F 1

G05F 1/67
H02M 7/48
H02M 7/48A
E
R

請求項の数 16 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2016-547175 (P2016-547175)
 (86) (22) 出願日 平成27年1月20日 (2015.1.20)
 (65) 公表番号 特表2017-504122 (P2017-504122A)
 (43) 公表日 平成29年2月2日 (2017.2.2)
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2015/050932
 (87) 國際公開番号 WO2015/110400
 (87) 國際公開日 平成27年7月30日 (2015.7.30)
 審査請求日 平成30年1月19日 (2018.1.19)
 (31) 優先権主張番号 102014100690.9
 (32) 優先日 平成26年1月22日 (2014.1.22)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 515078095
 エスエムエイ ソーラー テクノロジー
 アクティエンゲゼルシャフト
 SMA Solar Technology AG
 ドイツ連邦共和国 34266 ニーステ
 タール, ヴンネンアリー 1
 (74) 代理人 110001302
 特許業務法人北青山インターナショナル
 (72) 発明者 メンデ, デニス
 ドイツ連邦共和国 37247 グロース
 アルメローデ, フェルゼンケラーシュトラ
 ーゼ 26

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】特に発電網の一部分としてのインバータ、および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発電機(11)の直流電力をグリッド対応の交流電力に変換するためのインバータ(10)において、前記発電機(11)の特性曲線(20)の少なくとも一部分を追跡して、MPP電力値(P_{MPP})を決定するための走査ユニット(14)を備え、

前記インバータ(10)は、出力低下電力(P_{red})にディレーティングされる場合、開始信号(116)を受信しておらず、且つ、イネーブル信号(15)が前記インバータ(10)に存在している場合にのみ、前記出力低下電力(P_{red})からずれている第1の電力プロファイル(24'、25'、108)を有する前記特性曲線(20)の追跡を起動し、開始信号(16)および終了信号をそれぞれ出力することによって、前記追跡の開始および終了を示すように構成され、

前記インバータ(10)が、開始信号(116)を受信すると交流電力としての第2の電力プロファイル(118)を提供するように構成され、

MPPを決定している間に、既定の出力低下電力(P_{red})からの電力のずれを補償するため、前記第1の電力プロファイル(24'、25'、108)が、前記出力低下電力(P_{red})からの前記第2の電力プロファイル(118)のずれの符号とは逆の符号で、前記出力低下電力(P_{red})からずれていることを特徴とするインバータ(10)。

【請求項 2】

請求項1に記載のインバータにおいて、前記インバータが、通信インターフェースを介

10

20

して前記特性曲線(20)を追跡した後、前記MPP電力値(P_{MPP})を提供するよう構成されることを特徴とするインバータ。

【請求項3】

請求項1または2に記載のインバータにおいて、前記第1の電力プロファイル(24'、25'、108)が、前記出力低下電力(P_{red})と比較して増加した電力値を有することを特徴とするインバータ。

【請求項4】

請求項1乃至3の何れか1項に記載のインバータにおいて、前記インバータが、前記イネーブル信号(15)、前記開始信号(16)、および前記終了信号を伝送するためにインターネットに接続可能であることを特徴とするインバータ。

10

【請求項5】

請求項1乃至4の何れか1項に記載のインバータにおいて、前記出力低下電力(P_{red})が、前記MPP電力値(P_{MPP})の既定の割合として選択可能であることを特徴とするインバータ。

【請求項6】

請求項1乃至5の何れか1項に記載のインバータにおいて、前記出力低下電力が、前記MPP電力値(P_{MPP})と比較して、前記インバータ(10)または前記発電機(11)の出力低下電力の既定の割合だけ低減するよう選択可能であることを特徴とするインバータ。

【請求項7】

20

請求項1乃至6の何れか1項に記載の第1のインバータ(100)および第2のインバータ(110)を備え、前記第1のインバータ(100)および第2のインバータ(110)が、前記開始信号(106、116、126)、および前記終了信号を交換するため互いに接続されることを特徴とする発電網(140)。

【請求項8】

請求項7に記載の発電網において、前記イネーブル信号(105、115、125)を生成するための制御装置(130)をさらに備え、前記制御装置が、前記第1のインバータ(100)および前記第2のインバータ(110)に接続されることを特徴とする発電網。

【請求項9】

30

請求項7または8に記載の発電網において、前記発電網(140)が、トークンを介して前記発電網(140)内で前記特性曲線(20)の前記追跡を交互に起動するように構成されることを特徴とする発電網。

【請求項10】

請求項7乃至9の何れか1項に記載の発電網において、前記第1のインバータ(100)が、前記第2のインバータ(110)の前記MPP電力値(P_{MPP})に応じて、その出力低下電力(P_{red})を適合させるように構成されることを特徴とする発電網。

【請求項11】

請求項7乃至10の何れか1項に記載の発電網において、前記第1のインバータ(100)が、適応設定が調整可能な発電機(101)に接続され、前記第1のインバータ(100)が、前記発電機の適応設定を調整することによって前記第1の電力プロファイル(108)を提供するように構成されることを特徴とする発電網。

40

【請求項12】

請求項7乃至11の何れか1項に記載の発電網において、前記第1のインバータ(100)が、時間的にオーバラップするよう連続して、複数のインバータの特性曲線(20)を追跡するように構成された前記複数のインバータを有するグループ(150)を含むことを特徴とする発電網。

【請求項13】

発電機(11)の特性曲線(20)の少なくとも一部分を追跡して、出力低下電力(P_{red})にまで低減された状態にインバータ(10)がある場合にはMPP電力値(P_{M})

50

_{P_P})を決定するための走査ユニット (14)を備えるインバータ (10)によって、前記発電機 (11)の直流電力をグリッド対応の交流電力に変換するための方法において、

前記インバータ (10)において開始信号 (116)を受信しておらず、且つ、イネーブル信号 (15)が存在するという事前条件の下で、前記出力低下電力 (P_{red})からずれている第1の電力プロファイル (24'、25'、108)を有する前記特性曲線 (20)を追跡するステップと、

- 前記特性曲線 (20)の前記追跡の始まりに開始信号 (16)を送信し、前記特性曲線 (20)の前記追跡の終わりに終了信号を送信するステップと、

開始信号 (116)を受信すると交流電力としての第2の電力プロファイル (118)を提供するステップであって、MPPを決定している間に、既定の出力低下電力 (P_{red})からの電力のずれを補償するため、前記第1の電力プロファイル (24'、25'、108)が、前記出力低下電力 (P_{red})からの前記第2の電力プロファイル (118)のずれの符号とは逆の符号で、前記出力低下電力 (P_{red})からずれているステップとを含むことを特徴とする方法。 10

【請求項 14】

請求項 13 に記載の方法において、前記インバータ (10)が、複数の個々のインバータ (100、110)を有するグループ (150)を含み、前記特性曲線 (20)を追跡するステップは、前記グループ (150)の前記個々のインバータ (100、110)が、前記個々のインバータ (100、110)に割り当てられた個々の特性曲線 (108'、118')を時間的にオーバラップするよう連続して追跡することによって実行されることを特徴とする方法。 20

【請求項 15】

請求項 13 に記載の方法において、第1のインバータ (100)および第2のインバータ (110)上で実行され、前記第1の特性曲線を追跡するステップが、前記第1のインバータ (100)での電力の設定値の段階的な増加によって実行され、前記第2の特性曲線を追跡するステップが、前記第2のインバータ (110)での電力の設定値の段階的な減少 (前記増加分の補償) によって実行されることを特徴とする方法。 30

【請求項 16】

請求項 15 に記載の方法において、前記第2のインバータ (110)での前記電力の設定値の段階的な増加によって前記第1の特性曲線を追跡するステップと、前記第1のインバータ (100)での前記電力の設定値の段階的な減少によって前記第2の特性曲線を追跡するステップとをさらに含み、前記減少分が、前記第2のインバータ (110)の前記設定値の前記増加分を補償することを特徴とする方法。 30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発電機のDC電力をグリッド対応のAC電力に変換するためのインバータ、複数のインバータを備える発電網、および発電機のDC電力をグリッド対応のAC電力に変換するための方法に関する。 40

【背景技術】

【0002】

再生可能エネルギー用の発電設備は、公共電気グリッド向けに生成されるエネルギーの量に大きく寄与するので、これらの設備によってエネルギーが供給される範囲を必要に応じて制限して、たとえば、接続された負荷による消費電力が低い場合に電気グリッドを安定化し、または急に用立てることが可能な予備電力を利用可能な状態に保つておくことが望ましい。供給を制限するための、すなわちディレーティングするための実現可能な1つの方法は、最適な動作点MPP (最大電力点)において利用可能な電力のうち既定の割合だけを、接続された電気グリッドにこの設備が供給するよう、この設備を制御することにあり、また実現可能な別の方法は、決められた絶対値、たとえば定格電力のうち既定の割合だけディレーティングすることにある。この事前定義を最適に満たすためには、設備の 50

発電機の出力可能な最大電力を知ることが必要である。時間が経過する間に、たとえば光電発電機の場合には、照射が変化することによってこの電力が大きく変化することがあるので、定期的に現在のMPP電力値を更新することが必要である。このためには、十分な範囲にわたって発電機の特性曲線を追跡することが必要であり、この特性曲線は発電機のMPPを含み、または外挿することによってMPPの位置を推定可能にする。この範囲での発電機の特性を解析するためには、設備から装置に供給される電力が、出力低下電力からある程度著しくずれるようになることが必要になる場合がある。

【0003】

独国特許出願公開第102010038941A1号明細書の文書には、各インバータのうち1つのインバータがMPPで動作し、発電網の全電力が既定の値に対応するよう、他のインバータがその電力を適応させるような方式で、共通の制御装置を介して動作する複数のインバータのネットワークが開示してある。この解決策は、関係するインバータと共通の制御装置との間の通信オーバヘッドが重くなりざるを得ない。さらには、特に、非常に低い出力低下電力までディレーティングする場合、発電網の設備を永続的にMPPで動作させることが常に可能とは限らない。

10

【発明の概要】

【0004】

したがって、発電網内において、MPPを決定している間に、既定の出力低下電力からの電力のずれを補償することができるインバータであって、この発電網内においては、関係するインバータ間の通信が最低限に抑えられ、また頑強になるインバータを提供することが本発明の一目的である。通信を最小限に抑え、また頑強にして、インバータの補償型電力供給を可能にする方法を提供することが、さらに本発明の一目的である。

20

【0005】

この目的は、請求項1に記載のインバータ、請求項7に記載の発電網、および請求項13に記載の方法によって実現される。有利な実施形態が、従属クレームに記載されている。

【0006】

発電機の直流電力をグリッド対応の交流電力に変換するための本発明によるインバータは、MPP電力値 P_{MPP} を決定するために、発電機の特性曲線の少なくとも1つの部分を追跡するための走査ユニットを備える。出力低下電力 P_{red} までディレーティングする場合、インバータにイネーブル信号が存在する場合にのみ、インバータは、出力低下電力 P_{red} からずれた第1の電力プロファイルを有する特性曲線の追跡を起動する。インバータは、開始信号および終了信号をそれぞれ出力することによって特性曲線の追跡を指示する。さらに、インバータは、たとえば発電網の別のインバータから開始信号を受信すると、交流電力としての第2の電力プロファイルを提供するように構成され、第1の電力プロファイルは、出力低下電力 P_{red} からの第2の電力プロファイルのずれの符号とは逆の符号で、出力低下電力 P_{red} からずれている。具体的には、第1の電力プロファイルは正の符号でずれている。すなわち、第1の電力プロファイルでは、出力低下電力と比較して電力値が増加する。第2の電力プロファイルの逆の符号によって実現されるのは、本発明による第2のインバータが上記の開始信号を生成し、その第1の電力プロファイルが出力低下電力からずれている発電網において、このずれが、第2の電力プロファイルによって少なくとも部分的に補償されることである。しかし、発電網の本発明による別のインバータは、その第2の電力プロファイルで前記ずれを相殺するのに寄与することができる。その他のインバータの第2の電力プロファイルによって補償するために、インバータのうちの1つのインバータによって特性曲線を追跡している間、発電網によって生成される総合電力の、総合出力低下電力からのずれは、その特性曲線を追跡するインバータの第1の電力プロファイルの、その出力低下電力からのずれよりも小さい。

30

【0007】

電力プロファイルという用語は、供給される電力の時間プロファイルを意味するものと理解され、これは、この追跡を制御するのに使用されるパラメータの事前定義とは独立に

40

50

、発電機の特性曲線のターゲットとなる追跡の結果として生じる。この追跡は、たとえば、発電機の電圧、発電機の電流、または発電機の電力の、時間依存する事前定義によって実行してもよい。

【0008】

一実施形態では、インバータの発電機特性曲線を追跡するインバータは、続いて、通信インターフェースを介して現時点のMPP電力値 P_{MPP} を提供する。前記値が発電網の他のインバータに伝送され、そこでこれを使用して、この他のインバータの現時点でのMPP電力値の推定値を変更してもよく、出力低下電力が前記推定値に基づく。このようにして、特性曲線の追跡をそれぞれのインバータによって新たに実行する必要なく、発電機による発電の外部条件の変化、たとえば照射の変化を考慮に入れることが可能である。これにより、たとえば、既定の割合のMPP電力値として、またはある一定割合の出力低下電力だけ低減されたMPP電力値として、出力低下電力が選択されることになり、出力低下電力の適応がMPP電力値の変化に時間的に近接して実行されるものである場合、必要となる走査プロセスの数を著しく低減することができる。

10

【0009】

特に、発電網の個々のインバータが互いに遠く離れて配置される場合、イネーブル信号、開始信号、および／または終了信号は、インターネット接続を介して伝送してもよい。あるいは、これらの信号を伝送するための共通のラインもしくは別々のライン、または無線伝送を使用してもよい。

【0010】

20

本発明による発電網は、本発明による2つ以上のインバータを備え、これらのインバータは、イネーブル信号、開始信号、および終了信号を交換するために互いに接続されている。場合によっては制御装置が設けられ、これが発電網の各インバータに接続され、イネーブル信号を生成する。この場合、イネーブル信号は、個々のインバータもしくはネットワークのインバータの部分群に選択的に送信してもよく、またはそれらにのみ有効でもよい。しかし、独立した制御装置の代わりに、インバータのうちの1つがこの機能を実行してもよく、またはこの機能をインバータの部分群もしくはその全てに分散してもよい。

【0011】

イネーブル信号の生成に関わっている制御装置またはインバータは、発電網での走査プロセスの順序および頻度を決定する。この場合、トークンを用いて、特性曲線の追跡を交互に起動することを制御してもよい。現在走査プロセスを実行しているインバータによって、終了後に別のインバータにトークンが渡され、それにより、このインバータとしては、走査プロセスを実行できるようになり、受信インバータはまた、走査プロセスを使用することなくトークンを渡してもよい。

30

【0012】

本発明の別の一実施形態では、インバータのうち少なくとも1つのインバータが、適応設定が調整可能な発電機に接続され、発電機の電圧を変更する代わりに発電機の適応設定を変更することによって、走査プロセス中に第1の電力プロファイルを提供する。

【0013】

発電機の特性曲線の少なくとも1つの部分を追跡するための走査ユニットを備えるインバータによって、発電機の直流電力をグリッド対応の交流電力に変換するための本発明による方法は、出力低下電力にまで低減された状態にインバータがある場合にはMPP電力値を決定するのに役立つ。この方法は、インバータにおいてイネーブル信号が存在するという事前条件の下で、出力低下電力からずれている第1の電力プロファイルを有する特性曲線を追跡するステップを含む。開始信号は特性曲線の追跡の始まりに送信され、終了信号は特性曲線の追跡の終わりに送信される。開始信号、たとえば発電網の別のインバータによって生成される開始信号を受信する場合、インバータは、交流電力としての第2の電力プロファイルを提供し、第1の電力プロファイルは、出力低下電力からの第2の電力プロファイルのずれの符号とは逆の符号で、出力低下電力からずれている。

40

【0014】

50

本発明による方法の一修正形態では、この方法は、第1のインバータおよび第2のインバータ上で共同して実行される。この場合、第1の特性曲線の追跡は、第1のインバータでの設定値の段階的な増加によって実行され、第2の特性曲線の追跡は、第2のインバータでの設定値の段階的な減少（増加分の補償）によって並列に実行される。第1のインバータが、もはや設定値の事前定義に従わなくてもよくなるまで、設定値の増加が継続してもよい。実現される最も高い設定値が、第1のインバータでのMPP電力値を決定してもよい。

【0015】

続いて、第2のインバータのMPP電力値を決定するために、第1の特性曲線の追跡は、第2のインバータでの設定値の段階的な増加によって実行してもよく、第2の特性曲線の追跡は、第1のインバータでの設定値の段階的な減少によって実行してもよく、前記減少が、第2のインバータの設定値の増加分を補償する。この場合は、実現される最も高い設定値が、第2のインバータでのMPP電力値を決定する。

10

【0016】

制御ユニット、または2つのインバータのうちの一方によって、様々な設定値を生成し、送信してもよい。イネーブル信号、ならびに開始信号および終了信号は、独立した信号として構成してもよく、または様々な設定値によって暗黙のうちに送信してもよい。一例として、送信される第1の設定値は開始信号またはイネーブル信号と解釈してもよく、出力低下電力に起因する設定値は終了信号と解釈してもよい。

【0017】

20

インバータは、複数の個々のインバータを含むインバータ・グループによって形成してもよく、個々のインバータに割り当てられた個々の特性曲線を追跡するこのグループの個々のインバータによって特性曲線を追跡するステップが、時間的にオーバラップするよう連続して実行される。この実施形態では、第2の電力プロファイルは、それを提供するため、個々のインバータの間で任意に分配してもよい。

【0018】

各図を用いて、本発明を以下に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】図1は、本発明によるインバータの一実施形態を示す。

30

【図2】図2は、追跡経路を有する発電機の特性曲線の図、および電力プロファイルの図を示す。

【図3】図3は、本発明による方法の流れ図を示す。

【図4】図4は、例示的な電力プロファイルを有する、本発明による発電網を示す。

【図5】図5は、本発明による別の実施形態の電力プロファイルを示す。

【発明を実施するための形態】

【0020】

図1には、接続された発電機11、具体的には光電発電機の直流電力を、接続されたグリッド12、たとえば単相グリッドまたは多相グリッド、具体的には三相グリッドに伝送される交流電力に変換するための、本発明によるインバータ10が示してある。インバータ・ブリッジ13が電力変換用に使用され、このインバータ・ブリッジ13によって変換される電力が走査ユニット14を用いて設定できるような形で、前記インバータ・ブリッジは走査ユニット14を介して制御可能である。

40

【0021】

走査ユニット14は、バス17を介して送信される信号を受信するように構成される。走査ユニット14は、第1のラインを介してイネーブル信号15を受信してもよく、第2のラインを介して開始信号16を送受信してもよい。さらに、走査ユニット14は、第2のラインを介して終了信号を送信あるいは受信してもよく、終了信号を別々のラインを介して送信することも同様に考えられる。第1のラインおよび第2のラインはまた、別々のラインまたは共通ラインでもよく、具体的には通信接続でもよい。一例として、バス17

50

がインターネットを含むこと、および各信号がインターネット接続を用いて伝送されることが考えられる。別のインバータあるいは制御ユニット（図示せず）をバス17に接続して、各インバータ間および／またはインバータと制御ユニットの間で、イネーブル信号、開始信号、および／または終了信号を伝送してもよい。

【0022】

走査ユニット14は、発電機11の特性曲線の追跡を起動し、それを制御して、そのMPP電力値 P_{MPP} を決定するのに役立つ。すなわち、発電機11が所与の時点で、どれくらいの最大電力を生成できるのか決定するのに役立つ。出力可能な最大電力に応じてディレーティングが規定される場合に、この状態での出力低下電力を決定するためには、特にインバータ10の出力低下状態においてこれが重要である。本発明によるインバータ10の場合、走査ユニット14は、イネーブル信号15が走査ユニットに存在する場合にのみ、こうした特性曲線の追跡を起動するように構成される。特性曲線の追跡の始まりは開始信号16によって示され、特性曲線の追跡の終わりは終了信号によって識別される。特性曲線の追跡期間中、すなわち開始信号16と終了信号の間では、制御装置により、イネーブル信号15は、バス17を介して伝送されないか、またはインバータ10に存在しないことが確実になる。あるいは、インバータ10は、この期間をイネーブル信号15が存在しない期間として解釈するよう構成してもよく、通常は、バス17に接続された別のインバータによって開始信号および終了信号が送信される場合のみが関連している。これにより、それぞれの場合において、バス17を介して互いに接続されているインバータ・ネットワークの各インバータのうちの1つのインバータのみが、所与の時点で特性曲線の追跡を確実に実行する。

【0023】

図2には、左側の第1の図として、発電機11の特性曲線20が示してあり、電力がY軸にプロットしてあり、発電機の電圧がX軸にプロットしてある。図2の右側では、第2の図に、インバータ10の特性曲線20の追跡中に生じる電力プロファイル24'、25'の2つの例が示してあり、時間がX軸にプロットしてあり、電力がY軸にプロットしてある。特性曲線20の対応する追跡経路24、25が、第1の図に示してある。

【0024】

電力プロファイル24'に対応して特性曲線20を追跡する第1の変形形態では、インバータ10は初めに、動作点21において出力低下状態にあり、出力低下電力 P_{red} をグリッド12に出力する。開始時点 t_s で始まり、インバータ10が出力する電力が線形の増加速度で増加し、その結果、発電機11の動作点が、電圧を上昇させるようにシフトする。MPP23でMPP電力プロファイル P_{MPP} に達すると、発電機は、必要とする電力をもはや生成できなくなることがある。この時点 t_E において、発電機は、動作点22で再び出力低下状態になり、グリッドに供給される電力が出力低下電力 P_{red} まで低減し、終了信号が送信される。取得したMPP電力値 P_{MPP} が所定のMPP電力値からずれている場合、特性曲線20の追跡が終了した後に、それに応じて出力低下電力 P_{red} を適応してもよい。

【0025】

電力プロファイル25'に従って特性曲線20を追跡する第2の変形形態では、インバータ10は初めに、動作点22において出力低下電力 P_{red} で出力低下状態にある。ここで、開始時点 t_s において、グリッド12に出力された電力プロファイル25'が、MPP23に達するまで傾斜する形で増加する。この時点 t_M において、中心信号を送信してもよく、動作点21で再び出力低下電力 P_{red} に達するまで、電力が傾斜しながら低減する。この場合も同様に、割り当てられた追跡経路25においてMPP23に達するので、ここでも同様に、MPP23でのMPP電力値 P_{MPP} は、追跡の終わりに知られており、出力低下電力 P_{red} で考慮に入れてもよい。

【0026】

図示した2つの電力プロファイル24'、25'の代わりとして、他の電力プロファイルを考えることもでき、この電力プロファイルは、動作点21と22の間の発電機11の

10

20

30

40

50

動作点での遷移、または、動作点 21、22 のうちの一方から先に進んで、特性曲線 20 の一部分を追跡する動作点での遷移につながり、この特性曲線 20 は、MPP23 での現在存在する MPP 電力値 P_{MPP} についての結論を引き出すことが可能になるのに十分であって、終了時点 t_E において、特性曲線 20 の追跡が始まった動作点で再び終了する。電力プロファイルはまた、既定の電圧または電流のプロファイルが追跡され、発電機 11 の現在の特性曲線に基づいて、対応する電力プロファイルが確立されるという事実から得ることができる。

【0027】

図 3 には、本発明による方法の例示的な流れ図が示してあり、この方法では、バス 17 に接続された別のインバータから開始信号 16 を受信したかどうか、初めにインバータ 10 が検査する。このような開始信号を受信すると、インバータ 10 は、時間的に一定の出力低下電力 P_{red} の代わりに、時間的に可変の第 2 の電力プロファイルを提供し始める。バス 17 を介して終了信号が受信されるまで、第 2 の電力プロファイルが提供される。次いで、インバータ 10 は、時間的に一定な出力低下電力を供給するステップに戻る。あるいは、第 2 の電力プロファイルは、開始信号 16 で始まって、終了信号の受信とは関係なく提供してもよく、または、終了信号は、第 2 の電力プロファイルが完全に経過すると生成してもよく、バス 17 を介して伝送してもよい。最後に述べた変形形態では、バス 17 を介して終了信号を受信すると、次いで、第 1 の電力プロファイルの追跡を終了してもよい。これは、先に完全に追跡された電力プロファイルが、終了信号の提供につながり、したがって、それぞれ他の電力プロファイルの追跡の終了につながる実施形態を包含する。

【0028】

開始信号を受信していない場合、インバータ 10 は、バス 17 を介してイネーブル信号 15 が存在しているかどうか、および特性曲線の追跡が必要かどうか検査する。両方の場合において、インバータ 10 は、開始信号 16 を送信し、第 1 の電力プロファイルを有する特性曲線 20 を追跡し始める。特性曲線 20 の追跡が終了して後、インバータ 10 は、終了信号を送信し、出力低下状態まで戻り、ここで出力低下電力は、特性曲線の追跡によつて改めて決定された MPP 電力値 P_{MPP} に関連することが好ましい。場合によっては、インバータ 10 は、この更新された MPP 電力値 P_{MPP} を、別々の通信インターフェースを介して、またはバス 17 を介して接続された他のインバータに利用可能とする。これらのインバータは、出力低下電力 P_{red} のその値を、この更新された MPP 電力値 P_{MPP} を用いて適合させて、たとえば照射の変化を考慮に入れてよい。

【0029】

図 4 の本発明による発電網 140 では、本発明による方法を使用する複数のインバータの相互作用が、一例に基づいて示してある。図 4 の左側では、第 1 のインバータ 100、第 2 のインバータ 110、および第 3 のインバータ 120 が、それぞれの場合にバス 17 を介して互いに接続されている。バスを介して、イネーブル信号 105、115、125、および開始信号 106、116、126、および割り当てられた終了信号を、走査ユニット 104、114、124 を用いて各インバータ間で送受信してもよい。さらに、制御装置 130 はバス 17 に接続されており、この制御装置を使用して、たとえば開始信号 106、116、126、および各終了信号を用いて、対応するイネーブル信号 105、115、125 を生成してもよく、ここでイネーブル信号は、具体的にはそれぞれのインバータについて、ならびに非特異的にはインバータの全てについて有効でもよい。したがって、制御装置 130 は、個々のインバータ、一群のインバータ、または各インバータの全てについてイネーブル信号を生成してもよい。このようにして、制御装置 130 は、発電網 140 の各インバータがそれぞれの特性曲線を追跡する際の順序および周波数を、付随して決定または規定してもよい。あるいは、しかし、各インバータが互いにこの順序を決定することも考えられる。たとえば、各インバータ間でトーカンを渡すことによって、これを実行してもよい。しかし、イネーブル信号が存在する場合、各インバータ自体が、その特性曲線を追跡する時点を決定するという事実に基づいて、この順序がインバータ間の

調整なしに得られることがある。したがって、制御装置 130 はまた、発電網 140 内に存在しなくてもよい。

【0030】

インバータ 100、110、120 のそれぞれが、接続された発電機 100、111、121 の直流電力を、インバータにそれぞれ割り当てられたインバータ・ブリッジ 103、113、123 を用いて交流電力に変換し、接続されたグリッド 12 にこの交流電力を供給する。変換される電力は、受信信号に応じて、インバータのそれぞれの走査ユニット 104、114、124 を用いて制御してもよい。

【0031】

本発明による方法を実行する結果として得られる例示的な電力プロファイルが、3つの図の形で図 4 の右側部分に示してあり、これらの図は、それぞれが3つのインバータ 100、110、120 のうちの1つに割り当てられており、時間が X 軸にプロットされ、電力が Y 軸にプロットされている。この場合、右上の図がインバータ 100 に割り当てられ、右中央の図がインバータ 110 に割り当てられ、右下の図がインバータ 120 に割り当てられている。段階 I では、全てのインバータが出力低下状態にあり、それぞれの場合に出力低下電力 P_{red} を供給する。使用可能になる時点 t_F において、イネーブル信号は、少なくとも第1のインバータ 100 に存在する。段階 II が始まる開始時点 t_S において、第1のインバータ 100 が開始信号 106 を送信し、第1の電力プロファイル 108 を有するその発電機の特性曲線を追跡し始める。図示した場合には、第1の電力プロファイル 108 は、第1のインバータ 100 の線形に増加するコンバータ電力を含む。第2の段階 II は終了時点 t_E で終了し、この時点でインバータ 100 が終了信号を送信し、出力低下状態に戻り、ここでインバータ 100 は、後続の段階 III において、特性曲線を追跡している間に決定される現在の MPP 電力値 P_{MPP} を考慮に入れる、変更済みの出力低下電力を供給する。

【0032】

右中央の図には、第2のインバータ 110 の電力プロファイル 118 が示してある。開始時点 t_S において、第2のインバータ 110 は、第1のインバータ 100 の開始信号を受信し、その出力で第2の電力プロファイル 118 を提供する。図示した例では、コンバータの電力が時間とともに線形に減少する。終了時点 t_E において、第2のインバータ 110 は、第1のインバータ 100 の終了信号を受信し、出力低下状態に戻り、ここで、第1のインバータ 100 によって提供された現在の MPP 電力値に応じて、出力低下電力 P_{red} が適合される。図示した例では、第2のインバータ 110 の第2の電力プロファイル 118 は、第1のインバータ 100 の第1の電力プロファイル 108 のそれぞれの出力低下電力 P_{red} からのずれを補償し、その結果、両方のインバータの電力出力の合計は、開始時点 t_S の前での出力低下電力 P_{red} の合計に実質上または正確に対応する。これにより、現在の MPP 電力値 P_{MPP} を決定するための特性曲線の追跡が、発電網 140 の累積の電力出力の、ディレーティングの事前定義からのずれにつながらないようになる。

【0033】

図 2 を参照すると、この図は、増大電力傾斜と減少電力傾斜の間で変化すると中心信号が送信される電力プロファイルを有する特性曲線の追跡を説明しており、したがって一代替実施形態（図示せず）では、補償しているインバータ 110 の第2の電力プロファイルは、初めに電力傾斜が減少し、次いで電力傾斜が増大し、中心信号を受信するとこれらの電力傾斜間の変化が生じる。

【0034】

右下の図には、第3のインバータ 120 の電力プロファイルが示してある。開始時点 t_S において、第3のインバータ 120 は、その出力低下状態を抜けることはなく、したがって、その電力プロファイル 128 は、その出力低下電力 P_{red} の時間的に一定の値を維持する。したがって、この例では、第3のインバータ 120 は、特性曲線の追跡中、発電網 140 のインバータのうち1つのインバータの電力のずれを補償することに関与しな

10

20

30

40

50

い。終了時点 t_E において、第 3 のインバータ 120 はまた、第 1 のインバータ 100 から伝達された現在の MPP 電力値に応じて、その出力低下電力 P_{red} を適合させる。

【0035】

別の一実施形態では、発電網 140 のインバータのうち 1 つのインバータの、その特性曲線を追跡している間の電力のずれは、発電網 140 のその他のインバータのうちの複数、具体的には全てのインバータによって共同して補償してもよい。電力のずれの補償への寄与は、関係のあるインバータの間で等しく分散してもよく、または適切に重み付けして分散してもよい。1 つの有利な構成においては、インバータ間で固定の割当てを実施してもよく、この割当てによって、どのインバータ、またはインバータのどの部分群が、ネットワークの別のインバータの電力のずれを補償するのかが規定される。これは、送信するインバータの識別表示を、送信される開始信号に付加することによって簡略な方式で実施してもよく、その結果、補償するためには、送信するインバータに第 2 の電力プロファイルが割り当てられる場合にのみ、受信するインバータがその第 2 の電力プロファイルを提供する。

10

【0036】

電力のずれを可能な限り完全に補償できるようにするために、特性曲線を追跡している間に、第 1 の電力プロファイルを事前決定するとともに実現可能にすること、および、これを決定しないかまたは特性曲線の推移によってほんのわずかだけ決定することが有利である。理想的には、第 1 の電力プロファイルの推移は特性曲線の推移には依存せず、むしろ特性曲線の推移が単に、特性曲線の追跡の開始時点 t_s と終了時点 t_E の間の持続時間を決定する。このようにして、特性曲線を追跡するインバータの電力のずれの程度を発電網の各インバータ間に伝達して、前記電力のずれを十分に、またはさらに完全に補償することは必要でない。既定の第 1 の電力プロファイルの代わりに、電圧または電流のプロファイルがインバータ 100 によって事前定義され、これから、発電機の特性曲線に応じて第 1 の電力プロファイルが生じる場合、一般に、電力のずれのほんの部分的な補償だけが実現可能なので、より容易に実現できる特性曲線の追跡に有利なように、ここでは完全な補償なしで済ます。

20

【0037】

別の一実施形態では、発電網 140 の複数の個々のインバータを含むインバータ・グループ内での発電機の特性曲線の追跡は、個々のインバータが特性曲線の追跡を連続して実行するように、ただし時間的にオーバラップするよう協調して実行される。この場合、個々の追跡プロセスを調整するため、一定の時間オフセットを選択してもよく、または、信号たとえば前述の中心信号が交換される。一例としては、個々のインバータとして図 4 のインバータ 100 および 110 が、このようなグループ 150 を形成する。図 5 には、この実施形態が実施されるときの発電網 140 の例示的な電力プロファイルが示してあり、上図には、個々のインバータとしてのインバータ 100、110 のグループ 150 の、第 1 の電力プロファイル 108'、118' が示してある。次いで、下図には、インバータ 120 の第 2 の電力プロファイル 128' が示してあり、これが、第 1 の電力プロファイル 108'、118' の合計として、グループ 150 の組み合わされた電力プロファイル 158 を補償する。開始時点 t_s において、インバータ 100 は、増大電力傾斜によって、その MPP の方向にその特性曲線を追跡し始め、開始信号 106 が生成される。 t_1 の時点で MPP に達すると、インバータ 100 が、減少電力傾斜によって出力されるその電力を低減した後、再び出力低下電力 P_{red} に達し、インバータ 100 は出力低下状態に変化する。同時に、 t_1 の時点で、インバータ 110 は、その電力を傾斜するよう増加させ始めた後に、 t_2 の時点でその MPP に達し、電力が傾斜して減少するよう変化する。 t_E の時点で、インバータ 110 は、再び出力低下状態に達し、終了信号が生成される。したがって、グループ 150 は、組み合わされた第 1 の電力プロファイル 158 を開始信号から終了信号までの間で出力することによって、本発明による個々のインバータと同等に動作する。グループ 150 の出力低下電力 P_{red} からの組み合わされた電力プロファイル 158 のずれは、開始信号の時点と終了信号の時点との間で第 2 の電力

30

40

50

プロファイル 128' を出力することにより、インバータ 120 によって補償され、インバータ 120 は、必要な場合、プロファイルの推移を適合させることによって、 t_1 、 t_2 の時点において中心信号に反応してもよい。

【0038】

開始信号および終了信号は原則として、グループ 150 の任意の個々のインバータによって生成してもよく、この開始信号および終了信号は、同じインバータによって生成されるか、または互いに異なるインバータによって生成される。それ自体の特性曲線を追跡する個々のインバータは、まず開始信号を送信し、終了信号は、その特性曲線を最後に追跡する個々のインバータによって送信されることが好ましい。中間の時点 t_1 、 t_2 は、中心信号を交換することによって調整してもよく、または関係のある個々のインバータは、開始信号に対する既定の持続時間によってこれらの時点を決定する。さらに、個々のインバータの特性曲線の追跡の始まりは、MPP に達する時点とは関係なく、別の個々のインバータが選択してもよい。

10

【0039】

本発明による方法の別の有利な実施形態では、特性曲線を追跡すること、または電力プロファイルを提供することは、制御ユニット 130、または発電網の各インバータのうち 1 つのインバータが、電力出力の複数の設定値を第 1 のインバータに連続して送信することによって実現される。影響を受けた第 1 のインバータは、設定値に対応する電力を供給しようとし、その結果を送信ユニットに報告して戻す。この結果は、たとえば、得られた電力値の形で、または設定値の完全な取得を通知する論理信号の形で送信してもよい。設定値を取得すると、設定値を取得しなくてもよいとインバータが通知するまで、送信された後続の設定値が段階的に増加してもよい。次いで、取得された最後の設定値は、MPP 電力値 P_{MPP} と解釈してもよい。出力低下電力を超える設定値を第 1 のインバータに伝送するとともに発電網の総合電力を補償するために、第 2 の設定値が第 2 のインバータに伝送され（または、複数の設定値が複数のインバータに伝送され）、この設定値が出力低下電力と比較して低減され、その結果、発電網の総合電力は一定またはほとんど一定のままである。

20

【0040】

MPP 電力値 P_{MPP} を取得した後、新規の設定値を事前定義することによって、インバータは出力低下電力まで段階的に戻ってもよく、单一ステップによって出力低下電力まで戻ることは除外されない。第 2 のインバータまたは対応するインバータ・グループに対する電力事前定義の補償が並列に実行されて、出力低下電力まで戻る間にも総合電力を確実に一定に保つ。その後、別のインバータの特性曲線の追跡を同様に開始してもよい。このようにして構成された方法によって、前述の方法のいくつかと比較して通信オーバヘッドが増大することになるが、出力低下電力からの発電網のずれを完全に補償できるようになることが確実に可能となる。

30

【0041】

前述の方法の一修正形態では、総合電力を監視することによって、設定値を取得することについての結果を報告して戻すことは不要としてもよい。設定値が、第 1 のインバータの実現可能な最大電力を超える場合、これが、超過分の範囲に対応する総合電力の降下につながる。この方法では、総合電力の降下が閾値を超えるまで、設定値の修正値が増大する。次いで、MPP 電力値 P_{MPP} は、総合電力の降下がない最後の設定値に対応する。

40

【0042】

図 6 には、第 1 および第 2 のインバータの時間的な電力推移 200、210 が示してあり、また前述の方法の結果としての総合電力の電力推移 220 が示してある。設定値の変化によって、 t_1 の時点において前記第 1 のインバータがもはや設定値に追従しなくてもよくなるまで、第 1 のインバータの電力 200 が段階的に増加する。同時に、補償ステップにおいて第 2 のインバータの電力 210 が段階的に減少し、その結果、総合電力 220 は一定のままである。その結果、 t_1 の時点の後、総合電力 220 は、規定の限界値 230 を下回って降下するまで減少することになる。次いで、両方のインバータの電力が、元

50

の出力低下電力まで戻る。変更されたMPP電力値P_{MPP}が決定された場合、両方のインバータの電力は、あるいは、それに応じて変更された出力低下電力まで戻ってもよい。

【0043】

グループ150の全てのインバータまたは複数のインバータによって特性曲線を同時に追跡する場合と比較して、このグループ150内で特性曲線を時間オフセットで追跡することにより、このグループの組み合わされた電力プロファイルの、グループの共通の出力低下電力からの最大の電力のずれが既に減少することに留意されたい。

【符号の説明】

【0044】

| | | |
|----------------|------------|----|
| 10 | インバータ | 10 |
| 11 | 発電機 | |
| 12 | グリッド | |
| 13 | インバータ・ブリッジ | |
| 14 | 走査ユニット | |
| 15 | イネーブル信号 | |
| 16 | 開始信号 | |
| 17 | バス | |
| 20 | 特性曲線 | |
| 21、22 | 動作点 | |
| 23 | MPP | 20 |
| 24、25 | 追跡経路 | |
| 24'、25' | 電力プロファイル | |
| 100、110、120 | インバータ | |
| 101、111、121 | 発電機 | |
| 103、113、123 | インバータ・ブリッジ | |
| 104、114、124 | 走査ユニット | |
| 105、115、125 | イネーブル信号 | |
| 106、116、126 | 開始信号 | |
| 108、118、128 | 電力プロファイル | |
| 108'、118'、128' | 電力プロファイル | 30 |
| 130 | 制御ユニット | |
| 140 | 発電網 | |
| 150 | グループ | |
| 158 | 電力プロファイル | |
| 200、210、220 | 電力推移 | |
| 230 | 限界値 | |

【図1】

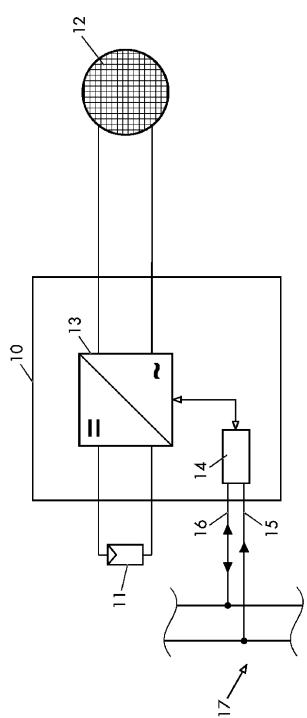


Fig. 1

【図2】

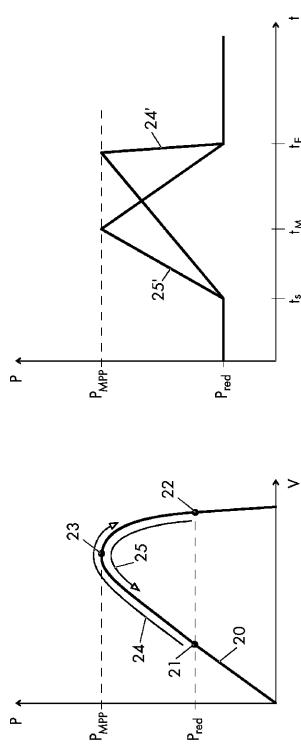


Fig. 2

【図3】

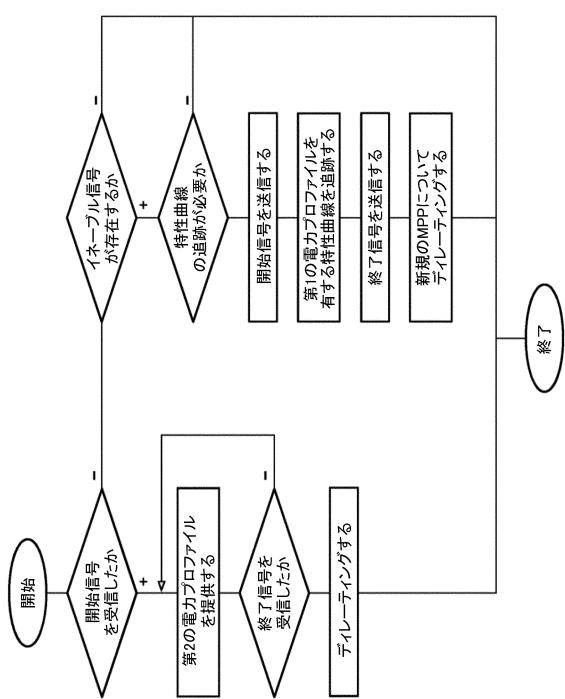


図3

【図4】

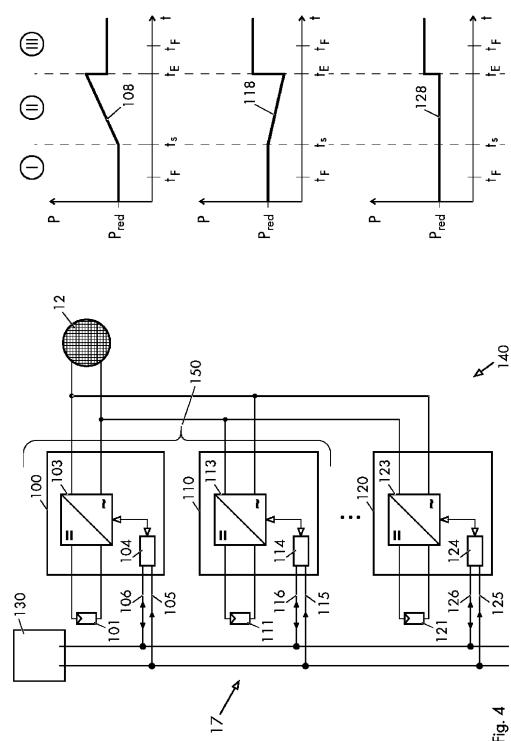


Fig. 4

【図5】

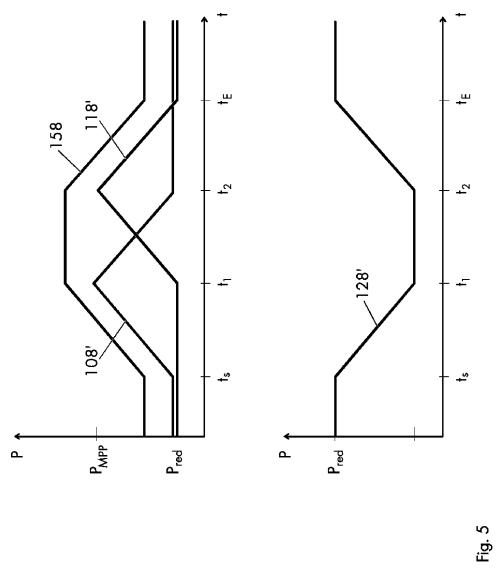


Fig.5

【図6】

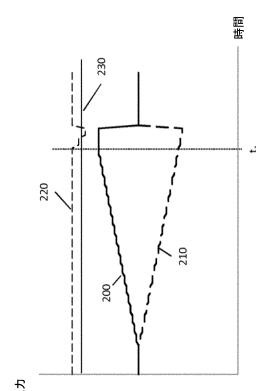


図6

フロントページの続き

(72)発明者 プレム, ダニエル

ドイツ連邦共和国 34260 カウフンゲン, アム ゲリンデ 23

(72)発明者 ザンダー, シュテファン

ドイツ連邦共和国 37133 フリードラント, イム グローセン ホーフェ 10

審査官 麻生 哲朗

(56)参考文献 特表2015-509355 (JP, A)

特開昭58-182726 (JP, A)

米国特許出願公開第2011/0006609 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 05 F 1 / 67

H 02 M 7 / 48