

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5563819号
(P5563819)

(45) 発行日 平成26年7月30日 (2014.7.30)

(24) 登録日 平成26年6月20日 (2014.6.20)

(51) Int. Cl.		F 1			
HO 2M	7/758	(2006.01)	HO 2M	7/758	
HO 1M	8/04	(2006.01)	HO 1M	8/04	P
HO 2M	7/48	(2007.01)	HO 2M	7/48	R

請求項の数 26 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2009-522343 (P2009-522343)	(73) 特許権者	508229024
(86) (22) 出願日	平成19年8月3日 (2007.8.3)		セレス インテレクチュアル プラパティ
(65) 公表番号	特表2009-545944 (P2009-545944A)		コンパニー リミテッド
(43) 公表日	平成21年12月24日 (2009.12.24)		イギリス国 ウェスト サセックス アー
(86) 国際出願番号	PCT/GB2007/002972		ルエイチ10 1エスエス クローリー
(87) 国際公開番号	W02008/015461		ハスレット アヴェニュー イースト デ
(87) 国際公開日	平成20年2月7日 (2008.2.7)		ンヴァル トレイド パーク ユニット
審査請求日	平成22年8月2日 (2010.8.2)		18
(31) 優先権主張番号	0615562.6	(74) 代理人	100147485
(32) 優先日	平成18年8月4日 (2006.8.4)		弁理士 杉村 憲司
(33) 優先権主張国	英国 (GB)	(74) 代理人	100114292
(31) 優先権主張番号	60/854,081		弁理士 来間 清志
(32) 優先日	平成18年10月25日 (2006.10.25)	(74) 代理人	100143568
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 英 貢

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発電機用電源制御

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料電池スタックを交流グリッドに接続してこの交流グリッドに電力を供給するシステムであって、

前記燃料電池スタックに結合すべき直流 - 直流変換器と、

この直流 - 直流変換器に結合された電圧調整される直流バスと、

この直流バスに結合されているとともに、この直流バスと前記交流グリッドとの間に結合させるようにする双方向性インバータと、

前記直流バスに結合された、前記燃料電池スタックの少なくとも1つの直流補助負荷とを具備、

前記燃料電池スタックの前記少なくとも1つの直流補助負荷は、前記燃料電池スタックを動作させるのに必要とする負荷を有し、

前記直流 - 直流変換器は、前記燃料電池スタックから前記電圧調整される直流バスに電力を供給するために一方向性であり、

前記電圧調整される直流バスは、前記直流 - 直流変換器と前記双方向性インバータとの間に接続され、

前記双方向性インバータは、前記直流バスにおける電圧を調整するように構成され、

前記直流 - 直流変換器は、前記システムが前記交流グリッドに接続されていない際に、前記直流バスにおける電圧を調整するように構成されているシステム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のシステムにおいて、前記双方向性インバータが交流 - 直流変換器を有しているシステム。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載のシステムにおいて、前記双方向性インバータは、このシステムが前記交流グリッドに接続された際に、前記直流バスにおける電圧を調整するように構成されているシステム。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載のシステムにおいて、このシステムが更に、前記双方向性インバータの前記交流グリッド側に接続された少なくとも 1 つの交流補助負荷を具えているシステム。

10

【請求項 5】

請求項 4 に記載のシステムにおいて、前記交流補助負荷は前記燃料電池スタックの補助負荷であるシステム。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載のシステムにおいて、このシステムは、前記燃料電池スタックが前記少なくとも 1 つの直流補助負荷に対し十分な電力を発生していない場合に、少なくとも部分的に前記交流グリッドから前記直流バスを介しこの少なくとも 1 つの直流補助負荷に電力を供給するように構成されているシステム。

【請求項 7】

請求項 6 に記載のシステムにおいて、前記双方向性インバータは、前記直流補助負荷に少なくとも部分的に前記交流グリッドから給電された場合に、前記直流補助負荷に能動的な力率補正を行なうようになっているシステム。

20

【請求項 8】

請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載のシステムにおいて、このシステムは、前記燃料電池スタックが前記少なくとも 1 つの直流補助負荷に対し十分な電力を発生している場合に、この燃料電池スタックから前記直流バスを介しこの少なくとも 1 つの直流補助負荷に電力を供給するように構成されているシステム。

【請求項 9】

請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載のシステムにおいて、このシステムが更に、前記直流バスに結合された少なくとも 1 つの電気エネルギー蓄積装置を具えているシステム。

30

【請求項 10】

請求項 9 に記載のシステムにおいて、このシステムが更に、前記直流バスと前記電気エネルギー蓄積装置との間に結合された更なる直流 - 直流変換器を具えているシステム。

【請求項 11】

交流グリッドに給電する燃料電池スタックを有する電力発生システムの制御方法であって、電圧調整される直流バスと、この直流バスに接続された、前記燃料電池スタックの少なくとも 1 つの直流補助負荷とに電力を供給する工程を有する制御方法において、

前記燃料電池スタックの前記少なくとも 1 つの直流補助負荷は、前記燃料電池スタックを動作させるのに必要とする負荷を有し、

第 1 のモードで、電圧調整された直流電力を、前記交流グリッドから、前記電圧調整される直流バスを介して、前記少なくとも 1 つの直流補助負荷に供給し、

40

第 2 のモードで、電圧調整された直流電力を、前記燃料電池スタックから、前記電圧調整される直流バスを介して、前記少なくとも 1 つの直流補助負荷に供給し、

直流 - 直流変換器が前記燃料電池スタックと前記電圧調整される直流バスとに結合され、この直流 - 直流変換器は、前記燃料電池スタックから前記電圧調整される直流バスに電力を供給するために一方向性であり、

前記電圧調整される直流バスは、前記直流 - 直流変換器と、前記交流グリッドに結合されている双方向性インバータとの間に接続され、

前記双方向性インバータは、前記直流バスにおける電圧を調整するように構成され、前記制御方法が、前記電力発生システムを前記交流グリッドから分離させるとともに、

50

前記直流バスの電圧を前記直流 - 直流変換器により調整する第 3 のモードを有するようにする制御方法。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 に記載の制御方法において、前記第 1 のモードの第 1 のサブモードで、前記少なくとも 1 つの直流補助負荷に前記交流グリッドのみから電力を供給する制御方法。

【請求項 1 3】

請求項 1 2 に記載の制御方法において、前記第 1 のモードの第 1 のサブモードで、前記少なくとも 1 つの直流補助負荷に前記交流グリッド及び燃料電池スタックの双方から電力を供給する制御方法。

【請求項 1 4】

請求項 1 2 又は 1 3 に記載の制御方法において、前記燃料電池スタックが電力を全く生じていない場合に、前記第 1 のモードの前記第 1 のサブモードを生ぜしめる制御方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 3 に記載の制御方法において、前記少なくとも 1 つの直流補助負荷が引き出す電力よりも少ない電力を前記燃料電池スタックが生じている場合に、前記第 1 のモードの第 2 のサブモードを生ぜしめる制御方法。

【請求項 1 6】

請求項 1 1 ～ 1 5 のいずれか一項に記載の制御方法において、前記第 1 のモードで、前記交流グリッドと前記直流バスとの間の交流 - 直流変換器により、前記直流バスの電圧を調整する制御方法。

【請求項 1 7】

請求項 1 1 ～ 1 6 のいずれか一項に記載の制御方法において、前記第 2 のモードで、前記交流グリッドと前記直流バスとの間の交流 - 直流変換器により、前記直流バスの電圧を調整する制御方法。

【請求項 1 8】

請求項 1 1 ～ 1 7 のいずれか一項に記載の制御方法において、前記第 2 のモードで、前記燃料電池スタックから前記交流グリッドに電力を供給する制御方法。

【請求項 1 9】

請求項 1 1 ～ 1 5 のいずれか一項に記載の制御方法において、前記少なくとも 1 つの直流補助負荷が引き出す電力よりも多い電力を前記燃料電池スタックが生じている場合に、前記第 2 のモードを生ぜしめる制御方法。

【請求項 2 0】

請求項 1 1 に記載の制御方法において、前記第 3 のモードで、ローカル交流グリッドを、このローカル交流グリッドと前記直流バスとの間の交流 - 直流変換器により得るようにする制御方法。

【請求項 2 1】

請求項 1 1 に記載の制御方法において、この制御方法が、前記燃料電池スタックから電力が引き出されず、補助負荷が給電されず、電力がシステムコントローラに供給される第 4 のモードを有するようにする制御方法。

【請求項 2 2】

請求項 2 1 に記載の制御方法において、前記第 4 のモードでも、電力を少なくとも 1 つのシステムの交流補助負荷に供給する制御方法。

【請求項 2 3】

請求項 1 1 ～ 2 2 のいずれか一項に記載の制御方法において、前記直流バスの電圧を直流で 3 0 0 V ～ 5 0 0 V の範囲とする制御方法。

【請求項 2 4】

請求項 2 3 に記載の制御方法において、前記直流バスの電圧を直流でほぼ 4 0 0 V とする制御方法。

【請求項 2 5】

請求項 1 ～ 1 0 のいずれか一項に記載のシステムを有する電力発生装置。

10

20

30

40

50

【請求項 26】

利用可能な熱を発生するように構成した請求項 25 に記載の電力発生装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力の発生に関するものである。特に、本発明は、燃料電池スタック及び交流グリッドの接続を制御するシステムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

燃料電池は、電力を発生させるための有益で、効率的で、環境にやさしい解決手段である。これらの燃料電池の可動部は少なく、これらの燃料電池は、燃料に含まれるエネルギーを有効な電気に、場合によっては有効な熱に変換するのに極めて効率的である。燃料電池は、直流(DC)を発生する。燃料電池は一般に、1V程度の電圧で、負荷状態の下で動作する場合には0.3~0.8Vで直流を発生する。電圧は、燃料電池及び負荷の動作パラメータに応じて変化する。

10

【0003】

一般に、燃料電池を設ける分野の電気的な負荷条件を満足させるには、1つの燃料電池からの電力では不十分である。従って、複数の燃料電池を互いに接続して燃料電池スタックを形成し、好ましくはこれらの燃料電池を電気的に直列配置に接続する。燃料電池スタックは、空気及び燃料のマニホルディング手段や、電力を燃料電池スタックから取り出す手段を含む追加の手段を有している。

20

【0004】

燃料電池スタックは、少なくとも1つのこのような燃料電池スタックと、燃料及び空気を処理する部品(例えば、送風機、弁及びフィルタ)と、制御システムと、燃料電池の電力を、この燃料電池が接続される電気的な負荷に給電するのに適した形態に変換する電子機器を含んでいる。このような電気的な負荷は、直流負荷(DC負荷)又は交流負荷(AC負荷)としうる。このような負荷の例には、バッテリー、ポンプ及び送風機、モータ、ローカル電源、ローカルグリッド、ナショナルグリッドが含まれる。

【0005】

燃料電池スタックは、(英国におけるナショナルグリッドのような)交流(AC)“グリッド”に電気を供給するのに用いる。他の“グリッド”には、発電機や、直流源に接続された独立型のインバータを含めることができ、実際には如何なる交流システムをも含めることができる。このような燃料電池システムは、グリッドに接続されると、電力発生の分散ネットワークを構成し、特に、グリッドが重負荷状態にある場合で電力需要が最大である時に、グリッドに追加の電力を供給するのに有効である。しかし、これらの燃料電池システムは、温度や、場合によっては、圧力を適正な状態にして燃料及び空気を燃料電池に供給する必要があるその動作特性の為に、電気の発生を瞬時的に開始したり、停止させたりしない。それどころか、これらの燃料電池システムには、完全にオフにある時とこれらが稼働状態にある時との間に“ランプアップ”及び“ランプダウン”期間がある。更に、燃料電池システムには、燃料電池スタックを動作させうる補助装置が必要である。このような補助装置の例は、動作温度を適正なレベルに保つための送風機や、燃料を燃料電池スタックに供給して燃料電池スタックが電力を発生しうるようにする燃料ポンプ等である。燃料電池スタックは直流電圧を発生し、グリッドは交流電圧を必要とする為、電力をグリッドに供給する際には、燃料電池システムにより直流電力の変換が必要となる。燃料電池スタックのランプ期間の為に、グリッドにより補助負荷に給電する必要がある場合があり、従って、燃料電池スタックが電力を生じていない場合でも、補助負荷に常に動作電力を供給している。

30

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0006】

本発明の目的は、従来技術の上述した欠点の少なくとも1つを解決又は改善することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の例によれば、少なくとも1つの燃料電池と交流グリッドとの間に結合された直流バスを提供する。又、本発明の例によれば、直流バスに結合され且つこの直流バスから給電される少なくとも1つの燃料電池の寄生負荷としうる直流補助負荷を提供する。

【0008】

本発明の例では、前記少なくとも1つの燃料電池と前記直流バスとの間に直流-直流変換器を設ける。これにより、前記少なくとも1つの燃料電池により発生される電圧を、前記直流バスで供給すべき電圧に変換しうる。本発明の例では、直流-直流変換器により、電圧を、前記少なくとも1つの燃料電池により出力される未調整電圧から直流バスで供給する調整電圧に増大させる。この調整電圧は、前記少なくとも1つの燃料電池の出力電圧よりも高い。直流-直流変換器は、例えば、20 KHz~100 KHzの周波数を有する高周波変圧器としうる。他の種類の直流-直流変換器を用いることもでき、これにはハーフブリッジ、フルブリッジ又はプッシュプル増幅器が含まれるが、これらに限定されるものではない。一例では、絶縁変圧器を有するフルブリッジを用いる。

10

【0009】

本発明の例では、直流バスを電圧調整されるバスとする。本発明の例では、直流バスと交流グリッドとの間に双方向性インバータを設ける。本発明の例では、この双方向性インバータにより直流バスにおける電圧を制御でき、電圧調整を行いうるものである。本発明の例では、この双方向性インバータは、本発明のシステムを交流グリッドに接続した際に直流バスにおける電圧を調整するように構成し、またこのようにしうる。

20

【0010】

本発明の例では、直流補助負荷を少なくとも1つの燃料電池の寄生負荷、すなわち、この少なくとも1つの燃料電池を動作させるのに必要とする負荷とする。本発明の例では、直流補助負荷が、前記少なくとも1つの燃料電池に対する送風機を有するようにする。本発明の例では、補助負荷が前記少なくとも1つの燃料電池に対する燃料ポンプを有するようにする。

30

【0011】

本発明の例では、本発明のシステムが、直流-直流変換器と双方向性インバータとの間に接続した、電圧調整される直流バスを有し、双方向性インバータは直流グリッドにも接続され、直流-直流変換器は少なくとも1つの燃料電池にも接続されており、この少なくとも1つの燃料電池の少なくとも1つの直流補助負荷が、前記電圧調整される直流バスに接続されているようにする。従って、本発明のシステムは、性能をほんの僅か犠牲にするだけで著しく小型で軽量にすることができる。

【0012】

前記少なくとも1つの燃料電池の直流補助負荷を直流バスに設けることにより、補助負荷に給電するために、この少なくとも1つの燃料電池により発生される電流が直流から電源の交流に変換されたり、直流に戻ったりするのが回避される。このようにすることにより、直流負荷に電力を供給するのに、それが前記少なくとも1つの燃料電池からか、又は交流グリッドからかにかかわらず、1つのみの変換段を必要とするだけである。

40

【0013】

更に、燃料電池が電力を全く生じていない際の起動中に、直流バスからではなく前記少なくとも1つの燃料電池からの調整されていない出力により直流補助負荷に給電された場合には、燃料電池に接続された負荷に給電するのにシステムを逆の方向で動作させる必要がある。この場合、電圧が燃料電池に印加されるのを回避するために、接触器が必要となってしまう、このことは好ましいことではない。このような接触器は、一般に、大型で、高価で、雑音を発生しやすい。

50

【0014】

調整されない直流電力システムに直流負荷を配置するのは一般に、燃料電池の動作状態に対処するある特定の直流電圧範囲（例えば、40～60V）に対し設計されているものである。しかし、このことは、例えば、層をより多くして、出力が僅かに高いユニットを形成するか、又は出力は同じであるが、電圧と電流との比が異なるユニットを形成する場合には、直流負荷を設計し直す必要があることを意味する。

【0015】

更に、交流グリッドからの電力で、調整されない直流電圧の電力を寄生装置に与えるためには、直流／直流段を双方向性とする必要がある。このようにすると、システムに対する価格及び複雑性を高めてしまう。本発明の例では、一方向性の直流 - 直流変換器を用いることができる。

10

【0016】

本発明の例では、直流バスにおける電圧調整は、電圧を正確に一定に制御するのではなく、平均電圧に基づくものである。交流グリッドが50Hzの周波数を有する場合に用いる例では、調整された電圧に10V程度の100Hzリップル電流が重畳される。このことは、実際に単相電力が常に100Hzで取り出される為に生じるものである。直流バスを用いて、このリップル電流を濾波して除去し、燃料電池から引き出されるのが純粋な直流となるようにする。

【0017】

本発明の例では、双方向性の交流グリッド側に少なくとも1つの交流補助負荷を接続する。この交流補助負荷は、燃料電池スタックの補助負荷としうる。

20

【0018】

本発明の例では、直流バスに電気エネルギー蓄積装置を接続する。この電気エネルギー蓄積装置は、可制御直流 - 直流変換器により直流バスに接続しうる。必要に応じ、1つよりも多いこのような電気エネルギー蓄積装置を設けることができる。

【0019】

本発明の例では、燃料電池スタックを交流グリッドに接続するために、システムの外部に他の電圧調整される直流バスを設けることができる。この外部の他の直流バスはシステムの前記電圧調整される直流バスに接続することができる。この他の直流バスには、1つ以上の直流 - 直流変換器を介して1つ以上の電気エネルギー蓄積装置を接続することができる。更に、直流バスには他の燃料電池システムを接続することができる。この他の燃料電池システムは上述した燃料電池スタックと異ならせることができる。本発明の例では、内部の電気エネルギー蓄積装置と外部の電気エネルギー蓄積装置との双方を設ける。本発明の例では、システムの外部に複数の電気エネルギー蓄積装置と複数の燃料電池スタックとの双方又は何れか一方を設けることができる。

30

【0020】

電気エネルギー蓄積装置は、1つ以上のバッテリー、キャパシタ、フライホイール又はその他のこのような電気エネルギー蓄積装置の何れか1つ以上とすることができる。

【0021】

本発明の例では、本発明のシステムが、動作に際し、異なるモードで動作しうるようにする。第1のモードでは、電圧調整された直流電力を、交流グリッドから電圧調整される直流バスを介して少なくとも1つの燃料電池の少なくとも1つの直流補助負荷に供給しうるようにする。第2のモードでは、電圧調整された直流電力を、少なくとも1つの燃料電池から電圧調整される直流バスを介して少なくとも1つの直流補助負荷に供給しうるようにする。本発明の例では、第1のモードの第1のサブモードにおいて、交流グリッドのみから少なくとも1つの直流補助負荷に電力が与えられるようにする。本発明の例では、第1のモードの第2のサブモードにおいて、交流グリッドと前記少なくとも1つの燃料電池との双方から前記少なくとも1つの直流補助負荷に電力が与えられるようにする。第1のモードの第1のサブモードは、前記少なくとも1つの燃料電池が電力を全く発生していない場合に生ぜしめることができる。第1のモードの第2のサブモードは、前記少なくとも

40

50

1つの直流補助負荷が引き出す電力よりも少ない電力を前記少なくとも1つの燃料電池が発生している場合に生ぜしめることができる。システムが第2のモードにあると、前記少なくとも1つの燃料セルから交流グリッドに電力を供給しうる。前記少なくとも1つの直流補助負荷が引き出している電力よりも多い電力を前記少なくとも1つの燃料セルが生じている場合に、第2のモードを生ぜしめることができる。燃料電池電力発生システムが交流グリッドから分離され、直流バスの電圧が直流-直流変換器により調整される第3のモードでもシステムを動作させることができる。直流バスの電圧は、直流で300V~500Vの範囲に調整しうる。直流バスの電圧は約400Vの直流に調整しうる。システムは、設けられている場合の1つ以上の電気エネルギー蓄積装置により起動させることもできる。このモードでは、燃料電池スタックの起動中に、交流グリッドからではなく、前記1つ以上の電気エネルギー蓄積装置から前記少なくとも1つの直流補助負荷に電力を供給することができる。

10

【0022】

従って、本発明の第1の態様によれば、交流グリッドに電力を供給するために、この交流グリッドに燃料電池スタックを接続する、請求項1に記載のシステムを提供する。本発明の第2の態様によれば、請求項14に記載の方法を提供する。

【図面の簡単な説明】**【0023】**

【図1a】図1aは、本発明の第1の実施例による制御システムを示す線図である。

【図1b】図1bは、本発明の第1の実施例の変形例による制御システムを示す線図である。

20

【図2a】図2aは、本発明の第2の実施例による制御システムを示す線図である。

【図2b】図2bは、本発明の第2の実施例の変形例を示す線図である。

【図2c】図2cは、本発明の第2の実施例の他の変形例を示す線図である。

【図3】図3は、図2aのシステムの種々の動作モードにおける電力の流れを示す線図である。

【図4】図4は、図2a及び図3のシステムの異なる動作モード間の切換基準を示す線図である。

【発明を実施するための形態】**【0024】**

以下に本発明の実施例を、添付図面を参照して例示的にのみ説明する。

30

【0025】

図1は、本発明の第1の実施例による制御システムを示す線図である。このシステム100は、(1つ以上の燃料電池を有しうる)燃料電池スタックに結合すべき電圧調整される直流バス110と、この直流バス110に接続され、この直流バス110及び交流グリッド間に接続すべき双方向性インバータ120と、この直流バス110に結合された燃料電池スタックの少なくとも1つの直流補助負荷130とを有している。燃料電池スタックと直流バスとの間には直流-直流昇圧変換器140が設けられている。この直流-直流昇圧変換器140は燃料電池スタックを直流バスから分離し、燃料電池スタックからの調整されていない電圧を直流バスにおける調整された電圧に増大させる。図1には、単一の直流補助負荷130を示しているが、直流バス110には他の補助負荷を接続しうることも明らかである。

40

【0026】

直流補助負荷130は、直流バス110から電力を引き出す。直流補助負荷130により引き出すべきこの直流補助負荷130に対する電力は、システム100の動作に応じて、燃料電池スタック、又は交流グリッド、又はこれらの双方の組み合わせから直流バスに与えることができる。双方向性インバータ120は、直流バス110における電圧を調整する。本例では、直流バスにおける電圧調整は、電圧を正確に一定となるように制御するのではなく、平均電圧に基づかせる。調整された電圧には、10V程度の100Hzのリプル電流が重畳される。このことは、単相電力が実際に100Hzで取り出されるために行

50

われるものである。直流バスは、このリップル電流を濾波して燃料電池から引き出されるのが純粋な直流となるようにする。

【0027】

図1bは、本発明の上述した第1の実施例による制御システムの変形例を示す。この変形例では、上述した構成素子と同様な構成素子に同じ符号を付してある。この変形例では、図1aにつき説明した構成素子以外に、他の直流-直流変換器150が設けられ、この直流-直流変換器150が、電圧調整される直流バス110に接続されている。直流バス110にはこの直流-直流変換器150を介して電気エネルギー蓄積装置160が接続されている。本例では、この電気エネルギー蓄積装置160はバッテリーシステムである。しかし、他の電気エネルギー蓄積装置には、当業者にとって既知のように、キャパシタ、フライホイール等を含めることができる。

10

【0028】

図2aは、本発明の第2の実施例を示す。この第2の実施例は第1の実施例に類似しており、第1の実施例に示す特徴を共有している。従って、直流バス210が設けられており、この直流バスが双方向性インバータ220により電圧調整される。本例では、双方向性インバータ220を簡単に示しており、交流-直流変換器を有する。直流バス210には、直流補助負荷230が接続されている。更に、第1の実施例と同様に、直流バス210には、他の追加の補助負荷をも接続することができる。例えば、燃料ポンプ又はその他の補助負荷又はこれらの双方を直流バスに設けることもできる。

【0029】

又、(1つ以上の燃料電池を有しうる)燃料電池スタック250と、直流バス210との間には直流-直流変換器240が設けられ、この直流-直流変換器240により燃料電池スタック250を直流バス210に結合している。直流-直流変換器240は、一方向性である、すなわち、電力を燃料電池スタック250から直流バス210に供給するだけであり、電力を直流バス210から燃料電池スタック250に供給しない。本例の適切な燃料電池スタックは、約10KWまでの出力を生じうるものである。燃料電池スタックの電圧は、システムの動作に関連して以下に説明する要因に応じて、変化させることができる。

20

【0030】

本例では、直流補助負荷230は直流無ブラシモータであり、この直流無ブラシモータは3相モータとして示してあるが、例えば、燃料電池スタック250に対するブロワとすることができる。これに代わる他の直流補助負荷を設けることもできる。本例では、交流補助負荷270も設けられており、この交流補助負荷は燃料電池スタック250の寄生負荷とすることもできるが、本例ではその状態を図示していない。他の交流補助負荷を設けることもできる。この交流補助負荷は交流グリッド280に結合される。

30

【0031】

システム200を交流グリッド280から分離させるためにスイッチ285が設けられている。本例では、スイッチ285が開放すると、交流補助負荷270が交流グリッド280から分離される。交流補助負荷270は、分離用のスイッチ285の交流グリッド側には存在しない。或いはまた所望に応じて、スイッチ285の配置を変えて(又は他のスイッチを設けて)、スイッチが開放した際に、交流補助負荷が交流グリッドから分離されないようにすることができる。交流グリッド280と双方向性インバータ220との間にはフィルタ290が設けられている。

40

【0032】

又、燃料電池スタック250、直流-直流変換器240、双方向性インバータ220及びフィルタ290を制御するコントローラ300が設けられている。一例では、このコントローラ300を2つの異なる制御素子300A及び300Bに分割する。第1の制御素子300Aは、燃料電池スタック250、直流補助負荷230及び直流-直流変換器240を制御するものであり、交流補助負荷を制御するのは随意である。第2の制御素子300Bは、双方向性インバータ220及びスイッチ285等を制御する。コントローラ300

50

0の2つの制御素子は、システム200の全制御の中で互いに分離して、それぞれ独立に機能するようにしうる。制御素子300A及び300Bは、互いに通信し合うようにしうる。

【0033】

図2b及び2cは、第2の実施例の2つの変形例を示す。これらの図間で同様な素子には同じ符号を付してある。図2bに示す変形例は、直流-直流変換器310が直流バス210に接続されていることを除いて、図2aに示す例に対応する。直流バス210には、この直流-直流変換器310を介して電気エネルギー蓄積装置320が接続されている。この直流-直流変換器310は、電気エネルギー蓄積装置320と直流バス210との間でエネルギーを伝達するのを制御するコントローラをも有している。直流-直流変換器310におけるコントローラは、コントローラ300に結合されている。

10

【0034】

図2cは、直流-直流変換器310aが設けられた第2の実施例の変形例を示し、この直流-直流変換器310aは、直流バス210に結合されているとともに、システム200の外部の他の直流バス410にも結合されている。この他の直流バス410には1つ以上の直流蓄積装置320aが接続されている。これに加え、又はこれに代え1つ以上の他の燃料電池システムを前記他の直流バス410に接続しうる。

【0035】

図3は、図2aによるシステムにおける電力潮流を、種々の動作モードで示す線図である。図3における矢印は、各動作モードにおける電流の流れ方向を示す。図2aに示すシステム200の素子を参照符号により説明する。

20

【0036】

第1のモードでは、直流補助負荷230が動作に必要とするよりも少ない電力を燃料電池スタック250が生じている場合の、図2aのシステム200の電流の流れ及び動作を示している。この状態は一般に、例えば、燃料電池スタック250の始動又は終了中に生じる。この場合、燃料電池スタック250により発生されるいかなる電力も（この電力は、燃料電池スタックが第1のモードの第1のサブモードにおいて動作していない場合には零としうる）直流-直流変換器240を介して直流バス210に与えられる。コントローラ300の第1の素子300Aはマスタ素子であり、燃料電池の始動/終了条件に基づいて引き出される電流を制御する。直流-直流変換器240は、コントローラ300の第1の素子300Aにより制御され、燃料電池スタック250から必要な量の電流を引き出し、第1のモードの第2のサブモード中ある電力を直流バス210に供給し、直流電力が交流グリッド280から燃料電池スタック250に送り込まれないようにする。

30

【0037】

直流補助負荷230に必要とする余剰電力を、双方向性インバータ220により交流グリッド280から直流バス210に与える。この双方向性インバータ220はコントローラ300の第2の素子300Bにより制御され、交流グリッド280からの交流入力電流を変化させることにより直流バス210を本例では400Vに調整するようにする（システムは、以下に説明する力率補正を行う電流制御モードにある）。交流補助負荷270には交流グリッド280から直接給電される。

40

【0038】

第2のモードでは、直流補助負荷230が動作に必要とするよりも大きい電力を燃料電池スタック250が生じている場合の、図2aのシステム200の電流の流れ及び動作を示している。この状態は一般に、燃料電池スタック250が正規の動作状態にある場合に生じる。この場合、コントローラ300の第1の素子300Aにより燃料電池スタック250を制御し、燃料電池スタック250が生じるべき電流を、例えば、需要に応じたユーザの要求、時刻、他の予期されるサージ等に基づいて制御するようにする。これに応じ、コントローラ300は、燃料流、空気流及びその他の条件を調整する。直流-直流変換器240は、この多くの電流を燃料電池から引き出して直流バス210に供給するように制御される。この第2のモードでも、双方向性インバータは電流制御モードにあり、交流グ

50

リッドが電圧及び周波数を設定し、双方向性インバータが電流を同相で交流グリッドに供給する。

【0039】

双方向性インバータ220はコントローラ300により制御され、交流出力電流を変化させることにより直流バス210を400Vに調整する。システムは、直流バス210に存在する、電源周波数の2倍（英国では100Hz）の発振を追従しないように構成されている。双方向性インバータ220から出力される電力の幾らかは交流補助負荷270に給電するのに用いられ、残りの電力は交流グリッド280に出力される。

【0040】

第3のモードでは、分離用のスイッチ285を開放させることにより、図2のシステム200がグリッドから分離される。この場合、システム200は、交流グリッド280から分離されたローカルアイランド（島）として動作する。この場合、双方向性インバータ220は電圧制御モードで動作し、このモードでは、この双方向性インバータ220がコントローラ300により制御されて、電圧及び周波数を規定することによりローカル“グリッド”を発生させるとともに、交流補助負荷270に電力を与えるようにする。この場合、直流-直流変換器240は、直流バス210を400Vに調整するのに用いられ、直流補助負荷230を動作させる正しい電力を生じるように制御される。この場合、コントローラ300の第1の素子300Aはスレーブ素子であり、従って、燃料の流量、空気流及びその他のシステムパラメータを変えることにより、直流-直流電流に反応する。

【0041】

第4のモードでは、システムがオフ状態である。このモードでは、直流補助負荷230及び交流補助負荷270がオフ状態である。燃料電池スタック250からは電力が引き出されない。直流バス210は調整されず、インバータ220はオフ状態にあり、補助電源（図示せず）が能動状態にあり、コントローラ300に給電される。

【0042】

システムは一般に、電圧調整されるバスにおける発振の最低点が電源の交流電圧のピークよりも大きくなるように構成されている。このピークは規定の設定点とすることができ、又は測定して、調整電圧が電源電圧の瞬時的なピークよりも大きくなならないように調整した電圧とすることができる。

【0043】

図4は、図2a及び3のシステムの異なる動作モード間の切換基準を示す線図である。システム200が第1のモードにあり、燃料電池スタック250からの電力が、例えば、この燃料電池スタック250の始動中に直流補助負荷230により引き出される電力よりも大きくなると、燃料電池スタック250が直流補助負荷230に必要な電力よりも大きな電力を供給し始めた時点でシステムは第2のモードに切り換わる。システム200が第2のモードにあり、例えば、燃料電池スタック250の終了中に生じるように、燃料電池スタック250により生ぜしめられる電力が、直流補充負荷230が必要とする電力よりも低く降下すると、システム200が第1のモードに切り換わる。システム200が第1のモードと第2のモードとの間で“チャタリング”しないようにするために、システムにある程度のヒステリシスを導入し、通電中の変化の検出とモード間の切換えとの間に遅延を生ぜしめるようにする。“チャタリング”は、例えば、遷移を電源の1サイクル当たり1回のみとすることにより回避することもできる。

【0044】

更に、システム200が第2のモードで動作している際に、交流グリッド280が分離され、システム200がアイランドであることが検出されると、このシステム200は第2のモードから第3のモードに切り換わる。これとは逆に、交流グリッド280が復帰したものと検出されると、システム200は第3のモードから第2のモードに戻るよう切り換わる。

【0045】

システムは、必要に応じ、如何なる他のモードから第4のオフモードに移すことができ

10

20

30

40

50

る。

【0046】

再び図2aを参照するに、図2aのシステム200の構成素子は以下のようにして動作する。システム200が第2のモードで動作していると、交流-直流変換器として設けられた双方向性インバータ220は、交流グリッド280における電源電圧と同相の正弦波状の電流を生じるように制御される。この双方向性インバータ220は、パルス幅変調された(PWM)信号のデューティサイクルを変えることによりこの電流の形状を形成する。フィルタ290は、双方向性インバータ220からの出力を平滑して、PWM信号の高周波成分を取り除き、交流グリッド280に出力するための根本的な正弦波を残すために設けられている。

10

【0047】

交流グリッド280に取り出される瞬時電力は、電源周波数(英国では50Hz)で交流となる電圧及び電流の積である。従って、得られる電力は、電源周波数の2倍で、ゼロと平均電力の2倍との間で発振する正弦波である \sin^2 波である。電力、従って、燃料電池スタック250から引き出される電流は純粋な直流である。すなわち、電力であろうと電流周波数であろうと、如何なる交流周波数も現れない。この点を簡単に達成するために、直流-直流変換器240を電流源として制御し、電力を燃料電池スタック250から直流バス210に平滑に供給するようにする。直流-直流変換器240は、燃料電池スタック250の電圧を交流グリッド280の電圧のピークよりも高い高電圧レベルに増大させる。前述したように、このピークの電源電圧は種々の方法で決定しうる。本例では、直流-直流変換器240は、燃料電池スタック250からの直流を高周波の交流に変換し、この高周波の交流を変圧器に通して新たな電圧にし、次にこの新たな電圧を整流して直流に戻すように動作する。従って、燃料電池スタック250が変化し、従って、調整されない場合でも、この直流-直流変換器240は、直流バス210における電圧が確実に一定となるようにする。

20

【0048】

直流バス210においてエネルギーバランスを達成するために、(交流-直流変換器220内に設けうる)キャパシタバンク或いはその他のこのようなエネルギー蓄積装置又はシステムを用い、これにより電流を直流バス210上に引き出すか又は供給し、これにより出力端に必要とする電源周波数の出力の2倍を生ぜしめる。直流バス210における電圧は、電力がキャパシタ内に供給又は引き出される際に電源電圧の2倍で変化し、代表的に390V及び410V間で変化する。燃料電池スタック250から引き出される電力のバランスをとることにより、直流バス210上の平均電圧は、交流グリッド280に取り出される平均電力に保たれる。

30

【0049】

本例では、直流補助負荷230は、高電圧用に巻装された無ブラシ直流モータである。本発明の実施例のシステムを用いることにより、無ブラシ直流モータに給電するのに代表的に用いられる低電圧、一般に24V又は48Vを高電圧の直流又は交流から発生させるのに他の変圧器や他の変換工程を用いるのを回避でき、これにより電力変換損失や、システム200の構成素子数、価格及び寸法を低減させるとともに、効率を増大させる。

40

【0050】

システム200が第1のモードで動作している場合には、直流補助負荷230に対する電力の少なくとも幾らかを交流グリッド280からもたらす必要がある。このことを、電源電圧を直流に変換するブリッジ整流器及び平滑キャパシタを設けることにより達成した場合には、歪みのある電流波形が交流グリッド280から引き出されてしまい、これを補正するために能動回路を必要としてしまう。このような回路は、ブリッジ整流器の出力端と平滑キャパシタとの間で電圧ブースタを用い、引き出される入力電流を積極的に正弦波状に整形するようにしうる。このような追加の回路は、システムの大きさ及び価格を増大させる。本例では、インバータ220とフィルタ290とを逆の順序で用いることができる。第1のモードでは、インバータ220のスイッチを制御して、交流グリッド280か

50

ら引き出される電流を正弦波状にするとともに、直流補助負荷 230 に対し能動的な力率補正を行い、これにより、インバータ 220 が高調波を交流グリッド 280 に戻るように誘起するのを防止するようにする。この場合、フィルタ 290 内のインダクタ（これらのインダクタは第 2 のモードで出力を平滑化して PWM 信号を除去する）をインバータ 220 内のスイッチと一緒に用いて、電圧の上昇を達成する。この場合も、インバータ 220 におけるキャパシタバンクは電力の交流グリッド周波数成分の 2 倍を引き出すか又は供給する。従って、直流補助負荷 230 を、通常通り直流バス 200 から動作させることができる。従って、直流補助負荷 230 は、システム 200 が第 1 のモードで動作しているか、又は第 2 のモードで動作しているかに関し、すなわち、直流バスが電力を燃料電池スタック 250 からか、又は交流グリッド 280 からか、又はこれらの双方から受けているかに関し“ブラインド”となっている。

10

【0051】

図 2 b 及び 2 c に示すシステムでは、燃料電池スタックの電源投入又は電源切断に際し、電気エネルギー蓄積装置を交流グリッドの代わりに又は交流グリッドと一緒に用いることができる。

【0052】

本発明は上述した実施例に限定されるものではなく、当業者は本発明の精神及び範囲内で種々に変更を講じうるものである。本発明の実施例は、分散型電力発生分野や、マイクロ発電分野や、小規模エネルギー発生分野や、発電装置のようなより大型の分野に用いたり、組み込んだりしうる。更に、前述したように、交流グリッドをナショナル、又はリージョナル、又はローカル電力グリッドとすることができ、或いは発電機や直流源に接続された独立型のインバータ、すなわち、交流を生じる如何なるシステムにもすることができる。

20

【図 1 a】

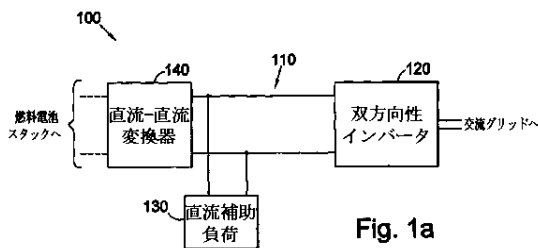


Fig. 1a

【図 2 a】

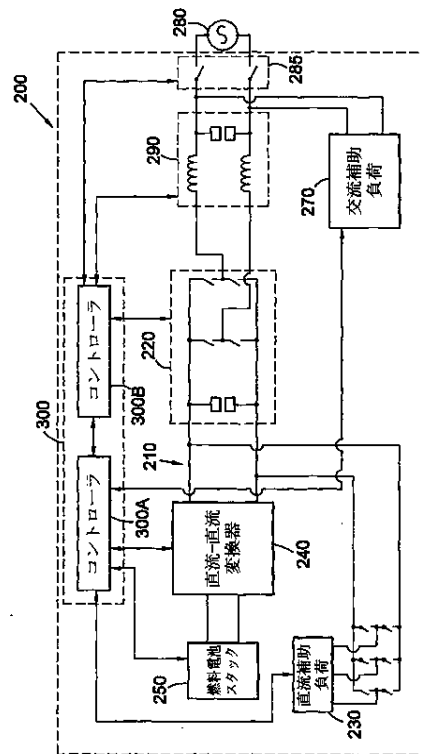


Fig. 2a

【図 1 b】

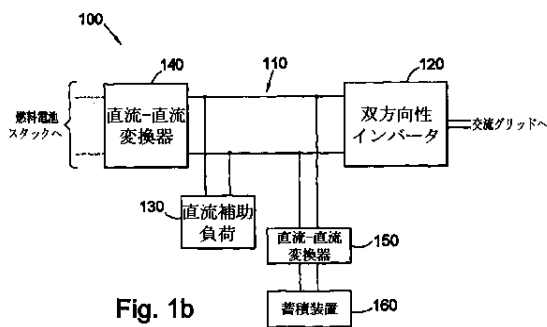


Fig. 1b

【図 2 b】

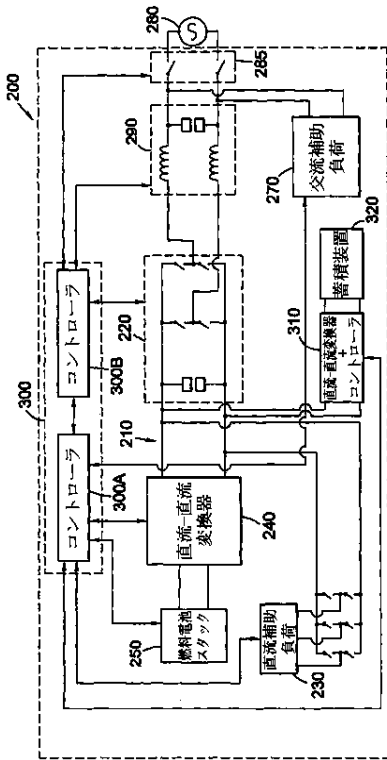


Fig. 2b

【図 2 c】

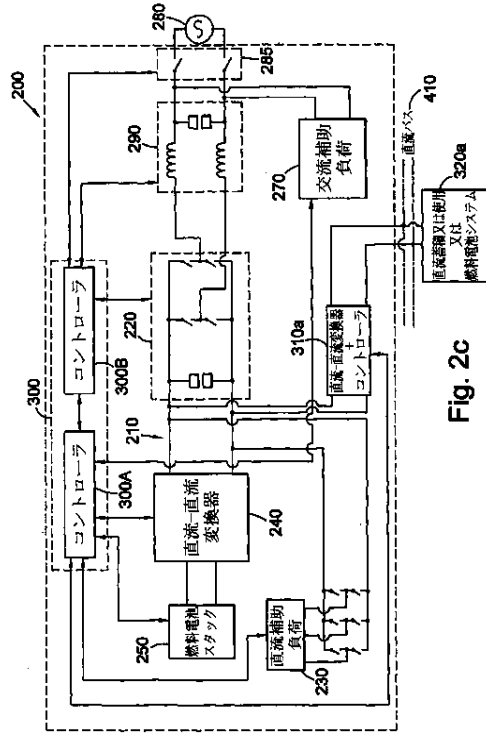


Fig. 2c

【図 3】

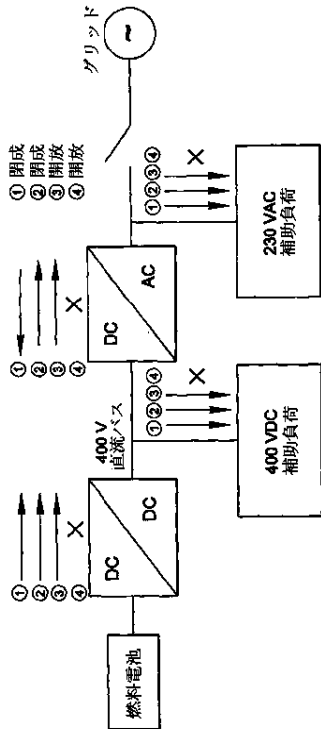


Fig. 3

【図 4】

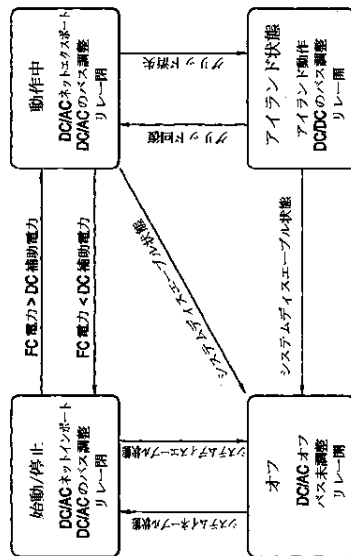


Fig. 4

フロントページの続き

- (72)発明者 チャールズ リチャード エリオット
イギリス国 ウェスト ヨークシャー エルエス28 5ピーエス ブジー カルヴァリー チャ
ペル ストリート 17
- (72)発明者 クリストファー ジョン エヴァンス
イギリス国 ブライトン ビーエヌ1 6エイチエフ ビーコンズフィールド ヴィラ 103
- (72)発明者 ステファン ジェームス ワトキンス
イギリス国 ウェスト ヨークシャー エルエス8 2アールユー リーズ ギプトン ウッド
アーリントン ロード 45

審査官 尾家 英樹

- (56)参考文献 特開2004-039506 (JP, A)
特開平06-274233 (JP, A)
米国特許出願公開第2002/0047309 (US, A1)
国際公開第2005/036684 (WO, A1)
特開2004-087403 (JP, A)
特開平06-343271 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int. Cl., DB名)
H02M 7/00- 7/98