

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2007-66724
(P2007-66724A)

(43) 公開日 平成19年3月15日(2007.3.15)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
HO 1 M	8/04	(2006.01)	HO 1 M	8/04	P	5 GO 1 5	
HO 2 J	9/06	(2006.01)	HO 2 J	9/06	5 O 5 C	5 GO 6 5	
HO 2 J	1/00	(2006.01)	HO 2 J	1/00	3 O 4 D	5 HO 2 7	

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2005-252010 (P2005-252010)	(71) 出願人	000183749
(22) 出願日	平成17年8月31日 (2005.8.31)		春日電機株式会社
			東京都三鷹市下連雀6丁目1番33号
		(74) 代理人	100058479
			弁理士 鈴江 武彦
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100108855
			弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司
		(74) 代理人	100109830
			弁理士 福原 淑弘

最終頁に続く

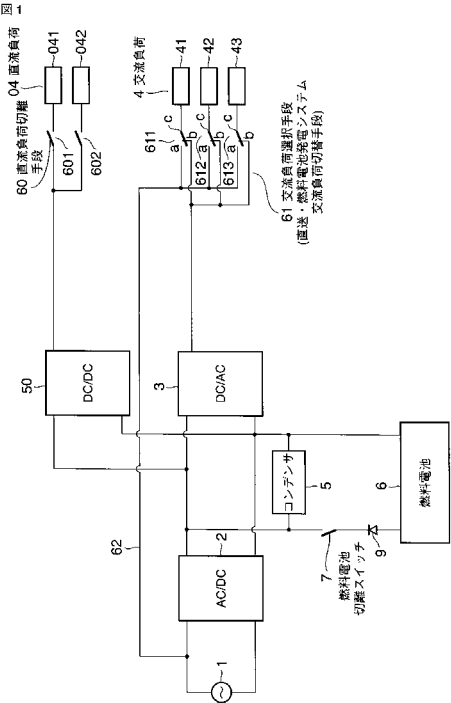
(54) 【発明の名称】 燃料電池発電システム

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池の有する電圧変動が大きいという特性を活かしながら、負荷に電力を供給するものであって、該電力供給時に燃料電池における発電効率の維持ができ、かつ電極劣化を抑制できる燃料電池発電システムを得る。

【解決手段】 燃料電池で発電した直流電力を、電力変換器で一定の交流電力及び又は一定の直流電力に変換して交流負荷又は直流負荷に供給すると共に、前記燃料電池と前記電力変換器の電氣的接続部において、前記燃料電池に対して電氣的に並列にコンデンサを接続し、前記燃料電池及び又は前記コンデンサで得られる電力に基づいた電力を、前記交流負荷及び又は前記直流負荷に、前記コンデンサの容量に見合った時間に限って、前記燃料電池の定格出力以上の過負荷需要に対応することで常時供給可能にしたことを特徴とする燃料電池発電システム。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料電池で発電した直流電力を、電力変換器で一定の電力に変換して対応する負荷に供給すると共に、前記燃料電池と前記電力変換器の電氣的接続部である直流回路において、前記燃料電池に対して電氣的に並列にコンデンサを接続し、前記燃料電池及び又は前記コンデンサで得られる電力に基づいた電力を、前記負荷に、前記コンデンサの容量に見合った時間に限って、前記燃料電池の定格出力以上の過負荷需要に対応することで常時供給可能にしたことを特徴とする燃料電池発電システム。

【請求項 2】

前記燃料電池の出力電圧安定制御、並びに出力電流制御、及び又は前記コンデンサの充放電制御並びに電圧安定制御を一切行わず、前記燃料電池と前記電力変換器の電氣的接続部である直流回路を、前記燃料電池の無負荷電圧から定格電圧以下までの範囲において、前記負荷の変動があっても前記燃料電池及び又は前記コンデンサの電氣的特性をそのまま活かし、前記燃料電池と前記コンデンサの出力分担又は前記コンデンサの充放電を成り行き任せで受動的に運用することを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池発電システム。 10

【請求項 3】

前記電力変換器は、この入力直流電圧を前記燃料電池の無負荷電圧から定格電圧以下までの範囲において運用可能とし、かつ一定の交流電圧及び又は一定の直流電圧を出力する手段を追加したことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の燃料電池発電システム。 20

【請求項 4】

前記燃料電池の発電電力が前記負荷の負荷需要よりも定常的に低く、かつ前記電力変換器の入力直流電圧が前記燃料電池の定格出力電圧よりも低下して前記コンデンサからの放電電力がなくなったとき、交流電力系統の交流電力をコンバータにより直流電力に変換し、この変換された直流電力を前記燃料電池の定格出力にバックアップ用として追加し、前記電力変換器への入力電力を確保するようにしたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項記載の燃料電池発電システム。

【請求項 5】

前記コンデンサの電圧が前記コンバータの出力電圧より低いとき、前記コンバータに有する垂下又はフの字電流－電圧特性を利用し、前記コンデンサを充電し、前記コンデンサを充電するためのコンデンサ充電装置を使用しないことを特徴とする請求項 4 記載の燃料電池発電システム。 30

【請求項 6】

前記コンバータの出力電圧を設定可能な手段を追加したことを特徴とする請求項 4 又は請求項 5 記載の燃料電池発電システム。

【請求項 7】

前記負荷が複数個ある場合であって、各交流負荷及び又は各直流負荷を予め優先順位分けし、少なくとも該優先順位の高い負荷に電力供給を行う負荷選択手段を備えたことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項記載の燃料電池発電システム。

【請求項 8】

前記負荷の定格入力電圧が、前記交流電力系統の交流電圧と等しい場合であって、所定の条件が成立するとき、前記交流電力系統を前記負荷に電氣的に直接接続する手段を備えたことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項記載の燃料電池発電システム。 40

【請求項 9】

燃料電池により得られる直流電力を、負荷に対応する電力に変換する電力変換器を備え、

前記燃料電池と前記電力変換器の間の電氣的接続部である直流回路に、交流電力系統の交流電力を直流電力に変換する交流一直流コンバータを並列に接続し、

前記直流回路であって前記燃料電池と前記電力変換器との接続部に並列にコンデンサを接続し、 50

前記直流回路であって前記燃料電池と前記コンデンサとの接続部に直列に、該直流回路を開閉する開閉手段を設け、

前記電力変換器の入力側と前記開閉手段との接続点と、前記コンデンサと前記コンバータとの接続点の間であって、前記コンデンサの放電電流が前記電力変換器を介して負荷に流れるようにすると共に、前記燃料電池から前記コンデンサへの充電電流が流れないようにする逆流防止手段を設け、

前記燃料電池及び又は前記コンデンサで得られる電力に基づいた電力を、前記電力変換器により変換して前記負荷に、前記燃料電池の立ち上げ時を除き常時供給可能にし、

前記負荷の過去の電気使用量のデータ又は前記負荷の電気使用量の推定値に基き前記開閉手段の開閉制御を行い前記コンデンサの充電電圧を制御する制御手段を備えたことを特徴とする燃料電池発電システム。 10

【請求項 10】

燃料電池により得られる直流電力を、負荷に対応する電力に変換する電力変換器を備え、

前記燃料電池と前記電力変換器の間の電氣的接続部である直流回路に、交流電力システムの交流電力を直流電力に変換する交流一直流コンバータを並列に接続し、

前記交流一直流コンバータと前記電力変換器の電氣的接続部である直流回路に該直流回路に流れる出力電流を任意に設定可能であって、起動停止制御可能な定電流回路を設け、

前記直流回路であって前記定電流回路と前記電力変換器との接続部に並列にコンデンサを接続し、 20

前記燃料電池と前記電力変換器の間の接続回路を開閉する第 1 の開閉手段を設け、

前記定電流回路と前記交流一直流コンバータの接続点及び前記第 1 の開閉手段と前記燃料電池との接続点間を接続する回路を開閉する第 2 の開閉手段を設け、

たことを特徴とする燃料電池発電システム。

【請求項 11】

前記定電流回路と前記コンデンサの接続点及び前記第 1 の開閉手段と前記電力変換器の接続点との間の回路に、該回路を開閉する第 3 の開閉手段と逆流防止手段からなる並列回路を、

更に備えたことを特徴とする請求項 10 記載の燃料電池発電システム。

【請求項 12】 30

前記燃料電池の発電電圧、前記コンデンサの電圧の状態、つまり負荷電流の状態を監視することにより、前記第 1 及び第 2 の開閉手段、前記定電流回路の出力電流や起動停止、及び前記コンバータの出力電圧及び又は前記第 3 の開閉手段に対して制御指令を与える制御手段と、

を更に備えたことを特徴とする請求項 10 又は請求項 11 に記載の燃料電池発電システム。

【請求項 13】

前記負荷が、前記燃料電池の定格電力未満で前記燃料電池の発電電圧が前記電力変換器の入力電圧の範囲内、或いは前記燃料電池の発電電圧が一定電圧を超えないとき、前記制御手段は、前記第 2 の開閉手段に対して開路指令を与えると共に前記第 1 の開閉手段に対して閉路指令を与え、また前記制御手段は前記第 3 の開閉手段に対して閉路指令を与え、前記負荷の変動があり前記負荷が重くなったとき前記制御手段は前記コンデンサの電圧が低下しないように前記定電流回路の出力定電流値を増やし、前記負荷の変動がないか、前記負荷の変動があっても負荷が軽くなっているとき、前記制御手段は前記定電流回路の出力電流をオフにし、 40

また前記負荷が前記燃料電池の定格電力未満で前記燃料電池の発電電圧が前記電力変換器の入力電圧の範囲、或いは前記燃料電池の発電電圧が一定電圧を超えそうなとき、前記制御手段は前記第 2 の開閉手段に対して閉路指令を与え、かつ前記第 1 の開閉手段に対して開路指令を与え、また前記制御手段は前記第 3 の開閉手段に対して閉路指令を与え、これにより前記定電流回路から前記電力変換器に対して負荷電流と同等の出力電流を流し、 50

前記電力変換器等の直流回路に接続されている機器の入力電圧を一定電圧以上上げないことを特徴とする請求項１２に記載の燃料電池発電システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、燃料電池で発電した電力を電力変換器により変換して負荷に供給するものであって、前記燃料電池にコンデンサを並列に接続し、前記燃料電池及び又は前記コンデンサからの電力を前記負荷に供給できるようにした燃料電池発電システム（電力供給システム）で、主に家庭用もしくは業務用燃料電池システムや非常用燃料電池発電システムに関する。

10

【背景技術】

【０００２】

家庭用もしくは業務用燃料電池システムにおいて、燃料電池は負荷変動に対して出力電圧の変動が大きいので、燃料電池からの直流電力を直流→交流コンバータ等により安定した電圧にして使用している。この燃料電池等の電力を負荷に供給するために、一般的に商用電源と交流的に連系させて供給するようにしている。

このように交流的に連系する場合、逆潮流を防止することや電力系統が停電したときは単独運転を防止する必要がある、保護継電器や単独運転検出装置を設けて異常時は電力系統から開放するようにしている。

【０００３】

20

また、燃料電池の出力は直流であるため、交流と連系し交流負荷に電力を供給する場合は、直流を交流に変換するインバータが必要で、このインバータは電圧、周波数、位相を商用電源と同期させる必要がある。

【０００４】

一方、本発明の構成と類似する発明として、特許文献１に記載された無停電電源システムがある。これは、交流電源の交流電圧を直流電圧に変換する整流装置と、この整流装置に接続された、例えば電気二重層コンデンサのごときコンデンサからなる電力蓄積装置と、運転信号を受けることにより起動して直流電圧を出力する燃料電池と、前記整流装置、前記電力蓄積装置、及び燃料電池に接続され、前記整流装置の出力、又は前記電力蓄積装置の電力、又は前記燃料電池の出力を交流電力に変換するインバータと、前記交流電源の故障又は前記電力蓄積装置の電圧低下を検出し、その検出時に前記燃料電池に対する運転信号を発する検出手段とを具備し、前記インバータの出力を前記負荷に供給する交流無停電電源システムである。

30

【特許文献１】特開２０００－３４１８７９

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

燃料電池発電システムは、電氣的な観点からすると、システムの起動停止や急激な負荷変動は燃料電池の寿命を短くする大きな要因と考えられている。例えば、負荷が変動し、大きな電流が必要になったとき、燃料の急激な需要により燃料が欠乏した場合には燃料極で水電解が起き、燃料極の腐食が進行することにより電極が劣化することが知られている。

40

【０００６】

ところが、例えば家庭用燃料電池発電システムにおいては、一日の電力需要は多いときと少ないときでかなり大きな差がある。

【０００７】

また、燃料の水素を生成するのに改質装置を使用しているときは、さらに負荷変動に対して追従性が悪く、燃料の供給が追いついていかないという問題がある。ところが、燃料電池の電圧を安定させる電圧安定装置例えば電力変換器などを付加しただけでは、負荷変動による寿命の劣化は抑えられない。

50

【0008】

また、電圧安定装置と電流制御装置を付加したシステムが考えられ、性能の劣化抑制には効果があるが、システムが高価になる、或いは効率が低下するなどの問題がある。

【0009】

一方、燃料電池等の分散型電源を交流電源系統に交流的に系統連系するシステムにあっては、高調波や電圧フリッカなどの問題があり、また逆潮流監視等の保護継電器や系統と同期運転を行い、かつ単独運転を検出する機能を持った例えば系統連系用インバータが必要になり、システムが高価になるなどの問題がある。

【0010】

本発明と類似した構成の発明である、特許文献1を挙げたが、この発明は上記課題を解決するものではなく、後述するようにシステムとしての違いも明らかである。 10

【0011】

さらに、無停電電源では系統電源が正常であるときは、使用していないため維持費や定期的な点検が必要となり、余分な費用が必要である。

【0012】

本発明は、以上のような問題点を改善するためなされたもので、燃料電池の負荷変動に対する電圧変動が大きいという特性を活かしながら、負荷の平準化を行わせること、家庭用燃料電池システムのように電力需要がかなり大きく変動するとき、コンデンサや燃料電池の容量を増やさず、単独運転検出などの交流的な連系で必要であった機能や問題を無くすことができる燃料電池発電システムを提供することを目的とする。 20

【課題を解決するための手段】

【0013】

前記目的を達成するため請求項1に対応する発明は、燃料電池で発電した直流電力を、電力変換器で一定の電力に変換して対応する負荷に供給すると共に、前記燃料電池と前記電力変換器の電氣的接続部である直流回路において、前記燃料電池に対して電氣的に並列にコンデンサを接続し、前記燃料電池及び又は前記コンデンサで得られる電力に基づいた電力を、前記負荷に、前記コンデンサの容量に見合った時間に限って、前記燃料電池の定格出力以上の過負荷需要に対応することで常時供給可能にした燃料電池発電システムである。

【0014】

前記目的を達成するため請求項2に対応する発明は、次のようにしたものである。すなわち、前記燃料電池の出力電圧安定制御、並びに出力電流制御、及び又は前記コンデンサの充放電制御並びに電圧安定制御を一切行わず、前記燃料電池と前記電力変換器の電氣的接続部である直流回路を、前記燃料電池の無負荷電圧から定格電圧以下までの範囲において、前記負荷の変動があっても前記燃料電池及び又は前記コンデンサの電氣的特性をそのまま活かし、前記燃料電池と前記コンデンサの出力分担又は前記コンデンサの充放電を成り行き任せで受動的に運用する請求項1記載の燃料電池発電システムである。 30

【0015】

前記目的を達成するため請求項3に対応する発明は、次のようにしたものである。すなわち、前記電力変換器は、この入力直流電圧を前記燃料電池の無負荷電圧から定格電圧以下までの範囲において運用可能とし、かつ一定の交流電圧及び又は一定の直流電圧を出力する手段を追加した請求項1又は請求項2記載の燃料電池発電システムである。 40

前記目的を達成するため請求項4に対応する発明は、次のようにしたものである。すなわち、前記燃料電池の発電電力が前記負荷の負荷需要よりも定常的に低く、かつ前記電力変換器の入力直流電圧が前記燃料電池の定格出力電圧よりも低下して前記コンデンサからの放電電力がなくなったとき、交流電力系統の交流電力をコンバータにより直流電力に変換し、この変換された直流電力を前記燃料電池の定格出力にバックアップ用として追加し、前記電力変換器への入力電力を確保するようにした請求項1乃至請求項3のいずれか1項記載の燃料電池発電システムである。

【0016】

前記目的を達成するため請求項 5 に対応する発明は、次のようにしたものである。すなわち、前記コンデンサの電圧が前記コンバータの出力電圧より低いとき、前記コンバータに有する垂下又はフの字電流－電圧特性を利用し、前記コンデンサを充電し、前記コンデンサを充電するためのコンデンサ充電装置を使用しない請求項 4 記載の燃料電池発電システムである。

【0017】

前記目的を達成するため請求項 6 に対応する発明は、次のようにしたものである。すなわち、前記コンバータの出力電圧を設定可能な手段を追加した請求項 4 又は請求項 5 記載の燃料電池発電システム。

【0018】

前記目的を達成するため請求項 7 に対応する発明は、次のようにしたものである。すなわち、前記負荷が複数個ある場合であって、各交流負荷及び又は各直流負荷を予め優先順位分けし、少なくとも該優先順位の高い負荷に電力供給を行う負荷選択手段を備えた請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項記載の燃料電池発電システムである。

【0019】

前記目的を達成するため請求項 8 に対応する発明は、次のようにしたものである。すなわち、前記負荷の定格入力電圧が、前記交流電力系統の交流電圧と等しい場合であって、所定の条件が成立するとき、前記交流電力系統を前記負荷に電氣的に直接接続する手段を備えた請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項記載の燃料電池発電システム。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、燃料電池の出力に直接並列にコンデンサを接続することにより、燃料電池の負荷変動に対する電圧変動が大きいという特性を活かしながら、負荷の平準化を行わせて燃料電池の劣化を抑制すること、家庭用燃料電池システムのように電力需要が大きく変動するとき、コンデンサや燃料電池の容量を増やさず、また電力系統からコンバータを介してバックアップすること、さらに電力系統とは直流的に連系することにより、単独運転検出などの交流的な連系で必要であった機能や問題を無くすることができる燃料電池発電システムを提供できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。始めに、図 1 を参照して本発明の概要について説明する。燃料電池 6 の発電電力を、直流 (DC)－交流 (AC) インバータ 3 及び又は直流 (DC)－直流 (DC) コンバータ 50 により交流電力及び又は直流電力に変換し、この変換された交流電力及び又は直流電力を交流負荷 4 (複数の交流負荷 41、42、43 の総称) 及び又は直流負荷 04 (複数の直流負荷 041、042 の総称) に供給するものであって、燃料電池 6 とインバータ 3 の間の直流回路 (直流区間) に、コンデンサ 5 及び交流電力系統 (以下単に系統と称する) 1 の交流電力を直流電力に変換する交流 (AC)－直流 (DC) コンバータ 2 をそれぞれ電氣的に並列に接続し、燃料電池 6 の立ち上げ時を除き、燃料電池 6 及び又はコンデンサ 5 で得られる電力に基づいた電力を交流負荷 4 及び又は直流負荷 04 に供給可能にした燃料電池発電システムである。

【0022】

また、系統 1 と交流負荷 41、42、43 との間及び又はインバータ 3 と交流負荷 41、42、43 との間に、交流負荷選択手段 (直送・燃料電池発電システム交流負荷切換手段) 61、例えば複数の交流負荷選択スイッチ (直送・燃料電池発電システム交流負荷切換スイッチ) 611、612、613 は例えば各負荷 41、42、43 に対応して設けられている。各スイッチ 611、612、613 は、いずれも常開端子 a と、常閉端子 b と、共通端子 c とを有し、これらの常開端子 a と、常閉端子 b との切換は次の状態に応じて、後述するコントローラ又は手動操作により行われる。

【0023】

すなわち、系統異常時には、燃料電池 6 の定格電力以下になるように、負荷 4 の優先性を考慮しながら各スイッチ 6 1 1、6 1 2、6 1 3 を用いて順次切り離すためのものである。さらに燃料電池 6 が異常時には購入契約電力以下になるように優先（重要な負荷）順にスイッチ 6 1 1、6 1 2、6 1 3 を系統側に切り換えて優先順の高い負荷への電力の継続供給を確保するために使用する。この場合、各スイッチ 6 1 1、6 1 2、6 1 3 に接続されている負荷は複数の負荷（負荷ブロック）であってもよい。また常開端子 a と常閉端子 b は、ここでは常開端子 a が系統側に、常閉端子 b がシステム側に接続されているが、制御や安全面からこの逆であってもよい。

【0024】

ここでは交流負荷選択スイッチ 6 1 1、6 1 2、6 1 3 は全て各負荷あるいは複数の負荷に対して燃料電池発電システムと系統を切り換えるスイッチにしているが、代わりに単なるスイッチを入れ、系統とそのスイッチの間、あるいはインバータ 3 とスイッチ 6 1 1、6 1 2、6 1 3 の間に直送・燃料電池発電システム電源切り換え手段を入れて負荷全部に対して系統と燃料電池発電システムを切り換えるようにしても良いし、またその混在型にしてもよい。

【0025】

また、コンバータ 5 0 と直流負荷 0 4 1、0 4 2 の間に、直流負荷切離手段 6 0 例えば複数の直流負荷切離スイッチ 6 0 1、6 0 2 が設けられている。

【0026】

さらに、コンデンサ 5 と燃料電池 6 の接続点に、燃料電池切離スイッチ 7 及び逆流防止ダイオード 9 が直列に接続されている。燃料電池切離スイッチ 7 は、燃料電池側が故障などの停止時に開路する。また、システム初期などコンデンサ 5 の蓄電量が少なく、直流回路区間の電圧が低いときは燃料電池切離スイッチ 7 を開いてコンバータ 2 側からコンバータ 2 の過電流特性、いわゆる“フの字”特性或いは垂下特性などの過電流制限機能を利用しコンデンサを充電する。コンデンサ 5 の電圧がシステム動作電圧以上になった後燃料電池 6 を起動し、燃料電池電圧が定格電圧以上、コンデンサ 5 の電圧とほぼ等しくなってから同スイッチ 7 を閉じて燃料電池 6 を直流回路に接続するものである。逆流防止ダイオード 9 はコンバータ 2 やコンデンサ 5 からの電流が燃料電池 6 に流れるのを防止するためのものである。

【0027】

燃料電池 6 としては、例えば固体高分子形燃料電池（PEFC）を使用する。コンバータ 2 は、“フの字”特性或いは垂下特性などの過電流制限機能を有しており、直流出力電圧が固定であっても制御によって設定が可能なものであってもよい。

【0028】

ここで、コンデンサ 5 としては、例えば電気二重層コンデンサを使用し、これは短時間の大容量負荷に対応することが可能であり、かつ燃料電池 6 の急峻な負荷変動に伴う性能劣化及び燃料電池 6 の効率低下を防止することを主な目的で使用する。なお、コンデンサ 5 の蓄電容量が、コンデンサ 5 に印加される電圧の二乗に比例するため、例えばコンデンサ 5 の定格電圧付近から 50 % くらいのところまで、使用できるとすると、コンデンサ 5 に蓄えられている充電エネルギーの 75 % が利用可能であり、コンデンサ 5 の電圧の変動を利用することにより大きなエネルギーを取得利用できることになる。

【0029】

従って、性能劣化防止のためには、僅かな容量（極端には通常コンデンサ）でよく、大容量負荷への供給時間のニーズに応じて容量を増加させればよい。

【0030】

また、燃料電池 6 が接続されている直流回路にコンバータ 2 を介して系統 1 が接続されているのは、燃料電池 6 からの出力電力が不足する場合でコンデンサ 5 の貯蔵電力が失われていて、ある一定電圧以下例えば燃料電池 6 の定格電圧になったとき、最終的に電力供給を間に合わせるバックアップ的要素を得るためのものである。

【0031】

ここで、交流負荷選択スイッチ611、612、613は、電力系統と燃料電池発電システムの出力選択を行う切換スイッチで、半導体式であっても接点式であってもよく、また無瞬断切替方式にしてもよい。交流負荷選択スイッチ611、612、613は、交流負荷4の定格入力電圧が、交流電力系統1の交流電圧と等しい場合であって、以下に述べる所定の条件が成立するとき、交流電力系統1を交流負荷4に電氣的に直接接続する際に使用する。

【0032】

ここで、所定の条件とは、次に示す事項の少なくとも一つが成立するときである。

【0033】

- a) システムのメンテナンス又は機器故障のような場合において、前記燃料電池及び又は前記コンデンサで得られる電力で前記交流負荷に発電電力による供給が不可能となったとき、
- b) 燃料電池発電による電力供給が交流系統からの電力供給より経済性などの面で不適切と判断されるとき、
- c) 前記燃料電池の発電出力が前記交流負荷の需要よりも定常的に低く、前記電力変換器の入力直流電圧が前記燃料電池の定格出力電圧のように所定の電圧よりも低下して、前記コンデンサからの放電電力がなくなったとき、
- d) 図1に示す実施形態においてコンバータ2が故障した場合又はこのコンバータ2によるバックアップが効率低下に伴う経済性の不利が想定される場合、
- である。

【0034】

図1の回路において、コンデンサ5の裕度を勘案し燃料電池6の開回路電圧をコンデンサ5定格電圧の例えば80～95%とする。燃料電池6の定格電圧をコンデンサ定格電圧の40～50%となるようにする。直流回路区間の電圧が燃料電池6の定格電圧の例えば80～90%まで低下するときにコンバータ2（つまり系統1）から電力が供給され、最低燃料電池6の定格電圧近辺を維持する。インバータ3の入力側は、燃料電池6の定格～定格の例えば40%をカバーする仕様とする。

【0035】

以上のような構成の燃料電池発電システムの運転シーケンスは、次の通りである。

【0036】

始めに、コンデンサ5にコンバータ2の過電流特性を利用した充電を行い、次に燃料電池6の立ち上げを行い、その後燃料電池切離スイッチ7を閉じると共に、負荷選択スイッチ8を閉じて、燃料電池6で発電された直流電力を、インバータ3を介して交流電力に変換し、さらに必要であればDC-DCコンバータ50を介して安定な直流に変換し、交流負荷4或いは直流負荷04に供給する。この場合、燃料電池6の発電電圧が、コンバータ2の出力電圧より大きいときは、負荷4に供給される電力は、全て燃料電池6から与えられる。

通常運転時、コンデンサ5は、主として燃料電池6の発電電力により充電されるが、負荷4の変動が生じ、負荷4、04が重くなったとき、この負荷変動に応じてコンデンサ5の充電電荷が放電され、この放電電荷が燃料電池6の発電電力に加えられ、電力変換器を介してで負荷4、04に供給される。この結果、燃料電池6の急峻な負荷変動に伴う性能劣化及び効率低下を防止できる。

【0037】

このような状態で、高負荷継続により、燃料電池6及びコンデンサ5の両者の電力の和が低下し、負荷4への電力供給が不足したとき、系統1からの電力がコンバータ2を介して燃料電池6及びコンデンサ5の電力に加算され、負荷4に供給される。また、通常電力供給は燃料電池6及び又はコンデンサ5により行われ、系統1から負荷4への電力供給は、あくまでも燃料電池6やコンデンサ5からの電力が不足したときのバックアップ用である。

【0038】

10

20

30

40

50

ここで、図2を参照して、電力系統からバックアップ電流を供給する原理を説明する。燃料電池6及びコンバータ2及び燃料電池6とコンバータを組み合わせたシステムの I （電流）－ V （電圧）特性である。図2において、実線は燃料電池6の I － V 特性を示し、破線はコンバータ2の I － V 特性を示し、一点鎖線はコンバータ2と燃料電池6を組み合わせたときの I － V 特性を示している。また、 V_{con} はコンバータ2の設定電圧を示し、 V_{fcm} は燃料電池6の定格電力のときの電圧を示し、 I_{conmax} はコンバータ2の供給できる最大電流値を示し、 I_{fcm} は燃料電池6の定格電力のときの電流値を示している。さらに、 I_x はコンバータ2の I － V 特性と燃料電池6の I － V 特性の交点の電流値を示し、これから右側（負荷電流の増加）においてバックアップが始まることを示している。 I_{confcm} は、燃料電池6の定格電圧のときに流れるコンバータ電流値を示している。 $I_x + I_{conmax}$ は I_x と I_{conmax} を加算した値であって、コンバータ2と燃料電池6を組み合わせたときの電圧が下がり始める点を示している。 $I_{fcm} + I_{confcm}$ はコンバータ2と燃料電池6を組み合わせたときに流れる最大電流値を示している。

【0039】

図2から明らかなように、燃料電池6の定格電力のときの電圧 V_{fcm} が、破線で示すコンバータ2の設定電圧 V_{con} より小さくなると、コンバータ2からも負荷4へ電流が供給されるようになる。この場合、負荷電流が $I_x + I_{conmax}$ になるまでは燃料電池6からの電流は I_x に固定されたままでコンバータ2の電流のみが増加する。1点鎖線で示すように負荷電流が $I_x + I_{conmax}$ を超えると、燃料電池6の電流は増加していった最大負荷電流 $I_{fcm} + I_{confcm}$ まで供給できる。燃料電池6の電力を使用し、燃料電池6の電力が不足してきた時に系統1から電力を供給させたいので、それを行うためにはコンバータ2の設定電圧 V_{con} を下げて V_{fcm} に近づければよい。

【0040】

なお、図2において、コンバータ2の I － V 特性（コンバータ電流制限特性）は、フの字特性のものであるが、これが垂下特性のものであっても、前述と同様な機能が得られる。

【0041】

本発明の実施形態によれば、次のような作用効果が得られる。

【0042】

(1) コンデンサ5を燃料電池6と電力変換器の電氣的接続部である直流回路に並列に直接接続したので、燃料電池の急峻な負荷変動に伴う燃料電池の発電電圧変動が大きいという特性を生かしながら、性能劣化及び効率低下を防止できる。従って、劣化防止のためには僅かな容量極端には通常のコンデンサでよく、大容量負荷への供給時間のニーズに応じて容量を増加させればよい。また、負荷4、04が燃料電池6の定格を短時間の間超えたとしても、コンデンサ5の容量を、短時間不足した電力を供給できるようなものを選定しておけば、燃料電池の定格以上の過負荷需要に対応することができる。これは、負荷4、04が例えば誘導負荷やランプ負荷などのように起動時短時間の間定格の数倍の電流を必要とする負荷などに対して有用である。

【0043】

(2) 燃料電池6及びコンデンサ5の負荷変動による電圧変動が大きいという特性を積極的に利用し、燃料電池6の急激な負荷変動による電圧変動をコンデンサ5で吸収できると共に、重負荷が続いて燃料電池6やコンデンサ5からの電力供給が不足し、燃料電池6及びコンデンサ5の電圧低下でコンバータ2の出力電圧と等しくなったとき系統1からもコンバータ2を介して電力が供給され、この結果負荷4、04に安定して電力を供給することができる。

【0044】

このことを、詳細に説明する。燃料電池6とコンデンサ5を直流部分において直接接続し、成り行きで負荷変動に対して受動的に運用しているので、負荷4、04が重くなり燃料

10

20

30

40

50

電池 6 の電圧が下がり始めると（電流が増えようとする）、コンデンサ 5 の電圧より低くなろうとするため、コンデンサ 5 からの放電電流が流れ始め、燃料電池 6 の電圧低下（電流増加）を抑制できる。また、負荷 4、0 4 が軽くなったとき、逆に負荷電流が減少し、燃料電池 6 の電圧が上昇し始めるが、コンデンサ 5 の電圧より高くなろうとするため、コンデンサ 5 に充電電流が流れ、電流の減少を抑制できる。これに対して、従来は燃料電池等の出力側で出力電圧安定制御を行ったり、出力電流制御装置で燃料電池等を制御することにより出力電流を制御するのが一般的であった。しかし、出力電圧安定制御では負荷の増減に対して燃料電池の出力電流が増減することには変わり無く、燃料電池の寿命に対して大きな影響が生じる。また、出力電流の制御に対して考えると、まず負荷 4、0 4 が増え負荷電流が増大したとき、燃料電池 6 の出力電流を一定に保つように制御すると、不足した出力電流を蓄電装置やコンバータを介して系統から補う必要があるが、このとき不足分を補う蓄電装置やコンバータと燃料電池の出力電圧を、同じ直流電圧にしておかなければならない。つまり、前述の出力電圧安定制御装置が必要になってくる。この場合は、燃料電池 6 の電流増減は少ないため、寿命に対して影響は少ないが、出力電流制御装置や出力電圧安定制御装置が必要になり、この分システムが高価になると共に、効率も悪くなり、制御が複雑になる。本システムでは以上のようなメカニズムにより燃料電池の負荷変動を抑えることができると共に、出力電圧安定制御装置や電流制御装置を使用しない安価で効率の良いシステムを構築することができる。

10

【0045】

本発明の燃料電池発電システムでは、燃料電池の定格以上の電力をコンデンサの容量に見合った時間に限り供給可能なシステムである。例えばドライヤや電子レンジを使用することにより、燃料電池の定格電力以上になったとき、ドライヤや電子レンジは何分間しか使用しない負荷であるので、このような電力需要に対しては、コンデンサの容量を、その電力容量分補うように構成すればよい。しかし、長時間燃料電池定格電力以上の過負荷状態が継続する場合、これを補うために燃料電池やコンデンサの容量を増やすことはシステムのコストアップに繋がる。従ってこれに対してバックアップ用として電力システムを利用する。

20

【0046】

つまり、本発明は、燃料電池の定格電力以上の電力需要がある一定時間以上続いたとき、システムの直流電圧が図 2 の説明のようにコンバータの出力電圧より低くなろうとするため、系統電源からコンバータを介して電力が供給されるようになる。

30

【0047】

(3) 系統 1 の交流電力を直流に変換するコンバータ 2 と、コンバータ 2 の直流電力を交流電力に変換するインバータ 3 との直流回路に、燃料電池 6 及びコンデンサ 5 がそれぞれ並列に接続されているので、通常の系統連系システムにおいて発生する高調波や電圧フリッカの問題が無く、また逆潮流の問題も発生しないばかりでなく、単独運転検出装置及び同期制御装置なども不要である。このため、本システムを安価で安全なものにすることができる。

【0048】

(4) 負荷選択手段例えば負荷選択スイッチ 8、60 が設けられているので、系統 1 或いは燃料電池 6 のいずれかが故障し、複数の負荷 41、42、43 全てに十分な電力供給が不可能になったとき、負荷 41、42、43 に応じて優先順位をつけ、前記スイッチによりこのうちの少なくとも優先順位の高い負荷にのみ電力を供給できる。例えば非難通路の照明など優先順の高い負荷を選択し継続して電力を供給することができる。

40

(5) コンバータ 2 の出力電圧を可変可能な手段を備えているので、燃料電池 6 の電圧よりコンバータ 2 の出力電圧を低めに設定することができ、これにより重負荷で燃料電池 6 の発電電圧が低下したとき、コンデンサ 5 から電力が供給され、燃料電池 6 の負荷変動を抑えようとするが、重負荷が長く続くとき電力不足により電圧が低下していく。このとき、前述のようにコンバータ 2 の出力電圧が燃料電池 6 の電圧より低く設定されているので、低下した電圧がコンバータ電圧以下なろうとすると、系統 1 から電力が供給される

50

ようになる。このように急激な負荷変動は、コンデンサ 5 で吸収し、長く続く負荷変動は系統 1 で補うようにしてコンデンサ 5 の容量をそれほど大きなものを必要としないシステムとすることができる。

【0049】

なお、コンバータ 2 の出力電圧を一定値に固定しておくことも可能で、このときは燃料電池発電システムに応じたコンデンサ 5 の容量が必要になる。

【0050】

コンバータ 2 の出力電圧設定は、システムのコントローラによっておこなう事ができる。コンバータ 2 の出力電圧は、燃料電池 6 の定格出力電圧付近に固定して単なるバックアップ用としてもよいが、コンバータ 2 の出力電圧を任意に設定することで、以下のような効果が得られる。 10

【0051】

1) 出力電圧設定を燃料電池 6 の電圧変動に合わせて可変することにより、コンデンサ 5 に加えて系統 1 も負荷変動に対応することができ、コンデンサ 5 の容量を小さくすることができる。

【0052】

2) 燃料電池 6 の I V 特性の経年変化に合わせて燃料電池 6 の電力を最大まで使用できるように電圧設定を変更できる。

【0053】

3) 後述する図 6 の実施形態のように予測制御を行うとき、コンバータ 2 の電圧可変によりコンデンサ 5 の充電電流を制御できる。 20

【0054】

4) 後述する図 7 の実施形態では可変型定電流回路 14 の入力電圧を制御するために電圧可変が必要である。

【0055】

5) コジェネレーションとして使用するとき、熱が余る可能性があるが、この場合コンバータ 2 の電圧を上げ、燃料電池 6 の利用率を下げることで、熱余りを防止することができる。

【0056】

6) 燃料電池発電システムとして最も効率の良い電圧で運転できるよう制御することができる。 30

【0057】

(6) 燃料電池 6 の立ち上げ時、コンデンサ 5 に十分な電荷が残っていれば、それを、燃料電池 6 を立ち上げるための補機用電力として利用することができる。

【0058】

(7) 一見コンバータ 2 分だけ効率的に不利なようだが、負荷側電圧を安定に低く例えば 95V としたり、或いは力率改善で負荷 4 での省エネルギーに資することができる。また、燃料電池 6 の利用率向上の分だけコンバータ 2 を通過する電力は必要最小限となる。

(8) 系統 1 へのエネルギーの戻りがないので、高力率となり系統 1 からすると理想的な負荷となる。また、当然回転機型発電装置を燃料電池 6 の代わりに用いても系統 1 における短絡容量の上昇がない。 40

【0059】

(9) インバータ 3 及びコンバータ 2 に、双方向性のものを使用することで、系統 1 側への逆潮流要請にも対応できると共に、エネルギーの回生のニーズにも対応できる。

【0060】

(10) 位相などアンシラリーサービスを受ける必要がない。

【0061】

以上述べた図 1 の実施形態は、次のように変形することもできる。系統 1 からの電力が得られないときには、燃料電池 6 側に図示しない充電用コンバータを準備しておいてもよ 50

い。また、負荷 4 側からの回生あるいは系統 1 側からの逆潮流の要請によっては、各コンバータ 2 の点弧角を調整して必要電力をコンデンサ 5 または系統 1 に戻すようにしてもよい。

さらに、メンテナンス時などコンデンサ 5 の電荷を放電したいときは、図示しない放電抵抗を接続し所定の電圧以下になるまで電力を消費するようにしてもよい。各構成要素の定格容量はニーズやかけられるコスト等によって適宜選定することは言うまでもない。系統 1 に接続されていないときや系統 1 が停電状態にあるときなどの本システムの燃料電池 6 の起動は、補助バッテリーを必要とし、本システムに必要な応じて追加することができる。また、インバータ 3 として、双方向性のものを使用することもできる。さらにコンバータ 2 とインバータ 3 の直流回路区間には、他電源例えば太陽光発電や風力発電などの追加接続が可能である。

10

【0062】

ここで、以上述べた実施形態の燃料電池発電システムと、前述した特許文献 1 の無停電電装置或いは系統連系システムとの違いについて述べる。

【0063】

1) 燃料電池等の容量の違い

本発明のシステムは、系統契約電力が小、コンデンサ 5 の容量小（ニーズによる）、燃料電池 6 が長時間運転型であり、これは起動時間がある程度要してもよい。これに対して、特許文献 1 は、系統契約電力が大、コンデンサの容量大、燃料電池が即起動短時間運転型である。

20

【0064】

2) 構成の違い

本発明のシステムは、燃料電池 6 の燃料（水素）が水素配管による供給、又はインフラが整備されている都市ガス、或いは LP ガスや灯油など一般燃料からの改質による水素供給、勿論水素ポンベによる供給のいずれであってもよいが、特許文献 1 は、燃料電池の燃料は水素ポンベの交換を前提としたものである。

【0065】

本発明のシステムは、燃料電池 6 及びコンデンサ 5 が電圧変化する特性を利用するため、インバータ 3 の直流回路に直接接続し、かつ燃料電池 6 の起動停止やコンデンサ 5 の充放電制御を行わず、これらを受動的に運用するものであり、これに対して特許文献 1 は、

30

【0066】

本発明のシステムは、負荷選択スイッチ 8 を備え、防災対応等で最低限の電力供給を維持するため（燃料電池運転継続のため）に、負荷の優先順位によって負荷選択スイッチ 8 を選択し、最悪の場合でも重要な負荷への電力供給を維持するのに対し、特許文献 1 は重要負荷にしか電力供給を行わないものである。

【0067】

3) 目的の違い

本発明のシステムは、非常用電源としても使用できるが、主に燃料電池 6 と系統 1 との連系、協調を目的としており、本システムでは交流的な連系ではなく、直流的に連系している。このような目的の違いから各要素の容量が異なってくる。例えば、コンデンサで見れば、無停電電源装置は大容量が要求されるが、本システムでは小容量のものでよくニーズに応じて容量を選択できる。また、燃料電池 6 については無停電電源装置では即起動することが必要で、短時間運転型でよいものに対して、本システムでは起動時間はある程度要してもよいが、長時間運転型が必要である。

40

【0068】

さらに、契約電力においては本システムでは前述のごとくバックアップ用であるため、小電力でよいが、無停電電源装置では負荷に応じた電力が必要となる。

【0069】

また、“目的の違い”の説明から外れるが、本システムでは系統 1 とは直流的な連系であ

50

ることから、単独運転検出装置が不要であり、ピーク負荷が系統に依存せず、高調波が系統 1 に入らない。これに対して、公知の分散型電源を系統に連系するシステムでは、単独運転検出装置が必要であり、ピーク負荷が系統に依存するばかりでなく、高調波が系統に入り、また電圧フリッカの問題が発生する。さらに、同一系統に多数の分散型電源が連系する場合などの条件によっては単独運転の検出ができないなどの問題がある。

【0070】

4) 運転シーケンスの違い

本発明のシステムは、前述した運転シーケンスであるのに対し、特許文献 1 は系統からコンデンサを充電し、系統が故障したとき、コンデンサからの電荷を放電し、この放電による蓄電荷の低下による電圧低下を検出したとき、燃料電池を運転するものである。

10

【0071】

以下、図 3～図 9 を参照して本発明の具体的な実施形態について説明する。

【0072】

図 3 は、本発明の燃料電池発電システムに係る第 1 の実施形態を説明するための概略構成図であり、図 1 と異なる点は制御手段を構成する例えばシーケンサのごときコントローラ 10 を新たに追加し、コントローラ 10 の内部に有する電圧検出器（図 3 では示していないが、後述する図 9 に示している D 1、D 2）の電圧検出端子 3 1、3 2 を以下のように接続した点である。電圧検出端子 3 1 は、コンバータ 2 あるいはコンデンサ 5 の出力電圧が印加され、この印加されたコンバータ 2 あるいはコンデンサ 5 の出力電圧信号をコントローラ 10 に入力する。電圧検出端子 3 2 は、燃料電池 6 の出力電圧が印加され、この

20

【0073】

コントローラ 10 は、電圧検出端子 3 1 に印加されたコンバータ 2 あるいはコンデンサ 5 の出力電圧信号を入力し、この出力電圧信号により直流回路の電圧を確認したり、系統 1 の停電やコンバータ 2 の故障を検知する。また、コントローラ 10 は、電圧検出端子 3 2 に印加された燃料電池出力電圧信号により燃料電池出力電圧を確認する。コントローラ 10 は、コンバータ 2 に対してコンバータ出力電圧制御信号を与えてコンバータ 2 の出力電圧を制御したり、燃料電池用開閉手段例えば燃料電池切離スイッチ 7 に対して制御信号（SW 7 制御信号）を与えてスイッチ 7 を開閉制御する。具体的には、コンデンサ電圧が設定値より低いときや、燃料電池 6 が異常のときスイッチ 7 を開くようにする。

30

【0074】

以上のように図 3 は図 1 のシステムを制御する場合の実施形態であり、その運転シーケンスや作用効果については、図 1 の説明と同じである。

【0075】

図 6 は、本発明の第 2 の実施形態を説明するための概略構成図であり、図 3 と異なる点は、新たに、コンバータ 2 とインバータ 3 との直流回路であってコンデンサ 5 とインバータ 3 との間に直列に直流回路用開閉手段例えば直流回路用スイッチ（SW 1 1）1 1 を挿入し、スイッチ 1 1 は、コントローラ 10 の出力により開閉制御するものである。そして、スイッチ 1 1 とインバータ 3 の接続点と、コンデンサ 5 とコンバータ 2 との接続点との間に、新たに逆流防止手段例えばダイオード 1 2 を、このダイオード 1 2 のアノードがコン

40

【0076】

図 6 のように構成されたものにおいて、コントローラ 10 によりスイッチ 1 1 は燃料電池 6 とコンデンサ 5 間を開閉してコンデンサ 5 を燃料電池 6 の負荷（充電）4 にするか否かが可能であると共に、コンバータ 2 やコンデンサ 5 とインバータ 3 を直結してコンバータ 2 からインバータ 3 への電力の供給についての制御も行える。

【0077】

ダイオード 1 2 は、負荷 4 が重くなって燃料電池 6 の電圧が低下したとき、コンデンサ 5 の放電電流がインバータ 3 を介して負荷 4 に流れるようにすると共に、スイッチ 1 1 が閉じているとき以外は、燃料電池 6 からコンデンサ 5 への充電電流が流れないようにする

50

ためのものである。また、ダイオード 12 は、負荷 4 が急激に変動したとき、コンデンサ 5 やコンバータ 2 から電力の供給を行えるようにするためのものである。

【0078】

インバータ 3 は直流を交流に変換するもので、インバータ 3 の出力は、図示しない分電盤を介して負荷 4 に接続される。コンデンサ 5 は用途に応じて急激な負荷変動を抑える電気容量を持つ程度の静電容量から長時間コンデンサ 5 のみで負荷 4 を運転することができる静電容量を、有したものを使用する。

【0079】

コントローラ 10 はコンバータ 2 の出力電圧制御やスイッチ 11、7 を開閉するための指令を与え、また電圧検出端子 31 に印加される電圧信号によりコンバータ 2 及びコンデンサ 5 の出力電圧、電圧検出端子 32 に印加される電圧信号により燃料電池 6 の電圧の監視を行う。 10

【0080】

ダイオード 9 は燃料電池 6 の出力に逆電圧がかかるのを防止するためのものである。

【0081】

スイッチ 7 は燃料電池 6 の異常時や負荷 4 が軽くなり、出力電圧が高くなってインバータ 3 などの装置の入力電圧を上回る可能性が生じそうなときに回路から燃料電池 6 を切り離すために使用される。

【0082】

前述したように、図 3 と異なる点はスイッチ 11 とダイオード 12 が入っているところで、スイッチ 11 が閉じているときは図 3 と同じになる。 20

【0083】

スイッチ 11 の機能は上記の通りであるが、コンデンサ 5 の電圧が低いとき燃料電池 6 とコンデンサ 5 を直結しておくこと、負荷 4 が軽くても燃料電池 6 に大きな電流が流れることになる。

【0084】

これはコンデンサ 5 への充電電流のコントロールができないことになり負荷変動に柔軟に対応できない可能性がある。

【0085】

例えば、1 日の電気使用量が学習できるとすると、コンデンサ 5 の充電電圧をコントロールすることによりスイッチ 11 の入り切りとコンバータ 2 の出力電圧調整により、コンデンサ 5 の電圧を調整することによって燃料電池 6 の負荷平準化が行える。 30

【0086】

軽負荷が長い時間続くときはコンバータ 2 の出力電圧を低くしてコンバータ 2 から電流が流れないようにしておきスイッチ 7 を閉じて燃料電池 6 からコンデンサ 5 に電流を供給するようにするが、軽負荷が長く続く時間帯がわかっているならばその前にコンデンサ 5 の電圧を低く設定しておいて燃料電池 6 からの充電時間を長く取れるようにしておけばよい。

【0087】

また負荷 4 が重くなる前の時間帯ではコンデンサ 5 の電圧を上げるためスイッチ 11 を閉じてコンバータ 2 の出力電圧を適当な電圧値にしてコンデンサ 5 を高速充電し、急激な過負荷変動に対応できるようにすればよい。 40

【0088】

コンデンサ 5 の充電制御は、スイッチ 11 を開にして、コンバータ 2 の出力電圧の上げ下げの時間により行うことができる。またダイオード 12 はこのスイッチ開状態のときの急激な負荷変動に対応するためのものである。

【0089】

図 6 の特徴は、スイッチ 11 を閉じているときは図 3 と同じである。

【0090】

スイッチ 11 をコントローラ 10 により開くことによりコンデンサ 5 の電圧が低い初期充電時でも、装置の運転が可能である。スイッチ 11 を開くことにより、通常使用時もコン 50

バータ 2 からのみ充電電流が流れるので、コンバータ 2 の電圧設定が可変できるコンバータ 2 を使用し電圧可変時間設定によってコンデンサ 5 への充電時間を可変することができる。また、コントローラ 10 によりスイッチ 11 を閉じることにより急速充電も可能となる。

【0091】

以上述べた図 6 の実施形態によれば、次のような作用効果が得られる。燃料電池 6 の起動停止は通常は系統 1 により行えるため補助バッテリーは不要になる。さらに系統 1 が異常のときでコンデンサ 5 に十分な電荷が蓄積されているときは、コンデンサ 5 による起動が可能である。コンデンサ 5 の電圧を比較的自由に設定できるので、負荷変動パターンを学習することにより燃料電池 6 の負荷変動を抑える電圧制御ができる。

10

【0092】

初期状態においてコンデンサ 5 の電圧が低い時、図 3 では充電後の運転になるが、図 6 では燃料電池 6 のみで運転を開始することができる。これはスイッチ 11 を開くことによりコンデンサ 5 への充電電流はコンバータ 2 からのみ供給されるため燃料電池 6 は負荷 4 へ電力を供給することができるためである。図 6 の実施形態は、コンデンサ 5 のみでも長時間負荷に電力を供給できるシステムに対して特に有用である。

【0093】

図 7 は、本発明の第 3 の実施形態を説明するための概略構成図であり、図 3 と異なる点は、新たに、第 1 の開閉手段例えばスイッチ 15 (SW15) 及び第 2 の開閉手段例えばスイッチ 13 (SW13) 並びに第 3 の開閉手段例えばスイッチ 17 (SW17) と、逆流防止手段例えばダイオード 16 及び定電流回路例えば可変型定電流回路 (以下定電流回路と称する) 14 を以下のように設けたものである。

20

【0094】

燃料電池 6 により得られる直流電力に基づき負荷 (ここでは交流負荷であるが、図 1 のように直流負荷 04 も存在することもある) 4 に対応する電力に変換する電力変換器例えばインバータ 3 を備え、燃料電池 6 とインバータ 3 の間の電氣的接続部である直流回路に、

交流電力系統 1 の交流電力を直流電力に変換する交流一直流コンバータ 2 を並列に接続し、交流一直流コンバータ 2 とインバータ 3 の間の電氣的接続部である直流回路に、該直流回路に流れる電流を任意に設定可能であって、起動停止制御可能な定電流回路 14 を設け、直流回路であって交流一直流コンバータ 2 と定電流回路 14 との接続点に燃料電池 6 を並列に接続し、直流回路であって定電流回路 14 とインバータ 3 との接続部に並列にコンデンサ 5 を接続し、燃料電池 6 とインバータ 3 の間の接続回路を開閉するスイッチ 15 を設け、定電流回路 14 と交流一直流コンバータ 2 の接続点及びスイッチ 15 と燃料電池 6 との接続点間を接続する回路を開閉するスイッチ 13 を設けたものである。

30

【0095】

さらに、定電流回路 14 とコンデンサ 5 の接続点及びスイッチ 15 とインバータ 3 間の回路に、該回路を開閉するスイッチ 17 と逆流防止手段例えばダイオード 16 からなる並列回路を設けたものである。

【0096】

なお、燃料電池 6 とスイッチ 15 との接続点にダイオード 9 及びスイッチ 7 の直列に接続している点は、図 1、3、6 と同一である。

40

【0097】

可変型定電流回路 14 は、例えば直流電源からの直流電圧を、スイッチング素子の開閉動作によりチョッピングする、いわゆるチョッパ回路において、スイッチング素子の開閉動作時間を制御することで、一定の出力電流を得ることができると共に、その出力電流は任意の値に設定可能に構成されている。

【0098】

コントローラ 10 を示すブロックの内部に図示しないが、図 9 のようにコンバータ 2 の出力電圧を検出する電圧検出器 D1、燃料電池 6 の発電電圧を検出する電圧検出器 D2、

50

コンデンサ 5 の電圧を検出する電圧検出器 D 3 をそれぞれ備え、これらの電圧検出端子 3 1、3 2、3 3 は、次のように接続されている。電圧検出端子 3 1 は、コンバータ 2 の出力側と定電流回路 1 4 との接続点に接続され、また電圧検出端子 3 2 は燃料電池 6 とスイッチ 7 との接続点に接続され、更に電圧検出端子 3 3 は、コンデンサ 5 とスイッチ 1 7 との接続点に接続されている。この結果、電圧検出端子 3 1、3 2、3 3 にそれぞれ印加される電圧がコントローラ 1 0 の内部の各電圧検出器に導かれるようになっており、これによりコンバータ 2 の出力電圧、燃料電池 6 の発電電圧、コンデンサ 5 の電圧の状態を常に認識することができるようになっていて、この認識結果に基き、後述するようにスイッチ 7、1 3、1 5、1 7 及び定電流回路 1 4、コンバータ 2、燃料電池 6、インバータ 3 などに対して所定の制御信号を、所定のタイミングで与えるようになっている。図 4 は、これを説明するためのもので、図 4 (a) は負荷変動・燃料電池電圧特性等を示し、図 4 (b) は前記各制御信号のタイミングチャートを示している。図 5 は、図 4 (a) の一部を拡大して示す図で、インバータの入力電圧を狭めることができるということを説明するための図である。

以下、コントローラ 1 0 の詳細について説明する。すなわち、負荷 4 が、燃料電池 6 の定格電力未満で燃料電池 6 の発電電圧がインバータ 3 の入力電圧の範囲内、或いは燃料電池 6 の発電電圧が一定電圧を超えないとき、コントローラ 1 0 は、スイッチ 1 3 に対して開路指令を与えると共にスイッチ 1 5 に対して閉路指令を与え、またコントローラ 1 0 はスイッチ 1 7 に対して閉路指令を与え、負荷 4 の変動があり負荷 4 が重くなったときコントローラ 1 0 はコンデンサ 5 の電圧が低下しないように定電流回路 1 4 の出力定電流値を増やし、負荷 4 の変動がないか、負荷 4 の変動があっても負荷 4 が軽くなっているとき、コントローラ 1 0 は定電流回路 1 4 の出力電流をオフにする。

【0099】

また負荷 4 が燃料電池 6 の定格電力未満で燃料電池 6 の発電電圧がインバータ 3 の入力電圧の範囲、或いは燃料電池 6 の発電電圧が一定電圧を超えそうなとき、コントローラ 1 0 はスイッチ 1 3 に対して閉路指令を与え、かつスイッチ 1 7 に対して開路指令を与え、またコントローラ 1 0 はスイッチ 1 7 に対して閉路指令を与え、これにより定電流回路 1 4 からインバータ 3 に対して負荷電流と同等の出力電流を流し、インバータ 3 等の直流回路に接続されている機器の入力電圧を一定電圧以上上げないようにする。

【0100】

ここで、定電流回路 1 4 は、負荷 4 が非常に重いときは後述するように動作を停止（出力電流 0）にしている。従って、それ以外の条件で動作しているため、そのときの制御方法について説明する。負荷 4 が軽くなり、定電流回路 1 4 でも電流を供給できる負荷電流になったとき、インバータ 3 の入力電圧の上限になる前に、スイッチ 1 3 と、スイッチ 1 7 を閉じ、スイッチ 1 5 を開いて負荷 4 へは定電流回路 1 4 から電流供給を行うようにする。

コンバータ 2 の出力電圧は燃料電池 6 の発電電圧より低くしておけば、負荷 4 へは燃料電池 6 から定電流回路 1 4 を経て電力供給されることになる。このとき、負荷電流と定電流回路 1 4 の定電流値を等しくしておけば、コンデンサ 5 は充放電が行なわれないため、現状の電圧を維持する。

このような制御は、コントローラ 1 0 で行い、定電流回路 1 4 の出力電流値設定の制御はコンデンサ 5 の電圧監視により行われる。つまり、コンデンサ 5 の電圧が上昇していれば、定電流回路 1 4 から負荷電流以上の電流が供給されていると判断し、定電流回路 1 4 の出力電流を減らす制御を行い、またコンデンサ 5 の電圧が下降していれば、定電流回路 1 4 からの電流が負荷電流より少ないと判断し、電流を増やす制御を行う。

【0101】

次に、この状態で負荷 4 が軽い状態から重くなったときは、定電流回路 1 4 の電流では負荷電流をまかないきれなくなるため、スイッチ 1 3 を開き、スイッチ 1 5 を閉じて直接燃料電池 6 から負荷 4 へ電力の供給を行うようにする。

【0102】

10

20

30

40

50

このとき、コントローラ 10 は定電流回路 14 の出力電流を 0 にするように制御する。ただ、コンバータ 2 の出力電圧を定電流回路 14 の入力電圧範囲内になるように設定しておけば、いつでも電流が供給可能となる。もし、燃料電池 6 から直接電力を供給してもコンデンサ 5 の電圧が下降しているときは、定電流回路 14 から電流を流してコンデンサ 5 の電圧の下降を抑えるように徐々に定電流回路 14 の電流を減らしていき、最終的に燃料電池 6 の電流と負荷電流をバランスするように制御する。燃料電池 6 と負荷電流がバランスした後は定電流回路 14 からの電流は 0 となっている。

【0103】

ここで、燃料電池 6 と負荷電流をバランスさせる方法は、以下のように行う。負荷が安定状態から変動したとき（スイッチ 17 あるいはスイッチ 17 が開放しているときは、ダイオード 16 を介してコンデンサ 5 の電流が流れ、コンデンサ電圧が下降していく。このとき）、以前は負荷 4 が安定状態であったので、定電流回路 14 からの出力電流は 0 であるが、コンデンサ 5 の電圧低下を検知して定電流回路 14 からコンデンサ 5 に電流を供給するようにする。

10

【0104】

このようにしてコンデンサ 5 の電圧と燃料電池 6 の電圧が大きく変動しないようにしている。負荷変動が短時間でまたすぐにもとの電力に戻るときは、定電流回路 14 からの電流は、コンデンサ 5 や燃料電池 6 の電圧が元の電圧に徐々に戻っていくので、定電流回路 14 からの電流を徐々に減らして安定した電圧のところで 0 にする。

【0105】

20

負荷変動が短時間で終わらない場合は（コンデンサ 5 や燃料電池 6 の電圧が下降し続ける場合は、スイッチ 17 が開路状態のときスイッチ 17 を閉路して（16 の電力損失を無くして）定電流回路 14 の出力電流を増やして下降する速度を遅くする。

【0106】

電圧が安定してきたところで徐々に定電流回路 14 からの電流を減らしてコンデンサ 5 や燃料電池 6 の電圧が安定したところで 0 にする。

【0107】

負荷電力が燃料電池 6 の電力以上でこれが長く続くときは、コンデンサ 5 や燃料電池 6 の電圧が燃料電池 6 の定格電圧以下に下がるので、このときは定電流回路 14 からの出力電流を 0 とし、スイッチ 13、15、（17）を閉じて系統電源 1 からの電力（コンバータ 2 からの電力）を負荷 4 に供給できるようにする。

30

【0108】

以上述べたことを図 4（b）を用いて説明する。始めに、図 4（b）の時刻 t_1 において、システムの立ち上げると定電流回路 14 も同時に起動しコンデンサ 5 への充電を開始する。このとき、コンバータ 2 から重要負荷への電力供給、燃料電池の立上げも同時に行われる。

【0109】

時刻 t_2 において燃料電池 6 の発電電圧が一定値に達したので、コントローラ 10 はスイッチ 7、15 に対して閉路指令を与え、スイッチ 7、15 は閉路状態とし全負荷への電力供給を開始する。

40

【0110】

時刻 t_3 においてコンデンサ 5 の充電電圧がある一定値に達したので、コントローラ 10 はスイッチ 17 に対して閉路指令を与えると、スイッチ 17 は閉路状態となる。ここで、時刻 t_3 まで、スイッチ 17 を閉路状態にしないのは、コンデンサ 5 の電圧が低いため、インバータ 3 の入力電圧範囲外であるためである。また、時刻 t_2 と t_3 のタイミングが逆になる可能性もある。本タイムチャートで時刻 t_3 以降は通常の動作状態となる。

【0111】

時刻 t_4 において負荷 4 が重くなり、かつコンデンサ 5 の電圧が燃料電池 6 の定格電圧付近まで下がったとき、コントローラ 10 は定電流回路 14 に対して停止指令を与えて定電流値を 0 にし、かつスイッチ 13 に対して閉路指令を与えスイッチ 13 を閉路状態にし

50

、この状態ではスイッチ 15 は既に閉路状態にあるので、負荷 4 側のインバータ 3 には燃料電池 6 からの電力だけでなくコンバータ 2 から電力を供給する。

【0112】

時刻 t_5 においてコンデンサ 5 の電圧がある一定電圧以上になったときコントローラ 10 は負荷 4 が軽くなったと判断し、コントローラ 10 はスイッチ 13 に対して開路指令を与えてスイッチ 13 を開路状態にする。コンデンサ 5 は燃料電池 6 からの充電により燃料電池と同じ電圧値で上昇する。

【0113】

さらに、時刻 t_6 においてコントローラ 10 は負荷 4 が更に軽くなり、燃料電池 6 の出力電圧がインバータ 3 等の入力電圧を超えそうな状態である場合、それを検知し、コントローラ 10 はスイッチ 15 に対して開路指令を与えてスイッチ 15 を開路状態にし、また同時にコントローラ 10 はスイッチ 13 に対して閉路指令を与えてスイッチ 13 を閉路状態とすることにより、定電流回路 14 を燃料電池の負荷とすることで、インバータ 3 の入力電圧を制限している。このとき定電流回路 14 で設定されている負荷電流と同等の出力定電流がインバータ 3 を介して負荷 4 に供給される。

【0114】

時刻 t_7 において燃料電池 6 の出力電圧の電圧低下によりコントローラ 10 は負荷 4 がある程度重くなってきたと判断し、コントローラ 10 はスイッチ 15 に対して閉路指令を与えてスイッチ 15 を閉路状態とし、コントローラ 10 はスイッチ 13 に対して開路指令を与えてスイッチ 13 を開路状態にする。ここで、時刻 $t_5 \sim t_7$ の詳細については、図 5 に示す通りで、時刻 t_6 においてインバータ 3 の入力電圧制限を行っている。

【0115】

時刻 t_9 においてコントローラ 10 は負荷 4 が重くなったと判断し、時刻 t_4 と同様に定電流回路 14 を停止し、スイッチ 13 に対して閉路指令を与えてスイッチ 13 を閉路状態とし、この状態ではスイッチ 15 は既に閉路状態にあるので、負荷 4 側のインバータ 3 には燃料電池 6 からの電力だけでなくコンバータ 2 から電力を供給する。時刻 t_{10} においてコントローラ 10 は負荷 4 が軽くなったと判断し、時刻 t_5 と同様にコントローラ 10 はスイッチ 13 を開路し、コンデンサ 5 は燃料電池 6 からの充電により電圧が回復する。

【0116】

さらに、時刻 t_{11} においてコントローラ 10 は、コンデンサ 5 の電圧が低下してきたので負荷 4 が重くなったと判断し、コントローラ 10 は停止状態にある定電流回路 14 に対して起動指令を与えて定電流回路 14 を起動させ、コントローラ 10 が設定した定電流を供給することにより、電圧変動を抑えるようにする。このとき、すぐに電圧が安定すれば徐々に定電流値を減少させ、最終的には燃料電池 6 のみで負荷電流をまかなうようにする。この動作については、時刻 t_7 と時刻 t_9 の間の時刻 t_8 でも過度的に時刻 t_{11} の状態は存在する。時刻 t_{12} において、時刻 t_4 と同様に負荷 4 が重くなり、コントローラ 10 は定電流回路 14 に対して停止指令を与えて定電流回路 14 を停止させ、かつスイッチ 13 に対して閉路指令を与えてスイッチ 13 を閉路状態にし、この状態ではスイッチ 15 は既に閉路状態にあるので、負荷 4 側のインバータ 3 には燃料電池 6 からの電力だけでなくコンバータ 2 から電力を供給可能にする。以下時刻 t_{13} は t_5 と、時刻 t_{14} は時刻 t_6 と同様である。

【0117】

なお、図 4 (b) のスイッチ 17 のタイムチャートで、表示されている破線は、次のような意味を示している。すなわち、これまでのスイッチ 17 の説明は、時刻 t_3 でスイッチ 17 に対して閉路指令を与えて閉路状態とし、これ以降はこの閉路状態のまま継続した場合であったが、破線は時刻 t_7 、 t_{14} 近くでスイッチ 17 に対して短時間だけ開路指令を与えて短時間開路状態としたことを意味しており、破線のようなスイッチ 17 の開閉が、燃料電池 6 の負荷平準化のために必要な場合もある。また、スイッチ 17 とダイオード 16 を入れることは、前述のようにシステムの起動時に負荷にすぐに電力を供給できるな

10

20

30

40

50

どの利点がある。

【0118】

図7の実施形態によれば、次のような作用効果が得られる。

【0119】

a) 前述の実施形態と同様に、直接直流回路にコンデンサ5を入れることにより、コンデンサ5からの高速出力により急峻な負荷変動に対して燃料電池6の発電効率維持及び劣化抑制が可能である。

【0120】

b) コントローラ10により以下に示す制御を行うことにより、インバータ3の入力電圧や可変型定電流回路14の入力電圧を狭めることができる。

10

【0121】

負荷4が軽くなり燃料電池6の発電電圧が高くなったとき、スイッチ15を開、スイッチ13を閉にすることにより燃料電池6の負荷としては定電流回路14になり、切り替え後の定電流回路14を負荷電流と同じにすることで、燃料電池6の電圧変動は起こらず、さらに負荷4が軽くなっても定電流回路14の電流値を抑えることができ、これによりコンデンサ5の電圧を一定に保ちインバータ3の入力電圧も制限を超えることはない。

【0122】

c) 定電流回路14を使用しているので、負荷が安定していて定電流回路14から電力を供給できるとき、コントローラ10から定電流回路14に対して与えている出力電流の設定値Iと、燃料電池6の発電電圧を検出する電圧検出器の検出値Vを、定期的にオンラインで読み取ることで、燃料電池6のIV特性を測定することができ、運転制御を適切に行うことができると共に、燃料電池6の劣化を確認できる。

20

【0123】

図8は前述した本発明の燃料電池発電システム100を使用して配電盤20と接続する場合、あるいは配電盤20内における負荷選択制御装置を説明するための図である。これは、燃料電池発電システム100に、前述したコントローラ10により開閉制御される開閉手段、例えば通常負荷選択スイッチ(直送・燃料電池発電システム交流負荷切換スイッチ又は交流負荷選択スイッチ)22、23、24と重要負荷選択スイッチ(直送・燃料電池発電システム交流負荷切換スイッチ又は交流負荷選択スイッチ)25と、系統切離スイッチ26と燃料電池6と負荷選択スイッチが含まれている配電盤20からなる。

30

【0124】

スイッチ22～25は、いずれも系統と燃料電池発電システムの出力とを切り替えるものであって、常開端子a、常閉端子b、共通端子を有し、前述したコントローラ10からの開閉指令により、常開端子a、常閉端子bのいずれかに切換るスイッチで、メカニカルスイッチ、半導体スイッチのいずれかであってもよく、さらに無瞬断切換スイッチであってもよい。

【0125】

系統切離スイッチ26は常に閉(導通)つまりスイッチは存在せず短絡状態であってもよく、スイッチがある場合でスイッチ開のとき、あるいは系統が故障か系統に接続されていないときは、負荷選択スイッチは優先順に応じて電力容量に見合った容量の負荷を選択するためのスイッチとして働く。

40

【0126】

このときの負荷選択スイッチ22～25は優先順位に応じて、電力容量に見合った分だけ閉路される、このような構成において、スイッチ22～25の切換えは、前述した図1の説明内の所定の条件のときに行う。

【0127】

この所定の条件が満たされていないとき、スイッチ22～25は燃料電池発電システム100側が閉になっていて、燃料電池発電システムから全電力が負荷に供給される。前記所定の条件のうちの一つ、例えば燃料電池6の故障時は、前述したコントローラ10がそれを検出してスイッチ26を閉にすると共に、スイッチ22～25を系統側に切換え、負

50

荷の全電力を系統から供給できるようにする。

【0128】

ただし、全負荷が購入契約電力を上回る時には、重要でない負荷は系統側に切り換えずに電力を供給しないようにすることもできる。また系統が故障のときは、例えば重要負荷選択スイッチ25のみ燃料電池供給システム側にして、スイッチ22～25は系統側に切り替え、スイッチ26を開にすることにより重要負荷のみに電力を供給することが可能となる。このときスイッチ26については開にしなくてもよい場合もあり、この場合はスイッチ26も必要がなくここは短絡されていてもよい。このように重要負荷は燃料電池6が故障、あるいは系統電源1の異常があっても安定な状態を保つことができる。また燃料電池発電システムと系統の切り換えについて、ここでは各負荷ごとの切り換えとしているが、通常負荷一括の切り換えでもよく、または一括切り換えと個別切り換えの混在方式であってもよい。

【0129】

図9は、前述したコントローラ10の一例を説明するためであり、これはコントローラ用電源101と、制御部102、引き込みダイオード103、104、105、9と、コンデンサ106と、第1の電圧検出器D1を構成する位分圧用抵抗107、108と、第2の電圧検出器D2を構成する109、110と、第3の電圧検出器D3を構成する111、112からなっている。コントローラ用電源101は、制御部102に電圧を安定して供給できればなんでもよく、例えば直流-直流コンバータを用いる。

【0130】

コントローラ用電源101には、燃料電池電圧、コンバータ電圧、コンデンサ電圧は、いずれも引き込みダイオード9、103、104、105を介して入力されるようになっており、燃料電池6、コンバータ2、コンデンサ5からの電流は、逆流しないようになっている。これにより、出力電圧の一番高い電圧を電源として使用することができる。また、燃料電池6が系統1が異常のときでも、正常な電源を使用して制御を継続することができる。さらに、燃料電池6と系統1の両方が異常でもコンデンサ5に電荷があれば、コンデンサ5の電圧が制御部102の最低入力電圧以下になるまでの間は、制御を継続できる。従って、異常警報を出す、或いは負荷スイッチの遮断などの処置をおこなうことができるし、燃料電池が系統電源1が正常なとき重要負荷の選択を行ったり、本発明の燃料電池発電システムを経由しない電力供給に切り替えることもできる。なお、ダイオード103、104、105は、燃料電池6の出力電圧が、コントローラ用電源101の入力電圧より高くなることが考えられる場合には、その電圧を検出して燃料電池6からの電圧を遮断するとか、電圧を降下させる回路を追加することが考えられる。

【0131】

(変形例)

前述した燃料電池6としては、燃料電池システムとして考えてよく、このとき水素供給方式は貯蔵水素供給型、又は改質水素供給型のいずれであってもよい。

【0132】

図1の実施形態では、直流回路に電力変換器として、インバータ3と直流-直流コンバータ50を設け、各インバータ3、コンバータ50の出力側に交流負荷4、直流負荷04を接続した例を示しが、この交流負荷4、直流負荷04のうちのいずれか一方に電力が供給可能な構成としてもよく、また図3、図6、図7の実施形態では直流回路に電力変換器として、インバータ3のみを設け、インバータ3の出力側に交流負荷4のみを接続した例を示したが、図1のように交流負荷4と直流負荷04の両方或いは直流負荷04のみに電力が供給可能な構成としてもよい。

【0133】

さらに前述した実施形態、例えば図8で示した負荷の増減又は切り替えをおこなうためのスイッチ22～28の制御は、コントローラ10により行うが、コントローラ10は各制御に対して別々に設けてもよく、前述の実施形態と同様に全てを一つのコントローラ10で制御してもよい。

【0134】

前述したコンバータ2は系統1の交流電力を直流電力に変換する装置で外部信号により出力電圧を可変させることができる、また過電流時は垂下あるいはフの字特性を持った過電流特性を有していることは、言うまでもない。

【0135】

図1、図3、図6、図7の実施形態では、燃料電池6の出力間に、スイッチ7とダイオード9を直列に接続した例を説明したが、スイッチ7とダイオード9は、必ずしもこの位置に限らず、燃料電池6の内部に配設してもよく、またダイオード9は直流回路から燃料電池6へ電流が流れるのを阻止する、いわゆる逆流防止ができれば何でもよく、スイッチ7は燃料電池6の立ち上げ時以外は閉路し、燃料電池6が異常のときは開路するものであるので、このような機能が得られればこれに限らず何でもよい。

【0136】

前述の実施形態では、コンデンサの一例としてスーパーキャパシタを例に挙げて説明したが、コンデンサに代えてリチウムイオン電池などの二次化学電池を利用することも可能である。

【0137】

図7の実施形態では、定電流回路14とコンデンサ5の接続点及びスイッチ15とインバータ3及び又は直流-直流コンバータ50（図1）の接続点間の回路に、スイッチ17とダイオード16を並列接続した並列回路を、設けた例について説明したが、これはシステム立ち上げ時に、燃料電池6、コンデンサ5、定電流回路14を同時に運転する際に有効な場合である。この実施形態において、スイッチ17を常に閉路状態とすることで、ダイオード16を省くことができる。つまり、定電流回路14とコンデンサ5の接続点及びスイッチ15とインバータ3及び又は直流-直流コンバータ50の接続点間の回路が接続されていれば、スイッチ17とダイオード16を省くことができる。

【0138】

図1、図3、図6、図7、図8の実施形態の全てのスイッチは、機械式であっても、半導体式であってもよい。

【図面の簡単な説明】

【0139】

【図1】本発明の燃料電池発電システムの概略構成を示すブロック図。

【図2】本発明の実施形態の燃料電池及びインバータのI-V特性を示す図。

【図3】本発明の第1の実施形態の燃料電池発電システムの概略構成を示すブロック図。

【図4】本発明の実施形態の燃料電池発電システムの負荷変動・燃料電池電圧特性を示す図。

【図5】図4の一部である、軽負荷から重負荷へ移行する際の燃料電池、コンバータ、インバータのI-V特性図。

【図6】本発明の第2の実施形態の燃料電池発電システムの概略構成を示すブロック図。
本発明の…示す図。

【図7】本発明の第3の実施形態の燃料電池発電システムの概略構成を示すブロック図。

【図8】本発明の燃料電池発電システムを配電盤と接続する場合の負荷選択装置の概略構成を示すブロック図。

【図9】本発明の実施形態に使用するコントローラの一例を説明するための図。

【符号の説明】

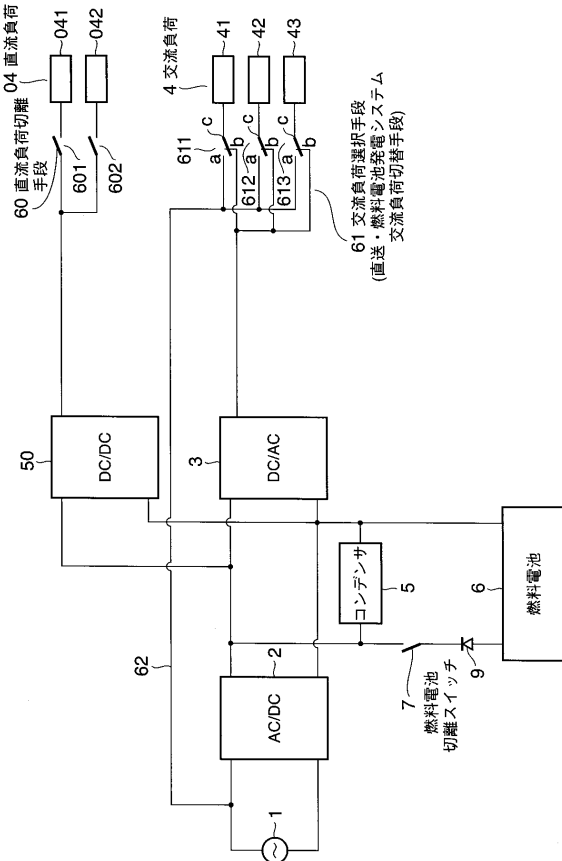
【0140】

D1…第1の電圧検出器、D2…第2の電圧検出器、D3…第3の電圧検出器、1…交流電力系統、2…コンバータ、3…インバータ、3…保ちインバータ、4…交流負荷(41、42)、04…直流負荷(041、042)、5…コンデサ、6…燃料電池、7…燃料電池切離スイッチ、7…スイッチ、8…負荷選択スイッチ、10…コントローラ、11…直流回路用スイッチ、12…ダイオード、13…スイッチ、14…可変型定電流回路、15…スイッチ、16…ダイオード、17…スイッチ、20…配電盤、22～24…負荷選

択スイッチ、25…重要負荷選択スイッチ、26…系統切離スイッチ、31、32、33…電圧検出端子、50…コンバータ、60…直流負荷切離手段、61…交流負荷選択手段、100…燃料電池発電システム、101…コントローラ用電源、102…制御部、103、104…ダイオード、106…コンデンサ、107、108…分圧用抵抗、601、602…直流負荷切離スイッチ、611、612…交流負荷選択スイッチ。

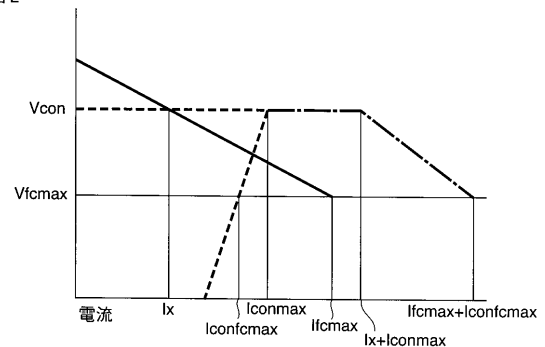
【図1】

図1



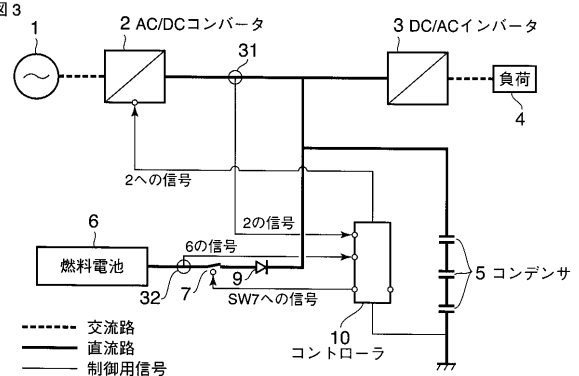
【図2】

図2

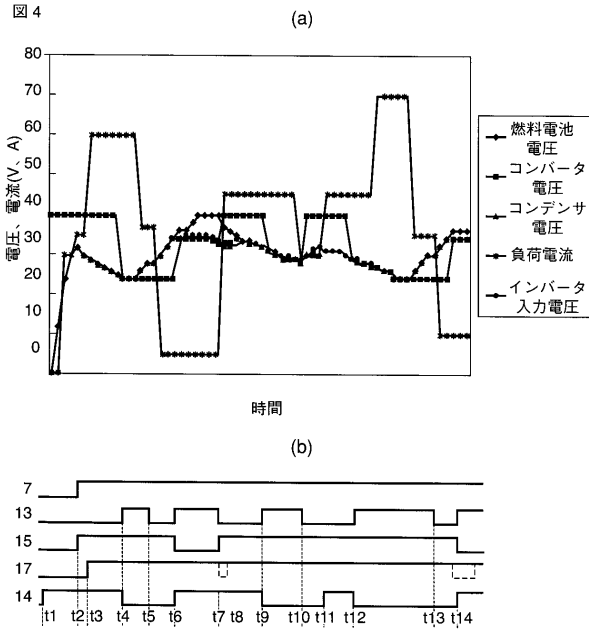


【図3】

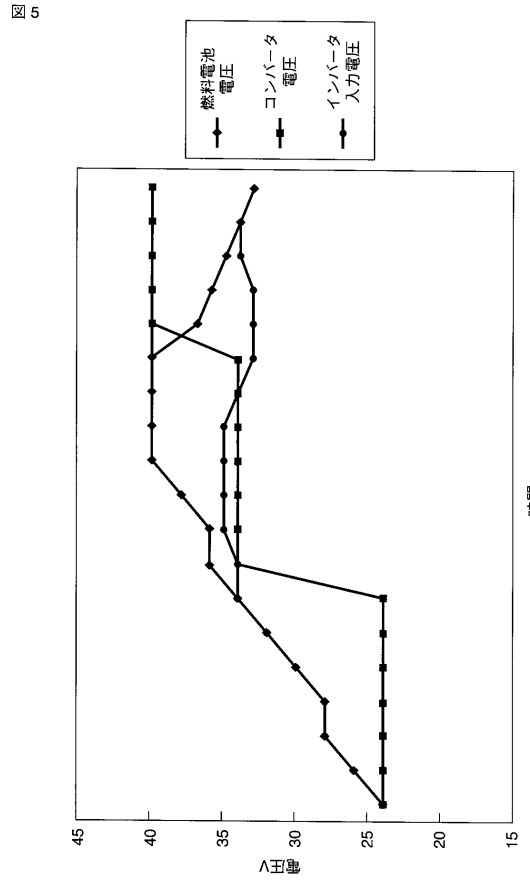
図3



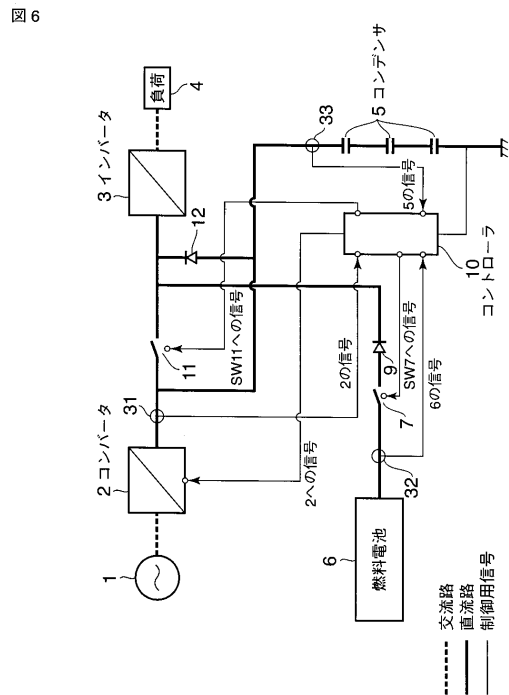
【図 4】



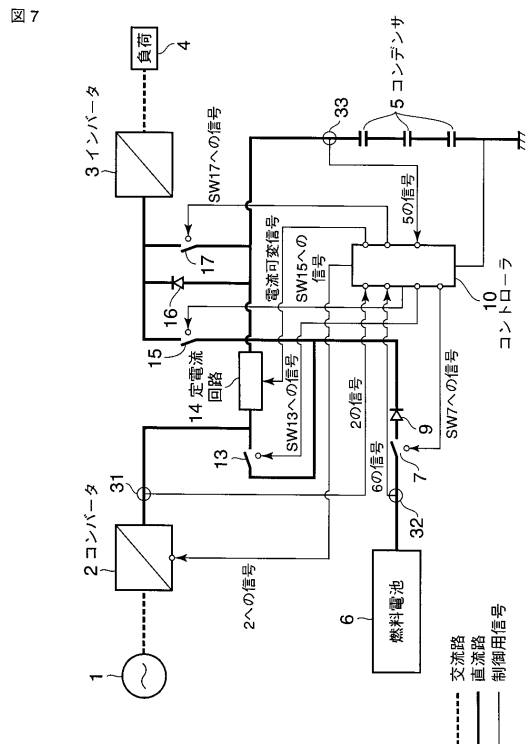
【図 5】



【図 6】

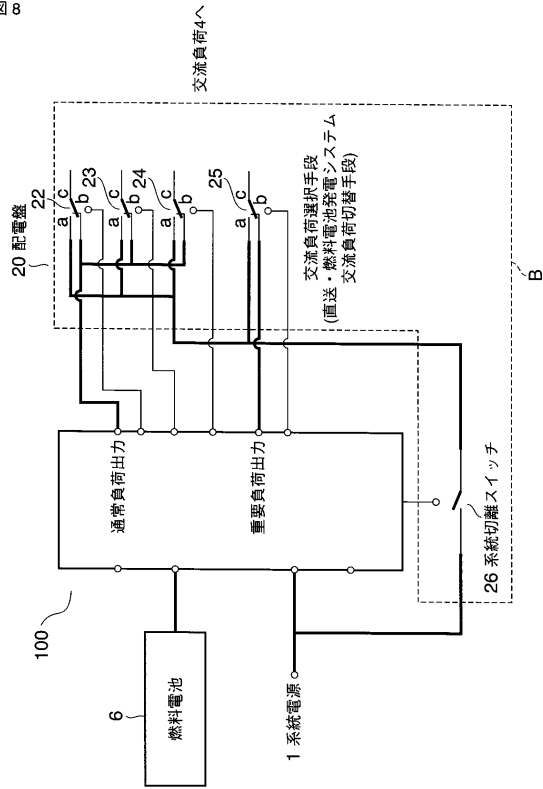


【図 7】



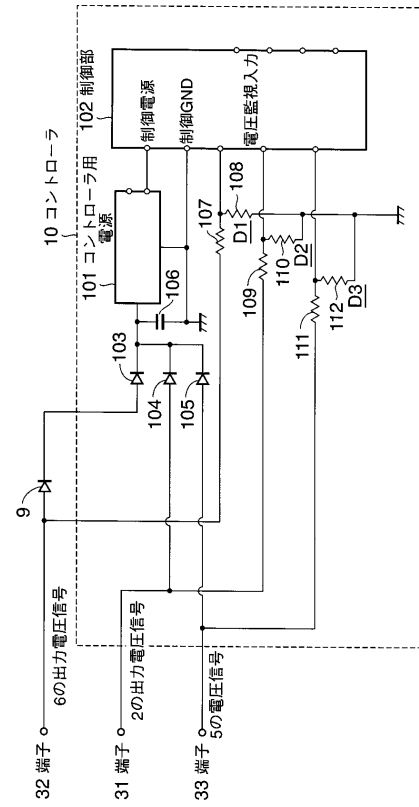
【図 8】

図 8



【図 9】

図 9



フロントページの続き

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(72)発明者 片岸 行雄

東京都三鷹市下連雀6丁目1番33号 春日電機株式会社内

(72)発明者 川 由紀夫

東京都三鷹市下連雀6丁目1番33号 春日電機株式会社内

(72)発明者 谷口 辰夫

東京都三鷹市下連雀6丁目1番33号 春日電機株式会社内

Fターム(参考) 5G015 FA08 GA20 HA13 JA05 JA21 JA47 JA60 JA64 KA01

5G065 AA00 DA04 DA06 DA07 EA01 EA06 FA01 GA04 HA01 HA07

HA16 JA02 MA01 MA02 NA01

5H027 AA02 BA01 BA13 DD00 DD01 KK52 KK54 KK56 MM26 MM27