

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電力系統に連系して運転される燃料電池を備えた燃料電池システムにおいて、内部負荷と、該内部負荷への通電を制御する制御装置を備え、該制御装置は、前記燃料電池において発生する余剰電力を前記内部負荷にて消費することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】

前記制御装置は、前記系統への逆潮流が生じる場合、前記内部負荷に通電することを特徴とする請求項 1 の燃料電池システム。

【請求項 3】

前記制御装置は、システムに接続される負荷が低下した場合、前記内部負荷に通電することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 の燃料電池システム。

【請求項 4】

前記内部負荷は、システム内の熱回収水経路、又は、熱回収水を貯溜する貯湯タンクを加熱する電気ヒータであることを特徴とする請求項 1、請求項 2 又は請求項 3 の燃料電池システム。

【請求項 5】

前記内部負荷を、前記燃料電池の出力を調整する電力変換装置内に設けたことを特徴とする請求項 1、請求項 2 又は請求項 3 の燃料電池システム。

【請求項 6】

前記制御装置は、前記余剰電力量に応じて前記内部負荷への通電量を制御することを特徴とする請求項 1、請求項 2、請求項 3、請求項 4 又は請求項 5 の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、燃料電池を電力系統に連系して運転するシステムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、天然ガス、都市ガス、メタノール、LPG、ブタンなどの燃料ガスを水素に改質する改質器と、一酸化炭素を变成するCO变成器と、一酸化炭素を除去するCO除去器（以下、これら改質器と、CO变成器と、CO除去器とを合わせて改質装置と称す。）と、水素によって発電する燃料電池などを備えた燃料電池発電システムが提案されている。

【0003】

特に、家庭用の小型電源としては固体高分子形の燃料電池システムが用いられており、係る燃料電池システムは、改質装置と、燃料電池と、制御装置と、水タンクと、各種ポンプ類と、発電時に生じる廃熱を回収して温水とする熱交換器と、燃料電池で発電した電力を調整して商用交流に変換する電力変換装置とを備えたPEFC装置と、上記熱交換器にて燃料電池で発生した熱を回収した温水（熱回収水）を貯溜する貯湯タンクなどを備えた熱回収装置とにより構成される。そして、固体高分子電解質膜の両面に設けたアノードとカソードに前述の水素ガスと空気を供給し、空気中の酸素（酸化剤ガス）と反応させて電力を発生させるものであった。

【0004】

このような燃料電池システムは、商用電力系統に系統連系されて使用され、燃料電池により発電した電力を単独で、若しくは商用電力と共に使用できるように構成される。例えば家庭用で使用された場合には、家人が在宅中か否か、或いは、活動中か就寝中か否かなどによって電力消費量（負荷）は大きく変動するが、そのような場合には燃料電池の発電量より負荷が大きくなった時点で商用電力がその分を補う構成とされていた（例えば、特許文献1参照）。

【0005】

【特許文献1】

10

20

30

40

50

特開 2001-68125 号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

一方、電力消費量（負荷）が燃料電池の発電量よりも小さくなり、余剰電力が生じると、燃料電池で発電された電力が商用電力系統に流れ込む逆潮流現象が発生するため好ましくない。これを防止するためには燃料電池における発電量を係る負荷の変動に応じて調整することが考えられる。しかしながら、発電は水素と酸素の化学反応によって生じるため、発電量の調整は負荷変動に対してどうしても遅れが生じる。また、余剰水素を消費する改質装置などにおいて熱バランスが崩れると云う問題も生じる。

【0007】

10

そこで、本発明は、従来の技術的課題を解決するために成されたものであり、燃料電池における余剰電力を的確に処理できる燃料電池システムを、比較的簡単な構成にて提供するものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

即ち、本発明の燃料電池システムは、電力系統に連系して運転されるもので、内部負荷と、この内部負荷への通電を制御する制御装置を備え、この制御装置は、燃料電池において発生する余剰電力を内部負荷にて消費することを特徴とする。

【0009】

請求項 2 の発明の燃料電池システムは、上記において制御装置は、系統への逆潮流が生じる場合、内部負荷に通電することを特徴とする。 20

【0010】

請求項 3 の発明の燃料電池システムは、上記各発明において制御装置は、システムに接続される負荷が低下した場合、内部負荷に通電することを特徴とする。

【0011】

本発明によれば、例えばシステムに接続される負荷が急激に変動し、燃料電池の発電制御が追従できずに系統への逆潮流が生じる場合に、燃料電池での余剰電力を内部負荷で消費して係る逆潮流の発生を回避できるようになる。また、燃料電池の発電制御範囲より負荷が減少した場合などにも、当該内部負荷にて余剰電力を消費できるので、燃料電池の発電を停止すること無く運転を継続し、且つ、システム内での熱バランスも維持することができるようになる。そして、これら逆潮流の防止と低負荷時の対処を同一の内部負荷にて実現できるので、生産コストの削減も図ることができるようになるものである。 30

【0012】

請求項 4 の発明の燃料電池システムは、上記各発明において内部負荷は、システム内の熱回収水経路、又は、熱回収水を貯溜する貯湯タンクを加熱する電気ヒータであることを特徴とする。

【0013】

請求項 4 の発明によれば、上記各発明に加えて内部負荷は、システム内の熱回収水経路、又は、熱回収水を貯溜する貯湯タンクを加熱する電気ヒータであるので、余剰電力を有効に利用することができるようになるものである。 40

【0014】

請求項 5 の発明の燃料電池システムは、請求項 1 乃至請求項 3 の発明において内部負荷を、燃料電池の出力を調整する電力変換装置内に設けたことを特徴とする。

【0015】

請求項 5 の発明によれば、請求項 1 乃至請求項 3 の発明に加えて内部負荷を、燃料電池の出力を調整する電力変換装置内に設けたので、燃料電池の出力調整と上記逆潮流の防止及び低負荷時の対処を電力変換装置内に集約することができるようになり、生産性が向上するものである。

【0016】

請求項 6 の発明の燃料電池システムは、上記各発明において制御装置は、余剰電力量に応 50

じて内部負荷への通電量を制御することの特徴とする。

【0017】

請求項6の発明によれば、上記各発明に加えて制御装置は、余剰電力量に応じて内部負荷への通電量を制御するので、燃料電池で生じる余剰電力を内部負荷にて的確且つ効率的に解消することが可能となるものである。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて本発明の実施形態を詳述する。実施例における燃料電池システムSは、固体高分子形燃料電池（ポリマ・エレクトロライト・フューエル・セル：PEFC装置）を用いた発電システムであり、例えば、図示しない家屋の軒下などに設置されるものである。 10

【0019】

この燃料電池システムSは、上記PEFC装置の他に燃料電池システムSの発電において生じる熱を有効的に利用するコージェネレーションシステムの形態を採用しているため、熱回収装置として貯湯タンク7を有している。

【0020】

図1を参照して実施例の固体高分子形の燃料電池システムSについて説明する。この燃料電池システムSでは、天然ガス、都市ガス、メタノール、LPG、ブタン等の燃料の供給源である燃料供給源1と、燃料ガスから硫黄成分を除去する脱硫器2と、改質装置13と、固体高分子形の燃料電池6とを備える。改質装置13は、燃料ガスから水素、二酸化炭素及び一酸化炭素を含む改質ガスを生成する改質器3と、この改質器3からの改質ガスに含まれる一酸化炭素を二酸化炭素に変成するCO変成器4と、このCO変成器4からの未変性の一酸化炭素を除去するCO除去器5とを備えている。 20

【0021】

燃料電池6は、改質装置13のCO除去器5からの一酸化炭素が除去された後の水素（燃料ガス）と空気中に含まれる酸素（酸化剤ガス）とを反応させて電力を発生させるものであり、この燃料電池6は、燃料極（アノード）6aと、空気極（カソード）6bと、冷却部6cとを備えている。

【0022】

前記燃料供給源1からはガス管17が延出され、このガス管17には電磁開閉弁18及び昇圧ポンプ19が設けられ、ガス管17は脱硫器2に接続される。脱硫器2はガス管22を介して改質装置13の改質器3に接続される。そして、この改質器3は、図示しないガス管により、CO変性器4、CO除去器5と順次接続されている。この改質装置13には、ポンプ40が設けられた配管41を介して水タンク21が接続される。 30

【0023】

ここで、水タンク21は、水道管を通じて市水が供給された水処理装置8により、純水とされた水を貯留するものである。尚、水処理装置8にて純水とされた水は、この他にも、ポンプ44により各配管9、10を介して水タンク11及び12に搬送される。また、水道管47を通じて市水は、貯湯タンク7にも供給されているものとする。

【0024】

そして、CO除去器5は、ガス管23を介して水タンク11に接続され、この水タンク11は、配管24を介して燃料電池6の燃料極6aに接続される。この燃料極6aは、配管37を介して改質装置13に接続されていると共に、配管37には、ドレン水配管38が接続されている。そして、水タンク11は、配管25を介して燃料電池6の冷却部6cに接続され、冷却部6cは、熱回収用熱交換器27が介設された配管26を介して再び水タンク11に接続されている。 40

【0025】

他方、上記水タンク12は、配管31を介して空気ポンプ（空気供給源）30と接続され、配管32を介して燃料電池6の空気極6bに接続される。この空気極6bは、配管34を介して熱回収用熱交換器33に接続される。この熱回収用熱交換器33には、排気ダク 50

ト 3 5 及びドレン水配管 3 6 が接続される。

【0026】

また、上記貯湯タンク 7 は、ポンプ 4 5 により温水配管 4 2 を介して上述した熱回収用熱交換器 2 7 と接続されていると共に、昇圧ポンプ 4 6 により温水配管 4 3 を介して上述した熱回収用熱交換器 3 3 と接続されている。尚、50 は燃料電池 6 の発電を制御するコントローラ（制御手段）であり、上記各ポンプや弁などのシステム内機器を制御するものである。

【0027】

以上の構成により、制御装置 50 が燃料電池システム S の運転を開始すると、燃料供給源 1 から燃料ガスが、電磁開閉弁 1 8 を介して昇圧ポンプ 1 9 に入り、当該昇圧ポンプ 1 9 10
にて昇圧されて、脱硫器 2 に供給される。ここで燃料ガスから硫黄成分が除去される。この脱硫器 2 に、例えば活性炭等の吸着反応を利用した触媒を使用した場合、常温で、硫黄成分を除去することができる。この脱硫器 2 を経た燃料ガスは、ガス管 2 2 を介して改質装置 1 3 の改質器 3 に供給される。

【0028】

この改質器 3 では、水素、二酸化炭素及び一酸化炭素を含む改質ガスが生成される。この改質器 3 を経たガスは、CO 変成器 4 に供給され、ここでは改質ガスに含まれる一酸化炭素が二酸化炭素に変性される。この CO 変成器 4 を経たガスは、CO 除去器 5 に供給され、ここでは CO 変成器 4 を経たガス中の未変性の一酸化炭素が除去される。

【0029】

この CO 除去器 5 を経た当該一酸化炭素が除去された後の水素が、ガス管 2 3、水タンク 1 1 及びガス管 2 4 を介して固体高分子形の燃料電池 6 の燃料極 6 a に供給される。他方、空気極 6 b には、空気ポンプ 3 0 から空気が供給された水タンク 1 2 より空気が供給される。これにより、燃料極 6 a に供給された水素と、空気極 6 b に供給された空気中に含まれる酸素とが反応し、電力が発生する。

【0030】

尚、上記改質器 3 は、内部に図示しないバーナを有し、ここには配管 3 7 を介して、燃料極 6 a を経た未反応水素がオフガスとして供給される。このとき、化学反応により生じ、燃料極 6 a に一部残存、若しくは、移動した水及び改質装置 1 3 のバーナにおいて生じたドレン水は、ドレン水配管 3 8 により外部に排出される。

【0031】

また、空気極 6 b から配管 3 4 に導出された空気は、燃料電池 6 の発熱反応によって温度上昇しており、この温度上昇した排気空気は、上記貯湯タンク 7 の水が温水配管 4 3 を介して循環する熱回収用熱交換器 3 3 で熱回収された後、排気ダクト 3 5 を通じて外部に放出される。このとき、熱回収用熱交換器 3 3 での熱交換によって、貯湯タンク 7 の水が温度上昇する。他方、燃料電池 6 の化学反応において生じた水は、温度上昇した排気空気中に水蒸気として存在しているため、熱回収用熱交換器 3 3 にて貯湯タンク 7 の水と熱交換した際に凝縮され、ドレン水としてドレン水配管 3 6 より外部に排出される。

【0032】

そして、この燃料電池 6 にて水素と空気中の酸素とを化学反応させて発電された電力は、出力線 5 1 を介して昇圧コンバータ 1 5 に送られ、当該昇圧コンバータ 1 5 を経て、インバータに必要な電圧にまで昇圧され、系統連系インバータ 1 6（昇圧コンバータ 1 5 と系統連系インバータ 1 6 を合わせて電力変換装置 2 0 とする。）に送られ、ここから、単相 3 線の 100 V / 200 V の電源として図 2 に示す如く連系リレー 6 6 を介し、図示しない家庭に供給される商用電力系統 6 7 に接続される。

【0033】

コントローラ 50 は、図 2 に示す電力需要負荷（家庭内の電気機器）6 8 に応じて昇圧ポンプ 1 9 や空気ポンプ 3 0 を制御し、所定の制御範囲内で燃料電池 6 における発電量を制御する。そして、燃料電池 6 の最大の発電量が電力需要負荷 6 8 に満たない場合には、商用電力系統 6 7 から電力需要負荷 6 8 に電力が供給されることになる。

【0034】

上述した改質器3、CO変成器4、CO除去器5、燃料電池6では、所定の反応温度を有する化学反応が行われる。改質器3における化学反応は吸熱反応であるので、改質装置13に設けられた前記バーナによって常時加熱しながら化学反応を行う。

【0035】

また、CO変成器4、CO除去器5で行われる化学反応は発熱反応であるので、システム起動時のみ図示しないバーナを燃焼させて、燃焼ガスを発生させ、このとき発生した燃焼ガスの熱でCO除去器5の温度を反応温度まで昇温し、この反応温度まで昇温した後は、発熱反応の熱により反応温度以上に昇温しないように冷却が行われる。

【0036】

燃料電池6では、電気化学反応が行われ、この電気化学反応時の活性化過電圧、濃度過電圧、抵抗過電圧により熱が発生する。このとき、燃料電池6の冷却部6cには、図示しないポンプにより、水タンク11の水が供給され、当該冷却部6cを経た水は、配管26を介して熱回収用熱交換器27を通過し、再び水タンク11に帰還する。尚、熱回収用熱交換器27には、上記貯湯タンク7の水が温水配管42を介して循環するため、貯湯タンク7の水が温度上昇し、水タンク11の水の温度が低下する。

【0037】

これにより、水タンク11の水が冷却部6cを循環することにより、燃料電池6が冷却される。また、貯湯タンク7の水は発電の際に生じる熱を利用して温度上昇させることができるため、この熱を利用して市水から温水を生成し、この温水は、家庭において図示しない風呂やキッチンなどに供給することができる。

【0038】

上記改質器3の排気系には、図示しない熱交換器が接続され、水タンク21の水がポンプ40を介して供給されると、当該熱交換器で水蒸気化し、この水蒸気が、原燃料と混合して改質器3に供給される。

【0039】

以上の構成により、燃料電池システムSが、コージェネレーションシステムの形態をとるので、エネルギーの有効活用が図られる。したがって、高い総合熱効率が得られるので、原燃料の消費量が減少し、二酸化炭素の排出量が低減される。

【0040】

次に、図2を用いて燃料電池システムSに設けられた内部負荷について説明する。この内部負荷は燃料電池6で発電された余剰電力を消費するために用いられるものであり、実施例では貯湯タンク7内、若しくは、熱回収用熱交換器27と貯湯タンク7間の温水配管42（熱回収水経路）と交熱的に設けられた電気ヒータ53である。

【0041】

この電気ヒータ53（内部負荷）は、燃料電池6の出力線51にヒータ制御回路（制御装置）54を介して接続されている。このヒータ制御回路54には出力線51及び商用電力系統67の配電線56に設けられた電流センサ57、58の出力が入力されている。尚、各電流センサ57、58の出力は前記コントローラ50にも入力され、燃料電池6の発電制御に供される。

【0042】

ここで、コントローラ50は前述した如く電力需要負荷68に応じて燃料電池6における発電量を制御するものであるが、実施例の如く家庭用で使用された場合には、家人が在宅中か否か、或いは、活動中か就寝中か否かなどによって電力需要（電力消費量）は大きく変動する。上述した如く燃料電池6の発電量より負荷68が大きくなった時点で商用電力系統67からその分が補われるが、負荷68が燃料電池6の発電量よりも小さくなり、余剰電力が生じると、燃料電池6で発電された電力が商用電力系統67に流れ込む逆潮流現象が発生する。

【0043】

一方、発電は水素と酸素の化学反応によって生じるため、コントローラ50による発電量

10

20

30

40

50

の調整は負荷 6 8 の変動に対してどうしても遅れが生じる。そのため、このままでは余剰電力が商用電力系統 6 7 に逆潮流してしまうことになる。他方、急激にガス供給量などを変更すると、前述したオフガス量の増大などによりシステム内の熱バランスが崩れて運転を継続できなくなる。

【0044】

また、電力需要負荷 6 8 が減少して燃料電池 6 の発電制御範囲よりも小さくなった場合にも余剰負荷が発生し、逆潮流が生じる。係る場合には燃料電池 6 における発電を停止することも考えられるが、一旦燃料電池 6 の発電を停止した後、再起動するには時間がかかるため、停止させたくないと言う要求もある。

【0045】

これらを解消するため、ヒータ制御回路 5 4 は各電流センサ 5 7、5 8 が検出する出力線 5 1 を流れる電流及び配電線 5 6 を流れる電流に基づき、逆潮流が発生する場合、電気ヒータ 5 3 に出力線 5 1 から電流を流して発熱させ、係る余剰電力を消費してしまう。これにより、逆潮流を防止し、且つ、燃料電池 6 を停止させること無く、低負荷に対処できることになる。

【0046】

この場合、逆潮流の防止と低負荷時の対処を同一の電気ヒータ 5 3（内部負荷）にて実現できるので、生産コストの削減も図ることができる。尚、この電気ヒータ 5 3 への通電量はスイッチング素子を用いてヒータ制御回路 5 4 が調整し、余剰電力量に応じて的確な値に制御される。そして、この電気ヒータ 5 3 の発熱はまた貯湯タンク 7 内や温水配管 4 2

10

20

【0047】

尚、実施例では燃料電池 6 の出力線 5 1 にヒータ制御回路 5 4 を介して電気ヒータ 5 3 を接続したが、それに限らず、電力変換装置 2 0 内に内蔵し、昇圧コンバータ 1 5 を系統連系インバータ 1 6 の間に接続してもよい（図 2 中※ 1）。係る場合には、電力変換装置 2 0 と電気ヒータ 5 3、ヒータ制御回路 5 4 を一体化できるので生産性が向上する。また、電気ヒータ 5 3 を電力変換装置 2 0 の後段に接続してもよい（図 2 中※ 2）。

【0048】

【発明の効果】

以上詳述した如く本発明によれば、例えばシステムに接続される負荷が急激に変動し、燃料電池の発電制御が追従できずに系統への逆潮流が生じる場合に、燃料電池での余剰電力を内部負荷で消費して係る逆潮流の発生を回避できるようになる。また、燃料電池の発電制御範囲より負荷が減少した場合などにも、当該内部負荷にて余剰電力を消費できるので、燃料電池の発電を停止すること無く運転を継続し、且つ、システム内での熱バランスも維持することができるようになる。そして、これら逆潮流の防止と低負荷時の対処を同一の内部負荷にて実現できるので、生産コストの削減も図ることができるようになるものである。

30

【0049】

請求項 4 の発明によれば、上記各発明に加えて内部負荷は、システム内の熱回収水経路、又は、熱回収水を貯溜する貯湯タンクを加熱する電気ヒータであるので、余剰電力を有効に利用することができるようになるものである。

40

【0050】

請求項 5 の発明によれば、請求項 1 乃至請求項 3 の発明に加えて内部負荷を、燃料電池の出力を調整する電力変換装置内に設けたので、燃料電池の出力調整と上記逆潮流の防止及び低負荷時の対処を電力変換装置内に集約することができるようになり、生産性が向上するものである。

【0051】

請求項 6 の発明によれば、上記各発明に加えて制御装置は、余剰電力量に応じて内部負荷への通電量を制御するので、燃料電池で生じる余剰電力を内部負荷にて的確且つ効率的に解消することが可能となるものである。

50

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の燃料電池システムの構成図である。

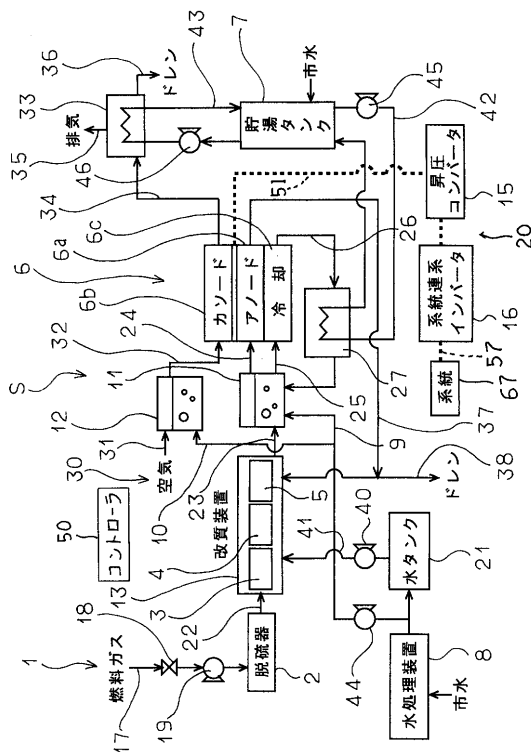
【図 2】 図 1 の燃料電池システムの商用電力系統への接続状態を示す回路図である。

【符号の説明】

- S 燃料電池システム
- 6 燃料電池
- 7 貯湯タンク
- 1 3 改質装置
- 1 5 昇圧コンバータ
- 1 6 系統連系インバータ
- 2 0 電力変換装置
- 4 2 温水配管
- 5 0 コントローラ
- 5 3 電気ヒータ（内部負荷）
- 5 4 ヒータ制御回路（制御装置）
- 6 7 商用電力系統
- 6 8 電力需要負荷

10

【図 1】



【図 2】

