(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2006-71216
(P2006-71216A)
(43)公開日　平成18年3月16日(2006.3.16)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
F24H	1/00	(2006.01)	F24H	1/00	631A	5G066
H01M	8/00	(2006.01)	H01M	8/00	Z	5H027
H01M	8/04	(2006.01)	H01M	8/04	J	
H02J	3/38	(2006.01)	H02J	3/38	G	
F02G	5/04	(2006.01)	F02G	5/04	P	

審査請求 未請求　請求項の数 15　ＯＬ　（全 22 頁）

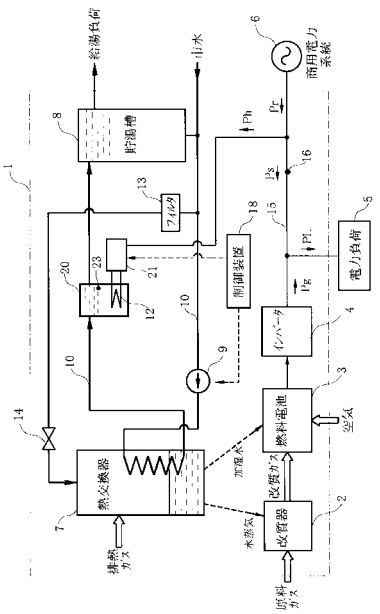
(21)出願番号　特願2004-257109 (P2004-257109)
(22)出願日　平成16年9月3日 (2004.9.3)

(71)出願人　000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目１番１号
(71)出願人　502285664
東芝コンシューママーケティング株式会社
東京都千代田区外神田一丁目１番８号
(71)出願人　503376518
東芝家電製造株式会社
大阪府茨木市太田東芝町１番６号
(71)出願人　301060299
東芝燃料電池システム株式会社
東京都港区芝浦一丁目１番１号
(74)代理人　100071135
弁理士　佐藤　強

最終頁に続く

(54)【発明の名称】燃料電池コジェネレーションシステム

(57)【要約】
【課題】電力逆潮流を生じさせることなく余剰電力を有効活用し、熱交換器７内の温度や貯湯槽８に回帰する温水温度が大きく変化することのない燃料電池コジェネレーションシステムを提供する。
【解決手段】貯湯槽８の下部より出て熱交換器７を通り再び貯湯槽に戻る貯湯水循環路１０を設け、貯湯槽内の水を循環ポンプ９で循環させる。熱交換器内での熱交換により温水となった循環水を貯湯槽に戻す貯湯水循環路の途中に補助貯湯槽２０を設けると共に補助貯湯槽内の温水を加熱する電気ヒータ１２を設ける。電力負荷５で消費しきれない余剰電力を電気ヒータに消費させて有効利用を図ると同時に電力逆潮流を防止する。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
原料ガスを水素リッチな燃料ガスに改質する改質器（２）と、
該燃料ガス中の水素と空気中の酸素を用いて直流電力を発電する燃料電池（３）と、
該燃料電池で発電した直流電力を交流電力に変換して商用電力系統（６）と連系運転を行なうインバータ（４）と、
前記燃料電池による発電プロセスにて発生した排熱を利用して冷水を温水に変える熱交換器（７）と、
該熱交換器により温水とされた水を給湯のために貯湯する貯湯槽（８）と、
該貯湯槽内の水を循環水として前記熱交換器にて熱交換させた後再び貯湯槽に回帰させるための貯湯水循環路（１０）と、
該貯湯水循環路に循環水を循環させるために貯湯槽から前記熱交換器に至る間の貯湯水循環路途中に取り付けた循環ポンプ（９）と、
前記熱交換器から貯湯槽に至る間の前記貯湯水循環路途中に設けた補助貯湯槽（２０）と、
前記交流電力を電源として補助貯湯槽内の水を加熱する電気ヒータ（１２）及び該電気ヒータへの電力投入量操作装置（２１）と、
を備えることを特徴とする燃料電池コジェネレーションシステム。
【請求項２】
請求項１に記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記電気ヒータへの供給電力を制御する制御装置（１８）を更に備え、該制御装置は前記商用電力系統から本システムと本システムに負荷として接続された電力負荷（５）とが受ける受電電力（Ｐｒ）が所定値以下にならないように前記電力投入量操作装置に操作信号を与えて前記電気ヒータへの供給電力を制御することを特徴とする燃料電池コジェネレーションシステム。
【請求項３】
請求項１又は２に記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記貯湯槽より外部に供給する給湯温水の温度を通常よりも高くする要求があった場合には、前記貯湯槽に回帰する温水温度が所定の高温となるように前記電気ヒータへの投入電力を増加させる制御を行なうことを特徴とする燃料電池コジェネレーションシステム。
【請求項４】
請求項１乃至３の何れかに記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記電気ヒータに電力を投入している状態において前記補助貯湯槽内の温水温度が所定値を超えた場合には、前記制御装置は、前記循環ポンプの出力を増して循環水量を一定割合又は一定量だけ増加させることを特徴とする燃料電池コジェネレーションシステム。
【請求項５】
請求項１乃至４の何れかに記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記制御装置は、前記インバータ出力端子と商用電力系統とを結ぶ電源線（１５）の途中から給電される電力負荷（５）の消費電力（ＰＬ）からインバータの出力電力（Ｐｇ）を引いた不足電力（Ｐｓ）の一定周期（ｔ）内の平均値（Ｐsm＝ＰＬm －Ｐgm）に、前記給湯温水の温度を通常よりも高くする要求に応えて同じ周期内に前記電気ヒータに投入した電力の平均値（Ｎｍ・Ｐｗ）を加えた電力（ΔＰgm）が第１の所定値（Ｐs2）より大きかったときは発電電力（Ｐｇ）を増加させ、第１の所定値（Ｐs2）より小さい第２の所定値（Ｐs3）より小さかったときは発電電力（Ｐｇ）を減少させる制御を行なうことを特徴とする燃料電池コジェネレーションシステム。
【請求項６】
請求項１乃至５の何れかに記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記電力投入量操作装置は、前記電気ヒータへの投入電力値を指示するヒータ電力指示値を操作信号として受け、電気ヒータへの投入電力を該ヒータ電力指示値に一致させる制御を行なうように構成されており、
前記制御装置は、該電力投入量操作装置への操作信号をヒータ電力指示値の形で与える

ことを特徴とする燃料電池コジェネレーションシステム。
【請求項７】
請求項６に記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記電力投入量操作装置は位相制御により前記電気ヒータへの投入電力を制御することを特徴とする燃料電池コジェネレーションシステム。
【請求項８】
請求項６に記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記電力投入量操作装置はゼロクロスのサイクル制御で前記電気ヒータへの投入電力を制御することを特徴とする燃料電池コジェネレーションシステム。
【請求項９】
請求項６に記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記電力投入量操作装置はＯＮ／ＯＦＦ制御により前記電気ヒータへの投入電力を制御することを特徴とする燃料電池コジェネレーションシステム。
【請求項１０】
請求項６に記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記電力投入量操作装置は前記電気ヒータへの電源電圧印加をＯＮ／ＯＦＦする開閉装置であり、
前記制御装置は、前記電力負荷（５）の消費電力（ＰＬ）からインバータの出力電力（Ｐｇ）を引いた不足電力（Ｐｓ）が正の第１の値以下になった場合には前記電力投入量操作装置に対して前記電気ヒータへの電力投入を開始させる操作信号を送り、該状態において前記不足電力が第１の値より大きい第２の値以上になった場合には、前記電力投入量操作装置に対して電力投入を停止させる操作信号を送ることを特徴とする燃料電池コジェネレーションシステム。
【請求項１１】
請求項１乃至１０の何れかに記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記電気ヒータは、前記燃料電池コジェネレーションシステムの定格発電電力を消費できる容量を持つことを特徴とする燃料電池コジェネレーションシステム。
【請求項１２】
請求項１に記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記熱交換器から補助貯湯槽に至る間の前記貯湯水循環路の途中にあって熱交換器を通った循環水を補助貯湯槽と前記循環ポンプの入側に切り換える三方弁（２６）と、前記熱交換器を出た循環水の温度を検出する温度センサ（２４）を更に備え、
前記制御装置は、該温度センサで検出された温度が第１の所定温度（Ｔ１）以下の場合には前記熱交換器を通った循環水が前記循環ポンプの入側に流れるように三方弁を切り換え、該状態において該温度センサで検出された温度が前記第１の所定温度（Ｔ１）より高い第２の所定温度（Ｔ２）以上に戻った場合には循環水が前記補助貯湯槽に流れるように前記三方弁を切り換えることを特徴とする燃料電池コジェネレーションシステム。
【請求項１３】
請求項１２に記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記補助貯湯槽の上部空間と前記熱交換器内の上部空間とを結ぶ連通経路（２８）及びその連通経路の開閉を制御する第１の制御弁（２９）と、前記補助貯湯槽内の上部空間の大気中への開放／非開放を制御する第２の制御弁（３１）と、前記補助貯湯槽内の温水温度を検出する温度センサ（２３）を更に備え、
前記熱交換器は前記燃料電池にて発生した排熱ガスが該熱交換器において前記貯湯水循環路を通る循環水と熱交換して冷却され、該冷却により該排熱ガス中に含まれる水蒸気が凝縮水となって底部に溜まり発電プロセスに供給されるように構成されていて該底部に溜まった凝縮水の水位を検出する水位検出センサ（３２）を備え、
前記制御装置は、前記水位検出センサにより水位が所定レベルより低下したことが検出された場合には、前記燃料電池による発電を停止させた後に前記循環ポンプを停止させ、前記第１の制御弁は閉状態、前記第２の制御弁は開状態とし、該状態にて前記電気ヒータに電力を投入して補助貯湯槽内の温水を加熱させ、加熱により補助貯湯槽内の温水が沸騰

温度より僅かに低い温度に到達した時点で前記第１の制御弁は開状態、前記第２の制御弁は閉状態に切り換え、前記熱交換器を通った循環水が前記循環ポンプの入側に流れるように前記三方弁を切り換えて前記循環ポンプを動作開始させ、該状態にて更に補助貯湯槽内の温水の加熱を継続して沸騰により生じた蒸気を前記熱交換器に導いて凝縮水とする運転状態とし、

該運転状態を継続中に前記水位検出センサにより水位が所定レベルに回復したことが検出された場合には、前記電気ヒータによる加熱を停止させ、前記補助貯湯槽内の温水温度が沸騰温度以下の所定値より低下した時点で前記第１の制御弁は閉状態、前記第２の制御弁は開状態に切り換え、前記三方弁は前記熱交換器を通った循環水が前記補助貯湯槽に流れるように切り換え、該状態において補助貯湯槽の水位が戻った時点で前記第２の制御弁は閉状態に切り換え、循環ポンプを停止させることを特徴とする燃料電池コジェネレーションシステム。

【請求項１４】

請求項１３に記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記補助貯湯槽は該槽内の温水水位を検出する水位検出センサ（３３）を更に備え、

前記制御装置が補助貯湯槽内の温水を沸騰させて熱交換器に凝縮水を供給する前記運転状態にあるときに該水位検出センサにより水位が所定レベル以下に低下したことが検出された場合には、制御装置は、前記電気ヒータによる加熱を停止させ、前記第２の制御弁は開状態、前記第１の制御弁は閉状態に切り換え、前記三方弁は前記熱交換器を通った循環水が補助貯湯槽に流れるように切り換えて補助貯湯槽内の水位回復を図る運転状態に移行させ、

該運転状態を継続中に前記水位検出センサにより検出された水位が所定レベル以上に回復した場合には、制御装置は再び補助貯湯槽内の温水を沸騰させて熱交換器に凝縮水を供給する前記運転状態に戻すことを特徴とする燃料電池コジェネレーションシステム。

【請求項１５】

請求項１３又は１４に記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記制御装置は、前記熱交換器内に凝縮水を供給するための前記一連の操作の開始を、予め設定された時間帯においてのみ可能とすることを特徴とする燃料電池コジェネレーションシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、燃料電池を用いて発電すると同時に発電過程で発生する排熱を利用して給湯を併せ行なう燃料電池コジェネレーションシステムに関する。

【背景技術】

【０００２】

近年、燃料電池を用いて発電を行うと同時にその発電過程で発生する排熱あるいは燃料電池に必要な水素リッチな改質ガスを原料ガスから生成する過程で発生する排熱を利用して給湯も行なえるようにした燃料電池コジェネレーションシステムの開発が進められている。

【０００３】

図９は、このような給湯も行なう従来の燃料電池コジェネレーションシステム１の構成例を示したものである。外部から供給される天然ガス等の原料ガスは、改質器２において水蒸気雰囲気下で加熱され水素リッチな改質ガスに変性される。生成された改質ガスは空気等の酸化性ガスと共に燃料電池３に供給され、電気化学反応により直流電力が生成される。生成された直流電力はインバータ４により商用周波数の交流電力に変換されて電力負荷５に供給される他、余剰の電力は商用電力系統６に系統連系して売電に供することができるようになっている。

【０００４】

一方、燃料電池３における発電過程で発生する排熱ガスや改質器２で発生する排熱ガスは熱交換器７に導かれ、貯湯槽８の底部から循環ポンプ９により循環路１０内を通る循環水と熱交換し熱回収される。熱交換により温水となった循環水は貯湯槽８の上部に回帰する。回帰により貯湯槽８に蓄積された温水は給湯負荷に暖房用等として供給され、給湯により減少した分は市水で補充される。

【０００５】

このような燃料電池コジェネレーションシステム１、特にその発電容量が小さいシステムでは、発電した電力が余ったとしても商用電力系統６へ逆潮流させてはならないという制約を受けることが多い。そのため発電した電力は全て近傍に設けた電力負荷５で全て消費させ、不足分は商用電力系統６からの買電で賄うという運転方法が採られる。

ところが電力負荷５が家庭内負荷であるような場合、その消費電力はランダムに大きく変化する。従って、発電電力が電力負荷５の消費電力を上回る事態が生ずる。その場合、電力負荷５の消費電力に合わせて発電電力を臨機応変に可変できれば問題は生じないが、燃料電池３による発電の場合、改質器２における改質ガス生成能力の応答速度の制約等により発電電力を急激に変化させることは困難である。

【０００６】

このため、一般的にはダミーの電力負荷を設けて余剰電力を消費させ、商用電力系統６への逆潮流が生じないようにしている。図９に示した燃料電池コジェネレーションシステム１では貯湯槽８への戻りの循環路１０ａの途中に電気ヒータ１２を設け、これに余剰電力を消費させて温水補助加熱のエネルギーとして有効活用し、電力逆潮流が生じないようにしている。

【０００７】

この構成の場合、電気ヒータ１２は配管ヒータであるために加熱される温水量は少ない。このため電気ヒータ１２へ給電を開始すると戻りの循環路１０ａ内の循環水温度が急激に上昇し、１００℃を超えて沸騰を生ずる事態も生じ得る。そのような事態を避けるには、例えば循環ポンプ９の流量を上げて循環水量を増加させる必要がある。

しかし、循環水量を上げると熱交換器７内の熱回収量が増加して熱交換器７内の温度が低下する。循環水量は、本来、排熱量と熱回収量とがバランスするように制御されるものである。また、排熱ガス中に含まれる水蒸気は熱交換器７内で凝縮して水となり、加湿水、水蒸気として燃料電池３、改質器２等に供給されている。従って、熱交換器７内の温度が低下すると熱バランスが崩れて発電プロセス全体の温度が低下傾向となり、発電効率が低下する問題を生ずる。

【０００８】

また、このように熱交換器７内の温度が低下しているときに電力負荷５の消費電力が急に増加して電気ヒータ１２への給電を停止せざるを得なくなると、通常よりも低い温度の循環水が貯湯槽８に回帰して貯湯槽８内の温水温度が低下するという問題を生ずる。

更に、排熱ガスに含まれる水蒸気を熱交換器７内で凝縮させて回収した水は内部水として再利用されるが、この内部水だけでは発電プロセスが必要とする水量を確保することは難しい。このため不足分は市水等により補充される。しかし、市水に含まれる微量の不純物や金属イオンは発電プロセスに大きな影響を与えるためフィルタ１３により金属イオンを完全に取り除いて供給する必要がある。ところがこのために使用される樹脂フィルタ１３は外観が大きく、設置スペースの増大、設備コスト上昇の原因となっている。

【特許文献１】特開２０００－３４０２４４号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００９】

本発明は、このような従来技術の問題点を解決するためになされたもので、その課題は、電力逆潮流を防止しながら余剰電力を有効活用し、且つ熱交換器内の温度や貯湯槽に回帰する温水温度が大きく変化することのない燃料電池コジェネレーションシステムを提供することにある。これに加えることの第２の課題は、発電プロセスが必要とする水を、内

部で回収する水のみで賄えるようにして外部からの水補給の必要性を無くすことにある。
【課題を解決するための手段】
【００１０】
前記課題を解決するための請求項１に記載の発明は、原料ガスを水素リッチな燃料ガスに改質する改質器（２）と、該燃料ガス中の水素と空気中の酸素を用いて直流電力を発電する燃料電池（３）と、該燃料電池で発電した直流電力を交流電力に変換して商用電力系統（６）と連系運転を行なうインバータ（４）と、前記燃料電池による発電プロセスにて発生した排熱を利用して冷水を温水に変える熱交換器（７）と、該熱交換器により温水とされた水を給湯のために貯湯する貯湯槽（８）と、該貯湯槽内の水を循環水として前記熱交換器にて熱交換させた後再び貯湯槽に回帰させるための貯湯水循環路（１０）と、該貯湯水循環路に循環水を循環させるために貯湯槽から前記熱交換器に至る間の貯湯水循環路途中に取り付けた循環ポンプ（９）と、前記熱交換器から貯湯槽に至る間の前記貯湯水循環路途中に設けた補助貯湯槽（２０）と、前記交流電力を電源として該補助貯湯槽内の水を加熱する電気ヒータ（１２）及び該電気ヒータへの電力投入量操作装置（２１）と、を備えることを特徴とする燃料電池コジェネレーションシステムである。
【００１１】
このような構成の燃料電池コジェネレーションシステムは、熱交換器から貯湯槽に至る間の貯湯水循環路途中に電気ヒータを取り付けた補助貯湯槽を設けてあるので、余剰電力が生じた場合には電気ヒータに消費させて電力逆潮流を防止することができる。また、余剰電力は補助貯湯槽内の温水加熱に有効利用できる。補助貯湯槽を使用した循環水の加熱は配管ヒータを使用した加熱に比べて加熱される水量が多いため、短時間の加熱で循環水の温度が上昇し過ぎたり、沸騰したりすることがない効果を奏する。また、電気ヒータを備えた補助貯湯槽は、貯湯槽内の温水温度が低下した場合に貯湯槽に戻る循環水の温度を上げる補助加熱装置として使用することもできる。
【００１２】
また、請求項２に記載の発明は、請求項１に記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記電気ヒータへの供給電力を制御する制御装置（１８）を更に備え、該制御装置は前記商用電力系統から本システムと本システムに負荷として接続された電力負荷（５）とが受ける受電電力（Ｐｒ）が所定値以下にならないように前記電力投入量操作装置に操作信号を与えて前記電気ヒータへの供給電力を制御することを特徴とする。
【００１３】
このような構成の燃料電池コジェネレーションシステムによれば、受電電力（Ｐｒ）が負の値となることがないため電力逆潮流が防止される。また、発電余剰電力を電気ヒータに回して有効利用することができる上、ヒータ消費電力の調整は応答性良く行なうことができるので応答性の悪い燃料電池の発電電力を頻繁に調節する必要がなくなる効果を奏する。
【００１４】
また、請求項３に記載の発明は、請求項１又は２に記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記貯湯槽より外部に供給する給湯温水の温度を通常よりも高くする要求があった場合には、前記貯湯槽に回帰する温水温度が所定の高温となるように前記電気ヒータへの投入電力を増加させる制御を行なうことを特徴とする。
このような構成の燃料電池コジェネレーションシステムによれば、貯湯槽に回帰する温水温度を通常よりも上昇させることができるため、貯湯槽から給湯負荷に供給する温水の温度を上昇させることが容易となる。
【００１５】
また、請求項４に記載の発明は、請求項１乃至３の何れかに記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記電気ヒータに電力を投入している状態において前記補助貯湯槽内の温水温度が所定値を超えた場合には、前記制御装置は、前記循環ポンプの出力を増して循環水量を一定割合又は一定量だけ増加させることを特徴とする。
電気ヒータに大きな電力を長時間継続すると、補助貯湯槽内の温水温度が上昇し過ぎる

場合がある。その場合には、本発明のように循環ポンプの出力を増して循環水量を増加させれば、補助貯湯槽を通過する循環水が増加するためその温度上昇を抑えることが可能になる。

【００１６】

また、請求項５に記載の発明は、請求項１乃至４の何れかに記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記制御装置は、前記インバータ出力端子と商用電力系統とを結ぶ電源線（１５）の途中から給電される電力負荷（５）の消費電力（ＰＬ）からインバータの出力電力（Ｐｇ）を引いた不足電力（Ｐｓ）の一定周期（ｔ）内の平均値（Ｐｓｍ＝ＰＬｍ－Ｐｇｍ）に、前記給湯温水の温度を通常よりも高くする要求に応えて同じ周期内に前記電気ヒータに投入した電力の平均値（Ｎｍ・Ｐｗ）を加えた電力（ΔＰｇｍ）が第１の所定値（Ｐｓ2）より大きかったときは発電電力（Ｐｇ）を増加させ、第１の所定値（Ｐｓ2）より小さい第２の所定値（Ｐｓ3）より小さかったときは発電電力（Ｐｇ）を減少させる制御を行なうことを特徴とする。

【００１７】

電力負荷（５）の消費電力（ＰＬ）に給湯温水の温度を通常よりも高くするために電気ヒータに消費させる電力（Ｐｗ）を加えた値と、インバータの出力電力（発電電力に等しい。）（Ｐｇ）との差の平均値（ΔＰｇｍ）が大きいことは好ましいことではない。本発明の構成によればその差の平均値（ΔＰｇｍ）が第１の所定値（Ｐｓ2）と第２の所定値（Ｐｓ3）との間の値に制御される。従って電力逆潮流のために電気ヒータ（２１）に消費させる電力を減少させることができ、同時に受電電力（Ｐｒ）も減少して買電費用を少なくすることができる。

【００１８】

また、請求項６に記載の発明は、請求項１乃至５の何れかに記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記電力投入量操作装置は、前記電気ヒータへの投入電力値を指示するヒータ電力指示値を操作信号として受け、電気ヒータへの投入電力を該ヒータ電力指示値に一致させる制御を行なうように構成されており、前記制御装置は、該電力投入量操作装置への操作信号をヒータ電力指示値の形で与えることを特徴とする。

【００１９】

このような構成の燃料電池コジェネレーションシステムによれば、制御装置は電力投入量操作装置に対して電気ヒータへの投入電力値を指示するのみで、その指示値に投入電力値を合わせる制御は電力投入量操作装置に任せることができる。このため制御装置の負担が軽減されてその設計が容易となると共に、電力投入量操作装置として様々な制御を行なう装置、様々な容量を持つ装置の採用が容易となる。

【００２０】

また、請求項７に記載の発明は、請求項６に記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記電力投入量操作装置は位相制御により前記電気ヒータへの投入電力を制御することを特徴とする。

このような構成の燃料電池コジェネレーションシステムによれば、制御装置の指示値に電気ヒータの消費電力を一致させる制御を高精度、且つ応答性良く実行させることができ、電力逆潮流を効果的に防止することが可能となる。

【００２１】

また、請求項８に記載の発明は、請求項６に記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記電力投入量操作装置はゼロクロスのサイクル制御で前記電気ヒータへの投入電力を制御することを特徴とする。

ゼロクロス制御とは、交流電圧波形の電圧値がゼロとなった瞬間に合わせて負荷への電力投入のＯＮ／ＯＦＦを行なう制御をいう。また、サイクル制御とは、例えば交流電圧波形の１００サイクルの時間を電力制御の１周期分の制御単位とし、該１周期中に１００サイクルの交流電圧波形を印加した時の投入電力を１００％として、指示された投入電力に最も近い電力を投入できる整数のサイクル数を算出して前記１周期中に該算出したサイクル数だけの交流電圧波形を負荷に印加する制御方法をいう。

【００２２】
このようなゼロクロスのサイクル制御によれば、電気ヒータのような抵抗負荷の場合にはＯＮ／ＯＦＦの瞬間にＯＮ／ＯＦＦを行なうスイッチに電圧が加わっておらず、電流も流れていないため、ＯＮ／ＯＦＦに伴う高次高調波の発生が防止される効果を奏する。
また、請求項９に記載の発明は、請求項６に記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記電力投入量操作装置はＯＮ／ＯＦＦ制御により前記電気ヒータへの投入電力を制御することを特徴とする。
このような電力投入量操作装置は設計が比較的容易で安価に構成することができる。また、応答性もＯＮ／ＯＦＦの周期を短くすることで電力逆潮流を防止するのに十分な速さを確保することが可能となる。
【００２３】
また、請求項１０に記載の発明は、請求項６に記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記電力投入量操作装置は前記電気ヒータへの電源電圧印加をＯＮ／ＯＦＦする開閉装置であり、
前記制御装置は、前記電力負荷（５）の消費電力（ＰＬ）からインバータの出力電力（Ｐｇ）を引いた不足電力（Ｐｓ）が正の第１の値以下になった場合には前記電力投入量操作装置に対して前記電気ヒータへの電力投入を開始させる操作信号を送り、該状態において前記不足電力が第１の値より大きい第２の値以上になった場合には、前記電力投入量操作装置に対して電力投入を停止させる操作信号を送ることを特徴とする。
【００２４】
このような構成の燃料電池コジェネレーションシステムによれば、制御装置が電気ヒータへの電力投入のＯＮ／ＯＦＦのタイミングを決定して指示するので、電力投入量操作装置はその指示に従って電力投入をＯＮ／ＯＦＦするのみの電簡単な装置で済ますことができる。
【００２５】
また、請求項１１に記載の発明は、請求項１乃至１０の何れかに記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記電気ヒータは、前記燃料電池コジェネレーションシステムの定格発電電力を消費できる容量を持つことを特徴とする。
このような構成の燃料電池コジェネレーションシステムによれば、必要な場合には電気ヒータにその定格最大電力を消費させることで電力逆潮流を完全に防止することが可能となる。
【００２６】
また、請求項１２に記載の発明は、請求項１に記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記熱交換器から補助貯湯槽に至る間の前記貯湯水循環路の途中にあって熱交換器を通った循環水を補助貯湯槽と前記循環ポンプの入側に切り換える三方弁（２６）と、前記熱交換器を出た循環水の温度を検出する温度センサ（２４）を更に備え、前記制御装置は、該温度センサで検出された温度が第１の所定温度（Ｔ１）以下の場合には前記熱交換器を通った循環水が前記循環ポンプの入側に流れるように三方弁を切り換え、該状態において該温度センサで検出された温度が前記第１の所定温度（Ｔ１）より高い第２の所定温度（Ｔ２）以上に戻った場合には循環水が前記補助貯湯槽に流れるように前記三方弁を切り換えることを特徴とする。
【００２７】
燃料電池による発電電力が少ない場合には発生する排熱ガス量も少ないため、熱交換器内の温度が低下することがある。熱交換器内の温度が低下すると補助貯湯槽に入る循環水の温度も低下し、貯湯槽に温度の高い循環水を回帰させることが困難になる。この場合、本発明の構成のように熱交換器を通った循環水を循環ポンプの入側に戻して再び熱交換器を通せば熱交換器を通った循環水の温度を上昇させることができる。その結果、補助貯湯槽に循環水量は通常より少なくなるものの温度の高い循環水を供給することが可能となる。また、熱交換器内を通る循環水の温度が上昇するため、熱交換器内の温度が低下し過ぎることを防止することも可能となる。

【００２８】
また、請求項１３に記載の発明は、請求項１２に記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記補助貯湯槽の上部空間と前記熱交換器内の上部空間とを結ぶ連通経路（２８）及びその連通経路の開閉を制御する第１の制御弁（２９）と、前記補助貯湯槽内の上部空間の大気中への開放／非開放を制御する第２の制御弁（３１）と、前記補助貯湯槽内の温水温度を検出する温度センサ（２３）を更に備え、前記熱交換器は前記燃料電池にて発生した排熱ガスが該熱交換器において前記貯湯水循環路を通る循環水と熱交換して冷却され、該冷却により該排熱ガス中に含まれる水蒸気が凝縮水となって底部に溜まり発電プロセスに供給されるように構成されていて該底部に溜まった凝縮水の水位を検出する水位検出センサ（３２）を備え、前記制御装置は、前記水位検出センサにより水位が所定レベルより低下したことが検出された場合には、前記燃料電池による発電を停止させた後に前記循環ポンプを停止させ、前記第１の制御弁は閉状態、前記第２の制御弁は開状態とし、該状態にて前記電気ヒータに電力を投入して補助貯湯槽内の温水を加熱させ、加熱により補助貯湯槽内の温水が沸騰温度より僅かに低い温度に到達した時点で前記第１の制御弁は開状態、前記第２の制御弁は閉状態に切り換え、前記熱交換器を通った循環水が前記循環ポンプの入側に流れるように前記三方弁を切り換えて前記循環ポンプを動作開始させ、該状態にて更に補助貯湯槽内の温水の加熱を継続して沸騰により生じた蒸気を前記熱交換器に導いて凝縮水とする運転状態とし、該運転状態を継続中に前記水位検出センサにより水位が所定レベルに回復したことが検出された場合には、前記電気ヒータによる加熱を停止させ、前記補助貯湯槽内の温水温度が沸騰温度以下の所定値より低下した時点で前記第１の制御弁は閉状態、前記第２の制御弁は開状態に切り換え、前記三方弁は前記熱交換器を通った循環水が前記補助貯湯槽に流れるように切り換え、該状態において補助貯湯槽の水位が戻った時点で前記第２の制御弁は閉状態に切り換え、循環ポンプを停止させることを特徴とする。
【００２９】
燃料電池が必要とする加湿水は、燃料電池で発生した排熱ガス中に含まれる水分を熱交換器内で凝縮させて再び燃料電池に供給すれば、本来的に外部から補給する必要はないものであるが、種々の原因によりその水量は僅かずつ減少していく。従来は、その不足分を市水で補給してきたが、市水に含まれる微量の不純物や金属イオンを除去するために大きなフィルタを必要とした。本発明の構成によれば、補助貯湯槽内における沸騰で不純物を除去した凝縮水を補給水として使用できるため、寸法が大きく設備費の高いフィルタが不要となる効果を奏する。
【００３０】
また、請求項１４に記載の発明は、請求項１３に記載の燃料電池コジェネレーションシステムであって、前記補助貯湯槽は該槽内の温水水位を検出する水位検出センサ（３３）を更に備え、前記制御装置が補助貯湯槽内の温水を沸騰させて熱交換器に凝縮水を供給する前記運転状態にあるときに該水位検出センサにより水位が所定レベル以下に低下したことが検出された場合には、制御装置は、前記電気ヒータによる加熱を停止させ、前記第２の制御弁は開状態、前記第１の制御弁は閉状態に切り換え、前記三方弁は前記熱交換器を通った循環水が補助貯湯槽に流れるように切り換えて補助貯湯槽内の水位回復を図る運転状態に移行させ、該運転状態を継続中に前記水位検出センサにより検出された水位が所定レベル以上に回復した場合には、制御装置は再び補助貯湯槽内の温水を沸騰させて熱交換器に凝縮水を供給する前記運転状態に戻すことを特徴とする。
【００３１】
熱交換器に水補給を行なうために補助貯湯槽内の温水の沸騰を継続させていると補助貯湯槽内の水位が低下し過ぎることがある。その場合には本発明の構成のように一時的に水補給の運転状態を中止して補助貯湯槽の水位を回復させ、その後に再び水補給の運転状態に戻す制御を繰り返せば、熱交換器が必要とするだけの水を補充することができる。
【００３２】
また、請求項１５に記載の発明は、請求項１３又は１４に記載の燃料電池コジェネレー

ションシステムであって、前記制御装置は、前記熱交換器内に凝縮水を供給するための前記一連の操作の開始を、予め設定された時間帯においてのみ可能とすることを特徴とする。

【００３３】

熱交換器に凝縮水により水補給を行なう請求項１３、１４の運転状態では、補助貯湯槽内の温水を沸騰させるために電気ヒータに大きな電力を投入する必要がある。従って、本発明のように、その運転開始可能時刻を制限できるようにしておけば、電力料金単価の安い深夜の時間帯にそのような水補給の運転を行なわせることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００３４】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

（第１の実施形態）

図１は本発明に係る燃料電池コジェネレーションシステムの第１の実施形態の構成をブロック図で示したものである。なお、図中、「背景技術」で説明した図９と同一又は相当部分には同一符号が付してある。

【００３５】

本実施形態の燃料電池コジェネレーションシステム１における発電部の構成は図９に示したものと同じであり、改質器２、燃料電池３、インバータ４を備えて構成される。改質器２には外部より天然ガス等の原料ガスが供給され、水蒸気雰囲気下で加熱されて水素リッチな改質ガスが生成される。生成された改質ガスは燃料電池３に供給され、空気等の酸化性ガスと電気化学反応を起こして直流電力が生成される。生成された直流電力はインバータ４に送られて商用周波数の交流電力に変換された後商用電力系統６に系統連系して電力負荷５に供給される。

【００３６】

電力負荷５の消費電力ＰＬに対してインバータ４から出力される発電電力Ｐｇが不足する場合、その不足分（ＰＬ－Ｐｇ）は商用電力系統６からの買電で賄われる。逆に発電電力Ｐｇが電力負荷５の消費電力ＰＬを上回る場合には、余剰の電力（Ｐｇ－ＰＬ）が商用電力系統６に逆潮流することになる。本明細書ではこの不足分（ＰＬ－Ｐｇ）の電力を不足電力Ｐｓ、余剰の電力（Ｐｇ－ＰＬ）を余剰電力と呼んでおり、不足電力Ｐｓと余剰電力（Ｐｇ－ＰＬ）とはその絶対値は同じで符号が反対の関係にある。また、商用電力系統６から燃料電池コジェネレーションシステム１と電力負荷５に向けて供給される電力を受電電力Ｐｒと呼び、電気ヒータ１２で消費される電力をＰｈとする。これらの電力間には次の関係がある。

Ｐｒ＝Ｐｓ＋Ｐｈ＝（ＰＬ－Ｐｇ）＋Ｐｈ　　（１）式

【００３７】

インバータ４の出力と商用電力系統６を結ぶ電源線１５の途中には、上記の不足電力Ｐｓを検出するための電力センサ１６が取り付けられている。電力センサ１６が検出した不足電力Ｐｓの検出値は制御装置１８に送られる。制御装置１８は、後述する本発明特有の制御を行なう他、燃料電池コジェネレーションシステム１の全体制御、即ち、改質器２、燃料電池３、インバータ４からなる発電系統の制御、熱交換器７、循環ポンプ９、貯湯槽８等からなる熱回収系統の制御をも行なう装置である。

【００３８】

燃料電池３における電気化学反応により発生する排熱ガスや改質器２で発生する排熱ガスは熱交換器７に導かれる。貯湯槽８の底部からは、貯湯槽内の水を循環水として熱交換器７内部を通り、後述の補助貯湯槽２０を経て貯湯槽８の上部に回帰される貯湯水循環路１０が設けられている。

貯湯槽８の底部から熱交換器７に至る貯湯水循環路１０の途中には循環ポンプ９が設けられている。貯湯槽８下部の低温の温水は循環ポンプ９により吸引されて熱交換器７内部を通る貯湯水循環路１０に送り込まれ、排熱ガスと熱交換して温水となる。温水となった循環水は、熱交換器７から貯湯槽８に至る貯湯水循環路１０の途中に設けられた補助貯湯

槽２０に入る。そして、補助貯湯槽２０を出て貯湯槽８の上部に回帰する。貯湯槽８の上部には、温度による比重の違いから温度の高い温水が溜まる。こうして生成された温水は外部の給湯負荷に供給される。外部への給湯により減少した水は、市水により補充される。

【００３９】

補助貯湯槽２０には、内部の温水を加熱する電気ヒータ１２が取り付けられている。電気ヒータ１２は電源線１５から電源供給を受ける。電気ヒータ１２の消費電力は、制御装置１８からの指示に従って電力投入量操作装置により制御される。補助貯湯槽２０内には、内部の温水の平均温度を検出するための温度センサ２３が取り付けられている。

【００４０】

次に、このような構成の燃料電池コジェネレーションシステム１の運転制御について説明する。燃料電池コジェネレーションシステム１は、燃料電池３で発電した電力を電力負荷５に供給する一方、排熱ガスを利用して冷水を温水に変えて給湯負荷に供給するものである。一般に、燃料電池コジェネレーションシステム１による発電電力の単価は商用電力系統６からの受電電力の単価より安い。従って、電力負荷５が必要とする電力は全て燃料電池３による発電電力で賄うことが望ましい。

【００４１】

しかし、電力負荷５の消費電力はランダム、且つ短時間に変化することがある。一方、燃料電池３による発電電力は、燃料電池３や改質器２における反応応答性から急変更させることは困難である。従って、図１に示した燃料電池コジェネレーションシステム１では、電力負荷５の消費電力ＰＬと燃料電池３による発電電力Ｐｇとの差を、電力負荷５からの買電、あるいは逆に商用電力系統６への売電の形で処理できる構成にしてある。

【００４２】

ところが、燃料電池コジェネレーションシステム１の定格発電電力が少ない場合には、余剰電力の商用電力系統６への売電、即ち、電力を逆潮流させることは、電力会社の系統制御の都合から制約されることが多い。こうした事情から本実施形態の燃料電池コジェネレーションシステム１は、電力逆潮流を生じさせないという制約がある場合に適した構成にしてあり、その構成の下で電力逆潮流を生じさせないような運転制御を行なう。

【００４３】

電力逆潮流を生じさせないための本燃料電池コジェネレーションシステム１の構成上の特徴は、熱交換器７から貯湯槽８に至る貯湯水循環路１０の途中に補助貯湯槽２０を設けた点と、その補助貯湯槽２０に電気ヒータ１２を取り付けて余剰電力により内部の温水を加熱できるようにした点にある。「背景技術」の項で説明した図９の構成では、配管ヒータを使用して配管内の循環水を加熱しているため、配管内の循環水温度が急激に上昇する問題があった。これに対して、本実施形態では補助貯湯槽２０を採用している。補助貯湯槽２０の場合には電気ヒータ１２で加熱される温水量が多いために、貯湯槽８に戻る循環水の急激な温度上昇が抑制される。従って、電気ヒータ１２に多くの余剰電力を消費させることができる利点がある。

【００４４】

本燃料電池コジェネレーションシステム１においては、電力逆潮流の防止は主として電気ヒータ１２の消費電力の調整で行い、補助的に発電電力の調整も併用する。最初に電気ヒータ１２の消費電力調整のために制御装置１８が行なう制御フローを図２の制御フロー図を参照して説明する。

最初のステップＳ１では、制御装置１８は電力逆潮流が生じそうな状況にあるか否かのチェックを行なう。そのために、電力センサ１６で検出された前述の不足電力Ｐｓ（＝ＰＬ－Ｐｇ）の値を所定値Ｐs1と比較する。所定値Ｐs1は正の小さな値である。このように不足電力Ｐｓをゼロ数値と比較するのでなく所定値Ｐs1と比較するのは、電力逆潮流が実際に生ずる前にその徴候をつかむためである。

【００４５】

不足電力Ｐｓが所定値Ｐs1より大きい場合は、電力逆潮流が生ずる可能性は低い。この

場合にはステップＳ２に移る。ステップＳ２では、高温給湯の要求が来ているか否かのチェックを行なう。高温給湯とは、給湯負荷に対して通常よりも高い温度の温水を供給することをいう。その要求は、燃料電池コジェネレーションシステム１の図示しない操作盤から制御装置１８に与えられる。高温給湯を行なうためには、貯湯槽８の上部に回帰する循環水の温度を通常より高くしてやる必要がある。本実施形態では、補助貯湯槽２０内の温水を電気ヒータ１２で補助加熱して回帰する循環水の温度を上昇させる。

【００４６】

ステップＳ２にて高温給湯の要求が来ていなかった場合には、電気ヒータ１２で補助加熱する必要がないので電気ヒータ１２の消費電力Ｐｈはゼロにさせる。続くステップＳ４では、高温給湯のための電気ヒータ１２による加熱中か否かを記憶するフラグをＯＦＦ状態としてステップＳ１に戻る。

高温給湯の要求が来ていた場合にはステップＳ５に移り、高温給湯を行なうために電気ヒータ１２に投入しなければならない電力Ｐｗを算出する。この必要電力Ｐｗの値は、循環水量に昇温させる温度を掛けることで求まる。高温給湯のために補助貯湯槽２０内で昇温させる温度は予め決めておく。また、循環水量は、循環ポンプ９の回転数、或いは循環ポンプ９への供給電力から制御装置１８が判断することができる。

【００４７】

そして、ステップＳ６にて電気ヒータ１２の消費電力Ｐｈをその算出した電力Ｐｗに等しくさせる。続くステップＳ７では、ステップＳ４とは反対に高温給湯のための加熱中か否かを記憶するフラグをＯＮ状態とする。そしてステップＳ１に戻る。

ステップＳ１にて不足電力Ｐｓが所定値Ｐs1より小さいと判定された場合は、電力逆潮流が生ずる可能性が高い。その場合にはステップＳ８に移る。ステップＳ８では、ステップＳ２と同じように高温給湯の要求が来ているか否かをチェックする。

【００４８】

要求が来ていない場合にはステップＳ９に移る。ステップＳ９では電気ヒータ１２の消費電力Ｐｈを次式で計算される値に等しくさせる。

Ｐｈ＝Ｐs1－Ｐｓ＝Ｐs1－（ＰＬ－Ｐｇ）　　（２）式

この式は、前述した余剰電力－Ｐｓ＝Ｐｇ－ＰＬに余裕度としての所定値Ｐs1を加えた値の電力を消費させることを意味している。

その結果として、（２）式で計算される電力Ｐｈを前記（１）式に代入すると、

Ｐｒ＝Ｐs1　　（３）式

となる。即ち、電気ヒータ１２の消費電力Ｐｈの値を前記（２）式で計算される値に制御することは、受電電力Ｐｒの値を正の小さな値である所定値Ｐs1に制御することを意味する。

【００４９】

商用電力系統６から電源線１５に向かって供給される電力は所定値Ｐs1に制御されてＰs1以下にならない。従って、電力逆潮流は防止されることになる。このように電気ヒータ１２の消費電力Ｐｈを（２）式の値にさせた後はステップＳ１０にて高温給湯のための加熱中か否かを記憶するフラグをＯＦＦ状態にしてステップＳ１に戻る。

【００５０】

ステップＳ８にて高温給湯の要求が来ていた場合にはステップＳ１１に移る。ステップＳ１１では、ステップＳ５と同じようにして高温給湯を行なうために電気ヒータ１２に投入する必要のある電力Ｐｗを算出する。そしてステップＳ１２に移る。

ステップＳ１２ではこの場合の電気ヒータ１２の消費電力Ｐｈを決定する。高温給湯の要求がないとした場合、電力逆潮流を防ぐ要求を満たすためにはステップＳ９で計算した電力Ｐｈ（＝Ｐs1－Ｐｓ）を超える電力を消費させる必要がある。一方、高温給湯を行なう要求を満たすためには、電気ヒータ１２に電力Ｐｗを消費させる必要がある。従って、両者の要求を満たすためには（Ｐs1－Ｐｓ）とＰｗの大きい方の値の電力を電気ヒータ１２に消費させればよい。それゆえ、電気ヒータ１２の消費電力Ｐｈを両者の大きい方に調整させる。そのようにさせた後はステップＳ１３にて高温給湯のための加熱中か否かを記

憶するフラグをＯＮＦ状態にしてステップＳ１に戻る。

【００５１】

以上のような制御フローにて電気ヒータ１２の消費電力Ｐｈを決定して制御すれば、受電電力Ｐｒの値は最低でも所定値Ｐs1だけ確保されることになり、電力逆潮流が防止されることになる。

【００５２】

ここで、上記ステップＳ３、Ｓ７、Ｓ１０、Ｓ１２等で算出した電力Ｐｈの値に、電気ヒータ１２の消費電力を制御する方法に付いて説明する。本実施形態では、電気ヒータ１２の消費電力（電気ヒータ１２への投入電力）の調整は、直接的には電力投入量操作装置２１が行なう。制御装置１８は算出した消費電力Ｐｈの値をヒータ電力指示値として電力投入量操作装置２１に与える。電力投入量操作装置２１はそのヒータ電力指示値を操作信号として受け、電気ヒータ１２の消費電力をその値に一致させるような制御を行なう。

【００５３】

電気ヒータ１２の消費電力Ｐｈをヒータ電力指示値に一致させる制御は、例えば、ヒータ電力指示値を目標値とするＰＩＤ（比例積分微分）演算を行い、その演算結果により例えばサイリスタを位相制御することで実現することができる。このような位相制御による電力制御は広く行なわれている方式である。

また、位相制御の代わりにゼロクロスのサイクル制御で行なってもよい。ゼロクロス制御とは、交流電圧波形の電圧値がゼロとなった瞬間に合わせて負荷への電力投入のＯＮ／ＯＦＦを行なう制御である。また、サイクル制御は、例えば交流電圧波形の１００サイクルの時間を電力制御の１周期分の制御単位とし、該１周期中に１００サイクルの交流電圧波形を印加した時の投入電力を１００％として、指示された投入電力に最も近い電力を投入できる整数のサイクル数を算出して前記１周期中にその算出したサイクル数だけの交流電圧波形を負荷に印加する制御方法である。電力の開閉にはサイリスタを用いることができる。このようなゼロクロスのサイクル制御によれば、電気ヒータのような抵抗負荷の場合にはＯＮ／ＯＦＦの瞬間にＯＮ／ＯＦＦを行なうスイッチに電圧が加わっておらず、電流も流れていないため、ＯＮ／ＯＦＦに伴う高次高調波の発生が防止される効果を奏する。

【００５４】

これらの方式よりも更に簡単に制御するには、ＰＩＤ（比例積分微分）演算によらず、若干制御精度は低下するがＯＮ／ＯＦＦ制御によりＯＮ時間を調整して平均電力がヒータ電力指示値に一致するように制御するようにしてもよい。このようなＯＮ／ＯＦＦ制御の場合には、制御装置１８はヒータ電力指示値を出力するのではなく、制御装置１８内部でＯＮ／ＯＦＦのタイミング信号まで作りだして電力投入量操作装置２１に操作信号として送くるようにしてもよい。この場合は、電力投入量操作装置２１は受けた信号で単に電気ヒータ１２への電力投入をＯＮ／ＯＦＦするだけの操作を行なう。

【００５５】

電力逆潮流の防止を一層簡単に行なうためには、電気ヒータ１２の消費電力Ｐｈを図１に示した制御フローに従って詳細に算出して制御するのではなく、電力逆潮流が生じそうになった場合には電気ヒータ１２に定格電力を消費させ、電力逆潮流が生じそうになくなった場合にはその消費電力Ｐｈをゼロとするオン／オフ制御で行なうようにしてもよい。この場合には、電気ヒータ１２の定格消費電力は発電電力Ｐｇの定格値以上の値としておく。そして、不足電力Ｐｓの値が所定値以下となった場合には、電気ヒータ１２をＯＮさせて定格電力を消費させて電力逆潮流を防止する。不足電力Ｐｓの値が所定値以上となった場合には電気ヒータ１２をＯＦＦさせて消費電力Ｐｈをゼロとさせる。このようにしても電力逆潮流を防止することができる。

【００５６】

なお、電気ヒータ１２の定格電力を発電電力Ｐｇの定格以上の値としておくことは、図２の制御フローに従った制御を行なう場合にも有効である。そのように定格電力を決めておけば、定格の発電電力で運転している時に電力負荷５の消費電力ＰＬが突然ゼロとなっ

た場合にも電力逆潮流を防止することができる。

【００５７】

次に、上述した図２の制御フローを実施している間に生ずるかも知れない不具合を解決する制御について説明する。上述した制御では余剰電力（Ｐｇ－ＰＬ）を電気ヒータ１２に供給して補助貯湯槽２０内での温水加熱に有効利用している。また、高温給湯の要求があった場合にも電気ヒータ１２にて補助貯湯槽２０内の温水加熱を実施する。このように電気ヒータ１２による補助貯湯槽２０内の温水加熱が長時間継続した場合には、補助貯湯槽２０はある程度の容量をもっているものの循環水の温度が上昇しすぎる場合が生じ得る。

【００５８】

そこで、本実施形態では補助貯湯槽２０内の温水温度が上昇し過ぎた場合には、補助貯湯槽２０を通過する循環水の量を増して温度を下げる制御を行なう。その制御フローを図３に示す。この制御フローは、図２に示した制御フローと並行して実行される。

最初のステップＴ１では、補助貯湯槽２０内の温水温度検出用に取り付けた温度センサ２３の検出温度が所定温度以上になったか否かをチェックする。この場合の所定温度とは、これ以上の温度には昇温しないとして設定した限界温度を指す。その所定温度以上であった場合にはステップＴ２に移り、循環ポンプ９の出力を増して循環水量を通常値より一定割合又は一定量だけ増加させる。ここで通常値とは、循環水量が一定に制御されている場合にはその一定値をいう。また、熱交換器７を出た所の循環水の温度が一定値になるよう循環水量が制御されている場合には、温度センサ２３の検出温度が所定温度以上となった瞬間における循環量をいう。循環水量がその他の制御方法により制御されていた場合も、温度センサ２３の検出温度が所定温度以上となった瞬間における循環量をいう。そのように循環水量を上げてステップＴ１に戻る。

【００５９】

ステップＴ１において、温度センサ２３の検出温度が所定温度に達していなかった場合にはステップＴ３に移る。ステップＴ３では、循環水量を前記の通常値に戻してステップＴ１に戻る。このように制御することで、補助貯湯槽２０内の温水温度を所定値以下に制御することができる。

【００６０】

次に、上述した図２の制御フローを実施している間に、発電電力Ｐｇと電力負荷５の消費電力ＰＬとの差が開いた状態が継続した場合の制御を図４の制御フロー図を参照して説明する。前述したように燃料電池コジェネレーションシステム１では、発電電力Ｐｇと電力負荷５の消費電力ＰＬとは、電力逆潮流を生じない範囲でできる限り等しい値であることが望ましい。但し、高温給湯の要求に応えて電気ヒータ１２が消費している電力は有効に利用されるエネルギーであるため、それに必要な電気ヒータ１２の消費電力は発電電力Ｐｇで賄う方が商用電力系統６からの買電で賄うよりも望ましい。

【００６１】

これらのことから次のように言える。高温給湯のための加熱を行なっていない場合には、発電電力Ｐｇは電力負荷５の消費電力ＰＬより僅かに少ない値であることが望ましい。高温給湯のための加熱を行なっている場合は、発電電力Ｐｇは電力負荷５の消費電力ＰＬに、高温給湯のため電気ヒータ１２が消費する電力を加えた値より僅かに少ない値であることが望ましい。

【００６２】

以上のことを式で表わすと次の関係が成立していることが望ましいということになる。

$$Pg + \Delta Pr = PL + N \cdot Pw \qquad (4)$$

ここで、Ｐｗは高温給湯のために必要な電力である。Ｎは高温給湯のための加熱の有無を表わす係数で、高温給湯のための加熱を行なっている場合は１、行なっていない場合は０である。ΔＰｒは電力逆潮流を起こさないための余裕の受電電力である。

【００６３】

ΔＰｒを小さな一定値とした状態で（４）式が常に成立するように発電電力Ｐｇの値を

調整できれば理想的である。しかし前にも説明したように発電電力Ｐｇの値は急激には変化させることができない。一方、電力負荷５の消費電力ＰＬはランダムに急変することがある。従って、その差の電力を商用電力系統６からの買電と電気ヒータ１２での消費電力Ｐｈで調整して電流逆潮流の発生を防止するというのが前述した図２の制御フローであった。

しかし、電力負荷５の消費電力ＰＬが少ない状態が長く継続し、発電電力Ｐｇの大きな余剰分が長く電気ヒータ１２で消費されることは望ましいことではない。そのような状態が長く続くと、前述したように補助貯湯槽２０内の温水温度が上昇し過ぎる問題が生ずる。また、貯湯槽８内の温水温度が上昇し過ぎることも生じ得る。

【００６４】

図４の制御フロー図で説明する制御はこうした問題を解決するためのもので、瞬間でみれば（４）式が成立しなくても、ある所定の時間ｔの平均値をみると（４）式が成立しているように発電電力Ｐｇの値を調整しようとするものである。即ち、次の式が設立するように発電電力Ｐｇの値を調整しようとするものである。

$$Pgm+\Delta Pr=PLm+Nm\cdot Pw \qquad (5)$$

ここでＰgmは一定周期ｔ内における発電電力Ｐｇの平均値、ＰＬｍは同じ周期ｔ内における電力負荷５の消費電力ＰＬの平均値、Ｎｍ・Ｐｗは同じ周期ｔ内に高温給湯用に消費した電力の平均値でＮｍは０～１の範囲の数値となる。ΔＰｒは電力逆潮流を起こさせないための余裕の受電電力である。

【００６５】

（５）式は次のように変形できる。

$$\Delta Pr=(PLm-Pgm)+Nm\cdot Pw \qquad (6)$$

この式の右辺は、平均発電電力Ｐgmの不足分を表わしている。その値は受電電力Ｐｇの平均値Ｐrmとは異なる。受電電力Ｐｇの平均値Ｐrmは、周期ｔ内における電気ヒータ１２の消費電力の平均値をＰhmとすると次式で表わされる。

$$Prm=(PLm-Pgm)+Phm \qquad (7)$$

ＰhmとＮｍ・Ｐｗとは等しくなく、Ｐhm≧Ｎｍ・Ｐｗの関係にある。

【００６６】

図４の制御フローは（６）式の右辺の式で計算した平均発電電力Ｐgmの不足分（ΔＰgmとする。）が、左辺の予め定めた受電電力余裕値ΔＰｒに近づくように平均発電電力Ｐgmの値を調整しようとするものである。即ち、

$$\Delta Pgm=(PLm-Pgm)+Nm\cdot Pw \qquad (8)$$

で計算したΔＰgmの値がΔＰｒに近づくように平均発電電力Ｐgmの値を調整しようとするものである。

【００６７】

（８）式の右辺第１項の（ＰＬｍ－Ｐgm）は、不足電力Ｐｓ（＝ＰＬ－Ｐｇ）の平均値（Ｐsmとする。）である。従って、右辺の電力は（Ｐsm＋Ｎｍ・Ｐｗ）と書ける。不足電力Ｐｓは電力センサ１６で検出しているので、不足電力平均値Ｐsmはその検知した値から算出できる。高温給湯用の消費電力Ｐｗは制御装置１８から指示される値であり、高温給湯用の加熱の有無も制御装置１８で把握されている。従って高温給湯用に消費した電力の平均値Ｎｍ・Ｐｗも制御装置１８内で算出できる。

【００６８】

そこで、制御フローの最初のステップＡ１では、一定周期ｔ内における不足電力Ｐｓの平均値Ｐsmと、同じ周期ｔ内に投入した高温給湯用の消費電力の平均値Ｎｍ・Ｐｗを求める。

続くステップＡ２では（８）式で計算した平均発電電力Ｐgmの不足分ΔＰgmの値を第１の所定値Ｐ２と比較する。Ｐ２は正の値である。平均発電電力Ｐgmの不足分が第１の所定値Ｐ２より大きいことは、発電電力Ｐｇが小さすぎることを意味する。そこで、その場合はステップＡ３に移り、発電電力Ｐｇを一定値又は一定割合だけ増加させる。そしてステップＡ１に戻る。

【００６９】
平均発電電力Ｐgmの不足分ΔＰgmが所定値Ｐ２より小さかった場合は、ステップＡ４に移る。ステップＡ４では平均発電電力Ｐgmの不足分ΔＰgmを第２の所定値Ｐ３と比較する。第２の所定値Ｐ３は第１の所定値Ｐ２より大きな値である。平均発電電力Ｐgmの不足分ΔＰgmが第２の所定値Ｐ３より小さいことは、発電電力Ｐｇが大きすぎることを意味する。そこで、その場合はステップＡ５に移り、発電電力Ｐｇを一定値又は一定割合だけ増加させる。そしてステップＡ１に戻る。平均発電電力Ｐgmの不足分ΔＰgmが所定値Ｐ３より大きかった場合は何もしないでステップＡ１に戻る。

【００７０】
このような制御を行なえば、平均発電電力Ｐgmの不足分ΔＰgmの不足分は第１の所定値Ｐ２より大きく、第２の所定値Ｐ３より少ない値になるように調整される。受電電力余裕値ΔＰｒを挟むように第１の所定値Ｐ２、第２の所定値Ｐ３の値を設定しておけば、平均発電電力Ｐgmの不足分ΔＰgmは設定した受電電力余裕値ΔＰｒを中心とする狭い範囲の値に制御される。ステップＡ１において平均値を求めるのに１周期の時間ｔをかけているため、発電電力Ｐｇの指令値の変更は一定周期ｔ毎に繰り返し行なわれる。実際の発電電力Ｐｇはその指令値に緩やかに追随するので、実際の発電電力Ｐｇの値は更に緩やかに追随して変化する。
このようにして平均発電電力Ｐgmの不足分ΔＰgmを設定した受電電力余裕値ΔＰｒに近づければ、電力逆潮流のために電気ヒータ２１に消費させる電力を減少させることができる。それにより受電電力Ｐｒも減少するため買電費用を少なくすることができる。

【００７１】
なお、本実施形態においては、電力負荷５の消費電力ＰＬから発電電力Ｐｇを引いた値である不足分電力Ｐｓ（＝ＰＬ－Ｐｇ）を電力センサ１６を使用して検出したが、この電力の検出は他の方法で行なってもよい。例えば、電力負荷５の消費電力ＰＬ、発電電力Ｐｇの値を別々の電力センサで検出して計算してもよい。また、電源線１５の電圧は安定しているので電力センサを使用する代わりに、電力負荷５に流れる負荷電流、インバータ４の出力電流を別々に測定し、それらの値に電源線１５線の電圧を掛けて電力を計算するようにしてもよい。

【００７２】
（第２の実施形態）
図５は、本発明に係る燃料電池コジェネレーションシステムの第２の実施形態の構成をブロック図で示したものである。なお、図中、第１の実施形態の図１で示した構成と同一又は相当部分には同一符号を付して説明を繰り返さない。
本実施形態の燃料電池コジェネレーションシステム１ａの構成は、第１の実施形態の図１で示した燃料電池コジェネレーションシステム１の構成と類似の構成となっているので、その相違点のみを説明する。第１の相違点は、熱交換器７より補助貯湯槽２０に至る間の貯湯水循環路１０の途中に三方弁２６を新たに追加した点である。三方弁２６は制御装置１８からの操作信号により、熱交換器７を通った循環水を補助貯湯槽２０と循環ポンプ９の入側に切り換える。また、熱交換器７を出た部分の貯湯水循環路１０には、熱交換器７を出た循環水の温度を検出するための温度センサ２４が取り付けられている。

【００７３】
第２の相違点は、熱交換器７に補給水を供給する系統の変更である。図１で示した第１の実施形態の構成では、「背景技術」で説明した図９の従来構成の場合と同様に、市水をフィルタ１３で濾過し制御弁１４を通して供給していた。これに対して本実施形態では、フィルタ１３と制御弁１４は除去してある。そして、代わりに補助貯湯槽２０の上部空間と熱交換器７内の上部空間とを結ぶ連通経路２８を設け、その途中に経路の開閉を制御する第１の制御弁２９が取り付けてある。更に、補助貯湯槽２０内の上部空間の大気中への開放／非開放を制御する第２の制御弁３１が追加してある。これら第１の制御弁２９、第２の制御弁３１は共に制御装置１８によって開閉される。

【００７４】

その他の相違点として熱交換器７内には底部に溜まった水の水位を検出する水位検出センサ３２が、補助貯湯槽２０内にも水位検出センサ３３が追加してある。これらのセンサが検出して水位は制御装置１８に入力されている。

通常の発電を行なっている状態では、三方弁２６は熱交換器７を通った循環水が補助貯湯槽２０に流れるように切り換えられており、第１の制御弁２９、第２の制御弁３１は閉じられている。この状態では、図５の構成は第１の実施形態の図１に示した構成と同じとなる。従って、このような状態とすることにより本実施形態の構成でも第１の実施形態で説明した各種の制御を同じように実行することができる。

【００７５】

次に、第１の実施形態の図１の構成では実施できないが、図５の構成では実施可能な特有の制御形態について説明する。その第１は、発電電力Ｐｇが少なくて排熱ガスの発生量も少ないために通常の運転では十分な温度の循環水を補助貯湯槽２０に送ることが困難な場合に対処する制御形態である。その場合には、水量は少なくなるものの必要な温度の循環水を補助貯湯槽２０に送る制御を行なう。その制御フローを図６の制御フロー図を参照して説明する。

【００７６】

最初のステップＢ１では、熱交換器７を出た循環水の温度が第１の所定温度Ｔ１より低いか否かを判定する。温度は温度センサ２４で検出する。第１の所定温度Ｔ１は、そのまま補助貯湯槽２０に戻すには低すぎる温度に設定しておく。第１の所定温度Ｔ１より低い場合は、熱交換器７を通った循環水が循環ポンプ９の入側に流れるように三方弁２６を切り換える（ステップＢ２）。そしてステップＢ１に戻る。これにより熱交換器７を通った循環水は再度熱交換器７内で熱交換して加熱される。それにより温度が上昇を続ける。

【００７７】

循環水の温度が上昇して第１の所定温度Ｔ１より高くなると、ステップＢ１の判定でＮＯと判定されてステップＢ３に移る。ステップＢ３では、温度センサ２４で検出した循環水温度を第２の所定温度Ｔ２と比較する。第２の所定温度Ｔ２は第１の所定温度Ｔ１より高い温度であり、その温度であれば補助貯湯槽２０に戻してもよい温度を設定しておく。第２の所定温度Ｔ２より低ければそのままステップＢ１に戻り、循環水を循環ポンプ９の入側に戻す状態を継続する。

熱交換器７を出る循環水の温度が更に上昇して第２の所定温度Ｔ２以上と判定された場合にはステップＢ４に移る。循環水の温度は十分に上昇しているのでステップＢ４では熱交換器７を通った循環水が補助貯湯槽２０に流れるように三方弁２６を切り換える。

【００７８】

このような制御により補助貯湯槽２０には通常より量は少なくなるものの温度の高い循環水が供給される。これにより給湯負荷には通常通りの温度の温水を供給することが可能となる。また、熱交換器７内を通る循環水の温度が上昇するため熱交換器７内の温度低下が防止されるので、発電プロセスの安定動作にも寄与する。

【００７９】

次に、本実施形態の図５の構成で可能な第２の特有の制御形態について説明する。第２の制御形態は、熱交換器７内の内部水が不足した場合に対処する制御形態である。この場合、市水をフィルタで濾過した水で補充する代わりに、循環水を蒸発させてその水蒸気を熱交換器７内で凝縮させて補充する制御を行なう。その制御フローを図７の制御フロー図を参照して説明する。

【００８０】

最初のステップＣ１では、熱交換器７内の水位低下をチェックする。熱交換器７内の水位は水位検出センサ３２で検出する。水位が正常範囲であればステップＣ１に戻る。水位が低下していた場合にはステップＣ２に移る。ステップＣ２では、まず発電を停止させる。続いて循環ポンプ９を停止させる（ステップＣ３）。次に第１の制御弁２９を閉じた状態で第２の制御弁３１を開き、補助貯湯槽２０内の上部空間を大気中へ開放する（ステップＣ４）。その状態で電気ヒータ１２に電力の投入を開始する（ステップＣ５）。

【００８１】
補助貯湯槽２０には循環水が供給されないため電気ヒータ１２による加熱により補助貯湯槽２０内の温水温度は上昇を開始する。ステップＣ６では補助貯湯槽２０に取り付けてある温度センサ２３により温水温度が所定温度以上になったか否かをチェックする。この所定温度は、水の沸騰温度より少し低い値に設定しておく。補助貯湯槽２０内の温水が所定温度以上になったならばステップＣ７に移り、第１の制御弁２９を開き、第２の制御弁３１は閉じる。これにより補助貯湯槽２０の上部と熱交換器７の上部とが連通経路２８により連通した状態となる。

【００８２】
次に、次に三方弁２６を切り換えて熱交換器７を通った循環水が循環ポンプ９の入側に流れるようにする（ステップＣ８）。そして循環ポンプ９を動作させる（ステップＣ９）。

電気ヒータ１２による加熱は継続しているため補助貯湯槽２０内の温水はやがて沸騰温度に達して水の蒸発が始まる。蒸発した水蒸気は連通経路２８と開いた第１の制御弁２９を通って熱交換器７に入る。熱交換器７に入った蒸気は底部に溜まっている水に潜熱を放出し凝縮水となって底部に溜まる。このようにして補助貯湯槽２０内の温水が水蒸気の形で熱交換器７に運ばれ凝縮水となり水の補充が行なわれる。これにより水位は徐々の回復する。

【００８３】
ステップＣ１０では、水の補充により熱交換器７内の水位が十分なレベルに回復したか否かをチェックする。熱交換器７内の水位は水位検出センサ３２により検出する。水位が回復したならばステップＣ１１に移り、水位が回復していない場合はステップＣ１８に移る。ステップＣ１８では、補助貯湯槽２０内の水位が低下し過ぎていないかをチェックする。これは沸騰による蒸発により補助貯湯槽２０内の水位は徐々に低下するためである。低下し過ぎていない場合はステップＣ１０に戻る。低下し過ぎている場合は図８のステップＣ１９に移る。

【００８４】
ステップＣ１９からステップＣ２２までのフローは補助貯湯槽２０内の水位を回復させるフローである。ステップＣ１９では電気ヒータ１２による加熱を停止させる。続くステップＣ２０では、第１の制御弁２９を閉じて第２の制御弁３１を開く。続いてステップＣ２１では熱交換器７を通った循環水が補助貯湯槽２０に流れるように三方弁２６を切り換える。これにより循環水が補助貯湯槽２０内に流れて水位の回復が図られる。

【００８５】
ステップＣ２２では補助貯湯槽２０内の水位が回復したか否かのチェックを行なう。回復した場合はステップＣ３に戻る。そしてステップＣ４からステップＣ９までのフローを再び実行して補助貯湯槽２０内の温水を沸騰させ、熱交換器７内の水位を回復させる動作に戻る。

ステップＣ１０で熱交換器７内の水位が十分に回復したと判定された場合はステップＣ１１に移る。ステップＣ１１では電気ヒータ１２による加熱を停止する。続くステップＣ１２では、補助貯湯槽２０内の沸騰が止まって温度が低下するのを待つ。補助貯湯槽２０内の温度がある程度低下したならばステップＣ１３に移り、第１の制御弁２９は閉じ、第２の制御弁３１を開ける。続いて三方弁２６を切り換えて熱交換器７を通った循環水が補助貯湯槽２０に流れるようにする。これより補助貯湯槽２０に循環水が流れて蒸発によって減少した水位が回復に向かう。

【００８６】
ステップＣ１５ではその水位の回復をチェックする。水位が回復したならば第２の制御弁３１を閉じ（ステップＣ１６）、循環ポンプ９を停止させる（ステップＣ１７）。これにより、熱交換器７内に水を補充して水位を回復させる一連の動作が終了する。その後は、自動的に発電を再開させてもよいし、操作者の指示で発電を再開するようにしてもよい。

【００８７】
このような制御フローに従えば、補助貯湯槽２０内の沸騰により不純物の除去された水蒸気が生成され、その水蒸気の凝縮水で水の補充が行なわれる。従って、「背景技術」で説明した従来構成や第１の実施形態の構成のように寸法が大きく設備費の高いフィルタを必要としなくなる効果を奏する。

【００８８】
なお、上記図７の制御フローの開始は、発電運転中に熱交換器７の水位が低下した場合に発電を停止して自動的に開始するようにしたが、このように自動的に開始するのではなく、操作者が発電を停止した後に操作盤から指示して開始するようにしてもよい。また、発電を停止して自動開始する場合も直ぐに開始するのではなく、時刻が所定の時間帯にある場合、あるいは所定の時間帯に入った後に自動開始するようにしてもよい。補助貯湯槽２０内の温水を沸騰させて大量の蒸気を発生させるには多くの電力を必要とする。従って、そのように開始できる時間帯を設けて、その時間帯として安い深夜電力を使用できる時間帯を設定しておけば、必要な電気料金を安く済ますことができる。

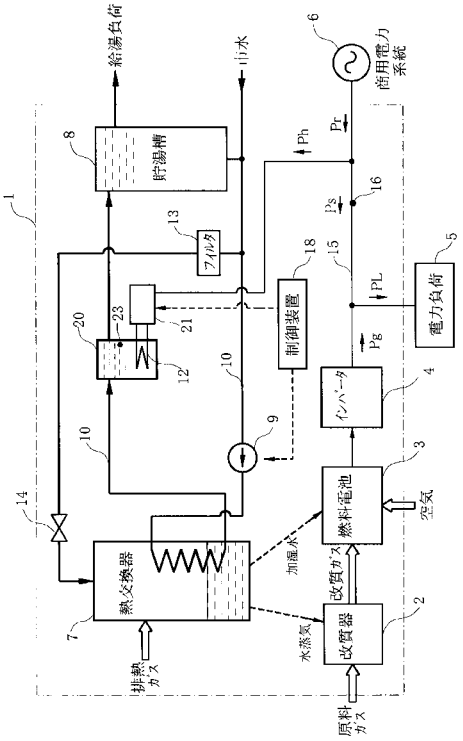
【図面の簡単な説明】

【００８９】
【図１】第１の実施形態に係る燃料電池コジェネレーションシステムの構成図である。
【図２】第１の実施形態の構成における電気ヒータの制御フローである。
【図３】第１の実施形態に構成において補助貯湯槽内の温水温度が上昇し過ぎた場合の制御フローである。
【図４】第１の実施形態に構成において平均発電電力Ｐgmの不足分が所定の値に近づくように発電電力を調整する制御フローである。
【図５】第２の実施形態に係る図１相当図である。
【図６】第２の実施形態の構成において熱交換器出口の循環水温度が低下した場合の制御フローである。
【図７】第２の実施形態の構成において熱交換器内の水位を回復させるための制御フローである。
【図８】図７の制御フローの続き部分である。
【図９】従来技術に係る図１相当図である。

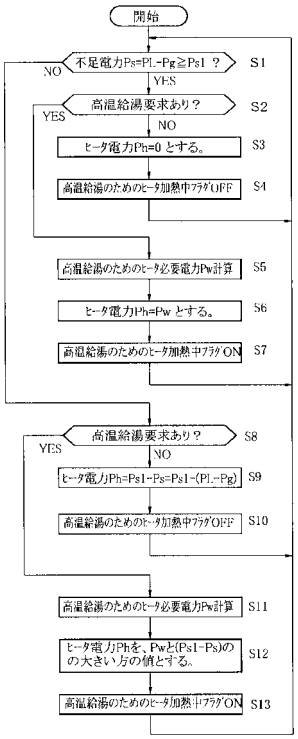
【符号の説明】

【００９０】
図面中、１、１ａは燃料電池コジェネレーションシステム、２は改質器、３は燃料電池、４はインバータ、５は電力負荷、６は商用電力系統、７は熱交換器、８は貯湯槽、９は循環ポンプ、１０は貯湯水循環路、１２は電気ヒータ、１３はフィルタ、１５は電源線、１６は電力検出センサ、１８は制御装置、２０は補助貯湯槽、２１は電力投入量操作装置、２３、２４は温度センサ、２６は三方弁、２９は第１の制御弁、３１は第２の制御弁、３２、３３は水位検出センサ、Ｐｇは発電電力（インバータ出力電力）、ＰＬは電力負荷の消費電力、Ｐｒは受電電力、Ｐｓは不足電力を示す。

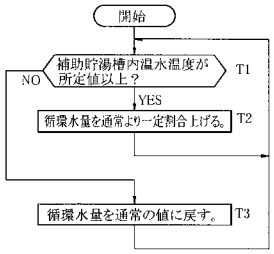
【図１】


給湯負荷
市水
商用電力系統
貯湯槽
フィルタ
制御装置
電力負荷
インバータ
燃料電池
空気
熱交換器
改質器
加温水
改質ガス
水蒸気
排熱ガス
原料ガス
Ph
Pr
Ps
PL
Pg

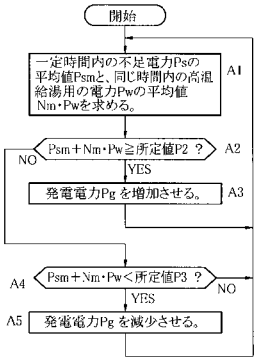
【図２】


開始
不足電力Ps=PL-Pg≧Ps1 ？
S1
NO
YES
高温給湯要求あり？
S2
YES
NO
ヒータ電力Ph=0 とする。
S3
高温給湯のためのヒータ加熱中フラグOFF
S4
高温給湯のためのヒータ必要電力Pw計算
S5
ヒータ電力Ph=Pw とする。
S6
高温給湯のためのヒータ加熱中フラグON
S7
高温給湯要求あり？
S8
YES
NO
ヒータ電力Ph=Ps1-Ps=Ps1-(PL-Pg)
S9
高温給湯のためのヒータ加熱中フラグOFF
S10
高温給湯のためのヒータ必要電力Pw計算
S11
ヒータ電力Phを、Pwと(Ps1-Ps)の
のの大きい方の値とする。
S12
高温給湯のためのヒータ加熱中フラグON
S13

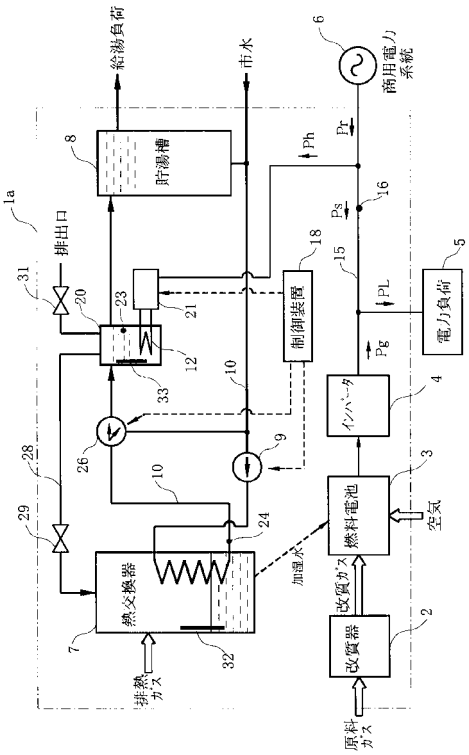
【図３】


開始
補助貯湯槽内温水温度が
所定値以上？
T1
NO
YES
循環水量を通常より一定割合上げる。
T2
循環水量を通常の値に戻す。
T3

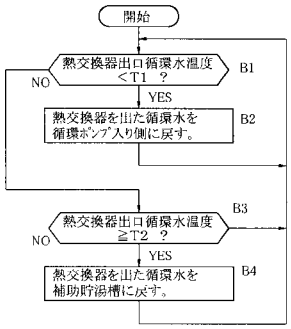
【図４】


開始
一定時間内の不足電力Psの
平均値Psmと、同じ時間内の高温
給湯用の電力Pwの平均値
Nm・Pwを求める。
A1
Psm＋Nm・Pw≧所定値P2 ？
A2
NO
YES
発電電力Pg を増加させる。
A3
A4
Psm＋Nm・Pw＜所定値P3 ？
NO
YES
A5
発電電力Pg を減少させる。

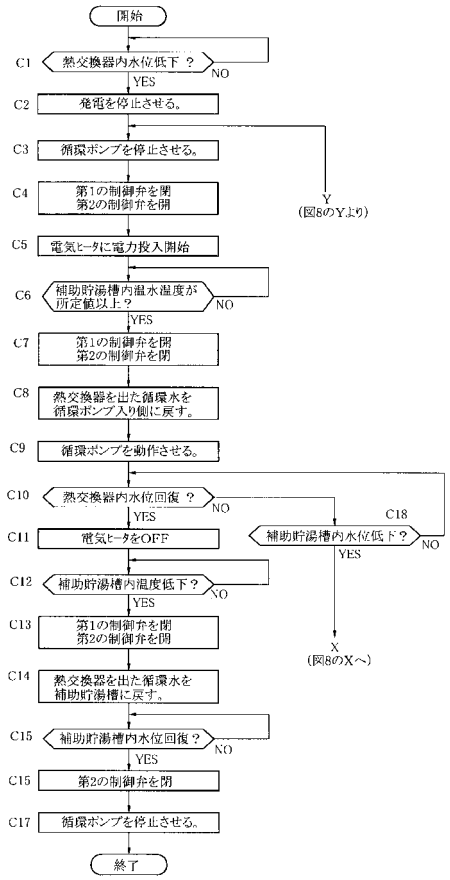
【図５】


給湯負荷
市水
商用電力系統
貯湯槽
排出口
制御装置
電力負荷
インバータ
燃料電池
空気
熱交換器
改質器
加温水
改質ガス
排熱ガス
原料ガス
Ph
Pr
Ps
PL
Pg

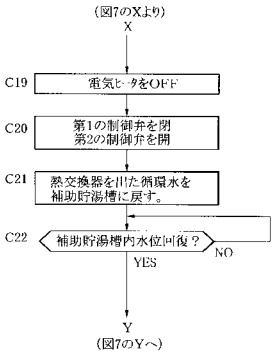
【図６】


開始
熱交換器出口循環水温度
＜T1 ？
B1
NO
YES
熱交換器を出た循環水を
循環ポンプ入り側に戻す。
B2
熱交換器出口循環水温度
≧T2 ？
B3
NO
YES
熱交換器を出た循環水を
補助貯湯槽に戻す。
B4

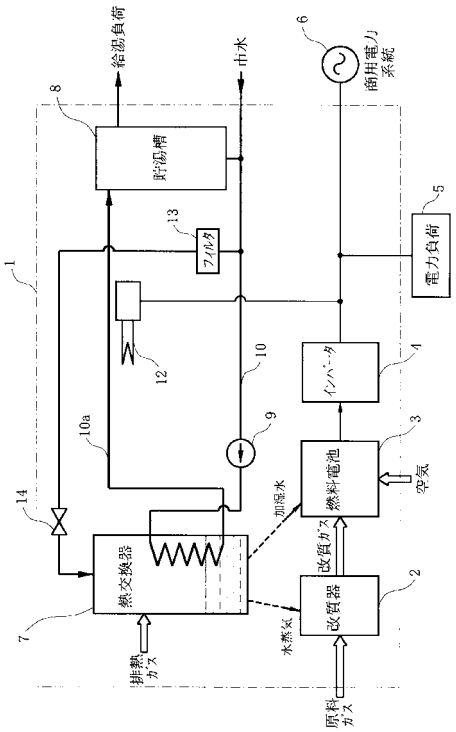
【図７】


開始
C1
熱交換器内水位低下？
NO
YES
C2
発電を停止させる。
C3
循環ポンプを停止させる。
C4
第1の制御弁を閉
第2の制御弁を開
Y
(図8のYより)
C5
電気ヒータに電力投入開始
C6
補助貯湯槽内温水温度が
所定値以上？
NO
YES
C7
第1の制御弁を閉
第2の制御弁を閉
C8
熱交換器を出た循環水を
循環ポンプ入り側に戻す。
C9
循環ポンプを動作させる。
C10
熱交換器内水位回復？
NO
YES
C11
電気ヒータをOFF
C18
補助貯湯槽内水位低下？
NO
YES
C12
補助貯湯槽内温度低下？
NO
YES
C13
第1の制御弁を閉
第2の制御弁を開
X
(図8のXへ)
C14
熱交換器を出た循環水を
補助貯湯槽に戻す。
C15
補助貯湯槽内水位回復？
NO
YES
C15
第2の制御弁を閉
C17
循環ポンプを停止させる。
終了

【図８】


(図7のXより)
X
C19
電気ヒータをOFF
C20
第1の制御弁を閉
第2の制御弁を開
C21
熱交換器を出た循環水を
補助貯湯槽に戻す。
C22
補助貯湯槽内水位回復？
NO
YES
Y
(図7のYへ)

【図９】


給湯負荷
市水
6
商用電力系統
8
貯湯槽
13
フィルタ
5
電力負荷
1
12
10
インバータ
4
10a
9
3
燃料電池
空気
14
加湿水
改質ガス
熱交換器
改質器
2
7
水蒸気
排熱ガス
原料ガス

フロントページの続き

(74)代理人 100119769
弁理士 小川 清
(72)発明者 檜垣 成敏
大阪府茨木市太田東芝町１番６号 東芝家電製造株式会社内

Ｆターム(参考) 5G066 HA10 HB07
5H027 AA02 BA01 DD06 KK51 MM01 MM16 MM21 MM26