

(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2007-247968

(P2007-247968A)

(43) 公開日 平成19年9月27日(2007.9.27)

|                                       |                      |             |
|---------------------------------------|----------------------|-------------|
| (51) Int. Cl.                         | F I                  | テーマコード (参考) |
| <b>F 2 4 H</b> 1/00 (2006.01)         | F 2 4 H 1/00 6 3 1 A | 3 L 0 2 5   |
| <b>F 2 4 H</b> 1/18 (2006.01)         | F 2 4 H 1/18 Q       | 5 G 0 6 6   |
| <b>H 0 1 M</b> 8/00 (2006.01)         | H 0 1 M 8/00 Z       | 5 H 0 2 7   |
| <b>H 0 1 M</b> 8/04 (2006.01)         | H 0 1 M 8/04 P       |             |
| <b>H 0 2 J</b> 3/38 (2006.01)         | H 0 1 M 8/04 X       |             |
| 審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 34 頁) 最終頁に続く |                      |             |

(21) 出願番号 特願2006-71807 (P2006-71807)

(22) 出願日 平成18年3月15日 (2006.3.15)

(71) 出願人 000000284

大阪瓦斯株式会社

大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号

(74) 代理人 100107308

弁理士 北村 修一郎

(74) 代理人 100128901

弁理士 東 邦彦

(72) 発明者 榎本 幸嗣

大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号

大阪瓦斯株式会社内

(72) 発明者 早野 彰人

大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号

大阪瓦斯株式会社内

Fターム(参考) 3L025 AC01

5G066 HA03 HA06 HB07

5H027 AA02 DD01 DD06 KK52

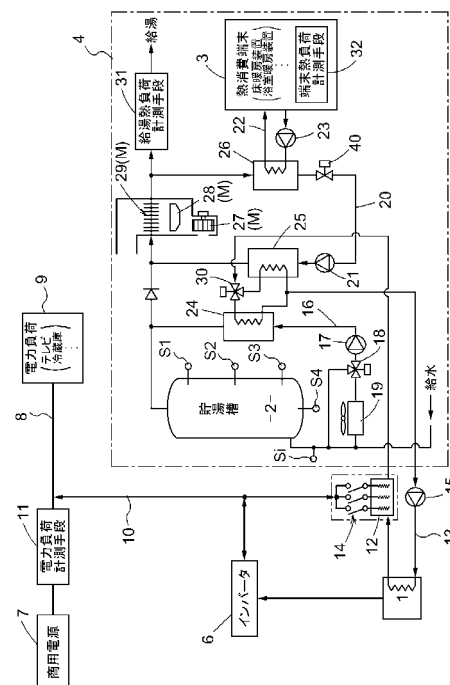
(54) 【発明の名称】 コージェネレーションシステム

## (57) 【要約】

【課題】実際の熱負荷の変動に拘らず、熱不足又は熱余りを抑制して、運転メリットを向上するように運転し得るコージェネレーションシステムを提供する。

【解決手段】電力と熱とを併せて発生する熱電併給装置1と、その熱電併給装置1にて発生する熱にて貯湯槽2に貯湯する貯湯手段4と、運転を制御する運転制御手段とが設けられ、その運転制御手段が、複数時間からなる運転周期内において運転時間帯を定めて熱電併給装置1を断続的に運転する断続運転を、運転周期毎に繰り返すように構成されたコージェネレーションシステムであって、運転制御手段が、熱電併給装置1の運転を停止させる停止条件が満たされたときに、運転継続条件を満たす場合には熱電併給装置1の運転を継続するように構成されている。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

電力と熱とを併せて発生する熱電併給装置と、その熱電併給装置にて発生する熱にて貯湯槽に貯湯する貯湯手段と、運転を制御する運転制御手段とが設けられ、

その運転制御手段が、複数時間からなる運転周期内において運転時間帯を定めて前記熱電併給装置を断続的に運転する断続運転を、前記運転周期毎に繰り返すように構成されたコージェネレーションシステムであって、

前記運転制御手段が、前記熱電併給装置の運転を停止させる停止条件が満たされたときに、運転継続条件を満たす場合には前記熱電併給装置の運転を継続するように構成されているコージェネレーションシステム。

10

**【請求項 2】**

前記運転制御手段が、前記運転周期の開始時点において、前記運転時間帯を、連続する複数の運転周期のうちの最初の運転周期内であって、最初の運転周期の予測電力負荷及び最初の運転周期の予測熱負荷に基づいて求めた運転メリットが優れた時間帯、及び、最初の運転周期の予測電力負荷及び前記複数の運転周期の予測熱負荷に基づいて求めた運転メリットが優れた時間帯のうち、より運転メリットが優れた時間帯に設定するように構成されている請求項 1 記載のコージェネレーションシステム。

**【請求項 3】**

前記停止条件が、前記運転周期の開始時点において前記熱電併給装置が運転中であるときに、その開始時点における前記貯湯槽の貯湯熱量と次の運転周期における予測熱負荷とが前記熱電併給装置の運転を待機させる待機条件を満たす条件である請求項 2 記載のコージェネレーションシステム。

20

**【請求項 4】**

前記運転継続条件が、次の運転周期の予測電力負荷及び予測熱負荷に基づいて運転継続時間を異ならせて求める各運転継続時間についての運転メリットのうちで、前記熱電併給装置の運転を停止するよりも優れている運転継続時間が存在する条件である請求項 3 記載のコージェネレーションシステム。

**【請求項 5】**

前記運転メリットを求める異なる運転継続時間が、前記運転周期よりも短い時間である請求項 4 記載のコージェネレーションシステム。

30

**【請求項 6】**

前記運転制御手段が、前記熱電併給装置の運転の継続により前記熱電併給装置から発生した熱量が、前記運転メリットが最も優れている運転継続時間のあいだ前記熱電併給装置を運転することにより前記熱電併給装置から発生すると予測される熱量に達したときに、前記熱電併給装置を停止させるように構成されている請求項 4 又は 5 記載のコージェネレーションシステム。

**【請求項 7】**

前記運転制御手段が、前記運転周期の開始時点において前記待機条件が満たされない場合に、前記運転時間帯を、連続する複数の運転周期のうちの最初の運転周期内であって、最初の運転周期の予測電力負荷及び最初の運転周期の予測熱負荷に基づいて求めた運転メリットが優れた時間帯、及び、最初の運転周期の予測電力負荷及び前記複数の運転周期の予測熱負荷に基づいて求めた運転メリットが優れた時間帯のうち、より運転メリットが優れた時間帯に設定することを行うように構成されている請求項 3 ～ 6 のいずれか 1 項に記載のコージェネレーションシステム。

40

**【請求項 8】**

前記運転制御手段が、前記運転周期の開始時点において前記待機条件が満たされない場合において、次の運転周期のあいだ前記熱電併給装置を停止させた方が、運転メリットが優れた運転時間帯にて運転するよりも運転メリットが優れているときは、次の運転周期においては前記熱電併給装置を停止させるように構成されている請求項 7 記載のコージェネレーションシステム。

50

**【請求項 9】**

前記停止条件が、前記熱電併給装置を運転することにより前記熱電併給装置から発生した熱量が、前記熱電併給装置を前記運転時間帯のあいだ運転することにより前記熱電併給装置から発生すると予測される熱量に達する条件である請求項 1 又は 2 記載のコージェネレーションシステム。

**【請求項 10】**

前記運転継続条件が、前記停止条件が満たされた時点における前記貯湯槽の貯湯熱量にてそれ以降の予測熱負荷を賄える度合いを示す熱賄い度指標が設定値以下の条件である請求項 9 記載のコージェネレーションシステム。

**【請求項 11】**

前記運転メリットが、省エネルギー性、経済性又は環境性である請求項 2 ～ 10 のいずれか 1 項に記載のコージェネレーションシステム。

**【請求項 12】**

前記運転継続条件を満たすか否かの判断に用いる運転メリットを求めるに当たっては、前記熱電併給装置の起動時のエネルギーロスゼロとして求めるように構成されている請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項に記載のコージェネレーションシステム。

**【請求項 13】**

電力と熱とを併せて発生する熱電併給装置と、その熱電併給装置にて発生する熱にて貯湯槽に貯湯する貯湯手段と、運転を制御する運転制御手段とが設けられ、

その運転制御手段が、複数時間からなる運転周期内において運転時間帯を定めて前記熱電併給装置を断続的に運転する断続運転を、前記運転周期毎に繰り返すように構成されたコージェネレーションシステムであって、

前記運転制御手段が、前記熱電併給装置の運転中において、予測熱負荷が発生しなかった又は実熱負荷が予測熱負荷よりも小さかったと判断した場合に、その判断した時点における前記貯湯槽の貯湯熱量にてそのとき以降の予測熱負荷を賄える度合いを示す熱賄い度指標が設定値以上の場合には、前記熱電併給装置を強制停止させるように構成されているコージェネレーションシステム。

**【請求項 14】**

前記熱電併給装置の運転形態として、前記断続運転に加えて、前記運転周期内の全時間帯において前記熱電併給装置を運転する連続運転が備えられ、

前記運転制御手段が、前記運転周期の開始時点において、運転判別条件に基づいて前記断続運転と前記連続運転とのいずれか一方を選択するように構成され、且つ、前記断続運転を選択した場合において、前記停止条件が満たされたときに、前記運転継続条件を満たすか否かを判断するように構成されている請求項 1 ～ 13 のいずれか 1 項に記載のコー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、電力と熱とを併せて発生する熱電併給装置と、その熱電併給装置にて発生する熱にて貯湯槽に貯湯する貯湯手段と、運転を制御する運転制御手段とが設けられ、

その運転制御手段が、複数時間からなる運転周期内において運転時間帯を定めて前記熱電併給装置を断続的に運転する断続運転を、前記運転周期毎に繰り返すように構成されたコージェネレーションシステムに関する。

**【背景技術】****【0002】**

かかるコージェネレーションシステムは、一般家庭等に設置されるものであり、熱電併給装置の発電電力を使用できると共に、熱電併給装置から発生する熱を熱源として貯湯槽に貯湯してその貯湯槽の湯水を使用することから、省エネルギー性、経済性又は環境性の向上を図る上で有効なものである。ちなみに、熱電併給装置は、燃料電池やエンジン駆動式の発電機等にて構成される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 3 】

そして、このようなコージェネレーションシステムでは、24時間等の複数時間からなる運転周期内において運転時間帯を定めて熱電併給装置を断続的に運転する断続運転を、運転周期毎に繰り返すように構成されている。ちなみに、運転時間帯は、運転周期の予測電力負荷及び予測熱負荷を鑑みて、熱電併給装置の発生熱量が予測熱負荷に対して不足する熱不足、及び、熱電併給装置の発生熱量が予測熱負荷に対して余る熱余りを抑制するようにして、省エネルギー性、経済性又は環境性の運転メリットの向上を図るように定められる。

## 【 0 0 0 4 】

ちなみに、熱電併給装置の停止中の電力負荷、及び、熱電併給装置の運転中における電力負荷に対する不足電力については、商用電源から買電することにより賄い、熱負荷に対して熱電併給装置の発生熱量では不足する熱量は、ガス燃焼式等の補助加熱手段の発生熱にて賄うことになる。

## 【 0 0 0 5 】

このようなコージェネレーションシステムにおいて、従来は、運転時間帯の開始時点になると熱電併給装置の運転を開始して、その運転を運転時間帯の終了時点まで無条件に継続して、運転時間帯の終了時点になると、無条件で熱電併給装置を停止させるように構成されていた（例えば、特許文献1参照。）。

## 【 0 0 0 6 】

【特許文献1】特開2004-6217号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 7 】

ところで、各家庭の実際の熱負荷は、季節によって大きく変動するが、例えば、外出したときは小さくなり来客があったときは大きくなる等、24時間等の運転周期毎にも大きく変動する場合がある。

## 【 0 0 0 8 】

しかしながら、従来のコージェネレーションシステムでは、運転時間帯のあいだは無条件で熱電併給装置を運転するように構成されていることから、断続運転が実行された運転周期の実際の熱負荷がその運転周期の予測熱負荷よりも大きかった場合は、熱不足が生じ、断続運転が実行された運転周期の実際の熱負荷がその運転周期の予測熱負荷よりも小さかった場合は、熱余りが生じる虞があるので、いずれも場合も、運転メリットが低下する虞があるという問題があった。

## 【 0 0 0 9 】

本発明は、かかる実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、実際の熱負荷の変動に拘らず、熱不足又は熱余りを抑制して、運転メリットを向上するように運転し得るコージェネレーションシステムを提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 1 0 】

本発明のコージェネレーションシステムは、電力と熱とを併せて発生する熱電併給装置と、その熱電併給装置にて発生する熱にて貯湯槽に貯湯する貯湯手段と、運転を制御する運転制御手段とが設けられ、

その運転制御手段が、複数時間からなる運転周期内において運転時間帯を定めて前記熱電併給装置を断続的に運転する断続運転を、前記運転周期毎に繰り返すように構成されたものであって、

第1特徴構成は、前記運転制御手段が、前記熱電併給装置の運転を停止させる停止条件が満たされたときに、運転継続条件を満たす場合には前記熱電併給装置の運転を継続するように構成されている点を特徴とする。

## 【 0 0 1 1 】

即ち、熱電併給装置の運転を停止させる停止条件が満たされたときに、運転継続条件を

満たす場合には、熱電併給装置の運転が継続される。

【0012】

つまり、実際の熱負荷が予測熱負荷よりも多くなって、停止条件が満たされたときに熱電併給装置を停止させると熱不足が生じると予測される場合に、運転継続条件を満たすようにすることが可能となって、熱電併給装置を停止せずに運転を継続するようにすることが可能となるので、熱不足を抑制することができて、運転メリットを向上することができるのである。

従って、実際の熱負荷の変動に拘らず、熱不足を抑制して、運転メリットを向上するように運転し得るコージェネレーションシステムを提供することができるようになった。

【0013】

10

第2特徴構成は、上記第1特徴構成に加えて、

前記運転制御手段が、前記運転周期の開始時点において、前記運転時間帯を、連続する複数の運転周期のうちの最初の運転周期内であって、最初の運転周期の予測電力負荷及び最初の運転周期の予測熱負荷に基づいて求めた運転メリットが優れた時間帯、及び、最初の運転周期の予測電力負荷及び前記複数の運転周期の予測熱負荷に基づいて求めた運転メリットが優れた時間帯のうち、より運転メリットが優れた時間帯に設定するように構成されている点を特徴とする。

【0014】

即ち、運転時間帯が、連続する複数の運転周期のうちの最初の運転周期内であって、最初の運転周期の予測電力負荷及び最初の運転周期の予測熱負荷に基づいて求めた運転メリットが優れた時間帯、及び、最初の運転周期の予測電力負荷及び前記複数の運転周期の予測熱負荷に基づいて求めた運転メリットが優れた時間帯のうち、より運転メリットが優れた時間帯に設定されて、その設定された運転時間帯において、熱電併給装置が運転される。

20

【0015】

つまり、熱負荷がかなり小さい場合は、連続する複数（例えば、2回又は3回）の運転周期のうちの最初の運転周期での熱電併給装置の運転により得られる貯湯熱量により、複数の運転周期のうちの最初の運転周期以外の運転周期の熱負荷も賄うことができる場合がある。

そのような場合に、運転時間帯が、最初の運転周期の予測電力負荷及び前記複数の運転周期の予測熱負荷に基づいて求めた運転メリットが優れた時間帯に設定されて、その設定された運転時間帯において熱電併給装置が運転されるので、熱負荷がかなり小さい場合でも、運転メリットの向上を図ることが可能となる。尚、運転時間帯は、最も運転メリットが優れた時間帯等、極力運転メリットが優れた時間帯に設定するのが好ましい。

30

【0016】

そして、最初の運転周期での実際の熱負荷が予測熱負荷よりも多くなったときには、運転継続条件を満たすようになって、熱電併給装置の運転が継続されるようにすることが可能となるので、複数の運転周期のうちの最初の運転周期以外の運転周期においても、熱不足を抑制することができて、運転メリットを向上することができる。

従って、熱負荷が比較的小さい場合でも、実際の熱負荷の変動に拘らず、熱不足を抑制して、運転メリットを向上するように運転することができるようになった。

40

【0017】

第3特徴構成は、上記第2特徴構成に加えて、

前記停止条件が、前記運転周期の開始時点において前記熱電併給装置が運転中であるときに、その開始時点における前記貯湯槽の貯湯熱量と次の運転周期における予測熱負荷とが前記熱電併給装置の運転を待機させる待機条件を満たす条件である点を特徴とする。

【0018】

即ち、運転周期の開始時点において熱電併給装置が運転中であるときに、その開始時点における貯湯槽の貯湯熱量と次の運転周期における予測熱負荷とが熱電併給装置の運転を待機させる待機条件を満たすときに、停止条件が満たされる。

50

## 【 0 0 1 9 】

つまり、連続する複数の運転周期のうちの最初の運転周期において熱電併給装置を運転して、その最初の運転周期での運転によって貯湯槽に貯えられる貯湯熱量により、複数の運転周期のうちの最初の運転周期以外の運転周期の熱負荷も賄うように運転する場合に、運転周期の開始時点における貯湯槽の貯湯熱量にて、次の運転周期における予測熱負荷をどの程度賄えるかを判別することが可能であるので、その開始時点における貯湯槽の貯湯熱量と次の運転周期における予測熱負荷とに基づいて、次の運転周期のあいだ熱電併給装置を停止させる、即ち、熱電併給装置の運転を待機させる待機条件を満たすか否かを判断することができる。

そして、停止条件を、運転周期の開始時点において熱電併給装置が運転中であるときに、その開始時点における貯湯槽の貯湯熱量と次の運転周期における予測熱負荷とが待機条件を満たす条件とすることにより、実際の熱負荷の変動に拘らず、運転メリットを損なわない状態で、停止条件を満たすか否かを適確に判断することができる。

従って、停止条件を満たすか否かを適確に判断することができるので、運転継続条件を満たす場合に熱電併給装置の運転を継続することを適確に行うことができるようになり、適確に運転メリットを向上することができるようになった。

## 【 0 0 2 0 】

第 4 特徴構成は、上記第 3 特徴構成に加えて、

前記運転継続条件が、次の運転周期の予測電力負荷及び予測熱負荷に基づいて運転継続時間を異ならせて求める各運転継続時間についての運転メリットのうちで、前記熱電併給装置の運転を停止するよりも優れている運転継続時間が存在する条件である点を特徴とする。

## 【 0 0 2 1 】

即ち、次の運転周期の予測電力負荷及び予測熱負荷に基づいて運転継続時間を異ならせて求める各運転継続時間についての運転メリットのうちで、熱電併給装置の運転を停止するよりも優れている運転継続時間が存在するときに、運転継続条件が満たされる。

## 【 0 0 2 2 】

つまり、次の運転周期の予測電力負荷及び予測熱負荷に基づいて、熱電併給装置の運転を継続したときの運転メリットを、運転継続時間を異ならせる状態で各運転継続時間について求める。

そして、求めた各運転継続時間についての運転メリットのうちで、熱電併給装置の運転を停止するよりも優れている運転継続時間が存在するときに、運転継続条件が満たされることがにより、次の運転周期の予測電力負荷及び予測熱負荷を鑑みて、熱電併給装置の運転を継続することにより運転メリットを向上することができるか否かを判断することができるので、運転継続条件を満たすか否かを適確に判断することができる。

従って、運転継続条件を満たすか否かを適確に判断することができるので、運転メリットを向上させるための熱電併給装置の運転の継続を適確に行うことができるようになり、適確に運転メリットを向上することができるようになった。

## 【 0 0 2 3 】

第 5 特徴構成は、上記第 4 特徴構成に加えて、

前記運転メリットを求める異なる運転継続時間が、前記運転周期よりも短い時間である点を特徴とする。

## 【 0 0 2 4 】

即ち、運転メリットを求める異なる運転継続時間が、運転周期よりも短い時間であるので、熱電併給装置の運転を継続する運転継続時間を設定するにしても、その熱電併給装置の運転時間帯を設定するのに対象となった連続する複数の運転周期よりも先の運転周期の熱負荷をも貯湯槽に貯めるような長い時間に設定することを回避することが可能となる。

従って、実際の熱負荷の変動に拘らず熱不足を抑制するように熱電併給装置の運転を継続するようにしながら、連続する複数の運転周期のうちの最初の運転周期での熱電併給装置の運転により最初の運転周期以外の運転周期の熱負荷も賄う形態での断続運転を、適確

10

20

30

40

50

に行うことができるようになった。

【0025】

第6特徴構成は、上記第4又は第5特徴構成に加えて、

前記運転制御手段が、前記熱電併給装置の運転の継続により前記熱電併給装置から発生した熱量が、前記運転メリットが最も優れている運転継続時間のあいだ前記熱電併給装置を運転することにより前記熱電併給装置から発生すると予測される熱量に達したときに、前記熱電併給装置を停止させるように構成されている点を特徴とする。

【0026】

即ち、熱電併給装置の運転の継続により熱電併給装置から発生した熱量が、運転メリットが最も優れている運転継続時間のあいだ熱電併給装置を運転することにより熱電併給装置から発生すると予測される熱量に達したときに、熱電併給装置が停止される。

10

【0027】

つまり、熱電併給装置の運転を継続したときの熱電併給装置の停止のタイミングを、時間で管理するのではなく、熱電併給装置の運転の継続により熱電併給装置から発生した熱量が、運転メリットが最も優れている運転継続時間のあいだ熱電併給装置を運転することにより熱電併給装置から発生すると予測される熱量に達するか否かにより管理するので、熱電併給装置の運転の継続を、運転メリットをより一層向上するように行うことができる。

従って、運転メリットをより一層向上するように運転することができるようになった。

【0028】

20

第7特徴構成は、上記第3～第6特徴構成のいずれかに加えて、

前記運転制御手段が、前記運転周期の開始時点において前記待機条件が満たされない場合に、前記運転時間帯を、連続する複数の運転周期のうちの最初の運転周期内であって、最初の運転周期の予測電力負荷及び最初の運転周期の予測熱負荷に基づいて求めた運転メリットが優れた時間帯、及び、最初の運転周期の予測電力負荷及び前記複数の運転周期の予測熱負荷に基づいて求めた運転メリットが優れた時間帯のうち、より運転メリットが優れた時間帯に設定することを行うように構成されている点を特徴とする。

【0029】

即ち、運転周期の開始時点において、熱電併給装置の運転を待機させる待機条件が満たされない場合に、運転時間帯を、連続する複数の運転周期のうちの最初の運転周期内であって、最初の運転周期の予測電力負荷及び最初の運転周期の予測熱負荷に基づいて求めた運転メリットが優れた時間帯、及び、最初の運転周期の予測電力負荷及び前記複数の運転周期の予測熱負荷に基づいて求めた運転メリットが優れた時間帯のうち、より運転メリットが優れた時間帯に設定することが行われる。

30

【0030】

つまり、運転周期における実際の熱負荷が予測熱負荷よりも多くなって、運転周期の開始時点における貯湯槽の貯湯熱量により、複数の運転周期のうちの最初の運転周期以外の運転周期の熱負荷を十分に賄うことができない場合がある。

そこで、連続する複数の運転周期のうちの最初の運転周期での熱電併給装置の運転により最初の運転周期以外の運転周期の熱負荷も賄う形態での断続運転を行うにしても、運転周期の開始時点毎に、その開始時点における貯湯槽の貯湯熱量と次の運転周期における予測熱負荷に基づいて、待機条件が満たされるか否かを判断して、満たされない場合には、その次の運転周期を連続する複数の運転周期のうちの最初の運転周期として、運転時間帯を設定し直して、断続運転を行うので、熱余り及び熱不足を抑制することができる。

40

従って、連続する複数の運転周期のうちの最初の運転周期での熱電併給装置の運転により最初の運転周期以外の運転周期の熱負荷も賄う形態での断続運転を、実際の熱負荷の変動に拘らず、熱余り及び熱不足を抑制するように行うことができるようになった。

【0031】

第8特徴構成は、上記第7特徴構成に加えて、

前記運転制御手段が、前記運転周期の開始時点において前記待機条件が満たされない場

50

合において、次の運転周期のあいだ前記熱電併給装置を停止させた方が、運転メリットが優れた運転時間帯にて運転するよりも運転メリットが優れているときは、次の運転周期においては前記熱電併給装置を停止させるように構成されている点を特徴とする。

【0032】

即ち、運転周期の開始時点において、待機条件が満たされない場合に、次の運転周期のあいだ熱電併給装置を停止させた方が運転メリットが優れた運転時間帯にて運転するよりも運転メリットが優れているときは、次の運転周期において熱電併給装置が停止される。

【0033】

つまり、次の運転周期の電力負荷や熱負荷がかなり小さい場合は、運転メリットが優れた運転時間帯にて運転するよりも、熱電併給装置を停止させて、電力負荷は商用電源からの買電により賄い且つ熱負荷はその時点で貯湯槽に貯えられている熱と補助加熱手段の発生熱にて賄うようにする方が、運転メリットが優れている場合がある。

10

そこで、待機条件を満たさないと判断されたときは、一律に、運転メリットが優れた運転時間帯にて運転するようにするのではなく、次の運転周期のあいだ熱電併給装置を停止させた方が運転メリットが優れた運転時間帯にて運転するよりも運転メリットが優れているか否かが判断されるようにして、運転メリットが優れていると判断されたときは次の運転周期においては熱電併給装置が停止されるようにするのである。

従って、運転メリットを一層向上するように、熱電併給装置を運転することができるようになった。

【0034】

20

第9特徴構成は、上記第1又は第2特徴構成に加えて、

前記停止条件が、前記熱電併給装置を運転することにより前記熱電併給装置から発生した熱量が、前記熱電併給装置を前記運転時間帯のあいだ運転することにより前記熱電併給装置から発生すると予測される熱量に達する条件である点を特徴とする。

【0035】

即ち、熱電併給装置を運転することによりその熱電併給装置から発生した熱量が、熱電併給装置を運転時間帯のあいだ運転することにより熱電併給装置から発生すると予測される熱量に達すると、停止条件が満たされる。

【0036】

つまり、熱電併給装置から発生する熱量は、消費する燃料の量が同一であっても、例えば、気温等の変動により変動する虞がある。

30

そこで、熱電併給装置を運転することによりその熱電併給装置から発生した熱量が、熱電併給装置を運転時間帯のあいだ運転することにより熱電併給装置から発生すると予測される熱量に達すると、熱電併給装置を停止させるようにすることにより、運転時間帯の終了時点で無条件に熱電併給装置を停止させる場合に比べて、運転メリットの向上を図ることが可能な熱量を適確に発生されることができる。

従って、運転メリットの向上を図るべく、断続運転を適確に行うことができるようになった。

【0037】

第10特徴構成は、上記第9特徴構成に加えて、

40

前記運転継続条件が、前記停止条件が満たされた時点における前記貯湯槽の貯湯熱量にてそれ以降の予測熱負荷を賄える度合いを示す熱賄い度指標が設定値以下の条件である点を特徴とする。

【0038】

即ち、停止条件が満たされた時点における貯湯槽の貯湯熱量にてそれ以降の予測熱負荷を賄える度合いを示す熱賄い度指標が設定値以下のときに、運転継続条件が満たされる。

つまり、熱賄い度指標により、熱不足の程度を適確に判断することができるので、その熱賄い度指標を用いて、熱電併給装置の運転の継続の可否を判断することにより、熱不足を適確に抑制するように熱電併給装置の運転を継続することができる。

従って、実際の熱負荷の変動に拘らず、熱不足を適確に抑制して、運転メリットを適確

50



に向上することができるようになった。

【0039】

第11特徴構成は、上記第3～第10特徴構成のいずれかに加えて、前記運転メリットが、省エネルギー性、経済性又は環境性である点を特徴とする。

【0040】

即ち、省エネルギー性、経済性又は環境性が向上するように、運転時間帯が設定される。ちなみに、環境性とは、例えば、二酸化炭素ガスの削減量である。

従って、省エネルギー性、経済性又は環境性が向上するように、熱電併給装置を運転することができるようになった。

【0041】

第12特徴構成は、上記第1～第11特徴構成のいずれかに加えて、

前記運転継続条件を満たすか否かの判断に用いる運転メリットを求めるに当たっては、前記熱電併給装置の起動時のエネルギーロスを経ゼロとして求めるように構成されている点を特徴とする。

【0042】

即ち、熱電併給装置の運転を継続するときには、起動時のエネルギーロスは生じないので、運転継続条件を満たすか否かの判断を、熱電併給装置の起動時のエネルギーロスをゼロとして行うことにより、運転継続条件を満たすか否かを適確に判断することができる。

従って、運転継続条件を満たすか否かを適確に判断することができるので、運転メリットを向上させるための熱電併給装置の運転の継続を適確に行うことができるようになり、適確に運転メリットを向上することができるようになった。

【0043】

第13特徴構成は、

前記運転制御手段が、前記熱電併給装置の運転中において、予測熱負荷が発生しなかった又は実熱負荷が予測熱負荷よりも小さかったと判断した場合に、その判断した時点における前記貯湯槽の貯湯熱量にてそのとき以降の予測熱負荷を賄える度合いを示す熱賄い度指標が設定値以上の場合には、前記熱電併給装置を強制停止させるように構成されている点を特徴とする。

【0044】

即ち、熱電併給装置の運転中において、予測熱負荷が発生しなかった又は実熱負荷が予測熱負荷よりも小さかったと判断した場合に、その判断した時点における貯湯槽の貯湯熱量にてそのとき以降の予測熱負荷を賄える度合いを示す熱賄い度指標が設定値以上の場合には、熱電併給装置を強制停止させる。

【0045】

つまり、予測熱負荷が発生しなかった又は実熱負荷が予測熱負荷よりも小さかったときは、運転時間帯の全時間帯にわたって熱電併給装置を運転すると、熱余りが発生する虞がある。

そこで、前記設定値として、熱賄い度指標がその設定値以上であると熱余りが発生する虞がある値に設定すると、熱賄い度指標が設定値以上であるか否かを判断することにより、熱余りが発生するか否かを適確に判断することが可能となる。

そして、予測熱負荷が発生しなかった又は実熱負荷が予測熱負荷よりも小さかったと判断した場合に、その判断した時点の熱賄い度指標が設定値以上の場合に熱電併給装置を強制停止させることにより、熱余りを抑制することができて、運転メリットを向上することができるのである。

従って、実際の熱負荷の変動に拘らず、熱余りを抑制して、運転メリットを向上するように運転し得るコージェネレーションシステムを提供することができるようになった。

【0046】

第14特徴構成は、上記第1～第13特徴構成のいずれかに加えて

前記熱電併給装置の運転形態として、前記断続運転に加えて、前記運転周期内の全時間帯において前記熱電併給装置を運転する連続運転が備えられ、

10

20

30

40

50

前記運転制御手段が、前記運転周期の開始時点において、運転判別条件に基づいて前記断続運転と前記連続運転とのいずれか一方を選択するように構成され、且つ、前記断続運転を選択した場合において、前記停止条件が満たされたときに、前記運転継続条件を満たすか否かを判断するように構成されている点を特徴とする。

【0047】

即ち、運転周期の開始時点において、運転判別条件に基づいて断続運転と連続運転とのいずれか一方が選択され、そして、断続運転が選択された場合において、前記停止条件が満たされたときに、前記運転継続条件を満たすか否かが判断され、連続運転が選択されると、その連続運転が実行される。

【0048】

つまり、各家庭の熱負荷は、寒冷期は大きくなり温暖期は小さくなって、季節により大きく変動するものであり、又、曜日によっても、大きく変動する場合もある。

そこで、断続運転することにより熱電併給装置から発生する熱では、大きな熱負荷を十分に賄うことができない場合があることから、熱電併給装置の運転形態として、断続運転に加えて、連続運転が備えられる場合がある。

【0049】

そして、運転判別条件として、例えば、予測される熱負荷が小さいときは断続運転が選択され、予測される熱負荷が大きいときは連続運転が選択される条件に設定する。

例えば、予測電力負荷及び予測熱負荷に基づいて、断続運転を実行すると仮定したとき及び連続運転を実行すると仮定したとき夫々の省エネルギー性（例えば、予測されるエネルギー削減量）を評価して、省エネルギー性で優れている方を選択する条件を採用する。

つまり、熱余り及び熱不足を抑制するように熱電併給装置を運転するようにすることにより、熱電併給装置を運転することによる省エネルギー性を向上することができるので、運転判別条件として、上述の如く省エネルギー性で優れている方を選択する条件に設定すると、結果的に、予測される熱負荷が小さいときは断続運転が選択され、予測される熱負荷が大きいときは連続運転が選択されることになる。

【0050】

そして、上述のように、運転判別条件に基づいて断続運転と連続運転とのいずれか一方が選択され、断続運転が選択された場合において、停止条件が満たされたときに、運転継続条件を満たすか否かが判断されて、運転継続条件を満たすと判断すると、熱電併給装置の運転が継続されるので、実際の熱負荷が変動しても、熱不足を抑制するように、熱電併給装置を運転することができるのである。

従って、予測される熱負荷が大きく変動しても熱余り及び熱不足の両方を抑制し得るように熱電併給装置の運転形態を設定して、その設定した運転形態にて熱電併給装置を運転することができながら、実際の熱負荷の変動に拘らず、熱不足を抑制することができるようになった。

【発明を実施するための最良の形態】

【0051】

以下、図面に基づいて、本発明の実施の形態を説明する。

〔第1実施形態〕

コージェネレーションシステムは、図1及び図2に示すように、電力と熱とを発生する熱電併給装置としての燃料電池1と、その燃料電池1が発生する熱を冷却水にて回収し、その冷却水を利用して、貯湯槽2への貯湯及び熱消費端末3への熱媒供給を行う貯湯手段としての貯湯ユニット4と、燃料電池1及び貯湯ユニット4の運転を制御する運転制御手段としての運転制御部5などから構成されている。

【0052】

前記燃料電池1は、その出力を調整可能に構成され、その燃料電池1の電力の出力側には、系統連系用のインバータ6が設けられ、そのインバータ6は、燃料電池1の発電電力を商用電源7から受電する受電電力と同じ電圧及び同じ周波数にするように構成されている。

10

20

30

40

50

前記商用電源 7 は、例えば、単相 3 線式 100 / 200 V であり、受電電力供給ライン 8 を介して、テレビ、冷蔵庫、洗濯機などの電力負荷 9 に電氣的に接続されている。

また、インバータ 6 は、発電電力供給ライン 10 を介して受電電力供給ライン 8 に電氣的に接続され、燃料電池 1 からの発電電力がインバータ 6 及び発電電力供給ライン 10 を介して電力負荷 9 に供給するように構成されている。

#### 【0053】

前記受電電力供給ライン 8 には、電力負荷 9 の負荷電力を計測する電力負荷計測手段 11 が設けられ、この電力負荷計測手段 11 は、受電電力供給ライン 8 を通して流れる電流に逆潮流が発生するか否かを検出するように構成されている。

そして、逆潮流が生じないように、インバータ 6 により燃料電池 1 から受電電力供給ライン 8 に供給される電力が制御され、発電電力の余剰電力は、その余剰電力を熱に代えて回収する電気ヒータ 12 に供給されるように構成されている。

#### 【0054】

前記電気ヒータ 12 は、複数の電気ヒータから構成され、冷却水循環ポンプ 15 の作動により冷却水循環路 13 を通流する燃料電池 1 の冷却水を加熱するように設けられ、インバータ 6 の出力側に接続された作動スイッチ 14 により ON / OFF が切り換えられている。

また、作動スイッチ 14 は、余剰電力の大きさが大きくなるほど、電気ヒータ 12 の消費電力が大きくなるように、余剰電力の大きさに応じて電気ヒータ 12 の消費電力を調整するように構成されている。

尚、電気ヒータ 12 の消費電力を調整する構成については、上記のように複数の電気ヒータ 12 の ON / OFF を切り換える構成以外に、その電気ヒータ 12 の出力を例えば位相制御等により調整する構成を採用しても構わない。

#### 【0055】

前記貯湯ユニット 4 は、温度成層を形成する状態で湯水を貯湯する貯湯槽 2、湯水循環路 16 を通して貯湯槽 2 内の湯水を循環させる湯水循環ポンプ 17、熱源用循環路 20 を通して熱源用湯水を循環させる熱源用循環ポンプ 21、熱媒循環路 22 を通して熱媒を熱消費端末 3 に循環供給させる熱媒循環ポンプ 23、湯水循環路 16 を通流する湯水を加熱させる貯湯用熱交換器 24、熱源用循環路 20 を通流する熱源用湯水を加熱させる熱源用熱交換器 25、熱媒循環路 22 を通流する熱媒を加熱させる熱媒加熱用熱交換器 26、ファン 27 を作動させた状態でのバーナ 28 の燃焼により貯湯槽 2 内から取り出した湯水及び熱源用循環路 20 を通流する熱源用湯水を加熱させる補助加熱用熱交換器 29 などを備えて構成されている。

#### 【0056】

前記湯水循環路 16 は、その一部が並列になるように分岐接続され、その接続箇所に三方弁 18 が設けられており、分岐された一方側の流路には、ラジエター 19 が設けられている。そして、三方弁 18 を切り換えることにより、貯湯槽 2 の下部から取り出した湯水がラジエター 19 を通過するように循環させる状態と、貯湯槽 2 の下部から取り出した湯水がラジエター 19 をバイパスするように循環させる状態とに切り換えるように構成されている。

#### 【0057】

前記貯湯用熱交換器 24 においては、燃料電池 1 から出力される熱を回収した冷却水循環路 13 の冷却水を通流させることにより、湯水循環路 16 を通流する湯水を加熱させるように構成されている。前記熱源用熱交換器 25 においては、燃料電池 1 が発生する熱を回収した冷却水循環路 13 の冷却水を通流させることにより、熱源用循環路 20 を通流する熱源用湯水を加熱させるように構成されている。そして、補助加熱手段 M が、ファン 27、バーナ 28、補助加熱用熱交換器 29 により構成されている。また、熱源用循環路 20 には、熱源用湯水の通流を断続させる熱源用断続弁 40 が設けられている。

#### 【0058】

前記冷却水循環路 13 は、貯湯用熱交換器 24 側と熱源用熱交換器 25 側とに分岐され

、その分岐箇所、貯湯用熱交換器 24 側に通流させる冷却水の流量と熱源用熱交換器 25 側に通流させる冷却水の流量との割合を調整する分流弁 30 が設けられている。

そして、分流弁 30 は、冷却水循環路 13 の冷却水の全量を貯湯用熱交換器 24 側に通流させたり、冷却水循環路 13 の冷却水の全量を熱源用熱交換器 25 側に通流させることもできるように構成されている。

【0059】

前記熱媒加熱用熱交換器 26 においては、熱源用熱交換器 25 や補助加熱用熱交換器 29 にて加熱された熱源用湯水を通流させることにより、熱媒循環路 22 を通流する熱媒を加熱させるように構成されている。前記熱消費端末 3 は、床暖房装置や浴室暖房装置などの暖房端末にて構成されている。

10

【0060】

また、貯湯槽 2 から取り出した湯水を給湯するときの給湯熱負荷を計測する給湯負荷計測手段 31 が設けられ、熱消費端末 3 での端末熱負荷を計測する端末熱負荷計測手段 32 も設けられている。尚、熱負荷とは負荷熱量を意味するものである。

【0061】

前記貯湯槽 2 には、温度成層を形成する状態で貯湯されることになり、その貯湯槽 2 の貯湯熱量の検出用として、上層部の上端位置の湯水の温度を検出する上端温度センサ S1、上層部と中層部との境界位置の湯水の温度を検出する中間上位温度センサ S2、中層部と下層部との境界位置の湯水の温度を検出する中間下位温度センサ S3、及び、下層部の下端位置の湯水の温度を検出する下端温度センサ S4 が設けられている。

20

更に、前記貯湯槽 2 に供給される水の給水温度を検出する給水温度センサ Si も設けられている。

【0062】

前記運転制御部 5 は、燃料電池 1 の運転中には冷却水循環ポンプ 15 を作動させる状態で、燃料電池 1 の運転及び冷却水循環ポンプ 15 の作動状態を制御すると共に、湯水循環ポンプ 17、熱源用循環ポンプ 21、熱媒循環ポンプ 23 の作動状態を制御することによって、貯湯槽 2 内に湯水を貯湯する貯湯運転や、熱消費端末 3 に熱媒を供給する熱媒供給運転を行うように構成されている。

【0063】

ちなみに、給湯するときには、熱源用断続弁 40 を閉弁した状態で貯湯槽 2 から取り出した湯水を給湯するように構成され、貯湯槽 2 から取り出した湯水を補助加熱手段 M にて加熱したり、貯湯槽 2 から取り出した湯水に水を混合させて、図外のリモコンにて設定されている給湯設定温度の湯水を給湯するように構成されている。

30

したがって、貯湯槽 2 では、貯湯槽 2 の容量の範囲内で、燃料電池 1 の出力に応じて追加された湯水から、給湯用として取り出された湯水を差し引いた分の湯水が貯湯されていることになる。

【0064】

前記運転制御部 5 は、過去の電力負荷データ及び過去の熱負荷データを管理して、それらの過去の電力負荷データ及び過去の熱負荷データに基づいて、燃料電池 1 の計画運転を行うように構成されている。

40

【0065】

次に、運転制御部 5 による燃料電池 1 の運転の制御について説明を加える。

前記運転制御部 5 は、複数時間からなる運転周期（この実施形態では 24 時間）内において運転時間帯を定めて燃料電池 1 を断続的に運転する断続運転モード（断続運転に相当する）を、運転周期毎に繰り返すように構成されている。

【0066】

そして、運転制御部 5 は、前記運転時間帯を、前記運転周期の予測電力負荷及び予測熱負荷に基づいて、前記運転周期内において最も省エネルギーとなる時間帯に設定するように構成されている。

以下、このように運転時間帯を設定する断続運転モードを第 1 断続運転モードと記載す

50

る場合がある。

【 0 0 6 7 】

又、運転制御部 5 は、運転時間帯を、連続する複数（例えば、2 又は 3 回）の運転周期のうちの最初の運転周期内であって、最初の運転周期の予測電力負荷及び前記複数の運転周期の予測熱負荷に基づいて、最も省エネルギーとなる時間帯に設定するように構成されている。

以下、このように運転時間帯を設定する断続運転モードを第 2 断続運転モードと記載する場合がある。

【 0 0 6 8 】

この第 1 実施形態では、燃料電池 1 の運転形態、即ち、運転モードとして、前記断続運転モードに加えて、前記運転周期内の全時間帯において燃料電池 1 を運転する連続運転モードとが備えられている。 10

又、前記断続運転モード及び前記連続運転モードのいずれの運転モードも実行せずに、前記運転周期内の全時間帯において燃料電池 1 を停止させる待機モードが備えられている。

【 0 0 6 9 】

そして、運転制御部 5 は、運転周期の開始時点において、その開始時点における前記貯湯槽 2 の貯湯熱量と次の運転周期における予測熱負荷とに基づいて、燃料電池 1 を停止させる、即ち、待機モードを実行する待機条件を満たすか否かを判断して、その待機条件を満たすと判断した場合には次の運転周期においては待機モードを実行するように構成されている。 20

【 0 0 7 0 】

又、この第 1 実施形態では、運転制御部 5 は、運転周期の開始時点において、運転判別条件に基づいて断続運転モードと連続運転モードとのいずれか一方を選択するように構成され、且つ、断続運転モードを選択したときに、前記待機条件を満たすか否かを判断するように構成されている。

【 0 0 7 1 】

更に、運転制御部 5 は、前記断続運転モードの実行中において、燃料電池 1 の運転を停止させる停止条件が満たされたときに、運転継続条件を満たす場合には燃料電池 1 の運転を継続するように構成されている。 30

【 0 0 7 2 】

そして、前記運転制御部 5 は、前記断続運転モード及び連続運転モードのいずれにおいても、燃料電池 1 の運転時には、燃料電池 1 の出力を、現在要求されている現電力負荷に対して追従する電主出力に設定する電主運転制御を実行する。

詳しくは、運転制御部 5 は、上記電主運転制御において、1 分等の比較的短い所定の出力調整周期毎に、上記現電力負荷を求め、最小出力（例えば 2 5 0 W）から最大出力（例えば 1 0 0 0 W）の範囲内で、図 3（a）に示すように連続的に、又は、図 3（b）に示すように段階的に、上記現電力負荷に追従する電主出力を決定し、燃料電池 1 の出力をその決定した電主出力に設定する。尚、上記最小出力は、許容範囲内で 0 W 又はそれに近い極めて小さい出力に設定しても構わない。 40

【 0 0 7 3 】

上記現電力負荷は、電力負荷計測手段 1 1 の計測値及びインバータ 6 の出力値に基づいて求められ、更に、その現電力負荷は、前の出力調整周期における電力負荷の平均値として求められる。また、燃料電池 1 の出力として設定される電主出力は、現電力負荷に対して少なくとも所定の余裕分小さく設定されている。

【 0 0 7 4 】

更に、運転制御部 5 は、ある燃料電池 1 の運転パターンに対して、予測電力負荷及び予測熱負荷についてのエネルギーの削減量である予測エネルギー削減量を演算可能に構成されている。

そして、この第 1 実施形態では、運転制御部 5 は、運転周期の開始時点において、次の 50

運転周期の予測電力負荷及び予測熱負荷に基づいて、次の運転周期において断続運転モードを実行すると仮定したときのエネルギーの削減量である予測エネルギー削減量、及び、次の運転周期において連続運転モードを実行すると仮定したときのエネルギーの削減量である予測エネルギー削減量を演算して、断続運転モードと連続運転モードとのうちの予測エネルギー削減量が優れた方を選択する条件を前記運転判別条件として、断続運転モードと連続運転モードとのいずれか一方を選択するように構成されている。

#### 【0075】

以下、運転制御部5による予測エネルギー削減量の演算方法について、説明を加える。

運転制御部5は、先ず、時系列的な過去の電力負荷データ及び熱負荷データに基づいて、図4に示すような、運転周期の開始時点以降の時系列的な予測電力負荷及び予測熱負荷を予測する。次に、予め設定された仮運転パターンにおける運転時間帯において燃料電池1を運転する形態で上記予測電力負荷に対して電主運転制御を実行すると仮定して、燃料電池1の時系列的な予測発電電力及び予測発生熱を演算する。

10

#### 【0076】

そして、運転制御部5は、下記の[数1]に示すように、燃料電池1を運転しない場合のエネルギー消費量を基準に、燃料電池1を上記仮運転パターンで運転した場合のエネルギー消費量の削減量を、上記予測エネルギー削減量として演算することができる。

#### 【0077】

##### [数1]

予測エネルギー削減量  $P$  = 燃料電池1を運転しない場合のエネルギー消費量  $E_1$  - 燃料電池1を運転した場合のエネルギー消費量  $E_2$

20

#### 【0078】

尚、上記燃料電池1を運転させない場合のエネルギー消費量  $E_1$  は、下記の[数2]に示すように、上記予測電力負荷の全てを商用電源7からの受電電力で補う場合の商用電源7におけるエネルギー消費量と、予測熱負荷の全てを補助加熱手段Mの発生熱で補う場合のエネルギー消費量との和として求められる。

#### 【0079】

##### [数2]

$E_1$  = 予測電力負荷 / 商用電源7の発電効率 + コージェネレーションシステムの待機電力 / 商用電源7の発電効率 + 予測熱負荷 / 補助加熱手段Mの発熱効率

30

#### 【0080】

一方、燃料電池1を運転した場合のエネルギー消費量  $E_2$  は、下記の[数3]に示すように、上記予測電力負荷及び予測熱負荷を燃料電池1の予測発電電力及び予測発生熱で補う場合の燃料電池1におけるエネルギー消費量（燃料消費量）と、予測電力負荷から予測発電電力を差し引いた分に相当する不足電力負荷を商用電源7からの受電電力で補う場合の商用電源7におけるエネルギー消費量と、予測熱負荷から予測発生熱を差し引いた分に相当する不足熱負荷を補助加熱手段Mの発生熱で補う場合のエネルギー消費量と、燃料電池1の起動時のエネルギーロスとの和として求められる。

#### 【0081】

##### [数3]

$E_2$  = 燃料電池1を運転したときの燃料消費量 + 不足電力負荷 / 商用電源7の発電効率 + 不足熱負荷 / 補助加熱手段Mの発熱効率 + 起動時のエネルギーロス + コージェネレーションシステムの待機電力 / 商用電源7の発電効率

40

#### 【0082】

ちなみに、数2及び数3におけるコージェネレーションシステムの待機電力は、燃料電池1を停止させているときにコージェネレーションシステムが消費する電力であり、連続運転モードでのコージェネレーションシステムの待機電力は、ゼロであり、断続運転モードでのコージェネレーションシステムの待機電力は、1時間当たりの待機電力に、運転周期から運転時間帯を減じた時間を乗じた電力である。

尚、このコージェネレーションシステムの待機電力は、燃料電池1の待機電力としても

50

良い。

【0083】

上記のような燃料電池1を運転した場合のエネルギー消費量E2を求める方法について説明を加える。

【0084】

図5(a)に示すように、判定タイミングから24時間の運転周期における1時間毎の夫々の時間において、予測電力負荷(a)及び予測熱負荷(m)を求め、運転時間帯を設定した仮運転パターンにおいて設定される運転時間帯において設定される燃料電池1の電主出力(b)を、その予測電力負荷(a)に対して追従する形態で求める。尚、この際に、予測電力負荷が燃料電池1の最小出力以下である場合には、電主出力(b)はその最小出力に設定されると共に、その差分が余剰電力量(i)として求められる。一方、予測電力負荷が燃料電池1の最大出力以上である場合には、電主出力(b)はその最大出力に設定されると共に、その差分が不足電力量(c)として求められる。

10

【0085】

夫々の時間において、電主出力(b)と燃料電池1の発電効率(e)から、燃料電池1の一次エネルギー消費量である燃料消費量(g)を求めると共に、その燃料消費量(g)と燃料電池1の発熱効率(f)から燃料電池1の発生熱量(d)を求める。

【0086】

更に、夫々の時間において、貯湯槽2の最大容量以下の範囲内で、上記のような発生熱量(d)から排熱ロス(h)を差し引いたものを積算し、更に、それに余剰電力量(i)から求めた電気ヒータ12の発生熱量を加えたものから、貯湯槽2において放熱される貯湯放熱量(l)と、予測熱負荷(m)として利用された予測利用熱量(n)と、を差し引いた分を、貯湯槽2に貯えられる貯湯熱量(k)として求め、更に、貯湯槽2の最大容量を超える分の熱量をラジエター19で放熱される余剰熱量(j)として求める。

20

【0087】

そして、判定対象期間における上記燃料消費量(g)の合計と、不足電力量(c)の合計と、貯湯熱量(k)が予測利用熱量(n)よりも小さい場合にその差として求められる不足熱負荷の合計と、起動時のエネルギーロスとを、上記[数3]に代入することにより、上記のような燃料電池1を運転した場合のエネルギー消費量E2を求めることができる。

【0088】

ちなみに、燃料電池1の起動時のエネルギーロスは、燃料電池1固有のものであり、予め、実験等により求められて運転制御部1に記憶されている。

30

【0089】

尚、上記燃料電池1の発生熱量(d)の合計と、余剰電力量(i)から求めた電気ヒータ12の発生熱量の合計との和が、燃料電池1の総発生熱量と認識することができ、更に、排熱ロス(h)と余剰熱量(j)と貯湯放熱量(l)の夫々の合計の和に好ましくは起動ロスとを加えたものが、燃料電池1の総熱ロスと認識することができる。そして、この総発熱量から総熱ロスを差し引いた熱量の全てを熱負荷として利用できた場合には、予測エネルギー削減量は最大となり、このような予測エネルギー削減量を最大とする利用熱量をピーク利用熱量と呼ぶ。

40

【0090】

運転制御部5は、1日を複数に分割した複数の単位期間毎の負荷データを時間経過の並び順に各日毎に区分けした状態で過去の複数日について記憶手段としての不揮発性のメモリ34に記憶させるデータ記憶処理を実行するように構成されている。

【0091】

即ち、運転制御部5は、例えば、熱負荷を給湯熱負荷と端末熱負荷として、単位時間あたりの実電力負荷、実給湯負荷、及び、実端末熱負荷の夫々を、電力負荷計測手段11及びインバータ6の出力値、給湯熱負荷計測手段31、及び、端末熱負荷計測手段32にて計測する。そして、電力負荷計測手段11及びインバータ6の出力値、給湯熱負荷計測手段31、及び、端末熱負荷計測手段32にて計測された値を過去の3週間(21日間)分

50

について、時間経過の並び順に各日毎に区分けした状態でメモリ 34 に記憶することにより、時系列的な電力負荷及び時系列的な熱負荷を単位期間の一例としての 1 時間毎に管理するように構成されている。

#### 【0092】

次に、運転制御部 5 による前記貯湯槽 2 の貯湯熱量の演算方法について、説明を加える。

尚、前記上端温度センサ S1、中間上位温度センサ S2、中間下位温度センサ S3、下端温度センサ S4 夫々にて検出される貯湯槽 2 の湯水の温度を、夫々、T1、T2、T3、T4 とし、前記給水温度センサ Si にて検出される給水温度を Ti とする。

又、前記上層部における重み係数を A1 とし、前記中層部における重み係数を A2 とし、前記下層部における重み係数を A3 とすると、貯湯熱量 Q は、下記の [数 4] にて演算することができる。

#### 【0093】

[数 4]

$$Q = \{ (A1 \times T1 + (1 - A1) \times T2 - Ti) \times 50 + (A2 \times T2 + (1 - A2) \times T3 - Ti) \times 50 + (A3 \times T3 + (1 - A3) \times T4 - Ti) \times 50 \} \times 4186.05$$

#### 【0094】

重み係数 A1、A2、A3 は、貯湯槽 2 の各層における過去の温度分布データを考慮した経験値である。ここで、A1、A2、A3 としては、例えば、A1 = A2 = 0.2、A3 = 0.5 である。A1 = A2 = 0.2 とは、上層部においては温度 T2 の影響が温度 T1 の影響よりも大きいことを示す。これは、上層部の 8 割の部分は温度 T2 に近く、2 割の部分は温度 T1 に近いことを示す。これは、中層部においても同様である。下層部においては、温度 T3 と T4 の影響が同じであることを示す。

#### 【0095】

次に、前記連続運転モードについて、説明を加える。

運転制御部 5 は、連続運転モードとして、上述のように、燃料電池 1 の出力を現在要求されている現電力負荷に対して追従する電主出力に設定する、即ち、電主運転制御を実行する負荷追従連続運転モード、及び、その負荷追従連続運転モードを実行することにより、熱負荷に対して燃料電池 1 の発生熱が余る熱余り状態が予測される場合に、燃料電池 1 の出力を現電力負荷に追従した電主出力よりも小さい抑制出力に設定する抑制連続運転モードを実行可能に構成されている。

#### 【0096】

ちなみに、熱余り状態とは、例えば、貯湯槽 2 内に貯湯されている湯水が満杯であり、ラジエター 19 を作動させる状態や、熱媒供給運転中に燃料電池 1 から出力される熱が熱消費端末 3 で要求されている端末熱負荷よりも大きくて、貯湯槽 2 内に貯湯されている湯水が満杯であり、ラジエター 19 を作動させる状態である。

#### 【0097】

次に、熱余り状態の予測について説明を加える。

前記運転制御部 5 は、運転周期における予測電力負荷及び予測熱負荷を求め、その予測電力負荷を補うように、連続的に電主運転制御を実行することを想定して、燃料電池 1 の発生熱が予測熱負荷に対して余る熱余り状態が発生するか否かを判断すると共に、その熱余り状態が発生する時間帯を熱余り時間帯として求める。

尚、熱余り状態を予測する構成については、例えば、補助加熱手段 M を作動した状態での給湯量やラジエター 19 における放熱量を積算し、その積算値が設定値以上となることにより、熱余り状態を予測するなど、適宜変更が可能である。

#### 【0098】

上記抑制連続運転モードについて説明を加えると、運転制御部 5 は、抑制連続運転モードを実行する場合において、熱余り状態が予測される熱余り時間帯よりも前の時間帯でその熱余り状態が解消できるように設定された抑制運転時間帯において、燃料電池 1 の出力



を電主出力よりも小さい抑制出力に設定する。

【0099】

更に、上記抑制出力は、燃料電池1の出力を電主出力に設定したときの発電メリットよりも優れた発電メリットを発揮する出力のうちの上記電主出力以下の範囲内における最大出力に設定することが望ましい。

【0100】

即ち、運転制御部5は、現電力負荷の全てを商用電源7からの受電電力で補う場合のエネルギー消費量から、現電力負荷の少なくとも一部を燃料電池1の発電電力で補う場合のエネルギー消費量を差し引いた分に相当する上記発電メリットを、燃料電池1の出力を電主出力及びそれ以下に設定した場合について演算し、その発電メリットが、燃料電池1の出力を電主出力に設定した場合よりも優れている出力のうちsの最大出力を、上記抑制出力として設定する。上記発電メリットは、余剰電力の発生によるエネルギーロスを差し引いた値とすることが望ましい。尚、上記抑制出力は、燃料電池1の最小出力や、電主出力から所定の設定量小さい出力としても構わない。

10

【0101】

また、上記抑制出力は、燃料電池1の出力を電主出力に設定したときの発電メリット及び発熱メリットの和である総合メリットよりも優れた総合発電メリットを発揮する出力として設定しても構わない。

【0102】

次に、前記断続運転モードにおける運転時間帯の設定方法について説明する。

20

第1断続運転モードでは、運転周期内において燃料電池1の運転時間帯が異なる複数の仮運転パターンの夫々の予測エネルギー削減量を、運転周期における予測電力負荷及び予測熱負荷に基づいて演算して、その予測エネルギー削減量が最大となるように、運転周期内において燃料電池1の起動時間と停止時間を設定する。

【0103】

即ち、仮運転パターンは、図6に示すように、運転周期（この実施形態では24時間）内において、燃料電池1を1回運転させるパターンである。

例えば、運転周期の開始時点を午前3時とすると、午前3時～午前4時の時間（時間帯1）から運転を開始させるパターンとして、午前3時～午前4時の時間（時間帯「1」）のみを運転させるパターン1（起動時刻が午前3時、停止時刻が午前4時）や、午前3時～午前5時の時間帯（時間帯「1」及び「2」）のみを運転させるパターン2（起動時刻が午前3時、停止時刻が午前5時）、午前3時～午前6時の時間帯（時間帯「1」、「2」及び「3」）のみを運転させるパターン3・・・午前3時～次の日の午前3時の時間帯（時間帯「1」～「24」）を運転させるパターン24の24種類がある。また、午前4時～午前5時の時間（時間帯「2」）から運転開始させるパターンとして、この時間帯「2」をのみを運転させるパターン25、午前4時～午前6時の時間帯（時間帯「2」及び「3」）を運転させるパターン26・・・午前4時～次の日の午前3時の時間帯（時間帯「2」～「24」）を運転させるパターン47の23種類がある。このように、運転周期の最後の午前2時～午前3時の時間帯（時間帯「24」）から運転開始させるパターンのパターン300まで、仮運転パターンは、パターン1からパターン300までの300種類のものがある。

30

40

そして、このような300種類の仮運転パターンがメモリ34に記憶されている。

【0104】

そして、運転制御部5は、メモリ34に記憶されている全ての仮運転パターンについて、その起動時間から停止時間までの運転時間帯において燃料電池1に対して電主運転制御を実行することによる予測エネルギー削減量を、上述した〔数1〕～〔数3〕等を用いて、演算する。

【0105】

そして、その複数の仮運転パターンのうち、上記のように求めた予測エネルギー削減量が最も優れた即ち最大である仮運転パターンを、その運転周期における正式な運転パターン

50

として決定し、その運転パターンで定義される運転時間帯で燃料電池 1 を運転するように、運転周期内における燃料電池 1 の起動時間と停止時間とを設定する。

【0106】

第 2 断続運転モードでは、運転周期内において燃料電池 1 の運転時間帯が異なる複数の仮運転パターンの夫々の予測エネルギー削減量を、運転周期における予測電力負荷と、複数の運転周期である熱負荷判定対象期間における予測熱負荷とに基づいて演算して、予測エネルギー削減量が最大となるように、運転周期内において燃料電池 1 の起動時間と停止時間とを設定する。

【0107】

即ち、運転制御部 5 は、メモリ 34 に記憶されている全ての仮運転パターンについて、その起動時間から停止時間までの運転時間帯において燃料電池 1 に対して電主運転制御を実行することによる予測エネルギー削減量を演算する。

【0108】

尚、この第 2 断続運転モードで演算される予測エネルギー削減量は、例えば、図 5 (b) の最初の運転周期以降の熱利用状態に示すように、その運転周期を含む熱負荷判定対象期間において貯湯熱量 (k) が継続して予測熱負荷 (m) として利用された場合を想定して、上述した [数 1] ~ [数 3] 等を用いて演算された最初の運転周期の予測電力負荷と予測熱負荷とに基づいて演算した予測エネルギー削減量に対して、その最初の運転周期以降における予測利用熱量 (n) の合計から貯湯放熱量 (l) の合計を差し引いた分の熱量を、補助加熱手段 M の発生熱で補う場合のエネルギー消費量を加えた値として、求めることができる。

【0109】

前記運転制御部 5 は、運転周期の開始時点において、断続運転モード及び連続運転モードの運転モードのうちのいずれか又は待機モードを選択する運転モード選択処理を実行するように構成されている。

以下、図 7 に示すフローチャートに基づいて、その運転モード選択処理について説明する。

尚、燃料電池 1 を停止させていても、例えば発電可能な状態に維持しておく等のために、エネルギー (電力) が消費されるものであり、運転周期内の全時間帯において燃料電池 1 を停止させているときにコージェネレーションシステムにて消費されるエネルギーを、予め実験等により求めて、待機時消費エネルギー Z として、運転制御部 5 に記憶させてある。

【0110】

運転制御部 5 は、運転周期の開始時点 (例えば、午前 3 時) になると、連続運転モードによって燃料電池 1 を運転すると仮定したときの予測エネルギー削減量  $P_c$  (以下、連続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_c$  と記載する場合がある) と、断続運転モードによって燃料電池 1 を運転すると仮定したときの予測エネルギー削減量  $P_i$  (以下、断続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_i$  と記載する場合がある) とを演算し、それらのうちの大きい方が待機時消費エネルギー Z の負の値「-Z」よりも大きいか否かを判断することにより、連続運転モードと断続運転モードとのいずれか一方を実行した方が待機モードを実行するよりも省エネルギーになるかを判断する (ステップ # 1 ~ 3)。

【0111】

ちなみに、連続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_c$  については、負荷追従連続運転モード及び抑制連続運転モードの夫々について演算して、それらのうちの大きい方を連続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_c$  とし、断続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_i$  については、第 1 段続運転モード及び第 2 断続運転モードの夫々について演算して、それらのうちの大きい方を断続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_i$  とするように構成されている。

【0112】

つまり、連続運転モードや断続運転モードを実行したときのエネルギー消費量が燃料電池 1 を運転しないときのエネルギー消費量よりも多くなって、連続運転モード時の予測エネル

10

20

30

40

50

ギ削減量  $P_c$  や断続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_i$  が負の値として求められる場合があるが、それら連続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_c$  や断続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_i$  の正負に拘らず、連続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_c$  と断続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_i$  のうちの大きい方が待機時消費エネルギー  $Z$  の負の値「 $-Z$ 」よりも大きいときは、連続運転モードと断続運転モードとのいずれか一方を実行した方が待機モードを実行するよりも省エネルギーになる。

【0113】

そして、ステップ#3にて、連続運転モードと断続運転モードとのいずれか一方を実行した方が待機モードを実行するよりも省エネルギーになると判断したときは、ステップ#4で、断続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_i$  と連続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_c$  とを比較して、連続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_c$  が断続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_i$  と等しいか、断続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_i$  よりも大きいときは、連続運転モードを選択し（ステップ#5）、断続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_i$  の方が連続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_c$  よりも大きいときは、断続運転モードを選択することになり、後述するように、前記待機条件を満たすか否かを判断し（ステップ#6, 7）、ステップ#3にて、連続運転モードと断続運転モードとのいずれを実行するよりも待機モードを実行する方が省エネルギーになると判断したときは、待機モードを選択する（ステップ#11）。

【0114】

つまり、断続運転モード、連続運転モード及び待機モードのうちの予測エネルギー削減量が優れたものを選択する条件を前記運転判別条件として、断続運転モード、連続運転モード及び待機モードのうちのいずれか一つを選択することになる。

【0115】

そして、ステップ#6では、図5の(b)に示す如き、次の運転周期の各時間の予測熱負荷(m)を合計して、次の運転周期の予測熱負荷Lを求め、図5の(b)に示す如き、次の運転周期の各時間の予測利用熱量(n)を合計して、開始時点の貯湯槽2の貯湯熱量のうち次の運転周期の予測熱負荷として利用される予測利用熱量Uを求める共に、それらの比率  $U/L$  を、開始時点における貯湯熱量にて次の運転周期の予測熱負荷を賄える程度を示す熱負荷賄い率として求め、ステップ#7では、その求めた熱負荷賄い率  $U/L$  と上位設定値Kとを比較して、熱負荷賄い率  $U/L$  が上位設定値Kよりも大きいときは、待機条件を満たすと判断し、熱負荷賄い率  $U/L$  が上位設定値K以下のときは、待機条件を満たさないと判断する。ちなみに、前記上位設定値Kは、例えば、0.6に設定する。

【0116】

つまり、貯湯槽2からは放熱があることから、熱負荷賄い率を求めるに当たっては、次の運転周期の開始時点の貯湯槽2の貯湯熱量そのものを用いるよりも、図5の(b)に示すように、次の運転周期の開始時点の貯湯槽2の貯湯熱量のうち次の運転周期の予測熱負荷として利用される予測利用熱量Uを用いる方が、貯湯槽2からの放熱を考慮することができるので、熱負荷賄い率を適切に求めることができる。

【0117】

そして、ステップ#7で待機条件を満たすと判断したときは、ステップ#8で、燃料電池1が運転中か否かを判断して、運転中のときは停止条件が満たされたとして、ステップ#9で、次の運転周期の予測電力負荷及び予測熱負荷に基づいて運転継続時間を異ならせて求める各運転継続時間についての運転メリットのうちで、燃料電池1の運転を停止するよりも優れている運転継続時間が存在する条件である運転継続条件を満たすか否かを判断して、運転継続条件を満たすときは、燃料電池1の運転を継続し（ステップ#10）、運転継続条件を満たさないときは、待機モードを選択する（ステップ#11）。

【0118】

つまり、前記停止条件が、前記運転周期の開始時点において燃料電池1が運転中であるときに、その開始時点における貯湯槽2の貯湯熱量と次の運転周期における予測熱負荷とが燃料電池1の運転を待機させる待機条件を満たす条件である。

10

20

30

40

50

そして、前記待機条件が、前記開始時点における前記貯湯熱量にて次の運転周期における予測熱負荷を賄える程度を示す熱負荷賄い率が設定値よりも大きい条件に設定されている。

【0119】

ステップ#9では、運転周期よりも短い設定最長運転継続時間内の1時間単位での全ての運転継続時間(0時間を含む)について、次の運転周期の予測電力負荷及び予測熱負荷に基づいて、〔数1〕～〔数3〕にて予測エネルギー削減量を演算し、運転継続時間が0時間、即ち、燃料電池1を運転しないときの予測エネルギー削減量よりも大きい予測エネルギー削減量となる運転継続時間が存在すると、運転継続条件を満たすと判断し、存在しないときは、運転継続条件を満たさないと判断する。

10

【0120】

尚、燃料電池1の運転を継続する場合、起動エネルギーを消費することがないので、ステップ#9において、1時間以上の各運転継続時間について、予測エネルギー削減量の演算するときは、起動時のエネルギーロスをゼロとする。

【0121】

例えば、前記設定最長運転継続時間を3時間と設定すると、1時間、2時間、3時間の運転継続時間の夫々について、予測エネルギー削減量を演算することになる。

運転継続時間が1時間のときは、次の運転周期における1時間目の予測電力負荷に追従する電主運転制御を実行するとして、運転継続時間が2時間のときは、次の運転周期における1時間目、2時間目の予測電力負荷に追従する電主運転制御を実行するとして、運転継続時間が3時間のときは、次の運転周期における1時間目、2時間目、3時間目の予測電力負荷に追従する電主運転制御を実行するとして、夫々、予測エネルギー削減量を演算する。

20

【0122】

そして、ステップ#10では、燃料電池1の運転の継続により燃料電池1から発生した熱量が、ステップ#9において、予測エネルギー削減量が最も大きかった運転継続時間のあいだ燃料電池1を運転することにより燃料電池1から発生すると予測される熱量に達するまで燃料電池1の運転を継続し、その熱量に達すると燃料電池1を停止させる。

【0123】

燃料電池1から発生する熱量、燃料電池1から発生すると予測される熱量には、前記電気ヒータ12から発生する熱量を含めても良い。

30

【0124】

つまり、前記運転継続条件が、次の運転周期の予測電力負荷及び予測熱負荷に基づいて運転継続時間を異ならせて求める各運転継続時間についての運転メリットのうちで、燃料電池1の運転を停止するよりも優れている運転継続時間が存在する条件である。

前記運転メリットを求める異なる運転継続時間が、前記運転周期よりも短い時間である。

【0125】

又、運転制御部5は、燃料電池1の運転の継続により燃料電池1から発生した熱量が、前記運転メリットが最も優れている運転継続時間のあいだ燃料電池1を運転することにより燃料電池1から発生すると予測される熱量に達したときに、燃料電池1を停止させるように構成されている。

40

【0126】

ステップ#7で待機条件を満たすと判断しても、ステップ#8で燃料電池1が運転中ではないときは、待機モードを選択する(ステップ#11)。

【0127】

ステップ#7で、待機条件を満たさないと判断したときは、ステップ#12で、熱負荷賄い率 $U/L$ と、前記上位設定値 $K$ よりも小さい下位設定値 $M$ と比較して、熱負荷賄い率 $U/L$ が下位設定値 $M$ よりも大きいときは、待機モードを選択し(ステップ#11)、熱負荷賄い率 $U/L$ が下位設定値 $M$ 以下のときは、第1段階運転モード及び第2段階運転モ

50

ード夫々について予測エネルギー削減量が最大となるように運転時間帯を設定して、予測エネルギー削減量が大きい方の断続運転モードを選択する（ステップ# 13）。

ちなみに、前記下位設定値Mは、例えば、0.4に設定する。

【0128】

つまり、熱負荷賄い率U/Lが上位設定値Kよりも大きいときは、燃料電池1の運転を継続させると省エネルギー性を向上できるので、運転周期の開始時点において燃料電池1が運転中のときは運転継続条件を満たすとして、燃料電池1の運転を継続する。

又、熱負荷賄い率U/Lが上位設定値K以下で運転継続条件を満たさないときで、熱負荷賄い率U/Lが下位設定値Mよりも大きいときは、燃料電池1の運転を継続させても省エネルギー性を向上できる可能性は少ないものの、次の運転周期の熱負荷をある程度は賄えるとして、次の運転周期においては燃料電池1の運転を待機させる。 10

又、熱負荷賄い率U/Lが上位設定値K以下で運転継続条件を満たさないときで、更に、熱負荷賄い率U/Lが下位設定値M以下のときは、次に運転周期においては、燃料電池1の運転を待機させると過剰な熱不足が発生する虞があるとして、新たに運転時間帯を設定し直して、断続運転を実行するように構成されている。

【0129】

つまり、運転制御部5は、前記運転周期の開始時点において前記待機条件が満たされない場合に、前記運転時間帯を、連続する複数の運転周期のうちの最初の運転周期内であって、最初の運転周期の予測電力負荷及び最初の運転周期の予測熱負荷に基づいて求めた運転メリットが優れた時間帯、及び、最初の運転周期の予測電力負荷及び前記複数の運転周期の予測熱負荷に基づいて求めた運転メリットが優れた時間帯のうち、より運転メリットが優れた時間帯に設定することを行うように構成されている。 20

【0130】

そして、運転制御部5は、運転モード選択処理にて断続運転モードを選択したときは、次の運転周期においては、運転時間帯のあいだ燃料電池1を運転し、運転モード選択処理にて連続運転モードを選択したときは、次の運転周期内の全時間帯において燃料電池1を運転し、運転モード選択処理にて待機モードを選択したときは、次の運転周期内の全時間帯において燃料電池1を運転せずに停止させる。

【0131】

そして、第2段続運転モードを実行しているときは、運転周期の開始時点毎に、待機条件を満たすか否かを判断して、例えば、連続する複数の周期のうちの最初の運転周期における実際の熱負荷が予測熱負荷よりも多くなって、連続する複数の運転周期のうちの2回目の運転周期の開始時点において、待機条件を満たさないと判断すると、熱負荷賄い率U/Lが下位設定値Mよりも大きいときは、その2回目の運転周期は待機モードを実行し、熱負荷賄い率U/Lが下位設定値M以下のときは、その2回目の運転周期は、待機モードを実行するのではなく、新たに、第1段続運転モードと第2段続運転モードとのうちの予測エネルギー削減量が優れている方の運転時間帯を設定して、その運転時間帯において燃料電池1を運転することになる。 30

【0132】

一方、最初の運転周期における実際の熱負荷が予測熱負荷と同等又は予測熱負荷よりも少なく、連続する複数の運転周期のうちの2回目の運転周期の開始時点において、燃料電池1が運転中であるときに待機条件を満たして、停止条件を満たすと、運転継続条件を満たすか否かを判断して、運転継続条件を満たすときは、燃料電池1の運転を継続し、運転継続条件を満たさないときは、次の運転周期においては燃料電池1の運転を待機させる。 40

【0133】

又、第1段続運転モードを実行しているときも、同様に、運転周期の開始時点毎に、待機条件を満たすか否かを判断するが、ほとんどの場合は、待機条件を満たさないと判断し、しかも、ほとんどの場合、熱負荷賄い率U/Lが下位設定値M以下であるので、次の運転周期は、第1段続運転モードと第2段続運転モードとのうちの予測エネルギー削減量が優 50

れている方の運転時間帯を設定して、その運転時間帯において燃料電池 1 を運転することになる。

【0134】

又、第 1 段続運転モードを実行しているときに、実際の熱負荷が予測熱負荷よりもかなり少なく、運転周期の開始時点において、待機条件を満たすと判断すると、上記の如き第 2 断続運転モードにおけるのと同様の処理が行われる。

【0135】

尚、運転制御部 5 は、運転モード選択処理により断続運転モードが選択された場合に、上記第 1 断続運転モードと上記第 2 断続運転モードとのうち、予測エネルギー削減量が優れた方の断続運転モードを選択して、燃料電池 1 を断続的に運転するのであるが、例えば、  
10  
上記第 2 断続運転モードを優先的に選択したい場合に、上記第 2 断続運転モードの予測エネルギー削減量が、第 1 断続運転モードの予測エネルギー削減量から一定量差し引いた分よりも大きい場合に、第 2 断続運転モードを選択するように構成しても構わない。

【0136】

又、運転制御部 5 は、前記運転モード選択処理において、連続運転モードを選択したときは、負荷追従連続運転モードと抑制連続運転モードのうちの予測エネルギー削減量が優れている方の連続運転モードで、燃料電池 1 を運転する。

【0137】

又、連続運転モードと断続運転モードとのいずれを実行するよりも待機モードを実行する方が省エネルギーになるときは、待機モードが選択されて、次の運転周期の全時間帯において燃料電池 1 が停止されるので、熱負荷がかなり小さいにも拘わらず燃料電池 1 が運転  
20  
されて熱余りが生じるといった不都合が回避される。

【0138】

以下、本発明の第 2 ～ 第 4 の各実施形態を説明するが、これらの実施形態は、運転制御部 5 の制御動作の別の実施形態を説明するものであって、コージェネレーションシステムの構成は第 1 実施形態と同様であるので、コージェネレーションシステムの構成については説明を省略して、主として、運転制御部 5 の制御動作について説明する。

【0139】

〔第 2 実施形態〕

この第 2 実施形態では、前記モード選択処理において、前記断続運転モードと前記連続  
30  
運転モードとのいずれか一方を選択するための運転判別条件が、上記の第 1 実施形態と異なる。

即ち、次の運転周期の予測電力負荷及び予測熱負荷に基づいて、次の運転周期において連続運転モードを実行すると仮定したときのエネルギーの削減量である予測エネルギー削減量を演算して、その連続運転モードの予測エネルギー削減量がゼロよりも大きければ、その連続運転モードを断続運転モードよりも優先して選択する条件に設定されている。

【0140】

又、運転制御部 5 は、前記モード選択処理において、前記待機条件を満たさないと判断したときは、次の運転周期のあいだ燃料電池 1 を停止させた方が最も運転メリットが優れた時間帯にて運転するよりも省エネルギーになるか否かを判断して、省エネルギーになると判  
40  
断したときは次の運転周期においては燃料電池 1 を停止させるように構成されている。

【0141】

以下、図 8 に示すフローチャートに基づいて、断続運転モード及び連続運転モードの運転モードのうちのいずれか又は待機モードを選択する運転モード選択処理について説明する。

運転制御部 5 は、運転周期の開始時点（例えば、午前 3 時）になると、負荷追従連続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_{c1}$ 、及び、抑制連続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_{c2}$  を演算して（ステップ # 21, 22）、ステップ # 23 において、負荷追従連続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_{c1}$  がゼロ以上か否かを判断して、ゼロ以上のときは、負荷追従連続運転モードを選択し（ステップ # 24）、負荷追従連続運転モード時  
50

の予測エネルギー削減量  $P_c 1$  がゼロよりも小さいときは、ステップ # 25 において、抑制連続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_c 2$  がゼロ以上か否かを判断して、ゼロ以上のときは、抑制連続運転モードを選択し（ステップ # 24）、抑制連続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_c 2$  がゼロよりも小さいときは、断続運転モードを選択することになり、後述するように、前記待機条件を満たすか否かを判断する（ステップ # 26, 27）。

【0142】

つまり、連続運転モードの予測エネルギー削減量がゼロよりも大きければ、その連続運転モードを断続運転モードよりも優先して選択する条件を前記運転判別条件として、断続運転モードと連続運転モードとのいずれか一方を選択することになる。

【0143】

そして、ステップ # 26 では、次の運転周期の予測熱負荷  $L$  と、次の運転周期の開始時点の貯湯槽 2 の貯湯熱量のうち次の運転周期の予測熱負荷として利用される予測利用熱量  $U$  を演算すると共に、それらの比率  $U/L$  を、開始時点における貯湯熱量にて次の運転周期の予測熱負荷を賄える程度を示す熱負荷賄い率として求め、ステップ # 27 では、その求めた熱負荷賄い率  $U/L$  と上位設定値  $K$  とを比較して、熱負荷賄い率  $U/L$  が上位設定値  $K$  よりも大きいときは、待機条件を満たすと判断し、熱負荷賄い率  $U/L$  が設定値  $K$  以下のときは、待機条件を満たさないと判断する。

そして、ステップ # 27 で待機条件を満たすと判断したときは、ステップ # 28 で、燃料電池 1 が運転中か否かを判断して、運転中のときは停止条件が満たされたとして、ステップ # 29 で、次の運転周期の予測電力負荷及び予測熱負荷に基づいて運転継続時間を異ならせて求める各運転継続時間についての運転メリットのうちで、燃料電池 1 の運転を停止するよりも優れている運転継続時間が存在する条件である運転継続条件を満たすか否かを判断して、運転継続条件を満たすときは、燃料電池 1 の運転を継続し（ステップ # 30）、運転継続条件を満たさないときは待機モードを選択する（ステップ # 31）。

【0144】

ステップ # 29 では、上記の第 1 実施形態と同様に、設定最長運転継続時間内の 1 時間単位での全ての運転継続時間（0 時間を含む）について、次の運転周期の予測電力負荷及び予測熱負荷に基づいて予測エネルギー削減量を演算し、運転継続時間が 0 時間、即ち、燃料電池 1 を運転しないときの予測エネルギー削減量よりも大きい予測エネルギー削減量となる運転継続時間が存在すると、運転継続条件を満たすと判断し、存在しないときは、運転継続条件を満たさないと判断する。

【0145】

尚、燃料電池 1 の運転を継続する場合、起動エネルギーを消費することがないので、ステップ # 29 において、1 時間以上の各運転継続時間について、予測エネルギー削減量の演算するときは、起動時のエネルギーロスをゼロとする。

【0146】

そして、ステップ # 30 では、燃料電池 1 の運転の継続により燃料電池 1 から発生した熱量が、ステップ # 29 において、予測エネルギー削減量が最も大きかった運転継続時間のあいだ燃料電池 1 を運転することにより燃料電池 1 から発生すると予測される熱量に達するまで燃料電池 1 の運転を継続し、その熱量に達すると燃料電池 1 を停止させる。

【0147】

燃料電池 1 から発生する熱量、燃料電池 1 から発生すると予測される熱量には、前記電気ヒータ 12 から発生する熱量を含めても良い。

【0148】

ステップ # 27 で待機条件を満たすと判断しても、ステップ # 28 で燃料電池 1 が運転中でないときは、待機モードを選択する（ステップ # 31）。

【0149】

ステップ # 27 で、待機条件を満たさないと判断したときは、ステップ # 32 で、熱負荷賄い率  $U/L$  と、前記上位設定値  $K$  よりも小さい下位設定値  $M$  と比較して、熱負荷賄い率  $U/L$  が下位設定値  $M$  よりも大きいときは、待機モードを選択し（ステップ # 31）、

10

20

30

40

50

熱負荷賄い率  $U/L$  が下位設定値  $M$  以下のときは、断続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_i$  を演算し（ステップ # 33）、その断続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_i$  が待機時消費エネルギー  $Z$  の負の値「 $-Z$ 」よりも小さいか否かを判断し（ステップ # 34）、断続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_i$  が待機時消費エネルギー  $Z$  の負の値「 $-Z$ 」よりも小さいときは、次の運転周期のあいだ燃料電池 1 を停止させた方が断続運転モードを実行する（即ち、運転メリットが優れた時間帯にて運転する）よりも省エネルギーになると判断して、待機モードを選択し（ステップ # 31）、断続運転モード時の予測エネルギー削減量  $P_i$  が待機時消費エネルギー  $Z$  の負の値「 $-Z$ 」以上のときは、次の運転周期において断続運転モードを実行した方が燃料電池 1 を停止させるよりも省エネルギーになると判断して、断続運転モードを選択する（ステップ # 35）。

10

つまり、第 1 段続運転モード及び第 2 断続運転モード夫々について予測エネルギー削減量が最大となるように運転時間帯を設定して、予測エネルギー削減量が大きい方の断続運転モードを選択することになる。

#### 【0150】

そして、運転制御部 5 は、運転モード選択処理にて断続運転モードを選択したときは、次の運転周期においては、運転時間帯のあいだ燃料電池 1 を運転し、運転モード選択処理にて連続運転モードを選択したときは、次の運転周期内の全時間帯において燃料電池 1 を運転し、運転モード選択処理にて待機モードを選択したときは、次の運転周期内の全時間帯において燃料電池 1 を運転せずに停止させる。

#### 【0151】

20

つまり、第 2 段続運転モードを実行しているときは、運転周期の開始時点毎に、待機条件を満たすか否かを判断して、例えば、連続する複数の周期のうちの最初の運転周期における実際の熱負荷が予測熱負荷よりも多くなって、連続する複数の運転周期のうちの 2 回目の運転周期の開始時点において、待機条件を満たさないと判断すると、熱負荷賄い率  $U/L$  が下位設定値  $M$  よりも大きいときは、その 2 回目の運転周期は待機モードを実行し、熱負荷賄い率  $U/L$  が下位設定値  $M$  以下のときは、次の運転周期のあいだ燃料電池 1 を停止させた方が断続運転モードを実行するよりも省エネルギーになる場合は、待機モードを実行し、次の運転周期において断続運転モードを実行した方が燃料電池 1 を停止させるよりも省エネルギーになる場合は、新たに、第 1 段続運転モードと第 2 段続運転モードとのうちの予測エネルギー削減量が優れている方の運転時間帯を設定して、その運転時間帯において

30

#### 【0152】

一方、最初の運転周期における実際の熱負荷が予測熱負荷と同等又は予測熱負荷よりも少なく、連続する複数の運転周期のうちの 2 回目の運転周期の開始時点において、燃料電池 1 が運転中であるときに待機条件を満たして、停止条件を満たすと、運転継続条件を満たすか否かを判断して、運転継続条件を満たすときは、燃料電池 1 の運転を継続し、運転継続条件を満たさないときは、次の運転周期においては燃料電池 1 の運転を待機させる。

#### 【0153】

又、第 1 段続運転モードを実行しているときも、同様に、運転周期の開始時点毎に、待機条件を満たすか否かを判断するが、ほとんどの場合は、待機条件を満たさないと判断し、しかも、ほとんどの場合、熱負荷賄い率  $U/L$  が下位設定値  $M$  以下であるので、次の運転周期のあいだ燃料電池 1 を停止させた方が断続運転モードを実行するよりも省エネルギーになる場合は、待機モードを実行し、次の運転周期において断続運転モードを実行した方が燃料電池 1 を停止させるよりも省エネルギーになる場合は、新たに、第 1 段続運転モードと第 2 段続運転モードとのうちの予測エネルギー削減量が優れている方の運転時間帯を設定して、その運転時間帯において燃料電池 1 を運転することになる。

40

#### 【0154】

又、第 1 段続運転モードを実行しているときに、実際の熱負荷が予測熱負荷よりもかなり少なく、運転周期の開始時点において、待機条件を満たすと判断すると、上記の如き

50



第 2 断続運転モードにおけるのと同様の処理が行われる。

【 0 1 5 5 】

〔 第 3 実施形態 〕

この第 3 実施形態では、燃料電池 1 の運転形態、即ち、運転モードとして、第 2 断続運転モードのみが備えられている。

そして、上記の第 1 実施形態と同様に、前記運転制御部 5 は、前記断続運転モードの実行中において、燃料電池 1 の運転を停止させる停止条件が満たされたときに、運転継続条件を満たす場合には燃料電池 1 の運転を継続するように構成されている。

【 0 1 5 6 】

この第 3 実施形態では、前記停止条件が、前記燃料電池 1 を運転することにより燃料電池 1 から発生した実発生熱量が、燃料電池 1 を前記運転時間帯のあいだ運転することにより燃料電池 1 から発生すると予測される予測発生熱量に達する条件である。 10

【 0 1 5 7 】

前記実発生熱量、前記予測発生熱量には、前記電気ヒータ 1 2 から発生する熱量を含めても良い。

【 0 1 5 8 】

又、前記運転継続条件が、前記停止条件が満たされた時点における前記貯湯槽 2 の貯湯熱量にてそれ以降の予測熱負荷を賄える度合いを示す熱賄い度指標が設定値以下の条件である。

この第 3 実施形態では、前記運転時間帯のあいだ燃料電池 1 を運転することにより発生する熱量のうち予測熱負荷として利用される予測利用熱量における現時刻以降の熱量である設定時予測利用熱量  $H_1$  と、現時点の貯湯槽 2 の貯湯熱量のうち現時点以降の予測熱負荷として利用される予測利用熱量である現時点予測利用熱量  $H_2(i)$  との比率  $H_2(i)/H_1$  を現時点熱賄い率として求め、その現時点熱賄い率  $H_2(i)/H_1$  を前記熱賄い率指標として用いるように構成されている。 20

そして、その現時点熱賄い率  $H_2(i)/H_1$  が継続判断用設定値  $C$  (例えば 0.85) 以下のときは、運転継続条件を満たすと判断するように構成されている。

【 0 1 5 9 】

ちなみに、 $i$  は、0 から 1 時間経過する毎に 1 ずつ増加させて、燃料電池 1 の運転を 1 時間継続する毎に、現時点予測利用熱量  $H_2(i)$  を演算して、現時点熱賄い率  $H_2(i)/H_1$  と継続判断用設定値  $C$  とを比較し、燃料電池 1 を停止させるか否かを判断するために用いるように構成されている。 30

従って、運転継続条件を満たすか否かを判断するための停止条件を満たしたときの現時点予測利用熱量は  $H_2(0)$  である。

【 0 1 6 0 】

以下、図 9 に示すフローチャートに基づいて、前記運転制御部 5 の制御動作について説明する。

変数  $i$  を 0 に設定し、運転周期の開始時点になると、予測エネルギー削減量が最大となるように運転時間帯を設定し、その運転時間帯のあいだ運転することにより燃料電池 1 から発生すると予測される予測発生熱量を演算する (ステップ # 4 1 ~ 4 4 )。 40

続いて、運転時間帯の開始時刻になると、燃料電池 1 の運転を開始し、以降、現電力負荷を演算すると共に、燃料電池 1 の出力を現電力負荷に対応する電主出力に設定する電主運転制御を実行し、燃料電池 1 の熱出力を積算することにより実発生熱量を演算して、予測発生熱量と実発生熱量とを比較する (ステップ # 4 5 ~ 5 0 )。

【 0 1 6 1 】

続いて、ステップ # 5 1 で、実発生熱量が予測発生熱量以上になるか否かを判断して、次の運転周期の開始時点になる前に、実発生熱量が予測発生熱量以上になると、停止条件が満たされたと判断して、ステップ # 5 2 で、停止条件が満たされたとき、即ち、 $i = 0$  のときの現時点予測利用熱量  $H_2(0)$  についての現時点熱賄い率  $H_2(0)/H_1$  と継続判断用設定値  $C$  とを比較して、現時点熱賄い率  $H_2(0)/H_1$  が継続判断用設定値  $C$  50

以下のときは、運転継続条件を満たすと判断して、燃料電池 1 の運転を継続し、現時点熱賄い率  $H_2(0)/H_1$  が継続判断用設定値  $C$  よりも大きいときは、運転継続条件を満たさないとして、燃料電池 1 を停止させ（ステップ # 53）、次の運転周期の開始時点になると（ステップ # 54）、 $i = 0$  にして（ステップ # 55）、ステップ # 43 に戻る。

#### 【0162】

一方、ステップ # 51 で、実発生熱量が予測発生熱量以上になる前に、次の運転周期の開始時点になると（ステップ # 56）、燃料電池 1 を停止させ（ステップ # 57）、 $i = 0$  にして（ステップ # 55）、ステップ # 43 に戻る。

#### 【0163】

ステップ # 52 で運転継続条件を満たすと判断して、燃料電池 1 の運転を継続したときは、次の運転周期の開始時点になるまでのあいだは、1 時間毎に  $i$  を 1 ずつ増加させて（ステップ # 58, 59）、燃料電池 1 の運転を 1 時間継続させる毎に、現時点熱賄い率  $H_2(i)/H_1$  と継続判断用設定値  $C$  とを比較して（ステップ # 47 ~ 52）、現時点熱賄い率  $H_2(i)/H_1$  が継続判断用設定値  $C$  よりも大きいときは、燃料電池 1 を停止させ（ステップ # 53）、次の運転周期の開始時点になると（ステップ # 54）、 $i = 0$  にして（ステップ # 54）、ステップ # 43 に戻り、現時点熱賄い率  $H_2(i)/H_1$  が継続判断用設定値  $C$  よりも大きくなる前に、次の運転周期の開始時点になると（ステップ # 58）、燃料電池 1 を停止させ（ステップ # 60）、 $i = 0$  にして（ステップ # 45）、ステップ # 43 に戻る。

#### 【0164】

つまり、現時点熱賄い率  $H_2(i)/H_1$  が継続判断用設定値  $C$  よりも大きくなるまで、燃料電池 1 の運転が継続されることになり、次の運転周期の予測熱負荷を十分に賄えることになる。

#### 【0165】

図 10 ないし図 12 に基づいて、具体例で説明する。

尚、図 10 ないし図 12 の夫々は、予測電力負荷（a）、電主出力（b）、燃料電池 1 の発生熱量（d）、燃料消費量（g）、排熱ロス（h）、余剰電力量（i）、貯湯熱量（k）、貯湯放熱量（l）、予測熱負荷（m）及び予測利用熱量（n）夫々を 1 時間毎に求めた燃料電池の運転状況及び熱利用状況を示す図である。そして、図 10 は、運転時間帯を設定したときのもの、図 11 は、実熱負荷が変動したときのもの、図 12 は、燃料電池 1 の運転を継続したときのものである。

#### 【0166】

図 10 及び図 11 に示すように、18 時、19 時及び 20 時夫々の実熱負荷が予測熱負荷よりも増大した。

そして、図 11 に示すように、23 時に実発生熱量が予測発生熱量以上になって、停止条件が満たされたとすると、現時点予測利用熱量  $H_2(0)$  は 2633 であり、図 10 に示すように、設定時予測利用熱量  $H_1$  は 4115 であるので、現時点熱賄い率  $H_2(0)/H_1$  は 0.64 であって、継続判断用設定値  $C$  の 0.85 以下であるので、運転継続条件を満たし、燃料電池 1 の運転が継続される。

#### 【0167】

そして、図 12 に示すように、燃料電池 1 の運転を 23 時、24 時の 2 時間継続すると、現時点予測利用熱量  $H_2(2)$  は 3843 となって、現時点熱賄い率  $H_2(2)/H_1$  は 0.93 となって、継続判断用設定値  $C$  の 0.85 よりも大きくなって、燃料電池 1 が停止される。

#### 【0168】

#### 〔第 4 実施形態〕

この第 4 実施形態では、燃料電池 1 の運転形態、即ち、運転モードとして、第 2 断続運転モードのみが備えられている。

そして、前記運転制御部 5 は、前記燃料電池 1 の運転中において、予測熱負荷が発生しなかった又は実熱負荷が予測熱負荷よりも小さかったと判断した場合に、その判断した時

10

20

30

40

50

点における前記貯湯槽 2 の貯湯熱量にてそのとき以降の予測熱負荷を賄える度合いを示す熱賄い度指標が設定値以上の場合には、燃料電池 1 を強制停止させるように構成されている。

#### 【0169】

この第 4 実施形態では、前記運転時間帯のあいだ燃料電池 1 を運転することにより発生する熱量のうち予測熱負荷として利用される予測利用熱量における現時刻以降の熱量である設定時予測利用熱量  $H_1$  と、現時点の貯湯槽 2 の貯湯熱量のうち現時点以降の予測熱負荷として利用される予測利用熱量である現時点予測利用熱量  $H_2$  との比率  $H_2 / H_1$  を現時点熱賄い率として求め、その現時点熱賄い率  $H_2 / H_1$  を前記熱賄い率指標として用いるように構成されている。

10

そして、その現時点熱賄い率  $H_2 / H_1$  が停止判断用設定値  $S$ （例えば 1.00）以上のときは、燃料電池 1 を強制停止させるように構成されている。

#### 【0170】

以下、図 13 に示すフローチャートに基づいて、前記運転制御部 5 の制御動作について説明する。

運転周期の開始時点になると、予測エネルギー削減量が最大となるように運転時間帯を設定し、その運転時間帯のあいだ運転することにより燃料電池 1 から発生すると予測される予測発生熱量を演算する（ステップ # 71 ~ 73）。

続いて、運転時間帯の開始時刻になると、燃料電池 1 の運転を開始し、以降、現電力負荷を演算すると共に、燃料電池 1 の出力を現電力負荷に対応する電主出力に設定する電主運転制御を実行し、燃料電池 1 の熱出力を積算することにより実発生熱量を演算して、予測発生熱量と実発生熱量とを比較する（ステップ # 74 ~ 79）。

20

#### 【0171】

続いて、ステップ # 80 で、実熱負荷が予測熱負荷よりも小さくなったか否かを判断し、小さくならなかったと判断すると、予測発生熱量と実発生熱量とを比較して（ステップ # 81）、ステップ # 82 で、実発生熱量が予測発生熱量以上になるか否かを判断して、次の運転周期の開始時点になる前に、実発生熱量が予測発生熱量以上になると、停止条件が満たされたと判断して、燃料電池 1 を停止させ（ステップ # 83）、次の運転周期の開始時点になると（ステップ # 84）、ステップ # 72 に戻る。

#### 【0172】

一方、ステップ # 82 で、実発生熱量が予測発生熱量以上になる前に、次の運転周期の開始時点になると（ステップ # 85）、燃料電池 1 を停止させて（ステップ # 86）、ステップ # 72 に戻る。

30

#### 【0173】

ステップ # 80 で、実熱負荷が予測熱負荷よりも小さくなったと判断すると、ステップ # 87 で、現時点熱賄い率  $H_2 / H_1$  が停止判断用設定値  $S$  以上か否かを判断して、現時点熱賄い率  $H_2 / H_1$  が停止判断用設定値  $S$  以上のときは、燃料電池 1 を強制停止させ（ステップ # 88）、次の運転周期の開始時点になると（ステップ # 89）、ステップ # 72 に戻り、現時点熱賄い率  $H_2 / H_1$  が停止判断用設定値  $S$  よりも小さいときは、ステップ # 76 に戻って、以降の処理を繰り返す。

40

#### 【0174】

図 14 及び図 15 に基づいて、具体例で説明する。

尚、図 14 及び図 15 の夫々は、予測電力負荷（a）、電主出力（b）、燃料電池 1 の発生熱量（d）、燃料消費量（g）、排熱ロス（h）、余剰電力量（i）、貯湯熱量（k）、貯湯放熱量（l）、予測熱負荷（m）及び予測利用熱量（n）夫々を 1 時間毎に求めた燃料電池の運転状況及び熱利用状況を示す図である。そして、図 14 は、運転時間帯を設定したときのもの、図 15 は、現時点熱賄い率  $H_2 / H_1$  が停止判断用設定値  $S$  以上になって、燃料電池 1 を強制停止させたときのものである。

#### 【0175】

図 14 及び図 15 に示すように、18 時の予測熱負荷がなくなって、実熱負荷が予測熱

50

負荷よりも小さくなった。

そして、図 15 に示すように、22 時に、この日の 18 時に、実熱負荷が予測熱負荷よりも小さくなったと判断した。そして、その 22 時の時点での設定時予測利用熱量  $H_1$  は 3885 であり、現時点予測利用熱量  $H_2$  は 3910 であり、現時点熱賄い率  $H_2 / H_1$  は 1.006 であって、停止判断用設定値  $C$  の 1.00 以上であるので、燃料電池 1 が強制停止される。

【0176】

〔別実施形態〕

次に別実施形態を説明する。

(イ) 前記待機条件としては、上記の実施形態において例示した条件、即ち、開始時点における貯湯槽 2 の貯湯熱量にて次の運転周期における予測熱負荷を賄える程度を示す熱負荷賄い率が設定値よりも大きい条件に限定されるものではなく、種々の条件を適用することができる。

例えば、開始時点における貯湯槽 2 の貯湯熱量と次の運転周期における予測熱負荷との差が設定量よりも多い条件を適用することができる。

又、貯湯槽 2 の貯湯熱量に応じて、前記熱負荷賄い率や前記差を変更しても良い。

【0177】

(ロ) 運転時間帯の設定形態は、上記の実施形態において例示した形態、即ち、運転周期の予測電力負荷及び予測熱負荷に基づいて、前記運転周期内において最も省エネルギーとなる時間帯に設定する形態、及び、連続する複数の運転周期のうちの最初の運転周期内であって、最初の運転周期の予測電力負荷及び前記複数の運転周期の予測熱負荷に基づいて、最も省エネルギーとなる時間帯に設定する形態に限定されるものではない。

例えば、運転周期内における所定の時間帯に一律に設定する形態や、コージェネレーションシステムの使用者が任意に設定する形態を適用することができる。

又、運転時間帯は、運転周期内において 1 回のみを設定するのではなく、複数回設定しても良い。

【0178】

(ハ) 運転時間帯を設定するとき等において評価する運転メリットとしては、上記の各実施形態において例示した予測エネルギー削減量等の省エネルギー性に限定されるものではなく、例えば、予測エネルギーコスト削減額等の経済性や、予測二酸化炭素削減量等の環境性を用いても良い。

ちなみに、予測エネルギーコスト削減額は、燃料電池 1 を運転させない場合のエネルギーコストから、燃料電池 1 を仮運転パターンで運転したときのエネルギーコストを減じて求めることができる。

前記燃料電池 1 を運転させない場合のエネルギーコストは、予測電力負荷の全てとコージェネレーションシステムの待機電力とを商用電源 7 から買電するときのコストと、予測熱負荷の全てを補助加熱手段 M で賄うときのエネルギーコスト（燃料コスト）の和として求められる。

一方、燃料電池 1 を運転したときのエネルギーコストは、予測電力負荷及び予測熱負荷を燃料電池 1 の予測発電電力及び予測発生熱で補う場合の燃料電池 1 のエネルギーコスト（燃料コスト）と、予測電力負荷から予測発電電力を差し引いた分に相当する不足電力負荷と断続運転モードであればコージェネレーションシステムの待機電力とを商用電源 7 から買電するときのコストと、予測熱負荷から予測利用熱量を差し引いた分に相当する不足熱負荷を補助加熱手段 M の発生熱で補う場合のエネルギーコスト（燃料コスト）との和として求められる。

【0179】

又、予測二酸化炭素削減量は、燃料電池 1 を運転させない場合の二酸化炭素発生量から、燃料電池 1 を仮運転パターンで運転したときの二酸化炭素発生量を減じて求めることができる。

前記燃料電池 1 を運転させない場合の二酸化炭素発生量は、予測電力負荷の全てとコ

ジェネレーションシステムの待機電力とを商用電源 7 から買電するときの二酸化炭素発生量と、予測熱負荷の全てを補助加熱手段 M で賄うときの二酸化炭素発生量との和として求められる。

一方、燃料電池 1 を運転したときの二酸化炭素発生量は、予測電力負荷及び予測熱負荷を燃料電池 1 の予測発電電力及び予測発生熱で補う場合の燃料電池 1 からの二酸化炭素発生量と、予測電力負荷から予測発電電力を差し引いた分に相当する不足電力負荷と断続運転モードであればコージェネレーションシステムの待機電力とを商用電源 7 から買電するときの二酸化炭素発生量と、予測熱負荷から予測利用熱量を差し引いた分に相当する不足熱負荷を補助加熱手段 M の発生熱で補う場合の二酸化炭素発生量との和として求められる。

10

#### 【0180】

(二) 上記の第 3 及び第 4 の各実施形態においては、前記熱賄い度指標としては、各実施形態で例示した現時点熱賄い率  $H2/H1$  に限定されるものではなく、例えば、現時点の貯湯槽 2 の貯湯熱量と現時点以降の予測熱負荷との比率そのものを用いても良い。

#### 【0181】

(ホ) 上記の実施形態においては、燃料電池 1 を運転するときは、電主運転制御を実行する場合について例示したが、燃料電池 1 を運転するときに、燃料電池 1 の出力をある一定の出力に設定する定格運転制御を実行するように構成しても良い。

#### 【0182】

(ヘ) 熱電併給装置として、上記の実施形態では燃料電池 1 を適用したが、これ以外に、例えば、ガスエンジンにより発電機を駆動するように構成したもの等、種々のものを適用することができる。

20

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0183】

【図 1】実施形態に係るコージェネレーションシステムの全体構成を示すブロック図

【図 2】実施形態に係るコージェネレーションシステムの制御構成を示すブロック図

【図 3】電主運転制御を説明する図

【図 4】予測電力負荷及び予測熱負荷を示す図

【図 5】運転周期における予測電力負荷及び予測熱負荷に対する燃料電池の運転状態及び熱利用状態を示す説明図

30

【図 6】仮運転パターンを説明する図

【図 7】第 1 実施形態に係る制御動作のフローチャートを示す図

【図 8】第 2 実施形態に係る制御動作のフローチャートを示す図

【図 9】第 3 実施形態に係る制御動作のフローチャートを示す図

【図 10】第 3 実施形態に係る運転周期における予測電力負荷及び予測熱負荷に対する燃料電池の運転状態及び熱利用状態を示す説明図

【図 11】第 3 実施形態に係る運転周期における予測電力負荷及び予測熱負荷に対する燃料電池の運転状態及び熱利用状態を示す説明図

【図 12】第 3 実施形態に係る運転周期における予測電力負荷及び予測熱負荷に対する燃料電池の運転状態及び熱利用状態を示す説明図

40

【図 13】第 4 実施形態に係る制御動作のフローチャートを示す図

【図 14】第 4 実施形態に係る運転周期における予測電力負荷及び予測熱負荷に対する燃料電池の運転状態及び熱利用状態を示す説明図

【図 15】第 4 実施形態に係る運転周期における予測電力負荷及び予測熱負荷に対する燃料電池の運転状態及び熱利用状態を示す説明図

#### 【符号の説明】

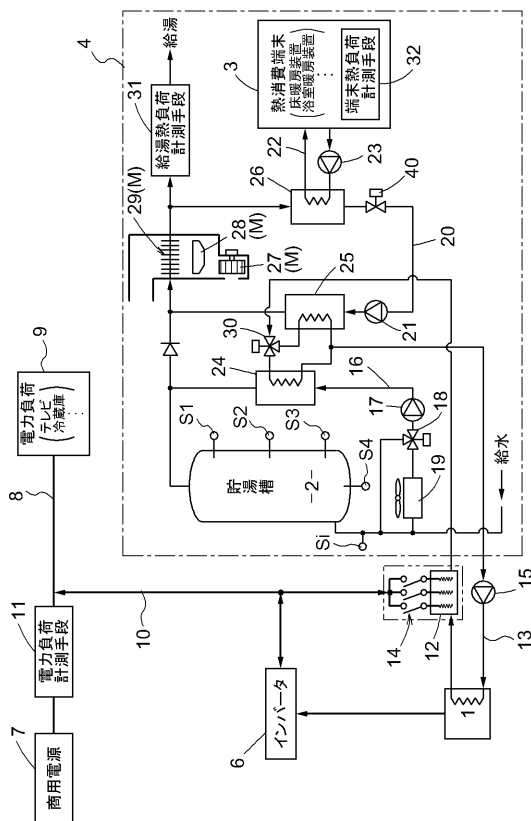
#### 【0184】

- 1 熱電併給装置
- 2 貯湯槽
- 4 貯湯手段

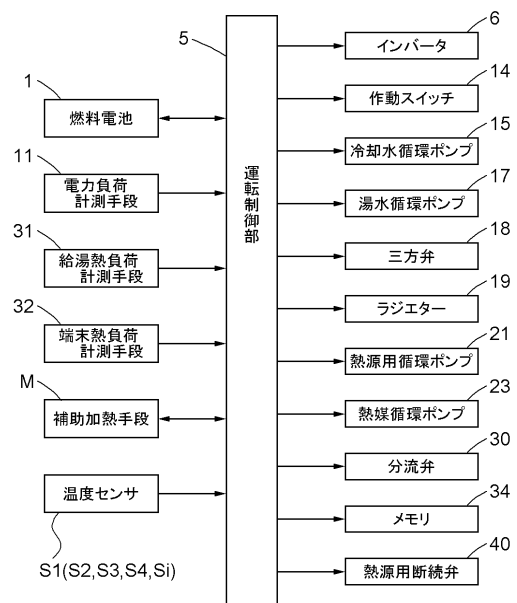
50

## 5

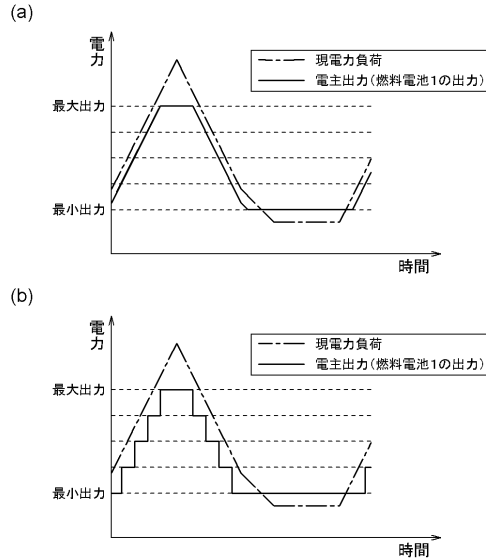
【 図 1 】



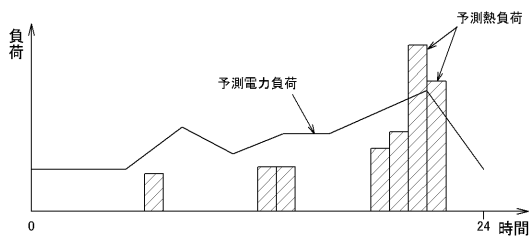
【 図 2 】



【図 3】



【図 4】



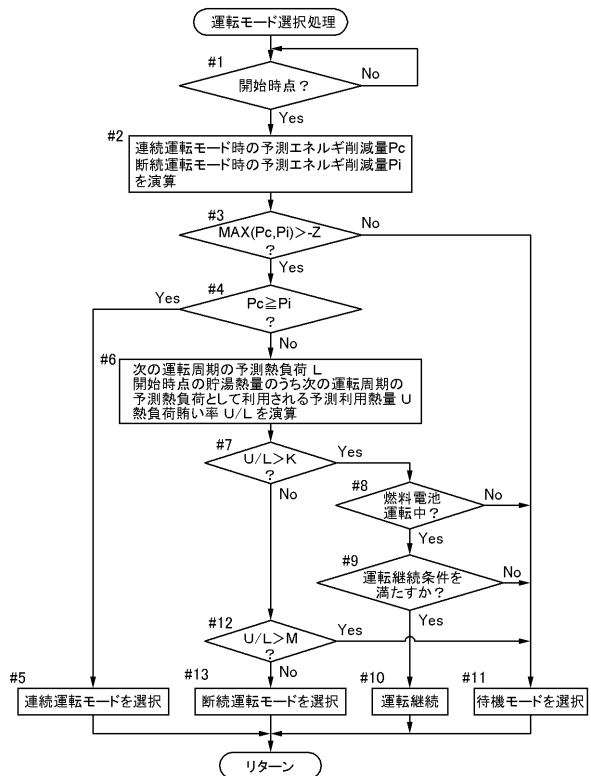
【図 6】

| 仮運転パターン | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | ... | 22 | 23 | 24 |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-----|----|----|----|
| パターン1   | ■ |   |   |   |   |   |   |   |   |    |     |    |    |    |
| パターン2   | ■ | ■ |   |   |   |   |   |   |   |    |     |    |    |    |
| パターン3   | ■ | ■ | ■ |   |   |   |   |   |   |    |     |    |    |    |
| ...     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |     |    |    |    |
| パターン24  | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■   | ■  | ■  | ■  |
| パターン25  | ■ | ■ |   |   |   |   |   |   |   |    |     |    |    |    |
| パターン26  | ■ | ■ | ■ |   |   |   |   |   |   |    |     |    |    |    |
| ...     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |     |    |    |    |
| パターン47  | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■   | ■  | ■  | ■  |
| パターン48  | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■   | ■  | ■  | ■  |
| パターン49  | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■   | ■  | ■  | ■  |
| パターン50  | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■   | ■  | ■  | ■  |
| ...     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |     |    |    |    |
| パターン70  |   |   | ■ | ■ |   |   |   |   |   |    |     |    |    |    |
| ...     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |     |    |    |    |
| パターン298 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |     |    | ■  | ■  |
| パターン299 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |     |    | ■  | ■  |
| パターン300 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |     |    | ■  | ■  |

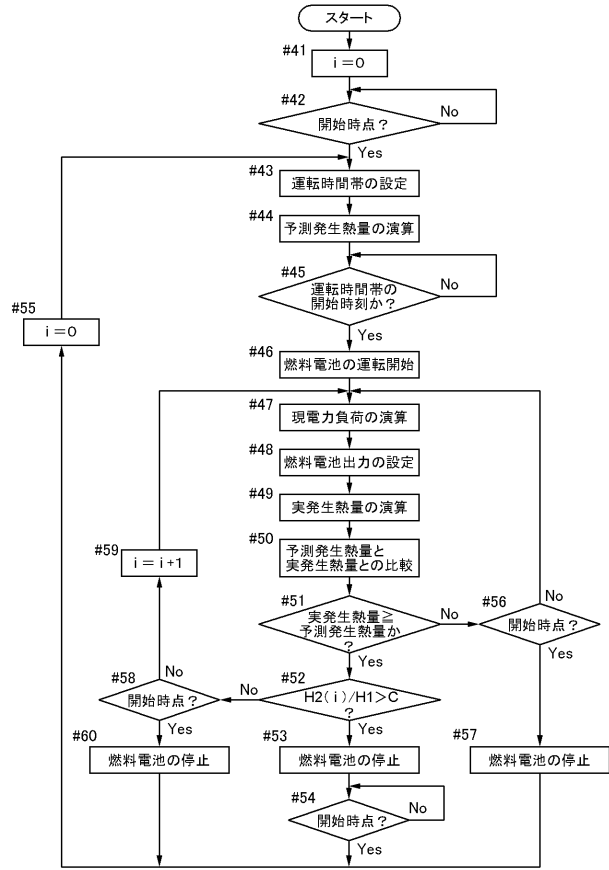
【図 5】

| 時間  | 予測電力<br>負荷(a) | 電主出力<br>(=発電電力量)<br>(b) | 不足<br>電力量(c) | 発生<br>熱量(d) | 発電<br>効率(e) | 発電<br>効率(f) | 燃料<br>消費量(g) | 接続<br>ロス(h) | 全副<br>電力量(i) | 全副<br>熱量(j) | 貯湯<br>熱量(k) | 貯湯<br>熱量(l) | 予測<br>熱量(m) | 予測<br>熱量(n) |
|-----|---------------|-------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 0   | 281           | 300                     | 0            | 376         | 0.253       | 0.317       | 1186         | 50          | 19           | 0           | 326         | 2           | 0           | 0           |
| 1   | 270           | 300                     | 0            | 376         | 0.253       | 0.317       | 1186         | 50          | 30           | 0           | 650         | 6           | 0           | 0           |
| ... | ...           | ...                     | ...          | ...         | ...         | ...         | ...          | ...         | ...          | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         |
| 8   | 355           | 355                     | 0            | 460         | 0.263       | 0.341       | 1348         | 50          | 0            | 0           | 3563        | 41          | 158         | 158         |
| ... | ...           | ...                     | ...          | ...         | ...         | ...         | ...          | ...         | ...          | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         |
| 16  | 1032          | 1000                    | 32           | 1652        | 0.302       | 0.499       | 3311         | 50          | 0            | 0           | 7088        | 81          | 885         | 885         |
| ... | ...           | ...                     | ...          | ...         | ...         | ...         | ...          | ...         | ...          | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         |
| 22  | 410           | 410                     | 0            | 548         | 0.274       | 0.366       | 1497         | 50          | 0            | 403         | 7907        | 95          | 0           | 0           |
| 23  | 430           | 430                     | 0            | 580         | 0.278       | 0.375       | 1548         | 50          | 0            | 436         | 7907        | 95          | 0           | 0           |

【図 7】



【 図 9 】



【 図 1 1 】

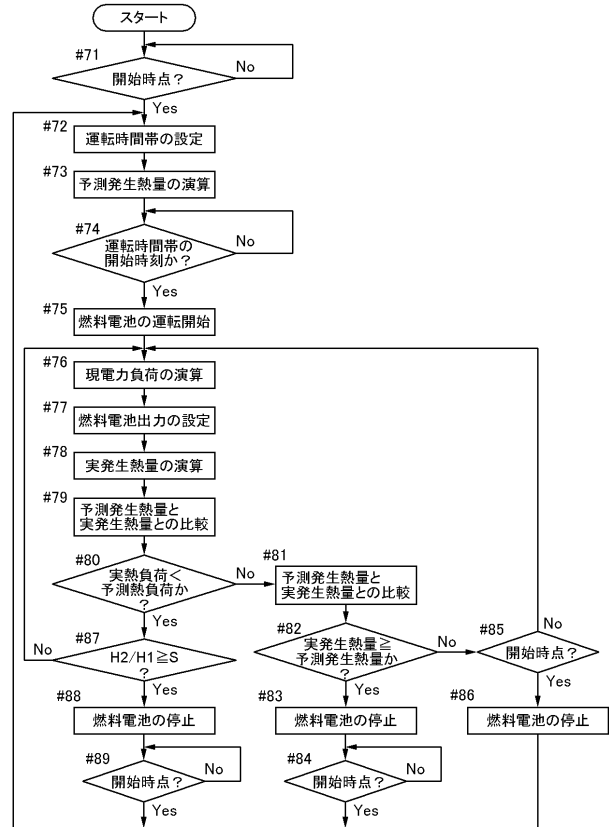
[illegible]



【図 1 2】

| 時間  | 予測電力<br>負荷(a) | 電主出力(b)<br>(=発電電力) | 発生<br>熱量(d) | 燃料<br>消費量(e) | 排熱<br>ロス(h) | 余剰<br>電力量(i) | 貯蓄<br>熱量(j) | 貯蓄<br>放熱量(k) | 予測<br>総負荷(m) | 予測利用<br>熱量(n) |
|-----|---------------|--------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
| 3   | 230           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 0           | 10           | 0            | 0             |
| 4   | 250           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 0           | 10           | 0            | 0             |
| ... | ...           | ...                | ...         | ...          | ...         | ...          | ...         | ...          | ...          | ...           |
| 16  | 250           | 300                | 303         | 992          | 50          | 50           | 2574        | 31           | 0            | 0             |
| 17  | 800           | 800                | 988         | 2226         | 50          | 0            | 3520        | 43           | 0            | 0             |
| 18  | 900           | 900                | 1157        | 2523         | 50          | 0            | 1163        | 14           | 3500         | 3500          |
| 19  | 1000          | 1000               | 1334        | 2774         | 50          | 0            | 1318        | 16           | 1200         | 1163          |
| 20  | 1000          | 1000               | 1334        | 2774         | 50          | 0            | 1633        | 20           | 1000         | 1000          |
| 21  | 700           | 700                | 833         | 2008         | 50          | 0            | 2436        | 30           | 0            | 0             |
| 22  | 700           | 700                | 833         | 2008         | 50          | 0            | 3229        | 39           | 0            | 0             |
| 23  | 700           | 700                | 833         | 2008         | 50          | 0            | 4013        | 49           | 0            | 0             |
| 24  | 600           | 600                | 689         | 1747         | 50          | 0            | 4646        | 56           | 0            | 0             |
| 1   | 300           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 4590        | 56           | 0            | 0             |
| 2   | 250           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 4535        | 55           | 0            | 0             |
| 3   | 260           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 4480        | 54           | 0            | 0             |
| 4   | 320           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 4427        | 54           | 0            | 0             |
| 5   | 400           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 4373        | 53           | 0            | 0             |
| 6   | 400           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 4321        | 52           | 0            | 0             |
| 7   | 600           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 4022        | 49           | 250          | 250           |
| 8   | 680           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 3677        | 45           | 300          | 300           |
| 9   | 900           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 3683        | 44           | 0            | 0             |
| 10  | 640           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 3590        | 44           | 0            | 0             |
| 11  | 520           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 3547        | 43           | 0            | 0             |
| 12  | 300           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 3504        | 43           | 0            | 0             |
| 13  | 300           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 3462        | 42           | 0            | 0             |
| 14  | 200           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 3420        | 42           | 0            | 0             |
| 15  | 250           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 3379        | 41           | 0            | 0             |
| 16  | 250           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 3339        | 41           | 0            | 0             |
| 17  | 800           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 3299        | 40           | 0            | 0             |
| 18  | 900           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 493         | 0            | 0            | 0             |
| 19  | 1200          | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 0           | 0            | 2800         | 2800          |
| 20  | 1000          | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 0           | 0            | 900          | 493           |

【図 1 3】



【図 1 4】

| 時間  | 予測電力<br>負荷(a) | 電主出力(b)<br>(=発電電力) | 発生<br>熱量(d) | 燃料<br>消費量(e) | 排熱<br>ロス(h) | 余剰<br>電力量(i) | 貯蓄<br>熱量(j) | 貯蓄<br>放熱量(k) | 予測<br>総負荷(m) | 予測利用<br>熱量(n) |
|-----|---------------|--------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
| 3   | 230           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 0           | 10           | 0            | 0             |
| 4   | 250           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 0           | 10           | 0            | 0             |
| ... | ...           | ...                | ...         | ...          | ...         | ...          | ...         | ...          | ...          | ...           |
| 16  | 250           | 300                | 303         | 992          | 50          | 50           | 3256        | 40           | 0            | 0             |
| 17  | 380           | 380                | 373         | 1200         | 50          | 0            | 3586        | 44           | 0            | 0             |
| 18  | 560           | 560                | 632         | 1640         | 50          | 0            | 1204        | 15           | 3000         | 3000          |
| 19  | 750           | 750                | 907         | 2136         | 50          | 0            | 1394        | 17           | 700          | 700           |
| 20  | 800           | 800                | 988         | 2266         | 50          | 0            | 2353        | 29           | 0            | 0             |
| 21  | 650           | 650                | 760         | 1878         | 50          | 0            | 3076        | 37           | 0            | 0             |
| 22  | 420           | 420                | 430         | 1296         | 50          | 0            | 3464        | 42           | 0            | 0             |
| 23  | 400           | 400                | 401         | 1249         | 50          | 0            | 3819        | 46           | 0            | 0             |
| 24  | 350           | 350                | 331         | 1124         | 50          | 0            | 4101        | 50           | 0            | 0             |
| 1   | 320           | 320                | 291         | 1046         | 50          | 0            | 4339        | 53           | 0            | 0             |
| 2   | 250           | 300                | 303         | 992          | 50          | 50           | 4586        | 56           | 0            | 0             |
| 3   | 260           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 4531        | 55           | 0            | 0             |
| 4   | 320           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 4477        | 54           | 0            | 0             |
| 5   | 280           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 4423        | 54           | 0            | 0             |
| 6   | 350           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 4370        | 53           | 0            | 0             |
| 7   | 320           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 4071        | 49           | 250          | 250           |
| 8   | 420           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 3725        | 45           | 300          | 300           |
| 9   | 520           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 3681        | 45           | 0            | 0             |
| 10  | 350           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 3637        | 44           | 0            | 0             |
| 11  | 280           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 3593        | 44           | 0            | 0             |
| 12  | 250           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 3550        | 43           | 0            | 0             |
| 13  | 300           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 3507        | 43           | 0            | 0             |
| 14  | 200           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 3465        | 42           | 0            | 0             |
| 15  | 250           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 3424        | 42           | 0            | 0             |
| 16  | 250           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 3382        | 41           | 0            | 0             |
| 17  | 290           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 3342        | 41           | 0            | 0             |
| 18  | 650           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 535         | 7            | 2800         | 2800          |
| 19  | 850           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 0           | 0            | 560          | 535           |
| 20  | 620           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 0           | 0            | 0            | 0             |

【図 1 5】

| 時間  | 予測電力<br>負荷(a) | 電主出力(b)<br>(=発電電力) | 発生<br>熱量(d) | 燃料<br>消費量(e) | 排熱<br>ロス(h) | 余剰<br>電力量(i) | 貯蓄<br>熱量(j) | 貯蓄<br>放熱量(k) | 予測<br>総負荷(m) | 予測利用<br>熱量(n) |
|-----|---------------|--------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
| 3   | 230           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 0           | 10           | 0            | 0             |
| 4   | 250           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 0           | 10           | 0            | 0             |
| ... | ...           | ...                | ...         | ...          | ...         | ...          | ...         | ...          | ...          | ...           |
| 16  | 250           | 300                | 303         | 992          | 50          | 50           | 3256        | 40           | 0            | 0             |
| 17  | 380           | 380                | 373         | 1200         | 50          | 0            | 3586        | 44           | 0            | 0             |
| 18  | 560           | 560                | 632         | 1640         | 50          | 0            | 1168        | 51           | 0            | 0             |
| 19  | 750           | 750                | 907         | 2136         | 50          | 0            | 4520        | 55           | 500          | 500           |
| 20  | 800           | 800                | 988         | 2266         | 50          | 0            | 5442        | 66           | 0            | 0             |
| 21  | 650           | 650                | 760         | 1878         | 50          | 0            | 6000        | 74           | 0            | 0             |
| 22  | 420           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 5928        | 72           | 0            | 0             |
| 23  | 400           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 5857        | 71           | 0            | 0             |
| 24  | 350           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 5787        | 70           | 0            | 0             |
| 1   | 320           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 5717        | 69           | 0            | 0             |
| 2   | 250           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 50           | 5649        | 69           | 0            | 0             |
| 3   | 260           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 5591        | 68           | 0            | 0             |
| 4   | 320           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 5514        | 67           | 0            | 0             |
| 5   | 280           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 5448        | 66           | 0            | 0             |
| 6   | 350           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 5382        | 65           | 0            | 0             |
| 7   | 320           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 5071        | 62           | 250          | 250           |
| 8   | 420           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 4713        | 57           | 300          | 300           |
| 9   | 520           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 4657        | 57           | 0            | 0             |
| 10  | 350           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 4601        | 56           | 0            | 0             |
| 11  | 280           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 4546        | 55           | 0            | 0             |
| 12  | 250           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 4491        | 55           | 0            | 0             |
| 13  | 300           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 4437        | 54           | 0            | 0             |
| 14  | 200           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 4384        | 53           | 0            | 0             |
| 15  | 250           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 4331        | 53           | 0            | 0             |
| 16  | 250           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 4279        | 52           | 0            | 0             |
| 17  | 290           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 4228        | 51           | 0            | 0             |
| 18  | 650           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 1411        | 17           | 2800         | 2800          |
| 19  | 850           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 841         | 10           | 560          | 560           |
| 20  | 620           | 0                  | 0           | 0            | 0           | 0            | 831         | 14           | 0            | 0             |

---

フロントページの続き

| (51) Int.Cl. |      |           | F I     |      |  | テーマコード (参考) |  |
|--------------|------|-----------|---------|------|--|-------------|--|
| F 0 2 G      | 5/04 | (2006.01) | H 0 1 M | 8/04 |  | Y           |  |
|              |      |           | H 0 2 J | 3/38 |  | G           |  |
|              |      |           | F 0 2 G | 5/04 |  | S           |  |