

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5897899号
(P5897899)

(45) 発行日 平成28年4月6日(2016.4.6)

(24) 登録日 平成28年3月11日(2016.3.11)

(51) Int.Cl.			F I		
HO 1 M	8/04858	(2016.01)	HO 1 M	8/04	P
HO 2 J	7/00	(2006.01)	HO 2 J	7/00	3 O 3 E
HO 1 M	8/00	(2016.01)	HO 1 M	8/00	A
HO 1 M	10/44	(2006.01)	HO 1 M	10/44	A
HO 2 J	7/34	(2006.01)	HO 2 J	7/34	E

請求項の数 7 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2011-281506 (P2011-281506)
 (22) 出願日 平成23年12月22日(2011.12.22)
 (65) 公開番号 特開2013-131449 (P2013-131449A)
 (43) 公開日 平成25年7月4日(2013.7.4)
 審査請求日 平成26年10月15日(2014.10.15)

(73) 特許権者 000006633
 京セラ株式会社
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
 (74) 代理人 110001106
 キュリーズ特許業務法人
 (72) 発明者 沖野 健太
 神奈川県横浜市都筑区加賀原2丁目1番1号 京セラ株式会社 横浜事業所内
 審査官 久保田 創

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力制御システム、制御装置、及び電力制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料電池と蓄電池とを制御する電力制御システムであって、
 電力負荷と前記蓄電池の充電とに使用される電力を出力するよう前記燃料電池を制御する燃料電池制御部と、

前記蓄電池を制御する蓄電池制御部と、を有し、

前記蓄電池制御部は、前記電力負荷の小さい所定期間において、前記燃料電池の出力を一定値以上に保つように、前記蓄電池が満充電となるまで前記蓄電池を連続的に充電する連続充電制御を行うことを特徴とする電力制御システム。

【請求項 2】

前記燃料電池は、低出力領域において発電効率が線形的に変化し、且つ高出力領域において発電効率が略飽和状態になり、

前記一定値とは、前記低出力領域と前記高出力領域との境界付近の値以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の電力制御システム。

【請求項 3】

前記蓄電池制御部は、前記所定期間の開始時における前記蓄電池の充電可能量に基づいて、前記連続充電制御を実行するか中止するかを判断することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電力制御システム。

【請求項 4】

前記蓄電池制御部は、前記所定期間の途中の時点よりも前記所定期間の終了時の方が前

記燃料電池の出力が大きくなるように、前記連続充電制御における前記蓄電池の充電量を制御することを特徴とする請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の電力制御システム。

【請求項 5】

前記蓄電池制御部は、
前記所定期間の開始時における前記蓄電池の充電可能量を取得する取得手段と、
前記所定期間における電力負荷パターンを予測する予測手段と、
前記取得手段により取得された前記充電可能量と前記予測手段により予測された前記電力負荷パターンとに基づいて、前記所定期間における前記蓄電池の充電スケジュールを決定する決定手段と、を含むことを特徴とする請求項 1 から 4 の何れか一項に記載の電力制御システム。

10

【請求項 6】

燃料電池と蓄電池とを制御する電力制御システムで用いられる制御装置であって、
前記蓄電池を制御する蓄電池制御部を有し、
前記燃料電池は、電力負荷と前記蓄電池の充電とに使用される電力を出力し、
前記蓄電池制御部は、前記電力負荷の小さい所定期間において、前記燃料電池の出力を一定値以上に保つように、前記蓄電池が満充電となるまで前記蓄電池を連続的に充電する連続充電制御を行うことを特徴とする制御装置。

【請求項 7】

燃料電池と蓄電池とを制御する電力制御方法であって、
電力負荷と前記蓄電池の充電とに使用される電力を出力するよう前記燃料電池を制御するステップ A と、
前記蓄電池を制御するステップ B と、を有し、
前記ステップ B は、前記電力負荷の小さい所定期間において、前記燃料電池の出力を一定値以上に保つように、前記蓄電池が満充電となるまで前記蓄電池を連続的に充電する連続充電制御を行うことを特徴とする電力制御方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池と蓄電池とを制御する電力制御システム、制御装置、及び電力制御方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

近年、電力の需要家において、分散型電源の一種である燃料電池の普及が進んでいる。燃料電池は、ガスから取り出した水素と空気中の酸素との化学反応により発電を行う。

【0003】

燃料電池は、定格出力（すなわち、最高出力）までの範囲内で出力が可変であることから、負荷機器の消費電力（以下、電力負荷と称する）の増減に合わせて燃料電池の出力を増減する「負荷追従制御」を適用することが一般的である。

【0004】

また、燃料電池は、低出力で運転すると、発電効率が低くなることが知られている。

40

【0005】

そこで、燃料電池を低出力で運転することを防止すべく、燃料電池を蓄電池と併用する電力制御システムが提案されている（特許文献 1 参照）。特許文献 1 に記載の電力制御システムは、燃料電池を定格出力で間欠的に運転し、燃料電池の運転時に電力負荷が燃料電池の定格出力よりも小さいときには余剰電力を蓄電池に充電し、燃料電池の停止時には不足電力を蓄電池の放電により補う。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開平 5 - 182675 号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1に記載の電力制御システムには、次のような問題がある。具体的には、燃料電池は、停止及び起動のそれぞれに要する時間が長いことから、停止と起動とを繰り返す制御は適切ではない。

【0008】

そこで、本発明は、より高効率な燃料電池の運転制御を行う電力制御システム、制御装置、及び電力制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上述した課題を解決するために、本発明は以下のような特徴を有している。

【0010】

本発明の電力制御システムは、燃料電池（例えば、燃料電池13）と蓄電池（例えば、蓄電池22）とを制御する電力制御システムであって、電力負荷と前記蓄電池の充電とに使用される電力を出力するよう前記燃料電池を制御する燃料電池制御部（例えば、燃料電池制御部12）と、前記蓄電池を制御する蓄電池制御部（例えば、HEMS制御部32）と、を有し、前記蓄電池制御部は、前記電力負荷の小さい所定期間において、前記燃料電池の出力を一定値以上に保つように前記蓄電池を連続的に充電する連続充電制御を行うことを特徴とする。

【0011】

上述した電力制御システムにおいて、前記蓄電池制御部は、前記連続充電制御によって前記蓄電池を満充電まで充電してもよい。

【0012】

上述した電力制御システムにおいて、前記燃料電池は、低出力領域において発電効率が線形的に変化し、且つ高出力領域において発電効率が略飽和状態になり、前記一定値とは、前記低出力領域と前記高出力領域との境界付近の値以上であってもよい。

【0013】

上述した電力制御システムにおいて、前記蓄電池制御部は、前記所定期間の開始時における前記蓄電池の充電可能量に基づいて、前記連続充電制御を実行するか中止するかを判断してもよい。

【0014】

上述した電力制御システムにおいて、前記蓄電池制御部は、前記所定期間の途中の時点よりも前記所定期間の終了時の方が前記燃料電池の出力が大きくなるように、前記連続充電制御における前記蓄電池の充電量を制御してもよい。

【0015】

上述した電力制御システムにおいて、前記蓄電池制御部は、前記所定期間の開始時における前記蓄電池の充電可能量を取得する取得手段（例えば、HEMS制御部32；ステップS15）と、前記所定期間における電力負荷パターンを予測する予測手段（例えば、HEMS制御部32；ステップS11）と、前記取得手段により取得された前記充電可能量と前記予測手段により予測された前記電力負荷パターンとに基づいて、前記所定期間における前記蓄電池の充電スケジュールを決定する決定手段（例えば、HEMS制御部32；ステップS16）と、を含んでもよい。

【0016】

本発明の制御装置は、燃料電池と蓄電池とを制御する電力制御システムで用いられる制御装置（例えば、HEMS30）であって、前記蓄電池を制御する蓄電池制御部（例えば、HEMS制御部32）を有し、前記燃料電池は、電力負荷と前記蓄電池の充電とに使用される電力を出力し、前記蓄電池制御部は、前記電力負荷の小さい所定期間において、前記燃料電池の出力を一定値以上に保つように前記蓄電池を連続的に充電する連続充電制御を行うことを特徴とする。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

本発明の電力制御方法は、燃料電池と蓄電池とを制御する電力制御方法であって、電力負荷と前記蓄電池の充電とに使用される電力を出力するよう前記燃料電池を制御するステップAと、前記蓄電池を制御するステップBと、を有し、前記ステップBは、前記電力負荷の小さい所定期間において、前記燃料電池の出力を一定値以上に保つように前記蓄電池を連続的に充電する連続充電制御を行うことを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 8 】

本発明によれば、より高効率な燃料電池の運転制御を行う電力制御システム、制御装置、及び電力制御方法を提供できる。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 9 】

【図1】第1実施形態及び第2実施形態に係る給電システムのブロック図である。

【図2】燃料電池の出力電力に対する発電効率の特性の一例を示す。

【図3】第1実施形態及び第2実施形態に係る電力制御方法のフロー図である。

【図4】第1実施形態及び第2実施形態の具体例を説明するためのグラフである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 0 】

図面を参照して、本発明の実施形態を説明する。以下の実施形態に係る図面において、同一又は類似の部分には同一又は類似の符号を付す。

20

【 0 0 2 1 】

[第1実施形態]

(システム構成)

図1は、本実施形態に係る給電システムのブロック図である。図1において、ブロック間の実線は電力ラインを示し、ブロック間の破線は制御ラインを示す。

【 0 0 2 2 】

図1に示すように、本実施形態に係る給電システムは、系統電源1、複数の負荷機器2、燃料電池ユニット10、蓄電池ユニット20、及び住宅エネルギー管理システム(HEMS)30を有する。複数の負荷機器2、燃料電池ユニット10、蓄電池ユニット20、及びHEMS30は、電力会社の系統電源1から交流(AC)電力の供給を受ける需要家に設けられる。

30

【 0 0 2 3 】

系統電源1と複数の負荷機器2との間には、系統電源1の出力電力を複数の負荷機器2に供給するための系統電力ラインL1が設けられる。複数の負荷機器2は、電力を消費して動作する機器であり、例えば家電機器である。

【 0 0 2 4 】

燃料電池ユニット10の電力出力ラインL2は、合流点P1で系統電力ラインL1と合流する。蓄電池ユニット20の電力入出力ラインL3は、合流点P2で系統電力ラインL1と合流する。図1では、合流点P2は合流点P1よりも系統電源1側に設けられているが、合流点P2は合流点P1よりも負荷機器2側に設けられていてもよい。

40

【 0 0 2 5 】

合流点P1及びP2と、系統電源1と、の間の系統電力ラインL1上には、系統電力ラインL1を流れる電流を計測するための電流センサ41が設けられる。また、合流点P1及びP2と複数の負荷機器2との間の系統電力ラインL1上には、系統電力ラインL1を流れる電流を計測するための電流センサ42が設けられる。

【 0 0 2 6 】

燃料電池ユニット10は、燃料電池通信部11、燃料電池制御部12、及び燃料電池13を含む。

【 0 0 2 7 】

燃料電池通信部11は、電流センサ41及びHEMS30のそれぞれとの通信を有線又

50

は無線で行う。当該通信を無線で行う場合、燃料電池通信部 1 1 は、例えば Z i g b e e (登録商標)通信モジュールにより構成できる。燃料電池通信部 1 1 は、電流センサ 4 1 から送信される電流値を受信する。また、燃料電池通信部 1 1 は、H E M S 3 0 から送信される制御コマンドを受信したり、燃料電池 1 3 に関する情報を H E M S 3 0 に送信したりする。

【 0 0 2 8 】

燃料電池制御部 1 2 は、燃料電池通信部 1 1 で受信した電流値と燃料電池 1 3 で測定される電圧値とから計算される電力値に基づいて、負荷追従運転を行うよう燃料電池 1 3 を制御する。例えば、燃料電池制御部 1 2 は、系統電源 1 からの買電が所定値(例えばゼロ)になるように、燃料電池 1 3 の目標出力電力を設定し、燃料電池 1 3 の出力が当該目標出力電力になるように燃料電池 1 3 を制御する。また、燃料電池制御部 1 2 は、燃料電池通信部 1 1 における通信を制御する。

10

【 0 0 2 9 】

燃料電池 1 3 は、系統電源 1 との連系運転を行う。燃料電池 1 3 は、燃料電池本体 1 3 a、及び燃料電池パワーコンディショナ(P C S) 1 3 bを含む。

【 0 0 3 0 】

燃料電池本体 1 3 a は、天然ガスなどから取り出した水素と空気中の酸素との化学反応により発電を行い、直流(D C)電力を燃料電池 P C S 1 3 b に出力する。燃料電池本体 1 3 a における発電量は、燃料電池本体 1 3 a で消費されるガス及び空気の量に応じて変化する。また、ガス及び空気の量は、燃料電池制御部 1 2 によって制御される。例えば、燃料電池本体 1 3 a は、高温動作が必要とされる固体酸化物型燃料電池(S O F C)、または溶融炭酸塩型燃料電池(MCFC)である。

20

【 0 0 3 1 】

燃料電池 P C S 1 3 b は、燃料電池本体 1 3 a からの D C 電力を A C に変換し、電力出力ライン L 2 を介して A C 電力を出力する。本実施形態では、燃料電池 1 3 の出力電力は、系統電源 1 への売電(逆潮流)が許容されていないとする。

【 0 0 3 2 】

蓄電池ユニット 2 0 は、蓄電池通信部 2 1、及び蓄電池 2 2 を含む。

【 0 0 3 3 】

蓄電池通信部 2 1 は、H E M S 3 0 との通信を有線又は無線で行う。H E M S 3 0 との通信を無線で行う場合、蓄電池通信部 2 1 は、例えば Z i g b e e (登録商標)通信モジュールにより構成できる。蓄電池通信部 2 1 は、H E M S 3 0 から送信される制御コマンドを受信したり、蓄電池 2 2 に関する情報を H E M S 3 0 に送信したりする。ここで、H E M S 3 0 から送信される制御コマンドとしては、充電を指示する充電コマンド、及び放電を指示する放電コマンドなどがある。蓄電池 2 2 に関する情報としては、蓄電池 2 2 に蓄えられている電力の量である蓄電量などがある。

30

【 0 0 3 4 】

蓄電池 2 2 は、系統電源 1 との連系運転を行う。蓄電池 2 2 は、蓄電池本体 2 2 a、及び蓄電池 P C S 2 2 b を含む。

【 0 0 3 5 】

蓄電池本体 2 2 a は、蓄電池 P C S 2 2 b から出力される D C 電力を充電する。また、蓄電池本体 2 2 a は、放電により、D C 電力を蓄電池 P C S 2 2 b に出力する。蓄電池本体 2 2 a における充放電は、蓄電池通信部 2 1 が H E M S 3 0 から受信する制御コマンドに応じて制御される。

40

【 0 0 3 6 】

蓄電池 P C S 2 2 b は、蓄電池本体 2 2 a の充電時において、電力入出力ライン L 3 を介して入力される A C 電力を D C に変換し、D C 電力を蓄電池本体 2 2 a に出力する。また、蓄電池 P C S 2 2 b は、蓄電池本体 2 2 a の放電時において、蓄電池本体 2 2 a からの D C 電力を A C に変換し、電力入出力ライン L 3 を介して A C 電力を出力する。本実施形態では、蓄電池 2 2 の出力電力は系統電源 1 への売電(逆潮流)が許容されていないと

50

する。

【 0 0 3 7 】

蓄電池本体 2 2 a の充電時には、電力入出力ライン L 3 を介して蓄電池 P C S 2 2 b に入力される A C 電力が増加する。この場合、燃料電池制御部 1 2 は、系統電源 1 からの買電を所定値（ゼロ）にすべく、燃料電池 1 3 の出力電力を増加させるよう制御する。

【 0 0 3 8 】

H E M S 3 0 は、需要家における電力管理を行う。H E M S 3 0 は、H E M S 通信部 3 1、H E M S 制御部 3 2、及び記憶部 3 3 を含む。

【 0 0 3 9 】

H E M S 通信部 3 1 は、電流センサ 4 2、燃料電池ユニット 1 0、及び蓄電池ユニット 2 0 のそれぞれとの通信を有線又は無線で行う。これらの通信を無線で行う場合、H E M S 通信部 3 1 は、例えば Z i g b e e（登録商標）通信モジュールにより構成できる。H E M S 通信部 3 1 は、電流センサ 4 2 から送信される電流値を受信する。また、H E M S 通信部 3 1 は、燃料電池ユニット 1 0 及び蓄電池ユニット 2 0 のそれぞれに対する制御コマンドを送信したり、燃料電池ユニット 1 0 及び蓄電池ユニット 2 0 のそれぞれに関する情報を受信したりする。

10

【 0 0 4 0 】

H E M S 制御部 3 2 は、負荷機器 2 の消費電力である電力負荷、系統電源 1 への売電量、及び系統電源 1 からの買電量を管理したり、省電力のための制御を負荷機器 2 に対して行ったりする。また、H E M S 制御部 3 2 は、燃料電池 1 3 を遠隔制御する。本実施形態では、H E M S 制御部 3 2 は、燃料電池 1 3 を制御する燃料電池制御部に相当する。

20

【 0 0 4 1 】

記憶部 3 3 は、H E M S 制御部 3 2 による制御に用いられる情報を記憶する。記憶部 3 3 は、1 日における時間帯別の電力負荷を示す予測電力負荷パターン（以下、「負荷パターン」と称する）を記憶する。1 日の時間帯別の予測負荷パターンは、過去の電力負荷の実績値に基づいて H E M S 制御部 3 2 により作成される。また、記憶部 3 3 は、蓄電池 2 2（蓄電池本体 2 2 a）の最大蓄電量を予め記憶している。

【 0 0 4 2 】

本実施形態では、燃料電池制御部 1 2 及び H E M S 制御部 3 2 は、燃料電池 1 3 及び蓄電池 2 2 を制御する電力制御システムを構成する。

30

【 0 0 4 3 】

燃料電池制御部 1 2 は、電力負荷と蓄電池 2 2 の充電とに使用される電力を出力するよう燃料電池 1 3 を制御する。H E M S 制御部 3 2 は、電力負荷の小さい所定期間において、燃料電池 1 3 の出力を一定値に保つように、蓄電池 2 2 を満充電まで連続的に充電する連続充電制御を行う。

【 0 0 4 4 】

ここで、燃料電池 1 3 の出力の一定値とは、定格出力である。また、電力負荷の小さい所定期間とは、電力負荷が継続して閾値を下回る期間であり、例えば夜間（あるいは深夜）である。以下では、連続充電制御を行うべき所定期間を「連続充電期間」と称する。満充電とは、満充電状態と見なすことができる充電量を意味し、蓄電池 2 2 の使用範囲（満充電の x% ~ y%）の上限に達した状態を満充電としてもよい。

40

【 0 0 4 5 】

連続充電期間において、燃料電池 1 3 の出力を一定値に保つように蓄電池 2 2 を連続的に充電することによって、燃料電池 1 3 の停止と起動とを繰り返すことなく、燃料電池 1 3 が低出力で運転することを防止できる。

【 0 0 4 6 】

図 2 は、燃料電池 1 3 の出力電力に対する発電効率の特性の一例を示す。発電効率とは、燃料電池 1 3 のガス消費量に対する燃料電池 1 3 の出力（発電量）の比である。

【 0 0 4 7 】

図 2 に示すように、燃料電池 1 3 は、低出力領域において発電効率が線形的に変化し、

50

且つ高出力領域において発電効率が略飽和状態になる。すなわち、燃料電池 1 3 は、ある程度の出力（以下、「発電効率飽和点」と称する）に達すると、発電効率はあまり変化しなくなるという性質がある。発電効率飽和点は、燃料電池 1 3 の低出力領域と高出力領域との境界付近の値である。

【 0 0 4 8 】

よって、H E M S 制御部 3 2 は、連続充電期間において、燃料電池 1 3 の出力を発電効率飽和点以上に保つように、蓄電池 2 2 を連続的に充電する。これにより、燃料電池 1 3 の出力を抑制しつつ、高い発電効率で運転することが可能になり、光熱費が削減される。また、低い出力での運転が回避されることで、燃料電池 1 3 の劣化を防止できる。

【 0 0 4 9 】

ただし、連続充電期間において燃料電池 1 3 の出力を発電効率飽和点に保つためには、連続充電期間の開始時における蓄電池 2 2 の充電可能量が所定値以上である必要がある。ここで充電可能量とは、蓄電池 2 2（蓄電池本体 2 2 a）の最大蓄電量と現蓄電量との差である。

【 0 0 5 0 】

よって、H E M S 制御部 3 2 は、連続充電期間の開始時における蓄電池 2 2 の充電可能量に基づいて、連続充電制御を実行するか中止するかを判断してもよい。詳細には、連続充電期間の開始時における蓄電池 2 2 の充電可能量が所定値未満である場合、H E M S 制御部 3 2 は、連続充電制御を中止してもよい。あるいは、H E M S 制御部 3 2 は、連続充電期間の開始前において、連続充電期間の開始時における充電可能量が所定値以上になるよう蓄電池 2 2 の放電制御を行ってもよい。

【 0 0 5 1 】

（動作フロー）

図 3 は、本実施形態に係る電力制御方法のフロー図である。本フローは、例えば 1 日ごと実施される。また、本フローは、H E M S 制御部 3 2 において、少なくとも連続充電期間における負荷パターンを取得するステップ S 1 1 と、連続充電期間の開始時における蓄電池 2 2 の充電可能量を取得するステップ S 1 5 と、ステップ S 1 1 で取得された負荷パターンとステップ S 1 5 で取得された充電可能量とに基づいて、連続充電期間における蓄電池 2 2 の充電スケジュールを決定するステップ S 1 6 と、を有する。

【 0 0 5 2 】

図 3 に示すように、ステップ S 1 1 において、H E M S 制御部 3 2 は、1 日の時間帯別の負荷パターン $P 1 [i]$ （ $i = 0, 1, 2, \dots, 23$ 時）を記憶部 3 3 から取得する。

【 0 0 5 3 】

ステップ S 1 2 において、H E M S 制御部 3 2 は、ステップ S 1 1 で取得した 1 日の時間帯別の負荷パターンに基づいて、連続充電期間を決定する。例えば、燃料電池 1 3 の最大出力（定格出力）が 0.7 kW であり、 $P 1 [i]$ が $i = 6, 7, \dots, 23$ 時については 0.7 kW を維持し、 $i = 0, 1, \dots, 5$ 時までは 0.7 kW を下回る小さい値である場合、 $i = 0, 1, \dots, 5$ 時を連続充電期間として決定する。

【 0 0 5 4 】

ステップ S 1 3 において、H E M S 制御部 3 2 は、蓄電池 2 2 の充放電制御を行う。例えば、H E M S 制御部 3 2 は、 $i = 6, 7, \dots, 23$ 時では燃料電池 1 3 が定格出力で運転する一方で、電力負荷が燃料電池 1 3 の定格出力よりも大きいときには不足する電力を蓄電池 2 2 の放電により賄い、電力負荷が燃料電池 1 3 の定格出力よりも小さいときには蓄電池 2 2 の充電を行うよう制御する。

【 0 0 5 5 】

ステップ S 1 4 において、H E M S 制御部 3 2 は、ステップ S 1 2 で決定した連続充電期間が開始したか否かを確認する。詳細には、現在の時刻が連続充電期間の開始時刻になったか否かを確認する。H E M S 制御部 3 2 は、連続充電期間が未だ開始しない場合（ステップ S 1 4 ; N O）には、処理をステップ S 1 3 に戻し、連続充電期間が開始した場合（ステップ S 1 4 ; Y E S）には、処理をステップ S 1 5 に進める。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 6 】

ステップ S 1 5 において、H E M S 制御部 3 2 は、蓄電池 2 2 の蓄電量を取得する。例えば、H E M S 制御部 3 2 は、H E M S 通信部 3 1 及び蓄電池通信部 2 1 を介して蓄電池 2 2 に蓄電量を問い合わせることで、蓄電量を取得する。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 1 6 において、H E M S 制御部 3 2 は、ステップ S 1 1 で取得した 1 日の時間帯別の負荷パターンと、ステップ S 1 5 で取得した蓄電量と、記憶部 3 3 に記憶されている最大蓄電量と、に基づいて、連続充電期間における充電スケジュールを決定する。例えば、放電スケジュールは以下のようにして決定される。

【 0 0 5 8 】

電力負荷を P_l 、充電量を P_c 、とすると、燃料電池 1 3 が出力すべき出力電力 P_s は、

$$P_s = P_l + P_c \quad (1)$$

となる。一方、連続充電期間以外の（通常の）充放電期間において、 P_l が燃料電池 1 3 の定格出力（最大出力） P_{s_max} を超えるときは、燃料電池 1 3 の出力電力 P_s 及び蓄電池 2 2 の放電量 P_d は、

$$\begin{aligned} P_s &= P_{s_max} \\ P_d &= P_l - P_{s_max} \end{aligned} \quad (2)$$

となる。

【 0 0 5 9 】

連続充電期間の開始時点での蓄電量を P_a 、最大蓄電量を P_m とすると、H E M S 制御部 3 2 は、次式を満たす充電スケジュール $P_c[i]$ ($i = 0, 1, \dots, 5$) を決定する。

【 0 0 6 0 】

$$P_l[i] + P_c[i] = \quad (i=0,1,\dots,5)$$

【 0 0 6 1 】

【 数 1 】

$$\sum_{i=0}^5 P_c[i] = P_m - P_a \quad (3)$$

【 0 0 6 2 】

ここで、 P_l は、上述した発電効率飽和点以上の出力電力に相当する。このように、連続充電期間の各時間帯において、電力負荷と充電量との合計は一定（すなわち、 $P_m - P_a$ ）である。

【 0 0 6 3 】

ステップ S 1 7 において、H E M S 制御部 3 2 は、ステップ S 1 6 で決定された各時間帯の $P_c[i]$ ($i = 0, 1, \dots, 5$) に基づいて、蓄電池 2 2 に対する充電制御を行う。基本的には、H E M S 制御部 3 2 は、ステップ S 1 6 で決定された充電スケジュール $P_c[i]$ ($i = 0, 1, \dots, 5$) 通りに充電制御を行うが、実際の電力負荷と予測負荷パターンとの隔たりが大きい場合には、式 (3) が満たされるように充電スケジュール $P_c[i]$ を修正してもよい。

【 0 0 6 4 】

ステップ S 1 8 において、H E M S 制御部 3 2 は、ステップ S 1 2 で決定した連続充電期間が終了したか否かを確認する。詳細には、現在の時刻が連続充電期間の終了時刻になったか否かを確認する。H E M S 制御部 3 2 は、連続充電期間が未だ終了しない場合（ステップ S 1 8 ; N O）には、処理をステップ S 1 7 に戻し、連続充電期間が終了した場合（ステップ S 1 8 ; Y E S）には、本フローを終了する。

【 0 0 6 5 】

[第 2 実施形態]

上述した第 1 実施形態では、H E M S 制御部 3 2 は、連続充電期間の各時間帯において

10

20

30

40

50

、電力負荷と充電量との合計を一定（すなわち、 ）とすることで、燃料電池 1 3 の出力を発電効率飽和点 に維持していた。

【 0 0 6 6 】

これに対し、本実施形態では、H E M S 制御部 3 2 は、連続充電期間の途中の時点よりも、連続充電期間の終了時の方が燃料電池 1 3 の出力が大きくなるように、連続充電制御における蓄電池 2 2 の充電量を制御する。例えば、H E M S 制御部 3 2 は、式 (3) における の値を $[i]$ ($i = 0, 1, \dots, 5$) とし、 i が大きくなるに従って を大きく設定する。

【 0 0 6 7 】

また、H E M S 制御部 3 2 は、負荷パターンに基づいて連続充電期間の終了直後の電力負荷を取得（予測）し、燃料電池本体 1 3 a の温度を、当該連続充電期間の終了直後の電力負荷に適した温度にする。

10

【 0 0 6 8 】

このように、連続充電期間の時間経過に従って燃料電池 1 3 の出力電力を大きくするよう充電制御を行うことで、連続充電期間の終了時に燃料電池本体 1 3 a を高温にしておくことができる。これにより、連続充電期間の終了後において高い発電効率を得ることができる。

【 0 0 6 9 】

[具体例]

次に、上述した第 1 実施形態及び第 2 実施形態の具体例を説明する。図 4 は、第 1 実施形態及び第 2 実施形態の具体例を説明するためのグラフである。図 4 には、比較例と、第 1 実施形態の具体例と、第 2 実施形態の具体例と、が図示されている。

20

【 0 0 7 0 】

図 4 に示すように、比較例は、連続充電期間の開始時点から燃料電池 1 3 が定格出力（最大出力）で運転を行い、余剰分を蓄電池 2 2 に充電するケースを示す。比較例では、3 時には蓄電池 2 2 が満充電状態になってしまい、これ以上の充電ができないことから、燃料電池 1 3 は、電力負荷に追従するよう負荷追従運転を行う。

【 0 0 7 1 】

このような負荷追従運転を行う場合、電力負荷の低下に伴って燃料電池 1 3 の出力が低下するため、燃料電池 1 3 は発電効率の低い状態での運転を行うことになり、光熱費を削減できない。また、低い出力での運転を行うことで、燃料電池 1 3 が劣化する。

30

【 0 0 7 2 】

これに対し、第 1 実施形態では、H E M S 制御部 3 2 は、連続充電期間の開始時から終了時に渡って、燃料電池 1 3 の出力を発電効率飽和点に保つように、蓄電池 2 2 を満充電まで連続的に充電する。これにより、燃料電池 1 3 を常に高い発電効率で運転することが可能になり、光熱費が削減される。また、高い出力電力での動作が継続されることで、燃料電池 1 3 の劣化が防止される。そして、低い出力で運転されているときに比して良好な負荷追従性を実現する。

【 0 0 7 3 】

第 2 実施形態では、H E M S 制御部 3 2 は、連続充電期間の途中の時点よりも連続充電期間の終了時の方が燃料電池 1 3 の出力が大きくなるように、連続充電制御における蓄電池 2 2 の充電量を制御する。これにより、燃料電池 1 3 を常に高い発電効率で運転することが可能になり、光熱費が削減される。また、高い出力での運転が継続されることで、燃料電池 1 3 の劣化が防止される。さらに、連続充電期間の終了時に燃料電池本体 1 3 a を高温にしておくことができるため、連続充電期間の終了後において高い出力電力が要求されても高い発電効率および高い追従性を得ることができる。

40

【 0 0 7 4 】

[その他の実施形態]

上記のように、本発明は実施形態によって記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面はこの発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様

50

々な代替実施形態、実施例及び運用技術が明らかとなる。

【0075】

例えば、上述した実施形態では、住宅単位で設けられるエネルギー管理システム(EMS)であるHEMSを例に説明したが、HEMSに限らず、ビル単位で設けられるEMSであるBEMS、又は、地域等のコミュニティー単位で設けられるEMSであるCEMS等に本発明を適用してもよい。

【0076】

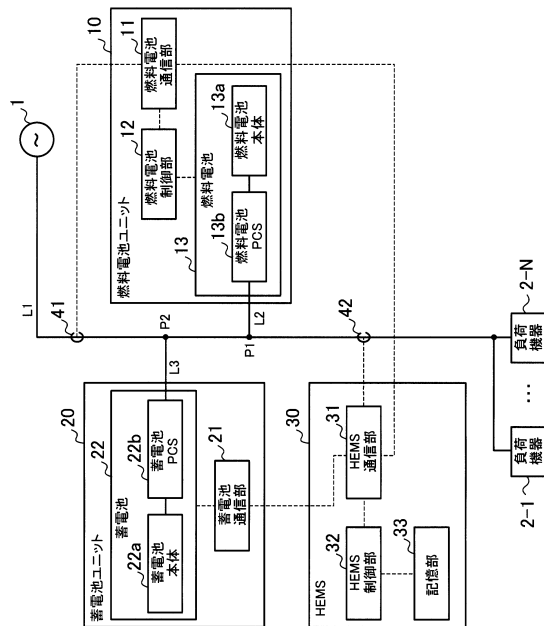
また、燃料電池ユニット10に制御部を設け、当該制御部が、上述した第1実施形態及び第2実施形態においてHEMS制御部32が行っていた充電制御を行ってもよい。

【符号の説明】

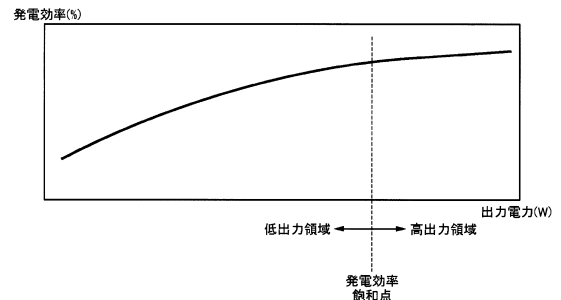
【0077】

L1...系統電力ライン、L2...電力出力ライン、L3...電力入出力ライン、P1, P2...合流点、1...系統電源、2...負荷機器、10...燃料電池ユニット、11...燃料電池通信部、12...燃料電池制御部、13...燃料電池、13a...燃料電池本体、13b...燃料電池PCS、20...蓄電池ユニット、21...蓄電池通信部、22...蓄電池、22a...蓄電池本体、22b...蓄電池PCS、30...HEMS、31...HEMS通信部、32...HEMS制御部、33...記憶部、41, 42...電流センサ

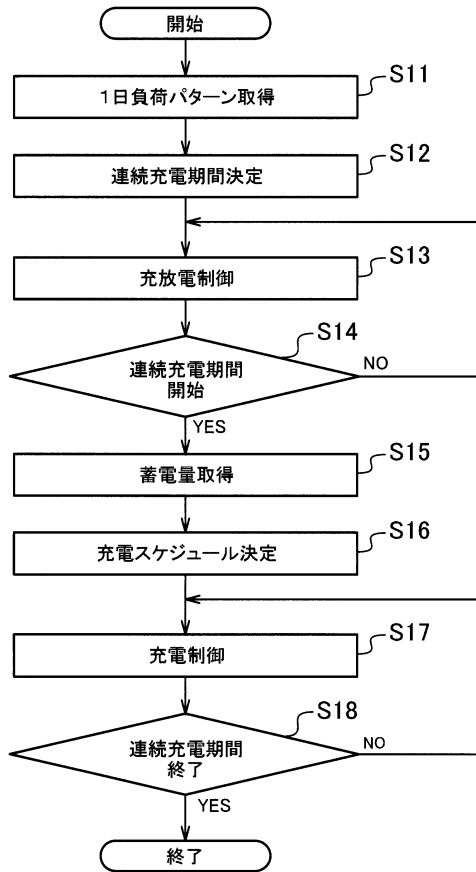
【図1】



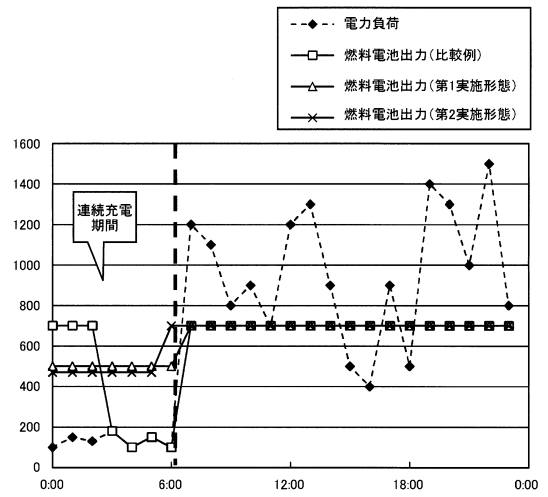
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2006/006222(WO, A1)

特開平05-182675(JP, A)

特開2008-010344(JP, A)

特開2005-044531(JP, A)

特開2008-186655(JP, A)

特開2011-066973(JP, A)

特開2004-342461(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8/00 - 8/24

H01M 10/44

H02J 7/00

H02J 7/34