

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7507388号
(P7507388)

(45)発行日 令和6年6月28日(2024.6.28)

(24)登録日 令和6年6月20日(2024.6.20)

(51)国際特許分類	F I			
H 0 2 J 3/00 (2006.01)	H 0 2 J	3/00	1 7 0	
H 0 2 J 3/32 (2006.01)	H 0 2 J	3/00	1 3 0	
H 0 2 J 3/38 (2006.01)	H 0 2 J	3/32		
H 0 2 J 3/46 (2006.01)	H 0 2 J	3/38	1 3 0	
H 0 2 J 7/35 (2006.01)	H 0 2 J	3/38	1 7 0	
請求項の数 4 (全21頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号	特願2024-505176(P2024-505176)	(73)特許権者	314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府門真市元町2番6号
(86)(22)出願日	令和5年9月20日(2023.9.20)	(74)代理人	100109210 弁理士 新居 広守
(86)国際出願番号	PCT/JP2023/034120	(74)代理人	100137235 弁理士 寺谷 英作
審査請求日	令和6年1月26日(2024.1.26)	(74)代理人	100131417 弁理士 道坂 伸一
(31)優先権主張番号	特願2022-176014(P2022-176014)	(72)発明者	岡田 崇志 日本国大阪府門真市大字門真1006番 地 パナソニックホールディングス株式 会社内
(32)優先日	令和4年11月2日(2022.11.2)	(72)発明者	清水 敦志 日本国大阪府門真市大字門真1006番 最終頁に続く
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
早期審査対象出願			

(54)【発明の名称】 電力システムの運転方法、および電力システムの制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の期間における電力需要量の実績値と太陽光発電システムの出力の実績値との差分を補うように前記第1の期間より後の第2の期間における燃料電池システムの出力を計画するステップと、

前記第2の期間において計画された出力で前記燃料電池システムが発電しているとき、前記太陽光発電システムの出力と前記燃料電池システムの出力の和が電力需要量よりも大きい場合、蓄電池システムに充電させるステップと、

前記第2の期間において計画された出力で前記燃料電池システムが発電しているとき、前記太陽光発電システムの出力と前記燃料電池システムの出力の和が電力需要量よりも小さい場合、電力需要量を満たすように前記蓄電池システムに放電させるステップとを備え、

前記第1の期間は、前記第2の期間の直前の期間であり、

前記第2の期間は、前記第1の期間よりも長く、かつ前記計画された燃料電池システムの出力は前記第2の期間において一定である、

電力システムの運転方法。

【請求項2】

前記第1の期間における電力需要量の実績値と前記太陽光発電システムの出力の実績値との差分の中央値となるよう前記第2の期間における前記燃料電池システムの出力を計画する、請求項1記載の電力システムの運転方法。

【請求項3】

10

20

前記第 1 の期間における電力需要量の実績値と前記太陽光発電システムの出力の実績値との差分の平均値となるよう前記第 2 の期間における前記燃料電池システムの出力を計画する、請求項 1 記載の電力システムの運転方法。

【請求項 4】

第 1 の期間における電力需要量の実績値と太陽光発電システムの出力の実績値を記憶する記憶器と、

前記第 1 の期間における電力需要量の実績値と前記太陽光発電システムの出力の実績値との差分を補うように前記第 1 の期間より後の第 2 の期間における燃料電池システムの出力を計画し、

前記第 2 の期間において計画された出力で前記燃料電池システムが発電しているとき、前記太陽光発電システムの出力と前記燃料電池システムの出力の和が電力需要量よりも大きい場合、蓄電池システムに充電させ、

前記第 2 の期間において計画された出力で前記燃料電池システムが発電しているとき、前記太陽光発電システムの出力と前記燃料電池システムの出力の和が電力需要量よりも小さい場合、電力需要量を満たすように前記蓄電池システムに放電させる制御器とを備え、前記第 1 の期間は、前記第 2 の期間の直前の期間であり、

前記第 2 の期間は、前記第 1 の期間よりも長く、かつ前記計画された燃料電池システムの出力は前記第 2 の期間において一定である、

電力システムの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、電力を供給する電力システムの運転方法などに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、電力を供給する電力供給システムが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。この電力供給システムは、自然エネルギー発電装置である太陽光発電装置から供給される電力を調整するパワーコンディショナ装置と、蓄電池と、水素製造装置と、燃料電池とを備える。そして、電力供給システムは、施設に対して、太陽光発電装置、蓄電池および燃料電池によって得られる電力を施設に供給し、さらに、余剰電力を蓄電池または水素製造装置に供給する。また、電力供給システムは、太陽光発電装置の発電量を予測し、その予測された発電量である予測値などに基づいて、蓄電池によって充放電される電力の量と、水素製造装置に供給される電力の量と、燃料電池から供給される電力の量とを決定する。これにより、施設の需要を満たす電力を継続して供給することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】国際公開第 2017/013751 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記特許文献 1 の太陽光発電装置、蓄電池及び燃料電池を備える電力供給システム、すなわち電力システムの運転方法では、太陽光発電装置の発電量の予測値を用いずに、電力供給システムが、施設の電力需要を満たす方法について検討されていない。

【0005】

そこで、本開示は、太陽光発電装置、蓄電池及び燃料電池を備える電力システムにおいて、太陽光発電装置の発電量の予測値を用いずに、電力システムが、電力需要家の電力需要を満たす電力システムの運転方法などを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

10

20

30

40

50

本開示の一態様に係る電力システムの運転方法は、第1の期間における電力需要量の実績値と太陽光発電システムの出力の実績値との差分を補うように前記第1の期間より後の第2の期間における燃料電池システムの出力を計画するステップと、前記第2の期間において計画された出力で前記燃料電池システムが発電しているとき、前記太陽光発電システムの出力と前記燃料電池システムの出力の和が電力需要量よりも大きい場合、蓄電池システムに充電させるステップと、前記第2の期間において計画された出力で前記燃料電池システムが発電しているとき、前記太陽光発電システムの出力と前記燃料電池システムの出力の和が電力需要量よりも小さい場合、電力需要量を満たすように前記蓄電池システムに放電させるステップとを備え、前記第1の期間は、前記第2の期間の直前の期間であり、前記第2の期間は、前記第1の期間よりも長く、かつ前記計画された燃料電池システムの出力は前記第2の期間において一定である。

10

【0007】

なお、これらの包括的または具体的な態様は、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラムまたはコンピュータ読み取り可能なCD-ROMなどの記録媒体で実現されてもよく、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラムおよび記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。また、記録媒体は、非一時的な記録媒体であってもよい。

【発明の効果】**【0008】**

本開示の電力システムの運転方法は、太陽光発電装置、蓄電池及び燃料電池を備える電力システムにおいて、太陽発電装置の発電量の予測値を用いずに、電力システムが、電力需要家の電力需要を満たすことができる。

20

【0009】

本開示の一態様における更なる利点および効果は、明細書および図面から明らかにされる。かかる利点および/または効果は、いくつかの実施の形態並びに明細書および図面に記載された構成によってそれぞれ提供されるが、その利点および効果を得るために必ずしも全ての構成が提供される必要はない。

【図面の簡単な説明】**【0010】**

【図1】図1は、実施の形態における電力システムと、その電力システムの制御装置とを含む全システムの構成例を示す図である。

30

【図2】図2は、実施の形態における制御装置によって計画される燃料電池発電装置の出力を説明するための図である。

【図3】図3は、実施の形態における制御装置の機能構成の一例を示すブロック図である。

【図4】図4は、実施の形態における制御装置によって制御される燃料電池発電装置の発電電力および蓄電池装置の充放電電力の一例を示す図である。

【図5】図5は、実施の形態におけるデータ取得部の処理動作の一例を示すフローチャートである。

【図6】図6は、実施の形態における燃料電池出力算出部の処理動作の一例を示すフローチャートである。

【図7】図7は、実施の形態における蓄電池出力算出部の処理動作の一例を示すフローチャートである。

40

【図8】図8は、実施の形態における第3制御器の処理動作の一例を示すフローチャートである。

【図9】図9は、実施の形態における制御装置の運転モードによって得られる効果の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】**【0011】**

本開示の一態様に係る電力システムの運転方法は、第1の期間における電力需要量の実績値と太陽光発電システムの出力の実績値との差分を補うように前記第1の期間より後の第2の期間における燃料電池システムの出力を計画するステップと、前記第2の期間にお

50

いて計画された出力で前記燃料電池システムが発電しているとき、前記太陽光発電システムの出力と前記燃料電池システムの出力の和が電力需要量よりも大きい場合、蓄電池システムに充電させるステップと、前記第2の期間において計画された出力で前記燃料電池システムが発電しているとき、前記太陽光発電システムの出力と前記燃料電池システムの出力の和が電力需要量よりも小さい場合、電力需要量を満たすように前記蓄電池システムに放電させるステップとを備え、前記第1の期間は、前記第2の期間の直前の期間であり、前記第2の期間は、前記第1の期間よりも長く、かつ前記計画された燃料電池システムの出力は前記第2の期間において一定である。なお、電力システムは、例えば、太陽光発電システム、燃料電池システムおよび蓄電池システムを含む。太陽光発電システムは、太陽光発電装置を含み、燃料電池システムは、燃料電池を含み、蓄電池システムは、蓄電池を含む。また、電力需要量は、例えば、電力需要家が備える負荷の消費電力であって、太陽光発電システムおよび燃料電池システムのそれぞれの出力は、例えば、発電電力である。

10

【0012】

これにより、第1の期間における電力需要量の実績値と太陽光発電システムの出力の実績値との差分を補うように蓄電池システムの出力が計画される場合に比べ、電力システムの電力で電力需要量をより満たすことが可能になる。これは、蓄電池システムの方が燃料電池システムよりも負荷追従性に優れる一方で、燃料電池システムの方が、電力の貯蔵容量が蓄電池システムより大きいことが背景にある。この背景に鑑み、本態様では、第2の期間における電力需要量と太陽光発電量との差分に対して燃料電池システムが計画通りにベース電源として電力を補い、かつ補えきれない一時的な差分に対して負荷追従性に優れた蓄電池システムの電力でこれを補う。これにより、燃料電池システム及び蓄電池システムの上記長所と短所を互いに補う形となり、負荷の電力需要を電力システムの電力でより満たすことが可能になる。つまり、本態様により、負荷の電力需要を満たすための電力系統からの買電が低減される。

20

【0013】

また、第2の期間よりも長い第1の期間における実績値を用いて、第2の期間における燃料電池システムの出力を計画する場合に比べ、第2の期間における負荷の電力需要量と太陽光発電システムの出力との差分に対する燃料電池システムの出力のずれが抑制される。これは、第2の期間よりも長い第1の期間における実績値を用いて、第2の期間における燃料電池システムの出力を計画する場合に比べ、第2の期間により近い期間の実績値のみを考慮して燃料電池システムの出力の計画が行われることになるからである。さらに、その第1の期間よりも長い第2の期間において燃料電池システムの出力が一定に維持されるため、燃料電池システムの劣化を抑制することができる。

30

【0014】

また、前記第1の期間における電力需要量の実績値と前記太陽光発電システムの出力の実績値との差分の中央値となるよう前記第2の期間における前記燃料電池システムの出力を計画してもよい。

【0015】

例えば、第1の期間内の複数の時点のそれぞれにおける差分が算出されて、第2の期間における燃料電池システムの出力が、それらの差分の中央値に設定される。これにより、第1の期間の実績値が第2の期間でも継続されるような状況では、第2の期間における電力需要量と太陽光発電システムの出力との差分を、その燃料電池システムの出力で適切に補うことができる。その結果、蓄電池システムの充放電を抑えることができる。

40

【0016】

また、前記第1の期間における電力需要量の実績値と前記太陽光発電システムの出力の実績値との差分の平均値となるよう前記第2の期間における前記燃料電池システムの出力を計画してもよい。

【0017】

例えば、第1の期間内の複数の時点のそれぞれにおける差分が算出されて、第2の期間における燃料電池システムの出力が、それらの差分の平均値に設定される。これにより、

50

第 1 の期間の実績値が第 2 の期間でも継続されるような状況では、第 2 の期間における電力需要量と太陽光発電システムの出力との差分を、その燃料電池システムの出力で適切に補うことができる。その結果、蓄電池システムの充放電を抑えることができる。

【 0 0 1 8 】

また、本開示の一態様に係る電力システムの制御装置は、第 1 の期間における電力需要量の実績値と太陽光発電システムの出力の実績値を記憶する記憶器と、前記第 1 の期間における電力需要量の実績値と前記太陽光発電システムの出力の実績値との差分を補うように前記第 1 の期間より後の第 2 の期間における燃料電池システムの出力を計画し、前記第 2 の期間において計画された出力で前記燃料電池システムが発電しているとき、前記太陽光発電システムの出力と前記燃料電池システムの出力の和が電力需要量よりも大きい場合、蓄電池システムに充電させ、前記第 2 の期間において計画された出力で前記燃料電池システムが発電しているとき、前記太陽光発電システムの出力と前記燃料電池システムの出力の和が電力需要量よりも小さい場合、電力需要量を満たすように前記蓄電池システムに放電させる制御器とを備え、前記第 1 の期間は、前記第 2 の期間の直前の期間であり、前記第 2 の期間は、前記第 1 の期間よりも長く、かつ前記計画された燃料電池システムの出力は前記第 2 の期間において一定である。

10

【 0 0 1 9 】

これにより、上述の電力システムの運転方法と同様の作用効果を奏することができる。

【 0 0 2 0 】

以下、実施の形態について、図面を参照しながら具体的に説明する。

20

【 0 0 2 1 】

なお、以下で説明する実施の形態は、いずれも包括的または具体的な例を示すものである。以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置および接続形態、ステップ、ステップの順序などは、一例であり、本開示を限定する主旨ではない。また、以下の実施の形態における構成要素のうち、最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。

【 0 0 2 2 】

また、各図は、模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。また、各図において、同じ構成部材については同じ符号を付している。

【 0 0 2 3 】

30

(実施の形態)

図 1 は、本実施の形態における電力システムと、その電力システムの制御装置とを含む全システムの構成例を示す図である。なお、図 1 では、電力線は実線で示され、通信線は破線で示されている。

【 0 0 2 4 】

本実施の形態における電力システム 200 は、電力系統 100 および負荷 301 に電力線を介して接続されている。そして、電力システム 200 は、負荷 301 に対して電力を供給する。また、電力系統 100 は、系統電力を供給する機能を有し、電力線を介して負荷 301 に接続されている。なお、系統電力は、商用電力とも呼ばれ、例えば 50 Hz または 60 Hz の交流電力である。したがって、負荷 301 の消費電力に対して、電力システム 200 から供給される電力が不足する場合には、電力系統 100 は、負荷 301 に対して不足分の電力を供給する。一方、負荷 301 の消費電力に対して、電力システム 200 から供給される電力が余る場合には、その余った電力は、電力系統 100 に引き取られる、つまり、その余った電力は逆潮流電力として売電される。なお、本実施の形態における負荷 301 は、電力を消費する 1 つ以上の機器、装置、デバイスなどからなる。また、負荷 301 の消費電力は、電力需要量とも呼ばれる。また、負荷 301 は、工場、施設等の電力需要家が備える。

40

【 0 0 2 5 】

電力システム 200 は、太陽光発電システム a、燃料電池システム b、および蓄電池システム c を備える。太陽光発電システム a は、第 1 制御器 210、太陽光発電装置 211

50

、第1 P C S (Power Conditioning System) 2 1 2、および第1 電力計 2 1 3 を備える。

【 0 0 2 6 】

太陽光発電装置 2 1 1 は、例えば1つ以上の太陽光発電ユニットを有し、光電変換によって太陽光を電力に変換して出力する。太陽光発電ユニットは、例えば、太陽光発電パネルである。なお、太陽光発電装置 2 1 1 は、以下、単に、太陽電池とも呼ばれる。第1 P C S 2 1 2 は、太陽光発電装置 2 1 1 から出力される電力を系統電力と同質の電力に変換して出力する。第1 電力計 2 1 3 は、太陽光発電装置 2 1 1 から第1 P C S 2 1 2 を介して出力される電力、すなわち系統電力を計測し、その計測された電力を示す信号を制御装置 1 0 に出力する。第1 制御器 2 1 0 は、太陽光発電装置 2 1 1 および第1 P C S 2 1 2 を制御する。例えば、第1 制御器 2 1 0 は、制御装置 1 0 からの指令に応じて、太陽光発電装置 2 1 1 および第1 P C S 2 1 2 を制御する。

10

【 0 0 2 7 】

燃料電池システム b は、第2 制御器 2 2 0、燃料電池発電装置 2 2 1、第2 P C S 2 2 2、および第2 電力計 2 2 3 を備える。

【 0 0 2 8 】

燃料電池発電装置 2 2 1 は、例えば1つ以上の燃料電池ユニットを有し、水素と酸素とを化学反応させて発電する。発電に利用される水素源は、例えば、水素貯蔵器または水素インフラである。燃料電池ユニットは、例えば、燃料電池スタック装置である。なお、燃料電池発電装置 2 2 1 は、以下、単に、燃料電池とも呼ばれる。第2 P C S 2 2 2 は、燃料電池発電装置 2 2 1 の発電によって出力される電力を系統電力と同質の電力に変換して出力する。第2 電力計 2 2 3 は、燃料電池発電装置 2 2 1 から第2 P C S 2 2 2 を介して出力される電力、すなわち系統電力を計測し、その計測された電力を示す信号を制御装置 1 0 に出力する。第2 制御器 2 2 0 は、燃料電池発電装置 2 2 1 および第2 P C S 2 2 2 を制御する。例えば、第2 制御器 2 2 0 は、制御装置 1 0 からの指令に応じて、燃料電池発電装置 2 2 1 および第2 P C S 2 2 2 から出力される電力を調整する。

20

【 0 0 2 9 】

蓄電池システム c は、第3 制御器 2 3 0、蓄電池装置 2 3 1、第3 P C S 2 3 2、および第3 電力計 2 3 3 を備える。

【 0 0 3 0 】

蓄電池装置 2 3 1 は、例えば1つ以上の蓄電池ユニットを有し、充電または放電を行う。蓄電池ユニットは、例えば、蓄電池パックである。なお、蓄電池装置 2 3 1 は、以下、単に、蓄電池とも呼ばれる。第3 P C S 2 3 2 は、蓄電池装置 2 3 1 の放電によって出力される電力を系統電力と同質の電力に変換して出力する。あるいは、第3 P C S 2 3 2 は、系統電力を変換して蓄電池装置 2 3 1 に充電する。第3 電力計 2 3 3 は、蓄電池装置 2 3 1 から第3 P C S 2 3 2 を介して出力される電力、すなわち系統電力を計測し、その計測された電力を示す信号を制御装置 1 0 に出力する。また、第3 電力計 2 3 3 は、太陽光発電装置 2 1 1 または燃料電池発電装置 2 2 1 から出力され、蓄電池装置 2 3 1 に充電される電力を計測し、その計測された電力を示す信号を制御装置 1 0 に出力する。第3 制御器 2 3 0 は、蓄電池装置 2 3 1 および第3 P C S 2 3 2 を制御する。例えば、第3 制御器 2 3 0 は、制御装置 1 0 からの指令に応じて、蓄電池装置 2 3 1 から放電される電力、または蓄電池装置 2 3 1 に充電される電力を調整する。

30

40

【 0 0 3 1 】

本実施の形態における制御装置 1 0 は、電力システム 2 0 0 の制御装置であって、第4 電力計 3 0 3 と、電力システム 2 0 0 と、データベース 2 0 とのそれぞれに通信線を介して接続されている。つまり、制御装置 1 0 は、第4 電力計 3 0 3、電力システム 2 0 0、およびデータベース 2 0 のそれぞれと、通信線を介して通信する。なお、本実施の形態において、通信線を介して通知、送信、指令、取得または受信される電力は、電力そのものではなく、電力の大きさ、例えばワット数などを示すデータである。また、第4 電力計 3 0 3 は、負荷 3 0 1 の消費電力を計測する。

50

【 0 0 3 2 】

このような制御装置 1 0 は、第 1 電力計 2 1 3、第 2 電力計 2 2 3、第 3 電力計 2 3 3、および第 4 電力計 3 0 3 のそれぞれから、その電力計によって計測される電力を示す信号を、サンプリング周期ごとに受信する。そして、制御装置 1 0 は、それらの信号によって示されている電力を、データベース 2 0 に書き込む。なお、サンプリング周期の具体的な一例は、3 0 秒または 1 分などであるが、これらの時間に限定されるものではない。

【 0 0 3 3 】

データベース 2 0 は、電力の値などを記録するための記録媒体である。なお、その記録媒体は、ハードディスクドライブ、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、または半導体メモリなどである。また、その記録媒体は、揮発性であつても不揮発性であつてもよい。なお、本実施の形態では、データベース 2 0 は、制御装置 1 0 に備えられていないが、制御装置 1 0 に備えられていてもよい。

10

【 0 0 3 4 】

図 2 は、制御装置 1 0 によって計画される燃料電池発電装置 2 2 1 の出力を説明するための図である。具体的には、図 2 のグラフは、各時刻における電力を模式的に示す。グラフの横軸は、時刻を示し、縦軸は電力 (kW) を示す。

【 0 0 3 5 】

本実施の形態における制御装置 1 0 は、図 2 のグラフに示すように、例えば時刻「1 2 : 0 0」の計画時点において、制御期間 T 2 における燃料電池発電装置 2 2 1 の出力、すなわち燃料電池発電装置 2 2 1 の発電電力 FC を計画する。なお、制御期間 T 2 は、第 2 の期間とも呼ばれる。具体的な一例では、制御期間 T 2 は、計画時点の時刻「1 2 : 0 0」から時刻「1 3 : 0 0」までの 1 時間である。

20

【 0 0 3 6 】

より具体的には、制御装置 1 0 は、計画時点より後のサンプリング期間 T 1 における負荷 3 0 1 の消費電力 D と太陽光発電装置 2 1 1 の発電電力 PV とを、データベース 2 0 から読み出す。つまり、制御装置 1 0 は、サンプリング期間 T 1 において上述のサンプリング周期ごとに得られた負荷 3 0 1 の過去の消費電力 D と太陽光発電装置 2 1 1 の過去の発電電力 PV とを読み出す。そして、制御装置 1 0 は、サンプリング期間 T 1 における負荷 3 0 1 の消費電力 D と太陽光発電装置 2 1 1 の発電電力 PV との差分を補うように、制御期間 T 2 における燃料電池発電装置 2 2 1 の発電電力 FC を計画する。なお、サンプリング期間 T 1 は、第 1 の期間とも呼ばれる。具体的な一例では、サンプリング周期が 1 分であるときには、制御期間 T 2 に対応するサンプリング期間 T 1 は、時刻「1 1 : 4 4」から時刻「1 1 : 5 9」までの 1 5 分間である。この場合、サンプリング期間 T 1 において 1 5 個の差分が得られる。なお、サンプリング周期が 3 0 秒であるときには、制御期間 T 2 に対応するサンプリング期間 T 1 は、時刻「1 1 : 4 4 : 3 0」から時刻「1 1 : 5 9 : 3 0」までの 1 5 分間であつてもよい。この場合、サンプリング期間 T 1 では、3 0 個の差分が得られる。

30

【 0 0 3 7 】

そして、制御装置 1 0 は、その計画された燃料電池発電装置 2 2 1 の発電電力 FC が制御期間 T 2 において出力されるように、第 2 制御器 2 2 0 を介して燃料電池発電装置 2 2 1 および第 2 PCS 2 2 2 を制御する。

40

【 0 0 3 8 】

さらに、制御装置 1 0 は、燃料電池発電装置 2 2 1 が制御期間 T 2 において計画された発電電力 FC を発電しているときには、第 3 制御器 2 3 0 を介して蓄電池装置 2 3 1 および第 3 PCS 2 3 2 を制御する。具体的には、制御装置 1 0 は、太陽光発電装置 2 1 1 の発電電力 PV と燃料電池発電装置 2 2 1 の発電電力 FC の和が、負荷 3 0 1 の消費電力 D よりも大きい場合、蓄電池装置 2 3 1 に充電させる。一方、制御装置 1 0 は、その和が消費電力 D よりも小さい場合、消費電力 D を満たすように蓄電池装置 2 3 1 に放電させる。

【 0 0 3 9 】

なお、負荷 3 0 1 の消費電力 D は、第 4 電力計 3 0 3 によって計測される電力である。

50

また、太陽光発電装置 2 1 1 の発電電力 P V は、太陽光発電装置 2 1 1 から第 1 P C S 2 1 2 を介して出力される電力であって、第 1 電力計 2 1 3 によって計測される。このような太陽光発電装置 2 1 1 の発電電力 P V は、太陽光発電システム a または太陽光発電装置 2 1 1 の出力であるとも言える。同様に、燃料電池発電装置 2 2 1 の発電電力 F C は、燃料電池発電装置 2 2 1 から第 2 P C S 2 2 2 を介して出力される電力であって、第 2 電力計 2 2 3 によって計測される電力である。このような燃料電池発電装置 2 2 1 の発電電力 F C は、燃料電池システム b または燃料電池発電装置 2 2 1 の出力であるとも言える。

【 0 0 4 0 】

このように、本実施の形態では、サンプリング期間 T 1 である第 1 の期間は、制御期間 T 2 である第 2 の期間の直前の期間である。また、第 2 の期間は、第 1 の期間よりも長く、かつ計画する燃料電池システム b の出力は第 2 の期間において一定である。なお、燃料電池システム b の出力は、燃料電池発電装置 2 2 1 の発電電力 F C に相当する。ここで、第 2 の期間の直前の期間とは、本実施の形態では、下記の開始時点から終了時点までの期間である。つまり、その終了時点は、データベース 2 0 に記録されている複数の電力のそれぞれの計測時点のうち、上述の計画時点から見て最近の計測時点である。そして、開始時点は、その終了時点からサンプリング期間 T 1 の時間、例えば 1 5 分だけ遡った時点である。しかし、その第 2 の期間の直前の期間である第 1 の期間は、一例であって、本実施の形態に限定されない。例えば、第 1 の期間の開始時点は、第 2 の期間の開始時点である計画時点から第 2 の期間だけ遡った時点以降であってもよい。第 1 の期間は、換言すれば、第 2 の期間の開始時点よりも前で、かつ第 2 の期間の開始時点よりも第 2 の期間前以降の期間であれば、任意でよい。また、第 1 の期間は、第 2 の期間よりも短ければ、1 5 分に限らず、3 0 分などであってもよい。換言すれば、第 1 の期間は、第 2 の期間の 1 / 2 以下の期間であってもよい。

【 0 0 4 1 】

また、本実施の形態における制御装置 1 0 による電力システム 2 0 0 の運転方法では、上述のように、負荷 3 0 1 の過去の消費電力 D である実績値と、太陽光発電装置 2 1 1 の過去の発電電力 P V である実績値との差分に基づいて、制御期間 T 2 における燃料電池発電装置 2 2 1 の出力が計画される。そして、その計画どおりに燃料電池発電装置 2 2 1 が出力する。したがって、本実施の形態における運転方法では、燃料電池発電装置 2 2 1 の出力の方が蓄電池装置 2 3 1 の出力よりも優先される。そのため、本実施の形態における運転方法は、燃料電池優先適用モードまたは水素優先適用モードとも呼ばれる。このような運転方法が適用されるのは、燃料電池発電装置 2 2 1 の水素源が、例えば、水素貯蔵器または水素インフラであるとき、蓄電池装置 2 3 1 に比べ大きな出力容量が確保可能であるからである。

【 0 0 4 2 】

図 3 は、制御装置 1 0 の機能構成の一例を示すブロック図である。なお、図 3 では、説明を簡単にするために、第 1 P C S 2 1 2、第 2 P C S 2 2 2、および第 3 P C S 2 3 2 は、省略されている。また、図 3 では、各構成要素間の通信関係を分かり易くするために、通信線が実線で示され、電力線は破線で示されている。

【 0 0 4 3 】

本実施の形態における制御装置 1 0 は、データ取得部 1 1 と、燃料電池出力算出部 1 2 と、蓄電池出力算出部 1 3 とを備える。

【 0 0 4 4 】

データ取得部 1 1 は、第 4 電力計 3 0 3、第 1 電力計 2 1 3、第 2 電力計 2 2 3、および第 3 電力計 2 3 3 から 4 つの電力を示す信号を、上述のサンプリング周期ごとに取得する。そして、データ取得部 1 1 は、その 4 つの電力のそれぞれの数値を実績値としてデータベース 2 0 に書き込む。4 つの電力は、負荷 3 0 1 の消費電力 D と、太陽光発電装置 2 1 1 の発電電力 P V と、燃料電池発電装置 2 2 1 の発電電力 F C と、蓄電池装置 2 3 1 の放電電力 B d または充電電力 B c である。その放電電力 B d および充電電力 B c は、充放電電力 S B と総称される。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

なお、本実施の形態における蓄電池装置 2 3 1 の放電電力 B_d は、蓄電池装置 2 3 1 から第 3 P C S 2 3 2 を介して放電される電力であって、第 3 電力計 2 3 3 によって計測される電力である。同様に、本実施の形態における蓄電池装置 2 3 1 の充電電力 B_c は、太陽光発電装置 2 1 1 または燃料電池発電装置 2 2 1 などから第 3 P C S 2 3 2 を介して蓄電池装置 2 3 1 に充電される電力であって、第 3 電力計 2 3 3 によって計測される電力である。

【 0 0 4 6 】

燃料電池出力算出部 1 2 は、計画時点の直近にあるサンプリング期間 T_1 における負荷 3 0 1 の消費電力 D と、太陽光発電装置 2 1 1 の発電電力 P_V とをデータベース 2 0 から読み出す。そして、燃料電池出力算出部 1 2 は、その消費電力 D および発電電力 P_V を用いて、制御期間 T_2 における燃料電池発電装置 2 2 1 の発電電力 F_C を算出する。これにより、発電電力 F_C が計画される。つまり、本実施の形態における燃料電池出力算出部 1 2 は、サンプリング期間 T_1 である第 1 の期間における電力需要の実績値と太陽光発電システム a の出力の実績値との差分を補うようにその第 1 の期間より後の制御期間 T_2 である第 2 の期間における燃料電池システム b の出力、すなわち発電電力 F_C を計画する。なお、太陽光発電システム a の出力は、太陽光発電装置 2 1 1 の発電電力 P_V に相当する。燃料電池出力算出部 1 2 は、その発電電力 F_C の発電を第 2 制御器 2 2 0 に通信線を介して指令する。第 2 制御器 2 2 0 は、その燃料電池出力算出部 1 2 からの指令にしたがって、燃料電池発電装置 2 2 1 および第 2 P C S 2 2 2 を制御する。

【 0 0 4 7 】

蓄電池出力算出部 1 3 は、上述の制御期間 T_2 において計画された発電電力 F_C を燃料電池発電装置 2 2 1 が発電しているときには、蓄電池指令周期ごとに、最新の 3 つの電力をデータベース 2 0 から読み出す。3 つの電力は、負荷 3 0 1 の消費電力 D 、太陽光発電装置 2 1 1 の発電電力 P_V 、および燃料電池発電装置 2 2 1 の発電電力 F_C である。なお、蓄電池指令周期の具体的な一例は、1 分である。そして、蓄電池出力算出部 1 3 は、その読み出された 3 つの電力に基づいて、蓄電池装置 2 3 1 が放電または充電すべき電力を算出する。蓄電池出力算出部 1 3 は、その算出された電力を第 3 制御器 2 3 0 に通信線を介して指令する。つまり、蓄電池出力算出部 1 3 は、その算出された電力を示す放電電力指令値 B_d' または充電電力指令値 B_c' を、第 3 制御器 2 3 0 に出力する。第 3 制御器 2 3 0 は、その蓄電池出力算出部 1 3 からの指令にしたがって、蓄電池装置 2 3 1 および第 3 P C S 2 3 2 を制御する。

【 0 0 4 8 】

図 4 は、制御装置 1 0 によって制御される燃料電池発電装置 2 2 1 の発電電力 F_C および蓄電池装置 2 3 1 の充放電電力 S_B の一例を示す図である。図 4 の (a) は、負荷 3 0 1 の消費電力 D と、太陽光発電装置 2 1 1 の発電電力 P_V との時間変化を模式的に示すグラフである。図 4 の (b) は、燃料電池発電装置 2 2 1 の発電電力 F_C の時間変化を模式的に示すグラフである。図 4 の (c) は、蓄電池装置 2 3 1 の充放電電力 S_B の時間変化を模式的に示すグラフである。なお、これらのグラフの横軸は時刻を示し、縦軸は電力を示す。

【 0 0 4 9 】

例えば、負荷 3 0 1 の消費電力 D と、太陽光発電装置 2 1 1 の発電電力 P_V とは、図 4 の (a) に示すように、時刻「00:00」から時刻「24:00」までの間で変化する。ここで、制御装置 1 0 の燃料電池出力算出部 1 2 は、計画時点である時刻 t_{a1} に、時刻 t_{a1} 以降の制御期間 T_2 における燃料電池発電装置 2 2 1 の発電電力 F_C を計画する。このとき、燃料電池出力算出部 1 2 は、図 4 の (d) に示すように、サンプリング期間 T_1 における負荷 3 0 1 の消費電力 D が、太陽光発電装置 2 1 1 の発電電力 P_V と、燃料電池発電装置 2 2 1 の発電電力 F_C との和に等しくなるように、その発電電力 F_C を算出する。この算出された発電電力 F_C が、時刻 t_{a1} 以降の制御期間 T_2 における燃料電池発電装置 2 2 1 の発電電力 F_C として計画される。これにより、制御期間 T_2 における逆

10

20

30

40

50

潮流電力および買電、すなわち余剰電力および不足電力を抑制することができる。

【 0 0 5 0 】

燃料電池出力算出部 1 2 は、このような発電電力 F C の算出を、制御期間 T 2 を一周期として用いて繰り返し実行し、発電電力 F C が算出されるごとに、その発電電力 F C の発電を第 2 制御器 2 2 0 に指令する。その結果、図 4 の (b) に示すように、第 2 制御器 2 2 0 は、発電電力 F C が発電されるように燃料電池発電装置 2 2 1 を制御する。ここで、燃料電池発電装置 2 2 1 には、定格出力と最低出力とがある。例えば、定格出力は 5 0 0 k W であり、最低出力は 1 5 0 k W である。したがって、第 2 制御器 2 2 0 は、燃料電池出力算出部 1 2 から指令された発電電力 F C が定格出力を超える場合には、その定格出力の発電を燃料電池発電装置 2 2 1 に実行させてもよい。そして、第 2 制御器 2 2 0 は、燃料電池出力算出部 1 2 から指令された発電電力 F C が最低出力を下回る場合には、その最低出力の発電を燃料電池発電装置 2 2 1 に実行させてもよい。

10

【 0 0 5 1 】

そして、蓄電池出力算出部 1 3 は、上述の蓄電池指令周期ごとに、蓄電池装置 2 3 1 の充放電電力 S B を算出する。このとき、蓄電池出力算出部 1 3 は、図 4 の (e) に示すように、太陽光発電装置 2 1 1 の最新の発電電力 P V と、燃料電池発電装置 2 2 1 の最新の発電電力 F C と、蓄電池装置 2 3 1 の充放電電力 S B との和が、最新の負荷 3 0 1 の消費電力 D に等しくなるように、その充放電電力 S B を算出する。さらに、蓄電池出力算出部 1 3 は、その充放電電力 S B の放電または充電を第 3 制御器 2 3 0 に指令する。つまり、蓄電池出力算出部 1 3 は、放電電力指令値 B d ' または充電電力指令値 B c ' を第 3 制御器 2 3 0 に出力する。その結果、図 4 の (c) に示すように、第 3 制御器 2 3 0 は、充放電電力 S B の放電または充電が行われるように蓄電池装置 2 3 1 を制御する。これにより、制御期間 T 2 における瞬時の逆潮流電力および買電、すなわち瞬時の余剰電力および不足電力を抑制することができる。

20

【 0 0 5 2 】

つまり、本実施の形態における蓄電池出力算出部 1 3 は、制御期間 T 2 である第 2 の期間において計画された出力で燃料電池システム b が発電しているとき、太陽光発電システム a の出力と燃料電池システム b の出力の和が電力需要量よりも大きい場合、蓄電池システム c に充電させる。一方、蓄電池出力算出部 1 3 は、制御期間 T 2 である第 2 の期間において計画された出力で燃料電池システム b が発電しているとき、太陽光発電システム a の出力と燃料電池システム b の出力の和が電力需要量よりも小さい場合、電力需要量を満たすように蓄電池システム c に放電させる。なお、蓄電池システム c の充電および放電は、蓄電池装置 2 3 1 の充電および放電に相当する。

30

【 0 0 5 3 】

なお、図 4 における時刻 t a 2 から時刻 t a 3 までの期間では、太陽光発電装置 2 1 1 の発電電力 P V が大きいにもかかわらず、燃料電池発電装置 2 2 1 の発電電力 F C を最低出力よりも下げることができない。そのため、発電電力 P V の余剰分が大きな充電電力 B c として蓄電池装置 2 3 1 に充電される。一方、時刻 t a 4 から時刻 t a 5 までの期間では、太陽光発電装置 2 1 1 の発電電力 P V が小さいにもかかわらず、燃料電池発電装置 2 2 1 の発電電力 F C を定格出力よりも上げることができない。そのため、発電電力 P V または発電電力 F C の不足分が大きな放電電力 B d として蓄電池装置 2 3 1 から放電される。

40

【 0 0 5 4 】

このような本実施の形態における制御装置 1 0 は、記憶器と制御器とを備える装置であると言える。記憶器は、燃料電池出力算出部 1 2 によって読み出された、サンプリング期間 T 1 における負荷 3 0 1 の消費電力 D と、太陽光発電装置 2 1 1 の発電電力 P V とを記憶する記録媒体である。なお、その記録媒体は、ハードディスクドライブ、R A M、R O M、または半導体メモリなどである。また、その記録媒体は、揮発性であっても不揮発性であってもよい。つまり、記憶器は、第 1 の期間における電力需要量の実績値と太陽光発電システム a の出力の実績値を記憶する。また、制御器は、燃料電池出力算出部 1 2 と蓄電池出力算出部 1 3 とのそれぞれの機能を有する。つまり、制御器は、燃料電池出力算出

50

部 1 2 として機能することによって、上述の差分を補うように第 2 の期間における燃料電池システム b の出力を計画する。さらに、制御器は、上述の蓄電池出力算出部 1 3 として機能することによって、蓄電池システム c に充電および放電させる。

【 0 0 5 5 】

なお、本実施の形態における制御装置 1 0 は、上述のようにデータベース 2 0 を備えていてもよい。この場合、記憶器は、データベース 2 0 として用いられてもよい。

【 0 0 5 6 】

また、制御装置 1 0 に備えられるデータ取得部 1 1 および制御器などの各構成要素は、専用のハードウェアまたは回路として構成されていてもよい。また、各構成要素は、ソフトウェアプログラムを実行することによって実現されてもよい。つまり、各構成要素は、CPU (Central Processing Unit) またはプロセッサなどのプログラム実行部が、ハードディスクまたは半導体メモリなどの記録媒体に記録されたソフトウェアプログラムを読み出して実行することによって実現されてもよい。また、制御装置 1 0 は、集中制御を行う単独の制御器で構成されていてもよく、互いに協働して分散制御を行う複数の制御器で構成されていてもよい。

10

【 0 0 5 7 】

図 5 は、データ取得部 1 1 の処理動作の一例を示すフローチャートである。

【 0 0 5 8 】

データ取得部 1 1 は、サンプリング周期ごとに、ステップ S 1 ~ S 4 および S 6 の処理を実行する。つまり、データ取得部 1 1 は、第 4 電力計 3 0 3 から負荷 3 0 1 の消費電力 D を示す信号を取得する (ステップ S 1)。さらに、データ取得部 1 1 は、第 1 電力計 2 1 3 から太陽光発電装置 2 1 1 の発電電力 P V を示す信号を取得する (ステップ S 2)。さらに、データ取得部 1 1 は、第 2 電力計 2 2 3 から燃料電池発電装置 2 2 1 の発電電力 F C を示す信号を取得する (ステップ S 3)。さらに、データ取得部 1 1 は、第 3 電力計 2 3 3 から蓄電池装置 2 3 1 の放電電力 B d または充電電力 B c を示す信号を取得する (ステップ S 4)。

20

【 0 0 5 9 】

次に、データ取得部 1 1 は、ステップ S 1 で取得された信号によって示される負荷 3 0 1 の消費電力 D と、ステップ S 2 ~ S 4 において取得された信号によって示される 3 電池の電力とをデータベース 2 0 に書き込む (ステップ S 6)。なお、3 電池の電力は、太陽光発電装置 2 1 1 の発電電力 P V と、燃料電池発電装置 2 2 1 の発電電力 F C と、蓄電池装置 2 3 1 の放電電力 B d または充電電力 B c とである。

30

【 0 0 6 0 】

図 6 は、燃料電池出力算出部 1 2 の処理動作の一例を示すフローチャートである。

【 0 0 6 1 】

燃料電池出力算出部 1 2 は、計画時点の直近のサンプリング期間 T 1 内における複数の計測時点のそれぞれの、負荷 3 0 1 の消費電力 D と、太陽光発電装置 2 1 1 の発電電力 P V とを、データベース 2 0 から読み出す (ステップ S 1 1)。

【 0 0 6 2 】

次に、燃料電池出力算出部 1 2 は、その複数の計測時点のそれぞれについて、その計測時点における負荷 3 0 1 の消費電力 D と太陽光発電装置 2 1 1 の発電電力 P V との差分を算出する。つまり、燃料電池出力算出部 1 2 は、複数の計測時点のそれぞれで、その計測時点における消費電力 D から、その計測時点における発電電力 P V を減算することによって、その計測時点における差分を算出する。そして、燃料電池出力算出部 1 2 は、複数の計測時点のそれぞれの差分の中央値を差分値 1 として算出する (ステップ S 1 2)。なお、本実施の形態では、複数の計測時点のそれぞれの差分の中央値は、差分値 1 の一例であって、差分値 1 は、それらの差分の平均値であってもよい。

40

【 0 0 6 3 】

つまり、本実施の形態における燃料電池出力算出部 1 2 は、第 1 の期間における電力需要の実績値と太陽光発電システム a の出力の実績値との差分の中央値となるよう第 2 の

50

期間における燃料電池システム b の出力を計画する。または、燃料電池出力算出部 1 2 は、第 1 の期間における電力需要量の実績値と太陽光発電システム a の出力の実績値との差分の平均値となるよう第 2 の期間における燃料電池システム b の出力を計画する。

【 0 0 6 4 】

そして、燃料電池出力算出部 1 2 は、差分値 1 が正の値であるか否かを判定する（ステップ S 1 3）。ここで、燃料電池出力算出部 1 2 は、差分値 1 が正の値であると判定すると（ステップ S 1 3 の Y E S）、燃料電池発電装置 2 2 1 の発電電力 F C を差分値 1 に設定する（ステップ S 1 4）。一方、燃料電池出力算出部 1 2 は、差分値 1 が正の値でないと判定すると（ステップ S 1 3 の N O）、燃料電池発電装置 2 2 1 の発電電力 F C を 0 に設定する（ステップ S 1 5）。つまり、差分値 1 が正の値でないときには、太陽光発電装置 2 1 1 の発電電力 P V は、負荷 3 0 1 の消費電力 D 以上であって、負荷 3 0 1 への供給電力は不足していないため、燃料電池発電装置 2 2 1 の発電電力 F C は 0 に設定される。言い換えれば、燃料電池発電装置 2 2 1 が出力しないように発電電力 F C が設定される。

10

【 0 0 6 5 】

燃料電池出力算出部 1 2 は、ステップ S 1 4 または S 1 5 で設定された発電電力 F C の発電を第 2 制御器 2 2 0 に指令する（ステップ S 1 6）。このような指令を受けた第 2 制御器 2 2 0 は、燃料電池発電装置 2 2 1 および第 2 P C S 2 2 2 を制御する。その結果、燃料電池発電装置 2 2 1 から第 2 P C S 2 2 2 を介して、ステップ S 1 4 または S 1 5 で設定された発電電力 F C が出力される。

【 0 0 6 6 】

そして、燃料電池出力算出部 1 2 は、ステップ S 1 6 の指令が行われてから制御期間 T 2 が経過したか否かを判定する（ステップ S 1 7）。ここで、燃料電池出力算出部 1 2 は、制御期間 T 2 が経過していないと判定すると（ステップ S 1 7 の N O）、ステップ S 1 7 の処理を繰り返し実行する。一方、燃料電池出力算出部 1 2 は、制御期間 T 2 が経過したと判定すると（ステップ S 1 7 の Y E S）、ステップ S 1 1 の処理を繰り返し実行する。これにより、ステップ S 1 1 ~ S 1 7 の処理が制御期間 T 2 ごとに繰り返し実行される。

20

【 0 0 6 7 】

図 7 は、蓄電池出力算出部 1 3 の処理動作の一例を示すフローチャートである。

【 0 0 6 8 】

蓄電池出力算出部 1 3 は、上述の蓄電池指令周期ごとに、ステップ S 2 1 ~ S 2 7 の処理を実行する。具体的には、蓄電池出力算出部 1 3 は、最新の 3 つの電力をデータベース 2 0 から読み込む（ステップ S 2 1）。3 つの電力は、負荷 3 0 1 の消費電力 D と、太陽光発電装置 2 1 1 の発電電力 P V と、燃料電池発電装置 2 2 1 の発電電力 F C とである。そして、蓄電池出力算出部 1 3 は、その読み込まれた負荷 3 0 1 の消費電力 D と、太陽光発電装置 2 1 1 の発電電力 P V および燃料電池発電装置 2 2 1 の発電電力 F C との差分を差分値 2 として算出する（ステップ S 2 2）。つまり、蓄電池出力算出部 1 3 は、「差分値 2 = D - P V - F C」によって、言い換えれば、発電電力 P V および発電電力 F C を消費電力 D から減算することによって、差分値 2 を算出する。

30

【 0 0 6 9 】

次に、蓄電池出力算出部 1 3 は、差分値 2 が正の値であるか否かを判定する（ステップ S 2 3）。ここで、蓄電池出力算出部 1 3 は、差分値 2 が正の値であると判定すると（ステップ S 2 3 の Y E S）、蓄電池装置 2 3 1 の放電電力指令値 B d ' を差分値 2 に設定する（ステップ S 2 4）。そして、蓄電池出力算出部 1 3 は、その放電電力指令値 B d ' の放電を第 3 制御器 2 3 0 に指令する（ステップ S 2 5）。

40

【 0 0 7 0 】

一方、蓄電池出力算出部 1 3 は、差分値 2 が正の値でないと判定すると（ステップ S 2 3 の N O）、蓄電池装置 2 3 1 の充電電力指令値 B c ' を差分値 2 の絶対値に設定する（ステップ S 2 6）。そして、蓄電池出力算出部 1 3 は、その充電電力指令値 B c ' の充電を第 3 制御器 2 3 0 に指令する（ステップ S 2 7）。

【 0 0 7 1 】

50

図 8 は、第 3 制御器 2 3 0 の処理動作の一例を示すフローチャートである。具体的には、図 8 のフローチャートは、図 7 のフローチャートのステップ S 2 5 または S 2 7 の指令が行われた後に、第 3 制御器 2 3 0 によって行われる処理動作の一例を示す。

【 0 0 7 2 】

第 3 制御器 2 3 0 は、蓄電池出力算出部 1 3 からの指令を受けると、その指令、すなわち指令値が放電電力指令値 B d ' か充電電力指令値 B c ' かを判定する (ステップ S 3 1)。ここで、第 3 制御器 2 3 0 は、指令値が放電電力指令値 B d ' であると判定すると (ステップ S 3 1 の B d ')、蓄電池装置 2 3 1 の S O C (State Of Charge) が S O C 下限値よりも上であるか否かを判定する (ステップ S 3 2)。なお、蓄電池装置 2 3 1 の S O C は、蓄電池 S O C とも呼ばれる。また、S O C 下限値は、予め定められた値であって、例えば第 3 制御器 2 3 0 に記憶されている。また、蓄電池 S O C が S O C 下限値よりも上とは、蓄電池 S O C が S O C 下限値よりも大きいことを意味する。つまり、ステップ S 3 2 では、蓄電池 S O C が S O C 下限値よりも大きいかが判定される。

10

【 0 0 7 3 】

そして、第 3 制御器 2 3 0 は、蓄電池 S O C が S O C 下限値よりも上であると判定すると (ステップ S 3 2 の Y E S)、さらに、放電電力指令値 B d ' が蓄電池装置 2 3 1 の定格出力を超えているか否かを判定する (ステップ S 3 3)。ここで、第 3 制御器 2 3 0 は、放電電力指令値 B d ' が定格出力を超えていないと判定すると (ステップ S 3 3 の N O)、蓄電池装置 2 3 1 の放電電力 B d が差分値 2 となるように、その蓄電池装置 2 3 1 および第 3 P C S 2 3 2 を制御する (ステップ S 3 4)。なお、蓄電池装置 2 3 1 の放電電力 B d は、蓄電池装置 2 3 1 から第 3 P C S 2 3 2 を介して放電される電力である。つまり、蓄電池装置 2 3 1 は、第 3 P C S 2 3 2 を介して差分値 2 の放電を行う。

20

【 0 0 7 4 】

一方、第 3 制御器 2 3 0 は、放電電力指令値 B d ' が定格出力を超えていると判定すると (ステップ S 3 3 の Y E S)、蓄電池装置 2 3 1 の放電電力 B d が定格出力となるように、その蓄電池装置 2 3 1 および第 3 P C S 2 3 2 を制御する (ステップ S 3 5)。つまり、蓄電池装置 2 3 1 は、第 3 P C S 2 3 2 を介して定格出力の放電を行う。また、第 3 制御器 2 3 0 は、蓄電池 S O C が S O C 下限値よりも上でないと判定すると (ステップ S 3 2 の N O)、蓄電池装置 2 3 1 の放電電力 B d が 0 となるように、その蓄電池装置 2 3 1 および第 3 P C S 2 3 2 を制御する (ステップ S 3 6)。つまり、蓄電池装置 2 3 1 は放電しない。

30

【 0 0 7 5 】

また、ステップ S 3 1 において、指令値が充電電力指令値 B c ' であると判定されると (ステップ S 3 1 の B c ')、第 3 制御器 2 3 0 は、蓄電池 S O C が S O C 上限値よりも下であるか否かを判定する (ステップ S 3 7)。なお、S O C 上限値は、予め定められた値であって、例えば第 3 制御器 2 3 0 に記憶されている。また、蓄電池 S O C が S O C 上限値よりも下とは、蓄電池 S O C が S O C 上限値よりも小さいことを意味する。つまり、ステップ S 3 7 では、蓄電池 S O C が S O C 上限値よりも小さいかが判定される。

【 0 0 7 6 】

そして、第 3 制御器 2 3 0 は、蓄電池 S O C が S O C 上限値よりも下であると判定すると (ステップ S 3 7 の Y E S)、さらに、充電電力指令値 B c ' が蓄電池装置 2 3 1 の定格出力を超えているか否かを判定する (ステップ S 3 8)。ここで、第 3 制御器 2 3 0 は、充電電力指令値 B c ' が定格出力を超えていないと判定すると (ステップ S 3 8 の N O)、蓄電池装置 2 3 1 の充電電力 B c が差分値 2 の絶対値となるように、その蓄電池装置 2 3 1 および第 3 P C S 2 3 2 を制御する (ステップ S 3 9)。なお、蓄電池装置 2 3 1 の充電電力 B c は、第 3 P C S 2 3 2 を介して蓄電池装置 2 3 1 に充電される電力である。つまり、蓄電池装置 2 3 1 は、差分値 2 の絶対値だけ充電を行う。

40

【 0 0 7 7 】

一方、第 3 制御器 2 3 0 は、充電電力指令値 B c ' が定格出力を超えていると判定すると (ステップ S 3 8 の Y E S)、蓄電池装置 2 3 1 の充電電力 B c が定格出力となるように

50

、その蓄電池装置 231 および第 3 P C S 232 を制御する (ステップ S 40)。つまり、蓄電池装置 231 は、定格出力の充電を行う。また、第 3 制御器 230 は、蓄電池 S O C が S O C 上限値よりも下でないとは判定すると (ステップ S 37 の N O)、蓄電池装置 231 の充電電力 B c が 0 となるように、その蓄電池装置 231 および第 3 P C S 232 を制御する (ステップ S 41)。つまり、蓄電池装置 231 は充電しない。

【 0 0 7 8 】

なお、蓄電池装置 231 が複数の蓄電池ユニットから構成されている場合には、第 3 制御器 230 は、その蓄電池ユニットごとに、図 8 のフローチャートに含まれる各ステップを実行してもよい。この場合、個々の蓄電池ユニットに用いられる放電電力指令値 B d ' および充電電力指令値 B c ' は、蓄電池装置 231 の全体の指令値を、その蓄電池装置 231
10
に含まれる蓄電池ユニットの個数で除算することによって得られる値であってもよい。

【 0 0 7 9 】

また、本実施の形態では、第 3 制御器 230 が、充電電力指令値 B c ' および放電電力指令値 B d ' に基づいて、蓄電池装置 231 の放電電力 B d および充電電力 B c を制御する機能を有する。しかし、制御装置 10 の蓄電池出力算出部 13 が、その機能も兼ね備えてもよい。つまり、蓄電池出力算出部 13 が、図 8 に示すフローチャートに含まれる各ステップを実行してもよい。この場合、データ取得部 11 は、負荷 301 の消費電力 D、太陽光発電装置 211 の発電電力 P V などと同じタイミングで、蓄電池 S O C を第 3 制御器 230 から取得してデータベース 20 に格納する。そして、蓄電池出力算出部 13 は、図 7 の
20
ステップ S 21 において、さらに最新の蓄電池 S O C をデータベース 20 から読み出し、その読み出された蓄電池 S O C を図 8 のステップ S 32 および S 37 で用いる。一方、第 3 制御器 230 は、蓄電池出力算出部 13 によるステップ S 34 ~ S 36 および S 39 ~ S 41 の処理で決定される放電電力 B d および充電電力 B c にしたがって、蓄電池装置 231 および第 3 P C S 232 を制御する。

【 0 0 8 0 】

図 9 は、本実施の形態における制御装置 10 の運転モードによって得られる効果の一例を示す図である。図 9 では、制御装置 10 の運転モードによって得られる効果が、比較例の運転モードと比較して示されている。

【 0 0 8 1 】

比較例の運転モードでは、過去 1 年間における各時間帯で、負荷 301 の消費電力 D と
30
、太陽光発電装置 211 の発電電力 P V との差分の平均値が算出される。そして、その平均値がその時間帯の燃料電池発電装置 221 の発電電力 F C として計画される。例えば、過去の 1 月 1 日から 1 2 月 31 日までの 1 年間における、0 時台、1 時台、2 時台、・ ・ ・ のそれぞれの時間帯で、上述の差分の平均値が算出される。つまり、各時間帯では 3 6 5 点の差分の平均値が算出される。そして、例えば、0 時台の平均値が、現時点以降における 0 時台の燃料電池発電装置 221 の発電電力 F C として計画される。

【 0 0 8 2 】

このような比較例の運転モードでは、年間のオンサイト自給率は、63.3%であり、年間の系統電力量率は、36.7%である。オンサイト自給率は、負荷 301 の全消費電力量に対する、電力システム 200 から供給されて負荷 301 で消費された電力量の割合
40
である。系統電力量率は、負荷 301 の全消費電力量に対する、電力システム 100 から供給されて負荷 301 で消費された電力量の割合である。

【 0 0 8 3 】

一方、本実施の形態における制御装置 10 の運転モードでは、年間のオンサイト自給率として 100% を得ることができ、かつ、年間の系統電力量率として 0% を得ることができる。つまり、第 2 の期間における負荷 301 の消費電力 D である電力需要量に対して供給される電力の余剰および不足の低減を効果的に図ることができる。言い換えれば、いわゆる自家発電自家消費を実現することができる。

【 0 0 8 4 】

なお、このオンサイト自給率 100% および系統電力量率 0% は、電力システム 200
50

が以下の構成である場合に得られた数値である。つまり、その構成では、太陽光発電装置 2 1 1 は、1 8 0 0 台の太陽光発電パネルを備え、太陽光発電装置 2 1 1 全体の最大出力は 5 0 0 k W である。燃料電池発電装置 2 2 1 は、1 0 0 台の水素燃料電池を備え、燃料電池発電装置 2 2 1 全体の最大出力または定格出力は 5 0 0 k W である。なお、水素燃料電池は、燃料電池スタック装置とも呼ばれる。また、燃料電池発電装置 2 2 1 の制御範囲は、定格出力から 0 k W までの範囲である。なお、個々の水素燃料電池の最大出力は 5 k W である。そして、制御期間 T 2 は 1 時間である。蓄電池装置 2 3 1 の最大出力または定格出力は 3 0 0 k W であり、蓄電池装置 2 3 1 の容量は 1 0 0 0 k W h である。

【 0 0 8 5 】

以上のように、本実施の形態では、サンプリング期間 T 1 である第 1 の期間における電力需要量の実績値と太陽光発電システム a の出力の実績値との差分を補うように第 1 の期間より後の制御期間 T 2 である第 2 の期間における燃料電池システム b の出力が計画される。さらに、第 2 の期間において計画された出力で燃料電池システム b が発電しているとき、太陽光発電システム a の出力と燃料電池システム b の出力の和が電力需要量よりも大きい場合、蓄電池システム c によって充電が行われる。一方、第 2 の期間において計画された出力で燃料電池システム b が発電しているとき、太陽光発電システム a の出力と燃料電池システム b の出力の和が電力需要量よりも小さい場合、電力需要量を満たすように蓄電池システム c によって放電が行われる。

10

【 0 0 8 6 】

これにより、サンプリング期間 T 1 である第 1 の期間における電力需要量の実績値と太陽光発電システム a の出力の実績値との差分を補うように蓄電池システム c の出力が計画される場合に比べ、電力システム 2 0 0 の電力で電力需要量をより満たすことが可能になる。これは、蓄電池システム c の方が燃料電池システム b よりも負荷追従性に優れる一方で、燃料電池システム b の方が、電力の貯蔵容量が蓄電池システム c より大きいことが背景にある。この背景に鑑み、本実施の形態では、制御期間 T 2 である第 2 の期間における電力需要量と太陽光発電量との差分に対して燃料電池システム b が計画通りにベース電源として電力を補い、かつ補えきれない一時的な差分に対して負荷追従性に優れた蓄電池システム c の電力でこれを補う。これにより、燃料電池システム b 及び蓄電池システム c の上記長所と短所を互いに補う形となり、負荷の電力需要量を電力システム 2 0 0 の電力でより満たすことが可能になる。つまり、本実施の形態により、負荷の電力需要を満たすための電力系統 1 0 0 からの買電が低減される。

20

30

【 0 0 8 7 】

また、本実施の形態では、図 2 に示すように、サンプリング期間 T 1 のような短い期間における実績値を用いて、その後の制御期間 T 2 のような長い期間における燃料電池発電装置 2 2 1 の出力が計画される。

【 0 0 8 8 】

これにより、第 2 の期間よりも長い第 1 の期間における実績値を用いて、第 2 の期間における燃料電池システムの出力を計画する場合に比べ、第 2 の期間における負荷の電力需要量と太陽光発電システム a の出力との差分に対する燃料電池システムの出力のずれが抑制される。これは、第 2 の期間よりも長い第 1 の期間における実績値を用いて、第 2 の期間における燃料電池システム b の出力を計画する場合に比べ、第 2 の期間により近い期間の実績値のみを考慮して燃料電池システム b の出力の計画が行われることになるからである。さらに、その長い期間における燃料電池発電装置 2 2 1 の出力が一定に維持されるため、燃料電池発電装置 2 2 1 の劣化を抑制することができる。

40

【 0 0 8 9 】

また、本実施の形態では、図 6 のステップ S 1 2 のように、差分の中央値が用いられるため、第 1 の期間の実績値が第 2 の期間でも継続されるような状況では、第 2 の期間における電力需要量と太陽光発電装置 2 1 1 の出力との差分を、その燃料電池発電装置 2 2 1 の出力で適切に補うことができる。その結果、蓄電池装置 2 3 1 の充放電を抑えることができる。

50

【 0 0 9 0 】

あるいは、本実施の形態では、図 6 のステップ S 1 2 において、差分の中央値の代わりに差分の平均値が用いられても、第 2 の期間における電力需要量と太陽光発電装置 2 1 1 の出力との差分を、その燃料電池発電装置 2 2 1 の出力で適切に補うことができる。その結果、蓄電池装置 2 3 1 の充放電を抑えることができる。

【 0 0 9 1 】

以上、本開示の電力システム 2 0 0 の運転方法および制御装置 1 0 について、上記実施の形態に基づいて説明したが、本開示は、その実施の形態に限定されるものではない。本開示の趣旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を上記実施の形態に施したのも本開示に含まれてもよい。

【 0 0 9 2 】

例えば、上記実施の形態では、制御装置 1 0 は、データベース 2 0、電力システム 2 0 0、および第 4 電力計 3 0 3 と通信線を介して通信するが、その通信は、有線通信に限らず、無線通信であってもよい。無線通信は、Wi-Fi (登録商標)、Bluetooth (登録商標)、ZigBee (登録商標)、または特定小電力無線で行われてもよい。

【 0 0 9 3 】

なお、上記実施の形態において、各構成要素は、専用のハードウェアで構成されるか、各構成要素に適したソフトウェアプログラムを実行することによって実現されてもよい。各構成要素は、CPU またはプロセッサなどのプログラム実行部が、ハードディスクまたは半導体メモリなどの記録媒体に記録されたソフトウェアプログラムを読み出して実行することによって実現されてもよい。ここで、上記実施の形態の制御装置 1 0 および電力システム 2 0 0 などを実現するソフトウェアは、図 5 ~ 図 8 のそれぞれに示すフローチャートの各ステップをコンピュータに実行させるコンピュータプログラムである。

【 0 0 9 4 】

なお、以下のような場合も本開示に含まれる。

【 0 0 9 5 】

(1) 上記の少なくとも 1 つの装置は、具体的には、マイクロプロセッサ、ROM、RAM、ハードディスクユニット、ディスプレイユニット、キーボード、マウスなどから構成されるコンピュータシステムである。その RAM またはハードディスクユニットには、コンピュータプログラムが記憶されている。マイクロプロセッサが、コンピュータプログラムにしたがって動作することにより、上記の少なくとも 1 つの装置は、その機能を達成する。ここでコンピュータプログラムは、所定の機能を達成するために、コンピュータに対する指令を示す命令コードが複数個組み合わせられて構成されたものである。

【 0 0 9 6 】

(2) 上記の少なくとも 1 つの装置を構成する構成要素の一部または全部は、1 個のシステム L S I (Large Scale Integration : 大規模集積回路) から構成されているとしてもよい。システム L S I は、複数の構成部を 1 個のチップ上に集積して製造された超多機能 L S I であり、具体的には、マイクロプロセッサ、ROM、RAM などを含んで構成されるコンピュータシステムである。前記 RAM には、コンピュータプログラムが記憶されている。マイクロプロセッサが、コンピュータプログラムにしたがって動作することにより、システム L S I は、その機能を達成する。

【 0 0 9 7 】

(3) 上記の少なくとも 1 つの装置を構成する構成要素の一部または全部は、その装置に脱着可能な IC カードまたは単体のモジュールから構成されているとしてもよい。IC カードまたはモジュールは、マイクロプロセッサ、ROM、RAM などから構成されるコンピュータシステムである。IC カードまたはモジュールは、上記の超多機能 L S I を含むとしてもよい。マイクロプロセッサが、コンピュータプログラムにしたがって動作することにより、IC カードまたはモジュールは、その機能を達成する。この IC カードまたはこのモジュールは、耐タンパ性を有するとしてもよい。

【 0 0 9 8 】

10

20

30

40

50

(4) 本開示は、上記に示す方法であるとしてもよい。また、これらの方法をコンピュータにより実現するコンピュータプログラムであるとしてもよいし、コンピュータプログラムからなるデジタル信号であるとしてもよい。

【0099】

また、本開示は、コンピュータプログラムまたはデジタル信号をコンピュータ読み取り可能な記録媒体、例えば、フレキシブルディスク、ハードディスク、CD (Compact Disc) - ROM、DVD、DVD - ROM、DVD - RAM、BD (Blu-ray (登録商標) Disc)、半導体メモリなどに記録したものととしてもよい。また、これらの記録媒体に記録されているデジタル信号であるとしてもよい。

【0100】

また、本開示は、コンピュータプログラムまたはデジタル信号を、電気通信回線、無線または有線通信回線、インターネットを代表とするネットワーク、データ放送等を経由して伝送するものとしてもよい。

【0101】

また、プログラムまたはデジタル信号を記録媒体に記録して移送することにより、またはプログラムまたはデジタル信号をネットワーク等を経由して移送することにより、独立した他のコンピュータシステムにより実施するとしてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0102】

本開示の電力システムの運転方法は、例えば、太陽光発電システム、燃料電池システムおよび蓄電池システムなどを制御する装置またはシステムなどに適用することができる。

【符号の説明】

【0103】

- 10 制御装置
- 11 データ取得部
- 12 燃料電池出力算出部
- 13 蓄電池出力算出部
- 20 データベース
- 100 電力系統
- 200 電力システム
- 210 第1制御器
- 211 太陽光発電装置
- 212 第1PCS
- 213 第1電力計
- 220 第2制御器
- 221 燃料電池発電装置
- 222 第2PCS
- 223 第2電力計
- 230 第3制御器
- 231 蓄電池装置
- 232 第3PCS
- 233 第3電力計
- 301 負荷
- 303 第4電力計
- a 太陽光発電システム
- b 燃料電池システム
- c 蓄電池システム
- T1 サンプリング期間(第1の期間)
- T2 制御期間(第2の期間)

10

20

30

40

50

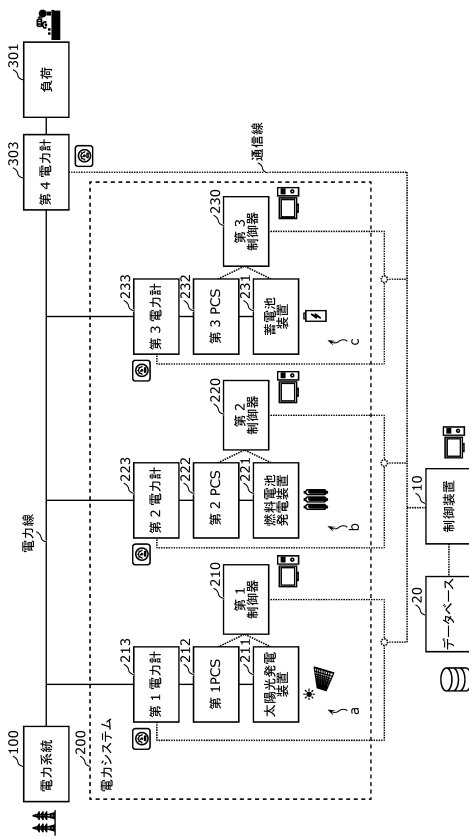
【要約】

本開示の電力システムの運転方法は、第1の期間における電力需要の実績値と太陽光発電システムの出力の実績値との差分を補うように前記第1の期間より後の第2の期間における燃料電池システムの出力を計画するステップと、前記第2の期間において計画された出力で前記燃料電池システムが発電しているとき、前記太陽光発電システムの出力と前記燃料電池システムの出力の和が電力需要よりも大きい場合、蓄電池システムに充電させるステップと、前記第2の期間において計画された出力で前記燃料電池システムが発電しているとき、前記太陽光発電システムの出力と前記燃料電池システムの出力の和が電力需要よりも小さい場合、電力需要を満たすように前記蓄電池システムに放電させるステップとを備え、前記第1の期間は、前記第2の期間の直前の期間であり、前記第2の期間は、前記第1の期間よりも長く、かつ前記計画された燃料電池システムの出力は前記第2の期間において一定である。

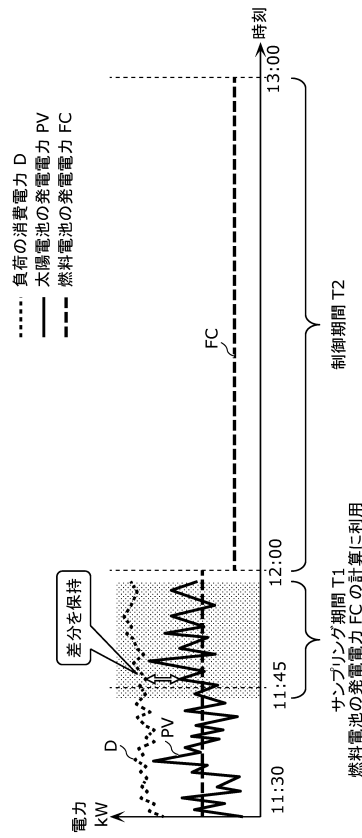
10

【図面】

【図1】



【図2】



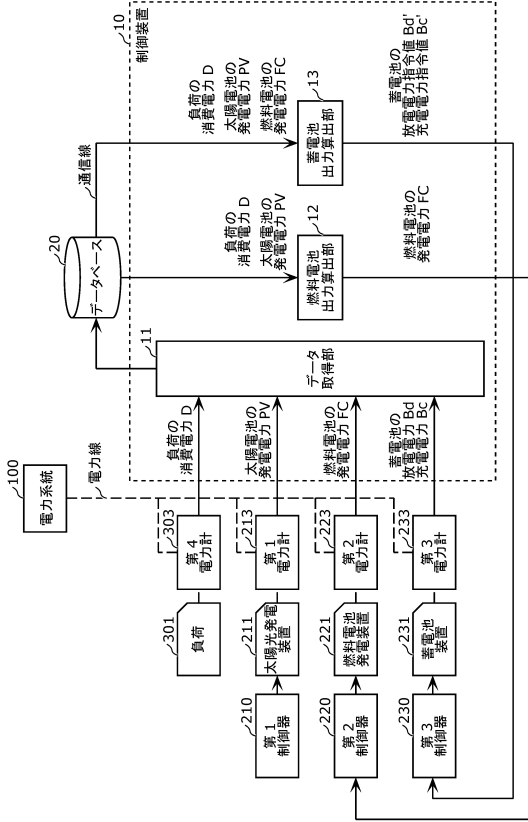
20

30

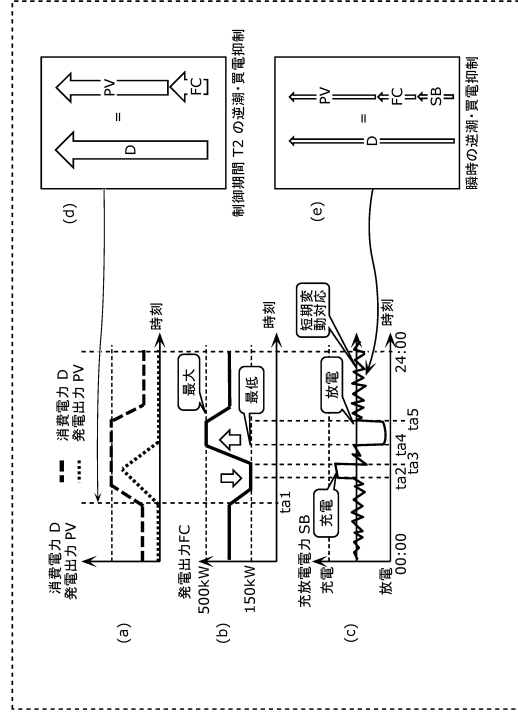
40

50

【図 3】



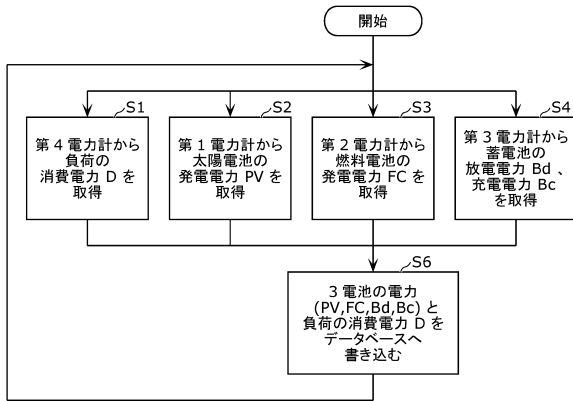
【図 4】



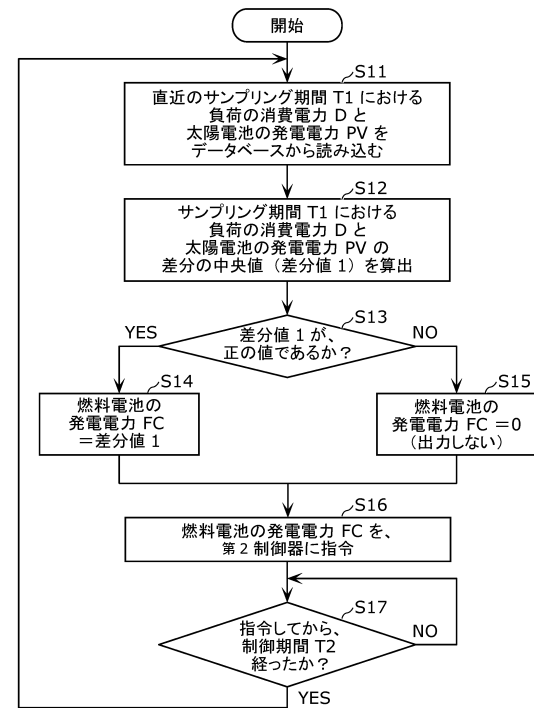
10

20

【図 5】



【図 6】

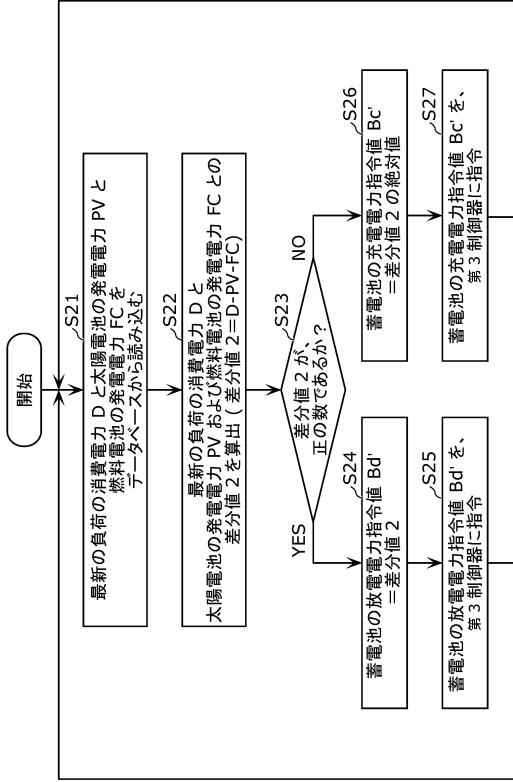


30

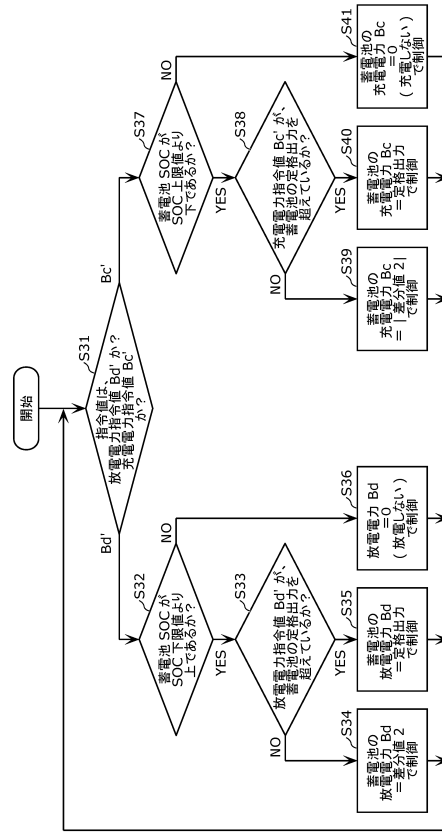
40

50

【図 7】



【図 8】



【図 9】

	比較例の運転モード	実施の形態の運転モード
年間のオンサイト自給率	63.3%	100%
年間の系統電力容量率	36.7%	0%

フロントページの続き

(51)国際特許分類		F I		
<i>H 0 1 M</i>	<i>8/043(2016.01)</i>	H 0 2 J	3/46	
<i>H 0 1 M</i>	<i>8/00 (2016.01)</i>	H 0 2 J	7/35	K
<i>H 0 1 M</i>	<i>8/04537(2016.01)</i>	H 0 1 M	8/043	
<i>H 0 1 M</i>	<i>8/04858(2016.01)</i>	H 0 1 M	8/00	A
<i>H 0 1 M</i>	<i>8/04 (2016.01)</i>	H 0 1 M	8/00	Z
		H 0 1 M	8/04537	
		H 0 1 M	8/04858	
		H 0 1 M	8/04	Z

地 パナソニックホールディングス株式会社内

(72)発明者 福岡 将
日本国宮城県仙台市泉区明通二丁目 5 番地 株式会社パナソニックシステムネットワークス開発研究所内

(72)発明者 井口 裕亮
日本国東京都台東区上野 1 丁目 1 - 1 0 株式会社メイテック内

審査官 木村 励

(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 6 / 0 3 8 9 9 4 (W O , A 1)
国際公開第 2 0 1 3 / 1 4 1 0 3 9 (W O , A 1)
国際公開第 2 0 1 5 / 0 0 4 8 4 9 (W O , A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 2 J 3 / 0 0
H 0 2 J 3 / 3 2
H 0 2 J 3 / 3 8
H 0 2 J 3 / 4 6
H 0 2 J 7 / 3 5
H 0 1 M 8 / 0 4 3
H 0 1 M 8 / 0 0
H 0 1 M 8 / 0 4 5 3 7
H 0 1 M 8 / 0 4 8 5 8
H 0 1 M 8 / 0 4