

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6210419号
(P6210419)

(45) 発行日 平成29年10月11日(2017.10.11)

(24) 登録日 平成29年9月22日(2017.9.22)

(51) Int. Cl.		F I			
H02J	3/32	(2006.01)	H02J	3/32	
H02J	13/00	(2006.01)	H02J	13/00	3 1 1 R
H02J	7/35	(2006.01)	H02J	7/35	K
H02J	3/38	(2006.01)	H02J	3/38	1 1 0

請求項の数 13 (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2015-116623 (P2015-116623)	(73) 特許権者	314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(22) 出願日	平成27年6月9日(2015.6.9)	(74) 代理人	100109210 弁理士 新居 広守
(65) 公開番号	特開2017-5845 (P2017-5845A)	(74) 代理人	100137235 弁理士 寺谷 英作
(43) 公開日	平成29年1月5日(2017.1.5)	(74) 代理人	100131417 弁理士 道坂 伸一
審査請求日	平成28年1月8日(2016.1.8)	(72) 発明者	渡辺 健一 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
		(72) 発明者	杉本 貴大 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力制御方法および電力制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の蓄電装置のそれぞれから所定時間あたりに出力される電力量を制御するための電力制御方法であって、

前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、当該蓄電装置の残容量であって電力量で表される残容量、および、当該蓄電装置によって定格出力される電力の前記所定時間の積算値であって電力量で表される定格出力容量を取得する蓄電装置情報取得ステップと、

前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、当該蓄電装置と電力系統とから供給される電力を利用可能な1以上の負荷の前記所定時間あたりの消費電力量を取得する負荷情報取得ステップと、

前記電力系統から供給される電力に対する所定の目標電力量に従って、前記複数の蓄電装置から出力される総電力量に対応する制御総量を算出する制御総量算出ステップと、

前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、前記制御総量のうち当該蓄電装置に配分される電力量であり当該蓄電装置に出力させる電力量である配分量を示す蓄電装置配分指令値を算出することによって、前記制御総量を前記複数の蓄電装置に配分する配分指令値算出ステップとを含み、

前記配分指令値算出ステップでは、前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、

前記残容量と前記定格出力容量と前記消費電力量とのうちの最小値を閾値として算出し、

前記閾値以下の電力量を前記配分量として示す前記蓄電装置配分指令値を算出する

電力制御方法。

【請求項 2】

前記配分指令値算出ステップでは、前記複数の蓄電装置に含まれる蓄電装置と前記電力系統とから供給される電力を利用可能な前記 1 以上の負荷に、消費電力の変更が可能な負荷である制御可能負荷が含まれている場合、

前記制御可能負荷の消費電力の変更量を示す負荷配分指令値を算出し、

前記蓄電装置について、前記消費電力量に前記変更量を反映し、前記残容量と、前記定格出力容量と、前記変更量が反映された前記消費電力量とのうちの最小値を前記閾値として算出し、

前記制御総量に前記変更量を反映し、前記変更量が反映された前記制御総量を前記閾値に従って前記複数の蓄電装置に配分する

請求項 1 に記載の電力制御方法。

10

【請求項 3】

前記配分指令値算出ステップでは、前記閾値が大きいほど大きい前記配分量を示す前記蓄電装置配分指令値を算出する

請求項 1 または 2 に記載の電力制御方法。

【請求項 4】

前記配分指令値算出ステップでは、前記複数の蓄電装置の残容量の分散を小さくする前記蓄電装置配分指令値を算出する

請求項 1 または 2 に記載の電力制御方法。

20

【請求項 5】

前記配分指令値算出ステップでは、前記閾値が下限よりも小さい場合、前記配分量として 0 を示す前記蓄電装置配分指令値を算出する

請求項 1 または 2 に記載の電力制御方法。

【請求項 6】

前記配分指令値算出ステップでは、前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、当該蓄電装置の放電量の最小分解能以上の分解能で前記配分量を示す前記蓄電装置配分指令値を算出する

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の電力制御方法。

【請求項 7】

前記電力制御方法は、さらに、前記複数の蓄電装置に含まれる蓄電装置と前記電力系統とから供給される電力を利用可能な前記 1 以上の負荷に電力を供給する太陽光発電装置の前記所定時間あたりの電力供給量を取得する太陽光発電情報取得ステップを含み、

前記配分指令値算出ステップでは、前記電力供給量が前記 1 以上の負荷の前記所定時間あたりの消費電力量よりも小さい場合、

前記蓄電装置について、前記消費電力量から前記電力供給量を除外し、前記残容量と、前記定格出力容量と、前記電力供給量が除外された前記消費電力量とのうちの最小値を前記閾値として算出する

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の電力制御方法。

30

【請求項 8】

前記電力制御方法は、さらに、前記複数の蓄電装置に含まれる蓄電装置と前記電力系統とから供給される電力を利用可能な前記 1 以上の負荷に電力を供給する太陽光発電装置の前記所定時間あたりの電力供給量を取得する太陽光発電情報取得ステップを含み、

前記配分指令値算出ステップでは、前記電力供給量が 0 よりも大きい場合、前記蓄電装置の前記配分量として 0 を示す前記蓄電装置配分指令値を算出する

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の電力制御方法。

40

【請求項 9】

前記電力制御方法は、さらに、前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、当該蓄電装置と前記 1 以上の負荷とを含む設備に前記電力系統から供給される電力の受電点の電圧を取得する電圧取得ステップを含み、

50

前記配分指令値算出ステップでは、前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、前記電圧が上限電圧以上である場合、前記配分量として0を示す前記蓄電装置配分指令値を算出する

請求項1～8のいずれか1項に記載の電力制御方法。

【請求項10】

前記電力制御方法は、さらに、前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、当該蓄電装置と前記1以上の負荷とを含む設備に前記電力系統から供給される電力の受電点の電圧を取得することにより、前記複数の蓄電装置に対応する複数の電圧を取得する電圧取得ステップを含み、

前記配分指令値算出ステップでは、前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、

前記複数の電圧、前記複数の電圧に対する上限電圧、および、前記複数の蓄電装置のそれぞれの放電の変動量と前記複数の電圧のそれぞれの変動量との間の所定の関係から、放電可能量を算出し、

前記放電可能量が前記閾値よりも小さい場合、前記閾値を前記放電可能量に変更して、変更された前記閾値以下の電力量を前記配分量として示す前記蓄電装置配分指令値を算出する

請求項1～8のいずれか1項に記載の電力制御方法。

【請求項11】

前記負荷情報取得ステップでは、前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、前記1以上の負荷の前記所定時間あたりの消費電力量を予測し、予測された前記消費電力量を前記1

請求項1～10のいずれか1項に記載の電力制御方法。

【請求項12】

前記電力制御方法は、さらに、前記複数の蓄電装置のそれぞれに対して、前記配分指令値算出ステップで算出された前記蓄電装置配分指令値を通知する通知ステップを含む

請求項1～11のいずれか1項に記載の電力制御方法。

【請求項13】

複数の蓄電装置のそれぞれから所定時間あたりに出力される電力量を制御するための電力制御装置であって、

前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、当該蓄電装置の残容量であって電力量で表される残容量、および、当該蓄電装置によって定格出力される電力の前記所定時間の積算値であって電力量で表される定格出力容量を取得する蓄電装置情報取得部と、

前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、当該蓄電装置と電力系統とから供給される電力を利用可能な1以上の負荷の前記所定時間あたりの消費電力量を取得する負荷情報取得部と、

前記電力系統から供給される電力に対する所定の目標電力量に従って、前記複数の蓄電装置から出力される総電力量に対応する制御総量を算出する制御総量算出部と、

前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、前記制御総量のうち当該蓄電装置に配分される電力量であり当該蓄電装置に出力させる電力量である配分量を示す蓄電装置配分指令値を算出することによって、前記制御総量を前記複数の蓄電装置に配分する配分指令値算出部とを備え、

前記配分指令値算出部は、前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、

前記残容量と前記定格出力容量と前記消費電力量とのうちの最小値を閾値として算出し、

前記閾値以下の電力量を前記配分量として示す前記蓄電装置配分指令値を算出する電力制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、複数の蓄電装置のそれぞれが出力する電力量を制御するための電力制御方法

10

20

30

40

50

等に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、マイクログリッドと電力系統との連系点での電力平滑化のため、各蓄電設備の充放電可能残量比に基づいて分担電力指令値を算出する技術が開示されている（特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2012-249374号公報

10

【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、特許文献1では、種々の制約により蓄電装置が分担電力指令値の通りに充放電が行われず、制御精度が悪化する可能性がある。

【0005】

そこで、本開示は、複数の蓄電装置のそれぞれが出力する電力量を適切に制御することができる電力制御方法等を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

20

本開示の一態様に係る電力制御方法は、複数の蓄電装置のそれぞれから所定時間あたりに出力される電力量を制御するための電力制御方法であって、前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、当該蓄電装置の残容量であって電力量で表される残容量、および、当該蓄電装置によって定格出力される電力の前記所定時間の積算値であって電力量で表される定格出力容量を取得する蓄電装置情報取得ステップと、前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、当該蓄電装置と電力系統とから供給される電力を利用可能な1以上の負荷の前記所定時間あたりの消費電力量を取得する負荷情報取得ステップと、前記電力系統から供給される電力に対する所定の目標電力量に従って、前記複数の蓄電装置から出力される総電力量に対応する制御総量を算出する制御総量算出ステップと、前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、前記制御総量のうち当該蓄電装置に配分される電力量であり当該蓄電装置に出力させる電力量である配分量を示す蓄電装置配分指令値を算出することによって、前記制御総量を前記複数の蓄電装置に配分する配分指令値算出ステップとを含み、前記配分指令値算出ステップでは、前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、前記残容量と前記定格出力容量と前記消費電力量とのうちの最小値を閾値として算出し、前記閾値以下の電力量を前記配分量として示す前記蓄電装置配分指令値を算出する。

30

【0007】

なお、これらの包括的または具体的な態様は、システム、装置、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などの非一時的な記録媒体で実現されてもよく、システム、装置、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。

40

【発明の効果】

【0008】

本開示の一態様に係る電力制御方法等によって、複数の蓄電装置のそれぞれが出力する電力量の適切な制御が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】図1は、実施の形態1における電力制御システムの構成を示すブロック図である。

50

【図 2】図 2 は、実施の形態 1 における電力制御装置の構成を示すブロック図である。

【図 3】図 3 は、実施の形態 1 における需要家設備の構成を示すブロック図である。

【図 4】図 4 は、実施の形態 1 における電力制御装置の動作を示すフローチャートである。

。

【図 5 A】図 5 A は、参考例における電力制御装置のシミュレーション結果の一例を示す図である。

【図 5 B】図 5 B は、実施の形態 1 における電力制御装置のシミュレーション結果の一例を示す図である。

【図 6】図 6 は、実施の形態 2 における電力制御システムの構成を示すブロック図である。

。

【図 7】図 7 は、実施の形態 2 における電力制御装置の構成を示すブロック図である。

【図 8】図 8 は、実施の形態 2 における電力制御装置の動作を示すフローチャートである。

。

【図 9】図 9 は、実施の形態 3 における電力制御装置の構成を示すブロック図である。

【図 10】図 10 は、実施の形態 3 における電力制御装置の動作を示すフローチャートである。

【図 11】図 11 は、実施の形態 4 における需要家設備の構成を示すブロック図である。

【図 12】図 12 は、実施の形態 5 における需要家設備の構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

(本開示の基礎となった知見)

背景技術の欄で述べた従来技術では、蓄電装置の残容量に応じて、指令値の配分が行われている。しかしながら、需要家の施設に設置された蓄電装置において、分担電力指令値の通りに充放電が行われない場合がある。これにより、制御精度が悪化することが、本発明者らの検討により見出されている。

【0011】

具体的には、蓄電装置の充放電は、蓄電装置の残容量のみでなく、蓄電装置の定格に従って制限される。さらに、需要家の施設に設置された蓄電装置の放電は、需要家の施設に設置された負荷の消費電力に従って制限される。すなわち、負荷の消費電力を超えて、蓄電装置が放電を行うことが認められない場合がある。

【0012】

例えば、需要家の施設に設置された負荷の消費電力を超えて、同じ施設に設置された蓄電装置が放電を行った場合、余剰電力が電力系統(商用系統)に流出する。このような電力系統に向かう有効電力の流れは、逆潮流とも呼ばれる。逆潮流は、自然エネルギーを利用した発電の促進のため、例外的に認められる場合があるが、蓄電装置の放電に伴う逆潮流は、認められない場合がある。

【0013】

そのため、蓄電装置が、負荷の消費電力を超える放電を示す指令値を受けた際に、指令値の通りに放電を行わない場合がある。これにより、蓄電装置の放電に伴う逆潮流が抑制される。しかし、これにより、制御精度が悪化する可能性がある。

【0014】

そこで、本開示の一態様に係る電力制御方法は、複数の蓄電装置のそれぞれから所定時間あたりに出力される電力量を制御するための電力制御方法であって、前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、当該蓄電装置の残容量、および、当該蓄電装置の前記所定時間あたりの定格出力容量を取得する蓄電装置情報取得ステップと、前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、当該蓄電装置と電力系統とから供給される電力を利用可能な 1 以上の負荷の前記所定時間あたりの消費電力量を取得する負荷情報取得ステップと、前記電力系統から供給される電力に対する所定の目標電力量に従って、前記複数の蓄電装置から出力される総電力量に対応する制御総量を算出する制御総量算出ステップと、前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、前記制御総量のうち当該蓄電装置に配分される電力量であり当該蓄

10

20

30

40

50

電装置に出力させる電力量である配分量を示す蓄電装置配分指令値を算出することによって、前記制御総量を前記複数の蓄電装置に配分する配分指令値算出ステップとを含み、前記配分指令値算出ステップでは、前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、前記残容量と前記定格出力容量と前記消費電力量とのうちの最小値を閾値として算出し、前記閾値以下の電力量を前記配分量として示す前記蓄電装置配分指令値を算出する。

【0015】

これにより、複数の蓄電装置のそれぞれについて、蓄電装置の残容量のみでなく、蓄電装置の定格出力容量（インバータ出力可能量等）、および、蓄電装置に対応する負荷の消費電力量に基づいて、適切な指令値が算出される。そして、複数の蓄電装置のそれぞれは、適切な指令値に基づいて、放電を行うことができる。すなわち、この電力制御方法により、複数の蓄電装置のそれぞれが出力する電力量の適切な制御が可能である。

10

【0016】

例えば、前記配分指令値算出ステップでは、前記複数の蓄電装置に含まれる蓄電装置と前記電力系統とから供給される電力を利用可能な前記1以上の負荷に、消費電力の変更が可能な負荷である制御可能負荷が含まれている場合、前記制御可能負荷の消費電力の変更量を示す負荷配分指令値を算出し、前記蓄電装置について、前記消費電力量に前記変更量を反映し、前記残容量と、前記定格出力容量と、前記変更量が反映された前記消費電力量とのうちの最小値を前記閾値として算出し、前記制御総量に前記変更量を反映し、前記変更量が反映された前記制御総量を前記閾値に従って前記複数の蓄電装置に配分してもよい。

20

【0017】

これにより、負荷の消費電力量が削減され、削減された消費電力量に従って、適切な指令値が算出される。例えば、エアコンまたはヒートポンプ給湯器等の消費電力が負荷の消費電力として制御されることによって、蓄電装置の放電量および使用回数が減少し、蓄電装置の劣化が抑制される。

【0018】

また、例えば、前記配分指令値算出ステップでは、前記閾値が大きいほど大きい前記配分量を示す前記蓄電装置配分指令値を算出してもよい。

【0019】

これにより、閾値に比例する指令値が算出される。したがって、複数の蓄電装置に対して、負担が適切に分散される。

30

【0020】

また、例えば、前記配分指令値算出ステップでは、前記複数の蓄電装置の残容量の分散を小さくする前記蓄電装置配分指令値を算出してもよい。

【0021】

これにより、複数の蓄電装置の残容量がそれらの平均に近づく。したがって、過充電および過放電が抑制される。

【0022】

また、例えば、前記配分指令値算出ステップでは、前記閾値が下限よりも小さい場合、前記配分量として0を示す前記蓄電装置配分指令値を算出してもよい。

40

【0023】

これにより、効率の低い放電が抑制され、蓄電装置の劣化が抑制される。また、通知の削減等によって、処理量の削減が可能である。

【0024】

また、例えば、前記配分指令値算出ステップでは、前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、当該蓄電装置の放電量の最小分解能以上の分解能で前記配分量を示す前記蓄電装置配分指令値を算出してもよい。

【0025】

これにより、適切な指令値が算出される。例えば、最小分解能よりも細かい端数の電力量を他の蓄電装置に配分することで、制御精度を向上させることが可能である。

50

【 0 0 2 6 】

また、例えば、前記電力制御方法は、さらに、前記複数の蓄電装置に含まれる蓄電装置と前記電力系統とから供給される電力を利用可能な前記 1 以上の負荷に電力を供給する太陽光発電装置の前記所定時間あたりの電力供給量を取得する太陽光発電情報取得ステップを含み、前記配分指令値算出ステップでは、前記電力供給量が前記 1 以上の負荷の前記所定時間あたりの消費電力量よりも小さい場合、前記蓄電装置について、前記消費電力量から前記電力供給量を除外し、前記残容量と、前記定格出力容量と、前記電力供給量が除外された前記消費電力量とのうちの最小値を前記閾値として算出してもよい。

【 0 0 2 7 】

これにより、太陽光発電装置が設置されている場合でも、太陽光発電装置の電力供給量に応じて、適切な指令値が算出される。

10

【 0 0 2 8 】

また、例えば、前記電力制御方法は、さらに、前記複数の蓄電装置に含まれる蓄電装置と前記電力系統とから供給される電力を利用可能な前記 1 以上の負荷に電力を供給する太陽光発電装置の前記所定時間あたりの電力供給量を取得する太陽光発電情報取得ステップを含み、前記配分指令値算出ステップでは、前記電力供給量が 0 よりも大きい場合、前記蓄電装置の前記配分量として 0 を示す前記蓄電装置配分指令値を算出してもよい。

【 0 0 2 9 】

これにより、太陽光発電装置が設置されている場合でも、太陽光発電装置が実際に電力を供給しているか否かに応じて、適切な指令値が算出される。

20

【 0 0 3 0 】

また、例えば、前記電力制御方法は、さらに、前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、当該蓄電装置と前記 1 以上の負荷とを含む設備に前記電力系統から供給される電力の受電点の電圧を取得する電圧取得ステップを含み、前記配分指令値算出ステップでは、前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、前記電圧が上限電圧以上である場合、前記配分量として 0 を示す前記蓄電装置配分指令値を算出してもよい。

【 0 0 3 1 】

これにより、電圧が上限電圧以上である場合、蓄電装置の出力が制限され、電圧の異常が抑制される。

【 0 0 3 2 】

また、例えば、前記電力制御方法は、さらに、前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、当該蓄電装置と前記 1 以上の負荷とを含む設備に前記電力系統から供給される電力の受電点の電圧を取得することにより、前記複数の蓄電装置に対応する複数の電圧を取得する電圧取得ステップを含み、前記配分指令値算出ステップでは、前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、前記複数の電圧、前記複数の電圧に対する上限電圧、および、前記複数の蓄電装置のそれぞれの放電の変動量と前記複数の電圧のそれぞれの変動量との間の所定の関係から、放電可能量を算出し、前記放電可能量が前記閾値よりも小さい場合、前記閾値を前記放電可能量に変更して、変更された前記閾値以下の電力量を前記配分量として示す前記蓄電装置配分指令値を算出してもよい。

30

【 0 0 3 3 】

これにより、電圧が上限電圧を超えないように、閾値が調整され、適切な指令値が算出される。

40

【 0 0 3 4 】

また、例えば、前記負荷情報取得ステップでは、前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、前記 1 以上の負荷の前記所定時間あたりの消費電力量を予測し、予測された前記消費電力量を前記 1 以上の負荷の前記所定時間あたりの消費電力量として取得してもよい。

【 0 0 3 5 】

これにより、消費電力量の予測に従って、適切な閾値が算出される。したがって、これにより、適切な指令値が算出される。

【 0 0 3 6 】

50

また、例えば、前記電力制御方法は、さらに、前記複数の蓄電装置のそれぞれに対して、前記配分指令値算出ステップで算出された前記蓄電装置配分指令値を通知する通知ステップを含んでもよい。

【0037】

これにより、複数の蓄電装置のそれぞれに対して、適切な指令値を通知することが可能である。

【0038】

さらに、これらの包括的または具体的な態様は、システム、装置、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などの非一時的な記録媒体で実現されてもよく、システム、装置、方法、集積回路、コンピュータプログラムまたは記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

10

【0039】

以下、実施の形態について、図面を参照しながら説明する。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及び接続形態、ステップ、ステップの順序などは、一例であり、請求の範囲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。

【0040】

また、電力および電力量は、それらの値を意味する場合がある。

20

【0041】

また、以下の説明において、予測は推定と表現されてもよい。

【0042】

(実施の形態1)

本実施の形態において、複数の蓄電装置のそれぞれが出力する電力量を制御する電力制御装置について説明する。

【0043】

図1は、本実施の形態における電力制御装置を含む電力制御システムの構成を示すブロック図である。図1に示されるように、本実施の形態における電力制御システムは、配電用変圧器101と、配電線102と、複数の需要家設備300と、通信線103と、電力制御装置200とを備える。

30

【0044】

配電用変圧器101は、電力システムから供給される電力を負荷302に供給するため、適切な電圧に変換する変圧器である。配電用変圧器101は、例えば、配電用変電所内の変圧器や柱上変圧器である。

【0045】

配電線102は、配電用変圧器101と負荷302とを電氣的に接続するための電力線であり、配電用変圧器101から負荷302に電力を供給するための電力線である。

【0046】

需要家設備300は、需要家の施設に設置された設備である。需要家設備300は、負荷302と、蓄電装置303と、需要家設備制御装置301とを備える。需要家設備300が備えるこれらの構成要素も、需要家の施設に設置される。なお、需要家設備300は、複数の負荷302と、複数の蓄電装置303とを備えてもよい。また、需要家は、高圧需要家でもよいし、低圧需要家でもよい。需要家設備300は、通信プロトコルに限定されるものではない。

40

【0047】

負荷302は、需要家設備300における機器であり、電力を消費する。負荷302は、例えば、家庭用電気機器などである。上記の通り、需要家設備300は、複数の負荷302を備えてもよい。このうちの一部の負荷302(制御可能負荷)は、電力制御装置200から受信した配分指令値に基づいて、停止、設定変更またはモード変更等を行い、消

50

費電力を調整する。

【0048】

蓄電装置303は、電力系統から供給される電力を充電する。また、蓄電装置303は、放電して負荷302へ電力を供給する。蓄電装置303は、蓄電池およびインバータ等を含む。インバータは、蓄電池に充電する際にAC/DC変換を行う。また、インバータは、蓄電池から放電する際にDC/AC変換を行う。

【0049】

また、蓄電装置303は、残容量等を電力制御装置200に通知する。また、蓄電装置303は、電力制御装置200から受信した配分指令値に基づいて充電または放電を行う。

10

【0050】

需要家設備制御装置301は、需要家設備300に含まれる負荷302および蓄電装置303等を管理し、これらの動作を制御する。例えば、電力制御装置200と負荷302との間の通信、および、電力制御装置200と蓄電装置303との間の通信を中継する。

【0051】

通信線103は、需要家設備制御装置301と負荷302と蓄電装置303とを含む需要家設備300および電力制御装置200が互いに通信できるようにこれらを接続するための通信線である。通信線103は、例えば、IEEE802.3規格等に適合する有線LAN、IEEE802.11a、b、g規格等に適合する無線LAN、または、携帯電話回線のような公衆通信回線等により実現される。

20

【0052】

電力制御装置200は、蓄電装置303の残容量、蓄電装置303のインバータ定格、および、負荷302の消費電力量等に基づいて、配分指令値を算出し、蓄電装置303に送信する。

【0053】

図2は、図1に示された電力制御装置200の構成を示すブロック図である。図2に示されるように、電力制御装置200は、蓄電装置情報取得部201と、負荷情報取得部202と、制御総量算出部203と、配分指令値算出部204とを備える。

【0054】

蓄電装置情報取得部201は、蓄電装置303の放電電力量(出力電力量)、蓄電装置303の残容量、および、蓄電装置303のインバータ定格を取得する。さらに、蓄電装置情報取得部201は、定格出力容量としてインバータ定格からインバータ出力可能量を算出する。蓄電装置情報取得部201は、放電電力量を制御総量算出部203に送信し、残容量およびインバータ出力可能量を配分指令値算出部204に送信する。インバータ出力可能量の算出方法については、後で詳しく説明する。

30

【0055】

なお、インバータの定格の値は、基本的に変更されないため、予め電力制御装置200の記憶部(図示せず)に保存され、蓄電装置情報取得部201は記憶部からインバータの定格の値を読み込んでよい。インバータの定格は、例えば5kWである。

【0056】

負荷情報取得部202は、負荷302の消費電力量を取得し、制御総量算出部203および配分指令値算出部204に送信する。

40

【0057】

制御総量算出部203は、制御総量を算出する。制御総量は、全ての蓄電装置303から出力される総電力量に対応する。すなわち、制御総量は、全ての蓄電装置303から出力される総電力量に基づいて定められる。制御総量は、さらに、全ての制御可能負荷に対する総制御電力量に対応していてもよい。具体的には、制御総量は、全ての蓄電装置303および全ての制御可能負荷に対する制御電力量の合計値に対応する量でもよい。

【0058】

また、例えば、制御総量は、電力系統から供給される電力量である受電電力量の総和と

50

、その受電電力量の総和に対する目標である目標受電電力量との差に対応する。

【0059】

配分指令値算出部204は、蓄電装置情報取得部201、負荷情報取得部202および制御総量算出部203から取得した残容量、インバータ出力可能量、消費電力量および制御総量に基づいて、負荷302および蓄電装置303の配分指令値を算出して送信する。配分指令値の算出方法については、後で詳しく説明する。

【0060】

図3は、図1に示された需要家設備300の構成を示すブロック図である。図3に示されるように、需要家設備300は、負荷302と、蓄電装置303と、需要家設備制御装置301とを備える。なお、既に説明した図1と同様の構成要素については、同様の符号を付し、詳細な説明を省略する場合がある。

10

【0061】

負荷302は、制御可能負荷302aと制御不可負荷302bとに分類される。すなわち、複数の負荷302は、制御可能負荷302aと制御不可負荷302bとを含む場合がある。

【0062】

制御可能負荷302aは、電力制御装置200から受信した配分指令値に基づいて、停止、設定変更またはモード変更等を行い、消費電力を調整することが可能な負荷302である。すなわち、制御可能負荷302aは、配分指令値に基づいて消費電力を調整する制御部を有している。例えば、制御可能負荷302aは、ヒートポンプ給湯器等である。

20

【0063】

一方、制御不可負荷302bは、電力制御装置200から受信した配分指令値に基づいて、消費電力を調整することができない負荷302である。すなわち、制御不可負荷302bは、配分指令値に基づいて消費電力を調整する制御部、あるいは通信部を有していない。例えば、制御不可負荷302bは、ドライヤー等である。

【0064】

なお、需要家設備300は、制御可能負荷302aおよび制御不可負荷302bのうちどちらか一方を含んでもよいし、両方を含んでもよい。

【0065】

需要家設備制御装置301は、蓄電装置303の放電電力量と、蓄電装置303の残容量と、蓄電装置303のインバータ定格と、負荷302の消費電力量とを、通信線103を介して、電力制御装置200に送信する。需要家設備制御装置301は、電力制御装置200に送信するための放電電力量と残容量とインバータ定格とを蓄電装置303から取得する。

30

【0066】

なお、インバータの定格の値は、基本的に変更されないため、予め需要家設備制御装置301の記憶部(図示せず)に保存されていてもよい。また、需要家設備制御装置301は、センサまたはメータ(いずれも図示せず)から、負荷302の消費電力量を取得する。なお、負荷302が自身の消費電力量を測定できる場合、需要家設備制御装置301は、負荷302から消費電力量を取得してもよい。

40

【0067】

さらに、需要家設備制御装置301は、通信線103を介して、電力制御装置200から、配分指令値を受信し、蓄電装置303および制御可能負荷302aに送信する。なお、蓄電装置303のインバータ定格が電力制御装置200に予め記憶されている場合、需要家設備制御装置301は、蓄電装置303のインバータ定格を送信しなくてもよい。

【0068】

図4は、図2に示された電力制御装置200の動作を示すフローチャートである。まず、ステップS101において、蓄電装置情報取得部201は、需要家設備制御装置301から、蓄電装置情報として放電電力量と残容量とインバータ定格とを取得する。なお、インバータの定格が、予め記憶部に保存されている場合、蓄電装置情報取得部201は、記

50

憶部からインバータ定格を取得する。この場合、蓄電装置情報取得部 201 は、需要家設備制御装置 301 からインバータ定格を取得しなくてもよい。

【0069】

次に、ステップ S102 において、蓄電装置情報取得部 201 は、次の式(1)により、定格出力容量としてインバータ出力可能量を算出する。

【0070】

(インバータ出力可能量) = (インバータ定格) × (制御周期) ……式(1)

【0071】

ここで、制御周期は、蓄電装置 303 を制御するための周期(所定時間)であり、例えば、5分である。インバータ出力可能量は、蓄電装置 303 が所定の定格で所定時間あたりに出力する電力量に対応する。なお、制御周期は動的に変更されてもよいし、一律でなくともよい。

10

【0072】

次に、ステップ S103 において、負荷情報取得部 202 は、需要家設備制御装置 301 から、負荷情報として消費電力量を取得する。例えば、負荷情報取得部 202 は、複数の需要家設備制御装置 301 のそれぞれから、需要家設備制御装置 301 における 1 以上の負荷 302 の制御周期(所定時間)あたりの消費電力量を取得する。なお、ステップ S101 の前にステップ S103 が実施されてもよい。

【0073】

また、ステップ S101 (ステップ S102) と、ステップ S103 とが同一周期で実施されなくともよい。また、例えば、残容量および消費電力量の変動に応じて、ステップ S101 (ステップ S102) の実行周期と、ステップ S103 の実行周期とが変更されてもよい。

20

【0074】

次に、ステップ S104 において、制御総量算出部 203 は、例えば、次の式(2)～式(4)により、制御総量を算出する。なお、式(4)は、式(2)における予測受電電力量の総和の算出方法の一例である。式(2)における予測受電電力量の総和の算出方法には任意の予測方法を適用することが可能である。

【0075】

(制御総量) = (実績受電電力量の総和) + (予測受電電力量の総和) - (目標受電電力量) ……式(2)

30

(実績受電電力量の総和) = (実績消費電力量の総和) - (実績放電電力量の総和) ……式(3)

(予測受電電力量の総和) = (実績消費電力量の総和) × (制御残時間) ÷ (制御実施時間) ……式(4)

【0076】

制御実施時間は、制御期間の開始から、制御期間の途中の時点までの時間に対応する。制御期間は、例えば、1つの制御周期よりも長い期間である。制御残時間は、制御期間の途中の時点から、制御期間の終了までの時間に対応する。

【0077】

40

また、実績消費電力量の総和は、制御実施時間における全ての負荷 302 の消費電力量の総和に対応する。実績放電電力量の総和は、制御実施時間における全ての蓄電装置 303 の放電電力量の総和に対応する。また、予測受電電力量の総和は、負荷 302 の消費電力量が変化せず、かつ、蓄電装置 303 が電力を出力しないと仮定した場合の予測受電電力量の総和であり、制御残時間における受電電力量として予測される電力量の総和に対応する。

【0078】

また、目標受電電力量は、電力系統から供給される電力に対する目標電力量である。例えば、目標受電電力量は、電力系統の電力供給量が所定の範囲に維持されるように、予め定められている。なお、電力系統によって供給される電力は、例えば、需要家の買電電力

50

に対応し、電力系統からの受電電力に対応する。目標受電電力量は、通信によって取得されてもよいし、電力制御装置 200 の記憶部に予め保存されていてもよい。式(2)の目標受電電力量は、制御期間における目標受電電力量に対応する。

【0079】

式(2)において、制御総量が0と算出された場合、電力制御装置 200 は、蓄電装置 303 および制御可能負荷 302 a を制御しない。制御総量が正の場合、電力制御装置 200 は、蓄電装置 303 に放電させるか、または、制御可能負荷 302 a の制御を行う。制御総量が負の場合、電力制御装置 200 は、蓄電装置 303 に充電させる。また、制御総量が負の場合、電力制御装置 200 は、制御可能負荷 302 a を制御しないようにしてもよい。

10

【0080】

なお、式(2)において、デッドバンドが設定され、電力制御装置 200 は、デッドバンド範囲内であれば、制御総量を0とするようにしてもよい。

【0081】

また、式(3)において、実績受電電力量の総和は、制御期間の開始から制御実施時間経過時までの実績消費電力量の総和と実績放電電力量の総和との差である。制御実施時間が0の場合、すなわち制御期間の開始時において、実績受電電力量の総和は0である。この場合、制御総量は、予測受電電力量の総和と目標受電電力量との差に対応する。また、この場合、過去の制御期間(例えば、直前の制御期間)における消費電力量の総和が、予測受電電力量の総和として用いられてもよい。

20

【0082】

次に、ステップ S105 において、配分指令値算出部 204 は、制御可能負荷 302 a への配分指令値を算出する(以下、制御可能負荷 302 a への配分指令値を負荷配分指令値と呼ぶ場合がある)。配分指令値算出部 204 は、制御可能負荷 302 a の消費電力量が現状よりも小さくなるように、あるいは大きくなるように、制御可能負荷 302 a への負荷配分指令値を算出する。

【0083】

次に、ステップ S106 において、配分指令値算出部 204 は、各蓄電装置 303 の閾値を算出する。配分指令値算出部 204 は、ステップ S105 で算出した負荷配分指令値に基づいて、閾値の算出方法を変える。

30

【0084】

負荷 302 に対する負荷配分指令値が0である場合、配分指令値算出部 204 は、次の式(5)により、負荷 302 に対応する蓄電装置 303 の閾値を算出する(ここでは、便宜上、この閾値を第1の閾値と呼ぶ場合がある)。負荷 302 に対する負荷配分指令値が0でない場合、配分指令値算出部 204 は、次の式(6)により、負荷 302 に対応する蓄電装置 303 の閾値を算出する(ここでは、便宜上、この閾値を第2の閾値と呼ぶ場合がある)。

【0085】

第1の閾値 $i = \min(\text{インバータ出力可能量}_i, \text{消費電力量}_i, \text{残容量}_i) \cdots$ 式(5)

40

第2の閾値 $i = \min(\text{インバータ出力可能量}_i, \text{消費電力量}_i + \text{負荷配分指令値}_i, \text{残容量}_i) \cdots$ 式(6)

【0086】

式(5)および式(6)において、 i は蓄電装置 303 の識別子である。式(5)および式(6)における残容量 i は、ステップ S101 において蓄電装置情報取得部 201 が取得した残容量のうち、制御周期(例えば、10分)において放電可能な残容量である。具体的には、制御周期において放電可能な残容量は、 $\min(\text{残容量}, \text{蓄電池の定格容量} \times (\text{制御周期} \div 1 \text{ h}) \times \text{放電レート})$ で算出される。

【0087】

すなわち、蓄電装置 303 の残容量として、蓄電装置 303 の所定時間あたりに放電可

50

能な残容量が用いられてもよい。なお、蓄電装置情報取得部 201 が、所定時間あたりに放電可能な残容量を算出して取得してもよい。

【0088】

インバータ出力可能量 i は、ステップ S102 で蓄電装置情報取得部 201 が式(1)により算出した値である。消費電力量 i は、ステップ S103 で負荷情報取得部 202 が取得した値である。式(6)において、負荷配分指令値 i は、ステップ S105 で配分指令値算出部 204 が算出した値である。また、負荷配分指令値 i は、消費電力量を増加させる場合に正の値を示し、減少させる場合に負の値を示す。式(6)では、消費電力量 i に負荷配分指令値 i が反映(加算)されている。

【0089】

次に、ステップ S107 において、配分指令値算出部 204 は、次の式(7)等により、蓄電装置 303 への配分指令値を算出する(以下、蓄電装置 303 への配分指令値を蓄電装置配分指令値と呼ぶ場合がある)。式(7)等により算出された蓄電装置配分指令値が、式(5)で算出された第1の閾値、または、式(6)で算出された第2の閾値を超える場合、配分指令値算出部 204 は、蓄電装置配分指令値を第1の閾値または第2の閾値で制限する。

【0090】

【数1】

$$\text{蓄電装置配分指令値}_i = \frac{\text{第1の閾値}_i \text{または第2の閾値}_i}{\sum \text{第1の閾値}_i \text{または第2の閾値}_i} \times (\text{制御総量} + \sum \text{負荷配分指令値}_i)$$

・・・式(7)

【0091】

なお、式(7)では、制御総量に負荷配分指令値 i が反映される。そして、負荷配分指令値 i が反映された制御総量が第1の閾値 i または第2の閾値 i に従って複数の蓄電装置 303 に配分される。式(7)は一例であり、最適化手法等が適用されてもよい。例えば、配分指令値算出部 204 は、複数の蓄電装置 303 における残容量のばらつきを現状よりも小さくするための蓄電装置配分指令値を算出してよい。

【0092】

より具体的には、配分指令値算出部 204 は、複数の蓄電装置 303 における残容量の標準偏差を、蓄電池の定格容量の10%に対応する範囲内に調整するための蓄電装置配分指令値を算出してよい。また、例えば、配分指令値算出部 204 は、制御後の複数の蓄電装置 303 における残容量の標準偏差が、制御前の複数の蓄電装置 303 における残容量の標準偏差から5%小さくなるように蓄電装置配分指令値を算出してよい。

【0093】

なお、上記の10%および5%は、標準偏差に関する目標閾値の一例であり、目標閾値はこれに限定されるものではない。

【0094】

また、例えば、第1の閾値または第2の閾値が所定の下限よりも小さい場合、配分指令値算出部 204 は、処理を簡素化するため、蓄電装置配分指令値を0として算出してよい。

【0095】

また、例えば、配分指令値算出部 204 は、蓄電装置 303 の出力の最小分解能以上の分解能で蓄電装置配分指令値を算出してよい。ここで、蓄電装置 303 の出力の最小分解能は、蓄電装置 303 に対して予め定められた最小分解能であって、蓄電装置 303 の放電量の階調に対応する。そして、配分指令値算出部 204 は、最小分解能よりも細かい端数の電力量を他の蓄電装置 303 に配分してもよい。

【0096】

ステップ S108 において、配分指令値算出部 204 は、算出した負荷配分指令値および蓄電装置配分指令値を需要家設備制御装置 301 に送信(通知)する。配分指令値の送

10

20

30

40

50

信（通知）は、外部の装置によって行われてもよい。

【0097】

ここで、需要家設備300に蓄電装置303および制御可能負荷302aが含まれる場合、配分指令値算出部204は、負荷配分指令値および蓄電装置配分指令値を別々に需要家設備制御装置301に送ってもよい。または、配分指令値算出部204は、負荷配分指令値および蓄電装置配分指令値の合算値を需要家設備制御装置301に送ってもよい。

【0098】

配分指令値算出部204が合算値を送る場合、需要家設備制御装置301が、受信した合算値を分解し、蓄電装置303および制御可能負荷302aのそれぞれを制御する。したがって、制御の詳細は、需要家設備制御装置301の裁量に任される。すなわち、需要家設備制御装置301は、負荷配分指令値および蓄電装置配分指令値の合算値を受信した場合、例えば快適性などを考慮して、蓄電装置303のみを制御してもよい。

10

【0099】

ステップS108の終了後、制御期間が終了していない場合は、ステップS101から処理が繰り返される。

【0100】

なお、図4に示された動作のうち他の装置によって行われる処理等は電力制御装置200によって行われなくてもよい。例えば、配分指令値の送信（通知）が外部の装置によって行われる場合、ステップS108は省略されてもよい。また、制御可能負荷302aが制御されない場合、ステップS105は省略されてもよい。また、定格出力容量が蓄電装置情報の要素として取得される場合、ステップS102は省略されてもよい。

20

【0101】

また、定格出力容量は、ステップS102等において、算出によって蓄電装置情報の要素として取得されてもよい。

【0102】

次に、電力制御装置によって需要家の施設に設置された蓄電装置の制御を行ったシミュレーション結果について、図5Aおよび図5Bを参照して説明する。

【0103】

図5Aは、参考例における電力制御装置が行う制御のシミュレーション結果の一例を示す図である。この参考例では、蓄電装置の残容量のみで、制御総量が配分される。

30

【0104】

図5Aにおいて、横軸は電力制御装置の制御周期（5分～15分）を表している。縦軸は、制御精度を表している。ここで、制御精度は、制御の達成度合いを表す指標であり、制御総量に対して実際に制御が行われた電力量の割合に対応する。例えば、制御精度は、100% - （目標受電電力量に対する誤差率）で算出され、制御終了時点で、実績受電電力量の総和が目標受電電力量と一致すれば、制御精度は100%である。

【0105】

図5Aに示されるように、参考例における電力制御装置の制御周期が5分であれば、100%に近い精度で制御を行うことが可能である。しかしながら、制御周期が長くなるほど制御精度が大きく低下する。これは、参考例では、配分指令値に対応する充放電が消費電力量等の制約によって行われていないためである。電力制御装置は、充放電が行われなかった電力量を他の蓄電装置に再配分する。しかし、制御周期が長くなるほど再配分の機会が減少し、制御精度が大きく低下する。

40

【0106】

一方、図5Bは、本実施の形態における電力制御装置200が行う制御のシミュレーション結果の一例を示す図である。図5Bにおいて、横軸は本実施の形態における電力制御装置200の制御周期（5分～15分）を表している。縦軸は、制御精度を表している。

【0107】

図5Bに示されるように、本実施の形態における電力制御装置200では、制御周期が15分であっても100%に近い制御精度が得られる。これは、本実施の形態における電

50

力制御装置 200 が、需要家の施設に設置された蓄電装置 303 の制約に基づいて配分指令値を生成することで、蓄電装置 303 が配分指令値に対応する充放電を行えるためである。

【0108】

また、本実施の形態における電力制御装置 200 の制御周期が 15 分の場合の制御精度は、参考例における電力制御装置の制御周期が 5 分の場合の制御精度よりも高い。すなわち、本実施の形態における電力制御装置 200 では、蓄電装置 303 に送信する配分指令値の送信頻度が参考例の 1/3 であっても、参考例と同等以上の制御精度が得られる。

【0109】

以下、具体例を説明する。本具体例の前提として、制御期間は 30 分であり、制御周期は 10 分であり、制御期間における目標受電電力量は 6 kWh である。制御可能負荷 302a は存在せず、第 1 の蓄電装置 303 および第 2 の蓄電装置 303 の 2 台の蓄電装置 303 が制御される。第 1 の蓄電装置 303 のインバータ定格は 60 kW であり、残容量は 40 kWh である。一方、第 2 の蓄電装置 303 のインバータ定格は 30 kW であり、残容量は 20 kWh である。

10

【0110】

さらに、本具体例の前提として、制御実施時間は 10 分であり、その 10 分間における第 1 の蓄電装置 303 に対応する負荷 302 の消費電力量は 1 kWh であり、第 2 の蓄電装置 303 に対応する負荷 302 の消費電力量は 2 kWh である。また、制御実施時間 (10 分間) における第 1 の蓄電装置 303 および第 2 の蓄電装置 303 のそれぞれの放電電力量は 0 kWh である。

20

【0111】

上記の前提において、式 (1) から、第 1 の蓄電装置 303 および第 2 の蓄電装置 303 のインバータ出力可能量は、それぞれ、10 kWh および 5 kWh と算出される。また、式 (3) から、実績受電電力量の総和は、3 kWh と算出される。また、式 (4) から、予測受電電力量の総和は、6 kWh と算出される。したがって、式 (2) より、目標受電電力量である 6 kWh に対し、制御総量は 3 kWh と算出される。

【0112】

次に、第 1 の蓄電装置 303 のインバータ出力可能量は 10 kWh である。また、第 1 の蓄電装置 303 に対応する負荷 302 の消費電力量は 1 kWh である。また、第 1 の蓄電装置 303 の放電可能な残容量は $6.67 \text{ kWh} (= 40 \text{ kWh} \times (10 \text{ 分} \div 1 \text{ h}) \times \text{放電レート } 1 \text{ C})$ である。したがって、式 (5) より第 1 の閾値は 1 kWh と算出される。同様に、第 2 の蓄電装置 303 の第 1 の閾値は、式 (5) から、2 kWh と算出される。

30

【0113】

次に、式 (7) より、第 1 の蓄電装置 303 に対する蓄電装置配分指令値は 1 kWh と算出される。一方、第 2 の蓄電装置 303 に対する蓄電装置配分指令値は 2 kWh と算出される。したがって、第 1 の蓄電装置 303 は、次の 10 分間で 1 kWh の放電を行い、第 2 の蓄電装置 303 は、次の 10 分間で 2 kWh の放電を行う。この場合、放電量の合計値は、3 kWh であり、制御総量と一致する。したがって、次の 10 分間における制御精度は 100% となる。

40

【0114】

ここで、参考例のように、残容量のみに応じて配分が行われた場合、第 1 の蓄電装置 303 および第 2 の蓄電装置 303 に対する蓄電装置配分指令値は、それぞれ 2 kWh および 1 kWh と算出される。

【0115】

しかし、蓄電装置 303 に対応する負荷 302 の消費電力量を超えて放電は行われない。そのため、第 1 の蓄電装置 303 は次の 10 分間で 1 kWh の放電を行い、第 2 の蓄電装置 303 は次の 10 分間で 1 kWh の放電を行う。

【0116】

50

したがって、次の10分間における放電量の合計値は2kWhであり、3kWhの制御総量に対して1kWhの放電が不足する。よって、次の10分間における制御精度は、66.67%である。

【0117】

これに対して、本実施の形態における電力制御装置200は、残容量のみでなく、定格出力容量（インバータ出力可能量）および消費電力量に基づいて、指令値を算出する。これにより、電力制御装置200は、制御精度の悪化を抑制することができる。

【0118】

なお、本実施の形態では、第1の閾値および第2の閾値の算出において、負荷302の直前の消費電力量（例えば、制御周期が10分であれば、過去10分間の消費電力量）が用いられている。しかし、直前の消費電力量ではなく、次の制御周期の予測消費電力量が用いてもよい。予測消費電力量の算出方法には任意の予測方法を適用することが可能である。例えば、負荷情報取得部202は、過去の消費電力量の変化から線形的に消費電力量を予測することで、予測された消費電力量を取得してもよい。

10

【0119】

（実施の形態2）

本実施の形態では、需要家の施設に太陽光発電装置が設置されている場合について説明する。なお、既に説明した実施の形態1と同様の構成要素については、同様の符号を付し、詳細な説明を省略する場合がある。

【0120】

図6は、本実施の形態における電力制御システムの構成を示すブロック図である。なお、既に説明した図1と同様の構成要素については、同様の符号を付し、詳細な説明を省略する場合がある。

20

【0121】

図6に示されるように、実施の形態1と比較して、本実施の形態では、需要家設備300は、太陽光を利用して発電を行う太陽光発電装置（発電装置）304を追加の構成要素として備える。すなわち、需要家の施設において、太陽光発電装置304が設置されている。

【0122】

太陽光発電装置304は、負荷302および蓄電装置303に電力を供給する。また、太陽光発電装置304は、電力系統に電力を供給してもよい。そして、太陽光発電装置304は、需要家設備制御装置301を介して電力制御装置200へ電力供給量を通知する。太陽光発電装置304の電力供給量は、太陽光発電装置304の出力電力量、または、太陽光発電装置304の発電電力量と表現される場合がある。

30

【0123】

図7は、図6に示された電力制御装置200の構成を示すブロック図である。なお、既に説明した図2と同様の構成要素については、同様の符号を付し、詳細な説明を省略する場合がある。

【0124】

図7に示されるように、電力制御装置200は、蓄電装置情報取得部201と、負荷情報取得部202と、制御総量算出部203と、配分指令値算出部204と、太陽光発電情報取得部205とを備える。すなわち、実施の形態1と比較して、本実施の形態における電力制御装置200は、太陽光発電情報取得部205を追加の構成要素として備える。

40

【0125】

太陽光発電情報取得部205は、太陽光発電装置304が設置されている需要家設備300の需要家設備制御装置301から、太陽光発電装置304の発電電力量を太陽光発電情報として取得する。

【0126】

図8は、図7に示された電力制御装置200の動作を示すフローチャートである。まず、ステップS201において、太陽光発電情報取得部205は、需要家設備制御装置30

50

1 から、太陽光発電装置 304 の発電電力量を太陽光発電情報として取得する。

【0127】

次に、ステップ S202 において、蓄電装置情報取得部 201 は、需要家設備制御装置 301 から、蓄電装置 303 の放電電力量と残容量とインバータ定格とを蓄電装置情報として取得する。次に、ステップ S203 において、蓄電装置情報取得部 201 は、蓄電装置 303 の定格出力容量を算出する。次に、ステップ S204 において、負荷情報取得部 202 は、負荷 302 の消費電力量を負荷情報として算出する。これらの処理は、実施の形態 1 と同様である。

【0128】

次に、ステップ S205 において、制御総量算出部 203 は、消費電力量および太陽光発電装置 304 の出力電力量等に従って、制御総量を算出する。制御総量算出部 203 は、例えば、次の式(8)により、制御総量を算出する。

【0129】

(制御総量) = (実績受電電力量の総和) - (実績発電電力量の総和) + (予測受電電力量の総和) - (予測発電電力量の総和) - (目標受電電力量)・・・式(8)

【0130】

式(8)は、式(2)に対応する式である。具体的には、式(8)における実績受電電力量の総和、予測受電電力量の総和、および、目標受電電力量は、式(2)における実績受電電力量の総和、予測受電電力量の総和、および、目標受電電力量に対応する。

【0131】

そして、式(8)には、式(2)と比較して、実績発電電力量の総和の減算、および、予測発電電力量の総和の減算が含まれている。式(8)における実績発電電力量の総和は、制御実施時間における全ての太陽光発電装置 304 の発電電力量(電力供給量)の総和である。予測発電電力量の総和は、制御残時間における全ての太陽光発電装置 304 の予測発電電力量(予測電力供給量)の総和である。

【0132】

式(8)において、制御実施時間が 0 の場合、すなわち制御期間の開始時において、実績受電電力量の総和および実績発電電力量の総和はそれぞれ 0 である。この場合、制御総量は、予測受電電力量の総和、予測発電電力量の総和、および、目標受電電力量から算出される。また、この場合、前の制御期間における消費電力量の総和が予測受電電力量の総和として用いられてもよい。また、前の制御期間における発電電力量の総和が予測発電電力量の総和として用いられてもよい。

【0133】

なお、予測発電電力量の算出方法には任意の予測方法を適用することが可能である。例えば、式(4)の消費電力量を発電電力量に置き換えた式を用いて、予測発電電力量が算出されてもよい。

【0134】

式(8)において、制御総量が 0 である場合、電力制御装置 200 は、蓄電装置 303 および制御可能負荷 302 a を制御しない。制御総量が正の場合、電力制御装置 200 は、蓄電装置 303 に放電させるか、または、制御可能負荷 302 a を制御する。制御総量が負の場合、電力制御装置 200 は、蓄電装置 303 に充電させる。また、制御総量が負の場合、電力制御装置 200 は、制御可能負荷 302 a を制御しないようにしてもよい。

【0135】

次に、ステップ S206 において、配分指令値算出部 204 は、制御可能負荷 302 a への配分指令値を算出する。この処理は、実施の形態 1 と同様である。

【0136】

次に、ステップ S207 において、配分指令値算出部 204 は、次の式(9)により、各蓄電装置 303 の閾値を算出する(ここでは、便宜上、この閾値を第 3 の閾値と呼ぶ場合がある)。式(9)は、発電電力量 $i > 0$ において、蓄電装置 303 の出力が制限される場合に用いられる閾値の算出方法である。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 7 】

[発電電力量_i 消費電力量_i の場合]

第3の閾値_i = min (インバータ出力可能量_i , 消費電力量_i - 発電電力量_i , 残容量_i)

[発電電力量_i > 消費電力量_i の場合]

第3の閾値_i = min (インバータ出力可能量_i , 0 , 残容量_i) = 0

・・・式(9)

【 0 1 3 8 】

また、発電電力量_i > 0において、蓄電装置303の出力が制限されない場合、配分指令値算出部204は、式(9)の代わりに式(5)または式(6)を用いて、蓄電装置303の閾値を算出してもよい。

10

【 0 1 3 9 】

また、式(9)において、消費電力量_iは、消費電力量_i + 負荷配分指令値_iに置き換えられてもよい。すなわち、負荷配分指令値が反映された消費電力量が用いられてもよい。

【 0 1 4 0 】

次に、ステップS208において、配分指令値算出部204は、次の式(10)等により、蓄電装置303への蓄電装置配分指令値を算出する。式(10)等により算出された蓄電装置配分指令値が、式(9)で算出された第3の閾値を超える場合、配分指令値算出部204は、その蓄電装置配分指令値を第3の閾値で制限する。式(10)は一例であり、最適化手法等が適用されてもよい。

20

【 0 1 4 1 】

【 数 2 】

蓄電装置配分指令値_i = $\frac{\text{第3の閾値}_i}{\sum \text{第3の閾値}_i} \times (\text{制御総量} + \sum \text{負荷配分指令値}_i)$ ・・・式(10)

【 0 1 4 2 】

なお、発電電力量_i > 0において蓄電装置303の出力が0に制限される場合、発電電力量_iと消費電力量_iとの関係によらず、発電電力量_i > 0において第3の閾値_iが0と定められてもよい。これにより、発電電力量_i > 0において、蓄電装置配分指令値_iは0に制限され、蓄電装置303の出力が0に制限される。

30

【 0 1 4 3 】

次に、ステップS209において、配分指令値算出部204は、需要家設備制御装置301を介して、蓄電装置配分指令値を蓄電装置303に送信し、負荷配分指令値を負荷302に送信する。これにより、配分指令値算出部204は、各配分指令値を通知する。この処理は、実施の形態1と同様である。

【 0 1 4 4 】

以下、具体例を説明する。本具体例の前提として、制御期間は30分であり、制御周期は10分であり、制御期間における目標受電電力量は4kWhである。制御可能負荷302aは存在せず、第1の蓄電装置303および第2の蓄電装置303の2台の蓄電装置303が制御される。第1の蓄電装置303のインバータ定格は60kWであり、残容量は40kWhである。一方、第2の蓄電装置303のインバータ定格は30kWであり、残容量は20kWhである。

40

【 0 1 4 5 】

さらに、本具体例の前提として、制御実施時間は10分であり、その10分間における第1の蓄電装置303に対応する負荷302の消費電力量は1kWhであり、第2の蓄電装置303に対応する負荷302の消費電力量は2kWhである。また、制御実施時間(10分間)における第1の蓄電装置303および第2の蓄電装置303のそれぞれの放電電力量は0kWhである。

【 0 1 4 6 】

50

また、本具体例の前提として、太陽光発電装置 304 が第 2 の蓄電装置 303 を備える需要家設備 300 に備えられている。そして、制御実施時間 (10 分間) において、第 2 の蓄電装置 303 に対応する太陽光発電装置 304 の発電電力量は 1 kWh である。

【0147】

上記の前提において、式 (1) から、第 1 の蓄電装置 303 および第 2 の蓄電装置 303 のインバータ出力可能量は、それぞれ、10 kWh および 5 kWh と算出される。また、式 (3) から、実績受電電力量の総和は、3 kWh と算出される。また、式 (4) から、予測受電電力量の総和は、6 kWh と算出される。また、予測発電電力量の総和は、式 (4) と同様の方式で算出される場合 (式 (4) に限定されるものではない)、2 kWh と算出される。

10

【0148】

したがって、式 (8) より、目標受電電力量である 4 kWh に対し、制御総量は 2 kWh と算出される。

【0149】

次に、第 1 の蓄電装置 303 に関して、式 (9) において、インバータ出力可能量は 10 kWh、消費電力量は 1 kWh、発電電力量は 0 kWh、放電可能な残容量は 6.67 kWh ($= 40 \text{ kWh} \times (10 \text{ 分} \div 1 \text{ h}) \times \text{放電レート} 1 \text{ C}$) である。したがって、式 (9) より、第 1 の蓄電装置 303 の第 3 の閾値は 1 kWh と算出される。

【0150】

一方、第 2 の蓄電装置 303 に関して、式 (9) において、インバータ出力可能量は 5 kWh、消費電力量は 2 kWh、発電電力量は 1 kWh、残容量は 3.33 kWh ($= 20 \text{ kWh} \times (10 \text{ 分} \div 1 \text{ h}) \times \text{放電レート} 1 \text{ C}$) である。したがって、式 (9) より、第 2 の蓄電装置 303 の第 3 の閾値は 1 kWh と算出される。

20

【0151】

次に、式 (10) より、第 1 の蓄電装置 303 の蓄電装置配分指令値は、1 kWh と算出され、第 2 の蓄電装置 303 の蓄電装置配分指令値は、1 kWh と算出される。したがって、第 1 の蓄電装置 303 は次の 10 分間で 1 kWh の放電を行い、第 2 の蓄電装置 303 は次の 10 分間で 1 kWh の放電を行う。放電量の合計値は 2 kWh であり、制御総量と一致する。よって、次の 10 分間における制御精度は 100% である。

【0152】

ここで、残容量のみに応じて配分が行われた場合、第 1 の蓄電装置 303 および第 2 の蓄電装置 303 の蓄電装置配分指令値は、それぞれ 1.33 kWh、0.67 kWh と算出される。しかし、蓄電装置 303 において、(消費電力量 - 発電電力量) を超えて放電は行われない場合がある。この場合、第 1 の蓄電装置 303 は、次の 10 分間で 1 kWh の放電を行い、第 2 の蓄電装置 303 は次の 10 分間で 0.67 kWh の放電を行う。

30

【0153】

したがって、この場合、次の 10 分間における放電量の合計値は 1.67 kWh であり、制御総量 2 kWh に対して 0.33 kWh の放電が不足する。よって、次の 10 分間における制御精度は、83.5% である。

【0154】

これに対して、本実施の形態における電力制御装置 200 は、残容量のみでなく、定格出力容量、消費電力量および発電電力量に基づいて、指令値を算出する。これにより、電力制御装置 200 は、制御精度の悪化を抑制することができる。

40

【0155】

なお、本実施の形態では、第 3 の閾値の算出において、直前の消費電力量および直前の発電電力量 (例えば、制御周期が 10 分であれば、過去 10 分間の消費電力量および発電電力量) が用いられている。しかし、直前の消費電力量および直前の発電電力量ではなく、次の制御周期の予測消費電力量および予測発電電力量が用いられてもよい。予測消費電力量および予測発電電力量の算出方法には任意の予測方法を適用することが可能である。

【0156】

50

(実施の形態3)

本実施の形態では、電圧に基づいて、複数の蓄電装置を制御する電力制御装置について説明する。なお、既に説明した実施の形態1または実施の形態2と同様の構成要素については、同様の符号を付し、詳細な説明を省略する場合がある。

【0157】

図9は、本実施の形態における電力制御装置の構成を示すブロック図である。なお、既に説明した図2と同様の構成要素については、同様の符号を付し、詳細な説明を省略する場合がある。

【0158】

図9に示されるように、電力制御装置200は、蓄電装置情報取得部201と、負荷情報取得部202と、制御総量算出部203と、配分指令値算出部204と、電圧取得部206とを備える。すなわち、実施の形態1と比較して、本実施の形態における電力制御装置200は、電圧取得部206を追加の構成要素として備える。なお、簡易化のため、図7で示した太陽光発電情報取得部205は省略している。

10

【0159】

電圧取得部206は、各需要家設備300における受電点の電圧を需要家設備制御装置301から取得する。なお、需要家設備制御装置301は、需要家設備300において電力系統から得られる電力の電圧を測定するセンサまたはメータ(いずれも図示せず)から得られる電圧を受電点の電圧として取得してもよい。

20

【0160】

図10は、図9に示された電力制御装置200の動作を示すフローチャートである。まず、ステップS301において、電圧取得部206は、需要家設備制御装置301から電圧を取得する。

【0161】

次に、ステップS302において、蓄電装置情報取得部201は、放電電力量と残容量とインバータ定格とを蓄電装置情報として取得する。ステップS303において、蓄電装置情報取得部201は、定格出力容量を算出する。ステップS304において、負荷情報取得部202は、消費電力量を負荷情報として取得する。ステップS305において、制御総量算出部203は、制御総量を算出する。ステップS306において、配分指令値算出部204は、負荷配分指令値を算出する。これらの処理は、実施の形態1と同様である。

30

【0162】

次に、ステップS307において、配分指令値算出部204は、閾値を算出する。配分指令値算出部204は、第1の閾値を算出してもよいし、第2の閾値を算出してもよい。また、配分指令値算出部204は、実施の形態2に示された構成および動作に基づいて、第3の閾値を算出してもよい。また、配分指令値算出部204は、以下の式(11)により放電可能量を算出する。

【0163】

【数3】

$$\begin{bmatrix} P_1 \\ \vdots \\ P_n \end{bmatrix} = INV \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \cdots & \alpha_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{n1} & \cdots & \alpha_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ \vdots \\ V_n \end{bmatrix} \times T \quad \cdots \text{式(11)}$$

40

【0164】

上記の式(11)において、 P_i は、 i で示される蓄電装置303の放電可能量である。 α_{ij} は、 i で示される蓄電装置303の放電が増えたときに j で示される蓄電装置303に対応する受電点の電圧がどの程度上昇するのかを表す感度係数である。 V_i は、(電圧の上限値) - (電圧取得部206が取得した電圧値 v_i)である。 T は制御周期であり、例えば5分である。

【0165】

50

なお、例えば、 V_i が負である場合、配分指令値算出部 204 は、 $V_i = 0$ として、蓄電装置 303 の放電可能量を算出する。これにより、 V_i が上限値を逸脱している場合、放電可能量が 0 と算出される。

【0166】

次に、配分指令値算出部 204 は、以下の式(12)により、各蓄電装置 303 の閾値を算出する(ここでは、便宜上、この閾値を第 4 の閾値と呼ぶ場合がある)。なお、式(12)では第 1 の閾値 i 、第 2 の閾値 i 、および、第 3 の閾値 i のすべてが記載されているが、配分指令値算出部 204 は、必ずしも放電可能量 i に対して、第 1 の閾値 i 、第 2 の閾値 i 、および、第 3 の閾値 i のすべてを比較する必要はなく、ステップ S106、あるいはステップ S207 で算出した閾値 i を使用すればよい。

10

【0167】

第 4 の閾値 $i = \min$ (第 1 の閾値 i , 第 2 の閾値 i , 第 3 の閾値 i , 放電可能量 i)
 ・ ・ ・ 式(12)

【0168】

すなわち、事前に算出された閾値が放電可能量よりも大きい場合、配分指令値算出部 204 は、閾値を放電可能量に制限する。これにより、電圧が上限を超えないように閾値が調整される。

【0169】

なお、上限は、負荷 302 またはその他の回路が破損しないように、基準電圧に対して予め定められた電圧である。日本では、100V の基準電圧に対して、107V が上限として予め定められている。例えば、電圧値 i が上限値以上である場合、配分指令値算出部 204 は、放電可能量 i を 0 と定める。これにより、電圧値 i が上限値以上である場合、閾値 i が 0 に制限され、蓄電装置 303 の出力が 0 に制限される。

20

【0170】

次に、ステップ S308 において、配分指令値算出部 204 は、次の式(13)等により、蓄電装置 303 への蓄電装置配分指令値を算出する。なお、式(13)等により算出された蓄電装置配分指令値が、式(12)で算出された第 4 の閾値を超える場合、配分指令値算出部 204 は、その蓄電装置配分指令値を第 4 の閾値で制限する。なお、式(13)は一例であり、最適化手法等が適用されてもよい。

【0171】

【数 4】

蓄電装置配分指令値 $_i = \frac{\text{第 4 の閾値}_i}{\sum \text{第 4 の閾値}_i} \times (\text{制御総量} + \sum \text{負荷配分指令値}_i) \cdot \cdot \cdot \text{式(13)}$

30

【0172】

次に、ステップ S309 において、配分指令値算出部 204 は、需要家設備制御装置 301 を介して、蓄電装置配分指令値を蓄電装置 303 に送信し、負荷配分指令値を負荷 302 に送信する。これにより、配分指令値算出部 204 は、各配分指令値を通知する。この処理は、実施の形態 1 と同様である。

【0173】

本実施の形態における電力制御装置 200 は、残容量のみでなく、定格出力容量、消費電力量および電圧に基づいて、指令値を算出する。これにより、電力制御装置 200 は、制御精度の悪化および電圧の異常等を抑制することができる。

40

【0174】

以下、具体例を説明する。本具体例の前提として、制御期間は 30 分であり、制御周期は 10 分であり、制御期間における目標受電電力量は 4 kWh である。制御可能負荷 302 a は存在せず、第 1 の蓄電装置 303 および第 2 の蓄電装置 303 の 2 台の蓄電装置 303 が制御される。第 1 の蓄電装置 303 のインバータ定格は 60 kW であり、残容量は 40 kWh である。一方、第 2 の蓄電装置 303 のインバータ定格は 30 kW であり、残容量は 20 kWh である。

50

【 0 1 7 5 】

さらに、本具体例の前提として、制御実施時間は10分であり、その10分間における第1の蓄電装置303に対応する負荷302の消費電力量は1kWhであり、第2の蓄電装置303に対応する負荷302の消費電力量は2kWhである。また、制御実施時間(10分間)における第1の蓄電装置303および第2の蓄電装置303のそれぞれの出力電力量は0kWhである。

【 0 1 7 6 】

また、本具体例の前提として、太陽光発電装置304が第2の蓄電装置303を備える需要家設備300に備えられている。そして、制御実施時間(10分間)において、第2の蓄電装置303に対応する太陽光発電装置304の発電電力量は1kWhである。

10

【 0 1 7 7 】

また、本具体例の前提として、電圧取得部206は、第1の蓄電装置303に対応する受電点の電圧値として105Vを取得し、第2の蓄電装置303に対応する受電点の電圧値として104Vを取得する。電圧上限値は107Vである。したがって、式(11)において、 $V_1 = 2V$ 、 $V_2 = 3V$ と定められる。また、前提として、式(11)における感度係数は、 $_{11} = 0.0001$ 、 $_{12} = 0.0001$ 、 $_{21} = 0.0001$ 、 $_{22} = 0.0002$ である。

【 0 1 7 8 】

上記の前提において、式(1)から、第1の蓄電装置303および第2の蓄電装置303のインバータ出力可能量は、それぞれ、10kWhおよび5kWhと算出される。また、式(3)から、実績受電電力量の総和は、3kWhと算出される。また、式(4)から、予測受電電力量の総和は、6kWhと算出される。また、予測発電電力量は、式(4)と同様の方式で算出される場合(式(4)に限定されるものではない)、2kWhと算出される。

20

【 0 1 7 9 】

したがって、式(8)より、目標受電電力量である4kWhに対し、制御総量は2kWhと算出される。

【 0 1 8 0 】

次に、第1の蓄電装置303に関して、式(9)において、インバータ出力可能量は10kWh、消費電力量は1kWh、発電電力量は0kWh、放電可能な残容量は6.67kWh(=40kWh×(10分÷1h)×放電レート1C)である。したがって、式(9)より、第1の蓄電装置303の第3の閾値は1kWhと算出される。

30

【 0 1 8 1 】

一方、第2の蓄電装置303に関して、式(9)において、インバータ出力可能量は5kWh、消費電力量は2kWh、発電電力量は1kWh、残容量は3.33kWh(=20kWh×(10分÷1h)×放電レート1C)である。したがって、式(9)より、第2の蓄電装置303の第3の閾値は1kWhと算出される。

【 0 1 8 2 】

また、式(11)より、 $P_1 = 1.667kWh$ 、 $P_2 = 1.667kWh$ と算出される。式(12)より、第1の蓄電装置303における第4の閾値は1kWhと算出され、同様に、第2の蓄電装置303における第4の閾値は1kWhと算出される。

40

【 0 1 8 3 】

次に、式(13)より、第1の蓄電装置303の蓄電装置配分指令値は、1kWhと算出され、第2の蓄電装置303の蓄電装置配分指令値は、1kWhと算出される。

【 0 1 8 4 】

なお、電力制御装置200は、電圧変動に応じて、制御周期を決定するようにしてもよい。例えば、電圧取得部206が取得した電圧値の変動が大きい場合や、電圧取得部206が取得した電圧が電圧の上限値に近い場合は、電力制御装置200は、制御周期を短くするようにしてもよい。一方、電力制御装置200は、電圧取得部206が取得した電圧が電圧の下限値に近い場合は制御周期を長くするようにしてもよい。

50

【 0 1 8 5 】

(実施の形態 4)

本実施の形態では、需要家の施設における複数の蓄電装置および制御可能負荷を制御する電力制御装置について説明する。なお、既に説明した実施の形態 1 ~ 3 と同様の構成要素については、同様の符号を付し、詳細な説明を省略する場合がある。

【 0 1 8 6 】

図 1 1 は、本実施の形態における需要家設備の構成を示すブロック図である。図 1 1 に示されるように、需要家設備 3 0 0 は、負荷 3 0 2 と、複数の蓄電装置 3 0 3 と、需要家設備制御装置 3 0 1 と、電力制御装置 2 0 0 とを備える。

【 0 1 8 7 】

すなわち、実施の形態 1 ~ 3 では、複数の需要家設備 3 0 0 のそれぞれが蓄電装置 3 0 3 を備えているが、本実施の形態では、1 つの需要家設備 3 0 0 が複数の蓄電装置 3 0 3 を備える。また、本実施の形態では、需要家設備 3 0 0 が電力制御装置 2 0 0 を備える。本実施の形態における構成要素の配置は、実施の形態 1 ~ 3 とは異なるが、各構成要素の具体的な動作は、実施の形態 1 ~ 3 と同様である。

【 0 1 8 8 】

例えば、需要家設備制御装置 3 0 1 は、蓄電装置 3 0 3 から受信した放電電力量、残容量およびインバータ定格と、センサまたはメータ(いずれも図示せず)から取得した負荷 3 0 2 の消費電力量とを電力制御装置 2 0 0 に送信する。

【 0 1 8 9 】

電力制御装置 2 0 0 は、受信した放電電力量と、残容量と、インバータ定格と、消費電力量とから、複数の蓄電装置 3 0 3 の蓄電装置配分指令値、および、制御可能負荷 3 0 2 a の負荷配分指令値を算出し、需要家設備制御装置 3 0 1 に送信する。

【 0 1 9 0 】

需要家設備制御装置 3 0 1 は、受信した蓄電装置配分指令値および負荷配分指令値を、複数の蓄電装置 3 0 3 および制御可能負荷 3 0 2 a に送信する。

【 0 1 9 1 】

本実施の形態では、複数の蓄電装置 3 0 3 が、同じ負荷 3 0 2 に対応付けられる。すなわち、各蓄電装置 3 0 3 の放電電力量は、同じ負荷 3 0 2 の消費電力量に基づく閾値で制限される。したがって、閾値に消費電力量が用いられない場合に比べて、制御精度の悪化は抑制される。

【 0 1 9 2 】

しかし、全体の放電電力量が負荷 3 0 2 の消費電力量を超える可能性がある。そのため、負荷 3 0 2 の消費電力量は、複数の蓄電装置 3 0 3 に配分されて閾値として利用されてもよい。例えば、消費電力量は、複数の蓄電装置 3 0 3 に等分されて閾値として利用されてもよい。これにより、さらに、制御精度の悪化が抑制される。

【 0 1 9 3 】

(実施の形態 5)

本実施の形態では、需要家の施設における複数の蓄電装置および制御可能負荷を制御する電力制御装置について説明する。なお、既に説明した実施の形態 1 ~ 4 と同様の構成要素については、同様の符号を付し、詳細な説明を省略する場合がある。

【 0 1 9 4 】

図 1 2 は、本実施の形態における需要家設備の構成を示すブロック図である。図 1 2 に示されるように、需要家設備 3 0 0 は、負荷 3 0 2 と、複数の蓄電装置 3 0 3 と、電力制御装置 2 0 0 とを備える。

【 0 1 9 5 】

電力制御装置 2 0 0 は、実施の形態 4 に示された電力制御装置 2 0 0 および需要家設備制御装置 3 0 1 の両方の役割を果たす。例えば、電力制御装置 2 0 0 は、蓄電装置 3 0 3 から放電電力量と残容量とインバータ定格とを取得し、センサまたはメータ(いずれも図示せず)から負荷 3 0 2 の消費電力量を取得する。

10

20

30

40

50

【 0 1 9 6 】

そして、電力制御装置 2 0 0 は、取得した放電電力量と残容量とインバータ定格と消費電力量とから、複数の蓄電装置 3 0 3 に対する複数の蓄電装置配分指令値、および、制御可能負荷 3 0 2 a に対する負荷配分指令値を算出する。そして、電力制御装置 2 0 0 は、複数の蓄電装置配分指令値および負荷配分指令値を複数の蓄電装置 3 0 3 および制御可能負荷 3 0 2 a に送信する。

【 0 1 9 7 】

本実施の形態では、電力制御装置 2 0 0 が需要家設備制御装置 3 0 1 の役割を果たすことにより、需要家設備 3 0 0 における装置の数が減少する。そして、構成が簡素化され、設置スペースが削減される。

【 0 1 9 8 】

(まとめ、および、補足)

上記の複数の実施の形態に示された電力制御装置 2 0 0 は、複数の蓄電装置 3 0 3 のそれぞれから所定時間あたりに出力される電力量を制御する。所定時間は、例えば、制御周期である。所定時間は、その他の期間でもよい。また、例えば、電力制御装置 2 0 0 は、蓄電装置情報取得部 2 0 1 と、負荷情報取得部 2 0 2 と、制御総量算出部 2 0 3 と、配分指令値算出部 2 0 4 とを備える。

【 0 1 9 9 】

蓄電装置情報取得部 2 0 1 は、複数の蓄電装置 3 0 3 のそれぞれについて、蓄電装置 3 0 3 の残容量、および、蓄電装置 3 0 3 の所定時間あたりの定格出力容量を取得する。

【 0 2 0 0 】

ここで、残容量は、所定時間あたりに放電可能な残容量でもよい。定格出力容量は、例えば、上記の複数の実施の形態に示されたインバータ出力可能量である。

【 0 2 0 1 】

また、蓄電装置 3 0 3 の所定時間あたりの定格出力容量は、所定時間あたりの蓄電池の放電可能容量が反映されてもよい。すなわち、蓄電池の放電レートと所定時間とで算出される放電可能容量は、上記の残容量に反映されてもよいし、上記の定格出力容量に反映されてもよい。

【 0 2 0 2 】

負荷情報取得部 2 0 2 は、複数の蓄電装置 3 0 3 のそれぞれについて、蓄電装置 3 0 3 に対応する 1 以上の負荷 3 0 2 の所定時間あたりの消費電力量を取得する。蓄電装置 3 0 3 に対応する 1 以上の負荷 3 0 2 は、蓄電装置 3 0 3 および電力系統から供給される電力を利用可能な 1 以上の負荷 3 0 2 である。例えば、蓄電装置 3 0 3 に対応する 1 以上の負荷 3 0 2 は、蓄電装置 3 0 3 と同じ施設に設置された 1 以上の負荷 3 0 2 である。

【 0 2 0 3 】

負荷情報取得部 2 0 2 は、別の単位時間の消費電力量から所定時間あたりの消費電力量を算出することにより、所定時間あたりの消費電力量を取得してもよい。

【 0 2 0 4 】

制御総量算出部 2 0 3 は、電力系統から供給される電力の所定の目標電力量に従って、複数の蓄電装置 3 0 3 から出力される総電力量に対応する制御総量を算出する。例えば、目標電力量は、電力系統の目標供給電力量に対応し、目標受電電力量に対応する。また、例えば、制御総量は、実績受電電力量の総和に予測受電電力量の総和を加え、目標受電電力量を引くことにより得られる。また、例えば、制御総量は、予測受電電力量の総和と目標受電電力量との差でもよい。

【 0 2 0 5 】

予測受電電力量の総和は、複数の蓄電装置 3 0 3 のそれぞれについて取得された消費電力量等から算出される。例えば、予測受電電力量の総和は、複数の蓄電装置 3 0 3 に対応する全ての負荷 3 0 2 の総消費電力量でもよい。制御総量および目標受電電力量は、所定時間に対応する電力量でもよいし、その他の時間に対応する電力量でもよい。

【 0 2 0 6 】

10

20

30

40

50

配分指令値算出部 204 は、複数の蓄電装置 303 のそれぞれについて蓄電装置 303 に対する配分量を示す蓄電装置配分指令値を算出することにより、制御総量を複数の蓄電装置 303 に配分する。ここで、蓄電装置 303 に対する配分量は、制御総量のうち蓄電装置 303 に配分される電力量であり、蓄電装置 303 に出力させる電力量である。

【0207】

また、配分指令値算出部 204 は、蓄電装置配分指令値の算出において、複数の蓄電装置 303 のそれぞれについて、残容量と定格出力容量と消費電力量とのうちの最小値を閾値として算出する。そして、配分指令値算出部 204 は、閾値以下の電力量を配分量として示す蓄電装置配分指令値を算出する。

【0208】

これにより、複数の蓄電装置 303 のそれぞれについて、蓄電装置 303 の残容量のみでなく、蓄電装置 303 の定格出力容量、および、蓄電装置 303 に対応する負荷 302 の消費電力量に基づいて、適切な指令値が算出される。そして、複数の蓄電装置 303 のそれぞれは、適切な指令値に基づいて、放電を行うことができる。よって、電力制御装置 200 は、複数の蓄電装置 303 のそれぞれが出力する電力量を適切に制御することができる。

【0209】

蓄電装置配分指令値の算出に用いられる制御総量および消費電力量は、制御可能負荷 302 a の消費電力の変更量等に基づいて調整されてもよい。例えば、複数の蓄電装置 303 に含まれる蓄電装置 303 に対応する 1 以上の負荷 302 に、消費電力の削減が可能な負荷 302 である制御可能負荷 302 a が含まれている場合がある。

【0210】

この場合、配分指令値算出部 204 は、制御可能負荷 302 a の消費電力の変更量を示す負荷配分指令値を算出してもよい。そして、配分指令値算出部 204 は、その蓄電装置 303 について、取得された消費電力量に変更量を反映し、残容量と、定格出力容量と、変更量が反映された消費電力量とのうちの最小値を閾値として算出してもよい。また、配分指令値算出部 204 は、制御総量に変更量を反映し、変更量が反映された制御総量を閾値（閾値によって規定される範囲）に従って複数の蓄電装置 303 に配分してもよい。

【0211】

これにより、1 以上の負荷 302 の消費電力量が削減され、削減された消費電力量に従って、適切な指令値が算出される。例えば、エアコンまたはヒートポンプ給湯器等のような制御可能負荷 302 a の消費電力が制御されることで、蓄電装置 303 の放電量および使用回数が減少し、蓄電装置 303 のサイクル劣化が抑制される。

【0212】

また、例えば、配分指令値算出部 204 は、閾値が大きいほど大きい配分量を示す蓄電装置配分指令値を算出してもよい。これにより、電力制御装置 200 は、閾値に比例する蓄電装置配分指令値を算出することができる。したがって、電力制御装置 200 は、複数の蓄電装置 303 に対して、負担を適切に分散することができる。

【0213】

また、例えば、配分指令値算出部 204 は、複数の蓄電装置 303 の残容量の分散を小さくする蓄電装置配分指令値を算出してもよい。これにより、電力制御装置 200 は、複数の蓄電装置 303 の残容量をそれらの平均に近づけることができる。したがって、電力制御装置 200 は、過充電および過放電を抑制することができる。

【0214】

また、例えば、配分指令値算出部 204 は、閾値が下限よりも小さい場合、配分量として 0 を示す蓄電装置配分指令値を算出してもよい。これにより、電力制御装置 200 は、効率の低い放電を抑制し、蓄電装置 303 の劣化を抑制することができる。また、電力制御装置 200 は、蓄電装置 303 の制御のための処理量を削減することができる。

【0215】

また、例えば、配分指令値算出部 204 は、複数の蓄電装置 303 のそれぞれについて

10

20

30

40

50

、蓄電装置 303 の放電量の最小分解能以上の分解能で配分量を示す蓄電装置配分指令値を算出してもよい。ここで、蓄電装置 303 の放電量の最小分解能は、蓄電装置 303 に対して予め定められた最小分解能であって、蓄電装置 303 の放電量の階調に対応する。

【0216】

これにより、電力制御装置 200 は、適切な蓄電装置配分指令値を算出することができる。例えば、電力制御装置 200 は、最小分解能よりも細かい端数の電力量を他の蓄電装置 303 に配分することで、制御精度を向上させることができる。

【0217】

また、例えば、電力制御装置 200 は、さらに、太陽光発電装置 304 の所定時間あたりの電力供給量を取得する太陽光発電情報取得部 205 を備えてもよい。ここで、太陽光発電装置 304 は、複数の蓄電装置 303 に含まれる蓄電装置 303 に対応する 1 以上の負荷 302 に電力を供給する装置である。

【0218】

そして、太陽光発電装置 304 の電力供給量が 1 以上の負荷 302 の所定時間あたりの消費電力量よりも小さい場合、配分指令値算出部 204 は、その蓄電装置 303 について、消費電力量から電力供給量を除外してもよい。すなわち、配分指令値算出部 204 は、その蓄電装置 303 に対する閾値の算出において、消費電力量から電力供給量を除外してもよい。そして、配分指令値算出部 204 は、残容量と、定格出力容量と、電力供給量が除外された消費電力量とのうちの最小値を閾値として算出してもよい。

【0219】

これにより、太陽光発電装置 304 が設置されている場合でも、電力制御装置 200 は、太陽光発電装置 304 の電力供給量に従って、適切な蓄電装置配分指令値を算出することができる。

【0220】

また、例えば、配分指令値算出部 204 は、太陽光発電装置 304 の所定時間あたりの電力供給量が 0 よりも大きい場合、蓄電装置 303 の配分量として 0 を示す蓄電装置配分指令値を算出してもよい。これにより、太陽光発電装置 304 が設置されている場合でも、電力制御装置 200 は、太陽光発電装置 304 が実際に電力を供給しているか否かに従って、適切な蓄電装置指令値を算出することができる。

【0221】

また、例えば、電力制御装置 200 は、さらに、複数の蓄電装置 303 のそれぞれについて、蓄電装置 303 に対応する受電点の電圧を取得する電圧取得部 206 を備えてもよい。蓄電装置 303 に対応する受電点は、蓄電装置 303 と 1 以上の負荷 302 とを含む設備 300 に電力系統から供給される電力の受電点である。そして、配分指令値算出部 204 は、複数の蓄電装置 303 のそれぞれについて、電圧が上限電圧以上である場合、配分量として 0 を示す蓄電装置配分指令値を算出してもよい。

【0222】

これにより、電力制御装置 200 は、電圧が上限電圧以上である場合、蓄電装置 303 の出力を制限し、電圧の異常を抑制することができる。

【0223】

また、例えば、電力制御装置 200 は、さらに、複数の蓄電装置 303 のそれぞれについて、蓄電装置 303 に対応する受電点の電圧を取得することにより、複数の蓄電装置 303 に対応する複数の電圧を取得する電圧取得部 206 を備えてもよい。

【0224】

そして、配分指令値算出部 204 は、複数の蓄電装置 303 のそれぞれについて、複数の電圧、複数の電圧に対する上限電圧、および、所定の関係から放電可能量を算出してもよい。そして、放電可能量が閾値よりも小さい場合、配分指令値算出部 204 は、閾値を放電可能量に変更して、変更された閾値以下の電力量を配分量として示す蓄電装置配分指令値を算出してもよい。

【0225】

所定の関係は、複数の蓄電装置 303 のそれぞれの放電の変動量と複数の電圧のそれぞれの変動量との間の関係であり、例えば、上記の実施の形態 3 に示された感度係数、または、感度係数の行列に対応する。

【0226】

これにより、電力制御装置 200 は、電圧が上限電圧を超えないように、閾値を調整し、適切な蓄電装置配分指令値を算出することができる。

【0227】

また、例えば、負荷情報取得部 202 は、複数の蓄電装置 303 のそれぞれについて、蓄電装置 303 に対応する 1 以上の負荷 302 の所定時間あたりの消費電力量を予測してもよい。そして、負荷情報取得部 202 は、予測された消費電力量を 1 以上の負荷 302 の所定時間あたりの消費電力量として取得してもよい。

10

【0228】

これにより、電力制御装置 200 は、消費電力量の予測に従って、適切な閾値を算出することができる。したがって、これにより、電力制御装置 200 は、適切な蓄電装置配分指令値を算出することができる。

【0229】

また、例えば、配分指令値算出部 204 は、複数の蓄電装置 303 のそれぞれに対して、配分指令値算出部 204 で算出された蓄電装置配分指令値を通知してもよい。これにより、電力制御装置 200 は、複数の蓄電装置 303 のそれぞれに対して、蓄電装置配分指令値を適切に通知することができる。

20

【0230】

また、例えば、配分指令値算出部 204 は、需要家設備制御装置 301 を介して、複数の蓄電装置 303 のそれぞれに対して、蓄電装置配分指令値を通知してもよい。また、例えば、配分指令値算出部 204 は、制御可能負荷 302 a に対して、配分指令値算出部 204 で算出された負荷配分指令値を通知してもよい。蓄電装置配分指令値と同様に、配分指令値算出部 204 は、需要家設備制御装置 301 を介して、制御可能負荷 302 a に対して、負荷配分指令値を通知してもよい。

【0231】

なお、上記実施の形態では、蓄電装置 303 を中心に説明したが、電力制御装置 200 は、蓄電装置 303 の代わりに、同様に逆流できない可能性がある発電機を制御することも可能である。ここで、発電機とは、燃料電池またはガスエンジン等である。例えば、電力制御装置 200 は、式(1)～式(4)および式(7)をそのまま用い、式(5)および式(6)の代わりに、以下の式(14)および式(15)を用いることで、配分指令値を算出する(以下、発電機への配分指令値を発電機指令値と呼ぶ場合がある)。

30

【0232】

第1の閾値 $i = \min(\text{インバータ出力可能量}_i, \text{消費電力量}_i) \cdots \text{式}(14)$

第2の閾値 $i = \min(\text{インバータ出力可能量}_i, \text{消費電力量}_i + \text{負荷配分指令値}_i) \cdots \text{式}(15)$

【0233】

なお、式(14)および式(15)はインバータによる連系を行っている発電機に関する式である。交流発電機による連系が行われている場合、別の式が用いられる。例えば、インバータ出力可能量の代わりに、交流発電機の出力可能量が用いられてもよい。

40

【0234】

また、上記の複数の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、上記実施の形態の電力制御装置 200 などを実現するソフトウェアは、次のようなプログラムである。

【0235】

50

すなわち、このプログラムは、コンピュータに、複数の蓄電装置のそれぞれから所定時間あたりに出力される電力量を制御するための電力制御方法であって、前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、当該蓄電装置の残容量、および、当該蓄電装置の前記所定時間あたりの定格出力容量を取得する蓄電装置情報取得ステップと、前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、当該蓄電装置と電力系統とから供給される電力を利用可能な1以上の負荷の前記所定時間あたりの消費電力量を取得する負荷情報取得ステップと、前記電力系統から供給される電力に対する所定の目標電力量に従って、前記複数の蓄電装置から出力される総電力量に対応する制御総量を算出する制御総量算出ステップと、前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、前記制御総量のうち当該蓄電装置に配分される電力量であり当該蓄電装置に出力させる電力量である配分量を示す蓄電装置配分指令値を算出することによって、前記制御総量を前記複数の蓄電装置に配分する配分指令値算出ステップとを含み、前記配分指令値算出ステップでは、前記複数の蓄電装置のそれぞれについて、前記残容量と前記定格出力容量と前記消費電力量とのうちの最小値を閾値として算出し、前記閾値以下の電力量を前記配分量として示す前記蓄電装置配分指令値を算出する電力制御方法を実行させる。

10

【0236】

また、電力制御装置200の各構成要素は、回路でもよい。これらの回路は、全体として1つの回路を構成してもよいし、それぞれ別々の回路でもよい。また、これらの回路は、それぞれ、汎用的な回路でもよいし、専用の回路でもよい。

【0237】

20

以上、一つまたは複数の態様に係る電力制御装置200等について、実施の形態に基づいて説明したが、本開示は、こ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本実施の形態に施したのものや、異なる実施の形態における構成要素を組み合わせて構築される形態も、一つまたは複数の態様の範囲内に含まれてもよい。

【0238】

例えば、上記実施の形態において、特定の構成要素が実行する処理を特定の構成要素の代わりに別の構成要素が実行してもよい。また、複数の処理の順序が変更されてもよいし、複数の処理が並行して実行されてもよい。

【産業上の利用可能性】

30

【0239】

本開示は、例えば、複数の蓄電装置を制御することにより、ネガワットサービスを提供する電力制御装置等に利用可能であり、電力制御システム、需要家設備制御システム、蓄電装置管理システム、または、負荷管理システム等に適用可能である。

【符号の説明】

【0240】

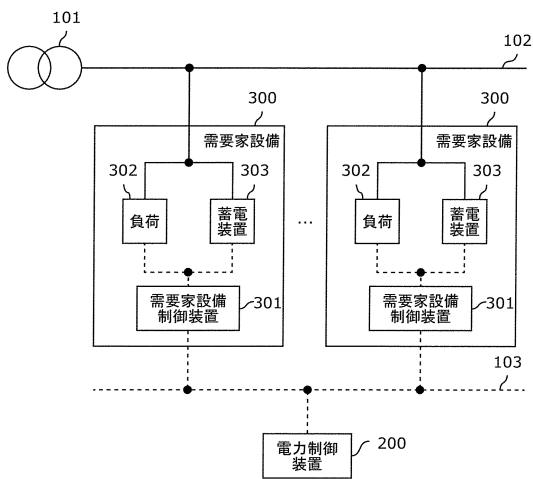
- 101 配電用変圧器
- 102 配電線
- 103 通信線
- 200 電力制御装置
- 201 蓄電装置情報取得部
- 202 負荷情報取得部
- 203 制御総量算出部
- 204 配分指令値算出部
- 205 太陽光発電情報取得部
- 206 電圧取得部
- 300 需要家設備(設備)
- 301 需要家設備制御装置
- 302 負荷
- 302 a 制御可能負荷

40

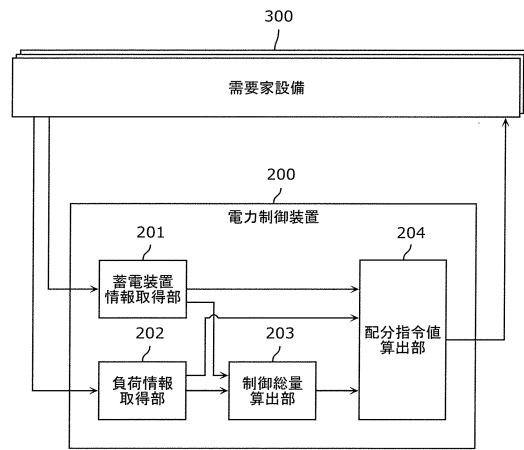
50

- 3 0 2 b 制御不可負荷
- 3 0 3 蓄電装置
- 3 0 4 太陽光発電装置（発電装置）

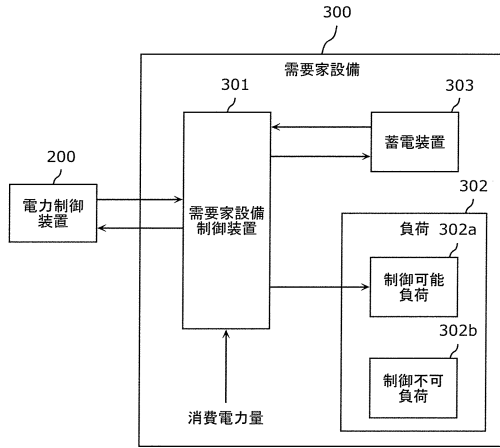
【図 1】



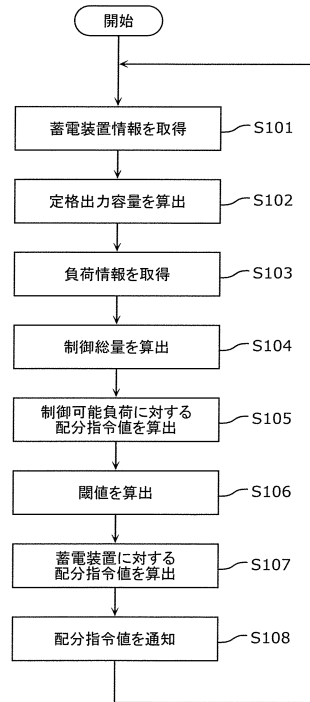
【図 2】



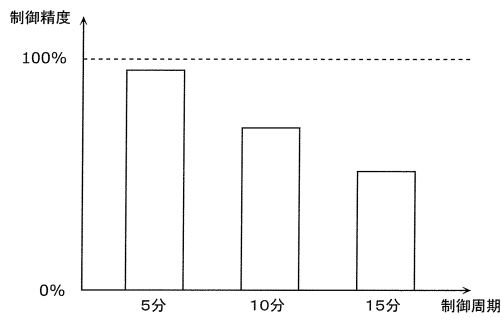
【図3】



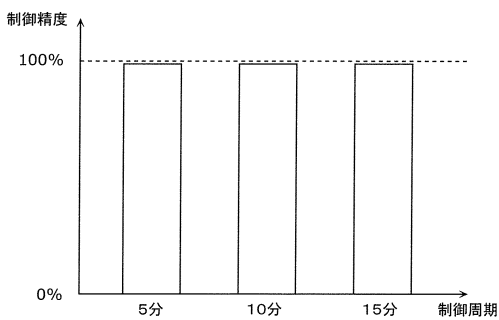
【図4】



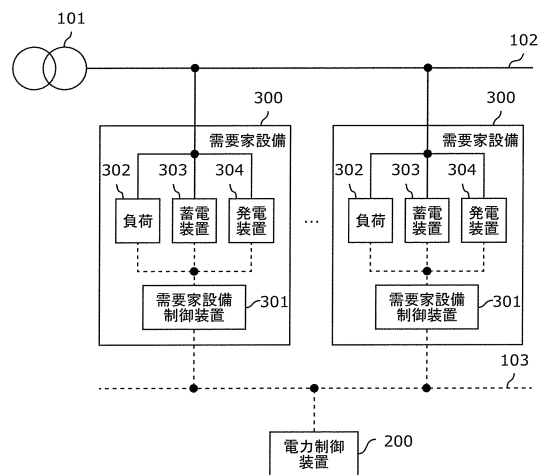
【図5A】



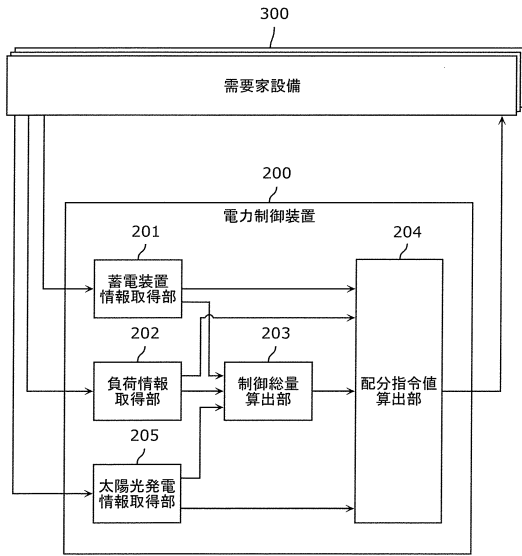
【図5B】



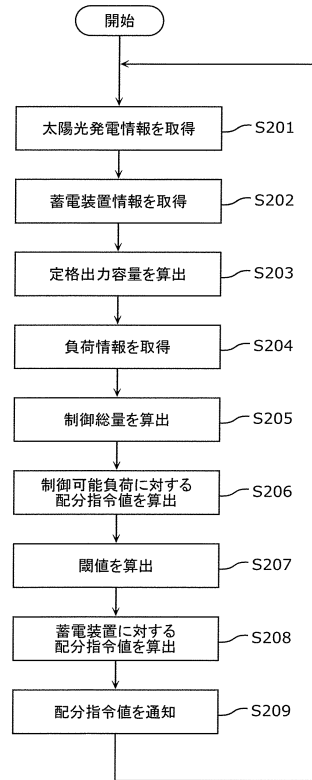
【図6】



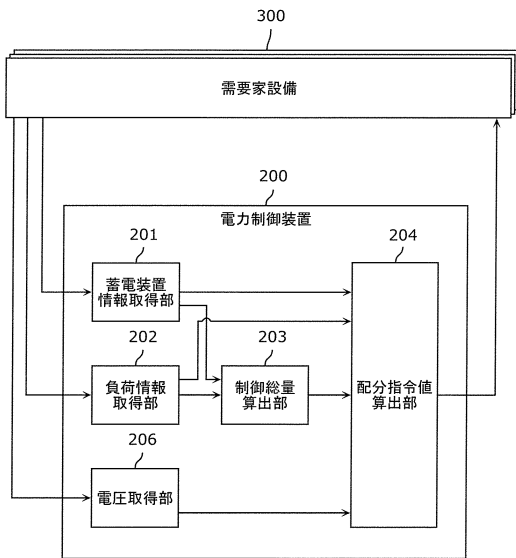
【図7】



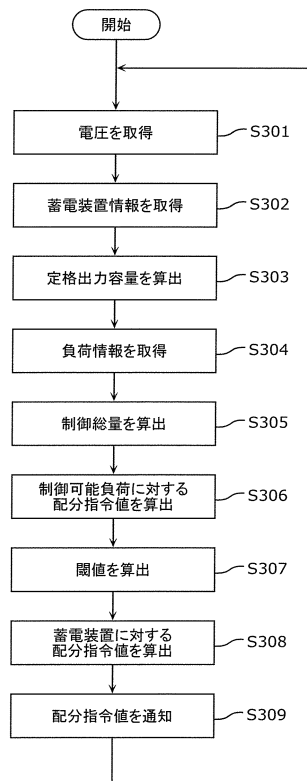
【図8】



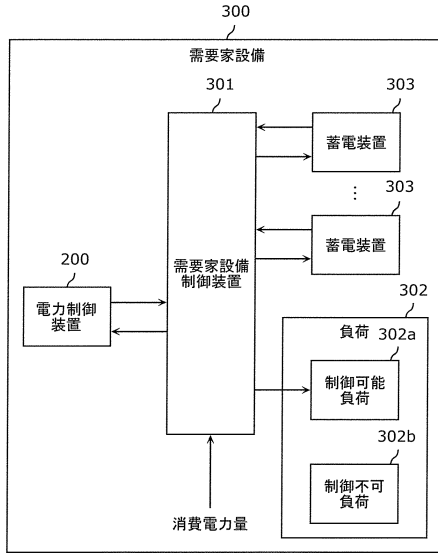
【図9】



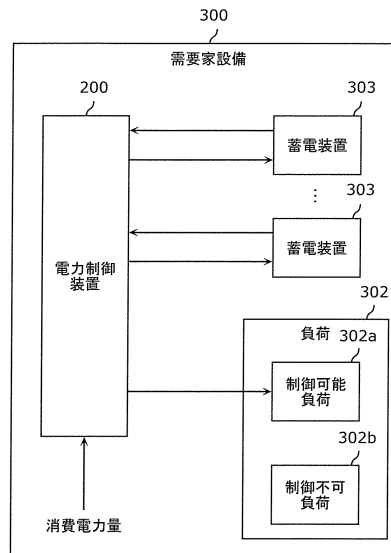
【図10】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

(72)発明者 董 思含

大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

審査官 杉田 恵一

(56)参考文献 特開2012-34514(JP,A)
特開2012-130106(JP,A)
特開2013-172483(JP,A)
特開2014-168315(JP,A)
特開2014-207751(JP,A)
米国特許出願公開第2012/0130556(US,A1)
国際公開第2011/135822(WO,A1)
国際公開第2013/038458(WO,A1)
国際公開第2015/045552(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 3/00
H02J 7/00
H02J 13/00