

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-150759

(P2020-150759A)

(43) 公開日 令和2年9月17日(2020.9.17)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
HO2J 3/00 (2006.01)	HO2J 3/00 170	5G066
HO2J 3/32 (2006.01)	HO2J 3/32	5G503
HO2J 3/38 (2006.01)	HO2J 3/38 130	5H030
HO2J 7/35 (2006.01)	HO2J 7/35 K	5H125
HO1M 10/48 (2006.01)	HO1M 10/48 P	
審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 28 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2019-48337 (P2019-48337)
 (22) 出願日 平成31年3月15日 (2019.3.15)

(71) 出願人 00004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (74) 代理人 110001128
 特許業務法人ゆうあい特許事務所
 (72) 発明者 井下 洋之
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内
 Fターム(参考) 5G066 AA02 AA03 HA13 HA15 HB06
 HB09 JA07 JB03
 5G503 AA01 AA06 BA01 BB01 BB02
 CA08 CB10 CB11 FA06 GD06
 5H030 AA10 AS03 AS08 BB01 FF22
 FF41 FF52
 5H125 AA01 AC12 AC24 BE02 CC06
 CD10 DD02 EE21 EE25

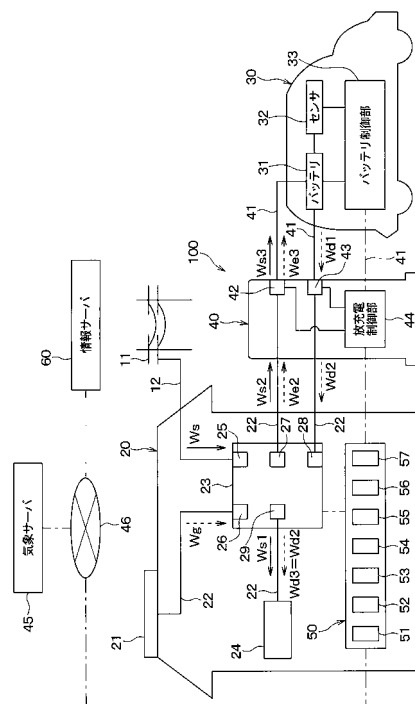
(54) 【発明の名称】 電力制御装置

(57) 【要約】

【課題】電気料金の上昇を抑制できる電力制御装置を提供する

【解決手段】電力制御装置50は、系統供給率、第1充電効率、放電効率および放電供給率に基づいて、蓄電装置に対応する電気自動車30のバッテリー31の充放電計画を作成する。系統供給率は、第2系統電力量 $Ws2$ に対する第3系統電力量 $Ws3$ の割合である。第1充電効率は、第3系統電力量 $Ws3$ に対する充電電力量 Wc の割合である。放電効率は、放電電力量 Wd に対する第1放電供給量 $Wd1$ の割合である。放電供給率は、第1放電供給量 $Wd1$ に対する第2放電供給量 $Wd2$ の割合である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

建物(20)に配置されている発電装置(21)によって発電される電力量の推移の予測である発電予測データ(Dgf)を作成する発電予測部(S102)と、

前記建物に配置されている電力消費機器(24)によって消費される電力量の推移の予測である消費予測データ(Dcf)を作成する消費予測部(S103)と、

前記発電予測データ、前記消費予測データ、系統電力源(11)から、蓄電装置(30)のバッテリー(31)を充放電させる充放電装置(40)に供給される電力量(Ws2)に対する前記充放電装置から前記バッテリーに供給される電力量(Ws3)の割合である系統供給率(s)および前記充放電装置から前記蓄電装置に供給される電力量(Ws3)に対する前記バッテリーに充電される電力量(Wc)の割合である充電効率(c1)に基づいて、前記バッテリーの充放電計画(PCd)を作成する計画作成部(S105)と、

を備える電力制御装置。

10

【請求項 2】

前記計画作成部は、前記系統供給率および前記充電効率が最大値となる前記バッテリーに充電される電力量(Wc)で、前記バッテリーを充電する前記充放電計画(PCd)を作成する請求項1に記載の電力制御装置。

【請求項 3】

前記バッテリーが充電したときに、前記充放電装置から前記蓄電装置に供給された電力量(Ws3)に対する前記バッテリーに充電された電力量(Wc)の割合(c1)に基づいて、前記計画作成部が前記充放電計画を作成するときの前記充電効率を補正する充電補正部(S111)をさらに備える請求項1または2に記載の電力制御装置。

20

【請求項 4】

前記バッテリーが充電したときに、前記系統電力源から前記充放電装置に供給された電力量(Ws2)に対する前記充放電装置から前記バッテリーに供給された電力量(Ws3)の割合(s)に基づいて、前記計画作成部が前記充放電計画を作成するときの前記系統供給率を補正する供給補正部(S111)をさらに備える請求項1ないし3のいずれか1つに記載の電力制御装置。

【請求項 5】

前記バッテリーの温度(Tb)に基づいて、前記充電効率を読み出す温度読出部(S101)と、

前記バッテリーが充電したときに取得された前記バッテリーの温度および前記バッテリーが充電したときに取得された前記バッテリーの温度に対応する前記充放電装置から前記蓄電装置に供給された電力量(Ws3)に対する前記バッテリーに充電された電力量(Wc)の割合(c1)に基づいて、前記バッテリーの温度および前記充電効率の関係を補正する温度補正部(S111)と、

をさらに備える請求項1ないし4のいずれか1つに記載の電力制御装置。

30

【請求項 6】

建物(20)に配置されている発電装置(21)によって発電される電力量の推移の予測である発電予測データ(Dgf)を作成する発電予測部(S102)と、

前記建物に配置されている電力消費機器(24)によって消費される電力量の推移の予測である消費予測データ(Dcf)を作成する消費予測部(S103)と、

前記発電予測データ、前記消費予測データ、蓄電装置(30)のバッテリー(31)が放電する電力量(Wd)に対する前記バッテリーから、前記バッテリーを充放電させる充放電装置(40)に供給される電力量(Wd1)の割合である放電効率(d)および前記バッテリーから前記充放電装置に供給される電力量(Wd1)に対する前記充放電装置から前記電力消費機器に供給される電力量(Wd2)の割合である放電供給率(m)に基づいて、前記バッテリーの充放電計画を作成する計画作成部(S105)と、

を備える電力制御装置。

40

【請求項 7】

50

前記計画作成部は、前記放電効率および前記放電供給率に基づいて、前記バッテリーの放電を禁止する前記充放電計画を作成する請求項 6 に記載の電力制御装置。

【請求項 8】

前記計画作成部は、系統電力源 (1 1) から前記充放電装置に供給される電力量 ($W_s 2$) に対する前記充放電装置から前記バッテリーに供給される電力量 ($W_s 3$) の割合 (s)、前記充放電装置から前記蓄電装置に供給される電力量 ($W_s 3$) に対する前記バッテリーに充電される電力量 (W_c) の割合 ($c 1$)、前記放電効率および前記放電供給率の積が、前記バッテリーを充電させるときの買電価格 ($C_p 1$) を、前記バッテリーを放電させるときの買電価格 ($C_p 2$) で除算した値未満であるとき、前記バッテリーの放電を禁止する前記充放電計画を作成する請求項 7 に記載の電力制御装置。

10

【請求項 9】

前記バッテリーが放電したときに、前記バッテリーが放電した電力量 (W_d) に対する前記バッテリーから前記充放電装置に供給された電力量 ($W_d 1$) の割合 (d) に基づいて、前記計画作成部が前記充放電計画を作成するときの前記放電効率を補正する放電補正部 ($S 1 1 1$) をさらに備える請求項 6 ないし 8 のいずれか 1 つに記載の電力制御装置。

【請求項 10】

前記バッテリーが放電したときに、前記バッテリーから前記充放電装置に供給された電力量 ($W_d 1$) に対する前記充放電装置から前記電力消費機器に供給された電力量 ($W_d 2$) の割合 (m) に基づいて、前記計画作成部が前記充放電計画を作成するときの前記放電供給率を補正する供給補正部 ($S 1 1 1$) をさらに備える請求項 6 ないし 9 のいずれか 1 つに記載の電力制御装置。

20

【請求項 11】

前記バッテリーの温度 (T_b) に基づいて、前記放電効率を読み出す温度読出部 ($S 1 0 1$) と、

前記バッテリーが放電したときに取得された前記バッテリーの温度および前記バッテリーが放電したときに取得された前記バッテリーの温度に対応する前記バッテリーが放電した電力量 (W_d) に対する前記バッテリーから前記充放電装置に供給された電力量 ($W_d 1$) の割合 (d) に基づいて、前記バッテリーの温度および前記放電効率の関係を補正する温度補正部 ($S 1 1 1$) と、

をさらに備える請求項 6 ないし 10 のいずれか 1 つに記載の電力制御装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力制御装置に関する。

【0002】

従来、特許文献 1 に記載されているように、建物に配置された蓄電装置の充放電計画を作成する電力制御装置が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

40

【特許文献 1】特開 2017 - 79564 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 に記載されている電力制御装置が作成する充放電計画では、1日のうち電気料金の安い時間帯に、蓄電装置が充電され、1日のうち電気料金の高い時間帯に、必要に応じて蓄電装置が放電する。しかし、蓄電装置に搭載されるバッテリーの仕様や製造バラつきにより、バッテリーごとに充電効率および放電効率が異なるため、蓄電装置を充電するための系統電力の使用量が大きくなることがある。これにより、電気料金が高くなることがある。なお、ここでは、充電効率とは、系統電力源から蓄電装置に供給される電力量に対

50

して蓄電装置に充電される電力量の割合のことである。また、放電効率とは、蓄電装置の放電によって発生する電力量に対して建物の電力消費機器に供給される電力量の割合のことである。

【0005】

例えば、蓄電装置の充電効率が低い場合、系統電力源から蓄電装置に供給される電力量に対して蓄電装置に充電される電力量の割合が小さいため、充電効率が低い場合と比較して、蓄電装置を充電するための系統電力の使用量が大きくなる。したがって、蓄電装置の充電効率が低い場合、電気料金が高くなる。また、蓄電装置の放電効率が低い場合、蓄電装置の放電によって発生する電力量に対する電力消費機器に供給される電力量の割合が小さいため、放電効率が低い場合と比較して、電力消費機器の消費電力を補うための放電電力の消費量が大きくなる。放電電力の消費量が大きくなると、蓄電装置を充電するための電力量が大きくなるため、蓄電装置を充電するための系統電力の使用量が大きくなる。したがって、蓄電装置の放電効率が低い場合、電気料金が高くなる。

10

【0006】

本発明は、上記点に鑑みて、電気料金の上昇を抑制できる電力制御装置を提供することにある。

【0007】

上記目的を達成するため、請求項1に記載される発明は、建物(20)に配置されている発電装置(21)によって発電される電力量の推移の予測である発電予測データ(Dgf)を作成する発電予測部(S102)と、建物に配置されている電力消費機器(24)によって消費される電力量の推移の予測である消費予測データ(Dcf)を作成する消費予測部(S103)と、発電予測データ、消費予測データ、系統電力源(11)から、蓄電装置(30)のバッテリー(31)を充放電させる充放電装置(40)に供給される電力量(Ws2)に対する充放電装置からバッテリーに供給される電力量(Ws3)の割合である系統供給率(s)および充放電装置から蓄電装置に供給される電力量(Ws3)に対するバッテリーに充電される電力量(Wc)の割合である充電効率(c1)に基づいて、バッテリーの充放電計画(PCd)を作成する計画作成部(S105)と、を備える電力制御装置である。

20

【0008】

これにより、電力制御装置は、系統供給率および充電効率が低いときに、バッテリーを充電する充放電計画を作成できる。系統供給率および充電効率が低いときに、バッテリーを充電させることによって、系統供給率および充電効率が低いときと比較して、バッテリーの充電に使用される系統電力量が小さくなる。したがって、電力制御装置は、電気料金を安くでき、電気料金の上昇を抑制できる。

30

【0009】

また、上記目的を達成するため、請求項6に記載される発明は、建物(20)に配置されている発電装置(21)によって発電される電力量の推移の予測である発電予測データ(Dgf)を作成する発電予測部(S102)と、建物に配置されている電力消費機器(24)によって消費される電力量の推移の予測である消費予測データ(Dcf)を作成する消費予測部(S103)と、発電予測データ、消費予測データ、蓄電装置(30)のバッテリー(31)が放電する電力量(Wd)に対するバッテリーから、バッテリーを充放電させる充放電装置(40)に供給される電力量(Wd1)の割合である放電効率(d)およびバッテリーから充放電装置に供給される電力量(Wd1)に対する充放電装置から電力消費機器に供給される電力量(Wd2)の割合である放電供給率(m)に基づいて、バッテリーの充放電計画を作成する計画作成部(S105)と、を備える電力制御装置である。

40

【0010】

これにより、電力制御装置は、放電効率および放電供給率が低いときに、バッテリーの放電を禁止する充放電計画を作成できる。放電効率および放電供給率が低いときに、バッテリーの放電が禁止されることによって、不足電力量を補うために使用される放電電力量が大きくなることが抑制される。このため、消費した放電電力量分の充電に使用される系統電

50

力量が大きくなることが抑制されるので、電気料金の上昇が抑制される。

【0011】

なお、各構成要素等に付される括弧付きの参照符号は、その構成要素等と後述する実施形態に記載の具体的な構成要素等との対応関係の一例を示すものである。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本実施形態の電力制御装置を用いた電力管理システムの構成図。

【図2】本実施形態の電力制御装置の効率マップを示す関係図。

【図3】本実施形態の電力制御装置に用いられる時刻、買電価格および売電価格を示す関係図。

10

【図4】本実施形態の電力制御装置の処理を説明するためのフローチャート。

【図5】本実施形態の電力制御装置が作成する発電予測データおよび消費予測データを示す図。

【図6】本実施形態の電力制御装置が作成する過不足データおよび仮値が初期値であるときの充放電計画を示す図。

【図7】本実施形態の電力制御装置が作成する過不足データおよび放電許可時刻を設定した充放電計画を示す図。

【図8】本実施形態の電力制御装置による効率マップの補正を説明するための図。

【図9】他の実施形態の電力制御装置の効率マップを示す関係図。

【図10】他の実施形態の電力制御装置の充放電計画を示す図。

20

【図11】他の実施形態の電力制御装置の充放電計画を示す図。

【0013】

本実施形態の電力制御装置50は、電力管理システム100に用いられる。まず、この電力管理システム100について説明する。

【0014】

電力管理システム100は、充放電装置40を介して、建物に対応する住宅20と蓄電装置に対応する電気自動車30との双方間で電力供給を行いつつ、住宅20における電力を管理する。具体的には、電力管理システム100は、系統電力源11、系統電力線12、住宅20、電気自動車30、充放電装置40、気象サーバ45、通信ネットワーク46、電力制御装置50および情報サーバ60を備える。

30

【0015】

住宅20は、発電装置21、宅内電力線22、分電盤23、電力消費機器24、系統電力量計25、発電電力量計26、住宅側充電量計27、住宅側放電量計28および機器電力量計29を備えている。

【0016】

発電装置21は、例えば、太陽光発電装置であり、住宅20の屋根に配置されている。発電装置21は、太陽光のエネルギーを電力に変換する。この発電装置21によって変換された電力は、宅内電力線22を介して、分電盤23に供給される。

【0017】

分電盤23は、系統電力源11から系統電力線12を介して送電される電力、および、発電装置21から宅内電力線22を介して送電される電力の供給を受ける。そして、分電盤23は、宅内電力線22を介して、この系統電力源11および発電装置21から供給を受けた電力を電力消費機器24および後述の充放電装置40に供給する。また、分電盤23は、後述の電気自動車30のバッテリー31から充放電装置40を介して供給される電力を、宅内電力線22を介して、電力消費機器24に供給する。

40

【0018】

電力消費機器24は、例えば、空調装置、冷蔵庫または給湯装置等であって、分電盤23からの電力によって動作する。

【0019】

系統電力量計25、発電電力量計26、住宅側充電量計27、住宅側放電量計28およ

50

び機器電力量計 29 は、分電盤 23 内に配置されている。系統電力量計 25 は、系統電力源 11 から系統電力線 12 を介して分電盤 23 に供給される電力量を計測する。発電電力量計 26 は、発電装置 21 から宅内電力線 22 を介して分電盤 23 に供給される電力量を計測する。住宅側充電量計 27 は、分電盤 23 から宅内電力線 22 を介して充放電装置 40 に供給される電力量を計測する。住宅側放電量計 28 は、充放電装置 40 から宅内電力線 22 を介して分電盤 23 に供給される電力量を計測する。機器電力量計 29 は、分電盤 23 から宅内電力線 22 を介して電力消費機器 24 に供給される電力量を計測する。

【0020】

電気自動車 30 は、バッテリー 31、電池温度センサ 32 およびバッテリー制御部 33 等を備えている。

10

【0021】

バッテリー 31 は、充放電可能な二次電池であり、例えば、ニッケル水素電池、リチウムイオン電池である。このバッテリー 31 は、図示しない電気自動車 30 の車輪を回転させるモータに用いられており、バッテリー 31 の容量は、比較的大きくなっている。

【0022】

電池温度センサ 32 は、バッテリー 31 の電池温度 T_b に応じた検出信号をバッテリー制御部 33 に出力する。

【0023】

バッテリー制御部 33 は、マイコン等を主体として構成されており、CPU、ROM、RAM、I/O およびこれらの構成を接続するバスライン等を備えている。また、バッテリー制御部 33 は、後述の充放電装置 40 と通信するためのインターフェースを備えている。さらに、バッテリー制御部 33 の ROM には、バッテリー制御部 33 が実行するプログラム、電気自動車 30 の車両識別番号 ID および電気自動車 30 の車種が記憶されている。

20

【0024】

また、バッテリー制御部 33 は、ROM に記憶されているプログラムを実行すると、バッテリー 31 の電池残量 SOC を推定することによって、バッテリー 31 の監視を行う。例えば、バッテリー制御部 33 は、図示しない電圧測定器によって測定されるバッテリー 31 の開放電圧 OCV に基づいて、電池残量 SOC を推定する。そして、バッテリー制御部 33 は、この推定した電池残量 SOC の変化に基づいて、充電電力量 W_c および放電電力量 W_d を算出する。なお、充電電力量 W_c は、バッテリー 31 に充電される電力量であり、バッテリー 31 に電力が供給されるときに電池残量 SOC の増加量である。また、放電電力量 W_d は、バッテリー 31 の放電によって発生する電力量であり、バッテリー 31 が放電するときの電池残量 SOC の減少量である。

30

【0025】

充放電装置 40 は、住宅 20 の外部に配置されており、電気自動車 30 のバッテリー 31 を充放電させる。具体的には、充放電装置 40 は、充放電ケーブル 41、装置側充電量計 42、装置側放電量計 43 および充放電制御部 44 を備えている。なお、ここでは、充放電は、充電および放電の両方を示すものとする。

【0026】

充放電ケーブル 41 は、図示しない電気自動車 30 のインレットに接続されており、バッテリー 31 と電力の授受を行うための電力線と、バッテリー制御部 33 と充放電制御部 44 とが通信するための通信線とを有する。

40

【0027】

装置側充電量計 42 および装置側放電量計 43 は、充放電装置 40 内に配置されている。装置側充電量計 42 は、充放電装置 40 から充放電ケーブル 41 を介してバッテリー 31 に供給される電力量を計測する。装置側放電量計 43 は、バッテリー 31 から充放電ケーブル 41 を介して充放電装置 40 に供給される電力量を計測する。

【0028】

充放電制御部 44 は、マイコン等を主体として構成されており、CPU、ROM、RAM、I/O およびこれらの構成を接続するバスライン等を備えている。また、充放電制御

50

部 4 4 は、バッテリー制御部 3 3 と通信するためのインターフェースを備えている。

【 0 0 2 9 】

また、充放電制御部 4 4 は、ROM に記憶されているプログラムを実行すると、装置側充電量計 4 2 および装置側放電量計 4 3 によって計測された電力量を取得する。さらに、充放電制御部 4 4 は、バッテリー制御部 3 3 から充放電ケーブル 4 1 を介して、車両識別番号 I D、車種、電池残量 S O C、充電電力量 W c、放電電力量 W d および電池温度 T b を取得する。

【 0 0 3 0 】

気象サーバ 4 5 は、所定期間ごとの天候および日照量等の推移の予測である気象予測データ D w f を作成する。この作成された気象予測データ D w f は、通信ネットワーク 4 6 を介して、電力制御装置 5 0 に送信される。

10

【 0 0 3 1 】

電力制御装置 5 0 は、住宅 2 0 内に配置されている。電力制御装置 5 0 は、マイコン等を主体として構成されており、CPU、ROM、RAM、I/O およびこれらの構成を接続するバスライン等を備えている。また、電力制御装置 5 0 は、系統電力量計 2 5、発電電力量計 2 6、住宅側充電量計 2 7、住宅側放電量計 2 8 および機器電力量計 2 9 と通信するためのインターフェースを備えている。さらに、電力制御装置 5 0 は、充放電制御部 4 4 と通信するためのインターフェースと、通信ネットワーク 4 6 を介して気象サーバ 4 5 および後述の情報サーバ 6 0 と通信するためのインターフェースとを備えている。

20

【 0 0 3 2 】

具体的には、電力制御装置 5 0 は、機能的な制御ブロックとして、発電予測部 5 1、消費予測部 5 2、過不足予測部 5 3、計画作成部 5 4 および電力制御部 5 5 を有する。また、電力制御装置 5 0 は、実効率算出部 5 6 および充電補正部、放電補正部および供給補正部に対応するマップ作成部 5 7 を有する。

【 0 0 3 3 】

発電予測部 5 1 は、気象サーバ 4 5 から通信ネットワーク 4 6 を介して取得した気象予測データ D w f に基づいて、所定期間ごとに発電装置 2 1 にて発電される電力量の推移の予測である発電予測データ D g f を作成する。

【 0 0 3 4 】

消費予測部 5 2 は、所定期間ごとに電力消費機器 2 4 によって消費される電力量の推移の予測である消費予測データ D c f を作成する。

30

【 0 0 3 5 】

過不足予測部 5 3 は、発電予測データ D g f および消費予測データ D c f に基づいて、所定期間ごとの発電装置 2 1 にて発電される電力量の不足分の推移の予測である過不足データ D e d を作成する。

【 0 0 3 6 】

計画作成部 5 4 は、バッテリー 3 1 の電池残量 S O C、過不足データ D e d、効率マップ M e、後述の買電価格 C p および売電価格 C s に基づいて、バッテリー 3 1 の充放電をさせる計画である充放電計画 P c d を作成する。また、計画作成部 5 4 は、電気料金を安くする充放電計画 P c d を作成する。この充放電計画 P c d の作成の詳細については、後述する。

40

【 0 0 3 7 】

電力制御部 5 5 は、充放電計画 P c d に沿ってバッテリー 3 1 の充放電をさせるための信号を充放電制御部 4 4 に送信する。この電力制御部 5 5 から送信された信号に基づいて、充放電制御部 4 4 は、計画作成部 5 4 によって作成された充放電計画 P c d に沿ってバッテリー 3 1 の充放電を行う。

【 0 0 3 8 】

実効率算出部 5 6 は、系統電力量計 2 5、発電電力量計 2 6、住宅側充電量計 2 7、住宅側放電量計 2 8、機器電力量計 2 9、装置側充電量計 4 2 および装置側放電量計 4 3 によって計測された電力量に基づいて、各電力効率を算出する。

50

【0039】

マップ作成部57は、各電力量と各電力効率との関係である効率マップ M_e を補正する。そして、マップ作成部57は、この補正した効率マップ M_e を車両識別番号IDおよび電気自動車30の車種と関連付けて、通信ネットワーク46を介して、後述の情報サーバ60に送信する。なお、この各電力効率、効率マップ M_e および効率マップ M_e の補正の詳細については、後述する。

【0040】

情報サーバ60は、電力制御装置50から通信ネットワーク46を介して取得した効率マップ M_e を蓄積する。

【0041】

以上のように、電力管理システム100は、構成されている。次に、電力制御装置50による電気料金を安くする充放電計画 Pcd の作成を説明するために、各電力効率および効率マップ M_e の詳細について説明する。

【0042】

ここで、説明のため、便宜上、以下のように用語を定義する。発電電力量計26によって計測され、発電装置21から宅内電力線22を介して分電盤23に供給される電力量を発電電力量 W_g とする。発電電力量 W_g のうち、発電装置21の発電電力が電力消費機器24に使用されるときに余剰する電力量を余剰電力量 W_e とする。余剰電力量 W_e のうち、売電される電力量を第1余剰電力量 W_{e1} とする。住宅側充電量計27によって計測され、余剰電力量 W_e のうち、分電盤23から宅内電力線22を介して充放電装置40に供給される電力量を第2余剰電力量 W_{e2} とする。装置側充電量計42によって計測され、第2余剰電力量 W_{e2} のうち、充放電装置40から充放電ケーブル41を介してバッテリー31に供給される電力量を第3余剰電力量 W_{e3} とする。

【0043】

また、発電装置21の発電電力が電力消費機器24に使用されるときに不足する電力量を不足電力量 W_i とする。系統電力源11から系統電力線12を介して分電盤23に供給される電力量を系統電力量 W_s とする。系統電力量 W_s のうち、分電盤23から宅内電力線22を介して電力消費機器24に供給される電力量を第1系統電力量 W_{s1} とする。系統電力量 W_s のうち、分電盤23から宅内電力線22を介して充放電装置40に供給される電力量を第2系統電力量 W_{s2} とする。第2系統電力量 W_{s2} のうち、充放電装置40から充放電ケーブル41を介してバッテリー31に供給される電力量を第3系統電力量 W_{s3} とする。

【0044】

さらに、放電電力量 W_d のうち、バッテリー31から充放電ケーブル41を介して充放電装置40に供給される電力量を第1放電供給量 W_{d1} とする。第1放電供給量 W_{d1} のうち、充放電装置40から宅内電力線22を介して分電盤23に供給される電力量を第2放電供給量 W_{d2} とする。第2放電供給量 W_{d2} のうち、分電盤23から宅内電力線22を介して電力消費機器24に供給される電力量を第3放電供給量 W_{d3} とする。なお、ここでは、電力制御装置50は、分電盤23による電力損失をゼロとみなす。これにより、電力制御装置50は、第2放電供給量 W_{d2} を第3放電供給量 W_{d3} と等しいものとみなす。また、図1において、各電力量を明確にするため、系統電力源11からの電力の各流れを実線矢印で記載している。また、発電装置21からの電力の各流れを破線で記載している。さらに、バッテリー31からの電力の各流れを一点鎖線で記載している。

【0045】

また、第2系統電力量 W_{s2} に対する第3系統電力量 W_{s3} の割合を系統供給率 s とする。第2余剰電力量 W_{e2} に対する第3余剰電力量 W_{e3} の割合を発電供給率 g とする。第3系統電力量 W_{s3} に対する充電電力量 W_c の割合をバッテリー31の第1充電効率 c_1 とする。第3余剰電力量 W_{e3} に対する充電電力量 W_c の割合をバッテリー31の第2充電効率 c_2 とする。放電電力量 W_d に対する第1放電供給量 W_{d1} の割合をバッテリー31の放電効率 d とする。第1放電供給量 W_{d1} に対する第2放電供給量 W_{d2} の割

10

20

30

40

50

合を放電供給率 m とする。

【0046】

そして、各電力効率とは、系統供給率 s 、発電供給率 g 、第1充電効率 c_1 、第2充電効率 c_2 、放電効率 d および放電供給率 m であり、それぞれ以下関係式(1-1) - (1-6)のように表される。

【0047】

$$\begin{aligned} s &= W_{s3} / W_{s2} && \dots (1-1) \\ g &= W_{e3} / W_{e2} && \dots (1-2) \\ c_1 &= W_c / W_{s3} && \dots (1-3) \\ c_2 &= W_c / W_{e3} && \dots (1-4) \\ d &= W_{d1} / W_d && \dots (1-5) \\ m &= W_{d2} / W_{d1} && \dots (1-6) \end{aligned}$$

10

【0048】

また、効率マップ M_e とは、図2に示すように、対応する電力量と系統供給率 s 、発電供給率 g 、第1充電効率 c_1 、第2充電効率 c_2 、放電効率 d および放電供給率 m とのそれぞれの関係図である。

【0049】

ここでは、図2に示すように、系統供給率 s に対応する電力量、すなわち、第2系統電力量 W_{s2} が大きくなるに伴い、系統供給率 s が高くなっている。発電供給率 g に対応する電力量、すなわち、第2余剰電力量 W_{e2} が大きくなるに伴い、発電供給率 g が高くなっている。第1充電効率 c_1 に対応する電力量、すなわち、第3系統電力量 W_{s3} が大きくなるに伴い、第1充電効率 c_1 が高くなっている。第2充電効率 c_2 に対応する電力量、すなわち、第3余剰電力量 W_{e3} が大きくなるに伴い、第2充電効率 c_2 が高くなっている。放電効率 d に対応する電力量、すなわち、放電電力量 W_d が大きくなるに伴い、放電効率 d が高くなっている。放電供給率 m に対応する電力量、すなわち、第1放電供給量 W_{d1} が大きくなるに伴い、放電供給率 m が高くなっている。また、第1充電効率 c_1 および第2充電効率 c_2 は、それぞれ、電気自動車30および充放電装置40の間で授受される電力の効率であるので、互いに同様の関係になっている。さらに、放電効率 d は、第1充電効率 c_1 および第2充電効率 c_2 と同様の関係とされている。また、系統供給率 s 、発電供給率 g および放電供給率 m は、それぞれ、分電盤23および充放電装置40の間で授受される電力の効率であるので、互いに同様の関係になっている。

20

30

【0050】

また、効率マップ M_e では、系統供給率 s が第2系統電力量 W_{s2} の関数で示されている。発電供給率 g が第2余剰電力量 W_{e2} の関数で示されている。第1充電効率 c_1 が第3系統電力量 W_{s3} の関数で示されている。第2充電効率 c_2 が第3余剰電力量 W_{e3} の関数で示されている。放電効率 d が放電電力量 W_d の関数で示されている。放電供給率 m が第1放電供給量 W_{d1} の関数で示されている。

【0051】

以上のように、電力制御装置50では、充放電計画 P_{cd} を作成するために、系統供給率 s 、発電供給率 g 、第1充電効率 c_1 、第2充電効率 c_2 、放電効率 d 、放電供給率 m および効率マップ M_e が用いられる。次に、電力制御装置50による電気料金を安くする充放電計画 P_{cd} の作成を説明するために、電気料金の算出について説明する。

40

【0052】

まず、電気料金を算出するために、買電価格 C_p および売電価格 C_s について説明する。ここでは、買電価格 C_p とは、系統電力源11から送電される電力を使用した場合の単位電力量あたりの価格である。また、売電価格 C_s とは、発電装置21の余剰電力が電力会社等によって買い取られるときの単位電力量あたりの価格である。買電価格 C_p および売電価格 C_s は、例えば、図3に示すように設定されている。なお、図3において、買電

50

価格 C_p は、実線で記載されており、売電価格 C_s は、一点鎖線で記載されている。

【 0 0 5 3 】

図 3 に示すように、買電価格 C_p は、1日のうちの0時から7時までの時間帯において、最も安くなっている。また、買電価格 C_p は、1日のうちの7時から17時までの時間帯において、最も高くなっている。さらに、買電価格 C_p は、1日のうちの17時から24時直前までの時間帯において、1日のうちの0時から7時までの時間帯の買電価格 C_p よりも高く、7時から17時までの時間帯の買電価格 C_p よりも低い価格になっている。売電価格 C_s は、17時から24時までの時間帯の買電価格 C_p より高く、7時から17時までの時間帯よりも安い価格であり、一律になっている。なお、以下、便宜上、1日のうちの0時から7時までの時間帯を最安時間帯 $T M_{\min}$ と適宜記載する。また、図において、1日のうちの7時から17時までの時間帯は、最高時間帯 $T M_{\max}$ と記載されている。さらに、図において、1日のうちの0時から24時までの時間帯は、中間時間帯 $T M_{\text{mid}}$ と記載されている。

10

【 0 0 5 4 】

そして、電気料金の算出について説明する。ここでは、電気料金は、売電により得られる料金と、買電により電力会社に支払われる料金との両方を考慮した料金である。例えば、電気料金は、買電により電力会社に支払われる料金から売電により得られる料金を減算することによって、算出される。

【 0 0 5 5 】

まず、売電により得られる料金は、例えば、売電される余剰電力量 W_e 、すなわち、第1余剰電力量 W_{e1} に売電価格 C_s を乗算することによって、算出される。

20

【 0 0 5 6 】

ここで、余剰電力量 W_e に対して売電する量の比率を売電比率 とすると、余剰電力量 W_e 、第1余剰電力量 W_{e1} および売電比率 は、以下関係式 (2 - 1) のように表される。

【 0 0 5 7 】

したがって、売電により得られる料金を F_s とすると、売電により得られる料金は、第1余剰電力量 W_{e1} に売電価格 C_s を乗算した料金であるので、売電比率、余剰電力量 W_e および売電価格 C_s を用いて以下関係式 (2 - 2) のように表される。

【 0 0 5 8 】

$$W_{e1} = x W_e \quad \dots (2 - 1)$$

$$F_s = W_{e1} \times C_s \\ = x W_e \times C_s \quad \dots (2 - 2)$$

30

【 0 0 5 9 】

次に、買電により電力会社に支払われる料金は、例えば、使用される系統電力量 W_s に買電価格 C_p を乗算することによって、算出される。ここでは、使用される系統電力量 W_s は、第1系統電力量 W_{s1} と第2系統電力量 W_{s2} との和である。なお、上記したように、第1系統電力量 W_{s1} は、系統電力量 W_s のうち、分電盤 23 から宅内電力線 22 を介して電力消費機器 24 に供給される電力量である。また、第2系統電力量 W_{s2} は、系統電力量 W_s のうち、分電盤 23 から宅内電力線 22 を介して充放電装置 40 に供給される電力量である。

40

【 0 0 6 0 】

また、第1系統電力量 W_{s1} は、図 1 に示すように、第3放電供給量 W_{d3} とともに、不足電力量 W_i を補うために使用される。なお、第3放電供給量 W_{d3} は、上記したように、分電盤 23 から宅内電力線 22 を介して電力消費機器 24 に供給される電力量である。また、電力制御装置 50 は、分電盤 23 による電力損失をゼロとみなしているので、第3放電供給量 W_{d3} を第2放電供給量 W_{d2} と等しいとみなす。

【 0 0 6 1 】

したがって、第1系統電力量 W_{s1} は、不足電力量 W_i から第3放電供給量 W_{d3} を減算する、すなわち、不足電力量 W_i から第2放電供給量 W_{d2} を減算することによって、

50

算出される。

【 0 0 6 2 】

また、第 2 放電供給量 $W d 2$ は、上記したように、第 1 放電供給量 $W d 1$ のうち、充放電装置 4 0 から宅内電力線 2 2 を介して分電盤 2 3 に供給される電力量である。さらに、第 1 放電供給量 $W d 1$ は、バッテリー 3 1 から充放電ケーブル 4 1 を介して充放電装置 4 0 に供給される電力量である。

【 0 0 6 3 】

また、バッテリー 3 1 の放電電力が充放電ケーブル 4 1 を介して充放電装置 4 0 に供給されるとき、電気自動車 3 0 および充放電装置 4 0 による電力損失が生じる。さらに、充放電装置 4 0 から宅内電力線 2 2 を介して分電盤 2 3 に供給される電力は、充放電装置 4 0 による電力損失が生じる。

10

【 0 0 6 4 】

このため、第 2 放電供給量 $W d 2$ は、放電電力量 $W d$ に、放電効率 d および放電供給率 m を乗算することによって、算出される。したがって、第 2 放電供給量 $W d 2$ は、以下関係式 (2 - 3) のように表される。

【 0 0 6 5 】

よって、第 1 系統電力量 $W s 1$ は、不足電力量 $W i$ から第 2 放電供給量 $W d 2$ を減算することによって算出されるので、以下関係式 (2 - 4) のように表される。

【 0 0 6 6 】

$$W d 2 = W d \times d \times m \quad \dots (2 - 3)$$

20

$$\begin{aligned} W s 1 &= W i - W d 2 \\ &= W i - W d \times d \times m \quad \dots (2 - 4) \end{aligned}$$

【 0 0 6 7 】

第 1 系統電力量 $W s 1$ に対して、第 2 系統電力量 $W s 2$ は、第 2 余剰電力量 $W e 2$ とともに、バッテリー 3 1 を充電するために使用される。このため、第 2 系統電力量 $W s 2$ のうち、バッテリー 3 1 に充電される電力量と、第 2 余剰電力量 $W e 2$ のうち、バッテリー 3 1 に充電される電力量との和が充電電力量 $W c$ になる。なお、第 2 余剰電力量 $W e 2$ は、上記したように、余剰電力量 $W e$ のうち、分電盤 2 3 から宅内電力線 2 2 を介して充放電装置 4 0 に供給される電力量である。また、第 2 余剰電力量 $W e 2$ は、売電比率 および余剰電力量 $W e$ を用いると、以下関係式 (2 - 5) のように表される。

30

【 0 0 6 8 】

また、系統電力源 1 1 からの電力が宅内電力線 2 2 および分電盤 2 3 を介して充放電装置 4 0 に供給されるとき、充放電装置 4 0 による電力損失が生じる。さらに、充放電装置 4 0 から充放電ケーブル 4 1 を介してバッテリー 3 1 に電力が供給されて、バッテリー 3 1 が充電するとき、電気自動車 3 0 および充放電装置 4 0 による電力損失が生じる。

【 0 0 6 9 】

このため、第 2 系統電力量 $W s 2$ のうち、バッテリー 3 1 に充電される電力量は、第 2 系統電力量 $W s 2$ に、系統供給率 s および充電効率 c を乗算することによって、算出される。したがって、第 2 系統電力量 $W s 2$ のうち、バッテリー 3 1 に充電される電力量は、以下関係式 (2 - 6) のように表される。なお、関係式において、第 2 系統電力量 $W s 2$ のうち、バッテリー 3 1 に充電される電力量は、 $W c 1$ と記載されている。

40

【 0 0 7 0 】

また、発電装置 2 1 からの余剰電力が宅内電力線 2 2 および分電盤 2 3 を介して充放電装置 4 0 に供給されるとき、充放電装置 4 0 による電力損失が生じる。さらに、充放電装置 4 0 から充放電ケーブル 4 1 を介してバッテリー 3 1 に電力が供給されて、バッテリー 3 1 が充電するとき、電気自動車 3 0 および充放電装置 4 0 による電力損失が生じる。

【 0 0 7 1 】

したがって、第 2 余剰電力量 $W e 2$ のうち、バッテリー 3 1 に充電される電力量は、第 2 余剰電力量 $W e 2$ に、発電供給率 g および充電効率 c を乗算することによって、算出される。これにより、第 2 余剰電力量 $W e 2$ のうち、バッテリー 3 1 に充電される電力量は

50

、以下関係式(2-7)のように表される。なお、関係式において、第2余剰電力量 $W_e 2$ のうち、バッテリー31に充電される電力量は、 $W_c 2$ と記載されている。

【0072】

よって、充電電力量 W_c は、 $W_c 1$ と $W_c 2$ との和であるので、以下関係式(2-8)のように表される。これにより、第2系統電力量 $W_s 2$ は、以下関係式(2-9)のように表される。

【0073】

$$W_e 2 = (1 -) \times W_e \quad \dots (2-5)$$

$$W_c 1 = W_s 2 \times s \times c 1 \quad \dots (2-6)$$

$$W_c 2 = W_e 2 \times g \times c 2 \quad \dots (2-7)$$

$$W_c = W_c 1 + W_c 2 \\ = W_s 2 \times s \times c 1 + W_e 2 \times g \times c 2 \quad \dots (2-8)$$

$$W_s 2 = (W_c - W_e 2 \times g \times c 2) / (s \times c 1) \quad \dots (2-9)$$

10

【0074】

以上のように、第1系統電力量 $W_s 1$ および第2系統電力量 $W_s 2$ が算出される。そして、買電により電力会社に支払われる料金は、第1系統電力量 $W_s 1$ と第2系統電力量 $W_s 2$ との和に買電価格 C_p を乗算することによって算出されるので、以下関係式(2-10)のように表される。また、関係式(2-10)に示される第2余剰電力量 $W_e 2$ は、上記関係式(2-5)を用いて、売電比率および余剰電力量 W_e で表される。したがって、買電により電力会社に支払われる料金は、売電比率および余剰電力量 W_e を用いて、以下関係式(2-11)のように表される。なお、関係式において、買電により電力会社に支払われる料金を F_c とする。

20

【0075】

$$F_c = (W_s 1 + W_s 2) \times C_p \\ = (W_i - W_d \times d \times m) \\ + (W_c - W_e 2 \times g \times c 2) / (s \times c 1) \times C_p \quad \dots (2-10)$$

$$F_c = (W_i - W_d \times d \times m) \\ + (W_c - (1 -) \times W_e \times g \times c 2) / (s \times c 1) \times C_p \quad \dots (2-11)$$

30

【0076】

よって、電気料金は、買電により電力会社に支払われる料金から売電により得られる料金を減算することによって算出されるので、上記関係式(2-2)および(2-11)を用いて、以下関係式(2-12)のように表される。これにより、電気料金は、不足電力量 W_i 、放電電力量 W_d 、充電電力量 W_c 、余剰電力量 W_e 、売電比率、買電価格 C_p および売電価格 C_s に基づいて、算出される。また、電気料金は、系統供給率 s 、発電供給率 g 、第1充電効率 $c 1$ 、第2充電効率 $c 2$ 、放電効率 d および放電供給率 m に基づいて、算出される。なお、関係式(2-12)において、 F_T は、電気料金を表している。

40

【0077】

$$F_T = F_c - F_s \\ = (W_i - W_d \times d \times m) \\ + (W_c - (1 -) \times W_e \times g \times c 2) / (s \times c 1) \times C_p \\ - \times W_e \times C_s \quad \dots (2-12)$$

【0078】

以上のように、一例として、電気料金が算出される。そして、図4のフローチャートおよび図5-図8の関係図を参照して、電力制御装置50による電気料金を安くする充放電計画 $P_c d$ の作成および効率マップ M_e の補正について説明する。

【0079】

50

ステップ S 1 0 1 において、電力制御装置 5 0 は、気象予測データ D w f および車両情報を取得して、この取得した車両情報に対応する効率マップ M e を読み出す。具体的には、電力制御装置 5 0 は、気象サーバ 4 5 から通信ネットワーク 4 6 を介して、気象予測データ D w f を取得する。また、充放電制御部 4 4 は、バッテリー制御部 3 3 から充放電ケーブル 4 1 を介して、充放電ケーブル 4 1 に接続されている電気自動車 3 0 の車両情報を取得する。電力制御装置 5 0 は、充放電制御部 4 4 に記憶されている車両情報を取得して、この取得した車両情報に対応する効率マップ M e を読み出す。なお、ここでは、車両情報は、電気自動車 3 0 の車両識別番号 I D、車種およびバッテリー 3 1 の電池残量 S O C である。

【 0 0 8 0 】

続いて、ステップ S 1 0 2 において、電力制御装置 5 0 は、気象予測データ D w f に基づいて、所定期間ごとの発電予測データ D g f を作成する。具体的には、電力制御装置 5 0 は、気象予測データ D w f に示されている所定期間ごとの日照量と発電装置 2 1 のエネルギー変換効率等の発電性能とに基づいて、所定期間ごとの発電予測データ D g f を作成する。ここでは、図 5 に示すように、7 時から 1 7 時までの時間帯において、日光が発電装置 2 1 に当たることによって発電装置 2 1 が発電して、発電電力量 W g が発生する。なお、ここでは、所定期間は、1 日を 3 0 分間ごとに区切った期間とする。また、図 5 の発電予測データ D g f において、発電電力量 W g を示す縦軸の矢印方向を正方向とする。

【 0 0 8 1 】

続いて、ステップ S 1 0 3 において、電力制御装置 5 0 は、機器電力量計 2 9 によって計測された電力量、すなわち、電力消費機器 2 4 によって消費された電力量に基づいて、所定期間ごとの消費予測データ D c f を作成する。具体的には、電力制御装置 5 0 は、過去の電力消費機器 2 4 によって消費された電力量の推移および自己回帰モデルを用いて、消費予測データ D c f を作成する。ここでは、図 5 に示すように、住宅 2 0 のユーザが就寝している 0 時から 6 時までの時間帯、および、2 1 時から 2 4 時までの時間帯において、電力消費機器 2 4 によって消費される予定の電力量である消費電力量 W m が比較的小さくなっている。また、住宅 2 0 のユーザが活動する 6 時から 2 1 時までの時間帯において、消費電力量 W m が比較的大きくなっている。なお、図 5 の消費予測データ D c f において、消費電力量 W m を示す縦軸の矢印方向を正方向とする。

【 0 0 8 2 】

続いて、ステップ S 1 0 4 において、電力制御装置 5 0 は、発電予測データ D g f および消費予測データ D c f に基づいて、所定期間ごとの過不足データ D e d を作成する。具体的には、過不足予測部 5 3 は、消費予測データ D c f から発電予測データ D g f を差し引いて、過不足データ D e d を作成する。例えば、対応する所定期間の消費電力量 W m から発電電力量 W g を引いた値が正の値である期間では、消費電力量 W m が大きいため、発電電力量 W g が不足する。これにより、不足する電力量である不足電力量 W i が発生する。また、対応する所定期間の消費電力量 W m から発電電力量 W g を引いた値が負の値である期間では、発電電力量 W g が大きいため、発電電力量 W g が余剰する。これにより、発電電力量 W g が余剰する電力量である余剰電力量 W e が発生する。ここでは、図 6 および図 7 に示すように、電力制御装置 5 0 は、図 5 の消費予測データ D c f から図 5 の発電予測データ D g f を差し引いて、過不足データ D e d を作成している。なお、図 6 および図 7 の過不足データ D e d において、「 + 」矢印方向を正方向とし、「 + 」側の縦軸は、不足電力量 W i を示す。また、「 - 」矢印方向を負方向とし、「 - 」側の縦軸は、余剰電力量 W e を示す。また、以下の充放電計画 P c d の説明のため、図 6 および図 7 には、同様の過不足データ D e d が記載されている。

【 0 0 8 3 】

続いて、ループ L 1 では、電力制御装置 5 0 は、バッテリー 3 1 が満充電になる仮の時刻を示す変数である仮値 A を設定し、ステップ S 1 0 5 からステップ S 1 0 7 までの処理を繰り返す。ここでは、仮値 A の初期値は、買電価格 C p が最も安い時間帯である最安時間帯 T M _ m i n の終了時刻に設定される。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 4 】

具体的には、ループ L 1 のステップ S 1 0 5 において、電力制御装置 5 0 は、現在の仮値 A に対応する充放電計画 P c d を作成する。このとき、電力制御装置 5 0 は、電気料金が安くなるように、バッテリー 3 1 を充電させ、仮値 A 以降に、バッテリー 3 1 を放電させる充放電計画 P c d を作成する。

【 0 0 8 5 】

例えば、仮値 A が初期値であるとき、バッテリー 3 1 が満充電になる時刻が最安時間帯 T M _ m i n の終了時刻である 7 時に設定される。このとき、0 時から 7 時までの時間帯において、余剰電力量 W e が発生しないので、電力制御装置 5 0 は、図 6 に示すように、系統電力源 1 1 からの電力のみによってバッテリー 3 1 を充電させる充放電計画 P c d を作成する。なお、充放電計画 P c d において、「+」矢印方向を正方向とし、「+」側の縦軸は、バッテリー 3 1 に充電される予定の充電電力量 W c を示す。また、「-」矢印方向を負方向とし、「-」側の縦軸は、バッテリー 3 1 が放電することによって発生する予定の放電電力量 W d を示す。

10

【 0 0 8 6 】

続いて、ステップ S 1 0 6 において、電力制御装置 5 0 は、仮値 A を設定したときの充放電計画 P c d に沿って、バッテリー 3 1 を充放電させるときの 1 日の電気料金を算出する。具体的には、電力制御装置 5 0 は、上記関係式 (2 - 1 2) に基づいて、所定期間ごとの電気料金を積算することによって、1 日の電気料金を算出する。所定期間ごとの電気料金は、所定期間ごとの買電価格 C p 、売電価格 C s 、不足電力量 W i 、余剰電力量 W e 、充電電力量 W c および放電電力量 W d に基づいて、算出される。また、所定期間ごとの電気料金は、所定期間ごとの第 1 充電効率 c 1 、系統供給率 s 、第 2 充電効率 c 2 、発電供給率 g 、放電効率 d 、放電供給率 m および売電比率 に基づいて、算出される。以下、充放電計画 P c d が計画されたときにおける所定期間ごとの各電力量および各電力効率の算出について説明する。

20

【 0 0 8 7 】

所定期間ごとの不足電力量 W i および余剰電力量 W e は、過不足データ D e d を参照することによって、算出される。

【 0 0 8 8 】

所定期間ごとの充電電力量 W c および放電電力量 W d は、充放電計画 P c d を参照することによって、算出される。

30

【 0 0 8 9 】

第 1 充電効率 c 1 は、上記関係式 (1 - 3) で表されているように、充電電力量 W c を第 3 系統電力量 W s 3 で除算した値である。また、第 1 充電効率 c 1 は、ステップ S 1 0 1 にて読み出された効率マップ M e に基づいて、第 3 系統電力量 W s 3 の関数で表される。したがって、第 3 系統電力量 W s 3 は、以下関係式 (3 - 1) のように、充電電力量 W c で表される。これにより、第 3 系統電力量 W s 3 は、充放電計画 P c d に示される充電電力量 W c を用いて、算出される。よって、第 1 充電効率 c 1 は、充放電計画 P c d で示される充電電力量 W c をこの算出された第 3 系統電力量 W s 3 で除算することによって、算出される。なお、以下関係式において、「f」は、関数を示す。

40

【 0 0 9 0 】

$$\begin{aligned} c 1 &= W c / W s 3 \\ &= f (W s 3) \\ W c &= W s 3 \times f (W s 3) \quad \cdot \cdot \cdot (3 - 1) \end{aligned}$$

【 0 0 9 1 】

系統供給率 s は、上記関係式 (1 - 1) で表されているように、第 3 系統電力量 W s 3 を第 2 系統電力量 W s 2 で除算した値である。また、系統供給率 s は、ステップ S 1 0 1 にて読み出された効率マップ M e に基づいて、第 2 系統電力量 W s 2 の関数で表される。したがって、第 2 系統電力量 W s 2 は、以下関係式 (3 - 2) のように、第 3 系統電力量 W s 3 で表される。これにより、第 2 系統電力量 W s 2 は、上記のように算出された

50

第3系統電力量 W_{s3} を用いて、算出される。よって、系統供給率 s は、この算出された第3系統電力量 W_{s3} を第2系統電力量 W_{s2} で除算することによって、算出される。

【0092】

$$\begin{aligned} s &= W_{s3} / W_{s2} \\ &= f(W_{s2}) \end{aligned}$$

$$W_{s3} = W_{s2} \times f(W_{s2}) \quad \dots (3-2)$$

【0093】

第2充電効率 c_2 は、上記関係式(1-4)で表されているように、充電電力量 W_c を第3余剰電力量 W_{e3} で除算した値である。また、第2充電効率 c_2 は、ステップS101にて読み出された効率マップ M_e に基づいて、第3余剰電力量 W_{e3} の関数で表される。したがって、第3余剰電力量 W_{e3} は、以下関係式(3-3)のように、充電電力量 W_c で表される。これにより、第3余剰電力量 W_{e3} は、充放電計画 P_{cd} に示される充電電力量 W_c を用いて、算出される。よって、第2充電効率 c_2 は、充放電計画 P_{cd} に示される充電電力量 W_c をこの算出された第3余剰電力量 W_{e3} で除算することによって、算出される。

10

【0094】

$$\begin{aligned} c_2 &= W_c / W_{e3} \\ &= f(W_{e3}) \end{aligned}$$

$$W_c = W_{e3} \times f(W_{e3}) \quad \dots (3-3)$$

【0095】

発電供給率 g は、上記関係式(1-2)で表されているように、第3余剰電力量 W_{e3} を第2余剰電力量 W_{e2} で除算した値である。また、発電供給率 g は、ステップS101にて読み出された効率マップ M_e に基づいて、第2余剰電力量 W_{e2} の関数で表される。したがって、第2余剰電力量 W_{e2} は、以下関係式(3-4)のように、第3余剰電力量 W_{e3} で表される。これにより、第2余剰電力量 W_{e2} は、上記のように算出された第3余剰電力量 W_{e3} を用いて、算出される。よって、発電供給率 g は、この算出された第3余剰電力量 W_{e3} を第2余剰電力量 W_{e2} で除算することによって、算出される。

20

【0096】

$$\begin{aligned} g &= W_{e3} / W_{e2} \\ &= f(W_{e2}) \end{aligned}$$

$$W_{e3} = W_{e2} \times f(W_{e2}) \quad \dots (3-4)$$

30

【0097】

放電効率 d は、以下関係式(3-5)のように、ステップS101にて読み出された効率マップ M_e に基づいて、放電電力量 W_d の関数で表される。これにより、放電効率 d は、充放電計画 P_{cd} に示される放電電力量 W_d を用いて、算出される。

【0098】

$$d = f(W_d)$$

$$\dots (3-5)$$

【0099】

放電供給率 m は、以下関係式(3-6)のように、ステップS101にて読み出された効率マップ M_e に基づいて、第1放電供給量 W_{d1} の関数で表される。また、放電効率 d は、上記関係式(1-5)で表されているように、第1放電供給量 W_{d1} を放電電力量 W_d で除算した値である。したがって、第1放電供給量 W_{d1} は、充放電計画 P_{cd} に示される放電電力量 W_d に、上記のように算出された放電効率 d を乗算することによって、算出される。よって、放電供給率 m は、この算出された第1放電供給量 W_{d1} を用いて、算出される。

40

【0100】

$$m = f(W_{d1})$$

$$\dots (3-6)$$

【0101】

売電比率 h は、仮値 A および余剰電力量 W_e に基づいて、算出される。例えば、仮値 A が初期値であるとき、余剰電力量 W_e がバッテリー31を充電するために使用されないため

50

、売電比率 は、1である。

【0102】

また、売電比率 は、上記関係式(2-1)で表されているように、余剰電力量 W_e に対する第1余剰電力量 W_{e1} である。そして、余剰電力量 W_e のうち、売電される電力量である第1余剰電力量 W_{e1} は、余剰電力量 W_e から上記のように算出された第2余剰電力量 W_{e2} を減算することによって、算出される。よって、売電比率 は、この算出された第1余剰電力量 W_{e1} を余剰電力量 W_e で除算することによって、算出される。なお、電力制御装置50は、第1余剰電力量 W_{e1} がゼロ以下であるとき、余剰電力を売電できないので、売電比率 をゼロとみなす。

【0103】

このように、電力制御装置50は、所定期間ごとの各電力量、各電力効率、買電価格 C_p 、売電価格 C_s および売電比率 を算出することによって、所定期間ごとの電気料金を算出する。そして、電力制御装置50は、この所定期間ごとの電気料金を積算して、1日の電気料金を算出する。

【0104】

ステップS106にて電気料金が算出された後、ステップS107において、電力制御装置50は、現在の仮値Aに所定時間 t を加算した値を新しい仮値Aとして設定する。その後、ステップS105に戻る。なお、ここでは、所定時間 t を30分とする。

【0105】

ステップS105に戻ると、電力制御装置50は、現在の仮値A、すなわち、直前のステップS107にて設定された仮値Aに対応する充放電計画 P_{cd} を作成する。なお、仮値Aが初期値から変化するとき、電力制御装置50は、余剰電力量 W_e が生じている場合には余剰電力量 W_e を用いて、バッテリー31を充電させる充放電計画 P_{cd} を作成する。このため、電力制御装置50は、バッテリー31の充電開始時刻および充電電力量 W_c を調整した充放電計画 P_{cd} を作成する。

【0106】

続いて、ステップS106において、電力制御装置50は、現在の仮値A、すなわち、直前のステップS107にて設定された仮値Aに対応する充放電計画 P_{cd} に沿って、バッテリー31を充放電させるときの1日の電気料金を算出する。

【0107】

続いて、ステップS107において、電力制御装置50は、現在の仮値Aに所定時間 t を加算した値を新しい仮値Aとして設定する。

【0108】

このようにして、仮値Aを所定時間 t で変化させながら、仮値Aが、最安時間帯 T_{M_min} が終了する時刻7時から発電装置21の発電が終了する時刻17時になるまで、ステップS105からステップS107までの処理が繰り返される。ステップS105からステップS107までの処理が繰り返されて、それぞれの仮値Aに対応する1日の電気料金が算出される。そして、ループL1が終了すると、処理は、ステップS108に移行する。

【0109】

ステップS108において、電力制御装置50は、ステップS107で算出した電気料金が最も安かったときの仮値Aに対応する時刻を充放電計画 P_{cd} の放電許可時刻 t_d に設定する。そして、電力制御装置50は、図7に示すように、この放電許可時刻 t_d を設定したときの充放電計画 P_{cd} を選択する。ここでは、図に示すように、放電許可時刻 t_d が14時に設定されている。

【0110】

続いて、ステップS109において、電力制御装置50は、図7に示すように、ステップS104にて作成した過不足データ D_{ed} およびステップS108にて選択した充放電計画 P_{cd} に基づいて、過不足データ D_{ed} を再作成する。具体的には、電力制御装置50は、対応する不足電力量 W_i および余剰電力量 W_e に、対応する充電電力量 W_c に、対

10

20

30

40

50

応する電力効率を乗算した電力量を加算する。また、電力制御装置 50 は、対応する不足電力量 W_i および余剰電力量 W_e に、対応する放電電力量 W_d に、対応する電力効率を乗算した電力量を加算する。なお、図において、この再作成される過不足データ D_{ed} を D_{ed_R} と記載している。

【0111】

続いて、ステップ S110 において、電力制御装置 50 は、ステップ S108 にて選択した充放電計画 P_{cd} を実行する。具体的には、ステップ S108 にて選択した充放電計画 P_{cd} に沿ってバッテリー 31 を充放電させるための信号を充放電制御部 44 に送信する。この電力制御部 55 によって送信される信号に基づいて、充放電制御部 44 は、この充放電計画 P_{cd} に沿ってバッテリー 31 の充放電をさせる。

10

【0112】

また、この充放電計画 P_{cd} に沿ってバッテリー 31 が充放電しているとき、電力制御装置 50 は、各電力量計から各電力量を取得する。具体的には、電力制御装置 50 は、住宅側充電量計 27 から第 2 系統電力量 W_s2 および第 2 余剰電力量 W_e2 を取得する。電力制御装置 50 は、装置側充電量計 42 から充放電制御部 44 を介して、第 3 系統電力量 W_s3 および第 3 余剰電力量 W_e3 を取得する。電力制御装置 50 は、バッテリー制御部 33 から充放電ケーブル 41 および充放電制御部 44 を介して、充電電力量 W_c および放電電力量 W_d を取得する。電力制御装置 50 は、装置側放電量計 43 から充放電制御部 44 を介して、第 1 放電供給量 W_d1 を取得する。電力制御装置 50 は、住宅側放電量計 28 から第 2 放電供給量 W_d2 を取得する。そして、電力制御装置 50 は、この取得した各電力量に基づいて、系統供給率 s 、発電供給率 g 、第 1 充電効率 c_1 、第 2 充電効率 c_2 、放電効率 d 、放電供給率 m の実電力効率を算出する。

20

【0113】

続いて、ステップ S111 にて、電力制御装置 50 は、対応する電力量とステップ S110 にて算出した系統供給率 s 、発電供給率 g 、第 1 充電効率 c_1 、第 2 充電効率 c_2 、放電効率 d および放電供給率 m とをプロットする。そして、電力制御装置 50 は、このプロットした値を用いて、効率マップ M_e を補正する。電力制御装置 50 は、例えば、電力量に対する系統供給率 s 、発電供給率 g 、充電効率 c 、放電効率 d および放電供給率 m を示す関数を補正する。例えば、電力制御装置 50 は、過去に算出し、蓄積した電力量に対する各プロット点に、現在に算出した電力量に対する各プロット点を加えて、各関数を再生成する。図 8 に、電力制御装置 50 による補正の例として、現在の第 1 充電効率 c_1 のプロット点を実線の白丸で記載されており、過去の第 1 充電効率 c_1 のプロット点が破線の白丸で記載されている。また、現在の系統供給率 s のプロット点が黒丸で記載されており、過去の系統供給率 s のプロット点が三角で記載されている。さらに、補正後の第 1 充電効率 c_1 および系統供給率 s の近似曲線が記載されている。なお、初期状態では、電力量と系統供給率 s 、発電供給率 g 、充電効率 c 、放電効率 d および放電供給率 m とのそれぞれの関係は、予め設定される。これらの初期値は、実験やシミュレーションにより、設定される。

30

【0114】

そして、電力制御装置 50 は、電気自動車 30 の車両識別番号 ID および車種とともに、この補正した効率マップ M_e を情報サーバ 60 に送信する。さらに、電力制御装置 50 は、この補正した効率マップ M_e を次の充放電計画 P_{cd} に用いる。その後、電力制御装置 50 の処理は、終了する。

40

【0115】

以上のように、電力制御装置 50 の処理が行われる。そして、本実施形態の電力制御装置 50 によって、電気料金の上昇を抑制できることについて説明する。

【0116】

電力制御装置 50 は、系統供給率 s および第 1 充電効率 c_1 に基づいて、充放電計画 P_{cd} を作成する。これにより、電力制御装置 50 は、系統供給率 s および第 1 充電効率 c_1 が高いときに、電気自動車 30 のバッテリー 31 を充電する充放電計画 P_{cd} を

50

作成できる。系統供給率 s が高いとき、第 2 系統電力量 W_{s2} に対する第 3 系統電力量 W_{s3} の割合が大きく、第 1 充電効率 c_1 が高いとき、第 3 系統電力量 W_{s3} に対する充電電力量 W_c の割合が大きい。このため、系統供給率 s および第 1 充電効率 c_1 が高いときに、バッテリー 31 を充電させることによって、系統供給率 s および第 1 充電効率 c_1 が低いときと比較して、バッテリー 31 の充電に使用される系統電力量 W_s が小さくなる。したがって、電力制御装置 50 は、電気料金を安くでき、電気料金の上昇を抑制できる。

【0117】

ここでは、図 7 に示すように、電力制御装置 50 は、最安時間帯 T_{M_min} である 0 時から 7 時までの時間帯において、所定期間ごとの充電電力量 W_c を大きくする充放電計画 P_{cd} を作成している。また、電力制御装置 50 は、充放電装置 40 およびバッテリー 31 の仕様の範囲で、所定期間ごとの充電電力量 W_c を大きくする充放電計画 P_{cd} を作成している。充放電計画 P_{cd} において、所定期間ごとの充電電力量 W_c が大きくなるととき、バッテリー 31 を充電させるために、所定期間ごとの第 2 系統電力量 W_{s2} および第 3 系統電力量 W_{s3} が大きくなる。

10

【0118】

また、ここでは、図 2 に示すように、系統供給率 s に対応する電力量、すなわち、第 2 系統電力量 W_{s2} が大きくなるに伴い、系統供給率 s が高くなっている。また、第 1 充電効率 c_1 に対応する電力量、すなわち、第 3 系統電力量 W_{s3} が大きくなるに伴い、第 1 充電効率 c_1 が高くなっている。

20

【0119】

したがって、0 時から 7 時までの時間帯において、電力制御装置 50 は、系統供給率 s および第 1 充電効率 c_1 が最大値となる充電電力量 W_c 、ここでは、比較的大きい充電電力量 W_c でバッテリー 31 を充電する計画を作成している。所定期間ごとの充電電力量 W_c が大きいことにより、所定期間ごとの第 2 系統電力量 W_{s2} および第 3 系統電力量 W_{s3} が大きくなるので、系統供給率 s および第 1 充電効率 c_1 が高くなる。系統供給率 s および第 1 充電効率 c_1 が高いとき、系統供給率 s および第 1 充電効率 c_1 が低いときと比較して、バッテリー 31 を充電するために使用される系統電力量 W_s が小さくなる。よって、電気料金が安くなり、電気料金の上昇が抑制される。

30

【0120】

また、電力制御装置 50 は、放電効率 d および放電供給率 m に基づいて、充放電計画 P_{cd} を作成する。これにより、電力制御装置 50 は、放電効率 d および放電供給率 m が低いときに、バッテリー 31 の放電を禁止する充放電計画 P_{cd} を作成できる。放電効率 d が低いときに、放電電力量 W_d に対する第 1 放電供給量 W_{d1} の割合が小さく、放電供給率 m が低いとき、第 1 放電供給量 W_{d1} に対する第 2 放電供給量 W_{d2} の割合が小さい。このため、放電効率 d および放電供給率 m が低いときに、バッテリー 31 の放電が禁止されることによって、不足電力量 W_i を補うために使用される放電電力量 W_d が大きくなるのが抑制される。このため、消費した放電電力量 W_d 分の充電に使用される系統電力量 W_s が大きくなるのが抑制されるので、電気料金の上昇が抑制される。

40

【0121】

さらに、電力制御装置 50 は、系統供給率 s 、第 1 充電効率 c_1 、放電効率 d 、放電供給率 m および買電価格 C_p に基づいて、充放電計画 P_{cd} を作成する。これにより、電力制御装置 50 は、電気料金の上昇をより抑制できる。

【0122】

ここで、例えば、放電電力量 W_d 分の電力量を充電するための電気料金が、放電電力量 W_d で補われる電力量を第 1 系統電力量 W_{s1} で補う場合の電気料金よりも高くなる場合がある。この場合、バッテリー 31 を充電するための電気料金が高くなるので、住宅 20 のユーザは、電気料金の損をする。そして、電力制御装置 50 により電気料金の上昇がより抑制されることを説明するため、以下では、放電電力量 W_d 分の電力量を充電するための電気料金および放電電力量 W_d で補われる電力量を第 1 系統電力量 W_{s1} で補う場合の電

50

気料金について説明する。

【0123】

放電電力量 W_d 分の電力量を充電するための電気料金は、放電電力量 W_d 分の電力量を充電するための第2系統電力量 W_{s2} に、バッテリー31を充電させるときの買電価格 C_p を乗算することによって、算出される。なお、上記したように、第2系統電力量 W_{s2} は、系統電力量 W_s のうち、分電盤23から宅内電力線22を介して充放電装置40に供給される電力量である。

【0124】

また、系統電力源11からの電力が充放電装置40を介して電気自動車30に供給されるとき、電気自動車30および充放電装置40による電力損失が生じる。

10

【0125】

このため、放電電力量 W_d 分の電力量を充電するための第2系統電力量 W_{s2} は、第2系統電力量 W_{s2} に、系統供給率 s および第1充電効率 c_1 を乗算することによって、算出される。したがって、放電電力量 W_d 分の電力量を充電するための第2系統電力量 W_{s2} は、以下関係式(4-1)のように表される。これにより、第2系統電力量 W_{s2} は、以下関係式(4-2)のように表される。

【0126】

よって、放電電力量 W_d 分の電力量を充電するための電気料金は、第2系統電力量 W_{s2} に、バッテリー31を充電させるときの買電価格 C_p を乗算することによって算出されるので、以下関係式(4-3)のように表される。なお、以下関係式では、放電電力量 W_d 分の電力量を充電するための電気料金は、 F_1 と記載されている。また、バッテリー31を充電させるときの買電価格 C_p は、 C_{p1} と記載されている。

20

【0127】

$$W_d = W_{s2} \times s \times c_1 \quad \dots (4-1)$$

$$W_{s2} = W_d / (s \times c_1) \quad \dots (4-2)$$

$$F_1 = W_{s2} \times C_{p1} \\ = (W_d / (s \times c_1)) \times C_{p1} \quad \dots (4-3)$$

【0128】

続いて、放電電力量 W_d で補われる電力量を第1系統電力量 W_{s1} で補う場合の電気料金は、放電電力量 W_d で補われる電力量分の第1系統電力量 W_{s1} に、バッテリー31を放電させるときの買電価格 C_p を乗算することによって、算出される。なお、上記したように、第1系統電力量 W_{s1} は、系統電力量 W_s のうち、分電盤23から宅内電力線22を介して電力消費機器24に供給される電力量である。

30

【0129】

また、バッテリー31の放電電力が充放電装置40を介して分電盤23に供給されるとき、電気自動車30および充放電装置40による電力損失がある。

【0130】

このため、放電電力量 W_d で補われる電力量、すなわち、第2放電供給量 W_{d2} は、放電電力量 W_d に、放電効率 d および放電供給率 m を乗算することによって、算出される。したがって、第2放電供給量 W_{d2} は、上記関係式(2-3)のように表される。

40

【0131】

なお、電力制御装置50は、分電盤23による電力損失をゼロとみなしているので、放電電力量 W_d で補われる電力量分の第1系統電力量 W_{s1} を第2放電供給量 W_{d2} と等しいとみなす。

【0132】

したがって、放電電力量 W_d で補われる電力量を第1系統電力量 W_{s1} で補う場合の電気料金は、第2放電供給量 W_{d2} に、バッテリー31を放電させるときの買電価格 C_p を乗算することによって算出されるので、以下関係式(4-4)のように表される。すなわち、放電電力量 W_d で補われる電力量を第1系統電力量 W_{s1} で補う場合の電気料金は、放電電力量 W_d に、放電効率 d 、放電供給率 m 、バッテリー31を放電させるときの買電

50

価格 C_p を乗算することによって、算出される。なお、関係式において、放電電力量 W_d で補われる電力量を第 1 系統電力量 W_{s1} で補う場合の電気料金は、 F_2 と記載されている。また、バッテリー 31 が放電するときの買電価格 C_p は、 C_{p2} と記載されている。

【0133】

$$\begin{aligned} F_2 &= W_{d2} \times C_{p2} \\ &= W_d \times d \times m \times C_{p2} \quad \dots (4-4) \end{aligned}$$

【0134】

そして、放電電力量 W_d 分の電力量を充電するための電気料金が放電電力量 W_d によって補われる電力量を系統電力量 W_s で補った場合の電気料金よりも高い場合は、 F_1 が F_2 よりも高くなる場合である。したがって、この場合、上記関係式 (4-3) と (4-4) とを用いて、以下関係式 (4-5) が成り立つ。すなわち、この場合、系統供給率 s 、第 1 充電効率 c_1 、放電効率 d 、放電供給率 m を乗算した値が、バッテリー 31 を充電させるときの買電価格 C_p を、バッテリー 31 を放電させるときの買電価格 C_p で乗算した値未満である。

10

【0135】

また、放電電力量 W_d 分の電力量を充電するための電気料金が放電電力量 W_d によって補われる電力量を系統電力量 W_s で補った場合の電気料金以下である場合、住宅 20 のユーザは、電気料金の得をする。この場合、 F_1 が F_2 以下である場合であるので、以下関係式 (4-6) が成り立つ。すなわち、この場合、系統供給率 s 、第 1 充電効率 c_1 、放電効率 d 、放電供給率 m を乗算した値が、バッテリー 31 を充電させるときの買電価格 C_p をバッテリー 31 を放電させるときの買電価格 C_p で乗算した値以上である。

20

【0136】

$$F_2 < F_1$$

$$s \times c_1 \times d \times m < C_{p1} / C_{p2} \quad \dots (4-5)$$

$$F_2 \geq F_1$$

$$s \times c_1 \times d \times m \geq C_{p1} / C_{p2} \quad \dots (4-6)$$

【0137】

例えば、バッテリー 31 を充電するときの買電価格 C_p 、すなわち、 C_{p1} を単位電力量あたり 10 円とする。バッテリー 31 を放電するときの買電価格 C_p 、すなわち、 C_{p2} を単位電力量あたり 20 円とする。この場合、系統供給率 s 、第 1 充電効率 c_1 、放電効率 d および放電供給率 m を乗算した値が 50% 未満であるとき、住宅 20 のユーザは、電気料金の損をする。また、系統供給率 s 、第 1 充電効率 c_1 、放電効率 d および放電供給率 m を乗算した値が 50% 以上であるとき、住宅 20 のユーザは、電気料金の得をする。

30

【0138】

そして、電力制御装置 50 は、系統供給率 s 、第 1 充電効率 c_1 、放電効率 d 、放電供給率 m および買電価格 C_p に基づいて、ステップ S105 の充放電計画 P_{cd} を作成するときに、上記の電気料金の損得を判定することができる。

【0139】

ここでは、電力制御装置 50 は、図 7 に示すように、買電価格 C_p が比較的安く、所定期間ごとの不足電力量 W_i が比較的小さい時間帯である 17 から 24 時までにおいて、上記の C_{p2} が小さいので、上記の C_{p1} を C_{p2} で除算した値が大きくなる。また、所定期間ごとの不足電力量 W_i が小さくなることによって、所定期間ごとの放電電力量 W_d および第 1 放電供給量 W_{d1} が小さくなる。

40

【0140】

また、ここでは、図 2 に示すように、放電効率 d に対応する電力量、すなわち、放電電力量 W_d が小さくなるに伴い、放電効率 d が低くなっている。また、放電供給率 m に対応する電力量、すなわち、第 1 放電供給量 W_{d1} が小さくなるに伴い、放電供給率 m が低くなっている。

【0141】

50

また、買電価格 C_p が比較的安く、所定期間ごとの不足電力量 W_i が比較的大きい時間帯である 17 から 21 時までにおいて、放電電力量 W_d および第 1 放電供給量 W_{d1} が大きくなる。したがって、所定期間ごとの不足電力量 W_i が比較的小さい時間帯である 21 から 24 時までの時間帯と比較して、17 から 21 時までの時間帯では、放電効率 d および放電供給率 m が高くなる。よって、17 から 21 時までにおいて、上記関係式 (4 - 6) が成り立つため、住宅 20 のユーザが電気料金の得をする。このため、電力制御装置 50 は、ステップ S105 にて、17 から 21 時までにおいて、バッテリー 31 の放電をする充放電計画 P_{cd} を作成している。

【0142】

また、買電価格 C_p が比較的安く、所定期間ごとの不足電力量 W_i が比較的小さい時間帯である 21 から 24 時までにおいて、放電電力量 W_d および第 1 放電供給量 W_{d1} が小さくなる。したがって、所定期間ごとの不足電力量 W_i が比較的大きい時間帯である 17 から 21 時までの時間帯と比較して、21 から 24 時までの時間帯では、放電効率 d および放電供給率 m が低くなる。よって、21 から 24 時までにおいて、上記関係式 (4 - 5) が成り立つため、住宅 20 のユーザが電気料金の損をする。このため、電力制御装置 50 は、ステップ S105 にて、21 から 24 時までにおいて、バッテリー 31 の放電を禁止する充放電計画 P_{cd} を作成している。これにより、電気料金の上昇がより抑制される。

【0143】

また、本実施形態の電力制御装置 50 では、以下に説明するような効果も奏する。

【0144】

電力制御装置 50 は、充放電計画 P_{cd} に沿ってバッテリー 31 が充放電したときの各電力量に対応する系統供給率 s 、発電供給率 g 、第 1 充電効率 c_1 、第 2 充電効率 c_2 、放電効率 d および放電供給率 m の実電力効率を算出する。そして、電力制御装置 50 は、これらの算出した値に基づいて、充放電計画 P_{cd} を作成するときの系統供給率 s 、発電供給率 g 、第 1 充電効率 c_1 、第 2 充電効率 c_2 、放電効率 d 、放電供給率 m を補正する。

【0145】

これにより、充放電計画 P_{cd} を作成するときの系統供給率 s 、第 1 充電効率 c_1 、放電効率 d 、放電供給率 m の正確度が向上する。このため、第 3 系統電力量 W_{s3} 、充電電力量 W_c 、第 1 放電供給量 W_{d1} の正確度が向上するので、系統電力量 W_s の正確度が向上する。よって、充放電計画 P_{cd} の実行中にかかる電気料金と充放電計画 P_{cd} を作成したときの電気料金とのずれ量が小さくなり、電気料金の上昇が抑制される。

【0146】

(他の実施形態)

本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、上記実施形態に対して、適宜変更が可能である。また、上記各実施形態において、実施形態を構成する要素は、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではないことは言うまでもない。

【0147】

本開示に記載の各予測部、各作成部、各補正部およびその手法は、コンピュータプログラムにより具体化された一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサおよびメモリを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。あるいは、本開示に記載の各予測部、各作成部、各補正部およびその手法は、一つ以上の専用ハードウェア論理回路によってプロセッサを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。もしくは、本開示に記載の各予測部、各作成部、各補正部およびその手法は、一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサおよびメモリと一つ以上のハードウェア論理回路によって構成されたプロセッサとの組み合わせにより構成された一つ以上の専用コンピュータにより、実現されてもよい。また、コンピュータプログラムは、コンピュータにより実行されるインスト

10

20

30

40

50

ラクションとして、コンピュータ読み取り可能な非遷移有形記録媒体に記憶されていてもよい。

【0148】

(1) 上記実施形態では、電力制御装置50は、各電力量と各電力効率との関係である効率マップMeをそれぞれ作成する。これに対して、電力制御装置50は、各電力量および電気自動車30のバッテリー31の電池温度Tbに基づいて、第1充電効率c1、第2充電効率c2および放電効率dの効率マップMeをそれぞれ作成してもよい。

【0149】

例えば、電池温度Tbが比較的低いとき、バッテリー31を充放電すると、バッテリー31の充放電に寄与するイオンの移動がしにくくなる。バッテリー31の充放電に寄与するイオンの移動がしにくくなると、バッテリー31の充放電に寄与する主反応が進みにくくなる。また、電池温度Tbが比較的高いとき、バッテリー31を充放電すると、バッテリー31の充放電に寄与しない副反応によって生じる物質がバッテリー31内に堆積されやすくなり、バッテリー31の充放電に寄与するイオンの移動がしにくくなる。バッテリー31の充放電に寄与するイオンの移動がしにくくなると、バッテリー31の充放電に寄与する主反応が進みにくくなる。したがって、図9に示すように、各電力量が固定値である場合の効率マップMeでは、電池温度Tbが比較的低いとき、および、電池温度Tbが比較的高いとき、第1充電効率c1、第2充電効率c2および放電効率dは、低くなる。

【0150】

また、この場合、ステップS101において、電力制御装置50は、バッテリー制御部33、充放電ケーブル41および充放電制御部44を介して、車両情報として、車両識別番号IDおよび電池温度Tbを取得する。そして、電力制御装置50は、車両識別番号IDおよび電池温度Tbに対応する効率マップMeを読み出す。

【0151】

また、ステップS110において、温度読出部および温度補正部に対応する電力制御装置50は、充放電計画Pcdに沿ってバッテリー31が充放電しているとき、各電力量および電池温度Tbを取得する。

【0152】

また、ステップS111において、電力制御装置50は、対応する電力量および電池温度TbとステップS110にて算出した充電効率cおよび放電効率dとをプロットする。そして、電力制御装置50は、このプロットした値を用いて、効率マップMeを補正する。例えば、各電力量を固定値とした場合に、電力制御装置50は、過去に算出し、蓄積した温度に対する各プロット点に、現在に算出した温度に対する各プロット点を加えて、各関数を再生成する。なお、初期状態では、電池温度Tbと充電効率cおよび放電効率dとのそれぞれの関係は、予め設定される。これらの初期値は、実験やシミュレーションにより、設定される。

【0153】

電力制御装置50が電力量および電池温度Tbに基づいて効率マップMeを作成することによって、充放電計画Pcdを作成するときの第1充電効率c1、第2充電効率c2および放電効率dの正確度がさらに向上する。これにより、電力制御装置50は、上記と同様の効果を奏する。

【0154】

(2) 上記実施形態では、電力制御装置50にて作成される効率マップMeの初期値は、実験やシミュレーションにより予め設定されている。これに対して、電力制御装置50は、初期状態において効率マップMeを記憶していないとき、複数の各住宅20に配置される電気自動車30のバッテリー31を充放電させたときの効率マップMeを蓄積する情報サーバ60から取得してもよい。

【0155】

この場合、ステップS101において、充放電制御部44は、バッテリー制御部33から充放電ケーブル41を介して、車両情報として電気自動車30の車種を取得する。また、

10

20

30

40

50

電力制御装置 50 は、充放電制御部 44 に記憶されている電気自動車 30 の車種を取得して、この取得した車種に対応する効率マップ M_e を情報サーバ 60 から取得する。そして、ループ L1 では、電力制御装置 50 は、情報サーバ 60 から取得した効率マップ M_e を用いて、充放電計画 P_{cd} を作成する。

【0156】

(4) 上記実施形態では、電力制御装置 50 は、バッテリー 31 の充放電をさせる充放電計画 P_{cd} を作成している。これに対して、電力制御装置 50 は、バッテリー 31 の充電のみをさせる充放電計画 P_{cd} を作成してもよい。例えば、バッテリー 31 の充電のみを行いたいユーザの操作により、電力制御装置 50 は、図 10 に示すように、バッテリー 31 の充電のみをさせる充放電計画 P_{cd} を作成する。

10

【0157】

(4) 上記実施形態では、電力制御装置 50 は、バッテリー 31 の充放電をさせる充放電計画 P_{cd} を作成している。これに対して、電力制御装置 50 は、バッテリー 31 の放電のみをさせる充放電計画 P_{cd} を作成してもよい。例えば、バッテリー 31 の充電が十分となっており、バッテリー 31 の放電のみを行いたいユーザの操作により、電力制御装置 50 は、図 11 に示すように、バッテリー 31 の放電のみをさせる充放電計画 P_{cd} を作成する。

【0158】

(5) 上記実施形態では、電力制御装置 50 は、ステップ S108 にて選択した充放電計画 P_{cd} を実行する。これに対して、電力制御装置 50 は、充放電計画 P_{cd} を実行中、算出する系統供給率 s 、発電供給率 g 、第 1 充電効率 c_1 、第 2 充電効率 c_2 、放電効率 d および放電供給率 m に基づいて、充放電計画 P_{cd} の実行内容を変更してもよい。例えば、電力制御装置 50 は、実行中の系統供給率 s 、発電供給率 g 、第 1 充電効率 c_1 、第 2 充電効率 c_2 、放電効率 d および放電供給率 m が低く、電気料金が高くなることを見込まれるとき、バッテリー 31 の充放電を停止させる。

20

【0159】

(6) 上記実施形態では、電力制御装置 50 は、分電盤 23 による電力損失をゼロとみなしている。これに対して、電力制御装置 50 は、分電盤 23 による電力損失をゼロとみなさないで、電気料金等の演算に加えてもよい。

【0160】

(まとめ)

30

第 1 の観点によれば、電力制御装置は、発電予測データ、消費予測データ、系統供給率および充電効率に基づいて、バッテリーの充放電計画を作成する。これにより、電力制御装置は、系統供給率および充電効率が高いときに、バッテリーを充電する充放電計画を作成できる。系統供給率および充電効率が高いときに、バッテリーを充電させることによって、系統供給率および充電効率が低いときと比較して、バッテリーの充電に使用される系統電力量が小さくなる。したがって、電力制御装置は、電気料金を安くでき、電気料金の上昇を抑制できる。

【0161】

第 2 の観点によれば、電力制御装置は、系統供給率および充電効率が最大値となる充電電力量で、バッテリーを充電する充放電計画を作成する。これにより、電力制御装置は、電気料金を安くでき、電気料金の上昇を抑制できる。

40

【0162】

第 3 の観点によれば、電力制御装置は、バッテリーが充電したときの充電効率に基づいて、充放電計画を作成するときの充電効率を補正する。これにより、充電効率の正確度が向上するため、使用される系統電力量の正確度が向上する。よって、充放電計画の実行中にかかる電気料金と充放電計画を作成したときの電気料金とのずれ量が小さくなり、電気料金の上昇が抑制される。

【0163】

第 4 の観点によれば、電力制御装置は、バッテリーが充電したときの系統供給率に基づいて、充放電計画を作成するときの系統供給率を補正する。これにより、系統供給率の正確

50

度が向上するため、使用される系統電力量の正確度が向上する。よって、充放電計画の実行中にかかる電気料金と充放電計画を作成したときの電気料金とのずれ量が小さくなり、電気料金の上昇が抑制される。

【0164】

第5の観点によれば、電力制御装置は、バッテリーが充電したときのバッテリーの温度に基づいて、充放電計画を作成するときのバッテリーの温度および充電効率の関係を補正する。これにより、充電効率の正確度が向上するため、使用される系統電力量の正確度が向上する。よって、充放電計画の実行中にかかる電気料金と充放電計画を作成したときの電気料金とのずれ量が小さくなり、電気料金の上昇が抑制される。

【0165】

第6の観点によれば、電力制御装置は、発電予測データ、消費予測データ、放電効率および放電供給率に基づいて、バッテリーの充放電計画を作成する。これにより、電力制御装置は、放電効率および放電供給率が低いときに、バッテリーの放電を禁止する充放電計画を作成できる。放電効率および放電供給率が低いときに、バッテリーの放電が禁止されることによって、不足電力量を補うために使用される放電電力量が大きくなることが抑制される。不足電力量を補うために使用される放電電力量が大きくなることが抑制されると、バッテリーの充電に使用される系統電力量が大きくなることが抑制される。よって、電力制御装置は、電気料金の上昇を抑制できる。

【0166】

第7の観点によれば、電力制御装置は、放電効率および放電供給率に基づいて、バッテリーの放電を禁止する充放電計画を作成する。これにより、電力制御装置は、電気料金の上昇を抑制できる。

【0167】

第8の観点によれば、電力制御装置は、系統供給率、充電効率、放電効率および放電供給率の積が、バッテリーを充電させるときの買電価格を、バッテリーを放電させるときの買電価格で除算した値未満であるとき、バッテリーの放電を禁止する充放電計画を作成する。これにより、電力制御装置は、電気料金の上昇を抑制できる。

【0168】

第9の観点によれば、電力制御装置は、バッテリーが放電したときの放電効率に基づいて、充放電計画を作成するときの放電効率を補正する。これにより、放電効率の正確度が向上するため、使用される系統電力量 W_s の正確度が向上する。よって、充放電計画の実行中にかかる電気料金と充放電計画を作成したときの電気料金とのずれ量が小さくなり、電気料金の上昇が抑制される。

【0169】

第10の観点によれば、電力制御装置は、バッテリーが放電したときの放電供給率に基づいて、充放電計画を作成するときの放電供給率を補正する。これにより、放電供給率の正確度が向上するため、使用される系統電力量の正確度が向上する。よって、充放電計画の実行中にかかる電気料金と充放電計画を作成したときの電気料金とのずれ量が小さくなり、電気料金の上昇が抑制される。

【0170】

第11の観点によれば、電力制御装置は、バッテリーが放電したときのバッテリーの温度に基づいて、充放電計画を作成するときの放電効率を補正する。これにより、放電効率の正確度が向上するため、使用される系統電力量の正確度が向上する。よって、充放電計画の実行中にかかる電気料金と充放電計画を作成したときの電気料金とのずれ量が小さくなり、電気料金の上昇が抑制される。

【符号の説明】

【0171】

- 20 建物
- 21 発電装置
- 24 電力消費機器

10

20

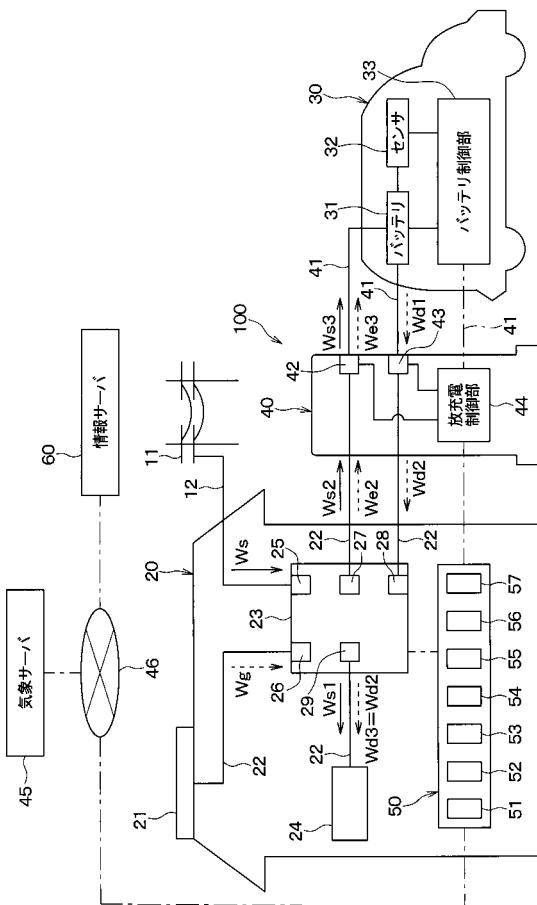
30

40

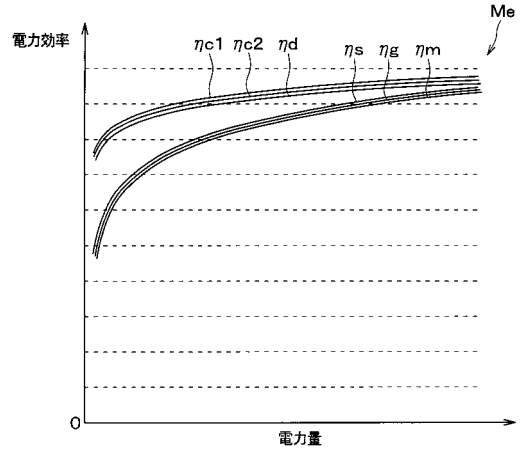
50

- 3 0 蓄電装置
- 3 1 バッテリ
- 4 0 蓄電装置
- 5 0 電力制御装置

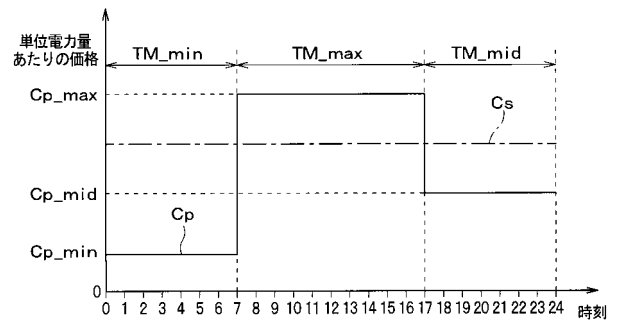
【 図 1 】



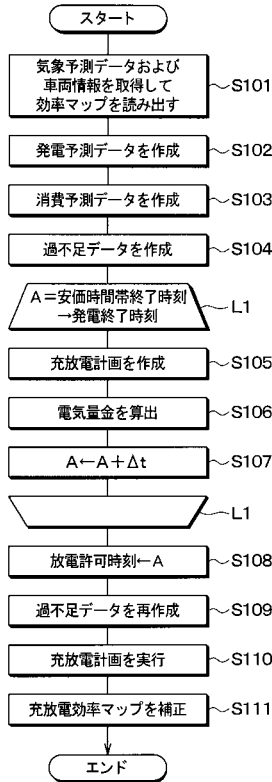
【 図 2 】



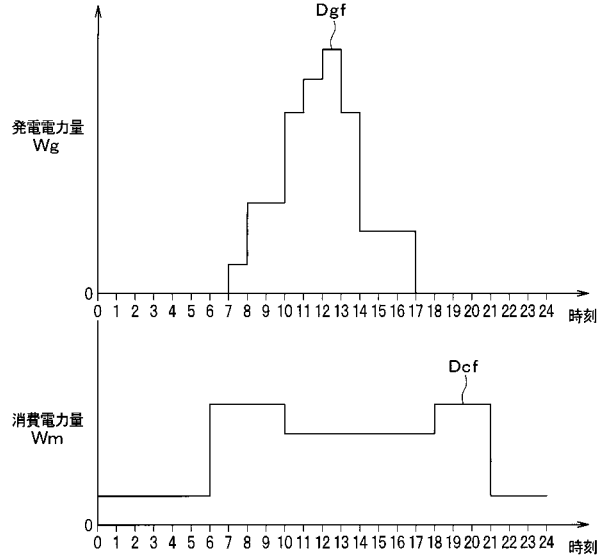
【 図 3 】



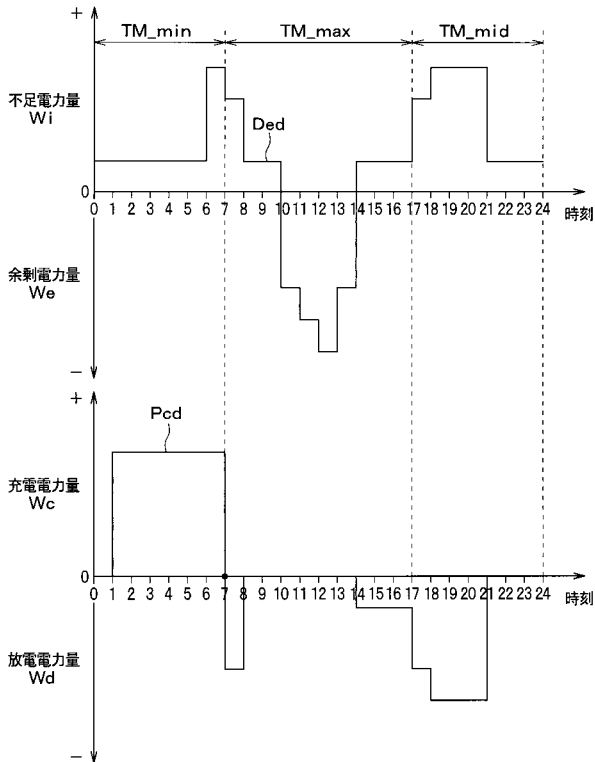
【 図 4 】



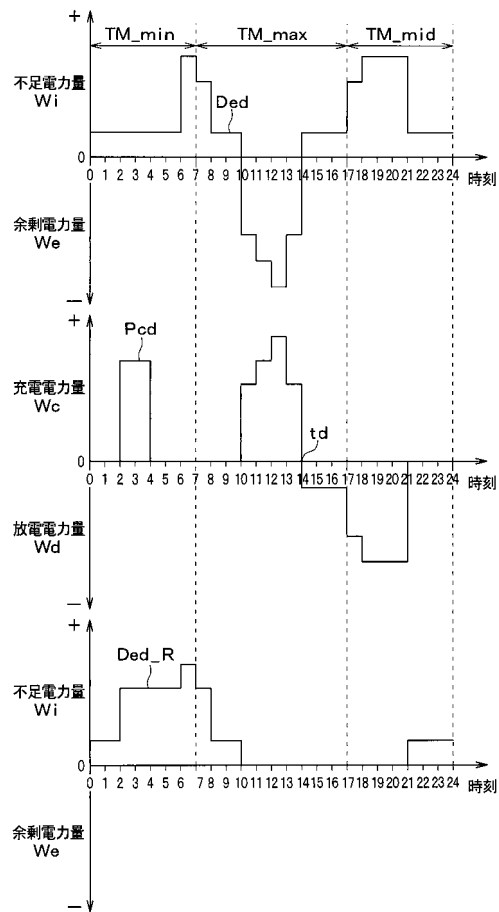
【 図 5 】



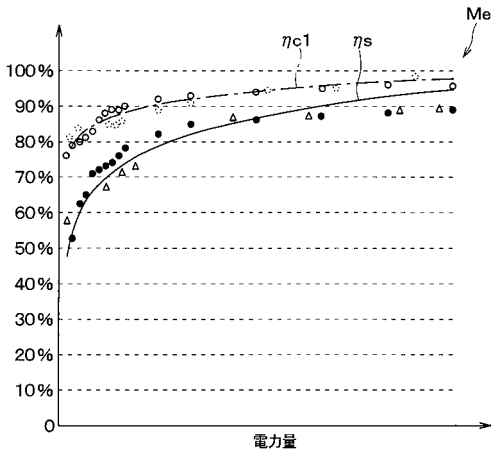
【 図 6 】



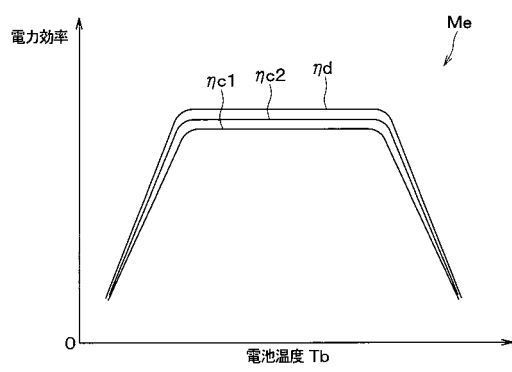
【 図 7 】



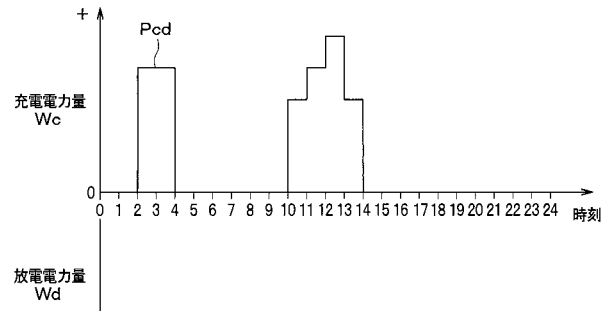
【 図 8 】



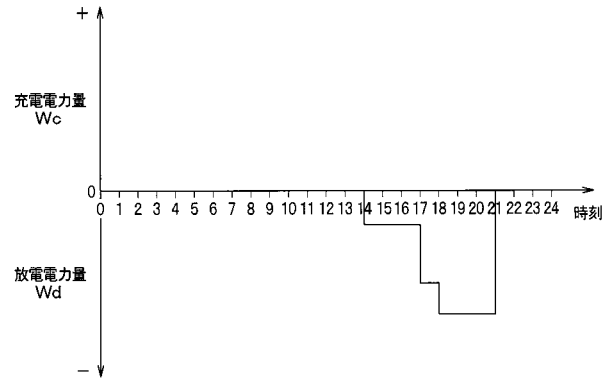
【 図 9 】



【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)	
<i>H 0 1 M</i>	<i>10/44</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>H 0 1 M</i>	<i>10/44</i>	<i>Q</i>
<i>B 6 0 L</i>	<i>53/51</i>	<i>(2019.01)</i>	<i>H 0 1 M</i>	<i>10/48</i>	<i>3 0 1</i>
<i>B 6 0 L</i>	<i>53/62</i>	<i>(2019.01)</i>	<i>B 6 0 L</i>	<i>53/51</i>	
			<i>B 6 0 L</i>	<i>53/62</i>	