

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6680123号

(P6680123)

(45) 発行日 令和2年4月15日 (2020.4.15)

(24) 登録日 令和2年3月24日 (2020.3.24)

(51) Int. Cl.

F 1

H O 2 J 7/00 (2006.01)

H O 2 J 7/00 U

H O 2 J 7/10 (2006.01)

H O 2 J 7/10 B

H O 2 J 7/02 (2016.01)

H O 2 J 7/02 H

H O 1 M 10/48 (2006.01)

H O 2 J 7/10 H

H O 1 M 10/44 (2006.01)

H O 1 M 10/48 P

請求項の数 1 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-142588 (P2016-142588)

(22) 出願日 平成28年7月20日 (2016.7.20)

(65) 公開番号 特開2018-14817 (P2018-14817A)

(43) 公開日 平成30年1月25日 (2018.1.25)

審査請求日 平成31年4月3日 (2019.4.3)

(73) 特許権者 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(74) 代理人 110001210

特許業務法人 Y K I 国際特許事務所

(72) 発明者 久保 和樹

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 町田 清仁

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 高野 誠治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 二次電池の充電システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

二次電池に充電器を用いて充電するに当たり、前記充電器の充電可能な最大電力で予め定めた電池電圧 V 1 まで充電する C P 1 充電と、電池電圧が前記電池電圧 V 1 に達して前記 C P 1 充電が完了した後に前記 C P 1 充電における充電電力よりも少ない充電電力で予め定めた電池電圧 V 2 まで充電する C P 2 充電とを行う充電システムであって、

前記二次電池を構成する複数の電池セルのセル電圧について、セル最大電圧 V M A X と、セル平均電圧 V A V E とを求める V M A X ・ V A V E 算出部と、

前記 C P 2 充電において、前記 C P 2 充電が完了する前記電池電圧 V 2 である C P 2 充電完了電圧と前記 C P 2 充電が開始したときの電池電圧との差を前記 C P 2 充電の初期電圧差分とし、前記 C P 2 充電完了電圧である前記電池電圧 V 2 と現在の V M A X との差を現在の第 1 電圧差分として $\{ (\text{現在の第 1 電圧差分}) / (\text{C P 2 充電の初期電圧差分}) \}$ に対応する C P 2 第 1 進捗係数を推定し、前記 C P 2 充電完了電圧と現在の V A V E との差を現在の第 2 電圧差分として $\{ (\text{現在の第 2 電圧差分}) / (\text{C P 2 充電の初期電圧差分}) \}$ に対応する C P 2 第 2 進捗係数を推定する進捗係数推定部と、

前記 C P 2 充電が開始したとき以降の各時間を現在として、現在において前記 C P 2 第 1 進捗係数と前記 C P 2 第 2 進捗係数のうちの大きい方の値を、前記 C P 2 充電が開始したときの C P 2 残充電時間に乗算して、現在の C P 2 残充電時間と推定する C P 2 残充電時間推定部と、

前記 C P 2 充電が開始したときに、前記 C P 1 充電について当初設定した C P 1 充電時

10

20

間がまだ余っている充電余り時間がある場合は、

前記C P 2 充電が開始したとき以降の各時間を現在として、現在の前記C P 2 残充電時間の進捗と同じ進捗となるように、前記C P 2 第1 進捗係数と前記C P 2 第2 進捗係数のうちの大きい方の値を、前記充電余り時間に乗算して現在のC P 1 残充電時間とするC P 1 残充電時間推定部と、

現在のC P 2 残充電時間と現在のC P 1 残充電時間の和を、現在の推定残充電時間として表示する表示部と、

を備える、二次電池の充電システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本開示は、二次電池の充電システムに関する。

【背景技術】

【0002】

二次電池を充電する際に、充電終了予定時間や残充電時間を、携帯端末の画面やメータ等に表示することが行われる。

【0003】

特許文献1 には、充電システムにおいて、二次電池の充電開始時の電池残容量（State Of Charge：SOC）、電池温度、電池特性、電池劣化係数等と、急速充電器の出力可能電流値とから充電終了予定時間を演算することが述べられている。

20

【0004】

ここでは、充電開始時からの実経過時間を求め、これを、演算された充電終了予定時間から減算して、実時間に基づく充電終了目安時間を求める。また、充電終了時のSOCに至るまでの充電に要するSOCで充電終了予定時間を均等に除算して割り付け時間を用いて現SOCにおけるSOCカウント時間を算出し、これを充電終了予定時間から減算してSOCに基づく充電終了目安時間を求める。実時間に基づく充電終了目安時間と、SOCに基づく充電終了目安時間とを比較し、大きい値の方を二次電池の充電終了目安時間に決定する。

【0005】

特許文献2 には、二次電池の外部充電として定電流充電が行われ、外部充電時間は、二次電池の現在のSOC、目標SOC、及び定電流充電の電流値に基づいて算出することが述べられている。

30

【0006】

特許文献3 には、二次電池の電圧から現在のSOCを特定し、ブレーカを流れる実際の電流で二次電池を現在のSOCから満充電にするまでの充電時間を計算し、これを、予め記憶された二次電池の劣化係数で補正することが述べられている。劣化係数の初期値は1とされるが、劣化係数で補正後の充電時間と実際の充電時間の比率を求め、これを新しい劣化係数として、充電ごとに順次更新される。

【0007】

本開示に関連する技術として、特許文献4 には、車両の電源装置の充電について、電池のSOCが低い第1 段階のC P 1 充電と、電池のSOCが満充電に近くなった第2 段階のC P 2 充電とで、充電電力を変えることが述べられている。第1 段階のC P 1 充電においては大きな電力C P 1 で充電が行われ、第2 段階のC P 2 充電に移行すると、充電の推定精度のばらつき等によって電池が過充電となる恐れを小さくするために、C P 1 より小さな電力C P 2 で充電が行われる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2014-236582号公報

【特許文献2】特開2016-051590号公報

50

【特許文献3】特開2012-135148号公報

【特許文献4】特開2015-233366号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

二次電池の充電の際には、予め求めておいたマップ等を参照して、充電完了までの残充電時間を算出してユーザに対して表示する。しかし、充電電力の変動や、二次電池を構成する単位セルのばらつき等により、残充電時間＝0と表示されてもまだ充電中であること等が生じ得る。そこで、実際の残充電時間と乖離の少ない表示が可能な二次電池の充電システムが要望される。

10

【課題を解決するための手段】

【0010】

本開示に係る二次電池の充電システムは、二次電池に充電器を用いて充電するに当たり、充電器の充電可能な最大電力で予め定めた電池電圧V1まで充電するCP1充電と、電池電圧が電池電圧V1に達してCP1充電が完了した後にCP1充電における充電電力よりも少ない充電電力で予め定めた電池電圧V2まで充電するCP2充電とを行う充電システムであって、二次電池を構成する複数の電池セルのセル電圧について、セル最大電圧VMAXと、セル平均電圧VAVEとを求めるVMAX・VAVE算出部と、CP2充電において、CP2充電が完了する電池電圧V2であるCP2充電完了電圧とCP2充電が開始したときの電池電圧との差をCP2充電の初期電圧差分とし、CP2充電完了電圧である電池電圧V2と現在のVMAXとの差を現在の第1電圧差分として{(現在の第1電圧差分)/(CP2充電の初期電圧差分)}に対応するCP2第1進捗係数を推定し、CP2充電完了電圧と現在のVAVEとの差を現在の第2電圧差分として{(現在の第2電圧差分)/(CP2充電の初期電圧差分)}に対応するCP2第2進捗係数を推定する進捗係数推定部と、CP2充電が開始したとき以降の各時間を現在として、現在においてCP2第1進捗係数とCP2第2進捗係数のうちの大きい方の値を、CP2充電が開始したときのCP2残充電時間に乗算して、現在のCP2残充電時間と推定するCP2残充電時間推定部と、CP2充電が開始したときに、CP1充電について当初設定したCP1充電時間がまだ余っている充電余り時間がある場合は、CP2充電が開始したとき以降の各時間を現在として、現在のCP2残充電時間の進捗と同じ進捗となるように、CP2第1進捗係数とCP2第2進捗係数のうちの大きい方の値を、充電余り時間に乗算して現在のCP1残充電時間とするCP1残充電時間推定部と、現在のCP2残充電時間と現在のCP1残充電時間の和を、現在の推定残充電時間として表示する表示部と、を備える。

20

30

【発明の効果】

【0011】

本開示に係る二次電池の充電システムによれば、実際の残充電時間と乖離の少ない表示が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】実施の形態に係る二次電池の充電システムの構成図である。

40

【図2】実施の形態に係る二次電池の充電システムにおけるCP1充電とCP2充電を示す図である。

【図3】実施の形態に係る二次電池の充電システムの制御装置において、CP2充電における残充電時間の推定の手順を示すフローチャートである。

【図4】図3の手順において、電圧差分を示す図である。

【図5】図3の手順において用いる電圧差分と進捗係数とを関連づけるマップの一例である。

【図6】実施の形態に係る二次電池の充電システムの制御装置において、CP1充電における残充電時間の推定の手順を示すフローチャートである。

【図7】図6の手順の内容を示す図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下に図面を用いて実施の形態の二次電池の充電システムにつき、詳細に説明する。以下では、二次電池の充電システムは、プラグインハイブリッド車両に搭載されるものとして述べるが、これは説明のための例示であって、充電器を用いて外部電源から充電できる二次電池の充電システムであればよい。例えば、据置型の二次電池の充電システムであってもよい。以下では、プラグイン充電に用いる充電器として、ユーザの自宅の電源コンセントから充電電力の供給を受けるものとして述べるが、これは説明のための例示であって、他の充電電源から充電電力の供給を受けるものでもよい。例えば、外部の充電ステーションから充電電力の供給を受けるものでもよい。

10

【0014】

以下では、全ての図面において同様の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0015】

図1は、実施の形態に係る二次電池の充電システム20の構成図である。以下では、特に断らない限り、二次電池の充電システム20を、充電システム20と呼ぶ。充電システム20は、車両に搭載される二次電池22に充電器24を用いて充電するシステムである。

【0016】

二次電池22は、複数の電池セル23を組み合わせた組電池である。図1では、複数の電池セル23を直列接続した二次電池22を示したが、出力電圧、出力電流等の仕様に応じ、直列接続と並列接続とを適宜組み合わせた二次電池22であってもよい。電池セル23の種類としては、リチウムイオン電池、ニッケル水素電池等を用いることができる。

20

【0017】

充電器24は、二次電池22の正極側母線26及び負極側母線28のそれぞれに接続された一对の充電リレー30を介して設けられ、外部交流電力を二次電池22の充電に適合する直流電力に変換する電力変換器を内蔵するプラグイン充電器である。充電器24から引き出される充電器側コンセント34は、外部電源に接続されて交流電力を受け取る端子である。

【0018】

充電システム20は、二次電池22を構成する複数の電池セル23のセル電圧について、セル最大電圧 V_{MAX} と、セル平均電圧 V_{AVE} とを求める $V_{MAX} \cdot V_{AVE}$ 算出部36を含む。二次電池を構成する複数の電池セル23のセル数を N 個とすると、 $V_{MAX} \cdot V_{AVE}$ 算出部36は、 N 個のそれぞれの電池セル23の端子間電圧を検出して取得する。 N 個の端子間電圧の中で、最大のセル電圧が V_{MAX} であり、 N 個の端子間電圧の平均電圧が V_{AVE} である。

30

【0019】

N 個の電池セル23の性能がほぼそろっているときは、二次電池22の電池電圧を V_{AVE} としてよい。例外的に高いセル電圧を有する電池セル23がある場合には、 V_{AVE} に基づいて充電制御や充電状態判定を行うと、この高いセル電圧を有する電池セル23が過充電となって損傷等を生じ、ひいては二次電池22の性能が低下する。これを防ぐため、二次電池22の仕様や、二次電池22の使用状態等に基づいて、特に定める場合に V_{MAX} を用い、特に定めない場合には V_{AVE} を用いる。充電システム20では、算出される残充電時間とユーザに表示される残充電時間との乖離を少なくするために、 V_{MAX} と V_{AVE} とについてそれぞれ残充電時間を推定し、いずれか長い方を現在の残充電時間と推定して、これを表示する。

40

【0020】

充電システム20は、二次電池22に充電を行うときの充電完了までの残充電時間を表示する表示部38を含む。また、これらの要素の動作を全体として制御する制御装置40を含む。図1では、 $V_{MAX} \cdot V_{AVE}$ 算出部36を制御装置40とは別としたが、 V_{M}

50

A X・V A V E算出部 3 6 を制御装置 4 0 に含めてもよい。

【0021】

図 1 には、二次電池 2 2 の負荷側として、正極側母線 2 6 と負極側母線 2 8 のそれぞれに接続された一対のシステムメインリレー 1 0 と、昇降圧コンバータやインバータを含み P C U と示された電力コントロールユニット 1 2 と、回転電機 1 4 とを示す。回転電機 1 4 は、車両に搭載されるモータ・ジェネレータ (M/G) であって、車両走行中は電動機として作用し、車両が制動中は発電機として作用する三相同期型回転電機である。

【0022】

図 1 には、充電器 2 4 から引き出される充電器側コンセント 3 4 に対応する外部電源側コンセント 1 6 と、外部電源である商用交流電源 1 8 を示す。外部電源側コンセント 1 6 は、車両を保有するユーザの自宅の車庫等に設けられる電力コンセントであり、商用交流電源 1 8 は、ユーザの自宅に引き込まれた A C 1 0 0 V または A C 2 0 0 V 用の電力ケーブルに接続される外部電源である。

【0023】

制御装置 4 0 は、V M A X・V A V E算出部 3 6 から伝送されてくるデータを用いて、充電器 2 4 の充電動作を制御し、表示部 3 8 に、充電完了までの残充電時間を表示させるコントローラである。かかる制御装置 4 0 としては、車両搭載に適した適当なコンピュータを用いることができる。

【0024】

制御装置 4 0 は、充電器 2 4 の充電動作を制御するための C P 1・C P 2 充電制御部 4 2 を有する。C P 1・C P 2 充電制御の詳細については、図 2 を用いて後述する。制御装置 4 0 は、V M A X 及び V A V E のそれぞれについて、実際の電池電圧の変化に基づく充電に関する進捗の程度を示す進捗係数を推定する進捗係数推定部 4 4 を有する。進捗係数の推定の詳細については、図 4、図 5 を用いて後述する。制御装置 4 0 は、推定された進捗係数を用いて、C P 2 充電における現在の残充電時間を推定する C P 2 残充電時間推定部 4 6 を備える。C P 2 残充電時間推定の手順の詳細については、図 3 を用いて後述する。さらに、C P 2 充電開始時に C P 1 充電が完了したにも関わらず当初に設定した C P 1 充電時間について充電余り時間がある場合に、C P 2 残充電時間の推移に合わせた現在の C P 1 残充電時間を推定する C P 1 残充電時間推定部 4 8 を備える。C P 1 残充電時間推定の手順の内容については、図 6、図 7 を用いて後述する。

【0025】

制御装置 4 0 のこれらの機能は、制御装置 4 0 がソフトウェアを実行することで実現でき、具体的には、制御装置 4 0 が残充電時間推定プログラムの各処理手順を実行することで実現される。上記機能の一部をハードウェアで実現してもよい。

【0026】

図 2 に、充電システム 2 0 における 2 段階の充電である C P 1 充電と C P 2 充電とを示す。図 2 (a) は、充電の時間経過と充電電力の大きさの推移とを用いて、C P 1 充電と C P 2 充電とを示す図で、横軸が時間、縦軸が電力である。(b) は、充電の進捗に伴って上昇する電池電圧の変化を示す図で、横軸は (a) と原点を合わせた時間、縦軸は電池電圧である。

【0027】

図 2 (a) に示すように、二次電池 2 2 に充電器 2 4 を用いて充電するに当たり、充電器 2 4 の充電可能な最大電力 C P 1 で充電する C P 1 充電と、C P 1 充電の後で C P 1 よりも少ない充電電力 C P 2 で充電する C P 2 充電とが行われる。充電器 2 4 の充電可能な最大電力とは、外部の商用交流電源 1 8 から交流電力の供給を受けて直流電力に変換して二次電池 2 2 に供給するときの供給可能な最大直流電力である。

【0028】

図 2 (b) に示すように、C P 1 充電においては、電池電圧は時間経過と共にほぼ直線的に上昇する。商用交流電源 1 8 の時間的変動や、充電器 2 4 の変換効率の変動等によって、上昇率は変動することがある。ほぼ直線的に上昇した電池電圧が、予め定めた C P 1

10

20

30

40

50

充電完了電圧 V_1 に達すると、 $CP1$ 充電完了となり、 $CP2$ 充電が開始される。 $CP2$ 充電の充電電力は $CP1$ 充電の充電電力よりも少なく押さえられるので、 $CP2$ 充電においては、電池電圧はゆっくりと満充電に向かって上昇する。電池電圧が充電の終了電圧として予め定めた $CP2$ 充電完了電圧 V_2 に達すると、二次電池 22 に対する充電の全体が終了する。

【0029】

二次電池 22 の充電の際には、充電開始の時点における二次電池 22 の電池電圧等の電池状態を用い、予め求めておいたマップ等を参照する。マップ参照によって、 $CP1$ 充電における充電電力 $CP1$ と $CP1$ 充電時間、及び $CP2$ 充電における充電電力 $CP2$ と $CP2$ 充電時間が求められると、($CP1$ 充電時間 + $CP2$ 充電時間) を全充電時間とする。そして、充電開始の時点から現在までの実経過時間を全充電時間から減算して、残充電時間とし、これを表示部 38 に表示する。

10

【0030】

表示部 38 を通してユーザに表示される残充電時間は、予め求めておいたマップ等を参照して得られる初期値から実経過時間を減算した時間で、実経過時間と共に単調に減少する時間である。ここでは、商用交流電源 18 の時間的変動や、充電器 24 の変換効率の変動等や、電池セル 23 のばらつき等が考慮されていない。したがって、表示部 38 の表示が残充電時間 = 0 となると、実際に充電動作が完了する時間との間には乖離が生じ得る。そこで、充電システム 20 では、実際の電池電圧の時間的变化に基づいて、各時間における $CP1$ 残充電時間と $CP2$ 残充電時間の推定を行い、その合計値を逐時的に表示部 38 に表示し、乖離を抑制する。

20

【0031】

充電システム 20 において、充電中の各時間における実際の残充電時間は、次のように定義される。図 2 に示すように、充電開始時間を t_0 、電池電圧が $CP1$ 充電完了電圧 V_1 に達した時間を t_1 、電池電圧が $CP2$ 充電完了電圧 V_2 に達した時間を t_2 とする。 $CP1$ 充電の期間内においては、電池電圧が $CP1$ 充電完了電圧 V_1 に達するまでの推定時間が $CP1$ 残充電時間である。 $CP2$ 充電の期間内においては、電池電圧が $CP2$ 充電完了電圧 V_2 に達するまでの推定時間が $CP2$ 残充電時間である。

【0032】

例えば、 $CP1$ 充電の期間内の時間 t ($CP1$) において、 $CP1$ 残充電時間は、 $[t_1 - \{t(CP1)\}]$ であり、 $CP2$ 残充電時間は、 $(t_2 - t_1)$ である。したがって、時間 t ($CP1$) における残充電時間の全体は、 $[t_2 - \{t(CP1)\}]$ となる。 $CP2$ 充電の期間内の時間 t ($CP2$) において、 $CP1$ 残充電時間はゼロであり、 $CP2$ 残充電時間は、 $[t_2 - \{t(CP2)\}]$ である。したがって、時間 t ($CP2$) における残充電時間の全体は、 $[t_2 - \{t(CP2)\}]$ となる。このように、 $CP1$ 充電の期間内であろうと、 $CP2$ 充電の期間内であろうと、現在の時間における残充電時間の全体は、 $\{(現在のCP1残充電時間) + (現在のCP2残充電時間)\}$ で与えられる。

30

【0033】

充電システム 20 における $CP1$ 残充電時間の推定の手順も $CP2$ 残充電時間の推定の手順もほぼ同じである。表示部 38 に表示される現在の残充電時間と実際の残充電時間の乖離が問題になるのは、表示部 38 の表示が残充電時間 = 0 に近づいたときである。これは、充電の終了時間である $t = t_2$ に近づいたときであるので、 $CP2$ 充電における時間 t ($CP2$) における場合と考えてよい。なお、 $t = t_1$ で $CP1$ 残充電時間 = 0 とするが、商用交流電源 18 の時間的変動や、充電器 24 の変換効率の変動等によって、電池電圧が V_1 に達しているが、 $CP1$ 残充電時間がゼロとならず、 $CP1$ 充電における充電余り時間が生じ得る。このときに充電余り時間を強制的にゼロにすると、表示部 38 の表示に不連続性が生じ、ユーザに違和感を与える。そこで、以下では、 $CP2$ 残充電時間の推定の手順を主に述べ、その後、 $t = t_1$ において $CP1$ 充電についての充電余り時間がある場合における $CP1$ 残充電時間の推定について述べる。

40

50

【0034】

図3は、CP2充電における残充電時間の推定の手順を示すフローチャートである。各手順は、残充電時間推定プログラムの各処理手順に対応する。車両においてイグニッションスイッチ等によって車両の制御システムが立ち上がると、システム初期化処理を経て、二次電池の充電システム20が立ち上がり、各要素の初期化の後に、CP1・CP2充電制御が開始する。これは、制御装置40のCP1・CP2充電制御部42の機能によって実行される。初めにCP1充電制御が行われ、二次電池22の電池電圧が図2(b)に示すように次第に上昇し、図3の手順に入る。

【0035】

図3において、まず、CP1充電が完了したか否かが判定される(S10)。判定が否定されるときは、電池電圧がまだV1に達していないので、全ての処理を終了し、以下の手順に進まない。判定が肯定されると、S12以下の手順に進む。

【0036】

S10の判定は、予め定めたCP1充電完了電圧V1と、時間 $t = t_1$ における実際の電池電圧との比較によって行われる。予め定めたV1は、V2に近い電圧として、二次電池22の充放電特性等から予め定めることができる。一例を挙げると、V2を二次電池22の満充電電圧またはそれに近い電圧とし、V2の約90%程度の電圧をV1とできる。これは説明のための例示であって、適宜変更が可能である。

【0037】

時間 $t = t_1$ における実際の電池電圧は、特別な場合を除き、時間 $t = t_1$ におけるVAVEを用いる。特別な場合とは、二次電池22の仕様や二次電池22の使用状態等から見て、セル電圧のばらつきが大きくなることが予測できる場合である。時間 $t = t_1$ におけるVAVEは、 $V_{MAX} \cdot V_{AVE}$ 算出部36で算出された $t = t_1$ におけるVAVEの生データ電圧でなく、所定のなまし処理を行った後のなまし電圧を用いる。所定のなまし処理とは、瞬時値としての生データ電圧には、偶然的なばらつきが含まれるので、その誤差を少なくするための処理で、例えば、複数の時間における生データ電圧に重みを付けて平均化する移動平均処理を用いることができる。以下の電池電圧についても同様に、生データ電圧でなく、なまし電圧を用いる。

【0038】

S10の判定が肯定されると、次に、現在の時間 t (CP2)において、 V_{MAX} に関する電圧差分があるか否かが判定される(S12)。後に述べるVAVEに関する電圧差分と区別して、 V_{MAX} に関する電圧差分を第1電圧差分、VAVEに関する電圧差分を第2電圧差分と呼ぶ。第1電圧差分とは、 $\{(CP2 \text{ 充電完了電圧 } V_2) - (\text{現在の } V_{MAX})\}$ である。S12の判定が否定されるときは、 $(\text{現在の } V_{MAX}) = (CP2 \text{ 充電完了電圧 } V_2)$ であって、 $t = t_2$ であり、CP2充電が完了しているので、全ての処理を完了し、以下の手順には進まない。なお、現在の V_{MAX} については、なまし電圧を用いる。

【0039】

S12の判定が肯定されると、第1電圧差分の進捗割合を算出する(S14)。第1電圧差分の進捗割合とは、 $\{(\text{現在の第1電圧差分}) / (CP2 \text{ 充電の初期電圧差分})\}$ である。CP2充電の初期電圧差分とは、CP2充電完了電圧V2とCP2充電を開始した時点の電池電圧との差である。CP2充電を開始した時点の電池電圧とは、 $t = t_1$ における V_{MAX} なまし電圧である。

【0040】

図4は、第1電圧差分と、第1電圧差分の進捗割合とを示す図である。図4の横軸は時間で、縦軸は電圧である。破線は、CP2充電完了電圧V2である。CP2充電完了電圧V2は、二次電池22の充電終了電圧であるが、電池温度等の変化によって、時間によって変動する。図4の例では、時間経過と共に電池温度が変化し、結果として、V2が時間と共に変化している。実線は、CP2充電完了判定に用いられる V_{MAX} なまし電圧である。CP2充電の進展に伴い、 V_{MAX} なまし電圧は上昇する。図4における各時間にお

10

20

30

40

50

いて、 $\{(CP2 \text{ 充電完了電圧 } V_2) - (\text{現在の } V_{MAX} \text{ なまし電圧})\}$ が、各時間における第1電圧差分 ΔV_t である。

【0041】

時間 $t = t_1$ における電圧差分は、CP2 充電における初期電圧差分であり、 $\{(CP2 \text{ 充電完了電圧 } V_2) - (t = t_1 \text{ における } V_{MAX} \text{ なまし電圧})\}$ である。CP2 充電が進展すると、 V_{MAX} なまし電圧は次第に上昇し、第1電圧差分は、CP2 充電における初期電圧差分から次第に減少する。 $t = t_2$ でCP2 充電の V_{MAX} なまし電圧は V_2 となり、第1電圧差分 = 0 となる。したがって、CP2 充電の進捗に伴う第1電圧差分の進捗の程度は、 $\{(\text{各時間の第1電圧差分}) / (CP2 \text{ 充電の初期電圧差分}) \}$ で示すことができる。

10

【0042】

図4では、 $(CP2 \text{ 充電の初期電圧差分}) = \Delta V_0$ と示す。 $(\text{現在の第1電圧差分}) = \Delta V_t$ であるので、現在の時間の $t = t(CP2)$ における第1電圧差分の進捗割合は、 $(\Delta V_t / \Delta V_0)$ である。

【0043】

第1電圧差分の進捗割合が算出されると、第1進捗係数の推定が行われる(S16)。後述するように、VAVE についても同様な処理手順が行われるので、これらを区別するため、 V_{MAX} に関する進捗係数を第1進捗係数、VAVE に関する進捗係数を第2進捗係数と呼ぶ。この手順は、VAVE に関するS24の手順と共に、制御装置40の進捗係数推定部44の機能によって実行される。

20

【0044】

第1進捗係数は、二次電池22におけるCP2 充電の進捗率を示す数値である。CP2 充電の進捗率とは、充電した時間の進捗率とは異なり、二次電池22の充電容量における充電の進捗率で、SOCの進捗率に相当する。CP2 充電開始時の $t = t_1$ では、第1進捗係数 = 1.00 であり、CP2 充電完了時の $t = t_2$ では第1進捗係数 = 0 である。第1進捗係数が減少するに従って、CP2 充電の進捗率は増加し、CP2 残充電時間は減少する。第1進捗係数 = 0 のときに、CP2 充電進捗率は1.00となり、CP2 残充電時間 = 0 となる。

【0045】

CP2 充電では、図2(a)に示すように、CP1 充電における電力よりは小電力であるが、CP2 充電の全期間に渡って一定電力である。したがって、第1電圧差分の進捗割合 $(\Delta V_t / \Delta V_0)$ から、CP2 充電の進捗率を示す第1進捗係数の概略の値を推定することができる。

30

【0046】

図5は、 $(\Delta V_t / \Delta V_0)$ と推定される第1進捗係数との関係を示す関係マップの例である。ここでは、充電電力の変動もなく、電池温度も一定の場合として、第1進捗係数 = $(\Delta V_t / \Delta V_0)$ の例を示す。実際には、商用交流電源18の時間的変動や、充電器24の変換効率の変動等や、セル電圧の変動等もあるので、実際の $(\Delta V_t / \Delta V_0)$ と第1進捗係数との関係は、予め実験やシミュレーション等で求めておく。 $(\Delta V_t / \Delta V_0)$ と推定される第1進捗係数との関係は、進捗係数関係ファイルとして、図1に図示しないメモリに記憶され、S14の実行の際に読み出される。以下では、推定される第1進捗係数を、単に、第1進捗係数と呼ぶ。

40

【0047】

図5では、進捗係数関係ファイルとして、ルックアップテーブル形式のマップによって $(\Delta V_t / \Delta V_0)$ と第1進捗係数との関係を示したが、これ以外に、数式関係や、 $(\Delta V_t / \Delta V_0)$ を入力して第1進捗係数が出力されるROM形式を用いてもよい。

【0048】

再び図3に戻り、現在の時間 $t = t(CP2)$ における第1進捗係数が推定されると、これを用いて(V_{MAX} に関するCP2 充電進捗時間 T_1) が算出される(S18)。(V_{MAX} に関するCP2 充電進捗時間) は、(CP2 充電開始時におけるCP2 残充電時

50

間)であるCP2初期残充電時間T0に、 $\{1.00 - (\text{現在の第1進捗係数})\}$ を乗算することで得られる。t = t1においては、第1進捗係数 = 1.00 であるので、(VMAXに関するCP2充電進捗時間T1) = 0であり、t = t2においては、第1進捗係数 = 0 であるので、(VMAXに関するCP2充電進捗時間T1) = (CP2初期残充電時間T0)となる。

【0049】

S12、S14、S16、S18は、電池電圧としてVMAXを用いる場合であるが、電池電圧としてVAVEを用いる場合について、S22、S24、S26、S28の手順が行われる。S22、S24、S26、S28の手順は、それぞれS12、S14、S16、S18におけるVMAXをVAVEに変更し、第1電圧差分を第2電圧差分に変更し、第1進捗係数を第2進捗係数に変更することで進められるので、詳細な説明を省略する。S28まで進むと、(VAVEに関するCP2充電進捗時間T2)が得られる。

10

【0050】

次に、S18で得られた(VMAXに関するCP2充電進捗時間T1)と、S28で得られた(VAVEに関するCP2充電進捗時間T2)の間の大小関係を判定する(S30)。

【0051】

(VMAXに関するCP2充電進捗時間T1)の方が小さいと判定されると、現在のCP2充電進捗時間を、(VMAXに関するCP2充電進捗時間T1)に設定する(S32)。そして、(CP2初期残充電時間T0)から(VMAXに関するCP2充電進捗時間T1)を減算して、その結果を、現在の時間t = t(CP2)におけるCP2残充電時間と推定する(S34)。t = t1のときは、第1進捗係数 = 1.00 であり、(VMAXに関するCP2充電進捗時間T1) = 0であるので、CP2残充電時間 = (CP2初期残充電時間T0)のままである。t = t2のときは、第1進捗係数 = 0 であり、(VMAXに関するCP2充電進捗時間T1) = (CP2初期残充電時間T0)となるので、CP2残充電時間 = 0となる(図4参照)。

20

【0052】

VAVEに関するCP2充電進捗時間T2の方が小さいと判定されると、現在のCP2充電進捗時間を、(VAVEに関するCP2充電進捗時間T2)に設定する(S36)。そして、(CP2初期残充電時間T0)から(VAVEに関するCP2充電進捗時間T2)を減算して、その結果を、現在の時間t = t(CP2)におけるCP2残充電時間と推定する(S38)。t = t1のときは、第2進捗係数 = 1.00 であり、(VAVEに関するCP2充電進捗時間T2) = 0であるので、CP2残充電時間 = (CP2初期残充電時間)のままである。t = t2のときは、第2進捗係数 = 0 であり、(VAVEに関するCP2充電進捗時間T2) = (CP2初期残充電時間T0)となるので、CP2残充電時間 = 0となる。S32、S34、S36、S38の手順は、制御装置40のCP2残充電時間推定部46の機能によって実行される。

30

【0053】

S34またはS38の結果により、現在の時間t = t2におけるCP2残充電時間が推定される。各時間において、(VMAXに関するCP2充電進捗時間T1)と(VAVEに関するCP2充電進捗時間T2)のいずれが小さいかはいつも同じではないので、S34の結果によるかS38の結果によるかは、各時間によって異なる。いずれにしても、現在の時間t = t(CP2)におけるCP2残充電時間は、(VMAXに関するCP2充電進捗時間T1)と(VAVEに関するCP2充電進捗時間T2)のうちで、小さい方に基づいて定められる。したがって、CP2残充電時間としては、大きい値となる方が用いられる。この大きい方のCP2残充電時間が表示部38に表示されるので、実際の残充電時間と表示部38の表示との間の乖離を抑制することができる。

40

【0054】

上記では、CP1充電が完了したときにCP2充電を開始している。すなわち、電池電圧がV1に到達したt = t1にCP2を開始しているが、充電開始時t = t0から電池電

50

圧がV1に到達した $t = t_1$ までの期間が、充電開始時にマップ等で求めたCP1充電時間と異なることがある。この場合には、 $t = t_1$ において、表示部38に表示されるCP1残充電時間がゼロにならず、CP1充電について当初設定したCP1充電時間がまだ余っている充電余り時間がある状態となる。

【0055】

$t = t_1$ までに(CP1残充電時間=0)となるときは、表示部38の表示はその時点でCP2初期残充電時間T0が表示されるので、表示に連続性が維持される。 $t = t_1$ のときにCP1充電についての充電余り時間があるときに、表示部38がCP1充電余り時間を強制的に0にしてCP2初期残充電時間T0を表示すると、表示に不連続性が生じ、ユーザに違和感を与える。図6は、 $t = t_1$ のときにCP1充電についての充電余り時間があるときに、ユーザに違和感を与えない表示とするために、充電余り時間を修正して、これを現在のCP1残充電時間と推定する手順を示すフローチャートである。

10

【0056】

図6においても、まず、CP1充電が完了したか否かが判定される(S10)。これは、図3のS10と同じ内容であるので、詳細な説明を省略する。S10が肯定されると、次に、CP1充電についての充電余り時間があるか否かが判定される(S40)。判定は、時間 $t = t_1$ において行われる。判定の方法の1例を挙げると、 $t = t_1$ における表示部38の表示の値が、(CP2初期残充電時間T0)を超えた値のときは、(CP1充電についての充電余り時間 > 0)であるので、S40の判定が肯定され、それ以外のときは、S40の判定が否定される。

20

【0057】

S40の判定が肯定されると、現在の第1進捗係数と現在の第2進捗係数の大小が判定される(S42)。第1進捗係数の方が大きい場合は、第1進捗係数を充電余り時間に乗算して、その結果を、現在のCP1残充電時間と推定する(S44)。第2進捗係数の方が大きい場合は、第2進捗係数を充電余り時間に乗算して、その結果を、現在のCP1残充電時間と推定する(S46)。要するに、現在の第1進捗係数と現在の第2進捗係数のうちで大きい方の値を充電余り時間に乗算して、現在のCP1残充電時間と推定する。これらの手順は、制御装置40のCP1残充電時間推定部48の機能によって実行される。

【0058】

図7は、CP1残充電時間の推定手順を示す図である。横軸は時間、縦軸は、残充電時間である。実線がCP1残充電時間である。参考として、CP2残充電時間を破線で示す。図7の例は、 $t = t_1$ でCP2充電に切り替わるが、 $t = t_1$ で、CP残充電時間は(ゼロにならずに、(充電余り時間 $T_3 > 0$))がある場合を示す。図7において、 $t = t_1$ までは、CP1残充電時間は次第に減少し、図示していないが電池電圧は次第に上昇する。CP1充電が行われている間はCP2充電が開始しないので、CP2残充電時間は、CP2初期残充電時間T0のままで変化しない。 $t = t_1$ において電池電圧がV1に達してCP2充電が開始する。 $t = t_1$ において(充電余り時間 $T_3 > 0$)であるので、充電余り時間 T_3 がある状態で、CP2充電が開始することになる。なお、図7では、 $t = t_1$ において、(CP1充電余り時間 $T_3 > \text{CP2初期残充電時間T0}$)としたが、これは説明のための例示であって、(CP1充電余り時間 $T_3 < \text{CP2初期残充電時間T0}$)であ

30

40

【0059】

$t = t_1$ から $t = t_2$ の間のCP2充電の期間は、図3で述べたように、各時間におけるCP2残充電時間は、($t = t_1$ におけるCP2残充電時間)に、第1進捗係数と第2進捗係数のうちで大きい方が乗算された値で、ゼロに向かって進捗する。これに対応して、各時間において、CP1充電余り時間について、($t = t_1$ におけるCP1充電余り時間 T_3)に、第1進捗係数と第2進捗係数のうちで大きい方が乗算された値で、ゼロに向かって進捗するように修正する。実線は、CP1充電余り時間が修正された後のCP1残充電時間を示す。このように、 $t = t_1$ でCP1充電余り時間 T_3 があるときは、CP2残充電時間の進捗と同じ進捗となるように、CP1充電余り時間を修正して逐時的に減少

50

させて、これをC P 1 充電残時間と推定する。これにより、 $t = t_2$ において、推定されたC P 1 残充電時間 = 0 となり、推定されたC P 2 残充電時間 = 0 と整合される。なお、この過程において、C P 2 残充電時間が増加に転じた場合には、C P 1 充電残時間を前回の値にホールドし、増加も減少もさせない。これにより、二次電池 2 2 の充電の全期間において、表示部 3 8 の表示の連続性が維持される。

【0060】

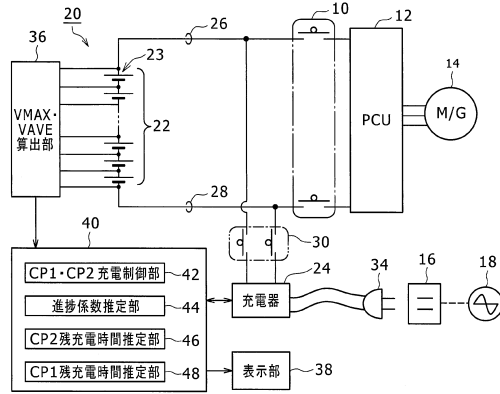
本実施の形態に係る二次電池の充電システム 2 0 は、二次電池 2 2 に充電器 2 4 を用いて充電する。充電システム 2 0 は、充電器 2 4 の充電可能な最大電力で充電するC P 1 充電と、C P 1 充電の完了後にC P 1 充電における充電電力よりも少ない充電電力で充電するC P 2 充電とを行うC P 1 ・C P 2 充電制御部を備える。また、二次電池 2 2 を構成する複数の電池セル 2 3 のセル電圧について、セル最大電圧 V_{MAX} と、セル平均電圧 V_{AVE} とを求める $V_{MAX} \cdot V_{AVE}$ 算出部 3 6 を備える。ここで、C P 2 充電において、C P 2 充電が完了する電池電圧であるC P 2 充電完了電圧とC P 2 充電が開始したときの電池電圧との差をC P 2 充電の初期電圧差分とする。充電システム 2 0 は、C P 2 充電完了電圧と現在の V_{MAX} との差を現在の第 1 電圧差分として $\{(\text{現在の第 1 電圧差分}) / (\text{C P 2 充電の初期電圧差分})\}$ に対応する第 1 進捗係数を推定する。また、C P 2 充電完了電圧と現在の V_{AVE} との差を現在の第 2 電圧差分として $\{(\text{現在の第 2 電圧差分}) / (\text{C P 2 充電の初期電圧差分})\}$ に対応する第 2 進捗係数を推定する。そこで、第 1 進捗係数の推定と第 2 進捗係数の推定を行う進捗係数推定部 4 4 を備える。また、第 1 進捗係数を用いて現在の V_{MAX} によるC P 2 残充電時間を求め、第 2 進捗係数を用いて現在の V_{AVE} によるC P 2 残充電時間を求め、これらの大きい方を現在のC P 2 残充電時間と推定するC P 2 残充電時間推定部 4 6 を備える。ここで、C P 2 充電が開始したときに、C P 1 充電について当初設定したC P 1 充電時間がまだ余っている充電余り時間があることがある。その場合に、第 1 進捗係数と第 2 進捗係数のうちの大きい方の値を、充電余り時間に乗算して現在のC P 1 残充電時間とするC P 1 残充電時間推定部 4 8 を備える。さらに、現在のC P 2 残充電時間と現在のC P 1 残充電時間の和を、現在の推定残充電時間として表示する表示部 3 8 を備える。これによって、実際のC P 2 残充電時間と表示部 3 8 の表示との間の乖離を抑制でき、二次電池 2 2 の充電の全期間において、表示部 3 8 の表示の連続性が維持され、実際の残充電時間と乖離の少ない表示が可能となる。

【符号の説明】

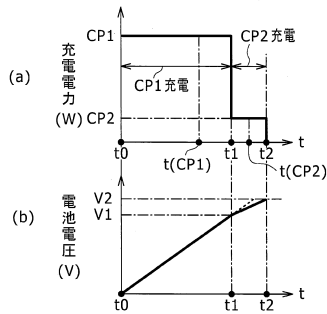
【0061】

1 0 システムメインリレー、1 2 電力コントロールユニット (PCU)、1 4 回転電機 (M/G)、1 6 外部電源側コンセント、1 8 商用交流電源、2 0 (二次電池の) 充電システム、2 2 二次電池、2 3 電池セル、2 4 充電器、2 6 正極側母線、2 8 負極側母線、3 0 充電リレー、3 8 表示部、3 4 充電器側コンセント、3 6 $V_{MAX} \cdot V_{AVE}$ 算出部、3 8 表示部、4 0 制御装置、4 2 C P 1 ・C P 2 充電制御部、4 4 進捗係数推定部、4 6 C P 2 残充電時間推定部、4 8 C P 1 残充電時間推定部。

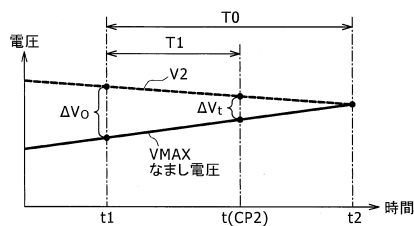
【図 1】



【図 2】



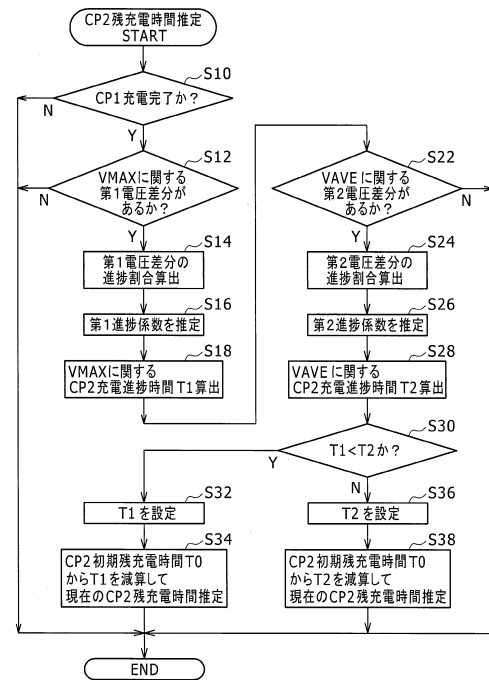
【図 4】



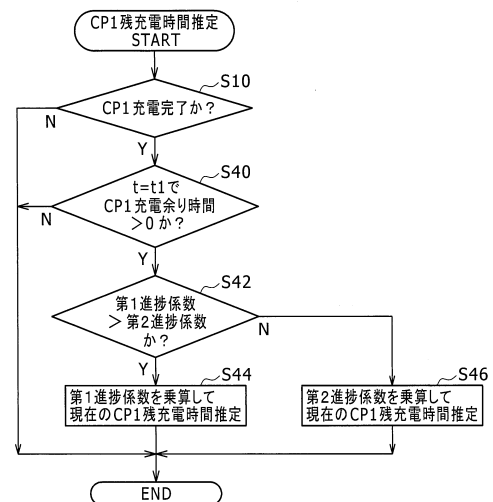
【図 5】

$\Delta V_t / \Delta V_0$	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00
推定第1進捗係数	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00

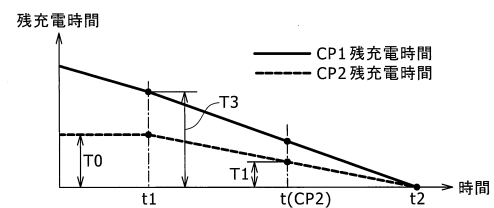
【図 3】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
B 6 0 L	53/00	(2019.01)	H 0 1 M	10/44 Q
			H 0 2 J	7/02 X
			B 6 0 L	53/00

(56)参考文献 特開2015-233366 (JP, A)
特開2014-236582 (JP, A)
特開2006-262605 (JP, A)
特開2015-094678 (JP, A)
特開2015-42013 (JP, A)
特開2014-207861 (JP, A)
国際公開第2010/61465 (WO, A1)
特開2015-109736 (JP, A)
特開2013-31239 (JP, A)
特開2013-132168 (JP, A)
実開平4-61443 (JP, U)
特開2017-17766 (JP, A)
特開2016-192849 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 2 J	7/00
H 0 1 M	10/44
H 0 1 M	10/48
H 0 2 J	7/02
H 0 2 J	7/10
B 6 0 L	53/00