

(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2011-106953

(P2011-106953A)

(43) 公開日 平成23年6月2日(2011.6.2)

|                               |                    |             |
|-------------------------------|--------------------|-------------|
| (51) Int.Cl.                  | F 1                | テーマコード (参考) |
| <b>GO 1 R 31/36 (2006.01)</b> | GO 1 R 31/36 A     | 2 G 0 1 6   |
| <b>HO 1 M 10/48 (2006.01)</b> | HO 1 M 10/48 P     | 5 G 5 0 3   |
| <b>HO 2 J 7/00 (2006.01)</b>  | HO 1 M 10/48 3 O 1 | 5 H 0 3 0   |
|                               | HO 2 J 7/00 X      |             |

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 15 頁)

|           |                              |          |                                |
|-----------|------------------------------|----------|--------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2009-262017 (P2009-262017) | (71) 出願人 | 000005326                      |
| (22) 出願日  | 平成21年11月17日 (2009.11.17)     |          | 本田技研工業株式会社                     |
|           |                              |          | 東京都港区南青山二丁目1番1号                |
|           |                              | (74) 代理人 | 100064414                      |
|           |                              |          | 弁理士 磯野 道造                      |
|           |                              | (74) 代理人 | 100111545                      |
|           |                              |          | 弁理士 多田 悦夫                      |
|           |                              | (72) 発明者 | 川北 幸治                          |
|           |                              |          | 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会            |
|           |                              |          | 社本田技術研究所内                      |
|           |                              | Fターム(参考) | 2G016 CA03 CB06 CB11 CB21 CB22 |
|           |                              |          | CB24 CB31 CB32 CC03 CC04       |
|           |                              |          | CC07 CC13 CC27 CC28 CF06       |
|           |                              |          | CF07                           |
|           |                              |          | 5G503 BA01 BB01 EA05 GD03 GD06 |
|           |                              |          | 最終頁に続く                         |

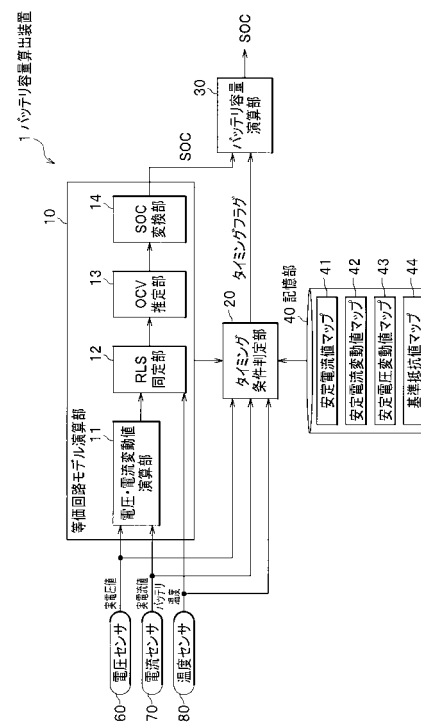
(54) 【発明の名称】 電池容量検出方法

(57) 【要約】

【課題】 高精度な電池の満充電容量を可能とする電池容量検出方法を提供する。

【解決手段】 第1の検出タイミングと、第2の検出タイミングとの間における電池の容量変化値、および等価回路モデル方式によって算出された電池の残容量の変化率と、電流値積算値から電池の満充電容量を検出するバッテリー容量算出装置1において、第1の検出タイミングおよび第2の検出タイミングは、等価回路モデルによるモデル化誤差が大きくなる条件を避けたタイミングであることを特徴とする。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第 1 の検出タイミングと、第 2 の検出タイミングとの間における電池の容量変化値、および等価回路モデル方式によって算出された電池の残容量の変化率から式 (1) に従って、電池の満充電容量を検出する電池容量検出装置による電池容量検出方法であって、

前記第 1 の検出タイミングおよび前記第 2 の検出タイミングは、

等価回路モデルによる電圧推定値と、電圧センサから取得される実電圧値との誤差が所定の誤差以下であり、

電流センサから取得される実電流値が所定の電流値以下であり、

所定期間内の実電流変動値が所定の電流変動値以下であり、

所定期間内の実電圧変動値が所定の電圧変動値以下であり、

温度センサから取得される電池温度が所定の電池温度以上である

ことを特徴とする電池容量検出方法。

$$CAPA = \Delta Ah / \Delta SOC \quad \cdots (1)$$

ただし、CAPA は前記電池の満充電容量であり、 $\Delta Ah$  は前記第 1 の検出タイミングと、前記第 2 の検出タイミングとの間における前記電池の容量変化値であり、 $\Delta SOC$  は第 1 の検出タイミングと、第 2 の検出タイミングとの間における等価回路モデル方式によって算出された電池の残容量の変化率である。

## 【請求項 2】

前記所定の電流値が、前記所定の電流値以下、かつ、前記所定の電流値よりも低い第 2 の所定の電流値以上である

ことを特徴とする請求項 1 に記載の電池容量検出方法。

## 【請求項 3】

前記満充電容量は、式 (2) によって補正されることを特徴とする請求項 1 に記載の電池容量検出方法。

$$CAPA(n) = W \times CAPA(n-1) + (1-W) \times (\Delta Ah / \Delta SOC) \quad \cdots (2)$$

ここで、CAPA(n) は前記満充電容量の今回値、CAPA(n-1) は前記満充電容量の前回値、W は  $0 \leq W \leq 1$  の値をとる重み係数である。

## 【請求項 4】

前記式 (2) によって算出される前記満充電容量は、式 (3) によって補正されることを特徴とする請求項 3 に記載の電池容量検出方法。

$$CAPAF(n) = F \times CAPA(n) + (1-F) \times CAPAF(n-1) \quad \cdots (3)$$

ここで、CAPAF(n) は満充電容量フィルタ値の今回値、CAPAF(n-1) は満充電容量フィルタ値の前回値、F は  $0 \leq F \leq 1$  の値をとるフィルタ係数である。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、電池容量検出方法の技術に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

特許文献 1 では、以下の手順によってバッテリー容量を算出する満充電容量検出方法が開示されている。

1. 第 1 の検出タイミングと、第 2 の検出タイミングとの間において、電池の充放電電流の積算値から充放電電気を算出する。

2. 第 1 の検出タイミングにおける OCV (Open Circuit Voltage) と、第 2 のタイミングにおける OCV を検出し、これらの OCV からバッテリーの SOC (State Of Charge : 電池の残容量) を算出する。

3. 第 1 のタイミングおよび第 2 のタイミングにおける SOC の変動値 ( $\Delta SOC$ ) と

10

20

30

40

50

、充放電電気量（ $\Sigma I$ ）から下記の式（B1）よりバッテリー容量C A P Aを算出する。

【0003】

$C A P A = \Delta A h / \Delta S O C \quad \cdots (B1)$

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2008-241358号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

10

しかしながら、特許文献1に記載の技術ではOCVの検出に、充放電電気量に対するOCV特性の関数またはマップなどを用いている。この方法では、バッテリーの経時変化や温度変化などによる特性変化には対応することが困難であり、OCVの検出誤差が大きくなってしまふ。この結果、バッテリー容量の推定精度が悪化してしまうという問題がある。

【0006】

そこで、本発明の課題は、高精度な電池の満充電容量を可能とする電池容量検出方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

20

前記課題を解決する本発明のうち請求項1に記載の発明は、第1の検出タイミングと、第2の検出タイミングとの間における電池の容量変化値、および等価回路モデル方式によって算出された電池の残容量の変化率から $C A P A = \Delta A h / \Delta S O C$ に従って、電池の満充電容量を検出する電池容量検出装置による電池容量検出方法であって、前記第1の検出タイミングおよび前記第2の検出タイミングは、等価回路モデルによる電圧推定値と、電圧センサから取得される実電圧値との誤差が所定の誤差以下であり、電流センサから取得される実電流値が所定の電流値以下であり、所定期間内の実電流変動値が所定の電流変動値以下であり、所定期間内の実電圧変動値が所定の電圧変動値以下であり、温度センサから取得される電池温度が所定の電池温度以上であることを特徴とする。

ただし、C A P Aは前記電池の満充電容量であり、 $\Delta A h$ は前記第1の検出タイミングと、前記第2の検出タイミングとの間における前記電池の容量変化値であり、 $\Delta S O C$ は第1の検出タイミングと、第2の検出タイミングとの間における等価回路モデル方式によって算出された電池の残容量の変化率である。

30

【0008】

請求項1に係る発明によれば、等価回路モデルのモデル化誤差が大きくなる条件を避けた状況で、等価回路モデルで算出されたSOCを用いた電池の満充電容量を算出できるため、電池の経時的変化に追従した精度の高い電池の満充電容量を検出することが可能となる。

【0009】

また、請求項2に係る発明は、前記所定の電流値が、前記所定の電流値以下、かつ、前記所定の電流値よりも低い第2の所定の電流値以上であることを特徴とする。

40

【0010】

請求項2に係る発明によれば、電流値を所定の範囲内に収めることができるため、より精度の高い電池の満充電容量を検出することが可能となる。

【0011】

また、請求項3に係る発明において、前記満充電容量は、 $C A P A (n) = W \times C A P A (n-1) + (1-W) \times (\Delta A h / \Delta S O C)$ によって補正されることを特徴とする。

ここで、C A P A (n)は前記満充電容量の今回値、C A P A (n-1)は前記満充電容量の前回値、Wは $0 \leq W \leq 1$ の値をとる重み係数である。

【0012】

50

請求項 3 に係る発明によれば、センサの誤差などに起因する算出満充電容量の急激な変化を防止することができる。

【0013】

そして、請求項 4 に係る発明において、 $CAP A(n) = W \times CAP A(n-1) + (1-W) \times (\Delta Ah / \Delta SOC)$  によって算出される前記満充電容量は、 $CAP AF(n) = F \times CAP A(n) + (1-F) \times CAP AF(n-1)$  によって補正されることを特徴とする。

ここで、 $CAP AF(n)$  は満充電容量フィルタ値の今回値、 $CAP AF(n-1)$  は満充電容量フィルタ値の前回値、 $F$  は  $0 \leq F \leq 1$  の値をとるフィルタ係数である。

【0014】

請求項 4 に係る発明によれば、電池の満充電容量の急激な変化を防止することができる。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、高精度な電池の満充電容量を可能とする電池容量検出方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図 1】 本実施形態に係るバッテリー容量算出装置の構成例を示すブロック図である。

【図 2】 本実施形態に係る条件 Z 1 および条件 Z 2 を判定するためのブロック線図である。

【図 3】 本実施形態に係る条件 Z 3 を判定するためのブロック線図である。

【図 4】 本実施形態に係る条件 Z 4 を判定するためのブロック線図である。

【図 5】 本実施形態に係る条件 Z 5 を判定するためのブロック線図である。

【図 6】 等価回路モデル演算処理の流れを示すフローチャートである。

【図 7】 本実施形態に係るタイミング条件判定処理の流れを示すフローチャートである。

【図 8】 本実施形態に係るバッテリー容量演算処理の流れを示すフローチャートである（その 1）。

【図 9】 本実施形態に係るバッテリー容量演算処理の流れを示すフローチャートである（その 2）。

【発明を実施するための形態】

【0017】

次に、本発明を実施するための最良の形態（「実施形態」という）について、適宜図面を参照しながら詳細に説明する。

【0018】

（バッテリー容量算出装置）

図 1 は、本実施形態に係るバッテリー容量算出装置の構成例を示すブロック図である。

バッテリー容量算出装置（電池容量検出装置）1 は、等価回路モデル演算部 10 と、タイミング条件判定部 20 と、バッテリー容量演算部 30 と、記憶部 40 とを有している。

等価回路モデル演算部 10 は、車両に搭載される図示しないバッテリー（電池）に設置されている電圧センサ 60、電流センサ 70、温度センサ 80 から得られる実電圧値、実電流値、バッテリー温度の各センサ値が入力され、これらの値から等価回路モデル方式による SOC 推定値を算出し、算出した SOC 推定値をバッテリー容量演算部 30 へ出力する機能を有する。

【0019】

タイミング条件判定部 20 は、各センサ 60、70、80 から入力される実電圧値、実電流値、バッテリー温度や、記憶部 40 に記憶されている安定電流値マップ 41、安定電流変動値マップ 42、安定電圧変動値マップ 43、基準抵抗値マップ 44 を用いて、以下の 5 つの条件（タイミング条件）のすべてが満たされているか否かを判定し、判定の結果にしたがって切替フラグをバッテリー容量演算部 30 へ出力する機能を有する。

## 【0020】

条件Z1：等価回路モデル方式で推定された電圧変動値の推定値と、電圧センサ60から入力された実電圧変動値の差分値閾値（所定の誤差）以下

条件Z2：電流センサ70から入力された実電流値が所定上限値（所定の電流値）以下、もしくは実電流値が所定範囲（所定の下限電流値以上、所定の上限電流値以下）内

条件Z3：所定期間内における実電流変動値が所定値（所定の電流変動値）以下

条件Z4：所定期間内における実電圧変動値が所定値（所定の電圧変動値）以下

条件Z5：温度センサ80から入力されたバッテリー温度が閾値（所定の電池温度）以上

## 【0021】

バッテリー容量演算部30は、タイミング条件Z1～Z5の成立を検知すると、これを第1のタイミングまたは第2のタイミングとして等価回路モデルを用いて推定したSOC推定値を基に、バッテリー容量を算出する機能を有する。なお、バッテリー容量演算部30は、条件Z1～Z5の成立に加えて、以下の条件（容量算出条件）W1～W4が成立したときに、バッテリー容量を算出する。

条件W1：第1のタイミングと、第2のタイミングでのSOCの変動値（ $\Delta SOC$ ）が所定値以上（後記する式（5）の第2項における分母を小さくしないための条件）

条件W2：第1のタイミングと、第2のタイミング間で積算された実電流値（ $\Delta Ah = |\Sigma I|$ ）が所定値以上（例えば、 $\Delta Ah$ が0に近い値である場合、後記する式（5）の第2項で算出されるバッテリー容量の今回値が0に近い値となってしまうのを避けるための条件）

条件W3：第1のタイミングと、第2のタイミングの間隔が所定時間T1以上、所定時間T2以下（短い時間でバッテリー容量の算出が行われなくするための、長期間にわたって実電流値が積算されるために生じる $\Delta Ah$ の誤差を避けるための条件）

条件W4： $\Delta SOC$ と、 $\Delta Ah$ の正負が同符号（本来同符号であるはずの $\Delta SOC$ と $\Delta Ah$ が、異符号となっているときは電流センサ70などの誤差が生じていると考えられるため）

## 【0022】

これらの条件W1～W4が成立したときに、バッテリー容量演算部30は重み係数およびフィルタ係数を用いてバッテリー容量を算出する。重み係数およびフィルタ係数を用いたバッテリー容量（電池の満充電容量）の算出方法については後記する。

## 【0023】

等価回路モデル演算部10は、電圧・電流変動値演算部11、RLS（Recursive Least Square：逐次最小二乗法）同定部12、OCV推定部13およびSOC変換部14を有する。

電圧・電流変動値演算部11は、入力された実電圧値、実電流値と、記憶部40に一時記憶している前回実電圧値、前回実電流値から、実電圧変動値および実電流変動値を算出する機能を有する。

RLS同定部12は、電圧・電流変動値演算部11から入力された実電圧変動値および実電流変動値と、温度センサ80から入力されたバッテリー温度を基に、逐次最小二乗法によってバッテリーの内部抵抗値を推定する機能を有する。

OCV推定部13は、RLS同定部12から入力された内部抵抗値の推定値を基に、OCVを推定する機能を有する。

そして、SOC変換部14は、図示しないOCV－SOCマップを用いて、OCVから等価回路モデル方式によるSOCを推定する機能を有する。

なお、等価回路モデル演算部10は、公知の技術（例えば、特開2009-103471号公報参照）である。

## 【0024】

記憶部40には、後記して説明する安定電流値マップ41、安定電流変動値マップ42、安定電圧変動値マップ43、基準抵抗値マップ44が格納されている。なお、安定電流値マップ41、安定電流変動値マップ42、安定電圧変動値マップ43、基準抵抗値マッ

10

20

30

40

50

プ 4 4 の代わりに、各マップ 4 1 ～ 4 4 に相当する関数が格納されていてもよい。

なお、バッテリー容量算出装置 1 は、E C U (Electronic Control Unit) などに搭載されるものであり、等価回路モデル演算部 1 0、タイミング条件判定部 2 0、バッテリー容量演算部 3 0 および等価回路モデル演算部 1 0 における各部 1 1 ～ 1 4 は R O M (Read Only Memory) などに格納されたプログラムが、C P U (Central Processing Unit) によって実行されることによって具現化する。

#### 【0025】

次に、図 2 ～ 図 5 を参照して、第 1 のタイミングおよび第 2 のタイミングを検出するための条件 Z 1 ～ Z 5 を判定する処理を説明する。

#### 【0026】

(条件 Z 1 : 推定電圧値と実電圧値の差分値が所定値以下)

図 2 (a) は、本実施形態に係る条件 Z 1 を判定するためのブロック線図である。

条件 Z 1 は、実電圧変動値と、等価回路モデルを使用して推定された電圧変動値の誤差が大きいときは、等価回路モデル方式のモデル化誤差が大きいため、バッテリー容量を算出するための第 1 のタイミングおよび第 2 のタイミングとはしないための条件である。

まず、タイミング条件判定部 2 0 は、電圧センサ 6 0、電流センサ 7 0 から入力された実電圧値、実電流値から、記憶部 4 0 に一時記憶していた実電圧値、実電流値の前回値を減算することによって、実電圧変動値、実電流変動値を算出する。そして、タイミング条件判定部 2 0 は、実電流変動値に等価回路モデル演算部 1 0 によって算出された内部抵抗値の推定値を乗算することによって (S 1 0 1)、電圧変動値の推定値を算出する。

#### 【0027】

次に、タイミング条件判定部 2 0 は、実電圧変動値から電圧変動値の推定値を減算することによって (S 1 0 2)、電圧変動値の差分値を算出する。

そして、タイミング条件判定部 2 0 は、予め設定してある閾値 (所定の誤差) と、ステップ S 1 0 2 で算出した差分値とを比較し (S 1 0 3)、比較結果を出力する。タイミング条件判定部 2 0 は、例えば、差分値が閾値以下であれば比較結果として「1」、差分値が閾値より大きければ「0」を出力する。

なお、閾値の値は、例えば 1 mV などが考えられる。

#### 【0028】

(条件 Z 2 : 電流センサ 7 0 から入力された実電流値が所定値以下、もしくは実電流値が所定範囲内)

図 2 (b) は、本実施形態に係る条件 Z 2 を判定するためのブロック線図である。

条件 Z 2 は、大電流が流れているときや、実電流値が小さいときは、等価回路モデル方式のモデル化誤差が大きいため、バッテリー容量を算出するための第 1 のタイミングおよび第 2 のタイミングとはしないための条件である。大電流が流れるときとは、車両加速時にバッテリーからモータへの供給電力が大きいときや、車両減速時にモータからバッテリーへの回生電力量が大きいときなどである。

まず、タイミング条件判定部 2 0 は、温度センサ 8 0 から入力されたバッテリー温度を基に、記憶部 4 0 に記憶されている安定電流値マップ 4 1 から、入力されたバッテリー温度における安定電流値を算出する (S 2 0 1)。図 2 (b) に示すように安定電流値マップ 4 1 は、バッテリー温度 (T [°C]) と、安定電流値 (I [A]) とが対応付けられているマップである。

そして、タイミング条件判定部 2 0 は、実電流値の絶対値を算出すると (S 2 0 2)、この絶対値と、ステップ S 2 0 1 で算出した安定電流値 (所定の電流値) を比較し (S 2 0 3)、比較結果を出力する。ステップ S 2 0 2 で絶対値を算出したのは、充電方向と放電方向で電流の符号が変わることを考慮するためである。タイミング条件判定部 2 0 は、例えば、絶対値が安定電流値以下であれば、比較結果として「1」を出力し、絶対値が安定電流値より大きければ「0」を出力する。

#### 【0029】

なお、図 2 (b) では、ステップ S 2 0 2 の絶対値が安定電流値以下であれば「1」を

出力するとしたが、タイミング条件判定部 20 は以下の手順で実電流値の絶対値が所定範囲内にあることを判定してもよい。すなわち、バッテリー容量算出装置 1 は最高安定電流値マップ、最低安定電流値マップを記憶部 40 に格納しており、タイミング条件判定部 20 はバッテリー温度を基に、最高安定電流値マップ、最低安定電流値マップから最高安定電流値（所定の上限電流値）および最低安定電流値（所定の下限電流値）を算出する。そして、タイミング条件判定部 20 は、実電流値の絶対値が最高安定電流値および最低安定電流値の範囲内であれば「1」を出力し、絶対値が最高安定電流値および最低安定電流値の範囲外であれば「0」を出力する。

さらに、タイミング条件判定部 20 は、絶対値が 30 [A] 以下であれば「1」を出力したり、絶対値が 3 [A] 以上 30 [A] 以下であれば「1」を出力したりするなど、マップを用いずに定数値で判定を行ってもよい。

10

#### 【0030】

（条件 Z 3：所定期間内における実電流変動値が所定値以下）

図 3 は、本実施形態に係る条件 Z 3 を判定するためのブロック線図である。

条件 Z 3 は、実電流値の変動が大きいときは、等価回路モデル方式のモデル化誤差が大きいため、バッテリー容量を算出するための第 1 のタイミングおよび第 2 のタイミングとはしないための条件である。

まず、タイミング条件判定部 20 は、予め設定されており、記憶部 40 に一時記憶されている所定時間  $\Delta T 1$  前の実電流値を取得し（S 301）、実電流値の現在値から、所定時間前の実電流値を減算して（S 302）、所定期間内実電流変動値  $\Delta I 0$  を算出する。なお、所定時間  $\Delta T 1$  は、例えば 1 秒間が設定される。

20

一方、タイミング条件判定部 20 は、温度センサ 80 から入力されたバッテリー温度と、記憶部 40 に格納されている安定電流変動値マップ 42 から、このバッテリー温度における安定電流変動値を算出する（S 303）。図 3 に示すように、安定電流変動値マップ 42 は、バッテリー温度（ $T [^{\circ}C]$ ）と、安定電流変動値（ $\Delta I [A]$ ）とが対応付けられているマップである。

#### 【0031】

そして、タイミング条件判定部 20 は、所定期間内実電流変動値（ $\Delta I 0$ ）と、安定電流変動値（ $\Delta I$ ：所定の電流変動値）とを比較し（S 304）、比較結果を出力する。タイミング条件判定部 20 は、例えば、実電流変動値が安定電流変動値以下であれば、比較結果として「1」を出力し、実電流変動値が安定電流変動値より大きければ、比較結果として「0」を出力する。

30

なお、実電流変動値が 10 [A] 以下であれば、タイミング条件判定部 20 は比較結果として「1」を出力するなど、マップを用いずに定数で比較を行ってもよい。

#### 【0032】

（条件 Z 4：所定期間内における実電圧変動値が所定値以下）

図 4 は、本実施形態に係る条件 Z 4 を判定するためのブロック線図である。

条件 Z 4 は、実電圧値の変動が大きいときは、等価回路モデル方式のモデル化誤差が大きいため、バッテリー容量を算出するための第 1 のタイミングおよび第 2 のタイミングとはしないための条件である。

40

まず、タイミング条件判定部 20 は、予め設定されており、記憶部 40 に一時記憶している所定時間  $\Delta T 2$  前の実電圧値を取得し（S 401）、実電圧値の現在値から所定時間前の実電圧値を減算して（S 402）、所定期間内実電圧変動値  $\Delta V 0$  を算出する。なお、所定時間  $\Delta T 2$  は、例えば 1 秒間が設定される。

一方、タイミング条件判定部 20 は、温度センサ 80 から入力されたバッテリー温度と、記憶部 40 に格納されている安定電圧変動値マップ 43 から安定電圧値変動値を取得する（S 403）。図 4 に示すように安定電圧変動値マップ 43 は、バッテリー温度（ $T [^{\circ}C]$ ）と、安定電圧変動値（ $\Delta V [V]$ ）とが対応付けられているマップである。

#### 【0033】

また、タイミング条件判定部 20 は、入力されたバッテリー温度と、記憶部 40 に記憶さ

50

れている基準抵抗値マップ44から基準抵抗値 $R_0$ を算出する(S404)。基準抵抗値とは、例えば、新品のバッテリーにおいて、該当するバッテリー温度下の内部抵抗値などである。図4に示すように、基準抵抗値マップ44はバッテリー温度( $T$  [°C])と、基準抵抗値( $R_0$  [mΩ])とが対応付けられているマップである。

そして、タイミング条件判定部20は等価回路モデルで算出した推定内部抵抗値 $R$ を、ステップS404で算出した $R_0$ で除算し(S405)、算出した $R/R_0$ をステップS403で算出した安定電圧変動値に乗算する(S406)。これは、バッテリーの劣化に伴う内部抵抗値の影響を考慮するために行われる処理である。

#### 【0034】

最後に、タイミング条件判定部20はステップS402で算出した所定期間内実電圧変動値( $\Delta V_0$ )と、ステップS406で $R/R_0$ を乗算された安定電圧変動値(所定の電圧変動値)とを比較し(S407)、比較結果を出力する。

タイミング条件判定部20は、例えば、実電圧変動値が安定電圧変動値以下であれば、比較結果として「1」を出力し、実電圧変動値が安定電圧変動値より大きければ「0」を出力する。

なお、実電圧変動値が0.1 [V]以下であれば、タイミング条件判定部20は比較結果として「1」を出力するなど、マップを用いずに定数を用いてもよい。

#### 【0035】

(条件Z5: バッテリー温度が所定値以上)

図5は、本実施形態に係る条件Z5を判定するためのブロック線図である。

条件Z5は、極低温条件下ではバッテリーの内部抵抗値が大きくなるため、このような極低温条件下では等価回路モデル方式のモデル化誤差が大きくなるのでバッテリー容量を算出するための第1のタイミングおよび第2のタイミングとはしないための条件である。

タイミング条件判定部20は、温度センサ80から入力されたバッテリー温度と、予め設定してある閾値(所定の電池温度)とを比較し(S501)、比較結果を出力する。

タイミング条件判定部20は、例えば、バッテリー温度が閾値より大きければ「1」を出力し、バッテリー温度が閾値以下であれば「0」を出力する。

閾値としては、例えば「-30 [°C]」などが考えられる。

#### 【0036】

(等価回路モデル演算処理)

次に、図6～図8を参照して、等価回路モデル演算処理、タイミング条件判定処理およびバッテリー容量演算処理の説明を行う。

図6は、等価回路モデル演算処理の流れを示すフローチャートである。図6に示す等価回路モデル演算処理は、前記したように公知の処理である。等価回路モデル演算処理は特開2009-103471号公報などに記載されている技術である。

まず、実電圧値の今回値を $V(k)$ 、実電流の今回値を $I(k)$ 、実電圧値の前回値を $V(k-1)$ 、実電流値の前回値を $I(k-1)$ 、実電圧変動値を $dV(k)$ 、実電流変動値を $dI(k)$ とすると、電圧・電流変動値演算部11は、以下の式(1)、式(2)を演算することにより実電圧変動値( $dV(k)$ )と、実電流変動値( $dI(k)$ )とを算出する(S601)。

#### 【0037】

$$dV(k) = V(k) - V(k-1) \quad \cdots (1)$$

$$dI(k) = I(k) - I(k-1) \quad \cdots (2)$$

#### 【0038】

次に、RLS同定部12が、ステップS601で算出した実電圧変動値( $dV(k)$ )および実電流変動値( $dI(k)$ )から、逐次最小二乗法により内部抵抗値 $R$ の推定値を算出する(S602)。

そして、OCV推定部13が、推定した内部抵抗値を基に、バッテリーの開路電圧値の推定値OCV(k)を算出する(S603)。

そして、SOC変換部14が、ステップS603で算出された開路電圧値の推定値OC

10

20

30

40

50



V (k) を基に、等価回路モデルによる充電状態の推定値 SOC (k) を算出する (S 604)。

ステップ S 604 で算出された充電状態の推定値 SOC (k) はバッテリー容量演算部 30 へ出力され、等価回路モデル演算部 10 はステップ S 601 へリターンする。

#### 【0039】

(タイミング条件判定処理)

図 7 は、本実施形態に係るタイミング条件判定処理の流れを示すフローチャートである。

まず、タイミング条件判定部 20 は、等価回路モデル演算部 10 から実電圧変動値 ( $dV(k)$ ) と、実電流変動値 ( $dI(k)$ ) と、バッテリーの内部抵抗の推定値 ( $R$ ) とを取得すると、図 2 (a) で説明した処理を行うことによって、条件 Z 1 が成立しているか否か、すなわち式 (3) の不等式が成立しているか否かを判定する (S 701)。なお、式 (4) における閾値は所定の誤差である。

#### 【0040】

$$|dV(k) - dI(k) \times R| \leq \text{閾値} \quad \dots (3)$$

#### 【0041】

ステップ S 701 の結果、式 (3) の不等式が成立していない場合 (S 701 → No: 条件 Z 1 が不成立: 図 2 (a) の比較結果が「0」に相当)、タイミング条件判定部 20 はタイミングフラグを「0」として (S 707)、バッテリー容量演算部 30 へ出力し、ステップ S 701 へリターンする。

#### 【0042】

ステップ S 701 の結果、式 (3) の不等式が成立している場合 (S 701 → Yes: 条件 Z 1 が成立: 図 2 (a) の比較結果が「1」に相当)、タイミング条件判定部 20 は、図 2 (b) で説明した処理を行うことによって、条件 Z 2 が実電流値の絶対値 ( $|I|$ ) が所定下限値 (図 2 (b) における最低安定電流値: 所定の下限電流値) 以上、所定上限値 (図 2 (b) における最高安定電流値: 所定の上限電流値) 以下であるか否かを判定する (S 702)。

なお、ステップ S 702 の処理は、前記した図 2 (b) で実電流値の絶対値が所定範囲内に入っているか否かを判定したものであり、ステップ S 702 においてタイミング条件判定部 20 は実電流値の絶対値が所定値 (所定の電流値) 以下であるか否かを判定してもよい。

ステップ S 702 の結果、実電流値の絶対値が所定上限値より大きい、または所定下限値未満の場合 (S 702 → No: 条件 Z 2 が不成立: 図 2 (b) の比較結果が「0」に相当)、タイミング条件判定部 20 はタイミングフラグを「0」として (S 707)、バッテリー容量演算部 30 へ出力し、ステップ S 701 へリターンする。

#### 【0043】

ステップ S 702 の結果、実電流値の絶対値が所定上限値以下、所定下限値以上である場合 (S 702 → Yes: 条件 Z 2 が成立: 図 2 (b) の比較結果が「1」に相当)、タイミング条件判定部 20 は、図 3 で説明した処理を行うことによって、条件 Z 3 が成立するか否か、すなわち所定期間内実電流変動値 ( $\Delta I_0$ ) が、所定値 (図 3 における安定電流変動値  $\Delta I$ : 所定の電流変動値) 以下であるか否かを判定する (S 703)。

ステップ S 703 の結果、所定期間内実電流変動値 ( $\Delta I_0$ ) が所定値より大きい場合 (S 703 → No: 条件 Z 3 が不成立: 図 3 の比較結果が「0」に相当)、タイミング条件判定部 20 はタイミングフラグを「0」として (S 707)、バッテリー容量演算部 30 へ出力し、ステップ S 701 へリターンする。

#### 【0044】

ステップ S 703 の結果、所定期間内実電流変動値 ( $\Delta I_0$ ) が所定値以下である場合 (S 703 → Yes: 条件 Z 3 が成立: 図 3 の比較結果が「1」に相当)、タイミング条件判定部 20 は、図 4 で説明した処理を行うことによって、条件 Z 4 が成立するか否か、すなわち所定期間内実電圧変動値 ( $\Delta V_0$ ) が、所定値 (図 4 における安定電圧変動値  $\Delta$

10

20

30

40

50

V：所定の電圧変動値）以下であるか否かを判定する（S704）。

ステップS704の結果、所定期間内実電圧変動値（ $\Delta V0$ ）が所定値より大きい場合（S704→No：条件Z4が不成立：図4の比較結果が「0」に相当）、タイミング条件判定部20はタイミングフラグを「0」として（S707）、バッテリー容量演算部30へ出力し、ステップS701へリターンする。

#### 【0045】

ステップS704の結果、所定期間内実電圧変動値（ $\Delta V0$ ）が所定値以下である場合（S704→Yes：条件Z4が成立：図4の比較結果が「1」に相当）、タイミング条件判定部20は、図5で説明した処理を行うことによって、条件Z5が成立するか否か、すなわちバッテリー温度Tが閾値以上であるか否かを判定する（S705）。 10

ステップS705の結果、バッテリー温度Tが閾値（所定の電池温度）未満である場合（S705→No：条件Z5が不成立：図5の比較結果が「0」に相当）、タイミング条件判定部20はタイミングフラグを「0」として（S707）、バッテリー容量演算部30へ出力し、ステップS701へリターンする。

#### 【0046】

ステップS705の結果、バッテリー温度Tは閾値以上である場合（S705→Yes：条件Z5が成立：図5の比較結果が「1」に相当）、タイミング条件判定部20はタイミングフラグを「1」として（S706）、バッテリー容量演算部30へ出力し、ステップS701へリターンする。

#### 【0047】

なお、本実施形態では、条件Z1～Z5のすべてが成立した場合にタイミングフラグを「1」としたが、少なくとも条件Z1が成立していればタイミングフラグを「1」としてもよい。 20

#### 【0048】

（バッテリー容量演算処理）

図8および図9は、本実施形態に係るバッテリー容量演算処理の流れを示すフローチャートである。

まず、バッテリー容量演算部30は、タイミング条件判定部20から取得したタイミングフラグが「1」であるか否かを判定する（図8のS801）ことによって、条件Z1～Z5が成立したか否かを判定する。なお、条件Z1～Z5のすべて成立したときのみ「Yes」と判定してもよいし、少なくとも条件Z1が成立したときに「Yes」と判定してもよい。ここで、前回SOC検出条件が成立したタイミングが第1の検出タイミングとなり、今回SOC検出条件が成立したタイミングが第2の検出タイミングとなる。 30

ステップS801の結果、タイミングフラグが「1」である場合（S801→Yes）、バッテリー容量演算部30は等価回路モデル演算部10から等価回路モデル方式によるSOC推定値を取得する（S802）。

そして、バッテリー容量演算部30は、ステップS802で取得したSOC推定値（SOC）から、記憶部に一時記憶しているSOC推定値の前回値（SOC<sub>P</sub>）を減算した値の絶対値（ $|SOC - SOC_P|$ ）が所定値以上であるか否かを判定する（S803：条件W1）。ステップS803における所定値としては、5（%）などが考えられる。 40

#### 【0049】

ステップS803の結果、所定値以上である場合（S803→Yes：条件W1が成立）、バッテリー容量演算部30は、後記するステップS808において実電流値を積算した値の絶対値（ $|\Sigma I|$ ）が所定値以上であるか否かを判定する（S804：条件W2）。ステップS804における所定値としては0.1（Ah）などが考えられる。

ステップS804の結果、所定値以上である場合（S804→Yes：条件W2が成立）、バッテリー容量演算部30は前回SOC検出条件が成立してからの経過時間Tが、所定時間T1以上であるか否かを判定する（S805：条件W3の下限条件）。なお、T1としては10（sec）などが考えられる。

#### 【0050】

ステップ S 8 0 5 の結果、経過時間 T が、所定時間 T 1 以上である場合 (S 8 0 5 → Y e s : 条件 W 3 の加減が成立)、バッテリー容量演算部 3 0 は S O C 推定値の今回値 (S O C) から、S O C 推定値の前回値 (S O C P) を減算した値を  $\Delta S O C$  (電池の残容量の変化率) とし ( $\Delta S O C = S O C - S O C P$ )、実電流値を積算した値の絶対値を  $\Delta A h$  (電池の容量変化値) とし ( $\Delta A h = \Sigma I$ )、カウンタ C N T を 1 インクリメントする (C N T = C N T + 1) (S 8 0 6)。

その後、バッテリー容量演算部 3 0 は S O C の前回値 (S O C P) を今回値 (S O C) で更新し (S O C P = S O C)、実電流値の積算値を「0」に更新し ( $\Sigma I = 0$ )、経過時間 T を「0」に更新し (T = 0) (S 8 0 7)、ステップ S 8 0 9 へ処理を進める。

【0051】

一方、ステップ S 8 0 1, S 8 0 3, S 8 0 4, S 8 0 5 のいずれかで「N o」が判定された場合 (つまり、条件 W 1 ~ W 3 のいずれかが不成立の場合)、バッテリー容量演算部 3 0 は、電流センサから取得した実電流値 I を用いて、電流積算値  $\Sigma I$  を以下の式 (4) に従って更新し、経過時間 T に演算周期 T s a m p l e を加えて経過時間 T を更新し (T = T + T s a m p l e) (S 8 0 8)、ステップ S 8 0 9 へ処理を進める。

【0052】

$$\Sigma I = \Sigma I + I / (3600 \times T s a m p l e) \quad \cdots (4)$$

【0053】

ステップ S 8 0 7 およびステップ S 8 0 8 の後、バッテリー容量演算部 3 0 は、前回 S O C 検出条件が成立してからの経過時間 T が、所定時間 T 2 以下であるか否かを判定する (図 9 の S 8 0 9 : 条件 W 3 の上限条件)。なお、T 2 としては 1 2 0 (s e c) などが考えられる。

ステップ S 8 0 9 の結果、経過時間 T が、所定時間 T 2 以下である場合 (S 8 0 9 → Y e s : 条件 W 3 の上限条件が成立)、バッテリー容量演算部 3 0 は  $\Delta S O C \times \Delta A h$  が正の値であるか否かを判定し (S 8 1 0)、 $\Delta S O C$  と  $\Delta A h$  の正負が同符号であるか否かを判定する (条件 W 4)。

ステップ S 8 1 0 で  $\Delta S O C \times \Delta A h$  が正の値である場合 (S 8 1 0 → Y e s : 条件 W 4 が成立)、バッテリー容量演算部 3 0 は、カウンタ C N T がバッテリー容量演算条件成立回数 E S T N より大きな値であるか否かを判定する (S 8 1 1)。ステップ S 8 1 1 の処理は、ステップ S 8 0 6 を経過したときのみ、つまり条件 W 1, W 2 と、条件 W 3 の下限条件が成立したときのみステップ S 8 1 2 でバッテリー容量を算出するためである。

【0054】

ステップ S 8 1 1 でカウンタ C N T がバッテリー容量演算条件成立回数 E S T N より大きな値である場合 (S 8 1 1 → Y e s)、バッテリー容量演算部 3 0 は、バッテリー容量の前回値 C A P A や、予め設定してある重み係数 W ( $0 \leq W \leq 1$ ) などを用いて、式 (5) よりバッテリー容量を更新し、さらにバッテリー容量演算条件成立回数 E S T N をカウンタ C N T で更新する (S 8 1 2)。バッテリー容量演算部 3 0 が、式 (5) を演算することにより、センサのエラーなどが原因による算出バッテリー容量の急激な変化を防止することができる。

【0055】

$$C A P A = W \times C A P A + (1 - W) \times (\Delta A h / \Delta S O C) \quad \cdots (5)$$

【0056】

なお、ステップ S 8 1 2 において、過去 n 回のバッテリー容量を用いて移動平均のようにバッテリー容量の今回値を算出してもよい。

また、ステップ S 8 1 2 において、重み係数を使用せずに以下の式 (6) からバッテリー容量 C A P A を算出してもよい。

【0057】

$$C A P A = \Delta A h / \Delta S O C \quad \cdots (6)$$

【0058】

そして、バッテリー容量演算部 3 0 は、ステップ S 8 1 2 で更新したバッテリー容量 C A P

10

20

30

40

50

Aと、前回の最終バッテリー容量CAPAFと、予め設定してあるフィルタ係数F（ $0 \leq F \leq 1$ ）を用いて、式（7）より最終バッテリー容量CAPAFを更新し（S813）、ステップS801へリターンする。ステップS813は、最終バッテリー容量が急激に変化することを防止するために行うフィルタ演算である。

【0059】

$$CAPAF = F \times CAPA + (1 - F) \times CAPAF \quad \dots (7)$$

【0060】

なお、ステップS809、ステップS810で「No」（条件W3の上限条件またはW4が不成立）またはステップS811で「No」が判定されたとき、バッテリー容量演算部30はステップS812をスキップしてステップS813の処理を行う。つまり、バッテリー容量CAPAの値は更新されずにステップS813の処理が行われる。

10

【0061】

なお、条件W1～W4はすべて成立する必要はなく、少なくとも条件W3の上限条件および条件W4が成立していればよい。つまり、図8において少なくともステップS801、S806、S807、S808、S810、S812が実行されればよい。

【0062】

（まとめ）

本実施形態によれば、電流センサ70の誤差が蓄積される電流積算方式を用いずに、等価回路モデル方式によるSOC推定値を用いてバッテリー容量の算出を行うことができる。このとき、等価回路モデル方式で大きな誤差が生じる条件Z1～Z5を避けたタイミングを、バッテリー容量算出のための第1のタイミングおよび第2のタイミングとすることができ、高精度のバッテリー容量の算出が可能となる。

20

従って、電池の特性変化に追従できる等価回路モデルを使用した精度の高いバッテリー容量の算出が可能となる。

【符号の説明】

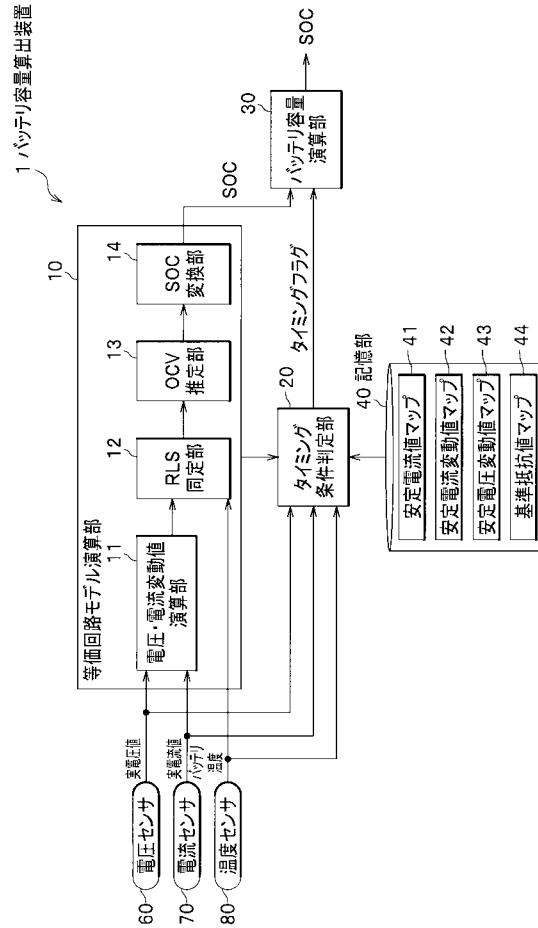
【0063】

- 1 バッテリー容量算出装置（電池容量検出装置）
- 10 等価回路モデル演算部
- 11 電圧・電流変動値演算部
- 12 RLS同定部
- 13 OCV推定部
- 14 SOC変換部
- 20 タイミング条件判定部
- 30 バッテリー容量演算部
- 40 記憶部
- 41 安定電流値マップ
- 42 安定電流変動値マップ
- 43 安定電圧変動値マップ
- 44 基準抵抗値マップ
- 60 電圧センサ
- 70 電流センサ
- 80 温度センサ

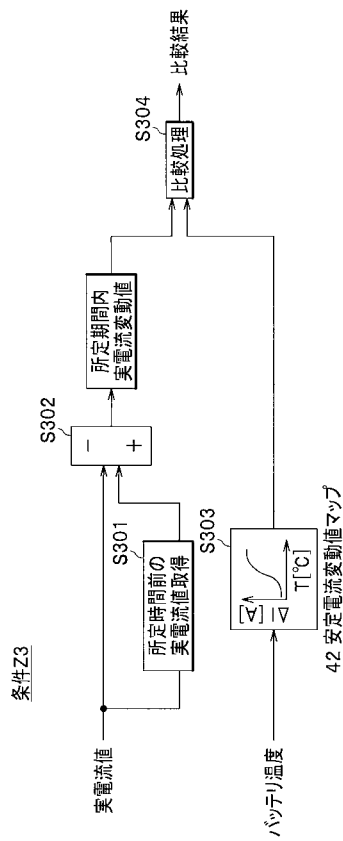
30

40

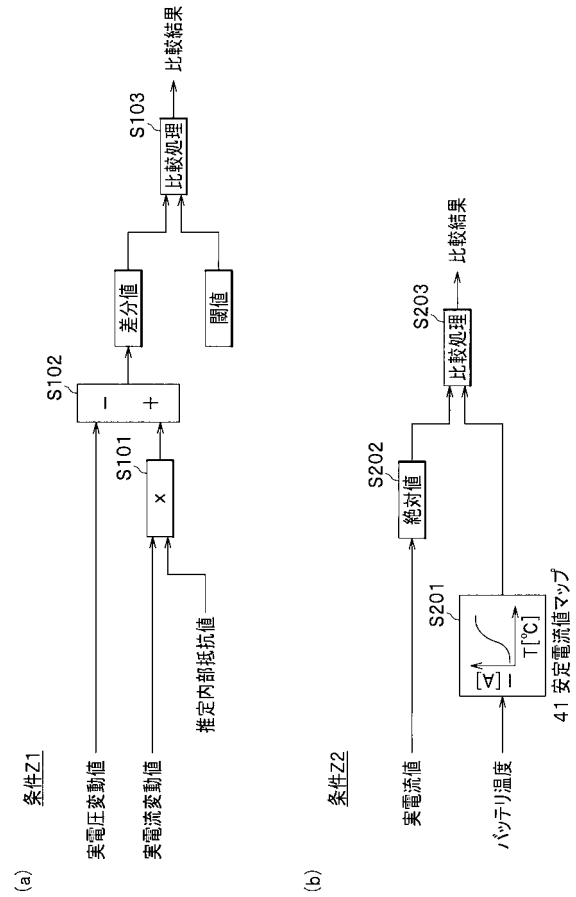
【図 1】



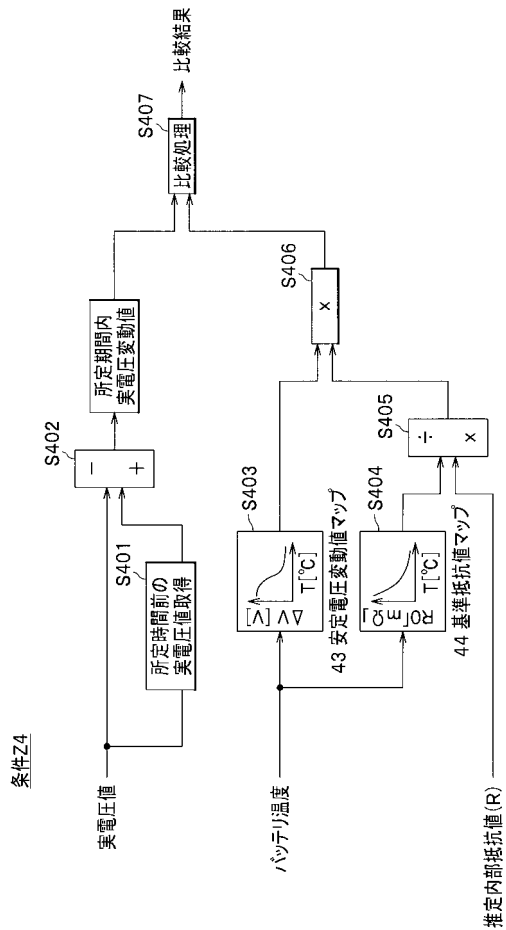
【図 3】



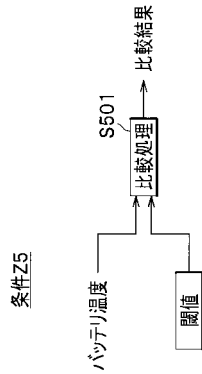
【図 2】



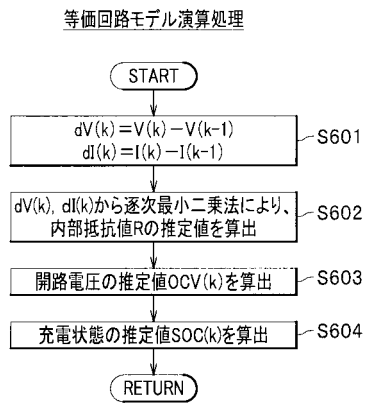
【図 4】



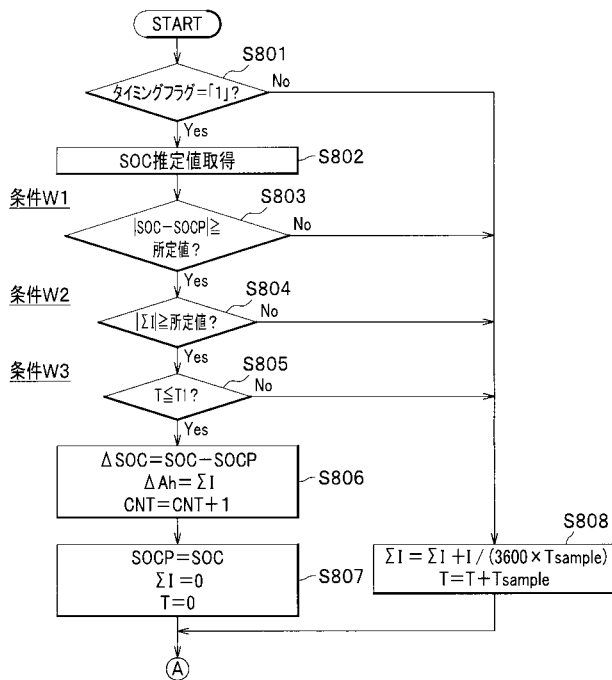
【図 5】



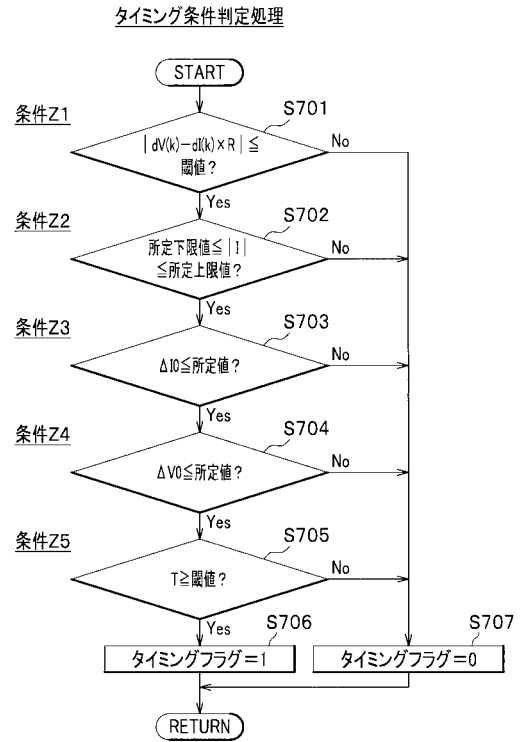
【図 6】



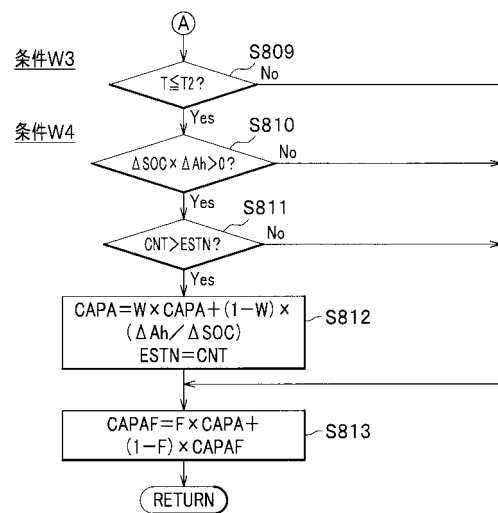
【図 8】



【図 7】



【図 9】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5H030 AA06 AS20 FF22 FF42 FF43 FF44