

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5498311号  
(P5498311)

(45) 発行日 平成26年5月21日(2014.5.21)

(24) 登録日 平成26年3月14日(2014.3.14)

(51) Int.Cl.

F I

<b>GO 1 R</b>	<b>31/36</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 R	31/36	A
<b>HO 1 M</b>	<b>10/48</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 1 M	10/48	P
<b>HO 1 M</b>	<b>10/44</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 1 M	10/48	3 O 1
<b>HO 2 J</b>	<b>7/00</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 1 M	10/44	Q
			HO 2 J	7/00	Q

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2010-175690 (P2010-175690)  
 (22) 出願日 平成22年8月4日(2010.8.4)  
 (65) 公開番号 特開2012-37289 (P2012-37289A)  
 (43) 公開日 平成24年2月23日(2012.2.23)  
 審査請求日 平成25年2月26日(2013.2.26)

(73) 特許権者 000003078  
 株式会社東芝  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
 (74) 代理人 100108855  
 弁理士 蔵田 昌俊  
 (74) 代理人 100088683  
 弁理士 中村 誠  
 (74) 代理人 100109830  
 弁理士 福原 淑弘  
 (74) 代理人 100075672  
 弁理士 峰 隆司  
 (74) 代理人 100103034  
 弁理士 野河 信久  
 (74) 代理人 100153051  
 弁理士 河野 直樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 二次電池装置および容量推定に用いるデータ作成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の二次電池セルの温度測定手段と、  
 前記二次電池セルの端子間電圧を測定する電圧測定手段と、  
 前記複数の二次電池セルの電流経路に配置された電流測定手段と、  
 前記温度測定手段、前記電圧測定手段及び前記電流測定手段によって測定した測定値と、  
 前記二次電池セルの標準容量の特性を記憶した記憶手段と、  
 外部に接続された充電器が第1電流により二次電池セルを充電し前記二次電池セルの端子間電圧が充電終止電圧に到達した後、前記第1電流よりも小さい第2電流による前記二次電池セルの充電により前記二次電池セルの端子間電圧が前記充電終止電圧に到達した場合に、前記第1電流による充電終了時の充電容量と、前記第2電流による充電終了時の充電容量との差、或いは前記第2電流での充電容量を演算し、前記記憶手段から前記二次電池セルの標準容量の前記第1電流値での特性を読み出し、前記充電容量の差或いは前記第2電流での充電容量と、前記第2電流と、前記第2電流による充電終了時の温度との値を用いて、前記二次電池セルの標準容量の前記第1電流値での特性から現在の標準容量を演算するように構成された演算手段と、を備えることを特徴とする二次電池装置。

【請求項2】

前記演算手段は、前記第2電流値と、前記第2電流による充電終了時の温度と、前記標準容量とから、第2電流による充電終了後の残容量を演算するように構成されていることを特徴とする請求項1記載の二次電池装置。

## 【請求項 3】

第 1 電流により二次電池セルの端子間電圧が充電終止電圧に到達するまで充電したときの充電容量と、第 1 電流による充電終了後に前記第 1 電流よりも小さい第 2 電流により二次電池セルの端子間電圧が前記充電終止電圧に到達するまで充電したときの充電容量との差を算出し、

前記第 2 電流と前記充電容量の差との関係を一次関数で近似し、

前記一次関数の切片と、前記第 2 電流による充電終了時の温度とを用いて、前記二次電池セルの標準容量を算出することを特徴とする、容量推定に用いるデータの作成方法。

## 【請求項 4】

第 1 電流により二次電池セルの端子間電圧が充電終止電圧に到達するまで充電したときの充電容量と、第 1 電流による充電終了後に前記第 1 電流よりも小さい第 2 電流により二次電池セルの端子間電圧が前記充電終止電圧に到達するまで充電したときの充電容量との差を算出し、

前記第 2 電流と前記充電容量の差との関係を一次関数で近似し、

前記一次関数の傾きと、前記第 2 電流による充電終了時の温度とを用いて、前記二次電池セルの標準容量を算出することを特徴とする、容量推定に用いるデータの作成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明の実施形態は、二次電池装置および容量推定に用いるデータ作成方法。

## 【背景技術】

## 【0002】

二次電池セルや、複数の二次電池セルを含む組電池が搭載された電子機器では、電池残量（SOC：State of Charge）を正確に推定することが求められている。この SOC を求める手段として、二次電池の充放電電流の積算を行い、その積算量によって SOC 値を推定する方法が検討されている。

## 【0003】

しかしながら、この方法による推定値は、二次電池セルの容量劣化は考慮されておらず、実際には経年劣化や充放電の繰返しによる容量劣化（放電特性の変化）が発生し、推定値の誤差は劣化に伴って大きくなることがあった。この誤差を小さくするために、適宜劣化した容量を学習する技術が提案されている。

## 【0004】

その他、実際に充電終止から放電終止までの容量を測定し、その容量を新たに実容量として更新する方法が提案されている。この方法は、実際に現在の容量を測定する方法であり、更新直後は正確な容量が求めることが出来る。

## 【0005】

しかし、実使用状態では、自己放電などの影響が無視できる短時間内に、且つ、基準となる充放電条件で充電終止から放電終止までの充放電を行う機会は殆ど得られない。特に、電動自動車や電動バイクなどでは、一般的には放電終止に至る前に充電を行うことが想定され、実使用状態では定期検査などの特別な機会以外では、劣化容量を更新（測定）する事は不可能である。

## 【0006】

また、1 サイクルの充放電による劣化容量を既知の値として、サイクル回数により所定の劣化容量分を減算した値を現在の容量として更新し、あるいは使用しないで保存している状態が続くと、その保存温度と残量とをパラメータとして、保存期間に応じた劣化容量分を減算した値を現在の容量として更新する方法が提案されている。この方法では、サイクル回数、温度、電池残量、時間のデータから、随時、現在の容量を推定する事が可能である。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

10

20

30

40

50

## 【0007】

【特許文献1】特開2002-236155号公報

【特許文献2】特開2002-236154号公報

【特許文献3】特開2007-315880号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

しかしながら、パラメータの一つとなっている電池残量は直接測定することが出来ず、容量を基準として推定される推定値である。つまり、これらのパラメータは相互パラメータであり、一方の推定精度が低下する（あるいは低い）と相互に影響し、推定精度の低下は増幅されることがあった。

10

## 【0009】

本発明は、二次電池セルの実際の劣化状態を考慮した容量推定を精度良く行なう二次電池装置および推定に用いるデータ作成方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

## 【0010】

実施形態による二次電池装置は、複数の二次電池セルの温度測定手段と、前記二次電池セルの端子間電圧を測定する電圧測定手段と、前記複数の二次電池セルの電流経路に配置された電流測定手段と、前記温度測定手段、前記電圧測定手段及び前記電流測定手段によって測定した測定値と、前記二次電池セルの標準容量の特性を記憶した記憶手段と、外部に接続された充電器が第1電流により二次電池セルを充電し前記二次電池セルの端子間電圧が充電終止電圧に到達した後、前記第1電流よりも小さい第2電流による前記二次電池セルの充電により前記二次電池セルの端子間電圧が前記充電終止電圧に到達した場合に、前記第1電流による充電終了時の充電容量と、前記第2電流による充電終了時の充電容量との差、或いは前記第2電流での充電容量を演算し、前記記憶手段から前記二次電池セルの標準容量の前記第1電流値での特性を読み出し、前記充電容量の差或いは前記第2電流での充電容量と、前記第2電流と、前記第2電流による充電終了時の温度との値を用いて、前記二次電池セルの標準容量の前記第1電流値での特性から現在の標準容量を演算するように構成された演算手段と、を備える。

20

【図面の簡単な説明】

30

## 【0011】

【図1】実施形態に係る二次電池装置の一構成例を概略的に示す図である。

【図2】実施形態に係る二次電池装置において、ステップダウン充電を行なった際の、電流積算値と、二次電池電圧との関係の一例を示す図である。

【図3】実施形態に係る二次電池装置において、二次電池セルの電池容量推定に用いるデータの作成方法の一例を説明するためのフローチャートである。

【図4】ステップダウン充電時の2段階電流の値と電流積算値との関係の一例を示す図である。

【図5】図4に示す1次式の切片と標準容量との関係の一例を示す図である。

【図6】図4に示す一時式の傾きと標準容量との関係の一例を示す図である。

40

【図7】実施形態に係る二次電池装置において二次電池セルの容量推定に用いるテーブルの一例について説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

## 【0012】

以下、本発明の一実施形態に係る二次電池装置および容量推定に用いるデータ作成方法について、図面を参照して説明する。

## 【0013】

図1に、本実施形態に係る二次電池装置の一構成例を概略的に示す。図1に示す二次電池装置は、複数の二次電池セルBTを含む組電池1と、電圧測定部2と、電流測定部3と、温度測定部4と、演算制御部5と、記憶部6とを備えている。

50

## 【 0 0 1 4 】

電圧測定部 2 は、各二次電池セル B T の正極端子の電圧と負極端子の電圧とを取得して端子間電圧を測定する。電圧測定部 2 は、測定した端子間電圧の値を演算制御部 5 へ出力する。

## 【 0 0 1 5 】

電流測定部 3 は、組電池 1 の電流経路に直列に接続され、組電池 1 の充放電電流を測定する。電流測定部 3 は、測定した充放電電流の値を演算制御部 5 へ出力する。

## 【 0 0 1 6 】

温度測定部 4 は、複数の二次電池セル B T の近傍に配置され複数の二次電池セル B T の温度を検出する温度センサを備える。温度測定部 4 は、温度センサで検出された温度の値を演算制御部 5 へ出力する。

10

## 【 0 0 1 7 】

演算制御部 5 は、電圧測定部 2、電流測定部 3、および、温度測定部 4 の動作を制御する。演算制御部 5 には、電圧測定部 2、電流測定部 3、および、温度測定部 4 から、端子間電圧、充放電電流、および、温度の測定データを受信して記憶部 6 へ出力する。

## 【 0 0 1 8 】

記憶部 6 は、演算制御部 5 から測定データを受信して記憶するとともに、二次電池セル B T の容量推定に用いるデータのデータベース D B を備えている。データベース D B には、例えば、ステップダウン充電を行なった場合の、測定データおよびその演算結果より二次電池セル B T の標準容量の特性データがテーブルとして記録されている。

20

## 【 0 0 1 9 】

図 2 に、上記二次電池装置において、二次電池セル B T の容量推定を行なう方法の一例を説明するフローチャートを示す。本実施形態では、二次電池装置の外部に接続される充電器（図示せず）により組電池 1 をステップダウン充電する。

## 【 0 0 2 0 】

まず、二次電池装置に充電器が接続され、充電器により第 1 電流による組電池 1 の充電（第 1 段階充電）が開始されると（ステップ S P 1）、演算制御部 5 は、電圧測定部 2、電流測定部 3、および、温度測定部 4 を制御して、各二次電池セル B T の端子間電圧、電流、および、温度を測定させて（ステップ S P 2）、測定データを受信する。演算制御部 5 は、受信した測定データから電流積算値の算出を開始するとともに、受信した時刻とともに測定データおよび電流積算値を記憶部 6 に記録する。

30

## 【 0 0 2 1 】

図 3 に、二次電池セル B T をステップダウン充電したときの二次電池セル B T の端子間電圧 [ V ] と充電容量（電流積算値） [ A h ] との関係の一例を示す。第 1 電流で二次電池セル B T の充電を継続すると、二次電池セル B T の端子間電圧が大きくなる。

## 【 0 0 2 2 】

演算制御部 5 は、二次電池セル B T の端子間電圧が充電終止電圧に到達するか否かを判断し（ステップ S P 3）、充電終止電圧に到達すると、充電器へ充電終止電圧に到達したことを通知する。充電器は、演算制御部 5 から充電終止電圧に到達したことの通知を受けると、充電電流を第 1 電流から第 2 電流（第 1 電流 > 第 2 電流）に変更して充電を開始する（ステップ S P 4）。

40

## 【 0 0 2 3 】

充電器が第 2 電流で充電を開始すると、二次電池セル B T の端子間電圧は一旦低下した後再び上昇する。この特性は、電圧降下に起因する二次電池セル B T の端子間電圧の変動を表しており、内部の状態を示唆する特性である。また、定電圧充電終止で充電を行う場合は、電流値が小さい場合の方が充電可能容量は多い事を示している。

## 【 0 0 2 4 】

演算制御部 5 は、電圧測定部 2、電流測定部 3、および、温度測定部 4 を制御して、各二次電池セル B T の端子間電圧、電流、および、温度を測定させて（ステップ S P 5）、測定データを受信する。続いて、演算制御部 5 は、二次電池セル B T の端子間線圧が充電

50

終止電圧に到達するか否かを判断し（ステップSP6）、充電終止電圧に到達すると、充電器へ充電終止電圧に到達したことを通知する。充電器は、演算制御部5から充電終止電圧に到達したことの通知を受けると、第2段階充電を終了する。

【0025】

次に、演算制御部5は、第1段階充電の終了時の充電容量と、第2段階充電の終了時の充電容量との差（容量）或いは第2電流での充電容量（容量）を演算する（ステップSP7）。続いて、演算制御部5は、記憶部6からデータベースDBを読み出して（ステップSP8）、データベースDBを用いて2段階充電終了時の標準容量を推定する（ステップSP9）。

【0026】

図7に、記憶部6にデータベースDBとして記録されたテーブルの一例を示す。記憶部6のデータベースDBには、容量と第2電流の値と第2段階充電終了時の温度とに対応する二次電池セルBTの標準容量の特性データがテーブルとして記録されている。さらに、必要に応じて、第1電流は複数水準とし、テーブルは第1電流の値毎に用意する。

【0027】

更に、演算制御部5は、最終的な充電終止条件（電流、温度）と推定された標準容量、およびデータベースDBに記録された既知の特性から充電終了後の残容量（SOC：state of charge）を算出し（SP10）、SOCを上位制御手段（図示せず）へ送信する（SP11）。

【0028】

上記のように容量推定を行なうと、実使用状態において比較的頻繁に容量データの更新が可能であり、且つ、相互に影響するパラメータを持たないため、推定精度の低下が抑制される。

【0029】

以下に、データベースDBに含まれるデータの作成方法について説明する。必要に応じて、第1電流を複数水準とし、以下を第1電流の値毎に行う。まず、二次電池装置に充電器を接続して複数の第2電流により第2段階充電を行い、第1段階充電の終了時の充電容量と、第2段階充電の終了時の充電容量との差（容量）或いは第2電流での充電容量（容量）と、第2電流の値との関係を一次関数で近似する。

【0030】

図4に、容量と第2電流との値の関係を一次関数で近似したときの関数の一例を示す。図4には、二次電池セルBTの劣化の程度が異なる3つの場合について、複数の一次関数を示している。一次関数は、二次電池セルBTの劣化が初期であるほどその傾きが小さく、劣化が後期になるほどその傾きが大きくなる。また一次関数の切片の値は、二次電池セルBTの劣化が初期であるほど大きく、劣化が後期になるほど小さくなる。このように、一次関数の傾きおよび切片の値は、二次電池セルBTの劣化の程度に応じて変化するものである。

【0031】

図5に、容量と第2電流との値の一次関数の切片と、第1電流での標準容量との関係の一例を示す。切片の値が大きくなるほど、標準容量は小さくなる。例えば、標準容量は、25℃の環境において、1Cの電流により定電流（CC）充放電（1C\_\_CC充放電）をしたときの容量である。

【0032】

従って、予め図5の一時関数の温度特性をデータベースDBとすると、第2段階充電で充電終止した時に、第2電流と容量と温度とから現在の標準容量を算出することが可能となる。例えば、モデル式として、現在の標準容量は下記の式で表され、容量と第2電流との値から算出される切片を代入することで、標準容量が算出できる。この時、A、Bは温度Tの関数であり、充電終了時の電池温度とDBから求められる。

【0033】

現在の標準容量 = A ( T ) × 切片 + B ( T ) . . . ( 1 ) 式

10

20

30

40

50

また、(1)式のようなモデル式ではなく、標準容量と切片と温度との関係をテーブルとして持っても同様に標準容量を求められる。このように標準容量を算出し、容量と第2電流と、温度とに対応する標準容量をデータベースに記録する。この時の標準容量を、例えば25での1C\_\_CC充放電容量とすることで、容量劣化の指標とすることが出来る。

【0034】

本実施形態は、比較的頻繁に充電終止電圧まで充電を行う場合に効果が発揮される。例えば、カメラ、携帯電話、ノートPCや電動バイク、電気自動車に搭載される二次電池セルなどを充電する場合に効果的である。特に、電池容量が大きく、フル充電に長時間を要する電動バイクや電動自動車の場合には、大電流(第1電流)での急速充電後、小電流(第2電流)でフル充電するステップダウン充電で充電される頻度が多い事が想定され、現在の容量データを頻繁に更新することが可能である。その結果として、電池残量の推定を高精度に保つことが可能となる。

10

【0035】

また、本実施形態の二次電池装置では、既知のデータベースと現時点での測定データのみを使用しており、容量推定のパラメータに相互パラメータが含まれないため、一方の推定精度が低下する(あるいは低い)ことが相互に影響し、推定精度の低下が増幅されてゆくことが抑制される。

【0036】

なお、上記データベースDBに含まれるデータの作成方法では、容量と第2電流との値の一次関数の切片を用いて、標準容量を求めるデータを作成したが、容量と第2電流との値の一次関数の傾きを用いて標準容量を求めてもよい。

20

【0037】

図6に、容量と第2電流との値の一次関数の傾きと、第1電流での標準容量との関係の一例を示す。一次関数の傾きの値が大きくなるほど、標準容量は大きくなる。

【0038】

従って、予め図6の一時関数の温度特性をデータベースDBとすると、第2段階充電で充電終止した時に、充電電流と容量と温度とから現在の標準容量を算出することが可能となる。例えば、モデル式として、現在の標準容量は下記の式で表され、容量と第2電流との値から算出される傾きを代入することで、標準容量が算出できる。この時、A'、B'は温度Tの関数であり、充電終了時の電池温度とDBから求められる。

30

【0039】

現在の標準容量 =  $A'(T) \times \text{傾き} + B'(T) \dots$  (2)式

また、(2)式のようなモデル式ではなく、標準容量と傾きと温度との関係をテーブルとして持っても同様に標準容量を求められる。このように標準容量を算出し、容量と第2電流と、温度とに対応する標準容量をデータベースDBとして記憶部6に記録する。

【0040】

このように容量と第2電流との値の一次関数の傾きを用いて、データベースDBに記録するデータを作成しても、切片を用いた場合と同様の効果を得ることができる。

【0041】

さらに、容量と第2電流との値の一次関数の傾きおよび切片との両方を用いて、データベースDBに記録するデータを作成してもよい。その場合にも、切片のみを用いた場合と同様の効果を得ることができる。

40

【0042】

上記実施形態によれば、二次電池セルの実際の劣化状態を考慮した容量推定を精度良く行なう二次電池装置および推定に用いるデータ作成方法を提供することができる。

【0043】

上記の実施形態では、2段階に充電電流を変更したステップダウン充電を例に説明したが、3段階以上のステップダウン充電を行なう場合にも本発明を適用することができる。その場合には、充電終止電圧に到達した後の電流値を第2電流値として標準容量およびS

50

OCを推定することにより、上記実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0044】

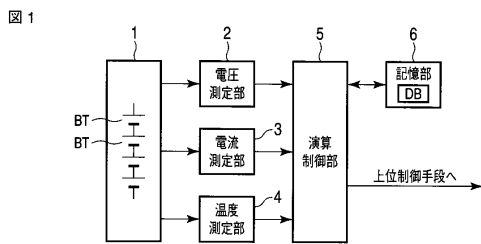
本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

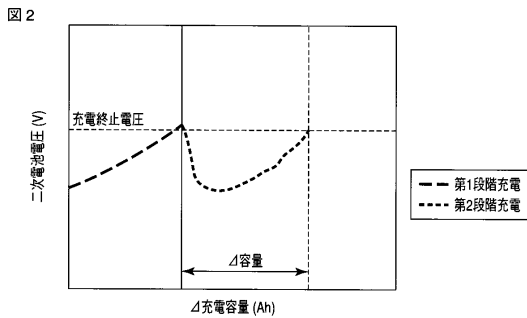
【0045】

B T ... 二次電池セル、D B ... データベース、1 ... 組電池、2 ... 電圧測定部（電圧測定手段）、3 ... 電流測定部（電流測定手段）、4 ... 温度測定部（温度測定手段）、5 ... 演算制御部（演算手段）、6 ... 記憶部（記憶手段）。

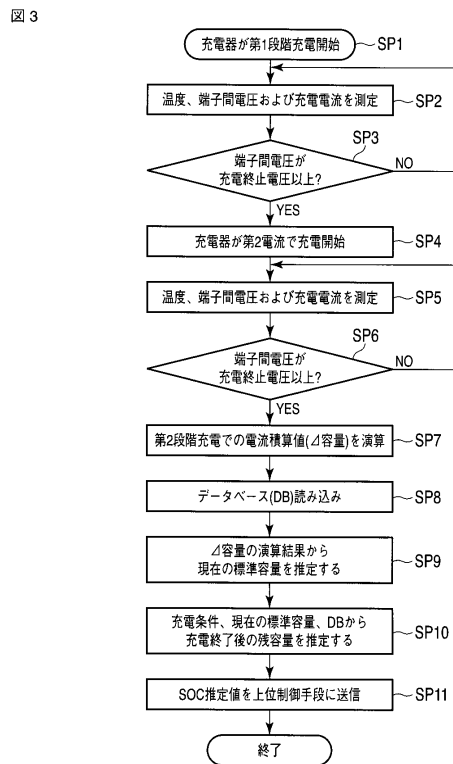
【図1】



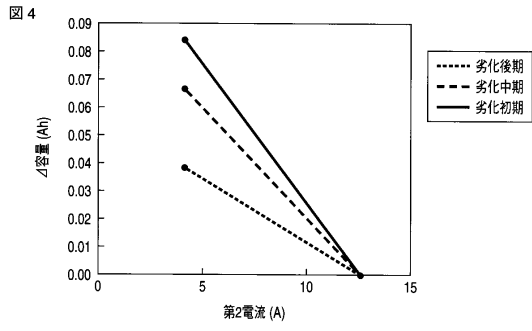
【図2】



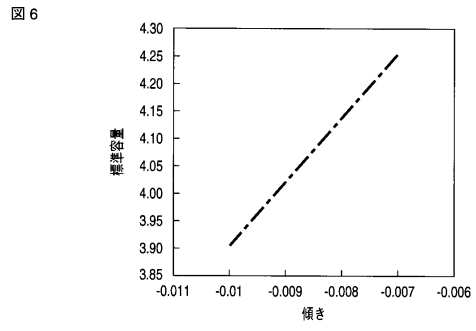
【図3】



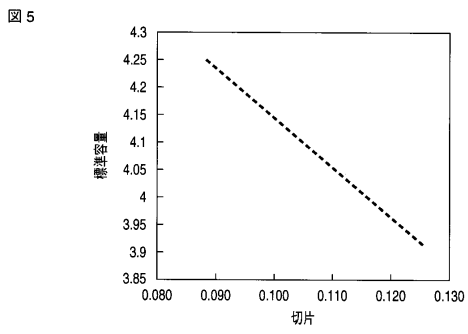
【 図 4 】



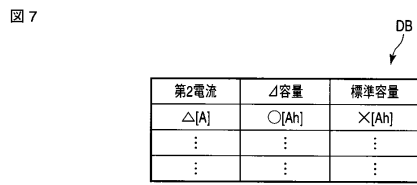
【 図 6 】



【 図 5 】



【 図 7 】





## フロントページの続き

- (74)代理人 100140176  
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100101812  
弁理士 勝村 紘
- (74)代理人 100124394  
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807  
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073  
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100127144  
弁理士 市原 卓三
- (72)発明者 須藤 孝  
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 東芝電子エンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 久保田 雅之  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 水谷 麻美  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 戸原 正博  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 岡田 卓弥

- (56)参考文献 特開平11-252702(JP,A)  
特開2005-318790(JP,A)  
特開2007-311107(JP,A)  
特開2010-2374(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R31/32-31/36  
H01M10/42-10/48  
H02J 7/00-7/12  
H02J 7/34-7/36