

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年6月15日(15.06.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/098686 A1

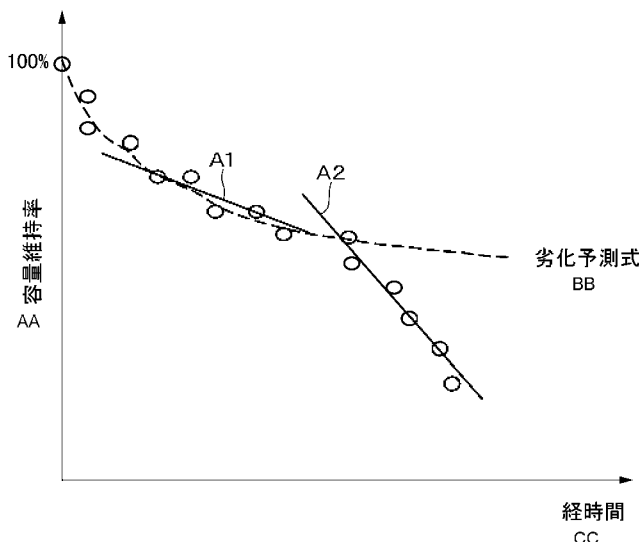
- (51) 国際特許分類:
G01R 31/36 (2006.01) H01M 10/48 (2006.01)
H01M 2/10 (2006.01) H02J 7/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/004784
- (22) 国際出願日: 2016年11月1日(01.11.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-241394 2015年12月10日(10.12.2015) JP
- (71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 内野 学 (UCHINO, Manabu); 〒9630531 福島県郡山市日和田町高倉字下杉下1-1 ソニーエナジー・デバイス株式会社内 Fukushima (JP).
- (74) 代理人: 杉浦 正知, 外 (SUGIURA, Masatomo et al.); 〒1710022 東京都豊島区南池袋1-1-1 カドラービル402 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: BATTERY PACK, ELECTRICITY STORAGE DEVICE AND DETERIORATION DETECTING METHOD

(54) 発明の名称: 電池パック、蓄電装置及び劣化検出方法

[図2]



AA Capacity retention ratio
BB Deterioration prediction formula
CC Elapsed time

(57) Abstract: This battery pack is provided with: a capacity variation amount calculating unit which accepts as inputs a full charge capacity or a capacity retention ratio of a secondary battery, and an elapsed time, and calculates an amount of variation in the full charge capacity or the capacity retention ratio; and a rapid deterioration assessing unit which assesses deterioration on the basis of a threshold assessment of the amount of variation calculated by the capacity variation amount calculating unit.

(57) 要約: 二次電池の満充電容量又は容量維持率、並びに経時間を入力とし、満充電容量又は容量維持率の変化量を算出する容量変化量算出部と、容量変化量算出部により算出された変化量を閾値判定に基づいて劣化を判定する急劣化判定部とを備える電池パックである。

WO 2017/098686 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：電池パック、蓄電装置及び劣化検出方法

技術分野

[0001] 本技術は 例えばリチウムイオン二次電池を使用した電池パック、蓄電装置及び二次電池の劣化検出方法に関する。

背景技術

[0002] リチウムイオン電池やニッケル水素電池などの二次電池は電源として、携帯電話に代表されるようなモバイル端末に広く普及している。近年、環境保護の高まりと共に、太陽光発電や風力発電のような再生可能エネルギーが注目され、そのエネルギーを蓄電する用途として、二次電池が注目され普及しつつある。自動車でも、二次電池を搭載したハイブリッド自動車や電気自動車が普及しつつある。このように、二次電池は電源用途に欠かせないキーデバイスとしての役割を担っている。

[0003] 二次電池は未使用状態でさえ劣化が進行し、その劣化程度は使用条件によって変わる。そのため、SOC (State Of Charge : 電池の充電率) 推定を高精度に行うためには劣化推定 (SOH (State Of Health)) が不可欠となる。また二次電池の劣化状態を把握することは寿命判断など安全性を確保する上で重要である。二次電池を使用する立場で観た場合、代表的な劣化として電池容量劣化と出力電圧劣化が挙げられる。ここで、電池容量とは、満充電容量を意味している。容量維持率は劣化指標として、現在の満充電容量を初期の満充電容量で割った数値で表現される。容量維持率を算出する際には、満充電容量の代わりに、満充電位置から電圧下限に到達するまでの放電容量を使用することも多い。

[0004] 二次電池の容量劣化は、経時間の平方根におおよそ直線比例することが経験的に知られている。一般的には、二次電池の劣化予測にこうした経験的なルート則法を適用することが多い。ルート則法に則り劣化試験結果と合わせて劣化予測式を立て、二次電池の寿命を論じることが多い。しかしながら、

多くの場合は劣化予測式に則ったとしても、ルート則に則らない想定外の挙動が起きた場合には対応できない。

[0005] ルート則に則らない想定外の挙動として例えば、寿命末期における電池容量の急激な劣化現象が知られている。他に、低温での充放電、ハイレート（高入力、高出力）の充放電、などで電池容量の急激な劣化が確認されている。劣化予測式と比較し急激な速度で劣化するため、二次電池を使用したシステムの安全性を確保するためには、こうした想定外挙動を正確に捕捉することが必要となる。急激な速度での劣化を便宜上、急劣化と呼ぶことにする。

[0006] 二次電池製造時の検査で異常個体を検出するため、初期の性能測定量と現在の性能測定量との差（性能劣化量）を求め、性能劣化量が異常判定閾値より大きい場合に、急劣化が発生していると診断し、異常と診断する方法が提案されている（特許文献1参照）。特許文献1に記載のものは、蓄電池の製造時期や製造ライン等で性能にばらつきがある場合でも、異常診断を精度良く行えると記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2015-59933号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献1に記載のものでは、性能劣化量を精度良く求めることが必要となる。製造ラインでは精度良く電池容量を測定できるかもしれないが、電気自動車のような車載電池や太陽光発電のようなシステムと連携した蓄電池では、電池容量を正確に測定あるいは算出することは難しい。そのため、この方法を車載電池や蓄電システムに対してそのまま適用し急劣化を検出しようとしても、誤検出が多く発生する危険がある。

[0009] また、図18に示すように、実際の劣化履歴曲線（破線）は電流や環境温度など使用条件によって変化するため、実使用条件で劣化予測式（実線）の

精度を高く保持することは困難である。そのため、劣化予測式の精度が高くなければ、劣化予測式と測定値との差分を閾値判定することは、誤判定のおそれがある。

[0010] 本技術は、このような従来の問題点を鑑みてなされたものであって、電池容量の履歴から想定外挙動である急劣化を簡潔に精度良く推定するようにした電池パック、蓄電装置及び劣化検出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

[0011] 上述した課題を解決するために、本技術は、二次電池の満充電容量又は容量維持率、並びに経時間を入力とし、満充電容量又は容量維持率の変化量を算出する容量変化量算出部と、

容量変化量算出部により算出された変化量を閾値判定に基づいて劣化を判定する急劣化判定部と

を備える電池パックである。

本技術は、上述した電池パックを有し、電池パックに接続される電子機器に電力を供給する蓄電装置である。

本技術は、二次電池の満充電容量又は容量維持率、並びに経時間から満充電容量又は容量維持率の変化量を算出し、

算出された変化量を閾値判定に基づいて劣化を検出する

二次電池の劣化検出方法である。

発明の効果

[0012] 少なくとも一つの実施形態によれば、線形回帰解析器によって算出された満充電容量又は容量維持率変化量を閾値判定することによって急劣化を検出するので、ノイズ耐性が強く、簡潔に急劣化を検出することができる。なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本技術中に記載されたいずれかの効果であっても良い。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]容量急劣化の説明に使用するグラフである。

[図2]本技術による急劣化検出法の説明に使用するグラフである。

[図3]急劣化判定の精度の説明に使用するグラフである。

[図4]急劣化判定の精度の説明に使用するグラフである。

[図5]急劣化検出装置の一例のブロック図である。

[図6]急劣化通知器の一例のブロック図である。

[図7]急劣化検出方法の一例のフローチャートである。

[図8]急劣化検出の精度を高める方法の説明のためのグラフである。

[図9]急劣化通知器の他の例のブロック図である。

[図10]急劣化通知方法の他の例のフローチャートである。

[図11]劣化したOCVカーブの説明に使用する略線図である。

[図12]一方のOCVカーブから他方のOCVカーブを推定する処理の説明に使用する略線図である。

[図13]OCVカーブ算出の処理の流れを示すフローチャートである。

[図14]線形補間によるOCVプロットの算出の処理の説明に用いる略線図である。

[図15]本技術が適用された電池パックの一例のブロック図である。

[図16]本技術が適用された蓄電装置の一例のブロック図である。

[図17]本技術が適用可能な蓄電システムの一例のブロック図である。

[図18]急劣化検出の説明のためのグラフである。

発明を実施するための形態

[0014] <1. 本技術の実施の形態>

以下、本技術の実施の形態について説明する。なお、以下に説明する実施の形態は、本技術の好適な具体例であり、技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本技術の範囲は、以下の説明において、特に本技術を限定する旨の記載がない限り、これらの実施の形態に限定されないものとする。

[0015] 「本技術による急劣化検出方法」

本技術は、電池容量（満充電容量）の履歴を基に劣化予測から外れ想定外挙動となる急劣化を簡潔に精度良く推定することを特徴とする。図1に容量急劣化の説明図を示す。横軸を経時間（単位は例えば年）、縦軸を容量維持

率とした。容量維持率は初期容量に対する現在の容量の比率とする。例えば寿命末期などでは電池容量が劣化予測式（破線で示す）に反し急激に劣化する場合がある。劣化予測式と比較し急激な速度で劣化するため、二次電池を使用したシステムの安全性を確保するためには、こうした急劣化を正確に捕捉することが必要とされる。

[0016] 電池容量は満充電時を起点に、規定された条件（電流値、温度、など）に従い放電終止電圧までの放電容量を測定することで得ることができる。しかしながら、市場に出回った実際のシステムでは、実験時や製造時のような正確な測定を行う環境を想定できないことが実情である。正確な測定環境を備えていたとしても電池容量測定のためシステムを切り離すなど特殊な対応が必要となり、システムのメンテナンス時など測定頻度は限られた機会に留まる。太陽光発電のようなシステムと連携した蓄電池では、日照条件等の要因で負荷変動があり電流値を固定することは難しい。また、電池容量を測定する際に重要となる満充電状態にする機会が、極端に少ない場合がある。

[0017] したがって、こうした場合、電池容量を計算によって推定することが行われる。電池容量の計算方法としては、種々あるが、例えば、推定した開放電圧（OCV）と充放電容量（Q）における相関関係から、電池容量を推定することができる。計算による推定のため、測定と比較し誤差を伴う。そのため、急劣化を推定する際には誤差に耐性が強い手法が必要となる。

[0018] 本技術では、二次電池の電池容量及び経時間を入力とし、線形回帰解析によって電池容量の変化量を算出し、算出された変化量を閾値判定に基づいて急劣化を判定するものである。

[0019] さらに、図2を参照して本技術について説明する。図2において、横軸が経時間、例えば年の単位であり、縦軸が容量維持率である。図2中のプロットが容量維持率の推定値である。すなわち、計算によって求められた満充電容量を、初期容量で除したものが容量維持率の推定値である。満充電容量は、二次電池の電圧、電流、温度のデータを使用して計算によって求めることができる。

[0020] 予め規定された区間の容量維持率の履歴に対して線形回帰解析を行い、線形回帰解析の結果得られた直線の傾きから容量維持率（又は電池容量）の変化量を算出する。この変化量を閾値と比較し、変化量が閾値より大きい場合は急劣化が発生していると判定する。逆に、変化量が閾値より小さい場合は急劣化が発生していないと判定する。図2の例では、変化量が閾値より小さい直線A1の場合には、急劣化が発生していないと判定され、変化量が閾値より大きい直線A2の場合には、急劣化が発生していると判定される。

[0021] 急劣化は、寿命末期、低温での充放電、ハイレート（高入力、高出力）の充放電、などで確認されている。これら事象における電池容量の履歴を基に、予め急劣化の閾値を決める。この閾値は、電流、温度、経時間など、使用条件や経時変化に応じて変えても良い。さらに、二次電池の種類に応じて閾値を設定してもよい。

[0022] 図3及び図4を参照して、本技術のノイズ耐性について説明する。図3Aは、ノイズが無い場合の容量維持率の変化曲線の一例のグラフである。図3Bは、差分算出法によって容量維持率の変化量を求めた結果のグラフである。変化量の算出方法として簡易的には、電池容量履歴点間の差分で算出できる。ある時刻 $T(k)$ の容量維持率を $R(k)$ とすると、前履歴時刻 $T(k-1)$ の容量維持率 $R(k-1)$ から、単位時間（例えば年）当たりの容量維持率変化量 $\Delta R(k)$ が次の式から算出できる。この算出法が差分算出法である。

$$[0023] \quad \Delta R(k) = (R(k) - R(k-1)) / (T(k) - T(k-1))$$

[0024] 図3Cは、本技術による容量維持率の変化量を求めた結果のグラフである。差分算出法及び本技術の何れにおいても、急劣化が生じる経時間（例えば4年）の後に変化量が大きな値となっている。したがって、どちらの方法でも急劣化を検出できる。

[0025] 図4Aは、ノイズがある場合の容量維持率の変化曲線の一例のグラフである。例えば図3Aの容量維持率のデータに対して振幅±5%のガウシアンノイズが付加されている。図4Bは、差分算出法による容量維持率の変化量を

求めた結果のグラフである。図 4 C は、本技術による容量維持率の変化量を求めた結果のグラフである。

[0026] 差分算出法によって求めた変化量のグラフ（図 4 B）は、ノイズの影響を受けて容量維持率変化量の算出精度は著しく悪くなる。一方、本技術により求めた変化量のグラフ（図 4 C）は、急劣化が生じる経時間（例えば 4 年）の後に変化量が大きな値となっている。したがって、参考技術と比較すると、ノイズの影響を受けないで変化量を指標として急劣化を判定することができる。線形回帰解析法は電池容量の誤差に対して耐性が強いことが分かる。

[0027] 本技術においては、電池容量履歴点に対する線形回帰解析から、単位時刻（例えば年）当たりの容量維持率変化量 $\Delta R(k)$ を算出するようにしている。線形回帰解析について説明する。

線形回帰モデルは、次式で与えられる。

[数1]

$$Y = \theta_1 + \theta_2 x_2 + \theta_3 x_3 + \cdots + \theta_k x_k + \varepsilon \quad (1)$$

[0028] ここで、 y は、従属変数、 x_k は独立変数、 ε は誤差である。 k が 3 以上の場合には線形重回帰モデルと呼ばれる。最小二乗法による線形回帰解析は、残差（推定値と測定値の差）の二乗和が最小になるように各係数を求める方法である。具体的には、残差二乗和を各係数で偏微分した式を“=0”とした連立方程式を立てて解く。

[0029] [数2]

$$S = \sum_{i=1}^n \{y_i - (ax_i + b)\}^2 \quad (2)$$

[0030] [数3]

$$\frac{\partial S}{\partial a} = 0, \quad \frac{\partial S}{\partial b} = 0 \quad (3)$$

[0031] [数4]

$$\frac{\partial S}{\partial a} = \sum_{i=1}^n \{-2(y_i - ax_i - b)x_i\} = 0 \quad (4)$$

[0032] [数5]

$$\frac{\partial S}{\partial b} = \sum_{i=1}^n \{-2(y_i - ax_i - b)\} = 0 \quad (5)$$

[0033] [数6]

$$\left(\sum_{i=1}^n x_i^2 \right) a + \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) b = \sum_{i=1}^n y_i x_i \quad (6)$$

[0034] [数7]

$$\left(\sum_{i=1}^n x_i \right) a + nb = \sum_{i=1}^n y_i \quad (7)$$

[0035] [数8]

$$\begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n x_i^2 & \sum_{i=1}^n x_i \\ \sum_{i=1}^n x_i & n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n y_i x_i \\ \sum_{i=1}^n y_i \end{bmatrix} \quad (8)$$

[0036] [数9]

$$X^T X A = X^T Y, \quad X = \begin{bmatrix} x_1 & 1 \\ x_2 & 1 \\ \vdots & \vdots \\ x_n & 1 \end{bmatrix}, \quad A = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}, \quad Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \quad (9)$$

[0037] [数10]

$$XA = Y \quad (10)$$

[0038] [数11]

$$A = X^{-1}Y \quad (11)$$

[0039] このように、測定値から線形回帰解析で直線の傾き a と切片 b を算出できる。Y 軸を容量維持率、X 軸を経時間として、数式 10 に電池容量履歴値を与えることで、線形回帰解析による直線の傾き、すなわち容量維持率変化量 $\Delta R(k)$ を算出できる。図 4 に示すように、線形回帰解析による容量維持

率変化量はノイズ耐性に強く、急劣化を判定できる。この算出法を線形回帰解析法と呼ぶことにする。線形回帰解析を実行するには最低限3点のデータは必要となる。必要なデータ点数は任意に定めることができる（例えば5点）。

[0040] 「急劣化検出装置の一例」

図5は、急劣化検出装置の一例を示す。単一の電池セル又は複数の電池セルの直列及び／又は並列接続の構成の二次電池1からの電流、電圧、温度の情報を受け取って電池容量計算器2が電池容量（満充電容量）を計算する。二次電池1は、電池パックを構成するものである。容量維持率が維持率計算器3によって計算される。二次電池1の初期の電池容量が初期容量記憶器4に記憶されている。維持率計算器3によって初期容量と現在の電池容量の比率（容量維持率）が計算される。

[0041] 維持率計算器3によって求められた容量維持率が維持率記憶器5に記憶される。この場合、容量維持率が経時間と関連付けて維持率記憶器5に記憶される。線形回帰解析器6が維持率記憶器5に記憶されている容量維持率のデータの例えば5つのサンプルを使用して上述した線形回帰解析法によって容量維持率の変化量を求める。

[0042] 線形回帰解析器6によって求められた変化量が急劣化判定器7に供給され、閾値と比較され、変化量が閾値以上の場合に急劣化と判定する。急劣化判定器7の判定結果が急劣化通知器8に供給され、ユーザに対して急劣化が生じているか否かを通知する。急劣化通知器8は、視覚的な通知、音響的な通知等を行うものである。図6は、表示装置8aによって視覚的な通知を行う急劣化通知器8の具体例である。

[0043] 「急劣化検出法の一例」

図5に示す急劣化検出装置の機能は、記録媒体にプログラムとして記録することができる。したがって、この記録媒体をコンピュータで読み取ってM P U (Micro Processing Unit)、D S P (Digital Signal Processor)等で実行することにより急劣化検出装置の機能を実現することができる。以下に図

7を参照して説明する急劣化検出法の一例は、情報処理装置が実行するプログラムとして実現することができる。

[0044] ステップS T 1：容量維持率を維持率記憶器に記録する。容量維持率は、上述した急劣化検出装置と同様に、維持率計算器によって求められる。

ステップS T 2：容量維持率が必要点数（必要サンプル）以上存在するかが判定される。

ステップS T 3：ステップS T 2の判定結果が否定の場合には、「急劣化発生検出不可」とされて処理終了する。

[0045] ステップS T 4：ステップS T 2の判定結果が肯定の場合には、線形回帰解析が実行される。

ステップS T 5：線形回帰解析法により求められた容量維持率の変化量が閾値条件を満たすかどうか判定される。

ステップS T 6：閾値条件を満たす場合、すなわち、変化量が閾値以上の場合には、「急劣化発生有り」と判定される。そして、処理が終了する。

ステップS T 7：閾値条件を満たさない場合、すなわち、変化量が閾値より小の場合には、「急劣化発生無し」と判定される。そして、処理が終了する。

[0046] 「急劣化検出装置の他の例」

次に、急劣化検出装置の他の例について説明する。図8に示すように、急劣化の変曲点以降の容量維持率変化量は大きくなるので、上述したように、変化量と予め定めた閾値との比較から急劣化を判定できる。しかしながら、劣化初期においても、ルート則法で経験的に知られているように劣化速度は速い。そのため、劣化初期を急劣化と誤判定するおそれがある。急劣化は寿命末期など多くは劣化が進行したときに起こる事象であるため、容量維持率に閾値を設け閾値判定することで、急劣化の検出精度が改善される。例えば、閾値を80%とし、閾値を下回っている電池推定容量のみを急劣化の判定対象とする。これにより劣化初期を急劣化と誤判定することを防止することができる。

[0047] 急劣化は想定外の挙動であるため、劣化予測式では捕捉することができない。そのため、容量維持率について、劣化予測式による計算値と電池容量の推定法による計算値の差分絶対値 D を閾値判定することで、急劣化の検出精度が改善される。例えば、閾値を10%とし、容量維持率の差分絶対値が閾値以上の場合のみ急劣化の判定対象とする。

[0048] したがって、判定（検出）の精度を高くするために、急劣化判定の条件として、（１）容量維持率変化量、（２）容量維持率、（３）差分絶対値 D の3つを使用する。これらを全て満たす場合に急劣化と判定する。但し、（１）かつ（２）、又は（１）かつ（３）、を満たす場合に急劣化と判定しても良い。

[0049] 他の例は、条件の（１）（２）及び（３）を満たす場合に急劣化と判定するものである。図9は、急劣化検出装置の他の例を示す。上述した一例と同様に、容量維持率が維持率計算器によって計算され、求められた容量維持率が維持率記憶器15に記憶される。この場合、容量維持率が経時間と関連付けて維持率記憶器15に記憶される。線形回帰解析器18が維持率記憶器15に記憶されている容量維持率のデータの例えば5つのサンプルを使用して上述した線形回帰解析法によって容量維持率の変化量を求める。線形回帰解析器18によって求められた変化量が急劣化判定器19に供給され、閾値と比較される。

[0050] 容量維持率が維持率閾値判定器16に供給される。閾値は、例えば80%とされる。容量維持率が閾値以上か否かの判定結果が急劣化判定器19に供給される。この判定結果は、条件（２）に対応する。

[0051] 維持率記憶器15に記憶される容量維持率と同じ数値と、劣化予測式により予測される容量維持率が経時間の情報と共に、維持率差分判定器17に供給される。維持率差分判定器17は、劣化予測式による容量維持率と電池容量の計算値の差分絶対値 D を閾値判定する。差分絶対値 D が閾値以上か否かの判定結果が急劣化判定器19に供給される。この判定結果は、条件（３）に対応する。

[0052] 急劣化判定器 19 においては、線形回帰解析器 18 によって求められた変化量が閾値以上か否かを判定する。この判定結果は、条件 (1) に対応する。変化量が閾値以上であり、維持率が閾値以上であり、差分絶対値 D が閾値以上である場合に、急劣化が発生していると判定する。急劣化判定器 19 の判定結果が急劣化通知器 20 に供給され、ユーザに対して急劣化が生じているか否かを通知する。急劣化通知器 20 は、視覚的な通知、音響的な通知等を行うものである。

[0053] 「急劣化検出法の他の例」

図 9 に示す急劣化検出装置の機能は、記録媒体にプログラムとして記録することができ、この記録媒体をコンピュータで読み取って MPU、DSP 等で実行することにより急劣化検出装置の機能を実現することができる。以下に図 10 を参照して説明する急劣化検出法の他の例は、情報処理装置が実行するプログラムとして実現することができる。

[0054] ステップ S T 1 1 : 容量維持率を維持率記憶器に記録する。容量維持率は、上述した急劣化検出装置と同様に、維持率計算器によって求められる。

ステップ S T 1 2 : 容量維持率が必要点数 (必要サンプル) 以上存在するかが判定される。

ステップ S T 1 3 : ステップ S T 2 の判定結果が否定の場合には、「急劣化発生検出不可」とされて処理終了する。

[0055] ステップ S T 1 4 : ステップ S T 2 の判定結果が肯定の場合には、線形回帰解析が実行される。

ステップ S T 1 5 : 線形回帰解析法により求められた容量維持率の変化量が閾値条件を満たすかどうか判定される。

ステップ S T 1 6 : 閾値条件を満たさない場合、すなわち、変化量が閾値より小の場合には、「急劣化発生無し」と判定される。そして、処理が終了する。

[0056] ステップ S T 1 7 : ステップ S T 1 5 において閾値条件を満たす場合、すなわち、変化量が閾値以上の場合には、容量維持率が閾値条件を満たすかど

うかが判定される。閾値条件を満たさない場合、すなわち、容量維持率が閾値より大の場合（初期状態）には、「急劣化発生無し」と判定される（ステップS T 1 6）。そして、処理が終了する。

ステップS T 1 8：ステップS T 1 7において閾値条件を満たす場合、すなわち、容量維持率が閾値より小の場合の場合には、容量維持率と劣化予測式による予測値の差分絶対値Dが閾値条件を満たすかどうか判定される。閾値条件を満たさない場合、すなわち、差分絶対値Dが閾値より小の場合には、「急劣化発生無し」と判定される（ステップS T 1 6）。そして、処理が終了する。

ステップS T 1 9：ステップS T 1 8において閾値条件を満たす場合、すなわち、容量維持率と劣化予測式による予測値の差分絶対値Dが閾値より大の場合には、「急劣化発生有り」と判定される。そして、処理が終了する。

[0057] 上述した他の例では、3つの条件（1）（2）（3）が満たされる場合に「急劣化発生有り」と判定されるので、判定の精度を高くすることができる。

[0058] 上述した本技術はノイズ耐性が強く、主には線形回帰解析による計算であるため簡潔に急劣化を検出することができる。本技術では、想定外挙動である急劣化を検出することで、寿命到達前の早い段階で、危険を察知できる。そのため、蓄電池を使用したシステムの安全性を高めることが可能となる。寿命到達前の早い段階で、安全性を確保する対策（システムの停止、電池の交換、など）が可能となる。

[0059] 上述した本技術における満充電容量の計算方法の一例について以下に説明する。図11に劣化したOCVカーブの説明図を示す。OCVカーブは劣化すると収縮・シフトした形状となる。電池のOCVカーブは、正極単体と負極単体それぞれのOCVカーブ（一般にLi金属を対極に使用し測定）の差分で表現できることが知られている。予め取得した単極のOCVカーブについて、それぞれ伸縮・シフトし差分を取ることで電池のOCVカーブを生成できる。電池のOCVカーブがカットオフ電圧に到達するまでの放電容量（

CAP now) から、電池容量を推定できる。

[0060] 図12に示すように、メモリ等に記録した放電容量とOCV推定値は、放電容量 Q を横軸とし、電圧を縦軸としてプロットできる。このOCV値軌跡に対して、予め取得した単極のOCVカーブを伸縮・シフトしながら、生成した電池のOCVカーブをフィッティングすることで、最適なフィッティング条件を求める。

[0061] 図13にOCVカーブ算出のフローチャートを示す。ここでは実施例として、単極OCVカーブを伸縮・シフトし電池のOCVカーブを生成する方法について説明する。まず、単極OCVカーブに対する伸縮・シフトの量をパラメータとし、そのパラメータを変更する値の範囲を設定する。例えば、伸縮の倍率であれば、0.5から1.0まで0.05間隔で変化させる。こうしたパラメータ範囲の下、OCVカーブを生成するためのパラメータ（OCVカーブ構成情報のパラメータ）を変えながら、OCV値軌跡に対してフィッティングを行い、最適条件となるOCVカーブを算出する。

[0062] 図13のフローチャートを参照して一方のOCVカーブの構成情報から他方のOCVカーブを生成する処理をより詳細に説明する。なお、OCVカーブ算出の方法は、ここに挙げたものに限定されない。ここでは一例として、単極OCVカーブを伸縮・シフトし電池のOCVカーブを生成する方法について説明する。

[0063] ステップST21：まず、単極OCVカーブに対する伸縮の倍率（ X_p , X_n ）・シフトの量（ Y_p , Y_n ）をパラメータとし、そのパラメータを変更する値の範囲を設定する。例えば、伸縮の倍率（ X_p , X_n ）であれば、0.5から1.0まで0.05間隔で変化させる。

ステップST22：設定された範囲内で、OCVカーブの構成情報のパラメータが設定される。

ステップST23：設定されたパラメータに対応する正極および負極のOCVカーブを生成する。

ステップST24：正極および負極のOCVカーブの差分から電池のOC

Vカーブを生成する。

[0064] ステップST25: OCV値軌跡とOCVカーブの二乗平均平方根(RMSと称する)を算出する。

ステップST26: 算出されたRMS計算値を以前に算出されたRMS計算値の中の最小値(RMS最小値)と比較する。RMS計算値がRMS最小値以上の場合には、処理がステップST12(OCVカーブ構成情報のパラメータ(X_p , Y_p , X_n , Y_n)の設定)に戻る。

ステップST27: ステップST26の判定結果が肯定の場合、すなわち、(RMS計算値<RMS最小値)の場合、RMS最小値とOCVカーブ構成情報(X_p , Y_p , X_n , Y_n)更新して記録する。

ステップST28: パラメータ範囲を全て網羅したかどうか判定される。網羅していないと判定されると、処理がステップST22に戻り、上述したステップST22～ステップST27の処理がなされる。

ステップST29: RMS最小となるOCVカーブ構成情報で正極及び負極のOCVカーブを生成する。

ステップST30: 正極及び負極のOCVカーブの差分から電池のOCVカーブを生成する。

以上の処理によって、最適条件となるOCVカーブが算出される。

[0065] 正極及び負極のOCVカーブを生成する。正極のOCVカーブの生成例について説明する。予め取得した正極のOCVカーブについて、ある点の放電容量を $Q_{p0}(k)$ とする。伸縮の倍率を X_p 、シフト量(放電容量の減る方向)を Y_p とすると、この点の放電容量 $Q_p(k)$ は次式のように表現できる。

[0066] [数12]

$$Q_p(k) = Q_{p0}(k) \times X_p - Y_p \quad (12)$$

[0067] このように放電容量の点位置を変えることで、OCVカーブの形状を操作し、正極のOCVカーブを生成する。負極のOCVカーブについても同様に次式のように表現できる。

[0068] [数13]

$$Q_n(k) = Q_{n0}(k) \times X_n - Y_n \quad (13)$$

[0069] 電池のOCVカーブを算出するため、正極と負極のOCVカーブの差分を算出する前に、正極と負極のQ位置を合わせておく必要がある。図14に線形補間によるOCVプロットの算出例を示す。伸縮の倍率を0.9、シフト量を100[mAh]とすると、510[mAh]及び520[mAh]の点は、それぞれ359[mAh]及び368[mAh]の点に移動する。Q間隔を10[mAh]とする取り決めにした場合、360[mAh]に相当する点のOCV値を線形補間等の方法で生成しておく。

[0070] 正極と負極のOCVカーブの差分から電池のOCVカーブを生成する。ある点の放電容量Q(k)における正極及び負極のOCV値をそれぞれOCV_p(k)及びOCV_n(k)とする。放電容量Q(k)における電池のOCV値であるOCV(k)は次式のように表現できる。

[0071] [数14]

$$OCV(k) = OCV_p(k) - OCV_n(k) \quad (14)$$

[0072] フィッティングのため、OCV値軌跡と生成したOCVカーブの二乗平均平方根(RMS)を算出する。RMSは次式のように表現できる。OCV値軌跡のある点をOCV_e(k)とする。NはOCVカーブを構成するプロット点の数である。このRMS値が最小となるパラメータ(倍率、シフト)を記録する。

[0073] [数15]

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^N \{OCV_e(k) - OCV(k)\}^2}{N}} \quad (15)$$

[0074] RMS値が最小となるパラメータを求めることで、最適なOCVカーブを算出できる。

[0075] <2. 応用例>

「電池パック」

図15は、本技術を電池パックに適用した場合の回路構成例を示すブロック図である。電池パックは、組電池301、外装、充電制御スイッチ302aと、放電制御スイッチ303a、を備えるスイッチ部304、電流検出抵抗307、温度検出素子308、制御部310を備えている。

[0076] また、電池パックは、正極端子321及び負極リード322を備え、充電時には正極端子321及び負極リード322がそれぞれ充電器の正極端子、負極端子に接続され、充電が行われる。また、電子機器使用時には、正極端子321及び負極リード322がそれぞれ電子機器の正極端子、負極端子に接続され、放電が行われる。

[0077] 組電池301は、複数の二次電池301aを直列及び／又は並列に接続してなる。この二次電池301aは本技術の二次電池である。なお、図15では、6つの二次電池301aが、2並列3直列（2P3S）に接続された場合が例として示されているが、その他、n並列m直列（n，mは整数）のように、どのような接続方法でもよい。

[0078] スwitch部304は、充電制御スイッチ302a及びダイオード302b、ならびに放電制御スイッチ303a及びダイオード303bを備え、制御部310によって制御される。ダイオード302bは、正極端子321から組電池301の方向に流れる充電電流に対して逆方向で、負極リード322から組電池301の方向に流れる放電電流に対して順方向の極性を有する。ダイオード303bは、充電電流に対して順方向で、放電電流に対して逆方向の極性を有する。尚、例では+側にスイッチ部304を設けているが、-側に設けても良い。

[0079] 充電制御スイッチ302aは、電池電圧が過充電検出電圧となった場合にOFFされて、組電池301の電流経路に充電電流が流れないように充放電制御部によって制御される。充電制御スイッチ302aのOFF後は、ダイオード302bを介することによって放電のみが可能となる。また、充電時に大電流が流れた場合にOFFされて、組電池301の電流経路に流れる充

電電流を遮断するように、制御部310によって制御される。

[0080] 放電制御スイッチ303aは、電池電圧が過放電検出電圧となった場合にOFFされて、組電池301の電流経路に放電電流が流れないように制御部310によって制御される。放電制御スイッチ303aのOFF後は、ダイオード303bを介することによって充電のみが可能となる。また、放電時に大電流が流れた場合にOFFされて、組電池301の電流経路に流れる放電電流を遮断するように、制御部310によって制御される。

[0081] 温度検出素子308は例えばサーミスタであり、組電池301の近傍に設けられ、組電池301の温度を測定して測定温度を制御部310に供給する。電圧検出部311は、組電池301及びそれを構成する各二次電池301aの電圧を測定し、この測定電圧をA/D変換して、制御部310に供給する。電流測定部313は、電流検出抵抗307を用いて電流を測定し、この測定電流を制御部310に供給する。

[0082] スイッチ制御部314は、電圧検出部311及び電流測定部313から入力された電圧及び電流を基に、スイッチ部304の充電制御スイッチ302a及び放電制御スイッチ303aを制御する。スイッチ制御部314は、二次電池301aのいずれかの電圧が過充電検出電圧もしくは過放電検出電圧以下になったとき、また、大電流が急激に流れたときに、スイッチ部304に制御信号を送ることにより、過充電及び過放電、過電流充放電を防止する。

[0083] ここで、例えば、二次電池がリチウムイオン二次電池の場合、過充電検出電圧が例えば $4.20\text{V} \pm 0.05\text{V}$ と定められ、過放電検出電圧が例えば $2.4\text{V} \pm 0.1\text{V}$ と定められる。

[0084] 充放電スイッチは、例えばMOSFETなどの半導体スイッチを使用できる。この場合MOSFETの寄生ダイオードがダイオード302b及び303bとして機能する。充放電スイッチとして、Pチャンネル型FETを使用した場合は、スイッチ制御部314は、充電制御スイッチ302a及び放電制御スイッチ303aのそれぞれのゲートに対して、制御信号DO及びCO

をそれぞれ供給する。充電制御スイッチ 302 a 及び放電制御スイッチ 303 a は P チャンネル型である場合、ソース電位より所定値以上低いゲート電位によって ON する。すなわち、通常の充電及び放電動作では、制御信号 CO 及び DO をローレベルとし、充電制御スイッチ 302 a 及び放電制御スイッチ 303 a を ON 状態とする。

[0085] そして、例えば過充電もしくは過放電の際には、制御信号 CO 及び DO をハイレベルとし、充電制御スイッチ 302 a 及び放電制御スイッチ 303 a を OFF 状態とする。

[0086] メモリ 317 は、RAM や ROM からなり、例えば不揮発性メモリである EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) などからなる。メモリ 317 では、制御部 310 で演算された数値や、製造工程の段階で測定された各二次電池 301 a の初期状態における電池の内部抵抗値などが予め記憶され、また適宜、書き換えも可能である。また、二次電池 301 a の満充電容量を記憶させておくことで、制御部 310 とともに例えば残容量を算出することができる。

[0087] 温度検出部 318 では、温度検出素子 308 を用いて温度を測定し、異常発熱時に充放電制御を行ったり、残容量の算出における補正を行う。

[0088] 上述した急劣化検出装置の機能は、制御部 310 に含まれる。急劣化通知器の機能は、電池パック内部又は電池パック外部に設けられる。急劣化検出装置は、組電池 301 の劣化を検出するようになされる。

[0089] 「蓄電システム」

本技術の第 1 の実施の形態に係る蓄電システムについて説明する。図 16 は蓄電システムの構成の一例を示す。この蓄電システム 81 は、蓄電モジュール 82 と、コントローラ 83 とを含む構成を有する。蓄電モジュール 82 とコントローラ 83 との間で電力の伝送及び通信がなされる。図 16 では一つの蓄電モジュールのみを図示しているが、複数の蓄電モジュールを接続して、各蓄電モジュールをコントローラに接続してもよい。

[0090] コントローラ 83 は、電力ケーブル及び通信用のバスを介して、充電装置

(充電電源) 84 又は負荷 85 に対して接続される。蓄電モジュール 82 を充電する際には、コントローラ 83 は充電装置 84 に接続される。充電装置 84 は、DC (Direct Current) - DC コンバータ等を有し、少なくとも、充電電圧及び充電電流制御部 84 a を有する。充電電圧及び充電電流制御部 84 a は、例えば、コントローラ 83 (メインマイクロコントロールユニット 40) の制御に応じて充電電圧及び充電電流を所定の値に設定する。

[0091] 蓄電モジュール 82 を放電する際には、コントローラ 83 は負荷 85 に接続される。コントローラ 83 を介して、負荷 85 に対して蓄電モジュール 82 の電力が供給される。コントローラ 83 に接続される負荷 85 は、電気自動車におけるモータ系のインバータ回路や、家庭用の電力システム等である。

[0092] 負荷 85 は、少なくとも、放電電流制御部 85 a を有する。放電電流制御部 85 a は、例えば、コントローラ 83 のメインマイクロコントロールユニット 40 の制御に応じて放電電流を所定の値に設定する。例えば、負荷 85 は、負荷抵抗を可変することにより蓄電モジュール 82 を流れる放電電流 (負荷電流) の大きさを適切に制御する。

[0093] 蓄電モジュール 82 の構成の一例について説明する。蓄電モジュール 82 を構成する各部は、例えば、所定の形状の外装ケースに収納される。外装ケースは、高い伝導率及び輻射率を有する材料を用いることが望ましい。高い伝導率及び輻射率を有する材料を用いることにより、外装ケースにおける優れた放熱性を得ることができる。優れた放熱性を得ることで、外装ケース内の温度上昇を抑制できる。さらに、外装ケースの開口部を最小限又は、廃止することができ、高い防塵防滴性を実現できる。外装ケースは、例えば、アルミニウム又はアルミニウム合金、銅、銅合金等の材料が使用される。

[0094] 蓄電モジュール 82 は、例えば、正極端子 21、負極端子 22、蓄電部である蓄電ブロック BL、FET (Field Effect Transistor)、電圧マルチプレクサ 23、ADC (Analog to Digital Converter) 24、温度測定部 25、温度マルチプレクサ 26、監視部 27、温度測定部 28、電流検出抵抗 2

9、電流検出アンプ30、ADC31、サブマイクロコントロールユニット35及び記憶部36を含む構成とされる。蓄電モジュール82に対して、例示した構成と異なる構成が追加されてもよい。例えば、蓄電ブロックBLの電圧から蓄電モジュール82の各部を動作させるための電圧を生成するレギュレータが追加されてもよい。

[0095] 蓄電ブロックBLは、サブモジュールSMOが1又は複数、接続されてなる。一例として、16個のサブモジュールSMO1、サブモジュールSMO2、サブモジュールSMO3、サブモジュールSMO4・・・及びサブモジュールSMO16が直列に接続されることにより蓄電ブロックBLが構成される。なお、個々のサブモジュールを区別する必要がない場合は、サブモジュールSMOと適宜、称する。

[0096] 複数の蓄電池（セル）が接続されることにより、サブモジュールSMOが形成される。サブモジュールSMOは、例えば、8個のセルが並列に接続された組電池を含む構成を有する。例えば、セルとして後述のリチウムイオン二次電池を用いた場合、このサブモジュールSMOの容量は、例えば、24Ah程度となり、電圧は、例えば、セルの電圧と略同じ3.0V程度となる。

[0097] 複数のサブモジュールSMOが接続されることにより、蓄電ブロックBLが形成される。蓄電ブロックBLは、例えば、16個のサブモジュールSMOが直列に接続された構成を有する。この場合の容量は、24Ah程度となり、電圧は、48V（3.0V×16）程度となる。なお、サブモジュールSMOを構成するセルの個数及びセルの接続の態様は、適宜、変更することができる。さらに、蓄電ブロックBLを構成するサブモジュールSMOの個数及びサブモジュールSMOの接続の態様は、適宜、変更することができる。なお、蓄電ブロックBL単位で放電及び充電が行われてもよく、サブモジュール単位やセル単位で放電及び充電が行われてもよい。

[0098] サブモジュールSMO1の正極側が蓄電モジュール82の正極端子21に接続される。サブモジュールSMO16の負極側が蓄電モジュール82の負

極端子 22 に接続される。正極端子 21 は、コントローラ 83 の正極端子に接続される。負極端子 22 は、コントローラ 83 の負極端子に接続される。

[0099] 16 個のサブモジュール SMO の構成に対応して、16 個の FET (FET 1、FET 2、FET 3、FET 4・・・FET 16) がサブモジュール SMO の端子間に設けられる。FET は、例えば、パッシブ方式のセルバランス制御を行うためのものである。

[0100] FET により行われるセルバランス制御の概要について説明する。例えば、サブモジュール SMO 2 の劣化が他のサブモジュール SMO より進行し、サブモジュール SMO 2 の内部インピーダンスが増加したとする。この状態で蓄電モジュール 82 に対する充電を行うと、内部インピーダンスの増加により、サブモジュール SMO 2 が正常な電圧まで充電されない。このため、サブモジュール SMO 間の電圧のバランスにばらつきが生じる。

[0101] サブモジュール SMO 間の電圧のバランスのばらつきを解消するために、FET 2 以外の FET をオンし、サブモジュール SMO 2 以外のサブモジュール SMO を所定の電圧値まで放電させる。放電後に FET をオフする。放電後は、各サブモジュール SMO の電圧は、例えば、所定値（例えば、3.0 V となりサブモジュール SMO 間のバランスがとれる。なお、セルバランス制御の方式はパッシブ方式に限らず、いわゆるアクティブ方式や他の公知の方式を適用できる。

[0102] サブモジュール SMO の端子間の電圧が電圧検出部（図示は省略している）により検出される。サブモジュール SMO の端子間の電圧は例えば、充電中及び放電中を問わず、検出される。蓄電モジュール 82 の放電時に、例えば 250 ms（ミリ秒）の周期でもって、各サブモジュール SMO の電圧が電圧検出部により検出される。

[0103] 電圧検出部によって検出された各サブモジュール SMO の電圧（アナログの電圧データ）が電圧マルチプレクサ（MUX（Multiplexer））23 に供給される。この例では、16 のサブモジュール SMO により蓄電ブロックが構成されることから、16 のアナログ電圧データが電圧マルチプレクサ 23 に

供給されることになる。

[0104] 電圧マルチプレクサ23は、例えば、所定の周期でもってチャンネルを切り換え、16のアナログ電圧データ中から一のアナログ電圧データを選択する。電圧マルチプレクサ23によって選択された一のアナログ電圧データが、ADC24に供給される。そして、電圧マルチプレクサ23は、チャンネルを切り換え、次のアナログ電圧データをADC24に供給する。すなわち、所定の周期でもって、16のアナログ電圧データが電圧マルチプレクサ23からADC24に供給される。

[0105] なお、電圧マルチプレクサ23におけるチャンネルの切り換えは、蓄電モジュール82のサブマイクロコントロールユニット35又はコントローラ83のメインマイクロコントロールユニット40による制御に応じて行われる。

[0106] 温度測定部25は、各サブモジュールSMOの温度を検出する。温度測定部25は、サーミスタ等の温度を検出する素子からなる。サブモジュールSMOの温度は、例えば、充電中及び放電中を問わず、所定の周期でもって検出される。サブモジュールSMOの温度と、当該サブモジュールSMOを構成するセルの温度は大きく相違しないため、一実施形態では、サブモジュールSMOの温度を測定するようにしている。8本のセルの個々の温度を測定してもよく、8本のセルの温度の平均値をサブモジュールSMOの温度としてもよい。

[0107] 温度測定部25によって検出された各サブモジュールSMOの温度を示すアナログ温度データが、温度マルチプレクサ(MUX)26に供給される。この例では、16個のサブモジュールSMOにより蓄電ブロックBLが構成されることから、16のアナログ温度データが温度マルチプレクサ26に供給されることになる。

[0108] 温度マルチプレクサ26は、例えば、所定の周期でもってチャンネルを切り替え、16のアナログ温度データから一のアナログ温度データを選択する。温度マルチプレクサ26によって選択された一のアナログ温度データが、ADC24に供給される。そして、温度マルチプレクサ26は、チャンネルを切

り換え、次のアナログ温度データをADC 24に供給する。すなわち、所定の周期でもって、16のアナログ温度データが温度マルチプレクサ26からADC 24に供給される。

[0109] なお、温度マルチプレクサ26におけるチャンネルの切り換えは、蓄電モジュール82のサブマイクロコントロールユニット35又はコントローラ83のメインマイクロコントロールユニット40による制御に応じて行われる。

[0110] ADC 24は、電圧マルチプレクサ23から供給されるアナログ電圧データをデジタル電圧データに変換する。ADC 24は、アナログ電圧データを、例えば、14～18ビットのデジタル電圧データに変換する。ADC 24における変換方式には、逐次比較方式や $\Delta\Sigma$ （デルタシグマ）方式等、種々の方式を適用できる。

[0111] ADC 24は、例えば、入力端子と、出力端子と、制御信号が入力される制御信号入力端子と、クロックパルスが入力されるクロックパルス入力端子とを備える（なお、これらの端子の図示は省略している）。入力端子には、アナログ電圧データが入力される。出力端子からは、変換後のデジタル電圧データが出力される。

[0112] 制御信号入力端子には、例えば、コントローラ83から供給される制御信号（制御コマンド）が入力される。制御信号は、例えば、電圧マルチプレクサ23から供給されるアナログ電圧データの取得を指示する取得指示信号である。取得指示信号が入力されると、ADC 24によってアナログ電圧データが取得され、取得されたアナログ電圧データがデジタル電圧データに変換される。そして、クロックパルス入力端子に入力される同期用のクロックパルスに応じて、デジタル電圧データが出力端子を介して出力される。出力されたデジタル電圧データが監視部27に供給される。

[0113] さらに、制御信号入力端子には、温度マルチプレクサ26から供給されるアナログ温度データの取得を指示する取得指示信号が入力される。取得指示信号に応じて、ADC 24はアナログ温度データを取得する。取得されたアナログ温度データが、ADC 24によってデジタル温度データに変換される

。アナログ温度データが、例えば14～18ビットのデジタル温度データに変換される。変換されたデジタル温度データが出力端子を介して出力され、出力されたデジタル温度データが監視部27に供給される。なお、電圧データ及び温度データのそれぞれを処理するADCが別個に設けられる構成としてもよい。ADC24の機能ブロックが、電圧や温度を所定値と比較するコンパレータの機能を有するようにしてもよい。

[0114] ADC24から監視部27に対して、例えば、16のデジタル電圧データや16のデジタル温度データが時分割多重されて送信される。送信データのヘッダにサブモジュールSMOを識別する識別子を記述し、どのサブモジュールSMOの電圧や温度であるかを示すようにしてもよい。なお、この例では、所定の周期でもって得られ、ADC24によりデジタルデータへと変換された各サブモジュールSMOのデジタル電圧データが、電圧情報に対応する。アナログ電圧データが電圧情報とされてもよく、補正処理等がなされたデジタル電圧データが電圧情報とされてもよい。

[0115] 温度測定部28は、蓄電モジュール82全体の温度を測定する。温度測定部28により蓄電モジュール82の外装ケース内の温度が測定される。温度測定部28により測定されたアナログ温度データが温度マルチプレクサ26に供給され、温度マルチプレクサ26からADC24に供給される。そして、アナログ温度データがADC24によりデジタル温度データに変換される。デジタル温度データがADC24から監視部27に供給される。

[0116] 蓄電モジュール82は、蓄電モジュール82の電流経路に流れる電流（負荷電流）の値を検出する電流検出部を有する。電流検出部は、16個のサブモジュールSMOに流れる電流値を検出する。電流検出部は、例えば、サブモジュールSMO16の負極側と負極端子22との間に接続される電流検出抵抗29と、電流検出抵抗29の両端に接続される電流検出アンプ30とから構成される。電流検出抵抗29によって、アナログ電流データが検出される。アナログ電流データは、例えば、充電中及び放電中を問わず、所定の周期でもって検出される。

- [0117] 検出されたアナログ電流データが電流検出アンプ30に供給される。アナログ電流データが電流検出アンプ30により増幅される。電流検出アンプ30のゲインは、例えば、50～100倍程度に設定される。増幅されたアナログ電流データがADC31に供給される。
- [0118] ADC31は、電流検出アンプ30から供給されるアナログ電流データをデジタル電流データに変換する。ADC31によって、アナログ電流データが、例えば14～18ビットのデジタル電流データに変換される。ADC31における変換方式には、逐次比較方式や $\Delta\Sigma$ （デルタシグマ）方式等、種々の方式を適用できる。
- [0119] ADC31は、例えば、入力端子と、出力端子と、制御信号が入力される制御信号入力端子と、クロックパルスが入力されるクロックパルス入力端子とを備える（これらの端子の図示は省略している）。入力端子には、アナログ電流データが入力される。出力端子からは、デジタル電流データが出力される。
- [0120] ADC31の制御信号入力端子には、例えば、コントローラ83から供給される制御信号（制御コマンド）が入力される。制御信号は、例えば、電流検出アンプ30から供給されるアナログ電流データの取得を指示する取得指示信号である。取得指示信号が入力されると、ADC31によってアナログ電流データが取得され、取得されたアナログ電流データがデジタル電流データに変換される。そして、クロックパルス入力端子に入力される同期用のクロックパルスに応じて、デジタル電流データが出力端子から出力される。出力されたデジタル電流データが監視部27に供給される。このデジタル電流データが電流情報の一例とされる。なお、ADC24及びADC31が同一のADCとして構成されてもよい。
- [0121] 監視部27は、ADC24から供給されるデジタル電圧データ及びデジタル温度データを監視し、サブモジュールSMOの異常の有無を監視する。例えば、デジタル電圧データにより示される電圧が過充電の目安となる電圧付近、もしくは、過放電の目安となる電圧付近である場合には、異常がある、

又は異常が生じるおそれがあることを示す異常通知信号を生成する。さらに、監視部 27 は、サブモジュール SMO の温度もしくは蓄電モジュール 82 全体の温度が閾値より大きい場合も同様に、異常通知信号を生成する。

[0122] さらに、監視部 27 は、ADC 31 から供給されるデジタル電流データを監視する。デジタル電流データにより示される電流値が閾値より大きい場合に、監視部 27 は、異常通知信号を生成する。監視部 27 により生成された異常通知信号は、監視部 27 が有する通信機能によりサブマイクロコントロールユニット 35 に対して送信される。

[0123] 監視部 27 は、上述した異常の有無を監視するとともに、ADC 24 から供給される 16 のサブモジュール SMO 毎のデジタル電圧データ及び ADC 31 から供給されるデジタル電流データを、サブマイクロコントロールユニット 35 に送信する。サブモジュール SMO 毎のデジタル電圧データ及びデジタル電流データが監視部 27 を介さずにサブマイクロコントロールユニット 35 に直接、供給されてもよい。送信されるサブモジュール SMO 毎のデジタル電圧データ及びデジタル電流データがサブマイクロコントロールユニット 35 に入力される。さらに、ADC 24 から供給されるデジタル温度データが、監視部 27 からサブマイクロコントロールユニット 35 に供給される。

[0124] サブマイクロコントロールユニット 35 は、通信機能を有する CPU (Central Processing Unit) 等により構成され、蓄電モジュール 82 の各部を制御する。サブマイクロコントロールユニット 35 は、例えば、監視部 27 から異常通知信号が供給されると、通信機能を使用してコントローラ 83 のメインマイクロコントロールユニット 40 に異常を通知する。この通知に応じて、メインマイクロコントロールユニット 40 は充電又は放電を停止する等の処理を適宜、実行する。なお、サブマイクロコントロールユニット及びメインマイクロコントロールユニットにおけるサブ、メインとの表記は説明の便宜上のためのものであり、特別の意味を有するものではない。

[0125] サブマイクロコントロールユニット 35 とメインマイクロコントロールユ

ニット40との間で、シリアル通信の規格であるI²CやSMBus (System Management Bus)、SPI (Serial Peripheral Interface)、CAN等の規格に準じた双方向の通信が行われる。通信は、有線でもよく無線でもよい。

- [0126] 監視部27からサブマイクロコントロールユニット35に対して、デジタル電圧データが入力される。例えば、蓄電モジュール82の放電時におけるサブモジュールSMO毎のデジタル電圧データがサブマイクロコントロールユニット35に入力される。
- [0127] さらに、蓄電モジュール82に負荷が接続されたときの負荷電流の大きさ(デジタル電流データ)が監視部27からサブマイクロコントロールユニット35に入力される。サブモジュールSMO毎の温度や蓄電モジュール82内の温度を示すデジタル温度データがサブマイクロコントロールユニット35に入力される。
- [0128] サブマイクロコントロールユニット35は、入力されるサブモジュールSMO毎のデジタル電圧データやサブモジュールSMO毎の温度を示すデジタル温度データ、デジタル電流データ等をメインマイクロコントロールユニット40に対して送信する。
- [0129] 記憶部36は、ROM (Read Only Memory) やRAM (Random Access Memory) 等からなる。記憶部36には、例えば、サブマイクロコントロールユニット35によって実行されるプログラムが格納される。記憶部36は、さらに、サブマイクロコントロールユニット35が処理を実行する際のワークエリアとして使用される。
- [0130] 記憶部36には、蓄電モジュール82に関する履歴情報が記憶される。履歴情報は、例えば、充電レートや充電時間、充電回数等の充電条件、放電レートや放電時間、放電回数の放電条件、温度の情報等を含む。これらの情報は蓄電ブロックBL、サブモジュールSMO及び蓄電池のそれぞれの単位で記録するようにしてもよい。サブマイクロコントロールユニット35が、履歴情報を参照した処理を行うようにしてもよい。

[0131] (コントローラの構成)

コントローラ 83 の構成の一例について説明する。コントローラ 83 は、1 又は複数の蓄電モジュール 82 に対して、充電や放電の管理を行うものである。具体的には、蓄電モジュール 82 の充電の開始及び停止、蓄電モジュール 82 の放電の開始及び停止、充電レート及び放電レートの設定等を行う。コントローラ 83 は、例えば、蓄電モジュール 82 と同様に外装ケースを有する構成とされる。さらに、コントローラ 83 の機能として、本技術による急劣化検出機能が組み込まれる。なお、サブマイクロコントロールユニット 35 が急劣化検出機能を持つようにしてもよい。

[0132] コントローラ 83 は、メインマイクロコントロールユニット 40、正極端子 41、負極端子 42、正極端子 43、負極端子 44、充電制御部 45、放電制御部 46、スイッチ SW1 及びスイッチ SW2 を含む構成を有する。スイッチ SW1 は、端子 50a 又は端子 50b に接続される。スイッチ SW2 は、端子 51a 又は端子 51b に接続される。

[0133] 正極端子 41 は、蓄電モジュール 82 の正極端子 21 に接続される。負極端子 42 は、蓄電モジュール 82 の負極端子 22 に接続される。正極端子 43 及び負極端子 44 は、コントローラ 83 に接続される充電装置 84 又は負荷 85 に接続される。

[0134] メインマイクロコントロールユニット 40 は、例えば、通信機能を有する CPU により構成され、コントローラ 83 の各部を制御する。メインマイクロコントロールユニット 40 は、蓄電モジュール 82 のサブマイクロコントロールユニット 35 から送信される異常通知信号に応じて、充電及び放電を制御する。異常通知信号により例えば、過充電のおそれ通知される場合には、メインマイクロコントロールユニット 40 は、少なくとも充電制御部 45 のスイッチング素子をオフし、充電を停止する。異常通知信号により例えば、過放電のおそれ通知される場合には、メインマイクロコントロールユニット 40 は、少なくとも放電制御部 46 のスイッチング素子をオフし、放電を停止する。

- [0135] アラーム信号により例えば、サブモジュールSMOの劣化が有る旨が通知される場合には、メインマイクロコントロールユニット40は、充電制御部45及び放電制御部46のスイッチング素子をオフし、蓄電モジュール82の使用を中止する。蓄電モジュール82が例えば、バックアップ用の電源として使用される場合には、直ぐに蓄電モジュール82の使用を中止せず、適切なタイミングで蓄電モジュール82の使用を中止する。
- [0136] メインマイクロコントロールユニット40は、蓄電モジュール82の充電及び放電の管理を行うほか、サブマイクロコントロールユニット35から送信されるサブモジュールSMOの電圧や温度、サイクル数等の履歴情報を参照して後述の充放電方法を実行するように制御する。なお、以下に説明するメインマイクロコントロールユニット40の機能の一部をサブマイクロコントロールユニット35が有する構成としてもよい。
- [0137] メインマイクロコントロールユニット40は、充電装置84や負荷85が有するCPU等と通信を行うことができる。メインマイクロコントロールユニット40は、蓄電モジュール82に対する充電電圧及び充電レート（充電電流の大きさ）を設定し、設定した充電電圧及び充電レートを充電装置84に送信する。充電電圧及び充電電流制御部84aは、メインマイクロコントロールユニット40から送信される充電電圧及び充電レートにしたがって、充電電圧及び充電電流を適切に設定する。
- [0138] メインマイクロコントロールユニット40は、蓄電モジュール82の放電の放電レート（放電電流の大きさ）を設定し、設定した放電レートを負荷85に送信する。負荷85の放電電流制御部85aは、メインマイクロコントロールユニット40から送信される放電レートに応じた放電電流となるように、負荷を適切に設定する。
- [0139] 充電制御部45は、充電制御スイッチ45aと、充電制御スイッチ45aと並列に放電電流に対して順方向に接続されるダイオード45bとからなる。放電制御部46は、放電制御スイッチ46aと、放電制御スイッチ46aと並列に充電電流に対して順方向に接続されるダイオード46bとからなる。

。充電制御スイッチ４５ａ及び放電制御スイッチ４６ａとしては、例えば、ＩＧＢＴ（Insulated Gate Bipolar Transistor）やＭＯＳＦＥＴ（Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor）を使用することができる。なお、充電制御部４５及び放電制御部４６が、負の電源ラインに挿入されても良い。

[0140] 記憶部４７は、ＲＯＭやＲＡＭ等からなる。記憶部４７には、例えば、メインマイクロコントロールユニット４０によって実行されるプログラムが格納される。記憶部４７は、メインマイクロコントロールユニット４０が処理を実行する際のワークエリアとして使用される。記憶部４７に上述の履歴情報が記憶されるようにしてもよい。

[0141] 正極端子４３に接続される正の電源ラインにスイッチＳＷ１が接続される。蓄電モジュール８２の充電の際は、スイッチＳＷ１が端子５０ａに接続され、蓄電モジュール８２の放電の際は、スイッチＳＷ１が端子５０ｂに接続される。

[0142] 負極端子４４に接続される負の電源ラインにスイッチＳＷ２が接続される。蓄電モジュール８２の充電の際は、スイッチＳＷ２が端子５１ａに接続され、蓄電モジュール８２の放電の際は、スイッチＳＷ２が端子５１ｂに接続される。スイッチＳＷ１及びスイッチＳＷ２の切り換えは、メインマイクロコントロールユニット４０により制御される。

[0143] 「住宅用の電力貯蔵装置」

本技術を住宅用の電力貯蔵装置に適用した例について、図１７を参照して説明する。例えば住宅１０１用の電力貯蔵装置１００においては、火力発電１０２ａ、原子力発電１０２ｂ、水力発電１０２ｃ等の集中型電力系統１０２から電力網１０９、情報網１１２、スマートメータ１０７、パワーハブ１０８等を介し、電力が蓄電装置１０３に供給される。これと共に、家庭内発電装置１０４等の独立電源から電力が蓄電装置１０３に供給される。蓄電装置１０３に供給された電力が蓄電される。蓄電装置１０３を使用して、住宅１０１で使用する電力が給電される。住宅１０１に限らずビルに関しても同

様の電力貯蔵装置を使用できる。蓄電装置１０３は、複数の蓄電モジュールを並列接続したものである。

[0144] 住宅１０１には、家庭内発電装置１０４、電力消費装置１０５、蓄電装置１０３、各装置を制御する制御装置１１０、スマートメータ１０７、各種情報を取得するセンサ１１１が設けられている。各装置は、電力網１０９及び情報網１１２によって接続されている。家庭内発電装置１０４として、太陽電池、燃料電池等が利用され、発電した電力が電力消費装置１０５及び／又は蓄電装置１０３に供給される。電力消費装置１０５は、冷蔵庫１０５ａ、空調装置（エアコン）１０５ｂ、テレビジョン受信機（テレビ）１０５ｃ、風呂（バス）１０５ｄ等である。さらに、電力消費装置１０５には、電動車両１０６が含まれる。電動車両１０６は、電気自動車１０６ａ、ハイブリッドカー１０６ｂ、電気バイク１０６ｃである。

[0145] 蓄電装置１０３は、二次電池、又はキャパシタから構成されている。例えば、リチウムイオン二次電池によって構成されている。蓄電装置１０３として、複数の蓄電モジュールを使用することができる。リチウムイオン二次電池は、定置型であっても、電動車両１０６で使用されるものでも良い。スマートメータ１０７は、商用電力の使用量を測定し、測定された使用量を、電力会社へ送信する機能を備えている。電力網１０９は、直流給電、交流給電、非接触給電の何れか一つ又は複数を組み合わせても良い。

[0146] 各種のセンサ１１１は、例えば人感センサ、照度センサ、物体検知センサ、消費電力センサ、振動センサ、接触センサ、温度センサ、赤外線センサ等である。各種センサ１１１により取得された情報は、制御装置１１０へ送信される。センサ１１１からの情報によって、気象の状態、人の状態等が把握されて電力消費装置１０５を自動的に制御してエネルギー消費を最小とすることができる。さらに、制御装置１１０は、住宅１０１に関する情報を、インターネットを介して外部の電力会社等へ送信することができる。

[0147] パワーハブ１０８によって、電力線の分岐、直流交流変換等の処理がなされる。制御装置１１０と接続される情報網１１２の通信方式としては、ＵＡ

R T (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter : 非同期シリアル通信
用送受信回路) 等の通信インターフェースを使う方法、B l u e t o o t h
(登録商標)、Z i g B e e (登録商標)、W i - F i (登録商標) 等の無線
通信規格によるセンサネットワークを利用する方法がある。B l u e t o
o t h (登録商標) 方式は、マルチメディア通信に適用され、一対多接続の
通信を行うことができる。Z i g B e e は、I E E E (Institute of Electr
ical and Electronics Engineers) 8 0 2 . 1 5 . 4 の物理層を使用するも
のである。I E E E 8 0 2 . 1 5 . 4 は、P A N (Personal Area Network)
又はW (Wireless) P A N と呼ばれる短距離無線ネットワーク規格の名称で
ある。

[0148] 制御装置 1 1 0 は、外部のサーバ 1 1 3 と接続されている。このサーバ 1
1 3 は、住宅 1 0 1、電力会社、サービスプロバイダーの何れかによって管
理されていても良い。サーバ 1 1 3 が送受信する情報は、たとえば、消費電
力情報、生活パターン情報、電力料金、天気情報、天災情報、電力取引に関
する情報である。これらの情報は、家庭内の電力消費装置（たとえばテレビ
ジョン受信機）から送受信しても良いが、家庭外の装置（たとえば、携帯電
話機等）から送受信しても良い。これらの情報は、表示機能を持つ機器、た
とえば、テレビジョン受信機、携帯電話機、P D A (Personal Digital Assi
stants) 等に、表示されても良い。

[0149] 各部を制御する制御装置 1 1 0 は、C P U、R A M、R O M 等で構成され
、この例では、蓄電装置 1 0 3 に格納されている。制御装置 1 1 0 の機能と
して、例えば、監視部 2 7 等の機能やコントローラ 8 3 等の機能を適用でき
る。制御装置 1 1 0 は、蓄電装置 1 0 3、家庭内発電装置 1 0 4、電力消費
装置 1 0 5、各種センサ 1 1 1、サーバ 1 1 3 と情報網 1 1 2 により接続さ
れ、例えば、商用電力の使用量と、発電量とを調整する機能を有している。
なお、その他にも、電力市場で電力取引を行う機能等を備えていても良い。

[0150] 以上のように、電力が火力発電 1 0 2 a、原子力発電 1 0 2 b、水力発電
1 0 2 c 等の集中型電力系統 1 0 2 のみならず、家庭内発電装置 1 0 4 (太

陽光発電、風力発電)の発電電力を蓄電装置103に蓄えることができる。したがって、家庭内発電装置104の発電電力が変動しても、外部に送出する電力量を一定にしたり、又は、必要なだけ放電するといった制御を行うことができる。例えば、太陽光発電で得られた電力を蓄電装置103に蓄えると共に、夜間は料金が安い深夜電力を蓄電装置103に蓄え、昼間の料金が低い時間帯に蓄電装置103によって蓄電した電力を放電して利用するといった使い方もできる。

[0151] なお、この例では、制御装置110が蓄電装置103内に格納される例を説明したが、スマートメータ107内に格納されても良いし、単独で構成されていても良い。さらに、電力貯蔵装置100は、集合住宅における複数の家庭を対象として用いられてもよいし、複数の戸建て住宅を対象として用いられてもよい。

[0152] <3. 変形例>

以上、本技術の実施の形態について具体的に説明したが、上述の各実施の形態に限定されるものではなく、本技術の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。

また、上述の実施の形態の構成、方法、工程、形状、材料及び数値などは、本技術の主旨を逸脱しない限り、互いに組み合わせることが可能である。

たとえば、上述の実施の形態及び実施例において挙げた数値、構造、形状、材料、原料、製造プロセス等はいくまでも例に過ぎず、必要に応じてこれらと異なる数値、構造、形状、材料、原料、製造プロセス等を用いてもよい。

また、上述の実施の形態及び実施例の構成、方法、工程、形状、材料及び数値等は、本技術の主旨を逸脱しない限り、互いに組み合わせることが可能である。

[0153] なお、本技術は、以下のような構成も取ることができる。

(1)

二次電池の満充電容量又は容量維持率、並びに経時間を入力とし、満充電

容量又は容量維持率の変化量を算出する容量変化量算出部と、

前記容量変化量算出部により算出された変化量を閾値判定に基づいて劣化を判定する急劣化判定部と

を備える電池パック。

(2)

前記容量変化量算出部により算出される満充電容量又は容量維持率の変化量は、線形回帰解析によって算出される(1)に記載の電池パック。

(3)

前記急劣化判定部により判定された急劣化を通知するようにした(1)又は(2)に記載の電池パック。

(4)

二次電池の容量維持率を閾値に基づいて判定し、前記容量維持率が閾値より小の場合を劣化判定の対象とする(1)に記載の電池パック。

(5)

劣化予測式による予測値と二次電池の満充電容量又は容量維持率の差分値を閾値に基づいて判定し、前記差分値が閾値より大の場合を劣化判定の対象とする(1)又は(3)に記載の電池パック。

(6)

(1)に記載の電池パックを有し、前記電池パックに接続される電子機器に電力を供給する蓄電装置。

(7)

二次電池の満充電容量又は容量維持率、並びに経時間から満充電容量又は容量維持率の変化量を算出し、

算出された変化量を閾値判定に基づいて劣化を検出する

二次電池の劣化検出方法。

(8)

前記満充電容量又は容量維持率の変化量は、線形回帰解析によって算出される(7)に記載の二次電池の劣化検出方法。

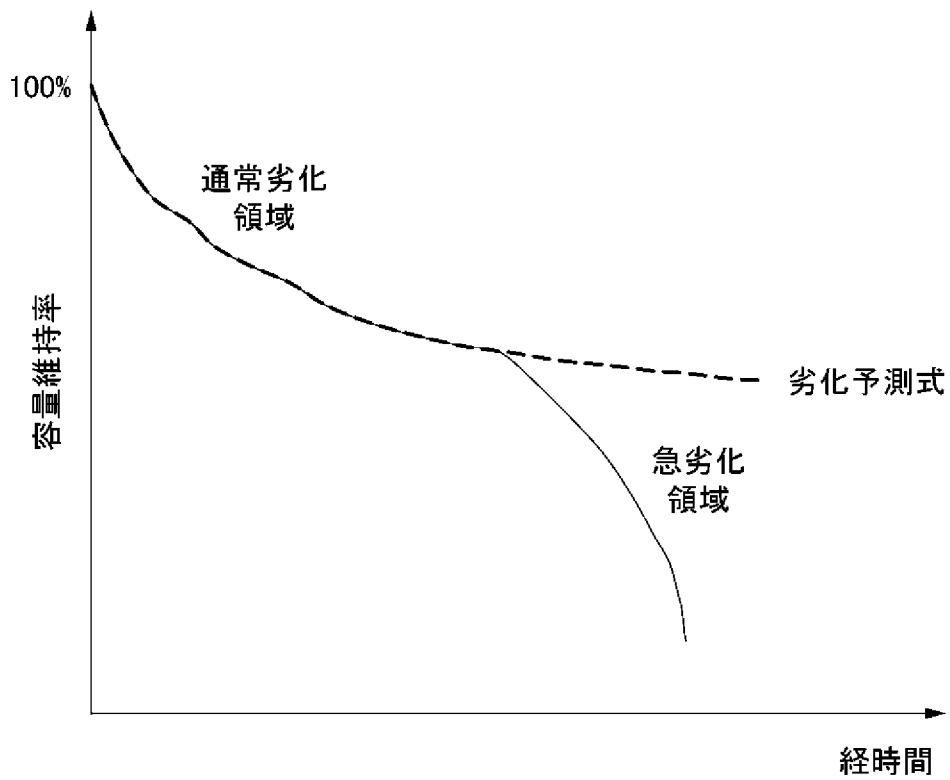
符号の説明

- [0154] 1 . . . 二次電池
 2 . . . 電池容量計算器
 3 . . . 維持率計算器
 5, 15 . . . 維持率記憶器
 6, 18 . . . 線形回帰解析器
 7, 19 . . . 急劣化判定器
 8, 20 . . . 急劣化通知器
 16 . . . 維持率閾値判定器
 17 . . . 維持率差分判定器

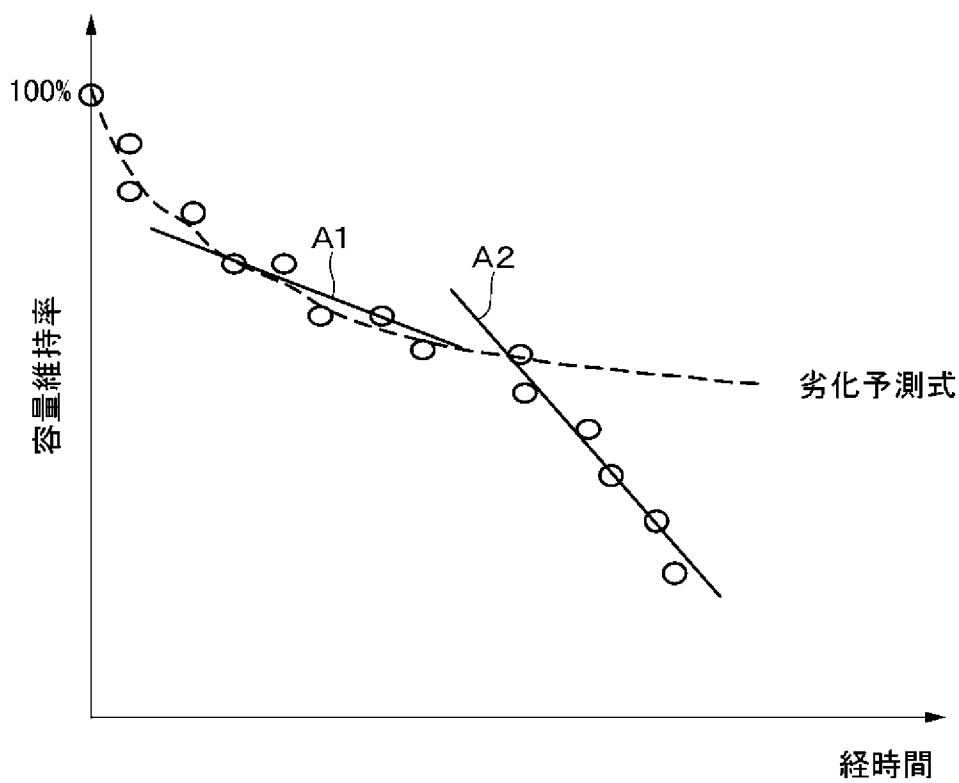
請求の範囲

- [請求項1] 二次電池の満充電容量又は容量維持率、並びに経時間を入力とし、満充電容量又は容量維持率の変化量を算出する容量変化量算出部と、
 前記容量変化量算出部により算出された変化量を閾値判定に基づいて劣化を判定する急劣化判定部と
 を備える電池パック。
- [請求項2] 前記容量変化量算出部により算出される満充電容量又は容量維持率の変化量は、線形回帰解析によって算出される請求項1に記載の電池パック。
- [請求項3] 前記急劣化判定部により判定された急劣化を通知するようにした請求項1に記載の電池パック。
- [請求項4] 二次電池の容量維持率を閾値に基づいて判定し、前記容量維持率が閾値より小の場合を劣化判定の対象とする請求項1に記載の電池パック。
- [請求項5] 劣化予測式による予測値と二次電池の満充電容量又は容量維持率の差分値を閾値に基づいて判定し、前記差分値が閾値より大の場合を劣化判定の対象とする請求項1に記載の電池パック。
- [請求項6] 請求項1に記載の電池パックを有し、前記電池パックに接続される電子機器に電力を供給する蓄電装置。
- [請求項7] 二次電池の満充電容量又は容量維持率、並びに経時間から満充電容量又は容量維持率の変化量を算出し、
 算出された変化量を閾値判定に基づいて劣化を検出する
 二次電池の劣化検出方法。
- [請求項8] 前記満充電容量又は容量維持率の変化量は、線形回帰解析によって算出される請求項7に記載の二次電池の劣化検出方法。

[図1]

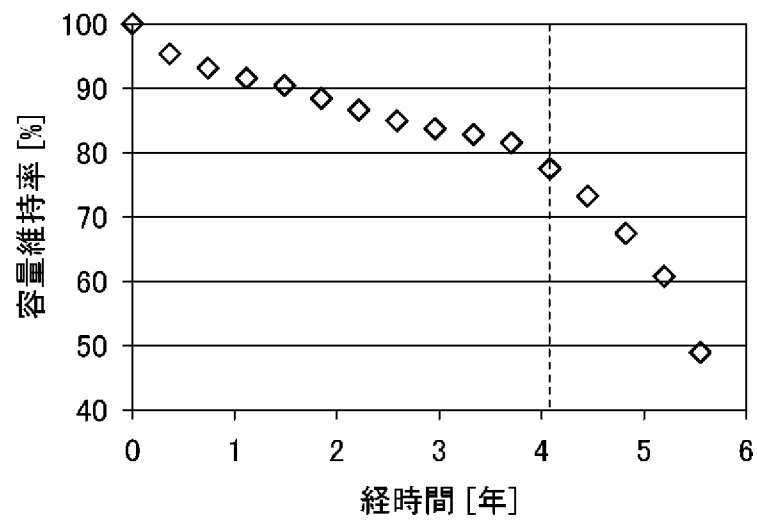


[図2]

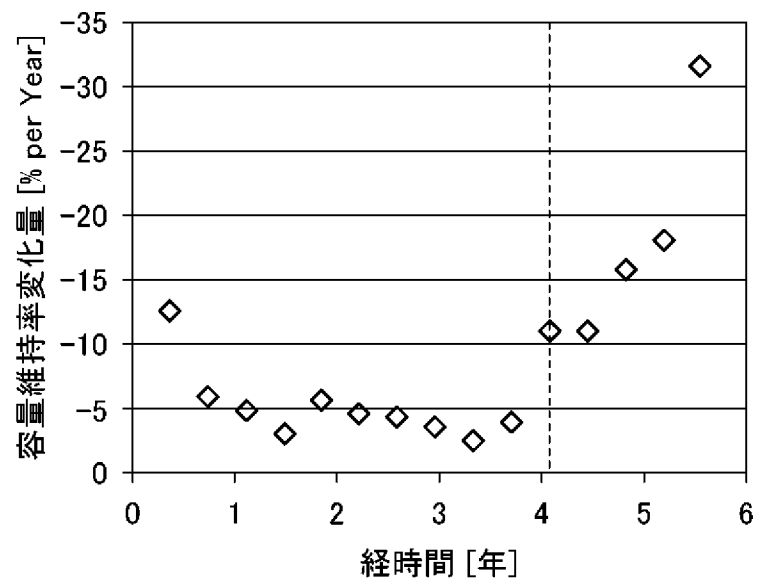


[図3]

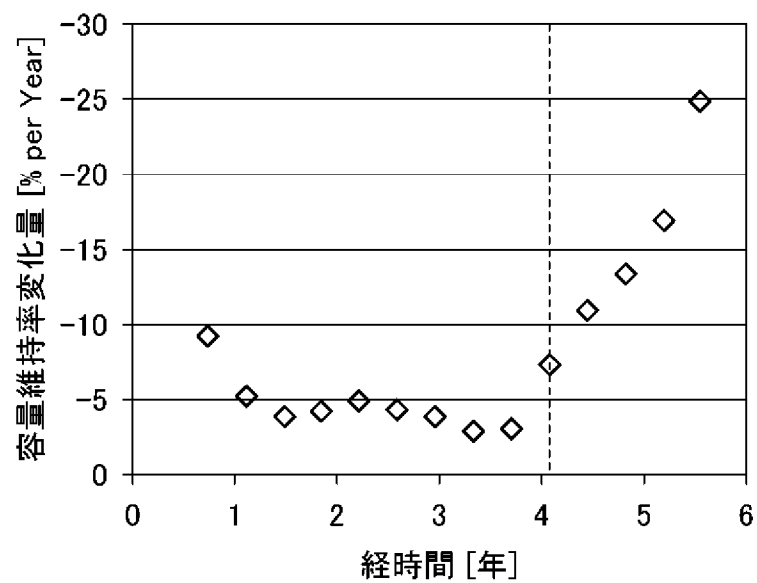
A



B

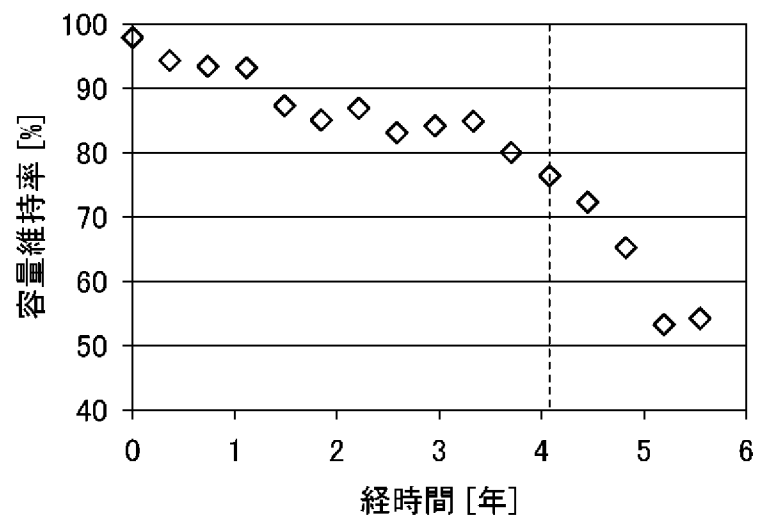


C

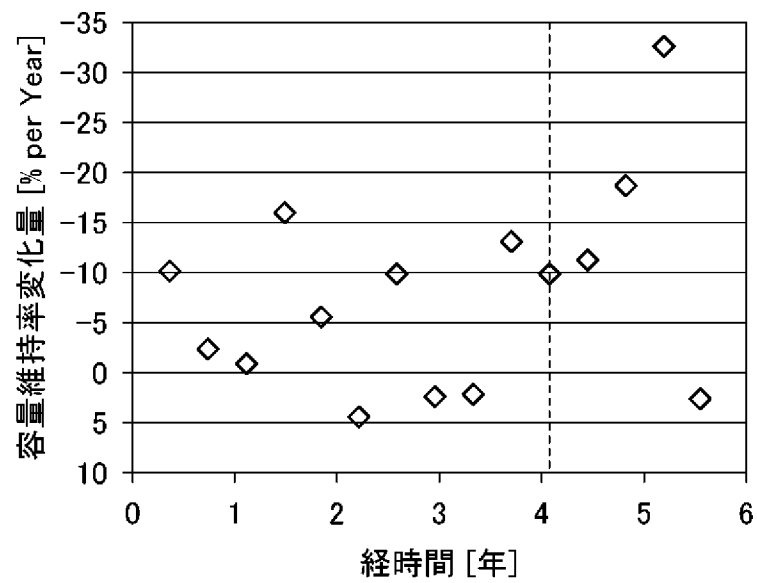


[図4]

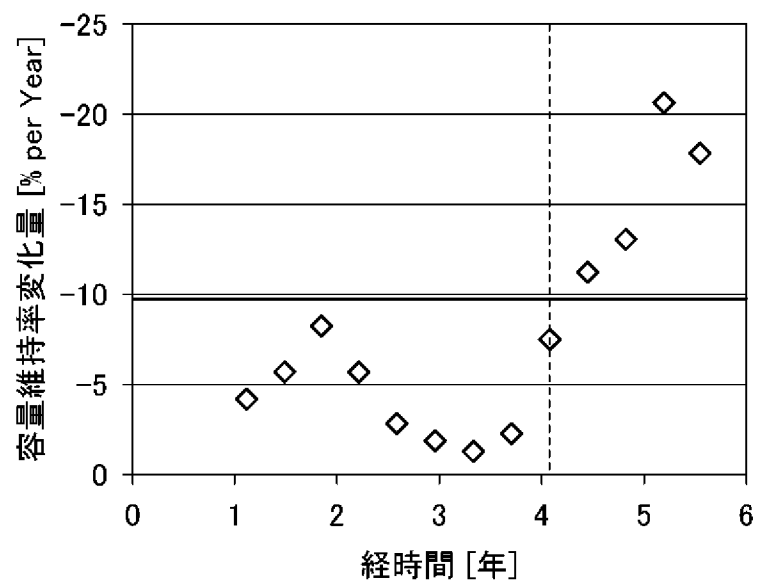
A



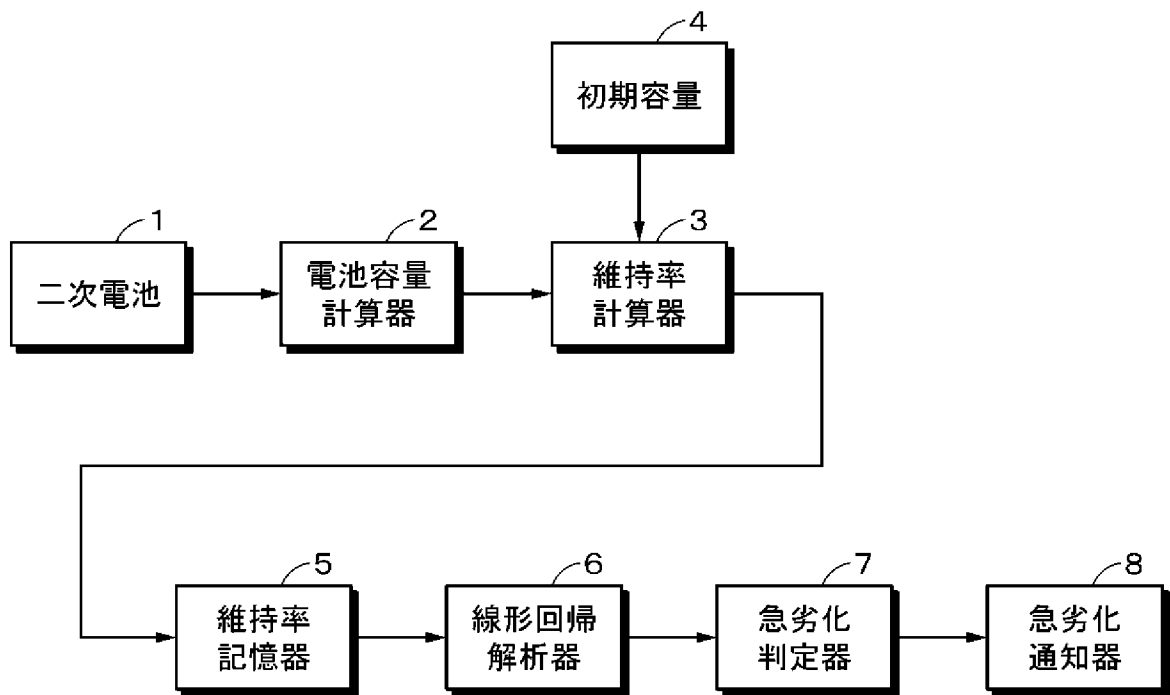
B



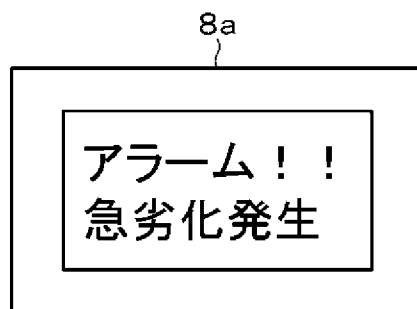
C



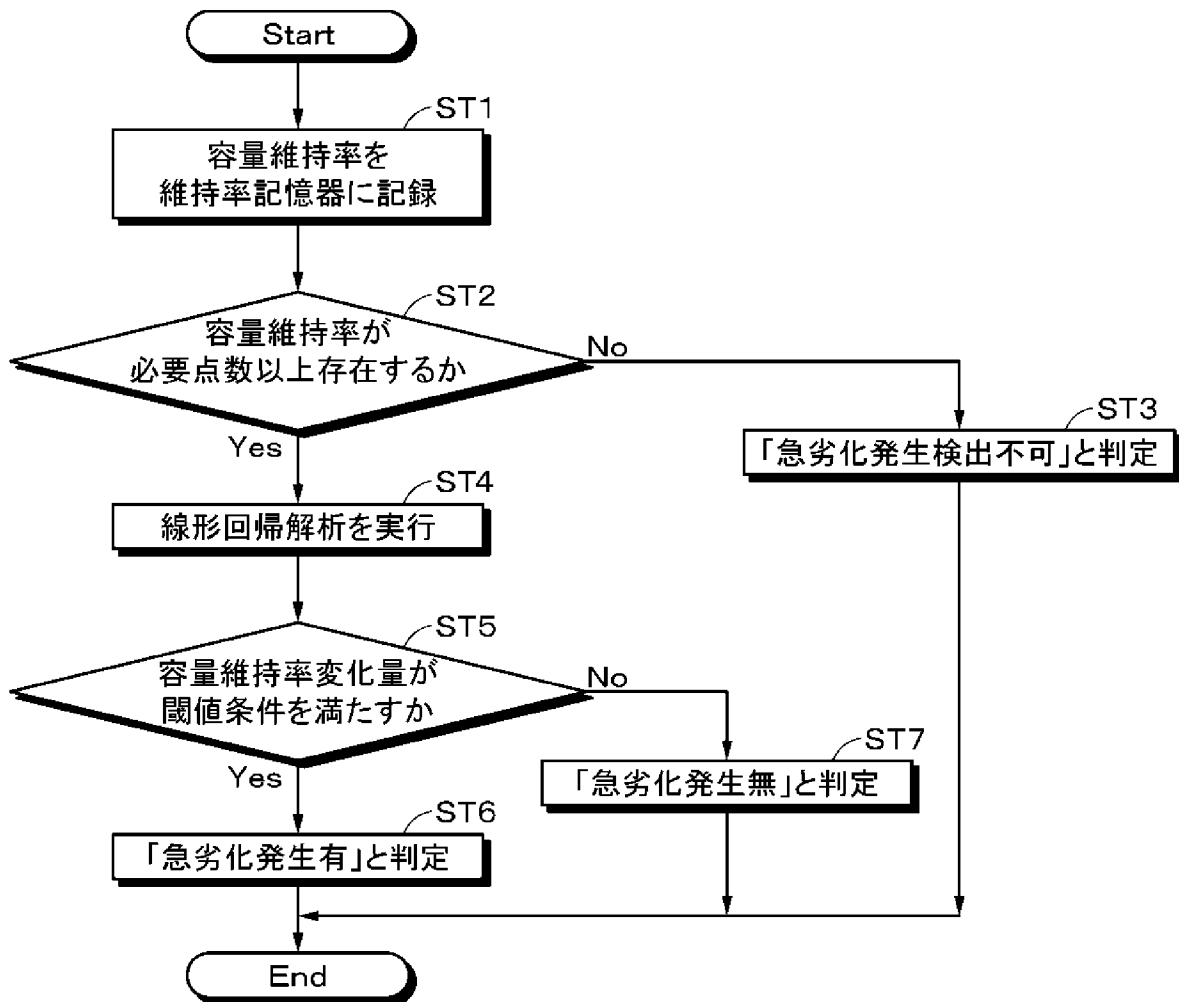
[図5]



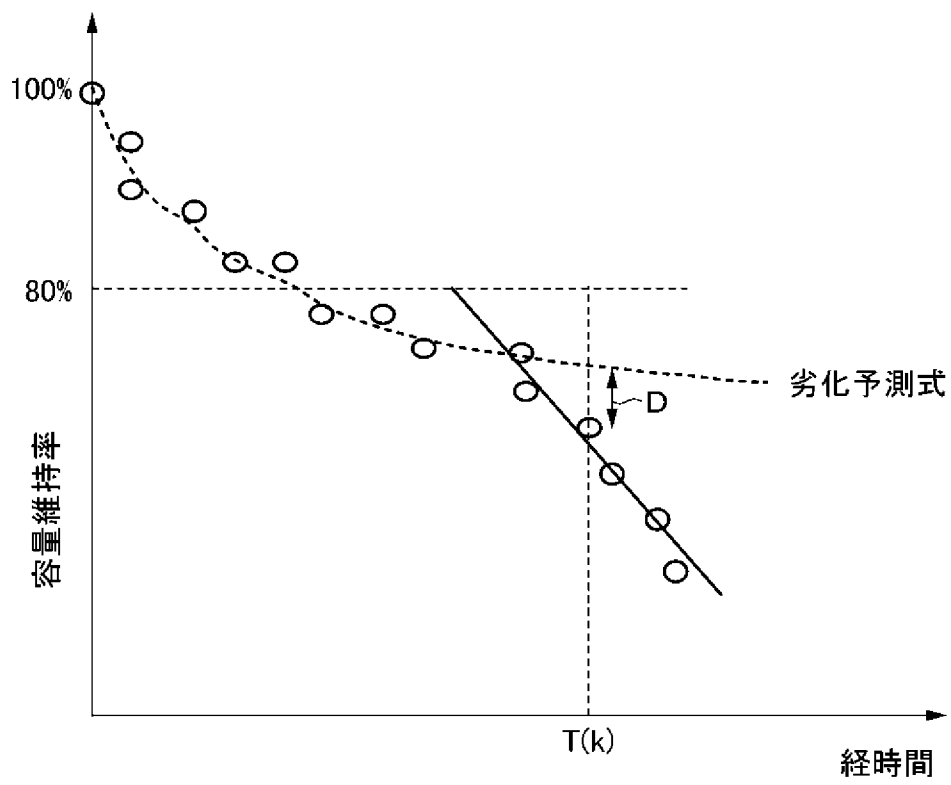
[図6]



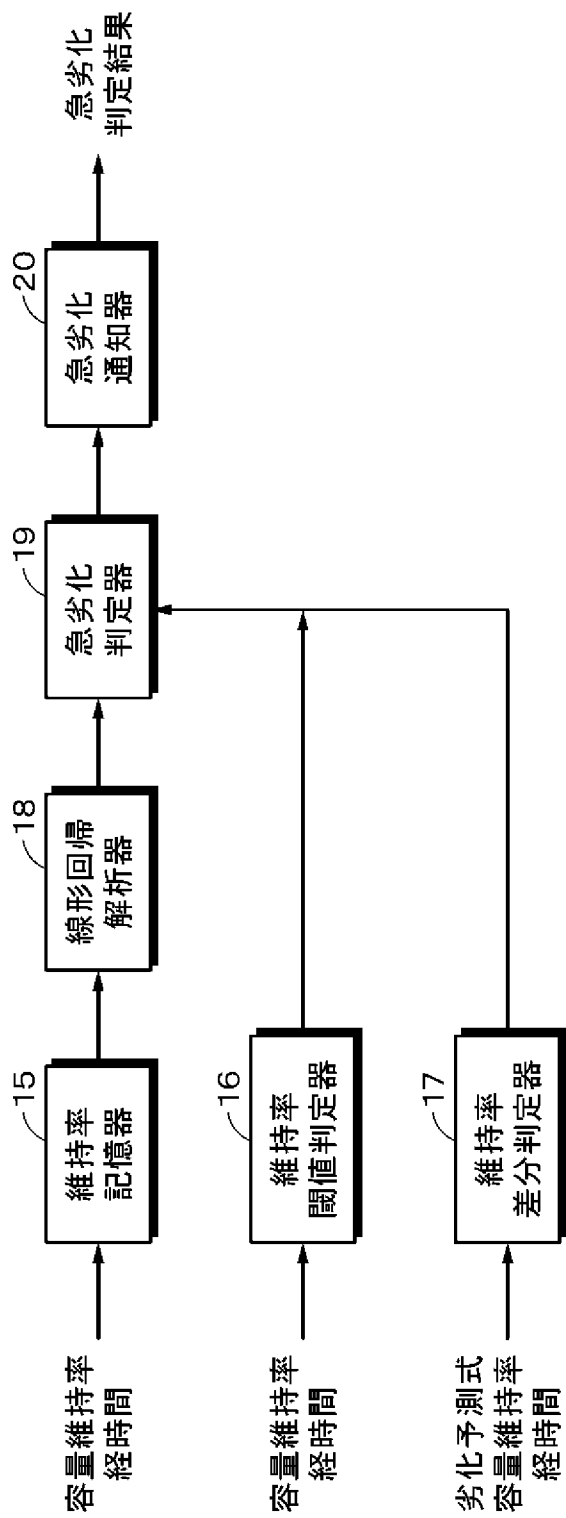
[図7]



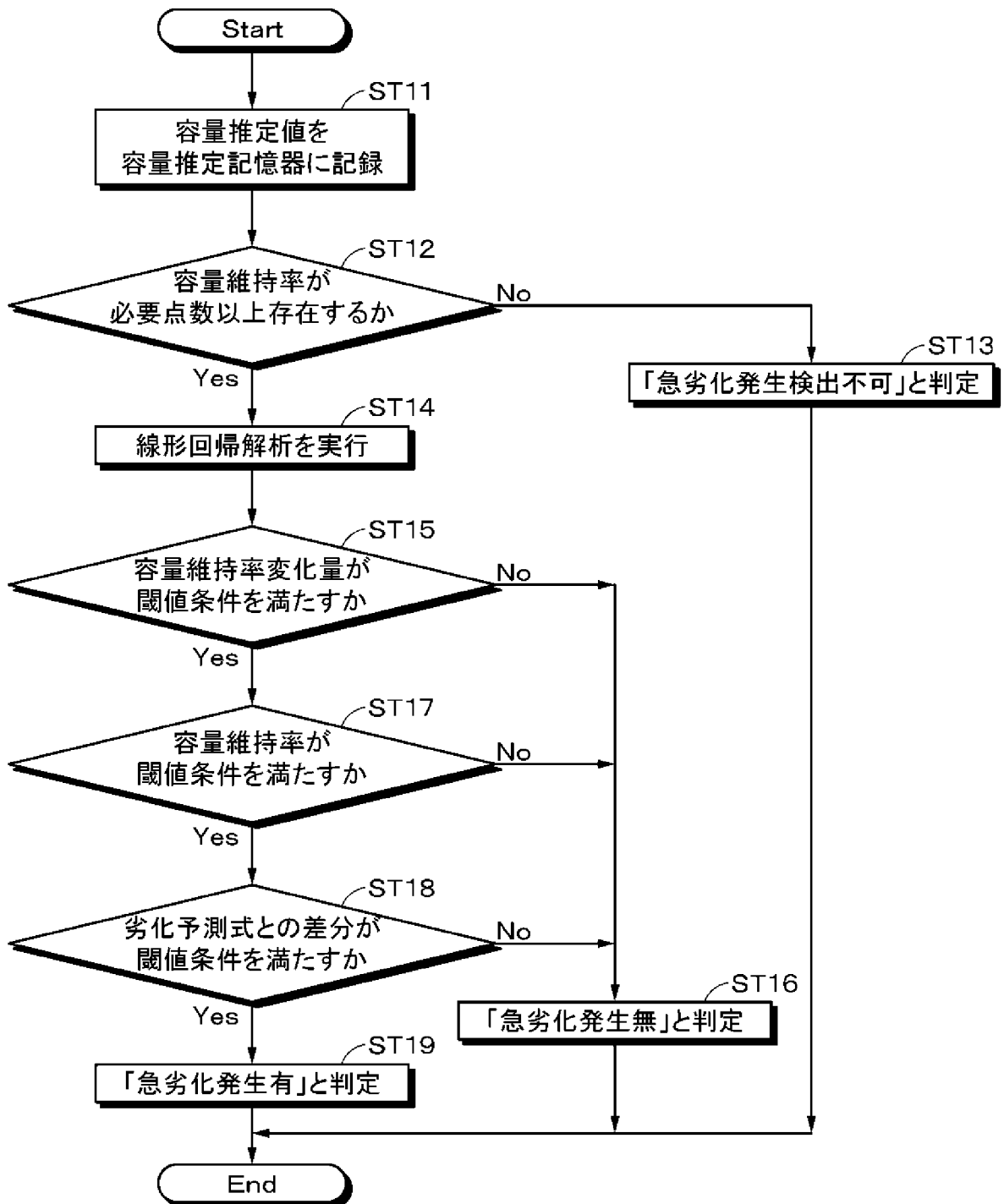
[図8]



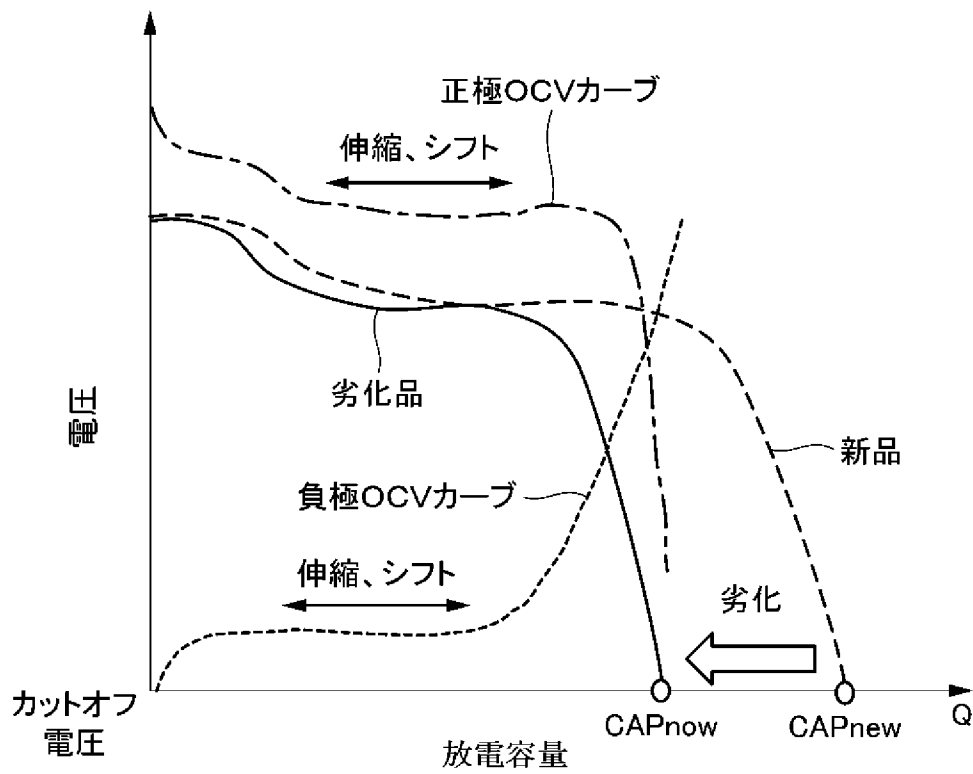
[図9]



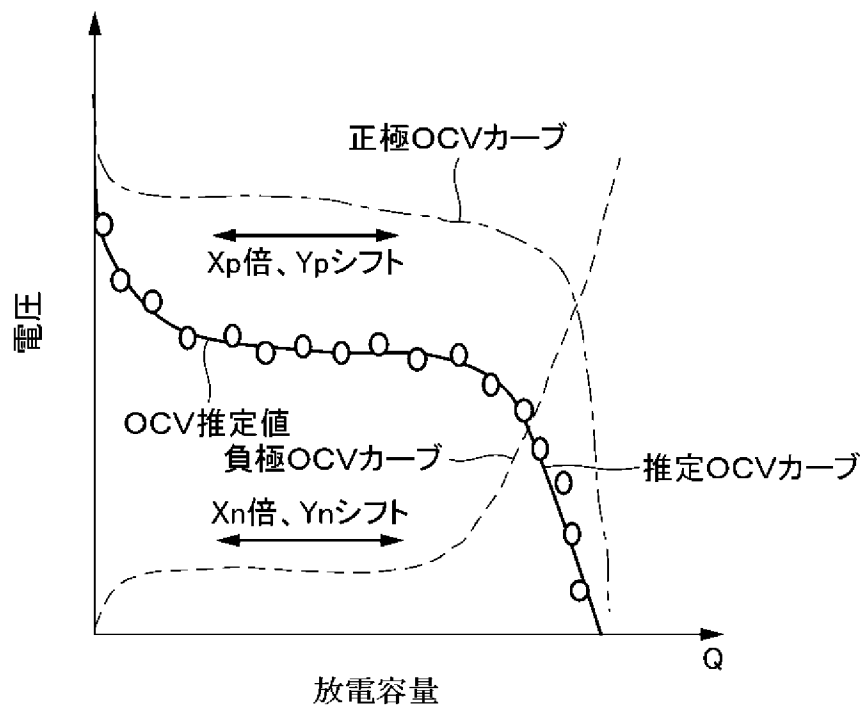
[図10]



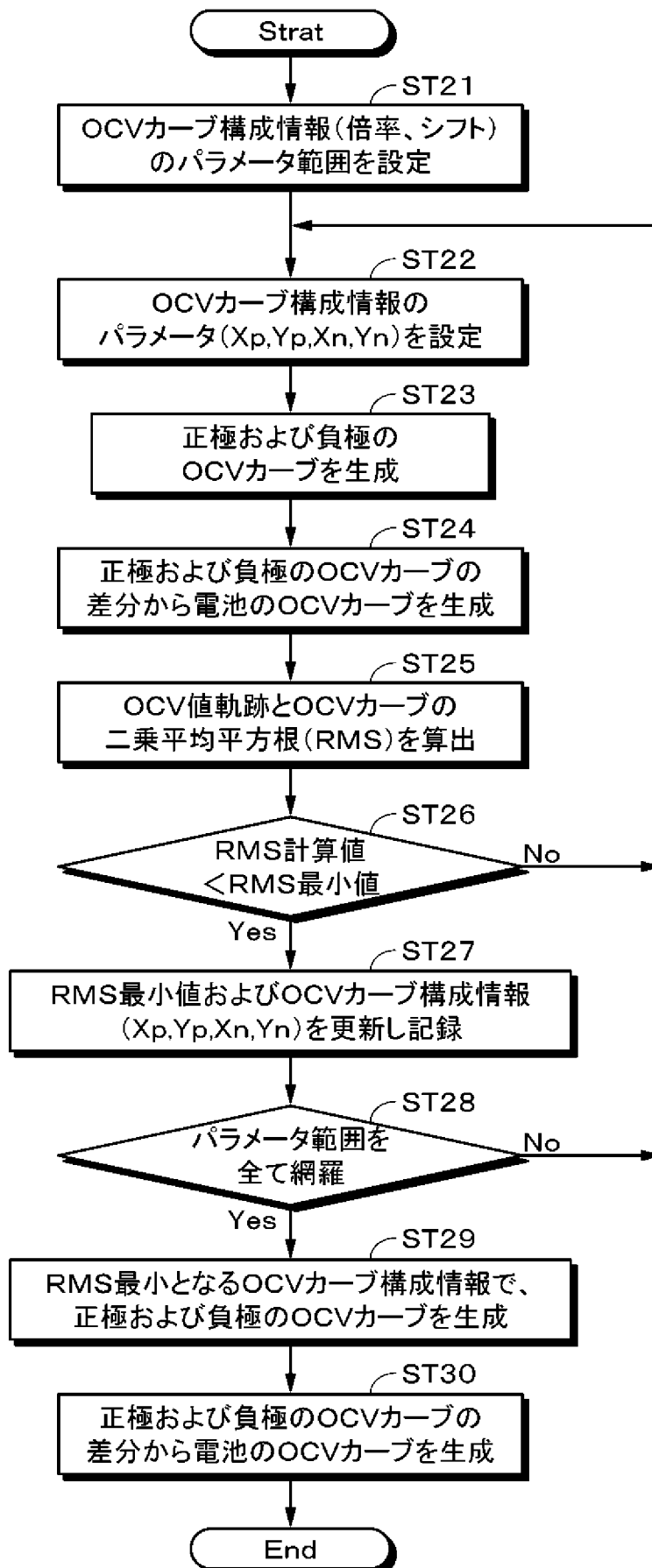
[図11]



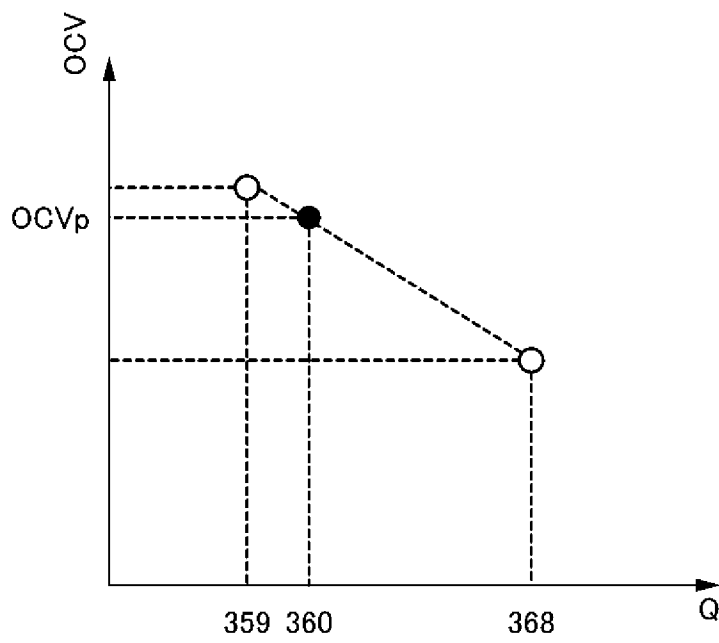
[図12]



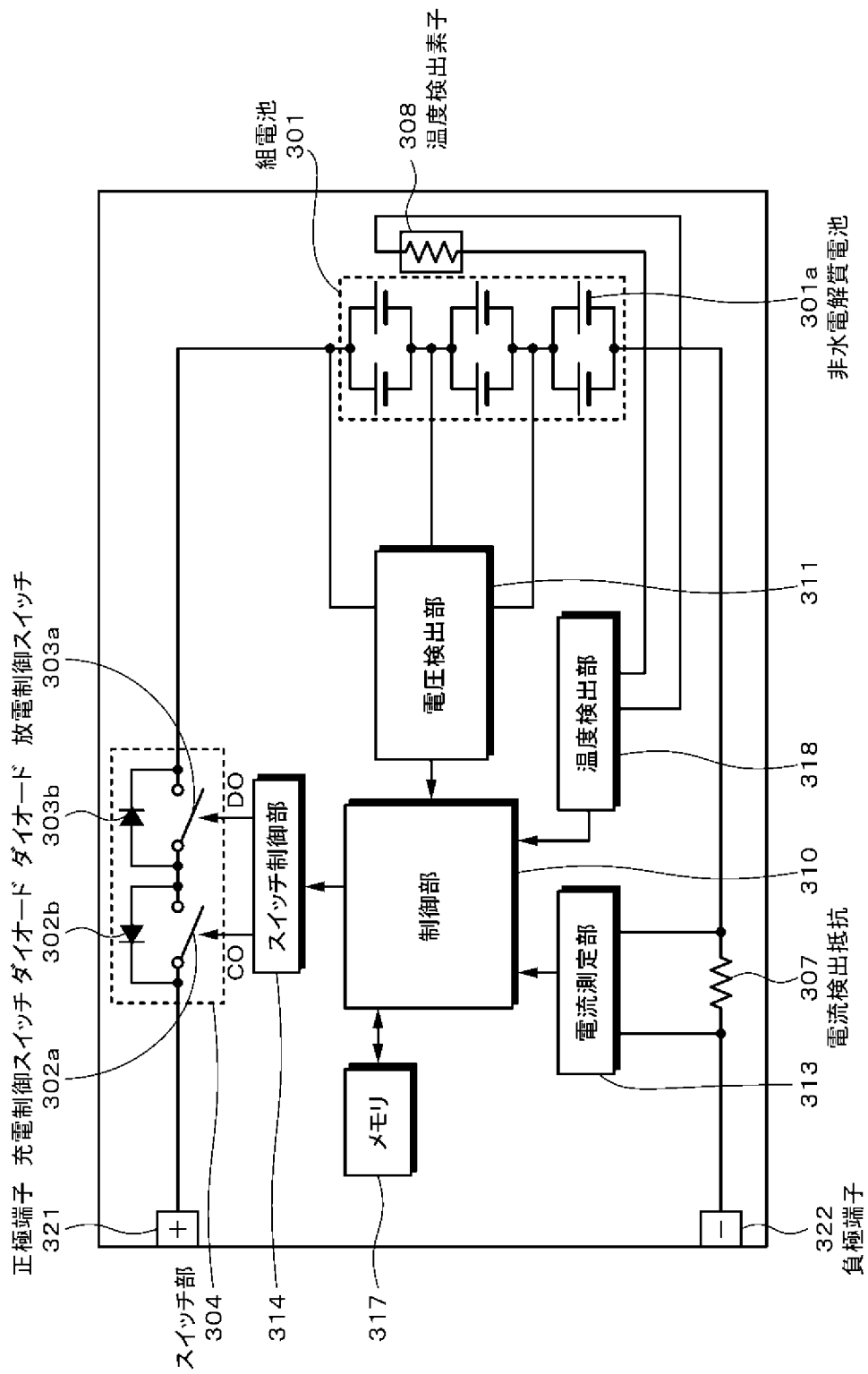
[図13]



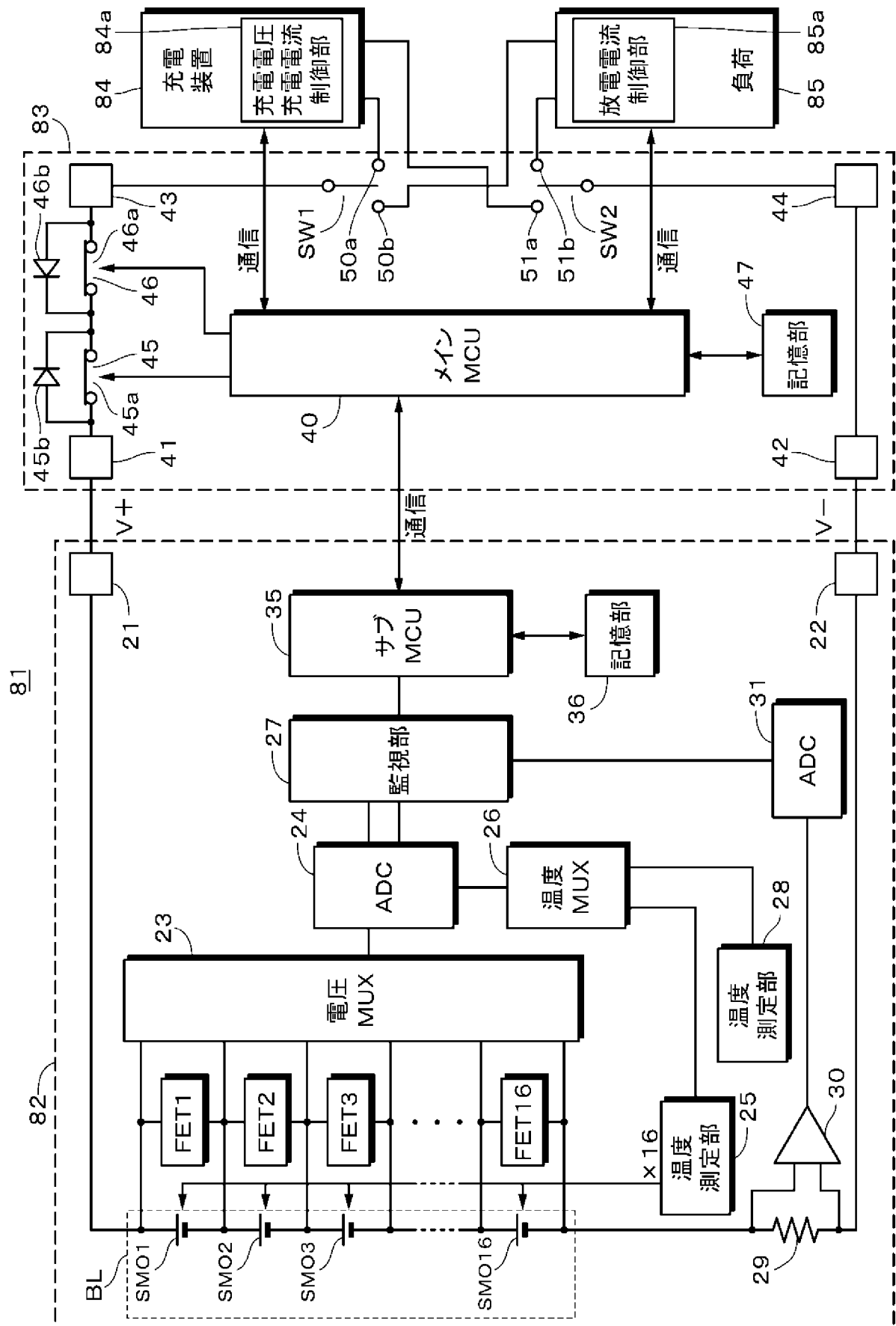
[図14]



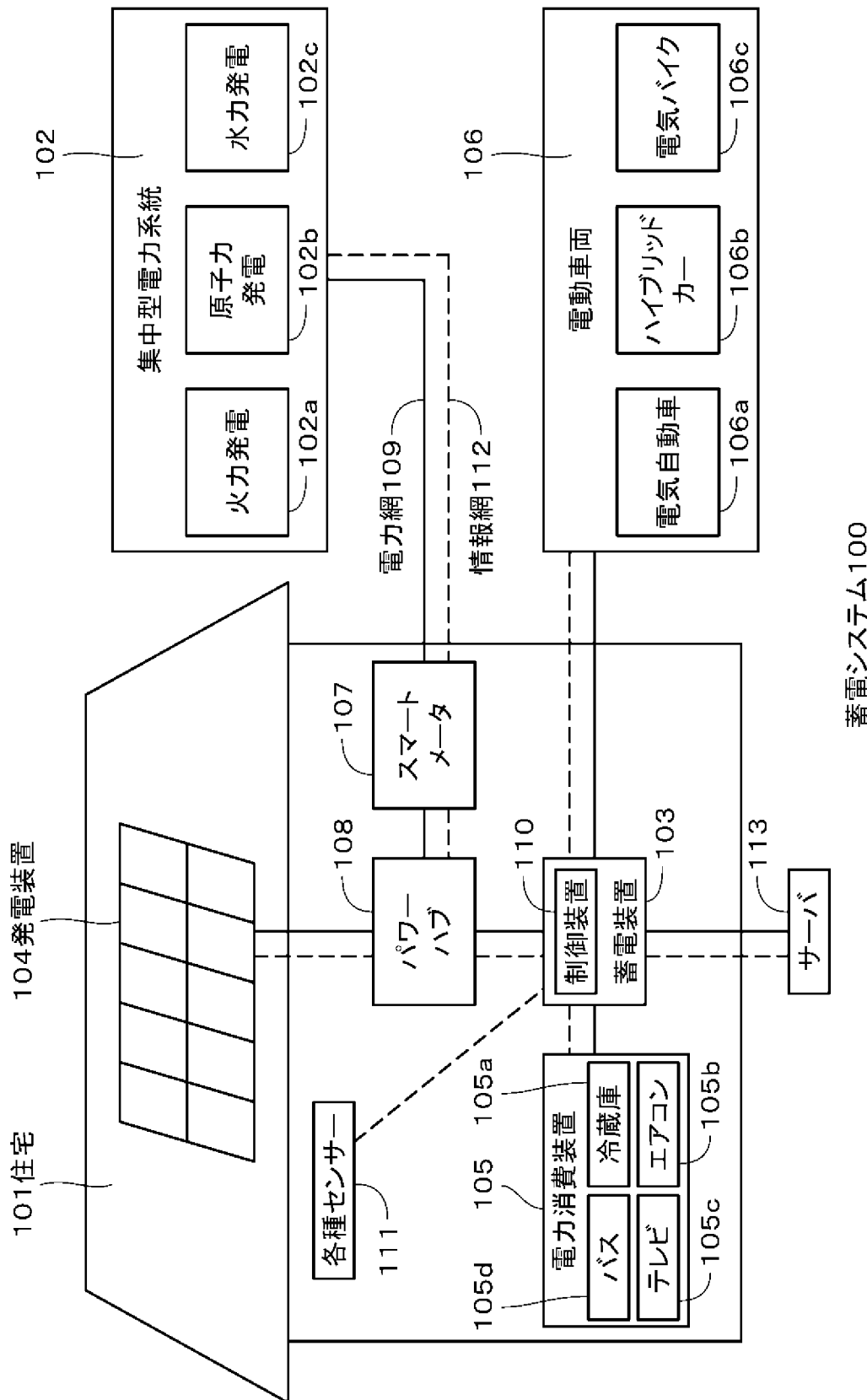
[図15]



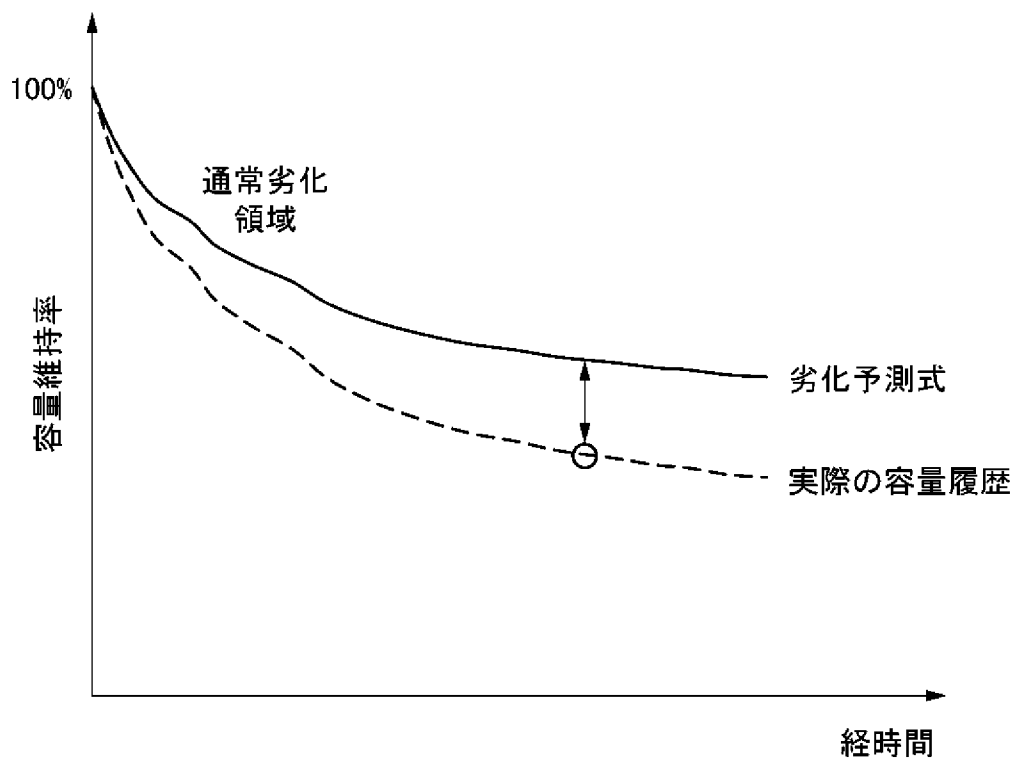
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/004784

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R31/36(2006.01)i, H01M2/10(2006.01)i, H01M10/48(2006.01)i, H02J7/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R31/36, H01M2/10, H01M10/48, H02J7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-308122 A (Mazda Motor Corp.), 25 December 2008 (25.12.2008), paragraphs [0026] to [0032], [0051] to [0052]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-8
Y	JP 11-174136 A (Hioki E.E. Corp.), 02 July 1999 (02.07.1999), paragraphs [0021] to [0027]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-8
Y	JP 2007-057434 A (Fuji Heavy Industries Ltd.), 08 March 2007 (08.03.2007), paragraph [0020] (Family: none)	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 December 2016 (15.12.16)

Date of mailing of the international search report
27 December 2016 (27.12.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/004784

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2011/162014 A1 (Toyota Motor Corp.), 29 December 2011 (29.12.2011), paragraphs [0097] to [0100]; fig. 3 & US 2013/0090872 A1 paragraphs [0144] to [0150]; fig. 3 & CN 103081213 A	1-8
P,X	JP 2016-085804 A (Toyota Motor Corp.), 19 May 2016 (19.05.2016), paragraphs [0098] to [0102]; fig. 11 (Family: none)	1-2, 6-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01R31/36(2006.01)i, H01M2/10(2006.01)i, H01M10/48(2006.01)i, H02J7/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01R31/36, H01M2/10, H01M10/48, H02J7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2008-308122 A (マツダ株式会社) 2008.12.25 段落 0 0 2 6 - 0 0 3 2、0 0 5 1 - 0 0 5 2、図 1 - 図 3 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 11-174136 A (日置電機株式会社) 1999.07.02 段落 0 0 2 1 - 0 0 2 7、図 1 - 図 4 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 2007-057434 A (富士重工業株式会社) 2007.03.08 段落 0 0 2 0 (ファミリーなし)	1-8

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

1 5 . 1 2 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

2 7 . 1 2 . 2 0 1 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

續山 浩二

2 S

4 4 5 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 1 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2011/162014 A1 (トヨタ自動車株式会社) 2011. 12. 29 段落 0 0 9 7 - 0 1 0 0、図 3 & US 2013/0090872 A1、段落 0144-0150、FIG. 3 & CN 103081213 A	1-8
P, X	JP 2016-085804 A (トヨタ自動車株式会社) 2016. 05. 19 段落 0 0 9 8 - 0 1 0 2、図 1 1 (ファミリーなし)	1-2, 6-8