

(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2005-195388

(P2005-195388A)

(43) 公開日 平成17年7月21日(2005.7.21)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO 1 R 31/36	GO 1 R 31/36	2 G O 1 6
HO 1 M 10/48	HO 1 M 10/48	5 G O 0 3
HO 2 J 7/00	HO 2 J 7/00	5 H O 3 0

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2004-56 (P2004-56)	(71) 出願人	503361248 富士電機デバイステクノロジー株式会社 東京都品川区大崎一丁目11番2号
(22) 出願日	平成16年1月5日(2004.1.5)	(74) 代理人	100092152 弁理士 服部 毅巖
		(72) 発明者	野中 智己 東京都品川区大崎一丁目11番2号 富士電機デバイステクノロジー株式会社内
		Fターム(参考)	2G016 CB12 CB13 CC01 CC02 CC03 CC04 CC07 CC10 CC13 CC27 CC28 CF06 5G003 BA01 DA02 EA05 GC05 5H030 AA06 AA10 AS20 FF22 FF42 FF44 FF52

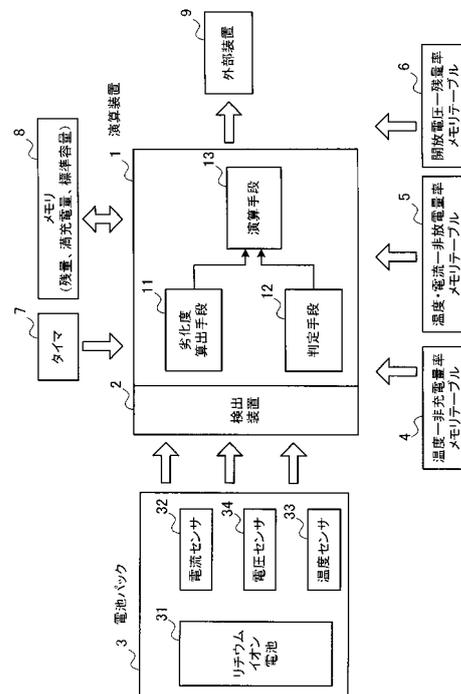
(54) 【発明の名称】 電池の残量計測装置

(57) 【要約】

【課題】 二次電池の劣化の度合いを加味して正確な残量を算出する。

【解決手段】 演算装置1の劣化度算出手段11は、リチウムイオン電池31の劣化の度合いを初期時の満充電量(標準容量)に対して現時の満充電量を比較することにより算出する。判定手段12は、電流センサ32の検出電流に応じて、リチウムイオン電池31の状態が充電状態、放電状態あるいは休止状態のいずれであるか判定する。演算手段13は、判定手段12で判定された充電状態、放電状態および休止状態の各状態に応じた演算アルゴリズムによって、充放電可能電気量および充放電可能時間を演算する。リチウムイオン電池31の放電可能電気量は劣化により変動するため、判定手段12によって放電状態と判定された場合には、劣化度に応じて放電可能電気量と放電可能時間の補正が行われる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

二次電池に蓄えられた電気量の残量を計測する電池の残量計測装置において、
前記二次電池に流れる電流を検出する電流センサと、
前記二次電池の初期時の満充電量である標準容量に対する現時の満充電量の割合として劣化度を算出する劣化度算出手段と、

前記電流センサにより前記二次電池に流入する電流が検出された充電状態、前記二次電池から流出する電流が検出された放電状態あるいは休止状態のいずれの状態であるかを判定する判定手段と、

前記判定手段による判定結果に応じて前記二次電池の充放電可能電気量と充放電可能時間を演算し、前記判定手段により前記放電状態と判定された場合は演算時に前記劣化度に応じて放電可能電気量および放電可能時間を補正する演算手段と、

を具備することを特徴とする電池の残量計測装置。

【請求項 2】

前記劣化度算出手段は、前記標準容量から前記現時の満充電量を減算して劣化容量を算出し、前記劣化容量を前記標準容量で除算することによって前記劣化度を算出することを特徴とする請求項 1 記載の電池の残量計測装置。

【請求項 3】

前記二次電池の電圧を検出する電圧センサと、

前記二次電池の温度を検出する温度センサと、

所定の状態の継続時間を計測するタイマと、

前記二次電池の前記残量と前記満充電量および前記標準容量を保存するメモリと、

前記二次電池の温度および電流と一時的に放電できないとみなされる電気量である非放電量との関係を保存する温度・電流 - 非放電量率関係メモリテーブルと、

を備え、前記判定手段により前記放電状態と判定された場合に、前記演算手段で、

前記電流センサが検出した検出電流および前記温度センサが検出した検出温度に対応する非放電量率を前記温度・電流 - 非放電量率関係メモリテーブルより抽出し、抽出された非放電量率と前記メモリに保存された前記満充電量を乗算して標準非放電量を算出し、

前記検出電流の単位電流値に対する割合を示す電流比率と前記劣化容量を乗算した値を前記標準非放電量に加算して現時の非放電量を算出し、

前記メモリに保存された残量から前記非放電量を減算して前記放電可能電気量を求めるとともに、前記放電可能電気量を前記電流値で除算して前記放電可能時間を求めることを特徴とする請求項 2 記載の電池の残量計測装置。

【請求項 4】

前記演算手段は、劣化による影響を除外できる基準温度に対する前記検出温度の偏差を算出し、前記偏差に応じて算出された前記非放電量をさらに補正することを特徴とする請求項 3 記載の電池の残量計測装置。

【請求項 5】

前記演算手段は、算出された前記非放電量と前記メモリに保存された前記満充電量を比較し、前記非放電量が前記満充電量を超える場合は、前記非放電量を前記満充電量とすることを特徴とする請求項 3 記載の電池の残量計測装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、電池の残量計測装置に関し、特に、二次電池に蓄えられた電気量を正確に測定するための電池の残量計測装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、電池の残量計測装置は、二次電池が外部の負荷装置や充電装置と接続された充電状態、あるいは使用されていない休止状態において蓄えている充放電可能電気量（残量

10

20

30

40

50

を測定するための計測装置として使用されている。図 1 1 は、従来の残量計測装置の一例を示す構成図である。

【0003】

電池パック 3 には、二次電池であるリチウムイオン電池 3 1 と、リチウムイオン電池 3 1 に流れる充放電電流を検出する電流センサ 3 2、リチウムイオン電池 3 1 の電圧を検出する電圧センサ 3 4 およびリチウムイオン電池 3 1 の温度を検出する温度センサ 3 3 のセンサ群が収められている。センサ群が検出した信号は、検出装置 2 によって演算装置 1 に取り込まれる。この演算装置 1 には、充電効率メモリテーブル 1 0 2、放電効率メモリテーブル 1 0 3、自己放電量メモリテーブル 1 0 4、タイマ 7 およびメモリ 8 が接続されており、検出信号が入力されると、内部の演算アルゴリズム 1 0 1 が起動され、リチウムイオン電池 3 1 に蓄えられた電気量（残量）と充放電可能時間（残時間）が演算される。演算された残量・充放電残時間は、演算装置 1 から外部装置 9 に送られ、表示などの処理が施される。

10

【0004】

演算装置 1 の演算アルゴリズム 1 0 1 は、リチウムイオン電池 3 1 の充放電が行われて電流が流れている状態（充放電時）と、電流が流れていない状態（休止時）とで、それぞれ異なる処理が実行される。

【0005】

充放電時には、メモリ 8 に記憶された前回の残量に、充電電気量を加算、放電電気量を減算することによって残量を求める。ここで、充電電気量は、電流センサ 3 2 で検出された充電電流と、タイマ 7 で測定される時間との積、すなわち所定時間の充電電気量に充電効率を乗算することで得られる。充電効率は、温度など検出装置 2 によって検出された各種の条件に対応した値が充電効率メモリテーブル 1 0 2 より選ばれて、演算装置 1 における演算に使用される。また、放電電気量は、電流センサ 3 2 で検出された放電電流とタイマ 7 で測定される時間との積、すなわち所定時間の放電電気量を放電効率で除算することで得られる。放電効率は、充電効率と同様に、各種条件に適した値が放電効率メモリテーブル 1 0 3 より選ばれて、演算装置 1 における演算に使用される。さらに、充電可能量と放電可能量を所定の電流値で除算し、残時間を求める。

20

【0006】

一方、休止時には、メモリ 8 に記憶された前回の残量から、所定の自己放電量を減算することによって残量を求める。自己放電量は、温度や放置期間、残量などに依存しており、検出装置 2 によって検出された各種条件に対応した値が自己放電量メモリテーブル 1 0 4 より選ばれて、演算装置 1 における演算に使用される。

30

【0007】

ところで、二次電池には、充放電を繰り返すことによって劣化が生じ、放電可能な容量が徐々に低下していくという性質がある。そこで、電池交換時期の判定などのために二次電池の劣化度を判定する装置として、満充電状態から所定の放電電圧値までの放電可能電力量である初期容量との割合として電池劣化度を算出する劣化度判定装置が提案されている（たとえば、特許文献 1 参照。）。

【特許文献 1】特開 2 0 0 0 - 1 3 1 4 0 4 号公報（段落番号〔0020〕～〔0030〕、図 3）

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかし、従来の電池の残量計測装置では、残量算出時に劣化時の特性が考慮されていないという問題点があった。

ここで、二次電池の使用開始の状態を初期時、一方充放電をたとえば 1 0 0 回程度繰り返した状態を劣化時として、劣化により生じる二次電池の特性の変化について説明する。

【0009】

図 1 2、図 1 3、図 1 4、図 1 5 は、各温度別の初期時の非放電量と劣化時の非放電量

50

の関係を示した図である。図の横軸は電流 I [C]、縦軸は非放電量 Q [クーロン] であり、図 12 の (A) は温度が 0 度、(B) は 10 度、図 13 の (C) は 20 度、(D) は 40 度、図 14 の (E) は 60 度、図 15 の (F) はマイナス 10 度、および (G) はマイナス 20 度における初期時と劣化時の非放電量と電流の関係を表している。ここで、非放電量は、一時的に放電できないとみなされる電気量であり、放電時には残量から非放電量を減算することによって放電可能電気量がわかる。

【0010】

図 12、図 13 から明らかなように、初期時と劣化時とでは非放電量に違いがあり、初期時に比べて劣化時の非放電量が大きくなっている。また、その傾向は、温度が低いほど顕著になっている。ただし、図 14 に示したように、図の例では温度が 60 度を超えると、初期時と劣化時の差はほとんど見られない。また、図 15 から、低温で電流が大きい条件では、非放電量が飽和する場合もあることがわかる。

10

【0011】

この関係を非放電量の比率（非放電量率）で示して説明する。図 16、図 17 は、各温度別の初期時と劣化時の非放電量率の関係を示した図である。図の横軸は電流 I [C]、縦軸は満充電量に対する非放電量率 Q [%] であり、図 16 は、図 12 に対応しており、(A) は温度が 0 度、(B) は 10 度における初期時と劣化時の非放電量率と電流の関係を表している。図 17 は、図 13 に対応しており、(C) は 20 度および (D) は 40 度における初期時と劣化時の非放電量率と電流の関係を表している。

【0012】

図 16、図 17 から明らかなように、初期時と劣化時とでは非放電量率に違いがあり、初期時に比べて劣化時の非放電量率が大きくなっている。その他の温度についても同様の傾向が見られるので、ここでの説明は省略する。また、上記では、満充電量に対する非放電量率で説明したが、初期時の満充電量である標準容量を基準とした非放電量率の場合も同様の特性が得られる。

20

【0013】

このように初期時と劣化時とで非放電量に違いがあるため、初期時の非放電量をそのまま非放電量として用いると、算出された非放電量と実際の非放電量との間に差が生じてしまうという問題がある。残量の算出時には、残量の絶対値、または、残量率（満充電量を基準とした比率あるいは標準容量を基準とした比率）をメモリに設定し、検出条件に基づいて適切な値を選択するが、メモリには初期時の残量値、あるいは残量率が設定されているため、初期時の値が選択されてしまう。このため、充放電により電池の劣化が進行すると、計算される非放電量が実際の非放電量と合わなくなってしまう。この結果、残量の算出および算出された残量に基づく充電残時間あるいは放電残時間の精度が低下してしまう。

30

【0014】

また、従来の劣化度判定装置は、電池交換などのため電池の劣化の度合いを判定することが目的であり、劣化の度合いに応じた残量の補正はなされていなかった。

本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、劣化の度合いを算出し、劣化の度合いを加味して正確な残量を算出する電池の残量計測装置を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明では上記課題を解決するために、二次電池に蓄えられた電気量の残量を計測する電池の残量計測装置が提供される。この電池の残量計測装置は、前記二次電池に流れる電流を検出する電流センサと、前記二次電池の初期時の満充電量である標準容量に対する現時の満充電量の割合として劣化度を算出する劣化度算出手段と、前記電流センサにより前記二次電池に流入する電流が検出された充電状態、前記二次電池から流出する電流が検出された放電状態あるいは休止状態のいずれの状態であるかを判定する判定手段と、前記判定手段による判定結果に応じて前記二次電池の充放電可能電気量と充放電可能時間を演算し、前記判定手段により前記放電状態と判定された場合は演算時に前記劣化度に応じて放

50

電可能電気量および放電可能時間を補正する演算手段と、を具備する。

【0016】

このような電池の残量計測装置によれば、二次電池に流れる電流は、電流センサにより検出される。劣化度算出手段は、二次電池の劣化の度合いを初期時の満充電量（標準容量）に対して現時の満充電量を比較することにより算出する。判定手段は、電流センサにより電流が検出されるか否か、および電流の方向（二次電池への流入あるいは流出）に応じて、二次電池の状態が充電状態、放電状態あるいは休止状態のいずれであるか判定する。二次電池に電流が流入していれば、充電状態と判定される。一方、二次電池から電流が流出していれば、放電状態と判定される。また、所定値以上の電流が検出されない場合、休止状態と判定される。演算手段は、判定手段で判定された充電状態、放電状態および休止状態の各状態に応じた演算アルゴリズムによって、充放電可能電気量および充放電可能時間を演算する。このとき、判定手段によって放電状態と判定された場合には、劣化度に応じて放電可能電気量と放電可能時間の補正を行う。

10

【0017】

これにより、二次電池の劣化の度合いに応じた正確な放電可能電気量および放電可能時間が演算される。

【発明の効果】

【0018】

本発明の電池の残量計測装置によれば、二次電池の劣化の度合いを算出し、得られた劣化の度合いに応じてその時々々の二次電池の放電可能電気量と放電可能時間を求めることによって、二次電池に蓄えられた電気量の残量を正確に計測することが可能となる。また、算出された放電残時間と実際の放電可能な時間がほぼ一致するようになるため、利用者は、放電残時間の表示を信頼し、安心して装置を使用することができるようになる。さらに、電池に蓄積された電気量を完全な放電状態になるまで使い切ることができ、実質的な使用時間が増加し、充電の頻度が少なくなるという効果も得ることができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

図1は、本発明の実施の形態の電池の残量計測装置の全体構成を示すブロック図である。

30

【0020】

本発明の実施の形態の電池の残量計測装置は、二次電池の残量を計測するための演算アルゴリズムを備えた演算装置1が、検出装置2を介して、二次電池であるリチウムイオン電池31を含む電池パック3に接続されている。この電池パック3には、リチウムイオン電池31の他に、リチウムイオン電池31に流れる充放電電流を検出する電流センサ32、リチウムイオン電池31の周囲温度を検出する温度センサ33およびリチウムイオン電池31の電圧を検出する電圧センサ34が収められている。ここで検出された信号は、検出装置2によって演算装置1に取り込まれる。

【0021】

演算装置1には、リチウムイオン電池31の温度と一時的に充電できないとみなされる電気量の割合（非充電率）との関係を保存する温度・非充電率メモリテーブル4、リチウムイオン電池31の温度および電流と一時的に放電できないとみなされる電気量の割合（非放電率）との関係を保存する温度・電流・非放電率メモリテーブル5、休止状態におけるリチウムイオン電池31の電圧（開放電圧）とリチウムイオン電池31に蓄えられた電気量の割合（残量率）との関係を保存する開放電圧・残量率メモリテーブル6、リチウムイオン電池31の充電時間または放電時間を計測するタイマ7、リチウムイオン電池31に蓄えられた残量、満充電量および標準容量を記憶するメモリ8および演算された演算結果を表示する外部装置9が接続されている。

40

【0022】

演算装置1は、リチウムイオン電池31の劣化度を算出する劣化度算出手段11、リチ

50

ウムイオン電池 3 1 の状態を判定する判定手段 1 2、および判定手段 1 2 によって判定された状態に応じてリチウムイオン電池 3 1 に蓄えられた電気量（残量）や充放電残時間（充電残時間と放電残時間）などを演算する演算手段 1 3 を具備する。演算装置 1 による演算結果は、外部装置 9 に出力され、リチウムイオン電池 3 1 に蓄えられた電気量の残量や、充放電残時間、劣化度などが外部装置 9 の表示部に表示される。

【0023】

劣化度算出手段 1 1 は、初期時の満充電量を標準容量とし、この標準容量に対して現時の満充電量を比較することにより劣化度を算出する。たとえば、標準容量から現時の満充電量を減算して劣化容量を算出し、劣化容量を標準容量で除算した値を劣化度とし、劣化度を算出する。劣化度の値は、劣化が進行するほど大きくなる。このため、劣化度を電池交換の指標とし、劣化度が所定値以上となった場合に電池交換を促すようにすることもできる。

10

【0024】

判定手段 1 2 は、検出装置 2 を介して電流センサ 3 2 によって検出された検出電流の大きさおよび方向（リチウムイオン電池 3 1 への流入か流出か）を入力し、リチウムイオン電池 3 1 の状態を判定する。検出電流の大きさが所定値以上、かつ、リチウムイオン電池 3 1 に電流が流入している場合には、充電状態にあると判定する。また、検出電流の大きさが所定値以上、かつ、リチウムイオン電池 3 1 から電流が流出している場合には、放電状態にあると判定する。そして、検出電流の大きさが所定値より小さい場合には、休止状態にあると判定する。判定結果は、演算手段 1 3 に通知する。

20

【0025】

演算手段 1 3 は、判定手段 1 2 の判定結果に応じて、充電状態、放電状態および休止状態の状態ごとに設けられている演算アルゴリズムによって充放電可能電気量および充放電可能時間を演算する。演算の際、検出装置 2 により取り込まれた各種センサの測定結果に応じて、温度・非充電量率メモリテーブル 4、温度・電流・非放電量率メモリテーブル 5 および開放電圧・残量率メモリテーブル 6 が参照され、対応する値が選択され、演算に用いられる。

【0026】

ここで、使用が開始された初期時の非放電量と、充放電が繰り返された劣化時の非放電量の関係について、もう一度詳しく説明する。

30

劣化時の非放電量は初期時の非放電量より大きく、その大きさは劣化の度合いが進むほど増大することが知られている。また、図 1 2、図 1 3、図 1 4 および図 1 5 を用いて説明したように、初期時と劣化時の非放電量の差は、リチウムイオン電池の温度が低いほど、また、電流が大きいほど大きくなるという関係がある。ただし、温度が所定値（図の例では 0 度）を超えて低温となった場合、電流が大きい条件では、非放電量が飽和する場合もある（図 1 5 の（F）と（G）の例）。また、初期時と劣化時の非放電量の差は、リチウムイオン電池の温度が高くなると小さくなり、所定の基準温度（図の例では、60 度）を超えると、その差がほとんどなくなる（図 1 4 の（E）の例）。

【0027】

このような解析結果から、以下の手順に応じて非放電量の補正を行うと、算出される劣化時の非放電量算出の精度が高くなることを見出された。

40

（1）非放電量は、電池の劣化度と電流の大きさに応じて増加することから、算出される標準非放電量（初期時の非放電量）を劣化度と電流比率（電流の単位電流に対する割合）に応じた値で補正し、非放電量を算出する。

【0028】

（2）非放電量の劣化による影響は、温度が高くなると少なくなる傾向が見られるため、（1）で算出された非放電量を検出温度の基準温度からの偏差に応じた値で補正を行う。ただし、温度がある値より低い場合は、異なる傾向を示すため、検出温度が所定値以上であった場合にのみ補正を行うようにする。

【0029】

50

(3) 非放電量は温度が低く、電流が大きい場合に飽和する傾向にあり、この飽和値はほぼその時点での電池の満充電量となっているため、(1)~(2)で演算した非放電量が満充電量を超えた場合、非放電量を満充電量にする。

【0030】

以上の手順を放電時の放電可能電気量算出の演算アルゴリズムに組み込むことにより、劣化に応じた放電可能電気量を算出することが可能となる。

以上の初期時と劣化時の非放電量の違いに基づき、判定手段12によって放電状態と判定された場合には、メモリ8に保存された前回の残量に放電電気量を減算して新たな残量を求め、メモリ8の残量を更新する。ここで、放電電気量は、電流センサ32で検出された放電電流とタイマ7で測定される時間との積(所定時間の放電電気量)として演算される。また、電流センサ32により検出された検出電流と温度センサ33により検出された検出温度から、温度・電流 非放電量率メモリテーブル5を参照して非放電量率を求め、満充電量に非放電量率を乗算することで標準非放電量(劣化前の非放電量)を求める。続いて、上記(1)の手順に従って、標準非放電量に劣化度と電流比率を用いて補正を施し、非放電量を算出する。さらに、(2)の手順に従って温度偏差による補正を行い、(3)の手順に従って飽和時の補正を行う。このように(1)、(2)および(3)の手順により補正された非放電量が算出される。そして、メモリ8に保存されている残量から算出された非放電量を減算することで放電可能電気量を求める。さらに、放電可能電気量を所定の電流値で除算して、放電可能時間(放電残時間)を求める。

10

【0031】

また、判定手段12によって充電状態と判定された場合には、メモリ8に保存された前回の残量に充電電気量を加算して新たな残量を求め、メモリ8の残量を更新する。ここで、充電電気量は、電流センサ32で検出された充電電流とタイマ7で測定される時間との積(所定時間の充電電気量)として演算される。また、温度センサ33により検出された検出温度から温度・非充電量率メモリテーブル4を参照して非充電量率を求め、そして、非充電量率に満充電量を乗算することで非充電量を求め、満充電量から算出された非充電量と残量を減算することにより充電可能電気量を求める。さらに、充電可能電気量を所定の電流値で除算して、充電可能時間(充電残時間)を求める。

20

【0032】

そして、判定手段12によって休止状態と判定された場合には、自己放電量を考慮した残量計算を行っている。すなわち、非充電状態が所定時間経過した休止状態には、負荷が接続されていない状態の開放電圧を電圧センサ34によって検出し、開放電圧・残量率メモリテーブル6を参照することでリチウムイオン電池31の残量率を求め、そして、残量率とメモリ8に保存された満充電量を乗算することで、リチウムイオン電池31の残量を求めて、残量修正を行う。

30

【0033】

以下、上記の構成の電池の残量計測装置の動作をフローチャートに沿って説明する。

図1の電池の残量計測装置では、充電状態、放電状態、休止状態でそれぞれ演算アルゴリズムによる処理内容が異なる。そこで、演算装置1によりリチウムイオン電池31が現在どのような状態にあるかが判定され、その状態に応じた一連の処理が実行される。

40

【0034】

図2は、本発明の実施の形態の電池の残量計測装置の状態判定の動作を示すフローチャートである。全体の処理手順では、まず、劣化度の算出が必要であるかどうか判定され(ステップS1)、必要である場合には劣化度算出処理(ステップS2)が実行される。続いて、電流センサの検出電流に基づいてリチウムイオン電池31の状態判定が行われ、各状態処理に分岐する。すなわち、所定値以上の電流が流れているかどうか判定され(ステップS3)、流れていない場合には休止状態と判定する。また、電流が流れている場合には、電流方向が流入であるかどうかチェックされ(ステップS4)、電流方向が流入である場合には充電状態と判定し、流出である場合には放電状態と判定する。

【0035】

50

ここで、ステップ S 2 において実行される劣化度算出処理について説明する。図 3 は、本発明の実施の形態の劣化度算出処理を示すフローチャートである。

劣化度算出処理では、まず劣化容量が算出される（ステップ S 2 1）。劣化容量は、初期時の満充電量である標準容量と現時の満充電量との差であり、

$$\text{劣化容量} = \text{標準容量} - \text{満充電量} \quad \dots (1)$$

により算出される。続いて、算出された劣化容量を用いて劣化度が算出される（ステップ S 2 2）。劣化度は、劣化容量の標準容量に対する割合であり、

$$\text{劣化度} = \text{劣化容量} / \text{標準容量} \quad \dots (2)$$

により算出される。

【0036】

10

以上の処理手順により、リチウムイオン電池 3 1 の劣化度が算出される。続いて、状態ごとの処理手順を説明する。

図 4 は、本発明の実施の形態の充電状態での演算処理の一例を示すフローチャートである。

【0037】

充電状態では、演算装置 1 は、まず、電流センサ 3 2 で検出された充電電流とタイマ 7 で測定される時間との積（所定時間の充電電気量）により残量を更新し（ステップ S 3 0）、次に、非充電量を算出する（ステップ S 3 1）。非充電量は、温度センサ 3 3 で検出された検出温度から温度 - 非充電量率メモリテーブル 4 を参照し、検出温度に対応する非充電量率を求め、非充電量率とメモリ 8 に保存された満充電量を用いて、

20

$$\text{非充電量} = \text{満充電量} \times \text{非充電量率} \quad \dots (3)$$

により算出される。続いて、充電可能電気量を算出する（ステップ S 3 2）。充電可能電気量は、残量と満充電量を用いて、

$$\text{充電可能電気量} = \text{満充電量} - \text{非充電量} - \text{残量} \quad \dots (4)$$

により算出される。次に、充電可能電気量を用いて充電可能時間（充電算時間）を算出する（ステップ S 3 3）。充電可能時間は、所定の電流値を用いて、

$$\text{充電可能時間} = \text{充電可能電気量} / \text{電流} \quad \dots (5)$$

により算出される。

【0038】

次に、電圧センサ 3 4 で測定されたリチウムイオン電池 3 1 の電圧値が所定値（1セルの場合であれば、たとえば 4.15V）以上で、かつ電流センサ 3 2 で測定された電流値が所定値（たとえば 50mA）以下であるかどうか判定され（ステップ S 3 4、S 3 5）、そうであった場合は、満充電量の値をメモリ 8 に保存された残量値によって置き換えることにより、満充電量を設定する（ステップ S 3 6）。

30

【0039】

図 5 は、本発明の実施の形態の放電状態での演算処理の一例を示すフローチャートである。

放電状態では、演算装置 1 は、まず、電流センサ 3 2 により検出された放電電流とタイマ 7 で測定される時間との積（所要時間の放電電気量）により残量を更新し（ステップ S 5 0）、次に標準非放電量を算出する（ステップ S 5 1）。標準非放電量は、温度センサ 3 3 で検出された検出温度と電流センサ 3 2 で検出された電流値を用いて温度・電流非放電量率メモリテーブル 5 を参照して非放電量率を求め、非放電量率とメモリ 8 に保存された満充電量を用いて、

40

$$\text{標準非放電量} = \text{非放電量率} \times \text{満充電量} \quad \dots (6)$$

により算出される。続いて、劣化度を用いた補正が行われる。劣化度が設定されているかどうか判定され（ステップ S 5 2）、劣化度が設定されていない場合には、非放電量を標準非放電量とし（ステップ S 5 3）、処理をステップ S 5 9 へ進める。

【0040】

一方、劣化度が設定されていた場合には、ステップ S 5 4 からステップ S 5 8 の非放電量算出と補正処理を実行する。非放電量算出・補正処理では、まず、劣化度に応じた非放

50

電量を算出する（ステップ S 5 4）。劣化度に応じた非放電量は、標準非放電量と電流比率および劣化容量を用いて、

$$\text{非放電量} = \text{標準非放電量} + \text{電流比率} \times \text{劣化容量} \quad \dots (7)$$

により算出される。ここで、電流比率は、1 [C] 電流値に対する電流の割合であり、電流 / 1 [C] 電流により求められる。次に、温度センサ 3 3 の検出した検出温度を所定値（たとえば 0 度）と比較し、検出温度が所定値以上であるかどうかチェックされる（ステップ S 5 5）。そうであった場合、温度補正処理が行われる（ステップ S 5 6）。温度補正では、検出温度の基準温度（たとえば 6 0 度）からの偏差に応じて非放電量を修正する。補正された非放電量は、

$$\text{非放電量} = \text{非放電量} \times (\text{基準温度} - \text{検出温度}) / \text{基準温度} \quad \dots (8)$$

により算出される。次に、算出された非放電量とメモリ 8 に保存された満充電量を比較し、算出された非放電量が満充電量を超えているかどうかチェックされる（ステップ S 5 7）。低温かつ大電流で非放電量が飽和している場合には算出された非放電量が満充電量を超えることがあるため、非放電量が満充電量を超えている場合、飽和補正をして、非放電量を満充電量とする（ステップ S 5 8）。

【 0 0 4 1 】

続いて、求められた非放電量を用いて放電可能電気量を算出する（ステップ S 5 9）。放電可能電気量は、

$$\text{放電可能電気量} = \text{残量} - \text{非放電量} \quad \dots (9)$$

により算出される。なお、ここでの残量は、メモリ 8 に保存された残量から放電電気量を減算して求められているとする。次に、放電可能電気量を用いて放電可能時間（放電算時間）を算出する（ステップ S 6 0）。放電可能時間は、所定の電流値を用いて、

$$\text{放電可能時間} = \text{放電可能電気量} / \text{電流} \quad \dots (10)$$

【 0 0 4 2 】

図 6 は、本発明の実施の形態の休止状態での演算処理の一例を示すフローチャートである。

休止状態では、演算装置 1 は、電圧センサ 3 4 で測定された開放電圧が所定値（1 セルの場合であれば、たとえば 4 . 1 5 V）以上かどうかを判断する（ステップ S 7 1）。開放電圧が所定値以上である場合には、満充電量の値をメモリ 8 に記憶された残量値によって置き換えて、メモリ 8 の満充電量を修正する（ステップ S 7 2）。

【 0 0 4 3 】

開放電圧が所定値以下の場合には、休止状態の継続時間が所定の時間、たとえば 1 時間を経過したかどうかをチェックし（ステップ S 7 3）、所定時間が経過している場合には、測定された開放電圧から開放電圧 - 残量率メモリテーブル 6 を参照して対応する残量率が求められ（ステップ S 7 4）、メモリ 8 の満充電量を用いて残量が算出される（ステップ S 7 5）。ここで、残量は、

$$\text{残量} = \text{満充電量} \times \text{残量率} \quad \dots (11)$$

により算出される。

【 0 0 4 4 】

以上のように、本発明の実施の形態の電池の残量計測装置によれば、リチウムイオン電池 3 1 が、電流センサ 3 2 によりリチウムイオン電池 3 1 に流入する電流が検出された充電状態、リチウムイオン電池 3 1 から流出する電流が検出された放電状態、あるいは休止状態のどの状態にあるかが判定され、各状態に応じた演算処理が行われる。特に、放電状態において、リチウムイオン電池 3 1 の劣化の度合いに応じて変動する非放電量の現時の値を算出し、算出された非放電量値に基づいて放電可能電気量が算出される。この非放電量値は、電池の劣化度と電流比率に応じて初期時の標準非放電量より算出される。さらに、リチウムイオン電池 3 1 の温度の基準温度に対する温度偏差による補正と、非放電量が飽和した場合の補正が加えられる。このような演算処理を行うことにより、実際の劣化時の非放電量とほぼ一致する非放電量値を算出することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

図 7 は、本発明の実施の形態の電池の残量計測装置による劣化時の非放電量の予測値と実際の値を示した図である。図に示した (A) は、リチウムイオン電池 3 1 の温度が 0 度の場合を示している。図の横軸は電流 I [C]、縦軸は非放電量 Q [クーロン] を表している。また、比較のため、初期時の非放電量も図に示している。図から明らかなように、本発明に係る電池の残量計測装置により算出された劣化時の非放電量の予測値は、電流の大きさによらず、実際の劣化時の非放電量とほぼ一致している。

【 0 0 4 6 】

同様に、図 8、図 9 および図 1 0 は、本発明の実施の形態の電池の残量計測装置による各温度における劣化時の非放電量の予測値と実際の値を示した図である。図 8 の (B) はリチウムイオン電池 3 1 の温度が 1 0 度、(C) は 2 0 度、図 9 の (D) は 4 0 度、(E) は 6 0 度、図 1 0 の (F) はマイナス 1 0 度、および (G) はマイナス 2 0 度における劣化時の非放電量の予測値と実際の非放電量値を示している。図から明らかなように、リチウムイオン電池 3 1 の温度が 1 0 度 (図 8 の B)、2 0 度 (図 8 の C)、4 0 度 (図 9 の D) および 6 0 度 (図 9 の E) のすべての温度において、本発明に係る電池の残量計測装置により算出された劣化時の非放電量の予測値は、実際の劣化時の非放電量とほぼ一致している。

【 0 0 4 7 】

また、図から明らかなように、リチウムイオン電池 3 1 の温度が低温かつ電流が大きい場合に生じる非放電量の飽和についても、リチウムイオン電池 3 1 の温度がマイナス 1 0 度 (図 1 0 の F) およびマイナス 2 0 度 (図 1 0 の G) のすべての温度において、本発明に係る電池の残量計測装置により算出された劣化時の非放電量の予測値は、実際の劣化時の非放電量とほぼ一致している。

【 0 0 4 8 】

以上の説明のように、本発明によれば、リチウムイオン電池 3 1 の劣化度、温度、電流に関係なく非放電量を正確に算出することができる。また、算出された非放電量が正確であることから、放電可能電気量および放電可能時間 (残時間) を正確に演算することができる。この結果、装置の残時間表示が正確であるため、使用者は安心して装置を使用することができる。また、残時間表示が正確なので、電池に充電された電気量を有効に使いきることができる。

【 0 0 4 9 】

さらに、算出された劣化度を外部装置 9 に表示するようにすれば、使用者が電池の劣化具合を容易に知ることができるようになる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 0 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態の電池の残量計測装置の全体構成を示すブロック図である。

【 図 2 】 本発明の実施の形態の電池の残量計測装置の状態判定の動作を示すフローチャートである。

【 図 3 】 本発明の実施の形態の劣化度算出処理を示すフローチャートである。

【 図 4 】 本発明の実施の形態の充電状態での演算処理の一例を示すフローチャートである

【 図 5 】 本発明の実施の形態の放電状態での演算処理の一例を示すフローチャートである

【 図 6 】 本発明の実施の形態の休止状態での演算処理の一例を示すフローチャートである

【 図 7 】 本発明の実施の形態の電池の残量計測装置による劣化時の非放電量の予測値と実際の値を示した図である。(0)

【 図 8 】 本発明の実施の形態の電池の残量計測装置による各温度における劣化時の非放電量の予測値と実際の値を示した図である。(1 0 、 2 0)

【 図 9 】 本発明の実施の形態の電池の残量計測装置による各温度における劣化時の非放電

10

20

30

40

50

量の予測値と実際の値を示した図である。(40、60)

【図10】本発明の実施の形態の電池の残量計測装置による各温度における劣化時の非放電量の予測値と実際の値を示した図である。(- 10、 - 20)

【図11】従来の残量計測装置の一例を示す構成図である。

【図12】各温度別の初期時の非放電量と劣化時の非放電量の関係を示した図である。(0、10)

【図13】各温度別の初期時の非放電量と劣化時の非放電量の関係を示した図である。(20、40)

【図14】各温度別の初期時の非放電量と劣化時の非放電量の関係を示した図である。(60)

10

【図15】各温度別の初期時の非放電量と劣化時の非放電量の関係を示した図である。(- 10、 - 20)

【図16】各温度別の初期時と劣化時の非放電量率の関係を示した図である。(0、10)

【図17】各温度別の初期時と劣化時の非放電量率の関係を示した図である。(20、40)

【符号の説明】

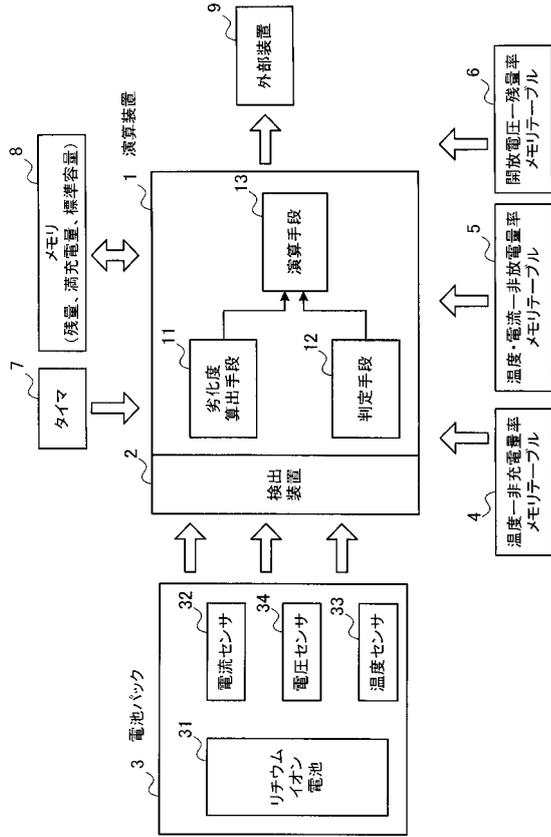
【0051】

- 1 演算装置
- 2 検出装置
- 3 電池パック
- 4 温度 非充電量率メモリテーブル
- 5 温度・電流 非放電量率メモリテーブル
- 6 開放電圧 残量率メモリテーブル
- 7 タイマ
- 8 メモリ
- 9 外部装置
- 11 劣化度算出手段
- 12 判定手段
- 13 演算手段
- 31 リチウムイオン電池
- 32 電流センサ
- 33 温度センサ
- 34 電圧センサ

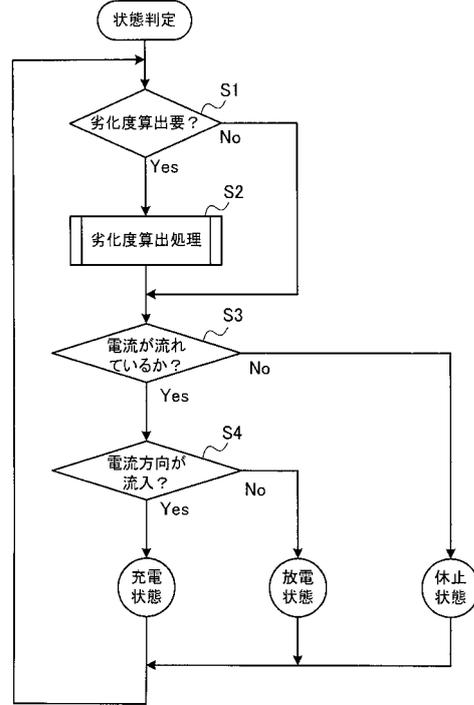
20

30

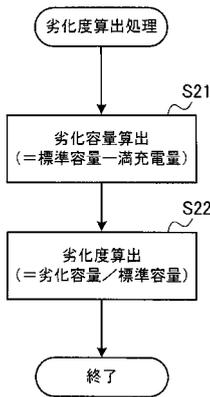
【図1】



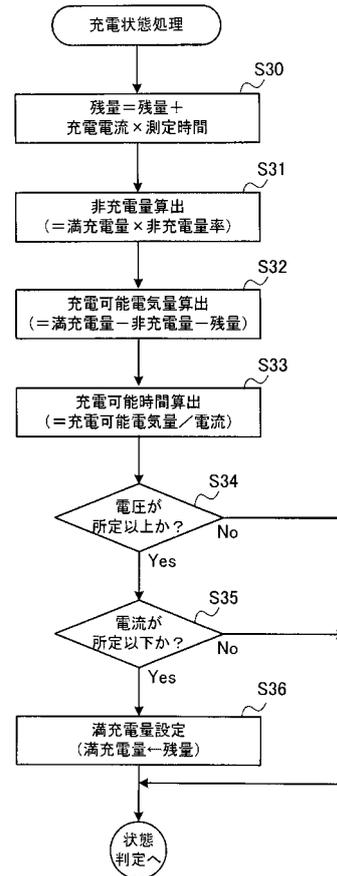
【図2】



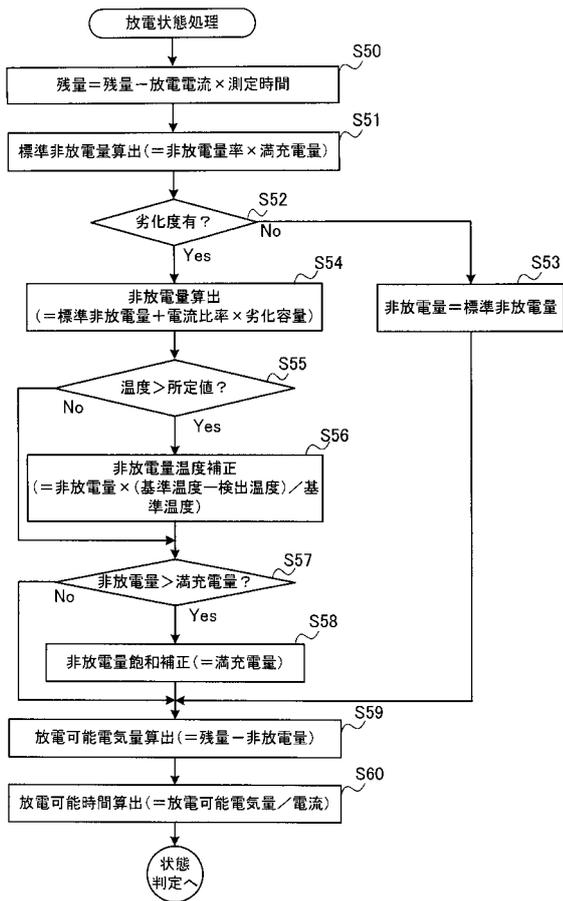
【図3】



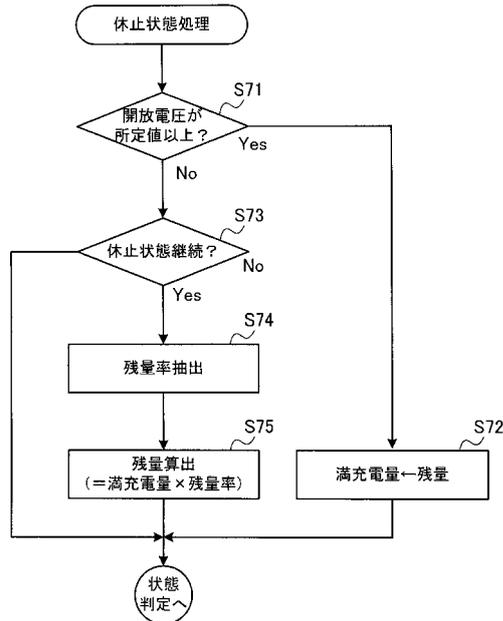
【図4】



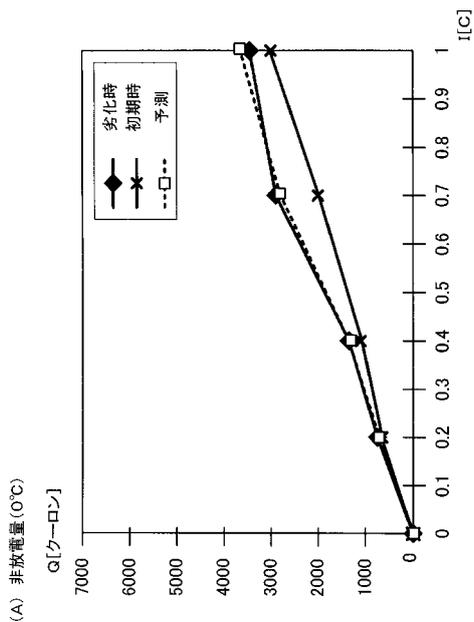
【 図 5 】



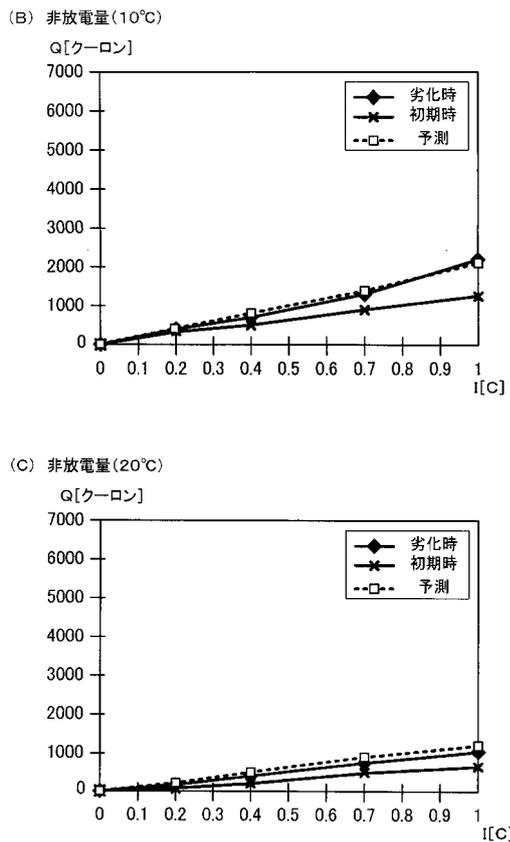
【 図 6 】



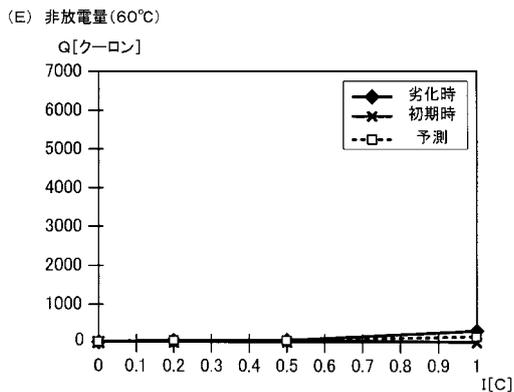
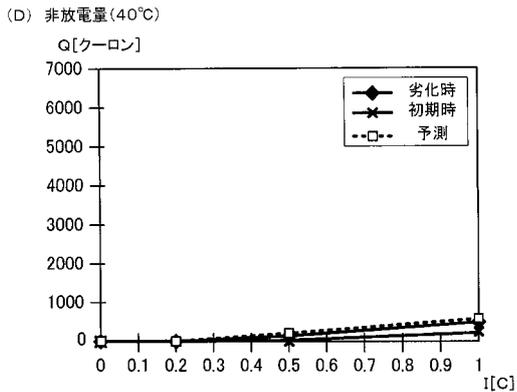
【 図 7 】



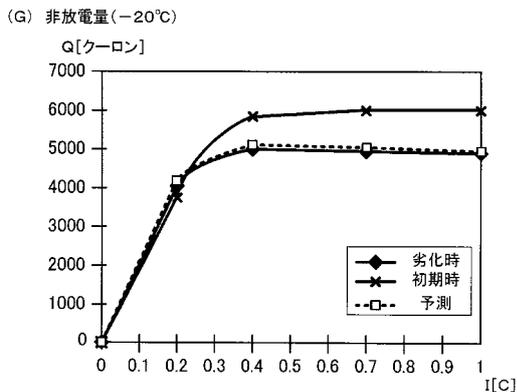
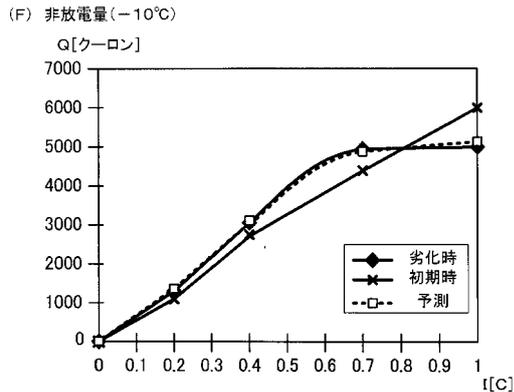
【 図 8 】



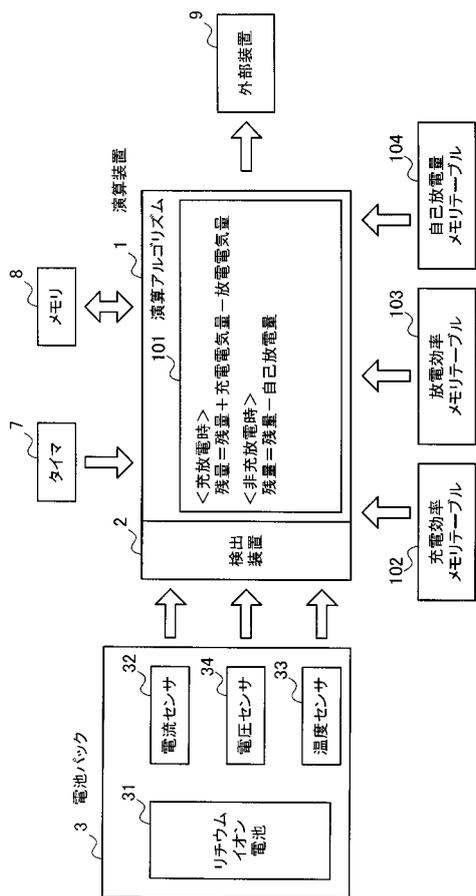
【 図 9 】



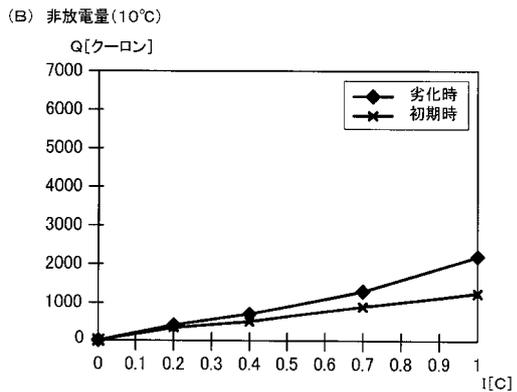
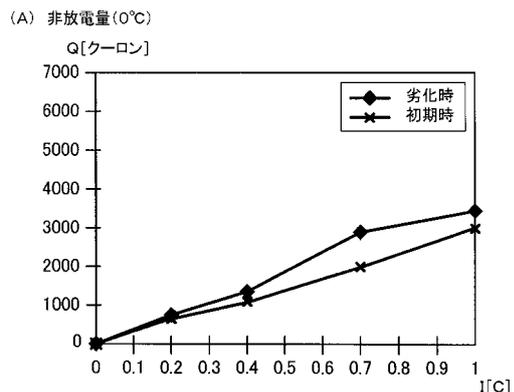
【 図 10 】



【 図 11 】

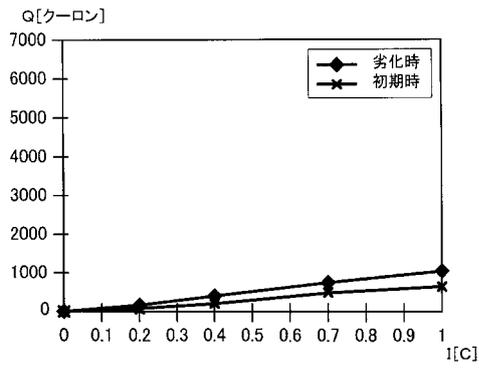


【 図 12 】



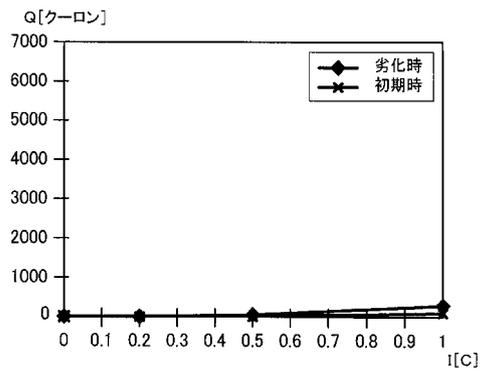
【図13】

(C) 非放電量(20°C)

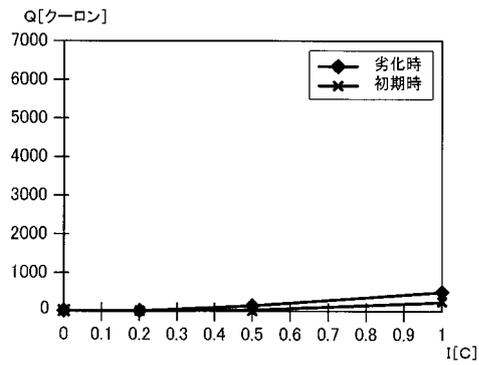


【図14】

(E) 非放電量(60°C)

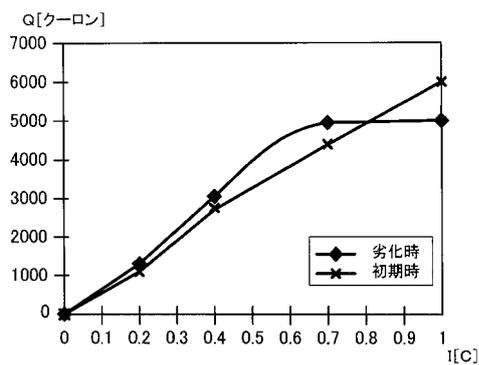


(D) 非放電量(40°C)



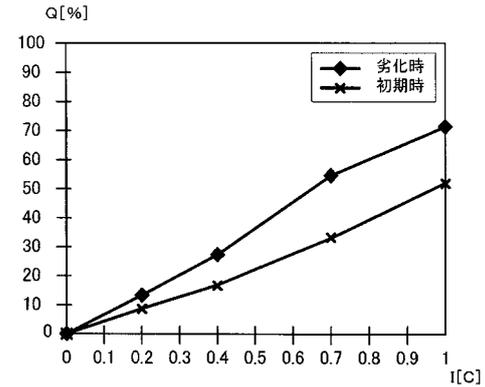
【図15】

(F) 非放電量(-10°C)

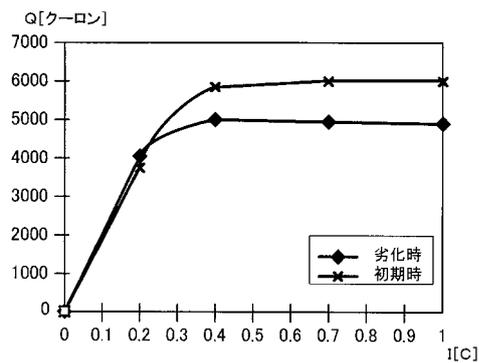


【図16】

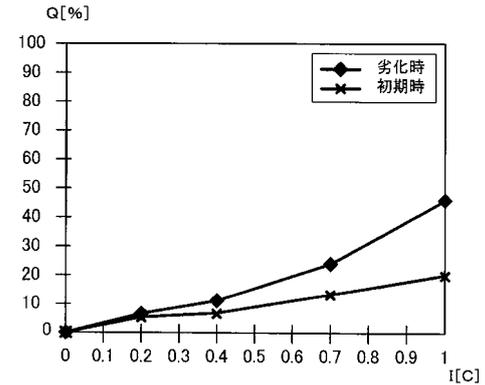
(A) 非放電量率(0°C)



(G) 非放電量(-20°C)

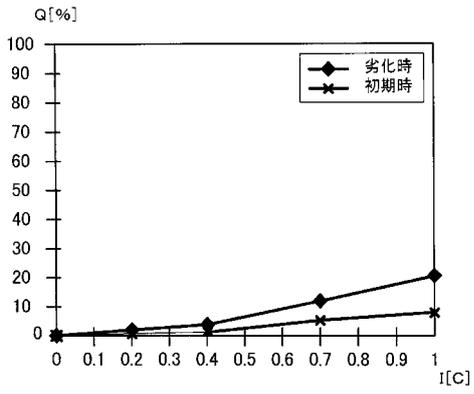


(B) 非放電量率(10°C)



【 図 1 7 】

(C) 非放電量率(20°C)



(D) 非放電量率(40°C)

