

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4983818号
(P4983818)

(45) 発行日 平成24年7月25日(2012.7.25)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int. Cl.		F I		
HO 1 M 10/48	(2006.01)	HO 1 M 10/48		P
HO 1 M 10/44	(2006.01)	HO 1 M 10/44		P
GO 1 R 31/36	(2006.01)	GO 1 R 31/36		A
		HO 1 M 10/48	3 O 1	

請求項の数 8 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2009-29492 (P2009-29492)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成21年2月12日 (2009.2.12)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2010-186619 (P2010-186619A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成22年8月26日 (2010.8.26)	(74) 代理人	100082762
審査請求日	平成22年3月4日 (2010.3.4)		弁理士 杉浦 正知
		(72) 発明者	岡村 啓央
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
		審査官	高野 誠治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電池パックおよび電池容量計算方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

1 または複数の二次電池と、
 外部の電子機器と接続して充放電を行うための第1および第2の端子と、
 第1の制御信号により制御され、上記二次電池に対する放電電流をON/OFFする放電制御スイッチと、
 第2の制御信号により制御され、上記二次電池に対する充電電流をON/OFFする充電制御スイッチと、
 上記二次電池の電圧、電流および温度を検出し、該二次電池の電圧、電流および温度に応じた上記第1および第2の制御信号を出力することにより、上記充電制御スイッチおよび上記放電制御スイッチを制御するとともに、上記二次電池の電池容量を算出する制御部と、
少なくとも、上記制御部において検出された上記二次電池の電流および該制御部において算出された該二次電池の充電容量を記憶する記憶部と
 を備え、

上記制御部が、
 上記二次電池が充電時の場合、放電時の場合、もしくは満充電状態の場合のそれぞれに応じて、異なる方法で上記二次電池の電池容量を算出するようにし、
上記二次電池が充電時の場合、充電容量を上記電池容量とし、
上記二次電池の充電開始時に、上記記憶部に該二次電池の充電電流が記憶されているか

否かを判断し、該充電電流が記憶されていない場合には、上記二次電池の現在の充電電流を測定し、該現在の充電電流と充電開始時の充電容量とを記憶し、

一定周期ごとに現在の充電電流を測定し、測定された該現在の充電電流から得た、一定周期内に流れた充電電流の値を、上記記憶部に記憶された過去の充電容量に対して一定周期ごとに積算することにより、上記二次電池の現在の充電容量を算出し、

上記現在の充電容量と上記過去の充電容量との差分と、上記現在の充電電流と上記記憶部に記憶された、前回測定された過去の充電電流との差分とから、充電容量に対する充電電流の変化量である充電変化量を算出し、

上記充電変化量から、上記二次電池が定電圧充電中であるか定電流充電中であるかを判断し、定電圧充電中である場合には、測定された上記現在の充電電流と、上記充電変化量と、予め設定された充電終了時の充電電流とを基に充電残容量を算出し、該充電残容量に対する満充電容量と上記現在の充電容量との差分から充電調整値を算出し、定電流充電中である場合には、充電調整値を1とし、

10

上記一定周期内に流れた充電電流と上記充電調整値との積により算出された調整充電電流値を、一定周期ごとに上記過去の充電容量に積算することにより、上記二次電池の上記現在の充電容量を算出し直し、該現在の充電容量を上記記憶部に記憶し、

上記二次電池の使用開始時における充電変化量に対する現在の上記充電変化量から、上記二次電池の劣化度を算出し、該劣化度を上記記憶部に記憶して更新し、

上記二次電池が満充電であると判断した場合には、上記記憶部に予め記憶されている初期の満充電容量と、上記劣化度との積により、満充電容量を算出し直し、上記記憶部に記憶して更新する

20

電池パック。

【請求項2】

上記制御部が、

上記充電変化量を算出する度に、該充電変化量を上記記憶部に記憶して更新する請求項1に記載の電池パック

【請求項3】

上記制御部が、

現在の充電電流を測定する度に上記記憶部に該現在の充電電流の値を記憶して更新し、測定した現在の充電電流の値と、上記記憶部に記憶された過去の充電電流の値との差が所定値を超える場合に、上記充電変化量を算出する請求項2に記載の電池パック。

30

【請求項4】

上記制御部が、

上記二次電池が放電中であると判断された場合には、上記記憶部に記憶された上記過去の充電電流をクリアする

請求項3に記載の電池パック。

【請求項5】

上記調整充電電流値を積算することにより求められた上記二次電池の現在の充電容量と、該二次電池の満充電容量とから、残存電池容量率を算出する

請求項4に記載の電池パック。

40

【請求項6】

外部の電子機器と通信を行うための第3の端子を備え、

上記残存電池容量率を、上記第3の端子を介して出力する

請求項5に記載の電池パック。

【請求項7】

上記二次電池の使用開始時における充電変化量が0である場合には、上記二次電池の使用開始時における充電変化量を、上記記憶部に記憶された上記充電変化量に置き換える

請求項1に記載の電池パック。

【請求項8】

二次電池が充電時の場合、放電時の場合、もしくは満充電状態の場合のそれぞれに応じ

50

て、異なる方法で上記二次電池の電池容量を算出するようにし、

上記二次電池が充電時の場合、充電容量を上記電池容量とし、

上記二次電池の充電開始時に、記憶部に該二次電池の充電電流が記憶されているか否かを判断し、該充電電流が記憶されていない場合には、上記二次電池の現在の充電電流を測定し、該現在の充電電流と充電開始時の充電容量とを記憶する初期化のステップと、

一定周期ごとに現在の充電電流を測定し、測定された該現在の充電電流から得た、一定周期内に流れた充電電流の値を、記憶された過去の充電容量に対して一定周期ごとに積算することにより、上記二次電池の現在の充電容量を算出する充電容量算出ステップと、

上記現在の充電容量と上記過去の充電容量との差分と、上記現在の充電電流と前回測定された過去の充電電流との差分とから、充電容量に対する充電電流の変化量である充電変化量を算出する充電変化量算出ステップと、

上記充電変化量から、上記二次電池が定電圧充電中であるか定電流充電中であるかを判断し、定電圧充電中である場合には、測定された上記現在の充電電流と、上記充電変化量と、予め設定された充電終了時の充電電流とを基に充電残容量を算出し、該充電残容量に対する満充電容量と上記現在の充電容量との差分から充電調整値を算出し、定電流充電中である場合には、充電調整値を1とする充電調整値算出のステップと、

上記一定周期内に流れた充電電流と上記充電調整値との積により算出された調整充電電流値を、一定周期ごとに上記過去の充電容量に積算することにより、上記二次電池の上記現在の充電容量を算出し直し、該現在の充電容量を上記記憶部に記憶する容量算出のステップと、

上記二次電池の使用開始時における充電変化量に対する現在の上記充電変化量から、上記二次電池の劣化度を算出し、該劣化度を上記記憶部に記憶して更新する劣化度算出のステップと、

上記二次電池が満充電であると判断した場合には、上記記憶部に予め記憶されている初期の満充電容量と、上記劣化度との積により、満充電容量を算出し直し、上記記憶部に記憶して更新する満充電容量算出ステップと
を有する電池容量計算方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、電池パックおよび電池パックで用いられる電池容量計算方法に関し、特に、補正テーブルを用いることなく適切な電池容量の計算を行う電池パックおよび電池容量計算方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、ノート型パーソナルコンピュータや携帯電話、PDA(Personal Digital Assistant)などの携帯型電子機器では、その電源として、リチウムイオン二次電池を用いた電池パックが広く使用されている。リチウムイオン二次電池は、軽量、高容量、残容量検出の容易さ、サイクル寿命の長さといった利点を有する。

【0003】

電池パックの二次電池は、満充電電圧と放電終止電圧とが定められている。そして、放電終止電圧における電池容量を0mAhとして、満充電電圧時における電池容量をいわゆる満充電容量としている。リチウムイオン二次電池を用いた場合、例えば、1セルのリチウムイオン二次電池について電池電圧4.2Vを満充電電圧とし、電池電圧3.0Vを放電終止電圧としている。そして、充電時もしくは放電時に、実際に流れる充電電流もしくは放電電流を積算していくことで電池容量を算出することができる。

【0004】

また、以下の特許文献1のように、二次電池の開回路電圧(OCV; Open Circuit Voltage)の値を用いて充電容量を測定する方法も用いられている。

【0005】

10

20

30

40

50

このような方法では、例えば充電時における電池容量の計算において充電電流の積算結果が満充電容量を示していなくとも、充電電流が充電終止電流値以下となる等の満充電検出条件が成立する場合がある。この場合、満充電検出条件が成立した時点で強制的に電池容量を所定の満充電容量に補正する。

【 0 0 0 6 】

また、満充電検出条件が成立する前に電池容量の計算結果が満充電容量を超える場合もある。このような場合は、例えば電池容量の計算結果を元に得た残存電池容量率（いわゆる充電率）が99%となった後、電池容量の計算結果が満充電容量を超えても満充電検出条件が成立するまでの間、ユーザに対して残存電池容量率が99%であると通知するようにする。そして、満充電検出条件が成立した場合に、残存電池容量率が100%であると通知するようにしている。

10

【 0 0 0 7 】

なお、充電容量は電池温度によって変化するため、温度補正テーブルを用いて積算結果等を補正するようにしている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 米国特許第 6 7 8 9 0 2 6 号明細書

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

20

【 0 0 0 9 】

しかしながら、電流値を積算して電池容量を求める方法や、特許文献1のように開回路電圧を用いて電池容量を求める方法では、例えばユーザに対して通知する残存電池容量率が正確に求められないという問題が生じる。このような問題は、特に、劣化度の大きい二次電池や、電池温度が常温から大きくずれた場合に生じやすくなる。

【 0 0 1 0 】

また、満充電容量は、充電前の放電条件（温度、負荷等）によっても異なる。このため、満充電検出時において、満充電検出条件の成立するタイミングと電池容量の計算結果から得た満充電のタイミングに誤差が生じる。このため、充放電の条件によっては、例えば図1に示すように、総充電時間の1/3以上の時間で残存電池容量率が99%と通知されるという問題が生じる。また、強制的に現時点での電池容量を満充電容量とすることによって残存電池容量率が例えば図2に示すように、95%から100%と急激に変化してしまうという問題が生じてしまう。なお、図1および図2において、点線で示すグラフは常温での一般的な残存電池容量率を示している。

30

【 0 0 1 1 】

したがって、この発明は、補正テーブルを用いることなく適切な電池容量の計算を行う電池パックおよび電池容量計算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 】

【 0 0 1 2 】

課題を解決するために、第1の発明は、1または複数の二次電池と、
外部の電子機器と接続して充放電を行うための第1および第2の端子と、
第1の制御信号により制御され、二次電池に対する放電電流をON/OFFする放電制御スイッチと、
第2の制御信号により制御され、二次電池に対する充電電流をON/OFFする充電制御スイッチと、

40

二次電池の電圧、電流および温度を検出し、二次電池の電圧、電流および温度に応じた第1および第2の制御信号を出力することにより、充電制御スイッチおよび放電制御スイッチを制御するとともに、二次電池の電池容量を算出する制御部と、

少なくとも、制御部において検出された二次電池の電流および制御部において算出された二次電池の充電容量を記憶する記憶部と

50

を備え、

制御部が、

二次電池が充電時の場合、放電時の場合、もしくは満充電状態の場合のそれぞれに応じて、異なる方法で二次電池の電池容量を算出するようにし、

二次電池が充電時の場合、充電容量を電池容量とし、

二次電池の充電開始時に、記憶部に二次電池の充電電流が記憶されているか否かを判断し、充電電流が記憶されていない場合には、二次電池の現在の充電電流を測定し、現在の充電電流と充電開始時の充電容量とを記憶し、

一定周期ごとに現在の充電電流を測定し、測定された現在の充電電流から得た、一定周期内に流れた充電電流の値を、記憶部に記憶された過去の充電容量に対して一定周期ごとに積算することにより、二次電池の現在の充電容量を算出し、

現在の充電容量と過去の充電容量との差分と、現在の充電電流と記憶部に記憶された、前回測定された過去の充電電流との差分とから、充電容量に対する充電電流の変化量である充電変化量を算出し、

充電変化量から、二次電池が定電圧充電中であるか定電流充電中であるかを判断し、定電圧充電中である場合には、測定された現在の充電電流と、充電変化量と、予め設定された充電終了時の充電電流とを基に充電残容量を算出し、充電残容量に対する満充電容量と現在の充電容量との差分から充電調整値を算出し、定電流充電中である場合には、充電調整値を1とし、

一定周期内に流れた充電電流と充電調整値との積により算出された調整充電電流値を、一定周期ごとに過去の充電容量に積算することにより、二次電池の現在の充電容量を算出し直し、現在の充電容量を記憶部に記憶し、

二次電池の使用開始時における充電変化量に対する現在の充電変化量から、二次電池の劣化度を算出し、劣化度を記憶部に記憶して更新し、

二次電池が満充電であると判断した場合には、記憶部に予め記憶されている初期の満充電容量と、劣化度との積により、満充電容量を算出し直し、記憶部に記憶して更新する電池パックである。

【0013】

第2の発明は、二次電池が充電時の場合、放電時の場合、もしくは満充電状態の場合のそれぞれに応じて、異なる方法で二次電池の電池容量を算出するようにし、

二次電池が充電時の場合、充電容量を電池容量とし、

二次電池の充電開始時に、記憶部に二次電池の充電電流が記憶されているか否かを判断し、充電電流が記憶されていない場合には、二次電池の現在の充電電流を測定し、現在の充電電流と充電開始時の充電容量とを記憶する初期化のステップと、

一定周期ごとに現在の充電電流を測定し、測定された現在の充電電流から得た、一定周期内に流れた充電電流の値を、記憶された過去の充電容量に対して一定周期ごとに積算することにより、二次電池の現在の充電容量を算出する充電容量算出ステップと、

現在の充電容量と過去の充電容量との差分と、現在の充電電流と前回測定された過去の充電電流との差分とから、充電容量に対する充電電流の変化量である充電変化量を算出する充電変化量算出ステップと、

充電変化量から、二次電池が定電圧充電中であるか定電流充電中であるかを判断し、定電圧充電中である場合には、測定された現在の充電電流と、充電変化量と、予め設定された充電終了時の充電電流とを基に充電残容量を算出し、充電残容量に対する満充電容量と現在の充電容量との差分から充電調整値を算出し、定電流充電中である場合には、充電調整値を1とする充電調整値算出のステップと、

一定周期内に流れた充電電流と充電調整値との積により算出された調整充電電流値を、一定周期ごとに過去の充電容量に積算することにより、二次電池の現在の充電容量を算出し直し、現在の充電容量を記憶部に記憶する容量算出のステップと、

二次電池の使用開始時における充電変化量に対する現在の充電変化量から、二次電池の劣化度を算出し、劣化度を記憶部に記憶して更新する劣化度算出のステップと、

10

20

30

40

50

二次電池が満充電であると判断した場合には、記憶部に予め記憶されている初期の満充電容量と、劣化度との積により、満充電容量を算出し直し、記憶部に記憶して更新する満充電容量算出ステップとを有する電池容量計算方法である。

【0014】

この発明では、充電時に充電容量に対する充電電流の変化量である充電変化量が算出される。この充電変化量を基に充電調整値が算出され、充電調整値と充電電流との積からなる調整充電電流値が積算されて充電容量が算出し直される。また、充電変化量を基に二次電池の劣化度が算出され、満充電時にはこの劣化度を用いて満充電容量が新たに算出し直され、記憶される。

10

【発明の効果】

【0015】

この発明によれば、予め定められた劣化度等を記憶した補正テーブルを用いることなく、二次電池の状態に即した電池容量の計算を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】従来の方法を用いて電池容量を算出した場合の電池容量を示すグラフである。

【図2】従来の方法を用いて電池容量を算出した場合の電池容量を示すグラフである。

【図3】この発明の実施の形態における電池パックの一構成例を示す回路図である。

【図4】この発明の実施の形態における電池パックの電池容量算出の手順を示すフローチャートである。

20

【図5】充電時の充電電流の変化を示すグラフである。

【図6】この発明の実施の形態における電池パックの充電時における電池容量算出の手順を示すフローチャートである。

【図7】この発明の実施の形態における電池パックの充電時における充電電流の変化および、充電変化量を示すグラフである。

【図8】この発明の実施の形態における電池パックの充電電流および測定した充電容量と、定電圧充電領域において充電調整値を用いて算出した充電容量とを示すグラフである。

【図9】この発明の実施の形態における充電調整値を用いて算出した第1および第2の充電容量の例を示すグラフである。

30

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、発明を実施するための形態（以下、実施の形態とする）について説明する。なお、説明は以下のように行う。

1. 第1の実施の形態（充電時に算出した充電容量に対する充電電流の変化量を基に、電池容量の算出を行う例）

【0018】

< 1. 第1の実施の形態 >

以下、この発明の第1の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0019】

40

[電池パックの回路構成]

図3は、第1の実施の形態における電池パックの一構成例を示す回路図である。電池パック1は、二次電池2、電池接続プラス端子3aおよび電池接続マイナス端子3b、外部接続プラス端子4aおよび外部接続マイナス端子4b、通信端子5ならびに保護回路10から構成される。

【0020】

二次電池2は、例えばリチウムイオン二次電池を用いることができる。また、複数の二次電池2を直列および/または並列に接続するようにしてもよい。

【0021】

電池接続プラス端子3aおよび電池接続マイナス端子3bは、それぞれ二次電池2のプ

50

ラス端子およびマイナス端子に接続される。外部接続プラス端子4 aおよび外部接続マイナス端子4 bは、それぞれ図示しない外部の電子機器や充電器のプラス端子およびプラス端子に接続される。これにより、保護回路10を介して、二次電池2に対する充放電が行われる。

【0022】

通信端子5は、電子機器との通信を行い、例えば電子機器に対して電池パックの状態を送信し、必要に応じて電子機器においてステータス表示を行うためのものである。通信端子5を設けることにより、例えば、電池パック1の状態に応じて電子機器のアラームランプを点灯させたり、表示部に電池容量等の電池状態を文字やアイコン等で表示させたりすることができる。また、通信端子5を介して電子機器と電池パック1とが通信を行うことにより、電子機器が電池パック1が正規の製品であることを認証したり、外部機器側から二次電池2の充放電を制御することもできる。

10

【0023】

保護回路10は、二次電池2の異常時に充放電遮断制御を行うためのマイクロコンピュータ11、放電制御FET(Field Effect Transistor;電界効果トランジスタ)12、充電制御FET13、過電流検出用抵抗14および温度検出素子15からなる。なお、この発明では、放電制御FET12と充電制御FET13にPチャネル型のFETを用いているが、Nチャネル型のFETを用いてもよい。放電制御FET12および充電制御FET13としてNチャネル型のFETを用いる場合には、FETの配置位置を変更する必要がある。

20

【0024】

[マイクロコンピュータの充放電制御動作]

マイクロコンピュータ11は、過電流検出用抵抗14の両端の電圧を検出し、検出された電圧から等価的に保護回路10に流れる電流を検出する。そして、規定の電流値以上の負荷電流(すなわち、過電流)が流れた場合に、放電制御FET12もしくは充電制御FET13をOFFさせて負荷電流を遮断する。これにより、二次電池2、外部の電子機器、および保護回路10の各部の損傷を防止している。

【0025】

マイクロコンピュータ11には、図示しないメモリとして、ROM(Read Only Memory)やRAM(Random Access Memory)が設けられている。ROMとしては、例えばEEPROM(Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory)等が設けられている。そして、ROMに予め格納されたプログラムに従い、RAMをワークメモリとして各部を制御する。RAMには、計測された電圧、電流や、算出された電池容量などが記憶される。

30

【0026】

放電制御FET12および充電制御FET13のそれぞれのドレイン・ソース間には、寄生ダイオード12 aおよび13 aが存在する。寄生ダイオード12 aは、外部接続プラス端子4 aから二次電池2の方向に流れる充電電流に対して順方向で、外部接続マイナス端子4 bから二次電池2の方向に流れる放電電流に対して逆方向の極性を有する。寄生ダイオード13 aは、充電電流に対して逆方向で、放電電流に対して順方向の極性を有する。

40

【0027】

放電制御FET12および充電制御FET13のそれぞれのゲートには、マイクロコンピュータ11からの制御信号DOおよびCOがそれぞれ供給される。通常の放電動作および充電動作では、制御信号DOおよび制御信号COが論理“L”レベル(以下、ローレベルと適宜称する)とされて放電制御FET12および充電制御FET13がON状態とされる。放電制御FET12および充電制御FET13はPチャネル型であるので、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。

【0028】

そして、例えば放電時にマイクロコンピュータ11において二次電池2の電圧が所定の

50

放電制御電圧以下であると検出した場合、制御信号DOを論理“H”レベル（以下、ハイレベルと適宜称する）として、放電制御FET12がOFF状態とされる。放電電流が過電流状態であると検出した場合や、二次電池2の温度が所定の範囲外であると検出した場合にも同様に、放電制御FET12がOFF状態とされる。これにより、放電電流が遮断される。

【0029】

放電制御電圧から所定電圧高い放電復帰電圧が設定され、マイクロコンピュータ11のメモリ（EEPROM等の不揮発性メモリ）に記憶されている。そして、二次電池2の電圧が所定の電圧値未満であると検出されて放電が遮断されてから、例えば充電が行われる等によって放電復帰電圧以上まで電圧が上昇するまでの間、マイクロコンピュータ11は放電の遮断を継続する。

10

【0030】

放電電流が過電流状態にあると検出されて放電が遮断された場合、放電電流が0となるため、放電が再開可能とされる。このとき、過電流状態を検出した時点で直ちに放電電流を遮断するのではなく、所定の遅延時間を設定し、遅延時間を経ても過電流状態が継続した場合に放電を遮断するようにしてもよい。例えば二次電池2を複数直列に接続して高い電圧で電池パック1を用いる場合、放電開始時にごく短時間、大きい電流が流れることがある。このような大きい電流は、一瞬流れた後、直ちに正常な値の電流に戻る場合が多い。したがって、このような大きい電流が流れた場合に直ちに放電制御を行わないようにすることで、ユーザが快適に電子機器を使えるようにする。

20

【0031】

なお、一般的に、過放電によって極度に劣化した電池パックは、その特性上電池内部でガスが発生して電池パックに膨れが生じるおそれがある。電池パックは、電子機器の電池パック挿入部に挿入されて使用される。電池パック挿入部は、電池パックの外寸と略同等の大きさとされている。このため、電池パックに膨れが生じると電池パック挿入部の内壁により電池パックに外圧がかかり、電池パックが破損したり、電池パック外に電解液の液漏れが生じたりする。また、電池パックを電池パック挿入部から外すことが困難となり、電池パックを外す際に電池パックが破損したり、電子機器の破損が生じるおそれもある。このため、二次電池2の電圧が放電制御電圧よりもさらに低く設定された放電禁止電圧以下となった場合には、永久的に充放電を禁止するように制御してもよい。二次電池2の電圧が放電制御電圧よりも低くなった後、さらに自己放電により電圧が放電禁止電圧以下となることが考えられる。このため、上述のように永久的に充放電を禁止するように制御することによって、より安全性を高めることができる。

30

【0032】

また、例えば充電時にマイクロコンピュータ11において二次電池2の電圧が所定の充電制御電圧以上となったことを検出した場合、制御信号COを論理“H”レベル（以下、ハイレベルと適宜称する）として、充電制御FET13がOFF状態とされる。充電電流が過電流状態であると検出した場合や、二次電池2の温度が所定の範囲外であると検出した場合にも同様に、充電制御FET13がOFF状態とされる。これにより、充電電流が遮断される。

40

【0033】

充電時についても同様に充電制御を行うことができる。充電制御電圧から所定電圧低い充電復帰電圧が設定され、マイクロコンピュータ11のメモリに記憶されている。そして、二次電池2の電圧が所定の電圧値以上であると検出されて充電が遮断されてから、例えば放電が行われる、もしくは自己放電によって充電復帰電圧以下まで電圧が下降するまでの間、マイクロコンピュータ11は充電の遮断を継続する。

【0034】

充電時において過電流状態にあると検出されて充電が遮断された場合も、放電時と同様に、所定の遅延時間を経ても過電流状態が継続した場合に充電を遮断するようにしてもよい。

50

【 0 0 3 5 】

[電池容量算出方法]

以下、この発明の実施の形態に係る電池パックの電池容量算出方法について説明する。この発明では、二次電池 2 の状態に応じて異なる方法で電池容量を算出する。まず、図 4 を用いて、電池状態を判断する動作について説明する。

【 0 0 3 6 】

まず、ステップ S 1 に示すように、充電もしくは放電が開始される。そして、ステップ S 2 では、マイクロコンピュータ 1 1 により二次電池 2 の電圧、電流および電池温度が測定される。

【 0 0 3 7 】

続いて、ステップ S 3 において、測定された電圧、電流および電池温度が、二次電池 2 の充電制御または放電制御を行うための保護条件、もしくは充放電を永久に禁止する異常条件を満たすか否かを判断する。

【 0 0 3 8 】

ここで、保護条件としては、放電制御を行う放電保護条件と充電制御を行う充電保護条件とが設定されている。

【 0 0 3 9 】

放電保護条件としては、例えば

(1) 二次電池 2 の電圧が所定の放電制御電圧以下となった場合

(2) 放電電流が所定値を超えた場合 (すなわち、放電電流が過電流状態であると検出された場合)

(3) 電池温度が所定の領域外であるとき

等が挙げられる。二次電池 2 としてリチウムイオン電池を用いる場合、放電制御電圧は例えば 2 . 5 V とされる。放電電流の過電流条件は、保護回路として用いる部品や電子機器の部品等の耐性によって決定される。電池温度の条件は、二次電池 2 の正極、負極、電解質等に用いる材料等によって決定される。放電電流の遮断は、放電制御 F E T 1 2 を O F F することによってなされる。

【 0 0 4 0 】

一方、充電保護条件としては、例えば

(1) 二次電池 2 の電圧が所定の充電制御電圧以上となった場合

(2) 充電電流が所定値を超えた場合 (すなわち、充電電流が過電流状態であると検出された場合)

(3) 電池温度が所定の領域外であるとき

等が挙げられる。保護条件は二次電池 2 の性能によって任意に設定することができる。二次電池 2 としてリチウムイオン電池を用いる場合、充電制御電圧は例えば 4 . 2 V とされる。充電電流の過電流条件や電池温度の条件は、放電の際と同様に決定される。なお、電池温度の適正な領域は、充電時と放電時と同様の領域としてもよく、異なる領域を設定してもよい。充電電流の遮断は、充電制御 F E T 1 3 を O F F することによってなされる。

【 0 0 4 1 】

また、異常条件としては、例えば

(1) 二次電池 2 の電圧が放電制御電圧よりもさらに低く設定された放電禁止電圧以下となった場合、もしくは充電制御電圧よりもさらに高く設定された充電禁止電圧以上となった場合

(2) 二次電池 2 が異常発熱した場合

等が挙げられる。二次電池 2 の異常発熱の温度条件は、二次電池 2 の回路部品の耐熱性や、セパレータ等の融点、二次電池 2 全体としての安全性から決定され、例えば 9 0 ~ 1 0 0 程度とされる。

【 0 0 4 2 】

ステップ S 3 において、二次電池 2 の状態が保護条件もしくは異常条件を満たすと検出された場合は、処理がステップ S 9 に移る。ステップ S 9 では、充電もしくは放電の制御

10

20

30

40

50

を行い、処理が終了する。

【 0 0 4 3 】

なお、ステップ S 9 において充電もしくは放電が遮断される際、放電制御 F E T 1 2 もしくは充電制御 F E T 1 3 が O F F される。例えば過充電状態となって充電が遮断される際には、充電制御 F E T 1 3 が O F F される。そして、電池電圧が低下して所定の充電復帰電圧以下となった場合には、充電制御 F E T 1 3 が O N されて充電が可能とされる。この後、例えば充電が再開した場合には、再度ステップ S 1 からの処理を行うものとする。

【 0 0 4 4 】

ステップ S 3 において、二次電池 2 の状態が保護条件もしくは異常条件を満たしていることが検出されなかった場合、すなわち通常状態であると判断された場合には、処理がステップ S 4 に移る。ステップ S 4 では、二次電池 2 が満充電状態であるか否かが判断され、二次電池 2 について満充電条件が成立した場合には、ステップ S 8 に処理が移る。ステップ S 8 では満充電容量計算処理が行われ、その後処理が終了する。満充電容量計算処理については後述する。

10

【 0 0 4 5 】

ステップ S 4 において、二次電池 2 について満充電条件が不成立であるとされた場合には、処理がステップ S 5 に移り、二次電池 2 が充電中であるか放電中であるかが判断される。充電中であるか放電中であるかの判断は、電流の流れる極性により行われる。すなわち、充電電流の流れる方向を正の電流値とした場合、電流 > 0 [A] の場合には充電中であると判断し、電流 < 0 [A] の場合には放電中であると判断する。

20

【 0 0 4 6 】

ステップ S 5 において放電中であると判断された場合には、処理がステップ S 6 に移る。そして、ステップ S 6 において放電時容量計算処理が行われ、その後処理が終了する。放電時容量計算処理については後述する。

【 0 0 4 7 】

ステップ S 5 において充電中であると判断された場合には、処理がステップ S 7 に移る。そして、ステップ S 7 において充電時容量計算処理が行われ、その後処理が終了する。充電時容量計算処理については後述する。

【 0 0 4 8 】

このような処理は、例えば 1 秒ごとに行われる。ステップ S 6 における放電時容量計算処理、ステップ S 7 における充電時容量計算処理では、1 秒間に流れた電流を継続して積算していくことで、容量を計算する。

30

【 0 0 4 9 】

[放電時容量計算処理]

放電時容量計算処理では、放電電流を積算して放電容量を算出する。放電容量は、下記の式 (1) により求められる。下記の式 (1) は、放電開始 n 秒後における放電容量 (n) を求めるものである。なお、二次電池 2 の電池容量 (残容量) は、放電開始時の電池容量と放電容量との差分から算出される。

$$\text{放電容量} (n) = \text{放電容量} (n - 1) + (\text{放電電流} / 3600) \quad \dots (1)$$

放電時容量計算処理における二次電池 2 の満充電容量は、放電が終了するまで放電電流を積算した放電容量から得ることができる。満充電容量は、その時点での二次電池 2 の満充電容量として、マイクロコンピュータ 1 1 のメモリに記憶される。

40

【 0 0 5 0 】

また、満充電容量は、例えば放電を 97% 行った時点における放電容量 (97%) から下記の式 (2) のようにして得るようによい。

$$\text{満充電容量} = \text{放電容量} (97\%) / 0.97 \quad \dots (2)$$

【 0 0 5 1 】

[充電時容量計算処理]

充電時容量計算処理では、充電電流を積算して充電容量を算出する。二次電池 2 の充電は、定電流 (C C ; Constant Current) 充電を行って二次電池 2 の電圧が満充電電圧とな

50

った後、定電圧（C V ; Constant Voltage）充電を行う。そして、定電圧充電中の充電電流を測定し、充電電流が所定の充電終止電流値以下となるまで充電を継続する。

【 0 0 5 2 】

この発明では、定電圧充電領域において満充電までの容量である充電残容量を算出する。そして、記憶されているその時点での満充電容量と充電容量との差が、算出された充電残容量に近づくように充電調整値を設定して積算値を調整する。

【 0 0 5 3 】

充電残容量の算出方法としては、図 5 に示すように、定電圧充電時において、充電電流の変化量と、充電容量の変化量とが略比例関係にあることを利用する。図 5 A ないし図 5 C は、定電流充電時における電流条件を 3 . 3 A、定電圧充電時における電圧条件を 1 セルあたり 4 . 2 V、充電終止電流を 2 5 0 m A とした場合の充電電流と充電容量との関係を示すグラフである。図 5 A は、二次電池の電池温度を 5 、図 5 B は電池温度を 2 5 、図 5 C は電池温度を 4 0 とした場合のグラフである。

【 0 0 5 4 】

図 5 A ないし図 5 C から分かるように、定電圧充電領域においては充電電流の変化（グラフの傾き）はほぼ一定となる。このため、この発明では、満充電に達するまでに充電する必要のある充電容量を、充電電流の変化量を基に得ようとするものである。なお、二次電池の電池温度が低下して内部抵抗が増加すると、充電電流の変化量が減少する。このため、二次電池の電池温度が低くなるにつれて傾きがなだらかになる。

【 0 0 5 5 】

図 6 のフローチャートにより、充電時容量計算処理の流れを説明する。なお、この発明の充電時容量計算処理では、以下の処理が 1 秒ごとに行われる。そして、測定した充電電流や算出した充電容量が記憶され、充電時容量計算処理が行われる際に、記録された過去の充電電流や充電容量が読み出されて充電時容量計算処理が行われる。

【 0 0 5 6 】

まず、ステップ S 1 1 で充電が開始されると、ステップ S 1 2 において過去に記憶された充電電流が 0 [m A h] であるか否かが判断される。過去に記憶された充電電流は、放電処理時にはクリアされる。このため、放電処理から充電処理に切り換わった場合には、過去に記憶された充電電流の数値が 0 とされている。また、充電処理が再開された場合には、過去に記憶された充電電流の数値が記憶されている。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 1 2 において、記憶された充電電流が 0 ではないと判断された場合は、処理がステップ S 1 4 に移る。ステップ S 1 2 において、記憶された充電電流が 0 であると判断された場合は、ステップ S 1 3 において現在の充電電流および現在の充電容量が測定されて記憶される。

【 0 0 5 8 】

続いて、ステップ S 1 4 において、充電電流が積算されて充電容量が算出される。充電容量は、下記の式（ 3 ）により求められる。下記の式（ 3 ）は、充電開始 n 秒後における充電容量（ n ）を求めるものである。

$$\text{充電容量} (n) = \text{充電容量} (n - 1) + (\text{充電電流} / 3 6 0 0) \quad \cdot \cdot \cdot (3)$$

【 0 0 5 9 】

そして、ステップ S 1 5 において、その時点での充電電流が、記憶された過去の充電電流に対して所定値、例えば 2 0 m A を超えて変化したか否かが判断される。ステップ S 1 5 において、充電電流の変化が小さいと判断された場合は、処理がステップ S 1 7 に移る。

【 0 0 6 0 】

ステップ S 1 5 において充電電流の変化が所定値を超えたと判断された場合は、ステップ S 1 6 において充電容量に対する充電電流の変化量である充電変化量が算出される。充電変化量は、下記の式（ 4 ）により求められる。

$$\text{充電変化量} = (\text{過去に記憶された充電電流} - \text{測定した充電電流}) / (\text{過去に記憶され})$$

10

20

30

40

50

た充電容量 - 測定した充電容量) . . . (4)

【0061】

式(4)では、充電電流、充電容量について、それぞれ過去に記憶した充電電流、充電容量との差を算出して充電変化量を算出している。そして、充電変化量算出後に、現在の充電電流と充電容量とを記憶させる。なお、初めての充電動作時に得た充電変化量(電池使用開始時の電流変化量)は、マイクロコンピュータ11のメモリに記憶される。初めての充電動作時に得た充電変化量は、後に充電動作を行うたびに、劣化度を算出するために用いられる。

【0062】

図7に、充電電流および充電変化量を示すグラフである。図7において、点線で示すのは充電電流であり、実線で示すのは式(4)にて求めた充電変化量である。なお、実線で示す充電変化量は模式的なグラフであり、実際にはばらつき(最大値と最小値との差)が生じる。しかしながら、このばらつきは0.1程度であり、ばらつきの影響は満充電容量に対して5%以下である。

10

【0063】

続いて、充電調整値を算出する。充電調整値は、定電流充電時と定電圧充電時とで分けて考える。このため、ステップS17では、定電流充電時であるか定電圧充電時であるかを判断する。具体的には、ステップS17において、例えば充電変化量 - 1を満たすか否かを判断し、満たす場合には定電圧充電状態にあると判断する。一方、充電変化量 - 1を満たさない場合には定電流充電状態にあると判断する。

20

【0064】

ステップS17において定電流充電であると判断された場合には、ステップS20において充電調整値が1、すなわち調整を行わないものとされる。ステップS17において定電圧充電であると判断された場合には、処理がステップS18に移る。ステップS18では、充電残容量を算出する。充電残容量は、充電変化量を用いて下記の式(5)によって求められる。

$$\text{充電残容量} = - (\text{充電電流} - \text{充電終止電流}) / \text{充電変化量} \quad \dots (5)$$

【0065】

図8は、算出した充電残容量と測定した充電残容量とを示すグラフである。図8において、実線は定電圧充電領域において算出した充電残容量であり、点線は測定した充電残容量である。また、破線は充電電流を示す。

30

【0066】

図8に示すように、式(5)により算出した定電圧充電領域における充電残容量は、充電が進むにつれて測定した充電残容量との誤差が減少し、充電末期においては両者が略一致している。

【0067】

そして、処理がステップS19に移り、定電圧充電時における充電調整値を算出する。充電調整値は、ステップS18にて算出した充電残容量を用いて下記の式(6)で求められる。

$$\text{充電調整値} = (\text{満充電容量} - \text{充電容量}) / \text{充電残容量} \quad \dots (6)$$

40

充電調整値が算出されると、処理がステップS21に移る。

【0068】

ここで、定電圧充電領域においては、どのように充電調整値を定義するかによって現在の充電容量から満充電までの容量として算出した充電容量に差が生じる。満充電容量は以下の式(7)および式(8)のそれぞれで示すことができる。

【0069】

定電圧充電領域において満充電容量を算出するための第1の式

【数 1】

$$\begin{aligned}
 \text{満充電容量} &= \text{現在の充電容量} + \text{算出した満充電までの容量} \times \text{充電調整値} \\
 &= \text{現在の充電容量} + \Sigma (\text{充電電流}) \times \text{充電調整値} \\
 &= \text{現在の充電容量} + \Sigma (\text{充電電流} \times \text{充電調整値}) \quad \dots (7)
 \end{aligned}$$

第 1 の式は、充電残容量に対して所定の充電調整値をかけて満充電容量を求める方法である。

【0070】

定電圧充電領域において満充電容量を算出するための第 2 の式

【数 2】

$$\begin{aligned}
 \text{満充電容量} &= \text{現在の充電容量} + \text{算出した満充電までの容量} + \text{充電調整値} \\
 &= \text{現在の充電容量} + \Sigma (\text{充電電流}) + \text{充電調整値} \quad \dots (8)
 \end{aligned}$$

第 2 の式は、現在の充電容量、充電残容量および所定の充電調整値の合計から満充電容量を求める方法である。

【0071】

ここで、図 9 A は、定電圧充電領域において、上述の式 (7) における充電調整値を用いて算出した充電容量を示すグラフである。図 9 B は、上述の式 (8) における充電調整値を用いて算出した充電容量を示すグラフである。図 9 A および図 9 B において、点線は充電調整値を用いない場合の充電容量を示すグラフである。

【0072】

図 9 A および図 9 B に示すように、式 (7) の方法と式 (8) の方法のいずれを用いるかにより、充電容量の算出への影響が異なる。図 9 B では、定電流充電領域において、充電残容量に関わらず一定の充電調整値を充電容量に加算することにより、充電容量を求めることができる。しかしながら、この方法では定電圧充電に切り換わった際に充電容量が急激に変化してしまう。このため、この発明では、式 (7) における充電調整値を用いる。

【0073】

ステップ S 2 1 では、充電容量を算出する。上述のように、この発明では式 (7) における充電調整値を用いる、このため、充電開始後 n 秒後の電池容量は下記の式 (9) により算出される。

$$\text{充電容量}(n) = \text{充電容量}(n-1) + (\text{充電電流} / 3600) \times \text{充電調整値} \quad \dots (9)$$

算出した充電容量は、メモリに記憶される。

【0074】

そして、ステップ S 2 2 に処理が移り、下記の式 (10) により残存電池容量率が算出される。

$$\text{残存電池容量率} = (\text{充電容量} / \text{満充電容量}) \times 100 \quad \dots (10)$$

【0075】

算出した残存電池容量率を示すデータを通信端子 5 を通じて外部の電子機器本体に送信し、電子機器が表示部等に残存電池容量率を文字やアイコン等で表示することにより、ユーザは二次電池 2 の充電状況 (放電可能状況) を直感的に理解することができる。

【0076】

続いて、ステップ S 2 3 では、現在の二次電池 2 の劣化度が算出される。劣化度は、予め定められて記憶されたものではなく、充電動作のたびに実際測定された数値を用いて算出する。このため、二次電池 2 の状態に即した劣化度を得ることができる。

【0077】

劣化度は、下記の式 (11) により算出する。初めての充電動作時に得た充電変化量は、初めて充電動作を行った際にマイクロコンピュータ 11 のメモリに記憶されている。

$$\text{劣化度} = \text{電流変化量} / \text{初めての充電動作時に得た充電変化量} \quad \dots (11)$$

【0078】

10

20

30

40

50

なお、劣化度の算出にあたって、初めての充電動作時に得た充電変化量が0であった場合には、これを現在記憶されている充電変化量に置き換える。また、劣化度は、温度条件によってその処理の実施を判断する。例えば、電池温度が30を超えた場合には、劣化度は算出しないようにする。算出された劣化度はメモリに保存され、満充電時容量計算処理の際に用いられる。

【0079】

上述の劣化度は、初期値が略1であり、二次電池2の充放電サイクルが進むたびに数値が小さくなるように設定されている。劣化度は、初めての充電動作時に得た充電変化量に対する充電変化量の比で示されている。二次電池2が劣化するほど、所定の電池容量に対する充電電流の変化量である充電変化量が小さくなる、すなわち、グラフの傾きが0に近づく。このため、劣化が進むにつれて劣化度が小さくなっていく。

10

【0080】

[満充電時容量計算処理]

ステップS8にて行う満充電時容量計算処理について説明する。ステップS4において満充電条件が成立していると判断された場合、ステップS8では、二次電池2の電池容量を強制的に満充電容量とする。満充電容量は、下記の式(12)により求められる。

$$\text{満充電容量} = \text{出荷時の満充電容量} \times \text{劣化度} \quad \dots (12)$$

【0081】

ここで、出荷時の満充電容量は、マイクロコンピュータ11のメモリに記憶されている。また、劣化度は、初期値が1とされてマイクロコンピュータ11のメモリに記憶されている。

20

【0082】

一般的には、放電時において実際に放電することができた容量を満充電容量としている。この場合、略完放電状態まで放電を行う必要がある。しかしながら、例えばノート型パーソナルコンピュータ等ではACアダプタを用いての使用が多く、略完放電状態まで放電を行う頻度が非常に低くなる。このため、従来の方法では、電池の劣化等による満充電容量の変化が分かりにくくなる。

【0083】

この発明では、電池の充電時に電池の劣化度を算出し、二次電池の満充電条件が成立した場合には、充電時に算出した劣化度を用いて満充電容量を算出、記憶する。このため、二次電池が充電するたびに満充電容量の劣化が更新され、電池の状態をより正確に得ることができる。

30

【0084】

上述のような電池容量計算方法を用いることにより、例えばユーザに通知する残存電池容量率が急激に上昇して満充電状態を示したり、残存電池容量率が99%等、満充電直前状態を長時間通知し続けることを防止できる。

【0085】

この発明は、補正テーブルを用いることなく適切な電池容量の計算を行うことができる。

【0086】

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

40

【0087】

例えば、上述の各実施形態において挙げた数値はあくまでも例に過ぎず、必要に応じてこれと異なる数値を用いてもよい。二次電池の種類に応じて電池状態の判定基準が異なるため、用いる二次電池に応じて適切な基準値を設定する。

【符号の説明】

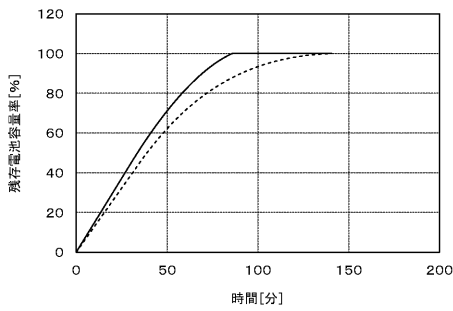
【0088】

1・・・電池パック

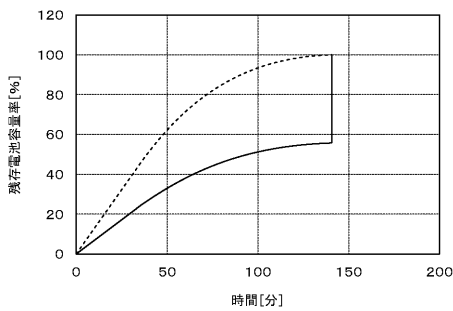
50

- 2 . . . 二次電池
- 3 a . . . 電池接続プラス端子
- 3 b . . . 電池接続マイナス端子
- 4 a . . . 外部接続プラス端子
- 4 b . . . 外部接続マイナス端子
- 5 . . . 通信端子
- 1 0 . . . 保護回路
- 1 1 . . . マイクロコンピュータ
- 1 2 . . . 放電制御 F E T
- 1 3 . . . 充電制御 F E T
- 1 4 . . . 過電流検出用抵抗
- 1 5 . . . 温度検出素子
- 1 6 . . . 温度検出素子

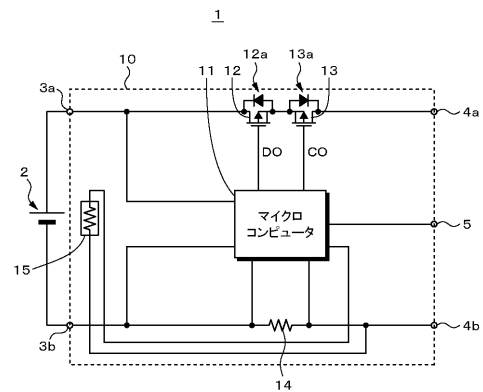
【 図 1 】



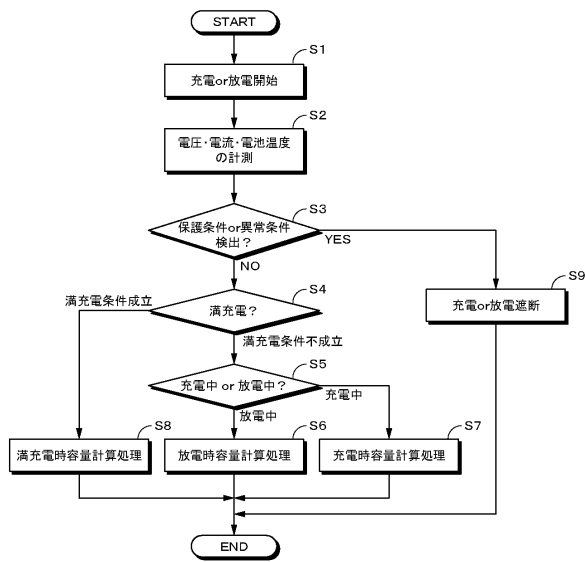
【 図 2 】



【 図 3 】

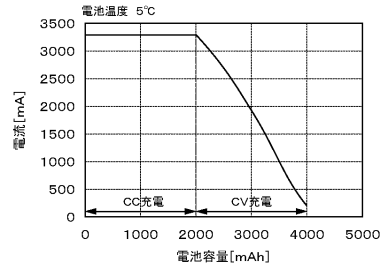


【図4】

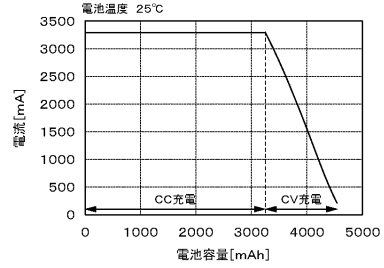


【図5】

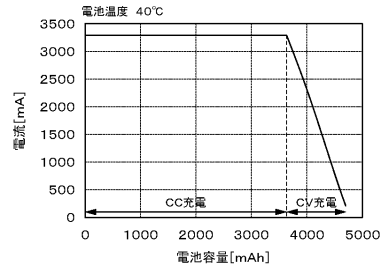
A



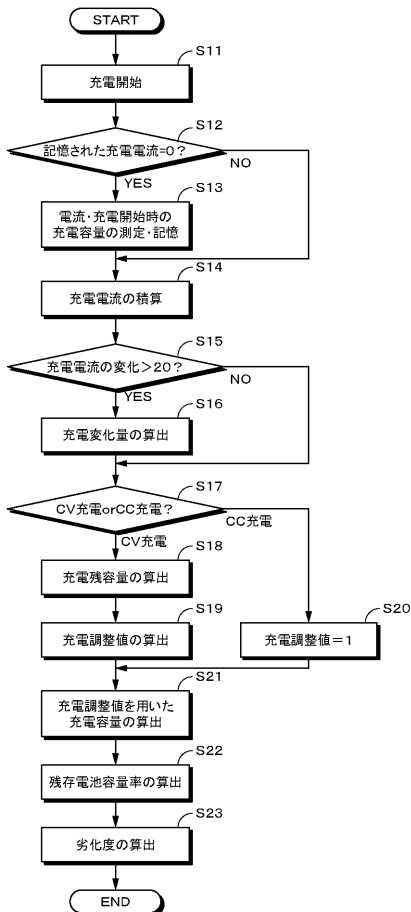
B



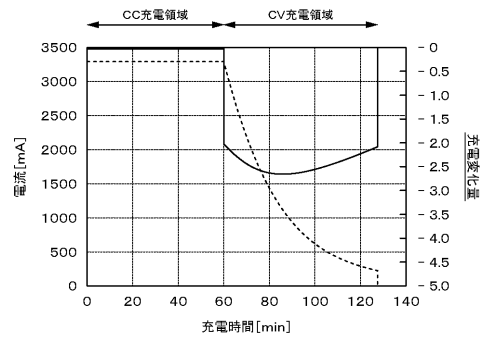
C



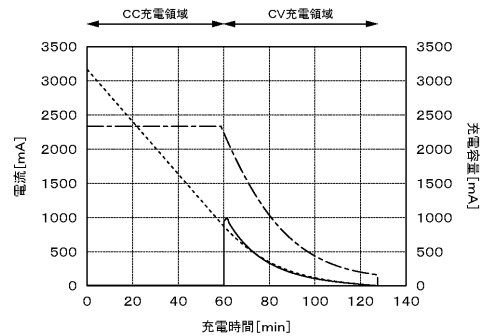
【図6】



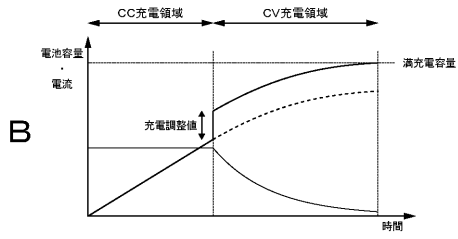
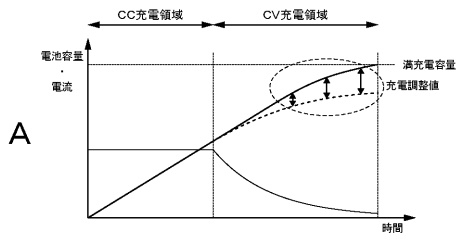
【図7】



【図8】



【 図 9 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 1 - 3 4 4 5 4 4 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 3 1 2 2 3 9 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 3 1 5 7 3 0 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 0 1 2 1 0 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 0 1 M 1 0 / 4 2 - 1 0 / 4 8
G 0 1 R 3 1 / 3 6