

(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2009-42182

(P2009-42182A)

(43) 公開日 平成21年2月26日(2009.2.26)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
GO1R	31/36	(2006.01)	GO1R	31/36	A	2G016		
HO2J	7/00	(2006.01)	HO2J	7/00	X	5G503		
HO1M	10/48	(2006.01)	HO1M	10/48	P	5H030		

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2007-210285 (P2007-210285)
 (22) 出願日 平成19年8月10日 (2007.8.10)

(71) 出願人 00001889
 三洋電機株式会社
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
 (74) 代理人 100074354
 弁理士 豊栖 康弘
 (74) 代理人 100104949
 弁理士 豊栖 康司
 (72) 発明者 小林 憲一
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内
 (72) 発明者 板垣 真一
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内
 Fターム(参考) 2G016 CB21 CB22 CB32 CB33 CD02
 5G503 AA01 BA01 BB01 EA05 GD03
 5H030 AA01 AS20 FF41 FF42

(54) 【発明の名称】 電池の残容量の算出方法

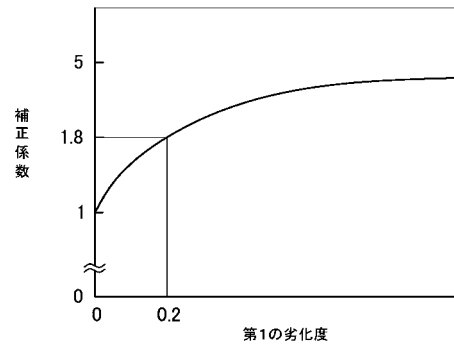
(57) 【要約】

【課題】劣化した電池の残容量をより正確に算出する。

【解決手段】電池の残容量の算出方法は、放電電流をパラメータとする放電効率で補正して電池の残容量を算出する。この算出方法は、電池が劣化するにしたがって、計算上の放電電流を大きくして放電効率を補正して残容量を算出する。

【効果】電池が劣化するにしたがって、計算上の放電電流を大きくして放電効率も補正して残容量を算出するので、劣化した電池の残容量をより正確に算出できる。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放電電流をパラメータとする放電効率で補正して電池の残容量を算出する方法であって

、
電池が劣化するにしたがって計算上の放電電流を大きくして放電効率を補正して残容量を算出することを特徴とする電池の残容量の算出方法。

【請求項 2】

電池の放電電流又は放電電力である放電出力を積算すると共に、放電出力の積算値を電池の劣化で補正された放電効率で補正して電池の残容量を算出する請求項 1 に記載される電池の残容量の算出方法。

10

【請求項 3】

以下の式で特定される第 1 の劣化度で放電電流の補正係数を特定し、この補正係数と放電電流の積で算出される放電電流から放電効率を補正して残容量を演算する請求項 2 に記載される電池の残容量の算出方法。

第 1 の劣化度 = [1 - F C C (補正後) / F C C (初期)]

ただし、この式において F C C (Full charge capacity) は電池の満充電容量を示し、F C C (補正後) は劣化した電池の満充電容量を、F C C (初期) は劣化していない電池の満充電容量を示す。

【請求項 4】

電池の電圧を検出して設定電圧と比較し、電池電圧が設定電圧になると所定の残容量と判定する残容量の算出方法であって、電池が劣化するにしたがって計算上の放電電流を大きくして補正する補正後の放電効率を使用して、以下の式で特定される第 2 の劣化度で設定電圧を補正して電池の残容量を算出する請求項 1 に記載される電池の残容量の算出方法

20

第 2 の劣化度 = [1 - { F C C (補正後) × 放電効率 (補正後) } / { F C C (初期) × 放電効率 (初期) }]

ただし、この式において F C C (Full charge capacity) は電池の満充電容量を示し、F C C (補正後) は劣化した電池の満充電容量を、F C C (初期) は劣化していない電池) は劣化していない電池の放電効率を示す

【請求項 5】

30

第 2 の劣化度をパラメータとして設定電圧を補正する状態を 2 次以上の n 次関数として記憶する請求項 4 に記載される電池の残容量の算出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放電電流や放電電力を積算して電池の残容量を算出し、あるいは電池の電圧を検出して電池の残容量を算出する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

電池の残容量は、充電容量から放電容量を減算して算出できる。残容量を算出するには、満充電した電池を完全に放電するまでの容量、言い換えると完全に放電された電池を満充電するまでの容量である満充電容量 (F C C) を検出する必要がある。満充電された電池の満充電容量から放電された容量を減算して残容量を算出するからである。満充電容量は、電池が劣化するにしたがって減少する。電池が劣化するにしたがって、満充電容量を補正することで、劣化した電池の残容量を正確に算出できる。残容量を正確に算出するために、劣化する電池の満充電容量を補正する方法は開発されている。(特許文献 1 参照)

40

【0003】

この公報に記載される方法は、電池の充電容量の累積量から電池の劣化度を検出して、変化する満充電容量を補正する。この方法は、電池の劣化に対応する満充電容量を検出できる。ただ、電池の残容量は、満充電容量の正確な検出のみでは正確には検出できない。

50

満充電容量から放電された容量、すなわち放電容量を減算して残容量を検出することから、残容量を正確に検出するには、放電容量も正確に検出する必要がある。

【 0 0 0 4 】

図 1 は、放電電流に対する放電効率を示す。この図は、放電電流が大きくなるにしたがって、放電効率が低下する状態を示すグラフである。放電効率は、電池の実質的な満充電容量を示すものであるから、この図は、放電電流が大きくなると、満充電容量が実質的に減少することを示している。この図において、たとえば、放電電流を大きくして、放電効率が 50% に低下する電池は、実質的に放電できる容量が半分に減少する。図 1 は、特定の設定電流で放電する電池の放電効率を 100% としている。放電効率を 100% とする電池は、満充電容量で放電できる。放電効率は放電電流で変化するので、特定の放電レートを 100% とし、放電効率を特定する。放電効率は、たとえば 0.2 It の放電レートで 100% とされる。1 It の放電レートは、1 時間で放電する電流であるから、満充電容量を 1000 mAh とする電池を 0.2 It の放電レートで放電する電流は、200 mA となる。200 mA の電流で放電されて放電効率を 100% とする電池が、5 倍の 1000 mA で放電されると、放電効率が小さくなって実質的に放電できる容量が 80% に小さくなる。放電電流で変化する放電効率で補正して、電池の残容量はより正確に算出できる。

10

【特許文献 1】特開 2002 - 236154 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【 0 0 0 5 】

電池の劣化度で満充電容量を補正し、さらに放電効率を考慮して補正することで残容量の演算精度は向上するが、この方法によっても、現実に放電させる電池の残容量は必ずしも正確に算出できない。とくに、電池が劣化するにしたがって残容量に誤差が発生する。

【 0 0 0 6 】

本発明は、さらにこの欠点を解決することを目的に開発されたものである。本発明の重要な目的は、劣化した電池の残容量をより正確に算出できる電池の残容量の算出方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

30

本発明の電池の残容量の算出方法は、放電電流をパラメータとする放電効率で補正して電池の残容量を算出する。この算出方法は、電池が劣化するにしたがって、計算上の放電電流を大きくして放電効率を補正して残容量を算出する。

【 0 0 0 8 】

本発明の請求項 2 の電池の残容量の算出方法は、電池の放電電流又は放電電力である放電出力を積算すると共に、放電出力の積算値を電池の劣化で補正された放電効率で補正して電池の残容量を算出する。

【 0 0 0 9 】

本発明の請求項 3 の電池の残容量の算出方法は、以下の式で特定される第 1 の劣化度で放電電流の補正係数を特定し、この補正係数と放電電流の積で算出される放電電流から放電効率を算出して残容量を演算する。

40

第 1 の劣化度 = [1 - FCC (補正後) / FCC (初期)]

ただし、この式において FCC (Full charge capacity) は電池の満充電容量を示し、FCC (補正後) は劣化した電池の満充電容量を、FCC (初期) は劣化していない電池の満充電容量を示している。

【 0 0 1 0 】

本発明の請求項 4 の電池の残容量の算出方法は、電池の電圧を検出して設定電圧と比較し、電池電圧が設定電圧になると所定の残容量と判定する。さらに、この算出方法は、電池が劣化するにしたがって計算上の放電電流を大きくして補正する補正後の放電効率を使用して、以下の式で特定される第 2 の劣化度で設定電圧を補正して電池の残容量を算出す

50

る。

第2の劣化度 = $[1 - \{FCC(補正後) \times \text{放電効率}(補正後)\} / \{FCC(初期) \times \text{放電効率}(初期)\}]$

ただし、この式においてFCC(Full charge capacity)は電池の満充電容量を示し、FCC(補正後)は劣化した電池の満充電容量を、FCC(初期)は劣化していない電池の満充電容量を示している。

また、放電効率(補正後)は電池の劣化で補正した放電効率を示し、放電効率(初期)は劣化していない電池の放電効率を示している。

【0011】

さらに、本発明の請求項5の電池の残容量の算出方法は、第2の劣化度をパラメータとして設定電圧を補正する状態を2次以上のn次関数として記憶している。

10

【発明の効果】

【0012】

本発明は劣化した電池の残容量をより正確に算出できる。それは、本発明が、電池が劣化するにしたがって、計算上の放電電流を大きくして放電効率も補正して残容量を算出するからである。劣化して満充電容量の減少した電池は、同じ電流で放電しても放電効率に変化する。それは、電池の放電効率が、満充電容量(Ah)と放電電流(A)の比率で特定される放電レートで変化するからである。満充電された電池を1時間で完全に放電する放電レートは1(I t)で表される。たとえば、満充電容量を10Ahとする電池が1Aで放電されるときに放電レートは0.1 I tとなる。たとえば、図1において、0.2 I tの放電レートで放電されて放電効率を100%とする電池が、その5倍の1 I tの放電レートで放電されると、放電効率は80%となって、実質的に放電できる満充電容量は20%も小さくなる。劣化して満充電容量が小さくなった電池は、同じ放電電流で放電されても、放電効率が低下する特性であることから、本発明は、電池の劣化度で放電電流を補正する。すなわち、劣化して満充電容量が小さくなった電池は、計算上の放電電流を大きくして補正する。放電電流が大きく補正されると、図1の関係から放電効率が小さくなるように補正できる。現実の電池は、劣化すると放電効率が低下するので、本発明はより正確に残容量を算出できる。

20

【0013】

とくに、本発明の請求項2の算出方法は、電池の放電電流又は放電電力である放電出力を積算すると共に、放電出力の積算値を電池の劣化で補正された放電効率で補正して電池の残容量を算出する。この方法は、放電出力の積算値から正確に残容量を算出できる。それは、電池の劣化で放電電流を補正し、さらにこの補正された放電電流で放電効率を補正し、補正された放電効率で放電出力の積算値を補正するからである。

30

【0014】

また、本発明の請求項3の残容量の算出方法は、以下の式で特定される第1の劣化度で放電電流の補正係数を特定し、この補正係数と放電電流の積で算出される放電電流から放電効率を算出して残容量を演算する。

第1の劣化度 = $[1 - FCC(補正後) / FCC(初期)]$

ただし、この式においてFCC(Full charge capacity)は電池の満充電容量を示し、FCC(補正後)は劣化した電池の満充電容量を、FCC(初期)は劣化していない電池の満充電容量を示す。

40

この方法は、第1の劣化度から劣化した電池の補正された放電電流を算出し、この放電電流から放電効率を算出するので、劣化した電池の放電効率を正確に算出して、残容量を高い精度で算出できる。

【0015】

また、本発明の請求項4の残容量の算出方法は、電池の電圧を検出して設定電圧と比較し、電池電圧が設定電圧になると所定の残容量と判定する残容量の算出方法であって、電池が劣化するにしたがって計算上の放電電流を大きくして補正する補正後の放電効率を使用して、以下の式で特定される第2の劣化度で設定電圧を補正する。

50

電池は、放電されて特定の残容量になると設定電圧まで低下する。ただ、放電される電池の残容量が設定値になる設定電圧は、電池の劣化度で変化する。図2は、電池が劣化するにしたがって、電圧特性が変化する状態を示している。この図の破線Xで示すように、設定電圧(LV)を固定した場合、電池が劣化するにつれて残容量が不正確になる。劣化する電池は電圧の低下が早く、設定電圧に低下する状態での残容量が新しい電池に比較して大きくなる。請求項4の方法は、以下の式で特定される電池の劣化度で設定電圧を補正して電池の残容量を算出する。第2の劣化度は、電池のFCC(満充電容量)と、電池の劣化で補正される放電効率から特定される。この第2劣化度から設定電圧を補正し、この設定電圧から電池の残容量を算出する。

第2の劣化度 = $[1 - \{FCC(補正後) \times \text{放電効率}(補正後)\} / \{FCC(初期) \times \text{放電効率}(初期)\}]$

10

この方法は、設定電圧に低下する状態で、電池の残容量を正確に算出できる。それは、図2の鎖線Yで示すように、電池が劣化するにしたがって、所定の残容量となる設定電圧が低下するからである。

【0016】

さらに、本発明の請求項5の算出方法は、請求項4の構成に加えて、第2の劣化度をパラメータとして設定電圧を補正する状態を、2次以上のn次関数として記憶する。この方法は、電池の劣化で設定電圧をテーブルに記憶する方法と比較して、少ないメモリ容量に記憶して、設定電圧による電池の残容量を正確に算出できる。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0017】

以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。ただし、以下に示す実施例は、本発明の技術思想を具体化するための電池の残容量の算出方法を例示するものであって、本発明は電池の残容量の算出方法を以下の方法に特定しない。

【0018】

本発明の残容量の算出方法は、充電できる全ての電池、たとえばニッケル水素電池、ニッケルカドミウム電池、リチウムイオン二次電池の残容量の検出に使用できる。さらに、本発明の残容量の算出方法は、放電電流をパラメータとする放電効率で補正して電池の残容量を算出する。電池は、劣化するにしたがって、満充電した状態から完全に放電するまでの容量、すなわちFCC(満充電容量)が減少する。さらに、FCCの減少した電池は、同じ電流で放電しても放電レートは大きくなる。たとえば、初期の容量が1Ahの電池が劣化して、FCCが0.5Ahと半分になると、同じ電流で放電しても、FCCが半分となっているので、FCCに対する同じ放電電流を考慮すると、放電レートは2倍となる。放電レートが、放電電流/FCC(Ah)として、FCCとの比率で演算されるからである。電池の放電効率は、放電レートをパラメータとして変化し、放電レートが大きくなると放電効率は低下する。従来の方法は、残容量の算出に、放電電流をパラメータとする放電効率を考慮するが、電池のFCCが減少して放電レートが大きくなることを考慮しない。このため、FCC(満充電容量)が減少した結果、放電レートが大きくなると残容量の算出に誤差が発生する。本発明は、この弊害を解消するために、電池が劣化してFCCが小さくなるにしたがって計算上の放電電流を大きくして放電効率を補正して残容量を算出する。

30

40

【0019】

ここで、本発明の算出方法で電池の残容量が算出されるバック電池の一例を図3に示す。この図に示すバック電池は、充電できる電池1と、電池1の充放電の電流を検出する電流検出部2と、電池1の電圧を検出する電圧検出部3と、電池1の温度を検出する温度検出部4と、電流検出部2と電圧検出部3と温度検出部4の検出値から電池1の残容量を算出すると共に、電池1の充放電を監視、制御する制御・演算部5とを備える。電流検出部2、電圧検出部3、及び温度検出部4からの出力は、A/Dコンバータ6でデジタル変換されて制御・演算部5に入力される。また、バック電池は、電池電圧、残容量、充放電電流値、電池温度等の各種の電池情報、各種指令の情報を、機器側に伝送する通信部8を備

50

えている。さらに、制御・演算部 5 は、各種データを記憶するメモリ 9 を備えている。

【 0 0 2 0 】

制御・演算部 5 は、A / D コンバータ 6 から入力されるデータに基づいて、演算、比較、判定等を行う。すなわち、制御・演算部 5 は、電池 1 の充放電電流を積算して残容量を演算処理し、充電電流や電池電圧から電池 1 の満充電を検出し、また、異常電流、異常温度、異常電圧等を検出して充放電を制御する。制御・演算部 5 は、充放電スイッチ 7 をオンオフに制御して電池 1 の充放電を制御する。充放電スイッチ 7 は、たとえば、F E T 等からなるスイッチング素子で、制御・演算部 5 でオンオフ制御され、異常電流、異常温度、異常電圧の検出時にオフに切り換えられて電流を遮断する。さらに、制御・演算部 5 は、A / D コンバータ 6 でデジタル変換されたデータから電池 1 の残容量 (A h) を算出している。本実施例では、制御・演算部 5 は、以下のように処理して残容量を算出する。

10

【 0 0 2 1 】

電池の残容量の算出は、放電電流又は放電電力である放電出力の積算値で演算される積算方式が利用される。そして、さらに、電池の残容量の演算は、放電している電池の電圧が設定電圧まで低下したとき、所定の残容量に補正する電圧方式とがある。

【 0 0 2 2 】

積算方式は、満充電された状態から放電された容量、すなわち放電電流又は放電電力である放電出力の積算値を減算して算出される。電池の F C C は放電効率で変化するので、この方式は、放電効率で補正してより正確に残容量を算出できる。放電効率は放電電流をパラメータとして特定される。図 4 は放電電流に対する放電効率を示す。この図は放電電流が大きくなると放電効率が低下することを示している。さらに、放電効率は、放電電流のみでなく、電池の温度が設定温度から低下しても低下する。したがって、放電効率は、電池を、設定温度において定格電流で放電する状態を 1 0 0 % として特定される。設定温度と定格電流は電池の種類により異なるが、電池をリチウムイオン二次電池とする場合、たとえば設定温度を 2 0 ° C 、定格電流を 2 0 0 m A (0 . 2 I t) とする。ただし、設定温度と定格電流は電池の種類により最適値に設定されるので、この値に特定されない。

20

【 0 0 2 3 】

積算方式は、以下の式で特定される第 1 の劣化度で放電電流の補正係数を特定し、この補正係数と放電電流の積で算出される補正された放電電流から放電効率を算出して残容量を演算する。

30

$$\text{第 1 の劣化度} = [1 - F C C (\text{補正後}) / F C C (\text{初期})]$$

ただし、この式において F C C (Full charge capacity) は電池の満充電容量を示し、F C C (補正後) は劣化した電池の満充電容量を、F C C (初期) は劣化していない電池の満充電容量を示す。

【 0 0 2 4 】

たとえば、初期の F C C (上述の設定温度、定格電流を利用) が 1 A h である電池が劣化して、F C C (上述の設定温度、定格電流を利用) が 0 . 8 A h に劣化した電池が、1 0 0 m A で満充電された状態から 1 0 0 m A で 1 時間放電されるとき、残容量は以下の方法で算出される。なお、0 . 8 A h に劣化した電池の容量 (後述する F C C (補正後) に相当する) については、バック電池内の C P U を含む制御・演算部を利用するのではなく、上述の設定温度、定格電流にて、放電させて、測定、検出、演算して求めている。また、0 . 8 A h に劣化した電池の容量 (上述の設定温度、定格電流を利用) は、後述するように、バック電池内で、F C C (補正後) (= F C C (学習後)) としても演算される。上述の本出願人による特開 2 0 0 2 - 2 3 6 1 5 4 号に開示されるように、以下のようにして、劣化した電池の容量として、その時点での電池の総容量 (= 学習容量) を得ることができる。

40

【 0 0 2 5 】

その時点での電池の総容量 (= 学習容量) としては、満充電した状態から完全または所定容量に放電されるまでの放電の積算容量 (A h 又は W h) でも、電池を完全または所定容量に放電した状態から満充電されるまでの充電の積算容量 (A h 又は W h) でもよい。

50

また、これ以外の方法でも、総容量が得られるのであれば、その時点での電池の総容量としても良い。さらには、電池の残容量補正方法を利用した総容量 (= 学習容量) においては、電池の充電容量又は放電容量の累積量がそのときの電池の学習容量に達する毎に 1 サイクルとカウントし、1 サイクルの充電又は放電につき、学習容量を特定のサイクル劣化容量として減少させ、あるいは、電池の保存温度と残容量をパラメータとして学習容量の減少率を保存劣化容量として特定し、保存時間が経過するにしたがって、電池の保存温度と残容量から特定された保存劣化容量で学習容量を減少させて、総容量を得ることができる。

【0026】

(1) 第1の劣化度が以下の式で演算される。

10

$$\text{第1の劣化度} = [1 - 0.8 \text{ Ah} / 1 \text{ Ah}] = 1 - 0.8 = 0.2$$

(2) 第1の劣化度から放電電流が補正される。図5のグラフに示す関数から、あるいはテーブルから第1の劣化度に対する補正係数を特定し、この補正係数を放電電流に掛け算して、放電電流を補正する。この図の関数やテーブルは、あらかじめ制御・演算部5の記憶回路であるメモリ9に記憶している。この図から第1の劣化度である0.2に対応した補正係数が得られる。

(3) 図5から、第1の劣化度を0.2とする状態における補正係数が、たとえば1.8と特定されると、補正された放電電流は、放電電流と補正係数の積となるので、 $100 \text{ mA} \times 1.8$ となって、 180 mA に補正される。換言すると、図5は、初期の何倍の放電レートに相当するかを示している。

20

(4) 図4から補正された放電電流に対する放電効率(補正後)が特定される。この図において、温度を 10°C として、放電電流を 180 mA とする放電効率(補正後)は85%と特定される。放電効率(補正後)は、温度、放電電流に依存することになる。図4においては、 10°C 、 20°C しか開示されていないが、記憶される関数、テーブルには、各温度における放電電流に対する放電効率を記憶している。

(5) 温度 10°C (実際の温度)、放電電流 100 mA (実際の放電電流)のとき、 $\text{FCC} = 0.8 \text{ Ah}$ (上述の設定温度、定格電流を利用)に劣化した電池において、電池の実質的な FCC (上述の実際の温度、放電電流において、満充電した状態から完全に放電するまでの残容量)は、 FCC と放電効率の積となるので、 $0.8 \text{ Ah} \times 0.85$ となって、 0.68 Ah となる。一般式は以下の通りである。

30

電池の実質的な FCC (実際の温度、実際の放電電流を利用) = FCC (補正後) \times 放電効率(補正後)

ただし、この式において、 FCC (補正後)は劣化した電池の満充電容量(設定温度、定格電流を利用)を示している。

(6) 電池が、 100 mA で1時間放電されたことから、放電容量は $100 \text{ mA} \times 1$ 時間、すなわち 0.1 Ah となる。

(7) 電池の実質的な容量(上述の実際の温度、放電電流において、満充電した状態から完全に放電するまでの残容量)は、(5)から 0.68 Ah であるから、 $0.68 \text{ Ah} - 0.1 \text{ Ah}$ となって、 0.58 Ah となる。

40

【0027】

そして、上述のように得られる残容量は、パック電池のマイコン内、制御・演算部5において、以下の設定温度、定格電流時に換算した残容量である RC の式にて、逐次、演算されることになる。また、 RSOC は、以下の式で求めることができる。

$$\text{RC} = \text{RC} - \text{I} \cdot \text{t} / \text{放電効率(補正後)}$$

$$\text{RSOC} = \text{RC} / \text{FCC(補正後)}$$

ただし、 RC は、設定温度、定格電流時に換算した残容量(=放電効率を加味した見せかけの容量)であり、 $\text{I} \cdot \text{t}$ は、電流積算値であり、また、 RSOC は、残容量率(%)である。そして、放電時の実際の温度、放電電流値に対応した実質的な残容量は、 $\text{RC} \times \text{放電効率(補正後)}$ より、得ることができる。なお、上式における放電効率(補正後)、 FCC (補正後)については、補正が行われていない初期状態においては、劣化を加味

50

していない初期の放電効率、FCCを利用する。

【0028】

以上の積算方式は、電池のFCCを電流と時間の積、すなわちAhで表示して、放電容量も放電電流と放電時間の積、すなわちAhで表示する。ただし、電池のFCCは電流と電圧と時間の積、すなわちWhで表示することもできる。この場合、放電容量は放電電力の積算値、すなわち放電電流と放電電圧と時間の積で演算する。

【0029】

さらに、以上の方法は、満充電された電池を放電して、残容量を算出する方法を例示するが、所定の残容量にある電池を放電して残容量を算出する場合も、前述したように、放電電流を第1の劣化度で補正して放電効率を特定し、特定された放電効率で電池の残容量を補正して、正確に残容量を算出することができる。

【0030】

電圧方式は、放電している電池の電圧が設定電圧になったことを検出して、残容量を特定する。図2は、放電容量に対する電圧特性を示すグラフである。この図に示すように、電池は満充電した状態から放電するにしたがって電圧が低下し、所定の残容量になると設定電圧まで低下する。電池の残容量がほぼ一定となる特定電圧を設定電圧とする。このことから、電池の電圧を検出して設定電圧と比較し、電池電圧が設定電圧になると所定の残容量と判定できる。この電圧方式で電池の残容量を算出する回路は、たとえば、電池の残容量が所定容量（たとえば3%、4%、5%、または8%の値が採用できる。）に低下する状態での電池電圧を設定電圧として記憶している。設定電圧は、所定容量で変化する。たとえば、電圧が3Vまで低下する状態で、残容量が8%となるリチウムイオン二次電池は、電池の電圧を検出して設定電圧の3Vに比較し、電池電圧が3Vになると所定容量の8%と特定できる。つまり、放電電流又は放電電力である放電出力の積算値で演算される積算方式から算出される残容量を、所定容量の8%と補正する。その後、同様に積算方式から残容量を積算する。このような残容量の算出方法については、本出願人による特開平10-213638号に開示がある。

【0031】

ただ、図2に示すように、電池が劣化するにしたがって、3Vの設定電圧は変化する。図2は、電池が劣化するにしたがって、電圧特性が変化する状態を示している。この図において、曲線A～Dは、劣化度が異なる電池の電圧特性を示している。曲線Aは未使用の電池の特性を、曲線BないしDは、充放電のサイクルを、それぞれ200回、300回、400回繰り返した電池の特性を示している。すなわち、曲線Aで示す電池から曲線Dで示す電池に向かって、充放電のサイクルが多くなって電池が劣化する状態を示している。この図に示すように、電池電圧が破線Xで示す設定電圧(LV)に低下しても、劣化度によって残容量が変化する。この図において、電池電圧が設定電圧(LV)に低下した状態における残容量をハッチングで示し、所定容量をクロスハッチングで示している。このように、劣化する電池は、電圧の低下が早く、設定電圧に低下する状態での残容量が新しい電池に比較して大きくなる。いいかえると、電池は、劣化するにしたがって、同じ所定容量とする設定電圧が、図の一点鎖線Yで示すように、次第に低下する。電圧方式で残容量を算出する方法は、電池が劣化するにしたがって計算上の放電電流を大きくして補正する補正後の放電効率を使用して、以下の式で特定される第2の劣化度で設定電圧を補正して電池の残容量を算出する。

第2の劣化度 = $[1 - \{FCC(補正後) \times 放電効率(補正後)\} / \{FCC(初期) \times 放電効率(初期)\}]$

【0032】

第2の劣化度から設定電圧を特定するために、第2の劣化度をパラメータとして、設定電圧を補正する状態を2次以上のn次関数として制御・演算部5のメモリ9に記憶している。図6は、第2の劣化度をパラメータとして、設定電圧を補正する補正係数を示すグラフである。このグラフに示す曲線を関数として記憶している。設定電圧と補正係数の積が、劣化して補正した電池の設定電圧となる。ただし、メモリ9に記憶される関数は、設定

10

20

30

40

50

電圧との差電圧を関数として記憶し、あるいは、直接に設定電圧を示す関数として記憶することもできる。

【0033】

電圧方式は、以下の条件で放電される電池の残容量が所定容量（たとえば8%の残容量）になったことを、以下の方法で算出する。

たとえば、前述した積算方式と同様に、初期にFCC（上述の設定温度、定格電流を利用）が1Ah、所定容量が8%となる電圧を3Vとする電池が劣化して、FCC（上述の設定温度、定格電流を利用）が上述のように0.8Ahに低下し、さらにこの電池を10において100mAで放電するとき、劣化した電池の補正された設定電圧を以下の方法で算出する。

この方法は、最初に第2の劣化度を算出し、算出された第2の劣化度で設定電圧を補正する。第2の劣化度は以下の方法で算出される。

(1) 劣化した電池の放電効率（補正後）を算出する。放電効率（補正後）は、前述した方法と同様に算出して、0.85と特定される。

(2) 放電効率（初期）を算出する。この放電効率は、図4から特定される。すなわち、10における放電電流を100mAとするので、放電効率は0.9となる。

(3) 第2の劣化度は以下のように演算される。

$$\begin{aligned} \text{第2の劣化度} &= [1 - (0.8 \times 0.85) / (1 \times 0.9)] \\ &= 1 - 0.68 / 0.9 \\ &= 0.24 \end{aligned}$$

【0034】

第2の劣化度が算出されると、この値から記憶する関数で補正係数を算出する。第2の劣化度に対する補正係数を図6に示している。記憶される関数から、第2の劣化度を0.24とする電池の補正係数は、0.97と特定される。初期の電池の設定電圧（=LV（初期値））が3Vであるから、劣化した電池の補正された設定電圧（=LV（補正後））は、3V×0.97となって、2.9Vとなる。したがって、前述の条件で放電されるとき、劣化した電池の残容量は、電圧が設定電圧の2.9Vまで電圧が低下するときに、所定容量の8%であると特定できる。

一般式で表現すると以下ようになる。

$$LV(\text{補正後}) = LV(\text{初期値}) \times \text{補正係数}(LV)$$

また、初期の電池の設定電圧（=LV（初期値））を、温度、放電電流値に、依存させることも可能である。

【0035】

補正された設定電圧より、以下の式で、現在のFCC（=FCC（学習前））から、次のFCC（=FCC（学習後））を得ることができる。

$$FCC(\text{学習後}) = \{ I \cdot t / 0.92 \} / \text{放電効率}(\text{補正後})$$

そして、このFCCを、次回からのFCCとして利用する。

ここで、所定容量の8%まで、電流を積算しているので、0.92（=1.00 - 0.08）にて割り算すると、残容量0%までの電流積算に相当する容量を得ることができる。

ここで、 $I \cdot t$ は、満充電から設定電圧までの電流積算値であって、 $I \cdot t / 0.92$ は、実際の温度、放電電流における上述の総容量（=学習容量）に相当し、FCC（学習後）は、上述の劣化した電池の容量（=FCC（補正後））に相当する。

【0036】

上述の式においては、次回FCCへの変化量が大きいときがあるので、次の式で、FCCを得ることもできる。

$$FCC(\text{学習後}) = [FCC(\text{学習前}) - \{ I \cdot t / 0.92 \} / \text{放電効率}(\text{補正後})] \times (0.3 \sim 0.7) + FCC(\text{学習前})$$

この式では、4～5回程度の充放電サイクルをまわすことで最適なFCC値に収束するが、メモリ容量が大きい場合は、放電カーブを記憶しておき、一回の放電サイクルで記憶していた放電カーブを用いて4～5回程度の反復計算を行うことで、1回のサイクルで収

10

20

30

40

50

束させることもできる。

【産業上の利用可能性】

【0037】

本発明は電池が劣化しても残容量を正確に算出できることから、電池を繰り返し放電して劣化する状態においても、残容量を正確に表示して便利に使用できる。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】放電電流に対する放電効率を示すグラフである。

【図2】電池が劣化するにしたがって電圧特性が変化する状態を示すグラフである。

【図3】本発明の一実施例にかかる電池の残容量の算出方法に使用するバック電池のブロック図である。

10

【図4】電池温度に対する放電電流と放電効率の関係を示すグラフである。

【図5】第1の劣化度と放電電流の補正係数の関係を示すグラフである。

【図6】第2の劣化度と設定電圧の補正係数の関係を示すグラフである。

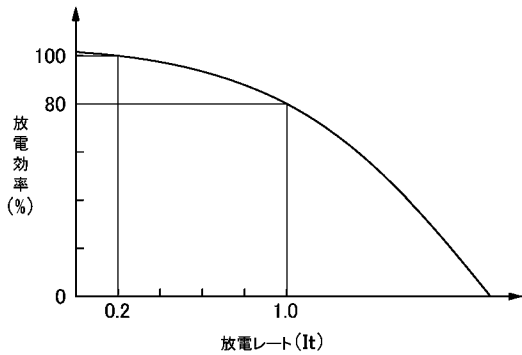
【符号の説明】

【0039】

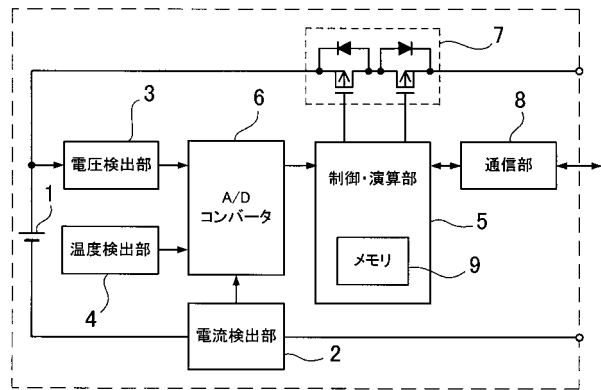
- 1 ... 電池
- 2 ... 電流検出部
- 3 ... 電圧検出部
- 4 ... 温度検出部
- 5 ... 制御・演算部
- 6 ... A / D コンバータ
- 7 ... 充放電スイッチ
- 8 ... 通信部
- 9 ... メモリ

20

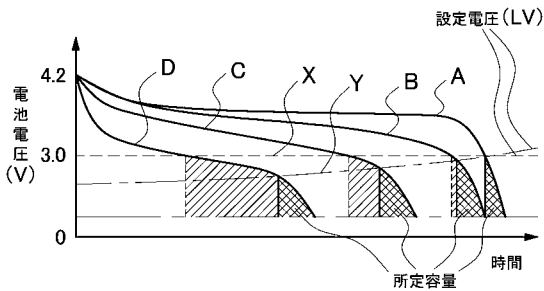
【図1】



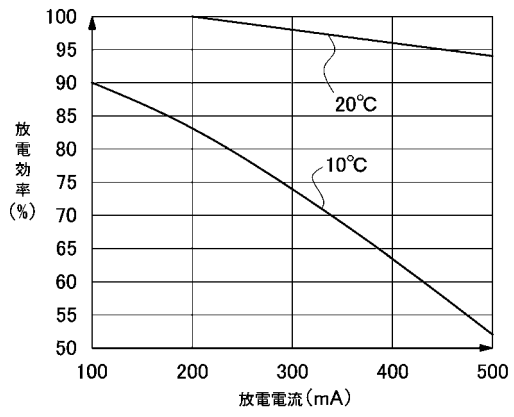
【図3】



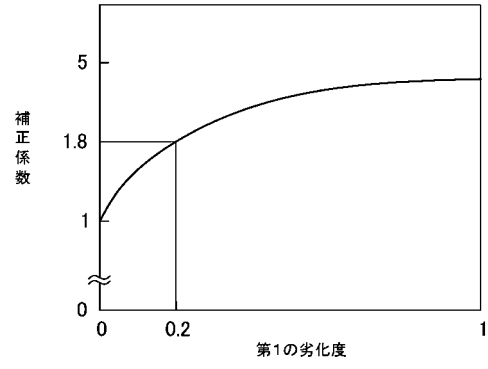
【図2】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

