

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5504126号
(P5504126)

(45) 発行日 平成26年5月28日 (2014. 5. 28)

(24) 登録日 平成26年3月20日 (2014. 3. 20)

(51) Int. Cl.

F I

H O 2 J 7/10 (2006. 01)

H O 2 J 7/10

B

G O 1 R 31/36 (2006. 01)

G O 1 R 31/36

A

H O 1 M 10/44 (2006. 01)

H O 1 M 10/44

Z

H O 1 M 10/48 (2006. 01)

H O 1 M 10/48

P

H O 1 M 2/10 (2006. 01)

H O 1 M 2/10

S

請求項の数 2 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-229978 (P2010-229978)
 (22) 出願日 平成22年10月12日 (2010. 10. 12)
 (65) 公開番号 特開2012-85452 (P2012-85452A)
 (43) 公開日 平成24年4月26日 (2012. 4. 26)
 審査請求日 平成23年11月23日 (2011. 11. 23)

前置審査

(73) 特許権者 000005326
 本田技研工業株式会社
 東京都港区南青山二丁目1番1号
 (74) 代理人 100127801
 弁理士 本山 慎也
 (74) 代理人 100119552
 弁理士 橋本 公秀
 (72) 発明者 河淵 祐二
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
 社本田技術研究所内
 (72) 発明者 丸野 直樹
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
 社本田技術研究所内

審査官 坂東 博司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リチウムイオン電池の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電動機との間で電力を授受可能に構成され、正極と負極を有するリチウムイオン電池の制御装置であって、

前記リチウムイオン電池の内部抵抗を検出することで劣化状態を推定し、劣化ありと判定したときは、電解液の移動度の低くなる温度である摂氏0 以下において、正負極間電圧の上限電圧を負極でLiが電析しない電位範囲内で、新品時の上限電圧よりも高くすることを特徴とするリチウムイオン電池の制御装置。

【請求項2】

電動機と、

前記電動機との間で電力を授受可能に構成され、正極と負極を有するリチウムイオン電池と、

前記リチウムイオン電池の内部抵抗を検出することで劣化状態を推定する劣化検出装置と、を備えた電気自動車であって、

前記リチウムイオン電池の内部抵抗を検出することで劣化状態を推定し、劣化ありと判定したときは、電解液の移動度の低くなる温度であり摂氏0 以下において、正負極間電圧の上限電圧を負極でLiが電析しない電位範囲内で、新品時の上限電圧よりも高くすることを特徴とする電気自動車。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、リチウムイオン電池の制御装置に係り、特に、リチウムイオン電池の劣化による容量及び出力低下を抑制可能なリチウムイオン電池の制御装置に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

EV (Electric Vehicle : 電気自動車) や HEV (Hybrid Electrical Vehicle : ハイブリッド電気自動車) 等の車両には、モータ等に電力を供給する蓄電器が搭載される。蓄電器には、複数の蓄電池が設けられている。

【 0 0 0 3 】

EV や HEV に搭載される蓄電池は、所定の出力が求められているが、一般に蓄電池は、中長期間放置されると電極の表面が酸化皮膜で覆われて出力特性が低下する。このように蓄電池による出力が低下すると、電池が劣化していると判断され、蓄電池による出力を下げるように制御されることが一般的である。これは、蓄電池が劣化しているにもかかわらず、蓄電池劣化前の出力を要求した場合には、蓄電池は過負荷状態となり、蓄電池の寿命劣化が加速されてしまうためである。

10

【 0 0 0 4 】

蓄電池の劣化を解消するためには、蓄電池に対して所定の放電処理、いわゆるリフレッシュ処理を行うことで、蓄電池の活性化を行うことが必要となるが、ハイブリッド車両や電気車両に搭載された状態で蓄電池の活性化を行うことを想定していない。

【 0 0 0 5 】

20

また、特許文献 1 には、鉛蓄電池の劣化時に SOC の使用域を上昇させることが開示されている。

【 0 0 0 6 】

一方で、近年、蓄電池としてリチウムイオン電池が注目されている。リチウムイオン電池は、軽量で高エネルギー密度が得られるため、車両搭載用高出力電源として好ましく用いられるものと期待されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 1 - 3 3 9 8 6 4 号公報

30

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

しかしながら、リチウムイオン電池は、電析により容量劣化が生じることが知られているため、予め設定された上限電圧の範囲内で充電を行なうよう制御している。ここで、電析とは、リチウムイオンが電氣的に還元されることにより電極表面にリチウム金属となって析出することを言う。従って電池が劣化してくると、新品時に比べて充電量や回生出力が減少してしまい、走行距離が短くなるという問題が生じる。

【 0 0 0 9 】

特許文献 1 は、鉛蓄電池を対象とするものであり、さらに SOC 使用域を具体的にどのように上げるのか不明である。

40

【 0 0 1 0 】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、リチウム電析による容量劣化を防止するため予め上限電圧を設定した場合でも、SOC の使用領域の減少を抑制可能なリチウムイオン電池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 1 】

上記目的を達成するために、請求項 1 に係る発明は、

電動機（例えば、後述の実施形態のモータ・ジェネレータ 2）との間で電力を授受可能に構成され、正極と負極を有するリチウムイオン電池（例えば、後述の実施形態のバッテ

50

リ２３）の制御装置（例えば、後述の実施形態のモータＥＣＵ２６、バッテリーＥＣＵ３０）であって、

前記リチウムイオン電池の内部抵抗を検出することで劣化状態を推定し、劣化ありと判定したときは、電解液の移動度の低くなる温度である摂氏０以下において、正負極間電圧の上限電圧を負極でＬｉが電析しない電位範囲内で、新品時の上限電圧よりも高くすることを特徴とする。

【００１９】

請求項２に係る発明は、
電動機と、

前記電動機との間で電力を授受可能に構成され、正極と負極を有するリチウムイオン電池と、

前記リチウムイオン電池の内部抵抗を検出することで劣化状態を推定する劣化検出装置と、を備えた電気自動車であって、

前記リチウムイオン電池の内部抵抗を検出することで劣化状態を推定し、劣化ありと判定したときは、電解液の移動度の低くなる温度であり摂氏０以下において、正負極間電圧の上限電圧を負極でＬｉが電析しない電位範囲内で、新品時の上限電圧よりも高くすることを特徴とする。

【発明の効果】

【００２０】

請求項１及び２の発明によれば、一般的にリチウムイオン電池は劣化によって負極電位の容量が下がってしまい、下がった容量のままで使用するとＳＯＣの使用領域が減少してしまうが、上限電圧を高くすることでＳＯＣの使用領域を確保することができる。

また、電解液の活性が悪い摂氏０以下ではリチウム電析が多く、ＳＯＣの使用領域が少なくなるので効果的となる。

さらに、電池の劣化が進むと内部抵抗が上昇するので、これを検出することで容易にリチウムイオン電池の容量劣化を判断することができる。

【図面の簡単な説明】

【００２１】

【図１】本発明の一実施形態のリチウムイオン電池の制御装置によって制御される電源システムの構成を説明する概略ブロック図である。

【図２】定電流充電時の電池電圧と電池容量の関係を示すグラフである。

【図３】定電流充電時の正極・負極の電位と電池容量の関係を示すグラフである。

【図４】新品および劣化時の回生出力を算出するグラフである。

【図５】制御フローを示すフロー図である。

【図６】Ｌｉ電析電圧の温度依存性について示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【００２２】

以下、本発明の電動車両の駆動装置の実施形態について図面を参照しながら説明する。なお、図面は符号の向きに見るものとする。

【００２３】

図１は、本発明の一実施形態のリチウムイオン二次電池（以下、リチウムイオン電池と呼ぶ。）の制御装置によって制御される電源システムの構成を説明する概略ブロック図である。このリチウムイオン電池の制御装置は、特に電気自動車やハイブリッド自動車等の車両用として用いられる。

【００３０】

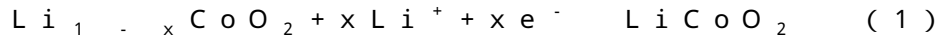
図１を参照して、電源システム５では、負荷としてのモータ・ジェネレータ２がその電源としてのバッテリー２３にパワードライブ回路（以下、ＰＤＵと呼ぶ）２４を介して接続され、ＰＤＵ２４を介してバッテリー２３との間で電力（モータＭの力行動作時の供給電力や回生動作時の回生電力）を授受可能とされている。

【００３１】

バッテリー２３は、リチウムイオン電池で構成される。

ここで、リチウムイオン電池のモデルについて正極をコバルト酸リチウムとしたリチウムイオン電池を例にすると、基本的充放電反応は、以下の通りである。

正極反応：



負極反応：



電池全体反応：



【００３２】

このバッテリー２３では、放電時には、負極での電極反応により、リチウム原子Liが、電子e⁻の放出によりリチウムイオンLi⁺となってセパレータ中の電解液に放出される。一方、正極の電極反応では、電解液中のリチウムイオンがLi⁺が取込まれて電子e⁻を吸収する。これにより、正極の内部にリチウム原子Liが取込まれる。反対に、充電時には、負極での電極反応により、電界液中のリチウムイオンLi⁺が取込まれ、正極での電極反応では、電界液へリチウムイオンLi⁺が放出される。

【００３３】

モータ・ジェネレータ２には、モータ・ジェネレータ２の動作状態を検出するために、モータ・ジェネレータ２の回転速度NMを検出する回転速度センサ等のセンサが備えられ、また、モータ・ジェネレータ２の動作制御を行うためにCPU等を含む電子回路により構成されたモータコントローラ（以下、モータECUという）２６が備えられている。このモータECU２６には、回転速度センサからの出力信号等が入力される。そして、モータECU２６は、回転速度センサからの出力信号（入力データ）や予め定められた処理等に基づいて、要求された動作に対しモータ・ジェネレータ２の発電、駆動を、PDU２４を介して制御する。

【００３４】

また、バッテリー２３には、バッテリー２３の端子間の電圧Vおよび電流A（以下、それぞれバッテリー電圧V、バッテリー電流Aと呼ぶ）をそれぞれ検出する電圧センサ２７、電流センサ２８と、バッテリー２３の温度T（以下、バッテリー温度Tと呼ぶ）を検出する温度センサ２９とが備えられるとともに、バッテリー２３の状態を監視するためにCPU等を含む電子回路により構成されたバッテリーコントローラ（以下、バッテリーECUという）３０と、バッテリー２３の劣化量を検出する劣化検出器３３とが備えられている。このバッテリーECU３０と劣化検出器３３には、電圧センサ２７、電流センサ２８、温度センサ２９の出力信号等が入力される。そして、バッテリーECU３０は、各センサからの出力信号（入力データ）や劣化量から予め定められた処理に基づいてバッテリー２３の残容量（SOC：State of charge）の算出やバッテリー２３の寿命等に係る劣化判定処理等を行う。

【００３５】

モータECU２６とバッテリーECU３０はバスを介して相互に接続されており、それぞれが各センサ２７～２９から取得した各検出データや、制御処理に際して生成したデータを相互に授受可能とされている。このモータECU２６とバッテリーECU３０により本発明の制御装置を構成している。

【００３６】

劣化検出器３３は、バッテリー２３の内部抵抗値を算出し、この内部抵抗値から、さらにバッテリー２３の寿命を算出し、劣化の程度、即ち劣化量Dを判定する。バッテリー２３の劣化が進むと、図２に示すように、電池電圧における容量が低下する。従って、同じ上限電圧の範囲内で充電を行なうと、新品時に比べて充電容量の低下が生じる。

【００３７】

ここで、バッテリーECU３０は、劣化検出器３３から出力される劣化量Dから劣化状態を判断し、劣化量Dが所定値を超えた場合には、上限電圧を上げることにより充電（回生

10

20

30

40

50

）電圧の使用域をあげるように制御している。そして、モータ ECU 26 に充電（回生）出力制限値を指令値として出力する。

【0038】

なお、従来はリチウムイオン電池は、負極において Li が電析しない電位範囲で使用する必要があるため、負極で Li が電析しない電位範囲となる正・負極間電圧に上限電圧を制限してきたが、本発明者の鋭意検討の結果、図 3 に示すように、負極で Li が電析しない電位範囲における正極電位は劣化時には、上昇することが判った。従って、バッテリー 23 の劣化時には、使用可能な正・負極間電圧を広くとることができるようになった。図 2 を参照して、このように充電（回生）時に、新品時と同じ上限電圧（新品時上限電圧）であれば容量 A しか使用することができなかったが、劣化後上限電圧まで上限電圧を上げることで、容量 B まで使用可能域を増やすことができ、SOC の使用可能域を増やすことで燃費の向上を図ることができる。

10

【0039】

また、電池の最大回生出力は、所定の電圧において電流値の水準を変えて定電流充放電を行い、その近似直線を求めて、その傾きを内部抵抗（ R ）、Y 切片を起開回路電圧（ E_0 ）とすると、 $V = E_0 - I \times R$ となる。この結果より求めた E_0 と R を用いて上限電圧までの出力値を算出し最大出力（ W ）を、 $W = \text{上限電圧} \times (E_0 - \text{上限電圧}) / R$ 、とする。図 4 を参照して、上限電圧を固定した場合、新品時は $W_0 \{ W_0 = V_0 \times (E_0 - V_0) / R_0 \}$ の出力が劣化後は $W_1 \{ W_1 = V_0 \times (E_0 - V_0) / R_1 \}$ にまで低下するが、上限電圧を劣化に応じて上げることにより $W_2 \{ W_2 = V_1 \times (E_0 - V_1) / R_1 \}$ にまで改善されることがわかる。したがって、バッテリー性能寿命が延び、車両総走行距離が長くなる。

20

【0040】

図 5 は、制御装置の制御フローを示すフロー図である。

まず、バッテリー ECU 30 は、劣化量 D が所定値を超えたか否かにより劣化の有無を検出する。そして、劣化量 D が所定値以下であれば劣化無しと判定して再度劣化有無を検出する。また、劣化量 D が所定値を超えて劣化有りと判定した場合、バッテリー 23 の上限電圧を上げるようにモータ ECU 26 に出力指令を与える。

【0041】

また、リチウム電析は、電池、より具体的には電解液の温度によって影響される。図 6 は、Li 電析電圧の温度依存性について示すグラフである。

30

図 6 に示すように、リチウムイオン電池では、電解液の移動度が低くなる 0 度より低い温度域において急激に Li 電析電圧が低下している。そのため、電池温度が 0 度以下であれば、上限電圧を上げるように制御し、上限電圧を上げることで SOC の使用可能域を増やすことができる。なお、0 度は一例であり、電解液の種類等に応じて上限電圧を上げる温度は適宜選択することができる。

【0042】

また、このとき、Li 電析電圧の温度依存性を考慮し、その温度での開回路電圧と Li 電析電圧を比較し、開回路電圧が Li 電析電圧以上の場合にのみ、上限電圧を上げることで、SOC の使用可能域を増やしてもよい。

40

【0043】

例えば開回路電圧が V_3 であれば、常に開回路電圧が Li 電析電圧より高いので、上限電圧を上げるように制御し、開回路電圧が V_4 であれば、開回路電圧が Li 電析電圧より高い 0 度以下では、上限電圧を上げるように制御し、開回路電圧が Li 電析電圧より高い 0 度より高い温度では、これまでの上限電圧を維持する。

【0044】

以上、説明したように、本実施形態によれば、リチウムイオン電池の容量劣化に応じて上限電圧を高くすることにより、SOC の使用領域を確保することができる。即ち、負極でリチウムが電析しない電位範囲における正極電位は、劣化時には上昇することが見出され、下がった容量のまま使用すると SOC の使用領域が減少してしまうが、上限電圧を

50

高くすることでSOCの使用領域を確保することができる。

【0045】

また、本実施形態によれば、電解液の移動度の低くなる温度、例えば摂氏0以下で劣化状態を推定し、上限電圧を高くすることにより、電解液の活性が悪い摂氏0以下であってもSOCの使用領域が減少するのを抑制できる。

【0046】

また、本実施形態によれば、リチウム電析電圧が開回路電圧以下のとき、上限電圧を高くすることにより、放充電中による劣化が生じててもSOCの使用領域が減少するのを抑制できる。また、リチウム電析電圧が開回路電圧より高いときには、上限電圧を高くする必要はなく、電池自体の上限に達したら補正を止めることで、劣化を抑制することができる

10

【0047】

また、本実施形態によれば、リチウムイオン電池の容量劣化は、リチウムイオン電池の内部抵抗を検出することで判断することにより、容易にリチウムイオン電池の容量劣化を判断することができる。もちろん、容量劣化は任意のSOC範囲における電気容量の変化を直接検出することによっても判断できる。図2のように新品時と劣化時の上限電圧の傾きが異なるため、所定の値の間であるSOC範囲における容量も異なる。一般に新品の方が容量が多く、劣化するに従って容量が少なくなるのでこれにより劣化状態を判断できる

【0048】

20

尚、本発明は、前述した実施形態に限定されるものではなく、適宜、変形、改良、等が可能である。

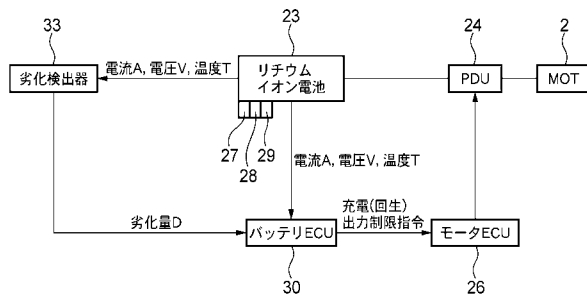
【符号の説明】

【0049】

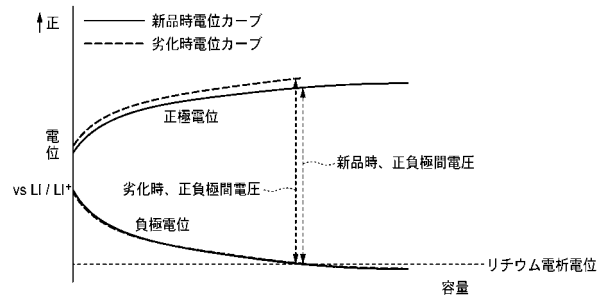
- 2 モータ・ジェネレータ（負荷）
- 23 バッテリ（リチウムイオン電池）
- 24 PDU
- 26 モータECU（制御装置）
- 27 電圧センサ
- 28 電流センサ
- 29 温度センサ
- 30 バッテリECU（制御装置）
- 33 劣化検出器

30

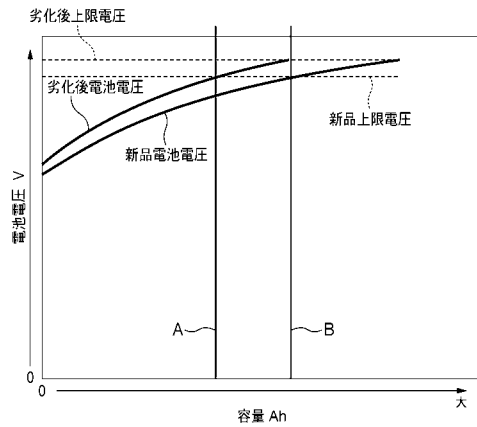
【図 1】



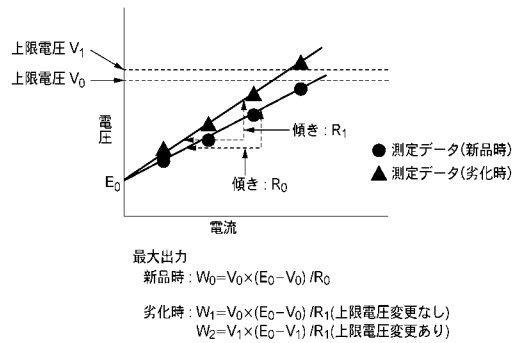
【図 3】



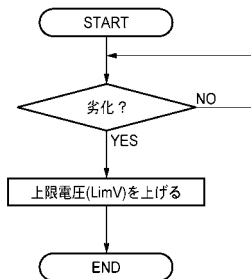
【図 2】



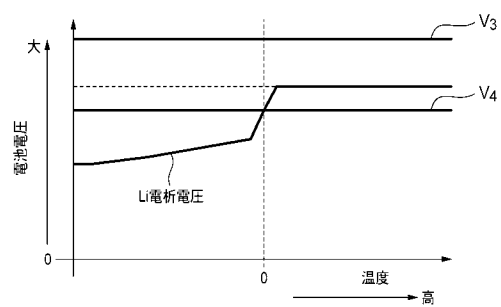
【図 4】



【図 5】



【図 6】



 フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
B 6 0 L	3/00	(2006.01)	B 6 0 L	3/00	S
H 0 2 J	7/00	(2006.01)	H 0 2 J	7/00	Y

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 2 7 0 4 9 1 (J P , A)
 特開 2 0 0 0 - 0 3 0 7 5 3 (J P , A)
 特開 2 0 0 1 - 3 3 9 8 6 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 2 J	7 / 1 0
B 6 0 L	3 / 0 0
G 0 1 R	3 1 / 3 6
H 0 1 M	2 / 1 0
H 0 1 M	1 0 / 4 4
H 0 1 M	1 0 / 4 8
H 0 2 J	7 / 0 0