

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>  
H 0 1 M 10/42  
B 6 0 L 3/00

識別記号

F I  
H 0 1 M 10/42 P  
B 6 0 L 3/00 S

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-107652

(22) 出願日 平成9年(1997)4月24日

(71) 出願人 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

(72) 発明者 佐藤 登

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 荒木 一浩

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

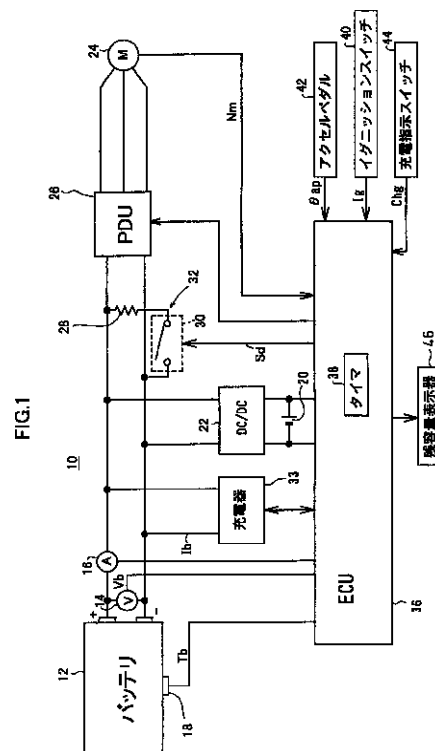
(74) 代理人 弁理士 千葉 剛宏 (外1名)

(54) 【発明の名称】 リチウム二次電池の劣化防止装置

(57) 【要約】

【課題】リチウム二次電池セルの直列接続で構成されるバッテリーの高電位放置時における不可逆的な容量劣化を防止する。

【解決手段】電流センサ16により検出されるバッテリー電流I<sub>b</sub>が微小であって、電圧センサ14により検出されるバッテリー電圧V<sub>b</sub>が、リチウム二次電池セルの定格電圧3.6Vより高い4.0V以上の電圧であったとき、スイッチ30を閉じ、抵抗器28によりバッテリー12を強制的に放電して、バッテリー電圧V<sub>b</sub>を下げる。これにより、バッテリー12の高電位状態での放置が防止され、不可逆的な容量の劣化が防止される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】リチウム二次電池と、  
このリチウム二次電池が放置されていることを検出する  
放置検出手段と、  
前記リチウム二次電池の残容量を検出する残容量検出手  
段と、  
前記放置検出手段により放置が検出されたとき、前記残  
容量検出手段により検出されている検出残容量と、前記  
リチウム二次電池に劣化が発生すると予測される値であ  
る所定残容量とを比較する残容量比較手段と、  
前記検出残容量が前記所定残容量より大きい場合には、  
前記リチウム二次電池を放電させる放電手段とを有する  
ことを特徴とするリチウム二次電池の劣化防止装置。

【請求項2】リチウム二次電池と、  
このリチウム二次電池が放置されていることを検出する  
放置検出手段と、  
前記リチウム二次電池の電圧を検出する電池電圧検出手  
段と、  
前記放置検出手段により放置が検出されたとき、前記電  
池電圧検出手段により検出されている検出電池電圧と、  
前記リチウム二次電池に劣化が発生すると予測される値  
である所定電池電圧とを比較する電池電圧比較手段と、  
前記検出電池電圧が前記所定電池電圧より大きい場合に  
は、前記リチウム二次電池を放電させる放電手段とを有  
することを特徴とするリチウム二次電池の劣化防止装  
置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、リチウム二次電  
池が満充電（高電圧）状態で長時間放置された場合に発  
生する可逆容量の劣化を防止する技術に関し、リチウム  
二次電池を動力源とする電気自動車等に適用して好適な  
リチウム二次電池の劣化防止装置に関する。

【0002】

【従来の技術】リチウム二次電池は、ニッケル水素二次  
電池等、他の二次電池と異なり、充電時または充電後の  
放置時において、端子間電圧が、定格電圧（通常、室温  
において3.6V）よりも高い高電位状態になっている  
場合には、満充電容量（可逆容量）の値が小さくなって  
しまう不可逆的劣化があることが確認されている。

【0003】この劣化は、リチウム二次電池の負極（炭  
素）の表面に炭酸リチウム（ $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ）の被膜ができ  
るためと考えられている。リチウム二次電池には、例え  
ば、コバルト酸リチウム二次電池、マンガン酸リチウム  
二次電池等、複数の種類があり、種類に応じて劣化の程  
度も異なるが、上述の不可逆的劣化は、全てのリチウム  
二次電池に共通する現象である。

【0004】リチウム二次電池を、例えば、電気自動車  
の動力源として使用しようとする場合、従来の内燃機関  
を利用するガソリン自動車等における燃料計に相当する

残容量計がダッシュボード上に配置される。

【0005】この残容量計は、リチウム二次電池の残容  
量が空の状態から満充電状態まで、例えば、液晶表示装  
置を利用した棒グラフ的表示により残容量を表すように  
構成されている。

【0006】電気自動車において、残容量計は、正確で  
あることが求められている。そこで、この出願の発明者  
は、リチウム二次電池の残容量を正確に求めるため、リ  
チウム二次電池が高電圧で放置された状態を検出したと  
き、高電圧劣化量を計算して残容量を修正する（満充電  
容量を下方に修正する）技術を提案している（特願平8  
-302171号明細書）。

【0007】この技術によれば、リチウム二次電池の高  
電位下における不可逆劣化量による電池の容量減を精度  
よく計算することが可能となり、電池の残容量を正確に  
検出することができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記技  
術では、残容量が正確に検出でき満充電容量の修正を行  
うことはできるが、リチウム二次電池の高電位劣化の発  
生自体を防止することはできなかった。

【0009】この発明はこのような課題を考慮してなさ  
れたものであり、リチウム二次電池の高電位劣化の発生  
を防止することを可能とするリチウム二次電池の劣化防  
止装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】この発明は、リチウム二  
次電池と、このリチウム二次電池が放置されていること  
を検出する放置検出手段と、前記リチウム二次電池の残  
容量を検出する残容量検出手段と、前記放置検出手段に  
より放置が検出されたとき、前記残容量検出手段により  
検出されている検出残容量と、前記リチウム二次電池に  
劣化が発生すると予測される値である所定残容量とを比  
較する残容量比較手段と、前記検出残容量が前記所定残  
容量より大きい場合には、前記リチウム二次電池を放電  
させる放電手段とを有することを特徴とする。

【0011】この発明によれば、放置検出手段によりリ  
チウム二次電池の放置が検出されたとき、残容量比較手  
段により、残容量検出手段で検出されている検出残容量  
と、リチウム二次電池に劣化が発生すると予測される値  
である所定残容量とを比較し、検出残容量が所定残容量  
より大きい場合には、放電手段によりリチウム二次電池  
を強制的に放電させるようにしている。このため、リチ  
ウム二次電池を高電位劣化が生じない残容量まで低下さ  
せることができる。

【0012】また、この発明は、リチウム二次電池と、  
このリチウム二次電池が放置されていることを検出する  
放置検出手段と、前記リチウム二次電池の電圧を検出す  
る電池電圧検出手段と、前記放置検出手段により放置が  
検出されたとき、前記電池電圧検出手段により検出され

ている検出電池電圧と、前記リチウム二次電池に劣化が発生すると予測される値である所定電池電圧とを比較する電池電圧比較手段と、前記検出電池電圧が前記所定電池電圧より大きい場合には、前記リチウム二次電池を放電させる放電手段とを有することを特徴とする。

【0013】この発明によれば、放置検出手段によりリチウム二次電池の放置が検出されたとき、電池電圧比較手段により、電池電圧検出手段で検出されている検出電池電圧と、リチウム二次電池に劣化が発生すると予測される値である所定電池電圧とを比較し、検出電池電圧が所定電池電圧より大きい場合には、放電手段によりリチウム二次電池を強制的に放電させるようにしている。このため、リチウム二次電池を高電位劣化が生じない電圧まで低下させることができる。

【0014】前記の放置検出手段は、リチウム二次電池からの充放電電流が所定値よりも小さい電流であったときに、リチウム二次電池が放置されていると検出することができる。

【0015】また、リチウム二次電池の劣化防止装置が、非走行位置と走行位置を切り換えて選択する走行選択手段が付いている電気自動車に搭載されて利用に供されるとき、前記放置検出手段は、前記走行選択手段の切換位置が、非走行位置にあるときに、前記リチウム二次電池が放置されていると検出することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、この発明の一実施の形態について図面を参照して説明する。

【0017】図1は、この発明の一実施の形態が適用された電気自動車10の構成を示している。

【0018】図1例の電気自動車10には、リチウム二次電池セルを80個直列接続して、正負端子間電圧を288(80×3.6)Vにした高電圧のバッテリー12が搭載されている。バッテリー12には、バッテリー電圧Vbを検出する電圧センサ(電圧検出手段)14、バッテリー電流Ibを検出する電流センサ(電流検出手段)16およびバッテリー温度Tbを検出する温度センサ(温度検出手段)18が取り付けられている。

【0019】バッテリー12の正負端子間には、電源電圧が+12Vの補助バッテリー20を充電するためのDC/DCコンバータ22と、負荷である走行モータ24をPWM(パルス幅変調)制御により駆動するモータ駆動ユニット(Power Drive Unit:以下、PDUという。)26と、抵抗器28とスイッチ30とからなる放電回路(放電手段)32と、充電時に図示していないAC電源に接続される充電器33とが接続されている。

【0020】また、電気自動車10には、制御、判断、処理、計算、計時(タイマ38)等の各手段として動作するECU(Electric Control Unit)36が搭載されている。ECU36は、CPU(中央処理装置)と、システムプログラムやバッテリー高電位劣化防止アプリケー

ションプログラムおよびバックアップテーブル等が記憶されるROM(記憶手段)と、ワーク用等として使用されるRAM(記憶手段)と、計時用のタイマ(計時手段)38と、A/D変換器、D/A変換器等の入出力インタフェース等が含まれるマイクロコンピュータにより構成される。RAMの記憶内容は、ECU36の電源として供給される補助バッテリー20によりバックアップされている。

【0021】ECU36には、電圧センサ14からのバッテリー電圧Vb(V)、電流センサ16からのバッテリー電流Ib(A)、温度センサ18からのバッテリー温度Tb( )が供給され、さらに、イグニッションスイッチ(走行選択手段)40からのオンオフ信号であるイグニッション信号Ig、アクセルペダル42からのアクセル開度ap(°)、充電指示スイッチ44からのオンオフ信号である充電指示信号Chgおよび走行モータ24に取り付けられているエンコーダからの回転数Nm(rpm)が供給される。

【0022】ECU36は、供給される信号等に基づきPDU26を制御して走行モータ24の出力トルクを決定し、また、放電回路32を構成するスイッチ30の開閉制御信号Sdのレベルを決定し、さらに、残容量表示器46上に表示する残容量を決定し、さらにまた、充電器33の動作を制御する。

【0023】次に、ECU36によるバッテリー劣化防止制御について、図2に示すフローチャートを参照しながら説明する。

【0024】まず、イグニッションスイッチ40のオンオフ状態をイグニッション信号Igのレベルにより判断する(ステップS1)。イグニッション信号IgがIg=0でないときには、電気自動車10は、走行状態あるいは走行可能状態にあり、バッテリー12から見れば放電状態となっている。

【0025】この放電状態においては、放電電流がバッテリー電流Ibとして検出され(ステップS2)、次の(1)式に示す残容量算出処理が行われる(ステップS3)。

【0026】

$$\text{残容量} = \text{残容量} - \text{放電容量} \quad (1)$$

この(1)式は、「」の左辺の残容量が、RAMに記憶されている「」の右辺に示す前回の残容量から、放電容量(バッテリー電流Ib×所定放電時間)を差し引いたものとして計算され、その計算結果により、RAMに記憶されている残容量が更新されることを意味している。なお、以下の説明において「」を使用した式の意味は、全て同様な意味を有する。

【0027】(1)式により算出された残容量により残容量表示器46上の残容量表示が更新される(ステップS4)。なお、ステップS4の処理後には、ステップS1にもどる。



もちろん、(3)式中、強制放電電流は電流センサ16により検出され、放電時間はタイマ38により検出される。この後、ステップS4の処理が行われて、ステップS1に戻る。

【0045】上述した動作について、図4に示すタイミングチャートにより総括的に説明する。

【0046】すなわち、時点 $t_0$ ～時点 $t_1$ の期間は、走行期間であり、バッテリー電圧 $V_b$ が徐々に減少し、上述の(1)式により残容量の減算処理が行われる。時点 $t_1$ ～時点 $t_2$ の期間は充電期間であり、上述の(2)式により残容量の積算処理が行われる。この期間 $t_1$ ～ $t_2$ の間で、バッテリー電圧 $V_b$ が、劣化開始発生電圧である閾値電圧 $V_{th}$ を超えるが、實際上、充電期間においては劣化は発生しないので、強制放電処理は行われない。時点 $t_2$ で満充電状態とされ、その後の放置状態(満充電放置状態)において、強制放電処理が開始され、上述の(3)式により残容量の減算処理が行われる。なお、満充電放置時において、強制放電処理は、バッテリー電圧 $V_b$ が閾値電圧 $V_{th}$ 以下になるまで継続される。

【0047】時点 $t_3$ において、再び走行状態にされ、その走行期間 $t_3$ ～ $t_4$ の間では、(1)式による残容量の減算処理が行われる。時点 $t_4$ で充電状態とされ、時点 $t_5$ まで充電が遂行されて、時点 $t_5$ で放置状態とされたときには、放置期間 $t_5$ ～ $t_6$ の間では、バッテリー電圧 $V_b$ が閾値電圧 $V_{th}$ を超えていないので、強制放電処理は行われない。

【0048】このように上述の実施の形態によれば、高電位放置状態において、不可逆的な劣化の発生するリチウム二次電池セルから構成されるバッテリー12に対して、高電位放置状態を検出したときに、図4のタイミングチャート中、期間 $t_2$ ～ $t_3$ 間の残容量の特性のゆるやかな下降傾斜からも理解できるように、実際の走行状態(たとえば、期間 $t_0$ ～ $t_1$ )における放電電流に比較して微弱な電流により強制的に放電するようにしている。これにより、満充電容量(可逆容量)の劣化が防止される。また、強制放電中にも残容量の算出処理(残容量の補正処理)を行っているので、残容量表示器46に表示される表示残容量値を、常に、正確な値に保持することができる。

【0049】なお、上述の実施の形態において、バッテリー劣化防止ルーチンの最初の処理であるステップS21の高電位状態判断処理は、バッテリー電圧 $V_b$ が所定電池電圧である閾値電圧 $V_{th}$ より大きい値であるかどうかにより判断しているが、バッテリー電圧 $V_b$ により判断するのではなく、バッテリー電圧 $V_b$ の高電位と強い相関関係のあるバッテリー残容量で判断してもよい。すなわち、そのステップS21の判断処理を、バッテリー残容量が、

例えば、満充電容量の80%(所定残容量)以上であるとき、そのステップS21の判断が成立するという処理に代えても、上述した効果が達成される。

【0050】さらに、ステップS1のイグニッションスイッチ40による放置判定に代えて、バッテリー電流(バッテリーの放電電流または充電電流) $I_b$ が所定電流値 $I_s$ よりも小さい微小電流値であるときには( $I_b < I_s$ )、放置されていると判定するようにしてもよい(ステップS1: YES)。

10 【0051】さらにまた、上述の実施の形態において、ステップS24の強制放電処理では、単に抵抗器28に電流を流して熱を発生させるようにするのではなく、抵抗器28に代替して、電気量蓄積媒体を接続するようにしてもよい。電気量蓄積媒体としては、例えば、キャパシタ(静電容量)、充電量の低いリチウム二次電池、鉛

20 バッテリー等を用いることができる。  
【0052】なお、この発明は、上述の実施の形態に限らず、この発明の要旨を逸脱することなく、例えば、リチウム二次電池セル1個のバッテリーにも適用することが可能である等、種々の構成を採り得ることはもちろんである。

【0053】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、高電圧劣化が発生する可能性があるときに、リチウム二次電池を強制放電するという簡単な構成で、リチウム二次電池が高電圧劣化を発生する満充電状態あるいはこれに近い状態で放置されることがなくなり、リチウム二次電池における高電位劣化を未然に防止することができるという効果が達成される。

30 【0054】また、結果として、リチウム二次電池の寿命をのばすことができるという派生的な効果も達成される。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施の形態が適用された電気自動車の構成を示す回路ブロック図である。

【図2】図1例の動作説明に供されるフローチャートである。

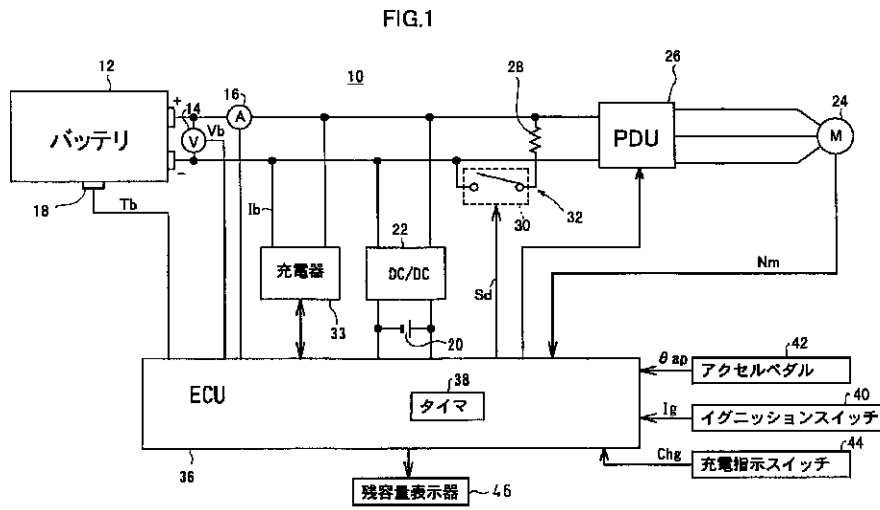
【図3】強制放電速度テーブルを示す図である。

40 【図4】この発明の一実施の形態の動作説明に供されるタイミングチャートである。

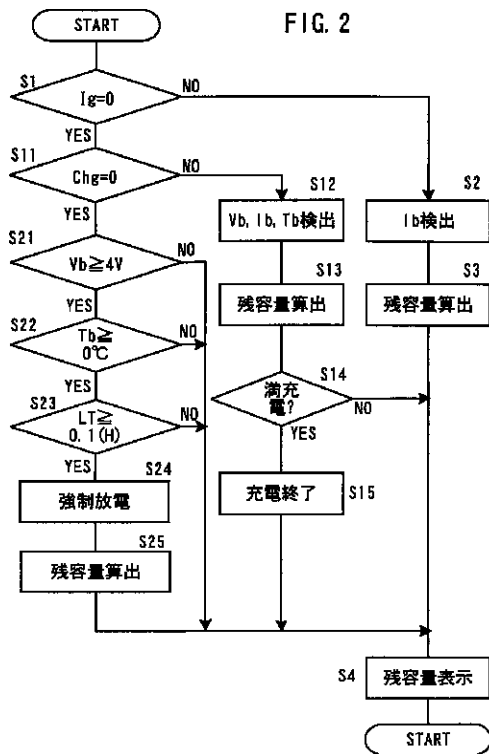
【符号の説明】

10	電気自動車	12	バッテリー
14	電圧センサ	16	電流センサ
18	温度センサ	32	放電回路
36	ECU	50	強制放電速度テーブル

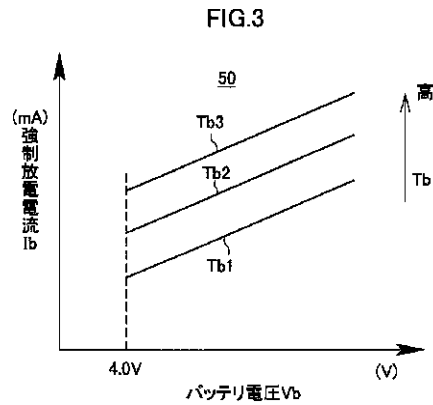
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

