

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5146502号
(P5146502)

(45) 発行日 平成25年2月20日 (2013. 2. 20)

(24) 登録日 平成24年12月7日 (2012. 12. 7)

(51) Int. Cl.

F I

H O 2 J 7/00 (2006. 01)

H O 2 J 7/00 Z H V B

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

H O 1 M 10/44 P

B 6 0 L 11/18 (2006. 01)

H O 1 M 10/44 1 O 1

B 6 0 L 3/00 (2006. 01)

B 6 0 L 11/18 A

B 6 0 K 6/445 (2007. 10)

B 6 0 L 3/00 S

請求項の数 6 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-197685 (P2010-197685)
 (22) 出願日 平成22年9月3日 (2010. 9. 3)
 (65) 公開番号 特開2011-125210 (P2011-125210A)
 (43) 公開日 平成23年6月23日 (2011. 6. 23)
 審査請求日 平成22年10月22日 (2010. 10. 22)
 (31) 優先権主張番号 特願2009-258714 (P2009-258714)
 (32) 優先日 平成21年11月12日 (2009. 11. 12)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 110001210
 特許業務法人 Y K I 国際特許事務所
 (72) 発明者 南浦 啓一
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 赤穂 嘉紀

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 二次電池の充放電制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

二次電池の充放電制御を行う充放電制御装置であって、
 予め規定された許容電力値に基づいて充電電力及び放電電力の少なくとも一方をフィードフォワード制御するフィードフォワード制御手段と、

センサにより取得される電圧値及び電流値の少なくとも一方が限度値を超えないように充電電力及び放電電力の少なくとも一方をフィードバック制御するフィードバック制御手段と、

前記許容電力値が所定値を超えるとときには前記フィードフォワード制御と前記フィードバック制御とを併用し、前記許容電力値が前記所定値以下であるときには前記フィードバック制御のみを用いて、充放電制御を行うように制御方式を変更する制御方式変更手段と

を備える、二次電池の充放電制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の二次電池の充放電制御装置において、
 前記フィードフォワード制御手段は、電池温度及び充電率の少なくとも一方に対する許容電力値を規定するマップに基づいて充電電力及び放電電力の少なくとも一方を制限し、
 前記制御方式変更手段は、電池温度が予め定めた所定温度以下であるときに、制御方式の変更を行なうことを特徴とする二次電池の充放電制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の二次電池の充放電制御装置において、
前記制御方式変更手段は充電時に制御方式の変更を行なうと共に、
前記フィードバック制御手段は、
上限電圧値に基づいて充電電圧を制限する充電電圧制限手段と、
上限電流値に基づいて充電電流を制限する充電電流制限手段と、
を有することを特徴とする二次電池の充放電制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 に記載の二次電池の充放電制御装置において、
前記制御方式変更手段は放電時に制御方式の変更を行なうと共に、
前記フィードバック制御手段は、
下限電圧値に基づいて放電電圧を制限する放電電圧制限手段と、
下限電流値に基づいて放電電流を制限する放電電流制限手段と、
を有することを特徴とする二次電池の充放電制御装置。

10

【請求項 5】

請求項 3 に記載の二次電池の充放電制御装置において、
前記充電電流制限手段は、上限電流値として充電電流の積算値に対応する上限値を用い
て、充電電流を制限することを特徴とする二次電池の充放電制御装置。

【請求項 6】

請求項 4 に記載の二次電池の充放電制御装置において、
前記放電電流制限手段は、下限電流値として放電電流の積算値に対応する下限値を用い
て、放電電流を制限することを特徴とする二次電池の充放電制御装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、二次電池の充放電制御装置に関し、特に、フィードフォワード制御とフィードバック制御とを併用して充放電制御を行なう二次電池の充放電制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

二次電池は、充電率 (State of Charge ; SOC) が適正な状態から
外れ過充電状態や過放電状態になると、性能劣化等を引き起こすおそれがあるので、適正な SOC を維持するために充放電制御が行なわれる。また、リチウムイオン電池のように、リチウム金属の析出等を防止するため、厳密な充電電流や充電電圧の制限制御が要求される二次電池もある。また、いずれの二次電池も、例えば、低温環境下においては、性能保護等の観点から充放電の許容電力が大幅に制限されるため、電池温度に応じて充放電電力を適切に制御する必要がある。

30

【0003】

二次電池の充放電制御方式としては、フィードフォワード制御とフィードバック制御とを併用する制御方式が挙げられる。フィードフォワード制御は、例えば、目標値として電池温度に応じた許容電力値を設定し、その目標値を実現する制御信号を一方的に与える制御方式である。一方、フィードバック制御は、例えば、充電電圧等の制御パラメータを検出して、その制御パラメータの目標値と検出値との偏差を小さくするように制御信号を与える制御方式である。一般的に、フィードフォワード制御によれば、安定した充電電圧等を維持することが可能であるが、充放電圧等に外的な作用 (外乱) が加わる場合には、十分な制御が行なえない。故に、フィードバック制御を併用して、例えば、充電電圧が上限電圧値 (目標値) を超えないように管理する。即ち、フィードバック制御は、結果を見ながら制御するため制御パラメータの変動幅が大きくなるが、外乱が生じた場合でも、その外乱が検出値に現れるとフィードバックされて目標値を管理することができる。

40

【0004】

本発明に関連する技術として、低温環境下における高効率な充放電を目的とした制御装

50

置が幾つか提案されている。例えば、特許文献 1 には、検出された電池温度及び充電電圧から算出する充電可能な放電深度と、予め記憶された電池温度、放電深度、及び充電電圧をパラメータとする関数とを比較し、いかなる環境下にあっても最適な充電電力となるように充電電力を制御する制御装置（例えば、低温環境下では充電電力を低くし、通常温度では充電電力を大きくする）が開示されている。また、特許文献 2 には、バッテリー電圧又はバッテリーの SOC の低下度合いが大きいほど、バッテリーの出力制限値を大きな値に設定して出力制限の度合いを大きくする出力制御装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開平 10 - 108380 号公報

【特許文献 2】特開 2000 - 92603 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記各特許文献に開示された制御装置は、電池温度等に応じて充放電電力を変化させることで、環境変化等に対応して効率良く充放電することを目的とするものであるが、充放電操作の制御性について考慮していない。即ち、上記のように、低温環境下におかれた二次電池は、電池の性能劣化等を防止するために充放電電力が大幅に制限されるところ、特許文献の制御装置では、大幅に制限された小さな充放電電力を精度良く制御することは容易ではない。

【0007】

特に、低温環境下におけるリチウムイオン電池の充電では、負極表面にリチウム金属が析出し易い等の問題があるため充電電力の制限が他の二次電池よりも大きくなるから、充電電力を精度良く制御することは困難である。また、エンジンの駆動により充電される車載用の二次電池では、低温環境下で充電電力が大幅に制限されると、エンジンの駆動制御が難しいため、充電操作の制御性が悪くなる。

【0008】

本発明の目的は、低温環境下において、二次電池の性能を十分に保護しながら、充放電の制御性を向上させることが可能な二次電池の充放電制御装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、二次電池の充放電制御を行う充放電制御装置であって、予め規定された許容電力値に基づいて充電電力及び放電電力の少なくとも一方をフィードフォワード制御するフィードフォワード制御手段と、センサにより取得される電圧値及び電流値の少なくとも一方が限度値を超えないように充電電力及び放電電力の少なくとも一方をフィードバック制御するフィードバック制御手段と、前記許容電力値が所定値を超えときには前記フィードフォワード制御と前記フィードバック制御とを併用し、前記許容電力値が前記所定値以下であるときには前記フィードバック制御のみを用いて、充放電制御を行うように制御方式を変更する制御方式変更手段と、を備える。ここで、フィードバック制御手段は、制御対象値の限度値を管理することが好ましい。

【0010】

上記構成によれば、許容電力値が所定値を超える条件下では、フィードフォワード制御とフィードバック制御とにより、充電電力等の制御対象値を安定して制御することができると共に、許容電力値が所定値以下に制限される条件下では、フィードフォワード制御のみを行うことによって、二次電池の性能を十分に保護しながら、制御対象値の制御性を向上させることが可能になる。即ち、本発明に係る充放電制御装置は、許容電力値が大幅に制限されてフィードフォワード制御による充電電力等の制御が難しい場合において、フィードフォワード制御を禁止し、フィードバック制御により限度値のみを管理するので、充電電力等の許容値を拡大することが可能になる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

また、フィードフォワード制御手段は、電池温度に対する許容電力値を規定するマップに基づいて充電電力及び放電電力の少なくとも一方を制限し、制御方式変更手段は、電池温度が予め定めた所定温度以下であるときに、制御方式の変更を行なうことが好ましい。

【 0 0 1 2 】

上記構成によれば、電池温度が所定温度を超える温和な環境下では、フィードフォワード制御により、充電電力等の制御対象値を安定して制御することができると共に、低温環境下では、二次電池の性能を十分に保護しながら、制御対象値の制御性を向上させることが可能になる。なお、いずれの二次電池も、電池温度が低下すると性能劣化防止の観点から充放電の許容電力が低下する傾向にあるが、上記構成によれば、電池温度に応じて充放電電力を適切に制御することができる。

10

【 0 0 1 3 】

また、制御方式変更手段は、充電時に制御方式の変更を行なうと共に、フィードバック制御手段は、上限電圧値に基づいて充電電圧を制限する充電電圧制限手段と、上限電流値に基づいて充電電流を制限する充電電流制限手段と、を有する構成とすることができる。ここで、充電電流制限手段は、上限電流値として充電電流の積算値に対応する上限値を用いて、充電電流を制限することが特に好ましい。

【 0 0 1 4 】

上記構成によれば、許容電力値が大幅に制限されフィードフォワード制御が禁止される条件下においても、充電電圧及び充電電流がその上限値を超えないように管理することができ、電池性能を十分に保護することができる。なお、リチウムイオン電池では、性能劣化を防止するため、厳密に充電電流及び充電電圧を制限する必要があるから（特に、電池温度が低温であるときには、充電電力が大きく制限される）、本構成は、制御対象である二次電池がリチウムイオン電池である場合に特に好適である。

20

【 0 0 1 5 】

また、制御方式変更手段は、放電時に制御方式の変更を行なうと共に、フィードバック制御手段は、下限電圧値に基づいて放電電圧を制限する放電電圧制限手段と、下限電流値に基づいて放電電流を制限する放電電流制限手段と、を有する構成とすることができる。ここで、放電電流制限手段は、下限電流値として放電電流の積算値に対応する下限値を用いて、放電電流を制限することもできる。

30

【 0 0 1 6 】

上記構成によれば、許容電力値が大幅に制限されフィードフォワード制御が禁止される条件下においても、放電電圧及び放電電流がその上限値を超えないように管理することができ、電池性能を十分に保護することができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 7 】

本発明に係る二次電池の充放電制御装置によれば、低温環境下において、二次電池の性能を十分に保護しながら、充放電の制御性を向上させることが可能になる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 8 】

40

【図 1】本発明に係る実施形態のリチウムイオン電池の充放電制御装置、及びそれを搭載したハイブリッド車両を示す図である。

【図 2】本発明に係る実施形態の充放電制御装置における電池温度に対する許容電力マップ（Win/Woutマップ）を示す図である。

【図 3】上限電圧値、及び充電電圧値の一例を示す図である。

【図 4】リチウム析出抑制制御用マップ、及び充電電流値の一例を示す図である。

【図 5】本発明に係る実施形態の充放電制御装置によるリチウムイオン電池の充電制御において、電池温度に応じた許容入力値の変化の一例を示す図である。

【図 6】本発明に係る実施形態の充放電制御装置によるリチウムイオン電池の入力制限制御の手順を示すフローチャートである。

50

【発明を実施するための形態】

【0019】

図面を用いて、本発明に係る二次電池の充放電制御装置の実施形態につき、以下詳細に説明する。図1に、本発明に係る実施形態の充放電制御装置30、及びこれを搭載するハイブリッド車両10を示す。なお、以下では、充放電制御装置30は、ハイブリッド車両10に搭載されるリチウムイオン電池13の充放電を制御する装置として説明するが、制御対象である二次電池や用途は、これに限定されるものではない。例えば、二次電池としては、リチウムイオン電池13の他に、ニッケルカドミウム電池やニッケル水素電池を用いることができる。

【0020】

図1に示すように、充放電制御装置30を搭載するハイブリッド車両10（以下、HV車両10とする）は、車両の駆動源として、電動機11及びエンジン12を備えている。また、ハイブリッド車両10は、充放電制御装置30の制御対象であるリチウムイオン電池13、リチウムイオン電池13の状態を監視する電池監視ユニット14、リチウムイオン電池13を充電する発電機15、リチウムイオン電池13から供給される直流電流を交流電流に変換するインバータ16、HVシステムにおける様々な制御を総合的に行なうハイブリッド制御装置17（以下、HV制御装置17）、及び図示しないコンバータ等を備える。電動機11、エンジン12、及び発電機15は、動力分配機構18を介して、減速機19及び駆動輪20に接続されている。

【0021】

HV車両10は、例えば、車両の駆動を電動機11で行い、エンジン12は電動機11への電力供給源として機能するシリーズHV方式と、電動機11とエンジン12との両方で車両を駆動させるパラレルHV方式と、を組み合わせたパラレルシリーズHV方式を適用することができる。

【0022】

電動機11は、パラレルシリーズHV方式において、主にエンジン12の出力を補助する役割を果たし、減速時には、回生発電する発電機としても機能する。また、エンジン12は、ハイブリッド車両10を駆動させると共に、発電機15を駆動させる機能も有する。一般的に、ハイブリッド車両10は、発進時や低負荷運転時には、電動機11のみによるEV走行、或いは電動機11とエンジン12とを併用した走行を行い、ある程度車速が上がるとエンジン12による走行に切り換える。電動機11及びエンジン12の駆動は、充放電制御装置30を含むHV制御装置17により制御される。

【0023】

リチウムイオン電池13は、発電機15等により発電された電力を蓄積し、蓄積した電力を電動機11に供給する機能を有する。リチウムイオン電池13は、負極にグラファイト等のカーボン材料が、正極にコバルト酸リチウム等のリチウム化合物が、それぞれ使用され、各電極間で可逆的にリチウムイオンが移動することで充放電がなされる二次電池である。詳しくは後述するように、リチウムイオン電池13では、充電電圧が高くなり過ぎるとサイクル寿命が低下し、また、充電電流が大きくなり過ぎるとリチウム金属が負極表面に析出するため、充電電圧及び充電電流を厳密に制御する必要がある。

【0024】

電池監視ユニット14は、リチウムイオン電池13の状態を監視する機能を有する。具体的に、電池監視ユニット14は、リチウムイオン電池13に設置された図示しない各センサ（温度センサ等）から、電池温度、電圧値、電流値を取得して、充放電制御装置30（HV制御装置17）に送信する。そして、充放電制御装置30は、これらの情報に基づいて充放電制御を行なう。

【0025】

発電機15は、電動機11に供給するための電力を発電する回転電機である。発電機15は、その回転軸が、動力分配機構18を介してエンジン12の出力軸と連結されており、エンジン12によって駆動される。動力分配機構18は、エンジン12、発電機15、

及び電動機 11 に結合されて、これらの間で動力を分配する機構であり、例えば、エンジン 12 が発生する駆動力を、駆動輪 20 と発電機 15 とに分配する機能を有する。

【0026】

インバータ 16 は、リチウムイオン電池 13 から供給される直流電流を交流電流に変換して、電動機 11 に交流電流を供給する機能を有する。また、インバータ 16 は、発電機 15 により発電又は電動機 11 により回生発電された交流電流を直流に変換する機能も有し、変換された直流電流がリチウムイオン電池 13 に供給される。なお、発電機 15 により発電された電力は、直接電動機 11 に供給されることもある。

【0027】

なお、電動機 11、エンジン 12、及び発電機 15 には、図示しない回転速度センサや温度センサ等の各種センサが設置され、それらの検出情報も充放電制御装置 30 (HV 制御装置 17) に送信され、主に、フィードバック制御のパラメータとして使用される。

【0028】

HV 制御装置 17 は、充放電制御装置 30 を含み、HV システムにおける様々な制御を総合的に行なう装置である。HV 制御装置 17 は、各種センサや各電子制御ユニット (ECU) からの情報や信号、運転者の出力要求 (アクセル開度) などに基づいて、電動機 11 やエンジン 12 の出力制御などを行なう機能を有する。なお、HV 制御装置 17 は、CPU、入出力ポート、メモリ等を備えるマイクロコンピュータで構成され、HV 制御装置 17 の各機能は、ソフトウェアを実行することで実現できる。

【0029】

充放電制御装置 30 は、リチウムイオン電池 13 の充放電を制御する装置であって、HV 制御装置 17 の一部として構成することができる。特に、充放電制御装置 30 は、温和な環境下では、安定した充放電特性を維持し、極低温環境下では、電池性能を十分に保護しながら、特に充電時の制御性を向上させる機能を有する。この機能を実現するために、充放電制御装置 30 は、フィードフォワード制御の手段として入出力制限手段 31 と、フィードバック制御の手段として上限電圧保護手段 32 及びリチウム析出抑制手段 33 と、電池温度判定手段 34 と、制御方式変更手段 35 と、を有する。

【0030】

入出力制限手段 31 は、リチウムイオン電池 13 の温度に基づいて、充放電電力を制限する機能を有する。また、入出力制限手段 31 は、SOC を適切な値に維持する機能も有する。即ち、SOC が上限値を超過している場合には、入力を禁止し、下限値を超過している場合には、放電を禁止する。なお、充電を入力と称し、便宜上、入力値 (電流及び電力) を負の値で示し、放電を出力と称し、出力値 (電流及び電力) を正の値で示す。

【0031】

ここで、リチウムイオン電池 13 の出力制限制御は、主に、電動機 11 の出力制御により、入力制限制御は、エンジン 12 の出力制御により、それぞれ実行することができる。具体的に、電動機 11 の出力制御は、インバータ 16 や図示しないコンバータの動作を制御することにより実行される。また、回生発電の入力制限制御は、図示しないメインリレーの接続 / 遮断を制御すること等によって実行することができる。

【0032】

入出力制限手段 31 による入出力制限制御は、フィードフォワード制御であって、電圧値や電流値に基づくことなく、入出力値が目標値となるように電動機 11 やエンジン 12 の出力が制御される。具体的に、入出力制限手段 31 は、電池温度に対する許容入出力値 (kW) を規定する Win / Wout マップを用いて制御を行なう。即ち、Win / Wout マップの許容入出力値 (kW) が、フィードフォワード制御の目標値であって、入出力制限手段 31 は、許容入出力値 (kW) を超えないように入出力を制限する。

【0033】

図 2 に、電池温度に対する許容入出力を規定する Win / Wout マップを示す。ここで、Win マップは、各電池温度に対する許容入力値 (Win) を、Wout マップは、各電池温度に対する許容出力値 (Wout) を、それぞれ示している。図 2 に示すように

10

20

30

40

50

、Win/Woutマップは、電池温度が温和な環境下では一定の値を示し、電池温度が低下するに連れて許容入出力値が小さくなる。なお、電池温度が高温になった場合も許容入出力値が小さくなる。ここで、Win/Woutは、例えば、所定時間（例えば、A秒以上）入出力が継続されたときに、限度値（例えば、上下限電池電圧）を超える値に設定される。

【0034】

なお、Win/Woutマップは、SOCに対する許容入出力を規定するマップとすることもできる。また、一方の軸（X軸）に電池温度を、他方の軸（Y軸）にSOCをそれぞれとり、電池温度及びSOCに対応する許容入出力を規定するWin/Woutマップとすることもできる。即ち、入出力制御手段31は、電池温度及びSOCを取得し、X軸に電池温度、Y軸にSOCをとるWin/Woutマップを用いて、入出力を制限することもできる。

10

【0035】

Winマップにおいて、一点鎖線は、リチウムイオン電池13の許容入力値を、点線は、ニッケル水素電池の許容入力値を示す。このように、リチウムイオン電池13の許容入力値は、B以下の極低温環境下において特に小さな値となるため、エンジン12の出力制御により、このような小さな値（例えば、CkW以下の許容入力値）を制御することは困難である。そこで、充放電制御装置30は、詳しくは後述するように、電池温度が所定温度以下の低温環境下において、Winマップを用いた入力制限制御を禁止する。

【0036】

20

上限電圧保護手段32は、上限充電電圧（以下、上限電圧とする）に基づいて、充電電圧を制限する機能を有する。上記のように、リチウムイオン電池13では、充電電圧が高くなり過ぎるとサイクル寿命が低下するので、これを防止するため上限電圧値を設定して、上限電圧保護手段32により充電電圧を厳密に管理する。上限電圧保護手段32は、電池監視ユニット14から電圧値を取得して、その電圧が上限電圧値（Vlim）を超えたときには、上限電圧値（Vlim）を超えないように充電電圧を低下させる。即ち、上限電圧保護手段32は、測定した電圧値に基づいて充電電圧を制限するため、この制御は、フィードバック制御である。

【0037】

図3に、上限電圧値（Vlim）、及び充電電圧値の一例を示す。図3に示すように、上限電圧値は（Vlim）、例えば、4Vのように電池温度、充電継続時間等によらず一定の値に設定される。充電電圧値は、入出力制限手段31のフィードフォワード制御により、安定に維持されているが、充電電圧値が上限電圧値（Vlim）を超過した場合には、急峻なフィードバック制御がかかり、充電電圧値が急激に低下する。このように、フィードバック制御によれば、制御対象値の安定性に欠けるが限度値である上限電圧値（Vlim）を超えないように管理することができる。なお、制御安定性と限度値管理との両立を図るために、フィードフォワード制御とフィードバック制御が併用されている。

30

【0038】

リチウム析出抑制手段33は、上限充電電流（以下、上限電流とする）に基づいて、充電電流を制限する機能を有する。リチウムイオン電池13では、充電電流が大きくなり過ぎると負極表面にリチウム金属が析出するので、これを防止するため上限電流値を設定して、リチウム析出抑制手段33により充電電流を厳密に管理する。リチウム析出抑制手段33は、電池監視ユニット14から電流値を取得して、その電流値が上限電流値（Ilim）を超えたときには、上限電流値（Ilim）を超えないように充電電流値を低下させる。即ち、リチウム析出抑制手段33は、測定した電流値に基づいて充電電流値を制限するため、この制御は、フィードバック制御である。

40

【0039】

図4に、上限電流値（Ilim）を規定するリチウム析出抑制制御マップ、及び充電電流値の一例を示す。図4に示すように、上限電流値（Ilim）は、充電継続時間が増加するに連れて次第に小さくなるように設定される。充電電流値は、入出力制限手段31の

50

フィードフォワード制御により、安定に維持されているが、上限電流値（ I_{lim} ）を超過した場合には、急峻なフィードバック制御がかかり、充電電流値が急激に低下する。

【0040】

ここで、上限電流値（ I_{lim} ）には、充電電流の積算値に対応する上限値（以下、積算上限電流値とする）を用いることもできる。積算上限電流値としては、充電電流の積算値に比例して変動する値とすることができ、図4に示すように、充電時間が長くなり充電電流の積算値が増加すると、積算値の増加に比例して小さくなる値であることが好ましい。即ち、リチウム析出抑制手段33は、充電電流の積算値を算出（カウント）し、算出した積算値に基づいて積算上限電流値を減少させる。そして、充電電流が積算上限電流値を超えたときには、積算上限電流値未満に充電電流値を低下させる。なお、充電電流の積算値は、充電が終了すると直ぐにリセットすることもできるが、充放電が繰り返される場合等を考慮して、例えば、充電停止時間に応じて積算値を減じるような設定とすることが好ましい。

10

【0041】

また、上限電流積算値としては、充電時間により変動しない一定の値とすることもできる。例えば、リチウム析出抑制手段33は、充電電流の積算値を算出し、算出した積算値が一定の値である上限電流積算値を超えたときに充電を制限する。

【0042】

電池温度判定手段34は、リチウムイオン電池13の温度が予め定めた所定温度以下であるか否かを判定する機能を有する。具体的に、電池温度判定手段34は、電池監視ユニット14から電池温度を取得して、予め定めた所定温度と比較する。ここで、予め定めた所定温度（所定値）としては、例えば、Winマップの許容入力値が特に小さくなるBに設定することができる。

20

【0043】

制御方式変更手段35は、電池温度判定手段34により電池温度が所定温度以下（例えば、B以下）であると判定されたときに、Winマップを用いたフィードフォワード制御を禁止する機能を有する。即ち、入出力制限手段31による入力制限制御は実行されず、上限電圧保護手段32及びリチウム析出抑制手段33によるフィードバック制御のみが実行される。したがって、入力制限は、上限電圧値及び上限電流値に基づいてなされ、充電電圧値又は充電電流値がこの限度値を超過したときには、フィードバック制御がかかることになる。

30

【0044】

図5に、電池温度に応じた許容入力値（Win）の変化の一例を示す。図5に示すように、電池温度がBを超えるとときには、入出力制限手段31によるフィードフォワード制御がなされるため、許容入力値の変化が緩やかである。一方、電池温度がB以下のときには、入出力制限手段31によるフィードフォワード制御が禁止され、上限電圧保護手段32及びリチウム析出抑制手段33によるフィードバック制御がなされるため、許容入力値の変化が急峻になる。このように、充放電制御装置30は、許容入力値が大きくなときには、フィードフォワード制御により入力制限制御を行い、許容入力値が小さくなときには、入力超過を抑制することが難しいため、フィードバック制御のみによる入力制限制御を行なうことを特徴とする。

40

【0045】

上記構成を備える充放電制御装置30の作用、特に、入力制限制御について図6を用いて説明する。図6は、リチウムイオン電池13の入力制限制御の手順を示すフローチャートである。

【0046】

まず初めに、リチウムイオン電池13の電池温度が予め定めた所定値以下（例えば、B）であるか否かを判定する（S10）。この手順は、電池温度判定手段34の機能によって実行される。具体的に、電池温度判定手段34は、電池監視ユニット14から取得した電池温度と所定値（所定温度）とを比較する。

50

【 0 0 4 7 】

S 1 0において、電池温度が所定値を超えると判定されたときには、フィードフォワード制御とフィードバック制御とを併用して入力制限制御を行なう（S 1 1）。即ち、入力値が、上記電池温度に対応するWinマップの許容入力値を超えないように、主に、エンジン12の出力を制御する。そして、外乱によって、充電電圧が上限電圧値（図3参照）を超える、又は充電電流が上限電流値（図4参照）を超える場合には、フィードバック制御により、入力制限がなされる。この手順は、入出力制限手段31、上限電圧保護手段32、及びリチウム析出抑制手段33の機能によって実行される。

【 0 0 4 8 】

一方、S 1 0において、電池温度が所定値以下であると判定されたときには、フィードフォワード制御を禁止する（S 1 2）。即ち、フィードバック制御のみにより入力制限が実行される。この制御方式の変更は、制御方式変更手段35の機能によって実行される。

【 0 0 4 9 】

以上のように、リチウムイオン電池13の充放電制御装置30は、フィードフォワード制御の手段として入出力制限手段31と、フィードバック制御の手段として上限電圧保護手段32及びリチウム析出抑制手段33と、電池温度判定手段34と、制御方式変更手段35と、を有し、制御方式変更手段35は、電池温度判定手段34により電池温度が所定温度以下であると判定されたときには、Winマップを用いたフィードフォワード制御を禁止して、フィードバック制御により入力制限制御を行なう。したがって、温和な環境下では、フィードフォワード制御により、安定した入出力値を維持することができると共に、極低温環境下では、リチウムイオン電池13の性能を十分に保護しながら、入出力の制御性を向上させることが可能になる。

【 0 0 5 0 】

ここで、上記実施形態の変形例を例示する。以下では、上記実施形態との相違点について説明し、重複する説明を省略する。

【 0 0 5 1 】

上記では、充放電制御装置30は、リチウムイオン電池13の入力制限制御において、フィードフォワード制御を禁止する制御方式の変更を行なうものとして説明したが、制御対象の二次電池によっては、出力制限制御についても、当該制御方式の変更を適用することができる。また、本発明に係る充放電制御装置は、放電時のみにおいて、制御方式の変更を行なう設計とすることもできる。

【 0 0 5 2 】

放電時に制御方式を変更する充放電制御装置は、フィードバック制御手段として、下限放電電圧値に基づいて放電電圧を制限する放電電圧制限手段と、下限放電電池電流値に基づいて放電電流を制限する放電電流制限手段とを有することができ、フィードフォワード制御が禁止される条件下においても、例えば、ハイレート放電による性能劣化等を防止することが可能である。

【 0 0 5 3 】

また、放電電流制限手段は、下限放電電池電流値として、放電電流の積算値に対応する下限値（以下、積算下限電流値とする）を用いることもできる。積算下限電流値としては、放電電流の積算値に比例して変動する値とすることができ、放電時間が長くなり放電電流の積算値が増加すると、積算値の増加に比例して小さくなる値とすることができ。即ち、放電電流制限手段は、放電電流の積算値を算出（カウント）し、算出した積算値に基づいて積算下限電流値を減少させる。そして、放電電流が積算下限電流値を超えたときには、積算下限電流値未満に放電電流値を低下させる。なお、放電電流の積算値は、放電が終了すると直ぐにリセットすることもできるが、充放電が繰り返される場合等を考慮して、例えば、放電停止時間に応じて積算値を減じるような設定とすることが好ましい。

【 0 0 5 4 】

また、上記では、制御方式変更手段35は、電池温度が所定温度以下であると判定されたときに、フィードフォワード制御を禁止するものとして説明したが、電池温度が所定温

10

20

30

40

50

度以下になる条件以外でも、許容電力値が所定値以下になる場合には、フィードフォワード制御を禁止することができる。例えば、SOCが所定値以上であるときに、許容電力値（許容充電電力）が所定値以下になることが想定される。

【0055】

したがって、制御方式変更手段は、例えば、入力制限制御において、SOCが所定値以上であると判定されたときに、フィードフォワード制御を禁止する、或いは、出力制限制御において、SOCが所定値以下であると判定されたときに、フィードフォワード制御を禁止することができる。即ち、本発明に係る充放電制御装置は、電池温度判定手段34の代わりに、好ましくは、電池温度判定手段34に加えて、SOC判定手段を有し、電池温度及びSOCに基づいて制御方式を変更することができる。

10

【0056】

また、上記では、リチウム析出制御において、充電電流は、充電時間が増加するに連れて次第に小さくなる上限電流値、或いは充電電流の積算値に対応する積算上限電流値に基づいて制限されるものとして説明したが、例えば、リチウムイオン電池以外の二次電池では、充電時間や充電電流の積算値によらず一定の上限電流値に基づいて充電電流を制限することもできる。

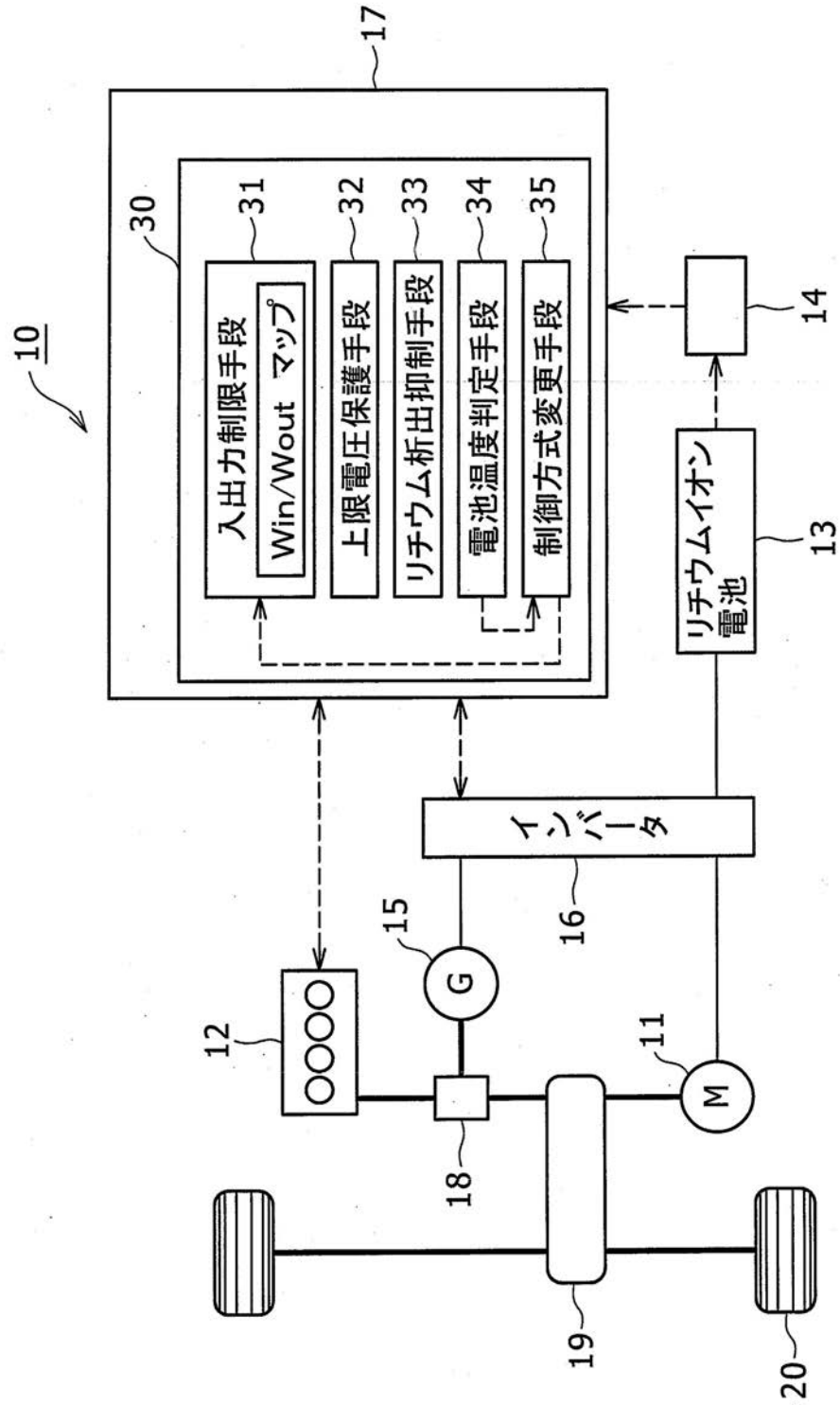
【符号の説明】

【0057】

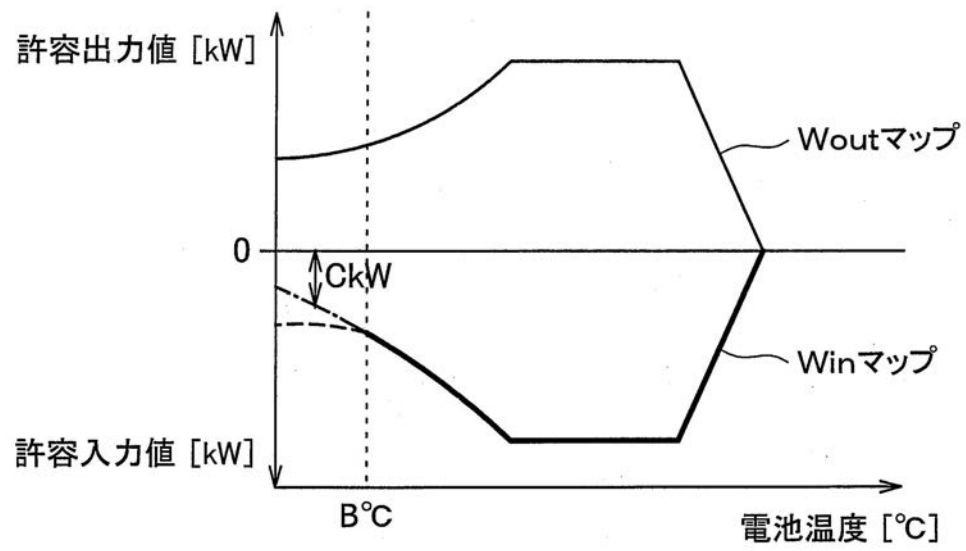
10 ハイブリッド車両、11 電動機、12 エンジン、13 リチウムイオン電池、14 電池監視ユニット、15 発電機、16 インバータ、17 ハイブリッド制御装置、18 動力分配機構、19 減速機、20 駆動輪、30 充放電制御装置、31 入出力制限手段、32 上限電圧保護手段、33 リチウム析出抑制手段、34 電池温度判定手段、35 制御方式変更手段。

20

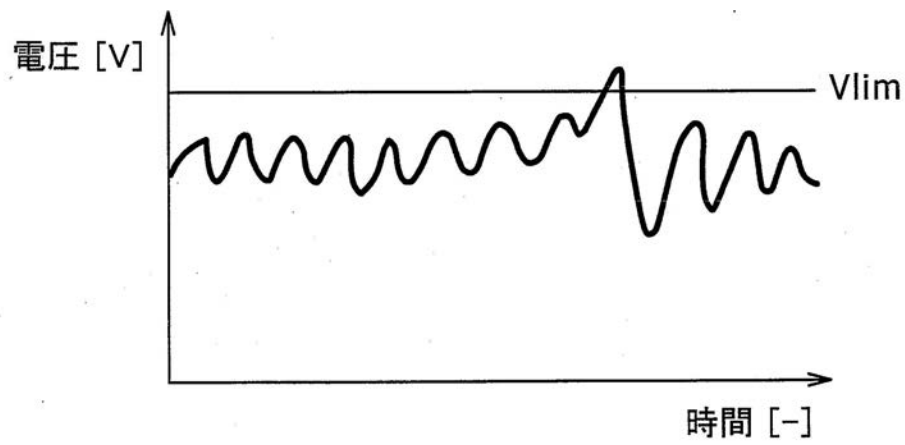
【図 1】



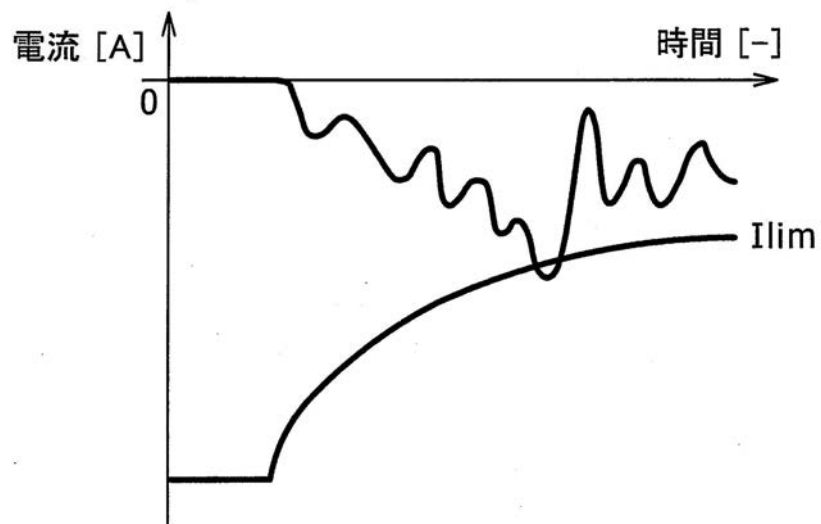
【図2】



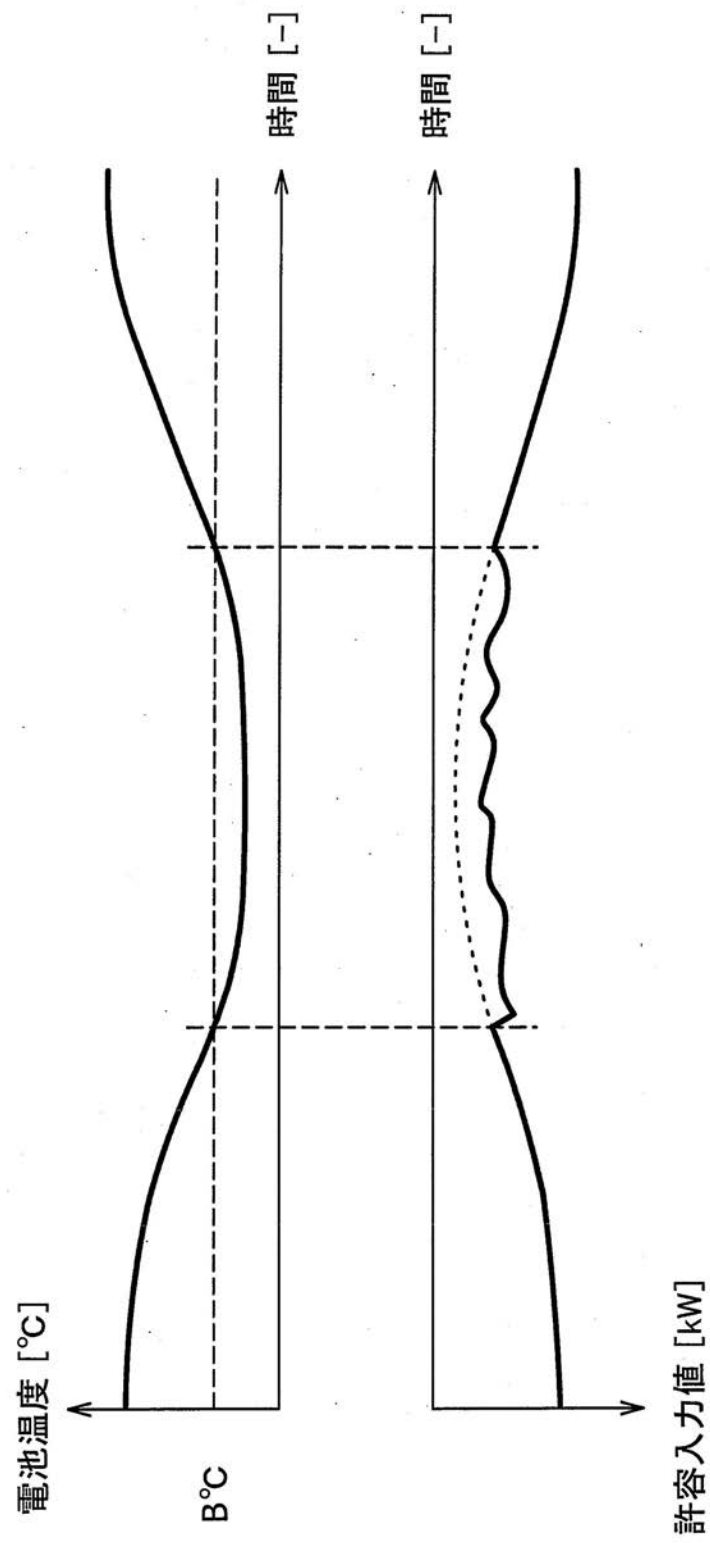
【図3】



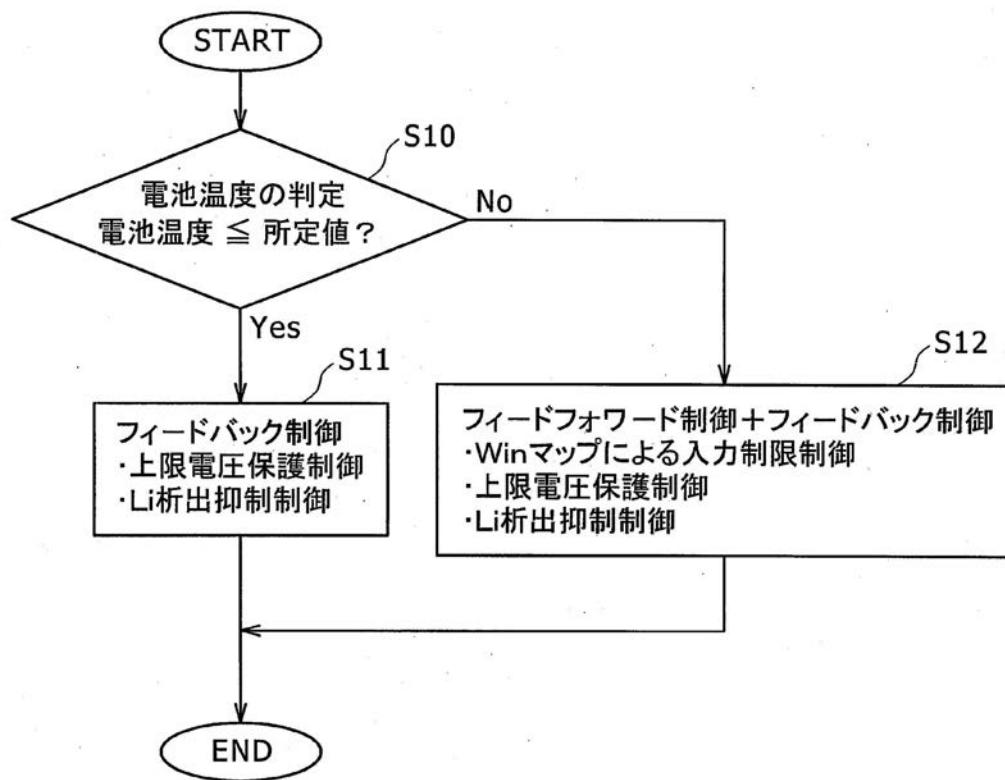
【図 4】



【図 5】



【図 6】



 フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
B 6 0 L	11/14 (2006.01)	B 6 0 K	6/445
B 6 0 W	10/26 (2006.01)	B 6 0 L	11/14
B 6 0 W	20/00 (2006.01)	B 6 0 K	6/20 3 3 0

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

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 2 J	7 / 0 0
B 6 0 K	6 / 4 4 5
B 6 0 L	3 / 0 0
B 6 0 L	1 1 / 1 8
H 0 1 M	1 0 / 4 4
B 6 0 L	1 1 / 1 4
B 6 0 W	1 0 / 2 6
B 6 0 W	2 0 / 0 0