

(11) 特許出願公開番号

特開2016-178052

(P2016-178052A)

(43) 公開日 平成28年10月6日(2016.10.6)

(51) Int.Cl.

F 1

テーマコード (参考)

HO 1 M 10/42 (2006.01)

HO 1 M 10/42 P

5 G 5 0 3

HO 1 M 10/48 (2006.01)

HO 1 M 10/48 301

5H030

HO 1 M 10/613 (2014.01)

HO 1 M 10/48 P

5H031

HO 1 M 10/6563 (2014.01)

HO 1 M 10/613

HO 1 M 10/633 (2014.01)

HO 1 M 10/6563

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-58914 (P2015-58914)

(22) 出願日 平成27年3月23日 (2015. 3. 23)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

(74) 代理人 100100310

弁理士 井上 学

(74) 代理人 100098660

弁理士 戸田 裕二

(74) 代理人 100091720

弁理士 岩崎 重美

(72) 発明者 阿部 誠

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

株式会社日立製作所

肉

Fターム(参考) 5G503 BB01 EA08

[最終頁に続く](#)

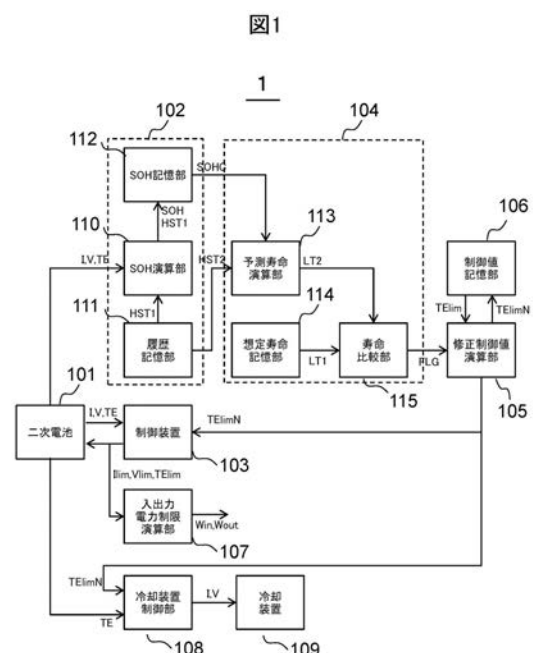
(54) 【発明の名称】 二次電池の制御システム

(57) 【要約】

【課題】本発明の第一の目的は、二次電池の性能を最大限に引き出すことである。また、この際に、寿命と安全性を高いレベルでバランスさせることが可能な二次電池の制御システムを提案することにある。

【解決手段】二次電池と、前記二次電池の劣化進行を判断する劣化進行判断手段と、前記二次電池の少なくとも上限温度を制御する制御装置と、を有し、前記上限温度の変更を制御する制御値変更判断手段を有し、前記制御値変更判断手段は、前記二次電池の劣化度と、想定劣化度とを比較した結果に応じて、前記二次電池の前記上限温度を初期値以上とすることを特徴とする二次電池制御システム。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

二次電池と、
前記二次電池の劣化進行を判断する劣化進行判断手段と、
前記二次電池の少なくとも上限温度を制御する制御装置と、を有し、
前記上限温度の変更を制御する制御値変更判断手段を有し、
前記制御値変更判断手段は、前記二次電池の劣化度と、想定劣化度とを比較した結果に応じて、前記二次電池の前記上限温度を初期値以上とすることを特徴とする二次電池制御システム。

【請求項 2】

請求項 1 において、
前記二次電池制御システムは、劣化進行判断手段を有し、
前記劣化進行判断手段は、前記二次電池の S O H を演算する手段を有することを特徴とする二次電池制御システム。

【請求項 3】

請求項 2 において、
前記劣化度は、前記二次電池の余寿命により判断され、
制御値変更判断手段は、前記二次電池の余寿命と、想定余寿命とを比較した結果に応じて、前記二次電池の前記上限温度を初期値以上とすることを特徴とする二次電池制御システム。

【請求項 4】

請求項 3 において、
前記制御値変更判断手段は、前記余寿命を予測する予測寿命演算部と、予め記憶された前記想定余寿命を記憶する想定寿命記憶部と、比較部を有し、
前記比較部は、前記余寿命と前記想定余寿命とを比較し、前記余寿命が前記想定余寿命を上回っている場合には、前記二次電池の前記上限温度を初期値以上とする判断をすることを特徴とする二次電池制御システム。

【請求項 5】

請求項 2 において、
前記劣化度は、前記二次電池の S O H により判断され、
制御値変更判断手段は、前記二次電池の S O H と、想定 S O H とを比較した結果に応じて、前記二次電池の前記上限温度を初期値以上とすることを特徴とする二次電池制御システム。

【請求項 6】

請求項 5 において、
前記制御値変更判断手段は、前記想定 S O H を記憶または演算する想定 S O H 演算部と、比較部を有し、
前記比較部は、前記二次電池の S O H と前記想定 S O H とを比較し、前記 S O H が前記想定 S O H を上回っている場合には、前記二次電池の前記上限温度を初期値以上とする判断をすることを特徴とする二次電池制御システム。

【請求項 7】

請求項 4 または請求項 6 において、
前記比較部は、前記二次電池の前記上限温度を初期値以上とする判断の結果を修正制御値演算部に送信し、前記修正制御値演算部は、上昇させる温度を算出し、その結果を前記制御装置に送信することを特徴とする二次電池制御システム。

【請求項 8】

請求項 1 において、
前記制御装置は、前記劣化進行判断手段により求められる劣化度と、想定劣化度とを比較した結果に応じて、さらに前記二次電池の S O C 制限値、中心 S O C 制限値、上限電圧制限値の少なくともいずれかの値を変更し、

10

20

30

40

50

前記上限温度は、前記SOC制限値、前記中心SOC制限値、前記上限電圧制限値を始めに変更、または同時に変更されることを特徴とする二次電池制御システム。

【請求項9】

請求項2において、

前記二次電池制御システムは、冷却装置制御部を有し、

冷却装置制御部は、前記二次電池の前記上限温度を初期値以上とする判断の結果に基づいて、二次電池の冷却の度合いを変更することを特徴とする二次電池制御システム。

【請求項10】

請求項4において、

前記二次電池制御システムは、想定寿命入力部を有し、

10

前記想定寿命入力部は、前記想定余寿命値を書きかえる手段を有することを特徴とする二次電池制御システム。

【請求項11】

請求項4または請求項10において、

前記二次電池制御システムは、寿命表示部を有し、

寿命表示部は前記比較部より送られてきた想定余寿命と予測余寿命を表示する機能を有することを特徴とする二次電池制御システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、二次電池を用いた蓄電の制御システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

非水系電解液二次電池の一種であるリチウムイオン二次電池は、水系電解液二次電池（例えば、ニッケル水素電池、ニッケルカドミウム電池、鉛電池）の起電力（約1.5V）に比して非常に高い起電力（3V以上）を有する。そのため、リチウムイオン二次電池は、電池の小型・軽量化や大容量・高出力化に有利であり、携帯用パソコンや携帯電話機等の小型電子機器に広く用いられてきた。近年、リチウムイオン二次電池の用途は、大型電気機器（例えば、HEV（ハイブリッド自動車）やEV（電気自動車）などの自動車用動力電源や、電力貯蔵用電源）にも拡大してきている。

30

【0003】

自動車用動力電源に用いる二次電池の寿命は、メンテナンス性やイニシャルコストの観点から車の寿命と同等程度にすることが重要である。上記観点から電池の搭載量は、最も負荷の大きい運転履歴を想定して、その条件において車の寿命と同等程度になるように設計される。しかしながら実使用状況下においては、想定した最大負荷の運転履歴よりも緩やかな運転をするケースがほとんどであり、車が寿命を迎えた際に二次電池の寿命には余裕があるケースが多く存在する。つまり、搭載した二次電池の性能は十分に発揮できないまま、使い終わることになるため無駄が生じることになる。一方で、余寿命を無駄にしないように、搭載量を減らした場合には、運転履歴次第で車の寿命を迎える前に電池の寿命が尽きてしまい、緊急メンテナンス等のメンテナンスコストの増大を招く。

40

【0004】

特許文献1では、二次電池の実性能維持率と目標性能維持率から性能低下許容量を算出し、性能低下許容量に応じて適切な温度および充電率SOCの中心値を求めることにより、電池の劣化を抑制しながらもその抑制が過度にならないような制御を行っている。劣化の度合いに応じて、制限の度合いを変更する技術の開示がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2013-240236号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、電池の目標性能維持率は、安全性の観点から最も負荷の大きい運転履歴を想定して、設定される場合が多い。したがって、実使用状況下においては、想定した最大負荷の運転履歴よりも緩やかな運転をするケースがほとんどであり、車が寿命を迎えた際に二次電池の寿命には余裕があるケースが多く存在する。したがって、二次電池の特性を最大限に生かすためには、二次電池の劣化を抑える制限制御のみならず二次電池の入出力電力を増大させる開放制御が重要となる。

【0007】

また、開放制御において、制御値の緩和の仕方によっては、必ずしも二次電池の入出力電力を増大させることができないケースが存在し、また、制御因子の選定を誤ると、電池の安全性が問題となるケースもあることがわかった。

【0008】

本発明の第一の目的は、二次電池の性能を最大限に引き出すことである。また、この際に、容量の低下率で規定される寿命と安全性を高いレベルでバランスさせることが可能な二次電池の制御システムを提案することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の課題を解決する手段は例えば以下である。

【0010】

二次電池と、前記二次電池の劣化進行を判断する劣化進行判断手段と、前記二次電池の少なくとも上限温度を制御する制御装置と、を有し、前記上限温度の変更を制御する制御値変更判断手段を有し、前記制御値変更判断手段は、前記二次電池の劣化度と、想定劣化度とを比較した結果に応じて、前記二次電池の前記上限温度を初期値以上とすることを特徴とする二次電池制御システム。

【0011】

また、さらに好ましくは、以下である。

【0012】

前記二次電池制御システムは、劣化進行判断手段を有し、前記劣化進行判断手段は、前記二次電池のSOHを演算する手段を有することを特徴とする二次電池制御システム。

【0013】

前記劣化度は、前記二次電池の余寿命により判断され、制御値変更判断手段は、前記二次電池の余寿命と、想定余寿命とを比較した結果に応じて、前記二次電池の前記上限温度を初期値以上とすることを特徴とする二次電池制御システム。

【0014】

前記制御値変更判断手段は、前記余寿命を予測する予測寿命演算部と、予め記憶された前記想定余寿命を記憶する想定寿命記憶部と、比較部を有し、

前記比較部は、前記余寿命と前記想定余寿命とを比較し、前記余寿命が前記想定余寿命を上回っている場合には、前記二次電池の前記上限温度を初期値以上とする判断をすることを特徴とする二次電池制御システム。

【0015】

劣化度はSOHにより判断することも可能である。

【0016】

前記劣化度は、前記二次電池のSOHにより判断され、

制御値変更判断手段は、前記二次電池のSOHと、想定SOHとを比較した結果に応じて、前記二次電池の前記上限温度を初期値以上とすることを特徴とする二次電池制御システム。

【0017】

前記制御値変更判断手段は、前記想定SOHを記憶または演算する想定SOH演算部と

10

20

30

40

50

、比較部を有し、

前記比較部は、前記二次電池のSOHと前記想定SOHとを比較し、前記SOHが前記想定SOHを上回っている場合には、前記二次電池の前記上限温度を初期値以上とする判断をすることを特徴とする二次電池制御システム。

【0018】

制御値としてSOC制限値、中心SOC制限値、上限電圧制限値を調節する場合は、以下のようにまずは上限温度を変更または同時に変更することが好ましい。

【0019】

前記制御装置は、前記劣化進行判断手段により求められる劣化度と、想定劣化度とを比較した結果に応じて、さらに前記二次電池のSOC制限値、中心SOC制限値、上限電圧制限値の少なくともいずれかの値を変更し、前記上限温度は、前記SOC制限値、前記中心SOC制限値、前記上限電圧制限値を始めに変更、または同時に変更されることを特徴とする二次電池制御システム。

【発明の効果】

【0020】

本発明により、二次電池の性能を最大限に引き出すことである。また、この際に、容量の低下率で規定される寿命と安全性を高いレベルでバランスさせることが可能な二次電池の制御システムを提案することができる

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の第1の実施例における二次電池の制御システムである。

【図2】本発明の第2の実施例における二次電池の制御システムである。

【図3】比較例1における二次電池の制御システムである。

【図4】比較例2における二次電池の制御システムである。

【図5】比較例3における二次電池の制御システムである。

【図6】本発明の第3の実施例における二次電池の制御システムである。

【図7】本発明の第4の実施例における二次電池の制御システムである。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、図面等を用いて、本発明の実施形態について説明する。以下の説明は本発明の内容の具体例を示すものであり、本発明がこれらの説明に限定されるものではなく、本明細書に開示される技術的思想の範囲内において当業者による様々な変更および修正が可能である。

【実施例1】

【0023】

図1は、本発明に係る電池管理装置の第1の実施の形態を説明する電池システムブロック図である。本実施の形態の電池システムは、例えば、HEVやPHEVのようなハイブリッド車両に搭載することができる。図中の四角で囲んだものはシステムを構築する部品であり、部品を結んだ矢印は信号の伝達経路を示した。また矢印上には伝達される信号を記号で表した。

【0024】

二次電池の制御システム1は、二次電池101、劣化進行判断手段102、制御装置103、制御値変更判断手段104、修正制御値演算部105、制御値記憶部106、入出力電力制限演算部107、冷却装置制御部108、冷却装置109を有する。

【0025】

二次電池101としては、リチウムイオン二次電池を用いることができる。HEVやPHEVのようなハイブリッド車両では、例えばリチウムイオン二次電池を複数積層したモジュールが設置される。二次電池101は、電流制限 I_{lim} 、電圧制限 V_{lim} 、温度制限 T_{lim} で動作するよう制御装置で制御されている。このような制限は、制御装置103により制御される。ここでいう電流制限は、二次電池101の入出力を規定する電

流上限である。電圧制限 V_{lim} は電池の上限値 V_{Bmax} 、下限値 V_{Bmin} 、SOC 範囲を規定するための上限電圧 V_{SOCmax} 、下限電圧 V_{SOCmin} 、二次電池の中心 SOC を規定する電圧値 V_C である。

【0026】

入出力電力制限演算部 107 では、制御装置 103 二次電池 101 から送られた電流制限 I_{lim} 、電圧制限 V_{lim} 、温度制限 T_{Elim} を元に、二次電池 101 の入出力制限値 W_{in} 、 W_{out} を演算し、上位システムに伝達している。上位システムでは、二次電池 101 の入出力制限値 W_{in} 、 W_{out} を元に、電池への入出力電力に応じて各システムの動作点を決めている。

【0027】

二次電池 101 の劣化進行は、劣化進行判断手段 102 により測定、演算される。劣化進行判断手段 102 は、SOH 演算部 110、履歴記憶部 111、SOH 記憶部 112 を有する。履歴記憶部 111 には、二次電池 101 の使用履歴と、履歴値 $HST1$ を SOH 演算部 110、履歴値 $HST2$ を予測寿命演算部に伝達するための条件が記憶されている。実施例 1 では履歴として二次電池の稼働時間を履歴記憶部 111 に記録し、履歴値 $HST1$ を発生させる条件を 1 ヶ月毎とした。これにより、二次電池の稼働時間が 1 ヶ月を経過するたびに、そのときの稼働時間が履歴値 $HST1$ として二次電池 SOH 演算部 110 に伝達される。

【0028】

SOH 演算部 110 では履歴記憶部から $HST1$ が送られてきたタイミングで、SOH を演算する。SOH 演算部 110 は、二次電池 101 から電流 I 、電圧 V 、温度 TE を受け取り、二次電池 101 の劣化度 SOH (State of Health) を演算する。SOH の演算には、電流 I 、電圧 V 、温度 TE の内、少なくとも 2 点以上必要である。二次電池 101 からの信号を用いて、SOH 演算部 110 では電流値を積算し算出した充放電量と電圧変化と SOH 演算部 110 で記憶している二次電池使用開始前の充放電量と電圧の関係を示したデータ群を用いて現在の電池容量を算出した。また、その電池容量を SOH 演算部に記憶した電池の初期容量を用いて規格化し容量維持率に換算する。求められた容量維持率は、SOH として SOH 記憶部 112 に伝達される。この際、履歴値 $HST1$ も伝達される。電流 I 、電圧 V 、温度 TE からの SOH の演算にはその他、公知の方法を用いることができる。例えば本実施例では容量維持率により SOH としたが、二次電池は使用により、抵抗の変化、電圧の変化を起こすので、例えば抵抗の変化、電圧の変化により SOH とすることもできる。

【0029】

SOH 記憶部 112 では、SOH 演算部 110 で演算された SOH が演算されたタイミング（時間軸であり、二次電池の使用開始からの時間、日付 等）と共に記憶される。

【0030】

以上のように劣化進行判断手段 102 により、二次電池 101 の劣化度 (SOH) が求められる。制御値変更判断手段 104 では、劣化進行判断手段 102 により求められた劣化度と、想定劣化度との比較が行われる。この比較の結果、劣化が想定よりも進んでいないと判断される場合、二次電池 101 の上限温度を上げることができる。また、劣化が進んでいると判断される場合は上限温度を下げ、二次電池の特性を制限することができる。本制御では、劣化度の進行によって、二次電池の上限温度の初期値からの制限度合いを変更する制御のみならず、劣化が進んでいないと判断される場合は、上限温度の初期値以上の値を設定し、積極的に二次電池の性能を開放させることができる。上限温度の初期値以上の値を設定することで、車が寿命を迎えるまでに二次電池の特性を最大限生かしきる制御をすることができる。また、二次電池の性能を開放する際に、特に上限温度を変更することにより、効率的に二次電池の特性を上げることができる。ここで「初期値以上の値」とは、電池使用の初期に設定された制限値以上の値に設定し得ることである。例えば劣化進行が予想より大きく、制限値を低く設定した後に、再度制限値を上げるような場合では、初期値を越える値に設定しない場合もある。積極的に電池性能を開放させる場合は初期

10

20

30

40

50

値を越える値に設定することが好ましい。

【0031】

劣化度の進行は、例えば二次電池のSOHと想定SOHを比較することに判断することができる（実施例2）。また、二次電池のSOHから寿命に達するまでの時間を予想し、この値と想定される余寿命とを比較することにより判断することができる（実施例1）。

【0032】

実施例1の制御値変更判断手段104は、予測寿命演算部113と想定寿命記憶部114と、比較部115（寿命比較部）を有する。

【0033】

予測寿命値演算部113では、履歴記憶部111から履歴値HST2が送られてきたときに処理を開始する。履歴値HST2を送る条件は、履歴値HST1の条件と同じでもよいし、違ってかまわない。例えば、HST1を発生させる条件を1ヶ月毎とし、HST2を発生させる条件を2ヶ月毎とすることができる。ただし、HST1とHST2の発生条件が異なる場合には履歴値HST2が予測寿命演算部に2回送られる間に、少なくとも1回以上履歴値HST1がSOH演算部に送られている必要がある。

【0034】

予測寿命演算部113では、履歴値HST2が送られてきたタイミングで、SOH記憶部112からSOHデータ群SOHCを取り出し、それらの値を用いて余寿命を予測する（予測寿命）。予め、二次電池の寿命と判断するSOHの値を決めておき、この値に達するまでの残時間を算出し、余寿命とする。本実施例では一例として広く一般的に知られている、稼働期間の1/2乗と、電池の容量維持率が直線関係になる、所謂ルート則を適用し寿命に達するまでの時間を予測した。

【0035】

想定寿命記憶部114には、二次電池101の想定寿命LT1が記憶されている。寿命比較部115では、予測寿命演算部から予測寿命値LT2が送られたタイミングで処理を開始する。寿命比較部115では、予測寿命LT2と想定寿命記憶部から受け取った想定寿命LT1を比較し、二次電池の制御因子を変更するかを判断する。予測寿命LT2が想定寿命LT1を上回っている場合には、修正制御値演算部に制御値を変更するよう指示FLAGを出し、その逆の場合には制御値を変更しないよう指示FLAGを出す。

【0036】

修正制御値演算部105は、寿命比較部115から受け取った信号が制御値を変更する指示FLAGである場合には、制御値記憶部106から現在の温度制御値TElimを取り出し、変更後の温度制御値TElimNを演算、決定する。また、決定した変更後の温度制御値TElimNを制御値記憶部106と制御装置103に送る。制御装置103は修正制御値演算部105から変更後の温度制御値TElimNを受け取ったら、温度制御値TElimを変更後の温度制御値TElimN書き換え、二次電池を制御する。

【0037】

修正制御値演算部105による変更後の温度制御値TElimNの算出は、例えばFLAG信号一回ごとに1℃上昇させる等の演算を用いることができる。上昇させる温度は適宜変更することができる。

【0038】

制御装置103は、上限温度以外に上限電圧、上限電流を制御している。本発明では、上限温度をまず変更することで、効率的に二次電池の性能を最大限に引き出すことができる。

【0039】

本発明において、二次電池の余寿命を電池性能に振り返るように制御因子を変更する場合には、二次電池の電池容量QBが少なくとも変更前と同等以上であることと、二次電池への入出力電力制限値Win, Woutが変更前と同等以上となるよう、制御を設計する。二次電池101の電池容量QBは、SOC範囲を規定するための上限電圧VSOCmaxと下限電圧VSOCminの範囲で規定される電池容量により定まる。一方の入出力電

10

20

30

40

50

力制限値は、電池電圧上限値 V_{Bmax} 、電池電圧下限値 V_{Bmin} 、現状の電池電圧、電池の入力抵抗 R_{chg} 、電池の出力抵抗 R_{dis} を用いて下式 (1) (2) により表わされる。

$$W_{in} = (V_{Bmax} - V_{cur}) \cdot V_{Bmax} / R_{chg} \quad \cdots \text{式 (1)}$$

$$W_{out} = (V_{cur} - V_{Bmin}) \cdot V_{Bmin} / R_{dis} \quad \cdots \text{式 (2)}$$

【0040】

下式より入出力電力制限値を上げるためには、変更前の電池の上限電圧 V_{Bmax} と変更後の電池の上限電圧値 V_{BmaxN} の間に $V_{Bmax} < V_{BmaxN}$ が成立すること、変更前の電池の下限電圧 V_{Bmin} と変更後の電池の下限電圧値 V_{BminN} の間に $V_{Bmin} > V_{BminN}$ が成立すること、変更前の電池の入力抵抗 R_{chg} と変更後の電池の上限電圧値 R_{chgN} の間に $R_{chg} > R_{chgN}$ が成立すること、変更前の電池の出力抵抗 R_{dis} と変更後の電池の上限電圧値 R_{disN} の間に $R_{chg} < R_{chgN}$ が成立すること、の4通りの方法が存在する。

【0041】

ここで、本発明においては、二次電池の抵抗が温度に対して負の係数を持つような二次電池として、リチウムイオン電池を適用していることから、入力抵抗 R_{chg} 、出力抵抗 R_{dis} はそれぞれ温度を上げることで、上記条件を満たすことが可能となる。抵抗は温度に対して負の係数を持つため、温度上昇によって抵抗は低下し、この結果入出力は向上する。

【0042】

本実施例では冷却装置を制御することで、二次電池の温度を上げる機構を有する。冷却装置制御部 108 は修正制御値演算部 105 から変更後の温度制御値 $TElimN$ と二次電池の温度 TE を受け取る。二次電池の温度 TE が変更後の温度制御値 $TElimN$ よりも小さい場合には、冷却装置制御部 108 は冷却の性能が低下するように装置を制御する。一例として冷却装置 109 がファンであるならば、ファン動作時の電流 I 、電圧 V を低下させることでファンの回転数を下げ、冷却の性能を低下させることができる。二次電池の温度 TE が変更後の温度制御値 $TElimN$ よりもきわめて小さい場合には、ファンの動作を停止することでより積極的に二次電池の温度を上げることも可能である。

【実施例2】

【0043】

図2に示す実施例2では、実施例1において、劣化度の進行を二次電池の SOH と想定 SOH を比較することにより判断した。

【0044】

実施例3の制御値変更判断手段 104 は、想定 SOH 演算部 116 と、比較部として SOH 比較部 115 を有する。実施例3では、劣化度の進行を二次電池の SOH と想定 SOH を比較する。そのため、 SOH 演算部 110 で計算された二次電池の SOH はそのまま SOH 比較部に送られる。 SOH 演算部で計算された SOH は想定 SOH 演算部 116 で計算された想定 SOH 値 $SOHA$ と比較される。

【0045】

想定 SOH 演算部 116 では履歴記憶部から履歴値 $HST1$ を受け取った段階で処理を開始する。想定 SOH 演算部 116 には、あらかじめ稼働期間に対する SOH の想定値がデータ群として保存されている。このデータ群と履歴値 $HST1$ を用いて現状の想定される SOH を計算する。履歴値 $HST1$ として送られてくる稼働期間が想定 SOH 演算部内のデータ群に存在しない場合は、 $HST1$ をはさむ二点のデータを用いてその内分から想定 SOH 値 $SOHA$ を決定する。 SOH の想定値に関するデータ群は、関数であってもよいし、表となっていて構わない。関数の場合は二次電池の稼働時間から想定 SOH を演算する。表の場合は、二次電池の稼働時間に対応する想定 SOH を予め記憶された数値から選ぶ。

【0046】

比較部 115 では、想定 SOH 演算部から想定 SOH である SOHA が送られたタイミングで処理を開始する。SOH 比較部 115 では、SOH 演算部 110 から送信される現時点での SOH と想定 SOH 演算部から受け取った SOHA を比較し、二次電池の制御因子を変更するかを判断する。SOHA が現時点での SOH を上回っている場合には、修正制御値演算部に制御値を変更するよう指示 FLG を出し、その逆の場合には制御値を変更しないよう指示 FLG を出す。

【0047】

修正制御値演算部 105 は、実施例 1 と同様である。SOH 比較部 115 から受け取った信号が制御値を変更する指示 FLG である場合には、制御値記憶部 106 から現在の温度制御値 TElim を取り出し、変更後の温度制御値 TElimN を決定する。また、決定した変更後の温度制御値 TElimN を制御値記憶部 106 と制御装置 103 に送る。制御装置 103 は修正制御値演算部 105 から変更後の温度制御値 TElimN を受け取ったら、温度制御値 TElim を変更後の温度制御値 TElimN 書き換え、二次電池を制御する。

10

【0048】

制御装置 103 は、上限温度以外に上限電圧、上限電流を制御している。本発明では、上限温度をまず変更することで、効率的に二次電池の性能を最大限に引き出すことができる。

【0049】

なお、実施例 3 はその後、実施例 2 のような制御により、積極的に二次電池の温度を上昇させる機構を設けることもできる。

20

（比較例 1）

図 3 は比較例 1 の形態を説明する電池システムブロック図である。

【0050】

実施例 1 では、劣化度の進行の測定結果に応じて、上限温度を変更するのに対し、比較例 1 では、上限電圧を変更した。

【0051】

比較例 1 では制御値記憶部 106 に電池電圧の上限値 VBmax、下限値 VBmin を記憶した。修正制御値演算部 105 では制御値記憶部 106 から現在の電池電圧の上限値 VBmax、下限値 VBmin を取り出し、変更後の電池電圧の上限値 VBmaxN、下限値 VBminN を決定する。また、決定した変更後の電池電圧の上限値 VBmaxN、下限値 VBminN を制御値記憶部と制御装置に送る。制御装置は修正制御値演算部から変更後の電池電圧の上限値 VBmaxN、下限値 VBminN を受け取ったら、電池電圧の上限値 VBmax、下限値 VBmin を変更後の電池電圧の上限値 VBmaxN、下限値 VBminN に書き換え二次電池を制御する。

30

（比較例 2）

図 4 は比較例 2 の形態を説明する電池システムブロック図である。

実施例 1 では、劣化度の進行の測定結果に応じて、上限温度を変更するのに対し、比較例 2 では、SOC の範囲を変更した。

【0052】

比較例 2 では制御値記憶部 106 に SOC 範囲を規定するための上限電圧 VSOCmax、下限電圧 VSOCmin を記憶した。SOC の範囲は充電開始、終了時の電圧により決まる為、上限電圧 VSOCmax、下限電圧 VSOCmin を変更することで、SOC の範囲を変更することができる。

40

【0053】

修正制御値演算部では制御値記憶部から現在の SOC 範囲を規定するための上限電圧 VSOCmax、下限電圧 VSOCmin を取り出し、変更後の SOC 範囲を規定するための上限電圧 VSOCmaxN、下限電圧 VSOCminN を決定する。また、決定した変更後の SOC 範囲を規定するための上限電圧 VSOCmaxN、下限電圧 VSOCminN を制御値記憶部と制御装置に送る。制御装置は修正制御値演算部から変更後の SOC 範

50

囲を規定するための上限電圧 $V_{SOCmaxN}$ 、下限電圧 $V_{SOCminN}$ を受け取ったら、SOC 範囲を規定するための上限電圧 V_{SOCmax} 、下限電圧 V_{SOCmin} を変更後の SOC 範囲を規定するための上限電圧 $V_{SOCmaxN}$ 、下限電圧 $V_{SOCminN}$ に書き換え二次電池を制御する。

(比較例 3)

図 5 は、比較例 3 の形態を説明する電池システムブロック図である。

【0054】

比較例 3 では制御値記憶部 105 に中心 SOC を規定する電圧値 V_C を記憶した。修正制御値演算部 105 では制御値記憶部 106 から現在の中心 SOC を規定する電圧値 V_C を取り出し、変更後の中心 SOC を規定する電圧値 V_{CN} を決定する。また、決定した変更後の二次電池の中心 SOC を規定する電圧値 V_{CN} を制御値記憶部 106 と制御装置 103 に送る。制御装置 103 は修正制御値演算部 105 から変更後の中心 SOC を規定する電圧値 V_{CN} を受け取ったら、中心 SOC を規定する電圧値 V_C を変更後の中心 SOC を規定する電圧値 V_{CN} に書き換え二次電池を制御する。

10

【実施例 3】

【0055】

図 6 は実施例 3 の形態を説明する電池システムブロック図である。実施例 3 は、実施例 1 に想定寿命入力部を追加した構成である。

【0056】

想定寿命入力部 117 は想定余寿命値を書きかえる手段を有する。例えば、ユーザーは任意のタイミングで数値を入力する装置を用いて想定寿命値 L_{T1N} を入力することができる。想定寿命入力部 117 は、想定寿命が入力されたら、想定寿命記憶部 114 に入力された想定寿命値 L_{T1N} を送る。想定寿命記憶部 114 では、 L_{T1N} が送られてきたら内部に保存している想定寿命 L_{T1} を L_{T1N} に書き換える。想定寿命入力部は想定余寿命を書き換えているが、実施例 3 のような場合は想定 SOH を書き換えても構わない。

20

【0057】

本実施例はシステム稼動当初に想定した寿命を変更する場合、例えばより短期間でシステムの稼動を停止する場合や、システムの稼動期間を延長したい場合などに有効である。

【実施例 4】

【0058】

図 7 に本発明の実施例 4 の実施例における二次電池の制御システムを示す。本実施例は実施例 4 に寿命表示部 118 を追加した構成である。寿命表示部 118 では寿命比較部 115 より送られてきた想定寿命 L_{T1} と予測寿命 L_{T2} を表示する機能を有する。

30

【0059】

また、実施例 3、4 の想定寿命書き換え部 117 および寿命表示部 118 は他の実施例に適用することもできる。

【0060】

ここで、実施例 1～4 では制限値として温度のみを変更しているが、温度と合わせて、比較例 1～3 のように電圧制限値、SOC 制限値、中心 SOC 制限値を変更しても構わない。この場合、これら制限値のうち、上限温度をまず始めに優先して上昇させることが重要である。また、同時であっても構わない。

40

【0061】

表 1 に制御値を書き換える前の電池、および実施例 1～4、ならびに比較例 1～3 における制御値変更後の電池容量 Q_B 、入出力制限値 W_{in} 、 W_{out} 、電池の安全性の比較結果を示した。

【0062】

入出力制限値 W_{in} 、 W_{out} は電池の SOC の状態に応じて、刻々と変化することから、表には想定する SOC 範囲内において、とりうる入出力制限値の最大値と最小値を示した。電池容量 Q_B 、入出力制限値 W_{in} 、 W_{out} は制御値変更前の値を 100 とし、その比で現した。また、安全性については、制御値変更前の条件と比較し、同等・悪化と

50

分類した。なお、安全性については、二次電池の電圧上下限值で判定した。リチウムイオン電池は一般的に、下限値 V_{Bmin} は 3 V 前後から上限値 V_{Bmax} は 4 V 前後の範囲で駆動する。これは、リチウムイオン電池の安全性を担保するための設定である。

【0063】

二次電池の電圧上限を上げる、あるいは二次電池の電圧下限を下げることは入出力制限値の増大につながるが、安全性が低下することが知られている。

【0064】

二次電池の電圧上限を上げると、電池が過充電状態となり発火・破裂の危険性が増す。より具体的には、電池の電圧が上がることにより、リチウムイオン電池内部の電解液の酸化分解反応が促進される。酸化分解反応は熱を伴う反応であることから電池の温度が急激に上昇し、酸化分解反応がより加速される。この減少の繰り返しにより内圧が上昇し、電池が破裂する危険性を有する。

【0065】

一方で、二次電池の電圧下限を下げると、電池が過放電状態となり、内部ショート危険性が増す。より具体的には、二次電池の電圧低下により、負極の電位が増大し、負極に用いている金属箔が溶出する。溶出した金属箔が絶縁層であるセパレータの空隙を通り正極側に到達するとショートが発生し、電池が破裂する危険性を有する。

【0066】

制御値として上限温度を変更した実施例 1～4 では、電池容量 Q_B 、入出力制限値が上昇した。また、安全性については、変更前と同等の結果が得られた。温度の上限値が上がることで、より大きな電流を流せることにより入出力制限値が上昇したと考えられる。また、温度の上限値が上がったことで入出力抵抗が低下し、過電圧が低減する結果、容量が上昇する。

【0067】

これに対し、上限電圧を変更した比較例 1 では電池容量 W_B 、入出力制限値 W_{in} 、 W_{out} の全ての値が 100 以上となるが、安全性が低下する課題を有する。これは電池の上下限電圧を変えることで、電池が過充電・過放電状態となる可能性が上がるのが原因である。

【0068】

制限値として SOC の範囲を変更した比較例 2 では、SOC 範囲を拡大した分容量は上昇するが、電池の SOC 状態によっては、制御値書換前の入出力制限値を下回るケースが存在する。ここでいう電池の SOC 状態とは、式 (1) ((2) で示した式において、 $(V_{Bmax} - V_{cur})$ あるいは $(V_{cur} - V_{Bmin})$ の値が制御値の書き換え前に比べて小さくなる場合である。このことは、2 倍化した電池容量 Q_B の性能を十分に発揮することができず、かつ条件によっては制御値変更前の入出力制限を下回るケースも存在するため、本発明の目的には適切でないことが分かる。

【0069】

制限値として中心 SOC を変更した比較例 3 では出力制限 W_{out} は min 、 max とも 100 を超えているものの、入力制限 W_{in} は min 、 max ともに 100 を下回っている。出力側では効率よく蓄積したエネルギーを放出できる一方で、受入れ性能が低下するため、エネルギーの蓄積量が低下し、本発明の目的には不適當であることが分かる。これは中心 SOC を替えることにより式 (2) の $(V_{cur} - V_{Bmin})$ が大きくなる一方で、式 (1) の $(V_{Bmax} - V_{cur})$ が小さくなるためである。

【0070】

なお、この値自身は書き換える数値に応じて上下に変動するが、上で示した比較例 1～3 の傾向には違いがないため、比較例 1～3 ではどのような条件に設定しても課題が残ることが分かっている。

【0071】

これらの結果から、電池の劣化進行に応じて、温度制限を初期値以上に上昇させることで二次電池の性能を最大限に引き出し、且つ容量の低下率で規定される寿命と安全性を高い

10

20

30

40

50

レベルでバランスさせることができることが分かった。

【 0 0 7 2 】

【表 1】

	変更 制御値	電池 容量	Win		Wout		安全性
			min	max	min	max	
制御値書換 前	なし	100	100	100	100	100	—
実施例 1～4	TElim	101	103	104	103	104	同等
比較例 1	Vmax/min	100	101	101	102	102	低下
比較例 2	VSOCmax/min	200	80	106	89	107	同等
比較例 3	VC	100	80	94	107	109	同等

10

【符号の説明】

【 0 0 7 3 】

1 二次電池の制御システム

1 0 1 二次電池

1 0 2 劣化進行判断手段

1 0 3 制御装置

1 0 4 制御値変更判断手段

1 0 5 修正制御値演算部

1 0 6 制御値記憶部

1 0 7 入出力電力制限演算部

1 0 8 冷却装置制御部

1 0 9 冷却装置

1 1 0 S O H 演算部

1 1 1 履歴記憶部

1 1 2 S O H 記憶部

1 1 3 予測寿命演算部

1 1 4 想定寿命記憶部

1 1 5 比較部（寿命比較部、S O H 比較部）

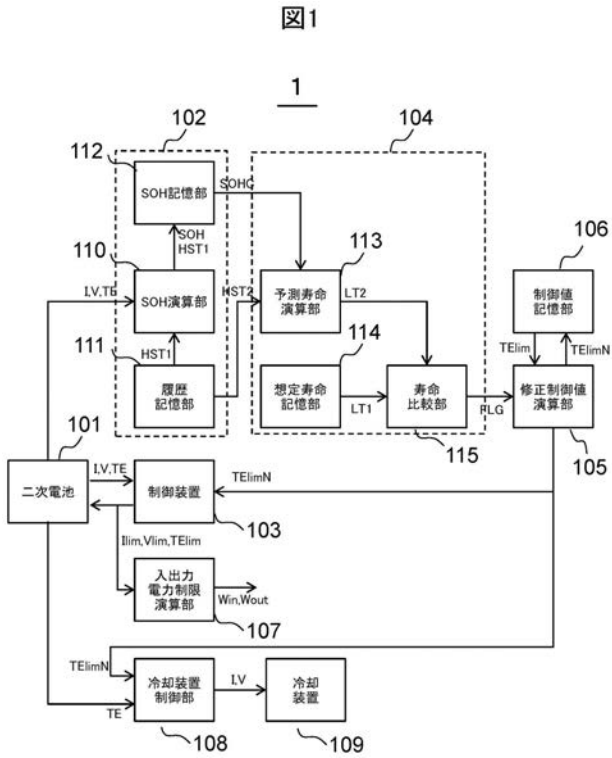
1 1 6 想定 S O H 演算部

1 1 7 想定寿命書き換え部

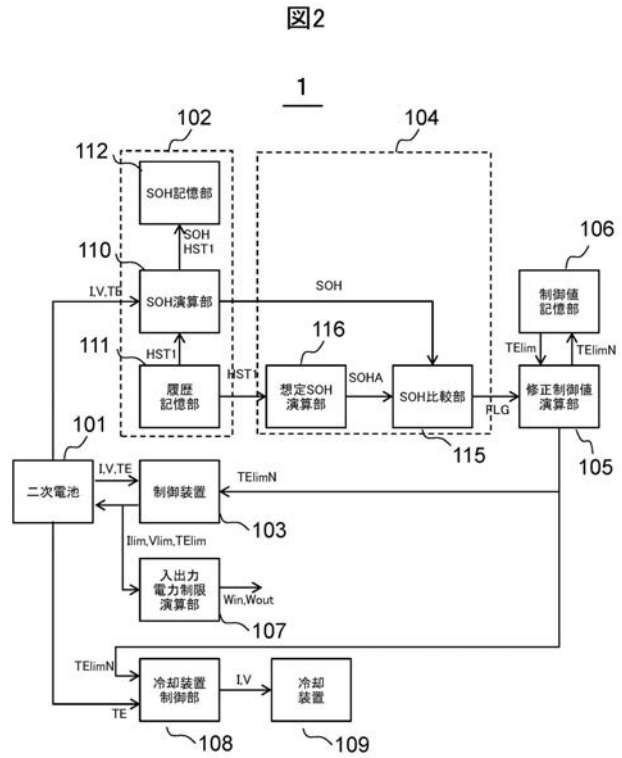
20

30

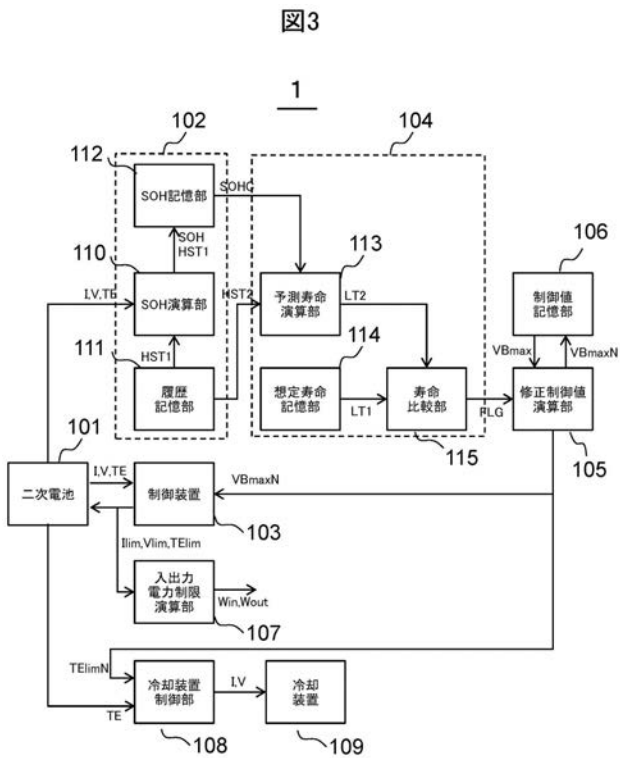
【図 1】



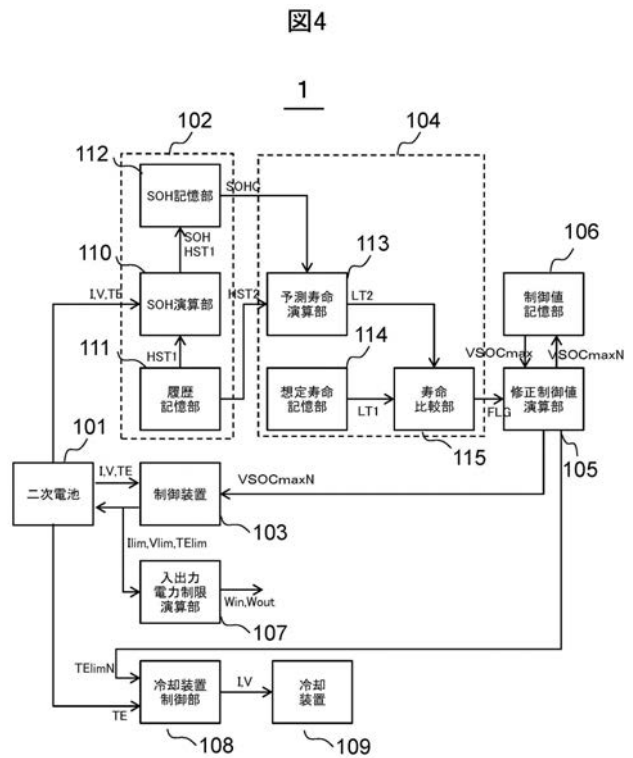
【図 2】



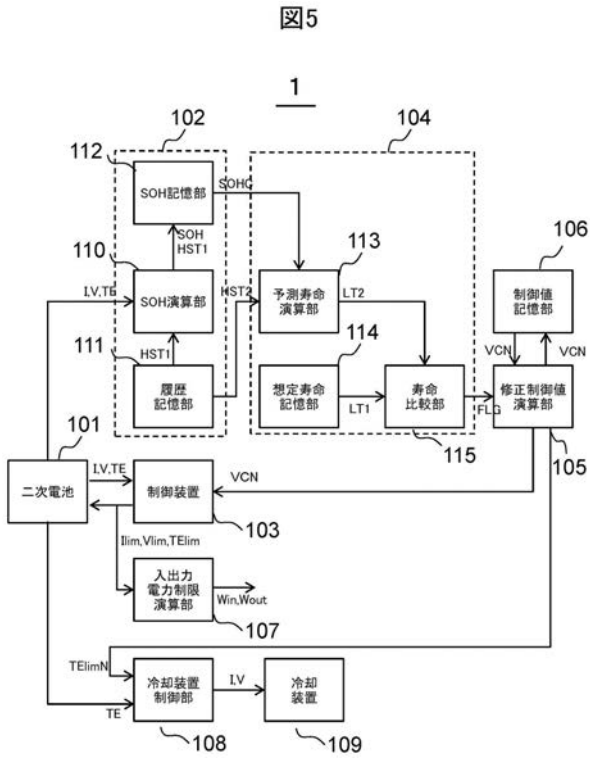
【図 3】



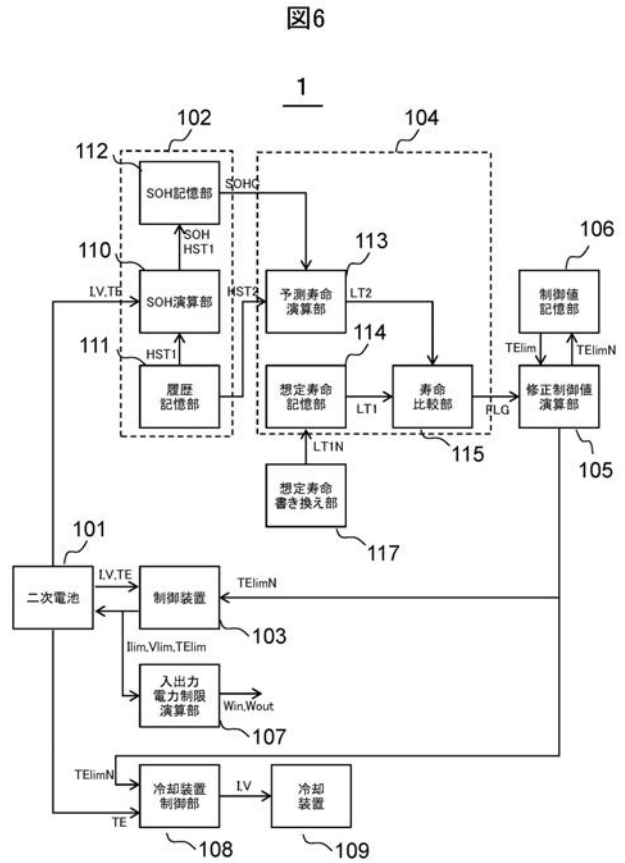
【図 4】



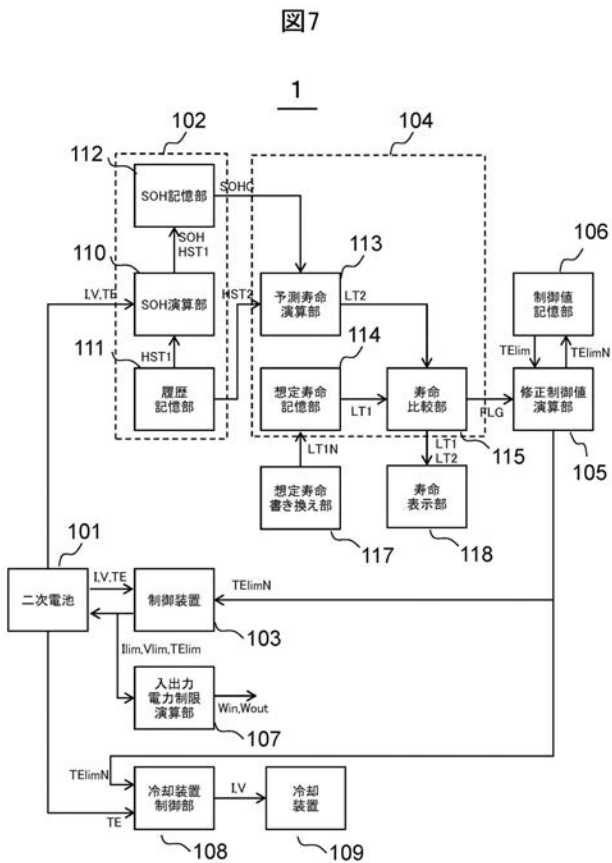
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H 0 1 M 10/44 (2006.01)	H 0 1 M 10/633	
H 0 2 J 7/00 (2006.01)	H 0 1 M 10/44	P
	H 0 2 J 7/00	Y

Fターム(参考) 5H030 AA01 AS01 AS08 BB01 BB21 FF22 FF41 FF42 FF43 FF51
5H031 KK08