

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7119262号
(P7119262)

(45)発行日 令和4年8月17日(2022.8.17)

(24)登録日 令和4年8月8日(2022.8.8)

(51)国際特許分類

F I

H 0 2 J 7/00 (2006.01)

H 0 2 J 7/00

Y

H 0 1 M 10/48 (2006.01)

H 0 2 J 7/00

A

H 0 1 M 10/44 (2006.01)

H 0 1 M 10/48

P

H 0 1 M 10/42 (2006.01)

H 0 1 M 10/44

Q

G 0 1 R 31/392 (2019.01)

H 0 1 M 10/42

P

請求項の数 15 (全42頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2021-505880(P2021-505880)

(86)(22)出願日 令和2年2月28日(2020.2.28)

(65)公表番号 特表2022-503514(P2022-503514
A)

(43)公表日 令和4年1月12日(2022.1.12)

(86)国際出願番号 PCT/KR2020/002900

(87)国際公開番号 WO2020/189918

(87)国際公開日 令和2年9月24日(2020.9.24)

審査請求日 令和3年2月3日(2021.2.3)

(31)優先権主張番号 10-2019-0030709

(32)優先日 平成31年3月18日(2019.3.18)

(33)優先権主張国・地域又は機関
韓国(KR)

(73)特許権者 521065355

エルジー エナジー ソリューション リ
ミテッド大韓民国 ソウル ヨンドゥンポグ ヨ
イーデロ 108 タワー1(74)代理人 110000877弁理士法人R Y U K A国際
特許事務所

(72)発明者 ベ、ユーン-ジュン

大韓民国 07336 ソウル, ヨンドゥ
ンポグ, ヨイーデロ 128 エルジー
・ケム・リミテッド内

(72)発明者 チャ、エー-ミン

大韓民国 07336 ソウル, ヨンドゥ
ンポグ, ヨイーデロ 128 エルジー
・ケム・リミテッド内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 バッテリー管理装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

バッテリーセルの電圧を測定し、測定された電圧が基準放電電圧に到達する度に前記バッテリーセルの開放回路電圧を測定するように構成された電圧測定部と、

前記電圧測定部によって測定された開放回路電圧を受信し、

前記開放回路電圧を予め保存された基準電圧と比較して電圧変動率を算出し、

算出された電圧変動率及び予め保存された電圧変動率データに基づいて電圧増減パターンを決定し、

決定された電圧増減パターンに応じて前記バッテリーセルの第1退化加速程度を判断し、

前記開放回路電圧及び前記第1退化加速程度に基づいて既に設定された制御条件を変更するように構成された制御部と、を含み、

前記制御部は、

前記予め保存された電圧変動率データのうち前記バッテリーセルの現在サイクルから所定のサイクル数以内に含まれた複数の電圧変動率と前記算出された電圧変動率との間の電圧変化率を算出し、

前記算出された電圧変化率に基づいて前記電圧増減パターンを決定するように構成された、バッテリー管理装置。

【請求項2】

前記予め保存された基準電圧は、

所定のサイクル時点で前記バッテリーセルの電圧が前記基準放電電圧に到達したときの

開放回路電圧を含み、

前記予め保存された電圧変動率データは、

前記電圧測定部によって前記開放回路電圧が測定される度に前記制御部によって算出された過去の電圧変動率を含む、請求項 1 に記載のバッテリー管理装置。

【請求項 3】

前記既に設定された制御条件は、

前記バッテリーセルに対して設定された C-レート及び放電終了電圧のうち少なくとも一つを含み、

前記制御部は、

前記第 1 退化加速程度が加速退化または線形退化である場合、

前記決定された電圧増減パターンの開始サイクルで既に測定された前記バッテリーセルの開放回路電圧を基準開放電圧として設定し、

設定された基準開放電圧と前記電圧測定部から受信した開放回路電圧とを比較した電圧比較値を算出し、

算出した電圧比較値を既に設定された電圧変換基準に従って変換した電圧変換値に基づいて前記 C-レート及び前記放電終了電圧のうち少なくとも一つを変更するように構成された、請求項 1 または 2 に記載のバッテリー管理装置。

【請求項 4】

前記既に設定された電圧変換基準は、

前記算出された電圧比較値を前記 C-レートに対応する値に変換する第 1 電圧変換基準、及び前記算出された電圧比較値を前記放電終了電圧に対応する値に変換する第 2 電圧変換基準を含み、

前記制御部は、

前記算出された電圧比較値を前記第 1 電圧変換基準に従って変換して第 1 電圧変換値を取得し、

取得した第 1 電圧変換値に基づいて前記 C-レートを変更し、

前記算出された電圧比較値を前記第 2 電圧変換基準に従って変換して第 2 電圧変換値を取得し、

取得した第 2 電圧変換値に基づいて前記放電終了電圧を変更するように構成された、請求項 3 に記載のバッテリー管理装置。

【請求項 5】

前記制御部は、

前記判断された第 1 退化加速程度が加速退化であり、且つ、前記 C-レート及び前記放電終了電圧のうち少なくとも一つが変更された場合、前記既に設定された電圧変換基準を変更するように構成された、請求項 3 または 4 に記載のバッテリー管理装置。

【請求項 6】

前記制御部は、

前記既に設定された電圧変換基準が変更された後、前記第 1 退化加速程度が線形退化または減速退化と判断された場合のみに、前記既に設定された電圧変換基準を変更前の電圧変換基準に戻すように構成された、請求項 5 に記載のバッテリー管理装置。

【請求項 7】

前記制御部は、

前記受信した開放回路電圧に基づいて前記バッテリーセルの現在抵抗を算出し、

算出された現在抵抗を予め保存された基準抵抗と比べて抵抗変動率を算出し、

算出された抵抗変動率及び予め保存された抵抗変動率データに基づいて抵抗増減パターンを決定し、

決定された電圧増減パターン及び抵抗増減パターンに応じて前記バッテリーセルの第 2 退化加速程度を判断し、

前記算出された抵抗変動率及び前記第 2 退化加速程度に基づいて前記既に設定された制御条件を変更するように構成された、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載のバッテリー

10

20

30

40

50

管理装置。

【請求項 8】

前記予め保存された基準抵抗は、
前記予め保存された基準電圧に基づいて算出された基準抵抗を含み、
前記予め保存された抵抗変動率データは、
前記電圧測定部によって前記開放回路電圧が測定される度に前記制御部によって算出された過去の抵抗変動率を含む、請求項 7 に記載のバッテリー管理装置。

【請求項 9】

前記制御部は、
前記予め保存された抵抗変動率データのうち前記バッテリーセルの現在サイクルから所定のサイクル数以内に含まれた複数の抵抗変動率と前記算出された抵抗変動率との間の抵抗変化率を算出し、
前記算出された抵抗変化率に基づいて前記抵抗増減パターンを決定するように構成された、請求項 8 に記載のバッテリー管理装置。

【請求項 10】

バッテリーセルの電圧を測定し、測定された電圧が基準放電電圧に到達する度に前記バッテリーセルの開放回路電圧を測定するように構成された電圧測定部と、
前記電圧測定部によって測定された開放回路電圧を受信し、
前記開放回路電圧を予め保存された基準電圧と比較して電圧変動率を算出し、
算出された電圧変動率及び予め保存された電圧変動率データに基づいて電圧増減パターンを決定し、

決定された電圧増減パターンに応じて前記バッテリーセルの第 1 退化加速程度を判断し、
前記開放回路電圧及び前記第 1 退化加速程度に基づいて既に設定された制御条件を変更するように構成された制御部と、を含み、

前記制御部は、
前記受信した開放回路電圧に基づいて前記バッテリーセルの現在抵抗を算出し、
算出された現在抵抗を予め保存された基準抵抗と比べて抵抗変動率を算出し、
算出された抵抗変動率及び予め保存された抵抗変動率データに基づいて抵抗増減パターンを決定し、

決定された電圧増減パターン及び抵抗増減パターンに応じて前記バッテリーセルの第 2 退化加速程度を判断し、

前記算出された抵抗変動率及び前記第 2 退化加速程度に基づいて前記既に設定された制御条件を変更するように構成され、

前記予め保存された抵抗変動率データのうち前記バッテリーセルの現在サイクルから所定のサイクル数以内に含まれた複数の抵抗変動率と前記算出された抵抗変動率との間の抵抗変化率を算出し、

前記算出された抵抗変化率に基づいて前記抵抗増減パターンを決定するように構成された、バッテリー管理装置。

【請求項 11】

前記既に設定された制御条件は、
前記バッテリーセルに対して設定された C-レート及び放電終了電圧のうち少なくとも一つを含み、

前記制御部は、
前記決定された電圧増減パターンが電圧増加パターンであり、且つ、前記第 2 退化加速程度が加速退化または線形退化である場合、

前記決定された抵抗増減パターンの開始サイクルで既に測定された前記バッテリーセルの抵抗変動率を基準抵抗変動率として設定し、

設定された基準抵抗変動率と前記算出された抵抗変動率とを比較した抵抗比較値を算出し、

算出した抵抗比較値を既に設定された抵抗変換基準に従って変換した抵抗変換値に基づ

10

20

30

40

50

いて前記Cーレート及び前記放電終了電圧のうち少なくとも一つを変更するように構成された、請求項7から10のいずれか一項に記載のバッテリー管理装置。

【請求項12】

前記既に設定された抵抗変換基準は、

前記算出された抵抗比較値を前記Cーレートに対応する値に変換する第1抵抗変換基準、及び前記算出された抵抗比較値を前記放電終了電圧に対応する値に変換する第2抵抗変換基準を含み、

前記制御部は、

前記算出された抵抗比較値を前記第1抵抗変換基準に従って変換した第1抵抗変換値を取得し、

取得した第1抵抗変換値に基づいて前記Cーレートを変更し、

前記算出された抵抗比較値を前記第2抵抗変換基準に従って変換した第2抵抗変換値を取得し、

取得した第2抵抗変換値に基づいて前記放電終了電圧を変更するように構成された、請求項11に記載のバッテリー管理装置。

【請求項13】

前記制御部は、

前記判断された第2退化加速程度が加速退化であり、且つ、前記Cーレート及び前記放電終了電圧のうち少なくとも一つが変更された場合、前記既に設定された抵抗変換基準を変更するように構成された、請求項11または12に記載のバッテリー管理装置。

【請求項14】

前記制御部は、

前記既に設定された抵抗変換基準が変更された後、前記第2退化加速程度が線形退化または減速退化と判断された場合のみに、前記既に設定された抵抗変換基準を変更前の抵抗変換基準に戻すように構成された、請求項13に記載のバッテリー管理装置。

【請求項15】

請求項1から14のいずれか一項に記載のバッテリー管理装置を含むバッテリーパック。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、バッテリー管理装置に関し、より詳しくは、バッテリーセルの退化パターンに応じて制御条件を変更するバッテリー管理装置に関する。

【0002】

本出願は、2019年3月18日出願の韓国特許出願第10-2019-0030709号に基づく優先権を主張し、当該出願の明細書及び図面に開示された内容は、すべて本出願に組み込まれる。

【背景技術】

【0003】

近年、ノートパソコン、ビデオカメラ、携帯電話などのような携帯用電子製品の需要が急激に伸び、電気自動車、エネルギー貯蔵用蓄電池、ロボット、衛星などの開発が本格化するにつれて、繰り返して充放電可能な高性能バッテリーに対する研究が活発に行われている。

【0004】

現在、ニッケルカドミウム電池、ニッケル水素電池、ニッケル亜鉛電池、リチウムバッテリーなどのバッテリーが商用化しているが、なかでもリチウムバッテリーは、ニッケル系列のバッテリーに比べてメモリ効果が殆ど起きず充放電が自在であって、自己放電率が非常に低くてエネルギー密度が高いという長所から脚光を浴びている。

【0005】

二次電池の適用範囲はさらに拡がり、スマートフォンを含む小型携帯装置は勿論、ハイブリッド自動車を含む電気自動車や電力貯蔵装置のような中大型装置にも二次電池が広く

10

20

30

40

50

用いられている。

【0006】

このような二次電池の場合、使用期間が経過するにつれて初期よりも性能が退化する。そして、このような二次電池の性能退化の程度を推定することを二次電池のSOH (State of Health) 推定と称し、二次電池のSOHは二次電池の交替時期を決定する際に重要な要素である。

【0007】

従来、バッテリーの開放回路電圧 (Open Circuit Voltage、OCV) を測定し、バッテリーが完全充電される時点までバッテリーに流れ込む電流を積算し、積算された電流量と測定されたOCV値を用いてバッテリーに充電された完全充電容量を計算する装置及び方法が開示されている (特許文献1)。

10

【0008】

ただし、特許文献1は、バッテリーの完全充電容量の損失を測定することで、事後的にバッテリーの退化程度を示す退化度を判断する構成を開示しているだけで、現在のバッテリー退化進行速度などバッテリー退化に関連する具体的な情報及びバッテリーの退化程度に応じてバッテリーの制御条件を変更する構成は何ら開示していない。

【0009】

したがって、特許文献1は、バッテリーの予測退化速度または予測寿命などのように未来時点におけるバッテリーの状態を判断するための具体的な情報は全く提供しないという問題がある。また、特許文献1は、バッテリーの完全充電容量を測定する構成のみを開示しているだけで、バッテリーの状態に応じて制御条件を変更する構成は全く開示していない。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【文献】韓国特許公開10-2016-0011448号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、バッテリーセルの退化についてより具体的な情報を提供し、バッテリーセルの退化程度に応じてバッテリーセルの制御条件を変更することができるバッテリー管理装置を提供することを目的とする。

30

【0012】

本発明の他の目的及び長所は、下記の説明によって理解でき、本発明の実施形態によってより明らかに分かるであろう。また、本発明の目的及び長所は、特許請求の範囲に示される手段及びその組合せによって実現することができる。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の一態様によるバッテリー管理装置は、バッテリーセルの電圧を測定し、測定された電圧が基準放電電圧に到達する度にバッテリーセルの開放回路電圧を測定するように構成された電圧測定部と、電圧測定部によって測定された開放回路電圧を受信し、受信した開放回路電圧を予め保存された基準電圧と比較して電圧変動率を算出し、算出された電圧変動率及び予め保存された電圧変動率データに基づいて電圧増減パターンを決定し、決定された電圧増減パターンに応じてバッテリーセルの第1退化加速程度を判断し、受信した開放回路電圧及び第1退化加速程度に基づいて既に設定された制御条件を変更するように構成された制御部と、を含む。

40

【0014】

予め保存された基準電圧は、所定のサイクル時点でバッテリーセルの電圧が基準放電電圧に到達したときの開放回路電圧を含むように構成され得る。

【0015】

50

予め保存された電圧変動率データは、電圧測定部によって開放回路電圧が測定される度に制御部によって算出された過去の電圧変動率を含むように構成され得る。

【0016】

制御部は、予め保存された電圧変動率データのうちバッテリーセルの現在サイクルから所定のサイクル数以内に含まれた複数の電圧変動率と算出された電圧変動率との間の電圧変化率を算出し、算出された電圧変化率に基づいて電圧増減パターンを決定するように構成され得る。

【0017】

既に設定された制御条件は、バッテリーセルに対して設定されたC-レート及び放電終了電圧のうち少なくとも一つを含むように構成され得る。

10

【0018】

制御部は、第1退化加速程度が加速退化または線形退化である場合のみに、決定された電圧増減パターンの開始サイクルで既に測定されたバッテリーセルの開放回路電圧を基準開放電圧として設定し、設定された基準開放電圧と電圧測定部から受信した開放回路電圧とを比較した電圧比較値を算出し、算出した電圧比較値を既に設定された電圧変換基準に従って変換した電圧変換値に基づいてC-レート及び放電終了電圧のうち少なくとも一つを変更するように構成され得る。

【0019】

既に設定された電圧変換基準は、算出された電圧比較値をC-レートに対応する値に変換する第1電圧変換基準、及び算出された電圧比較値を放電終了電圧に対応する値に変換する第2電圧変換基準を含むように構成され得る。

20

【0020】

制御部は、算出された電圧比較値を第1電圧変換基準に従って変換して第1電圧変換値を取得し、取得した第1電圧変換値に基づいてC-レートを変更し、算出された電圧比較値を第2電圧変換基準に従って変換して第2電圧変換値を取得し、取得した第2電圧変換値に基づいて放電終了電圧を変更するように構成され得る。

【0021】

制御部は、判断された第1退化加速程度が加速退化であり、且つ、C-レート及び放電終了電圧のうち少なくとも一つが変更された場合のみに、既に設定された電圧変換基準を変更するように構成され得る。

30

【0022】

制御部は、既に設定された電圧変換基準が変更された後、第1退化加速程度が線形退化または減速退化と判断された場合のみに、既に設定された電圧変換基準を変更前の電圧変換基準に戻すように構成され得る。

【0023】

制御部は、受信した開放回路電圧に基づいてバッテリーセルの現在抵抗を算出し、算出された現在抵抗を予め保存された基準抵抗と比べて抵抗変動率を算出し、算出された抵抗変動率及び予め保存された抵抗変動率データに基づいて抵抗増減パターンを決定し、決定された電圧増減パターン及び抵抗増減パターンに応じてバッテリーセルの第2退化加速程度を判断し、算出された抵抗変動率及び第2退化加速程度に基づいて既に設定された制御条件を変更するように構成され得る。

40

【0024】

予め保存された基準抵抗は、予め保存された基準電圧に基づいて算出された基準抵抗を含むように構成され得る。

【0025】

予め保存された抵抗変動率データは、電圧測定部によって開放回路電圧が測定される度に制御部によって算出された過去の抵抗変動率を含むように構成され得る。

【0026】

制御部は、予め保存された抵抗変動率データのうちバッテリーセルの現在サイクルから所定のサイクル数以内に含まれた複数の抵抗変動率と算出された抵抗変動率との間の抵抗

50

変化率を算出し、算出された抵抗変化率に基づいて抵抗増減パターンを決定するように構成され得る。

【0027】

既に設定された制御条件は、バッテリーセルに対して設定されたC-レート及び放電終了電圧のうち少なくとも一つを含み得る。

【0028】

制御部は、決定された電圧増減パターンが電圧増加パターンであり、且つ、第2退化加速程度が加速退化または線形退化である場合に、決定された抵抗増減パターンの開始サイクルで既に測定されたバッテリーセルの抵抗変動率を基準抵抗変動率として設定し、設定された基準抵抗変動率と算出された抵抗変動率とを比較した抵抗比較値を算出し、算出された抵抗比較値を既に設定された抵抗変換基準に従って変換した抵抗変換値に基づいてC-レート及び放電終了電圧のうち少なくとも一つを変更するように構成され得る。

10

【0029】

既に設定された抵抗変換基準は、算出された抵抗比較値をC-レートに対応する値に変換する第1抵抗変換基準、及び算出された抵抗比較値を放電終了電圧に対応する値に変換する第2抵抗変換基準を含み得る。

【0030】

制御部は、算出された抵抗比較値を第1抵抗変換基準に従って変換した第1抵抗変換値を取得し、取得した第1抵抗変換値に基づいてC-レートを変更し、算出された抵抗比較値を第2抵抗変換基準に従って変換した第2抵抗変換値を取得し、取得した第2抵抗変換値に基づいて放電終了電圧を変更するように構成され得る。

20

【0031】

制御部は、判断された第2退化加速程度が加速退化であり、且つ、C-レート及び放電終了電圧のうち少なくとも一つが変更された場合に、既に設定された抵抗変換基準を変更するように構成され得る。

【0032】

制御部は、既に設定された抵抗変換基準が変更された後、第2退化加速程度が線形退化または減速退化と判断された場合に、既に設定された抵抗変換基準を変更前の抵抗変換基準に戻すように構成され得る。

【0033】

本発明の他の態様によるバッテリーパックは、本発明の一態様によるバッテリー管理装置を含む。

30

【発明の効果】

【0034】

本発明の一態様によれば、バッテリーセルの退化程度だけでなく、バッテリーセルの退化パターンが推定されるため、バッテリーセルの現在状態をより正確に推定することができる。

【0035】

また、本発明の一態様によれば、バッテリーセルの退化パターンに応じてそれぞれのバッテリーセルに対して最適化された制御条件が設定されるため、バッテリーセルの急激な退化を防止し、バッテリーセルをより長期間使用可能にする。

40

【0036】

また、本発明の一態様によれば、多様な指標を通じてバッテリーセルの退化パターンが推定されるため、バッテリー退化進行程度をより正確に判断することができる。

【0037】

本発明の効果は以上の効果に制限されず、その他の効果は特許請求の範囲の記載から当業者に明確に理解できるであろう。

【0038】

本明細書に添付される次の図面は、発明の詳細な説明とともに本発明の技術的な思想をさらに理解させる役割をするものであるため、本発明は図面に記載された事項だけに限定

50

されて解釈されてはならない。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置を含むバッテリーパックを概略的に示した図である。

【図2】本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置を概略的に示したブロック図である。

【図3】本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置によって算出された第1バッテリーセルの電圧変動率を示した図である。

【図4】本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置によって算出された第2バッテリーセルの電圧変動率を示した図である。

10

【図5】本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置によって算出された第2バッテリーセルの電圧変動率のうち一区間を拡大して示した図である。

【図6】本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置によって算出された第2バッテリーセルの電圧変動率のうち他の一区間を拡大して示した図である。

【図7】本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置によって算出された第1バッテリーセルの抵抗変動率を示した図である。

【図8】本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置によって算出された第2バッテリーセルの抵抗変動率を示した図である。

【図9】本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置において、電圧変動率に基づいてバッテリーセルに既に設定された制御条件を変更する過程をツリー構造で簡略に示した図である。

20

【図10】本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置において、抵抗変動率に基づいてバッテリーセルに既に設定された制御条件を変更する過程をツリー構造で簡略に示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0040】

本明細書及び請求範囲に使われた用語や単語は通常的や辞書的な意味に限定して解釈されてはならず、発明者自らは発明を最善の方法で説明するために用語の概念を適切に定義できるという原則に則して本発明の技術的な思想に應ずる意味及び概念で解釈されねばならない。

30

【0041】

したがって、本明細書に記載された実施形態及び図面に示された構成は、本発明のもっとも望ましい一実施形態に過ぎず、本発明の技術的な思想のすべてを代弁するものではないため、本出願の時点においてこれらに代替できる多様な均等物及び変形例があり得ることを理解せねばならない。

【0042】

また、本発明の説明において、関連公知構成または機能についての具体的な説明が本発明の要旨を不明瞭にし得ると判断される場合、その詳細な説明は省略する。

【0043】

第1、第2などのように序数を含む用語は、多様な構成要素のうちある一つをその他の要素と区別するために使われたものであり、これら用語によって構成要素が限定されることはない。

40

【0044】

明細書の全体において、ある部分がある構成要素を「含む」とするとき、これは特に言及されない限り、他の構成要素を除外するものではなく、他の構成要素をさらに含み得ることを意味する。また、明細書に記載された「制御部」のような用語は、少なくとも一つの機能や動作を処理する単位を意味し、ハードウェア、ソフトウェア、またはハードウェアとソフトウェアとの組み合わせで具現され得る。

【0045】

50

さらに、明細書の全体において、ある部分が他の部分と「連結（接続）」されるとき、これは「直接的な連結（接続）」だけではなく、他の素子を介在した「間接的な連結（接続）」も含む。

【００４６】

以下、添付された図面を参照して本発明の望ましい実施形態を詳しく説明する。

【００４７】

図１は、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置を含むバッテリーパックを概略的に示した図である。

【００４８】

図１を参照すると、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置１００は、複数のバッテリーセル１１が含まれたバッテリーモジュール１０と電氣的に接続されて複数のバッテリーセル１１をそれぞれ管理することができる。すなわち、バッテリー管理装置１００は、バッテリーモジュール１０に含まれた複数のバッテリーセル１１の状態を推定し、推定された状態に基づいてそれぞれのバッテリーセル１１の制御条件を調整することができる。また、バッテリー管理装置１００は、バッテリーモジュール１０と共にバッテリーパック１０００に含まれ得る。図１は、バッテリーパック１０００に一つのバッテリーモジュール１０と一つのバッテリー管理装置１００が含まれた例を示したが、バッテリーパック１０００に含まれたバッテリーモジュール１０及びバッテリー管理装置１００の個数は図１に示された個数に限定されない。同様に、バッテリーモジュール１０に含まれたバッテリーセル１１の個数も図１に示された個数に限定されない。

【００４９】

図２を参照してバッテリー管理装置１００の具体的な構成を説明する。図２は、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置を概略的に示したブロック図である。以下、まずは、バッテリー管理装置１００がバッテリーセル１１の電圧増減パターンに基づいて、バッテリーセル１１に既に設定された制御条件を変更する構成について説明する。

【００５０】

図２を参照すると、バッテリー管理装置１００は、電圧測定部１０１及び制御部１０３を含むことができる。

【００５１】

電圧測定部１０１は、バッテリーモジュール１０に含まれたバッテリーセル１１の電圧を測定するように構成され得る。すなわち、電圧測定部１０１は、バッテリーモジュール１０に含まれたそれぞれのバッテリーセル１１の電圧を測定するように構成され得る。望ましくは、電圧測定部１０１は、バッテリーセル１１の放電電圧を測定することができる。

【００５２】

例えば、図１に示された実施形態において、バッテリー管理装置１００は、バッテリーモジュール１０に含まれた第１バッテリーセルＣ１、第２バッテリーセルＣ２、第３バッテリーセルＣ３及び第４バッテリーセルＣ４の放電時の電圧をそれぞれ測定し得る。具体的には、電圧測定部１０１は、第１センシングラインＳＬ１及び第２センシングラインＳＬ２を通じて第１バッテリーセルＣ１の電圧を測定し、第２センシングラインＳＬ２及び第３センシングラインＳＬ３を通じて第２バッテリーセルＣ２の電圧を測定し得る。また、電圧測定部１０１は、第３センシングラインＳＬ３及び第４センシングラインＳＬ４を通じて第３バッテリーセルＣ３の電圧を測定し、第４センシングラインＳＬ４及び第５センシングラインＳＬ５を通じて第４バッテリーセルＣ４の電圧を測定し得る。

【００５３】

電圧測定部１０１は、バッテリーセル１１の開放回路電圧（ＯＣＶ）を測定することができる。すなわち、電圧測定部１０１は、バッテリーセル１１の電圧及び開放回路電圧を何れも測定することができる。特に、電圧測定部１０１は、測定した電圧が基準放電電圧に到達する度に各バッテリーセル１１の開放回路電圧を測定することができる。ここで、基準放電電圧は、電圧測定部１０１が開放回路電圧を測定できるようにユーザなどによって予め設定されて保存された電圧であり得る。すなわち、基準放電電圧は、電圧測定部１

10

20

30

40

50

01によってバッテリーセル11の開放回路電圧を測定するための参照値であって、電圧測定部101がバッテリーセル11の開放回路電圧を測定する時点を提供し得る。例えば、所定の電圧は2.8Vに設定され得る。電圧測定部101は、複数のバッテリーセル11の電圧を測定し、各バッテリーセル11の測定された電圧が所定の電圧に到達する度に該当バッテリーセル11の開放回路電圧を測定することができる。

【0054】

例えば、図1に示された実施形態において、バッテリーセル11のそれぞれに対して、基準放電電圧がV1[V]に設定されていると仮定する。このとき、電圧測定部101は、放電によって第1バッテリーセルC1の電圧がV1[V]に到達すれば、第1バッテリーセルC1の開放回路電圧を測定し得る。同様に、電圧測定部101は、第2バッテリーセルC2、第3バッテリーセルC3または第4バッテリーセルC4の電圧がV1[V]に到達すれば、V1[V]に到達したバッテリーセル11の開放回路電圧を測定し得る。

【0055】

制御部103は、電圧測定部101によって測定された開放回路電圧を受信することができる。制御部103は、バッテリー管理装置100の内部で電圧測定部101と電気的信号を送受信できるように構成され、電圧測定部101から測定された開放回路電圧を受信することができる。

【0056】

制御部103は、電圧測定部101から受信した開放回路電圧を予め保存された基準電圧と比較して電圧変動率(voltage fluctuation rate)を算出することができる。ここで、予め保存された基準電圧は、電圧測定部101によって測定された開放回路電圧との比較のための参照値であって、予め保存された値であり得る。例えば、予め保存された基準電圧は、所定のサイクル時点で測定されたバッテリーセル11の開放回路電圧を含み得る。電圧変動率は、予め保存された基準電圧と制御部103が電圧測定部101から受信した開放回路電圧とを比べて得られる。特に、電圧変動率は、予め保存された基準電圧と開放回路電圧の測定値との比率または差として算出され得る。すなわち、制御部103は、所定のサイクル時点以後のサイクルで電圧測定部101から測定された開放回路電圧を受信し、予め保存された基準電圧に対する受信した開放回路電圧の比率を電圧変動率として算出し得る。

【0057】

例えば、第1バッテリーセルC1に対して予め保存された基準電圧をA1[V]と仮定する。また、電圧測定部101が第1時点で測定した第1バッテリーセルC1の開放回路電圧をB1[V]と仮定する。制御部103は、第1バッテリーセルC1の第1時点の電圧変動率を、A1に対するB1の比率として算出し得る。例えば、第1バッテリーセルC1の第1時点の電圧変動率は、「 $(B1 \div A1) \times 100$ 」の計算式によって算出され得る。

【0058】

制御部103は、算出した電圧変動率及び予め保存された電圧変動率データに基づいて電圧増減パターンを決定することができる。ここで、電圧変動率データは、算出された電圧変動率との比較のための参照データであって、予め保存され得る。制御部103は、算出した電圧変動率を予め保存された電圧変動率データに追加して、予め保存された電圧変動率データを更新することができる。そして、制御部103は、更新された電圧変動率データに基づいて電圧増減パターンを決定することができる。

【0059】

例えば、予め保存された電圧変動率データは、制御部103によって過去算出された電圧変動率が保存されたデータであり得る。この場合、制御部103は、基準電圧が算出されたサイクル時点の以後に算出されたすべての電圧変動率に基づいてバッテリーセル11の電圧増減パターンを決定し得る。電圧増減パターンは、電圧増加パターン、電圧減少パターンまたは電圧一定パターンなどの多様なパターンを含み得る。以下では説明の便宜上、電圧増減パターンには電圧増加パターン及び電圧減少パターンが含まれ、電圧増加パタ

10

20

30

40

50

ーンには電圧減少パターンを除いた電圧一定パターンなどのパターンが含まれるとする。

【0060】

制御部103は、バッテリーセル11の電圧増減パターンに応じてバッテリーセル11の第1退化加速程度を判断することができる。特に、制御部103は、バッテリーセル11の電圧増減パターンに応じてバッテリーセル11の第1退化加速程度を判断するように構成され得る。ここで、第1退化加速程度は、バッテリーセル11の退化が次第に速まっているか、それとも、次第に遅くなっているかなどを示す情報であり得る。そして、第1退化加速程度は、電圧増減パターンに応じて制御部103が判断したバッテリーセル11の退化加速程度であり得る。すなわち、制御部103は、バッテリーセル11に対する電圧増減パターンを決定し、決定された電圧増減パターンに基づいてバッテリーセル11の第1退化加速程度を判断することができる。

10

【0061】

例えば、図1の実施形態において、制御部103は、第1バッテリーセルC1の電圧増減パターンを決定し、決定された電圧増減パターンに応じて第1バッテリーセルC1の第1退化加速程度を判断し得る。

【0062】

制御部103は、受信した開放回路電圧及び判断した第1退化加速程度に基づいて既に設定された制御条件を変更するように構成され得る。すなわち、バッテリーセル11の第1退化加速程度が電圧増減パターンに応じて判断されれば、制御部103は判断したバッテリーセル11の第1退化加速程度及び受信したバッテリーセル11の現在サイクルの開放回路電圧に基づいて、バッテリーセル11に既に設定された制御条件を変更し得る。ここで、既に設定された制御条件は、バッテリーセル11毎に予め設定され得る。例えば、既に設定された制御条件は、バッテリーセル11の出荷時または最初作動時に予め設定され得る。すなわち、既に設定された制御条件は、第1バッテリーセルC1、第2バッテリーセルC2、第3バッテリーセルC3及び第4バッテリーセルC4のそれぞれに設定され得る。

20

【0063】

例えば、図1に示された実施形態において、制御部103は、第1バッテリーセルC1の電圧増減パターンに応じて第1バッテリーセルC1の第1退化加速程度を判断し、電圧測定部101から受信した第1バッテリーセルC1の現在サイクルの開放回路電圧に基づいて第1バッテリーセルC1に既に設定された制御条件を変更し得る。また、制御部103は、第2バッテリーセルC2の電圧増減パターンに応じて第2バッテリーセルC2の第1退化加速程度を判断し、電圧測定部101から受信した第2バッテリーセルC2の現在サイクルの開放回路電圧に基づいて第2バッテリーセルC2に既に設定された制御条件を変更し得る。同様に、制御部103は、第3バッテリーセルC3及び第4バッテリーセルC4に対しても、判断した第1退化加速程度及び受信した開放回路電圧に基づいて、第3バッテリーセルC3及び第4バッテリーセルC4のそれぞれに既に設定された制御条件を変更し得る。

30

【0064】

本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置100は、バッテリーセル11の第1退化加速程度及び現在サイクルにおける開放回路電圧に基づいて、バッテリーセル11に対して既に設定された制御条件を変更することができる。したがって、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置100は、バッテリーセル11の現在状態を正確に判断することで、バッテリーセル11の寿命がより長く持続されるようにバッテリーセル11の制御条件を変更する措置を講じることができる。したがって、バッテリー管理装置100は、バッテリーセル11に設定された制御条件を最適化することで、バッテリーセル11が過放電しないようにバッテリーセル11の充電を制御することができる。

40

【0065】

制御部103は、バッテリーセル11の電圧増減パターンに応じてバッテリーセル11の第1退化加速程度を、加速退化、線形退化及び減速退化のうちいずれか一つとして判断

50

することができる。ここで、加速退化は、バッテリーセル１１の退化が次第に加速化する状態であり、線形退化は、バッテリーセル１１の退化が加速退化のように次第に加速しないが、線形的に進行している状態である。逆に、減速退化は、バッテリーセル１１の退化が次第に遅く進行している状態である。

【００６６】

特に、制御部１０３は、バッテリーセル１１のそれぞれに対して第１退化加速程度を独立的に判断することができる。例えば、図１の実施形態において、制御部１０３は、第１バッテリーセルＣ１、第２バッテリーセルＣ２、第３バッテリーセルＣ３及び第４バッテリーセルＣ４に対してそれぞれ別々に電圧増減パターンを決定し得る。そして、制御部１０３は、決定された電圧増減パターンに応じて第１バッテリーセルＣ１、第２バッテリーセルＣ２、第３バッテリーセルＣ３及び第４バッテリーセルＣ４のそれぞれに対して別々に第１退化加速程度を判断し得る。

10

【００６７】

すなわち、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置１００は、それぞれのバッテリーセル１１の第１退化加速程度を独立的に判断可能であるため、それぞれのバッテリーセル１１の第１退化加速程度を判断し、ひいてはそれぞれのバッテリーセル１１の寿命を予測することができる。具体的には、バッテリー管理装置１００は、それぞれのバッテリーセル１１の開放回路電圧を測定することで損失容量を算出し、それぞれのバッテリーセル１１の退化程度を算出できるだけでなく、それぞれのバッテリーセル１１がどれくらい速く退化しているかについての第１退化加速程度を判断することができる。したがって、バッテリー管理装置１００は、バッテリーセル１１の第１退化加速程度に基づいてそれぞれのバッテリーセル１１の今後の退化程度を推定することができる。

20

【００６８】

例えば、同じ製品ラインのバッテリーセル１１であっても、初期抵抗または容量のバラツキなどの問題のため、全く同じ可用容量を有さないこともある。例えば、出荷時バッテリーセルの設定容量は１０００ｍＡｈであるが、第１バッテリーセルＣ１の初期容量が９００ｍＡｈ、第２バッテリーセルＣ２の初期容量が１０００ｍＡｈの状態に出荷されたと仮定する。同一期間の使用によって第１バッテリーセルＣ１及び第２バッテリーセルＣ２の現在可用容量が８００ｍＡｈに等しくなった場合、第１バッテリーセルＣ１と第２バッテリーセルＣ２とは同じ可用容量を有するが、初期容量の差のため、二つのバッテリーセル１１の退化度が同一であると判断することはバッテリーセル１１の正確な状態推定であると言えない。また、第１バッテリーセルＣ１の退化度が約１１％、第２バッテリーセルＣ２の退化度が２０％に算出されたとしても、このように算出された退化度は初期容量対比現在容量による第１バッテリーセルＣ１及び第２バッテリーセルＣ２それぞれの現在状態のみを示す指標として意味があるだけで、現在の第１バッテリーセルＣ１及び第２バッテリーセルＣ２の第１退化加速程度または第１退化加速程度に基づいた予想寿命などの未来状況に係る予測指標としては適さない。すなわち、バッテリーセル１１の初期容量などに対する現在容量の比率は、バッテリーセル１１の退化程度を事後的に判断する指標に過ぎず、バッテリーセル１１の第１退化加速程度、今後の退化程度または予想寿命などを判断する指標として使用するには適さないという問題がある。

30

40

【００６９】

一方、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置１００は、現在のバッテリーセル１１の開放回路電圧を測定し、第１退化加速程度を判断することで、バッテリーセル１１の現在状態を正確に判断することができる。また、バッテリー管理装置１００は、判断したバッテリーセル１１の現在状態に基づいてバッテリーセル１１に最適化された制御条件を設定することができる。

【００７０】

ここで、制御部１０３は、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置１００で行われる多様な制御ロジックを実行するため、当業界で知られたプロセッサ、ＡＳＩＣ（application-specific integrated circuit）、他の

50

チップセット、論理回路、レジスタ、通信モデム、データ処理装置などを選択的に含むことができる。また、制御ロジックがソフトウェアとして具現されるとき、制御部 103 はプログラムモジュールの集合として具現され得る。このとき、プログラムモジュールはメモリに保存され、プロセッサによって実行され得る。メモリは、プロセッサの内部または外部に位置し得、周知の多様な手段でプロセッサと接続され得る。例えば、制御部 103 は、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置 100 に備えられたプロセッサであって、判断したバッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度を含む状態情報及びバッテリーセル 11 に既に設定された制御条件をディスプレイ装置などの出力装置を通じてユーザに提供し得る。また、制御部 103 は、バッテリーセル 11 の状態情報及び制御条件に基づいて、外部通知装置を通じてユーザにバッテリーセル 11 の交替または警告通知も提供し得る。

10

【0071】

また、図 2 を参照すると、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置 100 は、保存部 105 をさらに含むことができる。保存部 105 は基準電圧を保存することができる。すなわち、保存部 105 には基準電圧が予め保存されており、制御部 103 は保存部 105 に予め保存された基準電圧と電圧測定部 101 から受信した開放回路電圧とを比べて電圧変動率を算出することができる。また、保存部 105 は電圧変動率データを保存することができる。すなわち、保存部 105 には過去制御部 103 で算出された電圧変動率データが保存されており、制御部 103 は保存部 105 に予め保存された電圧変動率データに基づいてバッテリーセル 11 の電圧増減パターンを決定することができる。

【0072】

20

すなわち、保存部 105 は、電圧測定部 101 で測定した基準電圧及び制御部 103 で算出した過去の電圧変動率データなど、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置 100 の各構成要素が動作及び機能を実行するのに必要なデータやプログラムなどを保存することができる。保存部 105 は、データを記録、消去、更新及び読出できると知られた公知の情報記録手段であれば、その種類に特に制限がない。一例として、情報記録手段には RAM、フラッシュメモリ、ROM、EEPROM、レジスタなどが含まれ得る。保存部 105 は、制御部 103 によって実行可能なプロセスが定義されたプログラムコードを保存することができる。

【0073】

望ましくは、予め保存された基準電圧は、所定のサイクル時点でバッテリーセル 11 が放電してバッテリーセル 11 の電圧が基準放電電圧に到達したときの開放回路電圧を含むことができる。ここで、所定のサイクル時点は、BOL (Beginning of Life) から所定のサイクル数以内の時点であって、例えば、バッテリーセル 11 の出荷後一回目の放電時点であり得る。

30

【0074】

例えば、基準放電電圧が 2.8 V に設定されたと仮定する。この場合、電圧測定部 101 は、第 1 バッテリーセル C1 の最初放電過程（初期状態）における電圧を測定し、測定した電圧が 2.8 V に到達したときの開放回路電圧を測定し得る。

【0075】

望ましくは、予め保存された電圧変動率データは、電圧測定部 101 によって開放回路電圧が測定される度に制御部 103 によって算出された電圧変動率を含むように構成され得る。すなわち、所定のサイクル時点以後から現在時点以前までにおいて、電圧測定部 101 は放電によってバッテリーセル 11 の電圧が基準放電電圧に到達すれば開放回路電圧を測定し、制御部 103 は電圧測定部 101 で測定された開放回路電圧に基づいて電圧変動率を算出し得る。そして、算出された電圧変動率は、保存部 105 に予め保存された電圧変動率データに含まれ得る。

40

【0076】

例えば、図 1 に示された実施形態において、第 1 バッテリーセル C1 に対して予め保存された電圧変動率データには第 1 時点～第 N-1 時点で算出された第 1 バッテリーセル C1 の電圧変動率が含まれ得る。ここで、N は 2 以上の整数であって、N が 2 であると、予

50

め保存された電圧変動率データには第1時点で算出された第1バッテリーセルC1の電圧変動率のみが含まれ得る。制御部103によって第N時点で第1バッテリーセルC1の電圧変動率が算出された場合、第N時点で算出された第1バッテリーセルC1の電圧変動率は保存部105に予め保存された電圧変動率データに含まれ得る。この場合、保存部105に予め保存された電圧変動率データには第1～第N電圧変動率が含まれ得る。

【0077】

本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置100は、保存部105に過去時点から現在時点まで予め保存された電圧変動率データに基づいて現在のバッテリーセル11の電圧増減パターンを決定することができる。すなわち、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置100は、算出された電圧変動率を累積保存した予め保存された電圧変動率データに基づいて現在のバッテリーセル11の電圧増減パターン及び第1退化加速程度を判断するため、特定時点での電圧変動率のみでバッテリーセル11の退化度を判断する場合よりも、バッテリーセル11の退化加速程度及び退化度などをより正確に判断することができる。また、このように判断された第1退化加速程度及び退化度は、バッテリーセル11の未来状態を推定するための情報として活用できるため、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置100は、バッテリーセル11の過去及び現在の状態だけでなく、第1退化加速程度に基づいて未来の状態を推定可能な情報を提供することができる。

【0078】

制御部103は、予め保存された電圧変動率データのうちバッテリーセル11の現在サイクルから所定のサイクル数以内に含まれた複数の電圧変動率と算出された電圧変動率との間の電圧変化率(rate of voltage change)を算出することができる。ここで、電圧変化率は、電圧変動率間の平均変化率(average rate of change)または瞬間変化率(instantaneous rate of change)を含むことができる。そして、現在サイクルから所定のサイクル数以内に含まれた複数の電圧変動率は、現在サイクルから予め設定されたサイクル数以内に含まれた複数の電圧変動率を含むことができる。例えば、制御部103は、現在サイクルから50サイクル以内に含まれた複数の電圧変動率間の電圧変化率を算出し得る。図3及び図4を参照して電圧変化率の算出について具体的に説明する。

【0079】

図3は、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置によって算出された第1バッテリーセルの電圧変動率を示した図である。図4は、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置によって算出された第2バッテリーセルの電圧変動率を示した図である。

【0080】

図3及び図4を参照すると、保存部105は、サイクル毎に第1バッテリーセルC1に対して予め保存された電圧変動率データ及び第2バッテリーセルC2に対して予め保存された電圧変動率データをそれぞれ保存することができる。以下、図3に示されたように、第1バッテリーセルC1に対して予め設定されたサイクル数を含む区間をI_n区間として説明する。同様に、図4に示されたように、第2バッテリーセルC2に対して予め設定されたサイクル数を含む区間をJ_n区間として説明する。ここで、nは正の整数である。例えば、予め設定されたサイクル数が50である場合、I₁区間には第1バッテリーセルC1の0～50サイクルが含まれ、I₂区間には第1バッテリーセルC1の51～100サイクルが含まれ得る。説明の便宜上、第1バッテリーセルC1の0サイクルはI₁に含まれ、第2バッテリーセルC2の0サイクルはJ₁区間に含まれたとして説明する。

【0081】

例えば、一区間に含まれるように予め設定されたサイクル数が50であると仮定する。図3において、第1バッテリーセルC1の現在サイクルが300サイクルであれば、制御部103は保存部105に第1バッテリーセルC1に対して予め保存されている電圧変動率データのうち251～300サイクルを含むI₆区間に属したそれぞれのサイクルの電圧変動率を抽出する。すなわち、制御部103は、第1バッテリーセルC1のI₆区間に属したそれぞれのサイクルの電圧変動率を互いに比べ、I₆区間の電圧変化率を算出する

ことができる。同様に、図 4 において、第 2 バッテリーセル C 2 の現在サイクルが 1 5 0 サイクルであれば、制御部 1 0 3 は保存部 1 0 5 に第 2 バッテリーセル C 2 に対して予め保存されている電圧変動率データのうち 1 0 1 ~ 1 5 0 サイクルを含む J 3 区間に属したそれぞれのサイクルの電圧変動率を抽出する。制御部 1 0 3 は、第 2 バッテリーセル C 2 の J 3 区間に属したそれぞれのサイクルの電圧変動率を互いに比べ、J 3 区間の電圧変化率を算出することができる。ここで、電圧変化率とは、変化率に対する特定の数値を意味する。

【0082】

以下、説明の便宜上、電圧変化率が 0 以上であれば正の変化率、電圧変化率が 0 未満であれば負の変化率であると説明する。また、図 5 を参照して制御部 1 0 3 が電圧変化率を算出する例を具体的に説明する。

10

【0083】

図 5 は、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置によって算出された第 2 バッテリーセルの電圧変動率のうち一区間を拡大して示した図である。すなわち、図 5 は、第 2 バッテリーセル C 2 に対して算出された電圧変動率のうち J 3 区間に含まれた電圧変動率を拡大して示した図である。

【0084】

図 5 の実施形態を参照すると、制御部 1 0 3 は、バッテリーセル 1 1 の現在サイクルが属した区間に含まれた電圧変動率の電圧変化率を算出することができる。このとき、制御部 1 0 3 は、バッテリーセル 1 1 の現在サイクルが属した区間の電圧変化率に基づいて、バッテリーセル 1 1 の現在サイクルが属した区間を複数のサブ区間で区分することができる。具体的には、制御部 1 0 3 は、一区間内で算出した電圧変化率が正の変化率から負の変化率に、または、負の変化率から正の変化率に変わるサイクル地点を基準にして一つの区間を複数のサブ区間に区分することができる。例えば、図 5 の例において、制御部 1 0 3 は、J 3 区間に含まれた連続するサイクルに対する平均変化率または J 3 区間に含まれた連続するサイクルに対する瞬間変化率を算出し得る。具体的には、1 3 0 サイクルを基準にして、J 3 1 区間の電圧変化率は正の変化率で算出され、J 3 2 の電圧変化率は負の変化率で算出され得る。したがって、制御部 1 0 3 は、1 3 0 サイクルを基準にして第 2 バッテリーセル C 2 の J 3 区間を J 3 1 区間と J 3 2 区間とに区分できる。

20

【0085】

すなわち、図 5 の実施形態において、制御部 1 0 3 は、J 3 区間を J 3 1 区間と J 3 2 区間とに区分し、J 3 1 区間及び J 3 2 区間のそれぞれに対して電圧変化率を算出することができる。このように、制御部 1 0 3 は、一つの区間をサブ区間に分け、サブ区間毎に電圧変化率を算出することができる。

30

【0086】

制御部 1 0 3 は、バッテリーセル 1 1 の現在サイクルが属した区間に含まれた電圧変動率間の変化率を算出するとき、現在サイクルが属した区間を一つのみにして変化率を算出しないこともあり得る。そして、制御部 1 0 3 は、正から負に又は負から正に電圧変化率が変わるサイクル時点を判断し、判断したサイクル時点を基準にしてバッテリーセル 1 1 の現在サイクルが属した区間をサブ区間に区分することができる。

40

【0087】

このように、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置 1 0 0 は、バッテリーセル 1 1 の現在サイクルが属した区間を一律に一つの区間として判断することなく、場合によってサブ区間に分けて電圧変化率をより細かく算出するため、バッテリーセル 1 1 の現在状態をより正確に判断することができる。

【0088】

また、制御部 1 0 3 は、算出した電圧変化率に基づいて電圧増減パターンを決定することができる。ここで、電圧増減パターンは、電圧増加パターン及び電圧減少パターンを含むことができる。特に、制御部 1 0 3 は、算出した変化率が正の変化率である場合に対する電圧増減パターンを電圧増加パターンと決定することができる。また、制御部 1 0 3 は

50

、算出した変化率が負の変化率である場合に対する電圧増減パターンを電圧減少パターンと決定することができる。

【0089】

例えば、図3を参照すると、第1バッテリーセルC1の現在サイクルがI1区間に属する場合、制御部103は、I1区間に含まれた電圧変動率に基づいて第1バッテリーセルC1の電圧変化率を算出する。この場合、制御部103はI1区間の電圧変化率を0未満の値で算出し得る。すなわち、I1区間の電圧変化率が負の変化率で算出され得る。そして、制御部103は、このように電圧変化率が負の変化率で算出された結果に基づいて現在の第1バッテリーセルC1の電圧増減パターンを電圧減少パターンと決定し得る。また、第1バッテリーセルC1の現在サイクルがI2～I6のいずれか一つに属する場合、制御部103は、該当区間に含まれた電圧変動率に基づいて正の変化率を算出する。そして、制御部103は、算出した正の変化率に基づいて現在の第1バッテリーセルC1の電圧増減パターンを電圧増加パターンと決定し得る。

10

【0090】

例えば、図4を参照すると、第2バッテリーセルC2の現在サイクルがJ2区間に属する場合、制御部103は、J2区間に含まれた電圧変動率に基づいて電圧変化率を算出する。このとき、制御部103はJ2区間の電圧変化率を0以上の値で算出し得る。すなわち、J2区間の電圧変化率が正の変化率で算出され得る。そして、制御部103は、算出したJ2区間の電圧変化率に基づいて現在の第2バッテリーセルC2の電圧増減パターンを電圧増加パターンと決定し得る。

20

【0091】

もし、第2バッテリーセルC2の現在サイクルがJ3区間に属する場合、図5に示されたように、制御部103は、J3区間をJ31区間とJ32区間とに分け、J31区間及びJ32区間それぞれの電圧変化率を算出し得る。制御部103は、J31区間の電圧変化率は0以上の値で算出し、J32区間の電圧変化率は0未満の値で算出し得る。すなわち、J31区間の電圧変化率は正の変化率で算出され、J32区間の電圧変化率は負の変化率で算出され得る。そして、制御部103は、算出した電圧変化率に基づいて、J31区間の電圧増減パターンを電圧増加パターンと決定し、J32区間の電圧増減パターンを電圧減少パターンと決定し得る。

【0092】

すなわち、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置100は、バッテリーセル11の現在状態だけでなく、過去の状態までも考慮してバッテリーセル11の現在状態をより正確に推定することができる。また、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置100は、バッテリーセル11の電圧変化率を算出し、電圧変化率に基づいて電圧増減パターンを決定するため、バッテリーセル11の未来状態を推定し易い情報を提供することができる。また、現在サイクルから所定のサイクル数以内であっても、電圧変化率が負から正に又は正から負に変動する区間をサブ区間に分けてバッテリーセル11の電圧増減パターンをより具体的且つ細かく決定することで、バッテリーセル11の現在状態をより正確に推定することができる。

30

【0093】

望ましくは、制御部103は、バッテリーセル11に対して算出した電圧変動率が既に設定された電圧下限値を超え、且つ、既に設定された電圧上限値未満である場合に限り、バッテリーセル11の電圧増減パターンを決定するように構成され得る。すなわち、制御部103は、バッテリーセル11の電圧変動率が一定範囲以内である場合にのみ電圧増減パターンを決定し得る。例えば、バッテリーセル11の電圧変動率が既に設定された上限値以上である場合は、バッテリーセル11の開放回路電圧が基準値以上に増加した場合であって、バッテリーセル11が異常退化して急落危険(sudden drop risk)が存在する場合であり得る。また、バッテリーセル11の電圧変動率が既に設定された下限値以下である場合は、短絡などによってバッテリーセル11の開放回路電圧が基準値以下に減少した場合であって、バッテリーセル11が異常退化した場合であり得る。し

40

50

たがって、制御部 103 は、バッテリーセル 11 が異常退化した場合を除いて、バッテリーセル 11 が正常に退化した場合に対して電圧増減パターンを決定することができる。

【0094】

バッテリーセル 11 の正常状態または異常状態が事前に区分されないと、異常状態における電圧増減パターンに応じて第 1 退化加速程度が判断され、判断された第 1 退化加速程度に基づいてバッテリー制御条件が調整されて、バッテリーセル 11 の状態をさらに悪化させるおそれがある。したがって、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置 100 は、バッテリーセル 11 の状態を正常状態または異常状態に先に区分した後、バッテリーセル 11 の状態が正常状態である場合に限って電圧増減パターン及び第 1 退化加速程度を判断することで、バッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度の判断にかかる時間を短縮し、バッテリーセル 11 の状態判断の正確度を向上させることができる。さらに、バッテリー管理装置 100 は、正確に判断したバッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度に基づいてバッテリーセル 11 に既に設定された制御条件を変更することで、バッテリーセル 11 の最適状態を維持させることができる。

10

【0095】

以下、制御部 103 が電圧増減パターンを決定し、決定した電圧増減パターンに応じて第 1 退化加速程度を判断し、判断した第 1 退化加速程度に基づいてバッテリーセル 11 に既に設定された制御条件を変更する構成についてより具体的に説明する。

【0096】

制御部 103 は、電圧増減パターンを電圧増加パターンと決定した場合のみに、バッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度を加速退化または線形退化と判断するように構成され得る。

20

【0097】

例えば、図 3 の実施形態において、第 1 バッテリーセル C 1 の現在サイクルが I 2 区間に属する場合、上述したように、制御部 103 は第 1 バッテリーセル C 1 の電圧増減パターンを電圧増加パターンと決定する。制御部 103 は、電圧増加パターンと決定された I 2 区間の電圧変化率に基づいて第 1 バッテリーセル C 1 の現在の第 1 退化加速程度を加速退化または線形退化と判断し得る。I 2 区間の電圧変化率は 0 以上である正の変化率であって、制御部 103 は、第 1 バッテリーセル C 1 の現在サイクルが I 2 区間に属する場合、第 1 バッテリーセル C 1 の第 1 退化加速程度を加速退化または線形退化と判断し得る。

30

【0098】

また、図 4 の実施形態において、第 2 バッテリーセル C 2 の現在サイクルが J 2 区間に属する場合、上述したように、制御部 103 は第 2 バッテリーセル C 2 の電圧増減パターンを電圧増加パターンと決定する。制御部 103 は、電圧増加パターンと決定された J 2 区間の電圧変化率に基づいて第 2 バッテリーセル C 2 の第 1 退化加速程度を加速退化または線形退化と判断し得る。J 2 区間の電圧変化率は 0 以上である正の変化率であって、制御部 103 は、第 2 バッテリーセル C 2 の現在サイクルが J 2 区間に属する場合、第 1 バッテリーセル C 1 の第 1 退化加速程度を加速退化または線形退化と判断し得る。

【0099】

また、制御部 103 は、電圧増減パターンを電圧減少パターンと決定した場合、バッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度を減速退化と判断するように構成され得る。

40

【0100】

例えば、上述したように図 3 を参照すると、第 1 バッテリーセル C 1 の現在サイクルが I 1 区間に属する場合、制御部 103 は第 1 バッテリーセル C 1 の電圧増減パターンを電圧減少パターンと決定する。制御部 103 は、電圧減少パターンと決定された第 1 バッテリーセル C 1 の I 1 区間の電圧変化率に基づいて第 1 バッテリーセル C 1 の第 1 退化加速程度を減速退化と判断し得る。I 1 区間の電圧変化率は 0 未満である負の変化率であって、制御部 103 は、第 1 バッテリーセル C 1 の現在サイクルが I 1 区間に属する場合、第 1 バッテリーセル C 1 の第 1 退化加速程度を減速退化と判断し得る。

【0101】

50

同様に、上述したように図 4 を参照すると、第 2 バッテリーセル C 2 の現在サイクルが J 4 区間に属する場合、制御部 103 は第 2 バッテリーセル C 2 の電圧増減パターンを電圧減少パターンと決定する。制御部 103 は、電圧減少パターンと決定された第 2 バッテリーセル C 2 の J 4 区間の電圧変化率に基づいて第 2 バッテリーセル C 2 の第 1 退化加速程度を減速退化と判断し得る。J 4 区間の電圧変化率は 0 未満である負の変化率であって、制御部 103 は、第 2 バッテリーセル C 2 の現在サイクルが J 4 区間に属する場合、第 2 バッテリーセル C 2 の第 1 退化加速程度を減速退化と判断し得る。

【0102】

本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置 100 は、バッテリーセル 11 の電圧増減パターン及び電圧変化率に基づいてバッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度を加速退化、線形退化または減速退化に細分化して判断することで、バッテリーセル 11 の現在状態をより正確に判断及び診断することができる。また、バッテリー管理装置 100 は、電圧増減パターンを電圧減少パターンと決定した場合、バッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度を専ら減速退化と判断し、第 1 退化加速程度の判断にかかる時間を節減することができる。

【0103】

具体的には、バッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度のうち加速退化及び線形退化は、バッテリーセル 11 の退化がどれくらい速く進行しているかによって区分可能である。すなわち、制御部 103 は、算出した電圧変化率が既に設定された基準電圧変化率以上である場合、バッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度を加速退化と判断するように構成され得る。逆に、制御部 103 は、算出した電圧変化率が既に設定された基準電圧変化率未満である場合、バッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度を線形退化と判断するように構成され得る。ここで、既に設定された基準電圧変化率は、バッテリーセル 11 の電圧増減パターンが電圧増加パターンと決定された場合、第 1 退化加速程度を加速退化または線形退化として決定するための基準変化率である。そして、既に設定された基準電圧変化率は保存部 105 に予め保存され得る。

【0104】

例えば、図 3 及び図 4 に示された実施形態において、既に設定された基準電圧変化率は 50 サイクル毎に電圧変動率が 1 % 増加するものとして既に設定され得る。例えば、図 3 に示された実施形態において、第 1 バッテリーセル C 1 の現在サイクルが I 2 ~ I 6 区間のうちいずれか一つに属すれば、制御部 103 は、第 1 バッテリーセル C 1 の現在サイクルが属する区間の電圧変化率が既に設定された基準電圧変化率と比較し得る。I 2 ~ I 6 区間のそれぞれの電圧変化率が既に設定された基準電圧変化率よりも小さいため、制御部 103 は、第 1 バッテリーセル C 1 の第 1 退化加速程度を線形退化と判断し得る。

【0105】

同様に、図 4 に示された実施形態において、第 2 バッテリーセル C 2 の現在サイクルが J 1 ~ J 3 区間のうちいずれか一つに属すれば、制御部 103 は、第 2 バッテリーセル C 2 の現在サイクルが属する区間の電圧変化率が既に設定された基準電圧変化率と比較し得る。

【0106】

以下、図 4 ~ 図 6 を参照して、第 2 バッテリーセル C 2 の現在サイクルが属する区間の電圧変化率と既に設定された基準電圧変化率とを比較する構成について具体的に説明する。

【0107】

図 6 は、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置によって算出された第 2 バッテリーセルの電圧変動率のうち他の一区間を拡大して示した図である。すなわち、図 6 は、第 2 バッテリーセル C 2 に対して算出された電圧変動率のうち J 1 区間に含まれた電圧変動率を拡大して示した図である。

【0108】

第 2 バッテリーセル C 2 の現在サイクルが J 1 ~ J 3 区間のうちいずれか一つに属すれば、制御部 103 は、第 2 バッテリーセル C 2 の現在サイクルが属する区間の電圧変化

10

20

30

40

50

率を既に設定された基準電圧変化率と比較し得る。

【0109】

ここで、制御部103は、J1区間の電圧変化率に基づいて、J1区間をJ11区間とJ12区間とに区分し得る。制御部103は、J1区間の電圧変化率を算出する過程において、電圧変化率が急激に変わる地点を基準にしてJ1区間をJ11区間とJ12区間とに区分し得る。すなわち、制御部103は一つの区間を、算出された電圧変化率が既に設定された基準電圧変化率以上である第1サブ区間と、算出された電圧変化率が既に設定された基準電圧変化率未満である第2サブ区間とに区分し得る。ここで、J11区間の電圧変化率は既に設定された基準電圧変化率より大きく、J12区間の電圧変化率は既に設定された基準電圧変化率より小さいと仮定する。例えば、制御部103は、20サイクルを基準にしてJ1区間をJ11区間とJ12区間とに区分し得る。すなわち、J11区間及びJ12区間はJ1区間のサブ区間であり得る。

10

【0110】

例えば、第2バッテリーセルC2の現在サイクルがJ11区間に属すれば、制御部103は、J11区間の電圧変化率を算出し、算出された電圧変化率を既に設定された基準電圧変化率と比べて、第2バッテリーセルC2の第1退化加速程度を加速退化と判断し得る。逆に、第2バッテリーセルC2の現在サイクルがJ12区間に属すれば、制御部103は、J12区間の電圧変化率を算出し、算出された電圧変化率を既に設定された基準電圧変化率と比べて、第2バッテリーセルC2の第1退化加速程度を線形退化と判断し得る。

【0111】

すなわち、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置100は、電圧増加パターンに対する第1退化加速程度を一律に判断せず、既に設定された基準電圧変化率とバッテリーセル11の現在サイクルが属した区間の電圧変化率とを比べて、第1退化加速程度を加速退化、線形退化及び減速退化のうちいずれか一つに細分化して判断することができる。したがって、バッテリーセル11の現在状態をより細分化して、具体的に診断することができる。

20

【0112】

望ましくは、制御部103は、電圧増減パターンを電圧増加パターンと決定した場合のみに、決定した電圧増加パターンの電圧変化率に基づいてバッテリーセル11の第1退化加速程度を加速退化または線形退化と判断するように構成され得る。

30

【0113】

例えば、上述したように図3を参照すると、第1バッテリーセルC1の現在サイクルがI2区間に属する場合、制御部103は、第1バッテリーセルC1の電圧増減パターンを電圧増加パターンと決定し得る。制御部103は、電圧増加パターンと決定されたI2区間の電圧変化率に基づいて第1バッテリーセルC1の現在の第1退化加速程度を加速退化または線形退化と判断し得る。

【0114】

同様に、上述したように図4を参照すると、第2バッテリーセルC2の現在サイクルがJ2区間に属する場合、制御部103は、第2バッテリーセルC2の電圧増減パターンを電圧増加パターンと決定し得る。制御部103は、電圧増加パターンと決定されたJ2区間の電圧変化率に基づいて第2バッテリーセルC2の第1退化加速程度を加速退化または線形退化と判断し得る。また、制御部103は、電圧増減パターンを電圧減少パターンと決定した場合、バッテリーセル11の第1退化加速程度を減速退化と判断するように構成され得る。

40

【0115】

すなわち、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置100は、電圧増減パターンを電圧減少パターンと決定した場合、バッテリーセル11の第1退化加速程度を専ら減速退化と判断し、第1退化加速程度の判断にかかる時間を節減することができる。

【0116】

例えば、上述したように図3を参照すると、第1バッテリーセルC1の現在サイクルが

50

I 1 区間に属する場合、制御部 103 は、第 1 バッテリーセル C 1 の電圧増減パターンを電圧減少パターンと決定し得る。制御部 103 は、電圧減少パターンと決定された第 1 バッテリーセル C 1 の I 1 区間の電圧変化率に基づいて第 1 バッテリーセル C 1 の第 1 退化加速程度を減速退化と判断し得る。

【0117】

同様に、上述したように図 4 を参照すると、第 2 バッテリーセル C 2 の現在サイクルが J 4 区間に属する場合、制御部 103 は、第 2 バッテリーセル C 2 の電圧増減パターンを電圧減少パターンと決定し得る。制御部 103 は、電圧減少パターンと決定された第 2 バッテリーセル C 2 の J 4 区間の電圧変化率に基づいて第 2 バッテリーセル C 2 の第 1 退化加速程度を減速退化と判断し得る。

【0118】

本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置 100 は、バッテリーセル 11 の電圧増減パターン及び電圧変化率に基づいてバッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度を加速退化、線形退化または減速退化に細分化して判断することで、バッテリーセル 11 の現在状態をより正確に判断及び診断することができる。

【0119】

既に設定された制御条件は、バッテリーセル 11 に対して設定された C-レート (C-RATE) 及び放電終了電圧 (V_{min}) のうち少なくとも一つ以上を含むことができる。既に設定された制御条件は、バッテリーセル 11 の出荷時または最初作動時にバッテリーセル 11 に対して予め設定され、その後、バッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度に基づいて制御部 103 によって変更され得る。また、既に設定された制御条件は保存部 105 に保存され得る。例えば、図 1 の実施形態において、既に設定された制御条件は、第 1 バッテリーセル C 1、第 2 バッテリーセル C 2、第 3 バッテリーセル C 3 及び第 4 バッテリーセル C 4 のそれぞれに設定され得る。

【0120】

また、制御部 103 は、判断した第 1 退化加速程度が加速退化または線形退化である場合のみに、決定した電圧増減パターンの開始サイクルで既に測定されたバッテリーセル 11 の開放回路電圧を基準開放電圧として設定し得る。すなわち、制御部 103 は、判断した第 1 退化加速程度が減速退化である場合は、基準開放電圧を設定しなくてもよい。

【0121】

まず、制御部 103 は、バッテリーセル 11 の電圧増減パターンを決定し、決定した電圧増減パターンに応じて第 1 退化加速程度を判断する。そして、第 1 退化加速程度が加速退化または線形退化である場合、制御部 103 は、決定した電圧増減パターンの開始サイクルを選択し得る。ここで、開始サイクルは、制御部 103 によって決定されたバッテリーセル 11 の現在の電圧増減パターンと連続しながら、同じ電圧増減パターンの開始点であり得る。すなわち、制御部 103 は、バッテリーセル 11 の現在サイクルが属する区間以前の連続する区間から、バッテリーセル 11 の現在サイクルが属する区間の電圧増減パターンと同じ電圧増減パターンに決定された最先区間を選択し得る。そして、制御部 103 は選択した最先区間の開始サイクルを選択し得る。

【0122】

例えば、0 サイクル以後のバッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度が加速退化または線形退化であり、バッテリーセル 11 の電圧増減パターンが何れも電圧増加パターンと決定された場合、電圧増加パターンの開始サイクルは 0 サイクルであり得る。他の例として、0 サイクル～100 サイクルでバッテリーセル 11 の電圧増減パターンが電圧減少パターンであり、101 サイクル～現在サイクルでバッテリーセル 11 の電圧増減パターンが電圧増加パターンと決定された場合、電圧増加パターンの開始サイクルは 101 サイクルであり得る。開始サイクルが選択された後、制御部 103 は、選択した開始サイクルで測定されたバッテリーセル 11 の開放回路電圧を基準開放電圧として設定し得る。

【0123】

例えば、図 3 に示された実施形態において、第 1 バッテリーセル C 1 の現在サイクルが

I 6 区間に属し、I 1 区間の電圧増減パターンが電圧減少パターンであり、I 2 ~ I 6 区間の電圧増減パターンが何れも電圧増加パターンであると仮定する。説明の便宜上、本例示では I 1 ~ I 6 区間の電圧増減パターンを仮定したが、制御部 103 が区間毎に電圧増減パターンを決定するプロセスについては後述する。制御部 103 は、第 1 バッテリーセル C 1 の現在サイクルが属する I 6 区間以前の連続する区間から、電圧増減パターンが I 6 区間の電圧増減パターンと同じ電圧増減パターンで決定された最先区間を選択し得る。この場合、I 6 区間以前の区間のうち I 6 区間と連続する区間は I 1 ~ I 5 区間である。そして、I 1 ~ I 5 区間のうち I 2 ~ I 5 区間の電圧増減パターンが I 6 区間の電圧増減パターンと同じ電圧増加パターンである。したがって、制御部 103 は I 2 区間を最先区間として選択し得る。そして、制御部 103 は、I 2 区間の開始サイクルで測定された第 1 バッテリーセル C 1 の開放回路電圧を基準開放電圧として設定し得る。

10

【0124】

また、制御部 103 は、設定した基準開放電圧と電圧測定部 101 から受信した開放回路電圧とを比較した電圧比較値を算出することができる。例えば、設定した基準開放電圧が 2.8 V であり、電圧測定部 101 から受信した開放回路電圧が 2.81 V であれば、制御部 103 は電圧比較値として 0.01 V を算出し得る。

【0125】

例えば、上述したように、図 3 に示された実施形態において、第 1 バッテリーセル C 1 の現在サイクルが I 6 区間に属し、I 1 区間の電圧増減パターンが電圧減少パターンであり、I 2 ~ I 6 区間の電圧増減パターンが何れも電圧増加パターンであると仮定する。制御部 103 は、I 2 区間の開始サイクルで測定された第 1 バッテリーセル C 1 の開放回路電圧、すなわち基準開放電圧を第 1 バッテリーセル C 1 の現在サイクルで測定された開放回路電圧と比較し得る。制御部 103 は、基準開放電圧と第 1 バッテリーセル C 1 の現在サイクルで測定された開放回路電圧との差を電圧比較値として算出し得る。

20

【0126】

また、制御部 103 は、算出した電圧比較値を既に設定された電圧変換基準に従って変換した電圧変換値に基づいて C-レート及び放電終了電圧のうち少なくとも一つを変更するように構成され得る。ここで、既に設定された電圧変換基準は保存部 105 に保存され得る。すなわち、制御部 103 は、算出した電圧比較値を C-レートまたは放電終了電圧に対応する変換値に変換し、変換値に基づいて C-レートまたは放電終了電圧を変更することで、バッテリーセル 11 に既に設定された制御条件を変更することができる。

30

【0127】

例えば、制御部 103 は、バッテリーセル 11 の基準開放電圧と現在の開放回路電圧との差である電圧比較値を算出し、算出した電圧比較値を既に設定された変換基準に従って変換した変換値を算出し、算出した変換値に基づいてバッテリーセル 11 の C-レートを減速させ得る。例えば、制御部 103 は、バッテリーセル 11 の現在の開放回路電圧が基準開放電圧より 5 mV 増加する度に、バッテリーセル 11 の C-レートを初期に設定された C-レートから 1% ずつ減速させ得る。ここで、初期に設定された C-レートは、バッテリーセル 11 毎に設定され、保存部 105 に予め保存され得る。

【0128】

他の例として、制御部 103 は、バッテリーセル 11 の基準開放電圧と現在の開放回路電圧との電圧差を算出し、算出した電圧差に基づいてバッテリーセル 11 の放電終了電圧を増加させ得る。例えば、制御部 103 は、バッテリーセル 11 の現在の開放回路電圧が基準開放電圧より 1 mV 増加する度に、バッテリーセル 11 の放電終了電圧を初期に設定された放電終了電圧から 1 mV ずつ増加させ得る。ここで、初期に設定された放電終了電圧は、バッテリーセル 11 毎に設定され、保存部 105 に予め保存され得る。

40

【0129】

すなわち、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置 100 は、バッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度に基づいてバッテリーセル 11 に既に設定された制御条件を変更することができる。例えば、同じ生産設備で生産されたバッテリーセル 11 であっても、多

50

様な理由によって可用容量などバッテリーセル１１の状態または仕様が多少相異なり得る。したがって、電気自動車のように複数のバッテリーセル１１が備えられる装置において、バッテリーセル１１のサイクルまたは使用期間などによってバッテリーセル１１の制御条件を一括して変更すれば、バッテリーセル１１のそれぞれに対する最適の制御条件が設定されない問題が生じ得る。したがって、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置１００は、それぞれのバッテリーセル１１の電圧増減パターンに応じてバッテリーセル１１のそれぞれに既に設定された制御条件を変更することで、それぞれのバッテリーセル１１の制御条件を最適の条件に維持することができる。また、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置１００は、バッテリーセル１１の寿命をより長く維持でき、過放電などの致命的な問題を予め防止することができる。

10

【０１３０】

望ましくは、既に設定された電圧変換基準は、算出された電圧比較値をＣ－レートに対応する値に変換する第１電圧変換基準、及び算出された電圧比較値を放電終了電圧に対応する値に変換する第２電圧変換基準を含むことができる。そして、第１電圧変換基準及び第２電圧変換基準は保存部１０５に保存され得る。

【０１３１】

例えば、第１電圧変換基準は、電圧比較値をＣ－レートに対応する値に変換する基準であって、５ｍＶの電圧比較値をＣ－レートに対応する値１％に変換し得る。すなわち、制御部１０３は、バッテリーセル１１の基準開放電圧と現在サイクルの開放回路電圧とを比べた電圧比較値が５ｍＶであれば、第１電圧変換基準に従ってＣ－レートに対応する値として１％を算出し得る。

20

【０１３２】

他の例として、第２電圧変換基準は、電圧比較値を放電終了電圧に対応する値に変換する基準であって、１ｍＶの電圧比較値を放電終了電圧に対応する値１ｍＶに変換し得る。すなわち、制御部１０３は、バッテリーセル１１の基準開放電圧と現在サイクルの開放回路電圧とを比べた電圧比較値が１ｍＶであれば、第２電圧変換基準に従って放電終了電圧に対応する値として１ｍＶを算出し得る。

【０１３３】

具体的には、制御部１０３は、算出した電圧比較値を第１電圧変換基準に従って変換した第１電圧変換値を取得し得る。そして、制御部１０３は、取得した第１電圧変換値に基づいてＣ－レートを変更するように構成され得る。

30

【０１３４】

例えば、上述した例示と同様に、第１電圧変換基準に従ってＣ－レートに対応する値として１％が算出されれば、制御部１０３は、バッテリーセル１１のＣ－レートを算出した変換値１％だけ減速させ得る。

【０１３５】

また、制御部１０３は、算出した電圧比較値を第２電圧変換基準に従って変換した第２電圧変換値を取得し得る。そして、制御部１０３は、取得した第２電圧変換値に基づいて放電終了電圧を変更するように構成され得る。

【０１３６】

40

例えば、第２電圧変換基準に従って放電終了電圧に対応する値として１ｍＶが算出されれば、制御部１０３は、バッテリーセル１１の放電終了電圧を算出した変換値である１ｍＶだけ増加させ得る。

【０１３７】

本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置１００は、バッテリーセル１１の基準開放電圧と現在の開放回路電圧とを比較した電圧比較値に基づいて、バッテリーセル１１に既に設定された制御条件であるＣ－レート及び放電終了電圧のうち少なくとも一つを変更することができる。すなわち、バッテリーセル１１の基準開放電圧はバッテリーセル１１の過去の電圧変動率に基づいて設定されたものであるため、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置１００は、バッテリーセル１１の現在及び過去の電圧変動率に基づいて

50

、現在のバッテリーセル 11 に既に設定された制御条件を変更することができる。したがって、バッテリーセル 11 の現在状態に最適化した制御条件が設定されるため、バッテリーセル 11 の退化を遅らせ、バッテリーセル 11 をより長く使用することができる。

【0138】

制御部 103 は、判断した第 1 退化加速程度が加速退化であり、且つ、C-レート及び放電終了電圧のうち少なくとも一つが変更された場合のみに、既に設定された電圧変換基準を変更するように構成され得る。すなわち、制御部 103 は、第 1 退化加速程度が加速退化または線形退化である場合に、バッテリーセル 11 に既に設定された制御条件である C-レート及び放電終了電圧のうち少なくとも一つを変更し得る。そして、制御部 103 は、第 1 退化加速程度が加速退化と判断された場合に限り、既に設定された電圧変換基準を変更するように構成され得る。

10

【0139】

例えば、バッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度が加速退化と判断され、第 1 電圧変換基準は 5 mV の電圧比較値を C-レートに対応する第 1 電圧変換値 1 % に変換する基準であると仮定する。制御部 103 は、第 1 電圧変換基準に従ってバッテリーセル 11 の C-レートを変更し得る。そして、バッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度が加速退化と判断されたため、制御部 103 は第 1 電圧変換基準を変更し得る。すなわち、第 1 電圧変換基準は、5 mV の電圧比較値を第 1 電圧変換値 1 % に変換する基準から、電圧比較値 4.5 mV を第 1 電圧変換値 1 % に変換する基準に変更され得る。

【0140】

20

例えば、第 1 時点において、バッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度が加速退化であり、基準開放電圧と開放回路電圧との差が 5 mV であり、バッテリーセル 11 の初期 C-レートが 100 % であると仮定する。また、上述した例示と同様に、第 1 電圧変換基準は 5 mV の電圧比較値を C-レートに対応する第 1 電圧変換値 1 % に変換する基準であると仮定する。制御部 103 は、第 1 電圧変換基準に従ってバッテリーセル 11 に設定された C-レートを 100 % から 99 % に 1 % だけ減速し得る。そして制御部 103 は、電圧比較値 4.5 mV を C-レートに対応する第 1 電圧変換値 1 % に変換するように第 1 電圧変換基準を変更し得る。その後、第 1 時点に続く第 2 時点において、バッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度が相変わらず加速退化と判断され、バッテリーセル 11 の基準開放電圧と開放回路電圧との差が 4.5 mV であれば、制御部 103 は、変更された第 1 電圧変換基準に従ってバッテリーセル 11 に設定された C-レートを 99 % から 98 % にさらに 1 % だけ減速し得る。

30

【0141】

他の例として、バッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度が加速退化と判断され、第 2 電圧変換基準は 1 mV の電圧比較値を放電終了電圧に対応する第 2 電圧変換値 1 mV に変換する基準であると仮定する。制御部 103 は、第 2 電圧変換基準に従ってバッテリーセル 11 の放電終了電圧を変更し得る。そして、バッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度が加速退化と判断されたため、制御部 103 は第 2 電圧変換基準を変更し得る。すなわち、第 2 電圧変換基準は、1 mV の電圧比較値を 1 mV の第 2 電圧変換値に変換する基準から、0.9 mV の電圧比較値を 1 mV の第 2 電圧変換値に変換する基準に変更され得る。

40

【0142】

例えば、第 1 時点において、バッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度が加速退化であり、基準開放電圧と開放回路電圧との差が 1 mV であり、バッテリーセル 11 の初期放電終了電圧が 2.8 V に既に設定されたと仮定する。また、上述した例示と同様に、第 2 電圧変換基準は 1 mV の電圧比較値を放電終了電圧に対応する第 2 電圧変換値 1 mV に変換する基準であると仮定する。制御部 103 は、第 2 電圧変換基準に従ってバッテリーセル 11 に設定された放電終了電圧を 2.8 V から 2.801 V に 1 mV だけ増加させ得る。そして制御部 103 は、0.9 mV の電圧比較値を放電終了電圧に対応する 1 mV の第 2 電圧変換値に変換するように第 2 電圧変換基準を変更し得る。その後、第 1 時点に続く第 2 時点において、バッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度が相変わらず加速退化と判断され、

50

バッテリーセル１１の基準開放電圧と開放回路電圧との差が０．９ｍＶであれば、制御部１０３は、変更された第２電圧変換基準に従ってバッテリーセル１１に設定された放電終了電圧を２．８０１Ｖから２．８０２Ｖにさらに１ｍＶだけ増加させ得る。

【０１４３】

すなわち、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置１００は、バッテリーセル１１の第１退化加速程度が線形退化である場合は既に設定された電圧変換基準を変更しないが、バッテリーセル１１の第１退化加速程度が加速退化である場合は、バッテリーセル１１に既に設定された制御条件を変更し、既に設定された電圧変換基準を変更することができる。すなわち、バッテリーセル１１の第１退化加速程度が加速退化である場合は、バッテリーセル１１の退化が急激に進行する状態であるため、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置１００は、既に設定された制御条件を変更する度に既に設定された電圧変換基準を調整することで、バッテリーセル１１の電圧変化率を低減させ、バッテリーセル１１の急激な退化を防止することができる。

【０１４４】

制御部１０３は、既に設定された電圧変換基準が変更された後、第１退化加速程度が線形退化または減速退化と判断された場合のみに、既に設定された電圧変換基準を変更前の電圧変換基準に戻すように構成され得る。

【０１４５】

例えば、制御部１０３は、第１時点において、バッテリーセル１１の第１退化加速程度を加速退化と判断し、第１電圧変換基準に従ってバッテリーセル１１に既に設定された制御条件を変更し、第１電圧変換基準を変更し得る。その後、第１時点以後の時点において、制御部１０３は、バッテリーセル１１の退化加速程度を線形退化または減速退化と判断すれば、変更された第１電圧変換基準を第１時点で初期に設定された第１電圧変換基準に変更し得る。すなわち、バッテリーセル１１の既に設定された第１電圧変換基準が変更された後、バッテリーセル１１の退化加速程度が線形退化または減速退化と判断されれば、バッテリーセル１１の急激な退化（加速退化）が進行しない状況であるため、変更された第１電圧変換基準が本来の第１電圧変換基準に初期化され得る。同様に、第２電圧変換基準が変更された後、バッテリーセル１１の第１退化加速程度が線形退化または減速退化と判断されれば、制御部１０３は、変更された第２電圧変換基準を初期に設定された第２電圧変換基準に初期化し得る。

【０１４６】

すなわち、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置１００は、バッテリーセル１１の退化加速程度が加速退化であって、バッテリーセル１１の退化が急激に進行している状態である場合は、バッテリーセル１１に既に設定された電圧変換基準を適切に変更することができる。したがって、バッテリーセル１１の制御条件をバッテリーセル１１の現在状態に最適化して設定でき、バッテリーセル１１の過放電または急落危険が減少するため、バッテリーセル１１をより安全に且つ長期間使用することができる。

【０１４７】

制御部１０３は、バッテリーセル１１の第２退化加速程度をバッテリーセル１１の電圧変動率だけでなく、抵抗変動率（electric resistance fluctuation rate）に基づいて判断することもできる。

【０１４８】

制御部１０３は、受信した開放回路電圧に基づいてバッテリーセル１１の現在抵抗を算出することができる。具体的には、制御部１０３は電圧測定部１０１から受信したバッテリーセル１１の開放回路電圧からバッテリーセル１１の抵抗を算出できる。例えば、制御部１０３は計算式「 $(|CCVE_{OD} - OCVE_{OD}|) \div i_{t1}$ 」によってバッテリーセル１１の現在抵抗を算出し得る。ここで、 $CCVE_{OD}$ はバッテリーセル１１の $OCVE_{OD}$ を測定した時点から $t1$ 時点以後に測定したバッテリーセル１１の充電または放電電圧であり、 $OCVE_{OD}$ は放電状況でバッテリーセル１１の電圧が基準放電電圧に到達したときに測定されたバッテリーセル１１の開放回路電圧であり、 i_{t1} は $t1$ 時間にわ

10

20

30

40

50

たって流れた充電または放電電流の量を意味する。

【0149】

制御部103は、電圧測定部101によって算出された現在抵抗を予め保存された基準抵抗と比べて抵抗変動率を算出することができる。ここで、予め保存された基準抵抗は、制御部103によって算出されたバッテリーセル11の現在抵抗との比較のための参照値であって、保存部105に予め保存された値であり得る。例えば、予め保存された基準抵抗は、所定のサイクル時点で測定されたバッテリーセル11の抵抗であり得る。制御部103は、予め保存された基準抵抗に対する現在バッテリーセル11の抵抗の比率または差を抵抗変動率として算出し得る。

【0150】

例えば、図1に示された第1バッテリーセルC1に対して予め保存された基準抵抗をA2[Ω]と仮定する。また、第1時点で電圧測定部101が測定した第1バッテリーセルC1の開放回路電圧に基づいて、制御部103が算出した第1バッテリーセルC1の現在抵抗をB2[Ω]と仮定する。制御部103は、第1バッテリーセルC1の第1時点の抵抗変動率をA2[Ω]に対するB2[Ω]の比率として算出し得る。例えば、第1バッテリーセルC1の第1時点の抵抗変動率は「 $(B2 \div A2) \times 100$ 」の計算式によって算出され得る。

【0151】

制御部103は、算出した抵抗変動率及び予め保存された抵抗変動率データに基づいて抵抗増減パターンを決定することができる。ここで、予め保存された抵抗変動率データは、算出された抵抗変動率との比較のための参照データであって、保存部105に予め保存され得る。制御部103は、算出した抵抗変動率を予め保存された抵抗変動率データに追加して、予め保存された抵抗変動率データを更新することができる。そして、制御部103は、更新された抵抗変動率データに基づいて抵抗増減パターンを決定することができる。

【0152】

例えば、予め保存された抵抗変動率データは、制御部103によって過去算出された抵抗変動率が保存されたデータであり得る。この場合、制御部103は、基準抵抗が算出された所定のサイクル時点以後に算出されたすべての抵抗変動率に基づいてバッテリーセル11の抵抗増減パターンを決定し得る。抵抗増減パターンは、抵抗増加パターン、抵抗減少パターンまたは抵抗一定パターンなどの多様なパターンを含み得る。以下、説明の便宜上、抵抗増減パターンには抵抗増加パターン及び抵抗減少パターンが含まれ、抵抗増加パターンに抵抗減少パターンを除いた抵抗一定パターンなどのパターンが含まれるとして説明する。

【0153】

制御部103は、決定した電圧増減パターン及び抵抗増減パターンに応じてバッテリーセル11の第2退化加速程度を判断することができる。ここで、第2退化加速程度は、第1退化加速程度と同様に、バッテリーセル11の退化が次第に速まっているか、それとも、次第に遅くなっているかなどを示す情報であり得る。すなわち、制御部103は、バッテリーセル11に対する電圧増減パターン及び抵抗増減パターンを決定し、決定された電圧増減パターン及び抵抗増減パターンに基づいてバッテリーセル11の第2退化加速程度を判断することができる。

【0154】

例えば、図1に示された実施形態において、制御部103は、第1バッテリーセルC1の電圧増減パターン及び抵抗増減パターンを決定し、決定された電圧増減パターン及び抵抗増減パターンに応じて第1バッテリーセルC1の第2退化加速程度を判断し得る。同様に、制御部103は第2バッテリーセルC2、第3バッテリーセルC3及び第4バッテリーセルC4に対しても電圧増減パターン及び抵抗増減パターンを決定し、決定された電圧増減パターン及び抵抗増減パターンに応じて第2退化加速程度を判断し得る。

【0155】

制御部103は、算出した抵抗変動率及び判断した第2退化加速程度に基づいて既に設

10

20

30

40

50

定された制御条件を変更するように構成され得る。すなわち、バッテリーセル 11 の電圧増減パターン及び抵抗増減パターンがすべて決定されれば、制御部 103 はバッテリーセル 11 の第 2 退化加速程度を判断し得る。そして、制御部 103 は、判断したバッテリーセル 11 の第 2 退化加速程度及び算出したバッテリーセル 11 の抵抗変動率に基づいて、バッテリーセル 11 に対して既に設定された制御条件を変更できる。

【0156】

例えば、図 1 に示された実施形態において、制御部 103 は、第 1 バッテリーセル C1 の電圧増減パターン、抵抗増減パターン及び第 2 退化加速程度を決定し、算出した第 1 バッテリーセル C1 の現在サイクルの抵抗変動率に基づいて第 1 バッテリーセル C1 に対して既に設定された制御条件を変更し得る。また、制御部 103 は、第 2 バッテリーセル C2 の電圧増減パターン、抵抗増減パターン及び第 2 退化加速程度を決定し、算出した第 2 バッテリーセル C2 の抵抗変動率に基づいて第 2 バッテリーセル C2 に対して既に設定された制御条件を変更し得る。同様に、制御部 103 は、第 3 バッテリーセル C3 及び第 4 バッテリーセル C4 に対しても、決定した第 2 退化加速程度及び算出した抵抗変動率に基づいて、第 3 バッテリーセル C3 及び第 4 バッテリーセル C4 のそれぞれに既に設定された制御条件を変更し得る。

【0157】

本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置 100 は、バッテリーセル 11 の第 2 退化加速程度及び現在サイクルにおける抵抗変動率に基づいて、バッテリーセル 11 に対して既に設定された制御条件を変更することができる。したがって、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置 100 は、バッテリーセル 11 の現在状態を正確に判断することで、バッテリーセル 11 の寿命がより長く持続されるようにバッテリーセル 11 の制御条件を変更する措置を講じることができる。

【0158】

制御部 103 は、第 1 退化加速程度と同様に、第 2 退化加速程度を加速退化、線形退化及び減速退化のうちいずれか一つとして判断することができる。

【0159】

特に、制御部 103 は、バッテリーセル 11 のそれぞれに対して第 2 退化加速程度を独立的に判断することができる。例えば、図 1 の実施形態において、制御部 103 は、第 1 バッテリーセル C1、第 2 バッテリーセル C2、第 3 バッテリーセル C3 及び第 4 バッテリーセル C4 に対してそれぞれ別々に電圧増減パターン及び抵抗増減パターンを決定し得る。そして、制御部 103 は、決定した電圧増減パターン及び抵抗増減パターンに応じて第 1 バッテリーセル C1、第 2 バッテリーセル C2、第 3 バッテリーセル C3 及び第 4 バッテリーセル C4 のそれぞれに対して別々に第 2 退化加速程度を判断し得る。また、制御部 103 は、判断した第 2 退化加速程度に基づいて第 1 バッテリーセル C1、第 2 バッテリーセル C2、第 3 バッテリーセル C3 及び第 4 バッテリーセル C4 のそれぞれに既に設定された制御条件を各バッテリーセルの現在状態に合わせて変更し得る。

【0160】

望ましくは、予め保存された基準抵抗は、保存部 105 に予め保存された基準電圧に基づいて算出された基準抵抗を含むことができる。すなわち、予め保存された基準抵抗は予め保存された基準電圧に対応するものであって、所定のサイクル時点でバッテリーセル 11 が放電してバッテリーセル 11 の電圧が基準放電電圧に到達したときの開放回路電圧に基づいて算出された抵抗であり得る。予め保存された基準抵抗は保存部 105 に保存され得る。

【0161】

例えば、保存部 105 には基準電圧 A1 [V] が予め保存され、基準電圧 A1 に基づいて算出された基準抵抗 A2 [Ω] が予め保存され得る。

【0162】

望ましくは、予め保存された抵抗変動率データは、電圧測定部 101 によって開放回路電圧が測定される度に制御部 103 によって算出された抵抗変動率を含むように構成され

得る。すなわち、所定のサイクル時点以後から現在以前までにおいて、電圧測定部 101 は放電によってバッテリーセル 11 の電圧が基準放電電圧に到達すれば開放回路電圧を測定し得る。そして、制御部 103 は、電圧測定部 101 によって測定された開放回路電圧に基づいて現在抵抗を算出し、算出した現在抵抗と保存部 105 に予め保存された基準抵抗に基づいてバッテリーセル 11 の抵抗変動率を算出し得る。そして、算出された抵抗変動率は、保存部 105 に予め保存された抵抗変動率データに含まれ得る。

【0163】

例えば、図 1 に示された実施形態において、第 1 バッテリーセル C1 に対して予め保存された抵抗変動率データには第 1 時点～第 N-1 時点で算出された第 1 バッテリーセル C1 の抵抗変動率が含まれ得る。ここで、N は 2 以上の整数であって、N が 2 であると、予め保存された抵抗変動率データには第 1 時点で算出された第 1 バッテリーセル C1 の抵抗変動率のみが含まれ得る。制御部 103 によって第 N 時点で第 1 バッテリーセル C1 の抵抗変動率が算出された場合、第 N 時点で算出された第 1 バッテリーセル C1 の抵抗変動率は保存部 105 に予め保存された抵抗変動率データに含まれ得る。この場合、保存部 105 に予め保存された抵抗変動率データには第 1 ～第 N 抵抗変動率が含まれ得る。

【0164】

本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置 100 は、保存部 105 に過去時点から現在時点まで予め保存された抵抗変動率データに基づいて現在のバッテリーセル 11 の抵抗増減パターンを決定することができる。すなわち、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置 100 は、過去算出された抵抗変動率を累積保存した予め保存された抵抗変動率データに基づいて現在バッテリーセル 11 の抵抗増減パターンを決定することができる。そして、バッテリー管理装置 100 は、決定した抵抗増減パターン及び電圧増減パターンに基づいて現在バッテリーセル 11 の第 2 退化加速程度を判断するため、特定時点での抵抗変動率のみでバッテリーセル 11 の退化度を判断する場合よりも、バッテリーセル 11 の第 2 退化加速程度または退化度などをより正確に判断することができる。また、このように判断された第 2 退化加速程度に基づいてバッテリーセル 11 の既に設定された制御条件をバッテリーセル 11 の現在状態に最適化するように変更することができる。

【0165】

また、バッテリーセル 11 の第 2 退化加速程度は、未来状態を推定するための情報として活用できるため、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置 100 は、バッテリーセル 11 の過去及び現在の状態だけでなく、第 2 退化加速程度に基づいて未来状態を推定可能な情報を提供することができる。

【0166】

制御部 103 は、予め保存された抵抗変動率データのうちバッテリーセル 11 の現在サイクルから所定のサイクル数以内に含まれた複数の抵抗変動率と算出された抵抗変動率との間の抵抗変化率を算出することができる。ここで、抵抗変化率は、抵抗変動率間の平均変化率または瞬間変化率を含むことができる。そして、現在サイクルから所定のサイクル数以内に含まれた複数の抵抗変動率は、現在サイクルから予め設定されたサイクル数以内に含まれた複数の抵抗変動率を含むことができる。例えば、制御部 103 は、現在サイクルから 50 サイクル以内に含まれた複数の抵抗変動率間の抵抗変化率を算出し得る。図 7 及び図 8 を参照して抵抗変化率の算出について具体的に説明する。

【0167】

図 7 は、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置によって算出された第 1 バッテリーセルの抵抗変動率を示した図である。図 8 は、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置によって算出された第 2 バッテリーセルの抵抗変動率を示した図である。

【0168】

図 7 及び図 8 を参照すると、保存部 105 は、サイクル毎に第 1 バッテリーセル C1 に対して予め保存された抵抗変動率データ及び第 2 バッテリーセル C2 に対して予め保存された抵抗変動率データをそれぞれ保存することができる。以下、図 7 に示されたように、第 1 バッテリーセル C1 に対して予め設定されたサイクル数を含む区間を In 区間として

説明する。同様に、図 8 に示されたように、第 2 バッテリーセル C 2 に対して予め設定されたサイクル数を含む区間を J n 区間として説明する。ここで、図 7 に示された I n 区間は図 3 に示された I n 区間に対応し、図 8 に示された J n 区間は図 4 に示された J n 区間に対応し得る。

【0169】

例えば、一区間に含まれるように予め設定されたサイクル数が 50 であると仮定する。図 7 において、第 1 バッテリーセル C 1 の現在サイクルが 300 サイクルであれば、制御部 103 は保存部 105 に第 1 バッテリーセル C 1 に対して予め保存されている抵抗変動率データのうち 251 ~ 300 サイクルを含む I 6 区間に属したそれぞれのサイクルの抵抗変動率を抽出する。すなわち、制御部 103 は、第 1 バッテリーセル C 1 の I 6 区間に属したそれぞれのサイクルの抵抗変動率を互いに比べ、I 6 区間の抵抗変化率を算出することができる。同様に、図 8 において、第 2 バッテリーセル C 2 の現在サイクルが 150 サイクルであれば、制御部 103 は保存部 105 に第 2 バッテリーセル C 2 に対して予め保存されている抵抗変動率データのうち 101 ~ 150 サイクルを含む J 3 区間に属した抵抗変動率を抽出する。制御部 103 は、第 2 バッテリーセル C 2 の J 3 区間に属したそれぞれのサイクルの抵抗変動率を互いに比べ、J 3 区間の抵抗変化率を算出することができる。ここで、抵抗変化率とは、変化率に対する特定の数値を意味する。

【0170】

以下、説明の便宜上、抵抗変化率が 0 以上であれば正の変化率、抵抗変化率が 0 未満であれば負の変化率であると説明する。

【0171】

制御部 103 は、図 5 を参照して上述した電圧変化率算出の例示と同様に、バッテリーセル 11 の現在サイクルが属した区間に含まれた抵抗変動率間の抵抗変化率を算出するとき、現在サイクルが属した区間を一つのみにして抵抗変化率を算出しないこともあり得る。そして、制御部 103 は、正から負に又は負から正に抵抗変化率が変化するサイクル時点を判断し、判断したサイクル時点を基準にしてバッテリーセル 11 の現在サイクルが属した区間をサブ区間に区分することができる。すなわち、制御部 103 は、一区間に属した抵抗変動率の変化率に基づいて一区間を複数のサブ区間に区分し、区分したサブ区間それぞれに対する抵抗変化率を算出することができる。

【0172】

このように、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置 100 は、バッテリーセル 11 の現在サイクルが属した区間を一律に一つの区間として判断することなく、場合によってサブ区間に分けて抵抗変化率をより細かく算出するため、バッテリーセル 11 の現在状態をより正確に判断することができる。

【0173】

また、制御部 103 は、算出した抵抗変化率に基づいて抵抗増減パターンを決定することができる。ここで、抵抗増減パターンは、抵抗増加パターン及び抵抗減少パターンを含むことができる。特に、制御部 103 は、算出した変化率が正の変化率である場合に対する抵抗増減パターンを抵抗増加パターンと決定することができる。また、制御部 103 は、算出した変化率が負の変化率である場合に対する抵抗増減パターンを抵抗減少パターンと決定することができる。

【0174】

例えば、図 7 を参照すると、第 1 バッテリーセル C 1 の現在サイクルが I 1 区間に属する場合、制御部 103 は、I 1 区間に含まれた抵抗変動率に基づいて第 1 バッテリーセル C 1 の抵抗変化率を算出する。この場合、制御部 103 は I 1 区間の抵抗変化率を 0 以上の値で算出し得る。すなわち、I 1 区間の抵抗変化率が正の変化率で算出され得る。そして、制御部 103 は、このように抵抗変化率が正の変化率で算出された結果に基づいて現在の第 1 バッテリーセル C 1 の抵抗増減パターンを抵抗増加パターンと決定し得る。同様に、第 1 バッテリーセル C 1 の現在サイクルが I 2 ~ I 6 のいずれか一つに属する場合にも、制御部 103 は、該当区間に含まれた抵抗変動率に基づいて抵抗変化率を正の変化率

で算出する。そして、制御部 103 は、正の変化率で算出された結果に基づいて現在の第 1 バッテリーセル C 1 の抵抗増減パターンを抵抗増加パターンと決定し得る。

【0175】

他の例として、図 8 を参照すると、第 2 バッテリーセル C 2 の現在サイクルが J 1 区間に属する場合、制御部 103 は、J 1 区間に含まれたサイクルそれぞれの抵抗変動率に基づいて J 1 区間の抵抗変化率を算出する。このとき、制御部 103 は J 1 区間の抵抗変化率を 0 以上の値で算出し得る。すなわち、J 1 区間の抵抗変化率が正の変化率で算出され得る。そして、制御部 103 は、算出した J 1 区間の抵抗変化率に基づいて現在の第 2 バッテリーセル C 2 の抵抗増減パターンを抵抗増加パターンと決定し得る。同様に、第 2 バッテリーセル C 2 の現在サイクルが J 2 ~ J 6 のいずれか一つに属する場合にも、制御部 103 は、該当区間に含まれた抵抗変動率に基づいて抵抗変化率を正の変化率で算出する。そして、制御部 103 は、このように正の変化率で算出された J 2 ~ J 6 区間に対して、抵抗増減パターンを抵抗増加パターンと決定し得る。

10

【0176】

すなわち、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置 100 は、算出された現在サイクルの抵抗変動率及び予め保存された抵抗変動率データに保存された過去の抵抗変化率に基づいて現在のバッテリーセル 11 の抵抗増減パターンを決定するため、バッテリーセル 11 の現在状態だけでなく、過去の状態までも考慮してバッテリーセル 11 の状態を推定することができる。また、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置 100 は、バッテリーセル 11 の抵抗変化率を算出し、算出した抵抗変化率に基づいて抵抗増減パターンを決定するため、バッテリーセル 11 の未来状態を推定し易い情報を提供することができる。

20

【0177】

望ましくは、制御部 103 は、バッテリーセル 11 の電圧増減パターンを電圧増加パターンと決定し、且つ、算出した抵抗変動率が既に設定された抵抗下限値を超過する場合に限って、バッテリーセル 11 の抵抗増減パターンを決定するように構成され得る。すなわち、制御部 103 は、バッテリーセル 11 の電圧増減パターンが電圧増加パターンであって、さらに抵抗変動率が既に設定された抵抗下限値を超過する場合のみに抵抗増減パターンを決定し、決定した抵抗増減パターンに応じてバッテリーセル 11 の第 2 退化加速程度を判断することができる。例えば、上述したように、放電状況において、バッテリーセル 11 の電圧増減パターンが電圧減少パターンである場合は、バッテリーセル 11 の抵抗変化要因に開放回路電圧が影響を及ぼす場合である。また、バッテリーセル 11 の抵抗変動率が既に設定された下限値以下である場合は、短絡などによってバッテリーセル 11 の開放回路電圧及び抵抗が基準値以下に減少した場合であって、バッテリーセル 11 が異常退化した場合である。したがって、制御部 103 は、バッテリーセル 11 の抵抗変化要因に開放回路電圧が影響を及ぼす場合及びバッテリーセル 11 が異常退化した場合を除いて、バッテリーセル 11 が正常に退化した場合に限って抵抗増減パターンを決定することができる。

30

【0178】

バッテリーセル 11 の正常退化または異常退化が事前に区分されないと、異常退化状態における抵抗増減パターンに応じて第 2 退化加速程度が判断され、判断された第 2 退化加速程度に基づいてバッテリー制御条件が調整されて、バッテリーセル 11 の状態をさらに悪化させるおそれがある。したがって、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置 100 は、バッテリーセル 11 の状態が正常退化状態である場合に限って抵抗増減パターン及び第 2 退化加速程度を判断することで、バッテリーセル 11 の第 2 退化加速程度の判断にかかる時間を短縮し、バッテリーセル 11 の状態判断の正確度を向上させることができる。

40

【0179】

以下、制御部 103 が電圧増減パターン及び抵抗増減パターンを決定し、決定した電圧増減パターン及び抵抗増減パターンに応じて第 2 退化加速程度を判断し、判断した第 2 退

50

化加速程度に基づいてバッテリーセル１１に既に設定された制御条件を変更する構成についてより具体的に説明する。

【０１８０】

制御部１０３は、電圧増減パターンを電圧増加パターンと決定し、且つ、抵抗増減パターンを抵抗増加パターンと決定した場合のみに、バッテリーセル１１の第２退化加速程度を加速退化または線形退化と判断するように構成され得る。また、制御部１０３は、電圧増減パターンを電圧増加パターンと決定し、且つ、抵抗増減パターンを抵抗減少パターンと決定した場合、バッテリーセル１１の第２退化加速程度を減速退化と判断するように構成され得る。具体的には、放電状況では抵抗の変化要因に開放回路電圧が影響を及ぼし得る。例えば、電圧減少パターンである場合、または、電圧増加パターンであって且つ抵抗減少パターンである場合は、抵抗の変化要因に開放回路電圧が影響を及ぼす場合であるといえる。したがって、制御部１０３は、抵抗の変化要因に開放回路電圧が影響を及ぼさない場合のみに、抵抗増減パターン及び抵抗変化率に基づいてバッテリーセル１１の第２退化加速程度を判断するように構成され得る。

【０１８１】

例えば、図３及び図７の実施形態において、上述したように制御部１０３は、第１バッテリーセルＣ１の電圧増減パターンに対してＩ１区間を電圧減少パターンと、Ｉ２～Ｉ６区間を電圧増加パターンと決定し得る。また、制御部１０３は、第１バッテリーセルＣ１の抵抗増減パターンに対してＩ１～Ｉ６区間をすべて抵抗増加パターンと決定し得る。このとき、制御部１０３は、電圧増減パターンが電圧増加パターンと決定され、抵抗増減パターンが抵抗増加パターンと決定されたＩ２～Ｉ６区間のみに対して、算出した各区間の抵抗変化率に基づいて第１バッテリーセルＣ１の第２退化加速程度を判断し得る。すなわち、制御部１０３は、電圧増減パターン及び抵抗増減パターンを考慮して抵抗増減パターンのみでバッテリーセル１１の第２退化加速程度を判断できる区間を選択し、選択した区間のみに対して抵抗変化率に基づいてバッテリーセル１１の第２退化加速程度を判断し得る。本例示において、制御部１０３は、抵抗増減パターンのみで第１バッテリーセルＣ１の第２退化加速程度を判断できる区間としてＩ２～Ｉ６区間を選択し、選択したＩ２～Ｉ６区間それぞれの抵抗変化率に基づいて各区間に対する第１バッテリーセルＣ１の第２退化加速程度を加速退化または線形退化と判断し得る。

【０１８２】

他の例として、図４、図５及び図８を参照すると、上述したように、制御部１０３は、第２バッテリーセルＣ２の電圧増減パターンに対してＪ１～Ｊ３区間を電圧増加パターンと、Ｊ３～Ｊ６区間を電圧減少パターンと決定し得る。また、制御部１０３は、第２バッテリーセルＣ２の抵抗増減パターンに対してＪ１～Ｊ６区間をすべて抵抗増加パターンと決定し得る。このとき、制御部１０３は、電圧増減パターンが電圧増加パターンと決定され、抵抗増減パターンが抵抗増加パターンと決定されたＪ１～Ｊ３区間のみに対して、算出した各区間の抵抗変化率に基づいて第２バッテリーセルＣ２の第２退化加速程度を判断することができる。すなわち、制御部１０３は、抵抗増減パターンのみで第２バッテリーセルＣ２の第２退化加速程度を判断できる区間としてＪ１～Ｊ３区間を選択し、選択したＪ１～Ｊ３区間それぞれの抵抗変化率に基づいて各区間に対する第２バッテリーセルＣ２の第２退化加速程度を加速退化または線形退化と判断し得る。

【０１８３】

すなわち、バッテリーセル１１の放電状況では、充電状況と異なって、開放回路電圧による抵抗の変化要因を考慮しなければバッテリーセル１１の状態を正確に診断することができない。したがって、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置１００は、放電状況での抵抗の変化要因を考慮して抵抗変動率に基づいたバッテリーセル１１の第２退化加速程度を判断するため、放電状況におけるバッテリーセル１１の第２退化加速程度、退化度などに対する状態をより正確に判断することができる。

【０１８４】

上述したように、バッテリーセル１１の第２退化加速程度のうち加速退化及び線形退化

は、バッテリーセル 11 の退化がどれくらい速く進行しているかによって区分可能である。制御部 103 は、電圧増減パターンが電圧増加パターンであり、抵抗増減パターンが抵抗増加パターンであり、且つ、算出した抵抗変化率が既に設定された基準抵抗変化率以上である場合、バッテリーセル 11 の第 2 退化加速程度を加速退化と判断するように構成され得る。また、制御部 103 は、電圧増減パターンが電圧増加パターンであり、抵抗増減パターンが抵抗増加パターンであり、且つ、算出した抵抗変化率が既に設定された基準抵抗変化率未満である場合、バッテリーセル 11 の第 2 退化加速程度を線形退化と判断するように構成され得る。逆に、制御部 103 は、電圧増減パターンが電圧減少パターンである場合、または電圧増減パターンが電圧増加パターンであって抵抗増減パターンが抵抗減少パターンである場合は、抵抗増減パターンを考慮することなく、電圧増減パターンに基づいてバッテリーセル 11 の第 2 退化加速程度を判断し得る。

10

【0185】

ここで、既に設定された基準抵抗変化率は、バッテリーセル 11 の抵抗増減パターンが抵抗増加パターンと決定された場合、第 2 退化加速程度を加速退化または線形退化として決定するための基準変化率である。例えば、既に設定された基準抵抗変化率は、100 サイクル毎に抵抗変動率が 10% 増加するものとして既に設定され得る。そして、既に設定された基準抵抗変化率は保存部 105 に予め保存され得る。

【0186】

例えば、図 3 及び図 7 の実施形態において、第 1 バッテリーセル C1 の現在サイクルが I2 ~ I6 区間のうちいずれか一つに属すれば、制御部 103 は、第 1 バッテリーセル C1 の現在サイクルが属する区間の抵抗変化率を既に設定された基準抵抗変化率と比較し得る。すなわち、I2 区間 ~ I6 区間は電圧増減パターンが電圧増加パターンであり、且つ、抵抗増減パターンが抵抗増加パターンである区間であるため、制御部 103 は、第 1 バッテリーセル C1 の現在サイクルが属する区間の抵抗変化率を既に設定された基準抵抗変化率と比較し得る。例えば、I2 ~ I6 区間の抵抗変化率が既に設定された基準抵抗変化率よりも小さいと仮定すれば、制御部 103 は、第 1 バッテリーセル C1 の第 2 退化加速程度を線形退化と判断し得る。

20

【0187】

同様に、図 4、図 5 及び図 8 の実施形態において、第 2 バッテリーセル C2 の現在サイクルが J1 ~ J31 区間のうちいずれか一つに属すれば、制御部 103 は、第 2 バッテリーセル C2 の現在サイクルが属する区間の抵抗変化率を既に設定された基準抵抗変化率と比較し得る。すなわち、J1 区間 ~ J31 区間は電圧増減パターンが電圧増加パターンであり、且つ、抵抗増減パターンが抵抗増加パターンである区間であるため、制御部 103 は、第 2 バッテリーセル C2 の現在サイクルが属する区間の抵抗変化率を既に設定された基準抵抗変化率と比較し得る。例えば、J1 ~ J31 区間の抵抗変化率が既に設定された基準抵抗変化率よりも大きいと仮定すれば、制御部 103 は、第 2 バッテリーセル C2 の第 2 退化加速程度を加速退化と判断し得る。

30

【0188】

例えば、図 3 ~ 図 8 の実施形態において、I1 区間及び J32 ~ J6 区間はバッテリーセル 11 の電圧増減パターンが電圧減少パターンである区間である。したがって、制御部 103 は、I1 区間及び J32 ~ J6 区間に対しては、抵抗増減パターンに基づいて第 2 退化加速程度を判断せず、電圧増減パターンに基づいて第 1 退化加速程度を判断し得る。

40

【0189】

すなわち、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置 100 は、抵抗増加パターンに対する第 2 退化加速程度を一律に判断せず、既に設定された基準抵抗変化率と抵抗変化率とを比べて、第 2 退化加速程度を加速退化または線形退化に細分化して判断することができる。したがって、バッテリーセル 11 の現在状態をより細分化して、具体的に診断することができる。

【0190】

既に設定された制御条件は、バッテリーセル 11 に対して設定された C-レート (C-

50

RATE) 及び放電終了電圧 (V_{min}) のうち少なくとも一つ以上を含むことができる。既に設定された制御条件は、バッテリーセル 11 の出荷時または最初作動時にバッテリーセル 11 に対して予め設定され、その後、バッテリーセル 11 の第 2 退化加速程度に基づいて制御部 103 によって変更され得る。また、既に設定された制御条件は保存部 105 に保存され得る。例えば、図 1 の実施形態において、既に設定された制御条件は、第 1 バッテリーセル C1、第 2 バッテリーセル C2、第 3 バッテリーセル C3 及び第 4 バッテリーセル C4 のそれぞれに設定され得る。

【0191】

また、制御部 103 は、決定された電圧増減パターンが電圧増加パターンであり、且つ、判断した第 2 退化加速程度が加速退化または線形退化である場合のみに、決定した抵抗増減パターンの開始サイクルで既に測定されたバッテリーセル 11 の抵抗変動率を基準抵抗変動率として設定し得る。すなわち、制御部 103 は、判断した第 2 退化加速程度が減速退化である場合は、基準抵抗変動率を設定しなくてもよい。

【0192】

まず、制御部 103 は、バッテリーセル 11 の電圧増減パターン及び抵抗増減パターンを決定し、決定した電圧増減パターン及び抵抗増減パターンに応じて第 2 退化加速程度を判断する。そして、第 2 退化加速程度が加速退化または線形退化である場合、制御部 103 は、決定した抵抗増減パターンの開始サイクルを選択し得る。ここで、抵抗増減パターンの開始サイクルは、上述した電圧増減パターンの開始サイクルに対応するものであって、制御部 103 によって決定されたバッテリーセル 11 の現在の抵抗増減パターンと連続しながら、同じ抵抗増減パターンの開始点であり得る。すなわち、制御部 103 は、バッテリーセル 11 の現在サイクルが属する区間以前の連続する区間から、バッテリーセル 11 の現在サイクルが属する区間の抵抗増減パターンと同じ抵抗増減パターンに決定された最先区間を選択し得る。そして、制御部 103 は選択した最先区間の開始サイクルを選択し得る。

【0193】

例えば、0 サイクル以後のバッテリーセル 11 の第 2 退化加速程度が加速退化または線形退化であり、バッテリーセル 11 の抵抗増減パターンが何れも抵抗増加パターンと決定された場合、抵抗増加パターンの開始サイクルは 0 サイクルであり得る。他の例として、0 サイクル～100 サイクルでバッテリーセル 11 の抵抗増減パターンが抵抗減少パターンであり、101 サイクル～現在サイクルでバッテリーセル 11 の抵抗増減パターンが抵抗増加パターンと決定された場合、抵抗増加パターンの開始サイクルは 101 サイクルであり得る。開始サイクルが選択された後、制御部 103 は、選択した開始サイクルで測定されたバッテリーセル 11 の抵抗変動率を基準抵抗変動率として設定し得る。

【0194】

例えば、図 7 に示された実施形態において、第 1 バッテリーセル C1 の現在サイクルが I6 区間に属し、I1～I6 区間の抵抗増減パターンが何れも抵抗増加パターンであると仮定する。また、上述した例示と同様に、図 3 に示された区間のうち I2～I6 区間の電圧増減パターンが電圧増加パターンであると仮定する。制御部 103 は、第 1 バッテリーセル C1 の現在サイクルが属する I6 区間以前の連続する区間から、電圧増減パターンが電圧増加パターンであり、抵抗増減パターンが I6 区間の抵抗増減パターンと同じ抵抗増減パターンである最先区間を選択し得る。この場合、I6 区間以前の区間のうち I6 区間と連続する区間は I1～I5 区間である。そして、I1～I5 区間のうち I2～I5 区間が、電圧増減パターンが電圧増加パターンであり、抵抗増減パターンが I6 区間の抵抗増減パターンと同じ抵抗増加パターンである。したがって、制御部 103 は I2 区間を最先区間として選択し得る。そして、制御部 103 は、I2 区間の開始サイクルで測定された第 1 バッテリーセル C1 の抵抗変動率を基準抵抗変動率として設定し得る。

【0195】

また、制御部 103 は、設定した基準抵抗変動率と電圧測定部 101 から受信した抵抗変動率とを比較した抵抗比較値を算出することができる。例えば、設定した基準抵抗変動

率が100%であり、電圧測定部101から受信した抵抗変動率が110%であれば、制御部103は抵抗比較値として10%を算出し得る。

【0196】

例えば、上述したように、図7に示された実施形態において、制御部103は、I2区間の開始サイクルで測定された第1バッテリーセルC1の抵抗変動率、すなわち基準抵抗変動率を第1バッテリーセルC1の現在サイクルで測定された抵抗変動率と比較し得る。制御部103は、基準抵抗変動率と第1バッテリーセルC1の現在サイクルで測定された抵抗変動率との差を抵抗比較値として算出し得る。図7の例示において、基準抵抗変動率が130%であり、第1バッテリーセルC1の現在サイクルで測定された抵抗変動率が142%であれば、制御部103は抵抗比較値として12%を算出し得る。

10

【0197】

また、制御部103は、算出した抵抗比較値を既に設定された抵抗変換基準に従って変換した抵抗変換値に基づいてC-レート及び放電終了電圧のうち少なくとも一つを変更するように構成され得る。ここで、既に設定された抵抗変換基準は保存部105に保存され得る。すなわち、制御部103は、算出した抵抗比較値をC-レートまたは放電終了電圧に対応する変換値に変換し、変換値に基づいてC-レートまたは放電終了電圧を変更することで、バッテリーセル11に既に設定された制御条件を変更することができる。

【0198】

例えば、制御部103は、バッテリーセル11の基準抵抗変動率と現在の抵抗変動率との差である抵抗比較値を算出し、算出した抵抗比較値を既に設定された変換基準に従って変換した抵抗変換値を算出し、算出した変換値に基づいてバッテリーセル11のC-レートを減速させ得る。例えば、制御部103は、バッテリーセル11の現在の抵抗変動率が基準抵抗変動率より5%増加する度に、バッテリーセル11のC-レートを初期に設定されたC-レートから1%ずつ減速させ得る。ここで、初期に設定されたC-レートは、バッテリーセル11毎に設定され、保存部105に予め保存され得る。

20

【0199】

他の例として、制御部103は、バッテリーセル11の基準抵抗変動率と現在の抵抗変動率との抵抗差を算出し、算出した抵抗差に基づいてバッテリーセル11の放電終了電圧を増加させ得る。例えば、制御部103は、バッテリーセル11の現在の抵抗変動率が基準抵抗変動率より5%増加する度に、バッテリーセル11の放電終了電圧を初期に設定された放電終了電圧から10mVずつ増加させ得る。ここで、初期に設定された放電終了電圧は、バッテリーセル11毎に設定され、保存部105に予め保存され得る。

30

【0200】

本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置100は、それぞれのバッテリーセル11の電圧増減パターン及び抵抗増減パターンに応じてバッテリーセル11のそれぞれに既に設定された制御条件を変更することで、それぞれのバッテリーセル11の制御条件を最適の条件に維持することができる。また、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置100は、バッテリーセル11の寿命をより長く維持でき、過放電、急落危険などの致命的な問題を予め防止することができる。

【0201】

望ましくは、既に設定された抵抗変換基準は、算出された抵抗比較値をC-レートに対応する値に変換する第1抵抗変換基準、及び算出された抵抗比較値を放電終了電圧に対応する値に変換する第2抵抗変換基準を含むことができる。そして、第1抵抗変換基準及び第2抵抗変換基準は保存部105に保存され得る。

40

【0202】

例えば、第1抵抗変換基準は、抵抗比較値をC-レートに対応する値に変換する基準であって、5%の抵抗比較値をC-レートに対応する値1%に変換し得る。すなわち、制御部103は、バッテリーセル11の基準抵抗変動率と現在サイクルの抵抗変動率とを比較した抵抗比較値が5%であれば、第1抵抗変換基準に従ってC-レートに対応する値として1%を算出し得る。

50

【0203】

他の例として、第2抵抗変換基準は、抵抗比較値を放電終了電圧に対応する値に変換する基準であって、5%の抵抗比較値を放電終了電圧に対応する値10mVに変換し得る。すなわち、制御部103は、バッテリーセル11の基準抵抗変動率と現在サイクルの抵抗変動率とを比較した抵抗比較値が5%であれば、第2抵抗変換基準に従って放電終了電圧に対応する値として10mVを算出し得る。

【0204】

具体的には、制御部103は、算出した抵抗比較値を第1抵抗変換基準に従って変換した第1抵抗変換値を取得し得る。そして、制御部103は、取得した第1抵抗変換値に基づいてC-レートを変更するように構成され得る。

10

【0205】

例えば、上述した例示と同様に、第1抵抗変換基準に従ってC-レートに対応する値として1%が算出されれば、制御部103は、バッテリーセル11のC-レートを算出した変換値1%だけ減速させ得る。

【0206】

また、制御部103は、算出した抵抗比較値を第2抵抗変換基準に従って変換した第2抵抗変換値を取得し得る。そして、制御部103は、取得した第2抵抗変換値に基づいて放電終了電圧を変更するように構成され得る。

【0207】

例えば、第2抵抗変換基準に従って放電終了電圧に対応する値として10mVが算出されれば、制御部103は、バッテリーセル11の放電終了電圧を算出した変換値である10mVだけ増加させ得る。

20

【0208】

本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置100は、バッテリーセル11の基準抵抗変動率と現在の抵抗変動率とを比較した抵抗比較値に基づいて、バッテリーセル11に既に設定された制御条件であるC-レート及び放電終了電圧のうち少なくとも一つを変更することができる。すなわち、バッテリーセル11の基準抵抗変動率はバッテリーセル11の過去抵抗変動率に基づいて設定されたものであるため、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置100は、バッテリーセル11の現在及び過去の抵抗変動率に基づいて、現在のバッテリーセル11に既に設定された制御条件を変更することができる。したがって、バッテリーセル11の現在状態に最適化した制御条件が設定されるため、バッテリーセル11の退化を遅らせ、バッテリーセル11をより長く使用することができる。

30

【0209】

制御部103は、判断した第2退化加速程度が加速退化であり、且つ、C-レート及び放電終了電圧のうち少なくとも一つが変更された場合のみに、既に設定された抵抗変換基準を変更するように構成され得る。すなわち、制御部103は、第2退化加速程度が加速退化または線形退化である場合に、バッテリーセル11に既に設定された制御条件であるC-レート及び放電終了電圧のうち少なくとも一つを変更し得る。そして、制御部103は、第2退化加速程度が加速退化と判断された場合に限り、既に設定された抵抗変換基準を変更するように構成され得る。

40

【0210】

例えば、バッテリーセル11の第2退化加速程度が加速退化と判断され、第1抵抗変換基準は5%の抵抗比較値をC-レートに対応する第1抵抗変換値1%に変換する基準であると仮定する。制御部103は、第1抵抗変換基準に従ってバッテリーセル11のC-レートを変更し得る。そして、バッテリーセル11の第2退化加速程度が加速退化と判断されたため、制御部103は第1抵抗変換基準を変更し得る。すなわち、第1抵抗変換基準は、5%の抵抗比較値を第1抵抗変換値1%に変換する基準から、4.5%の抵抗比較値を第1抵抗変換値1%に変換する基準に変更され得る。

【0211】

例えば、第1時点において、バッテリーセル11の電圧増減パターンが電圧増加パター

50

ンであり、第2退化加速程度が加速退化であり、基準抵抗変動率と抵抗変動率との差が5%であり、バッテリーセル11の初期C-レートが100%であると仮定する。また、上述した例示と同様に、第1抵抗変換基準は5%の抵抗比較値をC-レートに対応する第1抵抗変換値1%に変換する基準であると仮定する。制御部103は、第1抵抗変換基準に従ってバッテリーセル11に設定されたC-レートを100%から99%に1%だけ減速し得る。そして制御部103は、4.5%の抵抗比較値をC-レートに対応する第1抵抗変換値1%に変換するように第1抵抗変換基準を変更し得る。その後、第1時点に続く第2時点において、バッテリーセル11の電圧増減パターンが電圧増加パターンであり、且つ、第2退化加速程度が相変わらず加速退化と判断され、バッテリーセル11の基準抵抗変動率と抵抗変動率との差が4.5%であれば、制御部103は、変更された第1抵抗変換基準に従ってバッテリーセル11に設定されたC-レートを99%から98%にさらに1%だけ減速し得る。

10

【0212】

他の例として、バッテリーセル11の電圧増減パターンが電圧増加パターンであり、第2退化加速程度が加速退化と判断され、第2抵抗変換基準は5%の抵抗比較値を放電終了電圧に対応する第2抵抗変換値10mVに変換する基準であると仮定する。制御部103は、第2抵抗変換基準に従ってバッテリーセル11の放電終了電圧を変更し得る。そして、バッテリーセル11の第2退化加速程度が加速退化と判断されたため、制御部103は第2抵抗変換基準を変更し得る。すなわち、第2抵抗変換基準は、5%の抵抗比較値を第2抵抗変換値10mVに変換する基準から、4.5%の抵抗比較値を第2抵抗変換値10mVに変換する基準に変更され得る。

20

【0213】

例えば、第1時点において、バッテリーセル11の電圧増減パターンが電圧増加パターンであり、第2退化加速程度が加速退化であり、基準抵抗変動率と抵抗変動率との差が5%であり、バッテリーセル11の初期放電終了電圧が2.8Vに既に設定されたと仮定する。また、上述した例示と同様に、第2抵抗変換基準は5%の抵抗比較値を放電終了電圧に対応する第2抵抗変換値10mVに変換する基準であると仮定する。制御部103は、第2抵抗変換基準に従ってバッテリーセル11に設定された放電終了電圧を2.8Vから2.81Vに10mVだけ増加させ得る。そして制御部103は、4.5%の抵抗比較値を放電終了電圧に対応する第2抵抗変換値10mVに変換するように第2抵抗変換基準を変更し得る。その後、第1時点に続く第2時点において、バッテリーセル11の電圧増減パターンが電圧増加パターンであり、第2退化加速程度が相変わらず加速退化と判断され、バッテリーセル11の基準抵抗変動率と抵抗変動率との差が4.5%であれば、制御部103は、変更された第2抵抗変換基準に従ってバッテリーセル11に設定された放電終了電圧を2.81Vから2.82Vにさらに10mVだけ増加させ得る。

30

【0214】

すなわち、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置100は、バッテリーセル11の第2退化加速程度が線形退化である場合は既に設定された抵抗変換基準を変更しないが、バッテリーセル11の第2退化加速程度が加速退化である場合は、バッテリーセル11に既に設定された制御条件を変更し、既に設定された抵抗変換基準を変更することができる。すなわち、バッテリーセル11の電圧増減パターンが電圧増加パターンであり、第2退化加速程度が加速退化である場合は、バッテリーセル11の退化が急激に進行する状態であるため、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置100は、既に設定された制御条件を変更する度に既に設定された抵抗変換基準を調整することで、バッテリーセル11の抵抗変化率を低減させ、バッテリーセル11の急激な退化を防止することができる。

40

【0215】

制御部103は、既に設定された抵抗変換基準が変更された後、第2退化加速程度が線形退化または減速退化と判断された場合のみに、既に設定された抵抗変換基準を変更前の抵抗変換基準に戻すように構成され得る。

【0216】

50

例えば、制御部 103 は、第 1 時点において、バッテリーセル 11 の第 2 退化加速程度を加速退化と判断し、第 1 抵抗変換基準に従ってバッテリーセル 11 に既に設定された制御条件を変更し、第 1 抵抗変換基準を変更し得る。その後、第 1 時点以後の時点において、制御部 103 は、バッテリーセル 11 の第 2 退化加速程度を線形退化または減速退化と判断すれば、変更した第 1 抵抗変換基準を第 1 時点で変更する前の第 1 抵抗変換基準に戻し得る。すなわち、バッテリーセル 11 の既に設定された抵抗変換基準が変更された後、バッテリーセル 11 の第 2 退化加速程度が線形退化または減速退化と判断されれば、変更された第 1 抵抗変換基準が本来の抵抗変換基準に初期化され得る。同様に、第 2 抵抗変換基準が変更された後、バッテリーセル 11 の第 2 退化加速程度が線形退化または減速退化と判断されれば、制御部 103 は、変更された第 2 抵抗変換基準を初期に設定された第 2 抵抗変換基準に初期化し得る。

10

【0217】

すなわち、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置 100 は、バッテリーセル 11 の退化加速程度が加速退化であって、バッテリーセル 11 の退化が急激に進行している状態である場合は、バッテリーセル 11 に既に設定された抵抗変換基準をバッテリーセル 11 の退化加速程度に基づいて適切に変更することができる。したがって、バッテリーセル 11 の制御条件をバッテリーセル 11 の現在状態に最適化して設定でき、バッテリーセル 11 の過放電または急落危険が減少するため、バッテリーセル 11 をより安全に且つ長期間使用することができる。

【0218】

20

図 9 は、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置 100 において、電圧変動率に基づいてバッテリーセルに既に設定された制御条件を変更する過程をツリー構造で簡略に示した図である。

【0219】

図 9 を参照すると、まず、制御部 103 によって決定されたバッテリーセル 11 の電圧増減パターンに応じてバッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度を判断することができる。そして、判断した第 1 退化加速程度に基づいてバッテリーセル 11 に既に設定された制御条件を変更することができる。

【0220】

制御部 103 によって算出されたバッテリーセル 11 の電圧変動率が既に設定された電圧下限値以下であるか、または、既に設定された電圧上限値以上である場合は、異常退化と判断し得る。制御部 103 は、バッテリーセル 11 を異常退化と判断すれば、電圧変動率に基づく電圧増減パターンの決定を行わなくてもよい。すなわち、制御部 103 は、バッテリーセル 11 の電圧変動率が正常範囲内に属する場合のみに電圧増減パターンを決定し、決定された電圧増減パターンに応じてバッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度を判断するように構成され得る。

30

【0221】

バッテリーセル 11 の電圧変動率が既に設定された電圧下限値を超え、且つ、既に設定された電圧上限値未満である場合、制御部 103 は、算出した電圧変動率及び予め保存された電圧変動率データに基づいてバッテリーセル 11 の電圧増減パターンを決定することができる。そして、制御部 103 は、決定した電圧増減パターンが電圧減少パターンであれば、バッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度を減速退化と判断し、決定した電圧増減パターンが電圧増加パターンであれば、バッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度を加速退化または線形退化と判断することができる。すなわち、制御部 103 は、決定した電圧増減パターンが電圧減少パターンであれば、バッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度を専ら減速退化と判断し得る。逆に、制御部 103 は、決定した電圧増減パターンが電圧増加パターンであれば、バッテリーセル 11 の電圧変化率と既に設定された基準電圧変化率とを比べてバッテリーセル 11 の第 1 退化加速程度を加速退化または線形退化に細分化することができる。

40

【0222】

50

そして、制御部１０３は、バッテリーセル１１の第１退化加速程度を加速退化または線形退化と判断した場合のみに、バッテリーセル１１に既に設定された制御条件を変更することができる。

【０２２３】

図１０は、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置１００において、抵抗変動率に基づいてバッテリーセルに既に設定された制御条件を変更する過程をツリー構造で簡略に示した図である。

【０２２４】

図１０を参照すると、まず、制御部１０３は、決定されたバッテリーセル１１の電圧増減パターン及び抵抗増減パターンに応じてバッテリーセル１１の第２退化加速程度を判断する。そして、判断された退化加速程度に基づいてバッテリーセル１１に既に設定された制御条件を変更することができる。ただし、抵抗変動率に基づく場合は、制御部１０３で決定されたバッテリーセル１１の電圧増減パターンによって、第２退化加速程度を判断する過程が区分され得る。

【０２２５】

制御部１０３によって算出されたバッテリーセル１１の抵抗変動率が既に設定された抵抗下限値以下である場合、制御部１０３は、バッテリーセル１１の退化状態を異常退化と判断し得る。制御部１０３は、バッテリーセル１１の退化状態が異常退化である場合はバッテリーセル１１の退化加速程度を判断せず、正常退化である場合に限ってバッテリーセル１１の第２退化加速程度を判断し得る。

【０２２６】

制御部１０３によって算出されたバッテリーセル１１の抵抗変動率が既に設定された抵抗下限値を超える場合、制御部１０３は、バッテリーセル１１の電圧増減パターンを先に考慮する。

【０２２７】

バッテリーセル１１の電圧増減パターンが電圧増加パターンである場合、制御部１０３は、バッテリーセル１１の抵抗変動率に基づいて抵抗増減パターンを決定することができる。ここで、バッテリーセル１１の抵抗増減パターンが抵抗減少パターンと決定された場合、制御部１０３は、図９に示されたように、電圧変動率に基づいてバッテリーセル１１の第１退化加速程度を判断することができる。すなわち、制御部１０３は、バッテリーセル１１の抵抗増減パターンが抵抗減少パターンである場合、バッテリーセル１１の電圧変動率及び電圧増減パターンのみに基づいてバッテリーセル１１の第２退化加速程度を判断できる。バッテリーセル１１の抵抗増減パターンが抵抗増加パターンと決定された場合、制御部１０３は、抵抗変化率に基づいてバッテリーセル１１の第２退化加速程度を加速退化または線形退化と判断することができる。すなわち、バッテリーセル１１の電圧増減パターンが電圧増加パターンであり、且つ、抵抗増減パターンが抵抗増加パターンと決定された場合に限って、制御部１０３は、バッテリーセル１１の現在サイクルが属した区間の抵抗変化率に基づいて、バッテリーセル１１の現在の第２退化加速程度を加速退化または線形退化と判断できる。そして、制御部１０３は、バッテリーセル１１の第２退化加速程度を加速退化または線形退化と判断した場合のみに、バッテリーセル１１に既に設定された制御条件を変更することができる。すなわち、制御部１０３は、バッテリーセル１１の第２退化加速程度を減速退化と判断した場合は、バッテリーセル１１に既に設定された制御条件を変更しない。

【０２２８】

本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置１００は、バッテリーセル１１の退化度だけでなく、現在進行している退化加速程度及び過去の退化加速程度の履歴を判断することができる。すなわち、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置１００は、バッテリーセル１１の現在状態をより正確に判断することができ、ひいてはバッテリーセル１１の寿命などの未来状況を予測可能な具体的な情報を提供することができる。

【０２２９】

また、本発明の一実施形態によるバッテリー管理装置１００は、バッテリーセル１１の抵抗変化要因に開放回路電圧が影響を及ぼす放電状況での特殊性を考慮してバッテリーセル１１の退化加速程度を判断することができる。すなわち、バッテリー管理装置１００は、電圧増減パターンのみでバッテリーセル１１の退化加速程度を判断できることは勿論、電圧増減パターン及び抵抗増減パターンを複合的に考慮してバッテリーセル１１の退化加速程度を判断することもできる。したがって、バッテリー管理装置１００は、電圧増減パターン及び抵抗増減パターンなど多様な指標を活用して多角的にバッテリーセル１１の退化加速程度を判断することで、バッテリーセル１１の状態をより具体的に判断することができる。

【０２３０】

本発明によるバッテリーパック１０００は、上述した本発明によるバッテリー管理装置１００を含むことができる。また、本発明によるバッテリーパック１０００は、バッテリー管理装置１００の外に、バッテリーセル、各種の電装品（ＢＭＳ、リレー、ヒューズなど）及びパックケースなどをさらに含むことができる。

【０２３１】

また、本発明の他の実施形態として、バッテリー管理装置１００は、電気自動車、エネルギー貯蔵システム（Energy Storage System、ESS）などのように電気エネルギーを使用する多様な装置に搭載され得る。特に、本発明によるバッテリー管理装置１００は、電気自動車に含まれ得る。すなわち、本発明による電気自動車は、本発明によるバッテリー管理装置１００を含むことができる。ここで、バッテリー管理装置１００は、バッテリーパック１０００に含まれた形態であり得るが、バッテリーパック１０００とは別途の装置としても具現され得る。例えば、バッテリー管理装置１００の少なくとも一部は、自動車のＥＣＵ（Electronic Control Unit）によって具現され得る。また、本発明による自動車は、このようなバッテリー管理装置１００の外に、自動車に通常備えられる車体や電子装備などを含むことができる。例えば、本発明による自動車は、本発明によるバッテリー管理装置１００の外にも、コンタクタ、インバータ、モータ、一つ以上のＥＣＵなどを含み得る。ただし、本発明は、バッテリー管理装置１００の外に、自動車の他の構成要素などについては特に限定しない。

【０２３２】

上述した本発明の実施形態は、装置及び方法のみによって具現されるものではなく、本発明の実施形態の構成に対応する機能を実現するプログラムまたはそのプログラムが記録された記録媒体を通じて具現され得、このような具現は上述した実施形態の記載から当業者であれば容易に具現できるであろう。

【０２３３】

以上のように、本発明を限定された実施形態と図面によって説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、本発明の属する技術分野で通常の知識を持つ者によって本発明の技術思想と特許請求の範囲の均等範囲内で多様な修正及び変形が可能であることは言うまでもない。

【０２３４】

また、上述した本発明は、本発明が属する技術分野で通常の知識を持つ者により、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲内で様々な置換、変形及び変更が可能であって、上述した実施形態及び添付の図面によって限定されるものではなく、多様な変形のため各実施形態の全部または一部が選択的に組み合わせられて構成され得る。

【符号の説明】

【０２３５】

- １０：バッテリーモジュール
- １１：バッテリーセル
- １００：バッテリー管理装置
- １０００：バッテリーパック

10

20

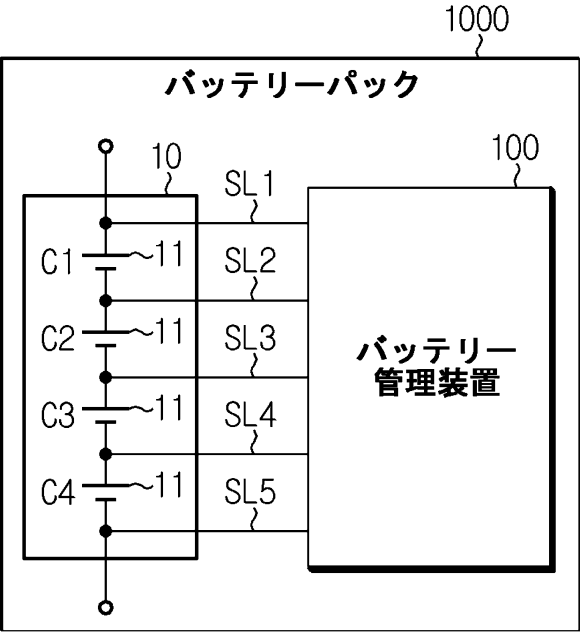
30

40

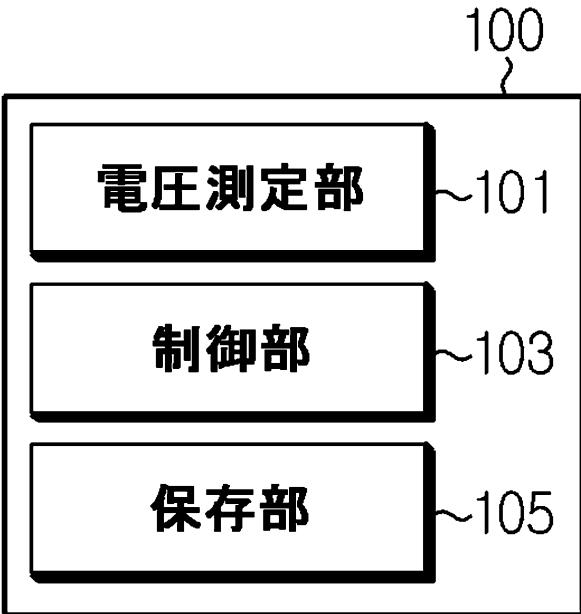
50

【図面】

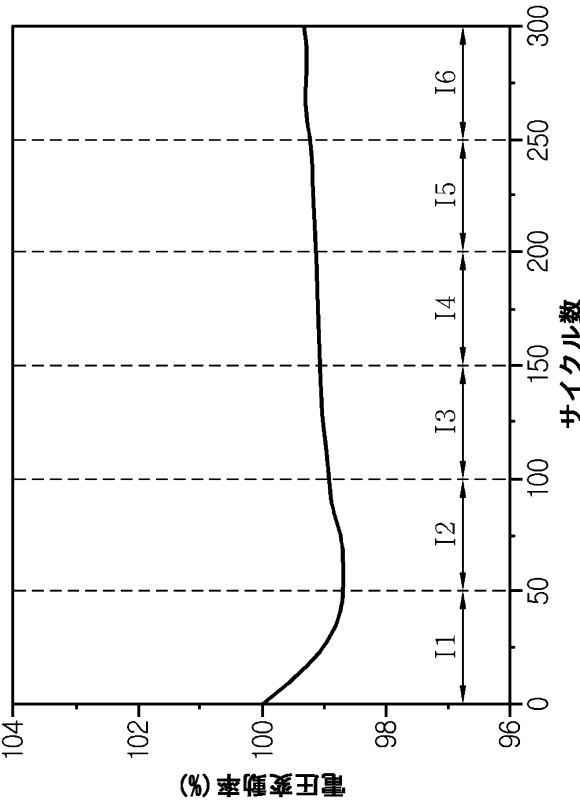
【図 1】



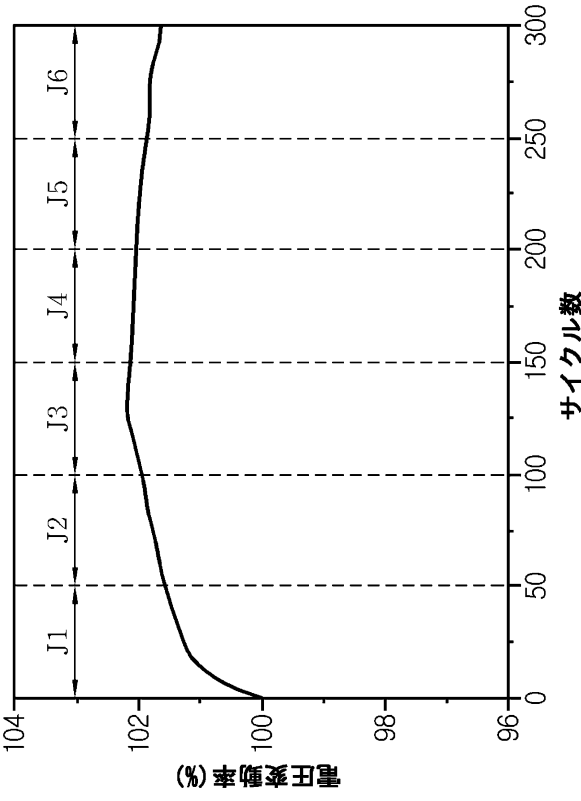
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

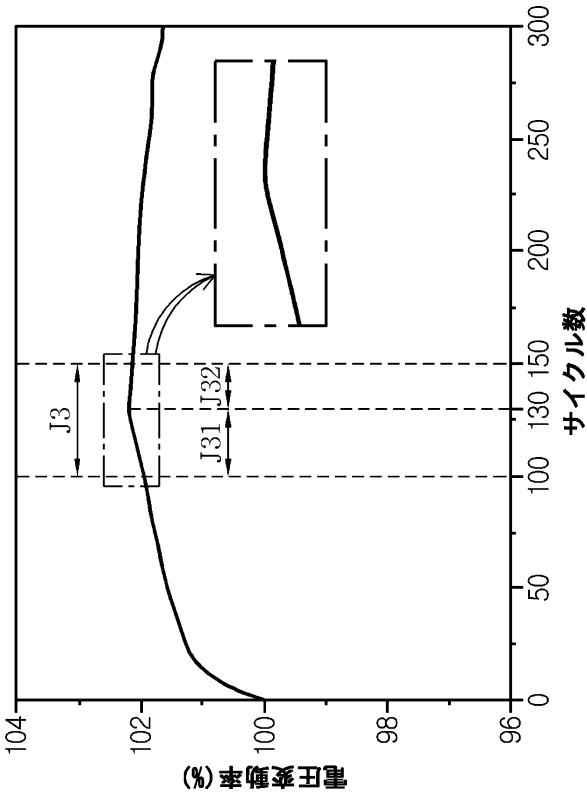
20

30

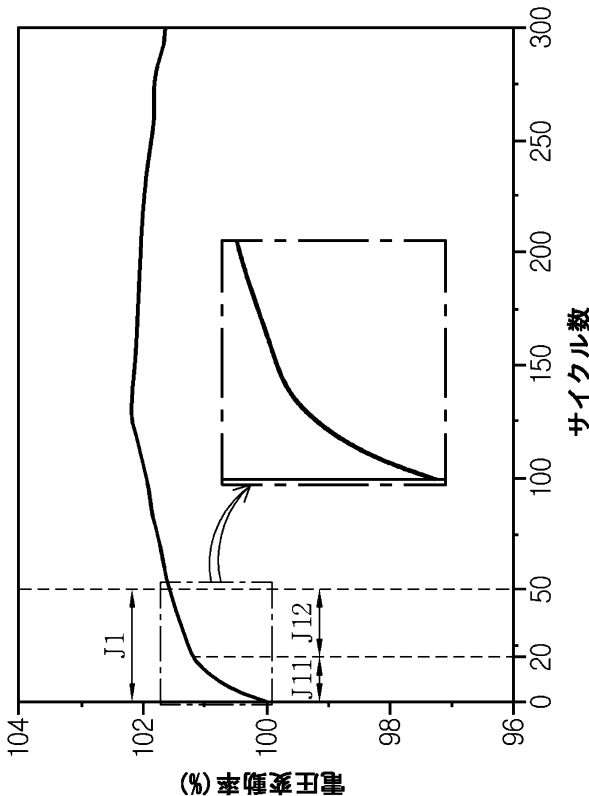
40

50

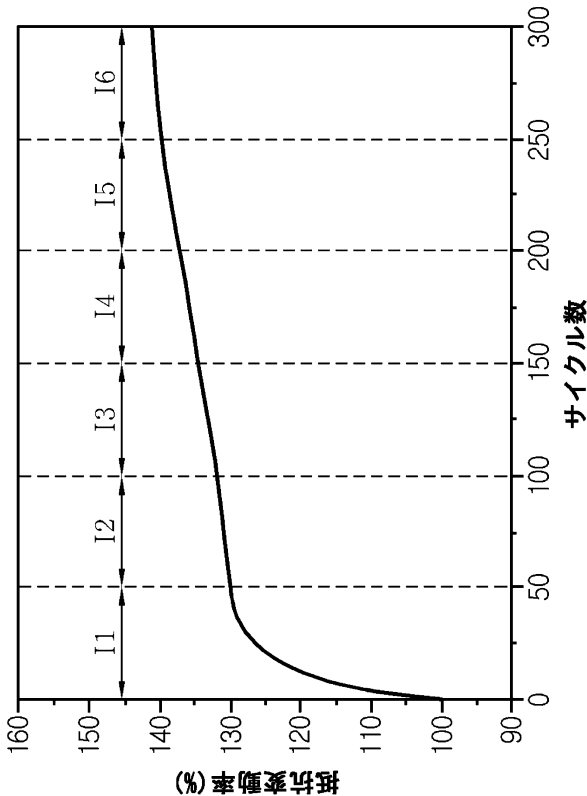
【図 5】



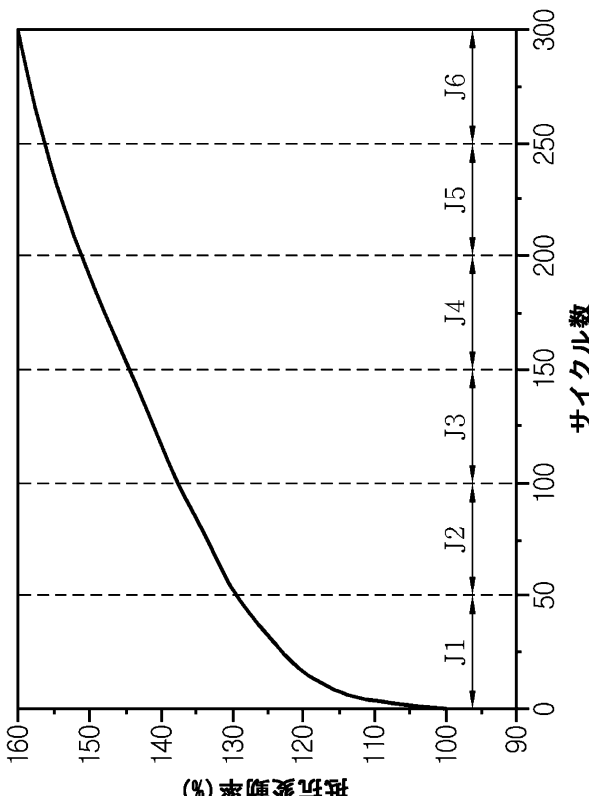
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

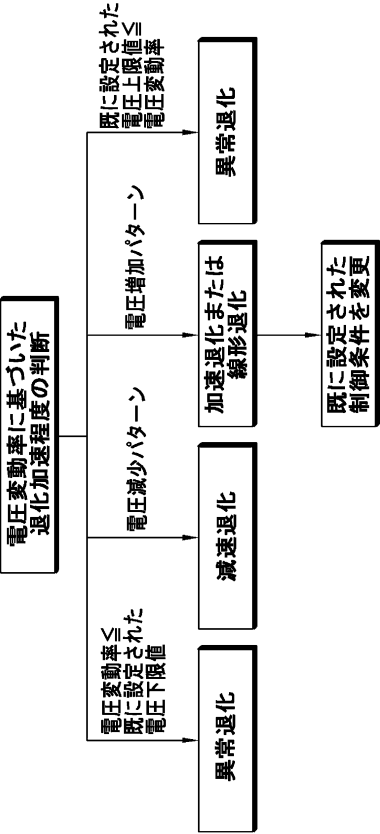
20

30

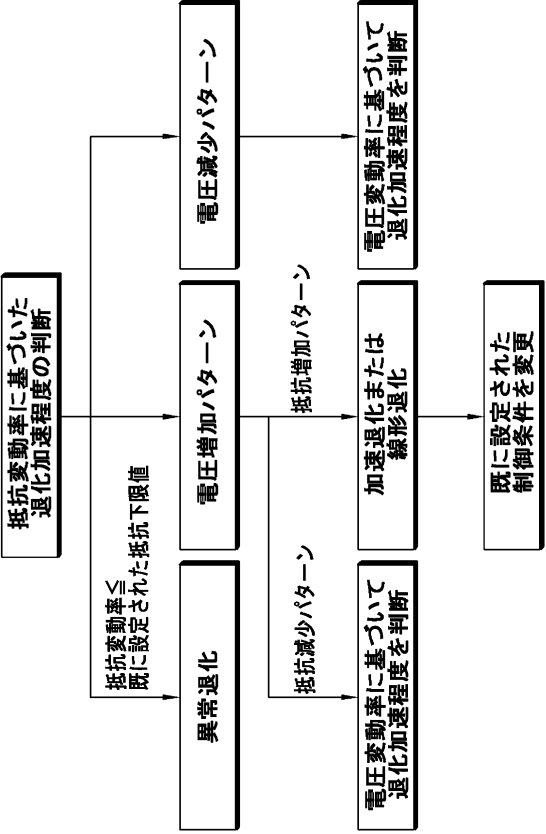
40

50

【図 9】



【図 10】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類 F I
G 0 1 R 31/389 (2019.01) G 0 1 R 31/392
G 0 1 R 31/389

審査官 大手 昌也

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

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
H 0 2 J 7 / 0 0
H 0 1 M 1 0 / 4 8
H 0 1 M 1 0 / 4 4
H 0 1 M 1 0 / 4 2
G 0 1 R 3 1 / 3 9 2
G 0 1 R 3 1 / 3 8 9