

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年10月5日(05.10.2023)

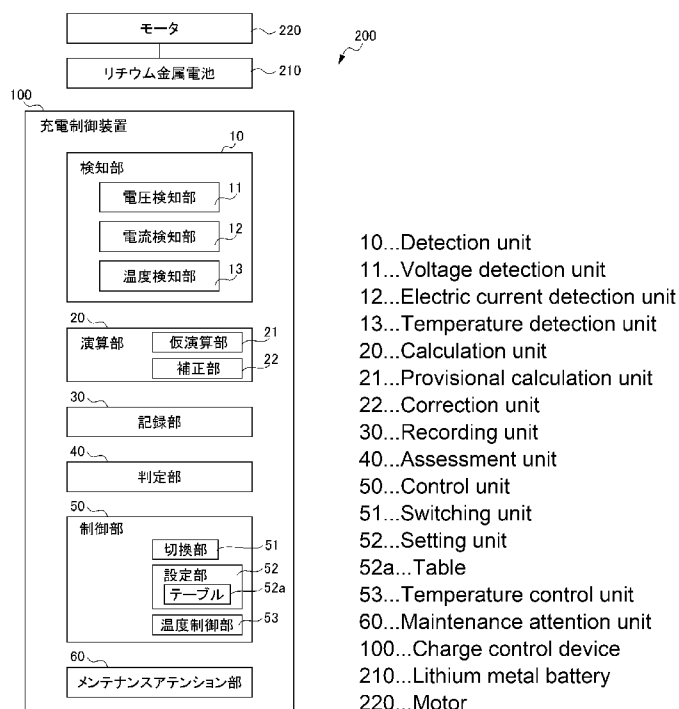


(10) 国際公開番号
WO 2023/190576 A1

- (51) 国際特許分類:
H01M 10/44 (2006.01) H02J 7/00 (2006.01)
H01M 10/48 (2006.01) H02J 7/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/012637
- (22) 国際出願日: 2023年3月28日(28.03.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2022-058653 2022年3月31日(31.03.2022) JP
- (71) 出願人: 本田技研工業株式会社 (HONDA MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1078556 東京都港区南青山二丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 藤野 健 (FUJINO Takeshi); 〒3510193 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 坂下 尚紀 (SAKASHITA Naoki); 〒3510193 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 小笠 博司 (OGASA Hiroshi); 〒3510193 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 正林 真之, 外 (SHOBAYASHI Masayuki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1-7-12 サピアタワー Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

(54) Title: CHARGE CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 充電制御装置



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to accurately assess the need for charging by a recovery charge/discharge mode. Thi charge control device charges a lithium metal battery, which is a secondary battery in which lithium metal is used in a negative electrode, using a prescribed normal charge mode and a recovery charge/discharge mode. In the recovery charge/discharge mode, the lithium metal battery is temporarily discharged and then is charged for a longer time than in the normal charge mode. A detection unit detects a battery voltage, which is the voltage of the lithium metal battery.

WO 2023/190576 A1

CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP,
KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW,
MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE,
PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO(BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

A calculation unit calculates the self-discharge rate of the lithium metal battery on the basis of a change in the battery voltage. A recording unit records a history of the self-discharge rate. An assessment unit assesses the need for charging by the recovery charge/discharge mode on the basis of a change in the self-discharge rate in time series in the history.

(57) 要約: 回復充放電モードによる充電の要否を精度良く判定することを目的とする。充電制御装置は、リチウム金属を負極に用いる二次電池としてのリチウム金属電池を、所定の通常充電モードと回復充放電モードとによって充電させる。回復充放電モードでは、リチウム金属電池を一旦放電させてから、通常充電モードの場合よりも時間をかけて充電する。検知部は、リチウム金属電池の電圧としての電池電圧を検知する。演算部は、電池電圧の変化に基づいてリチウム金属電池の自己放電速度を演算する。記録部は、自己放電速度の履歴を記録する。判定部は、履歴における時系列での自己放電速度の変化に基づいて、回復充放電モードによる充電の要否を判定する。

明 細 書

発明の名称：充電制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、二次電池の充電を制御する充電制御装置に関する。

背景技術

[0002] 近年は、二酸化炭素の排出を低減して地球環境上の悪影響を低減する等の観点から、EVやHEV等の電動車両の普及が進んでいる。電動車両には、多くの場合、リチウムイオン電池が搭載される。リチウムイオン電池は、正極と負極との間に、リチウムイオンを含有する電解液を有すると共に、電解液を正極側と負極側とに仕切るセパレータを有する。

[0003] 現状、リチウムイオン電池の多くは、負極に炭素を用いている。その一方、エネルギー密度の改善等を目的として、負極にリチウム金属を用いることが検討されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：米国特許第10727545号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 負極に炭素を用いる従来一般的なリチウムイオン電池に比べて、負極にリチウム金属を用いるリチウム金属電池については、次の課題がある。

[0006] すなわち、従来一般的なリチウムイオン電池については、充電時には、電解液中のリチウムイオンがグラファイト層の間に蓄えられ、放電時には、その蓄えられたリチウムイオンが電解液中に放出される。他方、リチウム金属電池については、充電時には、電解液中のリチウムイオンが負極にリチウム金属として析出され、放電時には、その負極のリチウム金属がリチウムイオンとして電解液中に溶出する。そのため、充電および放電を繰り返すことによって、リチウム金属の析出および溶出が繰り返される。

- [0007] その析出および溶出の繰り返しによって、新品時には整然と綺麗に結晶化していた負極のリチウム金属が多孔化して、樹状の成長を引き起こしてしまうと、負極と正極との間に微短絡が形成されて、リチウム金属電池の自己放電速度が大きくなってしまふ。
- [0008] これを放置するとそのまま短絡形成がより進み、より自己放電速度が加速する。その結果、例えば電動車両の運用時において、リチウム金属電池の電圧がすぐに低下してしまうようになって、電動車両の航続可能距離が低下してしまう。
- [0009] この問題に対しては、リチウム金属電池を一旦十分に放電させてから、つまり負極のリチウム金属を十分に溶出させてから、ゆっくりと時間をかけて充電することにより、負極にリチウム金属をより大きなサイズに結晶化させる回復充放電モードによって、充電を行う対策が考えられる。
- [0010] しかしながら、微短絡の形成速度は、リチウム金属電池の負極、正極、電解液、セパレータ、充放電条件などの様々な条件によって異なる。そのため、どのタイミングで回復充放電モードによる充電を実行すべきかの判断、つまりその時々における、回復充放電モードによる充電の要否の判断、が難しい。
- [0011] 具体的には、例えば、リチウム金属電池の開回路電圧等としての電池電圧が閾値よりも低下していることを条件に、微短絡ありと判定して回復充放電モードによる充電について要と判定することが考えられる。しかしながら、リチウム金属電池を含む各種電池は、一般的に、蓄電容量が大きくなると、微短絡経路ができて開回路電圧の低下が小さくなる。そのことから、リチウム金属電池どうしの間での電池電圧のばらつきに比べて、微短絡による電圧低下の大きさが十分に大きくなることから、微短絡の判定が難しく、回復充放電モードによる充電の要否の判断が難しい。
- [0012] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、回復充放電モードによる充電の要否を精度良く判定することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0013] 本発明者らは、回復充放電モードによる充電の可否を、電池電圧の大きさ自体や、自己放電速度の大きさ自体に基づいて判定するのではなく、自己放電速度の時系列での変化に基づいて判定すれば、当該可否を精度良く判定できることを見出して、本発明に至った。本発明は、以下の（１）～（９）の充電制御装置である。

[0014] （１）リチウム金属を負極に用いる二次電池としてのリチウム金属電池を、所定の通常充電モードと、前記リチウム金属電池を一旦放電させてから前記通常充電モードの場合よりも時間をかけて充電する回復充放電モードと、によって充電させる充電制御装置であって、

前記リチウム金属電池の電圧としての電池電圧を検知する検知部と、

前記電池電圧の変化に基づいて前記リチウム金属電池の自己放電速度を演算する演算部と、

前記自己放電速度の履歴を記録する記録部と、

前記履歴における時系列での前記自己放電速度の変化に基づいて、前記回復充放電モードによる充電の可否を判定する判定部と、

を備える充電制御装置。

[0015] 本構成によれば、回復充放電モードによる充電の可否を、電池電圧の大きさ自体や、自己放電速度の大きさ自体に基づいて判定するのではなく、自己放電速度の時系列での変化に基づいて判定する。そのため、比べる対象が、過去の自己放電速度であることから、リチウム金属電池どうしの際に電池電圧のばらつきがある場合等においても、当該判定を精度良く行うことができる。以上、本構成によれば、回復充放電モードによる充電の可否を精度良く判定できる。

[0016] （２）前記判定部は、前記自己放電速度が増加していることを条件に、前記回復充放電モードによる充電について要と判定する、前記（１）に記載の充電制御装置。

[0017] リチウム金属電池は、新品時の状態では、自己放電速度が比較的高いが、使い始めると、電極等が徐々に馴染んでくることから、自己放電速度が徐々

に減少していくことが多い。しかしながら、微短絡が発生し出すと、自己放電速度が増加に転じる。本構成によれば、そのタイミングを捉えて、回復充放電モードによる充電が必要になったと判定できる。

[0018] (3) 前記判定部によって前記回復充放電モードによる充電について要と判定された際に、前記通常充電モードから前記回復充放電モードへの切り換えを許容する切換部、

を有する前記(1)又は(2)に記載の充電制御装置。

[0019] 本構成によれば、回復充放電モードによる充電が必要な時にのみ、通常充電モードから回復充放電モードに切り替えることを許容できる。

[0020] (4) 前記判定部によって前記回復充放電モードによる充電について要と判定された際に、メンテナンスアテンションを発信するメンテナンスアテンション部、

を有する前記(1)～(3)のいずれか1つに記載の充電制御装置。

[0021] 本構成によれば、回復充放電モードによる充電が必要な時に、その旨をユーザ等に知らせることができる。

[0022] (5) 前記リチウム金属電池の温度としての電池温度を検知する温度検知部を有し、

前記演算部は、検知された前記電池電圧と検知された前記電池温度とに基づいて、所定温度かつ所定充電状態における前記自己放電速度を演算する、
前記(1)～(4)のいずれか1つに記載の充電制御装置。

[0023] 本構成によれば、温度の差により生じる自己放電速度の誤差を補正できる。そのため、回復充放電モードによる充電の要否をより精度良く判定できる。

[0024] (6) 前記リチウム金属電池は、電動車両に搭載されており、

前記判定部は、前記電動車両の走行距離および運用時間のうちの一方の増加に対する前記自己放電速度の変化に基づいて、前記回復充放電モードによる充電の要否を判定する、

前記(1)～(5)のいずれか1つに記載の充電制御装置。

- [0025] 自己放電速度は、走行距離や運用時間の増加に起因して増加し易い。その点、判定部は、走行距離および運用時間のうちの一方の増加に対する自己放電速度の変化に基づいて、回復充放電モードによる充電の可否を判定して、回復充放電モードに移行することができる。そのため、新品時からの単なる経過時間の増加に対する自己放電速度の変化に基づいて、回復充放電モードによる充電の可否を判定する場合に比べて、より精度良く当該可否を判定して、回復充放電モードに移行することができる。
- [0026] (7) 前記リチウム金属電池の温度としての電池温度を検知する温度検知部と、
- 前記回復充放電モードにおける放電の際の電流値としての放電電流値と、前記放電に要する時間としての放電時間とを、複数の前記自己放電速度の区分ごと且つ複数の前記電池温度の区分ごとに格納したテーブルと、
- 前記演算部によって演算された前記自己放電速度と、前記温度検知部によって検知された前記電池温度と、前記テーブルとから、前記回復充放電モードにおける前記放電電流値と前記放電時間とを設定する設定部と、
- を有する前記(1)～(6)のいずれか1つに記載の充電制御装置。
- [0027] 最適な放電電流値および放電時間は、自己放電速度および電池温度によって異なる。その点、設定部は、自己放電速度および電池温度に応じて、テーブルに基づく放電電流値および放電時間を設定するため、最適な放電電流値および放電時間を設定し易くなる。
- [0028] (8) 前記リチウム金属電池の温度が所定温度以上であることを条件に、前記回復充放電モードによる充電を許容する温度制御部、
- を有する前記(1)～(7)のいずれか1つに記載の充電制御装置。
- [0029] リチウム金属電池の保護の観点から、回復充放電モードにおける放電は、所定温度以上で行うことが好ましい。その点、温度制御部は、リチウム金属電池の温度が所定温度以上であることを条件に、回復充放電モードによる充電を許容するので、効率的にリチウム金属電池を保護することができる。
- [0030] (9) 前記判定部によって前記回復充放電モードによる充電について要と判

定された際に、メンテナンスアテンションを発信し、前記回復充放電モードにおける放電が完了した際に、前記メンテナンスアテンションを解除するメンテナンスアテンション部、

を有する前記（１）～（８）のいずれか１つに記載の充電制御装置。

[0031] 本構成によれば、メンテナンスアテンション部によって、メンテナンスアテンションの発信および解除を自動で行うことができる。

発明の効果

[0032] 以上の通り、前記（１）の構成によれば、回復充放電モードによる充電の要否を精度良く判定できる。さらに、前記（１）を引用する前記（２）～（９）の構成によれば、それぞれの追加の効果を得られる。

図面の簡単な説明

[0033] [図1]第１実施形態の電動車両を示す構成図である。

[図2]電池電圧の推移の例を示すグラフである。

[図3]自己放電速度の推移の例を示すグラフである。

[図4]回復充放電モードによる充電のフローを示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0034] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照しつつ説明する。ただし、本発明は、以下の実施形態に何ら限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更して実施できる。

[0035] [第１実施形態]

図１は、本実施形態の電動車両２００を示す構成図である。電動車両２００は、電動車両２００の動力源となるモータ２２０と、モータ２２０に電力を供給する二次電池としてのリチウム金属電池２１０と、リチウム金属電池２１０の充電を制御する充電制御装置１００と、を備える。

[0036] リチウム金属電池２１０は、正極と、負極と、これら正極と負極との間に配置される電解液と、電解液を正極側と負極側とに仕切るセパレータと、を有する。

[0037] 正極は、正極活物質とバインダーと導電助剤とを含む層で構成される。正

極活物質としては、例えば、コバルト酸リチウム (LiCoO_2)、ニッケル酸リチウム (LiNiO_2)、 $\text{LiNi}_p\text{Mn}_q\text{Co}_r\text{O}_2$ ($p+q+r=1$)、 $\text{LiNi}_p\text{Al}_q\text{Co}_r\text{O}_2$ ($p+q+r=1$)、マンガン酸リチウム (LiMn_2O_4) が挙げられる。また他にも、正極活物質としては、例えば、 $\text{Li}_{1+x}\text{Mn}_{2-x-y}\text{MyO}_4$ ($x+y=2$ 、 $M=\text{Al}$ 、 Mg 、 Co 、 Fe 、 Ni 、及び Zn から選ばれる少なくとも1種) で表される異種元素置換 Li-Mn スピネルが挙げられる。さらに他にも、正極活物質としては、例えば、チタン酸リチウム (Li 及び Ti を含む酸化物)、リン酸金属リチウム (LiMPO_4 、 $M=\text{Fe}$ 、 Mn 、 Co 、及び Ni から選ばれる少なくとも1種) 等が挙げられる。好ましくは、正極活物質として、 $\text{Li}_{1.1}\text{Ni}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2$ (NCM811) が用いられる。

[0038] 負極は、負極集電体やリチウム箔等の負極ベース材と、負極ベース材にリチウム金属が析出させることによって形成されるリチウム金属層と、を有する。リチウム金属電池210は、従来一般的なりチウムイオン電池に比べて非常に高いエネルギー密度を有する。

[0039] 電解液は、有機溶媒と電解質とを含む。有機溶媒は、例えば第1有機溶媒として、フッ素置換された鎖状炭化水素である、1, 1, 2, 2-テトラフルオロ-1-(2, 2, 2-トリフルオロエトキシ)エタン、メチルノナフルオロイソブチルエーテル及びメチルノナフルオロブチルエーテル等のハイドロフルオロエーテルを用いることができる。また、例えば第2有機溶媒として、1, 2-ジメトキシエタン (DME)、エチレンカーボネート (EC)、プロピレンカーボネート (PC)、スルホラン (SL)、ジメチルカーボネート (DMC)、ジエチルカーボネート (DEC)、及びエチルメチルカーボネート (EMC) 等を用いることができる。これら第1有機溶媒と第2有機溶媒とは、併用できる。

[0040] 電解質は、電荷移動媒体であるリチウムイオンの供給源であり、リチウム塩を含む。リチウム塩としては、 LiFSI 、 LiPF_6 、 LiBF_4 、 LiClO_4 、 LiAsF_6 、 LiCF_3SO_3 、 $\text{LiC}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3$ 、 LiN

(CF_3SO_2)₂(LiTFSI)、 $\text{LiN}(\text{FSO}_2)_2(\text{LiFSI})$ 、及び LiBC_4O_8 、からなる群より選択される少なくとも1種を用いることができる。中でも、電解質としてLiFSIを好ましく用いることができる。

[0041] リチウム金属電池210は、電動車両200を加速させたり、上り坂等において車速を維持したりする力行時には、モータ220に電力を供給する。他方、電動車両200が減速したり、下り坂等において加速を抑制したりする回生時には、モータ220から供給される電力により充電される。

[0042] 充電制御装置100は、充電設備によってリチウム金属電池210を充電する際に、充電を制御する。具体的には、充電制御装置100は、所定の通常充電モードと所定の回復充放電モードとによって、リチウム金属電池210を充電させる。

[0043] 通常充電モードによる充電は、自宅や充電スポット等にある充電設備によって行われる。通常充電モードでは、一定の大きさの充電電流で充電するCC充電を行ってから、一定の大きさの充電電圧で充電するCV充電を行う。

[0044] 回復充放電モードによる充電は、ディーラ等にある充電設備によって行われる。回復充放電モードでは、リチウム金属電池210の容量、抵抗、自己放電性能を回復させるためのメンテナンス、または性能低下を防止するためのメンテナンスを行うための制御プログラムが実行される。具体的には、回復充放電モードでは、車両走行時または充電時において電流制限や温度制御を行うプログラムとは別のプログラムとしての、充放電制御プログラムやバッテリー温度制御プログラムが実行される。

[0045] 詳しくは、回復充放電モードでは、一旦リチウム金属電池210を十分に放電させてから、通常充電モードの場合よりも時間をかけて当該リチウム金属電池210を充電する。具体的には、回復充放電モードでは、放電を行ってから、CC充電を行い、その後CV充電を行う。回復充放電モードのCC充電における充電電流は、通常充電モードのCC充電における充電電流よりも小さい。より具体的には、回復充放電モードでは、リチウム金属電池210を、0.2~1C程度でSOCが20~0%程度になるまで十分放電させ

てから、0.05~0.3C程度でSOCが100%になるまで充電する。

[0046] 充電制御装置100は、CPU、RAM、ROM等を備えるECUを主体に構成されており、検知部10と演算部20と記録部30と判定部40と制御部50とメンテナンスアテンション部60とを有する。

[0047] 検知部10は、電圧検知部11と電流検知部12と温度検知部13とを有する。電圧検知部11は、電圧センサーを有しており、リチウム金属電池210の端子間電圧としての「電池電圧」を検知する。電流検知部12は、電流センサーを有しており、リチウム金属電池210を流れる電流としての「電池電流」を検知する。温度検知部13は、温度センサーを有しており、リチウム金属電池210の温度としての「電池温度」を検知する。

[0048] 演算部20は、検知部10によって検知された電池電圧および電池温度に基づいて、例えば25℃等の所定温度且つ満充電状態等の所定充電状態におけるリチウム金属電池210の自己放電速度としての「自己放電速度 D_s 」を演算する。自己放電速度 D_s は、例えば、単位時間あたりの電圧の低下量、つまり電圧低下速度、であってもよいし、単位時間あたりの蓄電量の低下量、つまり蓄電量低下速度、であってもよい。

[0049] 演算部20は、仮演算部21と補正部22とを有する。仮演算部21は、電池電圧 V_b の変化に基づいて、現在の電池温度且つ所定充電状態における自己放電速度としての「仮自己放電速度 D_{st} 」を演算する。補正部22は、仮自己放電速度 D_{st} を現在の電池温度に基づいて補正することによって、前述の自己放電速度 D_s を演算する。

[0050] 記録部30は、自己放電速度 D_s 又はそれに関する情報を逐次記憶することによって、自己放電速度 D_s の履歴を記録する。

[0051] 判定部40は、履歴における時系列での自己放電速度 D_s の変化に基づいて、回復充放電モードによる充電の要否を判定する。以下、「回復充放電モードによる充電について要」を単に「回復充放電要」という。判定部40は、例えば直近の所定期間において、電動車両200の走行距離又は運用時間の増加に対する自己放電速度 D_s の変化が、誤差等を考慮してもプラスであ

ると判定できることを条件に、つまり、誤差等を考慮しても自己放電速度 D_s が増加していると判定できることを条件に、回復充放電要と判定する。その判定理由については、後述する。

[0052] 制御部50は、判定部40によって回復充放電要と判定されない場合には、通常充電モードによる充電が行われ、判定部40によって回復充放電要と判定される場合には、回復充放電モードによる充電が行われるように制御する。具体的には、制御部50は、切換部51と設定部52と温度制御部53とを有する。切換部51は、判定部40によって回復充放電要と判定されたことを条件に、回復充放電フラグをONにする。これによって、通常充電モードから回復充放電モードへの切り替えが許容される。

[0053] 設定部52は、回復充放電モードにおける放電の際の電流値としての「放電電流値」と、当該放電に要する時間としての「放電時間」とを設定する。具体的には、設定部52は、複数の自己放電速度 D_s の区分ごと且つ複数の電池温度の区分ごとに、放電電流値と放電時間とを格納したテーブル52aを有する。そして、設定部52は、演算部20によって演算された自己放電速度 D_s と、温度検知部13によって検知された電池温度と、テーブル52aとから、放電電流値と放電時間とを設定する。

[0054] 温度制御部53は、電池温度が例えば 20°C 以上等の所定温度以上であることを条件に、回復充放電モードによる充電を許容する。より具体的には、電池温度が例えば 20°C ～ 25°C 等の所定の温度域内の温度であることを条件に、回復充放電モードによる充電を許容する。

[0055] メンテナンスアテンション部60は、判定部40によって回復充放電要と判定された際に、メンテナンスアテンションを発信する。メンテナンスアテンションは、例えば、メンテナンスアテンションランプ等の視覚に訴えるものでもよいし、聴覚に訴えるものであってもよいし、それらの両方であってもよい。聴覚に訴えるものとしては、例えば電動車両200の主電源をONにしたタイミング等の、所定のタイミングにおいて、メンテナンスアテンション音を鳴らしたり、回復充放電要である旨をアナウンスしたりするものが

挙げられる。メンテナンスアテンション部 60 は、回復充放電モードにおける放電が完了した際に、メンテナンスアテンションを解除する。

[0056] 次に図 2、図 3 を参照しつつ、判定部 40 が、自己放電速度 D_s の増加に基づいて回復充放電要と判定する理由について説明する。

[0057] 図 2 は、電池電圧 V_b の推移の例を示すグラフである。通常充電モードにおける CC 充電では、単位時間あたりに所定の蓄電量が蓄電されることによって、電池電圧 V_b が増加していく。その後の CV 充電では、電池電圧 V_b が満充電電圧に近づくに従い充電速度が遅くなっていき、電池電圧 V_b がなだらかに満充電電圧に達する。満充電電圧に達すると、充電が停止されると共に、電圧検知部 11 によって、電池電圧 V_b として開回路電圧が検知される。

[0058] 充電停止後においては、充電制御装置 100 は、再び電圧検知部 11 によって電池電圧 V_b として開回路電圧を検知してから、停止する。その後においては、リチウム金属電池 210 の電力が使用されていなくても、自己放電によって電池電圧 V_b が徐々に減少していく。この間、充電制御装置 100 は、例えば数時間毎等の所定時間 t_i 毎に一時起動して、電圧検知部 11 によって電池電圧 V_b として開回路電圧を検知する。それらの開回路電圧の変化に基づいて、演算部 20 が自己放電速度 D_s を演算する。その後、ユーザにより電動車両 200 の主電源スイッチが ON にされると、リチウム金属電池 210 の電力が消費されることによって、電池電圧 V_b が低下していく。

[0059] 図 3 は、リチウム金属電池 210 の自己放電速度 D_s の推移の例を示すグラフである。リチウム金属電池 210 は、新品時の状態では、自己放電速度 D_s が比較的高いが、使い始めると、電極等が徐々に馴染んでくることから、自己放電速度 D_s が徐々に減少していく。しかしながら、充放電を繰り返すうちに、新品時には整然と綺麗に結晶化していた負極のリチウム金属が多孔化して、樹状の成長を引き起こしてしまうと、負極と正極との間に微短絡が形成される。その微短絡の進行によって、自己放電速度 D_s が増加に転じる。そのことから、前述の通り、判定部 40 は、自己放電速度 D_s の増加に

基づいて、回復充放電要と判定する。つまり、判定部40は、自己放電速度 D_s の傾きがマイナスからプラスに転じる変曲点のタイミングを境に、回復充放電要と判定するようになる。

[0060] なお、この図3の横軸は、経過年数であるが、好ましくは、電動車両200の走行距離又は運用時間である。つまり、好ましくは、走行距離又は運用時間の増加に対する自己放電速度 D_s の変化としての傾きに基づいて、回復充放電モードによる充電の要否を判定することである。そのため、判定部40は、当該好ましい態様を、前述の通り採用している。

[0061] 図4は、回復充放電モードによる充電のフローを示すフローチャートである。なお、このフローの初期設定における充電モードは通常充電モードである。このフローでは、まずS11において、検知部10が電池電圧 V_b および電池温度を検知する。

[0062] 次にS21において、演算部20の仮演算部21が、検知された電池電圧 V_b の変化に基づいて、仮自己放電速度 D_{st} を演算する。次にS22において、演算部20の補正部22が、仮自己放電速度 D_{st} を、電池温度に基づいて補正することによって、自己放電速度 D_s を演算する。

[0063] 次にS31において、記録部30が、自己放電速度 D_s を記憶する。これによって、自己放電速度 D_s の履歴が逐次記憶されていく。

[0064] 次にS41において、判定部40が、自己放電速度 D_s の履歴に基づいて自己放電速度 D_s の傾きを算出する。次にS42において、判定部40が、当該傾きがプラスか否か、つまり自己放電速度 D_s が増加しているか否か判定する。S42において否定判定した場合、充電モードを通常充電モードから回復充放電モードに切り換えることなく、つまり充電モードを通常充電モードに維持したまま、フローを終了する。他方、S42において肯定判定した場合、S51に進む。

[0065] S51では、制御部50の切換部51が、回復充放電フラグをONにする。これにより、回復充放電モードによる充電が許容される。続くS61では、メンテナンスアテンション部60がメンテナンスアテンションを発信する

。なお、S51とS61との順序は、逆であってもよいし、同時であってもよい。

[0066] その後のS71において、ユーザが電動車両200を、ディーラに持ち込む。このとき、回復充放電フラグがONになっていることから、ディーラの作業員は、所定の操作をすることによって、回復充放電モードによる充電を実行することができる。そして実際に、当該充電を開始する。

[0067] 回復充放電モードでは、まず、S52において、制御部50の設定部52が、放電電流値と放電時間とを設定する。次にS53において、制御部50が、設定された放電電流値および放電時間に基づいて放電を行わせる。なお、このとき、当該充電は、温度制御部53によって、電池温度が20～25℃等の所定の温度域内の温度であることを条件に開始される。この放電によって、リチウム金属電池210の負極にあるリチウム金属層の大部分が電解液中に溶出する。

[0068] 放電が完了したら、S54において、切換部51が回復充放電フラグをOFFにすると共に、S62において、メンテナンスアテンション部60がメンテナンスアテンションを解除する。次に、S55において、制御部50が、通常充電モードの場合よりも時間をかけて、つまり通常充電モードの場合よりも低速で充電を行わせる。これにより、負極にリチウム金属がより大きなサイズに結晶化する。充電終了後は、フローを終了する。

[0069] 以下に本実施形態の構成および効果をまとめる。

[0070] 判定部40は、回復充放電モードによる充電の要否を、電池電圧 V_b の大きさ自体や、自己放電速度 D_s の大きさ自体に基づいて判定するのではなく、自己放電速度 D_s の時系列での変化に基づいて判定する。そのため、比べる対象が、過去の自己放電速度 D_s であることから、リチウム金属電池210どうしの際に電池電圧 V_b のばらつきがある場合等においても、当該判定を精度良く行うことができる。

[0071] リチウム金属電池210は、新品時の状態では、自己放電速度 D_s が比較的高いが、使い始めると、電極等が徐々に馴染んでくることから、自己放電

速度 D_s が徐々に減少していくことが多い。しかしながら、微短絡が発生し出すと、自己放電速度 D_s が増加に転じる。その点、判定部40は、自己放電速度 D_s が増加していることを条件に、回復充放電要と判定する。そのため、自己放電速度 D_s が減少から増加に転じたことに基づいて、微短絡の発生を捉えることができる。

[0072] 切換部51は、判定部40によって回復充放電要と判定された際に、通常充電モードから回復充放電モードへの切り換えを許容する。そのため、回復充放電モードによる充電が必要な時にのみ、通常充電モードから回復充放電モードに切り替えることを許容できる。

[0073] メンテナンスアテンション部60は、判定部40によって回復充放電要と判定された際に、メンテナンスアテンションを発信する。そのため、回復充放電モードによる充電が必要な時に、その旨をユーザ等に知らせることができる。

[0074] 演算部20は、検知された電池電圧 V_b と検知された電池温度とに基づいて、25℃等の所定温度かつ満充電状態等の所定充電状態における自己放電速度 D_s を演算する。そのため、電池温度の差によって生じる自己放電速度 D_s の誤差を補正できる。そのため、より精度良く回復充放電モードによる充電の要否を判定できる。

[0075] 自己放電速度 D_s は、電動車両200の走行距離や運用時間の増加に起因して増加し易い。その点、判定部40は、走行距離および運用時間のうちの一方の増加に対する自己放電速度の変化に基づいて、回復充放電モードによる充電の要否を判定する。そのため、新品時からの単なる経過時間の増加に対する自己放電速度 D_s の変化に基づいて、回復充放電モードによる充電の要否を判定する場合に比べて、より精度良く判定できる。

[0076] 回復充放電モードにおける放電の際の最適な放電電流値および放電時間は、自己放電速度 D_s および電池温度によって異なる。その点、設定部52は、演算部によって演算された自己放電速度 D_s と、温度検知部13によって検知された電池温度と、テーブル52aとから、放電電流値と放電時間とを

設定する。そのため、最適な放電電流値および放電時間を設定し易くなる。

[0077] リチウム金属電池 210 の保護の観点から、回復充放電モードにおける放電は、所定温度以上で行うことが好ましい。その点、温度制御部 53 は、電池温度が所定温度以上であることを条件に、回復充放電モードによる充電を許容するので、効率的にリチウム金属電池 210 を保護することができる。

[0078] メンテナンスアテンション部 60 は、判定部 40 によって回復充放電要と判定された際に、メンテナンスアテンションを発信し、回復充放電モードにおける放電が完了した際に、メンテナンスアテンションを解除する。そのため、メンテナンスアテンション部 60 によって、メンテナンスアテンションの発信および解除を自動で行うことができる。

[0079] [変更形態]

以上の実施形態は、例えば次のように変更して実施できる。判定部 40 は、変曲点よりも若干早いとか若干遅いタイミングを境に、回復充放電要と判定し出すようにしてもよい。つまり、判定部 40 は、例えば、自己放電速度 D_s の傾きが、ゼロよりも若干小さいか若干大きい閾値よりも大きいことを条件に、回復充放電要と判定してもよい。

符号の説明

[0080]	10	検知部
	11	電圧検知部
	13	温度検知部
	20	演算部
	21	仮演算部
	22	補正部
	30	記録部
	40	判定部
	50	制御部
	51	切換部
	52	設定部

- 5 2 a テーブル
- 5 3 温度制御部
- 6 0 メンテナンスアテンション部
- 1 0 0 充電制御装置
- 2 0 0 電動車両
- 2 1 0 リチウム金属電池
- V b 電池電圧
- D s 自己放電速度

請求の範囲

- [請求項1] リチウム金属を負極に用いる二次電池としてのリチウム金属電池を、所定の通常充電モードと、前記リチウム金属電池を一旦放電させてから前記通常充電モードの場合よりも時間をかけて充電する回復充放電モードと、によって充電させる充電制御装置であって、
前記リチウム金属電池の電圧としての電池電圧を検知する検知部と、
、
前記電池電圧の変化に基づいて前記リチウム金属電池の自己放電速度を演算する演算部と、
前記自己放電速度の履歴を記録する記録部と、
前記履歴における時系列での前記自己放電速度の変化に基づいて、前記回復充放電モードによる充電の要否を判定する判定部と、
を備える充電制御装置。
- [請求項2] 前記判定部は、前記自己放電速度が増加していることを条件に、前記回復充放電モードによる充電について要と判定する、請求項1に記載の充電制御装置。
- [請求項3] 前記判定部によって前記回復充放電モードによる充電について要と判定された際に、前記通常充電モードから前記回復充放電モードへの切り換えを許容する切換部、
を有する請求項1又は2に記載の充電制御装置。
- [請求項4] 前記判定部によって前記回復充放電モードによる充電について要と判定された際に、メンテナンスアテンションを発信するメンテナンスアテンション部、
を有する請求項1～3のいずれか1つに記載の充電制御装置。
- [請求項5] 前記リチウム金属電池の温度としての電池温度を検知する温度検知部を有し、
前記演算部は、検知された前記電池電圧と検知された前記電池温度とに基づいて、所定温度かつ所定充電状態における前記自己放電速度

を演算する、

請求項 1～4 のいずれか 1 つに記載の充電制御装置。

[請求項6]

前記リチウム金属電池は、電動車両に搭載されており、

前記判定部は、前記電動車両の走行距離および運用時間のうちの一方の増加に対する前記自己放電速度の変化に基づいて、前記回復充放電モードによる充電の要否を判定する、

請求項 1～5 のいずれか 1 つに記載の充電制御装置。

[請求項7]

前記リチウム金属電池の温度としての電池温度を検知する温度検知部と、

前記回復充放電モードにおける放電の際の電流値としての放電電流値と、前記放電に要する時間としての放電時間とを、複数の前記自己放電速度の区分ごと且つ複数の前記電池温度の区分ごとに格納したテーブルと、

前記演算部によって演算された前記自己放電速度と、前記温度検知部によって検知された前記電池温度と、前記テーブルとから、前記回復充放電モードにおける前記放電電流値と前記放電時間とを設定する設定部と、

を有する請求項 1～6 のいずれか 1 つに記載の充電制御装置。

[請求項8]

前記リチウム金属電池の温度が所定温度以上であることを条件に、前記回復充放電モードによる充電を許容する温度制御部、

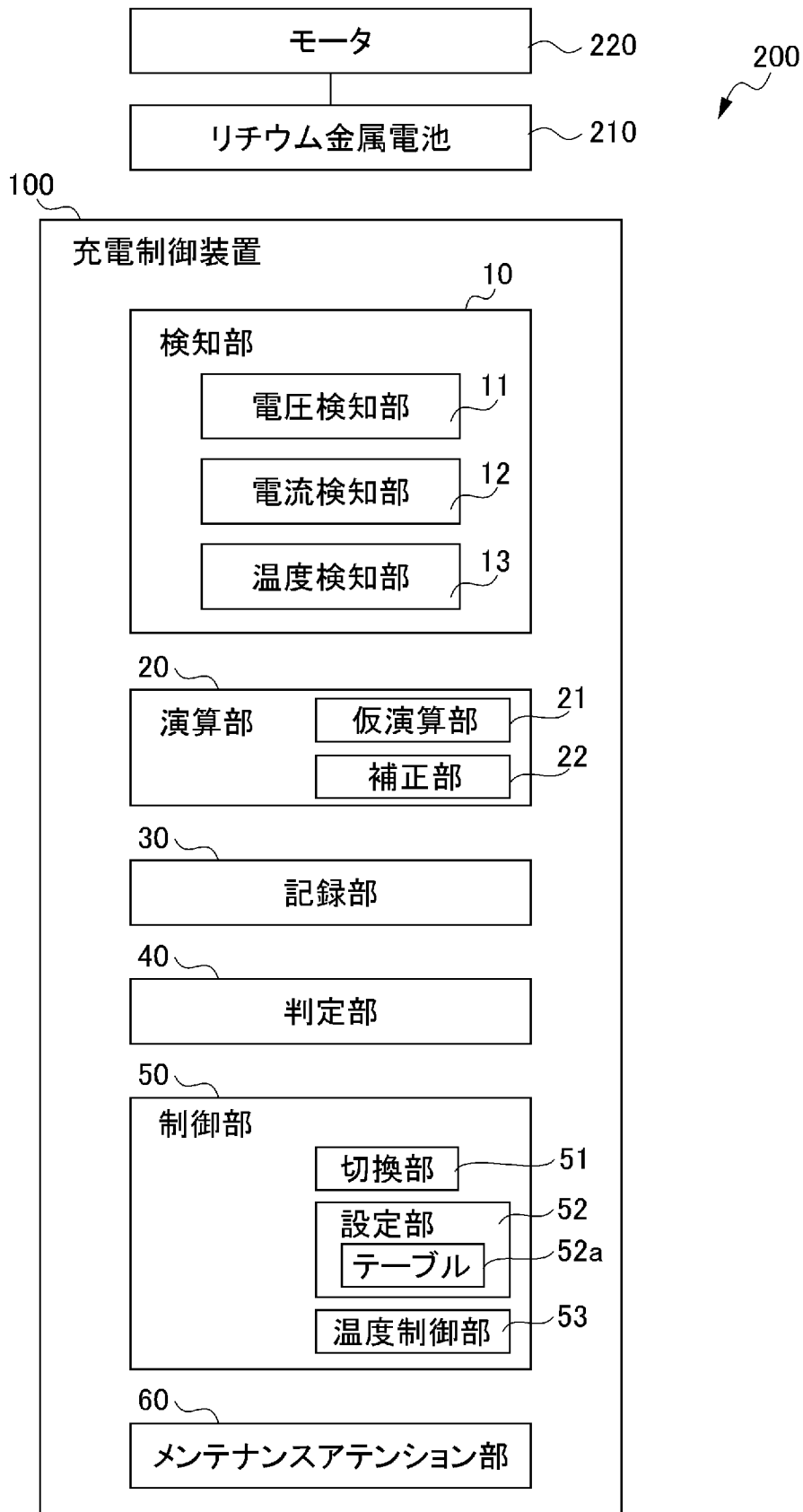
を有する請求項 1～7 のいずれか 1 つに記載の充電制御装置。

[請求項9]

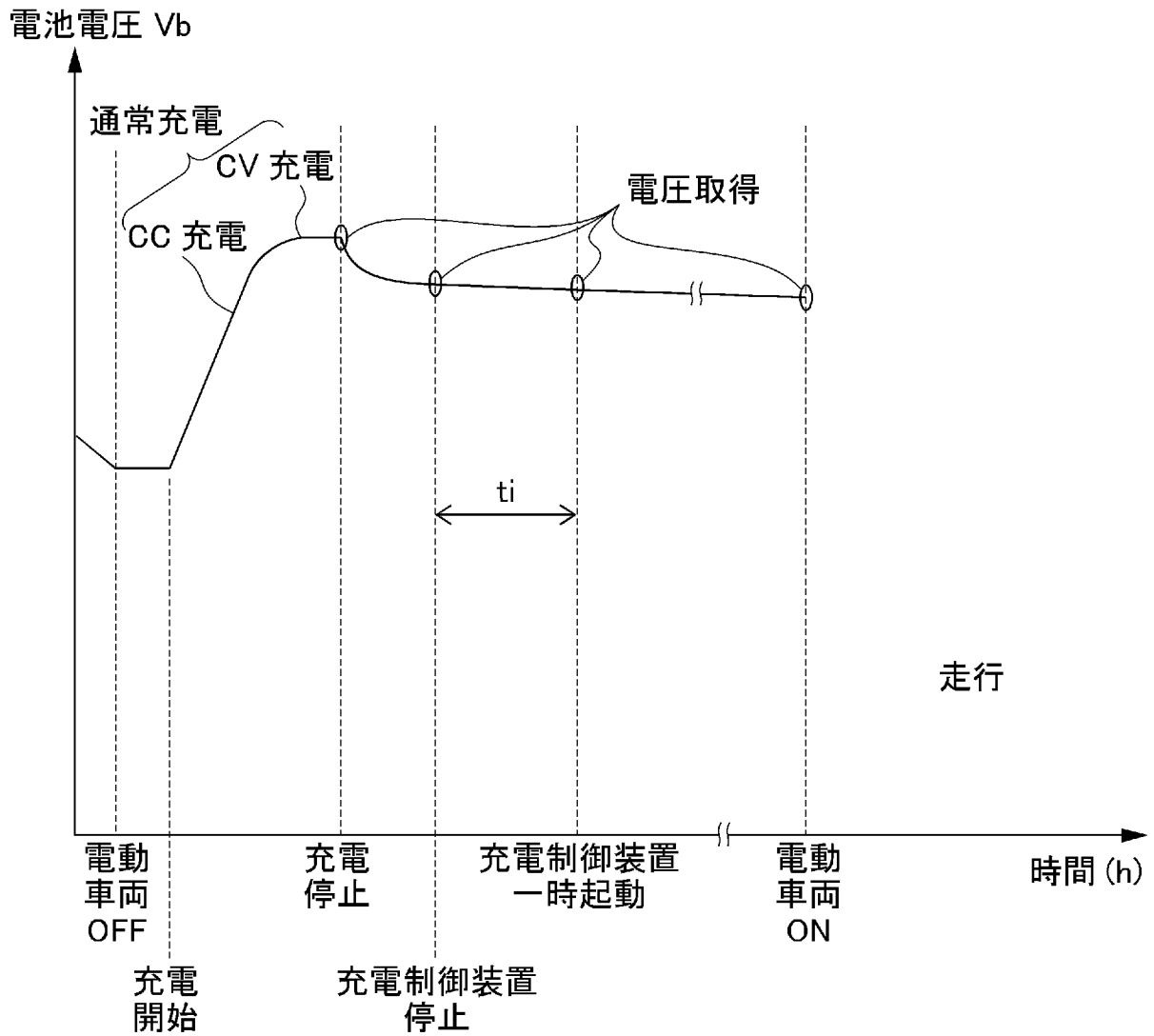
前記判定部によって前記回復充放電モードによる充電について要と判定された際に、メンテナンスアテンションを発信し、前記回復充放電モードにおける放電が完了した際に、前記メンテナンスアテンションを解除するメンテナンスアテンション部、

を有する請求項 1～8 のいずれか 1 つに記載の充電制御装置。

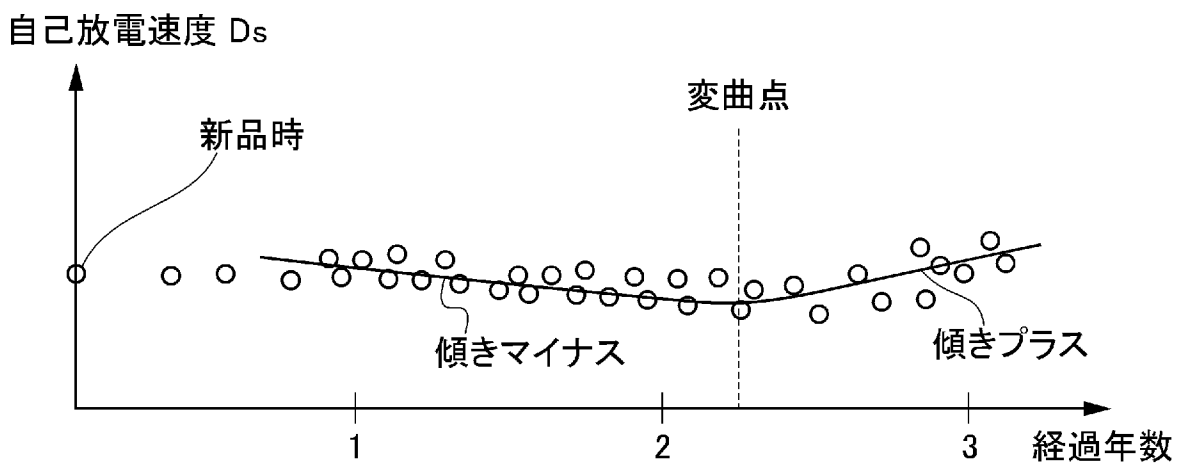
[図1]



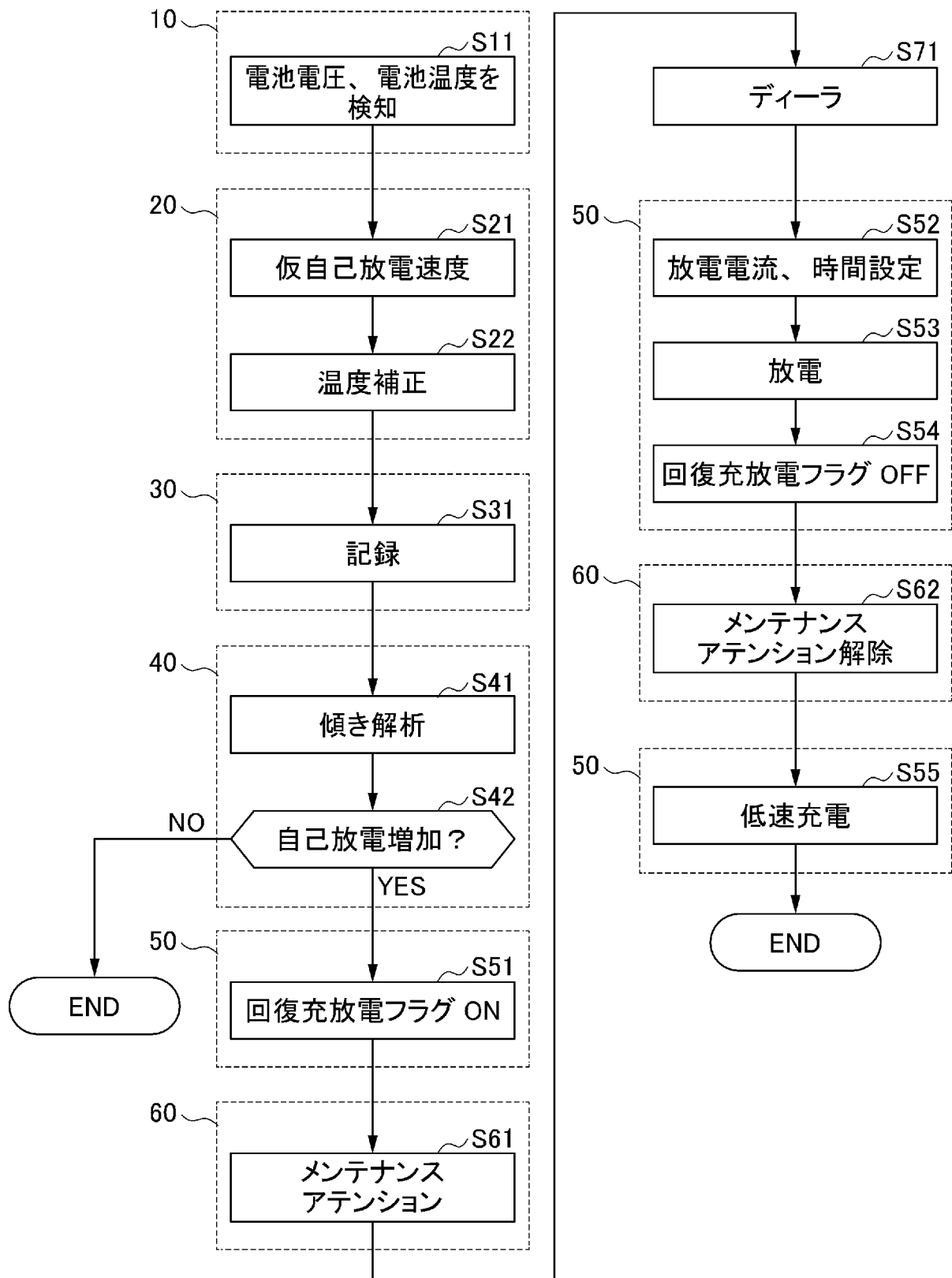
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/012637

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H01M 10/44</i> (2006.01)i; <i>H01M 10/48</i> (2006.01)i; <i>H02J 7/00</i> (2006.01)i; <i>H02J 7/04</i> (2006.01)i FI: H01M10/44 P; H02J7/04 B; H02J7/00 Y; H02J7/00 P; H01M10/48 301; H01M10/48 P		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01M10/44; H01M10/48; H02J7/00; H02J7/04		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2020-205142 A (ABRI CO., LTD.) 24 December 2020 (2020-12-24) paragraphs [0007], [0008]	1-9
A	JP 2011-165343 A (HITACHI, LTD.) 25 August 2011 (2011-08-25) paragraphs [0053]-[0062]	1-9
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 11 May 2023		Date of mailing of the international search report 06 June 2023
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/012637

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2020-205142 A	24 December 2020	(Family: none)	
JP 2011-165343 A	25 August 2011	US 2011/0187330 A1 paragraphs [0060]-[0069]	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>H01M 10/44(2006.01)i; H01M 10/48(2006.01)i; H02J 7/00(2006.01)i; H02J 7/04(2006.01)i FI: H01M10/44 P; H02J7/04 B; H02J7/00 Y; H02J7/00 P; H01M10/48 301; H01M10/48 P</p>											
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>H01M10/44; H01M10/48; H02J7/00; H02J7/04</p> <p>最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> <p>国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）</p>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年	
日本国実用新案公報	1922 - 1996年										
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年										
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年										
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年										
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 2020-205142 A (株式会社ABRI) 24.12.2020 (2020 - 12 - 24) 段落 [0007] - [0008]</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2011-165343 A (株式会社日立製作所) 25.08.2011 (2011 - 08 - 25) 段落 [0053] - [0062]</td> <td>1-9</td> </tr> </tbody> </table>			引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	A	JP 2020-205142 A (株式会社ABRI) 24.12.2020 (2020 - 12 - 24) 段落 [0007] - [0008]	1-9	A	JP 2011-165343 A (株式会社日立製作所) 25.08.2011 (2011 - 08 - 25) 段落 [0053] - [0062]	1-9
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
A	JP 2020-205142 A (株式会社ABRI) 24.12.2020 (2020 - 12 - 24) 段落 [0007] - [0008]	1-9									
A	JP 2011-165343 A (株式会社日立製作所) 25.08.2011 (2011 - 08 - 25) 段落 [0053] - [0062]	1-9									
<p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>											
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</p> <p>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</p> <p>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</p> <p>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</p> <p>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</p> <p>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</p> <p>“&” 同一パテントファミリー文献</p>											
<p>国際調査を完了した日</p> <p>11.05.2023</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>06.06.2023</p>										
<p>名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>下林 義明 5T 4453</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3568</p>										

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/012637

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2020-205142 A	24.12.2020	(ファミリーなし)	
JP 2011-165343 A	25.08.2011	US 2011/0187330 A1 段落 [0060] - [0069]	