

(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
2022年6月30日(30.06.2022)



(10) 国際公開番号

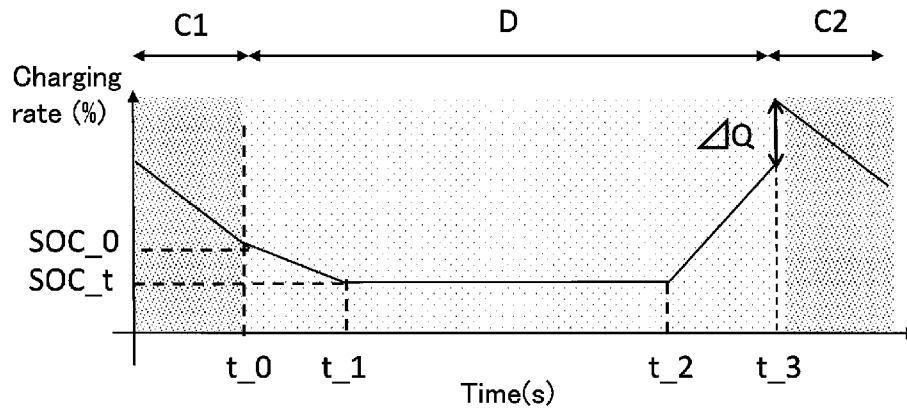
WO 2022/138311 A1

- (51) 国際特許分類:
B60L 3/00 (2019.01) H01M 10/44 (2006.01)
B60L 13/00 (2006.01) H01M 10/48 (2006.01)
B60L 50/53 (2019.01) H02J 7/00 (2006.01)
B60L 58/12 (2019.01) H02J 7/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/045968
- (22) 国際出願日: 2021年12月14日(14.12.2021)
- (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 2020-214812 2020年12月24日(24.12.2020) JP
- (71) 出願人: 株式会社日立製作所(HITACHI, LTD.) [JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 上田 克(UEDA, Suguru); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 本蔵 耕平(HONKURA, Kohei); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 内藤 駿弥(NAITO, Shunya); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 高橋 智晃(TAKAHASHI, Chiaki); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 篠宮 健志(SHINOMIYA, Takeshi); 〒1008280

(54) Title: POWER STORAGE SYSTEM AND POWER STORAGE METHOD

(54) 発明の名称: 蓄電システム及び蓄電方法

図5



(57) Abstract: Provided are a power storage system and a power storage method with which it is possible to appropriately control the charging rate in an electrified section in which a rail vehicle is traveling, thereby enabling a storage battery to be used more stably for prolonged periods of time. The present invention is characterized by comprising: a storage battery (41) provided to a rail vehicle (10) that can travel in an electrified section (D) and a non-electrified section (C); and a control unit (61) that controls the charging rate of the storage battery (41), the control unit (61) performing control to reduce the charging rate of the storage battery (41) to no higher than a target charging rate when the rail vehicle (10) enters the electrified section (D) from a non-electrified section (C1), and then performs control to start charging of the storage battery (41) at a prescribed timing in order to achieve the charging rate required for travel in the next non-electrified section (C2).

WO 2022/138311 A1

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人第一国際特許事務所 (PATENT CORPORATE BODY DAI-ICHI KOKUSAI TOKKYO JIMUSHO); 〒1010032 東京都千代田区岩本町三丁目5番12号 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, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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))

(57) 要約: 鉄道車両が走行する電化区間における充電率を適切に制御することによって蓄電池をより安定的に長期利用することを可能とする蓄電システム及び蓄電方法を提供する。電化区間 (D) と非電化区間 (C) を走行可能な鉄道車両 (10) に備える蓄電池 (41) と、蓄電池 (41) の充電率を制御する制御部 (61) とを備え、制御部 (61) は、鉄道車両 (10) が非電化区間 (C1) から電化区間 (D) に侵入したときは、蓄電池 (41) の充電率を目標充電率以下に下げる制御を行い、その後、次の非電化区間 (C2) の走行に必要な充電率とするために所定のタイミングで蓄電池 (41) の充電を開始する制御を行うことを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：蓄電システム及び蓄電方法

技術分野

[0001] 本発明は、蓄電システム及び蓄電方法に関し、特に鉄道車両に用いる蓄電池の充電を制御する蓄電システム及び蓄電方法に関する。

背景技術

[0002] 地球温暖化を防止するために、炭酸ガスの排出量削減が求められており、例えば炭酸ガスの大きな排出源の一つであるガソリンエンジンを使用した自動車については、ハイブリッド電気自動車や電気自動車等への代替が進んでいる。ここで、充放電が可能な蓄電池（二次電池）としては、リチウムイオン二次電池、ニッケル水素電池、鉛電池、及び電気二重層キャパシタ等が存在する。このうち特に、リチウムイオン電池等の高出力密度の電池セルを複数個備える二次電池システムが産業用途に広く用いられ、近年では、高電圧化、大容量化された車両用の二次電池システムが普及し始めている。

[0003] また、鉄道車両の分野においても、省エネルギー化を図るために、二次電池システムは広く利用されている。特に近年では、架線のない非電化区間を走行する鉄道車両の環境負荷低減を目的に、二次電池システムを搭載した蓄電池電車が普及し始めている。

[0004] 蓄電池電車は架線のある電化区間では架線電力を電源として走行するが、架線のない非電化区間は二次電池システムを電源として走行する。そのため、蓄電池電車の動力用電源に代表される大型の二次電池システムは、高電圧かつ高出力であることが求められるため、一般に、複数の電池セルを直並列に接続して構成される。また、各電池セルには、リチウムイオン電池が多く用いられる。

[0005] ここで、一般に、二次電池は、安全な製品として動作を保証する充電率(SOC)の範囲が仕様として定められている。これらの仕様によるSOC範囲の上下限を超えて二次電池を稼働することは、電池システムが故障する原因と

なり、また、電池システムの寿命を早める原因ともなるため、避けなければならない。加えて、仕様によるSOC範囲内であってもSOCが高い状態が継続されると劣化が加速進行し、電池容量が減少するとともに内部抵抗が上昇して出力の変動が生じる。

[0006] 以上のように、電池システムにおいて二次電池の充電率が高くないように管理することは電池劣化を抑制する上で重要な事項である。例えば特許文献1には、非電化区間において鉄道車両が使用する電力量を基にして非電化区間進入時の電池の目標充電率を算出し、算出した目標充電率に応じて電化区間で蓄電池を充電する制御技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2017-189062号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献1の方法では、非電化区間における二次電池の充電率を最小限に抑えることができるため、非電化区間における二次電池劣化の抑制には有効である。しかし、特許文献1には電化区間における二次電池の充電率を低減するための制御技術、運用法については言及されていない。特に、電化区間では、非電化区間での鉄道車両走行に備えて二次電池を充電する必要があるため、電化区間内での二次電池の充電率は車両走行に伴って徐々に高い状態へと推移する。そのため、二次電池の充電の開始タイミングを適切に制御しなければ、電化区間内で二次電池が長時間にわたって高いSOC状態に曝されてしまい、二次電池の劣化が進行する。

[0009] 二次電池の劣化が進行すると、電池容量の低下や内部抵抗の増加が生じる。そのため、電池の劣化に伴い、電池システムの電力量や出力が次第に低下して最終的に使用不可能となる。加えて、鉄道車両の走行中に電池システムの出力が低下してしまうと車両の停止を招く。こうした問題を防ぐためには

、二次電池の劣化が進行した電池システムは適宜交換する必要がある。しかし、蓄電池電車の電池システムには車両走行に耐えられるように大量の二次電池が使用されており、車両システム全体に占める二次電池のコスト割合が高い。そのため、二次電池の劣化を抑制するための制御技術は車両システムのランニングコストを抑えるという観点からも、重要な制御技術である。

[0010] 本発明は上記の点を考慮してなされたもので、鉄道車両が走行する電化区間における充電率を適切に制御することによって蓄電池をより安定的に長期利用することを可能とする蓄電システム及び蓄電方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0011] 上記目的を達成するため、代表的な本発明の蓄電システムの一つは、電化区間と非電化区間を走行可能な鉄道車両に備える蓄電池と、前記蓄電池の充電率を制御する制御部とを備え、前記制御部は、前記鉄道車両が非電化区間から電化区間に侵入したときは、前記蓄電池の充電率を目標充電率以下に下げる制御を行い、その後、次の非電化区間の走行に必要な充電率とするために所定のタイミングで前記蓄電池の充電を開始する制御を行うことを特徴とする。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、蓄電システム及び蓄電方法において、鉄道車両が走行する電化区間における充電率を適切に制御することによって蓄電池をより安定的に長期利用することを可能とする。

上記以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、本発明の蓄電システムを適用したシステム全体の一例を示す概略図である。

[図2]図2は、本発明の蓄電システムの一実施形態を示すブロック図である。

[図3]図3は、電池の充電率と時間に伴う電池の劣化度との一般的な関係の一

例を示す模式図である。

[図4]図4は、本発明の蓄電システムで用いる走行データのテーブルの一例を示す図である。

[図5]図5は、本発明の蓄電システムにおける蓄電池の充電率の制御方法の第1の例を示す模式図である。

[図6]図6は、本発明の蓄電システムにおける蓄電池の充電率の制御方法の第2の例を示す模式図である。

[図7]図7は、本発明の蓄電システムにおける蓄電池の充電率の制御方法の第3の例を示す模式図である。

[図8]図8は、本発明の蓄電システムにおける蓄電池の充電率の制御方法の第4の例を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、図面を用いて、本発明の実施の形態を説明する。また、各図において、同一の機能を有するものは、同一の符号を付け、その繰り返しの説明は省略する場合がある。また、以下では、蓄電池（二次電池）を、単に「電池」と略して称することがある。

[0015] 図1は、本発明の蓄電システムを適用したシステムの一例を示す概略図である。システム1は、鉄道車両10、架線20、路線30から構成されている。鉄道車両10は、蓄電システム40を搭載している。鉄道車両10は、架線20のある電化区間Dでは架線20から供給される電力により路線30を走行する。加えて、電化区間Dでは架線20から供給される電力を、蓄電システム40に充電する。図1の例では、架線20を有する2つの電化区間Dの間である、地点31から地点33の間に架線のない非電化区間Cが存在する。非電化区間Cにおいては、鉄道車両10は、蓄電システム40に充電した電力を用いて走行する。

[0016] 図2は、本発明の蓄電システムの一実施形態を示すブロック図である。蓄電システム40は、主として、蓄電池41と制御部61により構成される。蓄電システム40は、架線20から供給される電力を蓄電池41に充電する

タイミングを制御する機能を有している。制御部61は、目標充電率データ62、受け入れ可能電流値データ63、走行データ64、補機消費電力データ65を取得可能である。ここで、目標充電率データ62は蓄電池41の目標充電率データとして、受け入れ可能電流値データ63は蓄電池41の受け入れ可能電流値を記録したテーブルとして、走行データ64は鉄道車両10の運行ダイヤを含む情報を記録したテーブルとして、補機消費電力データ65は補機50の消費電力を記録した消費電力テーブルとして、蓄電システム40に記録部等を設けて保持することができる。また、制御部61内に記録するようにしてもよい。

[0017] また、図2には、制御部61の外部には充電率検知部70と温度検知部71が設けられている。さらに、計時装置80を設けることができる。

[0018] 蓄電池41は、二次電池であり、例えば、リチウムイオン電池、ニッケル水素電池、鉛電池、及び電気二重層キャパシタ等である。特に、リチウムイオン電池等の高出力密度の電池セルを複数個備える二次電池システムを蓄電池41に適用できる。蓄電池41からは、補機50と駆動装置51へ電力を供給することができる。また、架線20や鉄道車両10の回生ブレーキ等による回生電力を蓄電池41へ蓄電することが可能である。

[0019] 補機50は、鉄道車両10の内部に搭載された蓄電池41の電力で動作する装置であり、例えば送風ファンなどである。補機50は、鉄道車両10が電化区間Dを走行中も蓄電池41から電力が供給されることを可能とする構成である。一方、蓄電池41からの電力を使用しない制御を行うときは、補機50は架線20から電力を得ることも可能である。また、補機50には、インバータを含んでもよい。なお、補機50には、駆動装置51は含まれない。

[0020] 駆動装置51は、モータ等で構成され、鉄道車両10を走行させるための動力を発生する装置である。電化区間Dでは架線20から供給される電力により駆動し、非電化区間Cでは、蓄電池41から供給される電力により駆動する。

[0021] 制御部61は、例えばCPUや制御回路により構成される。制御部61は、充電率検知部70や温度検知部71、計時装置80から入力される情報や、蓄電システム40内に保持された情報（目標充電率データ62、受け入れ可能電流値データ63、走行データ64、補機消費電力データ65）に基づいて所定の計算を行う。この計算結果に基づいて電化区間Dにおける蓄電池41の充電率を制御するための処理を行う。このことによって、蓄電池41の充電率や充電開始タイミングを管理する。制御処理の詳細は後述する。

[0022] 目標充電率データ62には、電化区間Dにおける蓄電池41の目標充電率（SOC_t）を示すデータと、その充電率に対応した電池の電力量（Q_t）を示すデータが含まれる。ここで、目標充電率の値は、電池の劣化特性に基づいて予め定められた固定値である。目標充電率の値は、例えば電池の充電率を一定に保って保管する試験（保存試験）によって決定できる。保存試験は、充電率を変えた複数の電池を保管し、その充電率を一定に保ったまま時間ごとの劣化度を調べることで、充電率ごとの特性を調べるものである。一般に、高い充電率で使用するほど電池の劣化は進行しやすいため、電池の劣化が許容範囲内と想定される充電率を保存試験から求める。これによって、目標充電率の値SOC_tと対応する電力量Q_tを決定できる。目標充電率SOC_tは、充電率の目標上限値として扱える。これは、充電率が低い方が電池の劣化は進行が遅いからである。一般的な電池の充電率と劣化度の関係については図3で後述する。

[0023] 受け入れ可能電流値データ63のテーブルは、電池を充電する際の外温度Tと、外温度Tの時に電池に流すことのできる電流値I（受け入れ可能電流値）との対応関係を示すデータテーブルである。受け入れ可能電流の値は、例えば、電池の充電試験を実施した際の電池の発熱特性から決定できる。一般に、電池に充電電流Iを流したとき、電池の内部抵抗からジュール発熱が生じて電池の温度がΔT（℃）上昇する。高い温度下で使用するほど電池の劣化は進行しやすいため、電池の劣化が許容される温度範囲を定めておくことができる。そして、上述した温度の上昇幅ΔTを充放電試験などから求め

ておき、温度 ΔT 上昇しても、許容される温度範囲に収まるように、対応する充電電流値 I を受け入れ可能電流値として定めることができる。なお、充電時の電池温度の上昇幅 ΔT は、一般には外気温 T にも依存して変化するため、受け入れ可能電流値データ63のテーブルには、様々な外気温 T における受け入れ可能電流値 I が記録されていることが好ましい。

[0024] 走行データ64のテーブルは、鉄道車両の位置 x 及び時間 t と、電化区間 D と非電化区間 C とが切り替わる時間 t^* と、各非電化区間 C において鉄道車両の走行に最低限必要な電力量 Q_{min} と、蓄電池41における、充放電電流（電流 I ）、電圧（電圧 V ）及び充放電電力（電力 P ）との対応関係を示すデータテーブルである。鉄道車両の位置 x 及び時間 t は、鉄道車両の走行ダイヤなどからあらかじめ求められる。電化区間 D と非電化区間 C とが切り替わる時間 t^* も鉄道車両の走行ダイヤから求められる。

[0025] ここで、蓄電池41における、電流 I と電圧 V および電力 P の情報はすべて必要ではなく、少なくとも電流 I と電圧 V の組もしくは電力 P のどちらかが記載されていればよい。また、最低限必要な電力量 Q_{min} とは、非電化区間 C の特定の位置において蓄電池41が必要最低限確保すべき電力量であり、蓄電池41からの最低限の出力を確保するために必要な電力量に相当する。例えば、鉄道車両が立ち往生等してしまったときに、残りの非電化区間 C を走行するための電力量や、そのときに車内の空調等に必要な電力量などである。この Q_{min} は、鉄道車両の走行路線や走行区間に応じて予め決めることのできる量であり、残りの非電化区間 C の距離が長い場合や、走行区間中に坂道が多い場合などは Q_{min} の値は大きくなる。

[0026] 走行データ64のテーブルは、制御部61にあらかじめ登録されていてもよい。また、後述する充電率検知部70において取得した電流 I と電圧 V もしくは電力 P と、計時装置80から取得した時間情報を記録して鉄道車両の走行データから構築してもよい。また、これらを組み合わせて構築してもよい。例えば、鉄道車両の走行データが蓄積されるまでは予め登録したデータテーブルとして使用し、走行データが蓄積されてからは実際の走行データを

基にして走行データ 64 のテーブルを更新してもよい。走行データ 64 のテーブルの具体例は図 4 で後述する。

[0027] 補機消費電力データ 65 のテーブルは、蓄電池 41 からの電力供給で動作する補機 50 の消費電力を記録したものである。具体的には、補機 50 の稼働率と対応する消費電力とが記録されたデータテーブルである。

[0028] 充電率検知部 70 は、蓄電池 41 の充電率を検知する装置である。充電率検知部 70 では、蓄電池 41 の電池セルもしくはモジュールに備えられて蓄電池 41 の電圧 V や電流 I を検知して、蓄電池 41 の充電状態やそのときの蓄電池 41 の残存電力量を算出する。これらの値を制御部 61 に入力する。

[0029] 温度検知部 71 は、電池セルもしくはモジュールに備えられて蓄電池 41 の温度を検知するセンサである。検知した電池温度を制御部 61 に入力する。

[0030] 計時装置 80 は、時間の情報を取得する装置であり、その情報を制御部 61 に入力する。時間の情報は時刻の情報であってもよい。

[0031] 図 3 は、電池の充電率と時間に伴う電池の劣化度との一般的な関係の一例を示す模式図である。図 3 において、縦軸は電池の劣化度、横軸は時間を示す。図に示すように、充電率が低い場合の劣化特性 A は、時間の経過とともに電池の劣化度があまり進展しない。一方で、充電率が高い場合の劣化特性 B は、時間の経過とともに電池の劣化度が進展することが分かる。このような特性から、電池の充電率を低くすることで、電池の劣化が進行しにくいことが分かる。

[0032] 図 4 は、本発明の蓄電システムで用いる走行データ 64 のテーブルの一例を示す図である。図 4 に例示するテーブルは、縦方向の列ごとの項目 640 ~ 647 によって構成される。これらの情報は、鉄道車両のダイヤ情報から作成することができる。また、鉄道車両の実際の走行時の状態から情報を取得して構築してもよい。

[0033] 項目 640 には、データの並びの順番「 k 」が記載され ($k = 0, 1, \dots, n$)、それぞれの順番 k に対応する形で、項目 641 ~ 647 が記載され

ている。

- [0034] 項目641には鉄道車両の走行時の位置「 $x(k)$ 」が記載される。ここで、車両位置 $x(k)$ は、経度・緯度の組み合わせで表してもよい。また、鉄道車両のように移動経路が固定されている場合には、基準点（例えば始発駅）からの距離で表してもよい。
- [0035] 項目642には鉄道車両の走行時の時間「 $t(k)$ 」が記載される。ここで、時間 $t(k)$ は、単純に時刻で表してもよいし、始発駅の出発時刻からの経過時間で表してもよい。また、運行ダイヤに乱れがあるときには、遅延時間の情報を用いて、走行データ64のテーブルの時間 $t(k)$ を補正するようにしてもよい。例えば、鉄道車両が、位置 $x(m)$ にある駅において通常よりも時間 Δt だけ長く停車した場合には、 $m+1$ 以降の時間 $t(k)$ について Δt を加算することによって、遅延に対応することができる。なお、時刻情報の取得には、計時装置80を用いることができる。
- [0036] 項目643には、「 $T^*(k)(s)$ 」が記録されている。これは、時間「 $t(k)$ 」もしくは位置「 $x(k)$ 」において、この鉄道車両が電化区間に存在するか非電化区間に存在するかが記録されている。図4の項目643のように、例えば鉄道車両が電化区間に存在する場合を「1」と記録し、非電化区間Cに存在する場合を「0」と記録することができる。
- [0037] 項目644には、上述した最低限必要な電力量 Q_{min} の値が記録される。最低限必要な電力量 Q_{min} は、非電化区間の場合（項目643が「0」の場合）に記録される。そして、最低限必要な電力量 Q_{min} は、残りの非電化区間を走行するために最低限必要な電力量として確保される。
- [0038] 項目645には蓄電池41から出力される電流値「 $I(k)$ 」が記録される。項目646には蓄電池41から出力される電圧値「 $V(k)$ 」が記録される。項目647には蓄電池41から出力される電力値「 $P(k)$ 」が記録される。電化区間の場合（項目643が「1」の場合）は、蓄電池41は補機50で消費される電力を出力する。また、非電化区間の場合（項目643が「0」の場合）は、蓄電池41は補機50及び駆動装置51で消費される

電力を出力する。

[0039] また、図4に例示したような走行データ64のテーブルは曜日や月、季節に応じて複数用意されるか、適宜更新されていくことが好ましい。この理由は、曜日や月、季節に応じて鉄道車両走行時の電流I（項目645）や電圧V（項目646）、及び電力P（項目647）が異なるためである。例えば、平日と土日とでは鉄道車両の利用者数が異なるために、非電化区間を走行する際の鉄道車両の消費電力値が異なる。同様に、夏季や冬季は車両内の空調の使用頻度が増えるために車両走行時の消費電力が増大する。加えて、冬季に積雪した場合は耐雪ブレーキを使用する頻度が増えるために、電化区間における回生電力量が減少し、後述する車両の充電スケジュールの変更が必要となる。

[0040] 以下では、詳細な計算方法の例を挙げながら、電化区間における蓄電システムの充電率を制御するための制御部61による処理について説明する。

[0041] （充電率の制御方法の第1の例）

図5は、本発明の蓄電システムにおける蓄電池の充電率の制御方法の第1の例を示す模式図である。図5において、縦軸は充電率（%）、横軸は時間（s）を示す。図5では、鉄道車両が、非電化区間C1、電化区間D、非電化区間C2の順に走行する場合を示しており、充電率制御を実現するための、蓄電池41の充電、放電タイミングについて模式的に示している。

[0042] ここで、充電率SOC_tは蓄電池41の目標充電率を示す。時間t₀は鉄道車両が非電化区間C1から電化区間Dに侵入した時刻を示す。時間t₁は蓄電池41の充電率が目標充電率に達した時刻を示す。時間t₂は蓄電池41の充電を開始する時刻を示す。時間t₃は鉄道車両が電化区間Dから非電化区間C2に侵入するときの時刻を示す。ΔQは時間t₂から時間t₃において蓄電池41に充電される回生電力量を示す。回生電力量ΔQは鉄道車両10の回生ブレーキ等を介して蓄えられた電力であり、図5では、時間t₃において模式的に追加している。

[0043] まず、制御処理の第1のステップとして、制御部61は、鉄道車両が非電

化区間C 1から電化区間Dに入ったタイミングで、そのときの時間 $t_{_0}$ を計時装置80から取得する。

[0044] 次に、制御処理の第2のステップとして、制御部61は、時間 $t_{_0}$ のタイミングで、蓄電池41の充電率 $SOC_{_0}$ (%) と、蓄電池41の残存電力量 $Q_{_0}$ (Wh) を充電率検知部70から取得する。電化区間Dに進入したときの充電率 $SOC_{_0}$ が目標充電率データ62から得られた目標充電率 $SOC_{_t}$ よりも大きい場合、補機50を稼働させる。このことで蓄電池41の電力を消費し、充電率を低下させる。

[0045] ここで、充電率が目標充電率 $SOC_{_t}$ に達する時間 $t_{_1}$ は、補機消費電力データ65のテーブルより取得した補機50の消費電力 $P_{_s}$ を用いると、以下の〔数式1〕で表される。

〔数式1〕

$$t_{_1} = t_{_0} + 3600 \times [Q_{_0} - Q_{_t}] \div P_{_s}$$

なお、計時装置80から入力される時間 t の単位が「秒」ではなく「時間」の場合、係数「3600」は不要である。また、 $Q_{_t}$ は、目標充電率 $SOC_{_t}$ における蓄電池41の電力量を示す。

[0046] 時間 $t_{_0}$ を過ぎたら、制御部61は計時装置80から時間情報を取得し続ける。そして、時間が〔数式1〕で規定される時間 $t_{_1}$ に達したタイミングにおいて蓄電池41から補機50への電力供給を停止する制御を行う。また、時間 $t_{_2}$ までの電化区間Dの走行中に回生電力が生じる場合、生じた回生電力は蓄電池41に蓄えずに架線に流し、電池の充電率を目標充電率 $SOC_{_t}$ に保つ。なお、上記の処理は充電率 $SOC_{_0}$ が目標充電率 $SOC_{_t}$ よりも高い場合の制御であり、 $SOC_{_0} < SOC_{_t}$ となる場合の制御は後述する。

[0047] 第3のステップとして、走行データ64のテーブルから非電化区間C2の鉄道車両の走行で消費される電力量 Q^* を算出する。さらに、受け入れ可能電流値データ63のテーブルと温度検知部71から取得した情報を用いて、非電化区間C2の走行で消費される電力量 Q^* の充電を開始するタイミング

t_{-2} を算出する。

[0048] まず、非電化区間C2の走行で消費される電力量 Q^* の算出手順を示す。図4に示したように、走行データ64のテーブルにおいて項目647に充放電電力 $P(k)$ が記載される場合これを利用できる。非電化区間C2が開始される時点を経番 k として、終了する時点を経番 $k+m$ とする。この場合の消費電力量 $Q^*(Wh)$ の値は、非電化区間C2が開始される経番 k から終了する経番 $k+m$ までのそれぞれについて、電池の充放電電力 $P(k) \sim P(k+m)$ を時間 $t(k)$ について積分する手法によって計算できる。以下に計算式を示す。

〔数式2〕

$$\begin{aligned} Q^* = & P(k) \times (t(k+1) - t(k)) \div 3600 \\ & + P(k+1) \times (t(k+1) - t(k)) \div 3600 \\ & + \dots \\ & + P(k+m) \times (t(k+m+1) - t(k+m)) \div 3600 \end{aligned}$$

ここで、時間 $t(k)$ の単位が「秒」ではなく「時間」の場合は3600での除算は不要である。一方、走行データ64のテーブルに項目645（電圧値 V ）と項目646（電流値 I ）が記録されている場合は、 $P(k) = V(k) \times I(k)$ として上記の〔数式2〕に代入することで、非電化区間C2における消費電力量 $Q^*(Wh)$ を計算できる。

[0049] この消費電力量 $Q^*(Wh)$ と、走行データ64のテーブルの項目644（図4）における非電化区間C2の走行に最低限必要な電力量 Q_{min} とを用いると、非電化区間C2への侵入時に蓄電池41に蓄えられているべき電力量は $Q_{min} + Q^*(Wh)$ と表される。ここで、電化区間Dで充電率が目標充電率 SOC_t に制御されている場合は、対応する電力量は Q_t となる。そして、鉄道車両が電化区間Dから次の非電化区間C2に侵入するまでの間に、蓄電池41には、 $Q_{min} + Q^* - Q_t (Wh)$ の電力量が新たに充電される必要がある。

[0050] この新たに充電される必要がある電力量 $Q_{min} + Q^* - Q_t$ を充電す

るのに要する時間 Δt は、以下の〔数式3〕で表される。

〔数式3〕

$$\Delta t = 3600 \times [Q_{min} + Q^* - Q_{t}] \div [I^*(T) \times V_{ave}]$$

ここで、 T は温度検知部71から取得した蓄電池41の温度である。 $I^*(T)$ は受け入れ可能電流値データ63のテーブルから取得した温度 T における電池の受け入れ可能電流値である。 V_{ave} は充電時の蓄電池41の平均電圧である。

[0051] ここで、 t' 秒間の充電と、 t'' 秒間の休止を繰り返す間欠充電法によって電池を充電する場合について説明する。この場合、上記の〔数式3〕の充電時間 Δt は、 $(1 + t''/t') \times \Delta t$ に伸びる。これより、電化区間D内で蓄電池41の充電を開始する時間 t_{2} は、 $t_{2} = t_{3} - (1 + t''/t') \times \Delta t$ で求まる。さらに、時間 t_{2} から t_{3} の間で回生電力による充電率の向上が見込まれる場合の回生電力量を ΔQ とする。この回生電力量 ΔQ も考慮すると、 t_{2} の値は、近似的に以下の〔数式4〕のように表される。

〔数式4〕

$$t_{2} = t_{3} - 3600 \times (1 + t''/t') \times [Q_{min} + Q^* - Q_{t} - \Delta Q] \div [I^*(T) \times V_{ave}]$$

ここで、計時装置80から入力される時間 t の単位が「秒」ではなく「時間」の場合、係数3600は不要である。制御部61は計時装置80から時間情報を取得し続け、時間が、上記の〔数式4〕で規定される t_{2} に達したタイミングにおいて、充電電流値 I^* で架線20から蓄電池41への充電を開始する。

[0052] 以上に説明した手順で、蓄電池41の充電率が目標充電率 SOC_{t} に達する時間 t_{1} と充電を開始する時間 t_{2} とを算出できる。図5の例では、時間 $t_{1} < t_{2}$ となる場合の蓄電池41の受電率の制御処理を示している。この場合は、図5の時間 t_{0} で電化区間Dに侵入した後に蓄電

池41の電力を補機50で消費させ、時間 t_{1} において蓄電池41からの補機への電力供給を停止する。さらに時間 t_{1} から間欠充電により蓄電池41の充電を開始して、鉄道車両が次の非電化区間C2に侵入する時間 t_{3} まで電池の充電を続ける。

[0053] 以上の充電率の制御方法の第1の例においては、蓄電池41の充電率を一旦、目標充電率 $SO C_{t}$ まで下げるため、蓄電池41の劣化を抑えて、安定的な長期利用が可能となる。また、充電を開始する時間 t_{2} を算出することにより、非電化区間C2の走行のために必要な電力量を適切に充電することが可能となる。このときの充電では、受け入れ可能電流値を考慮するため、充電による蓄電池41の劣化を防止し、かつ、目標充電率 $SO C_{t}$ の時間を最大限確保することができる。なお、蓄電池41の充電率は、非電化区間C2の走行のために必要な電力量を確保できれば、充電率 $SO C_{t}$ 以下にする制御としてもよい。ただし、蓄電池41の動作が保証されている充電率よりは下げないことが好ましい。

[0054] (充電率の制御方法の第2の例)

図6は、本発明の蓄電システムにおける蓄電池の充電率の制御方法の第2の例を示す模式図である。図6において、縦軸は充電率(%)、横軸は時間(s)を示す。図6では、図5で示した充電率の制御方法の第1の例に対して、時間 $t_{1} > 時間t_{2}$ となる場合を示したものである。なお、充電率の制御方法の第1の例と同一の箇所には同一の符号を使用し特に説明がない部分は同じ説明を省略している。

[0055] 時間 t_{1} (目標充電率 $SO C_{t}$ に達する時間) $>$ 時間 t_{2} (充電を開始するタイミング) となる場合の蓄電池41の充電率の制御処理は図6のようになる。時間 t_{0} から充電率は、目標充電率 $SO C_{t}$ まで下げようとするが、非電化区間C2を走行するために必要な電力量に達するには、目標充電率 $SO C_{t}$ に達する前に時間 t_{4} のSの位置で充電を開始する必要がある。

[0056] 具体的には、 t_{0} で特定の電化区間Dに侵入した後に蓄電池41電力を

補機50で消費させ、時間 t_{4} で蓄電池41から補機50への電力供給を停止すると共に、蓄電池41の充電を開始する。鉄道車両が次の非電化区間C2に侵入する時間 t_{3} まで蓄電池41の充電を続ける。時間 t_{3} の地点では、非電化区間C2を走行するために必要な電力量を確保する。ここで、時間 t_{4} は以下の〔数式5〕で与えられる。

〔数式5〕

$$t_{4} = \{ I * (T) V_{ave} * t_{3} + (1 + t' / t') [3600 * (Q_{min} + Q * - \Delta Q) - P_{s} * t_{0}] \} / \{ I * (T) V_{ave} + (1 + t' / t') P_{s} \}$$

[0057] このように、充電率の制御方法の第2の例においては、蓄電池41の充電率を目標充電率 SOC_{t} までには下げないものの、目標充電率 SOC_{t} に向かって充電率を最大限下げることにより蓄電池41の劣化を抑えて、安定的な長期利用が可能となる。すなわち、電化区間Dに存在する時間が短い場合でも、次の非電化区間C2に必要な電力量を確保しつつ、蓄電池41の劣化を抑えることができる。

[0058] (充電率の制御方法の第3の例)

図7は、本発明の蓄電システムにおける蓄電池の充電率の制御方法の第3の例を示す模式図である。図7において、縦軸は充電率(%)、横軸は時間(s)を示す。図7の充電率の制御方法の第3の例では、図5で示した充電率の制御方法の第1の例に対して、鉄道車両が非電化区間C1から電化区間Dに進入したときの充電率 SOC_{0} が目標充電率 SOC_{t} よりも低い場合 ($SOC_{0} < SOC_{t}$) の制御処理を示す。なお、充電率の制御方法の第1の例と同一の箇所には同一の符号を使用し特に説明がない部分は同じ説明を省略している。

[0059] この場合、鉄道車両が時間 t_{0} で電化区間Dに侵入した後は蓄電池41の充電率を SOC_{0} のまま保持する。そして、時間 $t_{2'}$ から蓄電池41の充電を開始する。この充電は鉄道車両が次の非電化区間C2に侵入する時間 t_{3} まで続ける。ここで、充電の開始時間 $t_{2'}$ は、上述した充電

率の制御方法の第1の例の〔数式4〕の Q_t （目標充電率 SOC_t における蓄電池41の電力量）を Q_0 （ t_0 における蓄電池41の電力量）に書きなおすことで求めることができ、以下の〔数式6〕で与えられる。

〔数式6〕

$$t_2' = t_3 - 3600 \times (1 + t' / t') \times [Q_{min} + Q * - Q_0 - \Delta Q] \div [I * (T) \times V_{ave}]$$

[0060] このように、充電率の制御方法の第3の例においては、 $SOC_0 < SOC_t$ の場合、蓄電池41の充電率を目標充電率 SOC_t よりも低い SOC_0 を維持することで、蓄電池41の劣化をより抑えて、安定的な長期利用が可能となる。また、充電を開始する時間 t_2' を算出することにより、非電化区間C2の走行に必要な電力量を適切に充電することが可能となる。なお、これ以外に時間 t_0 から充電を行い SOC_t まで充電率を一旦上げることがも可能である。この場合、その後は、充電率の制御方法の第1の例（図5）と同様に SOC_t の充電率を維持して時間 t_2 から充電を開始する制御をすればよい。

[0061] （充電率の制御方法の第4の例）

図8は、本発明の蓄電システムにおける蓄電池の充電率の制御方法の第4の例を示す模式図である。図8において、縦軸は充電率（%）、横軸は時間（s）を示す。図8の充電率の制御方法の第4の例では、蓄電池41の充電開始時間 t_2' が、鉄道車両が電化区間Dに侵入する時間 t_0 も小さい場合（ $t_0 > t_2'$ ）の制御処理を示す。そして、図8では、充電率 SOC_0 が目標充電率 SOC_t よりも低い場合を示している。図8では、充電率の制御方法の第3の例と同一の箇所には同一の符号を使用し、特に説明がない部分は同じ説明を省略している。

[0062] 受け入れ可能電流値により充電する場合は、時間 t_2' から充電する必要がある（図8の t_2' からの破線参照）。しかし、時間 t_2' では、非電化区間C1であるため時間 t_0 からしか充電を開始できない。このため、充電率制御方法の第1の例（図5）で示した充電速度で時間 t_0 から

充電を開始すると必要な充電率を確保することができない（図8の t_{0} からの破線参照）。すなわち、鉄道車両が非電化区間C2に侵入するまでに蓄電池41の充電率を所定の値に到達させるためには、蓄電池41の充電電流値 I を、受け入れ可能電流値よりも大きな値に設定する必要がある。

[0063] 一方、充電電流値が大きくなると充電時のジュール発熱が増大し、電池温度が高温になることによって電池劣化が進行する。そのため、充電電流の値はできるだけ小さな値に保つことが好ましい。つまり、車両が電化区間Dに侵入した直後の時間 t_{0} から充電を開始し、車両が非電化区間C2に侵入する時刻 t_{3} で所定の充電率に到達できる充電電流値で充電するような制御処理をする必要がある。このときの充電電流値 I は以下の〔数式7〕で与えられる。

〔数式7〕

$$I = 3600 \times (1 + t' / t') \times [Q_{min} + Q^* - Q_{0} - \Delta Q] \div [V_{ave} \times (t_{3} - t_{0})]$$

[0064] このように、充電率の制御方法の第4の例においては、 $t_{0} > t_{2}'$ の場合、充電時のジュール発熱を可能な限り抑えることで、蓄電池41の劣化を抑えることができる。さらに、非電化区間C2の走行に必要な電力量を適切に充電することが可能となる。

[0065] なお、図8では、蓄電池41の充電開始時間 t_{2}' が、鉄道車両が電化区間Dに侵入する時間 t_{0} も小さい場合の制御処理を示したが、時間 t_{2}' を時間 t_{2} に置き換えても同様に適用可能である。また、図8では、充電率 SOC_{0} が目標充電率 SOC_{t} よりも低い場合を示したが、充電率 SOC_{0} が目標充電率 SOC_{t} よりも高い場合でも、同様に適用可能である。

[0066] 以上のように、鉄道車両が電化区間Dに侵入した際に、上述した一連の演算を制御部61で実施して、蓄電池41の充電スケジュールや充電電流値を決定する。このことによって、電化区間Dにおける充電率を低く保って蓄電池41の劣化を抑制できる。さらに、次の非電化区間C2での鉄道車両の走

行に支障を来さないように蓄電池41の充電率を適切に制御することができる。

[0067] 以上のことから、本実施の形態に係る充電率制御システムは、電化区間における蓄電池（二次電池）の充電率を所定の値まで低減すると共に、電化区間から非電化区間に侵入するまでの適切なタイミングにおいて蓄電池（二次電池）の充電率を高める制御をすることによって、蓄電池（二次電池）を安定的に長期利用することを可能とするものである。

[0068] なお、本発明は上記した実施の形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した各実施の形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施の形態における構成の一部を他の実施の形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施の形態における構成に他の実施の形態における構成を加えることも可能である。また、各実施の形態における構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

[0069] また、各実施の形態において示した構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリや、ハードディスク、SSD（Solid State Drive）等の記録装置、または、ICカード、SDカード、DVD等の記録媒体に置くことができる。

[0070] また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを図示しており、実際の製品においては必要に応じて制御線や情報線が設けられる。例えば、全ての構成要素が相互に接続されている構成であってもよい。

符号の説明

[0071] 1…システム、10…鉄道車両、20…架線、30…路線、31、33…地

点、40…蓄電システム、41…蓄電池、50…補機、51…駆動装置、61…制御部、62…目標充電率データ、63…受け入れ可能電流値データ、64…走行データ、65…補機消費電力データ、70…充電率検知部、71…温度検知部、80…計時装置、640～648…項目、A…充電率が低い場合の劣化特性、B…充電率が高い場合の劣化特性、C、C1、C2…非電化区間、D…電化区間

請求の範囲

- [請求項1] 電化区間と非電化区間を走行可能な鉄道車両に備える蓄電池と、前記蓄電池の充電率を制御する制御部とを備え、
- 前記制御部は、前記鉄道車両が非電化区間から電化区間に侵入したときは、前記蓄電池の充電率を目標充電率以下に下げる制御を行い、その後、次の非電化区間の走行に必要な充電率とするために所定のタイミングで前記蓄電池の充電を開始する制御を行うことを特徴とする蓄電システム。
- [請求項2] 充電を開始する前記所定のタイミングは、前記蓄電池の受け入れ可能電流値を用いて算出することを特徴とする請求項1に記載の蓄電システム。
- [請求項3] 前記蓄電池の充電率は、前記鉄道車両に備える補機で電力が消費されて下げるように制御することを特徴とする請求項2に記載の蓄電システム。
- [請求項4] 時間情報を取得する計時装置を備え、
- 前記制御部は、走行データのテーブルを取得可能であり、
- 前記走行データのテーブルは、前記鉄道車両の位置及び時間、電化区間から非電化区間へ切り替わる時間、非電化区間において前記鉄道車両の走行に最低限必要な電力量、前記蓄電池における充放電電流と電圧の組又は充放電電力、の情報の対応関係を示すデータテーブルであり、
- 前記制御部は、前記走行データのテーブルから次の非電化区間で必要となる電力量を算出し、得られた必要電力量と、前記受け入れ可能電流値と、前記目標充電率と、を用いて前記蓄電池の充電開始のタイミングを算出し、前記計時装置から入力された時間情報を用いて、充電開始の前記所定のタイミングから次の非電化区間に切り替わるまで前記蓄電池を充電することを特徴とする請求項3に記載の蓄電システム。

[請求項5] 前記走行データのテーブルには前記蓄電池における充放電電流と電圧の組もしくは充放電電力の値が、曜日及び／もしくは月に応じて記録され、

前記制御部は、走行時に対応する前記走行データのテーブルの情報から次の非電化区間で必要となる電力量を算出することを特徴とする、請求項4に記載の蓄電システム。

[請求項6] 前記蓄電池の温度を検知する温度検知部を備え、

前記制御部は、受け入れ可能電流値データのテーブルを取得可能であり、

前記受け入れ可能電流値データのテーブルは、前記蓄電池の受け入れ可能電流値と温度との対応関係を示すデータテーブルであり、

前記制御部は、前記温度検知部から入力された前記蓄電池の温度の情報と、前記受け入れ可能電流値データのテーブルの情報を用いて、前記蓄電池の受け入れ可能電流値を決定することを特徴とする、請求項2に記載の蓄電システム。

[請求項7] 前記蓄電池の充電率を検知する充電率検知部を備え、

前記制御部は、補機消費電力データのテーブルを取得可能であり、

前記補機消費電力データのテーブルは、前記補機の消費電力を記録したデータテーブルであり、

前記制御部は、前記鉄道車両が非電化区間から電化区間に侵入したタイミングにおいて、前記充電率検知部から前記蓄電池の充電率を入力し、入力した充電率と、前記計時装置から取得した時間情報と、前記補機消費電力データのテーブルから取得した前記補機の消費電力とを用いて、前記蓄電池の充電率が前記目標充電率に達する時間を算出し、算出した前記時間において前記蓄電池から前記補機への電力供給を停止し、前記所定のタイミングで充電を開始するまで前記蓄電池の充電率を前記目標充電率に保つことを特徴とする、請求項4に記載の蓄電システム。

- [請求項8] 前記蓄電池の充電は、電化区間に備える架線からの電力を用いることを特徴とする請求項1に記載の蓄電システム。
- [請求項9] 電化区間と非電化区間を走行可能な鉄道車両に備える蓄電池の充電率を制御部で制御する蓄電方法であって、
前記鉄道車両が非電化区間から電化区間に侵入したときは、前記蓄電池の充電率を目標充電率以下に下げる制御を行うステップと、
その後、次の非電化区間の走行に必要な充電率とするために所定のタイミングで前記蓄電池の充電を開始する制御を行うステップとを含むことを特徴とする蓄電方法。
- [請求項10] 充電を開始する前記所定のタイミングは、前記蓄電池の受け入れ可能電流値を用いて算出することを特徴とする請求項9に記載の蓄電方法。
- [請求項11] 前記蓄電池の充電率を目標充電率以下に下げる制御は、前記鉄道車両に備える補機に電力を消費させて下げることを特徴とする請求項10に記載の蓄電方法。
- [請求項12] 充電を開始する前記所定のタイミングは、前記鉄道車両の位置及び時間、電化区間から非電化区間へ切り替わる時間、非電化区間において前記鉄道車両の走行に最低限必要な電力量、前記蓄電池における充放電電流と電圧の組又は充放電電力、の情報の対応関係を示す走行データのテーブルから次の非電化区間で必要となる電力量を算出し、得られた必要電力量と、前記受け入れ可能電流値と、前記目標充電率と、を用いて算出し、
前記鉄道車両に備える計時装置から入力された時間情報を用いて、前記所定のタイミングから次の非電化区間に切り替わるまで前記蓄電池を充電するステップを含むことを特徴とする請求項11に記載の蓄電方法。
- [請求項13] 前記走行データのテーブルには前記蓄電池における充放電電流と電圧の組もしくは充放電電力の値が、曜日及び／もしくは月に応じて記

録され、

前記次の非電化区間で必要となる電力量は、走行時に対応する前記走行データのテーブルの情報から次の非電化区間で必要となる電力量を算出することを特徴とする、請求項 1 2 に記載の蓄電方法。

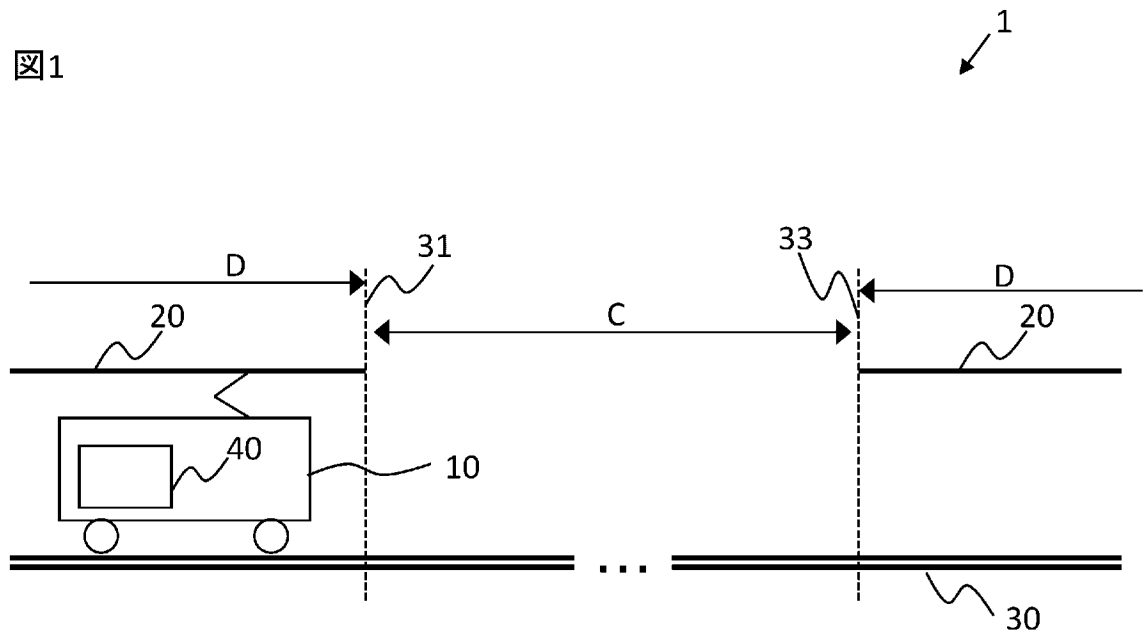
[請求項14] 前記蓄電池の受け入れ可能電流値は、前記鉄道車両に備える温度検知部から入力された前記蓄電池の温度の情報と、前記蓄電池の受け入れ可能電流値と温度との対応関係を示す受け入れ可能電流値データのテーブルからの情報を用いて決定することを特徴とする、請求項 1 0 に記載の蓄電方法。

[請求項15] 前記蓄電池の充電率を目標充電率以下に下げる制御は、前記鉄道車両が非電化区間から電化区間に侵入したタイミングにおいて、前記鉄道車両に備える充電率検知部から前記蓄電池の充電率を入力し、入力した充電率と、前記計時装置から取得した時間情報と、前記補機の消費電力を記録した補機消費電力データのテーブルから取得した前記補機の消費電力とを用いて、前記蓄電池の充電率が前記目標充電率に達する時間を算出し、算出した前記時間において前記蓄電池から前記補機への電力供給を停止し、前記所定のタイミングで充電を開始するまで前記蓄電池の充電率を前記目標充電率に保つことを特徴とする、請求項 1 2 に記載の蓄電方法。

[請求項16] 前記蓄電池の充電は、電化区間に備える架線からの電力を用いることを特徴とする請求項 9 に記載の蓄電方法。

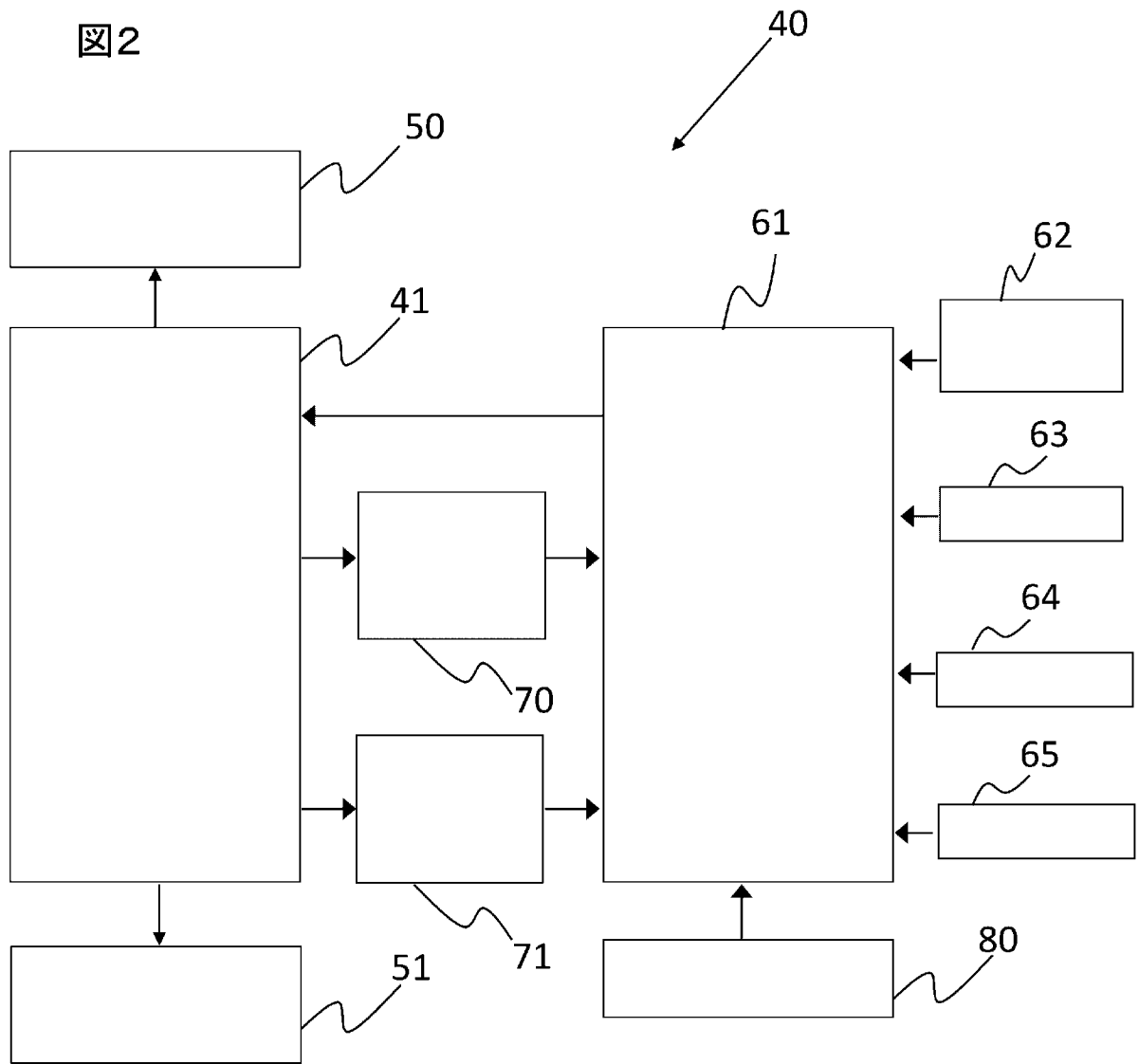
[図1]

図1



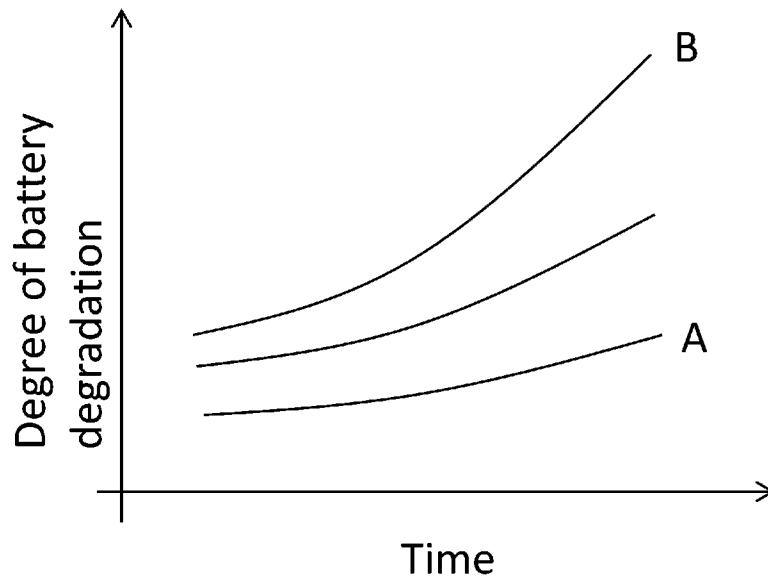
[図2]

図2



[図3]

図3



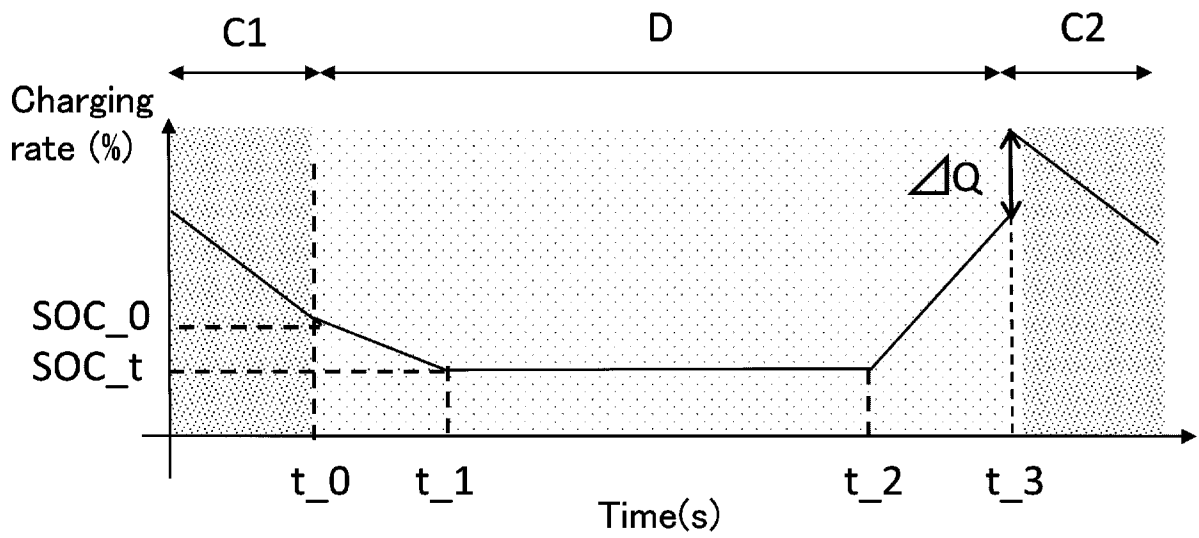
[図4]

図4

k	x(k) (m)	t(k) (s)	T*(k) (s)	Qmin(k)(Wh)	I(k) (A)	V(k) (W)	P(k) (W)
0	x0	t0	1		I0	V0	P0
1	x1	t1	1		I1	V1	P1
2	x2	t2	1		0	0	0
3	x3	t3	0	Qx	I3	V3	P3
...
n-1	Xn-1	tn-1	0	Qx	In-1	Vn-1	Pn-1
n	xn	tn	1		In	Vn	Pn

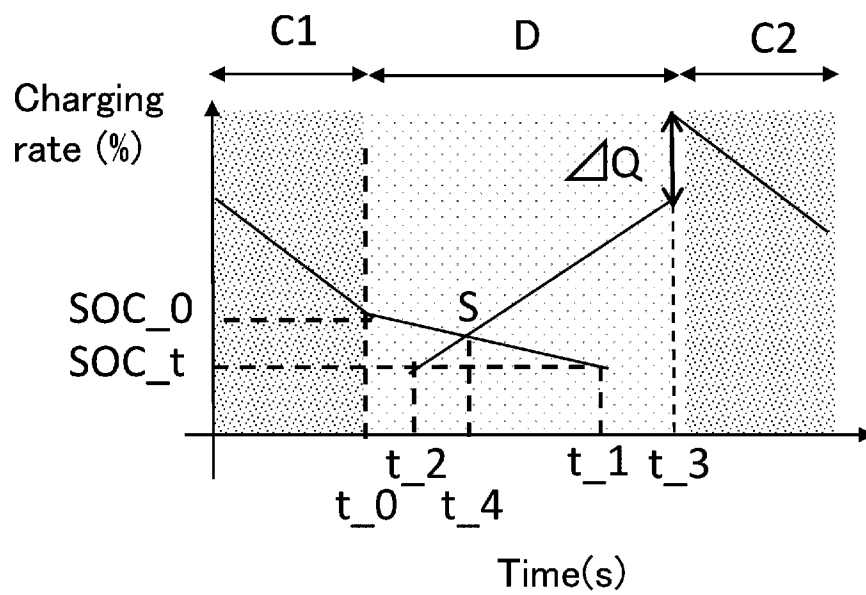
[図5]

図5



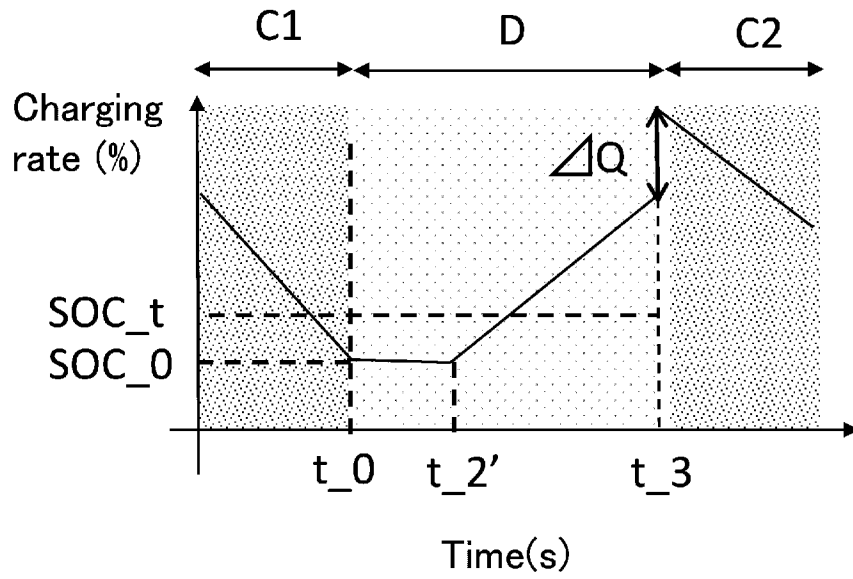
[図6]

図6



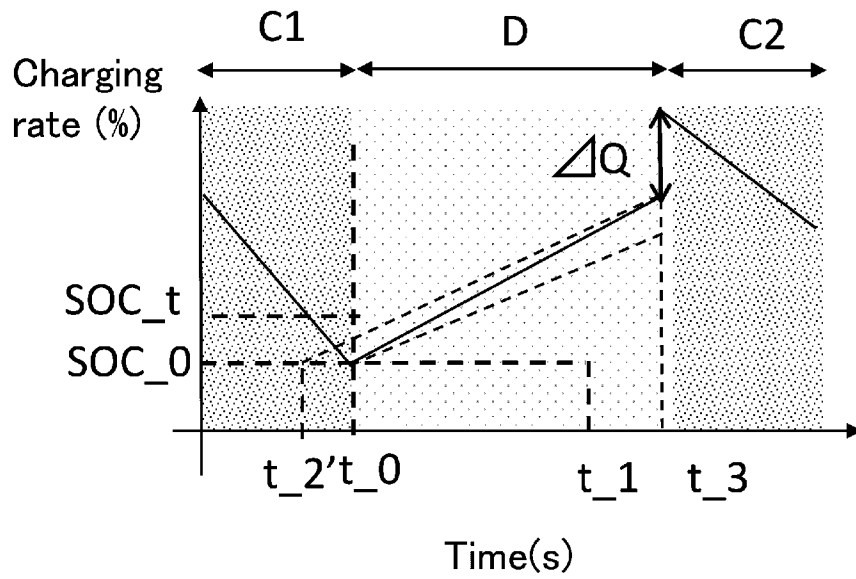
[図7]

図7



[図8]

図8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/045968

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>B60L 3/00</i> (2019.01)i; <i>B60L 13/00</i> (2006.01)i; <i>B60L 50/53</i> (2019.01)i; <i>B60L 58/12</i> (2019.01)i; <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: B60L3/00 S; B60L13/00 D; B60L50/53; B60L58/12; H02J7/00 P; H02J7/00 Y; H02J7/04 L; H01M10/48 P; H01M10/44 Q; H01M10/48 301		
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) B60L3/00; B60L13/00; B60L50/53; B60L58/12; 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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
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.
Y A	JP 2017-189062 A (HITACHI LTD) 12 October 2017 (2017-10-12) paragraphs [0015]-[0078], fig. 1-14	1-3, 6, 8-11, 14, 16 4-5, 7, 12-13, 15
Y	JP 2012-135168 A (HONDA MOTOR CO LTD) 12 July 2012 (2012-07-12) paragraph [0002]	1-3, 6, 8-11, 14, 16
Y	JP 2015-136203 A (NISSAN MOTOR) 27 July 2015 (2015-07-27) paragraphs [0018]-[0019], fig. 3	2-3, 6, 10-11, 14
Y	JP 2009-273198 A (KAWASAKI HEAVY IND LTD) 19 November 2009 (2009-11-19) paragraphs [0033], [0035]	3, 11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "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 "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 "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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 17 January 2022		Date of mailing of the international search report 25 January 2022
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/JP2021/045968

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2017-189062	A	12 October 2017	(Family: none)
JP 2012-135168	A	12 July 2012	(Family: none)
JP 2015-136203	A	27 July 2015	(Family: none)
JP 2009-273198	A	19 November 2009	(Family: none)

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>B6L 3/00(2019.01)i; B6L 13/00(2006.01)i; B6L 50/53(2019.01)i; B6L 58/12(2019.01)i; 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: B6L3/00 S; B6L13/00 D; B6L50/53; B6L58/12; H02J7/00 P; H02J7/00 Y; H02J7/04 L; H01M10/48 P; H01M10/44 Q; H01M10/48 301</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>B6L3/00; B6L13/00; B6L50/53; B6L58/12; 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>1971-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2022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	1971-2022年	日本国実用新案登録公報	1996-2022年	日本国登録実用新案公報	1994-2022年							
日本国実用新案公報	1922-1996年																
日本国公開実用新案公報	1971-2022年																
日本国実用新案登録公報	1996-2022年																
日本国登録実用新案公報	1994-2022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>Y A</td> <td>JP 2017-189062 A (株式会社日立製作所) 12.10.2017 (2017-10-12) 段落[0015]-[0078], 図1-14</td> <td>1-3, 6, 8- 11, 14, 16 4-5, 7, 12-13, 15</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2012-135168 A (本田技研工業株式会社) 12.07.2012 (2012-07-12) 段落[0002]</td> <td>1-3, 6, 8- 11, 14, 16</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2015-136203 A (日産自動車株式会社) 27.07.2015 (2015-07-27) 段落[0018]-[0019], 図3</td> <td>2-3, 6, 10-11, 14</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2009-273198 A (川崎重工業株式会社) 19.11.2009 (2009-11-19) 段落[0033],[0035]</td> <td>3, 11</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	Y A	JP 2017-189062 A (株式会社日立製作所) 12.10.2017 (2017-10-12) 段落[0015]-[0078], 図1-14	1-3, 6, 8- 11, 14, 16 4-5, 7, 12-13, 15	Y	JP 2012-135168 A (本田技研工業株式会社) 12.07.2012 (2012-07-12) 段落[0002]	1-3, 6, 8- 11, 14, 16	Y	JP 2015-136203 A (日産自動車株式会社) 27.07.2015 (2015-07-27) 段落[0018]-[0019], 図3	2-3, 6, 10-11, 14	Y	JP 2009-273198 A (川崎重工業株式会社) 19.11.2009 (2009-11-19) 段落[0033],[0035]	3, 11
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															
Y A	JP 2017-189062 A (株式会社日立製作所) 12.10.2017 (2017-10-12) 段落[0015]-[0078], 図1-14	1-3, 6, 8- 11, 14, 16 4-5, 7, 12-13, 15															
Y	JP 2012-135168 A (本田技研工業株式会社) 12.07.2012 (2012-07-12) 段落[0002]	1-3, 6, 8- 11, 14, 16															
Y	JP 2015-136203 A (日産自動車株式会社) 27.07.2015 (2015-07-27) 段落[0018]-[0019], 図3	2-3, 6, 10-11, 14															
Y	JP 2009-273198 A (川崎重工業株式会社) 19.11.2009 (2009-11-19) 段落[0033],[0035]	3, 11															
<p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>																	
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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）</td> <td>"&" 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	"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	"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	"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	"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	"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	"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）	"&" 同一パテントファミリー文献	"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		"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				
* 引用文献のカテゴリー	"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																
"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	"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																
"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	"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																
"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）	"&" 同一パテントファミリー文献																
"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献																	
"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>国際調査を完了した日</p> <p>17.01.2022</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>25.01.2022</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>井古田 裕昭 3H 8370</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3316</p>																

国際調査報告
特許ファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/045968

引用文献	公表日	特許ファミリー文献	公表日
JP 2017-189062 A	12.10.2017	(ファミリーなし)	
JP 2012-135168 A	12.07.2012	(ファミリーなし)	
JP 2015-136203 A	27.07.2015	(ファミリーなし)	
JP 2009-273198 A	19.11.2009	(ファミリーなし)	