(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
2020年3月12日(12.03.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/049943 A1

(51) 国際特許分類:
H01M 10/637 (2014.01) *H01M 10/625* (2014.01)
B60L 58/27 (2019.01) *H01M 10/633* (2014.01)
H01M 10/48 (2006.01) *H02J 7/00* (2006.01)
H01M 10/615 (2014.01) *H02J 7/04* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/031163

(22) 国際出願日： 2019年8月7日(07.08.2019)

(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 2018-166179 2018年9月5日(05.09.2018) JP

(71) 出願人: 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 Osaka (JP).

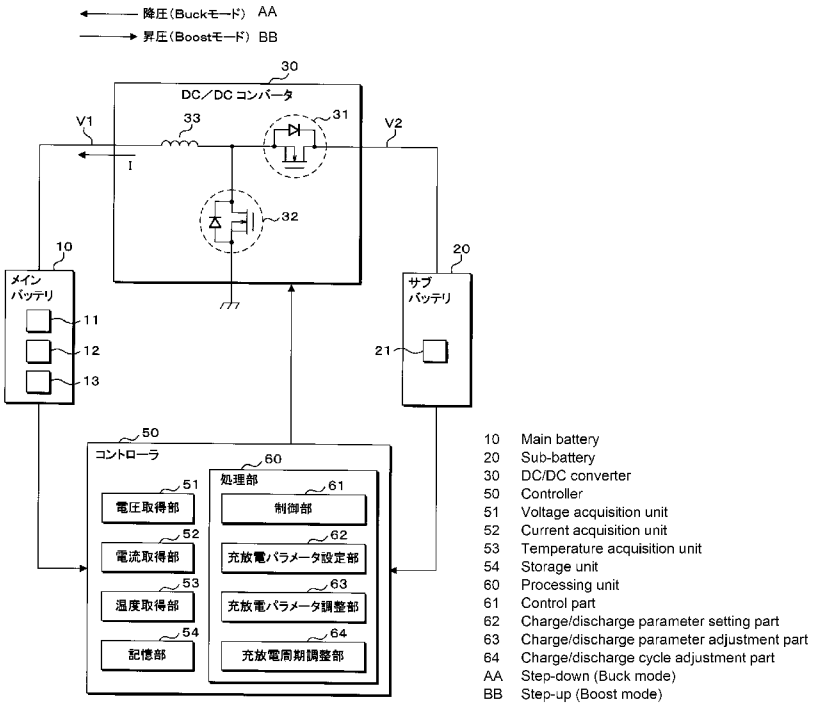
(72) 発明者: 加藤 直行(KATO, Naoyuki); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人サンクレスト国際特許事務所(SUNCREST PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS); 〒6500023 兵庫県神戸市中央区栄町通四丁目１番１１号 Hyogo (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, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) **Title:** SECONDARY BATTERY TEMPERATURE-RAISING DEVICE, COMPUTER PROGRAM, AND SECONDARY BATTERY TEMPERATURE-RAISING METHOD

(54) 発明の名称： 二次電池昇温装置、コンピュータプログラム及び二次電池昇温方法



(57) **Abstract:** The secondary battery temperature-raising device is provided with: a setting unit for presetting charge/discharge parameters on the basis of parameters of a secondary battery necessary for setting the charge/discharge parameters of the secondary battery; and a control part for controlling the charging/discharging of the secondary battery on the basis of the charge/discharge parameters set by the setting unit.

WO 2020/049943 A1

[続葉有]

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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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:二次電池昇温装置は、二次電池の充放電パラメータを設定するために必要な二次電池のパラメータに基づいて、充放電パラメータを予め設定する設定部と、設定部で設定した充放電パラメータに基づいて、二次電池の充放電を制御する制御部とを備える。

明　細　書

発明の名称 ：

二次電池昇温装置、コンピュータプログラム及び二次電池昇温方法

技術分野

[0001] 本開示は、二次電池昇温装置、コンピュータプログラム及び二次電池昇温方法に関する。

本出願は、２０１８年９月５日出願の日本出願第２０１８－１６６１７９号に基づく優先権を主張し、前記日本出願に記載された全ての記載内容を援用するものである。

背景技術

[0002] 近年、ＨＥＶ（Hybrid Electric Vehicle：ハイブリッド自動車）及びＥＶ（Electric Vehicle：電気自動車）等の車両が普及しつつある。ＨＥＶ及びＥＶのような車両には、電装用や駆動用のため複数の二次電池が搭載されている。

[0003] 特許文献１には、駆動用二次電池と電装用二次電池を相互に充放電することにより、駆動用二次電池を昇温して、二次電池をより理想に近い状態で使用することができる電源装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００３－９２８０５号公報

発明の概要

[0005] 本開示の実施の形態に係る二次電池昇温装置は、二次電池の充放電を繰り返して該二次電池を昇温させる二次電池昇温装置であって、前記二次電池の充放電パラメータを設定するために必要な前記二次電池のパラメータに基づいて、前記充放電パラメータを予め設定する設定部と、該設定部で設定した充放電パラメータに基づいて、前記二次電池の充放電を制御する制御部とを備える。

[0006] 本開示の実施の形態に係るコンピュータプログラムは、コンピュータに、二次電池の充放電を繰り返して該二次電池を昇温させるための処理を実行させるコンピュータプログラムであって、コンピュータに、前記二次電池の充放電パラメータを設定するために必要な前記二次電池のパラメータに基づいて、前記充放電パラメータを予め設定する処理と、設定した充放電パラメータに基づいて、前記二次電池の充放電を制御する処理とを実行させる。

[0007] 本開示の実施の形態に係る二次電池昇温方法は、二次電池の充放電を繰り返して該二次電池を昇温させる二次電池昇温方法であって、前記二次電池の充放電パラメータを設定するために必要な前記二次電池のパラメータに基づいて、前記充放電パラメータを予め設定し、設定された充放電パラメータに基づいて、前記二次電池の充放電を制御する。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本実施の形態のコントローラを搭載した車両の要部構成の一例を示すブロック図である。

[図2]充放電時のメインバッテリの電流・電圧波形及びサブバッテリの電圧波形の一例を示すタイムチャートである。

[図3]ＦＥＴのオン・オフ状態の一例を示すタイムチャートである。

[図4]メインバッテリの低周波領域のインピーダンススペクトルの一例を示す説明図である。

[図5]メインバッテリの共振領域のインピーダンススペクトルの一例を示す説明図である。

[図6]メインバッテリの共振周波数と温度とを対応付けた共振周波数情報の一例を示す説明図である。

[図7]メインバッテリの開放電圧と充電率との相関関係の一例を示す説明図である。

[図8]メインバッテリの充電電流と降圧側のデューティ比との関係の一例を示す模式図である。

[図9]メインバッテリの放電電流と昇圧側のデューティ比との関係の一例を示

す模式図である。

[図10A]サブバッテリの電圧波形の一例を示す模式図である。

[図10B]サブバッテリの電圧波形の一例を示す模式図である。

[図10C]サブバッテリの電圧波形の一例を示す模式図である。

[図11]メインバッテリの充放電周期内の充電期間と放電期間との調整方法の一例を示す説明図である。

[図12]コントローラの処理手順の一例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

[0009] ［本開示が解決しようとする課題］

特許文献１の電源装置にあっては、二次電池に流れる電流を検出し、検出した電流をフィードバック制御して二次電池の昇温を制御している。しかし、フィードバック制御を行うための処理には遅延があるため、高速化には限界があり、二次電池の昇温速度を上げることができないおそれがある。

[0010] そこで、二次電池の昇温速度を向上させることができる二次電池昇温装置、コンピュータプログラム及び二次電池昇温方法を提供することを目的とする。

［本開示の効果］

[0011] 本開示によれば、二次電池の昇温速度を向上させることができる。

[0012] ［本願開示の実施形態の説明］

本実施の形態に係る二次電池昇温装置は、二次電池の充放電を繰り返して該二次電池を昇温させる二次電池昇温装置であって、前記二次電池の充放電パラメータを設定するために必要な前記二次電池のパラメータに基づいて、前記充放電パラメータを予め設定する設定部と、該設定部で設定した充放電パラメータに基づいて、前記二次電池の充放電を制御する制御部とを備える。

[0013] 本実施の形態に係るコンピュータプログラムは、コンピュータに、二次電池の充放電を繰り返して該二次電池を昇温させるための処理を実行させるコンピュータプログラムであって、コンピュータに、前記二次電池の充放電パ

ラメータを設定するために必要な前記二次電池のパラメータに基づいて、前記充放電パラメータを予め設定する処理と、設定した充放電パラメータに基づいて、前記二次電池の充放電を制御する処理とを実行させる。

[0014] 本実施の形態に係る二次電池昇温方法は、二次電池の充放電を繰り返して該二次電池を昇温させる二次電池昇温方法であって、前記二次電池の充放電パラメータを設定するために必要な前記二次電池のパラメータに基づいて、前記充放電パラメータを予め設定し、設定された充放電パラメータに基づいて、前記二次電池の充放電を制御する。

[0015] 設定部は、二次電池の充放電パラメータを設定するために必要な二次電池のパラメータに基づいて、充放電パラメータを予め設定する。充放電電流は、二次電池の発熱に寄与する物理量であり、二次電池の抵抗成分をＲとし、充放電電流をＩとすると、発熱量は（Ｉの２乗×Ｒ）に比例する。すなわち、二次電池の温度が目標値に到達するまでの昇温時間を短くする（あるいは昇温速度を上げる）ためには、充放電電流Ｉを許容範囲内で増やすようにすればよい。充放電パラメータは、充放電電流を許容範囲内で増やすことができるようなパラメータとすることができる。二次電池のパラメータは、充放電パラメータを予め設定する（すなわち、二次電池昇温装置により充放電電流を流す前に充放電パラメータを予め設定する）ために必要なパラメータである。

[0016] 制御部は、設定部で設定した充放電パラメータに基づいて、二次電池の充放電を制御する。すなわち、二次電池昇温装置により充放電電流を流す前に予め設定した充放電パラメータに基づいて二次電池の充放電を行うことにより、例えば、二次電池に流れる電流を検出し、検出した電流をフィードバック制御して充放電動作を行う必要はないので、フィードバック制御に伴う処理の遅延が生じない。また、フィードバック制御の処理を速くすることによる二次電池の電流の過渡的な変動による不安定動作も生じることがない。

[0017] 上述の構成により、設定された充放電パラメータを用いて、二次電池昇温装置による充放電動作を開始することができるので、二次電池の温度が目標

値に到達するまでの昇温時間を短くする（あるいは昇温速度を上げる）ことができ、二次電池の昇温速度を向上させることができる。

[0018] 本実施の形態に係る二次電池昇温装置において、前記設定部は、前記二次電池の充放電に用いられる昇降圧回路が有するスイッチング素子のデューティ比を前記充放電パラメータとして設定する。

[0019] 設定部は、二次電池の充放電に用いられる昇降圧回路が有するスイッチング素子のデューティ比を充放電パラメータとして設定する。スイッチング素子のデューティ比に応じて、二次電池に流れる充電電流及び放電電流を変えることができる。所要の充放電電流に応じたデューティ比を設定することにより、二次電池の昇温速度を向上させることができる。

[0020] 本実施の形態に係る二次電池昇温装置において、前記設定部は、前記昇降圧回路が有する前記二次電池に対して直列に接続される前記スイッチング素子としての第１のスイッチング素子及び前記二次電池に対して並列に接続される前記スイッチング素子としての第２のスイッチング素子それぞれのデューティ比を設定する。

[0021] 設定部は、昇降圧回路が有する二次電池に対して直列に接続される第１のスイッチング素子及び二次電池に対して並列に接続される第２のスイッチング素子それぞれのデューティ比を設定する。昇降圧回路の降圧モードで二次電池を充電し、昇圧モードで二次電池を放電する場合、第１のスイッチング素子のデューティ比は降圧モードにおけるデューティ比であり、第２のスイッチング素子のデューティ比は昇圧モードにおけるデューティ比である。第１のスイッチング素子及び第２のスイッチング素子それぞれのデューティ比を設定することにより、二次電池の所要の充電電流及び放電電流に応じて、二次電池の昇温速度を向上させることができる。

[0022] 本実施の形態に係る二次電池昇温装置は、前記二次電池の状態を検出する検出部と、前記二次電池の状態に応じて、前記二次電池の充放電パラメータを調整する調整部とを備える。

[0023] 検出部は、二次電池の状態を検出する。二次電池の状態は、予め設定した

充放電パラメータの変化に影響を与えるような状態であり、例えば、二次電池の温度とすることができる。

[0024] 調整部は、二次電池の状態に応じて、二次電池の充放電パラメータを調整する。これにより、予め設定した充放電パラメータが変化するような状態が発生しても、充放電パラメータを調整することができ、二次電池の昇温速度の低下を抑制することができる。

[0025] 本実施の形態に係る二次電池昇温装置において、前記検出部は、前記二次電池の温度を検出する。

[0026] 検出部は、二次電池の温度を検出する。二次電池の温度に応じて、例えば、二次電池のパラメータ（例えば、電圧、インピーダンスなど）が変動する。二次電池の温度に応じて、二次電池の充放電パラメータを調整することができるので、予め設定した充放電パラメータが変化するような状態が発生しても、充放電パラメータを調整することができ、二次電池の昇温速度の低下を抑制することができる。

[0027] 本実施の形態に係る二次電池昇温装置は、前記二次電池の充電・放電に応じて放電・充電される補助二次電池の電圧を検出する電圧検出部を備え、前記調整部は、前記補助二次電池の電圧に応じて、前記二次電池の充放電パラメータを調整する。

[0028] 電圧検出部は、二次電池の充電・放電に応じて放電・充電される補助二次電池の電圧を検出する。補助二次電池の電圧は、二次電池の電圧よりも高くすることができる。

[0029] 調整部は、補助二次電池の電圧に応じて、二次電池の充放電パラメータを調整する。例えば、補助二次電池の電圧が上限値よりも高くなった場合、補助二次電池の電圧を下げるように充放電パラメータを調整する。また、補助二次電池の電圧が下限値よりも低くなった場合、補助二次電池の電圧を上げるように充放電パラメータを調整する。

[0030] 上述の構成により、補助二次電池として、例えば、電気二重層キャパシタ（ＥＤＬＣ）などの小容量で電圧の変動幅が大きい蓄電デバイスを用いる場

合に、補助二次電池を適正な状態で使用することができる。

[0031] 本実施の形態に係る二次電池昇温装置において、前記調整部は、前記スイッチング素子のデューティ比を調整する。

[0032] 調整部は、スイッチング素子のデューティ比を調整する。これにより、二次電池の充放電電流を調整することができる。

[0033] 本実施の形態に係る二次電池昇温装置は、前記補助二次電池の電圧に応じて、前記二次電池の充放電周期内の充電期間と放電期間との割合を調整する割合調整部を備える。

[0034] 割合調整部は、補助二次電池の電圧に応じて、二次電池の充放電周期内の充電期間と放電期間との割合を調整する。例えば、補助二次電池の電圧が上限値よりも高くなった場合、補助二次電池の放電電流が増加するように、二次電池の充電期間（補助二次電池の放電期間）の割合を増やす。また、補助二次電池の電圧が下限値よりも低くなった場合、補助二次電池の充電電流が増加するように、二次電池の放電期間（補助二次電池の充電期間）の割合を増やす。

[0035] 上述の構成により、補助二次電池として、例えば、電気二重層キャパシタ（ＥＤＬＣ）などの小容量で電圧の変動幅が大きい蓄電デバイスを用いる場合に、補助二次電池を適正な状態で使用することができる。

[0036] 本実施の形態に係る二次電池昇温装置において、前記二次電池のパラメータは、前記二次電池の電圧と、前記二次電池の充電・放電に応じて放電・充電される補助二次電池の電圧とを含む。

[0037] 二次電池のパラメータは、二次電池の電圧と、二次電池の充電・放電に応じて放電・充電される補助二次電池の電圧とを含む。二次電池の電圧をＶ１とし、補助二次電池の電圧をＶ２とすると、降圧モードのデューティ比Ｄ１は、Ｄ１＝Ｖ２／Ｖ１で設定することができる。また、昇圧モードのデューティ比Ｄ２は、Ｄ２＝（Ｖ２－Ｖ１）／Ｖ２で設定することができる。

[0038] 本実施の形態に係る二次電池昇温装置において、前記二次電池のパラメータは、前記二次電池の充放電周期での前記二次電池のインピーダンスを含む

。

[0039] 二次電池のパラメータは、二次電池の充放電周期での二次電池のインピーダンスを含む。充放電周期をＴｃとすると、二次電池のインピーダンスＺは、周波数ｆ（＝１／Ｔｃ）に依存して変化する。二次電池の開放電圧をＯＣＶ１とすると、二次電池の電圧Ｖ１は、Ｖ１＝ＯＣＶ１＋Ｉ×Ｒで表すことができる。ここで、Ｉは二次電池の充放電電流であり、Ｒはインピーダンス Ｚ（ｆ）の実成分である。これにより、所要の充放電電流Ｉを得るための、降圧モードのデューティ比Ｄ１及び昇圧モードのデューティ比Ｄ２を設定することができる。

[0040] 本実施の形態に係る二次電池昇温装置は、前記二次電池の充放電に用いられ、オン・オフを繰り返すスイッチング素子を有する昇降圧回路を備え、前記制御部は、前記スイッチング素子をオン・オフして前記二次電池の充放電を制御する。

[0041] 二次電池の充放電に用いられ、オン・オフを繰り返すスイッチング素子を有する昇降圧回路を備える。制御部は、昇降圧回路のスイッチング素子をオン・オフして二次電池の充放電を制御することができる。

[0042] 本実施の形態に係る二次電池昇温装置において、前記昇降圧回路は、前記二次電池に対して直列に接続される第１のスイッチング素子と、前記二次電池に対して並列に接続される第２のスイッチング素子とを備え、前記制御部は、前記第１のスイッチング素子及び前記第２のスイッチング素子をオン・オフして前記二次電池の充放電を制御する。

[0043] 昇降圧回路は、二次電池に対して直列に接続される第１のスイッチング素子と、二次電池に対して並列に接続される第２のスイッチング素子とを備える。昇降圧回路の降圧モードで二次電池を充電し、昇圧モードで二次電池を放電する場合、第１のスイッチング素子のデューティ比は降圧モードにおけるデューティ比であり、第２のスイッチング素子のデューティ比は昇圧モードにおけるデューティ比である。

[0044] 制御部は、第１のスイッチング素子及び第２のスイッチング素子をオン・

オフして二次電池の充放電を制御することができる。

[0045] 本実施の形態に係る二次電池昇温装置は、前記二次電池と、補助二次電池とを備え、前記制御部は、前記補助二次電池を放電させて前記二次電池を充電し、前記補助二次電池を充電して前記二次電池を放電させる。

[0046] 制御部は、補助二次電池を放電させて二次電池を充電し、補助二次電池を充電して二次電池を放電させることができる。

[0047] ［本願開示の実施形態の詳細］

以下、本実施の形態の二次電池昇温装置を図面に基づいて説明する。図１は本実施の形態のコントローラ５０を搭載した車両の要部構成の一例を示すブロック図である。車両は、二次電池としてのメインバッテリ１０、補助二次電池としてのサブバッテリ２０、昇降圧回路としてのＤＣ／ＤＣコンバータ３０、及びコントローラ５０などを備える。二次電池昇温装置は、コントローラ５０を備える。また、二次電池昇温装置は、コントローラ５０に加えて、メインバッテリ１０、サブバッテリ２０及びＤＣ／ＤＣコンバータ３０の少なくとも一つを備えてもよい。

[0048] メインバッテリ１０は、例えば、リチウムイオン電池とすることができ、複数のセル（不図示）が直列又は直並列に接続されている。メインバッテリ１０は、電圧センサ１１、電流センサ１２、温度センサ１３を備える。電圧センサ１１は、各セルの電圧、メインバッテリ１０の両端の電圧Ｖ１を検出し、検出した電圧Ｖ１をコントローラ５０へ出力する。電流センサ１２は、例えば、シャント抵抗又はホールセンサ等で構成され、メインバッテリ１０の充電電流及び放電電流（纏めて電流Ｉとする）を検出する。電流センサ１２は、検出した電流Ｉをコントローラ５０へ出力する。温度センサ１３は、例えば、サーミスタで構成され、各セルの温度を検出する。温度センサ１３は、複数のセルの全てのセルの温度を検出するように構成してもよく、複数のセルの一部のセルの温度を検出するようにしてもよく、複数のセルの中の所定の一のセルの温度を検出するようにしてもよい。複数のセルの温度を検出する場合には、検出した各セルの温度の平均値、中央値、あるいは最大値

を検出した温度として用いることができる。温度センサ１３は、検出した温度をコントローラ５０へ出力する。

[0049] メインバッテリ１０は、補機用電池として使用することができ、例えば、不図示の始動スイッチ（イグニッションスイッチ）の操作に応じて車両のハイブリッドシステムの起動用に用いられ、あるいは駐車中のバックアップメモリ用の電源として用いられる。メインバッテリ１０の定格電圧は、例えば、１２Ｖとすることができるが、これに限定されるものではない。

[0050] サブバッテリ２０は、例えば、電気二重層キャパシタ（ＥＤＬＣ）とすることができ、補助用の電源、あるいは回生などに用いられる。サブバッテリ２０は、電圧センサ２１を備える。電圧センサ２１は、サブバッテリ２０の両端の電圧Ｖ２を検出し、検出した電圧Ｖ２をコントローラ５０へ出力する。サブバッテリ２０の定格電圧は、例えば、２４Ｖ、４８Ｖとすることができるが、これに限定されるものではない。

[0051] ＤＣ／ＤＣコンバータ３０は、昇降圧回路を構成し、メインバッテリ１０に対して直列に接続される第１のスイッチング素子としてのＦＥＴ３１、メインバッテリ１０に対して並列に接続される第２のスイッチング素子としてのＦＥＴ３２、及びインダクタ（コイル）３３を備える。ＦＥＴ３１、３２のドレインとソース間にはダイオードが接続されている。

[0052] すなわち、ＤＣ／ＤＣコンバータ３０は、インダクタ３３の一端がメインバッテリ１０の正端子に接続され、インダクタ３３の他端は、ＦＥＴ３１のソースに接続され、ＦＥＴ３１のドレインは、サブバッテリ２０の正端子に接続されている。ＦＥＴ３１のソースには、ＦＥＴ３２のドレインが接続され、ＦＥＴ３２のソースは、所定の基準電位（例えば、０Ｖ）に接続されている。ＦＥＴ３１、３２それぞれのゲートには、コントローラ５０からの制御信号（ゲート信号）が入力され、ＦＥＴ３１、３２は交互にオン・オフを繰り返すようにスイッチング制御される。

[0053] コントローラ５０による制御によって、ＤＣ／ＤＣコンバータ３０は、メインバッテリ１０を充電する（すなわち、サブバッテリ２０を放電する）降

圧動作（Ｂｕｃｋモード）と、メインバッテリ１０を放電する（すなわち、サブバッテリ２０を充電する）昇圧動作（Ｂｏｏｓｔモード）とで動作する。

[0054] 降圧動作（Ｂｕｃｋモード）では、まず、ＦＥＴ３１がオン状態（このときＦＥＴ３２はオフ状態）となることにより、サブバッテリ２０からメインバッテリ１０に電流が流れ、インダクタ３３にはエネルギーが蓄積される。次に、ＦＥＴ３１がオフ状態（このときＦＥＴ３２はオン状態）となると、インダクタ３３に蓄積されたエネルギーは、ＦＥＴ３２を通じてメインバッテリ１０に供給されることにより、メインバッテリ１０には充電電流が流れる。ここで、ＦＥＴ３１のデューティ比を降圧側のデューティ比Ｄ１という。ＦＥＴ３１のデューティ比は、ＦＥＴ３１のオン状態及びオフ状態の合計期間に対するオン状態の期間の割合である。

[0055] 昇圧動作（Ｂｏｏｓｔモード）では、まず、ＦＥＴ３２がオン状態（このときＦＥＴ３１はオフ状態）となることにより、メインバッテリ１０からインダクタ３３を通じて電流が流れ、インダクタ３３にはエネルギーが蓄積される。次に、ＦＥＴ３２がオフ状態（このときＦＥＴ３１はオン状態）となると、インダクタ３３に蓄積されたエネルギーは、ＦＥＴ３１を通じてサブバッテリ２０に供給されることにより、メインバッテリ１０には放電電流が流れる。ここで、ＦＥＴ３２のデューティ比を昇圧側のデューティ比Ｄ２という。ＦＥＴ３２のデューティ比は、ＦＥＴ３２のオン状態及びオフ状態の合計期間に対するオン状態の期間の割合である。

[0056] 図２は充放電時のメインバッテリ１０の電流・電圧波形及びサブバッテリ２０の電圧波形の一例を示すタイムチャートである。図２の上段の図はメインバッテリ１０の電流を示す。便宜上、電流が正の場合を充電とし、負の場合を放電としている。Ｂｕｃｋモードではメインバッテリ１０を充電し、Ｂｏｏｓｔモードではメインバッテリ１０を放電している。Ｂｕｃｋモードの時間とＢｏｏｓｔモードの時間の合計時間が充放電周期に相当する。例えば、１秒間に充放電を１０００回繰り返す場合、充放電周期は、１ｍｓとなる

。

[0057] 図２の下段の図はメインバッテリ１０の電圧及びサブバッテリ２０の電圧を示す。Ｂｕｃｋモードではメインバッテリ１０を充電し、サブバッテリ２０を放電するので、メインバッテリ１０の電圧は放電時より高くなり、サブバッテリ２０の電圧は充電時より低くなる。また、Ｂｏｏｓｔモードではメインバッテリ１０を放電し、サブバッテリ２０を充電するので、メインバッテリ１０の電圧は充電時より低くなり、サブバッテリ２０の電圧は放電時より高くなる。なお、電圧、電流の波形は模式的に図示しているので、実際の波形とは異なる場合がある。

[0058] 図３はＦＥＴ３１、３２のオン・オフ状態の一例を示すタイムチャートである。図３では、一の充放電周期の間におけるＦＥＴ３１、３２のオン・オフ状態を例示している。なお、ＦＥＴ３１、３２のオン・オフ波形は充放電周期と対比させるために示すものであって、模式的に示している。ＦＥＴ３１、３２は、交互にオン・オフを繰り返し、スイッチング周期をＴとする。なお、ＦＥＴ３１、３２のスイッチング周波数は、例えば、数十ｋＨｚとすることができるが、これに限定されない。

[0059] 降圧動作（Ｂｕｃｋモード）において、ＦＥＴ３１のオン状態の期間をＴ１とすると、降圧側（降圧モード）のデューティ比Ｄ１は、Ｄ１＝Ｔ１／Ｔで表すことができる。昇圧動作（Ｂｏｏｓｔモード）において、ＦＥＴ３２のオン状態の期間をＴ２とすると、昇圧側（昇圧モード）のデューティ比Ｄ２は、Ｄ２＝Ｔ２／Ｔで表すことができる。

[0060] コントローラ５０は、電圧取得部５１、電流取得部５２、温度取得部５３、記憶部５４及び処理部６０を備える。処理部６０は、制御部６１、充放電パラメータ設定部６２、充放電パラメータ調整部６３及び充放電周期調整部６４を備える。

[0061] 電圧取得部５１は、メインバッテリ１０の複数のセルそれぞれの電圧、及びメインバッテリ１０の電圧Ｖ１、サブバッテリ２０の電圧Ｖ２を取得する。電流取得部５２は、メインバッテリ１０の電流Ｉ（充電電流及び放電電流

）を取得する。なお、電圧、電流を取得するサンプリング周期は、例えば、１０ｍｓとすることができるが、これに限定されるものではない。温度取得部５３は、セルの温度を取得する。

[0062] メインバッテリ１０の各セルは、例えば、電解液バルクの抵抗、界面電荷移動抵抗、電気二重層キャパシタンス、及び拡散インピーダンス等で構成される等価回路で表すことができる。例えば、セルの等価回路は、界面電荷移動抵抗と拡散インピーダンスとの直列回路に電気二重層キャパシタンスを並列接続した回路にさらに電解液バルクの抵抗を直列に接続した回路で等価的に表すことができる。なお、等価回路は、これに限定されるものではない。

[0063] 図４はメインバッテリ１０の低周波領域のインピーダンススペクトルの一例を示す説明図であり、図５はメインバッテリ１０の共振領域のインピーダンススペクトルの一例を示す説明図である。図４及び図５において、横軸はインピーダンスの実成分を示し、縦軸はインピーダンスの虚成分を示す。インピーダンスＺをＺ＝Ｒ＋ｊＸで表すと、Ｒが実成分であり、Ｘが虚成分である。

[0064] 図４及び図５において、符号Ａ１で示す曲線はメインバッテリ１０の温度が－３０℃の場合のインピーダンススペクトルを表し、符号Ａ２で示す曲線はメインバッテリ１０の温度が－２０℃の場合のインピーダンススペクトルを表し、符号Ａ３で示す曲線はメインバッテリ１０の温度が－１５℃の場合のインピーダンススペクトルを表し、符号Ａ４で示す曲線はメインバッテリ１０の温度が－１０℃の場合のインピーダンススペクトルを表し、符号Ａ５で示す曲線はメインバッテリ１０の温度が－５℃の場合のインピーダンススペクトルを表す。また、図５は、図４の符号Ｓで示す領域を拡大したものである。

[0065] 図４に示す低周波領域では、周波数が低周波になるにつれて、メインバッテリ１０のインピーダンスは、インピーダンススペクトル上を時計回りに沿って変化する。また、図５において、各曲線の近くに示す数値は、周波数を表す。周波数が低周波になるにつれて、メインバッテリ１０のインピーダン

スは、インピーダンススペクトル上を下側から上側に向かって変化する。

[0066] 図４及び図５に示すように、メインバッテリ１０のインピーダンスは、周波数によって変化し、周波数の変化に伴うインピーダンスの変化を表したものがインピーダンススペクトルである。共振周波数は、メインバッテリ１０のインピーダンスが極値となる周波数である。図５には、それぞれの温度におけるインピーダンススペクトル上の共振周波数を繋ぐインピーダンス極値線を表している。図４及び図５から分かるように、周波数が共振周波数に近づくにつれてインピーダンスが小さくなり、周波数が共振周波数から離れるにつれてインピーダンスが大きくなる。また、メインバッテリ１０の温度が変化するとメインバッテリ１０のインピーダンススペクトルも変化し、共振周波数も変化する。

[0067] 共振周波数に対応する周期でメインバッテリ１０を充放電すると、メインバッテリ１０のインダクタンス成分が小さく、メインバッテリ１０が発熱しやすくなり昇温効率が良くなる。

[0068] 図６はメインバッテリ１０の共振周波数と温度とを対応付けた共振周波数情報の一例を示す説明図である。図６に示すように、メインバッテリ１０の温度が－３０℃の場合、共振周波数は６．１ｋＨｚとなる。また、メインバッテリ１０の温度が０℃の場合、共振周波数は１．０ｋＨｚとなる。他の温度と共振周波数との関係も図示のとおりである。なお、図６に示す数値は、一例であって、図６の例に限定されない。

[0069] 記憶部５４は、メインバッテリ１０の共振周波数と温度とを対応付けた共振周波数情報を記憶することができる。また、記憶部５４は、図４及び図５に示すようなメインバッテリ１０のインピーダンススペクトル（インピーダンス特性、例えば、共振周波数及び温度に応じて変化するインピーダンスの値など）を記憶することができる。

[0070] 制御部６１は、ＤＣ／ＤＣコンバータ３０を動作させる前に、温度取得部５３で取得したメインバッテリ１０の温度、及び記憶部５４に記憶した共振周波数情報に基づいて、メインバッテリ１０を充放電する際の充放電周期を

決定することができる。例えば、共振周波数が１ｋＨｚである場合、制御部６１は、１ｋＨｚの逆数である、１ｍｓを充放電周期として決定することができる。これにより、メインバッテリ１０のインダクタンス成分が小さい周波数に対応する充放電周期でメインバッテリ１０を充放電することができ、メインバッテリ１０を効率よく昇温させることができる。

[0071] 充放電パラメータ設定部６２は、設定部としての機能を有し、メインバッテリ１０の充放電パラメータを設定するために必要なメインバッテリ１０のパラメータに基づいて、充放電パラメータを予め設定する。充放電電流は、メインバッテリ１０の発熱に寄与する物理量であり、メインバッテリ１０のインピーダンスＺの抵抗成分をＲとし、充放電電流をＩとすると、発熱量は（Ｉの２乗×Ｒ）に比例する。

[0072] すなわち、メインバッテリ１０の温度が目標値に到達するまでの昇温時間を短くする（あるいは昇温速度を上げる）ためには、充放電電流Ｉを許容範囲内で増やすようにすればよい。充放電パラメータは、充放電電流を許容範囲内で増やすことができるようなパラメータとすることができる。メインバッテリ１０のパラメータとは、充放電パラメータを予め設定する（すなわち、コントローラ５０によってＤＣ／ＤＣコンバータ３０を動作させる前に充放電パラメータを予め設定する）ために必要なパラメータである。

[0073] 制御部６１は、充放電パラメータ設定部６２で設定した充放電パラメータに基づいて、ＦＥＴ３１、３２のスイッチング動作を制御して、メインバッテリ１０の充放電を制御する。

[0074] すなわち、コントローラ５０によってＤＣ／ＤＣコンバータ３０を動作させる前に（充放電電流を流す前に）予め設定した充放電パラメータに基づいてメインバッテリ１０の充放電を行うことにより、例えば、二次電池に流れる電流を検出し、検出した電流をフィードバック制御して充放電動作を行う必要はないので、フィードバック制御に伴う処理の遅延が生じない。また、フィードバック制御の処理を速くすることによる二次電池の電流の過渡的な変動による不安定動作も生じることがない。

[0075] 上述の構成により、設定された充放電パラメータを用いて、コントローラ５０による充放電動作を開始することができるので、メインバッテリ１０の温度が目標値に到達するまでの昇温時間を短くする（あるいは昇温速度を上げる）ことができ、メインバッテリ１０の昇温速度を向上させることができる。

[0076] 充放電パラメータ設定部６２は、ＤＣ／ＤＣコンバータ３０のＦＥＴ３１、３２のデューティ比を充放電パラメータとして設定することができる。ＦＥＴ３１、３２のデューティ比に応じて、メインバッテリ１０に流れる充電電流及び放電電流を変えることができる。所要の充放電電流に応じたデューティ比を設定することにより、メインバッテリ１０の昇温速度又は昇温時間を向上させることができる。

[0077] より具体的には、メインバッテリ１０を充電する降圧動作において、充放電パラメータ設定部６２は、ＦＥＴ３１のデューティ比（降圧側のデューティ比Ｄ１）を設定することができる。また、メインバッテリ１０を放電する昇圧動作において、充放電パラメータ設定部６２は、ＦＥＴ３２のデューティ比（昇圧側のデューティ比Ｄ２）を設定することができる。

[0078] これにより、メインバッテリ１０の所要の充電電流及び放電電流に応じて、メインバッテリ１０の昇温速度（又は昇温時間）を向上させることができる。

[0079] 次に、メインバッテリ１０、サブバッテリ２０のパラメータに基づいて、充放電パラメータの設定方法について説明する。

[0080] メインバッテリ１０の電圧をＶ１とし、サブバッテリ２０の電圧をＶ２とすると、降圧側のデューティ比Ｄ１は、Ｄ１＝Ｖ２／Ｖ１で設定することができる。また、昇圧側のデューティ比Ｄ２は、Ｄ２＝（Ｖ２－Ｖ１）／Ｖ２で設定することができる。

[0081] また、メインバッテリ１０の電圧Ｖ１は、Ｖ１＝ＯＣＶ１＋Ｉ×Ｒで表すことができる。ここで、ＯＣＶ１はメインバッテリ１０の開放電圧であり、Ｒはメインバッテリ１０のインピーダンスＺの抵抗成分（実成分）であり、

Ｉはメインバッテリ１０の充放電電流である。この場合、降圧側のデューティ比Ｄ１は、Ｄ１＝Ｖ２／（ＯＣＶ１＋Ｉ×Ｒ）で設定することができ、昇圧側のデューティ比Ｄ２は、Ｄ２＝{Ｖ２－（ＯＣＶ１＋Ｉ×Ｒ）}／Ｖ２で設定することができる。なお、サブバッテリ２０側の電圧降下は無視することができるとしたが、電圧降下を考慮することもできる。

[0082] 図７はメインバッテリ１０の開放電圧と充電率との相関関係の一例を示す説明図である。図７において、横軸は開放電圧（ＯＣＶ）を示し、縦軸は充電率（ＳＯＣ）を示す。図７に示すように、メインバッテリ１０の充電率が大きいほど開放電圧が大きくなる。なお、図７に例示する開放電圧と充電率との相関関係は、記憶部５４に記憶してもよく、あるいは演算回路で演算するようにしてもよい。

[0083] 制御部６１は、メインバッテリ１０の充放電履歴に基づいて算出された充電率（ＳＯＣ）を用いて、メインバッテリ１０の開放電圧ＯＣＶ１を算出（推定）することができる。また、制御部６１は、図４～図６に示すような情報に基づいて、メインバッテリ１０のインピーダンスＺの抵抗成分Ｒを算出することができる。

[0084] これにより、所要の充放電電流Ｉを得るための、降圧側のデューティ比Ｄ１及び昇圧側のデューティ比Ｄ２を設定することができる。

[0085] 図８はメインバッテリ１０の充電電流と降圧側のデューティ比Ｄ１との関係の一例を示す模式図である。図中、横軸は充電電流を示し、縦軸はデューティ比を示す。図８に示すように、メインバッテリ１０を所要の時間内に目標温度まで昇温させるのに必要な電流に応じて、必要な降圧側のデューティ比Ｄ１を設定することができる。例えば、目標電流が増加するに応じて、降圧側のデューティ比Ｄ１を大きくすればよい。降圧側のデューティ比Ｄ１は、例えば、０．５１、０．５２、０．５３、０．５４、０．５５などの数値を用いることができるが、これらの数値に限定されない。

[0086] 図９はメインバッテリ１０の放電電流と昇圧側のデューティ比Ｄ２との関係の一例を示す模式図である。図中、横軸は充電電流を示し、縦軸はデュー

ティ比を示す。図９に示すように、メインバッテリ１０を所要の時間内に目標温度まで昇温させるのに必要な電流に応じて、必要な昇圧側のデューティ比Ｄ２を設定することができる。例えば、目標電流が増加するに応じて、昇圧側のデューティ比Ｄ２を小さくすればよい。昇圧側のデューティ比Ｄ２は、例えば、０．４９、０．４８、０．４７、０．４６、０．４５などの数値を用いることができるが、これらの数値に限定されない。

[0087] 上述の例では、メインバッテリ１０の充放電による昇温動作を開始する前に、メインバッテリ１０の温度を検出して、降圧側のデューティ比Ｄ１及び昇圧側のデューティ比Ｄ２を予め設定し、メインバッテリ１０が目標温度に到達するまで、設定したデューティ比Ｄ１、Ｄ２を用いて、メインバッテリ１０の充放電を行う構成であったが、これに限定されない。例えば、メインバッテリ１０の充放電を開始した後に、メインバッテリ１０の温度を逐次検出して、予め設定した降圧側のデューティ比Ｄ１及び昇圧側のデューティ比Ｄ２を調整することもできる。

[0088] すなわち、温度取得部５３は、メインバッテリ１０の状態を検出する検出部としての機能を有し、メインバッテリ１０の温度を取得する。なお、メインバッテリ１０の状態は、予め設定した充放電パラメータ（降圧側のデューティ比Ｄ１及び昇圧側のデューティ比Ｄ２）の変化に影響を与えるような状態であり、例えば、メインバッテリ１０の温度とすることができるが、温度に限定されない。

[0089] 充放電パラメータ調整部６３は、調整部としての機能を有し、メインバッテリ１０の状態に応じて、メインバッテリ１０の充放電パラメータを調整することができる。

[0090] 具体的には、充放電パラメータ調整部６３は、降圧側のデューティ比Ｄ１及び昇圧側のデューティ比Ｄ２を調整することができ、メインバッテリ１０の充放電電流を調整することができる。

[0091] これにより、予め設定した充放電パラメータが変化するような状態が発生しても、充放電パラメータを調整することができ、メインバッテリ１０の昇

温速度の低下を抑制することができる。

[0092] また、メインバッテリ１０の温度に応じて、メインバッテリ１０のパラメータ（例えば、電圧、インピーダンスなど）が変動する。充放電パラメータ調整部６３は、メインバッテリ１０の温度に応じて、メインバッテリ１０の充放電パラメータを調整することができるので、予め設定した充放電パラメータが変化するような状態が発生しても、充放電パラメータを調整することができ、メインバッテリ１０の昇温速度の低下（又は昇温時間の長時間化）を抑制することができる。

[0093] 次に、サブバッテリ２０の過充電、過放電などを防止する方法について説明する。

[0094] 図１０Ａ、図１０Ｂ及び図１０Ｃはサブバッテリ２０の電圧波形の一例を示す模式図である。図２に例示したように、メインバッテリ１０の充電・放電に伴ってサブバッテリ２０の電圧は変動する。図１０Ａの状態は、サブバッテリ２０の電圧は上限値と下限値との間（例えば、平均電圧が２０Ｖ）を推移しているので、サブバッテリ２０に対する電圧調整は特に必要がない。

[0095] 図１０Ｂの状態は、図１０Ａの状態に比べて、平均電圧が２２Ｖに上昇し、サブバッテリ２０の電圧が上限値を超えている。この場合、過充電（過電圧）を抑制すべく、サブバッテリ２０を放電させる必要がある。

[0096] 図１０Ｃの状態は、図１０Ａの状態に比べて、平均電圧が２Ｖに低下し、サブバッテリ２０の電圧が下限値を下回っている。この場合、過放電を抑制すべく、サブバッテリ２０を充電させる必要がある。

[0097] 充放電周期調整部６４は、割合調整部としての機能を有し、サブバッテリ２０の電圧に応じて、メインバッテリ１０の充放電周期内の充電期間と放電期間との割合を調整することができる。

[0098] 図１１はメインバッテリ１０の充放電周期内の充電期間と放電期間との調整方法の一例を示す説明図である。調整例１は、充放電周期をＴｃとすると、充電期間（Ｂｕｃｋ）及び放電期間（Ｂｏｏｓｔ）をそれぞれＴｃ／２としている。すなわち、充電期間と放電期間とは同じである。

[0099] 調整例２は、充電期間（Ｂｕｃｋ）をＴｃ／２＋ΔＴｃとし、放電期間（Ｂｏｏｓｔ）をＴｃ／２－ΔＴｃとする。これにより、図１０Ｂに示すように、サブバッテリ２０の電圧が上限値を超えた場合、メインバッテリ１０の放電期間（すなわち、サブバッテリ２０の充電期間）を短くし、メインバッテリ１０の充電期間（すなわち、サブバッテリ２０の放電期間）を長くして、サブバッテリ２０の電圧が上限値以下になるようにすることができる。

[0100] 調整例３は、充電期間（Ｂｕｃｋ）をＴｃ／２－ΔＴｃとし、放電期間（Ｂｏｏｓｔ）をＴｃ／２＋ΔＴｃとする。これにより、図１０Ｃに示すように、サブバッテリ２０の電圧が下限値を下回った場合、メインバッテリ１０の放電期間（すなわち、サブバッテリ２０の充電期間）を長くし、メインバッテリ１０の充電期間（すなわち、サブバッテリ２０の放電期間）を短くして、サブバッテリ２０の電圧が下限値以上になるようにすることができる。

[0101] 上述の構成により、サブバッテリ２０として、例えば、電気二重層キャパシタ（ＥＤＬＣ）などの小容量で電圧の変動幅が大きい蓄電デバイスを用いる場合に、サブバッテリ２０を適正な状態で使用することができる。

[0102] また、充放電パラメータ調整部６３は、サブバッテリ２０の電圧に応じて、メインバッテリ１０の充放電パラメータを調整することができる。例えば、図１０Ｂに示すように、サブバッテリ２０の電圧が上限値よりも高くなった場合、サブバッテリ２０の電圧を下げるように充放電パラメータを調整することができる。例えば、メインバッテリ１０の充電電流が増加するように（又はサブバッテリ２０の放電電流が増加するように）、あるいは、メインバッテリ１０の放電電流が減少するように（又はサブバッテリ２０の充電電流が減少するように）、降圧側のデューティ比Ｄ１及び昇圧側のデューティ比Ｄ２の少なくとも一方を調整することができる。

[0103] また、図１０Ｃに示すように、サブバッテリ２０の電圧が下限値よりも低くなった場合、サブバッテリ２０の電圧を上げるように充放電パラメータを調整することができる。例えば、メインバッテリ１０の充電電流が減少するように（又はサブバッテリ２０の放電電流が減少するように）、あるいは、

メインバッテリ１０の放電電流が増加するように（又はサブバッテリ２０の充電電流が増加するように）、降圧側のデューティ比Ｄ１及び昇圧側のデューティ比Ｄ２の少なくとも一方を調整することができる。

[0104] 上述の構成により、サブバッテリ２０として、例えば、電気二重層キャパシタ（ＥＤＬＣ）などの小容量で電圧の変動幅が大きい蓄電デバイスを用いる場合に、サブバッテリ２０を適正な状態で使用することができる。

[0105] 図１２はコントローラ５０の処理手順の一例を示すフローチャートである。コントローラ５０は、メインバッテリ１０の温度を取得する（Ｓ１１）。ここで、温度の取得は、温度センサ１３で検出した温度を取得することができる。コントローラ５０は、メインバッテリ１０の充放電周期を特定する（Ｓ１２）。充放電周期は、取得した温度に基づくメインバッテリ１０の共振周波数から求めることができる。なお、充放電周期を予め決定しておくこともできる。

[0106] コントローラ５０は、取得した温度に基づいて、メインバッテリ１０のインピーダンスを特定する（Ｓ１３）。コントローラ５０は、メインバッテリ１０の電圧Ｖ１、サブバッテリ２０の電圧Ｖ２を特定する（Ｓ１４）。

[0107] コントローラ５０は、降圧側のデューティ比Ｄ１を設定し（Ｓ１５）、昇圧側のデューティ比Ｄ２を設定する（Ｓ１６）。コントローラ５０は、メインバッテリ１０の充放電を開始し（Ｓ１７）、メインバッテリ１０の温度が目標値に到達したか否かを判定する（Ｓ１８）。

[0108] メインバッテリ１０の温度が目標値に到達していない場合（Ｓ１８でＮＯ）、コントローラ５０は、メインバッテリ１０の状態が変化したか否かを判定する（Ｓ１９）。ここで、メインバッテリ１０の状態としては、メインバッテリ１０の温度とすることができる。なお、状態変化があると判断される温度変化は、例えば、降圧側のデューティ比Ｄ１及び昇圧側のデューティ比Ｄ２の少なくとも一方を調整する（再設定する）必要がある程度の温度変化とすればよい。

[0109] メインバッテリ１０の状態が変化した場合（Ｓ１９でＹＥＳ）、コントロ

ーラ５０は、ステップＳ１５以降の処理を行う。この場合、ステップＳ１５及びＳ１６の少なくとも一方の処理を行うようにしてもよい。これにより、降圧側のデューティ比Ｄ１及び昇圧側のデューティ比Ｄ２の少なくとも一方を調整する（再設定する）ことができる。

[0110] メインバッテリ１０の状態が変化していない場合（Ｓ１９でＮＯ）、コントローラ５０は、ステップＳ１８の処理を行う。メインバッテリ１０の温度が目標値に到達した場合（Ｓ１８でＹＥＳ）、コントローラ５０は、処理を終了する。

[0111] 本実施の形態のコントローラ５０は、ＣＰＵ（プロセッサ）、ＲＡＭ（メモリ）などを備えた汎用コンピュータを用いて実現することもできる。すなわち、図１２に示すような、各処理の手順を定めたコンピュータプログラムをコンピュータに備えられたＲＡＭ（メモリ）にロードし、コンピュータプログラムをＣＰＵ（プロセッサ）で実行することにより、コンピュータ上でコントローラ５０又は処理部６０を実現することができる。

[0112] 上述のように、本実施の形態によれば、電流又は電圧をフィードバック制御するような従来のＤＣ／ＤＣコンバータに比べて、フィードバック制御に伴う遅延を防止することができ、高速な充放電の切替、すなわち、充放電周期を短くすることが可能となる。また、過度なフィードバック制御によるオーバーシュート等による過渡的な過剰電流の発生を回避することができる。

[0113] 上述の実施の形態では、ＤＣ／ＤＣコンバータ３０は、二つのＦＥＴを備える構成であったが、これに限定されるものではなく、例えば、４つのＦＥＴを備える構成でもよい。

[0114] 上述の実施の形態では、二次電池昇温装置として、コントローラ５０を例に挙げて説明したが、これに限定されない。例えば、二次電池昇温装置は、コントローラ５０に加えて、メインバッテリ１０、サブバッテリ２０及びＤＣ／ＤＣコンバータ３０のいずれか一部又は全部を備える構成でもよい。

[0115] 開示された実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本開示の範囲は上記した説明ではなくて請求の

範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0116] １０　メインバッテリ

１１、２１　電圧センサ

１２　電流センサ

１３　温度センサ

２０　サブバッテリ

３０　ＤＣ／ＤＣコンバータ

３１、３２　ＦＥＴ

３３　インダクタ

５０　コントローラ

５１　電圧取得部

５２　電流取得部

５３　温度取得部

５４　記憶部

６０　処理部

６１　制御部

６２　充放電パラメータ設定部

６３　充放電パラメータ調整部

６４　充放電周期調整部

請求の範囲

[請求項1] 二次電池の充放電を繰り返して該二次電池を昇温させる二次電池昇温装置であって、

前記二次電池の充放電パラメータを設定するために必要な前記二次電池のパラメータに基づいて、前記充放電パラメータを予め設定する設定部と、

該設定部で設定した充放電パラメータに基づいて、前記二次電池の充放電を制御する制御部と

を備える二次電池昇温装置。

[請求項2] 前記設定部は、

前記二次電池の充放電に用いられる昇降圧回路が有するスイッチング素子のデューティ比を前記充放電パラメータとして設定する請求項１に記載の二次電池昇温装置。

[請求項3] 前記設定部は、

前記昇降圧回路が有する前記二次電池に対して直列に接続される前記スイッチング素子としての第１のスイッチング素子及び前記二次電池に対して並列に接続される前記スイッチング素子としての第２のスイッチング素子それぞれのデューティ比を設定する請求項２に記載の二次電池昇温装置。

[請求項4] 前記二次電池の状態を検出する検出部と、

前記二次電池の状態に応じて、前記二次電池の充放電パラメータを調整する調整部とを備える請求項１から請求項３のいずれか一項に記載の二次電池昇温装置。

[請求項5] 前記検出部は、

前記二次電池の温度を検出する請求項４に記載の二次電池昇温装置。

[請求項6] 前記二次電池の充電・放電に応じて放電・充電される補助二次電池の電圧を検出する電圧検出部を備え、

前記調整部は、

前記補助二次電池の電圧に応じて、前記二次電池の充放電パラメータを調整する請求項４又は請求項５に記載の二次電池昇温装置。

[請求項7] 前記調整部は、

前記スイッチング素子のデューティ比を調整する請求項４から請求項６のいずれか一項に記載の二次電池昇温装置。

[請求項8] 前記補助二次電池の電圧に応じて、前記二次電池の充放電周期内の充電期間と放電期間との割合を調整する割合調整部を備える請求項６に記載の二次電池昇温装置。

[請求項9] 前記二次電池のパラメータは、

前記二次電池の電圧と、

前記二次電池の充電・放電に応じて放電・充電される補助二次電池の電圧と

を含む請求項１から請求項８のいずれか一項に記載の二次電池昇温装置。

[請求項10] 前記二次電池のパラメータは、

前記二次電池の充放電周期での前記二次電池のインピーダンスを含む請求項１から請求項９のいずれか一項に記載の二次電池昇温装置。

[請求項11] 前記二次電池の充放電に用いられ、オン・オフを繰り返すスイッチング素子を有する昇降圧回路を備え、

前記制御部は、

前記スイッチング素子をオン・オフして前記二次電池の充放電を制御する請求項１から請求項１０のいずれか一項に記載の二次電池昇温装置。

[請求項12] 前記昇降圧回路は、

前記二次電池に対して直列に接続される第１のスイッチング素子と、

前記二次電池に対して並列に接続される第２のスイッチング素子と

を備え、

前記制御部は、

前記第１のスイッチング素子及び前記第２のスイッチング素子をオン・オフして前記二次電池の充放電を制御する請求項１１に記載の二次電池昇温装置。

[請求項13] 前記二次電池と、

補助二次電池と

を備え、

前記制御部は、

前記補助二次電池を放電させて前記二次電池を充電し、前記補助二次電池を充電して前記二次電池を放電させる請求項１から請求項１２のいずれか一項に記載の二次電池昇温装置。

[請求項14] コンピュータに、二次電池の充放電を繰り返して該二次電池を昇温させるための処理を実行させるコンピュータプログラムであって、

コンピュータに、

前記二次電池の充放電パラメータを設定するために必要な前記二次電池のパラメータに基づいて、前記充放電パラメータを予め設定する処理と、

設定した充放電パラメータに基づいて、前記二次電池の充放電を制御する処理と

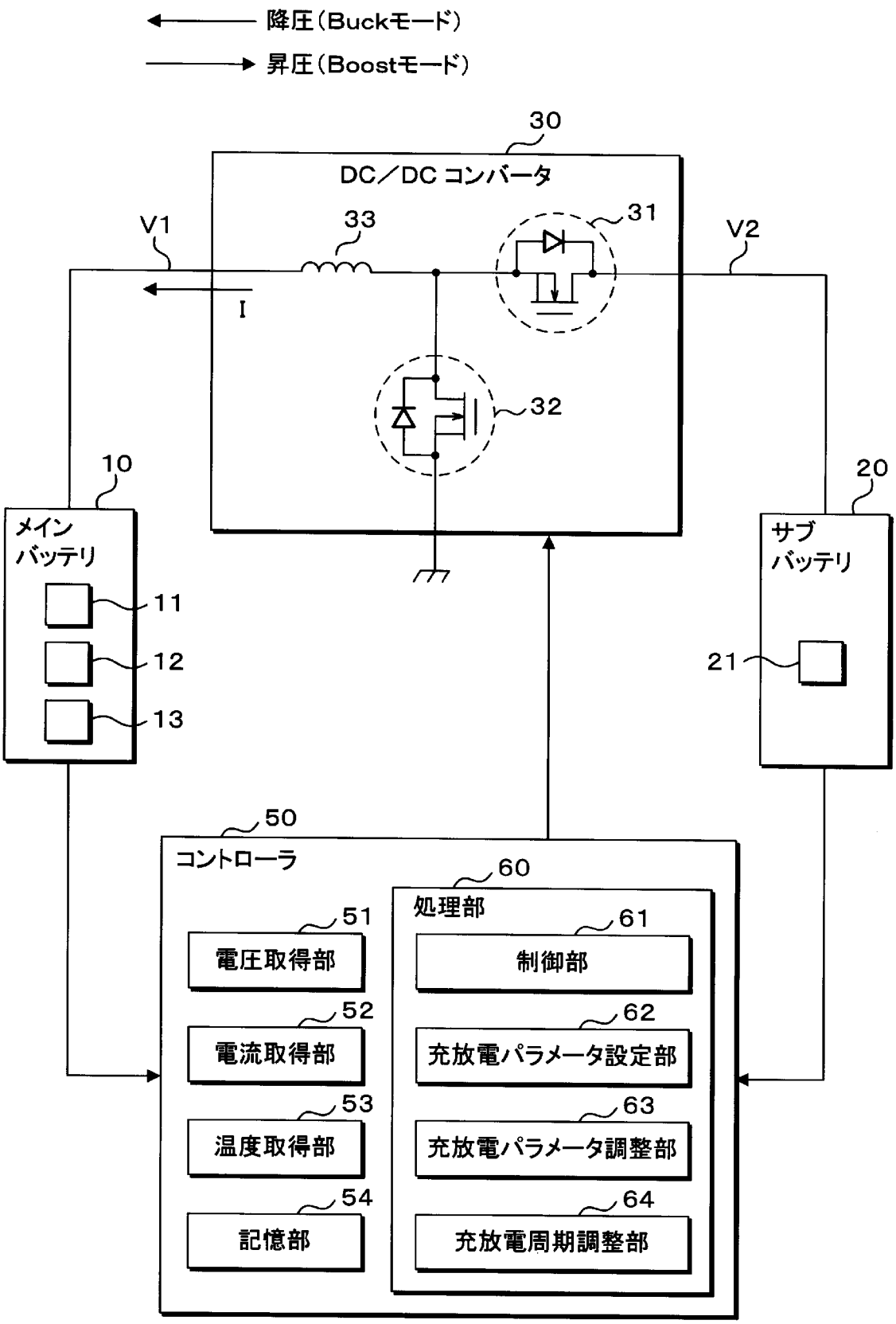
を実行させるコンピュータプログラム。

[請求項15] 二次電池の充放電を繰り返して該二次電池を昇温させる二次電池昇温方法であって、

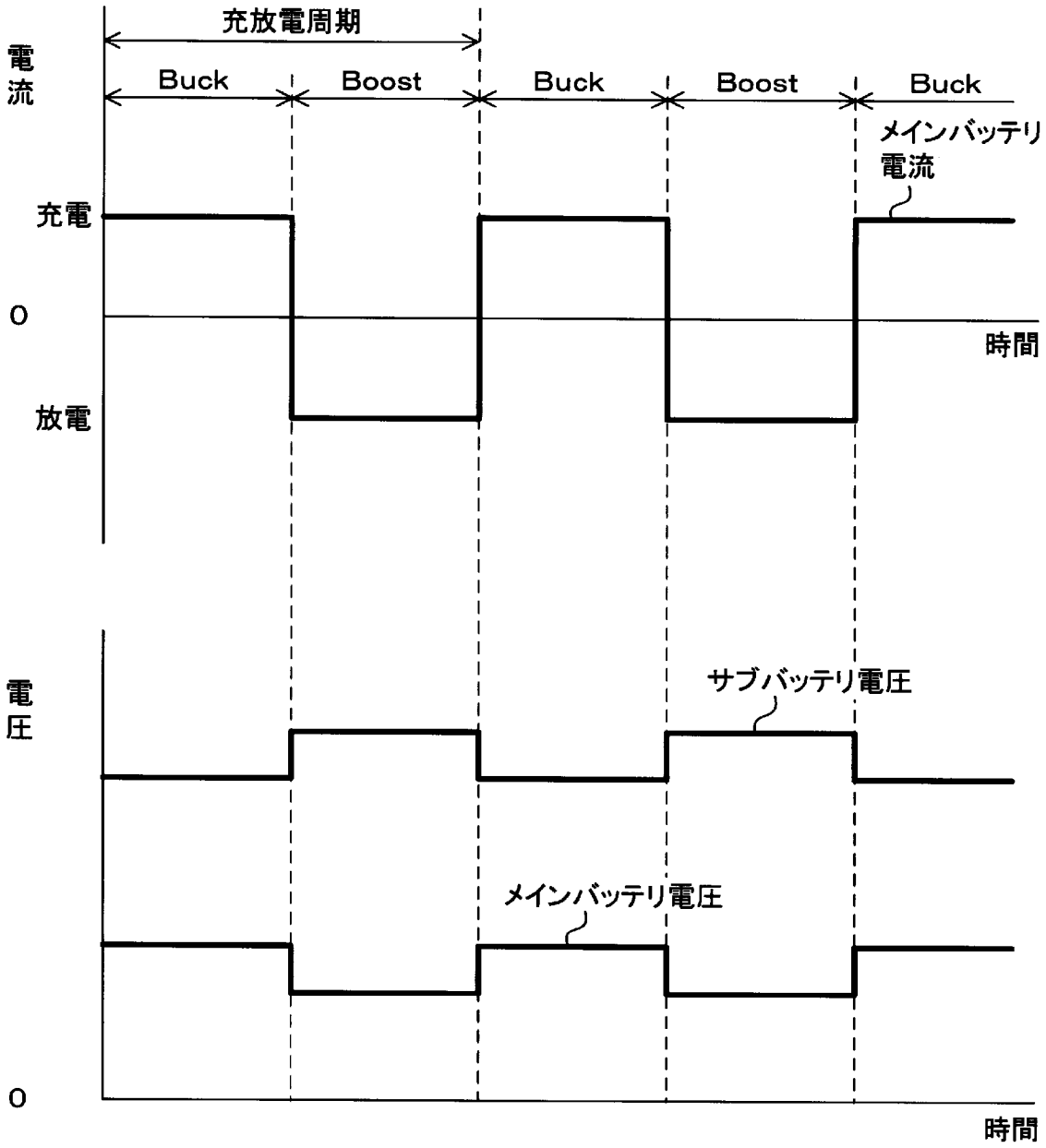
前記二次電池の充放電パラメータを設定するために必要な前記二次電池のパラメータに基づいて、前記充放電パラメータを予め設定し、

設定された充放電パラメータに基づいて、前記二次電池の充放電を制御する二次電池昇温方法。

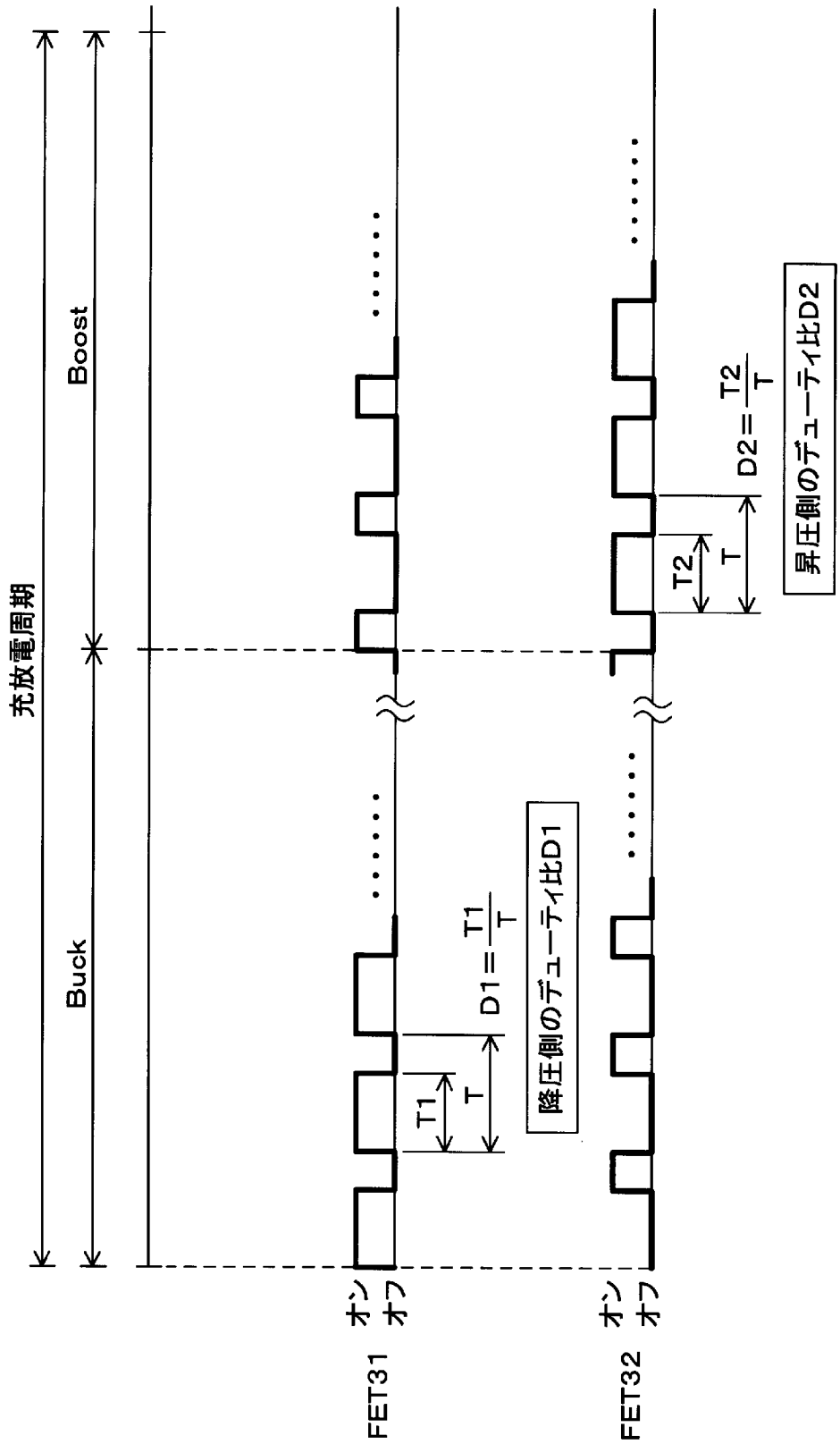
[図1]


降圧(Buckモード)
昇圧(Boostモード)
30
DC／DC コンバータ
V1
33
31
V2
I
32
10
メイン
バッテリ
11
12
13
20
サブ
バッテリ
21
50
コントローラ
60
処理部
51
電圧取得部
61
制御部
52
電流取得部
62
充放電パラメータ設定部
53
温度取得部
63
充放電パラメータ調整部
54
記憶部
64
充放電周期調整部

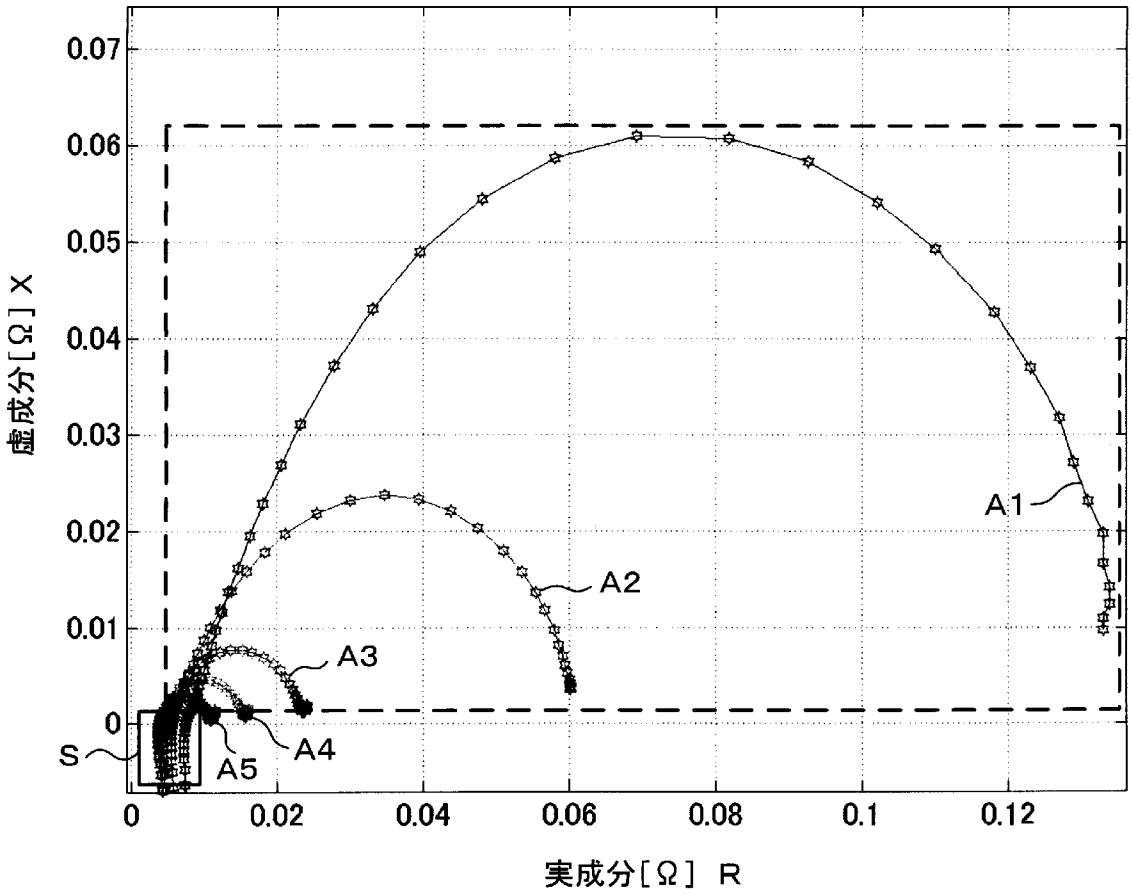
[図2]


充放電周期
電流
Buck
Boost
Buck
Boost
Buck
メインバッテリ
電流
充電
0
時間
放電
電圧
サブバッテリ電圧
メインバッテリ電圧
0
時間

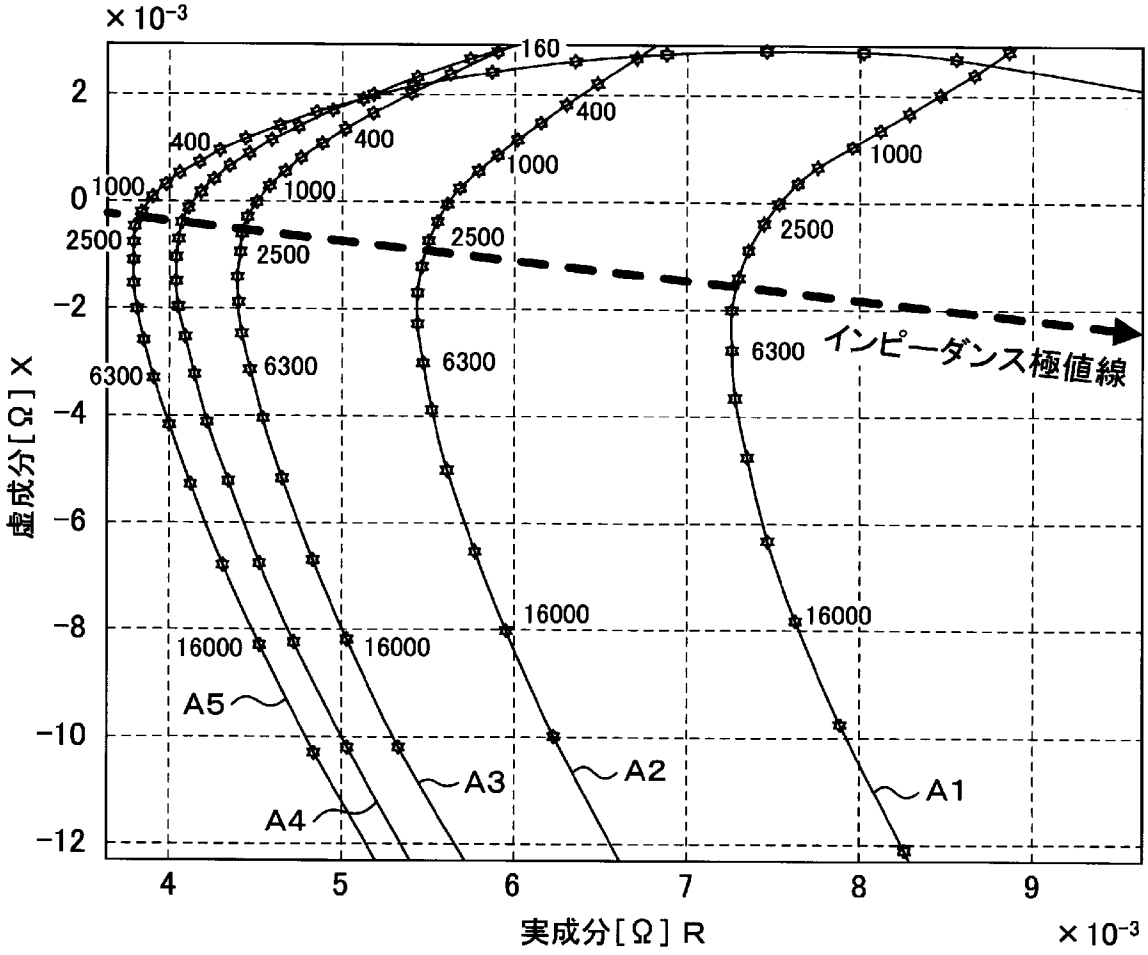
[図3]


充放電周期
Boost
Buck
オン
オフ
FET31
FET32
T1
T
D1=T1/T
降圧側のデューティ比D1
T2
T
D2=T2/T
昇圧側のデューティ比D2

[図4]


0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
虚成分[Ω] X
0
0.02
0.04
0.06
0.08
0.1
0.12
実成分[Ω] R
A1
A2
A3
A4
A5
S

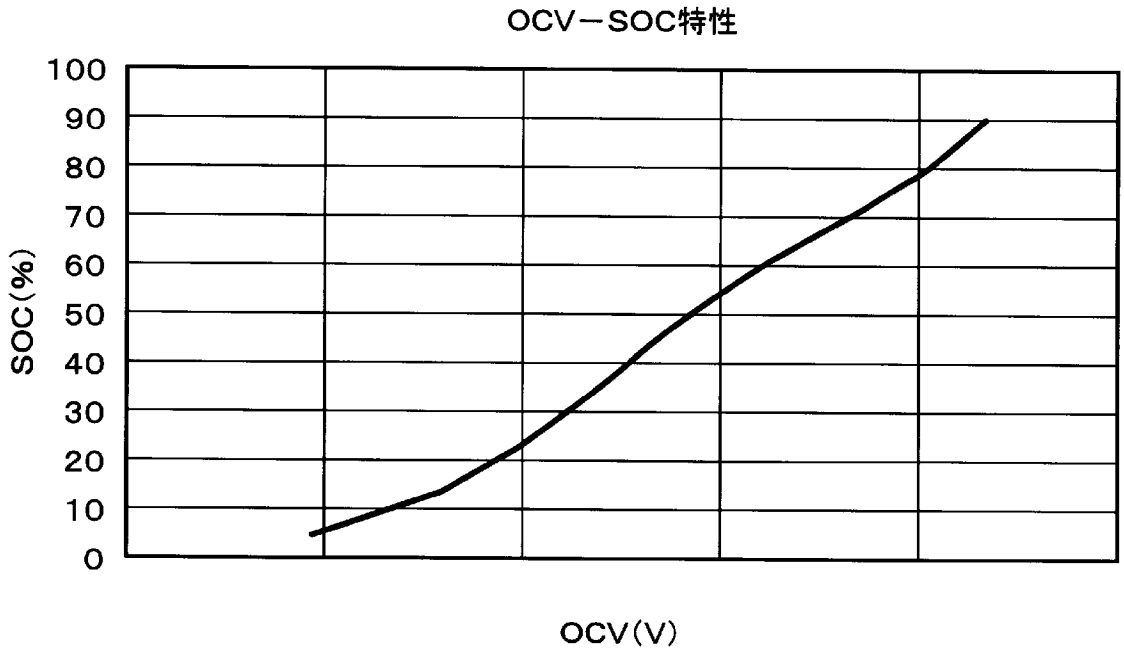
[図5]



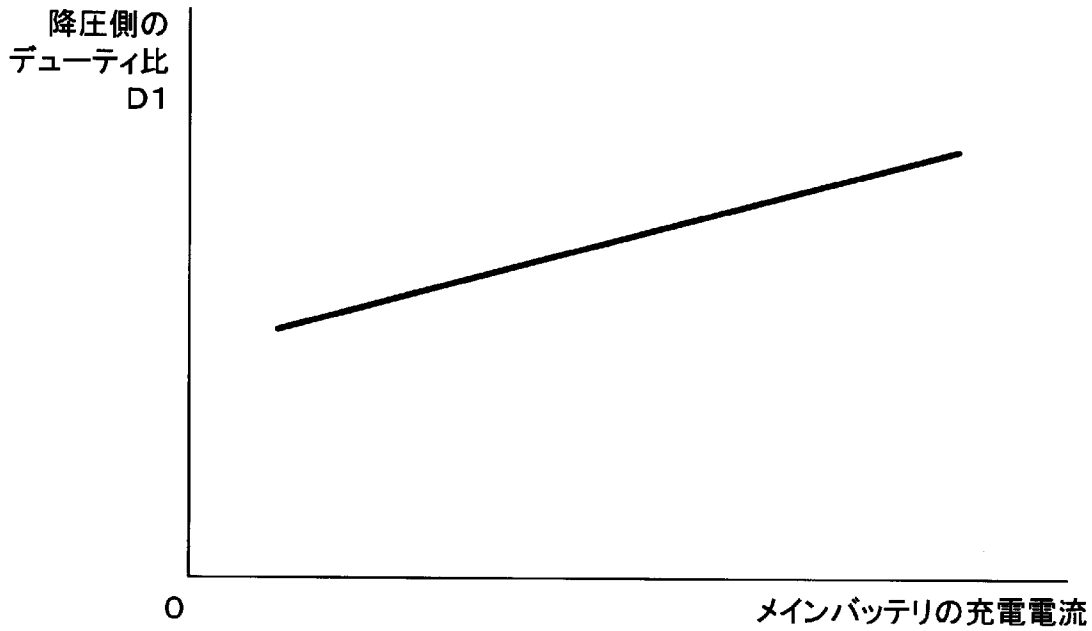
[図6]

メインバッテリ温度(℃)	共振周波数(kHz)
−30	6.1
−25	4.0
−20	3.0
−15	2.0
−10	1.6
−5	1.3
0	1.0

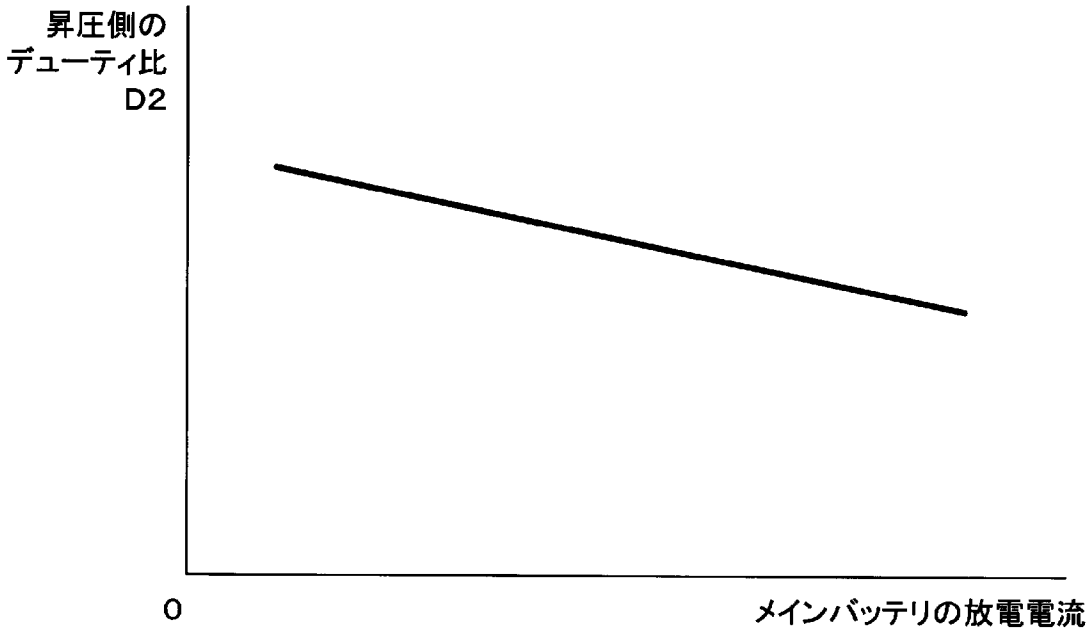
[図7]


OCV－SOC特性
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
SOC(%)
OCV(V)

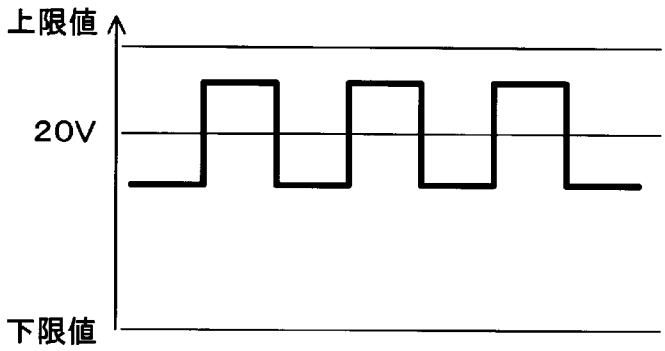
[図8]


降圧側の
デューティ比
D1
0
メインバッテリの充電電流

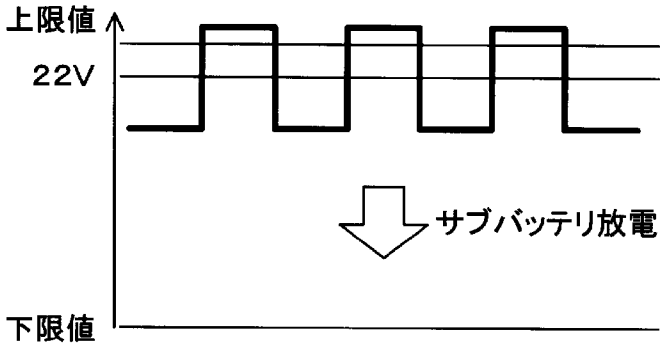
[図9]


昇圧側の
デューティ比
D2
0
メインバッテリの放電電流

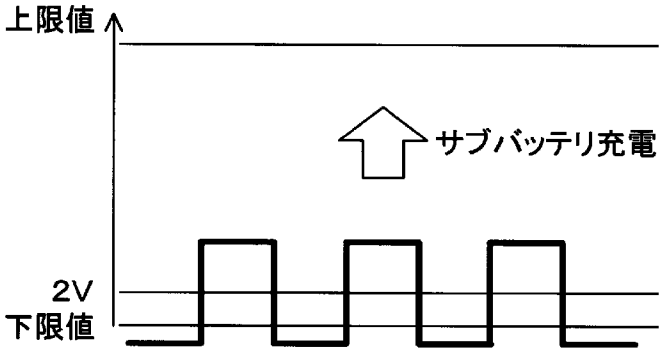
[図10A]


上限値
20V
下限値

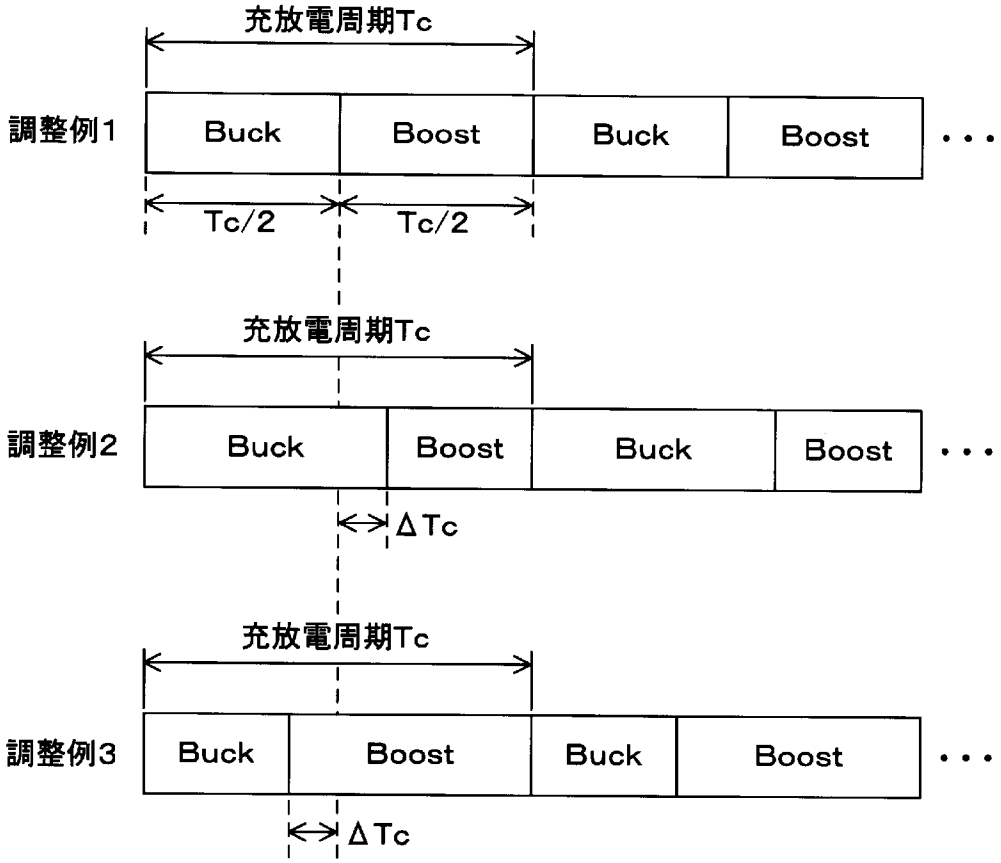
[図10B]


上限値
22V
サブバッテリ放電
下限値

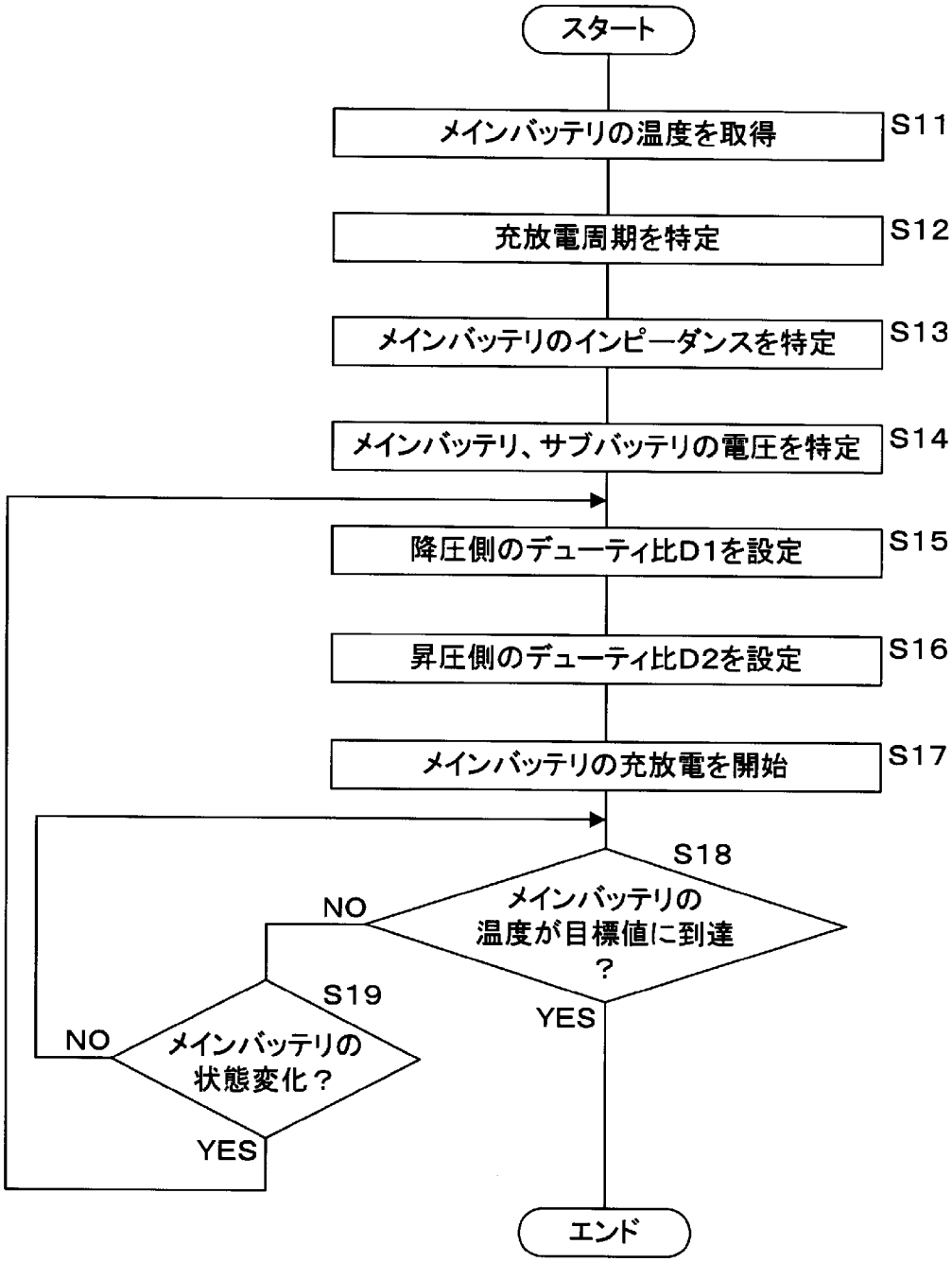
[図10C]


上限値
サブバッテリ充電
2V
下限値

[図11]


充放電周期Tc
調整例1
Buck
Boost
Buck
Boost
Tc/2
Tc/2
充放電周期Tc
調整例2
Buck
Boost
Buck
Boost
ΔTc
充放電周期Tc
調整例3
Buck
Boost
Buck
Boost
ΔTc

[図12]


スタート
メインバッテリの温度を取得
S11
充放電周期を特定
S12
メインバッテリのインピーダンスを特定
S13
メインバッテリ、サブバッテリの電圧を特定
S14
降圧側のデューティ比D1を設定
S15
昇圧側のデューティ比D2を設定
S16
メインバッテリの充放電を開始
S17
S18
メインバッテリの温度が目標値に到達？
NO
YES
S19
メインバッテリの状態変化？
NO
YES
エンド

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/031163

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01M10/637(2014.01)i, B60L58/27(2019.01)i, H01M10/48(2006.01)i, H01M10/615(2014.01)i, H01M10/625(2014.01)i, H01M10/633(2014.01)i, H02J7/00(2006.01)i, H02J7/04(2006.01)i

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)

Int. Cl. H01M10/637, B60L58/27, H01M10/48, H01M10/615, H01M10/625, H01M10/633, 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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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.
X Y	JP 2012-135085 A (NIPPON SOKEN, INC.) 12 July 2012, paragraphs [0035]-[0045], [0080]-[0093], fig. 1, 3, 7 & US 2012/0153877 A1, paragraphs [0043]-[0051], [0083]-[0096], fig. 1, 3, 7 & CN 102545317 A	1-5, 7, 10-15 6, 8, 9
Y	JP 2015-125880 A (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) 06 July 2015, paragraphs [0018]-[0054], fig. 1-3B & US 2016/0318418 A1, paragraphs [0035]-[0094], fig. 1-3B & WO 2015/099138 A1 & EP 3089256 A1 & CA 2935019 A1	6, 8, 9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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 30.08.2019	Date of mailing of the international search report 10.09.2019
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０３１１６３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01M10/637(2014.01)i, B60L58/27(2019.01)i, H01M10/48(2006.01)i, H01M10/615(2014.01)i, H01M10/625(2014.01)i, H01M10/633(2014.01)i, H02J7/00(2006.01)i, H02J7/04(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01M10/637, B60L58/27, H01M10/48, H01M10/615, H01M10/625, H01M10/633, H02J7/00, H02J7/04

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

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９年

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）

Ｃ．　関連すると認められる文献

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
X Y	JP 2012-135085 A (株式会社日本自動車部品総合研究所) 2012.07.12, ［００３５］－［００４５］、［００８０］－［００９３］、図１、図３、図７ & US 2012/0153877 A1, [0043]-[0051], [0083]-[0096], Figs.1, 3, 7 & CN 102545317 A	1-5,7,10-15 6,8,9
Y	JP 2015-125880 A (川崎重工業株式会社) 2015.07.06, ［００１８］－［００５４］、図１－３Ｂ & US 2016/0318418 A1, [0035]-[0094], Figs.1-3B & WO 2015/099138 A1 & EP 3089256 A1 & CA 2935019 A1	6,8,9

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「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
「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）
「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
「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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
「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
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
３０．０８．２０１９	１０．０９．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｔ　４０５７
田中　寛人
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５６８