

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6880318号
(P6880318)

(45) 発行日 令和3年6月2日(2021.6.2)

(24) 登録日 令和3年5月7日(2021.5.7)

(51) Int.Cl.	F I
B60L 58/22 (2019.01)	B60L 58/22
B60L 7/14 (2006.01)	B60L 7/14
B60L 58/20 (2019.01)	B60L 58/20
B60L 58/21 (2019.01)	B60L 58/21
H02J 7/02 (2016.01)	H02J 7/02
	J
	請求項の数 10 (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2020-519550 (P2020-519550)
 (86) (22) 出願日 平成31年4月25日 (2019.4.25)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2019/017551
 (87) 国際公開番号 W02019/220906
 (87) 国際公開日 令和1年11月21日 (2019.11.21)
 審査請求日 令和2年10月21日 (2020.10.21)
 (31) 優先権主張番号 特願2018-92865 (P2018-92865)
 (32) 優先日 平成30年5月14日 (2018.5.14)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 日本国 (JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000005326
 本田技研工業株式会社
 東京都港区南青山二丁目1番1号
 (74) 代理人 100077665
 弁理士 千葉 剛宏
 (74) 代理人 100116676
 弁理士 宮寺 利幸
 (74) 代理人 100191134
 弁理士 千馬 隆之
 (74) 代理人 100136548
 弁理士 仲宗根 康晴
 (74) 代理人 100136641
 弁理士 坂井 志郎
 (74) 代理人 100180448
 弁理士 関口 亨祐

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電源システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のバッテリーと、複数の前記バッテリーと負荷との間で電氣的に接続される複数の入出力調整装置と、複数の前記入出力調整装置を制御することで複数の前記バッテリーに対する電力の入出力を制御する制御装置とを有する電源システムであって、

前記制御装置は、

複数の前記バッテリーから複数の前記入出力調整装置を介して前記負荷に電力を出力する力行時には、複数の前記バッテリーのSOC平均値を超えるSOCを有するバッテリーから優先して前記電力を出力するように複数の前記入出力調整装置を制御し、

前記力行時に、前記SOC平均値を超えるバッテリーから出力可能な電力量が、前記負荷の要求出力よりも大きい場合には、該バッテリーから前記入出力調整装置を介して前記負荷に前記電力を出力するように、複数の前記入出力調整装置を制御し、

前記負荷から複数の前記入出力調整装置を介して複数の前記バッテリーに電力を入力する回生時には、複数の前記バッテリーのうち、前記SOCが前記SOC平均値以下のバッテリーに優先して前記電力を入力するように複数の前記入出力調整装置を制御する、電源システム。

【請求項2】

複数のバッテリーと、複数の前記バッテリーと負荷との間で電氣的に接続される複数の入出力調整装置と、複数の前記入出力調整装置を制御することで複数の前記バッテリーに対する電力の入出力を制御する制御装置とを有する電源システムにおいて、

10

20

前記制御装置は、

複数の前記バッテリーから複数の前記入出力調整装置を介して前記負荷に電力を出力する力行時には、複数の前記バッテリーのSOC平均値を超えるSOCを有するバッテリーから優先して前記電力を出力するように複数の前記入出力調整装置を制御し、

前記力行時に、前記負荷の要求出力が、前記SOC平均値を超えるバッテリーから出力可能な電力量以上である場合には、該バッテリーから前記入出力調整装置を介して前記負荷に前記電力量だけ出力し、一方で、前記SOC平均値以下のバッテリーから、該バッテリーに接続されている入出力調整装置を介して前記負荷に、前記要求出力に対する不足分の電力量を出力するように、複数の前記入出力調整装置を制御し、

前記負荷から複数の前記入出力調整装置を介して複数の前記バッテリーに電力を入力する回生時には、複数の前記バッテリーのうち、前記SOCが前記SOC平均値以下のバッテリーに優先して前記電力を入力するように複数の前記入出力調整装置を制御する、電源システム。

10

【請求項3】

請求項1又は2記載の電源システムにおいて、

前記制御装置は、前記SOC平均値を超えるバッテリーが複数ある場合、複数の該バッテリーから同じ電力量だけ出力するか、又は、前記要求出力に対する複数の該バッテリーの負担率に応じた電力量だけ出力するように、複数の前記入出力調整装置を制御する、電源システム。

【請求項4】

20

複数のバッテリーと、複数の前記バッテリーと負荷との間で電氣的に接続される複数の入出力調整装置と、複数の前記入出力調整装置を制御することで複数の前記バッテリーに対する電力の入出力を制御する制御装置とを有する電源システムにおいて、

前記制御装置は、

複数の前記バッテリーから複数の前記入出力調整装置を介して前記負荷に電力を出力する力行時には、複数の前記バッテリーのSOC平均値を超えるSOCを有するバッテリーから優先して前記電力を出力するように複数の前記入出力調整装置を制御し、

前記負荷から複数の前記入出力調整装置を介して複数の前記バッテリーに電力を入力する回生時には、前記SOC平均値以下のSOCを有するバッテリーに優先して前記電力を入力するように、複数の前記入出力調整装置を制御し、

30

前記回生時に、前記SOC平均値以下のバッテリーに入力可能な電力量が、前記負荷からの回生電力よりも大きい場合には、前記負荷から前記入出力調整装置を介して前記バッテリーに前記回生電力を入力するように、複数の前記入出力調整装置を制御する、電源システム。

【請求項5】

複数のバッテリーと、複数の前記バッテリーと負荷との間で電氣的に接続される複数の入出力調整装置と、複数の前記入出力調整装置を制御することで複数の前記バッテリーに対する電力の入出力を制御する制御装置とを有する電源システムにおいて、

前記制御装置は、

複数の前記バッテリーから複数の前記入出力調整装置を介して前記負荷に電力を出力する力行時には、複数の前記バッテリーのSOC平均値を超えるSOCを有するバッテリーから優先して前記電力を出力するように複数の前記入出力調整装置を制御し、

40

前記負荷から複数の前記入出力調整装置を介して複数の前記バッテリーに電力を入力する回生時には、前記SOC平均値以下のSOCを有するバッテリーに優先して前記電力を入力するように、複数の前記入出力調整装置を制御し、

前記回生時に、前記負荷からの回生電力が、前記SOC平均値以下のバッテリーに入力可能な電力量以上である場合には、前記負荷から前記入出力調整装置を介して前記バッテリーに前記電力量だけ入力し、一方で、前記SOC平均値を超えるバッテリーに、前記回生電力の残余分の電力量を入力するように、複数の前記入出力調整装置を制御する、電源システム。

50

【請求項 6】

請求項 4 又は 5 記載の電源システムにおいて、

前記制御装置は、前記 SOC 平均値以下のバッテリーが複数ある場合、複数の該バッテリーに同じ電力量を入力するか、又は、前記回生電力に対する複数の該バッテリーの負担率に応じた電力量だけ入力するように、複数の前記入出力調整装置を制御する、電源システム。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の電源システムにおいて、

前記制御装置は、

前記力行時には、複数の前記バッテリーについて、最大の SOC と最小の SOC との差が所定値を超える場合、複数の前記バッテリーのうち、SOC が前記最大の SOC と前記最小の SOC との間の前記 SOC 平均値を超えるバッテリーから優先して前記電力を出力するように複数の前記入出力調整装置を制御し、

前記回生時には、前記差が前記所定値を超える場合、複数の前記バッテリーのうち、前記 SOC が前記 SOC 平均値以下のバッテリーに優先して前記電力を入力するように複数の前記入出力調整装置を制御する、電源システム。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の電源システムにおいて、

複数の前記バッテリーの個数は、3 個以上であり、

前記制御装置は、前記力行時において、複数の前記バッテリーのうち、SOC が前記 SOC 平均値を超えるバッテリーが 2 個以上である場合、該 2 個以上の前記バッテリーから同じ電力量だけ出力するように複数の前記入出力調整装置を制御するか、又は、該 2 個以上の前記バッテリーから互いに異なる電力量を出力するように複数の前記入出力調整装置を制御する、電源システム。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の電源システムにおいて、

複数の前記バッテリーは、同一種類のバッテリー、又は、異なる種類のバッテリーである、電源システム。

【請求項 10】

請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の電源システムにおいて、

複数の前記バッテリーは、該バッテリーを監視するバッテリーマネジメントシステムを含む複数のバッテリーパックにそれぞれ収容されている、電源システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のバッテリーと負荷との間に電氣的に接続される複数の入出力調整装置を制御することで、複数のバッテリーに対する電力の入出力を制御する電源システムに関する。

【背景技術】

【0002】

特開 2017 - 99242 号公報には、出力型バッテリー及び容量型バッテリーの異なる 2 種類のバッテリーを用いた電源システムであって、出力型バッテリーの SOC (State Of Charge) を制御することで、力行時にはバッテリーの出力を維持し、回生時にはバッテリーの電力の受入れを維持することが開示されている。

【0003】

特開 2015 - 220772 号公報には、高出力且つ高価な第 1 蓄電器 (メインバッテリー) と、相対的に内部抵抗値の高い廉価な複数の第 2 蓄電器 (サブバッテリー) とを備え、サブバッテリーが着脱可能な電源システムが開示されている。

【発明の概要】

【0004】

特開 2015 - 220772 号公報のサブバッテリーのように、負荷に対して同じ種類の

10

20

30

40

50

複数のバッテリーを並列に接続する場合、バッテリー毎にSOCがばらついていると、SOC又はバッテリー電圧の低いバッテリーの出力に引きずられて、電源システム全体の出力が低くなってしまふ。

【0005】

そこで、バッテリー間で電力の授受を行うことで、各バッテリーのSOCを合わせようとする、バッテリーに対する電力の入出力を制御するDC/DCコンバータ(入出力装置)、配線、及び、バッテリーを収容するバッテリーパックで電力損失が発生し、電力効率が却って低下する。

【0006】

一方、特開2017-99242号公報には、出力型バッテリー及び容量型バッテリーの異なる特性の2種類のバッテリー間のSOCを制御する手法は開示されているが、同じ種類の複数のバッテリー間のSOCの制御手法については何ら開示されていない。

10

【0007】

従って、異なる種類のバッテリー間でのSOCの制御のみならず、同じ種類のバッテリー間でのSOCの制御が望まれている。

【0008】

本発明は、このような課題を考慮してなされたものであり、複数のバッテリー間のSOCを適切に制御することが可能な電源システムを提供することを目的とする。

【0009】

本発明の態様は、複数のバッテリーと、複数の前記バッテリーと負荷との間で電氣的に接続される複数の入出力調整装置と、複数の前記入出力調整装置を制御することで複数の前記バッテリーに対する電力の入出力を制御する制御装置とを有する電源システムに関する。

20

【0010】

前記制御装置は、複数の前記バッテリーから複数の前記入出力調整装置を介して前記負荷に電力を出力する力行時には、複数の前記バッテリーのうち、SOCが閾値を超えるバッテリーから優先して前記電力を出力するように複数の前記入出力調整装置を制御し、前記負荷から複数の前記入出力調整装置を介して複数の前記バッテリーに電力を入力する回生時には、複数の前記バッテリーのうち、前記SOCが前記閾値以下のバッテリーに優先して前記電力を入力するように複数の前記入出力調整装置を制御する。

【0011】

本発明によれば、力行時には、SOCの低いバッテリーからの出力を抑制し、一方で、回生時には、SOCの低いバッテリーに優先的に電力を入力して、SOCを回復させるようにしている。これにより、複数のバッテリー間でのSOCのばらつきが抑制され、複数のバッテリーを有する電源システムの出力を向上させることができる。

30

【0012】

また、複数のバッテリー間でSOCのばらつきがあっても、電力の授受を行うことなくSOCを回復させるので、電力効率の低下も抑制することができる。

【0013】

このように、本発明では、複数のバッテリー間のSOCを適切に制御することが可能となる。

40

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本実施形態に係る電源システムの構成図である。

【図2】複数の第1バッテリーのSOCの概念図である。

【図3】力行時及び回生時での複数の第1バッテリーのSOCと負担率との関係を示す図である。

【図4】力行時及び回生時での複数の第1バッテリーのSOCと負担率との関係を示す図である。

【図5】力行時の動作を示すフローチャートである。

【図6】回生時の動作を示すフローチャートである。

50

【図7】変形例での力行時の動作を示すフローチャートである。

【図8】変形例での力行時の動作を示すフローチャートである。

【図9】変形例での回生時の動作を示すフローチャートである。

【図10】変形例での回生時の動作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】

【0015】

以下、本発明に係る電源システムについて好適な実施形態を例示し、添付の図面を参照しながら説明する。

【0016】

[1. 本実施形態の構成]

本実施形態に係る電源システム10は、図1に示すように、複数の第1バッテリー12、複数のDC/DCコンバータ(入出力調整装置)14、第2バッテリー16、パワードライブユニット(PDU)18、バッテリーECU(制御装置)20、及び、モータジェネレータECU(MG-ECU)22を有する。電源システム10は、例えば、二輪車、三輪車、四輪車等の電動車両24に適用される。

【0017】

複数の第1バッテリー12は、電動車両24に対して着脱可能な着脱式のバッテリーである。具体的に、複数の第1バッテリー12の各々は、第1バッテリー12を監視するバッテリーマネジメントシステム(BMU)26を含むバッテリーパック28に収容されている。複数の第1バッテリー12は、電動車両24に対してバッテリーパック28を着脱することで、該電動車両24に対して着脱可能である。なお、複数の第1バッテリー12は、同一種類のバッテリーであってもよいし、又は、互いに異なる種類のバッテリーであってもよい。また、図1に示す第1バッテリー12の個数は一例であり、電源システム10は、2個以上の第1バッテリー12を備えていればよい。

【0018】

また、複数のBMU26は、不図示のセンサを用いて、第1バッテリー12のバッテリー電圧、バッテリー電流及び温度を逐次検出する。これらの第1バッテリー12の状態は、複数のBMU26から通信線30を介してバッテリーECU20に逐次送信される。

【0019】

複数のDC/DCコンバータ14は、1次側が複数の第1バッテリー12のうち、いずれか1つの第1バッテリー12と電氣的に接続され、2次側がPDU18と電氣的に接続されている。従って、複数のDC/DCコンバータ14は、PDU18に対して並列に接続されている。複数のDC/DCコンバータ14は、1次側に接続されている第1バッテリー12のバッテリー電圧を昇降圧することで、PDU18に出力する電圧(出力電圧)を所望の出力電圧値に調整すると共に、PDU18に流す電流(出力電流)を所望の出力電流値に調整する。また、複数のDC/DCコンバータ14は、通信線30を介して、バッテリーECU20に自己の状態を逐次送信する。

【0020】

第2バッテリー16は、電動車両24に備わる固定式のバッテリーである。第2バッテリー16についても、不図示のセンサによって、バッテリー電圧、バッテリー電流及び温度が検出される。これらの第2バッテリー16の状態は、通信線32を介してバッテリーECU20に逐次送信される。なお、第2バッテリー16は、後述するように、必須の構成要素ではない。

【0021】

PDU18は、三相ブリッジ型のインバータを含み構成される。PDU18の入力側には、複数のDC/DCコンバータ14及び第2バッテリー16が並列に接続されている。PDU18の出力側には、電源システム10の負荷である電動車両24のモータ34が電氣的に接続されている。電動車両24の力行時には、複数の第1バッテリー12から複数のDC/DCコンバータ14を介してPDU18に、又は、第2バッテリー16からPDU18に、直流電力が供給される。PDU18は、直流電力を三相の交流電力に変換してモータ34に供給する。これにより、モータ34を駆動させ、電動車両24を走行させることが

10

20

30

40

50

できる。一方、電動車両24の回生時に、PDU18は、モータ34が発電した交流電力を直流電力に変換する。これにより、複数のDC/DCコンバータ14を介して複数の第1バッテリー12に直流電力を入力(充電)し、又は、第2バッテリー16に直流電力を入力(充電)することができる。

【0022】

MG-ECU22は、PDU18及びモータ34を制御するためのECU(電子制御装置)である。MG-ECU22とPDU18及びバッテリーECU20とは、通信線36、38を介して、信号又は情報の送受信が可能である。また、MG-ECU22とモータ34とは、通信線40を介して電氣的に接続されている。

【0023】

すなわち、MG-ECU22は、通信線36を介して、PDU18を構成するスイッチング素子を動作させるための制御信号(トルクの指令値を示す信号)を供給する。PDU18は、通信線36を介して、PDU18の状態やMG-ECU22に対する保護要求を送信する。モータ34は、通信線40を介して、モータ34の状態やMG-ECU22に対する保護要求を送信する。

【0024】

MG-ECU22には、電動車両24の運転者が操作するアクセル操作部又はスロットル操作部等の操作量や、車速、補機の負荷要求値等の電動車両24の状態が入力される。MG-ECU22は、入力された電動車両24の状態や、PDU18及びモータ34から送信された情報に基づいて、モータ34の要求出力を算出し、算出した要求出力を、通信線38を介してバッテリーECU20に送信する。なお、モータ34の要求出力には、力行時にモータ34が各第1バッテリー12及び第2バッテリー16に要求する、該モータ34の駆動に必要とされる電力量(力行時要求出力)と、回生時にモータ34が発電した際に、該モータ34が各第1バッテリー12及び第2バッテリー16に要求する、モータ34からの回生電力量(回生時要求出力)とがある。また、MG-ECU22は、通信線38を介して、PDU18の状態等をバッテリーECU20に送信可能である。

【0025】

バッテリーECU20は、複数のDC/DCコンバータ14を制御するためのECUである。バッテリーECU20は、不図示のメモリに記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、各種の処理を行う。具体的に、バッテリーECU20は、受信した複数の第1バッテリー12及び第2バッテリー16の各々の状態から、各第1バッテリー12及び第2バッテリー16のSOCを算出する。また、バッテリーECU20は、力行時に各第1バッテリー12及び第2バッテリー16から出力可能な電力量(力行時許可電力量)と、回生時に各第1バッテリー12及び第2バッテリー16に入力可能な電力量(回生時許可電力量)とを算出する。さらに、バッテリーECU20は、受信した複数のDC/DCコンバータ14の状態から、各DC/DCコンバータ14の制限電流値を算出する。

【0026】

バッテリーECU20は、力行時には、算出した各SOC、各力行時許可電力量及び各制限電流値と、MG-ECU22から受信したモータ34の要求出力(力行時要求出力)等とに基づいて、全ての第1バッテリー12及び第2バッテリー16から出力可能な電力量の合計値(力行時合計電力量)を算出する。そして、バッテリーECU20は、各第1バッテリー12及び第2バッテリー16の状態に基づき、力行時合計電力量を分配することで、実際に各第1バッテリー12及び第2バッテリー16から出力する電力量(力行時電力分配量)を算出する。

【0027】

一方、バッテリーECU20は、回生時には、各回生時許可電力量及び各制限電流値と、MG-ECU22から受信したモータ34の要求出力(回生時要求出力)等とに基づいて、全ての第1バッテリー12及び第2バッテリー16に入力可能な電力量の合計値(回生時合計電力量)を算出する。そして、バッテリーECU20は、各第1バッテリー12及び第2バッテリー16の状態に基づき、回生時合計電力量を分配することで、実際に各第1バッテリー

10

20

30

40

50

12及び第2バッテリー16に入力する電力量（回生時電力分配量）を算出する。

【0028】

そして、バッテリーECU20は、複数のDC/DCコンバータ14の各々について、算出した各力行時電力分配量に基づく力行時の電流目標値を算出するか、又は、算出した各回生時電力分配量に基づく回生時の電流目標値を算出する。これにより、バッテリーECU20は、通信線30を介して、複数のDC/DCコンバータ14に電流目標値を送信すると共に、MG-ECU22に各第1バッテリー12及び第2バッテリー16のSOC等のバッテリー情報を送信する。

【0029】

複数のDC/DCコンバータ14は、受信した電流目標値に基づいて、接続されている第1バッテリー12のバッテリー電圧を昇降圧することにより、2次側（PDU18の入力側）に出力する出力電圧を調整すると共に、2次側に出力する出力電流を電流目標値に調整する。一方、MG-ECU22は、受信した各第1バッテリー12及び第2バッテリー16の情報に基づく制御信号を、通信線36を介してPDU18に送信する。PDU18は、受信した制御信号に基づいてスイッチング素子を動作させる。

【0030】

これにより、力行時には、各第1バッテリー12及び第2バッテリー16から力行時電力分配量に応じた直流電力が出力され、PDU18は、出力された各直流電力を交流電力に変換してモータ34に供給する。これにより、モータ34が駆動されて、電動車両24を走行させることができる。一方、回生時には、モータ34が発電して交流電力をPDU18に出力し、PDU18は、交流電力を直流電力に変換する。変換後の直流電力は、各回生時電力分配量に応じて分配され、各第1バッテリー12及び第2バッテリー16に入力（充電）される。

【0031】

[2.電力量の分配の概要]

以上のように構成される本実施形態に係る電源システム10に関し、バッテリーECU20内で行われる電力量の分配の概念について、図2～図4を参照しながら説明する。なお、図1では、第2バッテリー16が配設されているが、以下の説明では、複数の第1バッテリー12に対する電力量の分配について説明する。従って、電源システム10において、第2バッテリー16は、必須の構成要素ではないことに留意する。

【0032】

図2は、複数の第1バッテリー12のSOCの概念図である。電源システム10に複数の第1バッテリー12が備わる場合（図1及び図2では4個の第1バッテリー12）、図2に示すように、個々の第1バッテリー12のSOCが互いに異なる場合がある。ここで、第1バッテリー12の個数をNとし、複数の第1バッテリー12のSOCの平均値（閾値、SOC平均値）をSOC_{ave}とし、SOC平均値SOC_{ave}を超える第1バッテリー12の個数をnとし、全ての第1バッテリー12のうち、最大のSOCと、最小のSOCとの差をSOCとする。従って、SOC平均値SOC_{ave}以下の第1バッテリー12の個数は、(N - n)となる。

【0033】

図2の例では、N = 4、n = 3、N - n = 1である。なお、以下の説明において、「SOC平均値SOC_{ave}を超えるn個の第1バッテリー12」を「n個の第1バッテリー12」と呼称し、「SOC平均値SOC_{ave}以下の(N - n)個の第1バッテリー12」を「(N - n)個の第1バッテリー12」と呼称する場合がある。

【0034】

バッテリーECU20では、図3及び図4に示す概念に従って、力行時及び回生時において、各第1バッテリー12に対する力行時電力分配量及び回生時電力分配量を決定する。図3及び図4は、横軸をSOCとし、縦軸を力行時及び回生時における各第1バッテリー12の負担率としたときのSOCと負担率との関係を示した図である。

【0035】

10

20

30

40

50

ここで、負担率とは、要求出力（力行時要求出力、回生時要求出力）に対して、どの程度の割合で各第1バッテリー12が電力量の入出力を負担すべきかを示したものである。バッテリーECU20では、力行時には、力行時要求出力に対して力行時合計電力量を算出するが、力行時の負担率とは、力行時要求出力（力行時合計電力量）に対して、各第1バッテリー12がどの程度の割合で電力量を出力（負担）するかを示したものである。一方、バッテリーECU20では、回生時には、回生時要求出力に対して回生時合計電力量を算出するが、回生時の負担率とは、回生時要求出力（回生時合計電力量）に対して、各第1バッテリー12がどの程度の割合で電力量を入力（負担）するかを示したものである。

【0036】

また、力行時には、複数の第1バッテリー12からモータ34への方向に電力が出力され、一方で、回生時には、モータ34から複数の第1バッテリー12への方向、すなわち、力行時の方向とは逆方向に電力が入力（回生）される。そこで、図3及び図4では、力行時の負担率を縦軸の正方向に図示し、回生時の負担率を縦軸の負方向に図示している。以下の説明において、力行時及び回生時の負担率は、絶対値で説明する。従って、縦軸の0 [%] から正方向又は負方向に離れるほど、力行時及び回生時における各第1バッテリー12の負担率が大きくなることに留意する。

【0037】

図3及び図4に示す概念は、全ての第1バッテリー12について、SOC平均値SOC_{ave}を閾値としたときに、閾値（SOC平均値SOC_{ave}）を超えるn個の第1バッテリー12のグループと、閾値以下の（N - n）個の第1バッテリー12のグループとに分けた上で、SOCが所定値A未満である場合（SOC < A）と、SOCが所定値A以上である場合（SOC ≥ A）とで、それぞれのグループに属する第1バッテリー12の負担率を変更するというものである。また、図3及び図4では、n個の第1バッテリー12のグループの負担率が互いに同一値であり、一方で、（N - n）個の第1バッテリー12のグループの負担率が互いに同一値であることに留意する。

【0038】

図3の例は、力行時には、SOC_{ave}を超えるn個の第1バッテリー12のみから力行時要求出力に応じた電力量を出力することが可能であり、一方で、回生時には、SOC平均値SOC_{ave}以下の（N - n）個の第1バッテリー12のみに対して、回生時要求出力に応じた電力量を入力することが可能である場合の電力量の分配を図示したものである。なお、図3中、実線は、n個の第1バッテリー12に対する負担率の変化を示したものであり、破線は、（N - n）個の第1バッテリー12に対する負担率の変化を示したものである。

【0039】

図3の力行時において、SOCが所定値A未満である場合（SOC < A）は、各第1バッテリー12間でSOCのばらつきは比較的小さい。この場合、バッテリーECU20は、各第1バッテリー12の力行時要求出力（力行時合計電力量）に対する負担率を100 / N [%] に設定する。これにより、全ての第1バッテリー12は、力行時要求出力に対して、平等に負担することになり、同じ電力量だけ出力することになる。

【0040】

また、図3の力行時において、SOCが所定値A以上である場合（SOC ≥ A）は、n個の第1バッテリー12と（N - n）個の第1バッテリー12との間で、SOCのばらつきが比較的大きく、SOCの小さい（N - n）個の第1バッテリー12から電力を出力することが困難である。この場合、バッテリーECU20は、各第1バッテリー12の力行時要求出力（力行時合計電力量）に対する負担率を、n個の第1バッテリー12については、実線で示すように、100 / n [%] に設定し、一方で、（N - n）個の第1バッテリー12については、破線で示すように、0 [%] に設定する。これにより、n個の第1バッテリー12のみから、負担率100 / n [%] に応じた電力量が優先して出力されることになる。

【0041】

一方、図3の回生時において、SOCが所定値A未満である場合（SOC < A）、

10

20

30

40

50

バッテリー ECU 20 は、各第 1 バッテリー 12 の回生時要求出力（回生時合計電力量）に対する負担率を $100 / N$ [%] に設定する。これにより、全ての第 1 バッテリー 12 は、回生時要求出力に対して、平等に負担することになり、同じ電力量だけ入力（充電）されることになる。

【 0042 】

また、図 3 の回生時において、SOC が所定値 A 以上である場合（SOC ≥ A）は、(N - n) 個の第 1 バッテリー 12 を優先して充電し、SOC を回復させることが望ましい。この場合、バッテリー ECU 20 は、各第 1 バッテリー 12 の回生時要求出力（回生時合計電力量）に対する負担率を、n 個の第 1 バッテリー 12 については、実線で示すように、0 [%] に設定し、一方で、(N - n) 個の第 1 バッテリー 12 については、破線で示すように、 $100 / (N - n)$ [%] に設定する。これにより、(N - n) 個の第 1 バッテリー 12 のみに対して、負担率 $100 / (N - n)$ [%] に応じた電力量が優先して入力（充電）される。

10

【 0043 】

このように、図 3 では、バッテリー ECU 20 は、所定値 A [%] を境に負担率を変更する。但し、實際上、バッテリー ECU 20 では、複数の第 1 バッテリー 12 に対する複数の DC/DC コンバータ 14 の制御性を考慮し、n 個の第 1 バッテリー 12 及び (N - n) 個の第 1 バッテリー 12 について、A0 [%] から A [%] までの A [%] の範囲で、負担率を徐々に変化させてもよい。なお、図 3 では、所定値 A [%] で負担率を変更する場合を一点鎖線で図示している。

20

【 0044 】

一方、図 4 の例は、力行時には、n 個の第 1 バッテリー 12 だけでは、力行時要求出力に応じた電力量を出力する（賄う）ことができず、(N - n) 個の第 1 バッテリー 12 から電力を出力する必要がある。一方で、回生時には、回生時要求出力が大きいいため、(N - n) 個の第 1 バッテリー 12 のみに電力を入力しても、余剰分（残余分）の電力量が発生する場合の電力量の分配を図示したものである。

【 0045 】

図 4 の力行時でも、SOC が所定値 A 未満である場合（SOC < A）、バッテリー ECU 20 は、各第 1 バッテリー 12 の力行時要求出力に対する負担率を $100 / N$ [%] に設定する。

30

【 0046 】

一方、図 4 の力行時において、SOC が所定値 A 以上である場合（SOC ≥ A）は、力行時要求出力が大きいいため、n 個の第 1 バッテリー 12 から出力される電力量だけでは、力行時要求負荷を賄い切れない。

【 0047 】

そこで、バッテリー ECU 20 は、力行時要求出力に対する負担率を、n 個の第 1 バッテリー 12 については、実線で示すように、 $B1 \times n / Poreq$ [%] に設定し、一方で、(N - n) 個の第 1 バッテリー 12 については、破線で示すように、0 [%] に設定する。なお、B1 は、n 個の第 1 バッテリー 12 の各々について、力行時に出力可能な電力量（力行時許可電力量）を示す。また、Poreq は、力行時要求出力である。また、0 は、(N - n) 個の第 1 バッテリー 12 の負担率であって、 $0 = (100 / n - B1 \times n / Poreq)$ [%] である。

40

【 0048 】

これにより、n 個の第 1 バッテリー 12 から出力される電力量に加え、(N - n) 個の第 1 バッテリー 12 から不足分の電力量が出力されるので、力行時要求出力が大きい場合でも、効率よく電力を出力することができる。

【 0049 】

図 4 の回生時でも、SOC が所定値 A 未満である場合（SOC < A）、バッテリー ECU 20 は、各第 1 バッテリー 12 の回生時要求出力に対する負担率を $100 / N$ [%] に設定する。

50

【 0 0 5 0 】

一方、図 4 の回生時において、SOC が所定値 A 以上である場合 (SOC > A) は、回生時要求出力が大きいいため、(N - n) 個の第 1 バッテリ 1 2 への入力のみでは、余剰分の電力量が発生してしまう。

【 0 0 5 1 】

そこで、バッテリー ECU 2 0 は、各第 1 バッテリ 1 2 の回生時要求出力に対する負担率を、n 個の第 1 バッテリ 1 2 については、実線で示すように、 i [%] に設定し、一方で、(N - n) 個の第 1 バッテリ 1 2 については、破線で示すように、 $B 2 \times (N - n) / P i r e q$ [%] に設定する。なお、B 2 は、(N - n) 個の第 1 バッテリ 1 2 の各々の回生時に入力可能な電力量 (回生時許可電力量) を示す。また、P i r e q は、回生時要求出力である。また、 i は、n 個の第 1 バッテリ 1 2 の負担率であって、 $i = (1 0 0 / (N - n) - B 2 \times (N - n) / P i r e q)$ [%] である。

10

【 0 0 5 2 】

これにより、(N - n) 個の第 1 バッテリ 1 2 に電力が入力されると共に、残余分の電力が n 個の第 1 バッテリ 1 2 に入力されるので、回生時要求出力が大きい場合でも、効率よく電力を入力することができる。

【 0 0 5 3 】

[3 . 本実施形態の動作]

次に、本実施形態に係る電源システム 1 0 の動作について、図 5 及び図 6 のフローチャートを参照しながら説明する。この動作説明では、必要に応じて、図 1 ~ 図 4 も参照しながら説明する。ここでは、図 3 及び図 4 の概念を実現するための電源システム 1 0 の動作を図 5 及び図 6 のフローチャートを参照しながら説明する。

20

【 0 0 5 4 】

< 3 . 1 力行時の動作 >

先ず、図 3 及び図 4 の力行時の動作について、図 5 のフローチャートを参照しながら説明する。

【 0 0 5 5 】

図 5 のステップ S 1 1 において、バッテリー ECU 2 0 は、複数の第 1 バッテリ 1 2 に併設された BMU 2 6 から各第 1 バッテリ 1 2 の状態 (バッテリ電圧、バッテリー電流、温度) を取得する。バッテリー ECU 2 0 は、取得した各第 1 バッテリ 1 2 の状態に基づいて、各第 1 バッテリ 1 2 の SOC を算出する。また、バッテリー ECU 2 0 は、各第 1 バッテリ 1 2 の SOC 平均値 SOC a v e を算出すると共に、各第 1 バッテリ 1 2 について、最大の SOC と最小の SOC との差 SOC を算出する。

30

【 0 0 5 6 】

ステップ S 1 2 において、バッテリー ECU 2 0 は、SOC が所定値 A [%] 以上であるか否かを判定する。

【 0 0 5 7 】

SOC が所定値 A 未満である場合 (SOC < A 、ステップ S 1 2 : N O) 、ステップ S 1 3 に進む。ステップ S 1 3 において、バッテリー ECU 2 0 は、力行時要求出力 P o r e q と、複数の第 1 バッテリ 1 2 の個数 N とを用いて、力行時に複数の第 1 バッテリ 1 2 の各々が出力すべき電力量、すなわち、力行時電力分配量 P b o を算出する (P b o = P o r e q / N) 。そして、バッテリー ECU 2 0 は、算出した各力行時電力分配量 P b o に基づいて、力行時の電流目標値を算出する。バッテリー ECU 2 0 は、通信線 3 0 を介して、複数の DC / DC コンバータ 1 4 に電流目標値を送信する。

40

【 0 0 5 8 】

これにより、複数の DC / DC コンバータ 1 4 は、受信した電流目標値に基づいてバッテリー電圧に対する昇降圧動作を行うことで、力行時電力分配量 P b o に応じた電力量を第 1 バッテリ 1 2 から出力することができる。この結果、複数の第 1 バッテリ 1 2 から P D U 1 8 に出力される電力量の総和を、力行時要求出力 P o r e q (力行時合計電力量) に調整することができる。

50

【 0 0 5 9 】

一方、ステップ S 1 2 において、SOC が所定値 A 以上である場合 (SOC A、ステップ S 1 2 : YES)、ステップ S 1 4 に進む。ステップ S 1 4 において、バッテリー ECU 2 0 は、n 個の第 1 バッテリ 1 2 の各々について、力行時に出力可能な電力量 B 1 (力行時許可電力量) を算出する。

【 0 0 6 0 】

次のステップ S 1 5 において、バッテリー ECU 2 0 は、力行時要求出力 P_{oreq} が、n 個の第 1 バッテリ 1 2 から出力可能な電力量の合計値 $B_1 \times n$ 以上であるか否かを判定する。

【 0 0 6 1 】

ステップ S 1 5 において、力行時要求出力 P_{oreq} が合計値 $B_1 \times n$ 未満である場合 ($P_{oreq} < B_1 \times n$ 、ステップ S 1 5 : NO)、ステップ S 1 6 に進む。ステップ S 1 6 において、バッテリー ECU 2 0 は、n 個の第 1 バッテリ 1 2 から出力される電力量のみで、力行時要求出力 P_{oreq} を賄うことができると判断し、力行時要求出力 P_{oreq} を n で除算して、力行時電力分配量 P_{bon} を算出する ($P_{bon} = P_{oreq} / n$)。

【 0 0 6 2 】

そして、バッテリー ECU 2 0 は、算出した各力行時電力分配量 P_{bon} に基づいて、力行時の電流目標値を算出する。バッテリー ECU 2 0 は、通信線 3 0 を介して、複数の DC / DC コンバータ 1 4 に電流目標値を送信する。これにより、複数の DC / DC コンバータ 1 4 は、受信した電流目標値に基づいてバッテリー電圧に対する昇降圧動作を行うことで、力行時電力分配量 P_{bon} に応じた電力量を第 1 バッテリ 1 2 から出力することができる。この場合も、複数の第 1 バッテリ 1 2 から PDU 1 8 に出力される電力量の総和を、力行時要求出力 P_{oreq} (力行時合計電力量) に調整することができる。

【 0 0 6 3 】

なお、図 3 に示すように、力行時で SOC A の場合、(N - n) 個の第 1 バッテリ 1 2 の負担率は、0 [%] である。そのため、ステップ S 1 6 において、(N - n) 個の第 1 バッテリ 1 2 に対する力行時電力分配量は 0 であると共に、電流目標値も 0 であることに留意する。

【 0 0 6 4 】

一方、ステップ S 1 5 において、力行時要求出力 P_{oreq} が合計値 $B_1 \times n$ 以上である場合 ($P_{oreq} \geq B_1 \times n$ 、ステップ S 1 5 : YES)、ステップ S 1 7 に進む。ステップ S 1 7 において、バッテリー ECU 2 0 は、n 個の第 1 バッテリ 1 2 からの電力量のみでは、力行時要求出力 P_{oreq} を賄うことができないと判断する。そこで、バッテリー ECU 2 0 は、力行時要求出力 P_{oreq} と、n 個の第 1 バッテリ 1 2 から出力可能な電力量 $B_1 \times n$ との差 C_1 を算出する ($C_1 = P_{oreq} - B_1 \times n$)。すなわち、バッテリー ECU 2 0 は、(N - n) 個の第 1 バッテリ 1 2 から出力すべき不足分の電力量である C_1 を算出する。

【 0 0 6 5 】

ステップ S 1 8 において、バッテリー ECU 2 0 は、n 個の第 1 バッテリ 1 2 が接続されている DC / DC コンバータ 1 4 について、力行時電力分配量 P_{bon} を電力量 B_1 としたときの電流目標値を算出する。バッテリー ECU 2 0 は、通信線 3 0 を介して、n 個の第 1 バッテリ 1 2 が接続されている DC / DC コンバータ 1 4 に、該電流目標値を送信する。これにより、電流目標値を受信した DC / DC コンバータ 1 4 は、該電流目標値に基づいてバッテリー電圧に対する昇降圧動作を行うことで、電力量 B_1 を n 個の第 1 バッテリ 1 2 から出力することができる。

【 0 0 6 6 】

また、ステップ S 1 9 において、バッテリー ECU 2 0 は、(N - n) 個の第 1 バッテリ 1 2 が接続されている DC / DC コンバータ 1 4 に対する力行時電力分配量 P_{bou} を、 $C_1 / (N - n)$ とし ($P_{bou} = C_1 / (N - n)$)、該力行時電力分配量 P_{bou} に

10

20

30

40

50

応じた電流目標値を算出する。バッテリー ECU 20 は、通信線 30 を介して、(N - n) 個の第 1 バッテリ 12 が接続されている DC / DC コンバータ 14 に、該電流目標値を送信する。これにより、電流目標値を受信した DC / DC コンバータ 14 は、該電流目標値に基づいてバッテリー電圧に対する昇降圧動作を行うことで、(N - n) 個の第 1 バッテリ 12 から不足分の電力量 $C1 / (N - n)$ を出力することができる。

【0067】

従って、ステップ S 18、S 19 の処理により、力行時要求出力 P_{oreq} が大きい場合でも、複数の第 1 バッテリ 12 から PDU 18 に出力される電力量の総和を、該力行時要求出力 P_{oreq} に調整することができる。

【0068】

< 3.2 回生時の動作 >

次に、図 3 及び図 4 の回生時の動作について、図 6 のフローチャートを参照しながら説明する。

【0069】

図 6 のステップ S 21 において、バッテリー ECU 20 は、図 5 のステップ S 11 と同様に、複数の BMU 26 から第 1 バッテリ 12 の状態を取得し、取得した各第 1 バッテリ 12 の状態に基づいて、各第 1 バッテリ 12 の SOC を算出する。この場合も、バッテリー ECU 20 は、SOC 平均値 SOC_{ave} や差 SOC を算出する。

【0070】

ステップ S 22 において、バッテリー ECU 20 は、ステップ S 12 と同様に、SOC が所定値 A [%] 以上であるか否かを判定する。

【0071】

SOC が所定値 A 未満である場合 ($SOC < A$ 、ステップ S 22 : NO)、ステップ S 23 に進む。ステップ S 23 において、バッテリー ECU 20 は、回生時要求出力 P_{ireq} を個数 N で除算して、回生時に各第 1 バッテリ 12 が入力可能な電力量 (回生時許可電力量)、すなわち、回生時電力分配量 P_{bi} を算出する ($P_{bi} = P_{ireq} / N$)。そして、バッテリー ECU 20 は、算出した各回生時電力分配量 P_{bi} に基づいて、回生時の電流目標値を算出する。バッテリー ECU 20 は、通信線 30 を介して、複数の DC / DC コンバータ 14 に電流目標値を送信する。

【0072】

これにより、複数の DC / DC コンバータ 14 は、受信した電流目標値に基づいてバッテリー電圧に対する昇降圧動作を行うことで、回生時電力分配量 P_{bi} に応じた電力量を第 1 バッテリ 12 に入力することができる。この場合、複数の第 1 バッテリ 12 に入力される電力量の総和は、回生時要求出力 P_{ireq} (回生時合計電力量) に調整される。

【0073】

一方、ステップ S 22 において、SOC が所定値 A 以上である場合 ($SOC \geq A$ 、ステップ S 22 : YES)、ステップ S 24 に進む。ステップ S 24 において、バッテリー ECU 20 は、(N - n) 個の第 1 バッテリ 12 の各々の回生時に入力可能な電力量 (回生時許可電力量) B2 を算出する。

【0074】

次のステップ S 25 において、バッテリー ECU 20 は、回生時要求出力 P_{ireq} が、(N - n) 個の第 1 バッテリ 12 に入力可能な電力量の合計値 $B2 \times (N - n)$ 以上であるか否かを判定する。

【0075】

ステップ S 25 において、回生時要求出力 P_{ireq} が合計値 $B2 \times (N - n)$ 未満である場合 ($P_{ireq} < B2 \times (N - n)$ 、ステップ S 25 : NO)、ステップ S 26 に進む。ステップ S 26 において、バッテリー ECU 20 は、(N - n) 個の第 1 バッテリ 12 に、回生時要求出力 P_{ireq} を全て入力できると判断し、回生時要求出力 P_{ireq} を (N - n) で除算して、回生時電力分配量 P_{biu} を算出する ($P_{biu} = P_{ireq} / (N - n)$)。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 6 】

そして、バッテリー ECU 20 は、算出した各回生時電力分配量 P_{biu} に基づいて、回生時の電流目標値を算出する。バッテリー ECU 20 は、通信線 30 を介して、複数の DC / DC コンバータ 14 に電流目標値を送信する。これにより、複数の DC / DC コンバータ 14 は、受信した電流目標値に基づいてバッテリー電圧に対する昇降圧動作を行うことで、回生時電力分配量 P_{biu} に応じた電力量を $(N - n)$ 個の第 1 バッテリ 12 に優先して入力することができる。この場合も、複数の第 1 バッテリ 12 に入力する電力量の総和を、回生時要求出力 P_{ireq} (回生時合計電力量) に調整することができる。

【 0 0 7 7 】

なお、図 3 に示すように、回生時で SOC A の場合、 n 個の第 1 バッテリ 12 の負担率は、0 [%] である。そのため、ステップ S 26 において、 n 個の第 1 バッテリ 12 に対する回生時電力分配量は 0 であると共に、電流目標値も 0 であることに留意する。

【 0 0 7 8 】

一方、ステップ S 25 において、回生時要求出力 P_{ireq} が合計値 $B2 \times (N - n)$ 以上である場合 ($P_{ireq} > B2 \times (N - n)$ 、ステップ S 25 : YES)、ステップ S 27 に進む。ステップ S 27 において、バッテリー ECU 20 は、 $(N - n)$ 個の第 1 バッテリ 12 に電力を入力するのみでは、余剰分の電力量が発生すると判断する。そこで、バッテリー ECU 20 は、回生時要求出力 P_{ireq} と、 $(N - n)$ 個の第 1 バッテリ 12 に入力可能な電力量 $B2 \times (N - n)$ との差 $C2$ を算出する ($C2 = P_{ireq} - B2 \times (N - n)$)。すなわち、バッテリー ECU 20 は、 n 個の第 1 バッテリ 12 に入力すべき電力量である $C2$ を算出する。

【 0 0 7 9 】

ステップ S 28 において、バッテリー ECU 20 は、 $(N - n)$ 個の第 1 バッテリ 12 が接続されている DC / DC コンバータ 14 について、回生時電力分配量 P_{biu} を電力量 $B2$ としたときの電流目標値を算出する。バッテリー ECU 20 は、通信線 30 を介して、 $(N - n)$ 個の第 1 バッテリ 12 が接続されている DC / DC コンバータ 14 に、該電流目標値を送信する。これにより、電流目標値を受信した DC / DC コンバータ 14 は、該電流目標値に基づいてバッテリー電圧に対する昇降圧動作を行うことで、 $(N - n)$ 個の第 1 バッテリ 12 に優先して電力量 $B2$ を入力することができる。

【 0 0 8 0 】

また、ステップ S 29 において、バッテリー ECU 20 は、 n 個の第 1 バッテリ 12 が接続されている DC / DC コンバータ 14 に対する回生時電力分配量 P_{bin} を $C2 / n$ とし ($P_{bin} = C2 / n$)、該回生時電力分配量 P_{bin} に応じた電流目標値を算出する。バッテリー ECU 20 は、通信線 30 を介して、 n 個の第 1 バッテリ 12 が接続されている DC / DC コンバータ 14 に、該電流目標値を送信する。これにより、電流目標値を受信した DC / DC コンバータ 14 は、該電流目標値に基づいてバッテリー電圧に対する昇降圧動作を行うことで、 n 個の第 1 バッテリ 12 に電力量 $C2 / n$ を入力することができる。

【 0 0 8 1 】

従って、ステップ S 28、S 29 の処理により、回生時要求出力 P_{ireq} が大きい場合でも、複数の第 1 バッテリ 12 に入力する電力量の総和を、該回生時要求出力 P_{ireq} に調整することができる。

【 0 0 8 2 】

[4 . 本実施形態の動作の変形例]

次に、図 5 及び図 6 の動作の変形例について、図 7 ~ 図 10 を参照しながら説明する。図 5 及び図 6 では、図 3 及び図 4 の概念を反映すべく、SOC 平均値 SOC_{ave} を超える n 個の第 1 バッテリ 12 について、同じ電力量だけ入出力を行い、一方で、SOC 平均値 SOC_{ave} 以下の $(N - n)$ 個の第 1 バッテリ 12 について、同じ電力量だけ入出力を行う場合について説明した。つまり、 n 個の第 1 バッテリ 12 は互いに同一の負担率であると共に、 $(N - n)$ 個の第 1 バッテリ 12 は互いに同一の負担率である場合について

10

20

30

40

50

説明した。

【 0 0 8 3 】

図 7 ~ 図 1 0 では、個々の第 1 バッテリ 1 2 の負担率（出力負担率）が互いに異なる点で、図 5 及び図 6 とは異なる。従って、図 7 ~ 図 1 0 の変形例では、負担率に応じて、バッテリー ECU 2 0 から複数の DC / DC コンバータ 1 4 に送信される電流目標値が、DC / DC コンバータ 1 4 毎に異なる場合があり得ることに留意する。

【 0 0 8 4 】

< 4 . 1 力行時の動作 >

力行時の動作について、図 7 及び図 8 のフローチャートを参照しながら説明する。

【 0 0 8 5 】

図 7 のステップ S 3 1 において、バッテリー ECU 2 0 は、図 5 のステップ S 1 1 と同様に、複数の BMU 2 6 から第 1 バッテリ 1 2 の状態を取得し、取得した第 1 バッテリ 1 2 の状態に基づいて、第 1 バッテリ 1 2 の SOC を算出する。また、バッテリー ECU 2 0 は、SOC 平均値 SOC ave や差 SOC を算出する。

【 0 0 8 6 】

ステップ S 3 2 において、バッテリー ECU 2 0 は、SOC が所定値 A [%] 以上であるか否かを判定する。

【 0 0 8 7 】

SOC が所定値 A 未満である場合（SOC < A、ステップ S 3 2 : NO）、ステップ S 3 3 に進む。ステップ S 3 3 において、バッテリー ECU 2 0 は、力行時に複数の第 1 バッテリ 1 2 から出力可能な電力量の合計値である力行時合計電力量 D 1 を算出する。

【 0 0 8 8 】

次のステップ S 3 4 において、バッテリー ECU 2 0 は、複数の第 1 バッテリ 1 2 の各々から出力可能な電力量 P b o p と力行時合計電力量 D 1 との比である各第 1 バッテリ 1 2 の負担率（出力負担率）X o i を算出する（X o i = P b o p / D 1）。なお、出力負担率 X o i の添字 i は、複数の第 1 バッテリ 1 2 に振られた番号である（i = 1、2、...、N）。

【 0 0 8 9 】

次のステップ S 3 5 において、バッテリー ECU 2 0 は、力行時要求出力 P o r e q に各第 1 バッテリ 1 2 の出力負担率 X o i を乗算することにより、各第 1 バッテリ 1 2 の力行時電力分配量 P b o を算出する（P b o = P o r e q × X o i）。そして、バッテリー ECU 2 0 は、算出した各力行時電力分配量 P b o に基づいて、力行時の電流目標値を算出する。バッテリー ECU 2 0 は、通信線 3 0 を介して、複数の DC / DC コンバータ 1 4 に電流目標値を送信する。これにより、複数の DC / DC コンバータ 1 4 は、受信した電流目標値に基づいてバッテリー電圧に対する昇降圧動作を行うことで、力行時電力分配量 P b o に応じた電力量を第 1 バッテリ 1 2 から出力することができる。

【 0 0 9 0 】

一方、ステップ S 3 2 において、SOC が所定値 A 以上である場合（SOC ≥ A、ステップ S 3 2 : YES）、ステップ S 3 6 に進む。ステップ S 3 6 において、バッテリー ECU 2 0 は、n 個の第 1 バッテリ 1 2 から出力可能な電力量の合計値である電力量 E 1 を算出する。

【 0 0 9 1 】

次のステップ S 3 7 において、バッテリー ECU 2 0 は、n 個の第 1 バッテリ 1 2 から出力可能な電力量 P b o p と電力量 E 1 との比である n 個の第 1 バッテリ 1 2 の負担率（出力負担率）Y o i を算出する（Y o i = P b o p / E 1）。なお、出力負担率 Y o i の添字 i は、n 個の第 1 バッテリ 1 2 に振られた番号である（i = 1、2、...、n）。

【 0 0 9 2 】

ステップ S 3 8 において、バッテリー ECU 2 0 は、力行時要求出力 P o r e q が、電力量 E 1 以上であるか否かを判定する。

【 0 0 9 3 】

10

20

30

40

50

図8のステップS38において、力行時要求出力 P_{oreq} が電力量 E_1 未満である場合 ($P_{oreq} < E_1$ 、ステップS38: NO)、ステップS39に進む。ステップS39において、バッテリーECU20は、 n 個の第1バッテリー12から出力される電力量のみで、力行時要求出力 P_{oreq} を賄うことができると判断し、力行時要求出力 P_{oreq} と出力負担率 Y_{oi} とを乗算して、力行時電力分配量 P_{bon} を算出する ($P_{bon} = P_{oreq} \times Y_{oi}$)。

【0094】

そして、バッテリーECU20は、算出した各力行時電力分配量 P_{bon} に基づいて、力行時の電流目標値を算出する。バッテリーECU20は、通信線30を介して、複数のDC/DCコンバータ14に電流目標値を送信する。これにより、複数のDC/DCコンバータ14は、受信した電流目標値に基づいてバッテリー電圧に対する昇降圧動作を行うことで、力行時電力分配量 P_{bon} に応じた電力量を第1バッテリー12から出力することができる。

10

【0095】

一方、ステップS38において、力行時要求出力 P_{oreq} が電力量 E_1 以上である場合 ($P_{oreq} \geq E_1$ 、ステップS38: YES)、ステップS40に進む。ステップS40において、バッテリーECU20は、 n 個の第1バッテリー12からの電力量のみでは、力行時要求出力 P_{oreq} を賄うことができないと判断する。そこで、バッテリーECU20は、電力量 E_1 と出力負担率 Y_{oi} とを乗算して、 n 個の第1バッテリー12の力行時電力分配量 P_{bon} を求める ($P_{bon} = E_1 \times Y_{oi}$)。

20

【0096】

そして、バッテリーECU20は、 n 個の第1バッテリー12が接続されているDC/DCコンバータ14について、力行時電力分配量 P_{bon} に応じた電流目標値を算出する。バッテリーECU20は、通信線30を介して、 n 個の第1バッテリー12が接続されているDC/DCコンバータ14に、該電流目標値を送信する。これにより、電流目標値を受信したDC/DCコンバータ14は、該電流目標値に基づいてバッテリー電圧に対する昇降圧動作を行うことで、力行時電力分配量 P_{bon} を n 個の第1バッテリー12から出力することができる。

【0097】

また、ステップS41において、バッテリーECU20は、 $(N - n)$ 個の第1バッテリー12から出力可能な電力量の合計値である F_1 を算出する。

30

【0098】

次のステップS42において、バッテリーECU20は、 $(N - n)$ 個の第1バッテリー12の各々から出力可能な電力量 P_{bop} を電力量 F_1 で除算することにより、 $(N - n)$ 個の第1バッテリー12の出力負担率 Z_{oi} を算出する ($Z_{oi} = P_{bop} / F_1$)。なお、添字の i は、 $(N - n)$ 個の第1バッテリー12に振られた番号である ($i = 1, 2, \dots, (N - n)$)。

【0099】

次のステップS43において、バッテリーECU20は、力行時要求出力 P_{oreq} と電力量 E_1 との差に、出力負担率 Z_{oi} を乗算することにより、 $(N - n)$ 個の第1バッテリー12の力行時電力分配量 P_{bou} を求める ($P_{bou} = (P_{oreq} - E_1) \times Z_{oi}$)。そして、バッテリーECU20は、 $(N - n)$ 個の第1バッテリー12が接続されているDC/DCコンバータ14について、力行時電力分配量 P_{bou} に応じた電流目標値を算出する。バッテリーECU20は、通信線30を介して、 $(N - n)$ 個の第1バッテリー12が接続されているDC/DCコンバータ14に、該電流目標値を送信する。これにより、電流目標値を受信したDC/DCコンバータ14は、該電流目標値に基づいてバッテリー電圧に対する昇降圧動作を行うことで、力行時電力分配量 P_{bou} を $(N - n)$ 個の第1バッテリー12から出力することができる。

40

【0100】

< 4.2 回生時の動作 >

50

次に、回生時の動作について、図9及び図10のフローチャートを参照しながら説明する。

【0101】

図9のステップS51において、バッテリーECU20は、図6のステップS21と同様に、複数のBMU26から第1バッテリー12の状態を取得し、取得した第1バッテリー12の状態に基づいて、第1バッテリー12のSOCを算出する。また、バッテリーECU20は、SOC平均値SOCaveや差SOCを算出する。

【0102】

ステップS52において、バッテリーECU20は、SOCが所定値A[%]以上であるか否かを判定する。

10

【0103】

SOCが所定値A未満である場合($SOC < A$ 、ステップS52:NO)、ステップS53に進む。ステップS53において、バッテリーECU20は、回生時に複数の第1バッテリー12に入力可能な電力量の合計値である回生時合計電力量D2を算出する。

【0104】

次のステップS54において、バッテリーECU20は、個々の第1バッテリー12に入力可能な電力量Pbipを回生時合計電力量D2で除算して、各第1バッテリー12の出力負担率Xiiを算出する($Xii = Pbip / D2$)。なお、出力負担率Xiiの最後の添字iは、複数の第1バッテリー12に振られた番号である($i = 1, 2, \dots, N$)。

【0105】

20

次のステップS55において、バッテリーECU20は、回生時要求出力Pireqに出力負担率Xiiを乗算することにより、各第1バッテリー12の回生時電力分配量Pbiを算出する($Pbi = Pireq \times Xii$)。そして、バッテリーECU20は、算出した各回生時電力分配量Pbiに基づいて、回生時の電流目標値を算出する。バッテリーECU20は、通信線30を介して、複数のDC/DCコンバータ14に電流目標値を送信する。これにより、複数のDC/DCコンバータ14は、受信した電流目標値に基づいてバッテリー電圧に対する昇降圧動作を行うことで、回生時電力分配量Pbiに応じた電力量を第1バッテリー12に入力することができる。

【0106】

一方、ステップS52において、SOCが所定値A以上である場合($SOC \geq A$ 、ステップS52:YES)、ステップS56に進む。ステップS56において、バッテリーECU20は、(N-n)個の第1バッテリー12に入力可能な電力量の合計値である電力量E2を算出する。

30

【0107】

次のステップS57において、バッテリーECU20は、(N-n)個の第1バッテリー12に入力可能な電力量Pbipを電力量E2で除算することにより、(N-n)個の第1バッテリー12の出力負担率Yiiを算出する($Yii = Pbip / E2$)。なお、出力負担率Yiiの最後の添字iは、(N-n)個の第1バッテリー12に振られた番号である($i = 1, 2, \dots, (N - n)$)。

【0108】

40

図10のステップS58において、バッテリーECU20は、回生時要求出力Pireqが、電力量E2以上であるか否かを判定する。

【0109】

ステップS58において、回生時要求出力Pireqが電力量E2未満である場合($Pireq < E2$ 、ステップS58:NO)、ステップS59に進む。ステップS59において、バッテリーECU20は、(N-n)個の第1バッテリー12のみで、回生時要求出力Pireqの電力量を入力可能と判断し、回生時要求出力Pireqに出力負担率Yiiを乗算して、回生時電力分配量Pbiuを算出する($Pbiu = Pireq \times Yii$)。

【0110】

そして、バッテリーECU20は、算出した各回生時電力分配量Pbiuに基づいて、回

50

生時の電流目標値を算出する。バッテリー ECU 20 は、通信線 30 を介して、複数の DC / DC コンバータ 14 に電流目標値を送信する。これにより、複数の DC / DC コンバータ 14 は、受信した電流目標値に基づいてバッテリー電圧に対する昇降圧動作を行うことで、回生時電力分配量 P_{biu} に応じた電力量を $(N - n)$ 個の第 1 バッテリ 12 に優先して入力することができる。

【0111】

一方、ステップ S58 において、回生時要求出力 P_{ireq} が電力量 $E2$ 以上である場合 ($P_{ireq} > E2$ 、ステップ S58 : YES)、ステップ S60 に進む。ステップ S60 において、バッテリー ECU 20 は、 $(N - n)$ 個の第 1 バッテリ 12 に回生時要求出力 P_{ireq} を入力するのみでは、余剰分の電力量が発生すると判断する。そこで、バッテリー ECU 20 は、電力量 $E2$ に出力負担率 Y_{ii} を乗算して、 $(N - n)$ 個の第 1 バッテリ 12 の回生時電力分配量 P_{biu} を求める ($P_{biu} = E2 \times Y_{ii}$)。 10

【0112】

そして、バッテリー ECU 20 は、 $(N - n)$ 個の第 1 バッテリ 12 が接続されている DC / DC コンバータ 14 について、回生時電力分配量 P_{biu} に応じた電流目標値を算出する。バッテリー ECU 20 は、通信線 30 を介して、 $(N - n)$ 個の第 1 バッテリ 12 が接続されている DC / DC コンバータ 14 に、該電流目標値を送信する。これにより、電流目標値を受信した DC / DC コンバータ 14 は、該電流目標値に基づいてバッテリー電圧に対する昇降圧動作を行うことで、回生時電力分配量 P_{biu} を $(N - n)$ 個の第 1 バッテリ 12 に優先して入力することができる。 20

【0113】

また、ステップ S61 において、バッテリー ECU 20 は、 n 個の第 1 バッテリ 12 に入力可能な電力量の合計値である $F2$ を算出する。

【0114】

次のステップ S62 において、バッテリー ECU 20 は、 n 個の第 1 バッテリ 12 の各々に入力可能な電力量 P_{bip} を電力量 $F2$ で除算することにより、 n 個の第 1 バッテリ 12 の出力負担率 Z_{ii} を算出する ($Z_{ii} = P_{bip} / F2$)。なお、最後の添字の i は、 n 個の第 1 バッテリ 12 に振られた番号である ($i = 1, 2, \dots, n$)。

【0115】

次のステップ S63 において、バッテリー ECU 20 は、回生時要求出力 P_{ireq} と電力量 $E2$ との差に、出力負担率 Z_{ii} を乗算することにより、 n 個の第 1 バッテリ 12 の回生時電力分配量 P_{bin} を求める ($P_{bin} = (P_{ireq} - E2) \times Z_{ii}$)。そして、バッテリー ECU 20 は、 n 個の第 1 バッテリ 12 が接続されている DC / DC コンバータ 14 について、回生時電力分配量 P_{bin} に応じた電流目標値を算出する。バッテリー ECU 20 は、通信線 30 を介して、 n 個の第 1 バッテリ 12 が接続されている DC / DC コンバータ 14 に、該電流目標値を送信する。これにより、電流目標値を受信した DC / DC コンバータ 14 は、該電流目標値に基づいてバッテリー電圧に対する昇降圧動作を行うことで、回生時電力分配量 P_{bin} を n 個の第 1 バッテリ 12 に入力することができる。 30

【0116】

[5. 本実施形態の効果]

以上説明したように、本実施形態に係る電源システム 10 によれば、複数の第 1 バッテリ 12 と、複数の第 1 バッテリ 12 とモータ 34 (負荷) との間で電氣的に接続される複数の DC / DC コンバータ 14 (入出力調整装置) と、複数の DC / DC コンバータ 14 を制御することで複数の第 1 バッテリ 12 に対する電力の入出力を制御するバッテリー ECU 20 (制御装置) とを有する電源システム 10 である。 40

【0117】

バッテリー ECU 20 は、複数の第 1 バッテリ 12 から複数の DC / DC コンバータ 14 を介してモータ 34 に電力を出力する力行時には、複数の第 1 バッテリ 12 のうち、SOC が閾値 (SOC 平均値 SOC_{ave}) を超える第 1 バッテリ 12 から優先して電力を出 50

力するように複数のDC/DCコンバータ14を制御する。また、バッテリーECU20は、モータ34から複数のDC/DCコンバータ14を介して複数の第1バッテリー12に電力を入力する回生時には、複数の第1バッテリー12のうち、SOCが閾値以下の第1バッテリー12に優先して電力を入力するように複数のDC/DCコンバータ14を制御する。

【0118】

これにより、力行時には、SOCの低い第1バッテリー12からの出力を抑制し、一方で、回生時には、SOCの低い第1バッテリー12に優先的に電力を入力して、SOCを回復させるようにしている。これにより、複数の第1バッテリー12間でのSOCのばらつきが抑制され、複数の第1バッテリー12を有する電源システム10の出力を向上させることができる。

10

【0119】

また、複数の第1バッテリー12間でSOCのばらつきがあっても、電力の授受を行うことなくSOCを回復させるので、電力効率の低下も抑制することができる。

【0120】

このように、本実施形態では、複数の第1バッテリー12間のSOCを適切に制御することが可能となる。

【0121】

この場合、閾値は、複数の第1バッテリー12のSOC平均値SOC_{ave}であり、バッテリーECU20は、力行時には、SOC平均値SOC_{ave}を超えるSOCを有する第1バッテリー12(n個の第1バッテリー12)から優先して電力を出力するように、複数のDC/DCコンバータ14を制御すればよい。これにより、各第1バッテリー12のSOCを均等に利用することが可能となる。すなわち、SOCの大きなn個の第1バッテリー12から優先して電力を出力するので、比較的簡単な制御で第1バッテリー12間のSOCのばらつきを抑えつつ、電力を出力することができる。

20

【0122】

また、バッテリーECU20は、力行時に、SOC平均値SOC_{ave}を超える第1バッテリー12から出力可能な電力量が、モータ34の要求出力(力行時要求出力P_{req})よりも大きい場合には、該第1バッテリー12からDC/DCコンバータ14を介してモータ34に電力を出力するように、複数のDC/DCコンバータ14を制御する。これにより、各第1バッテリー12のSOCを一層効率よく利用することが可能となる。

30

【0123】

また、バッテリーECU20は、力行時に、モータ34の要求出力が、SOC平均値SOC_{ave}を超える第1バッテリー12から出力可能な電力量以上である場合には、該第1バッテリー12からDC/DCコンバータ14を介してモータ34に該電力量だけ出力し、一方で、SOC平均値SOC_{ave}以下の第1バッテリー12((N-n)個の第1バッテリー12)から、該第1バッテリー12に接続されているDC/DCコンバータ14を介してモータ34に、要求出力に対する不足分の電力量を出力するように、複数のDC/DCコンバータ14を制御する。これにより、要求出力が大きい場合でも、各第1バッテリー12のSOCを効率よく利用することが可能となる。

【0124】

40

さらに、バッテリーECU20は、SOC平均値SOC_{ave}を超える第1バッテリー12が複数ある場合、複数の第1バッテリー12から同じ電力量だけ出力するか、又は、要求出力に対する複数の第1バッテリー12の出力負担率に応じた電力量だけ出力するように、複数のDC/DCコンバータ14を制御する。これにより、第1バッテリー12間のSOCのばらつきを抑えつつ、各第1バッテリー12のSOCを一層効率よく利用することができる。

【0125】

一方、バッテリーECU20は、回生時には、SOC平均値SOC_{ave}以下のSOCを有する第1バッテリー12((N-n)個の第1バッテリー12)に優先して電力を入力するように、複数のDC/DCコンバータ14を制御する。これにより、SOCの低い第1バ

50

ッテリ12について、SOCを速やかに回復させることができる。また、SOCの小さい(N-n)個の第1バッテリー12に優先して電力を入力するので、比較的簡単な制御で第1バッテリー12間のSOCのばらつきを抑えることができる。

【0126】

また、バッテリーECU20は、回生時に、SOC平均値SOC_{ave}以下の第1バッテリー12に入力可能な電力量が、モータ34からの回生電力(回生時要求出力P_{ireq})よりも大きい場合には、モータ34からDC/DCコンバータ14を介して第1バッテリー12に回生電力を入力するように、複数のDC/DCコンバータ14を制御する。これにより、SOCの低い第1バッテリー12に電力を確実に入力することができる。

【0127】

バッテリーECU20は、回生時に、モータ34からの回生電力が、SOC平均値SOC_{ave}以下の第1バッテリー12に入力可能な電力量以上である場合には、モータ34からDC/DCコンバータ14を介して第1バッテリー12に該電力量だけ入力し、一方で、SOC平均値SOC_{ave}を超える第1バッテリー12(n個の第1バッテリー12)に、回生電力の残余分の電力量を入力するように、複数のDC/DCコンバータ14を制御する。これにより、要求出力が大きい場合でも、各第1バッテリー12に効率よく回生電力を入力することが可能となる。

【0128】

さらに、バッテリーECU20は、SOC平均値SOC_{ave}以下の第1バッテリー12が複数ある場合、複数の第1バッテリー12に同じ電力量を入力するか、又は、回生電力に対する複数の第1バッテリー12の出力負担率に応じた電力量だけ入力するように、複数のDC/DCコンバータ14を制御する。これにより、SOCの低い第1バッテリー12に対して効率よく電力を入力することができる。

【0129】

複数の第1バッテリー12は、同一種類のバッテリー、又は、異なる種類のバッテリーであってもよい。これにより、第1バッテリー12の種類に関わりなく、SOCを効率よく利用することができる。

【0130】

また、複数の第1バッテリー12は、該第1バッテリー12を監視するBMU26(バッテリーマネジメントシステム)を含む複数のバッテリーパック28にそれぞれ収容されている。これにより、着脱式のバッテリーに容易に適用することができる。

【0131】

なお、本発明は、上述の実施形態に限らず、この明細書の記載内容に基づき、種々の構成を採り得ることは勿論である。

10

20

30

【 図 1 】

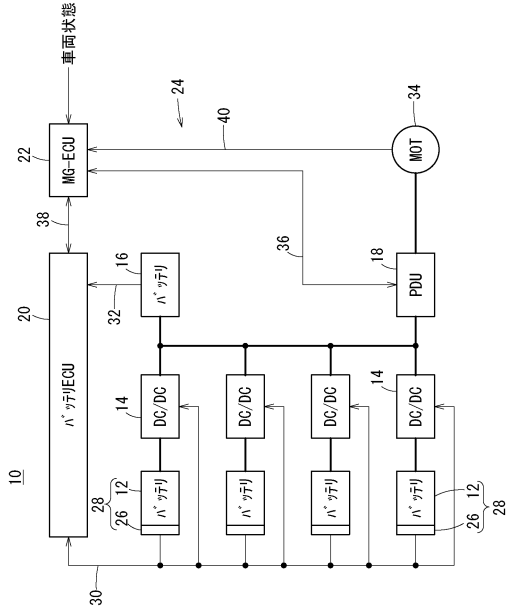


FIG. 1

【 図 2 】

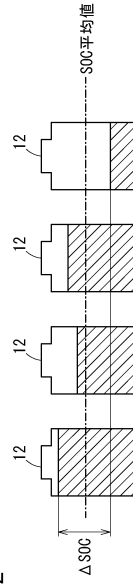


FIG. 2

【 図 3 】

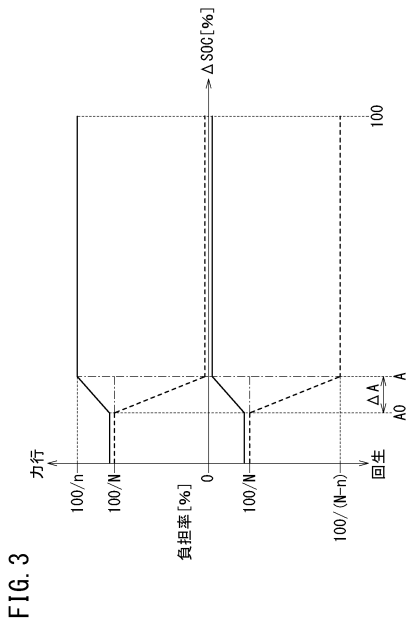


FIG. 3

【 図 4 】

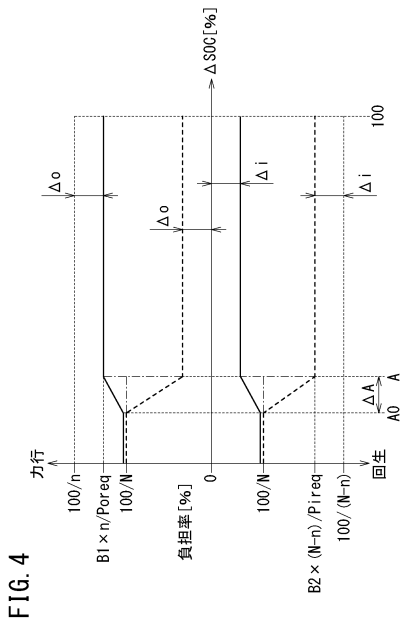
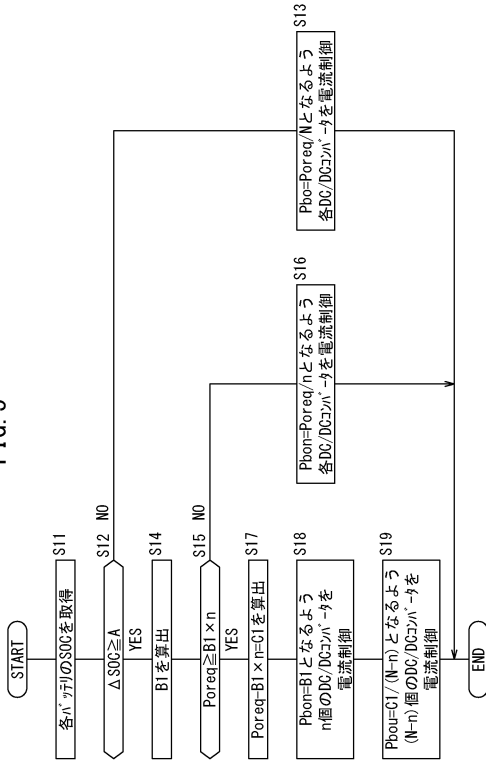


FIG. 4

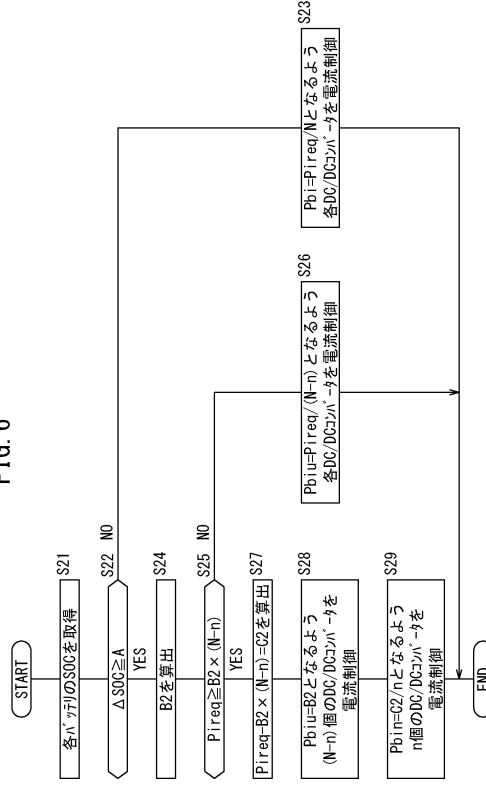
【 図 5 】

FIG. 5



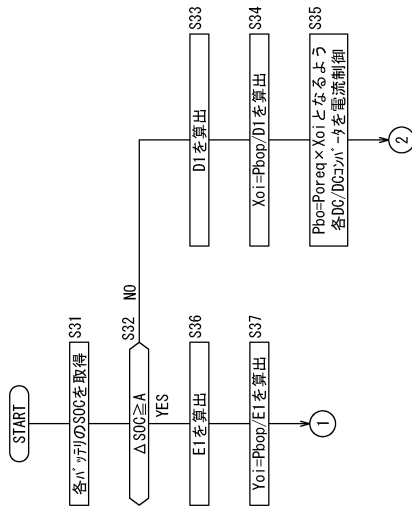
【 図 6 】

FIG. 6



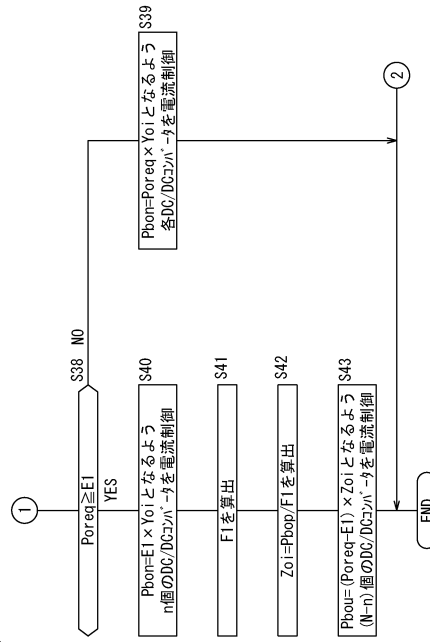
【 図 7 】

FIG. 7



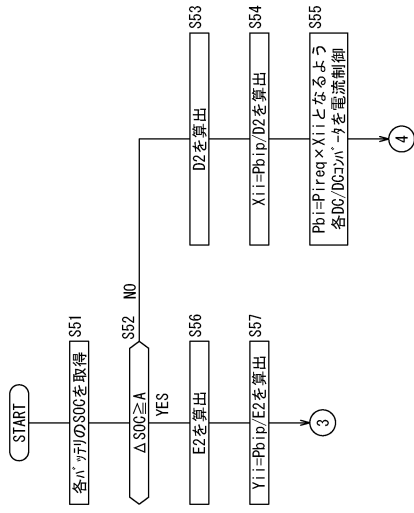
【 図 8 】

FIG. 8



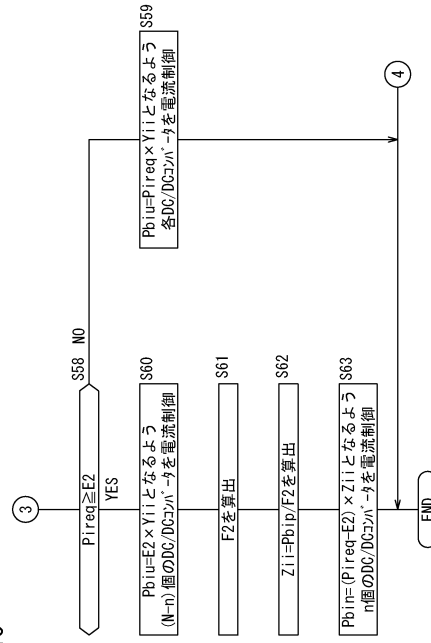
【 図 9 】

FIG. 9



【 図 10 】

FIG. 10



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I			
H 0 2 J	7/00	(2006.01)	H 0 2 J	7/00	B
H 0 1 M	10/48	(2006.01)	H 0 2 J	7/00	J
			H 0 1 M	10/48	P

- (72)発明者 滝沢 大二郎
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
- (72)発明者 松本 健
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
- (72)発明者 藤山 貴士
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

審査官 大内 俊彦

- (56)参考文献 特開2011-229333(JP,A)
特開2013-38960(JP,A)
特開2016-171658(JP,A)
特開2017-192272(JP,A)
特開2015-27158(JP,A)
特開2014-79095(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 6 0 L 1 / 0 0 - 3 / 1 2 , 7 / 0 0 - 1 3 / 0 0
B 6 0 L 1 5 / 0 0 - 1 5 / 4 2 , 5 0 / 0 0 - 5 8 / 4 0
H 0 1 M 1 0 / 4 8
H 0 2 J 7 / 0 0 - 7 / 0 2