

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5772209号  
(P5772209)

(45) 発行日 平成27年9月2日(2015.9.2)

(24) 登録日 平成27年7月10日(2015.7.10)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>HO2J</b>	<b>7/00</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2J 7/00 ZHVB
<b>HO1M</b>	<b>10/48</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2J 7/00 P
<b>HO1M</b>	<b>10/44</b>	<b>(2006.01)</b>	HO1M 10/48 P
<b>B60L</b>	<b>11/14</b>	<b>(2006.01)</b>	HO1M 10/44 P
<b>B60L</b>	<b>11/18</b>	<b>(2006.01)</b>	B60L 11/14

請求項の数 8 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-111303 (P2011-111303)  
 (22) 出願日 平成23年5月18日 (2011.5.18)  
 (65) 公開番号 特開2012-244723 (P2012-244723A)  
 (43) 公開日 平成24年12月10日 (2012.12.10)  
 審査請求日 平成26年1月8日 (2014.1.8)

(73) 特許権者 000003207  
 トヨタ自動車株式会社  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
 (74) 代理人 110001195  
 特許業務法人深見特許事務所  
 (72) 発明者 菊池 義晃  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 審査官 坂東 博司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蓄電装置の充放電制御装置およびそれを搭載した電動車両

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

蓄電装置の出力電圧を下限電圧から上限電圧までの電圧範囲内に維持するための充放電制御装置であって、

前記蓄電装置の状態を示す測定値を取得するための状態取得手段と、

前記状態取得手段により取得された前記測定値に基づいて、前記蓄電装置の内部抵抗を推定するための内部抵抗推定手段と

前記蓄電装置の状態に基づいて、前記蓄電装置の充放電電力制限のための放電電力許容値および充電電力許容値を設定するための第1の制限設定手段と、

前記蓄電装置の負荷からの要求に応じて、第1の時間の間に限って、前記出力電圧が前記電圧範囲から外れない範囲内で、前記充放電電力制限を一時的に緩和するための第2の制限設定手段とを備え、

前記第2の制限設定手段は、

前記充放電電力制限の一時的な緩和による充放電電流の変化量と前記内部抵抗推定手段により推定された前記内部抵抗との積に基づく第1の電圧変化量と、前記一時的な緩和によって増加した後の充放電電流が前記第1の時間の間継続することによって生じる第2の電圧変化量との和に基づいて、前記放電電力許容値および前記充電電力許容値のうち少なくとも一方の絶対値を、前記第1の制限設定手段によって設定される値よりも大きく設定する、蓄電装置の充放電制御装置。

【請求項2】

前記第 2 の制限設定手段は、

前記蓄電装置の電流を変数とする一次関数モデルによって前記第 2 の電圧変化量を推定するための手段と、

前記蓄電装置の温度に基づいて、前記一次関数モデルを決定するための手段とを含む、請求項 1 記載の蓄電装置の充放電制御装置。

【請求項 3】

前記第 1 の時間は、前記負荷の状況に応じて可変に設定され、

前記第 2 の制限設定手段は、

前記蓄電装置の電流を変数とする一次関数モデルによって前記第 2 の電圧変化量を推定するための手段と、

前記第 1 の時間と前記蓄電装置の温度とに基づいて、前記一次関数モデルを決定するための手段とを含む、請求項 1 記載の蓄電装置の充放電制御装置。

【請求項 4】

前記第 2 の制限設定手段は、前記蓄電装置の放電時において、前記蓄電装置の現在の出力電圧から前記第 1 および第 2 の電圧変化量を差し引いた電圧が前記下限電圧と同等となるときの放電電流と、前記下限電圧との積に基づいて、前記放電電力許容値を設定する、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の蓄電装置の充放電制御装置。

【請求項 5】

前記第 2 の制限設定手段は、前記蓄電装置の充電時において、前記蓄電装置の現在の出力電圧に前記第 1 および第 2 の電圧変化量を加えた電圧が前記上限電圧と同等となるときの充電電流と、前記上限電圧との積に基づいて、前記充電電力許容値を設定する、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の蓄電装置の充放電制御装置。

【請求項 6】

前記蓄電装置と、

車両駆動力を発生するための内燃機関と、

前記蓄電装置との間で双方向に電力授受可能に構成された第 1 および第 2 の電動機と、

請求項 1 または 4 に記載の蓄電装置の充放電制御装置とを備えた電動車両であって、

前記第 1 の電動機は、前記蓄電装置の放電電力により回転駆動されることによって内燃機関を始動可能に構成され、

前記第 2 の電動機は、前記蓄電装置の放電電力によって前記車両駆動力を発生可能に構成され、

前記充放電制御装置は、

前記内燃機関の始動時において、前記第 2 の制限設定手段により前記放電電力許容値を設定する、電動車両。

【請求項 7】

前記蓄電装置と、

前記蓄電装置との間で双方向に電力授受可能に構成された電動機と、

請求項 1 または 4 に記載の蓄電装置の充放電制御装置とを備えた電動車両であって、

前記電動機は、前記蓄電装置の放電電力により前記電動車両の車両駆動力を発生可能に構成され、

前記充放電制御装置は、

前記電動機への出力要求が所定以上となったときに、前記第 2 の制限設定手段により前記放電電力許容値を設定する、電動車両。

【請求項 8】

前記蓄電装置と、

前記蓄電装置との間で双方向に電力授受可能に構成された電動機と、

請求項 1 または 5 に記載の蓄電装置の充放電制御装置とを備えた電動車両であって、

前記電動機は、前記電動車両の減速時に回生トルクの発生による回生制動発電によって前記蓄電装置の充電電力を発生可能に構成され、

前記充放電制御装置は、

10

20

30

40

50

前記電動機に要求される前記回生トルクの絶対値が所定値より大きいときに、前記第2の制限設定手段により前記充電電力許容値を設定する、電動車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、蓄電装置の充放電制御装置およびそれを搭載した電動車両に関し、より特定のには、蓄電装置の充放電制限を一時的に緩和する際の制御に関する。

【背景技術】

【0002】

二次電池（以下、単にバッテリーとも称する）に代表される蓄電装置の充放電を伴って、  
10 負荷となる電気機器を駆動制御するシステムが広く用いられている。たとえば、電気エネルギーによって車両駆動力を発生することが可能な電動車両において、車両駆動力を発生するための電動機を、車載蓄電装置の負荷としたシステムが適用される。電動車両には、電動機のみを動力源とする電気自動車他、他の動力源をさらに搭載したハイブリッド車両あるいは燃料電池自動車が含まれる。

【0003】

特許文献1（特開2007-306771号公報）には、ハイブリッド車両に搭載されたバッテリーの性能を十分に発揮させるために、負荷からの要求に応じて、充放電制限を一時的に緩和する制御が記載されている。さらに、一時的に充放電を緩和する際の充放電電力の許容値を、バッテリー電圧が下限電圧から上限電圧までの電圧範囲を外れないように設  
20 定することが記載されている。

【0004】

具体的には、現在の内部抵抗に基づく外挿によって、現在の電圧値および電流値から充放電電流を増加させた場合の蓄電装置の出力電圧の変化を推定する。そして、出力電圧が下限電圧あるいは上限電圧に達するときの電流値を、充放電可能な電流最大値として求める。さらに、下限電圧と放電可能な電流最大値との積に基づいて放電電力許容値を設定することによって、一時的に放電制限を緩和してもバッテリー電圧が下限電圧よりも低下しないようにすることができる。同様に、上限電圧と充電可能な電流最大値との積に基づいて充電電力許容を設定することによって、一時的に充電制限を緩和してもバッテリー電圧が上限電圧よりも上昇することを防止できる。  
30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2007-306771号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

蓄電装置には、充放電履歴に依存した動的な出力電圧変動が生じる現象が生じるものがある。たとえば、バッテリーでは、継続的な放電によって出力電圧が低下する一方で、継続的な充電によって出力電圧が上昇する。このような現象は、「分極」とも称される。分極  
40 は、バッテリー内部の電極活物質の表面付近および内部の間で、充放電に際する化学変化が不均衡となることに起因して生じると考えられる。

【0007】

このため、特許文献1に従って、バッテリーの充放電電力制限を一時的に緩和した際には、緩和後の充放電電流が所定時間継続することによって、さらなる電圧変化が生じる虞がある。この際に、特許文献1では、現在の内部抵抗に基づいて、バッテリー性能を最大限発揮するように充放電電力許容値を定めているので、分極による電圧変化がさらに発生することによって、放電緩和時にバッテリー電圧が下限電圧よりも低くなる、あるいは、充電緩和時にバッテリー電圧が上限電圧よりも高くなる虞がある。

【0008】

10

20

30

40

50

この発明は、このような問題点を解決するためになされたものであって、この発明の目的は、二次電池等の蓄電装置の充放電制限を一時的に緩和する際の充放電電力許容値を、蓄電装置の出力電圧が下限電圧から上限電圧までの電圧範囲内から外れないように正確に設定することが可能な蓄電装置の充放電制御装置およびそれを搭載した電動車両を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この発明のある局面では、蓄電装置の出力電圧を下限電圧から上限電圧までの電圧範囲内に維持するための充放電制御装置であって、蓄電装置の状態を示す測定値を取得するための状態取得手段と、状態取得手段により取得された測定値に基づいて、蓄電装置の内部抵抗を推定するための内部抵抗推定手段と、蓄電装置の状態に基づいて、蓄電装置の充放電電力制限のための放電電力許容値および充電電力許容値を設定するための第1の制限設定手段と、蓄電装置の負荷からの要求に応じて、第1の時間の間に限って、出力電圧が電圧範囲から外れない範囲内で、充放電電力制限を一時的に緩和するための第2の制限設定手段とを含む。第2の制限設定手段は、充放電電力制限の一時的な緩和による充放電電流の変化量と内部抵抗推定手段により推定された内部抵抗との積に基づく第1の電圧変化量と、一時的な緩和によって増加した後の充放電電流が第1の時間の間継続することによって生じる第2の電圧変化量との両方に基づいて、放電電力許容値および充電電力許容値のうちの少なくとも一方の絶対値を、第1の制限設定手段によって設定される値よりも大きく設定する。

【0010】

好ましくは、第2の制限設定手段は、蓄電装置の電流を変数とする一次関数モデルによって第2の電圧変化量を推定するための手段と、蓄電装置の温度に基づいて、一次関数モデルを決定するための手段とを含む。

【0011】

また好ましくは、第1の時間は、負荷の状況に応じて可変に設定される。第2の制限設定手段は、蓄電装置の電流を変数とする一次関数モデルによって第2の電圧変化量を推定するための手段と、第1の時間と蓄電装置の温度とに基づいて、一次関数モデルを決定するための手段とを含む。

【0012】

さらに好ましくは、第2の制限設定手段は、蓄電装置の放電時において、蓄電装置の現在の出力電圧から第1および第2の電圧変化量を差し引いた電圧が下限電圧と同等となるときの放電電流と、下限電圧との積に基づいて、放電電力許容値を設定する。

【0013】

あるいは、さらに好ましくは、第2の制限設定手段は、蓄電装置の充電時において、蓄電装置の現在の出力電圧に第1および第2の電圧変化量を加えた電圧が上限電圧と同等となるときの充電電流と、上限電圧との積に基づいて、充電電力許容値を設定する。

【0014】

好ましくは、蓄電装置と、車両駆動力を発生するための内燃機関と、蓄電装置との間で双方向に電力授受可能に構成された第1および第2の電動機と、上述の充放電制御装置とを含む電動車両において、第1の電動機は、蓄電装置の放電電力により回転駆動されることによって内燃機関を始動可能に構成され、第2の電動機は、蓄電装置の放電電力によって車両駆動力を発生可能に構成される。そして、充放電制御装置は、内燃機関の始動時において、第2の制限設定手段により放電電力許容値を設定する。

【0015】

また好ましくは、蓄電装置と、蓄電装置との間で双方向に電力授受可能に構成された電動機と、上述の充放電制御装置とを含む電動車両において、電動機は、蓄電装置の放電電力により電動車両の車両駆動力を発生可能に構成される。そして、充放電制御装置は、電動機への出力要求が所定以上となったときに、第2の制限設定手段により放電電力許容値を設定する。

## 【 0 0 1 6 】

あるいは好ましくは、蓄電装置と、蓄電装置との間で双方向に電力授受可能に構成された電動機と、上述の充放電制御装置とを含む電動車両において、電動機は、電動車両の減速時に回生トルクの発生による回生制動発電によって蓄電装置の充電電力を発生可能に構成される。そして、充放電制御装置は、電動機に要求される回生トルクの絶対値が所定値より大きいときに、第2の制限設定手段により充電電力許容値を設定する。

## 【発明の効果】

## 【 0 0 1 7 】

この発明によれば、二次電池等の蓄電装置の充放電制限を一時的に緩和する際の充放電電力許容値を、蓄電装置の出力電圧が下限電圧から上限電圧までの電圧範囲内から外れないように正確に設定することができる。

10

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 1 8 】

【図1】本発明の実施の形態に係る蓄電装置の充放電制御装置が搭載された電動車両の代表例として示されるハイブリッド車両の制御ブロック図である。

【図2】本発明の実施の形態による蓄電装置の充放電制御の概略構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の実施の形態による放電電力許容値の設定を説明するフローチャートである。

【図4】最大放電可能電力の算出手法を説明する概念図である。

20

【図5】バッテリー電流（放電）に対する分極電圧の特性を説明する第1の概念図である。

【図6】バッテリー電流（放電）に対する分極電圧の特性を説明する第2の概念図である。

【図7】最大放電可能電力の算出処理手順を説明するフローチャートである。

【図8】本発明の実施の形態による充電電力許容値の設定を説明するフローチャートである。

【図9】最大充電可能電力の算出手法を説明する概念図である。

【図10】バッテリー電流（充電）に対する分極電圧の特性を説明する概念図である。

【図11】最大充電可能電力の算出処理手順を説明するフローチャートである。

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 1 9 】

30

以下において、この発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。なお、以下図中の同一または相当部分には同一符号を付してその説明は原則として繰返さないものとする。

## 【 0 0 2 0 】

（システム構成例）

図1は、本発明の実施の形態に係る蓄電装置の制御装置が搭載された電動車両の代表例として示されるハイブリッド車両の制御ブロック図である。なお、電動車両は、図1に示すハイブリッド車両に限定されるものではなく、蓄電装置および車両用駆動用電動機の間で電力を入出力する構成を有するものであれば、他の態様を有するハイブリッド車両（たとえばシリーズ型ハイブリッド車両）、電気自動車、あるいは、燃料電池自動車についても、本発明を適用することが可能である。

40

## 【 0 0 2 1 】

図1を参照して、ハイブリッド車両は、駆動源としての、たとえばガソリンエンジンやディーゼルエンジン等の内燃機関（以下、単にエンジンという）120と、モータジェネレータ（MG）140を含む。モータジェネレータ140は、主にモータとして機能するモータジェネレータ140A（以下、説明の便宜上モータ140Aとも表現する）および、主にジェネレータとして機能するモータジェネレータ140B（以下、説明の便宜上ジェネレータ140Bとも表現する）を含む。なお、ハイブリッド車両の走行状態に応じて、モータ140Aがジェネレータとして機能したり、ジェネレータ140Bがモータとして機能したりする。

50

## 【 0 0 2 2 】

ハイブリッド車両は、さらに、減速機 1 8 0 と、動力分割機構 2 0 0 と、蓄電装置の代表例として示されるメインバッテリー 2 2 0 と、インバータ 2 4 0 , 2 4 1 と、コンバータ 2 4 2 とを含む。減速機 1 8 0 は、エンジン 1 2 0 やモータジェネレータ 1 4 0 A で発生した動力を駆動輪 1 6 0 に伝達したり、あるいは反対に、駆動輪 1 6 0 の駆動力をエンジン 1 2 0 やモータジェネレータ 1 4 0 A に伝達するように構成される。動力分割機構 2 0 0 は、エンジン 1 2 0 の発生する動力を駆動輪 1 6 0 とジェネレータ 1 4 0 B との 2 経路に分配する。メインバッテリー 2 2 0 は、再充電可能な二次電池で構成されて、モータジェネレータ 1 4 0 A , 1 4 0 B を駆動するための電力を蓄積する。インバータ 2 4 0 は、メインバッテリー 2 2 0 の直流電力とモータジェネレータ 1 4 0 A の交流電力との間で双方向の電力変換を行なう。インバータ 2 4 1 は、メインバッテリー 2 2 0 の直流電力とモータジェネレータ 1 4 0 B の交流電力との間で双方向の電力変換を行なう。コンバータ 2 4 2 は、メインバッテリー 2 2 0 の直流電圧と、インバータ 2 4 0 , 2 4 1 の直流リンク電圧との間で、双方向の直流電圧変換を行なう。

10

## 【 0 0 2 3 】

ハイブリッド車両は、さらに、バッテリー制御ユニット(以下、バッテリー E C U (Electronic Control Unit) という) 2 6 0 と、エンジン E C U 2 8 0 と、MG\_\_E C U 3 0 0 と、HV\_\_E C U 3 2 0 とを含む。バッテリー E C U 2 6 0 は、メインバッテリー 2 2 0 の充放電状態を管理制御する。エンジン E C U 2 8 0 は、エンジン 1 2 0 の動作状態を制御する。MG\_\_E C U 3 0 0 は、ハイブリッド車両の状態に応じてモータジェネレータ 1 4 0 A , 1 4 0 B およびバッテリー E C U 2 6 0 、インバータ 2 4 0 等を制御する。HV\_\_E C U 3 2 0 は、バッテリー E C U 2 6 0 、エンジン E C U 2 8 0 および MG\_\_E C U 3 0 0 等を相互に管理制御して、ハイブリッド車両が最も効率よく運行できるようにハイブリッドシステム全体を制御する。

20

## 【 0 0 2 4 】

運転者によって操作されるアクセルペダル 4 1 0 にはアクセルペダルセンサ 4 1 5 が接続される。アクセルペダルセンサ 4 1 5 は、運転者によるアクセルペダル 4 1 0 の操作量(踏込み量)に応じた出力電圧を発生する。同様に、運転者によって操作されるブレーキペダル 4 2 0 にはブレーキペダルセンサ 4 2 5 が接続される。ブレーキペダルセンサ 4 2 5 は、運転者によるブレーキペダル 4 2 0 の操作量(踏込み量)に応じた出力電圧を発生する。アクセルペダルセンサ 4 1 5 およびブレーキペダルセンサ 4 2 5 の出力電圧は、HV\_\_E C U 3 2 0 へ伝送される。このため、HV\_\_E C U 3 2 0 は、運転者によるアクセルペダル操作量およびブレーキ操作量を検知することができる。

30

## 【 0 0 2 5 】

本実施の形態においては、メインバッテリー 2 2 0 とインバータ 2 4 0 との間にはコンバータ 2 4 2 が設けられている。これにより、メインバッテリー 2 2 0 の定格電圧が、モータジェネレータ 1 4 0 A やモータジェネレータ 1 4 0 B の定格電圧よりも低くても、コンバータ 2 4 2 で電圧を昇圧あるいは降圧することにより、メインバッテリー 2 2 0 およびモータジェネレータ 1 4 0 A , 1 4 0 B の間で電力を授受することが可能となる。このコンバータ 2 4 2 には平滑コンデンサが内蔵されており、コンバータ 2 4 2 が昇圧動作を行なう際には、この平滑コンデンサに電荷を蓄えることができる。

40

## 【 0 0 2 6 】

なお、図 1 においては、各 E C U を別構成しているが、2 個以上の E C U を統合した E C U として構成してもよい(たとえば、図 1 に、点線で示すように、MG\_\_E C U 3 0 0 と HV\_\_E C U 3 2 0 とを統合した E C U とすることがその一例である)。

## 【 0 0 2 7 】

動力分割機構 2 0 0 は、エンジン 1 2 0 の動力を、駆動輪 1 6 0 とモータジェネレータ 1 4 0 B との両方に振り分けるために、代表的には遊星歯車機構(プラネタリーギヤ)によって構成される。モータジェネレータ 1 4 0 B の回転数を制御することにより、動力分割機構 2 0 0 は無段変速機としても機能する。エンジン 1 2 0 の回転力は、図示しないブ

50

ラネタリーキャリア(C)に入力される。入力された回転力は、図示しないサンギヤ(S)によってモータジェネレータ140Bに伝えられるとともに、図示しないリングギヤ(R)によってモータおよび出力軸(駆動輪160側)に伝えられる。回転中のエンジン120を停止させる時には、エンジン120が回転しているので、この回転の運動エネルギーをモータジェネレータ140Bで電気エネルギーに変換して、エンジン120の回転数を低下させる。

#### 【0028】

図1に示すようなハイブリッドシステムを搭載するハイブリッド車両は、発進時や低速走行時等であってエンジン120の効率が悪い場合には、モータジェネレータ140のモータ140Aのみによって走行する。通常走行時には、たとえば動力分割機構200によりエンジン120の動力を2経路に分け、一方で駆動輪160の直接駆動を行なうとともに、他方でジェネレータ140Bを駆動して発電を行なう。この時、発生する電力でモータ140Aを駆動して駆動輪160の駆動補助を行なう。また、高速走行時には、さらにメインバッテリー220からの電力をモータ140Aに供給してモータ140Aの出力を増大させて駆動輪160に対して駆動力が追加される。

10

#### 【0029】

一方、減速時には、駆動輪160により従動するモータ140Aがジェネレータとして機能して回生制動による発電を行ない、回収した電力をメインバッテリー220に蓄えることができる。なお、ここで言う回生制動とは、ハイブリッド自動車を運転するドライバによるフットブレーキ操作があった場合の回生発電を伴う制動や、フットブレーキを操作しないものの走行中にアクセルペダルをオフすることで回生発電をさせながら車両減速(または加速の中止)させることを含む。

20

#### 【0030】

回生発電可能な電力は、メインバッテリー220への充電電力許容値に応じて設定される。すなわち、メインバッテリー220の充電禁止時には、回生発電も禁止されて、モータジェネレータ140Aのトルク指令値は零に設定される。

#### 【0031】

また、メインバッテリー220の充電量が低下し、充電が特に必要な場合には、エンジン120の出力を増加してジェネレータ140Bによる発電量を増やしてメインバッテリー220に対する充電量を増加する。また、低速走行時でも必要に応じてエンジン120の出力を増加することによって充電量を増加させることがある。たとえば、上述のようにメインバッテリー220の充電が必要な場合や、空調機器等の補機を駆動する場合や、エンジン120の冷却水の温度を所定温度まで上げる場合等である。

30

#### 【0032】

駆動輪160および図示しない車輪の各々には、ブレーキ機構460が設けられる。ブレーキ機構460は、各車輪に対応して設けられたディスクロータ465を、ブレーキアクチュエータ450の発生油圧によって操作されるブレーキパッド(摩擦材)によって押さえ付けることにより発生される摩擦力によって車両の制動力が得られるように構成されている。ブレーキアクチュエータ450による油圧発生量は、HV\_ECU320によって制御される。

40

#### 【0033】

HV\_ECU320は、ブレーキペダル420の踏込み量等から車両全体での要求制動力を算出する。さらに、HV\_ECU320は、算出した全体要求制動力が、モータ140Aによる回生制動力およびブレーキ機構460による油圧制動力によって協調的に発生されるように制御する。

#### 【0034】

図2には、本発明の実施の形態による蓄電装置の充放電制御の概略構成が示される。

蓄電装置の一例として示されるメインバッテリー220は、図示するように複数のセルを直列接続した組電池であり、鉛蓄電池、リチウムイオン電池やニッケル水素電池等の二次電池により構成される。メインバッテリー220は、インバータ240、241およびコン

50

バータ 242 を介して、モータジェネレータ 140A, 140B (MG (1), MG (2)) と接続されている。すなわち、本実施の形態では、インバータ 240, 241 およびコンバータ 242 ならびにモータジェネレータ 140A, 140B (MG (1), MG (2)) が、一体的にメインバッテリー 220 の負荷を構成する。

【0035】

また、メインバッテリー 220 の端子電圧 (以下、バッテリー電圧  $V_b$  と称する) を検出する電圧センサ 226、メインバッテリー 220 に流れる電流を検出する電流センサ 222 が設けられている。以下では、電流センサ 222 により検出されるメインバッテリー 220 および負荷の間の入出力電流をバッテリー電流  $I_b$  と称する。なお、バッテリー電流  $I_b$  は、図中の矢印方向を正電流方向と定義する。すなわち、放電時には  $I_b > 0$  (正) であり、充電時には  $I_b < 0$  (負) である。したがって、メインバッテリー 220 の負荷に対する入出力電力は、バッテリー電圧  $V_b$  およびバッテリー電流  $I_b$  の積で示され、放電時には正值となり、充電時には負値となる。

10

【0036】

さらに、メインバッテリー 220 の複数箇所に電池温度を検出する温度センサ 224 が設けられている。温度センサ 224 を複数箇所に設けたのは、メインバッテリー 220 の温度が局所的に異なる可能性があるからである。電流センサ 222、電圧センサ 226 および温度センサ 224 の出力は、バッテリー ECU 260 へ送出される。

【0037】

バッテリー ECU 260 では、これらのセンサ出力値に基づき、電池の残存容量 (SOC) を算出し、さらに充放電制御を実行する。充放電制御は、推定した SOC が目標 SOC に合致するように、かつ、過充電によってバッテリー電圧  $V_b$  が最高許容電圧 (上限電圧  $V_u$ ) より高くなったり、過放電によってバッテリー電圧  $V_b$  が最低許容電圧 (下限電圧  $V_e$ ) より低くなったりすることがないように実行される。ここで、上限電圧  $V_u$  および下限電圧  $V_e$  は、メインバッテリー 220 の最高定格電圧および最低定格電圧、あるいは、メインバッテリー 220 に接続される機器 (負荷) の動作可能 (保証) 電圧等に従って決定される。

20

【0038】

特に、上記のように、バッテリー電圧  $V_b$  が下限電圧  $V_e$  ~ 上限電圧  $V_u$  の電圧範囲 (以下、管理電圧範囲とも称する) 内に維持されるように、バッテリー ECU 260 は、メインバッテリー 220 に関する充電電力許容値  $W_{in}$  ( $W_{in} = 0$ ) および放電電力許容値  $W_{out}$  ( $W_{out} = 0$ ) を決定し、MG\_ECU300 および HV\_ECU320 へ送出する。

30

【0039】

特に、HV\_ECU320 は、充電電力許容値  $W_{in}$  および放電電力許容値  $W_{out}$  の範囲内でメインバッテリー 220 が充放電されるように、各モータジェネレータ 140A, 140B の動作指令値 (代表的にはトルク指令値) を設定する。たとえば、上述のような、走行状況に応じたエンジン 120 およびモータ 140A の間での車両駆動力の出力配分は、モータ 140A での消費電力を含むメインバッテリー 220 の出力電力が放電電力許容値  $W_{out}$  を超えないように考慮される。

40

【0040】

また、回生制動時には、モータジェネレータ 140A による発電電力を含むメインバッテリー 220 への入力電力が充電電力許容値  $W_{in}$  を超えないように考慮した上で、モータジェネレータ 140A のトルク指令値 (一般に負トルク) が設定される。なお、上述のように、HV\_ECU320 は、運転者によるブレーキ操作時には、モータジェネレータ 140A による回生制動力およびブレーキ機構 460 による油圧制動力の和により、車両全体への要求制動力が得られるように協調制御を行なうので、充電電力許容値  $W_{in}$  によりモータジェネレータ 140A による回生制動力が制限されても、必要な車両制動力を得ることが可能である。また、バッテリー ECU 260 へは、HV\_ECU320 から、一時的な充放電制限の緩和を要求する要求フラグが入力される。この要求フラグについては、後

50



程詳細に説明する。

【 0 0 4 1 】

( 放電制限の一時的緩和 )

次に、本発明の実施の形態による放電電力制限について図 3 および図 4 を用いて説明する。

【 0 0 4 2 】

図 3 は、本発明の実施の形態による放電電力許容値の設定を説明するフローチャートである。図 3 に示したフローチャートは、バッテリー ECU 260 により所定周期ごとに実行される。

【 0 0 4 3 】

図 3 を参照して、バッテリー ECU 260 は、ステップ S 100 により、電流センサ 222、温度センサ 224 および電圧センサ 226 の検出値から、バッテリー状態量 ( バッテリ電圧  $V_b$ 、バッテリー電流  $I_b$  およびバッテリー温度  $T_b$  ) を取得する。

【 0 0 4 4 】

さらに、バッテリー ECU 260 は、ステップ S 110 により、ステップ S 100 で取得したバッテリー状態量に基づき内部抵抗  $R$  を推定する。ステップ S 110 における内部抵抗推定手法は特に限定されず、周知の推定手法を任意に用いることができる。たとえば、内部抵抗  $R$  が温度依存性を有するタイプのバッテリーでは、実験等により予め求められたバッテリー温度  $T_b$  および内部抵抗  $R$  の特性を反映したマップを作成しておき、ステップ S 100 で取得したバッテリー温度  $T_b$  を用いて当該マップを参照することによって内部抵抗  $R$  を推定できる。あるいは、特許文献 1 にも記載されるように、バッテリー電流  $I_b$  およびバッテリー電圧  $V_b$  の実測値を適宜参照し、最小二乗法等の適用により  $( V_b / I_b )$  を逐次求めることによって内部抵抗  $R$  を推定してもよい。

【 0 0 4 5 】

さらに、バッテリー ECU 260 は、ステップ S 120 により、ステップ S 100 によって取得されたバッテリー状態量に基づき SOC を推定する。SOC 推定についても、周知の推定手法を任意に用いることができる。たとえば、ステップ S 100 で取得されたバッテリー状態量を電池モデル式に代入することによって逐次開路電圧 ( OCV ) を推定することによって SOC を推定してもよく、バッテリー電流  $I_b$  の積算に基づいて SOC 変化をトレースすることによって SOC を推定してもよい。あるいは、電池モデルに基づく SOC 推定および電流積算による SOC 推定との両者を組合せて SOC を推定してもよい。

【 0 0 4 6 】

さらに、バッテリー ECU 260 は、ステップ S 130 により、ステップ S 120 で求められた推定 SOC および / またはステップ S 110 で求められたバッテリー状態量 ( 代表的にはバッテリー温度  $T_b$  ) に基づき、基本的な放電電力許容値  $W_{out}$  (  $W_{out} 0$  ) を設定する。たとえば、基本的な放電電力許容値 (  $W_{out}$  ) は、 $W_{out}$  での放電が所定時間継続されても、バッテリー電圧  $V_b$  の電圧変化が所定範囲内に収まるように設定される。

【 0 0 4 7 】

続いてバッテリー ECU 260 は、ステップ S 150 により、負荷の放電要求が通常レベルであるかどうかを判断する。ステップ S 150 による判定は、HV ECU 320 からの要求フラグに基づき実行される。この要求フラグは、バッテリーの負荷の状況に応じて、負荷からバッテリーへの放電要求が大であるとき、すなわち、メインバッテリー 220 からの出力電力を通常時よりも一時的に大きくしたい状況において、ステップ S 150 が NO 判定となるように設定される。

【 0 0 4 8 】

たとえば、本実施の形態によるハイブリッド車両では、モータジェネレータ 140B ( MG ( 1 ) ) によるエンジン始動時、あるいはアクセルペダル操作によって、モータジェネレータ 140A ( MG ( 2 ) ) への要求出力が所定より大きくなった場合等、メインバッテリー 220 からの出力電力を通常時よりも一時的に大きくしたい運転状況において、要

10

20

30

40

50

求フラグがオンされる。すなわち、このような運転状況が検出されたときに、ステップ S 150 が NO 判定となる。

【0049】

バッテリー ECU 260 は、ステップ S 150 の YES 判定時、すなわち負荷の放電要求が通常レベルである場合には、ステップ S 160 により、ステップ S 130 で設定した基本的な放電電力許容値  $W_{out}$  を放電電力許容値  $W_{out}$  とする ( $W_{out} = W_{out}$ ) ことにより、通常の放電制限を行なう。

【0050】

これに対して、バッテリー ECU 260 は、ステップ S 150 の NO 判定時、すなわち負荷の放電要求が大である場合には、ステップ S 170 および S 180 により、放電制限を通常よりも一時的に緩和する。この際の放電制限緩和によって、バッテリー電圧  $V_b$  が下限電圧  $V_e$  を超えて低下することがないように、一時的な放電制限緩和時における放電電力許容値が以下のように決められる。

【0051】

バッテリー ECU 260 は、ステップ S 170 では、現在のバッテリー電圧  $V_x$  およびバッテリー電流  $I_x$  を基に、放電制限緩和による放電電流の増加 ( $I_b$  上昇) に伴ってバッテリー電圧  $V_b$  が下限電圧  $V_e$  まで低下するときの放電電力である、最大放電可能電力  $W_e$  ( $W_e > 0$ ) を予測する。

【0052】

図 4 は、この際における最大放電可能電力の予測手法を説明する概念図である。

図 4 を参照して、動作点 510 は、現在のバッテリー電流  $I_x$  およびバッテリー電圧  $V_x$  に対応する。動作点 520 では、放電制限の緩和による放電電流 ( $I_b > 0$ ) の増加に伴って、内部抵抗  $R$  による電圧降下が発生している。動作点 520 でのバッテリー電流を  $I_c$  とし、バッテリー電圧を  $V_c$  とする。このとき、内部抵抗  $R$  を用いて、下記の (1) 式が成立する。

【0053】

$$(V_x - V_c) / (I_x - I_c) = -R \quad \dots (1)$$

さらに、バッテリー電流  $I_c$  での放電が継続されることにより、分極の発生によってバッテリー電圧  $V_b$  が低下する。放電による分極時には、バッテリーの出力電力が一定の下で、バッテリー電圧  $V_b$  が低下し、バッテリー電流  $I_b$  が増加する。これにより、図 4 に示すように、等パワー線 525 上で、バッテリーの動作点が、動作点 520 から動作点 530 へ遷移する。動作点 530 でのバッテリー電流を  $I_o$  とし、バッテリー電圧を  $V_o$  とする。

【0054】

このように、動作点 510 において放電制限を緩和すると、まず、内部抵抗の影響によって動作点 510 から動作点 520 への遷移が発生する。さらに、動作点 520 での放電が継続されることによって、分極に起因するよる動作点 530 への遷移がさらに発生する。

【0055】

本実施の形態では、一時的な放電緩和時における放電電力許容値  $W_{out}$  を、動作点 530 での分極後のバッテリー電圧  $V_o = V_e$  となるように設定する。すなわち、分極による電圧変化量 (以下、分極電圧とも称する)  $V_{dyn}$  (図 4 では、 $V_{dyn} = V_c - V_o$ ) を考慮する点が、特許文献 1 と比較した特徴である。

【0056】

ここで、放電時の分極電圧  $V_{dyn}$  については、図 5 および図 6 に示すような特性を有する。

【0057】

図 5 を参照して、分極電圧  $V_{dyn}$  は、比較的大電流域では、バッテリー電流に対する一次関数モデル ( $V_{dyn} = \quad \cdot I_c + \quad$ ) によって近似できることが、発明者らの実験によって確認された。さらに、一次関数の傾き  $\quad$  は、バッテリー温度  $T_b$  や放電継続時間  $t_1$  によって変化することも確認された。定性的には、バッテリー温度が低いほど  $\quad$  が大

10

20

30

40

50

きくなる。

【0058】

また、図6に示されるように、放電継続時間  $t_1$  が短くなるほど、傾き  $\alpha$  も小さくなる。図5および図6に示された特性は、電流、温度、放電継続時間等の条件を変化させた実験によって、予め求めておくことができる。すなわち、実験結果に従って、バッテリー温度  $T_b$  および放電継続時間  $t_1$  に基づいて、分極電圧  $V_{dyn}$  を示す一次関数の傾き  $\alpha$  を算出するための、関数式あるいはマップを予め作成することができる。バッテリーの特性によっては、一次関数の定数項  $\beta$  を算出するためのマップをさらに作成してもよい。なお、放電継続時間  $t_1$  は、ステップS170, S180による一時的な放電制限緩和を実行する時間（一時緩和時間  $t$ ）に相当する。

10

【0059】

図7には、図3のステップS170の処理の詳細が示される。

図7を参照して、バッテリーECU260は、ステップS171により、放電制限の一時緩和時間  $t$  を読み込む。一時緩和時間  $t$  は、固定値であってもよいし、運転状況に応じた可変値であってもよい。たとえば、エンジン始動時と、車両加速時（すなわち、モータジェネレータ140Aへの要求出力が大のとき）との間で、一時緩和時間  $t$  を異なる値としてもよい。また、車両加速時には、要求される車両駆動力、あるいは、モータジェネレータ140Aへの要求出力に応じて、一時緩和時間  $t$  を可変に設定することも可能である。

【0060】

20

バッテリーECU260は、ステップS172により、一時緩和時間  $t$  およびバッテリー温度  $T_b$  に基づいて、分極電圧  $V_{dyn}$  を求めるための一次関数モデル（ $V_{dyn} = \alpha \cdot T_b + \beta$ ）を決定する。たとえば、ステップS100で読み込まれたバッテリー温度  $T_b$  およびステップS171で読み込まれた一時緩和時間  $t$  を用いて、上記マップあるいは関数式に従って、 $\alpha$  と  $\beta$  を決定することができる。なお、一時緩和時間  $t$  が固定値である場合には、バッテリー温度  $T_b$  のみに基づいて、一次関数モデル（ $V_{dyn} = \alpha \cdot T_b + \beta$ ）を決定することができる。

【0061】

さらに、バッテリーECU260は、ステップS173により、バッテリー電圧  $V_b$  が下限電圧  $V_e$  となるときのバッテリー電流  $I_c$ （このときの  $I_c = I_{ce}$  とする）を求める。上述のように、バッテリー電流  $I_c$  は、動作点520でのバッテリー電流である。以下に説明するように、内部抵抗  $R$  による電圧変化量  $R \cdot (I_c - I_x)$  と、分極による電圧変化量  $V_{dyn}$  との両方に基づいて、ステップS173による演算が実行される。

30

【0062】

動作点520のバッテリー電流  $I_c$  と、分極の影響を考慮した動作点530でのバッテリー電圧  $V_o$  との関係は、バッテリー電流  $I_c$  の一次関数である分極電圧  $V_{dyn}(I_c)$  を用いて、下記(2)式で示される。

【0063】

$$V_c = V_o + V_{dyn}(I_c) = V_o + \alpha \cdot I_c + \beta \quad \dots (2)$$

一方で、上記(1)式を変形すると、下記(3)式が得られる。

【0064】

40

$$V_c - V_x = R \cdot (I_x - I_c) \quad \dots (3)$$

式(2)を式(3)に代入することにより、下記(4)式が得られる。

【0065】

$$V_o + \alpha \cdot I_c + \beta - V_x = R \cdot I_x - R \cdot I_c \quad \dots (4)$$

式(4)を  $I_c$  について解くことにより、下記(5)式が得られる。

【0066】

$$(\alpha + R) \cdot I_c = R \cdot I_x + V_x - V_o - \beta$$

$$I_c = (R \cdot I_x + V_x - V_o - \beta) / (\alpha + R) \quad \dots (5)$$

式(5)において、 $V_o = V_e$ （下限電圧）としたときのバッテリー電流  $I_{ce}$  は、下記(6)式で示される。

50

## 【0067】

$$I_{ce} = (R \cdot I_x + V_x - V_e - \quad) / (\quad + R) \quad \dots (6)$$

ステップS173では、ステップS100で取得された $I_x$ 、 $V_x$ 、ステップS110で取得された $R$ 、および、ステップS172で取得された $\quad$ 、 $\quad$ を式(6)に代入することによって、バッテリー電流 $I_{ce}$ が算出される。

## 【0068】

バッテリーECU260は、ステップS174により、ステップS173で算出されたバッテリー電流 $I_{ce}$  ( $V_o = V_e$ )と、下限電圧 $V_e$ との積に基づいて、最大放電可能電力 $W_e$ を算出する。すなわち、最大放電可能電力 $W_e$ は、下記(7)式で示される。

## 【0069】

$$W_e = V_e \cdot (R \cdot I_x + V_x - V_e - \quad) / (\quad + R) \quad \dots (7)$$

図4から理解されるように、動作点520での放電電流(バッテリー電流 $I_c$ )は、分極後の動作点530での放電電流(バッテリー電流 $I_o$ )よりも小さい。ただし、短時間( $t$ )での放電では、 $I_c$ および $I_o$ はそれ程大きく変わらないため、動作点520での放電電流( $I_{ce}$ )に基づいて、最大放電可能電力 $W_e$ を設定することとする。なお、 $I_o > I_c$ であるため、 $I_o$ に代えて $I_c$ に基づいて最大放電可能電力 $W_e$ を設定することにより、過放電に対して安全側となるようにマージンを持たせることができる。

## 【0070】

再び図4を参照して、バッテリーECU260は、ステップS180では、一時的な放電電力制限のため、一時緩和時間 $t$ に限り最大放電可能電力 $W_e$ に対応させて放電電力許容値 $W_{out}$ を設定する。

## 【0071】

代表的には、放電電力許容値 $W_{out} = W_e$ と設定すればよいが、さらにマージンを設けて $W_{out} < W_e$ に設定してもよい。なお、一時的な放電電力制限の緩和時間が一時緩和時間 $t$ を超えた場合には、ステップS150の判定がYES判定となるように、HV\_ECU320からの要求フラグが変更される。

## 【0072】

このような構成とすることにより、現時点でのバッテリー電圧 $V_b$  ( $V_x$ )およびバッテリー電流 $I_b$  ( $I_x$ )をベースに、内部抵抗による電圧降下増加および継続的な放電制限緩和による分極電圧の発生を考慮に入れて、放電制限緩和によってバッテリー電圧 $V_b$ が下限電圧 $V_e$ に達する際の最大放電可能電力 $W_e$ を予測することができる。

## 【0073】

そして、予測された最大放電可能電力に対応させて、通常よりも充放電制限を一時的に緩和する際の放電電力許容値 $W_{out}$ を決定することができる。したがって、負荷の要求に応じて放電制限を一時的に緩和する際に、メインバッテリー220(蓄電装置)の出力電圧が下限電圧 $V_e$ よりも低下することを防止し、かつ、放電制限電力の緩和レベルを十分に確保できる。

## 【0074】

特に、継続的な放電制限緩和による分極電圧を反映しているので、蓄電装置の出力電圧が下限電圧 $V_e$ よりも低下する可能性を抑制することができる。また、一時緩和時間 $t$ と連動させて最大放電可能電力 $W_e$ (すなわち、放電電力許容値 $W_{out}$ )を設定できるので、蓄電装置の性能を最大限発揮させるべく、一時的な緩和レベルを適切に設定できる。

## 【0075】

(充電制限の一時的緩和)

次に、本発明の実施の形態による充電電力制限について図8~図11を用いて説明する。

## 【0076】

図8は、本発明の実施の形態による充電電力許容値の設定を説明するフローチャートである。図8に示したフローチャートは、バッテリーECU260により所定周期ごとに実行

10

20

30

40

50

される。

【 0 0 7 7 】

図 8 を参照して、バッテリー ECU 260 は、図 3 と同様のステップ S 1 0 0 ~ S 1 2 0 の処理により、バッテリー状態量（バッテリー電圧  $V_b$ 、バッテリー電流  $I_b$  およびバッテリー温度  $T_b$ ）を取得し（S 1 0 0）、内部抵抗  $R$  を推定し（S 1 1 0）、かつ、SOC を推定する（S 1 2 0）。なお、以下では、充電時におけるバッテリー電流  $I_b$  ( $I_b < 0$ ) の大きさ、すなわち、 $|I_b|$  を充電電流とも称する。

【 0 0 7 8 】

さらに、バッテリー ECU 260 は、ステップ S 1 3 5 により、ステップ S 1 2 0 で求められた推定 SOC および / またはステップ S 1 1 0 で求められたバッテリー状態量（代表的にはバッテリー温度  $T_b$ ）に基づき、基本的な充電電力許容値  $W_{in}$  ( $W_{in} = 0$ ) を設定する。たとえば、基本的な充電電力許容値 ( $W_{in}$ ) は、 $W_{in}$  での充電が所定時間継続されても、バッテリー電圧  $V_b$  の電圧変化が所定範囲内に収まるように設定される。

10

【 0 0 7 9 】

続いてバッテリー ECU 260 は、ステップ S 1 5 5 により、負荷からの充電要求が通常レベルであるかどうかを判断する。ステップ S 1 5 5 による判定についても、HV\_ECU 320 からの要求フラグに基づき実行される。この要求フラグは、バッテリーの負荷の状況に応じて、負荷からバッテリーへの充電要求が大であるとき、すなわち、メインバッテリー 220 への入力電力を通常時よりも一時的に大きくしたい状況において、ステップ S 1 5 5 が NO 判定となるように設定される。

20

【 0 0 8 0 】

たとえば、本実施の形態によるハイブリッド車両では、運転者によるブレーキ操作等によってモータジェネレータ 140 A に要求される回生トルクの大きさ（絶対値）が所定以上となった場合等、モータジェネレータ 140 A での回生発電電力を増加させて、メインバッテリー 220 への入力電力を通常時よりも一時的に大きくしたい運転状況において、要求フラグは、ステップ S 1 5 5 が NO 判定となるように設定される。

【 0 0 8 1 】

代表的には、所定速度以上の高速走行時にブレーキ操作が行なわれたときや、比較的低速走行時であっても、ブレーキ操作等により減速度が大きいときに、上記のような、モータジェネレータ 140 A に要求される回生トルクの大きさ（絶対値）が所定以上となるケースが発生する。

30

【 0 0 8 2 】

バッテリー ECU 260 は、ステップ S 1 5 5 の YES 判定時、すなわち負荷の充電要求が通常レベルである場合には、ステップ S 1 6 5 により、ステップ S 1 3 5 で設定した基本的な充電電力許容値  $W_{in}$  を充電電力許容値  $W_{in}$  とする ( $W_{in} = W_{in}$ ) ことにより、通常の充電制限を行なう。

【 0 0 8 3 】

これに対して、バッテリー ECU 260 は、ステップ S 1 5 5 の NO 判定時、すなわち負荷の充電要求が大である場合には、ステップ S 1 7 5 および S 1 8 5 により、充電制限を通常よりも一時的に緩和する。このような充電制限緩和によって、バッテリー電圧  $V_b$  が上限電圧  $V_u$  を超えて上昇することがないように、以下のようにして、一時的な充電制限緩和時における充電電力許容値が決められる。

40

【 0 0 8 4 】

バッテリー ECU 260 は、ステップ S 1 7 5 では、現在のバッテリー電圧  $V_x$  およびバッテリー電流  $I_x$  を基に、充電制限緩和による充電電流増大に伴ってバッテリー電圧  $V_b$  が上限  $V_u$  まで上昇するときの充電電力である、最大充電可能電力  $W_u$  ( $W_u < 0$ ) を予測する。

【 0 0 8 5 】

図 9 は、この際における最大充電可能電力の予測手法を説明する概念図である。

50

図9を参照して、動作点510は、現在のバッテリー電流 $I_b$ およびバッテリー電圧 $V_b$ に対応する。動作点520では、充電制限の緩和による充電電流( $I_b < 0$ )の増加に伴って、内部抵抗 $R$ による電圧上昇が発生している。動作点520でのバッテリー電流を $I_c$ とし、バッテリー電圧を $V_c$ とする。このとき、内部抵抗 $R$ を用いて、下記の(8)式が成立する。

【0086】

$$V_c - V_x = R \cdot (I_x - I_c) \quad \dots (8)$$

さらに、バッテリー電流 $I_c$ での充電が継続されることにより、分極の発生によってバッテリー電圧 $V_b$ が上昇する。充電による分極時には、バッテリーの充電電力が一定の下で、バッテリー電圧 $V_b$ が上昇し、バッテリー電流 $I_b$ が上昇(充電電流は減少)する。これにより、図9に示すように、等パワー線525上で、バッテリーの動作点が、動作点520から動作点530へ遷移する。動作点530でのバッテリー電流を $I_o$ とし、バッテリー電圧を $V_o$ とする。

10

【0087】

このように、動作点510において一時的に充電制限を緩和すると、まず、内部抵抗の影響によって動作点510から動作点520への遷移が発生する。さらに、動作点520での充電が継続されることによって、分極による動作点530への遷移がさらに発生する。

【0088】

本実施の形態では、一時的な充電緩和時における充電電力許容値 $W_{in}$ を、動作点530での分極後のバッテリー電圧 $V_o = V_u$ となるように設定する。すなわち、分極による電圧変化量 $V_{dyn}$ (図9では、 $V_{dyn} = V_o - V_c$ )を考慮する点が、特許文献1と比較した特徴である。

20

【0089】

図10に示されるように、充電時の分極電圧 $V_{dyn}$ については、既に説明した放電時の分極電圧と同様に、比較的大電流域では、バッテリー電流に対する一次関数モデル( $V_{dyn} = - \cdot I_c +$ )によって近似できることが、発明者らの実験によって確認された。

【0090】

分極電圧 $V_{dyn}$ を示す一次関数モデルの傾き( $| - |$ )は、バッテリー温度 $T_b$ や充電継続時間 $t_1$ によって変化する。定性的には、バッテリー温度が低いほど傾きが大きくなる。また、充電継続時間 $t_1$ が短いほど、傾きも小さくなる。

30

【0091】

放電時の分極電圧と同様に、図10に示された特性は、電流、温度、充電継続時間等の条件を変化させた実験によって、予め求めておくことができる。すなわち、実験結果に従って、バッテリー温度 $T_b$ および充電継続時間 $t_1$ に基づいて、充電時の分極電圧 $V_{dyn}$ を示す一次関数の傾きを算出するための、関数式あるいはマップを予め作成することができる。バッテリーの特性によっては、一次関数の定数項を算出するためのマップをさらに作成してもよい。なお、充電継続時間 $t_1$ は、ステップS175, S185による一時的な充電制限緩和を実行する時間(一時緩和時間 $t$ )に相当する。

40

【0092】

図11には、図8のステップS175の処理の詳細が示される。

図11を参照して、バッテリーECU260は、ステップS176により、充電制限の一時緩和時間 $t$ を読込む。一時緩和時間 $t$ は、固定値であってもよいし、運転状況に応じた可変値であってもよい。たとえば、回生トルクの大きさ(絶対値)、ブレーキペダル操作量、ブレーキペダル操作時の車速、あるいは、車両減速度に応じて、一時緩和時間 $t$ を可変に設定することも可能である。

【0093】

バッテリーECU260は、ステップS177により、一時緩和時間 $t$ およびバッテリー温度 $T_b$ に基づいて、充電時の分極電圧 $V_{dyn}$ を求めるための一次関数モデル( $-$

50

、 ) を決定する。たとえば、ステップ S 1 0 0 で読み込まれたバッテリー温度  $T_b$  およびステップ S 1 7 6 で読み込まれた一時緩和時間  $t$  を用いて、上記マップあるいは関数式に従って、 $\alpha$ 、 $\beta$  を決定することができる。なお、一時緩和時間  $t$  が固定値である場合には、バッテリー温度  $T_b$  のみに基づいて、一次関数モデル ( $\alpha$ 、 $\beta$ ) を決定することができる。

【 0 0 9 4 】

さらに、バッテリー ECU 2 6 0 は、ステップ S 1 7 8 により、バッテリー電圧  $V_b$  が上限電圧  $V_u$  となるときのバッテリー電流  $I_c$  (このときの  $I_c = I_{ce}$  とする) を求める。上述のように、バッテリー電流  $I_c$  は、動作点 5 2 0 でのバッテリー電流である。以下に説明するように、内部抵抗  $R$  による電圧変化量  $R \cdot (I_x - I_c)$  と、分極による電圧変化量  $V_{dyn}$  との両方に基づいて、ステップ S 1 7 8 による演算が実行される。

10

【 0 0 9 5 】

動作点 5 2 0 のバッテリー電流  $I_c$  と、分極の影響を考慮した動作点 5 3 0 でのバッテリー電圧  $V_o$  との関係は、バッテリー電流  $I_c$  の一次関数である分極電圧  $V_{dyn}(I_c)$  を用いて、下記 ( 9 ) 式で示される。

【 0 0 9 6 】

$$V_c = V_o - V_{dyn}(I_c) = V_o + \alpha \cdot I_c - \beta \quad \dots (9)$$

式 ( 8 ) を式 ( 9 ) に代入することにより、下記 ( 1 0 ) 式が得られる。

【 0 0 9 7 】

$$V_o + \alpha \cdot I_c - \beta - V_x = R \cdot I_x - R \cdot I_c \quad \dots (10)$$

式 ( 1 0 ) を  $I_c$  について解くことにより、下記 ( 1 1 ) 式が得られる。

20

【 0 0 9 8 】

$$(\alpha + R) \cdot I_c = R \cdot I_x + V_x - V_o + \beta$$

$$I_c = (R \cdot I_x + V_x - V_o + \beta) / (\alpha + R) \quad \dots (11)$$

式 ( 5 ) において、 $V_o = V_u$  (上限電圧) としたときのバッテリー電流  $I_{ce}$  は、下記 ( 1 2 ) 式で示される。

【 0 0 9 9 】

$$I_{ce} = (R \cdot I_x + V_x - V_u + \beta) / (\alpha + R) \quad \dots (12)$$

ステップ S 1 7 8 では、ステップ S 1 0 0 で取得された  $I_x$ 、 $V_x$ 、ステップ S 1 1 0 で取得された  $R$ 、および、ステップ S 1 7 7 で取得された  $\alpha$ 、 $\beta$  を式 ( 6 ) に代入することによって、バッテリー電流  $I_{ce}$  が算出される。

30

【 0 1 0 0 】

バッテリー ECU 2 6 0 は、ステップ S 1 7 9 により、ステップ S 1 7 8 で算出されたバッテリー電流  $I_{ce}$  ( $V_o = V_u$ ) と、上限電圧  $V_u$  との積に基づいて、最大充電可能電力  $W_u$  を算出する。すなわち、最大充電可能電力  $W_u$  は、下記 ( 1 3 ) 式で示される。

【 0 1 0 1 】

$$W_u = V_u \cdot (R \cdot I_x + V_x - V_u + \beta) / (\alpha + R) \quad \dots (13)$$

図 9 から理解されるように、動作点 5 2 0 での充電電流 ( $|I_c|$ ) は、分極後の動作点 5 3 0 での充電電流 ( $|I_o|$ ) よりも小さい。ただし、短時間 ( $t$ ) での充電では、 $I_c$  および  $I_o$  はそれ程大きく変わらないため、動作点 5 2 0 での充電電流 ( $I_{ce}$ ) を基づいて、最大充電可能電力  $W_u$  を設定することとする。なお、 $|I_o| < |I_c|$  であるため、 $I_o$  に代えて  $I_c$  を基づいて最大充電可能電力  $W_u$  を設定することにより、過充電に対して安全側となるようにマージンを持たせることができる。

40

【 0 1 0 2 】

再び図 8 を参照して、バッテリー ECU 2 6 0 は、ステップ S 1 8 5 では、一時的な充電電力制限のため、一時緩和時間  $t$  に限り最大充電可能電力  $W_u$  に対応させて充電電力許容値  $W_{in}$  を設定する。

【 0 1 0 3 】

50

代表的には、充電電力許容値  $W_{in} = W_u$  と設定すればよいが、さらにマージンを設けて  $|W_{in}| < |W_u|$  に設定してもよい。なお、一時的な充電電力制限の緩和時間が一時緩和時間  $t$  を超えた場合には、ステップ S 1 5 5 の判定が Y E S 判定となるように、H V \_ E C U 3 2 0 からの要求フラグが変更される。

【 0 1 0 4 】

このような構成とすることにより、現時点でのバッテリー電圧  $V_b$  ( $V_x$ ) およびバッテリー電流  $I_b$  ( $I_x$ ) をベースに、内部抵抗による電圧上昇および継続的な充電制限緩和による分極電圧の発生を考慮に入れて、充電制限緩和によってバッテリー電圧  $V_b$  が上限電圧  $V_u$  に達する際の最大充電可能電力  $W_u$  を予測することができる。

【 0 1 0 5 】

そして、予測された最大充電可能電力に対応させて、通常よりも充電制限を一時的に緩和する際の充電電力許容値  $W_{in}$  を決定することができる。したがって、負荷の要求に応じて充電制限を一時的に緩和する際に、メインバッテリー 2 2 0 (蓄電装置) の出力電圧が上限電圧  $V_u$  よりも上昇することを防止し、かつ、充電制限電力の緩和レベルを十分に確保できる。

【 0 1 0 6 】

特に、継続的な充電制限緩和による分極電圧を反映しているので、蓄電装置の出力電圧が下限電圧  $V_e$  よりも低下する可能性を抑制することができる。また、一時緩和時間  $t$  と連動させて最大充電可能電力  $W_u$  (すなわち、充電電力許容値  $W_{in}$ ) を設定できるので、蓄電装置の性能を最大限発揮させるべく、一時的な緩和レベルを適切に設定できる。

【 0 1 0 7 】

上記のように充放電電力許容値を設定することにより、本発明の実施の形態による蓄電装置の充放電制御では、蓄電装置の性能を十分に引出しつつ、出力電圧が管理電圧範囲内に維持されるように充放電制御を行なうことが可能となる。なお、本発明を実現する最小限の構成として、充電電力許容値および放電電力許容値のうち的一方のみについて、図 3, 7 または図 8, 1 1 のフローチャートに従って設定する構成とすることも可能である。

【 0 1 0 8 】

また、本実施の形態では、ハイブリッド車両に搭載された蓄電装置の充放電制限、すなわち、蓄電装置から負荷への電力供給(放電)および負荷から蓄電装置の電力供給(充電)の両方が可能に構成された場合の充放電電力許容値の設定を例示したが、本発明の適用はこのような場合に限定されるものではない。すなわち、走行中に車載蓄電装置から電動機(モータジェネレータ)への電力供給(放電)あるいは電動機(モータジェネレータ)から蓄電装置の電力供給(充電)の少なくとも一方が実行されるように構成されていれば、図 1 の構成例とは異なる駆動系の構成を有するハイブリッド自動車あるいは、電気自動車や燃料電池車といった電動車両全般に対して、本発明を適用できる。

【 0 1 0 9 】

また、蓄電装置から負荷への電力供給(放電)あるいは負荷から蓄電装置の電力供給(充電)のみが実行されるように構成されていれば、電動車両以外の用途についても、放電電力許容値あるいは充電電力許容値について、本発明を適用して設定することができる。すなわち、本発明は、負荷の構成を限定することなく、蓄電装置の出力電圧を下限電圧から上限電圧の電圧範囲内に維持するための充放電電力許容値の設定に共通することが可能であることを確認的に記載する。

【 0 1 1 0 】

さらに、蓄電装置についても、本実施の形態ではバッテリーを例示したが、バッテリーと同様に、継続的な充放電によって出力電圧が変化する特性を有する蓄電装置であれば、本発明を適用して、出力電圧を下限電圧から上限電圧の電圧範囲内に維持するための充放電電力許容値を設定することが可能である。

【 0 1 1 1 】

なお、図 3 および図 8 のフローチャートにおいて、ステップ S 1 0 0 は本発明の「状態

10

20

30

40

50



取得手段」に対応し、ステップS 1 1 0は本発明での「内部抵抗推定手段」に対応し、ステップS 1 3 0, S 1 3 5は本発明での「第1の制限設定手段」に対応する。また、ステップS 1 7 0, S 1 8 0およびステップS 1 7 5, S 1 8 5は、本発明での「第2の制限設定手段」に対応する。また、一時緩和時間  $t_1$ ,  $t_2$  は「第1の時間」に対応する。

【0112】

また、本実施の形態では、メインバッテリー220全体の電圧 $V_b$ に基づいて、蓄電装置の充放電電力許容値を設定する例を説明したが、本発明の適用は、このような例に限定されるものではない。たとえば、複数の蓄電装置が直列接続された構成において、電圧の検出単位毎に、本実施の形態に従って充放電電力許容値を設定することも可能である。たとえば、複数の電池ブロックが直列接続されてメインバッテリー220が構成され、かつ、電池ブロック毎に電圧、電流が検出できる場合には、各電池ブロックを「蓄電装置」と捉えて、電池ブロック毎に本実施の形態に従った充放電電力許容値を設定することが可能である。このような構成では、複数の電池ブロックのそれぞれの充電電力許容値および放電電力許容値のうちの最小値を、メインバッテリー220での充電電力許容値( $W_{in}$ )および放電電力許容値( $W_{out}$ )にそれぞれ採用することが好ましい。

10

【0113】

今回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。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味およ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。

20

【産業上の利用可能性】

【0114】

本発明は、蓄電装置の充放電制御に適用することができる。

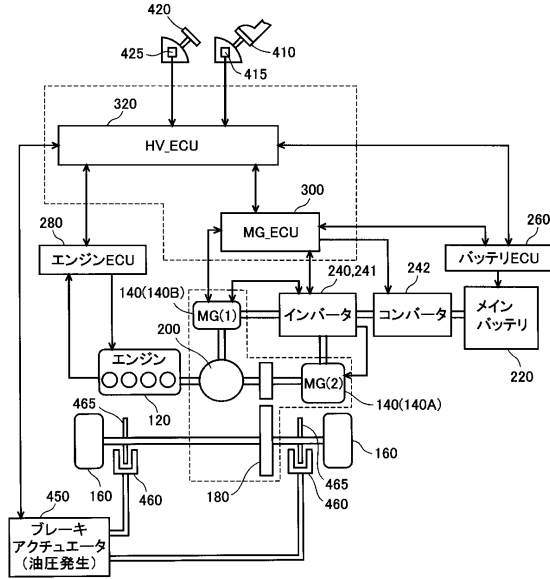
【符号の説明】

【0115】

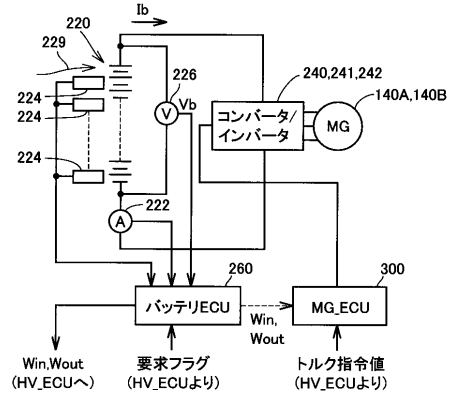
120 エンジン、140A, 140B モータジェネレータ、160 駆動輪、180 減速機、200 動力分割機構、220 メインバッテリー(蓄電装置)、222 電流センサ、224 温度センサ、226 電圧センサ、240, 241 インバータ、242 コンバータ、260 バッテリーECU、280 エンジンECU、320 HV ECU、410 アクセルペダル、415 アクセルペダルセンサ、420 ブレーキペダル、425 ブレーキペダルセンサ、450 ブレーキアクチュエータ、460 ブレーキ機構、465 ディスクロータ、510, 510 動作点(現在)、520, 520 動作点(内部抵抗分変化)、525, 525 等パワー線、530, 530 動作点(分極後)、 $I_b$ ,  $I_c$ ,  $I_o$ ,  $I_x$  バッテリー電流、 $R$  内部抵抗、 $T_b$  バッテリー温度、 $V_b$ ,  $V_o$ ,  $V_x$  バッテリー電圧、 $V_e$  下限電圧、 $V_u$  上限電圧、 $W_e$  最大放電可能電力、 $W_{in}$  充電電力許容値、 $W_{out}$  放電電力許容値、 $W_u$  最大充電可能電力。

30

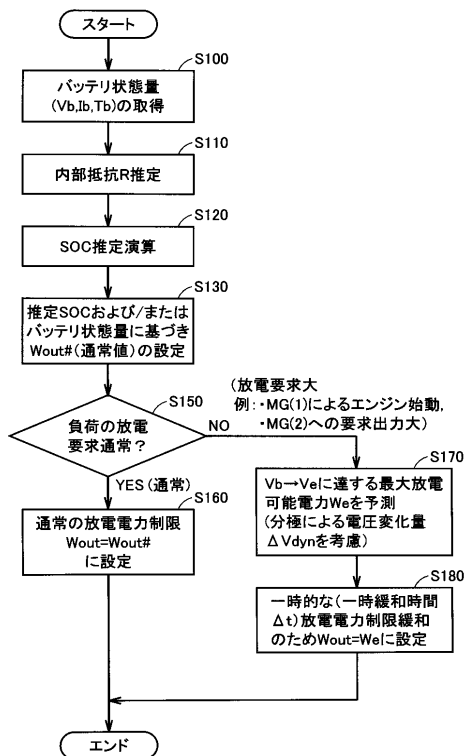
【図1】



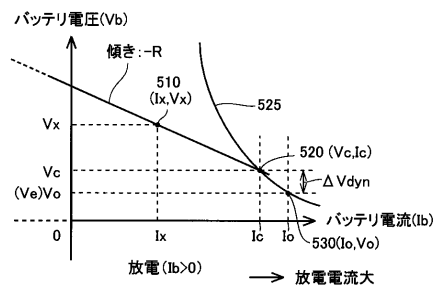
【図2】



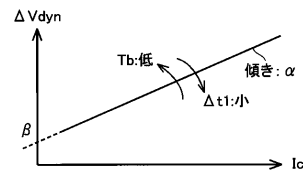
【図3】



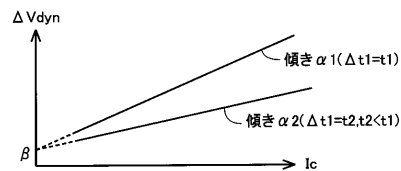
【図4】



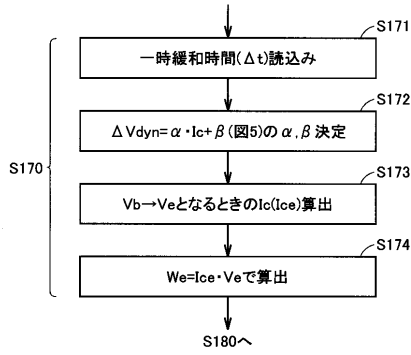
【図5】



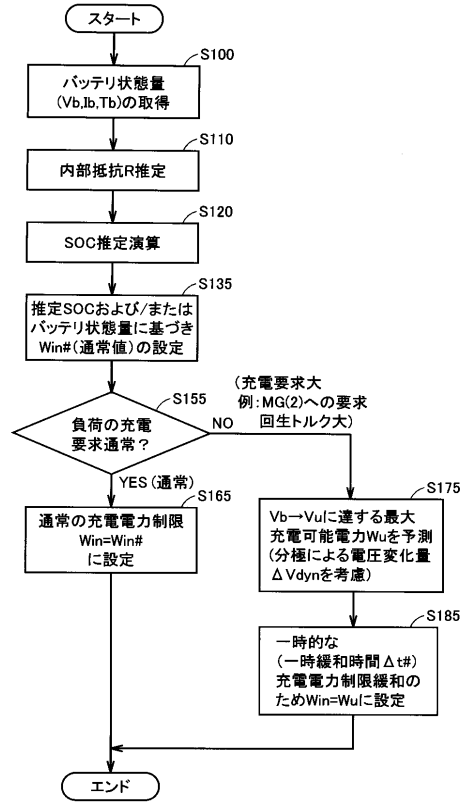
【図6】



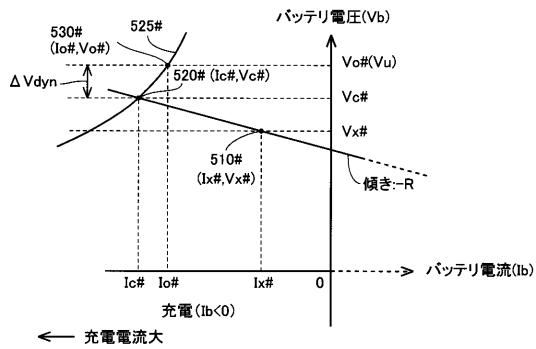
【図7】



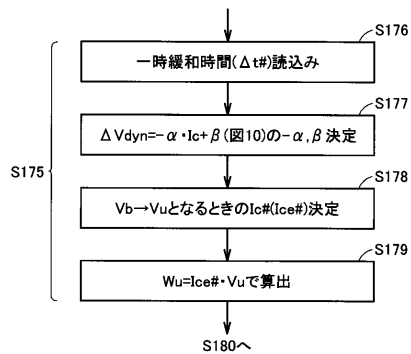
【図8】



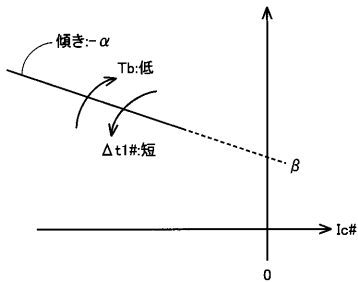
【図9】



【図11】



【図10】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
B 6 0 L 11/18 A

(56)参考文献 特開2010-088167(JP,A)  
特開2007-306771(JP,A)  
特開2005-156351(JP,A)  
特開2007-147487(JP,A)  
特開2007-288906(JP,A)  
特開2003-092804(JP,A)  
特開2002-291104(JP,A)  
特開2010-220391(JP,A)  
特開2007-240521(JP,A)  
特開平09-312939(JP,A)  
特開2009-060742(JP,A)  
特開2011-103748(JP,A)  
特開2008-060020(JP,A)  
米国特許出願公開第2011/0109273(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 2 J 7 / 0 0  
B 6 0 L 1 1 / 1 4  
B 6 0 L 1 1 / 1 8  
H 0 1 M 1 0 / 4 4  
H 0 1 M 1 0 / 4 8