

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-162251

(P2020-162251A)

(43) 公開日 令和2年10月1日(2020.10.1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B60L 58/20 (2019.01)	B60L 58/20	5G503
B60L 50/60 (2019.01)	B60L 50/60	5H125
B60L 9/18 (2006.01)	B60L 9/18 J	5H730
HO2J 7/00 (2006.01)	HO2J 7/00 302C	
HO2M 3/155 (2006.01)	HO2J 7/00 P	
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 21 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2019-58112 (P2019-58112)
 (22) 出願日 平成31年3月26日 (2019.3.26)

(71) 出願人 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 100106002
 弁理士 正林 真之
 (74) 代理人 100120891
 弁理士 林 一好
 (74) 代理人 100160794
 弁理士 星野 寛明
 (72) 発明者 小熊 宏和
 埼玉県和光市中央1-4-1 株式会社本
 田技術研究所内
 (72) 発明者 多賀谷 直人
 埼玉県和光市中央1-4-1 株式会社本
 田技術研究所内

最終頁に続く

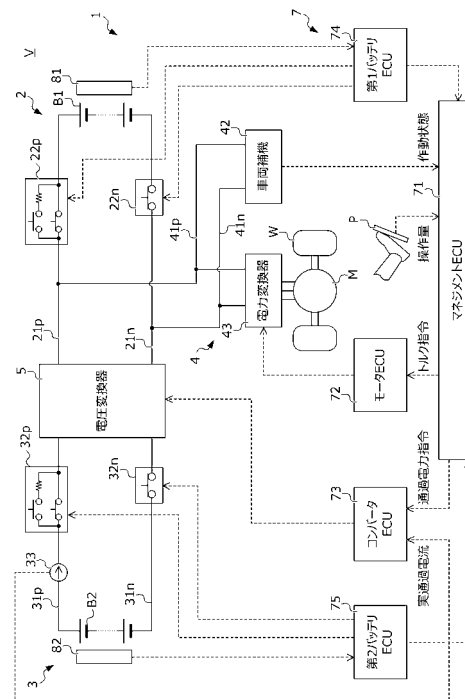
(54) 【発明の名称】 電源システム

(57) 【要約】

【課題】 低電圧電源と高電圧電源とを接続する電圧変換器において、低電圧電源からの意図しない放電を抑制できる電源システムを提供すること。

【解決手段】 電源システム1、第1バッテリーB1を有する第1電力回路2と、閉回路電圧に対する使用電圧範囲が第1バッテリーB1と重複しかつ静的電圧が第1バッテリーB1よりも低い第2バッテリーB2を有する第2電力回路3と、電力回路2、3の間で電圧を変換する電圧変換器5と、第1電力回路2と駆動モータMとの間で電力を変換する電力変換器43と、要求電力に基づいて電力変換器43を操作するマネジメントECU71及びモータECU72と、を備える。マネジメントECU71及びモータECU72は、第2バッテリーB2の内部状態に基づいて第1バッテリーB1の出力電力に対する制限電力 P_{max} を算出し、第1バッテリーB1の出力電力が制限電力 P_{max} を超えないように電力変換器43を操作する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高電圧電源を有する高電圧回路と、
閉回路電圧に対する使用電圧範囲が前記高電圧電源と重複しかつ静的電圧が前記高電圧電源よりも低い低電圧電源を有する低電圧回路と、
前記高電圧回路と前記低電圧回路との間で電圧を変換する電圧変換器と、
前記高電圧回路と駆動モータとの間で電力を変換する電力変換器と、
前記駆動モータにおける要求電力を取得する要求電力取得手段と、
前記要求電力に基づいて前記電力変換器を操作する電力制御手段と、
前記低電圧電源の状態を取得する状態取得手段と、を備える電源システムにおいて、
前記電力制御手段は、前記低電圧電源の状態に基づいて前記高電圧電源の出力電力に対する上限である制限電力を算出し、前記高電圧電源の出力電力が前記制限電力を超えないように前記電力変換器を操作することを特徴とする電源システム。

【請求項 2】

前記状態取得手段は、前記低電圧電源の温度を取得し、
前記電力制御手段は、前記低電圧電源の温度が所定温度より高い場合には、前記高電圧電源の閉回路電圧が前記低電圧電源の静的電圧以上になるように前記制限電力を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の電源システム。

【請求項 3】

前記低電圧電源は充放電が可能な蓄電器であり、
前記状態取得手段は、前記低電圧電源の蓄電量に応じて大きくなる蓄電パラメータを取得し、
前記電力制御手段は、前記蓄電パラメータが所定の閾値以下である場合には前記閾値より大きい場合よりも小さくなるように前記制限電力を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の電源システム。

【請求項 4】

前記電力制御手段は、前記高電圧電源の閉回路電圧が所定の下限電圧以上になるように前記制限電力を算出するとともに、前記蓄電パラメータが第 1 閾値より大きい場合には前記高電圧電源の使用電圧範囲の下限を前記下限電圧として設定し、前記蓄電パラメータが第 1 閾値より小さい第 2 閾値以下である場合には前記低電圧電源の蓄電量が所定の下限量であるときにおける前記低電圧電源の静的電圧である最低電圧を前記下限電圧として設定し、
前記最低電圧は、前記高電圧電源の使用電圧範囲の下限よりも高いことを特徴とする請求項 3 に記載の電源システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電源システムに関する。より詳しくは、閉回路電圧に対する使用電圧範囲が重複する高電圧電源及び低電圧電源を備える電源システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、動力発生源として駆動モータを備える電動輸送機器や、動力発生源として駆動モータと内燃機関とを備えるハイブリッド車両等の電動車両の開発が盛んである。このような電動車両には、駆動モータに電気エネルギーを供給するために蓄電器（バッテリー、及びキャパシタ等）や燃料電池等の電源装置も搭載されている。また近年では、電動車両に特性が異なる複数の電源装置を搭載するものも開発されている。

【0003】

特許文献 1 には、駆動モータやインバータ等によって構成される駆動部と第 1 蓄電器とを接続する電力回路と、この電力回路と電圧変換器を介して接続された第 2 蓄電器と、この電圧変換器をスイッチング制御する制御装置と、を備える電動車両の電源システムが示

されている。制御装置は、運転者からの要求に応じて電圧変換器を通過する電流である通過電流に対する目標電流を設定するとともに、通過電流が目標電流になるように電圧変換器のスイッチング制御を行い、第1蓄電器から出力される電力と第2蓄電器から出力される電力とを合成し、駆動モータに供給する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2017-169311号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

この電源システムのように、2つの蓄電器を電圧変換器で接続した場合、第2蓄電器から出力される電力は、基本的には電圧変換器のスイッチング制御によって制御することが可能である。しかしながら例えば加速時のように駆動モータで大きな電力が要求されると、第1蓄電器を流れる電流が増加し、第1蓄電器の閉回路電圧が第2蓄電器の静的電圧より低くなってしまう場合がある。この場合、第2蓄電器が放電に転じてしまい、電圧変換器を第2蓄電器側から第1蓄電器側へ意図しない電流が流れてしまう場合がある。

【0006】

本発明は、低電圧電源と高電圧電源とを接続する電圧変換器において、低電圧電源からの意図しない放電を抑制できる電源システムを提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

(1) 本発明に係る電源システム（例えば、後述の電源システム1）、高電圧電源（例えば、後述の第1バッテリーB1）を有する高電圧回路（例えば、後述の第1電力回路2）と、閉回路電圧に対する使用電圧範囲が前記高電圧電源と重複しかつ静的電圧が前記高電圧電源よりも低い低電圧電源（例えば、後述の第2バッテリーB2）を有する低電圧回路（例えば、後述の第2電力回路3）と、前記高電圧回路と前記低電圧回路との間で電圧を変換する電圧変換器（例えば、後述の電圧変換器5）と、前記高電圧回路と駆動モータ（例えば、後述の駆動モータM）との間で電力を変換する電力変換器（例えば、後述の電力変換器43）と、前記駆動モータにおける要求電力を取得する要求電力取得手段（例えば、後述のマネジメントECU71及びペダル類P）と、前記要求電力に基づいて前記電力変換器を操作する電力制御手段（例えば、後述のマネジメントECU71、モータECU72、コンバータECU73）と、前記低電圧電源の状態を取得する状態取得手段（例えば、後述の第2バッテリーECU75、第2バッテリーセンサユニット82）と、を備え、前記電力制御手段は、前記低電圧電源の状態に基づいて前記高電圧電源の出力電力に対する上限である制限電力（例えば、後述の制限電力 P_{max} ）を算出し、前記高電圧電源の出力電力が前記制限電力を超えないように前記電力変換器を操作することを特徴とする。

30

【0008】

(2) この場合、前記状態取得手段は、前記低電圧電源の温度（例えば、後述の温度T）を取得し、前記電力制御手段は、前記低電圧電源の温度が所定温度（例えば、後述の高温パワーセーブ温度 T_{ps} ）より高い場合には、前記高電圧電源の閉回路電圧が前記低電圧電源の静的電圧以上になるように前記制限電力を算出することが好ましい。

40

【0009】

(3) この場合、前記低電圧電源は充放電が可能な蓄電器であり、前記状態取得手段は、前記低電圧電源の蓄電量に応じて大きくなる蓄電パラメータ（例えば、後述の充電率SOC）を取得し、前記電力制御手段は、前記蓄電パラメータが所定の閾値以下である場合には前記閾値より大きい場合よりも小さくなるように前記制限電力を算出することが好ましい。

【0010】

(4) この場合、前記電力制御手段は、前記高電圧電源の閉回路電圧が所定の下限電圧

50

以上になるように前記制限電力を算出するとともに、前記蓄電パラメータが第1閾値より大きい場合には前記高電圧電源の使用電圧範囲の下限を前記下限電圧として設定し、前記蓄電パラメータが第1閾値より小さい第2閾値以下である場合には前記低電圧電源の蓄電量が所定の下限量であるときにおける前記低電圧電源の静的電圧である最低電圧を前記下限電圧として設定し、前記最低電圧は、前記高電圧電源の使用電圧範囲の下限よりも高いことが好ましい。

【発明の効果】

【0011】

(1) 本発明の電源システムでは、高電圧電源を有する高電圧回路と閉回路電圧に対する使用電圧範囲が高電圧電源と重複しかつ静的電圧が高電圧電源よりも低い低電圧電源を有する低電圧回路とを電圧変換器で接続し、高電圧回路と駆動モータとを電力変換器で接続する。電力制御手段は、駆動モータにおける要求電力に基づいて電力変換器を操作する。このような電源システムでは、例えば加速要求に応じて要求電力が増加すると、電力制御手段は、要求電力に応じた出力電力が電力変換器から駆動モータに供給されるように電力変換器を操作し、高電圧電源から出力される電力と低電圧電源から出力される電力とを合成する。ここで何らかの理由によって低電圧電源からの放電が禁止又は抑制したい場合、電力制御手段は要求電力の全て又は大部分が高電圧電源から出力される電力で賄われるように電圧変換器や電力変換器を操作する。しかしながら高電圧電源と低電圧電源とで使用電圧範囲が重複していると、要求電力が大きくなり、高電圧電源を流れる電流が増加すると、高電圧電源の閉回路電圧が低電圧電源の静的電圧より低くなってしまい、低電圧電源から意図せず電力が出力される場合がある。これに対し本発明では、状態取得手段は、低電圧電源の状態を取得し、電力制御手段は、この低電圧電源の状態に基づいて高電圧電源の出力電力に対する制限電力を算出するとともに、高電圧電源の出力電力がこの制限電力を超えないように電力変換器を操作する。よって本発明によれば、低電圧電源の状態に応じて高電圧電源から出力される電力を制限できるので、低電圧電源からの意図しない放電を抑制できる。

【0012】

(2) 高温の状態では電源から放電させると、この電源が劣化するおそれがある。これに対し本発明では、電力制御手段は、低電圧電源の温度が所定温度より高い場合には、高電圧電源の閉回路電圧が低電圧電源の静的電圧以上になるように制限電力を算出する。これにより、低電圧電源の温度が所定温度より高い場合には、高電圧電源の閉回路電圧が低電圧電源の静的電圧以上になるように高電圧電源の出力電力が制限されるので、低電圧電源の劣化を抑制できる。

【0013】

(3) 本発明において電力制御手段は、蓄電器である低電圧電源の蓄電パラメータが閾値以下である場合には、蓄電パラメータが閾値より大きい場合よりも小さくなるように制限電力を算出する。換言すれば、電力制御手段は、低電圧電源の蓄電量の減少にあわせて制限電力を小さくする。よって本発明によれば、低電圧電源の蓄電量が十分である場合には、高電圧電源から出力される電力と低電圧電源から出力される電力とを合成し要求電力に応じた電力を駆動モータに供給でき、低電圧電源の蓄電量が不十分である場合には、低電圧電源の蓄電量の減少を抑制できる。

【0014】

(4) 本発明において電力制御手段は、高電圧電源の閉回路電圧が所定の下限電圧以上になるように制限電力を算出するとともに、蓄電パラメータが第1閾値より大きい場合には高電圧電源の使用電圧範囲の下限を下限電圧として設定する。これにより、低電圧電源の蓄電量が十分である場合には、高電圧電源及び低電圧電源の両方からの電力の出力を許容できるので、要求電力に応じた電力を駆動モータに供給できる。また電力制御手段は、蓄電パラメータが第2閾値以下である場合には、高電圧電源の使用電圧範囲の下限よりも高くかつ低電圧電源の蓄電量が所定の下限量であるときにおける低電圧電源の静的電圧である最低電圧を下限電圧として設定する。これにより、低電圧電源の蓄電量が不十分であ

る場合には、低電圧電源からの電力の出力を抑制し、その蓄電量が下限量を下回るのを防止できる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の第1実施形態に係る電源システムを搭載する車両の構成を示す図である。

【図2】第1バッテリー及び第2バッテリーの使用電圧範囲を比較した図である。

【図3】電圧変換器の回路構成の一例を示す図である。

【図4】電力マネジメント処理の具体的な手順を示すフローチャートである。

【図5】第1バッテリーに対する制限電力を算出する手順を示すフローチャートである。

10

【図6】第2バッテリーの温度が高温パワーセーブ温度より高い状態で加速したときにおける第1バッテリーの電圧、第2バッテリーの電圧、及び第2バッテリーの充電率の変化を示すタイムチャートである。

【図7A】本発明の第2実施形態に係る電源システムにおいて、第1バッテリーに対する制限電力を算出する手順を示すフローチャートである（その1）。

【図7B】本発明の第2実施形態に係る電源システムにおいて、第1バッテリーに対する制限電力を算出する手順を示すフローチャートである（その2）。

【図8】第2バッテリーの充電率に基づいて下限電圧を設定するためのマップの一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0016】

<第1実施形態>

以下、本発明の第1実施形態について、図面を参照しながら説明する。

図1は、本実施形態に係る電源システム1を搭載する電動車両V（以下、単に「車両」という）の構成を示す図である。

【0017】

車両Vは、駆動輪Wと、この駆動輪Wに連結された駆動モータMと、この駆動モータMと後述の第1バッテリーB1及び第2バッテリーB2との間での電力の授受を行う電源システム1と、を備える。なお本実施形態では、車両Vは、主として駆動モータMで発生する動力によって加減速するもの例に説明するが、本発明はこれに限らない。車両Vは、動力発生源として駆動モータMとエンジンとを搭載する所謂ハイブリッド車両としてもよい。また本実施形態では、電源システム1は、2つのバッテリーB1、B2に蓄えられた電力を駆動モータMに供給することによって走行するものを例に説明するが、本発明はこれに限らない。電源システム1が備える2つのバッテリーB1、B2の何れかは燃料電池としてもよい。

30

【0018】

駆動モータMは、図示しない動力伝達機構を介して駆動輪Wに連結されている。電源システム1から駆動モータMに三相交流電力を供給することによって駆動モータMで発生させたトルクは、図示しない動力伝達機構を介して駆動輪Wに伝達され、駆動輪Wを回転させ、車両Vを走行させる。また駆動モータMは、車両Vの減速時には発電機の機能を発揮し、回生電力を発電するとともに、この回生電力の大きさに応じた回生制動トルクを駆動輪Wに付与する。駆動モータMによって発電された回生電力は、電源システム1のバッテリーB1、B2に適宜充電される。

40

【0019】

電源システム1は、第1バッテリーB1を有する第1電力回路2と、第2バッテリーB2を有する第2電力回路3と、これら第1電力回路2と第2電力回路3とを接続する電圧変換器5と、駆動モータMを含む各種電気負荷を有する負荷回路4と、これら電力回路2、3、4及び電圧変換器5を制御する電子制御ユニット群7と、を備える。電子制御ユニット群7は、それぞれコンピュータであるマネジメントECU71と、モータECU72と、コンバータECU73と、第1バッテリーECU74と、第2バッテリーECU75と、を備

50

える。

【0020】

第1バッテリーB1は、化学エネルギーを電気エネルギーに変換する放電と、電気エネルギーを化学エネルギーに変換する充電との両方が可能な二次電池である。以下では、この第1バッテリーB1として、電極間をリチウムイオンが移動することで充放電を行う所謂リチウムイオン蓄電池を用いた場合について説明するが、本発明はこれに限らない。

【0021】

第1バッテリーB1には、第1バッテリーB1の内部状態を推定するための第1バッテリーセンサユニット81が設けられている。第1バッテリーセンサユニット81は、第1バッテリーECU74において第1バッテリーB1の充電率（バッテリーの蓄電量を百分率で表したもの）や温度等を取得するために必要な物理量を検出し、検出値に応じた信号を第1バッテリーECU74へ送信する複数のセンサによって構成される。より具体的には、第1バッテリーセンサユニット81は、第1バッテリーB1の端子電圧を検出する電圧センサ、第1バッテリーB1を流れる電流を検出する電流センサ、及び第1バッテリーB1の温度を検出する温度センサ等によって構成される。

【0022】

第2バッテリーB2は、化学エネルギーを電気エネルギーに変換する放電と、電気エネルギーを化学エネルギーに変換する充電との両方が可能な二次電池である。以下では、この第2バッテリーB2として、電極間をリチウムイオンが移動することで充放電を行う所謂リチウムイオン蓄電池を用いた場合について説明するが、本発明はこれに限らない。第2バッテリーB2は、例えばキャパシタを用いてもよい。

【0023】

第2バッテリーB2には、第2バッテリーB2の内部状態を推定するための第2バッテリーセンサユニット82が設けられている。第2バッテリーセンサユニット82は、第2バッテリーECU75において第2バッテリーB2の充電率や温度等を取得するために必要な物理量を検出し、検出値に応じた信号を第2バッテリーECU75へ送信する複数のセンサによって構成される。より具体的には、第2バッテリーセンサユニット82は、第2バッテリーB2の端子電圧を検出する電圧センサ、第2バッテリーB2を流れる電流を検出する電流センサ、及び第2バッテリーB2の温度を検出する温度センサ等によって構成される。

【0024】

ここで第1バッテリーB1の特性と第2バッテリーB2の特性とを比較する。

第1バッテリーB1は、第2バッテリーB2よりも出力重量密度が低くかつエネルギー重量密度が高い。また第1バッテリーB1は第2バッテリーB2よりも容量が大きい。すなわち、第1バッテリーB1は、エネルギー重量密度の点で第1バッテリーB1よりも優れる。なお、エネルギー重量密度とは、単位重量あたりの電力量 $[Wh/kg]$ であり、出力重量密度とは、単位重量あたりの電力 $[W/kg]$ である。したがって、エネルギー重量密度が優れている第1バッテリーB1は、高容量を主目的とした容量型の蓄電器であり、出力重量密度が優れている第2バッテリーB2は、高出力を主目的とした出力型の蓄電器である。このため電源システム1では、第1バッテリーB1を主電源として用い、第2バッテリーB2をこの第1バッテリーB1を補う副電源として用いる。

【0025】

図2は、電源システム1における第1バッテリーB1及び第2バッテリーB2の使用電圧範囲を比較した図である。図2において、左側は第1バッテリーB1の使用電圧範囲を示す図であり、右側は第2バッテリーB2の使用電圧範囲を示す図である。図2において、横軸はバッテリーを流れる電流を示し、縦軸はバッテリーの電圧を示す。

【0026】

図2に示すように、バッテリーB1、B2の静的電圧（すなわち、バッテリーに電流が流れていない状態における電圧であって、開回路電圧ともいう）は、充電率が高くなるほど高くなる特性がある。したがってバッテリーB1、B2の静的電圧に対する使用電圧範囲の上限は、充電率が最大値（例えば、100%）のときにおける各々の静的電圧であり、下限

は、充電率が最小値（例えば、0%）のときにおける各々の静的電圧である。図2に示すように、第2バッテリーB2の静的電圧に対する使用電圧範囲の上限は、第1バッテリーB1の静的電圧に対する使用電圧範囲の上限よりも低い。このため車両Vの走行中、第2バッテリーB2の静的電圧は、基本的には第1バッテリーB1の静的電圧よりも低く維持される。

【0027】

図2に示すように、バッテリーB1、B2の閉回路電圧（すなわち、バッテリーに電流が流れている状態における電圧）も、充電率が高くなるほど高くなる特性がある。またバッテリーB1、B2には内部抵抗が存在することから、その閉回路電圧は、放電電流が大きくなるほど静的電圧から低くなり、充電電流が大きくなるほど静的電圧から高くなる特性がある。したがってバッテリーB1、B2の閉回路電圧に対する使用電圧範囲の上限は、各々の静的電圧に対する使用電圧範囲の上限よりも高く、下限は、各々の静的電圧に対する使用電圧範囲の下限よりも低くなっている。換言すれば、バッテリーB1、B2の閉回路電圧に対する使用電圧範囲は、各々の静的電圧に対する使用電圧範囲を含む。図2に示すように、第1バッテリーB1の閉回路電圧に対する使用電圧範囲は、第2バッテリーB2の閉回路電圧に対する使用電圧範囲と重複する。

【0028】

また充電電流が大きくなりすぎるとバッテリーB1、B2の劣化が促進されることから、これらバッテリーB1、B2の閉回路電圧に対する使用電圧範囲の上限は、これらバッテリーB1、B2の状態に基づいて、これらバッテリーB1、B2が劣化しないように定められる。以下では、これらバッテリーB1、B2の閉回路電圧の使用範囲の上限を、劣化上限電圧ともいう。

【0029】

また放電電流が大きくなりすぎると、バッテリーB1、B2の劣化が促進されることから、これらバッテリーB1、B2の閉回路電圧に対する使用電圧範囲の下限は、これらバッテリーB1、B2の状態に基づいて、これらバッテリーB1、B2が劣化しないように定められる。以下では、これらバッテリーB1、B2の閉回路電圧に対する使用電圧範囲の下限を、劣化下限電圧ともいう。

【0030】

図1に戻り、第1電力回路2は、第1バッテリーB1と、この第1バッテリーB1の正負両極と電圧変換器5の高圧側の正極端子及び負極端子とを接続する第1電力線21p、21nと、これら第1電力線21p、21nに設けられた正極コンタクタ22p及び負極コンタクタ22nと、を備える。

【0031】

コンタクタ22p、22nは、外部からの指令信号が入力されていない状態では開成して第1バッテリーB1の両電極と第1電力線21p、21nとの導通を絶ち、指令信号が入力されている状態では閉成して第1バッテリーB1と第1電力線21p、21nとを接続するノーマルオープン型である。これらコンタクタ22p、22nは、第1バッテリーECU74から送信される指令信号に応じて開閉する。なお正極コンタクタ22pは、第1電力回路2や負荷回路4等に設けられる複数の平滑コンデンサへの突入電流を緩和するためのプリチャージ抵抗を有するプリチャージコンタクタとなっている。

【0032】

第2電力回路3は、第2バッテリーB2と、この第2バッテリーB2の正負両極と電圧変換器5の低圧側の正極端子及び負極端子とを接続する第2電力線31p、31nと、これら第2電力線31p、31nに設けられた正極コンタクタ32p及び負極コンタクタ32nと、第2電力線31pに設けられた電流センサ33と、を備える。

【0033】

コンタクタ32p、32nは、外部からの指令信号が入力されていない状態では開成して第2バッテリーB2の両電極と第2電力線31p、31nとの導通を絶ち、指令信号が入力されている状態では閉成して第2バッテリーB2と第2電力線31p、31nとを接続するノーマルオープン型である。これらコンタクタ32p、32nは、第2バッテリーECU

75から送信される指令信号に応じて開閉する。なお正極コンタクタ32pは、第1電力回路2や負荷回路4等に設けられる複数の平滑コンデンサへの突入電流を緩和するためのプリチャージ抵抗を有するプリチャージコンタクタとなっている。

【0034】

電流センサ33は、第2電力線31pを流れる電流、すなわち電圧変換器5を流れる電流である通過電流に応じた検出信号をコンバータECU73へ送信する。なお本実施形態では、通過電流の向きは、第2電力回路3側から第1電力回路2側を正とし、第1電力回路2側から第2電力回路3側を負とする。

【0035】

負荷回路4は、車両補機42と、駆動モータMが接続された電力変換器43と、これら車両補機42及び電力変換器43と第1電力回路2とを接続する負荷電力線41p、41nと、を備える。

【0036】

車両補機42は、バッテリーヒータ、エアコンプレッサ、DCDCコンバータ、及び車載充電器等の複数の電気負荷によって構成される。車両補機42は、負荷電力線41p、41nによって第1電力回路2の第1電力線21p、21nに接続されており、第1電力線21p、21nにおける電力を消費することによって作動する。車両補機42を構成する各種電気負荷の作動状態に関する情報は、例えばマネジメントECU71へ送信される。

【0037】

電力変換器43は、負荷電力線41p、41nによって、車両補機42と並列になるように第1電力線21p、21nに接続されている。電力変換器43は、第1電力線21p、21nと駆動モータMとの間で電力を変換する。電力変換器43は、例えば、複数のスイッチング素子（例えば、IGBT）をブリッジ接続して構成されるブリッジ回路を備えた、パルス幅変調によるPWMインバータであり、直流電力と交流電力とを変換する機能を備える。電力変換器43は、その直流入出力側において第1電力線21p、21nに接続され、その交流入出力側において駆動モータMのU相、V相、W相の各コイルに接続されている。電力変換器43は、モータECU72の図示しないゲートドライブ回路から所定のタイミングで生成されるゲート駆動信号に従って各相のスイッチング素子をオン／オフ駆動することにより、第1電力線21p、21nにおける直流電力を三相交流電力に変換して駆動モータMに供給したり、駆動モータMから供給される三相交流電力を直流電力に変換して第1電力線21p、21nに供給したりする。

【0038】

電圧変換器5は、第1電力回路2と第2電力回路3とを接続し、これら両回路2、3の間で電圧を変換する。この電圧変換器5には、既知の昇圧回路が用いられる。

【0039】

図3は、電圧変換器5の回路構成の一例を示す図である。電圧変換器5は、第1バッテリーB1が接続される第1電力線21p、21nと、第2バッテリーB2が接続される第2電力線31p、31nと、を接続し、これら第1電力線21p、21n及び第2電力線31p、31nの間で電圧を変換する。電圧変換器5は、第1リアクトルL1と、第2リアクトルL2と、第1ハイアーム素子53Hと、第1ローアーム素子53Lと、第2ハイアーム素子54Hと、第2ローアーム素子54Lと、負母線55と、低圧側端子56p、56nと、高圧側端子57p、57nと、図示しない平滑コンデンサと、を組み合わせて構成されるフルブリッジ型のDCDCコンバータである。

【0040】

低圧側端子56p、56nは、第2電力線31p、31nに接続され、高圧側端子57p、57nは第1電力線21p、21nに接続される。負母線55は、低圧側端子56nと高圧側端子57nとを接続する配線である。

【0041】

第1リアクトルL1は、その一端側が低圧側端子56pに接続され、その他端側が第1ハイアーム素子53Hと第1ローアーム素子53Lとの接続ノード53に接続される。第

10

20

30

40

50

1 ハイアーム素子 5 3 H 及び第 1 ローアーム素子 5 3 L は、それぞれ、I G B T や M O S F E T 等の既知のパワースイッチング素子と、このパワースイッチング素子に接続された還流ダイオードと、を備える。これらハイアーム素子 5 3 H 及びローアーム素子 5 3 L は、高圧側端子 5 7 p と負母線 5 5 との間で、直列に、この順で接続される。

【0042】

第 1 ハイアーム素子 5 3 H のパワースイッチング素子のコレクタは高圧側端子 5 7 p に接続され、そのエミッタは第 1 ローアーム素子 5 3 L のコレクタに接続される。第 1 ローアーム素子 5 3 L のパワースイッチング素子のエミッタは、負母線 5 5 に接続される。第 1 ハイアーム素子 5 3 H に設けられる還流ダイオードの順方向は、第 1 リアクトル L 1 から高圧側端子 5 7 p へ向かう向きである。また第 1 ローアーム素子 5 3 L に設けられる還流ダイオードの順方向は、負母線 5 5 から第 1 リアクトル L 1 へ向かう向きである。

10

【0043】

第 2 リアクトル L 2 は、その一端側が低圧側端子 5 6 p に接続され、その他端側が第 2 ハイアーム素子 5 4 H と第 2 ローアーム素子 5 4 L との接続ノード 5 4 に接続される。第 2 ハイアーム素子 5 4 H 及び第 2 ローアーム素子 5 4 L は、それぞれ、I G B T や M O S F E T 等の既知のパワースイッチング素子と、このパワースイッチング素子に接続された還流ダイオードと、を備える。これらハイアーム素子 5 4 H 及びローアーム素子 5 4 L は、高圧側端子 5 7 p と負母線 5 5 との間で、直列に、この順で接続される。

【0044】

第 2 ハイアーム素子 5 4 H のパワースイッチング素子のコレクタは高圧側端子 5 7 p に接続され、そのエミッタは第 2 ローアーム素子 5 4 L のコレクタに接続される。第 2 ローアーム素子 5 4 L のパワースイッチング素子のエミッタは、負母線 5 5 に接続される。第 2 ハイアーム素子 5 4 H に設けられる還流ダイオードの順方向は、第 2 リアクトル L 2 から高圧側端子 5 7 p へ向かう向きである。また第 2 ローアーム素子 5 4 L に設けられる還流ダイオードの順方向は、負母線 5 5 から第 2 リアクトル L 2 へ向かう向きである。

20

【0045】

電圧変換器 5 は、コンバータ E C U 7 3 の図示しないゲートドライブ回路から所定のタイミングで生成されるゲート駆動信号に従い、第 1 ハイアーム素子 5 3 H 及び第 2 ローアーム素子 5 4 L と、第 1 ローアーム素子 5 3 L 及び第 2 ハイアーム素子 5 4 H とを交互にオン／オフ駆動することにより、第 1 電力線 2 1 p, 2 1 n と第 2 電力線 3 1 p, 3 1 n との間で電圧を変換する。

30

【0046】

図 2 を参照して説明したように、車両 V の走行中、第 2 バッテリ B 2 の静的電圧は、基本的には第 1 バッテリ B 1 の静的電圧よりも低く維持される。したがって基本的には、第 1 電力線 2 1 p, 2 1 n の電圧は第 2 電力線 3 1 p, 3 1 n の電圧よりも高い。そこでコンバータ E C U 7 3 は、第 1 バッテリ B 1 から出力される電力と第 2 バッテリ B 2 から出力される電力との両方を用いて駆動モータ M を駆動する場合には、電圧変換器 5 において昇圧機能が発揮されるように電圧変換器 5 を操作する。昇圧機能とは、低圧側端子 5 6 p, 5 6 n が接続されている第 2 電力線 3 1 p, 3 1 n における電力を昇圧して、高圧側端子 5 7 p, 5 7 n が接続されている第 1 電力線 2 1 p, 2 1 n に出力する機能をいい、これにより第 2 電力線 3 1 p, 3 1 n 側から第 1 電力線 2 1 p, 2 1 n 側へ正の通過電流が流れる。また第 2 バッテリ B 2 の放電を抑制し、第 1 バッテリ B 1 から出力される電力のみで駆動モータ M を駆動する場合、コンバータ E C U 7 3 は、電圧変換器 5 をオフにし、第 1 電力線 2 1 p, 2 1 n から第 2 電力線 3 1 p, 3 1 n へ電流が流れないようにする。ただしこの場合、第 2 電力線 3 1 p, 3 1 n の電圧が第 1 電力線 2 1 p, 2 1 n の電圧よりも高くなった場合、第 2 バッテリ B 2 が放電に転じ、第 2 電力線 3 1 p, 3 1 n から第 1 電力線 2 1 p, 2 1 n へ、ハイアーム素子 5 3 H, 5 4 H の還流ダイオードを介して正の通過電流が流れる場合がある。

40

【0047】

また減速時に駆動モータ M から第 1 電力線 2 1 p, 2 1 n に出力される回生電力によっ

50

て第1バッテリーB1や第2バッテリーB2を充電する場合には、コンバータECU73は、電圧変換器5において降圧機能を発揮されるように電圧変換器5を操作する。降圧機能とは、高圧側端子57p, 57nが接続されている第1電力線21p, 21nにおける電力を降圧して、低圧側端子56p, 56nが接続されている第2電力線31p, 31nに出力する機能をいい、これにより第1電力線21p, 21n側から第2電力線31p, 31n側へ負の通過電流が流れる。

【0048】

図1に戻り、第1バッテリーECU74は、主に第1バッテリーB1の状態監視及び第1電力回路2のコンタクト22p, 22nの開閉操作を担うコンピュータである。第1バッテリーECU74は、第1バッテリーセンサユニット81から送信される検出値を用いた既知のアルゴリズムに基づいて、第1バッテリーB1の内部状態を表す様々なパラメータ、より具体的には、第1バッテリーB1の温度、第1バッテリーB1の内部抵抗、第1バッテリーB1の静的電圧、第1バッテリーB1の閉回路電圧、第1バッテリーB1の劣化上限電圧、第1バッテリーB1の劣化下限電圧、及び第1バッテリーB1の充電率等を算出する。第1バッテリーECU74において取得した第1バッテリーB1の内部状態を表すパラメータに関する情報は、例えばマネジメントECU71へ送信される。

10

【0049】

第2バッテリーECU75は、主に第2バッテリーB2の状態監視及び第2電力回路3のコンタクト32p, 32nの開閉操作を担うコンピュータである。第2バッテリーECU75は、第2バッテリーセンサユニット82から送信される検出値を用いた既知のアルゴリズムに基づいて、第2バッテリーB2の内部状態を表す様々なパラメータ、より具体的には、第2バッテリーB2の温度、第2バッテリーB2の内部抵抗、第2バッテリーB2の静的電圧、第2バッテリーB2の閉回路電圧、及び第2バッテリーB2の充電率等を算出する。第2バッテリーECU75において取得した第2バッテリーB2の内部状態を表すパラメータに関する情報は、例えばマネジメントECU71へ送信される。

20

【0050】

マネジメントECU71は、主に電源システム1全体における電力の流れを管理するコンピュータである。マネジメントECU71は、後に図4を参照して説明する電力マネジメント処理を実行することにより、駆動モータMで発生するトルクに対する指令に相当するトルク指令信号と、電圧変換器5を通過する電力に対する指令に相当する通過電力指令信号とを生成する。

30

【0051】

モータECU72は、主に第1電力回路2から駆動モータMへの電力の流れを管理するコンピュータである。モータECU72は、マネジメントECU71から送信されるトルク指令信号に基づいて、この指令に応じたトルクが駆動モータMにおいて発生するように電力変換器43を操作する。

【0052】

コンバータECU73は、主に電圧変換器5を通過する電力である通過電力の流れを管理するコンピュータである。コンバータECU73は、マネジメントECU71から送信される通過電力指令信号に応じて、指令に応じた通過電力が電圧変換器5を通過するように電圧変換器5を操作する。より具体的には、コンバータECU73は、通過電力指令信号に基づいて、電圧変換器5における通過電流に対する目標である目標電流を算出するとともに、電流センサ33によって検出される通過電流（以下、「実通過電流」ともいう）が目標電流になるように、既知のフィードバック制御アルゴリズムに従って電圧変換器5を操作する。

40

【0053】

図4は、電力マネジメント処理の具体的な手順を示すフローチャートである。この電力マネジメント処理は、マネジメントECU71において所定の周期で繰り返し実行される。

【0054】

50

初めに S 1 では、マネジメント ECU 7 1 は、車両補機 4 2 において要求されている電力である要求補機電力 P_{aux} を算出し、S 2 に移る。マネジメント ECU 7 1 は、車両補機 4 2 から送信される各種電気負荷の作動状態に関する情報に基づいて要求補機電力 P_{aux} を算出する。

【0055】

次に S 2 では、マネジメント ECU 7 1 は、駆動モータ M において要求されている電力である要求駆動電力 P_{mot_d} を算出し、S 3 に移る。マネジメント ECU 7 1 は、運転者によるアクセルペダルやブレーキペダル等のペダル類 P (図 1 参照) の操作量に基づいて運転者による要求駆動トルクを算出し、この要求駆動トルクを電力に換算することによって要求駆動電力 P_{mot_d} を算出する。従って本実施形態において、要求電力取得手段は、ペダル類 P 及びマネジメント ECU 7 1 によって構成される。

10

【0056】

次に S 3 では、マネジメント ECU 7 1 は、要求補機電力 P_{aux} と要求駆動電力 P_{mot_d} とを合算することにより、総要求電力 P_{total} を算出し、S 4 に移る。

【0057】

次に S 4 では、マネジメント ECU 7 1 は、電圧変換器 5 における通過電力に対する目標に相当する目標通過電力 P_{cnv_cmd} を算出し、S 5 に移る。マネジメント ECU 7 1 は、第 1 バッテリ ECU 7 4 から送信される第 1 バッテリ B 1 の内部状態を表すパラメータに関する情報、第 2 バッテリ ECU 7 5 から送信される第 2 バッテリ B 2 の内部状態を表すパラメータに関する情報、及び要求駆動電力 P_{mot_d} 等に基づいて、目標通過電力 P_{cnv_cmd} を算出する。すなわち、マネジメント ECU 7 1 は、例えば加速時であって第 2 バッテリ B 2 からの電力の出力が求められている場合でありかつ第 2 バッテリ B 2 の充電率が十分である場合には、目標通過電力 P_{cnv_cmd} を正の所定値とし、第 2 バッテリ B 2 から電力を出力させる。またマネジメント ECU 7 1 は、例えば第 2 バッテリ B 2 の充電率が低下しており第 2 バッテリ B 2 の充電が求められている場合には、目標通過電力 P_{cnv_cmd} を負の所定値とし、第 1 電力回路 2 における電力の一部を第 2 バッテリ B 2 に供給する。またマネジメント ECU 7 1 は、例えば第 2 バッテリ B 2 の温度が後述の高温パワーセーブ温度より高い場合や、第 2 バッテリ B 2 の充電率が不十分である場合等には、目標通過電力 P_{cnv_cmd} を 0 とし、第 2 バッテリ B 2 の充放電を禁止する。

20

30

【0058】

次に S 5 では、マネジメント ECU 7 1 は、第 1 バッテリ B 1 の出力電力に対する上限である制限電力 P_{max} を算出し、S 6 に移る。なおこの制限電力 P_{max} を算出する具体的な手順については、後に図 5 を参照して説明する。

【0059】

次に S 6 では、マネジメント ECU 7 1 は、総要求電力 P_{total} から目標通過電力 P_{cnv_cmd} を減算することによって得られる電力は、制限電力 P_{max} 以下であるか否かを判定する。ここで総要求電力 P_{total} から目標通過電力 P_{cnv_cmd} を減算して得られる電力とは、第 1 バッテリ B 1 の出力電力に対する要求に相当する。したがって S 6 の判定は、第 1 バッテリ B 1 の出力電力が制限電力 P_{max} を超えることなく運転者による要求を満たすことができるか否かを判定することに相当する。マネジメント ECU 7 1 は、S 6 の判定結果が YES である場合には S 7 に移り、NO である場合には S 8 に移る。

40

【0060】

S 7 では、マネジメント ECU 7 1 は、電力変換器 4 3 を介して第 1 電力回路 2 から駆動モータ M へ供給する電力に対する目標に相当する目標駆動電力 P_{mot_cmd} を算出し、S 9 に移る。上述のように S 6 の判定結果が YES である場合、第 1 バッテリ B 1 の出力電力が制限電力 P_{max} を超えることなく運転者の要求を満たすことができることから、マネジメント ECU 7 1 は、S 2 で算出した要求駆動電力 P_{mot_d} を目標駆動電力 P_{mot_cmd} とする。

50

【0061】

S8では、マネジメントECU71は、目標駆動電力 P_{mot_cmd} を算出し、S9に移る。上述のようにS6の判定結果がNOである場合、運転者の要求を満たそうとすると、第1バッテリーB1の出力電力が制限電力 P_{max} を超えてしまうことから、マネジメントECU71は、第1バッテリーB1の出力電力が制限電力 P_{max} を超えないように、目標駆動電力 P_{mot_cmd} を算出する。より具体的には、マネジメントECU71は、例えば、制限電力 P_{max} と目標通過電力 P_{cnv_cmd} との和から要求補機電力 P_{aux} を減算することによって目標駆動電力 P_{mot_cmd} を算出する。これにより、第1バッテリーB1の出力電力は、制限電力 P_{max} となり、この制限電力 P_{max} を超えることはない。

10

【0062】

次にS9では、マネジメントECU71は、S4で算出した目標通過電力 P_{cnv_cmd} に応じた通過電力指令信号を生成し、これをコンバータECU73へ送信し、S10に移る。コンバータECU73は、この通過電力指令信号に基づいて電圧変換器5を操作する。これにより、第2バッテリーB2から第1電力回路2へ目標通過電力 P_{cnv_cmd} に応じた電力が出力される。

【0063】

次にS10では、マネジメントECU71は、目標駆動電力 P_{mot_cmd} に基づいてトルク指令信号を生成し、これをモータECU72へ送信し、電力マネジメント処理を終了する。より具体的には、マネジメントECU71は、目標駆動電力 P_{mot_cmd} をトルクに変換することによって目標駆動トルクを算出し、この目標駆動トルクに応じたトルク指令信号を生成する。モータECU72は、このトルク指令信号に基づいて電力変換器43を操作する。これにより、第1電力回路2から駆動モータMへ、目標駆動電力 P_{mot_cmd} に応じた電力が出力される。このようにマネジメントECU71では、S7又はS8における処理を経て算出される目標駆動電力 P_{mot_cmd} に基づいてトルク指令信号を生成することにより、第1バッテリーB1から出力される電力は制限電力 P_{max} を超えることはない。従って本実施形態において、電力制御手段は、マネジメントECU71、モータECU72、及びコンバータECU73によって構成される。

20

【0064】

図5は、マネジメントECU71によって第1バッテリーB1に対する制限電力 P_{max} を算出する手順を示すフローチャートである。

30

【0065】

S21では、マネジメントECU71は、第1バッテリーECU74から送信される第1バッテリーB1の内部状態に関する情報に基づいて、第1バッテリーB1の内部抵抗Rを算出し、S22に移る。

【0066】

S22では、マネジメントECU71は、第1バッテリーECU74から送信される第1バッテリーB1の内部状態に関する情報に基づいて、第1バッテリーB1の静的電圧OCVを算出し、S23に移る。

【0067】

S23では、マネジメントECU71は、第1バッテリーECU74から送信される第1バッテリーB1の内部状態に関する情報に基づいて、第1バッテリーB1の最大許容電流 I_{max} を算出し、S24に移る。この最大許容電流 I_{max} とは、第1バッテリーB1を流れる電流の許容範囲の最大値である。すなわち、第1バッテリーB1を流れる電流が最大許容電流 I_{max} を超えると、第1バッテリーB1が劣化するおそれがある。

40

【0068】

S24では、マネジメントECU71は、第2バッテリーECU75から送信される第2バッテリーB2の内部状態に関する情報に基づいて、第2バッテリーB2の温度Tを算出し、S25に移る。従って本実施形態において、状態取得手段は、第2バッテリーセンサユニット82、第2バッテリーECU75、及びマネジメントECU71によって構成される。

50

【0069】

S 2 5では、マネジメントECU 7 1は、第2 バッテリB 2の温度Tが所定の高温パワーセーブ温度T p sより高いか否かを判定する。一般的なバッテリーは、温度が過剰に高くなった状態で充放電すると劣化するおそれがある。このため第2 バッテリB 2の温度Tが高温パワーセーブ温度T p sより高い場合、第2 バッテリB 2の劣化を防ぐためには、第2 バッテリB 2の充放電を禁止する必要がある。このため上述のようにマネジメントECU 7 1は、第2 バッテリB 2の温度Tが高温パワーセーブ温度T p sより高い場合、目標通過電力P c n v _ c m dを0とし、第2 バッテリB 2の充放電を禁止する（図4のS 4参照）。

【0070】

S 2 5の判定結果がNOである場合、マネジメントECU 7 1は、S 2 6に移る。S 2 6では、マネジメントECU 7 1は、第1 バッテリB 1の閉回路電圧に対する下限に相当する下限電圧V l i mを算出し、S 2 8に移る。ここでS 2 5の判定結果がNOである場合とは、第2 バッテリB 2の温度Tが高温パワーセーブ温度T p s以下である場合、すなわち第2 バッテリB 2の充放電を禁止する必要がある場合に相当する。よってS 2 6では、マネジメントECU 7 1は、第1 バッテリECU 7 4から送信される第1 バッテリB 1の内部状態に関する情報に基づいて、第1 バッテリB 1の閉回路電圧に対する劣化下限電圧を算出し、これを下限電圧V l i mとして設定する。

【0071】

次にS 2 8では、マネジメントECU 7 1は、第1 バッテリB 1の電圧制限出力P m a x _ vを算出し、S 2 9に移る。ここで電圧制限出力P m a x _ vとは、第1 バッテリB 1の出力電力に対する上限を下限電圧V l i mに基づいて設定したものに相当する。すなわちマネジメントECU 7 1は、第1 バッテリB 1の閉回路電圧が下限電圧V l i m以上になるように電圧制限出力P m a x _ vを算出する。そこでマネジメントECU 7 1は、第1 バッテリB 1の内部抵抗Rと、第1 バッテリB 1の静的電圧OCVと、下限電圧V l i mと、に基づいて、下記式（1）によって電圧制限出力P m a x _ vを算出する。

$$P m a x _ v = (OCV - V l i m) / R \times V l i m \quad (1)$$

【0072】

次にS 2 9では、マネジメントECU 7 1は、第1 バッテリB 1の電流制限出力P m a x _ iを算出し、S 3 0に移る。ここで電流制限出力P m a x _ iとは、第1 バッテリB 1の出力電力に対する上限を最大許容電流I m a xに基づいて設定したものに相当する。すなわちマネジメントECU 7 1は、第1 バッテリB 1を流れる電流が最大許容電流I m a x以下になるように電流制限出力P m a x _ iを算出する。そこでマネジメントECU 7 1は、内部抵抗Rと、第1 バッテリB 1の静的電圧OCVと、最大許容電流I m a xと、に基づいて、下記式（2）によって電流制限出力P m a x _ iを算出する。

$$P m a x _ i = I m a x \times (OCV - I m a x \times R) \quad (2)$$

【0073】

次にS 3 0では、マネジメントECU 7 1は、電圧制限出力P m a x _ v及び電流制限出力P m a x _ iに基づいて制限電力P m a xを算出し、図4のS 6に移る。より具体的には、マネジメントECU 7 1は、下記式（3）に示すように、電圧制限出力P m a x _ v及び電流制限出力P m a x _ iのうち何れか小さい方を制限電力P m a xとして設定する。このようにして制限電力P m a xを算出することにより、第1 バッテリB 1の出力電力を電圧制限出力P m a x _ v及び電流制限出力P m a x _ i以下にし、第1 バッテリB 1の閉回路電圧を下限電圧V l i m以上にし、さらに第1 バッテリB 1を流れる電流を最大許容電流I m a x _ i以下にすることができる。

$$P m a x = M i n (P m a x _ v, P m a x _ i) \quad (3)$$

【0074】

またS 2 5の判定結果がYESである場合、マネジメントECU 7 1は、S 2 7に移る。S 2 7では、マネジメントECU 7 1は、第1 バッテリB 1の下限電圧V l i mを算出し、S 2 8に移る。ここでS 2 5の判定結果がYESである場合とは、第2 バッテリB 2

10

20

30

40

50

の温度 T が高温パワーセーブ温度 T_{ps} より高い場合、すなわち第 2 バッテリ B_2 の充放電を禁止する必要がある場合に相当する。しかしながら図 3 を参照して説明したように、電圧変換器 5 には、第 2 電力回路 3 側から第 1 電力回路 2 側を順方向とする還流ダイオードが含まれていることから、第 1 電力線 $21p$, $21n$ の電圧、すなわち第 1 バッテリ B_1 の閉回路電圧が、第 2 電力線 $31p$, $31n$ の電圧、すなわち第 2 バッテリ B_2 の静的電圧よりも低くなると、第 2 バッテリ B_2 が放電に転じ、還流ダイオードを介して正の通過電流が流れてしまう。そこで $S27$ では、マネジメント $ECU71$ は、第 2 バッテリ $ECU75$ から送信される第 2 バッテリ B_2 の内部状態に関する情報に基づいて、第 2 バッテリ B_2 の静的電圧を算出し、これを下限電圧 V_{lim} として設定する。これにより、マネジメント $ECU71$ は、第 2 バッテリ B_2 の温度 T が高温パワーセーブ温度 T_{ps} より高い場合には、第 1 バッテリ B_1 の閉回路電圧が第 2 バッテリ B_2 の静的電圧以上になるように制限電力 P_{max} を算出することができる。

10

【0075】

次に図 6 を参照しながら本実施形態に係る電源システム 1 の効果について説明する。

図 6 は、第 2 バッテリ B_2 の温度が高温パワーセーブ温度より高い状態で加速したときにおける第 1 バッテリ B_1 の電圧（太破線）、第 2 バッテリ B_2 の電圧（太実線）、及び第 2 バッテリ B_2 の充電率（太一点鎖線）の変化を示すタイムチャートである。図 6 の左側は第 2 バッテリ B_2 の静的電圧が第 1 バッテリ B_1 の劣化下限電圧より低い場合を示し、真ん中及び右側は第 2 バッテリ B_2 の静的電圧が第 1 バッテリ B_1 の劣化下限電圧より高い場合を示す。また図 6 の右側は、図 5 のフローチャートに従って制限電力 P_{max} を設定した場合を示し、図 6 の真ん中は、第 1 バッテリ B_1 の下限電圧 V_{lim} を常に第 1 バッテリ B_1 の劣化下限電圧とする比較例を示す。

20

【0076】

図 6 の左側に示すように、時刻 t_1 において運転者がアクセルペダルを踏みこむことによって要求駆動電力が 0 から正の所定値まで増加すると、第 1 バッテリ B_1 からこの要求に応じた電力を出力することにより、第 1 バッテリ B_1 の閉回路電圧が低下する。しかしながら図 6 の左側の例では、第 1 バッテリ B_1 の劣化下限電圧は第 2 バッテリ B_2 の静的電圧よりも高いために、第 1 バッテリ B_1 の閉回路電圧は常に第 2 バッテリ B_2 の静的電圧よりも高く維持される。よって第 2 バッテリ B_2 からは電力が出力されることもないため、その電圧は静的電圧に維持され、またその充電率も一定に維持される。

30

【0077】

次に図 6 の真ん中に示すように、比較例では第 1 バッテリ B_1 の下限電圧 V_{lim} を常に劣化下限電圧とすることから、時刻 t_2 において運転者がアクセルペダルを踏み込むと、第 1 バッテリ B_1 の閉回路電圧が第 2 バッテリ B_2 の静的電圧を下回ってしまう場合がある。このため比較例では、第 2 バッテリ B_2 の充放電を禁止したい状態であるにもかかわらず、時刻 t_2 以降において、第 2 バッテリ B_2 が放電に転じてしまう場合がある。

【0078】

これに対し図 6 の右側に示すように、図 5 のフローチャートでは、第 2 バッテリ B_2 の温度が高温パワーセーブ温度より高い場合には、第 1 バッテリ B_1 の劣化下限電圧よりも高い第 2 バッテリ B_2 の静的電圧を第 1 バッテリ B_1 の下限電圧 V_{lim} とする。このため時刻 t_3 において運転者がアクセルペダルを踏み込んでも、第 1 バッテリ B_1 の閉回路電圧は第 2 バッテリ B_2 の静的電圧より低くならないので、第 2 バッテリ B_2 が放電に転じることもない。

40

【0079】

以上のような本実施形態に係る電源システム 1 によれば、以下の効果を奏する。

(1) 本実施形態に係る電源システム 1 において、第 2 バッテリ $ECU75$ 及び第 2 バッテリセンサユニット 82 は、第 2 バッテリ B_2 の状態を取得し、マネジメント $ECU71$ は、この第 2 バッテリ B_2 の状態に基づいて第 1 バッテリ B_1 の出力電力に対する制限電力 P_{max} を算出するとともに、モータ $ECU72$ は、第 1 バッテリ B_1 の出力電力がこの制限電力 P_{max} を超えないように電力変換器 43 を操作する。よって電源システム

50

1によれば、第2バッテリーB2の状態に応じて第1バッテリーB1から出力される電力を制限できるので、第2バッテリーB2からの意図しない放電を抑制できる。

【0080】

(2) 本実施形態に係る電源システム1では、マネジメントECU71は、第2バッテリーB2の温度Tが高温パワーセーブ温度 T_{ps} より高い場合には、第1バッテリーB1の閉回路電圧が第2バッテリーB2の静的電圧以上になるように制限電力 P_{max} を算出する。これにより、第2バッテリーB2の温度Tが高温パワーセーブ温度 T_{ps} より高い場合には、第1バッテリーB1の閉回路電圧が第2バッテリーB2の静的電圧以上になるように第1バッテリーB1の出力電力が制限されるので、第2バッテリーB2の劣化を抑制できる。

【0081】

<第2実施形態>

次に、本発明の第2実施形態に係る電源システムについて、図面を参照しながら説明する。本実施形態に係る電源システムは、第1実施形態に係る電源システムと、第1バッテリーに対する制限電力 P_{max} を算出する手順が異なる。以下では、本実施形態に係る電源システムについて、第1実施形態に係る電源システム1と異なる構成について説明する。

【0082】

図7A及び図7Bは、本実施形態に係る電源システムのマネジメントECU71によって、第1バッテリーB1に対する制限電力 P_{max} を算出する手順を示すフローチャートである。なお図7A及び図7Bのフローチャートにおいて、S41～S43及びS50～S52の処理は、それぞれ図5のS21～S23及びS28～S30の処理と同じであるので、説明を省略する。

【0083】

S44では、マネジメントECU71は、第1バッテリーECU74から送信される第1バッテリーB1の内部状態に関する情報に基づいて、第1バッテリーB1の閉回路電圧に対する使用範囲の下限である劣化下限電圧 V_{deg_L} を算出し、S45に移る。

【0084】

S45では、マネジメントECU71は、第2バッテリーB2の最低静的電圧 OCV_{min} を算出し、S46に移る。ここで最低静的電圧 OCV_{min} とは、第2バッテリーB2の静的電圧に対する下限であり、第2バッテリーB2の充電率が所定の下限値であるときにおける第2バッテリーB2の静的電圧に相当する。従って第2バッテリーB2の静的電圧が最低静的電圧 OCV_{min} より高く維持されていれば、第2バッテリーB2には下限値より高い充電率を確保できる。

【0085】

S46では、マネジメントECU71は、第1バッテリーB1の劣化下限電圧 V_{deg_L} は、第2バッテリーB2の最低静的電圧 OCV_{min} より低いか否かを判定する。マネジメントECU71は、S46の判定結果がNOである場合にはS47に移り、YESである場合にはS48に移る。

【0086】

S47では、マネジメントECU71は、第1バッテリーB1の劣化下限電圧 V_{deg_L} を下限電圧 V_{lim} として設定し、S50に移る。ここでS46の判定結果がNOである場合、劣化下限電圧 V_{deg_L} は最低静的電圧 OCV_{min} 以上である。このため、第1バッテリーB1の劣化下限電圧 V_{deg_L} を下限電圧 V_{lim} として設定しても、第1バッテリーB1の閉回路電圧は、第2バッテリーB2の最低静的電圧 OCV_{min} を下回ることがない。

【0087】

S48では、マネジメントECU71は、第2バッテリーECU75から送信される第2バッテリーB2の内部状態に関する情報に基づいて、第2バッテリーB2の充電率SOCを算出し、S49に移る。従って本実施形態において、状態取得手段は、第2バッテリーセンサユニット82、第2バッテリーECU75、及びマネジメントECU71によって構成される。

10

20

30

40

50

【0088】

S49では、マネジメントECU71は、第2バッテリーB2の充電率SOCに基づいて第1バッテリーB1の下限電圧Vlimを設定し、S50に移る。ここでS46の判定結果がYESである場合、劣化下限電圧Vdeg_Lは最低静的電圧OCVminより低い場合である。このため第1バッテリーB1の劣化下限電圧Vdeg_Lを下限電圧Vlimとして設定すると、第1バッテリーB1の閉回路電圧は、第2バッテリーB2の最低静的電圧OCVminを下回ってしまい、第2バッテリーB2が放電に転じるおそれがある。このため第2バッテリーB2の充電率SOCが不十分である場合、第2バッテリーB2の充電率SOCがその下限値を下回ってしまうおそれがある。このため、第2バッテリーB2の最低静的電圧OCVminを下限電圧Vlimとして設定することも考えられるが、そうすると第1バッテリーB1及び第2バッテリーB2の放電が過剰に制限されてしまい、運転者による要求に十分に答えられなくなってしまうおそれがある。そこでS49では、マネジメントECU71は、第2バッテリーB2の充電率SOCに基づいて、劣化下限電圧Vdeg_Lと最低静的電圧OCVminとの間で下限電圧Vlimを算出する。

10

【0089】

より具体的には、マネジメントECU71は、第2バッテリーB2のSOCに基づいて図8に示すマップを検索することによって下限電圧Vlimを算出する。図8の例では、マネジメントECU71は、第2バッテリーB2の充電率SOCが第1閾値SOC1より大きい場合には、第1バッテリーB1の劣化下限電圧Vdeg_Lを第1バッテリーB1の下限電圧Vlimとして設定し、第2バッテリーB2の充電率SOCが第1閾値SOC1より小さい第2閾値SOC2以下である場合には、第2バッテリーB2の最低静的電圧OCVminを第1バッテリーB1の下限電圧Vlimとして設定する。またマネジメントECU71は、第2バッテリーB2の充電率SOCが第1閾値SOC1以下でありかつ第2閾値SOC2より大きい場合には、第1バッテリーB1の劣化下限電圧Vdeg_Lと第2バッテリーB2の最低静的電圧OCVminとの間において、充電率SOCが小さくなるほど高くなるように下限電圧Vlimを設定する。これにより、下限電圧Vlimは、第2バッテリーB2の充電率SOCが第1閾値SOC1又は第2閾値SOC2以下である場合には、充電率SOCが第1閾値SOC1又は第2閾値SOC2より大きい場合よりも高くなるように設定される。よってS50～S52の処理を経ることにより、電圧制限出力Pmax_v及び制限電力Pmaxは、第2バッテリーB2の充電率SOCが第1閾値SOC1又は第2閾値SOC2以下である場合には、充電率SOCが第1閾値SOC1又は第2閾値SOC2より大きい場合よりも小さくなるように設定される

20

30

【0090】

以上のような本実施形態に係る電源システムによれば、以下の効果を奏する。

(3) 本実施形態に係る電源システムにおいて、マネジメントECU71は、第2バッテリーB2の充電率SOCが第1閾値SOC1又は第2SOC2以下である場合には、充電率SOCが第1閾値SOC1又は第2閾値SOC2より大きい場合よりも小さくなるように電圧制限出力Pmax_v及び制限電力Pmaxを算出する。換言すれば、マネジメントECU71は、第2バッテリーB2の充電率SOCの減少にあわせて電圧制限出力Pmax_v及び制限電力Pmaxを小さくする。よって電源システムによれば、第2バッテリーB2の充電率SOCが十分である場合には、第1バッテリーB1から出力される電力と第2バッテリーB2から出力される電力とを合成し要求電力に応じた電力を駆動モータMに供給でき、第2バッテリーB2の充電率SOCが不十分である場合には、第2バッテリーB2の充電率SOCの減少を抑制できる。

40

【0091】

(4) 本実施形態に係る電源システムにおいて、マネジメントECU71は、第1バッテリーB1の閉回路電圧が所定の下限電圧Vlim以上になるように電圧制限出力Pmax_v及び制限電力Pmaxを算出するとともに、第2バッテリーB2の充電率SOCが第1閾値SOC1より大きい場合には第1バッテリーB1の閉回路電圧に対する使用電圧範囲の下限である劣化下限電圧Vdeg_Lを下限電圧Vlimとして設定する。これにより、

50

第2バッテリーB2の充電率SOCが十分である場合には、第1バッテリーB1及び第2バッテリーB2の両方からの電力の出力を許容できるので、要求電力に応じた電力を駆動モータMに供給できる。またマネジメントECU71は、第2バッテリーB2の充電率SOCが第2閾値SOC2以下である場合には、第1バッテリーB1の劣化下限電圧Vdeg_Lよりも高くかつ第2バッテリーB2の充電率SOCが所定の下限値であるときにおける第2バッテリーB2の静的電圧である最低静的電圧OCVminを下限電圧Vlimとして設定する。これにより、第2バッテリーB2の充電率SOCが不十分である場合には、第2バッテリーB2からの電力の出力を抑制し、その充電率SOCが下限値を下回るのを防止できる。

【符号の説明】

【0092】

V…車両

M…駆動モータ

1…電源システム

2…第1電力回路（高電圧回路）

B1…第1バッテリー（高電圧電源）

3…第2電力回路（低電圧回路）

B2…第2バッテリー（低電圧電源）

4…負荷回路

43…電力変換器

5…電圧変換器

7…電子制御ユニット群

71…マネジメントECU（電力制御手段、要求電力取得手段）

72…モータECU（電力制御手段）

73…コンバータECU（電力制御手段）

74…第1バッテリーECU

75…第2バッテリーECU（状態取得手段）

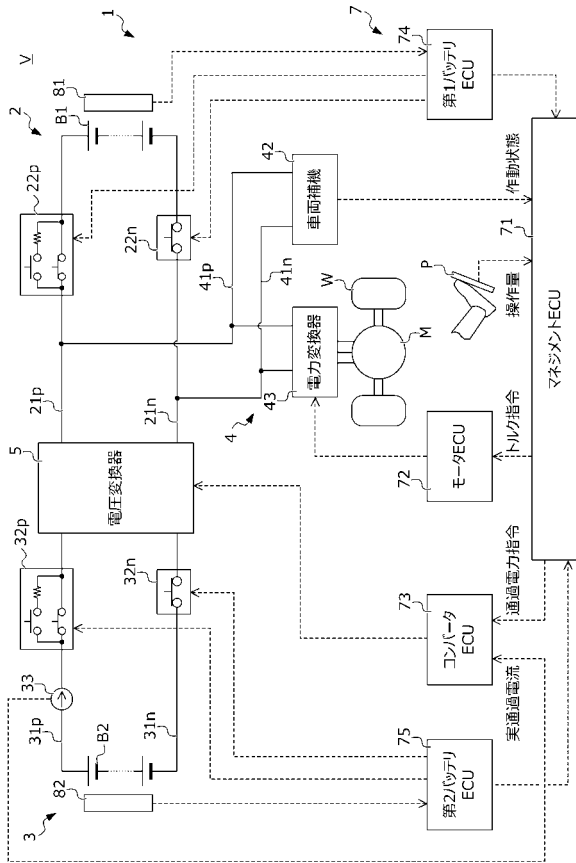
82…第2バッテリーセンサユニット（状態取得手段）

P…ペダル類（要求電力取得手段）

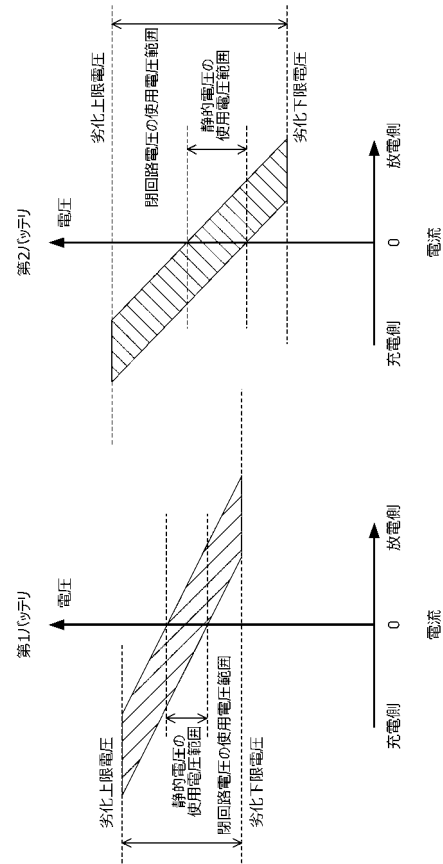
10

20

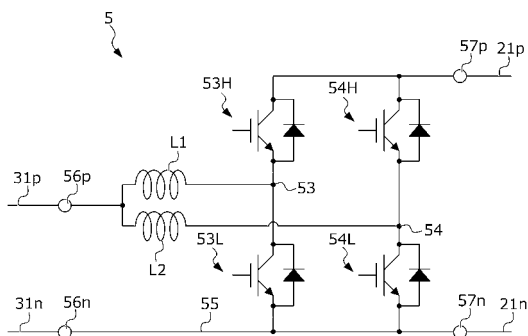
【図 1】



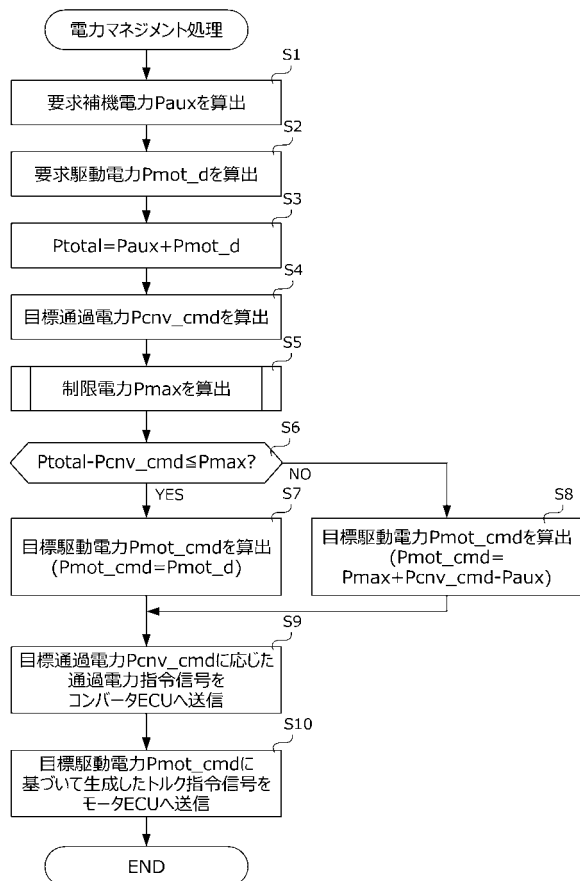
【図 2】



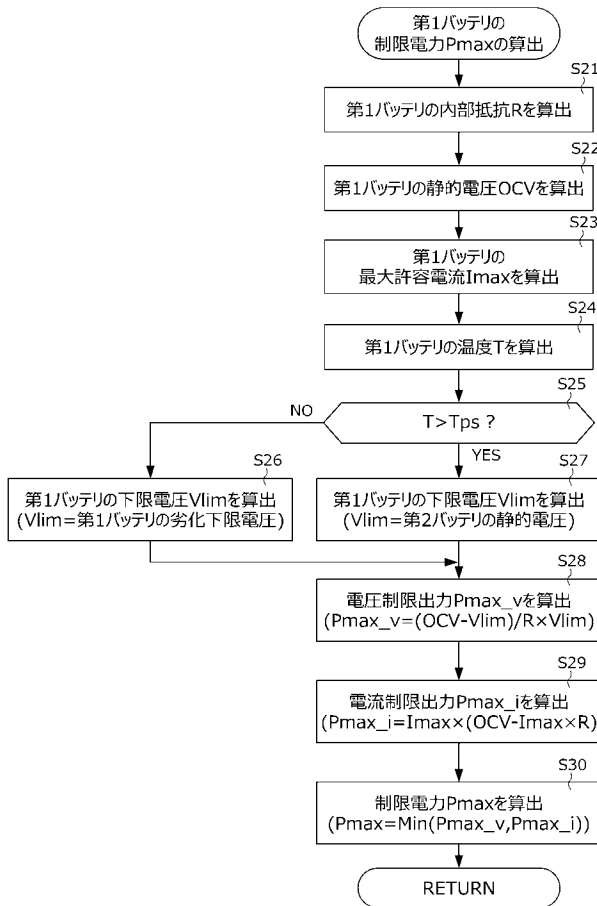
【図 3】



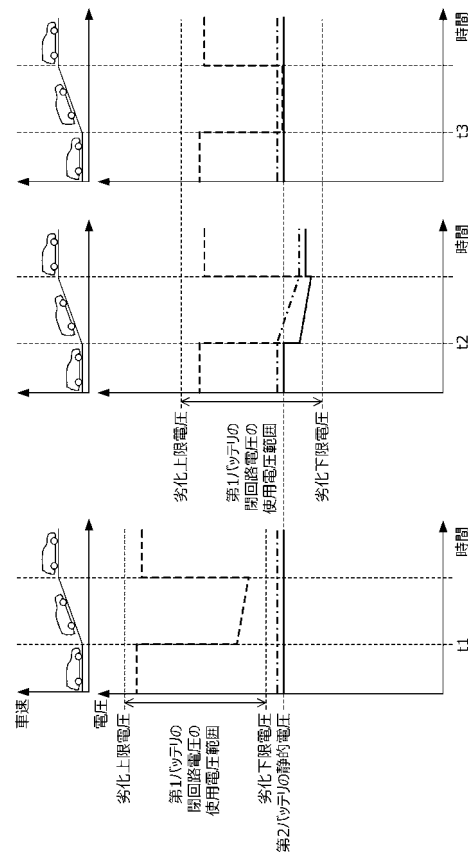
【図 4】



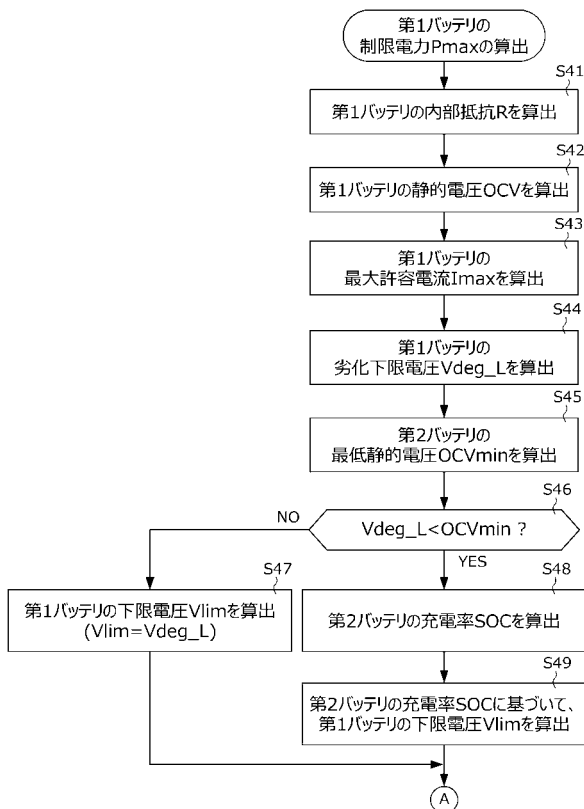
【図 5】



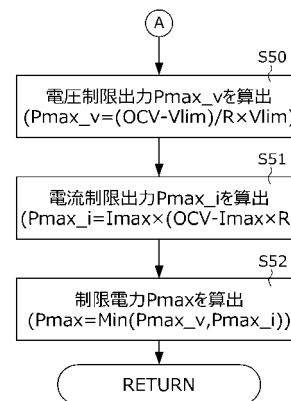
【図 6】



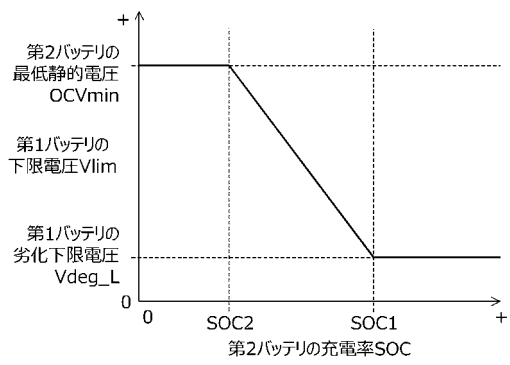
【図 7 A】



【図 7 B】



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
	H 0 2 M 3/155	H
	H 0 2 M 3/155	W

F ターム(参考)	5G503	AA07	BA04	BB02	BB03	CB11	DA08	FA06	GB03	GB06	
	5H125	AA01	AC12	BA00	BB00	BB05	BC03	BC06	EE23	EE25	EE27
		EE42	EE44								
	5H730	AS04	AS05	AS08	AS13	AS17	BB14	BB15	BB57	BB82	BB86
		BB88	BB98	DD03	DD04	FD01	FD11	FD31	FD41	FD61	FG01
		FG12	XC09								