

(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2010-3503

(P2010-3503A)

(43) 公開日 平成22年1月7日(2010.1.7)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
H01M 8/04	8/04	(2006.01)	H01M 8/04	P	5H026
B60L 11/18	11/18	(2006.01)	B60L 11/18	G	5H027
H01M 8/00	8/00	(2006.01)	H01M 8/00	Z	5H115
H01M 8/10	8/10	(2006.01)	H01M 8/10		

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-160352 (P2008-160352)	(71) 出願人	000005326
(22) 出願日	平成20年6月19日 (2008.6.19)		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	100142066
			弁理士 鹿島 直樹
		(74) 代理人	100126468
			弁理士 田久保 泰夫
		(74) 代理人	100149261
			弁理士 大内 秀治

最終頁に続く

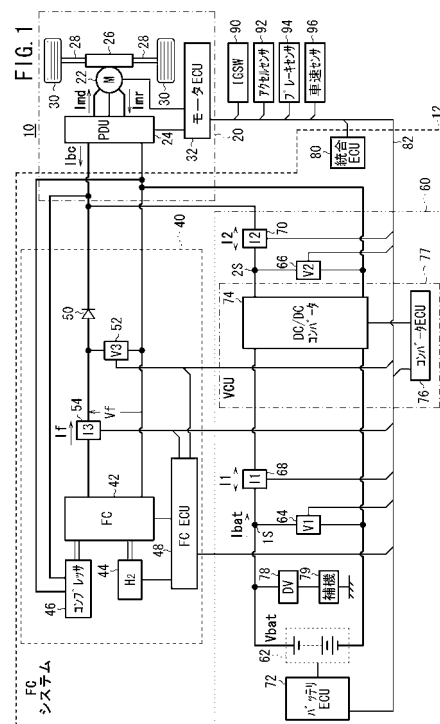
(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池の劣化又は破損を防止することができるハイブリッド型の燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 VCU77のコンバータECU76がV2制御モード（2次電圧目標値V2tarに基づいてDC/DCコンバータ74を動作させるモード）で動作していないとき、アシスト出力Pasi（バッテリーユニット60の現在の出力）とFC許容最大出力Pfc_max（FC42の許容最大出力）との和から第1補機消費電力Paul（エアコンプレッサ46の消費電力）を差し引いた値以下になるようにモータ出力制限値Pmot_limを設定する。これにより、バッテリーユニット60の出力の不足分をFC42がFC許容最大出力Pfc_maxを超えて補うことを避け、FC42の劣化又は破損を防止することができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

負荷への電力供給を行う燃料電池と、
前記燃料電池と並列に前記負荷に接続され、前記負荷に電力供給を行う蓄電装置と、
前記負荷と前記蓄電装置との間に配置され、前記蓄電装置の出力電圧を変換することで
前記燃料電池と前記負荷の間の電圧を変化させ、前記燃料電池から前記負荷への供給電力
を制御する電圧変換部と、
前記負荷の消費電力を制御する負荷制御部と、
を備える燃料電池システムであって、
前記負荷制御部は、
前記電圧変換部が前記燃料電池と前記負荷の間の電圧を制御しているとき、前記燃料電池
の実際の出力と前記蓄電装置又は前記電圧変換部の許容最大出力との和以下になるよう
に前記負荷の消費電力を制限し、且つ、
前記電圧変換部が前記燃料電池と前記負荷の間の電圧を制御していないとき、前記燃料
電池の許容最大出力と前記蓄電装置又は前記電圧変換部の実際の出力との和以下になるよ
うに前記負荷の消費電力を制限する
ことを特徴とする燃料電池システム。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載の燃料電池システムにおいて、
前記負荷は、車両駆動用のモータである
ことを特徴とする燃料電池システム。

20

【請求項 3】

請求項 2 記載の燃料電池システムにおいて、
さらに、前記モータと前記燃料電池又は前記蓄電装置との間から電力供給を受ける補機
を備え、
前記負荷制御部は、
前記電圧変換部が前記燃料電池と前記モータの間の電圧を制御しているとき、前記燃料
電池の実際の出力と前記蓄電装置又は前記電圧変換部の許容最大出力との和から前記補機
の消費電力を差し引いた値以下になるように前記負荷の消費電力を制限し、又は、
前記電圧変換部が前記燃料電池と前記モータの間の電圧を制御していないとき、前記燃
料電池の許容最大出力と前記蓄電装置又は前記電圧変換部の実際の出力との和から前記補
機の消費電力を差し引いた値以下になるように前記負荷の消費電力を制限する
ことを特徴とする燃料電池システム。

30

【請求項 4】

請求項 3 記載の燃料電池システムにおいて、
前記補機は、前記燃料電池にエアを供給するエアコンプレッサを含む
ことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 5】

請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システムにおいて、
前記負荷制御部は、前記電圧変換部が前記燃料電池と前記負荷の間の電圧を制御してい
るとき又は前記燃料電池と前記負荷の間の電圧を制御していないとき、前記燃料電池、前
記蓄電装置又は前記電圧変換部の実際の出力がその許容最大出力よりも高ければ、前記実
際の出力の代わりに前記許容最大出力を用いて前記負荷の消費電力を制限する
ことを特徴とする燃料電池システム。

40

【請求項 6】

負荷への電力供給を行う燃料電池と、
前記燃料電池と並列に前記負荷に接続され、前記負荷に電力供給を行う蓄電装置と、
前記負荷の消費電力を制御する負荷制御部と、
を備える燃料電池システムであって、
前記負荷制御部は、前記燃料電池の許容最大出力と前記蓄電装置の実際の出力との和以

50

下になるように前記負荷の消費電力を制限すること
ことを特徴とする燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、燃料電池と蓄電装置により負荷に電力を供給する燃料電池システムに関する。より詳細には、前記負荷への電力供給を制御することにより、前記燃料電池の過度の出力に伴う劣化又は破損を防止する燃料電池システムに関する。

【背景技術】

【0002】

複数の電力源を組み合わせることで負荷への電力供給を行ういわゆるハイブリッド型の電力システムが知られている（例えば、特許文献1及び特許文献2）。特許文献1は、エンジンにより駆動される発電機と、蓄電装置としてのバッテリーとを組み合わせる電力システムであり、特許文献2は、燃料電池と蓄電装置とを組み合わせる電力システムである。

【0003】

特許文献1では、バッテリーの過放電の防止等のため、バッテリーの最大出力と発電機の実際の出力の和を超えないように、走行モータ（負荷）のトルクを制御する（特許文献1の要約参照）。

【0004】

【特許文献1】特開2000-166009号公報

【特許文献2】特開2005-166582号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に記載されるような、エンジンにより駆動される発電機（すなわち、機械的な電力源）であれば、エンジン回転数に応じて電力が供給される。このため、車両駆動用のモータの要求出力が、発電機の供給電力を超えても、発電機はそれ以上の電力を供給し得ない。これに対し、特許文献2に記載されるような燃料電池は、その出力特性より、モータの要求出力（負荷の要求電力）に応じて供給電力が変化し、モータの要求出力が燃料電池の許容最大出力（定格電力）を超えると、当該許容最大出力を上回る電力を供給してしまう。このため、モータの要求出力次第では、燃料電池は過度の出力を行い、燃料電池の劣化又は破損につながってしまう。

【0006】

また、上記の内容は、負荷が車両駆動用のモータの場合に限られず、それ以外の負荷についても該当する。

【0007】

この発明は、このような課題を考慮してなされたものであり、燃料電池の劣化又は破損を防止することができるハイブリッド型の燃料電池システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明に係る燃料電池システムは、負荷への電力供給を行う燃料電池と、前記燃料電池と並列に前記負荷に接続され、前記負荷に電力供給を行う蓄電装置と、前記負荷と前記蓄電装置との間に配置され、前記蓄電装置の出力電圧を変換することで前記燃料電池と前記負荷の間の電圧を変化させ、前記燃料電池から前記負荷への供給電力を制御する電圧変換部と、前記負荷の消費電力を制御する負荷制御部と、を備えるものであって、前記負荷制御部は、前記電圧変換部が前記燃料電池と前記負荷の間の電圧を制御しているとき、前記燃料電池の実際の出力と前記蓄電装置又は前記電圧変換部の許容最大出力との和以下になるように前記負荷の消費電力を制限し、且つ、前記電圧変換部が前記燃料電池と前記負荷の間の電圧を制御していないとき、前記燃料電池の許容最大出力と前記蓄電装置又は前

10

20

30

40

50

記電圧変換部の実際の出力との和以下になるように前記負荷の消費電力を制限することを特徴とする。

【0009】

この発明によれば、電圧変換部が燃料電池と負荷の間の電圧を制御していないとき、すなわち、蓄電装置又は電圧変換部がその許容最大出力を出力しない可能性があるとき、燃料電池の許容最大出力と蓄電装置又は電圧変換部の実際の出力との和以下になるように負荷の消費電力を制限する。これにより、蓄電装置又は電圧変換部の出力の不足分を燃料電池がその許容最大出力を超えて補うことを避け、燃料電池の劣化又は破損を防止することができる。また、電圧変換部が燃料電池と負荷の間の電圧を制御している場合と制御していない場合とで、負荷の消費電力の制限方法を切り替えるため、燃料電池からの出力と蓄電装置又は電圧変換部からの出力とを好適に制御することができる。

10

【0010】

前記負荷は、例えば、車両駆動用のモータとすることができる。これにより、電圧変換部が燃料電池と負荷の間の電圧を制御していない場合でも、燃料電池と蓄電装置又は電圧変換部とから最大限の電力を供給可能となるため、モータのトルクが必要以上に低減されることを回避し、ドライバビリティを向上させることができる。

【0011】

前記燃料電池システムは、さらに、前記モータと前記燃料電池又は前記蓄電装置との間から電力供給を受ける補機を備え、前記負荷制御部は、前記電圧変換部が前記燃料電池と前記モータの間の電圧を制御しているとき、前記燃料電池の実際の出力と前記蓄電装置又は前記電圧変換部の許容最大出力との和から前記補機の消費電力を差し引いた値以下になるように前記負荷の消費電力を制限し、又は、前記電圧変換部が前記燃料電池と前記モータの間の電圧を制御していないとき、前記燃料電池の許容最大出力と前記蓄電装置又は前記電圧変換部の実際の出力との和から前記補機の消費電力を差し引いた値以下になるように前記負荷の消費電力を制限してもよい。これにより、モータと燃料電池又は蓄電装置との間から電力供給を受ける補機を設けた場合でも、当該補機の消費電力を確保し、燃料電池及び蓄電装置をより確実に保護することができる。

20

【0012】

前記補機には、前記燃料電池にエアを供給するエアコンプレッサを含めてもよい。これにより、消費電力が比較的大きいエアコンプレッサの消費電力を確保し、エアコンプレッサを安定して駆動することができると共に、燃料電池及び蓄電装置をより確実に保護することができる。

30

【0013】

前記負荷制御部は、前記電圧変換部が前記燃料電池と前記負荷の間の電圧を制御しているとき又は前記燃料電池と前記負荷の間の電圧を制御していないとき、前記燃料電池、前記蓄電装置又は前記電圧変換部の実際の出力がその許容最大出力よりも高ければ、前記実際の出力の代わりに前記許容最大出力を用いて前記負荷の消費電力を制限することができる。これにより、燃料電池、蓄電装置又は電圧変換部の実際の出力が、過渡的にその許容最大出力より高くなったとしても、燃料電池又は蓄電装置を保護することができる。

【0014】

この発明に係る燃料電池システムは、負荷への電力供給を行う燃料電池と、前記燃料電池と並列に前記負荷に接続され、前記負荷に電力供給を行う蓄電装置と、前記負荷の消費電力を制御する負荷制御部と、を備えるものであって、前記負荷制御部は、前記燃料電池の許容最大出力と前記蓄電装置の実際の出力との和以下になるように前記負荷の消費電力を制限することを特徴とする。

40

【0015】

この発明によれば、燃料電池の許容最大出力と蓄電装置の実際の出力との和以下になるように負荷の消費電力を制限する。これにより、蓄電装置の出力の不足分を燃料電池がその許容最大出力を超えて補うことを避け、燃料電池の劣化及び破損を防止することができる。

50

【発明の効果】

【0016】

この発明によれば、電圧変換部が燃料電池と負荷の間の電圧を制御していないとき、すなわち、蓄電装置又は電圧変換部がその許容最大出力を出力しない可能性があるとき、燃料電池の許容最大出力と蓄電装置又は電圧変換部の実際の出力との和以下になるように負荷の消費電力を制限する。これにより、蓄電装置又は電圧変換部の出力の不足分を燃料電池がその許容最大出力を超えて補うことを避け、燃料電池の劣化又は破損を防止することができる。また、電圧変換部が燃料電池と負荷の間の電圧を制御している場合と制御していない場合とで、負荷の消費電力の制限方法を切り替えるため、燃料電池からの出力と蓄電装置又は電圧変換部からの出力とを好適に制御することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

A. 一実施形態

1. 燃料電池車両10の構成

(1) 全体構成

図1は、この発明の一実施形態に係る燃料電池システム12（以下「FCシステム12」とも称する。）を搭載した燃料電池車両10（以下「FC車両10」とも称する。）の回路図である。FC車両10は、基本的には、モータユニット20と、FCユニット40と、バッテリーユニット60と、統括制御部80〔以下「統括ECU80」（ECU: Electric Control Unit）とも称する。〕とを有する。これらの構成要素のうち、FCユニット40と、バッテリーユニット60と、統括ECU80とによりFCシステム12を構成する。

20

【0018】

モータユニット20は、FC車両10の力行時には、駆動用のモータ22を用いてFC車両10の走行駆動力を生成し、FC車両10の回生時には、モータ22が発生した回生電力（モータ回生電力 P_{reg} ）〔W〕をバッテリーユニット60に供給する。

【0019】

FCユニット40は、FC車両10の力行時には、モータユニット20に対して燃料電池42（以下「FC42」とも称する。）が発生した出力（FC発電出力 P_{fc} ）〔W〕を供給し、FC車両10の回生時には、FC発電出力 P_{fc} をバッテリーユニット60に供給する。

30

【0020】

バッテリーユニット60は、FC車両10の力行時には、エネルギストレージである蓄電装置62（以下「バッテリー62」とも称する。）からの出力電力（バッテリー出力電力 P_{bat} ）〔W〕をモータユニット20に対して供給し、FC車両10の回生時には、モータ回生電力 P_{reg} 及びFC発電出力 P_{fc} をバッテリー62に蓄電する。

【0021】

統括ECU80は、モータユニット20、FCユニット40及びバッテリーユニット60を制御する。

【0022】

(2) モータユニット20

モータユニット20は、モータ22に加え、パワー・ドライブ・ユニット24（以下「PDU24」とも称する。）と、減速機26と、シャフト28と、車輪30と、モータ制御部32〔以下「モータECU32」とも称する。〕とを備える。

【0023】

PDU24は、FC車両10の力行時において、FC42からの発電電流（FC発電電流 I_f ）〔A〕及びバッテリー62からの出力電流（バッテリー出力電流 I_{bat} ）〔A〕とを直流／交流変換し、モータ22を駆動する電流（モータ駆動電流 I_{md} ）〔A〕としてモータ22に供給する。このモータ駆動電流 I_{md} の供給に伴うモータ22の回転は、減速機26、シャフト28を通じて車輪30に伝達される。

40

50

【0024】

また、PDU24は、FC車両10の回生時において、モータ22からの回生電流（モータ回生電流 I_{mr} ）を交流／直流変換し、バッテリー充電電流 I_{bc} としてバッテリーユニット60に供給する。このバッテリー充電電流 I_{bc} の供給によりバッテリー62が充電される。

【0025】

モータECU32は、統括ECU80からの指令に基づいてモータ22及びPDU24の動作を制御する。

【0026】

(3) FCユニット40

FCユニット40は、FC42に加え、水素タンク44と、エアコンプレッサ46と、FC制御部48（以下「FC ECU48」とも称する。）と、逆流防止用のダイオード50と、電圧センサ52と、電流センサ54とを有する。

【0027】

FC42は、例えば固体高分子電解質膜をアノード電極とカソード電極とで両側から挟み込んで形成されたセルを積層したスタック構造にされている。FC42には、水素タンク44とエアコンプレッサ46が配管により接続されている。水素タンク44内の加圧水素は、FC42のアノード電極に供給される。また、エアコンプレッサ46により空気がFC42のカソード電極に供給される。水素タンク44及びエアコンプレッサ46の動作は、FC ECU48により制御される。FC42内で反応ガスである水素（燃料ガス）と空気（酸化剤ガス）の電気化学反応によりFC発電電流 I_f が生成される。FC発電電流 I_f は、電流センサ54及びダイオード50を介し、FC車両10の力行時にはPDU24に供給され、回生時にはバッテリーユニット60に供給される。電流センサ54で検出されたFC発電電流 I_f は、通信線82を介して統括ECU80に出力される。また、FC42の発電電圧（FC発電電圧 V_f ）〔V〕は、FC42とダイオード50との間に配置された電圧センサ52で検出され、通信線82を介してFC ECU48及び統括ECU80に出力される。

【0028】

エアコンプレッサ46は、モータユニット20と、FC42及びバッテリーユニット60との間に配置され、モータユニット20、FC42及びバッテリーユニット60のいずれからも電力供給が可能に構成されている。

【0029】

なお、図1では図示していないが、図示しない電圧センサによりFC42の各セルの出力電圧が検出され、その検出値は、FC ECU48及び統括ECU80に通知される。

【0030】

(4) バッテリーユニット60

バッテリーユニット60は、バッテリー62に加え、電圧センサ64、66と、電流センサ68、70と、バッテリー制御部72（以下「バッテリーECU72」とも称する。）と、DC／DCコンバータ74及びコンバータ制御部76（以下「コンバータECU76」とも称する。）からなるVCU77（VCU：Voltage Control Unit）と、ダウンバータ78と、補機79とを有する。

【0031】

バッテリー62は、DC／DCコンバータ74の1次側1Sに接続されており、例えばリチウムイオン2次電池やニッケル水素2次電池又はキャパシタを利用することができる。本実施形態ではリチウムイオン2次電池を利用している。電圧センサ64は、DC／DCコンバータ74の1次側1Sの電圧（1次電圧 V_1 ）〔V〕を検出し、通信線82に出力する。電圧センサ66は、DC／DCコンバータ74の2次側2Sの電圧（2次電圧 V_2 ）〔V〕を検出し、通信線82に出力する。電流センサ68は、1次側1Sの電流（1次電流 I_1 ）を検出し、通信線82に出力する。電流センサ70は、2次側2Sの電流（2次電流 I_2 ）を検出し、通信線82に出力する。

10

20

30

40

50

【0032】

バッテリーECU72は、バッテリー62の温度や電圧（バッテリー電圧 V_{bat} ）[V]などを監視し、異常を検出した場合には、充放電の制限や停止によりバッテリー62を保護する。

【0033】

DC/DCコンバータ74は、いわゆるチョップ方式の昇降圧DC/DCコンバータであり、力行時には、1次電圧 V_1 を昇圧して2次側2Sに供給し、回生時には、2次電圧 V_2 を降圧して1次側1Sに供給する。すなわち、モータ22が発生した回生電圧（モータ回生電圧 V_{reg} ）[V]又はFC42のFC発電電圧 V_f に基づく2次電圧 V_2 がDC/DCコンバータ74により低電圧に変換された1次電圧 V_1 によりバッテリー62を充電する。

10

【0034】

コンバータECU76は、統括ECU80からの指令並びに電圧センサ64、66及び電流センサ68、70の検出値に基づいて、DC/DCコンバータ74を制御する。コンバータECU76は、DC/DCコンバータ74の動作により2次電圧 V_2 を変化させることでFC発電電流 I_f を制御することができる。

【0035】

ダウンバータ78は、1次電圧 V_1 を降圧し、エアコンディショナ、ランプ等の補機79に供給する。

【0036】

20

(5) 統括ECU80

統括ECU80は、モータ22の要求出力（モータ要求出力 P_{mot_req} ）[W]やFCユニット40（エアコンプレッサ46等）の要求電力に基づいて、モータECU32、FC ECU48、バッテリーECU72及びコンバータECU76を制御する。すなわち、FCシステム12がモータユニット20に供給する電力（モータ供給電力 P_{mot_sup} ）[W]を算出し、このモータ供給電力 P_{mot_sup} を実現するようFCシステム12を動作させる。なお、統括ECU80は、その他のECUを制御してもよい。

【0037】

統括ECU80は、CPU、ROM、RAM、タイマの他、A/D変換器、D/A変換器等の入出力インタフェース、並びに、必要に応じてDSP（Digital Signal Processor）等を有している。モータECU32、FC ECU48、バッテリーECU72及びコンバータECU76も同様である。

30

【0038】

統括ECU80と、モータECU32、FC ECU48、バッテリーECU72及びコンバータECU76とは、車内LANであるCAN（Controller Area Network）等の通信線82を通じて相互に接続されている。これらの制御部は、各種スイッチ及び各種センサからの入出力情報を入力として各CPUが各ROMに格納されたプログラムを実行することにより各種機能を実現する。

【0039】

(6) その他

40

車両状態を検出する各種スイッチ及び各種センサとしては、上述した電圧センサ52、64、66、電流センサ54、68、70の他、通信線82に接続されるイグニッションスイッチ90、アクセルセンサ92、ブレーキセンサ94、及び車速センサ96等がある。

【0040】

2. 各種制御／処理

(1) モータ供給電力 P_{mot_sup} の算出処理

図2には、FCシステム12がモータ供給電力 P_{mot_sup} を算出するフローチャートが示されている。

【0041】

50

ステップ S 1 において、F C 車両 1 0 が力行状態のとき、統括 E C U 8 0 は、アクセルセンサ 9 2 が検出したアクセルペダル（図示せず）の踏込量に応じてモータ要求出力 P_{mot_req} を算出する。ステップ S 2 において、統括 E C U 8 0 は、モータ出力制限値 P_{mot_lim} [W] を算出する。モータ出力制限値 P_{mot_lim} は、モータ 2 2 の許容最大出力、換言すると、F C システム 1 2 がモータユニット 2 0（モータ 2 2）に供給可能な許容最大出力を示す。モータ出力制限値 P_{mot_lim} の算出処理については後述する。

【0042】

ステップ S 3 において、統括 E C U 8 0 は、モータ要求出力 P_{mot_req} がモータ出力制限値 P_{mot_lim} 以下であるかどうかを判定する。モータ要求出力 P_{mot_req} がモータ出力制限値 P_{mot_lim} 以下である場合（S 3：Yes）、ステップ S 4 において、統括 E C U 8 0 は、モータ要求出力 P_{mot_req} をそのままモータ供給電力 P_{mot_sup} として設定する。モータ要求出力 P_{mot_req} がモータ出力制限値 P_{mot_lim} を超える場合（S 3：No）、ステップ S 5 において、統括 E C U 8 0 は、モータ出力制限値 P_{mot_lim} をモータ供給電力 P_{mot_sup} として設定する。

【0043】

なお、統括 E C U 8 0 は、モータ供給電力 P_{mot_sup} 及びモータ出力制限値 P_{mot_lim} を車輪 3 0 の回転数 [rpm] で割ることによりトルク指令値及びトルク制限値を演算し、当該トルク指令値及びトルク制限値をモータユニット 2 0 の P D U 2 4 及びモータ E C U 3 2 に通知する。

【0044】

（2）モータ出力制限値 P_{mot_lim} の算出処理

図 3 には、モータ出力制限値 P_{mot_lim} の算出処理（図 2 の S 2）のフローチャートが示されている。

【0045】

ステップ S 1 1 において、統括 E C U 8 0 は、V C U 7 7 のコンバータ E C U 7 6 が、2 次電圧 V 2 を制御しているかどうか（V 2 制御モードで動作中であるかどうか）を判定する。コンバータ E C U 7 6 が、V 2 制御モードで動作中であるかどうかは、例えば、統合 E C U 8 0 からコンバータ E C U 7 6 に通知された 2 次電圧 V 2 の指令値（2 次電圧指令値 V_{2_com} ）と、実際の 2 次電圧 V 2 とが一致しているかどうかにより判定する。或いは、コンバータ E C U 7 6 から統合 E C U 8 0 に対し、現在の動作モードを通知することにより判定することもできる。

【0046】

コンバータ E C U 7 6 における V 2 制御モードは、2 次電圧 V 2 の目標値（2 次電圧目標値 V_{2_tar} ）を設定し、2 次電圧 V 2 が 2 次電圧目標値 V_{2_tar} と一致するように、1 次電圧 V 1 を昇圧する制御である。なお、2 次電圧目標値 V_{2_tar} は、統括 E C U 8 0 からの 2 次電圧指令値 V_{2_com} に基づくフィードフォワード制御と、いわゆる P I D 制御（比例・積分・微分制御）に基づくフィードバック制御とを組み合わせることにより算出される。

【0047】

また、V 2 制御モード以外のコンバータ E C U 7 6 の動作モードとしては、I 1 制御モードと V 1 制御モードとが設定されている。I 1 制御モード及び V 1 制御モードは、統括 E C U 8 0 からの 2 次電圧指令値 V_{2_com} にかかわらず、コンバータ E C U 7 6 が独自に行う制御である。すなわち、コンバータ E C U 7 6 が I 1 制御モード及び V 1 制御モードで動作している場合、コンバータ E C U 7 6 は、2 次電圧 V 2 を制御対象とするのではなく、それ以外（1 次電流 I 1 又は 1 次電圧 V 1）を制御対象とする。換言すると、コンバータ E C U 7 6 は、2 次電圧目標値 V_{2_tar} を設定するのではなく、後述する 1 次電流目標値 I_{1_tar} 又は 1 次電圧目標値 V_{1_tar} を設定する。

【0048】

I 1 制御モードは、例えば、1 次側 I S に過電流が発生した場合、すなわち、電流センサ 6 8 で検出された 1 次電流 I 1 が、過電流の発生を示す閾値（過電流閾値 T H o c）[A] を超えている場合、1 次電流 I 1 を過電流閾値 T H o c 以下になるように D C / D C コンバータ 7 4 を動作させる制御である。すなわち、I 1 制御モードでは、1 次電流 I 1 の目標値（1 次電流目標値 I 1 t a r）を設定し、電流センサ 6 8 で検出される 1 次電流 I 1 を 1 次電流目標値 I 1 t a r 以下に制限するように D C / D C コンバータ 7 4 を制御する。

【0049】

V 1 制御モードは、例えば、バッテリー 6 2 から供給するバッテリー出力電流 I b a t の制御等を目的として、1 次電圧 V 1 の目標値（1 次電圧目標値 V 1 t a r）を設定し、電圧センサ 6 4 で検出される 1 次電圧 V 1 を 1 次電圧目標値 V 1 t a r と一致させるように D C / D C コンバータ 7 4 を制御する。

【0050】

図 3 に戻り、ステップ S 1 1 において、コンバータ E C U 7 6 が V 2 制御モードで動作中である場合（S 1 1 : Y e s）、ステップ S 1 2 において、統括 E C U 8 0 は、アシスト許容最大出力 P a s i _ m a x [W] を算出する。アシスト許容最大出力 P a s i _ m a x は、バッテリーユニット 6 0 から供給可能な許容最大出力（定格出力）である。アシスト許容最大出力 P a s i _ m a x の算出方法については図 4 を参照して後述する。

【0051】

ステップ S 1 3 において、統括 E C U 8 0 は、現在の F C 発電出力 P f c を算出する。F C 発電出力 P f c は、例えば、F C 4 2 の各セルに設けた図示しない電圧センサ及び電流センサの検出値に基づいて求めることができる。或いは、電圧センサ 5 2 で検出した電圧（3 次電圧 V 3）[V] 及び電流センサ 5 4 で検出した電流（3 次電流 I 3）に基づいて算出することもできる。なお、F C 発電出力 P f c は、ゼロであってもよい。F C 発電出力 P f c がゼロになる場合とは、例えば、F C 4 2 を F C システム 1 2 に接続するための図示しないコンタクタを開いた場合である。前記コンタクタを開く場合としては、例えば、F C 車両 1 0 の起動時等、F C 4 2 における発電が十分でない場合、F C 4 2 の故障により F C 4 2 からの電力供給が正常に行えない場合がある。

【0052】

続くステップ S 1 4 において、統括 E C U 8 0 は、F C 4 2 の現在の許容最大出力（F C 許容最大出力 P f c _ m a x）[W] を算出する。本実施形態において、F C 許容最大出力 P f c _ m a x は、F C 4 2 に供給されている水素及び空気の量に基づいて算出する。水素及び空気の量は、図示しない水素流量センサ及び空気流量センサの値に基づいて検出される。或いは、水素の量と空気の量を関連付けて制御している場合、一方の量のみを検出することで両方の量を検知することもできる。また、水素及び空気の量以外に、F C 4 2 を構成する各セルの電圧及び電流を検出し、その合計を F C 許容最大出力 P f c _ m a x とすることもできる。さらに、モータ 2 2 の定格電圧又は最低動作電圧に達する出力と補機としてのエアコンプレッサ 4 6 の最低動作電圧に達する出力との和を F C 許容最大出力 P f c _ m a x に設定することもできる。

【0053】

ステップ S 1 5 において、統括 E C U 8 0 は、補機としてのエアコンプレッサ 4 6 の消費電力（第 1 補機消費電力 P a u 1）[W] を算出する。第 1 補機消費電力 P a u 1 は、エアコンプレッサ 4 6 に設置した図示しない電流センサや電圧センサから計測する。或いは、エアコンプレッサ 4 6 の動作状況に応じて判定することもできる。例えば、エアコンプレッサ 4 6 のエア供給圧力や回転数に基づいて求めた予想消費電力であってもよい。

【0054】

ステップ S 1 6 において、統括 E C U 8 0 は、F C 発電出力 P f c が F C 許容最大出力 P f c _ m a x を超えているかどうかを判定する。これにより、F C 4 2 において過電流が発生しているかどうかを判定することができる。F C 発電出力 P f c が F C 許容最大出力 P f c _ m a x 以下である場合（S 1 6 : N o）、ステップ S 1 7 において、統括 E C

10

20

30

40

50

U80は、アシスト許容最大出力 P_{asi_max} とFC発電出力 P_{fc} との和から第1補機消費電力 P_{au1} を差し引いた値をモータ出力制限値 P_{mot_lim} として設定する($P_{mot_lim} \leftarrow P_{asi_max} + P_{fc} - P_{au1}$)。FC発電出力 P_{fc} がFC許容最大出力 P_{fc_max} を超える場合(S16:Yes)、ステップS18において、統括ECU80は、アシスト許容最大出力 P_{asi_max} とFC許容最大出力 P_{fc_max} との和から第1補機消費電力 P_{au1} を差し引いた値をモータ出力制限値 P_{mot_lim} として設定する($P_{mot_lim} \leftarrow P_{asi_max} + P_{fc_max} - P_{au1}$)。これにより、FC42に過電流が発生している場合でも、FC42の劣化や破損を防止することができる。

【0055】

ステップS11に戻り、コンバータECU76がV2制御モードで動作中でない場合(S11:No)、ステップS19において、統括ECU80は、アシスト出力 P_{asi} [W]を算出する。アシスト出力 P_{asi} は、バッテリーユニット60の現在の出力である。なお、アシスト出力 P_{asi} は、ゼロであってもよい。アシスト出力 P_{asi} がゼロになる場合とは、例えば、バッテリー62をFCシステム12に接続するための図示しないコンタクタを開いた場合である。前記コンタクタを開く場合としては、例えば、バッテリー62の故障によりバッテリー62からの電力供給が正常に行えない場合や、PDU24の故障によりFC車両10の回生時にバッテリー62に充電する電圧が制御できなくなっている場合がある。

【0056】

ステップS20～S22において、統括ECU80は、ステップS12、S14、S15と同様の処理で、アシスト許容最大出力 P_{asi_max} 、FC許容最大出力 P_{fc_max} 及び第1補機消費電力 P_{au1} を算出する。

【0057】

ステップS23において、統括ECU80は、アシスト出力 P_{asi} がアシスト許容最大出力 P_{asi_max} を超えているかどうかを判定する。これにより、バッテリー62において過放電が発生しているかどうかを判定することができる。アシスト出力 P_{asi} がアシスト許容最大出力 P_{asi_max} 以下である場合(S23:No)、ステップS24において、統括ECU80は、アシスト出力 P_{asi} とFC許容最大出力 P_{fc_max} との和から第1補機消費電力 P_{au1} を差し引いた値をモータ出力制限値 P_{mot_lim} として設定する($P_{mot_lim} \leftarrow P_{asi} + P_{fc_max} - P_{au1}$)。アシスト出力 P_{asi} がアシスト許容最大出力 P_{asi_max} を超える場合(S23:Yes)、ステップS25において、統括ECU80は、アシスト許容最大出力 P_{asi_max} とFC許容最大出力 P_{fc_max} との和から第1補機消費電力 P_{au1} を差し引いた値をモータ出力制限値 P_{mot_lim} として設定する($P_{mot_lim} \leftarrow P_{asi_max} + P_{fc_max} - P_{au1}$)。これにより、バッテリー62に過放電が発生している場合でも、バッテリー62の劣化や破損を防止することができる。

【0058】

(3) アシスト許容最大出力 P_{asi_max} の算出処理

図4には、アシスト許容最大出力 P_{asi_max} の算出処理{図3のS12(及びS20)}のフローチャートが示されている。ステップS31において、統括ECU80は、バッテリー62の現在の許容最大出力であるバッテリー許容最大出力 P_{bat_max} [W]を算出する。バッテリー許容最大出力 P_{bat_max} は、例えば、バッテリー62の定格出力とすることができる。或いは、モータ22の定格電圧又は最低動作電圧に達する出力と補機79の最低動作電圧に達する出力との和をFC許容最大出力 P_{fc_max} に設定することもできる。

【0059】

続くステップS32において、統括ECU80は、補機79の消費電力(第2補機消費電力 P_{au2}) [W]を算出する。第2補機消費電力 P_{au2} は、補機79に設置した図示しない電流センサや電圧センサから計測する。或いは、補機79の動作状況に応じて判

10

20

30

40

50

定することもできる。バッテリー許容最大出力 P_{bat_max} 及び第 2 補機消費電力 P_{au2} は、バッテリー ECU 72 において算出し、その算出結果を統括 ECU 80 に通知してもよい。

【0060】

ステップ S33 において、統括 ECU 80 は、VCU 77 の許容最大出力（VCU 許容最大出力 P_{vcu_max} ）〔W〕を算出する。VCU 許容最大出力 P_{vcu_max} の算出は、コンバータ ECU 76 で行い、その算出結果を統括 ECU 80 に通知してもよい。

【0061】

続くステップ S34 において、統括 ECU 80 は、VCU 許容最大出力 P_{vcu_max} が、バッテリー許容最大出力 P_{bat_max} と第 2 補機消費電力 P_{au2} との差 D 未満であるかどうか（ $P_{vcu_max} < P_{bat_max} - P_{au2} = D$ ）を判定する。VCU 許容最大出力 P_{vcu_max} が、差 D 未満である場合（S34：Yes）、ステップ S35 において、統括 ECU 80 は、VCU 許容最大出力 P_{vcu_max} をアシスト許容最大出力 P_{asi_max} として設定する（ $P_{asi_max} \leftarrow P_{vcu_max}$ ）。VCU 許容最大出力 P_{vcu_max} が、差 D 以上である場合（S34：No）、ステップ S36 において、統括 ECU 80 は、バッテリー許容最大出力 P_{bat_max} と第 2 補機消費電力 P_{au2} の差 D を VCU 許容最大出力 P_{vcu_max} として設定する（ $P_{asi_max} \leftarrow P_{bat_max} - P_{au2}$ ）。

【0062】

3. 本実施形態の効果

以上のように、本実施形態によれば、VCU 77 のコンバータ制御部 76 が V2 制御モードで動作していないとき（図 3 の S11：No）、すなわち、VCU 77 が VCU 許容最大出力 P_{vcu_max} を出力しない可能性があるとき、アシスト出力 P_{asi} と FC 許容最大出力 P_{fc_max} との和以下になるようにモータ出力制限値 P_{mot_lim} を設定する（S24）。これにより、VCU 77 の出力の不足分を FC 42 が FC 許容最大出力 P_{fc_max} を超えて補うことを避け、FC 42 の劣化又は破損を防止することができる。また、コンバータ制御部 76 が V2 制御モードで動作していない場合でも（図 3 の S11：No）、FC 42 と VCU 77 とから最大限の電力を供給可能となるため、モータ 22 の電力消費が必要以上に低減されることを回避し、モータ 22 の動作性能を向上させることができる。特に、モータ 22 の場合、VCU 77 が FC 42 とモータ 22 の間の電圧（2 次電圧 V2）を制御していない場合でも、FC 42 と VCU 77 とから最大限の電力を供給可能となるため、モータ 22 のトルクが必要以上に低減されることを回避し、FC 車両 10 のドライバビリティを向上させることができる。さらに、VCU 77 が 2 次電圧 V2 を制御している場合と制御していない場合とで、モータ出力制限値 P_{mot_lim} の算出方法を切り替えるため、FC 42 からの出力とバッテリーユニット 60 からの出力を好適に制御することができる。

【0063】

本実施形態において、統括 ECU 80 は、VCU 77 が V2 制御モードで動作しているとき（図 3 の S11：Yes）、アシスト許容最大出力 P_{asi_max} と FC 発電出力 P_{fc} との和から第 1 補機消費電力 P_{au1} を差し引いた値以下になるようにモータ出力制限値 P_{mot_lim} を設定し（S17）、VCU 77 が V2 制御モードで動作していないとき（S11：No）、アシスト出力 P_{asi} と FC 許容最大出力 P_{fc_max} との和から第 1 補機消費電力 P_{au1} を差し引いた値以下になるようにモータ出力制限値 P_{mot_lim} を設定する（S24）。これにより、モータユニット 20 と FC 42 及びバッテリーユニット 60 との間から電力供給を受けるエアコンプレッサ 46 を設けた場合でも、エアコンプレッサ 46 の消費電力を確保し、FC 42 及びバッテリー 62 をより確実に保護することができる。特に、消費電力が比較的大きいエアコンプレッサ 46 の消費電力を確保し、エアコンプレッサ 46 を安定して駆動できると共に、FC 42 及びバッテリー 62 をより確実に保護することができる。

【0064】

本実施形態において、統括ECU80は、VCU77がV2制御モードで動作しているとき（図3のS11：Yes）、FC発電出力PfcがFC許容最大出力Pfc_maxよりも高ければ（S16：Yes）、FC発電出力Pfcの代わりにFC許容最大出力Pfc_maxを用いてモータ出力制限値Pmot_limを設定する（S18）。また、統括ECU80は、VCU77がV2制御モードで動作していないとき（S11：No）、アシスト出力Pasiがアシスト許容最大出力Pasi_maxよりも高ければ（S23：Yes）、アシスト出力Pasiの代わりにアシスト許容最大出力Pasi_maxを用いてモータ出力制限値Pmot_limを設定する（S25）。これらにより、FC42又はVCU77の実際の出力が、過渡的にその許容最大出力（FC許容最大出力Pfc_max、アシスト許容最大出力Pasi_max）より高くなったとしても、FC42又はバッテリー62を保護することができる。

10

【0065】

B. 変形例

なお、この発明は、上記実施形態に限らず、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もちろんである。例えば、以下の構成を採用することができる。

【0066】

上記実施形態では、FCシステム12をFC車両10に搭載したが、FCシステム12を搭載する対象は、車両に限られない。例えば、船舶や飛行機に用いることもできる。或いは、家庭用の電力源として用いることもできる。

20

【0067】

また、上記実施形態では、負荷として車両駆動用のモータ22、エアコンプレッサ46等を用いたが、その他の負荷にも本発明を適用可能である。さらに、モータ22又はエアコンプレッサ46の一方のみに電力を供給する構成も可能である。

【0068】

上記実施形態では、VCU77がV2制御モードで動作しているときと、I1制御モード又はV1制御モードで動作するときとに分けて、モータ出力制限値Pmot_limの算出式を切り替えたが、これに限られない。例えば、何らかの原因によりVCU77が正常に動作していないときにも、I1制御モード及びV1制御モードと同様にモータ出力制限値Pmot_limを算出することができる。この場合、VCU77が正常に動作しているかどうかは、例えば、統括ECU80で算出したV2指令値V2_comと、電圧センサ66が検出した2次電圧V2との比較結果を用いて判定することができる。

30

【0069】

上記実施形態では、モータユニット20とバッテリー62との間にVCU77を設けたが、VCU77を用いない構成にも本発明を適用可能である。すなわち、モータ出力制限値Pmot_limを、常に、FC許容最大出力Pfc_max（図3のS14、S21）とバッテリー62の現在の出力（バッテリー出力Pbat）[W]との和以内に設定することもできる。

【0070】

上記実施形態では、FC42の出力制限をFC許容最大電力Pfc_max[W]を用いて行ったが、FC42の電流電圧特性に基づき、FC発電電流Ifの許容最大値（FC許容最大電流If_max）[A]を用いて出力制限を行うこともできる。

40

【図面の簡単な説明】

【0071】

【図1】この発明の一実施形態に係る燃料電池システムを搭載した燃料電池車両の回路図である。

【図2】上記実施形態においてモータに供給する電力を算出する処理のフローチャートである。

【図3】上記実施形態におけるモータ出力制限値の算出処理のフローチャートである。

【図4】上記実施形態におけるアシスト許容最大出力の算出処理のフローチャートである

50

。

【符号の説明】

【0072】

10…燃料電池車両

42…燃料電池

60…バッテリーユニット

77…V C U (電圧変換部)

80…統括 E C U (負荷制御部)

P a s i _ m a x …アシスト許容最大出力

P a u 1 …第 1 補機消費電力

P b a t _ m a x …バッテリー許容最大出力

P f c …F C 発電出力

P m o t _ s u p …モータ供給電力

P v c u _ m a x …V C U 許容最大出力

V f …F C 発電電圧

V 2 …2 次電圧

22…モータ (負荷)

46…エアコンプレッサ (補機)

62…バッテリー (蓄電装置)

79…補機

P a s i …アシスト出力

P a u 2 …第 2 補機消費電力

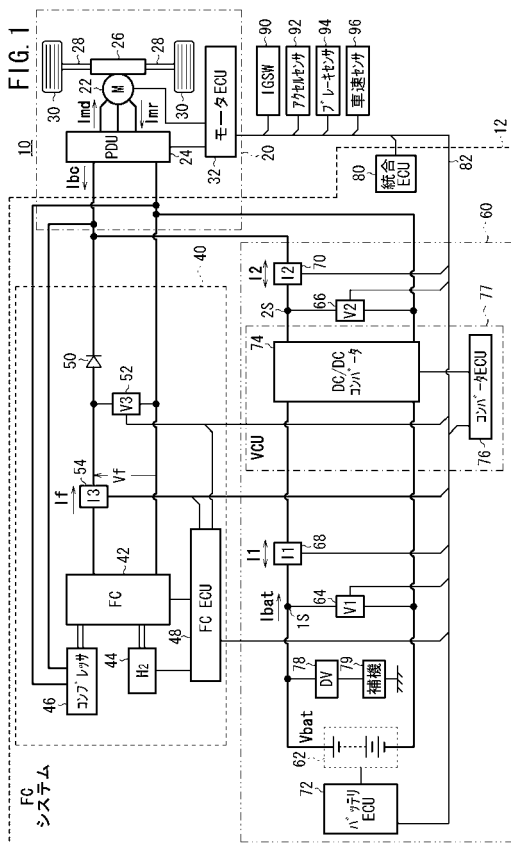
P f c _ m a x …F C 許容最大出力

V b a t …バッテリー電圧

V 1 …1 次電圧

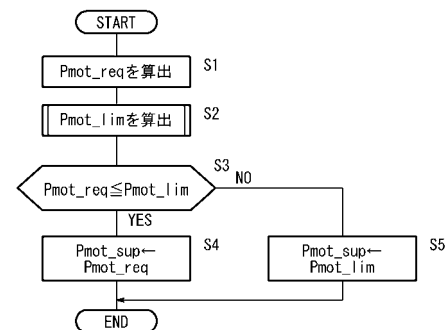
10

【図 1】

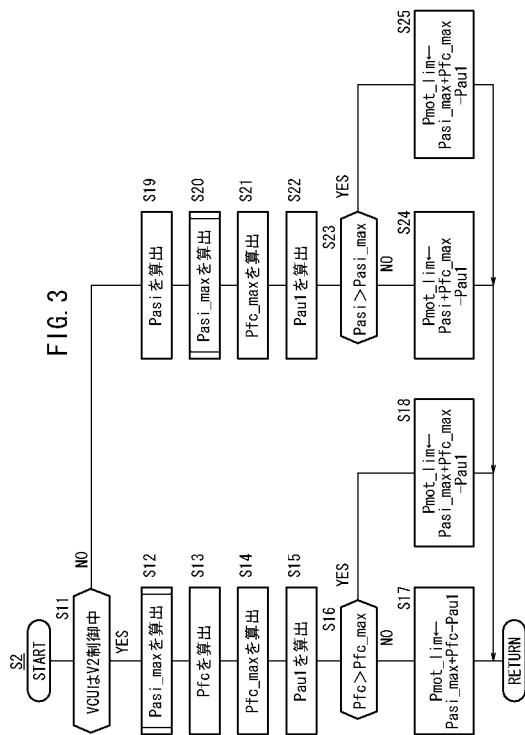


【図 2】

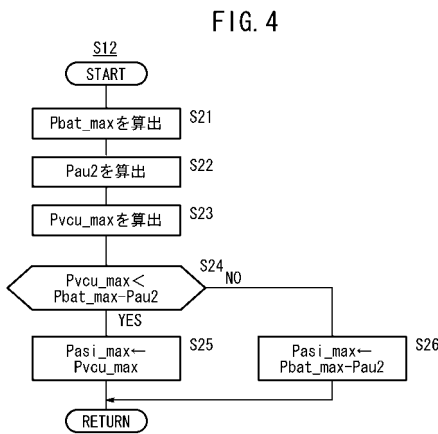
FIG. 2



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 佐伯 響

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 青柳 暁

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

Fターム(参考) 5H026 AA06

5H027 AA06 BA13 MM26

5H115 PA08 PC06 PG04 PI16 PI18 PU01 PV02 SE06 TI05 TI06

T012 T013 T014 TR19