(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4363478号
(P4363478)
(45)発行日　平成21年11月11日(2009.11.11)　(24)登録日　平成21年8月28日(2009.8.28)

(51)Int.Cl.　　F I
H01M 8/04 (2006.01)　　H01M 8/04　P
H01M 8/00 (2006.01)　　H01M 8/00　A

請求項の数 2　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願2007-280215 (P2007-280215)
(22)出願日　平成19年10月29日 (2007.10.29)
(65)公開番号　特開2009-110757 (P2009-110757A)
(43)公開日　平成21年5月21日 (2009.5.21)
審査請求日　平成20年7月17日 (2008.7.17)

(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　100075258
弁理士　吉田　研二
(74)代理人　100096976
弁理士　石田　純
(72)発明者　今井　敦志
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　國島　明弘

最終頁に続く

(54)【発明の名称】燃料電池の出力制御装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
回転電機の要求電力を算出する手段であって、力行の場合を正の値、回生の場合を負の値として算出する手段と、
補機の要求電力を算出する手段と、
算出された回転電機の要求電力及び補機の要求電力に基づいて燃料電池の出力指令値を算出する手段と、
蓄電装置の充電電力量の制限又は充電の禁止がなされる充電制限状態か否かを判断する蓄電装置判断手段と、
を備える燃料電池の出力制御装置において、
さらに、蓄電装置が充電制限状態でないときには回転電機の要求電力をそのままとし、回転電機の要求電力が負の値であり、且つ蓄電装置が充電制限状態にあると判断されるときには、回転電機の要求電力をゼロに補正し、燃料電池によって補機に電力を供給して蓄電装置からの放電を制限する補正手段を備えることを特徴とする燃料電池の出力制御装置。
【請求項２】
請求項１に記載の燃料電池の出力制御装置において、
蓄電装置の充電電力量を取得する手段を備え、
補正手段は、
回転電機の要求電力が負の値であって蓄電装置が充電制限状態であると判断され、さら

に、蓄電装置の充電電力量が予め定めた特別閾値であって、通常状態における充電制限に用いられる通常閾値よりも低い閾値以下となるときに、回転電機の要求電力をゼロに補正して蓄電装置からの放電を制限することを特徴とする燃料電池の出力制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は燃料電池の出力制御装置に係り、特に、回転電機を駆動する燃料電池の出力制御装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

環境に与える影響が少ないことから、車両に燃料電池の搭載が行われている。燃料電池は２次電池ではないので、負荷変動等に備え、一般的には高電圧の蓄電装置が併せて用いられる。この高電圧蓄電装置は、過放電あるいは過充電によって性能が低下することが知られている。したがって、負荷の状況に合わせ、燃料電池の発電を適正な状態とし、高電圧蓄電装置を過充電状態または過放電状態にしないことは重要なことである。

【０００３】

例えば、特許文献１には、燃料電池システムにおいて、アクセル開度等から走行目標電力を求め、補機類の目標電力、２次電池目標充放電電力、ＤＣ／ＤＣコンバータの変換効率から燃料電池の目標発電電力を求めることが述べられている。ここでは、各機器ごとの消費電力検出誤差や機器間の配線抵抗の影響を受けないように、ＤＣ／ＤＣコンバータの変換効率は実測値を用いることが述べられている。

【０００４】

【特許文献１】特開２００２－３３４７１２号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

燃料電池に対する出力指令値は、特許文献１に述べられているように、アクセル開度等によって指示されるトルク指令値に基づいて算出される。すなわち、燃料電池の発電電力が負荷の消費電力である要求電力とバランスし、蓄電装置が過放電または過充電とならないように設定される。このことは、回転電機が駆動状態のときでも回生状態のときでも同じで、回転電機が回生状態のときは、回転電機の要求電力は負であるので、燃料電池は発電を停止することになる。

【０００６】

ところで、回転電機が回生状態のとき、蓄電装置の状態によっては、回生禁止または回生制限が行われ、回転電機が回生可能であるにもかかわらず発電を停止することがある。例えば、蓄電装置の充電状態を示すＳＯＣ（Ｓｔａｔｅ　Ｏｆ　Ｃｈａｒｇｅ）が高くなりすぎたとき、蓄電装置の温度が高くなりすぎたとき等である。

【０００７】

このように、回転電機の回生制限状態等で、蓄電装置が充電制限状態となる場合には、燃料電池の発電も停止し、回転電機も発電しないことになるので、蓄電装置から補機等への放電が継続し、ＳＯＣが低下し続け、過放電となることが生じる。ここでは、回転電機の要求電力が負であるので、これにバランスして燃料電池の出力指令値をゼロとしているのであるが、蓄電装置の過放電が生じ得ることになる。

【０００８】

本発明の目的は、蓄電装置が充電制限状態となるときでも、蓄電装置が過放電となることを抑制することを可能とする燃料電池の出力制御装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

本発明に係る燃料電池の出力制御装置は、回転電機の要求電力を算出する手段であって、力行の場合を正の値、回生の場合を負の値として算出する手段と、補機の要求電力を算

出する手段と、算出された回転電機の要求電力及び補機の要求電力に基づいて燃料電池の出力指令値を算出する手段と、蓄電装置の充電電力量の制限又は充電の禁止がなされる充電制限状態か否かを判断する蓄電装置判断手段と、を備える燃料電池の出力制御装置において、さらに、蓄電装置が充電制限状態でないときには回転電機の要求電力をそのままとし、回転電機の要求電力が負の値であり、且つ蓄電装置が充電制限状態にあると判断されるときには、回転電機の要求電力をゼロに補正し、燃料電池によって補機に電力を供給して蓄電装置からの放電を制限する補正手段を備えることを特徴とする。

【００１０】

また、本発明に係る燃料電池の出力制御装置において、蓄電装置の充電電力量を取得する手段を備え、補正手段は、回転電機の要求電力が負の値であって蓄電装置が充電制限状態であると判断され、さらに、蓄電装置の充電電力量が予め定めた特別閾値であって、通常状態における充電制限に用いられる通常閾値よりも低い閾値以下となるときに、回転電機の要求電力をゼロに補正して蓄電装置からの放電を制限することが好ましい。

【発明の効果】

【００１２】

上記構成により、燃料電池の出力制御装置は、回転電機の要求電力に基づいて燃料電池の出力指令値を算出し、そして蓄電装置が充電制限状態か否かを判断して、蓄電装置が充電制限状態でないときには回転電機の要求電力をそのままとし、蓄電装置が充電制限状態にあると判断されるときには、回転電機の要求電力を補正し、燃料電池によって補機に電力を供給して蓄電装置からの放電を制限する。これによって、補機消費電力分を燃料電池の発電で補うので、蓄電装置の過放電を抑制できる。

【００１３】

また、燃料電池の出力制御装置において、蓄電装置が充電制限状態にあるときに、蓄電装置の充電状態を取得して、蓄電装置の充電状態が予め定めた特別閾値であって、通常状態における充電制限に用いられる通常閾値よりも低い閾値以下となるときに、回転電機の要求電力を補正して蓄電装置からの放電を制限する。充電制限状態にあって、ＳＯＣが次第に下ってきて、特別閾値以下となると、そこで回転電機の要求電力を補正し、燃料電池によって補機に電力を供給して蓄電装置からの放電を制限する。これによって、蓄電装置の過充電と過放電とを抑制できる。

【００１４】

また、燃料電池の出力制御装置において、回生要求電力に対する制限が行なわれるときに、蓄電装置が充電制限状態にあると判断する。例えば、回生禁止が行われると、蓄電装置が充電制限状態と判断することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１５】

以下に図面を用いて本発明に係る実施の形態につき、詳細に説明する。以下では、回転電機が車両に搭載されるものとして説明するが、車両用以外の用途に用いられる回転電機、例えば、据付型の回転電機であってもよい。また、以下では、燃料電池搭載車両として、１台の回転電機を備えるものを説明するが、回転電機は複数であってもよい。また、回転電機として、モータとしての機能と発電機としての機能とを有するモータ・ジェネレータを説明するが、モータのみの機能を有するものであってもよく、モータと発電機とを個別に有する車両であってもよい。

【００１６】

また、以下では、燃料電池の発電が停止し、回転電機の発電も停止する状態として、回転電機を搭載した車両が連続登坂し、蓄電装置の温度が高温となった場合を説明するが、これは一例であり、回転電機の要求電力に基づいて燃料電池の出力指令値が求められるシステムにおいて、蓄電装置に充電制限が行なわれることで、燃料電池の発電が停止し、回転電機の発電も停止する場合であればよい。

【００１７】

また、以下では、電源回路として、高電圧の蓄電装置、燃料電池、電圧変換器、高電圧

作動のインバータを含む構成を説明するが、これ以外の要素を含むものとしてもよい。例えば、システムメインリレー、低電圧バッテリ、低電圧作動のＤＣ／ＤＣコンバータ等を含むものとできる。また、以下で用いる各電力値等の値は、説明のための一例であって、勿論、これら以外の値であってもよい。

【００１８】

図１は、回転電機を備える燃料電池搭載車両の駆動制御システム１０の構成を示す図である。特に、ここでは、車両が連続登坂し、蓄電装置が高温となる場合に行われる燃料電池の出力制御について述べる。

【００１９】

この駆動制御システム１０は、燃料電池４４と２次電池である蓄電装置３２とを含む電源回路３０と、これに接続される回転電機１２と燃料電池用補機（ＦＣ補機）１４と、車両の駆動要求を定めるブレーキ踏度センサ１６およびブレーキＥＣＵ（Ｅｌｅｃｔｒｉｃ Ｃｏｎｔｒｏｌ Ｕｎｉｔ）１８と、アクセル開度センサ２０と、蓄電装置３２の充放電を制御するバッテリＥＣＵ２２と、制御部６０とを備えて構成される。

【００２０】

回転電機１２は、車両に搭載されるモータ・ジェネレータ（Ｍ／Ｇ）であって、電力が供給されるときはモータとして機能し、制動時には発電機として機能する三相同期型回転電機である。回転電機１２の回転数は、適当な検出手段によって検出され、その検出値は制御部６０に伝送される。

【００２１】

ＦＣ補機１４は、燃料電池４４に用いられる補機で、酸化ガス流路に設けられるエアコンプレッサ（ＡＣＰ）、燃料ガス流路に設けられる水素ポンプ、燃料電池用冷却ポンプ等である。これらのＦＣ補機１４は、例えば約２００Ｖ程度の高電圧電力の供給を受けて作動する。なお、ＦＣとは燃料電池４４を示すＦｕｅｌ Ｃｅｌｌの省略表記である。以下では、燃料電池４４を必要に応じてＦＣと呼ぶものとする。

【００２２】

電源回路３０は、モータ・ジェネレータである回転電機１２、およびＦＣ補機１４と接続される回路である。回転電機１２について述べると、回転電機１２が駆動モータとして機能するときにこれに電力を供給し、あるいは回転電機１２が発電機として機能するときは回生電力を受け取って２次電池である蓄電装置３２を充電する機能を有する。また、ＦＣ補機１４について述べると、その作動に必要な高電圧電力を供給する機能を有する。

【００２３】

電源回路３０は、２次電池である蓄電装置３２と、蓄電装置側の平滑コンデンサ３４と、電圧変換器３６と、燃料電池側の平滑コンデンサ３８と、燃料電池４４と、回転電機１２に接続されるＭ／Ｇインバータ４６とＦＣ補機１４に接続される補機インバータ４８を含んで構成される。

【００２４】

蓄電装置３２は、充放電可能な高電圧２次電池であって、電圧変換器３６を介して燃料電池４４との間で電力の融通を行い、回転電機１２、ＦＣ補機１４等の負荷の変動に対応する機能を有する。かかる蓄電装置３２としては、例えば、約２００Ｖから約３００Ｖの端子電圧を有するリチウムイオン組電池あるいはニッケル水素組電池、またはキャパシタ等を用いることができる。なお、蓄電装置３２はいわゆる高電圧バッテリであり、単にバッテリとして述べる場合には、この蓄電装置３２を指すことが多い。したがって、以下では、蓄電装置３２を必要に応じてバッテリと呼ぶものとする。

【００２５】

電圧変換器３６は、蓄電装置３２の側の高電圧と、燃料電池４４の側の高電圧との間で、電力のやり取りを行う機能を有する回路である。例えば、蓄電装置３２によって回転電機１２の駆動をアシストする際は、蓄電装置３２の側から燃料電池４４の側へ、電圧変換を行いながら高電圧電力が供給され、逆に、蓄電装置３２を充電する際には、燃料電池４４の側から蓄電装置３２の側へ、電圧変換を行いながら高電圧電力が供給される。かかる

電圧変換器３６としては、リアクトルを含む双方向型コンバータを用いることができる。
【００２６】
電圧変換器３６の両側にはそれぞれ平滑コンデンサが設けられる。すなわち、電圧変換器３６と蓄電装置３２とを結ぶ正極側母線と負極側母線との間に、蓄電装置側の平滑コンデンサ３４が設けられ、電圧変換器３６と燃料電池４４とを結ぶ正極側母線と負極側母線との間に、燃料電池側の平滑コンデンサ３８が設けられる。
【００２７】
燃料電池４４は、燃料電池セルを複数組み合わせて、約２００Ｖから約４００Ｖ程度の高電圧の発電電力を取り出せるように構成された一種の組電池で、燃料電池スタックと呼ばれる。ここで、各燃料電池セルは、アノード側に燃料ガスとして水素を供給し、カソード側に酸化ガスとして空気を供給し、固体高分子膜である電解質膜を通しての電池化学反応によって必要な電力を取り出す機能を有する。この燃料電池４４を作動させるためには、上記のＦＣ補機１４の作動が必要である。
【００２８】
Ｍ／Ｇインバータ４６は、制御部６０の制御の下で、高電圧直流電力を交流三相駆動電力に変換し、回転電機１２に供給する機能と、逆に回転電機１２からの交流三相回生電力を高電圧直流充電電力に変換する機能とを有する回路である。かかるＭ／Ｇインバータ４６は、スイッチング素子とダイオード等を含む回路で構成することができる。
【００２９】
補機インバータ４８は、制御部６０の制御の下で、高電圧直流電力を交流三相駆動電力に変換し、ＦＣ補機１４に供給する機能を有する。かかる補機インバータ４８の構成は、基本的にＭ／Ｇインバータ４６と同様である。
【００３０】
次に制御部６０に接続される各要素について説明する。ブレーキ踏度センサ１６は、ブレーキペダル等の作動量を検出するセンサである。ブレーキＥＣＵ１８は、ここではブレーキ踏度センサ１６の検出値を受け取って、回転電機１２に対する制動要求トルクに換算し、制御部６０に入力する機能を有する。アクセル開度センサ２０は、アクセルペダル等の作動量を検出し、これを回転電機１２に対する駆動要求トルクに換算し、制御部６０に入力する機能を有する。つまり、ブレーキ踏度センサ１６とアクセル開度センサ２０は、ユーザによって操作され、回転電機１２に対する要求トルクを指示する手段である。
【００３１】
バッテリＥＣＵ２２は、高電圧バッテリである蓄電装置３２の状態を検出し、その充放電状態を最適なものに制御する機能を有する制御装置である。バッテリＥＣＵ２２から、蓄電装置３２の状態量として、ＳＯＣ（Ｓｔａｔｅ　Ｏｆ　Ｃｈｒａｇｅ）２３、充電可能電力（Ｗｉｎ）２４、温度２５等が制御部６０に伝送される。
【００３２】
制御部６０は、駆動制御システム１０の各要素を全体として制御する機能を有するが、ここでは、特に、車両が連続登坂し、蓄電装置が高温となる場合に、蓄電装置３２が過放電とならないように燃料電池の出力制御を行う機能を有する。ここで、制御部６０は、車両の駆動制御システム１０において、燃料電池の出力制御装置に相当する。制御部６０は、回転電機１２の要求電力に基づいて燃料電池４４の出力指令値を算出するＦＣ出力指令値算出モジュール６２と、回転電機１２について回生制限が行なわれるか否かを判断する回生制限判断モジュール６４と、蓄電装置３２の充電制限が行なわれるか否かを判断するバッテリ制限判断モジュール６６と、蓄電装置３２の充電制限が行なわれ、燃料電池４４も回転電機１２も共に発電しないときに燃料電池の要求電力を補正して蓄電装置３２からの放電を制限する要求電力補正モジュール６８とを含んで構成される。
【００３３】
かかる制御部６０は、車両搭載に適したコンピュータで構成できる。制御部６０は、単独のコンピュータで構成することもできるが、他に車両搭載ＥＣＵ等がある場合に、制御部６０の機能をその車両搭載ＥＣＵの機能の一部とすることもできる。制御部６０の上記

の各機能は、ソフトウェアによって実現することができ、例えば対応する燃料電池出力制御プログラムを実行することで実現できる。

【００３４】

上記構成の作用、特に制御部６０の各機能について、図２から図４を用い、従来の構成の場合と比較しながら詳細に説明する。以下では、図１の符号を用いて説明する。図２と図３は、上記構成と比較するために用いる従来の構成の場合のブロックダイヤグラムと、その場合の各要素の状態を説明する図である。図４と図５は、上記構成のブロックダイヤグラムと、その場合の各要素の状態を説明する図である。図２、図４は、燃料電池の出力制御に関する各機能をブロックダイヤグラムで示したものに相当するが、ここでは、燃料電池の出力制御の手順の観点から説明する。したがって、図４におけるこれらの手順は、対応する燃料電池出力制御プログラムの各処理手順にそれぞれ対応するものである。

【００３５】

ここで、従来の構成とは、図１の制御部６０の構成の中で、要求電力補正モジュール６８の機能を有せず、ＦＣ出力指令値算出モジュール６２等の機能を有するものである。したがって、この従来の構成においては、蓄電装置３２が充電制限状態となって、補機等への放電が進むことで、蓄電装置３２が過放電状態となることが生じる。

【００３６】

最初に、この従来の構成の場合について図２、図３を用いて説明する。ここでは、蓄電装置３２に充電制限状態が生じる場合として、車両が連続登坂中で、蓄電装置３２が高温となったときをとりあげる。この場合、従来の構成においては、燃料電池４４は発電停止し、これによって蓄電装置３２は充電制限状態となり、回転電機１２に対し回生禁止状態とされ、回転電機１２も発電が停止している。さらに高温のために、この温度が所定の適温まで下るまで、回生禁止状態が解除されない。この条件において、燃料電池４４の出力制御は以下のように行われる。

【００３７】

図２において、まず、回転電機要求電力値が算出される（Ｓ１０）。ここでは、車両が連続登坂中であるので、回転電機１２は回生状態である。回転電機要求電力値について、力行の場合を正、回生の場合を負とすると、いまの場合、回転電機要求電力値は負の値となる。図２では、これを－１０ｋＷとして示されている。

【００３８】

次に、補機の蓄電装置に対する要求電力値である補機バッテリ側要求電力値を算出し（Ｓ１２）、この値と先ほどの回転電機要求電力値とを合算する（Ｓ１４）。この合算値が、車両の駆動システム全体の要求電力値、すなわちシステム要求電力値となる。図２では、補機バッテリ側要求電力値が＋６ｋＷとして示されており、ここからシステム要求電力値は、－１０ｋＷ＋６ｋＷ＝－４ｋＷとして示されている。

【００３９】

そして、蓄電装置３２から出力可能な電力値であるバッテリ側許可電力値が算出される（Ｓ１６）。バッテリ側許可電力値は、制御部６０のバッテリ制限判断モジュール６６の機能により、蓄電装置３２の状態であるＳＯＣ２３、Ｗｉｎ２４、温度２５等に基づいて判断される。いまの場合、連続登坂中で蓄電装置３２が高温であると、蓄電装置３２は充電制限状態であり、回転電機１２からの回生電力等による充電が制限され、放電のみが許可されることになる。したがって、Ｓ１６におけるバッテリ側許可電力値は、Ｓ１２における補機バッテリ側要求電力値に見合って、－６ｋＷとして図２では示されている。すなわち、蓄電装置３２は充電制限状態と判断されて、蓄電装置３２からは補機が消費する電力値に見合った電力値が放電される状態となっている。

【００４０】

つぎに、回転電機要求電力値とバッテリ側許可電力値との間で上限値を求め（Ｓ１８）、下限値を０ｋＷとして、システム要求電力値の上限下限の制限を行う（Ｓ２０）。この値が、燃料電池４４の発電の出力指令値であるＦＣ出力指令値（Ｓ５２）となる。図２の例では、Ｓ１８の上限値は－４ｋＷで、Ｓ２０の上限下限の制限はともに０ｋＷとなる。

したがって、ＦＣ出力指令値は、０ｋＷとなる。つまり、回転電機１２が回生状態であるときは、回転電機１２は消費すべき電力はないので、燃料電池４４の発電が停止される。ここまでの手順が、制御部６０におけるＦＣ出力指令値算出モジュール６２の機能によって実行される。

【００４１】

次に、ＦＣ出力指令値とバッテリ側許可電力値とが合算処理される（Ｓ２２）。この合算値が、回転電機１２に対して要求される回生電力（Ｓ５０）である。図２の場合、この値は－６ｋＷとなる。ここで、回生電力に制限が加えられて回生禁止される場合には、この値がそのまま回転電機１２に与えられずに、強制的に０ｋＷとされる。

【００４２】

すなわち、回生禁止されるときに立てられるフラグである回生電力ゼロフラグの有無（Ｓ２４）によって、０ｋＷ（Ｓ２６）と、Ｓ２２の合算値との間での選択が行われ（Ｓ２８）、その結果が回転電機回生電力値となる（Ｓ５０）。

【００４３】

Ｓ２８の選択は次のようにして行われる。すなわち、回生電力ゼロフラグが立っていないとき、つまり回生禁止されていないときは、Ｓ２２の合算値がそのまま回転電機１２の回生電力値となる。一方、回生電力ゼロフラグが立っているとき、すなわち回生禁止されるときは、回転電機１２の回生電力値は強制的に０ｋＷとされ、回転電機１２の発電が停止される。

【００４４】

回生電力ゼロフラグの有無は、制御部６０の回生制限判断モジュール６４の機能により、蓄電装置３２の状態であるＳＯＣ２３、Ｗｉｎ２４、温度２５等に基づいて判断される。いまの場合、連続登坂中で蓄電装置３２が高温であるので、蓄電装置３２は充電制限状態となり、回転電機１２からの回生電力を受け入れることができない。したがって、回生電力ゼロフラグが立てられることになる。これにより、回転電機１２は、回生可能ではあるが発電が停止され、Ｓ５０における回転電機回生電力値は０ｋＷとされる。

【００４５】

このように、図２に示される従来の構成の場合においては、車両が連続登坂中で、蓄電装置３２が高温となったときに、回転電機１２が回生状態にあって、燃料電池の発電が停止され、さらに回生電力ゼロフラグが立てられて、回転電機１２の発電が停止される。ここでは、補機の要求電力値に対して蓄電装置３２から放電が行われている。回生禁止の解除、すなわち、回生電力ゼロフラグが立たなくなるのは、蓄電装置３２の温度２５が適温に下るときであるので、それまで、蓄電装置３２は放電を続けることになる。

【００４６】

その様子について図３を用いて説明する。以下では図１、図２の符号を用いて説明する。図３は、横軸に時間をとり、縦軸にＳＯＣ、バッテリ温度、ＦＣ出力指令値をとり、車両が連続登坂中で、蓄電装置３２が高温となったときのＳＯＣ、バッテリ温度、ＦＣ出力指令値の変化の様子を示したものである。

【００４７】

車両が連続登坂すると、回転電機１２が回生状態であるので、燃料電池４４から回転電機１２に対する電力の供給が不要であり、図２のＳ５２で説明したようにＦＣ出力指令値はゼロとされる。

【００４８】

そして、回転電機１２は回生状態であるので発電を継続し、ＳＯＣは次第に上昇する。また、バッテリ温度も次第に上昇する。そして、ＳＯＣ、バッテリ温度が予め定めた閾値に達すると、蓄電装置３２に対し過充電を防ぐ等のため、充電制限が行われ、回生電力ゼロフラグが立てられる。図３では、時刻T_1において、回生禁止とされる。つまり、図２のＳ２４で説明した回生電力ゼロフラグが立てられ、Ｓ５０で説明したように回転電機回生電力もゼロとされる。

【００４９】

回生禁止になれば、蓄電装置３２の補機等への放電によってＳＯＣが低下するので、通常であれば、回生禁止が解除されることになる。ところが、連続登坂の影響等でバッテリ温度が高温のまま続くと、その温度条件のために、ＳＯＣが低下しても回生禁止が解除されず、回生電力ゼロフラグが立ったままになることがある。その状態では、燃料電池４４の発電が停止し、回転電機１２も発電が停止しているので、蓄電装置３２に電力の供給が行われず、補機等への放電が続く。この放電のため、バッテリ温度は高温を維持し続け、蓄電装置３２のＳＯＣが低下を続ける。そして、ＳＯＣが過放電となって、時刻T_2において、車両が停止する恐れが生じる。

【００５０】

次に、図４、図５を用いて、図１の構成の場合を説明する。以下において、図１から図３と同様の要素には同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。図４に示されるように、図１の構成の場合には、システム要求電力を求めるＳ１４までの工程が図２で説明した従来の構成と異なっており、このためにＦＣ出力指令値が異なった値とできる（Ｓ５３）。

【００５１】

すなわち、図３の構成においても、車両は連続登坂中であるので、回転電機１２は回生状態である。回転電機要求電力値について、力行の場合を正、回生の場合を負とするので、いまの場合、回転電機要求電力値は負の値で、図３においても図２と同様に、これを－１０ｋＷとして示されている。

【００５２】

次に、この回転電機要求電力値を、そのまま用いるか、場合によって強制的に０ｋＷとするかの選択が行われる（Ｓ３４）。この選択は、複数の条件のＡＮＤ条件の下で行なわれる。ここでは、３つの条件のＡＮＤが用いられる。第１条件は、回生電力ゼロフラグが立っていること、つまり回生禁止状態であることである。第２条件は、回転電機要求電力が負であること、つまり回生状態であることである。第３条件は、ＳＯＣが特別閾値であるＡ％以下となっていること、つまり、蓄電装置３２がある程度放電していることである。

【００５３】

ここで、ＳＯＣの特別閾値のＡ％は、通常状態における充電制限に用いられる通常閾値よりも低い閾値に設定される。例えば、通常閾値がＳＯＣ６０％であるとすると、Ａ％は約５０％に設定することができる。このように通常閾値より低い閾値を条件とするのは、過充電を防ぐため、できれば回生電力を受け入れず、蓄電装置３２が放電側にあることとするためである。

【００５４】

この３つの条件のＡＮＤが１であると、回転電機要求電力値は強制的に０ｋＷとして選択される。連続登坂中でバッテリ温度が高温であると、第１条件と第２条件は満たされるので、ＳＯＣがＡ％に低下したときに、３つの条件のＡＮＤが１となって、回転電機要求電力値が０ｋＷとされる。

【００５５】

次に、図２で説明したと同様に、補機の蓄電装置に対する要求電力値である補機バッテリ側要求電力値が算出され（Ｓ１２）、この値と先ほどの回転電機要求電力値とが合算される（Ｓ１４）。この合算値が、車両の駆動システム全体の要求電力値、すなわちシステム要求電力値となる。図４では、図２と同様に補機バッテリ側要求電力値が＋６ｋＷとして示されており、ここで、回転電機要求電力値が０ｋＷとされると、システム要求電力値は、０ｋＷ＋６ｋＷ＝＋６ｋＷとなる。図２の従来の構成では、システム要求電力は、－４ｋＷであった。この後の処理手順は図２と同様であり、ＦＣ出力指令値は、＋６ｋＷとなる（Ｓ５３）。この値は、補機バッテリ側要求電力値に見合ったものである。つまり、補機が必要とする電力を燃料電池４４で補うことになる。なお、回転電機回生電力値は、図２と同じ結果の０ｋＷである（Ｓ５１）。

【００５６】

このように、３つの条件のＡＮＤに応じて、ＦＣ出力指令値の補正が行われる。この機

能は、制御部６０の要求電力補正モジュール６８によって実行される。これによって、燃料電池４４は発電を開始し、その電力は、ＦＣ補機１４等に供給され、蓄電装置３２からの放電が抑制されることになる。

【００５７】

その様子について図５を用いて説明する。図５は、図３に対応する図で、時刻T_1において回生禁止となり、これにより蓄電装置３２が放電を続け、ＳＯＣが低下することも同様である。ここでは、時刻T_3においてＳＯＣが特別閾値のＡ％となったとしている。この時刻T_2において、図４で説明したＳ３４の３条件のＡＮＤが１となる。これにより、ＦＣ出力指令値が０ｋＷから補機バッテリ側要求電力値に見合う値に補正される。上記の例では、ＦＣ出力指令値が０ｋＷから＋６ｋＷに補正される。

【００５８】

このようにして、時刻T_3以後は、補機に対し燃料電池４４から必要な電力が供給される。したがって、蓄電装置３２の放電が停止し、ＳＯＣの低下が止まり、バッテリ温度の低下の速度が速まる。これにより、図３で説明したような蓄電装置３２の過放電の発生が抑制される。

【図面の簡単な説明】

【００５９】

【図１】本発明に係る実施の形態において、燃料電池の出力制御装置を含む燃料電池搭載車両の駆動制御システムの構成を示す図である。

【図２】従来の構成の場合における燃料電池出力指令に関するブロックダイヤグラムである。

【図３】図２の構成の下における各要素の状態を説明する図である。

【図４】本発明に係る実施の形態における燃料電池出力指令に関するブロックダイヤグラムである。

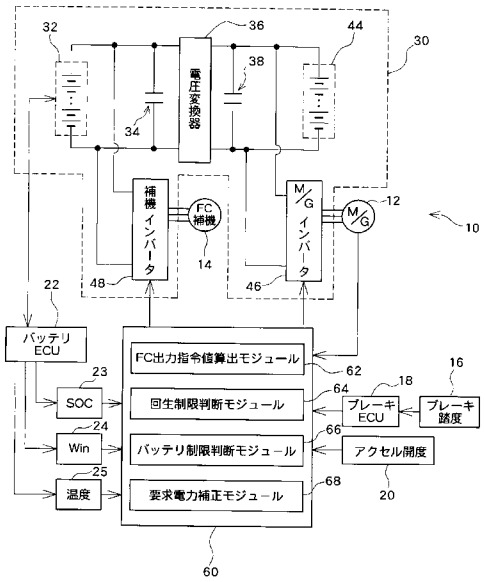
【図５】本発明に係る実施の形態における各要素の状態を説明する図である。

【符号の説明】

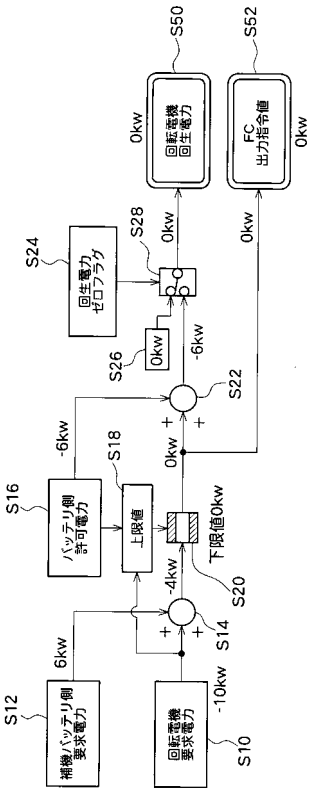
【００６０】

１０　駆動制御システム、１２　回転電機、１４　ＦＣ補機、１６　ブレーキ踏度センサ、１８　ブレーキＥＣＵ、２０　アクセル開度センサ、２２　バッテリＥＣＵ、２３　ＳＯＣ、２４　Ｗｉｎ、２５　温度、３０　電源回路、３２　蓄電装置、３４，３８　平滑コンデンサ、３６　電圧変換器、４４　燃料電池、４６　Ｍ／Ｇインバータ、４８　補機インバータ、６０　制御部、６２　ＦＣ出力指令値算出モジュール、６４　回生制限判断モジュール、６６　バッテリ制限判断モジュール、６８　要求電力補正モジュール。

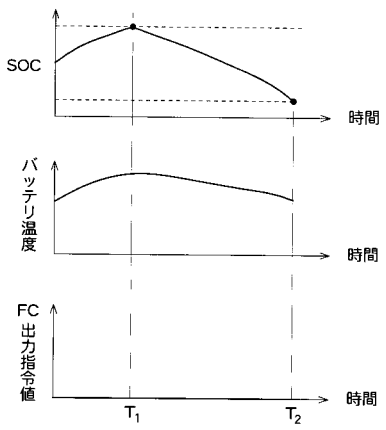
【図１】


32
36
44
30
38
34
昇圧コンバータ
補機インバータ
FC補機
M/G インバータ
M/G
12
10
14
48
46
22
バッテリECU
FC出力指令値算出モジュール
62
23
SOC
回生制限判断モジュール
64
18
ブレーキECU
16
ブレーキ踏度
24
Win
バッテリ制限判断モジュール
66
アクセル開度
25
温度
要求電力補正モジュール
68
20
60

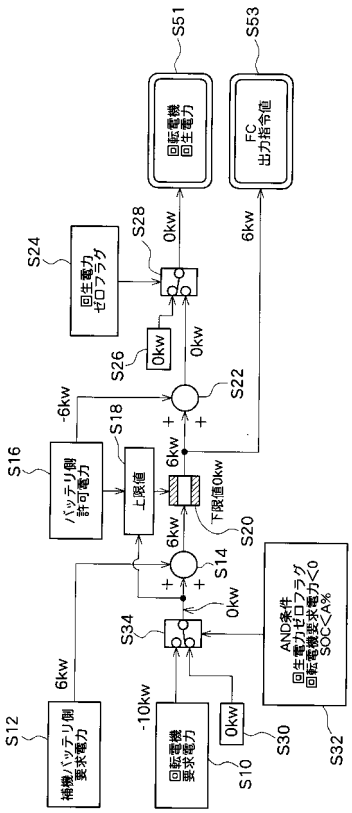
【図２】


S50
S52
0kw
回転電機回生電力
FC出力指令値
0kw
S24
回生電力ゼロフラグ
S28
0kw
0kw
S26
0kw
-6kw
S22
-6kw
S18
0kw
S16
バッテリ側許可電力
上限値
下限値0kw
-4kw
S20
S14
6kw
-10kw
S12
補機バッテリ側要求電力
回転電機要求電力
S10

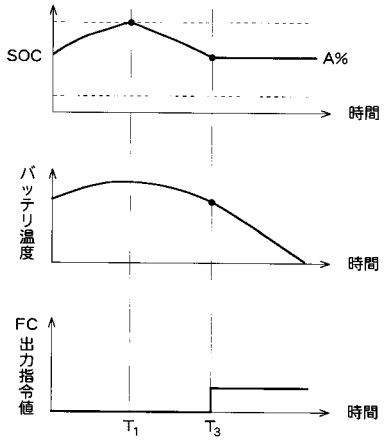
【図３】


SOC
時間
バッテリ残量
時間
FC出力指令値
時間
T1
T2

【図４】


S51
S53
回転電機回生電力
FC出力指令値
6kw
S24
回生電力ゼロフラグ
S28
0kw
0kw
S26
0kw
S22
-6kw
S18
6kw
S16
バッテリ側許可電力
上限値
下限値0kw
6kw
S20
S14
6kw
0kw
S34
AND条件
回生電力ゼロフラグ
回転電機要求電力<0
SOC<A%
6kw
-10kw
0kw
S12
補機バッテリ側要求電力
回転電機要求電力
S10
S30
S32

【図５】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００４－０４０９９４（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－３２４８５３（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－０７３５０６（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－０２４４１８（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００５／０７８８４４（WO，Ａ１）
特開２００２－３３４７１２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｍ　　８／０４
Ｈ０１Ｍ　　８／００