

(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2007-323997

(P2007-323997A)

(43) 公開日 平成19年12月13日(2007.12.13)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 8/04 (2006.01)	HO 1 M 8/04 P	5HO26
HO 1 M 8/00 (2006.01)	HO 1 M 8/00 Z	5HO27
B60L 11/18 (2006.01)	B60L 11/18 G	5H115
HO 1 M 8/10 (2006.01)	HO 1 M 8/10	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2006-153787 (P2006-153787)
 (22) 出願日 平成18年6月1日(2006.6.1)

(71) 出願人 591261509
 株式会社エクォス・リサーチ
 東京都千代田区外神田2丁目19番12号
 (74) 代理人 100116207
 弁理士 青木 俊明
 (74) 代理人 100089635
 弁理士 清水 守
 (74) 代理人 100096426
 弁理士 川合 誠
 (72) 発明者 加藤 憲二
 東京都千代田区外神田2丁目19番12号
 株式会社エクォス・リサーチ内
 (72) 発明者 神谷 斉
 東京都千代田区外神田2丁目19番12号
 株式会社エクォス・リサーチ内
 最終頁に続く

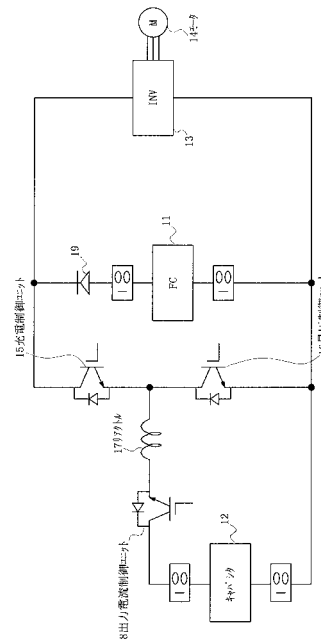
(54) 【発明の名称】 燃料電池システム及びその運転方法

(57) 【要約】

【課題】蓄電手段としてキャパシタを使用するとともに、キャパシタの出力電流を制御するための出力電流制御ユニットを使用することによって、駆動モータの負荷が大きいときに劣化を伴うことなく駆動モータに高電圧で大電流を供給することができるようにする。

【解決手段】車両を駆動するための駆動モータと、該駆動モータに電流を出力する燃料電池スタックと、前記車両の駆動により電流が供給されて充電され、前記駆動モータに電流を出力する蓄電装置と、前記駆動モータとの接続を前記燃料電池スタック又は蓄電装置に切り換える制御装置とを有する燃料電池システムであって、前記蓄電装置は、キャパシタと、該キャパシタから出力される電流を制御する出力電流制御ユニットと、前記キャパシタに供給される電流を制御する充電制御ユニットと、前記キャパシタの出力電圧を昇圧する昇圧手段とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

車両を駆動するための駆動モータと、
該駆動モータに電流を出力する燃料電池スタックと、
前記車両の駆動により電流が供給されて充電され、前記駆動モータに電流を出力する蓄電装置と、

前記駆動モータとの接続を前記燃料電池スタック又は蓄電装置に切り換える制御装置とを有する燃料電池システムであって、

前記蓄電装置は、キャパシタと、該キャパシタから出力される電流を制御する出力電流制御ユニットと、前記キャパシタに供給される電流を制御する充電制御ユニットと、前記キャパシタの出力電圧を昇圧する昇圧手段とを備えることを特徴とする燃料電池システム。

10

【請求項 2】

前記昇圧手段は、リアクトルと、パルス幅変調制御可能なスイッチング素子を含む昇圧制御ユニットとから成り、

前記充電制御ユニットと昇圧制御ユニットとは直列に接続され、

前記キャパシタは、前記出力電流制御ユニットとリアクトルとを介して、前記昇圧制御ユニットに並列に接続される請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 3】

前記制御装置は、前記駆動モータの負荷が大きいときには、前記燃料電池スタックの開放電圧を超えるまで前記キャパシタの出力電圧を昇圧して電流を出力し、前記キャパシタの蓄電量が正常値より少なくなると、前記キャパシタから駆動モータに出力する電流を、正常な蓄電量のときに出力される電流より少なくする請求項 1 に記載の燃料電池システム。

20

【請求項 4】

車両の駆動モータに対して電流を出力する燃料電池スタックとキャパシタとが並列に接続された燃料電池システムの運転方法であって、

前記駆動モータの負荷が大きいときには、前記燃料電池スタックの開放電圧を超えるまで前記キャパシタの出力電圧を昇圧して電流を出力し、前記キャパシタの蓄電量が正常値より少なくなると、正常な蓄電量のときに出力される電流より少ない電流を出力することを特徴とする燃料電池システムの運転方法。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、燃料電池システム及びその運転方法に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

従来、燃料電池は発電効率が高く、有害物質を排出しないので、産業用、家庭用の発電装置として、又は、人工衛星や宇宙船などの動力源として実用化されてきたが、近年は、乗用車、バス、トラック、乗用カート、荷物用カート等の車両用の動力源として開発が進んでいる。そして、前記燃料電池は、アルカリ水溶液型（AFC）、リン酸型（PAFC）、熔融炭酸塩型（MCFC）、固体酸化物型（SOFC）、直接型メタノール（DMFC）等のものであってもよいが、固体高分子型燃料電池（PEMFC）が一般的である。

40

【0003】

この場合、固体高分子電解質膜を 2 枚のガス拡散電極で挟み、一体化させて接合する。そして、該ガス拡散電極の一方を燃料極（アノード極）とし、その表面に燃料としての水素ガスを供給すると、水素が水素イオン（プロトン）と電子とに分解され、水素イオンが固体高分子電解質膜を透過する。また、前記ガス拡散電極の他方を酸素極（カソード極）とし、その表面に酸化剤としての空気を供給すると、空気中の酸素と、前記水素イオン及び電子とが結合して、水が生成される。このような電気化学反応によって起電力が生じる

50

ようになっている。

【0004】

そして、車両は、照明装置、ラジオ、パワーウィンドウ等の車両の停車中にも使用される電気を消費する補機類を多数備えていて、また、走行パターンが多様であって動力源に要求される出力範囲が極めて広いので、前記燃料電池を車両用の動力源として使用する場合には、バッテリーを併用したハイブリッドとした燃料電池システムが提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

【0005】

この燃料電池システムでは、いわゆるハーフブリッジ型の回路構造を採用しているので、フルブリッジ型の回路構造を採用しているハイブリッドの燃料電池システムと比較して、システム構造を簡素化することができる。

10

【特許文献1】特開2002-63923号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、前記従来燃料電池システムにおいては、蓄電手段としてバッテリーを使用しているので、急速に大電流を供給するとバッテリーが劣化してしまうため、車両を加速させるときのように駆動モータに大電流を供給する必要があるときであっても、バッテリーから十分な電流を供給することができなかつた。

【0007】

20

本発明は、前記従来燃料電池システムの問題点を解決して、蓄電手段としてキャパシタを使用するとともに、キャパシタの出力電流を制御するための出力電流制御ユニットを使用することによって、駆動モータの負荷が大きいときに劣化を伴うことなく駆動モータに高電圧で大電流を供給することができる燃料電池システム及びその運転方法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】

そのために、本発明の燃料電池システムにおいては、車両を駆動するための駆動モータと、該駆動モータに電流を出力する燃料電池スタックと、前記車両の駆動により電流が供給されて充電され、前記駆動モータに電流を出力する蓄電装置と、前記駆動モータとの接続を前記燃料電池スタック又は蓄電装置に切り換える制御装置とを有する燃料電池システムであって、前記蓄電装置は、キャパシタと、該キャパシタから出力される電流を制御する出力電流制御ユニットと、前記キャパシタに供給される電流を制御する充電制御ユニットと、前記キャパシタの出力電圧を昇圧する昇圧手段とを備える。

30

【0009】

本発明の他の燃料電池システムにおいては、さらに、前記昇圧手段は、リアクトルと、パルス幅変調制御可能なスイッチング素子を含む昇圧制御ユニットとから成り、前記充電制御ユニットと昇圧制御ユニットとは直列に接続され、前記キャパシタは、前記出力電流制御ユニットとリアクトルとを介して、前記昇圧制御ユニットに並列に接続される。

【0010】

40

本発明の更に他の燃料電池システムにおいては、さらに、前記制御装置は、前記駆動モータの負荷が大きいときには、前記燃料電池スタックの開放電圧を超えるまで前記キャパシタの出力電圧を昇圧して電流を出力し、前記キャパシタの蓄電量が正常値より少なくなると、前記キャパシタから駆動モータに出力する電流を、正常な蓄電量のときに出力される電流より少なくする。

【0011】

本発明の燃料電池システムの運転方法においては、車両の駆動モータに対して電流を出力する燃料電池スタックとキャパシタとが並列に接続された燃料電池システムの運転方法であって、前記駆動モータの負荷が大きいときには、前記燃料電池スタックの開放電圧を超えるまで前記キャパシタの出力電圧を昇圧して電流を出力し、前記キャパシタの蓄電量

50

が正常値より少なくなると、正常な蓄電量のときに出力される電流より少ない電流を出力する。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、燃料電池システムにおいては、車両を駆動するための駆動モータと、該駆動モータに電流を出力する燃料電池スタックと、前記車両の駆動により電流が供給されて充電され、前記駆動モータに電流を出力する蓄電装置と、前記駆動モータとの接続を前記燃料電池スタック又は蓄電装置に切り換える制御装置とを有する燃料電池システムであって、前記蓄電装置は、キャパシタと、該キャパシタから出力される電流を制御する出力電流制御ユニットと、前記キャパシタに供給される電流を制御する充電制御ユニットと、前記キャパシタの出力電圧を昇圧する昇圧手段とを備える。

10

【0013】

また、燃料電池システムの運転方法においては、車両に搭載された燃料電池スタックと、該燃料電池スタックに並列に接続された蓄電手段回路が備えるキャパシタとからの電流を、車両を駆動するための駆動モータに供給する燃料電池システムの運転方法であって、前記駆動モータの負荷が大きいときには、前記キャパシタの出力電圧を燃料電池スタックの出力端子の開放電圧を超えるまで昇圧し、前記キャパシタからの電流を駆動モータに供給する。

【0014】

この場合、駆動モータの負荷が大きいときに急速に大電流を駆動モータに供給することができる。また、高電圧で電流を駆動モータに供給することができるので、駆動モータを高い効率で作動させることができる。

20

【0015】

他の燃料電池システムにおいては、さらに、前記昇圧手段は、リアクトルと、パルス幅変調制御可能なスイッチング素子を含む昇圧制御ユニットとから成り、前記充電制御ユニットと昇圧制御ユニットとは直列に接続され、前記キャパシタは、前記出力電流制御ユニットとリアクトルとを介して、前記昇圧制御ユニットに並列に接続される。

【0016】

この場合、簡単な構成でありながら、キャパシタからの電流を適切に駆動モータに供給することができるとともに、キャパシタを適切に充電することができる。

30

【0017】

更に他の燃料電池システムにおいては、さらに、前記制御装置は、前記駆動モータの負荷が大きいときには、前記燃料電池スタックの開放電圧を超えるまで前記キャパシタの出力電圧を昇圧して電流を出力し、前記キャパシタの蓄電量が正常値より少なくなると、前記キャパシタから駆動モータに出力する電流を、正常な蓄電量のときに出力される電流より少なくする。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0019】

図1は本発明の実施の形態における燃料電池システムの回路構成を示す図である。

40

【0020】

図において、11は燃料電池(FC)としての燃料電池スタックであり、乗用車、バス、トラック、乗用カート、荷物用カート等の車両用の動力源として使用される。ここで、前記車両は、照明装置、ラジオ、パワーウィンドウ等の車両の停車中にも使用される電気を消費する補機類を多数備えており、また、走行パターンが多様であり動力源に要求される出力範囲が極めて広いので、動力源としての燃料電池スタック11と蓄電手段としてのキャパシタ12とを併用して使用する。

【0021】

そして、燃料電池スタック11は、アルカリ水溶液型、リン酸型、熔融炭酸塩型、固体

50

酸化物型、直接型メタノール等のものであってもよいが、固体高分子型燃料電池であることが望ましい。

【0022】

なお、更に望ましくは、水素ガスを燃料ガス、すなわち、アノードガスとし、酸素又は空気を酸化剤、すなわち、カソードガスとするPEMFC(Proton Exchange Membrane Fuel Cell)型燃料電池、又は、PEM(Proton Exchange Membrane)型燃料電池と呼ばれるものである。ここで、該PEM型燃料電池は、一般的に、プロトン等のイオンを透過する電解質層としての固体高分子電解質膜の両側に触媒、電極及びセパレータを結合した燃料電池としてのセル(Fuel Cell)を複数及び直列に結合して燃料電池スタック11を構成する。

10

【0023】

この場合、固体高分子電解質膜を2枚のガス拡散電極で挟み、一体化させて接合する。そして、該ガス拡散電極の一方を燃料極(アノード極)とし、該燃料極表面に接する燃料ガス流路を介し前記燃料極に燃料ガス、すなわち、アノードガスとしての水素ガスを供給すると、水素が水素イオン(プロトン)と電子とに分解され、水素イオンが固体高分子電解質膜を透過する。また、前記ガス拡散電極の他方を酸素極(カソード極)とし、該酸素極表面に接する空気流路を介し前記酸素極に酸化ガス、すなわち、カソードガスとしての空気を供給すると、空気中の酸素、前記水素イオン及び電子が結合して、水が生成される。このような電気化学反応によって起電力が生じるようになっている。

【0024】

なお、燃料である水素は、図示されない改質装置によってメタノール、ガソリン等を改質して取り出した水素を燃料電池に直接供給することもできるが、車両の高負荷運転時にも安定して十分な量の水素を供給することができるようにするためには、水素吸蔵合金、水素ガスボンベ等に貯蔵した水素を供給することが望ましい。これにより、水素がほぼ一定の圧力で常に十分に供給されるので、燃料電池スタック11は車両の負荷の変動に遅れることなく追従して、必要な電流を供給することができる。この場合、前記燃料電池スタック11の出力インピーダンスは極めて低く、0に近似することが可能である。

20

【0025】

また、キャパシタ12は、例えば、電気二重層キャパシタ等から成るものであるが、単一のキャパシタから成るものであってもよいし、複数の電気二重層キャパシタを接続した

30

【0026】

さらに、13は車両の駆動制御装置であるインバータ装置であり、前記燃料電池スタック11又はキャパシタ12からの直流電流を交流電流に変換して、車両の車輪を回転させる駆動モータとしてのモータ14に供給する。ここで、該モータ14は発電機としても機能するものであり、車両の減速運転時には、いわゆる回生電流を発生する。この場合、前記モータ14は車輪によって回転させられて発電するので、前記車輪にブレーキをかける、すなわち、車両の制動装置(ブレーキ)として機能する。そして、後述されるように、前記回生電流がキャパシタ12に供給されて該キャパシタ12が充電される。

【0027】

また、15は、キャパシタ12を充電する電流を制御するための充電制御ユニットであり、充電用スイッチング素子としての高速スイッチング素子であるIGBT(絶縁ゲート・バイポーラ・トランジスタ)とダイオードとの並列回路である。

40

【0028】

さらに、16は、昇圧制御ユニットであり、前記充電制御ユニット15と同様に、昇圧用スイッチング素子としてのIGBTとダイオードとの並列回路である。また、17は大電流を許容するリアクトルであり、前記昇圧制御ユニット16とともに昇圧回路を構成し、前記キャパシタ12の出力電圧を昇圧する。

【0029】

ここで、前記昇圧制御ユニット16がPWM(Pulse Width Modula

50

t i o n : パルス幅変調) 制御されると、前記昇圧制御ユニット16のIGBTは所定周期(例えば、20〔kHz〕程度)のスイッチング信号によってオンオフされる。前記IGBTをオンにしたときには、前記キャパシタ12から出力された直流電流がリアクトル17に流れてエネルギーが蓄積され、前記IGBTをオフにしたときには、前記リアクトル17に蓄積されたエネルギーに応じた電圧が、前記キャパシタ12の出力電圧に加算されて昇圧される。なお、昇圧された前記キャパシタ12の出力電圧は前記スイッチング信号によって適宜調節することができ、前記燃料電池スタック11の出力電圧と同一又はより高くなるように調節される。

【0030】

そして、18は、キャパシタ12の出力電流を制御するための出力電流制御ユニットであり、前記充電制御ユニット15及び昇圧制御ユニット16と同様に、出力用スイッチング素子としてのIGBTとダイオードとの並列回路である。また、19は、インバータ装置13からの回生電流又はキャパシタ12からの電流が燃料電池スタック11に供給されないように配設されたダイオードである。

10

【0031】

なお、本実施の形態において、燃料電池システムは、制御装置として、図示されないFCコントロールECU(Electronic Control Unit)を有する。該FCコントロールECUは、CPU、MPU等の演算手段、磁気ディスク、半導体メモリ等の記憶手段、入出力インターフェイス等を備え、各種のセンサからの信号に基づき、燃料電池スタック11に供給される水素、酸素、空気等の流量等を制御して、燃料電池スタック11の動作を制御する。さらに、前記FCコントロールECUは、車両に配設された他のセンサ、及び、車両の制御手段としての図示されないEV(Electric Vehicle)コントロールECUと連携して、充電制御ユニット15、昇圧制御ユニット16及び出力電流制御ユニット18の動作を含む、燃料電池システム全体の動作を制御する。

20

【0032】

次に、前記構成の燃料電池システムの動作について説明する。

【0033】

図2は本発明の実施の形態における燃料電池システムの動作を示す第1の図、図3は本発明の実施の形態における燃料電池システムの動作を示す第2の図、図4は本発明の実施の形態における燃料電池システムの動作を示す第3の図、図5は本発明の実施の形態における燃料電池システムの動作を示す第4の図、図6は本発明の実施の形態における燃料電池システムの動作を示す第5の図、図7は本発明の実施の形態における燃料電池システムの動作を示す第6の図、図8は本発明の実施の形態における燃料電池システムの動作を示す第7の図、図9は本発明の実施の形態における燃料電池システムの制御ポイントを示す図である。

30

【0034】

ここでは、本実施の形態における燃料電池システムの動作を従来の燃料電池システムの動作と比較しながら説明する。図2～8において、(a)は本実施の形態における燃料電池システムを示し、(b)は従来の燃料電池システムを示している。なお、太線矢印は電流の流れを示している。

40

【0035】

また、図2～8の(b)に示される従来の燃料電池システムは、21は燃料電池スタック、22はバッテリー、23はインバータ装置、24はモータ、25はバッテリー充電制御ユニット、26は昇圧制御ユニット、27はリアクトル、29はダイオードである。そして、前記燃料電池スタック21、インバータ装置23、モータ24、バッテリー充電制御ユニット25、昇圧制御ユニット26、リアクトル27及びダイオード29は、それぞれ、本実施の形態における燃料電池システムの燃料電池スタック11、インバータ装置13、モータ14、充電制御ユニット15、昇圧制御ユニット16、リアクトル17及びダイオード19と同様のものである。すなわち、従来の燃料電池システムは、キャパシタ12に代

50

えてバッテリー 22 を有し、出力電流制御ユニット 18 を有していない点で本実施の形態における燃料電池システムと相違している。

【0036】

まず、燃料電池スタック 11 は作動しているが車両が停止している状態、すなわち、アイドリング状態の動作について、図 2 を参照しながら説明する。

【0037】

本実施の形態における燃料電池システムにおいては、充電制御ユニット 15 がオンとなり、昇圧制御ユニット 16 がオフとなり、出力電流制御ユニット 18 がオフとなる。そのため、図 2 (a) において太線矢印で示されるように、燃料電池スタック 11 から出力された電流は、充電制御ユニット 15 の IGBT、リアクトル 17 及び出力電流制御ユニット 18 のダイオードを通して、キャパシタ 12 に供給される。これにより、燃料電池スタック 11 から出力された電流によってキャパシタ 12 が充電される。

10

【0038】

一方、従来の燃料電池システムにおいては、バッテリー充電制御ユニット 25 が PWM 制御され、昇圧制御ユニット 26 がオフとなる。そのため、図 2 (b) において太線矢印で示されるように、燃料電池スタック 21 から出力された電流は、バッテリー充電制御ユニット 25 とリアクトル 27 とによって電圧が降圧されて、バッテリー 22 に供給される。これにより、燃料電池スタック 21 から出力された電流によってバッテリー 22 が充電される。

【0039】

次に、車両が停止から発進して加速している状態の動作について、図 3 を参照しながら

20

説明する。

【0040】

本実施の形態における燃料電池システムにおいては、充電制御ユニット 15 がオフとなり、昇圧制御ユニット 16 が PWM 制御され、出力電流制御ユニット 18 がオンとなる。なお、前記昇圧制御ユニット 16 の PWM 制御は、昇圧されたキャパシタ 12 の出力電圧が燃料電池スタック 11 より高くなるように行われる。そのため、図 3 (a) において太線矢印で示されるように、キャパシタ 12 から出力された電流は、出力電流制御ユニット 18 の IGBT、リアクトル 17 及び充電制御ユニット 15 のダイオードを通して、インバータ装置 13 を介してモータ 14 に供給される。これにより、キャパシタ 12 から出力された電流によってモータ 14 が駆動される。

30

【0041】

この場合、該モータ 14 の負荷のピークに合わせて昇圧制御ユニット 16 の PWM 制御が行われ、キャパシタ 12 の出力電圧を昇圧し、キャパシタ 12 から大電流を供給する。そのため、モータ 14 の負荷のピーク時に、モータ 14 に高電圧で大電流を供給することができる。なお、キャパシタ 12 の出力電圧が昇圧されて燃料電池スタック 11 より高くなっているため、燃料電池スタック 11 からは電流が供給されない。そして、キャパシタ 12 の蓄電量が正常値より少なくなると、出力電流制御ユニット 18 のオンの時間を短くするようにデューティ比を制御して、キャパシタ 12 から供給される電流量を少なくする。

【0042】

一方、従来の燃料電池システムにおいては、バッテリー充電制御ユニット 25 がオフとなり、昇圧制御ユニット 26 がオフとなる。そのため、図 3 (b) において太線矢印で示されるように、燃料電池スタック 21 から出力された電流がインバータ装置 23 を介してモータ 24 に供給される。なお、バッテリー 22 からは電流が出力されない。これにより、燃料電池スタック 21 のみから出力された電流によってモータ 24 が駆動される。

40

【0043】

次に、車両が発進直後の加速から緩やかな加速に移行した状態の動作について、図 4 を参照しながら説明する。

【0044】

本実施の形態における燃料電池システムにおいては、充電制御ユニット 15 がオフとな

50

り、昇圧制御ユニット16がPWM制御され、出力電流制御ユニット18がオンとなる。そのため、図4(a)において太線矢印で示されるように、キャパシタ12から出力された電流は、出力電流制御ユニット18のIGBT、リアクトル17及び充電制御ユニット15のダイオードを通して、インバータ装置13を介してモータ14に供給される。

【0045】

この場合、モータ14の負荷のピークを過ぎると、昇圧されたキャパシタ12の出力電圧を低下させるように、昇圧制御ユニット16のPWM制御が行われる。そして、燃料電池スタック11の出力電圧と同一になると、昇圧制御ユニット16のPWM制御が停止される。そのため、キャパシタ12と燃料電池スタック11とが並列に接続された状態となり、図4(a)において太線矢印で示されるように、燃料電池スタック11から出力された電流も、インバータ装置13を介してモータ14に供給される。

10

【0046】

一方、従来の燃料電池システムにおいては、モータ24の負荷要求が燃料電池スタック21の最高出力を超えると、昇圧制御ユニット26がPWM制御され、バッテリー22の出力電圧が昇圧される。これにより、図4(b)において太線矢印で示されるように、燃料電池スタック21から出力された電流に加えて、バッテリー22からの電流がインバータ装置23を介してモータ24に供給される。

【0047】

次に、車両が減速に移行した状態の動作について、図5を参照しながら説明する。

【0048】

本実施の形態における燃料電池システムにおいては、充電制御ユニット15がオンとなり、昇圧制御ユニット16がオフとなり、出力電流制御ユニット18がオフとなる。そのため、図5(a)において太線矢印で示されるように、モータ14が発電機として機能して発生した回生電流は、インバータ装置13を介し、充電制御ユニット15のIGBT、リアクトル17及び出力電流制御ユニット18のダイオードを通して、キャパシタ12に供給される。これにより、モータ14からの回生電流によってキャパシタ12が充電される。

20

【0049】

一方、従来の燃料電池システムにおいては、バッテリー充電制御ユニット25がPWM制御され、昇圧制御ユニット26がオフとなる。そのため、図5(b)において太線矢印で示されるように、モータ24で発生して回生電流は、インバータ装置23を介し、バッテリー充電制御ユニット25とリアクトル27とによって電圧が降圧されて、バッテリー22に供給される。これにより、モータ24からの回生電流によってバッテリー22が充電される。

30

【0050】

次に、車両が高い速度で定速走行をしている状態の動作について、図6を参照しながら説明する。

【0051】

本実施の形態における燃料電池システムにおいては、モータ14の負荷要求が燃料電池スタック11の最高出力を超えると、出力電流制御ユニット18がオンとなり、昇圧制御ユニット16がPWM制御され、キャパシタ12の出力電圧が昇圧される。これにより、図6(a)において太線矢印で示されるように、燃料電池スタック11から出力された電流に加えて、キャパシタ12からの電流がインバータ装置13を介してモータ14に供給される。そして、キャパシタ12の蓄電量が正常値より少なくなると、出力電流制御ユニット18のオンの時間を短くするようにデューティ比を制御して、キャパシタ12から供給される電流量を少なくする。

40

【0052】

一方、従来の燃料電池システムにおいては、モータ24の負荷要求が燃料電池スタック21の最高出力を超えると、昇圧制御ユニット26がPWM制御され、バッテリー22の出力電圧が昇圧される。これにより、図6(b)において太線矢印で示されるように、燃料

50

電池スタック 2 1 から出力された電流に加えて、バッテリー 2 2 からの電流がインバータ装置 2 3 を介してモータ 2 4 に供給される。

【0053】

次に、車両が低い速度で定速走行をしている状態の動作について、図 7 を参照しながら説明する。

【0054】

本実施の形態における燃料電池システムにおいては、充電制御ユニット 1 5 がオフとなり、昇圧制御ユニット 1 6 がオフとなり、出力電流制御ユニット 1 8 がオフとなる。そのため、図 7 (a) において太線矢印で示されるように、燃料電池スタック 1 1 から出力された電流がインバータ装置 1 3 を介してモータ 1 4 に供給される。なお、出力電流制御ユ

10

【0055】

一方、従来の燃料電池システムにおいては、バッテリー充電制御ユニット 2 5 がオフとなり、昇圧制御ユニット 2 6 がオフとなる。そのため、図 7 (b) において太線矢印で示されるように、燃料電池スタック 2 1 から出力された電流がインバータ装置 2 3 を介してモータ 2 4 に供給される。なお、バッテリー 2 2 からは電流が出力されない。これにより、燃料電池スタック 2 1 のみから出力された電流によってモータ 2 4 が駆動される。

【0056】

次に、車両が低い速度で定速走行をしている状態においてキャパシタ 1 2 又はバッテリー 2 2 の蓄電量が少ないときの動作について、図 8 を参照しながら説明する。

20

【0057】

本実施の形態における燃料電池システムにおいては、充電制御ユニット 1 5 がオンとなり、昇圧制御ユニット 1 6 がオフとなり、出力電流制御ユニット 1 8 がオフとなる。そのため、図 8 (a) において太線矢印で示されるように、燃料電池スタック 1 1 から出力された電流は、インバータ装置 1 3 を介してモータ 1 4 に供給されるとともに、充電制御ユニット 1 5 の IGBT、リアクトル 1 7 及び出力電流制御ユニット 1 8 のダイオードを通して、キャパシタ 1 2 に供給される。これにより、燃料電池スタック 1 1 から出力された電流によって、モータ 1 4 が駆動されるとともにキャパシタ 1 2 が充電される。

【0058】

一方、従来の燃料電池システムにおいては、バッテリー充電制御ユニット 2 5 が PWM 制御され、昇圧制御ユニット 2 6 がオフとなる。そのため、図 8 (b) において太線矢印で示されるように、燃料電池スタック 2 1 から出力された電流は、インバータ装置 2 3 を介してモータ 2 4 に供給されるとともに、バッテリー充電制御ユニット 2 5 とリアクトル 2 7 とによって電圧が降圧されて、バッテリー 2 2 に供給される。これにより、燃料電池スタック 2 1 から出力された電流によって、モータ 2 4 が駆動されるとともにバッテリー 2 2 が充電される。

30

【0059】

次に、車両が加速している状態における出力条件について、図 9 を参照しながら説明する。なお、図において、(a) は車両の速度の変化を示すグラフであり、(b) は従来の燃料電池システムにおける出力の変化を示すグラフであり、(c) は本実施の形態における燃料電池システムにおける出力の変化を示すグラフである。

40

【0060】

従来の燃料電池システムにおいては、モータ 2 4 の負荷要求が燃料電池スタック 2 1 の最高出力以下である場合には、燃料電池スタック 2 1 から出力された電流がモータ 2 4 に供給され、バッテリー 2 2 からは電流が出力されないようになっている。また、モータ 2 4 の負荷要求が燃料電池スタック 2 1 の最高出力を超えた場合には、バッテリー 2 2 の出力電圧が昇圧され、燃料電池スタック 2 1 から出力された電流に加えて、バッテリー 2 2 から出力された電流がモータ 2 4 に供給されるようになっている。そのため、図 9 (b) において、バッテリー 2 2 の出力電圧が昇圧されるポイントは A の領域である。また、バッテリー 2

50

2 から出力された電流がモータ 2 4 に供給されるのは B の領域である。さらに、燃料電池スタック 2 1 から出力された電流がモータ 2 4 に供給されるのは C の領域である。

【0061】

これに対し、本実施の形態における燃料電池システムにおいては、車両が加速しているときは、最初からモータ 1 4 の負荷要求に合わせ、キャパシタ 1 2 の出力電圧が昇圧されてキャパシタ 1 2 からの電流がモータ 1 4 に供給されるようになっていく。そのため、図 9 (c) において、キャパシタ 1 2 の出力電圧が昇圧されるポイントは D の領域である。また、キャパシタ 1 2 から出力された電流がモータ 1 4 に供給されるのは E の領域である。さらに、燃料電池スタック 1 1 から出力された電流がモータ 1 4 に供給されるのは F の領域である。

10

【0062】

このように、本実施の形態において、燃料電池システムは、蓄電手段としてキャパシタ 1 2 を使用するとともに、出力電流制御ユニット 1 8 によってキャパシタ 1 2 から出力される電流を制御するようになっていく。そのため、モータ 1 4 の負荷が大きいときに急速に大電流をモータ 1 4 に供給することができる。また、昇圧制御ユニット 1 6 を PWM 制御することによって、高電圧で電流をモータ 1 4 に供給することができるので、該モータ 1 4 を高い効率で作動させることができる。さらに、燃料電池スタック 1 1 の開放電圧に対する耐圧を低く設定することができ、キャパシタ 1 2 の体積を小さくすることができるので、システム全体を小型化することができる。さらに、キャパシタ 1 2 を充電するために供給される電流を適切に制御することができる。

20

【0063】

なお、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々変形させることが可能であり、それらを本発明の範囲から排除するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0064】

【図 1】本発明の実施の形態における燃料電池システムの回路構成を示す図である。

【図 2】本発明の実施の形態における燃料電池システムの動作を示す第 1 の図である。

【図 3】本発明の実施の形態における燃料電池システムの動作を示す第 2 の図である。

【図 4】本発明の実施の形態における燃料電池システムの動作を示す第 3 の図である。

【図 5】本発明の実施の形態における燃料電池システムの動作を示す第 4 の図である。

30

【図 6】本発明の実施の形態における燃料電池システムの動作を示す第 5 の図である。

【図 7】本発明の実施の形態における燃料電池システムの動作を示す第 6 の図である。

【図 8】本発明の実施の形態における燃料電池システムの動作を示す第 7 の図である。

【図 9】本発明の実施の形態における燃料電池システムの制御ポイントを示す図である。

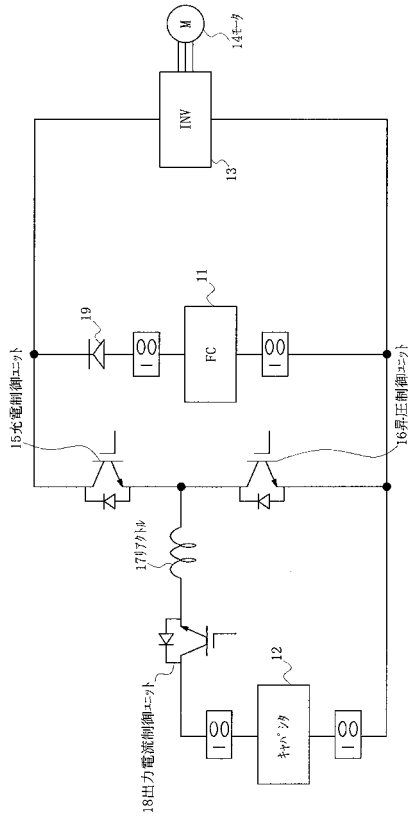
【符号の説明】

【0065】

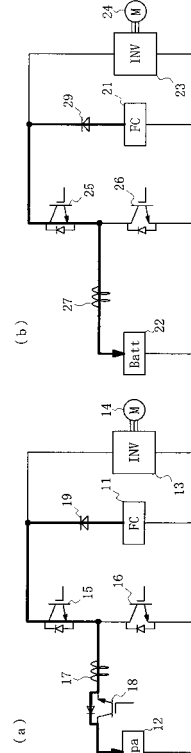
- 1 1 燃料電池スタック
- 1 2 キャパシタ
- 1 4 モータ
- 1 5 充電制御ユニット
- 1 6 昇圧制御ユニット
- 1 7 リアクトル
- 1 8 出力電流制御ユニット

40

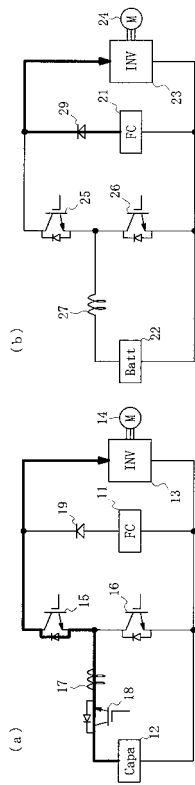
【 図 1 】



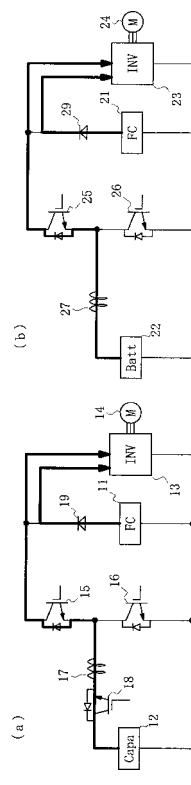
【 図 2 】



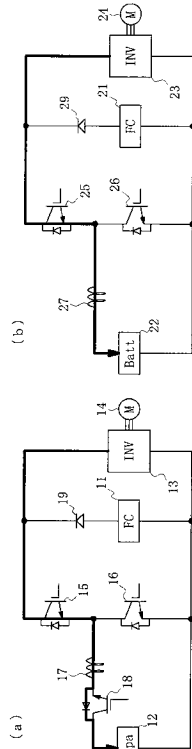
【 図 3 】



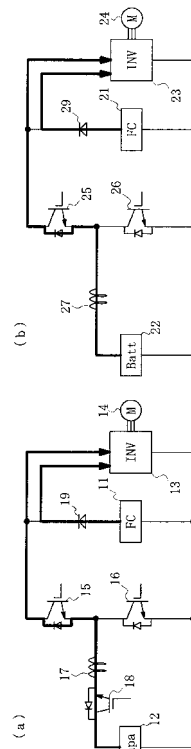
【 図 4 】



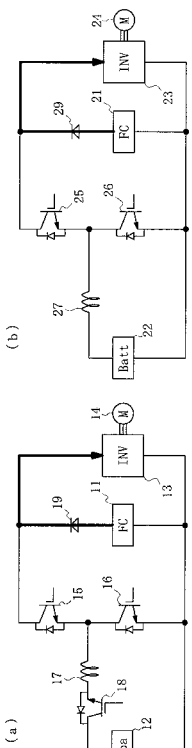
【 図 5 】



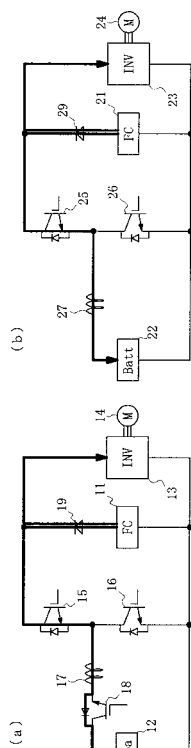
【 図 6 】



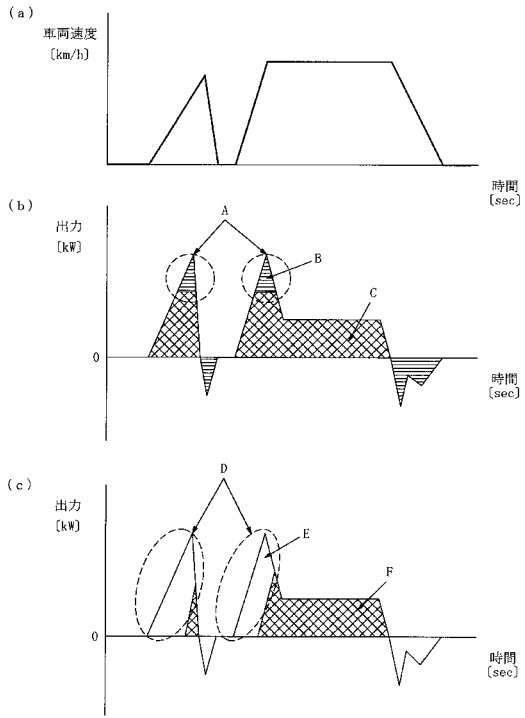
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H026 AA06 HH06
5H027 AA06 KK51 KK54 KK56 MM26 MM27
5H115 PC06 PG04 PI16 PI18 PI29 P006 P010 PU08 PV02 PV09
RB22