

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3719229号
(P3719229)

(45) 発行日 平成17年11月24日(2005.11.24)

(24) 登録日 平成17年9月16日(2005.9.16)

(51) Int. Cl.⁷

F I

HO 1 M 8/00
B 6 O K 1/04
B 6 O L 11/18
HO 1 M 8/04
// HO 1 M 8/10

HO 1 M 8/00 Z
HO 1 M 8/00 A
B 6 O K 1/04 Z
B 6 O L 11/18 G
HO 1 M 8/04 P

請求項の数 13 (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-122115 (P2002-122115)
(22) 出願日 平成14年4月24日(2002.4.24)
(65) 公開番号 特開2003-249236 (P2003-249236A)
(43) 公開日 平成15年9月5日(2003.9.5)
審査請求日 平成16年6月16日(2004.6.16)
(31) 優先権主張番号 特願2001-385705 (P2001-385705)
(32) 優先日 平成13年12月19日(2001.12.19)
(33) 優先権主張国 日本国(JP)

(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 110000028
特許業務法人明成国際特許事務所
(72) 発明者 杉浦 浩
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72) 発明者 石川 哲浩
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72) 発明者 佐々木 正一
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電源装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定の負荷に電力を供給する電源装置であって、
前記負荷に電力を供給する配線に対して並列に接続されて、前記負荷の大きさに応じた量の電力を発電する燃料電池およびキャパシタと、
前記燃料電池と前記配線との間の接続を切り切りするスイッチと、
前記電源装置の出力の変動に伴って変動する第1の値を取得する第1の値取得部と、
前記第1の値取得部が取得した前記第1の値の変化率を算出する変化率算出部と、
前記第1の値取得部が取得した前記第1の値に加えて、さらに前記第1の値の変化率に基づいて、前記スイッチが前記接続を切り切りする動作を制御する制御部と、
を備える電源装置。

10

【請求項2】

請求項1記載の電源装置であって、
前記配線に対して、前記燃料電池および前記キャパシタと並列に接続され、前記燃料電池の出力電圧を制御するコンバータと
前記コンバータを介して前記配線に接続される2次電池と、
をさらに備える電源装置。

【請求項3】

請求項1または2記載の電源装置であって、
前記制御部が前記スイッチを開状態から閉状態へと制御する際に基準として用いる第1

20

の基準値を、前記第1の値の変化率が小さいときほどその値が大きくなるように設定する第1の基準値設定部をさらに備え、

前記第1の値取得部は、前記電源装置の出力電圧を検出する電圧計を備え、該電圧計が検出する前記出力電圧を前記第1の値として取得し、

前記制御部は、前記スイッチが開状態であって前記第1の値の変化率が負の値のときには、前記第1の値が前記第1の基準値より小さくなると前記スイッチを閉状態とする制御を行なう

電源装置。

【請求項4】

請求項1または2記載の電源装置であって、

前記制御部が前記スイッチを開状態から閉状態へと制御する際に基準として用いる第1の基準値を、前記第1の値の変化率が小さいときほどその値が大きくなるように設定する第1の基準値設定部をさらに備え、

前記第1の値取得部は、前記電源装置の出力電圧を検出する電圧計を備え、該電圧計が検出する前記出力電圧を前記第1の値として取得し、

前記制御部は、前記スイッチが開状態であって前記第1の値の変化率が正の値のときには、前記第1の値が前記第1の基準値より大きくなると前記スイッチを閉状態とする制御を行なう

電源装置。

【請求項5】

請求項3記載の電源装置であって、

前記制御部が前記スイッチを閉状態から開状態へと制御する際に基準として用いる第2の基準値を、前記第1の基準値よりも高い値に設定する第2の基準値設定部をさらに備え、

前記制御部は、前記スイッチが閉状態のときに、前記第1の値が前記第2の基準値よりも大きくなると前記スイッチを開状態とする制御を行なう

電源装置。

【請求項6】

所定の負荷に電力を供給する電源装置であって、

前記負荷に電力を供給する配線に対して並列に接続されて、前記負荷の大きさに応じた量の電力を発電する燃料電池およびキャパシタと、

前記燃料電池と前記配線との間の接続を入り切りするスイッチと、

前記電源装置の出力の変動に伴って変動する第1の値を取得する第1の値取得部と、

前記電源装置の出力の変動に伴って変動すると共に前記第1の値とは異なる変化を示す第2の値を取得する第2の値取得部と、

前記第2の値取得部が取得した前記第2の値の変化率を算出する変化率算出部と、

前記第1の値取得部が取得した前記第1の値に加えて、さらに前記第2の値の変化率に基づいて、前記スイッチが前記接続を入り切りする動作を制御する制御部と

を備える電源装置。

【請求項7】

請求項6記載の電源装置であって、

前記配線に対して、前記燃料電池および前記キャパシタと並列に接続され、前記燃料電池の出力電圧を制御するコンバータと

前記コンバータを介して前記配線に接続される2次電池と、

をさらに備える電源装置。

【請求項8】

請求項6または7記載の電源装置であって、

前記制御部は、前記第2の値の変化率に基づいて基準値を設定すると共に、前記第1の値と前記基準値とを比較することによって、前記スイッチが前記接続を入り切りする動作を制御する

10

20

30

40

50

電源装置。

【請求項 9】

所定の負荷に電力を供給する配線に対して並列に接続される燃料電池およびキャパシタを備える電源装置の運転方法であって、

(a) 前記電源装置の出力の変動に伴って変動する第 1 の値を取得する工程と、

(b) 前記 (a) 工程で取得した前記第 1 の値の変化率を算出する工程と、

(c) 前記 (a) 工程で取得した前記第 1 の値に加えて、前記 (b) 工程で算出した前記変化率に基づいて、前記負荷に電力を供給すると共に前記燃料電池およびキャパシタが並列に接続される配線に対する、前記燃料電池の接続状態を制御して、前記燃料電池を備える燃料電池システムの発電効率が低下するのを抑制する工程と

を備える電源装置の運転方法。

10

【請求項 10】

請求項 9 記載の電源装置の運転方法であって、

(d) 前記 (c) 工程で前記接続を開状態から閉状態へと変更する際に基準として用いる第 1 の基準値を、前記第 1 の値の変化率が小さいときほどその値が大きくなるように設定する工程をさらに備え、

前記 (a) 工程で取得する前記第 1 の値は、前記電源装置の出力電圧であり、

前記 (c) 工程は、前記接続が開状態であって前記第 1 の値の変化率が負の時に、前記第 1 の値が前記第 1 の基準値よりも小さくなると、前記接続を開状態から閉状態へと変更する

電源装置の運転方法。

20

【請求項 11】

請求項 10 記載の電源装置の運転方法であって、

(e) 前記 (c) 工程で前記接続を閉状態から開状態へと変更する際に基準として用いる第 2 の基準値を、前記第 1 の基準値よりも高い値に設定する工程をさらに備え、

前記 (c) 工程は、前記接続が閉状態のときに、前記第 1 の値が前記第 2 の基準値よりも大きくなると、前記接続を閉状態から開状態へと変更する

電源装置の運転方法。

【請求項 12】

請求項 9 ないし 11 いずれか記載の電源装置の運転方法であって、

(f) 前記電源装置の外部から前記配線に対して電力が供給されるときに、前記第 1 の値に応じて前記接続を開状態から閉状態へと変更し、前記燃料電池を備える燃料電池システムにおいて、前記供給された電力の少なくとも一部を消費させることによって、前記キャパシタの電圧が上昇するのを抑制する工程をさらに備える

電源装置の運転方法。

30

【請求項 13】

請求項 12 記載の電源装置の運転方法であって、

(g) 前記 (f) 工程で前記接続を開状態から閉状態へと変更する際に基準として用いる第 3 の基準値を、前記第 1 の値の変化率が小さいときほどその値が大きくなるように設定する工程をさらに備え、

前記 (a) 工程で取得する前記第 1 の値は、前記電源装置の出力電圧であり、

前記 (f) 工程は、前記第 1 の値の変化率が正の時に、前記第 1 の値が前記第 3 の基準値よりも大きくなると、前記接続を開状態から閉状態へと変更する

電源装置の運転方法。

40

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、燃料電池とキャパシタとを備える電源装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

50

燃料電池を備える電源装置の利用方法としては、例えば、電気自動車の駆動用電源として用いる方法が提案されている。燃料電池が発電する電力を、電気自動車の駆動モータに供給することで、車両の駆動力を得ることができる。特開平9-298806号公報では、このような電源装置として、燃料電池に加えてキャパシタを備えるものが開示されている。キャパシタは、通常の2次電池に比べてパワー密度の高い蓄電手段であり、充放電効率も高い蓄電手段である。したがって、キャパシタを備える電源装置を用いると、上記電気自動車の制動時にモータを回生させることで得られるエネルギーを効率よく回収することによって、システム全体のエネルギー効率を向上させることが可能となる。

【0003】

キャパシタは、これに残存する電荷量と出力電圧とが1対1に対応しており、残存する電荷量が減少するに従って出力電圧が低くなる。そのため、キャパシタの残存容量が少ないときに上記モータが回生するときには、生じた電力を速やかに吸収して、キャパシタにおける電圧は、残存容量の上昇に伴って上昇する。その後、モータが電力を消費するようになると、上記のように電圧が上昇しているキャパシタが、燃料電池に優先してモータに対して電力を供給する。これによって、キャパシタの残存容量が低下すると共に電圧が低下し、次の回生時に備えることができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、燃料電池を備える燃料電池システムは、燃料電池の出力特性によって、低出力時には燃料電池システム全体のエネルギー効率が大きく低下するという性質を有している。すなわち、燃料電池を運転する際には、燃料供給に関わる各種ポンプなどが所定の電力を消費するが、発電量が小さいときほど、発電量に対するこのような電力消費量の割合が大きくなる。そのため、低出力時には燃料電池システムのエネルギー効率が低下する。そこで、上記のようにキャパシタを備える電源装置においては、回生による電力を有効に利用してエネルギー効率を向上させるだけでなく、燃料電池システムの効率が低下する低出力時においても、システム全体のエネルギー効率を十分に確保する構成が望まれていた。

【0005】

本発明は、上述した従来の課題を解決するためになされたものであり、燃料電池とキャパシタとを備える電源装置において、燃料電池システムのエネルギー効率が低下するのに起因して電源装置全体のエネルギー効率が低下するのを防止する技術を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

上記目的を達成するために、本発明は、所定の負荷に電力を供給する電源装置であって、前記負荷に電力を供給する配線に対して並列に接続される燃料電池およびキャパシタと、前記燃料電池と前記配線との間の接続を入り切りするスイッチとを備えることを要旨とする。

【0007】

このような電源装置によれば、負荷側から電源装置側に電力が供給される場合には、キャパシタによって速やかに、上記電力を蓄積することができる。また、その後負荷側に電力を供給する際には、キャパシタから負荷に対して電力を供給することができ、電源装置におけるエネルギー効率を向上させることができる。さらに、燃料電池およびこれを駆動するために働く装置から成る燃料電池システム全体のエネルギー効率が望ましくない程度に低下するときには、上記スイッチを開状態として、燃料電池から負荷への電力供給を停止することができる。これによって、電源装置全体のエネルギー効率をさらに向上させることができる。

【0008】

本発明の電源装置において、前記配線に対して、前記燃料電池および前記キャパシタと並列に接続され、前記燃料電池の出力電圧を制御するコンバータと

10

20

30

40

50

前記コンバータを介して前記配線に接続される２次電池と、
をさらに備えることとしても良い。

【０００９】

また、本発明の電源装置において、前記燃料電池は、前記負荷の大きさに応じた量の電力を発電することとしても良い。

【００１０】

このような電源装置において、
前記燃料電池が出力する電力の大きさを反映する第１の値を取得する第１の値取得部と、
前記第１の値取得部が取得した前記第１の値に応じて、前記スイッチが前記接続を切り切りする動作を制御する第１の制御部と
をさらに備えることとしても良い。

10

【００１１】

燃料電池システムは、燃料電池からの出力が所定の値以下のときには、システム全体のエネルギー効率が大きく低下するという性質を有する。そのため、燃料電池が出力する電力の大きさに基づいて、燃料電池システム全体のエネルギー効率が望ましくない程度に低下する状態を判断することができる。出力電力の大きさに基づいて、エネルギー効率が低下すると判断されるときに、上記スイッチを開状態とすることで、燃料電池システム全体のエネルギー効率の低下を防止することができる。

【００１２】

また、このような本発明の電源装置において、
前記第１の値取得部は、前記電源装置の出力電圧を検出する電圧計を備え、該電圧計が検出する前記出力電圧を前記第１の値として取得し、
前記第１の制御部は、前記出力電圧が所定の値を超えるときに、前記接続を切るよう前記スイッチを制御することとしても良い。

20

【００１３】

あるいは、本発明の電源装置において、
前記第１の値取得部は、前記燃料電池からの出力電流を検出する電流計を備え、該電流計が検出する前記出力電流を前記第１の値として取得し、
前記第１の制御部は、前記出力電流が所定の値よりも小さくなるときに、前記接続を切るよう前記スイッチを制御することとしても良い。

30

【００１４】

また、本発明の電源装置において、
前記第１の値取得部は、前記負荷の大きさを前記第１の値として取得し、
前記第１の制御部は、前記負荷の大きさが所定の値よりも小さくなるときに、前記接続を切るよう前記スイッチを制御することとしても良い。

【００１５】

また、本発明の電源装置において、
該電源装置の出力の変動に伴って変動する第２の値を取得する第２の値取得部と、
前記第２の値取得部が取得した前記第２の値に応じて、前記スイッチが前記接続を切り切りする動作を制御する第２の制御部と
をさらに備えることとしても良い。

40

【００１６】

上記電源装置では、燃料電池が負荷の大きさに応じた量の電力を発電するため、電源装置からの出力が所定の値以下のときには、燃料電池システムのエネルギー効率が大きく低下し、これによって電源装置のエネルギー効率も低下するという性質を有する。そのため、電源装置の出力に基づいて、電源装置全体のエネルギー効率が望ましくない程度に低下する状態を判断することができる。電源装置の出力に基づいて、上記スイッチを開状態として、燃料電池システムを停止することで、電源装置全体のエネルギー効率の低下を防止することができる。また、電源装置の出力に基づいて、上記スイッチを閉状態として燃料電池システムを起動することで、電源装置のエネルギー効率を確保しつつ、燃料電池を用いて所望の電

50

力を得ることが可能となる。

【 0 0 1 7 】

このような電源装置において、

前記第 2 の値取得部が取得した前記第 2 の値の変化率を算出する変化率算出部をさらに備え、

前記第 2 の制御部は、前記第 2 の値に加えて、さらに前記第 2 の値の変化率に基づいて、前記スイッチが前記接続を入り切りする動作を制御することとしても良い。

【 0 0 1 8 】

このように、電源装置の出力の変化率をさらに考慮することで、上記第 2 の値に応じてスイッチの入り切りの動作を制御する際に、スイッチの入り切りのタイミングをより適正化することができる。

10

【 0 0 1 9 】

また、上記電源装置において、

前記第 2 の制御部が前記スイッチを開状態から閉状態へと制御する際に基準として用いる第 1 の基準値を、前記第 2 の値の変化率が小さいときほどその値が大きくなるように設定する第 1 の基準値設定部をさらに備え、

前記第 2 の値取得部は、前記電源装置の出力電圧を検出する電圧計を備え、該電圧計が検出する前記出力電圧を前記第 2 の値として取得し、

前記第 2 の制御部は、前記スイッチが開状態であって前記第 2 の値の変化率が負の値のときには、前記第 2 の値が前記第 1 の基準値より小さくなると前記スイッチを閉状態とする制御を行なうこととしても良い。

20

【 0 0 2 0 】

前記スイッチが開状態であって、前記第 2 の値（すなわち電源装置の出力電圧）の変化率が負の値となるときには、燃料電池は負荷に電力を供給しておらず、キャパシタから負荷に対して電力供給が行なわれている状態となる。上記出力電圧はキャパシタ電圧に対応する値であり、上記出力電圧が低くなるということは、キャパシタに蓄積される電荷量が減少していることを意味する。そのため、ここでは、キャパシタに蓄積される電荷量の減少の程度が大きいほど、第 1 の基準値が大きく設定され、この第 1 の基準値よりも上記出力電圧が小さくなると、上記スイッチが閉状態となり、燃料電池から負荷に対して電力が供給可能となる。これにより、負荷要求の増加の程度が大きいほど、より早く、燃料電池から負荷に対して電力が供給可能となり、燃料電池から電力供給を開始するときに、燃料電池でガス不足が生じて電圧が望ましくない程度に低下してしまうのを防止することができる。

30

【 0 0 2 1 】

あるいは、上記電源装置において、

前記第 2 の制御部が前記スイッチを開状態から閉状態へと制御する際に基準としている第 1 の基準値を、前記第 2 の値の変化率が小さいときほどその値が大きくなるように設定する第 1 の基準値設定部をさらに備え、

前記第 2 の値取得部は、前記電源装置の出力電圧を検出する電圧計を備え、該電圧計が検出する前記出力電圧を前記第 2 の値として取得し、

40

前記第 2 の制御部は、前記スイッチが開状態であって前記第 2 の値の変化率が正の値のときには、前記第 2 の値が前記第 1 の基準値より大きくなると前記スイッチを閉状態とする制御を行なうこととしても良い。

【 0 0 2 2 】

前記スイッチが開状態であって、前記第 2 の値（すなわち電源装置の出力電圧）の変化率が正の値となるときには、燃料電池は負荷に電力を供給しておらず、キャパシタに対して電力供給が行なわれている状態となる。上記出力電圧はキャパシタ電圧に対応する値であり、上記出力電圧が高くなるということは、キャパシタに蓄積される電荷量が増加していることを意味する。そのため、ここでは、キャパシタに蓄積される電荷量の増加の程度が大きいほど、第 1 の基準値が小さく設定され、この第 1 の基準値よりも上記出力電圧が大

50

きくなると、上記スイッチが閉状態となり、燃料電池における発電が可能となる。なお、燃料電池における発電が開始されることで、燃料電池補機における電力消費も開始される。これにより、キャパシタに電荷が蓄積される程度が大きいほど、より早く、燃料電池補機における電力消費が開始され、キャパシタ電圧が望ましくない程度に上昇してしまうのを防止可能となる。

【0023】

本発明は、上記以外の種々の形態で実現可能であり、例えば、電源装置の運転方法や、電源装置を備える電気自動車などの形態で実現することが可能である。

【0024】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態を実施例に基づいて以下の順序で説明する。

- A．装置の全体構成：
- B．定常運転モードにおける動作：
- C．回生運転モードにおける動作：
- D．間欠運転モードにおける動作：
- E．第2実施例の電気自動車110：
- F．第3実施例：
- G．第4実施例：
- H．変形例：

【0025】

- A．装置の全体構成：

図1は、本発明の第1実施例である電気自動車10の構成の概略を表わすブロック図である。電気自動車10は、電源装置15を備えており、電源装置15から電力を供給される負荷として、高圧補機40と、駆動インバータ30を介して電源装置15に接続される駆動モータ32とを備えている。これら電源装置15と負荷との間には、配線50が設けられており、この配線50を介して、電源装置15と負荷との間で電力がやり取りされる。

【0026】

電源装置15は、燃料電池システム22と、キャパシタ24と、2次電池26とを備えている。燃料電池システム22は、後述するように発電の本体である燃料電池を備えている。この燃料電池システム22が備える燃料電池とキャパシタ24とは、上記配線50に対して並列に接続されている。この配線50には、燃料電池へ電流が逆流するのを防止するためのダイオード42がさらに設けられている。さらに、配線50には、この配線50に対する燃料電池の接続状態を切り切りするスイッチ20が設けられている。また、配線50は、DC/DCコンバータ28に接続しており、このDC/DCコンバータ28を介して、2次電池26は配線50に接続している。また、このような電源装置15における電圧を測定するために、配線50には、電圧計52がさらに設けられている。

【0027】

図2は、燃料電池システム22の構成の概略を表わす説明図である。燃料電池システム22は、燃料電池60と、燃料ガス供給部61と、ブロワ64とを備えている。本実施例では、燃料電池60として、固体高分子型燃料電池を用いた。燃料ガス供給部61は、内部に水素を貯蔵し、水素ガスを燃料ガスとして燃料電池60に供給する装置である。燃料ガス供給部61は、例えば、水素ポンペを備えることとすればよい。あるいは、水素吸蔵合金を内部に有する水素タンクを備えることとし、上記水素吸蔵合金に水素を吸蔵させることによって水素を貯蔵することとしても良い。このような燃料ガス供給部61が貯蔵する水素ガスは、水素ガス供給路62を介して燃料電池60のアノードに供給され、電気化学反応に供される。電気化学反応で利用されなかった残りの水素ガスは、水素ガス排出路63に排出される。水素ガス排出路63は、水素ガス供給路62に接続しており、残余の水素ガスは再び電気化学反応に供される。また、ブロワ64が取り込んだ圧縮空気は、酸化ガス供給路65によって、酸化ガスとして燃料電池60のカソードに供給される。燃料電池60から排出されるカソード排ガスは、カソード排ガス路66に導かれて外部に排出さ

10

20

30

40

50

れる。なお、燃料電池システム 22 において、水素ガスあるいは空気を加湿する加湿器を、水素ガス供給路 62 や酸化ガス供給路 65 にさらに設けることとしても良い。

【0028】

2次電池 26 としては、鉛蓄電池や、ニッケル - カドミウム蓄電池、ニッケル - 水素蓄電池、リチウム 2次電池など種々の 2次電池を用いることができる。この 2次電池 26 は、燃料電池システム 22 の始動時に、燃料電池システム 22 の各部を駆動するための電力を供給したり、燃料電池システム 22 の暖機運転が完了するまでの間、各負荷に対して電力を供給する。また、燃料電池 60 が定常状態で発電を行なうときにも、負荷が所定の値よりも大きくなる場合には、2次電池 26 によって電力を補う。

【0029】

また、2次電池 26 には、2次電池 26 の残存容量 (SOC) を検出するための残存容量モニタ 27 が併設されている。本実施例では、残存容量モニタ 27 は、2次電池 26 における充電・放電の電流値と時間とを積算する SOCメータとして構成されている。あるいは、残存容量モニタ 27 は、SOCメータの代わりに電圧センサによって構成することとしてもよい。2次電池 26 は、その残存容量が少なくなるにつれて電圧値が低下するという性質を有しているため、電圧を測定することによって 2次電池 26 の残存容量を検出することができる。

【0030】

DC/DCコンバータ 28 は、目標電圧値を設定することによって、燃料電池 60 からの出力電圧を調節し、燃料電池 60 の発電量を制御する。また、DC/DCコンバータ 28 は、2次電池 26 と配線 50 との接続状態を制御するスイッチとしての役割も果たしており、2次電池 26 において充放電を行なう必要のないときには、2次電池 26 と配線 50 との接続を切断する。

【0031】

電源装置 15 から電力の供給を受ける負荷の一つである駆動モータ 32 は、同期モータであって、回転磁界を形成するための三相コイルを備えている。この駆動モータ 32 は、駆動インバータ 30 を介して配線 50 に接続し、電源装置 15 から電力の供給を受ける。駆動インバータ 30 は、上記モータの各相に対応してスイッチング素子としてのトランジスタを備えるトランジスタインバータである。駆動モータ 32 の出力軸 36 は、減速ギヤ 34 を介して車両駆動軸 38 に接続している。減速ギヤ 34 は、駆動モータ 32 が出力する動力を、その回転数を調節した上で車両駆動軸 38 に伝える。

【0032】

また、他の負荷である高圧補機 40 は、電源装置 15 から供給される電力を、300V以上の電圧のまま利用する装置である。高圧補機 40 としては、例えば、燃料電池 60 に空気を供給するためのブロワ 64 (図 2 参照) や、水素ガス排出路 63 と水素ガス供給路 62 との間で水素ガスを循環させるための水素ポンプ (図示せず) が挙げられる。さらに、燃料電池 60 を冷却するために、燃料電池 60 内部に冷却水を循環させるための冷却ポンプ (図示せず) も、高圧補機 40 に含まれる。これらの装置は、燃料電池システム 22 に含まれる装置であるが、図 1 においては、電源装置 15 の外側に、高圧補機 40 として示した。さらに、高圧補機 40 としては、燃料電池システム 22 に含まれるものの他に、例えば電気自動車 10 が備える空調装置 (エアコン) が含まれる。

【0033】

また、電気自動車 10 は、制御部 48 をさらに備えている。制御部 48 は、マイクロコンピュータを中心とした論理回路として構成され、詳しくは、予め設定された制御プログラムに従って所定の演算などを実行する CPU と、CPU で各種演算処理を実行するのに必要な制御プログラムや制御データ等が予め格納された ROM と、同じく CPU で各種演算処理をするのに必要な各種データが一時的に読み書きされる RAM と、各種の信号を入出力する入出力ポート等を備える。この制御部 48 は、既述した電圧計 52 による検出信号や、残存容量モニタ 27 が出力する信号、あるいは、車両の運転に関して入力される指示信号を取得する。また、DC/DCコンバータ 28, スイッチ 20, 燃料電池システム 2

10

20

30

40

50

2、駆動インバータ30、高圧補機40などに駆動信号を出力する。

【0034】

B．定常運転モードにおける動作：

本実施例の電気自動車10では、車両の駆動に要するエネルギーは主として燃料電池システム22によって供給される。ここでは、燃料電池システム22の暖機運転が完了した後に、燃料電池60が、負荷の大きさに応じた電力を発電するような運転状態を、定常運転モードと呼ぶこととする。電気自動車10の運転時には、制御部48が、車両における車速やアクセル開度に基づいて、所望の走行状態を実現するために必要な電力を算出する。電気自動車10が定常運転モードとなっているときには、制御部48は、上記必要な電力に加えて、高圧補機40が要求する電力や、2次電池26の残存容量にさらに基づいて、燃料電池60が出力すべき電力を算出する。図3に、燃料電池60における出力電流と、出力電圧あるいは出力電力との関係を示す。図3に示すように、燃料電池60から出力すべき電力 P_{FC} が定めれば、そのときの燃料電池60の出力電流の大きさ I_{FC} が定まる。燃料電池60の出力特性より、出力電流 I_{FC} が定めれば、そのときの燃料電池60の出力電圧 V_{FC} が定まる。制御部48が、DC/DCコンバータ28に対して、このようにして求めた出力電圧 V_{FC} を目標電圧として指令することによって、燃料電池60の発電量が所望量となるように制御する。なお、図3に示したような、燃料電池60の出力電流に対する出力電圧の値、あるいは出力電力の値は、燃料電池60の内部温度によって変化する。したがって、上記のように燃料電池60の出力電圧(目標電圧) V_{FC} を定めるときには、燃料電池60の内部温度をさらに考慮することが望ましい。

10

20

【0035】

本実施例の電気自動車10では、負荷の大きさが所定の値以上であって、2次電池26の残存容量が十分に大きい場合には、2次電池26からも負荷に対して電力が供給される。このような場合には、制御部48は、2次電池26からも電力が供給されることを考慮して、燃料電池60が出力すべき電力を決定し、DC/DCコンバータ28における目標電圧を設定する。図3に示すように、燃料電池60の出力電圧は、負荷が大きく出力電流が大きいほど低くなる。また、2次電池26は、残存容量が大きいほど、その出力電圧が高くなるという性質を有している。そのため、このような場合には、DC/DCコンバータ28における目標電圧は、2次電池26の出力電圧よりも低い値となる。これによって、2次電池26からも、高圧補機40あるいは駆動モータ32に対して電力が供給されるようになる。

30

【0036】

これに対して、2次電池26の残存容量が所定の値以下になると、2次電池26を充電する必要が生じる。このとき、負荷の大きさがある程度小さく、燃料電池60の出力に余裕がある場合には、燃料電池60によって2次電池26の充電が行なわれる。2次電池26の充電を行なう場合には、負荷に対して供給すべき電力に加えて、この2次電池26を充電するための電力が得られるように、燃料電池60が出力すべき電力が決定される。2次電池26は、残存容量が少ないほど、その出力電圧が低くなるという性質を有している。そのため、このような場合には、DC/DCコンバータ28において設定される目標電圧は、2次電池26の出力電圧よりも高い値となる。これによって、燃料電池60は、高圧補機40あるいは駆動モータ32に対して電力が供給するほかに、2次電池26の充電を行なうようになる。

40

【0037】

また、本実施例の電気自動車10では、定常運転モードとなっているときには、キャパシタ24も充放電を繰り返す。既述したように、キャパシタ24は、これに残存する電荷量と出力電圧とが1対1に対応しており、残存する電荷量が多いときほど出力電圧が高く、少ないときほど出力電圧が低くなる。このようなキャパシタ24は、図1に示すように、配線50に対して燃料電池60と並列に接続されている。そのため、燃料電池60の発電時に負荷の大きさが変動して配線50における電圧が変動すると、キャパシタ電圧は、配線50の電圧と等しくなるうとして充放電を行なう。すなわち、配線50の電圧が上昇す

50

るときには、キャパシタ 24 は、燃料電池 60 から電力の供給を受け、キャパシタ電圧が配線 50 の電圧に等しくなるまで残存電荷量を増す。また、配線 50 の電圧が低下するときには、キャパシタ 24 は、燃料電池 60 と共に負荷に対して電力を供給し、キャパシタ電圧が配線 50 の電圧に等しくなるまで残存電荷量を減らす。

【0038】

C. 回生運転モードにおける動作：

電気自動車 10 では、制動時（車両の走行時に運転者がブレーキを踏み込む動作を行なったとき）には、駆動モータ 32 を発電機として用いることによって、車軸の有する運動エネルギーを電気エネルギーに変換し、これを回収する。このように、制動時にエネルギーを回収する運転状態を、回生運転モードと呼ぶ。本実施例では、このような回生運転モードにおいて電力として回収されるエネルギーは、キャパシタ 24 によって吸収する。キャパシタ 24 は、上記 2 次電池 26 に比べてパワー密度の高い蓄電手段であり、充放電効率も高い蓄電手段である。すなわち、短時間のうちに充放電可能な電力量が多い。したがって、車両の運転者がブレーキを踏み込むような短い制動時間に回生運転モードを実行する際に、キャパシタ 24 を用いることで、回生によって生じた電力を効率よく回収することができる。

10

【0039】

電気自動車 10 において、回生運転モードとなって駆動モータ 32 が発電する際には、駆動モータ 32 側から駆動インバータ 30 を介して配線 50 に対して電力が供給される。本実施例では、このような回生運転モード時に駆動モータ 32 から配線 50 に対して電力が供給されるとききの電圧は、定常運転モード時に燃料電池 60 から電力が供給される際の配線 50 の電圧の上限よりも高くなるように設定されている。そのため、回生運転モード時には、駆動モータ 32 側から配線 50 に電力が供給される際の電圧は、キャパシタ 24 の電圧よりも高くなるため、上記電力が供給されることで、キャパシタ 24 に電荷が蓄積される。このように電荷が蓄積されることによって、キャパシタ 24 の電圧は上昇する。

20

【0040】

上記回生運転モードが終了して、電気自動車 10 において、加速の指示が入力されると、再び燃料電池 60 から駆動モータ 32 への電力の供給が行なわれる。このときには、回生時に電荷が蓄積されて定常運転モード時における配線 50 の電圧以上に昇圧しているキャパシタ 24 から、駆動モータ 32 に対して電力が供給される。パワー密度が高いキャパシタ 24 を用いることによって、加速時における要求の負荷の増加率が高いときにも、駆動モータ 32 への供給電力量の増加の反応性を十分に高く確保することができる。このように、キャパシタ 24 が放電することでその残存電荷量が低下し、これによってキャパシタ 24 の電圧が低下して、キャパシタ 24 は、次の回生運転モード時には再び電荷を蓄積可能な状態に戻る。

30

【0041】

D. 間欠運転モードにおける動作：

本実施例の電気自動車 10 では、電源装置 15 から電力を供給される負荷が所定の値よりも小さくなるときには、燃料電池 60 による発電を停止する制御を行なう。このような、低負荷時に燃料電池 60 の発電を停止している運転状態を、以下、間欠運転モードと呼ぶ。

40

【0042】

図 4 は、燃料電池 60 の出力の大きさと、エネルギー効率との関係を表わす説明図である。図 4 (A) は、燃料電池 60 の効率および燃料電池補機が要する動力と、燃料電池 60 の出力との関係を示す。燃料電池補機とは、燃料電池 60 による発電を行なうために用いる補機類のことである。例えば、既述したブロワ 64 や水素ポンプあるいは冷却水ポンプなどがこれに相当する。図 4 (B) は、燃料電池 60 の出力と、燃料電池システム 22 全体の効率との関係を示す。図 4 (A) に示すように、燃料電池 60 の出力が大きくなるほど、燃料電池 60 の効率は次第に低下する。また、燃料電池 60 の出力が大きくなるほど、補機動力、すなわち補機を駆動するために消費するエネルギーが大きくなる。図 4 (A) に

50

示した燃料電池60の効率と補機動力に基づいて、燃料電池システム22全体の効率を求めると、図4(B)に示すように、システム効率は、燃料電池60の出力が所定の値のときに最も高くなる。

【0043】

燃料電池補機の消費電力の大きさは、駆動モータ32の消費電力の大きさに比べてはるかに小さい。しかしながら、燃料電池60の出力が小さいときには、発電によって得られる電力量に比べて、発電のために燃料電池補機が消費する電力量の割合が大きくなる。そのため、図4(B)に示すように、燃料電池60の出力が小さいときには、燃料電池システム22全体のエネルギー効率が低くなる。本実施例の電気自動車10では、燃料電池システム22全体の効率が悪くなる低負荷時には燃料電池60を停止するという間欠運転モード

10

【0044】

図5は、電気自動車10が定常運転モードとなっているときに制御部48で実行される間欠運転判断処理ルーチンを表わすフローチャートである。本ルーチンが実行されると、制御部48は、まず、電圧計52が検出する配線50の電圧値 V_c を読み込む(ステップS100)。次に、この電圧値 V_c と、予め定めた所定の基準電圧値 V_0 とを比較する(ステップS110)。

【0045】

ここで、基準電圧値 V_0 とは、上記間欠運転モードに切り替えるか否かの判断を行なうための基準として、予め制御部48内に記憶したものである。例えば、燃料電池システム22全体のエネルギー効率が、所定の値である E_0 よりも低下するときには、間欠運転モードに切り替えるように、この基準電圧値 V_0 を定める。燃料電池システム22全体のエネルギー効率が E_0 となるときの、燃料電池60の出力 P_0 は、図4(B)に基づいて求めることができる。また、燃料電池60の出力 P_0 が決まれば、そのときの燃料電池60の出力電流 I_0 は、図3に示した燃料電池の出力電流と出力電力との関係により求めることができる。さらに、出力電流 I_0 が決まれば、そのときの燃料電池60の出力電圧 V_0 は、図3に示した燃料電池の出力電流と出力電圧との関係に基づいて求めることができる。ステップS110では、このようにして求めた基準電圧値 V_0 と、ステップS100で読み込んだ電圧値 V_c とを比較する。

20

【0046】

ステップS110において、配線50の電圧値 V_c が基準電圧値 V_0 よりも小さいときには、燃料電池システム22全体のエネルギー効率が許容できる程度であると判断され、ステップS100に戻る。その後、配線50の電圧値 V_c が基準電圧値 V_0 以上となるまで、ステップS100およびステップS110の動作を繰り返す。このとき、電気自動車10は、定常運転モードを維持する。

30

【0047】

ステップS110において、配線50の電圧値 V_c が基準電圧値 V_0 以上であると判断されると、制御部48は、スイッチ20に駆動信号を出力してこれを開状態とする(ステップS120)。このようにスイッチ20を開状態とすると、燃料電池60の負荷に対する接続が切断されるため、燃料電池60は、発電を停止する。また、このとき、負荷に対しては、キャパシタ24から電力が供給されるようになり、間欠運転モードが開始される。キャパシタ24は、既述したようにパワー密度が高く、充放電効率も高いため、スイッチ20が切断されたときには、速やかに負荷が要求する電力を出力することができる。

40

【0048】

図6は、定常運転モードと間欠運転モードとが交互に切り替わるときの、燃料電池60の出力電圧およびキャパシタ24の電圧を示す説明図である。燃料電池60とキャパシタ24とは、配線50に対して並列に接続されているため、定常運転モードにおいては、両者の電圧は一致する。ステップS120においてスイッチ20を切断し、定常運転モードから間欠運転モードに切り替わるときを、図6に「OFF」と記載して示す。図6に示すように、間欠運転モード時には燃料電池60の出力電圧は、定常運転モード時に比べて高い

50

一定値となるが、この値は、燃料電池60の開放電圧である。間欠運転モードにおいては、キャパシタ24は、放電と共にその電圧が低下する。

【0049】

間欠運転モードになると、再び、電圧計52が検出する配線50の電圧値 V_c の読み込みを行なう(ステップS130)。次に、ステップS130で読み込んだ電圧値 V_c と、基準電圧値 V_0 とを比較する(ステップS140)。ステップS140において、配線50の電圧値 V_c が基準電圧値 V_0 以上であるときには、ステップS130に戻る。そして、配線50の電圧値 V_c が基準電圧値 V_0 よりも小さくなるまで、ステップS130およびステップS140の動作を繰り返す。

【0050】

ステップS140において、配線50の電圧値 V_c が基準電圧値 V_0 よりも小さいと判断されると、制御部48は、スイッチ20に駆動信号を出力してこれを閉状態とし(ステップS150)、本ルーチンを終了する。このようにスイッチ20を閉状態とすると、燃料電池60は負荷に対して再び接続され、燃料電池60は、発電を再開する。これによって、電気自動車10は、間欠運転モードから定常運転モードに切り替わる。なお、このような切り替えが行なわれるときには、DC/DCコンバータ28において、目標電圧が上記基準電圧値 V_0 に設定される。そのため、上記切り替え時には、燃料電池60の出力電圧値は V_0 となり、その後、負荷要求に応じた電力を出力するように、通常の電圧制御が行なわれる。図6では、間欠運転モードから定常運転モードに切り替わることを、「ON」と記載して示した。定常運転モードに切り替わると、燃料電池60の出力電圧とキャパシタ24の電圧とは、再び一致するようになる。

【0051】

図6において、間欠運転モード時にキャパシタ24の電圧が上昇するときがあるが、これは、電気自動車10がさらに回生運転モードとなって、キャパシタ24が充電されていることを表わす。また、定常運転モードにおいては、DC/DCコンバータ28によって、負荷要求に応じて燃料電池60の出力電圧が制御されるため、負荷が増大するに従って、燃料電池60およびキャパシタ24の電圧は低下する。

【0052】

なお、間欠運転モード時には、上記のようにキャパシタ24から負荷に対して電力を供給するだけでなく、さらに2次電池からも負荷に対して電力を供給することとしても良い。間欠運転モードとすべき低負荷状態が長く続くときや、2次電池26の残存容量が十分に多いときには、キャパシタ24に加えて、さらに2次電池26を用いることとしてもよい。

【0053】

以上のように構成された本実施例の電源装置15によれば、キャパシタ24を備えることにより、回生電力を効率よく回収すると共に、燃料電池システム22の効率が望ましくない程度に低下する低負荷時には、スイッチ20を切断して燃料電池60の運転を停止する。これによって、電源装置全体のエネルギー効率を向上させることができる。

【0054】

キャパシタ24は、回生運転モードでは、駆動モータ32が発生した電力を速やかに回収し、定常運転モードに切り替わると、キャパシタ24の電圧が、燃料電池60の出力に対応した電圧に降圧するまで、負荷に電力供給を行なう。したがって、キャパシタ24は、配線50に対して燃料電池60と並列に接続するだけで、特別な制御を要することなく、回生電力を効率よく利用することができる。

【0055】

このように、配線50に対してキャパシタ24と燃料電池60とを並列に接続する電源装置においては、スイッチ20を設け、燃料電池60の配線50に対する接続を切断可能とすることで、間欠運転モードを効果的に実行することが可能となる。電源装置15においては、低負荷時には、燃料電池60に代えて2次電池26によって負荷に電力供給することが可能である。しかしながら、燃料電池60とキャパシタ24とが並列に接続されてい

10

20

30

40

50

ると、燃料電池60は、キャパシタ24を充電するために出力を続けてしまう。燃料電池60によってキャパシタ24を充電する動作は、出力電力が少なく、出力電圧が高く、燃料電池システム22のエネルギー効率が低い状態で行なわれる。そのため、電気自動車10が低負荷となるとときに、燃料電池60から負荷への電力供給をやめようとしても、燃料電池60はキャパシタ24を充電し続けるために、電源装置15全体のエネルギー効率を充分に向上させることができない。スイッチ20を設けて、低負荷時には燃料電池60と配線50との接続を切断することで、燃料電池システム22のエネルギー効率が低下する状態で燃料電池60が発電を行なうことがなくなる。

【0056】

E. 第2実施例の電気自動車110:

上記第1実施例の電気自動車10は、2次電池26を備えることとしたが、燃料電池とキャパシタを備えるが2次電池を備えない電源装置においても、本発明を適用することができる。図7は、第2実施例の電気自動車110の構成を表わす説明図である。図7において、図1の電気自動車10と共通する部分には同じ参照番号を付して説明を省略する。

【0057】

電気自動車110は、電源装置115を備えている。電源装置115は、燃料電池システム22と、キャパシタ24とを備え、2次電池は備えない。また、電気自動車110は、電源装置115から電力供給を受ける負荷として、駆動モータ32と、高圧補機40と、低圧補機46を備える。低圧補機46とは、例えば、燃料電池60に燃料ガスや酸化ガスや冷却水を給排する流路に設けた流量調節バルブ等であって、降圧DC/DCコンバータ44を介して、配線50に接続している。このような低圧補機46は、駆動モータ32や高圧補機とは異なり駆動電圧が低いため、電源装置115から電力を供給する際には、降圧DC/DCコンバータ44が、電圧を12V程度に下げる。負荷が変動して配線50の電圧が変動するときには、電圧計52の検出信号に基づいて制御部48が降圧DC/DCコンバータ44を駆動して、低圧補機46に電力供給する際の電圧は略一定に保たれる。なお、低圧補機46および降圧DC/DCコンバータ44は、既述した第1実施例の電気自動車10では、記載を省略した。

【0058】

また、電源装置115においては、キャパシタ24と配線50との間の接続を入り切りするスイッチ23が設けられている。このスイッチ23は、電源装置115の停止時に切断され、電源装置115の起動時に接続される。これによって、電源装置115が停止している間は、キャパシタ24に所定の電荷が蓄積された状態が保たれる。そして、電源装置115の起動時には、スイッチ23が接続され、燃料電池60から所望量の電力が得られるようになるまで、キャパシタ24から各負荷に対して電力が供給される。スイッチ23は、電源装置115の稼働中は、通常は閉状態となっている。

【0059】

このような電気自動車110においても、キャパシタ24を用いて回生電力を利用可能とすることで、エネルギー効率を向上させることができる。また、図5に示した間欠運転判断処理ルーチンと同様の動作によって、間欠運転モードに運転状態を切り替え、低負荷時にエネルギー効率が低下するのを防止することができる。このように、第1実施例の電気自動車10と同様に、キャパシタを用いる効果と、間欠運転モードを採用することによる効果の、両方を得ることができる。

【0060】

既述したように、第1および第2実施例では、定常運転モードと間欠運転モードとの切り替え時期を、電圧計52が検出する電源装置の出力電圧値に基づいて判断した。この電源装置の出力電圧値は、配線50に対して、他の電源(燃料電池60あるいは2次電池26)と並列に接続され、電源装置の稼働中は、配線50との接続が維持されるキャパシタ24の電圧ということができる。また、電源装置の出力電圧値は、スイッチ20が閉状態になっているときには、燃料電池60が出力する電力の大きさを反映する値ということもできる。このような電圧値に基づいて、間欠運転モードの切り替え判断を行なうことにより

10

20

30

40

50

、切り替えの動作を、より望ましいタイミングで正確に行なうことが可能となる。

【 0 0 6 1 】

例えば、第 2 実施例の電気自動車 1 1 0 では、定常運転モードにおける電源装置 1 1 5 の出力電力量は、燃料電池 6 0 が出力する電力量と、キャパシタ 2 4 における充放電量との合計であり、これが、負荷が消費する電力量となる。燃料電池 6 0 とキャパシタ 2 4 とは並列に接続されているため、負荷が増大して燃料電池 6 0 の発電量が増加し、出力電圧が低下すると、電圧低下に従ってキャパシタ 2 4 は放電する。また、負荷が減少して燃料電池 6 0 の発電量が減少し、出力電圧が上昇すると、電圧上昇に従ってキャパシタ 2 4 は燃料電池 6 0 から電力供給を受ける。このように、負荷要求の大きさと燃料電池 6 0 の出力電力量とは、キャパシタ 2 4 における充放電量分の差がある。しかしながら、キャパシタ 2 4 における充放電量は、そのときの電圧と負荷変動の状態によって定まり、制御することができない。このような電源装置 1 1 5 において、電圧計 5 2 の検出する電圧値は、燃料電池 6 0 の出力状態を直接反映しており、この電圧値に基づくことによって、所望のタイミング（燃料電池 6 0 の出力が、図 4（B）に示す P_0 に成るタイミング）で正確に、間欠運転モードの切り替えを行なうことが可能となる。

10

【 0 0 6 2 】

F . 第 3 実施例 :

上記第 1 および第 2 実施例では、スイッチ 2 0 の入り切りの判断を行なう際に、電圧計 5 2 が検出する電源装置の出力電圧（キャパシタ電圧） V_C との比較に用いる基準電圧 V_0 を、一定の値としたが、異なる構成とすることも可能である。以下に、第 3 実施例として、定常運転モードと間欠運転モードとを切り替える判断を行なう際に用いる基準電圧として、異なる値を用い、また、スイッチ 2 0 を接続する動作の判断に用いる基準電圧を変動させる制御の方法を説明する。なお、第 3 実施例では、第 2 実施例と同様の電気自動車 1 1 0 に基づいて説明を行なう。

20

【 0 0 6 3 】

まず、定常運転モードから間欠運転モードに切り替えるときと、間欠運転モードから定常運転モードに切り替えるときとで、異なる基準電圧を用いて判断を行なう構成について説明する。本実施例では、間欠運転モードから定常運転モードに切り替えるときの基準電圧 V_1 を、定常運転モードから間欠運転モードに切り替えるときの基準電圧 V_2 よりも低く設定している。図 8 は、このように基準電圧 V_1 , V_2 を設定したときの、キャパシタ電圧 V_C と運転モードとの関係を表わす説明図である。間欠運転モードであるときに、電圧計 5 2 が検出するキャパシタ電圧 V_C が基準電圧 V_1 よりも小さくなると、定常運転モードに切り替わり、定常運転モードであるときに、キャパシタ電圧 V_C が基準電圧 V_2 を超えると、間欠運転モードに切り替わる。

30

【 0 0 6 4 】

また、本実施例では、間欠運転モードから定常運転モードに切り替えるとき（スイッチ 2 0 を開状態から閉状態へ切り替えるとき）の基準電圧 V_1 を、キャパシタ電圧上昇率（ dV_C / dt ）に応じて設定している。図 9 は、第 3 実施例におけるキャパシタ電圧上昇率（ dV_C / dt ）と基準電圧 V_1 との関係を表わす説明図である。図 9 に示すように、本実施例では、キャパシタ電圧上昇率（ dV_C / dt ）が小さくなるほど、基準電圧 V_1 が大きな値となるように、基準電圧 V_1 を設定している。

40

【 0 0 6 5 】

図 1 0 は、電気自動車 1 1 0 が起動されたときに制御部 4 8 で繰り返し実行されるモード切替判断処理ルーチンを表わすフローチャートである。本ルーチンが実行されると、制御部 4 8 は、まず、電気自動車 1 1 0 の運転モードを判断する（ステップ S 2 0 0）。このステップ S 2 0 0 において間欠運転モードと判断すると、次に、電圧計 5 2 が検出するキャパシタ電圧 V_C を読み込む（ステップ S 2 1 0）。そして、ステップ S 2 1 0 で読み込んだキャパシタ電圧 V_C に基づいて、キャパシタ電圧上昇率（ dV_C / dt ）を算出する（ステップ S 2 2 0）。

【 0 0 6 6 】

50

なお、ステップS 2 1 0では、キャパシタ電圧を1点だけ読み込んでいるのではなく、本ルーチンが実行される間隔に比べて十分に短い間隔 ($d t$) をおいて2回読み込みを行ない、 V_{c1} 、 V_{c2} の2つの電圧値を取得している。そして、ステップS 2 2 0では、これらの値に基づいて、キャパシタ電圧上昇率 ($d V_c / d t$ 、ただし $d V_c = V_{c2} - V_{c1}$) を算出している。

【 0 0 6 7 】

キャパシタ電圧上昇率 ($d V_c / d t$) を算出すると、次に、基準電圧 V_1 を求める (ステップS 2 3 0)。基準電圧 V_1 は、キャパシタ電圧上昇率 ($d V_c / d t$) に基づいて、図9に示した関係を参照して求める。既述したように、キャパシタ電圧上昇率 ($d V_c / d t$) が小さくなるほど、すなわち、負荷要求が大きくキャパシタ24からの放電の度合いが大きいほど、基準電圧 V_1 は大きな値となるように設定される。なお、間欠運転モードとは、燃料電池システム22を停止してキャパシタ24から電力を供給する運転モードであるため、このときのキャパシタ電圧上昇率 ($d V_c / d t$) は負の値となる。図9では、キャパシタ電圧上昇率が負の値となる時も正の値となる時も含めて、キャパシタ電圧上昇率が小さいときほど、基準電圧 V_1 が大きな値となる様子を示している。キャパシタ電圧上昇率が正の値となるときに求められる基準電圧 V_1 を用いる動作は、回生運転モードにおいて燃料電池を起動する際に行なわれるが、これについては後述する。

【 0 0 6 8 】

基準電圧 V_1 を求めると、この基準電圧 V_1 と、ステップS 2 1 0で取得したキャパシタ電圧 V_c (具体的には、上記した V_{c2}) とを比較する (ステップS 2 4 0)。ステップS 2 4 0において、キャパシタ電圧 V_c が基準電圧 V_1 よりも大きいと判断されるときには、ステップS 2 1 0に戻る。その後、キャパシタ電圧 V_c が基準電圧 V_1 以下となるまで、ステップS 2 1 0ないしステップS 2 4 0の動作を繰り返す。このとき電気自動車110は、間欠運転モードを維持する。

【 0 0 6 9 】

ステップS 2 4 0において、キャパシタ電圧 V_c が基準電圧 V_1 以下であると判断されると、制御部48は、スイッチ20に駆動信号を出力してこれを閉状態として、定常運転モードに切り替える動作を行なう (ステップS 2 5 0)。このとき、燃料電池システム22の各部にも駆動信号が出力される。例えば、燃料電池60にガスを供給するガス供給装置 (燃料ガス供給部61およびブロワ64) に対して駆動信号が出力され、負荷要求に応じた電力を出力するように、燃料電池60に対して燃料ガスおよび酸化ガスの供給が開始される。

【 0 0 7 0 】

定常運転モードに切り替わると、再び、キャパシタ電圧 V_c の読み込みを行なう (ステップS 2 6 0)。そして、ステップS 2 6 0で読み込んだキャパシタ電圧 V_c と、基準電圧 V_2 とを比較する (ステップS 2 7 0)。ここで、基準電圧 V_2 とは、定常運転モードから間欠運転モードに切り替えるか否かの判断を行なうための基準として、予め制御部48内に記憶したものである。この基準電圧 V_2 は、既述したように基準電圧 V_1 がキャパシタ電圧上昇率 ($d V_c / d t$) に応じて変動する場合にも、常に基準電圧 V_1 よりも大きな値となるように設定されている。

【 0 0 7 1 】

ステップS 2 7 0において、キャパシタ電圧 V_c が基準電圧 V_2 よりも小さいときには、ステップS 2 6 0に戻る。そして、キャパシタ電圧 V_c が基準電圧 V_2 以上となるまで、ステップS 2 6 0およびS 2 7 0の動作を繰り返す。

【 0 0 7 2 】

ステップS 2 7 0において、キャパシタ電圧 V_c が基準電圧 V_2 以上であると判断されると、制御部48は、スイッチ20に駆動信号を出力してこれを開状態をして、間欠運転モードに切り替える動作を行ない (ステップS 2 8 0)、本ルーチンを終了する。このようにスイッチ20を開状態とすると、燃料電池60の負荷に対する接続が切断されて燃料電池60は発電を停止し、負荷に対しては、キャパシタ24から電力が供給される。なお、

10

20

30

40

50

ステップS 2 8 0で定常運転モードに切り替えられるときには、燃料電池システム 2 2の各部にも駆動信号が出力され、燃料電池 6 0へのガスの供給が停止される。

【 0 0 7 3 】

ステップS 2 0 0において、運転モードが定常運転モードであると判断されたときには、そのままステップS 2 6 0に移行し、ステップS 2 6 0以下の処理を行なう。

【 0 0 7 4 】

以上のように構成された第3実施例の電源装置 1 1 5では、間欠運転モードから定常運転モードに切り替える判断を行なう際に基準として用いる基準電圧 V_1 を、キャパシタ電圧上昇率(dV_c / dt)が小さくなるときほど大きな値となるように設定している。そのため、間欠運転モードにおいて急激に電力が消費されるときほど、より早く、キャパシタ電圧 V_c がより高いうちに、定常運転モードへの切り替えが行なわれる。これによって、間欠運転モードから定常運転モードへの切り替え時に燃料電池 6 0の出力電圧が低下しすぎるのを、防止することができる。

10

【 0 0 7 5 】

定常運転モードへの切り替え時に、スイッチ 2 0が閉状態となると共に燃料電池 6 0へのガスの供給が開始されると、負荷要求に応じた電力が燃料電池 6 0から取り出される。しかしながら、負荷要求が急激に増大する場合には、燃料電池 6 0において一時的にガス不足の状態となり、燃料電池 6 0の出力電圧が望ましくない程度に低下してしまうおそれが生じる。燃料電池 6 0でガス不足が生じる原因の一つとして、燃料電池 6 0にガスを供給するガス供給装置では、その始動時に、駆動信号に応じた量のガスを供給する状態となるまでに所定の時間を要することが考えられる。また、他の原因として、キャパシタ電圧 V_c が検出されるときと、燃料電池 6 0が実際に発電を開始するときとの間に、所定の遅れが生じることが考えられる。定常運転モードへの切り替え時には、出力電圧が基準電圧 V_1 となる運転ポイントで燃料電池 6 0が発電するようにガスの供給量が決定されるが、上記遅れが存在するために、実際にスイッチ 2 0が接続されて燃料電池 6 0が発電を開始するときには、キャパシタ電圧はさらに低下していることが考えられる。このような場合には、燃料電池 6 0は、電圧が低下したキャパシタ 2 4に電力を供給しようとするため発電量が増大し、ガス不足となるおそれがある。本実施例では、キャパシタ電圧上昇率が小さく、電力消費が急激であるほど、基準電圧 V_1 を大きく設定し、消費電力がより少ない状態で燃料電池 6 0を起動するため、このような不都合が生じるのを抑えることができる。

20

30

【 0 0 7 6 】

さらに、本実施例によれば、キャパシタ電圧上昇率が小さいときほど、すなわち負荷の増大の程度が大きいときほど、より早く(キャパシタ電圧 V_c がより高い内に)、間欠運転モードから定常運転モードへの切り替えを行なっている。そのため、キャパシタ電圧 V_c と、燃料電池 6 0の電圧($OCV = open\ circuit\ voltage$ 、図3参照)との差がより小さい内に、間欠運転モードから定常運転モードへと切り替えることができる。これにより、上記切り替えを行なう時に、燃料電池 6 0とキャパシタ 2 4とを接続する回路において突入電流が生じ、キャパシタ 2 4やスイッチ 2 0が損傷を受けるのを防止することができる。同様に、上記電圧差に起因して燃料電池 6 0が損傷を受けるのを防止することができる。

40

【 0 0 7 7 】

なお、上記した説明では、ステップS 2 1 0において、キャパシタ電圧として、2つの値 V_{c1} 、 V_{c2} を取得することとしたが、1つの値を取得することとしても良い。このような場合には、本ルーチンを実行する際にはステップS 2 1 0で取得したキャパシタ電圧 V_c を、一旦記憶することとすればよい。そして、新たにステップS 2 1 0で取得したキャパシタ電圧と、記憶しておいたキャパシタ電圧との差を、キャパシタ電圧の変化量 dV_c として、キャパシタ電圧変化率の算出を行なえばよい。

【 0 0 7 8 】

また、本実施例では、運転モードの切り替え時に用いる基準電圧の値を、基準電圧 V_2 が基準電圧 V_1 よりも高くなるように設定しているため、運転モードの切り替えの動作を、

50

効率的に実行することができる。すなわち、運転モードの切り替え時において、いわゆるハンチングが起こるのを防止することができる。なお、基準電圧 V_1 と V_2 との間にこのような差を設けない場合には、図9を参照してキャパシタ電圧上昇率に基づき設定される基準電圧 V_1 を、次回、定常運転モードから間欠運転モードへの切り替えを行なう際に用いる基準電圧 V_2 としても用いることとすればよい。

【0079】

また、上記第3実施例では、基準電圧 V_2 は一定の値としたが、変動する値としても良い。キャパシタ電圧上昇率(dV_c/dt)に応じて基準電圧 V_1 が変動しても、常に基準電圧 V_1 よりも大きな値として設定されるならば、運転モードの切り替え時にハンチングが起こるのを防止するという効果を得ることができる。

10

【0080】

上記第3実施例では、第2実施例と同様に、図7に示した電気自動車110に基づいて、運転モード切り替えの動作について説明した。第3実施例のように、キャパシタ電圧上昇率に応じて基準電圧 V_1 を設定する制御は、図1に示した第1実施例の電気自動車10においても、同様に適用可能である。この場合にも、上記第3実施例と同様の効果を得ることができる。実施例1の電源装置15では、図10のステップS250において定常運転モードへの切り替えを行なう際には、DC/DCコンバータ28の出力電圧が、ステップS230で求めた基準電圧 V_1 となるように、DC/DCコンバータ28に駆動信号を出力すればよい。

【0081】

20

G. 第4実施例：

第3実施例では、間欠運転モードから定常運転モードに切り替える際に、燃料電池60を起動する動作について説明したが、第4実施例では、回生運転モードにおいて燃料電池60を起動する動作について説明する。回生運転モードとは、既述したように、制動時(車両の走行時に運転者がブレーキを踏み込む動作を行なっているとき)に、駆動モータを発電機として用いることによって、車軸の有する運動エネルギーを電気エネルギーに変換し、これを回収する運転モードである。第4実施例の制御は、このように回生エネルギーをキャパシタに蓄積する際に、キャパシタ電圧が上がりすぎるのを防止するためのものである。以下に示す第4実施例では、第2および第3実施例と同様の電気自動車110に基づいて説明を行なう。

30

【0082】

図11は、第4実施例の電気自動車110において、制動要求があるとき(車両のブレーキを踏み込む動作が行なわれているとき)に実行される回生運転時判断処理ルーチンを表わすフローチャートである。第4実施例においても、第3実施例と同様に、電気自動車110の起動中には、図10に示したモード切り替え判断処理ルーチンが、制御部48において繰り返し実行される。ここで、第4実施例では、電気自動車110において制動要求があると、この制動要求がある間は、図10のモード切り替え判断処理ルーチンに代えて、図11の回生運転時判断処理ルーチンが制御部48で実行される。

【0083】

本ルーチンが起動されると、まず、スイッチ20を開状態として、燃料電池システム22を停止させ(ステップS300)、回生運転を開始する。なお、制動要求があつて本ルーチンが開始される時点で、車両が間欠運転モードであるときには、すでにスイッチ20は開状態となって燃料電池システム22は停止状態となっている。そのため、このような場合には、ステップS300を省略してそのまま回生運転を開始する。回生運転が開始されると、電気自動車110では、既述したように車軸の有するエネルギーが駆動モータ32を介して回収され、回収された電気エネルギーがキャパシタ24に蓄積されるようになる。このように回生運転が行なわれるときには、駆動モータ32における電流値波形が所定の位相となるように制御することによって、駆動モータ32のトルクが制御される。このようにして、配線50に回生電力が供給される際の電圧が、常にキャパシタ電圧に略等しくなるように制御されて、キャパシタ24に電荷が蓄積され、キャパシタ電圧が上昇する。

40

50

【 0 0 8 4 】

次に、キャパシタ電圧 V_c を読み込み（ステップ S 3 1 0）、キャパシタ電圧上昇率（ dV_c / dt ）を算出する（ステップ S 3 2 0）。これらの工程は、図 1 0 に示したモード切り替え判断処理ルーチンにおけるステップ S 2 1 0 および S 2 2 0 と同様である。ただし、このとき、車両は回生運転モードであり、回生された電力によってキャパシタ 2 4 に電荷を蓄積している状態であるため、キャパシタ電圧上昇率は正の値となる。そして、ステップ S 3 2 0 で算出したキャパシタ電圧上昇率に基づいて、図 9 に示したキャパシタ電圧上昇率と基準電圧 V_1 との関係を参照して、基準電圧 V_1 を求める（ステップ S 3 3 0）。

【 0 0 8 5 】

基準電圧 V_1 を求めると、次に、この基準電圧 V_1 と、ステップ S 3 1 0 で取得したキャパシタ電圧 V_c とを比較する（ステップ S 3 4 0）。ステップ S 3 4 0 において、キャパシタ電圧 V_c が基準電圧 V_1 よりも小さいと判断されるときには、ステップ S 3 1 0 に戻る。そして、ステップ S 3 4 0 でキャパシタ電圧 V_c が基準電圧 V_1 以上であると判断されるまで、ステップ S 3 1 0 ないしステップ S 3 4 0 の動作を繰り返す。この間、電気自動車 1 1 0 は回生運転モードで運転されて、駆動モータ 3 2 が発電した電力によって、キャパシタ 2 4 に電荷が蓄積される。

【 0 0 8 6 】

ステップ S 3 4 0 において、キャパシタ電圧 V_c が基準電圧 V_1 以上であると判断されると、スイッチ 2 0 を閉状態とすると共に、燃料電池システム 2 0 を起動して（ステップ S 3 5 0）、本ルーチンを終了する。すなわち、制動要求に伴って駆動モータ 3 2 で発電を行なう回生運転を行ないつつ、燃料電池 6 0 による発電を行なう運転状態にする。このとき、燃料電池システム 2 0 では、ガス供給装置（燃料ガス供給部 6 1 およびブロワ 6 4）などの燃料電池補機の消費する電力が、燃料電池 6 0 の発電する電力よりも多くなるように、ガス供給装置が制御される。そのため、燃料電池補機の要する電力のうち、燃料電池 6 0 の発電量では不足する分は、回生電力によって賄われるようになる。すなわち、回生運転によって駆動モータ 3 2 で発電された電力は、燃料電池補機によって消費される状態となる。また、このように燃料電池 6 0 の発電量を低く抑えることで、燃料電池の出力電圧およびキャパシタ電圧は、燃料電池 6 0 の O C V（open circuit voltage）に近い所定の値（の範囲）となり、高いレベルに維持される。

【 0 0 8 7 】

本ルーチンを終了すると、制動要求がなくなるまで（車両のブレーキを踏み込む動作が行なわれなくなるまで）、このような運転状態を維持する。そのため、本ルーチンを実行すると、制動要求がなくなるまでの間、キャパシタ電圧 V_c は、燃料電池 6 0 の O C V に近い上記所定の値（の範囲）に保たれる。なお、図 1 1 に示した回生運転時判断処理ルーチンを実行している途中で、制動要求がなくなると、その時点で回生運転時判断処理ルーチンの実行を中止して、図 1 0 に示したモード切り替え判断処理ルーチンに移行する。

【 0 0 8 8 】

以上のように構成された第 4 実施例の電源装置によれば、回生運転モードのときに、キャパシタ電圧 V_c が所定の基準電圧 V_1 を超えると、燃料電池システム 2 2 を起動して、回生された電力を燃料電池補機によって消費している。そのため、キャパシタ電圧 V_c が、望ましくない程度に上昇してしまうのを防止することができる。その際、上記基準電圧 V_1 は、固定の値を用いることとしても、回生運転時にキャパシタ電圧 V_c が上昇しすぎるのを防止する効果を得ることができるが、本実施例では、キャパシタ電圧上昇率が大きいときほど、上記基準電圧 V_1 を低い値に設定している。そのため、回生運転によって急激に電力が回収されるときには、より早く燃料電池システム 2 2 を起動することができ、キャパシタ電圧 V_c が上昇しすぎてしまうのを、より確実に防止可能となっている。

【 0 0 8 9 】

なお、このように回生電力を燃料電池補機で消費するために燃料電池 6 0 で発電を行なうと、燃料電池 6 0 で発電する電力は無駄となってしまう。しかしながら、キャパシタ電圧

10

20

30

40

50

を高いレベルに維持して次の放電に備えることができるため、制動時にエネルギーの回収を行わずに通常のホイールブレーキを用いてエネルギーを廃棄する場合に比べると、電気自動車 110 全体のエネルギー効率を向上させることができる。

【0090】

上記第4実施例では、第2および第3実施例と同様に、図7に示した電気自動車110に基づいて、回生運転モードにおいて燃料電池システム22を起動する動作について説明した。このように、回生運転モードにおいて燃料電池システム22を起動させる構成は、第1実施例の電気自動車10においても同様に適用することができる。回生運転によって得られるエネルギーを、2次電池を用いずにキャパシタ24に蓄える動作を行なう場合には、同様の制御を行なうことによって、キャパシタ電圧 V_c が望ましくない程度に上昇してしまふのを防止することができる。

10

【0091】

H. 変形例:

なお、この発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【0092】

H1. 変形例1:

図5に示した間欠運転判断処理ルーチンにおいては、運転状態を、定常運転モードから間欠運転モードに変更するかどうかの判断は、配線50の電圧に基づいて行なうが、異なる値に基づくことととも良い。既述したように、配線50の電圧に基づくこととすれば、所望のタイミングで正確に切り替えを行なうことができるが、燃料電池60の出力は、負荷要求に応じて増減するため、負荷の大きさに基づいて判断しても良い。あるいは、燃料電池60の出力電流値に基づいて、定常運転モードから間欠運転モードへの切り替えの判断をしても良い。燃料電池システム22のエネルギー効率が望ましくない程度に低下する状態となるときに、間欠運転モードが実行されればよい。

20

【0093】

H2. 変形例2:

同様に、図10に示したモード切り替え判断処理ルーチンにおいても、キャパシタ電圧 V_c （配線50の電圧）とは異なる値に基づいて、運転モードの切り替えを行なうか否かの判断を行なうこととしても良い。また、図11に示した回生運転時判断処理ルーチンにおいても、キャパシタ電圧 V_c とは異なる値に基づいて、回生運転時に燃料電池システム22を起動するか否かの判断を行なうこととしても良い。上記判断を行なう際に用いる値は、電源装置の出力の変動に伴って変動する値であればよい。キャパシタ電圧 V_c 以外に用いることができる値としては、例えば、電源装置115から出力されるパワーの大きさを挙げることができる。電源装置115からの出力の大きさは、具体的には、駆動モータ32におけるトルク指令値と、駆動モータ32の回転数から算出することができる。このような場合には、図9と同様に、出力パワーの変化率と基準出力パワーとの関係を予め設定しておき、これを参照しつつ、算出した出力パワーに基づいて、上記判断を行なえばよい。

30

40

【0094】

あるいは、上記判断を行なう際に、変化率を算出するための値と、基準値との比較を行なうための値とは、異なる値を用いることとしてもよい。例えば、上記判断時には、出力パワーとキャパシタ電圧 V_c との両方を取得することとする。そして、出力パワーの変化率と基準電圧 V_1 との関係を予め設定しておく。このような構成とすれば、算出した出力パワーに基づいて、上記設定しておいた関係を参照して、基準電圧 V_1 を求め、この基準電圧 V_1 と取得したキャパシタ電圧 V_c とを比較することで、上記判断を行なうことができる。

【0095】

H3. 変形例3:

50

また、図5に示した間欠運転判断処理ルーチンにおいては、ステップS110とステップS140とで、判断に用いる基準電圧値 V_0 を、異なる値としても良い。負荷が小さくなって、燃料電池システム22全体のエネルギー効率が望ましくない程度に低下するとき、間欠運転モードに切り替わればよい。

【0096】

H4．変形例4：

第4実施例では、回生運転モードにおいてキャパシタ電圧 V_C が基準電圧 V_1 以上となつて、スイッチ20を閉状態とするときには、燃料電池システム22を起動したが、燃料電池システム22の起動は行なわないこととしても良い。この場合には、燃料電池60による発電を行なうことなく、燃料電池補機（例えばブロワ64）だけを起動して、この燃料電池補機によって回生電力を消費すればよい。すなわち、キャパシタ電圧 V_C が基準電圧 V_1 以上となったときには、スイッチ20は開状態のまま、ブロワ64を起動する。その際には、ブロワ64の駆動電圧を制御することによって、回生電力量に合わせて、ブロワ64における消費電力量を調節すればよい。このとき、スイッチ23も開状態にすれば、キャパシタ電圧 V_C は、基準電圧 V_1 に近い値で保持される。制動要求がなくなったときには、スイッチ23を閉状態として、図10のモード切り替え判断処理ルーチンを実行すればよい。

10

【0097】

なお、キャパシタ電圧 V_C が、図9を参照して求められる基準電圧 V_1 以上となったときには、スイッチ20は開状態のまま回生運転を中止して、電気自動車では通常のホイールブレーキを用いることとしても良い。このような場合にも、制動要求がある間、キャパシタ電圧 V_C を基準電圧 V_1 に近い値で保持することができる。

20

【0098】

H5．変形例5：

図9では、間欠運転モードから定常運転モードに切り替える判断の際に用いる基準電圧 V_1 （キャパシタ電圧上昇率が負の時の基準電圧 V_1 ）と、回生運転モードにおいて燃料電池システム22を起動する判断の際に用いる基準電圧 V_1 （キャパシタ電圧上昇率が正の時の基準電圧 V_1 ）とは、互いに連続する値とした。これに対して、キャパシタ電圧上昇率が負の時の基準電圧 V_1 と、キャパシタ電圧上昇率が正の時の基準電圧 V_1 とを、不連続な値として設定することとしても良い。その一例を、図12に示す。図12に基づくと、キャパシタ電圧上昇率が正であつてその絶対値が比較的小さいとき、すなわち、回生される電力量が比較的少ないときには、キャパシタ電圧上昇率に対応する基準電圧 V_1 として、より高い値が設定される。このような構成とすれば、回生される電力量の増加の程度が比較的少なく、キャパシタ電圧が上限値を超えるおそれの少ないときに、燃料電池60を起動する前にキャパシタ24の電圧をより高くすることができる。

30

【0099】

H6．変形例6：

また、キャパシタ電圧上昇率と基準電圧 V_1 との関係は、両者の関係が一定の割合で変化する（図9のように両者の関係を図示したときの傾きが一定となる）状態に限るものではない。図9のように両者の関係を図示したときに、傾きが途中で変化することとしても良く、両者の関係は、キャパシタ24や燃料電池22など電気自動車110を構成する各部の性能に応じて適宜設定することができる。例えば、キャパシタ電圧上昇率の絶対値が所定の値よりも小さいときには、基準電圧 V_1 を一定の値としてもよく、全体として、キャパシタ電圧上昇率が小さいときほど基準電圧 V_1 が大きな値に設定されればよい。このような構成の例を、図13（A）、（B）に示す。このような場合にも、間欠運転モードのときには、消費電力が大きいときほど、より早く定常運転モードへ切り替える判断を行なうことができる。また、回生運転モードのときには、回生電力が大きいときほど、より早く燃料電池システム22を起動する判断を行なうことができる。

40

【0100】

E7．変形例7：

50

また、第 1 ないし第 4 実施例では、配線 5 0 に対する燃料電池 6 0 の接続を入り切りするスイッチ 2 0 は、燃料電池 6 0 の 2 つの端子のそれぞれに対して設けたが、どちらか一方だけにスイッチを設けることとしても良い。間欠運転モードにおいて、燃料電池 6 0 からの出力を、停止させることができればよい。

【 0 1 0 1 】

E 8 . 変形例 8 :

既述した実施例では、燃料電池システム 2 2 は、燃料ガスとして水素ガスを用いることとした。これに対して、燃料ガスとして、改質ガスを用いる構成も可能である。このような場合には、図 2 に示した燃料電池システム 2 2 において、燃料ガス供給部 6 1 として、水素を貯蔵する装置に代えて、改質ガスを生成する装置を備えることとすればよい。具体的には、改質反応に供する改質燃料および水を貯蔵するタンクや、改質触媒を備える改質器、さらに、改質ガス中の一酸化炭素濃度を低減するための反応を促進する触媒を備える反応部などを備えることとすればよい。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 電気自動車 1 0 の構成の概略を表わすブロック図である。

【 図 2 】 燃料電池システム 2 2 の構成の概略を表わす説明図である。

【 図 3 】 燃料電池 6 0 における出力電流と、出力電圧あるいは出力電力との関係を示す説明図である。

【 図 4 】 燃料電池 6 0 の出力の大きさと、エネルギー効率との関係を表わす説明図である。

【 図 5 】 間欠運転判断処理ルーチンを表わすフローチャートである。

【 図 6 】 定常運転モードと間欠運転モードとが交互に切り替わるときの、燃料電池 6 0 の出力電圧およびキャパシタ 2 4 の電圧を示す説明図である。

【 図 7 】 電気自動車 1 1 0 の構成の概略を表わすブロック図である。

【 図 8 】 キャパシタ電圧 V_C と運転モードとの関係を表わす説明図である。

【 図 9 】 キャパシタ電圧上昇率 (dV_C / dt) と基準電圧 V_1 との関係を表わす説明図である。

【 図 1 0 】 モード切り替え判断処理ルーチンを表わすフローチャートである

【 図 1 1 】 回生運転時判断処理ルーチンを表わすフローチャートである。

【 図 1 2 】 キャパシタ電圧上昇率 (dV_C / dt) と基準電圧 V_1 との関係を表わす説明図である。

【 図 1 3 】 キャパシタ電圧上昇率 (dV_C / dt) と基準電圧 V_1 との関係を表わす説明図である。

【 符号の説明 】

1 0 , 1 1 0 ... 電気自動車

1 5 , 1 1 5 ... 電源装置

2 0 ... スイッチ

2 2 ... 燃料電池システム

2 3 ... スイッチ

2 4 ... キャパシタ

2 7 ... 残存容量モニタ

2 8 ... D C / D C コンバータ

3 0 ... 駆動インバータ

3 2 ... 駆動モータ

3 4 ... 減速ギヤ

3 6 ... 出力軸

3 8 ... 車両駆動軸

4 0 ... 高圧補機

4 2 ... ダイオード

4 4 ... 降圧 D C / D C コンバータ

4 6 ... 低圧補機

10

20

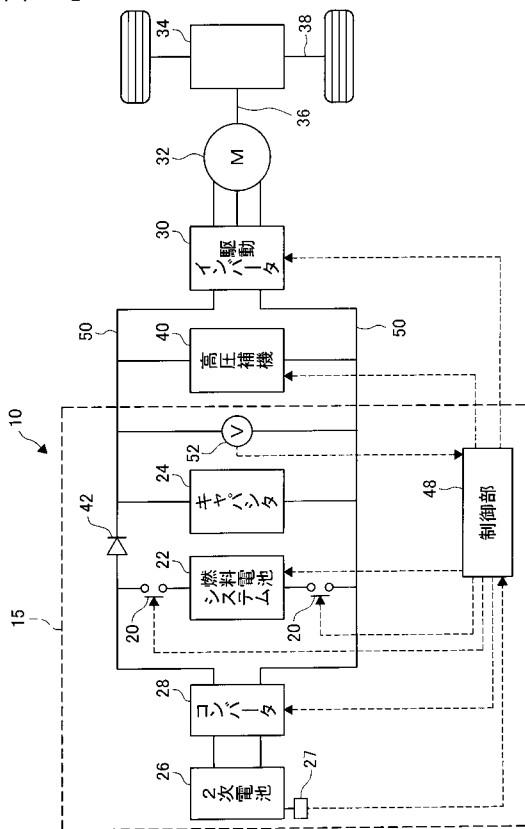
30

40

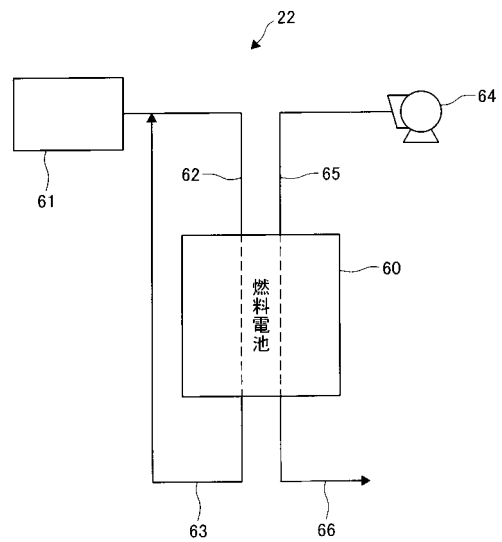
50

- 4 8 ... 制御部
- 5 0 ... 配線
- 5 2 ... 電圧計
- 6 0 ... 燃料電池
- 6 1 ... 燃料ガス供給部
- 6 2 ... 水素ガス供給路
- 6 3 ... 水素ガス排出路
- 6 4 ... プロウ
- 6 5 ... 酸化ガス供給路
- 6 6 ... カソード排ガス路

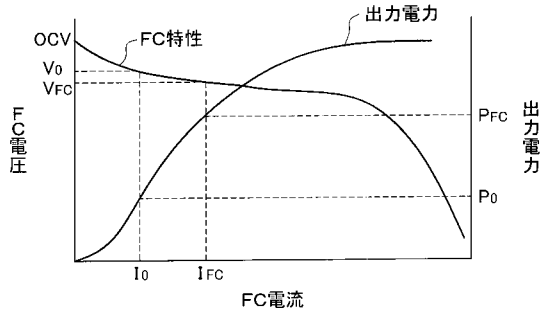
【 図 1 】



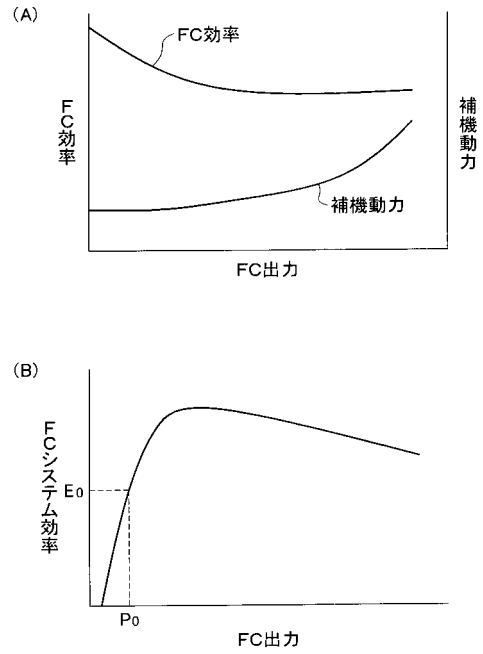
【 図 2 】



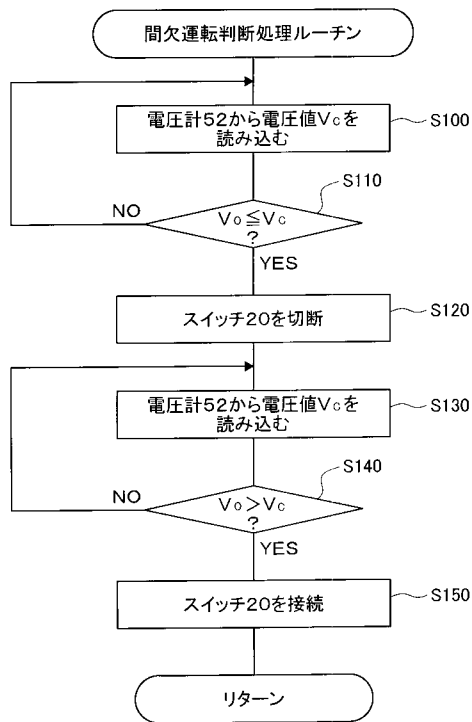
【 図 3 】



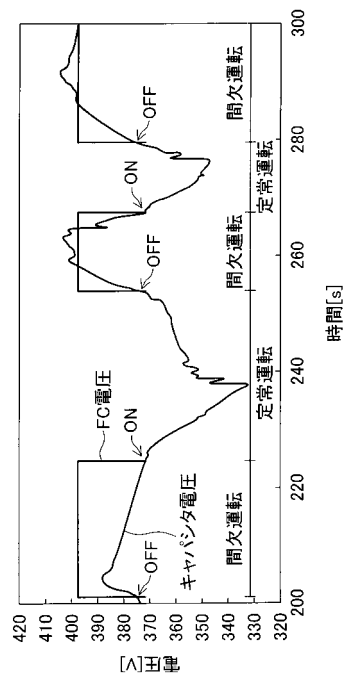
【 図 4 】



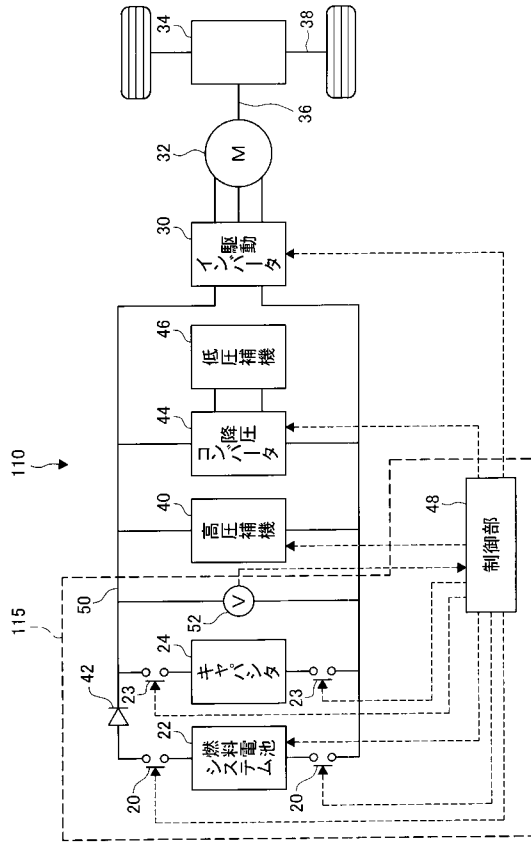
【 図 5 】



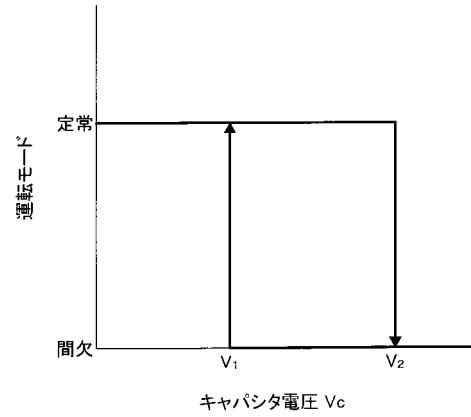
【 図 6 】



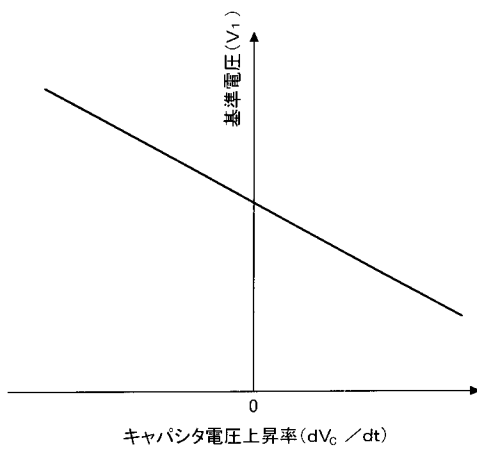
【図7】



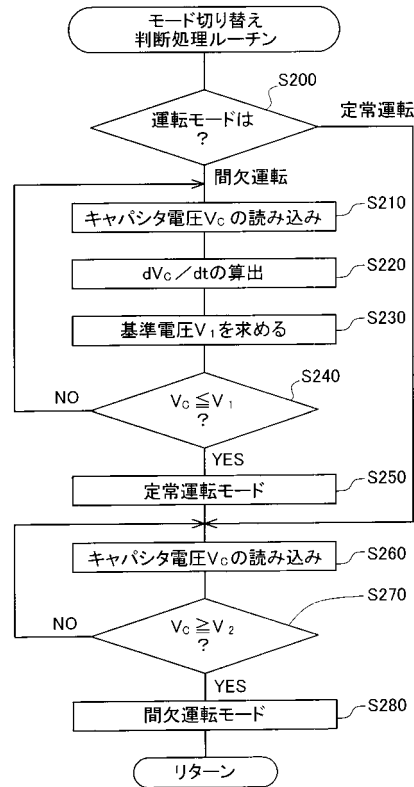
【図8】



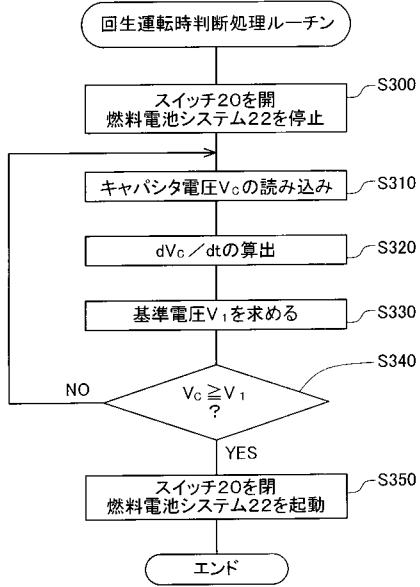
【図9】



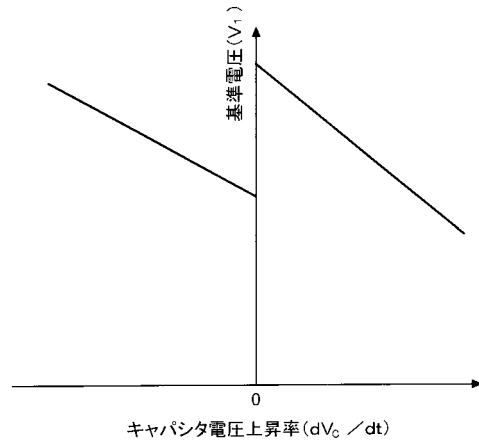
【図10】



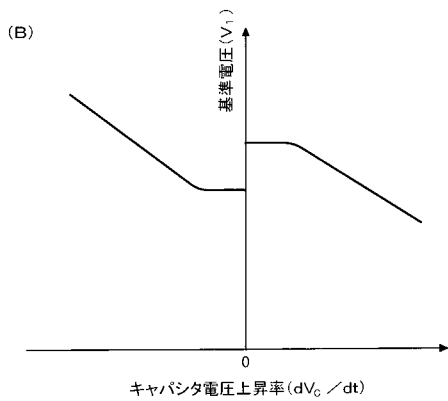
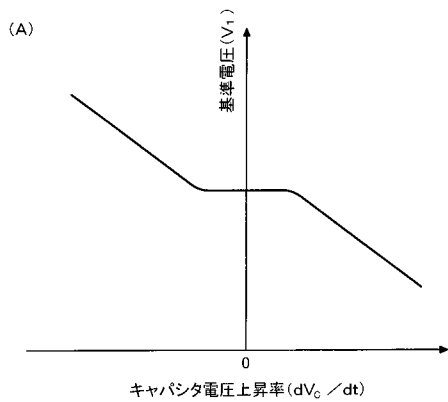
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.⁷

F I

H 0 1 M 8/10

審査官 前田 寛之

(56) 参考文献 特開平 0 9 - 2 9 8 8 0 6 (J P , A)

特開平 0 8 - 1 3 0 8 0 5 (J P , A)

国際公開第 0 1 / 0 3 4 4 2 4 (W O , A 1)

(58) 調査した分野(Int.Cl.⁷, D B名)

H01M 8/00

B60K 1/04

B60L 11/18

H01M 8/04

H01M 8/10