

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4910345号
(P4910345)

(45) 発行日 平成24年4月4日(2012.4.4)

(24) 登録日 平成24年1月27日(2012.1.27)

(51) Int. Cl.		F I			
HO 1 M	8/04	(2006.01)	HO 1 M	8/04	P
HO 2 P	29/00	(2006.01)	HO 2 P	7/00	C
HO 1 M	8/10	(2006.01)	HO 1 M	8/10	

請求項の数 31 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2005-276084 (P2005-276084)	(73) 特許権者	000003997
(22) 出願日	平成17年9月22日(2005.9.22)		日産自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2007-87811 (P2007-87811A)		神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(43) 公開日	平成19年4月5日(2007.4.5)	(74) 代理人	100083806
審査請求日	平成20年7月28日(2008.7.28)		弁理士 三好 秀和
早期審査対象出願		(74) 代理人	100100712
			弁理士 岩▲崎▼ 幸邦
		(74) 代理人	100100929
			弁理士 川又 澄雄
		(74) 代理人	100095500
			弁理士 伊藤 正和
		(74) 代理人	100101247
			弁理士 高橋 俊一
		(74) 代理人	100098327
			弁理士 高松 俊雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

アノードとカソード間に挟持された電解質膜での電極反応によって発電する燃料電池と、モータを駆動源とする空気供給装置からの空気を前記燃料電池のカソードに供給する空気系とを備えた燃料電池システムにおいて、

前記空気供給装置のモータのトルクが当該モータの能力を超えないように制限するための目標制限トルクを設定する目標制限トルク設定手段と、

前記空気供給装置のモータの現在のトルク値を検出あるいは推定するモータトルク検出手段と、

前記目標制限トルク設定手段で設定された目標制限トルクと、前記モータトルク検出手段で検出あるいは推定された現在のモータトルク値とに応じて、前記燃料電池からの取出電力または取出電流を制限する出力制限手段と、を有し、

前記出力制限手段は、

前記目標制限トルク設定手段で設定された目標制限トルクと、前記モータトルク検出手段で検出あるいは推定された現在のモータトルク値と、の偏差に応じて、前記目標制限トルクを補正して第2の目標制限トルクを算出する入力制限トルク補正部と、

前記第2の目標制限トルクに応じて電力制限値または電流制限値を算出する出力制限値演算部と、

前記出力制限値演算部で算出された電力制限値または電流制限値に基づいて前記燃料電池からの取出電力または取出電流を制限する制限部と、

10

20

を有することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】

アノードとカソード間に挟持された電解質膜での電極反応によって発電する燃料電池と、モータを駆動源とする空気供給装置からの空気を前記燃料電池のカソードに供給する空気系とを備えた燃料電池システムにおいて、

前記空気供給装置のモータのトルクが当該モータの能力を超えないように制限するための目標制限トルクを設定する目標制限トルク設定手段と、

前記空気供給装置のモータの現在のトルク値を検出あるいは推定するモータトルク検出手段と、

前記目標制限トルク設定手段で設定された目標制限トルクと、前記モータトルク検出手段で検出あるいは推定された現在のモータトルク値とに応じて、前記燃料電池からの取出電力または取出電流を制限する出力制限手段と、を有し、

前記出力制限手段は、

前記目標制限トルク設定手段で設定された目標制限トルクに応じて電力制限値または電流制限値を算出する出力制限値演算部と、

前記目標制限トルク設定手段で設定された目標制限トルクと、前記モータトルク検出手段で検出あるいは推定された現在のモータトルク値と、の偏差に応じて、前記出力制限値演算部で算出された電力制限値または電流制限値を補正する出力制限値補正部と、

前記出力制限値補正部で補正された電力制限値または電流制限値に基づいて前記燃料電池からの取出電力または取出電流を制限する制限部と、

を有することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 3】

前記空気供給装置のモータの回転数を検出するモータ回転数検出手段をさらに備え、

前記目標制限トルク設定手段は、前記モータ回転数検出手段で検出されたモータの回転数に応じて前記目標制限トルクを設定することを特徴とする請求項 1 または 2 の何れかに記載の燃料電池システム。

【請求項 4】

前記空気供給装置のモータの目標回転数を演算するモータ目標回転数演算手段をさらに備え、

前記目標制限トルク設定手段は、前記モータ目標回転数演算手段で演算されたモータの目標回転数に応じて前記目標制限トルクを設定することを特徴とする請求項 1 または 2 の何れかに記載の燃料電池システム。

【請求項 5】

前記目標制限トルク設定手段は、前記モータ回転数検出手段で検出されたモータの回転数に補正をかけた出力、または前記モータ目標回転数演算手段で演算されたモータの目標回転数に補正をかけた出力に応じて前記目標制限トルクを設定することを特徴とする請求項 3 または 4 の何れかに記載の燃料電池システム。

【請求項 6】

大気圧を検出する大気圧検出手段をさらに備え、

前記出力制限手段の出力制限値演算部は、前記目標制限トルク設定手段で設定された目標制限トルクまたは前記入力制限トルク補正部で算出された第 2 の目標制限トルクと、前記大気圧検出手段で検出された大気圧とに応じて、前記電力制限値または電流制限値を算出することを特徴とする請求項 1 または 2 の何れかに記載の燃料電池システム。

【請求項 7】

前記出力制限手段の出力制限値補正部または入力制限トルク補正部は、前記目標制限トルク設定手段で設定された目標制限トルクと前記モータトルク検出手段で検出あるいは推定された現在のモータトルク値との偏差と、当該偏差の積分値であって下限値のリミットが設定された積分値とに応じて、前記補正の際の補正量を求めることを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の燃料電池システム。

【請求項 8】

10

20

30

40

50

前記出力制限手段の出力制限値補正部または入力制限トルク補正部は、前記モータトルク検出手段で検出あるいは推定された現在のモータトルク値が、前記目標制限トルク設定手段で設定された目標制限トルクよりも所定値だけ低い値に設定された第1の閾値以上となったときに、前記補正のための演算を実施することを特徴とする請求項1乃至7の何れか1項に記載の燃料電池システム。

【請求項9】

前記出力制限手段の出力制限値補正部または入力制限トルク補正部は、前記補正のための演算を実施した後、前記モータトルク検出手段で検出あるいは推定された現在のモータトルク値が、前記第1の閾値よりも低い値に設定された第2の閾値未満となったときに、前記補正のための演算を終了することを特徴とする請求項8に記載の燃料電池システム。

10

【請求項10】

前記出力制限手段の出力制限値補正部または入力制限トルク補正部は、前記モータトルク検出手段で検出あるいは推定された現在のモータトルク値が、前記目標制限トルク設定手段で設定された目標制限トルクよりも所定値だけ高い値に設定された第3の閾値以上となったときに、前記補正のための演算を実施することを特徴とする請求項1乃至7の何れか1項に記載の燃料電池システム。

【請求項11】

前記出力制限手段の出力制限値補正部または入力制限トルク補正部は、前記補正のための演算を実施した後、前記モータトルク検出手段で検出あるいは推定された現在のモータトルク値が、前記第3の閾値よりも低い値に設定された第4の閾値未満となったときに、前記補正のための演算を終了することを特徴とする請求項10に記載の燃料電池システム。

20

【請求項12】

前記出力制限手段の出力制限値補正部または入力制限トルク補正部は、前記補正のための演算を終了した後、次の演算を実施するまでの間は、前回の積分値を保持することを特徴とする請求項9または11の何れかに記載の燃料電池システム。

【請求項13】

前記燃料電池のカソードに供給される空気の圧力を決定あるいは検出する空気圧力検出手段をさらに備え、

前記出力制限手段は、前記出力制限値補正部で補正された電力制限値または電流制限値、または前記出力制限値演算部で算出された電力制限値または電流制限値を、前記空気圧力検出手段で決定あるいは検出された空気圧力に応じて補正する空気圧力対応補正部をさらに有することを特徴とする請求項1乃至12の何れか1項に記載の燃料電池システム。

30

【請求項14】

前記燃料電池のカソードに供給される空気の流量を決定あるいは検出する空気流量検出手段をさらに備え、

前記出力制限手段は、前記出力制限値補正部で補正された電力制限値または電流制限値、または前記出力制限値演算部で算出された電力制限値または電流制限値を、前記空気流量検出手段で決定あるいは検出された空気流量に応じて補正する空気流量対応補正部をさらに有することを特徴とする請求項1乃至13の何れか1項に記載の燃料電池システム。

40

【請求項15】

前記燃料電池のカソードに供給される空気の温度を検出する空気温度検出手段をさらに備え、

前記出力制限手段は、前記出力制限値補正部で補正された電力制限値または電流制限値、または前記出力制限値演算部で算出された電力制限値または電流制限値を、前記空気温度検出手段で検出された空気温度に応じて補正する空気温度対応補正部をさらに有することを特徴とする請求項1乃至14の何れか1項に記載の燃料電池システム。

【請求項16】

前記目標制限トルク設定手段は、前記目標制限トルクとして時間定格制限トルクと連続定格制限トルクとの2種類の目標制限トルクを設定し、前記モータトルク検出手段で検出

50

あるいは推定された現在のモータトルク値が前記連続定格制限トルクを超えている状態が所定時間継続したときに、前記目標制限トルクを前記時間定格制限トルクから前記連続定格制限トルクに切り替えることを特徴とする請求項 1 乃至 15 の何れか 1 項に記載の燃料電池システム。

【請求項 17】

アノードとカソード間に挟持された電解質膜での電極反応によって発電する燃料電池と、モータを駆動源とする空気供給装置からの空気を前記燃料電池のカソードに供給する空気系とを備えた燃料電池システムにおいて、

前記空気供給装置のモータのトルクが当該モータの能力を超えないように制限するための目標制限トルクを設定する目標制限トルク設定手段と、

前記空気供給装置のモータの現在のトルク値を検出あるいは推定するモータトルク検出手段と、

前記目標制限トルク設定手段で設定された目標制限トルクと、前記モータトルク検出手段で検出あるいは推定された現在のモータトルク値とに応じて、前記燃料電池のカソードに供給する空気の圧力に制限をかける空気圧力制限手段と、を有し、

前記空気圧力制限手段は、

前記目標制限トルク設定手段で設定された目標制限トルクと、前記モータトルク検出手段で検出あるいは推定された現在のモータトルク値と、の偏差に応じて、前記目標制限トルクを補正して第 2 の目標制限トルクを算出する入力制限トルク補正部と、

前記第 2 の目標制限トルクに応じて空気圧力制限値を算出する空気圧力制限値演算部と

、前記空気圧力制限値演算部で算出された空気圧力制限値に基づいて前記燃料電池のカソードに供給する空気の圧力に制限をかける制限部と、

を有することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 18】

アノードとカソード間に挟持された電解質膜での電極反応によって発電する燃料電池と、モータを駆動源とする空気供給装置からの空気を前記燃料電池のカソードに供給する空気系とを備えた燃料電池システムにおいて、

前記空気供給装置のモータのトルクが当該モータの能力を超えないように制限するための目標制限トルクを設定する目標制限トルク設定手段と、

前記空気供給装置のモータの現在のトルク値を検出あるいは推定するモータトルク検出手段と、

前記目標制限トルク設定手段で設定された目標制限トルクと、前記モータトルク検出手段で検出あるいは推定された現在のモータトルク値とに応じて、前記燃料電池のカソードに供給する空気の圧力に制限をかける空気圧力制限手段と、を有し、

前記空気圧力制限手段は、

前記目標制限トルク設定手段で設定された目標制限トルクに応じて空気圧力制限値を算出する空気圧力制限値演算部と、

前記目標制限トルク設定手段で設定された目標制限トルクと、前記モータトルク検出手段で検出あるいは推定された現在のモータトルク値と、の偏差に応じて、前記空気圧力制限値演算部で算出された空気圧力制限値を補正する空気圧力制限値補正部と、

前記空気圧力制限値補正部で補正された空気圧力制限値に基づいて前記燃料電池のカソードに供給する空気の圧力に制限をかける制限部と、

を有することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 19】

前記空気供給装置のモータの回転数を検出するモータ回転数検出手段をさらに備え、

前記目標制限トルク設定手段は、前記モータ回転数検出手段で検出されたモータの回転数に応じて前記目標制限トルクを設定することを特徴とする請求項 17 または 18 の何れかに記載の燃料電池システム。

【請求項 20】

10

20

30

40

50

前記空気供給装置のモータの目標回転数を演算するモータ目標回転数演算手段をさらに備え、

前記目標制限トルク設定手段は、前記モータ目標回転数演算手段で演算されたモータの目標回転数に応じて前記目標制限トルクを設定することを特徴とする請求項 17 または 18 の何れかに記載の燃料電池システム。

【請求項 21】

前記目標制限トルク設定手段は、前記モータ回転数検出手段で検出されたモータの回転数に補正をかけた出力、または前記モータ目標回転数演算手段で演算されたモータの目標回転数に補正をかけた出力に応じて前記目標制限トルクを設定することを特徴とする請求項 19 または 20 の何れかに記載の燃料電池システム。

10

【請求項 22】

大気圧を検出する大気圧検出手段をさらに備え、

前記空気圧力制限手段の空気圧力制限値演算部は、前記目標制限トルク設定手段で設定された目標制限トルクまたは前記入力制限トルク補正部で算出された第2の目標制限トルクと、前記大気圧検出手段で検出された大気圧とに応じて、前記空気圧力制限値を算出することを特徴とする請求項 17 乃至 21 の何れか1項に記載の燃料電池システム。

【請求項 23】

前記空気圧力制限手段の空気圧力制限値補正部または入力制限トルク補正部は、前記目標制限トルク設定手段で設定された目標制限トルクと前記モータトルク検出手段で検出あるいは推定された現在のモータトルク値との偏差と、当該偏差の積分値であって下限値のリミッタが設定された積分値とに応じて、前記補正の際の補正量を求めることを特徴とする請求項 17 乃至 22 の何れか1項に記載の燃料電池システム。

20

【請求項 24】

前記空気圧力制限手段の空気圧力制限値補正部または入力制限トルク補正部は、前記モータトルク検出手段で検出あるいは推定された現在のモータトルク値が、前記目標制限トルク設定手段で設定された目標制限トルクよりも所定値だけ低い値に設定された第1の閾値以上となったときに、前記補正のための演算を実施することを特徴とする請求項 17 乃至 23 の何れか1項に記載の燃料電池システム。

【請求項 25】

前記空気圧力制限手段の空気圧力制限値補正部または入力制限トルク補正部は、前記補正のための演算を実施した後、前記モータトルク検出手段で検出あるいは推定された現在のモータトルク値が、前記第1の閾値よりも低い値に設定された第2の閾値未満となったときに、前記補正のための演算を終了することを特徴とする請求項 24 に記載の燃料電池システム。

30

【請求項 26】

前記空気圧力制限手段の空気圧力制限値補正部または入力制限トルク補正部は、前記モータトルク検出手段で検出あるいは推定された現在のモータトルク値が、前記目標制限トルク設定手段で設定された目標制限トルクよりも所定値だけ高い値に設定された第3の閾値以上となったときに、前記補正のための演算を実施することを特徴とする請求項 17 乃至 23 の何れか1項に記載の燃料電池システム。

40

【請求項 27】

前記空気圧力制限手段の空気圧力制限値補正部または入力制限トルク補正部は、前記補正のための演算を実施した後、前記モータトルク検出手段で検出あるいは推定された現在のモータトルク値が、前記第3の閾値よりも低い値に設定された第4の閾値未満となったときに、前記補正のための演算を終了することを特徴とする請求項 26 に記載の燃料電池システム。

【請求項 28】

前記空気圧力制限手段の空気圧力制限値補正部または入力制限トルク補正部は、前記補正のための演算を終了した後、次の演算を実施するまでの間は、前回の積分値を保持することを特徴とする請求項 25 または 27 の何れかに記載の燃料電池システム。

50

【請求項 29】

前記燃料電池のカソードに供給される空気の流量を決定あるいは検出する空気流量検出手段をさらに備え、

前記空気圧力制限手段は、前記空気圧力制限値補正部で補正された空気圧力制限値、または前記空気圧力制限値演算部で算出された空気圧力制限値を、前記空気流量検出手段で決定あるいは検出された空気流量に応じて補正する空気流量対応補正部をさらに有することを特徴とする請求項 17 乃至 28 の何れか 1 項に記載の燃料電池システム。

【請求項 30】

前記燃料電池のカソードに供給される空気の温度を検出する空気温度検出手段をさらに備え、

前記空気圧力制限手段は、前記空気圧力制限値補正部で補正された空気圧力制限値、または前記空気圧力制限値演算部で算出された空気圧力制限値を、前記空気温度検出手段で検出された空気温度に応じて補正する空気温度対応補正部をさらに有することを特徴とする請求項 17 乃至 29 の何れか 1 項に記載の燃料電池システム。

【請求項 31】

前記目標制限トルク設定手段は、前記目標制限トルクとして時間定格制限トルクと連続定格制限トルクとの 2 種類の目標制限トルクを設定し、前記モータトルク検出手段で検出あるいは推定された現在のモータトルク値が前記連続定格制限トルクを超えている状態が所定時間継続したときに、前記目標制限トルクを前記時間定格制限トルクから前記連続定格制限トルクに切り替えることを特徴とする請求項 17 乃至 30 の何れか 1 項に記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水素及び空気の供給により発電する燃料電池を備えた燃料電池システムに関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池システムは、燃料電池のアノードに燃料となる水素、カソードに酸化剤となる空気を供給し、これらアノードとカソード間に挟持された電解質膜で電極反応を生じさせることによって発電電力を得る発電システムである。このような燃料電池システムは、クリーンな排気や高エネルギー効率を実現できることから、例えば車両用駆動源などの用途に大きな期待が寄せられている。

【0003】

ところで、例えば車両などに搭載される燃料電池システムでは、通常、コンプレッサ等で大気を吸入、加圧して燃料電池のカソードに供給するようにしているが、例えば高地のような大気圧が低い場所を車両が走行する場合にはコンプレッサで吸入する空気密度が低下しているため、コンプレッサモータのトルクや回転数を通常時よりも増大させる必要が生じる。このとき、コンプレッサモータの能力を超えるような回転数やトルクを当該コンプレッサモータに要求して、燃料電池から大電流を取り出そうとすると、コンプレッサモータの故障や燃料電池の耐久性低下などを招いてしまうことになる。そこで、大気圧を検出して、検出した大気圧に応じて燃料電池からの取出電流を制限することで、コンプレッサや燃料電池を保護するといった技術も提案されている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【特許文献 1】特開 2002 - 352833 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、燃料電池システムにおいて空気供給装置として使用されるコンプレッサは、必ずしもその性能が一定となっているわけではなく、性能に多少のばらつきが見られるのが現状である。そのため、コンプレッサの性能のばらつきを考慮して、コンプレッサ

10

20

30

40

50

モータの能力を超えるような回転数やトルクが要求されることを確実に回避するためには、燃料電池からの取出電流の制限をきつめにかける設定としておく必要があり、過剰な制限となって動力性能低下の要因となっている場合が多かった。

【0005】

本発明は、以上のような従来の実情に鑑みて創案されたものであって、空気供給装置の性能に応じて最適なモータのトルク制御を行い、過剰な出力制限をかけることなく、空気供給装置や燃料電池の保護を確実に図ることができる燃料電池システムを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る燃料電池システムは、モータの回転数などに応じて設定される目標制限トルクだけでなく、現在のモータトルク値もパラメータとして用いて、燃料電池からの取出電力または取出電流を制限することで、前記課題を解決する。すなわち、本発明の燃料電池システムは、目標制限トルク設定手段と、モータトルク検出手段と、出力制限手段とを備え、出力制限手段が、目標制限トルク設定手段で設定された目標トルクと、モータトルク検出手段で検出あるいは推定された現在のモータトルク値とに応じて、燃料電池からの取出電力または取出電流に制限をかけるようにしている。

【0007】

また、本発明に係る他の燃料電池システムは、モータの回転数などに応じて設定される目標制限トルクだけでなく、現在のモータトルク値もパラメータとして用いて、燃料電池のカソードに供給する空気の圧力を制限することで、前記課題を解決する。すなわち、本発明の燃料電池システムは、目標制限トルク設定手段と、モータトルク検出手段と、空気圧力制限手段とを備え、空気圧力制限手段が、目標制限トルク設定手段で設定された目標トルクと、モータトルク検出手段で検出あるいは推定された現在のモータトルク値とに応じて、燃料電池のカソードに供給する空気の圧力に制限をかけるようにしている。

【発明の効果】

【0008】

本発明の燃料電池システムによれば、空気供給装置の性能に応じて最適なモータのトルク制御が行われるので、過剰な出力制限をかけることによる動力性能低下などの問題を有効に回避しながら、空気供給装置や燃料電池の保護を確実に図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

以下、本発明を適用した燃料電池システムの具体的な実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0010】

(第1の実施形態)

第1の実施形態の燃料電池システムの要部構成を図1に示す。本実施形態の燃料電池システムは、例えば車両に搭載されて車両の動力源として用いられるものであり、発電を行う燃料電池1を備える。

【0011】

燃料電池1は、水素が供給されるアノード(燃料極)と空気が供給されるカソード(酸化剤極)とが電解質を挟んで重ね合わされて発電セルが構成されるとともに、複数の発電セルが多段積層されたスタック構造を有し、電解質での電極反応により化学エネルギーを電気エネルギーに変換するものである。この燃料電池1の各発電セルでは、アノードに供給された水素が水素イオンと電子とに分離される反応が起き、水素イオンは電解質を通り、電子は外部回路を通して電力を発生させ、カソード側にそれぞれ移動する。カソードでは、供給された空気中の酸素と電解質を通して移動した水素イオン及び電子が反応して水が生成され、外部に排出される。すなわち、燃料電池1では、以下に示す電極反応が進行し、電力が発電される。

【0012】

アノード（燃料極）： $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$ (1)

カソード（酸化剤極）： $2H^+ + 2e^- + (1/2)O_2 \rightarrow H_2O$ (2)

燃料電池1の電解質としては、高エネルギー密度化、低コスト化、軽量化等を考慮して、例えば固体高分子電解質膜が用いられる。固体高分子電解質膜は、例えばフッ素樹脂系イオン交換膜等、イオン（プロトン）伝導性の高分子膜からなるものであり、飽和含水することによりイオン伝導性電解質として機能する。

【0013】

以上のように、燃料電池1で発電を行うには、この燃料電池1のカソードに酸化剤ガスである空気、アノードに燃料ガスである水素をそれぞれ供給する必要があり、そのための機構が空気供給系及び水素供給系である。

10

【0014】

ここで、空気供給系は、外気を吸入し燃料電池1のカソードに空気を圧送するためのコンプレッサ（空気供給装置）2、空気供給管3、カソード排ガスを排出するための空気排気管4、及び空気調圧弁5を備えた構成とされている。空気は、前記コンプレッサ2により加圧して空気供給管3に送り込まれ、燃料電池1のカソードに供給される。燃料電池1で消費されなかった酸素及び空気中の他の成分は、空気排気管4から大気中に排出される。また、カソードの空気圧は、圧力センサ6によって検出され、空気調圧弁5を駆動することにより制御される。

【0015】

水素供給系は、例えば、水素供給源である水素タンクから取り出した高圧水素を減圧弁、水素調圧弁を介して圧力調整し、水素供給管から燃料電池1のアノードに供給する構成とされている。なお、水素供給系は、本発明に直接かかわる部分ではないので、図示及び詳細な説明を省略する。

20

【0016】

本実施形態の燃料電池システムにおいて、燃料電池1で発生した電力（電流）は、パワーマネージャ7により取り出され、例えば車両の駆動モータなどに供給される。そして、本実施形態の燃料電池システムは、このパワーマネージャ7による燃料電池1からの電力（電流）の取り出しを制御するための制御系として、モータトルク検出手段8、コンプレッサ回転数検出手段9、目標制限トルク設定手段10、大気圧センサ11、出力制限手段12を備える。

30

【0017】

モータトルク検出手段8は、コンプレッサ2の駆動源であるコンプレッサモータの現在のトルク値を検出あるいは推定するものである。具体的には、このモータトルク検出手段8は、例えば、モータ駆動電流などからコンプレッサモータの現在のトルク値を推定し、あるいは、トルクセンサなどを用いて、コンプレッサモータの現在のトルク値を検出する。

【0018】

コンプレッサ回転数検出手段9は、コンプレッサモータの回転数（すなわち、コンプレッサ2の回転数）を検出するものである。具体的には、このコンプレッサ回転数検出手段9は、例えば、レゾルバやエンコーダなどのセンサを用いて、コンプレッサモータの回転数を検出する。

40

【0019】

目標制限トルク設定手段10は、コンプレッサモータのトルクが当該コンプレッサモータの能力を超えないように制限するための目標制限トルクを設定するものである。具体的には、この目標制限トルク設定手段10は、例えば、図2のようなコンプレッサモータの回転数と上限トルクとの関係を表すマップを用い、コンプレッサ回転数検出手段9によって検出されたコンプレッサモータの回転数に応じて、当該回転数のときにコンプレッサモータで出力可能な上限トルクを目標制限トルクとして設定する。

【0020】

なお、このとき、目標制限トルク設定手段10は、コンプレッサ回転数検出手段9によ

50

って検出されたコンプレッサモータの回転数をそのままマップの入力値として用いるのではなく、図2に示すように、一次遅れフィルタを用いてコンプレッサ回転数検出手段9によって検出されたコンプレッサモータの回転数に補正をかけた出力をマップの入力値として目標制限トルクを設定することが望ましい。

【0021】

すなわち、本実施形態の燃料電池システムでは、後述するように、この目標制限トルク設定手段10で設定された目標制限トルクと、モータトルク検出手段8で検出あるいは推定されたコンプレッサモータの現在のトルク値とに応じて、出力制限手段12によって燃料電池1からの取出電流が制限されるが、燃料電池1からの取出電流が制限されると、空気流量が減少するのでコンプレッサモータの回転数が下がり、それに依りて目標制限トルクが上がるので、燃料電池1からの取出電流の制限が緩和されることになる。そして、燃料電池1からの取出電流の制限が緩和されると、コンプレッサモータの回転数が上がって、それに依りて目標制限トルクが下がり、燃料電池1からの取出電流の制限がきつくかかるようになるといった現象が繰り返されることになる。このため、目標制限トルクの演算と燃料電池1からの取出電流制限の演算とが干渉して、取出電流制限にハンチングを生じさせてしまう要因となることが懸念されるが、上述したように、コンプレッサ回転数検出手段9によって検出されたコンプレッサモータの回転数に一次遅れフィルタを用いて補正をかけた出力に応じて目標制限トルクを設定するようにすれば、コンプレッサモータの回転数の変動をなまして、目標制限トルクの演算と燃料電池1からの取出電流制限値の演算との干渉を回避することができ、取出電流制限にハンチングを生じさせるといった問題を有効に抑制することが可能となる。

10

20

【0022】

大気圧センサ11は、大気圧を検出する圧力センサである。この大気圧センサ11は出力制限手段12に接続されており、当該大気圧センサ11によって検出された大気圧の情報は、出力制限手段12に入力される。

【0023】

出力制限手段12は、目標制限トルク設定手段10で設定された目標制限トルクと、モータトルク検出手段8で検出あるいは推定されたコンプレッサモータの現在のトルク値とに応じて、燃料電池1からの取出電流に制限をかけるものであり、入力制限トルク補正部12a、出力制限値演算部12b、制限部12cを有する。なお、ここでは、出力制限手段12が、燃料電池1からの取出電流に制限をかけるものとして説明するが、電流と電圧の双方、すなわち燃料電池1からの取出電力に制限をかけるようにしてもよい。燃料電池1からの取出電力に制限をかける場合も、制御の内容は、燃料電池1からの取出電流に制限をかける場合と同様である。

30

【0024】

入力制限トルク補正部12aは、目標制限トルク設定手段10によって設定された目標制限トルクと、モータトルク検出手段8によって検出あるいは推定された現在のモータトルク値との偏差に応じて、出力制限値演算部12bでの演算に用いる目標制限トルクを補正して、第2の目標制限トルクとして算出するものである。

【0025】

出力制限値演算部12bは、入力制限トルク補正部12aによって算出された第2の目標制限トルクと、大気圧センサ11によって検出された大気圧に応じて、燃料電池1からの取出電流を制限するための電流制限値を算出するものである。

40

【0026】

制限部12cは、燃料電池1からの目標取出電流を、出力制限値演算部12bで算出された電流制限値に制限するものである。すなわち、制限部12cは、例えば駆動モータの動作状況などに応じて燃料電池1に要求される目標取出電流が、出力制限値演算部12bで算出された電流制限値よりも小さければ、当該目標取出電流を取出電流指令値としてパワーマネージャ7に出力し、目標取出電流が電流制限値よりも大きければ、電流制限値を取出電流指令値としてパワーマネージャ7に出力する。これにより、燃料電池1からの取

50

出電流が、電流制限値に制限されることになる。

【 0 0 2 7 】

出力制限手段 1 2 における制御の具体例を図 3 に示す。この図 3 に示す例において、入力制限トルク補正部 1 2 a は、目標制限トルク設定手段 1 0 で設定された目標制限トルクとモータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定された現在のモータトルク値との偏差に応じた入力トルク補正值を求め、この入力トルク補正值を用いて目標制限トルク設定手段 1 0 で設定された目標制限トルクを補正することで、第 2 の目標制限トルクを算出する。そして、この第 2 の目標制限トルクを出力制限値演算部 1 2 b に入力する。

【 0 0 2 8 】

出力制限値演算部 1 2 b は、例えば、燃料電池 1 からの取出電流値とその電流値を燃料電池 1 から取り出せるようにするためにコンプレッサモータに要求される必要トルクとの関係を大気圧毎に表したマップを用い、入力制限トルク補正部 1 2 a から入力された第 2 の目標制限トルクと、大気圧センサ 1 1 によって検出された大気圧とに基づいて、現在の大気圧でコンプレッサモータのモータトルクを第 2 の目標制限トルクに制限したときに燃料電池 1 から取り出すことが可能な電流値を、電流制限値として算出する。

【 0 0 2 9 】

制限部 1 2 c は、燃料電池 1 の目標取出電流と、出力制限値演算部 1 2 b で算出された電流制限値をセレクトローして、取出電流指令値としてパワーマネージャ 7 に出力することによって、燃料電池 1 からの取出電流を制限する。

【 0 0 3 0 】

ここで、出力制限値演算部 1 2 b での演算に用いられるマップは、例えば図 4 に示すような手法で作成される。すなわち、燃料電池 1 からの取出電流に応じて燃料電池 1 のカソードに供給する空気流量と圧力（カソード運転圧力）を定める。コンプレッサ 2 から燃料電池 1 までの空気系圧損は供給空気流量によって決まるので、空気系圧損とカソード運転圧力から、コンプレッサ 2 における吐出空気圧力が決まる。そして、大気圧とコンプレッサ 2 の吐出空気圧力からコンプレッサ入出の圧力比が決まり、コンプレッサモータの必要トルクが求まる。この必要トルクをグラフ横軸（マップ入力値）とし、燃料電池 1 からの取出電流をグラフ縦軸（マップ出力値）とし、これを大気圧毎に作成すれば、出力制限のマップが完成する。

【 0 0 3 1 】

このように、出力制限値演算部 1 2 b で演算に用いられるマップは、燃料電池 1 からの取出電流とコンプレッサモータの必要トルクに基づいて設計されており、モータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定されたコンプレッサモータの現在のモータトルク値が、目標制限トルク設定手段 1 0 で設定された目標制限トルクからずれた場合には、ずれたトルク偏差をマップの入力に戻して補正することによって、コンプレッサモータのモータトルク値を目標制限トルクに近づかせることができる。

【 0 0 3 2 】

燃料電池 1 からの取出電流の制限と、その制限によるコンプレッサモータのモータトルクの応答との関係を図 5 に示す。なお、図 5 (a) は、目標制限トルク設定手段 1 0 で設定された目標制限トルクを補正することなくマップ入力値として電流制限値を求める場合の例であり、図 5 (b) は、目標制限トルク設定手段 1 0 で設定された目標制限トルクをコンプレッサモータの現在のモータトルク値との偏差に応じて補正した上でマップ入力値として電流制限値を求める場合の例である。

【 0 0 3 3 】

図 5 (a) に示す例では、コンプレッサ 2 やコンプレッサモータの性能ばらつき、さらには経時劣化などに応じて、コンプレッサモータのモータトルク値が目標制限トルクを超えることがある。したがって、この図 5 (a) に示す例では、コンプレッサモータのモータトルク値が目標制限トルクを超えないようにするためには、目標制限トルクに応じて電流制限がきつめに掛かるよう出力制限のマップを設定しなくてはならない。

【 0 0 3 4 】

これに対して、図5(b)に示す例では、設定されている目標制限トルクとコンプレッサモータの現在のモータトルク値との偏差を、出力制限値演算部12bでの演算に用いるマップの入力トルクに上のせすることによって、燃料電池1からの取出電流がさらに制限されて、モータトルク値のオーバーシュートを軽減できる。したがって、この図5(b)に示す例では、コンプレッサやコンプレッサモータの性能ばらつきなどを考慮して、あらかじめ電流制限がきつめに掛かるように設定しなくてもよい。

【0035】

以上、具体的な例を挙げて詳細に説明したように、本実施形態の燃料電池システムでは、モータトルク検出手段8でコンプレッサモータの現在のモータトルク値を検出あるいは推定し、目標制限トルクだけでなく現在のモータトルク値も用いて、燃料電池1からの取出電流を制限するようにしているので、コンプレッサモータのモータトルク値を許容トルク以下に精度良く抑制することができる。したがって、この燃料電池システムにおいては、コンプレッサ2やコンプレッサモータの性能ばらつきなどを考慮して燃料電池1からの取出電流を過剰に制限する必要がなく、コンプレッサモータの上限出力を使いきり、燃料電池1のカソードに供給する空気流量を増やして動力性能を向上させることができるとともに、コンプレッサ2やコンプレッサモータ、燃料電池1などの保護を確実に図ることができる。

【0036】

なお、燃料電池1からの取出電流を過剰に制限しないようにするためには、コンプレッサモータとして高出力のモータを用いることも考えられるが、高出力のモータを採用するとコンプレッサの大型化、ひいてはシステム全体の大型化を招くことになり、また、コストアップの要因となる。これに対して、本実施形態の燃料電池システムでは、高出力のモータを採用するといった部品の過剰設計をする必要もなく、安価でコンパクトなシステムを実現できる。

【0037】

また、本実施形態の燃料電池システムにおいては、目標制限トルク設定手段9で設定された目標制限トルクと、モータトルク検出手段8で検出あるいは推定されたコンプレッサモータの現在のモータトルク値との偏差に応じて、出力制限手段12での電流制限値の演算に用いる目標制限トルクを補正する、すなわち、目標制限トルクと現在のモータトルク値との偏差をフィードバックしながら電流制限値を算出するようにしているので、コンプレッサモータのモータトルク値を許容トルク以下に抑制する制御を、極めて高精度に行うことができる。

【0038】

また、本実施形態の燃料電池システムにおいては、出力制限手段12での電流制限値の演算の際に大気圧も考慮して、高地などの大気圧が低いところでは電流制限がきつくかかるように電流制限値を算出するようにしているので、使用環境の変化にも対応しながら、コンプレッサモータのモータトルク値を許容トルク以下に抑制する制御を、極めて高精度に行うことができる。

【0039】

また、本実施形態の燃料電池システムにおいては、目標制限トルク設定手段10が、コンプレッサ回転数検出手段9によって検出されたコンプレッサモータの回転数に応じて、コンプレッサモータのトルクがその能力を超えないように制限するための目標制限トルクを設定するようにしているので、モータ回転数に応じて上限トルク値が定まるような一般的なコンプレッサモータのトルク制御を極めて高精度に行うことができる。また、コンプレッサモータの回転数が高い領域で上限トルク値を低く設定することで、回転数が高い領域ではコンプレッサモータのトルクが大きく制限されることになるので、コンプレッサモータの回転数が過剰な回転数とならないように制限することも可能となる。

【0040】

(第2の実施形態)

次に、本発明を適用した第2の実施形態の燃料電池システムについて説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

第2の実施形態の燃料電池システムの要部構成を図6に示す。本実施形態の燃料電池システムは、図6に示すように、上述した第1の実施形態における出力制限手段12とパワーマネージャ7の代わりに、空気圧力制限手段21と空気圧力制御手段22とを備えたものである。すなわち、上述した第1の実施形態の燃料電池システムでは、目標制限トルク設定手段10で設定された目標制限トルクと、モータトルク検出手段8で検出あるいは推定されたコンプレッサモータの現在のトルク値とに応じて、燃料電池1からの取出電流に制限をかけるようにしているが、本実施形態の燃料電池システムにおいては、目標制限トルク設定手段10で設定された目標制限トルクと、モータトルク検出手段8で検出あるいは推定されたコンプレッサモータの現在のトルク値とに応じて、燃料電池1のカソードに供給する空気の圧力（燃料電池1のカソード運転圧力）に制限をかけるようにしている。つまり、本実施形態の燃料電池システムでは、燃料電池1のカソードに供給する空気の圧力（カソード運転圧力）に制限をかけることで、コンプレッサ2の吸入側と吐出側の空気圧縮比を下げ、コンプレッサモータのモータトルク値を許容トルク以下に抑制できるようにしている。

10

【 0 0 4 2 】

なお、本実施形態の燃料電池システムにおけるその他の構成や制御の基本部分は、上述した第1の実施形態と共通であるので、以下、第1の実施形態との共通部分については図中同一の符号を付して重複した説明を省略し、本実施形態に特徴的な空気圧力制限手段21および空気圧力制御手段22とその制御内容を中心に説明する。

20

【 0 0 4 3 】

空気圧力制限手段21は、目標制限トルク設定手段10で設定された目標制限トルクと、モータトルク検出手段8で検出あるいは推定されたコンプレッサモータの現在のトルク値とに応じて、燃料電池1のカソードに供給する空気の圧力に制限をかけるものであり、入力制限トルク補正部21a、空気圧力制限値演算部21b、制限部21cを有する。

【 0 0 4 4 】

入力制限トルク補正部21aは、目標制限トルク設定手段10によって設定された目標制限トルクと、モータトルク検出手段8によって検出あるいは推定された現在のモータトルク値との偏差に応じて、空気圧力制限値演算部21bでの演算に用いる目標制限トルクを補正して、第2の目標制限トルクとして算出するものである。

30

【 0 0 4 5 】

空気圧力制限値演算部21bは、入力制限トルク補正部21aによって算出された第2の目標制限トルクと、大気圧センサ11によって検出された大気圧に応じて、燃料電池1のカソードに供給する空気の圧力を制限するための空気圧力制限値を算出するものである。

【 0 0 4 6 】

制限部21cは、燃料電池1のカソードに供給する空気の圧力を、空気圧力制限値演算部21bで算出された空気圧力制限値に制限するものである。すなわち、制限部21cは、燃料電池1に要求される発電量に対応した目標空気圧力が、空気圧力制限値演算部21bで算出された空気圧力制限値よりも小さければ、当該目標空気圧力を空気圧力制御指令値として空気圧力制御手段22に出力し、目標空気圧力が空気圧力制限値よりも大きければ、空気圧力制限値を空気圧力制御指令値として空気圧力制御手段22に出力する。

40

【 0 0 4 7 】

空気圧力制御手段22は、空気圧力制限手段21の制限部21cから出力される空気圧力制御指令値と、圧力センサ6によって検出される現在の空気圧力とに応じて、調圧弁5の開度を調整することで、燃料電池1のカソードに供給される空気の圧力を制御する。これにより、本実施形態の燃料電池システムにおいては、燃料電池1のカソードに供給される空気の圧力が、空気圧力制限手段21の空気圧力制限値演算部21bで算出された空気圧力制限値に制限されることになる。

【 0 0 4 8 】

50

空気圧力制限手段 2 1 における制御の具体例を図 7 に示す。この図 7 に示す例において、入力制限トルク補正部 2 1 a は、目標制限トルク設定手段 1 0 で設定された目標制限トルクとモータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定された現在のモータトルク値との偏差に応じた入力トルク補正値を求め、この入力トルク補正値を用いて目標制限トルク設定手段 1 0 で設定された目標制限トルクを補正することで、第 2 の目標制限トルクを算出する。そして、この第 2 の目標制限トルクを空気圧力制限値演算部 2 1 b に入力する。

【 0 0 4 9 】

空気圧力制限値演算部 2 1 b は、例えば、燃料電池 1 のカソードに供給する空気の圧力（燃料電池 1 のカソード運転圧力）とその空気圧力を実現するためにコンプレッサモータに要求される必要トルクとの関係を大気圧毎に表したマップを用い、入力制限トルク補正部 2 1 a から入力された第 2 の目標制限トルクと、大気圧センサ 1 1 によって検出された大気圧とに基づいて、現在の大気圧でコンプレッサモータのモータトルクを第 2 の目標制限トルクに制限したときに実現可能な上限圧力を、空気圧力制限値として算出する。

【 0 0 5 0 】

制限部 2 1 c は、燃料電池 1 に要求される発電量に対応した目標空気圧力と、空気圧力制限値演算部 2 1 b で算出された空気圧力制限値をセレクトローして、空気圧力制御指令値として空気圧力制御手段 2 2 に出力することによって、燃料電池 1 のカソードに供給する空気の圧力（カソード運転圧力）を制限する。

【 0 0 5 1 】

ここで、空気圧力制限値演算部 2 1 b での演算に用いられるマップは、燃料電池 1 のカソード運転圧力とコンプレッサモータの必要トルクに基づいて設計されており、モータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定されたコンプレッサモータの現在のモータトルク値が、目標制限トルク設定手段 1 0 で設定された目標制限トルクからずれた場合には、ずれたトルク偏差をマップの入力に戻して補正することによって、コンプレッサモータのモータトルク値を目標制限トルクに近づかせることができる。

【 0 0 5 2 】

以上、具体的な例を挙げて詳細に説明したように、本実施形態の燃料電池システムでは、モータトルク検出手段 8 でコンプレッサモータの現在のモータトルク値を検出あるいは推定し、目標制限トルクだけでなく現在のモータトルク値も用いて、燃料電池 1 のカソードに供給する空気の圧力を制限するようにしているので、コンプレッサモータのモータトルク値を許容トルク以下に精度良く抑制することができる。したがって、この燃料電池システムにおいては、上述した第 1 の実施形態の燃料電池システムと同様に、コンプレッサ 2 やコンプレッサモータの性能ばらつきなどを考慮して燃料電池 1 からの取出電流を過剰に制限する必要がなく、コンプレッサモータの上限出力を使いきり、燃料電池 1 のカソードに供給する空気流量を増やして動力性能を向上させることができるとともに、コンプレッサ 2 やコンプレッサモータ、燃料電池 1 などの保護を確実に図ることができる。

【 0 0 5 3 】

また、本実施形態の燃料電池システムでは、上述した第 1 の実施形態の燃料電池システムと同様に、高出力のモータを採用するといった部品の過剰設計をする必要もなく、安価でコンパクトなシステムを実現できる。

【 0 0 5 4 】

また、本実施形態の燃料電池システムでは、燃料電池 1 からの取出電流（電力）を制限する代わりに、燃料電池 1 のカソードに供給する空気圧力を制限するようにして、コンプレッサ 2 の吸入側と吐出側の空気圧縮比を下げ、コンプレッサモータのモータトルク値を許容トルク以下に抑制できるようにしているので、燃料電池 1 からの取出電流（電力）を制限することに起因する動力性能低下をさらに効果的に回避しながら、コンプレッサ 2 やコンプレッサモータ、燃料電池 1 などの保護を確実に図ることができる。

【 0 0 5 5 】

また、本実施形態の燃料電池システムにおいては、目標制限トルク設定手段 9 で設定された目標制限トルクと、モータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定されたコンプレッサ

10

20

30

40

50

モータの現在のモータトルク値との偏差に応じて、空気圧力制限手段 2 1 での空気圧力制限値の演算に用いる目標制限トルクを補正する、すなわち、目標制限トルクと現在のモータトルク値との偏差をフィードバックしながら空気圧力制限値を算出するようにしているので、コンプレッサモータのモータトルク値を許容トルク以下に抑制する制御を、極めて高精度に行うことができる。

【 0 0 5 6 】

(第 3 の実施形態)

次に、本発明を適用した第 3 の実施形態の燃料電池システムについて説明する。

【 0 0 5 7 】

第 3 の実施形態の燃料電池システムの要部構成を図 8 に示す。本実施形態の燃料電池システムは、図 8 に示すように、上述した第 1 の実施形態における出力制限手段 1 2 の代わりに、出力制限手段 3 1 を備えたものである。すなわち、上述した第 1 の実施形態の燃料電池システムでは、目標制限トルク設定手段 9 で設定された目標制限トルクと、モータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定されたコンプレッサモータの現在のモータトルク値との偏差に応じて、出力制限手段 1 2 での電流制限値の演算に用いる目標制限トルクを補正するようにしているが、本実施形態の燃料電池システムにおいては、目標制限トルク設定手段 9 で設定された目標制限トルクと、モータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定されたコンプレッサモータの現在のモータトルク値との偏差に応じて、出力制限手段 3 1 で目標制限トルクに基づいて算出された電流制限値を補正するようにしている。

【 0 0 5 8 】

なお、本実施形態の燃料電池システムにおけるその他の構成や制御の基本部分は、上述した第 1 の実施形態と共通であるので、以下、第 1 の実施形態との共通部分については図中同一の符号を付して重複した説明を省略し、本実施形態に特徴的な出力制限手段 3 1 の構成およびその制御内容を中心に説明する。

【 0 0 5 9 】

出力制限手段 3 1 は、目標制限トルク設定手段 1 0 で設定された目標制限トルクと、モータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定されたコンプレッサモータの現在のトルク値とに応じて、燃料電池 1 からの取出電流に制限をかけるものであり、出力制限値演算部 3 1 a、出力制限値補正部 3 1 b、制限部 3 1 c を有する。なお、ここでは、出力制限手段 3 1 が、燃料電池 1 からの取出電流に制限をかけるものとして説明するが、電流と電圧の双方、すなわち燃料電池 1 からの取出電力に制限をかけるようにしてもよい。燃料電池 1 からの取出電力に制限をかける場合も、制御の内容は、燃料電池 1 からの取出電流に制限をかける場合と同様である。

【 0 0 6 0 】

出力制限値演算部 3 1 a は、目標制限トルク設定手段 1 0 によって設定された目標制限トルクと、大気圧センサ 1 1 によって検出された大気圧に応じて、燃料電池 1 からの取出電流を制限するための電流制限値を算出するものである。

【 0 0 6 1 】

出力制限値補正部 3 1 b は、目標制限トルク設定手段 1 0 によって設定された目標制限トルクと、モータトルク検出手段 8 によって検出あるいは推定された現在のモータトルク値との偏差、および当該偏差の積分値に応じて、出力制限値演算部 3 1 a で算出された電流制限値を補正するものである。

【 0 0 6 2 】

制限部 3 1 c は、燃料電池 1 からの目標取出電流を、出力制限値演算部 3 1 a で算出されて出力制限値補正部 3 1 b で補正された電流制限値に制限するものである。すなわち、制限部 3 1 c は、例えば駆動モータの動作状況などに応じて燃料電池 1 に要求される目標取出電流が、出力制限値演算部 3 1 a で算出されて出力制限値補正部 3 1 b で補正された電流制限値よりも小さければ、当該目標取出電流を取出電流指令値としてパワーマネージャ 7 に出力し、目標取出電流が電流制限値よりも大きければ、電流制限値を取出電流指令値としてパワーマネージャ 7 に出力する。これにより、燃料電池 1 からの取出電流が、電

10

20

30

40

50

流制限値に制限されることになる。

【 0 0 6 3 】

出力制限手段 3 1 における制御の具体例を図 9 に示す。この図 9 に示す例において、出力制限値演算部 3 1 a は、例えば、燃料電池 1 からの取出電流値とその電流値を燃料電池 1 から取り出せるようにするためにコンプレッサモータに要求される必要トルクとの関係を大気圧毎に表したマップを用い、目標制限トルク設定手段 1 0 で設定された目標制限トルクと、大気圧センサ 1 1 によって検出された大気圧とに基づいて、現在の大気圧でコンプレッサモータのモータトルクを目標制限トルクに制限したときに燃料電池 1 から取り出すことが可能な電流値を、電流制限値として算出する。

【 0 0 6 4 】

出力制限値補正部 3 1 b は、目標制限トルク設定手段 1 0 で設定された目標制限トルクとモータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定された現在のモータトルク値との偏差、および当該偏差の積分値に応じた電流制限補正值を求め、この電流制限補正值を用いて、出力制限値演算部 3 1 a で算出された電流制限値を補正する。

【 0 0 6 5 】

制限部 3 1 c は、燃料電池 1 の目標取出電流と、出力制限値演算部 3 1 a で算出されて出力制限値補正部 3 1 b で補正された電流制限値をセレクトローして、取出電流指令値としてパワーマネージャ 7 に出力することによって、燃料電池 1 からの取出電流を制限する。

【 0 0 6 6 】

以上のように、本実施形態の燃料電池システムにおける出力制限手段 3 1 では、モータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定されたコンプレッサモータの現在のモータトルク値が、目標制限トルク設定手段 1 0 で設定された目標制限トルクからずれた場合に、ずれたトルク偏差がフィードバックされて電流制限値が調整されるので、コンプレッサモータのモータトルク値を許容トルク以下に精度良く抑制することができる。

【 0 0 6 7 】

本実施形態の燃料電池システムでの燃料電池 1 からの取出電流の制限と、その制限によるコンプレッサモータのモータトルクの応答との関係を図 1 0 に示す。この図 1 0 に示すように、本実施形態の燃料電池システムでは、目標制限トルクとコンプレッサモータの現在のモータトルク値との偏差をフィードバックして電流制限値を調整することで、コンプレッサモータのモータトルク値を目標制限トルクに近づけることができ、さらに、目標制限トルクとコンプレッサモータの現在のモータトルク値との偏差を積分してフィードバックしているので、定常的には偏差をゼロに近づけることができる。

【 0 0 6 8 】

以上、具体的な例を挙げて詳細に説明したように、本実施形態の燃料電池システムでは、モータトルク検出手段 8 でコンプレッサモータの現在のモータトルク値を検出あるいは推定し、目標制限トルクだけでなく現在のモータトルク値も用いて、燃料電池 1 からの取出電流を制限するようにしているので、コンプレッサモータのモータトルク値を許容トルク以下に精度良く抑制することができる。したがって、この燃料電池システムにおいては、上述した第 1 の実施形態の燃料電池システムと同様に、コンプレッサ 2 やコンプレッサモータの性能ばらつきなどを考慮して燃料電池 1 からの取出電流を過剰に制限する必要がなく、コンプレッサモータの上限出力を使いきり、燃料電池 1 のカソードに供給する空気流量を増やして動力性能を向上させることができるとともに、コンプレッサ 2 やコンプレッサモータ、燃料電池 1 などの保護を確実に図ることができる。

【 0 0 6 9 】

また、本実施形態の燃料電池システムでは、上述した第 1 の実施形態の燃料電池システムと同様に、高出力のモータを採用するといった部品の過剰設計をする必要もなく、安価でコンパクトなシステムを実現できる。

【 0 0 7 0 】

また、本実施形態の燃料電池システムにおいては、目標制限トルク設定手段 9 で設定さ

10

20

30

40

50

れた目標制限トルクと、モータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定されたコンプレッサモータの現在のモータトルク値との偏差に応じて、出力制限手段 3 1 で目標制限トルクに基づいて算出された電流制限値を補正する、すなわち、目標制限トルクと現在のモータトルク値との偏差をフィードバックしながら電流制限値を算出するようにしているので、コンプレッサモータのモータトルク値を許容トルク以下に抑制する制御を、極めて高精度に行うことができる。

【 0 0 7 1 】

(第 4 の実施形態)

次に、本発明を適用した第 4 の実施形態の燃料電池システムについて説明する。

【 0 0 7 2 】

第 4 の実施形態の燃料電池システムの要部構成を図 1 1 に示す。本実施形態の燃料電池システムは、図 1 1 に示すように、上述した第 2 の実施形態における空気圧力制限手段 2 1 の代わりに、空気圧力制限手段 4 1 を備えたものである。すなわち、上述した第 2 の実施形態の燃料電池システムでは、目標制限トルク設定手段 9 で設定された目標制限トルクと、モータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定されたコンプレッサモータの現在のモータトルク値との偏差に応じて、空気圧力制限手段 2 1 での空気圧力制限値の演算に用いる目標制限トルクを補正するようにしているが、本実施形態の燃料電池システムにおいては、目標制限トルク設定手段 9 で設定された目標制限トルクと、モータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定されたコンプレッサモータの現在のモータトルク値との偏差に応じて、空気圧力制限手段 4 1 で目標制限トルクに基づいて算出された空気圧力制限値を補正する

10

20

【 0 0 7 3 】

なお、本実施形態の燃料電池システムにおけるその他の構成や制御の基本部分は、上述した第 2 の実施形態と共通であるので、以下、第 2 の実施形態との共通部分については図中同一の符号を付して重複した説明を省略し、本実施形態に特徴的な空気圧力制限手段 4 1 の構成およびその制御内容を中心に説明する。

【 0 0 7 4 】

空気圧力制限手段 4 1 は、目標制限トルク設定手段 1 0 で設定された目標制限トルクと、モータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定されたコンプレッサモータの現在のトルク値とに応じて、燃料電池 1 のカソードに供給する空気の圧力 (燃料電池 1 のカソード運転圧力) に制限をかけるものであり、空気圧力制限値演算部 4 1 a、空気圧力制限値補正部 4 1 b、制限部 4 1 c を有する。

30

【 0 0 7 5 】

空気圧力制限値演算部 4 1 a は、目標制限トルク設定手段 1 0 によって設定された目標制限トルクと、大気圧センサ 1 1 によって検出された大気圧に応じて、燃料電池 1 のカソードに供給する空気の圧力を制限するための空気圧力制限値を算出するものである。

【 0 0 7 6 】

空気圧力制限値補正部 4 1 b は、目標制限トルク設定手段 1 0 によって設定された目標制限トルクと、モータトルク検出手段 8 によって検出あるいは推定された現在のモータトルク値との偏差、および当該偏差の積分値に応じて、空気圧力制限値演算部 4 1 a で算出された空気圧力制限値を補正するものである。

40

【 0 0 7 7 】

制限部 4 1 c は、燃料電池 1 のカソードに供給する空気の圧力を、空気圧力制限値演算部 4 1 a で算出されて空気圧力制限値補正部 4 1 b で補正された空気圧力制限値に制限するものである。すなわち、制限部 4 1 c は、燃料電池 1 に要求される発電量に対応した目標空気圧力が、空気圧力制限値演算部 4 1 a で算出されて空気圧力制限値補正部 4 1 b で補正された空気圧力制限値よりも小さければ、当該目標空気圧力を空気圧力制御指令値として空気圧力制御手段 2 2 へ出力し、目標空気圧力が空気圧力制限値よりも大きければ、空気圧力制限値を空気圧力制御指令値として空気圧力制御手段 2 2 へ出力する。

【 0 0 7 8 】

50

空気圧力制御手段 2 2 は、空気圧力制限手段 4 1 の制限部 4 1 c から出力される空気圧力制御指令値と、圧力センサ 6 によって検出される現在の空気圧力とに応じて、調圧弁 5 の開度を調整することで、燃料電池 1 のカソードに供給される空気の圧力を制御する。これにより、本実施形態の燃料電池システムにおいては、燃料電池 1 のカソードに供給される空気の圧力が、空気圧力制限手段 4 1 の空気圧力制限値演算部 4 1 a で算出されて空気圧力制限値補正部 4 1 b で補正された空気圧力制限値に制限されることになる。

【 0 0 7 9 】

空気圧力制限手段 4 1 における制御の具体例を図 1 2 に示す。この図 1 2 に示す例において、空気圧力制限値演算部 4 1 a は、例えば、燃料電池 1 のカソードに供給する空気の圧力（燃料電池 1 のカソード運転圧力）とその空気圧力を実現するためにコンプレッサモータに要求される必要トルクとの関係を大気圧毎に表したマップを用い、目標制限トルク設定手段 1 0 で設定された目標制限トルクと、大気圧センサ 1 1 によって検出された大気圧とに基づいて、現在の大気圧でコンプレッサモータのモータトルクを目標制限トルクに制限したときに実現可能な上限圧力を、空気圧力制限値として算出する。

10

【 0 0 8 0 】

空気圧力制限値補正部 4 1 b は、目標制限トルク設定手段 1 0 で設定された目標制限トルクとモータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定された現在のモータトルク値との偏差、および当該偏差の積分値に応じた空気圧力制限補正値を求め、この空気圧力制限補正値を用いて、空気圧力制限値演算部 4 1 a で算出された空気圧力制限値を補正する。

【 0 0 8 1 】

20

制限部 4 1 c は、燃料電池 1 に要求される発電量に対応した目標空気圧力と、空気圧力制限値演算部 4 1 a で算出されて空気圧力制限値補正部 4 1 b で補正された空気圧力制限値をセレクトローして、空気圧力制御指令値として空気圧力制御手段 2 2 に出力することによって、燃料電池 1 のカソードに供給する空気の圧力（カソード運転圧力）を制限する。

【 0 0 8 2 】

以上のように、本実施形態の燃料電池システムにおける空気圧力制限手段 4 1 では、モータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定されたコンプレッサモータの現在のモータトルク値が、目標制限トルク設定手段 1 0 で設定された目標制限トルクからずれた場合に、ずれたトルク偏差がフィードバックされて空気圧力制限値が調整されるので、コンプレッサモータのモータトルク値を許容トルク以下に精度良く抑制することができる。

30

【 0 0 8 3 】

以上、具体的な例を挙げて詳細に説明したように、本実施形態の燃料電池システムでは、モータトルク検出手段 8 でコンプレッサモータの現在のモータトルク値を検出あるいは推定し、目標制限トルクだけでなく現在のモータトルク値も用いて、燃料電池 1 のカソードに供給する空気の圧力を制限するようにしているので、コンプレッサモータのモータトルク値を許容トルク以下に精度良く抑制することができる。したがって、この燃料電池システムにおいては、上述した第 2 の実施形態の燃料電池システムと同様に、コンプレッサ 2 やコンプレッサモータの性能ばらつきなどを考慮して燃料電池 1 からの取出電流を過剰に制限する必要がなく、コンプレッサモータの上限出力を使いきり、燃料電池 1 のカソードに供給する空気流量を増やして動力性能を向上させることができるとともに、コンプレッサ 2 やコンプレッサモータ、燃料電池 1 などの保護を確実に図ることができる。

40

【 0 0 8 4 】

また、本実施形態の燃料電池システムでは、上述した第 2 の実施形態の燃料電池システムと同様に、高出力のモータを採用するといった部品の過剰設計をする必要もなく、安価でコンパクトなシステムを実現できる。

【 0 0 8 5 】

また、本実施形態の燃料電池システムでは、燃料電池 1 からの取出電流（電力）を制限する代わりに、燃料電池 1 のカソードに供給する空気圧力を制限するようにして、コンプレッサ 2 の吸入側と吐出側の空気圧縮比を下げ、コンプレッサモータのモータトルク値を

50

許容トルク以下に抑制できるようにしているので、燃料電池 1 からの取出電流（電力）を制限することに起因する動力性能低下をさらに効果的に回避しながら、コンプレッサ 2 やコンプレッサモータ、燃料電池 1 などの保護を確実に図ることができる。

【 0 0 8 6 】

また、本実施形態の燃料電池システムにおいては、目標制限トルク設定手段 9 で設定された目標制限トルクと、モータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定されたコンプレッサモータの現在のモータトルク値との偏差に応じて、空気圧力制限手段 4 1 で目標制限トルクに基づいて算出された空気圧力制限値を補正する、すなわち、目標制限トルクと現在のモータトルク値との偏差をフィードバックしながら空気圧力制限値を算出するようにしているので、コンプレッサモータのモータトルク値を許容トルク以下に抑制する制御を、極めて高精度に行うことができる。

10

【 0 0 8 7 】

（第 5 の実施形態）

次に、本発明を適用した第 5 の実施形態の燃料電池システムについて説明する。

【 0 0 8 8 】

第 5 の実施形態の燃料電池システムは、上述した第 3 の実施形態の燃料電池システムの構成（図 8 参照）を前提とし、出力制限手段 3 1 の出力制限値補正部 3 1 b が電流制限値を補正する際の演算方法に特徴を有するものである。すなわち、本実施形態の燃料電池システムでは、出力制限手段 3 1 の出力制限値補正部 3 1 b が電流制限値を補正する際に、目標制限トルク設定手段 1 0 で設定された目標制限トルクとモータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定された現在のモータトルク値との偏差と、当該偏差の積分値であって下限値のリミッタが設定された積分値とに応じて電流制限補正值を求め、この電流制限補正值を用いて、出力制限値演算部 3 1 a で算出された電流制限値を補正するようにしている。

20

【 0 0 8 9 】

また、本実施形態の燃料電池システムでは、モータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定された現在のモータトルク値が、目標制限トルク設定手段 1 0 で設定された目標制限トルクよりも所定値 だけ低い値に設定された第 1 の閾値以上となったときに、出力制限手段 3 1 の出力制限値補正部 3 1 b による補正演算を実施し、この補正演算を実施した後、目標制限トルク設定手段 1 0 で設定された目標制限トルクよりも所定値（ > ）だけ低い値に設定された第 2 の閾値（第 2 の閾値 < 第 1 の閾値）未満となったときに、補正演算を終了するようにしている。さらにまた、本実施形態の燃料電池システムでは、出力制限手段 3 1 の出力制限値補正部 3 1 b による補正演算を終了した後、次の補正演算を開始するまでの間は、前回の補正演算のときの積分値（目標制限トルクとモータトルク値との偏差の積分値）を保持するようにしている。

30

【 0 0 9 0 】

本実施形態の燃料電池システムにおける出力制限手段 3 1 での制御の具体例を図 1 3 に示す。この図 1 3 に示す例において、出力制限値演算部 3 1 a および制限部 3 1 c での処理内容は、上述した第 3 の実施形態の燃料電池システム（図 9 参照）と同様である。出力制限値補正部 3 1 b は、目標制限トルク設定手段 1 0 で設定された目標制限トルクとモータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定された現在のモータトルク値との偏差と、当該偏差の積分値であって下限値のリミッタが設定された積分値とに応じて、P I 制御により電流制限補正值を求め、この電流制限補正值を用いて、出力制限値演算部 3 1 a で算出された電流制限値を補正する。

40

【 0 0 9 1 】

ここで、図 1 3 に示す例における出力制限値補正部 3 1 b での積分項と比例項の演算方法について説明する。

【 0 0 9 2 】

（ 1 ）起動時に積分項の初期値にゼロあるいは前回停止時の最終演算値を設定しておく。

【 0 0 9 3 】

50

(2) モータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定された現在のモータトルク値が、目標制限トルク設定手段 10 で設定された目標制限トルクより所定値 だけ低い値である第 2 の閾値未満になっているときには、積分ゲインを I ゲインからゼロゲインに切り替えることによって、積分演算値を保持する。また、このとき、比例ゲインも P ゲインからゼロゲインに切り替える。

【0094】

これにより、モータトルク値が目標制限トルクから離れて低い状態（出力制限がかからないような状態）で積分の演算を停止でき、積分項の発散を防止できる。また、積分値は出力制限がかかっているときに、目標制限トルクと現在のモータトルク値との偏差をゼロに近づけるような最適値に演算されているので、燃料電池 1 からの取出電流に制限がかからないような状態では積分演算値を保持することによって、次の電流制限をかけるときにも、積分値の演算が最適値から開始されるようになり、さらにモータトルク値のオーバーシュートを防止して、モータトルク値を許容トルク以下に抑制する制御を、さらに高精度に行えるようになる。

10

【0095】

積分ゲインのゼロゲインから I ゲインへの切り替えと、比例ゲインのゼロゲインから P ゲインへの切り替えについては、モータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定された現在のモータトルク値が、目標制限トルク設定手段 10 で設定された目標制限トルクより所定値（ $<$ ）だけ低い値である第 1 の閾値（第 1 の閾値 $>$ 第 2 の閾値）以上になったときとし、補正演算の復帰と解除にヒステリシスを設定する。

20

【0096】

(3) 積分値の演算には、下限値をゼロとするリミッタを設定する。

【0097】

燃料電池 1 からの取出電流に制限がかかっていないときに、モータトルク値が目標制限トルクと第 1 の閾値（積分演算開始の閾値）間におさまった状態が長く続くと、目標制限トルクと現在のモータトルク値との偏差が積算され続けて積分値が発散していく可能性がある。そこで、積分値の演算には下限値リミッタを設定する。これにより、積分値の発散を防止し、燃料電池 1 からの取出電流の制限を正常に実施することができる。

【0098】

本実施形態の燃料電池システムでの燃料電池 1 からの取出電流の制限と、その制限によるコンプレッサモータのモータトルクの応答との関係を図 14 に示す。この図 14 に示すように、本実施形態の燃料電池システムでは、始めに取出電流の制限がかかったときにはコンプレッサモータのモータトルク値が目標制限トルクを少しオーバーシュートすることもあるが、次回あるいは何回か電流制限がかかったときには、上述した(2)の理由により、モータトルク値のオーバーシュートを防止することができる。

30

【0099】

以上、具体的な例を挙げて詳細に説明したように、本実施形態の燃料電池システムでは、出力制限手段 31 の出力制限値補正部 31b が上述した手法で電流制限値を補正することによって、第 3 の実施形態の燃料電池システムの効果に加えて、以下のような効果が得られる。

40

【0100】

すなわち、本実施形態の燃料電池システムでは、出力制限手段 31 の出力制限値補正部 31b が、目標制限トルク設定手段 10 で設定された目標制限トルクとモータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定された現在のモータトルク値との偏差と、当該偏差の積分値とに応じて、出力制限値演算部 31a で算出された電流制限値を補正するようにしているので、定常偏差の影響を排除して、コンプレッサモータのモータトルク値を許容トルク以下に抑制する制御を、さらに高精度に行うことができる。また、積分値の演算に下限値リミッタを設定することによって、積分値の発散を防止して、燃料電池 1 からの取出電流の制限を正常に実施することができる。

【0101】

50

また、本実施形態の燃料電池システムでは、コンプレッサモータのモータトルク値が目標制限トルクよりも所定値 だけ低い値に設定された第 1 の閾値以上となったときに、出力制限手段 3 1 の出力制限値補正部 3 1 b による補正演算を実施するようにしているので、電流制限値の発散を防止して、燃料電池 1 からの取出電流の制限を正常に実施することができる。すなわち、コンプレッサモータのモータトルク値が目標制限トルクからかけ離れて低い状態（出力制限がかからないような状態）で、出力制限手段 3 1 の出力制限値補正部 3 1 b による補正演算（トルク偏差のフィードバック補正演算）を実施すると、トルク偏差が積分項に蓄積されて電流制限値が発散し、適切に電流制限がかからなくなる可能性があるが、本実施形態の燃料電池システムでは、このような場合にはトルク偏差のフィードバック補正演算が行われないので、電流制限値の発散を防止することができる。

10

【 0 1 0 2 】

また、本実施形態の燃料電池システムでは、出力制限手段 3 1 の出力制限値補正部 3 1 b による補正演算を実施した後、コンプレッサモータのモータトルク値が目標制限トルクよりも所定値 (>) だけ低い値に設定された第 2 の閾値 (第 2 の閾値 < 第 1 の閾値) 未満となったときに、出力制限手段 3 1 の出力制限値補正部 3 1 b による補正演算を終了するようにしているので、トルク偏差のフィードバック補正演算の実施と終了にヒステリシスが設けられ、フィードバック補正演算の実施 / 終了のチャタリングを防止することができる。

【 0 1 0 3 】

また、本実施形態の燃料電池システムでは、トルク偏差のフィードバック補正演算を終了した後、次の補正演算を開始するまでの間は、前回の補正演算のときの積分値を保持するようにしているので、次の電流制限をかけるときにも、積分値の演算を最適値から開始させることができ、モータトルク値のオーバーシュートを防止して、モータトルク値を許容トルク以下に抑制する制御を、さらに高精度に行うことが可能となる。

20

【 0 1 0 4 】

なお、以上は、第 3 の実施形態の燃料電池システムの構成を前提として、本実施形態に特徴的な出力制限値補正部 3 1 b での補正演算について説明したが、この補正演算は、上述した第 1 の実施形態の燃料電池システムや第 2 の実施形態の燃料電池システム、第 4 の実施形態の燃料電池システムのいずれの構成を前提とした場合にも有効に適用できるものである。勿論、第 2 の実施形態の燃料電池システムや第 4 の実施形態の燃料電池システムの構成を前提として本実施形態に特徴的な補正演算を適用した場合には、この補正演算によって、空気圧力制限値が補正されることになる。

30

【 0 1 0 5 】

(第 6 の実施形態)

次に、本発明を適用した第 6 の実施形態の燃料電池システムについて説明する。

【 0 1 0 6 】

第 6 の実施形態の燃料電池システムは、上述した第 5 の実施形態の燃料電池システムの変形例である。すなわち、本実施形態の燃料電池システムでは、基本的には出力制限手段 3 1 の出力制限値演算部 3 1 a で算出された電流制限値を用いて燃料電池 1 からの取出電流を制限するが、出力制限値演算部 3 1 a の設計が実際とずれて、コンプレッサモータのモータトルク値が目標制限トルクを超えた場合に、出力制限値補正部 3 1 b での補正演算を実施するようにしている。具体的には、本実施形態の燃料電池システムでは、モータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定された現在のモータトルク値が、目標制限トルク設定手段 1 0 で設定された目標制限トルクよりも所定値 だけ高い値に設定された第 3 の閾値以上となったときに、出力制限手段 3 1 の出力制限値補正部 3 1 b による補正演算を実施し、この補正演算を実施した後、目標制限トルク設定手段 1 0 で設定された目標制限トルクよりも所定値 (<) だけ高い値に設定された第 4 の閾値 (第 4 の閾値 < 第 3 の閾値) 未満となったときに、補正演算を終了するようにしている。

40

【 0 1 0 7 】

本実施形態の燃料電池システムにおける出力制限手段 3 1 での制御の具体例を図 1 5 に

50

示す。この図 15 に示す例において、出力制限値演算部 31a および制限部 31c での処理内容は、上述した第 3 の実施形態の燃料電池システム（図 9 参照）と同様である。また、出力制限値補正部 31b での補正演算は、上述した第 5 の実施形態と同様であり、目標制限トルク設定手段 10 で設定された目標制限トルクとモータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定された現在のモータトルク値との偏差と、当該偏差の積分値であって下限値のリミッタが設定された積分値とに応じて、PI 制御により電流制限補正値を求め、この電流制限補正値を用いて、出力制限値演算部 31a で算出された電流制限値を補正する。

【0108】

ただし、本実施形態の燃料電池システムでは、出力制限手段 31 の出力制限値補正部 31b での補正演算を、出力制限値演算部 31a の設計が実際とずれて、コンプレッサモータのモータトルク値が目標制限トルクを超えた場合に実施するようにしている。すなわち、本実施形態の燃料電池システムにおいて、出力制限手段 31 の出力制限値補正部 31b は、モータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定された現在のモータトルク値が、目標制限トルク設定手段 10 で設定された目標制限トルクよりも所定値 だけ高い値である第 4 の閾値未満になっているときには、積分ゲインを I ゲインからゼロゲインに切り替える。また、このとき、比例ゲインも P ゲインからゼロゲインに切り替える。

10

【0109】

積分ゲインのゼロゲインから I ゲインへの切り替えと、比例ゲインのゼロゲインから P ゲインへの切り替えについては、モータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定された現在のモータトルク値が、目標制限トルク設定手段 10 で設定された目標制限トルクより所定値 (>) だけ高い値である第 3 の閾値 (第 3 の閾値 > 第 4 の閾値) 以上になったときとし、補正演算の復帰と解除にヒステリシスを設定する。

20

【0110】

以上のように、本実施形態の燃料電池システムでは、コンプレッサモータのモータトルク値が目標制限トルクよりも所定値 だけ高い値に設定された第 3 の閾値以上となったときに、出力制限手段 31 の出力制限値補正部 31b による補正演算を実施するようにしているので、出力制限値演算部 31a の設計が実際とずれて乖離が生じたときに、トルク偏差のフィードバック補正演算によってコンプレッサモータのモータトルク値を許容トルク以下に抑制することができる。

【0111】

また、本実施形態の燃料電池システムでは、出力制限手段 31 の出力制限値補正部 31b による補正演算を実施した後、コンプレッサモータのモータトルク値が目標制限トルクよりも所定値 (<) だけ高い値に設定された第 4 の閾値 (第 4 の閾値 < 第 3 の閾値) 未満となったときに、出力制限手段 31 の出力制限値補正部 31b による補正演算を終了するようにしているので、トルク偏差のフィードバック補正演算の実施と終了にヒステリシスが設けられ、フィードバック補正演算の実施 / 終了のチャタリングを防止することができる。

30

【0112】

なお、以上は、第 3 の実施形態の燃料電池システムの構成を前提として、本実施形態に特徴的な出力制限値補正部 31b での補正演算について説明したが、この補正演算は、第 5 の実施形態で説明した補正演算と同様に、上述した第 1 の実施形態の燃料電池システムや第 2 の実施形態の燃料電池システム、第 4 の実施形態の燃料電池システムのいずれの構成を前提とした場合にも有効に適用できるものである。勿論、第 2 の実施形態の燃料電池システムや第 4 の実施形態の燃料電池システムの構成を前提として本実施形態に特徴的な補正演算を適用した場合には、この補正演算によって、空気圧力制限値が補正されることになる。

40

【0113】

(第 7 の実施形態)

次に、本発明を適用した第 7 の実施形態の燃料電池システムについて説明する。

【0114】

50

第7の実施形態の燃料電池システムの要部構成を図16に示す。本実施形態の燃料電池システムは、図16に示すように、上述した第3の実施形態における出力制限手段31の代わりに、出力制限手段71を備えたものである。すなわち、上述した第3の実施形態の燃料電池システムでは、出力制限手段31の出力制限値演算部31aで算出されて出力制限値補正部31bで補正された電流制限値で、燃料電池1からの取出電流に制限をかけるようにしているが、本実施形態の燃料電池システムにおいては、出力制限手段71の出力制限値演算部71aで算出された電流制限値を、燃料電池1のカソードに供給される空気の圧力、流量、温度に応じてさらに補正して、最終的に得られた電流制限値で、燃料電池1からの取出電流に制限をかけるようにしている。

【0115】

なお、本実施形態の燃料電池システムにおけるその他の構成や制御の基本部分は、上述した第3の実施形態と共通であるので、以下、第3の実施形態との共通部分については図中同一の符号を付して重複した説明を省略し、本実施形態に特徴的な出力制限手段71の構成およびその制御内容を中心に説明する。

【0116】

本実施形態の燃料電池システムにおいて、出力制限手段71は、出力制限値演算部71a、出力制限値補正部71b、空気圧力対応補正部71c、空気流量対応補正部71d、空気温度対応補正部71e、制限部71fを有する。なお、ここでは、出力制限手段71が、燃料電池1からの取出電流に制限をかけるものとして説明するが、電流と電圧の双方、すなわち燃料電池1からの取出電力に制限をかけるようにしてもよい。燃料電池1からの取出電力に制限をかける場合も、制御の内容は、燃料電池1からの取出電流に制限をかける場合と同様である。

【0117】

出力制限値演算部71aは、第3の実施形態の燃料電池システムにおける出力制限値演算部31aと同様、目標制限トルク設定手段10によって設定された目標制限トルクと、大気圧センサ11によって検出された大気圧に応じて、燃料電池1からの取出電流を制限するための電流制限値を算出するものである。

【0118】

出力制限値補正部71bは、第3の実施形態の燃料電池システムにおける出力制限値補正部31bと同様、目標制限トルク設定手段10によって設定された目標制限トルクと、モータトルク検出手段8によって検出あるいは推定された現在のモータトルク値との偏差、および当該偏差の積分値に応じて、出力制限値演算部71aで算出された電流制限値を補正するものである。

【0119】

空気圧力対応補正部71cは、燃料電池1に要求される発電量に対応して決定された燃料電池入口目標空気圧力に応じて、出力制限値演算部71aで算出された電流制限値を補正するものである。なお、この空気圧力対応補正部71cは、圧力センサ6によって検出された燃料電池1のカソード運転圧力（燃料電池1のカソードに供給されている空気の圧力）に応じて、出力制限値演算部71aで算出された電流制限値を補正するようにしてもよい。

【0120】

空気流量対応補正部71dは、燃料電池1に要求される発電量に対応して決定された燃料電池供給目標空気流量に応じて、出力制限値演算部71aで算出された電流制限値を補正するものである。なお、この空気流量対応補正部71dは、燃料電池1のカソード入口側に設けられた図示しない流量センサによって検出された空気流量に応じて、出力制限値演算部71aで算出された電流制限値を補正するようにしてもよい。

【0121】

空気温度対応補正部71eは、燃料電池1のカソード入口側に設けられた温度センサ72によって検出された空気温度に応じて、出力制限値演算部71aで算出された電流制限値を補正するものである。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 2 】

制限部 7 1 f は、燃料電池 1 からの目標取出電流を、出力制限値演算部 7 1 a で算出されて出力制限値補正部 7 1 b、空気圧力対応補正部 7 1 c、空気流量対応補正部 7 1 d、空気温度対応補正部 7 1 e で補正された電流制限値に制限するものである。すなわち、制限部 7 1 f は、例えば駆動モータの動作状況などに応じて燃料電池 1 に要求される目標取出電流が、出力制限値演算部 7 1 a で算出されて出力制限値補正部 7 1 b、空気圧力対応補正部 7 1 c、空気流量対応補正部 7 1 d、空気温度対応補正部 7 1 e で補正された電流制限値よりも小さければ、当該目標取出電流を取出電流指令値としてパワーマネージャ 7 に出力し、目標取出電流が電流制限値よりも大きければ、電流制限値を取出電流指令値としてパワーマネージャ 7 に出力する。これにより、燃料電池 1 からの取出電流が、電流制限値に制限されることになる。

10

【 0 1 2 3 】

出力制限手段 7 1 における制御の具体例を図 1 7 に示す。この図 1 7 に示す例において、出力制限値演算部 7 1 a は、例えば、燃料電池 1 からの取出電流値とその電流値を燃料電池 1 から取り出せるようにするためにコンプレッサモータに要求される必要トルクとの関係を大気圧毎に表したマップを用い、目標制限トルク設定手段 1 0 で設定された目標制限トルクと、大気圧センサ 1 1 によって検出された大気圧とに基づいて、現在の大気圧でコンプレッサモータのモータトルクを目標制限トルクに制限したときに燃料電池 1 から取り出すことが可能な電流値を、電流制限値として算出する。

20

【 0 1 2 4 】

出力制限値補正部 7 1 b は、目標制限トルク設定手段 1 0 で設定された目標制限トルクとモータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定された現在のモータトルク値との偏差と、当該偏差の積分値であって下限値のリミッタが設定された積分値とに応じて、P I 制御により電流制限補正値を求め、この電流制限補正値を用いて、出力制限値演算部 3 1 a で算出された電流制限値を補正する。なお、この図 1 7 に示す例での出力制限値補正部 7 1 b による補正演算は、上述した第 6 の実施形態と同様である。

【 0 1 2 5 】

空気圧力対応補正部 7 1 c は、燃料電池入口目標空気圧力と基準空気圧力との偏差に応じて、電流制限値の補正係数を演算する。ここで、基準空気圧力とは、出力制限値演算部 7 1 a のマップを作成したときに想定した燃料電池 1 の目標空気圧力のことである。燃料電池入口目標空気圧力は、燃料電池 1 の運転温度などに応じて変わることもあるので、燃料電池入口目標空気圧力と基準空気圧力とに乖離が生じた場合には、前記マップを用いて出力制限値演算部 7 1 a で算出された電流制限値を補正することによって、コンプレッサモータのモータトルク値を許容トルク以下に精度良く抑制できるようにしている。

30

【 0 1 2 6 】

空気流量対応補正部 7 1 d は、燃料電池供給目標空気流量と基準空気流量との偏差に応じて、電流制限値の補正係数を演算する。ここで、基準空気流量とは、出力制限値演算部 7 1 a のマップを作成したときに想定した燃料電池 1 への供給空気流量のことである。燃料電池供給目標空気流量についても、前述の燃料電池入口目標空気圧力と同様に、燃料電池 1 の運転温度などに応じて変わることもあるので、燃料電池供給目標空気流量と基準空気流量とに乖離が生じた場合には、前記マップを用いて出力制限値演算部 7 1 a で算出された電流制限値を補正することによって、コンプレッサモータのモータトルク値を許容トルク以下に精度良く抑制できるようにしている。

40

【 0 1 2 7 】

空気温度対応補正部 7 1 e は、燃料電池 1 のカソードに供給する空気の温度（温度センサ 7 2 の検出値）と基準空気温度との偏差に応じて、電流制限値の補正係数を演算する。ここで、基準空気温度とは、出力制限値演算部 7 1 a のマップを作成したときに想定した燃料電池 1 への供給空気の温度のことである。燃料電池 1 が必要とする質量空気流量とコンプレッサ 2 が供給する体積空気流量の関係は、空気温度に応じて変化する。そして、体積空気流量が変化すると、空気系の圧損が変わってコンプレッサ 2 の圧縮比とモータトル

50

ク値も変動する。したがって、燃料電池 1 のカソードに供給する空気の温度が基準空気温度から乖離を生じたときには、前記マップを用いて出力制限値演算部 7 1 a で算出された電流制限値を補正することによって、コンプレッサモータのモータトルク値を許容トルク以下に精度良く抑制できるようにしている。

【 0 1 2 8 】

制限部 7 1 f は、燃料電池 1 の目標取出電流と、出力制限値演算部 7 1 a で算出されて出力制限値補正部 7 1 b、空気圧力対応補正部 7 1 c、空気流量対応補正部 7 1 d、空気温度対応補正部 7 1 e で補正された電流制限値をセレクトローして、取出電流指令値としてパワーマネージャ 7 に出力することによって、燃料電池 1 からの取出電流を制限する。

【 0 1 2 9 】

以上、具体的な例を挙げて詳細に説明したように、本実施形態の燃料電池システムでは、出力制限手段 7 1 の出力制限値演算部 7 1 a で算出された電流制限値を、出力制限値補正部 7 1 b での補正演算だけでなく、空気圧力対応補正部 7 1 c、空気流量対応補正部 7 1 d、空気温度対応補正部 7 1 e で各々算出した補正係数も用いて補正し、最終的に得られた電流制限値で燃料電池 1 からの取出電流に制限をかけるようにしているの、コンプレッサモータのモータトルク値を許容トルク以下に抑制する制御を、さらに高精度に行うことができる。

【 0 1 3 0 】

なお、以上は、第 3 の実施形態の燃料電池システムの構成を若干変更して、燃料電池 1 のカソードに供給される空気の圧力、流量、温度に応じて電流制限値を補正する例について説明したが、このような補正方法は、上述した第 1 の実施形態の燃料電池システムや第 2 の実施形態の燃料電池システム、第 4 の実施形態の燃料電池システムのいずれにも有効に適用できるものである。勿論、第 2 の実施形態の燃料電池システムや第 4 の実施形態の燃料電池システムに適用した場合には、燃料電池 1 のカソードに供給される空気の圧力、流量、温度に応じてによって、空気圧力制限値が補正されることになる。

【 0 1 3 1 】

(第 8 の実施形態)

次に、本発明を適用した第 8 の実施形態の燃料電池システムについて説明する。

【 0 1 3 2 】

第 8 の実施形態の燃料電池システムの要部構成を図 1 8 に示す。本実施形態の燃料電池システムは、図 1 8 に示すように、上述した第 3 の実施形態における目標制限トルク設定手段 1 0 の代わりに、目標制限トルク設定手段 8 1 を備えたものである。すなわち、上述した第 3 の実施形態の燃料電池システムでは、目標制限トルク設定手段 1 0 が、コンプレッサモータの回転数に応じた 1 種類の目標制限トルクを設定しているが、本実施形態の燃料電池システムにおいては、目標制限トルク設定手段 8 1 が、目標制限トルクとして時間定格制限トルクと連続定格制限トルクとの 2 種類の目標制限トルクを設定している。そして、目標制限トルク設定手段 8 1 は、通常は、時間定格制限トルクを目標制限トルクとして出力制限手段 3 1 に出力するが、コンプレッサモータのモータトルク値が連続定格制限トルクを超えている状態が所定時間継続したときには、目標制限トルクを時間定格制限トルクから連続定格制限トルクに切り替えて、連続定格制限トルクを目標トルクとして出力制限手段 3 1 に出力するようにしている。

【 0 1 3 3 】

なお、本実施形態の燃料電池システムにおけるその他の構成や制御の基本部分は、上述した第 3 の実施形態と共通であるので、以下、第 3 の実施形態との共通部分については図中同一の符号を付して重複した説明を省略し、本実施形態に特徴的な目標制限トルク設定手段 8 1 の構成およびその制御内容を中心に説明する。

【 0 1 3 4 】

本実施形態の燃料電池システムにおいて、目標制限トルク設定手段 8 1 は、例えば図 1 9 に示すように、第 1 マップと第 2 マップの 2 種類のマップを用いて目標制限トルクを設定する。第 1 マップは時間定格制限トルクを求めるためのマップであり、上述した第 3 の

10

20

30

40

50

実施形態の燃料電池システムにおける目標制限トルク設定手段 10 で用いるマップ（図 2 参照）と同様のマップである。すなわち、第 1 マップは、コンプレッサモータの回転数と当該回転数のときにコンプレッサモータで出力可能な上限トルクとの関係を表している。一方、第 2 マップは連続定格制限トルクを求めるためのマップであり、コンプレッサモータの回転数と上限トルクとの関係を表している点は第 1 マップと同様である。ただし、第 2 マップでは、コンプレッサモータが所定時間連続して高負荷の状態にあることを想定した場合の上限トルクを規定しており、コンプレッサの回転数が同じであっても第 1 マップよりも低いトルク値が上限トルクとされている。

【 0 1 3 5 】

目標制限トルク設定手段 8 1 は、以上のような第 1 マップと第 2 マップとを用い、コンプレッサ回転数検出手段 9 によって検出されたコンプレッサモータの回転数に応じて、第 1 マップで求められる上限トルクを時間定格制限トルクとして設定するとともに、第 2 マップで求められる上限トルクを連続定格制限トルクとして設定する。そして、目標制限トルク設定手段 8 1 は、モータトルク検出手段 8 で検出あるいは推定されるコンプレッサモータのモータトルク値をモニタリングして、当該コンプレッサモータのモータトルク値を連続定格制限トルクと比較し、当該コンプレッサモータのモータトルク値が連続定格制限トルク以下であったり、当該コンプレッサモータのモータトルク値が連続定格制限トルクを超えていてもその超えている時間が所定時間を超えない間は、時間定格制限トルクを目標制限トルクとして選択して出力制限手段 3 1 に出力する。一方、目標制限トルク設定手段 8 1 は、コンプレッサモータのモータトルク値が連続定格制限トルクを超えている状態が所定時間継続したときには、目標制限トルクを時間定格制限トルクから連続定格制限トルクに切り替えて、連続定格制限トルクを目標制限トルクとして選択して出力制限手段 3 1 に出力する。

【 0 1 3 6 】

以上のように、本実施形態の燃料電池システムでは、目標制限トルク設定手段 8 1 が、目標制限トルクとして時間定格制限トルクと連続定格制限トルクとの 2 種類の目標制限トルクを設定して、通常時は時間定格制限トルクを目標制限トルクとして出力制限手段 3 1 に出力し、コンプレッサモータのモータトルク値が連続定格制限トルクを超えている状態が所定時間継続したときには、目標制限トルクを時間定格制限トルクから連続定格制限トルクに切り替えて、連続定格制限トルクを目標トルクとして出力制限手段 3 1 に出力するようにしているので、コンプレッサモータが長時間に亘って高負荷の状態となっているときの性能低下も考慮しながら、コンプレッサモータのモータトルク値が許容トルクを超えないように制御することができ、コンプレッサモータの保護をより確実に図ることが可能となる。

【 0 1 3 7 】

なお、以上は、第 3 の実施形態の燃料電池システムの構成を前提として、本実施形態に特徴的な目標制限トルク設定手段 8 1 で目標制限トルクを設定する手法について説明したが、この目標制限トルクの設定手法は、上述した第 1 の実施形態の燃料電池システムや第 2 の実施形態の燃料電池システム、第 4 の実施形態の燃料電池システムのいずれの構成を前提とした場合にも有効に適用できるものである。

【 0 1 3 8 】

（第 9 の実施形態）

次に、本発明を適用した第 9 の実施形態の燃料電池システムについて説明する。

【 0 1 3 9 】

第 9 の実施形態の燃料電池システムの要部構成を図 20 に示す。本実施形態の燃料電池システムは、図 20 に示すように、上述した第 1 の実施形態におけるコンプレッサ回転数検出手段 9 の代わりにコンプレッサ目標回転数演算手段 9 1 を備え、上述した第 1 の実施形態における目標制限トルク設定手段 9 の代わりに目標制限トルク設定手段 9 2 を備えたものである。すなわち、上述した第 1 の実施形態の燃料電池システムでは、コンプレッサ回転数検出手段 9 でコンプレッサモータの回転数を検出し、目標制限トルク設定手段 10

が、このコンプレッサ回転数検出手段 9 で検出したコンプレッサモータの回転数に応じて、コンプレッサモータの目標制限トルクを設定するようにしているが、本実施形態の燃料電池システムにおいては、コンプレッサ目標回転数演算手段 9 1 でコンプレッサモータの目標回転数を演算し、目標制限トルク設定手段 9 2 が、このコンプレッサ目標回転数演算手段 9 1 で演算したコンプレッサモータの目標回転数に応じて、コンプレッサモータの目標制限トルクを設定するようにしている。

【 0 1 4 0 】

なお、本実施形態の燃料電池システムにおけるその他の構成や制御の基本部分は、上述した第 1 の実施形態と共通であるので、以下、第 1 の実施形態との共通部分については図中同一の符号を付して重複した説明を省略し、本実施形態に特徴的な部分についてのみ説明する。

10

【 0 1 4 1 】

本実施形態の燃料電池システムにおいて、コンプレッサ目標回転数演算手段 9 1 は、例えば、駆動モータの動作状況などに応じて燃料電池 1 に要求される目標取出電流に基づいて、この目標取出電流を燃料電池 1 から取り出すために必要な必要空気流量を求め、この求めた必要空気流量を実現するためにコンプレッサモータに対して要求する目標回転数（すなわち、コンプレッサ 2 の目標回転数）を算出する。

【 0 1 4 2 】

また、目標制限トルク設定手段 9 2 は、例えば図 2 1 に示すように、コンプレッサモータの回転数と上限トルクとの関係を表すマップを用いて、コンプレッサ目標回転数演算手段 9 1 で算出されたコンプレッサモータの目標回転数に応じて、コンプレッサモータのトルクが当該コンプレッサモータの能力を超えないように制限するための目標制限トルクを設定する。なお、このとき、目標制限トルク設定手段 9 2 は、上述した第 1 の実施形態における目標制限トルク設定手段 1 0 と同様に、コンプレッサ目標回転数演算手段 9 1 によって算出されたコンプレッサモータの目標回転数をそのままマップの入力値として用いるのではなく、図 2 1 に示すように、一次遅れフィルタを用いてコンプレッサ目標回転数演算手段 9 1 によって算出されたコンプレッサモータの目標回転数に補正をかけた出力をマップの入力値として目標制限トルクを設定することが望ましい。このように、コンプレッサ目標回転数演算手段 9 1 によって算出されたコンプレッサモータの目標回転数に一次遅れフィルタを用いて補正をかけた出力に応じて目標制限トルクを設定するようにすれば、上述した第 1 の実施形態と同様に、コンプレッサモータの回転数の変動をなまして、目標制限トルクの演算と燃料電池 1 からの取出電流制限値の演算との干渉を回避することができ、取出電流制限にハンチングを生じさせるといった問題を有効に抑制することが可能となる。

20

30

【 0 1 4 3 】

以上のように、本実施形態の燃料電池システムでは、コンプレッサ目標回転数演算手段 9 1 でコンプレッサモータの目標回転数を演算し、目標制限トルク設定手段 9 2 が、コンプレッサ目標回転数演算手段 9 1 で演算したコンプレッサモータの目標回転数に応じてコンプレッサモータの目標制限トルクを設定するようにしているため、上述した第 1 の実施形態の燃料電池システムの効果に加えて、以下のような効果が得られる。すなわち、コンプレッサモータの回転数を検出して、その検出値に応じてコンプレッサモータの目標制限トルクを設定した場合、コンプレッサモータの回転数制御精度によっては実際の回転数が目標値から変動することがあり、それに起因して目標制限トルクの設定値が変動し、燃料電池 1 からの取出電流制限値が振動的になる可能性があるが、本実施形態の燃料電池システムでは、変動の少ない目標回転数に応じてコンプレッサモータの目標制限トルクを設定するようにしているため、目標制限トルクの設定値を安定化させて、燃料電池 1 からの取出電流制限値の振動を有効に抑制することができる。

40

【 0 1 4 4 】

（第 1 0 の実施形態）

次に、本発明を適用した第 1 0 の実施形態の燃料電池システムについて説明する。

50

【 0 1 4 5 】

第 1 0 の実施形態の燃料電池システムの要部構成を図 2 2 に示す。本実施形態の燃料電池システムは、上述した第 2 の実施形態におけるコンプレッサ回転数検出手段 9 の代わりにコンプレッサ目標回転数演算手段 1 0 1 を備え、上述した第 2 の実施形態における目標制限トルク設定手段 9 の代わりに目標制限トルク設定手段 1 0 2 を備えたものである。すなわち、本実施形態の燃料電池システムは、上述した第 2 の実施形態の燃料電池システムのように、目標制限トルクとコンプレッサモータの現在のトルク値とに応じて燃料電池 1 のカソードに供給する空気の圧力（燃料電池 1 のカソード運転圧力）に制限をかける構成において、上述した第 9 の実施形態の燃料電池システムのように、コンプレッサモータの目標回転数に応じてコンプレッサモータの目標制限トルクを設定するようにしている。

10

【 0 1 4 6 】

なお、本実施形態の燃料電池システムにおけるその他の構成や制御の基本部分は、上述した第 2 の実施形態と共通であるので、以下、第 1 の実施形態との共通部分については図中同一の符号を付して重複した説明を省略し、本実施形態に特徴的な部分についてのみ説明する。

【 0 1 4 7 】

本実施形態の燃料電池システムにおいて、コンプレッサ目標回転数演算手段 1 0 1 は、上述した第 9 の実施形態におけるコンプレッサ目標回転数演算手段 9 1 と同様に、例えば、駆動モータの動作状況などに応じて燃料電池 1 に要求される目標取出電流に基づいて、この目標取出電流を燃料電池 1 から取り出すために必要な必要空気流量を求め、この求めた必要空気流量を実現するためにコンプレッサモータに対して要求する目標回転数（すなわち、コンプレッサ 2 の目標回転数）を算出する。

20

【 0 1 4 8 】

また、目標制限トルク設定手段 1 0 2 は、上述した第 9 の実施形態における目標制限トルク設定手段 9 2 と同様に、例えば図 2 1 に示したようなコンプレッサモータの回転数と上限トルクとの関係を表すマップを用いて、コンプレッサ目標回転数演算手段 1 0 1 で算出されたコンプレッサモータの目標回転数に応じて、コンプレッサモータのトルクが当該コンプレッサモータの能力を超えないように制限するための目標制限トルクを設定する。なお、このとき、目標制限トルク設定手段 1 0 2 は、上述した第 9 の実施形態における目標制限トルク設定手段 9 2 と同様に、コンプレッサ目標回転数演算手段 1 0 1 によって算出されたコンプレッサモータの目標回転数をそのままマップの入力値として用いるのではなく、図 2 2 に示したように、一次遅れフィルタを用いてコンプレッサ目標回転数演算手段 1 0 1 によって算出されたコンプレッサモータの目標回転数に補正をかけた出力をマップの入力値として目標制限トルクを設定することが望ましい。このように、コンプレッサ目標回転数演算手段 1 0 1 によって算出されたコンプレッサモータの目標回転数に一次遅れフィルタを用いて補正をかけた出力に応じて目標制限トルクを設定するようにすれば、上述した第 9 の実施形態と同様に、コンプレッサモータの回転数の変動をなまして、目標制限トルクの演算と燃料電池 1 からの取出電流制限値の演算との干渉を回避することができ、取出電流制限にハンチングを生じさせるといった問題を有効に抑制することが可能となる。

30

40

【 0 1 4 9 】

以上のように、本実施形態の燃料電池システムでは、コンプレッサ目標回転数演算手段 1 0 1 でコンプレッサモータの目標回転数を演算し、目標制限トルク設定手段 1 0 2 が、コンプレッサ目標回転数演算手段 1 0 1 で演算したコンプレッサモータの目標回転数に応じてコンプレッサモータの目標制限トルクを設定するようにしているため、上述した第 2 の実施形態の燃料電池システムの効果に加えて、目標制限トルクの設定値を安定化させて、燃料電池 1 からの取出電流制限値の振動を有効に抑制できるといった効果が得られる。

【 0 1 5 0 】

以上、本発明を適用した第 1 乃至第 1 0 の実施形態の燃料電池システムについて詳細に説明したが、以上の各実施形態は、本発明の一適用例を例示したものであり、本発明の技

50

術的範囲は、以上の実施形態の説明で開示した内容に限定されるものではなく、これらの開示から容易に導き得る様々な代替技術も含まれることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【0151】

【図1】第1の実施形態の燃料電池システムの要部構成を示す図である。

【図2】目標制限トルク設定手段で目標制限トルクを設定する手法を説明する図である。

【図3】第1の実施形態の燃料電池システムにおける出力制限手段の具体例を説明する制御ブロック図である。

【図4】出力制限値演算部で電流制限値を算出する際に用いる出力制限マップの作成方法を説明する図である。

10

【図5】第1の実施形態の燃料電池システムにおける燃料電池からの取出電流の制限とその制限によるコンプレッサモータのモータトルクの応答との関係を示す特性図であり、(a)は目標制限トルク設定手段で設定された目標制限トルクを補正することなくマップ入力値として電流制限値を求める場合の例であり、(b)は目標制限トルク設定手段で設定された目標制限トルクをコンプレッサモータの現在のモータトルク値との偏差に応じて補正した上でマップ入力値として電流制限値を求める場合の例である。

【図6】第2の実施形態の燃料電池システムの要部構成を示す図である。

【図7】第2の実施形態の燃料電池システムにおける空気圧力制限手段の具体例を説明する制御ブロック図である。

【図8】第3の実施形態の燃料電池システムの要部構成を示す図である。

20

【図9】第3の実施形態の燃料電池システムにおける出力制限手段の具体例を説明する制御ブロック図である。

【図10】第3の実施形態の燃料電池システムにおける燃料電池からの取出電流の制限とその制限によるコンプレッサモータのモータトルクの応答との関係を示す特性図である。

【図11】第4の実施形態の燃料電池システムの要部構成を示す図である。

【図12】第4の実施形態の燃料電池システムにおける空気圧力制限手段の具体例を説明する制御ブロック図である。

【図13】第5の実施形態の燃料電池システムにおける出力制限手段の具体例を説明する制御ブロック図である。

【図14】第5の実施形態の燃料電池システムにおける燃料電池からの取出電流の制限とその制限によるコンプレッサモータのモータトルクの応答との関係を示す特性図である。

30

【図15】第6の実施形態の燃料電池システムにおける出力制限手段の具体例を説明する制御ブロック図である。

【図16】第7の実施形態の燃料電池システムの要部構成を示す図である。

【図17】第7の実施形態の燃料電池システムにおける出力制限手段の具体例を説明する制御ブロック図である。

【図18】第8の実施形態の燃料電池システムの要部構成を示す図である。

【図19】第8の実施形態の燃料電池システムにおける目標制限トルク設定手段で目標制限トルクを設定する手法を説明する図である。

【図20】第9の実施形態の燃料電池システムの要部構成を示す図である。

40

【図21】目標制限トルク設定手段で目標制限トルクを設定する手法を説明する図である。

【図22】第9の実施形態の燃料電池システムの要部構成を示す図である。

【符号の説明】

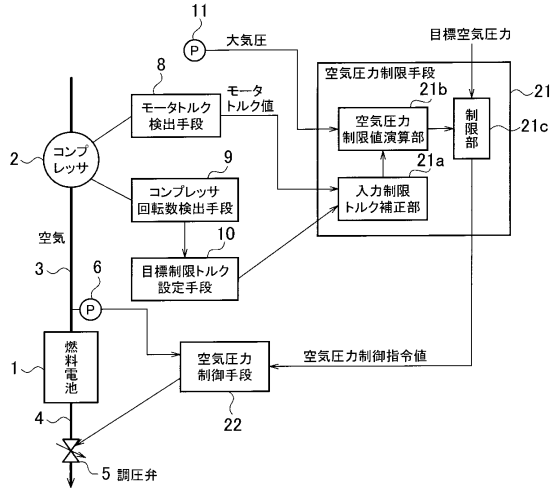
【0152】

- 1 燃料電池
- 2 コンプレッサ
- 7 パワーマネージャ
- 8 モータトルク検出手段
- 9 コンプレッサ回転数検出手段

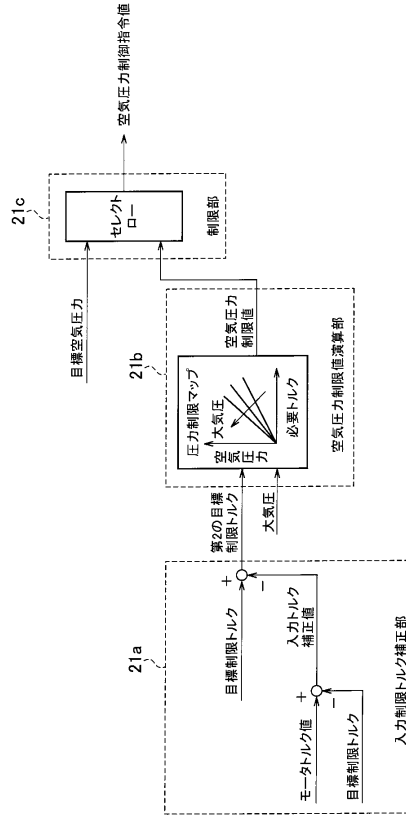
50

1 0	目標制限トルク設定手段	
1 1	大気圧センサ	
1 2	出力制限手段	
1 2 a	入力制限トルク補正部	
1 2 b	出力制限値演算部	
1 2 c	制限部	
2 1	空気圧力制限手段	
2 1 a	入力制限トルク補正部	
2 1 b	空気圧力制限値演算部	
2 1 c	制限部	10
2 2	空気圧力制御手段	
3 1	出力制限手段	
3 1 a	出力制限値演算部	
3 1 b	出力制限値補正部	
3 1 c	制限部	
4 1	空気圧力制限手段	
4 1 a	空気圧力制限値演算部	
4 1 b	空気圧力制限値補正部	
4 1 c	制限部	
7 1	出力制限手段	20
7 1 a	出力制限値演算部	
7 1 b	出力制限値補正部	
7 1 c	空気圧力対応補正部	
7 1 d	空気流量対応補正部	
7 1 e	空気温度対応補正部	
7 1 f	制限部	
8 1	目標制限トルク設定手段	
9 1	コンプレッサ目標回転数演算手段	
9 2	目標制限トルク設定手段	
1 0 1	コンプレッサ目標回転数演算手段	30
1 0 2	目標制限トルク設定手段	

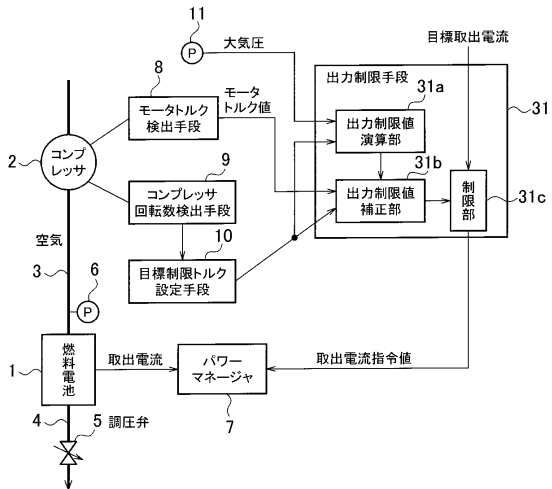
【図6】



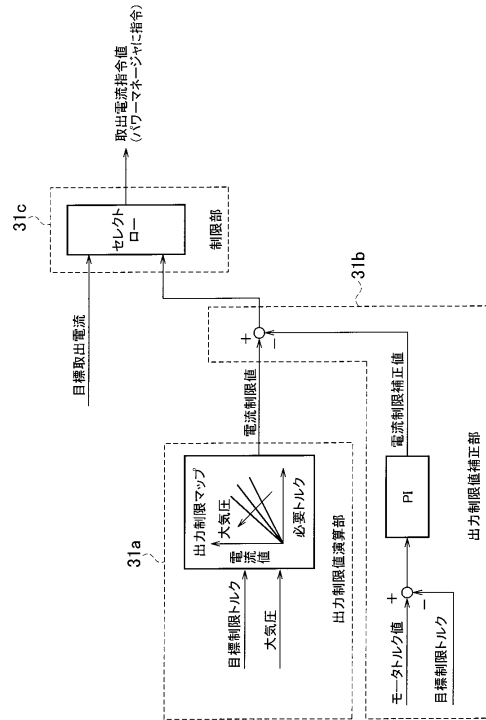
【図7】



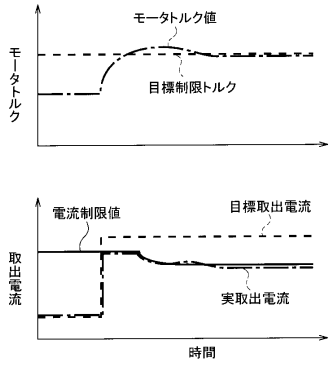
【図8】



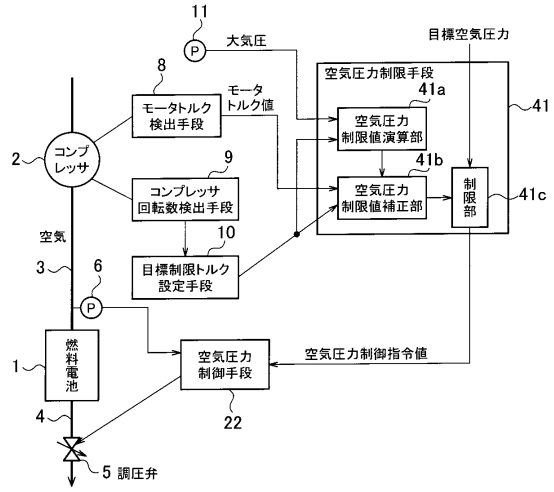
【図9】



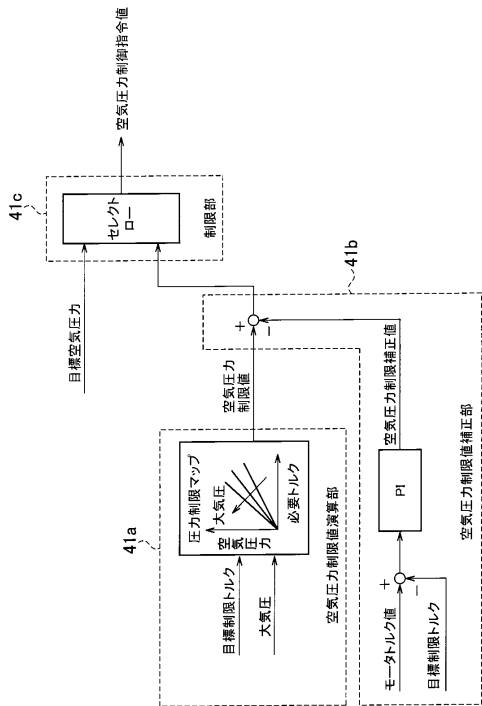
【図10】



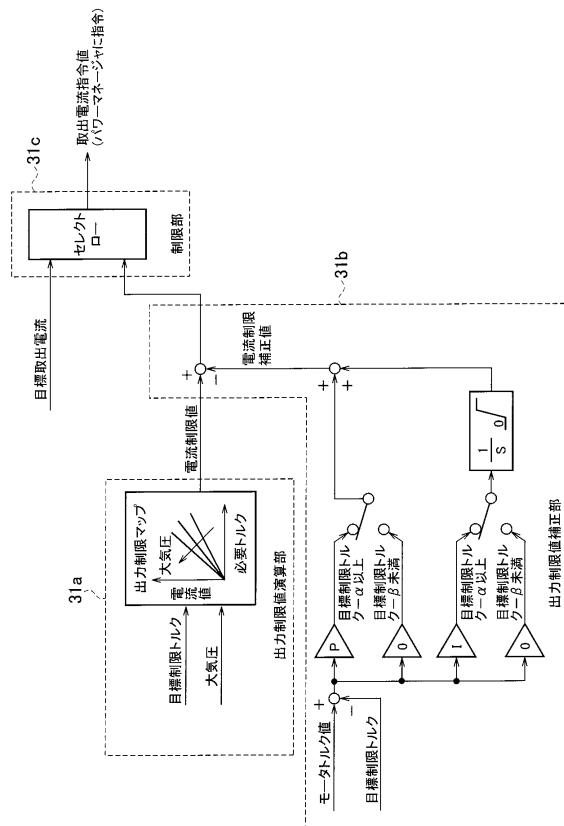
【図11】



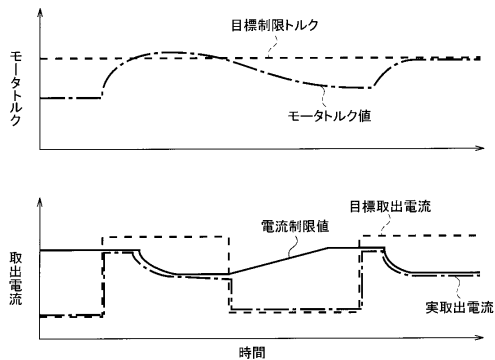
【図12】



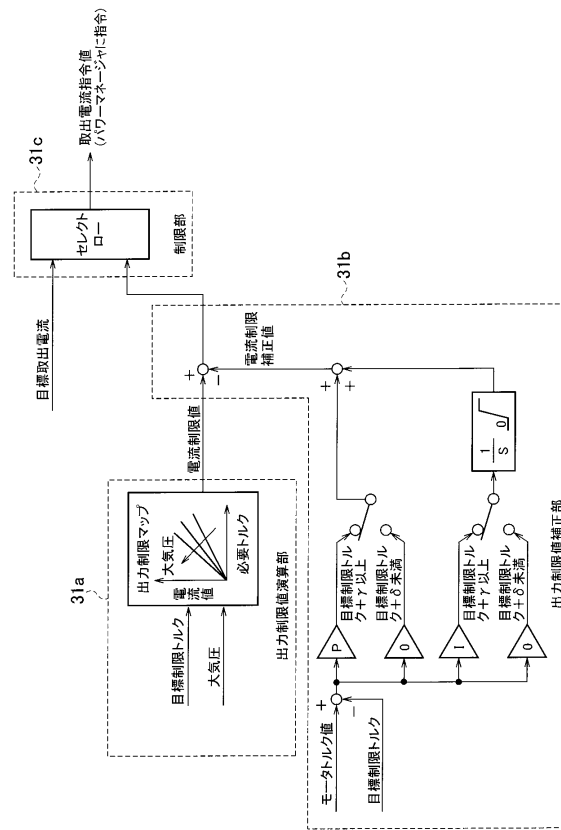
【図13】



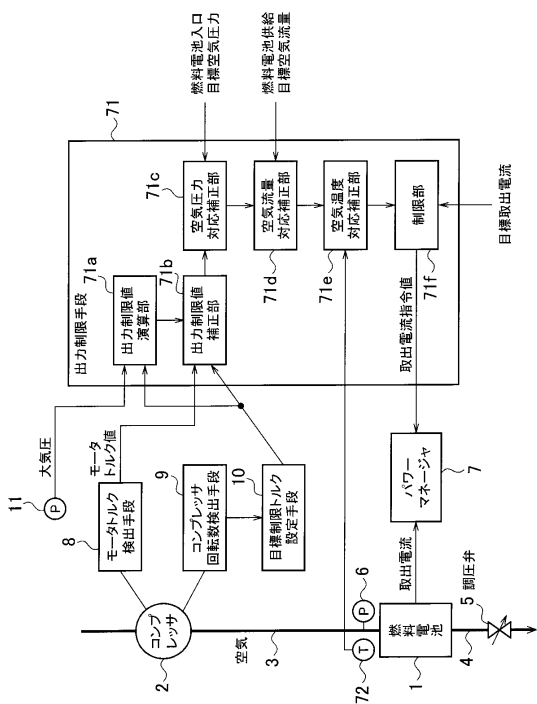
【図14】



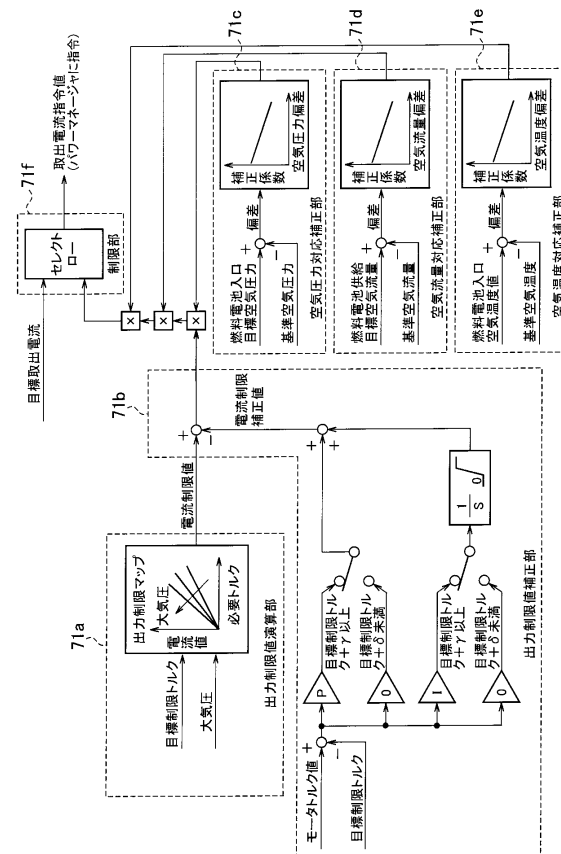
【図15】



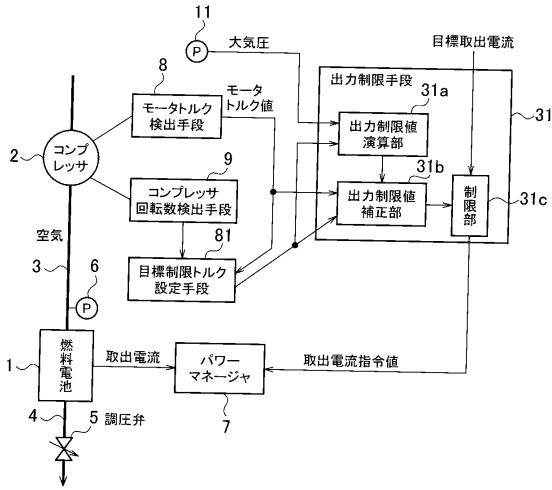
【図16】



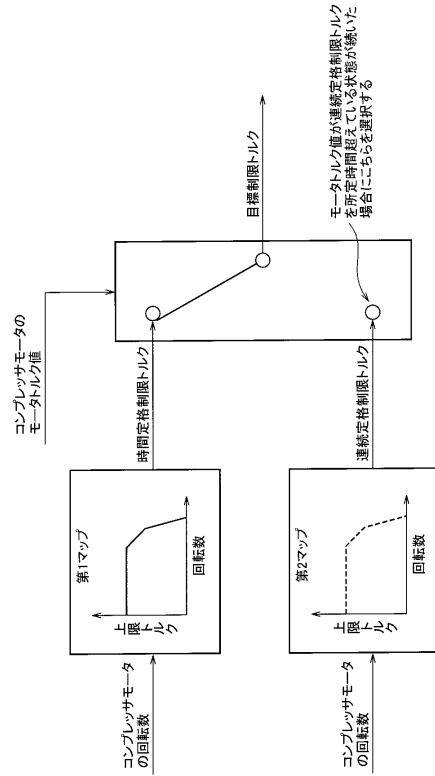
【図17】



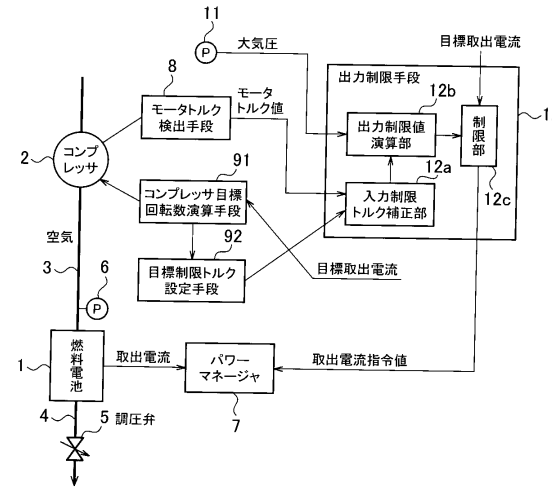
【図18】



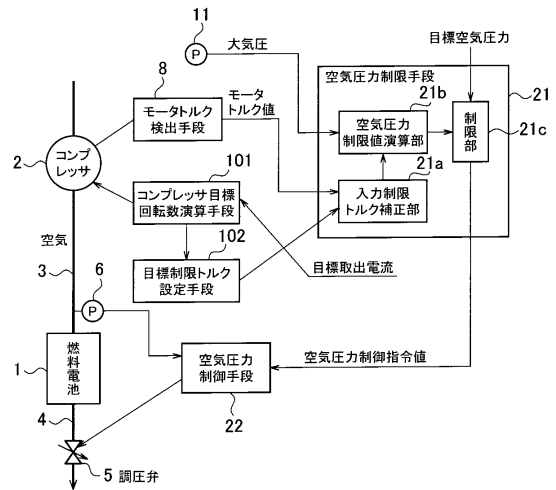
【図19】



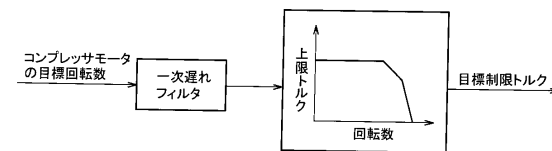
【図20】



【図22】



【図21】



フロントページの続き

- (72)発明者 谷口 育宏
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
- (72)発明者 鈴木 敬介
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
- (72)発明者 加藤 誠
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
- (72)発明者 上原 哲也
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

審査官 池田 貴俊

- (56)参考文献 特開2002-352833(JP,A)
特開2005-253270(JP,A)
特開平06-243886(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8/04
H02P 29/00
H01M 8/10