(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6186892号
(P6186892)

(45)発行日　平成29年8月30日(2017.8.30)　(24)登録日　平成29年8月10日(2017.8.10)

(51)Int.Cl.			F I		
H01M	***8/04***	***(2016.01)***	H01M	8/04	Z
H01M	***8/00***	***(2016.01)***	H01M	8/00	Z
B60L	***11/18***	***(2006.01)***	B60L	11/18	G
B60L	***1/00***	***(2006.01)***	B60L	1/00	L

請求項の数 2　(全 8 頁)

(21)出願番号　特願2013-113765(P2013-113765)
(22)出願日　平成25年5月30日(2013.5.30)
(65)公開番号　特開2014-232681(P2014-232681A)
(43)公開日　平成26年12月11日(2014.12.11)
審査請求日　平成27年9月4日(2015.9.4)

(73)特許権者　000003218
株式会社豊田自動織機
愛知県刈谷市豊田町２丁目１番地
(74)代理人　100110423
弁理士　曾我　道治
(74)代理人　100111648
弁理士　梶並　順
(74)代理人　100147500
弁理士　田口　雅啓
(74)代理人　100166235
弁理士　大井　一郎
(74)代理人　100179914
弁理士　光永　和宏

最終頁に続く

(54)【発明の名称】車両に搭載される燃料電池システム

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
車両に搭載される燃料電池システムであって、
水素と酸素の化学反応によって電気エネルギーを発生させる燃料電池と、
前記燃料電池の出力に接続される第１補機と、
前記燃料電池の出力と前記第１補機との間に並列に接続される第１蓄電手段と、
前記燃料電池の出力に前記第１蓄電手段および前記第１補機と並列に接続される電力変換手段と、
前記電力変換手段の出力側に接続されると共に前記第１補機よりも消費電力の低い第２補機と、
前記電力変換手段の出力側と前記第２補機との間に接続される第２蓄電手段と、
前記電力変換手段の動作を制御する制御手段と、
前記燃料電池の出力電圧を測定する電圧測定手段と、
前記燃料電池から前記電力変換手段に流入する電流を測定する電流測定手段と
を備え、
前記制御手段は、前記電力変換手段を制御することによって前記燃料電池から出力されて前記電力変換手段に流入する直流電流に微小振幅の交流電流を重畳させ、その際に前記電圧測定手段によって測定される電圧値と前記電流測定手段によって測定される電流値とに基づいて、前記燃料電池のインピーダンスを測定する、車両に搭載される燃料電池システム。

【請求項２】
前記電力変換手段は、ＤＣ／ＤＣコンバータである、請求項１に記載の車両に搭載される燃料電池システム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、車両に搭載される燃料電池システムに係り、特に燃料電池のインピーダンスを測定することができる、車両に搭載される燃料電池システムに関する。
【背景技術】
【０００２】
燃料電池システムを搭載した車両の実用化が進められている。一般的な燃料電池システムでは、燃料電池に水素と酸素が供給され、これら水素と酸素が燃料電池内で化学反応を起こすことによって、電気エネルギーが生成される。
【０００３】
燃料電池の発電状態を高効率に保つためには、燃料電池の内部水分量を適切な水準に保つことが重要である。しかしながら、燃料電池の内部水分量を直接測定することは困難であるため、通常、燃料電池の内部水分量とインピーダンスとの間に相関関係があることを利用して、まず燃料電池のインピーダンスを測定し、測定されたインピーダンスに基づいて内部水分量を推定することが行われている。
【０００４】
特許文献１には、交流インピーダンス法を用いて燃料電池のインピーダンスを測定する方法が記載されている。具体的には、燃料電池の出力する直流電圧に微小振幅の交流電圧を重畳させ、その際に測定される燃料電池の出力電圧と出力電流に基づいて、燃料電池のインピーダンスを測定する。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】特開２００７－１２４１８号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
しかしながら、燃料電池の出力電圧は、燃料電池の出力に接続される補機の負荷変動に伴って変動するため、特許文献１に記載されているように燃料電池の出力電圧に微小振幅の交流電圧を重畳させてインピーダンスを測定する方法では、補機の負荷変動が大きい場合に十分な測定精度が得られない可能性がある。
【０００７】
この発明はこのような問題を解決するためになされたものであり、燃料電池のインピーダンスを補機の負荷変動の影響を受けずに高い精度で測定することができる、車両に搭載される燃料電池システムを提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
上記の課題を解決するために、この発明に係る車両に搭載される燃料電池システムは、水素と酸素の化学反応によって電気エネルギーを発生させる燃料電池と、燃料電池の出力に接続される第１補機と、燃料電池の出力と第１補機との間に並列に接続される第１蓄電手段と、燃料電池の出力に第１蓄電手段および第１補機と並列に接続される電力変換手段と、電力変換手段の出力側に接続されると共に第１補機よりも消費電力の低い第２補機と、電力変換手段の出力側と第２補機との間に接続される第２蓄電手段と、電力変換手段の動作を制御する制御手段と、燃料電池の出力電圧を測定する電圧測定手段と、燃料電池から電力変換手段に流入する電流を測定する電流測定手段とを備え、制御手段は、電力変換手段を制御することによって燃料電池から出力されて電力変換手段に流入する直流電流に

微小振幅の交流電流を重畳させ、その際に電圧測定手段によって測定される電圧値と電流測定手段によって測定される電流値とに基づいて、燃料電池のインピーダンスを測定する。

【０００９】

電力変換手段は、ＤＣ／ＤＣコンバータであってもよい。

【発明の効果】

【００１２】

この発明に係る車両に搭載される燃料電池システムによれば、燃料電池のインピーダンスを補機（第１補機）の負荷変動の影響を受けずに高い精度で測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１３】

【図１】この発明の実施の形態１に係る車両に搭載される燃料電池システムの構成を示す図である。

【図２】この発明の実施の形態１に係る車両に搭載される燃料電池システムにおける燃料電池のインピーダンスの測定方法を示すフローチャートである。

【図３】この発明の実施の形態２に係る車両に搭載される燃料電池システムの構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１４】

以下、この発明の実施の形態について添付図面に基づいて説明する。

実施の形態１.

この発明の実施の形態１に係る車両に搭載される燃料電池システム１００の構成を図１に示す。なお、以降の説明では、燃料電池システムは、フォークリフト等の荷役装置を有する産業車両に搭載されるものとして説明する。

【００１５】

燃料電池システム１００は、燃料電池１と、水素ガスを供給可能な水素タンク２と、酸素を含む空気を供給可能なコンプレッサ３とを備えており、水素タンク２から供給される水素とコンプレッサ３から供給される空気中の酸素とが燃料電池１の内部で化学反応を起こすことによって、電気エネルギーが生成される。燃料電池１と水素タンク２の間には、燃料電池１に供給される水素ガス量を調整するための電磁弁４が設けられており、電磁弁４およびコンプレッサ３は、マイクロコンピュータによって構成される電子制御ユニット（ＥＣＵ）５によって制御される。ＥＣＵ５は、電磁弁４の開度とコンプレッサ３の吐出量を制御することによって、燃料電池１に供給される水素と酸素の量を調整し、燃料電池１の発電電力を制御する。

【００１６】

燃料電池１の出力には、ダイオード６とキャパシタ７を介して第１補機８が接続されている。

ダイオード６は、燃料電池１に向けて電流が逆流するのを防止するための保護ダイオードである。

キャパシタ７は、燃料電池１の発電電力が第１補機８の要求電力を上回る場合には余剰の電力を充電し、発電電力が要求電力を下回る場合には、不足分の電力を放電して第１補機８に供給する。

第１補機８は、産業車両の荷役装置を駆動するための荷役モータや車軸を駆動するための走行モータ等の機器である。

【００１７】

また、燃料電池１の出力には、上記キャパシタ７や第１補機８と並列にＤＣ／ＤＣコンバータ９が接続されており、ＤＣ／ＤＣコンバータ９の出力側にはバッテリ１０を介して第２補機１１が接続されている。

ＤＣ／ＤＣコンバータ９は、ＥＣＵ５からの制御信号Ｃｔｒｌによって出力電流を可変制御可能なスイッチングレギュレータであり、燃料電池１から出力される約４８Ｖの直流

電圧を１２Ｖの直流電圧に降圧する電力変換手段として機能する。
バッテリ１０は、充放電可能な二次電池であり、ＤＣ／ＤＣコンバータ９から第２補機１１に供給される直流電力を安定化させる。
第２補機１１は、産業車両に搭載される各種センサやアクチュエータ類等の上記第１補機８に比べて消費電力の低い機器である。

【００１８】
また、燃料電池１の出力電圧ｖを測定するための電圧センサ１２と、燃料電池１からＤＣ／ＤＣコンバータ９に流入する電流ｉを測定するための電流センサ１３とが設けられており、これらセンサによって測定された情報はＥＣＵ５に入力される。なお、図示しないが、燃料電池１の出力電流を測定する電流センサが設けられており、このセンサによって測定された情報もＥＣＵ５に入力される。

【００１９】
電子制御ユニット（ＥＣＵ）５は、上述したように電磁弁４の開度とコンプレッサ３の吐出量を制御することによって燃料電池１の発電電力を制御すると共に、制御信号Ｃｔｒｌによって ＤＣ／ＤＣコンバータ９の出力電流を制御する。また、ＥＣＵ５は、交流インピーダンス法に基づいて燃料電池１のインピーダンスを測定する機能を有しており、測定されたインピーダンスに基づいて燃料電池１の内部水分量を推定することができる。以下、ＥＣＵ５が燃料電池１のインピーダンスを測定する方法の詳細について、図２のフローチャートを参照して説明する。

【００２０】
図２のステップＳ１において、ＥＣＵ５は、ＤＣ／ＤＣコンバータ９への制御信号Ｃｔｒｌを調整することによって、燃料電池１から出力されてＤＣ／ＤＣコンバータ９に流入する直流電流i_{DC}に所定周波数ｆｐを有する微小振幅の交流電流i_{AC}が重畳されるようにする。より詳細には、通常、スイッチングレギュレータ型のＤＣ／ＤＣコンバータの出力電流と入力電流とは概ね比例関係にあるため、ＤＣ／ＤＣコンバータ９の出力電流ｉｏに所定周波数ｆｐの交流電流を重畳させることによって、燃料電池１から出力されてＤＣ／ＤＣコンバータ９に流入する直流電流i_{DC}に所定周波数ｆｐの交流電流i_{AC}を重畳させる。なお、重畳させる交流電流i_{AC}の具体的な波形としては、例えば正弦波や矩形波とすることができる。また、微小振幅の大きさは、直流電流i_{DC}の大きさの１０％未満であることが好ましい。

【００２１】
次に、ステップＳ２において、上記微小振幅の交流電流i_{AC}が重畳された状態における、電圧センサ１２によって測定される燃料電池１の出力電圧ｖと、電流センサ１３によって測定される燃料電池１からＤＣ／ＤＣコンバータ９に流入する電流ｉ（＝i_{DC}＋i_{AC}）を、所定時間に渡ってそれぞれサンプリングする。

【００２２】
次に、ステップＳ３において、ステップＳ２でサンプリングされた電圧と電流の各サンプリング系列に対して高速フーリエ変換を行い、上記所定周波数ｆｐに対応する電圧の複素周波数成分Ｖ（ｆｐ）と電流の複素周波数成分Ｉ（ｆｐ）をそれぞれ抽出する。

【００２３】
最後に、ステップＳ４において、ステップＳ３で抽出された電圧の複素周波数成分Ｖ（ｆｐ）と電流の複素周波数成分Ｉ（ｆｐ）とから、燃料電池１の所定周波数ｆｐにおける複素インピーダンスＺ（ｆｐ）を以下の式に従って算出する。

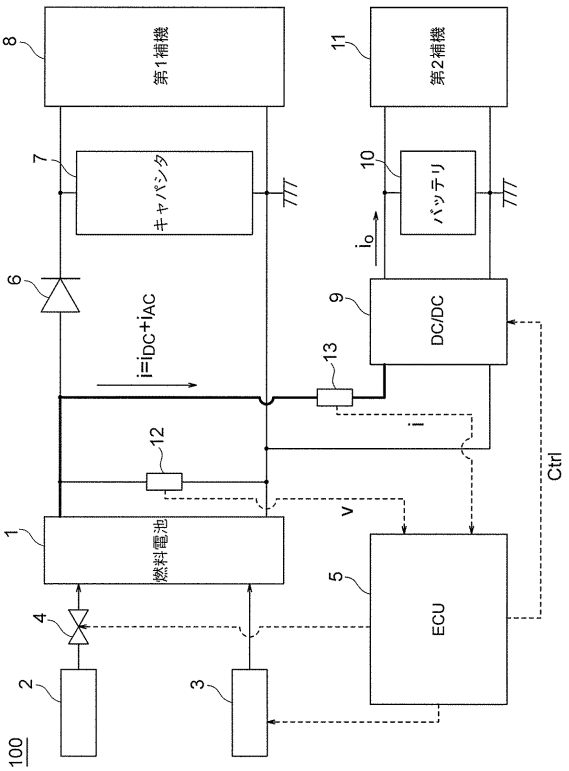
【００２４】
$$Z(fp)=V(fp)/I(fp)$$

【００２５】
ＥＣＵ５は、上記ステップＳ１～Ｓ４の処理を実行することによって、燃料電池１の所定周波数ｆｐにおけるインピーダンスＺ（ｆｐ）を測定することができる。なお、当然のことながら、種々の周波数ｆｐの値について上記ステップＳ１～Ｓ４の処理を実行することによって、インピーダンスＺの周波数特性を測定することもできる。

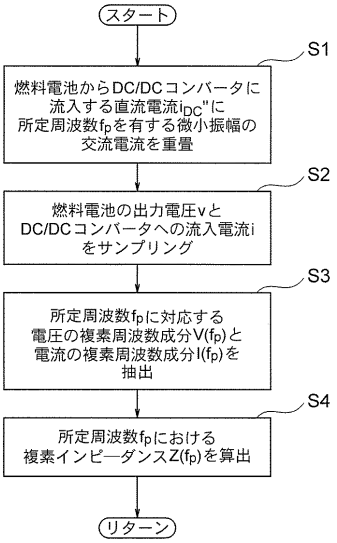
【００２６】
以上説明したように、この実施の形態１に係る車両に搭載される燃料電池システム１００では、ＤＣ／ＤＣコンバータ９を制御することによって燃料電池１から出力されてＤＣ／ＤＣコンバータ９に流入する直流電流i_{DC}に所定周波数ｆｐを有する微小振幅の交流電流i_{AC}を重畳させ、その際に電圧センサ１２によって測定される電圧値ｖと電流センサ１３によって測定される電流値ｉとに基づいて、所定周波数ｆｐにおける燃料電池１のインピーダンスＺ（ｆｐ）を測定する。
【００２７】
前述したように、燃料電池１の出力電圧は第１補機８の負荷変動に伴って変動するため、特許文献１に記載されているように燃料電池１の出力電圧に微小振幅の交流電圧を重畳させてインピーダンスを測定する方法では、第１補機８の負荷変動が大きい場合に十分な測定精度が得られない可能性がある。これに対して、本願発明では、燃料電池１の出力にキャパシタ７や第１補機８と並列にＤＣ／ＤＣコンバータ９が接続され、燃料電池１から出力されてＤＣ／ＤＣコンバータ９に流入する直流電流i_{DC}に微小振幅の交流電流i_{AC}を重畳させてインピーダンスを測定する。これにより、燃料電池１のインピーダンスを第１補機８の負荷変動の影響を受けずに高い精度で測定することができる。
【００２８】
なお、燃料電池１から第１補機８に向けて流れる電流の大きさは、第１補機８に含まれる荷役モータや走行モータ等の消費電力が大きいために数百アンペア程度である。そのため、仮に第１補機８に向けて流れる直流電流に微小振幅の交流電流を重畳させてインピーダンスを測定する場合には、電流センサの測定レンジを数百アンペアのオーダーに設定する必要があり、十分な測定精度が得られない可能性がある。これに対して、燃料電池１からＤＣ／ＤＣコンバータ９に流入する電流の大きさは、第２補機１１に含まれる機器の消費電力が小さいために数アンペア程度である。そのため、本願発明のように燃料電池１から出力されてＤＣ／ＤＣコンバータ９に流入する直流電流i_{DC}に微小振幅の交流電流i_{AC}を重畳させてインピーダンスを測定することにより、電流センサ１３の測定レンジを数アンペアのオーダーに設定ことができ、燃料電池１のインピーダンスを高い精度で測定することができる。
【００２９】
実施の形態２.
この発明の実施の形態２に係る車両に搭載される燃料電池システム２００の構成を図３に示す。
【００３０】
実施の形態２では、実施の形態１におけるＤＣ／ＤＣコンバータ９に代えて、ＤＣ／ＡＣコンバータ２０９が接続されており、ＤＣ／ＡＣコンバータ２０９の出力側には第２補機２１１が接続されている。
【００３１】
ＤＣ／ＡＣコンバータ２０９は、ＥＣＵ２０５からの制御信号Ｃｔｒｌ’によって出力電流を可変制御可能な三相出力型のインバータであり、燃料電池１から出力される約４８Ｖの直流電圧を１２Ｖの三相交流電圧に変換する電力変換手段として機能する。
第２補機２１１は、三相交流によって動作する機器であって、コンプレッサ３を駆動するための小型モータ等の第１補機８に比べて消費電力の低い機器である。
ＥＣＵ２０５は、実施の形態１と同様に、ＤＣ／ＡＣコンバータ２０９を制御することによって燃料電池１から出力されてＤＣ／ＡＣコンバータ２０９に流入する直流電流i_{DC}に所定周波数ｆｐを有する微小振幅の交流電流i_{AC}を重畳させ、その際に電圧センサ１２によって測定される電圧値ｖと電流センサ１３によって測定される電流値ｉとに基づいて、所定周波数ｆｐにおける燃料電池１のインピーダンスを測定する。
【００３２】
上記のように構成しても、実施の形態１と同様に、燃料電池１のインピーダンスを第１補機８の負荷変動の影響を受けずに高い精度で測定することができる。

【００３３】
その他の実施の形態.
実施の形態１，２では、燃料電池１の出力電圧ｖを測定するために電圧センサ１２を設け、燃料電池１からＤＣ／ＤＣコンバータ９やＤＣ／ＡＣコンバータ２０９に流入する電流ｉを測定するために電流センサ１３が設けられていたが、これら出力電圧ｖや流入電流ｉをＤＣ／ＤＣコンバータ９やＤＣ／ＡＣコンバータ２０９の内部で測定するようにしてもよい。
また、実施の形態１，２では、本願発明をフォークリフト等の荷役装置を有する産業車両に適用した例を説明したが、本願発明を適用可能な車両はこれに限定されるものではなく、燃料電池システムを搭載した車両であればよい。そのため、例えば牽引車や乗用車等であってもよい。
【符号の説明】
【００３４】
１００，２００　燃料電池システム、１　燃料電池、５，２０５　ＥＣＵ（制御手段）、７　キャパシタ（第１蓄電手段）、８　第１補機、９　ＤＣ／ＤＣコンバータ（電力変換手段）、２０９　ＤＣ／ＡＣコンバータ（電力変換手段）、１０　バッテリ（第２蓄電手段）、１１，２１１　第２補機、１２　電圧センサ（電圧測定手段）、１３　電流センサ（電流測定手段）。

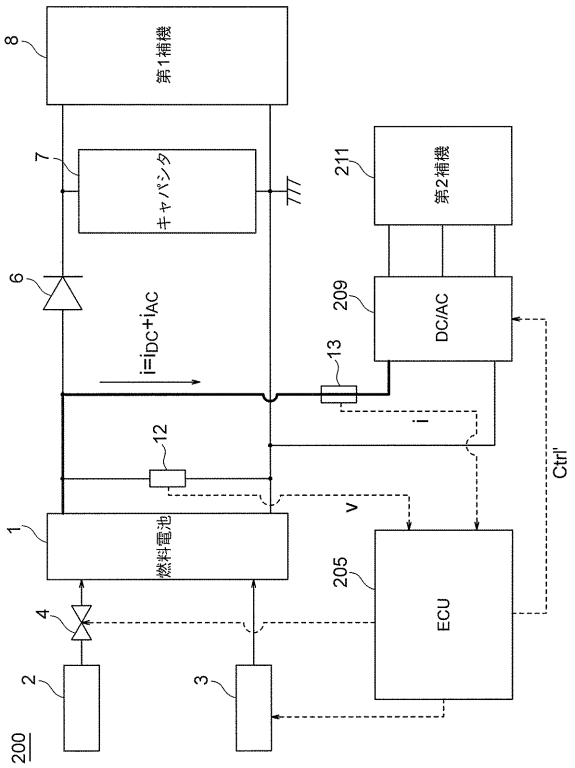
【図１】



【図２】



【図３】


8
第1補機
7
キャパシタ
777
211
第2補機
6
i=iDC+iAC
209
DC/AC
13
i
12
Ctrl'
v
1
燃料電池
205
ECU
4
2
3
200

フロントページの続き

(72)発明者　藤森　弘幸
愛知県刈谷市豊田町２丁目１番地　株式会社豊田自動織機内

審査官　清水　康

(56)参考文献　特開２００８－０９８１３４（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－０１２４１８（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－０２８１４６（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－０５３１６２（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－３００１７７（ＪＰ，Ａ）
特開２０１３－０４５５１４（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００８／０２９８６２（WO，Ａ１）
特開２０１４－２３５７８１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｍ　　８／００　－　　８／２４９５
Ｂ６０Ｌ　１１／１８
Ｂ６０Ｌ　　１／００