

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6621727号
(P6621727)

(45) 発行日 令和1年12月18日(2019.12.18)

(24) 登録日 令和1年11月29日(2019.11.29)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 M 8/04225 (2016.01)

H O 1 M 8/04225

H O 1 M 8/04228 (2016.01)

H O 1 M 8/04228

H O 1 M 8/04 (2016.01)

H O 1 M 8/04

Z

H O 1 M 8/04858 (2016.01)

H O 1 M 8/04858

B 6 O L 50/70 (2019.01)

B 6 O L 50/70

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2016-216471 (P2016-216471)
 (22) 出願日 平成28年11月4日(2016.11.4)
 (65) 公開番号 特開2018-73787 (P2018-73787A)
 (43) 公開日 平成30年5月10日(2018.5.10)
 審査請求日 平成30年12月28日(2018.12.28)

(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
 (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 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 産業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】

産業車両に搭載される燃料電池システムであって、
 燃料電池と、

前記燃料電池に電氣的に接続される車両負荷と、

前記燃料電池と前記車両負荷との間に電氣的に接続される電圧変換装置と、

前記電圧変換装置と前記車両負荷との間に電氣的に接続される蓄電装置と、

前記蓄電装置と前記車両負荷との間に設けられるコンタクトと、

前記燃料電池に空気を供給する空気供給装置と、

前記空気供給装置および前記コンタクトを制御する制御装置と

を備え、

前記制御装置は、前記燃料電池システムの掃気処理中に前記産業車両の起動スイッチが ON にされると、前記空気供給装置による前記燃料電池への空気の供給を中止させた後、前記燃料電池から出力される電気エネルギーの減少状態に基づいて、前記コンタクトを ON 状態にする、燃料電池システム。

【請求項 2】

前記燃料電池から出力される前記電気エネルギーは、前記電圧変換装置の出力電流または出力電圧として計測され、

前記制御装置は、前記出力電流または前記出力電圧が所定値以下になると、前記コンタクトを ON 状態にする、請求項 1 に記載の燃料電池システム。

10

20

【請求項 3】

前記燃料電池から出力される前記電気エネルギーは、前記電圧変換装置の前記出力電流として計測され、

前記制御装置は、前記出力電流がゼロになると、前記コンタクタを ON 状態にする、請求項 2 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】

この発明は、産業車両に搭載される燃料電池システムに係り、特に発電停止時に掃気処理を行う燃料電池システムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

一般的な燃料電池システムの構成を図 5 に示す。燃料電池システム 501 は、複数の発電セルを積層して構成される燃料電池 502 と、水素タンク 503 と、エアコンプレッサ 504 とを備えている。燃料電池 502 に水素ガスと空気が供給されると、各発電セルの内部で水素ガスと空気中の酸素とが化学反応を起こすことによって発電が行われる。

【0003】

燃料電池 502 の出力は、DC/DC コンバータ 507 とキャパシタ 510 とを介して出力端子 508 に接続されており、燃料電池 502 によって発電された直流電力は、DC/DC コンバータ 507 によって所定の電圧まで降圧された後、出力端子 508 から出力される。出力端子 508 には負荷 509 が接続されており、出力端子 508 と負荷 509 との間にはコンタクタ 511 が設けられている。

20

【0004】

また、燃料電池システムの中には、発電停止時に燃料電池内に所定流量の水素ガスと空気を供給し、各発電セルの内部に残留している水を除去する処理（「掃気処理」）を行うものがある。特許文献 1 には、そのような掃気処理を行う燃料電池システムを搭載した車両の一例が記載されている。

【0005】

図 5 の燃料電池システム 501 で掃気処理を行う場合には、コンタクタ 511 を OFF 状態にし、水素タンク 503 から燃料電池 502 内に掃気を行うための流量の水素ガスを供給しつつ、エアコンプレッサ 504 によって掃気を行うための流量の空気を燃料電池 502 内に供給する。この際、燃料電池 502 内では微弱ながら発電が行われる。

30

【0006】

また、DC/DC コンバータ 507 は、その入力電圧が燃料電池 502 の劣化抑制電圧に維持されるように制御される。掃気処理の際に燃料電池 502 から出力される微弱な電流は、DC/DC コンバータ 507 を経由してキャパシタ 510 に充電される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特開 2009 - 277622 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

現在、上記のような掃気処理を行う燃料電池システムを搭載したフォークリフト等の産業車両の実用化が進められている。このような産業車両の中には、車両の起動スイッチの ON/OFF に連動して燃料電池システムによる発電の開始と停止とが行われるものがある。すなわち、起動スイッチが ON にされると燃料電池システムによる発電が開始されると共に車両操作が可能な状態となり、起動スイッチが OFF にされると燃料電池システムによる発電が停止されると共に車両操作が不可能な状態となる。

【0009】

50

また、フォークリフト等の産業車両では、運転者は各種作業のために頻繁に車両の乗り降りを行うことになるが、一時的にでも車両から降りる場合には、起動スイッチをOFFにする。そのため、産業車両では起動スイッチが頻繁にON/OFFされ、これに連動して燃料電池システムによる発電の開始と停止とが頻繁に行われることになる。

【0010】

そのため、上述したような掃気処理を行う燃料電池システムを産業車両に搭載する場合には、掃気処理が行われている最中に起動スイッチがONにされ、発電の再開（「再起動処理」）を行わなければならない事態が起こり得る。

【0011】

しかしながら、図5の燃料電池システム501で掃気処理を行っている最中に、起動スイッチがONにされるのと連動してコンタクタ511をON状態にすると、燃料電池502から車両の負荷509に向かって大きな突入電流が流れ、DC/DCコンバータ507に過電流が流れるおそれがある。また、DC/DCコンバータ507に過電流が流れるのを防止するために、コンタクタ511をON状態にするのに先立ってDC/DCコンバータ507の出力をOFF状態にすると、燃料電池502の開回路電圧（OCV）が当該燃料電池502の劣化を引き起こすほどに上昇するおそれがある。

10

【0012】

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、燃料電池の劣化やDC/DCコンバータに過電流が流れることを防止しながら、掃気処理中にシステムを速やかに再起動することができる、産業車両に搭載される燃料電池システムを提供することを

20

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記の課題を解決するために、この発明に係る産業車両に搭載される燃料電池システムは、燃料電池と、燃料電池に電気的に接続される車両負荷と、燃料電池と車両負荷との間に電気的に接続される電圧変換装置と、電圧変換装置と車両負荷との間に電気的に接続される蓄電装置と、蓄電装置と車両負荷との間に設けられるコンタクタと、燃料電池に空気を供給する空気供給装置と、空気供給装置およびコンタクタを制御する制御装置とを備え、制御装置は、燃料電池システムの掃気処理中に産業車両の起動スイッチがONにされると、空気供給装置による燃料電池への空気の供給を中止させた後、燃料電池から出力される電気エネルギーの減少状態に基いて、コンタクタをON状態にする。

30

【0014】

好適には、燃料電池から出力される電気エネルギーは、電圧変換装置の出力電流または出力電圧として計測され、制御装置は、出力電流または出力電圧が所定値以下になると、コンタクタをON状態にする。

【0015】

さらに好適には、燃料電池から出力される電気エネルギーは、電圧変換装置の出力電流として計測され、制御装置は、出力電流がゼロになると、コンタクタをON状態にする。

【発明の効果】

【0016】

40

この発明に係る産業車両に搭載される燃料電池システムによれば、燃料電池の劣化やDC/DCコンバータに過電流が流れることを防止しながら、掃気処理中にシステムを速やかに再起動することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】この発明の実施の形態に係る産業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に係る産業車両に搭載される燃料電池システムにおける、掃気処理中の再起動処理のフローチャートである。

【図3】この発明の実施の形態に係る産業車両に搭載される燃料電池システムにおける、

50

掃気処理中の再起動処理のタイミングチャートである。

【図４】この発明のその他の実施の形態に係る産業車両に搭載される燃料電池システムにおける、掃気処理中の再起動処理のフローチャートである。

【図５】従来技術に係る一般的な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】

【００１８】

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．

この発明の実施の形態に係る産業車両１００に搭載される燃料電池システム１の構成を図１に示す。なお、産業車両１００の具体例としては、フォークリフト、牽引車等があげられる。

10

【００１９】

燃料電池システム１は、複数の発電セルをスタック状に積層して構成される燃料電池２と、燃料電池２に水素ガスを供給可能な水素タンク３と、燃料電池２に酸素を含む空気を供給可能なエアコンプレッサ４とを備えている。

【００２０】

燃料電池２と水素タンク３との間には、燃料電池２に供給される水素ガス量を調整するための電磁弁５が設けられており、電磁弁５およびエアコンプレッサ４は、電子制御ユニット（燃料電池ＥＣＵ）６によって制御される。燃料電池ＥＣＵ６は、マイクロコンピュータ等によって構成されており、電磁弁５の開度とエアコンプレッサ４の吐出量を制御する。

20

【００２１】

燃料電池２は、アノード極とカソード極とを備えている。水素タンク３からアノード極に水素ガスが供給されると共にエアコンプレッサ４からカソード極に空気が供給され、水素と空気中の酸素との化学反応によって電気エネルギーが生成され、燃料電池２内で発電が行われる。

【００２２】

また、燃料電池ＥＣＵ６は、燃料電池システム１の掃気処理の制御も行う。詳細には、燃料電池システム１の発電停止時に電磁弁５を開状態にして燃料電池２のアノード極に掃気を行うための流量の水素ガスを供給しつつ、エアコンプレッサ４によって燃料電池２のカソード極に掃気を行うための流量の空気を供給し、燃料電池２内に残留している水を除去する。

30

【００２３】

燃料電池２の出力は、スイッチングジェネレータ等によって構成されるＤＣ／ＤＣコンバータ７を介して出力端子８に接続されており、ＤＣ／ＤＣコンバータ７は燃料電池ＥＣＵ６によって制御される。燃料電池２によって発電された直流電力は、ＤＣ／ＤＣコンバータ７によって所定の電圧まで降圧された後、出力端子８から出力される。燃料電池システム１の出力端子８には、産業車両１００の車両負荷９が接続されている。

【００２４】

産業車両１００の車両負荷９は、産業車両１００の車軸を駆動するための走行モータや荷役装置を駆動するための荷役モータ等から構成されており、燃料電池システム１から供給される電力によって車両負荷９を構成する走行モータや荷役モータが駆動されることによって、産業車両１００の走行動作や荷役動作が行われる。

40

【００２５】

また、燃料電池システム１のＤＣ／ＤＣコンバータ７の出力には、上記の車両負荷９と並列に蓄電装置としてのリチウムイオンキャパシタ１０が接続されている。燃料電池２の発電電力が車両負荷９の要求電力を上回る場合には、余剰の電力がキャパシタ１０に充電される。一方、燃料電池２の発電電力が車両負荷９の要求電力を下回る場合には、不足分の電力がキャパシタ１０から車両負荷９に供給される。なお、蓄電装置としては、上記のリチウムイオンキャパシタ１０に代えて、リチウムイオン電池、ニッケル水素電池の二次

50

電池等を用いることもできる。

【 0 0 2 6 】

また、燃料電池システム 1 の出力端子 8 と車両負荷 9 との間には、コンタクタ 1 1 が設けられている。コンタクタ 1 1 は産業車両 1 0 0 の動作を制御する電子制御ユニット（車両 ECU）1 2 によってその ON / OFF 状態が制御される。

【 0 0 2 7 】

車両 ECU 1 2 は、マイクロコンピュータ等によって構成されており、燃料電池 ECU 6 との間で制御信号をやり取りすることができる。また、車両 ECU 1 2 は、ユーザによって操作される産業車両 1 0 0 の起動スイッチ 1 3 の ON / OFF を検知することができる。

10

【 0 0 2 8 】

次に、この実施の形態に係る燃料電池システム 1 の掃気処理中に、ユーザによって産業車両 1 0 0 の起動スイッチ 1 3 が ON にされた場合に行われる再起動処理について説明する。

【 0 0 2 9 】

燃料電池システム 1 の掃気処理中には、コンタクタ 1 1 は OFF 状態である。そして、燃料電池 2 への掃気を行うための流量の水素ガスの供給と、エアコンプレッサ 4 による掃気を行うための流量の空気の供給が行われ、燃料電池 2 内では微弱ながら発電が行われている。

【 0 0 3 0 】

20

また、DC / DC コンバータ 7 は、その入力電圧が燃料電池 2 の劣化抑制電圧に維持されるようにスイッチング制御される。この際に燃料電池 2 から出力される微弱な直流電流は、DC / DC コンバータ 7 を経由してキャパシタ 1 0 に充電される。

【 0 0 3 1 】

上記の掃気処理が行われている最中に、ユーザによって産業車両 1 0 0 の起動スイッチ 1 3 が ON にされると、図 2 のフローチャートに示されるように、車両 ECU 1 2 は、燃料電池 ECU 6 に対して再起動要求を送信する（S 1 0 1）。

【 0 0 3 2 】

車両 ECU 1 2 からの再起動要求を受信した燃料電池 ECU 6 は、エアコンプレッサ 4 を停止させて燃料電池 2 への空気の供給を中止する（S 1 0 2）。燃料電池 2 への空気の供給が中止されたことにより、燃料電池 2 内での微弱な発電は徐々に収まっていき、燃料電池 2 から出力される電流も徐々に減少していく。なお、水素ガスの供給は引き続き行われる。

30

【 0 0 3 3 】

図 3 のタイミングチャートには、DC / DC コンバータ 7 内に内蔵されている図示しない出力電圧センサと出力電流センサによって測定される電圧と電流が描かれている。この図に示されるように、掃気処理中の時刻 T 1 に起動スイッチ 1 3 が ON にされてエアコンプレッサ 4 による空気の供給が停止されると、DC / DC コンバータ 7 の出力電圧と出力電流はともに減少していく。

【 0 0 3 4 】

40

図 2 のフローチャートに戻って、燃料電池 ECU 6 は、DC / DC コンバータ 7 の図示しない出力電流センサによって測定されるその出力電流 I が所定値 I_{th} （好ましくはゼロ）以下になったことを検知すると（S 1 0 3 = YES）、車両 ECU 1 2 に対してコンタクタ 1 1 の接続要求を送信する（S 1 0 4）。

【 0 0 3 5 】

燃料電池 ECU 6 からの接続要求を受信した車両 ECU 1 2 は、コンタクタ 1 1 を ON 状態にして燃料電池システム 1 の出力端子 8 と車両負荷 9 とを電氣的に接続する（S 1 0 5）。

【 0 0 3 6 】

この際、DC / DC コンバータ 7 の出力電流がほぼゼロの状態ではコンタクタ 1 1 を ON

50

状態にするため（図 3 の時刻 T 2）、その際に燃料電池 2 から DC / DC コンバータ 7 を経由して車両負荷 9 に流れる突入電流もほぼゼロになる。これにより、コンタクタ 1 1 を ON 状態にした際に DC / DC コンバータ 7 に過電流が流れることが防止される。

【 0 0 3 7 】

また、コンタクタ 1 1 を ON 状態にする際にも、DC / DC コンバータ 7 の出力を OFF 状態にしないため、燃料電池 2 の OCV が当該燃料電池 2 の劣化を引き起こすほどに上昇することもない。

【 0 0 3 8 】

コンタクタ 1 1 を接続状態にした後に行われる処理は、通常の発電開始処理と同様である。すなわち、燃料電池 ECU 6 は、水素タンク 3 からの発電を行うための流量の水素ガスの供給とエアコンプレッサ 4 による空気の供給とを再開し、燃料電池 2 の発電を開始させる（S 1 0 6）。

【 0 0 3 9 】

以上説明したように、この発明の実施の形態に係る産業車両 1 0 0 に搭載される燃料電池システム 1 では、燃料電池システム 1 の掃気処理中に車両 1 0 0 の起動スイッチ 1 3 が ON にされると、エアコンプレッサ 4 による燃料電池 2 への空気の供給を停止させた後、燃料電池 2 から出力される電気エネルギー（この実施の形態では DC / DC コンバータ 7 の出力電流 I として計測される）の減少状態に基いて、コンタクタ 1 1 を ON 状態にする。これにより、燃料電池 2 の劣化や DC / DC コンバータ 7 に過電流が流れることを防止しながら、掃気処理中にシステムを速やかに再起動することができる。

【 0 0 4 0 】

その他の実施の形態。

上記の実施の形態では、燃料電池 2 から出力される電気エネルギーは DC / DC コンバータ 7 の出力電流 I として計測され、出力電流 I が所定値 I_{th} 以下になるとコンタクタ 1 1 を ON 状態にしていた。この他にも、例えば図 4 のフローチャートに示されるように、燃料電池 2 から出力される電気エネルギーを DC / DC コンバータ 7 の出力電圧 V として計測し、出力電圧 V が所定値 V_{th} 以下になるとコンタクタ 1 1 を ON 状態にしてもよい。なお、所定値 V_{th} は、DC / DC コンバータ 7 に過度の突入電流が流れないことを保証できる実験的に計測される電圧値である。あるいは、燃料電池 2 から出力される電気エネルギーの状態を当該燃料電池 2 のセル電圧として計測し、セル電圧値が所定値以下になるとコンタクタ 1 1 を ON 状態にしてもよい。

【符号の説明】

【 0 0 4 1 】

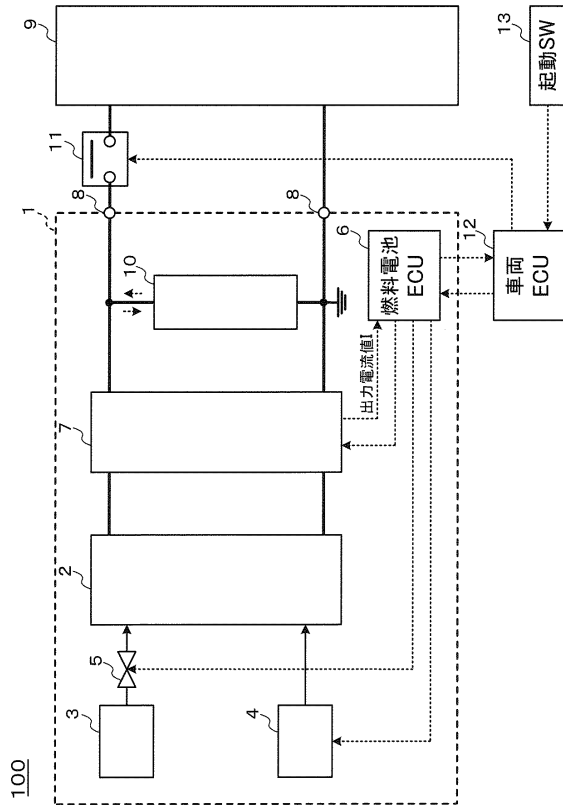
1 0 0 産業車両、1 燃料電池システム、2 燃料電池、4 エアコンプレッサ（空気供給装置）、6 燃料電池 ECU（制御装置）、7 DC / DC コンバータ（電圧変換装置）、9 車両負荷、1 0 リチウムイオンキャパシタ（蓄電装置）、1 1 コンタクタ、1 2 車両 ECU（制御装置）、1 3 起動スイッチ。

10

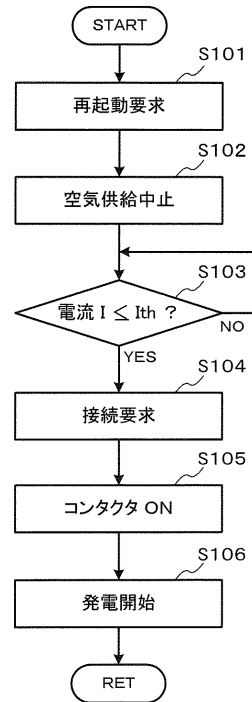
20

30

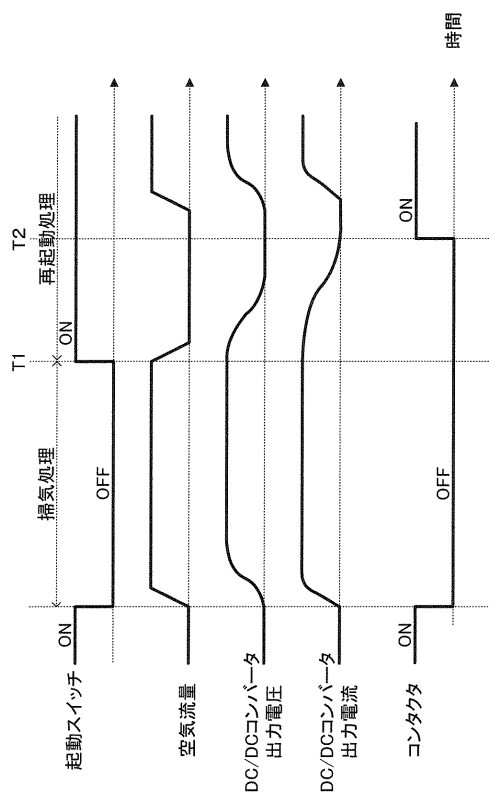
【 図 1 】



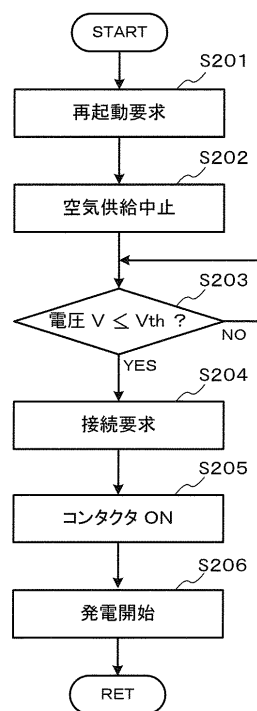
【 図 2 】



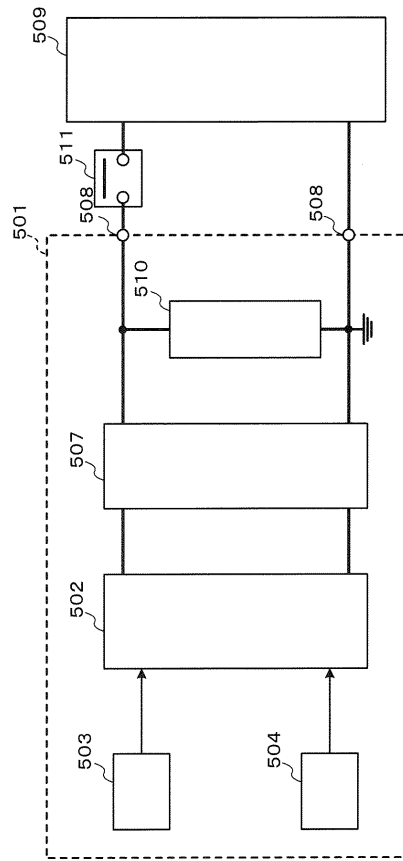
【 図 3 】



【 図 4 】



【図 5】



フロントページの続き

(74)代理人 100179914

弁理士 光永 和宏

(74)代理人 100179936

弁理士 金山 明日香

(72)発明者 鈴木 博之

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 今井 貞雄

(56)参考文献 特開2009-232555(JP,A)

特開2010-003495(JP,A)

特開2007-213827(JP,A)

特開2010-015866(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8/04

B60L 50/70