

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7169854号
(P7169854)

(45)発行日 令和4年11月11日(2022.11.11)

(24)登録日 令和4年11月2日(2022.11.2)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 M	8/04225(2016.01)	H 0 1 M	8/04225	
B 6 6 F	9/24 (2006.01)	B 6 6 F	9/24	W
H 0 1 M	8/00 (2016.01)	H 0 1 M	8/00	A
H 0 1 M	8/04858(2016.01)	H 0 1 M	8/00	Z
H 0 1 M	8/0432(2016.01)	H 0 1 M	8/04858	

請求項の数 3 (全14頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2018-212132(P2018-212132)
 (22)出願日 平成30年11月12日(2018.11.12)
 (65)公開番号 特開2020-80211(P2020-80211A)
 (43)公開日 令和2年5月28日(2020.5.28)
 審査請求日 令和2年8月5日(2020.8.5)

(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 100105957
 弁理士 恩田 誠
 (74)代理人 100068755
 弁理士 恩田 博宣
 (72)発明者 富本 尚也
 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 大内 俊彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 産業車両

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両システムに電氣的に接続されるとともに、燃料電池スタックと、前記燃料電池スタックに電氣的に接続されるキャパシタと、を有する燃料電池システムを備える産業車両であって、

前記車両システムは、

パワーステアリングシリンダ及び荷役シリンダの少なくともいずれか一方を含む供給対象への作動油の供給を切り替える制御弁と、

作動油タンクに貯留された作動油を前記制御弁に供給する荷役ポンプと、

前記荷役ポンプを駆動する荷役モータと、

前記制御弁から前記供給対象への作動油の供給が停止されているときに前記制御弁から前記作動油タンクに作動油を戻すリターン手段と、

前記燃料電池スタックの温度及び外気温の少なくとも一方を検出する温度検出手段と、

前記荷役モータの駆動を制御する制御手段と、を含み、

前記制御手段は、前記産業車両の始動時に前記燃料電池スタックを駆動させることにより前記燃料電池システムを暖機する暖機制御を実行するとともに、前記温度検出手段により検出された前記燃料電池スタックの温度及び外気温の少なくとも一方が0度未満である場合に低温始動と判定し、前記暖機制御が前記低温始動と判定された条件下で実行される場合には、前記燃料電池スタックの発電電力が一定値となるように前記燃料電池スタックを駆動させて前記暖機制御を実行するとともに、前記燃料電池スタックから供給される電

力が消費できるよう前記荷役モータの回転数を設定することにより、前記暖機制御の実行中に前記燃料電池スタックから前記荷役モータへの電力の供給を継続することを特徴とする産業車両。

【請求項 2】

前記制御手段は、前記暖機制御の実行中に前記荷役モータの回転数が徐々に高くなるように前記荷役モータを駆動する請求項 1 に記載の産業車両。

【請求項 3】

前記燃料電池スタックと前記キャパシタとは DC / DC コンバータを介して接続されており、

前記制御手段は、前記キャパシタでの電圧を下回らない一定電圧で前記燃料電池スタックを駆動させて前記暖機制御を実行するとともに、前記暖機制御の実行中に前記荷役モータの回転数が前記燃料電池スタックから供給される電力量を前記荷役モータによって消費可能な回転数となるように前記荷役モータを駆動する請求項 1 に記載の産業車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、産業車両に関する。

【背景技術】

【0002】

フォークリフト等の産業車両は、例えば特許文献 1 に記載のように、燃料電池スタックと、燃料電池スタックに電氣的に接続されるキャパシタと、を有するとともに、車両システムに電氣的に接続される燃料電池システムを備えている。燃料電池スタックの発電電力が車両システムの要求電力を上回る場合は、余剰の電力がキャパシタに充電される。燃料電池スタックの発電電力が車両システムの要求電力を下回る場合は、不足分の電力がキャパシタから放電される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2014 - 82056 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、低温下において燃料電池スタックを駆動させることにより、燃料電池システムの暖機を図る暖機制御を行う場合がある。しかしながら、特許文献 1 に記載の産業車両で暖機制御を行おうとすると、キャパシタの電気容量が小さいため、暖機制御にて燃料電池スタックで高い電力が生じると、その電力をキャパシタで消費することができない。そのため、燃料電池スタックで生じる電力を低く抑えて暖機制御を行わねばならず、燃料電池システムの暖機が完了するまでに長時間を要するおそれがある。

【0005】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、燃料電池システムの暖機を早期に完了できる産業車両を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決する産業車両は、車両システムに電氣的に接続されるとともに、燃料電池スタックと、前記燃料電池スタックに電氣的に接続されるキャパシタと、を有する燃料電池システムを備える産業車両であって、前記車両システムは、パワーステアリングシリンダ及び荷役シリンダの少なくともいずれか一方を含む供給対象への作動油の供給を切り替える制御弁と、作動油タンクに貯留された作動油を前記制御弁に供給する荷役ポンプと、前記荷役ポンプを駆動する荷役モータと、前記制御弁から前記供給対象への作動油の供給が停止されているときに前記制御弁から前記作動油タンクに作動油を戻すリターン手段

と、前記荷役モータの駆動を制御する制御手段と、を含み、前記制御手段は、前記燃料電池スタックを駆動させることにより前記燃料電池システムを暖機する暖機制御を実行するとともに、前記暖機制御の実行中に前記燃料電池スタックから前記荷役モータへの電力の供給を継続することを特徴とする。

【0007】

上記構成では、荷役モータに燃料電池スタックから電力が供給されると、荷役モータが駆動することによって荷役ポンプが駆動され、荷役ポンプによって作動油タンクから作動油がくみ上げられる。そして、荷役ポンプから制御弁に作動油が供給される。このとき、産業車両の操作部材が操作されているとき等には、制御弁から供給対象に作動油が供給される。こうして制御弁から供給対象への作動油の供給がなされる間、荷役モータの駆動を継続して行うことができる。一方、産業車両の操作部材が操作されていないとき等には、制御弁から供給対象への作動油の供給が停止される。そうした制御弁から供給対象への作動油の供給が停止されるときには、リターン手段によって制御弁から作動油タンクに作動油が戻される。作動油タンクに戻された作動油は、荷役ポンプの駆動によって、作動油タンクから制御弁に供給される。こうして作動油をリターン手段で戻すことにより、供給対象に不要に作動油が供給されないため、供給対象への作動油の供給に伴う不要な産業車両の動作を抑制しつつ、荷役モータの駆動を継続して行うことができる。このように、荷役モータの駆動が暖機制御の実行中に継続されることにより、暖機制御にて燃料電池スタックで高い電力が生じて、その電力を荷役モータの駆動によって消費することができるため、燃料電池スタックで高い電力を生じさせて暖機制御を行うことができる。したがって、燃料電池システムの暖機を早期に完了できる。

【0008】

産業車両において、前記制御手段は、前記燃料電池スタックの発電電力が一定値となるように前記燃料電池スタックを駆動させて前記暖機制御を実行するとともに、前記暖機制御の実行中に前記荷役モータの回転数が徐々に高くなるように前記荷役モータを駆動することが好ましい。

【0009】

燃料電池システムの暖機が必要な状況下では、作動油も低温となっている。暖機制御の開始に伴って荷役モータの駆動を開始させる際には、作動油が低温であるため、荷役モータで生じるトルクが高くなり、荷役モータの回転数を低くしても、荷役モータで多くの電力の消費が可能となる。一方、荷役モータの駆動が継続されると、作動油の温度が上昇する。荷役モータの駆動中では、作動油の温度が上昇していくにつれて、荷役モータで生じるトルクが低くなる。そのため、荷役モータの駆動中では、荷役モータの回転数を高くしていくことで、荷役モータでの消費電力を一定に保つことができる。上記構成によれば、作動油の温度上昇に伴って、荷役モータの回転数を徐々に高くすることによって、暖機制御の実行中において、荷役モータでの消費電力を燃料電池スタックでの発電電力量を消費可能な値に保つことができる。

【0010】

産業車両において、前記燃料電池スタックと前記キャパシタとはDC/DCコンバータを介して接続されており、前記制御手段は、前記キャパシタでの電圧を下回らない一定電圧で前記燃料電池スタックを駆動させて前記暖機制御を実行するとともに、前記暖機制御の実行中に前記荷役モータの回転数が前記燃料電池スタックから供給される電力量を前記荷役モータによって消費可能な回転数となるように前記荷役モータを駆動することが好ましい。

【0011】

低温下での燃料電池スタックでは、セル内の膜抵抗増加や触媒層での局所的な生成水の凍結のため、電圧が通常時よりも低くなるおそれがある。燃料電池スタックとキャパシタとがDC/DCコンバータを介して接続されている場合、燃料電池スタックの電圧が低くなると、燃料電池スタックの電圧がキャパシタの電圧以下となり、DC/DCコンバータが正常に動作しなくなるおそれがある。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 2 】

上記構成によれば、暖機制御をキャパシタでの電圧を下回らない一定電圧で燃料電池スタックを駆動させて行うことにより、上記のようなDC/DCコンバータの異常動作を抑制できる。また、燃料電池スタックを一定電圧で駆動させると、電流の大きさに応じて燃料電池スタックから荷役モータに供給される電力量が異なるようになる。上記構成によれば、暖機制御の実行中に荷役モータの回転数が燃料電池スタックから供給される電力量を荷役モータによって消費可能な回転数となるように荷役モータを駆動することにより、燃料電池スタックから荷役モータに供給される電力量に応じて荷役モータで電力を消費させることができる。

【 発明の効果 】

10

【 0 0 1 3 】

この発明によれば、燃料電池システムの暖機を早期に完了できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 フォークリフトを示す側面図。

【 図 2 】 燃料電池システム及び車両システムを示すブロック図。

【 図 3 】 油圧系システムを示す模式図。

【 図 4 】 モータ駆動制御の処理手順を示すフローチャート。

【 図 5 】 (a) ~ (e) は燃料電池スタックの発電電力量、荷役モータの消費電力量、燃料電池システムの温度、荷役モータの回転数、及び荷役モータのトルクの推移を示すタイムチャート。

20

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 5 】

以下、産業車両をフォークリフトに具体化した一実施形態を図 1 ~ 図 5 にしたがって説明する。

図 1 に示すように、産業車両としてのフォークリフト 1 0 には、車体 1 1 の前部に荷役装置 1 2 が設けられている。車体 1 1 の中央には、運転席 1 3 が設けられている。車体 1 1 の前下部には駆動輪（前輪）1 4 が設けられている。車体 1 1 の後下部には操舵輪（後輪）1 5 が設けられている。駆動輪 1 4 には、車体 1 1 に収容されるとともに、駆動輪 1 4 に対して駆動力を付与する駆動源が連結されている。

30

【 0 0 1 6 】

荷役装置 1 2 は、車体 1 1 の前部に立設されたマスト 1 6 を有している。マスト 1 6 は、左右一対のアウタマスト 1 7 とインナマスト 1 8 からなる多段式（本実施形態では 2 段式）とされている。アウタマスト 1 7 には、荷役シリンダとしての油圧式のティルトシリンダ 1 9 が連結されている。アウタマスト 1 7 は、ティルトシリンダ 1 9 の作動により車体 1 1 に対して前後に傾動可能とされている。インナマスト 1 8 には、荷役シリンダとしての油圧式のリフトシリンダ 2 0 が連結されている。インナマスト 1 8 は、リフトシリンダ 2 0 の作動によりアウタマスト 1 7 内をスライドし、昇降可能とされている。運転席 1 3 の下部にはアクセルペダル 2 1 が設けられている。フォークリフト 1 0 は、アクセルペダル 2 1 の操作量に応じた車速にされる。また、マスト 1 6 には、左右一対のフォーク 2 2 がリフトブラケット 2 3 を介して設けられている。リフトブラケット 2 3 は、インナマスト 1 8 に昇降可能に設けられている。

40

【 0 0 1 7 】

荷役作業（荷取り作業及び荷置き作業）は、荷が積載されたパレット（図示しない）をフォーク 2 2 で掬い上げて所定の位置に置くことによって行われる。そして、フォーク 2 2 は、リフトシリンダ 2 0 の駆動によってインナマスト 1 8 がアウタマスト 1 7 に沿って昇降動作することにより、リフトブラケット 2 3 とともに昇降される。また、フォーク 2 2 は、ティルトシリンダ 1 9 の駆動によってマスト 1 6 とともに傾動（前傾及び後傾）するようになっている。

【 0 0 1 8 】

50

運転席 13 には、ハンドルコラム 24 が設けられている。ハンドルコラム 24 には、操舵輪 15 のタイヤ角を変更して、フォークリフト 10 の進行方向を変更するためのステアリング 25 が装着されている。また、運転席 13 には、フォーク 22 を昇降させるためのリフトレバーや、マスト 16 を傾動させるためのティルトレバー等、荷役装置 12 を操作する操作部材が配設されている。

【0019】

次に、車体 11 が搭載する燃料電池システム 30 と車両システム 50 について説明する。

図 2 に示すように、車体 11 には燃料電池システム 30 及び車両システム 50 が搭載されている。燃料電池システム 30 は、燃料電池スタック 31、水素タンク 32、コンプレッサ 33、電磁弁 34、ラジエータ 35、ウォータポンプ 36、電子制御ユニット（以下、燃料電池システム側 ECU という）37、DC/DC コンバータ 38、及びキャパシタ 39 を有する。車両システム 50 は、走行モータ 51、荷役モータ 52、インバータ 53、54、減速機 55、駆動輪 14、荷役ポンプ 56、ティルトシリンダ 19 及びリフトシリンダ 20 を含む荷役シリンダ、及び電子制御ユニット（以下、車両側 ECU という）57 を有する。

10

【0020】

燃料電池システム 30 における燃料電池スタック 31 は、複数のセルを積層して構成されており、各セルは電氣的に直列接続されている。水素タンク 32 は、燃料電池スタック 31 に水素ガスを供給可能である。コンプレッサ 33 は燃料電池スタック 31 に酸素を含む空気を供給可能である。そして、水素タンク 32 から供給される水素とコンプレッサ 33 から供給される空気中の酸素とが燃料電池スタック 31 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。また、燃料電池スタック 31 と水素タンク 32 を繋ぐ配管に電磁弁 34 が設けられている。電磁弁 34 により燃料電池スタック 31 に供給される水素ガス量が調整される。電磁弁 34 及びコンプレッサ 33 が燃料電池システム側 ECU 37 によって制御されることにより、燃料電池スタック 31 の発電電力が制御される。

20

【0021】

燃料電池スタック 31 には冷却水の循環経路が設けられ、この循環経路にはラジエータ 35 とウォータポンプ 36 が設けられている。ラジエータ 35 はラジエータファン（図示略）を有している。循環経路に冷却水が循環することにより燃料電池スタック 31 が冷却される。コンプレッサ 33、ウォータポンプ 36、ラジエータファン等は、燃料電池システム 30 における補機であり、燃料電池システム 30 の電力により駆動する。また、図示は省略しているが、燃料電池スタック 31 には燃料電池スタック 31 から排出された空気が流れる空気排出経路が設けられている。この空気排出経路は大気中に繋がっており、空気排出経路を介して空気が燃料電池システム 30 外に排出される。

30

【0022】

燃料電池スタック 31 は、DC/DC コンバータ 38 を介してキャパシタ 39 と電氣的に接続されている。キャパシタ 39 には走行モータ 51 及び荷役モータ 52 がインバータ 53、54 を介して接続されている。つまり、燃料電池スタック 31 は、DC/DC コンバータ 38、キャパシタ 39 及びインバータ 53、54 を介して走行モータ 51 及び荷役モータ 52 に電氣的に接続されている。燃料電池システム 30 は車両システム 50 に電氣的に接続されている。燃料電池スタック 31 で発電された直流電力は、DC/DC コンバータ 38 によって所定の電圧まで降圧された後、キャパシタ 39 及びインバータ 53、54 を介して走行モータ 51 及び荷役モータ 52 に出力される。燃料電池システム 30 から供給される電力によって走行モータ 51 や荷役モータ 52 が駆動されることによって、車両の荷役動作や走行動作が行われる。また、車両システム 50 においては照明機器やパワーステアリング装置等の補機（図示略）を有し、この補機は燃料電池システム 30 から供給される電力によって駆動される。

40

【0023】

キャパシタ 39 は、車両負荷（走行モータ 51、荷役モータ 52 等）と並列に燃料電池スタック 31 に電氣的に接続されている。キャパシタ 39 においては、燃料電池スタック

50

31の発電電力が車両負荷（走行モータ51、荷役モータ52等）の要求電力を上回る場合には、余剰の電力がキャパシタ39に充電される。一方、発電電力が要求電力を下回る場合には、不足分の電力がキャパシタ39から放電される。

【0024】

車両システム50における車両側ECU57は、マイクロコンピュータを中心に構成されている。アクセルセンサ58によりアクセルペダル21の操作量が検出され、車両側ECU57によりアクセルペダル21の操作量に基づいてインバータ53が制御される。このインバータ53の制御により、走行モータ51の回転数が制御されて減速機55を介して駆動輪14が駆動される。このように、燃料電池システム30から走行モータ用のインバータ53に電力が供給され、走行モータ用のインバータ53から走行モータ51に電力が供給される。走行モータ51に発生した回転力が減速機55により減速され駆動輪14を回転させることにより、車体11に駆動力が伝達される。

10

【0025】

また、荷役操作センサ59によりリフトレバーやティルトレバー等の操作部材の操作量が検出され、これらの操作部材の操作量に基づいて車両側ECU57によりインバータ54が制御される。このインバータ54の制御により、荷役モータ52の回転数が制御されて荷役ポンプ56を介して荷役シリンダ（ティルトシリンダ19及びリフトシリンダ20）が駆動される。このように、燃料電池システム30から荷役モータ用のインバータ54に電力が供給され、荷役モータ用のインバータ54から荷役モータ52に電力が供給される。荷役モータ52に発生する回転力により荷役ポンプ56が回転し、作動油の圧力又は流量が調整されてティルトシリンダ19及びリフトシリンダ20が動作する。

20

【0026】

燃料電池システム側ECU37と車両側ECU57とは接続されている。詳しくは、燃料電池システム側ECU37と車両側ECU57とはシリアル通信やCAN通信等の通信手段により通信できるようになっており、燃料電池システム側ECU37と車両側ECU57とは通信により相互に情報を共有している。なお、アナログ信号で燃料電池システム側ECU37と車両側ECU57とを通信できるようにしてもよい。

【0027】

次に、車体11が搭載する油圧系システムについて説明する。

図3に示すように、車体11には、作動油が貯留された作動油タンク61が搭載されている。この作動油タンク61に貯留された作動油は、荷役ポンプ56によってくみ上げられる。また、車体11には、荷役装置12を構成するティルトシリンダ19やリフトシリンダ20への作動油の供給を切り替えるコントロールバルブ62と、パワーステアリングシリンダ63への作動油の供給を切り替えるパワーステアリングバルブ64が設けられている。

30

【0028】

パワーステアリングシリンダ63は、一対の油室63a、63bを備えており、これらの油室63a、63bに対する作動油の給排によって操舵輪15に連結されているロッド63cが駆動する。ロッド63cの駆動によって、操舵輪15は左右いずれか一方を向くように操舵される。ロッド63cの駆動方向は、車両側ECU57によって目標タイヤ角に応じて制御される。

40

【0029】

コントロールバルブ62とパワーステアリングバルブ64のそれぞれは、制御弁としての優先弁65を介して荷役ポンプ56と繋がっている。優先弁65に供給された作動油は、パワーステアリングバルブ64に優先的に流入する。具体的にいえば、優先弁65に供給された作動油は、予め定められた流量がパワーステアリングバルブ64に供給され、優先弁65に供給された作動油のうちパワーステアリングバルブ64に供給される流量を超えた分だけコントロールバルブ62に供給される。

【0030】

また、優先弁65は、オンロードバルブ66及びリターンフィルタ（図示略）を介して

50

作動油タンク 6 1 に繋がっている。優先弁 6 5 からオンロードバルブ 6 6 に流れ込む作動油が所定圧以上となると、オンロードバルブ 6 6 が開弁し、オンロードバルブ 6 6 を介して優先弁 6 5 から作動油タンク 6 1 に作動油が流される。これにより、余剰の作動油が優先弁 6 5 から作動油タンク 6 1 に戻されるようになっている。例えば、ステアリング 2 5 が操作されておらず、ティルトレバーやリフトレバー等の荷役装置 1 2 を操作する操作部材が操作されていない状況下では、コントロールバルブ 6 2 及びパワーステアリングバルブ 6 4 に供給されない作動油がオンロードバルブ 6 6 を介して優先弁 6 5 から作動油タンク 6 1 に流される。なお、本実施形態では、ティルトシリンダ 1 9、リフトシリンダ 2 0、及びパワーステアリングシリンダ 6 3 が供給対象として機能し、コントロールバルブ 6 2、パワーステアリングバルブ 6 4、及び優先弁 6 5 が制御弁として機能し、オンロードバルブ 6 6 がリターン手段として機能する。

10

【 0 0 3 1 】

本実施形態の燃料電池システム側 ECU 3 7 は、燃料電池システム 3 0 の暖機を図るため、燃料電池スタック 3 1 を駆動させる燃料電池システム 3 0 の暖機制御を実行する。この暖機制御は、例えば、フォークリフト 1 0 の始動時に、低温始動であることを条件に行われる。ここでは、以下 2 つの条件のいずれか 1 つの条件が成立したときに、低温始動であるとして暖機制御が実行される。なお、以下 2 つの条件の両方が成立したときに低温始動であるとして暖機制御を実行するようにしてもよい。また、低温始動であると判断するための条件として、以下 2 つの条件のうち 1 つの条件を採用するようにしてもよい。

【 0 0 3 2 】

20

・フォークリフト 1 0 の始動時における燃料電池スタック 3 1 の温度が所定温度以下である。

・フォークリフト 1 0 の始動時における外気温が所定温度以下である。

【 0 0 3 3 】

なお、上記燃料電池スタック 3 1 の温度としては、燃料電池スタック 3 1 を冷却する冷却水の循環経路に設けられた冷却水温センサ 4 2 (図 2) によって検出される検出値や、燃料電池スタック 3 1 から排出された空気が流れる空気排出経路に設けられた空気温センサ 4 3 (図 2) によって検出される検出値を用いることが可能である。これらの検出値のいずれか 1 つの検出値を燃料電池スタック 3 1 の温度として用いてもよいし、2 つの検出値に基づいて燃料電池スタック 3 1 の温度を推定するようにしてもよい。また、上記外気温としては外気温センサ 4 1 (図 2) によって検出される検出値を用い、上記所定温度としては、0 (ゼロ) 度や 0 (ゼロ) 度より高い所定の低い温度を採用する。

30

【 0 0 3 4 】

暖機制御では、燃料電池スタック 3 1 での発電電力が予め設定された一定の電力量となるように駆動する。そして暖機制御では、燃料電池スタック 3 1 の駆動を予め設定された所定時間継続した後、燃料電池スタック 3 1 の駆動を停止させる。また、本実施形態の車両側 ECU 5 7 は、上記暖機制御の実行中に荷役モータ 5 2 の駆動を継続させるモータ駆動制御を実行する。本実施形態では、燃料電池システム側 ECU 3 7 及び車両側 ECU 5 7 が制御手段として機能する。

【 0 0 3 5 】

40

次に、モータ駆動制御について、本実施形態の作用と合わせて以下に説明する。なお、モータ駆動制御は、フォークリフト 1 0 が始動されたことを条件に実行される。

図 4 に示すように、モータ駆動制御では、低温始動と判定されたか否かが判断される (ステップ S 1)。このステップ S 1 において、上記の暖機制御における低温始動である条件が満たされないときには低温始動と判定されず、低温始動である条件が満たされるときには低温始動と判定される。低温始動と判定されない場合には (ステップ S 1 : N O)、そのまま本制御が終了される。低温始動と判定される場合には (ステップ S 1 : Y E S)、燃料電池システム 3 0 の暖機制御が実行されるとして、荷役モータ 5 2 に燃料電池スタック 3 1 から電力が供給される (ステップ S 2)。ステップ S 2 では、暖機制御にて燃料電池スタック 3 1 の駆動を継続する上記所定時間と同時間だけ燃料電池スタック 3 1 から

50

荷役モータ 5 2 への電力供給が継続される。

【 0 0 3 6 】

また、ステップ S 2 においては、荷役モータ 5 2 に燃料電池スタック 3 1 から電力が供給されると、荷役モータ 5 2 が駆動することによって荷役ポンプ 5 6 が駆動され、荷役ポンプ 5 6 によって作動油タンク 6 1 から作動油がくみ上げられる。そして、荷役ポンプ 5 6 から優先弁 6 5 に作動油が供給される。

【 0 0 3 7 】

このとき、ティルトレバーやリフトレバー等の荷役装置 1 2 を操作する操作部材やステアリング 2 5 が操作されている場合には、優先弁 6 5 からパワーステアリングバルブ 6 4 に作動油が優先的に流入し、優先弁 6 5 に供給された作動油のうちパワーステアリングバルブ 6 4 に供給される流量を超えた分だけコントロールバルブ 6 2 に供給される。パワーステアリングバルブ 6 4 に供給された作動油は供給対象としてのパワーステアリングシリンダ 6 3 に供給され、作動油の供給を受けてパワーステアリングシリンダ 6 3 が作動することにより操舵輪 1 5 が操舵される。コントロールバルブ 6 2 に供給された作動油は、供給対象としてのティルトシリンダ 1 9 やリフトシリンダ 2 0 に供給される。ティルトシリンダ 1 9 に作動油が供給されると、ティルトシリンダ 1 9 が作動することによりアウトマスト 1 7 が車体 1 1 に対して前後に傾動する。リフトシリンダ 2 0 に作動油が供給されると、リフトシリンダ 2 0 が作動することによりインナマスト 1 8 がアウトマスト 1 7 内をスライドして昇降する。こうして優先弁 6 5 から上記供給対象への作動油の供給がなされる間、荷役モータ 5 2 の駆動を継続して行うことができる。

【 0 0 3 8 】

一方、荷役装置 1 2 を操作する操作部材やステアリング 2 5 が操作されていない場合には、コントロールバルブ 6 2 及びパワーステアリングバルブ 6 4 が閉弁状態となる。そのため、優先弁 6 5 から上記供給対象への作動油の供給が停止される。このとき、コントロールバルブ 6 2 及びパワーステアリングバルブ 6 4 に供給されない作動油がオンロードバルブ 6 6 を介して優先弁 6 5 から作動油タンク 6 1 に流される。そして、荷役ポンプ 5 6 の駆動によって、作動油タンク 6 1 から優先弁 6 5 に作動油が供給される。こうした作動油の循環が、荷役モータ 5 2 の駆動が継続される間なされる。また、こうして作動油をオンロードバルブ 6 6 によって優先弁 6 5 から作動油タンク 6 1 に戻すことにより、上記供給対象に不要に作動油が供給されないため、上記供給対象への作動油の供給に伴う不要なフォークリフト 1 0 の動作を抑制しつつ、荷役モータ 5 2 の駆動を継続して行うことができる。

【 0 0 3 9 】

そして、ステップ S 2 において上記所定時間だけ燃料電池スタック 3 1 から荷役モータ 5 2 への電力供給が継続されると、燃料電池スタック 3 1 から荷役モータ 5 2 への電力供給が停止される（ステップ S 3 ）。これにより、荷役モータ 5 2 の駆動が停止される。

【 0 0 4 0 】

図 5 (a) ~ (e) に示すタイムチャートは、上から、燃料電池スタック 3 1 の発電電力量、荷役モータ 5 2 の消費電力量、燃料電池システム 3 0 の温度、荷役モータ 5 2 の回転数、及び荷役モータ 5 2 のトルクの推移の一例を示す。なお、図 5 に示す燃料電池システム 3 0 の温度は、燃料電池システム 3 0 中の水の温度を示す。

【 0 0 4 1 】

図 5 において、t 1 のタイミングで暖機制御が開始されると、それに伴って、燃料電池スタック 3 1 が駆動され、燃料電池スタック 3 1 から荷役モータ 5 2 へと電力が供給される。このとき、燃料電池スタック 3 1 の発電電力量の多くが、荷役モータ 5 2 によって消費される。なお、燃料電池スタック 3 1 の発電の際には、燃料電池システム 3 0 の補機部品（コンプレッサ 3 3、ウォータポンプ 3 6、ラジエータファン等）を動作させるための電力が必要となる。したがって、燃料電池スタック 3 1 から荷役モータ 5 2 に供給される電力は、燃料電池スタック 3 1 の発電する電力（出力電力）と補機部品が消費する電力（損失）を加味した電力となる。図 5 に示す例では、そうした補機部品が消費する電力の分

10

20

30

40

50

だけ、燃料電池スタック 3 1 から荷役モータ 5 2 に供給される電力が少なくなっている。

【 0 0 4 2 】

また、タイミング t 1 では、荷役モータ 5 2 において燃料電池スタック 3 1 から供給される電力が消費できるよう、荷役モータ 5 2 の回転数が設定される。タイミング t 1 では、低温下にある影響で作動油が低温となっているため、荷役モータ 5 2 で生じるトルクが高くなり、荷役モータ 5 2 の回転数を低くしても、荷役モータ 5 2 で多くの電力の消費が可能となる。そのため、タイミング t 1 では、予め設定された比較的低い値に荷役モータ 5 2 の回転数が設定される。

【 0 0 4 3 】

タイミング t 1 からタイミング t 2 まで、暖機制御とモータ駆動制御が実行されることにより、燃料電池スタック 3 1 の発電と荷役モータ 5 2 による電力消費とが継続される。タイミング t 1 からタイミング t 2 に推移するにつれて、燃料電池スタック 3 1 の駆動によって燃料電池システム 3 0 の温度が上昇していく。

10

【 0 0 4 4 】

なお、タイミング t 1 からタイミング t 2 にかけて、作動油が循環されることにより、作動油の温度が上昇する。作動油の温度が上昇していくにつれて、荷役モータ 5 2 で生じるトルクが低くなる。そのため、タイミング t 1 からタイミング t 2 の間においては、荷役モータ 5 2 の回転数を高くしていくことで、荷役モータ 5 2 での消費電力を一定に保っている。タイミング t 1 からタイミング t 2 にかけて行われるモータ駆動制御では、荷役モータ 5 2 の回転数として複数の値を予め設定されており、徐々に回転数が高くなるように荷役モータ 5 2 の回転数を所定時間ごとに変更していく。

20

【 0 0 4 5 】

タイミング t 2 に至ると、暖機制御が終了される。暖機制御が終了されると、荷役モータ 5 2 の駆動が停止されることにより、荷役モータ 5 2 の回転数及びトルクが 0 (ゼロ) となる。そして、荷役モータ 5 2 での電力消費がなくなる。一方、暖機制御が終了されると、燃料電池スタック 3 1 の発電電力量が段階的に (図 5 では 3 段階で) 低くなるように、燃料電池スタック 3 1 の駆動を調整する。これは、燃料電池スタック 3 1 における電圧の変動を抑えるためである。そして、燃料電池スタック 3 1 の駆動が停止されることにより、燃料電池スタック 3 1 で電力が発電されなくなる。

【 0 0 4 6 】

上記実施形態によれば、以下に示す効果を得ることができる。

30

(1) 荷役モータ 5 2 の駆動が暖機制御の実行中に継続されることにより、暖機制御にて燃料電池スタック 3 1 で高い電力が生じて、その電力を荷役モータ 5 2 の駆動によって消費することができるため、燃料電池スタック 3 1 で高い電力を生じさせて暖機制御を行うことができる。したがって、燃料電池システム 3 0 の暖機を早期に完了できる。

【 0 0 4 7 】

(2) 作動油の温度上昇に伴って、荷役モータ 5 2 の回転数を徐々に高くすることによって、暖機制御の実行中において、荷役モータ 5 2 での消費電力を燃料電池スタック 3 1 での発電電力量を消費可能な値に保つことができる。

【 0 0 4 8 】

40

(3) 例えば、暖機制御中における燃料電池スタック 3 1 での発電電力を走行モータ 5 1 に供給するようにしても、燃料電池スタック 3 1 で高い電力を生じさせて暖機制御を行うことができ、燃料電池システム 3 0 の暖機を早期に完了できる。しかしながら、走行モータ 5 1 に電力が供給されると、駆動輪 1 4 が駆動されることになり、フォークリフト 1 0 の予期せぬ動作に繋がるおそれがある。また、例えば、暖機制御中にコンプレッサ 3 3 による吐出圧力を増大させて、燃料電池スタック 3 1 での発電電力の多くをコンプレッサ 3 3 に供給するようにしても、燃料電池スタック 3 1 で高い電力を生じさせて暖機制御を行うことができ、燃料電池システム 3 0 の暖機を早期に完了できる。しかしながら、コンプレッサ 3 3 による吐出圧力を増大させると、燃料電池スタック 3 1 に供給される空気量が増大するため、燃料電池スタック 3 1 が乾燥してしまい、過電圧 (I R 損) が大きくな

50

るおそれがある。上記実施形態では、フォークリフト 10 の動作や燃料電池スタック 31 の性能に影響を及ぼすことを抑制しつつ、燃料電池システム 30 の暖機を早期に完了できる。

【0049】

(4) 低温下でない通常時では作動油は低温ではなく粘性が低い。そのため、油圧システムにおいて作動油は流れやすく、荷役モータ 52 の駆動にはそれほど電力を要しない。しかしながら、低温下では作動油の温度も低温となるため、作動油の粘性が高くなる。そのため、油圧システムにおいて作動油が流れにくくなり、荷役モータ 52 の駆動に通常時よりも多くの電力を要することになる。本実施形態では、暖機制御を実行中に、低温下にて消費電力が多い荷役モータ 52 に燃料電池スタック 31 から電力供給を行うことにより、燃料電池スタック 31 の駆動によって発生する電力を好適に消費することができる。

10

【0050】

(5) フォークリフト 10 の規格によって、燃料電池スタック 31 から取り出せる電圧が異なる。フォークリフト 10 の規格によらず、燃料電池スタック 31 から所望の電力量を走行モータ 51 や荷役モータ 52 に供給可能とするためには、燃料電池スタック 31 と電氣的に接続して搭載させる二次電池として、電流発生量の制限のないキャパシタ 39 を採用することが好ましい。ただし、キャパシタ 39 は容量が小さいため、暖機制御中に燃料電池スタック 31 での発電電力をキャパシタ 39 の駆動では消費できない。上記実施形態では、そうしたキャパシタ 39 を燃料電池システム 30 に備える場合でも、燃料電池スタック 31 の駆動によって発生する電力を好適に消費することができる。

20

【0051】

なお、上記実施形態は、以下のように変更して実施することができる。上記実施形態及び以下の変更例は、技術的に矛盾しない範囲で互いに組み合わせて実施することができる。

【0052】

低温下での燃料電池スタック 31 では、セル内の膜抵抗増加や触媒層での局所的な生成水の凍結のため、電圧が通常時よりも低くなるおそれがある。上記実施形態のように、燃料電池スタック 31 とキャパシタ 39 とが DC / DC コンバータ 38 を介して接続されている場合、燃料電池スタック 31 の電圧が低くなると、燃料電池スタック 31 の電圧がキャパシタ 39 の電圧以下となり、DC / DC コンバータ 38 が正常に動作しなくなるおそれがある。そこで、暖機制御をキャパシタ 39 での電圧を下回らない一定電圧で燃料電池スタック 31 を駆動させて行うようにしてもよい。これにより、上記のような DC / DC コンバータ 38 の異常動作を抑制できる。また、燃料電池スタック 31 を一定電圧で駆動させると、電流の大きさに応じて燃料電池スタック 31 から荷役モータ 52 に供給される電力量が異なるようになる。そこで、暖機制御の実行中に荷役モータ 52 の回転数が燃料電池スタック 31 から供給される電力量を荷役モータ 52 によって消費可能な回転数となるように荷役モータ 52 を駆動するようにしてもよい。これによれば、燃料電池スタック 31 から荷役モータ 52 に供給される電力量に応じて荷役モータ 52 で電力を消費させることができる。

30

【0053】

燃料電池システム 30 中の水温を検出するとともに、その水温が所定温度以上となったことを条件に暖機制御を終了させるようにしてもよい。

40

暖機制御の終了の際に、燃料電池スタック 31 の電力量を段階を経ずに 0 (ゼロ) としてもよい。

【0054】

荷役モータ 52 は、パワーステアリングシリンダ 63 及び荷役シリンダのいずれか一方に作動油を供給するものであってもよい。

フォークリフト 10 は、手動運転専用の車両であってもよいし、自動運転専用の車両であってもよいし、自動運転及び手動運転兼用の車両であってもよい。

【0055】

上記実施形態における暖機制御及びモータ駆動制御を、トーイングトラクタ等、フ

50

ォークリフト以外の産業車両に適用してもよい。

【符号の説明】

【 0 0 5 6 】

1 0 ...フォークリフト、1 1 ...車体、1 9 ...ティルトシリンダ、2 0 ...リフトシリンダ、3 0 ...燃料電池システム、3 1 ...燃料電池スタック、3 7 ...燃料電池システム側 E C U、3 8 ... D C / D C コンバータ、3 9 ...キャパシタ、5 0 ...車両システム、5 1 ...走行モータ、5 2 ...荷役モータ、5 6 ...荷役ポンプ、5 7 ...車両側 E C U、6 1 ...作動油タンク、6 2 ...コントロールバルブ、6 3 ...パワーステアリングシリンダ、6 4 ...パワーステアリングバルブ、6 5 ...優先弁、6 6 ...オンロードバルブ。

10

20

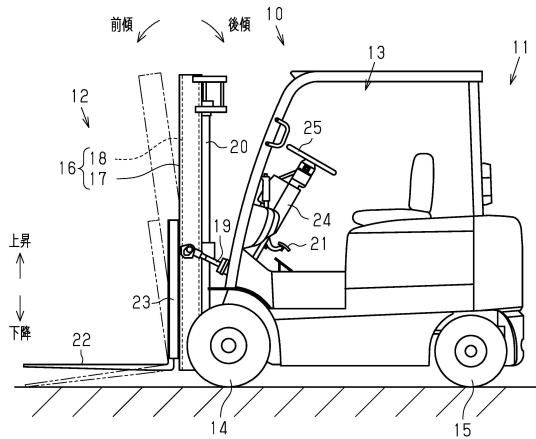
30

40

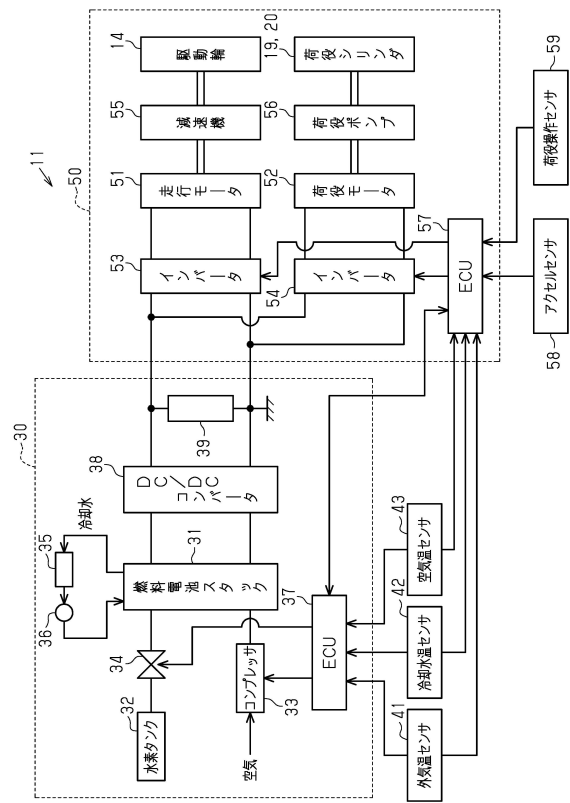
50

【図面】

【図 1】



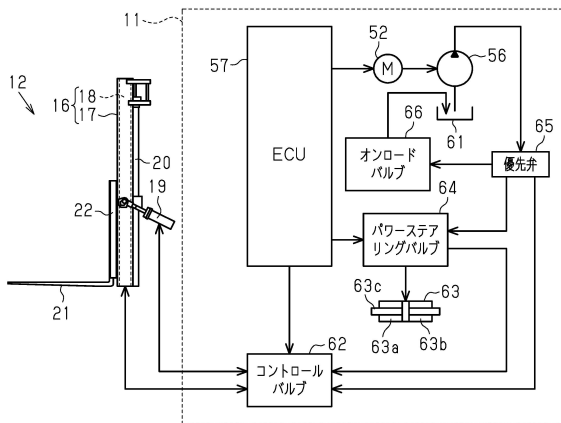
【図 2】



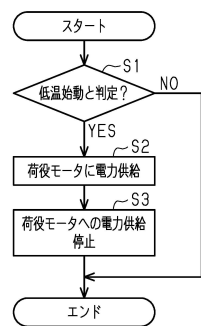
10

20

【図 3】



【図 4】

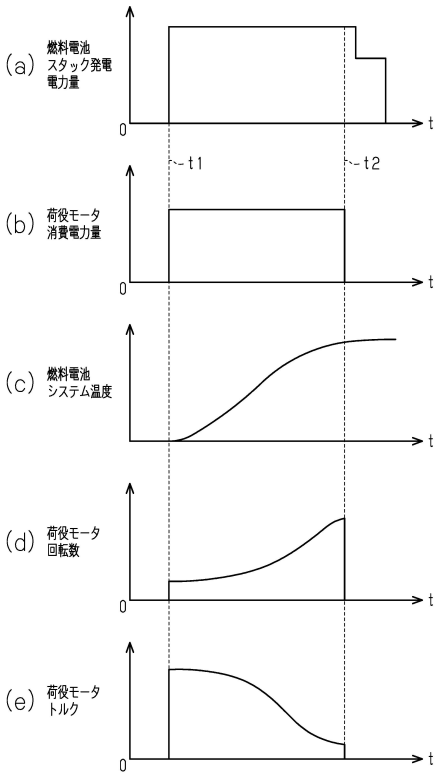


30

40

50

【 図 5 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

B 6 0 L 50/75 (2019.01)

H 0 1 M 8/0432

H 0 1 M 8/04302(2016.01)

B 6 0 L 50/75

H 0 1 M 8/04302

(56)参考文献

特開 2 0 0 8 - 2 8 0 1 7 8 (J P , A)

特開 2 0 0 2 - 2 0 4 5 0 5 (J P , A)

特開 2 0 1 5 - 3 5 3 4 3 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 M 8 / 0 0 - 8 / 2 4 9 5

B 6 0 L 5 0 / 0 0 - 5 8 / 4 0

B 6 6 F 9 / 2 4