

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5901608号
(P5901608)

(45) 発行日 平成28年4月13日(2016.4.13)

(24) 登録日 平成28年3月18日(2016.3.18)

(51) Int.Cl.

F 1

F 17 C	5/06	(2006.01)
F 17 C	13/02	(2006.01)
C01 B	3/00	(2006.01)
HO1 M	8/0606	(2016.01)
HO1 M	8/00	(2016.01)

F 17 C	5/06	
F 17 C	13/02	3 O 1 Z
C01 B	3/00	Z
HO1 M	8/06	R
HO1 M	8/00	Z

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号

特願2013-269736 (P2013-269736)

(22) 出願日

平成25年12月26日(2013.12.26)

(65) 公開番号

特開2015-124830 (P2015-124830A)

(43) 公開日

平成27年7月6日(2015.7.6)

審査請求日

平成27年11月27日(2015.11.27)

(73) 特許権者 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(74) 代理人 100106002

弁理士 正林 真之

(74) 代理人 100120891

弁理士 林 一好

(74) 代理人 100160794

弁理士 星野 寛明

(72) 発明者 判田 圭

埼玉県和光市中央1-4-1 株式会社本田技術研究所内

審査官 鮎花 正由輝

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】燃料充填システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料電池車両に搭載されている燃料タンクへ燃料を充填する燃料充填システムであって、

前記燃料タンク内の燃料の状態に関する所定の物理量の値を検出するセンサと、

前記燃料タンクの固有情報と前記センサの検出値に基づいて充填態様を決定し、当該決定した充填態様で前記燃料タンクへ燃料を充填する充填制御手段と、

燃料の充填中における前記物理量の値を前記固有情報に基づいて予測する予測手段と、

前記センサの検出値と前記予測手段の予測値とが一致しているか否かを、前記固有情報に基づいて決定した充填態様で燃料を充填している間、継続して確認する比較手段と、を備え、

前記充填制御手段は、前記比較手段によって検出値と予測値の不一致が確認された場合には、前記固有情報に基づいて決定した充填態様での燃料の充填を中止することを特徴とする燃料充填システム。

【請求項2】

前記固有情報は、燃料の充填中における前記燃料タンクの放熱特性に関するパラメータの値を含み、

前記物理量は、前記燃料タンク内の燃料の温度であることを特徴とする請求項1に記載の燃料充填システム。

【請求項3】

10

20

前記固有情報は、前記燃料タンクの容積値を含み、
前記物理量は、前記燃料タンク内の圧力であることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料充填システム。

【請求項 4】

前記燃料充填システムは、前記燃料電池車両と、当該燃料電池車両に燃料を充填する外部充填装置と、に分けられ、

前記固有情報は、前記燃料タンクの容積値を含み、

前記物理量は、前記燃料タンク内に充填された総燃料量であり、

前記センサは、前記外部充填装置に設けられ前記総燃料量を検出する流量計を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の燃料充填システム。

10

【請求項 5】

前記燃料充填システムは、前記燃料電池車両と、当該燃料電池車両に燃料を充填する外部充填装置と、に分けられ、

前記燃料電池車両は、前記燃料タンクと、前記センサと、前記センサの検出値に関する情報及び前記固有情報を含むデータ信号を前記外部充填装置へ送信する送信手段を備え、

前記外部充填装置は、前記充填制御手段と、前記予測手段と、前記比較手段とを備えることを特徴とする請求項 1 から 3 の何れかに記載の燃料充填システム。

【請求項 6】

前記燃料充填システムは、前記燃料電池車両と、当該燃料電池車両に燃料を充填する外部充填装置と、に分けられ、

20

前記燃料電池車両は、前記燃料タンクと、前記センサと、前記予測手段と、前記比較手段とを備えることを特徴とする請求項 1 から 3 の何れかに記載の燃料充填システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料充填システムに関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池車両は、含酸素の空気と水素を燃料電池に供給し、これによって発電した電力をを利用して電動機を駆動することにより走行する。近年、このような燃料電池を、動力を発生するためのエネルギー源として利用した燃料電池車両の実用化が進められている。燃料電池で発電するには水素が必要となるが、近年の燃料電池車両では、高圧タンクや吸蔵合金を備えた水素タンク内に予め十分な量の水素を貯蔵しておき、走行にはタンク内の水素を利用するものが主流となっている。また、これに合わせ、タンク内に必要な量の水素を速やかに充填するための、所謂通信充填と呼称される技術についても盛んに研究が進められている。

30

【0003】

通信充填とは、車両側から何らかの通信手段を利用して水素タンクに関する情報をデータ信号としてステーションへ送信し、ステーションでは受信したデータ信号に基づいて充填制御を行う技術である。水素タンクには、水素タンク内の水素ガスの温度や圧力を検出するセンサが設けられている。車両側からは、これらセンサの出力に基づいて水素タンクの温度や圧力に関する情報（以下、これら水素タンクの温度や圧力等に関する情報を総称してタンク状態情報という）を含むデータ信号をステーション側へ送信する。ステーション側は、取得したタンク状態情報に基づいて、その時の水素タンクの状態に応じた適切な態様で水素を充填する。

40

【0004】

特許文献 1 には、以上のような通信充填で用いられる水素タンクの各種センサ等の異常を判断する技術が記載されている。特許文献 1 の発明では、充填を開始してから所定時間が経過するまでの間は所定の一定流量で水素ガスを充填する。この発明では、初期充填時にステーションから車両へ放出された水素ガスの流量及び温度等に基づいて初期充填後の

50

水素タンク内の温度を予測し、この予測値と初期充填後の温度センサの実際の検出値とを比較し、これらが大きく乖離している場合には、温度センサ等に異常が生じたと判断し、充填流量の低減、停止、異常の報知等の措置を講じている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2011-122657号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

10
このように特許文献1の発明は、充填中の水素タンク内の温度の予測値とセンサの検出値との比較に基づいて異常を判断する技術であるが、水素タンクからの放熱の影響を無視できる程度の短時間でしか異常を判断することはできない。これは、充填を開始してから暫くすると、エネルギー散逸が大きくなり、水素タンク内の温度の予測精度が低下するためである。また、このような充填開始直後の短時間では、予測値と検出値との比較に基づいて精度良く異常を判断できる程、水素タンク内の温度に有意な変動は生じないと考えられる。

【0007】

また特許文献1の発明では、水素タンク内の温度の予測精度をできるだけ高くし、ひいては異常の判別精度をできるだけ高くするため、初期充填時における充填流量を本充填時よりも1/10~1/20程度まで減らさなければならない。このため、センサ等に異常がない場合であっても満充填にするためにかかる時間が長くなってしまう。

【0008】

本発明は、充填にかかる時間を必要以上に長くすることなく、精度良くセンサや水素タンク等に異常が生じたことを判別できる燃料充填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】

【0009】

(1) 本発明の燃料充填システム(例えば、後述の水素充填システムS, Sa)は、燃料電池車両(例えば、後述の燃料電池車両V, Va)に搭載されている燃料タンク(例えば、後述の水素タンク31)へ燃料を充填するものであって、前記燃料タンク内の燃料の状態に関する所定の物理量の値を検出するセンサ(例えば、後述の温度センサ41、圧力センサ42)と、前記燃料タンクの固有情報(V, MC)と前記センサの検出値(T, P)に基づいて充填態様を決定し、当該決定した充填態様で前記燃料タンクへ燃料を充填する充填制御手段(例えば、後述のステーションECU95)と、燃料の充填中における前記物理量の値を前記固有情報に基づいて予測する予測手段(例えば、後述のステーションECU95)と、前記センサの検出値と前記予測手段の予測値とが一致しているか否かを、前記固有情報に基づいて決定した充填態様で燃料を充填している間、継続して確認する比較手段(例えば、後述のステーションECU95)と、を備え、前記充填制御手段は、前記比較手段によって検出値と予測値の不一致が確認された場合には、前記固有情報に基づいて決定した充填態様での燃料の充填を中止する。

【0010】

(2) この場合、前記固有情報は、燃料の充填中における前記燃料タンクの放熱特性に関するパラメータの値(V, MC)を含み、前記物理量は、前記燃料タンク内の燃料ガスの温度であることが好ましい。

【0011】

(3) この場合、前記固有情報は、前記燃料タンクの容積値(V)を含み、前記物理量は、前記燃料タンク内の圧力であることが好ましい。

【0012】

(4) この場合、前記燃料充填システム(例えば、後述の水素充填システムS)は、前記燃料電池車両(例えば、後述の燃料電池車両V)と、当該燃料電池車両に燃料を充填す

10

20

30

40

50

る外部充填装置（例えば、後述のステーション9）と、に分けられ、前記燃料電池車両は、前記燃料タンクと、前記センサと、前記センサの検出値に関する情報及び前記固有情報を含むデータ信号を前記外部充填装置へ送信する送信手段（例えば、後述の通信充填ECU6、赤外線通信機5）を備え、前記外部充填装置は、前記充填制御手段と、前記予測手段と、前記比較手段とを備えることが好ましい。

【0013】

（5）この場合、前記燃料充填システム（例えば、後述の水素充填システムSa）は、前記燃料電池車両（例えば、後述の燃料電池車両Va）と、当該燃料電池車両に燃料を充填する外部充填装置と、に分けられ、前記燃料電池車両は、前記燃料タンクと、前記センサと、前記予測手段と、前記比較手段とを備えることが好ましい。

10

【発明の効果】

【0014】

（1）本発明の燃料充填システムでは、センサによって検出された所定の物理量の検出値と燃料タンクの固有情報とに基づいて決定した充填態様で燃料を充填する。また、このように充填制御手段によって燃料を充填する間は、センサの検出対象である所定の物理量の値を固有情報に基づいて予測し、この予測値とセンサの検出値とが一致しているか否かを継続して確認し、検出値と予測値との不一致が確認された場合には固有情報に基づいて決定した充填態様での燃料の充填を中止する。このように本発明では、燃料タンクの固有情報をを利用して物理量の予測値を算出するので、断熱的に近似できる初期充填時だけでなく、燃料タンクからの放熱をする必要がある初期充填後においても精度良く予測値を算出することができる。またこのように算出した予測値を用いることにより、燃料の充填中は継続してセンサや燃料タンク等の異常を精度よく判断できる。また本発明によれば、燃料タンクの固有情報に基づいて予測値を算出することにより、予測精度を上げるために充填流量を小さくする必要がないので、充填にかかる時間が必要以上に長くならない。

20

【0015】

（2）本発明では、充填態様を決定しさらに予測値を算出するための入力パラメータとしての固有情報に、燃料の充填中における燃料タンクの放熱特性に関するパラメータの値を含める。これにより、充填中の燃料タンク内の燃料の温度の予測値を精度良く算出することができ、ひいてはセンサや燃料タンク等の異常を精度良く判断できる。

30

【0016】

（3）本発明では、充填態様を決定しさらに予測値を算出するための入力パラメータとしての固有情報に、燃料タンクの容積値を含める。これにより、燃料の充填中における燃料タンク内の圧力の予測値を精度良く算出することができ、ひいてはセンサや燃料タンク等の異常を精度良く判断できる。

【0017】

（4）本発明では、燃料電池車両は、センサの検出値と燃料タンクの固有情報に相当するデータ信号を外部充填装置へ送信し、外部充填装置は、送信されたデータ信号を利用して予測値を算出し、さらに予測値と検出値とを比較する。このように比較的演算負荷の大きい予測値の算出機能等を外部充填装置側で担い、車両側は比較的演算負荷の小さいデータ信号の送信機能を担うことにより、車両の構成を簡易にできる。また、予測値の算出機能を外部充填装置側で担うことにより、予測値を算出する際には、外部充填装置から燃料タンクへ放出される燃料の温度や流量など、外部充填装置側で把握しやすい物理量をさらに利用できるので、予測精度をさらに向上できる。

40

【0018】

（5）本発明では、燃料電池車両側で、予測値を算出し、さらに予測値と検出値とを比較する。このように予測値の算出機能等を燃料電池車両側で担うことにより、燃料電池車両と燃料充填装置との間の通信の影響を受けることなく、安定してセンサや燃料タンク等の異常を判断できる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

50

【図1】本発明の一実施形態に係る水素充填システムの構成を示す図である。

【図2】水素充填システムの固有通信充填における演算の具体的な手順を示す機能プロック図である。

【図3】充填中に特性予測演算によって算出されるタンク内温度の予測値と車両から送信される検出値とを比較した図である。

【図4】車両に搭載される通信演算ECUで特性予測演算及び検証処理を実行する場合における通信演算ECUの機能プロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の一実施形態を、図面を参照しながら説明する。

10

図1は、本実施形態に係る水素充填システムSの構成を示す図である。水素充填システムSは、水素を燃料ガスとして走行する燃料電池車両Vと、この車両Vの水素タンク31に水素ガスを供給する水素ステーション9と、を組み合わせて構成される。以下では、始めに水素ステーション9側の構成について説明し、次に燃料電池車両V側の構成について説明する。

【0021】

水素ステーション9は、車両Vに供給するための水素ガスが高圧で貯蔵されている水素貯蔵タンク91と、水素貯蔵タンク91から作業者が直接操作する充填ノズル92に至る充填流路93と、充填流路93に設けられた流量制御弁94と、流量制御弁94を開閉するステーションECU95と、を備える。

20

【0022】

ステーションECU95は、充填ノズル92が車両Vに設けられたレセプタクル38に接続されると、後に説明する手順に従って充填態様（充填中における充填流量の可変態様）を決定し、当該充填態様が実現するように流量制御弁94を開閉する。充填ノズル92から放出された水素ガスは、レセプタクル38を介して水素タンク31内に充填される。

【0023】

充填流路93のうち流量制御弁94と充填ノズル92の間には、水素ガスを冷却する冷却器96が設けられる。このような冷却器96によって、水素タンク31に充填される手前の位置で水素ガスを冷却することにより、水素タンク31内の水素ガスの温度上昇を抑制し、ひいては急速充填が可能となる。

30

【0024】

ステーションECU95には、水素タンク31に充填される手前の位置における水素ガスの状態を把握するため、各種センサ97a, 97b, 97cが接続されている。

【0025】

流量計97aは、充填流路93のうち流量制御弁94と冷却器96との間に設けられ、流路93を流れる水素ガスの流量に対応した信号をステーションECU95に送信する。以下では、この流量計97aによって検出される水素ガスの流量を、充填流量といい、その値はdm/dtと表記する。また、水素タンク31に充填された水素ガスの量（以下、「総充填量」という）は、例えば充填流量dm/dtを積分することによって算出され、以下ではその値をmと表記する。

40

【0026】

温度センサ97bは、充填流路93のうち冷却器96と充填ノズル92との間に設けられ、流路93内の水素ガスの温度に対応した信号をステーションECU95に送信する。以下では、この温度センサ97aによって検出される水素ガスの温度を充填ガス温度といい、その値はTsTと表記する。

【0027】

圧力センサ97cは、充填流路93のうち冷却器96と充填ノズル92との間に設けられ、流路93内の水素ガスの圧力に対応した信号をステーションECU95に送信する。以下では、この圧力センサ97cによって検出される水素ガスの圧力を充填ガス圧力といい、その値はPsTと表記する。

50

【0028】

充填ノズル92には、車両Vと通信するための赤外線通信機98が設けられている。赤外線通信機98は、充填ノズル92をレセプタクル38に接続すると、車両Vに設けられた後述の赤外線通信機5に対向し、これら通信機98, 5間で赤外線を介したデータ信号の送受信が可能となる。以下では、これら通信機98, 5間での赤外線を介した通信をIR通信という。

【0029】

ステーションECU95は、車両Vへの水素ガスの充填にあたって、上記IR通信を利用した通信充填と呼称される充填方法と、IR通信を利用しない非通信充填と呼称される充填方法との2つの充填方法を選択的に実行できる。

10

【0030】

通信充填とは、車両V及びステーション9間でIR通信を行いながら、車両Vに水素ガスを充填する充填方法である。通信充填では、ステーションECU95は、車両Vの水素タンク31に関する情報を含んだデータ信号を赤外線通信機95によって受信し、このデータ信号に基づいて定めた充填態様で水素タンク31に水素ガスを充填する。ステーションECU95は、通信充填中に受信したデータ信号に基づいて、既知の方法によって水素タンク31内の水素の充填率（以下、「水素SOC」ともいう）を逐次算出し、この水素SOCが所定の満充填閾値を超えた場合には、水素ガスの充填が完了したと判断し、水素ガスの充填を終了する。またステーションECU95は、水素タンク31内の温度が所定のフェール温度に達した場合、データ信号を受信できなくなった場合、又は通信充填中に後述のアボート信号を受信した場合には、水素SOCが満充填閾値に達していない場合であっても、データ信号を用いた水素ガスの充填を中止する。このため通信充填では、満充填に達するまでの間に水素タンク31内の温度がフェール温度を超えないように、かつできるだけ速やかに水素ガスが充填されるように充填態様を決定することが重要となっている。

20

【0031】

またこの通信充填は、車両Vからステーション9へ送信するデータ信号に含まれる情報の種類、すなわちステーションECU95で実行される充填制御で用いられる情報の種類に応じて、一般通信充填と呼称される充填方法と、固有通信充填と呼称される充填方法に分けられる。

30

【0032】

一般通信充填では、車両V側からは、水素タンク31の温度や圧力等で構成されるタンク状態情報を含むデータ信号が送信される。なお本発明では、タンク状態情報とは、水素タンク31内の水素ガスの温度や圧力等、水素タンク31に設けられたセンサによって検出される物理量の値であると定義する。ステーションECU95は、車両Vから送信されるタンク状態情報を含むデータ信号を受信し、このデータ信号に基づいて決定した充填態様で水素ガスを充填する。

【0033】

固有通信充填では、車両V側からは、上記タンク状態情報に加えて、水素タンク31の固有情報を含むデータ信号が送信される。本発明では、水素タンク31の固有情報とは、例えば、熱容量値やMCパラメータ値（例えば、本願出願人による特表2013-527390号公報参照）等の水素タンク31の放熱特性を表す値、水素タンク31の容積値、水素タンク31のライナーの材質、及び水素タンク31の製造情報等であって、基本的には水素タンク31が製造された時点で実験を行うことによって特定できる値であると定義する。ステーションECU95は、車両Vから送信されるタンク状態情報及びタンク固有情報を含むデータ信号を受信し、このデータ信号に基づいて決定した充填態様で水素ガスを充填する。

40

【0034】

ここで、固有通信充填と一般通信充填とを比較する。固有通信充填では、ステーション側へ一般通信充填では送信されない水素タンク31の固有情報が送信される。この固有情

50

報は、上述のように放熱特性を表す値等が含まれていることから、固有通信充填では、車両に搭載されている水素タンク31の特性（熱引きの良し悪し等）を把握して、その時の水素タンク31内の物理状態だけでなく水素タンク31の特性に合わせて最適な充填態様を決定することができる。このため、固有通信充填と一般通信充填とを比較すれば、固有通信充填の方がより速やかに満充填にできる。一般通信充填では、ステーションは水素タンク31の特性を把握できないため、高速充填を行う上で最も熱特性の悪い水素タンクを想定して、充填中に温度が過剰に高くなないように充填流量等にマージンを設けざるを得ず、満充填にするためにかかる時間は固有通信充填よりも長くなってしまう。特に固有情報を用いると充填中における水素タンク31の表面からの放熱の影響を精度良く把握できるため、固有通信充填では充填中及び充填完了予定時における水素タンク31内の温度を精度良く予測することができる。このように固有通信充填では、ステーションECU95は、水素タンク31の将来の状態を精度良く予測しながら水素を充填できるため、充填中に水素タンク31の温度が上記フェール温度を上回らないようにしながら、上記一般通信充填と比較してより速やかに満充填にできる。10

【0035】

ところで、本願出願人による特表2013-527390号公報には、MC手法なる固有通信充填の新規のアルゴリズムの具体的な手順が示されている。充填完了予定時における水素タンク31内の温度を予測するためには、充填中にタンク壁に吸収される熱量を推定する必要がある。また、このタンク壁に吸収される熱量を厳密に算出するには、充填中におけるタンク壁の温度分布解が必要となるが、これを得るのは非常に困難である。MC手法は、この演算を簡略化すべく質量と比熱容量の合成値MC [kJ/K]（特表2013-527390号公報の図5等参照）を導入することによって、充填中の水素タンク31内の温度を、タンク壁からの放熱を考慮しながら予測する。本発明で定義する固有情報には、このようなMC手法に基づく固有通信充填において用いられるMCパラメータ値や、このMCパラメータ値を予め定められたアルゴリズムに従って算出するために必要となる水素タンク31固有の定数値等も含まれる。20

【0036】

非通信充填とは、車両V及びステーション9間でIR通信を行うことなく車両Vに水素を充填する充填方法である。非通信充填では、ステーションECU95は、予め定められた規定の充填態様で水素タンク31に水素ガスを充填する。ステーションECU95は、非通信充填時には水素タンク31の現在の状態を把握できないため、充填中に過充填や過昇温が発生しないように、通信充填と比較して低い圧力（すなわち、低充填率）で充填を終了する。したがって、上記2つの通信充填と非通信充填とを比較すると、通信充填の方が水素タンク31の状態を把握しながら充填するため、満充填又はその付近まで充填できる。30

【0037】

燃料電池車両Vは、ステーション9から供給された水素ガスを貯蔵する水素タンク31と、この水素タンク31に貯蔵された水素ガスによって発電し、発電した電力をを利用して走行する燃料電池システム（図示せず）と、通信充填時に水素タンク31に関するデータ信号をステーション9の赤外線通信機95へ送信する赤外線通信機5と、この赤外線通信機5から送信するデータ信号を生成する充填演算ECU6と、を備える。40

【0038】

水素タンク31は、水素導入管39によってレセプタクル38と接続されている。すなわち、レセプタクル38に接続された水素充填ノズル92から排出された水素ガスは、水素導入管39を介して水素タンク31に充填される。

【0039】

通信演算ECU6には、上述の水素タンク31に関する情報を取得する手段として、温度センサ41と、圧力センサ42と、が接続されている。温度センサ41は、水素タンク31内の水素ガスの温度を検出し、検出値に対応した信号を通信演算ECU6に送信する。以下では、この温度センサ41によって検出される水素タンク31内の水素ガスの温度50

をタンク内温度といい、その値は T と表記する。圧力センサ 42 は、水素タンク 31 内の圧力を検出し、検出値に対応した信号を通信演算 ECU 6 に送信する。以下では、この圧力センサ 42 によって検出される水素タンク 31 内の水素ガスの温度をタンク内圧力といい、その値は P と表記する。また以下では特に、充填開始直前のタンク内圧力の値を P_0 と表記し、充填によるタンク内圧力の上昇分を P ($= P - P_0$) と表記する。

【0040】

通信演算 ECU 6 は、マイクロコンピュータを含む計算機であり、CPU (中央処理装置)、ROM 及び RAM 等の記憶媒体、並びに各種インターフェース等の電子回路を含んで構成される。通信演算 ECU 6 の ROM には、車両 V が製造された時点で搭載されていた水素タンク 31 に関する固有情報が記録されている。通信演算 ECU 6 は、水素タンク 31 に関する情報を赤外線通信機 5 を介してステーション ECU 95 へ送信するため、タンク内温度の検出値 T 、タンク内圧力の検出値 P 、及び固有情報に応じたデータ信号を生成する。以下では、水素タンク 31 の容積値 V 及び上述の MC パラメータ値 MC の 2 つのパラメータを固有情報として送信する場合について説明するが、固有情報の種類はこれらに限られない。なお、上述の上昇圧 P は、通信演算 ECU 6 で算出し、上記検出値 T 、 P と併せてステーション ECU 95 へ送信することもできるし、通信演算 ECU 6 から送信される検出値 P に基づいてステーション ECU 95 で算出することもできる。以下では、上昇圧 P をステーション ECU 95 で算出する場合について説明する。

10

【0041】

赤外線通信機 5 は、例えば赤外線 LED とそのドライバ等で構成される。ドライバは、通信演算 ECU 6 によって生成されたデータ信号及びアポート信号に応じた態様で赤外線 LED を点滅させる。

20

【0042】

次に、図 2 を参照しながら、水素充填システム S における固有通信充填の具体的な手順について説明する。

図 2 は、水素充填システム S における固有通信充填の具体的な手順を示す機能ブロック図である。図 2 に示す機能は、車両に搭載される通信演算 ECU 6 における演算、ステーションに搭載されるステーション ECU 95 における演算、及びこれら ECU 6、95 間の IR 通信によって実現される。

30

【0043】

通信演算 ECU 6 は、固有通信充填を実行するのに必要となるタンク状態情報及びタンク固有情報を、IR 通信を利用してステーション ECU 95 へ送信する。車両側からステーション側へ送信される情報は、例えば、タンク内温度の検出値 T 、タンク内圧力の検出値 P 、水素タンクの容積値 V 、及び MC パラメータ値 MC の 4 つである。

【0044】

ステーション ECU 95 は、車両側から送信された情報 (T 、 P 、 V 、MC 等)、車両側から送信された情報に基づいてステーション側で算出される情報 (P 等)、及びステーション側のセンサで取得される情報 (例えば、充填ガス圧力の検出値 P_{ST} 、充填ガス温度の検出値 T_{ST} 、充填流量の検出値 dm/dt 、総充填量 m 等) を用いて、特性予測演算、検証処理、及び充填制御等の処理を行う。以下、ステーション ECU 95 において実行されるこれら 3 つの処理の具体的な手順について説明する。

40

【0045】

< 特性予測演算 >

特性予測演算では、ステーション ECU 95 は、取得した情報 (T 、 P 、 V 、MC、 P 、 P_{ST} 、 T_{ST} 、 dm/dt 、 m 等) を入力情報として用い、所定のアルゴリズムに従って充填中の水素タンクの状態に関する所定の物理量の予測値を充填中に逐次算出する。ここで「物理量の値を予測する」とは、演算を実行する時点においてステーション ECU 95 で把握できる値に基づいて、対象とする物理量の将来の未知の値或いは値の推移を推定すること、又は対象とする物理量について、これを直接的に検出するセンサの出力以外のパラメータを用いて間接的に推定すること等を含む。特性予測演算において上記複数

50

の入力情報 (P , T , V , MC , P , P_{ST} , T_{ST} , dm/dt , m 等) に基づいて予測する物理量は、例えば、充填中のタンク内温度の予測値 T' と、充填中のタンク内圧力の予測値 P' と、充填によるタンク内圧力の上昇分の予測値 P' と、水素タンクの容積の予測値 V' と、総充填量の予測値 m' との 5 つである。

【 0 0 4 6 】

充填中のタンク内温度の予測値 T' は、例えば上記複数の入力情報のうち特に充填圧力検出値 P_{ST} 、充填温度検出値 T_{ST} 、充填流量検出値 dm/dt 、 MC パラメータ値 MC 、及び容積値 V を予め定められた演算アルゴリズムに入力することによって、算出することができる。なお、 MC パラメータ値 MC 等を用いて温度予測値 T' を算出する具体的な演算アルゴリズムについては、本願出願人による特表 2013-527390 号公報に記載されているので、ここでは詳細な説明を省略する。

【 0 0 4 7 】

充填中のタンク内圧力の予測値 P' は、例えば上記複数の入力情報のうち特に充填圧力検出値 P_{ST} 、充填温度検出値 T_{ST} 、及び充填流量検出値 dm/dt に基づいて算出することができる。より具体的には、予測値 P' は、充填圧力検出値 P_{ST} から、圧損 dP (例えば、充填圧力検出値 P_{ST} 、充填温度検出値 T_{ST} 、充填流量検出値 dm/dt から推定される) を減算することによって算出される。充填によるタンク内圧力の上昇分の予測値 P' は、所定の状態方程式を利用し、例えば上記複数の入力情報のうち特に総充填量 m 、タンク内温度検出値 T 、及び容積値 V に基づいて算出できる。

【 0 0 4 8 】

水素タンクの容積予測値 V' は、所定の状態方程式を利用し、例えば上記複数の入力情報のうち特に総充填量 m 、タンク内温度検出値 T 、及びタンク内圧力の上昇分 P に基づいて算出できる。また総充填量予測値 m' は、所定の状態方程式を利用し、例えば上記複数の入力情報のうち特にタンク内圧力の上昇分 P 、容積値 V 、及び温度送信値 T に基づいて算出できる。

【 0 0 4 9 】

< 検証処理 >

検証処理では、ステーション ECU 95 は、上記特性予測演算によって逐次算出される 5 つの予測値 (T' , P' , V' , P' , m') と、充填中に車両側から逐次送信される実値 (T , P , V) 及びステーション側で取得される実値 (P , m) とを比較し、各予測値と実値とが一致しているか否かを判別する。

【 0 0 5 0 】

より具体的には、検証処理では、ステーション EC95 は、充填中に車両側から逐次送信されるタンク内温度 T 、タンク内圧力 P 及び容積値 V 並びにこれら送信値等に基づいて算出される圧力差 P 及び充填流量 m を取得し、これらを取得した時刻と対応する時刻における温度予測値 T' 圧力予測値 P' 、容積予測値 V' 、圧力差の予測値 P' 及び充填流量の予測値 m' とを比較し、これら予測値 T' , P' , V' , P' , m' がそれぞれ実値 T , P , V , P , m を中心とした所定の許容誤差範囲内であるか否かを、固有通信充填を行っている間、継続して判別し、範囲内であれば一致していると判別し、範囲外であれば一致していないと判別する。

【 0 0 5 1 】

例えば、車両に搭載されている水素タンクに異常が生じた場合 (より具体的には、例えば、車両に搭載される水素タンクが、車両製造時のものとは異なる種類のものに交換された場合) 、車両側から送信される MC パラメータ値 MC 及び容積値 V が、その時搭載されている水素タンクの本来の値からずれが生じる場合がある。この場合、予測値 (T' , P' , P' , V' , m') と実値 (T , P , P , V , m) とがずれる場合がある。したがって、検証処理によって、上記予測値のうち何れかがそれぞれの実値と一致していないと判別された場合には、水素タンクに異常が生じたと判断できる。

【 0 0 5 2 】

例えば、車両に搭載されている温度センサ又は圧力センサに異常が生じた場合 (より具

10

20

30

40

50

体的には、例えば、各センサがドリフト故障した場合や、オフセット故障した場合等)、車両側から送信されるタンク内温度検出値 T 又はタンク内圧力検出値 P が、本来の値からずれる場合がある。この場合も、予測値 (T' , P' , P' , V' , m') と実値 (T , P , P , V , m) とがずれる場合がある。したがって、検証処理によって、上記予測値のうち何れかがそれぞれの実値と一致していないと判別された場合には、温度センサ又は圧力センサに異常が生じたと判断できる。

【0053】

また例えば、通信演算 ECU に異常が生じた場合(より具体的には、例えば通信演算 ECU が、車両製造時に搭載されていたものとは異なる種類のものに交換された場合、通信演算 ECU が正常に作動しなかった場合、データ信号に化けが生じた場合等)、車両側から送信されるタンク内温度検出値 T 、タンク内圧力検出値 P 、容積値 V 及び MC パラメータ値 MC 等が、本来の値からずれてしまう場合がある。この場合も、予測値 (T' , P' , P' , V' , m') と実値 (T , P , P , V , m) とがずれる場合がある。したがって、検証処理によって、上記予測値のうち何れかがそれぞれの実値と一致していないと判別された場合には、通信演算 ECU に異常が生じたと判断できる。

【0054】

図 3 は、充填中に特性予測演算によって算出されるタンク内温度予測値 T' と、車両から送信されるタンク内温度検出値 T を比較した図である。図 3 には、予測値 T' を破線で示し、検出値 T を実線で示す。

【0055】

上述のように、水素タンクやセンサ等に異常がない場合であれば、特性予測演算によって算出される予測値 T' の推移と、充填中に車両から送信される検出値 T の推移とはほぼ一致する。特に、本発明では、予測値 T' を算出するに当たり、水素タンクの放熱特性に関する MC パラメータ値 MC を用いることから、図 3 の左側に示すように、充填開始直後から充填終了時までの間の温度を精度良く予測することができる。

【0056】

一方、水素タンクが交換された場合、水素タンクに搭載されるセンサが故障した場合、通信演算 ECU に異常が生じた場合等には、特性予測演算によって算出される予測値 T' の推移と充填中に車両から送信される検出値 T の推移とは一致しない(図 3 の右側参照)。また、故障が生じた場合の予測値 T' と検出値 T との乖離は、水素タンク内の温度の変化が大きくなるほど、換言すれば充填を開始してから経過した時間が長くなるほど大きくなると考えられる。したがって本発明によれば、充填初期時だけでなく充填中は継続して予測値と実値とを比較し、異常の有無を判断することにより、異常が生じていた場合にはこれを精度良く検出できる。

【0057】

<充填制御>

図 2 に戻って、充填制御では、ステーション ECU 9 は、車両 V から送信される水素タンクに関する情報 (P , T , V , MC) と、ステーション側に設けられたセンサで取得した情報 (P_{ST} , T_{ST}) と、特性予測演算によって算出された予測値 (P' , T') と、に基づいて充填態様を決定し、当該決定した充填態様が実現するように充填流量を制御する。より具体的には、ステーション ECU 9 は、特性予測演算によって算出される充填終了予定時刻におけるタンク内温度の予測値 T' が、上述のフェール温度を超えないように、充填態様を決定する。なお、充填中における充填流量は、充填開始から終了までの間で可変させてもよいし、一定としてもよい。

【0058】

また、ステーション ECU 9 は、水素タンクの固有情報 (V , MC) を含む情報に基づいて決定した充填態様で水素ガスを充填している間に、上記検証処理によって各予測値 (T' , P' , P' , V' , m') の何れかが実値 (T , P , P , V , m) と一致しないと判断された場合には、当初定めた充填態様での水素ガスの充填を中止する。なお、当初定めた充填態様での水素ガスの充填を中止した後は、上述のように車両側の水素タンク

10

20

30

40

50

やセンサ等に異常が生じたことを考慮してより緩やかな充填態様に切り替えて水素ガスの充填を継続してもよいし、水素ガスの充填を終了（充填流量 $d_m / d_t = 0$ ）してもよい。なお、充填態様を切り替えて水素ガスの充填を継続する場合には、水素タンクやセンサ等に異常が存在することを考慮して、充填流量及び充填圧力は、切替前よりも切替後の方が小さくなるように新たな充填態様を決定することが好ましい。

【0059】

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明はこれらに限らない。例えば上記実施形態では、タンク内温度の予測値 T' やタンク内圧力の予測値 P' 等を算出する特性予測演算と、これら予測値と実値との一致を判別する検証処理とを、ステーション側のステーション ECU で実行する場合について説明したが、これら 2 つの処理は、車両 V に搭載される通信演算 ECU で実行することもできる。

10

【0060】

図 4 は、車両 V_a からステーションへの一方向通信のみ可能な水素充填システム S_a において、車両 V_a に搭載される通信演算 ECU_{6a} で上記特性予測演算及び検証処理を実行する場合における通信演算 ECU_{6a} の機能ブロック図である。

【0061】

特性予測演算では、通信演算 ECU_{6a} は、ステーション側へ送信される状態情報（タンク内温度の検出値 T 及びタンク内圧力の検出値 P ）並びに固有情報（容積値 V 及び MC パラメータ値 MC ）に基づいて、所定のアルゴリズムに従って、タンク内温度の予測値 T' やタンク内圧力の予測値 P' 等を算出する。

20

【0062】

検証処理では、通信演算 ECU_{6a} は、上記特性予測演算によって逐次算出される予測値（ T' ， P' ）と、検出値（ T ， P ）とを比較し、各予測値と検出値とが一致しているか否かを判別する。ここで、各予測値と検出値とが一致しないと判別した場合には、ステーションからの水素の充填中止を要求するアボート信号、又は当初ステーション側で定めた充填態様をより緩やかな充填態様に切り替えるよう要求する充填態様切替要求信号を送信する。

【0063】

また上記実施形態では、車両とステーションとの間の IR 通信は、車両側からステーション側へのデータ信号の送信のみが可能な一方向通信である場合について説明したが、本発明は、IR 通信が双方向通信である場合にも適用できる。双方向通信が可能である場合には、図 4 に示すように車両側の通信演算 ECU で算出した予測値と、図 2 に示すようにステーション側のステーション ECU で算出した予測値とを突き合わせることができるので、検証処理の精度をさらに向上できる。

30

【0064】

また上記実施形態では、車両からステーション側へ、水素タンクの固有情報として容積値 V 及び MC パラメータ値 MC を送信する場合について説明したが、水素タンクの固有情報はこれらに限るものではない。この車両から送信する固有情報は、水素タンクの熱容量に関する情報でもよい。また、固有情報は、この固有情報を受信するステーションで所定の規格に基づいて水素タンクの放熱特性を把握できる情報であれば、それ自身が物理的な意味を有する物理情報でなくても規格によって定められた形式情報（例えば、TYPE 3（アルミライナーを用いた高圧水素タンクの総称）、TYPE 4（樹脂製ライナーを用いた高圧水素タンクの総称）等のライナーの材質によって分類される形式番号）でもよい。

40

【符号の説明】

【0065】

S，S_a … 水素充填システム（燃料充填システム）

V，V_a … 燃料電池車両

3 1 … 水素タンク（燃料タンク）

4 1 … 温度センサ（センサ）

4 2 … 圧力センサ（センサ）

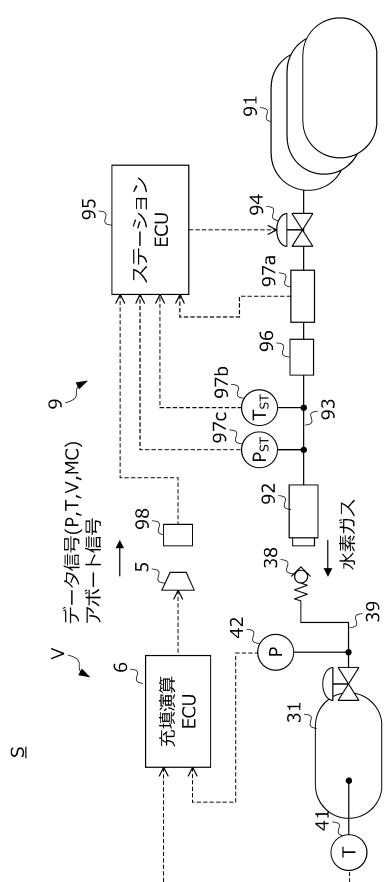
50

6, 6a ... 通信演算 ECU (予測手段、比較手段)

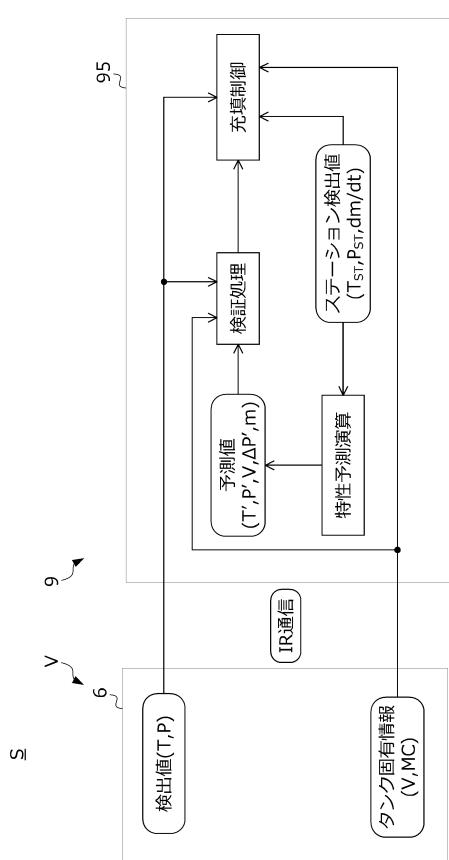
9 ... 水素ステーション (外部充填装置)

95 ... ステーション ECU (充填制御手段、予測手段、比較手段)

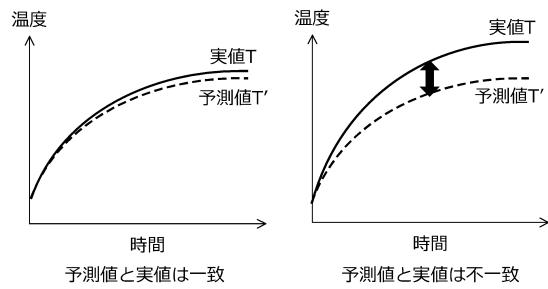
【図1】



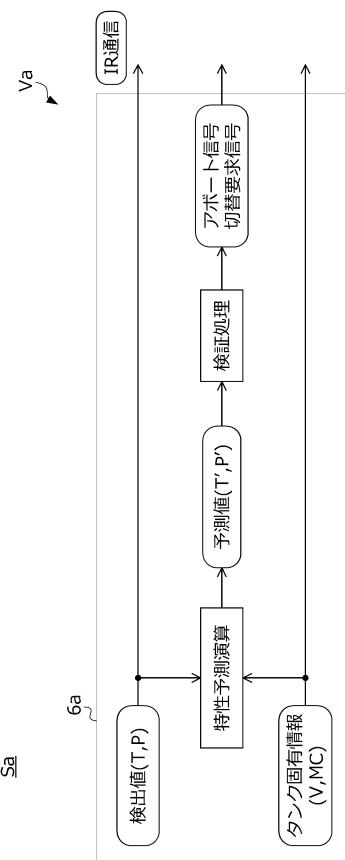
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2010-236673(JP,A)
特表2013-527390(JP,A)
特開2007-303560(JP,A)
特開2011-153681(JP,A)
特開2004-132383(JP,A)
特開2003-269693(JP,A)
特開2011-106583(JP,A)
特開2011-33068(JP,A)
特開2012-13508(JP,A)
特開2011-149533(JP,A)
特開2011-157995(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 17 C	5 / 0 6
C 01 B	3 / 0 0
F 17 C	1 3 / 0 2
H 01 M	8 / 0 0
H 01 M	8 / 0 6 0 6