

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-105259  
(P2019-105259A)

(43) 公開日 令和1年6月27日(2019.6.27)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
FO1N	3/18	(2006.01)	FO1N	3/18	C	3G091		
FO1N	3/08	(2006.01)	FO1N	3/08	B	3G384		
FO1N	11/00	(2006.01)	FO1N	11/00				
FO2D	45/00	(2006.01)	FO2D	45/00	314Z			

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2017-239728 (P2017-239728)  
(22) 出願日 平成29年12月14日 (2017.12.14)

(71) 出願人 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 100113608  
弁理士 平川 明  
(74) 代理人 100123319  
弁理士 関根 武彦  
(74) 代理人 100123098  
弁理士 今堀 克彦  
(74) 代理人 100143797  
弁理士 宮下 文徳  
(74) 代理人 100176201  
弁理士 小久保 篤史  
(74) 代理人 100138357  
弁理士 矢澤 広伸

最終頁に続く

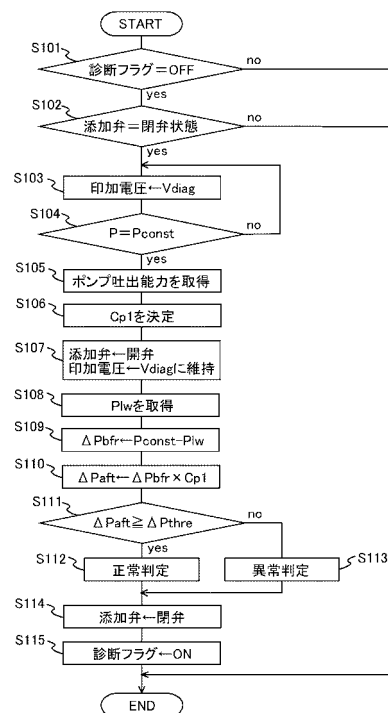
(54) 【発明の名称】 還元剤添加装置の異常診断装置

(57) 【要約】

【課題】還元剤添加装置の異常診断装置において、ポンプ吐出能力の影響による診断精度の低下を抑制する。

【解決手段】本発明は、添加弁が閉弁されている状態であって、還元剤通路内の圧力が所定の圧力となるようにポンプの印加電圧が診断用電圧に制御されている状態から、ポンプの印加電圧を診断用電圧に維持しつつ添加弁を開弁させた場合における、還元剤通路内の圧力低下量に相関するパラメータである診断用パラメータを取得し、該診断用パラメータと所定の閾値とを比較することで、還元剤添加装置の異常診断を行う異常診断装置において、ポンプのポンプ吐出能力を取得するポンプ吐出能力取得手段と、前記ポンプ吐出能力に基づいて上記の診断用パラメータ又は所定の閾値を補正する補正手段と、を備え、補正後の診断用パラメータ又は所定の閾値を使用して上記の異常診断が行われるようにした。

【選択図】図10



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

内燃機関の排気通路を流通する排気に還元剤を添加するための添加弁と、還元剤タンクに貯蔵されている還元剤を汲み上げるための電動式のポンプと、前記ポンプから吐出される還元剤を前記添加弁へ導くための還元剤通路と、前記還元剤通路内の圧力を検出する圧力センサと、を含む還元剤添加装置に適用される、異常診断装置であって、前記添加弁が閉弁されている状態で、前記ポンプの印加電圧を、前記圧力センサによって検出される前記圧力が所定の圧力となる電圧である診断用電圧に制御するポンプ制御手段と、

10

前記ポンプ制御手段によって前記ポンプの印加電圧が前記診断用電圧に維持される状態で、前記添加弁を閉弁状態から開弁状態へ切り替える添加弁制御手段と、

前記添加弁制御手段によって前記添加弁が閉弁状態から開弁状態へ切り替えられた後に前記圧力センサによって検出される前記圧力に基づいて、前記還元剤通路内における圧力の低下量に相関するパラメータである診断用パラメータを取得する診断用パラメータ取得手段と、

前記診断用パラメータ取得手段によって取得される前記診断用パラメータと所定の閾値とを比較することで、前記還元剤添加装置の異常診断を行う異常診断手段と、

を備える、還元剤添加装置の異常診断装置において、

前記ポンプの 1 回転あたりにおける吐出量であるポンプ吐出能力を取得するポンプ吐出能力取得手段と、

20

前記ポンプ吐出能力取得手段によって取得される前記ポンプ吐出能力に基づいて、前記診断用パラメータ取得手段によって取得される前記診断用パラメータ又は前記所定の閾値のいずれか一方を補正する補正手段と、を更に備え、

前記異常診断手段は、前記補正手段によって補正された前記診断用パラメータ又は前記所定の閾値を使用して、前記還元剤添加装置の異常診断を行う、還元剤添加装置の異常診断装置。

**【請求項 2】**

前記ポンプ吐出能力取得手段は、前記添加弁が閉弁されている状態にあり、且つ前記ポンプ制御手段によって前記ポンプの印加電圧が前記診断用電圧に制御されている状態にあるときの、前記ポンプの回転数である圧力維持回転数に相関するパラメータである回転数パラメータを導出し、該回転数パラメータと、前記ポンプ吐出能力が大きくなるほど前記圧力維持回転数が小さくなるという相関と、に基づいて、前記ポンプの前記ポンプ吐出能力を取得する、

30

請求項 1 に記載の還元剤添加装置の異常診断装置。

**【請求項 3】**

前記ポンプ吐出能力取得手段は、前記圧力維持回転数と比例関係にある前記診断用電圧を、前記回転数パラメータとして取得し、該診断用電圧と、前記ポンプ吐出能力が大きくなるほど前記診断用電圧が小さくなるという相関と、に基づいて、前記ポンプの前記ポンプ吐出能力を取得する、

40

請求項 2 に記載の還元剤添加装置の異常診断装置。

**【請求項 4】**

前記診断用パラメータ取得手段は、前記添加弁制御手段によって前記添加弁が閉弁状態から開弁状態へ切り替えられた後に前記圧力センサによって検出される前記圧力と前記所定の圧力との差である圧力低下量を、前記診断用パラメータとして取得し、

前記異常診断手段は、前記診断用パラメータ取得手段によって取得される前記圧力低下量が前記所定の閾値より小さければ前記還元剤添加装置が異常であると判定する一方で、前記診断用パラメータ取得手段によって取得される前記圧力低下量が前記所定の閾値以上であれば前記還元剤添加装置が正常であると判定するものであり、

前記補正手段は、前記ポンプ吐出能力取得手段によって取得される前記ポンプ吐出能力

50

が大きい場合は小さい場合に比べ、前記診断用パラメータ取得手段によって取得される前記圧力低下量が小さくなるように補正し、又は前記所定の閾値が大きくなるように補正する、

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の還元剤添加装置の異常診断装置。

【請求項 5】

前記所定の圧力が予め定められた一定値に設定される場合において、前記診断用パラメータ取得手段は、前記添加弁制御手段によって前記添加弁が閉弁状態から開弁状態へ切り替えられた後に前記圧力センサによって検出される前記圧力の絶対量を、前記診断用パラメータとして取得し、

前記異常診断手段は、前記診断用パラメータ取得手段によって取得される前記圧力の絶対量が前記所定の閾値より大きければ前記還元剤添加装置が異常であると判定する一方で、前記診断用パラメータ取得手段によって取得される前記圧力の絶対量が前記所定の閾値以下であれば前記還元剤添加装置が正常であると判定するものであり、

前記補正手段は、前記ポンプ吐出能力取得手段によって取得される前記ポンプ吐出能力が大きい場合は小さい場合に比べ、前記診断用パラメータ取得手段によって取得される前記圧力の絶対量が大きくなるように補正し、又は前記所定の閾値が小さくなるように補正する、

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の還元剤添加装置の異常診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の排気中に還元剤を添加するための還元剤添加装置の異常診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

内燃機関の排気中に還元剤を添加するための還元剤添加装置として、排気通路に設けられる添加弁と、該添加弁へ還元剤を圧送するための電動式のポンプと、該ポンプと添加弁とを接続する還元剤通路に設けられる圧力センサと、を備えたものが知られている。斯様な還元剤添加装置では、添加弁の経時劣化や、還元剤から析出された物質が還元剤通路に堆積することによる通路断面積の縮小等に起因して、該還元剤添加装置から排気中へ添加される還元剤の量が所望の目標量より少なくなる場合がある。これにより、還元剤を利用した有害ガス成分の浄化を好適に行えなくなる場合がある。

【0003】

上記したような問題に対し、従来では、先ず、添加弁が閉弁された状態において、還元剤通路内の圧力が所定の圧力となるようにポンプの印加電圧を調整する。続いて、ポンプの印加電圧を上記のように調整された電圧に維持した状態で、添加弁を開弁させる。そして、添加弁の開弁後における還元剤通路内の圧力低下量（前記所定の圧力からの低下量）に基づいて、還元剤添加装置の異常診断を行う方法が提案されている（例えば、特許文献 1 を参照）。この方法では、上記の圧力低下量が所定の閾値より小さければ、添加弁から添加される還元剤の量が適正な量より少ないと推定することで、還元剤添加装置が異常であると判定される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】米国特許出願公開第 2015 / 104363 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、ポンプの 1 回転あたりにおける還元剤の吐出量（以下、「ポンプ吐出能力」と記す場合もある。）は、該ポンプの初期公差や経年変化等に起因するポンプ効率のばら

10

20

30

40

50

つきに伴ってばらつく場合がある。ここで、特許文献1に記載された方法において、添加弁が閉弁状態から開弁状態へ切り替えられた際の還元剤通路内の圧力低下量は、ポンプのポンプ吐出能力が大きい場合の方がポンプ吐出能力が小さい場合よりも、大きくなる傾向がある。そのため、還元剤添加装置に使用されているポンプのポンプ吐出能力が小さい場合には、添加弁の経時劣化や還元剤通路の通路断面積の縮小が比較的軽微であるにもかかわらず、圧力低下量が所定の閾値未満になることで、還元剤添加装置が異常であると誤判定される可能性がある。一方、還元剤添加装置に使用されているポンプのポンプ吐出能力が大きい場合には、添加弁の経時劣化や還元剤通路の通路断面積の縮小が比較的甚大であるにもかかわらず、圧力低下量が所定の閾値以上になることで、還元剤添加装置が正常であると誤判定される可能性もある。

10

**【0006】**

本発明は、上記したような実情に鑑みてなされてものであり、その目的は、還元剤添加装置の異常診断装置において、ポンプ吐出能力の影響による診断精度の低下を抑制することができる技術の提供にある。

**【課題を解決するための手段】****【0007】**

本発明は、上記した課題を解決するために、添加弁が閉弁されている状態であって、還元剤通路内の圧力が所定の圧力となるようにポンプの印加電圧が調整されている状態から、ポンプの印加電圧を上記のように調整された印加電圧に維持した状態で、添加弁を開弁させた場合における、還元剤通路内の圧力低下量に相関するパラメータ（診断用パラメータ）を取得し、該診断用パラメータと所定の閾値とを比較することで、還元剤添加装置の異常診断を行う異常診断装置において、ポンプのポンプ吐出能力に基づいて上記の診断用パラメータ又は所定の閾値を補正し、補正後の診断用パラメータ又は所定の閾値を使用して還元剤添加装置の異常診断を行うようにした。なお、ここでいう還元剤添加装置の異常とは、添加弁の経時劣化や、還元剤から析出された物質等が還元剤通路に堆積することによる通路断面積の縮小等に起因して、該還元剤添加装置から排気中へ添加される還元剤の量が所望の目標量より過少になって、排気中の有害ガス成分を効果的に還元及び浄化することが困難になる程度に少なくなっている状態を指す。

20

**【0008】**

詳細には、本発明は、内燃機関の排気通路を流通する排気に還元剤を添加するための添加弁と、還元剤タンクに貯蔵されている還元剤を汲み上げるための電動式のポンプと、ポンプから吐出される還元剤を添加弁へ導くための還元剤通路と、還元剤通路内の圧力を検出する圧力センサと、を含む還元剤添加装置に適用される異常診断装置である。この異常診断装置は、添加弁が閉弁された状態で、ポンプの印加電圧を、圧力センサによって検出される圧力が所定の圧力となる電圧である診断用電圧に制御するポンプ制御手段と、ポンプ制御手段によってポンプの印加電圧が前記診断用電圧に維持された状態で、添加弁を閉弁状態から開弁状態へ切り替える添加弁制御手段と、添加弁制御手段によって添加弁が閉弁状態から開弁状態へ切り替えられた後に圧力センサによって検出される圧力に基づいて、還元剤通路内における圧力の低下量に相関するパラメータである診断用パラメータを取得する診断用パラメータ取得手段と、診断用パラメータ取得手段により取得された診断用パラメータと所定の閾値とを比較することで、該還元剤添加装置の異常診断を行う異常診断手段と、を備える。ここで、本発明に係る異常診断装置は、ポンプの1回転あたりにおける吐出量であるポンプ吐出能力を取得するポンプ吐出能力取得手段と、該ポンプ吐出能力取得手段によって取得されたポンプ吐出能力に基づいて、診断用パラメータ取得手段によって取得された診断用パラメータ、又は所定の閾値のいずれか一方を補正する補正手段と、を更に備える。そして、異常診断手段は、補正手段によって補正された診断用パラメータ又は所定の閾値を使用して、該還元剤添加装置の異常診断を行うようにした。

30

40

**【0009】**

このように構成される異常診断装置では、先ず、添加弁が閉弁状態にあるときに、圧力センサによって検出される圧力（還元剤通路内の圧力）が所定の圧力になるように、ポン

50

プの印加電圧がポンプ制御手段によって制御されることで、該ポンプの印加電圧が診断用電圧に調整される。なお、ここでいう「診断用電圧」は、一定値ではなく、後述するように、ポンプ吐出能力によって変化し得る。続いて、ポンプ制御手段によってポンプの印加電圧が診断用電圧に維持された状態で、添加弁制御手段によって添加弁が閉弁状態から開弁状態へ切り替えられる。その際、添加弁の開度を段階的又は無段階に変更可能な構成においては、添加弁の開度が予め定められた開度（例えば、全開）にされるものとする。それにより、還元剤通路内の還元剤が添加弁から排気通路内の排気へ添加されることで、還元剤通路内の圧力が低下する。その際、診断用パラメータ取得手段は、添加弁の開弁後に圧力センサによって検出される圧力に基づいて、還元剤通路内における圧力の低下量（すなわち、上記した所定の圧力からの圧力低下量であり、以下では「通路内圧力低下量」と記す場合もある。）に相関するパラメータである、診断用パラメータを取得する。

10

#### 【0010】

ここで、添加弁が経時劣化したり、還元剤から析出された物質が還元剤通路に堆積することによって該還元剤通路の断面積が縮小したりすると、該還元剤添加装置から排気中へ添加される還元剤の量（還元剤添加量）が所望の目標量より少なくなり、それに伴って上記の通路内圧力低下量も小さくなる。よって、上記の通路内圧力低下量が許容範囲（例えば、還元剤を利用した有害ガス成分の還元及び浄化を効果的に行えると想定される通路内圧力低下量の範囲）よりも小さければ、還元剤添加装置が異常であると判定する方法が考えられる。すなわち、診断用パラメータ取得手段によって取得される診断用パラメータと所定の閾値とを比較することで、還元剤添加装置の異常診断を行う方法が考えられる。

20

#### 【0011】

ところで、上記の通路内圧力低下量は、還元剤添加装置が正常であるか又は異常であるかのみならず、ポンプのポンプ吐出能力に因っても変化する場合がある。ここでいう「ポンプ吐出能力」は、前述したように、ポンプの1回転あたりにおける吐出量であって、ポンプの効率に相関する。そして、ポンプのポンプ吐出能力は、該ポンプの製造時における初期公差又は該ポンプの使用過程における経時変化等に起因するポンプ効率のばらつきに伴ってばらつく可能性がある。例えば、ポンプのポンプ吐出能力が大きい場合は小さい場合に比べ、上記の通路内圧力低下量が大きくなる傾向がある。そのため、ポンプの設計時に想定されたポンプ吐出能力よりも実際のポンプ吐出能力が大きい場合は、上記の通路内圧力低下量が想定よりも大きくなり易い。一方、ポンプの設計時に想定されたポンプ吐出能力よりも実際のポンプ吐出能力が小さい場合は、上記の通路内圧力低下量が想定よりも小さくなり易い。このようなポンプ吐出能力のばらつきに起因する通路内圧力低下量のばらつきを考慮せずに、上記した方法による異常診断が行われると、診断精度の低下を招く可能性がある。例えば、ポンプの実際のポンプ吐出能力が該ポンプの設計時に想定されたポンプ吐出能力よりも大きい場合には、上記の通路内圧力低下量が大きくなり易いため、還元剤添加装置が異常であっても、該還元剤添加装置が正常であると誤診断される可能性がある。一方、ポンプの実際のポンプ吐出能力が該ポンプの設計時に想定されたポンプ吐出能力より小さい場合は、上記の通路内圧力低下量が小さくなり易いため、還元剤添加装置が正常であっても、該還元剤添加装置が異常であると誤診断される可能性がある。

30

#### 【0012】

これに対し、本発明に係る異常診断装置では、上記した方法による異常診断を行うための準備段階として、ポンプ吐出能力取得手段によってポンプのポンプ吐出能力が取得される。さらに、補正手段が、ポンプ吐出能力取得手段によって取得されたポンプ吐出能力に基づいて、診断用パラメータ取得手段によって取得された診断用パラメータ、又は所定の閾値のいずれか一方を補正する。そして、上記したような準備段階を経た後に、異常診断手段が、補正手段によって補正された診断用パラメータ又は所定の閾値を使用して、該還元剤添加装置の異常診断を行う。このような構成によれば、ポンプ吐出能力のばらつきに起因する診断用パラメータのばらつきが、該診断用パラメータの補正又は所定の閾値の補正によって是正される。その結果、ポンプ吐出能力のばらつきに起因する、異常診断精度の低下を抑制することができる。

40

50

## 【0013】

本発明に係るポンプ吐出能力取得手段は、添加弁が閉弁されている状態にあり、且つポンプ制御手段によってポンプの印加電圧が診断用電圧に制御されている状態にあるときの、ポンプの回転数である圧力維持回転数に相関するパラメータである回転数パラメータを導出し、該回転数パラメータと、ポンプ吐出能力が大きくなるほど圧力維持回転数が小さくなるという相関と、に基づいて、ポンプ吐出能力を取得するようにしてもよい。ここで、ポンプのポンプ吐出能力が大きい場合は小さい場合に比べ、上記の圧力維持回転数が小さくなる傾向がある。よって、添加弁が閉弁されている状態にあり、且つポンプ制御手段によってポンプの印加電圧が診断用電圧に制御されている状態にあるときに、上記の圧力維持回転数に相関する回転数パラメータを導出することで、ポンプのポンプ吐出能力を求めることができる。なお、ここでいう「回転数パラメータ」としては、ポンプの回転数自体を使用することもできるし、ポンプの回転数と比例関係にある、ポンプの印加電圧（診断用電圧）を使用することもできる。

10

## 【0014】

なお、本発明に係る診断用パラメータとしては、添加弁制御手段によって添加弁が閉弁状態から開弁状態へ切り替えられた後（すなわち、添加弁の開弁に伴う通路内圧力の低下が収まったとき）に圧力センサによって検出される圧力と上記の所定の圧力との差である通路内圧力低下量を用いてもよい。その場合、異常診断手段は、診断用パラメータ取得手段によって取得される通路内圧力低下量が所定の閾値より小さければ還元剤添加装置が異常であると判定する一方で、診断用パラメータ取得手段によって取得される通路内圧力低下量が所定の閾値以上であれば還元剤添加装置が正常であると判定するようにしてもよい。この場合における所定の閾値は、上記の通路内圧力低下量が該所定の閾値より小さくなると、添加弁から排気中へ添加される還元剤の量（還元剤添加量）が、所望の目標量より過少になることで、排気中の有害ガス成分を効果的に還元及び浄化することが困難になる程度に少なくなると想定される値である。そして、補正手段は、ポンプ吐出能力取得手段によって取得されたポンプ吐出能力が大きい場合は小さい場合に比べ、診断用パラメータ取得手段によって取得される圧力低下量が小さくなるように補正し、又は所定の閾値が大きくなるように補正してもよい。

20

## 【0015】

ここで、上記した所定の圧力が予め定められた一定値に設定される場合においては、ポンプの印加電圧が上記の診断用電圧に維持されつつ添加弁が閉弁状態から開弁状態へ切り替えられた後に圧力センサによって検出される圧力の絶対量（以下、「開弁後通路内圧力」と記す場合もある。）は、上記の通路内圧力低下量に相関する。すなわち、上記した所定の圧力が一定値に設定される場合は、上記の通路内圧力低下量が大きくなるほど、上記の開弁後通路内圧力が小さくなる。そこで、上記した所定の圧力が予め定められた一定値に設定される場合においては、本発明に係る診断用パラメータとして、上記の開弁後通路内圧力を用いてもよい。その場合、異常診断手段は、診断用パラメータ取得手段によって取得される開弁後通路内圧力が所定の閾値より大きければ還元剤添加装置が異常であると判定する一方で、診断用パラメータ取得手段によって取得される開弁後通路内圧力が所定の閾値以下であれば還元剤添加装置が正常であると判定するようにしてもよい。そして、補正手段は、ポンプ吐出能力取得手段によって取得されたポンプ吐出能力が大きい場合は小さい場合に比べ、診断用パラメータ取得手段によって取得される開弁後通路内圧力が大きくなるように補正し、又は所定の閾値が小さくなるように補正してもよい。

30

40

## 【発明の効果】

## 【0016】

本発明によれば、還元剤添加装置の異常診断装置において、ポンプ吐出能力の影響による診断精度の低下を抑制することが可能になる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0017】

【図1】本実施例における還元剤添加装置の概略構成を示す図である。

50

【図 2】異常診断処理の実行方法を説明するためのタイミングチャートである。

【図 3】ポンプ吐出能力の異なるポンプを使用して異常診断処理を実行した場合における、通路内圧力の経時変化を示すタイミングチャートである。

【図 4】異常診断処理の実行時におけるポンプの吐出圧力と吐出流量との相関を示す図である。

【図 5】添加弁が閉弁状態にあり、且つ通路内圧力が所定の圧力に維持されている状態にあるときの、通路内圧力とポンプの回転数（圧力維持回転数）との経時変化を示すタイミングチャートである。

【図 6】圧力維持回転数とポンプ吐出能力との相関を示す図である。

【図 7】診断用電圧と圧力維持回転数との相関を示す図である。

【図 8】実施例 1 において、ポンプ吐出能力に基づいて補正係数  $C_{p1}$  を決定するための図である。

【図 9】実施例 1 における、補正前の通路内圧力低下量と補正後の通路内圧力低下量との関係を示す図である。

【図 10】実施例 1 において、異常診断処理が行われる際に ECU によって実行される処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図 11】実施例 1 の変形例 1 において、圧力維持回転数に基づいて補正係数  $C_{p2}$  を決定するための図である。

【図 12】実施例 1 の変形例 1 における、補正前の通路内圧力低下量と補正後の通路内圧力低下量との関係を示す図である。

【図 13】実施例 1 の変形例 2 において、ポンプ吐出能力に基づいて補正係数  $C_{p3}$  を決定するための図である。

【図 14】実施例 1 の変形例 2 において、補正前の開弁後通路内圧力と補正後の開弁後通路内圧力との関係を示す図である。

【図 15】実施例 1 の変形例 2 において、異常診断処理が行われる際に ECU によって実行される処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図 16】実施例 2 において、ポンプ吐出能力に基づいて補正係数  $C_{thre1}$  を決定するための図である。

【図 17】実施例 2 において、補正前の所定の閾値と補正後の所定の閾値との関係を示す図である。

【図 18】実施例 2 において、異常診断処理が実行される際に ECU によって実行される処理ルーチンを示す図である。

【図 19】実施例 2 の変形例 1 において、圧力維持回転数に基づいて補正係数  $C_{thre2}$  を決定するための図である。

【図 20】実施例 2 の変形例 1 において、補正前の所定の閾値と補正後の所定の閾値との関係を示す図である。

【図 21】実施例 2 の変形例 2 において、ポンプ吐出能力に基づいて補正係数  $C_{thre3}$  を決定するための図である。

【図 22】実施例 2 の変形例 2 において、補正前の所定の閾値と補正後の所定の閾値との関係を示す図である。

【図 23】実施例 2 の変形例 2 において、異常診断処理が行われる際に ECU によって実行される処理ルーチンを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の具体的な実施形態について図面に基づいて説明する。本実施形態に記載される構成部品の寸法、材質、形状、相対配置等は、特に記載がない限り発明の技術的範囲をそれらだけに限定する趣旨のものではない。

【0019】

<実施例 1>

先ず、本発明の第 1 の実施例について図 1 から図 10 に基づいて説明する。図 1 は、本

10

20

30

40

50

発明に係る異常診断装置を適用する還元剤添加装置の概略構成を示す図である。図 1 に示す還元剤添加装置は、内燃機関 1 の排気通路 2 に配置される添加弁 3 と、還元剤を貯蔵するタンク 4 と、タンク 4 に貯蔵されている還元剤を汲み上げるポンプ 5 と、ポンプ 5 から吐出される還元剤を添加弁 3 に導く還元剤通路 6 と、還元剤通路 6 の途中に設けられる圧力センサ 7 と、を備える。なお、図 1 には明示していないが、還元剤通路 6 からポンプ 5 の吸入口又はタンク 4 へ余剰の還元剤を戻すためのリターン通路が還元剤添加装置に設けられていてもよい。

#### 【0020】

添加弁 3 は、排気通路 2 を流通する排気中に還元剤を添加するための弁装置であり、該添加弁 3 の開閉動作が後述する ECU 8 によって電氣的に制御される。タンク 4 に貯蔵される還元剤は、例えば、アンモニア ( $\text{NH}_3$ )、 $\text{NH}_3$  の前駆体である添加剤、又は燃料等である。圧力センサ 7 は、還元剤通路 6 内の圧力を検出するセンサである。

10

#### 【0021】

上記したように構成される還元剤添加装置には、該還元剤添加装置による還元剤の添加量や添加タイミング等を制御するための ECU (Electronic Control Unit) 8 が併設される。この ECU 8 は、還元剤添加装置を制御するための専用の ECU であってもよいが、内燃機関 1 の運転状態を制御するための ECU を兼用しているものとする。ECU 8 は、CPU、ROM、RAM、バックアップ RAM 等から構成されるユニットである。この ECU 8 は、上記した圧力センサ 7 に加え、内燃機関 1 の運転状態を把握するために必要な各種センサ (例えば、アクセルポジションセンサ、クランクポジションセンサ、冷却水温度センサ等) と電氣的に接続されており、それら各種センサの検出信号を入力可能になっている。また、ECU 8 は、上記した添加弁 3 やポンプ 5 に加え、内燃機関 1 の各種機器 (例えば、燃料噴射弁、スロットル弁等) と電氣的に接続されており、それら各種機器を電氣的に制御することが可能になっている。

20

#### 【0022】

ここで、ECU 8 は、内燃機関 1 の運転状態に基づいて、還元剤の添加制御を行う。例えば、ECU 8 は、先ず、内燃機関 1 の運転状態に基づいて、添加弁 3 から添加される還元剤の量や添加タイミングを決定する。続いて、ECU 8 は、決定された添加量及び添加タイミングに従ってポンプ 5 や添加弁 3 を制御することで、添加弁 3 から排気通路 2 の排気中へ還元剤を添加させる。斯様にして添加弁 3 から排気中へ添加された還元剤は、排気とともに図示しない排気浄化触媒 (例えば、選択還元型触媒 (SCR (Selective Catalytic Reduction) 触媒) や  $\text{NO}_x$  吸蔵還元型触媒 (NSR ( $\text{NO}_x$  Storage Reduction) 触媒)) へ流入して、排気中に含まれる  $\text{NO}_x$  又は NSR 触媒に吸蔵されている  $\text{NO}_x$  の還元剤として働くことで、該  $\text{NO}_x$  を窒素 ( $\text{N}_2$ ) に還元させる。

30

#### 【0023】

ところで、上記した還元剤から析出される物質 (例えば、尿素水溶液から析出される尿素) 等が還元剤通路 6 に堆積することによって該還元剤通路 6 の通路断面積が縮小したり、又は添加弁 3 が経時劣化したりすることで、添加弁 3 から実際に添加される還元剤の量が所望の目標添加量より少なくなる可能性がある。その場合、排気中に含まれる  $\text{NO}_x$  等の有害ガス成分を、還元剤を利用して効果的に還元及び浄化することが困難になる虞がある。よって、添加弁 3 から実際に添加される還元剤の量が所望の目標添加量よりも少なくなるような異常が発生した場合には、そのような異常の発生を精度良く検出して、還元剤添加装置の交換や修理を車両のユーザに促す必要がある。そこで、本実施例における ECU 8 は、上記したような還元剤の添加制御に加え、還元剤添加装置の異常診断処理も行う。以下では、本実施例における異常診断処理の実行方法について述べる。

40

#### 【0024】

##### < 異常診断処理 >

ここで、異常診断処理の実行方法の一例を図 2 に示す。図 2 は、異常診断処理が実行される場合における、添加弁 3 の開閉状態、還元剤通路 6 内の圧力 (通路内圧力)、及びポンプ 5 の印加電圧の経時変化を示すタイミングチャートである。図 2 中の通路内圧力の経

50

時変化を示す図において、実線は還元剤添加装置が正常である場合における通路内圧力の経時変化を示し、一点鎖線は還元剤添加装置が異常である場合における通路内圧力の経時変化を示す。なお、還元剤添加装置が正常である場合と還元剤添加装置が異常である場合におけるポンプ5のポンプ吐出能力は同等である。

#### 【0025】

図2に示す異常診断処理は、添加弁3が閉弁状態にあるときに実施される。すなわち、ECU8は、添加弁3が閉弁状態にあるときに、まず、圧力センサ7によって検出される還元剤通路6内の圧力（通路内圧力）が予め定められた所定の圧力となるように、ポンプ5の印加電圧を制御する。これにより、通路内圧力が前記所定の圧力で安定すると、ECU8は、その際のポンプ5の印加電圧（診断用電圧） $V_{diag}$ を維持しつつ、添加弁3を閉弁状態から開弁状態へ切り替える（図2中の $t_1$ ）。ポンプ5の印加電圧が診断用電圧 $V_{diag}$ に維持された状態で、添加弁3が閉弁状態から開弁状態へ切り替えられると、還元剤通路6内の還元剤が添加弁3から排気中へ添加されることに伴って、通路内圧力が、上記の所定の圧力から低下方向へ変化する。ここで、還元剤添加装置が異常である場合は正常である場合に比べ、単位時間あたりに添加弁3から排気中へ添加される還元剤の量が少なくなる。よって、ポンプ5の印加電圧が診断用電圧 $V_{diag}$ に維持されつつ、添加弁3が閉弁状態から開弁状態へ切り替えられた場合において、添加弁3の開弁後における通路内圧力（開弁後通路内圧力）は、還元剤添加装置が異常である場合（図2中の $P_{1w}'$ ）の方が還元剤添加装置が正常である場合（図2中の $P_{1w}$ ）よりも、大きくなる。すなわち、ポンプ5の印加電圧が診断用電圧 $V_{diag}$ に維持されつつ、添加弁3が閉弁状態から開弁状態へ切り替えられた場合における通路内圧力の低下量（通路内圧力低下量）は、還元剤添加装置が異常である場合（図2中の $P' (= P_{const} - P_{1w}')$ ）の方が還元剤添加装置が正常である場合（図2中の $P (= P_{const} - P_{1w})$ ）よりも小さくなる。

#### 【0026】

そこで、ポンプ5の印加電圧が診断用電圧 $V_{diag}$ に維持されつつ、添加弁3が閉弁状態から開弁状態へ切り替えられた場合において、添加弁3の開弁後における通路内圧力（開弁後通路内圧力）を検出して、該検出された開弁後通路内圧力を上記の所定の圧力から減算することで通路内圧力低下量を求め、該通路内圧力低下量が所定の閾値以上であれば、還元剤添加装置が正常であると判定する一方で、該通路内圧力低下量が前記所定の閾値未満であれば、還元剤添加装置が異常であると判定する方法によって、還元剤添加装置の異常診断を行うことが考えられる。なお、ここでいう「所定の閾値」は、上記した通路内圧力低下量が該所定の閾値未満になると、添加弁3から実際に添加される還元剤の量が所望の目標添加量に対して過少になることで、排気中の有害ガス成分を効果的に還元及び浄化することが困難になると推定される値であり、後述するポンプ吐出能力が設計値通りである場合を想定して決定されている。

#### 【0027】

ところで、ポンプ5の1回転あたりにおける還元剤の吐出量（ポンプ吐出能力）は、ポンプ効率に相関する物理量である。このポンプ吐出能力は、ポンプ5の製造時における初期公差やポンプ5の使用過程における経時変化等に起因するポンプ効率のばらつきに伴ってばらつく可能性がある。つまり、ポンプ5のポンプ吐出能力が該ポンプ5の設計時に想定されるポンプ吐出能力（設計値）からずれている可能性があるとともに、そのずれ量が個々のポンプ毎に異なっている可能性がある。斯様なポンプ吐出能力のばらつきを考慮せずに、上記した方法による異常診断処理が行われると、診断精度の低下を招く上に、誤診断を招く可能性もある。ここで、ポンプ吐出能力の異なるポンプを使用して異常診断処理を実行した場合における、通路内圧力の経時変化を図3に示す。図3中の実線は、ポンプ吐出能力が相対的に大きいポンプを使用した場合を示し、図3中の一点鎖線は、ポンプ吐出能力が相対的に小さいポンプを使用した場合を示す。なお、図3における実線と一点鎖線とでは、ポンプ吐出能力以外の条件は同等である。図3に示すように、ポンプ5の印加電圧が診断用電圧 $V_{diag}$ に維持されつつ、添加弁3が閉弁状態から開弁状態へ切り替え

10

20

30

40

50

られた場合における通路内圧力の低下量（通路内圧力低下量）は、ポンプ吐出能力が小さい場合（図3中の P2）の方がポンプ吐出能力が大きい場合（図3中の P1）よりも小さくなる。これは、図4に示すように、ポンプ5の印加電圧が診断用電圧 Vdiag に維持されつつ、添加弁3が閉弁状態から開弁状態へ切り替えられると、ポンプ5に作用する負荷が軽減されることで、ポンプ5から単位時間あたりに吐出される還元剤の量（吐出流量）Qd が一定量 Qd だけ増加するが、その際のポンプ5の吐出圧力 Pd の低下量は、ポンプ吐出能力が小さい場合（図4中の Pd2）の方がポンプ吐出能力が大きい場合（図4中の Pd1）よりも小さくなることによる因ると考えられる。なお、図4中の実線は、ポンプ吐出能力が相対的に大きいポンプを使用した場合を示し、図4中の一点鎖線は、ポンプ吐出能力が相対的に小さいポンプ5を使用した場合を示している。図4に示すような相関によれば、ポンプ吐出能力が小さい場合は大きい場合に比べ、ポンプ5の印加電圧が診断用電圧 Vdiag に維持されつつ、添加弁3が閉弁状態から開弁状態へ切り替えられた際におけるポンプ5の吐出圧力 Pd の低下量が小さくなることで、添加弁3の開弁後におけるポンプ5の吐出圧力 Pd が大きくなり、それに伴って開弁後通路内圧力も大きくなるため、通路内圧力低下量が小さくなると考えられる。

10

#### 【0028】

なお、図4に示したような吐出圧力 Pd と吐出流量 Qd との関係は、以下の式（1）で表すことができる。

$$Qd = (1 / (\alpha \times Kt)) \times (Eb - ((Ra \times Tm) / Kt)) - (((\alpha \times Ra) / (\alpha \times Kt^2)) \times Pd \dots (1))$$

20

上記の式（1）における Ra はポンプ5を駆動するための電動モータの内部抵抗を示し、Kt は前記電動モータのトルク定数を示し、Eb は前記電動モータの駆動電圧（印加電圧）を示し、Tm はポンプ5の機械損失を示す。また、上記した式（1）における係数はポンプ吐出能力に相当する定数であり、 $\alpha$  はポンプ5の回転により生じる前記電動モータの逆起電力に相関する定数（逆起電力定数）と前記電動モータのトルク定数との比例定数であり、 $\beta$  は前記電動モータの実行トルクと吐出流量 Qd との比例定数である。

#### 【0029】

上記した式（1）によると、ポンプ5のポンプ吐出能力が大きい場合は小さい場合に比べ、係数  $\beta$  の値が大きくなることで、図4に示したような、吐出圧力 Pd と吐出流量 Qd との一次関数における傾きが小さくなる。その結果、ポンプ5の印加電圧が診断用電圧 Vdiag に維持されつつ、添加弁3が閉弁状態から開弁状態へ切り替えられた際におけるポンプ5の吐出圧力 Pd の低下量は、前述したように、ポンプ吐出能力が小さい場合の方がポンプ吐出能力が大きい場合よりも小さくなる。それに伴い、添加弁3の開弁後におけるポンプ5の吐出圧力 Pd は、ポンプ吐出能力が小さい場合の方がポンプ吐出能力が大きい場合よりも大きくなる。これにより、ポンプ5のポンプ吐出能力が小さい場合は大きい場合に比べ、開弁後通路内圧力が高くなり、それに伴って通路内圧力低下量が小さくなると考えられる。

30

#### 【0030】

したがって、上記したようなポンプ吐出能力のばらつきに起因する通路内圧力低下量のばらつきを考慮せずに、還元剤添加装置の異常診断が行われると、診断精度が低下する上に、誤診断を招く可能性がある。例えば、ポンプ5のポンプ吐出能力が設計値より大きい場合には、たとえ還元剤添加装置が異常であっても、上記の通路内圧力低下量が所定の閾値以上になる可能性があり、それにより還元剤添加装置が正常であると誤診断される虞がある。一方、ポンプ5のポンプ吐出能力が設計値より小さい場合には、たとえ還元剤添加装置が正常であっても、上記の通路内圧力低下量が所定の閾値未満になる可能性があり、それにより還元剤添加装置が異常であると誤診断される虞がある。

40

#### 【0031】

上記したような問題に対し、本実施例における異常診断処理では、その準備段階としてポンプ5のポンプ吐出能力を取得し、取得されたポンプ吐出能力に基づいて上記の通路内圧力低下量を補正するようにした。そして、補正後の通路内圧力低下量と所定の閾値とを

50

比較することで、還元剤添加装置が正常であるか又は異常であるかの判定を行うようにした。

#### 【0032】

<ポンプ吐出能力の取得方法>

先ず、ポンプ吐出能力を取得する方法について、図5から図7に基づいて説明する。図5は、添加弁3が閉弁状態にあり、且つ通路内圧力が前記所定の圧力に維持されている状態にあるときの、通路内圧力とポンプ5の回転数との経時変化を示すタイミングチャートである。図5中の実線はポンプ5のポンプ吐出能力が相対的に大きい場合を示し、図5中の一点鎖線はポンプ5のポンプ吐出能力が相対的に小さい場合を示す。

#### 【0033】

図5に示すように、添加弁3が閉弁状態にあり、且つ通路内圧力が所定の圧力  $P_{const}$  に維持されている状態にある場合における、ポンプ5の回転数は、ポンプ5のポンプ吐出能力が小さい場合（図5中の  $N_{p'}$ ）の方がポンプ5のポンプ吐出能力が大きい場合（図5中の  $N_p$ ）よりも、大きくなる。これは、ポンプ5のポンプ吐出能力が小さい場合は大きい場合に比べ、ポンプ5の1回転あたりに吐出される還元剤の量が少なくなるため、通路内圧力を所定の圧力  $P_{const}$  に維持するためには回転数を大きくする必要があるからである。図5に示すような相関によれば、異常診断処理の実行時において、添加弁3が閉弁状態にあり、且つ通路内圧力が所定の圧力  $P_{const}$  に維持されている状態にあるときのポンプ5の回転数（以下、「圧力維持回転数」と記す場合もある。）は、ポンプ5のポンプ吐出能力と相関するといえる。具体的には、上記の圧力維持回転数とポンプ5のポンプ吐出能力とは、図6に示すように、圧力維持回転数に比例してポンプ吐出能力が小さくなる関係になる。そこで、図6に示すような、圧力維持回転数とポンプ吐出能力との関係を、予め実験やシミュレーションの結果から求めておくとともに、それらの関係をマップ又は関数式等の形態でECU8のROM等に記憶させておくものとする。これにより、ECU8は、異常判定処理の実行時における圧力維持回転数を検出することで、検出された圧力維持回転数を引数としてポンプ吐出能力を導出することが可能になる。

#### 【0034】

ここで、ポンプ5の回転数を検出する方法としては、ポンプ5の回転軸の回転位置を検出するためのセンサをポンプ5に取り付け、該センサによって検出される回転位置からポンプ5の回転数を演算する方法を用いることができる。なお、ポンプ5の回転数は該ポンプ5の印加電圧に比例して大きくなる傾向がある（図7を参照）。そのため、添加弁3が閉弁状態にあり、且つ通路内圧力が所定の圧力  $P_{const}$  に維持されている状態にあるときのポンプ5の印加電圧（診断用電圧  $V_{diag}$ ）から圧力維持回転数を求め、その圧力維持回転数からポンプ吐出能力を導出することもできる。その場合、ポンプ5の回転数を検出するためのセンサを該ポンプ5に取り付ける必要がないため、部品点数の増加を抑えることができる。また、上記の診断用電圧  $V_{diag}$  も、圧力維持回転数と同様に、ポンプ吐出能力に比例して小さくなる関係を有するため、診断用電圧  $V_{diag}$  を引数として、ポンプ5のポンプ吐出能力を導出するためのマップ又は関数式等を予め実験やシミュレーションの結果に基づいて作成しておくようにしてもよい。

#### 【0035】

<通路内圧力低下量の補正方法>

次に、本実施例における、ポンプ5のポンプ吐出能力に基づく通路内圧力低下量の補正方法について述べる。本実施例においては、ECU8は、以下の式（2）に基づいて、通路内圧力低下量を補正する。

$$P_{aft} = P_{bfr} \times C_{p1} \cdots (2)$$

上記の式（2）における  $P_{aft}$  は補正後の通路内圧力低下量を示し、 $P_{bfr}$  は補正前の通路内圧力低下量を示し、 $C_{p1}$  はポンプ吐出能力に基づく補正係数を示す。ここでいう補正係数  $C_{p1}$  は、図8に示すように、ポンプ吐出能力が設計値と一致するとき“1.0”となる正数であって、ポンプ吐出能力が設計値より大きいときは該ポンプ吐出能力が大きくなるほど“1.0”より小さくなる一方で、ポンプ吐出能力が設計値より

10

20

30

40

50

小さいときは該ポンプ吐出能力が小さくなるほど“1.0”より大きくなるように設定される。このようなポンプ吐出能力と補正係数 $C_{p1}$ との関係は、実験やシミュレーションの結果に基づく適合作業によって予め設定しておくものとする。なお、図8に示す例では、補正係数 $C_{p1}$ とポンプ吐出能力とが線形の関係になっているが、これは、後述する図9に示すように、ポンプ吐出能力と補正前の通路内圧力低下量との関係が線形になるためである。よって、ポンプ吐出能力と補正前の通路内圧力低下量との関係が非線形となる場合は、それに伴って補正係数 $C_{p1}$ とポンプ吐出能力との関係も非線形になるように補正係数 $C_{p1}$ が設定されればよい。

#### 【0036】

上記した補正係数 $C_{p1}$ と式(2)とに従って通路内圧力低下量が補正されると、図9に示すように、ポンプ吐出能力が設計値より大きい場合においては、補正前の通路内圧力低下量 $P_{bfr}$ は、ポンプ吐出能力が設計値通りである場合に想定される通路内圧力低下量より大きくなるのに対し、補正後の通路内圧力低下量 $P_{aft}$ は、ポンプ吐出能力が設計値通りである場合に想定される通路内圧力低下量と同等まで減少される。また、ポンプ吐出能力が設計値より小さい場合においては、補正前の通路内圧力低下量 $P_{bfr}$ は、ポンプ吐出能力が設計値通りである場合に想定される通路内圧力低下量より小さくなるのに対し、補正後の通路内圧力低下量 $P_{aft}$ は、ポンプ吐出能力が設計値通りである場合に想定される通路内圧力低下量と同等まで増加される。そして、斯様にして補正された通路内圧力低下量 $P_{aft}$ と所定の閾値とを比較することによって異常診断処理が行われれば、ポンプ吐出能力が設計値からずれている場合であっても、診断精度の低下を抑制することができるため、誤診断の発生を抑制することが可能となる。

10

20

#### 【0037】

<異常診断処理フロー>

以下、本実施例における異常診断処理の実行手順について、図10に沿って説明する。図10は、本実施例に係る異常診断処理が実行される際に、ECU8によって実行される処理ルーチンを示すフローチャートである。この処理ルーチンは、予めECU8のROM等に記憶されており、ECU8のCPUによって所定の周期で実行される。

#### 【0038】

図10に示す処理ルーチンでは、ECU8は、先ず、S101の処理において、診断フラグがOFFであるか否かを判別する。ここでいう診断フラグは、内燃機関1の始動時にOFFに設定され、異常診断処理の完了時にONに設定されるフラグである。よって、診断フラグがONであれば、内燃機関1の今回の運転期間中に既に異常診断処理が実行されていることになる一方で、診断フラグがOFFであれば、内燃機関1の今回の運転期間中に未だ異常診断処理が実行されていないことになる。そこで、S101の処理において否定判定された場合(診断フラグ=ON)は、ECU8は、本処理ルーチンの実行を終了する。一方、S101の処理において肯定判定された場合(診断フラグ=OFF)は、ECU8は、S102の処理へ進む。

30

#### 【0039】

S102の処理では、ECU8は、添加弁3が閉弁状態にあるか否かを判別する。該S102の処理において否定判定された場合(添加弁3が開弁状態にある場合)は、ECU8は、異常診断処理を実行せずに、本処理ルーチンを終了する。一方、該S102の処理において肯定判定された場合(添加弁3が閉弁状態にある場合)は、ECU8は、S103以降の処理において、異常診断処理を実行する。

40

#### 【0040】

S103の処理では、ECU8は、ポンプ5の印加電圧を診断用電圧 $V_{diag}$ に調整する。診断用電圧 $V_{diag}$ は、前述したように、圧力センサ7によって検出される通路内圧力 $P$ が所定の圧力 $P_{const}$ となるときにポンプ5の印加電圧であり、ポンプ5の実際のポンプ吐出能力に応じて変わる値である。

#### 【0041】

S104の処理では、ECU8は、圧力センサ7によって検出される通路内圧力 $P$ が所

50

定の圧力  $P_{const}$  に収束しているか否かを判別する。その際、通路内圧力  $P$  が所定の圧力  $P_{const}$  に収束していなければ、該  $S104$  の処理において否定判定されることになるため、 $ECU8$  は、 $S103$  の処理へ戻る。一方、通路内圧力  $P$  が所定の圧力  $P_{const}$  に収束していれば、該  $S104$  の処理において肯定判定されることになるため、 $ECU8$  は、 $S105$  の処理へ進む。

【0042】

なお、 $ECU8$  が上記した  $S103$  及び  $S104$  の処理を実行することにより、本発明に係る「ポンプ制御手段」が実現される。

【0043】

$S105$  の処理では、 $ECU8$  は、ポンプ5のポンプ吐出能力を取得する。具体的には、 $ECU8$  は、前述したように、先ず、通路内圧力  $P$  が所定の圧力  $P_{const}$  に収束しているときのポンプ5の印加電圧（診断用電圧  $V_{diag}$ ）を引数として、図7に示すようなマップ又は関数式にアクセスすることで、圧力維持回転数を導出する。次いで、 $ECU8$  は、上記の圧力維持回転数を引数として、図7に示したようなマップ又は関数式にアクセスすることで、ポンプ5のポンプ吐出能力を導出する。なお、診断用電圧  $V_{diag}$  とポンプ吐出能力との相関を予めマップ又は関数式の形態で  $ECU8$  のROMに記憶させておくことで、診断用電圧  $V_{diag}$  を引数としてポンプ吐出能力が導出されるようにしてもよい。また、ポンプ5の回転数を検出するためのセンサが該ポンプ5に取り付けられる構成においては、 $ECU8$  は、通路内圧力  $P$  が所定の圧力  $P_{const}$  に収束しているときの該センサの検出信号に基づいて、圧力維持回転数を導出してもよい。斯様な方法によって  $ECU8$  が  $S105$  の処理を実行することにより、本発明に係る「ポンプ吐出能力取得手段」が実現される。

10

20

【0044】

$S106$  の処理では、 $ECU8$  は、上記した補正係数  $Cp1$  を決定する。具体的には、 $ECU8$  は、前記  $S105$  の処理で取得されたポンプ吐出能力を引数として、前述した図8に示すようなマップ又は関数式にアクセスすることで、ポンプ吐出能力に応じた補正係数  $Cp1$  を導出する。

【0045】

$S107$  の処理では、 $ECU8$  は、ポンプ5の印加電圧を診断用電圧  $V_{diag}$  に維持しつつ、添加弁3を閉弁状態から開弁状態へ切り替える。ここで、添加弁3の開度を段階的又は無段階に変更可能な構成においては、添加弁3の開度が予め定められた開度（例えば、全開）にされるものとする。これにより、還元剤通路6内の還元剤が添加弁3から排気中へ添加されることで、前述した図2の説明で述べたように、通路内圧力  $P$  が低下する。なお、 $ECU8$  が該  $S107$  の処理を実行することにより、本発明に係る「添加弁制御手段」が実現される。

30

【0046】

$S108$  の処理では、 $ECU8$  は、添加弁3の開弁後に圧力センサ7によって検出される通路内圧力  $P$  をモニタすることで、開弁後通路内圧力  $P_{lw}$  を取得する。ここでいう開弁後通路内圧力  $P_{lw}$  は、前述の図2に示したように、添加弁3の閉弁状態から開弁状態への移行に伴う通路内圧力の低下現象が収まったときに圧力センサ7によって検出される通路内圧力  $P$  に相当する。

40

【0047】

$S109$  の処理では、 $ECU8$  は、前記  $S108$  の処理で取得された開弁後通路内圧力  $P_{lw}$  を所定の圧力  $P_{const}$  から減算することにより、補正前の通路内圧力低下量  $P_{bfr}$  を演算する（ $P_{bfr} = P_{const} - P_{lw}$ ）。

【0048】

なお、 $ECU8$  が上記した  $S108$  及び  $S109$  の処理を実行することにより、本発明に係る「診断用パラメータ取得手段」が実現される。

【0049】

$S110$  の処理では、 $ECU8$  は、前記  $S106$  の処理で決定された補正係数  $Cp1$  と

50

前記 S 1 0 9 で算出された補正前の通路内圧力低下量  $P_{bfr}$  とを、前述した式 ( 1 ) に代入することにより、補正後の通路内圧力低下量  $P_{aft} (= P_{bfr} \times C_{p1})$  を演算する。斯様にして算出される補正後の通路内圧力低下量  $P_{aft}$  は、前述の図 9 の説明で述べたように、ポンプ吐出能力が設計値通りである場合を想定したときに通路内圧力低下量を取り得る値となる。つまり、該 S 1 1 0 の処理で算出される補正後の通路内圧力低下量  $P_{aft}$  は、ポンプ吐出能力のばらつきに起因する通路内圧力低下量のばらつきが是正された値となる。

【 0 0 5 0 】

なお、ECU 8 が上記した S 1 0 6 及び S 1 1 0 の処理を実行することにより、本発明に係る「補正手段」が実現される。

10

【 0 0 5 1 】

S 1 1 1 の処理では、ECU 8 は、前記 S 1 1 0 の処理で算出された、補正後の通路内圧力低下量  $P_{aft}$  を、所定の閾値  $P_{thre}$  と比較することにより、還元剤添加装置が正常であるか否かを判別する。詳細には、ECU 8 は、補正後の通路内圧力低下量  $P_{aft}$  が所定の閾値  $P_{thre}$  以上であるか否かを判別する。ここでいう所定の閾値  $P_{thre}$  は、前述したように、補正後の通路内圧力低下量  $P_{aft}$  が該所定の閾値  $P_{thre}$  未満になると、添加弁 3 から実際に添加される還元剤の量が所望の目標添加量に対して過少になることで、排気中の有害ガス成分を効果的に浄化することが困難になると推定される値であり、ポンプ吐出能力が設計値通りである場合を想定して決定される値である。該 S 1 1 1 の処理において肯定判定された場合 ( $P_{aft} \geq P_{thre}$ ) は、ECU 8 は、S 1 1 2 の処理へ進み、還元剤添加装置が正常であると判定する。一方、該 S 1 1 1 の処理において否定判定された場合 ( $P_{aft} < P_{thre}$ ) は、ECU 8 は、S 1 1 3 の処理へ進み、還元剤添加装置が異常であると判定する。

20

【 0 0 5 2 】

なお、ECU 8 が上記した S 1 1 1 から S 1 1 3 の処理を実行することにより、本発明に係る「異常診断手段」が実現される。

【 0 0 5 3 】

前記 S 1 1 2 又は前記 S 1 1 3 の処理を実行し終わると、ECU 8 は、S 1 1 4 の処理へ進み、添加弁 3 を開弁状態から閉弁状態へ復帰させる。続いて、ECU 8 は、S 1 1 5 の処理へ進み、診断フラグを OFF から ON へ切り替える。

30

【 0 0 5 4 】

以上述べたように、図 1 0 の処理ルーチンに従って異常診断処理が行われると、ポンプ吐出能力のばらつきに起因する通路内圧力低下量のばらつきが是正され、是正後の通路内圧力低下量が診断用パラメータとして利用されるため、ポンプ吐出能力のばらつきに因る診断精度の低下が抑制され、以て誤診断の発生も抑制される。

【 0 0 5 5 】

< 実施例 1 の変形例 1 >

本実施例 1 では、ポンプ 5 のポンプ吐出能力に基づいて通路内圧力低下量を補正する例について述べたが、ポンプ吐出能力の代わりに、該ポンプ吐出能力と相関する圧力維持回転数を用いて、通路内圧力低下量を補正することもできる。その場合、ECU 8 は、以下の式 ( 3 ) に基づいて、通路内圧力低下量を補正すればよい。

40

$$P_{aft} = P_{bfr} \times C_{p2} \cdots (3)$$

上記の式 ( 3 ) における  $C_{p2}$  は圧力維持回転数に基づく補正係数を示す。ここでいう補正係数  $C_{p2}$  は、図 1 1 に示すように、圧力維持回転数が基準回転数と等しいときに “ 1 . 0 ” となる正数であって、圧力維持回転数が基準回転数より大きいときは該圧力維持回転数が大きくなるほど “ 1 . 0 ” より大きくなる一方で、圧力維持回転数が基準回転数より小さいときは該圧力維持回転数が小さくなるほど “ 1 . 0 ” より小さくなるように設定される。なお、ここでいう「基準回転数」は、ポンプ吐出能力が設計値通りである場合を想定したときに圧力維持回転数を取り得る値であり、予め実験やシミュレーションの結果に基づいて定めておくものとする。また、上記したような圧力維持回転数と補正係数  $C$

50

p 2 との関係も、実験やシミュレーションの結果に基づく適合作業によって予め設定しておくものとする。

【0056】

なお、図 1 1 に示す例では、補正係数  $C_{p2}$  と圧力維持回転数とが線形の関係になっているが、これは、後述する図 1 2 に示すように、圧力維持回転数と補正前の通路内圧力低下量との関係が線形になるためである。よって、圧力維持回転数と補正前の通路内圧力低下量との関係が非線形になる場合は、それに伴って補正係数  $C_{p2}$  と圧力維持回転数との関係も非線形になるように補正係数  $C_{p2}$  が設定されればよい。

【0057】

上記した補正係数  $C_{p2}$  と式 (3) とに従って通路内圧力低下量が補正されると、図 1 2 に示すように、圧力維持回転数が基準回転数より大きい場合（すなわち、ポンプ吐出能力が設計値より小さい場合）においては、補正前の通路内圧力低下量  $P_{bfr}$  は、圧力維持回転数が基準回転数と同等になる場合（ポンプ吐出能力が設計値通りである場合）に想定される通路内圧力低下量より小さくなるが、補正後の通路内圧力低下量  $P_{aft}$  は、圧力維持回転数が基準回転数と同等になる場合に想定される通路内圧力低下量と同等まで増加される。また、圧力維持回転数が基準回転数より小さい場合（すなわち、ポンプ吐出能力が設計値より大きい場合）においては、補正前の通路内圧力低下量  $P_{bfr}$  は、圧力維持回転数が基準回転数と同等になる場合に想定される通路内圧力低下量より大きくなるが、補正後の通路内圧力低下量  $P_{aft}$  は、圧力維持回転数が基準回転数と同等になる場合に想定される通路内圧力低下量と同等まで減少される。斯様にして補正された通路内圧力低下量  $P_{aft}$  と所定の閾値とを比較することによって異常診断処理が行われれば、ポンプ吐出能力が設計値からずれている場合であっても、診断精度の低下を抑制することができるため、誤診断の発生を抑制することが可能となる。

【0058】

なお、圧力維持回転数は、前述したように、診断用電圧と相関する。そのため、圧力維持回転数の代わりに診断用電圧を用いて、通路内圧力低下量を補正することもできる。

【0059】

< 実施例 1 の変形例 2 >

本実施例 1 では、通路内圧力低下量を診断用パラメータとして用いる例について述べたが、添加弁 3 が閉弁された状態でポンプ 5 の印加電圧を診断用電圧  $V_{diag}$  に調整する際の通路内圧力の目標値（所定の圧力）が予め定められた一定値に設定される場合においては、ポンプ 5 の印加電圧が診断用電圧  $V_{diag}$  に維持されつつ、添加弁 3 が閉弁状態から開弁状態へ切り替えられた場合における、添加弁 3 の開弁後における通路内圧力の絶対量（開弁後通路内圧力）を、診断用パラメータとして用いることもできる。

【0060】

ここで、上記の通路内圧力低下量は、前述の実施例で述べたように、還元剤添加装置が正常である場合の方が還元剤添加装置が異常である場合よりも、大きくなる。よって、上記の所定の圧力が一定値に設定される構成においては、還元剤添加装置が正常である場合は異常である場合に比べ、上記の通路内圧力低下量が大きくなることに伴って、開弁後通路内圧力が小さくなる。これにより、上記の所定の圧力が一定値に設定される構成において、開弁後通路内圧力を診断用パラメータとして用いて異常診断処理を行う場合には、開弁後通路内圧力が所定の閾値以下であれば、還元剤添加装置が正常であると判定する一方で、開弁後通路内圧力が所定の閾値より大きければ、還元剤添加装置が異常であると判定すればよい。ここでいう「所定の閾値」は、開弁後通路内圧力が該所定の閾値より大きくなると、添加弁 3 から実際に添加される還元剤の量が所望の目標添加量に対して過少になることで、排気中の有害ガス成分を効果的に浄化することが困難になると推定される値であり、ポンプ吐出能力が設計値通りである場合を想定して予め決定されている。

【0061】

ところで、開弁後通路内圧力を診断用パラメータとして用いて還元剤添加装置の異常診断を行う場合においても、ポンプ 5 のポンプ吐出能力のばらつきに起因する通路内圧力低

10

20

30

40

50

下量のばらつきが生じ、それに伴って開弁後通路内圧力にもばらつきが生じることになる。例えば、ポンプ5のポンプ吐出能力が大きい場合は小さい場合に比べ、通路内圧力低下量が大きくなるため、それに伴って開弁後通路内圧力が小さくなる。よって、開弁後通路内圧力を診断用パラメータとして用いて還元剤添加装置の異常診断を行う場合には、ポンプ5のポンプ吐出能力に起因する開弁後通路内圧力のばらつきを是正する必要がある。

#### 【0062】

<開弁後通路内圧力の補正方法>

ここで、ポンプ5のポンプ吐出能力に起因する開弁後通路内圧力の補正方法について述べる。本変形例においては、ECU8は、以下の式(4)に基づいて、開弁後通路内圧力を補正する。

$$P_{lwaf t} = P_{lwb f r} \times C_{p 3} \cdots (4)$$

上記の式(4)における $P_{lwaf t}$ は補正後の開弁後通路内圧力を示し、 $P_{lwb f r}$ は補正前の開弁後通路内圧力を示し、 $C_{p 3}$ はポンプ吐出能力に基づく補正係数を示す。ここでいう補正係数 $C_{p 3}$ は、図13に示すように、ポンプ吐出能力が設計値と等しいときに“1.0”となる正数であって、ポンプ吐出能力が設計値より大きいときは該ポンプ吐出能力が大きくなるほど“1.0”より大きくなる一方で、ポンプ吐出能力が設計値より小さいときは該ポンプ吐出能力が小さくなるほど“1.0”より小さくなるように設定される。なお、上記したようなポンプ吐出能力と補正係数 $C_{p 3}$ との関係は、実験やシミュレーションの結果に基づく適合作業によって予め設定しておくものとする。

#### 【0063】

なお、図13に示す例では、補正係数 $C_{p 3}$ とポンプ吐出能力とが線形の関係になっているが、これは、後述する図14に示すように、ポンプ吐出能力と補正前の開弁後通路内圧力との関係が線形になるためである。よって、ポンプ吐出能力と補正前の開弁後通路内圧力との関係が非線形になる場合には、それに伴って補正係数 $C_{p 3}$ とポンプ吐出能力との関係も非線形になるように補正係数 $C_{p 3}$ が設定されればよい。

#### 【0064】

上記した補正係数 $C_{p 3}$ と式(4)とに従って開弁後通路内圧力が補正されると、図14に示すように、ポンプ吐出能力が設計値より大きい場合においては、補正前の開弁後通路内圧力 $P_{lwb f r}$ は、ポンプ吐出能力が設計値通りである場合に想定される開弁後通路内圧力より小さくなるのに対し、補正後の開弁後通路内圧力 $P_{lwaf t}$ は、ポンプ吐出能力が設計値通りである場合に想定される開弁後通路内圧力と同等まで増加される。また、ポンプ吐出能力が設計値より小さい場合においては、補正前の開弁後通路内圧力 $P_{lwb f r}$ は、ポンプ吐出能力が設計値通りである場合に想定される開弁後通路内圧力より大きくなるのに対し、補正後の開弁後通路内圧力 $P_{lwaf t}$ は、ポンプ吐出能力が設計値通りである場合に想定される開弁後通路内圧力と同等まで減少される。そして、補正後の開弁後通路内圧力 $P_{lwaf t}$ と所定の閾値とを比較することによって異常診断処理が行われれば、ポンプ吐出能力が設計値からずれている場合であっても、診断精度の低下を抑制することができるため、誤診断の発生を抑制することが可能となる。なお、開弁後通路内圧力の補正は、ポンプ吐出能力の代わりに、圧力維持回転数に基づいて行われてもよい。その場合、圧力維持回転数が基準回転数より大きい場合(すなわち、ポンプ吐出能力が設計値より小さい場合)においては、開弁後通路内圧力を減少させる補正を行う一方で、圧力維持回転数が基準回転数より小さい場合(すなわち、ポンプ吐出能力が設計値より大きい場合)においては、開弁後通路内圧力を増加させる補正を行えばよい。

#### 【0065】

<異常診断処理フロー>

以下、本変形例における異常診断処理の実行手順について図15に沿って説明する。図15は、本変形例に係る異常診断処理が実行される際に、ECU8によって実行される処理ルーチンを示すフローチャートである。なお、図15において、前述した図10と同様の処理には同一の符号を付している。ここでは、前述した図10と異なる処理について説明し、同様の処理については説明を省略する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 6 】

図 15 の処理ルーチンでは、E C U 8 は、S 1 0 6 の処理の代わりに、S 2 0 1 の処理を実行する。該 S 2 0 1 の処理では、E C U 8 は、前記 S 1 0 5 の処理で取得されたポンプ吐出能力を引数として、前述した図 1 3 に示すようなマップ又は関数式にアクセスすることで、ポンプ吐出能力に応じた補正係数  $C p 3$  を導出する。該 S 2 0 1 の処理を実行し終わると、E C U 8 は、S 1 0 7 及び S 1 0 8 の処理を実行する。そして、S 1 0 8 の処理を実行し終わった後に、E C U 8 は、S 1 0 9 から S 1 1 1 の処理の代わりに S 2 0 2 及び S 2 0 3 の処理を実行する。

## 【 0 0 6 7 】

S 2 0 2 の処理では、E C U 8 は、前記 S 2 0 1 の処理で決定された補正係数  $C p 3$  と前記 S 1 0 8 で取得された開弁後通路内圧力  $P l w$  (補正前の開弁後通路内圧力  $P l w b f r$  に相当) とを、前述した式 (4) に代入することにより、補正後の開弁後通路内圧力  $P l w a f t (= P l w b f r \times C p 3)$  を演算する。斯様にして算出される補正後の開弁後通路内圧力  $P l w a f t$  は、前述の図 1 4 の説明で述べたように、ポンプ吐出能力が設計値通りである場合を想定したときに開弁後通路内圧力が取り得る値となる。つまり、該 S 2 0 2 の処理で算出される補正後の開弁後通路内圧力  $P l w a f t$  は、ポンプ吐出能力のばらつきに起因する開弁後通路内圧力のばらつきが是正された値となる。

## 【 0 0 6 8 】

S 2 0 3 の処理では、E C U 8 は、前記 S 2 0 2 の処理で算出された補正後の開弁後通路内圧力  $P l w a f t$  が所定の閾値  $P l w t h r e$  以下であるか否かを判別する。ここでいう所定の閾値  $P l w t h r e$  は、前述したように、補正後の開弁後通路内圧力  $P l w a f t$  が該所定の閾値  $P l w t h r e$  より大きくなると、添加弁 3 から実際に添加される還元剤の量が所望の目標添加量に対して過少になることで、排気中の有害ガス成分を効果的に浄化することが困難になると推定される値であり、ポンプ吐出能力が設計値通りである場合を想定して決定される値である。該 S 2 0 3 の処理において肯定判定された場合 ( $P l w a f t < P l w t h r e$ ) は、E C U 8 は、S 1 1 2 の処理へ進み、還元剤添加装置が正常であると判定する。一方、該 S 2 0 3 の処理において否定判定された場合 ( $P l w a f t > P l w t h r e$ ) は、E C U 8 は、S 1 1 3 の処理へ進み、還元剤添加装置が異常であると判定する。

## 【 0 0 6 9 】

以上述べたように、図 1 5 の処理ルーチンに従って異常診断処理が行われると、ポンプ吐出能力のばらつきに起因する開弁後通路内圧力のばらつきが是正され、是正後の開弁後通路内圧力が診断用パラメータとして利用されるため、ポンプ吐出能力のばらつきに因る診断精度の低下が抑制され、以て誤診断の発生も抑制される。

## 【 0 0 7 0 】

## &lt; 実施例 1 の変形例 3 &gt;

本実施例 1 では、ポンプ 5 の実際のポンプ吐出能力と設計値との差に基づいて診断用パラメータを補正する例について述べた。これに対し、新品状態におけるポンプ 5 のポンプ吐出能力が設計値通りであり、且つポンプ 5 の使用時間が長くなるにつれてポンプ吐出能力が設計値から徐々に小さくなっていくという前提にたつと、新品状態におけるポンプ 5 のポンプ吐出能力と現時点におけるポンプ 5 のポンプ吐出能力との差 (新品状態からのポンプ吐出能力の低下分) に基づいて診断用パラメータを補正することもできる。その場合、ポンプ吐出能力が新品時のポンプ吐出能力と同等であるときは、通路内圧力低下量を補正しなければよい。そして、ポンプ吐出能力が新品時のポンプ吐出能力より小さくなっているときは、通路内圧力低下量が大きくなるような補正が行われるとともに、新品時からのポンプ吐出能力の低下量が大きくなるほど補正量が大きくされればよい。

## 【 0 0 7 1 】

## &lt; 実施例 2 &gt;

次に、本発明の第 2 の実施例について図 1 6 から図 1 8 に基づいて説明する。ここでは、前述した第 1 の実施例と異なる構成について説明し、同様の構成については説明を省略

10

20

30

40

50

する。前述した第 1 の実施例では、通路内圧力低下量を診断用パラメータとして使用する  
場合において、ポンプのポンプ吐出能力に基づいて、通路内圧力低下量を補正する例につ  
いて述べたが、本実施例では、ポンプのポンプ吐出能力に基づいて、所定の閾値を補正す  
る例について述べる。

#### 【 0 0 7 2 】

< 所定の閾値の補正方法 >

本実施例においては、ECU 8 は、以下の式 ( 5 ) に基づいて、所定の閾値を補正する  
。

$$P_{threaft} = P_{threbf} \times C_{thre1} \cdots (5)$$

上記の式 ( 5 ) における  $P_{threaft}$  は補正後の所定の閾値を示し、 $P_{threbf}$  は補正前の所定の閾値を示し、 $C_{thre1}$  はポンプ吐出能力に基づく補正係数を示す。ここでいう補正前の所定の閾値  $P_{threbf}$  は、ポンプ吐出能力が設計値通りである場合を想定して決定される値であり、前述した実施例 1 における所定の閾値  $P_{thre}$  に相当する。また、補正係数  $C_{thre1}$  は、図 16 に示すように、ポンプ吐出能力が設計値と同等であるときに “ 1 . 0 ” となる正数であって、ポンプ吐出能力が設計値より大きいときは該ポンプ吐出能力が大きくなるほど “ 1 . 0 ” より大きくなる一方で、ポンプ吐出能力が設計値より小さいときは該ポンプ吐出能力が小さくなるほど “ 1 . 0 ” より小さくなるように設定される。なお、上記したようなポンプ吐出能力と補正係数  $C_{thre1}$  との関係は、実験やシミュレーションの結果に基づく適合作業によって予め設定しておくものとする。

#### 【 0 0 7 3 】

なお、図 16 に示す例では、補正係数  $C_{thre1}$  とポンプ吐出能力とが線形の関係になっているが、これは、前述した図 9 に示したように、ポンプ吐出能力と補正前の通路内圧力低下量との関係が線形になるためである。よって、ポンプ吐出能力と補正前の通路内圧力低下量との関係が非線形となる場合は、それに伴って補正係数  $C_{thre1}$  とポンプ吐出能力との関係も非線形になるように補正係数  $C_{thre1}$  が設定されればよい。

#### 【 0 0 7 4 】

上記した補正係数  $C_{thre1}$  と式 ( 5 ) とに従って所定の閾値が補正されると、図 17 に示すように、補正前の所定の閾値  $P_{threbf}$  がポンプ吐出能力に関わらず一定値になるのに対し、補正後の閾値  $P_{threaft}$  は、ポンプ吐出能力が大きい場合の方がポンプ吐出能力が小さい場合よりも大きい値になる。詳細には、ポンプ吐出能力が設計値通りであるときは、補正後の所定の閾値  $P_{threaft}$  が、補正前の所定の閾値  $P_{threbf}$  と同等になる。そして、ポンプ吐出能力が設計値より大きい場合においては、補正後の所定の閾値  $P_{threaft}$  は、ポンプ吐出能力が設計値より大きくなるほど、補正前の所定の閾値  $P_{threbf}$  より大きくなる一方で、ポンプ吐出能力が設計値より小さい場合においては、補正後の所定の閾値  $P_{threaft}$  は、ポンプ吐出能力が設計値より小さくなるほど、補正前の所定の閾値  $P_{threbf}$  より小さくなる。ここで、通路内圧力低下量は、前述の実施例 1 で述べたように、ポンプ吐出能力が大きい場合の方がポンプ吐出能力が小さい場合よりも大きくなる傾向がある。よって、図 17 に示したようい補正される所定の閾値  $P_{threaft}$  は、ポンプ吐出能力のばらつきに起因する通路内圧力低下量のばらつきが加味された値になる。このような補正後の所定の閾値  $P_{threaft}$  を使用して異常診断処理が行われると、ポンプ吐出能力が設計値からずれている場合であっても、異常診断処理における診断精度の低下を抑制することができるため、誤診断の発生を抑制することが可能となる。

#### 【 0 0 7 5 】

< 異常診断処理フロー >

以下、本実施例における異常診断処理の実行方法について、図 18 に沿って説明する。図 18 は、本実施例に係る異常診断処理が実行される際に、ECU 8 によって実行される処理ルーチンを示すフローチャートである。なお、図 18 において、前述した図 10 と同様の処理には同一の符号を付している。ここでは、前述した図 10 と異なる処理について

説明し、同様の処理については説明を省略する。

【0076】

図18の処理ルーチンでは、ECU8は、S105の処理を実行した後に、S106の処理の代わりにS301の処理を実行する。該S301の処理では、ECU8は、上記した補正係数Cthre1を決定する。具体的には、ECU8は、S105の処理で取得されたポンプ吐出能力を引数として、前述した図16に示すようなマップ又は関数式にアクセスすることで、ポンプ吐出能力に応じた補正係数Cthre1を導出する。該S301の処理を実行し終わると、ECU8は、S107及びS108の処理を実行する。そして、ECU8は、S108の処理を実行した後に、S109からS111の処理の代わりに、S302からS304の処理を実行する。

10

【0077】

S302の処理では、ECU8は、前記S108の処理で取得された開弁後通路内圧力Plwを所定の圧力Pconstから減算することにより、通路内圧力低下量Pを演算する( $P = Pconst - Plw$ )。該S302の処理で算出される通路内圧力低下量Pは、前述した実施例1における補正前の通路内圧力低下量Pbfrに相当する値である。なお、本実施例においては、ECU8がS108及びS302の処理を実行することで、本発明に係る「診断用パラメータ取得手段」が実現される。

【0078】

S303の処理では、ECU8は、前記S301の処理で決定された補正係数Cthre1を、前述した式(5)に代入することにより、補正後の所定の閾値Pthreaft(= $Pthrebfr \times Cthre1$ )を演算する。斯様にして算出される補正後の所定の閾値Pthreaftは、前述の図17の説明で述べたように、ポンプ吐出能力が設計値通りであるときは補正前の所定の閾値Pthrebfrと等しくなるが、ポンプ吐出能力が設計値より大きいときは補正前の所定の閾値Pthrebfrより大きな値になる一方で、ポンプ吐出能力が設計値より小さいときは補正前の所定の閾値Pthrebfrより小さな値になる。つまり、該S303の処理で算出される補正後の所定の閾値Pthreaftは、ポンプ吐出能力のばらつきに起因する通路内圧力低下量のばらつきが加味された値となる。

20

【0079】

なお、本実施例においては、ECU8が上記したS301及びS303の処理を実行することで、本発明に係る「補正手段」が実現される。

30

【0080】

S304の処理では、ECU8は、前記S302の処理で算出された通路内圧力低下量Pと、前記S303の処理で算出された補正後の所定の閾値Pthreaftとを比較することにより、還元剤添加装置が正常であるか否かを判別する。詳細には、ECU8は、通路内圧力低下量Pが補正後の所定の閾値Pthreaft以上であるか否かを判別する。該S304の処理において肯定判定された場合( $P \geq Pthreaft$ )は、ECU8は、S112の処理へ進み、還元剤添加装置が正常であると判定する。一方、該S304の処理において否定判定された場合( $P < Pthreaft$ )は、ECU8は、S113の処理へ進み、還元剤添加装置が異常であると判定する。

40

【0081】

以上述べたように、図18の処理ルーチンに従って異常診断処理が行われると、ポンプ吐出能力のばらつきに起因する通路内圧力低下量のばらつきが発生している場合には、そのばらつき分が所定の閾値に加味されることになる。そして、上記したばらつきが加味された所定の閾値と通路内圧力低下量とを比較する方法によって異常診断処理が行われることで、ポンプ吐出能力のばらつきに因る診断精度の低下が抑制され、以て誤診断の発生も抑制される。

【0082】

<実施例2の変形例1>

本実施例2では、ポンプ5のポンプ吐出能力に基づいて所定の閾値を補正する例につい

50

て述べたが、圧力維持回転数に基づいて所定の閾値を補正することもできる。その場合、ECU8は、以下の式(6)に基づいて、通路内圧力低下量を補正すればよい。

$$P_{threaft} = P_{threbf r} \times C_{thre2} \dots (6)$$

上記の式(6)における $C_{thre2}$ は、圧力維持回転数に基づく補正係数を示す。ここでいう補正係数 $C_{thre2}$ は、図19に示すように、圧力維持回転数が基準回転数と等しいときに“1.0”となる正数であって、圧力維持回転数が基準回転数より大きいときは該圧力維持回転数が大きくなるほど“1.0”より小さくなる一方で、圧力維持回転数が基準回転数より小さいときは該圧力維持回転数が小さくなるほど“1.0”より大きくなるように設定される。なお、ここでいう「基準回転数」は、前述したように、ポンプ吐出能力が設計値通りである場合を想定したときに圧力維持回転数が取り得る値である。

10

#### 【0083】

なお、図19に示す例では、補正係数 $C_{thre2}$ と圧力維持回転数とが線形の関係になっているが、これは、前述した図12に示したように、圧力維持回転数と補正前の通路内圧力低下量との関係が線形になるためである。よって、圧力維持回転数と補正前の通路内圧力低下量との関係が非線形となる場合は、それに伴って補正係数 $C_{thre2}$ と圧力維持回転数との関係が非線形になるように補正係数 $C_{thre2}$ が設定されればよい。

#### 【0084】

上記した補正係数 $C_{thre2}$ と式(6)とに従って所定の閾値が補正されると、図20に示すように、補正前の所定の閾値 $P_{threbf r}$ が圧力維持回転数に関わらず一定値になるのに対し、補正後の閾値 $P_{threaft}$ は、圧力維持回転数が大きい場合(すなわち、ポンプ吐出能力が小さい場合)の方が圧力維持回転数が小さい場合(すなわち、ポンプ吐出能力が大きい場合)よりも小さい値になる。詳細には、圧力維持回転数が基準回転数と同等であるとき(すなわち、ポンプ吐出能力が設計値通りであるとき)は、補正後の所定の閾値 $P_{threaft}$ が、補正前の所定の閾値 $P_{threbf r}$ と同等になる。そして、圧力維持回転数が基準回転数より小さいとき(すなわち、ポンプ吐出能力が設計値より大きい場合)においては、補正後の所定の閾値 $P_{threaft}$ は、圧力維持回転数が基準回転数より小さくなるほど、補正前の所定の閾値 $P_{threbf r}$ より大きくなる一方で、圧力維持回転数が基準回転数より大きい場合(すなわち、ポンプ吐出能力が設計値より小さい場合)においては、補正後の所定の閾値 $P_{threaft}$ は、圧力維持回転数が基準回転数より大きくなるほど、補正前の所定の閾値 $P_{threbf r}$ より小さくなる。ここで、通路内圧力低下量は、前述の実施例1で述べたように、圧力維持回転数が大きい場合(すなわち、ポンプ吐出能力が小さい場合)の方が圧力維持回転数が小さい場合(すなわち、ポンプ吐出能力が大きい場合)よりも小さくなる傾向がある。よって、図20に示したように補正される所定の閾値 $P_{threaft}$ は、ポンプ吐出能力のばらつきに起因する通路内圧力低下量のばらつきが加味された値になる。このような補正後の所定の閾値 $P_{threaft}$ を使用して異常診断処理が行われると、ポンプ吐出能力が設計値からずれている場合であっても、異常診断処理における診断精度の低下を抑制することができるため、誤診断の発生を抑制することが可能となる。

20

30

#### 【0085】

なお、圧力維持回転数は、前述したように、診断用電圧と相関する。そのため、圧力維持回転数の代わりに診断用電圧を用いて、所定の閾値を補正することもできる。

40

#### 【0086】

<実施例2の変形例2>

本実施例2では、通路内圧力低下量を診断用パラメータとして用いる場合に、該通路内圧力低下量と比較される所定の閾値を、ポンプ吐出能力に応じて補正する例について述べたが、添加弁3が閉弁された状態でポンプ5の印加電圧を診断用電圧 $V_{diag}$ に調整する際の通路内圧力の目標値(所定の圧力)が予め定められた一定値に設定される場合においては、開弁後通路内圧力を診断用パラメータとして用いることもできる。

#### 【0087】

ここで、上記の通路内圧力低下量は、前述の実施例で述べたように、還元剤添加装置が

50

正常である場合の方が還元剤添加装置が異常である場合よりも、大きくなる。よって、上記の所定の圧力が一定値に設定される構成においては、還元剤添加装置が正常である場合は異常である場合に比べ、上記の通路内圧力低下量が大きくなることに伴い、開弁後通路内圧力が小さくなる。これにより、上記の所定の圧力が一定値に設定される構成において、開弁後通路内圧力を診断用パラメータとして用いて異常診断処理を行う場合には、開弁後通路内圧力が所定の閾値以下であれば、還元剤添加装置が正常であると判定する一方で、開弁後通路内圧力が所定の閾値より大きければ、還元剤添加装置が異常であると判定すればよい。

#### 【0088】

ところで、開弁後通路内圧力を診断用パラメータとして用いて還元剤添加装置の異常診断を行う場合においても、ポンプ5のポンプ吐出能力のばらつきに起因する通路内圧力低下量のばらつきが生じ、それに伴って開弁後通路内圧力にもばらつきが生じることになる。よって、開弁後通路内圧力を診断用パラメータとして用いて還元剤添加装置の異常診断を行う場合には、ポンプ5のポンプ吐出能力に起因する開弁後通路内圧力のばらつきに応じて、所定の閾値を補正する必要がある。

#### 【0089】

<開弁後通路内圧力の補正方法>

上記した方法による異常診断処理が行われる場合においては、ECU8は、以下の式(7)に基づいて、所定の閾値を補正すればよい。

$$P_{lwthreaf t} = P_{lwthre b f r} \times C_{thre 3} \cdot \cdot (7)$$

上記の式(7)における $P_{lwthreaf t}$ は補正後の所定の閾値を示し、 $P_{lwthre b f r}$ は補正前の所定の閾値を示し、 $C_{thre 3}$ はポンプ吐出能力に基づく補正係数を示す。ここでいう補正係数 $C_{thre 3}$ は、図21に示すように、ポンプ吐出能力が設計値と等しいときに“1.0”となる正数であって、ポンプ吐出能力が設計値より大きいときは該ポンプ吐出能力が大きくなるほど“1.0”より小さくなる一方で、ポンプ吐出能力が設計値より小さいときは該ポンプ吐出能力が小さくなるほど“1.0”より大きくなるように設定される。なお、上記したようなポンプ吐出能力と補正係数 $C_{thre 3}$ との関係は、実験やシミュレーションの結果に基づく適合作業によって予め設定しておくものとする。

#### 【0090】

なお、図21に示す例では、補正係数 $C_{thre 3}$ とポンプ吐出能力と関係が線形になっているが、これは、前述した図14に示したように、ポンプ吐出能力と補正前の開弁後通路内圧力との関係が線形になるためである。よって、ポンプ吐出能力と補正前の開弁後通路内圧力との関係が非線形に鳴る場合には、それにもって補正係数 $C_{thre 3}$ とポンプ吐出能力との関係も非線形になるように補正係数 $C_{thre 3}$ が設定されればよい。

#### 【0091】

上記した補正係数 $C_{thre 3}$ と式(7)とに従って所定の閾値が補正されると、図22に示すように、補正前の所定の閾値 $P_{lwthre b f r}$ がポンプ吐出能力に関わらず一定値になるのに対し、補正後の閾値 $P_{lwthreaf t}$ は、ポンプ吐出能力が大きい場合の方がポンプ吐出能力が小さい場合よりも小さい値にある。詳細には、ポンプ吐出能力が設計値通りであるときは、補正後の所定の閾値 $P_{lwthreaf t}$ が、補正前の所定の閾値 $P_{lwthre b f r}$ と同等になる。そして、ポンプ吐出能力が設計値より大きい場合においては、補正後の所定の閾値 $P_{lwthreaf t}$ は、ポンプ吐出能力が設計値より多くなるほど、補正前の所定の閾値 $P_{lwthre b f r}$ より小さくなる一方で、ポンプ吐出能力が設計値より小さい場合においては、補正後の所定の閾値 $P_{lwthreaf t}$ は、ポンプ吐出能力が設計値より小さくなるほど、補正前の所定の閾値 $P_{lwthre b f r}$ より大きくなる。ここで、開弁後通路内圧力は、前述の実施例1の変形例2で述べたように、ポンプ吐出能力が大きい場合の方がポンプ吐出能力が小さい場合よりも小さくなる傾向がある。よって、図22に示したように補正される所定の閾値 $P_{lwthreaf t}$ は、ポンプ吐出能力のばらつきに起因する開弁後通路内圧力のばらつきが加味さ

れた値になる。このような補正後の所定の閾値  $P_{lwthreaf t}$  を使用して異常診断処理が行われると、ポンプ吐出能力が設計値からずれている場合であっても、異常診断処理における診断精度の低下を抑制することができるため、誤診断の発生を抑制することが可能となる。なお、所定の閾値の補正は、ポンプ吐出能力の代わりに、圧力維持回転数に基づいて行われてもよい。その場合、圧力維持回転数が基準回転数より大きい場合（すなわち、ポンプ吐出能力が設計値より小さい場合）においては、圧力維持回転数が基準回転数より大きくなるほど、補正後の所定の閾値  $P_{lwthreaf t}$  が補正前の所定の閾値  $P_{lwthrebf r}$  より大きくなるような補正を行う一方で、圧力維持回転数が基準回転数より小さい場合（すなわち、ポンプ吐出能力が設計値より大きい場合）においては、圧力維持回転数が基準回転数より小さくなるほど、補正後の所定の閾値  $P_{lwthreaf t}$  が補正前の所定の閾値  $P_{lwthrebf r}$  より小さくなるような補正を行えばよい。

10

## 【0092】

< 異常診断処理フロー >

以下、本変形例における異常診断処理の実行手順について図23に沿って説明する。図23は、本変形例に係る異常診断処理が実行される際に、ECU8によって実行される処理ルーチンを示すフローチャートである。なお、図23において、前述した図18と同様の処理には同一の符号を付している。ここでは、前述した図18と異なる処理について説明し、同様の処理については説明を省略する。

20

## 【0093】

図23の処理ルーチンでは、ECU8は、S301の処理の代わりに、S401の処理を実行する。該S401の処理では、ECU8は、前記S105の処理で取得されたポンプ吐出能力を引数として、前述した図21に示すようなマップ又は関数式にアクセスすることで、ポンプ吐出能力に応じた補正係数  $C_{thre3}$  を導出する。該S401の処理を実行し終わると、ECU8は、S107及びS108の処理を実行する。そして、S108の処理を実行し終わった後に、ECU8は、S302からS304の処理の代わりにS402及びS403の処理を実行する。

## 【0094】

S402の処理では、ECU8は、前記S401の処理で決定された補正係数  $C_{thre3}$  を、前述の式(7)に代入することにより、補正後の所定の閾値  $P_{lwthreaf t}$  ( $= P_{lwthrebf r} \times C_{thre3}$ ) を演算する。斯様にして算出される補正後の所定の閾値  $P_{lwthreaf t}$  は、前述の図22の説明で述べたように、ポンプ吐出能力のばらつきに起因する開弁後通路内圧力のばらつきが加味された値となる。

30

## 【0095】

S403の処理では、ECU8は、前記S108の処理で取得された開弁後通路内圧力  $P_{lw}$  が前記S402の処理で算出された補正後の所定の閾値  $P_{lwthreaf t}$  以下であるか否かを判別する。該S403の処理において肯定判定された場合 ( $P_{lw} \leq P_{lwthreaf t}$ ) は、ECU8は、S112の処理へ進み、還元剤添加装置が正常であると判定する。一方、該S403の処理において否定判定された場合 ( $P_{lw} > P_{lwthreaf t}$ ) は、ECU8は、S113の処理へ進み、還元剤添加装置が異常であると判定する。

40

## 【0096】

以上述べたように、図23の処理ルーチンに従って異常診断処理が行われると、ポンプ吐出能力のばらつきに起因する開弁後通路内圧力のばらつきが発生している場合には、そのばらつき分が所定の閾値に加味されることになる。そして、上記したばらつきが加味された所定の閾値と開弁後通路内圧力とを比較する方法によって異常診断処理が行われることで、ポンプ吐出能力のばらつきに因る診断精度の低下が抑制され、以て誤診断の発生も抑制される。

## 【0097】

< 実施例2の変形例3 >

50

本実施例 2 では、ポンプ 5 の実際のポンプ吐出能力と設計値との差に基づいて所定の閾値を補正する例について述べた。これに対し、新品状態におけるポンプ 5 のポンプ吐出能力が設計値通りであり、且つポンプ 5 の使用時間が長くなるにつれてポンプ吐出能力が設計値から徐々に小さくなっていくという前提にたつと、新品状態におけるポンプ 5 のポンプ吐出能力と現時点におけるポンプ 5 のポンプ吐出能力との差（新品状態からのポンプ吐出能力の低下分）に基づいて所定の閾値を補正することもできる。その場合、ポンプ吐出能力が新品時のポンプ吐出能力と同等であるときは、所定の閾値を補正しなければよい。そして、ポンプ吐出能力が新品時のポンプ吐出能力より小さくなっているときは、所定の閾値が小さくなるような補正が行われるとともに、新品時からのポンプ吐出能力の低下量が大きくなるほど補正量が大きくされればよい。

10

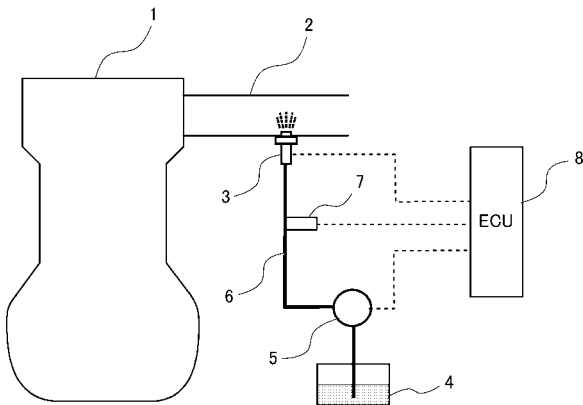
【符号の説明】

【 0 0 9 8 】

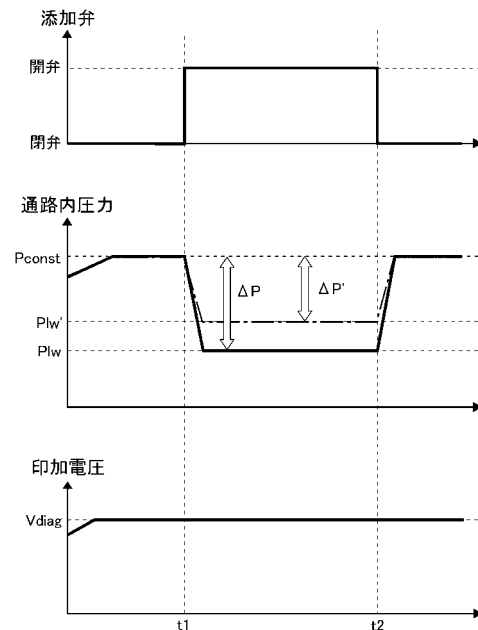
- 1 内燃機関
- 2 排気通路
- 3 添加弁
- 4 タンク
- 5 ポンプ
- 6 還元剤通路
- 7 圧力センサ
- 8 ECU

20

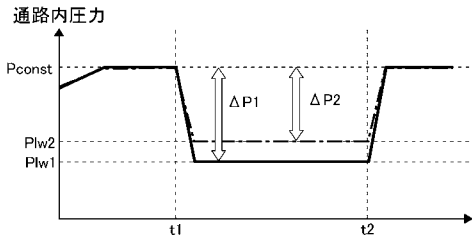
【 図 1 】



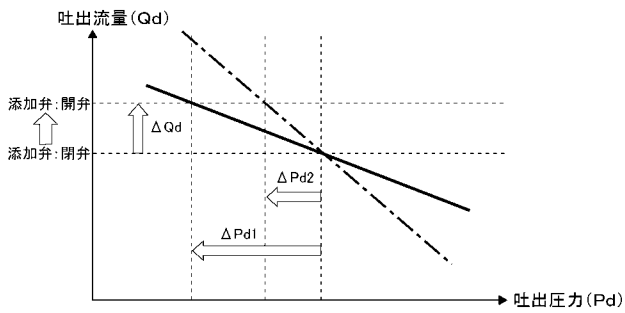
【 図 2 】



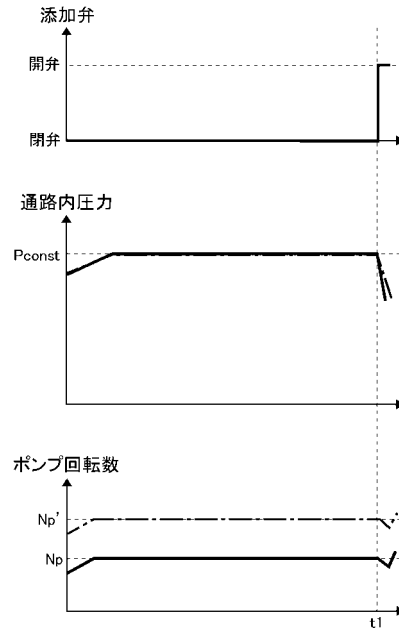
【 図 3 】



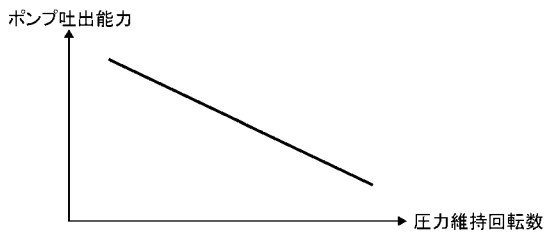
【 図 4 】



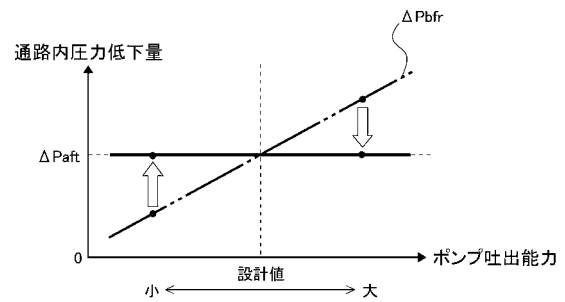
【 図 5 】



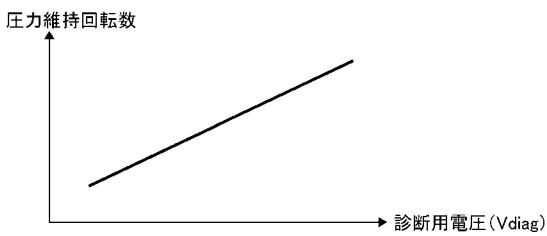
【 図 6 】



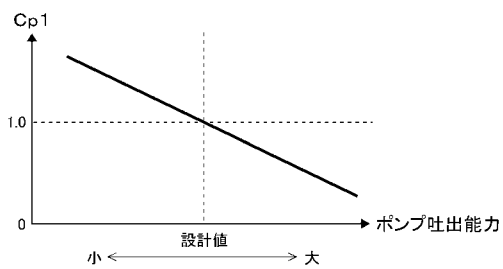
【 図 9 】



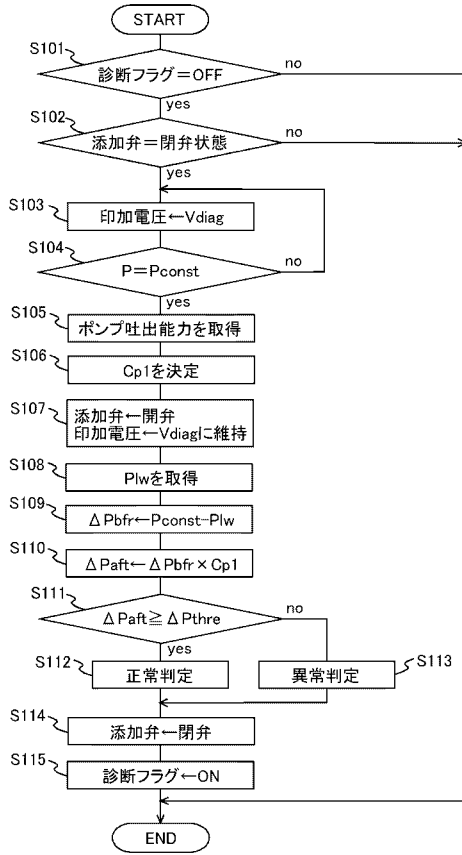
【 図 7 】



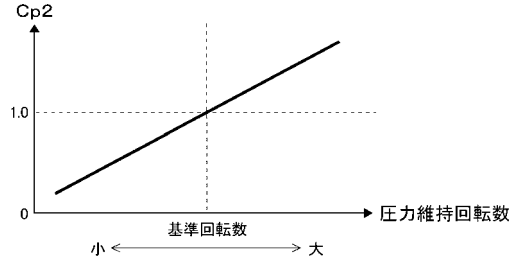
【 図 8 】



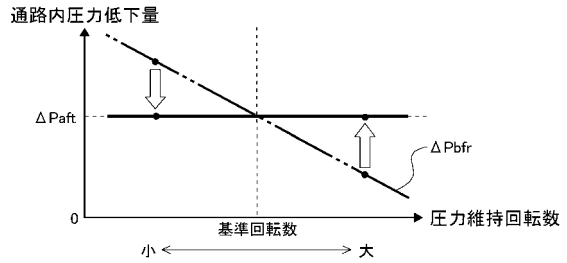
【図10】



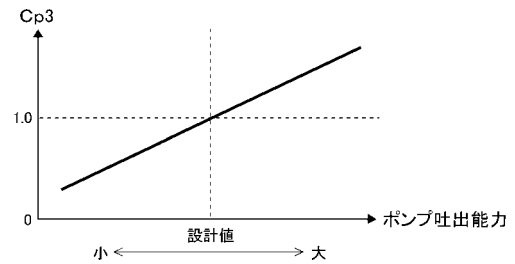
【図11】



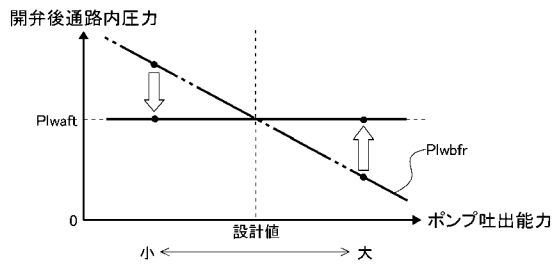
【図12】



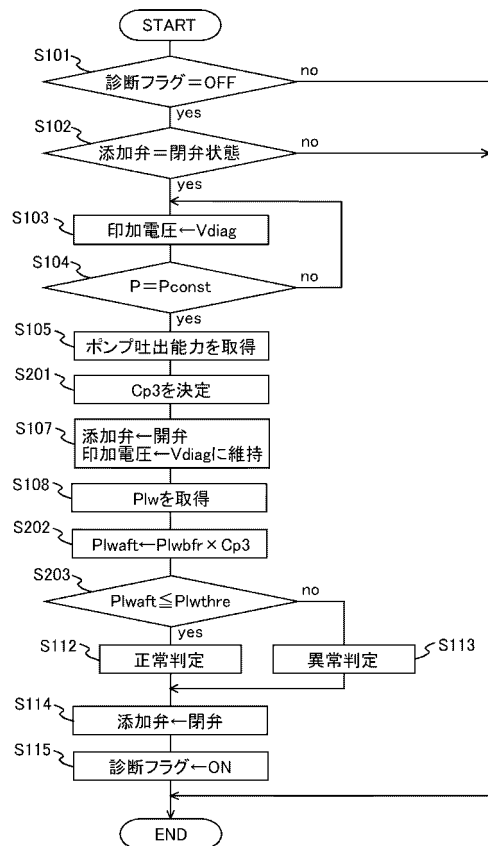
【図13】



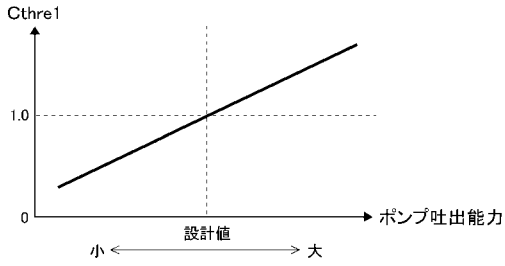
【図14】



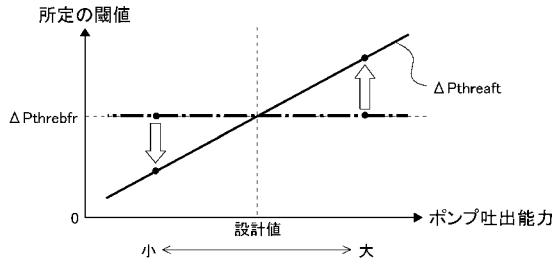
【図15】



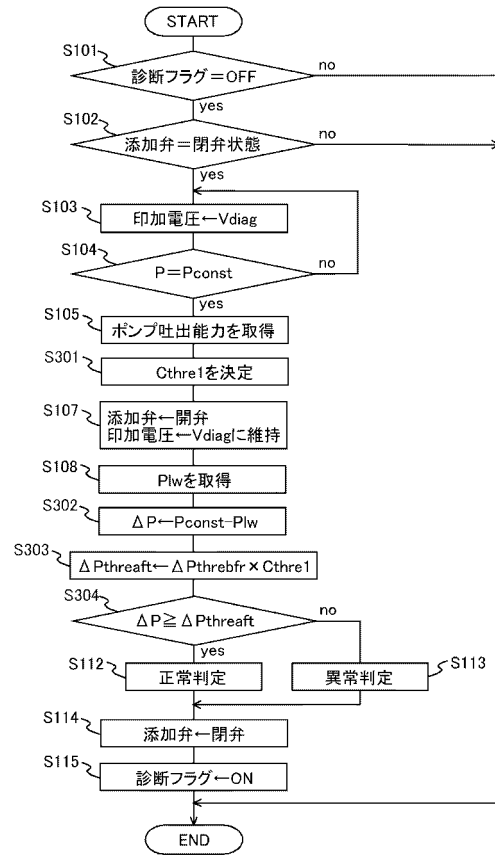
【図16】



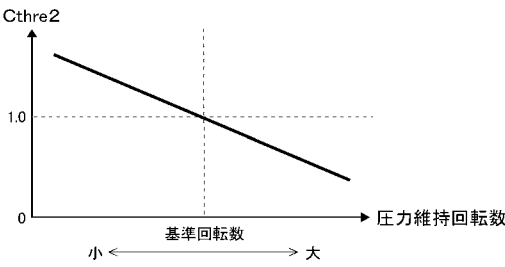
【図17】



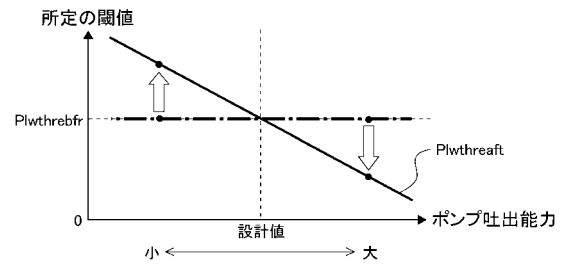
【図18】



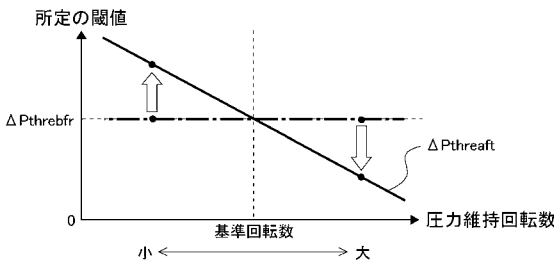
【図19】



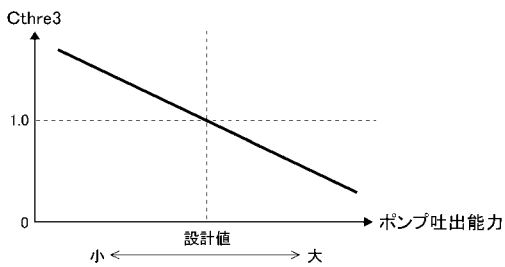
【図22】



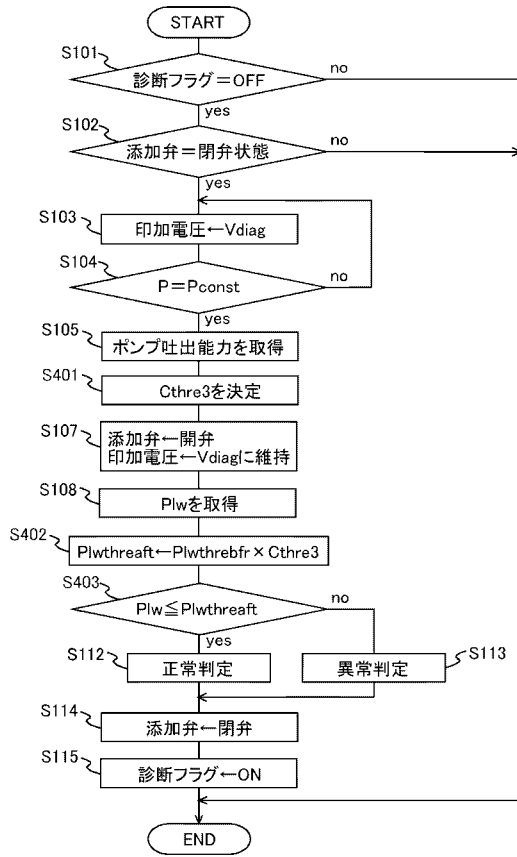
【図20】



【図21】



【 図 2 3 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 古井 憲治  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 木所 徹  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 小木曾 誠人  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 白澤 健  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 高岡 一哉  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- Fターム(参考) 3G091 AB05 BA14 BA31 CA17 DB04 DB10  
3G384 BA31 DA42 ED03 ED07