

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6135580号  
(P6135580)

(45) 発行日 平成29年5月31日(2017.5.31)

(24) 登録日 平成29年5月12日(2017.5.12)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>FO2D</b>	<b>17/02</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2D	17/02	W
<b>FO2D</b>	<b>13/06</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2D	17/02	M
<b>FO2D</b>	<b>13/02</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2D	13/06	E
			FO2D	13/02	G

請求項の数 6 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2014-71621 (P2014-71621)	(73) 特許権者	000003137
(22) 出願日	平成26年3月31日(2014.3.31)		マツダ株式会社
(65) 公開番号	特開2015-194096 (P2015-194096A)		広島県安芸郡府中町新地3番1号
(43) 公開日	平成27年11月5日(2015.11.5)	(74) 代理人	100067828
審査請求日	平成28年2月25日(2016.2.25)		弁理士 小谷 悦司
		(74) 代理人	100115381
			弁理士 小谷 昌崇
		(74) 代理人	100133916
			弁理士 佐藤 興
		(72) 発明者	足利 謙介
			広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
		(72) 発明者	東尾 理克
			広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンジンの制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

吸気弁および排気弁を備えるとともに空気と燃料の混合気の燃焼が実施される複数の気筒を有し、全ての気筒内で混合気の燃焼が実施される全筒運転と、複数の気筒のうち特定の気筒内での燃焼が停止されて当該気筒が休止状態とされる減筒運転との間で切り替え可能なエンジンを制御する装置であって、

上記特定の気筒の吸気弁および排気弁を開閉が可能な状態と閉弁が保持される状態とに切り替える油圧駆動式の弁停止機構と、

上記弁停止機構に供給する油圧を変更可能な油圧変更手段と、

上記油圧変更手段に上記油圧を変更させて上記弁停止機構に上記切り替えを行わせるバルブ制御部と、

減筒運転から全筒運転への復帰要求があった際に、上記特定の気筒の吸気弁の開弁開始時期の前後にわたる吸気の圧力に基づき当該特定の気筒の排気弁が正常に開閉動作しているかどうかを判定する排気弁異常判定部とを備え、

上記弁停止機構は、同一の気筒の吸気弁および排気弁の開閉動作を許容するか規制するかの切替が共通の上記油圧変更手段によってなされるよう構成されており、

上記バルブ制御部は、

全筒運転から減筒運転への切り替え要求があると、上記弁停止機構によって上記特定の気筒の吸排気弁が閉弁保持状態に切り替えられるように、上記油圧変更手段に上記油圧の変更を行わせ、

減筒運転から全筒運転への復帰要求があると、上記弁停止機構によって上記特定の気筒の吸排気弁が開閉可能状態に切り替えられるように、上記油圧変更手段に上記油圧の変更を行わせるとともに、

上記復帰要求があった場合において、エンジン回転数が予め設定された基準回転数未満の場合は、上記特定の気筒の吸気弁と排気弁のどちらの弁が先に開弁するかによらずこれら弁の開閉動作が再開されるように上記復帰要求直後に上記油圧変更手段に油圧の変更を行わせる一方、エンジン回転数が上記基準回転数以上の場合は、上記特定の気筒の排気弁の開弁が当該気筒の吸気弁の開弁よりも先に再開されるように上記油圧変更手段に油圧の変更を行わせることを特徴とするエンジンの制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のエンジンの制御装置であって、  
上記油圧変更手段は、

減筒運転から全筒運転への切り替え要求時において、予め設定された第 1 期間に油圧の変更を開始することで上記特定の気筒の排気弁の開弁が当該気筒の吸気弁の開弁よりも先に再開されるよう、かつ、予め設定された第 2 期間に油圧の変更を開始することで上記特定の気筒の吸気弁の開弁が当該気筒の排気弁の開弁よりも先に再開されるよう構成されており、

上記第 1 期間は、上記第 2 期間終了後かつ上記特定の気筒の排気行程の開始時期よりも前に設定された期間であり、

上記第 2 期間は、上記第 1 期間終了後かつ上記特定の気筒の吸気行程の開始時期よりも前に設定された期間であり、

上記バルブ制御部は、

エンジン回転数が上記基準回転数未満の場合には、上記第 2 期間の終了時期から上記第 1 期間の終了時期までの間に減筒運転から全筒運転への復帰要求があるのに伴い当該第 1 期間中に上記油圧変更手段に油圧の変更を開始させるとともに、上記第 1 期間の終了時期から上記第 2 期間の終了時期までの間に上記復帰要求があるのに伴い当該第 2 期間中に上記油圧変更手段に油圧の変更を開始させる一方、

エンジン回転数が上記基準回転数以上の場合には、上記第 1 期間中に上記油圧変更手段に油圧の変更を開始させることを特徴とするエンジンの制御装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のエンジンの制御装置において、  
上記バルブ制御部は、

エンジン回転数が上記基準回転数未満の場合において、上記第 1 期間の終了時期から上記第 2 期間の中央時期までの間に減筒運転から全筒運転への復帰要求があった場合にのみ、当該第 2 期間中に上記油圧変更手段に油圧の変更を開始させ、上記第 1 期間の終了時期から上記第 2 期間の中央時期以外の期間に上記復帰要求があった場合には、上記第 1 期間中に上記油圧変更手段に油圧の変更を開始させることを特徴とするエンジンの制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のエンジンの制御装置において、

上記排気弁異常判定部は、減筒運転から全筒運転への復帰要求後、上記特定の気筒の吸気弁の 2 回目以降の開弁開始時期の前後の吸気の圧力に基づき上記判定を行うことを特徴とするエンジンの制御装置。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のエンジンの制御装置において、

上記バルブ制御部は、減筒運転開始から所定の期間内に減筒運転から全筒運転への復帰要求があった場合で、かつ、エンジン回転数が上記基準回転数未満の場合には、常に、上記特定の気筒の排気弁の開弁が当該気筒の吸気弁の開弁よりも先に再開されるように上記油圧変更手段に油圧の変更を行わせることを特徴とするエンジンの制御装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載のエンジンの制御装置において、

10

20

30

40

50

上記排気弁異常判定部は、

減筒運転開始から所定の期間内に減筒運転から全筒運転への復帰要求があった場合は、当該復帰要求後、上記特定の気筒の吸気弁の1回目以降の開弁開始時期の前後の吸気の圧力に基づき上記判定を行い、

減筒運転開始から所定の期間経過後に上記復帰要求があった場合は、当該復帰要求後、上記特定の気筒の吸気弁の2回目以降の開弁開始時期の前後の吸気の圧力に基づき上記判定を行うことを特徴とするエンジンの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、吸気弁および排気弁を備えるとともに空気と燃料の混合気の燃焼が実施される複数の気筒を有するエンジンの制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、燃費性能の向上等を目的として、複数の気筒を有するエンジンにおいて、一部の気筒を、吸気弁および排気弁の開弁が停止されるとともに気筒内での燃焼が停止された休止状態にして、残りの気筒のみでエンジンを駆動する減筒運転を実施することが行われている。

【0003】

20

ここで、減筒運転から全気筒を稼働させる（全気筒で燃焼を行う）全筒運転への復帰時に、休止された気筒の排気弁が開弁していない状態で当該気筒の燃焼を再開させると、吸気弁を開弁させた際に、燃焼により生じた高温の排気ガスが吸気通路を遡って逆流する、いわゆるバックファイアが起きるおそれがあるため、全筒運転への復帰時において、排気弁が実際に開弁しているかどうかを判定するのが好ましい。

【0004】

排気弁が実際に開弁しているかどうかを判定する装置としては、例えば、特許文献1に、吸気弁が開いたときの吸気の圧力の上昇量を検出し、この上昇量が大きければ排気弁が閉故障しており、実際には開弁していないと判定するものが開示されている。すなわち、排気弁が閉故障している場合は、高圧の燃焼ガスが排気されずに気筒内に残留し、吸気弁の開弁時にこの高圧のガスが吸気通路側に逆流して吸気の圧力が上昇するため、この上昇量が所定値以上であれば排気弁が閉故障していると判定する。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2000-73792号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記特許文献1の装置を、減筒運転を実施するエンジンに適用し、減筒運転から全筒運転への復帰時に排気弁が正常に開弁しているかどうかを判定して、排気弁が正常に開弁していると判定された場合にのみ休止状態にされた気筒の燃焼を再開させるよう構成すれば、バックファイアの発生を回避することができると考えられる。しかしながら、特許文献1の装置を単純に適用しただけでは、減筒運転から全筒運転への復帰時にバックファイアが生じるのを完全に回避することができないおそれがある。具体的には、減筒運転を実施するエンジンでは、休止状態とされる気筒の吸気弁および排気弁が減筒運転時に閉弁保持されて全筒運転への復帰時に開閉可能な状態に復帰するよう構成されており、この吸排気弁の状態を切り替える機構の作動遅れ等により吸気弁の再開が遅れる場合がある。そして、このように吸気弁の再開が遅れた場合には、吸気弁が実際には開弁しておらずこれによって吸気弁の開弁時の吸気圧の上昇量が小さく検出されたにも関わらず、排気弁が正常に

40

50

開弁していると判定されてしまう。すなわち、排気弁の開閉状態によらず排気弁が開弁していると判定されてしまうため、排気弁が開弁していない場合には、燃焼が再開されることでバックファイアが生じるおそれがある。

【 0 0 0 7 】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、減筒運転から全筒運転への復帰時に排気弁が開弁していると誤判定されるのをより確実に回避して安全性を高めることのできるエンジンの制御装置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】

【 0 0 0 8 】

上記課題を解決するために、本発明は、吸気弁および排気弁を備えるとともに空気と燃料の混合気の燃焼が実施される複数の気筒を有し、全ての気筒内で混合気の燃焼が実施される全筒運転と、複数の気筒のうち特定の気筒内での燃焼が停止されて当該気筒が休止状態とされる減筒運転との間で切り替え可能なエンジンを制御する装置であって、上記特定の気筒の吸気弁および排気弁を開閉が可能な状態と閉弁が保持される状態とに切り替える油圧駆動式の弁停止機構と、上記弁停止機構に供給する油圧を変更可能な油圧変更手段と、上記油圧変更手段に上記油圧を変更させて上記弁停止機構に上記切り替えを行わせるバルブ制御部と、減筒運転から全筒運転への復帰要求があった際に、上記特定の気筒の吸気弁の開弁開始時期の前後にわたる吸気の圧力に基づき当該特定の気筒の排気弁が正常に開閉動作しているかどうかを判定する排気弁異常判定部とを備え、上記弁停止機構は、同一の気筒の吸気弁および排気弁の開閉動作を許容するか規制するかの切替が共通の上記油圧変更手段によってなされるよう構成されており、上記バルブ制御部は、全筒運転から減筒運転への切り替え要求があると、上記弁停止機構によって上記特定の気筒の吸排気弁が閉弁保持状態に切り替えられるように、上記油圧変更手段に上記油圧の変更を行わせ、減筒運転から全筒運転への復帰要求があると、上記弁停止機構によって上記特定の気筒の吸排気弁が開閉可能状態に切り替えられるように、上記油圧変更手段に上記油圧の変更を行わせるとともに、上記復帰要求があった場合において、エンジン回転数が予め設定された基準回転数未満の場合は、上記特定の気筒の吸気弁と排気弁のどちらの弁が先に開弁するかによらずこれら弁の開閉動作が再開されるように上記復帰要求直後に上記油圧変更手段に油圧の変更を行わせる一方、エンジン回転数が上記基準回転数以上の場合は、上記特定の気筒の排気弁の開弁が当該気筒の吸気弁の開弁よりも先に再開されるように上記油圧変更手段に油圧の変更を行わせることを特徴とするエンジンの制御装置を提供する（請求項1）。

【 0 0 0 9 】

この装置によれば、吸排気弁の状態を切り替える弁停止機構が油圧駆動式および同一の気筒の吸排気弁の状態を同時に切り替えるよう構成された場合において、この弁停止機構に供給される油圧の応答遅れ等に起因して減筒運転から全筒運転への復帰時に排気弁が開弁していないにも関わらず正常に開弁していると誤判定されてしまうのをより確実に回避することができ、この誤判定に伴うバックファイアの発生を回避して安全性をより高めることができる。

【 0 0 1 0 】

具体的には、この装置では、弁停止機構が同一の気筒の吸気弁および排気弁の状態を同時に切り替えるよう構成されていることで、吸気弁の開弁を排気弁の開弁よりも先に再開させることができる期間（クランク角）は、排気弁の開弁を先に再開させることができる期間（クランク角）よりも短い。そして、これら期間（クランク角）の時間は、エンジン回転数が高くなるほど短くなる。そのため、エンジン回転数が高い場合には、吸気弁の開弁を先に再開させることができる時間は非常に短くなり、この時間内に弁停止機構に供給する油圧の変更を開始した場合であっても、この油圧の作動遅れ等により、この期間中に弁停止機構に吸排気弁の状態の切り替えを完了させることができず、吸気弁からの開弁再開が失敗するおそれがある。このように吸気弁からの開弁再開に失敗すると、吸気弁が実

10

20

30

40

50

際には開いていないにも関わらず吸気弁が開いたと誤認識されてしまう。そして、この認識に基づいて排気弁の状態が判定されると、排気弁が開弁していないにも関わらず正常に開いたと誤判定されてしまうおそれがある。

【 0 0 1 1 】

これに対して、本発明では、上記のように、エンジン回転数が基準回転数未満の場合には、吸気弁と排気弁のうちより早期に再開可能な弁の開弁を再開させる一方、エンジン回転数が基準回転数以上であって吸気弁の開弁を先に再開させることができる時間が短い場合には、排気弁の開弁が先に再開されるよう構成しているため、応答性を高めつつ、高回転領域における吸気弁の再開失敗に伴う上記誤判定を回避することができ、この誤判定に伴って生じるバックファイアをより確実に回避することができる。

10

【 0 0 1 2 】

本発明の具体的構成としては、上記油圧変更手段は、減筒運転から全筒運転への切り替え要求時において、予め設定された第1期間に油圧の変更を開始することで上記特定の気筒の排気弁の開弁が当該気筒の吸気弁の開弁よりも先に再開されるよう、かつ、予め設定された第2期間に油圧の変更を開始することで上記特定の気筒の吸気弁の開弁が当該気筒の排気弁の開弁よりも先に再開されるよう構成されており、上記第1期間は、上記第2期間終了後かつ上記特定の気筒の排気行程の開始時期よりも前に設定された期間であり、上記第2期間は、上記第1期間終了後かつ上記特定の気筒の吸気行程の開始時期よりも前に設定された期間であり、上記バルブ制御部は、エンジン回転数が上記基準回転数未満の場合には、上記第2期間の終了時期から上記第1期間の終了時期までの間に減筒運転から全筒運転への復帰要求があるのに伴い当該第1期間中に上記油圧変更手段に油圧の変更を開始させるとともに、上記第1期間の終了時期から上記第2期間の終了時期までの間に上記復帰要求があるのに伴い当該第2期間中に上記油圧変更手段に油圧の変更を開始させる一方、エンジン回転数が上記基準回転数以上の場合には、上記第1期間中に上記油圧変更手段に油圧の変更を開始させるものが挙げられる（請求項2）。

20

【 0 0 1 3 】

この構成によれば、吸気弁の開弁が先に再開されるよう設定された第2期間の終了時期から排気弁の開弁が先に再開されるよう設定された第1期間の終了時期までの間に全筒運転への復帰要求があった場合にこの第1期間中に上記油圧の変更を開始するとともに、上記第1期間の終了時期から第2期間の終了時期までの間に全筒運転への復帰要求があった場合にこの第2期間中に上記油圧の変更を開始するので、吸気弁および排気弁の開弁再開順序を要求どおりに実施することができ、これら弁の開弁状態の誤認識および誤判定をより確実に回避することができる。

30

【 0 0 1 4 】

この構成において、上記バルブ制御部は、エンジン回転数が上記基準回転数未満の場合において、上記第1期間の終了時期から上記第2期間の中央時期までの間に減筒運転から全筒運転への復帰要求があった場合にのみ、当該第2期間中に上記油圧変更手段に油圧の変更を開始させ、上記第1期間の終了時期から上記第2期間の中央時期以外の期間に上記復帰要求があった場合には、上記第1期間中に上記油圧変更手段に油圧の変更を開始させるのが好ましい（請求項3）。

40

【 0 0 1 5 】

このようにすれば、エンジン回転数が上記基準回転数未満の場合であっても、吸気弁の開弁を先に再開することのできる期間として設定された第2期間の前半でしか、吸気弁からの開弁再開のための油圧の変更が開始されない。そのため、予期せぬ油圧の遅れ等によって第2期間中に油圧の変更を開始したにも関わらず吸気弁からの開弁再開が実施されないという不測の事態をより確実に回避することができ、吸気弁および排気弁の開弁状態の誤認識および誤判定をより確実に回避することができる。

【 0 0 1 6 】

また、本発明において、上記排気弁異常判定部は、減筒運転から全筒運転への復帰要求

50

後、上記特定の気筒の吸気弁の2回目以降の開弁開始時期の前後の吸気の圧力に基づき上記判定を行うのが好ましい(請求項4)。

【0017】

このようにすれば、排気弁が正常に開弁していない(閉弁保持されたままである)にも関わらず正常に開弁していると誤判定されるのをより確実に回避して安全性をより一層高めることができる。

【0018】

具体的には、減筒運転中は、休止状態とされている気筒内のガスがクランクケース側に漏れいする場合がある。そして、このように気筒内のガスが漏洩しこれに伴って筒内圧が低い場合には、排気弁が閉弁保持されたままであっても、減筒運転から全筒運転への復帰後最初に吸気弁を開いたときの吸気の圧力が、排気弁が正常に開弁したときの圧力とほぼ同様になってしまう。すなわち、筒内圧が高い状態では、排気弁が閉弁保持されたままであることに伴い排気が行われない場合には吸気弁の開弁時に吸気側に高圧のガスが逆流して吸気の圧力(圧力の絶対値や変動)が大きくなる一方、排気弁が開弁せず排気が行われなかった場合には吸気の圧力(圧力の絶対値や変動)は小さくなる。しかしながら、筒内圧が低い状態では、排気弁が閉弁保持されたままであっても吸気弁の開弁時に吸気側に高圧のガスが逆流しないため、吸気の圧力(圧力の絶対値や変動)は小さくなる。そのため、上記のように気筒内のガスの漏洩に伴い筒内圧が低下した場合には、排気弁が閉弁保持されたままであるにも関わらず排気弁が正常に開弁復帰したと誤判定されるおそれがある。

【0019】

これに対して、上記構成によれば、上記復帰要求後、吸気弁の開弁に伴って気筒内に新たに吸気が導入された後、すなわち、吸気の導入に伴って筒内圧が高められた後に上記判定が行われており、排気弁が閉弁保持されたままの場合と排気弁が正常に開弁復帰した場合とで吸気の圧力を異ならせることができるため、この吸気の圧力に基づいて排気弁が正常に開弁復帰したかどうかをより適正に判定することができる。

【0020】

また本発明において、上記バルブ制御部は、減筒運転開始から所定の期間内に減筒運転から全筒運転への復帰要求があった場合で、かつ、エンジン回転数が上記基準回転数未満の場合には、常に、上記特定の気筒の排気弁の開弁が当該気筒の吸気弁の開弁よりも先に再開されるように上記油圧変更手段に油圧の変更を行わせるのが好ましい(請求項5)。

【0021】

このようにすれば、減筒運転開始からの経過時間が比較的短くこれに伴い上記ガスの漏洩が少なく抑えられて気筒内に高圧のガスが残存している場合であっても、この高圧のガスが気筒内から吸気側に逆流するのを抑制することができ、安全性をより一層高めることができる。

【0022】

ここで、上記のように、減筒運転開始からの経過時間が比較的短い場合であっても気筒内に高圧のガスが残存している場合には、吸気弁の開弁により気筒内に吸気を導入して筒内圧を高めなくても吸気弁の開弁開始時期の圧力が排気弁の開閉状態に応じて相違する。従って、この場合には、排気弁の開弁から先に再開させてその後吸気弁の開弁を再開させても、この最初の吸気弁の開弁開始時期の吸気の圧力によって排気弁の開閉状態を適正に判定することができる。

【0023】

そこで、上記構成において、上記排気弁異常判定部は、減筒運転開始から所定の期間内に減筒運転から全筒運転への復帰要求があった場合は、当該復帰要求後、上記特定の気筒の吸気弁の1回目以降の開弁開始時期の前後の吸気の圧力に基づき上記判定を行い、減筒運転開始から所定の期間経過後に上記復帰要求があった場合は、当該復帰要求後、上記特定の気筒の吸気弁の2回目以降の開弁開始時期の前後の吸気の圧力に基づき上記判定を行うよう構成するのが好ましい(請求項6)。

## 【 0 0 2 4 】

このようにすれば、失敗するおそれのある吸気弁からの開弁再開機会をより確実に少なく抑えて、排気弁の開閉状態を適正に判定することができる。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 2 5 】

以上説明したように、本発明によれば、減筒運転から全筒運転への復帰時に排気弁が開弁していると誤判定されるのをより確実に回避して安全性を高めることができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 6 】

【 図 1 】 本発明のエンジン制御装置が適用されたエンジンの一実施形態を示す図である。 10

【 図 2 】 図 1 に示すエンジンの概略断面図である。

【 図 3 】 ( a ) ピボット部がロック状態のときの弁停止機構を示す図である。( b ) ピボット部がロック解除状態に移行する前の弁停止機構を示す図である。( c ) ピボット部がロック解除状態のときの弁停止機構を示す図である。

【 図 4 】 弁停止機構の作動油の経路を示した図である。

【 図 5 】 図 1 に示すエンジンの制御系統を示した図である。

【 図 6 】 ( a ) 排気弁の開弁を再開させる際の油圧変更開始タイミングを説明するための図である。( b ) 吸気弁の開弁を再開させる際の油圧変更開始タイミングを説明するための図である。( c ) 吸排気弁の開弁を再開させる際の油圧変更開始タイミングを説明するための図である。 20

【 図 7 】 吸気弁開弁開始時期の吸気圧の様子を示した図である。

【 図 8 】 排気弁の異常判定に用いるパラメータを例示した図である。

【 図 9 】 減筒運転開始後の休止気筒の筒内圧の変化を示したグラフである。

【 図 1 0 】 復帰要求のタイミングと油圧変更開始タイミングとの関係を示した図である。

【 図 1 1 】 ソレノイドバルブの駆動開始タイミングの変更手順を示したフローチャートである。

【 図 1 2 】 エンジン回転数と吸気弁側切替開始期間との関係を示した図である。

【 図 1 3 】 本発明の変形例に係る復帰要求のタイミングと油圧変更開始タイミングとの関係を示した図である。

## 【 発明を実施するための形態 】 30

## 【 0 0 2 7 】

## ( 1 ) エンジンの全体構成

図 1 および図 2 は、本発明の制御装置が適用されたエンジンの一実施形態を示す図である。これらの図に示されるエンジンは、走行用の動力源として車両に搭載される 4 サイクルの多気筒ガソリンエンジンである。具体的に、図 1 に示すように、このエンジンは、直線状に並ぶ 4 つの気筒 2 A ~ 2 D を有する直列 4 気筒型のエンジン本体 1 と、エンジン本体 1 に空気を導入するための吸気通路 3 0 と、エンジン本体 1 で生成された排気ガスを排出するための排気通路 3 5 とを備えている。

## 【 0 0 2 8 】

図 2 に示すように、エンジン本体 1 は、上記 4 つの気筒 2 A ~ 2 D が内部に形成されたシリンダブロック 3 と、シリンダブロック 3 の上側に設けられたシリンダヘッド 4 と、シリンダヘッド 4 の上側に設けられたカムキャップ 5 と、各気筒 2 A ~ 2 D に往復摺動可能に挿入されたピストン 1 1 とを有している。 40

## 【 0 0 2 9 】

ピストン 1 1 の上方には燃焼室 1 0 が形成されており、この燃焼室 1 0 には、後述するインジェクタ 1 2 ( 図 1 参照 ) から噴射される燃料 ( ガソリンを主成分とする燃料 ) が供給される。そして、供給された燃料が燃焼室 1 0 で燃焼し、その燃焼による膨張力で押し下げられたピストン 1 1 が上下方向に往復運動するようになっている。

## 【 0 0 3 0 】

ピストン 1 1 は、エンジン本体 1 の出力軸であるクランク軸 1 5 とコネクティングロッド 50

ド 1 4 を介して連結されており、上記ピストン 1 1 の往復運動に応じてクランク軸 1 5 が中心軸回りに回転するようになっている。

【 0 0 3 1 】

シリンダヘッド 4 には、各気筒 2 A ~ 2 D の燃焼室 1 0 に向けて燃料（ガソリン）を噴射するインジェクタ 1 2 と、インジェクタ 1 2 から噴射された燃料と空気との混合気に対し火花放電による点火エネルギーを供給して混合気を燃焼させる点火プラグ 1 3（図 1 参照）とが設けられている。なお、当実施形態では、1 気筒につき 1 つの割合で合計 4 個のインジェクタ 1 2 が設けられるとともに、同じく 1 気筒につき 1 つの割合で合計 4 個の点火プラグ 1 3 が設けられている。

【 0 0 3 2 】

当実施形態のような 4 サイクル 4 気筒のガソリンエンジンでは、各気筒 2 A ~ 2 D に設けられたピストン 1 1 がクランク角で 1 8 0 °（1 8 0 ° C A）の位相差をもって上下運動する。これに対応して、各気筒 2 A ~ 2 D での点火のタイミングすなわち燃焼タイミングも、1 8 0 ° C A ずつ位相をずらしたタイミングに設定される。具体的には、図 1 の左側から順に、気筒 2 A を第 1 気筒、気筒 2 B を第 2 気筒、気筒 2 C を第 3 気筒、気筒 2 D を第 4 気筒とすると、第 1 気筒 2 A 第 3 気筒 2 C 第 4 気筒 2 D 第 2 気筒 2 B の順にインジェクタ 1 2 から燃料が噴射されるとともに点火プラグ 1 3 により混合気への点火が行われてこの順に混合気の燃焼が行われる。

【 0 0 3 3 】

なお、当実施形態のエンジンは、4 つの気筒 2 A ~ 2 D のうちの 2 つを休止させ、残りの 2 つの気筒を稼働させる運転、つまり減筒運転が可能な可変気筒エンジンである。このため、上記のような燃焼順序（点火順序）は、減筒運転ではない通常の運転時（4 つの気筒 2 A ~ 2 D を全て稼働させる全筒運転時）のものである。一方、減筒運転時には、燃焼順序（点火順序）が連続しない 2 つの気筒（特定の気筒、当実施形態では第 1 気筒 2 A および第 4 気筒 2 D）においてインジェクタ 1 2 による燃料噴射および点火プラグ 1 3 の点火動作が禁止され、1 つ飛ばしで燃焼が行われるようになる。以下、減筒運転時に点火動作が禁止される気筒を休止気筒という場合がある。

【 0 0 3 4 】

シリンダヘッド 4 には、吸気通路 3 0 から供給される空気（吸気）を各気筒 2 A ~ 2 D の燃焼室 1 0 に導入するための吸気ポート 6 と、各気筒 2 A ~ 2 D の燃焼室 1 0 で生成された排気ガスを排気通路 3 5 に導出するための排気ポート 7 と、吸気ポート 6 を通じた吸気の導入を制御するために吸気ポート 6 の燃焼室 1 0 側の開口を開閉する吸気弁 8 と、排気ポート 7 からのガス排出を制御するために排気ポート 7 の燃焼室 1 0 側の開口を開閉する排気弁 9 とが設けられている。なお、当実施形態では、1 気筒につき 2 つの割合で合計 8 個の吸気弁 8 が設けられるとともに、同じく 1 気筒につき 2 つの割合で合計 8 個の排気弁 9 が設けられている。

【 0 0 3 5 】

吸気通路 3 0 は、気筒 2 A ~ 2 D の各吸気ポート 6 と連通する 4 本の独立吸気通路 3 1 と、各独立吸気通路 3 1 の上流端部（吸気の流れ方向上流側の端部）に共通に接続されたサージタンク 3 2 と、サージタンク 3 2 から上流側に延びる 1 本の吸気管 3 3 とを有している。吸気管 3 3 の途中部には、エンジン本体 1 に導入される吸気の流量を調節する開閉可能なスロットル弁 3 4 が設けられている。

【 0 0 3 6 】

排気通路 3 5 は、気筒 2 A ~ 2 D の各排気ポート 7 と連通する 4 本の独立排気通路 3 6 と、各独立排気通路 3 6 の下流端部（排気ガスの流れ方向下流側の端部）が 1 箇所集合した集合部 3 7 と、集合部 3 7 から下流側に延びる 1 本の排気管 3 8 とを有している。

【 0 0 3 7 】

（ 2 ）動弁機構

次に、吸気弁 8 および排気弁 9 を開閉させるための機構について、図 2、図 3 および図 4 を用いて詳しく説明する。吸気弁 8 および排気弁 9 は、それぞれ、シリンダヘッド 4 に

10

20

30

40

50



配設された一対の動弁機構 28, 29 (図 2) により、クランク軸 15 の回転に連動して開閉駆動される。

【0038】

吸気弁 8 用の動弁機構 28 は、吸気弁 8 を閉方向 (図 2 の上方) に付勢するリターンズプリング 16 と、クランク軸 15 の回転に連動して回転するカム軸 18 と、カム軸 18 と一体に回転するように設けられたカム部 18a と、カム部 18a により周期的に押圧されるスイングアーム 20 と、スイングアーム 20 の揺動支点となるピボット部 22 とを有している。

【0039】

同様に、排気弁 9 用の動弁機構 29 は、排気弁 9 を閉方向 (図 2 の上方) に付勢するリターンズプリング 17 と、クランク軸 15 の回転に連動して回転するカム軸 19 と、カム軸 19 と一体に回転するように設けられたカム部 19a と、カム部 19a により周期的に押圧されるスイングアーム 21 と、スイングアーム 20 の揺動支点となるピボット部 22 とを有している。

【0040】

上記のような動弁機構 28, 29 により、吸気弁 8 および排気弁 9 は次のようにして開閉駆動される。すなわち、クランク軸 15 の回転に伴いカム軸 18, 19 が回転すると、スイングアーム 20, 21 の略中央部に回転自在に設けられたカムフォロア 20a, 21a がカム部 18a, 19a によって周期的に下方に押圧されて、スイングアーム 20, 21 がその一端部を支持するピボット部 22 を支点にして揺動変位する。これに伴い、スイングアーム 20, 21 の他端部がリターンズプリング 16, 17 の付勢力に抗して吸排気弁 8, 9 を下方に押圧し、これによって吸排気弁 8, 9 が開弁する。そして、開弁された吸排気弁 8, 9 は、カム部 18a, 19a による押圧力が除去されるのに伴って、リターンズプリング 16, 17 の付勢力により再び閉弁位置まで戻される。

【0041】

ピボット部 22 は、自動的にバルブクリアランスをゼロに調整する公知の油圧ラッシュアジャスタ 24, 25 (以降、Hydraulic Lash Adjuster の頭文字をとって「HLA」と略称する) により支持されている。このうち、HLA 24 は、気筒列方向の中央側にある第 2 気筒 2B および第 3 気筒 2C のバルブクリアランスを自動調整するものであり、HLA 25 は、気筒列方向の両端にある第 1 気筒 2A および第 4 気筒 2D のバルブクリアランスを自動調整するものである。

【0042】

第 1 気筒 2A および第 4 気筒 2D 用の HLA 25 は、エンジンの減筒運転か全筒運転かに応じて吸排気弁 8, 9 の開閉動作を許容するか規制するかを切り替える機能を有している。すなわち、HLA 25 は、エンジンの全筒運転時には休止気筒である第 1、第 4 気筒 2A, 2D の吸排気弁 8, 9 の開閉動作を許容する一方、エンジンの減筒運転時には、れら休止気筒である第 1、第 4 気筒 2A, 2D の吸排気弁 8, 9 の開閉動作を規制してこれら吸排気弁 8, 9 を閉弁状態のまま保持する。HLA 25 は、吸排気弁 8, 9 の開閉動作を規制するための機構として、図 3 に示される弁停止機構 25a を有している。これに対し、第 2 気筒 2B および第 3 気筒 2C 用の HLA 24 は、弁停止機構 25a を備えておらず、吸排気弁 8, 9 の開閉動作は常時許容される。以下では、これら HLA 24, 25 を区別するために、弁停止機構 25a を備えた HLA 25 のことを、特に S-HLA 25 (Switchable-Hydraulic Lash Adjuster の略) という。

【0043】

S-HLA 25 の弁停止機構 25a は、ピボット部 22 を軸方向に摺動自在に収納する有底の外筒 251 と、外筒 251 の周面に互いに対向するように設けられた 2 つの貫通孔 251a を出入り可能でかつピボット部 22 をロック状態またはロック解除状態に切替可能な一対のロックピン 252 と、これらロックピン 252 を径方向外側へ付勢するロックスプリング 253 と、外筒 251 の内底部とピボット部 22 の底部との間に設けられ、ピ

10

20

30

40

50

ポット部 2 2 を外筒 2 5 1 の上方に押圧して付勢するロストモーションスプリング 2 5 4 とを備えている。

【 0 0 4 4 】

図 3 の ( a ) に示すように、ロックピン 2 5 2 が外筒 2 5 1 の貫通孔 2 5 1 a に嵌合しているときは、ピボット部 2 2 は、上方に突出したまま固定されたロック状態になる。このロック状態では、図 2 に示すように、また、上述のように、ピボット部 2 2 の頂部がスイングアーム 2 0 , 2 1 の揺動支点となり、カム軸 1 8 , 1 9 の回転によりカム部 1 8 a , 1 9 a がカムフォロア 2 0 a , 2 1 a を下方に押圧したときに、吸排気弁 8 , 9 がリターンスプリング 1 6 , 1 7 の付勢力に抗して下方に変位し、吸排気弁 8 , 9 が開弁される。このため、4 つの気筒 2 A ~ 2 D を全て稼働させる全筒運転時には、弁停止機構 2 5 a は、ピボット部 2 2 をロック状態として、第 1、第 4 気筒 2 A , 2 D の吸排気弁 8 , 9 の開閉動作が許容されるようにする。

10

【 0 0 4 5 】

一方、一对のロックピン 2 5 2 が径方向内側に移動して貫通孔 2 5 1 a の内側に入ると、図 3 の ( b ) に示すように、ロックスプリング 2 5 3 の引張力に抗して、一对のロックピン 2 5 2 が互いに接近する方向 ( 外筒 2 5 1 の径方向内側 ) に移動する。これにより、ロックピン 2 5 2 と外筒 2 5 1 の貫通孔 2 5 1 a との嵌合が解除され、ピボット部 2 2 は軸方向に移動可能なロック解除状態となる。

【 0 0 4 6 】

このロック解除状態では、ピボット部 2 2 がロストモーションスプリング 2 5 4 の付勢力に抗して下方に押圧されることにより、図 3 の ( c ) に示すような弁停止状態が実現される。すなわち、吸排気弁 8 , 9 を上方に付勢するリターンスプリング 1 6 , 1 7 の方が、ピボット部 2 2 を上方に付勢するロストモーションスプリング 2 5 4 よりも強い付勢力を有しているため、上記ロック解除状態では、カム軸 1 8 , 1 9 の回転に伴いカム部 1 8 a , 1 9 a がカムフォロア 2 0 a , 2 1 a を下方に押圧したときに、吸排気弁 8 , 9 の頂部がスイングアーム 2 0 , 2 1 の揺動支点となり、ピボット部 2 2 がロストモーションスプリング 2 5 4 の付勢力に抗して下方に変位し、吸排気弁 8 , 9 は変位しなくなる。つまり、吸排気弁 8 , 9 は閉弁された状態に保持される。このため、第 1、第 4 気筒 2 A , 2 D を休止させる減筒運転時には、弁停止機構 2 5 a は、ロックピン 2 5 2 に作動油圧を供給してピボット部 2 2 をロック解除状態とし、これにより第 1、第 4 気筒 2 A , 2 D の吸排気弁 8 , 9 の開閉動作を規制して、吸排気弁 8 , 9 を閉弁状態に保持する。

20

30

【 0 0 4 7 】

弁停止機構 2 5 a は油圧駆動式であり、弁停止機構 2 5 a、より詳細には、弁停止機構 2 5 a のロックピン 2 5 2 は、油圧により駆動される。ロックピン 2 5 2 は、供給される油圧に応じて貫通孔 2 5 1 a を出入りする。図 4 に示すように、弁停止機構 2 5 a には、オイルポンプ 4 1 から作動油が供給される。オイルポンプ 4 1 と弁停止機構 2 5 a との間にはソレノイドバルブ 4 2 ( 油圧変更手段 ) が設けられており、このソレノイドバルブ 4 2 がオイルポンプ 4 1 から弁停止機構 2 5 a に供給される油圧を変更する。

【 0 0 4 8 】

図 4 に示すように、本実施形態では、1 つの気筒に対して 1 つのソレノイドバルブ 4 2 が設けられており、合計 2 つのソレノイドバルブ 4 2 が設けられている。そして、一方のソレノイドバルブ 4 2 が、第 1 気筒 2 A の吸気弁 8 に設けられた弁停止機構 2 5 a および第 1 気筒 2 A の排気弁 9 に設けられた弁停止機構 2 5 a に供給する油圧を同時に変更し、他方のソレノイドバルブ 4 2 が、第 4 気筒 2 D の吸気弁 8 に設けられた弁停止機構 2 5 a および第 4 気筒 2 D の排気弁 9 に設けられた弁停止機構 2 5 a に供給する油圧を同時に変更する。

40

【 0 0 4 9 】

このように構成されていることで、休止気筒の吸気弁 8 , 9 が閉弁保持されている状態からこれら吸排気弁 8 , 9 の開弁を再開させる場合において、休止気筒の吸気弁 8 の開弁を排気弁 9 の開弁よりも先に再開させることができる期間と、休止気筒の排気弁 9 の開弁

50

を吸気弁 8 の開弁よりも先に再開させることができる期間とは、比較的狭い範囲に限定されている。特に、休止気筒の吸気弁 8 の開弁を排気弁 9 の開弁よりも先に再開させることができる期間はより狭い範囲に限定されている。

【 0 0 5 0 】

図 6 ( a ) ~ ( c ) を用いて具体的に説明する。これら図において、「 I N 」は吸気弁 8 を「 E X 」は排気弁を表している。

【 0 0 5 1 】

図 6 ( a ) は、休止気筒の排気弁 9 の開弁を再開させる場合の図である。ソレノイドバルブ 4 2 が油圧の変更を開始してから弁停止機構 2 5 a のピボット部 2 2 の移動が完了して吸排気弁 8、9 が開閉可能状態に切り替わるまでには油圧の作動遅れやピボット部 2 2 の移動遅れ等の遅れがある。従って、図 6 ( a ) に示すように、排気弁 9 を開弁時期（開弁開始時期）で開弁させるためには、この排気弁 9 の開弁時期から上記遅れ分遡ったタイミング  $T_{ex\_e}$  よりも前にソレノイドバルブ 4 2 の駆動を開始させ、弁停止機構 2 5 a に供給する油圧の変更を開始させる必要がある。

【 0 0 5 2 】

図 6 ( b ) は、休止気筒の吸気弁 8 の開弁を再開させる場合の図である。この図 6 ( b ) に示すように、吸気弁 8 を開弁時期（開弁開始時期）で開弁させるためには、この吸気弁 8 の開弁時期から上記遅れ分遡ったタイミング  $T_{in\_e}$  よりも前にソレノイドバルブ 4 2 の駆動を開始させ、弁停止機構 2 5 a に供給する油圧の変更を開始させる必要がある。

【 0 0 5 3 】

ここで、上述のように、本実施形態では、同じソレノイドバルブ 4 2 によって吸気弁 8 と排気弁 9 の弁停止機構 2 5 a への油圧の変更が行われる。そのため、例えば、図 6 ( b ) において、上記排気弁 9 の再開に係るタイミング  $T_{ex\_e}$  よりも前にソレノイドバルブ 4 2 の駆動が開始されると、吸気弁 8 が開弁する前に排気弁 9 が開弁してしまう。

【 0 0 5 4 】

そのため、本実施形態では、休止気筒の排気弁 9 の開弁を吸気弁 8 の開弁よりも先に再開させることができる期間である排気弁側切替開始期間（第 1 期間）  $T_{ex}$  と、休止気筒の吸気弁 8 の開弁を排気弁 9 の開弁よりも先に再開させることができる期間である吸気弁側切替開始期間（第 2 期間）  $T_{in}$  とが、それぞれ図 6 ( c ) に示すように特定される。

【 0 0 5 5 】

具体的には、本実施形態では、排気弁側切替開始期間  $T_{ex}$  は、排気上死点よりわずかに進角側の時期から圧縮上死点よりわずかに遅角側の時期までの範囲に設定されている。また、吸気弁側切替開始期間  $T_{in}$  は、膨張行程の中央あたりの時期から排気行程の中央よりわずかに遅角側の時期までの範囲であって排気弁側切替開始期間  $T_{ex}$  よりも小さい範囲に設定されている。

【 0 0 5 6 】

ここで、排気弁側切替開始期間  $T_{ex}$  の終了時期  $T_{ex\_e}$  と吸気弁側切替開始期間  $T_{in}$  の開始時期  $T_{in\_s}$  との間および吸気弁側切替開始期間  $T_{in}$  の終了時期  $T_{in\_e}$  と排気弁側切替開始期間  $T_{ex}$  の開始時期  $T_{ex\_s}$  との間の期間は、吸気弁 8 と排気弁 9 とのどちらが先に開弁を再開するかが不明瞭なグレーゾーンである。すなわち、この期間にソレノイドバルブ 4 2 の駆動を開始した場合には、作動油の性質や温度および作動油に混入した空気量（いわゆるエア噛みの程度）によって、吸気弁 8 が先に開弁を再開する場合もあれば、排気弁 9 が先に開弁を再開する場合もある。

【 0 0 5 7 】

換言すると、排気弁側切替開始期間  $T_{ex}$  と、吸気弁側切替開始期間  $T_{in}$  とは、この作動油の性質や温度および作動油に混入した空気量のばらつきに伴う弁停止機構 2 5 a の作動遅れのばらつきを無視して基本的に排気弁あるいは吸気弁を開弁させることが可能な期間に対して、これらばらつき分を除外し、実際に排気弁 9 から、あるいは、吸気弁 8 から開弁を再開させることができる期間として設定された値である。

## 【 0 0 5 8 】

また、後述するように、ソレノイドバルブ42は、エンジン回転数が基準回転数未満であり、かつ、減筒運転開始からの経過時間が所定時間を超えている場合は、減筒運転から全筒運転への復帰要求があったタイミングに応じて油圧の変更開始タイミングが決定されるが、この場合において、復帰要求が上記グレーゾーン中にあった場合には、ソレノイドバルブ42は、直後の切替開始期間が開始するのを待って、この期間に油圧の変更を開始する。すなわち、図10に示すように、排気弁側切替開始期間 $T_{ex}$ の終了時期 $T_{ex\_e}$ と吸気弁側切替開始期間 $T_{in}$ の開始時期 $T_{in\_s}$ との間に復帰要求があった場合は、吸気弁側切替開始期間 $T_{in}$ の開始時期 $T_{in\_s}$ を待って吸気弁側切替開始期間 $T_{in}$ 中に切替を開始し、吸気弁側切替開始期間 $T_{in}$ の終了時期 $T_{in\_e}$ と排気弁側切替開始期間 $T_{ex}$ の開始時期 $T_{ex\_s}$ との間に復帰要求があった場合には、排気弁側切替開始期間 $T_{ex}$ の開始時期 $T_{ex\_s}$ を待って排気弁側切替開始期間 $T_{ex}$ 中に切り替えを開始する。

10

## 【 0 0 5 9 】

## (3) 制御系統

次に、エンジンの制御系統について説明する。当実施形態のエンジンは、その各部が図4に示されるECU(エンジン制御ユニット、制御手段)50によって統括的に制御される。ECU50は、周知のとおり、CPU、ROM、RAM等から構成されるマイクロプロセッサである。

## 【 0 0 6 0 】

エンジンおよび車両には、その各部の状態量を検出するための複数のセンサが設けられており、各センサからの情報がECU50に入力されるようになっている。

20

## 【 0 0 6 1 】

例えば、シリンダブロック3には、クランク軸15の回転角度および回転速度を検出するクランク角センサSN1が設けられている。このクランク角センサSN1は、クランク軸15と一体に回転する図略のクランクプレートの回転に応じてパルス信号を出力するものであり、このパルス信号に基づいて、クランク軸15の回転角度(クランク角)および回転速度が特定されるようになっている。なお、以下では、クランク軸15の回転速度のことを「エンジン回転数」という。

## 【 0 0 6 2 】

シリンダヘッド4にはカム角センサSN3が設けられている。カム角センサSN3は、カム軸(18または19)と一体に回転するシグナルプレートの歯の通過に応じてパルス信号を出力するものであり、この信号と、クランク角センサSN1からのパルス信号とに基づいて、どの気筒が何行程にあるかという気筒判別情報が特定されるようになっている。

30

## 【 0 0 6 3 】

吸気通路30のサージタンク32には、エンジン本体1の各気筒2A~2Dに導入される吸気の圧力を検出する吸気圧センサSN4が設けられている。

## 【 0 0 6 4 】

車両には、運転者により操作される図外のアクセルペダルの開度(アクセル開度)を検出するアクセル開度センサSN5が設けられている。

40

## 【 0 0 6 5 】

ECU(制御手段)50は、これらのセンサSN1~SN5と電氣的に接続されており、それぞれのセンサから入力される信号に基づいて、上述した各種情報(クランク角、エンジン回転速度、振動強度、気筒判別情報、アクセル開度など)を取得する。

## 【 0 0 6 6 】

また、ECU50は、上記各センサSN1~SN5からの入力信号に基づいて種々の判定や演算等を実行しつつ、エンジンの各部を制御する。すなわち、ECU50は、インジェクタ12、点火プラグ13、スロットル弁34、弁停止機構25aと電氣的に接続されており、上記演算の結果等に基づいて、これらの機器にそれぞれ駆動用の制御信号を出力

50

する。なお、当実施形態では、1気筒につき1組の割合で合計4組のインジェクタ12および点火プラグ13が存在するが、図4では、インジェクタ12および点火プラグ13をそれぞれ1つのブロックで表記している。また、弁停止機構25aは、第1気筒2A用に設けられた吸気側および排気側の各S-HLA25と、第4気筒2D用に設けられた吸気側および排気側の各S-HLA25とにそれぞれ1つずつ備わっており、合計4つの弁停止機構25aが存在するが、図4ではこれを1つのブロックで表記している。

【0067】

ECU50のより具体的な機能について説明する。ECU50は、減筒運転を実現するための減筒制御に関する特有の機能的要素として、運転要求判定部51、バルブ制御部52、バルブ復帰判定部（排気弁異常判定部）53、および燃焼制御部54を有している。

10

【0068】

運転要求判定部51は、アクセル開度センサSN5やクランク角センサSN1の検出値から特定されるエンジンの運転条件（負荷、回転速度等）に基づいて、エンジンの減筒運転および全筒運転のいずれを実現するかを判定するものである。例えば、運転要求判定部51は、エンジンの回転速度および負荷が比較的低い特定の運転条件にあるときに、第1、第4気筒2A、2Dを休止させる（第2、第3気筒2B、2Cのみを稼働させる）減筒運転の要求があると判定する。逆に、上記特定の運転条件を除く残余の運転条件にあるときには、第1～第4気筒2A～2Dを全て稼働させる全筒運転の要求があると判定する。

【0069】

バルブ制御部52は、休止気筒（第1、第4気筒）2A、2Dの吸排気弁8、9の作動状態（開閉動作が可能な状態か開閉動作が禁止されて閉弁保持される状態か）を切り替えるものである。具体的には、減筒運転時には、バルブ制御部52は、弁停止機構25aのピボット部22がロック解除状態（図3（c）参照）となる油圧がこのピボット部22に供給されるようにソレノイドバルブ42を駆動して、弁停止機構25aにより休止気筒（第1、第4気筒）2A、2Dの吸排気弁8、9の開閉動作を規制させてこれらの閉弁が保持されるようにする。一方、全筒運転時には、バルブ制御部52は、ピボット部22がロック状態（図3（a）参照）となる油圧がこのピボット部22に供給されるようにソレノイドバルブ42を駆動して、休止気筒（第1、第4気筒）2A、2Dの吸排気弁8、9の開閉動作を許容する。

20

【0070】

また、バルブ制御部52は、減筒運転から全筒運転への復帰要求があった場合において、復帰要求時のエンジン回転数および復帰要求があったタイミングに応じてソレノイドバルブ42の駆動開始タイミング（油圧の変更を開始するタイミング）を変更する。ソレノイドバルブ42の駆動開始タイミングの変更手順については、後述する。

30

【0071】

バルブ復帰判定部53は、休止気筒（第1、第4気筒）2A、2Dの吸気弁8が開弁を開始する時期の前後にわたる吸気の圧力（吸気圧センサSN4の検出値）に基づいて、減筒運転から全筒運転への切り替え時に、休止気筒（第1、第4気筒）2A、2Dの排気弁9が正常に開弁したか否かすなわち排気弁9の開閉動作が正常に復帰したか否かを判定するものである。

40

【0072】

具体的には、例えば、弁停止機構25aが故障するなどして休止気筒（第1、第4気筒）2A、2Dの排気弁9が閉弁状態のまま停止していたとすれば、休止気筒（第1、第4気筒）2A、2Dのピストン11は排気行程において筒内のガスを圧縮することになる。したがって、図7に示すように、吸気弁8が開弁を開始したとき（図7ではこの時期をIVOとして表している）、筒内の圧縮ガスが吸気ポート6を通じて吸気通路30へと逆流し、吸気圧力が一時的に上昇する現象が起きる。一方、休止気筒（第1、第4気筒）2A、2Dの排気弁9が正常復帰していれば、上述したピストン11によるガス圧縮は起きなくなるので、吸気弁8の開弁開始時期に吸気圧力はそれほど上昇しなくなる。

【0073】

50

以上のような現象を利用すれば、吸気弁 8 の開弁開始時期における吸気の圧力が小さいときは排気弁 9 が正常復帰したと判定でき、当該圧力が大きいときは排気弁 9 が正常復帰しなかったと判定することができる。そこで、当実施形態では、吸気圧センサ S N 4 の検出値に基づく吸気圧力を休止気筒の吸気弁 8 の開弁開始時期を挟んだ所定期間にわたって調べ、そこから特定される吸気の圧力に基づいて、排気弁 9 が正常復帰したか否かを判定する。

【 0 0 7 4 】

なお、判定に用いる吸気の圧力に係る具体的なパラメータとしては、種々の状態量を採用することができる。例えば、吸気圧力の絶対値を用い、これと所定値あるいは稼働気筒の吸気弁 8 の開弁開始時期付近の吸気圧との差に基づいて判定を行うことが考えられる。また、図 8 に示すような種々の状態量を採用することができる。すなわち、上記所定期間内に検出された吸気圧力の最大値とその直前に現れる圧力波形の谷の部分の圧力値との差分をとり（図 8 の ( i ) ）、これを採用することが考えられる。また、上記所定期間内に検出された吸気圧力の最大値と最小値との差分をとり（図 8 の ( i i ) ）、これを圧力変動として採用してもよい。あるいは、吸気圧力が最大値に向かって上昇するときの上昇率（傾き）をとり（図 8 の ( i i i ) ）、これを圧力変動として採用してもよい。

10

【 0 0 7 5 】

ここで、バルブ復帰判定部 5 3 は、減筒運転から全筒運転への復帰時において、バルブ制御部 5 2 からソレノイドバルブ 4 2 に対して駆動開始の指令が出されたタイミングに基づいて、休止気筒（第 1、第 4 気筒）2 A , 2 D の吸気弁 8 の開弁が再開されたかどうかを判定する。

20

【 0 0 7 6 】

具体的には、バルブ復帰判定部 5 3 は、上記指令が排気弁側切替開始期間 T e x 中に出されれば、休止気筒（第 1、第 4 気筒）2 A , 2 D の排気弁 9 の開閉動作後に吸気弁 8 の開弁が再開されたと判定して、排気弁 9 の開弁時期が過ぎるのを待って次の吸気弁 8 の開弁開始時期前後の吸気圧に基づき排気弁 9 の開閉状態に係る上記判定を行う。また、バルブ復帰判定部 5 3 は、上記指令が吸気弁側切替開始期間 T i n 中に出されれば、この指令が出されたタイミングの直後に吸気弁 8 の開弁が再開されたと判定して、このタイミング直後の吸気弁 8 の開弁開始時期前後の吸気圧に基づき排気弁 9 の開閉状態に係る上記判定を行う。

30

【 0 0 7 7 】

本実施形態では、バルブ復帰判定部 5 3 は、減筒運転から所定期間内に全筒運転への復帰要求があった場合には、全筒運転への復帰後吸気弁 8 が最初に開弁する際の開弁開始時期における吸気の圧力に基づいて排気弁 9 の開閉状態に係る上記判定を行う。なお、後述するように、この場合には、吸気弁 8 の開弁前に排気弁 9 に対して開弁指令がなされている。一方、バルブ復帰判定部 5 3 は、減筒運転から所定期間を超えたタイミングで全筒運転への復帰要求があった場合には、全筒運転への復帰後吸気弁 8 が 2 回目に開弁するときの開弁開始時期における吸気の圧力に基づいて排気弁 9 の開閉状態に係る上記判定を行う。

【 0 0 7 8 】

これは、次のような理由による。

40

【 0 0 7 9 】

図 8 は、休止気筒（第 1、第 4 気筒）2 A , 2 D の筒内圧の減筒運転開始（時刻 t s ）からの時間変化を示したものである。この図 8 に示すように、エンジンが減筒運転されている間、休止気筒（第 1、第 4 気筒）2 A , 2 D では、吸気弁 8 および排気弁 9 の双方が閉弁したままピストン 1 1 が往復運動することになるので、その往復運動を通じて、ピストン 1 1 と燃焼室 1 0 の内壁との隙間からガスが外部に漏れることにより、筒内圧は徐々に低下する。

【 0 0 8 0 】

ここで、筒内圧が低下した時点で、減筒運転から全筒運転への復帰要求があり、この復

50

帰要求後、排気弁 9 の開弁（開弁指令）後の最初の吸気弁 8 の開弁開始時期に排気弁 9 の開閉状態に係る上記判定を行った場合には、排気弁 9 が開弁していない場合であっても吸気通路 30 に逆流するガス圧は小さく、吸気圧の上昇あるいは変動が検出されないおそれがある。そのため、本実施形態では、上記のように、減筒運転開始からの経過時間 T が所定時間 T0 を超えた場合には、2 回目以降の吸気弁 8 の開弁開始時期の吸気圧に基づいて排気弁の異常判定を行う。このようにすれば、一旦吸気弁 8 が開弁されることで気筒内に新たに吸気が導入されるため、排気弁 9 が開弁していない場合には、この吸気が排気行程において圧縮されて吸気弁の開弁開始時期前後で吸気圧が高く検出されるので、排気弁 9 の開閉状態を適正に判定することができる。

**【 0 0 8 1 】**

一方、減筒運転開始からの経過時間 T が所定時間 T0 内の場合には、休止気筒（第 1、第 4 気筒）2 A, 2 D の筒内圧は高く維持されている。そのため、吸気弁 8 を開弁して気筒内に新たな吸気を導入する必要はないので、この場合には、上記のように、全筒運転への復帰後吸気弁 8 が最初に開弁する際の開弁開始時期における吸気の圧力に基づいて排気弁 9 の開閉状態に係る上記判定を行う。

**【 0 0 8 2 】**

燃焼制御部 54 は、減筒運転か全筒運転かに応じて第 1、第 4 気筒 2 A, 2 D のインジェクタ 12 および点火プラグ 13 の制御を切り替えるものである。すなわち、全筒運転時は、燃焼制御部 54 は、全ての気筒 2 A ~ 2 D のインジェクタ 12 および点火プラグ 13 を駆動して燃料噴射および点火を実行し、全ての気筒 2 A ~ 2 D で混合気を燃焼させる。一方、減筒運転時は、燃焼制御部 54 は、休止気筒（第 1、第 4 気筒）2 A, 2 D での混合気の燃焼を停止させるために、当該気筒のインジェクタ 12 および点火プラグ 13 の駆動を停止する。

**【 0 0 8 3 】**

また、減筒運転から全筒運転への切り替え時において、燃焼制御部 54 は、いわゆるバグファイアが生じるのを回避するべく、バルブ復帰判定部 53 により第 1、第 4 気筒 2 A, 2 D の排気弁 9 の正常復帰が確認された後に、当該気筒 2 A, 2 D への燃料噴射および点火を再開させる。すなわち、排気弁 9 が正常復帰していない（閉弁したまま）状態で燃料噴射および点火を再開させて休止気筒内で燃焼を再開させると、次の吸気弁 8 の開弁時に、燃焼により生じた高温の排気ガスが吸気通路を遡って逆流するおそれがあるため、特に排気弁 9 の正常復帰が確認された後に、燃焼を再開させる。

**【 0 0 8 4 】**

（ 4 ）減筒運転から全筒運転への復帰時におけるソレノイドバルブ 42 の駆動開始タイミング（油圧変更開始タイミング）の変更手順

バルブ制御部 52 により実施される、減筒運転から全筒運転への復帰時におけるソレノイドバルブ 42 の駆動開始タイミングの変更手順について、図 11 のフローチャートを用いて説明する。

**【 0 0 8 5 】**

ステップ S1 において、ECU 50 により、詳細には、運転要求判定部 51 により減筒運転から全筒運転への復帰要求があったと判定されると、バルブ制御部 52 は、ステップ 2 ~ S6 を実施し、ソレノイドバルブ 42 の駆動開始タイミングを決定する。

**【 0 0 8 6 】**

まず、バルブ制御部 52 は、ステップ S2 において、減筒運転開始からの経過時間 T が所定時間 T0 を超えているかどうかを判定する。この判定が NO の場合すなわち減筒運転開始からの経過時間 T が所定時間 T0 以内の場合は、ステップ S6 に進む。ステップ S6 では、バルブ制御部 52 は、排気弁側切替開始期間 T<sub>ex</sub> 中にソレノイドバルブ 42 を駆動してソレノイドバルブ 42 に弁停止機構 25a に供給する油圧の変更を開始させる。すなわち、バルブ制御部 52 は、休止気筒（第 1、第 4 気筒）2 A, 2 D の排気弁 9 の開弁をまず再開させ、その後吸気弁 8 の開弁を再開させる。

**【 0 0 8 7 】**

10

20

30

40

50

一方、ステップS2での判定がYESの場合は、ステップS3に進む。ステップS3では、現在のエンジン回転数 $N_e$ が予め設定された基準回転数 $N_{e0}$ 未満かどうかを判定する。この判定がNOの場合すなわち現在の運転条件が基準回転数 $N_{e0}$ 以上の比較的高回転の場合は、ステップS6に進み、バルブ制御部52は、排気弁側切替開始期間 $T_{ex}$ 中にソレノイドバルブ42に油圧の変更を開始させる。すなわち、バルブ制御部52は、休止気筒の排気弁9をまず再開させ、その後吸気弁8の開弁を再開させる。

【0088】

一方、ステップS3での判定がYESの場合、すなわち、現在のエンジン回転数 $N_e$ が基準回転数 $N_{e0}$ 未満であって比較的低回転の場合は、ステップS4に進む。ステップS4において、バルブ制御部52は、現時点すなわち復帰要求があったタイミングが、排気弁側切替開始期間 $T_{ex}$ の終了時期 $T_{ex\_e}$ から吸気弁側切替開始期間 $T_{in}$ の終了時期 $T_{in\_e}$ までのタイミングかどうかを判定する。この判定がNOの場合、すなわち、復帰要求があったタイミングが吸気弁側切替開始期間 $T_{in}$ の終了時期 $T_{in\_e}$ から排気弁側切替開始期間 $T_{ex}$ の終了時期 $T_{ex\_e}$ までのタイミングである場合は、ステップS6に進み、上記のように、バルブ制御部52は、休止気筒の排気弁9をまず再開させ、その後吸気弁8の開弁を再開させる。バルブ制御部52は、排気弁側切替開始期間 $T_{ex}$ 中にソレノイドバルブ42に油圧の変更を開始させる。すなわち、バルブ制御部52は、休止気筒の排気弁9をまず再開させ、その後吸気弁8の開弁を再開させる。

【0089】

一方、ステップS4での判定がYESの場合すなわち、復帰要求があったタイミングが排気弁側切替開始期間 $T_{ex}$ の終了時期 $T_{ex\_e}$ から吸気弁側切替開始期間 $T_{in}$ の終了時期 $T_{in\_e}$ の期間中である場合は、ステップS5に進み、バルブ制御部52は、吸気弁側切替開始期間 $T_{in}$ 中にソレノイドバルブ42に油圧の変更を開始させる。すなわち、バルブ制御部52は、休止気筒の吸気弁8をまず再開させ、その後排気弁9の開弁を再開させる。

【0090】

ここで、上述のように、吸気弁側切替開始期間 $T_{in}$ の終了時期 $T_{in\_e}$ から排気弁側切替開始期間 $T_{ex}$ の終了時期 $T_{ex\_e}$ までの期間とは、排気弁側切替開始期間 $T_{ex}$ とこの期間 $T_{ex}$ の直前のグレーゾーンを含めた期間であり、復帰要求があったタイミングがこの期間中の場合に排気弁側切替開始期間 $T_{ex}$ 中にソレノイドバルブ42に油圧の変更を開始させて休止気筒(第1、第4気筒)2A, 2Dの排気弁9の開弁をまず再開させるという手順は、より早期に開弁させることが可能な弁の開弁を再開させる手順を意味する。同様に、排気弁側切替開始期間 $T_{ex}$ の終了時期 $T_{ex\_e}$ から吸気弁側切替開始期間 $T_{in}$ の終了時期 $T_{in\_e}$ までの期間とは、吸気弁側切替開始期間 $T_{in}$ とこの期間 $T_{in}$ の直前のグレーゾーンを含めた期間であり、復帰要求があったタイミングがこの期間中の場合に吸気弁側切替開始期間 $T_{in}$ 中にソレノイドバルブ42に油圧の変更を開始させて休止気筒の吸気弁8の開弁をまず再開させるという手順は、より早期に開弁させることが可能な弁の開弁を再開させる手順を意味する。

【0091】

(5)作用

以上説明したように、本実施形態にかかるエンジン制御装置が適用されたエンジンでは、減筒運転から全筒運転への復帰時において、エンジン回転数が基準回転数 $N_{e0}$ 以上の場合には、復帰要求があったタイミングによらず、排気弁9の開弁をまず再開させる。

【0092】

そのため、弁停止機構25aの作動遅れによって吸気弁8から開弁を再開させるのに失敗して、吸気弁8が開弁していないにも関わらず吸気弁8が開弁したと誤認識されてしまうという事態をより確実に回避することができる。

【0093】

図12を用いて具体的に説明する。図12は、異なるエンジン回転数と各エンジン回転数における吸気弁側切替開始期間 $T_{in}$ を示した図であり、横軸を時間としたものである

10

20

30

40

50



。この図12において、下にいくほどエンジン回転数が高い場合を示している。排気弁9の開弁時期から吸気弁8の開弁時期までの期間(クランク角)が短いことに伴って、排気弁9を開弁させることなく吸気弁を開弁させることが可能な基本的な期間(作動油の性質や温度および作動油に混入した空気量のばらつきに伴う弁停止機構25aの作動遅れのばらつきを無視した期間)Tbaseのクランク角における値はそもそも短い。その上に、エンジン回転数が高くなると、1クランク角あたりの時間が短くなるため、この基本的な期間Tbaseの時間は非常に短くなる。一方、上記作動油の性質等に伴う弁停止機構25aの作動遅れのばらつきTdは、エンジン回転数が高くなっても短くなるわけではない。そのため、エンジン回転数が高くなるほど、基本的な期間TbaseにばらつきTdを考慮した期間、すなわち、排気弁9を開弁させることなく吸気弁8を確実に開弁させることが可能な吸気弁側切替開始期間Tinは短くなり、エンジン回転数が所定回転数を超えると吸気弁側切替開始期間Tinが確保されなくなるおそれがある。つまり、エンジン回転数が高い場合には、所定以上の油圧の作動遅れがあると、排気弁9を開弁させることなく吸気弁8を開弁させることが不可能となるおそれがある。

10

**【0094】**

これに対して、本実施形態では、上記のように、エンジン回転数が基準回転数Ne0以上の高回転領域では、吸気弁8ではなく排気弁9の開弁をまず再開させているため、上記ばらつきにより吸気弁8を開弁させるよう指令したにも関わらず吸気弁8が開弁しないという事態、また、吸気弁8が開弁していないにも関わらず吸気弁8が開弁したと誤認識されてしまうという事態を確実に回避することができる。

20

**【0095】**

また、吸気弁8が開弁したと誤認識されることに伴って排気弁9が開弁したと誤判定されるという事態を確実に回避することができる。すなわち、上述のように、排気弁9の開閉動作が正常に復帰したか否かを判定するバルブ復帰判定部53は、吸気圧が高くなる現象が起きた場合に排気弁9の開閉動作が正常に復帰しておらず、吸気圧が小さい場合に排気弁9の開閉動作が正常に復帰したと判定する。ここで、吸気弁8が実際には開弁していない場合にも、吸気弁8を介した筒内のガスの吸気通路30への逆流が起こらず吸気圧は上昇しない。そのため、バルブ復帰判定部53は、吸気弁8が実際には開弁していないために吸気圧が小さいにも関わらず、この吸気圧が小さいことに基づき排気弁9の開閉動作が正常に復帰したと誤判定するおそれがあるが、本実施形態では、上記のように吸気弁8が開弁したと誤認識される事態が回避されるため、排気弁9についてのこの誤判定も確実に回避することができる。また、この排気弁9が正常に復帰していると誤判定されることに伴って燃焼が再開されてバックファイアが生じるという事態を回避することができる。

30

**【0096】**

また、本実施形態では、エンジン回転数が低い場合であっても、減筒運転開始から全筒運転への復帰要求があるまでの時間Tが所定時間T0以内の場合には、復帰要求があったタイミングによらず、排気弁9の開弁をまず再開させている。また、この場合には、全筒運転への復帰後吸気弁8が最初に開弁する際の開弁開始時期における吸気の圧力に基づいて、バルブ復帰判定部53に排気弁9が正常に復帰しているか否かの判定を行わせている。

40

**【0097】**

そのため、この減筒運転開始から全筒運転への復帰要求があるまでの時間Tが所定時間T0以内である場合において、吸気弁8の開弁再開失敗に伴う吸気弁8および排気弁9の開弁状態の誤認識および誤判定を回避しつつ、排気弁9が正常に復帰しているか否かの判定を早期に行うことができるとともに、気筒内の比較的高圧のガスが吸気側に逆流するのを回避して安全性をより一層高めることができる。

**【0098】**

具体的には、上述のように、減筒運転開始後の早い段階では休止気筒(第1、第4気筒)2A, 2Dの筒内圧は高く維持されている。そのため、この段階で吸気弁8の開弁から

50

再開させると筒内の高圧ガスが吸気側に逆流するおそれがある。また、上述のように、この段階では、吸気弁 8 を一旦開弁させて気筒内に新たな吸気を導入した後に排気弁 9 の異常判定を実施する必要はない。従って、上記のように構成することで、本実施形態では、高圧ガスの逆流を回避し、かつ、失敗のおそれのある吸気弁 8 からの開弁再開を回避しながら、上記判定を比較的早期にかつ適正に行うことができる。

#### 【 0 0 9 9 】

一方、上述のように、減筒運転開始から所定時間  $T_0$  を超えた時点で全筒運転への復帰要求があった場合には、吸気弁 8 の開弁を最初に再開した際に排気弁 9 が正常に復帰しているか否かの判定を行うと排気弁 9 が正常に復帰したと誤判定されるおそれがあるが、これに対して、本実施形態では、この場合には、復帰後 2 回目以降の吸気弁 8 の開弁開始時期の前後の吸気圧に基づいて排気弁 9 が正常に復帰しているか否かの判定を行っているため、この誤判定を回避することができる。

10

#### 【 0 1 0 0 】

##### ( 6 ) 変形例

ここで、上記実施形態では、エンジン回転数が基準回転数未満の場合において、排気弁側切替開始期間  $T_{ex}$  の終了時期  $T_{ex\_e}$  と吸気弁側切替開始期間  $T_{in}$  の開始時期  $T_{in\_s}$  との間に復帰要求があれば、吸気弁側切替開始期間  $T_{in}$  にてソレノイドバルブ 4 2 に油圧の変更を開始させ、吸気弁 8 の開弁再開を先に行う場合について説明したが、この吸気弁側切替開始期間  $T_{in}$  中に切り替えを開始したにも関わらず、予期せぬばらつきにより、吸気弁 8 の開弁再開に失敗するという事態を回避するべく、吸気弁 8 の開弁再開を先に行う場合において、吸気弁側切替開始期間  $T_{in}$  のより早い段階でソレノイドバルブ 4 2 に油圧の変更を開始させてもよい。例えば、図 1 3 に示すように、排気弁側切替開始期間  $T_{ex}$  の終了時期  $T_{ex\_e}$  と、吸気弁側切替開始期間  $T_{in}$  の中央時期  $T_{in\_2\_e}$  (吸気弁側切替開始期間  $T_{in}$  の開始時期  $T_{in\_s}$  と終了時期  $T_{in\_e}$  の真ん中の時期) との間に、復帰要求があった場合にのみ、吸気弁 8 の開弁再開を先に行うようにしてもよい。この場合には、吸気弁側切替開始期間  $T_{in}$  の前半でソレノイドバルブ 4 2 に油圧の変更を開始させることになるため、予期せぬ作動遅れがあったとしても、より確実に吸気弁 8 の開弁再開が失敗するのを回避することができる。

20

#### 【 0 1 0 1 】

また、上記実施形態では、運転要求判定部 5 1 が運転条件が特定の運転条件に切り替わるとすぐさま全筒運転への復帰要求を出し、これに基づいてバルブ制御部 5 2 がすぐさまソレノイドバルブ 4 2 の駆動開始タイミング (油圧の変更を開始させるタイミング) を決定する場合について説明したが、運転条件が切り替わったと判定された後、所定の時間後に、バルブ制御部 5 2 に対してソレノイドバルブ 4 2 の駆動開始タイミングを決定する復帰要求信号を出してもよい。

30

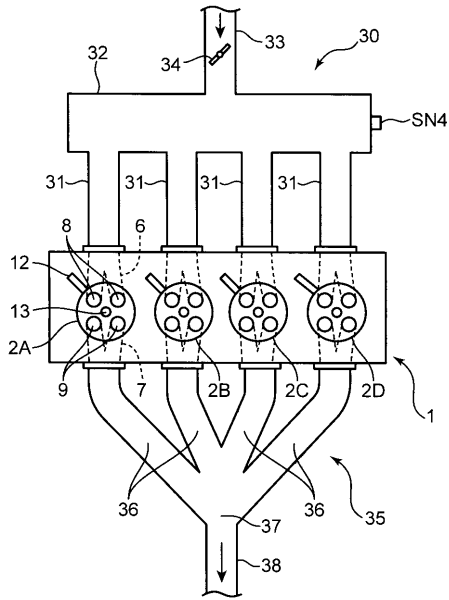
#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 1 0 2 】

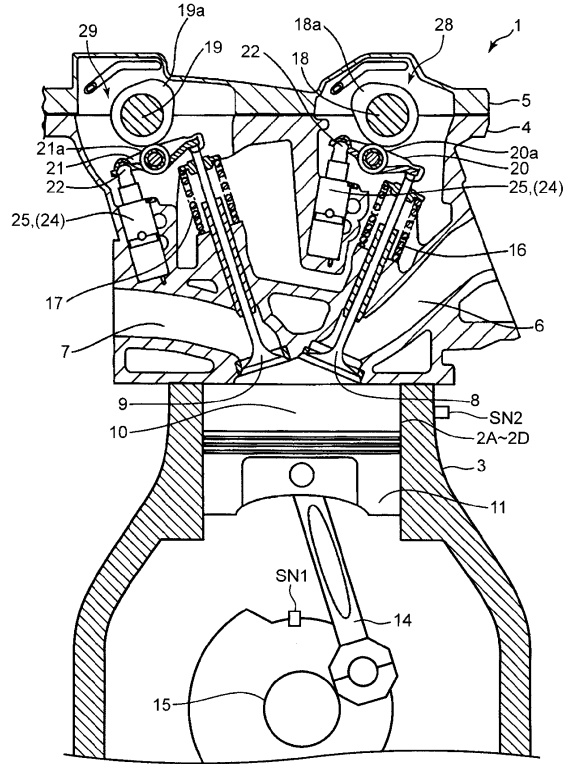
- 2 A ~ 2 D 気筒
- 8 吸気弁
- 9 排気弁
- 2 5 a 弁停止機構
- 4 2 ソレノイドバルブ (油圧変更手段)
- 5 2 バルブ制御部
- 5 3 バルブ復帰判定部 (排気弁異常判定部)

40

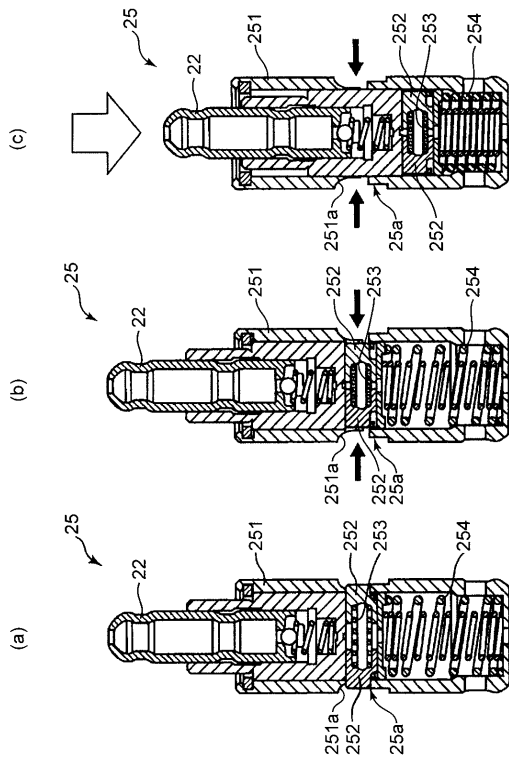
【図1】



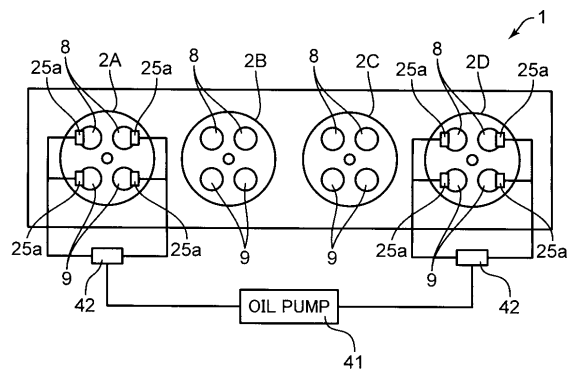
【図2】



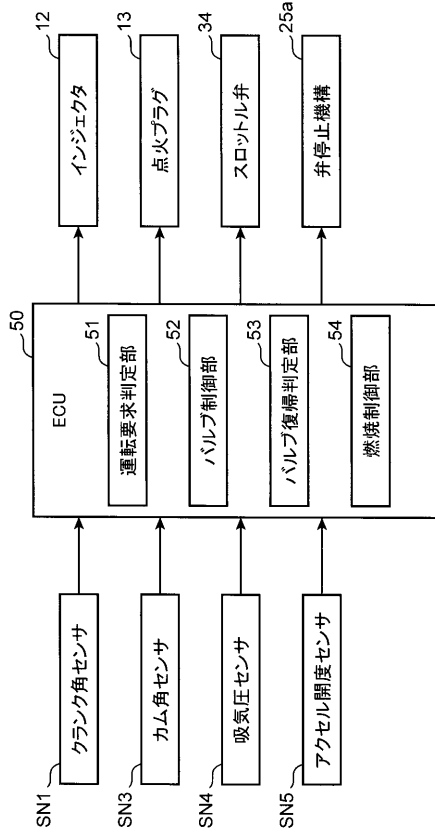
【図3】



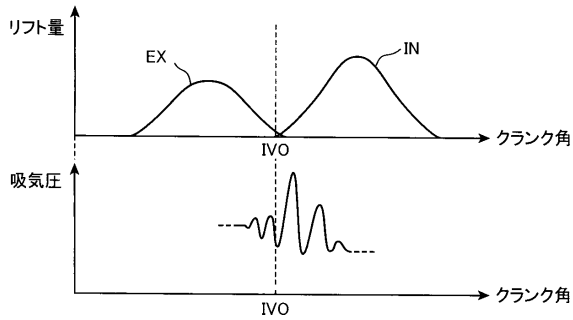
【図4】



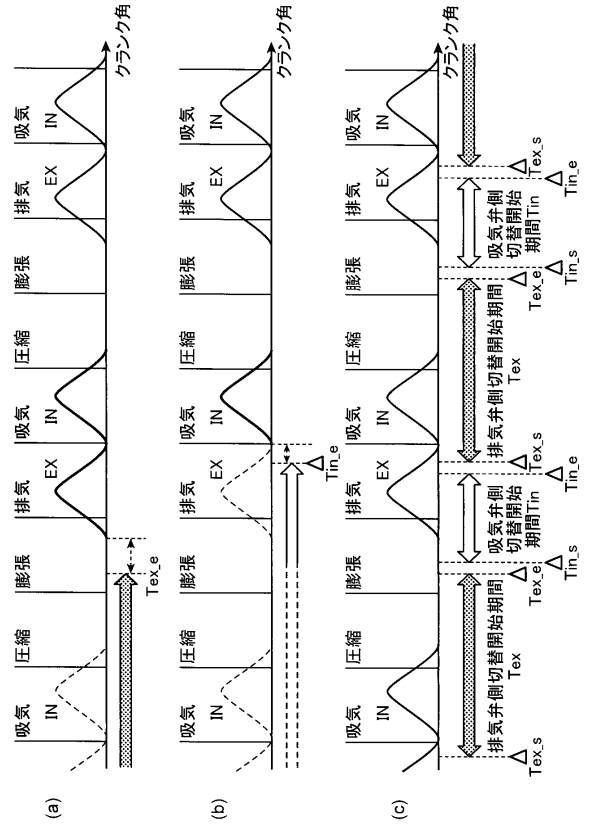
【 図 5 】



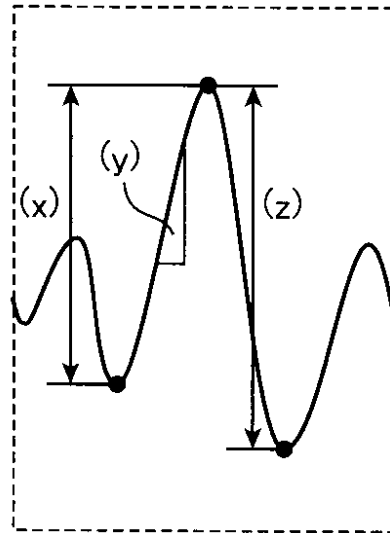
【 図 7 】



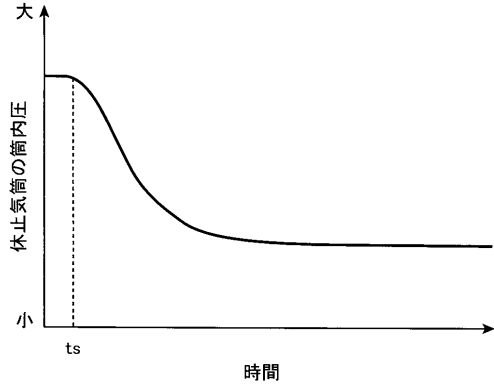
【 図 6 】



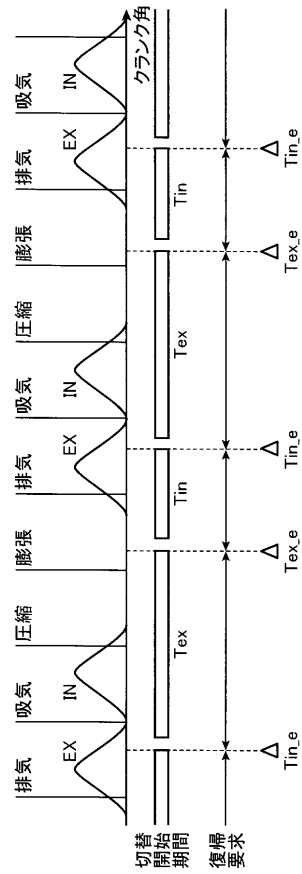
【 図 8 】



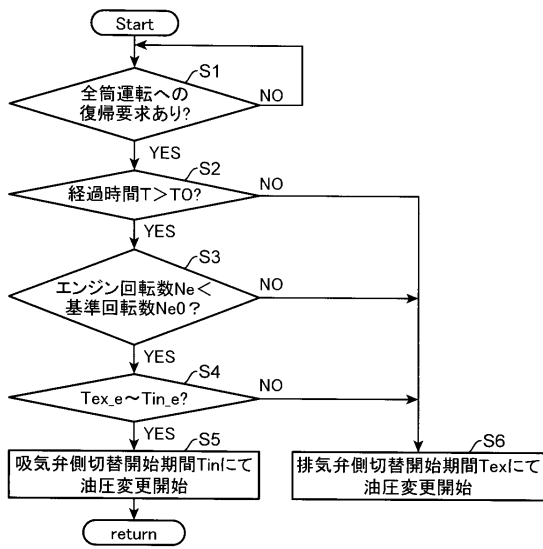
【図9】



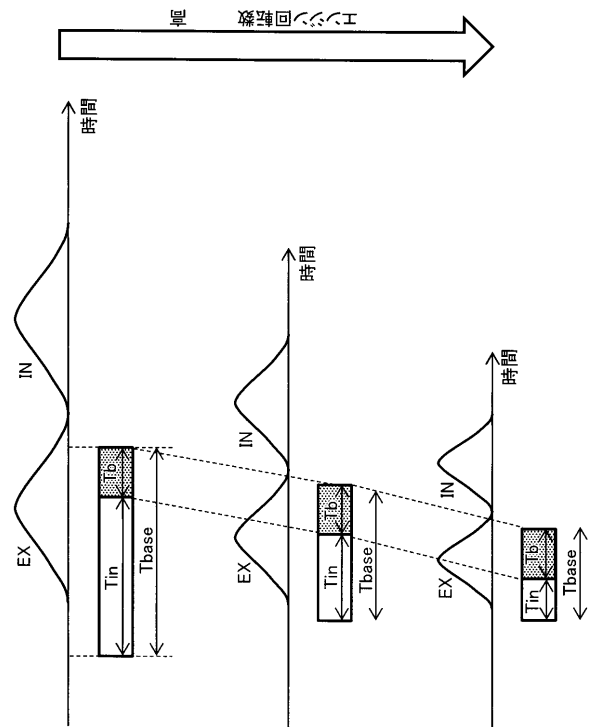
【図10】



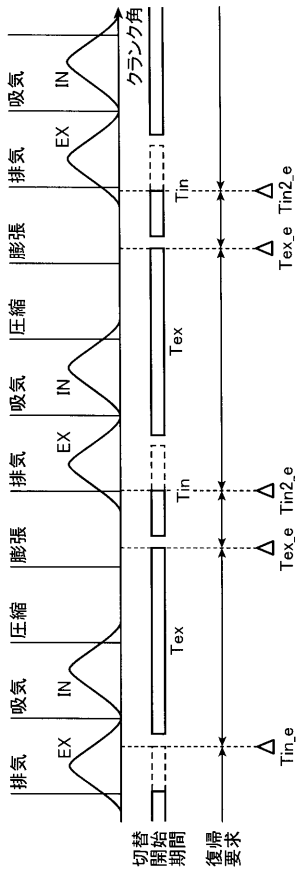
【図11】



【図12】



【 図 1 3 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 津田 顕  
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
- (72)発明者 拜崎 幸雄  
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

審査官 有賀 信

- (56)参考文献 特開2004-137969(JP,A)  
国際公開第2012/056535(WO,A1)  
特開昭59-051143(JP,A)  
特開昭63-094013(JP,A)  
特開昭58-187509(JP,A)  
特開2004-100488(JP,A)  
特開2004-100487(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D	13/00	28/00
F02D	43/00	45/00
F02D	41/00	41/40