

(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2009-250209

(P2009-250209A)

(43) 公開日 平成21年10月29日(2009.10.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>FO2D 21/08 (2006.01)</b>	FO2D 21/08 301A	3G062
<b>FO2M 25/07 (2006.01)</b>	FO2M 25/07 520D	3G092
<b>FO2D 13/02 (2006.01)</b>	FO2M 25/07 550R	
	FO2M 25/07 550C	
	FO2M 25/07 580E	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-102646 (P2008-102646)  
 (22) 出願日 平成20年4月10日 (2008.4.10)

(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 100068755  
 弁理士 恩田 博宣  
 (74) 代理人 100105957  
 弁理士 恩田 誠  
 (72) 発明者 堀江 信彦  
 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) 3G062 AA05 AA10 BA09 EA10 ED05  
 ED08 ED11 ED15 FA13 FA18  
 GA01 GA02 GA04 GA06 GA08  
 GA22

最終頁に続く

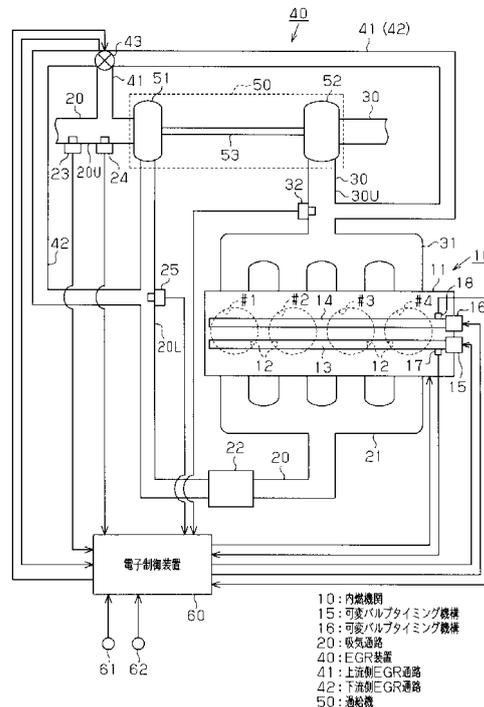
(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気再循環装置

(57) 【要約】

【課題】可変動弁機構と過給機とを備えた内燃機関の排気再循環装置において、過給機の汚染を抑制するとともに、適切なEGR量を確保する。

【解決手段】内燃機関10は、同機関10の吸気バルブ及び排気バルブのバルブ開閉タイミングを可変とする可変バルブタイミング機構15、16と、吸気通路20を通じる吸気を過給する過給機50と、排気の一部を吸気通路20に導入するEGR装置40を備える。そして、機関10の運転状態に応じて設定される目標EGR量が得られるように、上流側EGR通路41を通じて吸気通路20に導入する上流側EGR量および下流側EGR通路42を通じて吸気通路20に導入する下流側EGR量を、可変バルブタイミング機構15、16のバルブ開閉タイミングに基づき調整する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

内燃機関の吸気バルブ及び排気バルブの少なくとも一方についてそのバルブ開閉態様を可変とする可変動弁機構と、前記機関の排気通路に設けられて排気のエネルギーにより回転するタービンと吸気通路に設けられて前記タービンの回転に伴い回転するコンプレッサとを有する過給機とを備える内燃機関に適用されて、排気の一部を前記吸気通路に導入する内燃機関の排気再循環装置において、

前記機関の運転状態に応じて前記吸気通路に導入する目標 E G R 量を設定する目標 E G R 量設定手段と、

前記吸気通路の前記コンプレッサよりも上流側と前記排気通路とを連通する上流側 E G R 通路と、

前記吸気通路の前記コンプレッサよりも下流側と前記排気通路とを連通する下流側 E G R 通路と、

前記目標 E G R 量設定手段により設定された目標 E G R 量が得られるように、前記上流側 E G R 通路を通じて前記吸気通路に導入する上流側 E G R 量および前記下流側 E G R 通路を通じて前記吸気通路に導入する下流側 E G R 量を前記可変動弁機構による前記バルブ開閉態様に基づき調整する調整手段とを備える

ことを特徴とする内燃機関の排気再循環装置。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の内燃機関の排気再循環装置において、

前記吸気通路において前記上流側 E G R 通路が接続する部分の吸気圧力を検知する上流側吸気圧力検知手段を更に備え、

前記調整手段は、前記上流側吸気圧力検知手段により検知される吸気圧力に基づき前記上流側 E G R 量および前記下流側 E G R 量を更に調整する

ことを特徴とする内燃機関の排気再循環装置。

20

## 【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の排気再循環装置において、

前記吸気通路において前記下流側 E G R 通路が接続する部分の吸気圧力を検知する下流側吸気圧力検知手段を更に備え、

前記調整手段は、前記下流側吸気圧力検知手段により検知される吸気圧力に基づき前記上流側 E G R 量および前記下流側 E G R 量を更に調整する

ことを特徴とする内燃機関の排気再循環装置。

30

## 【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の排気再循環装置において、

前記上流側 E G R 通路および前記下流側 E G R 通路は、上流側が共通し且つ下流側が分割されてなり、前記排気通路において前記上流側 E G R 通路および前記下流側 E G R 通路の共通部分が接続する部分の排気圧力を検知する排気圧力検知手段を更に備え、

前記調整手段は、前記排気圧力検知手段により検知される排気圧力に基づき前記上流側 E G R 量および前記下流側 E G R 量を更に調整する

ことを特徴とする内燃機関の排気再循環装置。

40

## 【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の排気再循環装置において、

前記可変動弁機構は、前記吸気バルブ及び前記排気バルブの少なくとも一方について、そのバルブ開閉タイミングを可変設定する機構である

ことを特徴とする内燃機関の排気再循環装置。

## 【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の排気再循環装置において、

前記可変動弁機構は、前記吸気バルブ及び前記排気バルブの少なくとも一方について、そのバルブリフト量を可変設定する機構である

ことを特徴とする内燃機関の排気再循環装置。

50

## 【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の排気再循環装置において、前記吸気通路において、同通路内を流通する気体を冷却するインタークーラを前記コンプレッサよりも下流側に更に備え、

前記下流側 EGR 通路は、前記吸気通路の前記インタークーラよりも上流側に接続することを特徴とする内燃機関の排気再循環装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、吸気バルブ及び排気バルブの少なくとも一方についてそのバルブ開閉態様を可変とする可変動弁機構と過給機とを備えた内燃機関の排気再循環装置に関する。 10

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、内燃機関の燃焼室に供給される吸入空気量を増やすべく過給機を備えた内燃機関が知られている。こうした過給機は、排気通路に設けられて排気のエネルギーにより回転するタービンと、吸気通路に設けられて前記タービンの回転に伴い回転するコンプレッサとを備え、このコンプレッサの回転により吸気が過給される。これにより、燃焼室に供給される吸入空気量が増加し、機関出力を向上させることができるようになる。

## 【0003】

また、上述した過給機に加えて、排気エミッション改善を図るべく排気通路から吸気通路に排気の一部を導入する排気再循環装置（EGR 装置）を備えた内燃機関が知られている。この EGR 装置は、内燃機関の排気通路と吸気通路とを連通する排気再循環通路（EGR 通路）と、同 EGR 通路を流通する排気量を制御する排気量制御弁（EGR バルブ）を備えている。そして、この EGR バルブの開度が調整されることにより、排気管圧力と吸気管圧力との差圧に基づき吸気通路に導入される排気量（EGR 量）が調整される。これにより、機関運転状態に適した EGR 量に調整されて燃焼室での燃焼温度が低下するため、窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）の排出量を抑制することができるようになる。 20

## 【0004】

ここで、こうした過給機および EGR 装置を備えた機関では、コンプレッサの下流側の吸気通路と排気通路とを連通する EGR 通路が設けられて、吸入負圧を利用することにより EGR 通路を通じて排気が吸気通路に導入される。しかしながら、過給機によって吸気通路内の吸気が過給されるとコンプレッサの下流側の吸気管圧力が上昇するため、EGR 通路を通じた排気の導入効率が低下する。そこで、吸気通路においてコンプレッサの上流側に接続する上流側 EGR 通路と、コンプレッサの下流側に接続する下流側 EGR 通路とを設けた構成が提案されている。例えば、特許文献 1 に記載の構成では、機関が過給運転領域である場合には上流側 EGR 通路を通じて排気を吸気通路に導入し、機関が非過給運転領域である場合には下流側 EGR 通路を通じて排気を吸気通路に導入することにより、吸気管圧力が上昇する過給運転領域であっても EGR 量を確保しようとしている。なお、下流側 EGR 通路を通じて排気を吸気通路に導入することにより、排気がコンプレッサを通過することを回避して、同コンプレッサが汚染することを防止することができる。 30 40

【特許文献 1】特開平 5 - 256213 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

ところで近年、機関出力向上および排気エミッション改善を図るべく、吸気バルブ及び排気バルブのバルブ開閉タイミングやバルブリフト量といったバルブ特性を可変設定する可変動弁機構が内燃機関に広く採用されている。こうした可変動弁機構を上述した過給機および EGR 装置を備える内燃機関に設けることにより、機関出力向上および排気エミッション改善について更なる効果が得られることが期待される。しかしながら、こうした可変動弁機構を設ける構成にあっては、過給機による過給効率に加えて、可変動弁機構によ 50

るバルブ開閉態様によっても吸気通路内の圧力および排気通路内の圧力が変動するため、適切なEGR量に制御することができなくなるおそれがある。

【0006】

本発明は、こうした実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、可変動弁機構と過給機とを備えた内燃機関の排気再循環装置において、過給機の汚染を抑制するとともに、適切なEGR量を確保することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

以下、上記目的を達成するための手段及びその作用効果について記載する。

請求項1に記載の発明は、内燃機関の吸気バルブ及び排気バルブの少なくとも一方についてそのバルブ開閉態様を可変とする可変動弁機構と、前記機関の排気通路に設けられて排気のエネルギーにより回転するタービンと吸気通路に設けられて前記タービンの回転に伴い回転するコンプレッサとを有する過給機とを備える内燃機関に適用されて、排気の一部を前記吸気通路に導入する内燃機関の排気再循環装置において、前記機関の運転状態に応じて前記吸気通路に導入する目標EGR量を設定する目標EGR量設定手段と、前記吸気通路の前記コンプレッサよりも上流側と前記排気通路とを連通する上流側EGR通路と、前記吸気通路の前記コンプレッサよりも下流側と前記排気通路とを連通する下流側EGR通路と、前記目標EGR量設定手段により設定された目標EGR量が得られるように、前記上流側EGR通路を通じて前記吸気通路に導入する上流側EGR量および前記下流側EGR通路を通じて前記吸気通路に導入する下流側EGR量を前記可変動弁機構による前記

10

20

【0008】

上記構成によれば、吸気通路のコンプレッサよりも上流側と排気通路とを連通する上流側EGR通路と、吸気通路のコンプレッサよりも下流側と排気通路とを連通する下流側EGR通路と、目標EGR設定手段により設定された目標EGR量が得られるように、上流側EGR通路を通じて吸気通路に導入する上流側EGR量および下流側EGR通路を通じて吸気通路に導入する下流側EGR量を可変動弁機構によるバルブ開閉態様に基づき調整する調整手段とを備えるため、可変動弁機構と過給機とを備えた内燃機関に適用される排気再循環装置において、過給機汚染、特にコンプレッサの汚染を抑制するとともに、適切なEGR量を確保することができるようになる。

30

【0009】

例えば、過給機による過給効率が同様であっても、可変動弁機構によるバルブ開閉態様に基づきコンプレッサよりも下流側の吸気通路内の圧力が低下する場合がある。このような場合には、下流側EGR量を増加させて過給機の汚染を抑制するようにする。これに対して、可変動弁機構によるバルブ開閉態様に基づきコンプレッサよりも下流側の吸気通路内の圧力が上昇する場合には、上流側EGR量を増加させて適切なEGR量が確保できるようにする。なお、上流側EGR量および下流側EGR量を調整する調整手段は、上流側EGR通路と下流側EGR通路とに流通するEGRガスの割合および量を共に調整する単独の弁であってもよいし、上流側EGR通路と下流側EGR通路とに流通するEGRガスの割合を調整する弁とEGRガスの量を調整する弁との組合せからなるものであってもよい。

40

【0010】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の内燃機関の排気再循環装置において、前記吸気通路において前記上流側EGR通路が接続する部分の吸気圧力を検知する上流側吸気圧力検知手段を更に備え、前記調整手段は、前記上流側吸気圧力検知手段により検知される吸気圧力に基づき前記上流側EGR量および前記下流側EGR量を更に調整することを要旨とする。

【0011】

上記構成によれば、吸気通路において上流側EGR通路が接続する部分の吸気圧力を検知する上流側吸気圧力検知手段を更に備え、上流側吸気圧力検知手段により検知される吸

50

気圧力に基づき上流側 E G R 量および下流側 E G R 量を更に調整するため、過給機の汚染抑制と適切な E G R 量の確保が、より効果的にできるようになる。

【 0 0 1 2 】

請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の排気再循環装置において、前記吸気通路において前記下流側 E G R 通路が接続する部分の吸気圧力を検知する下流側吸気圧力検知手段を更に備え、前記調整手段は、前記下流側吸気圧力検知手段により検知される吸気圧力に基づき前記上流側 E G R 量および前記下流側 E G R 量を更に調整することを要旨とする。

【 0 0 1 3 】

上記構成によれば、吸気通路において下流側 E G R 通路が接続する部分の吸気圧力を検知する下流側吸気圧力検知手段を更に備え、下流側吸気圧力検知手段により検知される吸気圧力に基づき上流側 E G R 量および下流側 E G R 量を更に調整するため、過給機の汚染抑制と適切な E G R 量の確保が、より効果的にできるようになる。

10

【 0 0 1 4 】

特に、請求項 2 の構成に上記構成を適用した場合には、吸気通路におけるコンプレッサの上流側の圧力と下流側の圧力とを考慮して上流側 E G R 量および下流側 E G R 量を調整することができるようになる。

【 0 0 1 5 】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の排気再循環装置において、前記上流側 E G R 通路および前記下流側 E G R 通路は、上流側が共通し且つ下流側が分割されてなり、前記排気通路において前記上流側 E G R 通路および前記下流側 E G R 通路の共通部分が接続する部分の排気圧力を検知する排気圧力検知手段を更に備え、前記調整手段は、前記排気圧力検知手段により検知される排気圧力に基づき前記上流側 E G R 量および前記下流側 E G R 量を更に調整することを要旨とする。

20

【 0 0 1 6 】

上記構成によれば、上流側 E G R 通路および下流側 E G R 通路は、上流側が共通し且つ下流側が分割されてなり、排気通路において上流側 E G R 通路および下流側 E G R 通路の共通部分が接続する部分の排気圧力を検知する排気圧力検知手段を更に備え、排気圧力検知手段により検知される排気圧力に基づき上流側 E G R 量および下流側 E G R 量を更に調整するため、過給機の汚染抑制と適切な E G R 量の確保が、より効果的にできるようになる。

30

【 0 0 1 7 】

特に、請求項 2 及び請求項 3 の構成を共に備える構成に上記構成を適用した場合には、上流側 E G R 通路及び下流側 E G R 通路の共通部分の接続部分における排気圧力、これら E G R 通路それぞれの下流側の接続部分における吸気圧力を考慮した上で、上流側 E G R 量および下流側 E G R 量を調整することができる。すなわち、可変動弁機構によるバルブ開閉態様に加えて、これら圧力に基づき、より適切に上流側 E G R 量および下流側 E G R 量を設定することができるようになる。

【 0 0 1 8 】

具体的には、可変動弁機構は、請求項 5 によるように、前記吸気バルブ及び前記排気バルブの少なくとも一方について、そのバルブ開閉タイミングを可変設定する機構であるようにしたり、請求項 6 によるように、前記吸気バルブ及び前記排気バルブの少なくとも一方について、そのバルブリフト量を可変設定する機構であるようにしたりすることができる。

40

【 0 0 1 9 】

請求項 7 に記載の発明は、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の排気再循環装置において、前記吸気通路において、同通路内を流通する気体を冷却するインタークーラを前記コンプレッサよりも下流側に更に備え、前記下流側 E G R 通路は、前記吸気通路の前記インタークーラよりも上流側に接続することを要旨とする。

【 0 0 2 0 】

50

上記構成によれば、吸気通路において、同通路内を流通する気体を冷却するインタークーラをコンプレッサよりも下流側に更に備え、下流側 EGR 通路は、吸気通路のインタークーラよりも上流側に接続するため、このインタークーラによって EGR 通路を通じて吸気通路に導入される排気を冷却することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、図 1 ~ 図 4 を参照して、本発明にかかる内燃機関の排気再循環装置を具体化した一実施形態について説明する。

図 1 は、本実施形態にかかる内燃機関の排気再循環装置が適用された内燃機関とその周辺構成を示す模式図である。同図に示されるように、内燃機関 10 は、同機関 10 の吸気を過給する過給機 50 と、同機関 10 の排気の一部を EGR ガスとして吸気通路 20 に導入する排気再循環装置 (EGR 装置) 40 とを備えている。

10

【0022】

内燃機関 10 は直列 4 気筒の機関であって、複数の気筒 # 1 ~ # 4 が設けられている。また、機関 10 のシリンダヘッド 11 には、各気筒 # 1 ~ # 4 の燃焼室 12 に燃料を噴射する燃料噴射弁が各気筒 # 1 ~ # 4 に対応してそれぞれ設けられている (図示略)。さらに、シリンダヘッド 11 には、吸気通路 20 を通じて供給される吸気を各気筒 # 1 ~ # 4 に分配する吸気マニホールド 21 と、各気筒 # 1 ~ # 4 の燃焼室 12 からそれぞれ排出される排気を集合させて排気通路 30 に排出する排気マニホールド 31 が取り付けられている。

20

【0023】

過給機 50 は、吸気通路 20 に設けられるコンプレッサ 51 と、排気通路 30 の排気通路に設けられて排気のエネルギにより回転するタービン 52 と、これらコンプレッサ 51 とタービン 52 とを連結する駆動軸 53 とを備えて構成されている。そして、タービン 52 の回転に伴いコンプレッサ 51 が回転することにより、吸気通路 20 内の吸気が過給される。また、この吸気通路 20 においてコンプレッサ 51 よりも下流側には、同通路 20 を流通する気体を冷却するインタークーラ 22 が設けられている。これにより、コンプレッサ 51 により過給された吸気が、インタークーラ 22 により冷却された後に吸気マニホールド 21 を介して機関 10 の各気筒 # 1 ~ # 4 の燃焼室 12 に供給される。このようにして各気筒 # 1 ~ # 4 の燃焼室 12 に供給される吸気と上記燃料噴射弁から供給される燃料との混合気が燃焼室 12 で燃焼し、燃焼後の排気が排気マニホールド 31 に排出される。

30

【0024】

内燃機関 10 のシリンダヘッド 11 には、同機関 10 の吸気バルブを開閉させる吸気カムが設けられた吸気カムシャフト 13 と、同機関 10 の排気バルブを開閉させる排気カムが設けられた排気カムシャフト 14 が回転可能に軸止されている。これら吸気カムシャフト 13 及び排気カムシャフト 14 の端部には、吸気バルブ及び排気バルブについてそのバルブ開閉タイミングを可変設定する可変バルブタイミング機構 15, 16 がそれぞれ設けられている。これら可変バルブタイミング機構 15, 16 は、機関出力軸であるクランクシャフトに対する吸気カムシャフト 13 及び排気カムシャフト 14 の相対回転位相をそれぞれ油圧によって変化させる機構であって、同機構 15, 16 の駆動を通じて吸気バルブ及び排気バルブのバルブ開閉タイミングが連続的に変更される。また、吸気カムシャフト 13 には、同カムシャフト 13 の回転位相 (吸気カム角) を検知する吸気側カム角センサ 17 が取り付けられ、排気カムシャフト 14 には、同カムシャフト 14 の回転位相 (排気カム角) を検知する排気側カム角センサ 18 が取り付けられている。

40

【0025】

EGR 装置 40 は、吸気通路 20 に EGR ガスを導入する通路として、コンプレッサ 51 よりも上流側 20U に EGR ガスを導入する上流側 EGR 通路 41 と、コンプレッサ 51 よりも下流側 20L に EGR ガスを導入する下流側 EGR 通路 42 を備える。これら上流側 EGR 通路 41 および下流側 EGR 通路 42 は、上流側が共通し且つ下流側が分割さ

50

れてなる。より詳しくは、上流側 EGR 通路 4 1 は、吸気通路 2 0 のコンプレッサ 5 1 よりも上流側 2 0 U と排気通路 3 0 のタービン 5 2 よりも上流側 3 0 U とを連通する通路であって、下流側 EGR 通路 4 2 は、吸気通路 2 0 のコンプレッサ 5 1 よりも下流側 2 0 L と排気通路 3 0 のタービン 5 2 よりも上流側 3 0 U とを連通する通路である。なお、これら EGR 通路 4 1 , 4 2 はいずれも、吸気通路 2 0 においてインタークーラ 2 2 の上流側に接続されている。また、これら上流側 EGR 通路 4 1 と下流側 EGR 通路 4 2 との分割箇所には、上流側 EGR 通路 4 1 と下流側 EGR 通路 4 2 とに流通する EGR ガスの割合および量を共に調整する EGR バルブ 4 3 が設けられている。具体的には、この EGR バルブ 4 3 は、EGR 通路 4 1 , 4 2 の分割部分（下流側）のそれぞれの開口部の開度を共に調整し得る三方弁であって、EGR 通路 4 1 , 4 2 の共通部分（上流側）を通じて供給される EGR ガスの量を調整するとともに、この EGR ガスを EGR 通路 4 1 , 4 2 の分割部分（下流側）に分配する。なお、この EGR バルブ 4 3 が調整手段としての構成に相当する。

10

20

30

40

50

#### 【0026】

吸気通路 2 0 において最上流側には、同通路 2 0 を流通する吸入空気量を検知するエアフロメータ 2 3 が取り付けられている。また、吸気通路 2 0 において上流側 EGR 通路 4 1 が接続する部分 2 0 U には、この部分 2 0 U の吸気圧力（上流側吸気圧力） $P_{in\ up}$  を検知する上流側吸気圧力センサ 2 4 が取り付けられている。この上流側吸気圧力センサ 2 4 が上流側吸気圧力検知手段に相当する。さらに、吸気通路 2 0 において下流側 EGR 通路 4 2 が接続する部分 2 0 L には、この部分 2 0 L の吸気圧力の吸気圧力（下流側吸気圧力） $P_{in\ low}$  を検知する下流側吸気圧力センサ 2 5 が取り付けられている。この下流側吸気圧力センサ 2 5 が下流側吸気圧力検知手段に相当する。

#### 【0027】

排気通路 3 0 において上流側 EGR 通路 4 1 および下流側 EGR 通路 4 2 の共通部分が接続する部分 3 0 U には、この部分 3 0 U の排気圧力  $P_{ex}$  を検知する排気圧力センサ 3 2 が取り付けられている。この排気圧力センサ 3 2 が排気圧力検知手段に相当する。

#### 【0028】

内燃機関 1 0 には、上述した各種センサの他、機関 1 0 の運転状態を把握するための各種センサが設けられている。例えば、図示しないアクセルペダルの踏み込み量を検出するアクセルペダル踏込量センサ 6 1 , 機関 1 0 のクランク角度を検出して機関回転数を検出するクランク角センサ 6 2 が設けられている。そして、検知した値に対応して各種センサからそれぞれ出力される信号は、内燃機関 1 0 の各種装置を総括的に制御する電子制御装置 6 0 に入力される。

#### 【0029】

電子制御装置 6 0 は、演算装置、駆動回路の他、各種制御の演算結果やその演算に用いられる関数マップ等を記憶する記憶装置等を備えている。そして、この電子制御装置 6 0 は、各種センサからの出力信号に基づき内燃機関 1 0 の運転状態を把握するとともに、燃料噴射弁の燃料噴射態様制御、内燃機関 1 0 の運転状態に応じた吸気バルブ及び排気バルブのバルブ開閉タイミングを調整するべく可変バルブタイミング機構 1 5 , 1 6 をそれぞれ駆動する可変バルブタイミング制御等の各種制御を実行する。

#### 【0030】

ところで、内燃機関 1 0 の運転状態と、この運転状態に応じて要求される EGR 量（要求 EGR 量）との関係については、図 2 に概念的に示されるような関係がある。

同図の点線で示す A 領域は、アイドル運転状態または低負荷運転状態に相当する領域であって、要求 EGR 量が比較的少ない領域である。また、一点鎖線で示す C 領域は、低回転高負荷運転状態から高回転運転状態に相当する領域であって、基本的には要求 EGR 量はそれほど多くないが、要求される吸入空気量が増加して吸気通路 2 0 の吸入負圧が小さくなる領域である。

#### 【0031】

そして、実線で示す B 領域は、日常の運転で比較的多く用いられるモード走行を含む領

域であって、燃費効率の向上が重要とされて要求 EGR 量が最も多くなる領域である。そして、上述した C 領域との境界領域（同図に示す斜線領域）においては、吸入空気量と EGR 量を共に確保することが要求されるが、吸入負圧が小さくなるため、EGR ガスの導入効率が低下する。そこで、電子制御装置 60 は、機関 10 に要求される EGR 量を適切に燃焼室 12 に供給するべく EGR ガス調整制御を実行する。

#### 【0032】

以下、図 3 及び図 4 を参照して、電子制御装置 60 により実行される EGR ガス調整制御について説明する。この EGR ガス調整制御が、「調整手段」としての制御に相当する。

#### 【0033】

図 3 に示すフローチャートは、電子制御装置 60 によって所定の周期をもって繰り返し実行される。この一連の処理では、まず、目標 EGR 量が設定される（ステップ S100）。この目標 EGR 量は、上述した要求 EGR 量に相当し、機関 10 の負荷（機関負荷）および機関 10 の回転数（機関回転数）に基づき、マップを参照することにより決定される。このマップは、機関負荷および機関回転数と要求 EGR 量との関係を示すマップであって、実験等に基づき予め設定されている。なお、内燃機関 10 の負荷（機関負荷）は、エアフロメータ 23 からの信号に基づき検知される吸入空気量や、アクセルペダル踏込量センサ 61 からの信号に基づき検知されるアクセルペダル踏み込み量等に基づき把握される。また、内燃機関 10 の回転数（機関回転数）は、クランク角センサ 62 からの信号に基づき検知される。本ステップにおける処理が目標 EGR 量設定手段としての処理に相当する。

#### 【0034】

次に、吸気バルブ及び排気バルブのバルブ開閉タイミングがそれぞれ把握される（ステップ S200）。具体的には、吸気側カム角センサ 17，排気側カム角センサ 18 からそれぞれ出力される信号に基づき把握される。

#### 【0035】

続いて、上流側吸気圧力  $P_{inup}$ 、下流側吸気圧力  $P_{inlow}$ 、排気圧力  $P_{ex}$  がそれぞれ把握される（ステップ S300）。具体的には、上流側吸気圧力センサ 24，下流側吸気圧力センサ 25，排気圧力センサ 32 からそれぞれ出力される信号に基づき把握される。

#### 【0036】

そして、これら把握された情報に基づき、上流側 EGR 量および下流側 EGR 量を調整する（ステップ S400）。具体的には、ステップ S100 で設定された目標 EGR 量が得られるように、上流側 EGR 量および下流側 EGR 量を、EGR バルブ 43 の開弁状態を制御することにより調整する。これにより、一連の処理を終了する。

#### 【0037】

次に、ステップ S400 において実行される処理（調整処理）について、図 4 を参照して、詳細に説明する。

この一連の処理では、まず、EGR ガスの導入効率が目標 EGR 量に対して低いか否かが判定される（ステップ S410）。ここで、EGR ガスの導入効率が目標 EGR 量に対して低いとは、現在の EGR バルブ 43 の開弁状態が、ステップ S100 で設定された目標 EGR 量以上の EGR 量を吸気通路 20 に導入することのできる開弁状態ではないことに相当する。具体的には、ステップ S200 で把握された吸気バルブ及び排気バルブの各バルブ開閉タイミング、ステップ S300 で把握された上流側吸気圧力  $P_{inup}$ ，下流側吸気圧力  $P_{inlow}$ ，排気圧力  $P_{ex}$  に基づき、EGR ガスの導入効率が目標 EGR 量に対して低いか否かが判断される。こうした各バルブ開閉タイミング、各圧力に対応する EGR ガスの導入効率については実験等に基づき予め設定されている。

#### 【0038】

ところで、EGR ガスは吸気通路 20 の吸入負圧、すなわち吸気通路 20 内の圧力（吸気管圧力）と排気通路 30 内の圧力（排気管圧力）との差圧を利用して導入される。こ

10

20

30

40

50

で、過給機 50 による吸気の過給効率は同様であっても、吸気バルブのバルブ開閉タイミングを変化させると吸気通路 20 内の圧力が変化し、一方、排気バルブのバルブ開閉タイミングを変化させると排気通路 30 内の圧力が変化する。例えば、内燃機関 10 の燃費性能の向上を図るべく、吸気バルブの開弁タイミングを大幅に進角したり、或いは吸気バルブの開弁タイミングを大幅に遅角したりすることで実質的に吸入容積よりも膨張容積の方を大きくする、いわゆるアトキンソンサイクルを採用した場合にあっては、吸気通路 20 内の圧力が上昇する一方、排気通路 30 内の圧力が下降するため、吸入負圧が小さくなる。これにより、EGR ガスの導入効率が低下する。

#### 【0039】

こうした吸気バルブ及び排気バルブのバルブ開閉タイミングに加えて、上流側吸気圧力  $P_{in up}$ 、下流側吸気圧力  $P_{in low}$ 、排気圧力  $P_{ex}$  を考慮した上で EGR ガスの導入効率を算出する。すなわち、これらの圧力に基づき、吸気通路 20 及び排気通路 30 において上流側 EGR 通路 41 が連通する部分の差圧、下流側 EGR 通路 42 が連通する部分の差圧を考慮した上で、EGR ガスの導入効率を算出し、この導入効率が目標 EGR 量に対して低いか否かが判定される。

10

#### 【0040】

この判定処理を通じて EGR ガスの導入効率が目標 EGR 量に対して低い旨判定された場合には (ステップ S410: YES)、吸気通路 20 に導入する EGR 量が目標 EGR 量に達していないと判断することができるため、上流側 EGR 量の割合を高く設定する (ステップ S420)。すなわち、上流側 EGR 通路 41 を通じて吸気通路 20 のコンプレッサ 51 よりも上流側 20U に導入する上流側 EGR 量の割合を高く設定する。ここで設定される割合は、吸気通路 20 に導入される全体の EGR 量、すなわち燃焼室 12 に供給される EGR 量が目標 EGR 量に達することのできる割合が設定される。

20

#### 【0041】

なお、吸気通路 20 におけるコンプレッサ 51 の下流側 20L の圧力は、過給機 50 の作動によって上流側 20U の圧力よりも高くなる。ここで、圧力が低い方のコンプレッサ 51 の上流側 20U に導入する EGR 量、すなわち上流側 EGR 量の割合を高く設定すると EGR ガスの導入効率が向上するため、上流側 EGR 量と下流側 EGR 量とを合わせた全体の EGR 量、すなわち燃焼室 12 に供給される EGR 量が増量されるようになる。これにより、適切な EGR 量が確保できるようになる。

30

#### 【0042】

一方、EGR ガスの導入効率が目標 EGR 量に対して低くない旨判定された場合には (ステップ S410: NO)、現在の EGR バルブ 43 の開弁状態が、目標 EGR 量以上の EGR 量を吸気通路 20 に導入することのできる状態であると判断することができる。そこで、下流側 EGR 量の割合を高く設定する (ステップ S430)。すなわち、下流側 EGR 通路 42 を通じて吸気通路 20 のコンプレッサ 51 よりも下流側 20L に導入する下流側 EGR 量の割合を高く設定する。これにより、過給機 50 のコンプレッサ 51 を EGR ガスが通過することを回避し、過給機 50、特にコンプレッサ 51 の汚染を抑制することができる。ここで設定される割合は、吸気通路 20 に導入される EGR 量、すなわち燃焼室 12 に供給される全体の EGR 量が目標 EGR 量を確保することのできる割合が設定される。

40

#### 【0043】

なお、このように下流側 EGR 量の割合を高く設定することにより EGR ガスの導入効率が低下するため、上流側 EGR 量と下流側 EGR 量とを合わせた全体の EGR 量、すなわち燃焼室 12 に供給される EGR 量は減少する。ここでは、現在の EGR バルブ 43 の開弁状態が、目標 EGR 量以上の EGR 量を吸気通路 20 に導入することのできる状態であるため、全体の EGR 量を減少させたとしても目標 EGR 量を確保することができる。

#### 【0044】

そして、ステップ S420 又はステップ S430 において設定された EGR 量の割合になるように、EGR バルブを調整する (ステップ S440)。具体的には、EGR バルブ

50

43の開弁状態、すなわち上流側EGR通路41と下流側EGR通路42の共通部分、及び分割部分の各開口部の開度を適宜調整することによって、上流側EGR通路41と下流側EGR通路42とに流通するEGRガスの割合が上記設定された割合になるようにする。これにより、一連の処理を終了する。

【0045】

以上説明した実施形態によれば、以下に示す作用効果を奏することができる。

(1) 吸気通路20のコンプレッサ51よりも上流側20Uと排気通路30とを連通する上流側EGR通路41と、吸気通路20のコンプレッサ51よりも下流側20Lと排気通路30とを連通する下流側EGR通路42とを備える。そして、上流側EGR通路41を通じて吸気通路20に導入する上流側EGR量および下流側EGR通路42を通じて吸気通路20に導入する下流側EGR量を可変バルブタイミング機構15, 16による吸気バルブ及び排気バルブの各バルブ開閉タイミングに基づき目標EGR量が得られるように調整するため、可変バルブタイミング機構(可変動弁機構)と過給機50とを備える構成において、過給機50の汚染、特にコンプレッサ51の汚染を抑制するとともに、適切なEGR量を確保することができるようになる。

10

【0046】

(2) 吸気通路20において上流側EGR通路41が接続する部分20Uの吸気圧力(上流側吸気圧力)Pinupを検知する上流側吸気圧力センサ24を備え、検知される上流側吸気圧力Pinupに基づき上流側EGR量および下流側EGR量を更に調整するため、過給機50の汚染抑制と適切なEGR量の確保が、より効果的にできるようになる。

20

【0047】

(3) 吸気通路20において下流側EGR通路42が接続する部分20Lの吸気圧力(下流側吸気圧力)Pinlowを検知する下流側吸気圧力センサ25を備え、検知される下流側吸気圧力Pinlowに基づき上流側EGR量および下流側EGR量を更に調整するため、過給機50の汚染抑制と適切なEGR量の確保が、より効果的にできるようになる。さらに、吸気通路20におけるコンプレッサ51の上流側20Uの圧力である上流側吸気圧力Pinupと下流側20Lの圧力である下流側吸気圧力Pinlowとを考慮して上流側EGR量および下流側EGR量を調整することができるようになる。

【0048】

(4) 排気通路30において上流側EGR通路41および下流側EGR通路42の共通部分が接続する部分30Uの排気圧力Pexを検知する排気圧力センサ32を備え、検知される排気圧力Pexに基づき上流側EGR量および下流側EGR量を更に調整するため、過給機50の汚染抑制と適切なEGR量の確保が、より効果的にできるようになる。さらに、排気通路30において上流側EGR通路41及び下流側EGR通路42の共通部分の接続部分30Uにおける排気圧力Pex、これらEGR通路41, 42の下流側のそれぞれの接続部分20U, 20Lにおける吸気圧力(上流側吸気圧力Pinup、下流側吸気圧力Pinlow)を考慮した上で、上流側EGR量および下流側EGR量を調整することができる。すなわち、可変バルブタイミング機構15, 16によるバルブ開閉タイミングに加えて、これら圧力に基づき、より適切に上流側EGR量および下流側EGR量を設定することができるようになる。

30

40

【0049】

(5) 吸気通路20において、同通路20内を流通する気体を冷却するインタークーラ22をコンプレッサ51よりも下流側に備えるとともに、上流側EGR通路41, 下流側EGR通路42は、いずれも吸気通路20のインタークーラ22よりも上流側に接続するため、このインタークーラ22によってEGR通路41, 42を通じて吸気通路20に導入される排気を冷却することができる。

【0050】

(その他の実施形態)

なお、この発明にかかる内燃機関の排気再循環装置は、上記実施の形態にて例示した構成に限定されるものではなく、同実施の形態を適宜変更した例えば次のような形態として

50

実施することもできる。

【 0 0 5 1 】

・上記実施形態では、上流側 E G R 通路と下流側 E G R 通路とに流通する E G R ガスの割合および量を共に調整する単独の弁である E G R バルブ 4 3 を設ける例を示したが、こうした弁については、上流側 E G R 量および下流側 E G R 量を調整することのできる調整弁であればよく、この例に限られない。例えば、図 5 に示すように、上流側 E G R 通路 7 1 , 下流側 E G R 通路 7 2 に E G R バルブ 7 3 , 7 4 をそれぞれ設けるとともに、各バルブ 7 3 , 7 4 の調整を通じて、上流側 E G R 量および下流側 E G R 量を調整し、目標 E G R 量が吸気通路 2 0 に導入されるようにしてもよい。

【 0 0 5 2 】

さらに、上流側 E G R 通路と下流側 E G R 通路とに流通する E G R ガスの割合を調整する弁と E G R ガスの量を調整する弁との組合せからなるものであってもよい。こうした E G R ガスの量を調整する弁は、例えば上流側 E G R 通路と下流側 E G R 通路の共通部分に設けることができる。この場合であっても、上記 ( 1 ) ~ ( 5 ) に示す作用効果を奏することができる。

【 0 0 5 3 】

・上記実施形態では、上流側 E G R 通路 4 1 , 下流側 E G R 通路 4 2 のいずれも吸気通路 2 0 においてインタークーラ 2 2 の上流側に接続される例を示したが、上流側 E G R 通路 4 1 のみ吸気通路 2 0 においてインタークーラ 2 2 の上流側に接続される態様を採用してもよい。この場合であっても、上流側 E G R 通路 4 1 を通じて吸気通路 2 0 に導入される E G R ガスをインタークーラ 2 2 によって冷却することが可能である。

【 0 0 5 4 】

・上記過給機 5 0 は、公知の変ノズルベーン式の過給機や、タービンを迂回して排気を排出させるバイパス通路とウェストゲートバルブを備える過給機であってもよい。この場合には、こうした構成によって変化する過給機の過給効率を考慮した上で E G R ガスの導入効率を決定すればよい。

【 0 0 5 5 】

・上記実施形態では、上流側 E G R 通路 4 1 と下流側 E G R 通路 4 2 の上流側が共通している例を示したが、全体を別通路として形成してもよい。また、排気通路 3 0 における接続箇所は、タービン 5 2 の下流側に形成してもよい。ただし、これら E G R 通路において吸気通路側と排気通路側との差圧を大きくするといった観点からは、排気通路においてタービンの上流側に接続箇所を形成することが望ましい。

【 0 0 5 6 】

・上記実施形態では、吸気通路 2 0 にインタークーラ 2 2 を設ける例を示したが、インタークーラを設けない態様を採用することもできる。この場合であっても、上記 ( 1 ) ~ ( 4 ) に示す作用効果を奏することができる。

【 0 0 5 7 】

・さらに、上流側 E G R 通路と下流側 E G R 通路を流通する E G R ガスを E G R クーラにより冷却した上で吸気通路に導入する態様を採用することもできる。例えば、図 5 に示すように、E G R 装置 7 0 において上流側 E G R 通路 7 1 と下流側 E G R 通路 7 2 の共通部分に E G R クーラ 7 5 を設けるようにすることができる。

【 0 0 5 8 】

・上記実施形態では、吸気通路 2 0 を流通する吸入空気量を調整するためのスロットルバルブを設けない例を示したが、吸気通路にスロットルバルブを設けるとともに、同吸気通路に設けられる別の周辺構成を適宜変更してもよい。例えば、図 5 に示すように、吸気通路 2 0 において、同通路 2 0 を流通する吸入空気量を調整するスロットルバルブ 1 9 をコンプレッサ 5 1 の下流側に設けるとともに、下流側 E G R 通路 7 2 をこのスロットルバルブ 1 9 の下流側 2 0 0 L に接続するようにしてもよい。

【 0 0 5 9 】

・上記実施形態では、上流側吸気圧力センサ 2 4 , 下流側吸気圧力センサ 2 5 , 排気圧

10

20

30

40

50

力センサ 32 を設けるとともに、上流側吸気圧力  $P_{in up}$  , 下流側吸気圧力  $P_{in low}$  , 排気圧力  $P_{ex}$  を考慮した上で目標 EGR 量が得られるように上流側 EGR 量および下流側 EGR 量を調整する例を示した。しかし、これらセンサについては、その一部あるいは全部を適宜省略することも可能であって、例えば図 5 に示すように、これらセンサを設けない態様を採用することもできる。この場合であっても、目標 EGR 量が得られるように可変バルブタイミング機構 15 , 16 によるバルブ開閉タイミングに基づき上流側 EGR 量および下流側 EGR 量を調整することにより、上記 (1) に示す作用効果を奏することができる。

#### 【0060】

・上記実施形態では、可変動弁機構として吸気バルブ及び排気バルブのバルブ開閉タイミングを可変設定する可変バルブタイミング機構 15 , 16 を設ける例を示したが、可変動弁機構についてはこの例に限られず、吸気バルブ及び排気バルブについて、そのバルブリフト量を可変設定する可変バルブリフト量機構を設ける態様を採用することもできる。また、吸気バルブ及び排気バルブのいずれか一方にこうした可変動弁機構を設ける態様や、これら可変バルブタイミング機構と可変バルブリフト量機構をともに設ける態様を採用することもできる。この場合であっても、可変動弁機構によるバルブ開閉態様に基づき上流側 EGR 量および下流側 EGR 量を調整することにより、上記 (1) に示す作用効果に準ずる作用効果を奏することができる。

10

#### 【0061】

・なお、本発明の適用対象は、ガソリン機関およびディーゼル機関のどちらであってもよい。要するに、可変動弁機構と過給機と排気再循環装置を備える内燃機関であれば本発明を適用することができ、過給機の汚染を抑制するとともに、適切な EGR 量を確保することができるようになる。

20

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0062】

【図 1】本発明にかかる内燃機関の排気再循環装置を具体化した一実施形態について、内燃機関とその周辺構成を示す模式図。

【図 2】同実施形態における内燃機関の運転状態を領域に分けて示す概念図。

【図 3】同実施形態における EGR ガス調整制御の処理手順を示すフローチャート。

【図 4】同実施形態における上流側 EGR 量および下流側 EGR 量の調整処理についてその処理手順を示すフローチャート。

30

【図 5】本発明にかかる内燃機関の排気再循環装置を具体化した他の実施形態について、内燃機関とその周辺構成を示す模式図。

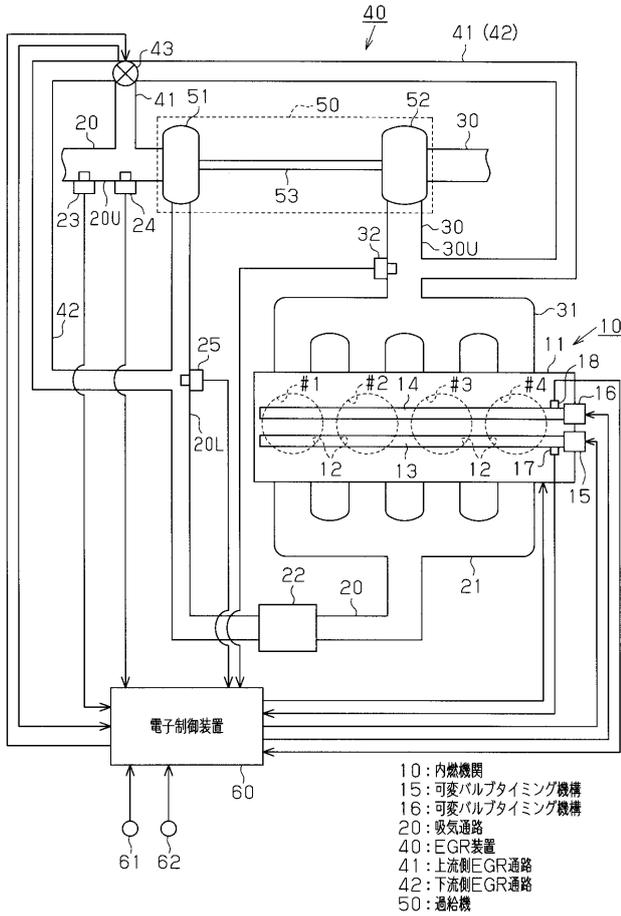
#### 【符号の説明】

#### 【0063】

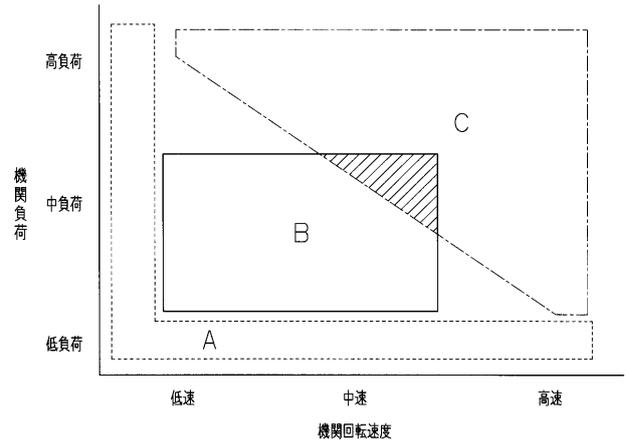
10 ... 内燃機関、# 1 ~ # 4 ... 気筒、11 ... シリンダヘッド、12 ... 燃焼室、13 ... 吸気カムシャフト、14 ... 排気カムシャフト、15 , 16 ... 可変バルブタイミング機構、17 ... 吸気側カム角センサ、18 ... 排気側カム角センサ、19 ... スロットルバルブ、20 ... 吸気通路、21 ... 吸気マニホールド、22 ... インタークーラ、23 ... エアフロメータ、24 ... 上流側吸気圧センサ、25 ... 下流側吸気圧センサ、30 ... 排気通路、31 ... 排気マニホールド、32 ... 排気圧センサ、40 , 70 ... EGR 装置、41 , 71 ... 上流側 EGR 通路、42 , 72 ... 下流側 EGR 通路、43 , 73 , 74 ... EGR バルブ、50 ... 過給機、51 ... コンプレッサ、52 ... タービン、53 ... 駆動軸、60 ... 電子制御装置、61 ... アクセル踏込量センサ、62 ... クランク角センサ。

40

【 図 1 】



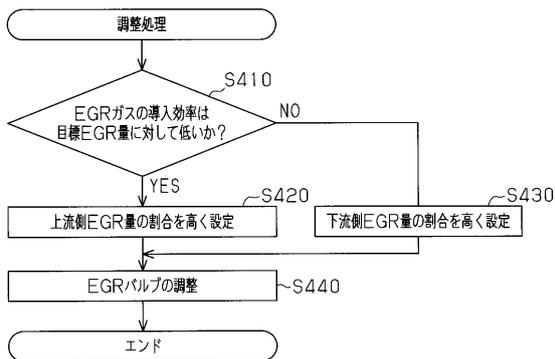
【 図 2 】



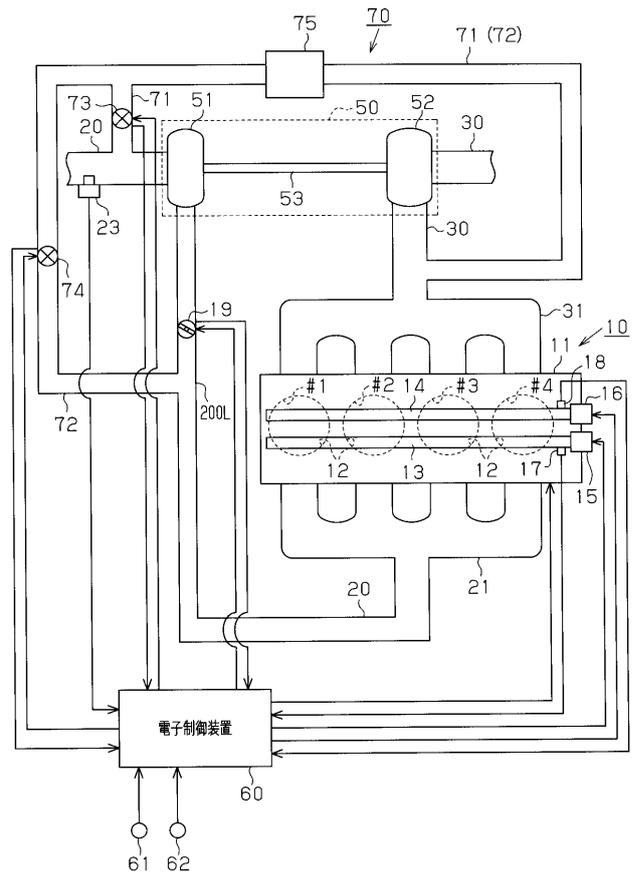
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
	F 0 2 D 13/02	J
	F 0 2 D 21/08	3 1 1 B

Fターム(参考) 3G092 AA11 AA17 AA18 BA01 DA03 DA08 DB03 DC09 DC10 EA01  
EA02 EA11 EA12 EA28 EA29 FA13 FA17 FA24 HA01Z HA05X  
HA05Z HA13X HD07X HD08Z HE03Z HF08Z