(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4553023号
(P4553023)

(45)発行日　平成22年9月29日(2010.9.29)　(24)登録日　平成22年7月23日(2010.7.23)

(51)Int.Cl.　F I
F02M 25/07 (2006.01)　F02M 25/07 580F
F02M 25/07 580E

請求項の数 12　(全 21 頁)

(21)出願番号　特願2008-74111(P2008-74111)
(22)出願日　平成20年3月21日(2008.3.21)
(65)公開番号　特開2009-228539(P2009-228539A)
(43)公開日　平成21年10月8日(2009.10.8)
審査請求日　平成21年8月31日(2009.8.31)

(73)特許権者　000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地
(74)代理人　100080045
弁理士　石黒　健二
(72)発明者　小林　高史
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内
(72)発明者　島根　修
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内
(72)発明者　橋本　考司
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】排気ガス切替弁

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
（ａ）内燃機関の排気通路および吸気通路、排気ガスクーラの入口および出口にそれぞれ接続する４つの排気ガスポートを有するハウジングと、
（ｂ）このハウジングの内部に回転自在に収容されて、前記４つの排気ガスポートにおける各排気ガスポート間の連通状態を切り替えるバルブとを備え、
前記ハウジングの内部における前記バルブの回転角度に応じて、前記内燃機関の排気ガスを前記排気ガスクーラに導入して冷却するクーラモードと前記内燃機関の排気ガスを前記排気ガスクーラより迂回させるバイパスモードとを切り替える排気ガス切替弁において、
前記４つの排気ガスポートは、前記内燃機関の排気通路に連通するガス導入ポート、前記内燃機関の吸気通路に連通するガス導出ポート、前記排気ガスクーラの入口に連通するクーラ入口ポート、および前記排気ガスクーラの出口に連通するクーラ出口ポートであり、
前記バルブは、前記ハウジングに軸支される回転軸、およびこの回転軸の両側にそれぞれ設けられる２つの第１、第２板状体を有し、
前記ハウジングは、前記ガス導入ポートと前記クーラ入口ポートとを連通する第１ガス流路、前記クーラ出口ポートと前記ガス導出ポートとを連通する第２ガス流路、前記排気ガスクーラに結合する結合部、および前記クーラ入口ポートと前記クーラ出口ポートとを区画する仕切り壁を有し、

前記仕切り壁は、前記結合部から前記回転軸近傍まで延伸しており、
前記バルブは、前記回転軸に支持される軸方向部を有し、
前記２つの第１、第２板状体は、前記軸方向部を境にして前記軸方向部の両側にそれぞれ設けられており、
前記２つの第１、第２板状体のうちの一方側の第１板状体は、前記クーラモード時に前記第２ガス流路側で前記仕切り壁と当接すると共に、前記クーラモード時に前記第２ガス流路側で前記仕切り壁と重なり合うオーバラップ部を有し、
前記ハウジングは、前記クーラモード時に前記２つの第１、第２板状体のうちの少なくとも他方側の第２板状体によって閉鎖される開口部を有し、
前記第１板状体と前記仕切り壁との当接位置は、前記回転軸近傍に設定されていることを特徴とする排気ガス切替弁。
【請求項２】
請求項１に記載の排気ガス切替弁において、
前記クーラモード時には、前記ハウジングの内部に前記第１ガス流路および前記第２ガス流路が形成されることを特徴とする排気ガス切替弁。
【請求項３】
請求項１または請求項２に記載の排気ガス切替弁において、
前記バルブは、前記クーラモード時に、前記ハウジングの内部を、前記第１ガス流路と前記第２ガス流路とに区画する仕切り板としての機能を有していることを特徴とする排気ガス切替弁。
【請求項４】
請求項１に記載の排気ガス切替弁において、
前記ハウジングは、前記開口部を経由して、前記ガス導入ポートと前記ガス導出ポートとを連通するバイパス流路を有していることを特徴とする排気ガス切替弁。
【請求項５】
請求項４に記載の排気ガス切替弁において、
前記バイパスモード時には、前記ハウジングの内部に少なくとも前記バイパス流路が形成されることを特徴とする排気ガス切替弁。
【請求項６】
請求項１、請求項４または請求項５のうちのいずれか１つに記載の排気ガス切替弁において、
前記２つの第１、第２板状体のうちの一方側の第１板状体は、前記クーラモード時に前記第２ガス流路側で前記仕切り壁と重なり合うオーバラップ部を有し、
前記クーラモード時には、前記仕切り壁と前記オーバラップ部とによって２重壁構造の隔壁が構成されることを特徴とする排気ガス切替弁。
【請求項７】
請求項６に記載の排気ガス切替弁において、
前記バルブは、
前記２つの第１、第２板状体のうちの一方側の第１板状体と前記オーバラップ部との面積比を、
１０：９～１０：１０としたことを特徴とする排気ガス切替弁。
【請求項８】
請求項１に記載の排気ガス切替弁において、
前記仕切り壁は、前記当接位置に、前記第１板状体に向けて突出する突起を有し、
前記突起は、前記クーラモード時に前記第１板状体が着座する弁座を構成することを特徴とする排気ガス切替弁。
【請求項９】
請求項１、請求項５ないし請求項８のいずれか１つに記載の排気ガス切替弁において、
前記バルブは、
前記２つの第１、第２板状体のうちの一方側の第１板状体と前記２つの第１、第２板状

体のうちの他方側の第２板状体との面積比を、
１０：２～１０：１０としたことを特徴とする排気ガス切替弁。
【請求項１０】
請求項１、請求項５ないし請求項９のうちのいずれか１つに記載の排気ガス切替弁において、
前記バルブは、
前記２つの第１、第２板状体のうちの一方側の第１板状体の面積と前記２つの第１、第２板状体のうちの他方側の第２板状体の面積とを等しくしたことを特徴とする排気ガス切替弁。
【請求項１１】
請求項１、請求項５ないし請求項１０のうちのいずれか１つに記載の排気ガス切替弁において、
前記ハウジングは、前記クーラモード時に前記２つの第１、第２板状体のうちの少なくとも他方側の第２板状体によって閉鎖される開口部、および前記回転軸を軸支するハウジング壁部を有し、
前記バルブは、前記クーラモード時に前記開口部を閉鎖するクールド位置に設定され、
前記ハウジング壁部は、前記バルブが前記クールド位置以外の回転角度に設定されている際に、前記バルブとの間に隙間を形成する溝を有していることを特徴とする排気ガス切替弁。
【請求項１２】
請求項１ないし請求項１１のうちのいずれか１つに記載の排気ガス切替弁において、
前記排気ガスクーラは、内部にＵ字状の排気ガス流路が形成されたケーシングを有し、
前記ケーシングは、前記排気ガスクーラの入口および出口が、前記ハウジングの結合部に結合するハウジング取付面上で隣設して開口していることを特徴とする排気ガス切替弁。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、内燃機関の排気ガスを排気通路から吸気通路に還流させる排気ガス還流装置に組み込まれる排気ガス切替弁に関するもので、特に内燃機関の排気ガスを、排気ガスクーラを通過させるクールド（クーラ）モードと、内燃機関の排気ガスを、排気ガスクーラを迂回させるホット（バイパス）モードとに切り替える排気ガス切替弁に係わる。
【背景技術】
【０００２】
［従来の技術］
従来より、内燃機関の排気ガスを排気通路から吸気通路に還流させる排気ガス還流装置（ＥＧＲシステム）が知られている。このＥＧＲシステムは、排気通路から吸気通路に排気ガス（ＥＧＲガス）を還流させる排気ガス還流管（ＥＧＲパイプ）の途中に、水冷式の排気ガスクーラ（ＥＧＲクーラ）を設置している。これにより、内燃機関の出力を低下させることなく、内燃機関の燃焼温度を低下させて、排気ガス中に含まれる有害物質（例えばＮＯｘ）の発生量を低減することができる。
【０００３】
また、ＥＧＲクーラ付きのＥＧＲシステムは、エンジン始動時や冬季等の冷却水の温度が低い時の燃焼改善を目的として、ＥＧＲガスをＥＧＲクーラより迂回させて吸気通路に還流させるようにしている。このようなＥＧＲシステムには、図６に示したように、内燃機関の排気通路から吸気通路に還流するＥＧＲガスを冷却するＥＧＲクーラ１０１と、内燃機関のエミッション性能の向上や燃焼状態を安定化させるために、クーラモードとバイパスモードとに切り替える排気ガス切替弁１０２とを備えた排気ガス冷却装置が設置されている（例えば、特許文献１参照）。
ここで、ＥＧＲクーラ１０１の内部には、平行な２本の流路群１１１、１１３を中間タ

ンク部１１２で繋いだU字状の排気ガス流路が形成されている。また、ＥＧＲクーラ１０１の入口および出口は、同一の方向で、つまりＥＧＲクーラ１０１のハウジング取付面上で開口している。

【０００４】

一方、排気ガス切替弁１０２は、４つの排気ガスポートを有するハウジング１０３と、このハウジング１０３の内部に回転自在に収容されて、４つの排気ガスポートにおける各排気ガスポート間の連通状態を切り替えるバルブ１０４とを備えている。

ここで、４つの排気ガスポートは、内燃機関の排気通路に連通するＥＧＲガス導入ポート１２１、ＥＧＲクーラ１０１の入口に連通するクーラ入口ポート１２２、ＥＧＲクーラ１０１の出口に連通するクーラ出口ポート１２３、および内燃機関の吸気通路に連通するＥＧＲガス導出ポート１２４等よりなる。

また、ハウジング１０３は、ハウジング１０３の内部と外部とを区画するハウジング外壁部に、バルブ１０４の回転軸１０５を軸支する軸受け部を有している。

また、バルブ１０４は、回転軸１０５よりも一方側にのみバルブ板状体を有する片持ち式のバルブが使用されている。

【０００５】

ここで、クーラモード時には、図６に示したように、ＥＧＲガス導入ポート１２１とクーラ入口ポート１２２とを連通する第１ＥＧＲガス流路１３１、およびクーラ出口ポート１２３とＥＧＲガス導出ポート１２４とを連通する第２ＥＧＲガス流路１３２が、ハウジング１０３の内部に形成される。これにより、温度の低いＥＧＲガスが必要な運転状態（内燃機関の運転状態）において、ハウジング１０３の内部（流路）をクーラモードに切り替えることで、ＥＧＲクーラ１０１を通過する際に冷却水と熱交換して所定のガス温度以下となるように冷却された低温のＥＧＲガス（クールドＥＧＲガス）を吸気通路に還流させることができる。

また、バイパスモード時には、ＥＧＲガス導入ポート１２１とＥＧＲガス導出ポート１２４とを連通するバイパス流路１３３が、ハウジング１０３の内部に形成される。これにより、温度の高いＥＧＲガスが必要な運転状態（内燃機関の運転状態）において、ハウジング１０３の内部（流路）をバイパスモードに切り替えることで、ＥＧＲクーラ１０１を通過しない高温のＥＧＲガス（ホットＥＧＲガス）を吸気通路に還流させることができる。

【０００６】

［従来の技術の不具合］

ところが、従来公知（特許文献１に記載）の排気ガス切替弁１０２においては、あらゆる温度条件にて安定的に開閉作動を行なうと共に、組み立ての誤差を吸収するために、ハウジング１０３における回転軸１０５の両端部を軸支する上下のハウジング壁部とバルブ１０４の上下の側面との間に隙間（バルブクリアランス、排気ガス切替弁１０２のクリアランス）が設けられている。

そして、クーラモード時には、バルブ１０４の板厚方向の両端面および隙間に、ＥＧＲクーラ１０１の前後差圧が加わる。このＥＧＲクーラ１０１の前後差圧によって、第１ＥＧＲガス流路１３１を流れるホットＥＧＲガスが、排気ガス切替弁１０２のクリアランスを通って、第２ＥＧＲガス流路１３２側に漏れ出してしまう。

【０００７】

すなわち、ホットＥＧＲガスが第２ＥＧＲガス流路１３２側に漏れることで、ＥＧＲクーラ１０１で十分冷却されたクールドＥＧＲガスにホットＥＧＲガスが混ざり、ハウジング１０３のＥＧＲガス導出ポート１２４より吸気通路に流出するクールドＥＧＲガスの温度が上昇してしまう。したがって、ＥＧＲガス冷却装置におけるＥＧＲガスの冷却効率が低下するため、エミッション性能が低下してしまうという問題が生じる。

そこで、クーラモード時における排気ガス切替弁１０２のクリアランスから第２ＥＧＲガス流路１３２側への弁洩れによるＥＧＲガス温度の上昇を抑える弁洩れ低減対策として、排気ガス切替弁１０２のクリアランスを小さくすることが考えられるが、それぞれの部

品公差や線膨張係数の違いによるクリアランス変化を考慮すると、排気ガス切替弁１０２のクリアランスを小さくすることは簡単ではなく、限界がある。

【０００８】

ここで、排気ガス切替弁１０２のバルブ１０４は、燃焼残滓や煤等の排気微粒子が含まれているＥＧＲガスが流れるＥＧＲガス流路内に収容されている。このため、燃焼残滓や煤等の排気微粒子が粘着質を持ったデポジット（特にＥＧＲクーラ１０１で冷却される低温側の方が、高温側に比べて粘着質を持ったデポジットになり易い）となって、ハウジング１０３における回転軸１０５の両端部を軸支する上下のハウジング壁部の通路壁面に付着して堆積する場合がある。

この場合、排気ガス切替弁１０２をクーラモードからバイパスモードに切り替える際に、バルブ１０４が粘着質を持ったデポジットに引っ掛かり、バルブ１０４の動きが妨げられて、バルブ１０４が作動不良となるという問題が生じる。

特に、バルブ１０４の作動範囲全体に渡って排気ガス切替弁１０２のクリアランスを小さくすると、バルブ１０４が粘着質を持ったデポジットに引っ掛かり易くなる。このため、排気ガス切替弁１０２のクリアランスを単純に小さくすることは困難である。

【特許文献１】国際公開第２００６／０８４８６７号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００９】

本発明の目的は、クーラモード時における排気ガスの温度上昇を抑えることで、エミッション性能の低下を抑制することのできる排気ガス切替弁を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

請求項１に記載の発明によれば、内燃機関の排気通路および吸気通路、排気ガスクーラの入口および出口にそれぞれ接続する４つの排気ガスポートを有するハウジングと、このハウジングに軸支される回転軸を有し、４つの排気ガスポートにおける各排気ガスポート間の連通状態を切り替えるバルブとを備えた排気ガス切替弁において、クーラ入口ポートとクーラ出口ポートとを区画する仕切り壁が、排気ガスクーラに結合する結合部からバルブの回転軸近傍まで延伸しているので、バルブの片側（２つの第１、第２板状体のうちの一方側の板状体寄り）の排気ガスの漏れ量、つまりクーラモード時における、第１ガス流路から（開口部を通って）第２ガス流路側に漏れる高温の排気ガスの漏れ量（クーラモード時における弁洩れ量）を減少（低減）することができる。

これによって、クーラモード時におけるガス導出ポートより流出する排気ガスの温度上昇、また、排気ガスクーラで冷却された低温の排気ガスの温度上昇、すなわち、クールド（クーラ）モード時におけるクールドＥＧＲガスの温度上昇を抑えることができるので、エミッション性能の低下を抑制することが可能となる。

また、バルブは、ハウジングに軸支される回転軸、この回転軸に支持される軸方向部、およびこの軸方向部を境にして軸方向部の両側にそれぞれ設けられる２つの第１、第２板状体を有している。

また、２つの第１、第２板状体のうちの一方側の第１板状体（バルブの片側）は、クーラモード時にハウジングの仕切り壁と第２ガス流路側で重なり合うオーバラップ部を有している。そして、ハウジングは、クーラモード時に２つの第１、第２板状体のうちの少なくとも他方側の第２板状体（バルブの片側に対して逆側）によって閉鎖される開口部を有している。

また、２つの第１、第２板状体のうち一方側の第１板状体は、クーラモード時にハウジングの仕切り壁と第２ガス流路側で当接するように構成されている。これによって、バルブを構成する２つの第１、第２板状体のうち一方側の第１板状体とハウジングの仕切り壁とが当接するので、バルブの第１板状体とハウジングの仕切り壁とが当接しないものと比べて、２つの第１、第２板状体のうち一方側の第１板状体（バルブの片側）の排気ガスの漏れ、つまりクーラモード時における、第１ガス流路から第２ガス流路側に漏れる高温の

排気ガスの漏れを更に減少することができる。

【００１１】

また、ハウジングは、ガス導入ポートとクーラ入口ポートとを連通する第１ガス流路、およびクーラ出口ポートとガス導出ポートとを連通する第２ガス流路を有している。

また、２つの第１、第２板状体のうち一方側の第１板状体とハウジングの仕切り壁との当接位置は、バルブの回転軸近傍に設定されている。

この請求項１に記載の発明によれば、２つの第１、第２板状体のうち一方側の第１板状体とハウジングの仕切り壁との当接位置が、バルブの回転軸近傍となっているので、クーラモード時における、２つの第１、第２板状体のうち一方側の第１板状体（バルブの片側）の排気ガスの漏れ、つまりクーラモード時における、第１ガス流路から第２ガス流路側に漏れる高温の排気ガスの漏れをほぼ無くすことができる。

請求項２に記載の発明によれば、クーラモード時には、ガス導入ポートとクーラ入口ポートとを連通する第１ガス流路、およびクーラ出口ポートとガス導出ポートとを連通する第２ガス流路がハウジングの内部に形成される。なお、第１ガス流路と第２ガス流路とは、排気ガスクーラを介して連通している。

請求項３に記載の発明によれば、バルブは、クーラモード時に、ハウジングの内部（流路）を、第１ガス流路と第２ガス流路とに区画する仕切り板としての機能を有している。

【００１２】

請求項１ないし請求項３に記載の発明によれば、（例えばバルブがクールド位置に対応した回転角度に設定される）クーラモード時には、内燃機関の排気通路からガス導入ポートを経てハウジングの内部（第１ガス流路）に流入した排気ガスが、クーラ入口ポートから排気ガスクーラの内部に導入されて冷却される。そして、排気ガスクーラの出口からクーラ出口ポートを経てハウジングの内部（第２ガス流路）に流入した排気ガスが、ガス導出ポートから流出する。これにより、内燃機関の吸気通路に還流する排気ガスを排気ガスクーラで冷却できるので、排気ガスの内燃機関への充填効率が高まり、エミッション性能を向上することができる。

【００１４】

請求項４に記載の発明によれば、ハウジングは、開口部を経由して、ガス導入ポートとガス導出ポートとを連通するバイパス流路を有している。

請求項５に記載の発明によれば、バイパスモード時には、少なくともバイパス流路がハウジングの内部に形成される。

なお、バルブを構成する２つの第１、第２板状体は、バイパスモード時に、ハウジングの内部（流路）を、バイパス流路とクーラ入口ポートおよびクーラ出口ポートとに区画する仕切り板としての機能を有していても良い。

【００１５】

請求項１、請求項４または請求項５に記載の発明によれば、（例えばバルブがホット位置に対応した回転角度に設定される）バイパスモード時には、内燃機関の排気通路からガス導入ポートを経てハウジングの内部（バイパス流路）に流入した排気ガスが、排気ガスクーラを迂回して（開口部を経由して）ガス導出ポートから流出する。これにより、内燃機関の吸気通路に還流する排気ガスを排気ガスクーラよりバイパスさせることができるので、内燃機関に供給される吸入空気への十分な暖気効果を得ることができ、内燃機関の燃焼状態が安定し、エミッション性能の悪化を防止することができる。

【００１６】

請求項６に記載の発明によれば、２つの第１、第２板状体のうちの一方側の第１板状体は、クーラモード時にハウジングの仕切り壁と第２ガス流路側で重なり合うオーバラップ部を有している。そして、クーラモード時には、ハウジングの仕切り壁と第１板状体のオーバラップ部とによって２重壁構造の隔壁（クーラ入口ポートとクーラ出口ポートとを仕切る隔壁）が構成される。

請求項７に記載の発明によれば、バルブを構成する２つの第１、第２板状体のうち一方側の第１板状体とオーバラップ部との面積比を、１０：９～１０：１０としたことにより

、クーラモード時にハウジングの仕切り壁とオーバラップ部とが重なり合う面積を大きくとることができるので、２つの第１、第２板状体のうち一方側の第１板状体（バルブの片側）の排気ガスの漏れを飛躍的に減少することができる。

【００１７】

請求項８に記載の発明によれば、ハウジングの仕切り壁は、上記の当接位置に、２つの第１、第２板状体のうち一方側の第１板状体に向けて突出する突起を有している。なお、ハウジングの仕切り壁に設けられる突起は、クーラモード時に第１板状体が着座する弁座を構成する。

また、２つの第１、第２板状体のうち一方側の第１板状体とハウジングの仕切り壁との当接位置が、バルブの回転軸近傍となっているので、バルブの片側の排気ガスの漏れをほぼ無くすことができる。

【００１８】

請求項９に記載の発明によれば、バルブは、２つの第１、第２板状体のうち一方側の第１板状体と２つの第１、第２板状体のうち他方側の第２板状体との面積比を、１０：２～１０：１０とした。

請求項１０に記載の発明によれば、バルブは、２つの第１、第２板状体のうち一方側の第１板状体の面積と２つの第１、第２板状体のうち他方側の第２板状体の面積とを等しくした。

【００１９】

請求項９および請求項１０に記載の発明によれば、排気脈動圧を受ける受圧面積が同じか、あるいは同じになるように近づくので、排気脈動圧に対してバルブが踊り難くなる。これによって、クーラモード時における弁洩れ量（例えばＥＧＲガスが第１ガス流路からバルブと開口部とのクリアランスを通って第２ガス流路側に漏れる高温のＥＧＲガスの漏れ量）を低減することができる。

したがって、クーラモード時におけるガス導出ポートより流出する排気ガスの温度上昇、また、排気ガスクーラで冷却された低温の排気ガスの温度上昇、すなわち、クールド（クーラ）モード時におけるクールドＥＧＲガスの温度上昇を抑えることができるので、エミッション性能の低下を抑制することが可能となる。

【００２０】

請求項１１に記載の発明によれば、ハウジングは、クーラモード時に２つの第１、第２板状体のうちの少なくとも他方側の第２板状体によって閉鎖される開口部、およびバルブの回転軸を軸支するハウジング壁部を有している。そして、バルブは、クーラモード時に開口部を閉鎖するクールド位置に設定される。また、ハウジング壁部は、バルブがクールド位置以外の回転角度に設定されている際に、バルブとの間に隙間を形成する溝を有している。これによって、燃焼残滓や煤等の排気微粒子が粘着質を持ったデポジットとなって、ハウジングにおける回転軸を軸支するハウジング壁部の通路壁面に付着して堆積した場合であっても、バルブの側面とハウジング壁部の溝底面との間に大きな隙間を形成でき、その溝内（隙間内）に粘着質を持ったデポジットを大量に貯留できるので、排気ガス切替弁をクーラモードからバイパスモードに切り替える際に、バルブが、粘着質を持ったデポジットに引っ掛かり難くなる。これにより、バルブの作動不良を抑止することができる。

請求項１２に記載の発明によれば、排気ガスクーラは、内部にＵ字状の排気ガス流路が形成されたケーシングを有している。そして、ケーシングは、排気ガスクーラの入口および出口が、ハウジングの結合部に結合するハウジング取付面上で隣設して開口している。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２１】

本発明を実施するための最良の形態は、クーラモード時における高温の排気ガスの漏れによる排気ガスの温度上昇を抑えるという目的を、クーラ入口ポートとクーラ出口ポートとを区画する仕切り壁を、ハウジングの結合部からバルブの回転軸近傍に至るまで延伸し、２つの第１、第２板状体のうちの一方側の第１板状体（バルブの片側）は、クーラモード時に第２ガス流路側でハウジングの仕切り壁と当接すると共に、クーラモード時にハウ

ジングの仕切り壁と第２ガス流路側で重なり合うオーバラップ部を有し、第１板状体と仕切り壁との当接位置が、回転軸近傍に設定されていることで実現した。

【実施例１】

【００２２】

［実施例１の構成］

図１ないし図４は本発明の実施例１を示したもので、図１はＥＧＲクーラモジュール（排気ガス冷却装置）を示した図である。

【００２３】

本実施例の内燃機関の排気ガス還流装置（ＥＧＲシステム）は、例えばディーゼルエンジン等の内燃機関（以下エンジンと言う）の排気ガスの一部（以下ＥＧＲガスと呼ぶ）を排気通路から吸気通路に還流させる排気ガス還流管（ＥＧＲパイプ）と、このＥＧＲパイプの途中に設置されたＥＧＲクーラモジュールとを備えている。

このＥＧＲクーラモジュールは、排気通路から吸気通路に還流するＥＧＲガスを冷却する排気ガス冷却装置（ＥＧＲガス冷却装置）、および排気通路から吸気通路に還流するＥＧＲガスの流量および温度を制御する排気ガス制御装置（ＥＧＲガス制御装置）を含んで構成されている。

【００２４】

ＥＧＲクーラモジュールは、ＥＧＲガスの流量を制御する第１排気ガス制御弁（ＥＧＲガス流量制御弁：以下ＥＧＲＶと呼ぶ）のハウジング１と、ＥＧＲガスの温度を制御する第２排気ガス制御弁（ＥＧＲガス温度制御弁：以下排気ガス切替弁と呼ぶ）のハウジング２と、排気ガスクーラとしてのＥＧＲクーラ３とを結合一体化したものである。

ＥＧＲＶのハウジング１の内部には、図２および図３に示したように、１つのＥＧＲガス流路１６が形成されている。また、排気ガス切替弁のハウジング２の内部には、図２に示したように、クーラモードとしてのクールド（Ｃｏｏｌｅｄ）モード時に２つの第１、第２ＥＧＲガス流路２１、２２が形成される。また、ハウジング２の内部には、図３に示したように、バイパスモードとしてのホット（Ｈｏｔ）モード時にバイパス流路２３が形成される。

【００２５】

ここで、排気ガス流路（２つの第１、第２ＥＧＲガス流路２１、２２）は、排気通路からハウジング２の内部に流入したＥＧＲガスを、ＥＧＲクーラ３を経由（通過）させて吸気通路に還流させるメイン流路（メインルート）である。

また、排気ガス流路（バイパス流路２３）は、排気通路からハウジング２の内部に流入したＥＧＲガスを、ＥＧＲクーラ３をバイパス（迂回）させて吸気通路に還流させるバイパス流路（バイパスルート）である。

【００２６】

ＥＧＲＶとは、ハウジング１の内部に形成される排気ガス流路（ＥＧＲガス流路１６）を流れるＥＧＲガスの流量を制御する排気ガス流量制御弁のことである。

本実施例のＥＧＲＶは、排気ガス切替弁のハウジング２に対して別体で形成されたハウジング１に設置（搭載）されており、ハウジング１の排気ガス流路（特にＥＧＲガス流路１６）に挿入された第１バルブ（ＥＧＲガス流量制御バルブ：以下ＥＧＲ制御バルブと呼ぶ）４を備えている。

このＥＧＲ制御バルブ４は、ハウジング１の上下のハウジング外壁部に軸支される第１回転軸（シャフト）１１に支持固定されている。また、ハウジング１には、シャフト１１を介してＥＧＲ制御バルブ４を駆動する第１アクチュエータ６が保持固定されている。

なお、第１アクチュエータ６のハウジングには、電力の供給を受けて駆動力を発生する電動モータ（例えばＤＣモータ等）、およびこの電動モータの駆動力をシャフト１１に伝達する動力伝達機構（例えば歯車減速機構等）が内蔵されている。

【００２７】

ハウジング１は、金属材料（例えば鉄系の鋳物（鋳鉄）またはアルミニウムダイカスト等）によって所定の形状に一体的に形成されている。このハウジング１は、ＥＧＲパイプ

の途中に接続されており、内部に１つのＥＧＲガス流路１６が形成されている。
ここで、ハウジング１には、円筒状の結合部１７および方形筒状の結合部１８が一体的に形成されている。
結合部１７は、排気通路側の配管であるＥＧＲパイプ（あるいはエンジンの排気管の分岐部、特にエキゾーストマニホールドの分岐部）に取り付けられる第１結合面を有している。また、結合部１８は、排気ガス切替弁のハウジング２に取り付けられる第２結合面を有している。また、ハウジング１には、エンジンのウォータージャケットから、ＥＧＲガス流路１６の周囲に形成される第１冷却水流路内にエンジン冷却水を流入させるための入口パイプ１９が接続されている。

【００２８】

排気ガス切替弁とは、ハウジング２の内部に形成される排気ガス流路（２つの第１、第２ＥＧＲガス流路２１、２２またはバイパス流路２３）を流れるＥＧＲガスの温度を制御する排気ガス温度制御弁のことである。
本実施例の排気ガス切替弁は、ハウジング２に設置（搭載）されており、ＥＧＲガスをＥＧＲクーラ３を通過させるクールド（クーラ）モードとＥＧＲガスをＥＧＲクーラ３より迂回（バイパス）させるホット（バイパス）モードとを切り替えるＥＧＲガス切替弁であって、ハウジング２の内部（ＥＧＲＶよりもＥＧＲガス流方向の下流側（ＥＧＲクーラ側））に挿入された１個のバタフライ型バルブ（４方向切替バルブ）５を備えている。
この４方向切替バルブ５は、その中央部が、ハウジング２の上下のハウジング外壁部に軸支される第２回転軸（シャフト）１２に支持固定されている。また、ハウジング２の上のハウジング外壁部には、シャフト１２を介して４方向切替バルブ５を駆動する第２アクチュエータ７が保持固定されている。

【００２９】

ここで、ハウジング２には、方形状の結合部２４、円筒状の結合部２５および方形状の結合部２６が一体的に形成されている。
結合部２４は、ハウジング１の結合部１８の第２結合面に取り付けられる第１結合面を有している。また、結合部２５は、バルブ収容室よりもＥＧＲガス流方向の下流側に、吸気通路側の配管であるＥＧＲパイプ（あるいはエンジンの吸気管の合流部、特にインテークマニホールドの合流部）に取り付けられる第２結合面を有している。また、結合部２５には、締結ボルトが捩じ込まれる複数のネジ孔が形成されている。また、結合部２６は、ＥＧＲクーラ３の結合部２７のハウジング取付面に取り付けられるクーラ取付面を有している。
また、ハウジング２には、ハウジング１の内部（第１冷却水流路）からハウジング２の内部（第２冷却水流路）に流入したエンジン冷却水を、ＥＧＲクーラ３に送り込むための中間接続パイプ２９が接続されている。
なお、排気ガス切替弁の詳細は後述する。
ここで、本実施例では、２つの第１、第２排気ガス制御弁（ＥＧＲＶ、排気ガス切替弁）によって、ＥＧＲクーラ３に結合一体化されるバルブユニットが構成されている。

【００３０】

ＥＧＲクーラ３は、エンジンのウォータージャケットから、入口パイプ１９、ハウジング１の内部（第１冷却水流路）、ハウジング２の内部（第２冷却水流路）、Ｕ字状の中間接続パイプ２９を経由して流入するエンジン冷却水とＥＧＲガスとを熱交換させることで、ＥＧＲガスを所望の排気温度以下に冷却する水冷式の排気ガスクーラで、ハウジング２のクーラ取付面に気密的に結合されている。
ＥＧＲクーラ３は、その中心軸線方向の一方側が開口した角筒状のケーシングと、内部にＥＧＲガスが流通する扁平チューブを、その板厚方向に複数積層した積層型コア部（図示せず）とを有している。なお、各扁平チューブ内には、熱交換性能を高めるためのオフセット型インナーフィンが挿入されている。そして、各扁平チューブ内には、平行な２つの流路群をＵ字部で繋いだＵ字状のＥＧＲガス流路（排気ガス流路：図示せず）が形成されている。

【００３１】
そして、ＥＧＲクーラ３の積層型コア部は、ＥＧＲクーラ３の仕切り壁によって２つの第１、第２積層型コア部に区画されている。ＥＧＲクーラ３のケーシングの内部には、第１積層型コア部のＥＧＲガス流方向の上流側に連通する入口側タンク室（ＥＧＲクーラ３の入口）、第２積層型コア部のＥＧＲガス流方向の下流側に連通する出口側タンク室（ＥＧＲクーラ３の出口）、および２つの第１、第２積層型コア部を連通する中間タンク室が形成されている。
また、ＥＧＲクーラ３は、２つの第１、第２積層型コア部を構成する複数の扁平チューブの周囲を巡るように、エンジン冷却水が循環する複数の冷却水流路を有している。
そして、ケーシングのハウジング側端部には、ハウジング２の結合部２６のクーラ取付面に結合する結合面（ハウジング取付面）を有する結合部２７が一体的に設けられている。この結合部２７には、入口側タンク室の排気ガス流入口（ＥＧＲガス流入口、ＥＧＲクーラ３の入口）および出口側タンク室の排気ガス流出口（ＥＧＲガス流出口、ＥＧＲクーラ３の出口）がハウジング取付面上で隣設して開口している。
【００３２】
そして、ＥＧＲクーラ３のケーシングには、複数の冷却水流路内にエンジン冷却水を流入させるための中間接続パイプ２９、および複数の冷却水流路内からエンジン冷却水を流出させるための出口パイプ３０が接続されている。
そして、ＥＧＲクーラ３は、ケーシングの結合部２７のハウジング取付面とハウジング２の結合部２６のクーラ取付面とを密着した状態で、複数の締結ボルトを用いて、ハウジング２のクーラ取付面に締め付けて結合（締結）されている。
また、ケーシングの結合部２７には、締結ボルトが挿通する複数のボルト孔が形成されている。
なお、ハウジング２の結合部２６のクーラ取付面とＥＧＲクーラ３の結合部２７のハウジング取付面との間に、ＥＧＲガスの外部への漏洩を防止するためのガスケットまたはパッキン等のシール材を介装しても良い。
【００３３】
次に、本実施例の排気ガス切替弁の詳細を図１ないし図３に基づいて説明する。
排気ガス切替弁は、４つの第１～第４排気ガスポート（３１～３４）に連通するバルブ収容室を有するハウジング２と、このハウジング２の内部に回転自在に収容されて、４つの第１～第４排気ガスポート（３１～３４）における各排気ガスポート間の連通状態を切り替える４方向切替バルブ５と、この４方向切替バルブ５を支持固定するシャフト１２と、電力の供給を受けて４方向切替バルブ５を駆動する動力を発生する第２アクチュエータ７とを備えている。
ハウジング２は、金属材料（例えば鉄系の鋳物（鋳鉄）またはアルミニウムダイカスト等）によって所定の形状に一体的に形成されている。このハウジング２は、ＥＧＲパイプの途中に接続されており、内部に１つの中空部（バルブ収容室）が形成されている。
【００３４】
そして、ハウジング２は、エンジンの排気通路および吸気通路、ＥＧＲクーラ３の入口側タンク室および出口側タンク室にそれぞれ接続する４つの第１～第４排気ガスポートを有している。
４つの第１～第４排気ガスポートは、エンジンの排気通路に連通するＥＧＲガス導入ポート３１、エンジンの吸気通路に連通するＥＧＲガス導出ポート３２、ＥＧＲクーラ３の入口側タンク室に連通するクーラ入口ポート３３、およびＥＧＲクーラ３の出口側タンク室に連通するクーラ出口ポート３４等によって構成されている。
ＥＧＲガス導入ポート３１は、ハウジング２の結合部２４に形成された第１結合面上で開口している。また、ＥＧＲガス導出ポート３２は、ハウジング２の結合部２５に形成された第２結合面上で開口している。クーラ入口ポート３３およびクーラ出口ポート３４は、ハウジング２の結合部２６のクーラ取付面上で隣設して開口している。
【００３５】

第１ＥＧＲガス流路２１は、図２に示したように、ＥＧＲガス導入ポート３１とクーラ入口ポート３３とを連通すると共に、エンジンの排気通路からハウジング１の内部（ＥＧＲガス流路１６）を経由してハウジング２の内部（バルブ収容室）に流入したホットＥＧＲガス（高温の排気ガス）をＥＧＲクーラ３の内部に導入する第１排気ガス流路（第１ガス流路、クーラ導入経路）である。

第２ＥＧＲガス流路２２は、図２に示したように、クーラ出口ポート３４とＥＧＲガス導出ポート３２とを連通すると共に、ＥＧＲクーラ３の出口側タンク室からハウジング２の内部（バルブ収容室）に流入したクールドＥＧＲガス（低温の排気ガス）をエンジンの吸気通路に還流させる第２排気ガス流路（第２ガス流路、クーラ導出経路）である。なお、第２ＥＧＲガス流路２２は、クーラ出口ポート３４の近傍からＥＧＲガス導出ポート３２の近傍に至るまで、クーラ出口ポート３４の中心を通る軸線（クーラ出口ポート３４の中心軸線）に対して傾斜して略直線状に真っ直ぐに延びる傾斜通路を形成している。

【００３６】

バイパス流路２３は、図３に示したように、ＥＧＲガス導入ポート３１とＥＧＲガス導出ポート３２とを連通すると共に、エンジンの排気通路からハウジング２の内部（バルブ収容室）に流入したホットＥＧＲガス（高温の排気ガス）をＥＧＲクーラ３よりバイパスさせて、エンジンの吸気通路に還流させるクーラバイパス流路（クーラバイパス経路）である。

ここで、ハウジング２は、ハウジング２の内部（バルブ収容室）とハウジング２の外部とを区画する上下のハウジング外壁部（バルブ収容室を挟んで対向する対向壁）３９を有している。これらのハウジング外壁部３９の流路壁面には、４方向切替バルブ５がクールド位置以外の回転角度に設定されている際に、４方向切替バルブ５との間に、後述する第１クリアランスよりも大きい隙間（第２クリアランス）を形成する溝（第１、第２リセス）４１、４２が設けられている。この第１、第２リセス４１、４２間には、ハウジング外壁部３９の流路壁面（第１、第２リセス４１、４２の溝底面）からバルブ収容室側に向けて突出する凸状突起４３が形成されている。

【００３７】

また、本実施例のハウジング２は、クーラ入口ポート３３とクーラ出口ポート３４とを区画する仕切り壁（ハウジング２の仕切り壁）４４を有している。この仕切り壁４４は、ハウジング２の結合部２６のクーラ取付面から、４方向切替バルブ５のシャフト１２近傍に至るまで略への字状に延伸している。また、仕切り壁４４は、ＥＧＲクーラ３の中心軸線、つまり２つの第１、第２積層型コア部を仕切る仕切り壁（ＥＧＲクーラ３の仕切り壁）と同一軸線上に配置された直線部、およびこの直線部の軸線方向に対して傾斜した傾斜部を有している。すなわち、仕切り壁４４は、その途中で、つまり直線部と傾斜部との間で、ＥＧＲクーラ３の中心軸線に対して所定の傾斜角度分だけ、第２ＥＧＲガス流路２２側に屈曲している。

また、ハウジング２の仕切り壁４４は、４方向切替バルブ５の片側との当接位置に、４方向切替バルブ５の片側に向けて突出する凸状突起４５を有している。

【００３８】

４方向切替バルブ５は、耐熱性および耐腐食性に優れたステンレス鋼等の金属材料によって形成されている。この４方向切替バルブ５は、ハウジング２のバルブ収容室の内部に回転自在に収容されている。そして、４方向切替バルブ５は、バルブ収容室内においてシャフト１２の回転軸線を中心にして回転することで、４つの排気ガスポートにおける各排気ガスポート間の連通状態を任意に切り替える。

そして、４方向切替バルブ５は、その切替位置によって、２つの第１、第２ＥＧＲガス流路２１、２２の開度とバイパス流路２３の開度とを連続的に可変調整して、２つの第１、第２ＥＧＲガス流路２１、２２を通過しＥＧＲクーラ３で冷却されたクールドＥＧＲガスの流量と、バイパス流路２３を通過しＥＧＲクーラ３をバイパスしたホットＥＧＲガスの流量との混合比率を任意に変更し、吸気通路に還流されるＥＧＲガスの温度を制御することができる。

【００３９】
そして、４方向切替バルブ５は、クールドモード時（図２参照）に、ハウジング２の内部（流路）を、第１ＥＧＲガス流路２１と第２ＥＧＲガス流路２２とに区画する仕切り板としての機能を有している。これにより、４方向切替バルブ５によって４つの排気ガスポートにおける各排気ガスポート間の連通状態を切り替えた際に、ハウジング２の内部に２つの第１、第２ＥＧＲガス流路２１、２２が形成される。
また、４方向切替バルブ５は、ホットモード時（図３参照）に、ハウジング２の内部（流路）を、バイパス流路２３とクーラ入口ポート３３およびクーラ出口ポート３４（クーラ側閉鎖空間１４）とに区画する仕切り板としての機能を有している。これにより、４方向切替バルブ５によって４つの排気ガスポートにおける各排気ガスポート間の連通状態を切り替えた際に、ハウジング２の内部にバイパス流路２３が形成される。
【００４０】
ここで、本実施例の４方向切替バルブ５は、クールドＥＧＲガスの流量が最大となる切替位置をバイパス全閉位置（クールド位置：図２参照）とし、ホットＥＧＲガスの流量が最大となる切替位置をバイパス全開位置（ホット位置：図３参照）とした時、クールド位置からホット位置に至るまでの範囲で連続的に切替可能である。なお、４方向切替バルブ５を、クールド位置とホット位置との中間開度の状態、つまりクールドＥＧＲガスとホットＥＧＲガスとをミキシングするミキシング位置に設定しても良い。
４方向切替バルブ５は、方形状のバタフライ型バルブであって、ハウジング２に軸支されるシャフト１２、このシャフト１２に支持される軸方向部（中央部）１３、およびこの軸方向部１３を境にして軸方向部１３の両側にそれぞれ設けられる２つの第１、第２バルブ板状体１４、１５を有している。
【００４１】
軸方向部１３は、シャフト１２のバルブ保持部の外周を円弧状に取り囲むように配設されて、シャフト１２のバルブ保持部の外周に溶接固定されている。
２つの第１、第２バルブ板状体１４、１５は、それぞれ方形状に形成されて、軸方向部１３の両端部から、シャフト１２の回転軸線方向に対して垂直な半径方向の両側に向けて延びている。
ここで、本実施例の４方向切替バルブ５は、軸方向部１３が４方向切替バルブ５のバルブ中央部に設けられているため、２つの第１、第２バルブ板状体１４、１５のうちの一方側の第１バルブ板状体１４と２つの第１、第２バルブ板状体１４、１５のうちの他方側の第２バルブ板状体１５との面積比を、１０：２～１０：１０としている。特に、本実施例では、第１バルブ板状体１４の面積と第２バルブ板状体１５の面積とを等しくしている。

【００４２】
なお、本実施例のハウジング２には、クールドモード時に４方向切替バルブ５の２つの第１、第２バルブ板状体１４、１５のうちの他方側（片側に対して逆側）の第２バルブ板状体１５によって閉鎖される開口部５１が形成されている。そして、４方向切替バルブ５の第２バルブ板状体１５の周囲とハウジング２の開口部５１の開口周端縁（凸状突起４３、仕切り壁４４の端縁）との間には、組み立て誤差や熱膨張係数の差に影響されることなく、ハウジング２のバルブ収容室の内部で４方向切替バルブ５が円滑に回転動作可能とするための方形環状の隙間（第１クリアランス）が形成されている。
【００４３】
ここで、本実施例の４方向切替バルブ５は、第１バルブ板状体１４に、クールドモード時にハウジング２の仕切り壁４４に当接した状態で仕切り壁４４と重なり合うオーバラップ部５２を有している。また、４方向切替バルブ５は、第１バルブ板状体１４とオーバラップ部５２との面積比を、１０：９～１０：１０としている。また、オーバラップ部５２には、クールドモード時にハウジング２の仕切り壁４４に設けられる凸状突起４５と当接する接触部５３が形成されている。
また、オーバラップ部５２の接触部５３と仕切り壁４４の凸状突起４５との当接位置は

、シャフト１２の近傍に設定されている。
　また、オーバラップ部５２の接触部５３と仕切り壁４４の凸状突起４５との当接部は、平面同士の面接触、あるいは平面とエッジとの線接触が考えられる。本実施例では、第１バルブ板状体１４における回転軸線方向に平行な方向（バルブ幅）全体に渡って、オーバラップ部５２の接触部５３と仕切り壁４４の凸状突起４５との当接部が設けられている。
　なお、ハウジング２の仕切り壁４４の流路壁面（クールドモード時に４方向切替バルブ５の片側と対向する対向面）に設けられる凸状突起４５は、クールドモード時に第１バルブ板状体１４が着座する弁座を構成する。そして、クールドモード時には、ハウジング２の仕切り壁４４と第１バルブ板状体１４のオーバラップ部５２とによって２重壁構造の隔壁（クーラ入口ポート３３とクーラ出口ポート３４とを仕切る隔壁）が構成される。
【００４４】
　排気ガス切替弁（４方向切替バルブ５）のシャフト１２は、耐熱性および耐腐食性に優れたステンレス鋼等の金属材料によって形成された円柱形状のシャフトであって、ハウジング２に形成された連通孔を貫通することで、ハウジング２の外部から内部（バルブ収容室）へと連通孔の軸線方向に沿って真っ直ぐに挿入されている。このシャフト１２の回転軸線方向の先端部（一端部）には、４方向切替バルブ５が溶接固定されている。
　第２アクチュエータ７は、大気圧よりも低い負圧が導入されると駆動力を発生する負圧作動式アクチュエータであって、その軸線方向に真っ直ぐに延びるロッド６１を有している。ロッド６１は、このロッド６１の直線運動をシャフト１２の回転運動に変換するリンクプレート（運動方向変換機構）６２に連結している。そして、リンクプレート６２に固定される円柱状のピン６３の外周には、ロッド６１の軸線方向の先端部に形成される嵌合部（内部に嵌合穴が形成された円環部）６４が係合している。また、リンクプレート６２の中心部には、プラグ６５よりハウジング２の外部に突出したシャフト１２の回転軸線方向の他端部が固定されている。
【００４５】
　第２アクチュエータ７の内部には、この内部空間を、負圧が導入される負圧室と、大気に開放された大気圧室とに気密的に区画する薄膜状のダイヤフラム（ゴム系の弾性体）、およびダイヤフラムを一方側（４方向切替バルブ５のホットモード側またはクールドモード側）に付勢するスプリング力（付勢力）を発生するスプリングが収容されている。また、第２アクチュエータ７には、図示しない電磁式また電動式の負圧制御弁を介し電動式バキュームポンプから負圧室の内部に負圧を導入するための負圧導入管が接続されている。

【００４６】
　そして、第２アクチュエータ７は、負圧制御弁を介し電動式バキュームポンプからの負圧を負圧室内に導入し、負圧室と大気圧室との圧力差を利用して、ダイヤフラムをこれ自身の板厚方向に変位させることで、ダイヤフラムに連動したロッド６１を軸線方向に変位させるように構成されている。そして、ロッド６１の軸線方向の変位がリンクプレート６２を介してシャフト１２に伝達されると、シャフト１２が所定の回転角度だけ回転する。これにより、４方向切替バルブ５のバルブ位置が変更される。
　なお、第２アクチュエータ７は、ハウジング２の上のハウジング外壁部３９に取り付けられたブラケット６６に保持固定されている。
【００４７】
　ここで、ＥＧＲＶの第１アクチュエータ６の動力源である電動モータ、排気ガス切替弁の第２アクチュエータ７の動力源である負圧を負圧室に供給する負圧制御弁および電動式バキュームポンプは、ＥＣＵによって通電制御されるように構成されている。
　ここで、ＥＣＵには、制御処理、演算処理を行うＣＰＵ、各種プログラムおよびデータを保存する記憶装置（ＲＯＭやＲＡＭ等のメモリ）、入力回路、出力回路等の機能を含んで構成される周知の構造のマイクロコンピュータが設けられている。
【００４８】
　また、ＥＣＵは、図示しないイグニッションスイッチをオン（ＩＧ・ＯＮ）すると、メ

モリ内に格納された制御プログラムに基づいて、ＥＧＲＶのＥＧＲ制御バルブ４および排気ガス切替弁の４方向切替バルブ５の弁開度を電子制御するように構成されている。なお、ＥＣＵは、イグニッションスイッチがオフ（ＩＧ・ＯＦＦ）されると、メモリ内に格納された制御プログラムに基づく上記の制御が強制的に終了されるように構成されている。そして、各種センサからのセンサ信号は、Ａ／Ｄ変換器でＡ／Ｄ変換された後に、ＥＣＵに内蔵されたマイクロコンピュータに入力されるように構成されている。そして、マイクロコンピュータには、クランク角度センサ、アクセル開度センサ、冷却水温度センサ、吸気温度センサ、ＥＧＲガス流量センサおよびＥＧＲガス温度センサ等が接続されている。

【００４９】

［実施例１の作用］

次に、本実施例のＥＧＲシステムに組み込まれるＥＧＲクーラモジュールの作用を図１ないし図３に基づいて簡単に説明する。

【００５０】

ＥＣＵは、イグニッションスイッチがオン（ＩＧ・ＯＮ）されてエンジンの運転が開始されると、ＥＧＲガス流量センサによって検出されるＥＧＲＶのバルブ開度（実ＥＧＲ量）が、エンジンの運転状態に対応して設定される制御目標値（目標ＥＧＲ量）と略一致するように、第１アクチュエータ６に内蔵された電動モータへの供給電力をフィードバック制御する。

そして、電動モータに電力が供給されると、電動モータの駆動力（モータ出力軸トルク）がシャフト１１に伝達され、ＥＧＲＶのＥＧＲ制御バルブ４がバルブ全閉位置から開弁作動方向に開弁駆動される。

【００５１】

したがって、ＥＧＲＶのＥＧＲ制御バルブ４は、スプリングの付勢力に抗して、制御目標値に相当するバルブ開度に開弁制御される。これにより、エンジンの各気筒毎の燃焼室より流出した排気ガスの一部（例えば５００℃以上の高温ＥＧＲガス：ホットＥＧＲガス）が、エンジンの排気管内に形成される排気通路から、排気通路側のＥＧＲパイプ内に形成される排気ガス還流路（ＥＧＲ通路）、ＥＧＲクーラモジュールのハウジング２の内部（第１ＥＧＲガス流路２１）、ＥＧＲクーラ３の内部（Ｕ字状のＥＧＲガス流路）、ＥＧＲクーラモジュールのハウジング２の内部（第２ＥＧＲガス流路２２）、吸気通路側のＥＧＲパイプ内に形成される排気ガス還流路（ＥＧＲ通路）を経由して、エンジンの吸気管内に形成される吸気通路に再循環（還流）される。

【００５２】

また、ＥＣＵは、エンジンの中負荷、高負荷運転時に、排気ガス切替弁の４方向切替バルブ５の切替位置がクールド位置となるように、負圧制御弁および電動式バキュームポンプを制御する。

そして、４方向切替バルブ５の切替位置がクールド位置に設定されると、ハウジング２の内部流路がクールドモードに切り替えられる。このクールドモード時には、図２に示したように、ＥＧＲガス導入ポート３１→第１ＥＧＲガス流路２１→クーラ入口ポート３３→ＥＧＲクーラ３の内部（Ｕ字状のＥＧＲガス流路：入口側タンク室→第１積層型コア部→中間タンク室→第２積層型コア部→出口側タンク室）→クーラ出口ポート３４→第２ＥＧＲガス流路２２→ＥＧＲガス導出ポート３２を経由して、エンジンの吸気通路にクールドＥＧＲガスが還流される。

【００５３】

これによって、エンジンの中負荷、高負荷運転時に、ＥＧＲクーラ３の内部を通過する際に十分に冷却されたクールドＥＧＲガス、つまりＥＧＲガス温度が低く、密度の小さいクールドＥＧＲガスが、吸気通路内で吸入空気に混入することになる。

これにより、エンジンの出力を低下させることなく、エンジンの燃焼温度を低下させて、排気ガス中に含まれる有害物質（例えば窒素酸化物：ＮＯｘ）の発生量を低減することができる。また、吸気通路に還流するＥＧＲガスをＥＧＲクーラ３で冷却することで、Ｅ

ＧＲガスのエンジンの燃焼室への充填効率を高めて、エミッション性能を向上できる。

【００５４】

また、ＥＣＵは、エンジンの冷間始動時または低負荷運転時（アイドル運転時）に、排気ガス切替弁の４方向切替バルブ５の切替位置がホット位置となるように、負圧制御弁および電動式バキュームポンプを制御する。

そして、４方向切替バルブ５の切替位置がホット位置に設定されると、ハウジング２の内部流路がホットモードに切り替えられる。このホットモード時には、図３に示したように、ＥＧＲガス導入ポート３１→バイパス流路２３（開口部５１）→ＥＧＲガス導出ポート３２を経由して、エンジンの吸気通路にホットＥＧＲガスが還流される。

これによって、エンジンの冷間始動時または低負荷運転時（アイドル運転時）に、吸入空気への十分な暖気効果を得ることができ、エンジンでの燃焼性が向上し、ハイドロカーボン（炭化水素：ＨＣ）や白煙の発生を防止することができる。

【００５５】

［実施例１の効果］

以上のように、本実施例のＥＧＲクーラモジュールの排気ガス切替弁においては、クーラ入口ポート３３とクーラ出口ポート３４とを仕切る略への字状の仕切り壁４４が、ＥＧＲクーラ３に結合する結合部２６のクーラ取付面から、４方向切替バルブ５のシャフト１２近傍に至るまで延伸している。そして、４方向切替バルブ５を構成する２つの第１、第２バルブ板状体１４、１５のうちの一方側（片側）の第１バルブ板状体（４方向切替バルブ５の片側）１４には、クールドモード時にハウジング２の仕切り壁４４と重なり合うオーバラップ部５２が設けられている。

これによって、４方向切替バルブ５を構成する２つの第１、第２バルブ板状体１４、１５のうちの一方側（片側）の第１バルブ板状体（４方向切替バルブ５の片側）１４のＥＧＲガスの漏れを減少することができる。

【００５６】

ここで、ハウジング２に仕切り壁４４および凸状突起４５を設けた排気ガス切替弁（実施例１）、ハウジング２に仕切り壁４４を設け、凸状突起４５を設けない排気ガス切替弁（比較例１）、ハウジング２に仕切り壁４４を設けない排気ガス切替弁（仕切り壁なしタイプ）の弁洩れ量ついて調査した実験について説明する。この実験は、実施例１、比較例１および仕切り壁なしタイプの弁洩れ量について調査したもので、その実験結果を図４のグラフに示した。

この図４のグラフからも確認できるように、比較例１のもの（ハウジング２の仕切り壁４４と４方向切替バルブ５のオーバラップ部５２との平面接触：仕切り壁４４有り、凸状突起４５無し）は、仕切り壁なしタイプに比べて弁洩れ量がΔβ（Ｌ／ｍｉｎ）も減少している。

また、図４のグラフからも確認できるように、実施例１のもの（４方向切替バルブ５のオーバラップ部５２に設けられる接触部５３とハウジング２の仕切り壁４４に設けられる凸状突起４５との平面接触：仕切り壁４４および凸状突起４５有り）は、仕切り壁なしタイプに比べて弁洩れ量がΔα（Ｌ／ｍｉｎ）も大幅に減少している。

なお、Δα＞Δβである。

【００５７】

よって、本実施例のＥＧＲクーラモジュールの排気ガス切替弁においては、排気ガス切替弁の４方向切替バルブ５の切替位置がクールド位置となるように設定された時、つまりクールドモード時における、第１ＥＧＲガス流路２１から第２ＥＧＲガス流路側へのホットＥＧＲガスの漏れ量（クールドモード時における弁洩れ量）を飛躍的に低減することができる。

したがって、クールドモード時における排気ガス切替弁のＥＧＲガス導出ポート３２より流出する排気ガスの温度上昇、また、ＥＧＲクーラ３で冷却された低温のクールドＥＧＲガスの温度上昇、すなわち、クールドモード時におけるクールドＥＧＲガスの温度上昇を抑えることができるので、エミッション性能の低下を抑制することが可能となる。

【００５８】
また、本実施例の４方向切替バルブ５は、第１バルブ板状体１４と第２バルブ板状体１５との面積比を、１０：２～１０：１０としている。特に、本実施例では、第１バルブ板状体１４の面積と第２バルブ板状体１５の面積とを等しくしているので、排気脈動圧を受ける受圧面積が同じになるので、排気脈動圧に対して４方向切替バルブ５が踊り難くなる。
これによって、クールドモード時における弁洩れ量（例えば第１ＥＧＲガス流路２１からクリアランス（ハウジング２におけるシャフト１２の両端部を軸支する上下のハウジング外壁部３９（開口部５１の開口周端縁）と４方向切替バルブ５の上下の側面との間に形成される隙間）を通って第２ＥＧＲガス流路２２側に漏れる高温のホットＥＧＲガスの漏れ量）を低減することができる。
したがって、クールドモード時における排気ガス切替弁のＥＧＲガス導出ポート３２より流出する排気ガスの温度上昇、また、ＥＧＲクーラ３で冷却された低温のクールドＥＧＲガスの温度上昇、すなわち、クールドモード時におけるクールドＥＧＲガスの温度上昇を抑えることができるので、エミッション性能の低下を抑制することが可能となる。
【００５９】
また、本実施例のＥＧＲクーラモジュールの排気ガス切替弁においては、２つの第１、第２バルブ板状体１４、１５のうちの一方側（片側）の第１バルブ板状体１４に、クールドモード時にハウジング２の仕切り壁４４に設けられる凸状突起４５と当接する接触部５３を設け、しかもオーバラップ部５２の接触部５３が、クールドモード時にハウジング２の仕切り壁４４の凸状突起４５と当接するように構成されており、更に、ハウジング２の仕切り壁４４に設けられる凸状突起４５と４方向切替バルブ５のオーバラップ部５２に設けられる接触部５３との当接位置がシャフト１２の近傍に設定されているので、クールドモード時における、第１ＥＧＲガス流路２１から第２ＥＧＲガス流路側へのホットＥＧＲガスの漏れをほぼ無くすことができる。
【００６０】
また、本実施例のハウジング２の上下のハウジング外壁部３９の流路壁面には、４方向切替バルブ５がクールド位置以外の回転角度に設定されている際、４方向切替バルブ５との間に、第１クリアランスよりも大きい第２クリアランスを形成する第１、第２リセス４１、４２が形成されている。
これによって、燃焼残滓や煤等の排気微粒子が粘着質を持ったデポジットとなって、ハウジング２におけるシャフト１２を軸支する上下のハウジング外壁部３９の流路壁面に付着して堆積した場合であっても、４方向切替バルブ５の側面と上下のハウジング外壁部３９の第１、第２リセス４１、４２の溝底面との間に大きな隙間を形成でき、その隙間内に粘着質を持ったデポジットを大量に貯留できるので、排気ガス切替弁をクールドモードからホットモードに切り替える際に、４方向切替バルブ５が、粘着質を持ったデポジットに引っ掛かり難くなる。これにより、４方向切替バルブ５の作動不良を抑止することができる。
【実施例２】
【００６１】
図５は本発明の実施例２を示したもので、図５は第２排気ガス制御弁（排気ガス切替弁）を示した図である。
本実施例のＥＧＲクーラモジュールの排気ガス切替弁においては、実施例１と同様に、４つの第１～第４排気ガスポート（３１～３４）に連通するバルブ収容室を有するハウジング２と、このハウジング２の内部に回転自在に収容される４方向切替バルブ５と、シャフト１２を介して、４方向切替バルブ５を駆動する第２アクチュエータ７とを備えている。
【００６２】
ここで、本実施例のハウジング２の仕切り壁４４は、４方向切替バルブ５の第１バルブ板状体１４のオーバラップ部５２に設けられる接触部５３との当接位置に、４方向切替バ

ルブ５の片側に向けて突出する凸状突起４５を有している。この凸状突起４５は、オーバラップ部５２の接触部５３に当接する当接面が平坦面（平面部）となっている。また、第１バルブ板状体１４、オーバラップ部５２および接触部５３は、ハウジング２の仕切り壁４４に対向する対向面が平坦面（平面部）となっている。

また、ハウジング２の仕切り壁４４に設けられる凸状突起４５と４方向切替バルブ５のオーバラップ部５２に設けられる接触部５３との当接位置がシャフト１２の近傍に設定されている。これにより、クールドモード時に凸状突起４５と接触部５３との面接触によって、クールドモード時における弁洩れ量をほぼ無くすことができる。

なお、ハウジング２の仕切り壁４４の流路壁面（クールドモード時に４方向切替バルブ５の片側と対向する対向面）に設けられる凸状突起４５は、クールドモード時に第１バルブ板状体１４が着座する弁座を構成する。そして、クールドモード時には、ハウジング２の仕切り壁４４と第１バルブ板状体１４のオーバラップ部５２とによって２重壁構造の隔壁（クーラ入口ポート３３とクーラ出口ポート３４とを仕切る隔壁）が構成される。

【００６３】

［変形例］

本実施例では、排気ガス切替弁の弁体である４方向切替バルブ５を駆動するアクチュエータ（第２アクチュエータ７）を、負圧制御弁および電動式バキュームポンプを備えた負圧作動式アクチュエータによって構成したが、排気ガス切替弁の４方向切替バルブ５を駆動するアクチュエータを、電動モータと動力伝達機構（例えば歯車減速機構等）とを含んで構成される電動式アクチュエータや、電磁式アクチュエータによって構成しても良い。また、排気ガス切替弁の４方向切替バルブ５を閉弁方向（バイパス流路２３を閉じる側）に付勢するスプリング等のバルブ付勢手段を、排気ガス切替弁のハウジング２の内部に設置しても良い。

【００６４】

また、ＥＧＲＶは、ＥＧＲクーラモジュールに搭載されていなくても良い。また、本実施例では、ＥＧＲＶをＥＧＲクーラ３よりもＥＧＲガス流方向の上流側に設置したが、ＥＧＲＶをＥＧＲクーラ３よりもＥＧＲガス流方向の下流側に設置しても良い。

本実施例では、本発明を、内部をＵ字状にＥＧＲガス（排気ガス）が流れるＵターンフロータイプのＥＧＲクーラ（排気ガスクーラ）３を備えたＥＧＲクーラモジュールに適用したが、本発明を、内部をＳ字状またはＩ字状にＥＧＲガス（排気ガス）が流れるタイプの排気ガスクーラを備えたＥＧＲクーラモジュールに適用しても良い。この場合には、排気ガスクーラの出口タンク部とハウジング２のクーラ出口ポート３４とを、熱交換機能を持たない排気ガス配管で接続する。

【００６５】

本実施例では、ハウジング２の仕切り壁４４に、４方向切替バルブ５のオーバラップ部５２の接触部５３に向けて突出する凸状突起４５を一体的に形成しているが、ハウジング２の仕切り壁４４に、４方向切替バルブ５のオーバラップ部５２の接触部５３に向けて突出する凸状突起４５を別体（別部品）で設けても良い。また、凸状突起４５を設けずに、ハウジング２の仕切り壁４４と４方向切替バルブ５のオーバラップ部５２（の全体または一部）とが平面接触するようにしても良い。また、クールドモード時にハウジング２の仕切り壁４４と４方向切替バルブ５のオーバラップ部５２とが平行して配されるようにして、４方向切替バルブ５のオーバラップ部５２をハウジング２の仕切り壁４４に重ね合わせ、ハウジング２の仕切り壁４４と４方向切替バルブ５のオーバラップ部５２との間に、排気ガスが通り抜け難いように迷路構造を構成しても良い。

【図面の簡単な説明】

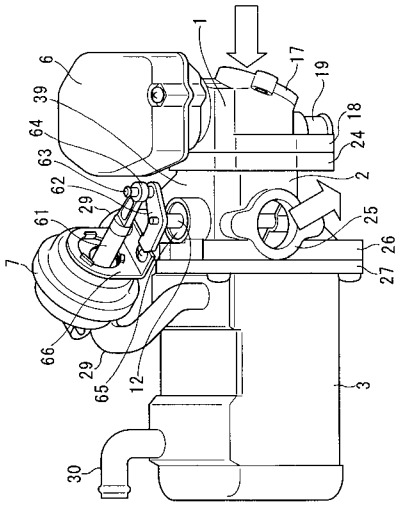
【００６６】

【図１】ＥＧＲクーラモジュール（排気ガス冷却装置）を示した斜視図である（実施例１）。

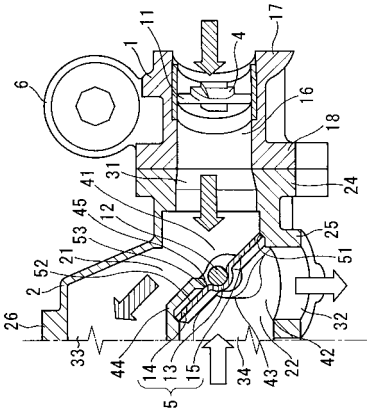
【図２】クールドモード時における排気ガス切替弁内のＥＧＲガスの流れを示した説明図である（実施例１）。

【図３】ホットモード時における排気ガス切替弁内のＥＧＲガスの流れを示した説明図である（実施例１）。
【図４】実施例１、比較例１および仕切り壁なしタイプの弁洩れ量を示した説明図である。
【図５】クールドモード時における排気ガス切替弁内のＥＧＲガスの流れを示した説明図である（実施例２）。
【図６】排気ガス冷却装置を示した断面図である（従来の技術）。
【符号の説明】
【００６７】
１　ＥＧＲＶ（第１排気ガス制御弁、ＥＧＲガス流量制御弁）のハウジング
２　排気ガス切替弁（第２排気ガス制御弁、ＥＧＲガス温度制御弁）のハウジング
３　ＥＧＲクーラ（排気ガスクーラ）
４　ＥＧＲ制御バルブ
５　４方向切替バルブ（バタフライ型バルブ）
６　第１アクチュエータ
７　第２アクチュエータ
１１　シャフト（第１回転軸）
１２　シャフト（第２回転軸）
１３　バタフライ型バルブの軸方向部
１４　バタフライ型バルブの第１バルブ板状体（２重壁構造の隔壁）
１５　バタフライ型バルブの第２バルブ板状体
２１　第１ＥＧＲガス流路（第１ガス流路）
２２　第２ＥＧＲガス流路（第２ガス流路）
２３　バイパス流路
２６　排気ガス切替弁のハウジングの結合部
３１　ＥＧＲガス導入ポート（第１排気ガスポート）
３２　ＥＧＲガス導出ポート（第２排気ガスポート）
３３　クーラ入口ポート（第３排気ガスポート）
３４　クーラ出口ポート（第４排気ガスポート）
３９　ハウジング外壁部
４４　仕切り壁（２重壁構造の隔壁）
４５　凸状突起（弁座）
５１　開口部
５２　オーバラップ部
５３　接触部

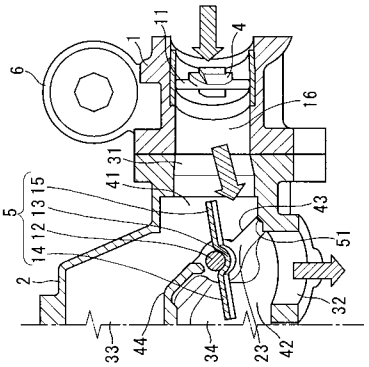
【図１】



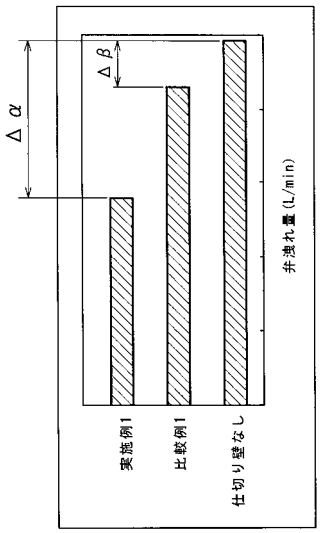
【図２】



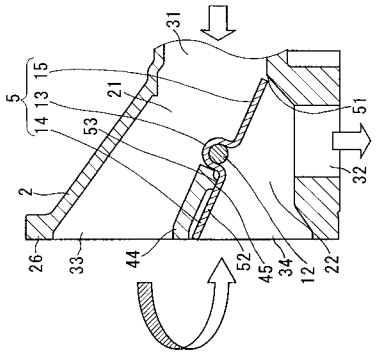
【図３】



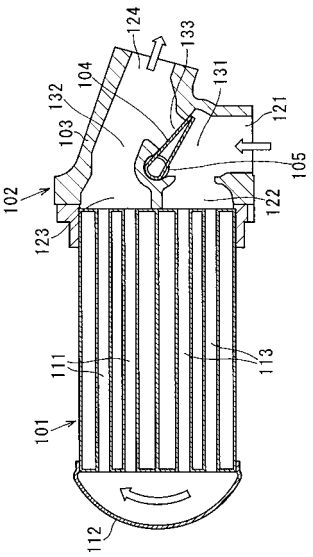
【図４】



【図５】


31
5
15
13
14
21
53
51
32
2
26
33
44
52
45
34
12
22

【図６】


124
133
104
132
131
103
121
105
102
122
123
111
113
101
112

フロントページの続き

審査官　島倉　理

(56)参考文献　特開２００７－１００５６６（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－１９０６９３（ＪＰ，Ａ）
米国特許第０６１４１９６１（ＵＳ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ０２Ｍ　２５／０７