

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6809300号
(P6809300)

(45) 発行日 令和3年1月6日(2021.1.6)

(24) 登録日 令和2年12月14日(2020.12.14)

(51) Int. Cl.	F I
FO2M 26/29 (2016.01)	FO2M 26/29 321
FO2M 26/28 (2016.01)	FO2M 26/29 301
FO2M 26/35 (2016.01)	FO2M 26/28
FO2D 21/08 (2006.01)	FO2M 26/35 A
FO1P 3/20 (2006.01)	FO2D 21/08 301Z
請求項の数 10 (全 19 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願2017-42061 (P2017-42061)
 (22) 出願日 平成29年3月6日(2017.3.6)
 (65) 公開番号 特開2018-145893 (P2018-145893A)
 (43) 公開日 平成30年9月20日(2018.9.20)
 審査請求日 令和1年7月8日(2019.7.8)

(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 100106149
 弁理士 矢作 和行
 (74) 代理人 100121991
 弁理士 野々部 泰平
 (74) 代理人 100145595
 弁理士 久保 貴則
 (72) 発明者 岡村 徹
 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 奈良 健一
 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】 排気還流装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジン(16)からの排気を前記エンジンの吸気管(17)に還流させる排気還流管(3、4)と、

前記排気還流管に接続されて、前記排気と前記エンジンの冷却に使用されるエンジン冷却水との熱交換を行う排気熱交換器(20)と、

前記エンジン冷却水を前記排気熱交換器に循環させる冷却水管(6、7)と、

前記排気熱交換器から外部への伝熱経路上に断熱層を形成する断熱材(27、127、227)とを備え、

前記排気熱交換器は、

前記排気が通過する複数のチューブ(21)と、

前記チューブが内部に収められているケーシング(30)と、

前記ケーシングの内部に設けられ、前記チューブを流れる前記排気と熱交換する前記エンジン冷却水が通過する冷却水流路(23)と、

前記ケーシングと伝熱可能に設けられ、複数の前記チューブへと前記排気を分配する入口側フランジ(25)と、

前記ケーシングと伝熱可能に設けられ、複数の前記チューブを通過した前記排気を集める出口側フランジ(125)とを備え、

前記排気還流管は、前記出口側フランジに接続するための下流フランジ(4a)を備え

前記断熱材は、前記出口側フランジと前記下流フランジとの間に設けられている出口側断熱材（１２７）であって、前記出口側フランジの接続面（１２５ｃ）の少なくとも外周縁を覆うように設けられている排気還流装置。

【請求項２】

エンジン（１６）からの排気を前記エンジンの吸気管（１７）に還流させる排気還流管（３、４）と、

前記排気還流管に接続されて、前記排気と前記エンジンの冷却に使用されるエンジン冷却水との熱交換を行う排気熱交換器（２０）と、

前記エンジン冷却水を前記排気熱交換器に循環させる冷却水管（６、７）と、

前記排気熱交換器から外部への伝熱経路上に断熱層を形成する断熱材（２７、１２７、２２７）とを備え、

前記排気熱交換器は、

前記排気が通過する複数のチューブ（２１）と、

前記チューブが内部に収められているケーシング（３０）と、

前記ケーシングの内部に設けられ、前記チューブを流れる前記排気と熱交換する前記エンジン冷却水が通過する冷却水流路（２３）と、

前記ケーシングと伝熱可能に設けられ、複数の前記チューブへと前記排気を分配する入口側フランジ（２５）と、

前記ケーシングと伝熱可能に設けられ、複数の前記チューブを通過した前記排気を集める出口側フランジ（１２５）とを備え、

前記排気還流管は、前記入口側フランジに接続するための上流フランジ（３ａ）と前記出口側フランジに接続するための下流フランジ（４ａ）とを備え、

前記断熱材は、

前記入口側フランジと前記上流フランジとの間に設けられている入口側断熱材（２７）と、

前記出口側フランジと前記下流フランジとの間に設けられている出口側断熱材（１２７）とを備え、

前記出口側断熱材は、前記入口側断熱材よりも断熱性能が高い排気還流装置。

【請求項３】

出口側断熱材は、前記出口側フランジの接続面（１２５ｃ）の少なくとも外周縁を覆うように設けられている請求項２に記載の排気還流装置。

【請求項４】

前記断熱材は、前記排気熱交換器を構成する構成部品の外面を覆うように設けられている請求項１から請求項３のいずれかに記載の排気還流装置。

【請求項５】

前記断熱材は、前記ケーシングの外面を覆うように設けられている請求項１から請求項４のいずれかに記載の排気還流装置。

【請求項６】

前記ケーシングは、前記エンジン冷却水を前記冷却水流路へ導入する水入口管（３２）を備え、

前記断熱材は、前記ケーシングの外面のうち、少なくとも前記水入口管が配設されている入口面（３０ａ）を覆うように設けられている請求項５に記載の排気還流装置。

【請求項７】

前記エンジン冷却水の温度を測定する冷却水温度センサ（６１）と、

前記冷却水温度センサよりも下流に設けられて、前記エンジン冷却水を加熱する加熱手段（５０）と、

前記冷却水温度センサに基づき、前記加熱手段による加熱を制御する制御装置（１５）と、を備えた請求項１から請求項６のいずれかに記載の排気還流装置。

【請求項８】

前記加熱手段は、前記エンジン冷却水と熱交換して蓄熱および放熱を行う蓄熱装置（５

10

20

30

40

50

0)であり、

前記蓄熱装置の温度を測定する蓄熱温度センサ(55)と、

前記蓄熱装置の入口配管と出口配管とを繋いで、前記蓄熱装置を經由せずに前記エンジン冷却水を循環させるバイパス管(62)と、

前記蓄熱装置を流れる前記エンジン冷却水の流量を調整するバルブ(63)と、を備え

前記制御装置は、前記蓄熱温度センサで測定した温度が放熱完了温度(T_{s1})よりも高い場合に、前記エンジン冷却水を前記蓄熱装置に循環させるように前記バルブの開度を制御して放熱モードを実行する請求項7に記載の排気還流装置。

【請求項9】

前記制御装置は、前記冷却水温度センサで測定した温度が蓄熱開始水温(T_{w1})よりも高い場合に、前記エンジン冷却水を前記蓄熱装置に循環させるように前記バルブの開度を制御して蓄熱モードを実行する請求項8に記載の排気還流装置。

【請求項10】

前記制御装置は、前記冷却水温度センサで測定した温度が放熱開始水温(T_{w0})よりも低い場合に、前記エンジン冷却水を前記蓄熱装置に循環させない請求項8または請求項9に記載の排気還流装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この明細書における開示は、エンジンから排出された排気の一部をエンジンの吸気側に再循環する排気還流装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

特許文献1は、排気の一部(EGRガス)を吸気側に還流して再循環する排気還流装置(EGR装置)を開示する。排気還流装置は、EGRガスを吸気側に還流する際に、EGRガスを適切な温度に制御することが求められる。排気還流装置は、EGRクーラにおいてエンジン冷却水とEGRガスとの間で熱交換を行う。エンジン冷却水の温度が低い場合は、エンジン冷却水を燃焼式ヒータで加熱して、エンジン冷却水の温度をEGRガスの露点温度以上とする。これにより、結露したEGRガスにEGRガスの成分が溶け込むことで生じる硫酸の発生を抑えられる。よって、エンジンの暖機が完了する前から排気再循環を実施することが可能であり、早期に排気還流装置による窒素酸化物の低減効果が得られる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平11-125151号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、上記の従来の排気還流装置は、エンジン冷却水の加熱に燃焼式ヒータを使用している。このため、エンジン冷却水の加熱に多くの燃料が必要であり、燃費が悪化するという問題がある。上述の観点において、または言及されていない他の観点において、排気還流装置にはさらなる改良が求められている。

【0005】

開示されるひとつの目的は、EGRガスを加熱する際に、効率的な熱交換を行うことのできる排気還流装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

ここに開示された排気還流装置は、エンジン(16)からの排気をエンジンの吸気管(

10

20

30

40

50

17)に還流させる排気還流管(3、4)と、排気還流管に接続されて、排気とエンジンの冷却に使用されるエンジン冷却水との熱交換を行う排気熱交換器(20)と、エンジン冷却水を排気熱交換器に循環させる冷却水管(6、7)と、排気熱交換器から外部への伝熱経路上に断熱層を形成する断熱材(27、127、227)とを備え、排気熱交換器は、排気が通過する複数のチューブ(21)と、チューブが内部に収められているケーシング(30)と、ケーシングの内部に設けられ、チューブを流れる排気と熱交換するエンジン冷却水が通過する冷却水流路(23)と、ケーシングと伝熱可能に設けられ、複数のチューブへと排気を分配する入口側フランジ(25)と、ケーシングと伝熱可能に設けられ、複数のチューブを通過した排気を集める出口側フランジ(125)とを備え、排気還流管は、出口側フランジに接続するための下流フランジ(4a)を備え、断熱材は、出口側フランジと下流フランジとの間に設けられている出口側断熱材(127)であって、出口側フランジの接続面(125c)の少なくとも外周縁を覆うように設けられている。

10

また、ここに開示された排気還流装置は、エンジン(16)からの排気をエンジンの吸気管(17)に還流させる排気還流管(3、4)と、排気還流管に接続されて、排気とエンジンの冷却に使用されるエンジン冷却水との熱交換を行う排気熱交換器(20)と、エンジン冷却水を排気熱交換器に循環させる冷却水管(6、7)と、排気熱交換器から外部への伝熱経路上に断熱層を形成する断熱材(27、127、227)とを備え、排気熱交換器は、排気が通過する複数のチューブ(21)と、チューブが内部に収められているケーシング(30)と、ケーシングの内部に設けられ、チューブを流れる排気と熱交換するエンジン冷却水が通過する冷却水流路(23)と、ケーシングと伝熱可能に設けられ、複数のチューブへと排気を分配する入口側フランジ(25)と、ケーシングと伝熱可能に設けられ、複数のチューブを通過した排気を集める出口側フランジ(125)とを備え、排気還流管は、入口側フランジに接続するための上流フランジ(3a)と出口側フランジに接続するための下流フランジ(4a)とを備え、断熱材は、入口側フランジと上流フランジとの間に設けられている入口側断熱材(27)と、出口側フランジと下流フランジとの間に設けられている出口側断熱材(127)とを備え、出口側断熱材は、入口側断熱材よりも断熱性能が高い。

20

【0007】

開示される排気還流装置によると、排気熱交換器を構成する構成部品を覆うように断熱材を備えている。これにより、排気熱交換器からの放熱を低減して効率的な熱交換を行い、EGRガスを効果的に温めることができる。

30

【0008】

この明細書における開示された複数の態様は、それぞれの目的を達成するために、互いに異なる技術的手段を採用する。請求の範囲およびこの項に記載した括弧内の符号は、後述する実施形態の部分との対応関係を例示的に示すものであって、技術的範囲を限定することを意図するものではない。この明細書に開示される目的、特徴、および効果は、後続の詳細な説明、および添付の図面を参照することによってより明確になる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】排気還流装置のブロック図である。

40

【図2】第1実施形態の排気熱交換器の分解斜視図である。

【図3】第1実施形態の排気熱交換器の正面図である。

【図4】第1実施形態の排気熱交換器の頂面図である。

【図5】蓄熱装置の模式図である。

【図6】排気還流装置のバルブ制御を示すフローチャート図である。

【図7】第2実施形態の排気熱交換器の頂面図である。

【図8】第2実施形態の排気熱交換器の側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

図面を参照しながら、複数の実施形態を説明する。複数の実施形態において、機能的に

50

および/または構造的に対応する部分および/または関連付けられる部分には同一の参照符号、または百以上の位が異なる参照符号が付される場合がある。対応する部分および/または関連付けられる部分については、他の実施形態の説明を参照することができる。

【0011】

第1実施形態

図1において、排気還流装置1は、エンジン(ENG)16、排気熱交換器20、蓄熱装置50、およびそれらをつなぐ配管を備えている。排気還流装置1は、乗り物に搭載されている。排気還流装置1は、排気の一部をEGRガスとしてエンジン16の吸気側に戻すことで排気を再循環するものである。

【0012】

エンジン16は、吸気管17と排気管18とを備えている。排気管18は、排気還流管の一部をなす第1EGR管3を備えている。吸気管17は、排気還流管の一部をなす第2EGR管4を備えている。第1EGR管3と第2EGR管4は、排気熱交換器20を介して連通している。言い換えると、排気熱交換器20は、EGRガスを排気熱交換器20内部に導入する第1EGR管3を備えている。排気熱交換器20は、EGRガスを排気熱交換器20内部から外部に流出する第2EGR管4を備えている。

【0013】

第2EGR管4には、EGRバルブ14が設けられている。EGRバルブ14は、第2EGR管4を経て吸気管17に導入される排気流量を調整する制御弁である。EGRバルブ14としては、たとえば、ステッピングモータあるいはリニアソレノイド等を動力源として作動するポペット弁等が使用可能である。EGRバルブ14は、全閉位置および全開位置のほかに、全閉位置から全開位置までの任意の位置に保持可能な構造のものである。EGRバルブ14は、吸気管17に導入される排気流量を、0から最大流量までの間で連続的に制御することができる。

【0014】

排気熱交換器20は、エンジン冷却水(LLC)を排気熱交換器20内部から外部に流出する冷却水流出管7を備えている。冷却水流出管7は、エンジン16に接続されている。排気熱交換器20は、エンジン冷却水を排気熱交換器20内部に導入する冷却水導入管6を備えている。冷却水導入管6は、エンジン16に接続されている。冷却水導入管6と冷却水流出管7とは、エンジン冷却水の流れる冷却水管をなしている。冷却水導入管6は、冷却水温度センサ61を備えている。冷却水温度センサ61は、冷却水導入管6におけるエンジン16に近い位置に配置されている。

【0015】

冷却水導入管6は、加熱手段としての蓄熱装置50を備えている。蓄熱装置50は、冷却水温度センサ61の下流に位置している。言い換えると、冷却水導入管6において、冷却水温度センサ61から排気熱交換器20までの経路の途中に蓄熱装置50を備えている。エンジン16から流れ出たエンジン冷却水は、冷却水温度センサ61を通過した後に、蓄熱装置50に向かって流れる。冷却水温度センサ61はエンジン16から流れ出た直後のエンジン冷却水の水温を測定可能に設けられている。

【0016】

冷却水導入管6は、バイパス管62を備えている。バイパス管62は、蓄熱装置50の入口配管52と出口配管53とを接続している。バイパス管62は、蓄熱装置50を経由しない流路を構成している。言い換えると、冷却水導入管6は、バイパス管62を通過する経路と蓄熱装置50を経由する経路との2つの経路を有している。

【0017】

バイパス管62は、バルブ63を備えている。言い換えると、冷却水導入管6において、蓄熱装置50とバルブ63とは並列の関係にある。バルブ63は、所定部位の流路における断面積を調整することで流量を調整する。バルブ63としては、たとえば、ステッピングモータあるいはリニアソレノイド等を動力源として作動するポペット弁等が使用可能である。バルブ63は、全閉位置および全開位置のほかに、全閉位置から全開位置までの

10

20

30

40

50

任意の位置に保持可能な構造のものである。バルブ 6 3 は、バイパス管 6 2 に導入されるエンジン冷却水の流量を、0 から最大流量までの間で連続的に制御することができる。蓄熱装置 5 0 の流路抵抗に比べ、バイパス管 6 2 の流路抵抗を小さく設定している。このため、バルブ 6 3 を開いた場合には、エンジン冷却水は流路抵抗の小さなバイパス管 6 2 を流れる。バルブ 6 3 を閉じた場合には、バイパス管 6 2 の流路が閉じているため、エンジン冷却水は蓄熱装置 5 0 を流れる。

【 0 0 1 8 】

蓄熱装置 5 0 は、入口配管 5 2 を備えている。入口配管 5 2 は、冷却水導入管 6 と連通して蓄熱装置 5 0 に冷却水を流入可能に設けられている。蓄熱装置 5 0 は、出口配管 5 3 を備えている。出口配管 5 3 は、冷却水導入管 6 と連通して蓄熱装置 5 0 から冷却水を流出可能に設けられている。蓄熱装置 5 0 は、蓄熱装置 5 0 の温度を測定する蓄熱温度センサ 5 5 を備えている。蓄熱温度センサ 5 5 は、出口配管 5 3 に設けられている。蓄熱装置 5 0 の温度としては、蓄熱装置 5 0 により熱交換を行った直後のエンジン冷却水の温度を測定している。

10

【 0 0 1 9 】

排気還流装置 1 は、エンジン 1 6 の排気の一部を E G R ガスとして吸気管 1 7 に導入してエンジン 1 6 のシリンダ内に吸入させる。排気熱交換器 2 0 内には、第 1 E G R 管 3 を通って E G R ガスが導入される。排気熱交換器 2 0 に導入された E G R ガスは、排気熱交換器 2 0 の内部を流れる。排気熱交換器 2 0 の内部を流れた E G R ガスは、第 2 E G R 管 4 を通って吸気管 1 7 に戻される。こうして排気がエンジン 1 6 に再循環する。

20

【 0 0 2 0 】

排気熱交換器 2 0 内には、冷却水導入管 6 を通ってエンジン冷却水が導入される。排気熱交換器 2 0 に導入されたエンジン冷却水は、排気熱交換器 2 0 の内部を流れる。排気熱交換器 2 0 の内部を流れたエンジン冷却水は、冷却水流出管 7 を通って排気熱交換器 2 0 から導出される。排気熱交換器 2 0 は、E G R ガスとエンジン冷却水との間で熱交換を行う。

【 0 0 2 1 】

排気熱交換器 2 0 は、E G R ガスの加熱を目的とした熱交換を行う。エンジン 1 6 の始動直後など、E G R ガスの温度が低い状態では、エンジン冷却水を用いて、E G R ガスを凝縮温度よりも高い温度に加熱する。これにより、E G R ガスの凝縮を防止しつつ、早期に排気還流装置 1 を運転可能としている。排気熱交換器 2 0 は、E G R ガスの吸熱を目的とした熱交換を行う。エンジン 1 6 の暖気完了後など、E G R ガスの温度が高い状態では、エンジン冷却水を用いて、E G R ガスの熱を吸熱する。E G R ガスの温度を下げることで、ガス密度を高め、エンジン 1 6 の損失低減およびノッキングを防止する。熱交換して適切な温度になった E G R ガスは、第 2 E G R 管 4 を介して吸気管 1 7 に導入される。排気熱交換器 2 0 と E G R ガスとで熱交換を開始可能なエンジン冷却水の温度としては、E G R ガスの凝縮温度よりも高い温度であればよい。具体的には、4 0 以上の温度が好ましい。

30

【 0 0 2 2 】

排気還流装置 1 は、制御装置 (E C U) 1 5 を備えている。制御装置 1 5 は、E G R バルブ 1 4 と、蓄熱温度センサ 5 5 と、冷却水温度センサ 6 1 と、バルブ 6 3 とに接続されている。制御装置 1 5 は、イグニッションスイッチ 9 0 とバッテリー 9 1 に接続されている。制御装置 1 5 は、イグニッションスイッチ 9 0 による ON / OFF を検出して、エンジン 1 6 の始動や停止などを制御する。制御装置 1 5 は、冷却水温度センサ 6 1 と蓄熱温度センサ 5 5 とで測定された温度に基づき、バルブ 6 3 の弁開度を制御する。バルブ 6 3 の弁開度制御の詳細については後述する。

40

【 0 0 2 3 】

図 2 において、排気熱交換器 2 0 は、構成部品として、チューブ 2 1 と、ケーシング 3 0 と、入口側フランジ 2 5 と、出口側フランジ 1 2 5 と、入口側コアプレート 2 6 と、出口側コアプレート 1 2 6 とを有している。排気熱交換器 2 0 は、複数のチューブ 2 1 を積

50

層配置して直方体形状としている。チューブ 2 1 は、断面が扁平長方形を成す管部材として形成されている。チューブ 2 1 の扁平面に対して垂直な方向に隙間を保ちつつ複数のチューブ 2 1 が積層されている。

【 0 0 2 4 】

チューブ 2 1 の内部には、インナーフィン 2 2 が配設されている。インナーフィン 2 2 は、断面が波形形状である。インナーフィン 2 2 は、チューブ 2 1 の端部から逆側の端部まで一様に形成されている。

【 0 0 2 5 】

E G R ガスの入口側に位置するチューブ 2 1 の端部は、入口側コアプレート 2 6 に接合されている。入口側コアプレート 2 6 は、孔部 2 6 a が複数設けられている。孔部 2 6 a は所定の間隔をあけて平行に並んで設けられている。E G R ガスの入口側に位置するチューブ 2 1 の端部は、入口側コアプレート 2 6 の孔部 2 6 a に嵌合して接合固定されている。入口側コアプレート 2 6 の外側には、入口側フランジ 2 5 が接合固定されている。入口側フランジ 2 5 は、中央部分に入口側開口 2 5 a を備えた四角形状の筒形部材である。入口側開口 2 5 a は、E G R ガスを複数のチューブ 2 1 に分配する空間を形成している。入口側フランジ 2 5 の四隅には、ボルト等を挿通させて排気熱交換器 2 0 を所定の位置に固定するための取り付け孔 2 5 b を備えている。

【 0 0 2 6 】

入口側フランジ 2 5 は、排気熱交換器 2 0 の外面の一部を構成する入口側接続面 2 5 c を備えている。入口側接続面 2 5 c は、第 1 E G R 管 3 と入口側フランジ 2 5 との接続面をなしている。

【 0 0 2 7 】

入口側フランジ 2 5 には、入口側断熱材 2 7 が配されている。入口側断熱材 2 7 は、入口側接続面 2 5 c に設けられている。入口側断熱材 2 7 は、入口側接続面 2 5 c に対して直接貼り付けて固定されている。入口側断熱材 2 7 は、中央部分に入口側断熱材開口 2 7 a を備えた四角形状のシート状の部材である。入口側断熱材 2 7 の四隅には、ボルト等を挿通させて排気熱交換器 2 0 を所定の位置に固定するための取り付け孔 2 7 b を備えている。入口側断熱材 2 7 は、独立気泡の発泡断熱材である。入口側断熱材 2 7 は、断熱材料としての固体熱伝導率の低さと、内部に泡状の空洞部を有することによる構造的な特徴とで断熱層を形成している。入口側断熱材 2 7 は、入口側フランジ 2 5 からの熱のやり取りを低減させる断熱層を提供する断熱機能を有している。入口側断熱材 2 7 は、配管同士のつなぎ目において流体が漏れ出すことを防ぐシール機能を有している。入口側断熱材 2 7 は、断熱機能とシール機能を両立する部材であればよく、独立気泡の発泡断熱材に限られない。

【 0 0 2 8 】

図 3 において、入口側断熱材 2 7 は、入口側接続面 2 5 c の全体を覆うように設けられている。すなわち、1 枚の入口側断熱材 2 7 で入口側接続面 2 5 c の内周縁と外周縁との両方を覆っている。

【 0 0 2 9 】

図 4 において、第 1 E G R 管 3 は、入口側フランジ 2 5 と接続するための上流フランジ 3 a を備えている。上流フランジ 3 a は、第 1 E G R 管 3 の端部から外周側に張り出した形状である。上流フランジ 3 a の四隅には、ボルト等を挿通させて排気熱交換器 2 0 を所定の位置に固定するための取り付け孔が備えられている。排気熱交換器 2 0 は、入口側フランジ 2 5 と上流フランジ 3 a とをボルト等をつないで、第 1 E G R 管 3 と連通している。

【 0 0 3 0 】

図 2 において、E G R ガスの出口側に位置するチューブ 2 1 の端部は、出口側コアプレート 1 2 6 に接合されている。出口側コアプレート 1 2 6 は、孔部 1 2 6 a が複数設けられている。孔部 1 2 6 a は、所定の間隔をあけて平行に並んで設けられている。E G R ガスの出口側に位置するチューブ 2 1 の端部は、出口側コアプレート 1 2 6 の孔部 1 2 6 a

10

20

30

40

50

に嵌合して接合固定されている。出口側コアプレート 1 2 6 の外側には、出口側フランジ 1 2 5 が接合固定されている。出口側フランジ 1 2 5 は、中央部分に出口側フランジ開口 1 2 5 a を備えた四角形状の筒形部材である。出口側フランジ開口 1 2 5 a は、E G R ガスを複数のチューブ 2 1 から集める空間を形成している。出口側フランジ 1 2 5 の四隅には、ボルト等を挿通させて排気熱交換器 2 0 を所定の位置に固定するための取り付け孔 1 2 5 b を備えている。

【 0 0 3 1 】

出口側フランジ 1 2 5 は、排気熱交換器 2 0 の外面の一部を構成する出口側接続面 1 2 5 c を備えている。出口側接続面 1 2 5 c は、第 2 E G R 管 4 と出口側フランジ 1 2 5 との接続面をなしている。

10

【 0 0 3 2 】

出口側フランジ 1 2 5 には、出口側断熱材 1 2 7 が配されている。出口側断熱材 1 2 7 は、出口側接続面 1 2 5 c に設けられている。出口側断熱材 1 2 7 は、出口側フランジ 1 2 5 に対して直接貼り付けて固定されている。出口側断熱材 1 2 7 は、中央部分に出口側断熱材開口 1 2 7 a を備えた四角形状のシート状の部材である。出口側断熱材 1 2 7 の四隅には、ボルト等を挿通させて排気熱交換器 2 0 を所定の位置に固定するための取り付け孔 1 2 7 b を備えている。出口側断熱材 1 2 7 は、独立気泡の発泡断熱材である。出口側断熱材 1 2 7 は、断熱材料としての固体熱伝導率の低さと、内部に泡状の空洞部を有することによる構造的な特徴とで断熱層を形成している。出口側断熱材 1 2 7 は、出口側フランジ 1 2 5 からの熱のやり取りを低減させる断熱層を提供する断熱機能を有している。出口側断熱材 1 2 7 は、配管同士のつなぎ目において流体が漏れ出すことを防ぐシール機能を有している。出口側断熱材 1 2 7 は、断熱機能とシール機能を両立する部材であればよく、独立気泡の発泡断熱材に限られない。

20

【 0 0 3 3 】

図 4 において、第 2 E G R 管 4 は、出口側フランジ 1 2 5 と接続するための下流フランジ 4 a を備えている。下流フランジ 4 a は、第 2 E G R 管 4 の端部から外周側に張り出した形状である。下流フランジ 4 a の四隅には、ボルト等を挿通させて排気熱交換器 2 0 を所定の位置に固定するための取り付け孔を備えている。排気熱交換器 2 0 は、出口側フランジ 1 2 5 と下流フランジ 4 a とをボルト等で接続固定して、第 2 E G R 管 4 と連通している。

30

【 0 0 3 4 】

図 2 において、ケーシング 3 0 は、2 つのケーシング部材を重ね合わせて接合されている。ケーシング 3 0 は、角筒状に形成されている。四角形の角筒状のケーシング 3 0 の外面は、入口面 3 0 a、出口面 3 0 b、頂面 3 0 c、底面 3 0 d の 4 つの四角形状の面から構成されている。

【 0 0 3 5 】

入口面 3 0 a は、ケーシング 3 0 の外面を構成する複数ある面のうちの 1 つの面である。入口面 3 0 a は、水入口管 3 2 が突出して設けられている面である。入口面 3 0 a は、排気熱交換器 2 0 の設置状態における排気熱交換器 2 0 の側面を構成する面である。入口面 3 0 a は、流入したエンジン冷却水が E G R ガスと最初に熱交換を行う面である。すなわち、入口面 3 0 a は、ケーシング 3 0 の各面において、最も E G R ガスとケーシング 3 0 との温度差が生じやすい面である。

40

【 0 0 3 6 】

出口面 3 0 b は、ケーシング 3 0 の外面を構成する複数ある面のうちの 1 つの面である。出口面 3 0 b は、水出口管 3 6 が突出して設けられている面である。出口面 3 0 b は、排気熱交換器 2 0 の設置状態における排気熱交換器 2 0 の側面を構成する面である。出口面 3 0 b は、E G R ガスと熱交換を行った後のエンジン冷却水が流れる面である。すなわち、出口面 3 0 b は、ケーシング 3 0 の各面において、最も E G R ガスとケーシング 3 0 との温度差が生じにくい面である。入口面 3 0 a と出口面 3 0 b とは、互いに平行な面である。

50

【 0 0 3 7 】

頂面 3 0 c は、排気熱交換器 2 0 の設置状態における排気熱交換器 2 0 の上側を構成する面である。底面 3 0 d は、排気熱交換器 2 0 の設置状態における排気熱交換器 2 0 の下側を構成する面である。頂面 3 0 c と底面 3 0 d とは、互いに平行な面である。

【 0 0 3 8 】

排気熱交換器 2 0 の外面は、排気熱交換器 2 0 以外の部品と接続する面と、排気熱交換器 2 0 の外側を構成する面とを含んで構成されている。すなわち、排気熱交換器 2 0 の外面は、入口側フランジ 2 5 と出口側フランジ 1 2 5 とケーシング 3 0 とで構成されている。より具体的には、排気熱交換器 2 0 の外面は、入口側接続面 2 5 c と、出口側接続面 1 2 5 c と、入口面 3 0 a と、出口面 3 0 b と、頂面 3 0 c と、底面 3 0 d との 6 つの面で構成されている。外面は外部に露出している部分の面であればよく、上述した 6 つの面に限られない。

10

【 0 0 3 9 】

ケーシング 3 0 の入口面 3 0 a には、外側に張り出す第 1 膨出部 3 1 を備えている。第 1 膨出部 3 1 は、出口側フランジ 1 2 5 よりも入口側フランジ 2 5 に近い位置に設けられている。ケーシング 3 0 は、第 1 膨出部 3 1 を備えた入口面 3 0 a とはチューブ 2 1 を挟んで反対側の出口面 3 0 b に第 2 膨出部 3 5 を備えている。第 2 膨出部 3 5 は、入口側フランジ 2 5 よりも出口側フランジ 1 2 5 に近い位置に設けられている。

【 0 0 4 0 】

第 1 膨出部 3 1 には、入口側パイプ孔が設けられている。入口側パイプ孔に、エンジン冷却水が流入する水入口管 3 2 が嵌合して接合されている。水入口管 3 2 は、冷却水導入管 6 と接続されている。第 2 膨出部 3 5 には、出口側パイプ孔が設けられている。出口側パイプ孔に、エンジン冷却水が流出する水出口管 3 6 が嵌合して接合されている。水出口管 3 6 は、冷却水流出管 7 と接続されている。

20

【 0 0 4 1 】

図 3 において、水入口管 3 2 と水出口管 3 6 は、略同じ高さに設けられている。複数のチューブ 2 1 は互いに平行に設けられている。

【 0 0 4 2 】

図 2 において、ケーシング 3 0 とチューブ 2 1 との間、および隣接するチューブ 2 1 同士の間には冷却水流路 2 3 として機能する隙間が形成されている。すなわち、エンジン冷却水は、水入口管 3 2 から流入し、第 1 膨出部 3 1 からケーシング 3 0 の内部に広がる。

30

【 0 0 4 3 】

ケーシング 3 0 の内部に流入したエンジン冷却水は、チューブ 2 1 の外表面などに沿って流れる。言い換えると、エンジン冷却水は、チューブ 2 1、ケーシング 3 0、入口側コアプレート 2 6、出口側コアプレート 1 2 6 で形成された閉空間内の隙間である冷却水流路 2 3 を流れる。

【 0 0 4 4 】

一部のエンジン冷却水は、チューブ 2 1 の外表面と接触して熱交換しながら冷却水流路 2 3 を流れる。チューブ 2 1 の内側には E G R ガスが流れている。このため、エンジン冷却水は、チューブ 2 1 を流れている E G R ガスと熱交換を行うこととなる。一部のエンジン冷却水は、入口側コアプレート 2 6 の裏面と接触して熱交換しながら冷却水流路 2 3 を流れる。入口側コアプレート 2 6 の表側には、チューブ 2 1 で熱交換を行う前の E G R ガスが流れている。このため、エンジン冷却水は、チューブ 2 1 を流れる前の E G R ガスと熱交換を行うこととなる。一部のエンジン冷却水は、出口側コアプレート 1 2 6 の裏面と接触して熱交換しながら冷却水流路 2 3 を流れる。出口側コアプレート 1 2 6 の表側には、チューブ 2 1 で熱交換を行った後の E G R ガスが流れている。このため、エンジン冷却水は、チューブ 2 1 を流れた後の E G R ガスと熱交換を行うこととなる。一部のエンジン冷却水は、ケーシング 3 0 の裏面と接触して熱交換しながら冷却水流路 2 3 を流れる。ケーシング 3 0 の外表面は、外気にさらされている。このため、エンジン冷却水は、外気と熱交換を行うこととなる。

40

50

【 0 0 4 5 】

エンジン冷却水は、冷却水流路 2 3 を流れる過程で上述のように熱交換を行いながら、ケーシング 3 0 の第 2 膨出部 3 5 に向かって流れる。第 2 膨出部 3 5 にたどり着いたエンジン冷却水は、水出口管 3 6 から流出される。

【 0 0 4 6 】

エンジン冷却水と熱交換したケーシング 3 0 は、入口側フランジ 2 5 や出口側フランジ 1 2 5 に伝熱する。言い換えると、ケーシング 3 0 は、入口側フランジ 2 5 と出口側フランジ 1 2 5 とに対して、直接接触して伝熱可能な状態で組みつけられている。エンジン冷却水と熱交換した入口側コアプレート 2 6 は、接触状態にある入口側フランジ 2 5 に伝熱する。エンジン冷却水と熱交換した出口側コアプレート 1 2 6 は、接触状態にある出口側フランジ 1 2 5 に伝熱する。排気熱交換器 2 0 を構成する構成部品であるケーシング 3 0 と、入口側フランジ 2 5 と、出口側フランジ 1 2 5 とは、エンジン冷却水との熱交換で得た熱を外気に放熱する。

10

【 0 0 4 7 】

排気熱交換器 2 0 を構成する各部材は、エンジン 1 6 の E G R ガスおよびエンジン冷却水に直接接触するため、耐腐食性および高温強度に優れる材料から形成されている。排気熱交換器 2 0 を構成する各部材は、例えばアルミニウム材料や、ステンレス鋼材料から形成されている。排気熱交換器 2 0 を構成する各部材は、ろう付け、あるいは溶接により接合されている。

20

【 0 0 4 8 】

図 3 において、入口側断熱材 2 7 は、入口側フランジ 2 5 の入口側接続面 2 5 c の外周縁を覆うように設けられている。すなわち、入口側断熱材 2 7 は、入口側フランジ 2 5 よりもわずかに大きいサイズである。外周縁は、入口側接続面 2 5 c において最も外側に位置する端部である。外周縁は、入口側フランジ 2 5 の角を構成している。出口側断熱材 1 2 7 についても、入口側断熱材 2 7 と同様に、出口側接続面 1 2 5 c の外周縁を覆うように設けられている。

【 0 0 4 9 】

図 4 において、第 1 E G R 管 3 と排気熱交換器 2 0 とは、ボルトで固定されている状態である。第 1 E G R 管 3 と排気熱交換器 2 0 との固定状態において、上流フランジ 3 a と入口側フランジ 2 5 との間に入口側断熱材 2 7 が介在している。言い換えると、第 1 E G R 管 3 と排気熱交換器 2 0 とは、入口側断熱材 2 7 により直接は接触していない状態である。言い換えると、排気熱交換器 2 0 の外部に相当する第 1 E G R 管 3 への伝熱経路上に入口側断熱材 2 7 を備えている。ボルトと入口側フランジ 2 5 との間には、高い断熱性を有するワッシャが配されている。これにより、ボルトを介して排気熱交換器 2 0 から第 1 E G R 管 3 に熱が伝達されることを抑制している。

30

【 0 0 5 0 】

第 2 E G R 管 4 と排気熱交換器 2 0 とは、ボルトで固定されている状態である。第 2 E G R 管 4 と排気熱交換器 2 0 との固定状態において、下流フランジ 4 a と出口側フランジ 1 2 5 との間に出口側断熱材 1 2 7 が介在している。言い換えると、第 2 E G R 管 4 と排気熱交換器 2 0 とは、出口側断熱材 1 2 7 により直接は接触していない状態である。言い換えると、排気熱交換器 2 0 の外部に相当する第 2 E G R 管 4 への伝熱経路上に出口側断熱材 1 2 7 を備えている。ボルトと出口側フランジ 1 2 5 との間には、高い断熱性を有するワッシャが配されている。これにより、ボルトを介して排気熱交換器 2 0 から第 2 E G R 管 4 に熱が伝達されることを抑制している。

40

【 0 0 5 1 】

出口側断熱材 1 2 7 の厚さ L_o は、入口側断熱材 2 7 の厚さ L_i よりも大きい。すなわち、出口側断熱材 1 2 7 は、入口側断熱材 2 7 に比べて断熱性能が高い。

【 0 0 5 2 】

図 5 において、蓄熱装置 5 0 は、蓄熱容器 5 1 を備えている。蓄熱容器 5 1 は、内側と外側の間に真空領域を設けた真空二重管構造である。蓄熱容器 5 1 の内部には、エンジン

50

冷却水を導入する入口配管 5 2 を備えている。入口配管 5 2 は、蓄熱容器 5 1 内部の底に設けられている。入口配管 5 2 は、蓄熱容器 5 1 内部と冷却水導入管 6 とを連通している。蓄熱容器 5 1 の内部には、エンジン冷却水を流出する出口配管 5 3 を備えている。出口配管 5 3 は、蓄熱容器 5 1 内部の底から蓄熱容器 5 1 内部の上方まで延出して設けられている。出口配管 5 3 は、蓄熱容器 5 1 内部と、冷却水導入管 6 とを連通している。出口配管 5 3 には、蓄熱温度センサ 5 5 が設置されている。

【 0 0 5 3 】

蓄熱容器 5 1 は、内部に複数の蓄熱カプセル 5 4 を備えている。蓄熱カプセル 5 4 は、内部に蓄熱材料を充填した球体のカプセルである。蓄熱材料としては、体積変化が小さい固相と液相との相の変化で蓄熱を行う蓄熱材が好ましい。具体的な蓄熱材の例としては、パラフィンワックス、などがあげられる。固相と液相との相変化で蓄熱する蓄熱材料を利用することで、蓄熱装置 5 0 としてのサイズが小型であっても、多くの熱を蓄積可能である。ただし、潜熱蓄熱材としてはラウリン酸などの脂肪酸化合物や、キシリトールなどの糖類を主成分とするものも使用可能である。また、使用可能な蓄熱材料としては潜熱蓄熱材に限られず、顕熱蓄熱材として水を利用するなどしてもよい。

【 0 0 5 4 】

蓄熱装置 5 0 を経由してエンジン冷却水を循環させる場合、入口配管 5 2 からエンジン冷却水が蓄熱容器 5 1 内部に流入する。エンジン冷却水は、蓄熱容器 5 1 の底から流入して上方に向かって移動する。エンジン冷却水が移動する間、エンジン冷却水は、蓄熱カプセル 5 4 と接触して熱交換を行う。エンジン冷却水の温度である冷却水温度 T_w が低ければ、蓄熱カプセル 5 4 はエンジン冷却水に放熱して加熱する。すなわち、加熱手段として機能する。冷却水温度 T_w が高ければ、蓄熱カプセル 5 4 は、エンジン冷却水から熱を受け取って蓄熱する。

【 0 0 5 5 】

蓄熱カプセル 5 4 は、エンジン冷却水の流れに対して流速を低下させる抵抗として働く。よって、エンジン冷却水は、バルブ 6 3 が開状態の場合には、より流路抵抗の小さなバイパス管 6 2 を通ることとなる。蓄熱装置 5 0 を経由する場合には、流路抵抗が増大する。このため、バイパス管 6 2 を通過させる場合に比べてエンジン冷却に使用可能なエンジン冷却水の量は減少する。蓄熱カプセル 5 4 と熱交換を行ったエンジン冷却水は、出口配管 5 3 から冷却水導入管 6 に戻される。

【 0 0 5 6 】

次に、排気再循環におけるバルブ 6 3 の制御処理を説明する。図 6 において、EGR バルブ 1 4 を開いて排気再循環をスタートすると、まず、ステップ S 1 1 0 でバルブ 6 3 を開く。ステップ S 1 1 0 の時点では、エンジン冷却水は、流路抵抗の大きな蓄熱装置 5 0 を通過せずに、流路抵抗の小さなバイパス管 6 2 を通過する状態となる。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 1 1 1 で、冷却水温度センサ 6 1 で測定した冷却水温度 T_w が、放熱開始水温 T_{w0} より高い温度であるか否かを判断する。放熱開始水温 T_{w0} は、例えば 5 0 である。冷却水温度 T_w が放熱開始水温 T_{w0} 以上の温度になるまで、エンジン冷却水をバイパス管 6 2 に通過させる状態を継続する。この間、エンジン冷却水は、エンジン 1 6 と熱交換してエンジン 1 6 の熱を吸収する。また、エンジン冷却水は、EGR ガスと熱交換して EGR ガスの熱を吸収する。これにより、冷却水温度 T_w は次第に上昇する。冷却水温度 T_w が放熱開始水温 T_{w0} 以上の温度となった場合、ステップ S 1 2 0 に進む。

【 0 0 5 8 】

ステップ S 1 2 0 では、バルブ 6 3 を閉じる。ステップ S 1 2 0 の時点では、エンジン冷却水は、蓄熱装置 5 0 を通過する状態となる。ステップ S 1 2 1 で、蓄熱温度センサ 5 5 で測定した蓄熱装置温度 T_s が、放熱完了温度 T_{s1} よりも低い温度であるか否かを判断する。放熱完了温度 T_{s1} は、例えば 6 0 である。放熱完了温度 T_{s1} を固定値とせず、冷却水温度 T_w を放熱完了温度 T_{s1} としてもよい。蓄熱装置温度 T_s が放熱完了温度 T_{s1} を下回る温度になるまで、エンジン冷却水が蓄熱装置 5 0 を通過する状態を継続

10

20

30

40

50

する。言い換えると、蓄熱装置温度 T_s が放熱完了温度 T_{s1} を下回る温度になるまで、蓄熱装置 50 はエンジン冷却水に放熱を継続する。ステップ S 1 2 0 とステップ S 1 2 1 は、蓄熱装置 50 がエンジン冷却水への放熱を実行する放熱モードである。蓄熱装置温度 T_s が放熱完了温度 T_{s1} を下回る温度になった場合、ステップ S 1 3 0 に進む。

【 0 0 5 9 】

ステップ S 1 3 0 では、バルブ 6 3 を開く。ステップ S 1 3 0 の時点では、エンジン冷却水は、蓄熱装置 50 を通過せずにバイパス管 6 2 を通過する状態となる。ステップ S 1 3 0 の間は、エンジン冷却水に対して、蓄熱装置 50 による放熱も蓄熱も行わない。その後、ステップ S 1 4 0 に進む。

【 0 0 6 0 】

ステップ S 1 4 0 で、冷却水温度 T_w が、蓄熱開始水温 T_{w1} より高い温度であるか否かを判断する。蓄熱開始水温 T_{w1} は、例えば 80 である。冷却水温度 T_w が蓄熱開始水温 T_{w1} よりも高い温度になるまで、エンジン冷却水をバイパス管 6 2 に通過させる状態を継続する。この間、エンジン冷却水は、エンジン 1 6 の熱を吸収してエンジン 1 6 を冷却する。また、エンジン冷却水は、EGR ガスの熱を吸収して EGR ガスを冷却する。これにより、冷却水温度 T_w は、次第に上昇する。冷却水温度 T_w が蓄熱開始水温 T_{w1} よりも高い温度になった場合、ステップ S 1 4 1 に進む。

【 0 0 6 1 】

ステップ S 1 4 1 では、EGR バルブ 1 4 が閉じているか否かを判断する。EGR バルブ 1 4 が開いている状態とは、排気再循環を継続している状態である。EGR バルブ 1 4 が開いている状態では、ステップ S 1 4 0 に戻る。すなわち、冷却水温度 T_w が蓄熱開始水温 T_{w1} よりも高温であり、かつ EGR バルブ 1 4 が閉じている場合に、ステップ S 1 4 2 に進む。

【 0 0 6 2 】

ステップ S 1 4 2 では、バルブ 6 3 を閉じる。ステップ S 1 4 2 の時点では、エンジン冷却水は、蓄熱装置 50 を通過する状態となる。ステップ S 1 4 3 で、蓄熱温度センサ 5 5 で測定した蓄熱装置温度 T_s が、蓄熱完了温度 T_{s2} よりも高い温度であるか否かを判断する。蓄熱完了温度 T_{s2} は、例えば 80 である。蓄熱完了温度 T_{s2} を固定値とせず、冷却水温度 T_w を蓄熱完了温度 T_{s2} としてもよい。この場合、蓄熱装置 50 を経由しても冷却水温度 T_w が温度を維持しているか否かで判断を行うこととなる。蓄熱装置温度 T_s が蓄熱完了温度 T_{s2} を上回る温度になるまで、エンジン冷却水が蓄熱装置 50 を通過する状態を継続する。言い換えると、蓄熱装置温度 T_s が蓄熱完了温度 T_{s2} を上回る温度になるまで、蓄熱装置 50 はエンジン冷却水からの蓄熱を継続する。ステップ S 1 4 2 とステップ S 1 4 3 は、蓄熱装置 50 がエンジン冷却水からの蓄熱を実行する蓄熱モードである。蓄熱装置温度 T_s が蓄熱完了温度 T_{s2} を上回る温度になった場合、ステップ S 1 5 0 に進む。

【 0 0 6 3 】

ステップ S 1 5 0 では、バルブ 6 3 を開く。ステップ S 1 5 0 の時点では、エンジン冷却水は、蓄熱装置 50 を通過せずにバイパス管 6 2 を通過する状態となる。ステップ S 1 5 0 の間は、エンジン冷却水に対して、蓄熱装置 50 による放熱も蓄熱も行わない。

【 0 0 6 4 】

上述した実施形態によると、入口側断熱材 2 7 によって、入口側フランジ 2 5 と上流フランジ 3 a との接触による熱のリークを抑制している。また、出口側断熱材 1 2 7 によって、出口側フランジ 1 2 5 と下流フランジ 4 a との接触による熱のリークを抑制している。これにより、排気熱交換器 2 0 の温度が高い状態を維持しやすい。よって、EGR ガスを加熱する際に、効率的な熱交換を行うことができる。

【 0 0 6 5 】

入口側断熱材 2 7 は、入口側フランジ 2 5 の入口側接続面 2 5 c の内周縁および外周縁を覆うように設けられている。これにより、入口側フランジ 2 5 と上流フランジ 3 a とが直接接触することによる熱のリークを効果的に抑制することができる。出口側断熱材 1 2

10

20

30

40

50

7は、出口側フランジ125の出口側接続面125cの内周縁および外周縁を覆うように設けられている。これにより、出口側フランジ125と下流フランジ4aとが直接接触することによる熱のリークを効果的に抑制できる。よって、出口側フランジ125周辺でのエンジン冷却水の温度低下を効果的に抑制することができる。このため、熱交換により加熱されたEGRガスの温度が、出口側フランジ125の周辺で低下することを効果的に抑制できる。

【0066】

出口側断熱材127の断熱性能を入口側断熱材27の断熱性能よりも高くしている。これにより、熱交換で温められたEGRガスの温度が低下してしまうことを効果的に防止できる。断熱性能を高める方法としては、厚さを厚くすることに限られない。例えば、断熱性能が高い断熱材料を選択するなどしてもよい。入口側断熱材27と出口側断熱材127を同じ厚さで同じ断熱性能の断熱材としてもよい。この場合、入口側と出口側とで共通部品の断熱材を利用可能であるため、製造時の作業性を向上できる。

10

【0067】

エンジン16が運転しているときに発生するエンジン冷却水の熱を蓄熱して、排気熱交換器20での熱交換に利用する。このため、燃焼式ヒータなどの別の熱源を使用することによる燃費の悪化を防止しつつ、エンジン16の始動後、早期に排気再循環を行うことができる。

【0068】

エンジン冷却水を蓄熱装置50に経由しないバイパス管62を備えている。このため、エンジン冷却水と蓄熱装置50とが熱交換を行う必要がない場合は、バイパス管62を通過させることで、蓄熱装置50が熱を蓄えた状態を長時間維持できる。

20

【0069】

蓄熱装置温度Tsを測定する蓄熱温度センサ55を、出口配管53に備えている。このため、蓄熱温度センサ55はエンジン冷却水との熱のやりとりが完了した最終的な出口温度に近い温度を計測することができる。蓄熱温度センサ55の設置位置は出口配管53に限定されるものではない。例えば、蓄熱容器51の内部に蓄熱温度センサ55を備えるなどしてもよい。蓄熱容器51の内部に蓄熱温度センサ55を備えた場合、蓄熱装置50で熱交換されている最中のエンジン冷却水の温度を蓄熱装置温度Tsとして測定する。

【0070】

ステップS141において、EGRバルブ14が開いている状態では、バルブ63を閉じない。すなわち、排気再循環を実施している間、エンジン冷却水はバイパス管62を通過させて循環させる。これにより、循環するエンジン冷却水の量を多く確保して、排気再循環中にエンジン16の冷却不足が引き起こされることを防止できる。ただし、ステップS141を行わなくてもよい。すなわち、EGRバルブ14の開閉状態に関係なく、バルブ63を閉じてもよい。これによれば、排気再循環を継続している間も、蓄熱装置50が蓄熱できる。したがって、より素早く蓄熱を完了させることができる。

30

【0071】

バルブ63が開いた状態は、すべてのエンジン冷却水がバイパス管62を通過する状態でなくともよい。すなわち、エンジン冷却水の大部分がバイパス管62を通過する状態であればよく、一部のエンジン冷却水が蓄熱装置50に流れ込む構成としてもよい。バルブ63が閉じた状態は、すべてのエンジン冷却水が蓄熱装置50を経由して通過する状態でなくともよい。すなわち、エンジン冷却水の大部分が蓄熱装置50を通過する状態であればよく、一部のエンジン冷却水がバイパス管62に流れ込む構成としてもよい。

40

【0072】

ステップS110およびステップS111を行わなくてもよい。すなわち、排気再循環の開始後、直接ステップS120に進んでもよい。これによれば、排気再循環のスタート時点でのエンジン冷却水の温度によらず、蓄熱装置50による放熱を行う。したがって、蓄熱装置50は、エンジン冷却水に対してより素早く放熱を開始できる。

【0073】

50

ステップS 1 3 0において、バルブ6 3を完全に開にするのではなく、半分開いた状態の半開状態としてもよい。半開状態は、バイパス管6 2における流量を制限した状態である。これによれば、ステップS 1 3 0の時点で、エンジン冷却水は、蓄熱装置5 0とバイパス管6 2の2つの経路のそれぞれに分かれて通過する状態となる。ステップS 1 3 0の間も、エンジン冷却を行いつつ、蓄熱装置5 0による蓄熱を行うことができる。

【0 0 7 4】

ステップS 1 4 3に代えて、エンジン1 6がオフであると判断した場合にステップS 1 5 0に進むようにしてもよい。すなわち、蓄熱装置5 0の温度が蓄熱開始水温 $T_w 1$ よりも高い温度になった場合であっても、蓄熱を継続する。これによれば、エンジン1 6がオフになるまでの間、蓄熱を継続するため、エンジン1 6がオフされた時点で蓄熱装置5 0により多くの熱を蓄熱できる。したがって、次に排気再循環を開始するとき、より多くの熱を蓄熱した状態からスタートできるため、エンジン冷却水に対してより多くの熱を放熱可能である。

【0 0 7 5】

加熱手段として、蓄熱装置5 0を備えた場合を例に説明を行ったが、燃焼式ヒータなどにより加熱を行ってもよい。

【0 0 7 6】

第2実施形態

排気熱交換器2 0は、排気熱交換器2 0の外表面をなすケーシング3 0において、各面がケーシング面断熱材2 2 7で覆われている。

【0 0 7 7】

図7において、排気熱交換器2 0は、入口面3 0 aに入口面断熱材2 2 7 aを備えている。排気熱交換器2 0は、水出口管3 6を備えている出口面3 0 bに、出口面断熱材2 2 7 bを備えている。排気熱交換器2 0は、頂面3 0 cに頂面断熱材2 2 7 cを備えている。頂面断熱材2 2 7 cは、矩形パネル状である。頂面断熱材2 2 7 cは、入口側フランジ2 5から出口側フランジ1 2 5までを連続して覆っている。

【0 0 7 8】

ケーシング面断熱材2 2 7は、ケーシング3 0の各面に対して直接接触するように貼り付けられて固定されている。言い換えると、ケーシング面断熱材2 2 7は、排気熱交換器2 0の外部に相当する空気中への伝熱経路上に備えられている。

【0 0 7 9】

入口面断熱材2 2 7 aは、出口面断熱材2 2 7 bよりも断熱材料を厚く設けている。すなわち、入口面断熱材2 2 7 aは、出口面断熱材2 2 7 bよりも断熱性能が高い。

【0 0 8 0】

図8において、排気熱交換器2 0は、底面3 0 dに底面断熱材2 2 7 dを備えている。入口面断熱材2 2 7 aは、水入口管3 2を避けるように切欠き2 2 8を設けている。入口面断熱材2 2 7 aは、入口側フランジ2 5から出口側フランジ1 2 5までを連続して覆っている。入口面断熱材2 2 7 aは、第1膨出部3 1を含む入口面3 0 aを覆っている。

【0 0 8 1】

ケーシング面断熱材2 2 7は、グラスウールで形成した断熱パネルである。ケーシング面断熱材2 2 7の断熱材料は、それ自身が断熱層を形成する断熱材である。すなわち、グラスウール自身の固体熱伝導率の低さと繊維状の構造とで高い断熱性を有する断熱層を形成している。ケーシング面断熱材2 2 7の断熱材料はグラスウールに限られない。例えばウレタンフォーム、発泡ポリスチレン、シリカ繊維、多孔質セラミックなども利用可能である。

【0 0 8 2】

ケーシング3 0の外周面である4面は、すべてケーシング面断熱材2 2 7で覆われている。このため、排気熱交換器2 0から空気中への自然対流による放熱を低減して、排気熱交換器2 0の温度低下を抑制できる。したがって、排気熱交換器2 0において、効果的に熱交換を行い、EGRガスの温度を上昇させることができる。

10

20

30

40

50

【0083】

水入口管32を備えている入口面30aを覆う入口面断熱材227aは、その他の面を覆うケーシング面断熱材227よりも高い断熱性能を有している。これにより、EGRガスに対してエンジン冷却水による加熱を行う場合に、最もエンジン冷却水の温度が高い入口面30aにおいて、空気中への放熱を抑制できる。したがって、効果的にエンジン冷却水を加熱することが可能である。

【0084】

EGRガスの入口付近から出口付近に近づくにつれて、断熱性能を高めるようにケーシング面断熱材227の厚みを厚くするなどしてもよい。すなわち、EGRガスの出口付近の断熱性能を最も高くしてもよい。これによれば、エンジン冷却水により加熱されたEGRガスの温度低下をより効果的に抑制できる。

10

【0085】

水入口管32の材料をチューブ21よりも断熱性能の高い材料を使用するなどしてもよい。例えば、金属製のチューブ21に対して樹脂製の水入口管32を用いることができる。EGRガスと熱交換する前のエンジン冷却水から、水入口管32を介して空気中に放熱されるエネルギーを低減できる。

【0086】

排気熱交換器20の外周面としては、入口面30a、出口面30b、頂面30c、底面30dの4面に限られない。例えば、水入口管32と水出口管36とを同じ面に設けてもよい。例えば、水出口管36を頂面30cに設けてもよい。

20

【0087】

ケーシング30は、四角形の角筒状に限られない。例えば、六角形の角筒状や、円筒状でもよい。

【0088】

ケーシング面断熱材227は、各面に分割された矩形パネルに限られない。例えば、入口面30a、出口面30b、頂面30c、底面30dを連続する1枚の断熱材で覆ってもよい。

【0089】

ケーシング面断熱材227は、ケーシング30の外表面が外部に露出しないように完全に覆う状態でなくともよい。すなわち、外面の大部分が覆われていればよい。例えば、入口面断熱材227aに切欠き228を設けずに、水入口管32が配される部分を露出させるようなサイズの小さな矩形状の断熱パネルを配してもよい。これによれば、断熱材を複雑な形状に加工する必要がないため、容易に製造可能である。

30

【0090】

以上に述べた実施形態によると、排気熱交換器20において、エンジン冷却水を用いてEGRガスを加熱する際に効率的な熱交換を行うことができる。

【0091】

排気熱交換器20から外部への伝熱経路上に断熱材27、127、227を設けている。このため、排気熱交換器20から外部への伝熱や放熱による熱の損失を低減できる。言い換えると、排気熱交換器20において、エンジン冷却水とEGRガスとの熱交換を効果的に実施できる。加熱手段として蓄熱装置50を使用する場合には、蓄積可能なエネルギーの量に制限がある。さらに、蓄積時から放熱時までの時間経過によるエネルギーのロスも発生する。しかしながら、上述したように効率的な熱交換が実現可能であるため、蓄熱装置50の小型化が可能である。加熱手段として燃焼式ヒータを用いる場合には、燃焼式ヒータで多くの燃料を消費する。しかしながら、上述したように効率的な熱交換が実現可能であるため、燃焼式ヒータで使用する燃料を低減できる。

40

【0092】

他の実施形態

この明細書における開示は、例示された実施形態に制限されない。開示は、例示された実施形態と、それらに基づく当業者による変形態様を包含する。例えば、開示は、実施形

50

態において示された部品および/または要素の組み合わせに限定されない。開示は、多様な組み合わせによって実施可能である。開示は、実施形態に追加可能な追加的な部分をもつことができる。開示は、実施形態の部品および/または要素が省略されたものを包含する。開示は、ひとつの実施形態と他の実施形態との間における部品および/または要素の置き換え、または組み合わせを包含する。開示される技術的範囲は、実施形態の記載に限定されない。開示されるいくつかの技術的範囲は、請求の範囲の記載によって示され、さらに請求の範囲の記載と均等の意味および範囲内での全ての変更を含むものと解されるべきである。

【0093】

上述した実施形態による排気還流装置1が適用されるエンジン16は水冷式であれば、ガソリンエンジン、ディーゼルエンジンのどちらでもよい。

10

【0094】

排気熱交換器20から空気中への伝熱を防ぐ断熱層を形成する断熱材としては、上述した連続気泡の発泡断熱材やグラスウールなどの断熱材に限られない。例えば、壁面に断熱層としての真空部を備えた二重管式の金属製の保温容器を断熱材として用いてもよい。この保温容器内に排気熱交換器20を配置する。これにより、排気熱交換器20から保温容器の外部空間への放熱や伝熱を防ぐことができる。例えば、壁面に断熱層としての細かなセル状の空気層を備えた樹脂製のシート状断熱材を用いてもよい。このような断熱材を用いて、排気熱交換器20の周囲の空間を断熱する。これにより排気熱交換器20の外部に位置する空気が自然対流により排気熱交換器20から多くの熱を奪うことを防止できる。したがって、排気熱交換器20においてエンジン冷却水の熱をEGRガスに効率的に伝達することができる。

20

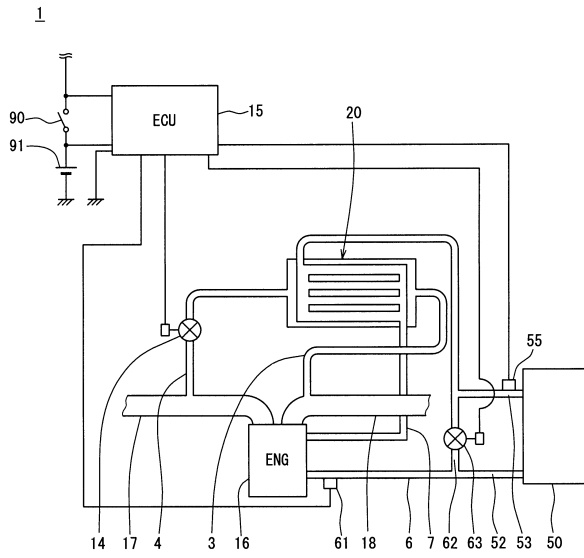
【符号の説明】

【0095】

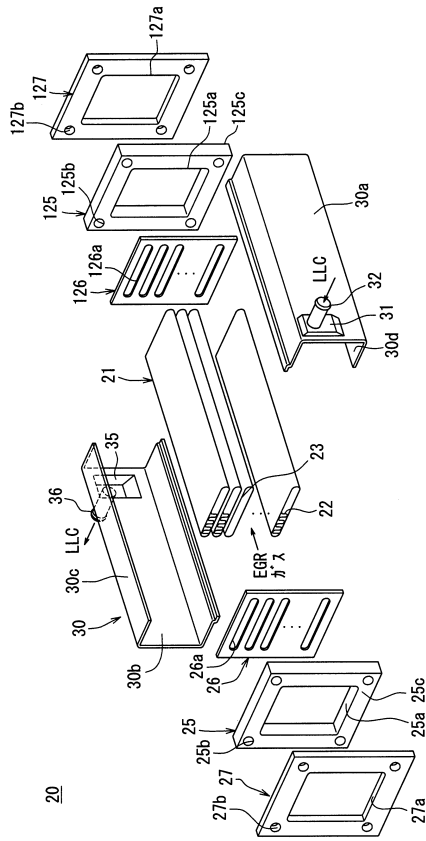
1 排気還流装置、 3 第1EGR管、 3a 上流フランジ、 4 第2EGR管、 4a 下流フランジ、 6 冷却水導入管、 7 冷却水流出管、 14 EGRバルブ、 15 制御装置、 16 エンジン、 17 吸気管、 18 排気管、 20 排気熱交換器、 21 チューブ、 23 冷却水流路、 25 入口側フランジ、 25c 入口側接続面、 27 入口側断熱材、 30 ケーシング、 30a 入口面、 30b 出口面、 30c 頂面、 30d 底面、 32 水入口管、 36 水出口管、 50 蓄熱装置、 55 蓄熱温度センサ、 61 冷却水温度センサ、 62 バイパス管、 63 バルブ、 125 出口側フランジ、 125c 出口側接続面、 127 出口側断熱材、 227 ケーシング面断熱材、 227a 入口面断熱材、 227b 出口面断熱材、 227c 頂面断熱材、 227d 底面断熱材、 228 切欠き、 Tw0 放熱開始水温、 Tw1 蓄熱開始水温、 Ts1 放熱完了温度、 Ts2 蓄熱完了温度。

30

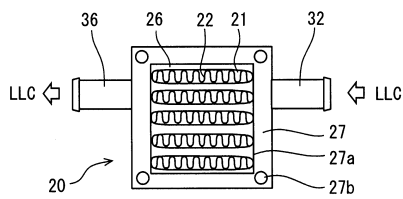
【図1】



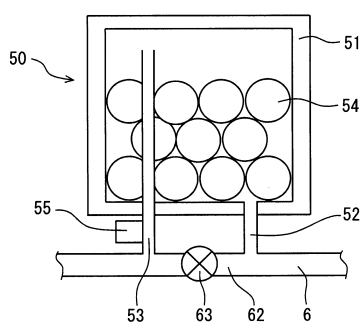
【図2】



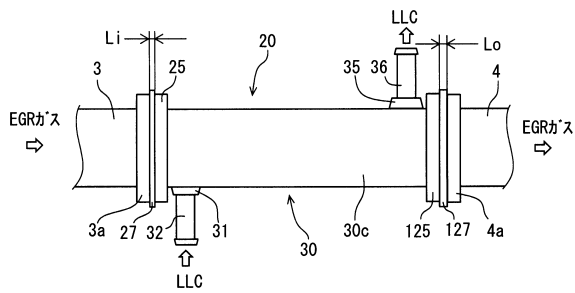
【図3】



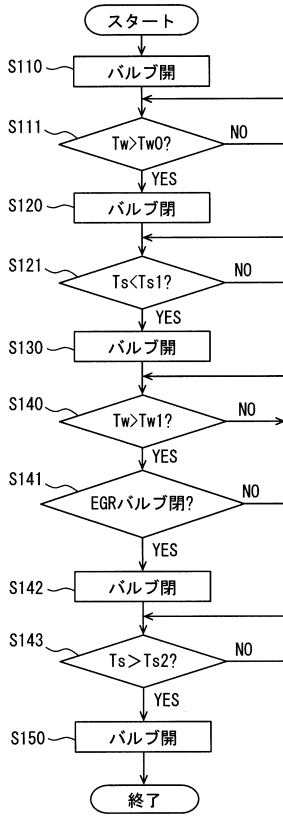
【図5】



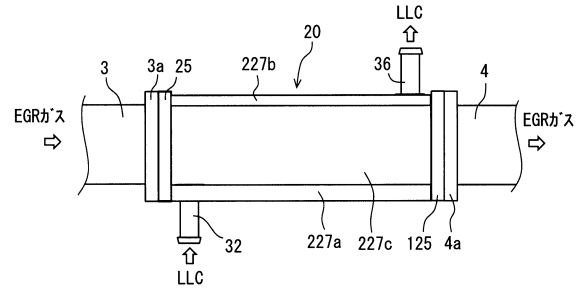
【図4】



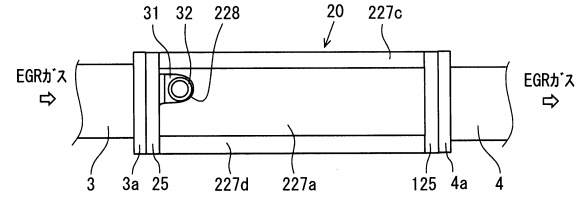
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I			
<i>F 0 1 P</i>	<i>11/16</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 1 P</i>	<i>3/20</i>	<i>F</i>
			<i>F 0 1 P</i>	<i>3/20</i>	<i>E</i>
			<i>F 0 1 P</i>	<i>11/16</i>	<i>D</i>
			<i>F 0 1 P</i>	<i>11/16</i>	<i>E</i>

審査官 家喜 健太

(56)参考文献 特開2001-140701(JP,A)
 米国特許出願公開第2016/0290288(US,A1)
 特開2000-045882(JP,A)
 特開2014-034955(JP,A)
 特開2010-265765(JP,A)
 特開2000-283663(JP,A)
 米国特許第06213105(US,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
 F 0 2 M 2 6 / 2 2 - 2 6 / 3 3
 F 0 1 P 3 / 2 0