

(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2012-140928

(P2012-140928A)

(43) 公開日 平成24年7月26日(2012.7.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO1N 3/01 (2006.01)	FO1N 3/02 3O1F	3G005
FO1N 3/02 (2006.01)	FO1N 3/24 ZABL	3G062
FO1N 3/24 (2006.01)	FO2D 21/08 3O1H	3G090
FO2D 21/08 (2006.01)	FO2D 21/08 3O1Z	3G091
FO2M 25/07 (2006.01)	FO1N 3/02 3O1Z	3G092

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-113737 (P2011-113737)
 (22) 出願日 平成23年5月20日 (2011.5.20)
 (31) 優先権主張番号 特願2010-281036 (P2010-281036)
 (32) 優先日 平成22年12月16日 (2010.12.16)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000120249
 臼井国際産業株式会社
 静岡県駿東郡清水町長沢131番地の2
 (74) 代理人 100123869
 弁理士 押田 良隆
 (72) 発明者 古堅 宗勝
 兵庫県西宮市五月ヶ丘1番26号
 (72) 発明者 牧野 義
 大阪府高槻市高見台5-1
 (72) 発明者 滝川 一儀
 静岡県駿東郡清水町長沢131番地の2
 臼井国際産業株式会社内
 Fターム(参考) 3G005 DA02 EA14 FA35 HA12 HA18
 3G062 AA01 AA05 ED01 ED02 ED08
 ED09 ED10

最終頁に続く

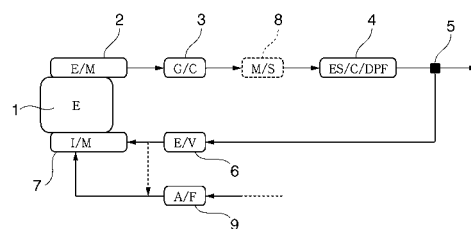
(54) 【発明の名称】 重油以下の低質燃料を使用するディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置

(57) 【要約】

【課題】特に重油以下の低質燃料を使用するディーゼルエンジンの排気ガス中のPM、特にSOF分やサルフェート成分を高効率で除去できるのみならず、環境汚染物質や生態系に悪影響を与える物質の流出を容易にかつ確実に抑制することができるディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置の提供。

【解決手段】重油以下の低質燃料を使用するディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジンの排気マニホールドに連なる排気管に排気ガスクーラーを設け、該排気ガスクーラーの下流側に、該排気ガス中に含まれるSOF、ISFを主体とするPMを除去する電気集塵手段を設置し、該電気集塵手段の下流側配気管に前記排気ガスの一部をEGRガスとして分流する分岐部を設け、該分岐部に連なるEGR配管及びEGRバルブを介して前記EGRガスをエンジンの吸気に還流させる構成となしたことを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

重油以下の低質燃料を使用するディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジンの排気マニホールドに連なる排気管に排気ガスクーラーを設け、該排気ガスクーラーの下流側に、該排気ガス中に含まれる有機溶剤可溶分（SOF）、有機溶剤不溶分（ISF）を主体とするPM（粒状物質）を除去する電気集塵手段を設置し、該電気集塵手段の下流側配気管に前記排気ガスの一部をEGRガスとして分流する分岐部を設け、該分岐部に連なるEGR配管及びEGRバルブを介して前記EGRガスをエンジンの吸気に還流させる構成となしたことを特徴とする、重油以下の低質燃料を使用するディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置。

10

【請求項 2】

前記電気集塵手段の下流に、排気ガスを更に浄化するスクラバーを配設し、該スクラバーの下流に分岐部を設けることを特徴とする請求項 1 に記載の重油以下の低質燃料を使用するディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 3】

前記EGR配管にEGRガスを冷却するEGRクーラーを設けることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の重油以下の低質燃料を使用するディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 4】

前記排気ガスクーラーと前記電気集塵手段との間の排気管、前記スクラバーと前記EGRクーラーとの間の排気管又はEGR配管、及び前記EGRクーラーの後方のEGR配管の少なくとも1箇所に、凝縮水を分離除去する汽水分离器を配設することを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の重油以下の低質燃料を使用するディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置。

20

【請求項 5】

前記EGR配管にEGRガスを圧送して吸気に還流させるプロアーを設けることを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の重油以下の低質燃料を使用するディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 6】

前記ディーゼルエンジンに、1段もしくは複数段の過給機により吸気が過給される過給システムを設けることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の重油以下の低質燃料を使用するディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置。

30

【請求項 7】

重油以下の低質燃料を使用するディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジンの排気マニホールドに連なる排気管に、排気ガスの一部をEGRガスとして分流する分岐部を設け、該分岐部に連なるEGR配管に排気ガスクーラーを設け、該排気ガスクーラーの下流側に、該排気ガス中に含まれる有機溶剤可溶分（SOF）、有機溶剤不溶分（ISF）を主体とするPM（粒状物質）を除去する電気集塵手段を設置し、該電気集塵手段の下流側EGR配管に設けたEGRバルブを介してEGRガスをエンジンの吸気に還流させる構成となしたことを特徴とする重油以下の低質燃料を使用するディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置。

40

【請求項 8】

前記電気集塵手段の下流に、EGRガスを更に浄化するスクラバーを設けることを特徴とする請求項 7 に記載の重油以下の低質燃料を使用するディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 9】

前記スクラバーの後方にEGRガスを冷却するEGRクーラーを設けることを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の重油以下の低質燃料を使用するディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 10】

50

前記排気ガスクーラーと前記電気集塵手段との間のEGR配管、及び前記スクラバーと前記EGRクーラーとの間のEGR配管、及び前記EGRクーラーの後方のEGR配管の少なくとも1箇所に、凝縮水を分離除去する汽水分離器を設けることを特徴とする請求項7～9のいずれか1項に記載の重油以下の低質燃料を使用するディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項11】

前記EGR配管にEGRガスを圧送して吸気に還流させるブローアを設けることを特徴とする請求項7～10のいずれか1項に記載の重油以下の低質燃料を使用するディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項12】

前記ディーゼルエンジンに、1段もしくは複数段の過給機により吸気が過給される過給システムを設けることを特徴とする請求項7～11のいずれか1項に記載の重油以下の低質燃料を使用するディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ディーゼルエンジンの排気ガスに含まれるカーボンを主体とする粒状物質（Particulate Matter：以下「PM」と称する）や窒素酸化物（以下「NOx」と称する）等の有害ガスを除去し、浄化する船舶用、発電用、産業用等の特に重油以下の低質燃料を使用する大排気量ディーゼルエンジンの排気ガス処理技術に係り、より詳しくは高い温度の排気ガスを排出する大排気量ディーゼルエンジンにおけるコロナ放電を利用した排気ガスの浄化装置に関する。

【背景技術】

【0002】

各種船舶や発電機並びに大型建機、さらには各種自動車等の動力源としてディーゼルエンジンが広範囲に採用されているが、このディーゼルエンジンから排出される排気ガスに含まれるPMやNOxは、周知の通り大気汚染をきたすのみならず、人体に極めて有害な物質であるため、その排気ガスの浄化は極めて重要である。このため、ディーゼルエンジンの燃焼方式の改善や各種排気ガスフィルタの採用、排気ガス再循環（Exhaust Gas Recirculation：以下「EGR」と称する）法、選択式還元触媒脱硝法（Selective Catalytic Reduction：以下「SCR」と称する）、そしてコロナ放電を利用して電気的に処理する方法等、既に数多くの提案がなされ、その一部は実用に供されている。

【0003】

ここで、ディーゼルエンジンの排気ガス中のPM（粒状物質）の成分は、有機溶剤可溶分（SOF：Soluble Organic Fractions、以下「SOF」と称す）と有機溶剤不溶分（ISF：Insoluble Organic Fractions、以下「ISF」と称す）の2つに分けられるが、そのうちSOF分は、燃料や潤滑油の未燃分が主な成分で、発ガン作用のある多環芳香族等の有害物質が含まれる。一方、ISF分は、電気抵抗率の低いカーボン（すす）とサルフェート（Sulfate：硫酸塩）成分を主成分とするもので、このSOF分およびISF分は、その人体、環境に与える影響から、極力少ない排気ガスが望まれている。特に、生体におけるPMの悪影響の度合いは、その粒子径がnmサイズになる場合に特に問題であるとも言われている。

【0004】

コロナ放電を利用して電気的に処理する方法としては、例えば以下に記載する方法及び装置（特許文献1～3）が提案されている。

【0005】

即ち、特許文献1には、図21にその概略を示すように、排気ガス通路21にコロナ放電部22-1と帯電部22-2とからなる放電帯電部22を設けて、コロナ放電された電子29を排気ガスG1中のカーボンを主体とするPM28に帯電させ、同排気ガス通路2

10

20

30

40

50

1 に配置した捕集板 2 3 で前記帯電した P M 2 8 を捕集する方式であって、放電帯電部 2 2 における電極針 2 4 は排気ガス流の流れ方向長さが短く、かつ捕集板 2 3 は排気ガス流の流れ方向に対し直角方向に配設された構成となしたディーゼルエンジンの排気ガス用電気式処理方法及び装置が提案されている。図中、2 5 はシールガス管、2 6 は高圧電源装置、2 7 は排気ガス誘導管である。

【 0 0 0 6 】

特許文献 2 には、自動車に搭載したディーゼルエンジンの排気ガス中の捕集対象成分をコロナ放電により帯電させて凝集する帯電凝集部と、凝集させた成分を捕集するフィルタ部とを備えたガス処理装置として、図 2 2、図 2 3 に示すように帯電凝集部 3 0 を上流側に、フィルタ部 4 0 を下流側に、さらにその下流に酸化触媒 5 0 を配設して構成すると共に、帯電凝集部 3 0 のガス通路壁を筒状体 3 1、3 1 a 等で形成し、又、ガス通路壁の表面近傍に配置された導電性の筒状体 3 1 f で低電圧電極の集塵電極を形成し、これらの筒状体の内部に配置した線状体の高電圧電極でコロナ電極を形成すると共に、前記ガス通路壁の筒状体を自然対流と熱放射による自然放熱によりガスを冷却するガス冷却部として形成し、更に、前記ガス通路壁の筒状体、又は前記導電性の筒状体の内側表面近傍を流れるガス流に対して、乱流を促進する乱流促進手段 3 1 e を、前記筒状体の表面又は表面近傍に設けて構成するガス処理装置が示されている。図中、3 1 c はガス入口室、3 1 b はコロナ電極、3 1 d はガス出口室である。

10

【 0 0 0 7 】

特許文献 3 には、電気式排気ガス処理装置を用いて、予めガス冷却手段により粒状物質 P M (S O F、I S F) を含む全排気ガスの温度を、1 0 0 以上、好ましくは 1 3 0 以上で排気ガス温度 / 燃料沸点温度比 $R = 0 . 8 5$ で示す温度以下に下げた後に電気的手段によって処理することにより、粒状物質 P M (S O F、I S F) を高効率に除去することができる方法及び装置が示されている。

20

【 0 0 0 8 】

一方、非特許文献 1 には、第 2 章「I M O の 3 次 N O x 規制への対応技術と残された課題」における 2 - 2 「I M O の 3 次 N O x 規制への対応するエンジン技術」の 2 - 2 - 2 「排気循環」の P 1 4 ~ 1 6 において、ターボチャージャーのタービンへの排気管から分流した E G R ガスをスクラバーにて浄化した後 E G R クーラーで冷却し、更に水滴捕集機を通してからターボチャージャーのコンプレッサーから圧送される吸気のインタークーラーに E G R ブローアで還流させたディーゼルエンジンをコンテナ船に搭載する技術が示されている。

30

【 0 0 0 9 】

又、公知の N O x 低減技術として触媒反応を利用した前記 S C R 方式が一般に知られている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 0 】

【 特許文献 1 】 W O 2 0 0 6 / 0 6 4 8 0 5 B 号 公 報

【 特許文献 2 】 特許 4 5 2 9 0 1 3 号

【 特許文献 3 】 特許願 P C T / J P 2 0 1 0 / 0 6 8 0 8 9 号

40

【 非特許文献 】

【 0 0 1 1 】

【 非特許文献 1 】 社団法人日本マリンエンジニアリング学会編：平成 2 1 年度船舶排出大気汚染物質削減技術検討調査報告書

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 2 】

しかしながら、上記した従来のディーゼルエンジン排ガス浄化装置には、以下に記載する欠点がある。

50

即ち、前記特許文献 1 に記載されたディーゼルエンジンの排気ガス用電気式処理方法及び装置は、放電帯電部 22 における電極針 24 は排気ガス流の流れ方向長さが短かつ捕集板 23 は排気ガス流の流れ方向に対し直角方向に配設され、又、排気ガス流が捕集板 23 に対し直接当接するので流過抵抗（圧力損失；圧損）が大きいこと、捕集板 23 が薄く排気ガス流の流れ方向長さが短いので PM の素通りが危惧され、PM 捕集効率を十分に高めることができないおそれがあること、一旦捕集板 23 を通過した PM は再度コロナ放電により帯電させて捕集されることがなくそのまま排出されてしまうこと、といった問題を有する。

なお、コロナ放電等を利用して電氣的に排気ガス中の PM を処理するディーゼルエンジンの排気ガス処理技術においては、以下に記載する課題が生じている。

すなわち、発電用や船舶用エンジン等の、硫黄分の少ない軽油を使用する自動車用ディーゼルエンジンと比較して格段に大きな排気量を有しかつ重油以下の低質で硫黄分を多く含有する（重油は軽油に対し 10～70 倍程度の硫黄分を含有：JIS K2204「軽油」、K2205「重油」による）燃料を使用する大排気量ディーゼルエンジンに、例えば先の特許文献 1 に記載の排気ガス浄化装置を用いた場合には、重油以下の低質燃料中の硫黄分が排気ガスに SOF として含まれるだけでなくサルフェートとなりエンジン構成部品、特に排気関係部品を腐食するという課題を克服する必要がある。

【0013】

又、硫黄分の含有量の少ない上質な燃料である軽油を使用する自動車用に搭載した小排気量のディーゼルエンジン用である特許文献 2 に開示される技術は、静電凝集作用は集塵極近傍で起きるため、ガス全体を冷却する必要がなく、集塵極近傍が冷却できれば静電凝集効果が促進されるので、集塵極近傍のみにおいて次々に冷却されて凝縮、液体化が可能となり、帯電され、捕集する技術であるが、重油以下の低質燃料を使用する船用などの大排気量であって流速が速かつ排気ガスの温度の高いディーゼルエンジン、あるいは PM の排出量の多いエンジンでは、高い温度の排気ガス中の PM の凝縮・液体化する温度まで冷却する部分を集塵電極近傍のみでの局所的な冷却に限定したのでは冷却能力が不足して不十分な冷却となり、PM の供給が多くて PM の冷却が追いつかない場合には、冷却されないままで温度が高く、PM を含有した排気ガスが排出されることになってしまう。更に、集塵電極近傍のみでの冷却ではその近傍を流れる排ガス中の SOF 分やサルフェート成分は凝縮液化され捕集されるが、集塵電極から離れた部分を流れる排ガスはほとんど冷却されることがないから、当該排ガス中の SOF 分は凝縮液化されることがない。したがって、集塵電極から離れた部分を流れる排ガス中の SOF 分は、捕集されることなく排出されることになる。このように、前記重油以下の低質燃料を使用する大排気量ディーゼルエンジンに、硫黄分の含有量の少ない上質な燃料である軽油を使用する特許文献 2 に記載の排気ガス浄化装置を用いた場合には、前記サルフェート成分によるエンジン構成部品の腐食の問題のみならず、排気ガス中の PM、特に SOF 分の除去が十分に行われぬという問題がある。

【0014】

更に又、特許文献 2 に記載のガス処理装置は、車載用の小型のガス処理装置であって、帯電凝集部 30 を上流側に、フィルタ部 40 を下流側に、さらにその下流に酸化触媒 50 を配設して構成すると共に、帯電凝集部 30 に排気ガスを多数に分流するガス入口室 31c を設けると共にガス通路壁を筒状体 31f で形成しかつ該筒状体 31f を外気に露出してガス通路壁である当該筒状体 31f を自然対流と熱放射による自然放熱によりガスを冷却するガス冷却部として形成し、その後分流した排気ガスをガス出口室 31d にて再混合させてフィルタ部 40 の下流の酸化触媒 50 にてガス化したまま帯電凝集部 30、フィルタ部 40 を通過してきた SOF 等の蒸発成分を酸化して浄化する装置に関する技術であり、又、SOF の捕集率を確保するには管状の帯電凝集部 30 で一旦冷却した排気ガスの温度を触媒の活性温度まで再上昇させるか、酸化触媒 50 の温度を燃料や電気等の外部エネルギーを使用して昇温する必要のある技術であり、更に、排気ガス中の窒素酸化物を低減・除去する技術ではない。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 5 】

又、特許文献 3 に記載の電気式排気ガス処理技術は、予めガス冷却手段により粒状物質を含む全排気ガスの温度を、100 以上、好ましくは 130 以上で排気ガス温度 / 燃料沸点温度比 $R = 0.85$ で示す温度以下に下げた後に電気的手段によって処理することにより、コロナ放電により帯電する粒状物質 PM (SOF、ISF) は高効率に除去することができるが、帯電しない NOx や二酸化硫黄ガス等の酸化硫黄 (以下「SOx」と称する) のガス状物質については高効率で除去することはできないという難点がある。

【 0 0 1 6 】

一方、非特許文献 1 に記載の船用ディーゼルエンジンにおいては、排気ガスから分流した EGR ガスを吸気に還流することによって、排気ガスから NOx の 80% 低減と EGR ガスからの 100% 近い SOx 除去が可能であるが、EGR ガス中の PM、特にサルフェート成分を完全には除去できず残留するという欠点があり、又、スクラバーを通過する煤塵、PM になお含まれる硫黄分のディーゼル機関本体やシステムへの影響については、長期の実船試験が必要であるのみならず、スクラバーから船外排出される洗浄水については環境や生態系に影響を与えないようにする必要があり、特にこのスクラバーの洗浄水においては PM の浮遊や二酸化硫黄の溶解等に伴うこれら環境汚染成分もしくは生態系影響成分の除去や pH 調整等、廃水処理が大きな問題となることが予想される。

【 0 0 1 7 】

又、公知の NOx 低減技術として触媒反応を利用した SCR 方式が一般に知られている。この SCR 方式は、エンジンの排気ガスの温度が十分に高い状態で活性化されて、かつ触媒表面が煤等に覆われず確実に露出しておれば触媒が正常に機能して高い NOx 低減が達成できる。しかし、一般の船用エンジンにあっては燃料消費率の向上を確保するため、自動車用エンジン等と比べるとロングストロークの低速エンジンが主流であり、シリンダー内で燃焼ガスのエネルギーをゆっくり時間をかけて確実に動力として取り出すことと、長時間にわたる燃焼ガスのシリンダー壁面等への接触に伴う放熱により排気ガスの温度は低温となることが多く、エンジン始動直後の暖気中のみならず定常運転中であっても触媒温度が 300 度を下回るとその機能を十分に発揮せず、NOx 低減率が不十分なことが多い。又、重油以下の低質燃料を使用するディーゼルエンジンにあっては、排気ガス中に含まれる PM により触媒が被覆されると共に、燃料に多量に含まれる硫黄により被毒してその NOx 浄化機能が長期にわたり安定して機能しないという問題が指摘され改善が望まれている。

【 0 0 1 8 】

本発明は、上記した従来技術の問題に鑑み、特に重油以下の低質燃料を使用する大排気量で高速及び / 又は大流量の排気ガスが排出されるディーゼルエンジンの排気ガス中の NOx を低減し、更に PM、特に SOF 分やサルフェート成分を高効率で除去できるのみならず、環境汚染物質や生態系に悪影響を与える物質の流出を容易にかつ確実に抑制することができる、エンジン始動直後から機能する重油以下の低質燃料を使用するディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 9 】

本発明に係る第 1 発明の重油以下の低質燃料を使用するディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置は、エンジンの排気マニホールドに連なる排気管に排気ガスクーラーを設け、該排気ガスクーラーの下流側に、該排気ガス中に含まれる SOF、ISF を主体とする PM を除去する電気集塵手段を連設し、該電気集塵手段の下流側配気管に前記排気ガスの一部を EGR ガスとして分流する分岐部を設け、該分岐部に連なる EGR 配管及び EGR バルブを介して前記 EGR ガスをエンジンの吸気に還流させる構成となしたことを特徴とするものである。

上記第 1 発明の排気ガス浄化装置においては、前記電気集塵手段と前記分岐部との間に、排気ガスを更に浄化するスクラバーを配設して構成すること、及び / 又は、前記 EGR 配管に EGR ガスを冷却する EGR クーラーを配設して構成すること、を好ましい態様と

10

20

30

40

50

するものである。

又、上記第1発明の排気ガス浄化装置は、前記排気ガスクーラーと前記電気集塵手段との間の排気管、及び前記スクラバーと前記EGRクーラーとの間の排気管又はEGR配管、及び前記EGRクーラーの後方のEGR配管の少なくとも1箇所に、凝縮水を分離除去する汽水分離器を配設して構成すること、及び/又は、前記EGR配管に当該EGRガスを圧送して吸気に還流させるブロアーを設けて構成すること、を好ましい態様とするものである。

【0020】

又、本発明に係る第2発明の重油以下の低質燃料を使用するディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置は、エンジンの排気マニホールドに連なる排気管に、排気ガスの一部をEGRガスとして分流する分岐部を設け、該分岐部に連なるEGR配管に排気ガスクーラーを設け、該排気ガスクーラーの下流側に、該排気ガス中に含まれるSOF、ISFを主体とするPMを除去する電気集塵手段を連設し、該電気集塵手段の下流側EGR配管にEGRバルブを設け、該EGRバルブを介してEGRガスをエンジンの吸気に還流させる構成となしたことを特徴とするものである。

上記第2発明の排気ガス浄化装置においては、前記電気集塵手段と前記分岐部との間に、排気ガスを更に浄化するスクラバーを配設して構成すること、及び/又は、前記スクラバーの後方にEGRガスを冷却するEGRクーラーを配設して構成すること、を好ましい態様とするものである。

又、上記第2発明の排気ガス浄化装置は、前記排気ガスクーラーと前記電気集塵手段との間のEGR配管、及び前記スクラバーと前記EGRクーラーとの間のEGR配管、及び前記EGRクーラーの後方のEGR配管の少なくとも1箇所に、凝縮水を分離除去する汽水分離器を配設して構成すること、又は、前記EGR配管に当該EGRガスを圧送して吸気に還流させるブロアーを設けて構成すること、を好ましい態様とするものである。

更に、本発明にかかる発明の重油以下の低質燃料を使用するディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置は、ディーゼルエンジンに、1段もしくは複数段の過給機により吸気が過給される過給システムを設ける構成とすること、を好ましい態様とするものである。

【発明の効果】

【0021】

本発明に係る重油以下の低質燃料を使用するディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置は、以下に記載する効果を奏する。

1. 排気ガスクーラーを経由して排気ガス浄化装置(DPF)から排出される排気ガスの一部を分流してEGRガスとして使用することにより、吸入空気に比熱の大きい排出ガスが混合されることにより燃焼温度が低下して窒素酸化物の生成が抑制され、かつ吸入空気に酸素濃度の低下した排気ガスが混合されることにより燃焼温度が低下して窒素酸化物の生成が抑制されるので排気ガス中のNOxを大幅に減少させることができる。

2. 船用燃料は硫黄の含有量が多いことから排気ガスには高い濃度のサルフェートが含まれており、そのままEGRガスとして燃焼室に供給すると排気ガス中の硫黄分が更に濃化されてピストン、ピストンリング、シリンダー、シリンダーヘッド、給排気バルブ・バルブステム等のエンジン構成部品、排気管、マフラー、エコノマイザー、レキュペレーター等の排気関連部品を硫黄起源生成物が腐食させたり摩耗させて、エンジン及び関連部品の耐久性を損ねることが危惧されるが、本発明によれば燃料起源の硫黄分に加えてEGRガスから硫黄分がさらに供給されて濃化されることがほとんど無いのでこれらの危惧を解消することができる。

3. 排気管へのスクラバーの設置により、静電サイクロン排気ガス浄化装置で除去しきれない二酸化硫黄ガスやPM(すす、SOF、サルフェート)等の残存成分が効果的に除去されてより減少することにより排気ガスがよりクリーンになると共に、分流されるEGRガス温度もより低下することにより、燃焼温度を低下させて窒素酸化物の減少と共にシリンダー壁面等からの放熱を減少させて燃費の向上がはかれる。更に、EGRクーラーの交換熱量を少なくでき、EGRクーラーの小型化が可能となり廉価となること、EGRク

10

20

30

40

50

ーラーの耐熱性は高くは要求されないことから熱応力が低くなると共に高温腐食の危険性も減るので構造が単純化されて耐久信頼性が得易いこと、安価な材料・安価な工法での製作が可能となり廉価なEGRクーラーの使用が可能であること、エンジン構成部品、排気関連部品を硫黄起源生成物が腐食させたり磨耗を促進したりすることが少なくなり、エンジン及び関連部品の耐久性を損ねることが危惧されなくなること、EGRガスが冷却されてEGRクーラーが不要となる場合も有り得る等の効果が得られる。

4. EGR配管へのスクラバーの設置により、静電サイクロン排気ガス浄化装置で除去しきれなかったPM、すす、SO₂、サルフェート等の残存成分がEGRガスにおいても除去されてクリーンなEGRガスが得られると共に、EGRガス温度もより低下することにより、燃焼温度を低下させて窒素酸化物の減少と共にシリンダー壁面等からの放熱を減少させて燃費の向上がはかれる。更に、EGRクーラーの交換熱量を少なくでき、EGRクーラーの小型化が可能となり廉価となること、EGRクーラーの耐熱性は高くは要求されないことから熱応力が低くなると共に高温腐食の危険性も減るので構造が単純化されて耐久信頼性が得易いこと、安価な材料・安価な工法での製作が可能となり廉価なEGRクーラーの使用が可能であること、エンジン構成部品、排気関連部品を硫黄起源生成物が腐食させたり磨耗を促進したりすることが少なくなり、エンジン及び関連部品の耐久性を損ねることが危惧されなくなること、EGRガスが冷却されてEGRクーラーが不要となる場合も有り得ること、装置の小型化・小スペース化がはかれること、等の効果が得られる。

5. 汽水分離器を設けることにより凝縮水を予め分離除去することができる。具体的には、排気ガス冷却装置の下流側に汽水分離器を設置することにより、排気ガスから凝縮水を分離・除去することができ、凝縮水を予め除去しておくことにより、凝縮水に硫黄起源生成物や窒素起源生成物が含有されて排気ガス内から減少し、凝縮水に付着するPM中のISF(すす)に硫黄起源生成物や窒素起源生成物が吸着されて更に減少し、排気ガス中のPM(SO₂、ISF)並びに窒素起源生成物の含有量を減らしてDPFの負荷を軽減させると共に、エンジン部品および排気関連部品の耐久性を損ねる危惧をさらに減らすことができるという効果が得られ、かつこのような効果は、排気ガス冷却装置から排出される排気ガス温度が100程度付近の場合に特に顕著である。又、スクラバーの下流側に汽水分離器を設置することにより、スクラバーにて大量の水と接して極めて高湿度となった排気ガスから水分を分離・除去することができる。分離・除去された水分には硫黄起源生成物や窒素起源生成物が含有されているのでこれらが排気ガス中から大幅に除去され、更に、除去される水分に付着するPM中のISF(すす)に硫黄起源生成物や窒素起源生成物が吸着されて減少し、排気ガス中のSO_x、PM(SO₂、ISF)並びに窒素起源生成物の含有量が減少して排気ガスのクリーン化がはかれる。又、EGRガスも凝縮水が分離・除去されていることにより特に硫黄起源生成物等が減少してエンジン部品、排気関連部品の腐食摩耗や摺動摩耗等により耐久性を損ねる危惧を更に減らすことができる。

6. 排気管から分流したEGRガスのみを冷却 静電集塵 サイクロン集塵 スクラバー処理 汽水分離することにより、小型な装置で廉価にクリーンなEGRガスが得られ、このEGRガスを使用して吸気に還流することにより、EGRによる一般的な作用効果を享受できる。又、排気ガス中のPMの削減は望めないが、一連の処理済みのEGRガスを還流できるのでNO_xやSO_xは確実に削減できる。更に、EGRガスのみを処理するのでシステムの構成機器(ガス冷却機、静電集塵部、サイクロン集塵部、スクラバー処理機、汽水分離機)は小型で軽く廉価であり製造も容易で設置スペースも取らず好ましい。更に又、排気ガス全量进行处理する場合と比較し、排気ガスクーラーの冷却水の使用量の減少、スクラバー装置からの排水処理水量やスラッジの減少、汽水分離器からの凝縮水の減少等、システムの維持・管理が容易となって環境汚染物質や生態系に悪影響を与える物質の流出を容易且つ確実に抑制できる。

7. 公知のNO_x低減技術として知られている触媒反応を利用したSCR方式は、エンジンの排気ガスの温度が十分に高い状態では触媒が活性化され、又触媒表面が煤等に覆われず確実に露出しておれば触媒が正常に機能して高いNO_x低減が達成できるが、一般の船

10

20

30

40

50

用エンジンにあっては燃料消費率の向上を確保するために自動車用エンジン等と比べるとロングストロークの低速エンジンが主流であり、シリンダー内で燃焼ガスのエネルギーをゆっくり時間をかけて確実に動力として取り出すことと、長時間にわたり燃焼ガスがシリンダー壁面等へ接触することにより放熱されて排気ガスの温度は低温となることが多く、エンジン始動直後の暖気中だけではなく定常運転中であっても触媒温度が300度を下回って触媒機能を十分に発揮できず、NOx低減率が不十分なことが多く、又重油以下の低質燃料を使用するディーゼルエンジンにあっては、排気ガス中に含有されるPMにより触媒が被覆されて排気ガスとの接触が妨げられたり、燃料中に多量に含有される硫黄により触媒が被毒してそのNOx浄化機能が発揮できなくなって長期にわたり安定してNOxを低減できない問題が生じているが、本発明装置では各構成部品は温度依存性が無く、排気ガス中のPMにも影響されず、又低質燃料使用による硫黄起源物質による劣化もほとんど無く、エンジン始動直後から長期にわたり安定して排気ガス浄化機能を発揮することができて高いNOx低減率が達成でき、環境改善に確実に寄与できる。

8. ディーゼルエンジンがターボチャージャー、リシオルムコンプレッサー、ルーツブローア等の過給機により1段もしくは複数段、好ましくは2段に過給されていることによりシリンダーへの過給圧力が上昇して空気過剰率が向上し、燃費を低減できるとともに、EGR率を広い運転域に亘って上昇させることができ、排気マニホールドに排出される段階でのPMも低減されて所望の排気ガスの浄化能力を確保・維持できる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の第1実施例装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第2実施例装置の全体構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の第3実施例装置の全体構成を示すブロック図である。

【図4】本発明の第4実施例装置の全体構成を示すブロック図である。

【図5】本発明の第5実施例装置の全体構成を示すブロック図である。

【図6】本発明の第6実施例装置の全体構成を示すブロック図である。

【図7】本発明の第7実施例装置の全体構成を示すブロック図である。

【図8】本発明の第8実施例装置の全体構成を示すブロック図である。

【図9】本発明の第9実施例装置の全体構成を示すブロック図である。

【図10】本発明の第10実施例装置の全体構成を示すブロック図である。

【図11】本発明の第11実施例装置の全体構成を示すブロック図である。

【図12】本発明の第12実施例装置の全体構成を示すブロック図である。

【図13】本発明の第13実施例装置の全体構成を示すブロック図である。

【図14】本発明の第14実施例装置の全体構成を示すブロック図である。

【図15】本発明の第15実施例装置の全体構成を示すブロック図である。

【図16】本発明の第16実施例装置の全体構成を示すブロック図である。

【図17】本発明の第17実施例装置の全体構成を示すブロック図である。

【図18】本発明の実施例において比較例として基本特性を示す装置の全体構成を示すブロック図である。

【図19】本発明の実施例における従来例1の排気ガス浄化装置の全体構成を示すブロック図である。

【図20】本発明の実施例における従来例2の排気ガス浄化装置の全体構成を示すブロック図である。

【図21】従来のディーゼルエンジン排ガス処理装置の一例を示す概略図である。

【図22】従来のディーゼルエンジン排ガス処理装置の他の例を示す斜視図である。

【図23】図22に示すディーゼルエンジン排ガス処理装置の部分拡大断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

図1に本発明の第1の実施例装置として示すディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置は、重油以下の低質燃料を燃料として使用するディーゼルエンジン(E)1の排気マニホー

10

20

30

40

50

ルド (E/M) 2 下流の排気管に排気ガスクーラー (G/C) 3 を配設し、更に該排気ガスクーラー (G/C) 3 の下流に静電サイクロン排気ガス浄化装置 (ES/C/DPF (Diesel Particulate Filter)) 4 を配設し、その下流側配管に排気ガスの一部を EGR ガスとして分流する分岐部 5 を設けて該分岐部 5 に EGR 配管を接続し、EGR バルブ (E/V) 6 を介して前記 EGR ガスをエンジンの吸気マニホールド (I/M) 7、もしくはエアフィルター (A/F) 9 からの吸気管に還流させる構成となしたもので、更に必要に応じて、排気ガスクーラー 3 と静電サイクロン排気ガス浄化装置 4 との間に汽水分離器 (M/S) 8 を設けてもよい。

【0024】

上記図 1 に示す構成の排気ガス浄化装置の場合、排気ガスクーラー 3 により冷却された排気ガスは静電サイクロン排気ガス浄化装置 4 で当該排気ガス中の PM (SOF、ISF) の含有量が減らされてその一部が EGR ガスとして吸気マニホールド 7 に還流される。この排気ガス浄化装置において、排気ガスクーラー 3 により冷却された排気ガスを汽水分離器 8 に通すと、凝縮水に硫黄起源生成物や窒素起源生成物が捕捉されて排気ガス中から減少し、凝縮水に付着する PM 中の ISF (すす) に硫黄起源生成物や窒素起源生成物が吸着されて減少し、排気ガス中の PM (SOF、ISF) 並びに窒素起源生成物の含有量を減らしてクリーンな排気ガスとし、静電サイクロン排気ガス浄化装置 4 の負荷を軽減させると共に、EGR ガスをもクリーンにしてエンジン構成部品および排気関連部品の耐久性を損ねる危惧をさらに減らすことができる。

このような効果は、排気ガスクーラー 3 から排出される排気ガス温度が、100 以上、好ましくは 130 以上で排気ガス温度 / 燃料沸点温度比 R (排気ガスの温度 ÷ 重油燃料の沸点) = 0.85 で示される温度以下の場合に特に顕著である。その理由は、排気ガスクーラー 3 から排出される排気ガス温度が 100 未満では、排気ガス中の水分等が捕集面に大量に凝縮し、捕集面に堆積した PM 微粒子が凝縮した水分により粘着されて捕集面から剥離し難くなり、排気ガス中のガス流中に砂嵐状あるいは吹雪状に分散・舞い上がった状態での流下がされ難くなってその後の処理が難しくなるためと思われる。なお、現実にはガス冷却部から排出される電気集塵手段の放電帯電部に流入する全排気ガスの温度は 130 程度であれば前記不具合はほとんど発生せず PM 微粒子の後処理上好ましい。

又、ガス冷却部の下流側で静電集塵部の上流側に汽水分離器を設けることにより、ガス冷却部を通過した排気ガス中から燃焼により生じた水蒸気、SOF 分、サルフェート分、カーボン等が懸濁・溶解した凝縮水を予め分離除去することができるので、全排気ガスの温度を 100 程度まで冷却しても汽水分離器 8 が十分に機能し、汽水分離器以降の構成部品の腐食性が緩和され使用材料の耐蝕性が低く抑えられるのでよい。

なお、ガス冷却部から排出される電気集塵手段の放電帯電部に流入する全排気ガスの温度が 130 以上であれば、予め凝縮水を分離除去する必要がないので汽水分離器を設置しなくてもよく、システム全体が省スペースで廉価となると共に汽水分離器からの凝縮水の後処理の必要もなくなり管理が容易になって好ましい。

更に、排気ガス温度 / 燃料沸点温度比 R (排気ガスの温度 ÷ 重油燃料の沸点) が 0.85 で示される温度以下としたのは、排気ガス温度 / 燃料沸点温度比 R が 0.85 を超えると、ほとんどの SOF 分、サルフェート分を液状化させられないためである。即ち、ガス冷却部を通過した排気ガスにおいて、SOF 分及びサルフェート分は、排気ガス温度 / 燃料沸点温度比 R が 0.85 以下の過冷却気体状態で放電帯電部に送り込まれることが望ましく、0.85 を超える状態では気体状態の SOF 分とサルフェート分が多く残存して十分な量の SOF 分を次の帯電放電部において凝縮液化、帯電する過冷却気体状態を形成できず、十分な浄化効果が得られないためである。

【0025】

又、汽水分離器 8 では凝縮水を完全に除去する必要はなく、大きな粒子をバッフル (分離板) に衝突させるなどして分離し、微細な液状粒子と固体粒子を後段のコロナ放電により帯電させてクーロン力により捕集板に吸着させて捕集・集塵させることにより除去すればよい。更に、この排気ガス浄化装置の場合は、EGR バルブ 6 により EGR ガス流量を

必要な EGR 率（シリンダーに充填される吸気における EGR ガスの割合）が得られるよう制御して吸気マニホールド 7 もしくはエアフィルター 9 からの吸気管（ターボチャージャー装着の場合は、図示していないがコンプレッサーの上流）に還流する。この EGR ガスの還流により燃焼室での燃焼温度が下げられ窒素酸化物の発生が抑制される。

【0026】

図 2 に本発明の第 2 の実施例装置として示すディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置は、同じく重油以下の低質燃料を燃料として使用するディーゼルエンジン 1 の排気マニホールド 2 下流の排気管に排気ガスクーラー 3 を配設し、更に該排気ガスクーラー 3 の下流に静電サイクロン排気ガス浄化装置 4 を配設し、その下流側配管に排気ガスの一部を EGR ガスとして分流する分岐部 5 を設けて該分岐部 5 に EGR 配管を接続し、該 EGR 配管に設けた EGR クーラー（E/C）10 により冷却された EGR ガスを EGR バルブ 6 により流量制御しながら吸気マニホールド 7 もしくはエアフィルター 9 からの吸気管に還流させる構成となしたもので、更に必要に応じて、排気ガスクーラー 3 と静電サイクロン排気ガス浄化装置 4 との間、及び / 又は EGR クーラー 10 と EGR バルブ 6 との間に、汽水分離器 8 を設けてもよい。

10

【0027】

上記図 2 に示す構成の排気ガス浄化装置の場合は、排気ガス及び EGR ガスがクリーンになると共に、EGR クーラー（E/C）10 の設置により EGR ガスの温度がさらに低下して高い EGR 率が確保し易くなり、更に燃焼室での燃焼温度がより低下することにより窒素酸化物の発生がより抑制されると共にシリンダー壁面等からの放熱が減少して燃料消費率が向上する。なお、EGR クーラー 10 下流の汽水分離器 8 は、排気ガスクーラー 3 の下流側に設置した場合とほぼ同様の機能を有する。又、静電サイクロン排気ガス浄化装置 4 の下流の分岐部 5 から分流した EGR ガスが十分低温であれば、EGR 配管の EGR クーラー 10 の上流にバイパスバルブ（図示せず）とこのバイパスバルブから EGR クーラー 10 の下流に連通するバイパス配管（図示せず）を設置し、EGR ガスをバイパスさせて還流させることにより EGR クーラー 10 による圧力損失に伴う EGR ガス流量の低下・減少を防止することができる。

20

【0028】

図 3 に本発明の第 3 の実施例装置として示すディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置は、同じく重油以下の低質燃料を燃料として使用するディーゼルエンジン 1 の排気マニホールド 2 下流の排気管に排気ガスクーラー 3 を設け、該排気ガスクーラー 3 の下流に静電サイクロン排気ガス浄化装置 4 を設け、その下流にスクラパー（Sc）11 と好ましくは汽水分離器 8 を設け、さらにその下流にマフラー（図示せず）への排気管に分岐部 5 を設けて EGR ガスを分流する EGR 配管を接続し、EGR ガスを EGR バルブ 6 により流量制御しながら吸気マニホールド 7 もしくはエアフィルター 9 からの吸気管に還流させる構成となしたものである。又、本実施例装置においても排気ガスクーラー 3 と静電サイクロン排気ガス浄化装置 4 との間に汽水分離器 8 を設けても良い。

30

【0029】

上記図 3 に示す構成の排気ガス浄化装置の場合は、図 1 に示す第の実施例装置と同様に、排気ガスがクリーンになると共に、排気管にスクラパー（Sc）11 と好ましくは汽水分離器 8 を設置することにより、静電サイクロン排気ガス浄化装置 4 で除去しきれない二酸化硫黄ガスや PM（すす、SOF、サルフェート）等の残存成分が効果的に除去され、その含有量がより減少し排気ガスがよりクリーンになると共に、分流される EGR ガスもクリーンになりかつ EGR ガス温度もより低下する。又、燃焼室での燃焼温度がより低下することにより窒素酸化物の発生がより抑制されると共にシリンダー壁面等からの放熱が減少して燃料消費率も向上する。更に、エンジン構成部品、排気関連部品が硫黄起源生成物により摩耗を促進されたり腐食されたりしてエンジン及び関連部品の耐久性を損ねることが危惧されなくなる。

40

【0030】

図 4 に本発明の第 4 の実施例装置として示すディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置は

50

、同じく重油以下の低質燃料を燃料として用いるディーゼルエンジン 1 の排気マニホールド 2 下流の排気管に排気ガスクーラー 3、静電サイクロン排気ガス浄化装置 4、スクラバー 11 及び好ましくは汽水分離器 8 をこの順に配設し、更にその下流の排気管に分岐部 5 を設けて、排気ガスの一部を EGR ガスとして分流する EGR 配管を前記分岐部 5 に接続し、EGR 配管に設けた EGR クーラー 10 により冷却された EGR ガスを EGR バルブ 6 により流量制御しながら吸気マニホールド 7 もしくはエアフィルター 9 からの吸気管に還流させる構成となしたものである。なお、本実施例装置においても、排気ガスクーラー 3 と静電サイクロン排気ガス浄化装置 4 との間、及び EGR クーラー 10 と EGR バルブ 6 との間に汽水分離器 8 を設けてもよい。

【0031】

上記図 4 に示す構成の排気ガス浄化装置の場合も排気ガスがクリーンになると共に、前記図 3 に示す第 3 の実施例装置と同様に、排気管にスクラバー 11 と好ましくは汽水分離器 8 を設置することにより、静電サイクロン排気ガス浄化装置 4 で除去しきれない二酸化硫黄ガスや PM (すす、SOF、サルフェート) 等の残存成分が効果的に除去され、その含有量がより減少し排気ガスがよりクリーンになると共に、分流される EGR ガスもクリーンになりかつ EGR ガス温度もより低下する。更に、EGR 配管への EGR クーラー 10 の設置により EGR ガスの温度がより低下して高 EGR 率の確保が容易となり、又、燃焼室での燃焼温度がより低下することにより窒素酸化物の発生がより抑制されると共にシリンダー壁面等からの放熱が減少して燃料消費率が向上する。

なお、本実施例においても、静電サイクロン排気ガス浄化装置 4 の下流の分岐部 5 から分流した EGR ガスが十分低温であれば、EGR 配管の EGR クーラー 10 の上流にバイパスバルブ (図示せず) とこのバイパスバルブから EGR クーラー 10 の下流に連通するバイパス配管 (図示せず) を設置し、EGR ガスをバイパスさせて還流させることにより EGR クーラー 10 による圧力損失に伴う EGR ガス流量の低下・減少を防止することができる。

【0032】

図 5 に本発明の第 5 の実施例装置として示すディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置は、同じく重油以下の低質燃料を燃料として用いるディーゼルエンジン 1 の排気マニホールド 2 下流の排気管に排気ガスクーラー 3 及び静電サイクロン排気ガス浄化装置 4 を配設し、前記静電サイクロン排気ガス浄化装置 4 の下流の排気管に分岐部 5 を設けて、排気ガス 30 の一部を EGR ガスとして分流する EGR 配管を前記分岐部 5 に接続し、該 EGR 配管にスクラバー 11 及び好ましくは汽水分離器 8 を配設し、更に EGR ガスを EGR バルブ 6 により流量制御しながら吸気マニホールド 7 もしくはエアフィルター 9 からの吸気管に還流させる構成となしたものである。なお、本実施例装置においては、排気ガスクーラー 3 と静電サイクロン排気ガス浄化装置 4 との間に汽水分離器 8 を設けてもよい。

【0033】

上記図 5 に示す構成の排気ガス浄化装置の場合は排気ガスがクリーンになると共に、前記図 4 に示す第 4 の実施例装置と異なり、EGR 配管にスクラバー 11 と好ましくは汽水分離器 8 を設置することにより、静電サイクロン排気ガス浄化装置 4 で除去しきれなかった二酸化硫黄ガスや PM (すす、SOF、サルフェート) 等の残存成分が効果的に除去され、その含有量がより減少し EGR ガスがよりクリーンになると共に、分流される EGR ガス温度がより低下する。更に、EGR ガスの温度がより低下することにより高 EGR 率の確保が容易となり、又、燃焼室での燃焼温度がより低下して窒素酸化物の発生がより抑制されると共にシリンダー壁面等からの放熱が減少して燃料消費率が向上する。更に又、EGR ガスに含有される二酸化硫黄ガスや PM (すす、SOF、サルフェート) 等の残存成分が除去され減少することにより、エンジン構成部品、排気関連部品が硫黄起源生成物により摩耗を促進されたり腐食されたりしてエンジン及び関連部品の耐久性を損ねることが危惧されなくなる。又更に、排気管及び EGR 配管に設置するスクラバー 11 と汽水分離器 8 はいずれも、排気管に設置して排気ガスの全量进行处理するものと比較して小型で廉価なものでよい。

10

20

30

40

50

【0034】

図6に本発明の第6の実施例装置として示すディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置は、同じく重油以下の低質燃料を燃料として用いるディーゼルエンジン1の排気マニホールド2下流の排気管に排気ガスクーラー3及び静電サイクロン排気ガス浄化装置4を配設し、前記静電サイクロン排気ガス浄化装置4の下流の排気管に分岐部5を設けて、排気ガスの一部をEGRガスとして分流するEGR配管を前記分岐部5に接続し、該EGR配管にスクラバー11と好ましくは汽水分離器8を配設し、更に前記汽水分離器8の下流側にEGRクーラー10を配設し、該EGRクーラー10により冷却されたEGRガスをEGRバルブ6により流量制御しながら吸気マニホールド7もしくはエアフィルター9からの吸気管に還流させる構成となしたものである。なお、本実施例装置においては、排気ガスクーラー3と静電サイクロン排気ガス浄化装置4との間、及び/又は、EGRクーラー10とEGRバルブ6との間に、それぞれ汽水分離器8を設けてもよい。

10

【0035】

上記図6に示す構成の排気ガス浄化装置の場合も、前記の各実施例装置と同様に、EGR配管へのEGRクーラー10の設置によりクリーンな排気ガス及びEGRガスが得られると共にEGRガスの温度もより低下して高EGR率の確保が容易となり、又、燃焼室での燃焼温度がより低下することにより窒素酸化物の発生がより抑制されると共にシリンダー壁面等からの放熱が減少して燃料消費率の向上がはかれる。なお、EGRクーラー10下流の汽水分離器8は、排気ガスクーラー3やスクラバー11の下流側に設置した場合とほぼ同様の機能を有する。又、EGR配管に設置するスクラバー11と汽水分離器8はいずれも小型で廉価なものでよい。更に、本実施例においても、静電サイクロン排気ガス浄化装置4の下流の分岐部5から分流したEGRガスが十分低温であれば、EGR配管のEGRクーラー10の上流にバイパスバルブ(図示せず)とこのバイパスバルブからEGRクーラー10の下流に連通するバイパス配管(図示せず)を設置し、EGRガスをバイパスさせて還流させることによりEGRクーラー10による圧力損失に伴うEGRガス流量の低下・減少を防止することができる。

20

【0036】

図7に本発明の第7の実施例装置として示すディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置は、重油以下の低質燃料を燃料として用いるディーゼルエンジン1にターボチャージャー(T/C)12が装着され、該ターボチャージャー12下流の排気管に排気ガスクーラー3と静電サイクロン排気ガス浄化装置4を配設し、前記静電サイクロン排気ガス浄化装置4の下流の排気管に分岐部5を設けて、排気ガスの一部をEGRガスとして分流するEGR配管を前記分岐部5に接続し、該EGR配管にスクラバー11及び汽水分離器8を配設し、さらにその下流にEGRガスを昇圧し供給・圧送するブロアー(BW)13を設け、EGRガスをEGRバルブ6により流量制御しながら吸気マニホールド7に還流させる構成となしたものである。

30

なお、本実施例装置ではEGRガスが還流される位置が吸気マニホールド7の場合を示したが、吸気配管のいずれの位置(インタークーラー14の前後)でもよい。

【0037】

上記図7に示す構成の排気ガス浄化装置の場合は、前記の各実施例装置と同様に、クリーンな排気ガス及びEGRガスが得られると共にEGRガスの温度がより低下して高EGR率の確保が容易となり、又、燃焼室での燃焼温度がより低下することにより窒素酸化物の発生がより抑制されると共にシリンダー壁面等からの放熱が減少して燃料消費率の向上がはかれるのみならず、吸気管内の圧力がコンプレッサーにより高圧となってもブロアー13で昇圧させて圧送・供給することにより正確な量のEGRガスを供給して高いEGR率の確保が可能となり所望の排気ガスの浄化能力と燃費を確保・維持できる。

40

【0038】

図8に本発明の第8の実施例装置として示すディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置は、重油以下の低質燃料を燃料として用いるディーゼルエンジン1の排気マニホールド2下流の排気管に排気ガスクーラー3と、前記静電サイクロン排気ガス浄化装置4に替えて、

50

静電集塵排気ガス浄化装置 (ES / DC / DPF : electrostatic dust collector DPF) 4 - 1 を配設し、更にその下流の排気管に分岐部 5 を設けて、排気ガスの一部を EGR ガスとして分流する EGR 配管を前記分岐部 5 に接続し、EGR ガスを EGR バルブ 6 により流量制御しながら吸気マニホールド 7 もしくはエアフィルター 9 からの吸気管に還流させる構成となしたものである。なお、本実施例装置においては、静電集塵排気ガス浄化装置 4 - 1 に替えて、前記静電サイクロン排気ガス浄化装置 4 を採用してもよいことはいうまでもない (静電サイクロン排気ガス浄化装置 4 を採用した場合は前記第 1 の実施例装置と同様の構成となる)。又、排気ガスクーラー 3 と静電サイクロン排気ガス浄化装置 4 との間に汽水分離器 8 を設けてもよい。

【0039】

上記図 8 に示す構成の排気ガス浄化装置の場合は、前記図 1 に示す第 1 の実施例装置と同様に、排気ガスクーラー 3 により冷却された排気ガスを汽水分離器 8 に通すと、凝縮水に硫黄起源生成物や窒素起源生成物が捕捉されて排気ガス中から減少し、凝縮水に付着する PM 中の ISF (すす) に硫黄起源生成物や窒素起源生成物が吸着されて減少し、排気ガス中の PM (SOF、ISF) 並びに窒素起源生成物の含有量を減らし、静電集塵排気ガス浄化装置 4 - 1 の負荷を軽減させると共に、エンジン構成部品および排気関連部品の耐久性を損ねる危険をさらに減らすことができる。

【0040】

図 9 に本発明の第 9 の実施例装置として示すディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置は、重油以下の低質燃料を燃料として用いるディーゼルエンジン 1 の排気マニホールド 2 下流の排気管に排気ガスクーラー 3、静電サイクロン排気ガス浄化装置 4 及びスクラバー 11 を配設し、前記スクラバー 11 の下流の排気管に分岐部 5 を設けて、排気ガスの一部を EGR ガスとして分流する EGR 配管を前記分岐部 5 に接続し、該 EGR 配管に汽水分離器 8 を設け、EGR ガスを EGR バルブ 6 により流量制御しながら吸気マニホールド 7 もしくはエアフィルター 9 からの吸気管に還流させる構成となしたものである。

【0041】

上記図 9 に示す構成の排気ガス浄化装置の場合は、静電サイクロン排気ガス浄化装置 4 で除去しきれなかった二酸化硫黄ガス、PM (すす、SOF、サルフェート) 等の残存成分が除去されてより減少してクリーンな排気ガス及び EGR ガスが得られると共に、EGR ガスは冷却されて低温となって高い EGR 率が確保し易くなり、燃焼室での燃焼温度を低下させて窒素酸化物の発生がより抑制されると共にシリンダー壁面等からの放熱を減少させて燃費の向上がはかれる。又、EGR 配管に設置する汽水分離器 8 は、EGR ガスのみの処理となるので小型・軽量化された廉価なものでよい。

【0042】

図 10 に本発明の第 10 の実施例装置として示すディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置は、重油以下の低質燃料を燃料として用いるディーゼルエンジン 1 の排気マニホールド 2 下流の排気管に分岐部 5 を設けて、排気ガスの一部を EGR ガスとして分流する EGR 配管を前記分岐部 5 に接続し、該 EGR 配管に排気ガスクーラー 3 及び静電サイクロン排気ガス浄化装置 4 を配設し、前記静電サイクロン排気ガス浄化装置 4 の下流に設けた EGR バルブ 6 により EGR ガスの流量を制御しながら吸気マニホールド 7 もしくはエアフィルター 9 からの吸気管に還流させる構成となしたものである。なお、排気ガスクーラー 3 と静電サイクロン排気ガス浄化装置 4 との間には汽水分離器 8 を設けてもよい。

【0043】

上記図 10 に示す構成の排気ガス浄化装置の場合も、前記のものと同様に EGR ガスが清浄化され含有される二酸化硫黄ガスや PM (すす、SOF、サルフェート) 等の残存成分が除去されてより減少することにより、エンジン構成部品、排気関連部品が硫黄起源生成物により摩耗を促進されたり腐食されたりしてエンジン及び関連部品の耐久性を損ねることが危惧されなくなる。又、EGR ガスを還流できるので NOx を確実に削減することができる。更に、EGR ガスのみを処理するのでシステムの構成機器 (ガス冷却機、静電集塵部、サイクロン集塵部、スクラバー処理機、汽水分離機等) はいずれも小型・軽量で

10

20

30

40

50

廉価な装置でよい。特に本実施例装置は、排気ガス全量进行处理する場合と比較し、排気ガスクーラー3の冷却水の使用量の減少、スクラバー装置からの排水処理水量やスラッジの減少、汽水分離器8からの凝縮水の減少等、システムの維持・管理が容易となって環境汚染物質や生態系に悪影響を与える物質の流出を容易かつ確実に抑制できる。

【0044】

図11に本発明の第11の実施例装置として示すディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置は、重油以下の低質燃料を燃料として用いるディーゼルエンジン1の排気マニホールド2下流の排気管に分岐部5を設けて、排気ガスの一部をEGRガスとして分流するEGR配管を前記分岐部5に接続し、該EGR配管に排気ガスクーラー3及び静電サイクロン排気ガス浄化装置4を配設し、前記静電サイクロン排気ガス浄化装置4の下流にスクラバー11を設置し、更に前記スクラバー11の下流にEGRクーラー10を配設し、EGRバルブ6によりEGRガスの流量を制御しながら吸気マニホールド7もしくはエアフィルター9からの吸気管に還流させる構成となしたものである。なお、本実施例装置においては、EGRクーラー10とEGRバルブ6との間に汽水分離器8を設けるとよい。

10

【0045】

上記図11に示す構成の排気ガス浄化装置の場合も、前記のものと同様にEGRガスが清浄化され含有される二酸化硫黄ガスやPM(すす、SOF、サルフェート)等の残存成分が除去されてより減少することにより、エンジン構成部品、排気関連部品が硫黄起源生成物により摩耗を促進されたり腐食されたりしてエンジン及び関連部品の耐久性を損ねることが危惧されなくなる。又、EGRガスを還流できるのでNOxを確実に削減することができる。更に、EGRガスのみ进行处理するのでシステムの構成機器(ガス冷却機、静電集塵部、サイクロン集塵部、スクラバー処理機、汽水分離機等)はいずれも小型・軽量で廉価な装置でよい。又更に、本実施例装置においても、排気ガス全量进行处理する場合と比較し、排気ガスクーラー3の冷却水の使用量の減少、スクラバー装置からの排水処理水量やスラッジの減少、汽水分離器8からの凝縮水の減少等、システムの維持・管理が容易となって環境汚染物質や生態系に悪影響を与える物質の流出を容易かつ確実に抑制できる。

20

【0046】

図12に本発明の第12の実施例装置として示すディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置は、重油以下の低質燃料を燃料として用いるディーゼルエンジン1にターボチャージャー12が装着され、該ターボチャージャー12下流の排気管に排気ガスクーラー3及び静電サイクロン排気ガス浄化装置4を配設し、前記静電サイクロン排気ガス浄化装置4の下流の排気管に分岐部5を設けて、排気ガスの一部をEGRガスとして分流するEGR配管を前記分岐部5に接続し、該EGR配管にスクラバー11、汽水分離器8、EGRガスを昇圧し供給・圧送するブロアー(BW)13、EGRバルブ6をこの順に配設し、EGRガスをEGRバルブ6により流量制御しながらインタークーラー14前の吸気管に還流させる構成となしたものである。即ち、本実施例装置は、ターボチャージャー12後の排気ガスを予冷し、静電サイクロン処理後の排気ガスから分流したEGRガスのみをスクラバー11で処理し、その後汽水分離器8を経由させてブロアー(BW)13で圧送してインタークーラー14前の吸気管に還流させる構成となしたものである。なお、図中のイ、ロ、ハは後出の実施例(特性評価試験)における測定箇所を示す。

30

40

【0047】

上記図12に示す構成の排気ガス浄化装置の場合は、EGRガスが清浄化され含有される二酸化硫黄ガスやPM(すす、SOF、サルフェート)等の残存成分が除去されてより減少することにより、エンジン構成部品、排気関連部品が硫黄起源生成物により摩耗を促進されたり腐食されたりしてエンジン及び関連部品の耐久性を損ねることが危惧されなくなること、EGRガスを還流できるのでNOxを確実に削減することができること、EGRガスのみ进行处理するのでシステムの構成機器(ガス冷却機、静電集塵部、サイクロン集塵部、スクラバー処理機、汽水分離機等)はいずれも小型・軽量で廉価な装置でよいこと、排気ガス全量进行处理する場合と比較し、排気ガスクーラー3の冷却水の使用量の減少、スクラバー装置からの排水処理水量やスラッジの減少、汽水分離器8からの凝縮水の減少

50

等、システムの維持・管理が容易となって環境汚染物質や生態系に悪影響を与える物質の流出を容易かつ確実に抑制できること、等の効果に加え、吸気管内の圧力がコンプレッサーにより高圧となっていてプロアー１３で昇圧し圧送・供給することにより正確な量のEGRガスを供給して高いEGR率の確保が可能となり所望の排気ガスの浄化能力と燃費を確保・維持できるという効果が得られる。

【0048】

図13に本発明の第13の実施例装置として示すディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置は、重油以下の低質燃料を燃料として用いるディーゼルエンジン1にターボチャージャー12が装着され、該ターボチャージャー12下流の排気管に分岐部5を設けて、排気ガスの一部をEGRガスとして分流するEGR配管を前記分岐部5に接続し、該EGR配管に排気ガスクーラー3、静電サイクロン排気ガス浄化装置4、スクラバー11、汽水分離器8、プロアー13、EGRバルブ6をこの順に配設し、EGRガスをEGRバルブ6により流量制御しながらインタークーラー14前の吸気管に還流させる構成となしたものである。即ち、本実施例装置は、EGRガス配管において当該EGRガスを予冷し、静電サイクロン処理後にスクラバー11で処理し、その後汽水分離器8を経由させてプロアー13で圧送してインタークーラー14前の吸気管に還流させる構成となしたものである。なお、図中の二、ホ、へは後出の実施例（特性評価試験）における測定箇所を示す。

10

【0049】

上記図13に示す構成の排気ガス浄化装置の場合は、前記のものと同様にEGRガスが清浄化され含有される二酸化硫黄ガスやPM（すす、SO₂F、サルフェート）等の残存成分が除去されてより減少することにより、エンジン構成部品、排気関連部品が硫黄起源生成物により摩耗を促進されたり腐食されたりしてエンジン及び関連部品の耐久性を損ねることが危惧されなくなること、EGRガスを還流できるのでNO_xを確実に削減することができること、EGRガスのみを処理するのでシステムの構成機器（ガス冷却機、静電集塵部、サイクロン集塵部、スクラバー処理機、汽水分離機等）はいずれも小型・軽量で廉価な装置でよいこと、排気ガス全量を処理する場合と比較し、排気ガスクーラー3の冷却水の使用量の減少、スクラバー装置からの排水処理水量やスラッジの減少、汽水分離器8からの凝縮水の減少等、システムの維持・管理が容易となって環境汚染物質や生態系に悪影響を与える物質の流出を容易かつ確実に抑制できること、等の効果に加え、吸気管内の圧力がコンプレッサーにより高圧となっていてプロアー13で昇圧し圧送・供給することにより正確な量のEGRガスを供給して高いEGR率の確保が可能となり所望の排気ガスの浄化能力を確保・維持できるという効果が得られる。

20

30

【0050】

図14に本発明の第14の実施例装置として示すディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置は、同じく重油以下の低質燃料を燃料として使用するディーゼルエンジン1に、2段過給システムとして排気ガスの流れ方向前段に高圧ターボチャージャー12-1が、後段に低圧ターボチャージャー12-2が装着され、低圧ターボチャージャー12-2下流の排気管に排気ガスクーラー3を設け、好ましくは排気ガスクーラー3の下流に汽水分離器8を設け、さらにその下流に静電サイクロン排気ガス浄化装置4とスクラバー11と好ましくは汽水分離器8を設け、汽水分離器8の下流にマフラー（図示せず）への排気管に設けた分岐部5にEGRガスを分流するEGR配管を接続し、EGRガスをEGRバルブ6により流量制御しながらエアフィルター9からの吸気と共に低圧ターボチャージャー12-2のコンプレッサー（図示せず）上流の低圧位置の吸気管に、あるいは高圧ターボチャージャー12-1と低圧ターボチャージャー12-2の間の中圧力位置の吸気管にプロアー13にてより圧送して、あるいは又、高圧ターボチャージャー12-1のコンプレッサー（図示せず）の後流の高圧力位置の吸気管にプロアー13にてより圧送して、還流させる構成となしたものである。

40

【0051】

上記図14に示す構成の排気ガス浄化装置の場合は、図1に示す第1の実施例装置と同様に、排気ガスがクリーンになると共に、排気管にスクラバー11と好ましくは汽水分離

50

器 8 を設置することにより、静電サイクロン排気ガス浄化装置 4 で除去しきれない二酸化硫黄ガスや P M (すす、S O F、サルフェート) 等の残存成分が効果的に除去され、その含有量がより減少し排気ガスがよりクリーンになると共に、分流される E G R ガスもクリーンになりかつ E G R ガス温度もより低下する。又、燃焼室での燃焼温度がより低下することにより窒素酸化物の発生がより抑制されると共にシリンダー壁面等からの放熱が減少して燃料消費率も向上する。更に、エンジン構成部品、排気関連部品が硫黄起源生成物により摩耗を促進されたり腐食されたりしてエンジン及び関連部品の耐久性を損ねることが危惧されなくなる。更に又、エンジンが 2 段過給されていることにより過給圧力が上昇して空気過剰率が向上し、燃費は低減し、E G R 率を広い運転域に亘って上昇させることができ、排気マニホールドに排出される段階での P M も低減されて所望の排気ガスの浄化能力を確保・維持できるという効果が得られる。

10

【 0 0 5 2 】

図 1 5 に本発明の第 1 5 の実施例装置として示すディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置は、同じく重油以下の低質燃料を燃料として使用するディーゼルエンジン 1 に、2 段過給システムとして排気ガスの流れ方向前段に高圧ターボチャージャー 1 2 - 1 が、後段に低圧ターボチャージャー 1 2 - 2 が装着され、低圧ターボチャージャー 1 2 - 2 下流の排気管に分岐部 5 を設けて、排気ガスの一部を E G R ガスとして分流する E G R 配管を前記分岐部 5 に接続し、該 E G R 配管に排気ガスクーラー 3、静電サイクロン排気ガス浄化装置 4、スクラパー 1 1、汽水分離器 8、E G R バルブ 6 をこの順に配設し、E G R ガスを E G R バルブ 6 により流量制御しながらエアフィルター 9 からの吸気と共に低圧ターボチャージャー 1 2 - 2 のコンプレッサー (図示せず) 上流の吸気管に還流させ供給する構成となしたものである。

20

【 0 0 5 3 】

上記図 1 5 に示す構成の排気ガス浄化装置の場合は、前記のものと同様に E G R ガスが清浄化され含有される二酸化硫黄ガスや P M (すす、S O F、サルフェート) 等の残存成分が除去されてより減少することにより、エンジン構成部品、排気関連部品が硫黄起源生成物により摩耗を促進されたり腐食されたりしてエンジン及び関連部品の耐久性を損ねることが危惧されなくなること、E G R ガスを還流できるので N O x を確実に削減することができること、E G R ガスのみを処理するのでシステムの構成機器 (ガス冷却機、静電集塵部、サイクロン集塵部、スクラパー処理機、汽水分離器等) はいずれも小型・軽量で廉価な装置でよいこと、排気ガス全量を処理する場合と比較し、排気ガスクーラー 3 の冷却水の使用量の減少等、システムの維持・管理が容易となって環境汚染物質や生態系に悪影響を与える物質の流出を容易かつ確実に抑制できること、等の効果に加え、エンジンが 2 段過給されていることにより過給圧力が上昇して空気過剰率が向上し、燃費は低減し、E G R 率を広い運転域に亘って上昇させることができ、排気マニホールドに排出される段階での P M も低減されて所望の排気ガスの浄化能力を確保・維持できるという効果が得られる。

30

【 0 0 5 4 】

図 1 6 に本発明の第 1 6 の実施例装置として示すディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置は、同じく重油以下の低質燃料を燃料として使用するディーゼルエンジン 1 に、2 段過給システムとして排気ガスの流れ方向前段に高圧ターボチャージャー 1 2 - 1 が、後段に低圧ターボチャージャー 1 2 - 2 が装着され、低圧ターボチャージャー 1 2 - 2 下流の排気管に分岐部 5 を設けて、排気ガスの一部を E G R ガスとして分流する E G R 配管を前記分岐部 5 に接続し、該 E G R 配管に排気ガスクーラー 3、静電サイクロン排気ガス浄化装置 4、スクラパー 1 1、汽水分離器 8、プロアー 1 3、E G R バルブ 6 をこの順に配設し、プロアーで圧送された E G R ガスを E G R バルブ 6 により流量制御しながら高圧ターボチャージャー 1 2 - 1 と低圧ターボチャージャー 1 2 - 2 の間の中圧力位置、もしくは高圧ターボチャージャー 1 2 - 1 のコンプレッサー (図示せず) の後流の吸気管に還流させる構成となしたものである。

40

【 0 0 5 5 】

50

上記図16に示す構成の排気ガス浄化装置の場合は、前記のものと同様にEGRガスが清浄化され含有される二酸化硫黄ガスやPM(すす、SOF、サルフェート)等の残存成分が除去されてより減少することにより、エンジン構成部品、排気関連部品が硫黄起源生成物により摩耗を促進されたり腐食されたりしてエンジン及び関連部品の耐久性を損ねることが危惧されなくなること、EGRガスを還流できるのでNOxを確実に削減することができること、EGRガスのみを処理するのでシステムの構成機器(ガス冷却機、静電集塵部、サイクロン集塵部、スクラバー処理機、汽水分離器等)はいずれも小型・軽量で廉価な装置でよいこと、排気ガス全量进行处理する場合と比較し、排気ガスクーラー3の冷却水の使用量の減少、スクラバー装置からの排水処理水量やスラッジの減少、汽水分離器8からの凝縮水の減少等、システムの維持・管理が容易となって環境汚染物質や生態系に悪影響を与える物質の流出を容易かつ確実に抑制できること、等の効果に加え、吸気管内の圧力がコンプレッサーにより高圧となってもブロアー13で昇圧し圧送・供給することにより正確な量のEGRガスを供給して高いEGR率の確保が可能となり、又、エンジンが2段過給されていることにより過給圧力が上昇して空気過剰率が向上し、燃費の低減がはかれると共に、EGR率を広い運転域に亘って上昇させることができ、排気マニホールドに排出される段階でのPMも低減されて所望の排気ガスの浄化能力を確保・維持できるという効果が得られる。

10

20

30

40

50

【0056】

図17に本発明の第17の実施例装置として示すディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置は、同じく重油以下の低質燃料を燃料として使用するディーゼルエンジン1に、2段過給システムとして排気ガスの流れ方向前段に高圧ターボチャージャー12-1が、後段に低圧ターボチャージャー12-2が装着され、高圧ターボチャージャー12-1上流の排気管に分岐部5を設けて、排気ガスの一部をEGRガスとして分流するEGR配管を前記分岐部5に接続し、該EGR配管に排気ガスクーラー3、静電サイクロン排気ガス浄化装置4、スクラバー11、汽水分離器8、EGRバルブ6をこの順に配設し、EGRガスをEGRバルブ6により流量制御しながらエアフィルター9からの吸気と共に低圧ターボチャージャー12-2のコンプレッサー(図示せず)上流の吸気管の低圧力位置に還流させ供給するか、あるいは高圧ターボチャージャー12-1と低圧ターボチャージャー12-2の間の中圧力位置に還流させ供給するか、もしくは高圧ターボチャージャー12-1のコンプレッサー(図示せず)後流の吸気管の高圧力位置に好ましくはブロアー13により圧送させて還流させる構成となしたものである。即ち、本実施例装置は、マニホールド直下の高圧ターボチャージャー12-1のタービン(図示せず)上流位置から分岐したEGRガス配管において当該EGRガスを予冷し、静電サイクロン処理後にスクラバー11で処理し、その後汽水分離器8を経由させた後EGRバルブ6により流量制御しながら還流させる構成となしたものである。

【0057】

上記図17に示す構成の排気ガス浄化装置の場合も、前記図16に示す構成の排気ガス浄化装置と同様にEGRガスが清浄化され含有される二酸化硫黄ガスやPM(すす、SOF、サルフェート)等の残存成分が除去されてより減少することにより、エンジン構成部品、排気関連部品が硫黄起源生成物により摩耗を促進されたり腐食されたりしてエンジン及び関連部品の耐久性を損ねることが危惧されなくなること、EGRガスを還流できるのでNOxを確実に削減することができること、EGRガスのみを処理するのでシステムの構成機器(ガス冷却機、静電集塵部、サイクロン集塵部、スクラバー処理機、汽水分離器等)はいずれも小型・軽量で廉価な装置でよいこと、排気ガス全量进行处理する場合と比較し、排気ガスクーラー3の冷却水の使用量の減少、スクラバー装置からの排水処理水量やスラッジの減少、汽水分離器8からの凝縮水の減少等、システムの維持・管理が容易となって環境汚染物質や生態系に悪影響を与える物質の流出を容易かつ確実に抑制できること、等の効果に加え、吸気管内の圧力がコンプレッサーにより高圧となってもブロアー13で昇圧し圧送・供給することにより正確な量のEGRガスを供給して高いEGR率の確保が可能となり、又、エンジンが2段過給されていることにより過給圧力が上昇して空気過

剰率が向上し、燃費の低減がはかれると共に、EGR率を広い運転域に亘って上昇させることができ、排気マニホールドに排出される段階でのPMも低減されて所望の排気ガスの浄化能力を確保・維持できるという効果が得られる。

【0058】

上記図14～図17に示す実施例装置は、EGRガスを排気管から分岐後静電サイクロン排気ガス浄化装置により処理する対応として、高圧ターボチャージャー12-1のタービン上流の高圧位置及び低圧ターボチャージャー12-2のタービン下流の低圧位置から分岐した例を示したが、高圧ターボチャージャー12-1と低圧ターボチャージャー12-2の間の中圧力位置から分岐してもよいことはいうまでもない。

【0059】

なお、本発明の重油以下の低質燃料を燃料として使用するディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置の構成は、前記第1実施例装置～第17実施例装置のものに限定するものではなく、排気ガスクーラー3、静電サイクロン排気ガス浄化装置4、EGRクーラー10、スクラバー11、汽水分離器8、過給機等の各種装置や設備の配置、組合せを種々変更して構成するもの全てを含むことはいうまでもない。

【実施例】

【0060】

次に、実施例を用いて本発明をより詳細に説明する。

本発明の効果を確認するため、表1に示す条件で以下の試験を実施し、各実施例の排気ガス諸特性を表2に示す。表2中、基本特性は排気ガス浄化装置を有しない図14に示す構成の装置を、従来例1は特許文献3に基づいて構成した図15に示すディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置を、従来例2は非特許文献1に基づいて構成した図16に示すディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置を、それぞれ用いた場合の結果である。又、本発明1、2は図12に示す第12実施例装置を、同じく本発明3、4は図13に示す第13実施例装置を、それぞれ用いた場合の結果である。

なお、表2中、PM、SOx、NOxの各濃度は、基本特性に対する割合を百分率で示した値である。

【0061】

実施例1、2

本発明1、2に相当する本実施例は、前記図12に示す第12実施例装置、即ち、ターボチャージャー12後の排気ガスを予め排気ガスクーラー3により冷却し、その後静電サイクロン排気ガス浄化装置4による浄化処理後に分流したEGRガスをスクラバー11で処理し、更にその後汽水分離器8を経由させプロアー13で圧送してEGRバルブ6で流量制御してインタークーラー14前の吸気管に還流させる構成となした排気ガス浄化装置において、測定箇所イ、ロ、ハで排気ガスとEGRガスの温度と、PM、SOx、NOxの各濃度値を測定した。

【0062】

実施例3、4

本発明3、4に相当する本実施例は、前記図13に示す第13実施例装置、即ち、ターボチャージャー12後の排気ガスを未処理のまま排気管から分流してEGRガスとし、このEGRガスだけを排気ガスクーラー3、静電サイクロン排気ガス浄化装置4、スクラバー11、汽水分離器8を経由させて処理し、その後プロアー13で圧送してEGRバルブ6で流量制御してインタークーラー14前の吸気管に還流させる構成となした排気ガス浄化装置において、測定箇所ニ、ホ、ヘで排気ガスとEGRガスの温度と、PM、SOx、NOxの各濃度値を測定した。

【0063】

基本特性

排気ガス浄化装置を有しない図18に示す構成の装置において、ディーゼルエンジン1のターボチャージャー12の下流の測定箇所トで排気ガスの温度と、PM、SOx、NOxの各濃度値を測定した。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 4 】

従来例 1

本実施例は、特許文献 3 に基づいて構成した図 1 9 に示すディーゼルエンジン 1 の排気ガス浄化装置、即ち、ターボチャージャー 1 2 の下流に排気ガスクーラー 3 を設置し、該クーラーにて冷却された排気ガスを静電サイクロン排気ガス浄化装置 4 により処理する構成となした排気ガス浄化装置において、測定箇所チ、リで排気ガスの温度と、PM、SOx、NOx の各濃度値を測定した。

【 0 0 6 5 】

従来例 2

本実施例は、非特許文献 1 に基づいて構成した図 2 0 に示すディーゼルエンジンの排気ガス浄化装置、即ち、ターボチャージャー 1 2 の下流の排気管から EGR ガスを分流後、該 EGR ガスをスクラバー 1 1 で浄化し、次いで EGR クーラー 1 0 で冷却し、汽水分離器を経由させて処理し、その後ブロアー 1 3 で圧送して EGR バルブ 6 で流量制御してインタークーラー 1 4 前の吸気管に還流させる構成となした排気ガス浄化装置において、測定箇所ヌ、ルで排気ガスと EGR ガスの温度と、PM、SOx、NOx の各濃度値を測定した。

10

【 0 0 6 6 】

【表 1】

エンジン：

ストローク：4ストロークタイプ

気筒数：3

ボアストローク：130mm×160mm

ターボチャージャーとインタークーラー：装着

出力：100PS×1200rpm

EGR率：30%

燃料：A重油+硫黄添加（硫黄分のトータル質量%：2.1）

負荷率：75%

運転時間：100時間

排気ガスクーラー：水冷

静電サイクロン排気ガス浄化装置：

(1) 筒状捕集部：内径Φ400mm×長さ3000mm

(2) 静電電圧：DC-45000V

(3) サイクロン捕集部：胴径Φ260mm

20

30

40

【 0 0 6 7 】

【表 2】

	測定個所	温度 (℃)	PM濃度 (%)	SO _x 濃度 (%)	NO _x 濃度 (%)
基本特性	図18ト	450	100	100	100
従来例1	図19チ	455	98	101	103
	図19リ	112	4	93	99
従来例2	図20ヌ	447	102	98	21
	図20ル	40	82	約0	20
本発明1	図12イ	445	98	99	19
	図12ロ	113	5	90	18
	図12ハ	38	1以下	約0	16
本発明2	図12イ	456	100	102	20
	図12ロ	152	7	93	19
	図12ハ	48	2	約0	17
本発明3	図13ニ	453	101	101	18
	図13ホ	108	3	90	17
	図13ヘ	45	1以下	約0	16
本発明4	図13ニ	447	98	100	21
	図13ホ	152	6	89	18
	図13ヘ	52	3	約0	17

【0068】

前記表2から明らかのように、以下に記載する事項が判明した。

(1). 基本特性による技術では、排気ガス浄化装置を全く装備していないので、PM、SO_x、NO_xは当然ながら低減されていない。なおここでは、前記PM、SO_x、NO_xそれぞれの濃度を基準(100%)とする。

(2). 従来例1は、排気管に排気ガスクーラーと静電サイクロン排気ガス浄化装置を装備しているのでPMは除去されているが、EGRを実施していないのでSO_x、NO_xは極僅かしか低減しておらず、エンジンの信頼性を脅かす成分や環境あるいは生態系に悪影響を及ぼす成分の完全な除去は期待できない。

(3). 従来例2は、EGRを実施しているので排気ガス中のNO_xは減少するが、PMやSO_xの減少ははかられない。しかし、EGRガスはスクラパーと汽水分離器を経由させているので、EGRガス中にはエンジンの信頼性を脅かすSO_x等の成分は減少した。なお、EGRガスはスクラパーと汽水分離器を経由させているので、PMは若干減少するも低減の程度としては不十分である。

(4). 本発明1、2は、排気管に排気ガスクーラーと静電サイクロン排気ガス浄化装置を設置し、更にEGRを実施しているので、排気ガス中のNO_x、PM共に低減できるのみならず、EGRガスはスクラパーと汽水分離器を経由させているので、エンジンの信頼性を脅かすSO_x等の成分が減少し、更にEGRガス中のPMが予め低減されているのでスク

ラバーの排水処理の問題も解決できる。

(5).本発明3、4は、EGR配管に排気ガスクーラーと静電サイクロン排気ガス浄化装置、及び、スクラバーと汽水分離器を備えているので、排気ガス中のNO_xと、EGRガス中のPM及びエンジンの信頼性を脅かすSO_xを低減できる。その結果、排気ガス中のPM低減は期待できないが、エンジンの信頼性を脅かさずに排気ガス中のNO_xを低減でき、かつスクラバーの廃水処理の問題も解決できる。

以上のように、本発明によれば、EGRガスを吸気に還流させることにより排気ガス中のNO_xを、排気ガス配管に排気ガスクーラーと静電サイクロン排気ガス浄化装置を設けることにより排気ガス中のPMを、それぞれ大幅に低減できると共に、EGRガス中のSO_x等の有害成分も減少できるので、環境破壊や生態系への悪影響あるいはエンジン構成部品等への腐食や摩耗による悪影響等の問題を解決できる。又、公知のNO_x低減技術として知られている触媒反応を利用したSCR方式は、前記したようにエンジンの排気ガスの温度が十分に高い状態では触媒が活性化され、又触媒表面が煤等に覆われず確実に露出しておれば触媒が正常に機能して高いNO_x低減が達成できるが、一般の船用エンジンにあっては燃料消費率の向上を確保するために自動車用エンジン等と比べるとロングストロークの低速エンジンが主流であり排気ガスの温度は低温となることが多く、エンジン始動直後の暖気中だけではなく定常運転中であっても触媒温度が300度を下回って触媒機能を十分に発揮できず、又重油以下の低質燃料を使用するディーゼルエンジンにあっては、排気ガス中に含有されるPMにより触媒が被覆されて排気ガスとの接触が妨げられたり、燃料中に多量に含有される硫黄により触媒が被毒してそのNO_x浄化機能が発揮できなくなつて長期にわたり安定してNO_xを低減できない問題が生じているが、本発明装置では各構成部品は温度依存性が無く、排気ガス中のPMにも影響されず、又低質燃料使用による硫黄起源物質による劣化も極めて少なく、エンジン始動直後から長期にわたり安定して排気ガス浄化機能を発揮することができて高いNO_x低減率が達成でき、環境改善に確実に寄与できる。

【符号の説明】

【0069】

- 1 ディーゼルエンジン
- 2 排気マニホールド
- 3 排気ガスクーラー
- 4 静電サイクロン排気ガス浄化装置
- 4 - 1 静電集塵排気ガス浄化装置
- 5 分岐部
- 6 EGRバルブ
- 7 吸気マニホールド
- 8 汽水分離器
- 9 エア・フィルター
- 10 EGRクーラー
- 11 スクラバー
- 12 ターボチャージャー
- 12 - 1 高圧ターボチャージャー
- 12 - 2 低圧ターボチャージャー
- 13 プロアー
- 14 インタークーラー

イ、ロ、ハ、ニ、ホ、ヘ、ト、チ、リ、ヌ、ル 測定箇所

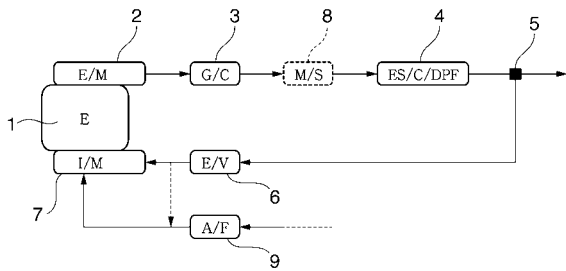
10

20

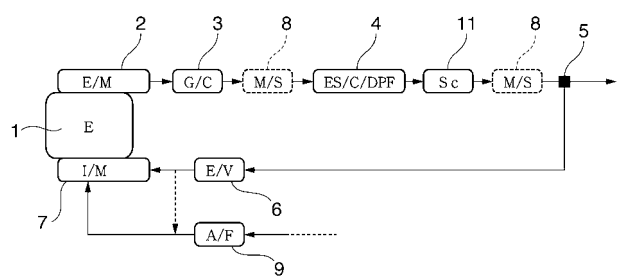
30

40

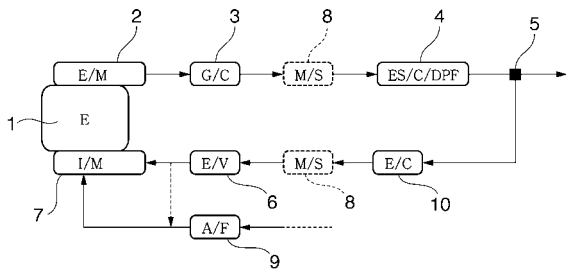
【 図 1 】



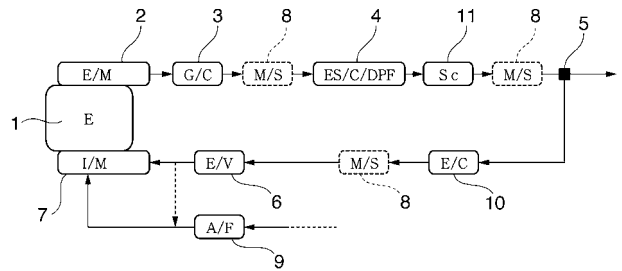
【 図 3 】



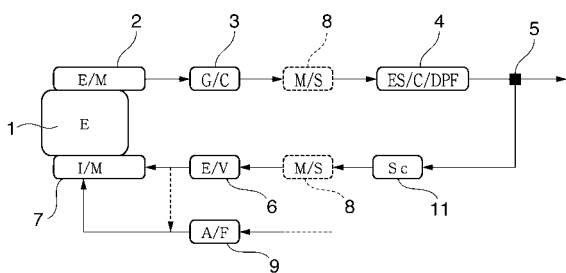
【 図 2 】



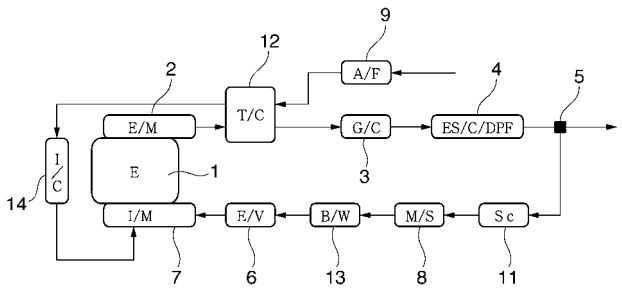
【 図 4 】



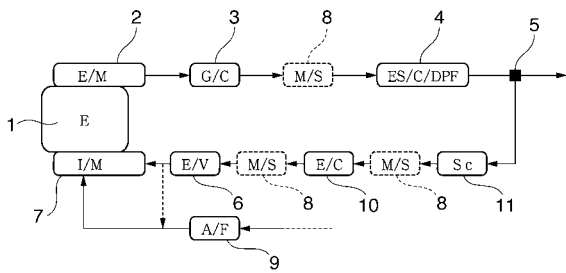
【 図 5 】



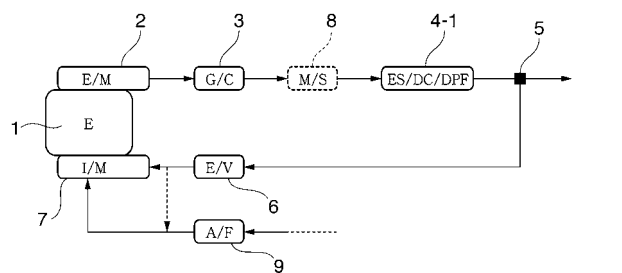
【 図 7 】



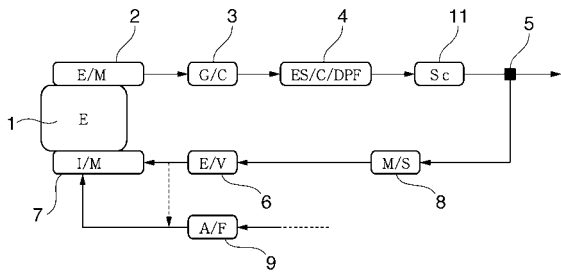
【 図 6 】



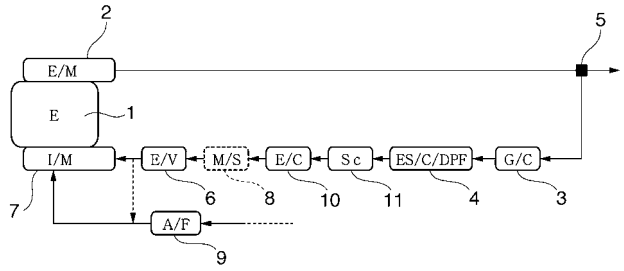
【 図 8 】



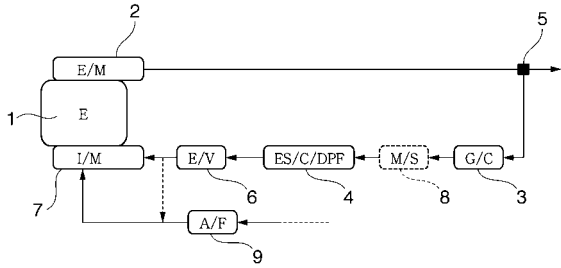
【 図 9 】



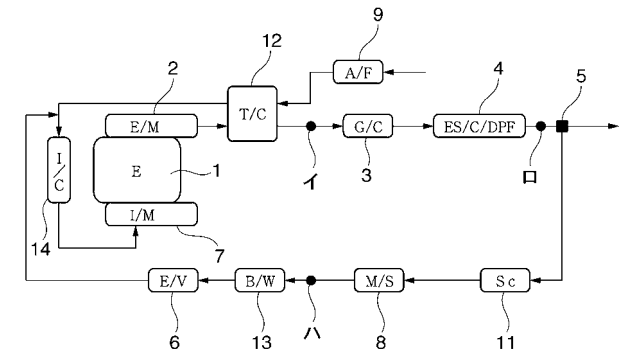
【 図 1 1 】



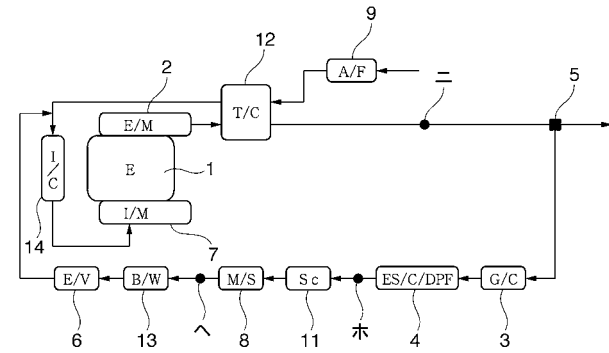
【 図 1 0 】



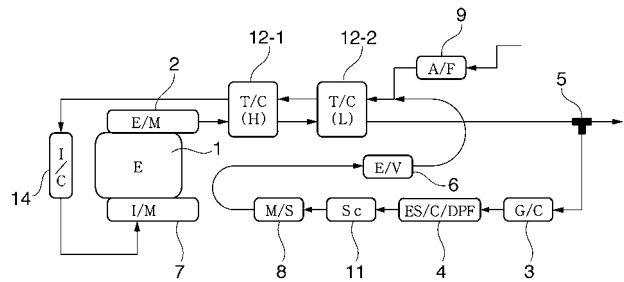
【 図 1 2 】



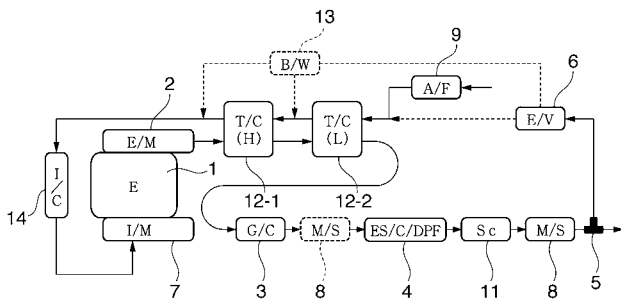
【 図 1 3 】



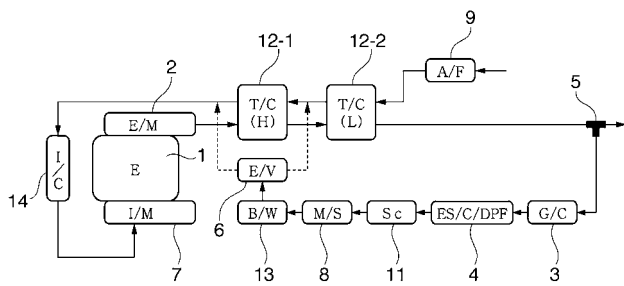
【 図 1 5 】



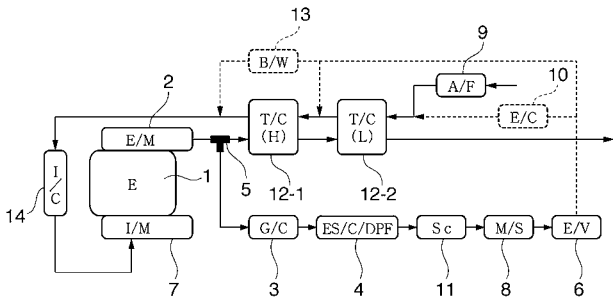
【 図 1 4 】



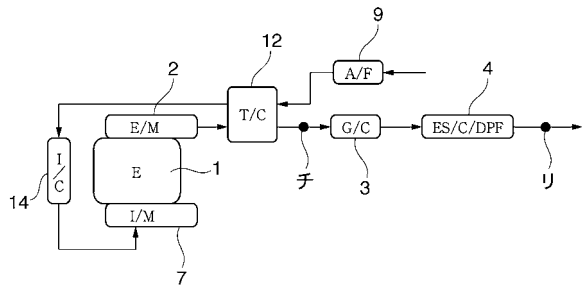
【 図 1 6 】



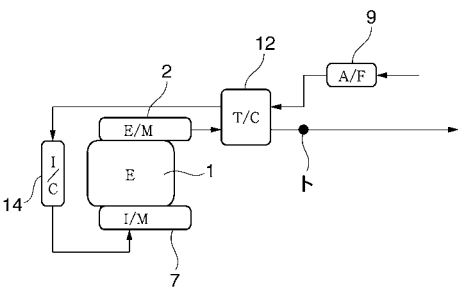
【 図 17 】



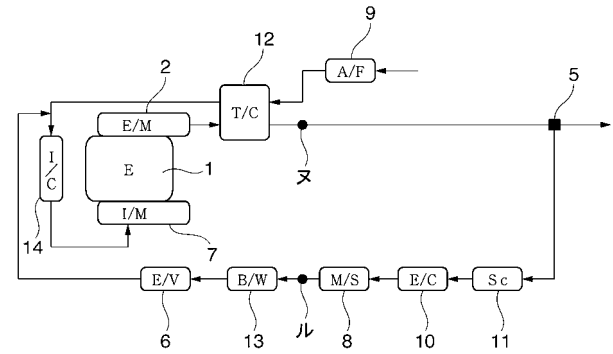
【 図 19 】



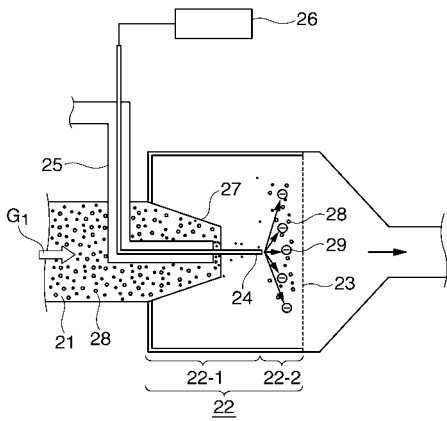
【 図 18 】



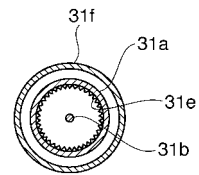
【 図 20 】



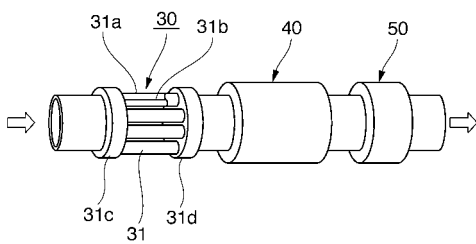
【 図 21 】



【 図 23 】



【 図 22 】



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 B 37/00 (2006.01)	F 0 2 M 25/07 5 7 0 B	4 D 0 5 4
B 0 3 C 3/02 (2006.01)	F 0 2 M 25/07 5 8 0 A	
B 0 3 C 3/14 (2006.01)	F 0 2 M 25/07 5 8 0 E	
F 0 1 N 3/04 (2006.01)	F 0 2 M 25/07 5 8 0 D	
	F 0 2 M 25/07 5 7 0 P	
	F 0 2 B 37/00 3 0 2 F	
	B 0 3 C 3/02 C	
	B 0 3 C 3/14 Z	
	F 0 1 N 3/04 Z	

Fターム(参考) 3G090 AA06

3G091 AA04 AA05 AA06 AA10 AA11 AA18 AB14 AB15 BA01 BA07
 BA14 HB05 HB06
 3G092 AA02 AA17 AA18 AB04 AC08 AC10 DB03 FA17 FA18 FA36
 4D054 AA03 EA23