

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5820523号
(P5820523)

(45) 発行日 平成27年11月24日(2015.11.24)

(24) 登録日 平成27年10月9日(2015.10.9)

(51) Int.Cl.	F 1
FO2D 21/08 (2006.01)	FO2D 21/08 311B
FO2D 23/00 (2006.01)	FO2D 21/08 301A
FO2B 33/44 (2006.01)	FO2D 23/00 J
FO2B 37/00 (2006.01)	FO2B 33/44 A
FO2B 37/16 (2006.01)	FO2B 37/00 400C

請求項の数 13 外国語出願 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2014-208697 (P2014-208697)
(22) 出願日	平成26年10月10日(2014.10.10)
(65) 公開番号	特開2015-86868 (P2015-86868A)
(43) 公開日	平成27年5月7日(2015.5.7)
審査請求日	平成27年7月16日(2015.7.16)
(31) 優先権主張番号	PA 2013 00615
(32) 優先日	平成25年10月29日(2013.10.29)
(33) 優先権主張国	デンマーク(DK)

早期審査対象出願

(73) 特許権者	597061332 エムエーエヌ・ディーゼル・アンド・ターボ・フィリアル・アフ・エムエーエヌ・ディーゼル・アンド・ターボ・エスイー・ティスクランド
(74) 代理人	デンマーク・DK-2450・コペンハーゲン・エスブイ・テグルホルムスガーデ・41
(72) 発明者	弁理士 川守田 光紀 フレーム ミゲル デンマーク国 2750 バラロプ キレスヴィンゲズ38
審査官	立花 啓

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】クロスヘッドおよび排気ガス再循環系を有する大型低速ターボ過給式2ストローク内燃機関およびその動作方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

それぞれ掃気受け(11)および排気ガス受け(6)に接続される複数のシリンダ(2)と；

前記排気ガス受け(6)から排気ガスを受けるターピン(T)および高圧掃気を供給する圧縮機(C)を有するターボ過給機(7)と；

前記圧縮機(C)の出口から前記掃気受け(11)まで前記高圧掃気を導く掃気流路と；

前記シリンダ(2)または前記排気ガス受け(6)から前記掃気受け(11)まで排気ガスの少なくとも一部分を再循環する排気ガス再循環流路と；

を備えるクロスヘッド式大型低速2ストロークユニフロー燃焼機関(1)であって、

前記掃気流路に、送風路(26)が分岐する分岐点(23)を有し；

前記排気ガス再循環流路からの全ての排気ガスを受けると共に、前記送風路(26)からの全ての分岐掃気を受けるプロワ(30)を備え；

前記プロワ(30)は、受け取った全ての排気ガス及び受け取った全ての掃気を、前記掃気受け(11)へと押し出す；

ことを特徴とする、クロスヘッド式大型低速2ストロークユニフロー燃焼機関(1)。

【請求項 2】

前記掃気流路は、配管と、分岐点(23)の上流に設けられる掃気冷却器(12)と、前記プロワ(30)動作中の逆流を防ぐために前記分岐点(23)の下流に設けられる逆

10

20

止弁（24）と、前記逆止弁の下流に設けられる混合室（25）と、を備える、請求項1に記載の機関（1）。

【請求項3】

前記プロワ（30）の出口は、前記混合室（25）の入口に接続され、前記混合室（25）の出口は、逆止弁（31）を介して前記掃気受けに接続される、請求項2に記載の機関（1）。

【請求項4】

前記排気ガス再循環流路は、配管およびEGR冷却器（16）を備える、請求項1から3のいずれか一項に記載の機関（1）。

【請求項5】

前記送風路（26）は、前記分岐点（23）から前記プロワ（30）の入口へ達し、前記送風路内の流量を制御するために送風コントロールバルブ（28）を備える、請求項1から4のいずれか一項に記載の機関（1）。

【請求項6】

前記排気ガス再循環流路から排気ガスの流れを受ける前記プロワ（30）の入口の上流に逆止弁（20）をさらに備え、前記逆止弁（20）は、前記プロワ（30）の動作または故障中に逆流を防ぐように構成される、請求項1から5のいずれか一項に記載の機関（1）。

【請求項7】

所定のEGR率に対し、前記掃気受け（11）内のガスの所定の掃気圧力および所定の酸素含有量濃度または二酸化炭素含有量濃度を維持するように構成される、電子制御ユニット（ECU）をさらに備える、請求項1から6のいずれか一項に記載の機関（1）。

【請求項8】

前記電子制御ユニット（ECU）は、酸素含有量または二酸化炭素含有量を表す信号、および掃気圧力を表す信号を受信し、前記電子制御ユニット（ECU）は、前記送風コントロールバルブ（28）の位置を制御するように構成される、請求項7に記載の機関（1）。

【請求項9】

前記電子制御ユニット（ECU）は、
機関が低負荷で動作しており、前記圧縮機により送られる掃気の圧力が不十分であるとき、前記プロワ30の速度を制御し、前記送風コントロールバルブ（28）を開に保つこと；

機関が中負荷から高負荷で動作しており、前記圧縮機により送られる掃気の圧力が十分であるとき、前記送風コントロールバルブ（28）を閉めることと；
により、前記掃気受け内の掃気圧力と、前記掃気受け内の酸素含有量または二酸化炭素含有量とを制御するように構成される、請求項8に記載の機関（1）。

【請求項10】

再循環排気ガスを前記プロワ（30）の入口に導く流路は、EGRコントロールバルブ（22）を備え、前記電子制御ユニット（ECU）が、前記EGRコントロールバルブ（22）の位置を制御するように構成される、請求項8に記載の機関（1）。

【請求項11】

前記プロワ（30）は、必要に応じて、前記圧縮機が所望の掃気圧力を達成する補助をし、

また前記プロワ（30）は、必要に応じて、再循環排気ガスの必要流量を得る補助をする、請求項1から10のいずれか一項に記載の機関（1）。

【請求項12】

クロスヘッド式大型低速2ストロークユニフロー燃焼機関を動作させる方法であって、前記機関（1）が、

それぞれ掃気受け（11）および排気ガス受け（6）に接続される複数のシリンダ（2）と；

10

20

30

40

50

前記排気ガス受け(6)から排気ガスを受けるタービン(T)および高圧掃気を供給する圧縮機(C)を有するターボ過給機(7)と;

前記圧縮機(C)の出口から前記掃気受け(11)まで前記高圧掃気を導く掃気流路と;

前記シリンダ(2)または前記排気ガス受け(6)から前記掃気受け(11)まで排気ガスの少なくとも一部分を再循環する排気ガス再循環流路と;

前記排気ガス再循環流路からの全ての排気ガスを受けると共に、前記送風路(26)からの全ての分岐掃気を受けるプロワ(30)と;
を備え、

前記方法は、前記プロワで受けた全ての排気ガス及び該プロワで受けた全ての掃気を前記掃気受け(11)へと押し出すために、該プロワ(30)を使用することを含む、方法。

【請求項13】

EGR付きで連続的に前記機関(1)を動作させることと;

EGRフローを押し出すために前記プロワ(30)を使用することと;

前記圧縮機が掃気圧力を達成することを補助するために、低負荷時のみ前記プロワを使用することと;

を含む、請求項12に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、排気ガス再循環システム及びクロスヘッドを有する大型低速ターボ過給式2ストローク内燃機関に関する。さらに、本発明は、排気ガス再循環システム及びクロスヘッド大型低速ターボ過給式2ストローク内燃機関の動作方法に関する。

【背景技術】

【0002】

クロスヘッド式大型低速2ストローク内燃機関の典型的な使用例は、大型船の推進システムや、発電所の原動機に見られる。この型の機関は、ピストンとクランク軸との間にクロスヘッドを有する。大型低速2ストローク内燃機関は、WO02068809の請求項1の序文に記載され、開示されている。

30

【0003】

排出要件、特に、窒素酸化物(NO_x)レベルに関する排出要件を満たすことは、今も昔も困難である。

【0004】

現在、大型低速ターボ過給式内燃機関において、 NO_x 発生を低減させるためのオプションは理論的いくつか存在する。これらのオプションは、エンジンプロセスに適用されるべきものであり、特に以下のようないわゆるものが存在する:

- ・ 排気ガスまたは燃焼ガスの再循環(EGR)
- ・ 水エマルジョン燃料の使用
- ・ 新気の加湿、すなわち、掃気加湿(Scavenging Air Moisturization; SAM)
- ・ 選択触媒還元法Selective Catalyst Reactor method; SCR)

40

【0005】

排気ガス再循環(EGR)は、 NO_x を含む排気ガスの低減を目的に、小型高速ディーゼル機関を補助するための一つの手段として知られている。しかし、商業ベースで動作している大型2ストロークディーゼル機関で、排気ガス再循環を使用する機関はほとんど存在しない。その理由として、排気ガス再循環を、大型2ストロークディーゼル機関で行うことが困難である判明したことが挙げられる。大型2ストロークディーゼル機関で排気ガス再循環を行うことがそれほど困難である理由の一つには、これらの機関が、高含有量の

50

硫黄を有する重油で動作されているのが一般的であることがある。これらの機関の排気ガスの硫黄含有量は、硫黄を全く含まない、または低含有量の燃料油で動作される小型のディーゼル機関に比べて、はるかに高い。高濃度の硫黄は、洗浄方法および洗浄装置の選択を著しく狭めるが、それは、それら洗浄方法および洗浄装置のほとんどが、高含有量の硫黄を有する重油を燃やす、大型2ストロークディーゼル機関の排気ガスに存在する、硫黄濃度および硫酸濃度に耐えられないためである。

【0006】

これらの高硫黄濃度に耐えることが可能であった大型2ストロークディーゼル機関において排気ガスを洗浄する一つの技術に、湿式洗浄がある。湿式洗浄とは、洗浄溶液として水を使用するいわゆる湿式スクラバに、排気ガスを通過させる技術をいう。

10

【0007】

別の課題は、排気ガス受けから掃気流まで再循環排気ガスを移送するために必要なパワーであった。大型2ストロークディーゼル機関の掃気圧力は、大型2ストロークディーゼル機関の排気ガス受けの圧力よりも、通常、最大約0.3バール高い。したがって、再循環排気ガスを、排気ガス受けから掃気システムまで押し出すには、プロワの設置または他の手段が必要となる。MAN B&W 12K98MC-C機関等の大口径12又は14気筒2ストロークディーゼル機関において、このようなプロワの駆動に必要な出力は、約0.5MWと予想される。排気ガスシステムで、電動機を使用するためのエネルギー量としては、この数値はかなり大きく、このような大きな出力要件でプロワを駆動するとなると、膨大なコスト増を招く。

20

【0008】

したがって、湿式スクラバおよびプロワ等の機械の初期費用は、大型ディーゼル機関の排気ガス再循環システムにおいて、これら部品の大きさにもよるが、かなりの金額となる。

【0009】

大型低速2ストローク内燃機関は、機関およびターボ過給機の特性に依存するが、機関の最大連続定格の25~45%以下等の低負荷から中負荷の条件で動作するとき、掃気受けで十分に高い掃気圧力を得るために、ターボ過給機の圧縮機を補助する補助プロワを必要とする。このため既存の大型低速内燃機関には、低負荷から中負荷の条件での動作を保証するための専用の補助プロワが設けられている。

30

【発明の開示】

【0010】

このような背景から、本発明の目的は、よりシンプルで、信頼性に優れ、かつ安価な構造を備えた、クロスヘッド型でEGRを有する大型低速2ストロークユニフロー内燃機関を提供することである。

【0011】

この目的は、次のような、クロスヘッド式大型低速2ストロークユニフロー燃焼機関を提供することによって達成される。この機関は、それぞれ掃気受けおよび排気ガス受けに接続される複数のシリンダと；前記排気ガス受けから排気ガスを受けるタービンおよび高圧掃気を供給する圧縮機を有するターボ過給機と；前記圧縮機の出口から前記掃気受けまで前記高圧掃気を導く掃気流路と；前記シリンダまたは前記排気ガス受けから前記掃気受けまで排気ガスの少なくとも一部分を再循環する排気ガス再循環流路とを備え；前記掃気流路に、送風路が分岐する分岐点を有し；前記排気ガス再循環流路からの全ての排気ガスを受けると共に、前記送風路からの全ての分岐掃気を受けるプロワを備え；前記プロワは、受け取った全ての排気ガス及び受け取った全ての掃気を、前記掃気受けへと押し出すように構成される。

40

【0012】

分岐送風路からの掃気、および再循環排気ガスの両方を受けるプロワを提供することでき、单一のプロワを、低負荷から中負荷の条件でターボ過給機を補助し、EGR動作中に再循環排気ガスの流れを提供する、という2つの目的で使用することが可能である。プロワ

50

を複数の目的に使用することで、機関の構造が簡略化し、コストが削減される。異なる機能を有する2台のプロワではなく一台のみ導入することで、材料費や設置スペースを削減することができる。

【0013】

ある実施形態において、前記掃気流路は、配管と、分岐点の上流に設けられる掃気冷却器と、プロワ動作中の逆流を防ぐために前記分岐点の下流に設けられる逆止弁と、前記逆止弁の下流に設けられる混合室とを備える。低負荷において、前記プロワは、EGR動作を補助すると共に、前記ターボ過給機の補助プロワとして機能する。その間、前記逆止弁は逆流を防ぐ。このような二重動作の間、ガスはプロワで効率的に混合される。その後、混合ガスは混合室に入る。

10

【0014】

高負荷時には補助プロワのサポートは必要ない。その場合、通常の流路から逆止弁を通過して混合室に入る掃気の流れと、再循環排気ガスとが、混合室で混合されることが可能である。

【0015】

ある実施形態において、前記プロワの出口は、前記混合室の入口に接続され、前記混合室の出口は、逆止弁を経由して前記掃気受けに接続される。

【0016】

ある実施形態において、前記排気ガス再循環流路は、配管およびEGR冷却器を備える。

20

【0017】

ある実施形態において、前記予備送風路は、前記分岐点から前記プロワの入口へ達し、前記EGR流路内の流量および前記掃気流路内の流量を制御し均衡を保つために、送風コントロールバルブを備える。

【0018】

ある実施形態において、前記機関は、前記プロワの動作中に逆流を防ぐために、前記送風路内に逆止弁をさらに備える。

【0019】

ある実施形態において、前記機関は、EGR流路から排気ガスの流れを受ける前記プロワの入口の上流に逆止弁をさらに備え、前記逆止弁は、EGRサポートがない状態で、前記機関の通常動作中に逆流を防ぐように構成されている。

30

【0020】

ある実施形態において、前記機関は、所定のEGR率に対し、掃気受け内のガスの所定の掃気圧力および所定の酸素含有量または二酸化炭素含有量を維持するように構成される、電子制御ユニットをさらに備える。

【0021】

ある実施形態において、前記電子制御ユニットは、酸素含有量または二酸化炭素含有量を表す信号、および掃気圧力を表す信号を受信し、前記電子制御ユニットは、前記送風コントロールバルブの位置およびEGRプロワ流量を制御するように構成される。

【0022】

ある実施形態において、前記プロワの入口に再循環排気ガスを導く流路は、EGRコントロールバルブを備え、前記電子制御ユニットは、前記EGRコントロールバルブの位置を制御するように構成される。

40

【0023】

ある実施形態において、前記プロワは、必要に応じて、前記圧縮機が所望の掃気圧力を達成する補助をし、また前記プロワは、必要に応じて、再循環排気ガスの必要流量を得る補助をする。

【0024】

上記の目的は、クロスヘッド式大型低速2ストロークユニフロー燃焼機関を動作させる、次のような方法を提供することによっても達成される。ここで前記機関は、それぞれ掃

50

気受けおよび排気ガス受けに接続される複数のシリンダと；前記排気ガス受けから排気ガスを受けるタービンおよび高圧掃気を供給する圧縮機を有するターボ過給機と；前記圧縮機の出口から前記掃気受けまで前記高圧掃気を導く掃気流路と；前記シリンダまたは前記排気ガス受けから前記掃気受けまで排気ガスの少なくとも一部分を再循環する排気ガス再循環流路と；前記排気ガス再循環流路からの全ての排気ガスを受けると共に、前記送風路からの全ての分岐掃気を受けるプロワとを備える。そして前記方法は、前記プロワで受けた全ての排気ガス及び該プロワで受けた全ての掃気を前記掃気受けへと押し出すために、該プロワを使用することを含む。

【0025】

ある実施形態において、前記方法は、EGR付きで連続的に前記機関を動作させることと；EGRフローを押し出すために前記プロワを使用することと；前記圧縮機が掃気圧力を達成することを補助するために、低負荷時に前記プロワを使用することと；高負荷において燃焼室冷却のためにターボ過給機を補助するべく前記プロワを使用すること；を含む。

10

【0026】

上記の目的はまた、次のようなクロスヘッド式大型低速ストロークユニフロー燃焼機関を提供することによっても達成される。この機関は、それぞれ掃気受けおよび排気ガス受けに接続される複数のシリンダと；前記排気ガス受けから排気ガスを受けるタービンおよび高圧掃気を供給する圧縮機を有するターボ過給機と；前記圧縮機の出口から前記掃気受けまで前記高圧掃気を導く掃気流路と；前記シリンダまたは前記排気ガス受けから前記掃気受けまで排気ガスの少なくとも一部分を再循環する排気ガス再循環流路と；前記掃気受けにEGRフローを押し出すプロワと；前記掃気受け内の酸素濃度または二酸化炭素濃度を表す信号を提供するセンサーと；前記センサーから前記信号を受ける電子制御ユニットと；を備える。前記電子制御ユニットは、前記センサーからの信号に応じて前記EGRフローを制御するように構成される。

20

【0027】

本発明による大型低速ターボ過給式2ストローク燃焼機関およびその動作方法に関するさらなる目的、特徴、利点および特性は、詳細な説明により明らかとなる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

30

本発明の以下の詳細な部分において、図面に示される例示的実施形態を参照して、本発明についてより詳細に説明する。

【図1】例示的な実施形態に従う機関の概略図である。

【図2】図1記載の機関の電子制御ユニットおよびコントロールバルブの詳細図である。

【図3】別の例示的な実施形態に従う機関の概略図である。

【好適な実施形態の詳細な説明】

【0029】

以下において、本発明によるクロスヘッド式大型低速ターボ過給式2ストローク（ディーゼル）燃焼機関に関する詳細説明を、好適な実施形態を用いて行う。

【0030】

40

クロスヘッド式大型低速ターボ過給式2ストローク燃焼機関の構造および動作は、それ自体はよく知られており、本発明の背景として更に説明することは不要であろう。排気ガスシステムの動作に関するさらなる詳細について以下に述べる。

【0031】

図1は、ユニフロー型の大型低速ターボ過給式2ストローク（ディーゼル）内燃機関1の第1の実施形態を示す。機関1は、外航船の主エンジンとして、または発電所の発電機を駆動するための定置エンジンとして使用され得る。機関の全出力は、例えば、2,000kWから110,000kWの範囲であり得る。

【0032】

機関1には、直列に配置される複数のシリンダ2が設けられる。各シリンダ2には、そ

50

のシリンダカバーに結び付けて排気弁 3 が設けられる。排気経路は、排気弁 3 によって開閉可能である。機関 1 に関して、クロスヘッド 4 a、およびピストンロッドをクランク軸の大端部に接続するコネクティングロッド 4 b も記載する。排気曲がり管 5 は、排気ガス受け 6 につながっている。排気ガス受け 6 は、複数のシリンダ 2 の列に平行して配置される。排気ガスは、少なくともそのかなりの部分が、排気ガス受け 6 から排気導管を介してターボ過給機 7 のタービン T に向かって誘導される（2台以上のターボ過給機 3 9 が存在してもよい）。排気ガスの別の部分は、再利用され、以下にさらに詳細に記載される、排気ガス再循環流路に入る。排気ガスは、排気ガスバイパス 5 4 を経由して、出口 9 a、9 b または出口 9 c を介して、ターボ過給機 7 のタービンの下流の大気中に排出される。

【0033】

10

また、ターボ過給機 7 は、新気取り込み口 10 a に接続される圧縮機 C も含む。圧縮機 C は、掃気流路を介して高圧掃気を掃気受け 11 に送る。実施形態によっては、掃気流路は、冷却器 12 および水ミスト捕集器 13 を有する。水ミスト捕集器 13 は、掃気が冷却される時に凝結する水分すべてを除去する。掃気流路は、水ミスト捕集器から逆止弁 24 を介して、混合室 25 まで続く。また、混合室 25 は、以下にさらに詳細に記載する排気ガス再循環流路から再循環排気ガスも受けとる。

【0034】

20

掃気流路は、水ミスト捕集器 13 の下流および逆止弁 24 の上流に、分岐点 23 を含む。送風導管 26 は、分岐点 23 とプロワ 30 の入口の間に設けられる。送風導管 26 により、掃気の一部または全てが、プロワ 30 の入口まで誘導されることが可能である。送風導管 26 は、逆止弁 27 および送風コントロールバルブ 28 を含む。

【0035】

掃気は、逆止弁 24、または送風導管 26 およびプロワ 30 を介して、分岐点から混合室 25 に入る。

【0036】

30

逆止弁 24 を介して混合室 25 に入る掃気は、EGR 動作による再循環排気ガスと混合する。混合室 25 の出口は、逆止弁 31 を介して掃気受け 11 に繋がっている。掃気流路は掃気ユニット 36 の一部をなす。実施形態によっては、掃気ユニット 36 は、掃気冷却器 12、水ミスト捕集器 13、分岐点 23、逆止弁 24、混合室 25 および逆止弁 31 を含む。

【0037】

掃気、または、再循環排気ガスと混合される掃気は、掃気受け 11 から個々のシリンダ 2 の掃気ポート 14 に送られる。

【0038】

排気ガスバイパス 5 4 は、機関の速度を急速に低下させるために設けられる。また排気ガスバイパス 5 4 は、高負荷運転時にターボ過給機の過負荷を防ぐために、排気ガスバイパスに適合するターボ過給機と併用されるかもしれない。

【0039】

40

排気ガス受け 6 と掃気受け 11 間の圧力差を低減させるために、シリンダバイパス 4 7 を追加で設けることが可能である。ターボ過給機 7 の圧縮機 C の出口から排気ガス受け 6 へと温風がバイパスされると、差圧が低減するため、差圧に打ち勝つためにプロワ 30 に要するパワーが少なくて済む。排気ガス受け 6 に通じるバイパス入口 6 1 は、排気ガス再循環ユニット 37 へ誘導される排気ガスの二酸化炭素濃度を低減させないように、排気ガス再循環ユニット 37 の入口 6 2 から離して設けられる。

【0040】

50

また、排気ガス受け 6 は、出口 6 2 により排気ガス再循環流路に接続される。この出口は排気ガス再循環ユニット 37 の一部を形成する。排気ガス再循環ユニット 37 は、機関の上部または機関の近傍に配されることができる。再循環流路は、プレスクラバ 15 を含み、その先に続いて EGR 冷却器 16、スクラバ 17、水ミスト捕集器 18、ガス吸引室 19 を含む。実施啓太によつては、スクラバ 15 及び 17 は湿式スクラバであり、洗浄用

の液滴および蒸気を、一つ以上のノズルから噴霧して排気ガス中に蒸発させることで、排気ガスと混合させる。洗浄用の液滴および蒸気は、通常、水をベースにしている。洗浄用液滴および蒸気は、触媒細粒、残留燃料およびスス粒子等の粒子、硫黄化合物等のガスを吸収し、それによってガスを洗浄する。湿式洗浄は、排気ガスを洗浄する他に、排気ガスを冷却する作用も有する。EGR冷却器16は排気ガスを冷却するので、EGR冷却器16で水分が凝結する場合がある。水ミスト捕集器（水ミスト分離手段）18は、凝結した水分や、ガス流によってスクラバから運ばれてくる可能性のある小さい水滴を回収する。水ミスト捕集器18で回収された水は、出口排水管（図示されていない）を介して排出され、すすぎ洗い段階後に再利用される。

【0041】

10

排気ガス再循環ユニット37は、それぞれ基本的に異なる次の2つの方法で使用され得る。

- ・ 通常動作
- ・ EGR動作

【0042】

排気ガス再循環ユニット37の動作に関するさらなる詳細を、以下に記載する。

[通常動作]

【0043】

排気ガス再循環ユニット37は、外気冷却ユニットとして動作することができる。その場合、弁43は閉じられ、弁41及び42は開かれ、ターボ過給機39も作動している。中負荷から高負荷時において、外気は、スクラバのサポートなしで排気ガス再循環ユニット37に送られ、最終的には逆止弁29を経由して掃気受け11まで誘導される。低負荷時では、外気は、導管21およびプロワ30を通過して、混合室25に入り、逆止弁31を経て、掃気受け11に送られる。したがって、排気ガス再循環ユニット37は、外気冷却用ユニットとして動作する。遮断弁41および遮断弁42は、第二ターボ過給機39を接続および遮断するために使用される。第二ターボ過給機39が作動中のとき、その圧縮機Cは、EGR冷却器16に直接圧縮空気を送り、プレスクラバ15をバイパスする。このために、排気ガス受け6とプレスクラバ15と間に設けられる導管62内の遮断弁43を閉じる。EGRなしの運転は、機関がEGRなしでもTier-IIの排気要件を満たす場合に選択されうる。

20

【0044】

30

プロワ30は、低負荷時において補助プロワとして使用可能である。すなわち、ターボ過給機7および39両方により与えられる掃気圧が適切な燃焼を保証するのに不十分である場合、補助プロワとして使用可能である。このような場合、外気は、EGR冷却器16から、動作停止中のスクラバ17、水ミスト捕集器18、ガス吸引室19、導管21を経由し、プロワ30を通過して混合室25に入り、さらに逆止弁31経由で、掃気受け11に送られる。

[EGR動作]

【0045】

排気ガス再循環ユニット37は、排気ガス洗浄装置として動作することができる。この場合、弁43は開かれており、弁41及び42は閉じられており、ターボ過給機39は作動していない。排気ガスは、排気ガス受け6から開口部62を通り、プレスクラバ15へと送られる。ガスはプレスクラバ15において冷却・洗浄され、そして水分とガスをさらに冷却するためにEGR冷却器16へと誘導される。ガス流は、スクラバ17を通ってさらに洗浄される。スクラバ水の大部分は排気ガスから捕集される。洗浄および冷却後の排気ガスは、追加の水ミスト捕集器18を通って吸引室19に入る。吸引室19の圧力は掃気受け11の圧力より低いので、逆止弁29は閉じられる。ガス吸引室19の出口は、プロワ30の入口に通じる導管21に接続する。導管21は、逆止弁20およびEGRコントロールバルブ22を含む。逆止弁20は、プロワ動作中の逆流を防ぐ。

40

【0046】

50

プロワ 3 0 は、 E G R 流路からは排気ガスを、送風路（導管）2 6 からは分岐掃気を受ける。プロワ 3 0 は、電気駆動モーター、油圧駆動モーター、蒸気タービンまたは排気ガスエキスパンダーにより駆動し、プロワが受ける排気ガスおよび／または掃気の圧力を増加させ、逆止弁 3 1 を経由して掃気受け 1 1 にガスを押し出すように作動する。プロワの動作（プロワの速度および／またはディフューザの位置）は、図 2 に示す電子制御ユニット（E C U）により制御される。

【0047】

電子制御ユニットは、センサー 5 1 から、掃気受け 1 1 内のガスの酸素濃度（含有量）または二酸化炭素濃度（含有量）を表す信号を受ける。また電子制御ユニットは、圧力センサー 5 2 から、掃気受け 1 1 内の圧力を表す信号を受ける。図 2 に示すように、電子制御ユニットは、導管 2 6 内の送風コントロールバルブ 2 8 および／または導管 2 1 内の E G R コントロールバルブ 2 2 に、制御信号を発する。電子制御ユニットは、機関が、（E G R 率により、）掃気に所定の酸素または二酸化炭素が含まれるように動作することを保証するように構成されている。また電子制御ユニットは、機関が、十分な掃気圧力により動作することを保証するように構成されている。機関 1 は、電子制御ユニットの制御により、様々な E G R 率により動作するように、その動作を自由に変更可能である。機関が船舶エンジンの場合、この条件は、N O_x の発生量への制限等、地理的に異なる排気ガス要件に見合うために有利となるであろう。このような要件の例は、I M O N O_x T i e r - I I および T i e r - I I I の規制に基づく。

【0048】

ターボ過給機の圧縮機 C からプロワ 3 0 の入口までの圧力降下が、排気ガス受け 6 から E G R モジュール 3 7 を通ってプロワ 3 0 の入口までの圧力降下より低い場合（これはよく見られる現象である）、送風コントロールバルブ 2 8 は、分岐点から入る掃気の量を絞ってもよい。送風コントロールバルブ 2 8 を開度を調節することは、掃気モジュール 3 6 からの流量と E G R モジュール 3 7 からの流量とをバランスさせ、それによって E G R 率を制御する。

【0049】

混合ガスの全流量は、電子制御ユニットからの命令により、プロワ 3 0 の速度および／またはプロワ 3 0 のディフューザの位置により制御される。

【0050】

送風コントロールバルブ 2 8 が全開の状態において、通常の補助プロワの設定値直前の負荷で、高 E G R フローに対応して必要な E G R 率が与えられるように、導管 2 6 を通る流れが適合される（約 2 5 ~ 3 0 % 負荷の T i e r - I I I モード）。

【0051】

厳しい N O_x 排出制限値を有する T i e r - I I I モードでは、掃気受け 1 1 内で望ましい酸素含有量を達成するために、プロワ流により E G R 率を増加させるべきである。導管 2 6 はまた、低負荷において、ターぼ過給機 7 をサポートするために使われる。掃気受け 1 1 内で適切な掃気圧力および適切な酸素含有量を得るために、送風コントロールバルブ 2 8 を調節してもよい。

[簡略化した構成]

【0052】

図 3 は、上記の実施形態に近いが、構成がより簡略化された別の実施形態を示す。本実施形態において、E G R システムは常に動作する。本実施形態は、構造を簡略化し、常時湿った動作条件で、E G R 冷却器等の二重構造での構成要素を使用する。湿った冷却器表面は、スクラバとしても機能するため、スクラバ 1 7 の設置は必要ない。プロワが常に動作し、モードおよび負荷範囲に関わらず流れが E G R プロワ 3 0 で完全に制御されるので、本実施形態は、E G R 弁 4 3 および 2 2 を備えない。低負荷動作またはプロワ故障に関連して起きる現象である、E G R ユニット 3 7 への逆流を防ぐために、逆止弁 2 0 が一つ備えられる。しかし、第 2 ターぼ過給機や、遮断弁 4 1 及び 4 2 、E G R ユニット 3 7 を直接掃気受け 1 1 に接続する逆止弁 2 9 は、必要ないため搭載しない。ターぼ過給機 7 は

10

20

30

40

50

いくつかの適合戦略によって適合されることが可能。適合戦略は導管 5 4 の利用方法に依存しうる。最も簡単な構成では、ターボ過給機は、導管 5 4 なしに適切に搭載されることが可能である。また、排気ガスバイパス 5 4 を備えない実施形態においては、機関制御システムが、ターボ過給機 7 の過速度運転を防ぐほど十分に速く減速動作を行うことができる想定されている。この実施形態は、補助送風および E G R 送風のために、單一プロワを使用するか、または複数のプロワ 3 0 を並列に使用する。E G R プロワ 3 0 の設定によっては、導管 4 7 は使われない場合がある。本実施形態において、E G R 冷却器 1 6 は、湿った動作条件で連続動作する。湿式冷却器表面は、スクラバとしても機能し、従つて別個のスクラバ 1 7 は必要ない。プロワ 3 0 が常に動作し、プロワ 3 0 およびコントロールバルブ 2 8 によって、モードおよび負荷範囲に関わらず流れが完全に制御されるため、E G R 導管 2 1 にはスロットル／コントロールバルブ 2 2 は必要ない。

【 0 0 5 3 】

以下の表は、図 3 の実施形態の動作の可能モードの例を示す。

【 0 0 5 4 】

	モード 2	モード 3	モード 4
負荷範囲	E G R なし 0 ~ 5 0 %	低 E G R 0 ~ 1 1 0 %	高 E G R 0 ~ 1 1 0 %
E G R プロワ 機能*	流量ゼロ	低流量	高流量
補助プロワ 機能	低負荷	低負荷	低負荷
フェイルセーフモード	2	2	2
排気濃度	—	T i e r - I I	T i e r - I I I

10

20

30

【 0 0 5 5 】

モード 2 はフェイルセーフモードであり、プロワが故障し、モード 3 や 4 が使用できない場合モードである。モード 2 では、負荷が、ターボ過給機 7 の最大能力によって制限される。

【 0 0 5 6 】

モード 3 は、I M O 例えば T i e r - I I の排気要件等を満たすための、低 E G R モードである。機関は、0 ~ 1 1 0 % の負荷範囲で動作可能である。T i e r - I I の閾値未満の N O _x 排気のサイクル値をもたらす E G R 率に到達させるため、低流量の再循環排気ガス、ただし十分な流量の再循環排気ガスを与えるために、プロワ 3 0 を使用する。E G R 率は、例えば、0 ~ 1 5 % 間の範囲にある。このモードにおいて、機関が中負荷から高負荷（例：2 5 % を越える場合）で運転され、ターボ過給機 7 の圧縮機 C が必要掃気圧力に到達するよう補助する必要がない場合、送風コントロールバルブ 2 8 は閉じられる。負荷が低い場合、例えば 0 ~ 2 5 % 付加の場合、送風コントロールバルブ 2 8 は開かれ又は調節される。このときプロワ 3 0 は二重の役割を果たす。というのも、プロワ 3 0 は、ターボ過給機 7 の圧縮機 C が、必要掃気圧力に到達するよう補助するからである。

【 0 0 5 7 】

40

50

モード4は、IMO Tier-I IIの排気要件等を満たすための、高EGRモードである。機関1は、0~110%の負荷範囲で動作可能である。プロワ30は、かなり多くの再循環排気ガスをもたらすように使用される。すなわち、厳格なTier-I IIの閾値未満のNO_x排気のサイクル値をもたらすEGR率に到達させるため、かなり多くの再循環排気ガスをもたらすように使用される。EGR率は、例えば、30~40%の範囲にある。このモードにおいても、機関が中負荷から高負荷（例：25%を越える場合）で運転され、ターボ過給機7の圧縮機Cが必要掃気圧力に到達するよう補助する必要がない場合、送風コントロールバルブ28は閉じられる。負荷が低い場合、例えば0~25%付加の場合、送風コントロールバルブ28は開かれ又は調節される。このときプロワ30は二重の役割を果たす。というのも、プロワ30は、ターボ過給機7の圧縮機Cが、必要掃気圧力に到達するよう補助するからである。

【0058】

本発明の技術思想には、多くの利点がある。実施形態または実装形態によって、以下の利点のうち一つまたは複数を提供する。これは包括的なリストではなく、本明細書記載以外の利点が他にも存在する可能性があることに留意されたい。

【0059】

本発明の技術思想の利点は、排気ガス再循環を有する大型低速2ストローク燃焼機関のガス交換システムを、よりシンプルな構造で提供することにある。別の利点は、排気ガス再循環を備えた大型低速2ストローク燃焼機関の動作の自由度を高め、部分負荷における、IMO Tier-I IIの排気モードでの燃料最適化動作を可能にすることにある。しかし、明らかな利点は、最終費用の低減のために、多くの部品を削減することができるこことである。

【0060】

本発明について例示の目的のために詳細に説明してきたが、このような詳細説明が単にその目的のためのものであること、ならびに本発明の範囲から逸脱することなく、当業者が変形を加えてもよいことを理解されたい。例えば、発明の原理をより大型の機関に適合させることができあって、その場合、流量要件を満たすために、より多くのターボ過給機や排気ガスシステムが並行して必要となるだろう。プロワを導入することについても、同様に考慮することが可能である。つまり、必要な流量の要請や、補助プロワ動作の冗長性のためというシンプルな要請のために、複数台のプロワを設置することが普通となるだろう。

【0061】

本発明の技術思想を実装する代替方法が多く存在することに留意されたい。例えば、再循環排気ガスおよび掃気の両方の圧力を増大させるプロワを、既存の機関を改造して搭載してもよい。プロワを統合した機関システムとしてもよい。また、プロワを含む単独の排気ガスユニットとし、機関近傍に配置し、導管で機関に接続してもよい。

【0062】

別の実施形態において、クロスヘッド式大型低速2ストロークユニフロー燃焼機関1は、それぞれ掃気受け11および排気ガス受け6に接続される複数のシリンダ2と；前記排気ガス受け6から排気ガスを受けるターピンTおよび高圧掃気を供給する圧縮機Cを有するターボ過給機7と；前記圧縮機Cの出口から前記掃気受け11まで前記高圧掃気を導く掃気流路と；前記シリンダ2または前記排気ガス受け6から前記掃気受け11まで排気ガスの少なくとも一部分を再循環する排気ガス再循環流路と；前記掃気受け11にEGRフローを押し出すプロワ30と；前記掃気受け11内の酸素濃度または二酸化炭素濃度を表す信号を提供するセンサー51と；前記センサー51から前記信号を受ける電子制御ユニットECUと；を備える。前記電子制御ユニットECUは、前記センサー51からの信号に応じて前記EGRフローを制御するように構成される。

【0063】

酸素濃度が測定されるとき、実施形態によつては、電子制御ユニットECUは、掃気受け11の酸素濃度が閾値を越えるとEGR率を増大させるように構成される。さらに場合

10

20

30

40

50

によっては、掃気受け 1 1 の酸素濃度が特定の閾値未満になると E G R 率を減少させるように構成される。

【 0 0 6 4 】

二酸化炭素濃度が測定されるとき、実施啓太によつては、電子制御ユニット E C U は、掃気受け 1 1 の二酸化炭素濃度が閾値を越えると E G R 率を減少させるように構成される。さらに場合によつては、掃気受け 1 1 の二酸化炭素濃度が特定の閾値未満になると E G R 率を増大させるように構成される。

【 0 0 6 5 】

本実施形態の変形例として、電子制御ユニット E C U は、プロワ 3 0 の速度を制御することで、E G R 率を操作するように構成される。

10

【 0 0 6 6 】

請求項で使用する「～を備える」は、他の要素や段階を排除するものではない。請求項で使用する各要素の数は、複数の場合を排除しない。

【 0 0 6 7 】

電子制御ユニットは、請求項記載の手段のいくつかとなりうる。

【 0 0 6 8 】

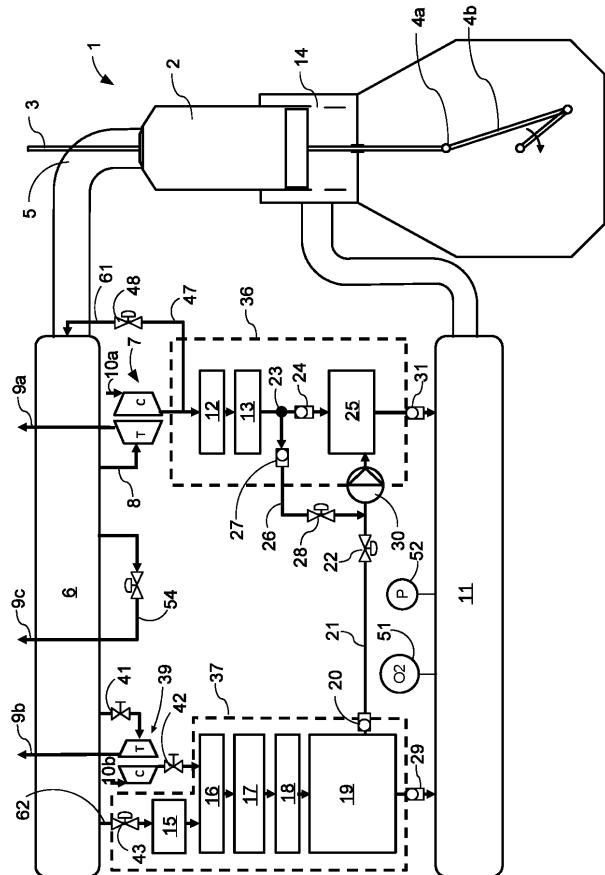
請求項記載の参照符号は、範囲を限定するように解釈してはならない。

【 0 0 6 9 】

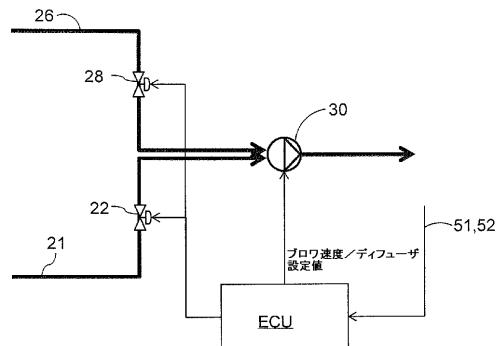
本発明について例示の目的のために詳細に説明してきたが、このような詳細説明が単に例示目的のためのものであること、ならびに本発明の範囲から逸脱することなく、当業者が変形を加えてもよいことを理解されたい。

20

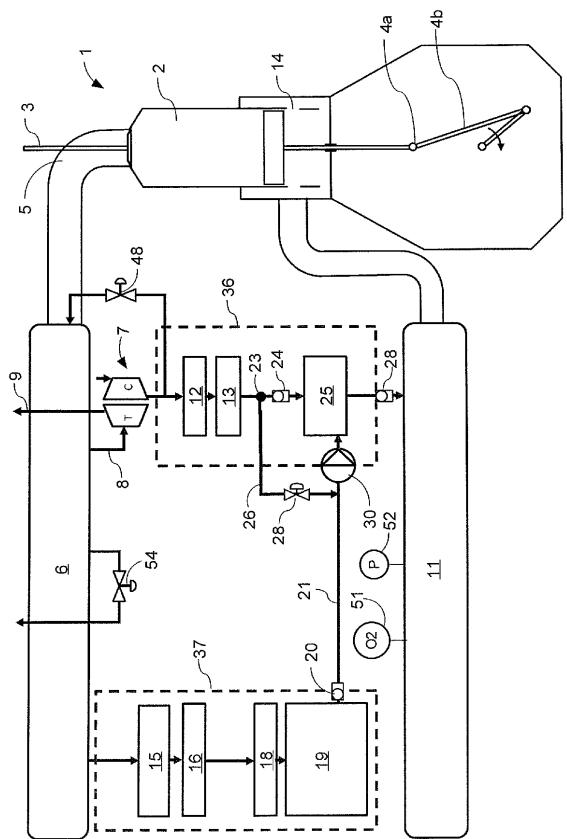
【 図 1 】



【 図 2 】



【図3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I
F 02M 25/07 (2006.01)	F 02B 37/00 301G
	F 02B 37/00 302F
	F 02B 37/16 B
	F 02M 25/07 580E
	F 02M 25/07 570P
	F 02M 25/07 570J

(56)参考文献 デンマーク国特許発明第00177700(DK, B1)

特開2012-159079(JP, A)

特表2013-529275(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 02D 13/00 - 28/00

F 02B 33/00 - 41/10

F 02M 25/07