

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7664344号
(P7664344)

(45)発行日 令和7年4月17日(2025.4.17)

(24)登録日 令和7年4月9日(2025.4.9)

(51)国際特許分類

F I

F 0 1 N 3/08 (2006.01) F 0 1 N 3/08 A

請求項の数 16 外国語出願 (全19頁)

(21)出願番号	特願2023-185191(P2023-185191)	(73)特許権者	597061332
(22)出願日	令和5年10月30日(2023.10.30)		エムエーエヌ・エナジー・ソリューションズ・フィリアル・アフ・エムエーエヌ・エナジー・ソリューションズ・エスイー・ティスランド
(65)公開番号	特開2024-68147(P2024-68147A)		デンマーク・DK - 2 4 5 0・コペンハーゲン・エスバイ・テグルホルムスガーデ・4 1
(43)公開日	令和6年5月17日(2024.5.17)		
審査請求日	令和6年11月6日(2024.11.6)	(74)代理人	100127188
(31)優先権主張番号	PA202270533		弁理士 川守田 光紀
(32)優先日	令和4年11月4日(2022.11.4)	(72)発明者	クリステンセン ヘンリック
(33)優先権主張国・地域又は機関	デンマーク(DK)		デンマーク DK - 2 3 0 0 コペンハーゲン エス スタンドローズヴェイ 2 5
早期審査対象出願		(72)発明者	エム, 2 . ティーヴィ . フリートベルク アンヤ ツァラ
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 二酸化炭素回収のための方法及び大型2ストロークユニフロー掃気内燃機関

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

大型外航船舶推進用クロスヘッド式大型2ストロークターボ過給式ユニフロー掃気内燃機関であって、

シリンダライナと、シリンダライナ内で往復するように構成されるピストンと、シリンダカバーとによって画定される少なくとも1つの燃焼室と；

前記少なくとも1つの燃焼室に掃気ガスを導入するための掃気ポートであって、前記シリンダライナに配置される掃気ポートと；

前記少なくとも1つの燃焼室に炭素系燃料を供給するように構成される燃料システムと；

を備え、

前記少なくとも1つの燃焼室は、炭素系燃料を燃焼して二酸化炭素を含む排気ガスを生成するように構成され、

前記機関は更に、前記シリンダカバーに配され、排気弁により制御される排気出口を備え、前記少なくとも1つの燃焼室は、前記掃気ポートを通じて掃気受けに接続されると共に、前記排気出口を通じて排気受けに接続され、

前記機関は更に、

排気流によって駆動されるタービンであってターボ過給システムのタービンを有する排気システムと；

前記ターボ過給システムのコンプレッサであって加圧された掃気空気を前記掃気受けに供給するように構成されるコンプレッサを有する空気取り入れシステムと；

を備え、少なくとも 1 つの余剰エネルギー流が機関動作中に前記機関によって生成され、前記機関は更に、

二酸化炭素を溶媒に吸収する吸収器と；

前記溶媒から二酸化炭素を脱離するための脱離器及び再沸器のアセンブリと；

を備え、

前記吸収器は、前記脱離器から二酸化炭素リーン溶媒を受け取る溶媒入口と、前記脱離器に二酸化炭素リッチ溶媒を供給する溶媒出口を有し、

前記吸収器は、該吸収器を通過する排気流について、前記溶媒への化学的吸収によって前記排気流から二酸化炭素を分離するように構成され、

前記アセンブリは、前記吸収器から二酸化炭素リッチ溶媒を受け入れる入口と、前記吸収器に二酸化炭素リーン溶媒を供給する出口を有し、

前記アセンブリは、溶媒から二酸化炭素を放出するために溶媒を加熱するように構成され、

前記機関は更に、前記少なくとも 1 つの余剰エネルギー流の少なくとも一部を、第 1 の温度を有する一次媒体の流れの形態で受け取るように構成される少なくとも 1 つのヒートポンプを備え、

前記少なくとも 1 つのヒートポンプは、前記第 1 の温度よりも高い第 2 の温度を有する二次媒体の流れの形態でエネルギー流 Q_r を生成するように構成され、前記二次媒体の流れの少なくとも一部は前記アセンブリに供給される、

機関。

【請求項 2】

前記少なくとも 1 つの余剰エネルギー流は、

- ・ 前記タービンの下流の排気流から、前記少なくとも 1 つのヒートポンプに供給される一次媒体へと、熱を伝達する熱交換器；

- ・ 掃気から、前記少なくとも 1 つのヒートポンプに供給される一次媒体へと、熱を伝達する熱交換器；

- ・ シリンダ冷却液から、前記少なくとも 1 つのヒートポンプに供給される一次媒体へと、熱を伝達する熱交換器；

- ・ 前記脱離器によって生成された二酸化炭素含有ガスの流れから、前記少なくとも 1 つのヒートポンプに供給される一次媒体へと、熱を伝達する熱交換器；

- ・ 二酸化炭素液化装置から、前記少なくとも 1 つのヒートポンプに供給される一次媒体へと、熱を伝達する熱交換器；

- ・ 前記脱離器から前記吸収器への二酸化炭素リーン溶媒の流れから、前記少なくとも 1 つのヒートポンプに供給される一次媒体へと、熱を伝達する熱交換器；

- ・ 潤滑油の流れから、前記少なくとも 1 つのヒートポンプに供給される一次媒体へと、熱を伝達する熱交換器；

のうちの 1 つ以上によって生成される、請求項 1 に記載の機関。

【請求項 3】

前記ターボ過給システムの前記タービンの下流に第 1 の熱交換器を備える、請求項 1 に記載の機関。

【請求項 4】

前記第 1 の熱交換器の下流に第 2 の熱交換器を備え、前記第 2 の熱交換器は、排気流から前記ヒートポンプに供給される一次媒体へと熱を伝達するように構成される、請求項 3 に記載の機関。

【請求項 5】

前記ヒートポンプは、ヒートポンプ媒体を蒸発させるための蒸発器を備え、前記蒸発器は、前記一次媒体を通じて、前記少なくとも 1 つの余剰エネルギー流の少なくとも一部を受け取るように構成される、請求項 1 に記載の機関。

【請求項 6】

前記ヒートポンプは、ヒートポンプ媒体を凝縮する凝縮器を備え、前記凝縮器は、前記

10

20

30

40

50

アセンブリに供給される前記二次媒体の温度を上昇させるように構成される、請求項 1 に記載の機関。

【請求項 7】

前記ヒートポンプは流体ループを備え、前記流体ループは蒸発器と、凝縮器と、圧縮器と、絞り弁を含み、前記圧縮器は前記流体ループを通じてヒートポンプ流体を循環させるように構成される、請求項 1 に記載の機関。

【請求項 8】

前記脱離器から前記吸収器への二酸化炭素リッチな溶媒の流れと、前記吸収器から前記脱離器への二酸化炭素リッチな溶媒の流れとの間で熱交換するように構成されるクロス熱交換器を備える、請求項 1 に記載の機関。

10

【請求項 9】

前記溶媒はアミン溶液である、請求項 1 に記載の機関。

【請求項 10】

排気ガス流からアミンを除去するために、前記吸収器の下流の排気流路にアミンスクラバーを備える、請求項 1 に記載の機関。

【請求項 11】

窒素酸化物を還元するために、前記吸収器の上流の排気流に選択触媒反応器が配置されている、請求項 1 に記載の機関。

【請求項 12】

大型外航船舶推進用の、少なくとも 1 つの燃焼室を有する大型 2 ストロークターボ過給式ユニフロー掃気内燃機関を運転する方法であって、

20

前記少なくとも 1 つの燃焼室に炭素系燃料を供給することと；

前記少なくとも 1 つの燃焼室内で前記炭素系燃料を燃焼させ、二酸化炭素を含む排気流を生成することと；

少なくとも 1 つの余剰エネルギー流を生成することと；

を含むと共に、

前記少なくとも 1 つの余剰エネルギー流の少なくとも一部を、第 1 の温度を有する一次媒体の流れの形態で、ヒートポンプに供給することと；

前記ヒートポンプにより、前記第 1 の温度よりも高い第 2 の温度を有する二次媒体の流れの形態で、エネルギー流を生成することと；

30

二酸化炭素リッチな溶媒の流れを吸収器に供給し、二酸化炭素リッチな溶媒の流れを吸収器から脱離器及び再沸器のアセンブリに排出することにより、排気から二酸化炭素を溶媒に化学的に吸収することと；

前記アセンブリに二次媒体の流れの少なくとも一部を供給して加熱することにより、前記アセンブリで二酸化炭素リッチな溶媒を再生することと；
を含む、方法。

【請求項 13】

前記少なくとも 1 つの余剰エネルギー流は、ターボ過給システムのタービンの下流の熱交換器において、一次媒体を排気ガスと熱交換することによって供給される、請求項 12 に記載の方法。

40

【請求項 14】

前記脱離器内で発生した二酸化炭素と水蒸気又は湯気を含むガスの流れを、二酸化炭素と水蒸気又は湯気を分離する分離器に供給することを含む、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 15】

主に二酸化炭素を含むガスの流れを液化ユニットに供給することと、前記主に二酸化炭素を含むガスの流れを液化して液化二酸化炭素の流れを得ることを含む、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

液化装置において、炭素系燃料の燃焼により発生した二酸化炭素を液化することを含む、請求項 12 に記載の方法。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書の開示事項は、大型２ストローク内燃機関、特に、炭素系燃料（気体又は液体燃料）で運転され、二酸化炭素排出量を削減するように構成されたクロスヘッド式大型２ストロークユニフロー掃気内燃機関に関し、また、このようなタイプのエンジンを運転する方法に関する。

【背景】

【0002】

クロスヘッド式大型２ストロークユニフロー掃気内燃機関は、例えば大型船舶の推進システムや、発電プラントの原動機として用いられる。この大型２ストロークディーゼル機関のサイズは巨大である。サイズが巨大であることだけが理由ではないが、この大型２ストロークディーゼル機関は、他の内燃機関とは異なる構造を有する。例えば、排気弁の重量は４００ｋｇに達することもあり、ピストンの直径も１００ｃｍに達することがある。運転中における燃焼室の最大圧力は、典型的には数百ｂａｒにもなる。このような高い圧力レベルとピストンサイズから生まれる力は莫大なものである。

10

【0003】

大型２ストロークターボ内燃機関は、液体燃料（例：燃料油、船舶用ディーゼル、重油、エタノール、ジメチルエーテル（ＤＭＥ））又はガス燃料（例えばメタンや天然ガス（ＬＮＧ）、石油ガス（ＬＰＧ）、メタノール又はエタン）で運転される。

20

【0004】

ガス燃料で動作するエンジンは、オットーサイクルに従って動作してもよい。オットーサイクルでは、ガス燃料は、シリンダライナの長手方向中央付近又はシリンダカバーに配される燃料弁から導入される。このタイプのエンジンにおいて、ガス燃料は、ピストンの（下死点から上死点への）上昇ストロークの途中であって、排気弁が閉じるかなり前に、シリンダ内に導入される。エンジンは、燃焼室内においてガス燃料と掃気空気との混合物を圧縮し、圧縮された混合気を上死点（ＴＤＣ）又はその付近で、（例えば液体燃料噴射のような）点火手段によってタイミングを計って点火する。

【0005】

液体燃料で運転されるエンジンや、高圧噴射のガス燃料で運転されるエンジンは、ピストンがＴＤＣに近い位置、つまり燃焼室内の圧縮圧力が最大又はそれに近いときに、気体又は液体の燃料を噴射する。つまりこれらのエンジンは、ディーゼルサイクル、すなわち圧縮着火で運転される。

30

【0006】

既知の大型２ストロークターボ過給式ユニフロー掃気内燃機関で使用される液体燃料及びガス燃料は、一般に炭素を含んでいる。すなわちこれらは炭素系燃料であり、その燃焼により二酸化炭素が発生する。発生した二酸化炭素は大気中に排出される。二酸化炭素の排出は、一般に気候変動の原因であると考えられており、最小化又は回避されるべきである。

【0007】

40

既知の炭素回収技術は、通常、燃焼後ＣＯ２回収、燃焼前ＣＯ２回収、オキシフューエル燃焼（Ｏｘｙ－Ｆｕｅｌ Ｃｏｍｂｕｓｔｉｏｎ，酸素燃焼とも呼ばれる）の３つに分類される。燃焼前ＣＯ２回収とは、燃料の燃焼前に炭素質成分を分離・回収することである。

【0008】

燃焼前二酸化炭素回収では、まず燃料を酸素や水蒸気と反応させ、さらに水－ガスシフト反応器で処理してＨ２とＣＯ２の混合ガスを生成する。ＣＯ２は、１５％から４０％のＣＯ２を含む高圧混合ガスから回収される。燃焼前ＣＯ２回収技術の利点は、処理に必要なガス量が大幅に減少し、ガス中のＣＯ２濃度が高まることである。これにより、分離プロセスのエネルギー消費と設備投資を削減することができる。

50

【 0 0 0 9 】

オキシフューエル燃焼では、炭素系燃料は、空気ではなく、再循環された排ガスと純粋な O_2 中で燃焼される。しかし、 O_2 分離のコストが高いため、商業化の可能性は制限される。オキシフューエル燃焼技術は、空気から窒素を分離する空気分離装置から構成される。その後、再循環された排ガスと純酸素の中で、炭素系燃料が燃焼される。排ガスは主に、燃焼による粒子状物質、 CO_2 、燃料からの硫酸化合物、水からなり、粒子状物質除去装置、硫酸除去装置に送られた後、水が凝縮除去され、圧縮可能な CO_2 流が残される。主な利点は、 CO_2 をほぼ100%回収できることである。

【 0 0 1 0 】

燃焼後 CO_2 回収技術では、従来のエネルギー発電と同様に炭素系燃料を燃焼させ、排ガスから CO_2 を回収する。この炭素分離技術は、吸収、吸着、膜、低温の4つに大別される。排ガスから CO_2 を吸収して回収するには、アミン溶媒を使用することができる。ここで CO_2 は溶媒中に捕捉され、その後アミンの再生プロセスが行われる。欠点は、発電所の規模が極めて大きくなることと、二酸化炭素の回収プロセスに多大なエネルギーが必要であることである。特に、アミン溶媒の再生には膨大なエネルギーが必要である。

10

【 0 0 1 1 】

US 4 8 9 9 5 4 4 は、発電機を駆動する原動機（内燃機関、ガスタービン、又は発電ボイラーと蒸気タービンの組み合わせ）と、エンジンからの高温の排ガスを通わせて熱エネルギーを利用可能な形で回収する排熱回収装置と、排熱回収装置から出る排ガスを CO_2 回収装置へ移送し、 CO_2 を抽出して販売可能な副産物として利用できるようにする手段とを含む、コージェネレーション/ CO_2 製造プラントを開示している。

20

【 0 0 1 2 】

特開 2 0 1 0 - 8 8 9 8 2 号公報は、燃焼排ガスに含まれる二酸化炭素を吸収液に吸収させる吸収塔と、吸収塔から二酸化炭素を吸収した吸収液が供給され、二酸化炭素を吸収した吸収液から二酸化炭素ガスを放出させて当該吸収液を再生する再生塔と、再生塔からの吸収液を加熱して水蒸気を生成させ、当該水蒸気を再生塔に供給するとともに加熱した吸収液の一部を前記吸収塔に供給するリボイラーと、吸収塔と再生塔との間に設けられ、吸収塔から再生塔に供給される二酸化炭素を吸収した吸収液を加熱するヒートポンプとを備える二酸化炭素回収システムを開示している。

【 0 0 1 3 】

DK 1 8 1 0 1 4 B 1 は、請求項 1 の前文に従う、大型外航船舶の推進用のクロスヘッド式大型 2 ストロークターボ過給式ユニフロー掃気内燃機関を開示している。

30

【 摘要 】

【 0 0 1 4 】

上述の課題を解決するか又は少なくとも緩和する、エンジン及び方法を提供することが目的の一つである。

【 0 0 1 5 】

上述の課題やその他の課題が、独立請求項に記載の特徴により解決される。より具体的な実装形態は、従属請求項や明細書、図面から明らかになるだろう。

【 0 0 1 6 】

第 1 の捉え方によれば、次のような、大型外航船舶推進用クロスヘッド式大型 2 ストロークターボ過給式ユニフロー掃気内燃機関が提供される。この機関は、

40

シリンダライナと、シリンダライナ内で往復するように構成されるピストンと、シリンダカバーとによって画定される少なくとも 1 つの燃焼室と；

前記少なくとも 1 つの燃焼室に掃気ガスを導入するための掃気ポートであって、前記シリンダライナに配置される掃気ポートと；

前記少なくとも 1 つの燃焼室に炭素系燃料を供給するように構成される燃料システムと；
を備え、前記少なくとも 1 つの燃焼室は、炭素系燃料を燃焼して二酸化炭素を含む排気ガスを生成するように構成され、

前記機関は更に、前記シリンダカバーに配され、排気弁により制御される排気出口を備

50

え、前記少なくとも1つの燃焼室は、掃気ポートを通じて掃気受けに接続されると共に、前記排気出口を通じて排気受けに接続され、

前記機関は更に、

排気流によって駆動されるタービンであってターボ過給システムのタービンを有する排気システムと；

前記ターボ過給システムのコンプレッサであって加圧された掃気空気を前記掃気受けに供給するように構成されるコンプレッサを有する空気取り入れシステムと；

機関動作中に前記機関によって生成される少なくとも1つの余剰エネルギー流 Q_1 , Q_2 , ... Q_n と；

二酸化炭素を溶媒に吸収するための、好ましくは吸収塔である吸収器と；

前記溶媒から二酸化炭素を脱離するための脱離器及び再沸器のアセンブリと；
を備え、

前記吸収器は、前記脱離器から二酸化炭素リッチ溶媒を受け取る溶媒入口と、前記脱離器に二酸化炭素リッチ溶媒を供給する溶媒出口を有し、

前記吸収器は、該吸収器を通過する排気流について、前記溶媒への化学的吸収によって前記排気流から二酸化炭素を分離するように構成され、

前記アセンブリは、前記吸収器から二酸化炭素リッチ溶媒を受け入れる入口と、前記吸収器に二酸化炭素リッチ溶媒を供給する出口を有し、

前記アセンブリは、溶媒から二酸化炭素を放出するために溶媒を加熱するように構成され、

前記装置は更に、前記少なくとも1つの余剰エネルギー流 Q_1 , Q_2 , ... Q_n の少なくとも一部を、第1の温度を有する一次媒体の流れの形態で受け取るように構成される少なくとも1つのヒートポンプを備え、

前記少なくとも1つのヒートポンプは、前記第1の温度よりも高い第2の温度を有する二次媒体の流れの形態でエネルギー流 Q_r を生成するように構成され、前記二次媒体の流れの少なくとも一部は前記アセンブリに供給される。

【0017】

溶媒の再生に必要なエネルギー量は大きく、大型2ストローク内燃機関が供給する機関軸出力の60%以上に達することもある。機関のエネルギー効率に対するこのようなペナルティは、二酸化炭素捕捉システムを使用する運転を、二酸化炭素捕捉システムを使用しない機関と比較して著しく高コストにする。しかし本願発明者は、大型2ストロークディーゼル機関が、余剰エネルギーの流れをいくつか発生させることに気付いた。これは無駄にされてきた熱 (waste heat) とも呼ばれ、例えば、冷却が必要な掃気、冷却が必要なシリンダ、及び相当量の熱力学的エネルギーを含有する排気ガスの中に、そのような余剰エネルギーが存在している。これらの余剰エネルギー源からのエネルギーの流れは、通常、媒体の形態をとっており、例えば脱離器・再沸器アセンブリで使用するには不十分な温度の水の形をしている。ところが本願発明者は、ヒートポンプを使用して脱離器・再沸器アセンブリで使用するのに十分な高温の媒体を生成することにより、これらのエネルギー源からの余剰エネルギーを溶媒の再生に使用できるという洞察を得た。例えば、溶媒としてアミン溶液を使用する場合、再生器の最適な動作温度は、典型的には120から130の間であり、一方、上記の余剰エネルギー源を使用して供給できる媒体の温度は、典型的には35から80の間である。

【0018】

前記第1の捉え方の実装形態の一例において、前記少なくとも1つの余剰エネルギー流 Q_1 , Q_2 , ... Q_n は、以下のうちの1つ以上によって生成される。

・ 前記タービンの下流の排気流から、前記少なくとも1つのヒートポンプに供給される一次媒体へと、熱を伝達する熱交換器；

・ 掃気から、前記少なくとも1つのヒートポンプに供給される一次媒体へと、熱を伝達する熱交換器。

・ シリンダ冷却液から、前記少なくとも1つのヒートポンプに供給される一次媒体へと

10

20

30

40

50

、熱を伝達する熱交換器；

- ・ 前記脱離器によって生成された二酸化炭素含有ガスの流れから、前記少なくとも１つのヒートポンプに供給される一次媒体へと、熱を伝達する熱交換器；
- ・ 二酸化炭素液化装置から、前記少なくとも１つのヒートポンプに供給される一次媒体へと、熱を伝達する熱交換器；
- ・ 前記脱離器から前記吸収器への二酸化炭素リーンス溶媒の流れから、前記少なくとも１つのヒートポンプに供給される一次媒体へと、熱を伝達する熱交換器。
- ・ 潤滑油の流れから、前記少なくとも１つのヒートポンプに供給される一次媒体へと、熱を伝達する熱交換器。

【 0 0 1 9 】

10

前記第１の捉え方の実装形態の一例において、前記機関は、ターボ過給システムのタービン６の下流に第１の熱交換器を備え、前記第１の熱交換器は好ましくは、蒸気を生成するように構成されるボイラーであり、前記機関は更に、前記第１の熱交換器の下流に第２の熱交換器を備え、前記第２の熱交換器は、排気流から前記ヒートポンプに供給される一次媒体へと熱を伝達するように構成されている。

【 0 0 2 0 】

前記第１の捉え方の実装形態の一例において、前記ヒートポンプは、ヒートポンプ媒体を蒸発させるための蒸発器を備え、前記蒸発器は、前記少なくとも１つの余剰エネルギー流 Q_1 , Q_2 , ... Q_n の少なくとも一部を受け取るように構成される。

【 0 0 2 1 】

20

前記第１の捉え方の実装形態の一例において、前記ヒートポンプは、ヒートポンプ媒体を凝縮する凝縮器を備え、前記凝縮器は、前記脱離器・再沸器アセンブリに供給される媒体の温度を上昇させるように構成される。

【 0 0 2 2 】

前記第１の捉え方の実装形態の一例において、前記ヒートポンプは流体ループを備え、前記流体ループは蒸発器と、凝縮器と、圧縮器と、絞り弁を含み、前記圧縮器は前記ループを通じてヒートポンプ流体を循環させるように構成される。

【 0 0 2 3 】

前記第１の捉え方の実装形態の一例において、前記熱交換器は、前記脱離器から前記吸収器への二酸化炭素リーンス溶媒の流れと、前記吸収器から前記脱離器への二酸化炭素リッチ溶媒の流れとの間で熱交換するように構成される。

30

【 0 0 2 4 】

前記第１の捉え方の実装形態の一例において、前記溶媒はアミン溶液、好ましくはアミン水溶液である。

【 0 0 2 5 】

前記第１の捉え方の実装形態の一例において、前記機関は、排気ガスからアミンを除去するために、前記吸収器の下流の排気流路にアミンスクラバーを備える。

【 0 0 2 6 】

前記第１の捉え方の実装形態の一例において、前記吸収器の上流、好ましくは前記タービンの上流に、窒素酸化物を還元するための選択触媒反応器が排気流内に配置される。

40

【 0 0 2 7 】

前記第１の捉え方の実装形態の一例において、前記アミン溶液は、第一級、第二級、及び／又は第三級アミンを含む。

【 0 0 2 8 】

前記第１の捉え方の実装形態の一例において、前記溶媒は NaOH / KOH 溶液、好ましくはアミン NaOH / KOH 溶液である。

【 0 0 2 9 】

前記第１の捉え方の実装形態の一例において、前記ヒートポンプに供給される媒体の温度は約 35 と約 80 の間であり、前記ヒートポンプから脱離器・再沸器アセンブリに供給される媒体の温度は約 110 と約 160 の間、好ましくは約 130 と約 150

50

の間である。

【 0 0 3 0 】

第 2 の捉え方によれば、大型外航船舶推進用の、少なくとも 1 つの燃焼室を有する大型 2 ストロークターボ過給式ユニフロー掃気内燃機関を運転する方法が提供される。この方法は、

前記少なくとも 1 つの燃焼室に炭素系燃料を供給することと；

前記少なくとも 1 つの燃焼室内で前記炭素系燃料を燃焼させ、二酸化炭素を含む排気流を生成することと；

を含み、前記機関は少なくとも 1 つの余剰エネルギー流 Q_1 , Q_2 , ... Q_n を生成し、前記方法は更に、

前記少なくとも 1 つの余剰エネルギー流 Q_1 , Q_2 , ... Q_n の少なくとも一部を、第 1 の温度を有する一次媒体の流れの形態で、ヒートポンプに供給することと；

前記ヒートポンプにより、前記第 1 の温度 T_1 よりも高い第 2 の温度 T_2 を有する二次媒体の流れの形態で、エネルギー流 Q_r を生成することと；

二酸化炭素リッチな溶媒の流れを吸収器に供給し、二酸化炭素リッチな溶媒の流れを吸収器から脱離器及び再沸器のアセンブリに排出することにより、排気流から二酸化炭素を溶媒に化学的に吸収することと；

前記アセンブリに前記二次媒体の流れの少なくとも一部を供給して加熱することにより、前記アセンブリで二酸化炭素リッチな溶媒を再生することと；

を含む。

【 0 0 3 1 】

前記第 2 の捉え方の実装形態の一例において、前記少なくとも 1 つの余剰エネルギー流 Q_1 , Q_2 , ... Q_n は、ターボ過給システムのタービンの下流の熱交換器、好ましくはターボ過給システムのタービンの下流に配置されるボイラーの下流の熱交換器において、一次媒体を排気ガスと熱交換することによって供給される。

【 0 0 3 2 】

前記第 2 の捉え方の実装形態の一例において、前記方法は、前記脱離器で発生した二酸化炭素と水を含むガスの流れを、二酸化炭素と水を分離するための分離器に供給することを含み、前記分離器は、好ましくは、主に二酸化炭素を含むガスの流れと主に水を含む液体の流れを得るためのロックアウトドラムである。

【 0 0 3 3 】

前記第 2 の捉え方の実装形態の一例において、前記方法は、主に二酸化炭素を含むガスの流れを液化装置に供給することを含む。

【 0 0 3 4 】

前記第 2 の捉え方の実装形態の一例において、前記方法は、主に二酸化炭素を含むガスの流れを液化装置で液化し、液化二酸化炭素の流れを得ることを含む。

【 0 0 3 5 】

前記第 2 の捉え方の実装形態の一例において、前記方法は、液化二酸化炭素の流れを液化二酸化炭素貯蔵装置に導くことを含む。

【 0 0 3 6 】

これらの側面及び他の側面は、以下に説明される実施例により更に明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 7 】

以下、図面に示される例示的な実施形態を参照しつつ、様々な捉え方や実施形態、実装例を詳細に説明する。

【図 1】ある例示的な実施形態に従う大型 2 ストロークディーゼル機関の概観図である。

【図 2】図 1 の大型 2 ストローク機関を別の角度から見た概観図である。

【図 3】ある実施形態に従う、図 1 及び図 2 の大型 2 ストローク機関の略図表現である。

【図 4 a】図 1 から図 3 の実施形態で使用されるヒートポンプの第 1 の実施形態の略図表

10

20

30

40

50

現である。

【図 4 b】図 1 から図 3 の実施形態で使用されるヒートポンプの第 2 の実施形態の略図表現である。

【図 5】図 1 から図 4 a の実施形態で使用されるヒートポンプをより詳細に示す図である。

【図 6】別の実施形態に従う、図 1 及び図 2 の大型 2 ストローク機関の略図表現である。

【詳細説明】

【0038】

以下の詳細説明では、実施例のクロスヘッド式大型低速 2 ストロークターボ過給式内燃機関を参照して、内燃機関が説明される。図 1 - 図 3 は、ターボ過給式大型低速 2 ストロークディーゼル機関の実施例を描いている。このエンジンは、クランクシャフト 8 及びクロスヘッド 9 を有する。図 1 と図 2 は、それぞれ異なる角度から見た概観図である。図 3 は、ある実施形態に従う図 1, 2 のターボ過給式大型低速 2 ストロークディーゼル機関を、その吸気系及び排気系と共に略図により表現したものである。この実施例において、機関は直列に 6 本のシリンダを有する。ターボ過給式大型低速 2 ストローク内燃機関は、直列に配された 4 本から 14 本のシリンダを有することがある。これらのシリンダはエンジンフレーム 11 に担持されるシリンダライナを有する。またこのような機関は、例えば、船舶の主機関や、発電所において発電機を動かすための据え付け型の機関として用いられることができる。機関の全出力は、例えば 1、000 ~ 110、000 kW の範囲でありうる。

【0039】

この実施例における機関は、2 ストロークユニフロー掃気機関であり、シリンダライナ 1 の下部領域に掃気ポート 18 が設けられる。シリンダライナ 1 の上部のシリンダカバー 22 には中央排気弁 4 が配される。掃気ガスは、ピストンが掃気ポート 18 より下にある時に、掃気受け 2 から各シリンダライナ 1 の掃気ポート 18 へと導かれる。

【0040】

機関が予混合機関（オットー原理に基づく機関）として運転される場合、炭素を含むガス燃料（例えばメタノール、石油ガス又は LPG、メタン、天然ガス（LNG）、エタン）は、電子制御部 100 の制御下でガス導入弁 50' から導入される。これは、ピストン 10 の（BDC から TDC への）上昇ストロークの間であって、ピストンが燃料弁（ガス導入弁）50' を通過する前に行われる。ガス燃料は、ガス燃料供給システム 30' により供給され、比較的低い圧力で燃焼室に導入される。この圧力は 30 bar 未満、好ましくは 25 bar、より好ましくは 20 bar 未満である。燃料導入弁 50' は、好ましくはシリンダライナの円周上に等間隔に分布するように配される。また好ましくは、シリンダライナの長手方向の中央付近に配される。ガス燃料の導入は、圧縮圧力が比較的低い時に行われる。つまり、ピストンが TDC に達するときの圧縮圧力に比べればずっと低いときに行われるので、比較的低い圧力で導入することが可能となる。

【0041】

機関が圧縮着火機関（ディーゼル原理）として運転される場合、ガス又は液体の炭素含有燃料（例えば燃料油）は、ピストン 10 が TDC 又はその近傍にあるときに、高圧（好ましくは 300 bar 以上）で燃料弁 50 から燃焼室に噴射される。燃料弁 50 を通して噴射するための燃料を含む流れは、燃料システム 30 によって供給される。燃料弁 50 を通して噴射を行うための高圧は、燃料システム 30（コモンレール）又は燃料弁 50 で発生させることができる。

【0042】

シリンダライナ 1 内のピストン 10 は、ガス燃料と掃気ガスの混合気を圧縮し（TDC での燃料噴射のみによる動作の場合は掃気ガスを圧縮し）する。そして TDC 又はその付近で、好ましくはシリンダカバー 22 に配置される燃料弁 50 からの高圧の燃料の噴射により、着火が引き起こされる。TDC 又はその付近で液体燃料噴射のみの場合は、圧縮により着火が引き起こされる。そして燃焼が生じ、二酸化炭素を含む排気ガスが発生する。

【0043】

10

20

30

40

50

排気弁 4 が開かれると、燃焼ガス（排気ガス）は、シリンダ 1 に付随する燃焼ガスダクトを通して燃焼ガス受け 3 に流入し、第 1 の排気管 1 9 へと流出する。第 1 の排気管 1 9 には、排気ガス中の亜酸化窒素（ NO_x ）を還元するための選択触媒反応器 3 3 が設けられている。

【0044】

タービン 6 は、シャフトを介してコンプレッサ 7 を駆動する。コンプレッサ 9 には、空気取り入れ口 1 2 を通じて外気が供給される。コンプレッサ 7 は、圧縮された掃気空気を、掃気受け 2 に繋がる掃気管 1 3 へと送り込む。掃気管 1 3 の掃気空気は、掃気空気を冷却するためのインタークーラー 1 4 を通過する。

【0045】

インタークーラー 1 4 の上流（図示されている）又は下流（図示せず）のいずれかで、排気再循環管 3 5 は掃気管 1 3 に接続される。再循環された排気ガスはこの位置で掃気空気と混合され、掃気ガスが形成される。掃気ガスは掃気受け 2 へと流れていく。以下で更に詳しく説明するように、制御部 1 0 0（電子制御ユニット）は、掃気ガス中の掃気空気と排気ガスとの比率を調整するように構成される。

【0046】

冷却された掃気空気又は掃気ガスは、電気モータ 1 7 により駆動される補助ブロワ 1 6 を通る。補助ブロワ 1 6 は、ターボ過給器 5 のコンプレッサ 7 が掃気受け 2 のために十分な圧力を提供できない場合、すなわち機関が低負荷又は部分負荷である場合に、掃気流を圧縮する。機関の負荷が高い場合は、ターボ過給器のコンプレッサ 7 が、十分に圧縮された掃気空気を供給することができるので、補助ブロワ 1 6 は、逆止弁 1 5 によってバイパスされる。機関は、ターボ過給システムを形成する複数のターボ過給機 5 を備えることができる。

【0047】

制御部 1 0 0（電子制御ユニット）は、制御部の機能を果たすためのプロセッサ及び他のハードウェアからなる複数の相互接続された電子ユニットで構成されてもよい。制御部 4 0 は、概して機関の動作を制御し、例えばガス燃料導入（量とタイミング）、液体燃料噴射（量とタイミング）、排気弁 4 の開閉（タイミングとリフト量）、再循環排気ガス比を制御し、また、各種の冷却器やポンプ等の機器の動作制御も行う。ここで制御部 1 0 0 には、機関の運転状態を知らせるセンサからの各種信号が入力されるようになっている。これらの信号には、それぞれ機関負荷、機関回転数、ブロワ回転数、掃気温度、様々な場所の排気ガス温度、様々な場所の排気ガス温度を表す信号が含まれてもよい。また、掃気系の圧力、燃焼室内の圧力、排気系の圧力、排気再循環系における圧力を示す信号が含まれてもよい。機関は好ましくは、燃焼室毎に、排気弁タイミングの個別制御を可能とする可変タイミング排気弁作動システムを備える。制御部 1 0 0 は、燃料弁 5 0、液体燃料導入弁 5 0'、排気弁アクチュエータ、角度位置センサ、圧力センサに、信号線又は無線接続を介して接続されている。角度位置センサは、クランクシャフトの角度を検出しクランクシャフトの位置を表す信号を生成する。圧力センサは、好ましくはシリンダカバー 2 2 内に、代替的にはシリンダライナ 1 内に配され、燃焼室内の圧力を表す信号を生成する。

【0048】

エンジンのサイズに応じて、シリンダライナ 1 は様々な大きさに作られる。典型的な大きさとしては、シリンダボアの直径が 2 5 0 mm から 1 0 0 0 mm であり、それに対応する全長が 1 0 0 0 mm から 4 5 0 0 mm である。

【0049】

シリンダライナ 1 はシリンダフレーム 2 3 に載置され、シリンダライナ 1 の上にはシリンダカバー 2 2 が設置される。シリンダライナ 1 とシリンダカバー 2 2 とは、その間からガスの漏出が生じないようにされている。ピストン 1 0 は、下死点（BDC）と上死点（TDC）の間を往復するように構成されている。ピストン 1 0 のこれら 2 つの死点位置は、クランクシャフト 8 の回転角度で 1 8 0 度離れている。シリンダライナ 1 には、周方向に分散配置された複数のシリンダ潤滑孔が設けられる。これらのシリンダ潤滑孔はシリン

10

20

30

40

50

ダ潤滑ラインに接続されている。シリンダ潤滑ラインは、ピストン 10 がシリンダ潤滑孔 25 を通過するときにシリンダ潤滑油を供給する。続いてピストン 10 の（図示されていない）ピストンリングが、シリンダライナの走行面（内面）全体にシリンダ潤滑油を行き渡らせる。図示されていないが、シリンダライナにはジャケットが設けられており、ジャケットとシリンダライナとの間の空間にはジャケット冷却水が循環している。

【0050】

シリンダカバー 22 には、典型的には 1 気筒あたり複数の、好ましくは 3 つ又は 4 つの液体燃料弁 50 が取り付けられ、加圧された炭素含有燃料の供給源（図示せず）に接続されている。液体燃料弁 50 は、好ましくは、排気弁 4 の周囲、特に、シリンダカバー 22 の中央出口（開口部）の周囲に、円周方向において等間隔に配置される。中央部の外形は排気弁 4 によって制御される。炭素含有燃料の噴射タイミング及び噴射量は、制御部 100 によって制御される。燃料弁 50 は、機関が予混合モードで運転されている場合、少量の点火液（パイロット）を噴射するためにのみ使用される。機関が圧縮着火モードで運転されている場合には、実際に使用されている機関負荷で機関を運転するために必要な量の液体燃料が液体燃料弁 50 から噴射される。シリンダカバー 22 には、前室（ブリチャンバ）が設けられていてもよい（図示されていない）。また、液体燃料弁 50 の先端部、典型的には 1 つ又は複数のノズル穴を有するノズルが設けられた先端部が、パイロットオイル（点火液）が前室に注入され霧化するように配置されている。前室は確実な点火を支援する。

【0051】

燃料導入弁 50' は、そのノズルがシリンダライナ 1 の内面と実質的に面一となり、燃料弁 50' の後端がシリンダライナ 1 の外壁から突出した状態で、シリンダライナ 1（またはシリンダカバー 22）に設置されている。典型的には 1 つ又は 2 つ、多くても 3 つか 4 つの燃料弁 50' が、各シリンダライナ 1 に設けられる。これらはシリンダライナ 1 の円周域に（好ましくは等間隔に）配置される。本実施例において、燃料導入弁 50' は、シリンダライナ 1 の長手方向のちょうど中央部に配されている。燃料導入弁 50' は、ガス燃料（例えばメタノール、LPG、LNG、エタン又はアンモニア）の加圧供給源 30' に接続されている。すなわち燃料導入弁 50' に供給されるときに、燃料は気体相である。ガス燃料は、ピストン 10 の BDC から TDC へのストロークの間に導入されるので、ガス燃料の供給源の圧力は、シリンダライナ 1 内に存在する圧力より高ければよい。燃料導入弁 50' に送られるガス燃料にとって、典型的には 20 bar 未満の圧力で十分である。燃料導入弁 50' は制御部 100 に接続される。制御部 40 は、燃料導入弁 50' の開閉タイミング及び開弁時間を決定する。

【0052】

実施形態によっては、点火用の液体燃料は、重油、船舶用ディーゼル油、重油、エタノール、又はジメチルエーテル（DME）である。

【0053】

ガス運転モードは、機関の幾つかの運転モードのうちの 1 つでありうる。他のモードには、機関の動作に必要な燃料のすべてが液体燃料弁 50 を通じて液体形態で供給される、液体燃料運転モードが含まれることができる。ガス燃料運転モードにおいて、機関は、BDC から TDC までのピストンストローク中に比較的低い圧力で導入されるガス燃料を主燃料として運転される。すなわち、機関に供給されるエネルギーの主要部分はそのようなガス燃料により供給される。一方、ガス燃料に比較すると、液体燃料は少量しか用いられず、機関に供給されるエネルギー量に比較的小さな寄与しかない。液体燃料の目的は所定のタイミングで点火することにある。すなわち液体燃料は点火液として機能する。

【0054】

このように、本実施形態の機関は、液体燃料のみで運転されるモードと、ほぼガス燃料のみで運転されるモードとを有する、二元燃料機関とすることができる。

【0055】

本実施形態では、機関は、オットー原理に従って動作する予混合機関として示されてい

10

20

30

40

50

る。しかし機関が（ディーゼル原理に従って動作する）圧縮着火機関である実施形態も存在する。その場合、（気体又は液体の）炭素系燃料は、ピストン 10 が T D C 又はその付近にあるときに高圧で噴射される。

【0056】

この機関は、燃焼室に炭素系燃料（液体燃料及び／又はガス燃料）を供給することと、燃焼室内で炭素系燃料を燃焼させ、二酸化炭素を含む排気流を生成することと、二酸化炭素吸収プロセスで排気ガスから二酸化炭素を分離することと、分離した二酸化炭素を貯蔵することと、によって動作させられる。また好ましくは、この機関は、排気流の第 1 の部分（再循環ガスが燃焼室から直接取り出される実施形態では燃焼ガスの第 1 の部分）を再循環し、排気流の別の（第 2 の）部分を排気ガスとして排気することと、排気ガスを含む加圧された掃気ガスを燃焼室に供給することも含んで動作させられる。ここで加圧された掃気ガスは、少なくとも 40 質量％、好ましくは 40 から 55 質量％の再循環燃焼ガスを含む。

10

【0057】

ターボ過給機のタービン 6 の下流で、排気ガスは第 2 の排気管 28 に入る。排気管 28 は排気ガスをボイラー 20（エコノマイザとも呼ばれる）に導く。ボイラー 20 は蒸気を発生するように構成されている。この蒸気は、例えば、機関が設置された船舶内で様々な目的のために使用される。またはこの蒸気は、以下で更に詳細に説明される脱離器 66 及び再沸器 62 アセンブリに直接供給されるのに十分な温度を有し、脱離器 66 及び再沸器 62 アセンブリを加熱するために、直接使用することができる。

20

【0058】

ボイラー 20 の下流側で、第 2 の排気管 28 は第 1 の熱交換器 40 に繋がっている。この熱交換器 40 で、排気ガスは、更に詳しく後述する一次媒体と熱交換する。

【0059】

第 2 の排気管 28 は第 1 の熱交換器 40 の下流にも続いており、吸収器 42 の底部の入口に接続する。吸収器 42 は、好ましくは吸収塔、例えば充填吸収塔である。排気ガスは、吸収塔 42 内を通過して、吸収塔 42 の上部にある出口へと流れていく。

【0060】

吸収器 42 は、溶媒を用いて二酸化炭素を化学的に吸収するシステムの一部である。適切な溶媒の例は、アミン溶液である。アミン溶液は、第一級、第二級、及び／又は第三級アミンを含んでいてもよい。好適な溶液の別の例は、NaOH / KOH 溶液、好ましくはアミン NaOH / KOH 水溶液である。

30

【0061】

二酸化炭素は、充填吸収塔（吸収器）42 によって排気ガスから除去される。この反応は発熱性であり、吸収塔 42 に沿って溶媒温度を上昇させる。一例として、機関からの排気ガス中の二酸化炭素濃度は、排気再循環なしの場合は体積比で 4 ~ 5 %、排気再循環ありの場合は体積比で 9 ~ 10 % である。排気ガスは、吸収塔 42 の最上部に入る溶媒とは反対向きの流れとして吸収塔 42 に導入される。この溶媒は、二酸化炭素リッチな溶媒又は二酸化炭素リーン溶媒と呼ばれる。この二酸化炭素リーン溶媒は、約 35 ~ 55 、常圧で、脱離器 66 から供給される。吸収塔 42 の上部には、充填床からなる水洗浄部があり、排気ガスに流出した揮発性アミン吸着剤の大部分を凝縮して可溶化することにより除去する。吸収塔 42 の全高は最大 50 メートルにもなりうる。吸収塔 42 で二酸化炭素が吸収されると、吸収塔 42 の底部からの二酸化炭素リッチな溶媒（二酸化炭素リッチ溶媒）の流れは、ポンプ 44 によってクロス熱交換器 60 に供給され、二酸化炭素リーン溶媒の流れと熱交換された後、脱離器 66 と再沸器 62 のアセンブリに導入され、再沸器 62 で加熱され、溶媒から二酸化炭素が放出される。除去（脱離）温度は 120 から 150 の間で変化し、動作圧力は 5 bar まで達する。

40

【0062】

脱離塔 66 の頂部からは水飽和した二酸化炭素の流れが放出される。これを熱交換器 68 で冷却して水分の大部分を凝縮させる。水分はロックアウトドラム 69 で分離され、脱

50

離塔 66 に戻される。ノックアウトドラム 69 からの二酸化炭素の流れは、液化装置 70 で圧縮 / 液化され、貯蔵タンク 85 に一時貯蔵される。実施形態によっては、貯蔵タンク 85 は極低温貯蔵タンクである一時貯蔵タンク 85 から、液化二酸化炭素を最終貯蔵場所又は公共施設（図示せず）に輸送することができる。機関が船舶に搭載されている場合、一時貯蔵タンク 85 は船舶内に配置され、船舶が液化二酸化炭素を受け入れるための施設が設けられている港にいるときに空にされる。

【0063】

アミン溶液の再生工程では、溶液中の二酸化炭素の全てを除去しない。再生された二酸化炭素リーン溶媒は、ポンプ 64 の作用により、二酸化炭素リーン負荷で吸収塔 42 にリサイクルされる。吸収器 42 に到達する前に、二酸化炭素リッチ溶媒は、クロス熱交換器 60 及び熱交換器 67 で二酸化炭素リーン溶媒と熱交換する。

10

【0064】

吸収塔を通して二酸化炭素を吸収した後の溶媒の二酸化炭素負荷は、二酸化炭素リッチ溶媒と呼ばれる。リーン溶媒とリッチ溶媒の差は、排気ガスから回収される二酸化炭素の量である。

【0065】

吸収器 42 から排出される排気ガス中の二酸化炭素濃度は、吸収器 42 に流入する排気ガスの二酸化炭素濃度より最大 10 倍低い。

【0066】

溶媒のアミンの一部は、吸収器 42 を出る排気ガス中にまだ存在する可能性がある。このアミンは、吸収器 42 の下流の排気管 49 に配置されたアミンスクラバー 44 によって除去される。

20

【0067】

機関は、機関の様々な部分から、廃熱流とも呼ばれる多数の余剰エネルギー流 Q_1 , Q_2 , ... Q_n を発生せる。図 3 の実施形態では、これらが含まれる。

Q_1 : 掃気冷却器 14 の一次冷却媒体（例えば水）。掃気冷却器 14 からの冷却水は、通常、約 20 ~ 240 の間の温度を有する、

Q_2 : 一次機関潤滑油。通常 45 ~ 55 の温度である。

Q_3 : シリンダジャケットクーラーの一次冷却媒体（水など）。シリンダジャケットからの冷却水は、通常、約 70 ~ 90 の温度を有する。

30

Q_4 : 排気再循環管冷却器 32 の一次冷却媒体（例えば水）。通常約 50 ~ 350 の温度を有する。

Q_5 : ボイラー 20。通常約 160 ~ 170 の蒸気を供給する。

Q_6 : 第 1 の熱交換器 40 で使用される一次媒体（例えば水）。通常 160 ~ 170 の温度を有する。

Q_7 : 第二の熱交換器 67 で使用される一次媒体（例えば水）。通常 100 ~ 170 の温度を有する。

Q_8 : 第 3 の熱交換器 68 で使用される一次媒体（例えば水）。通常 95 ~ 105 の温度を有する。

Q_9 : 液化装置 70 を冷却するために使用される一次媒体（例えば水）。液化に使用される技術の種類と液化装置 70 に使用される冷却システムの種類に依存する温度を有する。

40

【0068】

機関によって生成される余剰エネルギー流の上のリストは網羅的なものではなく、余剰エネルギー源の単なる例を提示するものであることに留意されたい。

【0069】

上記の余剰エネルギー源 Q_1 , Q_2 , ... Q_n のうち少なくとも 1 つ、特に、脱離器 66 及び再沸器 62 アセンブリを加熱するために必要な温度より低い温度を有するものは、ヒートポンプ 80 に供給される。（脱離器 66 及び再沸器 62 アセンブリは、少なくとも 120 、好ましくは少なくとも 130 の温度を有する二次媒体を必要とする。）ヒートポンプ 80 は、少なくとも 120 、好ましくは少なくとも 130 の温度の二次媒体（

50

例えば水又は蒸気)の流れの形でエネルギー Q_r の流れを生成するように構成される。好ましくは、脱離器66及び再沸器62アセンブリに供給される二次媒体の温度は、130～140の間であり、最も好ましくは約136である。

【0070】

図4aに、ポンプ80の実装の第一の実施形態を示す。この実施形態では、複数の余剰エネルギー源 Q_1 、 Q_2 、... Q_n が単一のヒートポンプ80に送られ、脱離器66及び再沸器62アセンブリに供給されるエネルギー流 Q_r がポンプ80によって生成される。

【0071】

ポンプ80の実装の第2の実施形態が図4bに示されている。この実施形態では、複数の余剰エネルギー源 Q_1 、 Q_2 、... Q_n のうちの1つが、複数のヒートポンプ80のうちの1つに適用され、脱離器66に供給されるエネルギー流 Q_r は、複数のヒートポンプ80によって造られる。または好ましくは、脱離器66及び再沸器62アセンブリへのエネルギー Q_r の1つの流れに組み合わされる。

【0072】

1つ又は複数のヒートポンプ80は、再沸器62内のアミン溶液の温度を高めるために使用される。ヒートポンプ80は、少なくとも蒸発器、凝縮器、圧縮器、及び絞り弁を備える。ヒートポンプ80内では、図5に示すように、蒸発器、凝縮器、圧縮器、絞り弁からなるサイクルでヒートポンプ(冷却)流体が循環する。ヒートポンプ80は、蒸発器がエネルギー Q_2 の流れから熱を受け取ることで機能する。ヒートポンプ液は蒸発器で蒸発し、圧縮器(コンプレッサ)に入る。圧縮器は、例えば電気モータによって駆動される。電気モータを駆動する電力は、例えば、機関のクランクシャフトから分岐された動力によって駆動されるオルタネーター又は発電機によって供給される。圧縮器は、ヒートポンプ流体の圧力と温度を上昇させる。圧縮器の下流でヒートポンプ液は凝縮器に入り、ヒートシンクに熱が伝達され、ヒートポンプ液が凝縮する。その後、ヒートポンプ液は、蒸発器に再び入る前に絞り弁で膨張し、サイクルが繰り返される。二次媒体、例えば水又は蒸気は、好ましくはポンプによって駆動されるサイクルで、凝縮器から再沸器62に熱を輸送し、二次媒体は少なくとも120、好ましくは少なくとも130の温度を有する。このように、再沸器62はヒートポンプ80のヒートシンクを形成する。

【0073】

ヒートポンプ80の効率を高めるため、実施形態では、凝縮器部分は3つの熱交換器(HEX)領域(スーパーヒーター、凝縮器、サブクーラー)に分割されている。スーパーヒーターと凝縮器領域で取り出された熱はヒートシンクに送られる。サブクーラーで取り出された熱は、蒸発器から出るヒートポンプ液の予熱に使われる。凝縮器のこのような構成により、コンプレッサの仕事が減り、システム効率が向上する。更に、凝縮器、スーパーヒーター、再沸器62の間には、蒸気HEXと電気コイルを備えた水ループが適用される。蒸気HEXに入る流体は、実施形態によってはボイラー20で発生した蒸気である。蒸気HEXと電気コイルは、再沸器62が全機関負荷範囲で十分なエネルギーを受け取ること保証する。

【0074】

図5では、複数のエネルギー流 Q_1 、 Q_2 、... Q_n が利用される。 Q_1 、 Q_2 、... Q_n のエネルギー流が1つだけであれば、蒸発器下の脱気器は取り除くことができる。 Q_n であれば、蒸発器下の脱気器を取り除くことができる。

【0075】

実施形態によっては、機関は、第1の排気管19を掃気管13に接続する排気再循環管35を有する排気再循環システムを具備する。好ましくは、排気再循環管35は、選択触媒反応器33の上流で第1の排気管19に接続する。好ましくは、排気再循環管35は、掃気冷却器14の上流で掃気管13に接続する。しかし、排気再循環管35が、掃気冷却器14の下流で掃気管13に接続する実施形態も存在しうる。排気再循環管35は、排気ガスを排気管から掃気管に強制的に送るためのブロウ34を備える。これは、機関運転中の掃気管13内の圧力が、典型的には第1の排気管19内の圧力よりも高いからである。

図示の実施形態では、ブロウ 3 4 は電気モータによって駆動される。実施形態によっては、ブロウは他の回転動力源によって駆動され得る。

【 0 0 7 6 】

図示の実施形態では、ブロウ 3 4 は、排気再循環クーラ 3 2 と排気再循環スクラバー 3 6 との間に配置されている。しかし、ブロウ 3 5 の位置は、排気再循環回路 3 5 の他の要素の上流又は下流である場合もありうる。

【 0 0 7 7 】

排気再循環冷却器 3 2 は、排気再循環スクラバー 3 6 の上流に配置されている。排気再循環スクラバー 3 6 の主な目的は、不純物（煤）を除去することである。制御部 1 0 0 は、加圧された掃気ガス中の再循環排気ガスの割合を、好ましくは少なくとも 3 5 質量 % の割合に調節すべく、排気再循環システムのブロウ 3 4 の速度を制御するように構成されている。これは、排気ガス中の二酸化炭素濃度を高め、それによって二酸化炭素吸収システムの有効性を高めるためである。排気再循環率は、制御部 1 0 0 によって制御される弁（図示せず）によっても制御することができる。従って、制御部 1 0 0 は、運転条件に応じて、加圧された掃気ガス中の再循環排気ガスの割合を、4 0 % 以上や 4 5 % 以上、5 0 % 以上などとして機関を運転するように構成される。一般に、制御部 1 0 0 は、可能な限り高い割合の再循環排気 / 燃焼ガスで動作するように構成されている。可能な限り高い」とは、燃焼プロセスの品質の低下、燃焼プロセスの信頼性の低下、機関の熱負荷の許容できない増加など、許容できない有害な影響を引き起こさない最も高い比率を意味する。

【 0 0 7 8 】

排気再循環冷却器 3 2 において排気ガスと熱交換するために使用される媒体（例えば水や蒸気）は、約 1 3 0 ~ 1 7 0 の温度で排気再循環冷却器 3 2 を出るので、この媒体は、ヒートポンプ 8 0 を介することなく脱離器 6 6 及び再沸器 6 2 アセンブリに直接使用することができる。再循環排気ガスは、約 2 6 0 ~ 4 0 0 の温度で排気再循環冷却器 3 2 に入る。排気再循環冷却器 3 2 を通る媒体の流量を調整することにより、媒体を所望の温度とすることができる。排気再循環は、吸収器 4 2 に供給される排気ガスの二酸化炭素濃度を増加させ、その結果、脱離器 6 6 及び再沸器 6 2 アセンブリのエネルギー消費を低減する。また、排気再循環比を高くすると、吸収器 4 2 への排気流の規模が減少するため、排気再循環が使用される場合又は排気再循環比が高くされる場合には、より直径の小さい吸収塔を使用することができる。更に、排気再循環冷却器 3 2 で取り出されたエネルギーは、脱離器 6 6 及び再沸器 6 2 アセンブリに供給される余剰エネルギー（廃熱）であり、それにより、脱離器 6 6 及び再沸器 6 2 アセンブリを作動させるために供給される必要があるエネルギー量が大幅に低減される。排気再循環冷却器 3 2 から供給される媒体は、機関の他の余剰熱流と比較して高温である。これは、この媒体が、ターボチャージャ 5 のタービン 6 を通過していない排気ガスによって加熱されるためである。従ってこの媒体は、脱離器 6 6 及び再沸器 6 2 アセンブリで直接使用することができる。

【 0 0 7 9 】

図 6 は、機関の別の実施形態を示している。この実施形態において、既に説明又は図示した構成や特徴と同様の構成及び特徴については、以前に使用したものと同一符号を付している。この実施形態の機関及びその動作は先の実施形態とほぼ同じであり、従って、先の実施形態との相違点のみを詳細に説明する。

【 0 0 8 0 】

この実施形態は、掃気冷却器 1 4 の下流にオプションの第 2 の掃気冷却器 1 4 a を備える。掃気冷却器 1 4 は、脱離器 6 6 及び再沸器 6 2 アセンブリにおいて直接使用するのに十分な温度を有する熱交換媒体の流れを生成するように構成されることができる。第 2 の掃気冷却器 1 4 a は、一次媒体（例えば水）の流れの形態で、余剰エネルギー流 Q 1 0 を生成する。しかし余剰エネルギー流 Q 1 0 の温度は、二次媒体の流れを生成するために、ヒートポンプ 8 0 の使用を必要とする。つまり、当該エネルギー流が脱離器 6 6 及び再沸器 6 2 アセンブリにおいて使用され得る前に、ヒートポンプ 8 0 の使用を必要とする。そこで第 2 の掃気冷却器 1 4 a で生成されたエネルギー流 Q 1 0 は、ヒートポンプ 8 0 に送

10

20

30

40

50

られる。

【 0 0 8 1 】

この実施形態では、第 1 の熱交換器 4 0 の下流に追加の第 4 の熱交換器 4 1 を任意に設けることができる。この追加の第 4 の熱交換器 4 1 により、ヒートポンプ 8 0 に供給される別の余剰エネルギー流 Q 1 1 を生成することができる。

【 0 0 8 2 】

この実施形態では、ヒートポンプ 8 0 に供給される排気再循環スクラバー 3 6 からの余剰熱から、追加の余剰エネルギー流 Q 1 2 を作り出すこともできる。

【 0 0 8 3 】

発明の様々な捉え方や実装形態が、いくつかの実施例と共に説明されてきた。上記の実施形態は、様々な方法で組み合わせることができる。また、本願の明細書や図面、特許請求の範囲を検討すれば、当業者は、特許請求の範囲に記載される発明を実施するにおいて、説明された実施例に加えて多くのバリエーションが存在することを理解し、また具現化することができるであろう。特許請求の範囲に記載される「備える」「有する」「含む」との語句は、記載されていない要素やステップが存在することを排除しない。特許請求の範囲において記載される要素の数が複数であると明示されていなくとも、当該要素が複数存在することを除外しない。特許請求の範囲に記載されるいくつかの要素の機能は、単一のプロセッサやコントローラー、その他のユニットによって遂行されてもよい。いくつかの事項が別々の従属請求項に記載されていても、これらを組み合わせて実施することを排除するものではなく、組み合わせて実施して利益を得ることができる。特許請求の範囲で

10

20

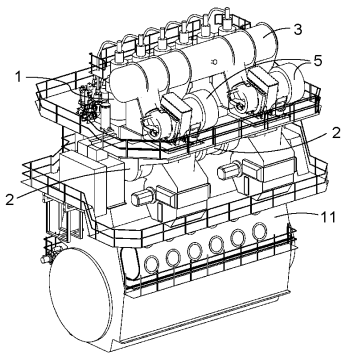
30

40

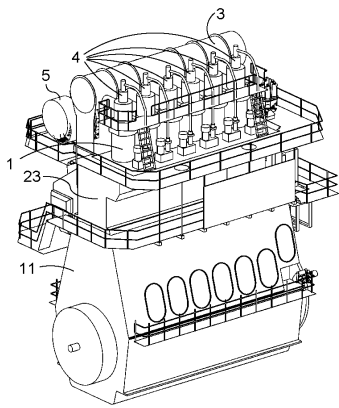
50

【図面】

【図 1】

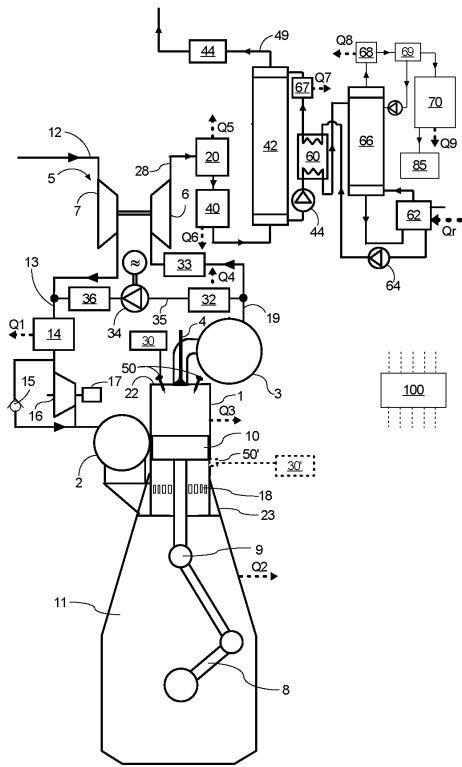


【図 2】

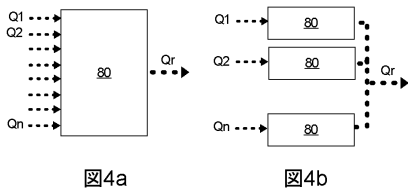


10

【図 3】



【図 4】



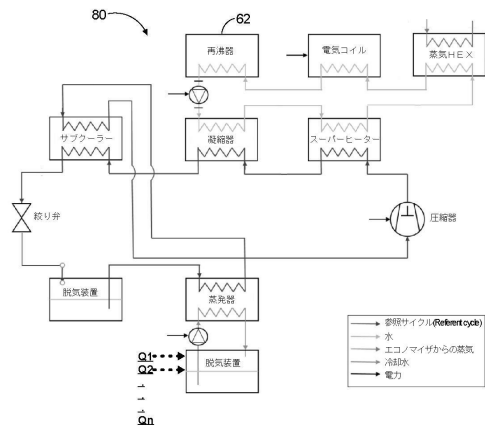
20

30

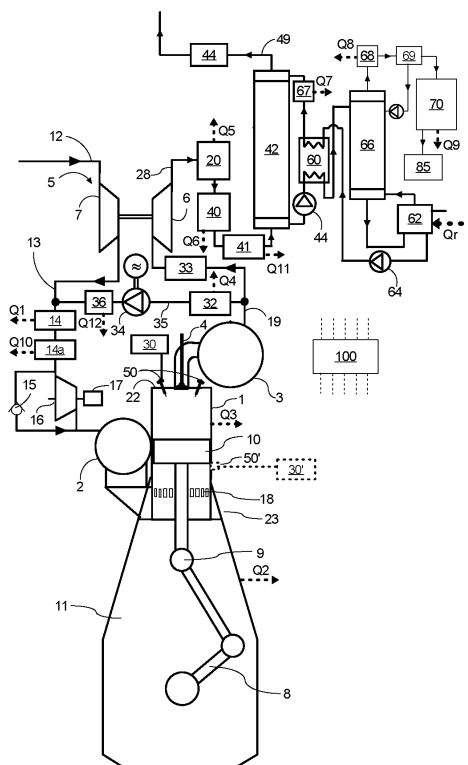
40

50

【図 5】



【図 6】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- デンマーク DK - 2 6 1 0 レズオウア グランビヴェイ 6 5
(72)発明者 イェンスン クリスチャン コク
デンマーク DK - 2 3 0 0 コペンハーゲン エス ヴェド クロヴェーマルケン 1 2 , 4 . ティーエイチ .
(72)発明者 ホルト フィリップ
デンマーク DK - 2 4 5 0 コペンハーゲン エスバイ ハンデルスヴェイ 1 0 , エスティー . ティーエイチ .
審査官 佐々木 淳
(56)参考文献 特開 2 0 1 9 - 2 1 7 4 4 1 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 0 8 6 8 6 9 (J P , A)
特開 2 0 2 1 - 1 4 8 0 4 1 (J P , A)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
F 0 1 N 3 / 0 0 - 3 / 3 8
B 0 1 D 5 3 / 0 0
F 0 2 M 2 5 / 0 7