



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

— 補正された請求の範囲 (条約第 19 条(1))

明 細 書

発明の名称： 作動ガス循環型エンジンシステム

技術分野

[0001] 本開示は、アルゴンを含む作動ガスがエンジンの排気部から給気部に至る系内を循環する作動ガス循環型エンジンシステムに関する。

背景技術

[0002] 従来から、アルゴン（以下、「Ar」と記載する場合がある）を含む作動ガスがエンジンの排気部から給気部に至る系内を循環する作動ガス循環型の水素エンジンシステムが知られている。例えば特許文献1には、作動ガスとしてアルゴンを利用した水素エンジンに関する発明が本出願人によって出願されている。また特許文献2には、作動ガスとしてアルゴンを利用した作動ガス循環型水素エンジンに関する発明が開示されている。

[0003] これら従来の水素エンジンシステムは、空気に換えてアルゴンと酸素（以下、「O₂」）と記載する場合がある）とを燃焼室に供給することで、アルゴンが水素の燃焼により生じた熱による膨張体（すなわち作動ガス）として機能する。エンジンから排出されたアルゴンは系内を循環し、新たに供給される酸素とともに再びエンジンに供給される。このように、作動ガスとして窒素に代えてアルゴンを利用することで、窒素酸化物（NO_x）の発生を抑えることができる。また、アルゴンは単原子分子ガスであり比熱比が高いため、熱効率性に優れたエンジンシステムを構築できるとの利点がある。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第3631891号公報

特許文献2：特開2006-77639号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、古くから重油を燃料としたディーゼルエンジンが幅広く利用さ

れているが、昨今の重油価格の高騰やシェールガス革命による天然ガス価格の下落の中で、天然ガスを使用燃料とするガスエンジンにも注目が集まっている。また例えば、船舶に推進力を付与するための船用主機エンジンなどでは、昨今のNOx規制強化の流れの中で、液化天然ガス（LNG）を燃料としたガスエンジンや重油に加えて天然ガスも燃料として利用できる所謂デュアルフュエルエンジンと呼ばれるエンジンも実用化されている。かかる重油や天然ガスを燃料とするエンジンにおいて、より一層の熱効率の向上が期待されている。

[0006] 本発明の少なくとも一つの実施形態は、上述したような現状に鑑みなされたものであって、その目的とするところは、重油や天然ガスなどの炭素を含む燃料を使用燃料とするエンジンにおいて、熱効率性に優れたエンジンシステムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の少なくとも一つの実施形態は、
アルゴンを含む作動ガスがエンジンの排気部から給気部に至る系内を循環する作動ガス循環型エンジンシステムにおいて、
炭素を含む燃料を使用燃料とするエンジンと、
前記エンジンから排出される燃焼ガス中の水分を除去するための凝縮器と、
、
前記エンジンから排出される燃焼ガスの一部を系外に排出するための余剰ガス排出器と、
前記エンジンから排出される燃焼ガス中の二酸化炭素を系外に排出するための二酸化炭素除去手段と、
系外の空気中に含まれる酸素およびアルゴンを系内に供給するための酸素供給手段と、
を備えたことを特徴とする。

[0008] 上記作動ガス循環型エンジンシステムによれば、系外の空気中に含まれる酸素およびアルゴンを系内に供給するための酸素供給手段を備えとともに

、エンジンから排出される燃焼ガス中の二酸化炭素（以下、「 CO_2 」と記載する場合がある）を系外に排出するための二酸化炭素除去手段を備えている。このため、系内を循環するガス中の酸素およびアルゴンを一定の濃度以上に維持しつつエンジンから排出される二酸化炭素を系外に排出できるため、燃焼時に二酸化炭素が発生する重油や天然ガスなどの炭素を含む燃料を使用燃料とするエンジンにおいて、本エンジンシステムを好適に適用でき、エンジンの熱効率を大幅に向上させることができる。

[0009] また、アルゴンを作動ガスとして利用する上記エンジンシステムによれば、高負荷時だけでなく低負荷時においても熱効率が向上する。この点、過給機によって排ガスエネルギーをタービン発電機などで回収する方法だと低負荷時において効果的に熱効率を向上させることができず、本システムはこの点においても高い優位性を備えている。

また、アルゴンを作動ガスとして循環利用するため、排気ガスが殆ど排出されない他、エンジンの燃焼時に殆ど NO_x が発生しないとの利点がある。

[0010] 本発明の一実施形態では、上記二酸化炭素除去手段および上記酸素供給手段は、それぞれ別体に構成された別々の装置からなり、上記二酸化炭素除去手段は、エンジンから排出される燃焼ガスの圧力および温度の少なくともいずれか一方が変動する雰囲気下において、燃焼ガス中の二酸化炭素を吸着剤で吸着分離して系外に排出するように構成された吸着式 CO_2 除去装置からなり、上記酸素供給手段は、系外から取り込んだ空気の圧力および温度の少なくともいずれか一方が変動する雰囲気下において、空気中の窒素および二酸化炭素を吸着剤に吸着させることで空気中から酸素およびアルゴンを分離し、該分離した酸素およびアルゴンを系内に供給するように構成された吸着式 O_2 供給装置からなる。

このような本発明の一実施形態によれば、上述した二酸化炭素除去手段および酸素供給手段を、それぞれ吸着式 CO_2 除去装置および吸着式 O_2 供給装置によって構成することで、熱効率性に優れる上述の本エンジンシステムを実現することができる。

[0011] 幾つかの実施形態では、上記吸着式 O_2 供給装置は、吸着式 CO_2 除去装置よりも下流側の系内に酸素およびアルゴンを供給するように構成されている。

このような実施形態によれば、吸着式 CO_2 除去装置よりも上流側の系内に酸素およびアルゴンを供給する場合と比べて、吸着式 CO_2 除去装置に供給されるガス流量を少なくすることができるため、その分だけ吸着式 CO_2 除去装置を小さくすることができる。

[0012] 幾つかの実施形態では、上記吸着式 CO_2 除去装置は、余剰ガス排出器の下流側に配置され、余剰ガス排出器にて系外に排出された一部の燃焼ガスを除く残余の燃焼ガスを取り込み可能に構成されている。

このような実施形態によれば、吸着式 CO_2 除去装置が余剰ガス排出器の上流側に配置されている場合と比べて、余剰ガス排出器から系外に余剰ガスが排出される分だけ吸着式 CO_2 除去装置に供給されるガス流量を少なくすることができ、その分だけ吸着式 CO_2 除去装置を小さくすることが可能となる。

[0013] 幾つかの実施形態では、上記吸着式 CO_2 除去装置を迂回するバイパス路が分岐するとともに、このバイパス路を流れるガス流量を制御するための流量制御弁が配置されている。

また幾つかの実施形態では、上記エンジンの上流には、吸着式 O_2 供給装置を介さずに系外の空気を系内に供給するための給気手段が設けられている。

[0014] エンジンに供給されるガス（給気ガス）のアルゴン濃度が高まると、燃焼時の筒内圧力や筒内温度が高まり、エンジンの熱効率も向上するが、その反面、筒内圧力や筒内温度が高まり過ぎると、エンジンの構造面において問題が生じてくる。このため、実用上はエンジンに供給するガスのアルゴン濃度を適当な範囲に制御する必要がある。

上記実施形態によれば、流量制御弁の開度を調節して吸着式酸素製造器に取り込まれる燃焼ガスの流量を制御することや、給気手段によって吸着式酸素製造器を介さずに系外の空気をエンジンに供給することで、供給ガスのアルゴン濃度を制御することができる。

[0015] 幾つかの実施形態では、上記吸着式CO₂除去装置および前記吸着式O₂供給装置の少なくともいずれか一方は、該装置に供給される供給ガスの温度が変動する雰囲気下において、供給ガスから対象成分を吸着分離するように構成されるとともに、エンジンから排出される燃焼ガスのエネルギーを、供給ガスの温度を変動させるためのエネルギーとして利用可能に構成されている。

このような実施形態によれば、エンジンから排出される燃焼ガスのエネルギーを、供給ガスの温度を変動させるために有効利用することで、吸着式CO₂除去装置および吸着式O₂供給装置の作動効率を高めることができるため、本エンジンシステムの熱効率をさらに向上させることができる。

[0016] 上記実施形態において、上記エンジンから排出される燃焼ガスによって駆動するタービンと、タービンと同軸に配置されエンジンに供給される酸素およびアルゴンを含む気体を圧縮するコンプレッサと、を有する過給機と、コンプレッサで圧縮された気体を冷却するためのインタークーラと、をさらに備え、上記インタークーラにおいて熱交換された熱媒体を供給ガスの温度を変動させるための熱源として利用可能に構成することができる。

また、上記実施形態において、上記エンジンから排出される燃焼ガスを冷却するための空気冷却器をさらに備え、上記空気冷却器において燃焼ガスと熱交換された熱媒体を供給ガスの温度を変動させるための熱源として利用可能に構成することができる。

このような実施形態によれば、エンジンから排出される燃焼ガスのエネルギーを、供給ガスの温度を変動させるために効率的に利用することができ、本エンジンシステムの熱効率をさらに向上させることができる。

[0017] 幾つかの実施形態では、上記エンジンに供給する燃料ガスを液化状態で貯蔵するための液化燃料タンクをさらに備え、吸着式CO₂除去装置および吸着式O₂供給装置の少なくともいずれか一方は、ガス温度が変動する雰囲気下において対象ガスを吸着分離するように構成されるとともに、液化状態の燃料ガスを、上記ガス温度を変動させるための熱源として利用可能に構成されて

いる。

このような実施形態によれば、液化状態の燃料ガスを、ガス温度を変動させるための熱源として有効利用することで、本エンジンシステムの熱効率をさらに向上させることができる。

[0018] また本発明の他の実施形態では、上記二酸化炭素除去手段および酸素供給手段は、一体に構成された1つの吸着式CO₂除去/O₂供給装置からなり、この吸着式CO₂除去/O₂供給装置は、圧力および温度の少なくともいずれか一方が変動する雰囲気下において、系外から取り込んだ空気中の窒素および二酸化炭素を吸着剤で吸着分離して系外に排出し、残余の酸素およびアルゴンを含む気体を系内に供給するとともに、上記エンジンから排出される燃焼ガスを取り込み可能に構成されている。

このような本発明の他の実施形態によれば、上述した二酸化炭素除去手段および酸素供給手段を1つの吸着式CO₂除去/O₂供給装置によって構成することで、上述した本エンジンシステムを簡素な構成で実現することができる。

[0019] 幾つかの実施形態では、上記エンジンの給気ポートを開閉するための給気弁と、給気弁の作動タイミングを制御する制御装置と、をさらに備え、制御装置は、給気弁を下死点よりも遅らせて閉弁するように制御することで膨張比よりも圧縮比が低下するように構成されている。

このように幾つかの実施形態における本エンジンシステムのエンジンは、給気弁を下死点よりも遅らせて閉弁するように制御することで膨張比よりも圧縮比が低下するように構成された、所謂ミラーサイクルエンジンとして構成される。このような実施形態によれば、エンジンの筒内圧力を低下させることが出来るため、アルゴンを作動ガスとして利用した場合においても、例えば筒内圧力を定格圧力以下とすること等も可能となる。

[0020] この際、通常のみラーサイクルエンジンでは、給気ガス量の減少に伴って酸素過剰率が低下してエンジン出力も低下するとの問題があるが、本エンジンシステムは上述した酸素供給手段を備えており、この酸素供給手段によっ

て酸素過剰率を調整可能に構成されている。したがって、本エンジンシステムにおいては、酸素過剰率を適宜調整することでエンジン出力の低下を回避することができるようになっている。

[0021] 幾つかの実施形態では、上記エンジンから排出される燃焼ガスによって駆動するタービンと、タービンと同軸に配置され、エンジンに供給される酸素およびアルゴンを含む気体を圧縮するコンプレッサと、を有する過給機をさらに備える。

このような実施形態によれば、排ガスエネルギーによってコンプレッサを駆動し、エンジンに供給する酸素およびアルゴンを含む気体を圧縮することで、エンジンシステム全体の熱効率をより一層向上させることが可能となる。

[0022] 幾つかの実施形態では、上記エンジンは、燃料噴射弁から燃焼室内に直接燃料を噴射するように構成された直噴式エンジンである。

このように、本エンジンシステムにおけるエンジンを直噴式エンジンとして構成することで、筒内圧力や筒内温度が高まることによりポート噴射式エンジンの場合に懸念されるノッキングや過早着火の問題を回避することができる。

[0023] 幾つかの実施形態では、上記エンジンは、炭素数が1～4の炭化水素ガスを主成分とする燃料ガスを使用するガスエンジンであって、燃焼室において前記燃料ガスを圧縮して自己着火させる自着火式ガスエンジンとして構成されている。

作動ガスとしてアルゴンを利用することで筒内圧力や筒内温度が高まるため、例えば、メタン (CH_4)、エタン (C_2H_6)、プロパン (C_3H_8)、ブタン (C_4H_{10}) などの炭素数が1～4の炭化水素ガスを主成分とする燃料ガスを利用した場合においても自着火させることができる。このため、パイロット燃料としての燃料油やスパークプラグなどの点火源を用いることのない自着火式ガスエンジンとして構成することができ、熱効率をより一層高めることができる。

[0024] 幾つかの実施形態では、前記エンジンは、船舶に推進力を付与するための船用主機エンジンとして構成されている。

上記エンジンシステムのエンジンは、船用主機エンジンとして特に好適に用いられるものである。

発明の効果

[0025] 本発明の少なくとも一実施形態によれば、系外の空気中に含まれる酸素およびアルゴンを系内に供給するための酸素供給手段を備えるとともに、エンジンから排出される燃焼ガス中の二酸化炭素を系外に排出するための二酸化炭素除去手段を備えているため、重油や天然ガスなどを燃料とするエンジンにおいて熱効率性に優れたエンジンシステムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明の一実施形態にかかる作動ガス循環型エンジンシステムの概略的な構成を示すブロック図である。

[図2]本発明の一実施形態にかかる作動ガス循環型エンジンシステムの概略的な構成を示すブロック図である。

[図3]本発明の一実施形態にかかる作動ガス循環型エンジンシステムの概略的な構成を示すブロック図である。

[図4]本発明の一実施形態にかかる作動ガス循環型エンジンシステムの概略的な構成を示すブロック図である。

[図5]本発明の一実施形態にかかる作動ガス循環型エンジンシステムの概略的な構成を示すブロック図である。

[図6]本発明の一実施形態にかかる作動ガス循環型エンジンシステムの概略的な構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、添付図面に従って本発明の実施形態について説明する。ただし、この実施形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

[0028] 図1は、一実施形態にかかる作動ガス循環型エンジンシステム1Aの概略的な構成を示すブロック図である。

エンジンシステム1Aは、アルゴンを含む作動ガスが系内を循環する循環型のエンジンシステムであって、例えば船舶に推進力を付与するための船用主機エンジンなどに適用される。

エンジンシステム1Aは、図1に示すように、エンジン10、凝縮器22、余剰ガス排出器24、吸着式CO₂除去装置25、吸着式酸素供給装置26、制御装置30、及びエンジン10の排気部から給気部に至る系を構成するとともに、これら装置類を環状に接続するガス循環路20などを備えている。

[0029] エンジン10は、シリンダ11と、シリンダ11の内部に摺動自在に収容されたピストン12、給気ポート13aを開閉するための給気弁13、排気ポート14aを開閉するための排気弁14、燃焼室15に燃料を噴射するための燃料噴射弁16、燃料噴射弁16に燃料を供給するための燃料供給器17、クランク軸18、ピストン12とクランク軸18とを接続するコンロッド19などから構成される。

[0030] 排気ポート13aはガス循環路20と接続している。そして、給気弁13を開弁することで、ガス循環路20を循環するアルゴンおよび酸素が給気ガスとして給気ポート13aから燃焼室15へと供給される。燃焼室15に供給された給気ガスは、ピストン12の上昇に伴って燃焼室15内で圧縮され、これにより、燃焼室15内の筒内温度および筒内圧力が高まる。そして、ピストン12が上死点近傍に到達すると、燃料噴射弁16から燃焼室15に直接燃料が噴射される。噴射された燃料は高温雰囲気下において自着火し、燃焼室15内で爆発する。そして、爆発に伴う膨張によってアルゴンガス（作動ガス）がピストン12を押し下げることで、コンロッド19を介してクランク軸18を回転せしめる。爆発後の燃焼ガスは、排気弁14を開弁することで排気ポート14aに接続されるガス循環路20に排出される。

[0031] 燃料としては、炭素を含む燃料、すなわち水素以外の燃料であって、例え

ば天然ガスや石油ガスなどの燃料ガス、重油や軽油などの燃料油を利用することができる。天然ガスや石油ガスなどの燃料ガスは、メタン、エタン、プロパン、ブタンなどの炭素数が1～4の炭化水素ガスを主成分とし、通常は液化状態で貯蔵される。

[0032] 凝縮器22は、エンジン10から排出される燃焼ガス中の水分を凝縮して除去するための装置であり、エンジン10の下流側に設置されている。凝縮器22で凝縮された水分は系外に除去される。

[0033] 余剰ガス排出器24は、凝縮器22から送出された燃焼ガスの一部を系外に排出し、残余の燃焼ガスを下流に送出するための装置である。後述する吸着式酸素供給装置26からは酸素や空気中に含まれるアルゴンなどが系内に供給されるため、その供給されるガス量の増分に見合う量を、予め余剰ガスとして系外に排出するための装置である。余剰ガス排出器24から排出される余剰ガス量は、燃焼ガス量全体のおよそ1%程度である。

[0034] 吸着式二酸化炭素除去装置25は、エンジン10から排出される燃焼ガス中の二酸化炭素を系外に排出するための二酸化炭素除去手段であって、所謂PSA(Pressure Swing Adsorption)法などの方法によって空気中の二酸化炭素を除去する装置である。この吸着式二酸化炭素除去装置25は、ガス環状路20の余剰ガス排出器24の下流側に配置されており、余剰ガス排出器24から系外に排出された一部の燃焼ガスを除く残余の燃焼ガスが供給されるようになっている。

[0035] 吸着式酸素供給装置26は、系外の空気中に含まれる酸素およびアルゴンを系内に供給するための酸素供給手段であって、上記吸着式二酸化炭素除去装置25と同様に、PSA法などの方法によって系外の空気中から酸素およびアルゴンを吸着分離し、この分離した酸素およびアルゴンを系内に供給する装置である。この吸着式O₂供給装置26は、系外の空気を取り込み可能に構成されており、吸着式CO₂除去装置25よりも下流側の系内に酸素およびアルゴンを供給するようになっている。また、この吸着式O₂供給装置26には、ガス環状路20を流れる燃焼ガスは流入しないようになっている。

[0036] これら吸着式二酸化炭素除去装置 25 および吸着式酸素供給装置 26 は、吸着剤が充填された吸着槽をそれぞれ備えている。

吸着式二酸化炭素除去装置 25 にあっては、エンジン 10 から排出される燃焼ガスが上記吸着槽に送り込まれる。そして、吸着槽内において燃焼ガスの圧力を変動させることで燃焼ガス中の二酸化炭素を吸着剤に吸着して分離する。

また、吸着式酸素供給装置 26 にあっては、系外から取り込んだ空気が上記吸着槽に送り込まれる。そして、吸着槽内において燃焼ガスの圧力を変動させることで空気中の窒素および二酸化炭素を吸着剤に吸着させ、空気中から酸素およびアルゴンを分離する。

[0037] なお、これら吸着式二酸化炭素除去装置 25 および吸着式酸素供給装置 26 は、P S A 法による装置、すなわち、吸着槽内の圧力を変動させることで対象ガスを吸着分離する方法には限定されず、吸着槽内の温度を変動させることで対象ガスを吸着分離する T S A (T h e r m a l S w i n g A d s o r p t i o n) 法や、吸着槽内の温度および圧力を変動させることで対象ガスを吸着分離する P T S A (P r e s s u r e a n d T h e r m a l S w i n g A d s o r p t i o n) 法などによる装置であってもよい。

[0038] これら吸着式二酸化炭素除去装置 25 および吸着式酸素供給装置 26 としては、P S A 法、T S A 法、P T S A 法による装置として公知なものを利用することができる。

[0039] 制御装置 30 は、エンジンコントロールユニットなどのコンピュータによって構成されており、C P U (中央演算処理装置) 、メモリ、入出力装置等からなる。そして、バルブ開閉タイミングに関する作動信号を送信することで、上述したエンジン 10 の給気弁 13 および排気弁 14 の作動タイミングを制御することができるよう構成されている。

[0040] このように構成される本発明の少なくとも一つの実施形態にかかる作動ガス循環型エンジンシステム 1 A によれば、上述したように、系外の空気中に

含まれる酸素およびアルゴンを系内に供給するための酸素供給装置 26（酸素供給手段）を備えるとともに、エンジン 10 から排出される燃焼ガス中の二酸化炭素を系外に排出するための二酸化炭素除去装置 25（二酸化炭素除去手段）を備えている。このため、系内を循環するガス中の酸素およびアルゴンを一定の濃度以上に維持しつつエンジン 10 から排出される二酸化炭素を系外に排出できるため、燃焼時に二酸化炭素が発生する重油や天然ガスなどの炭素を含む燃料を使用燃料とするエンジン 10 において、本エンジンシステム 1A を好適に適用でき、エンジン 10 の熱効率を大幅に向上させることができる。

[0041] また、アルゴンを作動ガスとして利用する上記エンジンシステム 1A によれば、高負荷時だけでなく低負荷時においても熱効率が向上する。この点、過給機によって排ガスエネルギーをタービン発電機などで回収する方法だと低負荷時において効果的に熱効率を向上させることができず、本システム 1A はこの点においても高い優位性を備えている。

[0042] また、アルゴンを作動ガスとして循環利用するため、排気ガスが殆ど排出されない他、エンジン 10 の燃焼時に殆ど NO_x が発生しないとの利点がある。

また、二酸化炭素除去手段として吸着式二酸化炭素除去装置 25 を採用することで、二酸化炭素に随伴して窒素も分離することができる。このため系内を循環するアルゴンの濃度を高めることができ、本エンジンシステム 1A の熱効率をより高めることができる。

[0043] 本発明の一実施形態では、上述したように、二酸化炭素除去手段および酸素供給手段は、それぞれ別体に構成された別々の装置からなる。すなわち、上記二酸化炭素除去手段は、エンジン 10 から排出される燃焼ガスの圧力および温度の少なくともいずれか一方が変動する雰囲気下において、燃焼ガス中の二酸化炭素を吸着剤で吸着分離して系外に排出するように構成された吸着式 CO_2 除去装置 25 からなり、上記酸素供給手段は、系外から取り込んだ空気の圧力および温度の少なくともいずれか一方が変動する雰囲気下におい

て、空気中の酸素およびアルゴンを吸着剤で吸着分離して系内に供給するように構成された吸着式 O_2 供給装置26からなる。

このような本発明の一実施形態によれば、上述した二酸化炭素除去手段および酸素供給手段を、それぞれ吸着式 CO_2 除去装置25および吸着式 O_2 供給装置26によって構成することで、熱効率性に優れる上述の本エンジンシステム1Aを実現することができる。

[0044] 幾つかの実施形態では、上述したように、上記吸着式 O_2 供給装置26は、吸着式 CO_2 除去装置25よりも下流側の系内に酸素およびアルゴンを供給するように構成されている。

このような実施形態によれば、吸着式 CO_2 除去装置25よりも上流側の系内に酸素およびアルゴンを供給する場合と比べて、吸着式 CO_2 除去装置25に供給されるガス流量を少なくすることができるため、その分だけ吸着式 CO_2 除去装置を小さくすることができる。

[0045] 幾つかの実施形態では、上述したように、上記吸着式 CO_2 除去装置25は、余剰ガス排出器24の下流側に配置され、余剰ガス排出器24にて系外に排出された一部の燃焼ガスを除く残余の燃焼ガスを取り込み可能に構成されている。

このような実施形態によれば、吸着式 CO_2 除去装置25が余剰ガス排出器24の上流側に配置されている場合と比べて、余剰ガス排出器24から系外に余剰ガスが排出される分だけ吸着式 CO_2 除去装置25に供給されるガス流量を少なくすることができ、その分だけ吸着式 CO_2 除去装置25を小さくすることが可能となる。

[0046] 幾つかの実施形態では、上記吸着式 CO_2 除去装置を迂回するバイパス路が分岐するとともに、このバイパス路を流れるガス流量を制御するための流量制御弁が配置されている。

また幾つかの実施形態では、上記エンジンの上流には、吸着式 O_2 供給装置を介さずに系外の空気を系内に供給するための給気手段が設けられている。

[0047] 幾つかの実施形態では、図1に示すように、エンジンシステム1Aは、タ

ービン 3 2、タービン 3 2 と同軸上に配置されたコンプレッサ 3 2 b、およびタービン 3 2 とコンプレッサ 3 2 b とを連結するロータ 3 2 c からなる過給機 3 2 をさらに備えている。

タービン 3 2 a はエンジン 1 0 の下流に配置され、コンプレッサ 3 2 b は吸着式酸素供給装置 2 6 から系内に酸素およびアルゴンが供給される地点よりも下流側に配置されている。エンジン 1 0 から排出される燃焼ガスによってタービン 3 2 a が駆動すると、これに伴ってコンプレッサ 3 2 b が同軸駆動する。そして、コンプレッサ 3 2 b によって、吸着式酸素供給装置 2 6 から系内に供給された酸素およびアルゴンを含む気体を圧縮し、これを給気ガスとしてエンジン 1 0 へと供給する。また、コンプレッサ 3 2 b の下流には、エンジン 1 0 に供給される給気ガスを冷却するためのインタークーラ 3 4 が配置されている。

[0048] このように、本エンジンシステム 1 A が過給機 3 2 を備えていれば、排ガスエネルギーによってコンプレッサ 3 2 b を駆動し、エンジン 1 0 に供給する酸素およびアルゴンを含む気体を圧縮することで、エンジンシステム 1 A 全体の熱効率をより一層向上させることができる。

[0049] 幾つかの実施形態では、上述したように、エンジン 1 0 の給気ポート 1 3 a を開閉するための給気弁 1 3 と、給気弁 1 3 の作動タイミングを制御する制御装置 3 0 と、をさらに備える。そして、この制御装置 3 0 は、給気弁 1 3 を下死点よりも遅らせて閉弁するように制御することで膨張比よりも圧縮比が低下するように構成されている。

このように、本エンジンシステム 1 A のエンジン 1 0 は、給気弁 1 3 を下死点よりも遅らせて閉弁するように制御することで膨張比よりも圧縮比が低下するように構成された、所謂ミラーサイクルエンジンとして構成される。このような実施形態によれば、エンジン 1 0 の筒内圧力を低下させることが出来るため、アルゴンを作動ガスとして利用した場合においても、例えば筒内圧力を定格圧力以下とすること等も可能となる。

[0050] この際、通常のみラーサイクルエンジンでは、給気ガス量の減少に伴って

酸素過剰率が低下してエンジン出力も低下するとの問題があるが、本エンジンシステム 1 A は上述した吸着式 O_2 供給装置（酸素供給手段）を備えており、この吸着式 O_2 供給装置によって酸素過剰率を調整可能に構成されている。したがって、本エンジンシステム 1 A においては、酸素過剰率を適宜調整することでエンジン出力の低下を回避することができるようになっている。

[0051] 図 2 は、一実施形態にかかる作動ガス循環型エンジンシステム 1 B の概略的な構成を示すブロック図である。

この図 2 に示したエンジンシステム 1 B は、上述したエンジンシステム 1 A に対し、余剰ガス排出器 2 4 の下流側に吸着式 CO_2 除去装置 2 5 を迂回するバイパス路 3 5 が分岐するとともに、このバイパス路 3 5 を流れるガス流量を制御するための流量制御弁 3 6 が配置されている点、並びに、エンジン 1 0 の上流に吸着式 O_2 供給装置 2 6 を介さずに系外の空気をエンジン 1 0 に供給するための給気手段 3 8 が設けられている点、が異なっている。

[0052] ここで、給気手段 3 8 の設置位置は、吸着式酸素製造器 2 6 を介さずに系外の空気をエンジン 1 0 に供給することができる位置であればよく、特に限定されるものではないが、ガス循環路 2 0 内の圧力が低い方が空気を供給する上で有利であるので、コンプレッサ 3 2 b よりも上流側とするのが好ましい。

また、吸着式 CO_2 除去装置 2 5 よりも下流側とする方が、吸着式 CO_2 除去装置 2 5 に供給されるガス流路を少なくできるため、好ましい。

[0053] エンジン 1 0 に供給されるガス（給気ガス）のアルゴン濃度が高まると、燃焼時の筒内圧力や筒内温度が高まり、エンジン 1 0 の熱効率も向上するが、その反面、筒内圧力や筒内温度が高まり過ぎると、エンジン 1 0 の構造面において問題が生じてくる。このため、実用上はエンジン 1 0 に供給するガスのアルゴン濃度を適当な範囲に制御する必要がある。

[0054] このような課題に対し、上記エンジンシステム 1 B によれば、流量制御弁 3 6 の弁開度を調節して吸着式 CO_2 除去装置 2 5 に取り込まれる燃焼ガスの流量を制御することや、給気手段 3 8 によって吸着式 O_2 供給装置 2 6 を介さ

ずに系外の空気をエンジン 10 に供給することで、供給ガスのアルゴン濃度を制御することが可能となる。

[0055] 図 3 は、一実施形態にかかる作動ガス循環型エンジンシステム 1 C の概略的な構成を示すブロック図である。

この図 3 に示したエンジンシステム 1 C では、上述した吸着式 CO_2 除去装置 25 および吸着式 O_2 供給装置 26 の少なくともいずれか一方は、該装置に供給される供給ガスの温度が変動する雰囲気下において、供給ガスから対象成分を吸着分離する TSA 法又は PTSA 法による装置として構成されている。また、本エンジンシステム 1 C は、上述したエンジンシステム 1 A に対して、天然ガスなどの燃料ガスを液化状態で貯蔵するための液化燃料タンク 42 と、液化状態にある燃料ガスを熱媒体と熱交換することで気化する熱交換器 44 と、熱交換器 44 と吸着式 CO_2 除去装置 25 との間に熱媒体を循環させるための熱媒体循環路 46 と、をさらに備えている点が異なっている。

[0056] そして、熱交換器 44 において熱交換されて冷却された熱媒体が吸着式 CO_2 除去装置 25 に供給されると、吸着式 CO_2 除去装置 25 に供給された供給ガス（余剰ガス排出器 24 から供給された燃焼ガス）が冷却されるように構成されている。すなわち、本エンジンシステム 1 C は、液化状態の燃料ガスを、吸着式 CO_2 除去装置 25 に供給される供給ガスの温度を変動させるための冷却熱源として利用するように構成されている。このように構成することで、吸着式 CO_2 除去装置 25 の作動効率を高めることができるため、本エンジンシステム 1 C の熱効率をさらに向上させることができるようになっている。

[0057] また、本エンジンシステム 1 C は、上述したエンジンシステム 1 A に対して、インタークーラ 34 と吸着式 O_2 供給装置 26 との間に熱媒体を循環させるための第 2 熱媒体循環路 48 をさらに備えている点が異なっている。

インタークーラ 34 では、コンプレッサ 32b によって圧縮され高温になった給気ガスと、冷却水などの熱媒体とが熱交換される。そして、熱交換によって加熱された熱媒体が吸着式 O_2 供給装置 26 に供給されることで、吸着

式 O_2 供給装置26に供給される供給ガス（系外の空気）が加熱されるように構成されている。すなわち、本エンジンシステム1Cは、エンジン10から排出される燃焼ガスのエネルギーを、吸着式 O_2 供給装置26に供給される供給ガスの温度を変動させるためのエネルギーとして利用するように構成されている。

[0058] また、本エンジンシステム1Cは、上述したエンジンシステム1Aに対して、タービン32aと凝縮器22との間に、エンジン10から排出される燃焼ガスを冷却するための空気冷却器37と、空気冷却器37と吸着式 CO_2 除去装置25との間に熱媒体を循環させるための第3熱媒体循環路50をさらに備えている点が異なっている。

空気冷却器37では、エンジン10から排出される燃焼ガスと冷却水などの熱媒体とが熱交換される。そして、熱交換によって加熱された熱媒体が吸着式 CO_2 除去装置25に供給されることで、吸着式 CO_2 除去装置25に供給された供給ガス（余剰ガス排出器24から供給された燃焼ガス）が加熱されるように構成されている。

[0059] このような本実施形態の本エンジンシステム1Cでは、エンジン10から排出される燃焼ガスのエネルギーを、吸着式 O_2 供給装置26に供給される供給ガスの温度を変動させるためのエネルギーとして利用することで、吸着式 O_2 供給装置26の作動効率を高めることができるため、本エンジンシステム1Cの熱効率をさらに向上させることができるようになっている。

[0060] なお、上述した液化状態の燃料ガス及び燃焼ガスのエネルギーの利用形態は、図3に示した態様には限定されず、種々の変更が可能であることは勿論である。また例えば、凝縮器22において熱媒体を介して回収した燃焼ガスの熱エネルギーを、吸着式 CO_2 除去装置25又は吸着式 O_2 供給装置26に供給するように構成することも可能である。

[0061] また本発明の他の実施形態では、図4～図6に示すように、上記二酸化炭素除去手段および酸素供給手段は、一体に構成された1つの吸着式 CO_2 除去／ O_2 供給装置27からなる。この吸着式 CO_2 除去／ O_2 供給装置27は、圧

力および温度の少なくともいずれか一方が変動する雰囲気下において、系外から取り込んだ空気中の窒素および二酸化炭素を吸着剤で吸着分離して系外に排出し、残余の酸素およびアルゴンを含む気体を系内に供給するように構成されている。また、この吸着式CO₂除去／O₂供給装置27は、ガス循環路20の余剰ガス排出器24の下流側に配置されており、上述したエンジン10から排出される燃焼ガスを取り込み可能に構成されている。

なお、図4は上述した実施形態の図1に、図5は上述した実施形態の図2に、図6は上述した実施形態の図3にそれぞれ対応している。

[0062] このような本発明の他の実施形態によれば、上述した二酸化炭素除去手段および酸素供給手段を1つの吸着式CO₂除去／O₂供給装置27によって構成することで、本エンジンシステム1D～1Fを簡素な構成で実現することができる。

[0063] また、幾つかの実施形態では、エンジン10は、燃料噴射弁16から燃焼室15内に直接燃料を噴射するように構成された直噴式エンジンとすることができる。

このように、本エンジンシステム1A～1Fにおけるエンジン10を直噴式エンジンとして構成することで、予混合方式エンジンの場合に懸念されるノッキングや過早着火の問題を回避することが可能となる。

[0064] また、幾つかの実施形態では、エンジン10は、炭素数が1～4の炭化水素ガスを主成分とする燃料ガスを使用するガスエンジン10であって、燃焼室15において燃料ガスを圧縮して自己着火させる自着火式ガスエンジンとして構成することができる。

上述したように、作動ガスとしてアルゴンを利用することで筒内圧力や筒内温度が高まるため、例えば、メタン(CH₄)、エタン(C₂H₆)、プロパン(C₃H₈)、ブタン(C₄H₁₀)などの炭素数が1～4の炭化水素ガスを主成分とする燃料ガスを利用した場合においても自着火させることができる。このため、パイロット燃料としての燃料油やスパークプラグなどの点火源を用いることのない自着火式ガスエンジンとして構成することができ、熱効率

をより一層高めることが可能となる。

[0065] 以上、本発明の実施形態について詳細に説明したが、本発明はこれに限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良や変形を行ってもよいのはいうまでもない。

産業上の利用可能性

[0066] 本発明の少なくとも一つの実施形態にかかる作動ガス循環型エンジンシステムは、種々のエンジンシステム、例えば、船舶に推進力を付与するための船用主機エンジンのエンジンシステムに好適に用いられる。

符号の説明

[0067] 1 A～1 F エンジンシステム

1 0	エンジン
1 1	シリンダ
1 2	ピストン
1 3	給気弁
1 3 a	給気ポート
1 4	排気弁
1 4 a	排気ポート
1 5	燃焼室
1 6	燃料噴射弁
1 7	燃料供給器
1 8	クランク軸
1 9	コンロッド
2 0	ガス循環路
2 2	凝縮器
2 4	余剰ガス排出器
2 5	吸着式CO ₂ 除去装置（二酸化炭素除去手段）
2 6	吸着式O ₂ 供給装置（酸素供給手段）
2 7	吸着式CO ₂ 除去装置／O ₂ 供給装置（二酸化炭素除去手段／酸

素供給手段)

- 3 0 E C U (制御装置)
- 3 2 過給機
- 3 2 a タービン
- 3 2 b コンプレッサ
- 3 2 c ロータ
- 3 4 インタークーラ
- 3 5 バイパス路
- 3 6 流量制御弁
- 3 7 空気冷却器
- 3 8 給気手段
- 4 2 液化燃料タンク
- 4 4 熱交換器
- 4 6 熱媒体循環路
- 4 8 第 2 熱媒体循環路
- 5 0 第 3 熱媒体循環路

請求の範囲

- [請求項1] アルゴンを含む作動ガスがエンジンの排気部から給気部に至る系内を循環する作動ガス循環型エンジンシステムにおいて、
- 炭素を含む燃料を使用燃料とするエンジンと、
- 前記エンジンから排出される燃焼ガス中の水分を除去するための凝縮器と、
- 前記エンジンから排出される燃焼ガスの一部を系外に排出するための余剰ガス排出器と、
- 前記エンジンから排出される燃焼ガス中の二酸化炭素を系外に排出するための二酸化炭素除去手段と、
- 系外の空気中に含まれる酸素およびアルゴンを系内に供給するための酸素供給手段と、
- を備えたことを特徴とする作動ガス循環型エンジンシステム。
- [請求項2] 前記二酸化炭素除去手段および前記酸素供給手段は、それぞれ別体に構成された別々の装置からなり、
- 前記二酸化炭素除去手段は、前記エンジンから排出される燃焼ガスの圧力および温度の少なくともいずれか一方が変動する雰囲気下において、前記燃焼ガス中の二酸化炭素を吸着剤で吸着分離して系外に排出するように構成された吸着式CO₂除去装置からなり、
- 前記酸素供給手段は、系外から取り込んだ空気の圧力および温度の少なくともいずれか一方が変動する雰囲気下において、前記空気中の窒素および二酸化炭素を吸着剤に吸着させることで空気中から酸素およびアルゴンを分離し、該分離した酸素およびアルゴンを系内に供給するように構成された吸着式O₂供給装置からなることを特徴とする請求項1に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。
- [請求項3] 前記吸着式O₂供給装置は、前記吸着式CO₂除去装置よりも下流側の系内に酸素およびアルゴンを供給するように構成されていることを特徴とする請求項2に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。

- [請求項4] 前記吸着式CO₂除去装置は、前記余剰ガス排出器の下流側に配置され、前記余剰ガス排出器にて系外に排出された一部の燃焼ガスを除く残余の燃焼ガスを取り込み可能に構成されていることを特徴とする請求項2又は3に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。
- [請求項5] 前記吸着式CO₂除去装置を迂回するバイパス路が分岐するとともに、該バイパス路を流れるガス流量を制御するための流量制御弁が配置されていることを特徴とする請求項1乃至4の何れか一項に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。
- [請求項6] 前記エンジンの上流には、前記吸着式O₂供給装置を介さずに系外の空気を系内に供給するための給気手段が設けられていることを特徴とする請求項2乃至5の何れか一項に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。
- [請求項7] 前記吸着式CO₂除去装置および前記吸着式O₂供給装置の少なくともいずれか一方は、該装置に供給される供給ガスの温度が変動する雰囲気下において、前記供給ガスから対象成分を吸着分離するように構成されるとともに、前記エンジンから排出される燃焼ガスのエネルギーを、前記供給ガスの温度を変動させるためのエネルギーとして利用可能に構成されていることを特徴とする請求項2乃至6の何れか一項に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。
- [請求項8] 前記エンジンから排出される燃焼ガスを冷却するための空気冷却器をさらに備え、
前記空気冷却器において前記燃焼ガスと熱交換された熱媒体を前記供給ガスの温度を変動させるための熱源として利用可能に構成されていることを特徴とする請求項7に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。
- [請求項9] 前記エンジンに供給する燃料ガスを液化状態で貯蔵するための液化燃料タンクをさらに備え、
前記吸着式CO₂除去装置および前記吸着式O₂供給装置の少なく

ともいづれか一方は、該装置に供給される供給ガスの温度が変動する雰囲気下において、前記供給ガスから対象成分を吸着分離するように構成されるとともに、前記液化状態の燃料ガスを、前記供給ガスの温度を変動させるための熱源として利用可能に構成されていることを特徴とする請求項 2 乃至 8 の何れか一項に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。

[請求項10] 前記二酸化炭素除去手段および前記酸素供給手段は、一体に構成された 1 つの吸着式 CO_2 除去／ O_2 供給装置からなり、

前記吸着式 CO_2 除去／ O_2 供給装置は、圧力および温度の少なくともいづれか一方が変動する雰囲気下において、系外から取り込んだ空気中の窒素および二酸化炭素を吸着剤で吸着分離して系外に排出し、残余の酸素およびアルゴンを含む気体を系内に供給するとともに、前記エンジンから排出される燃焼ガスを取り込み可能に構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。

[請求項11] 前記エンジンの給気ポートを開閉するための給気弁と、前記給気弁の作動タイミングを制御する制御装置と、をさらに備え、

前記制御装置は、前記給気弁を下死点よりも遅らせて閉弁するように制御することで膨張比よりも圧縮比を低下させるように構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 10 の何れか一項に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。

[請求項12] 前記エンジンから排出される燃焼ガスによって駆動するタービンと、
前記タービンと同軸に配置され、前記エンジンに供給される酸素およびアルゴンを含む気体を圧縮するコンプレッサと、を有する過給機をさらに備えることを特徴とする請求項 1 乃至 11 の何れか一項に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。

[請求項13] 前記エンジンは、燃料噴射弁から燃焼室内に直接燃料を噴射するよ

うに構成された直噴式エンジンであることを特徴とする請求項 1 乃至 12 の何れか一項に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。

[請求項14] 前記エンジンは、炭素数が 1 ～ 4 の炭化水素ガスを主成分とする燃料ガスを使用するガスエンジンであって、燃焼室において前記燃料ガスを圧縮して自己着火させる自着火式ガスエンジンとして構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 13 の何れか一項に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。

[請求項15] 前記エンジンは、船舶に推進力を付与するための船用主機エンジンとして構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 14 の何れか一項に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。

補正された請求の範囲

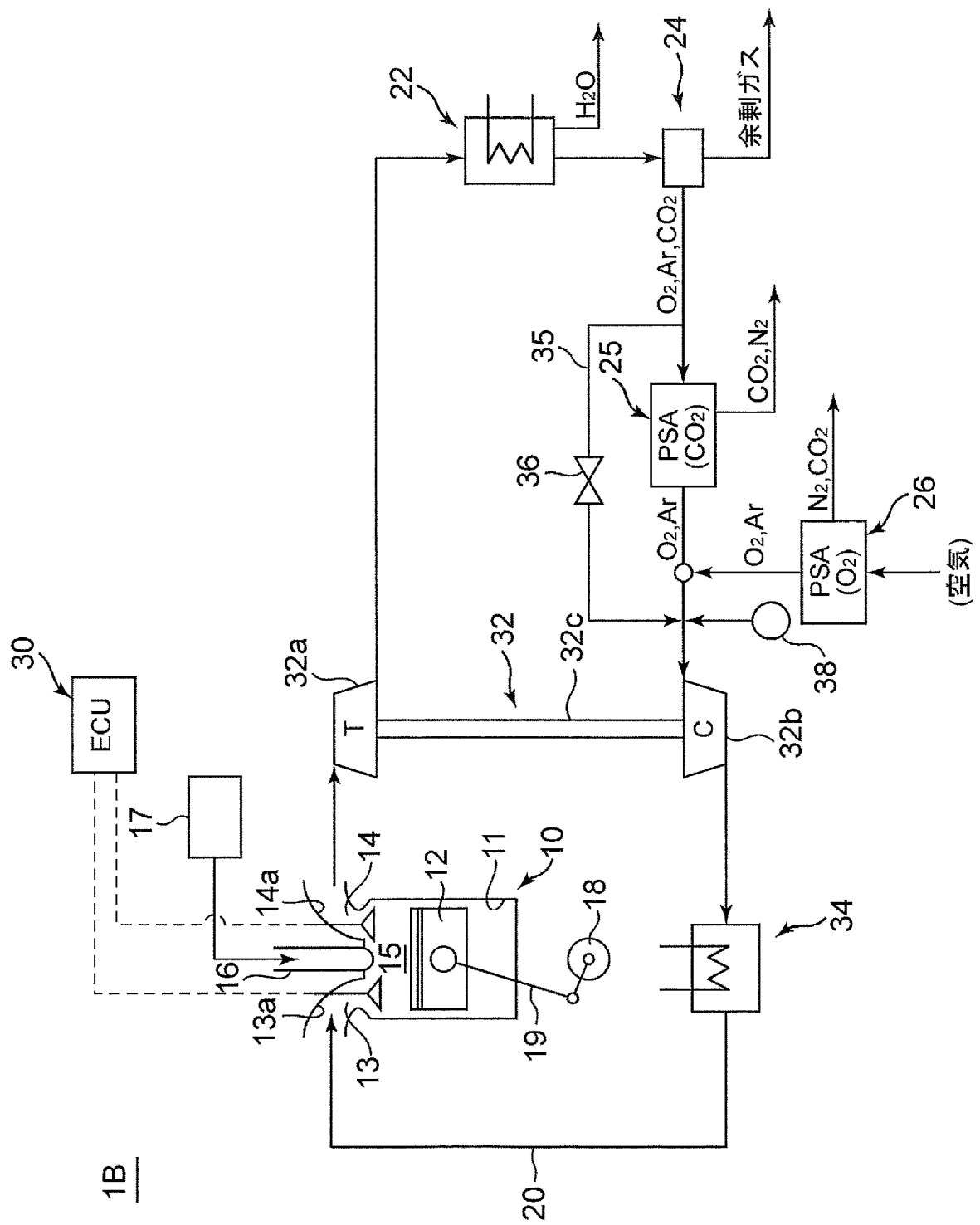
[2014年7月14日(14.07.2014)国際事務局受理]

- [請求項 1] (補正後) アルゴンを含む作動ガスがエンジンの排気部から給気部に至る系内を循環する作動ガス循環型エンジンシステムにおいて、
- 炭素を含む燃料を使用燃料とするエンジンと、
- 前記エンジンから排出される燃焼ガス中の水分を除去するための凝縮器と、
- 前記エンジンから排出される燃焼ガスの一部を系外に排出するための余剰ガス排出器と、
- 前記エンジンから排出される燃焼ガス中の二酸化炭素を系外に排出するための二酸化炭素除去手段と、
- 系外の空気中に含まれる酸素およびアルゴンを系内に供給するための酸素供給手段と、
- を備え、
- 前記吸着式CO₂除去装置を迂回するバイパス路が分岐するとともに、該バイパス路を流れるガス流量を制御するための流量制御弁が配置されていることを特徴とする作動ガス循環型エンジンシステム。
- [請求項 2] 前記二酸化炭素除去手段および前記酸素供給手段は、それぞれ別体に構成された別々の装置からなり、
- 前記二酸化炭素除去手段は、前記エンジンから排出される燃焼ガスの圧力および温度の少なくともいずれか一方が変動する雰囲気下において、前記燃焼ガス中の二酸化炭素を吸着剤で吸着分離して系外に排出するように構成された吸着式CO₂除去装置からなり、
- 前記酸素供給手段は、系外から取り込んだ空気の圧力および温度の少なくともいずれか一方が変動する雰囲気下において、前記空気中の窒素および二酸化炭素を吸着剤に吸着させることで空気中から酸素およびアルゴンを分離し、該分離した酸素およびアルゴンを系内に供給するように構成された吸着式O₂供給装置からなることを特徴とする請求項 1 に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。
- [請求項 3] 前記吸着式O₂供給装置は、前記吸着式CO₂除去装置よりも下流側の系内に酸素およびアルゴンを供給するように構成されていることを特徴とする請求項 2 に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。

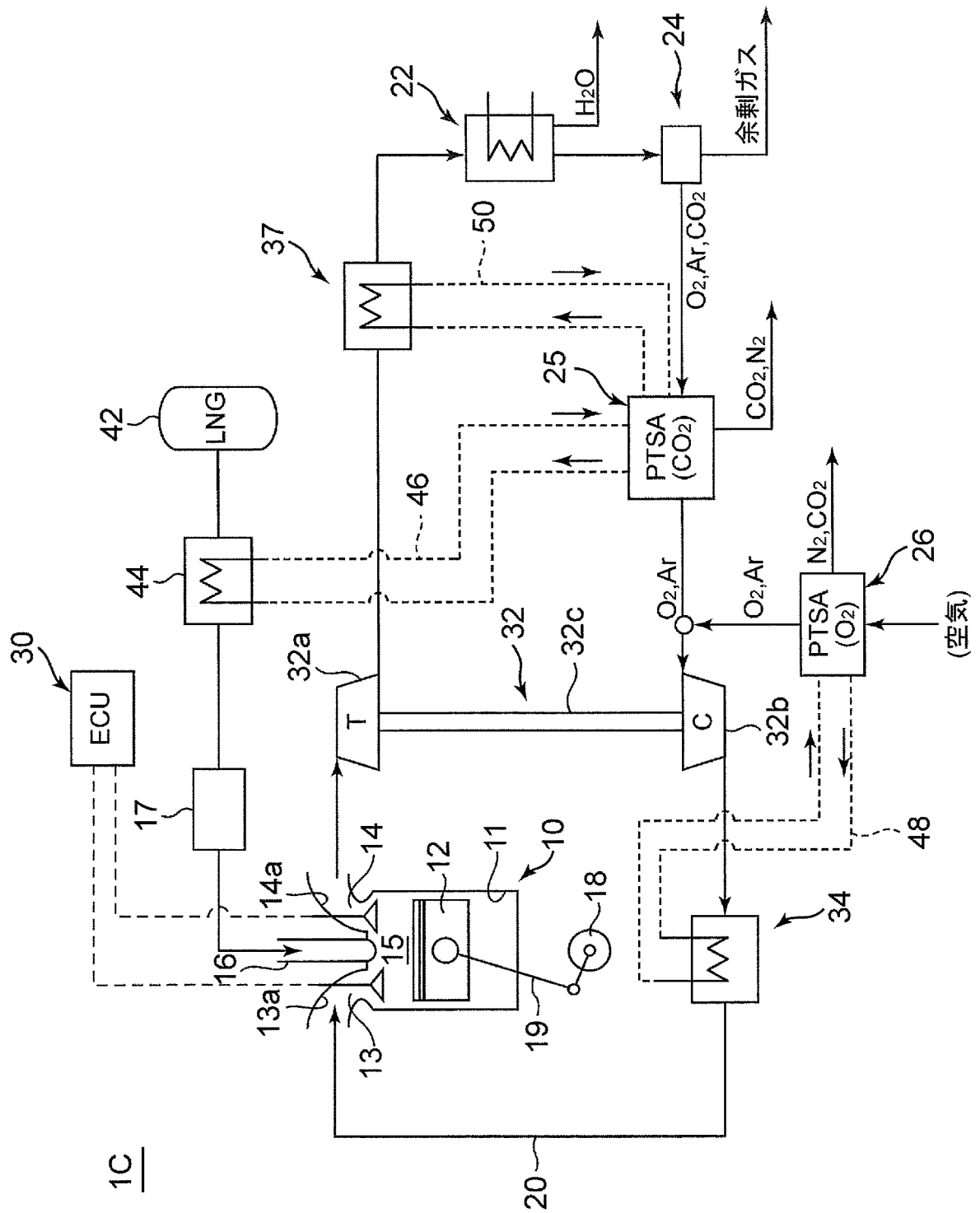
- [請求項 4] 前記吸着式CO₂除去装置は、前記余剰ガス排出器の下流側に配置され、前記余剰ガス排出器にて系外に排出された一部の燃焼ガスを除く残余の燃焼ガスを取り込み可能に構成されていることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。
- [請求項 5] (削除)
- [請求項 6] 前記エンジンの上流には、前記吸着式O₂供給装置を介さずに系外の空気を系内に供給するための給気手段が設けられていることを特徴とする請求項 2 乃至 5 の何れか一項に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。
- [請求項 7] 前記吸着式CO₂除去装置および前記吸着式O₂供給装置の少なくともいずれか一方は、該装置に供給される供給ガスの温度が変動する雰囲気下において、前記供給ガスから対象成分を吸着分離するように構成されるとともに、前記エンジンから排出される燃焼ガスのエネルギーを、前記供給ガスの温度を変動させるためのエネルギーとして利用可能に構成されていることを特徴とする請求項 2 乃至 6 の何れか一項に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。
- [請求項 8] 前記エンジンから排出される燃焼ガスを冷却するための空気冷却器をさらに備え、
前記空気冷却器において前記燃焼ガスと熱交換された熱媒体を前記供給ガスの温度を変動させるための熱源として利用可能に構成されていることを特徴とする請求項 7 に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。
- [請求項 9] 前記エンジンに供給する燃料ガスを液化状態で貯蔵するための液化燃料タンクをさらに備え、
前記吸着式CO₂除去装置および前記吸着式O₂供給装置の少なくともいずれか一方は、該装置に供給される供給ガスの温度が変動する雰囲気下において、前記供給ガスから対象成分を吸着分離するように構成されるとともに、前記液化状態の燃料ガスを、前記供給ガスの温度を変動させるための熱源として利用可能に構成されていることを特徴とする請求項 2 乃至 8 の何れか一項に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。

- [請求項 10] 前記二酸化炭素除去手段および前記酸素供給手段は、一体に構成された1つの吸着式CO₂除去/O₂供給装置からなり、
前記吸着式CO₂除去/O₂供給装置は、圧力および温度の少なくともいずれか一方が変動する雰囲気下において、系外から取り込んだ空気中の窒素および二酸化炭素を吸着剤で吸着分離して系外に排出し、残余の酸素およびアルゴンを含む気体を系内に供給するとともに、前記エンジンから排出される燃焼ガスを取り込み可能に構成されていることを特徴とする請求項1に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。
- [請求項 11] 前記エンジンの給気ポートを開閉するための給気弁と、前記給気弁の作動タイミングを制御する制御装置と、をさらに備え、
前記制御装置は、前記給気弁を下死点よりも遅らせて閉弁するように制御することで膨張比よりも圧縮比を低下させるように構成されていることを特徴とする請求項1乃至10の何れか一項に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。
- [請求項 12] 前記エンジンから排出される燃焼ガスによって駆動するタービンと、
前記タービンと同軸に配置され、前記エンジンに供給される酸素およびアルゴンを含む気体を圧縮するコンプレッサと、を有する過給機をさらに備えることを特徴とする請求項1乃至11の何れか一項に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。
- [請求項 13] 前記エンジンは、燃料噴射弁から燃焼室内に直接燃料を噴射するように構成された直噴式エンジンであることを特徴とする請求項1乃至12の何れか一項に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。
- [請求項 14] 前記エンジンは、炭素数が1～4の炭化水素ガスを主成分とする燃料ガスを使用するガスエンジンであって、燃焼室において前記燃料ガスを圧縮して自己着火させる自着火式ガスエンジンとして構成されることを特徴とする請求項1乃至13の何れか一項に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。
- [請求項 15] 前記エンジンは、船舶に推進力を付与するための船用主機エンジンとして構成されることを特徴とする請求項1乃至14の何れか一項に記載の作動ガス循環型エンジンシステム。

[図2]

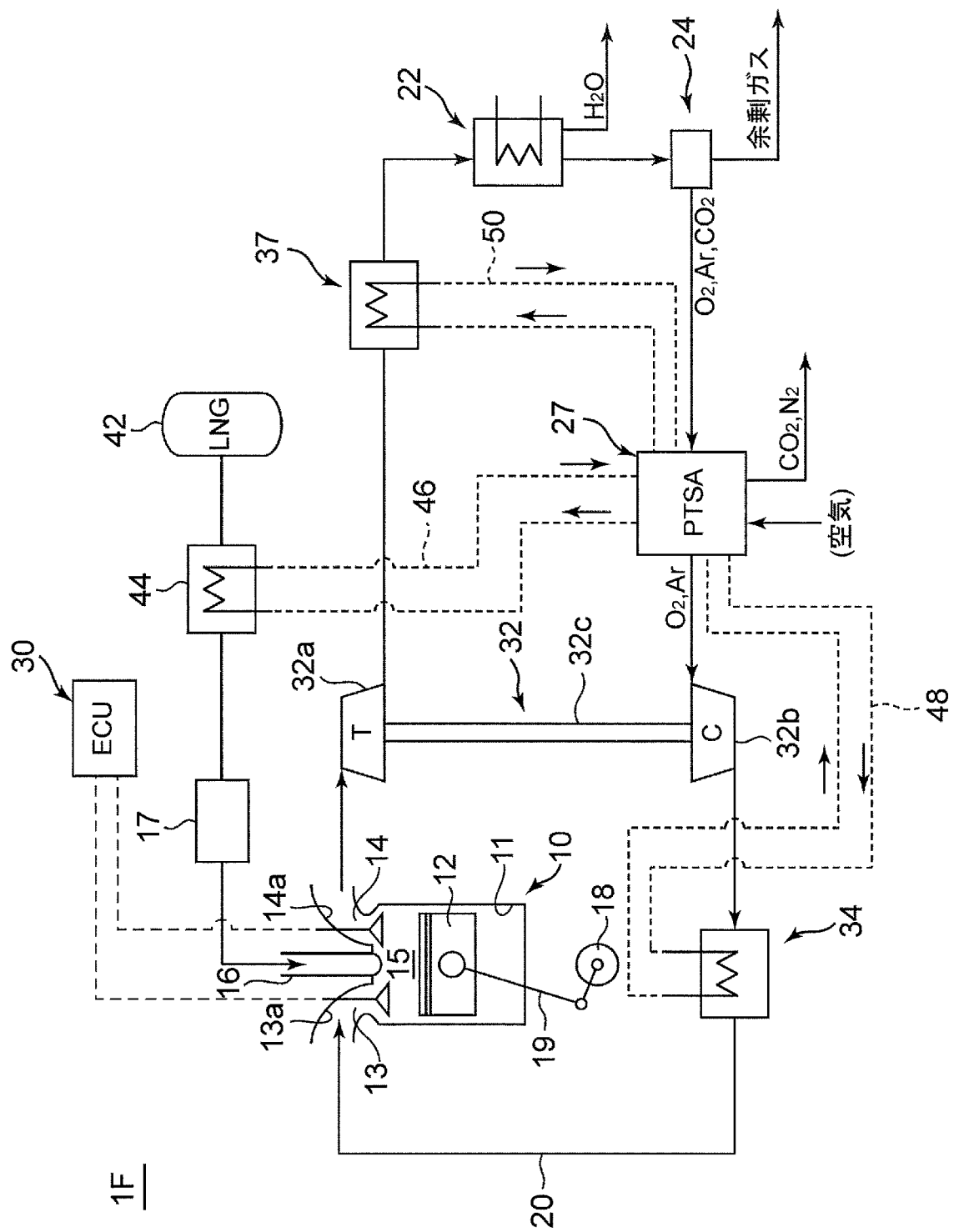


[図3]



[illegible]

[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/072866

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D21/04(2006.01)i, F02B37/00(2006.01)i, F02B47/10(2006.01)i, F02D19/02(2006.01)i, F02M21/02(2006.01)i, F02M31/08(2006.01)i, F02M31/20(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02D21/04, F02B37/00, F02B47/10, F02D19/02, F02M21/02, F02M31/08, F02M31/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2008-2289 A (Press Kogyo Co., Ltd.), 10 January 2008 (10.01.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-4, 6-7, 10-15 5, 8-9
Y A	JP 11-93681 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 06 April 1999 (06.04.1999), paragraphs [0012] to [0014], [0020] to [0029]; fig. 1 (Family: none)	1-4, 6-7, 10-15 5, 8-9
Y	JP 2002-155770 A (Yoshinori SANO), 31 May 2002 (31.05.2002), paragraph [0020] (Family: none)	2-4, 6-7, 10-15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 November, 2013 (21.11.13)

Date of mailing of the international search report
03 December, 2013 (03.12.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/072866

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-265867 A (Osaka Gas Co., Ltd., Tokyo Gas Co., Ltd., Toho Gas Co., Ltd.), 26 September 2000 (26.09.2000), paragraphs [0016], [0025] (Family: none)	2-4, 6-7, 10-15
Y	JP 2012-167582 A (Toyota Motor Corp.), 06 September 2012 (06.09.2012), paragraph [0022] (Family: none)	14-15
Y	JP 2012-219783 A (Toyota Motor Corp.), 12 November 2012 (12.11.2012), paragraph [0030] (Family: none)	14-15
A	JP 2001-517751 A (Viteri, Fermin), 09 October 2001 (09.10.2001), entire text; all drawings & US 5680764 A & US 2001/0015061 A1 & US 2002/0144506 A1 & US 2004/0003592 A1 & US 5680764 A & EP 1040252 A & WO 1999/015762 A1 & AU 4495797 A & CA 2304046 A & AT 384193 T	1-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F02D21/04(2006.01)i, F02B37/00(2006.01)i, F02B47/10(2006.01)i, F02D19/02(2006.01)i,
F02M21/02(2006.01)i, F02M31/08(2006.01)i, F02M31/20(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F02D21/04, F02B37/00, F02B47/10, F02D19/02, F02M21/02, F02M31/08, F02M31/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2008-2289 A（プレス工業株式会社）2008.01.10, 全文、全図（ファミリーなし）	1-4, 6-7, 10-15 5, 8-9
Y A	JP 11-93681 A（三菱重工業株式会社）1999.04.06, 段落【0012】－【0014】、【0020】－【0029】、図1（ファミリーなし）	1-4, 6-7, 10-15 5, 8-9

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 1 . 1 1 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 3 . 1 2 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

星名 真幸

3 Z

3 6 1 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 5

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2002-155770 A (佐野 芳徳) 2002.05.31, 段落【0020】 (ファミリーなし)	2-4, 6-7, 10-15
Y	JP 2000-265867 A (大阪瓦斯株式会社、東京瓦斯株式会社、東邦瓦斯株式会社) 2000.09.26, 段落【0016】、【0025】 (ファミリーなし)	2-4, 6-7, 10-15
Y	JP 2012-167582 A (トヨタ自動車株式会社) 2012.09.06, 段落【0022】 (ファミリーなし)	14-15
Y	JP 2012-219783 A (トヨタ自動車株式会社) 2012.11.12, 段落【0030】 (ファミリーなし)	14-15
A	JP 2001-517751 A (ヴェテリ, フェルミン) 2001.10.09, 全文、全図 & US 5680764 A & US 2001/0015061 A1 & US 2002/0144506 A1 & US 2004/0003592 A1 & US 5680764 A & EP 1040252 A & WO 1999/015762 A1 & AU 4495797 A & CA 2304046 A & AT 384193 T	1-15