



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

省エネルギー性に優れ、出力ないし効率を向上させたターボコンパウンドシステムを提供することを目的とする。複数の排気タービン過給機 (3, 4) と、パワータービン (5) と、排ガスエコノマイザ (11) によって生成された蒸気によって駆動される蒸気タービン (10) と、パワータービン (5) および蒸気タービン (10) の回転軸に接続されたタービン発電機 (25) と、排気タービン過給機 (3, 4)、パワータービン (5) 及び蒸気タービン (10) の動作を制御する制御部とを備えたターボコンパウンドシステムにおいて、エンジン本体 (2) の機関負荷が所定値以下である場合に、一方の排気タービン過給機 (3) を停止させるとともに、エンジン本体 (2) から抽気する排ガス量を減少させてパワータービン (5) の出力を減少させる。

明 細 書

発明の名称：ターボコンパウンドシステムおよびその運転方法

技術分野

[0001] 本発明は、船用ディーゼル機関や陸上発電機用ディーゼル機関等を構成するエンジン本体から排出された排ガス（燃焼ガス）の排熱エネルギーを動力として回収するターボコンパウンドシステムおよびその運転方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来より、ディーゼルエンジンに対して複数の過給機を設け、負荷に応じて過給機の運転台数を切り替える運転方法が知られている（例えば、下記特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開昭60-166716号公報

[0004] 一方、複数台の過給機に加えて、ディーゼルエンジンからの排ガスによって駆動されるパワータービン及び蒸気タービンをさらに搭載したターボコンパウンドシステムを構成し、排ガスエネルギーを発電出力として回収して省エネルギー性をさらに向上させる試みがなされている。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、複数台の過給機とパワータービン及び蒸気タービンとを搭載した場合に、省エネルギー性とエンジンの出力ないし効率の向上を両立させる運転システムや運転方法については検討されていない。

[0006] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、省エネルギー性に優れ、エンジンの出力ないし効率を向上させたターボコンパウンドシステムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本発明のターボコンパウンドシステムおよびその運転方法は以下の手段を採用する。

すなわち、本発明の第1の態様に係るターボコンパウンドシステムは、エンジン本体から導かれた排気ガスによって駆動される複数の排気タービン過給機と、これら排気タービン過給機の上流側から抽気された排ガスによって駆動されるパワータービンと、該パワータービンの回転軸に接続され、前記エンジン本体の排ガスを用いた排ガスボイラによって生成された蒸気によって駆動される蒸気タービンと、前記パワータービンおよび前記蒸気タービンの回転軸に接続された発電機と、前記排気タービン過給機、前記パワータービン及び前記蒸気タービンの動作を制御する制御部とを備えたターボコンパウンドシステムにおいて、前記制御部は、前記エンジン本体の機関負荷が所定値以下である場合に、前記排気タービン過給機のうちの少なくとも1台を停止させるとともに、船内需要電力がターボコンパウンドシステムの可能な最大発電出力よりも小さいときには、前記エンジン本体から抽気する排ガスを減少させて前記パワータービンの出力を減少させる。

[0008] エンジン本体の機関負荷が所定値以下の低負荷領域にある場合には、排気タービン過給機のうちの少なくとも1台を停止させる。少なくとも1台の排気タービン過給機を停止させるので、その分だけ、他の排気タービン過給機に流入する排ガス流量が増加して、他の排気タービン過給機からエンジン本体へと供給される掃気圧力（過給空気（外気）の圧力）が上昇することとなる。これにより、エンジン本体の低負荷領域でも、パワータービンが起動可能となり排熱回収可能となる最低掃気圧力が得られるので、エンジン本体からの排熱エネルギーを動力（発電量）として有効に回収することができ、さらなる省エネルギー化を図ることができる。

さらに、船内需要電力がターボコンパウンドシステムの可能な最大発電出力よりも小さいときには、エンジン本体から抽気する排ガスを減少させてパワータービンの出力を減少させるので、抽気する排ガスを減少させることによって排気タービン過給機へと流れる排ガスを増大させることで、掃

気圧を上昇させることができる。これにより、エンジン本体が低負荷であっても、掃気圧を上昇させてエンジン本体の効率を向上させることができる。

上記のようにパワータービンの出力を減少させても、排ガスボイラによって熱回収する蒸気タービンによって発電できるので、必要な発電出力を確保することができる。

[0009] さらに、本発明の第1の態様に係るターボコンパウンドシステムでは、前記制御部は、需要電力が減少した場合に、前記蒸気タービンの出力と前記需要電力との差分を補うように、前記パワータービンの出力を減少させる。

[0010] 需要電力が減少した場合に、蒸気タービンの出力と需要電力との差分を補うように、パワータービンの出力を減少させることとした。これにより、パワータービンの出力減少による掃気圧の上昇が優先的に行われるので、エンジン本体の効率の向上を実現することができる。

需要電力が減少した場合であっても、蒸気タービンの出力と需要電力との差分を補うようにパワータービンの出力を減少させて、蒸気タービンよりもパワータービンを優先的に出力減少させるので、蒸気タービンの出力を過剰に減少させることを可及的に減らすことができる。これにより、蒸気タービンの出力を過剰に減少させることにより排ガスボイラで生成した蒸気が余剰となり、外部（例えばコンデンサ）へ放出することを回避でき、エンジン本体からの排熱を無駄なく有効に回収することができる。

[0011] 本発明の第2の態様にかかるターボコンパウンドシステムの運転方法は、エンジン本体から導かれた排気ガスによって駆動される複数の排気タービン過給機と、これら排気タービン過給機の上流側から抽気された排ガスによって駆動されるパワータービンと、該パワータービンの回転軸に接続され、前記エンジン本体の排ガスを用いた排ガスボイラによって生成された蒸気によって駆動される蒸気タービンと、前記パワータービンおよび前記蒸気タービンの回転軸に接続された発電機と、前記排気タービン過給機、前記パワータービン及び前記蒸気タービンの動作を制御する制御部とを備えたターボコン

パウンドシステムの運転方法において、前記制御部は、前記エンジン本体の機関負荷が所定値以下である場合に、前記排気タービン過給機のうちの少なくとも1台を停止させるとともに、船内需要電力がターボコンパウンドシステムの可能な最大発電出力よりも小さいときには、前記エンジン本体から抽気する排ガス量を減少させて前記パワータービンの出力を減少させる。

[0012] エンジン本体の機関負荷が所定値以下の低負荷領域にある場合には、排気タービン過給機のうちの少なくとも1台を停止させる。少なくとも1台の排気タービン過給機を停止させるので、その分だけ、他の排気タービン過給機に流入する排ガス流量が増加して、他の排気タービン過給機からエンジン本体へと供給される掃気圧力（過給空気（外気）の圧力）が上昇することとなる。これにより、エンジン本体の低負荷領域でも、パワータービンが起動可能となり排熱回収可能となる最低掃気圧力が得られるので、エンジン本体からの排熱エネルギーを動力（発電量）として有効に回収することができ、さらなる省エネルギー化を図ることができる。

さらに、船内需要電力がターボコンパウンドシステムの可能な最大発電出力よりも小さいときには、エンジン本体から抽気する排ガス量を減少させてパワータービンの出力を減少させるので、抽気する排ガス量を減少させることによって排気タービン過給機へと流れる排ガス量を増大させることで、掃気圧力を上昇させることができる。これにより、エンジン本体が低負荷であっても、掃気圧力を上昇させてエンジン本体の効率を向上させることができる。

上記のようにパワータービンの出力を減少させても、排ガスボイラによって熱回収する蒸気タービンによって発電できるので、必要な発電出力を確保することができる。

発明の効果

[0013] 本発明のターボコンパウンドシステムおよびその運転方法によれば、以下の作用効果を奏する。

エンジン本体の機関負荷が所定値以下の低負荷領域にある場合に、排気タ

ービン過給機のうちの少なくとも1台を停止させ、さらにエンジン本体から抽気する排ガス量を減少させてパワータービンの出力を減少させることとしたので、掃気圧力を上昇させた上でパワータービンの作動領域を大きくすることができ、省エネルギー性を向上させるだけでなく、エンジン本体の効率をも向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明のターボコンパウンドシステムの一実施形態を示した概略構成図である。

[図2]図1に示したタービン発電機を有する発電システムの制御装置を示した概略構成図である。

[図3]船内需要電力に対する負荷分担を示したグラフである。

[図4]本発明のターボコンパウンドシステム一実施形態の効果の説明するグラフである。

発明を実施するための形態

[0015] 以下に、本発明に係るターボコンパウンドシステムおよびその運転方法の一実施形態について、図面を参照して説明する。

図1に示すように、本実施形態に係る船用ディーゼル機関1は、ディーゼルエンジン本体（例えば、低速2サイクルディーゼル機関）2と、第1排気タービン過給機（主排気タービン過給機）3と、第2排気タービン過給機（副排気タービン過給機）4と、パワータービン5と、蒸気タービン10と、これらパワータービン5及び蒸気タービン10に対して接続されたタービン発電機25とを備えている。

[0016] ディーゼルエンジン本体（以下「エンジン本体」という。）2を構成するクランク軸（図示せず）には、プロペラ軸（図示せず）を介してスクリュープロペラ（図示せず）が直接的または間接的に取り付けられている。エンジン本体2には、シリンダライナ（図示せず）、シリンダカバー（図示せず）等からなるシリンダ部6が設けられており、各シリンダ部6内には、クランク軸と連結されたピストン（図示せず）が配置されている。さらに、各シリ

ンダ部6の排気ポート（図示せず）は、排気マニホールド7と接続されている。排気マニホールド7は、第1排気管L1を介して第1排気タービン過給機（以下「第1過給機」という。）3のタービン部3aの入口側と接続され、第2排気管L2を介して第2排気タービン過給機（以下「第2過給機」という。）4のタービン部4aの入口側と接続されているとともに、第3排気管L3を介してパワータービン5の入口側と接続されている。一方、各シリンダ部6の給気ポート（図示せず）は、給気マニホールド8と接続されており、給気マニホールド8は、第1給気管L4を介して第1過給機3のコンプレッサ部3bと接続され、第2給気管L5を介して第2過給機4のコンプレッサ部4bと接続されている。

[0017] 第1過給機3は、第1排気管L1を介してエンジン本体2から導かれた排気ガス（燃焼ガス）によって駆動されるタービン部3aと、このタービン部3aにより駆動されてエンジン本体2に外気を圧送するコンプレッサ部3bと、これらタービン部3aとコンプレッサ部3bとの間に設けられてこれらを支持するケーシング（図示せず）とを主たる要素として構成されたものである。

ケーシングには、一端部をタービン部3a側に突出させ、他端部をコンプレッサ部3bに突出させた回転軸3cが挿通されている。回転軸3cの一端部は、タービン部3aを構成するタービン・ロータ（図示せず）のタービン・ディスク（図示せず）に取り付けられており、回転軸3cの他端部は、コンプレッサ部3bを構成するコンプレッサ羽根車（図示せず）のハブ（図示せず）に取り付けられている。

第1排気管L1の途中には、図示しない制御器によって開閉される第1バルブV1が接続されている。コンプレッサ3bの出口側には、図示しない制御器によって開閉される第3バルブV3が接続されている。

[0018] 第2過給機4は、第2排気管L2を介してエンジン本体2から導かれた排気ガスによって駆動されるタービン部4aと、このタービン部4aにより駆動されてエンジン本体2に外気を圧送するコンプレッサ部4bと、これらタ

ービン部 4 a とコンプレッサ部 4 b との間に設けられてこれらを支持するケーシング（図示せず）とを主たる要素として構成されたものである。

ケーシングには、一端部をタービン部 4 a 側に突出させ、他端部をコンプレッサ部 4 b に突出させた回転軸 4 c が挿通されている。回転軸 4 c の一端部は、タービン部 4 a を構成するタービン・ロータ（図示せず）のタービン・ディスク（図示せず）に取り付けられており、回転軸 4 c の他端部は、コンプレッサ部 4 b を構成するコンプレッサ羽根車（図示せず）のハブ（図示せず）に取り付けられている。

[0019] コンプレッサ部 3 b, 4 b の入口側に接続された第 1 給気管 L 4 および第 2 給気管 L 5 の途中には、消音器（図示せず）がそれぞれ配置されており、この消音器を通過した外気が、コンプレッサ部 3 b, 4 b にそれぞれ導かれるようになっている。コンプレッサ部 3 b, 4 b の出口側に接続された第 1 給気管 L 4 および第 2 給気管 L 5 の途中には、空気冷却器（インタークーラ）9 や図示しないサージタンク等が接続されており、コンプレッサ部 3 b, 4 b を通過した外気は、これら空気冷却器 9 やサージタンク等を通過した後、エンジン本体 2 の給気マニホールド 8 に供給されるようになっている。

[0020] パワータービン 5 は、第 3 排気管 L 3 を介して排気マニホールド 7 から抽気された排ガスによって回転駆動されるようになっており、蒸気タービン 10 は、排ガスエコノマイザ 11 によって生成された蒸気が供給されて回転駆動されるようになっている。

この排ガスエコノマイザ 11 には、第 1 過給機 3 のタービン部 3 a および第 2 過給機 4 のタービン部 4 a からの排ガスが第 6 排気管 L 6 を介して導入される。さらに、排ガスエコノマイザ 11 には、パワータービン 5 の出口側から第 7 排気管 L 7 を介して排出される排ガスが導入される。排ガスエコノマイザ 11 の熱交換部 21 では、導入された排ガスの熱によって給水管 23 から供給された水が加熱・蒸発されて蒸気が発生する。熱交換部 21 で生成された蒸気は第 1 蒸気管 J 1 を介して蒸気タービン 10 に導入され、この蒸気タービン 10 で仕事を終えた蒸気は第 2 蒸気管 J 2 によって排出されて図

示しないコンデンサ（復水器）に導かれる。

[0021] パワータービン5と蒸気タービン10とは直列に結合されてタービン発電機25を駆動するようになっている。蒸気タービン10の回転軸29は図示しない減速機およびカップリングを介してタービン発電機25に接続され、パワータービン5の回転軸27は図示しない減速機およびクラッチ31を介して蒸気タービン10の回転軸29と連結されている。クラッチ31としては、所定の回転数にて嵌脱されるクラッチが用いられ、例えばSSS（Synchro-Self-Shifting）クラッチが好適に用いられる。

[0022] 第3排気管L3には、パワータービン5に導入するガス量を制御する排ガス量調整弁33と、非常時にパワータービン5への排ガスの供給を遮断する非常停止用緊急遮断弁35とが設けられている。非常停止用緊急遮断弁35が遮断したときに、各過給機3、4のタービン部3a、4aへの過給（エンジンの最適運転圧力を超えての過給）を防止するためにバイパス弁34が第7排気管L7との間に設けられている。

[0023] さらに、第1蒸気管J1には、蒸気タービン10に導入する蒸気量を制御する蒸気量調整弁37と、非常時に蒸気タービン10への蒸気の供給を遮断する非常停止用緊急遮断弁39とが設置されている。

上述の排ガス量調整弁33および蒸気量調整弁37は、図2を用いて説明するタービン発電機制御装置43によって、その開度が制御される。

以上のようにタービン発電機25は、エンジン本体2の排ガス（燃焼ガス）の排気エネルギーを動力として駆動されるようになっている。

[0024] 図2には、図1に示したタービン発電機25を有する発電システムの制御装置の概略構成が示されている。

図2に示したタービン発電機制御装置43は、第1過給機3及び第2過給機4を制御する船内制御装置の一部を構成する。

[0025] 発電システムは、タービン発電機25に加え、船内に別途設置された複数（本実施形態では2台）のディーゼルエンジン発電機60を備えている。

タービン発電機制御装置43には、タービン発電機25の出力電力を検出

する電力センサ45からの信号が入力され、タービン発電機25の回転速度として蒸気タービン10の回転軸29の回転速度を検出する回転センサ49からの信号が入力されている。タービン発電機制御装置43には、ディーゼルエンジン発電機60からの出力信号と、船内消費電力を検出する船内消費電力センサ51からの信号とが入力されている。

[0026] タービン発電機制御装置43は、負荷分担制御部53と、パワータービン用ガバナー部55と、蒸気タービン用ガバナー部57と、ディーゼルエンジン発電機60用ガバナー部（図示せず）とを備えている。

[0027] 負荷分担制御部53では、図3に示すように、船内需要電力に応じて、パワータービン5、蒸気タービン10及びディーゼルエンジン発電機60の負荷分担を決定する。

図3の横軸は、船内需要電力の定格100%に対する百分率を示している。縦軸方向には、下からパワータービン（PT）5、蒸気タービン（ST）10、第1ディーゼルエンジン発電機（DG1）60、第2ディーゼルエンジン発電機（DG2）60が並べられており、それぞれの欄の縦方向は出力を意味する。以下に説明する出力制御は一例であり、本実施形態ではパワータービン5、蒸気タービン10、ディーゼルエンジン発電機60の出力がほぼ同等の能力を有する構成を想定しているが、設定出力が異なるシステムにおいては、船内需要電力の制御基準を適宜変更し、負荷分担の最適化を図ることになる。

[0028] 船内需要電力が0～25%の場合、パワータービン5の出力を最小に抑えつつ、船内需要電力の増大に応じて蒸気タービン10の出力が漸次増大され、或いは、船内需要電力の減少に応じて蒸気タービン10の出力が漸次減少されるようになっている。このように、優先的に蒸気タービン10を用いることとして、余剰蒸気の生成およびダンプ（大気への放出）を廃止している。

船内需要電力が25～50%の場合、船内需要電力の増大に応じて蒸気タービン10及びパワータービン5の出力が漸次増大され、或いは、船内需要

電力の減少に応じて蒸気タービン10及びパワータービン5の出力が漸次減少されるようになっている。この場合、パワータービン5の出力は、船内需要電力と蒸気タービン10の出力との差分を補うように増大ないし減少するようになっており、余剰蒸気の生成およびダンプ（コンデンサへの放出）を廃止している。船内需要電力を補うように、第1ディーゼルエンジン発電機60が最小出力で立ち上がる。

船内需要電力が50～75%の場合、蒸気タービン10及びパワータービン5は定格出力を一定に出力する。船内需要電力の増大に応じて第1ディーゼルエンジン発電機60の出力が漸次増大され、或いは、船内需要電力の減少に応じて第1ディーゼルエンジン発電機60の出力が漸次減少されるようになっている。

船内需要電力が75～100%の場合、蒸気タービン10及びパワータービン5並びに第1ディーゼルエンジン発電機60は定格出力を一定に出力する。船内需要電力の増大に応じて第2ディーゼルエンジン発電機60の出力が漸次増大され、或いは、船内需要電力の減少に応じて第2ディーゼルエンジン発電機60の出力が漸次減少されるようになっている。

[0029] 図3に示したように決定された負荷率に応じた出力信号が、図2に示したように、負荷分担制御部53からパワータービン用ガバナー部55、蒸気タービン用ガバナー部57、及びディーゼルエンジン発電機60用ガバナー部にそれぞれ出力される。

[0030] パワータービン用ガバナー部55は、負荷分担制御部53から指示されたパワータービン5の出力に応じて、設定されている回転数ドループ制御（比例制御）による制御関数に基づいて、タービン発電機25の回転速度変動に対して目標回転速度に安定させるように、回転センサ49で検出される実回転速度との偏差を基に制御信号が算出される。そして、該制御信号が排ガス量調整弁33に出力され、排ガス量調整弁33の開度が制御されてパワータービン5に供給される排ガス流量が制御される。この回転数ドループ制御関数とは、回転速度目標値と実際に制御された現在の回転速度との偏差に比例

ゲインをかけることにより制御量を演算する関数である。

[0031] 蒸気タービン用ガバナー部 57 においても、パワータービン用ガバナー部 55 と同様に、負荷分担制御部 53 から指示された蒸気タービン 10 の出力負担割合に応じて、設定されている回転数ドループ制御（比例制御）による制御関数に基づいて、タービン発電機 25 の回転速度変動に対して目標回転速度に安定させるように、回転センサ 49 で検出される実回転速度との偏差を基に制御信号が算出される。そして、該制御信号が蒸気量調整弁 37 に出力され、該蒸気量調整弁 37 の開度が制御されて蒸気タービン 10 に供給される蒸気量が制御されるようになっている。

[0032] 次に、図 4 を用いて、上記構成のターボコンパウンドシステムの運転方法について説明する。

図 4 の横軸はエンジン本体 2 の機関負荷を示し、縦軸は掃気圧力を示す。

同図に示されているように、エンジン本体 2 の機関負荷が所定値 A 以下の低負荷領域の場合には、第 2 過給機 4 のみを単独運転するように第 1 過給機 3 を停止させる。そして、エンジン本体 2 の機関負荷が所定値 A よりも高い場合には、第 1 過給機 3 と第 2 過給機 4 とを並列運転させる。すなわち、機関負荷が所定値以下の場合には、制御器によって第 1 バルブ V1 および第 3 バルブ V3 が閉塞されて、第 1 過給機 3 が作動（運転）しないようになり、機関負荷が所定値 A よりも高い場合には、制御器によって第 1 バルブ V1 および第 3 バルブ V3 が開放されて、第 1 過給機 3 が通常運転するようになっている。第 1 バルブ V1 および第 3 バルブ V3 の開閉は、機関負荷に応じて制御器が自動的に行っている。

[0033] 図 4 には、機関負荷に応じて過給機の運転台数の切替えを行わない通常のターボコンパウンドシステムの掃気圧力の変化が破線 L0 にて示されている。同図に示されているように、機関負荷が増大するにつれて線形的に掃気圧力が増大するようになっている。

これに対して、本実施形態のように機関負荷に応じて過給機の運転台数の切替えを行うシーケンシャル過給方式のターボコンパウンドシステムの掃気

圧力の変化が実線 L 1 にて示されている。同図に示されているように、低負荷領域では、第 1 過給機 3 を停止させるので、その分だけ第 2 過給機 4 に流入する排ガス流量が増加して、第 2 過給機 4 からエンジン本体 2 へと供給される掃気圧力が上昇する。したがって、パワータービン 5 が起動可能となり排熱回収可能となる最低掃気圧力 P_{min} を満たす最小機関負荷が、通常のターボコンパウンドシステムを示す破線 L 0 上の B 点から、本実施形態のシーケンシャル過給方式ターボコンパウンドシステムを示す実線 L 1 上の C 点へと低負荷側に移動し、パワータービン 5 の運転可能領域が拡大する。パワータービン 5 が起動可能となり排熱回収可能となる最低掃気圧力は、パワータービン 5 が安定的に動作する圧力から得られ、例えば、クラッチ 3 1 (図 1 参照) が嵌脱する回転数を基準として求められる。

[0034] そして、本実施形態では、船内需要電力の減少に応じて (図 3 参照)、パワータービン 5 の出力が減少させられる。すると、排気マニホールド 7 から抽気される排ガス量が減少するので、第 2 過給機 4 へと流れる排ガス量が増大する。これにより、図 4 の一点鎖線 L 2 で示すように、掃気圧力がさらに上昇する。このように掃気圧力がさらに上昇するので、パワータービン 5 が起動可能となる最小機関負荷が C 点から C' 点へとさらに低負荷側へと移動し、パワータービン 5 の運転可能領域がさらに拡大する。エンジン本体 2 が低負荷領域で運転されていても、掃気圧力が増大するので、エンジン本体 2 の出力ないし効率を向上させることができる。

[0035] 上述した本実施形態にかかるターボコンパウンドシステムおよびその運転方法によれば、以下の作用効果を奏する。

エンジン本体 2 の機関負荷が所定値 A 以下の低負荷領域にある場合には、第 1 過給機 3 を停止させるので、その分だけ第 2 過給機 4 に流入する排ガス流量が増加して、第 2 過給機 4 からエンジン本体 2 へと供給される掃気圧力が上昇することとなる。これにより、エンジン本体 2 の低負荷領域でも、パワータービン 5 が起動可能となり排熱回収可能となる最低掃気圧力 P_{min} が得られるので、エンジン本体 2 からの排熱エネルギーを動力 (発電量) と

して有効に回収することができ、さらなる省エネルギー化を図ることができる。

[0036] さらに、エンジン本体 2 から抽気する排ガス量を減少させてパワータービン 5 の出力を減少させるので、抽気する排ガス量を減少させることによって第 2 過給機 4 へと流れる排ガス量を増大させることで、掃気圧力を上昇させることができる。これにより、エンジン本体 2 が低負荷であっても、掃気圧力を上昇させてエンジン本体 2 の出力ないし効率を向上させることができる。

[0037] パワータービン 5 の出力を減少させても、排ガスエコノマイザ 11 によって熱回収する蒸気タービン 10 によって発電できるので、必要な発電出力を確保することができる。

[0038] 需要電力が減少した場合に、蒸気タービン 10 の出力と需要電力との差を補うように、パワータービン 5 の出力を減少させることとした。これにより、パワータービン 5 の出力減少による掃気圧力の上昇が優先的に行われるので、エンジン本体 2 の出力ないし効率の向上を実現することができる。

[0039] 需要電力が減少した場合であっても、蒸気タービン 10 の出力と需要電力との差分を補うようにパワータービン 5 の出力を減少させて、蒸気タービン 10 よりもパワータービン 5 を優先的に出力減少させるので、蒸気タービン 10 の出力を過剰に減少させることを可及的に減らすことができる。これにより、蒸気タービン 10 の出力を過剰に減少させることにより排ガスエコノマイザ 11 で生成した蒸気が余剰となり、外部（例えばコンデンサ）へ放出することを回避でき、エンジン本体 2 からの排熱を無駄なく有効に回収することができる。

[0040] 本実施形態では、排気タービン過給機を 2 台とした構成で説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、3 台以上としても良い。また、排気タービン過給機を 3 台以上とする場合、エンジン本体 2 の低負荷時に停止させる排気タービン過給機は 1 台に限らず、2 台以上であっても良い。

本実施形態では、船用のターボコンパウンドシステムについて説明したが

、陸上用のターボコンパウンドシステムとしても用いることができる。

符号の説明

- [0041]
- 1 船用ディーゼル機関
 - 2 エンジン本体
 - 3 第1過給機（排気タービン過給機）
 - 4 第2過給機（排気タービン過給機）
 - 5 パワータービン
 - 10 蒸気タービン
 - 11 排ガスエコノマイザ（排ガスボイラ）
 - 25 タービン発電機

請求の範囲

[請求項1]

エンジン本体から導かれた排気ガスによって駆動される複数の排気タービン過給機と、

これら排気タービン過給機の上流側から抽気された排ガスによって駆動されるパワータービンと、

該パワータービンの回転軸に接続され、前記エンジン本体の排ガスを用いた排ガスボイラによって生成された蒸気によって駆動される蒸気タービンと、

前記パワータービンおよび前記蒸気タービンの回転軸に接続された発電機と、

前記排気タービン過給機、前記パワータービン及び前記蒸気タービンの動作を制御する制御部と、

を備えたターボコンパウンドシステムにおいて、

前記制御部は、前記エンジン本体の機関負荷が所定値以下である場合に、前記排気タービン過給機のうちの少なくとも1台を停止させるとともに、船内需要電力がターボコンパウンドシステムの可能な最大発電出力よりも小さいときには、前記エンジン本体から抽気する排ガス量を減少させて前記パワータービンの出力を減少させるターボコンパウンドシステム。

[請求項2]

前記制御部は、需要電力が減少した場合に、前記蒸気タービンの出力と前記需要電力との差分を補うように、前記パワータービンの出力を減少させる請求項1に記載のターボコンパウンドシステム。

[請求項3]

エンジン本体から導かれた排気ガスによって駆動される複数の排気タービン過給機と、

これら排気タービン過給機の上流側から抽気された排ガスによって駆動されるパワータービンと、

該パワータービンの回転軸に接続され、前記エンジン本体の排ガスを用いた排ガスボイラによって生成された蒸気によって駆動される蒸

気タービンと、

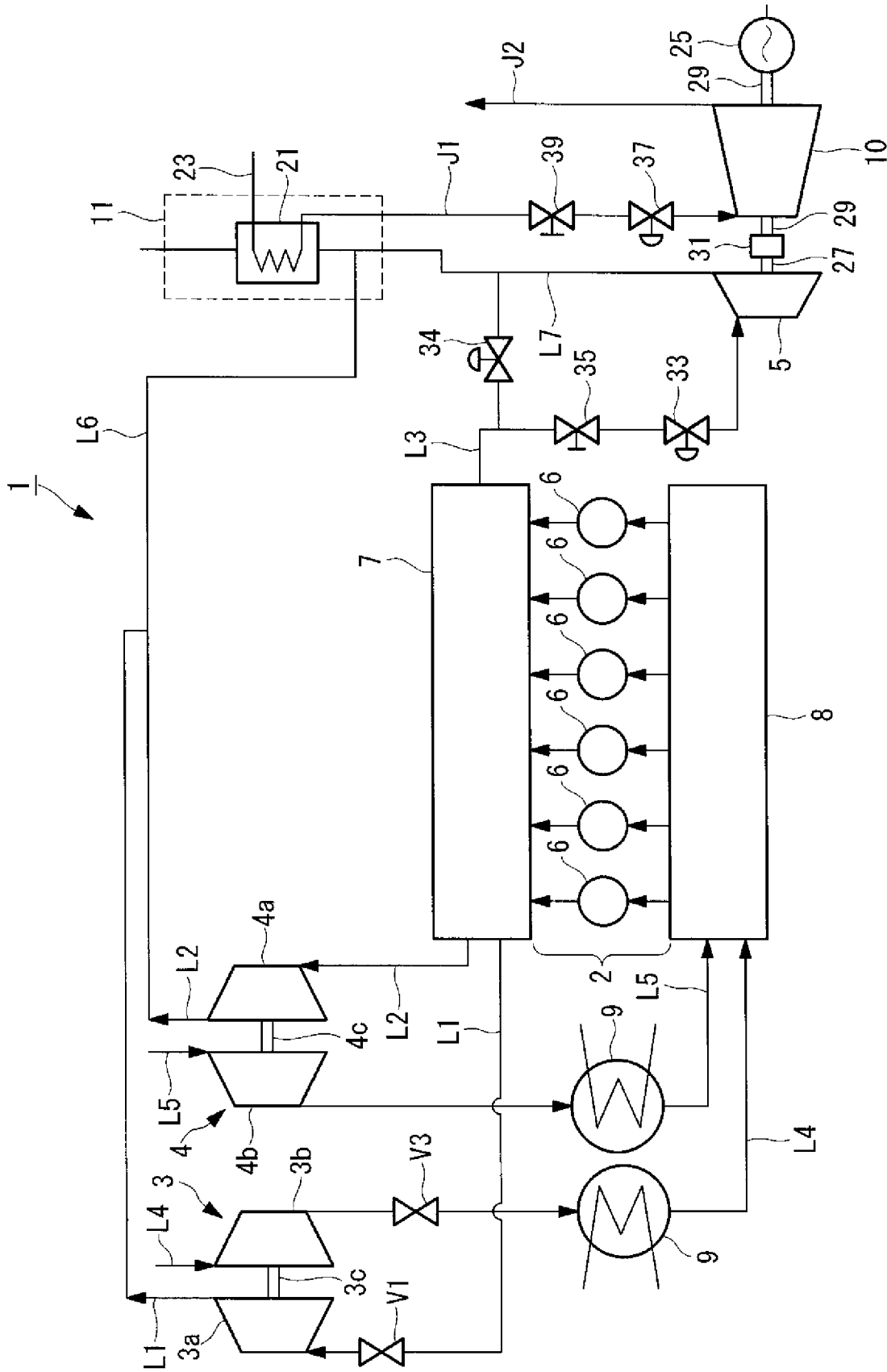
前記パワータービンおよび前記蒸気タービンの回転軸に接続された発電機と、

前記排気タービン過給機、前記パワータービン及び前記蒸気タービンの動作を制御する制御部と、

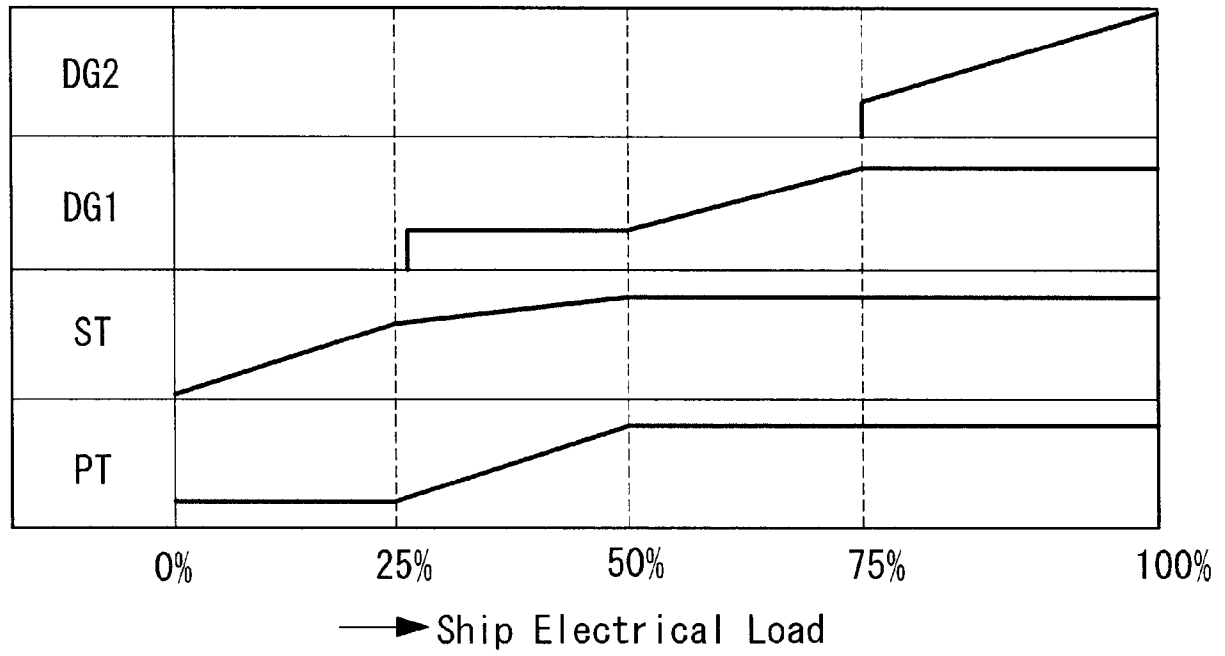
を備えたターボコンパウンドシステムの運転方法において、

前記制御部は、前記エンジン本体の機関負荷が所定値以下である場合に、前記排気タービン過給機のうちの少なくとも1台を停止させるとともに、船内需要電力がターボコンパウンドシステムの可能な最大発電出力よりも小さいときには、前記エンジン本体から抽気する排ガスを減少させて前記パワータービンの出力を減少させるターボコンパウンドシステムの運転方法。

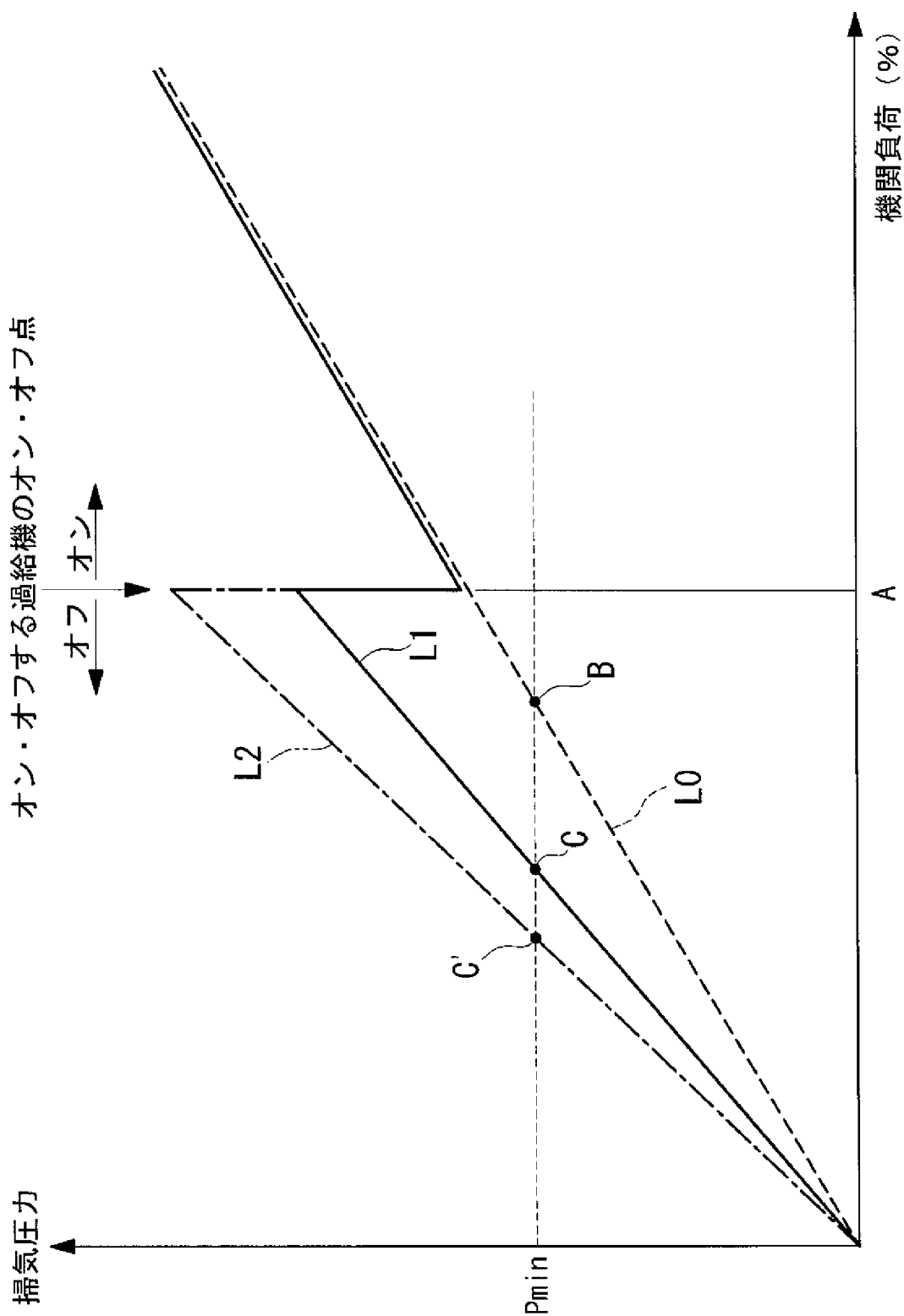
[図1]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/068634

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F01K23/10(2006.01)i, F01D15/04(2006.01)i, F01D15/10(2006.01)i, F01K15/04(2006.01)i, F01N5/04(2006.01)i, F02B37/007(2006.01)i, F02G5/02(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)

F01K23/10, F01D15/04, F01D15/10, F01K15/04, F01N5/04, F02B37/007, F02G5/02

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 200598/1984 (Laid-open No. 113196/1986) (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 17 July 1986 (17.07.1986), page 14, line 10 to page 15, line 4; fig. 1, 2, 10 (Family: none)	1-3
Y	JP 63-183225 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 28 July 1988 (28.07.1988), page 1, lower right column, lines 2 to 6; fig. 1 (Family: none)	1-3

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
07 January, 2011 (07.01.11)

Date of mailing of the international search report
25 January, 2011 (25.01.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/068634

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 61-244806 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 31 October 1986 (31.10.1986), fig. 1 (Family: none)	1-3
A	JP 63-302138 A (MAN B & W Diesel GmbH), 09 December 1988 (09.12.1988), page 3, upper right column, lines 5 to 9; fig. 1, 2 & DE 88005288 U & DE 88005288 U1 & CH 674549 A	1-3
A	WO 2008/135059 A1 (MAN DIESEL A/S), 13 November 2008 (13.11.2008), fig. 1 & JP 2010-513766 A & CN 101553648 A	1-3
A	JP 3-164526 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 16 July 1991 (16.07.1991), fig. 1 (Family: none)	1-3
A	JP 1-195924 A (MAN B & W Diesel GmbH), 07 August 1989 (07.08.1989), page 5, upper right column, lines 1 to 9; fig. 1, 2 & DE 3729117 C & DE 3729117 C1 & FR 2619857 A & CH 675452 A	1-3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F01K23/10(2006.01)i, F01D15/04(2006.01)i, F01D15/10(2006.01)i, F01K15/04(2006.01)i, F01N5/04(2006.01)i, F02B37/007(2006.01)i, F02G5/02(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 (IPC))

Int.Cl. F01K23/10, F01D15/04, F01D15/10, F01K15/04, F01N5/04, F02B37/007, F02G5/02

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011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	日本国実用新案登録出願59-200598号(日本国実用新案登録出願公開61-113196号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(川崎重工業株式会社)1986.07.17, 第14頁第10行-第15頁第4行、第1、2、10図(ファミリーなし)	1-3
Y	JP 63-183225 A (石川島播磨重工業株式会社) 1988.07.28, 第1頁右下欄第2-6行、第1図(ファミリーなし)	1-3

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、一般的な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

07.01.2011

国際調査報告の発送日

25.01.2011

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 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)	3 T	4 0 1 9
石黒 雄一		
電話番号 03-3581-1101 内線 3395		

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
A	JP 61-244806 A (三菱重工業株式会社) 1986. 10. 31, 第1図 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 63-302138 A (エム・アー・エヌ・ベー・ウント・ヴェー・デーゼル・ゲゼルシャフト・ミット・ベシユレンクテル・ハフツング) 1988. 12. 09, 第3頁右上欄第5-9行、第1、2図 & DE 88005288 U & DE 88005288 U1 & CH 674549 A	1-3
A	WO 2008/135059 A1 (MAN DIESEL A/S) 2008. 11. 13, 第1図 & JP 2010-513766 A & CN 101553648 A	1-3
A	JP 3-164526 A (三菱重工業株式会社) 1991. 07. 16, 第1図 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 1-195924 A (エム・アー・エヌ・ベー・ウント・ヴェー・デーゼル・ゲゼルシャフト・ミット・ベシユレンクテル・ハフツング) 1989. 08. 07, 第5頁右上欄第1-9行、第1、2図 & DE 3729117 C & DE 3729117 C1 & FR 2619857 A & CH 675452 A	1-3