

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 12 月 18 日(18.12.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/199643 A1

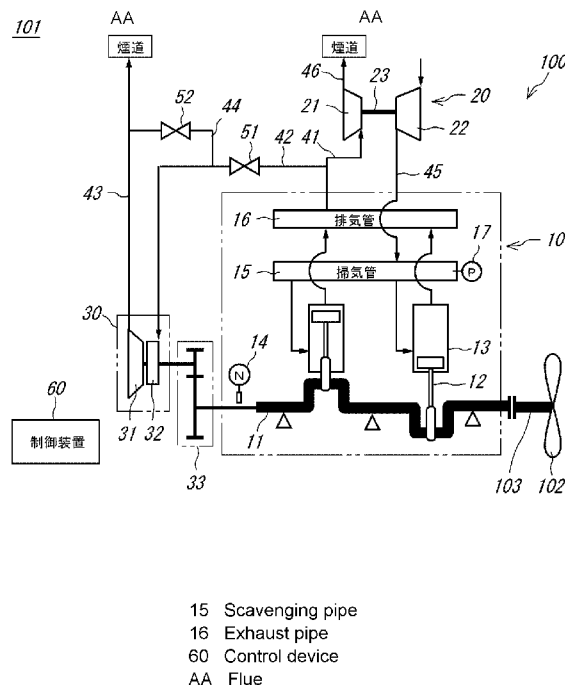
- (51) 国際特許分類:
F02B 41/10 (2006.01) *F02B 37/12* (2006.01)
F01N 5/04 (2006.01) *F02B 37/24* (2006.01)
F02B 37/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/003146
- (22) 国際出願日: 2014 年 6 月 12 日(12.06.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-125277 2013 年 6 月 14 日(14.06.2013) JP
特願 2013-125278 2013 年 6 月 14 日(14.06.2013) JP
- (71) 出願人: 川崎重工業株式会社 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町 3 丁目 1 番 1 号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 久保 貴士 (KUBO, Takashi). 西 誠司 (NISHI, Seiji).

- (74) 代理人: 特許業務法人 有古特許事務所 (PATENT CORPORATE BODY ARCO PATENT OFFICE); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町 1 2 3 番地の 1 貿易ビル 3 階 Hyogo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,

[続葉有]

(54) Title: ENGINE SYSTEM, AND SHIP

(54) 発明の名称: エンジンシステム及び船舶



(57) Abstract: An engine system (100), wherein: when the amount of the exhaust gas discharged from the engine body (10) has reduced, the ratio of the amount of an exhaust gas supplied to a supercharger (20) relative to the amount of the exhaust gas discharged from an engine body (10) is increased by decreasing the area of an opening in a variable nozzle (32); and when the amount of the exhaust gas discharged from the engine body (10) has become greater, the ratio of the amount of the exhaust gas supplied to the supercharger (20) relative to the amount of the exhaust gas discharged from the engine body (10) is decreased by increasing the area of the opening in the variable nozzle (32).

(57) 要約: エンジンシステム (100) は、エンジン本体 (10) から排出される排気ガスの量が減少したとき、可変ノズル (32) の開口面積を小さくすることで、エンジン本体 (10) から排出される排気ガスの量に対する過給機 (20) に供給される排気ガスの量の割合を大きくするとともに、エンジン本体 (10) から排出される排気ガスの量が増加したとき、可変ノズル (32) の開口面積を大きくすることで、エンジン本体 (10) から排出される排気ガスの量に対する過給機 (20) に供給される排気ガスの量の割合を小さくする。

WO 2014/199643 A1



NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI 添付公開書類:

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称： エンジンシステム及び船舶

技術分野

[0001] 本発明は、廃熱エネルギーを効率的に回収するエンジンシステムに関する。

背景技術

[0002] 排気ガスのエネルギーによって駆動される過給機とパワータービンの両方を備えるエンジンシステム（例えば、特許文献1参照）では、過給機側へ必要な量の排気ガスを優先的に供給し、残りの排気ガスをパワータービン側へ供給するという制御が行われる。

[0003] また、過給機とパワータービンの両方を備えるエンジンシステムでは、パワータービン側へ供給する排気ガスの流路に開閉弁を設け、運転条件に応じてその開閉弁を閉じてパワータービン側へ排気ガスが流れないように制御する場合がある。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平10-169455号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記の過給機側へ排気ガスを優先的に供給するような制御が行われるエンジンシステムでは、エンジン本体から排出される排気ガスの量の変動によって最も影響を受けるのはパワータービンであり、パワータービンの設定が問題となる。例えば、パワータービンは、エンジン本体が通常運転のときに高効率となるように設定されるのが合理的であるが、この場合、通常運転時よりも多くの排気ガスが供給されると、パワータービン回転数が許容値を超えないように排気ガスの一部を捨てることになる。このような運用は、廃熱エネルギーを十分回収できているとは言えない。また、当然ながら、エンジンシステムにはシステムの簡素化が求められている。

[0006] また、パワータービン側へ排気ガスが流れないようにする制御については、上記の開閉弁を閉じて排気ガスがパワータービンに流れないようにしても、パワータービンがエンジン本体に連結されている場合は、パワータービンはエンジン本体によって駆動される。このとき、パワータービンは送風機のように働いて、気体を搬送しようとするが、上記の開閉弁が閉じていることで気体が流れなくなってしまう。そのため、パワータービンを駆動するのに大きな力が必要となり、エンジン本体に大きな負荷となってしまう。

[0007] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、廃熱エネルギーを効率よく回収することができ、かつ、システムの簡素化を図ることができるエンジンシステムを提供することを目的としている。

[0008] また、本発明は、パワータービンが排気ガスによって駆動されないときに、エンジン本体に過度の負荷が生じるのを抑えることを目的としている。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の一の形態に係るエンジンシステムは、エンジン本体と、前記エンジン本体から排出された排気ガスによって駆動される過給機と、前記エンジン本体から排出された排気ガスによって駆動されるパワータービンと、前記エンジン本体から排出された排気ガスを前記過給機へ導く過給機入口配管と、排気エンジン本体から排出された排気ガスを前記パワータービンへ導くパワータービン入口配管と、を備え、前記パワータービンは入口側に設けられた可変ノズルを有し、前記エンジン本体から排出される排気ガスの量が減少したとき、前記可変ノズルの開口面積を小さくすることで、前記エンジン本体から排出される排気ガスの量に対する前記過給機に供給される排気ガスの量の割合を大きくするとともに、前記エンジン本体から排出される排気ガスの量が増加したとき、前記可変ノズルの開口面積を大きくすることで、前記エンジン本体から排出される排気ガスの量に対する前記過給機に供給される排気ガスの量の割合を小さくする排気ガス流量制御を行うように構成されている。

[0010] 通常、可変ノズルはその開口面積を変化させることで排ガス量に応じてタ

ービン（上記の構成ではパワータービン）の効率を向上させるために用いられる。上記の構成によれば、この可変ノズルの開口面積の変化によって過給機に供給する排気ガスの量も同時に調整している。つまり、上記の構成によれば、排ガス量に応じて廃熱エネルギーを効率よく回収する制御と、過給機に適切な量の排気ガスを供給する制御の両方の制御を可変ノズルによって行うことができる。よって、上記のエンジンシステムによれば、廃熱エネルギーを効率よく回収することができ、かつ、システムの簡素化を図ることができる。

[0011] 上記のエンジンシステムにおいて、前記パワータービン入口配管は、前記過給機入口配管から分岐しており、前記過給機入口配管内の排気ガスの一部を前記パワータービンへ導くように構成されていてもよい。

[0012] また、上記のエンジンシステムにおいて、前記エンジン本体は前記過給機で昇圧した新気を收容する掃気管を有しており、前記排気ガス流量制御は、前記掃気管内の圧力が所定の下限值よりも小さいときには前記可変ノズルの開度を小さくするとともに、前記掃気管内の圧力が所定の上限值よりも大きいときには前記可変ノズルの開度を大きくすることで行われてもよい。かかる構成によれば、掃気管内の圧力に基づいて可変ノズルが開閉されるため、より確実かつ容易に過給機へ適正な量の排気ガスを供給することができる。

[0013] また、上記のエンジンシステムにおいて、前記所定の下限值及び前記所定の上限值は、前記エンジン本体の負荷が大きくなるに従って大きくなるように設定されていてもよい。かかる構成によれば、エンジン負荷に応じて、掃気管内の圧力の上限值及び下限値を適切に設定することができる。

[0014] さらに、本発明の他の形態に係るエンジンシステムは、エンジン本体と、前記エンジン本体から排出された排気ガスによって駆動される過給機と、前記エンジン本体から排出された排気ガスによって駆動され、前記エンジン本体のクランク軸に連結されているパワータービンと、前記エンジン本体から排出された排気ガスを前記過給機へ導く過給機入口配管と、前記エンジン本体から排出された排気ガスを前記パワータービンへ導くパワータービン入口

配管と、前記パワータービン入口配管に設けられ、前記エンジン本体の運転条件に応じて開閉する開閉弁と、前記パワータービン入口配管のうち前記開閉弁よりも下流側の部分に連結され、前記パワータービン入口配管から気体を抽出する抽気配管と、前記抽気配管に設けられた抽気弁と、を備え、前記エンジン本体が正回転であってかつ前記エンジン本体の負荷が所定の切換負荷よりも大きい第1条件のとき、前記開閉弁を開くとともに前記抽気弁を閉じ、前記エンジン本体が逆回転のとき又は前記エンジン本体の負荷が前記所定の切換負荷よりも小さい第2条件のとき、前記開閉弁を閉じるか又は前記第1条件における前記開閉弁の開度よりも小さい小開度とするとともに前記抽気弁を開くように構成されている。

[0015] かかる構成によれば、パワータービンが排気ガスによって駆動されないときに、パワータービンがエンジン本体のクランク軸によって駆動されたとしても、パワータービンを通過した気体は、抽気配管から抽気されるため、パワータービンを駆動するエンジン本体にとって過度の負荷が生じるのを抑えることができる。

[0016] また、上記のエンジンシステムにおいて、前記パワータービン入口配管は、前記過給機入口配管から分岐しており、前記過給機入口配管内の排気ガスの一部を前記パワータービンへ導くように構成されていてもよい。

[0017] また、上記のエンジンシステムにおいて、前記エンジン本体の負荷が上昇しているときの前記切換負荷である上昇切換負荷は、前記エンジン本体の負荷が下降しているときの前記切換負荷である下降切換負荷よりも大きく設定されていてもよい。かかる構成によれば、エンジン本体の負荷が上昇するときと下降するときの異なる特性を考慮した上で、エンジンシステムを運用することができる。よって、より適切なエンジンシステムの運用が可能となる。

[0018] また、上記のエンジンシステムにおいて、前記エンジン本体の負荷が上昇して前記上昇切換負荷よりも大きくなったとき、前記抽気弁を閉じた後に前記開閉弁を開くように構成されていてもよい。かかる構成によれば、抽気弁

を閉じるのと同時に開閉弁を開くのではなく、抽気弁を閉じた後に開閉弁を開くため、一時的にでも抵抗の小さい流路が形成されることはなく、過給機への排気ガスの供給を安定的に行うことができる。

[0019] また、上記のエンジンシステムにおいて、前記エンジン本体の負荷が下降して前記下降切換負荷よりも小さくなったとき、前記開閉弁を閉じた後に前記抽気弁を開くように構成されていてもよい。この場合も、一時的にでも抵抗の小さい流路が形成されることはなく、過給機への排気ガスの供給を安定的に行うことができる。

[0020] また、上記のエンジンシステムにおいて、前記パワータービンを通じた排気ガスを排出するパワータービン出口配管をさらに備え、前記抽気配管は、前記パワータービン出口配管に連結されており、前記パワータービン入口配管から抽出した気体を前記パワータービン出口配管に排出してもよい。かかる構成によれば、パワータービンが排気ガスによって駆動されないときに、パワータービンがエンジン本体のクランク軸によって駆動されたとしても、パワータービンを通じた気体は抽気配管を含む循環流路を循環することになるため、エンジン本体に過度の負荷が生じるのを抑えることができる。

[0021] また、上記のエンジンシステムにおいて、前記パワータービン出口配管のうち、前記抽気配管が連結する部分と前記パワータービンの間に連結されており、外気を前記パワータービン出口配管に取り込むことができる空気取込配管と、該空気取込配管に設けられた空気取込弁と、をさらに備え、前記第1条件のとき前記空気取込弁を閉じ、前記第2条件のとき前記空気取込弁を開くように構成されていてもよい。かかる構成によれば、上記循環流路内の気体が入れ替わるため、当該循環流路内の気体の温度が過上昇するのを抑えることができる。

[0022] また、上記のエンジンシステムにおいて、前記過給機を通じた排気ガスを排出する過給機出口配管をさらに備え、前記抽気配管は、前記過給機出口配管に連結されており、前記パワータービン入口配管から抽出した気体を前記過給機出口配管に排出してもよい。かかる構成によれば、そもそも上記の

ような循環流路が形成されないため、循環流路内の気体の温度が過上昇することはない。

[0023] さらに、本発明のある形態に係る船舶は、上記のうちいずれかのエンジンシステムを備えている。

発明の効果

[0024] 以上のとおり、上記の一の形態に係るエンジンシステムによれば、廃熱エネルギーを効率よく回収することができ、かつ、システムの簡素化を図ることができる。

[0025] また、他の形態に係るエンジンシステムによれば、パワータービンが排気ガスによって駆動されないときに、エンジン本体に過度の負荷が生じるのを抑えることができる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]図1は、第1実施形態に係るエンジンシステムの全体図である。

[図2]図2は、上記エンジンシステムの制御系のブロック図である。

[図3]図3は、上記エンジンシステムの制御内容を示すフローチャートである。

[図4]図4は、適正な掃気圧の範囲を示すグラフである。

[図5]図5は、第2実施形態に係るエンジンシステムの全体図である。

[図6]図6は、第3実施形態に係るエンジンシステムの全体図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、実施形態に係るエンジンシステムについて図を参照しながら説明する。以下では、全ての図面を通じて同一又は相当する要素には同じ符号を付して、重複する説明は省略する。

[0028] (第1実施形態)

<エンジンシステムの全体構成>

まず、第1実施形態に係るエンジンシステム100の全体構成について説明する。図1は、本実施形態に係るエンジンシステム100の全体図である。図1に示すように、本実施形態に係るエンジンシステム100は、船舶1

０１を航行させるためのいわゆる主機であって、エンジン本体１０と、過給機２０と、パワータービン３０と、各種配管４１～４５と、各種弁５１、５２と、を備えている。以下、これらについて順に説明する。

[0029] エンジン本体１０は、エンジンシステム１００の中心となる装置である。本実施形態のエンジン本体１０は、いわゆる低速ディーゼルエンジンである。エンジン本体１０は、先端にプロペラ１０２が取り付けられたプロペラ軸１０３を回転させるためのものであり、船舶１０１が前進する方向に推進力を発生する正回転と、船舶１０１が後進する方向に推進力を発生する逆回転を行うことができる。プロペラ軸１０３はクランク軸１１に連結されており、クランク軸１１は複数のピストン１２に連結されている。各ピストン１２はシリンダ１３内での燃料の爆発に伴って往復運動し、各ピストン１２の往復運動によってクランク軸１１は回転する。なお、エンジン本体１０には、クランク軸１１の回転数、すなわちエンジン本体１０の回転数を計測するエンジン回転計１４が設けられている。

[0030] また、エンジン本体１０は、各シリンダ１３の上流側に共通の掃気管１５と、各シリンダ１３の下流側に共通の排気管１６を備えている。掃気管１５は、過給機２０で圧縮された空気を一旦溜めて各シリンダ１３へ供給する。掃気管１５には、掃気管１５内の圧力（以下、「掃気圧」と称す）を計測する掃気圧計１７が設けられている。排気管１６は、シリンダ１３から排出された排気ガスを一端溜めて過給機２０及びパワータービン３０へ供給する。エンジン本体１０は、掃気管１５及び排気管１６を備えることで、各シリンダ１３の燃焼サイクルによって生じる脈動を抑えることができる。なお、エンジン本体１０の負荷（以下、「エンジン負荷」と称す）が大きくなると、それに伴ってエンジン本体１０から排出される排気ガスの量も増えることになる。

[0031] 過給機２０は、外部から取り込んだ空気を圧縮してエンジン本体１０に供給する装置である。過給機２０は、タービン部２１と、コンプレッサ部２２とを有している。エンジン本体１０（排気管１６）から排出された排気ガス

は、タービン部 2 1 に供給される。タービン部 2 1 は、排気管 1 6 から供給された排気ガスのエネルギーを利用して回転する。タービン部 2 1 を通過した排気ガスは過給機出口配管 4 6 を介して煙道へ導かれる。コンプレッサ部 2 2 は、連結軸 2 3 を介してタービン部 2 1 と連結されている。そのため、タービン部 2 1 が回転するのに伴って、コンプレッサ部 2 2 も回転する。コンプレッサ部 2 2 は、外部から取り込んだ空気を圧縮し、掃気管 1 5 に供給する。なお、エンジン負荷が小さいときには、エンジン本体 1 0 から排出される排気ガスの量は過給機 2 0 が必要とする量よりも少ないが、エンジン負荷が大きくなるに従ってエンジン本体 1 0 から排出される排気ガスの量は過給機 2 0 が必要とする量を超えて次第に増加していく。

[0032] パワータービン 3 0 は、排気ガスのエネルギーを利用してエンジン本体 1 0 を助勢する装置である。パワータービン 3 0 は、タービン部 3 1 と、可変ノズル 3 2 とを有している。パワータービン 3 0 に排気ガスが供給されると、タービン部 3 1 は供給された排気ガスのエネルギーによって回転する。タービン部 3 1 はエンジン本体 1 0 のクランク軸 1 1 に減速機 3 3 を介して連結されており、タービン部 2 1 の回転動力が減速機 3 3 を介してクランク軸 1 1 に伝達される。なお、排気ガスによって回転するときのパワータービン 3 0 の回転方向は一定であり、エンジン本体 1 0 が正回転する場合にのみエンジン本体 1 0 を助勢することができる。

[0033] 可変ノズル 3 2 は、パワータービン 3 0 の入口側に設けられており、環状に配置された複数の可動ベーンによって主に構成されている。この可動ベーンの角度を変えることで、可変ノズル 3 2 の開口面積（開度）を調整することができる。可変ノズル 3 2 は、開度を調整することで、タービン部 2 1 への流入速度を変えてパワータービン 3 0 を効率よく運用することができる。つまり、パワータービン 3 0 に供給される排気ガスの流量が大きい場合には可変ノズル 3 2 の開度を大きくし、パワータービン 3 0 に供給される排気ガスの流量が小さい場合には可変ノズル 3 2 の開度を小さくする。一方、可変ノズル 3 2 は、開口面積が変わるのであるから「絞り」としても機能する。

本実施形態において、可変ノズル 32 の絞りとしての機能は非常に重要である。すなわち、本実施形態では、可変ノズル 32 の開度を調整することで、単にパワータービン 30（タービン部 31）を効率よく回転させるだけでなく、過給機 20 に供給される排気ガスの量（エンジン本体 10 から排出される排気ガスの量に対する過給機 20 に供給される排気ガスの量の割合）を制御している（排気ガス流量制御）。

[0034] 本実施形態に係るエンジンシステム 100 は、過給機入口配管 41、パワータービン入口配管 42、パワータービン出口配管 43、抽気配管 44、及びエンジン入口配管 45 を備えている。このうち、過給機入口配管 41 は、排気管 16 と過給機 20 のタービン部 21 とをつないでおり、エンジン本体 10 から排出された排気ガスを過給機 20 へ導く配管である。また、パワータービン入口配管 42 は、過給機入口配管 41 から分岐してパワータービン 30 へと延びており、過給機入口配管 41 内の排気ガスの一部をパワータービン 30 へ導く配管である。また、パワータービン出口配管 43 は、パワータービン 30 の下流側に配置されており、パワータービン 30 を通過した排気ガスを煙道へ導く配管である。また、抽気配管 44 は、パワータービン入口配管 42 のうち後述する開閉弁 51 よりも下流側の部分とパワータービン出口配管 43 とを連結する配管である。また、エンジン入口配管 45 は、過給機 20 のコンプレッサ部 22 と掃気管 15 をつないでおり、過給機 20 で圧縮した空気を掃気管 15 へ導く配管である。

[0035] 開閉弁 51 は、パワータービン入口配管 42 に設けられた弁である。開閉弁 51 は、エンジン本体 10 が逆回転のとき（船舶 101 が後進するとき）、及び、エンジン負荷が小さいときに閉じられる。エンジン本体 10 が逆回転しているときには、パワータービン 30 とエンジン本体 10（クランク軸 11）とは互いに抵抗となる方向に回転するため、開閉弁 51 を閉じてパワータービン 30 への排気ガスの流れを止め、パワータービン 30 が駆動しないようにしている。また、エンジン負荷が小さいときには、エンジン本体 10 から排出される排気ガスの量が少ないため、全ての排気ガスを過給機 20

に供給しなければ、エンジン本体 10 の燃焼室部材の温度が上昇する。そのため、エンジン負荷が小さいときには、開閉弁 51 を閉じることでエンジン本体 10 から排出された排気ガスを全て過給機 20 に供給している。なお、本実施形態の開閉弁 51 は「開」と「閉」の 2 つの状態を維持できる弁であれば十分であるが、開度を調整できる弁であってもよい。

[0036] 抽気弁 52 は、抽気配管 44 に設けられた弁である。前述した開閉弁 51 を閉じたときパワータービン 30 は排気ガスによって駆動されることはないが、パワータービン 30 とクランク軸 11 は連結されているため、エンジン本体 10 が回転している間は、パワータービン 30 はクランク軸 11（エンジン本体 10）によって駆動される。このとき、パワータービン 30 は送風機のような働きをする。本実施形態では、開閉弁 51 を閉じたときには抽気弁 52 を開くことで、パワータービン 30 を通過した気体が循環する循環流路を形成している（循環流路形成制御）。つまり、開閉弁 51 が閉じたときに抽気弁 52 を開くことにより、エンジン本体 10 が正回転する場合及び逆回転する場合のいずれも、気体はパワータービン出口配管 43、パワータービン 30、パワータービン入口配管 42、抽気配管 44、パワータービン出口配管 43 の順に流れ、図 1 でいえば反時計回りの循環流路が形成される。

[0037] 仮に、抽気配管 44 及び抽気弁 52 がなく、開閉弁 51 を閉じたときに循環流路が形成されない場合には、次のような問題が生じる。エンジン本体 10 が正回転する場合及び逆方回転する場合のいずれであっても、パワータービン 30 はパワータービン出口配管 43 内の気体をパワータービン入口配管 42 へ送ろうとする。しかしながら、開閉弁 51 が閉まっている場合には、パワータービン入口配管 42 内の圧力が次第に上がり、パワータービン 30 の前後差圧が大きくなる結果、パワータービン 30 を駆動することがエンジン本体 10 にとって大きな負荷となる。そこで、本実施形態では開閉弁 51 を閉じたときに循環流路を形成し、上記の問題を回避している。なお、本実施形態の場合、抽気弁 52 は「開」と「閉」の 2 つの状態を維持できる弁であれば十分であるが、開度を調整できる弁であってもよい。

[0038] 続いて、エンジンシステム１００の設定について説明する。上述したように、開閉弁５１が開いているときには、過給機２０への排気ガスの供給量は、可変ノズル３２の開度によって調整される。ここで、過給機２０に適正な量の排気ガスを供給するための可変ノズル３２の開度を「適正量供給開度」と呼ぶこととする。また、このとき所定量の排気ガスがパワータービン３０に供給されるが、その排気ガスの量がパワータービン３０に流れたときに最も効率よくパワータービン３０が回転できる可変ノズル３２の開度を「最高効率開度」と呼ぶこととする。そうすると、本実施形態に係るエンジンシステム１００は、この「適正量供給開度」と「最高効率開度」とが、いずれのエンジン負荷においてもほぼ一致するように（例えば、誤差が５％以内となるように）設定されている。つまり、いずれのエンジン負荷においても、可変ノズル３２の開度を調整して過給機２０に適切な量の排気ガスを供給すれば、必然的にパワータービン３０が効率よく回転するようにエンジンシステム１００が設定されている。なお、この設定は、パワータービン３０のタービン部３１のタービン翼と可変ノズル３２の組合せを変えたり、過給機２０のタービンノズル、タービン翼、コンプレッサホイール、コンプレッサディフューザなどの要目を変更することで行うことができる。

[0039] <制御系の構成>

次に、エンジンシステム１００のうち制御系の構成について説明する。エンジンシステム１００は、エンジンシステム１００全体を制御する制御装置６０を備えている。制御装置６０は、ＣＰＵ、ＲＯＭ、ＲＡＭ等によって構成されている。図２は、エンジンシステム１００の制御系のブロック図である。図２に示すように、制御装置６０は、船舶１０１を操作する運転操作盤１０４、エンジン本体１０の回転数を測定するエンジン回転計１４、シリンダ１３内への燃料の投入量を測定する燃料投入量指示計１８、及び掃気圧を測定する掃気圧計１７と電氣的に接続されている。制御装置６０は、これら各機器からの入力信号に基づいて、エンジン本体１０の回転方向、エンジン回転数、燃料投入量、掃気圧といった種々の情報を取得する。

[0040] また、制御装置 60 は、上記の各機器から入力信号に基づいて種々の演算等を行い、エンジンシステム 100 の各部を制御する。本実施形態では、制御装置 60 は、開閉弁 51、抽気弁 52、及び可変ノズル 32 と電氣的に接続されており、各入力信号に基づいて行った演算等の結果に基づいて、開閉弁 51、抽気弁 52、及び可変ノズル 32 へ制御信号を送信する。

[0041] さらに、制御装置 60 は、機能的な構成として、弁制御部 61 と、可変ノズル制御部 62 とを有している。このうち、弁制御部 61 は、開閉弁 51 及び抽気弁 52 の開閉を制御する部分であり、後述する循環流路形成制御を行う。一方、可変ノズル制御部 62 は、可変ノズル 32 の開度を決定する部分であり、後述する排気ガス流量制御を行う。以下、制御装置 60 によって行われる循環流路形成制御、及び排気ガス流量制御について順に説明する。

[0042] <循環流路形成制御>

まず、図 3 を参照して循環流路形成制御について説明する。図 3 は、エンジンシステム 100 の制御内容を示すフローチャートである。エンジンシステム 100 が運転される間、制御装置 60 は図 3 のステップ S1～S16 のサイクルを繰り返す。図 3 のうちステップ S1～S10 が、循環流路形成制御に関する部分である。循環流路形成制御は、既に概要を説明したとおり、開閉弁 51 を閉じたときに抽気弁 52 を開くことでパワータービン 30 を通過した気体の循環流路を形成する制御である。

[0043] まず、制御装置 60 は、各種情報を取得する（ステップ S1）。具体的には、制御装置 60 は、各機器からの入力信号に基づいて、エンジン本体の回転方向、エンジン回転数、燃料投入量、掃気圧を取得する。

[0044] 続いて、制御装置 60 は、エンジン本体 10 が正回転であるか否かを判定する（ステップ S2）。エンジン本体 10 が正回転の場合（ステップ S2 で YES）、ステップ S3 へ進み、エンジン本体 10 が逆回転の場合（ステップ S2 で NO）、ステップ S4 へ進む。このうちステップ S4 では、開閉弁 51 を閉じると同時に抽気弁 52 を開き、その後ステップ S1 へ戻る。このように、エンジン本体 10 が逆回転のときに開閉弁 51 を閉じるのは、パワ

ータービン30とクランク軸11が互いに動力を打ち消し合うのを避けるためである。また、開閉弁51を閉じたときに抽気弁52を開くのは、上述したように、パワータービン30を通過した気体が循環する循環流路を形成してエンジン負荷を軽減するためである。

[0045] ステップS3では、現状において、開閉弁51が閉じており、かつ、抽気弁52が開いているか否かを判定する。つまり、ステップS3では、1つ前のサイクルで開閉弁51及び抽気弁52の開閉がどう決定されたかを判定（確認）している。なお、少なくともステップS3の判定時においては、開閉弁51が開いているときは必ず抽気弁52は閉じており、開閉弁51が閉じているときは必ず抽気弁52は開いている。制御装置60は、開閉弁51が閉じており、かつ、抽気弁52が開いていると判定した場合（ステップS3でYES）、ステップS5へ進む。また、開閉弁51が開いており、かつ、抽気弁52が閉じていると判定した場合は（ステップS3でNO）、ステップS6へ進む。

[0046] ステップS5では、エンジン本体10の回転数と燃料投入量に基づいてエンジン負荷を算出し、そのエンジン負荷が上昇切換負荷以上か否かを判定する。ステップS3において開閉弁51が閉じていると判断した結果ステップS5に進んだのであるから、少なくとも1つ前のサイクルでは開閉弁51を閉じる制御がなされたといえる。開閉弁51を閉じたのは、エンジン負荷が小さく、パワータービン30に排気ガスを供給できなかったためである。そこで、ステップS5では、エンジン負荷がパワータービン30に排気ガスを供給できないほど小さい状態のままなのか、あるいはパワータービン30に排気ガスを供給できる程度にまで上昇しているかを判定している。すなわち、ステップS5における「上昇切換負荷」は、エンジン負荷が上昇して排気ガスをパワータービン30に供給できるようになるときのエンジン負荷であり、本実施形態では例えば50%負荷（エンジン本体10の最大負荷を100%としたときの50%の負荷）に設定されている。

[0047] ステップS5において、エンジン負荷が上昇切換負荷以上であるときは（

ステップS5でYES)、排気ガスをパワータービン30に供給できるようになったときであるから、開閉弁51を開き、抽気弁52を閉じる(ステップS7)。ただし、本実施形態では、開閉弁51を閉じるのと抽気弁52を開くのを同時に行うのではなく、抽気弁52を閉じた後、一定の時間をおいてから開閉弁51を開く。仮に開閉弁51を開くのと同時に抽気弁52を閉じると、開閉弁51と抽気弁52の両方が開いた状態が一時的に発生し、パワータービン入口配管42内の気体がパワータービン30を経由せずに抽気配管44を通してパワータービン出口配管43へ抜けるバイパス流路が形成される。この流路は抵抗が少ないため、多くの排気ガスがこの流路に流れ込む結果、過給機入口配管41を通過する排気ガスの量が低下する。これにより、過給機20から供給される空気の圧力が変動し、エンジン本体10が不安定になるおそれがある。これに対し、本実施形態では、抽気弁52を閉じた後に開閉弁51を開くことで、過給機20に流れる排気ガスの量が一気に減るのを抑えている。ステップS7を経た後は、ステップS11へ進む。

[0048] ステップS5において、エンジン負荷が上昇切換負荷よりも小さいときは(ステップS5でNO)、引き続き排気ガスをパワータービン30へ供給できない状態のままであるから、開閉弁51が閉じて抽気弁52が開いている状態を維持する(ステップS8)。ステップS8を経た後は、ステップS1へ戻る。

[0049] ステップS6では、ステップS1で取得したエンジン回転数と燃料投入量に基づいてエンジン負荷を算出し、そのエンジン負荷が下降切換負荷以上か否かを判定する。ステップS3において開閉弁51が開いていると判断した結果ステップS6に進んだのであるから、少なくとも1つ前のサイクルでは開閉弁51を開く制御がなされたといえる。開閉弁51を開いたのは、エンジン負荷が大きく、パワータービン30に排気ガスを供給することができたからである。これを踏まえ、ステップS6では、エンジン負荷がパワータービン30に排気ガスを供給できるほど大きい状態を維持しているのか、あるいはパワータービン30に排気ガスを供給できなくなる程度にまで低下した

のかを判定している。すなわち、ステップS 6における「下降切換負荷」は、エンジン負荷が下降して排気ガスをパワータービン30に供給できなくなったときのエンジン負荷であり、本実施形態では例えば45%負荷（エンジン本体の最大負荷を100%としたときの45%の負荷）に設定されている。なお、下降切換負荷と上昇切換負荷の値が異なるのは、いわゆるヒステリシスによるためである。

[0050] ステップS 6において、エンジン負荷が下降切換負荷以上であるときは（ステップS 6でYES）、引き続き排気ガスをエンジン本体10へ供給できる状態を維持しているのであるから、開閉弁51が開いて抽気弁52が閉じている状態を維持する（ステップS 9）。ステップS 9を経た後は、ステップS 11へ進む。

[0051] ステップS 6において、エンジン負荷が下降切換負荷よりも小さいときは（ステップS 6でYES）、排気ガスをパワータービン30に供給できなくなったときであるから、開閉弁51を閉じ、抽気弁52を開く（ステップS 10）。ただし、本実施形態では、開閉弁51を閉じると抽気弁52を開くのを同時に行うのではなく、開閉弁51を閉じた後、一定の時間をおいてから抽気弁52を開く。このように、開閉弁51を閉じた後に抽気弁52を開くのは、ステップS 7のところで説明した理由と同じであって、過給機20に流れる排気ガスの量が一気に減るのを抑えるためである。ステップS 10を経た後は、ステップS 1へ戻る。

[0052] <排気ガス流量制御>

続いて、排気ガス流量制御について説明する。図3のステップS 11～S 16が、排ガス流量制御に関する部分である。排ガス流量調整制御は、パワータービン30に設けられた可変ノズル32の開度を調整することで、過給機20に適切な量の排気ガスを供給するとともに、パワータービン30を効率的に運用する制御である。排気ガス流量制御は、ステップS 7又はステップS 9を経た後に行われる。すなわち、排気ガス流量制御は、開閉弁51が開いている状態のときにのみ行われる。なお、過給機20に適切な排気ガス

を供給できているか否かは、掃気圧によって判断することができる。すなわち、掃気圧が所定の値よりも高いときには過給機 20 に供給する排気ガスの量が過剰であり、掃気圧が所定の値よりも低いときには過給機 20 に供給する排気ガスの量が不足していると判断することができる。

[0053] まず、制御装置 60 は、適正な掃気圧の範囲を設定する（ステップ S 11）。ここで、図 4 は、適正な掃気圧の範囲を示すグラフである。図 4 の横軸はエンジン負荷であり、縦軸は掃気圧である。図中の 2 本の直線のうち、上の直線が上限掃気圧を示しており、下の線が下限掃気圧を示している。この 2 本の直線に挟まれた部分が適正な掃気圧の範囲である。例えば、図 4 に示すように、エンジン負荷が L_1 であったときには、下限掃気圧は P_L となり、上限掃気圧は P_H となる。下限掃気圧及び上限掃気圧は、エンジン負荷によって異なり、エンジン負荷が大きくなるに従って大きく設定される。実際のステップ S 11 では、図 4 の直線を表す数式を用いて、適正な掃気圧の範囲を算出する。

[0054] 続いて、制御装置 60 は、ステップ S 1 で取得した実際の掃気圧が適正範囲内にあるか否かを判定する（ステップ S 12）。すなわち、実際の掃気圧がステップ S 11 で設定した下限掃気圧よりも大きく、かつ、上限掃気圧よりも小さいか否かを判定する。掃気圧が適正範囲内にあれば（ステップ S 12 で YES）、可変ノズル 32 の開度を維持し（ステップ S 13）、ステップ S 1 へ戻る。可変ノズル 32 の開度を変更しなくとも、過給機 20 には適正な量の排気ガスが供給されているからである。また、上述したように、可変ノズル 32 の開度を調整して過給機 20 に適切な量の排気ガスが供給されているときには、必然的にパワータービン 30 が効率よく駆動される。

[0055] 一方、掃気圧が適正範囲内になければ（ステップ S 12 で NO）、実際の掃気圧が適正範囲よりも大きいのか否かを判定する（ステップ S 14）。すなわち、実際の掃気圧が上限掃気圧よりも大きいのか否かを判定する。掃気圧が適正範囲よりも大きい場合（ステップ S 14 で YES）、可変ノズル 32 の開度を大きくし（ステップ S 15）、ステップ S 1 へ戻る。この場合、過給

機 20 には必要以上の排気ガスが流れているのであるから、可変ノズル 32 の開度を大きくして過給機 20 側に流れる排気ガスの量を減らす制御を行う。つまり、エンジン本体 10 から排出される排気ガスの量に対する過給機 20 に供給される排気ガスの量の割合を小さくする。また、このように制御すると、過給機 20 に適切な量の排気ガスを供給することになるから、必然的にパワータービン 30 も効率よく駆動される。

[0056] ステップ S 14 において、実際の掃気圧が適正範囲よりも大きくないと判定した場合（ステップ S 14 で NO）、可変ノズル 32 の開度を小さくし（ステップ S 16）、ステップ S 1 へ戻る。この場合、実際の掃気圧が適正範囲よりも大きくないのであるから、実際の掃気圧は適正範囲よりも小さい（下限掃気圧よりも小さい）ことになる。そうすると、過給機 20 には排気ガスの量が不足しているのであるから、可変ノズル 32 の開度を小さくして過給機 20 側に流れる排気ガスの量を増やす制御を行う。つまり、エンジン本体 10 から排出される排気ガスの量に対する過給機 20 に供給される排気ガスの量の割合を大きくする。また、このように制御すると、過給機 20 に適切な量の排気ガスを供給することになるから、必然的にパワータービン 30 も効率よく駆動される。

[0057] 以上のとおり、本実施形態に係るエンジンシステム 100 は、抽気配管 44 と抽気弁 52 を備えており、開閉弁 51 が閉じたときに抽気弁 52 を開いてパワータービン 30 を通過する気体の循環流路を形成するように構成されている。そのため、開閉弁 51 が閉じたときに、パワータービン 30 がクラנק軸 11 によって駆動されたとしても、パワータービン 30 の前後差圧が大きくなりすぎず、エンジン本体 10 に過度の負荷が生じるのを抑えることができる。

[0058] また、本実施形態に係るエンジンシステム 100 は、パワータービン 30 が有する可変ノズル 32 によって、パワータービン 30 の効率を向上させるだけでなく、過給機 20 へ供給する排気ガスの量を調整することができる。そのため、エンジンシステム 100 全体の制御及び構成の簡略化を図ること

ができる。

[0059] (第1実施形態の変形例)

以上では、エンジン本体10が正回転であってかつエンジン本体10の負荷が所定の切換負荷よりも大きい（以下、「第1条件」と称す）とき開閉弁51を開き、エンジン本体10が逆回転のとき又はエンジン本体10の負荷が切換負荷よりも小さい（以下、「第2条件」と称す）とき開閉弁51を閉じる（全閉する）場合について説明した。ただし、第2条件のときには、開閉弁51を閉じるのではなく小開度としてもよい。すなわち、図3のフローチャートのステップS3、S8の「開閉弁が閉」を「開閉弁が小開度」と読み替え、ステップS4、S8、S10の「開閉弁を閉じ」を「開閉弁を小開度とし」と読み替えた制御を行ってもよい。

[0060] ここでいう「小開度」は、第1条件時における開閉弁51の開度よりも小さい開度であって、第1小開度と第2小開度が含まれる。第1小開度は、開閉弁51を通過した排気ガスが、パワータービン30によって搬送される状態とパワータービン30を駆動する状態の境界にあるときの開閉弁51の開度である。また、第2小開度は、第1小開度よりも小さく、循環流路にわずかに排気ガスが流入する状態のときの開閉弁51の開度である。

[0061] 前述したように、開閉弁51を閉じて抽気弁52を開けると、パワータービン30を通過した気体は循環流路を通して再度パワータービン30を通過するが、場合によっては循環流路内の気体の温度がパワータービン30からエネルギーを受けて過上昇するおそれがある。一方、第2条件のときに、開閉弁51を第1小開度又はこれに近い開度にすると、循環流路内の気体がパワータービン30から受けるエネルギーは減少し、循環流路内の気体の温度が過上昇するのを抑えることができる。また、第2条件のときに、開閉弁51を第2小開度としたときには、排気ガスがわずかに循環流路に流れ込んで、循環流路の気体が入れ替わるため、循環流路内の気体の温度が過上昇するのを抑えることができる。

[0062] (第2実施形態)

次に、図5を参照して、第2実施形態について説明する。図5は、第2実施形態に係るエンジンシステム200の全体図である。図5に示すように、本実施形態に係るエンジンシステム200は、空気取込配管47と、空気取込弁53と、パワータービン出口弁54とを備えている点で、第1実施形態に係るエンジンシステム100と構成が異なる。それ以外の点は、第1実施形態に係るエンジンシステム100と基本的に同じ構成である。

[0063] 空気取込配管47は、パワータービン出口配管43のうち、抽気配管44が連結している部分とパワータービン30の間に連結されており、外気をパワータービン出口配管43に取り込めるように構成されている。また、空気取込弁53は、空気取込配管47に設けられており、その開閉は制御装置60によって制御される。さらに、パワータービン出口弁54は、パワータービン出口配管43のうち、抽気配管44が連結している部分と空気取込配管47が連結されている部分の間に設けられており、その開閉は制御装置60によって制御される。

[0064] そして、本実施形態の循環流路形成制御では、開閉弁51を開けて抽気弁52を閉じたとき（第1条件のとき）空気取込弁53を閉じるとともに、開閉弁51を閉じて抽気弁52を開けたとき（第2条件のとき）空気取込弁53を開くように構成されている。

[0065] 本実施形態に係るエンジンシステム200は上記のように構成されているため、開閉弁51が閉じて抽気弁52が開くことで、気体がパワータービン30を通過する循環流路を循環する場合にも、外気が空気取込配管47を介してパワータービン出口配管43に取り込まれるため、循環流路の気体（空気及び排気ガス）が入れ替わり、環流路内の気体の温度が過上昇を抑えることができる。

[0066] なお、パワータービン出口弁54は、開閉弁51を開けて抽気弁52を閉じたとき（第1条件のとき）には開けられ、開閉弁51を閉じて抽気弁52を開けたとき（第2条件のとき）には閉じられる。このように制御することで、空気取込配管47を介してパワータービン出口配管43に外気を取り込

む際、これに伴って煙道から排気ガスが取り込まれてしまうのを防ぐことができる。これにより、環流路内の気体の温度が過上昇するのをより一層抑えることができる。

[0067] (第3実施形態)

次に、図6を参照して、第3実施形態について説明する。図6は、第3実施形態に係るエンジンシステム300の全体図である。図6に示すように、本実施形態に係るエンジンシステム300は、抽気配管44及びパワータービン出口配管43の連結位置が、第1実施形態に係るエンジンシステム100の場合と異なる。それ以外の点は、第1実施形態に係るエンジンシステム100と基本的に同じ構成である。

[0068] 本実施形態では、パワータービン出口配管43は、過給機出口配管46に連結されている。そのため、パワータービン30を通過した排気ガスは、パワータービン出口配管43及び過給機出口配管46を介して、煙道に導かれる。また、抽気配管44は、パワータービン入口配管42のうち開閉弁51よりも下流側の部分と、過給器出口配管46のうちパワータービン出口配管が連結されている部分よりも下流側の部分とを連結している。

[0069] 本実施形態に係るエンジンシステム300は、以上のように構成されているため、開閉弁51が閉じて抽気弁52を開いたとき、第1実施形態のような循環流路は形成されず、パワータービン入口配管42から抽出した気体は過給機出口配管46に排出される。そのため、パワータービン30を通過した気体が再度パワータービン30を通過することはない、パワータービン30のエネルギーによって気体の温度が徐々に上昇して過上昇となるようなことはない。

[0070] 以上、実施形態について図を参照して説明したが、具体的な構成はこれらの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計の変更等があっても本発明に含まれる。

[0071] なお、エンジンシステムの一部の部品が破損するなどして過給機やパワータービンが危険回転数に達したり、掃気圧が危険掃気圧に達したりするよう

な異常な場合には、以上で説明したエンジンシステムの動作が行われない場合もある。しかしながら、正常時において本発明に係る制御が行われるのであれば、そのエンジンシステムは本発明に含まれることは言うまでもない。

[0072] 実施形態に係るエンジンシステムは、パワータービンが減速機を介してクランク軸に常に連結されているが、例えば、減速機とクランク軸の間にクラッチを設け、パワータービンとクランク軸の連結を解除できるように構成されていたとしても、パワータービンとクランク軸が連結されたままであれば、開閉弁が閉じられたときには同じようにエンジン本体に過剰な負荷がかかるという問題が発生する。

[0073] また、以上では、パワータービン入口配管が、過給機入口配管から分岐している場合について説明したが、パワータービン入口配管と過給機入口配管は独立して形成されており、それぞれが排気管から過給機へ又は排気管からパワータービンへ排気ガスを搬送するように構成されていてもよい。

[0074] さらに、上記の実施形態では、エンジンシステムが船舶に搭載されている場合について説明したが、発電設備に用いるエンジンシステムであっても、本発明の構成を備えるのであれば当然ながら本発明に含まれる。

産業上の利用可能性

[0075] 本発明の一形態に係るエンジンシステムは、廃熱エネルギーを効率よく回収することができ、かつ、システムの簡素化を図ることができる。また、本発明の他の形態に係るエンジンシステムは、パワータービンが排気ガスによって駆動されないときに、エンジン本体に過度の負荷が生じるのを抑えることができる。そのため、本発明のエンジンシステムは、エンジンシステムの技術分野において有益である。

符号の説明

[0076] 1 0 エンジン本体
1 1 クランク軸
1 5 掃気管
2 0 過給機

- 3 0 パワータービン
- 3 2 可変ノズル
- 4 1 過給機入口配管
- 4 2 パワータービン入口配管
- 4 3 パワータービン出口配管
- 4 4 抽気配管
- 4 7 空気取込配管
- 5 1 開閉弁
- 5 2 抽気弁
- 5 3 空気取込弁
- 1 0 0、2 0 0、3 0 0 エンジンシステム
- 1 0 1 船舶

請求の範囲

[請求項1]

エンジン本体と、
前記エンジン本体から排出された排気ガスによって駆動される過給機と、
前記エンジン本体から排出された排気ガスによって駆動されるパワータービンと、
前記エンジン本体から排出された排気ガスを前記過給機へ導く過給機入口配管と、
排気エンジン本体から排出された排気ガスを前記パワータービンへ導くパワータービン入口配管と、を備え、
前記パワータービンは入口側に設けられた可変ノズルを有し、
前記エンジン本体から排出される排気ガスの量が減少したとき、前記可変ノズルの開口面積を小さくすることで、前記エンジン本体から排出される排気ガスの量に対する前記過給機に供給される排気ガスの量の割合を大きくするとともに、前記エンジン本体から排出される排気ガスの量が増加したとき、前記可変ノズルの開口面積を大きくすることで、前記エンジン本体から排出される排気ガスの量に対する前記過給機に供給される排気ガスの量の割合を小さくする排気ガス流量制御を行うように構成されている、エンジンシステム。

[請求項2]

前記パワータービン入口配管は、前記過給機入口配管から分岐しており、前記過給機入口配管内の排気ガスの一部を前記パワータービンへ導くように構成されている、請求項1に記載のエンジンシステム。

[請求項3]

前記エンジン本体は前記過給機で昇圧した新気を收容する掃気管を有しており、

前記排気ガス流量制御は、前記掃気管内の圧力が所定の下限值よりも小さいときには前記可変ノズルの開度を小さくするとともに、前記掃気管内の圧力が所定の上限值よりも大きいときには前記可変ノズルの開度を大きくすることで行われる、請求項1又は2に記載のエンジ

ンシステム。

[請求項4] 前記所定の下限值及び前記所定の上限値は、前記エンジン本体の負荷が大きくなるに従って大きくなるように設定される、請求項3に記載のエンジンシステム。

[請求項5] エンジン本体と、
前記エンジン本体から排出された排気ガスによって駆動される過給機と、
前記エンジン本体から排出された排気ガスによって駆動され、前記エンジン本体のクランク軸に連結されているパワータービンと、
前記エンジン本体から排出された排気ガスを前記過給機へ導く過給機入口配管と、
前記エンジン本体から排出された排気ガスを前記パワータービンへ導くパワータービン入口配管と、
前記パワータービン入口配管に設けられ、前記エンジン本体の運転条件に応じて開閉する開閉弁と、
前記パワータービン入口配管のうち前記開閉弁よりも下流側の部分に連結され、前記パワータービン入口配管内の気体を抽出する抽気配管と、
前記抽気配管に設けられた抽気弁と、を備え、
前記エンジン本体が正回転であってかつ前記エンジン本体の負荷が所定の切換負荷よりも大きい第1条件のとき、前記開閉弁を開くとともに前記抽気弁を閉じ、
前記エンジン本体が逆回転のとき又は前記エンジン本体の負荷が前記所定の切換負荷よりも小さい第2条件のとき、前記開閉弁を閉じるか又は前記第1条件における前記開閉弁の開度よりも小さい小開度とするとともに前記抽気弁を開くように構成されている、エンジンシステム。

[請求項6] 前記パワータービン入口配管は、前記過給機入口配管から分岐して

おり、前記過給機入口配管内の排気ガスの一部を前記パワータービンへ導くように構成されている、請求項5に記載のエンジンシステム。

[請求項7] 前記エンジン本体の負荷が上昇しているときの前記切換負荷である上昇切換負荷は、前記エンジン本体の負荷が下降しているときの前記切換負荷である下降切換負荷よりも大きく設定されている、請求項5又は6に記載のエンジンシステム。

[請求項8] 前記エンジン本体の負荷が上昇して前記上昇切換負荷よりも大きくなったとき、前記抽気弁を閉じた後に前記開閉弁を開くように構成されている、請求項7に記載のエンジンシステム。

[請求項9] 前記エンジン本体の負荷が下降して前記下降切換負荷よりも小さくなったとき、前記開閉弁を閉じた後に前記抽気弁を開くように構成されている、請求項7又は8に記載のエンジンシステム。

[請求項10] 前記パワータービンを通じた排気ガスを排出するパワータービン出口配管をさらに備え、

前記抽気配管は、前記パワータービン出口配管に連結されており、前記パワータービン入口配管から抽出した気体を前記パワータービン出口配管に排出する、請求項5乃至9のうちいずれか一の項に記載のエンジンシステム。

[請求項11] 前記パワータービン出口配管のうち、前記抽気配管が連結する部分と前記パワータービンの間に連結されており、外気を前記パワータービン出口配管に取り込むことができる空気取込配管と、該空気取込配管に設けられた空気取込弁と、をさらに備え、

前記第1条件のとき前記空気取込弁を閉じ、前記第2条件のとき前記空気取込弁を開くように構成されている、請求項10に記載のエンジンシステム。

[請求項12] 前記過給機を通じた排気ガスを排出する過給機出口配管をさらに備え、

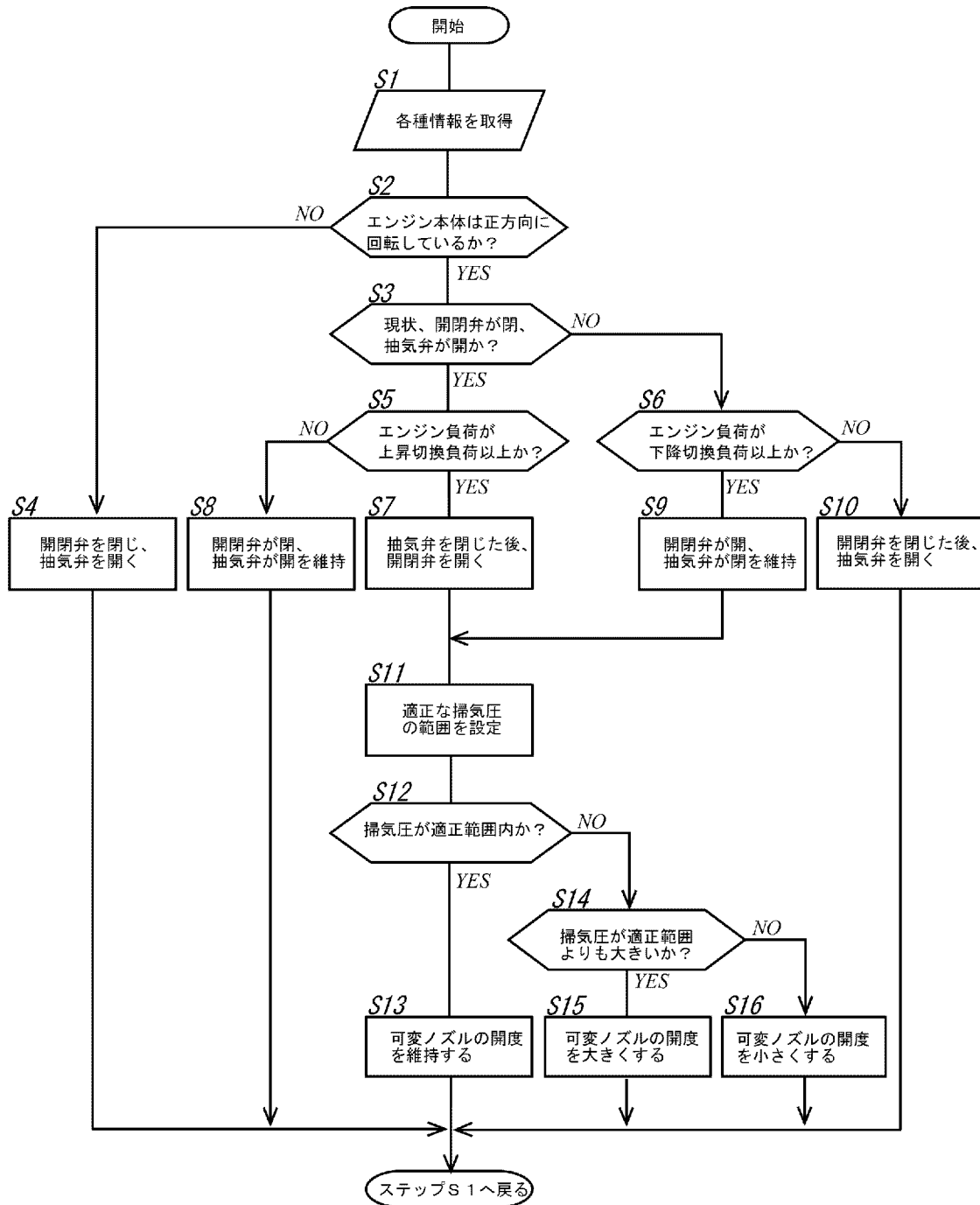
前記抽気配管は、前記過給機出口配管に連結されており、前記パワ

ータービン入口配管から抽出した気体を前記過給機出口配管に排出する、請求項 5 乃至 9 のうちいずれか一の項に記載のエンジンシステム。

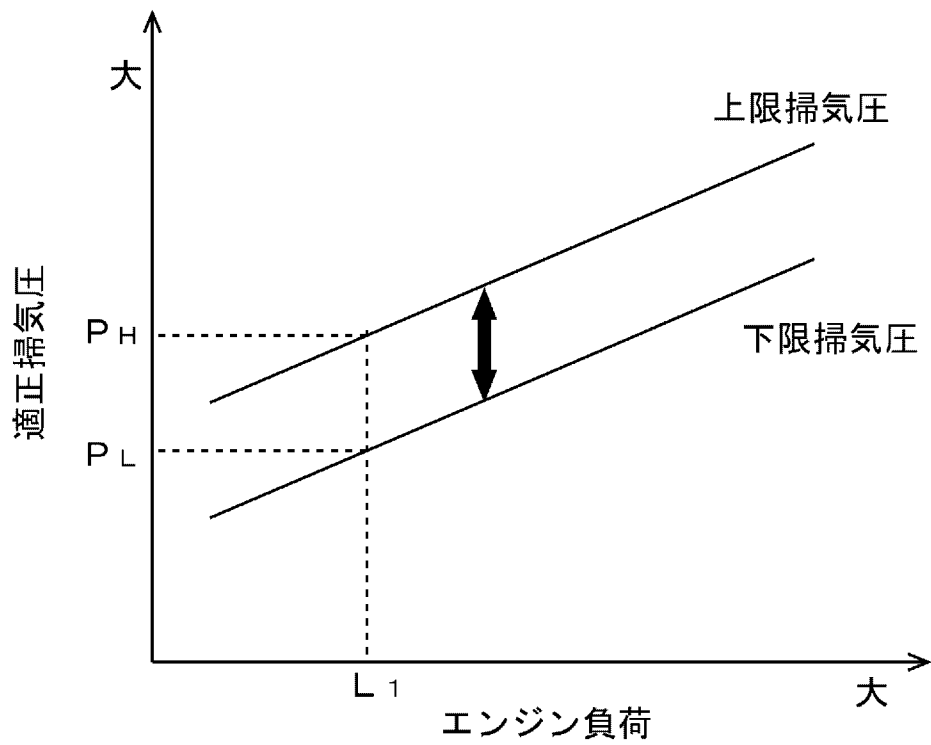
[請求項 13] 請求項 1 乃至 12 のうちいずれか一の項に記載のエンジンシステムを備えた船舶。

The block diagram illustrates the engine control system (60). On the left, four input components are shown: the operation panel (104), the engine speed sensor (14), the fuel injection amount indicator (18), and the intake air pressure sensor (17). Arrows from these components point to a central control unit (60). Inside the control unit, the inputs are processed by the valve control section (61) and the variable nozzle control section (62). Arrows from these sections point to three output components on the right: the valve actuator (51), the air intake actuator (52), and the variable nozzle actuator (32).

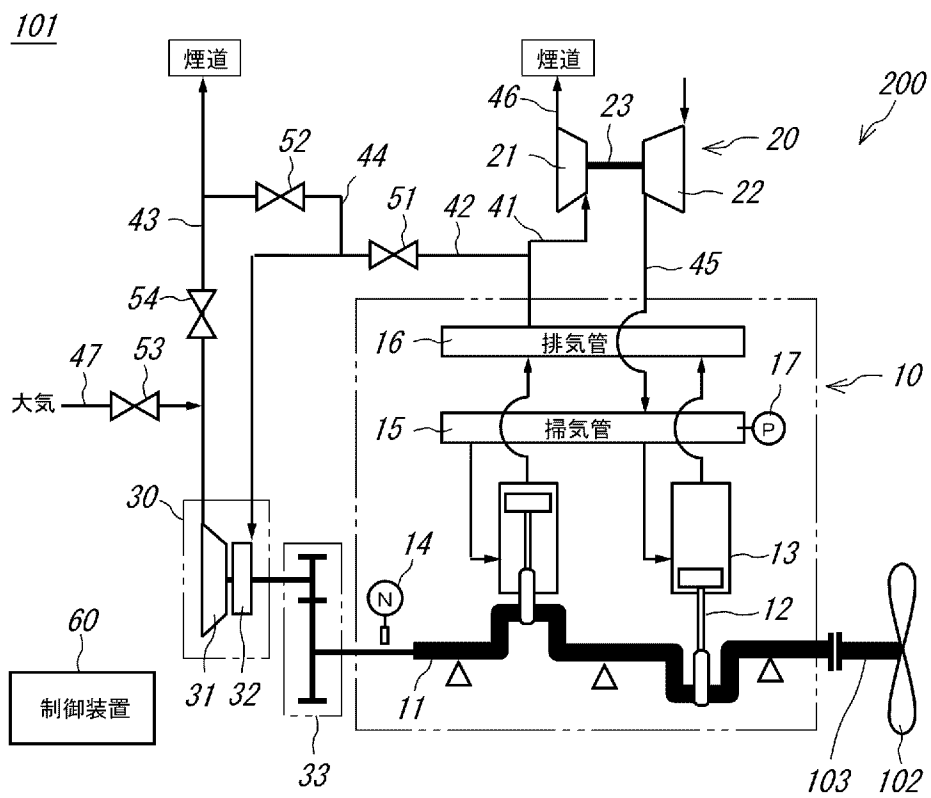
[図3]



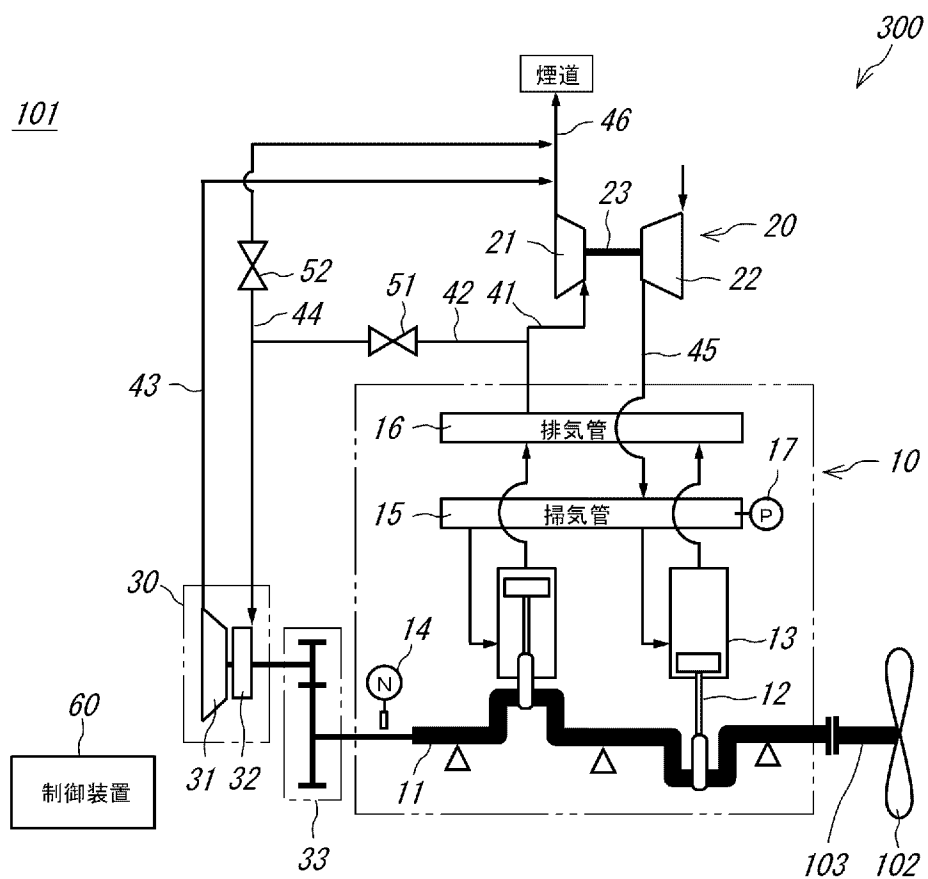
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/003146

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>F02B41/10(2006.01)i, F01N5/04(2006.01)i, F02B37/00(2006.01)i, F02B37/12(2006.01)i, F02B37/24(2006.01)i</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) <i>F02B41/10, F01N5/04, F02B37/00, F02B37/12, F02B37/24</i> Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <i>Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2014</i> <i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014</i> 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.
X Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 047907/1980(Laid-open No. 149036/1981) (Mitsubishi Motors Corp.), 09 November 1981 (09.11.1981), page 4, line 1 to page 7, line 18; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-2 3-4, 13
Y	WO 2013/042181 A1 (Toyota Motor Corp.), 28 March 2013 (28.03.2013), paragraphs [0002] to [0005] (Family: none)	3-4, 13
☒ 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 15 July, 2014 (15.07.14)		Date of mailing of the international search report 29 July, 2014 (29.07.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer Telephone No.
Facsimile No.		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/003146

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 131509/1987 (Laid-open No. 036624/1989) (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 06 March 1989 (06.03.1989), page 2, line 5 to page 3, line 17; fig. 3 (Family: none)	5-10, 12-13 11
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 011096/1991 (Laid-open No. 100033/1992) (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 28 August 1992 (28.08.1992), paragraph [0002]; fig. 3 (Family: none)	5-10, 12-13
Y	JP 03-092538 A (Mazda Motor Corp.), 17 April 1991 (17.04.1991), page 3, lower left column, line 7 to lower right column, line 5; page 4, lower left column, line 16 to page 5, upper left column, line 6; page 6, lower right column, line 17 to page 7, upper left column, line 7; fig. 2 (Family: none)	7-9, 13
Y	JP 02-207139 A (Komatsu Ltd.), 16 August 1990 (16.08.1990), page 1, lower right column, line 6 to page 2, upper left column, line 7 & WO 1990/009515 A1 page 2, lines 4 to 23	13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/003146

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See "extra sheet".

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/003146

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

Supplementation of Box No. III:

Document 1 (Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 047907/1980(Laid-open No. 149036/1981) (Mitsubishi Motors Corp.), 09 November 1981 (09.11.1981), page 4, line 1 to page 7, line 18; fig. 1 to 4) describes an engine system provided with A (an engine body, a supercharger, a power turbine, a supercharger inlet pipe, and a power turbine inlet pipe), and configured to B (perform exhaust gas flow rate control for performing such control that the opening area of a variable nozzle provided in the power turbine increases or decreases by increasing or decreasing the amount of exhaust gas from the engine body), and therefore claim 1 lacks novelty in the light of document 1 and has no special technical feature.

Next, the following special technical feature could be found in claim 3.

Accordingly, claims are classified into two inventions each of which has a special technical feature indicated below.

(Invention 1) claims 1-4 and 13 referring to 1-4:

An engine system having a configuration of A, B, and C (exhaust gas flow rate control controlling the degree of opening of the variable nozzle using two values (predetermined upper limit and lower limit) for the pressure in a scavenging pipe housing fresh air the pressure of which is increased by the supercharger)

Meanwhile, claim 1 having no special technical feature is classified into Invention 1.

(Invention 2) claims 5-12 and 13 referring to 5-12:

An engine system having a configuration of A and D (being provided with an on-off valve, an air bleed pipe, and an air bleed valve, and controlling the opening and closing of the on-off valve and the air bleed valve on the basis of the rotation direction of the engine body and/or the magnitude relation to the load of the engine body)

Further, there is no same or corresponding special technical feature between Invention 1 and Invention 2.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. F02B41/10(2006.01)i, F01N5/04(2006.01)i, F02B37/00(2006.01)i, F02B37/12(2006.01)i, F02B37/24(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. F02B41/10, F01N5/04, F02B37/00, F02B37/12, F02B37/24			
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 4 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 4 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 4 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	
X	日本国実用新案登録出願55-047907号(日本国実用新案登録出願公開56-149036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（三菱自動車工業株式会社） 1981.11.09, 第4頁第1行-第7頁第18行, 第1-4図 (ファミリーなし)	1-2	
Y		3-4, 13	
Y		3-4, 13	
	WO 2013/042181 A1（トヨタ自動車株式会社） 2013.03.28, 段落【0002】 - 【0005】 (ファミリーなし)		
☒ 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 1 5 . 0 7 . 2 0 1 4		国際調査報告の発送日 2 9 . 0 7 . 2 0 1 4	
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） 中川 康文 電話番号 03-3581-1101 内線 3355	3 G 4 0 6 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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	日本国実用新案登録出願62-131509号(日本国実用新案登録出願公開64-036624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(石川島播磨重工業株式会社) 1989.03.06, 第2頁第5行-第3頁第17行, 第3図 (ファミリーなし)	5-10, 12-13 11
Y	日本国実用新案登録出願03-011096号(日本国実用新案登録出願公開04-100033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(三菱重工業株式会社) 1992.08.28, 段落【0002】, 第3図 (ファミリーなし)	5-10, 12-13
Y	JP 03-092538 A (マツダ株式会社) 1991.04.17, 第3頁左下欄第7行-右下欄第5行, 第4頁左下欄第16行-第5頁左上欄第6行, 第6頁右下欄第17行-第7頁左上欄第7行, 第2図 (ファミリーなし)	7-9, 13
Y	JP 02-207139 A (株式会社小松製作所) 1990.08.16, 第1頁右下欄第6行-第2頁左上欄第7行 & WO 1990/009515 A1, 第2頁第4行-第23行	13

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

特別ページ参照。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

第 I I I 欄の補足：

文献 1（日本国実用新案登録出願 55-047907 号（日本国実用新案登録出願公開 56-149036 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（三菱自動車工業株式会社），1981.11.09, 第 4 頁第 1 行-第 7 頁第 18 行，第 1-4 図）には、A（エンジン本体と、過給機と、パワータービンと、過給機入口配管と、パワータービン入口配管と、）を備え、B（エンジン本体からの排気ガスの量の増減によりパワータービンに設けられた可変ノズルの開口面積が大小するように制御する排気ガス流量制御を行う）ように構成されているエンジンシステムが記載されており、請求項 1 は、文献 1 により新規性が欠如しているため特別な技術的特徴を有しない。次に、請求項 3 に下記の特別な技術的特徴が発見された。そして、請求の範囲は、各々下記の特別な技術的特徴を有する 2 の発明に区分される。

（発明 1）請求項 1-4，1-4 を引用する 13：A，B 及び C（排気ガス流量制御が、過給機で昇圧した新気を收容する掃気管内の圧力に対して 2 値（所定の上限值及び下限値）を用いて可変ノズルの開度を制御する）ように構成されているエンジンシステム

なお、特別な技術的特徴を有しない請求項 1 は、発明 1 に区分する。

（発明 2）請求項 5-12，5-12 を引用する 13：A 及び D（開閉弁と、抽気配管と、抽気弁と、を備え、エンジン本体の回転方向、及び／又は、エンジン本体の負荷に対する大小関係に基づいて開閉弁及び抽気弁の開閉を制御する）ように構成されているエンジンシステム

また、発明 1 及び発明 2 との間には、同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。