

(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
2011 年 10 月 6 日(06.10.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/122375 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 45/00 (2006.01) B63H 21/21 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/056620
- (22) 国際出願日: 2011 年 3 月 18 日(18.03.2011)
- (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 2010-082161 2010 年 3 月 31 日(31.03.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三井造船株式会社(MITSUI ENGINEERING & SHIP-BUILDING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1048439 東京都中央区築地 5 丁目 6 番 4 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 宮田 淳也 (MIYATA Junya) [JP/JP]; 〒7068651 岡山県玉野市玉 3 丁目 1 番 1 号 三井造船株式会社 玉野事業所内 Okayama (JP). 稲見 昭一 (INAMI Shouichi) [JP/JP]; 〒7068651 岡山県玉野市玉 3 丁目 1 番 1 号 三井造船株式会社 玉野事業所内 Okayama (JP). 辻康之 (TSUJI Yasuyuki) [JP/JP]; 〒7068651 岡山県玉野市玉 3 丁目 1 番 1 号 三井造船株式会社 玉野事業所内 Okayama (JP).

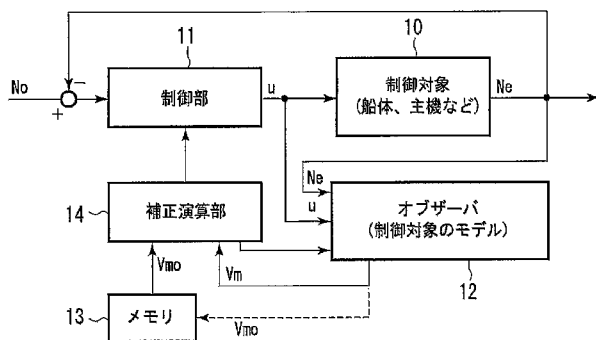
- (74) 代理人: 松浦孝(MATSUURA Takashi); 〒1000005 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 富士ビル 4 1 8 号室 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: MARINE ENGINE CONTROL DEVICE AND METHOD

(54) 発明の名称: 船用エンジン制御装置および方法

[図1]



- 10 SUBJECTS TO BE MONITORED (HULL, MAIN ENGINE, ETC.)
11 CONTROL SECTION
12 OBSERVER (MODELS OF SUBJECTS TO BE MONITORED)
13 MEMORY
14 CORRECTION COMPUTING SECTION

(57) Abstract: An observer (12) which simulates subjects to be monitored (10) including a hull, a main engine, and a propeller, is provided. A governor command (u) which is issued by a control section (11) and serves to control the main engine constitutes an input into the observer (12). An actual rotational speed (Ne) of the main engine is fed back to the observer (12). A pre-aging-degradation ship speed (Vmo) estimated by the observer (12) is saved in a memory (13). Control parameters are corrected on the basis of the difference between the pre-aging-degradation ship speed (Vmo) and a ship speed (Vm) estimated by the observer (12) after aging degradation.

(57) 要約: 船体、主機、プロペラを含む制御対象 10 をシミュレートするオブザーバ 12 を設ける。主機を制御するための制御部 11 からのガバナ指令 u をオブザーバ 12 の入力とする。主機の実回転数 Ne をオブザーバ 12 にフィードバックする。オブザーバ 12 において推定される経年劣化前の船速 Vmo をメモリ 13 に保存する。経年劣化後にオブザーバ 12 で推定される船速 Vm と経年劣化前の船速 Vmo の差に基づいて制御パラメータを補正する。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 船用エンジン制御装置および方法

技術分野

[0001] 本発明は、船舶主機の運転を制御するエンジン制御装置に関する。

背景技術

[0002] 船舶主機のガバナ制御では、プロペラ回転数（主機回転数）を一定値に維持するPID制御が広く採用される。また、レーシング時における過回転を防止するために機関のシミュレーションモデルに基づきPID制御パラメータを変更する構成も知られている（特許文献1）。

特許文献1：特開平8-200131号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0003] 特許文献1では、外乱による回転数変動をシミュレーションで予測しPID制御パラメータを変更することは提案されているものの、経年的な船体抵抗の増加、プロペラ効率の低下、エンジン性能の劣化等に対応して制御を変更する構成は採られていない。

[0004] 本発明は、船舶の経年変化に合わせた効率のよい主機の運転を行うことを目的としている。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の船用エンジン制御装置は、船舶の主機の運転を制御する制御部と、主機および船体を含む船舶を制御対象とし、制御部からの操作量を入力とするオブザーバと、制御対象の経年変化の影響を受ける物理量をオブザーバで推定し、物理量の経年変化前の値と経年変化後の値に基づいて制御部の制御パラメータを変更する補正手段とを備えたことを特徴としている。

[0006] 補正手段は、物理量の経年変化前の値と、経年変化後の値に基づいてオブザーバのシミュレータを経年変化後の制御対象に対応した数値モデルに変更することが好ましい。これにより、より正確に制御対象の経年変化を推定で

きる。

[0007] また、船舶のエンジン制御装置は、物理量の経年変化前の値を記録するメモリを備えることが好ましく、補正手段は、このメモリに記録された物理量の値と、経年変化後に推定される物理量の値に基づいて制御パラメータの変更を行う。物理量は例えば船速であり、補正手段は経年変化前後の船速の差に対応して制御パラメータを変更する。制御部は例えばP I D制御を行い、補正手段は上記船速差が大きいほどPゲインおよび／またはDゲインを大きい値に変更する。また、補正手段は、例えば上記船速差が大きいほど、Iゲインを小さい値に変更する。またエンジン制御装置では、例えば主機の回転数が検出され、オブザーバにフィードバックされる。

[0008] 本発明の船舶は、上記エンジン制御装置を備えたことを特徴としている。

[0009] 本発明の船用エンジン制御方法は、主機および船体を含む船舶を制御対象とし、主機の運転を制御する制御部からの操作量を入力とするオブザーバにおいて制御対象の経年変化の影響を受ける物理量を推定し、物理量の経年変化前の値と経年変化後の値に基づいて主機の運転を制御する制御部の制御パラメータを変更することを特徴としている。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、船舶の経年変化に合わせた効率のよい主機の運転を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の実施形態であるエンジン制御装置の構成を示すブロック図である。

[図2]制御対象とオブザーバの関係を示すブロック図である。

符号の説明

- [0012] 1 0 制御対象
 1 1 制御部（P I D演算部）
 1 2 オブザーバ
 1 3 メモリ

1 4 補正演算部

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明の実施形態について添付図面を参照して説明する。

図 1 は、本発明の一実施形態である船用エンジン制御装置の構成を示す制御ブロック図である。

[0014] 制御対象 10 には、主機、プロペラ、船体などが含まれ、主機には制御部 11 からガバナ指令 u が与えられる。制御部 11 は、例えば回転数一定とする P I D 制御を行うガバナである。また、主機の出力軸（図示せず）には、主機の実回転数 N_e を計測するセンサ（図示せず）が設けられ、実回転数 N_e は制御部 11 の入力側に負フィードバックされる。すなわち、制御部 11 には目標回転数 N_o と実回転数 N_e の偏差が入力され、P I D 演算を経てガバナ指令 u が出力される。

[0015] また、本実施形態のエンジン制御装置は、制御対象 10 を数値モデル化したオブザーバ 12 を備える。図 2 は、制御対象 10 とオブザーバ 12 の詳細な関係を示すブロック図である。図 2 に示されるように、オブザーバ 12 は、ガバナ指令 u を入力とし、回転数 N や船速（対水船速） V などを状態変数とする。本実施形態では、実回転数 N_e が計測されているので、オブザーバ 12 では、実回転数 N_e とシミュレータの出力である回転数 N_m の差がシミュレータにフィードバックされて各状態変数が推定される。なお、図 2 の A、B、C、K は各変数に作用する演算子である。

[0016] また、エンジン制御装置は、メモリ 13 と補正演算部 14 を備える。補正演算部 14 はオブザーバ 12 からの出力とメモリ 13 に保存されたデータを用いて制御部 11 の制御パラメータを実船の経年変化に対応して補正する補正量を算出する演算部である。本実施形態では、制御部 11 が P I D 制御を行うことから、補正対象となる制御パラメータは、P I D ゲインであり、制御部 11 の P I D ゲインは補正演算部 14 で算出された補正量に基づいて更新される。

[0017] メモリ 13 には、前回の制御パラメータ更新時にオブザーバ 12 で算出さ

れた船速 V_{m0} が記録されている。次に制御パラメータの更新を行うときには、船速 V_{m0} が算出されたときと同じ条件の下、例えば回転数や燃料投入量を前回と同じ値にして船を航行させ、現在の船速 V_m をオブザーバで算出する。補正演算部14には、オブザーバ12で推定される現在の船速 V_m とメモリ13に記憶されている過去の船速 V_{m0} が入力され、これらの値に基づいて制御部11の制御パラメータの補正量が算出される。

[0018] 経年的に船体抵抗は増大し、プロペラ効率は低下するので、海象や燃料供給量が同一であっても、船速は前回の更新時（例えば新造時）よりも遅くなる。したがって、オブザーバ12で推定される現在船速 V_m は、過去の船速 V_{m0} よりも遅くなる。

[0019] 補正演算部14では、例えば過去の船速 V_{m0} と現在の船速 V_m の差（ $V_{m0} - V_m$ ）が補正量として算出され、制御部11では、（ $V_{m0} - V_m$ ）の値が大きいほどPゲイン、Dゲインが大きく設定され、かつ／またはIゲインは小さく設定される。すなわち、経年変化が起こると船体抵抗が増大しプロペラ効率が低下するので、新造時と同様の応答性を得るには、差（ $V_{m0} - V_m$ ）の値が大きいほどPおよび／またはDのゲインを大きく取る必要がある。例えばP、Dのゲインは（ $V_{m0} - V_m$ ）の増大に比例して増大され、Iゲインは逆比例して低減される。

[0020] また、このとき補正演算部14では、入力された V_{m0} 、 V_m に基づきオブザーバ12における状態方程式についても制御対象の経年変化に合わせて補正が行われ、オブザーバ12のシミュレータ（数値モデル）が現在の制御対象に対応するものに更新される。

[0021] 例えば、 $(N, V)^t$ を回転数 N および速度 V を成分とする状態ベクトル（ t は転置を表す）、 $(N', V')^t$ を $(N, V)^t$ の時間に関する一階微分、ガバナ指令 u を入力とするとともに、状態ベクトル $(N, V)^t$ 、入力 u にそれぞれ演算される 2×2 行列、 2×1 行列の要素を $\{A_{ij}\}$ 、 $\{B_i\}$ としてシステムの状態方程式（一部）を

[数1]

$$\begin{bmatrix} N' \\ V' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} N \\ V \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \end{bmatrix} u$$

と表すとき、 A_{12} がプロペラ回転の抵抗を含む要素、 A_{22} が船体抵抗を含む要素となる。このとき A_{12} および A_{22} は、例えばそれぞれ $A_{12} \cdot V_{mo} / V_m$ および $A_{22} \cdot V_{mo} / V_m$ に更新される。なお、その他の要素はそのままの値に維持される。また、上記状態方程式において主機等に関わる変数は省略されているが、主機バルブの劣化なども考慮する構成とすることもできる。

[0022] 以上のように、本実施形態によれば、船速を実測することなく船体やプロペラ等の経年変化を推定し、これに合わせて制御パラメータを更新することができるので、船舶の経年変化に合わせた効率のよい主機の運転を常時行うことができる。また、これによりシーマージンを小さくすることができ、新造時の燃費も改善される。

[0023] なお、ガバナ指令 u から経年変化前の船速が十分な精度でシミュレートできる場合には、メモリに保存された過去の船速ではなく、シミュレートされた経年変化前の船速と、本実施形態のオブザーバで推定される現在の船速を比較して制御部やオブザーバの更新を行うこともできる。

[0024] また、観測される状態変数は回転数に限定されず、例えばプロペラシャフトのトルクなどであってもよいし、複数の物理量であってもよい。また、経年変化を推定するための物理量として、本実施形態では船速の推定値を用いたが、例えばトルクやスラストをオブザーバで推定し、これに基づいて経年変化を推定して制御パラメータを更新することも可能である。

[0025] 本実施形態ではPID制御を例に説明を行ったが、それ以外の制御方式において、推定される船体やプロペラの経年変化に合わせて、経年変化前の応答性が得られるように制御パラメータを更新することも可能である。

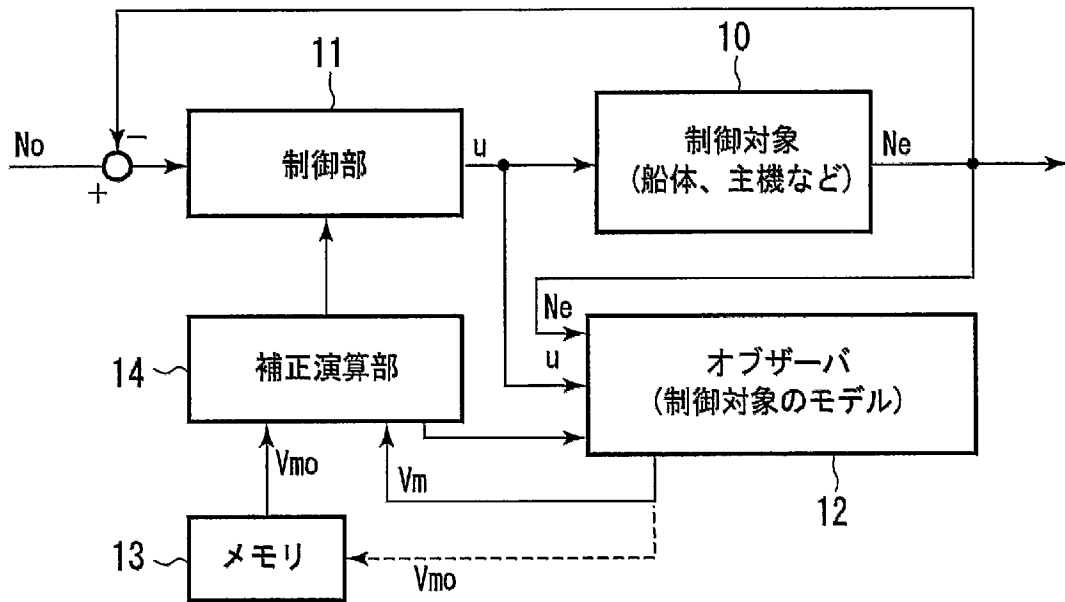
請求の範囲

- [請求項1] 船舶の主機の運転を制御する制御部と、
前記主機および船体を含む船舶を制御対象とし、前記制御部からの操作量を入力とするオブザーバと、
前記制御対象の経年変化の影響を受ける物理量を前記オブザーバで推定し、前記物理量の経年変化前の値と経年変化後の値に基づいて前記制御部の制御パラメータを変更する補正手段と
を備えることを特徴とする船舶のエンジン制御装置。
- [請求項2] 前記補正手段は、前記物理量の経年変化前の値と、経年変化後の値に基づいて前記オブザーバのシミュレータを経年変化後の制御対象に対応した数値モデルに変更することを特徴とする請求項1に記載の船舶のエンジン制御装置。
- [請求項3] 前記物理量の経年変化前の値を記録するメモリを備え、前記補正手段は、前記メモリに記録された前記物理量の値と、経年変化後に推定される前記物理量の値に基づいて前記制御パラメータの変更を行うことを特徴とする請求項1に記載の船舶のエンジン制御装置。
- [請求項4] 前記物理量が船速であり、前記補正手段が前記経年変化前後の船速の差に対応して前記制御パラメータを変更することを特徴とする請求項3に記載の船舶のエンジン制御装置。
- [請求項5] 前記制御部がP I D制御を行い、前記補正手段は前記差が大きいほど、Pゲインおよび／またはDゲインを大きい値に変更することを特徴とする請求項4に記載の船舶のエンジン制御装置。
- [請求項6] 前記制御部がP I D制御を行い、前記補正手段は前記差が大きいほど、Iゲインを小さい値に変更することを特徴とする請求項3または請求項5の何れか一項に記載の船舶のエンジン制御装置。
- [請求項7] 前記主機の回転数が検出され、前記オブザーバにフィードバックされることを特徴とする請求項1～6の何れか一項に記載の船舶のエンジン制御装置。

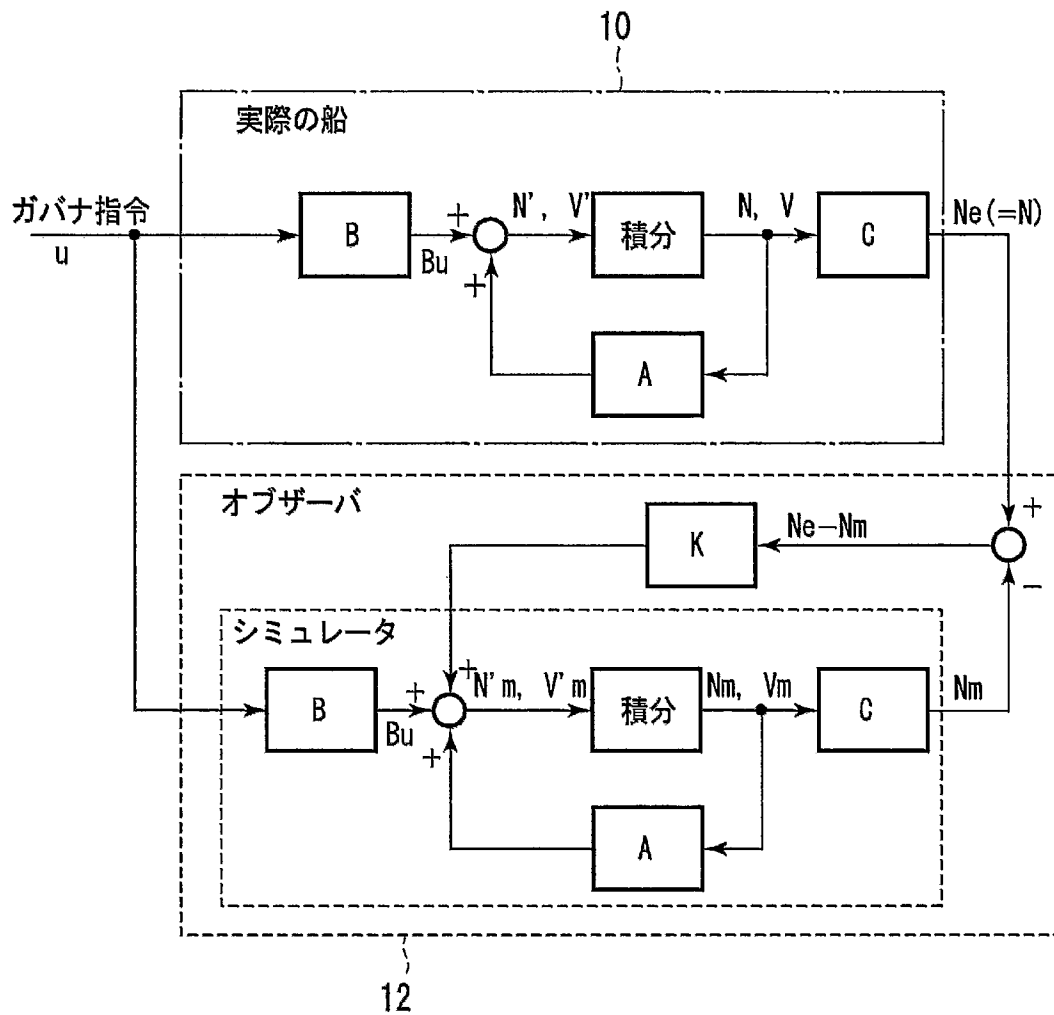
[請求項8] 請求項 1 ～ 7 の何れか一項に記載のエンジン制御装置を備えることを特徴とする船舶。

[請求項9] 主機および船体を含む船舶を制御対象とし、前記主機の運転を制御する制御部からの操作量を入力とするオブザーバにおいて前記制御対象の経年変化の影響を受ける物理量を推定し、前記物理量の経年変化前の値と経年変化後の値に基づいて前記主機の運転を制御する制御部の制御パラメータを変更することを特徴とする船舶のエンジン制御方法。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/056620

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D45/00 (2006.01) i, B63H21/21 (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)

F02D45/00, B63H21/21

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	JP 8-200131 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 06 August 1996 (06.08.1996), paragraphs [0007] to [0009]; fig. 1 (Family: none)	1-9
Y	JP 2005-269705 A (Toyota Motor Corp.), 29 September 2005 (29.09.2005), paragraphs [0026], [0054] (Family: none)	1-9
Y	JP 2001-132478 A (Sanshin Industries, Co., Ltd.), 15 May 2001 (15.05.2001), paragraphs [0008], [0043], [0049] & US 6484693 B1	1-9



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 April, 2011 (15.04.11)

Date of mailing of the international search report

26 April, 2011 (26.04.11)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/056620

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 2008-157137 A (Mitsubishi Fuso Truck and Bus Corp.), 10 July 2008 (10.07.2008), entire text; all drawings (Family: none)	3-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F02D45/00(2006.01)i, B63H21/21(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. F02D45/00, B63H21/21

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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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	JP 8-200131 A（三菱重工業株式会社）1996.08.06, 段落【0007】-段落【0009】、【図1】（ファミリーなし）	1-9
Y	JP 2005-269705 A（トヨタ自動車株式会社）2005.09.29, 段落【0026】、段落【0054】（ファミリーなし）	1-9
Y	JP 2001-132478 A（三信工業株式会社）2001.05.15, 段落【0008】、 段落【0043】、段落【0049】 & US 6484693 B1	1-9

☒ 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

1 5 . 0 4 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 4 . 2 0 1 1

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）

村山 達也

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

3 Z

3 6 2 6

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 2008-157137 A (三菱ふそうトラック・バス株式会社) 2008. 07. 10, 全文、全図 (ファミリーなし)	3-6