(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
2010 年 4 月 8 日(08.04.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/038420 A1

(51) 国際特許分類:
F02B 47/02 (2006.01) *F02D 45/00* (2006.01)
F02D 1/02 (2006.01) *F02M 25/022* (2006.01)
F02D 19/12 (2006.01) *F02M 31/125* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2009/004972

(22) 国際出願日: 2009 年 9 月 29 日(29.09.2009)

(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 2008-255491 2008 年 9 月 30 日(30.09.2008) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 野上哲男 (NOGAMI, Tetsuo). 東田正憲 (HIGASHIDA, Masanori).

(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１２３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, 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, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

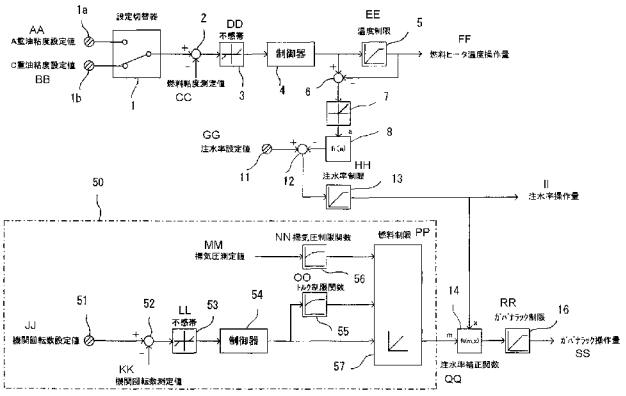
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,

[続葉有]

(54) **Title**: METHOD FOR CONTROLLING OPERATION OF DIESEL ENGINE, APPARATUS FOR CONTROLLING OPERATION OF DIESEL ENGINE, DIESEL ENGINE, AND SHIP

(54) 発明の名称 : ディーゼル機関の運転制御方法及び運転制御装置、ディーゼル機関、並びに船舶

[図2]



AA SET VALUE FOR VISCOSITY OF FUEL OIL A
BB SET VALUE FOR VISCOSITY OF FUEL OIL C
CC MEASURED VALUE OF VISCOSITY OF FUEL
DD DEAD ZONE
EE TEMPERATURE LIMIT
FF REGULATED CONDITION OF FUEL HEATER TEMPERATURE
GG SET VALUE FOR PERCENTAGE WATER INJECTION
HH RESTRICTION OF PERCENTAGE WATER INJECTION
II REGULATED CONDITION OF PERCENTAGE WATER INJECTION
JJ SET VALUE FOR SPEED OF ROTATION OF ENGINE
KK MEASURED VALUE OF SPEED OF ROTATION OF ENGINE
LL DEAD ZONE
MM MEASURED VALUE OF SCAVENGING AIR PRESSURE
NN SCAVENGING AIR PRESSURE RESTRICTION FUNCTION
OO TORQUE RESTRICTION FUNCTION
PP FUEL RESTRICTION
QQ PERCENTAGE WATER INJECTION CORRECTION FUNCTION
RR RESTRICTION OF GOVERNOR RACK
SS REGULATED CONDITION OF GOVERNOR RACK
1 SETTING SWITCH
4 CONTROLLER
54 CONTROLLER

(57) **Abstract**: Disclosed is a method for controlling the operation of a diesel engine, comprising regulating the amount of fuel injection depending upon the percentage of water injection into a fuel to control the speed of rotation of the diesel engine using a water emulsion fuel. In particular, in order to reduce the concentration of NOx in an exhaust gas, a restriction determined by taking into consideration the handling of a water emulsion fuel is added to the percentage required water injection set in a percentage water injection setting device (11), for example, by an arithmetic element (8) to regulate the amount of fuel injection depending upon the restricted percentage water injection (x).

(57) 要約: 本発明に係るディーゼル機関の運転制御方法は、水エマルジョン燃料を使用するディーゼル機関の回転数制御のため、燃料への注水率に応じて燃料噴射量を調整する。とくに、排ガスのＮＯｘ濃度の低減のため注水率設定器(１１)に設定される要求注水率に対し、水エマルジョン燃料の取扱いを考慮した制限を演算要素(８)等によって加え、当該制限された注水率(ｘ)に応じて燃料噴射量を調整する。

WO 2010/038420 A1

GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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 ：

ディーゼル機関の運転制御方法及び運転制御装置、ディーゼル機関、並びに船舶

技術分野

[0001] 本発明は、水エマルジョン燃料を使用するディーゼル機関の運転制御方法、そのような制御方法を実施する運転制御装置およびディーゼル機関、該ディーゼル機関を搭載した船舶に関するものである。

背景技術

[0002] ディーゼル機関の運転制御では、一般的にはガバナ等を使用して燃料噴射量を調整することによって機関回転数が制御され、この燃料噴射量の調整に際しては機関回転数のフィードバックが行われる。すなわち、機関回転数の設定値と実際の測定値とを比較し、それに応じて燃料噴射量を増減させる。ただし、過剰なトルクの発生を防止するためにトルクリミターや、掃気圧とのバランスをとるために掃気圧リミターを使用して、燃料量制限をも実施するのが通常である。そのような運転制御は、ディーゼル機関が水を添加しない純燃料を使用する場合のきわめて一般的な方法として広く知られている。

[0003] ところで、舶用等のディーゼル機関では燃料中に水を添加することがある。すなわち、Ａ重油やＣ重油等に水を混ぜて水エマルジョン燃料とし、それをディーゼル機関に供給する。それによって機関の燃焼温度を下げ、排ガス中のＮＯｘ量を低減するのである。そのような技術は、たとえば下記の特許文献１に記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第３７１７３１５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ディーゼル機関に水エマルジョン燃料を使用することに関しては、従来、適切な運転制御方法が確立されていない。それは、主としてつぎの２点について解決策が見出されなかったからである。

[0006] 一つは、出力トルクの変動に対処するための方策である。水エマルジョン燃料には水が添加されているため、それを燃料とする場合には、純燃料を用いる場合に比べて、同一量であれば機関の出力トルクが低下する。したがって、水エマルジョン燃料を使用する場合、運転制御方法に何らかの修正を加える必要がある。

[0007] これに関しては、機関回転数をフィードバックしながら制御するという、前記した一般的な方法をとることによっても対応は可能である。しかしその場合は、出力トルクの変動によって機関回転数が変化したのち、それをフィードバックすることによって回転数が設定値に修正されるのであるから、制御に遅れが生じてしまう。また、トルクリミターや掃気圧リミターの設定を変更する必要があるので、既存の制御装置をそのまま使うことができない、という不利益もある。

[0008] もう一つの課題は、排ガス中のＮＯｘ濃度を十分低減させるため水の添加量（注水率）を多くしたいときの対応である。

[0009] 水エマルジョン燃料は、図６に示すように、注水率を高くすると粘度が高くなる。重油（とくにＣ重油）をベースにする場合には、注水率を上げると粘度が高くなりすぎる場合があるとも予想されるが、注水率を無制限に設定してよいかどうか明らかではない。また、注水率を制限するとしても、今まで注水率による制御方法が示されたものがなかった。

[0010] 本発明は、上記のような課題を解決し、水エマルジョン燃料を使用するディーゼル機関の運転制御方法として適切なものを提供することを目的とする。また同時に、そのような運転制御方法を実施できる適切な運転制御装置およびディーゼル機関を提供することをも目的とする。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明に係るディーゼル機関の運転制御方法は、水エマルジョン燃料を使用するディーゼル機関の運転制御方法であって、燃料への注水率に応じて、燃料噴射量を調整することを特徴とする。

[0012] この方法によれば、純燃料から水エマルジョン燃料に変更したときに機関の出力トルクが低下したり、水エマルジョン燃料における注水率が変動したときに出力トルクが変動したりするのを、防止しまたは抑制することができる。従来の一般的な運転制御方法のように機関回転数の変動を検知した後に燃料噴射量を調整するのでなく、燃料への注水率に応じて注水率の差によって機関回転数が変動する前に燃料噴射量を調整するのであるから、制御の遅れが生じない。

[0013] 排ガスの成分比率要求のために設定される要求注水率に対し、水エマルジョン燃料の特性を考慮して注水率に制限を加えるのがよい。ここにいう排ガスの成分比率要求は、例えばＮＯｘ濃度の必要低減量等に従って設定される。ここにいう水エマルジョン燃料の特性とは、加温により粘度が下がるものの加温による温度上昇に限界があること、粘度の上昇にともなって燃料が配管内を流れにくくなり噴射弁からの噴射に要するエネルギーも上昇すること等が挙げられる。

[0014] このようにして要求注水率に制限を加えると、例えばＣ重油といった粘度の高い燃料をベースにした水エマルジョン燃料を使用する場合にも、粘度が高くなりすぎて燃料が配管中を流れにくくなったり、シリンダ内への燃料噴射が難しくなったりする不都合が防止される。

[0015] 図６から分かるように、水エマルジョン燃料の粘度は、性状に応じて異なるカーブを描くものの、注水によって高くなる一方、温度上昇によって低下する。注水率を上げたときヒータ等で燃料を加温すれば粘度上昇は抑えられることになるが、実際には、加温のための熱交換効率に限界があるほか、燃料内の水が蒸発すると不都合をきたすので、一定以上の温度上昇は困難である。そのため、無制限に粘度を調整することができるわけではなく、したがって注水率を要求注水率どおりに高めることには不都合がともないがちであ

る。

[0016] しかし、上のようにすれば、要求注水率に適切な制限が加えられ、つねに円滑な燃料供給が行われる。またこの方法では、燃料噴射量を調整するための基準として、要求注水率ではなく、上記のように制限された実際の注水率を採用するので、燃料噴射量が適切に定められて円滑な回転数制御が実現する。

[0017] 要求注水率に対する前記制限は、水エマルジョン燃料を加温して所定粘度まで低下させるために定められる温度上昇要求値と、実現可能である温度上昇限界値との差を算出して、その差だけ温度上昇を抑制し、温度上昇を抑制したために低下させられなかった粘度の幅に相当する注水率幅だけ前記要求注水率から注水率を下げる、ことによって加えられるとよい。

[0018] このようにすれば、実現可能な範囲内でのみ水エマルジョン燃料を加温することができる。また、温度上昇要求値のうち実現されなかった温度範囲があって、それにより粘度を所定粘度まで低下させることができない可能性があっても、この低下させ得ない粘度幅に相当する分だけ注水率を要求注水率から下げるようにしているため、結果的には燃料の粘度が所定粘度に制御されることとなる。つまり、燃料加温の限界をふまえて要求注水率に適切な制限が加えられて燃料の粘度を目標とする粘度に保つことができ、つねに円滑な燃料供給が行われることになる。

[0019] 上記ディーゼル機関が燃料調整ラックをガバナとして用いて燃料噴射量を調整するものである場合、注水率に応じて、前記燃料調整ラックの移動限界を変更するようにするのが好ましい。

[0020] 燃料噴射量を調整するだけでなく、注水率に応じてこのように燃料調整ラックの移動限界をも変更するなら、ディーゼル機関の運転制御はさらに好ましいものとなる。何らかの外力や制御信号の異状変動等が作用した場合にも、注水率に応じて定められる上記限界値を超えて燃料調整ラックが移動することがなく、機関に悪影響が及ばなくなり、機関の保護性が高くなる。なお、燃料調整ラックの移動限界を変更するために、上記注水率として要求注水

率よりも、制限した後に得られる注水率を採用するほうが好ましい。

[0021] 純燃料を使用するために設定された制御手段によって純燃料噴射量を定めるとともに、当該純燃料噴射量に注水率に応じた補正を加えることにより、水エマルジョン燃料についての燃料噴射量を調整するのがよい。

[0022] そのようにすれば、純燃料を使用する場合に広く行われている運転制御手段をそのまま採用しながら、注水率に応じた補正を加えるという新規部分を追加することによって発明の方法を実施できる。既存の方法をそのまま採用できると、すでに稼働中のディーゼル機関に簡便に導入でき、制御機器の調整も容易である。

[0023] また、純燃料の温度と粘度とを測定することにより純燃料の性状を同定し、該同定された性状と、該同定された性状に対応する温度上限および粘度上限とに基づいて注水率に制限を加えることとしてもよい。ここにいう性状とは、例えば燃料の銘柄や種別等をいい、加温時の温度上限や粘度上限を決める因子である。

[0024] 燃料タンク内に性状の異なる純燃料を補充した場合等には、それまでの燃料と混合されることによって燃料の性状が明確でなくなる場合がある。このような場合に、たとえば温度・粘度・性状の関係を示すデータ等に基づいてその燃料の性状を判定し、それにより特定される水エマルジョン燃料の上限温度と上限粘度とを把握し、さらにそれに基づいて注水率制限値を算出するのである。そうして求められる制限値に基づいて注水率に制限を加えると、水エマルジョン燃料が過剰な高粘度になることが防止され、円滑な燃料供給が実現する。

[0025] 純燃料の性状が既知である場合において、水エマルジョン燃料の温度と粘度とを測定することによりその水エマルジョン燃料の注水率を検出し、その注水率に応じて燃料噴射量を調整するようにするのもよい。

[0026] 使用している純燃料の性状が知られている場合、粘度計や温度計等によって水エマルジョン燃料の粘度と温度とを測定すれば、その燃料についての現在の注水率を検出できる。そして、このようにして検出した注水率から燃料

噴射量の補正をすることにより、注水率の変化等にともなう出力トルクの変化を適切に防止しまたは抑制することが可能であり、円滑な回転数制御を行うことができる。

[0027] 本発明に係るディーゼル機関の運転制御装置は、水エマルジョン燃料を使用するディーゼル機関に付設され、上記運転制御方法を行うものである。

[0028] また、本発明に係るディーゼル機関は、水エマルジョン燃料を使用するディーゼル機関であって、上記運転制御方法を行うものである。本発明に係る船舶は、かかるディーゼル機関を備えるものである。

[0029] そのような運転制御装置またはディーゼル機関によれば、上記運転制御方法を実施して、水エマルジョン燃料の適切な供給と機関回転数の円滑な制御を実現することができる。

[0030] 本発明の上記目的、他の目的、特徴、及び利点は、添付図面参照の下、以下の好適な実施態様の詳細な説明から明らかにされる。

発明の効果

[0031] 本発明によれば、水エマルジョン燃料における注水率が変動するときの出力トルクおよび機関回転数の変動が、制御遅れをともなわないで適切に防止されまたは抑制される。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]図１は、本発明に係るディーゼル機関に水エマルジョン燃料を供給するシステムの系統図である。

[図2]図２は、本発明の第１実施形態に係るディーゼル機関の運転制御装置を示すブロック図である。

[図3]図３は、本発明の第２実施形態に係るディーゼル機関の運転制御装置を示すブロック図である。

[図4A]図４Ａは、本発明の第３実施形態に係るディーゼル機関の運転制御装置を示すブロック図である。

[図4B]図４Ｂは、図４Ａに示す運転制御装置の注水率判定器によって参照され得る燃料の温度及び粘度と所定温度換算の粘度との関係を示すグラフであ

る。

[図4C]図４Ｃは、図４Ａに示す運転制御装置の注水率制限設定器によって決定され得る３次元マップの一例である。

[図5A]図５Ａは、本発明の第４実施形態に係るディーゼル機関の運転制御装置を示すブロック図である。

[図5B]図５Ｂは、図５Ａに示す運転制御装置の注水率検出器によって参照され得る３次元マップの一例である。

[図6]図６は、重油をベースにした水エマルジョン燃料の一般的な粘度特性を示す線図である。

符号の説明

[0033] １　粘度設定切替器

４　制御器

８　演算要素

１１　注水率設定器

１３　制限要素

１４　演算要素

３１　油性状判定器

４１　注水率検出器

５０　制御部

発明を実施するための形態

[0034] 以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。

[0035] 図１は、水エマルジョン燃料をディーゼル機関に供給するシステム１００の系統図である。このシステム１００においては、純燃料と清水とが水エマルジョンミキサー（以下単に「ミキサー」という）１０１によって混合され、このようにして純燃料と清水とを混合してなる水エマルジョン燃料がディーゼル機関の主機１０２に送られる。具体的には主機１０２の燃料弁（図示せず）に送られ、この燃料弁より主機１０２の気筒に水エマルジョン燃料が所要の噴射量だけ噴射される。主機１０２からの燃料はベントタンク１０３

で回収され、回収した燃料は燃料流路１０４に流入してミキサー１０１へと循環する。

[0036] 純燃料を溜めるタンク（図示せず）からミキサー１０１に至る燃料流路１０４には燃料供給ポンプ１０５が設けられ、当該ポンプ１０５によってタンク内の純燃料がミキサー１０１に供給される。また、燃料流路１０４には、純燃料の粘度及び温度を測定するための粘度・温度計１０６と、ミキサー１０１に流入する純燃料の質量流量を測定するための質量流量計１０７とが設けられている。なお、純燃料としては例えばＡ重油、Ｃ重油又はこれらが混合したものが利用される。

[0037] 清水は、ディーゼル機関を搭載した船舶内に装備された脱塩装置（図示せず）等をその供給源としており、この供給源からミキサー１０１に至る清水流路１０８には水供給ユニット１０９が設けられている。水供給ユニット１０９の動作に従って所要流量の清水がミキサー１０１に送られる。

[0038] ミキサー１０１から主機１０２に至る水エマルジョン流路１１０には燃料循環ポンプ１１１が設けられ、当該ポンプ１１１によってミキサー１０１からの水エマルジョン燃料が主機１０２に送られる。水エマルジョン流路１１０の下流部には、水エマルジョン燃料を濾過する濾器１１２が設けられている。また、水エマルジョン流路１１０には燃料ヒータ１１３が設けられ、主機１０２に送る水エマルジョン燃料を加温可能となっている。さらに、水エマルジョン流路１１０には、燃料ヒータ１１３による加温後の水エマルジョン燃料の粘度及び温度を測定するための粘度・温度計１１４と、燃料循環ポンプ１１１より圧送されて燃料ヒータ１１３に流入する水エマルジョン燃料の質量流量を測定するための質量流量計１１５とが設けられている。

[0039] 図２に示す第１実施形態に係る運転制御装置は、水エマルジョン燃料が使用され得るディーゼル機関に付設され、ガバナとして燃料調整ラック（以下、これを単に「ガバナラック」という）を使用するディーゼル機関の回転数制御を行うものである。この運転制御装置は、水エマルジョン燃料の使用を考慮することから、粘度の操作部分と注水率の操作部分とを有している。ま

た、機関回転数をフィードバックして燃料噴射量を決定及び出力する従来一般に使用されてきた制御部５０をそのまま備えている。そして、粘度および注水率の各操作部分が最終的に決定した注水率に応じて、制御部５０が出力する燃料噴射量を補正（調整）し、それにしたがってガバナラックを操作する。

[0040] 制御部５０は、注水率がゼロの純燃料を使用する場合に一般に使用され、回転数設定部５１、比較部５２、不感帯要素５３、制御器５４、トルクリミター５５、掃気圧リミター５６及び燃料制限部５７を有している。

[0041] 回転数設定部５１には機関回転数設定値が設定され、比較部５２は、この設定値を、測定されフィードバックされた実際の機関回転数測定値と比較する。比較部５２で得た双方の値の差が、不感帯要素５３を介して制御器５４（たとえばＰＩ制御部）に入力され、更に該制御器５４を介して燃料制限部５７に入力される。制御器５４の出力は、トルク制限関数を有するトルクリミター５５にも入力され、燃料制限部５７にはトルクリミター５５からの制限値が入力される。また、掃気圧に対する燃料量のバランスをとる必要性から、掃気圧センサーによって測定された掃気圧測定値が掃気圧制限関数を有する掃気圧リミター５６に入力され、燃料制限部５７には掃気圧リミター５６からの制限値も入力される。燃料制限部５７は、各リミター５５，５６からの出力に基づいて、制限された燃料噴射量ｍを出力するよう構成され、これによりディーゼル機関が過大なトルクを発生するのを避けることができる。

[0042] かかる構成および機能は、純燃料の使用を前提としたディーゼル機関の運転制御において広く採用されている。本実施形態の運転制御装置は、水エマルジョン燃料の使用を考慮した制御を実行するが、これらリミター５５，５６が有する各制限関数等をも全く変更することなくこの既存の制御部５０をそのまま組み込んでいる。

[0043] 粘度の操作部分は、ディーゼル機関の運転制御装置に新たに付加された部分であり、設定切替器１、比較部２、不感帯要素３、制御器４、制限要素５

、比較部６、要素７及び演算要素８を有している。

[0044] 設定切替器１は水エマルジョン燃料の粘度設定をする要素であり、操作員によって切り替え可能に構成されている。設定切替器１には、例えばＡ重油の粘度設定値が予め設定された粘度設定部１ａと、Ｃ重油の粘度設定値が予め設定された粘度設定部１ｂとが接続されている。Ａ重油をベースとして使用する場合には、設定切替器１を切り替え操作することによって粘度設定部１ａからの設定値が設定切替器１に入力される状態が選択され、それにより粘度設定値がＡ重油に対応した２～５ｃＳｔと定められる。また、Ｃ重油をベースとする場合には、粘度設定部１ｂからの設定値が設定切替器１に入力される状態が選択され、それにより粘度設定値がＣ重油に対応した１０～２０ｃＳｔと定められる。比較部２は、設定切替器１によって定められた粘度設定値を粘度・温度計１１４（図１参照）で測定された実際の燃料粘度測定値と比較し、比較部２で得た双方の値の差が不感帯要素３を介して制御器４（たとえばＰＩ制御部）に入力される。制御器４は、この差に基づいて、水エマルジョン燃料を粘度設定値にするために必要となる温度上昇幅（温度上昇要求値）を演算する。この温度上昇要求値は、燃料ヒータ１１３（図１参照）の能力限界や各種トラブルの回避を考慮して温度上昇の上限を設定した制限要素５に入力される。制限を越える温度上昇要求値が入力された場合、制限要素５は、燃料温度がこの制限されたその温度（温度上昇限界値）だけ上昇するよう燃料ヒータ温度を操作する。

[0045] 比較部６には、制御器４の出力である温度上昇要求値と、制限要素５の出力である温度上昇限界値とが入力され、比較部６は双方の値の差を算出して要素７に出力する。要素７は、この双方の値の差に基づいて、温度上昇要求値よりも温度上昇限界値が小さいために燃料の温度上昇を抑制した程度を示す温度幅ａを算出する。この温度幅ａは演算要素８に入力され、演算要素８において関数f_1（ａ）により、温度幅ａの分だけ粘度低下が抑制された粘度幅に相当する注水率幅に変換される。無論、温度上昇要求値と温度上昇限界値の差がゼロのときには、温度幅ａ及びこれに相当する注水率幅もゼロとな

る。

[0046] 注水率の操作部分は、ディーゼル機関の運転制御装置に新たに付加された部分であり、注水率設定器１１、減算部１２、制限要素１３および演算要素１４を有している。

[0047] 注水率設定器１１には、注水率設定値として、排ガス中のＮＯｘ濃度を所定幅だけ低減するのに必要とされる水エマルジョン燃料への要求注水率が入力される。この要求注水率から、上記演算要素８により求められた注水率幅を減算部１２にて減じることにより、温度制限に起因して実現可能な範囲で制限された注水率を算出する。このようにして算出された注水率はさらに制限要素１３に入力され、この制限要素１３にて、使用する注水器の能力に起因して実現可能な注水率を求める。要求注水率が例えば５０％、注水率幅が例えば１０％とした場合、減算部１２において４０％の注水率が算出され、この４０％の注水率が制限要素１３にて例えば３５％程度の注水率に変換され得る。但し、この数値は説明便宜のための一例に過ぎず、状況に応じて適宜変更され得るものである。

[0048] この制限要素１３が求めた注水率が最終決定の注水率ｘとして扱われ、制限要素１３は、実際の注水率がこの最終決定の注水率ｘなるよう注水率を調整すべくディーゼル機関に装備された水供給ユニット１０９（図１参照）などの機器類を操作する。また、この注水率ｘと制御部５０が出力する燃料噴射量ｍとが演算要素１４に入力される。演算要素１４は、関数f_0（ｍ，ｘ）にしたがって注水率ｘに応じた適切な水エマルジョン燃料の燃料噴射量を算出する。ここでいう適切な燃料噴射量とは、注水率によらず機関の出力トルクを一定にさせることが可能な燃料噴射量である。なお、関数f_0（ｍ，ｘ）はたとえば、f_0（ｍ，ｘ）＝（１＋ｘ／１００）・ｍ （ここでｘは百分率）とすることができる。但し、この関係式は一例に過ぎず、関数f_0（ｍ，ｘ）は試験によって導出されたその他の関係式によって表わされてもよい。

[0049] 本実施形態のディーゼル機関においては、ガバナラックの変位に基づいて所定の噴射量の燃料が燃料弁（図示せず）から噴射されるようになっており

、通常ガバナラックは、その変位が電気制御される場合であっても機械的に一定の移動範囲内で変位するよう構成され、このためガバナラックを利用した噴射量の調整範囲にもガバナラックの移動限界に応じて限界がある。このような場合、演算要素１４が求めた燃料噴射量は、ガバナラックに対応づけた制限要素１６に入力され、制限要素１６においてこの移動限界を考慮して制限された燃料噴射量が求められる。制限要素１６は、燃料がこの制限された噴射量だけ噴射されるようガバナラックを操作する。

[0050] 以上により、水エマルジョン燃料の適切な供給と機関回転数の円滑な制御とが実現される。

[0051] 図３に示す第２実施形態に係る運転制御装置おいても、図２に示す第１実施形態と同じく、従来一般に使用されてきた制御部５０がそのまま組み込まれているとともに、水エマルジョン燃料の使用を考慮して粘度および注水率の各操作部分が決定した注水率に応じて、制御部５０の出力である燃料噴射量を補正し、もって適正な燃料噴射量を得るよう構成されている。図２の例と同じ構成部分には同一の符号を付して重複する詳細説明を省略する。

[0052] ただし、本実施形態の運転制御装置は、注水率ｘ（つまり要求注水率に制限を加えて得られる注水率）に基づいてガバナラックの移動限界を変更するため、演算要素１５を有している。この演算要素１５では、制限要素１３により求められた注水率ｘが入力され、ガバナラックの移動制限値を補正関数f_2（ｘ）によって定め、この移動制限値が制限要素１６に入力される。なお、関数f_2（ｘ）はたとえば、f_2（ｘ）＝（１＋ｘ／１００）・L_0 とすることができる。ここで、L_0は純燃料でのガバナラックの移動限界値である。但し、この関係式は一例に過ぎず、補正関数f_2（ｘ）は試験によって求めたその他の関係式で表わされてもよい。制限要素１６によって、入力された移動制限値にしたがってガバナラックの移動限界が変更されるため、機関にとっての機械的安全性を高めた好ましい制御を行うことができる。

[0053] 図４Ａに示す第３実施形態に係る運転制御装置は、水エマルジョンにして使用している純燃料の性状が不明である場合のディーゼル機関の運転制御を

実行する際に好適に利用され得る。ここでいう性状とは例えば燃料の銘柄や種別等をいい、加温時の温度上限や粘度上限等の燃料の特性を決める因子となる。本実施形態の運転制御装置は、使用している純燃料の温度と粘度とを測定し、それら測定値を油性状判定器３１に入力することにより油性状を同定するようになっており、かかる制御方法は、二種以上の純燃料が混合されたことによってタンク内の油性状が不明確になった場合等において有意義となる。

[0054] 油性状判定器３１は、図４Ｂに示すような関係性を利用して、純燃料温度と純燃料粘度とに応じて所定温度換算の粘度を算出し、当該所定温度換算の粘度に基づいてタンク内の純燃料の油性状を判定する。純燃料の温度及び粘度は燃料流路１０４（図１参照）に設けられた温度・粘度計１０６（図１参照）により測定され、油性状判定器３１にはこの温度・粘度計１０６の測定値が入力される。

[0055] そして、純燃料の油性状を明らかにすると、注水率制限設定器３２は、当該純燃料に清水を混合してなる水エマルジョン燃料の温度及び粘度とに応じて注水率上限を求めるための３次元マップを、明らかにされた油性状に基づいて決定する。図４Ｃには、ある油性状に基づいて決定されうる注水率上限を求めるマップ（ハッチング領域参照）の一例を示している。決定されたマップを参照することにより、温度上限設定値および粘度上限設定値ならびに明らかにされた油性状の関係から、注水率制限設定器３２にて注水率の上限設定値を算出可能となる。

[0056] 燃料中への注水率設定値は、排ガス中のＮＯｘ濃度の目標低減量に対応づけて注水率設定器３６に入力されるが、これには、注水率制限設定器３２による算出結果を反映させる。すなわち、注水率制限設定器３２が算出した注水率の上限設定値に基づいて制限要素３７における注水率制限の条件を定めることとし、注水率設定値は当該制限要素３７にて、制限された注水率ｘに変換する。

[0057] なお、本実施形態においても、純燃料について従来一般に使用されてきた

制御部５０がそのまま組み込まれており、演算要素１４には制御部５０の出力である燃料噴射量ｍと上記注水率ｘとが入力される。演算要素１４は、関数f_0（ｍ，ｘ）により適正な燃料噴射量を決定し、求めた燃料噴射量を制限要素１６に出力し、制限要素１６はガバナラックの移動限界を考慮した制限された噴射量だけ水エマルジョン燃料が噴射されるようガバナラックの操作を行う。こうすることにより、純燃料が未知である場合にも、出力トルクの変動を抑えてディーゼル機関を適切に運転制御することができる。

[0058] なお、本実施形態では燃料の性状を同定するための要素３１，３２を有することを特徴としているが、図２および図３に示す第１および第２実施形態が特徴とする注水率制限を加えることも可能である。

[0059] 図５Ａに示す第４実施形態に係る運転制御装置は、水エマルジョンにして使用している純燃料の性状が分かっていて注水率が不明である場合のディーゼル機関の運転制御に好適に利用され得る。使用中の純燃料の性状が既知であれば、水エマルジョン燃料の温度と粘度とを測定することによってその水エマルジョン燃料の注水率を検出できるので、検出して注水率に基づいてディーゼル機関のトルク制御および回転数制御を行うことができる。

[0060] 具体的には、図５Ａに示すように、既知の油性状と、温度計および粘度計でそれぞれ実測した水エマルジョン燃料の温度測定値および粘度測定値とが注水率検出器４１に入力される。注水率検出器４１は、図５Ｂに例示するように温度と粘度の２要素をパラメータとして注水率との関係を示す３次元マップを参照可能に構成され、この３次元マップに基づいて使用中の水エマルジョン燃料の注水率が検出される。注水率検出器４１で検出された注水率が最終決定の注水率ｘとして扱われる。この注水率ｘは、上記実施形態と同様にして組み込まれている制御部５０の出力である燃料噴射量ｍとともに演算要素１４に入力される。これらの入力を受けて演算要素１４は、関数f_0（ｍ，ｘ）によって、水エマルジョン燃料についての適正な燃料噴射量を決定する。その適正量に基づき、ガバナラックに対応づけた制限要素１６を介してガバナラックの操作を行う。このようにすれば、水エマルジョン燃料の注水

率が不明である場合にも、ディーゼル機関を適切に運転制御することができる。

[0061] なお、上記各実施形態においては、ディーゼル機関に装備される燃料噴射のためのデバイスが燃料調整ラックを利用するガバナである場合を例示したが、これに替えて燃料弁を電磁弁としてもよい。つまり、本発明に係るディーゼル機関は、電磁弁等によって燃料噴射量を調整する一般に電子制御式と呼ばれるものにも好適に適用することができる。

[0062] 上記説明から、当業者にとっては、本発明の多くの改良や他の実施形態が明らかである。従って、上記説明は、例示としてのみ解釈されるべきであり、本発明を実行する最良の態様を当業者に教示する目的で提供されたものである。本発明の精神を逸脱することなく、その構造及び／又は機能の詳細を実質的に変更できる。

産業上の利用可能性

[0063] 本発明は、水エマルジョン燃料における注水率が変動するときの出力トルクおよび機関回転数の変動が、制御遅れをともなわないで適切に防止されまたは抑制されるという作用効果を奏し、舶用ディーゼル機関をはじめとして水エマルジョン燃料が使用され得る種々のディーゼル機関に利用することができる。

請求の範囲

[請求項1] 水エマルジョン燃料を使用するディーゼル機関の運転制御方法であって、

燃料への注水率に応じて燃料噴射量を調整することを特徴とするディーゼル機関の運転制御方法。

[請求項2] 排ガスの成分比率要求のために設定される要求注水率に対し、水エマルジョン燃料の特性を考慮して注水率に制限を加えることを特徴とする請求項１に記載したディーゼル機関の運転制御方法。

[請求項3] 要求注水率に対する制限は、

水エマルジョン燃料を加温して所定粘度まで低下させるために定められる温度上昇要求値と、実現可能である温度上昇限界値との差を算出して、その差だけ温度上昇を抑制し、温度上昇を抑制したために低下させられなかった粘度の幅に相当する注水率幅だけ注水率を前記要求注水率から下げる

ことによって加えられることを特徴とする請求項２に記載したディーゼル機関の運転制御方法。

[請求項4] 前記ディーゼル機関がガバナとして燃料調整ラックを用いて燃料噴射量を調整するものであり、

注水率に応じて前記燃料調整ラックの移動限界を変更することを特徴とする請求項１～３のいずれかに記載したディーゼル機関の運転制御方法。

[請求項5] 純燃料を使用するために設定された制御手段によって純燃料噴射量を定めるとともに、

当該純燃料噴射量に注水率に応じた補正を加えることにより、水エマルジョン燃料についての燃料噴射量を算出することを特徴とする請求項１～４のいずれかに記載したディーゼル機関の運転制御方法。

[請求項6] 純燃料の温度と粘度とを測定することにより純燃料の性状を同定し、該同定された性状と、該同定された性状に対応する温度上限および

粘度上限とに基づいて注水率に制限を加えることを特徴とする請求項１または２に記載したディーゼル機関の運転制御方法。

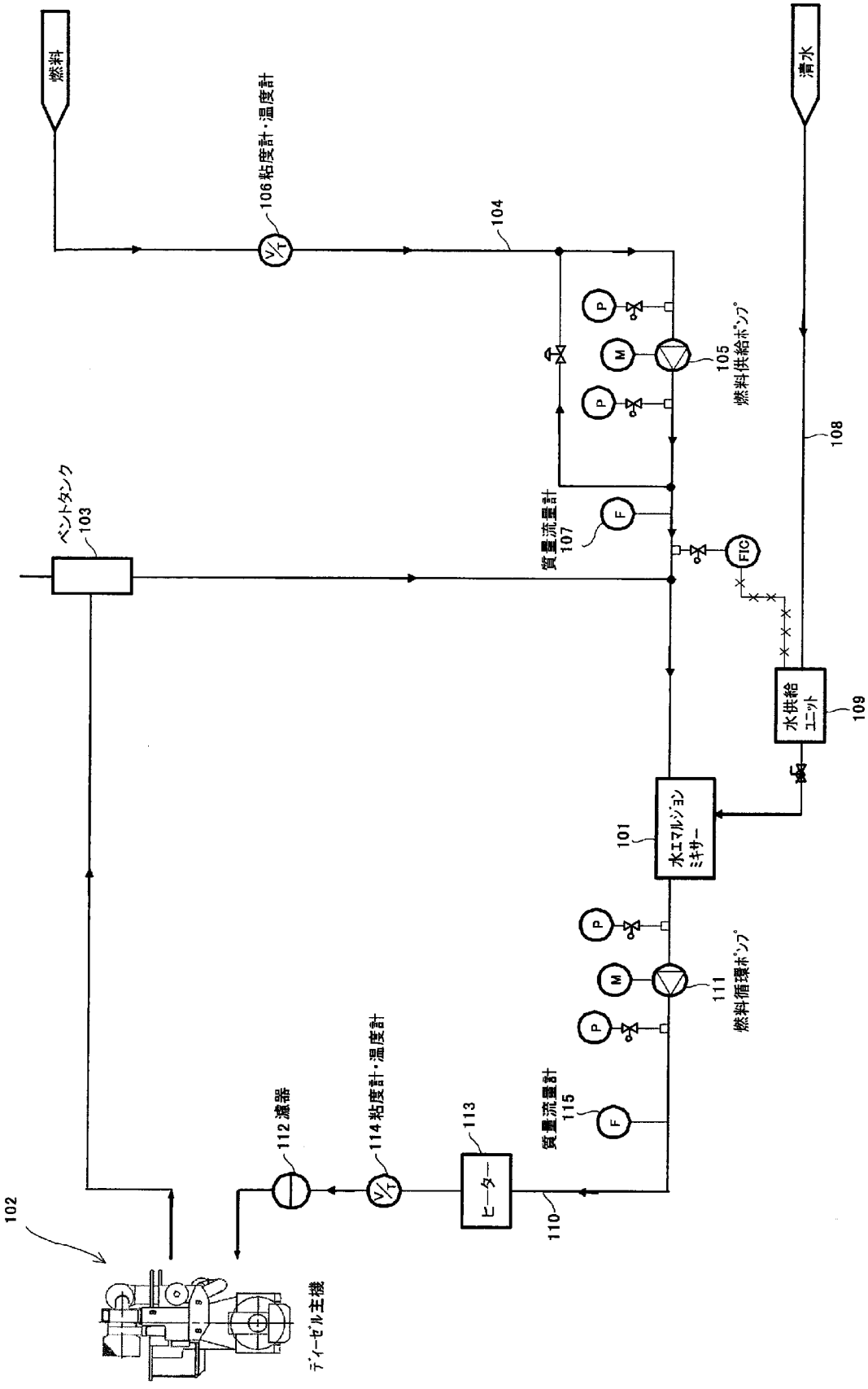
[請求項7] 純燃料の性状が既知である場合において、水エマルジョン燃料の温度と粘度とを測定することによりその水エマルジョン燃料の注水率を検出し、その注水率に応じて燃料噴射量を調整することを特徴とする請求項１に記載したディーゼル機関の運転制御方法。

[請求項8] 水エマルジョン燃料を使用するディーゼル機関に付設され、請求項１～７のいずれかに記載した運転制御方法を行うことを特徴とするディーゼル機関の運転制御装置。

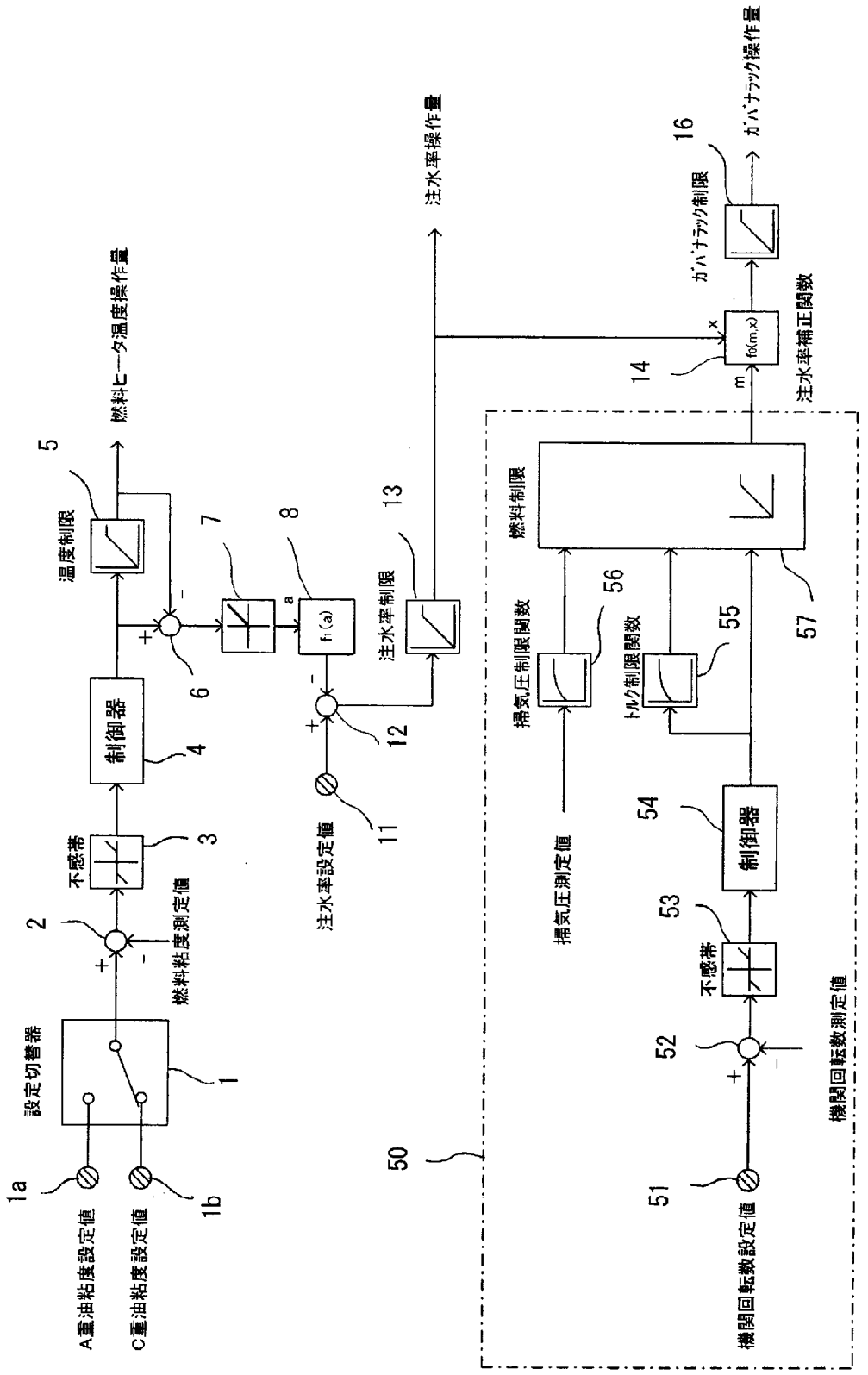
[請求項9] 水エマルジョン燃料を使用するディーゼル機関であって、請求項１～７のいずれかに記載した運転制御方法を行うことを特徴とするディーゼル機関。

[請求項10] 請求項９に記載のディーゼル機関を備えることを特徴とする船舶。

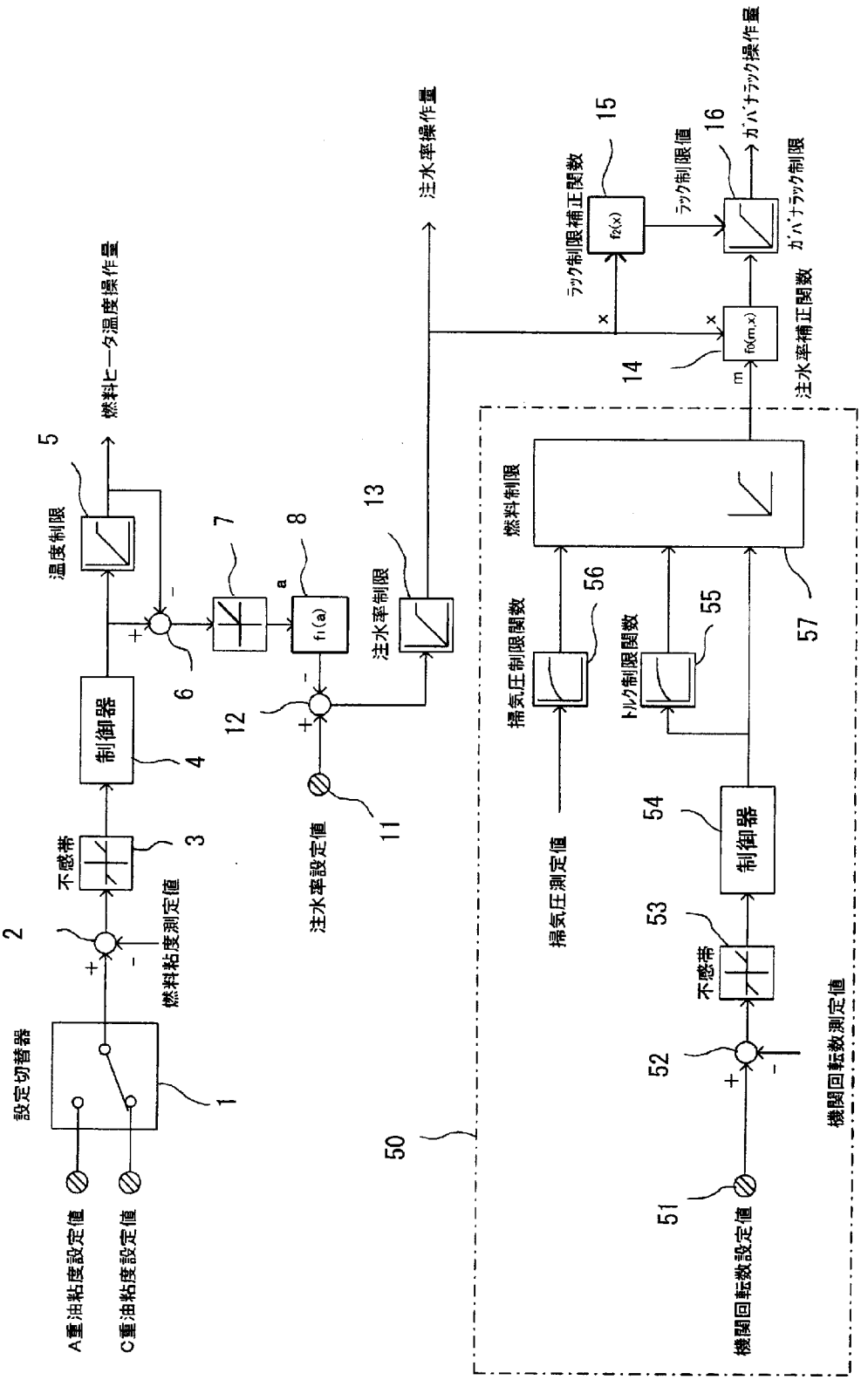
[図1]


燃料
106 粘度計・温度計
104
清水
105
燃料供給ポンプ
108
ベントタンク
103
質量流量計
107
FIC
水供給
ユニット
109
水エマルジョン
ミキサー
101
111
燃料循環ポンプ
質量流量計
115
114 粘度計・温度計
112 濾器
113
ヒーター
110
102
ディーゼル主機

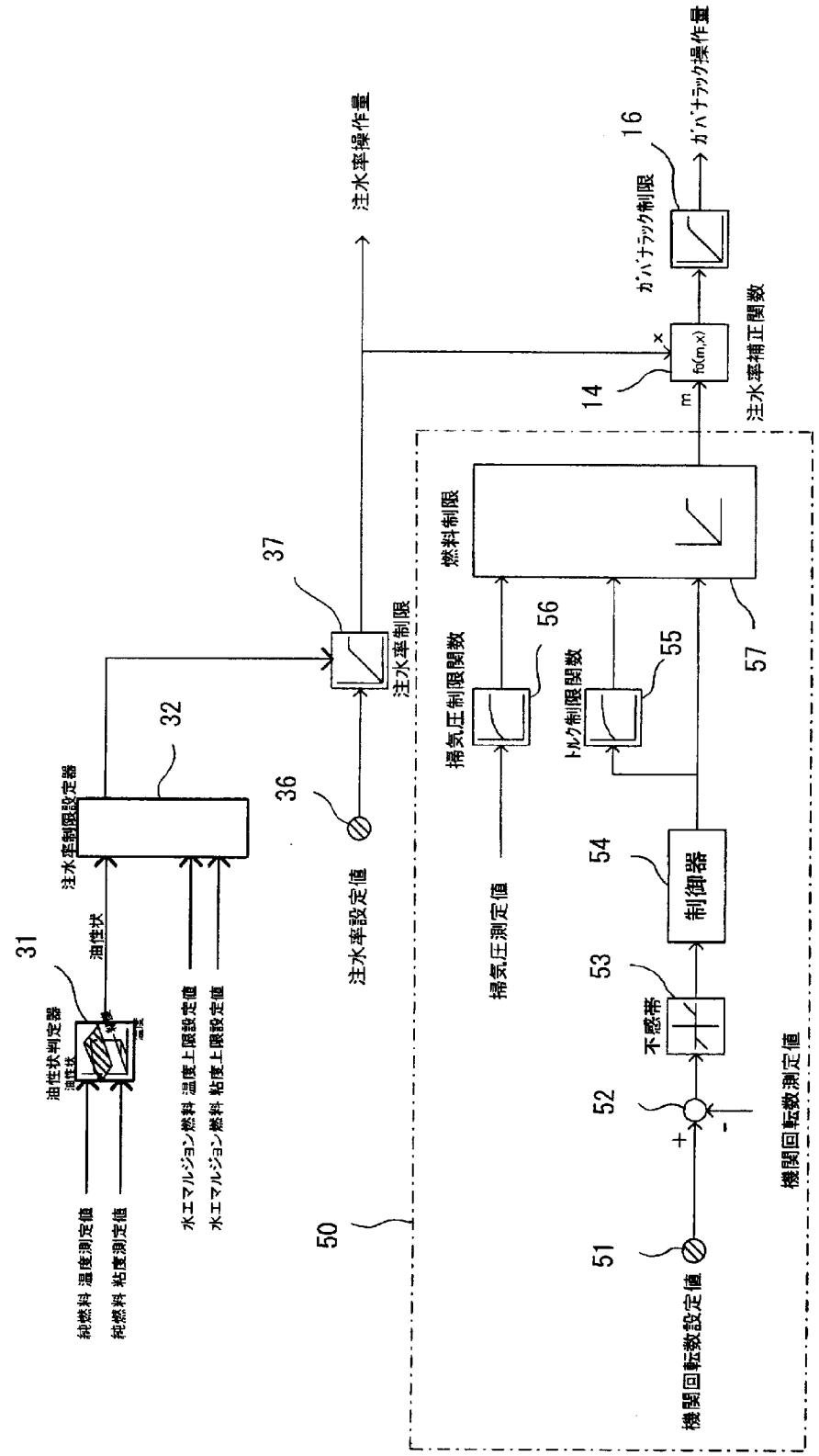
[図2]


A重油粘度設定値
C重油粘度設定値
設定切替器
燃料粘度測定値
不感帯
制御器
温度制限
燃料ヒータ温度操作量
注水率設定値
注水率制限
注水率操作量
掃気圧測定値
掃気圧制限関数
燃料制限
トルク制限関数
ガバナラック制限
ガバナラック操作量
注水率補正関数
機関回転数設定値
機関回転数測定値
f1(a)
f6(m,x)

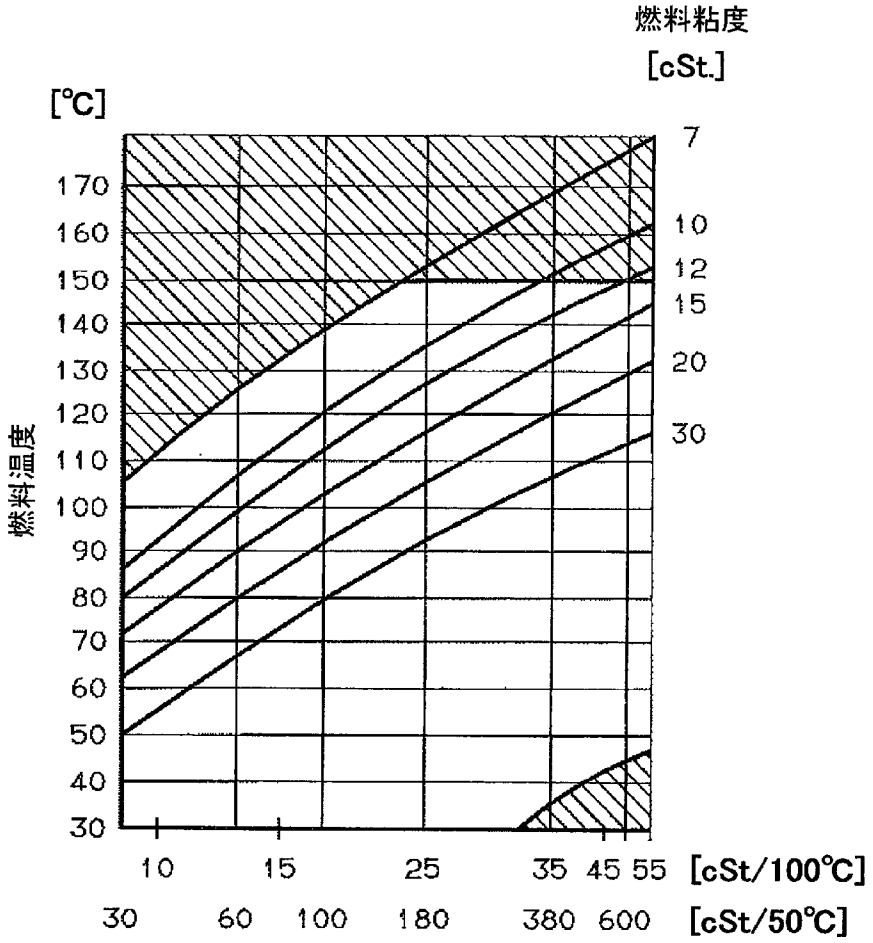
[図3]


A重油粘度設定値
C重油粘度設定値
設定切替器
燃料粘度測定値
不感帯
制御器
温度制限
燃料ヒータ温度操作量
注水率設定値
注水率制限
注水率操作量
掃気圧測定値
掃気圧制限関数
トルク制限関数
燃料制限
ラック制限補正関数
ラック制限値
ガバナラック操作量
注水率補正関数
ガバナラック制限
機関回転数設定値
機関回転数測定値
f1(a)
f2(x)
f3(m,x)

[図4A]

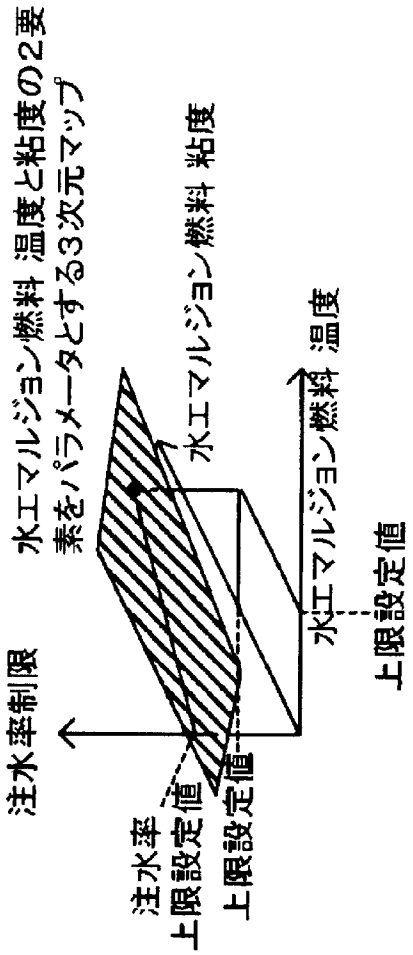

注水率操作量
ガバナラック操作量
ガバナラック制限
16
注水率補正関数
14
燃料制限
注水率制限
37
掃気圧制限関数
56
トルク制限関数
55
57
掃気圧測定値
制御器
54
不感帯
53
52
機関回転数設定値
51
50
機関回転数測定値
注水率設定値
36
注水率制限設定器
32
油性状
油性状判定器
31
純燃料 温度測定値
純燃料 粘度測定値
水エマルジョン燃料 温度上限設定値
水エマルジョン燃料 粘度上限設定値

[図4B]

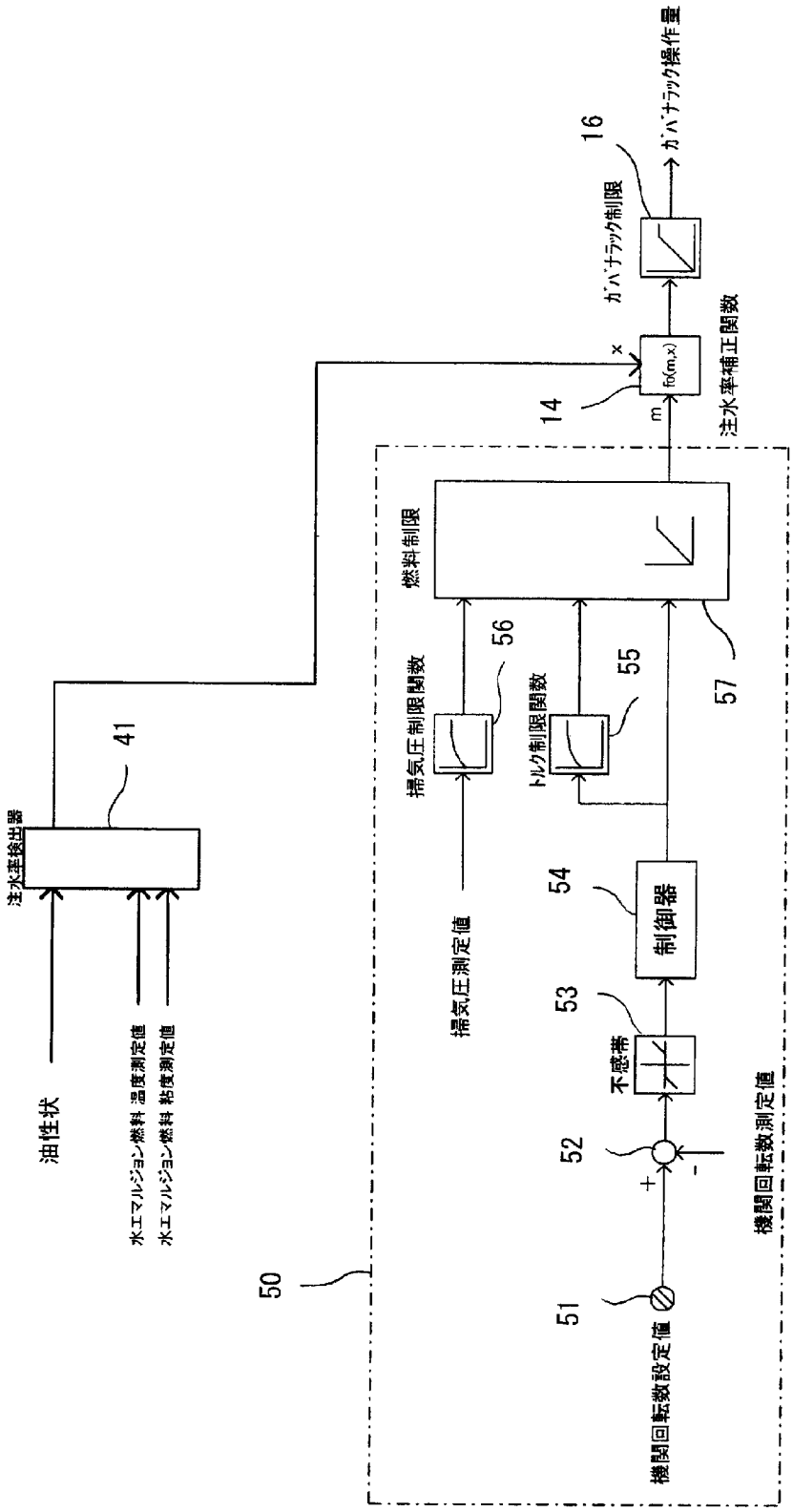


所定温度換算の粘度

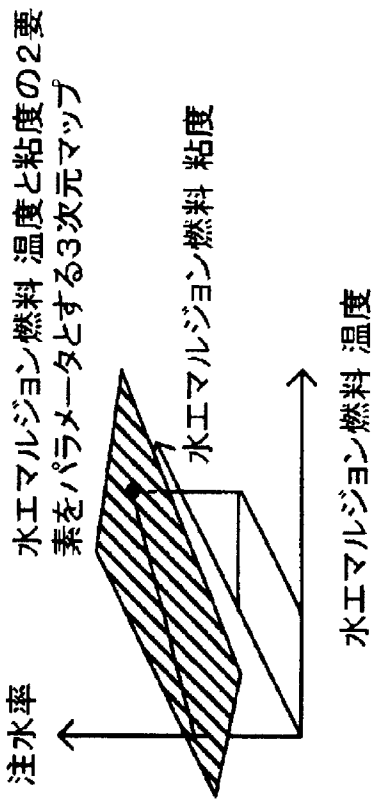
[図4C]


水エマルジョン燃料 温度と粘度の2要素をパラメータとする3次元マップ
注水率制限
注水率上限設定値
水エマルジョン燃料 粘度
上限設定値
水エマルジョン燃料 温度
上限設定値

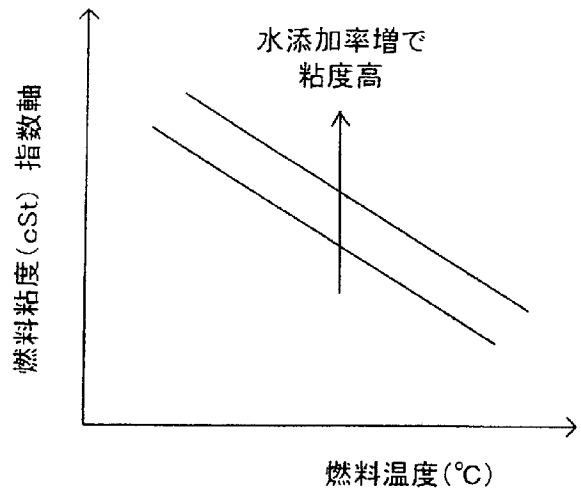
[図5A]


油性状
水エマルジョン燃料 温度測定値
水エマルジョン燃料 粘度測定値
注水率検出器
41
50
51
機関回転数設定値
52
+
-
機関回転数測定値
53
不感帯
54
制御器
掃気圧測定値
56
掃気圧制限関数
55
トルク制限関数
燃料制限
57
14
x
m
f(m,x)
注水率補正関数
16
ガバナラック制限
ガバナラック操作量

[図5B]


水エマルジョン燃料 温度と粘度の2要素をパラメータとする3次元マップ
水エマルジョン燃料 粘度
水エマルジョン燃料 温度
注水率

[図6]


水添加率増で
粘度高
燃料粘度(cSt) 指数軸
燃料温度(℃)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2009/004972

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F02B47/02(2006.01)i, F02D1/02(2006.01)i, F02D19/12(2006.01)i, F02D45/00(2006.01)i, F02M25/022(2006.01)i, F02M31/125(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)
F02B47/02, F02D1/02, F02D19/12, F02D45/00, F02M25/022, F02M31/125

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 1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2009 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2009

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	JP 63-009639 A (Hino Motors, Ltd.), 16 January 1988 (16.01.1988), entire text; all drawings (Family: none)	1 2,4-5,8-10
Y	JP 06-116575 A (Intevep S.A.), 26 April 1994 (26.04.1994), paragraph [0010] & GB 2201161 A & BR 8706479 A & DK 0511787 A	2,4-5,8-10
Y	JP 2004-068678 A (Toyota Motor Corp.), 04 March 2004 (04.03.2004), paragraphs [0016] to [0020] (Family: none)	5,8-10

☒ 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	Date of mailing of the international search report
26 October, 2009 (26.10.09)	02 November, 2009 (02.11.09)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2009/004972

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 2001-065411 A (Kabushiki Kaisha Sekiguchi, Nabco Ltd.), 16 March 2001 (16.03.2001), paragraph [0001] & CN 1290808 A	10

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００９／００４９７２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F02B47/02(2006.01)i, F02D1/02(2006.01)i, F02D19/12(2006.01)i, F02D45/00(2006.01)i, F02M25/022(2006.01)i, F02M31/125(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.　F02B47/02, F02D1/02, F02D19/12, F02D45/00, F02M25/022, F02M31/125

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	１９７１－２００９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００９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 Y	JP 63-009639 A（日野自動車工業株式会社）1988.01.16, 全文、全図（ファミリーなし）	1 ２、４―５、８－１０
Y	JP 06-116575 A（インテヴェップ,エス．エイ．）1994.04.26, 段落【００１０】 & GB 2201161 A & BR 8706479 A & DK 0511787 A	２、４－５、８－１０
Y	JP 2004-068678 A（トヨタ自動車株式会社）2004.03.04, 段落【００１６】－【００２０】（ファミリーなし）	５、８－１０

☑　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 ２６．１０．２００９	国際調査報告の発送日 ０２．１１．２００９
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　３Ｔ　４１３１ 島倉　理 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
Ｙ	JP 2001-065411 A (株式会社関口、株式会社ナブコ) 2001.03.16, 段落【０００１】 & CN 1290808 A	１０