

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6282487号
(P6282487)

(45) 発行日 平成30年2月21日(2018.2.21)

(24) 登録日 平成30年2月2日(2018.2.2)

(51) Int.Cl.

F 1

FO2B 37/14 (2006.01)

FO2B 37/14

FO2B 37/10 (2006.01)

FO2B 37/10

HO2P 27/06 (2006.01)

HO2P 27/06

Z

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願2014-34152 (P2014-34152)

(22) 出願日

平成26年2月25日(2014.2.25)

(65) 公開番号

特開2015-158188 (P2015-158188A)

(43) 公開日

平成27年9月3日(2015.9.3)

審査請求日

平成29年2月21日(2017.2.21)

(73) 特許権者 000006208

三菱重工業株式会社

東京都港区港南二丁目16番5号

(74) 代理人 100112737

弁理士 藤田 考晴

(74) 代理人 100118913

弁理士 上田 邦生

(72) 発明者 山下 幸生

東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

(72) 発明者 坂本 武藏

東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 過給機及び船舶

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

タービンにより駆動されて内燃機関に外気を圧送するコンプレッサと、前記コンプレッサの回転軸に連結される電動機とを備えた過給機であって、

直流電力を交流電力に変換して前記電動機に出力する機能を備える電力変換手段と、前記電力変換手段を制御する制御手段とを備え、

前記制御手段は、

上位制御手段から与えられる回転数指令の時定数よりも長い時定数を有し、前記上位制御手段からの回転数指令を平滑化して出力する平滑化手段と、

前記平滑化手段から出力された前記回転数指令に、前記電動機の回転数を一致させるための制御信号を生成する制御信号生成手段と、

前記電動機の電力変動量と時定数とが関連付けられた時定数情報を有し、現在の電力変動量に対応する時定数を前記時定数情報から取得し、取得した時定数に前記平滑化手段の時定数を変更する時定数変更手段と

を備える過給機。

【請求項 2】

前記時定数変更手段は、前記電力変動量を所定の間隔をもいて繰り返し算出し、算出した前記電力変動量が所定の閾値を超える場合に、前記電力変動量に対する時定数が大きくなるように、前記時定数情報を変更する請求項1に記載の過給機。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の過給機と、
前記過給機に排ガスを導入するとともに、前記過給機から圧縮された外気が供給される
内燃機関と
を備える船舶。

【請求項 4】

コンプレッサの回転数を電動機によって制御する方法であつて、
前記電動機の電力変動量と時定数とが関連付けられた時定数情報から、現在の電力変動
量に対応する時定数を取得し、

上位制御装置から入力される回転数指令を、前記時定数情報から取得した前記時定数で
平滑化し、

平滑化後の回転数指令に前記電動機の回転数を一致させるように、前記電動機へ供給す
る電力を制御する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、過給機及び過給機を備える船舶に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、図 5 に示すように、舶用ディーゼルエンジン等の内燃機関から排出された排ガス
によって駆動されるタービン 101 と、タービン 101 により駆動されて内燃機関に外気
を圧送するコンプレッサ 102 と、タービン 101 およびコンプレッサ 102 の回転軸に
連結される発電電動機 103 とを備えたハイブリッド過給機 100 が知られている。この
ハイブリッド過給機 100 は、内燃機関から排出される排ガスを過給機のコンプレッサ駆
動力として利用するだけでなく、発電電動機 103 を駆動する動力としても利用して、発
電電力を得るものである。発電電動機 103 により得られた交流の発電電力は、第 1 電力
変換部 104 により直流電力に変換された後、第 2 電力変換部 105 によって船内系統 1
06 に応じた周波数の三相交流電力に変換され、船内系統 106 に供給される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2007-82305 号公報

【特許文献 2】特開 2011-144772 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

近年、内燃機関の低負荷時に、発電電動機を力行動作させて、内燃機関の効率を向上さ
せることが提案されている。発電電動機の力行動作時には、図 5 に示した第 1 電力変換部
104 がインバータとして機能し、第 2 電力変換部 105 がコンバータとして機能する。
そして、第 1 電力変換部 104 を制御する制御部（不図示）は、不図示の上位制御装置か
ら与えられる回転数指令に、発電電動機 103 の実回転数が一致するような制御信号を生
成して第 1 電力変換部 104 に与えることにより、回転数指令に応じた電力が発電電動機
103 に供給され、実回転数が変化する。

【0005】

ところで、上位制御装置からの回転数指令の変化周波数と、第 1 電力変換部 104 を制
御する制御部の制御応答とにそれほど差がない場合、第 1 電力変換部 104 への制御信号
は、回転数指令の変化に速やかに応答して変化することとなる。したがって、例えば、回
転数指令が変動する場合、この変動に追従して発電電動機 103 へ供給される電力が変動
することとなる。発電電動機 103 への供給電力が変動すると、電力供給元である船内系
統に影響を与え、船内系統の電圧や周波数が不安定になるおそれがある。また、系統安定

10

20

30

40

50

のためにディーゼル発電機等の他の発電装置が設けられている場合には、他の発電装置による電力調整を頻繁に行う必要があった。

また、上記の如き問題は、ハイブリッド過給機に限って生じるものではなく、例えば、タービンにより駆動されて内燃機関に外気を圧送するコンプレッサと、コンプレッサの回転軸に連結される電動機とを備える装置においても同様に発生する問題である。

【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、電動機への供給電力の変動を抑制することのできる過給機及び船舶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】

本発明の第1態様は、タービンにより駆動されて内燃機関に外気を圧送するコンプレッサと、前記コンプレッサの回転軸に連結される電動機とを備えた過給機であって、直流電力を交流電力に変換して前記電動機に出力する機能を備える電力変換手段と、前記電力変換手段を制御する制御手段とを備え、前記制御手段は、上位制御手段から与えられる回転数指令の時定数よりも長い時定数を有し、前記上位制御手段からの回転数指令を平滑化して出力する平滑化手段と、前記平滑化手段から出力された前記回転数指令に、前記電動機の回転数を一致させるための制御信号を生成する制御信号生成手段と、前記電動機の電力変動量と時定数とが関連付けられた時定数情報を有し、現在の電力変動量に対応する時定数を前記時定数情報から取得し、取得した時定数に前記平滑化手段の時定数を変更する時定数変更手段とを備える過給機。

10

20

【0008】

このような過給機によれば、上位制御手段から与えられた回転数指令が平滑化手段によって平滑化されるので、上位制御手段から与えられる回転数指令よりも緩やかに変化する回転数指令を制御手段内で生成することができる。そして、平滑化後の回転数指令に実回転数を一致させるような制御信号が制御信号生成手段によって生成されて、電力変換手段に与えられるので、電力変換手段から電動機に出力される電力の変動を抑制することが可能となる。

【0009】

上記過給機において、前記制御手段は、前記電動機の電力変動量と時定数とが関連付けられた時定数情報を有し、現在の電力変動量に対応する時定数を前記時定数情報から取得し、取得した時定数に前記平滑化手段の時定数を変更する時定数変更手段を更に備えることとしてもよい。

30

【0010】

このような構成によれば、その時々の電力変動量に応じて平滑化手段の時定数が変更されるので、その時々の電力変動量に応じた適切な時定数を用いて、回転数指令の平滑化を行うことが可能となる。

【0011】

上記過給機において、前記時定数変更手段は、前記電力変動量を所定の間隔をもいて繰り返し算出し、算出した前記電力変動量が所定の閾値を超える場合に、前記電力変動量に対する時定数が大きくなるように、前記時定数情報を変更することとしてもよい。

40

【0012】

このような過給機によれば、時定数情報から取得した時定数を用いても、電力変動量が所定の閾値を超てしまい、電力変動量の低減に寄与しなかった場合には、時定数情報 자체を時定数が増加する方向に変更する。これにより、各電力変動量に対する時定数を大きくすることができ、電力変動量の低下作用を高めることができる。ここで、時定数の最大値は、例えば、電動機の時定数よりも小さい値に設定されている。時定数の最大値を電動機の時定数よりも小さな値にすることで、回転数制御の応答性を著しく低下させることなく、電力変動を抑制することが可能となる。

【0013】

本発明の第2態様は、上記過給機と、前記過給機に排ガスを導入するとともに、前記過

50

給機から圧縮された外気が供給される内燃機関とを備える船舶である。

本発明の第3態様は、コンプレッサの回転数を電動機によって制御する方法であって、前記電動機の電力変動量と時定数とが関連付けられた時定数情報から、現在の電力変動量に対応する時定数を取得し、上位制御装置から入力される回転数指令を、前記時定数情報から取得した前記時定数で平滑化し、平滑化後の回転数指令に前記電動機の回転数を一致させるように、前記電動機へ供給する電力を制御する方法である。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、電動機への供給電力の変動を抑制することができるという効果を奏する。

10

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の一実施形態に係る船用ハイブリッド過給機の概略構成を示した図である。

【図2】図1に示した制御部が備える機能を示した機能ブロック図である。

【図3】電力変動量の一算出例について説明するための図である。

【図4】時定数情報の一例を示した図である。

【図5】従来の船用ハイブリッド過給機の概略構成を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

20

以下に、本発明の過給機を船用ハイブリッド過給機として船舶に適用した場合の一実施形態について、図面を参照して説明する。

図1は、本実施形態に係る船用ハイブリッド過給機（以下単に「ハイブリッド過給機」という。）の概略構成を示した図である。図1に示すように、ハイブリッド過給機10は、船用ディーゼルエンジン（内燃機関）から排出された排ガスによって駆動されるタービン21と、タービン21により駆動されて船用ディーゼルエンジンに外気を圧送するコンプレッサ23と、コンプレッサ23の回転軸に連結される発電電動機30とを主な構成として備えている。ハイブリッド過給機10は、船用ディーゼルエンジンから排出される排ガスを過給機のコンプレッサ駆動力として利用するだけでなく、発電電動機30を駆動する動力としても利用して、発電電力を得るものである。

30

【0017】

また、ハイブリッド過給機10は、発電電動機30と船内系統16との間に設けられた電力変換装置20を備える。電力変換装置20は、第1電力変換部（電力変換手段）12と、第2電力変換部14とを主な構成として備えている。

【0018】

第1電力変換部12は、発電電動機30の回生動作時においては、発電電動機30の発電電力を直流電力に変換して出力し、力行動作時においては、直流電力を交流電力に変換して発電電動機30に出力する。第2電力変換部14は、発電電動機30の回生動作時においては、第1電力変換部12からの直流電力を系統に適した三相交流電力に変換して船内系統16に出力し、力行動作時においては、船内系統16からの三相交流電力を直流電力に変換して第1電力変換部12に出力する。

40

【0019】

上記第1電力変換部12及び第2電力変換部14の構成は特に限定されないが、例えば、一例として、6つのスイッチング素子がブリッジ接続されてなる構成が挙げられる。第1電力変換部12は、制御部40によって制御される。なお、第2電力変換部14を制御するための制御部も設けられているが、ここでの説明は省略する。

【0020】

制御部40は、発電電動機30の力行運転時において、例えば、船用ディーゼルエンジンを制御する上位制御装置50（図2参照）から与えられる回転数指令Nに、発電電動機30の回転数Nが一致するように、第1電力変換部12を制御する機能を有する。

50

【0021】

図2は、制御部40が備える機能を示した機能ブロック図である。図2に示すように、制御部40は、平滑化部41と、時定数変更部42と、制御信号生成部43とを主な構成として示している。平滑化部41は、例えば、一時遅れ要素46と、レートリミッタ48とを備えている。一次遅れ要素46は、抵抗とコンデンサ成分とからなるRCフィルタ等のハードウェアとして実現されてもよいし、ソフトウェアとして実現されてもよい。また、レートリミッタ48の後段に、一次遅れ要素が更に設けられる構成とされていてもよい。

なお、平滑化部41の構成は、図2に示した構成に限定されず、一次遅れ要素46及びレートリミッタ48のいずれか一方を少なくとも有していればよい。

10

【0022】

一次遅れ要素46は、上位制御装置50における回転数指令N^{*}の時定数（例えば、数100 msecから数secの間）よりも長い時定数（例えば、回転数指令N^{*}の時定数の10倍以上、例えば、数secから数十secの間）を有し、上位制御装置50からの回転数指令N^{*}を平滑化して出力する。レートリミッタ48は、一次遅れ要素46から出力された回転数指令の変化率が所定値を超えないように制限する。

【0023】

時定数変更部42は、第1電力変換部12から発電電動機30に供給される電力の変動量（以下「電力変動量P」という。）を演算し、電力変動量Pに応じて一次遅れ要素46の時定数を設定する。ここで、発電電動機30の電力Pは、例えば、発電電動機30に供給される三相交流電圧及び三相交流電流に基づいて算出してもよいし、第1電力変換部12と第2電力変換部14との間の直流バス間の電圧及び電流を用いて算出してもよい。なお、検出精度の観点から直流バス間の電圧及び電流を用いることが好ましい。これは、三相電圧には高調波成分が多く含まれているが、直流電圧は平滑コンデンサの効果で高調波成分が少ないため、比較的精度がよく、かつ演算が容易だからである。

20

【0024】

電力変動量Pは、例えば、一定期間における電力平均値P_{ave}と電力最大値P_{max}との差分として求めてよいし（図3参照）、一定期間における電力平均値P_{ave}と電力最小値P_{min}との差分として求めてよいし、電力平均値P_{ave}と標準偏差から求めることとしてもよい。また、一定期間における電力平均値P_{ave}と最大電力値P_{max}との差分および電力平均値P_{ave}と最小電力値P_{min}との差分をそれぞれ算出し、大きい方の値を電力変動量Pとして採用することとしてもよい。このように、電力変動量Pの算出方法については適宜適切な方法を採用することができる。また、電力変動量Pの算出は、所定の時間間隔で定期的に行われる。

30

【0025】

時定数変更部42は、図4に示すように、電力変動量Pと時定数とが関連付けられた時定数情報を有している。なお、時定数情報は、電力変動量Pをパラメータとする関数で表されていてもよいし、テーブルとして用意されていてもよい。時定数変更部42は、時定数情報から電力変動量Pに対応する時定数を取得し、取得した時定数に一次遅れ要素46の時定数を変更する。また、時定数変更部42は、電力変動量Pが所定の閾値を超える場合には、電力変動量Pに対する時定数が大きくなるように、時定数情報を変更する。例えば、図4に示した時定数情報を例に挙げると、時定数特性の傾きを所定量増加させる。また、以下の（1）式のように、時定数が電力変動量Pをパラメータとする関数で表されていた場合には、係数の値を所定倍（例えば、1.1倍）することにより、同じ電力変動量Pに対する時定数の値を増加させるように、時定数情報を変更する。

40

【0026】

$$= x P + b \quad (1)$$

（1）式において、x > 0, b > 0である。

【0027】

50

なお、時定数 T と電力変動量 P とは、必ずしも比例関係になくてもよい。

ここで、時定数 T の最大値は、例えば、発電電動機 30 の時定数よりも小さい値に設定される。時定数 T の最大値を発電電動機 30 の時定数よりも小さな値にすることで、回転数制御の応答性を著しく低下させることなく、電力変動を抑制することが可能となる。

【0028】

制御信号生成部 43 は、平滑化部 41 から出力された回転数指令 N_s^* と発電電動機 30 の実回転数 N との差分が入力として与えられ、この差分に対して PI 制御等を行うことにより、実回転数 N を回転数指令 N_s^* に一致させるための第 1 電力変換部 12 の制御信号を生成する。例えば、制御信号生成部 43 は、第 1 電力変換部 12 が備える各スイッチング素子のオンオフを制御するための PWM 信号を生成する。なお、実回転数 N を回転数指令 N_s^* に一致させる PWM 信号を生成する制御方法については、多くの公知技術が存在することから、これら公知技術を適宜採用すればよい。

10

【0029】

このようなハイブリッド過給機 10 においては、上位制御装置 50 において所定の時定数で回転数指令 N^* が設定される。例えば、上位制御装置 50 では、内燃機関の要求負荷と回転数指令とが関連付けられた情報を用いて、その時々の内燃機関の要求負荷に応じた回転数指令 N^* が設定される。制御部 40 において、上位制御装置 50 で設定された回転数指令 N^* が入力されると、一次遅れ要素 46 により回転数指令 N^* が平滑化され、レートリミッタ 48 により変化率が所定値以下に制限される。このとき、一次遅れ要素 46 の時定数には、時定数変更部 42 によって、その時々の電力変動量 P に応じて設定された時定数 T が採用される。

20

【0030】

平滑化後の回転数指令 N_s^* は、差分演算部において実回転数 N との差分 N が算出され、この差分 N に対して PI 制御等が制御信号生成部 43 において施されることにより、実回転数 N を回転数指令 N_s^* に一致させるための第 1 電力変換部 12 の制御信号 S が生成される。そして、この制御信号 S が第 1 電力変換部 12 に与えられることにより、回転数指令 N_s^* に応じた電力が発電電動機 30 に与えられ、発電電動機 30 の回転数が制御されることとなる。

【0031】

以上説明したように、本実施形態に係るハイブリッド過給機及びその制御方法によれば、発電電動機 30 の力行動作時において、上位制御装置 50 から与えられた回転数指令 N^* が平滑化部 41 によって平滑化されるので、上位制御装置 50 から与えられる回転数指令 N^* よりも緩やかに変化する回転数指令 N_s^* を制御部 40 内で生成することができる。そして、平滑化後の回転数指令 N_s^* に実回転数 N を一致させるような制御信号 S が生成されて、第 1 電力変換部 12 に与えられるので、第 1 電力変換部 12 から発電電動機に outputされる電力の変動を抑制することが可能となる。

30

【0032】

これにより、船内系統 16 の安定性を維持することが可能となる。また、ディーゼルエンジンなどの他の発電装置が設けられていた場合には、他の発電装置のガバナ装置に過度の負担をかけることがなくなり、ガバナの寿命が短縮することを防止することが可能となる。また、従来は、発電電動機による船内系統への影響と他の負荷急変とが同時に発生した場合には、船内系統の電圧等が著しく悪化することが予想されたが、本実施形態に係るハイブリッド過給機及びその制御方法によれば、発電電動機に起因する船内系統への影響を低減することができるので、回転数指令の変動と、他の要因による負荷急変とが同時に生じた場合でも、所定品質以上の電圧・周波数の船内系統を維持することができる。

40

【0033】

また、一次遅れ要素 46 は、ローパスフィルタとしても機能する。したがって、例えば、上位制御装置 50 から入力された回転数指令 N^* が不連続点であった場合やノイズを含んでいた場合には、回転数指令 N^* を連続的な値に変換したり、ノイズを除去したりすることが可能となる。

50

【0034】

また、本実施形態に係るハイブリッド過給機及びその制御方法によれば、電力変動量 P に応じて一次遅れ要素 4 6 の時定数を変更するので、その時々の電力変動量 P に応じた適切な時定数を用いて、回転数指令 N^* の平滑化を行うことができる。

更に、電力変動量 P が所定の閾値以上である場合には、時定数情報を変更するので、平滑化の効き目を強くすることにより、電力変動量 P を閾値以下とすることが可能となる。例えば、経年劣化などにより第 1 電力変換部 1 2 や発電電動機 3 0 の特性が変化した場合でも、時定数情報を変更する機能を有することにより、経年劣化等による特性の変化に対応することができる。

【0035】

10

本発明は、上述の実施形態のみに限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲において、種々変形実施が可能である。

例えば、上記の実施形態においては、本発明の過給機を船舶用ハイブリッド過給機として船舶に適用した場合を例示して説明したが、本発明の過給機は船舶だけではなく、他の装置にも適用可能である。また、上記実施形態においては、回生（発電）動作及び力行動作の両方を可能とする発電電動機 3 0 を電動機として備える場合を例示したが、発電電動機 3 0 に代えて回生機能を有しない力行動作のみの電動機を採用してもよく、また、この場合には、直流電力を交流電力に変換して出力するインバータを電力変換手段として採用すればよい。

【符号の説明】

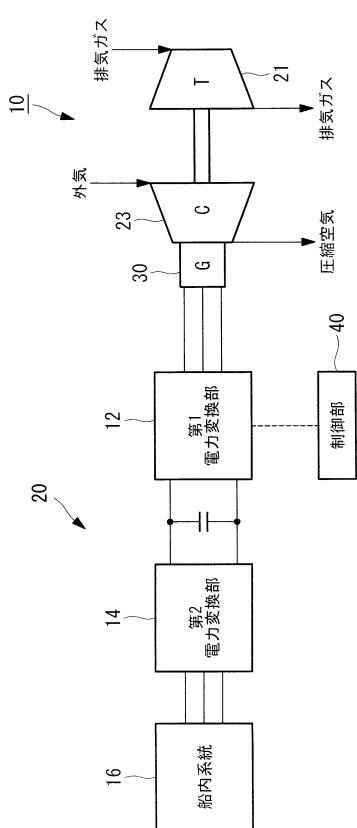
20

【0036】

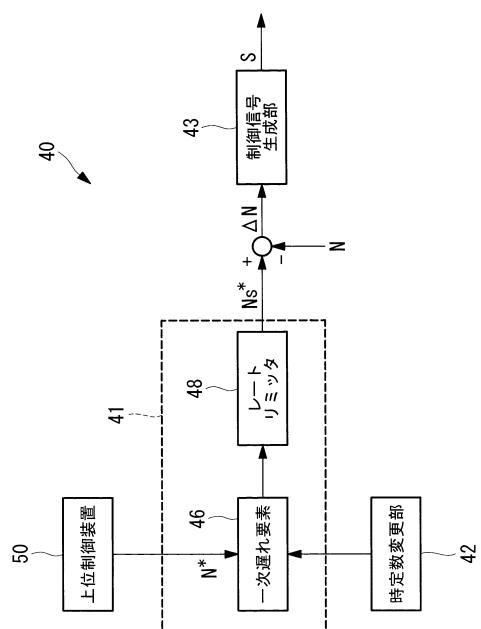
- 1 0 船用ハイブリッド過給機
- 1 2 第 1 電力変換部
- 1 4 第 2 電力変換部
- 1 6 船内系統
- 2 0 電力変換装置
- 2 1 タービン
- 2 3 コンプレッサ
- 3 0 発電電動機
- 4 0 制御部
- 4 1 平滑化部
- 4 2 時定数変更部
- 4 3 制御信号生成部
- 5 0 上位制御装置

30

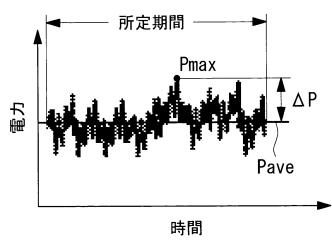
【 义 1 】



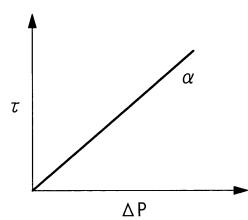
【 図 2 】



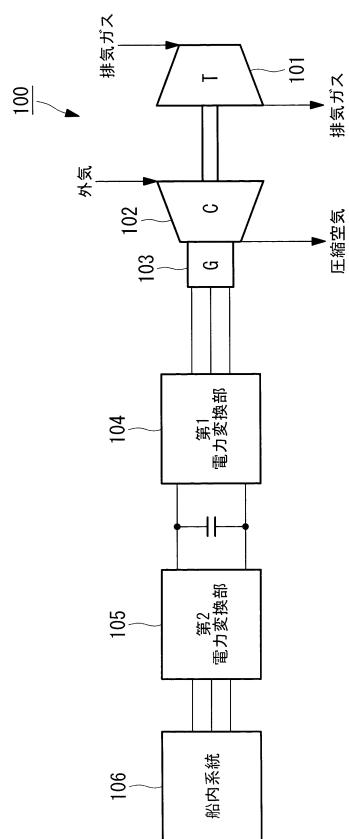
【 四 3 】



【 四 4 】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 小野 嘉久

長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工船用機械エンジン株式会社内

審査官 北村 亮

(56)参考文献 国際公開第2012/137921 (WO, A1)

国際公開第2012/005046 (WO, A1)

特開2011-149327 (JP, A)

特開2003-227342 (JP, A)

特開平9-224393 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02B 37/14

F02B 37/10

H02P 27/06