

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-22650

(P2005-22650A)

(43) 公開日 平成17年1月27日(2005.1.27)

(51) Int. Cl.⁷

B63H 21/17
B63H 21/14
B63H 21/16

F I

B63H 21/17
B63H 21/14
B63H 21/16

テーマコード (参考)

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 10 頁)

| | | | |
|------------|-----------------------------------|----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2004-274203 (P2004-274203) | (71) 出願人 | 501204525 独立行政法人海上技術安全研究所 東京都三鷹市新川6丁目38番1号 |
| (22) 出願日 | 平成16年9月21日 (2004.9.21) | (74) 代理人 | 100071401 弁理士 飯沼 義彦 |
| (62) 分割の表示 | 特願2002-59468 (P2002-59468) の分割 | (74) 代理人 | 100106747 弁理士 唐沢 勇吉 |
| 原出願日 | 平成14年3月5日 (2002.3.5) | (72) 発明者 | 加納 敏幸 東京都三鷹市新川6丁目38番1号 独立 行政法人 海上技術安全研究所内 |
| | | (72) 発明者 | 松倉 洋史 東京都三鷹市新川6丁目38番1号 独立 行政法人 海上技術安全研究所内 |
| | | (72) 発明者 | 辻本 勝 東京都三鷹市新川6丁目38番1号 独立 行政法人 海上技術安全研究所内 |

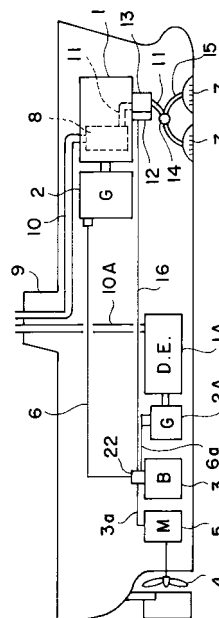
(54) 【発明の名称】 ハイブリッド型船用推進装置

(57) 【要約】

【課題】本発明は、船舶の主機関としてガスタービンとディーゼルエンジンを併設することにより、巡航時にはガスタービンの運転を常に高出力で高効率の状態に維持しながら、ディーゼルエンジンの出力調整により航速を適切に制御して、燃料消費の効率を高く維持できるようにするとともに、操船性能の向上も図れるようにしたハイブリッド型船用推進装置を提供することを課題とする。

【解決手段】船首部にガスタービン1と同ガスタービンにより駆動される第1発電機2とが設けられるとともに、ディーゼルエンジン1Aも設けられ、同ディーゼルエンジン1Aにより駆動される第2発電機2Aが設けられる。両発電機2, 2Aから電力の供給を受けてプロペラ駆動用発電機5が作動するが、航行時にガスタービン1は高出力(定格出力)で高効率の状態に維持され、船速の調整はディーゼルエンジン1Aの出力を加減して行われる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

船舶の主機関としてガスタービンとディーゼルエンジンとが船上に搭載されるとともに、上記ガスタービンにより駆動される第 1 発電機と上記ディーゼルエンジンにより駆動される第 2 発電機とが船上に搭載され、上記の第 1 発電機および第 2 発電機で発電された電力により作動するプロペラ駆動用主電動機と上記電力の余剰分を蓄えるバッテリーとが装備されており、上記ガスタービンが船首部に設けられるとともに、上記ディーゼルエンジンが船体中央部よりもやや後方の部分に上記ガスタービンの重量によるモーメントとバランスを図るように設けられていて、上記ガスタービンが上記ディーゼルエンジンよりも大きい定格出力を有していることを特徴とする、ハイブリッド型船用推進装置。

10

【請求項 2】

上記バッテリーが、上記プロペラ駆動用電動機の近傍において船体下部に配設されていることを特徴とする、請求項 1 に記載のハイブリッド型船用推進装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、内航船に適した推進装置に関し、特に推進用の主機関としてガスタービンとディーゼルエンジンとを備えるとともに、これらの主機関の使い分けを巡航速度の設定に応じて適切に行えるようにしたハイブリッド型船用推進装置に関する。

【背景技術】

20

【0002】

従来の内航船では、主機関としてディーゼルエンジンを用いることが一般的であり、図 6 に示すような航路における運航のスケジュールとして A 港から B 港への航路では巡航速度を 23 ノットに設定し、B 港から C 港への航路では出航および着港の時刻に対応して巡航速度を 18 ノットに落とすとともに、C 港から A 港へ帰航する際には再び巡航速度を 23 ノットに上げるといったような場合に、23 ノット付近では機関出力を定格出力の 90% とし 18 ノット付近では機関出力を定格出力の 40~50% とすることが行われている。

【0003】

ところで、船舶の主機関としてガスタービンを用いると、ディーゼルエンジンよりも小型軽量化されるというメリットが得られるが、ガスタービンを高効率で用いるためには巡航時に定格出力で作動させることが必要とされるので、上述の内航船の場合のように航路に応じて機関出力を変化させると、ガスタービンでは不具合をきたすことになる。なお、図 7 および図 8 に、それぞれディーゼルエンジンの燃料消費特性とガスタービンの燃料消費特性とを示す。

30

【特許文献 1】特表平 10 - 508557 号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

本発明は、船舶の主機関としてガスタービンとディーゼルエンジンとを併設することにより、巡航時にはガスタービンの運転を常に高出力で高効率の状態に維持しながら、ディーゼルエンジンの出力調整により船速を適切に制御して、燃料消費の効率を高く維持できるようにするとともに、操船性能の向上も図れるようにしたハイブリッド型船用推進装置を提供することを課題とする。

40

【課題を解決するための手段】**【0005】**

前述の課題を解決するため、本発明のハイブリッド型船用推進装置は、船舶の主機関としてガスタービンとディーゼルエンジンとが船上に搭載されるとともに、上記ガスタービンにより駆動される第 1 発電機と上記ディーゼルエンジンにより駆動される第 2 発電機とが船上に搭載され、上記の第 1 発電機および第 2 発電機で発電された電力により作動する

50

プロペラ駆動用主電動機と上記電力の余剰分を蓄えるバッテリーとが装備されており、上記ガスタービンが船首部に設けられるとともに、上記ディーゼルエンジンが船体中央部よりもやや後方の部分に上記ガスタービンの重量によるモーメントとバランスを図るように設けられていて、上記ガスタービンが上記ディーゼルエンジンよりも大きい定格出力を有していることを特徴としている。

【0006】

また、本発明のハイブリッド型船用推進装置は、上記バッテリーが、上記プロペラ駆動用電動機の近傍において船体下部に配設されていることを特徴としている。

【発明の効果】

【0007】

上述の本発明のハイブリッド型船用推進装置では、船舶の主機関として、第1発電機を駆動すべく巡航時に定格出力で作動しうるガスタービンと第2発電機を駆動すべく船速に応じて出力を調整しうるディーゼルエンジンとが併設されて、第1および第2発電機からの電力により作動するプロペラ駆動用電動機が設けられるので、航行時に上記ガスタービンを常に高出力に維持しながら、遠距離の航路などを高速で航行する場合は、上記ディーゼルエンジンも高出力とし、近距離の航路などを低速で航行する場合は上記ディーゼルエンジンを停止するかまたは低出力として、常に燃料消費の効率を高く維持しながら船舶の運航を行うことができる。そして、上記第1および第2発電機で発電された電力の余剰分はバッテリーに蓄えられるので、同バッテリーの電力は船内の照明等に利用することができる。

10

20

なお、低速航行する場合に、上記ガスタービンのみを定格出力で使用して、上記ディーゼルエンジンを使用しないことを原則とし、気象・海象による負荷変動についてはバッテリーに蓄えられた余剰電力で対応することとして、これが不足する場合にのみ、その不足分をディーゼルエンジンで対応することにより、全体として常に燃料消費の効率を高く維持しながら船舶の運航を行うこともできる。

【0008】

また、出力の割りに小型軽量の主機関としてのガスタービンが船首部に設けられて、出力の割りに比較的大重量となる他の主機関としてのディーゼルエンジンが、上記ガスタービンの重量によるモーメントとバランスを量るように船体中央部よりもやや後方の部分に配置されることにより、船体に負荷される重量の配分が適切に行われ、船体の姿勢保持が適切に行われるようになる。

30

【0009】

そして、上記ガスタービンが上記ディーゼルエンジンよりも大きい定格出力を有しているので、運航時に上記ガスタービンは常に効率のよい高出力（定格出力）に保つことにより、全体として燃料の消費効率を高く維持できるようになる。

これに伴い、船舶からの二酸化炭素等の地球温暖化ガスの排出が低減されて、地球環境負荷の低減に寄与することができる。

【0010】

さらに、上記バッテリーが上記プロペラ駆動用電動機の近傍において船体下部に配設されていると、上記バッテリーの重量が他の船内機器の配置との関係で船体の安定を保つように適切に配分されるようになる。

40

【0011】

そして、ディーゼルエンジンを主機関とする既存の船舶についても、上述のようにガスタービンを増設することにより、船体について大規模な改造を要することなく推進性能の大幅な向上をもたらすことが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

図1は本発明の実施例1としてのハイブリッド型船用推進装置を備えた船舶を模式的に示す縦断面図である。

図1に示すように、船首部に主機関として巡航時に定格出力で作動するガスタービン1

50

と同ガスタービンにより駆動される第1発電機2とが設けられ、船尾部にはバッテリー3と同バッテリーの配電盤22から給電ライン3aを通じ電力の供給を受けて船尾中央のプロペラ4を回転駆動する電動機5とが設けられている。そして、船首部の第1発電機2から船尾部のバッテリー3への電力供給が、給電ライン6を通じ、配電盤22を介して行われるようになっているが、第1発電機2から供給される電力により配電盤22を介して電動機5を直接駆動することも、もちろん可能になっている。

【0013】

また、主機関として、ガスタービン1よりも定格出力を小さく設定され船速に応じて出力を調整するディーゼルエンジン1Aが、船体中央部よりもやや後方の部分にガスタービン1の重量によるモーメントとバランスを図るように設けられており、同ディーゼルエンジン1Aにより駆動される第2発電機2Aが設けられて、同発電機2Aで発電された電力も、給電ライン6a、配電盤22および給電ライン3aを介し直接電動機5へ供給されたり、バッテリー3に蓄えられたりできるようになっている。

10

【0014】

また、船首部の水面下における船体部分には、ガスタービン1の排気ガスを受けてマイクロバブルを船体外板面に沿い発生するための複数のマイクロバブル発生装置7が設けられている。すなわち、ガスタービン1の排気部に、排気流路切換手段8を介して煙突9へ到る第1排気流路10と、同排気流路切換手段8を介してマイクロバブル発生装置7へ到る第2排気流路11とが接続されていて、第2排気流路11には補助電動機12により作動するポンプ13が介装されており、同ポンプ13により圧送される排気ガスが、マニホールド14および分岐流路15を通じて複数のマイクロバブル発生装置7へ配分されるように構成されている。

20

【0015】

補助電動機12への電力供給も、バッテリー3から配電盤22および給電ライン16を介して行われるようになっており、各給電ライン3a、6、16の配置や他の船内機器の配置を考慮してバッテリー3の配置が設定されている。すなわち、バッテリー3が大重量となることを考慮して、船首部に集中する主機関としてのガスタービン1の重量や同ガスタービンにより駆動される発電機2の重量とのバランスを図るため、バッテリー3の配置は船尾の電動機5の近傍において船体下部に設定される。なお、ディーゼルエンジン1Aの排気部についても、煙突9へ到る排気流路10Aが設けられている。

30

【0016】

上述の実施例1のハイブリッド型船用推進装置では、船舶の主機関として、第1発電機2を駆動するガスタービン1と第2発電機2Aを駆動するディーゼルエンジン1Aとが併設されて、第1および第2発電機2、2Aからの電力により作動するプロペラ駆動用電動機5が設けられるので、航行時にガスタービン1を常に高出力(定格出力)に維持しながら、遠距離の航路などを高速で航行する場合は、ディーゼルエンジン1Aも高出力とし、近距離の航路などを低速で航行する場合はディーゼルエンジン1Aを停止するかまたは低出力とすることにより、可能な限り常に燃料消費の効率を高く維持しながら船舶の運航を行うことができる。そして、第1および第2発電機2、2Aで発電された電力の余剰分はバッテリー3に蓄えられるので、同バッテリー3の電力は船内の照明等に利用することができる。

40

【0017】

また、船首部には出力の割りに小型軽量の主機関としてのガスタービン1が船首部に配置され、同ガスタービン1の重量によるモーメントとバランスを図るように、比較的大型で大重量の主機関としてのディーゼルエンジン1Aが、船体中央部よりもやや後方の部分に配置されるので、船体における排水量の小さい船首部と排水量の大きい船体中央部との両主機関1、1Aの重量配分および配置構成が適切に行われる。

【0018】

なお、低速航行する場合に、ガスタービン1のみを定格出力で使用して、ディーゼルエンジン1Aを使用しないことを原則とし、気象・海象による負荷変動についてはバッテリ

50

ーに蓄えられた余剰電力で対応することとして、これが不足する場合にのみ、その不足分をディーゼルエンジン1Aで対応することにより、全体として常に燃料消費の効率を高く維持しながら船舶の運航を行うこともできる。

【0019】

また、ガスタービン1がディーゼルエンジン1Aよりも大きい定格出力を有していて、運航時にガスタービン1は常に効率のよい高出力(定格出力)に保たれるので、全体として燃料の消費効率を高く維持できるようになる。

【0020】

さらに、バッテリー3がプロペラ駆動用電動機5の近傍において船体下部に配設されているので、バッテリー3の重量が他の船内機器の配置との関係で船体の安定を保つように適切に配分されるようになる。 10

【0021】

また、船首部にガスタービン1が設けられて、船首部の水面下における船体部分に、ガスタービン1の排気流路へ接続されたマイクロバブル発生装置7が設けられており、同装置7により生じたマイクロバブルが船首部から船尾部へ向かって水面下の船体外面を覆うようにしながら流れてゆくので、ガスタービン1の排気ガスの利用による船体抵抗(粘性抵抗)の軽減が効率よく行われるようになる。

【0022】

図2および図3は本発明の実施例2としてのハイブリッド型船用推進装置を備えた船舶を模式的に示すもので、図2は同船舶を模式的に示す縦断面図、図3は同船舶の要部を示す水平断面図である。 20

本実施例の場合も、図2に示すように、船首部に主機関としてのガスタービン1と同ガスタービンにより駆動される第1発電機2とが設けられ、船尾部にはバッテリー3と同バッテリーの配電盤22から給電ライン3aを通じ電力の供給を受けて船尾中央のプロペラ4を回転駆動する電動機5とが設けられている。そして、船首部の第1発電機2から船尾部のバッテリー3への電力供給が、給電ライン6を通じ、配電盤22を介して行われるようになっているが、第1発電機2から供給される電力により配電盤22を介して電動機5を直接駆動することも、もちろん可能になっている。

【0023】

また他の主機関として、ガスタービン1よりも定格出力の小さいディーゼルエンジン1Aが船体中央部よりもやや後方の部分に設けられており、このディーゼルエンジン1Aは、図2および図3に示すように、船底下から船外水を吸引するポンプ30を駆動するように構成されている。 30

【0024】

そして、ポンプ30からの排出水は、排水管32により、切替弁31を付設された排水管分岐部32aを介し、左右両舷のノズル33P, 33Sから船外後方へ推進用ウォータージェットとして排出されるようになっている。

【0025】

また、この実施例2においても、船首部の水面下における船体部分には、ガスタービン1の排気ガスを受けてマイクロバブルを船体外板面に沿い発生するための複数のマイクロバブル発生装置7が設けられている。すなわち、ガスタービン1の排気部に、排気流路切換手段8を介して煙突9へ到る第1排気流路10と、同排気流路切換手段8を介してマイクロバブル発生装置7へ到る第2排気流路11とが接続されていて、第2排気流路11には補助電動機12により作動するポンプ13が介装されており、同ポンプ13により圧送される排気ガスが、マニホールド14および分岐流路15を通じて複数のマイクロバブル発生装置7へ配分されるように構成されている。 40

【0026】

補助電動機12への電力供給も、バッテリー3から配電盤22および給電ライン16を介して行われるようになっており、各給電ライン3a, 6, 16の配置や他の船内機器の配置を考慮してバッテリー3の配置が設定されている。すなわち、バッテリー3が大重量となるこ 50

とを考慮して、船首部に集中する主機関としてのガスタービン1の重量や同ガスタービンにより駆動される発電機2の重量とのバランスを図るため、バッテリー3の配置は船尾の電動機5の近傍において船体下部に設定される。なお、ディーゼルエンジン1Aの排気部についても、煙突9へ到る排気流路10Aが設けられている。

【0027】

上述の実施例2としてのハイブリッド型船用推進装置では、主機関として船舶に搭載されたガスタービン1により、発電機2および電動機5を介して船尾中央のプロペラ4が駆動される一方、他の主機関としてのディーゼルエンジン1Aにより駆動されて船外水を吸引するポンプ30からの排出水が、左右両舷へ導かれて船外後方へ推進用ウォータージェットとして排出されるので、船速が大幅に増加するようになり、このようにして船体伴流も増加するため、プロペラ4の翼面におけるキャビテーションの発生を抑制できる効果も得られるようになる。

10

【0028】

そして、港内などでは上記排水管分岐路32aにおける切替弁31の操作により、左右両舷のうち所要の一方にのみウォータージェットを排出するようにして、船体の舵取りを行うことも可能になる。

【0029】

さらに、この実施例2の場合も、航行時にガスタービン1を常に高出力(定格出力)に維持しながら、遠距離の航路などを高速で航行する場合は、ディーゼルエンジン1Aも高出力とし、近距離の航路などを低速で航行する場合はディーゼルエンジン1Aを停止するかまたは低出力として、常に燃料消費の効率を高く維持しながら船舶の運航を行うことができる。そして、第1および第2発電機2, 2Aで発電された電力の余剰分はバッテリー3に蓄えられるので、同バッテリー3の電力は船内の照明等に利用することができる。

20

【0030】

なお、低速航行する場合に、ガスタービン1のみを定格出力で使用して、ディーゼルエンジン1Aを使用しないことを原則とし、気象・海象による負荷変動についてはバッテリーに蓄えられた余剰電力で対応することとして、これが不足する場合にのみ、その不足分をディーゼルエンジン1Aで対応することにより、全体として常に燃料消費の効率を高く維持しながら船舶の運航を行うこともできる。

【0031】

また、この実施例2の場合も、船首部にガスタービン1が設けられて、船首部の水面下における船体部分に、ガスタービン1の排気流路へ接続されたマイクロバブル発生装置7が設けられており、同装置7により生じたマイクロバブルが船首部から船尾部へ向かって水面下の船体外面を覆うようにしながら流れてゆくので、ガスタービン1の排気ガスの利用による船体抵抗(粘性抵抗)の軽減が効率よく行われるようになる。

30

【0032】

図4および図5は本発明の実施例3としてのハイブリッド型船用推進装置を備えた船舶を示すもので、図4は同船舶を模式的に示す縦断面図、図5は同船舶の要部を示す水平断面図である。

図4および図5に示すように、本実施例においても主機関としてガスタービン1と同ガスタービン1よりも定格出力の小さいディーゼルエンジン1Aとが船上に設けられているが、ディーゼルエンジン1Aは船尾中央のプロペラ4を駆動するように構成されている。

40

【0033】

そして、ディーゼルエンジン1Aより定格出力が大きくても小型で軽量のガスタービン1は船首部に設けられ、同ガスタービン1により駆動される発電機2からの電力が、バッテリー3に付設の配電盤22を介し、船尾部の両舷部内にそれぞれ設けられた電動機5P, 5Sに供給されるようになっている。

また、電動機5P, 5Sによりそれぞれ駆動されて船外水を吸引するポンプ30P, 30Sが設けられて、同ポンプ30P, 30Sからの排出水を船尾両舷部でそれぞれ船外後方へ推進

50

用ウォータージェットとして噴出しうるノズル33P, 33Sが設けられている。

【0034】

さらに、船首部の水面下における船体部分には、ガスタービン1の排気ガスを受けてマイクロバブルを船体外板面に沿い発生するための複数のマイクロバブル発生装置7が設けられている。すなわち、ガスタービン1の排気部に、排気流路切換手段8を介して煙突9へ到る第1排気流路10と、同排気流路切換手段8を介してマイクロバブル発生装置7へ到る第2排気流路11とが接続されていて、第2排気流路11には補助電動機12により作動するポンプ13が介装されており、同ポンプ13により圧送される排気ガスが、マニホールド14および分岐流路15を通じて複数のマイクロバブル発生装置7へ配分されるように構成されている。

10

そして、補助電動機12への電力供給も、バッテリー3から配電盤22および給電ライン16を介して行われる。

【0035】

上述の実施例3では、主機関として船体中央部よりもやや後方に搭載されたディーゼルエンジン1Aにより船尾中央のプロペラ4が駆動されるとともに、船首部に設置された他の主機関としてのガスタービン1により駆動される発電機2から電力の供給を受けて作動する船尾両舷の電動機5P, 5Sと、同電動機5P, 5Sによりそれぞれ駆動されるポンプ30P, 30Sとにより、船外後方へ推進用ウォータージェットが排出されるので、ディーゼルエンジン1Aのみを搭載した在来船と比べて船速が著しく増加するようになり、プロペラ単独の場合と比べて船体伴流が増加するため、プロペラ翼面におけるキャビテーションの発生を抑制することができる。

20

【0036】

そして、運航スケジュールに応じ、ガスタービン1は高出力(定格出力)に保ちながら、ディーゼルエンジン1Aの出力を調整することにより、燃料の消費の抑制を図ることが可能になる。

また、ディーゼルエンジンのみを主機関として備えた既存の船舶についても、上述のようにガスタービンを増設することにより、船体について大規模な改造を要することなく推進性能の大幅な向上をもたらすことが可能になる。

【0037】

さらに、この実施例3のハイブリッド型船用推進装置においても、船首部にガスタービン1が設けられて、船首部の水面下における船体部分に、ガスタービン1の排気流路へ接続されたマイクロバブル発生装置7が設けられており、同装置7により生じたマイクロバブルが船首部から船尾部へ向かって水面下の船体外面を覆うようにしながら流れてゆくのので、ガスタービン1の排気ガスの利用による船体抵抗(粘性抵抗)の軽減が効率よく行われるようになる。

30

【0038】

また、上述の実施例3の変形例として、ガスタービン1を主機関とした駆動系における発電機2, バッテリー3および電動機5P, 5Sを省略し、同ガスタービン1により直接駆動されて船外水を吸引するポンプを設け、同ポンプから船尾両舷のノズル30P, 30Sへ給水するようにしてもよく、この場合は発電機2, バッテリー3および電動機5P, 5Sを省略できるので、設備コストが大幅に節減されるようになる。

40

【0039】

なお、上述の実施例2および実施例3における主機関としてのガスタービン1およびディーゼルエンジン1Aの船体における配置については、いずれも実施例1と同様に構成されており、同様の作用効果が得られるようになっている。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】本発明の実施例1としてのハイブリッド型船用推進装置を備えた船舶を模式的に示す船体縦断面図である。

【図2】本発明の実施例2としてのハイブリッド型船用推進装置を備えた船舶を模式的に

50

示す船体縦断面図である。

【図 3】図 2 の要部を模式的に示す水平断面図である。

【図 4】本発明の実施例 3 としてのハイブリッド型船用推進装置を備えた船舶を模式的に示す船体縦断面図である。

【図 5】図 4 の要部を模式的に示す水平断面図である。

【図 6】船舶の運航スケジュールの一例を示す説明図である。

【図 7】ディーゼルエンジンの燃料消費特性を示すグラフである。

【図 8】ガスタービンの燃料消費特性を示すグラフである。

【符号の説明】

【 0 0 4 1 】

1 ガスタービン

1 A ディーゼルエンジン

2 第 1 発電機

2 A 第 2 発電機

3 バッテリー

3 a 給電ライン

4 プロペラ

5 電動機

5 P , 5 S 電動機

6 給電ライン

7 マイクロバブル発生装置

8 排気流路切換手段

9 煙突

10 第 1 排気流路

10 A 排気流路

11 第 2 排気流路

12 補助電動機

13 ポンプ

14 マニホールド

15 分岐流路

16 給電ライン

22 配電盤

30 ポンプ

30 P , 30 S ポンプ

31 切替弁

32 a 排出管分岐部

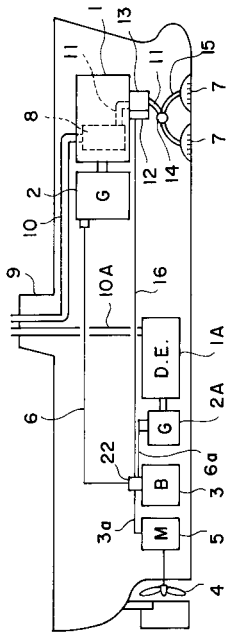
33 P , 33 S ノズル

10

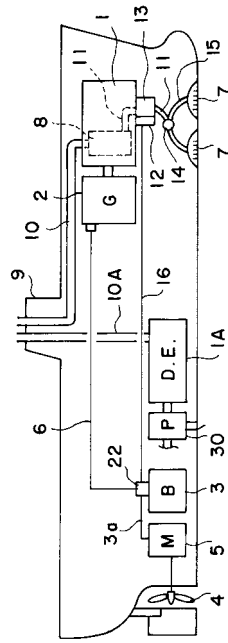
20

30

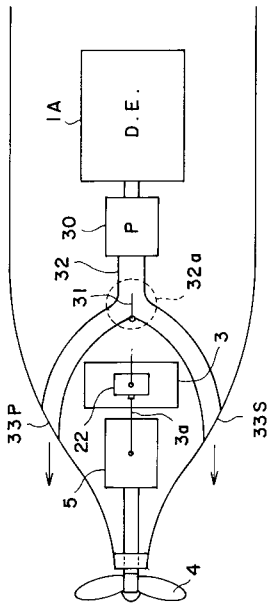
【 図 1 】



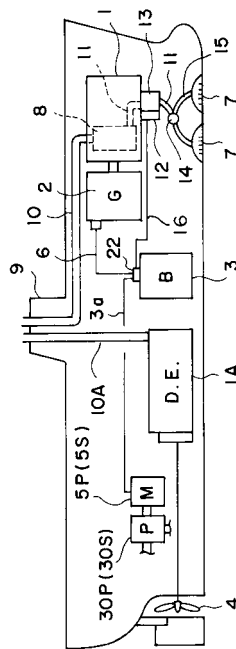
【 図 2 】



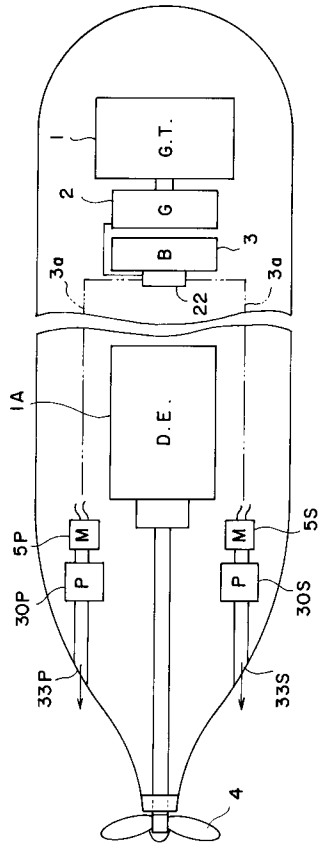
【 図 3 】



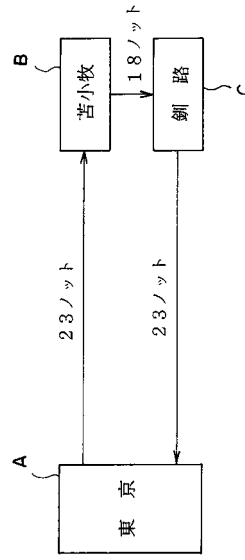
【 図 4 】



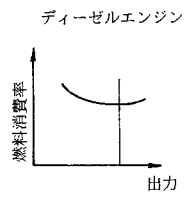
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

