

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4801465号  
(P4801465)

(45) 発行日 平成23年10月26日(2011.10.26)

(24) 登録日 平成23年8月12日(2011.8.12)

(51) Int.Cl.

F 1

B63H 21/165 (2006.01)  
B63H 21/17 (2006.01)B 6 3 H 21/165  
B 6 3 H 21/17

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2006-43809 (P2006-43809)  
 (22) 出願日 平成18年2月21日 (2006.2.21)  
 (65) 公開番号 特開2007-223358 (P2007-223358A)  
 (43) 公開日 平成19年9月6日 (2007.9.6)  
 審査請求日 平成20年9月8日 (2008.9.8)

(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 平岡 和芳  
 長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式会社 長崎造船所内

審査官 北村 亮

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 船用推進プラントおよびこれを備えた船舶ならびに船用推進プラントの制御方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ボイラからの蒸気によって回転させられる高圧タービンと、  
 該高圧タービンからの排気蒸気を加熱する再熱器と、  
 該再熱器によって加熱された蒸気によって回転させられる低圧側タービンと、  
 前記高圧タービンおよび前記低圧側タービンの回転動力によって駆動させられる推進器  
 と、  
 前記高圧タービンおよび前記低圧側タービンの回転動力を前記推進器に伝達する駆動伝  
 達手段と、

該駆動伝達手段に接続され、前記高圧タービンおよび前記低圧側タービンの回転動力を用いて発電する主軸発電機と、

を備えた船用推進プラントにおいて、

前記高圧タービンの排気蒸気から抽気した蒸気によって駆動される補助用蒸気タービン  
 発電機が設けられていることを特徴とする船用推進プラント。

## 【請求項 2】

前記主軸発電機は、前記補助用蒸気タービン発電機の電力によって、電動機として駆動  
 されることを特徴とする請求項1記載の船用推進プラント。

## 【請求項 3】

前記駆動伝達手段は、減速機と、該減速機と前記推進器とを連結する主軸と、を備え、  
 前記主軸発電機は、前記主軸に対して直列に、または、前記減速機に接続されるととも

に前記主軸に対して並列に、設けられていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の舶用推進プラント。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれかに記載された舶用推進プラントを備えていることを特徴とする船舶。

【請求項 5】

ボイラからの蒸気によって回転させられる高圧タービンと、  
該高圧タービンからの排気蒸気を加熱する再熱器と、  
該再熱器によって加熱された蒸気によって回転させられる低圧側タービンと、  
前記高圧タービンおよび前記低圧側タービンの回転動力によって駆動させられる推進器  
と、  
前記高圧タービンおよび前記低圧側タービンの回転動力を前記推進器に伝達する駆動伝達手段と、

該駆動伝達手段に接続され、前記高圧タービンおよび前記低圧側タービンの回転動力を用いて発電する主軸発電機と、

を備えた舶用推進プラントの制御方法において、  
前記高圧タービンの排気蒸気から抽気した蒸気によって駆動される補助用蒸気タービン発電機を備え、

前記主軸発電機の発電量が低下した場合に、前記補助用蒸気タービン発電機によって発電量が補われることを特徴とする舶用推進プラントの制御方法。

【請求項 6】

前記高圧タービンおよび前記低圧側タービンによって得られる出力が低下した場合に、前記補助用蒸気タービン発電機の電力によって、前記主軸発電機を電動機として動作させ、前記推進器を駆動させることを特徴とする請求項 5 記載の舶用推進プラントの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、舶用推進プラントおよびこれを備えた船舶ならびに舶用推進プラントの制御方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

LNGC (Liquefied Natural Gas Carrier) として、蒸気タービンによる推進プラントを備えた蒸気タービン船が多用されている。このような蒸気タービン船の船内で消費される電力（船内動力）は、推進プラントに用いられる主タービンとは別に設けられた蒸気タービン発電機によって得られている。蒸気タービン発電機は、主タービンと比較すると、小型となるために一般に効率が悪い。また、LNGC の場合には LNG を積み下ろすときのカーゴオペレーションの際に大きな電力を必要とするので、蒸気タービン発電機はこの電力に見合った定格発電負荷にて設計される。したがって、航海中の発電負荷は定格発電負荷に比べてかなり小さくなるので、航海中の運転領域では更に熱効率が悪化することになる。

このような蒸気タービン発電機を持つ蒸気プラントの欠点を解消するために、主軸発電機と蒸気タービン発電機との併用が提案されている（特許文献 1 参照）。

【0003】

【特許文献 1】特公平 2 - 9999 号公報（第 2 欄 7 ~ 10 行）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、主軸発電機は、一般に高回転（例えば定格の 70 % 以上）の場合にのみ有効に発電するという特性を有しており、船速が低下した場合には十分に発電できないという問

10

20

30

40

50

題がある。また、蒸気タービン発電機では、前記の様に航海中は部分負荷での運転となる為にプラント効率が低下していた。

#### 【0005】

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、船速にかかわらず十分に発電でき、かつ、エネルギー効率に優れた船用推進プラントおよびこれを備えた船舶ならびに船用推進プラントの制御方法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】

#### 【0006】

上記課題を解決するために、本発明の船用推進プラントおよびこれを備えた船舶ならびに船用推進プラントの制御方法は以下の手段を採用する。

すなわち、本発明にかかる船用推進プラントは、ボイラからの蒸気によって回転させられる高圧タービンと、該高圧タービンからの排気蒸気を加熱する再熱器と、該再熱器によって加熱された蒸気によって回転させられる低圧側タービンと、前記高圧タービンおよび前記低圧側タービンの回転動力によって駆動させられる推進器と、前記高圧タービンおよび前記低圧側タービンの回転動力を前記推進器に伝達する駆動伝達手段と、該駆動伝達手段に接続され、前記高圧タービンおよび前記低圧側タービンの回転動力を用いて発電する主軸発電機と、を備えた船用推進プラントにおいて、前記高圧タービンの排気蒸気から抽気した蒸気によって駆動される補助用蒸気タービン発電機が設けられていることを特徴とする。

#### 【0007】

高圧タービンの排気蒸気からの抽気蒸気によって駆動される補助用蒸気タービン発電機を設けることとしたので、例えば船速が低下して主軸発電機による発電が十分にできない場合であっても、船内に十分な電力を供給することができる。

また、補助用蒸気タービン発電機は、高圧タービンの排気蒸気の抽気によって駆動されるので、高圧タービンを介さずにボイラからの蒸気を直接用いる場合に比べて、エネルギーを有効に利用することができる。また、ボイラからの蒸気の温度に比べて、高圧タービンの排気蒸気は低温とされるので、補助用蒸気タービン発電機の低負荷における連續運転を可能とすると共に、タービン排気側の構成材料等を高温仕様にする必要がない。これに対して、ボイラからの蒸気を直接使用すれば、タービンの排気温度が異常に上昇する事となりケーシングの歪等を発生させて、ローター振動を誘発するおそれがある。

航海中は主軸発電機によって発電を行い、その不足電力を補うものとして補助用蒸気タービン発電機を用いることとしたので、蒸気タービン発電機のみによって発電する場合に比べて、効率の悪い蒸気タービン発電機の分担する発電量を小さく抑えることができ、結果的にはプラント効率を向上できる。また、ボイラからの蒸気に比べて、圧力の低い抽気蒸気で補助用蒸気タービン発電機を運転することにより、高圧で部分負荷運転をする時の様な絞り運転が回避できるため、タービンの高効率点での運転が実現できる。また、抽気を行うことでプラント効率も向上できる。

なお、低圧側タービンは、1段に限らず、中圧タービン及び低圧タービンとした2段としてもよい。

#### 【0008】

さらに、本発明の船用推進プラントでは、前記主軸発電機は、前記補助用蒸気タービン発電機の電力によって、電動機として駆動されることを特徴とする。

#### 【0009】

再熱器が故障により作動しなくなった場合のように、船用推進プラントの出力が不足した場合には、補助用蒸気タービン発電機、又は別のディーゼル発電機によって得られた電力を用いて、主軸発電機を電動機として駆動することとした。電動機として用いられた主軸発電機によって推進器に伝わる動力を加勢させることにより、不足した出力を補うことができる。

このように不足した出力を補うことができるので、高圧タービン及び低圧側タービンを備えた主機である蒸気タービンの定格出力を不測の事態に備えて過大に設定する必要が無

10

20

30

40

50

くなり、通常運航時には最も効率の高いポイントで運転できる。

【0010】

さらに、前記駆動伝達手段は、減速機と、該減速機と前記推進器とを連結する主軸と、を備え、前記主軸発電機は、前記主軸に対して直列に、または、前記減速機に接続されるとともに前記主軸に対して並列に、設けられている。

【0011】

また、本発明の船舶は、上記のいずれかの舶用推進プラントを備えている。

【0012】

また、本発明の舶用推進プラントの制御方法は、ボイラからの蒸気によって回転させられる高圧タービンと、該高圧タービンからの排気蒸気を加熱する再熱器と、該再熱器によって加熱された蒸気によって回転させられる低圧側タービンと、前記高圧タービンおよび前記低圧側タービンの回転動力によって駆動させられる推進器と、前記高圧タービンおよび前記低圧側タービンの回転動力を前記推進器に伝達する駆動伝達手段と、該駆動伝達手段に接続され、前記高圧タービンおよび前記低圧側タービンの回転動力を用いて発電する主軸発電機と、を備えた舶用推進プラントの制御方法において、前記高圧タービンの排気蒸気から抽気した蒸気によって駆動される補助用蒸気タービン発電機を備え、前記主軸発電機の発電量が低下した場合に、前記補助用蒸気タービン発電機によって発電量が補われることを特徴とする。

10

【0013】

高圧タービンの排気蒸気からの抽気蒸気によって駆動される補助用蒸気タービン発電機を設け、例えば船速が低下して主軸発電機による発電量が低下した場合に、補助用蒸気タービン発電機によって発電量を補うこととしたので、船内に十分な電力を供給することができる。

20

また、補助用蒸気タービン発電機は、高圧タービンの排気蒸気の抽気によって駆動されるので、高圧タービンを介さずにボイラからの蒸気を直接用いる場合に比べて、エネルギーを有効に利用することができる。また、ボイラからの蒸気の温度に比べて、高圧タービンの排気蒸気は低温とされるので、補助用蒸気タービン発電機の低負荷における連續運転を可能とすると共に、タービン排気側の構成材料等を高温仕様にする必要がない。これに対して、ボイラからの蒸気を直接使用すれば、タービンの排気温度が異常に上昇する事となりケーシングの歪等を発生させて、ローター振動を誘発するおそれがある。

30

航海中は主軸発電機によって発電を行い、その不足電力を補うものとして補助用蒸気タービン発電機を用いることとしたので、蒸気タービン発電機のみによって発電する場合に比べて、効率の悪い蒸気タービン発電機の分担する発電量を小さく抑えることができ、結果的にはプラント効率を向上できる。また、ボイラからの蒸気に比べて、圧力の低い抽気蒸気で補助用蒸気タービン発電機を運転することにより、高圧で部分負荷運転をする時の様な絞り運転が回避できるため、タービンの高効率点での運転が実現できる。また、抽気を行うことでプラント効率も向上できる。

なお、低圧側タービンは、1段に限らず、中圧タービン及び低圧タービンとした2段としてもよい。

【0014】

40

さらに、本発明の舶用推進プラントの制御方法は、前記高圧タービンおよび前記低圧側タービンによって得られる出力が低下した場合に、前記補助用蒸気タービン発電機の電力によって、前記主軸発電機を電動機として動作させ、前記推進器を駆動させることを特徴とする。

【0015】

再熱器が故障により作動しなくなった場合のように、舶用推進プラントの出力が不足した場合には、補助用蒸気タービン発電機によって得られた電力を用いて、主軸発電機を電動機として動作させ、推進器を駆動することとした。これにより、不足した出力を補うことができる。

このように不足した出力を補うことができるので、高圧タービン及び低圧側タービンを

50

備えた主機である蒸気タービンの定格出力を過大に設定する必要が無くなる。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、以下の効果を奏する。

高圧タービンの排気蒸気からの抽気蒸気によって駆動される補助用蒸気タービン発電機を設けることとしたので、船速が低下した場合であっても船内に十分な電力を供給することができる。

また、高圧タービンの排気蒸気の抽気によって駆動される補助用蒸気タービン発電機を採用したので、蒸気エネルギーを有効に利用することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下に、本発明にかかる実施形態について、図面を参照して説明する。

図1には、本発明の一実施形態にかかる舶用推進プラントの概略が示されている。

舶用推進プラント1は、例えばLNGC等の船舶の推進用に用いられる。この舶用推進プラントは、主機とされる蒸気タービン3と、減速機（駆動伝達手段）5と、プロペラ（推進器）7とを主として備えている。

【0018】

蒸気タービン3は、舶用推進プラント1の主動力機として用いられ、高圧タービン10と、中圧タービン（低圧側タービン）11と、低圧タービン（低圧側タービン）12と、後進タービン13と、再熱器15とを備えている。したがって、蒸気タービン3は、再熱3圧式の蒸気タービンとされている。

高圧タービン10には、別途設けられたメインボイラ（図示せず）からの主蒸気（Main Steam）が供給され、これにより高圧タービン10が回転駆動される。

再熱器15は、高圧タービン10と中圧タービン11との間に配置され、高圧タービン10から排気された蒸気を加熱する。再熱器15にて加熱された蒸気は、中圧タービン11へと供給される。

中圧タービン11には、再熱器15にて加熱された再熱蒸気が供給され、これにより中圧タービン11は回転駆動される。中圧タービン11と高圧タービン10とは共通の第1軸17に設けられている。中圧タービン11の機能としては、低圧タービン12の一部と考えてよいが、配置上の制限と減速機に伝える負荷分担を平等にする目的で低圧タービン12側ではなく、高圧タービン10と同軸上に配備してある。

低圧タービン12には、中圧タービン11から排気された蒸気が供給され、これにより低圧タービン12が回転駆動される。低圧タービン12から排気された蒸気は、メインコンデンサ（M/C）へと送られ、凝縮させられる。

後進タービン13は、船舶が後進する際に用いられ、図示しないが、メインボイラからの蒸気が直接供給されるようになっている。後進タービン13と低圧タービン12とは共通の第2軸18に設けられている。

【0019】

減速機5には、第1軸17および第2軸18が入力軸として接続されている。減速機5の出力側には、主軸（駆動伝達手段）20が接続されている。主軸20には、プロペラ7が接続され、主軸20によってプロペラ7が回転させられる。このプロペラ7の回転によって船舶の推進力が得られる。

【0020】

主軸20には、直列に、主軸発電機22が設けられている。主軸発電機22は、主軸20の回転力によって発電する。航海中において主軸発電機22は、船舶における主たる発電機として用いられ、これによって得られた電力は、船内の動力として用いられる。

また、主軸発電機22は、電動機としても動作するようになっている。すなわち、後述する蒸気タービン発電機24a, 24bから供給された電力により、電動機として主軸20を回転駆動できるようになっている。

【0021】

10

20

30

40

50

高圧タービン 10 の排気側でかつ再熱器 15 の入口側には、抽気管 23 が接続されている。この抽気管 23 によって抽気された蒸気は、並列に設けられた 2 台の蒸気タービン発電機（補助用蒸気タービン発電機）24a, 24b へと供給される。各蒸気タービン発電機 24a, 24b は、航海中の主たる発電機である主軸発電機 22 のバックアップ用として用いられる補助用発電機として使用されるが、荷役中は主軸発電機に代わり主たる発電機として使用される。各蒸気タービン発電機 24a, 24b にて発電された電力は、補助用の船内動力として用いられ、所定の場合には上述のように主軸発電機 22 の駆動用電源として用いられる。

また、メインボイラ（図示せず）から供給される主蒸気が、止め弁 27 を介して各蒸気タービン発電機 24a, 24b へと供給されるようになっている。この止め弁 27 は、通常時は閉とされており、主機である蒸気タービン 3 が低負荷となり、抽気圧力が補助用蒸気タービンを駆動できる圧力下限より低下したときに開けられ、主蒸気をメインボイラから各蒸気タービン発電機 24a, 24b へと直接蒸気を供給するようになっている。10

#### 【 0 0 2 2 】

上記構成の船用推進プラント 1 は、以下のように動作する。

船舶の通常航行時には、メインボイラから供給される主蒸気によって蒸気タービン 3 が駆動され、この駆動力が減速機 5 を介して主軸 20 そしてプロペラ 7 へと伝達される。これにより、プロペラ 7 が回転することによって推進力が得られ、船舶が進行する。

この際に、主軸発電機 22 は主軸 20 から得られた回転動力によって発電し、船内へと電力を供給する。20

一方、各蒸気タービン発電機 24a, 24b には、所定量の抽気蒸気が供給されており、最低負荷でアイドリング状態として回転しており、航海中の主たる発電機である主軸発電機 22 のバックアップとして備えている。

本実施形態では、蒸気タービン 3 が再熱 3 圧式とされているので、再熱器を有しない従来の 2 圧式の蒸気タービンに比べて高温高圧の主蒸気を用いることができ、高い熱効率にて運転される。

#### 【 0 0 2 3 】

船舶が旋回する場合のように船速が遅くなり、主軸の回転数が低下した場合や主機である蒸気タービン 3 の出力が低下した場合には、主軸発電機 22 による発電が十分でなくなるため、各蒸気タービン発電機 24a, 24b により電力が補われる。具体的には、主軸発電機 22 の発電量が低下してきた場合に、蒸気タービン発電機 24a, 24b へ供給する抽気蒸気量を増大させて主軸発電機からの負荷を蒸気タービン発電機の方へ負荷分担装置でシフトする事で必要な船内発電量を補うようする。30

#### 【 0 0 2 4 】

何らかの理由により再熱器 15 が故障した場合には、主機である蒸気タービン 3 の最大出力が低下する。この場合には、蒸気タービン発電機 24a, 24b、または別途設けられたディーゼル発電機にて発電した電力を、主軸発電機 22 へと供給する。そして、主軸発電機 22 を電動機として主軸 20 に伝わる動力に加勢させ、不足した出力を補うようする。この際に、船内で必要な動力（電力）も、前記の発電機によって補われる。

#### 【 0 0 2 5 】

次に、本実施形態の作用効果について説明する。

高圧タービン 10 の排気蒸気からの抽気蒸気によって駆動される蒸気タービン発電機 24a, 24b を設けることとしたので、船速が低下して主軸発電機 22 による発電が十分にできない場合であっても、船内に十分な電力を供給することができる。

また、蒸気タービン発電機 24a, 24b は、高圧タービン 10 の排気蒸気の抽気によって駆動されるので、高圧タービンを介さずにメインボイラからの主蒸気を止め弁 27 経由で直接用いる場合に比べて、エネルギーを有効に利用することができる。また、メインボイラからの蒸気の温度に比べて、高圧タービン 10 の排気蒸気は低温とされるので、補助用蒸気タービン発電機 24a, 24b の低負荷における連続運転を可能と共に、タービン排気側の構成材料等を高温仕様にする必要がない。50

また、航海中は主軸発電機 2 2 によって発電を行い、その不足電力を補うものとして補助用蒸気タービン発電機 2 4 a , 2 4 b を用いることとしたので、蒸気タービン発電機のみによって発電する場合に比べて、効率の悪い補助用蒸気タービン発電機 2 4 a , 2 4 b の分担する発電量を小さく抑えることができ、結果的にはプラント効率を向上できる。また、ボイラからの蒸気に比べて、圧力の低い抽気蒸気で補助用蒸気タービン発電機 2 4 a , 2 4 b を運転することにより、高圧で部分負荷運転をする時の様な絞り運転が回避できる為、タービンの高効率点での運転が実現できる。又、抽気を行うことでプラント効率も向上できる。

また、再熱器 1 5 が何らかの故障により作動しなくなった場合のように、主機である蒸気タービン 3 の最大出力が低下した場合には、蒸気タービン発電機 2 4 a , 2 4 b または別途設けられたディーゼル発電機によって得られた電力を用いて、主軸発電機 2 2 を電動機として駆動することとした。電動機として用いられた主軸発電機 2 2 によって主軸 2 0 に伝わる動力に加勢させ、不足した推進力を補うことができる。このように不足した出力を補うことができるので、主機である蒸気タービン 3 の定格出力を過大に設定する必要が無くなる。

#### 【 0 0 2 6 】

なお、本実施形態では、主軸発電機 2 2 を主軸 2 0 に対して直列に接続する構成としたが、図 2 に示すように、主軸 2 0 に対して並列に主軸発電機 2 2 を接続するようにしても良い。すなわち、主軸発電機 2 2 は、減速機 5 の出力側に接続された第 3 軸 2 8 に接続され、この第 3 軸 2 8 の回転力によって発電する。主軸発電機 2 2 の構成及び動作は図 1 に示した実施形態と同様なので、その他の説明は省略する。

#### 【 0 0 2 7 】

また、本実施形態では、蒸気タービン発電機 2 4 a , 2 4 b を 2 台として説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、蒸気タービン発電機は 1 台であっても良く、あるいは 3 台以上であっても良い。

#### 【 0 0 2 8 】

また、船舶としては LNGC を一例として示したが、蒸気タービン駆動による船舶であれば他の船舶にも適用することができ、例えば D M E (ジメチルエーテル ; dimethyl ether) 船に適用することもできる。

#### 【 図面の簡単な説明 】

#### 【 0 0 2 9 】

【 図 1 】本発明の 1 実施形態にかかる舶用推進プラントを示した概略図である。

【 図 2 】図 1 の変形例を示した概略図である。

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 3 0 】

- 1 舶用推進プラント
- 3 蒸気タービン
- 5 減速機
- 7 プロペラ ( 推進器 )
- 1 0 高圧タービン
- 1 1 中圧タービン ( 低圧側タービン )
- 1 2 低圧タービン ( 低圧側タービン )
- 1 5 再熱器
- 2 2 主軸発電機
- 2 4 a , 2 4 b 蒸気タービン発電機 ( 補助用蒸気タービン発電機 )

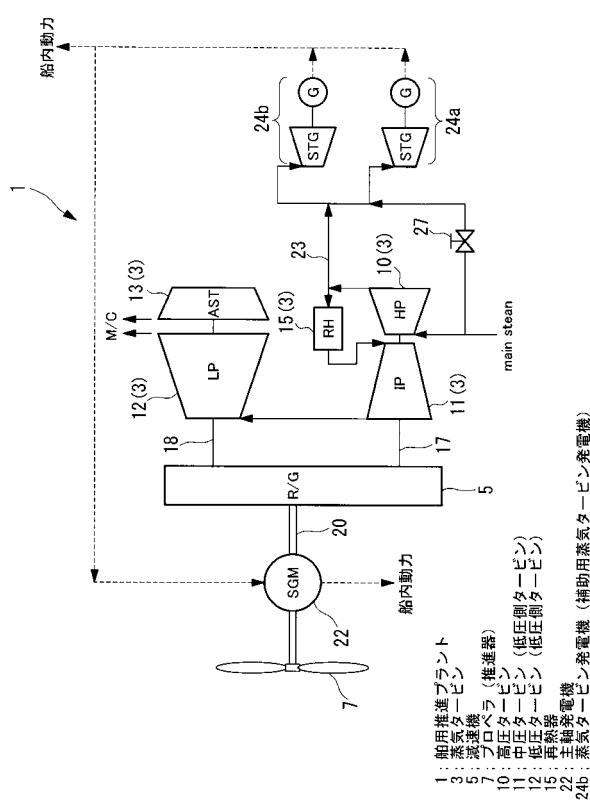
10

20

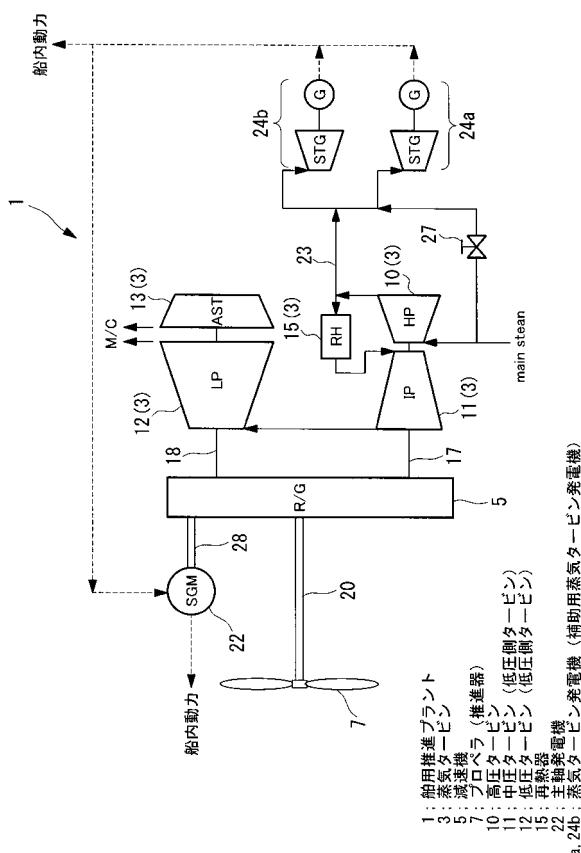
30

40

【図1】



【図2】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 実公昭13-010806 (JP, Y1)  
特公昭47-025320 (JP, B1)  
実開昭57-148600 (JP, U)  
実公昭42-002243 (JP, Y1)  
特公平2-9999 (JP, B2)  
特開平10-089015 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B63H 21/165  
B63H 21/17