

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5693315号
(P5693315)

(45) 発行日 平成27年4月1日(2015.4.1)

(24) 登録日 平成27年2月13日(2015.2.13)

(51) Int.Cl.

F O I D 25/30 (2006.01)

F 1

F O I D 25/30

B

請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2011-65223 (P2011-65223)
 (22) 出願日 平成23年3月24日 (2011.3.24)
 (65) 公開番号 特開2012-202242 (P2012-202242A)
 (43) 公開日 平成24年10月22日 (2012.10.22)
 審査請求日 平成26年2月21日 (2014.2.21)

(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 100100077
 弁理士 大場 充
 (74) 代理人 100136010
 弁理士 堀川 美夕紀
 (72) 発明者 飯田 耕一郎
 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 石坂 浩一
 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】排気ディフューザ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内筒と、

前記内筒の周囲に配置され、前記内筒との間に排気流路が形成される外筒と、

前記排気流路内に設けられ、内筒と外筒を繋ぐストラットと、を備え、

前記ストラットは、

前記排気流路を排気ガスが流れる方向の上流側に位置する前縁と、

前記排気ガスが流れる方向の下流側に位置する後縁と、を備え、

前記内筒は、

前記排気ガスが流れる方向の上流側の所定の開始位置から下流側の端部の終了位置にかけて径が縮径する縮径部、を備え、 10

前記前縁と前記開始位置、及び、前記後縁と前記終了位置、の各々が、前記排気ガスが流れる方向において一致するように設定されている、

ことを特徴とする排気ディフューザ。

【請求項 2】

前記ストラットは、

前記後縁が、前記外筒から前記内筒にかけて、かつ下流に向けて下降するように傾斜される、

請求項 1 に記載の排気ディフューザ。

【請求項 3】

前記縮径部は、

前記ストラットが接合される部分及びその周囲にのみ形成される、

請求項 1 又は 2 に記載の排気ディフューザ。

【請求項 4】

前記縮径部は、傾斜角度を 5 ~ 15° の範囲とする、

請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか一項に記載の排気ディフューザ。

【請求項 5】

前記縮径部における前記内筒と前記外筒の間の前記排気流路の高さ T と前記ストラットの前記前縁から前記後縁に到る前記排気ガスが流れる方向の長さ L の比 (T / L) を、 0 . 5 ~ 2 . 0 の範囲とする、

10

請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか一項に記載の排気ディフューザ。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 請求項 5 のいずれか一項に記載の排気ディフューザを備えることを特徴とするガスタービン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、排気ディフューザに関するものである。

【背景技術】

【0002】

20

図 7 に示すように、ガスタービン（軸流タービン）100 は前方の入り口から取り込んだ空気を圧縮機 120 で圧縮した後、燃焼室 130 で加熱し、更に後方にあるタービン 140 で流れを整え動力を得て、最後に後部の排気ディフューザ 150 を通して排気を行う。

図 8 はタービン 140 の動翼と排気ディフューザ 150 の位置関係の一例を示すガスタービン 100 の概略部分断面図である。ガスタービン 100 は、外側にタービンケーシング 110 を備え、その中に静翼 111 と動翼 112 の組み合わせを複数段配置している。動翼 112 を取り付けたロータ 113 の後端を軸受ハウジング 114 に納められた軸受（ジャーナル軸受）115 が支持する。軸受ハウジング 114 は排気ガスの流れを横切るように放射状に配置された複数のストラット 153 によりタービンケーシング 110 の中心と同心に支持される。

30

なお、ここでは排気ガスの流れる方向に一段のストラット 153 を設けた例を示しているが、下流にマンホールとも称されるストラットをもう一段設ける場合もある。このマンホールも支持の役割を果たす強度部材として機能するので、本願発明ではマンホールも含めて、ストラットと総称する。

【0003】

図 8 中の矢印 F は排気ガスの流れを示す。最終段の動翼 112 を出た排気ガスは排気ディフューザ 150 を通じて排出される。排気ディフューザ 150 はハブ側チューブ（内筒）151 とその周囲にチップ側チューブ（外筒）152 を同心に配置したものであり、両チューブの間に環状の流路が形成される。ハブ側チューブ 151 は円筒形状であるがチップ側チューブ 152 は下流ほど直径が大きくなる円錐台形状を呈しており、このため排気ディフューザ 150 は、上流から下流に向かって流路の断面積が次第に大きくなる、いわゆるコニカルディフューザーとなっている。ハブ側チューブ 151 とチップ側チューブ 152 の間隔を保って環状流路の形状を維持すること、及びこれをタービンケーシング 110 の内で支持することもストラット 153 の役割である。

40

【0004】

排気ディフューザにおいてストラットは不可欠なものであるが、ストラットが配設された範囲を排気ガスが通過する際に、また排気ガスに対し比較的に大きな圧力損失をもたらす。これに対して、本出願人は、特許文献 1、特許文献 2 において、圧力損失を低減できる排気ディフューザの構造を提案している。

50

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

【特許文献1】特開2005-290985号公報

【特許文献2】特開2011-32900号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

ところが、本発明者等の検討によると、排気ガスの流れについては改善の余地を残している。

10

そこで本発明は、排気ガスの流れをより理想的なものに近づけることのできる排気ディフューザ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】**

本発明者等の検討によると、ハブ側チューブ（内筒）の下流端で排気流が剥離して渦流が発生する。そのために、ストラットを通過して排気流は大きく循環しており、このため流れが均一になり難く、排気ダクトでの圧力回復量に比べ、実際の圧力回復量がかなり小さい。また、渦流が消えるのに必要な軸方向の距離が相当必要である。さらに、渦流は騒音・振動を伴う。これらの課題を解消することで、排気流の流れをより理想的なものに近づけることができる。

20

そこでなされた本発明の排気ディフューザは、内筒と、内筒の周囲に配置され、内筒との間に排気流路が形成される外筒と、排気流路内に設けられ、内筒と外筒を繋ぐストラットと、を備える。

ストラットは、排気流路を排気ガスが流れる方向の上流側に位置する前縁と、排気ガスが流れる方向の下流側に位置する後縁と、を備える。

内筒は、排気ガスが流れる方向の上流側の所定の開始位置から下流側の端部の終了位置にかけて径が縮径する縮径部、を備える。

そして、前縁と開始位置、及び、後縁と終了位置、の各々が、排気ガスが流れる方向において一致するように設定されている、ことを特徴とする。

【0008】

30

本発明の排気ディフューザにおいて、ストラットは、後縁が、外筒から内筒にかけて、かつ下流に向けて下降するように傾斜されることが、排気ガスを排気ディフューザの軸に向けて流す上で好ましい。

【0009】

本発明の排気ディフューザにおいて、内筒の周方向の全域にわたって縮径する縮径部とができるが、ストラットが接合される部分及びその周囲にのみ縮径領域を形成した縮径部とができる。ストラットに当たった排気ガスの流れは、内筒の外周面などの壁面側に押しやられる。このため、ストラットの近くの領域は、内筒の外周面で排気ガスが剥離しにくい。そこで、ストラットと内筒との接合部分及びその周囲の領域だけを縮径させるものである。

40

本発明の排気ディフューザにおいて、縮径部は、傾斜角度を $5 \sim 15^\circ$ の範囲とすることが好ましく、また、縮径部における内筒と外筒の間の排気流路の高さTとストラットの前縁から後縁に到る排気ガスが流れる方向の長さLの比（T/L）を、0.5~2.0の範囲とする、ことが好ましい。

【発明の効果】**【0010】**

本発明によれば、排気流の流れをより理想的なものに近づけることのできる排気ディフューザを提供することができる。

【図面の簡単な説明】**【0011】**

50

【図1】第1実施形態に係るガスタービンの排気ディフューザ近傍を示す断面図である。

【図2】図1を模式的に示す図である。

【図3】第2実施形態に係るガスタービンの排気ディフューザ近傍を示す断面図である。

【図4】図3を模式的に示す図である。

【図5】第3実施形態に係るガスタービンの排気ディフューザ近傍を示す断面図である。

【図6】(a)は図5を模式的に示す図であり、(b)は、(a)の6b-6b矢視断面図、(c)は(a)の6c-6c矢視断面図である。

【図7】従来のガスタービンの概略構成を示す半断面図である。

【図8】従来のガスタービンの排気ディフューザ近傍を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0012】

【第1実施形態】

以下、添付図面に示す実施形態に基づいてこの発明を詳細に説明する。

図1に示すように、排気ディフューザ10は、ロータ5を軸支するジャーナル軸受7等を内部に収容する円筒状の内筒11と、タービンケーシング4aに接続され、内筒11の周囲に配置される円筒状の外筒12と、を備えている。

また、排気ディフューザ10は、外筒12から内筒11の内部まで延びて周囲よりジャーナル軸受7を保持する複数のストラット13と、これらストラット13よりも下流側に設けられ、ジャーナル軸受7等のメンテナンスのために設けられたマンホール14とを備えている。なお、この排気ディフューザ10は、回転中心軸A方向が、排気ガスEの主流に沿った主流方向（排気ガスが流れる方向）となっている。

20

【0013】

内筒11は、排気ディフューザ10と同軸に設けられており、主流方向において、タービン4が接続された上流側から下流側に向かって延設されている。内筒11は、径が等しく設定されている等径部11aと、等径部11aの下流側の端部につらなり、下流側に向かうにつれて径が縮小する縮径部11bと、縮径部11bの下流端を閉じる封止端11cと、を備えている。なお、縮径部11bを備えることを、以下、要素1、ということがある。

外筒12は、主流方向において、タービン4が接続された上流側から下流側に向かうのにつれて、内周壁面（壁面）12bが次第に拡径するようになっている。

30

【0014】

これら内筒11と外筒12との間には、外筒12の内周壁面12bと内筒11の外周壁面11dとで、概略形状が円環状の排気流路Pが形成されている。この排気流路Pは、内筒11の外周壁面11dが略同径に形成されている一方で、外筒12の内周壁面12bが下流側に進むに従って次第に拡径するために、主流方向の上流側から下流側に進むに従って、主流方向に交差する開口面積が次第に大きくなっている。

【0015】

ストラット13は、互いに120°の角度をなして、ロータ5の回転中心軸Aの回りに放射状に配置されている。つまり、この例では3つのストラット13によりジャーナル軸受け7を支持している。

40

各ストラット13は、ジャーナル軸受7を保持するストラット本体13aと、このストラット本体13aを燃焼ガスGより被覆し、加熱より保護するストラットカバー13bとを備えている。ストラットカバー13bは、内筒11から外筒12に向けて延びている。

ストラットカバー13bは、主流に交差する方向に延出しており、排気流路Pにおいて主流の抵抗を低減するために、断面形状が翼型（流線型）とされている。また、ストラットカバー13bは、前縁13c及び後縁13dを有している。

【0016】

マンホール14もストラット13と同様に、互いに120°の角度をなして、ロータ5の回転中心軸Aの回りに放射状に配置されている。

マンホール14は、内筒11と外筒12とを繋ぎ、かつ外筒12の外部と内筒11の内

50

部（収容空間）とを連通させている。

マンホール 14 もまた、主流に交差する方向に延出してあり、排気流路 P において主流の抵抗を低減するために、断面形状が翼型（流線型）とされている。

【0017】

さて、排気ディフューザ 10 において、マンホール 14 と、縮径部 11b を備える内筒 11 と、が以下の関係を有している。

マンホール 14 の前縁 14a の位置と、内筒 11 の等径部 11a と縮径部 11b の境界（縮径の開始位置 S_t）と、が主流方向において一致するように設定されている。以下、この構成を要素 2 ということがある。

また、マンホール 14 の後縁 14b の位置と、内筒 11（縮径部 11b）の後端の位置（縮径の終了位置 E_n）と、が主流方向において一致するように設定されている。以下、この構成を要素 3 ということがある。

【0018】

排気ディフューザ 10 は、要素 1 を備えることにより、排気ガス E の流れを回転中心軸 A に向けて誘導することができる（図 2 参照）。

ただし、要素 1、つまり縮径部 11b を設けたとしても、縮径部 11b の外周面から排気ガス E の流れの中で剥離する成分があり、それが渦流を形成する。そこで、排気ディフューザ 10 は、要素 2 を備えることにより、排気ガス E の流れを回転中心軸 A に向けてより効果的に誘導することができる。

内筒 11（外周面）から排気ガス E の剥離を抑えるのに、排気流路 P の流路（開口）面積が一定であることが理想的である。しかし、排気流路 P にマンホール 14 が設けられているので、マンホール 14 より上流側よりも下流側の流路面積は減少する。この流路面積の減少を補完するために縮径部 11b を設けることが望まれる。そこで、流路面積の減少が生じる原因であるマンホール 14 の存在、つまり前縁 14a に合せて内筒 11 を縮径させれば、それよりも上流側の流路面積を維持させやすくなる。したがって、要素 2 を備えることで、排気ガス E の剥離を抑えることができる。

【0019】

さらに、要素 3 を備えることで、内筒 11 の外周面から排気ガス E の流れの剥離を低減する。つまり、マンホール 14 の後縁 14b よりも下流側に内筒 11 の縮径部 11b が突出していると、突出部分で剥離が生じうる。そこで、要素 3、つまり、後縁 14b と縮径部 11b の後端を一致するよう設定することで、剥離の発生を抑制する。その結果、渦流発生に基づく騒音・振動を低減する。

【0020】

以上のように、要素 1、要素 2 を備えることで、排気ディフューザ 10 は、マンホール 14 よりも下流の排気ガス E の流れを回転中心軸 A に向けて効果的に誘導できるので、マンホール 14 よりも下流の循環領域を小さくし、短い距離で流れを均一化することができる。その結果、圧力回復を大きくすることができるとともに、軸方向の距離を短くすることができる。また、要素 3 を備えることで、排気ディフューザ 10 は、騒音・振動を低減できる。

【0021】

本実施形態において、マンホール 14、内筒 11 の仕様は、排気ディフューザ 10 が用いられるガスタービンにしたがって設定されるものであるが、一つの指針として、縮径部 11b の傾斜角度（θ）は 5 ~ 15° の範囲で設定され、また、流路の高さ T とマンホール 14 の前縁 14a から後縁 14b に到る回転中心軸 A 方向の長さ L の比（T / L）は、0.5 ~ 2.0 の範囲で設定されるのが好ましい。

【0022】

本実施形態において、前縁 14a の位置と内縮径の開始位置 S_t とが一致するように設定される、とは、前縁 14a の位置と内縮径の開始位置 S_t とが物理的に一致することに限定されものではない。後縁 14b の位置と縮径部 11b の後端の終了位置 E_n との関係についても同様である。例えば、排気ディフューザ 10 を実際に製造する際に生ずる不可

10

20

30

40

50

避的な位置ずれがあったとしても以上説明した効果が得られるのであれば、本発明に該当する。この場合に許容される位置ずれは、長さ L の 10 % 以下、好ましくは 5 % である。

【 0 0 2 3 】

[第 2 実施形態]

以下、本発明の第 2 実施形態による排気ディフューザ 20 を説明する。

排気ディフューザ 20 は第 1 実施形態と基本的な構成が同じであるから、以下では第 1 実施形態との相違点を中心に説明する。なお、第 1 実施形態の排気ディフューザ 10 と同じ構成には同じ符号を付している。

【 0 0 2 4 】

図 3 に示すように、排気ディフューザ 20 は、マンホール 24 の形態が第 1 実施形態と相違する。つまり、マンホール 24 は、後縁 24 b を、外筒 12 から内筒 11 にかけて、かつ下流に向けて下降するように傾斜させている。そうすることで、図 4 に示すように、内筒 11 側の圧力は外筒 12 側の圧力に比べ低くできる。したがって、排気ガス E を回転中心軸 A に向けてより効果的に誘導することができる。なお、前縁 24 a は回転中心軸 A 方向と直交している（第 1 実施形態も同様）。 10

【 0 0 2 5 】

[第 3 実施形態]

以下、本発明の第 3 実施形態による排気ディフューザ 30 を図 5、図 6 に基づいて説明する。

排気ディフューザ 30 は第 1 実施形態と基本的な構成が同じであるから、以下では第 1 実施形態との相違点を中心に説明する。なお、第 1 実施形態の排気ディフューザ 10 と同じ構成には同じ符号を付している。 20

【 0 0 2 6 】

排気ディフューザ 30 は、内筒 31 の形態が第 1 実施形態と相違する。つまり、内筒 31 は、等径部 31 a の下流側の端部に連なり、マンホール 14 が接合される部分及びその周囲に限り縮径領域 31 c が形成される縮径部 31 b を備える。縮径領域 31 c は、マンホール 14 の前縁 14 a から始まって連続的に深くなり、マンホール 14 の後縁 14 b で最も大きくなる傾斜の形態を示す。マンホール 14 の後縁 14 b は、第 1 実施形態のように回転中心軸 A と直交させてもよいし、第 2 実施形態のように下流に向けて下降するように傾斜させてもよい。また、前縁 14 a から後縁 14 b にかけて縮径領域 31 c の傾斜は、直線的なものであってもよいし、曲線的なものであってもよい。縮径領域 31 c を除く部分の横断面における外形は図 6 に示されるように円弧をなしており、全体としての横断面の形状は花びら紋様に似ている。なお、第 1 実施形態の内筒 11 は横断面における外形が円形である。 30

【 0 0 2 7 】

排気ディフューザ 30 の中に設けられるマンホール 14 は、排気ガス E の流れを妨げる。マンホール 14 に当たった排気ガス E の流れは、内筒 31 の外周壁面 31 d などの壁面側に押しやられる。このため、マンホール 14 の近くの領域は、内筒 31 の外周面で排気ガス E が剥離しにくい。そこで、マンホール 14 の内筒 31 との接合部分及びこれを含む領域（縮径領域 31 c ）を、軸方向に沿って回転中心軸 A に向けて傾斜させることで、この領域の流れを効率的に回転中心軸 A に向け、マンホール 14 よりも下流の循環領域を小さくするのである。そうすることで、マンホール 14 よりも下流で早く排気ガス E の流れが均一化し、圧力回復が増加する。 40

【 0 0 2 8 】

以上説明した実施形態は、ストラット 13 とマンホール 14（マンホール 24）と、回転中心軸 A の方向に二段階のストラットを備えているが、本発明はこれに限定されず、マンホール 14 を備えていない排気ディフューザについて本発明を適用できる。つまり本発明は、軸方向に単段のストラットを備える排気ディフューザ及び軸方向に複数段のストラットを備える排気ディフューザの両者において、特に排気ガスが通過する最終段のストラットに適用される。 50

また、本発明において、マンホールも含めストラットは、周方向に配置される数は以上説明した3に限るものではなく、2又は4などの任意の数を採用できる。

これ以外にも、本発明の主旨を逸脱しない限り、上記実施の形態で挙げた構成を取捨選択したり、他の構成に適宜変更することが可能である。

【符号の説明】

【0029】

4 ターピン

4 a ターピンケーシング

5 ロータ

7 ジャーナル軸受

10 10, 20, 30 排気ディフューザ

11, 31 内筒

11 a, 31 a 等径部

11 b, 31 b 縮径部

11 c 封止端

11 d, 31 d 外周壁面

31 c 縮径領域

12 外筒

12 b 内周壁面

13 ストラット

20 13 a ストラット本体

13 b ストラットカバー

14, 24 マンホール

14 a, 24 a 前縁

14 b, 24 b 後縁

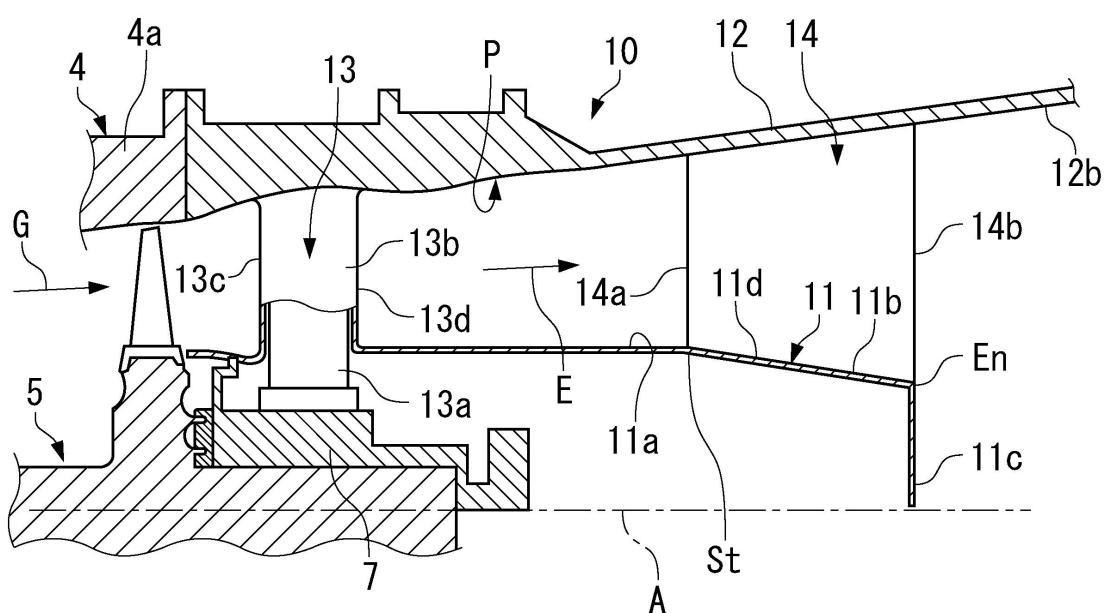
A 回転中心軸

P 排気流路

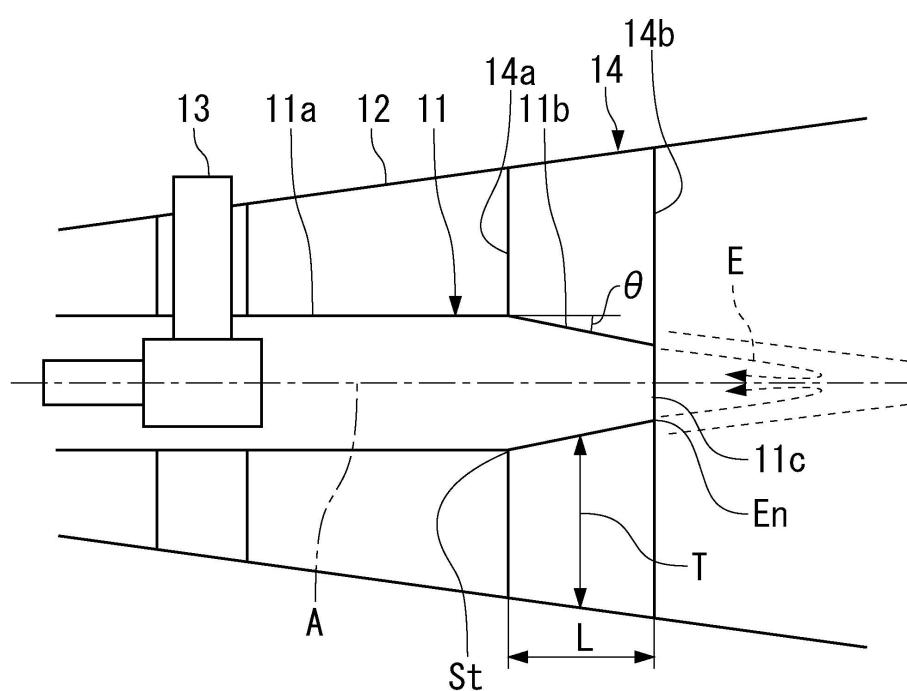
S t 開始位置

E n 終了位置

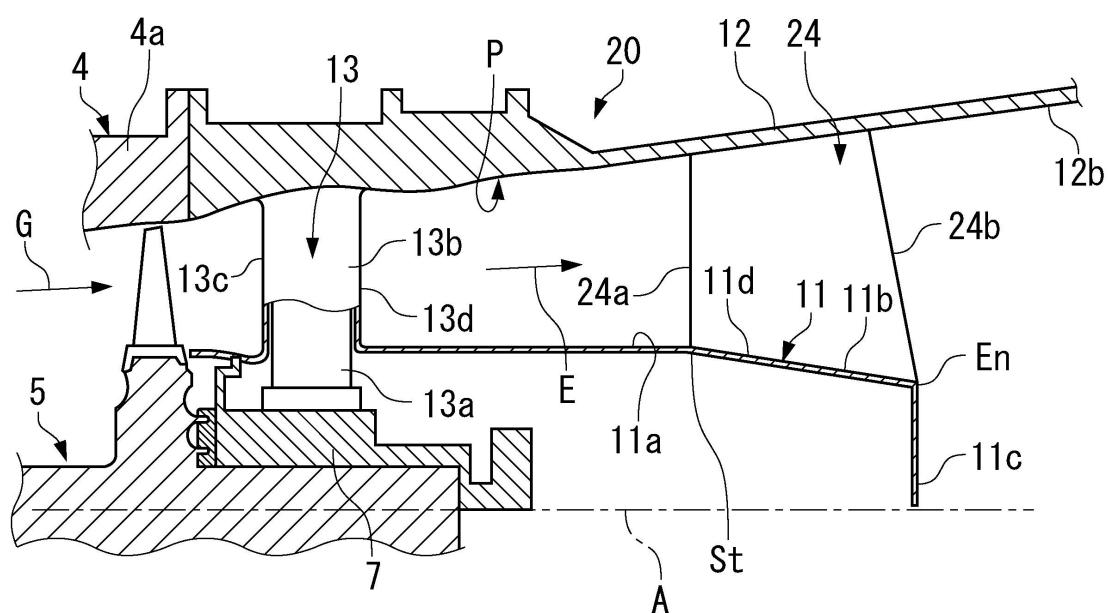
【図1】



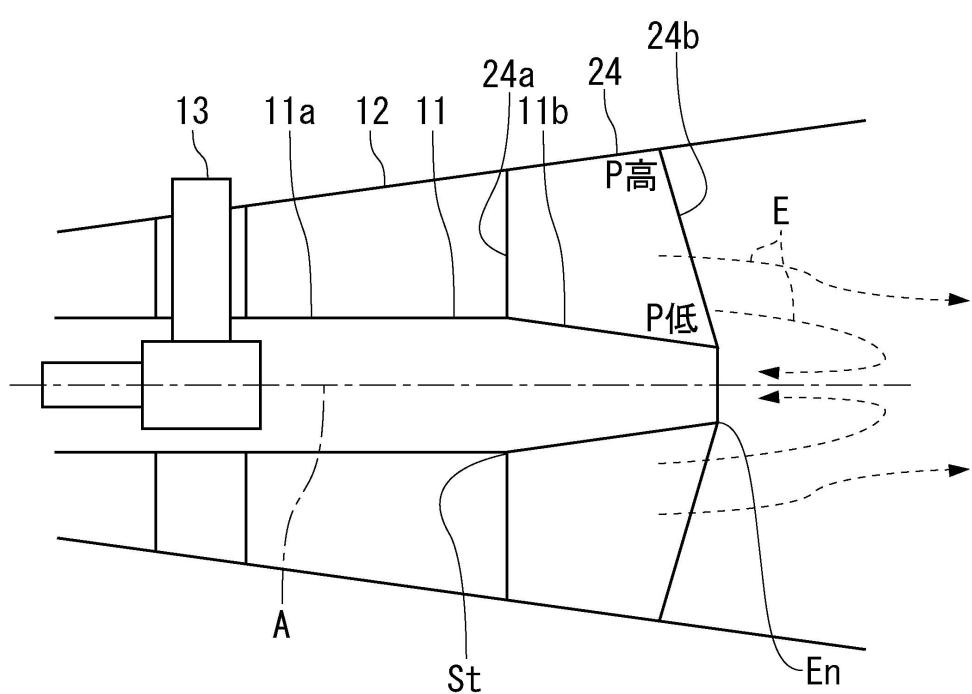
【図2】



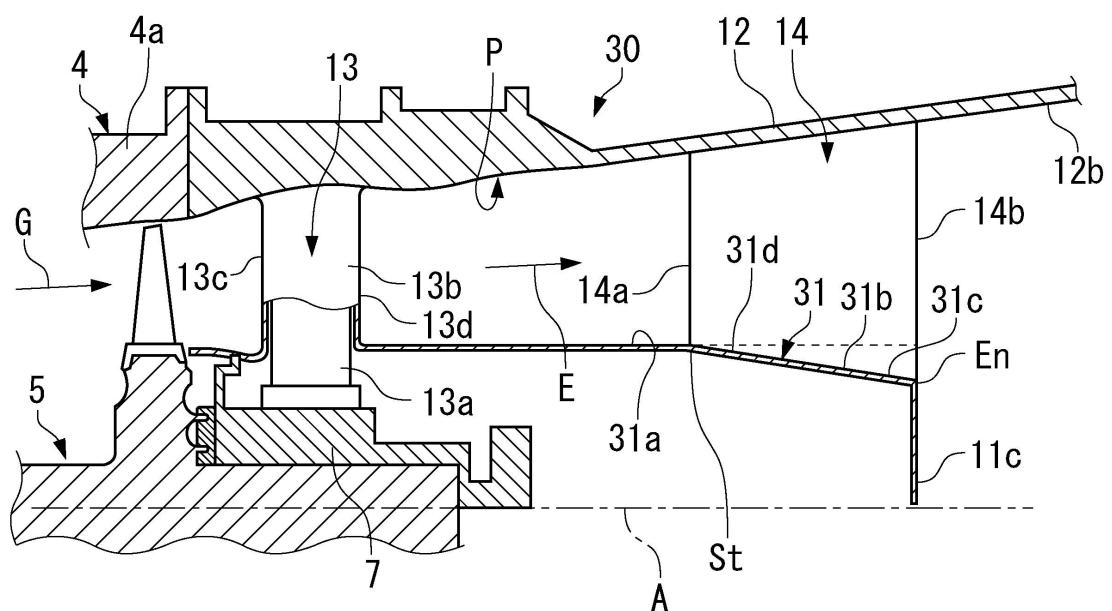
【図3】



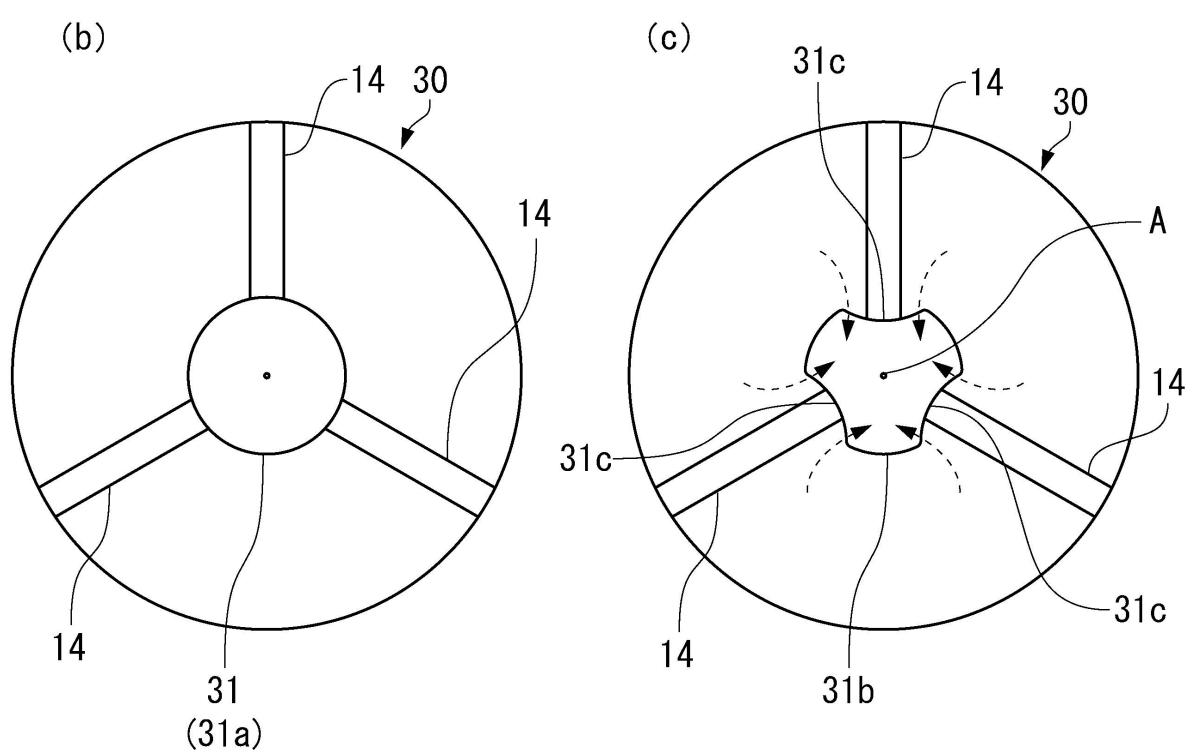
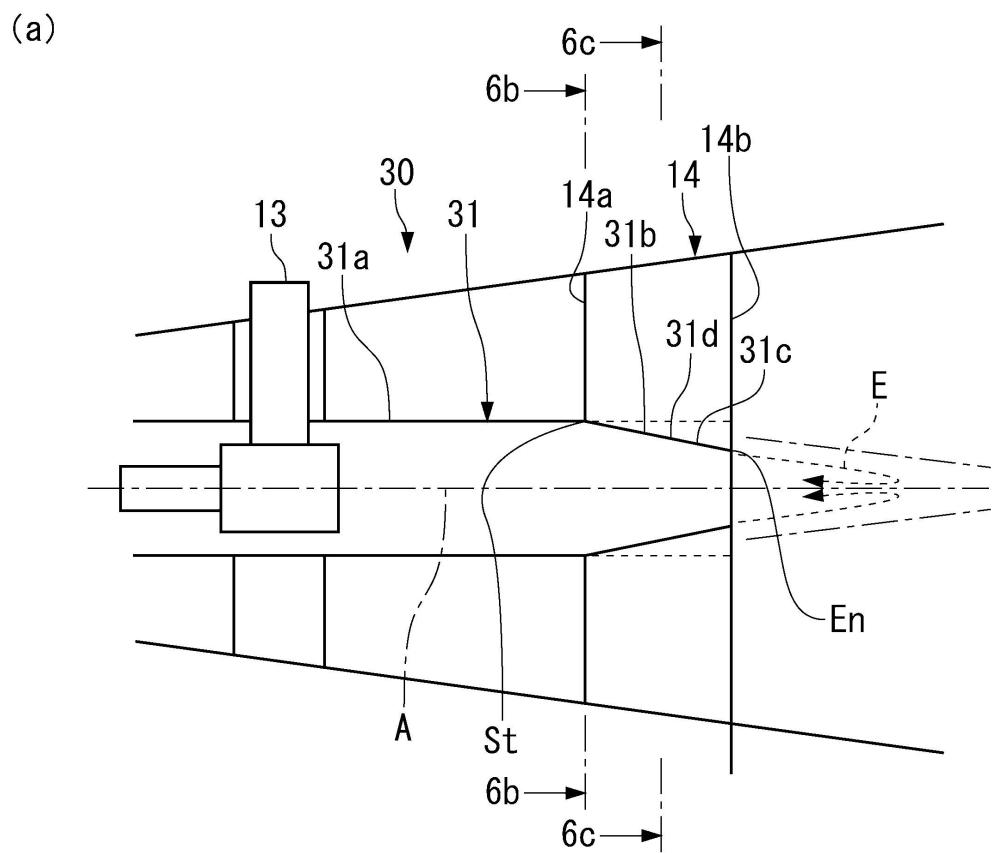
【図4】



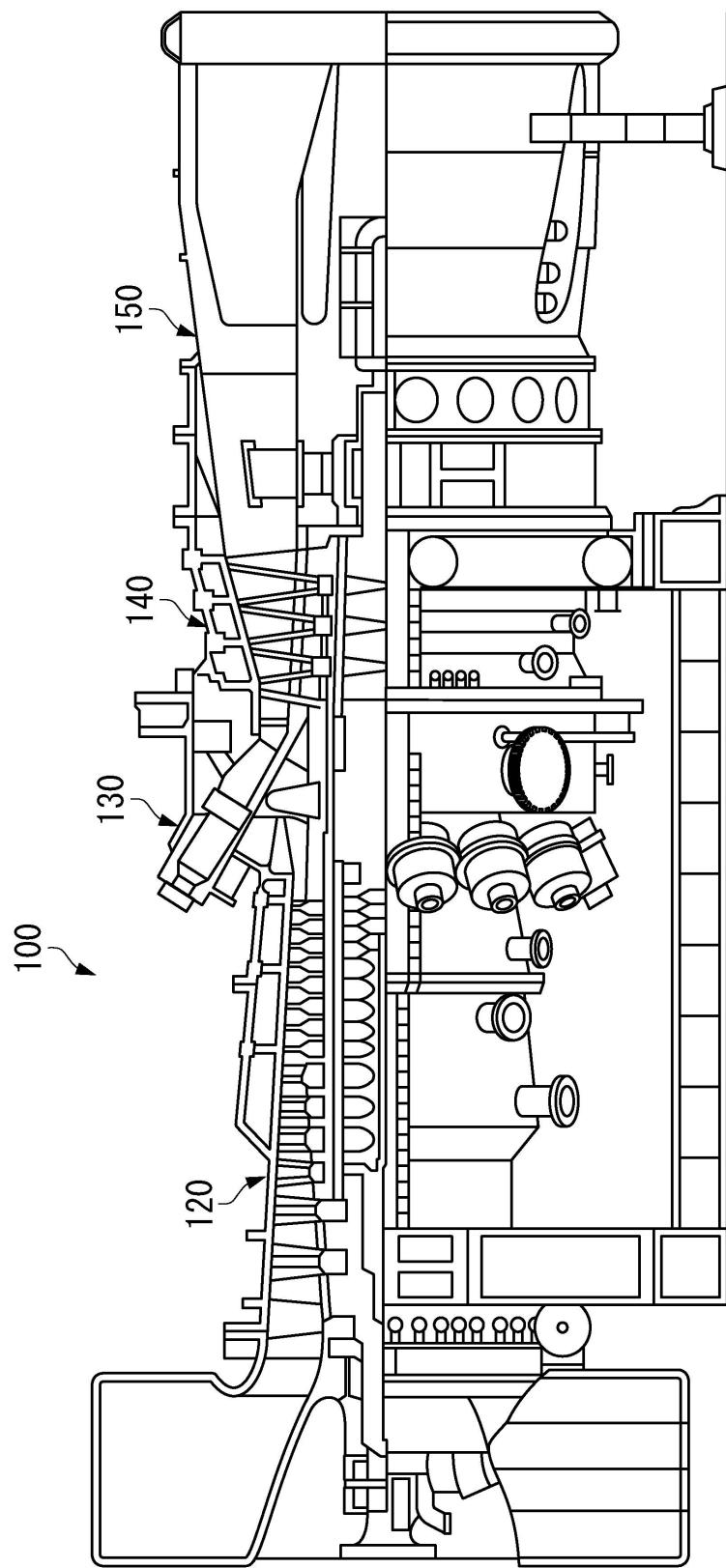
【図5】



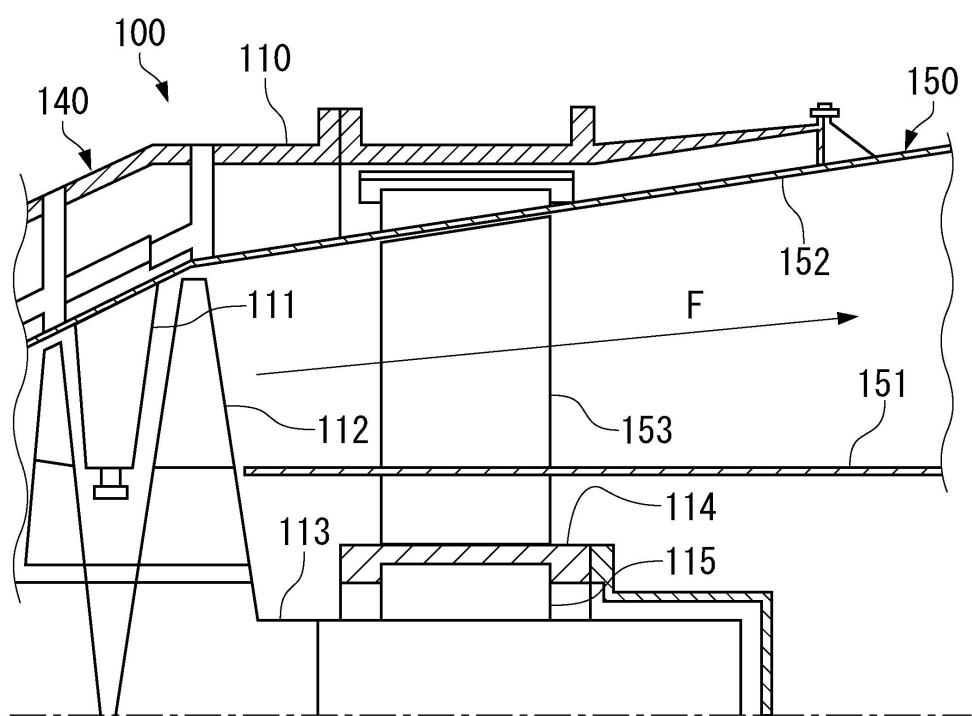
【 四 6 】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 桧山 貴志
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 坂元 康朗
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 伊藤 栄作
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

審査官 濑戸 康平

(56)参考文献 実開昭63-100640(JP, U)
米国特許出願公開第2005/0066647(US, A1)
米国特許第02809491(US, A)
仏国特許発明第807926(FR, A)
特開平06-173707(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 01 D 25 / 30
F 02 C 7 / 00
F 02 K 1 / 04