

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 5 部門第 1 区分

【発行日】平成22年5月27日 (2010.5.27)

【公開番号】特開2010-84704(P2010-84704A)

【公開日】平成22年4月15日 (2010.4.15)

【年通号数】公開・登録公報2010-015

【出願番号】特願2008-256532(P2008-256532)

【国際特許分類】

F 0 1 D 9/02 (2006.01)

F 2 3 R 3/42 (2006.01)

F 0 1 D 25/24 (2006.01)

【F I】

F 0 1 D 9/02

F 2 3 R 3/42 D

F 0 1 D 25/24 G

【手続補正書】

【提出日】平成22年2月26日 (2010.2.26)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃焼器の尾筒入口の断面積 D_{in} に対し、尾筒出口の断面積 D_{out} を、 $0.79 D_{out} / D_{in} \sim 0.9$ の範囲に設定し、かつ前記尾筒出口が接続されるタービンの第 1 段タービン静翼において、前記静翼の径方向内側壁をなす内側シュラウドの上流側端と、前記尾筒出口の径方向内側端とが、ロータの軸方向に接するように配置し、かつ前記静翼の径方向外側壁をなす外側シュラウドの上流側端と、前記尾筒出口の径方向外側端とが、ロータの軸方向に接するように配置し、前記内側シュラウドと前記外側シュラウドとの間の上流側端の径方向寸法を前記尾筒出口の径方向寸法と同一としたことを特徴とする燃焼器接続構造。

【請求項 2】

前記内側シュラウドをロータの軸心と平行に配置し、かつ前記外側シュラウドを、前記ロータの軸心に対して斜めに配置したことを特徴とする請求項 1 に記載の燃焼器接続構造。

【請求項 3】

圧縮機で圧縮した圧縮空気に燃焼器で燃料を供給して燃焼し、発生した燃焼ガスをタービンに供給することで回転動力を得るガスタービンにおいて、

請求項 1 または 2 に記載の燃焼器接続構造を備えたことを特徴とするガスタービン。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0002

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0002】

ガスタービンは、圧縮機と燃焼器とタービンとにより構成されている。圧縮機は、空気取入口から取り込まれた空気を圧縮させることで高温・高圧の圧縮空気とする。燃焼器は

、圧縮空気に対して燃料を供給して燃焼させることで高温・高圧の燃焼ガスとする。タービンは、ケーシング内の排気通路に複数のタービン静翼およびタービン動翼が交互に配設されて構成されており、この排気通路に供給された燃焼ガスによりタービン動翼が駆動されることで、例えば、発電機に連結されたロータを回転駆動する。そして、タービンを駆動した燃焼ガスは、タービン下流のディフューザにより静圧に変換されてから大気に放出される。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

上記の目的を達成するために、本発明の燃焼器接続構造では、燃焼器の尾筒入口の断面積 D_{in} に対し、尾筒出口の断面積 D_{out} を、 $0.79 \leq D_{out}/D_{in} \leq 0.9$ の範囲に設定し、かつ前記尾筒出口が接続されるタービンの第1段タービン静翼において、前記静翼の径方向内側壁をなす内側シュラウドの上流側端と、前記尾筒出口の径方向内側端とが、ロータの軸方向に接するように配置し、かつ前記静翼の径方向外側壁をなす外側シュラウドの上流側端と、前記尾筒出口の径方向外側端とが、ロータの軸方向に接するように配置し、前記内側シュラウドと前記外側シュラウドとの間の上流側端の径方向寸法を前記尾筒出口の径方向寸法と同一としたことを特徴とする。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

また、本発明の燃焼器接続構造では、前記内側シュラウドをロータの軸心と平行に配置し、かつ前記外側シュラウドを、前記ロータの軸心に対して斜めに配置したことを特徴とする。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0026】

上述したガスタービンにおいて、図2および図3に示すように、燃焼器2の尾筒22は、筒状に形成され、一方の開口である尾筒入口221が内筒21に接続され、他方の開口である尾筒出口222がタービン3における排気通路の入口である第1段タービン静翼321に接続されている。尾筒入口221が接続される内筒21は、円筒形状に形成されている。このため、尾筒入口221は円形断面形状に形成されている（図3参照）。また、尾筒出口222が接続される第1段タービン静翼321は、翼部322と、該翼部322を径方向で挟むように支持する内側シュラウド351および外側シュラウド352とから構成されている。内側シュラウド351は、第1段タービン静翼321の径方向内側壁をなし、外側シュラウド352は、第1段タービン静翼321の径方向外側壁をなす。そして、第1段タービン静翼321の周方向の配置に従って燃焼ガスの通路が円環状に形成されている。また、上述したように燃焼器2は、周方向に複数並設されている。このため、尾筒出口222は、第1段タービン静翼321に対応する円環状を燃焼器2の数で分割した弧形断面形状であって、言い換えると扇形から円弧部を切り取った略四辺形断面形状に形成されている（図3参照）。すなわち、尾筒22は、尾筒入口221から尾筒出口222に至り断面形状が変形している。この尾筒出口222が接続される第1段タービン静翼

3 2 1 は、その円環状の円周がタービン 3 の空力的形状により決められている。このため、尾筒出口 2 2 2 の断面形状は、第 1 段タービン静翼 3 2 1 に対応する円環状を燃焼器 2 の数で分割した弧形の寸法が決められている。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 7】

ここで、第 1 段タービン静翼 3 2 1 は、内側シュラウド 3 5 1 と外側シュラウド 3 5 2 との間の下流側径方向寸法がタービン 3 の空力的形状によって決められている。本実施例では、第 1 段タービン静翼 3 2 1 の下流側開口の径方向寸法（下流側翼高さ） H_{out} を空力的に決められた寸法とし、内側シュラウド 3 5 1 および外側シュラウド 3 5 2 の上流側端部の径方向寸法（上流側翼高さ） H_{in} を尾筒出口 2 2 2 の径方向寸法（ a ）と同一の寸法となるように合わせてある。具体的には、内側シュラウド 3 5 1 は、ロータ 4 の軸心 R と平行（製造上の誤差を含む）に配置され、その上流側端と尾筒出口 2 2 2 の径方向内側端とがロータ 4 の軸方向に接するように配置されている。また、外側シュラウド 3 5 2 は、その上流側端と尾筒出口 2 2 2 の径方向外側端とがロータ 4 の軸方向に接するように配置され、かつ上流側開口の径方向寸法（上流側翼高さ） H_{in} が下流側開口の径方向寸法（下流側翼高さ） H_{out} よりも大きく、下流側開口から上流側開口が漸次広がるようにロータ 4 の軸心 R に対して斜めに配置されている。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 8】

また、燃焼器 2 の尾筒 2 2 は、燃焼ガスの流れを安定させるため、尾筒入口 2 2 1 から尾筒出口 2 2 2 に至り断面積が減少するように絞りが形成されている。より好ましくは、尾筒入口 2 2 1 の断面積 D_{in} に対する尾筒出口 2 2 2 の断面積 D_{out} の絞り比 $D_{out} / D_{in} = 0.9$ である。すなわち、尾筒入口 2 2 1 の断面積（直径（ b ））が決められると、絞り比により尾筒出口 2 2 2 の断面積（径方向寸法（ a ））が決まる。なお、図 4 に実線で示すように、尾筒入口 2 2 1 の直径（ b ）の範囲を設定し、絞り比が 0.9 となる尾筒出口 2 2 2 の断面積 D_{out} での径方向寸法（ a ）に対し、内側シュラウド 3 5 1 および外側シュラウド 3 5 2 の上流側端部の径方向寸法 H_{in} と第 1 段タービン静翼 3 2 1 の下流側開口の径方向寸法 H_{out} との比を翼高さ比 H_{in} / H_{out} とし、この最小値を $X = 1.18$ とする。そして、図 4 に破線で示すように、第 1 段タービン静翼 3 2 1 の H_{in} / H_{out} の最小値 $X = 1.18$ において、尾筒入口 2 2 1 の直径（ b ）が最大寸法とした場合の絞り比は、0.79 となる。そこで、尾筒入口 2 2 1 の直径（ b ）の範囲内で、第 1 段タービン静翼 3 2 1 の H_{in} / H_{out} の最小値 $X = 1.18$ を基準とした好ましい絞り比として、 $0.79 \leq D_{out} / D_{in} \leq 0.9$ の範囲が得られる。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 9

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 9】

かかる燃焼器接続構造およびガスタービンでは、燃焼器 2 について、尾筒出口 2 2 2 の径方向寸法（ a ）が、尾筒入口 2 2 1 の直径（ b ）に対する絞り比を、 $0.79 \leq D_{out} / D_{in} \leq 0.9$ の範囲として最適化されている。このため、燃焼ガスの壁面流速が低

減されるので、尾筒出口 2 2 2 部分の交換熱量を削減でき、コンバインド効率を向上できる。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 0】

さらに、タービン 3 については、第 1 段タービン静翼 3 2 1 の上流側での流入速度が落ちるので、空力性能が改善され、コンバインド効率を向上できる。一方、タービン 3 について、第 1 段タービン静翼 3 2 1 の上流側での翼高さ（第 1 段タービン静翼 3 2 1 の上流側の径方向寸法 H_{in} ）が増加するので、前記第 1 段タービン静翼 3 2 1 の翼部 3 2 2 の冷却面積が増加することから冷却空気が増加してコンバインド効率は悪化する要因となる。しかし、前記第 1 段タービン静翼 3 2 1 においても燃焼ガスの壁面流速が低減されることから、熱伝達率が低下するため、前記第 1 段タービン静翼 3 2 1 全体の冷却空気量の増加は少ない。さらに、タービン 3 での空力性能の改善により、前述の効率悪化分は相殺され、かつ最適な絞り比の範囲で尾筒出口 2 2 2 の断面積が定められていることで、ガスタービン全体としてコンバインド効率が向上する。

【手続補正 1 0】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 1】

さらに、かかる燃焼器接続構造およびガスタービンでは、タービン 3 の第 1 段タービン静翼 3 2 1 について、内側シュラウド 3 5 1 をロータ 4 の軸心 R と平行に配置してその上流側端部と尾筒出口 2 2 2 の径方向内側端とがロータ 4 の軸方向に接するように配置し、かつ外側シュラウド 3 5 2 の上流側端部と尾筒出口 2 2 2 の径方向外側端とがロータ 4 の軸方向に接するようにロータ 4 の軸心 R に対して斜めに配置してある。このため、図 2 に示すように燃焼器 2 の中心線 S を軸心 R に対して斜めに配置した構成において、尾筒 2 2 から第 1 段タービン静翼 3 2 1 への燃焼ガスの流速の増減がないため、交換熱量を低減でき、コンバインド効率の向上を図れる。

【手続補正 1 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 2】

これらを、図 5 ～ 図 8 を用いて説明する。図 6 は、内側シュラウド 3 5 1 および外側シュラウド 3 5 2 の上流側端部の径方向寸法 H_{in} と第 1 段タービン静翼 3 2 1 の下流側開口の径方向寸法 H_{out} の比（翼高さ比 H_{in} / H_{out} ）とタービン効率との関係を示す図である。図 6 に示すように、 H_{in} / H_{out} の比が大きくなるほど、タービン効率が向上することがわかる。

【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 3】

次に、図 7 は、翼高さ比 H_{in} / H_{out} と第 1 段タービン静翼 3 2 1 の冷却空気量の

増加率との関係を示す図である。この図の中で、細い破線は翼部の冷却空気量、太い破線はシュラウド部の冷却空気量、太い実線はこれらの合計の冷却空気量を示している。図7に示すように、 H_{in}/H_{out} の比が大きくなるほど、翼部については冷却面積が増加することから冷却空気量は増加するが、燃焼ガスの壁面流速の低下により、熱伝達率が低下するため、シュラウドについては冷却空気量が減少することから、合計の冷却空気量の増加は少ないことがわかる。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0034】

次に、図5は、翼高さ比 H_{in}/H_{out} に対する燃焼器尾筒の交換熱量の比率を示す図である。図5に示すように、外側シュラウド352をロータ4の軸心Rに対して斜めに配置していない場合、つまり $H_{in}/H_{out} = 1$ を基準とした場合に対し、 H_{in}/H_{out} の比が大きくなるほど、交換熱量が低減されることがわかる。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0035

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0035】

次に、図8は、翼高さ比 H_{in}/H_{out} とコンバインド効率増加分との関係を示す図である。この図の中で、細い破線はタービン効率の感度、太い破線はタービン静翼の冷却空気量の感度、細い一点鎖線は、燃焼器尾筒の交換熱量の感度を示す。図8に示すとおり、翼高さ比の増加が冷却空気量はコンバインド効率を悪化させる要因となっているが、タービン効率が向上し、燃焼器尾筒の交換熱量が低減されることから、全体的にはコンバインド効率は向上することがわかる。

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0038

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0038】

- 1 圧縮機
- 2 燃焼器
 - 2 1 内筒
 - 2 2 尾筒
 - 2 2 1 尾筒入口
 - 2 2 2 尾筒出口
 - 2 3 外筒
 - 2 4 燃焼器ケーシング
 - 2 5 1 パイロットノズル
 - 2 5 2 メインノズル
 - 2 5 2 b バーナー筒
- 3 タービン
 - 3 1 タービンケーシング
 - 3 2 タービン静翼
 - 3 2 1 第1段タービン静翼
 - 3 2 2 翼部

3 3 タービン動翼

3 5 1 内側シュラウド

3 5 2 外側シュラウド

4 ロータ

D i n 尾筒入口の断面積

D o u t 尾筒出口の断面積

D o u t / D i n 絞り比

H i n 内側シュラウドおよび外側シュラウドの上流側端部の径方向寸法 (上流側翼高さ)

H o u t 第1段タービン静翼の下流側開口の径方向寸法 (下流側翼高さ)

H i n / H o u t 径方向寸法比 (翼高さ比)

R ロータの軸心

S 燃焼器の中心線

【手続補正16】

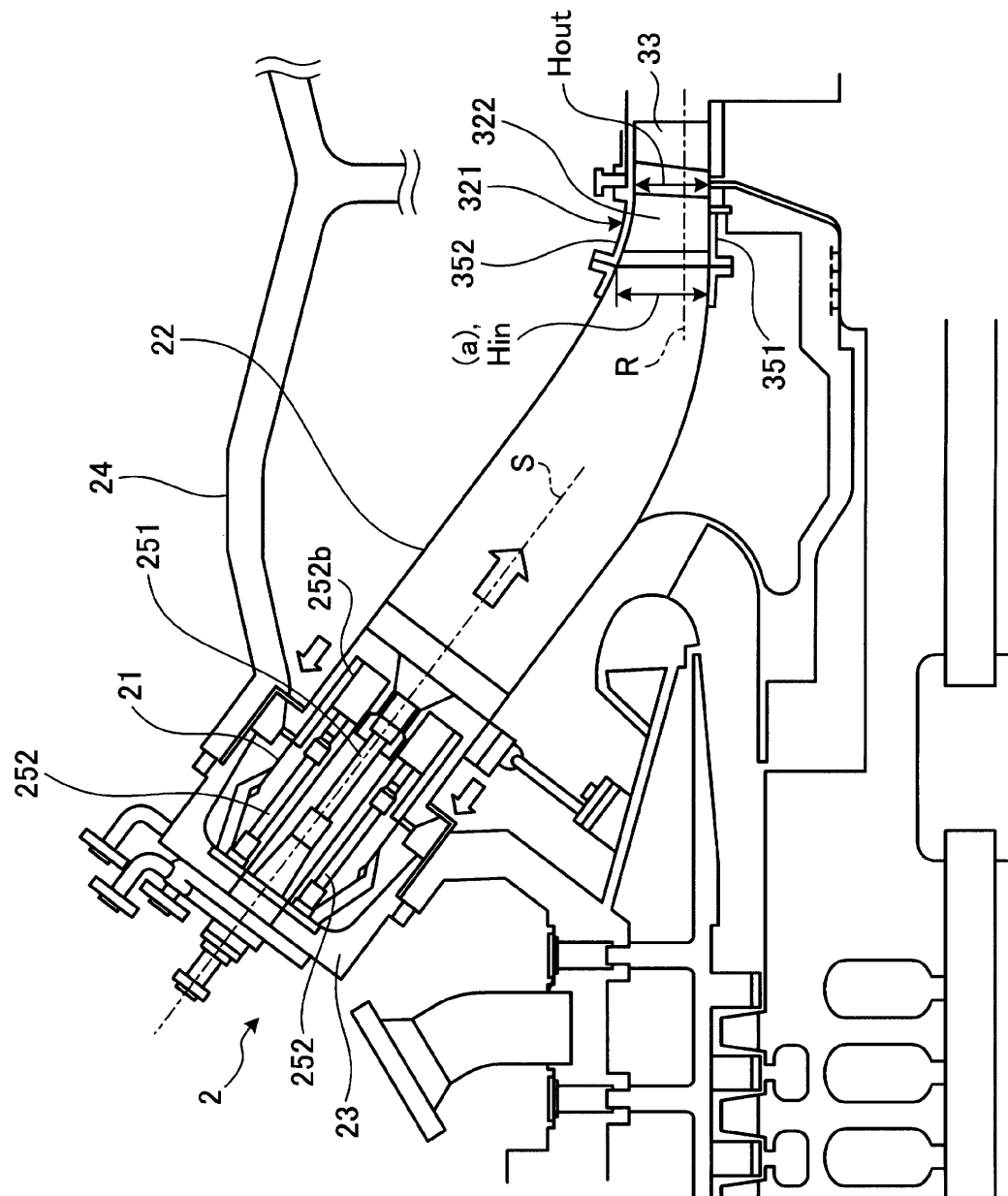
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 2】



【手続補正 17】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 図 3 】

