

(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2007-211618

(P2007-211618A)

(43) 公開日 平成19年8月23日(2007.8.23)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)	
<b>FO1D</b>	<b>5/18</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1D	5/18	3G002
<b>FO2C</b>	<b>7/18</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2C	7/18	A

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2006-30202 (P2006-30202)  
 (22) 出願日 平成18年2月7日(2006.2.7)

(71) 出願人 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 100089118  
 弁理士 酒井 宏明  
 (72) 発明者 若園 進  
 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号  
 三菱重工業株式会社高砂製作所内  
 (72) 発明者 岩崎 洋一  
 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号  
 三菱重工業株式会社高砂製作所内  
 Fターム(参考) 3G002 CA02 CA07 CA11 CB01 CB02

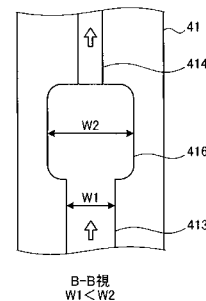
(54) 【発明の名称】 ガスタービン

(57) 【要約】

【課題】 製品の信頼性を向上させ得るガスタービンを提供すること。

【解決手段】 このガスタービン1は、タービンの動翼41に冷却通路413、414が形成されると共に冷却通路413、414に冷却空気を流通させて動翼41の冷却を行う。また、冷却通路413、414が、動翼41の内部に形成された空洞部413と、空洞部413から動翼41の長手方向に延在する孔414とから成る。そして、動翼41の肉厚方向の断面視にて、空洞部413の幅wが孔414との境界部416にて拡張されている( $w1 < w2$ )。

【選択図】 図5



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

タービンの動翼に冷却通路が形成されると共に前記冷却通路に冷却空気を流通させて前記動翼の冷却を行うガスタービンであって、

前記冷却通路が、前記動翼の内部に形成された空洞部と、前記空洞部から前記動翼の長手方向に延在する孔とを含み、且つ、前記動翼の肉厚方向の断面視にて、前記空洞部の幅が前記孔との境界部にて拡張されていることを特徴とするガスタービン。

**【請求項 2】**

前記動翼の肉厚方向の断面視にて、前記境界部がラウンド形状を有する請求項 1 に記載のガスタービン。

10

**【請求項 3】**

タービンの動翼に冷却通路が形成されると共に前記冷却通路に冷却空気を流通させて前記動翼の冷却を行うガスタービンであって、

前記冷却通路が、前記動翼の内部に形成された空洞部と、前記空洞部から前記動翼の長手方向に延在する孔とを含み、且つ、前記動翼の肉厚方向の断面視にて前記空洞部の幅が前記孔との境界部にて減縮されると共に前記境界部がラウンド形状を有することを特徴とするガスタービン。

**【請求項 4】**

前記境界部の前記孔側の壁面が平坦に形成される請求項 2 または 3 に記載のガスタービン。

20

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

この発明は、ガスタービンに関し、さらに詳しくは、製品の信頼性を向上させ得るガスタービンに関する。

**【背景技術】****【0002】**

近年のガスタービンでは、タービンの動翼に冷却通路が形成されており、この冷却通路に冷却空気が流通することにより動翼が冷却される。かかる構成を採用する従来のガスタービン（ガスタービン動翼）には、特許文献 1 に記載される技術が知られている。従来のガスタービンは、翼先端にシュラウドを有し、同翼内部に基部から先端に向けて冷却通路を設けて冷却空気を流して前記シュラウド内に導き、同シュラウドの周囲より流出させるガスタービン動翼において、前記冷却通路は基部側が一体の空洞と同空洞に設けた多数のピンフィン、先端側が先端に向かう多数の細穴からなり、同先端側の細穴の長さは翼の全長に対して 1 / 2 以下としている。

30

**【0003】**

**【特許文献 1】**特開平 11 - 229808 号公報

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

ここで、従来のガスタービンでは、動翼 100 の冷却通路が、動翼 100 の基部に形成された空洞部 101 と、この空洞部 101 から動翼 100 の先端部に向かう多数の細穴（孔）102 とから成る（図 12 参照）。また、この冷却通路は、通常、空洞部 101 が動翼 100 本体と共に鑄造により一時に成形され、その後動翼 100 の先端部側からドリル加工により細穴 102 が開けられる。

40

**【0005】**

しかしながら、かかる構成では、動翼 100 の肉厚方向にかかる空洞部 101 の幅  $w_1$  が狭いため、細穴 102 の加工時に位置ズレが生じて細穴 102 と空洞部 101 との連通が不完全となるおそれがある。すると、この位置にて冷却不良などが生じて製品の信頼性が低下するおそれがある。

50

## 【0006】

そこで、この発明は、上記に鑑みてされたものであって、製品の信頼性を向上させ得るガスタービン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】

上記目的を達成するため、この発明にかかるガスタービンは、タービンの動翼に冷却通路が形成されると共に前記冷却通路に冷却空気を流通させて前記動翼の冷却を行うガスタービンであって、前記冷却通路が、前記動翼の内部に形成された空洞部と、前記空洞部から前記動翼の長手方向に延在する孔とを含み、且つ、前記動翼の肉厚方向の断面視にて、前記空洞部の幅が前記孔との境界部にて拡張されていることを特徴とする。

10

## 【0008】

このガスタービンでは、動翼の肉厚方向の断面視にて、空洞部の幅が孔との境界部にて拡張されているので、幅狭な（拡張されていない）空洞部に対して動翼の長手方向から孔が開けられる構成と比較して、孔の加工が容易である。これにより、加工時の位置ズレによる孔の連通不良などが低減されるので、製品の信頼性が向上する利点がある。

## 【0009】

また、この発明にかかるガスタービンは、前記動翼の肉厚方向の断面視にて、前記境界部がラウンド形状を有する。

## 【0010】

このガスタービンでは、境界部がスクエア形状を有する構成と比較して、孔の開口部付近における動翼の断面形状（肉厚）が緩やかに変化する。これにより、孔の開口部付近における応力集中が緩和されて動翼の破壊（クリープ亀裂などの発生）が抑制されるので、製品の信頼性が向上する利点がある。

20

## 【0011】

また、この発明にかかるガスタービンは、タービンの動翼に冷却通路が形成されると共に前記冷却通路に冷却空気を流通させて前記動翼の冷却を行うガスタービンであって、前記冷却通路が、前記動翼の内部に形成された空洞部と、前記空洞部から前記動翼の長手方向に延在する孔とを含み、且つ、前記動翼の肉厚方向の断面視にて前記空洞部の幅が前記孔との境界部にて減縮されると共に前記境界部がラウンド形状を有することを特徴とする。

30

## 【0012】

このガスタービンでは、（１）境界部がラウンド形状を有するので、孔の開口部付近における動翼の断面形状が緩やかに変化する。これにより、孔の開口部付近における応力集中が緩和されて動翼の破壊が抑制される。また、（２）空洞部の幅が境界部にて減縮されているので、空洞部の幅が拡張されている構成と比較して、孔の開口部付近における動翼の肉厚が確保される。これにより、動翼が補強されて動翼の破壊がさらに抑制される。これらにより、製品の信頼性がさらに向上する利点がある。

## 【0013】

また、この発明にかかるガスタービンは、前記境界部の前記孔側の壁面が平坦に形成される。

40

## 【0014】

このガスタービンでは、境界部の孔側の壁面が平坦なので、孔の加工位置がズレた場合にも冷却通路の形状が良好に確保される利点がある。

## 【発明の効果】

## 【0015】

この発明にかかるガスタービンでは、動翼の肉厚方向の断面視にて、空洞部の幅が孔との境界部にて拡張されているので、幅狭な空洞部に対して動翼の長手方向から孔が開けられる構成と比較して、孔の加工が容易である。これにより、加工時の位置ズレによる孔の連通不良などが低減されるので、製品の信頼性が向上する利点がある。

## 【発明を実施するための最良の形態】

50

## 【0016】

以下、この発明につき図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、この実施例によりこの発明が限定されるものではない。また、この実施例の構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、或いは実質的同一のものが含まれる。また、この実施例に記載された複数の変形例は、当業者自明の範囲内にて任意に組み合わせが可能である。

## 【実施例】

## 【0017】

図1は、この発明の実施例にかかるガスタービンを示す全体構成図である。図2～図5は、図1に記載したガスタービンの動翼を示す縦断面図(図2)、要部拡大図(図3)、A-A視断面図(図4)およびB-B視断面図(図5)である。図6～図11は、図1に記載したガスタービンの変形例を示す説明図である。図12は、従来のガスタービンの動翼を示す説明図である。

10

## 【0018】

## [ガスタービン]

このガスタービン1は、圧縮機2と、燃焼器3と、タービン4とを有する(図1参照)。圧縮機2は、空気取込口から取り込まれた空気を圧縮して圧縮空気を生成する。燃焼器3は、この圧縮空気に燃料を噴射して高温・高圧の燃焼ガスを発生させる。タービン4は、この燃焼ガスの熱エネルギーをロータ5の回転エネルギーに変換して駆動力を発生させる。そして、この駆動力がロータ5に連結された発電機(図示省略)などに伝達される。

## 【0019】

また、タービン4は、複数の動翼41および複数の静翼42を有する。これらの動翼41および静翼42は、ロータ5の外周かつ軸方向に交互に配列される。そして、これらの動翼41および静翼42間を燃料ガスが膨張しつつ通過することにより動翼41と共にロータ5が回転して駆動力が発生する。なお、このタービン4では、圧縮空気の一部が冷却空気として圧縮機2から抽出され、この冷却空気により動翼41、静翼42、プラットフォーム、静翼42の内側シュラウドおよび外側シュラウドなどが冷却される。

20

## 【0020】

タービン4の動翼41は、その基部411にてロータ5に取り付けられ、その先端部412をロータ5の径方向に向けて配置される(図2参照)。また、動翼41は、冷却空気を流通させるための冷却通路413、414を有する。この冷却通路413、414は、空洞部413と、複数の孔(マルチホール)414とにより構成される。空洞部413は、動翼41の基部411側に形成される。また、空洞部413の内部には、複数のピンフィン415が形成される。孔414は、空洞部413から動翼41の長手方向に延びる細孔であり、動翼41の先端部412側に形成される。

30

## 【0021】

かかる構成では、タービン稼働時に、冷却空気が冷却通路(空洞部413および複数の孔414)を流通することにより熱交換が行われて動翼41が冷却される。具体的には、冷却空気が動翼41の基部411側から空洞部413に流入し、複数の孔414を通過して動翼41の先端部412側に流れる。これにより、動翼41全体の冷却が行われる。また、空洞部413内にて冷却空気がピンフィン415に衝突することにより、熱交換が促進されて冷却効率が向上する。

40

## 【0022】

## [空洞部と孔との境界部]

また、この動翼41では、動翼41の肉厚方向の断面視にて、空洞部413の幅wが孔414との境界部416にて拡張される(図5参照)。言い換えると、空洞部413と孔414との境界部416には、空洞部413の幅wを拡張して成る拡幅部(キャビティ)が形成される。また、この境界部416では、孔414が配置される範囲(動翼41の前縁側から後縁側に至る領域)の略全域に渡って、空洞部413の幅wが拡張される(図4参照)。そして、この拡張された空洞部413(境界部416)に対して孔414が開く。

50

## 【0023】

また、これらの空洞部413および孔414は、以下の工程により成形加工される。まず、空洞部413が動翼41本体と共に一時に鑄造される。このとき、境界部416が空洞部413の一部として併せて成形される。次に、孔414が切削加工（ドリル加工）により動翼41の先端部412側から空洞部413に向かって開けられる。

## 【0024】

かかる構成では、動翼41の肉厚方向の断面視にて、空洞部413の幅 $w$ が孔414との境界部416にて拡張されている（ $w_1 < w_2$ ）ので、幅狭な（拡張されていない）空洞部に対して動翼41の長手方向から孔が開けられる構成（図12参照）と比較して、孔414の加工が容易である。これにより、加工時の位置ズレによる孔414の連通不良などが低減されるので、製品の信頼性が向上する利点がある。 10

## 【0025】

なお、このガスタービン1では、冷却通路の空洞部413および境界部416が隣接かつ連続する空間であるため、便宜上、境界部416が空洞部413の一部を構成するものとして説明した。しかし、これに限らず、境界部416と空洞部413とが別個の構成要素として扱われても良い。すなわち、従来のガスタービンが有する空洞部413に対して新たに境界部416が形成されたものと考えても良い。

## 【0026】

## [変形例1]

また、このガスタービン1では、動翼41の肉厚方向の断面視にて、境界部416がラウンド形状を有することが好ましい（図6参照）。具体的には、動翼41の肉厚方向の断面視にて、空洞部413の壁面のうち孔414の開口部を有する側の壁面が、孔414側に凸となる（空洞部413側に中心を有する）略円弧形状を有することが好ましい。例えば、動翼41の肉厚方向の断面視にて、空洞部413が孔414との境界部416で略円形状あるいは略楕円形状に膨らんで拡張された形状を有する。 20

## 【0027】

かかる構成では、境界部416がスクエア形状を有する構成（図5参照）と比較して、孔414の開口部付近における動翼41の断面形状（肉厚）が緩やかに変化する（図6参照）。すなわち、孔414の開口部付近では、境界部416がラウンド形状を有するので、境界部416により区画された動翼41の前縁側および後縁側の肉厚が冷却通路の上流側から下流側（孔414側）に向かうに連れて徐々に増加する。また、動翼41の肉厚方向の断面視にて、孔414の開口部の縁が鈍角となる（境界部416と孔414とが鈍角にて緩やかに接続される）。これにより、孔414の開口部付近における応力集中が緩和されて動翼41の破壊（クリープ亀裂などの発生）が抑制されるので、製品の信頼性が向上する利点がある。 30

## 【0028】

## [変形例2]

また、変形例1の構成は、動翼41の肉厚方向の断面視にて空洞部413の幅 $w$ が孔414との境界部416にて拡張される構成（図6参照）に限らず、空洞部413の幅 $w$ が孔414との境界部416にて徐々に減少する構成に対して採用されても良い（図7参照）。すなわち、この変形例2のガスタービン1では、動翼41の肉厚方向の断面視にて空洞部413の幅 $w$ が孔414との境界部416にて減縮され、且つ、境界部416がラウンド形状を有する。 40

## 【0029】

かかる構成では、（1）境界部416がラウンド形状を有するので、孔414の開口部付近における動翼41の断面形状が緩やかに変化する。これにより、孔414の開口部付近における応力集中が緩和されて動翼41の破壊が抑制される。また、（2）空洞部413の幅 $w$ が境界部416にて減縮されているので、空洞部413の幅 $w$ が拡張されている構成（図5参照）と比較して、孔414の開口部付近における動翼41の肉厚が確保される。これにより、動翼41が補強されて動翼41の破壊がさらに抑制される。これらによ 50

り、製品の信頼性がさらに向上する利点がある。

【0030】

[変形例3]

また、上記のガスタービン1では、境界部416の孔414側の壁面（下流側の壁面）が平坦に形成されることが好ましい（図8参照）。すなわち、この変形例3のガスタービン1では、境界部416がラウンド形状を有し、且つ、境界部416の孔414側の壁面が平坦に形成される。具体的には、動翼41の肉厚方向の断面視にて、境界部416の孔414側の壁面が孔414の延在方向（冷却空気の流れ方向）に対して略垂直となるように形成される。

【0031】

かかる構成では、境界部416の孔414側の壁面が平坦なので、孔414の加工位置がズレた場合にも冷却通路の形状が良好に確保される利点がある。例えば、動翼41の肉厚方向の断面視にて境界部416がラウンド形状を有する構成では、境界部416孔414側の壁面がシャープエッジ（ヘアピン状に湾曲した形状）Sとなる（図10参照）。すると、孔414の加工位置がズレたときに、このシャープエッジSが残って冷却通路の形状に不備が生じる。この点において、この変形例3にかかるガスタービン1では、孔414の加工位置がズレた場合にも、かかるシャープエッジSが生じない点で好ましい（図9参照）。なお、上記の構成は、図6に記載した構成においても同様に適用可能である（図11参照）。

【産業上の利用可能性】

【0032】

以上のように、本発明にかかるガスタービンは、製品の信頼性を向上させ得る点で有用である。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】この発明の実施例にかかるガスタービンを示す全体構成図である。

【図2】図1に記載したガスタービンの動翼を示す縦断面図である。

【図3】図1に記載したガスタービンの動翼を示す要部拡大図である。

【図4】図1に記載したガスタービンの動翼を示すA-A視断面図である。

【図5】図1に記載したガスタービンの動翼を示すB-B視断面図である。

【図6】図1に記載したガスタービンの変形例を示す説明図である。

【図7】図1に記載したガスタービンの変形例を示す説明図である。

【図8】図1に記載したガスタービンの変形例を示す説明図である。

【図9】図1に記載したガスタービンの変形例を示す説明図である。

【図10】図1に記載したガスタービンの変形例を示す説明図である。

【図11】図1に記載したガスタービンの変形例を示す説明図である。

【図12】従来ガスタービンの動翼を示す説明図である。

【符号の説明】

【0034】

1 ガスタービン

2 圧縮機

3 燃焼器

4 タービン

5 ロータ

41 動翼

42 静翼

411 基部

412 先端部

413 空洞部

414 孔

10

20

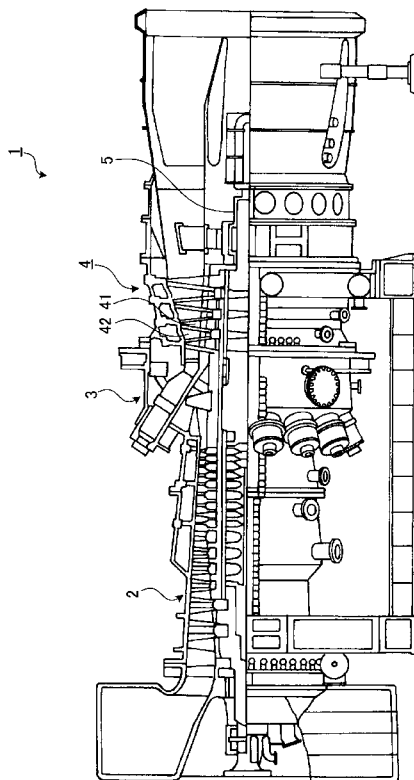
30

40

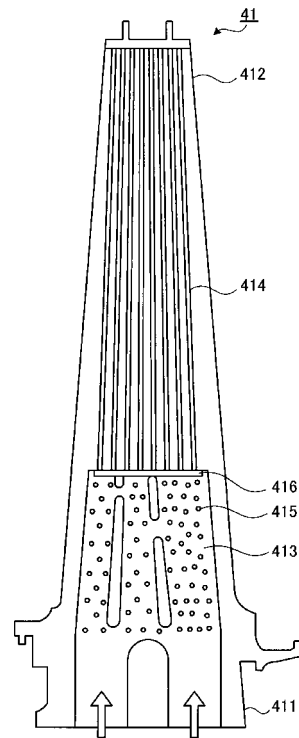
50

415 ピンフィン  
416 境界部

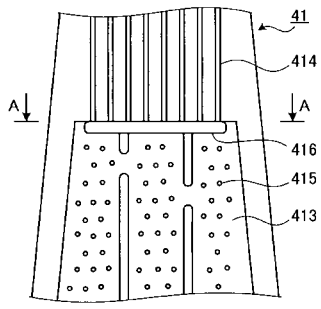
【図1】



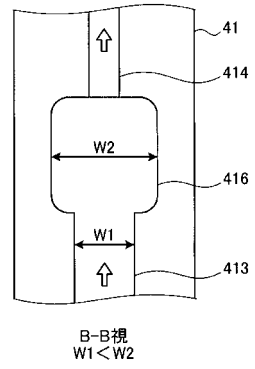
【図2】



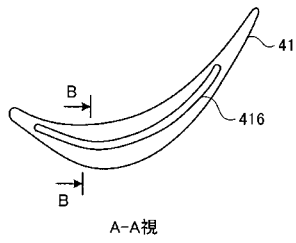
【 図 3 】



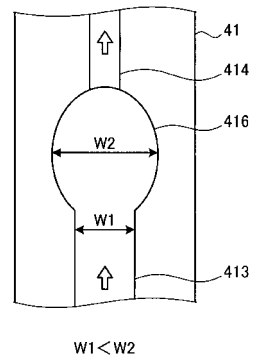
【 図 5 】



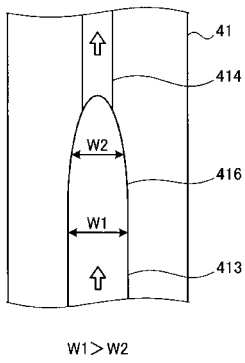
【 図 4 】



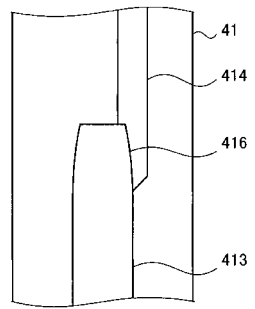
【 図 6 】



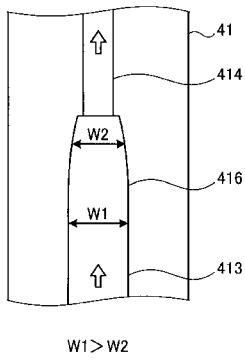
【 図 7 】



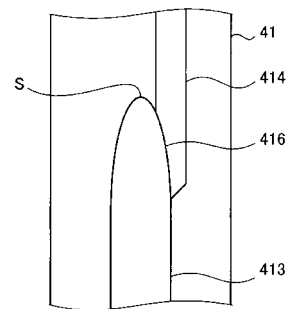
【 図 9 】



【 図 8 】

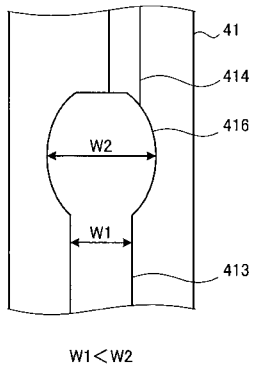


【 図 10 】





【 図 1 1 】



【 図 1 2 】

