

(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2011-64207
(P2011-64207A)

(43) 公開日 平成23年3月31日(2011.3.31)

(51) Int.Cl.
F 0 1 D 5/18 (2006.01)

F 1
F 0 1 D 5/18

テーマコード(参考)
3 G 0 0 2

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2011-276 (P2011-276)
 (22) 出願日 平成23年1月4日(2011.1.4)
 (62) 分割の表示 特願2006-80264 (P2006-80264)
 の分割
 原出願日 平成18年3月23日(2006.3.23)
 (31) 優先権主張番号 特願2005-99523 (P2005-99523)
 (32) 優先日 平成17年3月30日(2005.3.30)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 000006208
 三菱重工株式会社
 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 上地 英之
 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号
 三菱重工株式会社高砂研究所内
 (72) 発明者 川田 裕
 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号
 三菱重工株式会社高砂研究所内

最終頁に続く

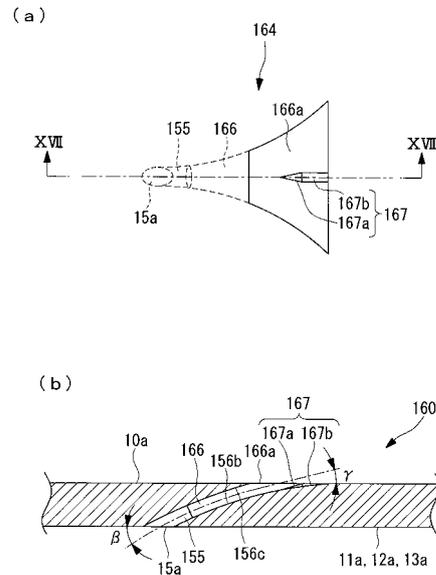
(54) 【発明の名称】 ガスタービン用高温部材

(57) 【要約】

【課題】ガスタービン用高温部材の表面に形成される冷却媒体の膜の厚みを、その幅方向において均一にすることができ、フィルム冷却のムラをなくすることができるフィルム冷却孔を備えたガスタービン用高温部材を提供すること。

【解決手段】複数のフィルム冷却孔164から吹き出された冷却媒体により、表面10aに冷却媒体の膜を形成させて、高温ガスからの熱伝達が抑制されるガスタービン用高温部材160であって、前記フィルム冷却孔164の流出部166における流路が、前記表面10aに沿って幅方向に未広がりとなるように形成されるとともに、前記流出部166の中心軸線と、前記表面10aとのなす角が鋭角となるように構成され、かつ、前記流路の下流側の端部中央部にリブ167が設けられている。

【選択図】 図17



10a: 表面
 155: 流入部(流路)
 160: タービンブレード(ガスタービン用高温部材)
 164: フィルム冷却孔
 166: 流出部(流路)

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数のフィルム冷却孔から吹き出された冷却媒体により、表面に冷却媒体の膜を形成させて、高温ガスからの熱伝達が抑制されるガスタービン用高温部材であって、

前記フィルム冷却孔の流出部における流路が、前記表面に沿って幅方向に末広がりとなるように形成されているとともに、

前記流出部の中心軸線と、前記表面とのなす角が鋭角となるように構成され、かつ、前記流路の下流側の端部中央部にリブが設けられていることを特徴とするガスタービン用高温部材。

【請求項 2】

前記流出部における流路の出口端の上流側に位置する端面と前記リブの上流側の先端との間の距離を、前記フィルム冷却孔の流入部における流路の径で除した値が $1.6 \sim 2.3$ となる位置にリブが設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載のガスタービン用高温部材。

【請求項 3】

前記流路の中心軸線と前記表面とのなす角が、前記表面の側に向かって漸次小さくなるように、前記流路の中心軸線が湾曲させられていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のガスタービン用高温部材。

【請求項 4】

複数のフィルム冷却孔から吹き出された冷却媒体により、表面に冷却媒体の膜を形成させて、高温ガスからの熱伝達が抑制されるガスタービン用高温部材であって、

前記フィルム冷却孔の流入部となる流路が離間した位置に二本設けられており、これら流路の中心軸線と、前記フィルム冷却孔の流出部における流路の中心軸線とのなす角が鈍角となり、かつ、前記フィルム冷却孔の流出部における流路の中心軸線と前記表面とのなす角が鋭角となるように構成されていることを特徴とするガスタービン用高温部材。

【請求項 5】

複数のフィルム冷却孔から吹き出された冷却媒体により、表面に冷却媒体の膜を形成させて、高温ガスからの熱伝達が抑制されるガスタービン用高温部材であって、

前記フィルム冷却孔の流入部における流路が一本設けられており、この流路の中心軸線と、前記フィルム冷却孔の流出部における流路の中心軸線とのなす角が鈍角となり、かつ、前記フィルム冷却孔の流出部における流路の中心軸線と前記表面とのなす角が鋭角となるとともに、前記流入部における流路の出口端と対向する、前記流出部における流路を形成する壁面に、前記出口端に向かって凸部が形成されていることを特徴とするガスタービン用高温部材。

【請求項 6】

前記流出部における流路の出口端に、前記表面から下流側に張り出すひさし部が設けられていることを特徴とする請求項 5 に記載のガスタービン用高温部材。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載のガスタービン用高温部材を備えてな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】**

本発明はガスタービンに関し、さらに詳しくはタービンブレード（動翼・静翼）や燃焼器等、高温ガスに晒されるガスタービン用高温部材に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

ガスタービンの熱効率を向上させるためには、タービン入口における作動高温ガスの温度を高くすることが効果的である一方、タービンブレード（動翼・静翼）を始めとする、高温ガスに晒されるガスタービン用高温部材の耐熱性能は、その材料の物理的特性によっ

10

20

30

40

50

て規定されるため、単純にタービン入口温度を高めることはできない。

【0003】

そこで、上述したガスタービン用高温部材を冷却空気等の冷却媒体によって冷却しつつ、タービン入口温度を高温化することによって、ガスタービン用高温部材の耐熱性能の範囲内で熱効率を高めることが行われている。

【0004】

このようなガスタービン用高温部材の冷却方法としては、ガスタービン用高温部材の表面に、冷却媒体による膜を形成させて、高温ガスから高温部材表面への熱伝達を抑制するフィルム冷却 (Film Cooling) が知られている (たとえば、非特許文献 1 参照)。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献 1】 J.E.Sargison, S.M.Guo, M.L.G.Oldfield, G.D.Lock, A.J.Rawlinson, A CONVERGING SLOT-HOLE FILM-COOLING GEOMETRY PART 1: LOW-SPEED FLAT-PLATE HEAT TRANSFER AND LOSS, ASME TURBO EXPO 2001 June 4-7, 2001, New Orleans, Louisiana, 2001-GT-0126

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記文献に開示されているフィルム冷却孔は、ガスタービン用高温部材の表面における平面視形状が、高温ガスの流れ方向に沿って上流側から下流側に広がる、いわゆる「シェイプトフィルム冷却吹出し孔」と呼ばれるものである。

しかしながら、このシェイプトフィルム冷却吹出し孔は、その中央部に冷却空気が多く流れてしまうとともに、その両端部に流れる空気量が少なく、ガスタービン用高温部材の表面に形成される圧縮空気膜の厚みはその幅方向において不均一になり、フィルム冷却にムラが生じてしまうといった問題点がある。

【0007】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、ガスタービン用高温部材の表面に形成される冷却媒体の膜の厚みを、その幅方向において均一にすることができて、フィルム冷却のムラをなくすることができるフィルム冷却孔を備えたガスタービン用高温部材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】

【0008】

本発明は、上記課題を解決するため、以下の手段を採用した。

本発明によるガスタービン用高温部材は、複数のフィルム冷却孔から吹き出された冷却媒体により、表面に冷却媒体の膜を形成させて、高温ガスからの熱伝達が抑制されるガスタービン用高温部材であって、前記フィルム冷却孔の流出部における流路が、前記表面に沿って幅方向に末広がりとなるように形成されているとともに、前記流出部の中心軸線と、前記表面とのなす角が鋭角となるように構成され、かつ、前記流路の下流側の端部中央部にリブが設けられている。

このようなガスタービン用高温部材によれば、流出部の中央部における冷却媒体の流量と、流出部の両端部における冷却媒体の流量とが略同じになるように構成されており、これにより、ガスタービン用高温部材の表面に形成される冷却媒体の厚みが、その幅方向において略均一となる。

また、このようなガスタービン用高温部材によれば、流出部から流出する冷却媒体が、部材の表面に沿って (を這うように) 流れることとなり、より効果的なフィルム冷却が行われることとなる。

さらに、このようなガスタービン用高温部材によれば、リブにより流出部の中央部を流れる冷却空気を、流出部の両端部の方へ振り分けるとともに、下流側に大きく拡散させることができるので、冷却空気をガスタービン用高温部材の高さ方向、幅方向、あるいは周方向に均一に拡げることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 9 】

上記ガスタービン用高温部材において、前記流出部における流路の出口端の上流側に位置する端面と前記リップの上流側の先端との間の距離を、前記フィルム冷却孔の流入部における流路の径で除した値が1.6～2.3となる位置にリップが設けられているとさらに好適である。

このようなガスタービン用高温部材によれば、リップにより流出部の中央部を流れる冷却空気を、流出口の両側辺の方へ振り分け、均一に拡げることができるので、例えば、図21に示すように高いフィルム効率を得られる。

【 0 0 1 0 】

上記ガスタービン用高温部材において、前記流路の中心軸線と前記表面とのなす角が、前記表面の側に向かって漸次小さくなるように、前記流路の中心軸線が湾曲させられているとさらに好適である。

このようなガスタービン用高温部材によれば、流路を形成する壁面が、緩やかな曲率を有するように形成されているため、流出部の中央部における流路抵抗が、流出部の両側部における流路抵抗よりも大きくなって、流出口の中央部における冷却空気の流量と、流出口の両端部における冷却空気の流量とを略同じにすることができるので、ガスタービン用高温部材の表面に形成される圧縮空気膜の厚みを、その幅方向において均一にすることができて、フィルム冷却のムラをなくすことができる。

また、流路を形成する壁面が、ガスタービン用高温部材の表面に対して滑らかに接続されているので、ガスタービン用高温部材の表面に沿うように冷却空気を流出口から吹き出させることができ、ガスタービン用高温部材の表面により近い位置に、より均一な圧縮空気膜を形成させることができる。

さらに、流路が上流側から下流側に向かって末広がりとなっているので、冷却空気をガスタービン用高温部材の高さ方向、幅方向、あるいは周方向に均一に拡げることができる。

さらにまた、流路はガスタービン用高温部材の表面側から、および/またはガスタービン用高温部材の内壁面側から比較的容易に加工することができるので、製造コストを低減させることができる。

【 0 0 1 1 】

本発明によるガスタービン用高温部材は、複数のフィルム冷却孔から吹き出された冷却媒体により、表面に冷却媒体の膜を形成させて、高温ガスからの熱伝達が抑制されるガスタービン用高温部材であって、前記フィルム冷却孔の流入部となる流路が離間した位置に二本設けられており、これら流路の中心軸線と、前記フィルム冷却孔の流出部における流路の中心軸線とのなす角が鈍角となり、かつ、前記フィルム冷却孔の流出部における流路の中心軸線と前記表面とのなす角が鋭角となるように構成されている。

このようなガスタービン用高温部材によれば、流入部の出口端から流出部の一端部に流れ出た冷却空気は、例えば、図18(c)に示すように、流路の出口端(流出口)の他辺につながる壁面(天井面)にぶつかった(衝突した)後、流出部の一端部中央部において反対向き(下向き)に(流路の出口端(流出口)の他辺につながる壁面に向かって)流れることとなる。すなわち、流出部の中央部における流路抵抗が、流出部の両側部における流路抵抗よりも大きくなって、流出口の中央部における冷却空気の流量と、流出口の両端部における冷却空気の流量とを略同じにすることができるので、ガスタービン用高温部材の表面に形成される圧縮空気膜の厚みを、その幅方向において均一にすることができて、フィルム冷却のムラをなくすことができる。

また、流路の出口端(流出口)の他辺につながる壁面(天井面)にぶつかって(衝突して)反対向きに進むこととなった冷却空気は、その後、流路の出口端(流出口)の他辺につながる壁面に沿って進むようになるので、ガスタービン用高温部材の表面に沿うように冷却空気を流出口から吹き出させることができ、ガスタービン用高温部材の表面により近い位置に、より均一な圧縮空気膜を形成させることができる。

さらに、流路はガスタービン用高温部材の内壁面側から、流出部はガスタービン用高温

10

20

30

40

50

部材の表面側から比較的容易に加工することができるので、製造コストを低減させることができる。

【0012】

本発明によるガスタービン用高温部材は、複数のフィルム冷却孔から吹き出された冷却媒体により、表面に冷却媒体の膜を形成させて、高温ガスからの熱伝達が抑制されるガスタービン用高温部材であって、前記フィルム冷却孔の流入部における流路が一本設けられており、この流路の中心軸線と、前記フィルム冷却孔の流出部における流路の中心軸線とのなす角が鈍角となり、かつ、前記フィルム冷却孔の流出部における流路の中心軸線と前記表面とのなす角が鋭角となるとともに、前記流入部における流路の出口端と対向する、前記流出部における流路を形成する壁面に、前記出口端に向かって凸部が形成されている。

10

このようなガスタービン用高温部材によれば、流路の出口端（流出口）から流出部の一端部に流れ出た冷却空気は、流入部の出口端に向かって形成された凸部にぶつかった（衝突した）後、この凸部に隣接配置された二つの凹部に向かって流れていくこととなる。すなわち、流出部の中央部における流路抵抗が、流出部の両側部における流路抵抗よりも大きくなって、流出口の中央部における冷却空気の流量と、流出口の両端部における冷却空気の流量とを略同じにすることができるので、ガスタービン用高温部材の表面に形成される圧縮空気膜の厚みを、その幅方向において均一にすることができて、フィルム冷却のムラをなくすことができる。

また、壁面の凸部にぶつかって（衝突して）振り分けられた冷却空気は、その後、反対向き（下向き）に流れた後、凸部が形成された壁面と対向して配置された壁面に沿って進むこととなる。これにより、ガスタービン用高温部材の表面に沿うように冷却空気を流出口から吹き出させることができ、ガスタービン用高温部材の表面により近い位置に、より均一な圧縮空気膜を形成させることができる。

20

さらに、流路はガスタービン用高温部材の内壁面側から、流出部はガスタービン用高温部材の表面側から比較的容易に加工することができるので、製造コストを低減させることができる。

【0013】

上記ガスタービン用高温部材において、前記流出部における流路の出口端に、前記表面から下流側に張り出すひさし部が設けられているとさらに好適である。

30

このようなガスタービン用高温部材によれば、ひさし部により、流出部の中央部における流路抵抗が、流出部の両側部における流路抵抗と略同じかあるいはそれよりも大きくなるように調整され、流出口の中央部における冷却空気の流量と、流出口の両端部における冷却空気の流量とを略同じにすることができるので、ガスタービン用高温部材の表面に形成される圧縮空気膜の厚みを、その幅方向において均一にすることができて、フィルム冷却のムラをなくすことができる。

【0014】

本発明によるガスタービンは、表面に均一な冷却媒体の膜が形成されるガスタービン用高温部材を備えている。

このようなガスタービンによれば、タービン入口における作動高温ガスの温度を高めることができ、ガスタービンの熱効率を向上させることができる。

40

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、ガスタービン用高温部材の表面に形成される冷却媒体の膜の厚みを、その幅方向において均一にすることができて、フィルム冷却のムラをなくすことができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明によるガスタービン用高温部材の第1実施形態を示す斜視断面図である。

【図2】図1のフィルム冷却孔を拡大した図であって、(a)は平面図、(b)は(a)

50

の I I - I I 矢視断面図である。

【図 3】本発明によるガスタービン用高温部材の第 2 実施形態を示す図であって、(a) はフィルム冷却孔の平面図、(b) は (a) の I I I - I I I 矢視断面図である。

【図 4】本発明によるガスタービン用高温部材の第 3 実施形態を示す図であって、(a) はフィルム冷却孔の平面図、(b) は (a) の I I I - I I I 矢視断面図、(c) は (a) の A - A 矢視断面図である。

【図 5】本発明によるガスタービン用高温部材の第 4 実施形態を示す図であって、フィルム冷却孔の平面図である。

【図 6】本発明によるガスタービン用高温部材の第 5 実施形態を示す図であって、フィルム冷却孔の平面図である。

【図 7】本発明によるガスタービン用高温部材の第 6 実施形態を示す図であって、フィルム冷却孔の平面図である。

【図 8】本発明によるガスタービン用高温部材の第 7 実施形態を示す図であって、フィルム冷却孔の平面図である。

【図 9】本発明によるガスタービン用高温部材の第 8 実施形態を示す図であって、(a) はフィルム冷却孔の平面図、(b) は (a) の I X - I X 矢視断面図である。

【図 10】本発明によるガスタービン用高温部材の第 9 実施形態を示す図であって、フィルム冷却孔の平面図である。

【図 11】本発明によるガスタービン用高温部材の第 10 実施形態を示す図であって、(a) はフィルム冷却孔の平面図、(b) は (a) の X I - X I 矢視断面図である。

【図 12】本発明によるガスタービン用高温部材の第 11 実施形態を示す図であって、(a) はフィルム冷却孔の平面図、(b) は (a) の X I I - X I I 矢視断面図である。

【図 13】本発明によるガスタービン用高温部材の第 12 実施形態を示す図であって、(a) はフィルム冷却孔の平面図、(b) は (a) の X I I I - X I I I 矢視断面図である。

【図 14】本発明によるガスタービン用高温部材の第 13 実施形態を示す図であって、(a) はフィルム冷却孔の平面図、(b) は (a) の X I V - X I V 矢視断面図である。

【図 15】本発明によるガスタービン用高温部材の第 14 実施形態を示す図であって、(a) はフィルム冷却孔の平面図、(b) は (a) の X V - X V 矢視断面図である。

【図 16】本発明によるガスタービン用高温部材の第 15 実施形態を示す図であって、(a) はフィルム冷却孔の平面図、(b) は (a) の X V I - X V I 矢視断面図である。

【図 17】本発明によるガスタービン用高温部材の第 16 実施形態を示す図であって、(a) はフィルム冷却孔の平面図、(b) は (a) の X V I I - X V I I 矢視断面図である。

【図 18】本発明によるガスタービン用高温部材の第 17 実施形態を示す図であって、(a) はフィルム冷却孔の平面図、(b) は (a) の X V I I I - X V I I I 矢視断面図、(c) は (a) の B - B 矢視断面図である。

【図 19】本発明によるガスタービン用高温部材の第 18 実施形態を示す図であって、(a) はフィルム冷却孔の平面図、(b) は (a) の X I X - X I X 矢視断面図、(c) は (a) の C - C 矢視断面図である。

【図 20】本発明によるガスタービン用高温部材の第 19 実施形態を示す図であって、(a) はフィルム冷却孔の平面図、(b) は (a) の X X - X X 矢視断面図である。

【図 21】図 20 に示すガスタービン用高温部材を用いて実施した試験の結果を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明によるガスタービン用高温部材の第 1 実施形態について、図 1 および図 2 を参照しながら説明する。

図 1 に示すように、本実施形態によるガスタービン用高温部材（以下、「タービンプレード」という）10 は、その内部 11, 12, 13 に導入された冷却空気（冷却媒体）C

10

20

30

40

50

をタービブレード10の表面10aに形成されたフィルム冷却孔14から吹き出させて、冷却空気Cでタービブレード10の表面10aに圧縮空気膜を形成させ、それにより高温ガスFからタービブレード10の表面10aへの熱伝達が抑制されるように構成されたものである。

【0018】

図2(b)に示すように、各フィルム冷却孔14は、その中心軸線とタービブレード10の表面10aとのなす角が鋭角(例えば、 30°)となるように形成された貫通孔であり、タービブレード10の内側に位置する流入部15と、タービブレード10の表面10aの側に位置する流出部16とを主たる要素として構成されたものである。

流入部15は、一端がタービブレード10の内壁面11a, 12a, 13aに開口する流入口15aとされ、かつ他端がタービブレード10の板厚中間部(すなわち、内壁面11a, 12a, 13aとタービブレード10の表面10aとの中間位置)において流出部16の一端に接続された、断面視円形の流路を有する丸孔である。また、流入口15aは、その平面視形状が図2(a)に示すような楕円形を呈するものである。

【0019】

流出部16は、一端が流入部15の他端に接続され、かつ他端がタービブレード10の表面10aに開口する流出口16aとされた、平面視略正三角形、断面視矩形の流路を有するみぞ穴である。流出口16aには、中央部において下流側に円弧状に張り出すひさし部(邪魔板)17が設けられている。このひさし部17により、流出口16aの中央部における流路面積は最小となり、流出口16aの両側部における流路面積は最大となり、流出口16aの中央部における流路抵抗が、流出口16aの両側部における流路抵抗よりも大きくなるようになっている。

また、流出口16aの両隅部には、R(丸み)が取られている。

【0020】

本実施形態によるタービブレード10によれば、ひさし部17により、流出口16aの中央部における冷却空気Cの流量と、流出口16aの両端部における冷却空気Cの流量とを略同じにすることができるので、タービブレード10の表面10aに形成される圧縮空気膜の厚みを、その幅方向において均一にすることができて、フィルム冷却のムラをなくすることができる。

また、流出口16aの両隅部にR(丸み)が設けられているので、応力集中を防止することができるのと同時に、冷却空気Cの流れの円滑化を図ることができる。

【0021】

本発明によるガスタービン用高温部材の第2実施形態について、図3を参照しながら説明する。

本実施形態によるガスタービン用高温部材(以下、「タービブレード」という)20は、フィルム冷却孔14の代わりにフィルム冷却孔24が設けられているという点で前述した第1実施形態のものと異なる。その他の構成要素については前述した第1実施形態のものと同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

なお、前述した第1実施形態と同一の部材には同一の符号を付している。

【0022】

図3(b)に示すように、各フィルム冷却孔24は、その中心軸線とタービブレード20の表面10aとのなす角が鋭角(例えば、 30°)となるように形成された貫通孔であり、タービブレード20の内側に位置する流入部15と、タービブレード20の表面10aの側に位置する流出部26とを主たる要素として構成されたものである。

流入部15は、一端がタービブレード20の内壁面11a, 12a, 13aに開口する流入口15aとされ、かつ他端がタービブレード20の板厚中間部(すなわち、内壁面11a, 12a, 13aとタービブレード20の表面10aとの中間位置)において流出部26の一端に接続された、断面視円形の流路を有する丸孔である。また、流入口15aは、その平面視形状が図3(a)に示すような楕円形を呈するものである。

【0023】

流出部 26 は、一端が流入部 15 の他端に接続され、かつ他端がタービンブレード 20 の表面 10 a に開口する流出口 26 a とされた、平面視略扇形、断面視矩形の流路を有するみぞ穴である。この流路は、図 3 (a) に示すように、流路中央部における流路長さ L_1 が、流路端部における流路長さ L_2 と同じかそれよりも長くなるように ($L_1 > L_2$ となるように) 構成されている。すなわち、流出部 26 の中央部における流路長さ L_1 が、流出部 26 の両側部における流路長さ L_2 以上となり、流出部 26 の中央部における流路抵抗が、流出部 26 の両側部における流路抵抗と略同じかあるいはそれよりも大きくなるようになっている。

また、流出口 26 a の両隅部には、 R (丸み) が取られている。

【 0024 】

10

本実施形態によるタービンブレード 20 によれば、流出部 26 の中央部における流路抵抗が、流出部 26 の両側部における流路抵抗と略同じかあるいはそれよりも大きくなるように調整され、流出口 26 a の中央部における冷却空気 C の流量と、流出口 26 a の両端部における冷却空気 C の流量とを略同じにすることができるので、タービンブレード 20 の表面 10 a に形成される圧縮空気膜の厚みを、その幅方向において均一にすることができて、フィルム冷却のムラをなくすることができる。

また、流出口 16 a の両隅部に R (丸み) が設けられているので、応力集中を防止することができるとともに、冷却空気 C の流れの円滑化を図ることができる。

【 0025 】

20

本発明によるガスタービン用高温部材の第 3 実施形態について、図 4 を参照しながら説明する。

本実施形態によるガスタービン用高温部材 (以下、「タービンブレード」という) 30 は、フィルム冷却孔 14 の代わりにフィルム冷却孔 34 が設けられているという点で前述した第 1 実施形態のものと異なる。その他の構成要素については前述した第 1 実施形態のものと同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

なお、前述した第 1 実施形態と同一の部材には同一の符号を付している。

【 0026 】

図 4 (b) に示すように、各フィルム冷却孔 34 は、その中心軸線とタービンブレード 30 の表面 10 a とのなす角が鋭角 (例えば、 30°) となるように形成された貫通孔であり、タービンブレード 30 の内側に位置する流入部 15 と、タービンブレード 30 の表面 10 a の側に位置する流出部 36 とを主たる要素として構成されたものである。

30

流入部 15 は、一端がタービンブレード 30 の内壁面 11 a , 12 a , 13 a に開口する流入口 15 a とされ、かつ他端がタービンブレード 30 の板厚中間部 (すなわち、内壁面 11 a , 12 a , 13 a とタービンブレード 30 の表面 10 a との中間位置) において流出部 36 の一端に接続された、断面視円形の流路を有する丸孔である。また、流入口 15 a は、その平面視形状が図 3 (a) に示すような楕円形を呈するものである。

【 0027 】

流出部 36 は、一端が流入部 15 の他端に接続され、かつ他端がタービンブレード 30 の表面 10 a に開口する流出口 36 a とされた、平面視略正三角形、断面視矩形の流路を有するみぞ穴である。この流路は、図 4 (a) の A - A 矢視断面図である図 4 (c) に示すように、流路中央部における流路高さが最小となり、流路端部における流路高さが最大となるように構成されている。すなわち、流出部 36 の中央部における流路抵抗が、流出部 36 の両側部における流路抵抗よりも大きくなるようになっている。

40

また、流出口 36 a の両隅部には、 R (丸み) が取られている。

【 0028 】

本実施形態によるタービンブレード 30 によれば、流出部 36 の中央部における流路抵抗が、流出部 36 の両側部における流路抵抗よりも大きくなるように調整され、流出口 36 a の中央部における冷却空気 C の流量と、流出口 36 a の両端部における冷却空気 C の流量とを略同じにすることができるので、タービンブレード 30 の表面 10 a に形成される圧縮空気膜の厚みを、その幅方向において均一にすることができて、フィルム冷却のム

50

ラをなくすことができる。

また、流出口36aの両隅部にR（丸み）が設けられているので、応力集中を防止することができるとともに、冷却空気Cの流れの円滑化を図ることができる。

【0029】

本発明によるガスタービン用高温部材の第4実施形態について、図5を参照しながら説明する。

本実施形態によるガスタービン用高温部材（以下、「タービンブレード」という）40は、フィルム冷却孔14の代わりに、中央部において下流側にく字状に張り出すひさし部（邪魔板）47を有するフィルム冷却孔44が設けられているという点で前述した第1実施形態のものと異なる。その他の構成要素については前述した第1実施形態のものと同じ

10

であるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

【0030】

本実施形態による作用効果は、前述した第1実施形態のものと同じであるので、ここではその説明を省略する。

【0031】

本発明によるガスタービン用高温部材の第5実施形態について、図6を参照しながら説明する。

本実施形態によるガスタービン用高温部材（以下、「タービンブレード」という）50は、フィルム冷却孔14の代わりに、中央部において下流側に台形状に張り出すひさし部（邪魔板）57を有するフィルム冷却孔54が設けられているという点で前述した第1実施形態のものと異なる。その他の構成要素については前述した第1実施形態のものと

20

同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

【0032】

本実施形態による作用効果は、前述した第1実施形態のものと同じであるので、ここではその説明を省略する。

【0033】

本発明によるガスタービン用高温部材の第6実施形態について、図7を参照しながら説明する。

本実施形態によるガスタービン用高温部材（以下、「タービンブレード」という）60は、フィルム冷却孔14の代わりに、中央部の一部を塞ぐように下流側に三角形に張り出すひさし部（邪魔板）67を有するフィルム冷却孔64が設けられているという点で前述した第1実施形態のものと異なる。その他の構成要素については前述した第1実施形態のものと

30

同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

【0034】

本実施形態による作用効果は、前述した第1実施形態のものと同じであるので、ここではその説明を省略する。

【0035】

本発明によるガスタービン用高温部材の第7実施形態について、図8を参照しながら説明する。

本実施形態によるガスタービン用高温部材（以下、「タービンブレード」という）70は、フィルム冷却孔14の代わりに、中央部において下流側に山形状に張り出すひさし部（邪魔板）77を有するフィルム冷却孔74が設けられているという点で前述した第1実施形態のものと異なる。また、ひさし部（邪魔板）77の根元部分にR（丸み）を取ることにより当該部の応力集中を緩和することができる。その他の構成要素については前述した第1実施形態のものと

40

同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

50

【 0 0 3 6 】

本実施形態による作用効果は、前述した第 1 実施形態のものと同じであるので、ここではその説明を省略する。

【 0 0 3 7 】

本発明によるガスタービン用高温部材の第 8 実施形態について、図 9 を参照しながら説明する。

本実施形態によるガスタービン用高温部材（以下、「タービンブレード」という）80 は、フィルム冷却孔 24 の代わりに、流路中央部における流路長さ L1 が、流路端部における流路長さ L2 よりも長くなるように（例えば、L1 が L2 の 1.5 倍となるように）構成されたフィルム冷却孔 84 が設けられているという点で前述した第 2 実施形態のものと異なる。その他の構成要素については前述した第 2 実施形態のものと同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

10

なお、前述した第 2 実施形態と同一の部材には同一の符号を付している。

【 0 0 3 8 】

本実施形態による作用効果は、前述した第 2 実施形態のものと同じであるので、ここではその説明を省略する。

【 0 0 3 9 】

本発明によるガスタービン用高温部材の第 9 実施形態について、図 10 を参照しながら説明する。

本実施形態によるガスタービン用高温部材（以下、「タービンブレード」という）90 は、流出部 16, 26, 36 の末広角（すなわち、流出部 16, 26, 36 の流路の一側面と他側面とのなす角）が 45° 以上に設定されたフィルム冷却孔 94 が設けられているという点で前述した実施形態のものと異なる。その他の構成要素については前述した実施形態のものと同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

20

なお、前述した実施形態と同一の部材には同一の符号を付している。

【 0 0 4 0 】

流出部 16, 26, 36 の末広角 を 45° 以上とすることにより、流出口 16a, 26a, 36a における冷却空気 C の流速を低減させることができるので、より効果的なフィルム冷却を行うことができる。

また、流出部 16, 26, 36 の末広角 を 45° 以上とすることにより、フィルム冷却孔の数を減らすことができるので、フィルム冷却孔を加工する加工工数を減らすことができ、製造コストを低減させることができる。

30

その他の作用効果は、前述した実施形態のものと同じであるので、ここではその説明を省略する。

【 0 0 4 1 】

本発明によるガスタービン用高温部材の第 10 実施形態について、図 11 を参照しながら説明する。

本実施形態によるガスタービン用高温部材（以下、「タービンブレード」という）100 は、流出部 16, 26, 36 の中心軸線とタービンブレード 100 の表面 10a とのなす角（例えば、20°）が、流入部 15 の中心軸線とタービンブレード 100 の表面 10a とのなす角（例えば、30°）よりも小さくなるように設定されたフィルム冷却孔 104 が設けられているという点で前述した実施形態のものと異なる。その他の構成要素については前述した実施形態のものと同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

40

なお、前述した実施形態と同一の部材には同一の符号を付している。

【 0 0 4 2 】

流出部 16, 26, 36 の中心軸線とタービンブレード 100 の表面 10a とのなす角（例えば、20°）を、流入部 15 の中心軸線とタービンブレード 100 の表面 10a とのなす角（例えば、30°）よりも小さくなるようにすることにより、流出口 16a, 26a, 36a の面積を増加させることができ、冷却空気 C の流速を低減させることができ

50

るので、より効果的なフィルム冷却を行うことができる。

また、前述した実施形態のものよりも、流出口16a, 26a, 36aから流出する冷却空気Cが、タービンブレード100の表面10aにより沿って流れるようになるので、さらに効果的なフィルム冷却を行うことができる。

【0043】

本発明によるガスタービン用高温部材の第11実施形態について、図12を参照しながら説明する。

本実施形態によるガスタービン用高温部材（以下、「タービンブレード」という）110は、前述した実施形態における流入部15が省略され、その代わりに流入部15のあった部分に流出部16, 26, 36を設けたフィルム冷却孔114が設けられているという点で前述した実施形態のものとは異なる。その他の構成要素については前述した実施形態のものと同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

10

なお、前述した実施形態と同一の部材には同一の符号を付している。また、流入部15aは、その平面視形状が図12(a)に示すような三角形を呈するようになる。

【0044】

本実施形態によるタービンブレード110によれば、流出口16a, 26a, 36aの面積をさらに増加させることができ、冷却空気Cの流速をさらに低減させることができるので、より一層効果的なフィルム冷却を行うことができる。

また、流出部16a, 26a, 36aとその形状を異にする流入部15を加工する必要がなくなるので、フィルム冷却孔を加工する加工工数を減らすことができ、製造コストを低減させることができる。

20

その他の作用効果は、前述した実施形態のものと同じであるので、ここではその説明を省略する。

【0045】

本発明によるガスタービン用高温部材の第12実施形態について、図13を参照しながら説明する。

本実施形態によるガスタービン用高温部材（以下、「タービンブレード」という）120は、前述した実施形態における流出部16, 26, 36の代わりに、流出部126を備えたフィルム冷却孔124が設けられているという点で前述した実施形態のものとは異なる。その他の構成要素については前述した実施形態のものと同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

30

なお、前述した実施形態と同一の部材には同一の符号を付している。

【0046】

流出部126は、一端が流入部15の他端部に接続され、かつ他端がタービンブレード120の表面10aに開口する流出口126aとされた、断面視円形の流路を有する複数本（本実施形態では5本）の丸孔であり、これら丸孔は、流入部15の他端部から流入部15aと反対の側に放射状に延びている。また、流入部15aおよび流出口126aはそれぞれ、その平面視形状が図13(a)に示すような楕円形を呈するものである。

【0047】

本実施形態によるタービンブレード120によれば、流入部15および流出部126がすべて丸孔により構成されているので、フィルム冷却孔を加工する加工工数を減らすことができ、製造コストを低減させることができる。

40

その他の作用効果は、前述した実施形態のものと同じであるので、ここではその説明を省略する。

【0048】

本発明によるガスタービン用高温部材の第13実施形態について、図14を参照しながら説明する。

本実施形態によるガスタービン用高温部材（以下、「タービンブレード」という）130は、中央に位置する流出部136の孔径が最も小さく、外方に向かって流出部136の孔径が徐々に大きくなる流出部136を備えたフィルム冷却孔134が設けられていると

50

いう点で前述した第 1 2 実施形態のものと異なる。その他の構成要素については前述した実施形態のものと同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

なお、前述した実施形態と同一の部材には同一の符号を付している。

【0049】

本実施形態によるタービンブレード 1 3 0 によれば、流出部 1 3 6 の中央部における流路抵抗が、流出部 1 3 6 の両側部における流路抵抗よりも大きくなるように調整され、流出口 1 3 6 a の中央部における冷却空気 C の流量と、流出口 1 3 6 a の両端部における冷却空気 C の流量とを略同じにすることができるので、タービンブレード 1 3 0 の表面 1 0 a に形成される圧縮空気膜の厚みを、その幅方向において均一にすることができて、フィルム冷却のムラをなくすることができる。

10

その他の作用効果は、前述した第 1 2 実施形態のものと同じであるので、ここではその説明を省略する。

【0050】

本発明によるガスタービン用高温部材の第 1 4 実施形態について、図 1 5 を参照しながら説明する。

本実施形態によるガスタービン用高温部材（以下、「タービンブレード」という）1 4 0 は、流出口 1 4 6 a が中央部で疎となり、両端部で密となる流出部 1 4 6 を備えたフィルム冷却孔 1 4 4 が設けられているという点で前述した第 1 2 実施形態のものと異なる。その他の構成要素については前述した実施形態のものと同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

20

なお、前述した実施形態と同一の部材には同一の符号を付している。

【0051】

本実施形態によるタービンブレード 1 4 0 によれば、流出口 1 3 6 a の中央部における冷却空気 C の流量と、流出口 1 3 6 a の両端部における冷却空気 C の流量とを略同じにすることができるので、タービンブレード 1 3 0 の表面 1 0 a に形成される圧縮空気膜の厚みを、その幅方向において均一にすることができて、フィルム冷却のムラをなくすることができる。

また、流入部 1 5 および流出部 1 4 6 がすべて丸孔により構成されているので、フィルム冷却孔を加工する加工工数を減らすことができ、製造コストを低減させることができる。

30

【0052】

本発明によるガスタービン用高温部材の第 1 5 実施形態について、図 1 6 を参照しながら説明する。

本実施形態によるガスタービン用高温部材（以下、「タービンブレード」という）1 5 0 は、前述したフィルム冷却孔の代わりにフィルム冷却孔 1 5 4 が設けられているという点で前述した実施形態のものと異なる。その他の構成要素については前述した実施形態のものと同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

なお、前述した実施形態と同一の部材には同一の符号を付している。

【0053】

図 1 6 (b) に示すように、各フィルム冷却孔 1 5 4 は、その一端における中心軸線とタービンブレード 1 5 0 の内壁面 1 1 a , 1 2 a , 1 3 a とのなす角 が鋭角（例えば、 30° ）となり、その他端における中心軸線とタービンブレード 1 5 0 の表面 1 0 a とのなす角 が鋭角（例えば、 20° ）となるとともに、その中心軸線がタービンブレード 1 5 0 の内壁面 1 1 a , 1 2 a , 1 3 a からタービンブレード 1 5 0 の表面 1 0 a にかけて緩やかに湾曲するように形成された貫通孔であり、タービンブレード 1 5 0 の内側に位置する流入部（流路）1 5 5 と、タービンブレード 1 5 0 の表面 1 0 a の側に位置する流出部（流路）1 5 6 とを主たる要素として構成されたものである。

40

流入部 1 5 5 は、一端がタービンブレード 1 5 0 の内壁面 1 1 a , 1 2 a , 1 3 a に開口する流入口 1 5 a とされ、かつ他端がタービンブレード 1 5 0 の板厚中間部（すなわち、内壁面 1 1 a , 1 2 a , 1 3 a とタービンブレード 1 5 0 の表面 1 0 a との中間位置）

50

において流出部 156 の一端に接続された、断面視円形の流路を有する丸孔である。また、流入口 15a は、その平面視形状が図 16 (a) に示すような楕円形を呈するものである。

【0054】

流出部 156 は、一端が流入部 155 の他端に接続され、かつ他端がタービンブレード 150 の表面 10a に開口する流出口 156a とされた、平面視略二等辺三角形、断面視矩形の流路を有するみぞ穴である。

流出口 156a は、その平面視形状が図 16 (a) に示すような平面視略等脚台形を呈するものであり、平行な二辺のうち、短い方の一辺が上流側 (図 16 において左側) に位置するとともに、長い方の他辺が下流側に (図 16 において右側) に位置するように形成されている。また、これら平行な二辺を結ぶ別の二辺 (側辺) は、上流側から下流側に向かって末広がりとなり、かつ、上流側から下流側にかけて滑らかに湾曲させられている。

一方、図 16 (b) に示すように、流出口 156a の他辺につながる壁面 156b の曲率は、流出口 156a の一辺につながる壁面 156c の曲率よりも大きく、壁面 156b がタービンブレード 150 の表面 10a に対して滑らかに接続されるようになっている。

【0055】

本実施形態によるタービンブレード 150 によれば、流出口 156a の一辺につながる壁面 156c が、緩やかな曲率を有するように形成されているため、流出部 156 の中央部における流路抵抗が、流出部 156 の両側部における流路抵抗よりも大きくなって、流出口 156a の中央部における冷却空気 C の流量と、流出口 156a の両端部における冷却空気 C の流量とを略同じにすることができるので、タービンブレード 150 の表面 10a に形成される圧縮空気膜の厚みを、その幅方向において均一にすることができて、フィルム冷却のムラをなくすことができる。

また、流出口 156a の他辺につながる壁面 156b が、タービンブレード 150 の表面 10a に対して滑らかに接続されているので、タービンブレード 150 の表面 10a に沿うように冷却空気 (冷却媒体) C を流出口 156a から吹き出させることができ、タービンブレード 150 の表面 10a により近い位置に、より均一な圧縮空気膜を形成させることができる。

さらに、流出口 156a の側辺が、上流側から下流側に向かって末広がりとなり、かつ、上流側から下流側にかけて滑らかに湾曲させられているので、冷却空気 (冷却媒体) C をタービンブレード 150 の高さ (スパン) 方向 (図 1 において上下方向) に均一に拡げることができる。

さらにまた、流入部 155 および流出部 156 はタービンブレード 150 の表面 10a 側から、および / またはタービンブレード 150 の内壁面 11a, 12a, 13a 側から比較的容易に加工することができるので、製造コストを低減させることができる。

【0056】

本発明によるガスタービン用高温部材の第 16 実施形態について、図 17 を参照しながら説明する。

本実施形態によるガスタービン用高温部材 (以下、「タービンブレード」という) 160 は、第 15 実施形態のところで説明したフィルム冷却孔 154 の代わりにフィルム冷却孔 164 が設けられているという点で前述した第 15 実施形態のものと異なる。その他の構成要素については前述した第 15 実施形態のものと同一であるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

なお、前述した第 15 実施形態と同一の部材には同一の符号を付している。

【0057】

図 17 (b) に示すように、各フィルム冷却孔 164 は、その一端における中心軸線とタービンブレード 160 の内壁面 11a, 12a, 13a とのなす角が鋭角 (例えば、 30°) となり、その他端における中心軸線とタービンブレード 160 の表面 10a とのなす角が鋭角 (例えば、 20°) となるとともに、その中心軸線がタービンブレード 160 の内壁面 11a, 12a, 13a からタービンブレード 160 の表面 10a にかけて

10

20

30

40

50

緩やかに湾曲するように形成された貫通孔であり、タービンブレード160の内側に位置する流入部（流路）155と、タービンブレード160の表面10aの側に位置する流出部（流路）166とを主たる要素として構成されたものである。

流入部155は、一端がタービンブレード160の内壁面11a, 12a, 13aに開口する流入口15aとされ、かつ他端がタービンブレード160の板厚中間部（すなわち、内壁面11a, 12a, 13aとタービンブレード160の表面10aとの中間位置）において流出部166の一端に接続された、断面視円形の流路を有する丸孔である。また、流入口15aは、その平面視形状が図17(a)に示すような楕円形を呈するものである。

【0058】

流出部166は、一端が流入部155の他端に接続され、かつ他端がタービンブレード160の表面10aに開口する流出口166aとされた、平面視略二等辺三角形、断面視矩形の流路を有するみぞ穴である。

流出口166aは、その平面視形状が図17(a)に示すような平面視略等脚台形を呈するものであり、平行な二辺のうち、短い方の一辺が上流側（図17において左側）に位置するとともに、長い方の他辺が下流側に（図17において右側）に位置するように形成されている。なお、本実施形態では、これら平行な二辺はそれぞれ、第15実施形態のところで説明した流出口156aの平行な二辺よりも長くなるように形成されている。すなわち、本実施形態における流出口166aは、第15実施形態のところで説明した流出口156aよりも末広がりとなるように（下流側に向かって大きく拡がるように）形成されている。

【0059】

また、これら平行な二辺を結ぶ別の二辺（側辺）は、上流側から下流側に向かって末広がりとなり、かつ、上流側から下流側にかけて滑らかに湾曲させられている。

一方、図17(b)に示すように、流出口166aの他辺につながる壁面156bの曲率は、流出口166aの一辺につながる壁面156cの曲率よりも大きく、壁面156bがタービンブレード160の表面10aに対して滑らかに接続されるようになっている。

【0060】

流出口166aの他端部（平行な二辺のうち、長い方の他辺が位置する側の端部）中央部には、リブ167が設けられている。

このリブ167は、上流側から下流側に向かって末広がりとなり、かつ、上流側から下流側にかけてその高さが漸次高くなる、平面視二等辺三角形、断面視略直角三角形の分流部167aと、その表面がタービンブレード160の表面10aと面位置になる（同一平面上に位置する）、平面視矩形、断面視略直角三角形の基底部167bとを備えている。

【0061】

本実施形態によるタービンブレード160によれば、リブ167の分流部167aにより流出部166の中央部を流れる冷却空気Cを、流出口166aの両側辺の方へ振り分けるとともに、下流側に大きく拡散させることができるので、冷却空気Cをタービンブレード160の高さ（スパン）方向（図1において上下方向）に均一に拡げることができる。

その他の作用効果は、前述した第15実施形態のものと同じであるので、ここではその説明を省略する。

【0062】

本発明によるガスタービン用高温部材の第17実施形態について、図18を参照しながら説明する。

本実施形態によるガスタービン用高温部材（以下、「タービンブレード」という）170は、前述したフィルム冷却孔の代わりにフィルム冷却孔174が設けられているという点で前述した実施形態のものとは異なる。その他の構成要素については前述した実施形態のものと同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

なお、前述した実施形態と同一の部材には同一の符号を付している。

【0063】

10

20

30

40

50

図18(b)に示すように、各フィルム冷却孔174は、タービンブレード170の内側に位置する流入部(流路)175と、タービンブレード170の表面10aの側に位置する流出部(流路)176とを主たる要素として構成されたものである。

【0064】

流入部175は、その中心軸線がタービンブレード170の内壁面11a, 12a, 13aと略直角をなすとともに、その中心軸線が流出部176の中心軸線と鈍角をなすように形成された、断面視円形の流路を有する2本の丸孔からなり、これら2本の丸孔は、タービンブレード170の高さ(スパン)方向(図1において上下方向)に所定距離離間して配置されている。流入部175の一端は、タービンブレード170の内壁面11a, 12a, 13aに開口する流入口175aとされ、かつ、その他端は、タービンブレード170の板厚中間部(すなわち、内壁面11a, 12a, 13aとタービンブレード170の表面10aとの中間位置)において流出部176の一端部に接続されている。また、流入口175aの平面視形状は、図18(a)に示すように、円形となっている。

10

【0065】

流出部176は、その中心軸線とタービンブレード170の表面10aとのなす角が鋭角(例えば、30°)となるように形成された、平面視釣鐘形、断面視矩形の流路を有するみぞ穴である。流出部176の一端部は、流入部175の他端に接続され、かつ、その他端は、タービンブレード170の表面10aに開口する流出口176aとされている。流出口176aは、その平面視形状が図18(a)に示すような平面視等脚台形を呈するものであり、平行な二辺のうち、短い方の一辺が上流側(図18(a)および図18(b)において左側)に位置するとともに、長い方の他辺が下流側に(図18(a)および図18(b)において右側)に位置するように形成されている。

20

【0066】

本実施形態によるタービンブレード170によれば、流入部175の他端から流出部176の一端部に流れ出た冷却空気Cは、図18(c)に示すように、流出口176aの一辺につながる壁面(天井面)176bにぶつかった(衝突した)後、流出部176の一端部中央部において反対向き(下向き)に(流出口176aの他辺につながる壁面176cに向かって)流れることとなる。すなわち、流出部176の中央部における流路抵抗が、流出部176の両側部における流路抵抗よりも大きくなって、流出口176aの中央部における冷却空気Cの流量と、流出口176aの両端部における冷却空気Cの流量とを略同じにすることができるので、タービンブレード170の表面10aに形成される圧縮空気膜の厚みを、その幅方向において均一にすることができて、フィルム冷却のムラをなくすることができる。

30

また、壁面176bにぶつかって(衝突して)反対向きに進むこととなった冷却空気Cは、その後、壁面176cに沿って進むようになるので、タービンブレード170の表面10aに沿うように冷却空気(冷却媒体)Cを流出口176aから吹き出させることができ、タービンブレード170の表面10aにより近い位置に、より均一な圧縮空気膜を形成させることができる。

さらに、流出口176aの側辺(一辺と他辺とを結ぶ別の二辺)が、上流側から下流側に向かって未広がりととなっているので、冷却空気Cをタービンブレード170の高さ(スパン)方向(図1において上下方向)に均一に拡げることができる。

40

さらにまた、流入部175はタービンブレード170の内壁面11a, 12a, 13a側から、流出部176はタービンブレード170の表面10a側から比較的容易に加工することができるので、製造コストを低減させることができる。

【0067】

本発明によるガスタービン用高温部材の第18実施形態について、図19を参照しながら説明する。

本実施形態によるガスタービン用高温部材(以下、「タービンブレード」という)180は、前述したフィルム冷却孔の代わりにフィルム冷却孔184が設けられているという

50

点で前述した実施形態のものと異なる。その他の構成要素については前述した実施形態のものと同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

なお、前述した実施形態と同一の部材には同一の符号を付している。

【0068】

図19(b)に示すように、各フィルム冷却孔184は、タービンブレード180の内側に位置する流入部(流路)185と、タービンブレード180の表面10aの側に位置する流出部(流路)186とを主たる要素として構成されたものである。

【0069】

流入部185は、その中心軸線がタービンブレードブレード180の内壁面11a, 12a, 13aと略直角をなすとともに、その中心軸線が流出部186の中心軸線と鈍角をなすように形成された、断面視円形の流路を有する1本の丸孔からなる。流入部185の一端は、タービンブレード180の内壁面11a, 12a, 13aに開口する流入口185aとされ、かつ、その他端は、タービンブレード180の板厚中間部(すなわち、内壁面11a, 12a, 13aとタービンブレード180の表面10aとの中間位置)において流出部186の一端部に接続されている。また、流入口185aの平面視形状は、図19(a)に示すように、円形となっている。

【0070】

流出部186は、その中心軸線とタービンブレード180の表面10aとのなす角が鋭角(例えば、30°)となるように形成された、平面視釣鐘形、断面視双頭形(山部(凹部)と山部との間に一つの谷部(凸部)を備えた形)の流路を有するみぞ穴である。流出部186の一端部は、流入部185の他端に接続され、かつ、その他端は、タービンブレード180の表面10aに開口する流出口186aとされている。

流出口186aは、タービンブレード180の表面10aから下流側に張り出すひさし部(邪魔板)187により、その上流側の一部が塞がれたような格好になっている。

また、流出口186aの上流側(図19(a)および図19(b)において左側)に位置する波形の辺につながる壁面(天井面)186bは、長手方向軸線に沿う中央部(谷部)が流入部185の他端と対向するように配置されている。

【0071】

本実施形態によるタービンブレード180によれば、流入部185の他端から流出部186の一端部に流れ出た冷却空気Cは、流出口186aの波形の辺につながる壁面(天井面)186bの谷部にぶつかった(衝突した)後、この谷部に隣接配置された二つの山部に向かって流れていくこととなる。すなわち、流出部186の中央部における流路抵抗が、流出部186の両側部における流路抵抗よりも大きくなって、流出口186aの中央部における冷却空気Cの流量と、流出口186aの両端部における冷却空気Cの流量とを略同じにすることができるので、タービンブレード180の表面10aに形成される圧縮空気膜の厚みを、その幅方向において均一にすることができて、フィルム冷却のムラをなくすことができる。

また、壁面186bの谷部にぶつかって(衝突して)振り分けられた冷却空気Cは、その後、反対向き(下向き)に(流出口186aの下流側に位置する直線状の辺につながる壁面186cに向かって)流れた後、壁面176cに沿って進むこととなる。これにより、タービンブレード180の表面10aに沿うように冷却空気Cを流出口186aから吹き出させることができ、タービンブレード180の表面10aにより近い位置に、より均一な圧縮空気膜を形成させることができる。

さらに、流出口186aの側辺(波形の辺と直線状の辺とを結ぶ別の二辺)が、上流側から下流側に向かって末広がりとなっているので、冷却空気Cをタービンブレード180の高さ(スパン)方向(図1において上下方向)に均一に拡げることができる。

さらにまた、流入部185はタービンブレード180の内壁面11a, 12a, 13a側から、流出部186はタービンブレード180の表面10a側から比較的容易に加工することができるので、製造コストを低減させることができる。

【0072】

10

20

30

40

50

本発明によるガスタービン用高温部材の第19実施形態について、図20および図21を参照しながら説明する。

本実施形態によるガスタービン用高温部材（以下、「タービンブレード」という）190は、前述したフィルム冷却孔の代わりにフィルム冷却孔194が設けられているという点で前述した実施形態のものと異なる。その他の構成要素については前述した実施形態のものと同一であるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

なお、前述した実施形態と同一の部材には同一の符号を付している。

【0073】

図20(b)に示すように、各フィルム冷却孔194は、その一端における中心軸線とタービンブレード190の内壁面11a, 12a, 13aとのなす角が鋭角（例えば、30°）となり、その他端における中心軸線とタービンブレード190の表面10aとのなす角が鋭角（例えば、25°）となるように形成された貫通孔であり、タービンブレード190の内側に位置する流入部（流路）15と、タービンブレード190の表面10aの側に位置する流出部（流路）196とを主たる要素として構成されたものである。

10

流入部15は、その一端がタービンブレード190の内壁面11a, 12a, 13aに開口する流入口15aとされ、かつ、その他端がタービンブレード190の板厚中間部（すなわち、内壁面11a, 12a, 13aとタービンブレード190の表面10aとの中間位置）において流出部196の一端に接続された、断面視円形の流路を有する丸孔である。また、流入口15aは、その平面視形状が図20(a)に示すような楕円形を呈するものである。

20

【0074】

流出部196は、一端が流入部15の他端に接続され、かつ他端がタービンブレード190の表面10aに開口する流出口196aとされた、平面視略二等辺三角形、断面視矩形の流路を有するみぞ穴である。

流出口196aは、その平面視形状が図20(a)に示すような平面視等脚台形を呈するものであり、平行な二辺のうち、短い方の一辺が上流側（図20において左側）に位置するとともに、長い方の他辺が下流側に（図20において右側）に位置するように形成されている。また、これら平行な二辺を結ぶ別の二辺（側辺）は、上流側から下流側に向かって末広がりとなっている。

一方、図20(b)に示すように、流出口196aの他辺につながる壁面196bとタービンブレード190の表面10aとのなす角（例えば、20°）は、流出口196aの一辺につながる壁面196cとタービンブレード190の内壁面11a, 12a, 13aとのなす角（例えば、30°）よりも小さく、壁面196bがタービンブレード190の表面10aに対して滑らかに接続されるようになっている。

30

【0075】

流出口196aの他端部（平行な二辺のうち、長い方の他辺が位置する側の端部）中央部には、リブ167が設けられている。

このリブ167は、上流側から下流側に向かって末広がりとなり、かつ、上流側から下流側にかけてその高さが漸次高くなる、平面視二等辺三角形、断面視略直角三角形の分流部167aと、その表面がタービンブレード160の表面10aと面位置になる（同一平面上に位置する）、平面視矩形、断面視略直角三角形の基底部167bとを備えている。

40

また、このリブ167は、流出口196aの短い方の一辺から分流部167aの先端（上流側の端）までの距離Aを、流入部15の直径（内径）Dで除した値が1.6～2.3となる位置に設けられている。

【0076】

本実施形態によるタービンブレード190によれば、リブ167の分流部167aにより流出部196の中央部を流れる冷却空気Cを、流出口196aの両側辺の方へ振り分け、拡散させることができるので、冷却空気Cをタービンブレード190の高さ（スパン）方向（図1において上下方向）に均一に拡げることができ、図21に示すように高いフィルム効率が得られる。

50

【 0 0 7 7 】

なお、上述した第 1 5 実施形態ないし第 1 9 実施形態において、流出口の両隅部に、上述した第 1 実施形態ないし第 1 1 実施形態と同様、R（丸み）が取られているとさらに好適である。これにより、応力集中を防止することができるとともに、冷却空気 C の流れの円滑化を図ることができる。

【 0 0 7 8 】

また、上述した実施形態においては、ガスタービン用高温部材としてタービンブレードを例に挙げて説明してきたが、本発明はこれに限定されるものではなく、ガスタービンにおいて高温ガスに晒され、フィルム冷却孔を有する部材であればどのようなものであってもよい。そのような部材としては、例えば、タービン動翼のプラットフォーム、タービン静翼の内側シュラウドおよび外側シュラウド、タービンの燃焼器等がある。

10

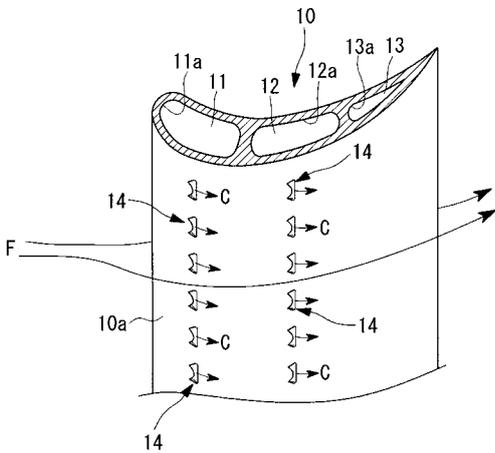
【 符号の説明 】

【 0 0 7 9 】

1 0	タービンブレード（ガスタービン用高温部材）	
1 0 a	表面	
1 4	フィルム冷却孔	
1 5	流入部（流路）	
1 6	流出部	
2 0	タービンブレード（ガスタービン用高温部材）	
2 4	フィルム冷却孔	20
2 6	流出部	
3 0	タービンブレード（ガスタービン用高温部材）	
3 4	フィルム冷却孔	
3 6	流出部	
4 0	タービンブレード（ガスタービン用高温部材）	
4 4	フィルム冷却孔	
5 0	タービンブレード（ガスタービン用高温部材）	
5 4	フィルム冷却孔	
6 0	タービンブレード（ガスタービン用高温部材）	
6 4	フィルム冷却孔	30
7 0	タービンブレード（ガスタービン用高温部材）	
7 4	フィルム冷却孔	
8 0	タービンブレード（ガスタービン用高温部材）	
8 4	フィルム冷却孔	
9 0	タービンブレード（ガスタービン用高温部材）	
9 4	フィルム冷却孔	
1 0 0	タービンブレード（ガスタービン用高温部材）	
1 0 4	フィルム冷却孔	
1 1 0	タービンブレード（ガスタービン用高温部材）	
1 1 4	フィルム冷却孔	40
1 2 0	タービンブレード（ガスタービン用高温部材）	
1 2 4	フィルム冷却孔	
1 2 6	流出部	
1 3 0	タービンブレード（ガスタービン用高温部材）	
1 3 4	フィルム冷却孔	
1 3 6	流出部	
1 4 0	タービンブレード（ガスタービン用高温部材）	
1 4 4	フィルム冷却孔	
1 4 6	流出部	
1 5 0	タービンブレード（ガスタービン用高温部材）	50

- 1 5 4 フィルム冷却孔
- 1 5 5 流入部 (流路)
- 1 5 6 流出部 (流路)
- 1 6 0 タービンブレード (ガスタービン用高温部材)
- 1 6 4 フィルム冷却孔
- 1 6 6 流出部 (流路)
- 1 7 0 タービンブレード (ガスタービン用高温部材)
- 1 7 4 フィルム冷却孔
- 1 7 5 流入部 (流路)
- 1 7 6 流出部 (流路)
- 1 8 0 タービンブレード (ガスタービン用高温部材)
- 1 8 4 フィルム冷却孔
- 1 8 5 流入部 (流路)
- 1 8 6 流出部 (流路)
- 1 8 6 b 壁面
- 1 9 0 タービンブレード (ガスタービン用高温部材)
- 1 9 4 フィルム冷却孔
- 1 9 6 流出部 (流路)
- C 冷却空気 (冷却媒体)

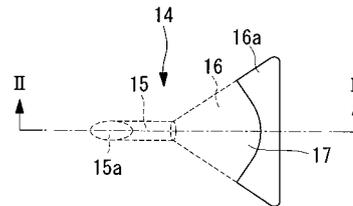
【 図 1 】



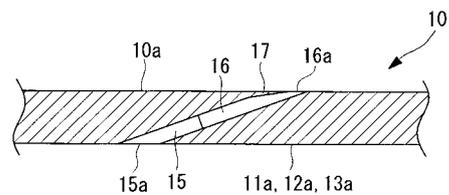
10: タービンブレード(ガスタービン用高温部材)
 10a: 表面
 14: フィルム冷却孔
 C: 冷却空気(冷却媒体)

【 図 2 】

(a)

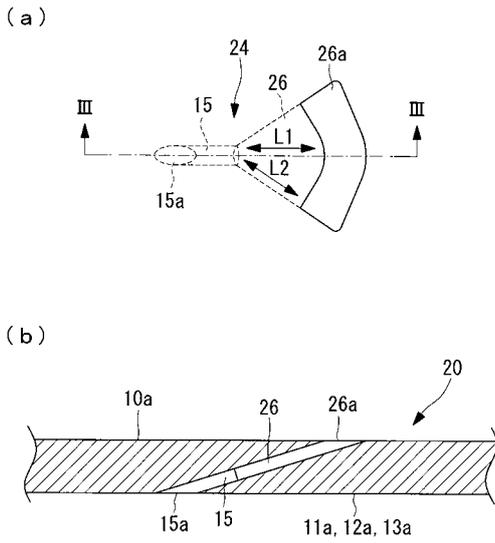


(b)



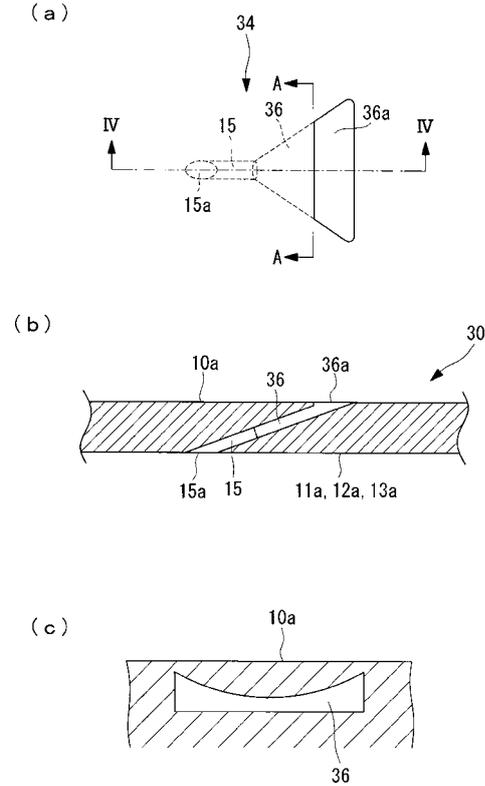
10: タービンブレード(ガスタービン用高温部材)
 10a: 表面
 14: フィルム冷却孔
 16: 流出部

【 図 3 】



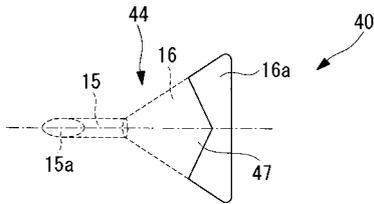
10a: 表面
 20: タービンブレード(ガスタービン用高温部材)
 24: フィルム冷却孔
 26: 流出部

【 図 4 】



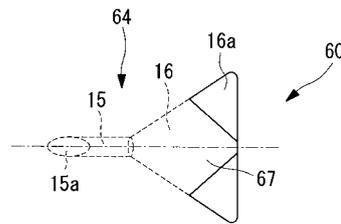
10a: 表面
 30: タービンブレード(ガスタービン用高温部材)
 34: フィルム冷却孔
 36: 流出部

【 図 5 】



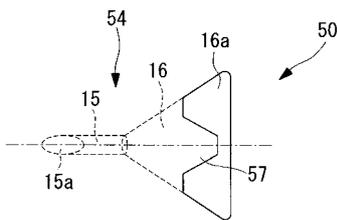
16: 流出部
 40: タービンブレード(ガスタービン用高温部材)
 44: フィルム冷却孔

【 図 7 】



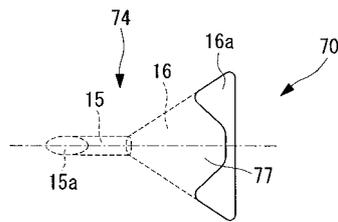
16: 流出部
 60: タービンブレード(ガスタービン用高温部材)
 64: フィルム冷却孔

【 図 6 】



16: 流出部
 50: タービンブレード(ガスタービン用高温部材)
 54: フィルム冷却孔

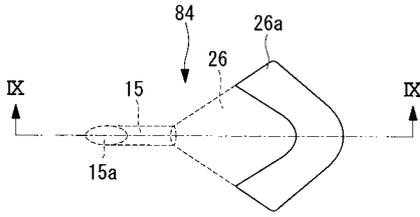
【 図 8 】



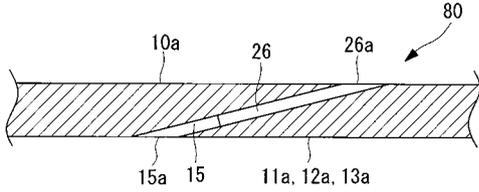
16: 流出部
 70: タービンブレード(ガスタービン用高温部材)
 74: フィルム冷却孔

【 図 9 】

(a)

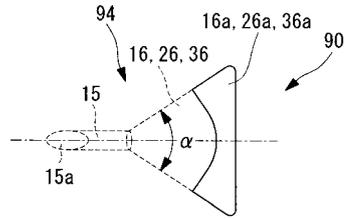


(b)



10a: 表面
 26: 流出部
 80: タービンブレード(ガスタービン用高温部材)
 84: フィルム冷却孔

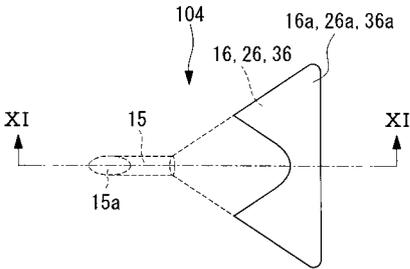
【 図 1 0 】



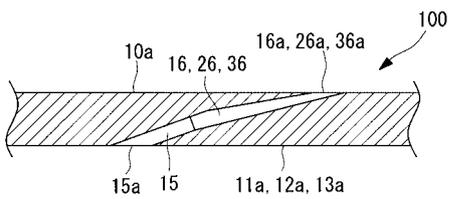
16: 流出部
 26: 流出部
 36: 流出部
 90: タービンブレード(ガスタービン用高温部材)
 94: フィルム冷却孔

【 図 1 1 】

(a)



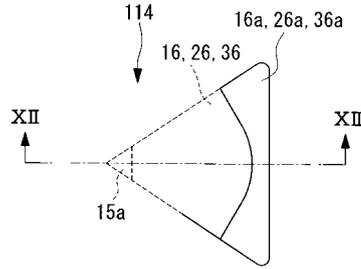
(b)



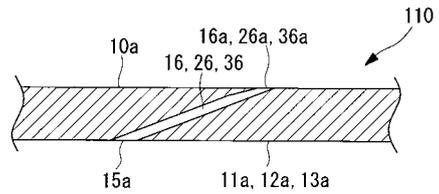
10a: 表面
 16: 流出部
 26: 流出部
 36: 流出部
 100: タービンブレード(ガスタービン用高温部材)
 104: フィルム冷却孔

【 図 1 2 】

(a)

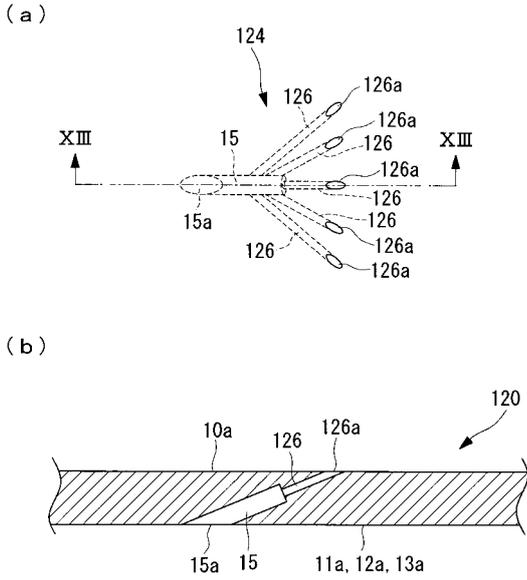


(b)



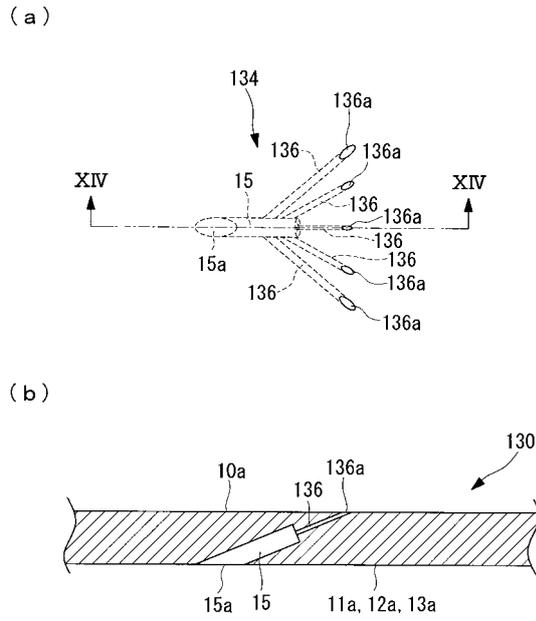
10a: 表面
 16: 流出部
 26: 流出部
 36: 流出部
 110: タービンブレード(ガスタービン用高温部材)
 114: フィルム冷却孔

【 図 1 3 】



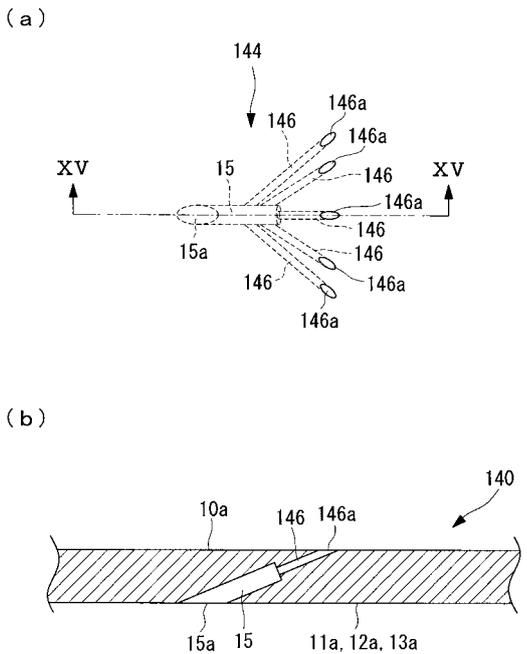
10a : 表面
 120 : タービンブレード (ガスタービン用高温部材)
 124 : フィルム冷却孔
 126 : 流出部

【 図 1 4 】



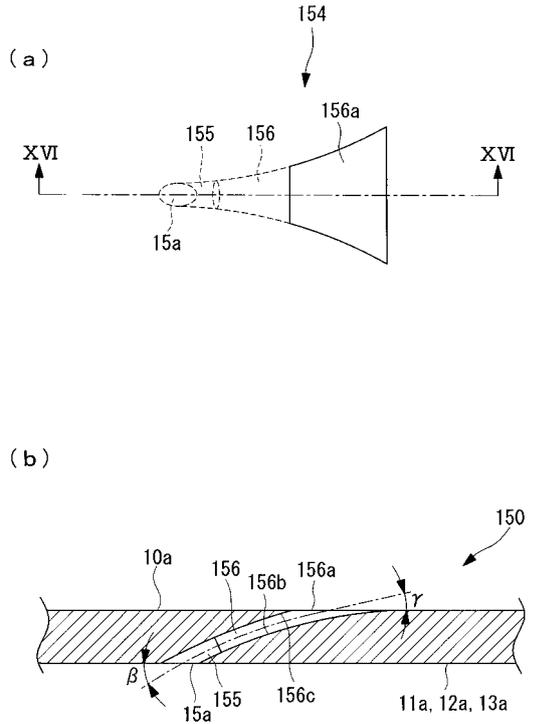
10a : 表面
 130 : タービンブレード (ガスタービン用高温部材)
 134 : フィルム冷却孔
 136 : 流出部

【 図 1 5 】



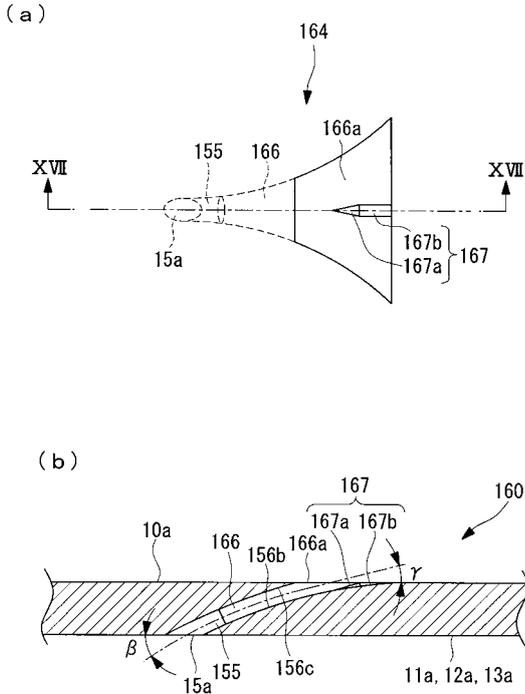
10a : 表面
 140 : タービンブレード (ガスタービン用高温部材)
 144 : フィルム冷却孔
 146 : 流出部

【 図 1 6 】



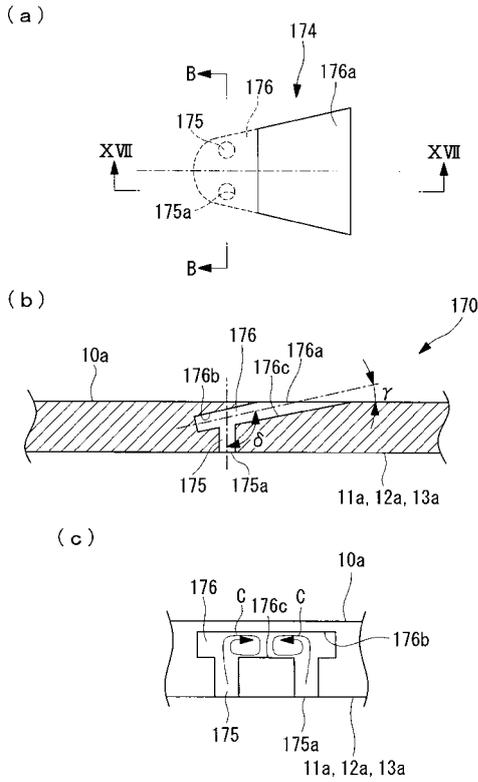
10a : 表面
 150 : タービンブレード (ガスタービン用高温部材)
 154 : フィルム冷却孔
 155 : 流入部 (流路)
 156 : 流出部 (流路)

【図 17】



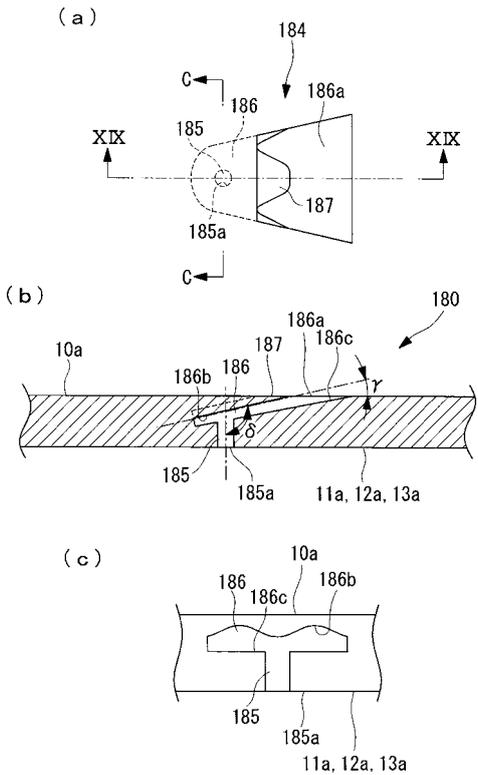
10a: 表面
 155: 流入部 (流路)
 160: タービンブレード (ガスタービン用高温部材)
 164: フィルム冷却孔
 166: 流出部 (流路)

【図 18】



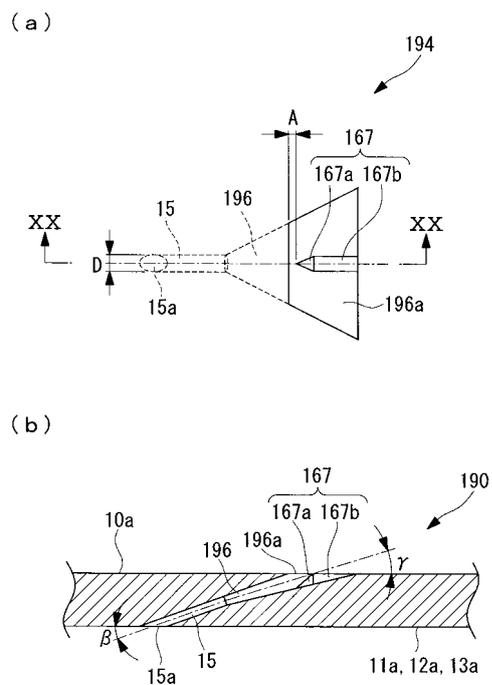
10a: 表面
 170: タービンブレード (ガスタービン用高温部材)
 174: フィルム冷却孔
 175: 流入部 (流路)
 176: 流出部 (流路)

【図 19】



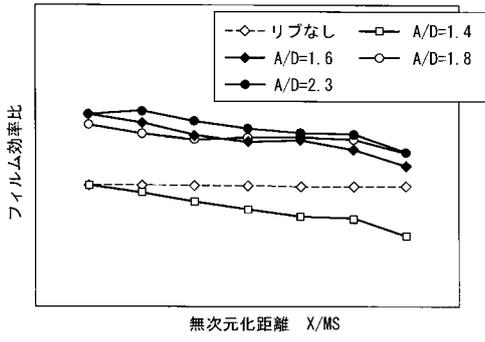
10a: 表面
 180: タービンブレード (ガスタービン用高温部材)
 184: フィルム冷却孔
 185: 流入部 (流路)
 186: 流出部 (流路)
 186b: 壁面

【図 20】



10a: 表面
 190: タービンブレード (ガスタービン用高温部材)
 194: フィルム冷却孔
 196: 流出部 (流路)

【 図 2 1 】



フロントページの続き

- (72)発明者 松浦 正昭
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研究所内
- (72)発明者 末永 潔
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研究所内
- (72)発明者 梶下 秀昭
長崎県長崎市深堀町五丁目7-17番1号 三菱重工業株式会社長崎研究所内
- (72)発明者 山本 裕之
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研究所内
- (72)発明者 羽田 哲
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 CA06 CB02