

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5184603号  
(P5184603)

(45) 発行日 平成25年4月17日(2013.4.17)

(24) 登録日 平成25年1月25日(2013.1.25)

(51) Int.Cl.	F 1
<b>F23R 3/28</b>	(2006.01)
<b>F23R 3/14</b>	(2006.01)
<b>F02C 7/16</b>	(2006.01)
<b>F02C 7/22</b>	(2006.01)
<b>F01D 25/12</b>	(2006.01)
F 23 R 3/28	3/28
F 23 R 3/14	3/14
F 02 C 7/16	7/16
F 02 C 7/22	7/22
F 01 D 25/12	25/12
	B
	Z
	C
	E

請求項の数 10 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2010-226124 (P2010-226124)
(22) 出願日	平成22年10月6日 (2010.10.6)
(65) 公開番号	特開2011-80753 (P2011-80753A)
(43) 公開日	平成23年4月21日 (2011.4.21)
審査請求日	平成24年6月12日 (2012.6.12)
(31) 優先権主張番号	12/575,671
(32) 優先日	平成21年10月8日 (2009.10.8)
(33) 優先権主張国	米国(US)

早期審査対象出願

(73) 特許権者	390041542 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ クタディ、リバーロード、1番
(74) 代理人	100137545 弁理士 荒川 智志
(74) 代理人	100105588 弁理士 小倉 博
(74) 代理人	100129779 弁理士 黒川 俊久
(72) 発明者	アンドウル・ラフェイ・カーン アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グ リーンヴィル、ガーリングトン・ロード、 300番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ノズルを冷却するための装置及び方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

燃料ノズル(70)であって、

- a . 前記燃料ノズル(70)の後壁(78)と、
- b . 前記後壁(78)の下流に位置する前壁(80)と、
- c . 前記後壁(78)及び前壁(80)間に位置する側壁(82)と、
- d . 少なくともその一部が前記後壁(78)、前壁(80)及び側壁(82)によって形成された環状空洞(74)と、
- e . 前記後壁(78)を貫通して前記環状空洞(74)内に延びるプレナム(90)と、
- f . 前記プレナム(90)を貫通しかつ該プレナム(90)及び環状空洞(74)間を流体連通させる通路(92)と、
- g . 前記前壁(80)と前記通路(92)の間に位置する前記前壁(80)上の突出部(96)と、
- h . 前記突出部(96)の少なくとも一部を囲む、前記前壁(80)上のバッフル(94)と、

i . 前記側壁(82)を貫通し、該側壁(82)の周りに円周方向に間隔を置いて配置されかつ該側壁(82)を通して流体連通させる複数のオリフィス(88)と、を含み、前記前壁(80)の前記突出部(96)は前記前壁(80)上への前記通路(92)からの流体の衝突流れを分裂させ、該流体によって得られるインピングメント冷却を低下させることになる前記前壁(80)上で境界層の形成を抑制する、

燃料ノズル(70)。

**【請求項2】**

- a . 燃料ノズル本体(72)と、
- b . 該燃料ノズル本体(72)の少なくとも一部により規定された空洞(74)と、
- c . 前記燃料ノズル本体(72)を貫通し、前記空洞(74)内に延びるプレナム(90)と、
- d . 前記プレナム(90)を貫通しかつ該プレナム(90)及び前記空洞(74)間を流体連通させる通路(92)と、
- e . 前記燃料ノズル本体(72)の前壁(80)と前記通路(92)の間に位置する前記前壁(80)上の突出部(96)と、
- f . 前記突出部(96)の少なくとも一部を囲む、前記前壁(80)上のバッフル(94)と、
- g . 前記燃料ノズル本体(72)の側壁(82)を貫通し、前記燃料ノズル本体(72)の周りに円周方向に間隔を置いて配置されかつ前記燃料ノズル本体(72)を通した流体連通を提供する複数のオリフィス(88)と、を含み、  
前記前壁(80)の前記突出部(96)は前記前壁(80)上への前記通路(92)からの流体の衝突流れを分裂させ、該流体によって得られるインピングメント冷却を低下させることになる前記前壁(80)上での境界層の形成を抑制する、  
燃料ノズル(70)。

**【請求項3】**

前記後壁(78)を貫通する複数のプレオリフィス(56)をさらに含み、  
前記複数のプレオリフィス(56)が、前記後壁(78)を通して流体連通させる、  
請求項1～請求項2のいずれか1項記載の燃料ノズル(70)。

**【請求項4】**

前記前壁(50)の所望の温度プロフィールを得るために、前記通路(92)を通る流体流れが、前記複数のプレオリフィス(56)の相対的な流れ面積を調節することによって調整される、請求項3記載の燃料ノズル(70)。

**【請求項5】**

前記前壁(80)上の前記突出部(96)が、円錐形状を有している、請求項1～請求項4のいずれか1項記載の燃料ノズル(70)。

**【請求項6】**

前記プレナム(90)及び後壁(78)間にネジ係合部(84)をさらに含む、請求項1～請求項5のいずれか1項記載の燃料ノズル(70)。

**【請求項7】**

前記側壁(82)の周りに円周方向に間隔を置いて配置された複数のベーン(106)をさらに含む、請求項1～請求項6のいずれか1項記載の燃料ノズル(70)。

**【請求項8】**

前記燃料ノズル本体(72)の下流側外表面の円周方向周りに配置されたスワーラベーン(76)を含み、前記前記燃料ノズル本体(72)に供給された燃料は、前記複数のオリフィス(88)から前記スワーラベーン(76)の近傍に流出し、圧縮機(12)からの加圧作動流体は、前記複数のオリフィス(88)からの燃料と混合しかつ前記燃料ノズル(70)から燃焼チャンバ(34)内に流れる、請求項1～請求項6のいずれか1項記載の燃料ノズル(70)。

**【請求項9】**

前記プレナム(90)が、燃料プレナム(90)である、請求項1～請求項8のいずれか1項記載の燃料ノズル(70)。

**【請求項10】**

請求項1～請求項6のいずれか1項記載の燃料ノズル(70)と、  
前記燃料ノズル(70)の下流に配置され、スロート部(38)によって分離された上流側チャンバ(34)及び下流側チャンバ(36)を形成するライナ(32)と、

10

20

30

40

50

を含む、燃焼器(20)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、総括的には燃焼器におけるノズルを冷却するためのシステム及び方法に関する。具体的には、本発明は、ノズル表面上に流体を衝突させて、該ノズル表面から熱を除去する。

【背景技術】

【0002】

ガスタービンは、発電の商業運転に広く使用されている。図1は、当技術分野で公知の一般的なガスタービン10を示している。図1に示すように、ガスタービン10は一般的に、前方に圧縮機12、中央の周りに1つ又はそれ以上の燃焼器14、及び後方にタービン16を含む。圧縮機12及びタービン16は一般的に、共通ロータ18を共有する。圧縮機12は、作動流体を徐々に加圧しつつ加圧作動流体を燃焼器14に吐出する。燃焼器14は、加圧作動流体の流れ内に燃料を噴射しつつ混合気を燃焼させて、高温、高圧かつ高速の燃焼ガスを発生させる。燃焼ガスは、燃焼器14から流出しつつタービン16に流れ、タービン16において、燃焼ガスは膨張して仕事を產生する。

【0003】

図2は、当技術分野で公知の燃焼器20の簡略断面図を示している。ケーシング22は、圧縮機12からの加圧作動流体を収容するように燃焼器20を囲む。ノズル24は、例えば図2に示すように、一次ノズル28が二次ノズル30の周りに半径方向に配置された状態で、端部カバー26内に配置される。ノズル28の下流に配置されたライナ32が、スロート部38によって分離された上流側チャンバ34及び下流側チャンバ36を形成する。圧縮機12からの加圧作動流体は、ケーシング22及びライナ32間を一次ノズル28及び二次ノズル30に流れる。一次ノズル28及び二次ノズル30は、燃料を加圧作動流体と混合し、その混合気は一次ノズル28及び二次ノズル30から燃焼が行なわれる上流側チャンバ34及び下流側チャンバ36内に流れる。

【0004】

全速ベース負荷運転時には、一次ノズル28及び二次ノズル30を通る燃料及び加圧作動流体混合気の流量は充分に大きくて、燃焼が下流側チャンバ36内のみにおいて行なわれるようになる。しかしながら、低出力運転時には、一次ノズル28は、該一次ノズル28からの燃料及び加圧作動流体混合気の流量が減少するような拡散モードで作動して、該一次ノズル28による燃料及び加圧作動流体混合気の燃焼が、上流側チャンバ34内で行なわれるようになる。

【0005】

天然ガスのようなより低い反応性燃料は一般的に、より低い火炎速度を有する。より低い天然ガス火炎速度のために、拡散モードで作動する一次ノズル28からの燃料及び加圧作動流体混合気の流量は充分に大きくて、上流側チャンバ34内における燃焼は、該燃焼が一次ノズル28を過剰に加熱する及び/又は溶融させるのを防止するのに充分な該一次ノズル28からの距離において行なわれる。しかしながら、合成ガス、水素、一酸化炭素、エタン、ブタン、プロパン、又はより高い反応性炭化水素の混合物のようなより高い反応性燃料は一般的に、より高い火炎速度を有する。より高い反応性燃料の高い火炎速度は、一次ノズル28により近い上流側チャンバ34内に燃焼を移動させる。上流側チャンバ34内における拡散モード運転下での局所的火炎温度は、一次ノズル28材料の融点よりも非常に高くなる可能性がある。その結果、拡散モードで作動する一次ノズル28は、過剰な加熱を受けて、早期の及び/又は壊滅的な損傷を引起すおそれがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

10

20

30

40

50

【特許文献 1】米国特許第 5 , 4 6 7 , 9 2 6 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

従って、ノズルを冷却しつつノズルが溶融するのを防止することができる該ノズルを通る改良型の燃料流システムの必要性が存在する。

【0008】

本発明の態様及び利点は、以下において次の説明に記載しており、或いはそれら説明から自明なものとして理解することができ、或いは本発明の実施により学ぶことができる。

【課題を解決するための手段】

10

【0009】

本発明の技術的範囲内の 1 つの実施形態は、燃料ノズルである。本燃料ノズルは、後壁と、該後壁の下流に位置する前壁と、後壁及び前壁間に位置する側壁とを含む。環状空洞が、後壁、前壁及び側壁によって少なくともその一部が形成される。プレナムが、後壁を貫通して環状空洞内に延び、またプレナムを貫通する少なくとも 1 つの通路が、該プレナム及び環状空洞間を流体連通させる。側壁を貫通しつつ該側壁の周りに円周方向に間隔を置いて配置され複数のオリフィスが、該側壁を通して流体連通させる。

【0010】

本発明の技術的範囲内の別の実施形態は、燃料ノズルであり、本燃料ノズルは、ノズル本体と、少なくともその一部がノズル本体によって形成された空洞とを含む。プレナムが、ノズル本体を貫通して空洞内に延びる。本ノズルはさらに、プレナム及び空洞間を流体連通させる該プレナムを貫通する少なくとも 1 つの通路を含む。ノズル本体を貫通しつつ該ノズル本体の周りに円周方向に間隔を置いて配置された複数のオリフィスが、該ノズル本体を通して流体連通させる。

20

【0011】

本発明の技術的範囲内のさらに別の実施形態は、ノズルの表面を冷却する方法である。本ノズルは、空洞を形成したノズル本体を含む。本方法は、空洞を通して燃料を流すステップと、ノズル本体を貫通して空洞内にプレナムを挿入するステップとを含む。本方法はさらに、プレナムを通して流体を流して、該流体がノズルの表面上に衝突して熱を除去するようにするステップを含む。

30

【0012】

本明細書を精査することにより、当業者には、そのような実施形態の特徴及び態様並びにその他がより良好に理解されるであろう。

【0013】

添付図面の図を参照することを含む本明細書の以下の残り部分において、当業者に対する本発明の最良の形態を含む本発明の完全かつ有効な開示をより具体的に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図 1】当技術分野で公知のガスタービンの簡略断面図。

40

【図 2】当技術分野で公知の燃焼器の簡略断面図。

【図 3】本発明の 1 つの実施形態によるノズルの断面図。

【図 4】本発明の技術的範囲内のノズルの第 2 の実施形態の断面図。

【図 5】本発明の技術的範囲内のノズルの第 3 の実施形態の断面斜視図。

【図 6】切頭円錐突出部を備えた、図 5 に示すノズルの断面斜視図。

【発明を実施するための形態】

【0015】

次に、その 1 つ又はそれ以上の実施例を添付図面に示している本発明の現時点での実施形態を詳細に説明する。詳細な説明では、図面中の特徴要素を示すために参照符号及び文字表示を使用している。本発明の同様な又は類似した部品を示すために、図面及び説明において同様な又は類似した表示を使用している。

50

**【0016】**

各実施例は、本発明の限定ではなくて本発明の説明として示している。実際には、本発明においてその技術的範囲及び技術思想から逸脱せずに修正及び変更を加えることができることは、当業者には明らかであろう。例えば、1つの実施形態の一部として例示し又は説明した特徴要素は、別の実施形態で使用してさらに別の実施形態を生成することができる。従って、本発明は、そのような修正及び変更を特許請求の範囲及びその均等物の技術的範囲内に属するものとして保護することを意図している。

**【0017】**

図3は、本発明の1つの実施形態によるノズル40の断面図を示している。ノズル40は一般的に、その内側に環状空洞44を備えたノズル本体42と該ノズル本体42の下流側外表面の円周方向周りに配置されたスワーラベーン46とを含む。ノズル本体42に供給された燃料は、ノズル本体42の環状空洞44を通って流れかつスワーラベーン46の近傍に流出する。圧縮機12からの加圧作動流体は、環状空洞44からの燃料と混合しつつノズル40から上流側燃焼チャンバ34内に流れる。

10

**【0018】**

ノズル本体42は一般的に、後壁48と、該後壁48の下流に位置する前壁50と、後壁48及び前壁50間に位置する側壁52とを含む。後壁48、前壁50及び側壁52は、図3に示すように、単体構造の構成、或いは1つ又はそれ以上の分離した構成部品のものとすることができます。後壁48は、該後壁48及び側壁52間をシールするためのシール54、ねじ、ワッシャ又は均等の構造体を含むことができる。後壁48はまた、該後壁48を通して流体連通させる1つ又はそれ以上のプレオリフィス56を含むことができる。前壁50は一般的に、連続した無孔表面であるが、本発明の技術的範囲内の別の実施形態は、前壁50を通して流体連通させる付加的なオリフィスを該前壁50内に含むことができる。側壁52は、該側壁52を貫通しかつ該側壁52の周りに円周方向に間隔を置いて配置されて、該側壁52を通して流体連通させる複数のオリフィス58又はポートを含むことができる。後壁48、前壁50及び側壁52は、ノズル本体42の内側に環状空洞44を部分的に形成するように組合わされる。

20

**【0019】**

プレナム60が、後壁48を貫通して環状空洞44内に延びる。プレナム60は、図3に示すように、後壁48から分離した及び/又は着脱可能な構成部品とすることができます、或いはプレナム60及び後壁48は、単体構造の構成とすることができます。プレナム60は、該プレナム60を貫通する少なくとも1つの通路62を含み、該通路62はプレナム60及び環状空洞44間を流体連通させる。通路62は、单一開口部とすることができます、或いは該通路62は、前壁50に近接したプレナム60の下流側端部における1つ又はそれ以上のオリフィスとすることができます。プレナム60に供給される流体は、ノズル本体42を通って上流側チャンバ34内に流すことができるあらゆる利用可能な流体とすることができます。例えば、流体は、後壁48内のプレオリフィス56を通して供給される同じ燃料又は異なる燃料とすることができます。それに代えて、流体は燃焼に悪影響を及ぼすことなく、ノズル本体42を通して上流側チャンバ34内に自由に流すことができる蒸気、水、加圧空気、又はあらゆる流体とすることができます。

30

**【0020】**

従って、ノズル40に供給された燃料は、後壁48内のプレオリフィス56を通して環状空洞44内に流すことができる。さらに、燃料、蒸気、水又は加圧空気のような流体は、プレナム60に供給しかつ該プレナム60内の通路62を通して環状空洞44内に流すことができる。プレナム60内の通路62は、該プレナム60を通りかつ該プレナム60内の通路62を通して流れる流体が、前壁50上に衝突し、従って該前壁50を冷却するよう該前壁50に近接している。プレナム60を貫通する通路62は、前壁50から1インチの範囲内、好ましくは0.5インチの範囲内に配置して、通路62を通る流体によって前壁50上に与えられるインピングメント(衝突)冷却を高めることができる。冷却を制御しかつ前壁50の最適な温度プロファイルを得るために、通路62を通る流体流れ

40

50

は、周囲のプレオリフィス 5 6 の相対的な流れ面積を調節することによって調整することができる。前述したように、後壁 4 8 内のプレオリフィス 5 6 からの燃料及びプレナム 6 0 内の通路 6 2 からの流体は次に、側壁 5 2 内のオリフィス 5 8 から流出し、そこでスワーラベーン 4 6 を横切って流れる加圧作動流体と混合する。

#### 【 0 0 2 1 】

図 4 は、本発明の技術的範囲内のノズル 7 0 の第 2 の実施形態の断面図を示している。この実施形態では、ノズル 7 0 はここでも同様に、図 3 に示した実施形態に関して前述したように、ノズル本体 7 2 と、環状空洞 7 4 と、スワーラベーン 7 6 とを含む。さらに、ノズル本体 7 2 は、図 3 に示した実施形態に関して前述したように、後壁 7 8 と、該後壁 7 8 の下流に位置する前壁 8 0 と、後壁 7 8 及び前壁 8 0 間に位置する側壁 8 2 とを含む。10 図 4 に示す実施形態では、着脱可能なプレナム 9 0 が、後壁 7 8 を貫通して環状空洞 7 4 内に延びる。プレナム 9 0 は、ねじ部 8 4 を含み、このねじ部 8 4 は、後壁 7 8 上の対応するねじ部 8 4 と係合して、プレナム 9 0 の取付け及び取外しを可能にする。この実施形態では、プレナム 9 0 は、該プレナム 9 0 の下流側端部における単一の通路 9 2 を含み、該通路 9 2 はプレナム 9 0 を通しての流体連通を可能にする。プレナム 9 0 内の通路 9 2 を通って流れる流体は、前壁 8 0 上に衝突して、該前壁 8 0 を冷却した後に環状空洞 7 4 内で混合しつつ側壁 8 2 内のオリフィス 8 8 を通って流出する。

#### 【 0 0 2 2 】

図 4 に示す実施形態はさらに、前壁 8 0 及び / 又は側壁 8 2 に連結された円形バッフル 9 4 と、前壁 8 0 上の突出部 9 6 とを含む。円形バッフル 9 4 は、通路 9 2 から流出した流体が、前壁 8 0 上に衝突した後に該流体を案内しつつ環状空洞 7 4 内での流体の均一な分布を促進した後に、該流体は側壁 8 2 内のオリフィス 8 8 を通って環状空洞 7 4 から流出する。前壁 8 0 上の突出部 9 6 は、表面積を増大させかつ前壁 8 0 上への通路 9 2 からの流体の衝突流れを分裂させて、該流体によって得られるインピングメント冷却を低下させることになる前壁 8 0 上での境界層の形成を抑制する。20

#### 【 0 0 2 3 】

図 5 は、本発明の技術的範囲内のノズル 1 0 0 の第 3 の実施形態を示している。この実施形態では、ノズル 1 0 0 はここでも同様に、図 3 に示した実施形態に関して前述したように、ノズル本体 1 0 2 と、環状空洞 1 0 4 と、スワーラベーン 1 0 6 とを含む。さらに、ノズル本体 1 0 2 は、図 3 に示した実施形態に関して前述したように、後壁 1 0 8 と、該後壁 1 0 8 の下流に位置する前壁 1 1 0 と、後壁 1 0 8 及び前壁 1 1 0 間に位置する側壁 1 1 2 とを含む。30 後壁 1 0 8 を貫通した着脱可能なプレナム 1 2 0 は、前壁 1 1 0 に近接した複数のオリフィス 1 2 2 を含み、該オリフィス 1 2 2 は、プレナム 1 2 0 及び環状空洞 1 0 4 間を流体連通させる。この実施形態はまた、ガイドベーン 1 2 6 の形態で前壁上に複数の突出部を含む。オリフィス 1 2 2 を通って流れる流体は、前壁 1 1 0 上に衝突して、該前壁 1 1 0 を冷却する。案内ベーン 1 2 6 は、環状空洞 1 0 4 を通して流体を半径方向に分散させて、流体が前壁 1 1 0 上でよどむのを防止するか又は前壁 1 1 0 上での境界層の形成を防止する。

#### 【 0 0 2 4 】

図 6 は、本発明の技術的範囲内の図 5 に示したノズル 1 0 0 の改良を示している。この実施形態では、前壁上の突出部は、円錐又は切頭円錐突出部 1 3 6 の形態になっている。別の実施形態では、突出部は、円筒形、ピラミッド形、又は他の幾何学的形状の形を採ることができる。切頭円錐突出部 1 3 6 はさらに、前壁 1 1 0 上に衝突する流体の均一分布を高め、大きな表面積をもたらし、流体が前壁 1 1 0 上に境界層を形成するのを防止し、かつ流体によって前壁 1 1 0 上に与えられるインピングメント冷却を向上させる。40

#### 【 0 0 2 5 】

本発明は、ノズルにおける最初の設計として使用することができる、又は本発明は、既存のノズルを変更してノズルに対するインピングメント冷却を行うように使用することができる。既存のノズルを変更するために、中心本体の後壁は、機械加工して、ノズル本体を貫通して空洞内にプレナムを挿入するための開口部を形成することができる。このよう50

にして、流体をプレナムに供給して該プレナムを通して流しつゝノズル本体の表面上に衝突させて、該ノズル本体の前壁から熱を除去することができる。既存のモデルに対する付加的な変更は、ノズル本体の前壁上に突出部又は突起を附加して、ノズル本体にわたって流れる流体を均一分布させかつ流体によって得られるインピングメント冷却を高めることができる。

## 【0026】

特許請求の範囲に記載したような本発明の技術的範囲及び技術思想並びにその均等物から逸脱せずに本明細書に記載した本発明の実施形態に対して改良及び変更を加えることができることは当業者には分かるであろう。

## 【符号の説明】

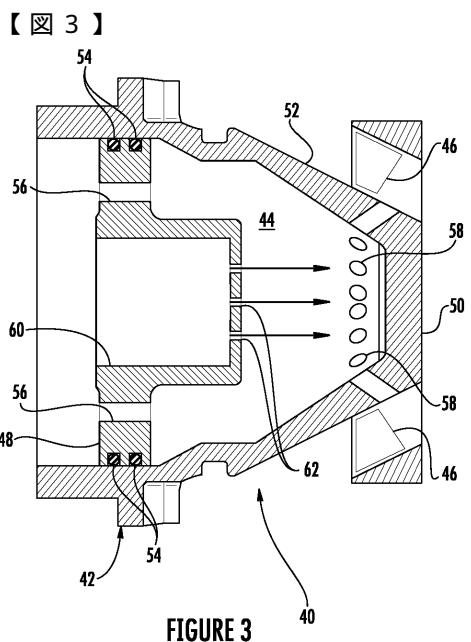
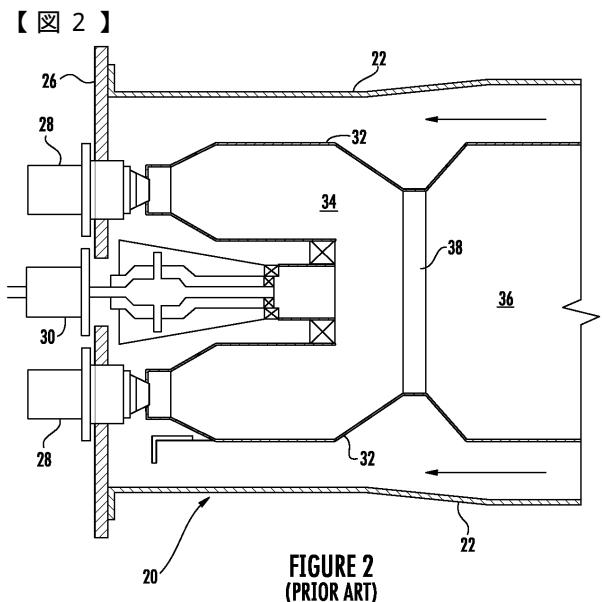
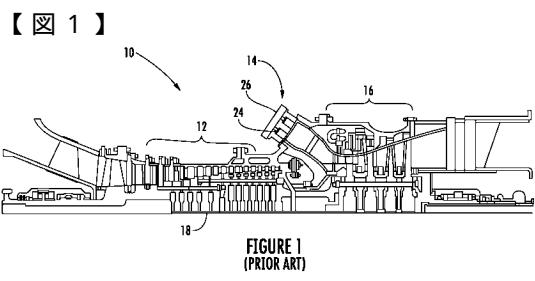
10

## 【0027】

1 0	ガスタービン	
1 2	圧縮機	
1 4	燃焼器	
1 6	タービン	
1 8	ロータ	
2 0	燃焼器	
2 2	ケーシング	
2 4	ノズル	
2 6	端部カバー	20
2 8	一次ノズル	
3 0	二次ノズル	
3 2	ライナ	
3 4	上流側チャンバ	
3 6	下流側チャンバ	
3 8	スロート部	
4 0	ノズル	
4 2	ノズル本体	
4 4	環状空洞	
4 6	スワーラベーン	30
4 8	後壁	
5 0	前壁	
5 2	側壁	
5 4	シール	
5 6	プレオリフィス	
5 8	側壁内のオリフィス	
6 0	プレナム	
6 2	通路	
7 0	ノズル	
7 2	ノズル本体	40
7 4	環状空洞	
7 6	スワーラベーン	
7 8	後壁	
8 0	前壁	
8 2	側壁	
8 4	ねじ部	
8 8	側壁内のオリフィス	
9 0	プレナム	
9 2	通路	
9 4	円形バッフル	50

9 6 突出部  
 1 0 0 ノズル  
 1 0 2 ノズル本体  
 1 0 4 環状空洞  
 1 0 6 スワーラベーン  
 1 0 8 後壁  
 1 1 0 前壁  
 1 1 2 側壁  
 1 2 0 プレナム  
 1 2 2 オリフィス  
 1 2 6 突出部 - ガイドベーン  
 1 3 6 突出部 - 切頭円錐部

10



【図4】

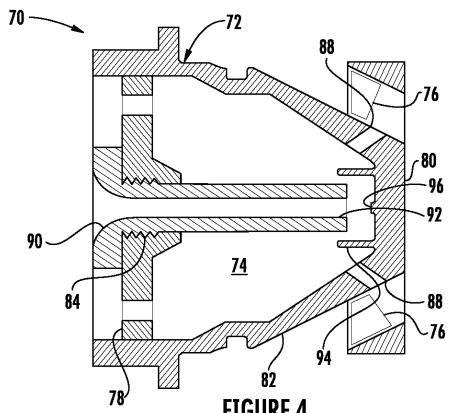


FIGURE 4

【図5】

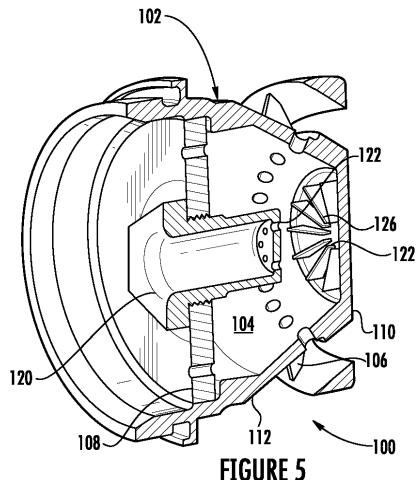


FIGURE 5

【図6】

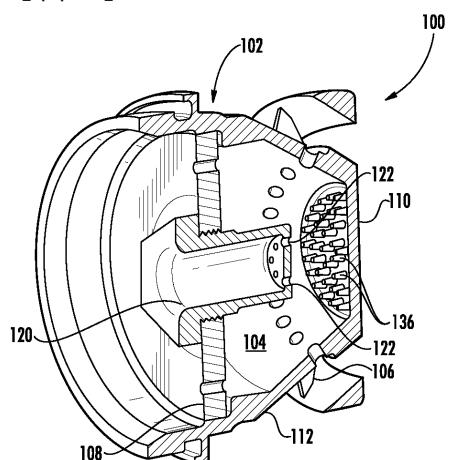


FIGURE 6

---

フロントページの続き

(72)発明者 クリストイアン・ザヴィエル・スティーヴンソン  
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、300番

(72)発明者 トマス・エドワード・ジョンソン  
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、300番

審査官 藤原 弘

(56)参考文献 特開2001-271654(JP,A)  
特開昭61-083813(JP,A)  
特開平03-001015(JP,A)  
特開2001-012207(JP,A)  
特開平05-172331(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C 7/22

F02C 7/232

F23R 3/28