

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6937583号  
(P6937583)

(45) 発行日 令和3年9月22日 (2021.9.22)

(24) 登録日 令和3年9月2日 (2021.9.2)

(51) Int.Cl.

F I

F O 1 D 9/02 (2006.01)  
F O 2 C 7/00 (2006.01)  
B 2 2 F 3/105 (2006.01)  
B 2 2 F 3/16 (2006.01)  
B 3 3 Y 30/00 (2015.01)

F O 1 D 9/02 1 O 2  
F O 2 C 7/00 D  
B 2 2 F 3/105  
B 2 2 F 3/16  
B 3 3 Y 30/00

請求項の数 15 外国語出願 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-17236 (P2017-17236)  
(22) 出願日 平成29年2月2日 (2017.2.2)  
(65) 公開番号 特開2017-141826 (P2017-141826A)  
(43) 公開日 平成29年8月17日 (2017.8.17)  
審査請求日 令和2年1月23日 (2020.1.23)  
(31) 優先権主張番号 15/016,498  
(32) 優先日 平成28年2月5日 (2016.2.5)  
(33) 優先権主張国・地域又は機関  
米国 (US)

(73) 特許権者 390041542  
ゼネラル・エレクトリック・カンパニー  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123  
45、スケネクタデイ、リバーロード、1  
番  
(74) 代理人 100105588  
弁理士 小倉 博  
(74) 代理人 100129779  
弁理士 黒川 俊久  
(74) 代理人 100113974  
弁理士 田中 拓人  
(72) 発明者 ベンジャミン・ポール・レイシー  
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・2  
9615、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】 タービンノズルの冷却のためのシステム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

冷却流を受容するように構成されたインピンジメントスリーブ (92) を含むシステムであって、

前記インピンジメントスリーブ (92) が、内側表面 (96) 及び外側表面 (98) を有するシェル (94) であって、前記内側表面 (96) がシェルキャビティを画成するシェル (94) と、

前記シェル (94) の外側表面 (98) から外側に延在する複数の噴出口 (100) であって、該複数の噴出口 (100) が列として配列されており、該複数の噴出口 (100) の各噴出口が、前記シェルキャビティから加熱構造体に向けてインピンジメント流を方向付けるように構成され、各インピンジメント流が前記冷却流の一部分を含む、複数の噴出口 (100) と、

前記外側表面 (98) の外側に配設された 1 以上のピン (138) であって、前記 1 以上のピン (138) の各ピンが、前記複数の噴出口 (100) のうちの少なくとも 1 つの噴出口に結合している、1 以上のピン (138) とを含む、システム。

【請求項 2】

前記インピンジメントスリーブ (92) が構築軸 (160) を有しており、前記 1 以上のピン (138) の各ピンが、前記構築軸 (160) の閾値支持角度内にあるそれぞれのピン軸 (140) に沿って整列する、請求項 1 に記載のシステム。

10

20

## 【請求項 3】

前記複数の噴出口（100）のうちの1以上の噴出口が、前記構築軸（160）に対して90度で前記外側表面（98）から延在する、請求項2に記載のシステム。

## 【請求項 4】

前記インピンジメントスリーブ（92）がレーザ焼結金属材料を含む、請求項2又は請求項3に記載のシステム。

## 【請求項 5】

前記1以上のピン（138）が、前記複数の噴出口（100）のうちの噴出口対の間に結合したピンの配列を含む、請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載のシステム。

## 【請求項 6】

前記複数の噴出口（100）のうちのそれぞれの噴出口対の間に結合したピンの配列のうちのピンの内側層が、前記それぞれの一对の噴出口のうちの噴出口の直径の0.5倍以内の距離で離間し、前記ピンの内側層が、前記ピンの配列のうちの他のピンよりも前記外側表面（98）に近い、請求項5に記載のシステム。

## 【請求項 7】

前記複数の噴出口（100）のうちの第1の噴出口が前記外側表面（98）から延在する長さ（102）が、第1の噴出口の直径よりも大きい、請求項1乃至請求項6のいずれか1項に記載のシステム。

## 【請求項 8】

前記シェル（94）の外側表面（98）が、前記冷却流を受容するように構成された冷却チャンネルを囲む、請求項1乃至請求項7のいずれか1項に記載のシステム。

## 【請求項 9】

当該システムが前記加熱構造体を含み、前記加熱構造体が、ガスタービン（16）のノズルを含み、前記インピンジメントスリーブ（92）が、前記ノズルのキャビティ内に配設され、各インピンジメント流が、前記ノズルの内側表面に向けて方向付けられる、請求項1乃至請求項8のいずれか1項に記載のシステム。

## 【請求項 10】

各インピンジメント流が、前記ノズルの内側表面に向かって実質的に垂直な角度に方向付けられる、請求項9に記載のシステム。

## 【請求項 11】

前記1以上のピン（138）の各ピンが、0.25mm未満の特徴的な幅（178）を含む、請求項1乃至請求項10のいずれか1項に記載のシステム。

## 【請求項 12】

構築方向（160）にインピンジメントスリーブ（92）を付加製造するステップであって、  
前記インピンジメントスリーブ（92）が、  
内側表面（96）及び外側表面（98）を有するシェル（94）であって、前記内側表面（96）がシェルキャビティを画成するシェル（94）と、  
前記構築方向（160）に対して45度よりも大きい角度で前記外側表面（98）から外側に延在する複数の噴出口（100）であって、前記複数の噴出口（100）の各噴出口が、前記シェルキャビティから加熱構造体に向けてインピンジメント流を方向付けるように構成されている、複数の噴出口（100）と、  
複数のピン（138）であって、前記複数のピン（138）の各ピンが、前記構築方向（160）の閾値角度内にあるそれぞれのピン軸（140）に沿って配設され、前記複数のピン（138）の各ピンが、前記複数の噴出口（100）のうちの少なくとも1つの噴出口に結合し、前記複数のピン（138）の各ピンが、付加製造中に前記少なくとも1つの噴出口を支持するように構成される、複数のピン（138）と  
を含む、ステップと、  
前記付加製造したインピンジメントスリーブ（92）をガスタービン（16）のノズル内に挿入するステップと

10

20

30

40

50

を含む、方法。

【請求項 13】

前記付加製造したインピンジメントスリーブ(92)を前記ガスタービン(16)のノズル内に挿入する前に、前記複数のピン(138)のうちの1以上のピン(138)を取り除くことを含む、請求項12に記載の方法。

【請求項 14】

前記付加製造したインピンジメントスリーブ(92)を前記ガスタービン(16)のノズル内に挿入する前に、前記複数のピン(138)の各ピンを取り除くことを含む、請求項13に記載の方法。

【請求項 15】

前記複数の噴出口(100)の各噴出口が前記外側表面(98)から延在する長さ(102)が、それぞれの噴出口の直径の少なくとも0.5倍である、請求項12乃至請求項14のいずれか1項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書に開示する本主題は、一般にガスタービンに関し、より詳細には、タービンノズルの冷却のためのシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ガスタービンエンジンでは、燃料を燃焼させて高温燃焼ガスを発生させ、高温燃焼ガスがタービンを通して流れることにより負荷及び/又は圧縮機を駆動する。かかるシステムでは、ガスタービンの全体的な性能及び効率は、内部燃焼温度を上昇させることによって向上させることができる。高温ガス経路内で高温に付される構成要素(例えば、高温ガス経路構成要素)は、圧縮機などから冷却空気をインピンジメントスリーブを介して送ることによって冷却することができ、インピンジメントスリーブは冷却空気の流れを高温ガス経路構成要素の内側表面に衝突させる。この方法の使用によって高温ガス経路構成要素に冷却をもたらすことができるが、冷却効率をさらに向上させることが望まれている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】米国特許第8,444,376号 公報

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

出願当初の特許請求の範囲に対応する幾つかの実施形態について、以下にまとめる。これらの実施形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の技術的範囲を限定するものではなく、本発明の可能な形態を簡潔にまとめることを意図したものではない。実際、本発明は、以下に記載された実施形態と同様又は異なる様々な形態を包含する。

【0005】

一実施形態では、システムは、冷却流を受容するように構成されたインピンジメントスリーブを含む。インピンジメントスリーブは、インピンジメントスリーブの外側表面から延在する噴出口の列を含み、噴出口の列の各噴出口は、インピンジメント流を加熱構造体に向けて方向付けるように構成され、各インピンジメント流は、冷却流の一部を含む。インピンジメントスリーブは、冷却流に対して外側表面の外側に配設された1以上のピンも含み、1以上のピンの各ピンは、噴出口の列のうちの噴出口対の間に結合している。

【0006】

別の実施形態では、システムは、冷却流を受容するように構成された付加製造インピンジメントスリーブを含む。インピンジメントスリーブは、付加製造インピンジメントスリーブを形成する複数の層に実質的に垂直な構築軸を含む。インピンジメントスリーブは、

10

20

30

40

50

インピンジメントスリーブの外側表面から延在する複数の噴出口も含み、複数の噴出口は、複数の噴出口列を含む。複数の噴出口の各噴出口は、インピンジメント流を加熱構造体に向けて方向付けるように構成され、各インピンジメント流は、冷却流の一部を含む。インピンジメントスリーブは、冷却流に対して外側表面の外側に配設された複数のピンをさらに含む。各噴出口列は、付加製造中にそれぞれの噴出口列を支持するためにそれぞれの噴出口列に沿って複数の噴出口のうちの噴出口対の間に結合した複数のピンのうちの1以上のピンを含む。複数のピンの各ピンは、構築軸の閾値角度内にあるそれぞれのピン軸に沿って配設される。

【0007】

別の実施形態では、方法は、構築方向にインピンジメントスリーブを付加製造することを含み、インピンジメントスリーブは、外側表面と、外側表面から構築方向に対して45度よりも大きな角度で延在する複数の噴出口とを含む。複数の噴出口の各噴出口は、インピンジメント流を加熱構造体に向けて方向付けるように構成される。インピンジメントスリーブは、複数のピンも含み、複数のピンの各ピンは、構築方向の閾値角度内にあるそれぞれのピン軸に沿って配設される。複数のピンの各ピンは、複数の噴出口のうちの少なくとも1つの噴出口に結合しており、複数のピンの各ピンは、付加製造中に少なくとも1つの噴出口を支持するように構成される。本方法は、付加製造インピンジメントスリーブをガスタービンのノズル内に挿入することも含む。

【0008】

本発明の上記その他の特徴、態様及び利点については、図面と併せて以下の詳細な説明を参照することによって理解を深めることができよう。図面全体を通して、類似の部品には類似の符号を付した。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】ガスタービンシステムの一実施形態のブロック図である。

【図2】ガスタービンシステムの部分側断面図である。

【図3】インピンジメントスリーブを備える翼形部加熱構造体の一実施形態の断面図である。

【図4】複数の噴出口を備えるインピンジメントスリーブの一実施形態の斜視図である。

【図5】複数の噴出口を備える図4のインピンジメントスリーブの一部分の一実施形態の部分斜視図である。

【図6】図5の複数の噴出口の1つの噴出口の別の実施形態の断面図である。

【図7】図5の複数の噴出口の1つの噴出口の別の実施形態の断面図である。

【図8】図5の複数の噴出口の1つの噴出口の別の実施形態の断面図である。

【図9】インピンジメントスリーブを構築及び実施する方法のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の1以上の特定の実施形態について説明する。これらの実施形態を簡潔に説明するため、現実の実施に際してのあらゆる特徴について本明細書に記載しないこともある。実施化に向けての開発に際して、あらゆるエンジニアリング又は設計プロジェクトの場合と同様に、実施毎に異なる開発者の特定の目標（システム及び業務に関連した制約に従うことなど）を達成すべく、実施に特有の多くの決定を行う必要があることは明らかであろう。さらに、かかる開発努力は複雑で時間を要することもあるが、本明細書の開示内容に接した当業者にとっては日常的な設計、組立及び製造にすぎないことも明らかである。

【0011】

本発明の様々な実施形態の構成要素について紹介する際、単数形で記載したものは、その構成要素が1以上存在することを意味する。「備える」、「含む」及び「有する」という用語は内包的なものであり、記載した構成要素以外の追加の構成要素が存在していてもよいことを意味する。

## 【 0 0 1 2 】

本発明に係るガスタービンシステムは、ガスタービンシステムのタービンセクション内にインピンジメントスリーブのようなハードウェアの形式で冷却をもちとすることができる。特定のガスタービンシステムは、加熱部品（例えば、翼形部）内に配置されるインピンジメントスリーブ、又は、ガスタービンの加熱部品のケーシングに隣接して配置されるインピンジメントスリーブを含んでいてもよい。インピンジメント冷却は、加熱構成要素の内側表面に冷却空気を高速で衝突させる（例えば、当てる）ことによって機能する。インピンジメント冷却により、対流によって伝達される熱を（例えば、通常の対流冷却よりも）多くすることができ、インピンジメント冷却は、タービンプレードやタービンノズルのような熱負荷の大きい領域で多用される。例えば、タービンプレードやタービンの他の加熱構成要素の翼形部は、1以上のキャビティを備える中空とすることができ、それらのキャビティ内にインピンジメントスリーブが挿入される。

10

## 【 0 0 1 3 】

インピンジメント冷却のためのインピンジメントスリーブの幾つかの実施形態では、冷却空気を排出して加熱構造体の内側表面に衝突させるための穴又は空気出口を含んでいてもよい。ただし、インピンジメントスリーブと加熱構造体の内側表面との間の構造によっては、インピンジメント距離（例えば、空気出口から内側表面までの距離）を制御するのが難しい。さらに、加熱構造体の到達困難な部位に冷却空気を送るのが難しい。例えば、加熱構造体は、狭い角部やそれぞれの表面輪郭に尖った移行部を有していることがあり、そのためインピンジメントスリーブをそのような形状に適合させて、内側表面を冷却するために空気を効果的に方向付けるのは困難である。したがって、ガスタービンシステムの加熱構造体の効果的な冷却をもちとすインピンジメントスリーブが求められている。例えば、本明細書で説明するシステムは、インピンジメント距離の制御及び加熱構造体の所望の箇所に冷却空気を方向付けることの制御を可能にし、それによりインピンジメントスリーブの冷却効率を向上させることができる。

20

## 【 0 0 1 4 】

ここで図面を参照すると、図1は、ガスタービンシステム10の実施形態のブロック図を示しており、システム10の幾つかの部分での冷却を改善するための特徴部（例えば、インピンジメントスリーブのような冷却特徴部）を含むことができる。自明であろうが、本明細書で説明するシステム及び方法は、ガスタービンシステム及び蒸気タービンシステムのようなあらゆるタービンシステムで使用することができ、特定の機械やシステムに限定されるものではない。図に示す通り、システム10は、圧縮機12、タービン燃焼器14及びタービン16を含み、タービン16は、1以上の別個の段落18を含んでいてもよい。システム10は、天然ガスや合成ガスなどの液体燃料及び／又はガス燃料22を受容するように構成された1以上の燃料ノズル20を含む1以上の燃焼器14を含んでいてもよい。

30

## 【 0 0 1 5 】

タービン燃焼器14は、燃料-空気混合物を点火及び燃焼させた後、高温の加圧燃焼ガス24（例えば、排気）をタービン16内に送る。タービンプレードは、シャフト26に結合し、シャフト26は、ガスタービンシステム10全体の幾つかの他の構成要素にも結合している。燃焼ガス24がタービン16内でタービンプレードを通過すると、タービン16が駆動されて回転し始め、それによりシャフト26が回転する。最終的に、燃焼ガス24は、排気出口28を介してガスタービンシステム10から排出される。さらに、シャフト26は、負荷30に結合していてもよく、負荷30は、シャフト26の回転によって動力を供給される。例えば、負荷30は、発電機、飛行機のプロペラのような、ガスタービンシステム10の回転出力によって動力を発生させることができる任意の適切な装置とし得る。

40

## 【 0 0 1 6 】

圧縮機ブレードは、圧縮機12の構成要素として含まれる。圧縮機12内のブレードは、シャフト26に結合し、上述の通りシャフト26がタービン16によって回転駆動され

50

ると回転する。吸気口 3 2 は圧縮機 1 2 内に空気 3 4 を送り込み、圧縮機 1 2 内でブレードが回転すると、空気 3 4 を圧縮して、加圧空気 3 6 を発生させる。加圧空気 3 6 は、次いでタービン圧縮機 1 4 の燃料ノズル 2 0 内に供給される。燃料ノズル 2 0 は、加圧空気 3 6 と燃料 2 2 を混合して、燃焼（例えば、燃料を完全に燃焼させる燃焼）のための適切な混合比を生じる。

#### 【 0 0 1 7 】

図 2 は、ガスタービンシステム 1 0 の実施形態の部分断面側面図である。図に示す通り、ガスタービンシステム 1 0 に関して、長手方向軸又は長手方向 3 8、半径方向軸又は半径方向 4 0 及び周方向軸又は周方向 4 2 を参照して説明する。高温燃焼ガス 2 4 は、燃焼器 1 4（図 1）からタービン 1 6 内に矢印 4 4 で示す長手方向軸 3 8 に概ね沿った方向に流れる。タービン 1 6 の段落 1 8 の各々は、ロータホイールに結合した一組のブレード 4 6 を含んでおり、ロータホイールはシャフト 2 6 に回転可能に取り付けてもよい。タービン 1 6 は、各段落 1 8 内にタービンノズル組立体 4 8 を含み、タービンノズル組立体 4 8 は、それぞれの段落 1 8 の一組のブレード 4 6 に向けて高温燃焼ガス 2 4 を方向付ける。本明細書で説明するタービンノズル組立体 4 8 は、第 1 段、第 2 段、第 3 段又はそれらの組合せに使用し得る。各ノズル組立体 4 8 は、内側バンドセグメント 5 2 と外側バンドセグメント 5 4 の間で半径方向 4 0 に延在する周方向に離間した複数のペーン 5 0 を含んでいてもよい。隣接する外側バンドセグメント 5 4 を互いに結合して外側環状リングを形成し、隣接する内側バンドセグメント 5 2 の内側環状リングの周りに延在せしめてもよい。ペーン 5 0 は、内側バンドセグメント 5 2 及び外側バンドセグメント 5 4 によって形成された 2 つの環状リングの間に延在し得る。ガスタービンシステム 1 0 は、シュラウドセグメント 5 6 を含んでいてもよく、シュラウドセグメント 5 6 は、ペーン 5 0 を通過した高温燃焼ガス 2 4 をブレードに方向付けるために、外側バンドセグメント 5 4 の下流に配設し得る。自明であろうが、「下流」という用語は、矢印 4 4 で示す通り、長手方向軸 3 8 に沿ってタービン 1 6 を通る燃焼ガス 2 4 の方向をいう。同様に、「上流」という用語は、長手方向軸 3 8 に沿った反対方向（例えば、圧縮機 1 2 に向かう方向）をいう。

#### 【 0 0 1 8 】

高温ガス（例えば、燃焼ガス 2 4）の流れ経路に沿って配設される構造体又は構成要素は、加熱構造体又は構成要素ということもある。一例として、加熱構造体は、タービンノズル組立体 4 8 のブレード及び他の部品（例えば、ペーン 5 0）である。幾つかの実施形態では、加熱構造体（例えば、ペーン 5 0）を冷却するために、破線 7 8 で示す通り、加熱構造体内に 1 以上のインピンジメントスリーブ 9 2 を配設し得る。例えば、冷却空気は、矢印 7 9 で示すように、圧縮機 1 2 などからインピンジメントスリーブ 9 2 を通して送ることができ、冷却空気の流れを矢印 8 1 で示す通り加熱構造体の内側表面に衝突させる。

#### 【 0 0 1 9 】

図 3 は、図 2 の加熱構造体（例えば、ペーン 5 0）の一例の矢視 3 - 3 断面図を示す。加熱構造体は、正圧側面 8 0 から負圧側面 8 2 に延在する全体的な空力形状（例えば、翼形部）を有していてもよい。加熱構造体（例えば、ペーン 5 0）は、前縁 8 4 から後縁 8 6 に延在し得る。加熱構造体はシェル 8 8 を有していてもよく、シェルは 1 以上の内部冷却キャビティ 9 0 を画成する。加熱構造体は、加熱構造体の内部の通路に冷却空気を通過させること（例えば、対流冷却）によって冷却し得る。例えば、空気 3 4（図 1）の一部分を圧縮機 1 2 から分岐させて、矢印 7 9 で示す通り加熱構造体（例えば、ペーン 5 0）の 1 以上の内部冷却キャビティ 9 0 を通して流してもよい。さらに、1 以上のインピンジメントスリーブ 9 2 を、1 以上の内部冷却キャビティ 9 0 内に配設してもよく、矢印 8 1 で示す通りシェル 8 8 上でのインピンジメント冷却によって加熱構造体を冷却する。

#### 【 0 0 2 0 】

インピンジメントスリーブ 9 2 は、シェル 9 4 を有していてもよく、シェル 9 4 は、内側表面 9 6 と外側表面 9 8 を有する。インピンジメントスリーブ 9 2 の外側表面 9 8 は、冷却空気を受容するように構成された冷却チャネルを囲む。さらに、インピンジメントス

10

20

30

40

50

リーブ92は、内側表面96から離れるように外側表面98から延在する複数の噴出口100を有する。複数の噴出口100の各々は長さ102及び出口104を有し、出口104から、内部冷却キャビティ90を形成するシェル88の壁108までの距離106が存在する。幾つかの実施形態では、インピンジメントスリーブ92の外側表面98は、対応する内部冷却キャビティ90の壁108に概ね平行とし得る。

#### 【0021】

上述の通り、インピンジメントスリーブ92の外側表面98は、冷却空気（図2の矢印79及び81）を受容するように構成された冷却チャネルを囲む。冷却空気は、インピンジメントスリーブ92の内側表面96を通して流すことができ、また、複数の噴出口100を通してそれぞれの出口104（矢印81で示す通り）から排出させ、内部冷却キャビティ90の壁108に高速の空気を当てる／衝突させることができる（例えば、インピンジメント冷却）。こうして、対流によってシェルから冷却空気に伝達される熱を増やすことができ、加熱構造体（例えば、ペーン50）の冷却が促進される。一例として、複数の噴出口100の各々の出口104から排出される冷却空気（例えば、各インピンジメント流）は、壁108に向かって実質的に垂直な角度で方向付けられる。各噴出口100の長さ102は複数の噴出口100の間で異なってもよく、（例えば、壁108に対するインピンジメント距離を制御できるように）それぞれの出口104と内部冷却キャビティ90の壁108との間のそれぞれの距離106を制御できるようにしてもよい。例えば、長さ102は、複数の噴出口100の各々で同一であってもよいし、或いは、長さ102は、複数の噴出口100の様々な噴出口で異なってもよい。幾つかの実施形態では、噴出口100の長さ102は、各噴出口104と壁108との間の距離106が略等しくなるように噴出口毎に変更してもよい。噴出口100の長さ102を変えることによって、加熱構造体の後縁86付近のように、到達困難な領域に冷却空気を運ぶことができるようになる。自明であろうが、本明細書で開示する噴出口100なしでは、後縁86の壁108に向けて冷却空気を送るのは困難である。

#### 【0022】

図4は、複数の噴出口を備えるインピンジメントスリーブ92の実施形態の斜視図である。複数の噴出口100の各々は、噴出口100の長手方向と整列する噴出口軸又は噴出口方向132を有し、噴出口軸132は、インピンジメントスリーブ92の外側表面98の接線面136に対して角度134を有していてもよい。角度134は、複数の噴出口100のすべてについて一定値であってもよいし、或いは、角度134は、複数の噴出口100の噴出口毎に異なってもよい。一例として、角度134は、90度である（例えば、噴出口100は、インピンジメントスリーブ92の外側表面98に対して垂直に整列する）。別の例では、角度134は、0度～180度の範囲内の任意の値である。さらに、複数の噴出口100の各対101の間に、1以上のピン138が存在し得る。幾つかの実施形態では、インピンジメントスリーブ92の外側表面98と複数の噴出口100の間に、1以上のピン139が存在していてもよい。例えば、ピン138の一端が噴出口100に結合し、他端がインピンジメントスリーブ92の外側表面98に結合していてもよい。さらに、複数の噴出口100とグランドの間に、1以上のピン141が存在していてもよい。なお、「グランド」という用語は、本明細書では、付加製造される構成要素の初期の層をその上で付加させる基盤面をいう。1以上のピン138は、インピンジメントスリーブ92の外側表面98に対して複数の噴出口100を任意の角度134で配向できるようにするために、複数の噴出口100の構築／製造時における複数の噴出口100のための構造的支持を提供し得る。1以上のピン138の各々は、ピン138の長手方向と整列するピン軸又は方向140を有していてもよい。1以上のピン138の各々のピン軸140は、複数のピン138のそれぞれのピンの近傍の位置のインピンジメントスリーブ92の外側表面98と実質的に平行であってもよく、各ピン138はインピンジメントスリーブ92の外側表面98の輪郭に実質的に追従する。幾つかの実施形態では、1以上のピン138の各々のピン軸140は、インピンジメントスリーブ92の外側表面98に対してある角度（例えば、略45度又は45度未満）をなしていてもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 3 】

図5は、図4に示す複数の噴出口100の各対101の間に1以上のピン138を備える複数の噴出口100の一部分の詳細斜視図である。幾つかの実施形態では、複数の噴出口100及び1以上のピン138を含むインピンジメントスリーブ92は、直接金属レーザ焼結(DMLS)のような付加製造技術を用いて構築され、インピンジメントスリーブ92は、任意の適切なレーザ焼結金属材料(例えば、ステンレス鋼、ニッケル-クロム合金、コバルト-クロム合金、マルエージング鋼、アルミニウム合金、チタン合金など)を含んでいてもよい。複数の噴出口100及び1以上のピン138を含むインピンジメントスリーブ92は、3Dプリンティングのような他の任意の付加製造技術を用いて製造することもでき、インピンジメントスリーブ92は、上述の付加製造技術のための任意の適切な金属材料を含んでいてもよい。DMLSプロセスその他の付加製造技術を用いて構築されるインピンジメントスリーブ92は、構築軸又は方向160(例えば、構築材料を敷設するときの方向と反対側)を有していてもよい。

10

## 【 0 0 2 4 】

複数の噴出口100の各々は、構築軸160に対してある角度162をなす噴出口軸132を有していてもよく、この角度162は、略90度、45度超、或いは0度~90度の範囲内の任意の角度とし得る。複数の噴出口100は、噴出口の1以上の列164を形成するように分布される。複数の噴出口100の隣接噴出口間に、スペース166が存在していてもよい。一例として、スペース166は、複数の噴出口100のすべての隣接噴出口で一定であってもよい(例えば、複数の噴出口100が均等に離間している)。他の例では、スペース166は、複数の噴出口100のうちの幾つか又はすべてで異なってもよい(例えば、複数の噴出口100が均等に離間していない)。例えば、列164の噴出口100間のスペース166は、2つの列164間のスペース166とは異なる。加えて又は別法として、加熱構造体の後縁に向けて方向付けられた噴出口100間のスペース166は、加熱構造体の広幅面に向けて方向付けられた噴出口100間のスペース166とは異なる(例えば小さい)。

20

## 【 0 0 2 5 】

さらに、1以上の列164の各々は、列方向(矢印168で示す通り)を有していてもよい。列方向168は、構築軸160と整列していてもよい。列方向168は、構築方向160に対してある角度170をなしていてもよく、角度170は、0度~90度の間である。幾つかの実施形態では、列164の各々の角度170は、図5の噴出口165に示すように、外側表面98の周りに螺旋状に配置される列164をもたらしものであってもよい。一例として、角度170は、複数の噴出口100の1以上の列164の各々で同じである。例えば、図5の噴出口167は、構築軸160に対して角度170が0度となるように配置される。別の実施形態では、角度170は、複数の噴出口100の1以上の列164の列毎に異なる。1以上のピン138の各々は、構築軸160に対してある角度172をなすピン軸140を有していてもよく、角度172は、構築軸160の閾値支持角度内の任意の角度である。幾つかの実施形態では、1以上のピン138は、インピンジメントスリーブ92の外側表面98に対してある角度をなすピン軸140を有していてもよく、この角度は、構築軸160の閾値支持角度内にある。例えば、1以上のピン138は、インピンジメントスリーブ92の外側表面98に対して略45度又は45度未満の角度のピン軸140を有するように構築される。すなわち、1以上のピン138は、前の噴出口100の上方又は離れるようにグランドから軸方向に構築されるのではなく、インピンジメントスリーブ92の外側表面98から離れるように構築される。なお、「グランド」という用語は、本明細書では、付加製造される構成要素の初期の層をその上で付加させる基盤面をいう。自明であろうが、閾値支持角度は、構築軸160に対する臨界角であり、臨界角未満の角度で敷設される構造体/特徴部又はDMLA層は、追加の支持がなくても、それら自体で(例えば、へたりや弛みなしで)耐えることができる。構築軸の閾値支持角度は、略45度である。1以上のピンは、任意の断面形状(例えば、円形、楕円形、矩形、六角形)を有し得る。1以上のピン138の各々は、特徴的な幅174を有していて

30

40

50

もよい。特徴的な幅 174 は、略 1.0 mm、0.5 mm、0.25 mm、0.2 mm又はそれ未満である。自明であろうが、1 以上のピン 138 の各々は、断面（例えば、ピン軸 140 に垂直なもの）を有していてもよく、断面は円、四角又は矩形の形状或いは任意の他の形状を有する。

#### 【0026】

複数の噴出口 100 のうちの各対 101 の間に結合した 1 以上のピン 138 のうちの各隣接ピン間にスペース 176 が存在していてもよい。一例として、スペース 176 は、1 以上のピン 138 の各対について一定値である（例えば、1 以上のピン 138 が均等に離間している）。例えば、隣接するピン 138 間のスペース 176 は、一定値（例えば、略 0.2 ~ 3.0 mm、又は 0.2 ~ 1.0 mm）であり、外側表面 98 に隣接するピン 138 は、スペース 176 によってオフセットしている。幾つかの実施形態では、ピン軸 140 は、インピンジメントスリーブ 92 の外側表面に実質的に平行（例えば、10 度以内の平行）であり、スペース 176 によってフセットしている。スペース 176 は、構築材料、角度 172 又は任意のそれらの組合せに少なくとも部分的に基づく。スペース 176 は、インピンジメントスリーブ 92 の形成中に噴出口 100 のへたりや弛みを低減又は排除するように構成され、噴出口 100 を所望の形状及び長さ 102 にすることができるようになる。幾つかの実施形態では、スペース 176 は、1 以上のピン 138 のピン対毎に異なる（例えば、1 以上のピン 138 が均等に離間していない）。

#### 【0027】

複数の噴出口 100 の各々は、特徴的な幅 178 も有していてもよい。特徴的な幅 178 は、複数の噴出口 100 の各々で同一であってもよいし、異なってもよい。例えば、複数の噴出口 100 の各々についての特徴的な幅 178 は、熱伝達特性、冷却性能、冷却空気流量、冷却空気流速、冷却空気流れパターン又はそれらの組合せが設計通りに達成されるように、それぞれの噴出口 100 が特定の断面積をもつように選択される。したがって、各隣接する 1 以上のピン 138 間のスペース 176 は、それぞれの噴出口 100 対の特徴的な幅 178 の略 0.5 倍である。複数の噴出口 100 のいずれかの長さ 102 は、そのそれぞれの特徴的な幅 178 の 0.5 倍よりも長い。別の例では、複数の噴出口 100 のいずれかの長さ 102 は、そのそれぞれの特徴的な幅 178 よりも長い。

#### 【0028】

図 6 ~ 図 8 は、噴出口軸 132 に垂直な複数の噴出口 100 の様々な実施形態の断面図である。図に示す通り、複数の噴出口 100 の各々は中空断面を有し、中空断面は円 190、四角もしくは矩形 192、又は涙滴 194 の形状、或いは任意の他の形状を有し得る。自明であろうが、特徴的な幅 178 は、円形状 190 の直径、矩形形状 192 の対角又は辺の長さ、或いは、涙滴形状 194 の長軸である。複数の噴出口 100 の各々は、特徴的な幅 178 よりも小さな任意の適切な値の厚さ 196 を有し得る。幾つかの実施形態では、厚さ 196 及び特徴的な幅 174 は、同じ値を有していてもよく、また、DMLS マシンや 3D プリンタの最小分解能に相当する大きさであってもよい。幾つかの実施形態では、複数の噴出口 100 の各々は、1 以上の先細エッジ 198 を有していてもよい。なお、インピンジメントスリーブ 92 及び噴出口 100 の幾つかの実施形態では、図 3 ~ 図 8 に示すものとは異なる断面を有していてもよい。例えば、インピンジメントスリーブ及びインピンジメント管（例えば、噴出口）は、2015 年 5 月 29 日出願の「Article, Component, and Method of Forming an Article」と題する米国特許出願第 14/725,374 号に図示及び記載された形状又は断面を有していてもよく、その開示内容は援用によって本明細書の内容の一部をなす。

#### 【0029】

図 9 は、インピンジメントスリーブ 92 を構築及び実施するための方法 200 を示すフローチャートである。本方法 200 のステップの 1 以上を実行することができる。本方法 200 は、インピンジメントスリーブ 92 のコンピュータモデル（例えば、三次元（3D）のコンピュータ支援設計（CAD）モデル）を製造システム（例えば、DMLS マシン

10

20

30

40

50

又は3Dプリンタ)にローディングすること(ブロック202)を含む。本方法200は、ロードした3D CADファイルに基づいて、物理的な部品(例えば、インピンジメントスリーブ92)を構築すること(ブロック204)も含み、DMLSマシンは、レイヤーバイレイヤー方式で構築方向にインピンジメントスリーブ92を構築する。例えば、かかるプロセスは、インピンジメントスリーブ92の主要本体(例えば、シェル94)の部品を構築すること(ブロック206)、次いで、1以上のピン138を構築すること(ブロック208)、それに続いて、複数の噴出口100を構築すること(ブロック210)を含んでいてもよい。ブロック206~210に記載されたステップは、インピンジメントスリーブ92の全体が構築されるまで各層について繰り返される。自明であろうが、ステップ206、208及び210は、同時に或いは任意の組合せの順序で順次実施できる(例えば、部品本体、ピン及び噴出口は、各構築層内に構築されるべきスリーブ構造に応じて、同時に又は任意の組合せの順序で構築される)。すなわち、幾つかの層は、部品本体だけに付加されることがあり、また、幾つかの層は、部材本体、ピン及び噴出口に付加される。最後の層が構築され、インピンジメントスリーブ92が冷却されて固化されると、インピンジメントスリーブ92の構築は完了する(ブロック212)。適宜、複数の噴出口100がピン138なしでシェル94によって支持されるように、1以上のピン138を取り除いてもよい(ブロック214)。本方法200は、インピンジメントスリーブ92をタービン段18の加熱構造体(例えば、ノズル、ブレード)内に設置すること(ブロック216)も含む。

10

#### 【0030】

20

本明細書では、本発明を最良の形態を含めて開示するとともに、装置又はシステムの製造・使用及び方法の実施を始め、当業者が本発明を実施できるようにするため、例を用いて説明してきた。本発明の特許性を有する範囲は、特許請求の範囲によって規定され、当業者に自明な他の例も包含する。かかる他の例は、特許請求の範囲の文言上の差のない構成要素を有しているか、或いは特許請求の範囲の文言と実質的な差のない均等な構成要素を有していれば、特許請求の範囲に記載された技術的範囲に属する。

#### 【0031】

最後に、代表的な実施態様を以下に示す。

#### [実施態様1]

冷却流を受容するように構成されたインピンジメントスリーブ(92)を含むシステムであって、

30

インピンジメントスリーブ(92)は、

インピンジメントスリーブ(92)の外側表面(98)から延在する噴出口の列(100)であって、噴出口の列(100)の各噴出口が、加熱構造体に向けてインピンジメント流を方向付けるように構成され、各インピンジメント流が、冷却流の一部を含む、噴出口の列(100)と、

冷却流に対して外側表面(98)の外側に配設された1以上のピン(138)であって、1以上のピン(138)の各ピンが、噴出口の列(100)のうちの少なくとも1つの噴出口に結合している、1以上のピン(138)と、

を含む、システム。

40

#### [実施態様2]

インピンジメントスリーブ(92)は、構築軸(160)を有する付加製造インピンジメントスリーブ(92)を含み、1以上のピン(138)の各ピンは、構築軸(160)の閾値支持角度内にあるそれぞれのピン軸(140)に沿って整列する、実施態様1に記載のシステム。

#### [実施態様3]

噴出口の列(100)のうちの1以上の噴出口は、構築軸(160)に対して略90度で外側表面(98)から延在する、実施態様2に記載のシステム。

#### [実施態様4]

付加製造インピンジメントスリーブ(92)は、レーザ焼結金属材料を含む、実施態様

50

2 に記載のシステム。

[ 実施態様 5 ]

1 以上のピン ( 1 3 8 ) は、噴出口の列 ( 1 0 0 ) のうちの噴出口対の間に結合した配列のピンを含む、実施態様 1 に記載のシステム。

[ 実施態様 6 ]

噴出口の列 ( 1 0 0 ) のうちのそれぞれの噴出口対の間に結合した配列のピンのうちのピンの内側層は、それぞれの一對の噴出口のうちの噴出口の直径の略 0 . 5 倍の範囲内で離間し、ピンの内側層は、配列のピンのうちの他のピンよりも外側表面 ( 9 8 ) に近い、実施態様 5 に記載のシステム。

[ 実施態様 7 ]

噴出口の列 ( 1 0 0 ) のうちの第 1 の噴出口は、第 1 の噴出口の直径よりも大きく外側表面 ( 9 8 ) から延在する、実施態様 1 に記載のシステム。

[ 実施態様 8 ]

インピンジメントスリーブ ( 9 2 ) の外側表面 ( 9 8 ) は、冷却流を受容するように構成された冷却チャネルを囲む、実施態様 1 に記載のシステム。

[ 実施態様 9 ]

加熱構造体を含み、加熱構造体は、ガスタービン ( 1 6 ) のノズルを含み、インピンジメントスリーブ ( 9 2 ) は、ノズルのキャビティ内に配設され、各インピンジメント流は、ノズルの内側表面に向けて方向付けられる、実施態様 1 に記載のシステム。

[ 実施態様 1 0 ]

各インピンジメント流は、実質的に垂直な角度でノズルの内側表面に向けて方向付けられる、実施態様 1 に記載のシステム。

[ 実施態様 1 1 ]

1 以上のピン ( 1 3 8 ) の各ピンは、略 0 . 2 5 mm よりも小さい特徴的な幅 ( 1 7 8 ) を含む、実施態様 1 に記載のシステム。

[ 実施態様 1 2 ]

冷却流を受容するように構成された付加製造インピンジメントスリーブ ( 9 2 ) を含むシステムであって、

インピンジメントスリーブ ( 9 2 ) は、

付加製造インピンジメントスリーブ ( 9 2 ) を形成する複数の層に実質的に垂直な構築軸 ( 1 6 0 ) と、

インピンジメントスリーブ ( 9 2 ) の外側表面 ( 9 8 ) から延在する複数の噴出口 ( 1 0 0 ) であって、複数の噴出口 ( 1 0 0 ) が、複数の噴出口列を含み、複数の噴出口 ( 1 0 0 ) の各噴出口が、加熱構造体に向けてインピンジメント流を方向付けるように構成され、各インピンジメント流が、冷却流の一部を含む、複数の噴出口 ( 1 0 0 ) と、

冷却流に対して外側表面 ( 9 8 ) の外側に配設された複数のピンであって、各噴出口列が、付加製造中にそれぞれの噴出口列を支持するためにそれぞれの噴出口列に沿って複数の噴出口のうちの少なくとも 1 つの噴出口に結合した複数のピンのうちの 1 以上のピン ( 1 3 8 ) を含み、複数のピンの各ピンが、構築軸 ( 1 6 0 ) の閾値角度内にあるそれぞれのピン軸 ( 1 4 0 ) に沿って配設される、複数のピンと、

を含む、システム。

[ 実施態様 1 3 ]

複数の噴出口 ( 1 0 0 ) のうちのサブセットの噴出口は、サブセットの噴出口の直径よりも大きく延在し、複数の噴出口 ( 1 0 0 ) のうちのサブセットの噴出口は、構築軸 ( 1 6 0 ) に対して 4 5 度よりも大きい角度で外側表面 ( 9 8 ) から延在する、実施態様 1 2 に記載のシステム。

[ 実施態様 1 4 ]

複数のピンの各ピンのピン軸 ( 1 4 0 ) は、複数のピンのそれぞれのピンの直近のインピンジメントスリーブ ( 9 2 ) の外側表面に実質的に平行である、実施態様 1 2 に記載のシステム。

10

20

30

40

50

## [ 実施態様 15 ]

付加製造インピンジメントスリーブ(92)は、レーザ焼結材料を含み、レーザ焼結材料は、ステンレス鋼又はニッケル-クロム合金を含む、実施態様12に記載のシステム。

## [ 実施態様 16 ]

各インピンジメント流は、実質的に垂直な角度で加熱構造体に向けて方向付けられる、実施態様12に記載のシステム。

## [ 実施態様 17 ]

構築方向(160)にインピンジメントスリーブ(92)を付加製造することを含む方法であって、

インピンジメントスリーブ(92)は、

外側表面(98)と、

構築方向(160)に対して45度よりも大きい角度で外側表面(98)から延在する複数の噴出口(100)であって、複数の噴出口(100)の各噴出口が、加熱構造体に向けてインピンジメント流を方向付けるように構成される、複数の噴出口(100)と、

複数のピンであって、複数のピンの各ピンが、構築方向(160)の閾値角度内にあるそれぞれのピン軸(140)に沿って配設され、複数のピンの各ピンが、複数の噴出口(100)のうちの少なくとも1つの噴出口に結合され、複数のピンの各ピンが、付加製造中に少なくとも1つの噴出口を支持するように構成される、複数のピンと、

を含み、

方法は、付加製造インピンジメントスリーブ(92)をガスタービン(16)のノズル内に挿入することを含む、方法。

## [ 実施態様 18 ]

付加製造インピンジメントスリーブ(92)をガスタービン(16)のノズル内に挿入する前に、複数のピンのうちの1以上のピン(138)を移動させることを含む、実施態様17に記載の方法。

## [ 実施態様 19 ]

付加製造インピンジメントスリーブ(92)をガスタービン(16)のノズル内に挿入する前に、複数のピンの各ピンを移動させることを含む、実施態様18に記載の方法。

## [ 実施態様 20 ]

複数の噴出口(100)の各噴出口は、外側表面(98)からそれぞれの噴出口の直径の少なくとも0.5延在する、実施態様17に記載の方法。

## 【符号の説明】

## 【0032】

- 10 システム
- 12 圧縮機
- 14 燃焼器
- 16 タービン
- 18 段落
- 20 燃料ノズル
- 22 燃料
- 24 燃焼ガス
- 26 シャフト
- 28 排気出口
- 30 負荷
- 32 吸気口
- 34 空気
- 36 加圧空気
- 38 長手方向軸 / 長手方向
- 40 半径方向軸 / 半径方向
- 42 周方向軸 / 周方向

10

20

30

40

50

4 4	矢印	
4 6	ブレード	
4 8	ノズル組立体	
5 0	ベーン	
5 2	内側バンドセグメント	
5 4	外側バンドセグメント	
5 6	シュラウドセグメント	
7 8	破線	
7 9	矢印	
8 0	<u>正圧側面</u>	10
8 1	矢印	
8 2	<u>負圧側面</u>	
8 4	前縁	
8 6	後縁	
8 8	シェル	
9 0	内部冷却キャビティ	
9 2	<u>インピンジメントスリーブ</u>	
9 4	シェル	
9 6	内側表面	
9 8	外側表面	20
1 0 0	<u>噴出口</u>	
1 0 1	各対	
1 0 2	長さ	
1 0 4	出口	
1 0 6	距離	
1 0 8	壁	
1 3 2	<u>噴出口軸</u>	
1 3 4	角度	
1 3 6	<u>接線面</u>	
1 3 8	ピン	30
1 3 9	ピン	
1 4 0	ピン軸	
1 4 1	ピン	
1 6 0	構築軸 / 構築方向	
1 6 2	角度	
1 6 4	列	
1 6 5	<u>噴出口</u>	
1 6 6	スペース	
1 6 7	<u>噴出口</u>	
1 6 8	列方向	40
1 7 0	角度	
1 7 2	角度	
1 7 6	スペース	
1 7 8	特徴的な幅	
1 9 0	円 / 円形状	
1 9 2	矩形 / 矩形形状	
1 9 4	涙滴 / 涙滴形状	
1 9 6	厚さ	
1 9 8	先細エッジ	

【 図 1 】

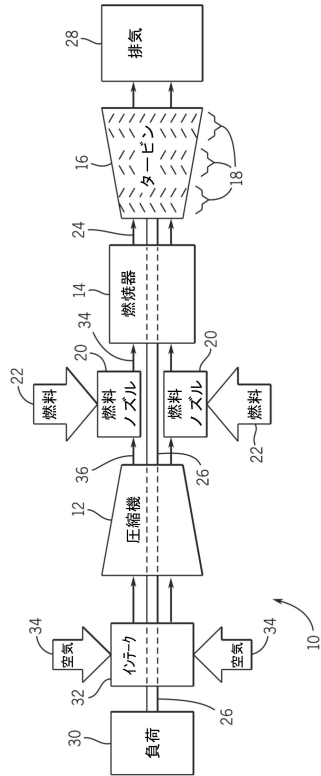


FIG. 1

【 図 2 】

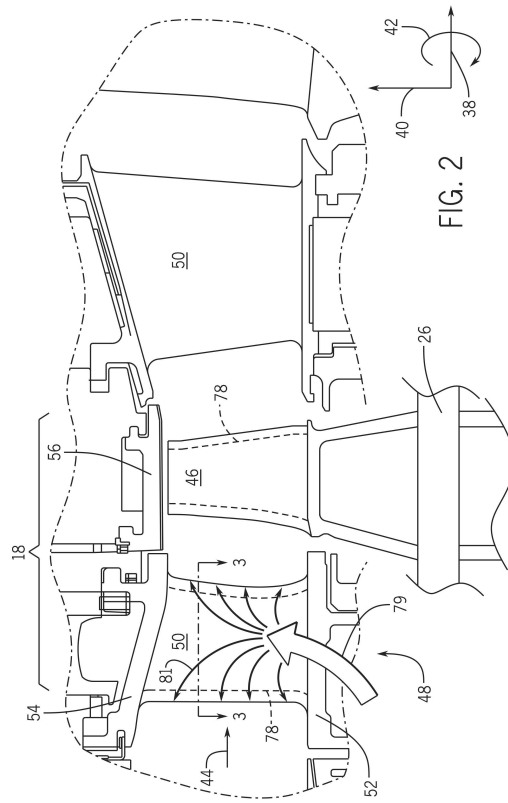


FIG. 2

【 図 3 】

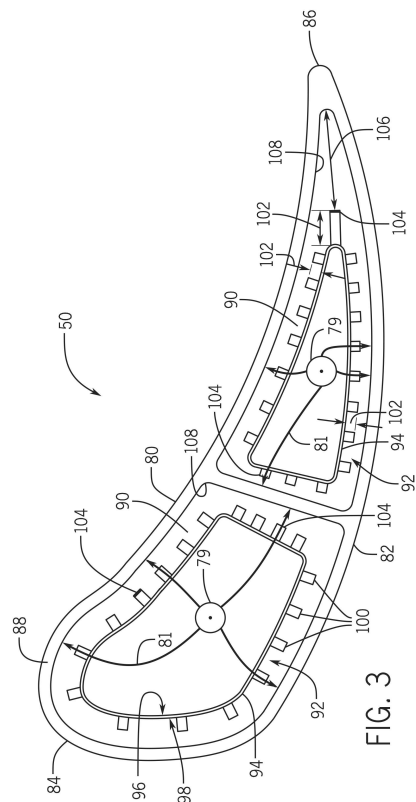


FIG. 3

【 図 4 】

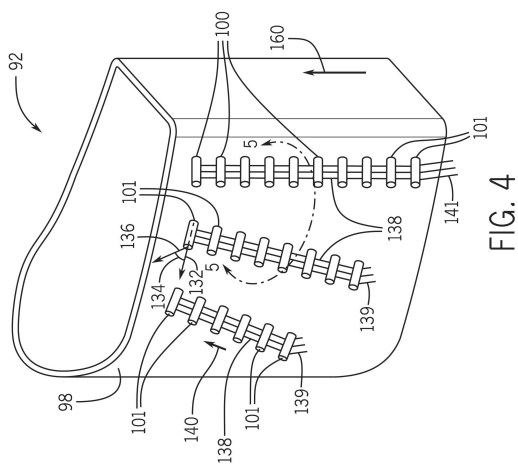


FIG. 4



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
B 3 3 Y 10/00 (2015.01) B 3 3 Y 10/00

(72)発明者 デイヴィッド・エドワード・シック  
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、  
300番

(72)発明者 サンディップ・デュッタ  
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、  
300番

審査官 高吉 統久

(56)参考文献 欧州特許出願公開第02716868(E P, A 2)  
特開平08-074503(J P, A)  
欧州特許出願公開第0698725(E P, A 2)  
特開2011-089461(J P, A)  
特開2015-196249(J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)  
B 2 2 F 3 / 1 0 5  
B 2 2 F 3 / 1 6  
B 3 3 Y 1 0 / 0 0  
B 3 3 Y 3 0 / 0 0  
F 0 1 D 9 / 0 2  
F 0 2 C 7 / 0 0  
F 0 2 C 7 / 1 8