

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5779499号
(P5779499)

(45) 発行日 平成27年9月16日(2015.9.16)

(24) 登録日 平成27年7月17日(2015.7.17)

(51) Int.Cl.	F 1
F02C 7/22	(2006.01) F 02 C 7/22 Z
F23R 3/28	(2006.01) F 23 R 3/28 A
F02C 7/00	(2006.01) F 02 C 7/00 C
F01D 25/00	(2006.01) F 02 C 7/00 D
B23K 26/34	(2014.01) F 01 D 25/00 L

請求項の数 24 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2011-504034 (P2011-504034)
(86) (22) 出願日	平成21年3月13日 (2009.3.13)
(65) 公表番号	特表2011-526974 (P2011-526974A)
(43) 公表日	平成23年10月20日 (2011.10.20)
(86) 國際出願番号	PCT/US2009/037101
(87) 國際公開番号	W02009/148680
(87) 國際公開日	平成21年12月10日 (2009.12.10)
審査請求日	平成24年3月7日 (2012.3.7)
(31) 優先権主張番号	61/044,116
(32) 優先日	平成20年4月11日 (2008.4.11)
(33) 優先権主張国	米国(US)
(31) 優先権主張番号	12/182,485
(32) 優先日	平成20年7月30日 (2008.7.30)
(33) 優先権主張国	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、スケネクタディ、リバーロード、1 番
(74) 代理人	100137545 弁理士 荒川 聰志
(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	マックマスターズ、マリー・アン アメリカ合衆国、オハイオ州・45040 、メイソン、アウルウッド・ドライブ、6 954番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】流体を輸送するための単体導管および製造する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

流体を輸送するための単体導管(105)と、該単体導管(105)と流れ連通するよう
に結合されたディストリビュータ先端部(190)とを備える燃料ディストリビュータ(100)
であって、

前記単体導管(105)が、

本体(106)と、

前記本体(106)内に位置する複数の流路(108)と
を含み、

前記流路の少なくとも1つは、

入口端部(111)および出口端部(112)を備え、

前記複数の流路(108)および前記本体(106)が単体構造を有し、

前記流路のそれぞれが隣接する流路から流体が流れないと想定されるよう分離壁(116)によって分離され、

前記本体は金属粉末から作られ且つ応力を軽減するように形成された輪郭を有し、

前記流路(108)が、前記入口端部(111)近くの第1断面形状と、該第1断面形状
と異なる、前記出口端部(112)近くの第2断面形状(132)とを有し、

前記流路(108)の断面形状が、前記入口端部(111)近くの前記第1断面形状から
、前記出口端部(112)近くの前記第2断面形状(132)に実質的に一様に変化する

10

—

20

ことを特徴とする、燃料ディストリビュータ(100)。

【請求項2】

前記第2断面形状が非円形である、請求項1記載の燃料ディストリビュータ(100)。

【請求項3】

前記第1断面形状が実質的に円形である、請求項1又は2に記載の燃料ディストリビュータ(100)。

【請求項4】

流体を輸送するための単体導管(105)と、該単体導管(105)と流れ連通するよう
に結合されたディストリビュータ先端部(190)とを備える燃料ディストリビュータ(100)であって、

10

前記単体導管(105)が、

外側輪郭(140)を有し、金属粉末を用いて作られた本体(106)と、

前記本体(106)内に位置する複数の流路(108)と

を含み、

前記流路のそれぞれが内側輪郭(141)、入口端部(111)および出口端部(112)
を有し、

前記本体の前記外側輪郭(140)が、前記複数の流路(108)の内側輪郭(141)
に一般的に適合し且つ応力を軽減するように形成され、

前記流路(108)および前記本体(106)が単体構造を有し、

前記複数の流路は互いに少なくとも1つの分離壁(116)によって分離されており、該
分離壁(116)の厚さが縦方向(101)に沿って変化し、

20

前記流路(108)が、前記入口端部(111)近くの第1断面形状と、該第1断面形状
と異なる、前記出口端部(112)近くの第2断面形状(132)とを有し、

前記流路(108)の断面形状が、前記入口端部(111)近くの前記第1断面形状から
、前記出口端部(112)近くの前記第2断面形状(132)に実質的に一様に変化する

、
ことを特徴とする、燃料ディストリビュータ(100)。

【請求項5】

前記第2断面形状が非円形である、請求項4記載の燃料ディストリビュータ(100)。

【請求項6】

前記第1断面形状が実質的に円形である、請求項4又は5に記載の燃料ディストリビュータ(100)。

30

【請求項7】

流体を輸送するための単体導管(105)と、該単体導管(105)と流れ連通するよう
に結合されたディストリビュータ先端部(190)とを備える燃料ディストリビュータ(100)であって、

外側輪郭(140)を有し、金属粉末を用いて作られた本体(106)と、

前記本体(106)内に位置する流路(108)と

を含み、

前記流路が、内側輪郭(141)、入口端部(111)および出口端部(112)を有し
、

40

前記本体(106)の前記外側輪郭(140)が一般的に前記流路(108)の前記内側
輪郭(141)に適合し且つ応力を軽減するように形成され、

前記流路(108)および前記本体(106)が単体構造を有し、

前記流路(108)が、前記入口端部(111)近くの第1断面形状と、該第1断面形状
と異なる、前記出口端部(112)近くの第2断面形状とを有し、

前記流路(108)の断面形状が、前記入口端部(111)近くの前記第1断面形状(131)
から、前記出口端部(112)近くの前記第2断面形状(132)に実質的に一様
に変化する

ことを特徴とする、燃料ディストリビュータ(100)。

50

【請求項 8】

前記第1断面形状(131)が実質的に円形であり、前記第2断面形状(132)が実質的に非円形である、請求項7記載の燃料ディストリビュータ(100)。

【請求項 9】

流体を輸送するための単体導管(105)と、該単体導管(105)と流れ連通するよう結合されたディストリビュータ先端部(190)とを備える燃料ディストリビュータ(100)であって、

前記単体導管(105)が、

本体(106)と、

前記本体(106)内に位置し、入口端部(111)を有する流路(108)と
を含み、

10

前記流路が、前記本体内に位置する複数のサブ通路(109)に枝分かれし、

前記流路(108)および前記本体(106)が単体構造を有し、

前記本体は金属粉末から作られ且つ応力を軽減するように形成された輪郭を有し、

前記サブ通路(109)の断面形状が縦方向に沿って変化し、

前記流路(108)が、前記入口端部(111)近くの第1断面形状と、該第1断面形状と異なる、前記出口端部(112)近くの第2断面形状(132)とを有し、

前記流路(108)の断面形状が、前記入口端部(111)近くの前記第1断面形状から、前記出口端部(112)近くの前記第2断面形状(132)に実質的に一様に変化する

20

ことを特徴とする、燃料ディストリビュータ(100)。

【請求項 10】

前記サブ通路(109)の断面形状が縦方向に沿って変化する、請求項9に記載の燃料ディストリビュータ(100)。

【請求項 11】

流体を輸送するための単体導管(105)と、該単体導管(105)と流れ連通するよう結合されたディストリビュータ先端部(190)とを備える燃料ディストリビュータ(100)であって、

前記単体導管(105)が、

本体(106)および前記本体(106)内に位置する流路(108)を含み、

30

前記流路(108)が入口端部(111)と、出口端部(112)と、前記入口端部(111)近くの第1断面形状(131)と、該第1断面形状と異なる、前記出口端部(112)近くの第2断面形状(132)を有し、

前記流路(108)の断面形状が、前記入口端部(111)近くの前記第1断面形状(131)から、前記出口端部(112)近くの前記第2断面形状(132)に実質的に一様に変化し、

前記流路(108)および前記本体(106)が単体構造を有し前記単体導管(105)が迅速製造プロセスを使用して製造される、燃料ディストリビュータ(100)。

【請求項 12】

前記迅速製造プロセスがレーザ焼結プロセスである、請求項11記載の燃料ディストリビュータ(100)。

40

【請求項 13】

前記迅速製造プロセスがDMLSである、請求項11記載の燃料ディストリビュータ(100)。

【請求項 14】

前記本体(106)内に位置する複数の流路(108)をさらに含む、請求項11乃至13のいずれか1項に記載の燃料ディストリビュータ(100)。

【請求項 15】

前記流路(108)が内側輪郭(141)を有し、前記本体が、一般的に前記内側輪郭(141)に適合する外側輪郭(140)を有する、請求項11乃至14のいずれか1項に

50

記載の燃料ディストリビュータ(100)。

【請求項16】

前記流路(108)が流れ方向で一点に集まる、請求項11乃至15のいずれか1項に記載の燃料ディストリビュータ(100)。

【請求項17】

流体を輸送するための単体導管(105)と、該単体導管(105)と流れ連通するよう
に結合されたディストリビュータ先端部(190)とを備える燃料ディストリビュータ(100)であって、

前記単体導管(105)が、

本体(106)および前記本体(106)内に位置する複数の流路(108)を含み、
前記複数の流路(108)のそれぞれが入口端部(111)と、出口端部(112)と、
前記入口端部(111)近くの第1断面形状(131)と、該第1断面形状と異なる、前記出口端部(112)近くの第2断面形状(132)とを有し、
前記複数の流路(108)のそれぞれの断面形状が、前記入口端部(111)近くの前記第1断面形状(131)から、前記出口端部(112)近くの前記第2断面形状(132)に実質的に一様に変化し、

前記複数の流路(108)が少なくとも1つの分離壁(116)によって分離され、

前記分離壁(116)の厚さが縦方向(101)に沿って変化し、

前記複数の流路(108)および前記本体(106)が単体構造を有し前記単体導管(105)が迅速製造プロセスを使用して製造される、燃料ディストリビュータ(100)。

【請求項18】

前記複数の流路(108)が少なくとも1つの分離壁(116)によって分離される、請求項17記載の燃料ディストリビュータ(100)。

【請求項19】

前記分離壁(116)の厚さが縦方向(101)に沿って変化する、請求項18記載の燃料ディストリビュータ(100)。

【請求項20】

前記迅速製造プロセスがレーザ焼結プロセスである、請求項17乃至19のいずれか1項に記載の燃料ディストリビュータ(100)。

【請求項21】

前記迅速製造プロセスがDMLSである、請求項17乃至19のいずれか1項に記載の燃料ディストリビュータ(100)。

【請求項22】

前記複数の流路(108)のそれぞれが内側輪郭(141)を有し、前記本体が、一般的に前記内側輪郭(141)に適合する外側輪郭(140)を有する、請求項17乃至21のいずれか1項に記載の燃料ディストリビュータ(100)。

【請求項23】

前記流路(108)が流れ方向で一点に集まる、請求項17乃至22のいずれか1項に記載の燃料ディストリビュータ(100)。

【請求項24】

該複数の流路の一部が、前記入口端部(111)近くの第1断面形状と、該第1断面形状と異なる、前記出口端部(112)近くの第2断面形状(132)とを有し、前記流路(108)の断面形状が、前記入口端部(111)近くの前記第1断面形状から、前記出口端部(112)近くの前記第2断面形状(132)に実質的に一様に変化する

前記複数の流路の残部が、前記入口端部(111)から前記出口端部(112)まで実質的に一定である断面形状を有する、

請求項1乃至23のいずれか1項に記載の燃料ディストリビュータ(100)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【0001】

本発明は一般的に流体を輸送するための導管に関し、より詳細には、燃料をガスタービンエンジンで使用する燃料ノズルに輸送するための単体導管に関する。

【背景技術】

【0002】

タービンエンジンには典型的に、燃料をエンジンの燃焼器に供給するための複数の燃料ノズルが含まれる。燃料は、バーナの前端部で燃料ノズルから非常に細かい噴霧の状態で導入される。圧縮空気は燃料ノズルの周りを流れ、燃料と混合され、混合気を生じ、この混合気がバーナにより点火される。使用可能な燃料圧力が限定されており、所要の燃料流量の範囲が広いので、多くの燃料噴射器にはパイロットノズルおよび主ノズルが含まれ、始動中にはパイロットノズルのみが使用され、高出力作動中には両方のノズルが使用される。主ノズルへの流れは、始動中および低出力作動中には減少または停止する。このような噴射器は、特定の燃焼要求に合わせて、燃料流をより正確に制御し、燃料噴射をより正確に導くことができるので、シングルノズルの燃料噴射器より効率的かつ清浄に燃焼できる。パイロットノズルおよび主ノズルは、同じノズルアセンブリ内に収容することができ、または別のノズルアセンブリ内で支持することもできる。また、これらのデュアルノズル燃料噴射器は、デュアル燃焼器のために燃料をさらに制御することを可能にするように構成することができ、さらに高い燃料効率と有害な放出物の削減をもたらす。点火した混合気の温度は 3500°F (1920°C) より高く達する可能性がある。したがって、燃料供給導管、流路および分配システムは、実質的に漏れがなく、炎および熱から保護されていることが重要である。

10

【0003】

長い間継続的にタービンエンジンの作動中の高温に曝露されると、導管および燃料ノズルに熱応力が誘発される場合があり、これは導管および燃料ノズルを損傷するおそれがあり、かつ導管および燃料ノズルの作動に悪影響を与えるおそれがある。たとえば、熱応力は、導管内の燃料流の減少を引き起こす場合があり、タービンエンジン内の過剰燃料の不均等分配につながる場合がある。さらに、長い間継続的に損傷した燃料ノズルで作動すると、タービンの効率性が減少し、タービン構成部品が損傷し、および / またはエンジン排ガス温度マージンが減少することになるおそれがある。

20

【0004】

30

タービンエンジン内に設置した燃料ノズルのライフサイクルを改善すると、タービンエンジンの寿命を延長することができる。知られている燃料ノズルには、送達システムおよび支持システムが含まれる。流体を輸送するための導管を含む送達システムは、燃料をタービンエンジンに送達し、支持システムによって、タービンエンジン内で支持され、遮蔽される。より詳細には、知られている支持システムは送達システムを囲み、したがって、燃料ノズルを介して流れる流体によって冷却される送達システムより高い温度に曝され、高い作動温度を有する。外側および内側の輪郭および厚さを設定することで、導管および燃料ノズルの熱応力を減少させることができる。

【0005】

40

たとえば、燃料ノズルならびにその関連した導管などの、従来のガスタービンエンジン構成部品は、一般的に、製作および / または修理するのは高価である。というのは、燃料を輸送するための複雑な導管を有する従来の燃料ノズル設計には、複雑なアセンブリ、および 30 点を超える構成部品の接合が含まれるので。より詳細には、ろう接継手を使用すると、当該構成部品を製作するのに必要な時間が増加することがあり、また、ろう付け合金の配置を可能にする適正な領域の必要性、不要なろう付け合金が流れるのを最小化する必要性、ろう付け品質を検証するための許容される検査技術の必要性、前のろう接継手を再溶融することを防ぐために使用可能ないいくつかのろう付け合金を有する必要性を含めて、いくつかの理由のいずれかのために製作プロセスが複雑になることがある。さらに、多数のろう接継手は、構成部品の母材を脆弱にし得る、いくつかのろう付けの流れ (brazing run) をもたらす場合がある。多数のろう接継手が存在することで、構成部品の重量およ

50

び製造コストを増加する場合があり、好ましくない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

したがって、漏れの可能性および前述の他の望ましくない影響を低減するための単体構造を有する、たとえば、燃料ノズルのための燃料供給導管などの、流体を輸送するための導管を有することが望ましいであろう。コストを削減し、組立てが容易なように、単体構造を有する複雑な形状を備えた流体供給導管を有することが望ましい。燃料ノズルのための燃料供給導管などの、流体を輸送するための複雑な3次元形状を有する、単体導管を製造する方法を有することが望ましい。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記必要性（1つまたは複数）は、単体導管を製作する方法であって、少なくとも1つの流路を有する単体導管の3次元情報を決定するステップと、各スライスが単体導管の断面層を定義する複数のスライスに3次元情報を変換するステップと、レーザエネルギーを使用して金属粉末を溶解することによって単体導管の各層を次々に形成するステップとを含む、単体導管を製作する方法を提供する例示的実施形態によって満たすことができる。本発明の別の態様では、本体および流路を含む単体導管であって、流路および本体が単体構造を有し、迅速製造プロセスを使用して製造される単体導管が開示される。別の実施形態では、単体導管105は、断面形状が第1断面形状から第2断面形状に変化する流路を有する。別の実施形態では、本体106の外側輪郭140は、一般的に流路108の内側輪郭141に適合する。別の実施形態では、流路108は、複数のサブ通路109に枝分かれする。

20

【0008】

本発明とみなされる主題は、本明細書の結びの部分で特に指摘され、明確に特許請求されている。しかし、本発明は、添付図面と共に以下の記述を参照すれば最もよく理解できる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】ハイバイパススターボファンのガスタービンエンジンの概略図である。

30

【図2】本発明の例示的実施形態による単体導管を有する燃料ディストリビュータの等角図である。

【図3】図2に示した単体導管の横軸断面図である。

【図4】本発明の代替例示的実施形態による単体導管を有する燃料ディストリビュータの等角図である。

【図5】図4に示した単体導管の横軸断面図である。

【図6】本発明の別の代替例示的実施形態による単体導管を有する燃料ディストリビュータの等角図である。

【図7】図6に示した単体導管の入口端部近くの横軸断面図である。

【図8】図6に示した単体導管の中間位置での横軸断面図である。

40

【図9】図6に示した単体導管の出口端部近くの横軸断面図である。

【図10】本発明の別の例示的実施形態による単体導管の等角縦軸断面図である。

【図11】本発明の例示的実施形態による単体導管を有する例示的燃料ノズルの等角図である。

【図12】図11に示した例示的燃料ノズルの部分的等角断面図である。

【図13】図11に示した例示的燃料ノズルの部分的等角断面図である。

【図14】単体導管を製作する方法の例示的実施形態を示す流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

次に、図を通して同じ番号が同じ要素を示す図面を詳細に参照すると、図1は、液体燃

50

料を燃料噴射器へ輸送するための単体導管の例示的実施形態を内蔵する例示的ガスタービンエンジン 10 (ハイバイパスタイプ) を略図形式で示す。例示的ガスタービンエンジン 10 は、参照目的のためにそこを通る軸方向中心線軸 12 を有する。エンジン 10 には望ましくは、全体として数字 14 で識別されるコアガスタービンエンジンおよびそこから上流に配置されるファンセクション 16 が含まれる。コアエンジン 14 には典型的に、環状入口 20 を画定する、全体としてチューブ状の外側ケーシング 18 が含まれる。外側ケーシング 18 は、コアエンジン 14 に入る空気の圧力を第 1 圧力レベルまで上昇させるために、ブースタ 22 をさらに囲み、支持する。高圧の多段式軸流圧縮器 24 は、ブースタ 22 から圧縮空気を受け、空気の圧力をさらに増加させる。圧縮空気は燃焼器 26 に流れ、そこで、燃料が圧縮空気の流れに注入され、点火し、圧縮空気の温度およびエネルギーレベルを上昇させる。高エネルギー燃焼生成物は、第 1 (高圧) ドライブシャフト 30 を介して高圧圧縮器 24 を駆動するために、燃焼器 26 から第 1 (高圧) タービン 28 に流れ、次に、第 1 ドライブシャフト 30 と同軸である第 2 (低圧) ドライブシャフト 34 を介してブースタ 22 およびファンセクション 16 を駆動するために第 2 (低圧) タービン 32 に流れる。タービン 28 と 32 のそれぞれを駆動した後、燃焼生成物は、排気ノズル 36 を介してコアエンジン 14 から離れ、エンジン 10 のジェット推進スラストの少なくとも一部を提供する。

【0011】

ファンセクション 16 には、環状ファンケーシング 40 に囲まれた回転可能な軸流ファンロータ 38 が含まれる。ファンケーシング 40 が、複数の実質的に半径方向に延びる、周方向で離間された出口ガイドベーン 42 によって、コアエンジン 14 から支持されていることが理解されるであろう。このようにして、ファンケーシング 40 は、ファンロータ 38 およびファンローターブレード 44 を囲む。ファンケーシング 40 の下流セクション 46 は、コアエンジン 14 の外側部分の上に延び、追加のジェット推進スラストを提供する 2 次的、またはバイパス空気流導管 48 を画定する。

【0012】

流れの観点から、矢印 50 で表示される初期空気流が、入口 52 を介しファンケーシング 40 まで、ガスタービンエンジン 10 に入ることが理解されるであろう。空気流 50 はファンブレード 44 を通過し、導管 48 を介して移動する第 1 圧縮空気流 (矢印 54 により表示) と、ブースタ 22 に入る第 2 圧縮空気流 (矢印 56 により表示) とに 2 つに分かれる。

【0013】

第 2 圧縮空気流 56 の圧力は増加し、矢印 58 により表示されるように、高圧圧縮器 24 に入る。燃料と混合し、燃焼器 26 で燃焼した後、燃焼生成物 60 は燃焼器 26 から出て、第 1 タービン 28 を介して流れ。次に、燃焼生成物 60 は、第 2 タービン 32 を介して流れ、排気ノズル 36 から出て、ガスタービンエンジン 10 のスラストの少なくとも一部を提供する。

【0014】

燃焼器 26 には、縦軸 12、ならびに入口 64 および出口 66 と同軸である環状燃焼室 62 が含まれる。上記のように、燃焼器 26 は高圧圧縮器排出出口 69 からの圧縮空気の環状の流れを受ける。この圧縮器排出空気の一部は、混合器 (図示せず) 内に流入する。燃料は燃料ノズル先端部アセンブリから注入され、空気と混合し、混合気を形成し、この混合気が燃焼のために燃焼室 62 に送られる。混合気の点火は適正な点火装置により達成され、結果として生じる燃焼ガス 60 は、環状の、第 1 段タービンノズル 72 に向かって軸方向に流れ、その中に入る。ノズル 72 は、ガスが角度をなして流れ、第 1 タービン 28 の第 1 段タービンブレードに作用するように、ガスを回転させる複数の半径方向に延びる、周方向で離間されたノズルベーン 74 を含む、環状流路により画定される。図 1 に示したように、第 1 タービン 28 は望ましくは、第 1 ドライブシャフト 30 を介して高圧圧縮器 24 を回転させる。低圧タービン 32 は望ましくは、第 2 ドライブシャフト 34 を介してブースタ 24 およびファンロータ 38 を駆動する。

10

20

30

40

50

【0015】

燃焼室 62 はエンジン外側ケーシング 18 内に収容される。燃料は、たとえば図 11、12 および 13 に示したような燃料ノズルにより燃焼室に供給される。液体燃料は、たとえば図 2、4、6 および 10 に示したような単体導管 105（すなわち、単体構造を有する導管）を介して輸送される。単体導管 105 は、ステム 102 内に位置し、燃料ディストリビュータ先端部 190 に結合してよい。パイロット燃料および主燃料は、従来の手段を使用して、燃料ノズル先端部アセンブリによって燃焼器 26 に噴霧される。タービンエンジンの作動中、当初、パイロット燃料は、始動およびアイドリング運転などの所定のエンジン作動状態の間、パイロット燃料通路 153（たとえば、図 10 参照）を介して供給される。パイロット燃料は、パイロット燃料出口 162 を介して、燃料ディストリビュータ先端部 190 から排出される。追加出力が要求されるとき、主燃料が主燃料通路 151、152（たとえば、図 10 参照）を介して供給され、主燃料は主燃料出口 161 を使用して噴射される。

【0016】

図 2～10 は、流体を輸送するための単体導管 105 の本発明の例示的実施形態を示す。用語「単体」は、本明細書に記載の導管 105 などの関連構成部品が、製造中に一体成形として製造されることを意味するために、本出願では使用される。したがって、単体構成部品は、構成部品全体に一体式構造を有しており、結合されて単一構成部品を形成する複数の構成部品部分品で製造される構成部品とは異なる。

【0017】

図 2 は、本発明の例示的実施形態による単体導管 105 を有する燃料ディストリビュータ 100 の等角図を示す。図 2 に示した例示的燃料ディストリビュータ 100 は、単体導管 105 およびディストリビュータ先端部 190 を含む。単体導管 105 およびディストリビュータ先端部 190 は、以降に本明細書に記載する方法を使用して製造される、図 2 に示したような単体構造を有してよい。あるいは、燃料ディストリビュータ 100 は、ディストリビュータ先端部 190 と単体導管 105 を個別に製造し、ディストリビュータ先端部 190 が単体導管 105 と流れ連通するように、適正な従来の接続手段を使用してそれらを結合することによって製作してもよい。

【0018】

図 2～10 に示したように、単体導管 105 は本体 106 内に位置する 1 つまたは複数の流路 108 を含む。単体導管 105 は入口端部 111 および出口端部 112 を有する。流体は入口端部 111 で導管 105 に入り、出口端部 112 に向かって縦方向 101 に流れ、出口端部 112 で導管 105 から出る。図 3 は、図 2 に示した例示的単体導管の横軸断面図を示す。図 2 に示したように、単体導管 105 は外側輪郭 140 と、本体 106 内に位置する多数の流路 108 を有する本体 106 を含む。流路は断面形状 120 および内側輪郭 141 を有する。図 3 に示した例示的実施形態では、4 つの通路があり、それぞれが円形断面形状を有する。図 2 に示したように、流路は異なる寸法を有してよい。たとえば、図 2 に示した例示的実施形態では、2 つの外側に位置する通路 155、157 はパイロット燃料流路であり、2 つの内側の通路 151、152 は、燃料ディストリビュータ 100 に使用する主燃料流路である。それぞれの流路 108 は、たとえば、流路 108 の内側輪郭 141 を本体 106 の外側輪郭 140 から分離する、品目 114 として示したような、壁を有する。本体 106 内に隣接して位置する流路 108 は、たとえば、品目 116 として示したような、分離壁によって相互に分離されている。図 2 および 3 に示した例示的実施形態では、主流路 151、152 はそれぞれ約 0.060 インチ（約 0.152 cm）と 0.150 インチ（約 0.381 cm）の間の直径を有し、パイロット流路 155、157 はそれぞれ約 0.040 インチ（約 0.102 cm）と 0.150 インチ（約 0.381 cm）の間の直径を有する。壁 114 は、約 0.020 インチ（約 0.051 cm）と 0.060 インチ（約 0.152 cm）の間の厚さを有する。分離壁 116 は約 0.020 インチ（約 0.051 cm）と 0.060 インチ（約 0.152 cm）の間の厚さを有する。

10

20

30

40

50

【0019】

円形断面は通常、製造上の要件に基づき、流路で選択されてきた。しかし、たとえば熱応力に曝される燃料回路におけるなど、特定の場合には、非円形断面を有する流路118を有することは有利である。流路108の内側部分および本体106の外側輪郭140を適正に輪郭を形作ることによって、流路108の応力集中を軽減することができる。流路108は円形(図3参照)であってもよいし、橢円形(図5)であってもよい。円形通路であれば、縦は短いが、幅が広くなるであろう。橢円形通路であれば、幅は狭いが、縦が長くなるであろう。幅が狭くなると、単体導管105の供給部分でより可撓性をもたらし、本体106の熱応力の軽減を促進する。図4は、本発明の代替例示的実施形態による単体導管105を有する燃料ディストリビュータの等角図であり、そこでは流路118は非円形断面形状121を有する。図5は、図4に示した単体導管105の横軸断面図を示す。各流路118の内側輪郭141は円形、非円形、または円形と非円形の適正な組合せであるように選択することができる。図5は、円形輪郭を備えた1つの流路と、非円形輪郭141を備えた3つの流路118とを有する単体導管105の例示的実施形態を示す。各流路118は、その内側輪郭141を本体106の外側輪郭140から分離する壁114を有する。本体106内に隣接して位置する流路118は、分離壁116により相互に分離される。図5に示した例示的実施形態では、非円形流路118は、約0.004平方インチ(約0.026cm²)と0.018平方インチ(約0.116cm²)の間の断面積を有し、円形パイロット流路は、約0.005平方インチ(約0.0323cm²)の断面積を有する。壁114は、約0.020インチ(約0.051cm)と0.060インチ(約0.152cm)の間の厚さを有する。分離壁116は、約0.020インチ(約0.051cm)と0.060インチ(約0.152cm)の間の厚さを有する。

【0020】

図2～5に示した単体導管105の例示的実施形態では、流路108の断面形状120、121は単体導管105の入口端部111から出口端部112まで実質的に一定を維持する。同様に、各流路108の断面積は、単体導管105の入口端部111から出口端部112まで実質的に一定であってよい。あるいは、流路108の断面積は、燃料ノズルのディストリビュータ先端部190内で適正な流量特性を達成するように、単体導管105の入口端部111から出口端部112まで、望ましくは実質的に一様に変化してもよい。たとえば、入口端部111と出口端部112の間で、望ましくは実質的に一様に流量範囲を減少することにより、単体導管105内のいくつかの流路108の流体を加速することが可能である。

【0021】

いくつかの用途では、入口端部111と出口端部112の間で、単体導管105の流路108の内側輪郭141および断面積を変化させることが有利である。図6～9は、入口端部111近くの第1断面形状131および出口端部112近くの第2断面形状132を有する、4つの流路108を有する単体導管105の例示的実施形態を示す。断面形状141は、入口端部111近くの第1断面形状131と出口端部112近くの第2断面形状132の間で実質的に一様に変化する。図7～9は、入口端部111近く、出口端部112のところ、および入口端部111と出口端部112の間の中間位置での、単体導管105の横軸断面を示す。図7～9に示すように、第1断面形状131は、4つの通路108のそれぞれが円形である。出口端部112近くの第2断面形状132は、流路のうち3つは非円形であり、第4通路(パイロット通路153)は円形のままである。図8は、中間位置での断面を示し、3つの流路118について円形断面から非円形断面への変化を示す。

【0022】

断面形状131、132を変化させるのに加えて、熱応力および重量を減少させるために単体導管105の壁114および分離壁116の厚さを変化させることが有利である場合がある。たとえば、単体導管105は、単体導管105の熱応力を減少させるために、入口端部111近くのバルブろう付け領域からのより厚い部分から、ディストリビュータ

10

20

30

40

50

先端部 190 近くに位置する出口端部 112 近くのより薄い部分へ変化してよい。燃料通路 108 の壁の厚さ 114 は、図 7 に示すように重量を減少させるために、特定の断面で実質的に一定に維持してよい。あるいは、特定の断面では、本体 106 の外側輪郭 140 および流路 108 の壁の厚さ 114 は、図 5 に示すように、右端と左端の流路の間で平坦な外側表面を獲得するように輪郭を形作ってよい。断面位置における熱応力プロファイルに基づいて、単体導管 105 の異なった断面位置で、上記の手段の組合せを有することが有利である場合もある。単体導管 105 の断面および外側輪郭 140 は、本体 106 (図 7 ~ 9 参照) の通路の形状に概して適合するように成形してよい、またはそれらは滑らかな外側表面 (図 3、5 参照) を有するように成形してよい。単体導管 105 の燃料ノズル用途では、下記のように、パイロット供給導管を介して流れる燃料が、本体 106 および導管本体内に位置する流体通路を冷却し、熱応力の減少を促進するように、1 つまたは複数のパイロット供給導管を位置することは可能である。

【0023】

図 10 は、燃料ノズルの液体燃料を輸送するために使用する例示的単体導管 105 の部分的断面等角図である。例示的実施形態では、単体導管 105 には、燃料ノズル内への主燃料通路として役割を果たす本体 106 内に位置する流路 108 と、本体 106 内で延びるパイロット燃料通路 153 とが含まれる。パイロット燃料通路 153 からの燃料は、パイロット供給チューブ 154 により燃料ノズル内に導かれ、パイロット燃料出口 162 を介して出る。いくつかの単体導管 105 では、たとえば図 10 に示したように、2 つ以上のサブ通路 109、110 に枝分かれする流路 108 を有することは有利である。単体導管 105 を燃料ノズルに適用するために図 10 に示したように、流路 108 は第 1 主通路 151 と第 2 主通路 152 に枝分かれする。液体燃料は主通路入口 126 を介してノズル内に供給され、流路 108 に入る。次に、燃料流は 2 つの流れに枝分かれし、一方は第 1 主通路 151 を介し、他方は第 2 主通路 152 を介して、その後ディストリビュータ先端部 190 に入る。図 10 に示したように、主燃料通路 108、サブ通路 151、152、およびパイロット燃料通路 153 は、入口端部 111 と出口端部 112 の間で、本体 106 で一般的に縦方向 101 に軸に沿って延びる。

【0024】

本明細書に記載のように単体導管 105 を有し、ガスタービンエンジン燃料ノズルで使用される、例示的燃料ディストリビュータ 100 が、図 11 ~ 13 に示してある。例示的実施形態では、単体導管 105 は、ガスタービンエンジン 10 に搭載するためのフランジ 160 を有する、ステム 102 内に位置する。単体導管 105 は、ステムの内側と、単体導管 105 の本体 106 との間に隙間 107 ができるように、ステム 102 内に位置する。隙間 107 は、熱、およびガスタービンエンジンの燃料ノズルを囲む他の悪環境条件から、単体導管 105 を絶縁する。単体導管 105 の追加冷却は、隙間 107 内の循環空気により達成される。単体導管 105 は、ろう付けなどの従来の接続手段を使用してステム 102 に接続される。あるいは、単体導管 105 およびステム 102 は、たとえば、本明細書に記載の、直接レーザ金属焼結のように、迅速製造方法により製造されてよい。例示的実施形態では、燃料ディストリビュータ先端部 190 は、主燃料通路 (第 1 主通路 151 および第 2 主通路 152) ならびにパイロット燃料通路 153 が、たとえば図 13 に示したように、燃料ディストリビュータ先端部 190 と流れ連通して結合するように、単体導管 105 およびステム 102 から延びる。詳細には、主燃料通路 151、152 は、燃料ディストリビュータ先端部 190 内で画定された主燃料回路に、流れ連通して結合される。同様に、1 次パイロット通路 155 および 2 次パイロット通路 157 は、燃料ノズル内に内向きに半径方向に配置された、対応するパイロット噴射器 (図示せず) と流れ連通して結合される。

【0025】

図 2 ~ 3 に示した単体導管 105 の例示的実施形態、および図 4 ~ 13 に示した単体導管 105 の代替実施形態は、直接金属レーザ焼結 (DMLS)、レーザネットシェーブ製造 (LNSM)、電子ビーム焼結および他の製造で知られているプロセスなどの、迅速製

10

20

30

40

50

造プロセスを使用して製造できる。DMLSは、本明細書に記載の燃料ディストリビュータ60、160およびスワーラ50などの単体燃料ノズル構成部品を製造する好ましい方法である。

【0026】

図14は、本明細書に記載の単体導管105を製作する方法200の例示的実施形態を説明する流れ図である。方法200には、直接金属レーザ焼結(DMLS)を使用して単体導管105(図2~13に図示)を製作するステップが含まれる。DMLSは、構成部品の3次元情報、たとえば、3次元コンピュータモデルを使用して金属構成部品を製作する、知られている製造プロセスである。3次元情報は複数のスライスに変換され、各スライスは所定の高さのスライスの構成部品の断面を定義する。次に、構成部品は、完了するまで、スライスごとに、または層ごとに、「ビルドアップ」される。構成部品の各層は、レーザを使用して金属粉末を溶解することで形成される。

10

【0027】

したがって、方法200には、単体導管105の3次元情報を決定するステップ205と、各スライスが単体導管105の断面層を定義する複数のスライスに3次元情報を変換するステップ210とが含まれる。次に、単体導管105は、DMLSを使用して製作され、またはより詳細には、各層が、レーザエネルギーを使用して金属粉末を溶解することにより215で次々に形成される。各層は約0.0005インチ(約0.0013cm)と約0.001インチ(約0.0025cm)の間の寸法を有する。単体導管105は、任意の適正なレーザ焼結機械を使用して製作してよい。適正なレーザ焼結機械の例には、限定はされないが、ミシガン州NoviのEOS of North America, Inc.から入手可能なEOSINT.RTM.M270DMLSマシン、PHENIX PM250マシン、および/またはEOSINT.RTM.M 250 X tended DMLSマシンが含まれる。単体燃料ノズル構成部品50、60、160を製作するのに使用する金属粉末は、望ましくは、コバルトクロムを含む粉末であるが、限定はされないが、HS188およびINC0625などの、任意の他の適正な金属粉末であってよい。金属粉末は、約10ミクロンと74ミクロンの間の粒径を有することができるが、望ましくは約15ミクロンと約30ミクロンの間である。

20

【0028】

単体導管105を製造する方法は、好ましい方法としてDMLSを使用すると本明細書には記載されているが、層ごとの構築または追加製作を使用する任意の他の適正な迅速製造方法も使用できることは、当業者には理解されよう。これら代替の迅速製造方法には、限定はされないが、選択的レーザ焼結(SLS)、インクジェットおよびレーザジェットなどによる3D印刷、ステレオリトグラフィ(SLS)、直接選択的レーザ焼結(DSL)、電子ビーム焼結(EBS)、電子ビーム溶解(EBM)、レーザ技術ネットシェーピング法(LENS)、レーザネットシェーピング製造(LNSM)および直接金属堆積(DMD)が含まれる。

30

【0029】

タービンエンジン(図11~13参照)の燃料ディストリビュータ100のための単体導管105は、知られている燃料ノズルより、含まれる構成部品および継手が少ない。詳細には、上記単体導管105は、たとえば、本明細書の図2~13に品目108、118、155、157、151および152として示した1つまたは複数の流路を有する一体形本体106を使用するので、必要とする構成部品がより少ない。結果として、記載の燃料ディストリビュータ100は、知られている燃料ディストリビュータに対し、より軽く、よりコストがかからない代替を提供する。さらに、記載の単体導管105は、知られている導管と比較して、漏れまたは故障の機会が少なくなり、より容易に修理が可能になる。

40

【0030】

本明細書で使用されるように、単数形で列挙され又は数詞がないステップは、複数を除外することが明確に説明されていない限り、複数の前記要素またはステップを除外しない

50

と理解されるべきである。本明細書に記載および／または例示した単体ベンチュリ 500、600 の要素／構成部品／ステップなどを導入するとき、数詞がないことや「前記」などの冠詞は、1つまたは複数の要素／構成部品／などがあることを意味することを意図する。用語「comprising (含む)」、「including (含む)」および「having (有する)」は包括的であり、例挙した要素／構成部品／など以外に追加の要素／構成部品／などがあり得ることを意味することを意図する。さらに、本発明の「一実施形態」に言及することは、例挙した特徴も組み込む追加の実施形態が存在することを除外すると解釈されることは意図していない。

【0031】

本明細書に記載の方法および単体導管 105 は、液体燃料をタービンエンジンに供給することとの関連で記載されているが、本明細書に記載の単体導管 105 およびその製造の方法は、燃料ディストリビュータまたはタービンエンジンに限定されないことは理解されたい。描かれた単体導管 105 または燃料ディストリビュータ 100 の構成部品は、本明細書に記載の特定の実施形態に限定はされず、むしろ、これらは本明細書に記載の他の構成部品と独立して、個別に利用できる。

10

【0032】

本書は、最良の形態を含み、本発明を開示するために、また当業者が本発明を製造および使用できるようにするために、例示を使用するものである。本発明の特許性のある範囲は、特許請求の範囲により定義され、当業者が気付く他の例示も含まれる場合がある。このような他の例示は、その例示が本特許請求の範囲の文言上の用語と異なる構造要素を有する場合、またはその例示が本特許請求の範囲の文言上の用語とごくわずかな差異を伴う等価の構造要素を含む場合は、本特許請求の範囲内にあることを意図するものである。

20

【符号の説明】

【0033】

1 0	タービンエンジン	30
1 1	ディストリビュータ軸	
1 2	軸方向中心線軸	
1 6	ファンセクション	
1 8	外側ケーシング	
2 0	環状入口	
2 2	ブースタ	
2 4	多段式軸流圧縮器	
2 6	燃焼器	
2 8	タービン	
3 0	ドライブシャフト	
3 2	タービン	
3 4	ドライブシャフト	
3 6	排気ノズル	
3 8	軸流ファンロータ	40
4 0	環状ファンケーシング	
4 2	ガイドベーン	
4 4	ファンブレード	
4 6	下流セクション	
4 8	導管	
5 0	空気流／スワーラ	
5 2	入口	
5 4	空気流	
5 6	空気流	
5 8	空気流	50

6 0	燃焼生成物 / 燃焼ガス / 燃料ディストリビュータ	
6 2	燃焼室	
6 4	入口	
6 6	出口	
6 8	ノズル先端部アセンブリ	
6 9	出口	
7 2	タービンノズル	
7 4	ノズルベーン	
1 0 0	ディストリビュータ	
1 0 1	縦方向	10
1 0 2	ステム	
1 0 5	単体導管	
1 0 6	本体	
1 0 7	隙間	
1 0 8	流路	
1 0 9	サブ通路	
1 1 0	サブ通路	
1 1 1	入口端部	
1 1 2	出口端部	
1 1 4	壁	20
1 1 6	分離壁	
1 1 8	流路	
1 2 0	断面形状	
1 2 1	断面形状	
1 2 6	主通路入口	
1 3 1	断面形状	
1 3 2	断面形状	
1 4 0	外側輪郭	
1 4 1	内側輪郭	
1 5 1	主燃料通路 / 流路	30
1 5 2	主燃料通路 / 流路	
1 5 3	パイロット燃料通路	
1 5 4	パイロット供給チューブ	
1 5 5	通路 / 流路	
1 5 7	通路 / 流路	
1 6 0	フランジ / 燃料ディストリビュータ	
1 6 1	主燃料出口	
1 6 2	パイロット燃料出口	
1 6 3	パイロット燃料噴射器	
1 9 0	燃料ディストリビュータ先端部	40
3 0 0	ディストリビュータ	
3 0 1	ディストリビュータリング本体	
3 0 2	主流路	
3 0 3	主流路	
3 0 4	主流路	
3 0 5	主流路	
3 0 6	壁	
3 0 7	入口部	
3 0 8	主流出口通路	
3 0 9	燃料噴射	50

3 1 0	燃料ポスト	
3 1 2	熱シールド	
3 1 4	熱シールド	
3 1 6	絶縁用隙間	
3 1 7	流体流れ方向	
3 1 8	流体流れ方向	
4 0 1	パイロット入口	
4 0 2	パイロット流路	
4 0 3	流入路	
4 0 4	パイロット流路	10
4 0 5	流出路	
4 0 6	パイロット燃料の流れ方向	
5 0 2	パイロット流路	
5 0 3	流入路	
5 0 4	パイロット流路	
5 0 5	パイロット流流出路	
5 0 6	パイロット燃料の流れ方向	
5 0 7	パイロット入口部	
5 1 6	絶縁用隙間	
5 6 3	パイロット燃料噴射器	20
6 0 1	ディストリビュータリング本体	
6 0 2	パイロット流路	
6 0 3	主流路	
6 0 4	主流路	
6 1 0	燃料ポスト	
6 1 1	熱シールド	
6 1 2	前方熱シールド部	
6 1 4	後方熱シールド部	
6 1 6	絶縁用隙間	
6 5 4	パイロット供給チューブ	30
6 6 1	主燃料出口	
6 6 3	パイロット噴射器	
6 7 0	環状リング	
6 7 2	環状リング壁	
6 7 4	スロット	
6 8 0	冷却孔	

【図1】

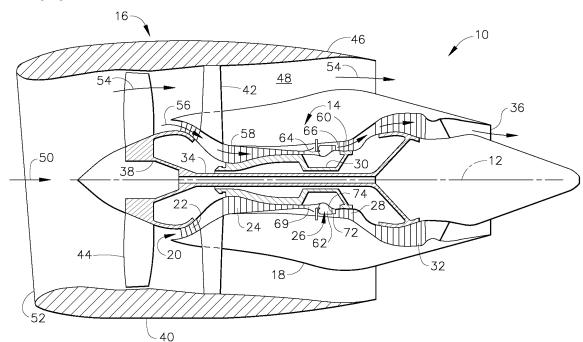


FIG. 1

【図2】

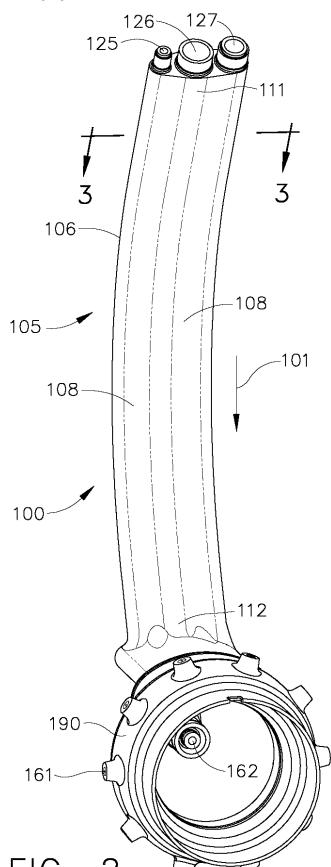


FIG. 2

【図3】

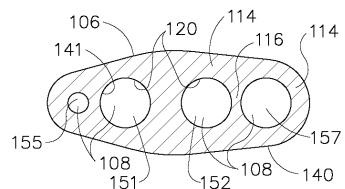


FIG. 3

【図4】

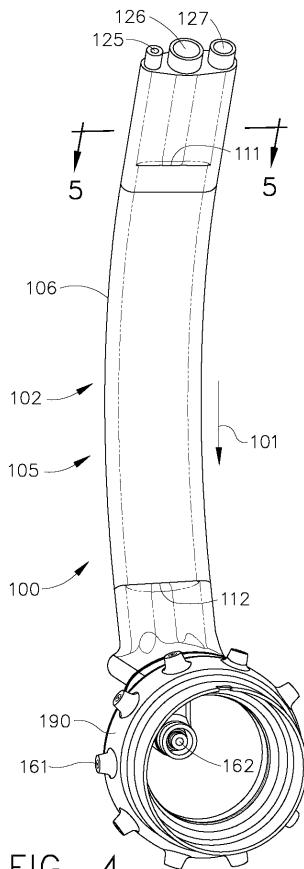


FIG. 4

【図5】

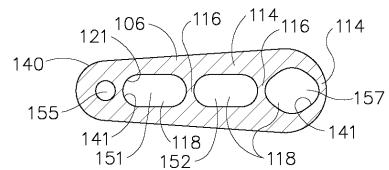


FIG. 5

【図6】

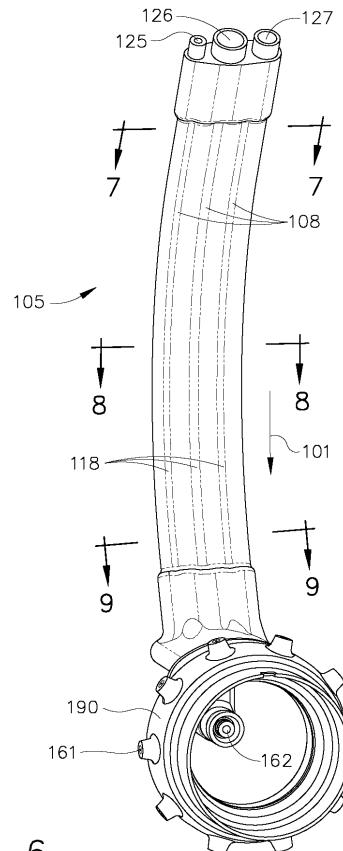


FIG. 6

【図7】

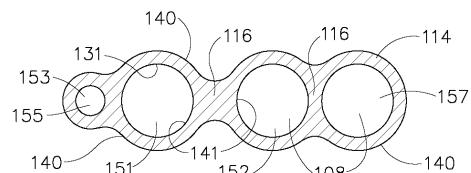


FIG. 7

【図8】

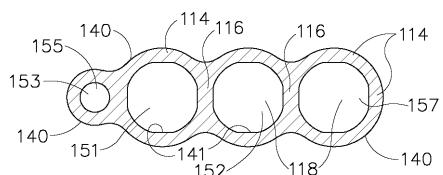


FIG. 8

【図9】

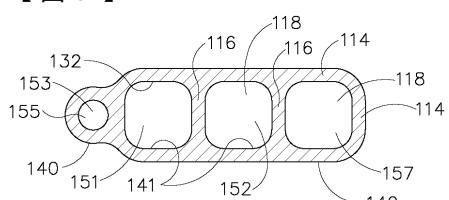


FIG. 9

【図10】

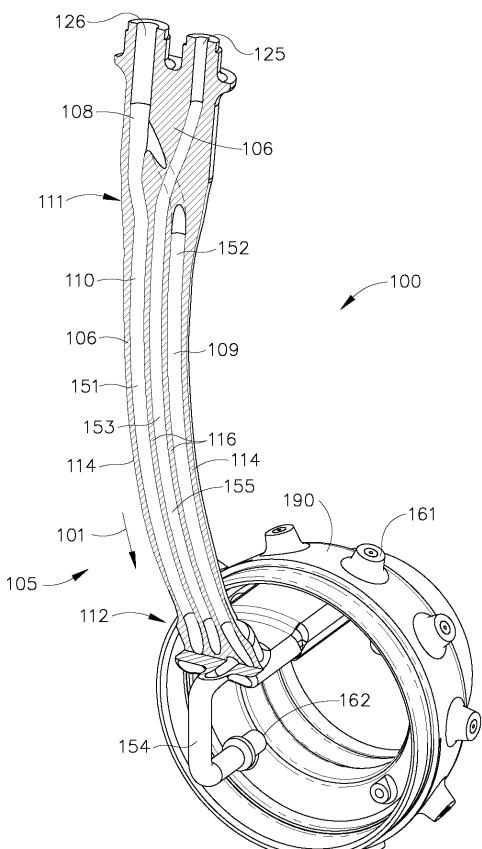


FIG. 10

【図11】

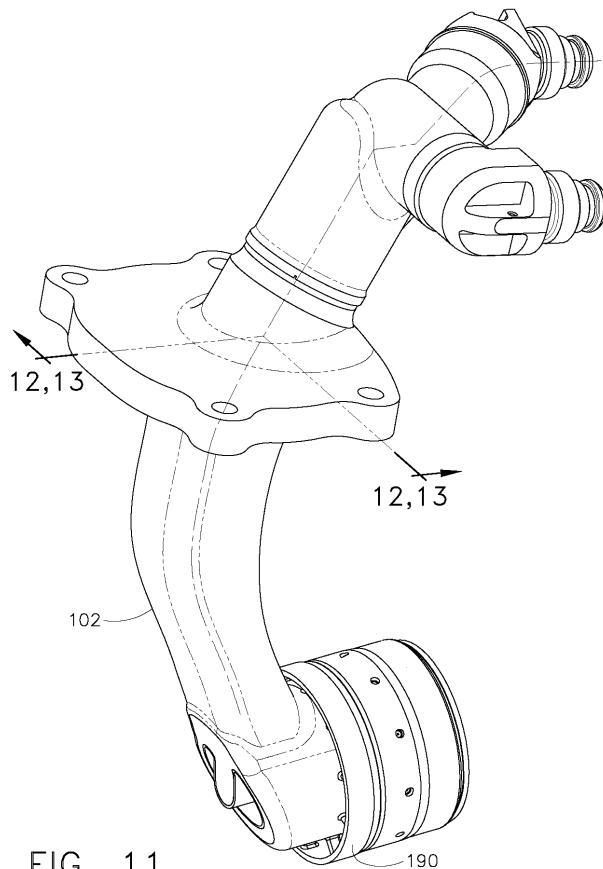


FIG. 11

【図12】

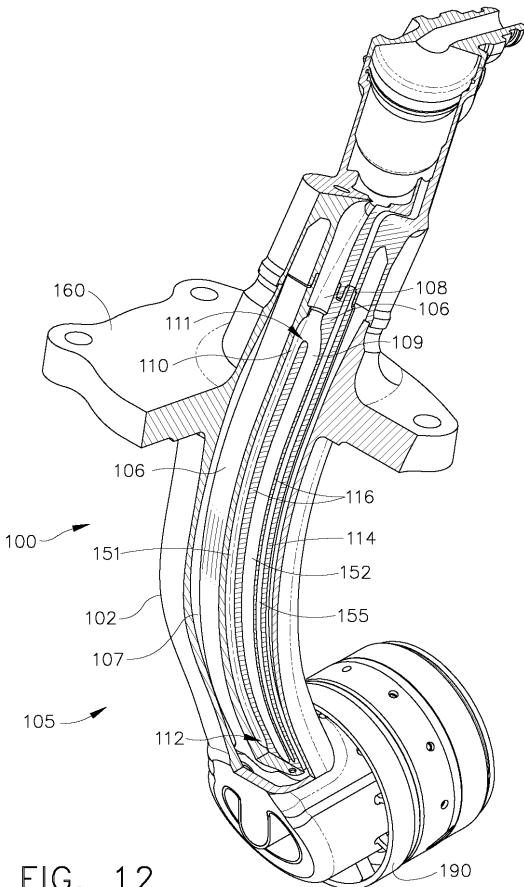


FIG. 12

【図13】

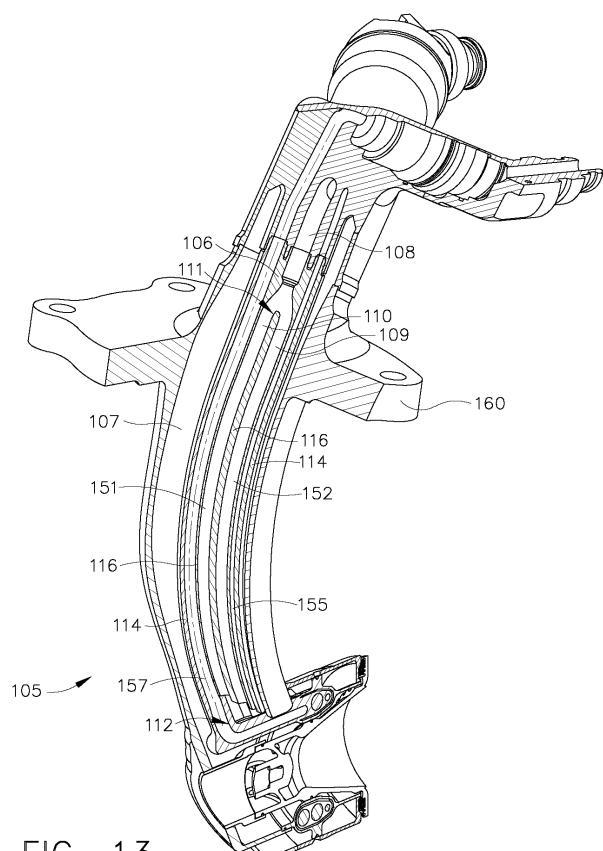


FIG. 13

【図14】

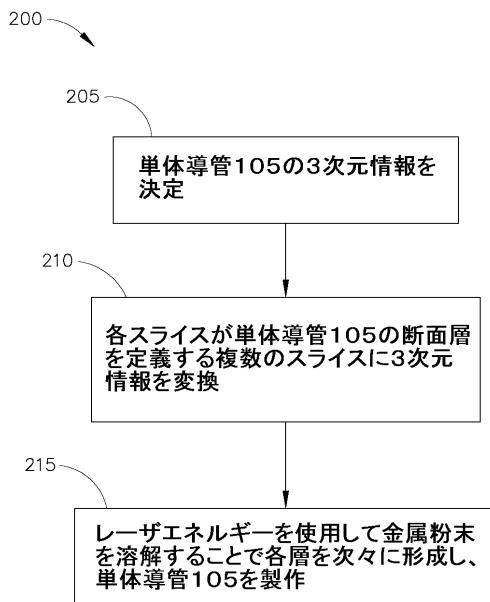


FIG. 14

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

F 0 1 D 25/00

X

B 2 3 K 26/34

(31)優先権主張番号 12/182,469

(32)優先日 平成20年7月30日(2008.7.30)

(33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 ベンジャミン,マイケル・エイ

アメリカ合衆国、オハイオ州・45242、シンシナッティ、ウォルナット・リッジ・コート、9
960番

(72)発明者 マンシーニ,アルフレッド

アメリカ合衆国、オハイオ州・45241、シンシナッティ、ギベルニー・ブルバード、10
210番

審査官 米澤 篤

(56)参考文献 特開2007-155318(JP, A)

特開2004-168610(JP, A)

特開平3-146606(JP, A)

特表2006-524579(JP, A)

特開2000-296561(JP, A)

特開2003-129862(JP, A)

特開平11-237047(JP, A)

特開2005-344717(JP, A)

特開2005-76639(JP, A)

実開昭62-150543(JP, U)

実開昭58-041471(JP, U)

国際公開第2006/079459(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 2 C 7 / 2 2

B 2 3 K 2 6 / 3 4

F 0 1 D 2 5 / 0 0

F 0 2 C 7 / 0 0

F 2 3 R 3 / 2 8