

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5226981号
(P5226981)

(45) 発行日 平成25年7月3日(2013.7.3)

(24) 登録日 平成25年3月22日(2013.3.22)

(51) Int. Cl. F I
FO2C 7/047 (2006.01) FO2C 7/047
FO1D 25/24 (2006.01) FO1D 25/24 D
 FO1D 25/24 T

請求項の数 9 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2007-195869 (P2007-195869)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成19年7月27日 (2007.7.27)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2008-32012 (P2008-32012A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタデー、リバーロード、1番
(43) 公開日	平成20年2月14日 (2008.2.14)	(74) 代理人	100137545
審査請求日	平成22年7月21日 (2010.7.21)		弁理士 荒川 聡志
(31) 優先権主張番号	11/460, 898	(74) 代理人	100105588
(32) 優先日	平成18年7月28日 (2006.7.28)		弁理士 小倉 博
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久
		(72) 発明者	カッターライチェリ・スリニヴァサン・ヴェンカタラマニ
			アメリカ合衆国、オハイオ州、ウエスト・チェスター、ホーリーホック・コート、5545番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ヒートパイプを用いたタービンエンジン用熱伝達装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半径方向に延在するストラット部材(20)の列を内部に配置した環状ケーシング(14)を含むタービンエンジン用熱伝達装置において、

前記ストラット部材(20)のうちの選択された1つのストラット部材(20)の内側に少なくとも部分的に配置され、第1の流体を内蔵する密閉された第1の空洞部を形成する細長外壁と閉鎖端部とを有する少なくとも1本の一次ヒートパイプ(36)と、

前記環状ケーシングの外側に配置されるとともに前記少なくとも1本の一次ヒートパイプ(36)と熱源とに熱的に接続され、第2の流体を内蔵する、前記第1の空洞部とは独立した密閉された第2の空洞部を形成する細長外壁と閉鎖端部とを有する少なくとも1本の二次ヒートパイプ(48)とを備え、

前記第1の流体を前記一次ヒートパイプから移動させずに、かつ、前記第2の流体を前記二次ヒートパイプから移動させずに、前記熱源からの熱が前記二次ヒートパイプ(48)を介して前記一次ヒートパイプ(36)と前記選択された1つのストラット部材(20)とに伝達され、

前記選択された1つのストラット部材(20)は、離間する前縁および後縁部(28、30)間に延在する第1および第2の側部(32、34)により形成されるエーロフォイル形断面を有する案内羽根(22)であり、

前記一次ヒートパイプ(36)は、前記エーロフォイル形断面内に内蔵される

熱伝達装置。

【請求項 2】

前記選択された 1 つのストラット部材 (2 0) は、離間する前縁および後縁部 (2 8 、 3 0) 間に延在する第 1 および第 2 の側部 (3 2 、 3 4) により形成されるエーロフォイル形断面を有する案内羽根 (2 2) であり、

前記第 1 および第 2 の側部 (3 2 、 3 4) の一方の少なくとも一部分は、前記一次ヒートパイプ (3 6) の露出部分により形成される請求項 1 に記載の熱伝達装置。

【請求項 3】

前記選択された 1 つのストラット部材 (2 0) は、非金属材料からなる請求項 1 に記載の熱伝達装置。

10

【請求項 4】

前記選択された 1 つのストラット部材 (2 0) は、自身内に強化用繊維を配合されて有するマトリックスを含む非金属複合材料により構成される請求項 1 に記載の熱伝達装置。

【請求項 5】

前記一次および二次ヒートパイプ (3 6 、 4 8) は、前記一次および二次ヒートパイプ (3 6 、 4 8) の少なくとも一部分を取り巻く熱伝導材料の結合器により互いに熱的に接続される請求項 1 に記載の熱伝達装置。

【請求項 6】

前記一次および二次ヒートパイプ (3 6 、 4 8) は、前記結合器 (5 8) により互いに物理的接触状態に維持される請求項 5 に記載の熱伝達装置。

20

【請求項 7】

前記一次および二次ヒートパイプは、前記結合器により互いに熱的に結合され、

前記結合器 (5 8) の内側かつ前記一次および二次ヒートパイプ (3 6 、 4 8) 間に形成される空間は、熱伝導材料の充填材により占められる請求項 1 に記載の熱伝達装置。

【請求項 8】

前記結合器 (5 8) の内側の前記一次および二次ヒートパイプ (3 6 、 4 8) の部分は、互いに相補的な非円形状を有するとともに、互いに合致して接触する状態に配置される請求項 1 に記載の熱伝達装置。

【請求項 9】

第 1 の一次ヒートパイプ (3 6) は、少なくとも部分的に前記選択された 1 つのストラット部材 (2 0) の内側において、前記ストラット部材の前端部付近に配置され、

第 2 の一次ヒートパイプは、少なくとも部分的に前記選択された 1 つのストラット部材 (2 0) の内側において、前記第 1 の一次ヒートパイプ (3 6) の後に配置される請求項 1 に記載の熱伝達装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般にタービンエンジンに関し、特にガスタービンエンジン内においてヒートパイプを用いて熱を伝達する装置と方法とに関する。

40

【背景技術】

【0002】

ガスタービンエンジンでは、加圧油を用いて、さまざまな構成要素（たとえば軸受等）を潤滑し、かつ冷却する。この油は、その過程で、油の温度を許容限度内に維持するためには拒絶されなければならない有意な熱を取り込む。従来技術のガスタービンエンジンでは、しばしば熱交換器を使用して、ファンの排気等の相対的に低温の空気流を用いてエンジン油を冷却している。ターボファンエンジンにおいて、この熱交換器は、しばしば、ファンダクト流路内に配置される。この構成は、圧力損失を引き起こし、以って燃料燃焼面での不利益をもたらす。この種の構成に付随する燃料消費率 (S F C) の不利益は、1 % もの高さになりうると見積もられた。さらにまた、この構成に付随する費用および重量の

50

面での不利益がある。

【 0 0 0 3 】

加えて、一部のエンジンでは、出口案内羽根（OGV）、ファンストラットまたはファンの下流のファンダクト内のその他のストラット状部材が、ある一定の環境条件下において氷結する。エンジン内および露出されたエンジン構造上における着氷は、有意となりうる。氷結は、OGV通路の部分的遮断やファンの不安定性をもたらす。さらにまた、付着した氷は、エンジンの連続運転、例えばより低出力の運転からより高出力の運転へのスロットルの急開放または乱流もしくは非対称の着氷のいずれかによる振動によって、突然脱落しうる。

【 0 0 0 4 】

着氷防止のためのさまざまな従来技術の方法、たとえば運転温度を上昇させてエンジンを運転すること、エンジン圧縮機から露出面に高温のブリード空気を導くこと、運転前にエンジンに防氷液を噴霧することおよび電気抵抗加熱がある。しかし、これらのいずれの方法も、さまざまな欠点を有する。運転温度上昇およびブリード方式は、エンジンの性能を低下させる。このような方式は、さらにまた、離陸時およびその他の高出力運転時においてエンジンを保護するために高温の空気流を遮断する弁を必要としうる。防氷液では、限られた時間にわたる保護が得られるだけである。電気加熱は、防氷動作を実行するために大量の電気を必要とするとともに、追加の発電機と電気回路と航空機のコンピュータとの間の複雑なインタラクション論理とを必要とし得、これに付随する費用および重量の増加と高性能化との面での不利益が生じる。

【特許文献 1】米国特許第 6, 990, 797 号公報

【特許文献 2】米国特許第 6, 308, 524 号公報

【特許文献 3】米国特許第 5, 979, 220 号公報

【特許文献 4】米国特許第 5, 975, 841 号公報

【特許文献 5】米国特許第 5, 964, 279 号公報

【特許文献 6】米国特許第 5, 878, 808 号公報

【特許文献 7】米国特許第 5, 439, 351 号公報

【特許文献 8】米国特許第 5, 192, 186 号公報

【特許文献 9】米国特許第 5, 178, 514 号公報

【特許文献 10】米国特許第 5, 046, 920 号公報

【特許文献 11】米国特許第 4, 419, 044 号公報

【特許文献 12】米国特許第 4, 240, 257 号公報

【特許文献 13】米国特許第 4, 218, 179 号公報

【特許文献 14】米国特許第 4, 207, 027 号公報

【特許文献 15】米国特許第 4, 199, 300 号公報

【特許文献 16】米国特許第 4, 186, 559 号公報

【特許文献 17】米国特許第 3, 965, 681 号公報

【特許文献 18】英国特許第 2, 136, 880 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

本発明は、エンジン潤滑油から廃熱を除去するとともに、この熱を、たとえば着氷防止または防氷のために加熱を必要とするエンジン構成要素に伝達する熱伝達装置を提供することにより、従来技術の前記欠点に対処するものである。この熱は、軽量かつ密閉式かつ受動形のヒートパイプを用いて伝達され、いかなる弁またはポンプも必要としない。さらにまた、ヒートパイプには、不燃性の作動流体が用いられて、エンジン内において火災危険が創出されることが防がれる。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

ひとつの態様によれば、本発明は、略半径方向に延在するストラット部材列を内部に配

10

20

30

40

50

置させた環状ケーシングを含む種類のタービンエンジン用熱伝達装置を提供する。この熱伝達装置は、少なくとも部分的に1個の所定のストラット部材の内側に配置される少なくとも1本の一次ヒートパイプと；ファンケーシングの外側に配置されるとともに、前記少なくとも1本の一次ヒートパイプと熱源とに熱的に接続されて、前記熱源からの熱が自身を介して前記一次ヒートパイプと前記所定のストラット部材とに伝達されうるようにする少なくとも1本の二次ヒートパイプとを含む。

【0007】

本発明のまた他の態様によれば、ガスタービンエンジンは、環状ファンケーシングと；前記ファンケーシング内に配置される、略半径方向に延在する案内羽根列であって、各案内羽根が、離間する前縁部と後縁部との間に延在する第1および第2の側部により形成されるエロフォイル形断面を有する案内羽根列と；各々が少なくとも部分的に1個の前記案内羽根の内側に配置されて、第1の一次ヒートパイプ列を形成するようになっている複数個の一次ヒートパイプと；前記ファンケーシングの外側に配置されるとともに、前記第1の一次ヒートパイプ列と熱源とに熱的に接続されて、前記熱源からの熱が自身を介して前記一次ヒートパイプと前記案内羽根とに伝達されうるようにする二次ヒートパイプとを含む。

10

【0008】

またここでは、略半径方向に延在する案内羽根列を自身内に配置されて有する環状ケーシングを有するタービンエンジンにおいて熱を伝達する方法が開示される。この方法は、各々が少なくとも部分的に1個の前記案内羽根の内側に配置される複数個の一次ヒートパイプを配設する段階と；前記ファンケーシングの外側に配置されるとともに、前記第1の一次ヒートパイプ列と熱源とに熱的に接続される二次ヒートパイプを配設する段階と；前記熱源からの熱を前記二次ヒートパイプにおいて受けるとともに、前記熱を前記一次ヒートパイプに伝達する段階と、前記二次ヒートパイプからの熱を前記一次ヒートパイプにおいて受けるとともに、前記熱を前記案内羽根に伝達する段階とを含む。

20

【0009】

本発明は、添付図面とともに以下の説明を参照することにより、最もよく理解されうる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

さまざまな図を通して同一の参照符号が同じ要素を示す図面を参照すると、図1に、前向きのスプリッタ12を有する内側ハウジング10と、半径方向に延在するファンストラット20の列により前記内側ハウジング10に接続される、内面16および外面18を有する環状ファンケーシング14とを含むガスタービンエンジンのファン部の一部分が図示されている。複数個の出口案内羽根(OGV)22は、内側ハウジング10とファンケーシング14との間に延在する。各々のOGV22(図2にも図示)は、付根部24と先端部26と前縁部28と後縁部30と対向側部32および34とを有する。これらのOGV22は、エロフォイル形とされるとともに、上流のファン(図示せず)から出る空気流から接線方向の渦流を除去するように配置および配向される。図示されている実施例において、いずれも略半径方向に延在する「ストラット部材」であるファンストラット20とOGV22とは、異なる機能を有しており、ファンストラット20が、構造的な支持を提供する一方で、OGV22は、空力的目的を果たす。しかし、その他のエンジン構成においては、これらの機能が組み合わされて、単一の列をなす略半径方向に延在するストラット部材とされうる。

30

40

【0011】

OGV22は、予想される運転荷重に耐えることができる適切な強度を有するとともに、所望の形状に形成されうるいかなる材料により構成されてもよい。図示された実施例において、OGV22は、ガラス繊維強化プラスチック、炭素繊維強化炭素複合材料または炭素繊維強化エポキシ複合材料等の、強化用繊維を自身内に配合されて有するマトリックスを含む非金属複合材料により形成される。これらの材料は、高強度かつ軽量であるが、

50

合金に比べて相対的に低い熱伝導率を有する。金属をOGV22に用いることも可能である。適切な金属の例には、アルミニウム、鉄、ニッケルおよびチタンを基本とする合金が含まれる。

【0012】

一次ヒートパイプ36は、1個以上のOGV22の内側に配置される。図示されている実施例では、一次ヒートパイプ36は、個別のOGV22の断面内において前縁部28の近くに配置されるとともに、前記前縁部28に対して平行に延在する。これらの前置一次ヒートパイプ36は、集合的に一次ヒートパイプ36の前側列38を形成する(図3参照)。また他の一次ヒートパイプ36が、さらにまた、OGV22の断面内においてOGV22の後縁部30により近い後側半分に配置されるとともに、積重ね軸「S」(この場合は半径方向から後方に延びる)に対して平行に延在する。これらの後置一次ヒートパイプ36は、集合的に一次ヒートパイプ36の後側列40を形成する。図2に示されるように、OGV22内に位置する一次ヒートパイプ36の部分は、楕円形、扁平形またはその他の非円形の断面形状に形成されて、所望の断面積を占める一方で、OGV22の厚さの範囲内に合わせられうる。図示されていないが、一次ヒートパイプ36がOGV22の側部32または34に形成される開放溝内に配置されうることも可能であり、その場合は、一次ヒートパイプ36は、それぞれ側部32または34の面の一部分を形成することになる。さらにまた、所望の場合には、一次ヒートパイプ36がファンストラット20内に配置されうることも可能である。

【0013】

各一次ヒートパイプ36は、空洞部44を形成する閉鎖端部を有する細長外壁42を有する。ファンケーシング14を貫通して突出する各一次ヒートパイプ36の端部または端部付近の部分は、「高温」または「気化」部45として示されている(図3参照)。OGV22内に配置される一次ヒートパイプ36の部分は、「低温」または「凝縮」部46として示されている(図1参照)。空洞部44は、毛管構造またはウィック(図示せず)を用いて裏打ちされるとともに、作動流体を保有する。気体、水、有機物質および低融点金属等のさまざまな作動流体が、ヒートパイプに用いられるものとして周知である。作動流体は、ファンケーシング14の領域に火災危険をもたらすことが回避されるように、不燃性とされうる。

【0014】

一次ヒートパイプ36は、熱の伝達において非常に効率的である。たとえば、その有効熱伝導率は、無垢の銅より数桁高い。一次ヒートパイプ36の個数と長さや直径と形状と作動流体と毛管構造とその他の性能パラメータとは、エンジン運転時における所望の熱伝達度に基づいて選択される。一次ヒートパイプ36の作用を以下により詳細に説明する。

【0015】

1本以上の二次ヒートパイプ48は、ファンケーシング14の外側のまわりにおいて、一次ヒートパイプ36に隣接して配置される。図示されている実施例では、第1の対をなす二次ヒートパイプ48Aが配設される。各二次ヒートパイプ48Aは、ファンケーシング14のまわりにおいて、前側列38の一次ヒートパイプ36の外側の高温部45に隣接して略180度の円弧を形成する。また他の対をなす二次ヒートパイプ48Bも配設される。各二次ヒートパイプ48Bは、ファンケーシング14のまわりにおいて、後側列40の一次ヒートパイプ36の外側の高温部45に隣接して略180度の円弧を形成する。前記二次ヒートパイプ48Aおよび48Bが、それぞれファンケーシング14の一部分を取り巻く多数の各円弧片(たとえばファンケーシング14の全周を覆うために用いられる8、12または16個の円弧片)からなりうることも可能である。これらの円弧片の一部分を選択的に断熱することにより、周方向の熱分散を所望どおりに均等化することができる。

【0016】

二次ヒートパイプ48は、全般的な構造において、一次ヒートパイプ36と同様である。図1に示されるように、各二次ヒートパイプ48は、空洞部52を形成する閉鎖端部を

有する細長外壁50を有する。各二次ヒートパイプ48の終端部付近の一部分は、「高温」または「気化」部54として示される一方で、その他の部分は、「低温」または「凝縮」端部または部56として示される。「高温」、「気化」、「低温」および「凝縮」という用語は、一次および二次ヒートパイプ36および48に関して用いられる場合は、そのヒートパイプが相対的に高温または低温の領域内に配置されることを表し、ヒートパイプそのものの構造のいかなる特定の態様にも関連しないことに注意するべきである。空洞部52は、毛管構造またはウィック（図示せず）を用いて裏打ちされるとともに、作動流体を内蔵する。気体、水、有機物質および低融点金属等のさまざまな作動流体が、ヒートパイプに用いられるものとして周知である。作動流体は、ファンケリング14の領域に火災危険をもたらすことが回避されるように、不燃性とされうる。

10

【0017】

二次ヒートパイプ48もまた、熱の伝達において非常に効率的である。たとえば、その有効熱伝導率は、無垢の銅より数桁高い。二次ヒートパイプ48の個数と長さや直径と形状と作動流体とその他の性能パラメータとは、エンジン運転時における所望の熱伝達度に基づいて選択される。二次ヒートパイプ48の作用を以下により詳細に説明する。

【0018】

一次ヒートパイプ36が二次ヒートパイプ48と接する各位置において、一次ヒートパイプ36は、接線方向に延在し、前記両者は、結合器58を用いて互いに接合される。結合器58は、相対的に高い熱伝導率を有する合金等の材料により製作されるとともに、一次および二次ヒートパイプ36および48のまわりにおいて組付け、接着、成形またはその他の方法により形成される。図1に示される実施例では、一次および二次ヒートパイプ36および48は、円形断面を有するとともに、本質的に結合器58の長さに対して平行な線に沿って接線方向に互いに接触する。

20

【0019】

一次および二次ヒートパイプ48間における接合部は、数多くの方法で形成されて、熱伝達の効率が高められうる。たとえば、図4には、充填材60が結合器58の内側において2本のヒートパイプ間の隙間に配置される可能な構成が示されている。相対的に高い熱伝導率を有する金属、導体ペーストまたはプラスチック等のあらゆる材料が用いられうる。充填材60を用いることにより、一次および二次ヒートパイプ36および48間における接触面が効果的に増加せしめられるとともに、以って熱伝達が高められる。

30

【0020】

図5に、改変された一次および二次ヒートパイプ36'および48'を用いたまた他の可能な構成が示されている。少なくとも結合器58の内側に内包される一次および二次ヒートパイプ36および48の部分は、相補的な非円形状に形成されて、一次および二次ヒートパイプ36および48が、実質的に合致して接触して熱伝達を高める当接壁62および64を有するようになっている。

【0021】

図6に示されるように、二次ヒートパイプ48の気化部または端部54は、熱交換器66の内側に配置される。この熱交換器66は、単に、エンジン油が油導管68を介して循環せしめられる開放内部を有するハウジングである。油導管68に接続される油貯蔵、循環および分配装置の残りの部分は、ガスタービンエンジン技術において従来的であり、本明細書においては説明されない。

40

【0022】

わかりやすくするために図示されていない断熱材は、着氷防止および油冷却装置内において、熱損失を防ぐことが望まれるいかなる部分にも設けられうる。たとえば、断熱材は、熱交換器66の外表面、二次ヒートパイプ48の外表面および一次ヒートパイプ36と結合器58との露出部分のまわりに配置されうる。

【0023】

作用において、エンジンのさまざまな部分から熱を吸収した油が循環せしめられて、熱交換器66内に流入して、前記熱交換器において、二次ヒートパイプ48の高温または気

50

化部 5 4 を加熱する。熱が除去されることにより、前記油は許容可能な使用温度に冷却されて、エンジンを介して再循環せしめられうるようになる。二次ヒートパイプ 4 8 内の作動流体は、この熱を吸収するとともに、気化する。発生した蒸気は、その後、空洞部 5 2 を通って移動するとともに、二次ヒートパイプ 4 8 の低温部 5 6 において凝縮して、以って熱を結合器 5 8 の内側において低温部 5 6 に伝達する。二次ヒートパイプ 4 8 の一方の端部から他方の端部まで延在するウィックは、凝縮した液体を毛管作用により再び高温部 5 4 へと輸送して、以って回路が完成する。二次ヒートパイプ 4 8 の低温部 5 6 からの熱は、一次ヒートパイプ 3 6 の高温部 4 5 に伝達される。

【 0 0 2 4 】

一次ヒートパイプ 3 6 内の作動流体は、この熱を吸収するとともに、気化する。発生した蒸気は、その後、空洞部 4 4 を通って移動するとともに、一次ヒートパイプ 3 6 の低温部 4 6 において凝縮して、以って O G V 2 2 に熱が伝達される。一次ヒートパイプ 3 6 内において他方の端部まで延在するウィックまたはその他の毛管構造は、凝縮した液体を毛管作用により再び高温部 4 5 に輸送して、以って回路が完成する。O G V 2 2 への熱伝達は、加熱速度によって、氷結防止（すなわち着氷防止）および / または O G V 2 2 上に形成された氷の除去（すなわち除氷）に効果的である。必要に応じて、一次ヒートパイプ 3 6 の特徴を変動させて、個別の配向に合わせることができる。たとえば、水平方向の一次ヒートパイプ 3 6、または高温部 4 5 が最上部に位置する垂直方向の一次ヒートパイプ 3 6 には、高温部 4 5 を最下部に有する垂直方向の一次ヒートパイプ 3 6 より強い毛管作用を達成して適切な凝縮液の返送を保證することができる設計が必要とされうる。

【 0 0 2 5 】

本明細書に記載の熱伝達装置は、受動形であるため、いかなる弁も必要とせず、かつ密閉される。一次および二次ヒートパイプ 3 6 および 4 8 の個数、大きさおよび位置を選択して、必要とされる除熱および熱伝達を達成することができる。正確にどのような構成を選択するかによって、装置性能を着氷防止または防氷のみ、または油の冷却のみ、または両方の目的に用いることができる。この熱伝達装置は、エンジンのある部分では不用な熱を利用するとともに、この熱を、それが必要とされるエンジンのまた他の部分において用いて、従来技術の冷却装置に付随する損失と、別途の着氷防止用熱源の必要性との両方を回避するものである。

【 0 0 2 6 】

本発明の特定の実施例を説明したが、当業者には、本発明の精神および範囲から逸脱することなしに、前記実施例のさまざまな改変が行なわれうることは自明であろう。したがって、本発明の好適な実施例の前記説明と本発明を実施するための最良の形態とは、単に例証のために示されたものであって、本発明を制限するものではなく、本発明は、特許請求の範囲によって限定される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 7 】

【 図 1 】 本発明のひとつの態様にしたがって構成される熱伝達装置を含むガスタービンエンジンのファン部の側断面図である。

【 図 2 】 図 1 の線 2 - 2 における出口案内羽根の図である。

【 図 3 】 図 1 のファン部の一部分の略斜視図である。

【 図 4 】 また他の構成の結合器内において接続される一対のヒートパイプの断面図である。

【 図 5 】 さらに他の構成の結合器内において接続される一対のヒートパイプの断面図である。

【 図 6 】 熱交換器のヒートパイプの接続を示す、図 1 のファン部の一部分の略斜視図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 2 8 】

1 0 内側ハウジング

10

20

30

40

50

1 2	スプリッタ	
1 4	環状ファンケーシング	
1 6	内面	
1 8	外面	
2 0	ファンストラット	
2 2	出口案内羽根	
2 4	付根部	
2 6	先端部	
2 8	前縁部	
3 0	後縁部	10
3 2	対向側部	
3 4	対向側部	
3 6	一次ヒートパイプ	
3 8	前側ヒートパイプ列	
4 0	後側ヒートパイプ列	
4 2	外壁	
4 4	空洞部	
4 5	高温または気化部	
4 6	低温または凝縮部	
4 8	二次ヒートパイプ	20
4 8 A	第 1 の対をなす二次ヒートパイプ	
4 8 B	二次ヒートパイプ	
5 0	外壁	
5 2	空洞部	
5 4	高温または気化部	
5 6	低温または凝縮部	
5 8	結合器	
6 0	充填材	
6 2	当接壁	
6 4	当接壁	30
6 6	熱交換器	
6 8	油導管	

【 図 1 】

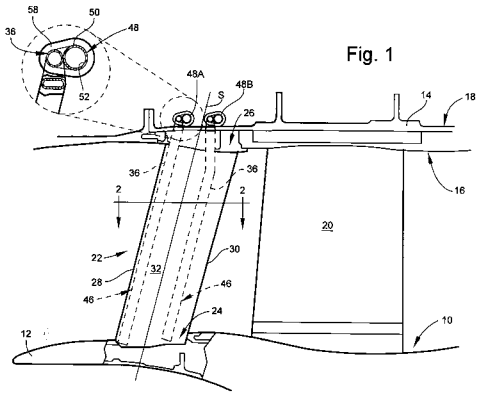


Fig. 1

【 図 2 】

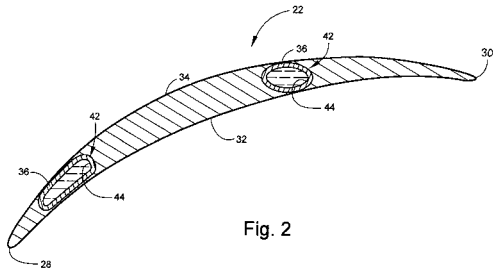


Fig. 2

【 図 3 】

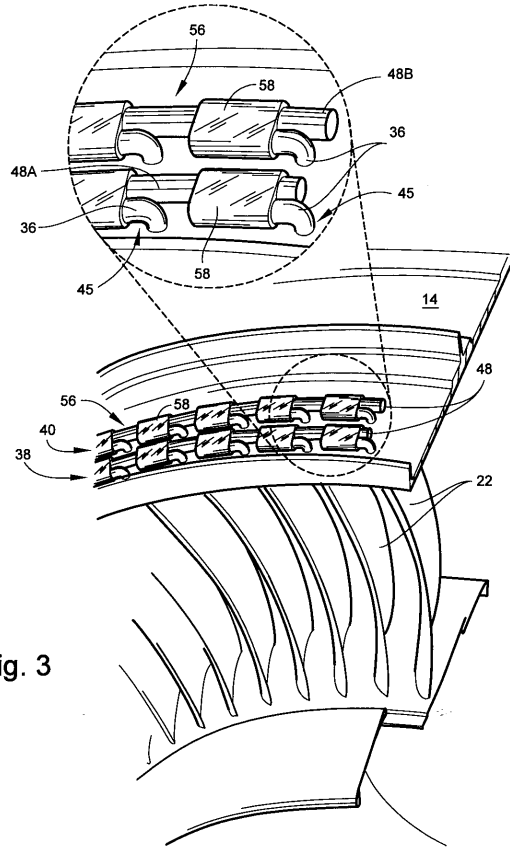


Fig. 3

【 図 4 】

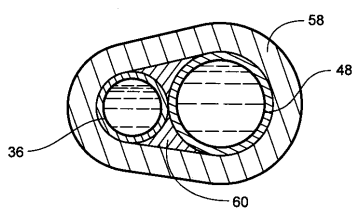


Fig. 4

【 図 6 】

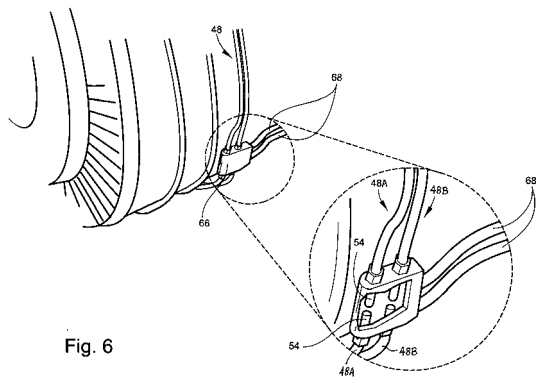


Fig. 6

【 図 5 】

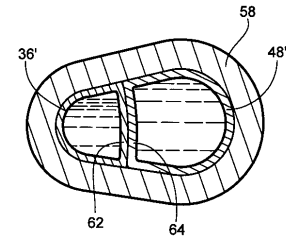


Fig. 5

フロントページの続き

- (72)発明者 トーマス・オリイ・モニズ
アメリカ合衆国、オハイオ州、ラブランド、コロンビア・トレイル、3050番
- (72)発明者 ジャスティン・ピー・スティーブンソン
アメリカ合衆国、オハイオ州、シンシナティ、アンバー・トレイル、650番

審査官 藤原 弘

- (56)参考文献 米国特許第6990797(US, B2)
米国特許第04782658(US, A)
英国特許出願公開第02136880(GB, A)
特開平06-280797(JP, A)
特開昭49-92416(JP, A)
米国特許第03355883(US, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| F01D | 25/24 |
| F02C | 7/047 |