

(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2019-138302

(P2019-138302A)

(43) 公開日 令和1年8月22日(2019.8.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO1D 25/24 (2006.01)	FO1D 25/24	K
FO1D 25/12 (2006.01)	FO1D 25/12	E

審査請求 有 請求項の数 11 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2019-81961 (P2019-81961)	(71) 出願人	390041542
(22) 出願日	平成31年4月23日 (2019.4.23)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(62) 分割の表示	特願2017-17234 (P2017-17234)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
	の分割		45、スケネクタダイ、リバーロード、1
原出願日	平成29年2月2日 (2017.2.2)		番
(31) 優先権主張番号	15/016,053	(74) 代理人	100079049
(32) 優先日	平成28年2月4日 (2016.2.4)		弁理士 中島 淳
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100084995
			弁理士 加藤 和詳
		(72) 発明者	アシッシュ・シャルマ
			ドイツ、ビーワイ・85748、ガーシン
			グ・ペー・ミュンヘン、フラインシンガー
			・ランドシュトラッセ・50
		(72) 発明者	ギュンター・ウィルファート
			ドイツ、85748、ヴァレー、フェラッ
			シャーストラッセ・3

(54) 【発明の名称】 内部冷媒流パターンを有するエンジンケーシング

(57) 【要約】

【課題】 内部冷媒流パターンを有するエンジンケーシングを提供する。

【解決手段】 第1の中実壁領域402及び第2の中実壁領域403を有し、第1の中実壁領域402と第2の中実壁領域403の間に内部領域401があるエンジンケースにおいて、内部領域401は1以上の空洞を画成する。空洞を通る冷媒空気の流れを制御する1以上の格子構造が空洞内に提供される。空洞は、2つ以上の別個の冷却領域に分かれ、エンジンケースの異なる部分に特定の冷媒流路を提供できてよい。

【選択図】 図4

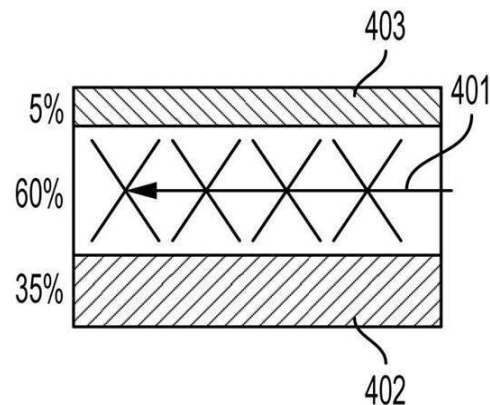


FIG. 4

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

エンジン用のエンジン部品であって、

第 1 の中実壁領域及び第 2 の中実壁領域を含む環状セクションと、

前記第 1 の中実壁領域及び前記第 2 の中実壁領域の間の内部領域とを備え、前記内部領域が 1 以上の空洞を画成し、前記空洞が前記管状セクションを通過する冷媒空気の流れを制御する格子構造を有し、

前記格子構造は、第 1 の構造を有する第 1 の部分及び第 2 の構造を有する第 2 の部分を有し、前記第 1 の構造は前記第 2 の構造とは異なる、エンジン部品。

**【請求項 2】**

前記第 1 の中実壁領域及び前記第 2 の中実壁領域が、エンジン部品の厚さの  $20\% \pm 10\%$  をなしており、前記内部領域の空洞がエンジン部品の厚さの  $60\% \pm 20\%$  をなす、請求項 1 に記載のエンジン部品。

**【請求項 3】**

前記エンジンが前記内部領域内の能動間隙制御システムから冷却空気を供給するように構成される、請求項 1 又は請求項 2 に記載のエンジン部品。

**【請求項 4】**

前記エンジンが前記内部領域内の二次空気システムから冷却空気を供給するように構成される、請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載のエンジン部品。

**【請求項 5】**

前記内部領域が少なくとも第 1 の冷却領域及び第 2 の冷却領域を含む、請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載のエンジン部品。

**【請求項 6】**

前記エンジンが第 1 の冷却領域内の能動間隙制御システムから冷却空気を供給するように構成され、かつ前記エンジンが第 2 の冷却領域内の二次空気システムから冷却空気を供給するように構成される、請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載のエンジン部品。

**【請求項 7】**

前記格子構造がエンジン部品を構造的に支持し、かつ前記空洞での所望の圧力降下をもたらすように構成される、請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載のエンジン部品。

**【請求項 8】**

エンジンケースである、請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか 1 に記載のエンジン部品。

**【請求項 9】**

低圧タービンエンジンのエンジンケースである、請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか 1 項に記載のエンジン部品。

**【請求項 10】**

前記第 1 の中実壁領域での圧力降下が、前記第 2 の中実壁領域での圧力降下よりも高い、請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか 1 項に記載のエンジン部品。

**【請求項 11】**

前記第 1 の中実壁領域及び前記第 2 の中実壁領域が、エンジン部品の厚さの  $5\%$  をなす、請求項 1 に記載のエンジン部品。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、エンジンケーシング内にサンドイッチ構造に形成された内部冷却通路を有するエンジン部品の改良された設計に関する。本発明は、1 以上の以下の特徴を提供するために最適化された構造を提供する。特徴としては、構造的完全性、熱 - 機械的負荷保持能力、座屈、収納容器、冷却流の圧力降下、改善された温度勾配及び最後に向上した寿命が挙げられる。

**【背景技術】****【0002】**

10

20

30

40

50

ガスタービンエンジンは、エンジンハウジング内に収容された回転ブレードを含む幾つかのセクションを含む。回転ブレードが破損した場合、エンジンハウジング内に収容されなければならない。破壊されたブレードがハウジングを穿刺しないようにするために、ハウジングの壁の厚さは比較的厚く製造され及び/又は繊維織物で補強されている。軽量化を図り、LPTケースを強化する提案は、中間層が多孔質構造体及び/又はハニカム構造体であるサンドイッチ構造を製造するために追加の製造技術に依存している。米国特許出願公開第2014/0161601号を参照されたい。これらの設計は、エンジンケーシングの内壁と外壁の間に内部多孔質又はハニカム構造体を提供し、エンジンケーシングの重量を低減しつつ、強度を増加させるように設計されている。これらの設計は、複合エンジンケーシングを冷却する外部配管に依存している。

10

#### 【0003】

ガスタービンエンジンは、能動間隙制御(ACC)外部配管を使用してエンジンケースの表面に冷却空気を供給する。図1に示すように、外部配管101はエンジンケースの外側に冷却空気を供給する。このタイプの冷却装置は、一般的にジェット航空機エンジンの低圧タービン(LPT)部にある。図2に示すように、外部冷却管101は、動作中、マニホールド202からの空気を導きエンジンケーシングの適切な温度を維持するのを助け、適当なロータ/ケース間隙を提供する。外部配管101及び102、補助配管チューブ、ブラケット並びに弁の複雑さは、製造コストを増加させ、エンジンの重量を増大させる。低減した軽量、増加した強度、増加した冷却有効性、低減した冷却流量及び増加したフック封止効率を有するエンジンケースに対する必要性が存在する。

20

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0004】

【特許文献1】米国特許出願公開第2015/0064016号明細書

#### 【発明の概要】

#### 【0005】

本発明は、改善されたエンジン部品に関し、ここで部品には、第1の中実壁領域及び第2の中実壁領域を含んでいる環状セクションが含まれる。内部領域は、第1の中実壁領域と第2の中実壁領域の間に設けられる。内部領域は、1以上の空洞を画成し、空洞は、そのセクションを通る冷媒空気の流れを制御する1以上の格子構造を有している。一実施形態では、第1及び第2の中実壁領域は、エンジン部品の厚さの $20\% \pm 10\%$ をなしており、内部空洞は、エンジン部品の厚さの $60\% \pm 20\%$ をなす。エンジン部品は、ジェット航空機エンジンの低圧タービン部の場合であってもよい。

30

#### 【0006】

本発明の一態様において、本発明により、エンジンケースの内部領域内の能動間隙制御システム及び/又は二次空気システムから冷却空気を供給することができる。内部空洞内に設けられた格子構造は、エンジンケースの特定の部分に所望の圧力降下を提供するように設計することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0007】

【図1】従来の低圧タービンエンジンケースの断面図である。

【図2】従来の低圧タービンエンジンケースの側面図である。

【図3】本発明の一実施形態による内部冷却通路を有するエンジンケースの断面図である。

。

【図4】本発明の一実施形態による格納容器用に設計された内部冷却通路を有するエンジンケースの断面図である。

【図5】本発明の一実施形態による座屈用に設計された内部冷却通路を有するエンジンケースの断面図である。

【図6】本発明の一実施形態による低減された冷却流の圧力降下用に設計された内部冷却通路を有するエンジンケースの断面図である。

40

50

【図7】本発明の一実施形態による内部冷却通路を示す低圧タービンエンジンケースの一部のクローズアップ断面図を示している。

【図8】冷媒流の方向と一致した格子設計を有する図7に示す低圧タービンエンジンケースの軸線B-Bに沿った内部冷却通路断面図を示している。

【図9】冷媒流の方向に対向した格子設計を有する図7に示す低圧タービンエンジンケースの軸線B-Bに沿った内部冷却通路断面図を示している。

【図10A】本発明の実施形態による異なる内部冷却通路の設計が、内部通路を通る冷却空気流にどのように影響を与えるかを示す図である。

【図10B】本発明の実施形態による内部冷却構造の設計が、剛性及び冷媒流のための低減された圧力降下に寄与する様子を示している。

【図11】内部冷却構造が、エンジンケース内のバイパス空気流及び高圧二次空気システム(SAS)流を含む複数の流れ用に設計される様子を示している。

【図12】冷却空気がエンジンケーシングの中央部に導入され、ケーシングの両端近傍で冷却空気を排気するエンジンケースの断面図である。

【図13】冷却空気を導入する3箇所及びエンジンケースの長さ方向に沿う空気の流路を示す図12のLPTエンジンケースの軸方向図である。

【図14】冷却空気がエンジンケースの後方で導入され、ケースの前方から放出されるエンジンケースの断面図である。

【図15】冷却空気がエンジンケースの長さ方向に沿って3つの異なる段で導入され、かつ排出されるエンジンケースの断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下の詳細な説明は、低圧タービン(LPT)エンジンの内部冷却構造を限定としてではなく一例として説明する。例えば、本発明は、高圧タービン(HPT)、高圧圧縮機(HPC)、タービン中央フレーム(TCF)、及び燃焼器等のケース冷却用の他のエンジン部品で実現することができる。当業者であれば、説明から内部冷却通路を製造及び使用することが明らかに可能であり、内部冷却通路の幾つかの実施形態、適合、変形、代替、及び使用が説明され、現在それらの最良の形態と考えられるものが含まれる。内部冷却通路は、幾つかの好ましい実施形態に適用されて、つまりLPTエンジンケースの内部冷却通路の異なる実施形態として本明細書に記載されている。しかしながら、内部冷却通路及び内部冷却通路を製造する方法は、広範なシステムでの一般的な用途及び/又はタービンエンジンのLPTケースの内部冷却通路以外の様々な商業、産業及び/又は消費者の用途を有し得ることが考えられる。

【0009】

内部冷却通路は、サンドイッチ構造での追加の技術により製造され、既存の構成と同じ負荷保持能力を保ちながら重量を低減する。既存のエンジンケースの厚さは2つの外側部と1つの内側部とに分けることができる。図3に示されるように、一般的な設計では、1以上の内部冷却流路301をエンジンのLPTケース300内に配置する。一実施形態では、内部冷却流路301はケースの厚さの約60%を占め、厚さの残りの40%は内部流路301の両側のケース300の壁の間で分割される。図4~6に示されているように、図10に関連して説明されるように、流路のケースに対する相対的な厚さは、特定の目的を達成するために変更することができると共に、エンジンケーシングの長さに沿って変化させてもよい。内部冷却通路は、十分な空気通路によって(及び対応する低い圧力降下)冷却空気がエンジンケースを通過して流れることを可能にしながら、エンジンケーシングの強度に寄与する格子構造が提供されている。閉塞の量は、20%~80%、より好ましくは40%~60%、最も好ましくは約50%の範囲で変えることができる。

【0010】

タービンブレードの領域のように格納容器が所望の目的である場合、タービンブレードに向けて内方に面したエンジンケース壁402は、ケースの厚さの35%をなすことができ、その一方で外壁403は、ケースの厚さの5%を構成し、内部冷媒流路用にエンジン

10

20

30

40

50

ケースの厚さの60%を残すことができる。図4を参照されたい。エンジンケースの座屈を防止するように設計されたエンジンケースの領域で、内壁502は、ケースの厚さの5%を構成し、一方、外壁503は、ケースの厚さの35%をなしてもよい。内部冷却流路のために予約される場合の厚さの60%である。図5を参照されたい。冷却流の圧力降下を増大させることが望まれる場合、内壁602及び外壁603は、各々ケースの厚さの10%を構成し、内部冷却流路601用にケースの厚さの80%を残すように設計することができる。図6を参照されたい。

#### 【0011】

図7は、内壁702及び外壁703並びに内部冷却通路701を有する環状LPTケース700を含む低圧タービンケーシングの一部分の断面図を示している。内部冷却通路701は、ケース700全体にわたって、また所望の場合、シュラウド706の前方リップ705に係合する前方フック領域704に延在していてもよい。図7に示すように、本発明は、ケース700とシュラウド706の間の空気流を可能にする通路707を有するエンジンケーシングに一体化してもよい。内部冷却流路は、軸線B-Bに沿ってエンジンケース700内に設けられている。格子構造内の流れは、流路のベーン-フック領域704をパージ/封止するために使用することができる。これは漏れを減少させ、熱勾配を改善し、LPTの効率を高め、エンジンハウジングの寿命を向上させる。図8及び図9から分かるように、内部冷却通路701は、冷却空気流に対して変化する配向を有することができる構造を含む。例えば、図8は、冷却流と整列されている構造を示しており、図9は、冷却流に対向する構造を示している。

10

20

#### 【0012】

図10に示すように、異なるタイプの格子構造を通る冷却流の上面図である。領域1001では、格子構造は、流れを制限し、改善された構造的サポートをケースに提供するように設計されており、この領域を通じて圧力降下を増大する。図9に示すように、圧力降下の増大はまた、流れを制限する格子配向に起因し得る。領域1002では、圧力降下は、流れを促進する格子構造を使用することにより低減される(図8)。図6で説明したように、内部冷媒流路の相対的な厚さの増大も、より低い圧力降下を提供することができる。

#### 【0013】

内部冷却流路内に設けられた格子構造用の幾つかの可能な設計がある。異なる格子設計により、内部冷却路内に配設されている構造部品の多孔性及び強度を最適化することができる。異なる種類の格子は、剛性の高い格子、ハニカム、又は球形ベースのトポロジーの所望のグリッドの任意のタイプとすることができる。グリッドパターンは、[http://www.withinlab.com/case-studies/new\\_index10.php](http://www.withinlab.com/case-studies/new_index10.php)に記載される製品内のAutodesk(登録商標)を使用して提供することができる。格子設計は、格子又はボイド用の中空内部を提供しながら、ケースの外面に適合することができる。内部格子は、構造的及び熱的負荷を担持する内部支持構造を提供する。エンジンケースは追加の製造技術を用いて製造されるため、内部冷却流路内に用いられる特定の構造は、任意の所望のパターンであってもよい。内部空洞内に格子構造を配置することにより、ケースの構造的剛性の必要性は、冷却空洞内の所望の圧力降下と釣り合わせることができる。

30

#### 【0014】

一実施形態では、図11に示すように、エンジンケースの内部空洞は、2つ以上の別個の冷媒流路に分かれている。一実施形態では、冷却用バイパス空気1101は、第1の内部空洞内に送ることができ、より高圧の二次空気システム(SAS)空気1102は、第2の空洞内に送ることができる。一実施形態では、冷却用二次空気システム(SAS)の使用は最小にされる。格子構造は、ケース冷却のために冷却流の通過を最適化され、ロータ/ケース間隙を維持する。

40

#### 【0015】

一実施形態では、能動間隙制御(ACC)冷却流は、LPT先端間隙を制御するために格子構造に沿って2層間に送られ、こうして既存の固体ケースを外部ACC配管配置に交換する。本実施形態では、LPTエンジン中の固体ケースを冷却するために使用される外

50

部配管は、ケース内の内部冷却通路を使用して一部又は全部が交換される。この構成では、ACC冷却流は、システムの冷却及び間隙目的を達成するために、二次空気システム(SAS)からの高圧空気と混合されてもよい。この場合、特定の冷媒流路及び格子構造は、システム内の圧力降下を考慮し、SASを最適化するように設計されている。一実施形態では、図11に示すように、ACC冷却流は平面1101を通して送られ、SAS流は平面1102を通して送られる。この場合、図7に示すように、ACC流は、ブレード間隙及びケース温度を最適化するために使用され、一方SAS流は、流路のベーン-フック領域704をパージ/封止するために使用される。

#### 【0016】

好ましい一形態では、図12に示すように、冷却空気は、冷却ダクト1201でケースの中心付近のLPTケースに導入される。冷却空気は、続いてケースの内部冷却流路を介して各々ケースの軸方向に沿って進行し、ケースの前方1202及び後方1203から排出する。図13に示すように、ケースの軸方向に沿った正面図であり、冷却空気が3箇所の冷却ダクト位置1201、1204及び1205で導入され、冷却空気の一部はケース前方に向かって進行し、領域1202で排出される。図12~13に示した冷却方式は、圧力降下を低減し、エンジンケースに設けられた冷却空気供給ラインの量を最小にするのに有利である。他の構成も可能である。図14では、冷却供給ダクト1401がケースの後端に配置され、冷却空気は、ケースの全長を移動し、ケース1402の前方で排出される。この場合、ケースでの圧力降下は、図12~13に示す実施形態よりも高くなる。図15では、3つの別個の冷却ダクト1501、1503及び1505が使用され、冷却空気は、領域1502、1504及び1506で排出される。本実施形態は、より低い圧力降下を提供するが、エンジンケースの周りに追加の配管が必要となる。

#### 【0017】

一体型冷却、例えばLPTエンジンケースを有する部品は、選択的レーザ焼結(SLS)、直接金属レーザ焼結(DMLS)及び3次元印刷(3DP)を含む追加の印刷技術により製造することができる。材料は、他の金属材料の中でも特に、ステンレススチール、アルミニウム、チタン、インコネル625、インコネル718、コバルトクロムを含むことができる。これら粉末ベースの製造方法では、粉末材料を溶融又は焼結して各部分層を形成する。一体型冷却を有する大型部品の追加の製造は、「Additive Manufacturing Apparatus and Method for Large Components」という名称の2015年6月19日に出版された米国特許出願第14/744982号に記載されたような装置及び方法を用いて達成することができる。以上のいずれの方式も本発明の一体型冷却を有する部品を形成するために利用することができる。

#### 【0018】

低圧タービン(LPT)ケース及びその製造方法の例示的な実施形態が上に詳細に記載されている。方法及びシステムは、本明細書に記載した特定の実施形態に限定されず、方法及びシステムの構成要素は、本明細書に記載した他の構成部品から独立してかつ別個に利用することができる。例えば、本明細書に記載の方法及びシステムは、他の産業及び/又は消費者応用を有することができる。本明細書に記載されるガスタービンエンジンのみでの実施に限定されるものではない。むしろ、本発明は、他の多くの産業に関連して実現及び利用することができる。本発明を様々な特定の実施形態に関して説明してきたが、当業者は、本発明が、特許請求の範囲の趣旨及び範囲に入る変更で実施することができることを理解されるであろう。

#### 【符号の説明】

#### 【0019】

- 101 外部冷却管
- 202 マニホールド
- 300 LPTケース
- 301 内部冷却流路

10

20

30

40

50

4 0 1	内部領域	
4 0 2	エンジンケース壁	
4 0 3	外壁	
5 0 2	内壁	
5 0 3	外壁	
6 0 1	内部冷却流路	
6 0 2	内壁	
6 0 3	外壁	
7 0 0	エンジンケース	
7 0 1	内部冷却通路	10
7 0 2	内壁	
7 0 3	外壁	
7 0 4	ベーン - フック領域	
7 0 5	前方リップ	
7 0 6	シュラウド	
7 0 7	通路	
1 1 0 1	冷却領域	
1 1 0 2	冷却領域	
1 2 0 1	冷却ダクト	
1 2 0 4	冷却ダクト位置	20
1 4 0 1	冷却供給ダクト	
1 4 0 2	ケース	
1 5 0 1	冷却ダクト	
1 5 0 2	領域	
1 5 0 3	冷却ダクト	
1 5 0 4	領域	
1 5 0 5	冷却ダクト	
1 5 0 6	領域	

【 図 1 】

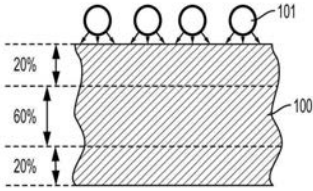


FIG. 1

【 図 2 】

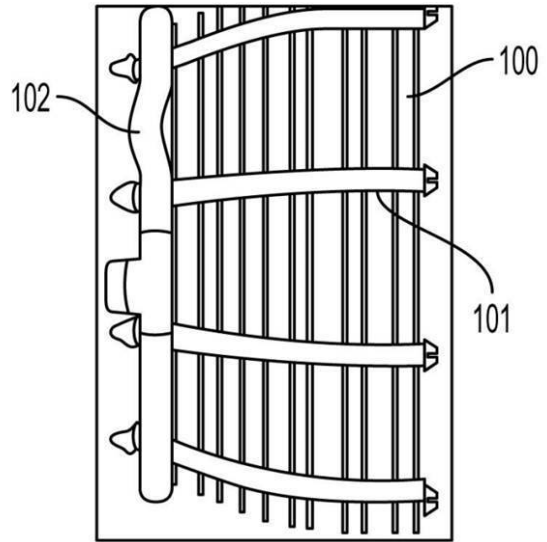


FIG. 2

【 図 3 】

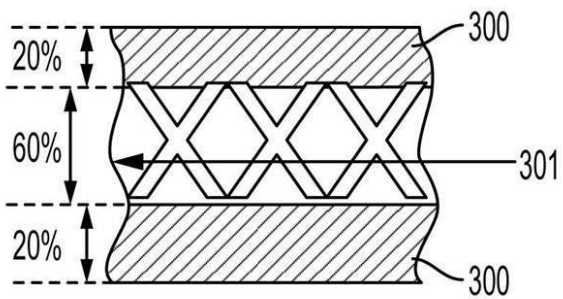


FIG. 3

【 図 4 】

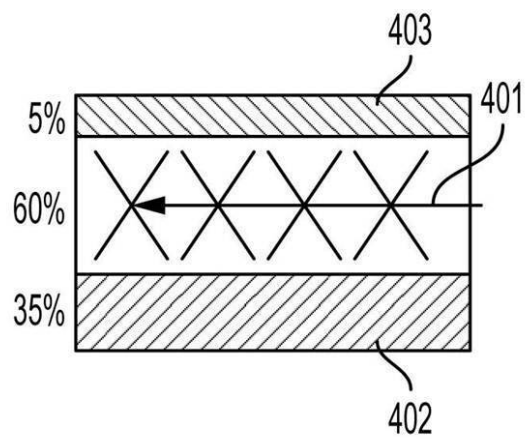


FIG. 4



【 図 5 】

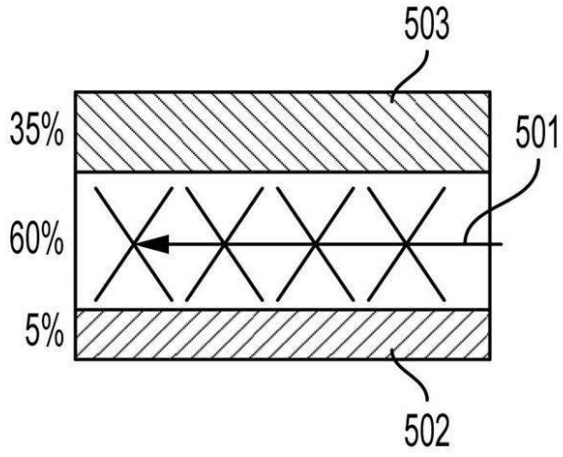


FIG. 5

【 図 6 】

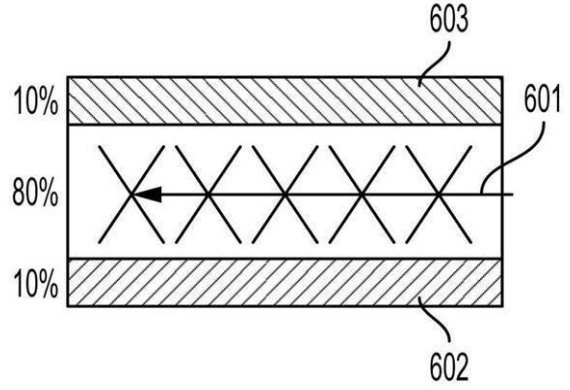


FIG. 6

【 図 7 】

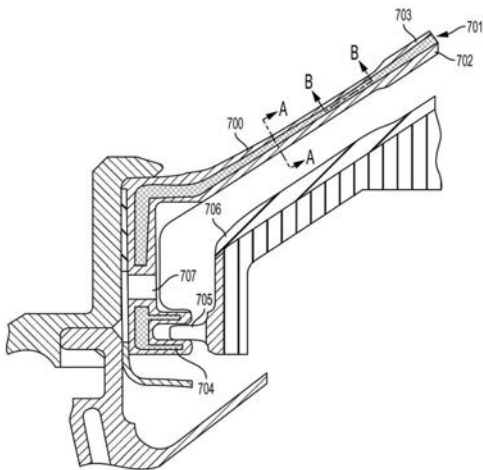


FIG. 7

【 図 8 】

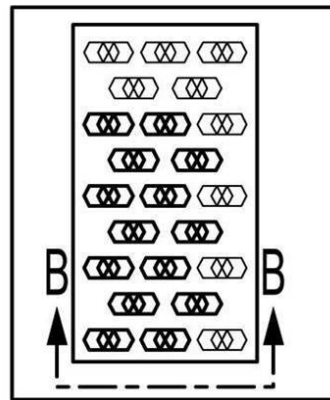


FIG. 8

【 図 9 】

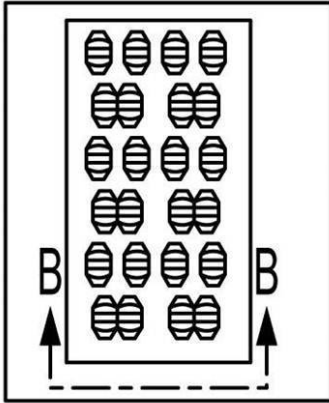


FIG. 9

【 図 1 0 B 】

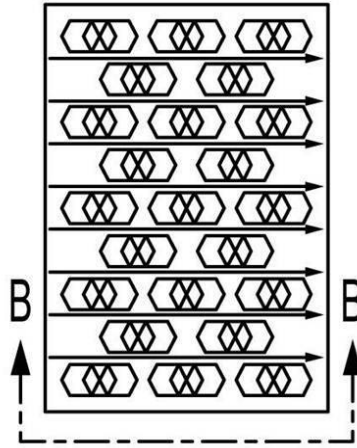


FIG. 10B

【 図 1 0 A 】

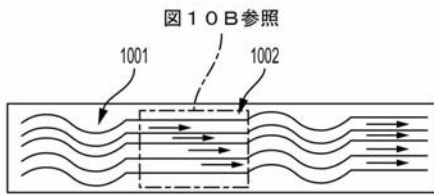


FIG. 10A

【 図 1 1 】

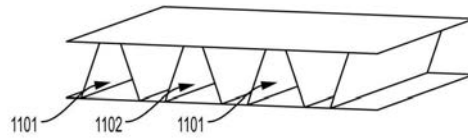


FIG. 11

【 図 1 2 】

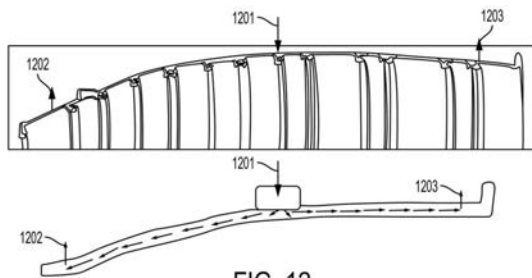


FIG. 12

【 図 1 4 】

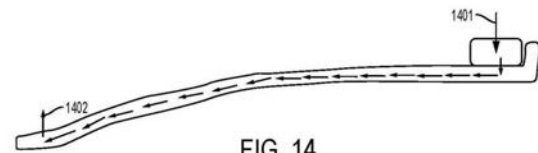


FIG. 14

【 図 1 3 】

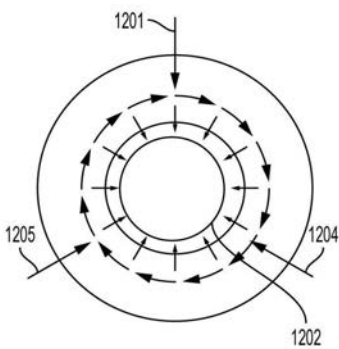


FIG. 13

【 図 1 5 】

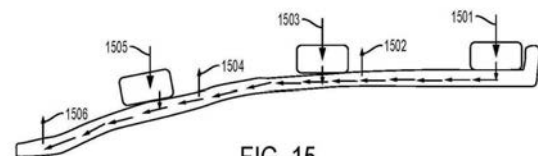


FIG. 15