

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6131010号
(P6131010)

(45) 発行日 平成29年5月17日 (2017.5.17)

(24) 登録日 平成29年4月21日 (2017.4.21)

(51) Int. Cl.	F I	
F O 2 K 3/06 (2006.01)	F O 2 K	3/06
F O 1 D 25/00 (2006.01)	F O 1 D	25/00 F
F O 2 C 7/00 (2006.01)	F O 2 C	7/00 F

請求項の数 9 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2012-180696 (P2012-180696)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成24年8月17日 (2012.8.17)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2013-44328 (P2013-44328A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 1 2 3
(43) 公開日	平成25年3月4日 (2013.3.4)		4 5、スケネクタデイ、リバーロード、1
審査請求日	平成27年8月12日 (2015.8.12)		番
(31) 優先権主張番号	13/214, 718	(74) 代理人	100137545
(32) 優先日	平成23年8月22日 (2011.8.22)		弁理士 荒川 聡志
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属ファンブレードプラットフォーム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ファンロータ組立体であって、
 ダブテールスロット (94) の環状アレイを含むロータ (16) と、
 前記ロータ (16) のダブテールスロット (94) の1つに係合されるダブテール (96) と、前記ダブテール (96) から半径方向外向きに延びる翼形部とを各々が有するファンブレード (18) のアレイと、
 を備え、前記ファンブレード (18) の隣接するファンブレード間に複数のスペースが存在し、
 前記ファンロータ組立体が更に、前記隣接するブレード間のスペース内に配置されるプラットフォーム (34) のアレイを備え、該プラットフォーム (34) が、
互いに反対側にある 前端及び後端と、互いに反対側にある 横方向の縁部とを有する金属弓形本体 (40) と、
 前記横方向縁部から横方向に且つファンブレード (18) に向かって前記本体 (40) を越えて前記ロータから離れるように半径方向外側に延びる脆弱ウィング (42) のペアと、
 を含み、
 前記プラットフォーム (34) の各々の各横方向縁部と、前記隣接するファンブレード (18) との間にギャップが存在する、
 ファンロータ組立体。

10

20

【請求項 2】

前記本体（40）及び前記ウイング（42）が単体構造部材の一部を形成する、請求項 1 に記載のファンロータ組立体。

【請求項 3】

前記横方向縁部の一方が凹曲面を有し、前記横方向縁部の他方が凸曲面を有する、請求項 1 又は 2 に記載のファンロータ組立体。

【請求項 4】

前記ウイング（42）の前記ペアの一方が凹曲面を有し該ペアの他方が凸曲面を有する、請求項 1 ～ 3 の何れかに記載のファンロータ組立体。

10

【請求項 5】

前記各ウイング（42）と前記本体（40）の外側表面との間の傾斜角が 90 度よりも大きく 180 度よりも小さい、請求項 1 ～ 4 の何れかに記載のファンロータ組立体。

【請求項 6】

前記各ウイング（42）の根元の厚みに対する前記各ウイング（42）の先端の厚みの比が 1 よりも小さい、請求項 1 ～ 5 の何れかに記載のファンロータ組立体。

【請求項 7】

前記各ウイング（42）の半径方向長さが、前記ギャップのサイズよりも実質的に大きい、請求項 1 ～ 6 の何れかに記載のファンロータ組立体。

【請求項 8】

前記各ウイング（42）の各々の先端と前記隣接するファンブレード（18）との間に配置される弾性シール部材（62）を更に備える、請求項 1 ～ 7 の何れかに記載のファンロータ組立体。

20

【請求項 9】

前記各プラットフォーム（34）が、該プラットフォーム（34）の前端から軸方向外向きに延びる前方取付フランジ（64）と、前記プラットフォーム（34）の後端から軸方向外向きに延びる後方取付フランジ（66）とを通じて前記ロータ（16）に取り付けられる、請求項 1 ～ 8 の何れかに記載のファンロータ組立体。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、全体的に、ガスタービンエンジンのタービンに関し、より詳細には、このようなエンジンにおいて隣接ファンブレード間に配置された離散的空気流プラットフォームに関する。

【背景技術】**【0002】**

飛行中の航空機に動力を供給するのに使用されるターボファンガスタービンエンジンは通常、直列流れ関係で、ファン組立体、低圧圧縮機又は「ブースタ」、高圧圧縮機、燃焼器、高圧タービン、及び低圧タービンを含む。燃焼器は、燃焼ガスを発生し、該燃焼ガスは連続的に高圧タービンに送られ、ここで燃焼ガスが膨張して高圧タービンを駆動し、次いで、低圧タービンに送られ、ここで更に膨張して低圧タービンを駆動する。高圧タービンは、第 1 のロータシャフトを介して高圧圧縮機に駆動可能に接続され、低圧タービンは、第 2 のロータシャフトを介してファン組立体及びブースタの両方に駆動可能に接続される。

40

【0003】

ファン組立体は、ロータディスクから半径方向外向きに延びた、複数の円周方向に離間したファンブレードを含む。ファンブレードは、一般に、翼形部セクションと一体的ダブテール根元セクションとを備える。ダブテールセクションは、ブレードをロータディスク

50

に取り付けるためにロータディスク内に形成される相補的構成のダブルスロットに滑動可能に受けられる。ファンブレードは通常、チタンのような金属か又は複合材料の何れかで作られる。

【 0 0 0 4 】

周知のファン組立体は、異物損傷、例えば、鳥又は霰などの異物の侵入による損傷を受けやすい。大きな異物がファンブレードに衝突した場合、ファンブレード又はその一部がロータディスクから破断する可能性がある。剥離されたファンブレードは、隣接するファンブレードに損傷を与え、ファン組立体に大きな不均衡をもたらす恐れがある。更に、剥離されたファンブレードは、ファンケーシングによって閉じ込められない場合には、エンジンにより動力が供給されている航空機自体にかなりの損傷を生じる可能性がある。吸込み事象の際に失われるブレード量を低減するために、ブレードに加わる過大な力にตอบสนองしてダブルスロット内でのブレード根元セクションの限定した回転を可能にするようにファン組立体を設計することが知られている。この回転により、多くの場合、ベースでのブレードの破損が阻止される。

10

【 0 0 0 5 】

エンジン作動中、周囲空気流が回転ブレード間に送られて加圧され、これにより飛行中の航空機に動力を供給するスラスト（推力）を発生させる。ブレード間に送られる空気流の半径方向内側流路境界は、ロータディスク付近で隣接するファンブレード間に位置付けられるファンブラットフォームによって提供される。一体的に形成されるブラットフォームを有するファンブレードを製造することは公知である。しかしながら、これは、ファンブレード翼形部及びブラットフォーム両方からの遠心荷重がファンブレードダブルスロットによって支持されなければならない、これには適度に大型のダブルスロットであることが必要となり、その結果、遠心加重の全てを許容可能な応力限界内に対応するために適度に大型のロータディスクが必要となることを意味する。更に、このような一体的に形成されたブラットフォームに対する損傷は、多くの場合、ブレード全体の交換が必要となる。また、複合材のファンブレードの場合には、ブラットフォームをブレードと一体的に形成することは、製造上の観点から実行可能ではない。

20

【 0 0 0 6 】

従って、ファン組立体は、隣接するファンブレード間のロータディスクに独立して接合される離散的ブラットフォームを用いて開発されてきた。これらの別個のブラットフォームは、運転中に遠心荷重と、バードストライクなどに起因するような衝突荷重との両方に対応するのに好適な強度を有する必要がある。

30

【 0 0 0 7 】

このような構成の1つには、横方向に延びるウィングを備えた構造体を含む複合材ブラットフォームがある。複合材ブラットフォームは、異物吸込みの際にファンブレードに損傷を与えるのを防ぐ程度に脆弱である。このタイプのブラットフォームは効果的であるが、通常は、十分な構造的強度を得るために箱形の構成を必要とし、空気力学的効率の目的に望ましい大きさよりも大きなものとなる。更に、複合材構造は、製造が比較的高価である。

40

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 米国特許第 7 , 1 5 3 , 0 9 9 号明細書

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

従って、隣接するファンブレードの回転能力を制限せず、小型で製造が容易であり、安価であるファンブラットフォームに対する要求がある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

50

この要求は、横方向及び半径方向に延びる脆弱ウィングを有する金属ファンプラットフォームを提供する、本発明によって対処される。

【 0 0 1 1 】

本発明の 1 つの態様によれば、ロータディスクに接合される隣接するファンブレード間で使用して内側流路境界を提供するためにプラットフォームが設けられる。プラットフォームは、対向する前端及び後端と対向する横方向縁部とを有する金属弓形本体と、前記横方向縁部から横方向に且つ前記本体を越えて半径方向に延びる脆弱ウィングのペアと、を含む。

【 0 0 1 2 】

本発明の別の態様によれば、ファンロータ組立体は、ダブテールスロットの環状アレイを含むロータと、ロータのダブテールスロットの 1 つに係合されるダブテールと、ダブテールから半径方向外向きに延びる翼形部とを各々が有するファンブレードのアレイと、を含み、ファンブレードの隣接するファンブレード間に複数のスペースが存在し、ファンロータ組立体が更に、隣接するブレード間のスペース内に配置されるプラットフォームのアレイを含み、該プラットフォームが、対向する前端及び後端と、対向する横方向の縁部とを有する金属弓形本体と、横方向縁部から横方向に且つファンブレードに向かって本体を越えて半径方向に延びる脆弱ウィングのペアと、を有する。

【 0 0 1 3 】

本発明は、添付図面と共に以下の説明を参照することにより最もよく理解することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図 1】本発明の 1 つの態様に従って製造されたファンプラットフォームを含む、例示的なターボファンガスタービンエンジンの部分断面図。

【図 2】本発明の 1 つの態様に従って製造されたファンプラットフォームの拡大断面図。

【図 3】ファンロータの一部の軸方向断面図。

【図 4】図 2 に示すファンプラットフォームの軸方向断面図。

【図 5】正常作動条件下でのファンロータの一部の軸方向断面図。

【図 6】異物衝突時のファンロータの一部の軸方向断面図。

【図 7】ファンロータの一部の斜視図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

種々の図を通して同じ参照符号が同じ要素を示す図面を参照すると、図 1 は、飛行中の航空機に動力を供給するのに使用される例示的なターボファンガスタービンエンジン 10 を示している。エンジン 10 は、従来の低圧タービン（図示せず）によって動力が供給される従来のファンシャフト 14 により回転するファン組立体 12 を含む。ファン組立体 12 は、ロータディスク 16 を含み、ここから複数の円周方向に離間したファン又はロータブレード 18（図 1 では 1 つだけ図示されている）が半径方向外向きに延びる。ロータブレード 18 は、金属でもよく、又は非金属であってもよい。例えば、ロータブレードは、炭素繊維、すなわち、エポキシ複合材又は他の同様の材料から作ることができる。ロータディスク 16 は、軸方向に離間した前端 20 及び後端 22 それぞれと、これらの間を延びる半径方向外側表面 24 とを含む。

【 0 0 1 6 】

ファン組立体 12 の下流側に配置されるのは、軸方向に離間したベーン及びブレード列を有する従来の低圧圧縮機又は「ブースタ」26 であり、このブレードはブースタスプール又はシャフト 28 に接合されている。ブースタシャフト 28 は、複数のボルト 30 によりロータディスク後方側部 22 に好適に固定接合される。スピナー 32 は、ロータディスクの前方側部 20 に接合され、ファン組立体 12 に流入する空気 38 に対する空力流路を提供する。

【 0 0 1 7 】

本発明は、ファンブレード 18 の間に設けられる複数の離散的プラットフォーム 34 (その 1 つだけが図 1 に示されている) を含み、各プラットフォーム 34 は、ファンブレード 18 のそれぞれの隣接するファンブレード 18 の間で且つロータディスク 16 を半径方向で越えて配置される。プラットフォーム 34 の各々は、それぞれの隣接するファンブレード 18 の間に延びる半径方向外側表面 36 を有し、該ファンブレード 18 間に空気 38 を送るための内側流路境界を全体として定めるようにする。従って、プラットフォーム 34 は、スピナー 32 とブースタ 26 との間のエンジン流路形成を維持する役割を果たす。

【0018】

図 2 ~ 4 を参照すると、単一のファンプラットフォーム 34 がより詳細に示されている。各プラットフォーム 34 は、外側表面 36 を定める本体 40 と、実質的に U 字形配置の断面 (図 4 を参照) で本体 40 に接合される外向きに延びるウィング 42 のペアとを備えた、機能的に単体構造の部材である。プラットフォーム 34 は、好適な強度を維持しながらプラットフォーム 34 の全体コスト及び製造の複雑さを低減するために、金属合金から作られるのが好ましい。ガスタービンエンジン用途に好適な合金の実施例は、アルミニウム、鋼鉄、及びチタン合金である。プラットフォーム 34 は、鋳造、鍛造、及び / 又は機械加工などの従来の方法で製作することができ、各プラットフォーム 34 は、より小さな構成要素から構成されてもよく、或いは、単一構成の一体的な、すなわち単体構造の構成要素であってもよい。図 2 で最もよく分かるように、プラットフォーム 34 は、ディスク前端 20 付近に配置される前端 44 と、ディスク後端 22 付近に配置される軸方向に対向する後端 46 とを有する。本体 40 は、プラットフォームの質量の大部分を与え、そのため遠心荷重を支持するのに必要な強度をプラットフォーム 34 に提供する。図示の実施例において、本体 40 は、部分的回転体である単層の弓形構造であるが、特定用途に合わせて特定の物理的構成に修正することができる。本体 40 は、前端 44 と後端 46 との間に延びる離間した横方向縁部 41 及び 43 を含む。

【0019】

プラットフォーム 34 は、前端 44 から軸方向外向きに延びる弓形前方取付フランジ 64 と、後端 46 から軸方向外向きに延びる後方取付フランジ 66 とを有する。前方及び後方取付フランジ 64、66 は、半径方向外向きに面する前方及び後方当接面 68 及び 70 それぞれと、軸方向に面する前方及び後方当接面 72 及び 74 それぞれとを定めるように構成される。

【0020】

流路表面部分 42 は、ファンの過速度要件、低サイクル疲労、及び吸込み要件に適合するのに必要な強度を提供する。ウィング 34 を含めて、プラットフォーム 34 を製造するのに用いられる金属合金は通常、ファンブレード 18 を製造することができる非金属複合材と比べてより延性があり、脆性が低い。結果として、プラットフォーム 34 が単純な円筒断面であった場合、ファンブレード 18 とプラットフォーム 34 との間に強い衝突破壊荷重を受けたときにファンブレード 18 に損傷を与える傾向がある。従って、本体 40 の横方向の範囲は、隣接するファンブレード 18 間の距離よりも小さく作られており、本体 40 と隣接するファンブレード 18 との間に小さな横方向間隔「S」があることになる。また、ウィング 42 は脆弱であり、ファンブレード 18 が移動した場合に大きく変形及び / 又は破断するように提供され構成されている。この特性は、ウィング 42 の物理的寸法を選択することによりもたすことができる。例えば、ウィング 42 は、根元 45 から先端 47 までテーパにされる。より具体的には、ウィング 42 は、その先端 47 において第 1 の厚み「x」を有し、その根元 45 において第 2 の厚み「y」を有する。第 2 の厚み y は、第 1 の厚み x よりも大きい。換言すると、 $t = x / y$ で定義されるウィング 42 の「テーパ比」は 1 よりも小さい。ウィング 42 の傾斜角はまた、ファンブレード 18 の移動に応答してウィング 42 の曲げ撓みを促進するよう選択される。具体的には、各ウィング 42 と外側表面 36 との間の傾斜角 θ は 90 度よりも小さい。最後に、各ウィング 42 の長さ「L」は、本体 40 とファンブレード 18 との間の横方向間隔「S」よりも実質的に大きい。これらのパラメータ (テーパ比、ウィング角、及び長さ比) は、特定の用

10

20

30

40

50

途に合わせて変えることができる。

【 0 0 2 1 】

図 7 で最もよく分かるように、各ファンブレード 1 8 は、前縁 4 9 と後縁 5 1 とを有する。対向する凸状及び凹状側面 5 3 及び 5 7 それぞれが、前縁 4 9 と後縁 5 1 との間に延びる。ファンブレード 1 8 は、大きなキャンバ量を組み込んでいる。ウィング 4 2 は、このキャンバを辿るような曲線輪郭が付けられ、その結果、隣接するウィング 4 2 は、ファンブレード 1 8 の前縁 4 9 及び後縁 5 1 にて互いに適合することになる。必要であれば、本体 4 0 の横方向縁部 4 1 及び 4 3 はまた、ファンブレード 1 8 のキャンバを辿るような曲線輪郭を付けることができ、すなわち、換言すると、一方の側方縁部 4 1 が凹面状となり、他方の側方縁部 4 3 が凸面状となる。

10

【 0 0 2 2 】

各ウィング 4 2 の外側横方向縁部は、エンジン作動中にファンブレードの空気漏洩をシールするために弾性シール部材 6 2 を備える。縁部シール 6 2 は、接着材によりウィング 4 1 に接合することができ、シリコン又は別のエラストマー材料のような好適な材料から作られる。

【 0 0 2 3 】

図 2 に示すように、プラットフォーム 3 4 は、前方支持リング 7 6 及び後方支持リング 7 8 により保持される。前方支持リング 7 6 は、内側セグメント 8 0 を含む環状部材であり、該内側セグメント 8 0 は、外側セグメント 8 2 から半径方向に離間して配置され、これらの間に環状の後方に面する溝 8 4 が定められるようになる。前方支持リング 7 6 は、例えば、複数のボルト（図示せず）によりその遠位端においてロータディスク 1 6 の前端 2 0 に固定接合される。半径方向外側セグメント 8 2 は、前方取付フランジ 6 4 と重なって半径方向前方当接面 6 8 を係合し、これにより、プラットフォーム 3 4 の前端 4 4 をエンジン作動中のロータディスク 1 6 の回転時の遠心荷重に起因した半径方向外向きの移動に対して保持する。その上、外側セグメント 8 2 の遠位端が軸方向に面する前方当接面 7 2 に当接し、プラットフォーム 3 4 を前方軸方向移動に対して保持する。任意選択的に、前方支持リング 7 6 は、他の部分は従来と同様のスピナー 3 2 の一体部分とすることができる。単層本体 4 0 を有するプラットフォーム 3 4 の金属構造により、前方支持リング 7 6 の半径方向高さ「R」を従来技術のプラットフォームの場合よりも大幅に小さくすることが可能となる。これは、ファン組立体 1 2 の空気力学的効率の向上をもたらす。

20

30

【 0 0 2 4 】

後方支持リング 7 8 は環状部材である。図示の実施例では、後方支持リング 7 8 は実質的に V 字形断面であり、半径方向内側セグメント 8 6 と半径方向外側セグメント 8 8 とを含み、当接部 9 0 を定める交点にて共に接合される。内側セグメント 8 6 は、その遠位端においてブースタシャフト 2 8 上に形成された取付フランジ 9 2 に固定接合される。当接部 9 0 は、後方取付フランジ 6 6 と重なって半径方向後方当接面 7 0 を係合し、これにより、プラットフォーム 3 4 の後端 4 6 をエンジン作動中のロータディスク 1 6 の回転時の遠心荷重に起因した半径方向外向きの移動に対して保持する。当接部 9 0 はまた、軸方向に面する後方当接面 7 4 を係合し、プラットフォーム 3 4 を後方の軸方向移動に対して保持するようにする。

40

【 0 0 2 5 】

図 5 及び 6 を参照すると、ロータディスク 1 6 は、ディスク外側表面 2 4 から半径方向内向きに延びる複数の円周方向に離間したダブテールスロット 9 4 を含み、該ダブテールスロット 9 4 間のディスク部分はまた、ダブテールポストとして知られる。ファンブレード 1 8 の各々は、軸方向嵌め込み式の相補的なダブテールの形態の一体的根元セクション 9 6 を含む。ダブテール根元セクション 9 6 は、ファンブレード 1 8 をロータディスク 1 6 に取り付けるためのダブテールスロット 9 4 のそれぞれのスロット内に配置される。当技術分野で周知のように、ダブテールスロット 9 4 及び根元セクション 9 6 は、ブレード 1 8 に加わる過大な力にตอบสนองしてダブテールスロット 9 4 内での根元セクション 9 6 の限定した回転を可能にするように設計される。このブレードの回転機能により、異物損傷に

50

対するブレードの脆弱性が実質的に低減される。

【 0 0 2 6 】

正常作動条件下でのファン組立体 1 2 を示した図 5 に示すように、本体 4 0 は、ロータディスク 1 6 及び隣接ブレード 1 8 と十分なクリアランスを提供するようなサイズにされ且つ構成され、プラットフォーム 3 4 とブレード 1 8 又はロータディスク 1 6 との間を拘束することによりブレードの回転機能が過度に妨げられないようにする。従って、図 6 に示すように、ファンブレード 1 8 の 1 つ (図では最左のブレード) が異物によって固着されている場合、ブレード 1 8 は、衝突に回答してダブテールスロット 9 4 内で回転するようになる。ブレード 1 8 が回転すると、ウィング 4 2 が変形及び / 破断し、ブレード 1 8 を通常は約 1 8 度の回転機能によって回転させることが可能となる。吸込み事象の際にはウィング 4 2 は破壊されるが、プラットフォームの質量の大部分を与える本体 4 0 は、相対的に損傷を受けていない状態のままである。従って、プラットフォームの質量のほんの少しが失われ、内側流路境界を形成する役割のほとんどが保持される。

10

【 0 0 2 7 】

上述のプラットフォーム 3 4 及びファン組立体 1 2 は、従来技術に優る複数の利点を有する。詳細には、金属プラットフォーム 3 4 は、製造時間の短縮及び部品コストの低減の恩恵を享受すると共に、脆弱なウィング 4 2 及び簡単に支持される拘束部は、過度の力学的事象の際に複合材ファンブレードの回転要件に影響を及ぼすことがない。その上、このプラットフォーム構成は、前縁における保持構造のサイズを低減することができ、従って、複合材ファンの効率及びファン流の両方を増大させる。

20

【 0 0 2 8 】

以上、隣接ファンブレードの回転機能及びこのようなプラットフォームを製造するプロセスを制限しない離散的な金属ファンプラットフォームについて説明した。本発明の特定の実施形態を説明してきたが、添付の請求項によって定義される本発明の技術的思想及び範囲から逸脱することなく種々の修正形態を実施できることは、当業者であれば理解されるであろう。

【 符号の説明 】

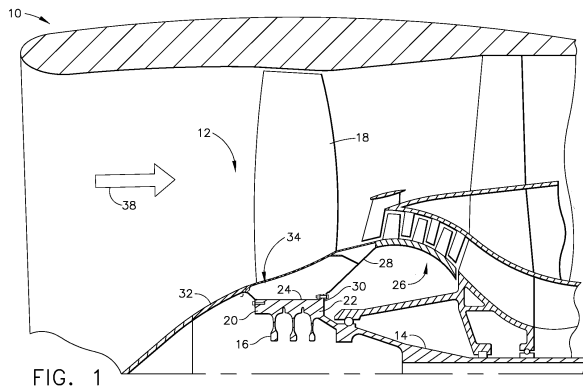
【 0 0 2 9 】

- 1 0 ターボファンガスタービンエンジン
- 1 2 ファン組立体
- 1 4 ファンシャフト
- 1 6 ロータディスク
- 1 8 ロータブレード
- 2 0 前端
- 2 2 後端
- 2 4 半径方向外側表面
- 2 6 低圧圧縮機又はブースタ
- 2 8 シャフト
- 3 0 ボルト
- 3 2 スピナー
- 3 4 プラットフォーム

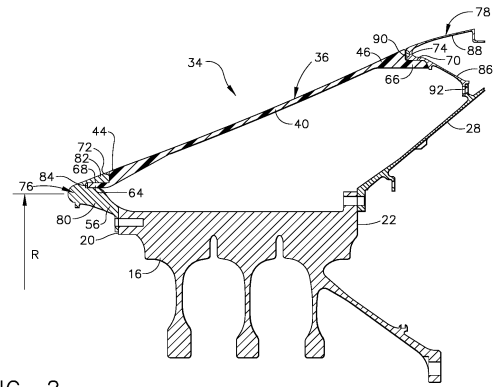
30

40

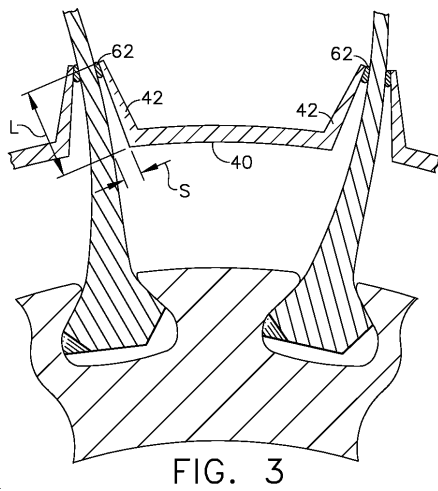
【図 1】



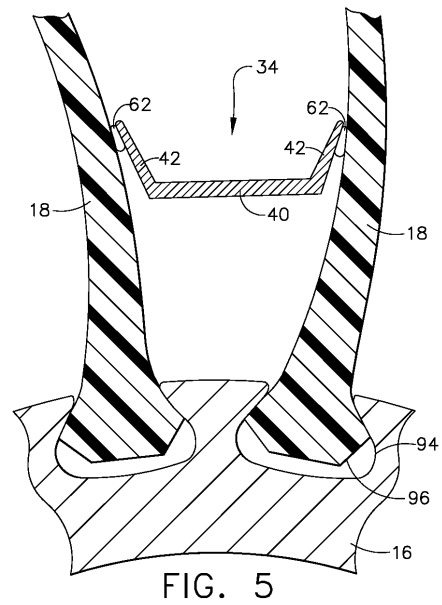
【図 2】



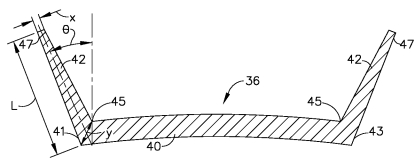
【図 3】



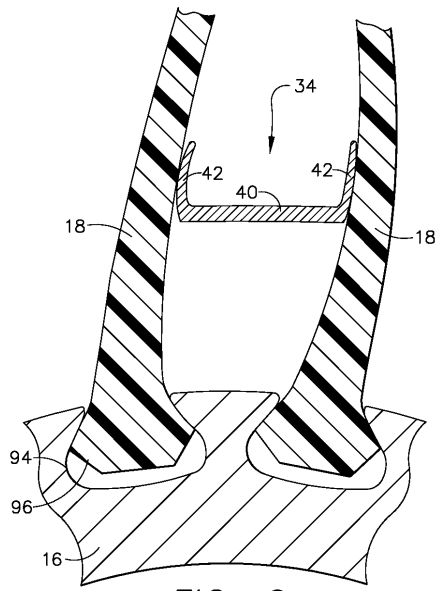
【図 5】



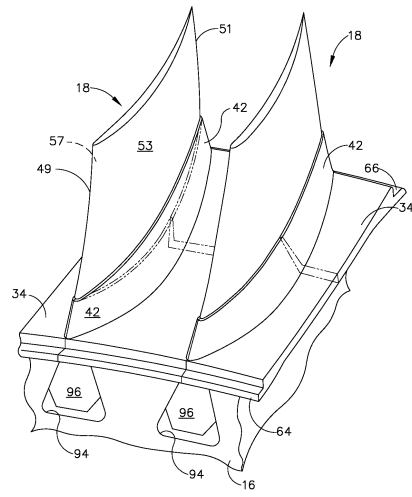
【図 4】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 ニコラス・ジョセフ・クレイ
アメリカ合衆国、オハイオ州、ウエスト・チェスター、アビエーション・ウェイ、6380番
- (72)発明者 グレゴリー・アレン・ブラッツ, ジュニア
アメリカ合衆国、オハイオ州、シンシナッティ、ワン・ニューマン・ウェイ
- (72)発明者 マシュー・ロバート・ヘイスティングス
アメリカ合衆国、オハイオ州、シンシナッティ、ワン・ニューマン・ウェイ
- (72)発明者 ゲイリー・ウィラード・プライアント, ジュニア
アメリカ合衆国、オハイオ州、シンシナッティ、ワン・ニューマン・ウェイ
- (72)発明者 ジャスティン・ジェフリー・クラール
アメリカ合衆国、オハイオ州、シンシナッティ、ワン・ニューマン・ウェイ

審査官 橋本 敏行

- (56)参考文献 特開2000-320491(JP, A)
特開2005-054784(JP, A)
特開2008-232151(JP, A)
特開2003-148102(JP, A)
特開2001-271792(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F02K1/00-99/00