

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4776818号
(P4776818)

(45) 発行日 平成23年9月21日(2011.9.21)

(24) 登録日 平成23年7月8日(2011.7.8)

(51) Int.Cl.

F04D 29/54 (2006.01)
F04D 29/64 (2006.01)

F 1

F 04 D 29/54
F 04 D 29/64E
C

請求項の数 6 外国語出願 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-197583 (P2001-197583)
 (22) 出願日 平成13年6月29日 (2001.6.29)
 (65) 公開番号 特開2002-61600 (P2002-61600A)
 (43) 公開日 平成14年2月28日 (2002.2.28)
 審査請求日 平成20年6月18日 (2008.6.18)
 (31) 優先権主張番号 09/607753
 (32) 優先日 平成12年6月30日 (2000.6.30)
 (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・カンパニイ
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、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
 (72) 発明者 ジョン・アラン・マンティガ
 アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、ノ
 ース・アンドーバー、レイシー・ストリー
 ト、242番
 (72) 発明者 ジェフリー・ハワード・ナスバーム
 アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、ウ
 イルミントン、ショーシーン・アベニュー
 、288番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】形状が一致するプラットホーム案内羽根

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外側及び内側リング(24, 26)の間を半径方向に延びる、円周方向に隣接する出口案内羽根(22)の列を含み、前記羽根(22)の各々は、翼形の対向するスパン端部に固着された外側及び内側プラットホーム(30, 32)を備える翼形部(28)を含み、前記外側及び内側プラットホームの外部表面から延び、対応する取り付けボルト(46)を受けるそれぞれ外側及び内側ボス(42, 44)を更に有し、前記翼形部の各々は、前記外側及び内側プラットホーム(30, 32)の対応する前端部及び後端部(30a, 30b, 32a, 32b)の間に延びる対向する前縁及び後縁(34, 36)をさらに含み、

前記プラットホームは、前記翼形部の対応する対向側面と形状が一致する弧状の第1及び第2側部(30c, 32c, 30d, 32d)を有し、

前記外側プラットホームの第1側部(30c)は、前記前縁及び後縁の間で該外側プラットホームの第2側部(30d)と相補形になっており、前記内側プラットホームの第1側部(32c)は、前記前縁及び後縁の間で該内側プラットホームの第2側部(32d)と相補形になっており、

前記翼形部の各々は、凹面状の第1側面(38)及び凸面状の第2側面(40)を含み、前記外側及び内側プラットホーム(30, 32)は、対応する凹面状の第1側部(30c, 32c)を有し、前記外側及び内側プラットホームは、対応する凸面状の第2側部(30d, 32d)を有し、

10

20

前記内側プラットホーム(32)は、前記前縁及び後縁(34, 36)の間に前記翼形部と同軸に位置合わせされた1対の前方及び後方内側ボス(44)を含み、前記外側プラットホーム(30)は、前記前縁(34)及び後縁(36)の間に前方外側ボス(42)と前記翼形部と部分的に同軸に位置合わせされた複数の横方向に位置合わせされた後方外側ボス(42)とを含む

ことを特徴とするファン出口案内羽根フレーム(20)。

【請求項2】

前記内側プラットホーム(32)は、前記外側プラットホーム(30)より狭く、また前記内側ボス(44)は、前記外側ボス(42)より全体として狭いことを特徴とする請求項1に記載のフレーム。

10

【請求項3】

前記後方外側ボス(42)は、前記翼形部(28)と同軸に位置合わせされた中央ボスと前記中央ボスの両側に配置された1対の外側寄りボスとを含むことを特徴とする請求項1に記載のフレーム。

【請求項4】

前記羽根(22)の1つは、取り付けボルト(46)を前記中央ボス(42)中に含むが前記外側寄りボス中には含まず、また前記羽根(22)の別の1つは、取り付けボルトを両方の前記外側寄りボス(42)中に含むが前記中央ボス中には含まないことを特徴とする請求項3に記載のフレーム。

20

【請求項5】

前記外側リング(24)は、局部的に薄いセクション及び厚いセクションを備えており、前記外側寄りボス(42)は、前記薄いセクションにボルト止めされ、また前記中央ボス(42)は前記厚いセクションにボルト止めされることを特徴とする請求項3に記載のフレーム。

【請求項6】

請求項1に記載の前記ファン出口案内羽根フレーム(20)を組立てる方法であって、前記羽根(22)の各々を前記外側リング(24)に個々に取り付け、前記外側リングを貫通して前記取り付けボルト(46)を前記外側ボスと係合させる段階と、前記内側プラットホーム(32)の内側に前記内側リング(26)を取り付け、前記内側リングを貫通して前記取り付けボルト(46)を前記内側ボスと係合させる段階と、を含むことを特徴とする方法。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般にガスタービンエンジンに関し、より具体的にはガスタービンエンジンのファン出口案内羽根に関する。

【0002】

【従来の技術】

ターボファンガスタービンエンジンは、一般に飛行中の航空機に動力を供給するために用いられる。ファンが、囲繞ナセルの内側に配置され、コアエンジンにより駆動されて、飛行中の航空機に動力を供給する推力を生じる。

40

【0003】

ファンブレード列の軸方向下流に、出口案内羽根(OGV)の列を含むファン案内羽根フレーム、つまり流路が配置され、エンジンから吐出されるのに先立ちファン空気の旋回を止める。出口案内羽根は、出口案内羽根フレームを構成するコアエンジンの前方フレームに取り付けられた外側支持リング及び内側支持リングの間で半径方向に延び、かつそれらに取り付けられる。

【0004】

出口案内羽根は、主として、ファン空気がエンジンから吐出されるとき、空気力学的効率を最大にする輪郭に精密に形成された空気力学的部材である。出口案内羽根は、一般に外

50

側及び内側リングにボルト止めされ、その対向するスパン端部にファン空気に対する境界を形成するためのプラットホームを備える。プラットホームは、出口案内羽根と一体とすることもできるし、それに取り付けられる別体の部材とすることもできる。いずれの構成においても、プラットホームは相当する間隙を生じる。製作公差によるプラットホームの間隙における半径方向段差は、空気力学的効率を減少させる。

【0005】

出口案内羽根の数は、運転中の空気力学的性能及びファンノイズの減衰を含む様々な理由で選定される。従って、出口案内羽根の対応する翼形部は、比較的大きい湾曲、つまりキャンバを有し、大きい羽根数で一列に組立てられる可能性がある。しかしながら、内側プラットホームは、必然的に外側プラットホームよりも、エンジン中心軸線から小さい半径で配置される。所定数の羽根において、内側プラットホームで利用できる円周部分は、外側プラットホームで利用できる円周部分よりも実質的に少ない。

10

【0006】

羽根は、一般に外側及び内側支持リングの間に個々に組立てられるので、比較的大きい羽根数及び比較的大きいキャンバにより、たとえ不可能ではないとしても、小さい半径比のファン上に羽根を組立てるのが難しくなる。

【0007】

出口案内羽根フレームの構成部品は、一般にエンジンの効率を増大するためにその全体重量を極力少なくするように設計される。個々の出口案内羽根は、一般にその固有振動数に影響を及ぼす支持リングにボルト止めされる。望ましくない空力弾性フラッタ及び他の形態の振動応力を防止するために、出口案内羽根は、比較的大きい固有振動数を備えていなければならない。

20

【0008】

しかしながら、重量を極力少なくするという要求から、比較的大きい外側支持リングを必要とするが、薄いリングは、取り付けられた羽根によりリングに掛かる荷重による曲げに対する抵抗力が小さいので、組立体の曲げ固有振動数を低下させる傾向がある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

従って、リングへの羽根の改良された取り付けによって、空気力学的効率を向上させる改良されたファン出口案内羽根を提供することが望まれる。

30

【0010】

【課題を解決するための手段】

ファン出口案内羽根は、その弧状の側面に形状が一致する一体の外側及び内側プラットホームと、そのプラットホーム上の多重の取り付けボスを含む。プラットホーム側部は、空気力学的効率を向上させるために、羽根側面と形状が一致するように弧状になっている。多重の取り付けボスは、対応する支持リングに対する羽根の取り付けを改善する。

【0011】

【発明の実施の形態】

本発明を、好ましい例示的な実施形態により、添付の図面に関連してなされる以下の詳細な説明において、そのさらなる目的及び長所と共ににより詳細に説明する。

40

【0012】

図1に示すのは、飛行中の航空機に動力を供給するように構成されたターボファンガスタービンエンジンのファン10である。ファンは、エンジン(図示せず)の低圧タービンにより運転中に駆動される支持ファンロータディスク14から半径方向外方に延びるファンロータブレード12の列を含む。

【0013】

ファンブレードは、運転中にファンブレードにより加圧される外気18の外側の境界を形成する囲繞ファンケース16(部分的に示す)の内側に取り付けられる。

【0014】

ファンブレード12の下流に配置されるのはファン出口案内フレーム20であるが、ファ

50

ン出口案内フレーム 20 は、ファン空気が推力を発生するためにエンジンから吐出されるのに先立ち、ファン空気の脱渦流のための流路を形成する構成部品の組立体である。出口案内羽根フレームは、外側及び内側支持リング 24, 26 の間で半径方向に延びる円周方向に隣接する出口案内羽根 22 の列を含む。外側リング 24 は、流路の 1 部を形成し、内側リング 26 は、通常の方法でエンジンの構造用前方フレームに対して適当に支持される。

【 0 0 1 5 】

図 2 は、支持リング 24, 26 中の出口案内羽根 22 の好ましい取り付け組立体を示す。また、図 3 は、出口案内羽根 22 自体の例示的な実施形態を示す。

【 0 0 1 6 】

出口案内羽根 22 の各々は、ファンブレードから吐出される空気の脱渦流に適当に構成された翼形部 28 を含む。本発明によると、各翼形部は、その対向するスパン端部に、一体または好ましくは単一の一体組立体として固着された半径方向外側及び内側プラットホーム 30, 32 を含む。出口案内羽根組立体は、アルミニウムまたはチタンのような適当な金属で通常の鍛造及び機械加工により形成されることができる。

【 0 0 1 7 】

図 3 に示すように、各翼形部 28 は、軸方向に対向する前縁及び後縁 34, 36 を含み、その間で翼形部の円周方向に対向する第 1 及び第 2 側面 38, 40 が軸方向に延びる。翼形部 28 の空気力学的輪郭は、ファン空気を脱渦流するように従来通りの方法で決定される。翼形部第 1 側面 38 は、概ね凹面状で正圧側面を形成し、一方翼形部第 2 側面 40 は、概ね凸面状で負圧側面を形成する。個々の翼形部は、従って、半径方向の断面が適当な大きさのキャンバまたは湾曲を備える弧状であり、一般的にその対向するスパン端部の間で限られた大きさの角度的なねじれを持つ。

【 0 0 1 8 】

これに対応して、外側及び内側プラットホームの各々は、前端部又は前側端部 30a, 32a 及び後端部または後側端部 30b, 32b を含み、これらが円周方向に延びる端縁を形成する。

【 0 0 1 9 】

外側及び内側プラットホームの各々はまた、輪郭が翼形部第 1 側面 38 と一致する弧状の第 1 側部 30c, 32c を備える。また、外側及び内側プラットホームの弧状の第 2 側部 30d, 32d は、輪郭が翼形部第 2 側面 40 と一致している。

【 0 0 2 0 】

翼形部第 1 側面 38 は概ね凹面状であるので、外側及び内側プラットホームの対応する第 1 側部 30c, 32c も、同様に凹面状である。また、翼形部第 2 側面 40 は概ね凸面状であるので、外側及び内側プラットホームの第 2 側部 30d, 32d も同様に凸面状である。

【 0 0 2 1 】

図 3 に示すように羽根及びそのプラットホームは、円周方向に互いに隣接するので、プラットホーム第 1 側部 30c, 32c は、翼形部の前縁及び後縁の間でプラットホームの対応する第 2 側部 30d, 32d と軸方向の輪郭が相補形である。このように、円周方向に隣接する外側及び内側プラットホームの対向する側部は、外側及び内側プラットホームの内部流れ表面で翼形部の湾曲またはキャンバに沿う比較的に小さな間隙をその間に形成する。

【 0 0 2 2 】

このように、ファン空気 18 が、図 3 に示すように隣接する翼形部 28 の間に導かれるとき、空気は、隣接するプラットホームの間の単一の間隙に沿って最小限の圧力損失で流れれる。一体型のプラットホームは、個別のプラットホーム構成中に見られる間隙をある程度無くすので空気力学的効率を向上させる。

【 0 0 2 3 】

プラットホームの弧状の側部は、ファン空気がほぼ側部に沿って流れ、空気が従来の設計

10

20

30

40

50

に見られる直線状間隙を横切って斜めに流れることによって生じていた空気力学的損失を確実にさらに少なくする。製作公差によりプラットホームの弧状の接合個所に何らかの半径方向の段差がある場合にも、プラットホーム側縁の湾曲は、それに沿う空気流の局部的な流線に平行になるように選定されるので、製作公差による空気力学的損失は最小になる。

【0024】

外側及び内側プラットホームの弧状の側部は、弧状の翼形部の対応する対向側面に形状が一致もしくは合致しているので、従来設計の直線状側部をもつたプラットホームの場合には必要であったプラットホーム表面積の対応する増大なしに、かなりの大きさのキャンバ及びねじれを翼形部に持たせることが可能になる。このことは、エンジン中心軸線から外側プラットホーム30よりも小さい半径で配置される内側プラットホーム32にとって特に重要である。

【0025】

より具体的に言えば、図3に示す内側プラットホーム32は、外側プラットホーム30よりも円周方向の幅が相応してより狭い。プラットホームの直線状側部に代えて形状が一致する弧状側部を用いることで、内側プラットホームの利用可能な限られた全体的な円周部分が、より効率的に用いられる。このように、翼形部の対向側面における内側プラットホームの横方向の幅、つまり延長部を、ほぼ等しくかつ適当に小さくすることができ、比較的多数の羽根を出口案内羽根列に組み立てることが可能になる。

【0026】

外側プラットホーム30の場合には、より多くの円周部分が利用可能ではあるが、直線状側部をもつ従来のプラットホームとは対照的に、翼形部の対向側面における個々のプラットホームの円周方向の幅、つまり延長部もまた、ほぼ等しく、それらのプラットホームの効率的な使用を最大にする。

【0027】

図2及び図3に示すように、外側及び内側プラットホームは、それぞれ外側及び内側取り付けボス42、44を含み、それらは、ファン空気の流路境界を形成する対応する内部表面からは反対の位置にある、プラットホームのそれぞれの外部表面から延びるプラットホームの局部的な拡大部分である。個々のボスは、その中に雌ねじ山を備え、それぞれ外側及び内側リングを貫通して延びる対応する取り付けボルト46を受ける。

【0028】

図3及び図4に示すように、多重の外側ボス42が外側プラットホーム中に用いられ、また多重の内側ボス44が内側プラットホーム中に用いられているが、内側ボスは、内側プラットホームの限られた円周方向の幅を考慮して外側ボスより円周方向の広がりが全体としてより狭い。

【0029】

より具体的に言えば、図2に示す内側プラットホーム32の各々は、図3及び図4に示すように、翼形部28と同軸に位置合わせされた1対の前方及び後方の内側ボス44を含み、どちらも翼形部の半径方向スパン軸に沿い、同時にまた軸方向で前縁及び後縁34、36の間の翼形部のキャンバ線に沿っている。このように、内側ボス44は、翼形部28の対応する部分のすぐ下方に配置され、内側プラットホーム32が、個々のボスに対して局部的に厚くされることが必要なことを除いては、その両側部で比較的に狭くかつ薄く保たれることを可能にする。従って、荷重伝達は、同軸に位置合わせされたボス及び翼形部の間で内側プラットホームの中央部分を直接通して行なわれる。

【0030】

図3に最初に示した外側プラットホーム30は、幾つかの利点を目的として、内側ボスとは異なる複数種類の外側取り付けボス42を含む。各外側プラットホームは、翼形部の前縁及び後縁の間に翼形部28と部分的に同軸に位置合わせされた単一の前方外側ボスと複数の横方向または円周方向に位置合わせされた後方外側ボスとを含むことが好ましい。

【0031】

10

20

30

40

50

図3に示す好ましい実施形態において、外側ボス42は、1対の外側寄りボスの間に配置された中央ボスを含む3つの横方向に位置合わせされた後方ボスを含む。後方中央外側ボスは、翼形部28の半径方向スパンに沿って同軸に位置合わせされると同時に、キャンバ線に沿って前方外側ボスと位置合わせされる。後方外側寄りボスは、中央ボスの両側に配置され、下方に位置する翼形部28から横方向に間隔を置いて配置される。外側プラットホームは、幾つかの外側ボスを設けるために必要とされて局部的に厚くすることを除いては、比較的に薄い。3つの後方外側ボスは、その構造的剛性を強めるために一体構造のグループにまとめられる。

【0032】

図2及び図4に示すように、外側支持リング24は、全体的な重量を最小にするために、その円周方向の広がりの大部分にわたる半径方向セクションで比較的に薄い。しかしながら、外側リングは、それらの個別の領域に設置されたエンジンマウントからの取り付け荷重を受けるための追加の強度を付与する幾つかの局部的に厚いセクション24bを含む。例えば、エンジンは、その対向する垂直方向側面で、外側リング24の周りに2つの支持体を必要とするエンジンマウントにより航空機の胴体に取り付けられる。このように、外側リングは、外側リングの残りの薄いセクションから円周方向に離れた4つの局部的に厚い領域24bを含み、エンジンが望み通りに航空機の胴体の左側又は右側に取り付けられることを可能にする。

【0033】

外側リング24の薄いセクションは、その厚いセクションよりも柔軟性があるので、図2及び図4に示すように前方外側ボス及び2つの外側寄り外側ボスにおいて、1つの外側プラットホーム当り全部で3つの取り付けボルトの割で対応するボルトを用いて、外側プラットホームを外側リングに取り付けることが望ましい。内側プラットホーム32は、2つの前方及び後方内側ボス44に1対のみの取り付けボルト46を用いて、内側リングに取り付けられる。

【0034】

2つの外側寄り外側ボス42は、図4に示すように外側リングにボルト止めされるので、組立体の構造的剛性を増大させ、相応してその固有振動数を増大させる。図4に示す後方中央ボスは、外側リングの薄いセクションにボルト止めされないので、そこでのボルトを無くし重量を減少させるために必要な部品数の減少をもたらす。

【0035】

しかしながら、図4に示すように外側リングの局部的に厚いセクション24bでは、対応する取り付けボルト46が、前方外側ボスをボルト止めすることに加えて後方中央の外側ボスのために用いられる。外側リング24の厚いセクションは比較的に剛性があるので、2つの外側寄りのボスは、外側リングにボルト止めされず、外側プラットホームの中央のボルト止めがこの位置で羽根を通る直接の半径方向荷重経路を提供し、羽根の座屈抵抗を強めエンジンマウントによる反力荷重によりよく対処する。

【0036】

従って、外側リング24の比較的に薄いセクションに設置された羽根22のすべては、2つの後方外側寄りボス42中に対応する取り付けボルトを含み、外側リングに結合されたとき曲げ抵抗を高め、そこにおける中央ボスは対応する取り付けボルトが用いられずに空のままである。

【0037】

それに応じて、外側リングの局部的に厚いセクション24bに設置された羽根22のすべては、対応する取り付けボルト46を、後方中央ボス42中に含み、対応する外側寄りボス中には含まない。このように、図3に示す4つの多重外側ボス構成が、個々の出口案内羽根22の設計の独自性を維持し、希望通りに外側リングの異なる取り付けを可能にする。外側リングのより厚いセクションに取り付けられたそれらの羽根に対して、2つの取り付けボルトのみが外側プラットホームに必要とされる。一方、外側リングの薄いセクションに取り付けられたそれらの羽根に対しては、3つの外側取り付けボルトしか必要とされ

10

20

30

40

50

ない。

【0038】

従って、出口案内羽根22は、構成においては全く同一であるが、エンジンマウントに対する特定の位置に応じて、同じ出口案内羽根列中で異なる用い方をされることができる。さらに、個々の出口案内羽根22は、意図した用途に対して十分な強度を得るためにアルミニウムのような適当な金属で形成されることができる。また、外側リングのより厚いセクションに設置されたそれらの出口案内羽根22の翼形部は、必要に応じその強度を増すようにチタンで形成されることができる。

【0039】

翼形部のキャンバの所望の大きさに羽根プラットホームを弧状に一致させることを考慮して、大きい羽根数及び大きいキャンバ構成に対して、出口案内羽根22の改良された組立て方法が必要とされ、さもないと個々の羽根を完全に1列に軸方向に組立てることが妨げられる。

【0040】

より具体的に言えば、出口案内羽根22の各々は、対応する外側プラットホーム30を所定の位置に軸方向及び半径方向に嵌めこむことによって、対応する外側リング24に個々に取り付けられることを、図2は概略的に示す。次いで、対応する外側取り付けボルト46が、外側リングを貫通して挿入され対応する外側ボス42と係合する。

【0041】

このように、完全な列の出口案内羽根22は、外側及び内側プラットホーム30, 32の隣接するプラットホームがその弧状の対向する側部に沿って一緒に組み込まれた状態で、円周方向に互いに隣接して外側リング中に最初に取り付けられることができる。図3に示すように翼形部のキャンバの大きさ及びプラットホーム側部の対応する弧状の湾曲に關係なく、最後に取り付けられた羽根を含む個々の羽根は、円周方向に隣接する羽根による妨害を受けることなく、半径方向に所定の位置に取り付けができる。

【0042】

次ぎに、図2に示すように、内側リング26は、内側プラットホーム32の完全に組み立てられた構成部品の内側に、軸方向に取り付けられ、続いて、それぞれの取り付けボルト46を内側リングを貫通してそれぞの内側ボス44と係合させて順次取り付けることができる。

【0043】

形状が一致する弧状のプラットホームを有する上述の出口案内羽根22は、振動応答性及び荷重担持能力を含む、空気力学的効率、製作、組立て、及び作動においてかなりの利益をもたらす。形状が一致する内側プラットホームは、最小の表面積を有し、多数の出口案内羽根を、必要ならばかなりの大きさのキャンバをもって單一列に組立てることを可能にする。外側プラットホームの多重の外側ボス構成は、外側プラットホームを外側寄りに固定することにより剛性を高めた比較的に薄い支持外側リングを用いることを可能にする。しかしながら、同じ構成の外側プラットホームはまた、外側リングの局部的に厚いセクションでも用いられ、そこにおいて出口案内羽根を通るかなりの座屈荷重を担持することができる。

【0044】

本発明の好ましい例示的な実施形態と考えられるものをここに説明してきたが、本発明の他の変形形態が、上記記述の教示から当業者には明らかになるはずであり、従って、本発明の技術思想及び技術的範囲に属する全てのかかる変形形態が添付の特許請求の範囲で保護されることを切望する。

【0045】

従って、本出願により保護されることを望むものは、特許請求の範囲に記載され特定される発明である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の例示的な実施形態による例示的なターボファンガスタービンエンジン

10

20

30

40

50

におけるファンの1部の軸方向断面図。

【図2】 出口案内羽根列及びその関連する組立て方法を含む、図1に示すファン出口案内羽根フレームの拡大軸方向断面図。

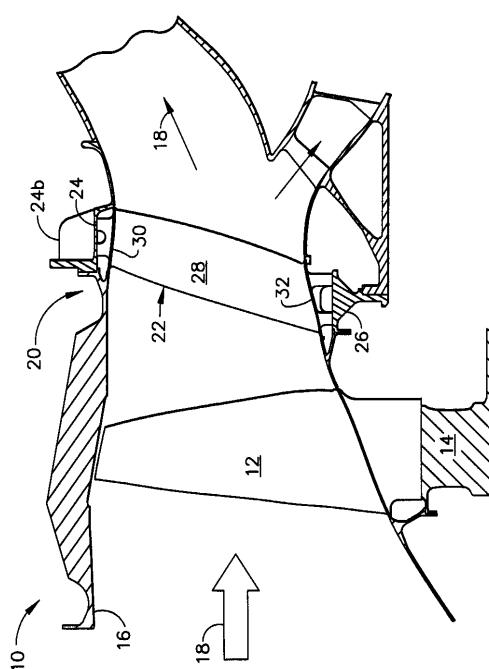
【図3】 分かり易くするために支持リングを除去した、図1の3つの例示的な隣接する羽根の斜視図。

【図4】 図2に示す線4-4により切断された出口案内羽根フレームの1部の半径方向断面図。

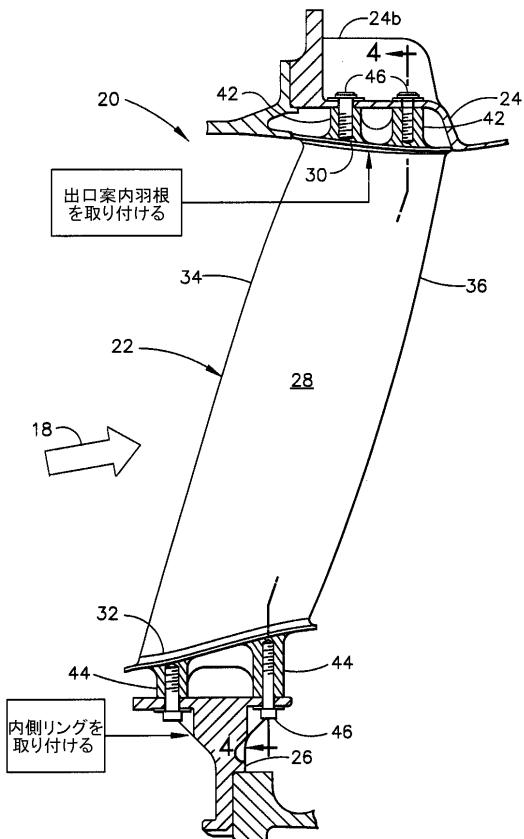
【符号の説明】

1 8	外気(ファン空気)	10
2 0	ファン出口案内羽根フレーム	
2 2	ファン出口案内羽根	
2 4	外側リング	
2 4 b	外側リングの局部的に厚いセクション	
2 6	内側リング	
2 8	翼形部	
3 0	外側プラットホーム	
3 2	内側プラットホーム	
3 4	前縁	20
3 6	後縁	
4 2	外側ボス	
4 4	内側ボス	
4 6	取り付けボルト	

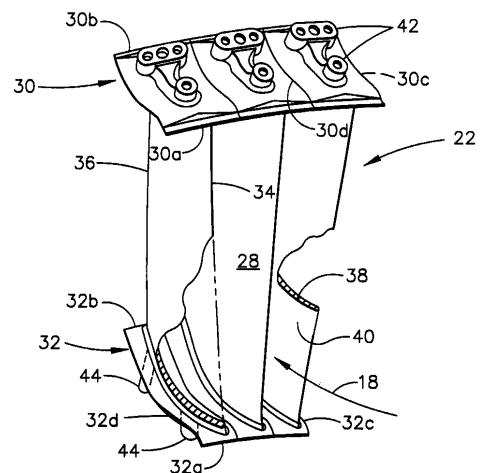
【図1】



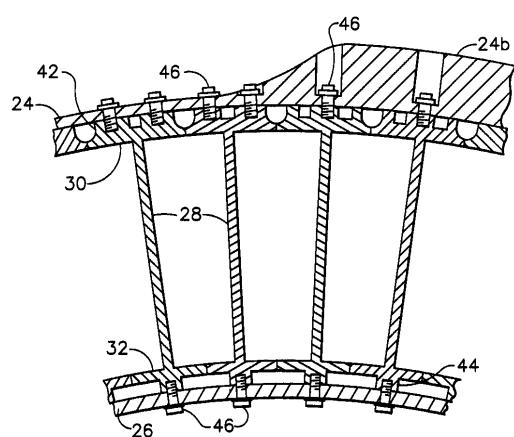
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 ジョセフ・カポジ

アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、ノース・リーディング、クリスティン・レーン、11番

(72)発明者 ジョン・ローレンス・ヌーン

アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、スワンプスコット、エセックス・ストリート、355番

審査官 熊谷 健治

(56)参考文献 米国特許第04722184(US, A)

特開昭60-222504(JP, A)

米国特許第05853286(US, A)

特開昭52-001202(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F04D 1/00-13/16

F04D 17/00-19/02

F04D 21/00-25/16

F04D 29/00-35/00