

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4975945号  
(P4975945)

(45) 発行日 平成24年7月11日(2012.7.11)

(24) 登録日 平成24年4月20日(2012.4.20)

(51) Int.Cl.

F 1

FO2C 3/067 (2006.01)

FO2C 3/067

FO2K 3/06 (2006.01)

FO2K 3/06

FO4D 29/32 (2006.01)

FO4D 29/32

A

請求項の数 10 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2003-145570 (P2003-145570)  
 (22) 出願日 平成15年5月23日 (2003.5.23)  
 (65) 公開番号 特開2004-3488 (P2004-3488A)  
 (43) 公開日 平成16年1月8日 (2004.1.8)  
 審査請求日 平成18年5月18日 (2006.5.18)  
 審判番号 不服2011-2613 (P2011-2613/J1)  
 審判請求日 平成23年2月4日 (2011.2.4)  
 (31) 優先権主張番号 10/154,584  
 (32) 優先日 平成14年5月24日 (2002.5.24)  
 (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 智志  
 (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 イアン・フランシス・プレンティス  
 アメリカ合衆国、オハイオ州、シンシナテ  
 ィ、コーネル・プレイス、3423番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ガスタービンエンジンのための二重反転可能なブースタ圧縮機組立体

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第1駆動シャフト(46)に連結されたファンブレードの第1列(18)と、該ファンブレードの第1列から軸線方向に間隔をおいて配置されかつ第2駆動シャフト(48)に連結されたファンブレードの第2列(22)とを備える二重反転可能なファンセクション(12)を有するガスタービンエンジン(10)のための二重反転可能なブースタ圧縮機組立体(36)であって、該二重反転可能なブースタ圧縮機組立体が、

(a) 前記第1駆動シャフト(46)によって駆動される第1圧縮機ブレード列(38)と、

(b) 前記第2駆動シャフト(48)に連結されて、前記ファンブレードの第2列(22)を駆動するファンシャフト延長部(100)と、

(c) 前記ファンシャフト延長部(100)と一体で、前記第1圧縮機ブレード列(38)に対して互いに交互に配置された第2圧縮機ブレード列(40)を形成する複数の圧縮機ブレード(124)と、

を備え、

前記第2圧縮機ブレード列(40)及び前記ファンブレードの第2列(22)が、前記第1圧縮機ブレード列(38)及び前記ファンブレードの第1列(18)に対して反対の方向に回転するようになっている、  
ことを特徴とする組立体。

## 【請求項 2】

10

前記ファンシャフト延長部(100)が、第1の端部(104)で前記第2駆動シャフト(48)によって駆動される前方シャフト(70)に連結され、第2の端部(108)で前記ファンセクション(12)のファンブレードの第2列(22)を保持するディスク(98)に連結されていることを特徴とする、請求項1に記載の二重反転可能なブースタ圧縮機組立体。

**【請求項3】**

第1の位置(118)において前記ファンシャフト延長部(100)の各々と一体で前記二重反転可能なブースタ圧縮機のための内側流路の一部を形成する第1プラットフォーム部材(116)を更に備えることを特徴とする、請求項1に記載の二重反転可能なブースタ圧縮機組立体。 10

**【請求項4】**

第2の位置(122)において前記ファンシャフト延長部(100)の各々と一体で前記二重反転可能なブースタ圧縮機のための外側流路の一部を形成する第2プラットフォーム部材(120)を更に備えることを特徴とする、請求項3に記載の二重反転可能なブースタ圧縮機組立体。

**【請求項5】**

前記ファンシャフト延長部の第2端部と前記ディスクの下流端とを連結するフランジを更に備えることを特徴とする、請求項2に記載の二重反転可能なブースタ圧縮機組立体。

**【請求項6】**

前記ディスクに連結された前記ファンブレードの第2列の上流にブースタスプールを更に備え、該ブースタスプールが、該スプールから延びかつ前記ファンブレードの第2列及び前記第2圧縮機ブレード列に応じて回転する複数の圧縮機ブレードを含むことを特徴とする、請求項2に記載の二重反転可能なブースタ圧縮機組立体。 20

**【請求項7】**

前記ファンブレードの第2列の下流の前記ブースタ流路に配置された出口案内羽根を更に備えることを特徴とする、請求項1に記載の二重反転可能なブースタ圧縮機組立体。

**【請求項8】**

前記第2プラットフォーム部材の上流端に連結された流路フィラーを更に備えることを特徴とする、請求項4に記載の二重反転可能なブースタ圧縮機組立体。

**【請求項9】**

二重反転可能なブースタ圧縮機を有するガスタービンエンジンにおける二重反転可能なファンセクションの第2段のためのファンシャフト組立体であって、 30

(a) 第1の端部において駆動シャフトに連結され、第2の端部において前記ファンセクションの第2段のファンブレードを保持するディスクに連結されたファンシャフト延長部と、

(b) 第1の位置において前記ファンシャフト延長部と一体で前記二重反転可能なブースタ圧縮機のための内側流路の一部を形成する第1プラットフォーム部材と、

(c) 第2の位置において前記ファンシャフト延長部と一体で前記二重反転可能なブースタ圧縮機のための外側流路の一部を形成する第2プラットフォーム部材と、

(d) 前記第1プラットフォーム部材と前記第2プラットフォーム部材との間に配置された複数の圧縮機ブレードと、 40

を備え、

前記駆動シャフトが、前記圧縮機ブレードと前記第2段のファンブレードと同じ方向に回転させるようになっている、

ことを特徴とするファンシャフト組立体。

**【請求項10】**

(a) 高圧タービンを含む高圧セクションと、

(b) 該高圧セクションの後方に配置され、第1及び第2駆動シャフトを回転させるように働く二重反転する低圧内側及び外側ロータを有する低圧タービンと、

(c) 前記高圧セクションより完全に前方にあり、前記第1駆動シャフトに連結されたフ 50

アンブレードの第1列と該ファンブレードの第1列から軸線方向に間隔をおいて配置されかつ前記第2駆動シャフトに連結されたファンブレードの第2列とを含む二重反転可能なファンセクションと、

(d) 前記第1駆動シャフトに連結された第1圧縮機ブレード列と該第1圧縮機ブレード列に対して互いに交互に配置されかつ前記第2駆動シャフトに連結された第2圧縮機ブレード列とを含む二重反転可能なブースタ圧縮機と、

を備え、

各低圧タービンロータは、それぞれ前記ファンのブレード列及び前記圧縮機ブレード列の両方を駆動し、

前記第2圧縮機ブレード列の各々の圧縮機ブレードは、前記第2駆動シャフトと前記ファンブレードの第2列とを連結するファンシャフト延長部と一体である、  
ことを特徴とするガスタービンエンジン。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、一般的にガスタービンエンジンのための二重反転可能なファンセクション及び二重反転可能なブースタ圧縮機に関し、具体的には、それと一体のブースタ圧縮機の圧縮機ブレードを含む、二重反転可能なファンセクションのファンシャフト組立体に関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

ガスタービンエンジンは、より低いノイズ及びより高い作動効率により大きな推力を達成するために、絶え間なく改善されている。1つの手法がバイパスター・ボ・ファン式エンジンとして知られるようになり、このエンジンでは、空気流が、2つの分離された、同軸の空気流の流れに分割されるものである。外側の空気流の流れ（ここではバイパス流として知られる）は、エンジンのファンセクションのみによって加圧され、全体の推力の殆どをもたらすために利用され、内側の空気流の流れ（ここではブースタ流として知られる）は、ファン、コアエンジン及びタービンを通って流れ、該ファンを駆動する動力をもたらす。相対的なノイズが低い状態で、ファンの圧力比を上昇させ、ファンの効率を維持するために、ファンセクションは、二重反転可能なファンを構成するように反対方向に回転するファンブレードの2つの段又は列を含む。より低いノイズとより高い効率のために、ファンブレードの2つの列を軸線方向に離し、それらの間で伴流を減衰することを可能にすることが望まれるようになった。

##### 【0003】

ファンのブレード列の間隔に必要とされる余分な長さを削減するために、内側及び外側の空気流の流れは、ファンの段とファンの第2段の内径内に配置されたブースタ圧縮機との間の軸線方向の位置で分離される。バイパスター・ボ・ファン式エンジンにおいて利用されたブースタ圧縮機の最初の構成は、ファンの第1段に応じて回転するロータブレードの種々の段、並びに、ロータブレードの各対の間に配置されたステータ羽根の段を含むものであった（例えば、特許文献1を参照）。その後、特許文献2、特許文献3、及び特許文献4から分かるように、ブースタ圧縮機は、二重反転可能なファンの対応する段に応じて回転する、二重反転可能なブレード列又はセクションを有するように設計された。

##### 【0004】

##### 【特許文献1】

特開2001-65365号公報

##### 【特許文献2】

特開昭63-134817号公報

##### 【特許文献3】

米国特許第5,307,622号公報

##### 【特許文献4】

特開昭63-106335号公報

10

20

30

40

50

## 【0005】

## 【発明が解決しようとする課題】

ブースタ圧縮機の別々のブレード列を駆動することは、ある種の機械的な複雑さをもたらすことが分かった。更に、特に、ブースタ圧縮機を通る内側の空気流の流れは第2段のファンを通り抜けなければならないため、外側及び内側の空気流の流れのシール機能を必要以上に乱さない第2段のファンのための支持体が必要とされる。したがって、前述のことを考慮すると、第2段のファン及び対応するブースタ圧縮機ブレードの列の回転を単純化するための、二重反転可能なファンセクション及び二重反転可能なブースタ圧縮機が開発されることが望ましい。更に、ファンの第2段は、ブースタ圧縮機を通る内側の空気流の流れが該ファンの第2段のファンブレードを通り抜ける必要がないように取り付けられ、かつ構成されることが望ましい。

10

## 【0006】

## 【発明を解決するための手段】

本発明の第1の例示的な実施形態において、二重反転可能なブースタ圧縮機を有するガスタービンエンジンにおける二重反転可能なファンセクションの第2段のためのファンシャフト組立体が、第1の端部において駆動シャフトに連結され、第2の端部においてファンセクションの第2段のファンブレードを保持するディスクに連結されたファンシャフト延長部(100)と、第1の位置において該ファンシャフト延長部と一体で該二重反転可能なブースタ圧縮機のための内側流路の一部を形成する第1プラットフォーム部材(116)と、第2の位置において該ファンシャフト延長部と一体で該二重反転可能なブースタ圧縮機のための外側流路の一部を形成する第2プラットフォーム部材(120)と、該第1及び第2プラットフォーム部材の間に配置された複数の圧縮機ブレード(134)とを含み、該駆動シャフトが、該圧縮機ブレードと第2段のファンブレード(22)と同じ方向に回転させるようになっているものとして開示される。

20

## 【0007】

本発明の第2の例示的な実施形態において、第1駆動シャフトに連結されたファンブレードの第1列(16)と、該ファンブレードの第1列から軸線方向に間隔をおいて配置されかつ第2駆動シャフトに連結されたファンブレードの第2列(22)とを備える二重反転可能なファンセクションを有するガスタービンエンジンのための二重反転可能なブースタ圧縮機組立体が開示される。二重反転可能なブースタ圧縮機組立体は、第1駆動シャフトに連結された第1圧縮機ブレード列(38)と、第2駆動シャフトに連結されてファンブレードの第2列を駆動するファンシャフト延長部(100)と、該ファンシャフト延長部と一体で該第1圧縮機ブレード列に対し互いに交互に配置された第2圧縮機ブレード列(40)を形成する複数の圧縮機ブレード(134)とを含み、該第2駆動シャフト及び該ファンシャフト延長部が、該第2圧縮機ブレード列と該ファンブレードの第2列とを同じ方向に回転させるようになっているものとして示される。ファンシャフト延長部は更に、第1の位置において該延長部と一体で二重反転可能なブースタ圧縮機のための内側流路の一部を形成する第1プラットフォーム部材(116)と、第2の位置において該延長部と一体で二重反転可能なブースタ圧縮機のため外側流路の一部を形成する第2プラットフォーム部材(120)とを含み、各々の圧縮機ブレードが、該第1及び第2プラットフォーム部材の間に配置されている。

30

## 【0008】

本発明の第3の例示的な実施形態において、高圧タービンを含む高圧セクション(26)と、該高圧セクションの後方に配置され、第1及び第2駆動シャフトを回転させるように働く二重反転する低圧内側及び外側ロータを有する低圧タービン(44)と、該高圧セクションより完全に前方にあり該第1駆動シャフトに連結されたファンブレードの第1列(16)と該ファンブレードの第1列から軸線方向に間隔をおいて配置されかつ該第2駆動シャフトに連結されたファンブレードの第2列(22)とを含む二重反転可能なファンセクションと、該第1駆動シャフトに連結された第1圧縮機ブレード列(38)と該第1圧縮機ブレード列に対して互いに交互に配置されかつ該第2駆動シャフトに連結された第2

40

50

圧縮機ブレード列(40)とを含む二重反転可能なブースタ圧縮機とを含み、各低圧タービンロータが、それぞれファンのブレード列及び圧縮機ブレード列の両方を駆動するものとして開示される。第2圧縮機ブレード列の各圧縮機ブレードは、第2駆動シャフトとファンブレードの第2列とを連結するファンシャフト延長部と一体である。

#### 【0009】

##### 【発明の実施の形態】

次に、図面においては図全体にわたって同一の参照番号が同じ構成要素を示しているが、この図面を詳しく参考すると、図1は、矢印14によって表される周囲空気の吸気流を受けるファンセクション12を有する例示的なターボファン式ガスタービンエンジン10を示す。ファンセクション12は、好ましくはファンブレードの第1列18を有する第1段16とファンブレードの第2列22を有する第2段20とを含む。典型的なバイパスターボファン構成において、ファンブレードの第1列18は、ファンブレードの第2列22の回転に対し反対方向に、すなわち逆方向に回転する。ファンの第1段16及びファンの第2段20は、ガスタービンエンジン10を通じて伸びる中心軸線24に関して所望の軸線方向距離だけ間隔をおいて配置されて、空気流に生じるいかなる伴流もその間で減衰するようになることが好ましいことが分かるであろう。

#### 【0010】

ここでは中間コアエンジンとしても知られる高圧セクション26が、ファンセクション12の下流に配置され、ここで、空気流がガスタービンエンジンを通して与えられたとき、図の左側が上流側又は上流方向を表し、図の右側が下流側又は下流方向を表すことが図1から理解されるであろう。高圧セクション26は、回転駆動されて該高圧セクション26に入る空気を比較的高圧に加圧する高圧圧縮機28と、該高圧圧縮機28によって加圧された空気14に燃料を混合し点火して、下流に流れる燃焼ガスを生成する燃焼器30と、該燃焼ガスを受け、それによって回転駆動される高圧タービン32とを含むことが理解されるであろう。次いで、高圧タービン32は、該高圧タービン32と高圧圧縮機28とを相互に連結する高圧駆動シャフト34を介して、高圧圧縮機28を回転駆動する。高圧セクション26は、単一ユニットとしてガスタービンエンジン10の他の部品に対して、独立して交換することができるモジュール形態であることが好ましい。

#### 【0011】

ブースタ圧縮機36は、高圧セクション26の上流に配置されることが好ましく、ブースタ圧縮機ブレードの第1列38と、該ブースタ圧縮機ブレードの第1列38と互いに交互に配置されたブースタ圧縮機ブレードの第2列40とを含む。ブースタ圧縮機36は二重反転可能であり、この二重反転可能というのは第1のブースタ圧縮機ブレード列38が、第2のブースタ圧縮機ブレード列40の方向とは反対方向に回転することを意味する。ガスタービンエンジン10は、第2のブースタ圧縮機ブレード列40及びファンの第2段20のファンブレード22が、高圧圧縮機28の回転に対し反対方向に回転して、ファンセクション12の流入空気流の歪みに対するガスタービンエンジン10の感度を減少させ、同時に他のロータにおける回転失速セルに対する相互感度も減少させるように設計されることが好ましい。出口案内羽根42はファンの第2段20と高圧圧縮機28との間に設けられて、該高圧圧縮機28への空気流の旋回をなくすのを助けることができる。

#### 【0012】

高圧タービン32の下流に配置された二重反転可能な低圧タービン44は、高圧タービン32を通じて流れる燃焼ガスを膨張させ、第1又は内側低圧駆動シャフト46を用いてファンの第1段16及び第1のブースタ圧縮機ブレード列38を回転駆動し、第2又は外側低圧駆動シャフト48を用いてファンの第2段20及び第2のブースタ圧縮機ブレード列40を回転駆動する機能を果たす。

#### 【0013】

更に具体的に述べると、低圧タービン44は、後方の低圧内側円錐状延長部52によって、第1内側低圧駆動シャフト46に回転可能に取り付けられた環状の外側ドラムロータ50を含む。外側ドラムロータ50は更に、該外側ドラムロータから半径方向内向きに伸び

10

20

30

40

50

、互いに軸線方向に間隔をおいて配置された複数の第1の低圧タービンブレード列54を含む。外側ドラムロータ50は、低圧タービンブレード列54の最終段56から出て片持ち状にされており、後方の低圧内側円錐状シャフト延長部52にボルト止めされている。低圧内側駆動シャフト46は、この場合、前方の円錐状内側シャフト延長部58によって、外側ドラムロータ50をファンの第1段16及びファンブレードの第1列18に、駆動関係で連結していることが分かる。そして、第1のブースタ圧縮機ブレード列38は、ファンの第1段16を該第1のブースタ圧縮機ブレード列に連結するシャフト60により、低圧内側駆動シャフト46によって間接的に駆動され、第1段ファンブレード列18及び第1のブースタ圧縮機ブレード列38が、同じ方向に回転するようにされる。

## 【0014】

10

低圧タービン44はまた、後方の低圧円錐状外側シャフト延長部64によって、第2外側低圧駆動シャフト48に回転可能に取り付けられた環状の内側ドラムロータ62を含む。内側ドラムロータ62は更に、該内側ドラムロータから半径方向外向きに延び、互いに軸線方向に間隔をおいて配置された複数の第2の低圧タービンブレード列66を含む。第1の低圧タービンブレード列54は、第2の低圧タービンブレード列66に対して、互いに交互に配置されることが好ましいことが理解されるであろう。内側ドラムロータ62は、低圧タービンブレード列66の最終段68から出て片持ち状にされており、後方の低圧外側円錐状シャフト延長部64にボルト止めされていることが分かるであろう。低圧外側駆動シャフト48は、この場合、前方の円錐状外側シャフト延長部70を用いて、内側ドラムロータ62をファンの第2段18及び第2段ファンブレード列20に、駆動関係で連結していることが分かる。ここでより詳細に説明するが、第2のブースタ圧縮機ブレード列40もまた、低圧外側駆動シャフト48によって駆動され、第2段ファンブレード列20及び第2のブースタ圧縮機ブレード列40が同じ方向に回転するようにされ、これはファンの第1段16及び第1のブースタ圧縮機ブレード列38による回転方向と逆方向である。

## 【0015】

20

矢印72によって表される、ファン12のための流路は、ファンケーシング74とファンの第1段16のためのハブ76とによって形成される(図2参照)。流路72は、次に、ファンの第2段20の上流側において分割され、矢印78によって表される外側部分がエンジン10の残りの部分(ファンの第2段20を通って流れることを除いて)をバイパスし、矢印80によって表される内側部分が、ブースタ圧縮機36の中にそして高圧圧縮機28への入口ダクト82の中に向けられるようになるのが好ましいことが分かるであろう。ここでより詳細に説明するが、スプリッタノーズ84が流路72を分割するために設けられていることが理解されるであろう。スプリッタノーズ84と組み合わせて、内側バイパスプラットフォーム部材86及び該内側バイパスプラットフォーム部材の下流に配置された壁88が、ファンケーシング74と共にバイпасダクト90を維持するために設けられ、該バイパスダクト90を通して外側流路部分78が流れる。

## 【0016】

30

図2及び図3で最もよく分かるように、ファンの第2段20は、ファンブレード22を保持するためのダブルテールを有する通常のディスク98を含むことが好ましい。ディスク98は、全体を参照番号100により示すファンシャフト延長部に連結され、次いで、該ファンシャフト延長部は前方の円錐状外側シャフト延長部70に連結される。このようにして、この場合、ディスク98及びファンブレード22は、低圧外側駆動シャフト48によって駆動される。

## 【0017】

40

より具体的には、ファンシャフト延長部100は、前方の円錐状外側シャフト延長部70に連結された第1の端部104を有する第1又は内側環状部分102を含むことが好ましい。ファンシャフト延長部100は更に、ボルト112及び据え込みナット114によって、ディスク98の後方端から延びるフランジ110に連結された第2の端部108を有する第2又は外側環状部分106を含むことが好ましい。第1プラットフォーム部材11

50

6は、ファンシャフト延長部100の第2の位置118において内側環状部分102と一体であり、ブースタ圧縮機36の内側流路として働くことが好ましいことが分かるであろう。同様に、第2プラットフォーム部材120は、第1の位置122においてファンシャフト延長部100の外側環状部分106と一体であり、ブースタ圧縮機36の外側流路の一部として働くことが好ましい。複数の圧縮機ブレード124は、この場合、それぞれ第1プラットフォーム部材116と第2プラットフォーム部材120との間に配置され、それらが互いに第2のブースタ圧縮機ブレード列40を形成するようにすることが好ましい。

#### 【0018】

スプリッタノーズ84は、ボルト128及び据え込みナット130によって、ディスク98から上流に延びるフランジ126に連結されることが好ましい。ブースタ圧縮機ブレード134の付加的な列132すなわちスプールは、第1のブースタ圧縮機ブレード列38の上流に設けられることが好ましいことが理解されるであろう。具体的には、圧縮機ブレード134は、ディスク98の上流に配置されたスプリッタノーズ84の一部136から半径方向に、ブースタの流路80の中に延びることが好ましい。圧縮機ブレード134は、間接的にディスク98に、従って第2駆動シャフト48に連結されているため、圧縮機ブレード134は、圧縮機ブレード124及び第2段ファンブレード22と同じ方向に回転する。

#### 【0019】

ブースタの流れ80のための望ましい表面を形成するために、ブースタ圧縮機36の外側流路が、スプリッタノーズ部分136と、流路フィラー部材138(やはり、ボルト128及び据え込みナット130によって、フランジ126に連結されていることが好ましい)と、第2プラットフォーム部材120とにより形成されていることが分かるであろう。同様に、ブースタ圧縮機36の内側流路は、ハブ76に連結された壁140と、圧縮機ブレード134と組み合わされたプラットフォーム部材142と、第1圧縮機ブレード列38と組み合わされたプラットフォーム部材144と、第1プラットフォーム部材116とにより形成される。

#### 【0020】

本発明の好ましい実施形態を示し、説明してきたが、更に別のファンブレード22及びブースタ圧縮機36の適応が、本発明の技術的範囲から離れることなく、当業者による適切な修正によって達成されることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による二重反転可能なファンセクション及び二重反転可能なブースタ圧縮機を含むガスタービンエンジンの断面図。

【図2】 図1に示すガスタービンエンジンの拡大部分断面図。

【図3】 図1及び図2に示すガスタービンエンジンの第2段のファンの部分斜視図。

#### 【符号の説明】

- 10 ガスタービンエンジン
- 12 ファンセクション
- 16 ファンブレードの第1段
- 20 ファンブレードの第2段
- 18 ファンブレードの第1列
- 22 ファンブレードの第2列
- 26 高圧セクション
- 28 高圧圧縮機
- 30 燃焼器
- 32 高圧タービン
- 36 ブースタ圧縮機
- 38 第1圧縮機ブレード列
- 40 第2圧縮機ブレード列

10

20

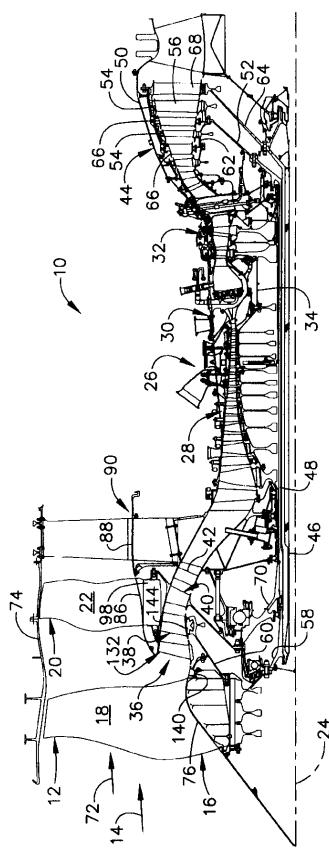
30

40

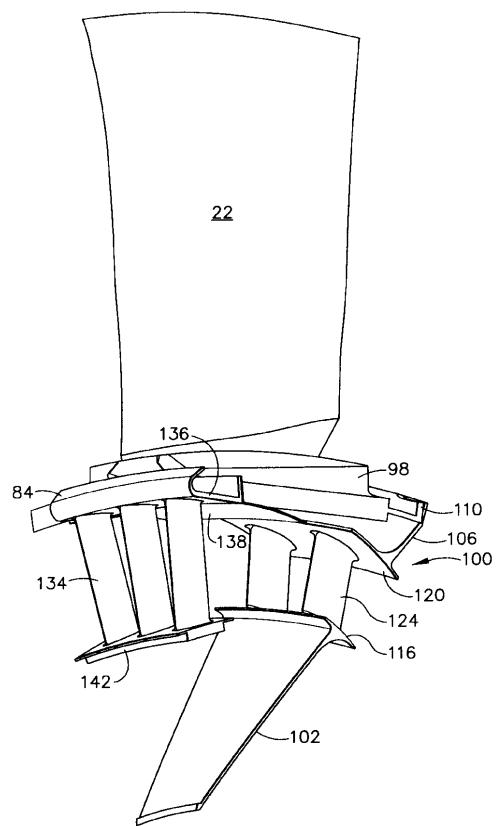
50

- 4 4 低圧タービン  
 4 6 内側駆動シャフト  
 4 8 外側駆動シャフト  
 5 8 内側シャフト延長部  
 7 0 外側シャフト延長部

【図 1】



【図3】



---

フロントページの続き

(72)発明者 デビッド・ウィリアム・クラル  
アメリカ合衆国、オハイオ州、ラブランド、クリアーフィールド・コート、6563番

(72)発明者 ブルース・クラーク・バスベイ  
アメリカ合衆国、オハイオ州、ラブランド、クロストビュー・ドライブ、4292番

(72)発明者 クリストファー・チャールズ・グリン  
アメリカ合衆国、オハイオ州、ハミルトン、ニューロンドン・ロード、1230番

(72)発明者 ドナルド・レイ・ボンド  
アメリカ合衆国、オハイオ州、リバティー・タウンシップ、モーゼル・ドライブ、4603番

合議体

審判長 伊藤 元人

審判官 安井 寿儀

審判官 中川 隆司

(56)参考文献 特開昭63-106335(JP,A)

特開昭63-134817(JP,A)

米国特許第6381948(US,B1)

特開平7-166960(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C 3/067

F02K 3/06,072

F04D29/32