

(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2016-138545

(P2016-138545A)

(43) 公開日 平成28年8月4日(2016.8.4)

(51) Int. Cl.		F I			テーマコード (参考)	
F02C	7/00	(2006.01)	F02C	7/00	C	4 F 1 0 0
F02K	3/06	(2006.01)	F02C	7/00	F	
F02C	3/073	(2006.01)	F02K	3/06		
F02C	3/107	(2006.01)	F02C	3/073		
B32B	5/10	(2006.01)	F02C	3/107		
審査請求 有 請求項の数 20 O L 外国語出願 (全 13 頁) 最終頁に続く						

審査請求 有 請求項の数 20 O L 外国語出願 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2015-226189 (P2015-226189)	(71) 出願人	390041542
(22) 出願日	平成27年11月19日 (2015.11.19)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(31) 優先権主張番号	62/082, 634		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 1 2 3
(32) 優先日	平成26年11月21日 (2014.11.21)		4 5、スケネクタデイ、リバーロード、1
(33) 優先権主張国	米国 (US)		番
(31) 優先権主張番号	14/873, 357	(74) 代理人	100137545
(32) 優先日	平成27年10月2日 (2015.10.2)		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】 タービンエンジン組立体及びその製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 使用されるファン組立体構成の改善を可能にする、減速されたファン先端速度を有するターボファンを提供する。

【解決手段】 タービンエンジン組立体100は、第1の回転速度で回転するように構成された低圧タービン112と、低圧タービンに結合され、第1の回転速度よりも低い第2の回転速度で回転するように構成されたファン組立体102とを備える。ファン組立体は、複合材料で作られており、ファン組立体の前記第2の回転速度に基づいて選択された構成を有するファンブレード114を含む。

【選択図】 図1

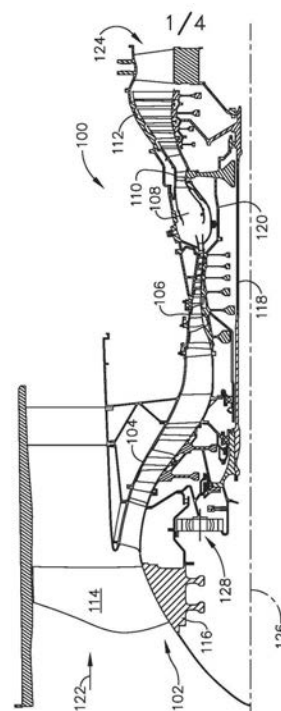


FIG. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 の回転速度で回転するように構成された低圧タービン（112）と、
前記低圧タービンに結合され、前記第 1 の回転速度よりも低い第 2 の回転速度で回転するように構成されたファン組立体（102）と、
を備えるタービンエンジン組立体（100）であって、
前記ファン組立体は、複合材料で作られており、前記ファン組立体の前記第 2 の回転速度に基づいて選択された構成を有するファンブレード（114）を備える、ことを特徴とするタービンエンジン組立体。

【請求項 2】

前記低圧タービンと前記ファン組立体との間に連結された駆動シャフトと、
前記低圧タービンが前記第 1 の回転速度で回転している場合に前記ファン組立体が前記第 2 の回転速度で回転するように、前記駆動シャフトに沿って結合されたギヤボックスと、
をさらに備える、請求項 1 に記載のタービンエンジン組立体。

【請求項 3】

前記ファンブレードの前記構成は、前記ファンブレードの最大厚さ、及び前記ファンブレードの質量のうちの少なくとも 1 つを含む特性から選択される、請求項 1 に記載のタービンエンジン組立体。

【請求項 4】

前記ファンブレードの質量は、前記ファン組立体が前記第 1 の回転速度で回転するように構成された場合よりも小さい、請求項 3 に記載のタービンエンジン組立体。

【請求項 5】

前記ファンブレードは、
フォームコア構造体と、
前記フォームコア構造体に施工される少なくとも 1 つの層の複合材料と、
を備える、請求項 1 に記載のタービンエンジン組立体。

【請求項 6】

前記ファン組立体は、前記ファンブレードのファン先端速度が約 1,200 フィート／秒未満となる第 2 の回転速度で回転するように構成される、請求項 1 に記載のタービンエンジン組立体。

【請求項 7】

前記ファン組立体は、前記ファンブレードを受け入れるように構成されたファンハブを備え、前記ファンブレードは、前記ファンハブから延びる半径方向軸の周りで選択的に回転するように構成される、請求項 1 に記載のタービンエンジン組立体。

【請求項 8】

第 1 の回転速度で回転するように構成された低圧タービン（112）と、
前記低圧タービンに結合する第 1 の部分と、第 2 の部分を含む駆動シャフト（118）と、
前記駆動シャフトの前記第 2 の部分に結合したファン組立体（102）と、
前記ファン組立体が前記第 1 の回転速度よりも低い前記第 2 の回転速度で回転するように構成されるように、前記駆動シャフトに沿って結合されたギヤボックス（128）と、
を備えるタービンエンジン組立体（100）であって、
前記ファン組立体は、前記ファン組立体の前記第 2 の回転速度に基づいて選択された構成を有するファンブレード（114）を備えることを特徴とするタービンエンジン組立体。

【請求項 9】

前記ファンブレードの前記構成は、前記ファンブレードを作るために用いる材料、前記ファンブレードの最大厚さ、及び前記ファンブレードの質量のうちの少なくとも 1 つを含む特性から選択される、請求項 8 に記載のタービンエンジン組立体。

【請求項 10】

前記ファンブレードの質量は、前記ファン組立体が前記第 1 の回転速度で回転するように構成された場合よりも小さい、請求項 9 に記載のタービンエンジン組立体。

【請求項 11】

前記ファンブレードは、複合材料で作られる、請求項 9 に記載のタービンエンジン組立体。

【請求項 12】

前記ファンブレードは、
フォームコア構造体と、

前記フォームコア構造体に施工される少なくとも 1 つの層の複合材料と、
を備える、請求項 8 に記載のタービンエンジン組立体。

10

【請求項 13】

前記ファン組立体は、前記ファンブレードのファン先端速度が約 1, 200 フィート／秒未満となる第 2 の回転速度で回転するように構成される、請求項 8 に記載のタービンエンジン組立体。

【請求項 14】

前記ファン組立体は、前記ファンブレードを受け入れるように構成されたファンハブを備え、前記ファンブレードは、前記ファンハブから延びる半径方向軸の周りで選択的に回転するように構成される、請求項 8 に記載のタービンエンジン組立体。

20

【請求項 15】

タービンエンジン組立体 (100) を製造する方法であって、

第 1 の回転速度で回転するように構成された低圧タービン (112) を駆動シャフト (118) の第 1 の部分に結合する段階と、

ファンブレード (114) を備えるファン組立体を前記駆動シャフトの第 2 の部分に結合する段階と、

前記ファン組立体が前記第 1 の回転速度よりも低い第 2 の回転速度で回転するよう構成されるように、ギヤボックス (128) を前記第 1 の部分と前記第 2 の部分との間で前記駆動シャフトに結合する段階と、

前記ファンブレードの構成を前記ファン組立体の前記第 2 の回転速度に基づいて選択する段階と、

30

を含む方法。

【請求項 16】

前記ファンブレードの構成を選択する段階は、前記ファンブレードを作るために用いる材料、前記ファンブレードの最大厚さ、及び前記ファンブレードの質量のうちの少なくとも 1 つを含む特性から前記ファンブレードの構成を選択する段階を含む、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

前記構成を選択する段階は、前記ファン組立体が前記第 1 の回転速度で回転するよう構成される場合に、前記ファンブレードの第 1 の質量を決定する段階と、

前記ファン組立体の前記第 2 の回転速度に基づいて、前記ファンブレードの質量を前記第 1 の質量から第 2 の質量に低減される段階と、

40

を含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前記構成を選択する段階は、前記ファンブレードを複合材料から作る段階を含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 19】

前記ファンブレードのファン先端速度が約 1, 200 フィート／秒未満となるように、前記ファン組立体を前記第 2 の回転速度で回転するように構成する段階をさらに含む、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 20】

50

ファン組立体を結合する段階は、前記ファンブレードの少なくとも一部をファンハブの内部に挿入するのに適した大きさにする段階を含み、前記ファンブレードは、前記ファンハブから延びる半径方向軸の周りで選択的に回転するように構成される、請求項15に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、一般にタービンエンジンに関し、より具体的には、使用されるファン組立体構成の改善を可能にする、減速されたファン先端速度を有するターボファンに関する。

10

【背景技術】

【0002】

ターボファン等の少なくともいくつかのタービンエンジンは、ファン、コアエンジン、及び出力タービンを含む。コアエンジンは、直列流れ連通状態で結合した少なくとも1つの圧縮機、燃焼器、及び高圧タービンを含む。詳細には、圧縮機及び高圧タービンはシャフトによって連結されて高圧ロータ組立体を形成する。コアエンジンに流入する空気は、燃料と混合されかつ着火されて高エネルギーガス流を生成する。高エネルギーガス流は、高圧タービンを通過して高圧タービンを回転駆動し、シャフトが圧縮機を回転駆動するようになっている。ガス流は、高圧タービンの後方に配置された出力タービンすなわち低圧タービンを通過するに従って膨張する。低圧タービンは、駆動シャフトに連結したファンを有するロータ組立体を含む。低圧タービンは、駆動シャフトを介してファンを回転駆動する。

20

【0003】

多くの最新の商用ターボファンは、エンジン効率の改善を助けるために、ますます大きなバイパス比でもって製造されている。しかしながら、ターボファンのバイパス比が大きくなると、ファンのサイズ及びその先端速度が大きくなる。比較的大きなバイパス比を有するターボファンのファンブレードは、一般に、例えば、高いファン先端速度での異物衝突に耐える十分な強度をもたらすように金属材料から作られている。金属材料から作られたファンブレードは一般に重量があり、タービンエンジンが重くなる。少なくともいくつかの公知のファンブレードは、炭素繊維強化ポリマー等の複合材料で作られている。しかしながら、一般に、複合材料で作られたファンブレードは、対応する金属に比べた場合、強度及び耐衝撃性が低い。従って、非金属ファンブレードに適合可能なターボファン構成を有することが望まし。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】 米国特許第8033092号明細書

【発明の概要】

【0005】

1つの態様において、タービンエンジン組立体が提供される。組立体は、第1の回転速度で回転するように構成された低圧タービンと、低圧タービンに結合され、第1の回転速度よりも低い第2の回転速度で回転するように構成されたファン組立体とを備える。ファン組立体は、複合材料で作られており、ファン組立体の前記第2の回転速度に基づいて選択された構成を有するファンブレードを含む。

40

【0006】

別の態様において、タービンエンジン組立体が提供される。組立体は、第1の回転速度で回転するように構成された低圧タービンと、第1の部分と第2の部分を含む駆動シャフトとを含む。第1の部分は低圧タービンに結合する。また、組立体は、駆動シャフトの第2の部分に結合したファン組立体と、ファン組立体が第1の回転速度よりも低い第2の回転速度で回転するよう構成されるように駆動シャフトに沿って結合されたギヤボックスと

50

【 0 0 0 7 】

【 0 0 0 8 】

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】 例示的なタービンエンジン組立体の概略図。

【図 3】ファン組立体に使用できる図 2 に示すファンブレードの線 3-3 に沿った断面図

【図 4】 図 1 に示すタービンエンジン組立体に使用できる別のファン組立体の概略図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

別途指示されていない限り、本明細書で示される図面は、本開示の実施形態の特徴を例証するものとする。これらの特徴は、本開示の1又はそれ以上の実施形態を含む幅広い種類のシステムで適用可能であると考えられる。従って、図面は、本明細書で開示される実施形態の実施に必要とされる当業者には公知の従来の全ての特徴を含むことを意図するものではない。

【 0 0 1 1 】

本開示の実施形態は、ターボファン等のタービンエンジン及びその製造方法に関する。詳細には、本明細書に記載のタービンエンジンは、第1の回転速度で作動する低圧タービンと、低圧タービンから延びる駆動シャフトに結合されたギヤボックスとを含む。駆動シャフトは、低圧タービンとファン組立体との間に連結され、ギヤボックスは、ファン組立体の回転速度を低圧タービンと非連動とし、ファン組立体は、第1の回転速度よりも低い第2の回転速度で回転する。ファン組立体の回転速度を遅くすることで、タービンエンジンの性能を改善するようにファン組立体の構成を変更することができる。例えば、ファン組立体の回転速度を遅くすることで、ターボファンのファンブレードは、複合材料で作ることが可能になり、これはターボファンの重量を低減すること、及び作動時にファンブレードとファンハブとの間の結合部での遠心負荷を低減することを助長する。従って、タービンエンジン性能を向上させかつタービンエンジンに関する構成要素構成選択肢を増やすために、可変ピッチファンブレード等のファン組立体に対する更なる変更を実施することが可能になる。

【 0 0 1 2 】

本明細書で使用される用語「軸方向」及び「軸方向に」とは、タービンエンジンの中心線に実質的に平行に延びる寸法及び向きを意味する。さらに、用語「半径方向」及び「半径方向に」とは、タービンエンジンの中心線に対して実質的に垂直に延びる方向及び向きを意味する。加えて、本明細書で使用される用語「円周方向」及び「円周方向に」とは、タービンエンジンの中心線の周りで弓状に延びる方向及び向きを意味する。本明細書で使用する用語「流体」は、限定されるものではないが、空気、ガス、液体、及び蒸気を含む。

む、流れる媒体又は物質を含むことを理解されたい。

【0013】

図1は、ファン組立体102、低压又はブースタ圧縮機104、高压圧縮機106、及び燃焼器108を含む例示的なタービンエンジン組立体100の概略図を示す。ファン組立体102、ブースタ圧縮機104、高压圧縮機106、及び燃焼器108は、流れ連通状態で結合される。また、タービンエンジン組立体100は、燃焼器108及び低压タービン112と流れ連通状態で結合した高压タービン110を含む。ファン組立体102は、ロータディスク116から半径方向外向きに延びるファンブレード114の配列を含む。低压タービン112は、第1の駆動シャフト118を介してファン組立体102及びブースタ圧縮機104に連結され、高压タービン110は、第2の駆動シャフト120を介して高压圧縮機106に連結される。タービンエンジン組立体100は、吸気口122及び排気口124を有する。タービンエンジン組立体100は中心線126をさらに含み、中心線126の周りでファン組立体102、ブースタ圧縮機104、高压圧縮機106、並びにタービン組立体110及び112が回転する。さらに、減速ギヤボックス128は、ファン組立体102と低压タービン112との間で第1の駆動シャフト118に沿って結合する。

【0014】

作動時、吸気口122を通してタービンエンジン組立体100に流入する空気は、ファン組立体102を通してブースタ圧縮機104に向かって送られる。加圧空気は、ブースタ圧縮機104から高压圧縮機106に向かって吐出する。高度に加圧された空気は、高压圧縮機106から燃焼器108に送られ燃料と混合され、混合気は燃焼器108の内部で燃焼する。燃焼器108から発生した高温燃焼ガスは、タービン組立体110及び112に向かって送られる。低压タービン112は第1の回転速度で回転し、ギヤボックス128は、ファン組立体102が第1の回転速度よりも低い第2の回転速度で作動するように動作する。1つの実施形態において、第2の回転速度は、ファンブレード114のファン先端速度が約1,200フィート/秒未満であるような速度である。次に、燃焼ガスは、タービンエンジン組立体100から排気口124を通して放出される。別の実施形態において、低压タービン112及びファン組立体102の回転速度は、タービンエンジン組立体100が本明細書に記載のように機能するのを可能にする何らかの機構又は構成要素の配列によって非連動とされる。

【0015】

図2は、タービンエンジン組立体100（図1に示す）に使用できるファン組立体102の概略図、図3は、ファン組立体102に使用できる線3-3に沿ったファンブレード114の断面図である。例示的な実施形態において、ファン組立体102は、ファンブレード114及び該ファンブレード114を受け入れる大きさのファンハブ130を含む。前述のように、タービンエンジン組立体100は、低压タービン112が第1の回転速度で回転し、ファン組立体102が第1の回転速度よりも低い第2の回転速度で回転するように作動する。ファンブレード114及びファンハブ130は、ファン組立体102の回転速度に基づいて選択された構成を有する。詳細には、ファン組立体102の回転速度を低下させることで、ファンブレード114及びファンハブ130は、ファン組立体102が第1の回転速度の場合とは異なる構成を有することができる。例えば、ファンブレード114の構成は、ファンブレード114を作るのに用いる材料、ファンブレード114の最大厚さ T_{max} （図3に示す）、及びファンブレード114の質量のうちの少なくとも1つを含む種々の特性から選択される。

【0016】

1つの実施形態において、ファンブレード114は、少なくとも部分的に複合材料から作られる。本明細書で使用する場合、用語「複合材料」は、バインダ又はマトリクス材に担持された繊維又は粒子等の補強材料を含む材料を指す。例示的な複合材料としては、エポキシ等の樹脂材料に組み込まれた炭素（例えば、グラファイト）繊維を挙げることができる。少なくとも一部の複合材料は市販されており、予備含浸材料（すなわち、プリプレ

10

20

30

40

50

グ)を形成する、樹脂含浸シート内で一定方向に整列した繊維を含む。プリプレグ材料は、部品形状に形成してオートクレーブプロセスで硬化させることができ、軽量、硬質、及び比較的均質の物品を形成するようになっている。

【0017】

ファンブレード114は、フォームコア構造体132及び該フォームコア構造体132に施工された複合材料少なくとも1つの層134を含む。フォームコア構造体132は、概してファンブレード114の形状に対応するキャンバ付き翼形状を有する。フォームコア構造体132は、複合材料よりも低密度のポリマーフォーム材料から作られる。例示的なポリマーフォーム材料は、限定されるものではないが、複合材料の密度の約40%の密度の弾性ポリウレタンフォームを含む。従って、ファンブレード114を複合材料及びポリマーフォーム材料から作ると、ファン組立体102の重量を最大約20%低減することが容易になる。さらに、ファン組立体102を低速の第2の回転速度で作動させると、金属ファンブレードに比した場合、使用されファンブレード114の強度及び耐衝撃性を低下させることができる。別の実施形態において、ファンブレード114は、ファン組立体102が第1の回転速度で作動する場合に使用されるファンブレードに比べて小型になった金属材料から作られる。

【0018】

図3を参照すると、例示的な実施形態において、最大厚さ T_{max} は、ファンブレード114の正圧側面136と負圧側面138との間に定められかつファンブレード114の最大厚さ部に定められる。大きな相対的最大厚さ T_{max} を有するファンブレード114は、ファン組立体102を通して送られる空気流の妨害を促進し、これはエンジン性能を低下させる。従って、ファン組立体102を低速の第2の回転速度で作動させることで、ファンブレード114は、小型化した大きさで、詳細には低減された最大厚さ T_{max} で作ることができ、ファン組立体102を通る空気流が妨害されないことを助長するようになっている。

【0019】

図4は、タービンエンジン組立体100(図1に示す)に利用することができるファン組立体102の結合配列140の概略図である。例示的な実施形態において、ファン組立体102は、ファンブレード114の配列及びファンブレード114を受け入れる大きさのファンハブ142を含む。詳細には、ファンブレード114は、翼形部144を含みかつ結合構成140によってファンハブ142に結合される。結合構成140は、翼形部144から延びる結合部材140と、ファンハブ142の周りの異なる円周位置で相隔たる複数の開口148とを含む。開口148は、結合部材146の少なくとも一部を受け入れる大きさであり、さらにファンブレード114がその中で自由に回転できる大きさである。さらに、ファンブレード114は、ファンハブ142から延びる半径方向軸150に沿って実質的に同軸に延びる。結合部材146は、ファンブレード114を半径方向軸150の周りで回転させてファンブレード114のピッチを変更するのを助長する作動機構(図示せず)に結合される。

【0020】

前述のように、ファン組立体102を低速の第2の回転速度で作動させることで、第1の回転速度で作動するファン組立体102の場合よりも軽量のファンブレード114を使用することが可能になる。より軽量のファンブレード114を使用することで、タービンエンジン組立体100の作動時に、ファンブレード114によってファンハブ142上に誘発される遠心負荷の大きさが低減する。従って、例えば、固定ピッチブレードに使用する標準のダブルテール結合機構と比した場合に、結合構成140等のファンハブ142とファンブレード114との間の作動可能かつより複雑な結合構成を使用することができる。

【0021】

本明細書に記載のタービンエンジン組立体及び方法は、低速ファン組立体を利用して、エンジン性能の改善を助長する特性を備えたファンブレードの使用を可能にする、ターボファン等のタービンエンジンに関する。例えば、ファン組立体は、低圧タービンよりも低

い回転速度で回転するように構成される。ファン組立体の回転速度を遅くすることで、ファンブレードの強度及び耐衝撃性要求が低くなるので、ファンブレードを例えば軽量材料で作ることは可能になる。さらに、このファン組立体の構成は、エンジン性能を改善するように高めることができる。

【0022】

種々の実施形態の特定の特徴は一部の図面で示され、他の図面では示されない場合があるが、これは便宜上のことに過ぎない。本開示の実施形態の原理に従って、図面のあらゆる特徴要素は、他の何れかの図面の何れかの特徴要素と組み合わせる参照及び／又は特許請求することができる。

【0023】

本明細書は、最良の形態を含む実施例を用いて本開示の実施形態を説明し、また、あらゆる当業者が、あらゆるデバイス又はシステムを実施及び利用すること並びにあらゆる組み込み方法を実施することを含む本開示の実施形態を実施することを可能にする。本発明の特許保護される範囲は、請求項によって定義され、当業者であれば想起される他の実施例を含むことができる。このような他の実施例は、請求項の文言と差違のない構造要素を有する場合、或いは、請求項の文言と僅かな差違を有する均等な構造要素を含む場合には、本発明の範囲内にあるものとする。

【0024】

最後に、代表的な実施態様を以下に示す。

〔実施態様1〕

第1の回転速度で回転するように構成された低圧タービンと、上記低圧タービンに結合され、上記第1の回転速度よりも低い第2の回転速度で回転するように構成されたファン組立体と、を備えるタービンエンジン組立体であって、上記ファン組立体は、複合材料で作られており、上記ファン組立体の上記第2の回転速度に基づいて選択された構成を有するファンブレードを備える、ことを特徴とするタービンエンジン組立体。

〔実施態様2〕

上記低圧タービンと上記ファン組立体との間に連結された駆動シャフトと、上記低圧タービンが上記第1の回転速度で回転している場合に上記ファン組立体が上記第2の回転速度で回転するように、上記駆動シャフトに沿って結合されたギヤボックスと、をさらに備える、実施態様1に記載のタービンエンジン組立体。

〔実施態様3〕

上記ファンブレードの上記構成は、上記ファンブレードの最大厚さ、及び上記ファンブレードの質量のうちの少なくとも1つを含む特性から選択される、実施態様1に記載のタービンエンジン組立体。

〔実施態様4〕

上記ファンブレードの質量は、上記ファン組立体が上記第1の回転速度で回転するように構成された場合よりも小さい、実施態様3に記載のタービンエンジン組立体。

〔実施態様5〕

上記ファンブレードは、フォームコア構造体と、上記フォームコア構造体に施工される少なくとも1つの層の複合材料と、を備える、実施態様1に記載のタービンエンジン組立体。

〔実施態様6〕

上記ファン組立体は、上記ファンブレードのファン先端速度が約1,200フィート／秒未満となる第2の回転速度で回転するように構成される、実施態様1に記載のタービンエンジン組立体。

〔実施態様7〕

上記ファン組立体は、上記ファンブレードを受け入れるように構成されたファンハブを備え、上記ファンブレードは、上記ファンハブから延びる半径方向軸の周りで選択的に回転するように構成される、実施態様1に記載のタービンエンジン組立体。

〔実施態様8〕

第 1 の回転速度で回転するように構成された低圧タービンと、上記低圧タービンに結合する第 1 の部分と、第 2 の部分とを含む駆動シャフトと、上記駆動シャフトの上記第 2 の部分に結合したファン組立体と、上記ファン組立体が上記第 1 の回転速度よりも低い上記第 2 の回転速度で回転するよう構成されるように、上記駆動シャフトに沿って結合されたギヤボックスと、を備えるタービンエンジン組立体であって、上記ファン組立体は、上記ファン組立体の上記第 2 の回転速度に基づいて選択された構成を有するファンブレードを備えることを特徴とするタービンエンジン組立体。

〔実施態様 9〕

上記ファンブレードの上記構成は、上記ファンブレードを作るために用いる材料、上記ファンブレードの最大厚さ、及び上記ファンブレードの質量のうちの少なくとも 1 つを含む特性から選択される、実施態様 8 に記載のタービンエンジン組立体。

10

〔実施態様 10〕

上記ファン組立体は、上記ファンブレードのファン先端速度が約 1, 200 フィート／秒未満となる第 2 の回転速度で回転するように構成される、実施態様 8 に記載のタービンエンジン組立体。

〔実施態様 11〕

タービンエンジン組立体を製造する方法であって、第 1 の回転速度で回転するように構成された低圧タービンを駆動シャフトの第 1 の部分に結合する段階と、ファンブレードを備えるファン組立体を上記駆動シャフトの第 2 の部分に結合する段階と、上記ファン組立体が上記第 1 の回転速度よりも低い第 2 の回転速度で回転するよう構成されるように、ギヤボックスを上記第 1 の部分と上記第 2 の部分との間で上記駆動シャフトに結合する段階と、上記ファンブレードの構成を上記ファン組立体の上記第 2 の回転速度に基づいて選択する段階と、を含む方法。

20

〔実施態様 12〕

上記ファンブレードの構成を選択する段階は、上記ファンブレードを作るために用いる材料、上記ファンブレードの最大厚さ、及び上記ファンブレードの質量のうちの少なくとも 1 つを含む特性から上記ファンブレードの構成を選択する段階を含む、実施態様 11 に記載の方法。

〔実施態様 13〕

上記構成を選択する段階は、ファンブレードを複合材料から作る段階、及び／又は、上記ファン組立体が上記第 1 の回転速度で回転するよう構成される場合に、上記ファンブレードの第 1 の質量を決定する段階と、上記ファン組立体の上記第 2 の回転速度に基づいて、上記ファンブレードの質量を上記第 1 の質量から第 2 の質量に低減される段階と、を含む、実施態様 12 に記載の方法。

30

〔実施態様 14〕

上記ファンブレードのファン先端速度が約 1, 200 フィート／秒未満となるように、上記ファン組立体を上記第 2 の回転速度で回転するように構成する段階をさらに含む、実施態様 11 に記載の方法。

〔実施態様 15〕

ファン組立体を結合する段階は、上記ファンブレードの少なくとも一部をファンハブの内部に挿入するのに適した大きさにする段階を含み、上記ファンブレードは、上記ファンハブから延びる半径方向軸の周りで選択的に回転するように構成される、実施態様 11 に記載の方法。

40

【符号の説明】

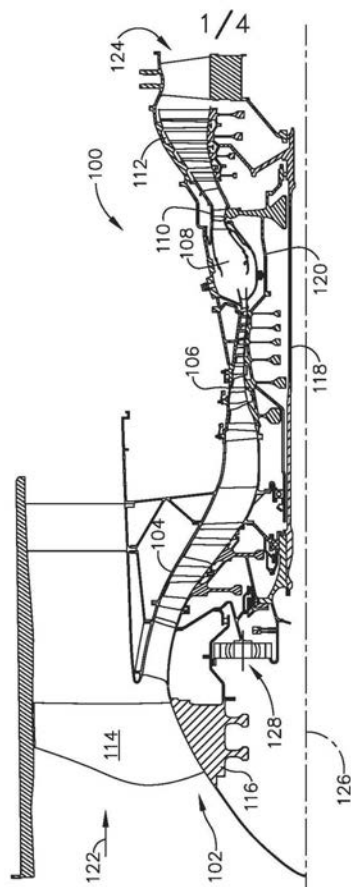
【0025】

100 タービンエンジン組立体
102 ファン組立体
104 ブースタ圧縮機
106 高圧圧縮機
108 燃焼器

50

- 1 1 0 高圧タービン
- 1 1 2 低圧タービン
- 1 1 4 ファンブレード
- 1 1 6 ロータディスク
- 1 1 8 第 1 の駆動シャフト
- 1 2 0 第 2 の駆動シャフト
- 1 2 2 吸気口
- 1 2 4 排気口
- 1 2 6 中心線
- 1 2 8 ギヤボックス

【図 1】



【図 2】

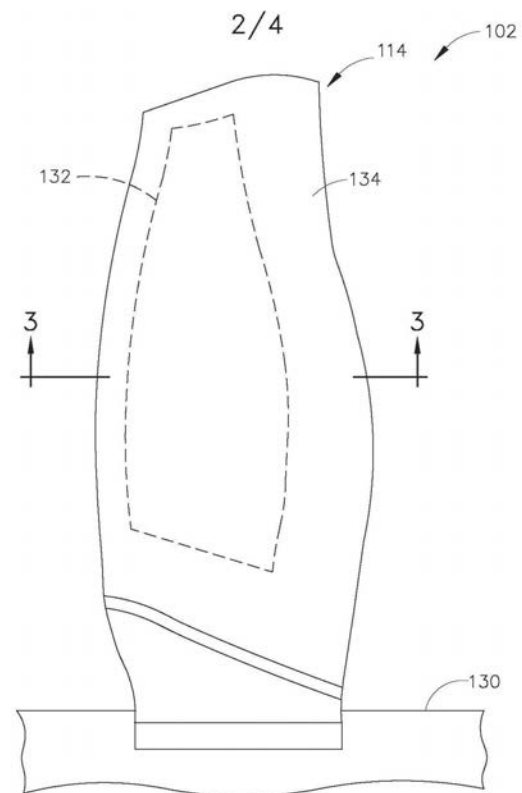
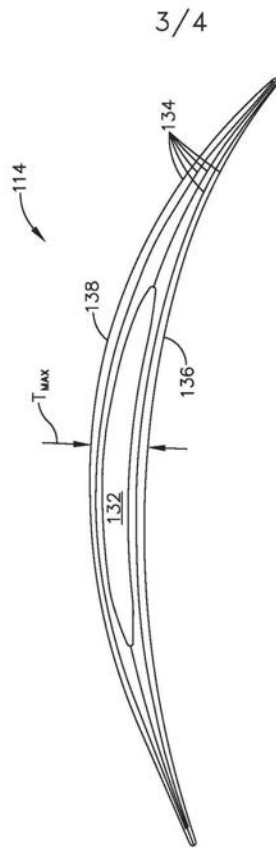
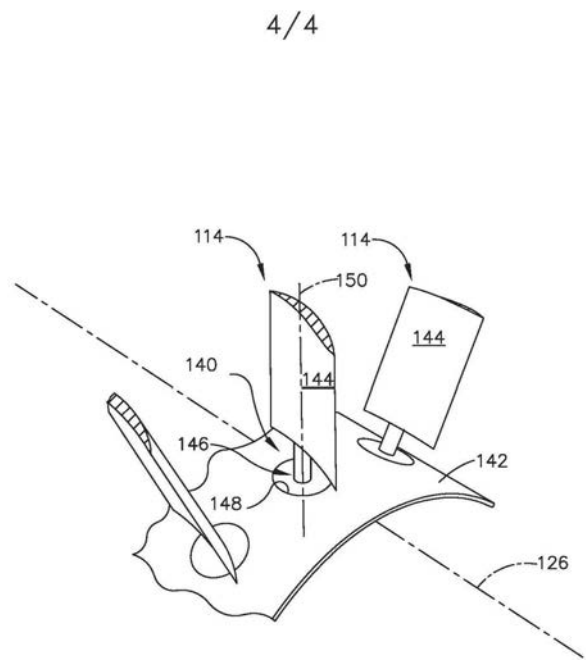


FIG. 2

【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
B 3 2 B	5/18	(2006.01)	F 0 2 C	7/00		D
F 0 2 C	7/36	(2006.01)	B 3 2 B	5/10		
			B 3 2 B	5/18		
			F 0 2 C	7/36		

(72)発明者 ガート・ヨハネス・ヴァン・ダー・マーヴ
アメリカ合衆国、オハイオ州・４５２１５、シンシナティ、ワン・ノイマン・ウェイ

(72)発明者 イアン・フランシス・プレントイス
アメリカ合衆国、オハイオ州・４５２１５、シンシナティ、ワン・ノイマン・ウェイ

Fターム(参考) 4F100 AD11B AK01A AK53B DG01B DH02B DJ01A GB51

【外国語明細書】
2016138545000001.pdf