

(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2004-138069

(P2004-138069A)

(43) 公開日 平成16年5月13日(2004.5.13)

(51) Int.Cl.⁷

F 0 1 D 5/30

F 0 4 D 29/34

F I

F 0 1 D 5/30

F 0 4 D 29/34

F 0 4 D 29/34

テーマコード (参考)

3 G 0 0 2

3 H 0 3 3

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2003-357150 (P2003-357150)
 (22) 出願日 平成15年10月17日 (2003.10.17)
 (31) 優先権主張番号 10/273, 969
 (32) 優先日 平成14年10月18日 (2002.10.18)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
 GENERAL ELECTRIC CO
 MPANY
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
 クタデイ、リバーロード、1 番
 (74) 代理人 100093908
 弁理士 松本 研一
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100106541
 弁理士 伊藤 信和
 (72) 発明者 スニル・クマー・シンハ
 アメリカ合衆国、オハイオ州、シンシナテ
 イ、ウッドランズ・ウェイ、1 1 0 2 5 番
 最終頁に続く

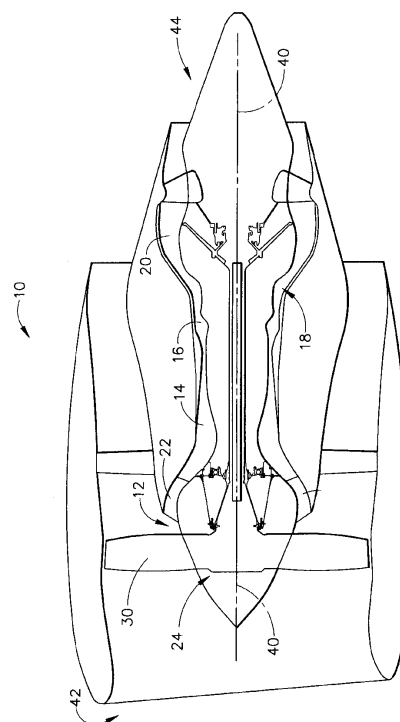
(54) 【発明の名称】 ガスタービンエンジンブレードの破損防止を促進する方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、一般にガスタービンエンジンブレードに関し、より具体的には、ガスタービンエンジンブレードの破損防止を促進するための方法及び装置に関する。

【解決手段】 ガスタービンエンジン (10) のローター組立体 (12) の製造を可能にする方法。この方法は、一体化したダブテール (52) から延びる翼形部 (50) を含み、ローター組立体内でダブテールを用いて取り付けられるブレード (30) を形成し、ブレードの少なくとも一部から突出部 (94) を延在させて、ブレードの少なくとも一部 (86) 内で生じた応力をブレードの所定の破損閾値よりも低く維持することを促進してブレードの破損防止を促進することを含む。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガスタービンエンジン（１０）のローター組立体（１２）を製造する方法であって、
一体化したダブテール（５２）から延びる翼形部（５０）を含み、前記ローター組立体
内で前記ダブテールを用いて取り付けられるブレード（３０）を形成し、

前記ブレードの少なくとも一部から突出部（９４）を延在させて、前記ブレードの少な
くとも一部（８６）内で生じた応力を前記ブレードの所定の破損閾値よりも低く維持する
ことを促進して前記ブレードの破損防止を促進する、
ことを含む方法。

【請求項 2】

前記ブレードの少なくとも一部（８６）から突出部（９４）を延在させることが、前記突
出部が前記ブレードの少なくとも一部から外方に延びるように前記突出部を前記ブレード
の少なくとも一部に連結することを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記ブレードの少なくとも一部（８６）から突出部（９４）を延在させることが、前記突
出部が前記ブレードの少なくとも一部から外方に延びるように前記突出部を前記ブレード
の少なくとも一部上で一体的に形成することを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記ブレードの少なくとも一部（８６）から突出部（９４）を延在させることが、前記突
出部を用いて前記ブレードの少なくとも一部の動きの少なくとも部分的な抑制を促進させ
ることを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記ブレードの少なくとも一部（８６）から突出部（９４）を延在させることが、前記突
出部を用いて前記ブレードの少なくとも一部（８６）内の引張応力を前記ブレードの所定
の破損閾値よりも低く維持することを促進させることを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記ブレードの少なくとも一部（８６）から突出部（９４）を延在させることが、前記突
出部を用いて前記ブレードの少なくとも一部の回転の少なくとも部分的な抑制を促進させ
ることを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記ブレードの少なくとも一部（８６）から突出部（９４）を延在させることが、前記突
出部を用いて第 2 ガスタービンエンジンブレードの破損及びブレード脱落の少なくとも一
方の間は、該ブレードの少なくとも一部内の応力を前記ブレードの所定の破損閾値よりも
低く維持することを促進させることを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記突出部（９４）を用いて前記ブレード（３０）の少なくとも一部内の応力を維持する
ことが、前記突出部を用いて第 2 ガスタービンエンジンブレードの破損及びブレード脱落
の少なくとも一方の間は、前記ブレードの少なくとも一部の動きを少なくとも部分的に抑
制することを促進することを含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

ガスタービンエンジンブレード（３０）であって、

翼形部（５０）と、

前記翼形部と一体的に形成されるダブテール（５２）と、

前記翼形部と前記ダブテールの少なくとも一方から外方に延び、前記ブレードの動きを
少なくとも部分的に抑制することを促進して前記ブレードの破損防止を促進するよう構成
された突出部（９４）と、

を備えるガスタービンエンジンブレード（３０）。

【請求項 10】

前記突出部（９４）が、前記翼形部（５０）と前記ダブテール（５２）の少なくとも一方
内で生じる応力を前記ブレードの所定の破損閾値よりも低く維持することを促進するよう

10

20

30

40

50

に更に構成されている、請求項 9 に記載のブレード (3 0)。

【請求項 1 1】

前記突出部 (9 4) が、前記翼形部 (5 0) と前記ダブテール (5 2) の少なくとも一方内の引張応力を前記ブレードの所定の破損閾値よりも低く維持することを促進するように更に構成されている、請求項 1 0 に記載のブレード (3 0)。

【請求項 1 2】

前記突出部 (9 4) が、前記ダブテール (5 2) から半径方向外方に延びることを特徴とする請求項 9 に記載のブレード (3 0)。

【請求項 1 3】

ガスタービンエンジンのファン組立体 (1 2) であって、
ファンハブ (2 4) と、

前記ファンハブから半径方向外方に延び、ダブテール (5 2) と前記ダブテールから外方に延びる翼形部 (5 0) と該ダブテールから外側に延びて前記ダブテールと前記翼形部の少なくとも一方内で生じる応力を所定の破損閾値よりも低く維持する突出部 (9 4) とを含む、少なくとも 1 つのファンブレード (3 0) と、
を備えるファン組立体。

【請求項 1 4】

前記突出部 (9 4) が、前記ファンブレード (3 0) の動きを少なくとも部分的に抑制することを促進するよう構成されて、前記ファンブレード翼形部 (5 0) と前記ファンブレードダブテール (5 2) の少なくとも一方内で生じる応力が、前記ファンブレードの所定の破損閾値よりも低く維持されることが促進されるようになる請求項 1 3 に記載のファン組立体 (1 2)。

【請求項 1 5】

前記突出部 (9 4) が前記ダブテール (5 2) に連結される請求項 1 3 に記載のファン組立体 (1 2)。

【請求項 1 6】

前記突出部 (9 4) が前記ダブテール (5 2) と一体的に形成される請求項 1 3 に記載のファン組立体 (1 2)。

【請求項 1 7】

前記ダブテール (5 2) が該ダブテールから外方に延びるスペーサー (8 4) を備え、前記突出部が前記スペーサーから外方に延びている請求項 1 3 に記載のファン組立体 (1 2)。

【請求項 1 8】

前記ファンブレード (3 0) が更に翼形部先端 (3 2) を備え、前記翼形部 (5 0) が前記ダブテール (5 2) と前記翼形部先端との間から延び、前記突出部 (9 4) が前記翼形部先端から離れる方向の該ダブテール部分から外方に延びていることを特徴とする請求項 1 3 に記載のファン組立体 (1 2)。

【請求項 1 9】

前記ファンハブ (2 4) が該内部に少なくとも 1 つのディスクスロット (7 4) を備え、前記ダブテール (5 2) が前記ディスクスロット内で少なくとも部分的に支持されて前記ファンベースに対して前記ファンブレード (3 0) が固定されるようになり、前記突出部 (9 4) が前記ダブテールから前記ディスクスロットに半径方向に延びて、前記ディスクスロット内での前記ファンブレードの動きを少なくとも部分的に抑制することを促進することを特徴とする請求項 1 3 に記載のファン組立体 (1 2)。

【請求項 2 0】

前記突出部 (9 4) が更に、前記ディスクスロット (7 4) に対する前記ファンブレード (3 0) の回転を少なくとも部分的に抑制することを促進するように構成されていることを特徴とする請求項 1 9 に記載のファン組立体 (1 2)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、一般にガスタービンエンジンブレードに関し、より具体的には、ガスタービンエンジンブレードの破損防止を促進するための方法及び装置に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

少なくとも一部の既知のガスタービンエンジンは、流れに沿って直列配置された、ファン組立体と、エンジンに流入する空気流を加圧する高圧圧縮機とを有するコアエンジンを含む。該燃焼器は、その後タービンノズル組立体を通して高圧タービン及び低圧タービンに向けて導かれる燃料空気混合気を燃焼させ、該タービンの各々は、燃焼器を流出する空気流から回転エネルギーを取り出す複数のロータブレードを含む。

10

【 0 0 0 3 】

システム内の構成部品の破損は、システム及び/又は他のシステムの構成部品に重大な損傷を与える場合があり、更に破損した構成部品が交換又は修理される間、システム動作を一時的な停止を要する場合もある。特に、構成部品がターボファン式ガスタービンエンジンのファンブレードである場合、ブレード脱落により、外れたブレードから下流側にあるブレードに損傷を与える可能性がある。より具体的には、下流側ブレードへの損傷の程度によって、外れたブレード又は損傷した後部ブレードより下流側にある他のブレードも更に損傷する恐れがある。後部ブレードの損傷は後部ブレードを破損させ、これによりターボファン式ガスタービンエンジンの運転の一時的な停止を要する恐れがあり、及び/又はターボファン式ガスタービンエンジン内の他のファンブレード及び/又は他の構成部品への損傷を与える可能性がある。

20

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

例えば、少なくとも一部の既知のターボファン式ガスタービンエンジンは、半径方向外方に延びる複数のファンブレードを有するファンベースを含む。外れたブレードの後部ブレードへの衝突は、後部ブレードにファンの回転に対して接線方向の軸周りで振動させる可能性がある。最初に、後部ブレードは接線軸周りを後部ブレードの前方部に向かって振動し、後部ブレードがディスクスロットから離れて半径方向外方に取り外されるようになる。次いで、接線軸周りの後部ブレードの動きはファンの回転により反転して、後部ブレードは該ブレードの後端に向かって後方に振動するようになる。ブレードの振動は、ブレード内の圧縮応力及び引張応力を誘発するようになる。後部ブレードのこの引張応力及び圧縮応力の大きさは、後部ブレードを破損させるブレード材料の破損閾値を超える可能性がある。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 5 】

1つの態様において、ガスタービンエンジンのためのファン組立体を製造する方法が提供される。この方法は、一体化したダブテールから延びる翼形部を含み、ローター組立体内でダブテールを用いて取り付けられるブレードを形成し、ブレードの少なくとも一部から突出部を延在させて、ブレードの少なくとも一部内で生じた応力をブレードの所定の破損閾値よりも低く維持することを促進してブレードの破損防止を促進することを含む。

40

【 0 0 0 6 】

別の態様において、翼形部と、前記翼形部と一体的に形成されるダブテールと、翼形部とダブテールの少なくとも一方から外方に延びる突出部とを備えるガスタービンエンジンブレードが提供される。突出部は、ブレードの動きを少なくとも部分的に抑制することを促進してブレードの破損防止を促進するよう構成されている。

【 0 0 0 7 】

更に別の態様において、ガスタービンエンジンのファン組立体が提供される。ファン組立体は、ファンハブと、ファンハブから半径方向外方に延びる少なくとも1つのファンブレードとを備える。ファンブレードは、ダブテールと、ダブテールから外方に延びる翼形

50

部と、ダブテールから外側に延びてダブテールと翼形部の少なくとも一方内で生じる応力を、ファンブレードの所定の破損閾値よりも低く維持する突出部とを備える。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

本明細書で使用されている用語「破損」及び「破損する」は、どのような損傷及び構成部品が正しく機能することを少なくとも部分的に損なう他の状況をも含むことができ、例えば、どのような損傷及び構成部品が正しく機能することを少なくとも部分的に損なう他の状況は、構成部品の完全な破損、構成部品の部分的破損、構成部品の形状の変化、及び構成部品の特性の変化を含むことができるが、これに限定されない。上記の例は例証に過ぎず、従って、用語「破損」及び「破損する」の定義及び／又は意味はどのようにも限定されるものではない。更に、本発明は、ターボファン式ガスタービンエンジンに関して、より具体的には、ターボファン式ガスタービンエンジン内のファンブレードの使用に関してここで説明しているが、本発明はどのような構成部品にも適用可能であることは理解されるであろう。従って、本発明の実施はターボファン式ガスタービンエンジンのファンブレード又は他の構成部品に限定されない。

10

【0009】

図1は、ファン組立体12、高圧圧縮機14、及び燃焼器16を含むターボファン式ガスタービンエンジン10の概略図である。エンジン10はまた、高圧タービン18、低圧タービン20、及びブースタ22を含む。ファン組立体12は、内部に複数のディスクスロット(図1には図示せず)を有するファンハブ24を備え、該ディスクスロットはファンハブ24の周りに円周方向に間隔を置いて配置されている。ファン組立体12はまた、ディスクスロット及びファンハブ24から半径方向外方にファンブレード翼形部先端32まで延びるファンブレード30の列を含む。ファン組立体12は、回転軸40の周りを回転する。エンジン10は、吸入側42及び排出側44を有する。1つの実施形態において、エンジン10は、オハイオ州シンシナチ所在のGeneral Electric Aircraft Enginesから商業的に入手可能なGE-90型エンジンである。

20

【0010】

運転中、空気はファン組立体12を通して流れ、加圧された空気が高圧圧縮機14に供給される。高圧の空気が燃焼器16に送られ、そこで燃料と混合されて、点火される。燃焼ガスは燃焼器16から導かれて、タービン18及び20を駆動するのに使用され、タービン20はファン組立体12を駆動する。

30

【0011】

図2は、ファン組立体12(図1に図示)で 사용할 ことができる例示的なファンブレード30の部分斜視図である。各ブレード30は、中空の翼形部50と、既知の方法で該翼形部50をファンハブ24に取り付けるために用いられる、一体のダブテール52とを含む。各翼形部50は、第1の輪郭のついた側壁54及び第2の輪郭のついた側壁56を含む。第1側壁54は凸状であり、翼形部50の負圧側面を形成し、第2側壁56は凹状であり、翼形部50の正圧側面を形成する。側壁54及び56は、翼形部50の前縁58と、軸方向に間隔を置いて配置された後縁60とにおいて接合される。より具体的には、翼形部後縁60は、翼形部前縁58から翼弦方向で下流側に間隔を置いて配置される。第1及び第2側壁54と56は、ダブテール52に隣接して位置するブレード根元62から、長手方向すなわち半径方向外方に翼形部先端32(図1に図示)までスパンにわたってそれぞれ延びる。ファンブレード30は前端66から後端68まで長さ64だけ延びる。ダブテール52は、第1圧力表面接触表面70及び第2圧力表面接触表面72を含む。

40

【0012】

図3は、図2の線3-3に沿ったファン組立体12の一部の断面図である。図4は、図3の線4-4に沿ったファン組立体12の一部の断面図である。具体的には、図3及び4の中で、ファンブレード30はファンハブ24内で連結されている。より具体的には、ファンブレード30は、ファンハブ24に形成されたディスクスロット74内で支持されて固定され、ここでは着座されたとも呼ばれる。1つの実施形態において、ファンハブ24

50

は、内部に形成された複数のディスクスロット 7 4 を含み、該スロットはファンハブ 2 4 の周りに円周方向に間隔を置いて配置されている。

【 0 0 1 3 】

各ディスクスロット 7 4 は、各ダブテール 5 2 が該ディスクスロット内で完全に支持されるように、少なくとも長さ 6 4 だけ延びる。各ファンブレードのダブテール 5 2 がそれぞれのディスクスロット 7 4 内で着座されている場合、各ファンブレード 3 0 はファンハブ 2 4 から半径方向外方に延びる。ディスクスロット 7 4 は半径方向内表面 7 6 を含み、ディスクスロット 7 4 の部分 7 8 は、ダブテール 5 2 の部分に相補的に形成されることにより、ダブテール 5 2 がディスクスロット 7 4 内に着座されている場合に、第 1 圧力表面接触表面 7 0 が第 1 ディスクスロット圧力表面 8 0 に隣接し、第 2 圧力表面接触表面 7 2 が第 2 ディスクスロット圧力表面 8 2 に接触するようにする。

10

【 0 0 1 4 】

例示的な実施形態において、ダブテール 5 2 は、ダブテール 5 2 の半径方向内表面 8 6 から外方に延びるブレードスペーサー 8 4 を含む。或いは、ダブテール 5 2 はスペーサー 8 4 を含まない。より具体的には、スペーサー 8 4 は、ファンハブ 2 4 及びディスクスロットの半径方向内表面 7 6 に向かって半径方向内方に延びる。ファンハブ 3 0 がディスクスロット 7 4 内で着座されている場合、ブレードスペーサー 8 4 は、ダブテールの半径方向内表面 8 6 から距離 8 8 だけ延びて、スペーサー 8 4 の半径方向内表面 9 2 とディスクスロットの半径方向内表面 7 6 との間で、ブレード/ディスク間の公称半径ギャップ 9 0 が定められるようにする。例示的な実施形態において、ブレードスペーサー 8 4 は、ファンブレード長さ 6 4 にわたって実質的に延びる。或いは、別の実施形態において、ブレードスペーサー 8 4 はファンブレード長さ 6 4 の一部だけにわたって延びる。例示的な実施形態において、ブレードスペーサー 8 4 は、ダブテール 5 2 を連結する別個の構成部品である。別の実施形態において、ブレードスペーサー 8 4 は、ファンブレードダブテール 5 2 と一体的に形成されている。

20

【 0 0 1 5 】

ファンブレードダブテール 5 2 はまた、ブレードスペーサー 8 4 から外方に延びる突出部 9 4 を含む。より具体的には、突出部 9 4 は、ダブテール 5 2 から半径方向内方に、軸 4 0、ファンハブ 2 4、及びディスクスロットの半径方向内表面 7 6 に向かって延びる。ファンブレード 3 0 がディスクスロット 7 4 内に着座されている場合、突出部 9 4 は、ブレードスペーサーの半径方向内表面 9 2 から距離 9 6 で位置付けられて、ディスクスロットの半径方向内表面 7 6 と突出部 9 4 の半径方向内表面 1 0 0 との間に突出部/ディスクスロット間の半径ギャップ 9 8 が定められるようにする。1つの実施形態において、ギャップ 9 0 はほぼ 0 . 1 9 0 インチに等しく、ギャップ 9 8 はほぼ 0 . 0 4 0 インチに等しい。

30

【 0 0 1 6 】

例示的な実施形態において、突出部 9 4 は、ブレードスペーサー 8 4 と連結されるか、又は摩擦的に連結される別個の構成部品である。別の実施形態において、突出部 9 4 は、ブレードスペーサー 8 4 と一体的に形成されている。1つの実施形態において、ファンブレード 3 0 は、ブレードスペーサー 8 4 を含まず、むしろ突出部 9 4 が、ダブテールの半径方向内表面 8 6 から外方に軸 4 0、ファンハブ 2 4、ディスクスロットの半径方向内表面 7 6 に向かって延びる。別の実施形態において、ファンブレード 3 0 は、ブレードスペーサー 8 4 を含まず、突出部 9 4 が、ダブテール 5 2 と一体的に形成されるか、又はダブテール 5 2 に連結されている。突出部 9 4 は、ファンブレード後端 6 8 からファンブレード前端 6 6 へ距離 1 0 2 だけ延びる。突出部 9 4 はここでは、後端 6 8 から前端 6 6 へ距離 1 0 2 だけ延びるように表されているが、突出部 9 4 は、ブレードスペーサーの半径方向内表面 9 2 に沿ってどこにでも位置付けられ、下記に述べるように、ファンブレード 3 0 の破損防止を促進し得ることを理解されたい。例えば、別の実施形態において、突出部 9 4 は、ファンブレード前端 6 6 に隣接して位置付けられる。

40

【 0 0 1 7 】

50

ファン組立体 12 は、ディスクスロットの半径方向内表面 76 に対して接線方向にある軸 104 を含む。軸 104 はここでは、ファンブレード長さ 64 のほぼ中心を通過して延びているように表されているが、軸 104 は、長さ 64 に沿ったブレード 30 のどの部分を通り、ディスクスロットの半径方向内表面 76 に対して接線方向に延び得ることを理解されたい。

【0018】

ファン組立体 12 が回転中、ブレード 30 から上流側のファンハブ 24 に取り付けられたブレードが破損し、又は各ディスクスロットから外れた、本明細書で「ブレード脱落」と表現している状況にある場合、このようなファンブレードの一部がファンブレード 30 に衝突する恐れがある。このような接触は、ファンブレード 30 の振動又は軸 104 の周りで回転を引き起こす可能性がある。具体的には、最初にファンブレード 30 がファンブレード前端 66 に向かって軸 104 の周りに回転して、その結果、前端 66 がディスクスロットの半径方向内表面 76 の方へ半径方向内方に押し付けられ、ファンブレード後端 68 がディスクスロットの半径方向内表面 76 から離れて半径方向外方に押し付けられるようになる。更に具体的には、このような衝突は、ファンブレード前端 66 がディスクスロット 74 からの部分的な着座外れを引き起こす可能性がある。外れたブレード衝突により生じた応力波が反射してブレード 30 を伝搬すると、軸 104 周りの回転運動が反転し、これによりファンブレード 30 がファンブレード後端 68 に向かって回転するようになり、その結果、ファンブレード前端 66 がディスクスロットの半径方向内表面 76 から離れて半径方向外方に押し付けられ、ファンブレード後端 68 がディスクスロットの半径方向内表面 76 の方へ半径方向内方に押し付けられるようになる。より具体的には、ファンブレード後端 68 は、ディスクスロット 74 から部分的に着座外れを生じる可能性がある。

【0019】

ファンブレード後端 68 が、ディスクスロット 74 から少なくとも部分的に着座外れを生じた場合、ファンブレード第 1 圧力面接触表面 70 と第 1 ディスクスロット圧力表面 80 との間の圧力、及びファンブレード第 2 圧力面接触表面 72 と第 2 ディスクスロット圧力表面 82 との間の圧力は、ファンブレード前端 66 に集中する。より具体的には、比較的高い圧縮応力がファンブレード後端 68 に集中し、比較的高い引張応力がファンブレード前端 66 に集中する可能性がある。ファンブレード 30 のこれら引張応力及び圧縮応力の大きさは、ファンブレード 30 の少なくとも一部に対する所定の破損閾値を超えることができ、そのためファンブレード 30 が部分的あるいは完全に破損する恐れがある。しかしながら、突出部 94 はファンブレード 30 の動きを抑制し、より具体的には、ファンブレード 30 の軸 104 周りの回転を抑制し、これによりファンブレード前端 66 内で生じる恐れがある引張応力の減少を促進する。より具体的には、ファンブレード後端 68 がディスクスロット 74 から着座外れを生じると、突出部 94 がファンブレード後端 68 の半径方向内方の移動を部分的に抑制して、制限された大きさの引張応力だけがファンブレード前端 66 に集中するようにする。従って、突出部 94 は、ファンブレード 30 内の応力レベルをファンブレード 30 の破損閾値よりも低く維持することを促進する。

【0020】

上述の部材は、構成部品の破損防止の促進に対して、費用効果及び信頼性が高い。この部材は、構成部品の少なくとも一部で生じる応力を、構成部品の所定の破損閾値よりも低く維持することを促進する。より具体的には、この部材は、構成部品の動きを少なくとも部分的に抑制して、構成部品内の引張応力及び圧縮応力を該構成部品の破損閾値よりも低く維持する。その結果、この部材は費用効果が高く、信頼性のある方法で構成部品の破損防止を促進する。

【0021】

ブレード及び組立体の例示的な実施形態が詳細に上記で説明された。本システムは本明細書で説明された特定の実施形態に限定されるものではなく、むしろ各組立体の構成部品は、本明細書で説明された他の構成部品から独立して個別に使用することができる。また

10

20

30

40

50

、各ブレード及び組立体の構成部品は、他の部材及び組立体の構成部品と組み合わせて使用してもよい。

【 0 0 2 2 】

なお、特許請求の範囲に記載された符号は、理解容易のためであってなんら発明の技術的範囲を実施例に限縮するものではない。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 3 】

【図 1】例示的なターボファン式ガスタービンエンジンの概略図。

【図 2】図 1 に示されたターボファン式ガスタービンエンジンに含むことができる例示的なファンブレードの部分斜視図。

【図 3】図 1 に示されたファン組立体の一部の図 2 の線 3 - 3 に沿った断面図。

【図 4】図 3 に示されたファン組立体の一部の図 3 の線 4 - 4 に沿った断面図。

【符号の説明】

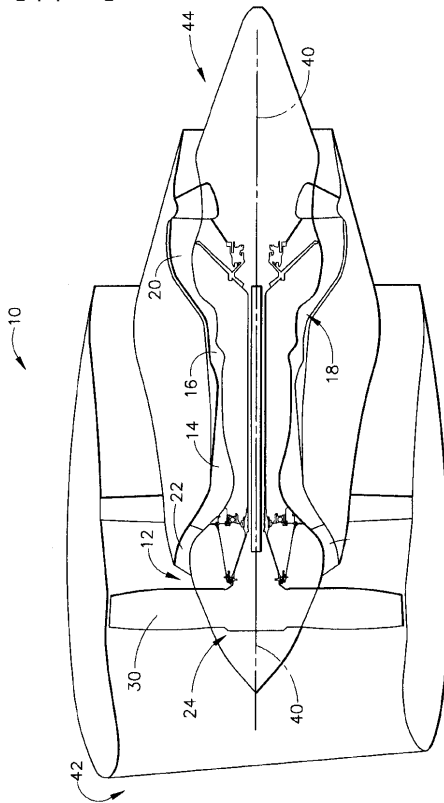
【 0 0 2 4 】

- 10 ガスタービンエンジン
- 12 ローター組立体
- 30 ブレード
- 50 翼形部
- 52 ダブテール
- 94 突出部

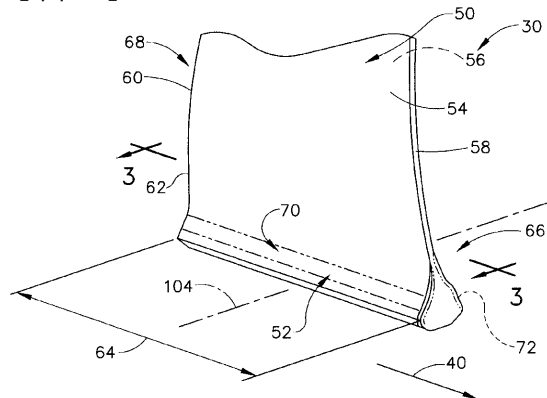
10

20

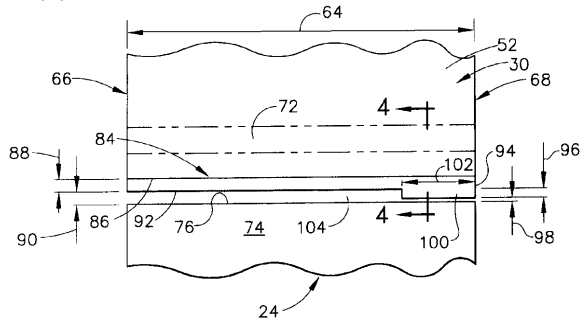
【図 1】



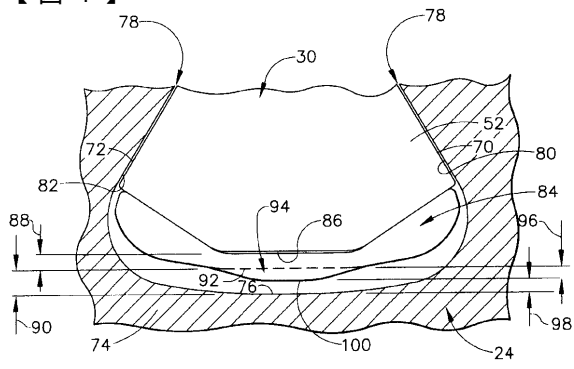
【図 2】



【図 3】



【 図 4 】



フロントページの続き

- (72)発明者 マックス・ロバート・ファーソン
アメリカ合衆国、オハイオ州、ウエスト・チェスター、シンディー・ドライブ、7170番
- (72)発明者 ミン・チェン・リー
アメリカ合衆国、オハイオ州、シンシナティ、オールド・チムニー・コート、9849番
- (72)発明者 ポール・イゾン
アメリカ合衆国、オハイオ州、モロウ、ホワイトゲート・ドライブ、8710番
- (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、ブルー・アッシュ、ケンリッジ・ドライブ、10538番
- F ターム(参考) 3G002 FA03 FA04 FB01 FB02
3H033 AA02 AA16 BB08 CC01 DD02 DD03 DD17 EE06 EE09 EE11
EE14 EE16