(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6719469号
(P6719469)
(45)発行日　令和2年7月8日(2020.7.8)　(24)登録日　令和2年6月18日(2020.6.18)

(51)Int.Cl.　F I
F01D 25/24 (2006.01)　F01D 25/24 Z

請求項の数 8　(全 8 頁)

(21)出願番号　特願2017-532068(P2017-532068)
(86)(22)出願日　平成27年12月16日(2015.12.16)
(65)公表番号　特表2018-503021(P2018-503021A)
(43)公表日　平成30年2月1日(2018.2.1)
(86)国際出願番号　PCT/FR2015/053536
(87)国際公開番号　WO2016/097597
(87)国際公開日　平成28年6月23日(2016.6.23)
審査請求日　平成30年11月16日(2018.11.16)
(31)優先権主張番号　1462472
(32)優先日　平成26年12月16日(2014.12.16)
(33)優先権主張国・地域又は機関
フランス(FR)

(73)特許権者　516227272
サフラン・エアクラフト・エンジンズ
フランス国、７５０１５・パリ、ブルーバール・ドユ・ジエネラル・マルシイアル・バラン、２
(74)代理人　110001173
特許業務法人川口國際特許事務所
(72)発明者　デスレウモー，アントワーヌ・パトリス・マリー
フランス国、７７３９０・ギーニョ、リュ・デ・アルエット・１１
(72)発明者　ルゲザ，パトリック・ジャン－ルイ
フランス国、７７０００・ボー・ル・ペニル、アレー・デ・ティヤール・１

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ファンケーシングを修理するための方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
内面（１２）が損傷（１１）を受けたファンケーシング（１０）を修理するための方法（１００）であって、
－　ファンケーシング（１０）の外面（１４）に取り付けられる補強部材（１３）の寸法決定（１０１）のステップを含み、当該寸法決定のステップが、損傷（１１）の内面（１２）および周囲に由来し、外面（１４）の方向に伝播するにつれてより広がって、ファンケーシング（１０）の外面（１４）に外側クラッキング領域（Ｓ１５）を作り出すクラッキングゾーン（１５）を推定することによって達成され、ファンケーシング（１０）の外面（１４）に取り付けられるべき補強部材（１３）の領域（１８）が、少なくとも外側クラッキング領域（Ｓ１５）に等しく、
－　補強部材（１３）を、損傷（１１）の場所とは反対側の、ファンケーシング（１０）の外面（１４）に取り付けるステップ（１０２）を含む、
方法（１００）。
【請求項２】
補強部材（１３）の寸法決定（１０１）のステップが、損傷（１１）の内面（１２）および周囲に由来し、外面（１４）の方向に伝播するにつれてより広がって、ファンケーシング（１０）の外面（１４）に外側クラッキング領域（Ｓ１５）を作り出すクラッキングゾーン（１５）を推定することによって達成され、ファンケーシング（１０）の外面（１４）に取り付けられるべき補強部材（１３）の領域（１８）が、外側クラッキング領域（

Ｓ１５）に等しい、請求項１に記載のファンケーシング（１０）を修理するための方法（１００）。

【請求項３】

クラッキングゾーン（１５）が損傷（１１）の内面（１２）および周囲に由来し、４０から５０度の間の伝播角度（ａ）で外面（１４）の方向に伝播するにつれてより広がる、請求項２に記載のファンケーシング（１０）を修理するための方法（１００）。

【請求項４】

補強部材（１３）の厚さ（ｅ１３）が少なくとも損傷（１１）の深さ（ｐ１１）の１．５倍に等しい、請求項１から３のいずれか一項に記載のファンケーシング（１０）を修理するための方法（１００）。

【請求項５】

補強部材（１３）が、ファンケーシング（１０）の外面（１４）に溶接、リベット締めまたは接着によって取り付けられている、請求項１から４のいずれか一項に記載のファンケーシング（１０）を修理するための方法（１００）。

【請求項６】

ファンケーシング（１０）の内面（１２）に位置する損傷（１１）を受け、ファンケーシング（１０）の外面（１４）かつ前記損傷（１１）の反対側に取り付けられた補強部材（１３）を備えたファンケーシング（１０）であって、損傷（１１）の内面（１２）および周囲に由来し、外面（１４）の方向に伝播するにつれてより広がって、ファンケーシング（１０）の外面（１４）に外側クラッキング領域（Ｓ１５）を作り出すクラッキングゾーン（１５）を推定することによって、補強部材（１３）は、寸法決定され、ファンケーシング（１０）の外面（１４）に取り付けられるべき補強部材（１３）の領域（１８）が、少なくとも外側クラッキング領域（Ｓ１５）に等しい、ファンケーシング（１０）。

【請求項７】

補強部材（１３）が、アルミニウム、インコネルまたはチタンで作られている、請求項６に記載のファンケーシング（１０）。

【請求項８】

補強部材（１３）の形状が、長方形、円形または楕円形である、請求項６または７に記載のファンケーシング（１０）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、航空機エンジンのファンケーシングを修理するための方法に関する。非限定的な例として、ファンケーシングを修理するための方法は、ＣＦＭ５６－７Ｂタイプの航空機エンジンに使用されるファンケーシングに適用される。

【背景技術】

【０００２】

図１に示されるように、航空機エンジン１は、慣例的に、ファンケーシング４および中間ケーシング５によって囲まれた圧縮機シャフト３を備えた低圧コンプレッサ２を含む。ファンケーシング４は、特に、ファンブレード６およびファンブレード６の断片も保持する。異物がファンブレード６に衝突すると、ファンブレードは損傷する可能性がある。このような損傷が生じると、ブレード片は、回転ブレード６から離れて、遠心分離効果の下で、それらがファンケーシング４の内面と接触するように変位する恐れがある。そのような損傷はまた、振動現象によるものになり得る。

【０００３】

より具体的には、図２に示されるように、このタイプのファンケーシング４は、慣習的に３つの別個の部分７，８，９を有し、これらの部分は、ブレード６の損失の際に各ブレード片を収容するように寸法設定される。ブレード６が失われると、厚さの薄い上流部分７および下流部分９は、それぞれブレード先端およびブレード根元を含み、一方で中央部分８（封じ込め部分と呼ばれる）は、遠心力下で変位された高エネルギーブレードを含む

ことが可能である。したがって、航空機エンジン１の寿命の間、衝撃タイプの損傷がファンブレード４に現れ、そのような損傷に耐えることが保証されなければならない。ファンケーシング４の寿命を改善する目的で、より厚い収容領域を有するファンケーシング４を使用することが可能である。

【０００４】

しかし、こうして厚くすることが２０１３年に適用され始めて以来、これ以前に販売された航空機エンジン１の大部分は、そのような厚さを有していない。その結果、損傷が観察された後、大量のケーシング４が使用不能になる。そのように厚くすることはまた、このファンケーシングを備えた航空機の総質量を増加させ、結果的に燃料消費を増加させる。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【０００５】

本発明は、内面が損傷したファンケーシングを修理するための方法であって、質量に関する影響を限定しながら、ファンケーシングの寿命を増大させることができる、方法を提案することによって、上述の問題に対する解決策を提供する。

【０００６】

本発明の一態様は、内面が損傷したファンケーシングを修理するための方法であって、補強部材をファンケーシングに取り付けるステップを含み、前記補強部材は、損傷の場所とは反対側の、ファンケーシングの外面に取り付けられる、方法に関する。

【０００７】

用語「内面」は、ファンケーシングの内周面を意味し、「外面」という用語は、ファンケーシングの外周面を意味すると理解される。

【０００８】

言い換えれば、本発明による方法を用いて行われる修理は、ファンの外面に、すなわち内面の損傷の場所とは反対側に取り付けられた補強部材（またはパッチ）の形をとる。この補強部材は、外面の応力（牽引およびせん断）を吸収し、損傷部分の領域に追加の局所厚さを提供する。この補強部材は、ファンケーシングの機械的特性を改善する。加えて、この補強部材を外面に取り付けることにより、特に作動クリアランスに準拠する内面の修理に関連する制約および修理の複雑さを回避することができる。

【０００９】

したがって、本発明による方法は、ファンケーシングの外面上で簡単な修理を行うことができ、この修理により、内面が損傷したファンケーシングの初期機械的特性が修復されることが可能である。

【００１０】

本発明による方法はまた、全てのエンジンモデルに（アルミニウム、チタン、鋼またはさらには複合材ケーシング上で無差別に）適用可能である。

【００１１】

さらに、ファンケーシングの内面の変更がないので、作動クリアランスは変更されない。

【００１２】

補強部材は、あらゆるタイプの損傷および全ての寸法に適合させることもできる。

【００１３】

加えて、現状技術で提案されているよりも厚いファンケーシングと比較して、補強部材が損傷の局所修理を可能にするので、質量に関する得は実質的なものである。

【００１４】

さらに、本発明による修理方法は、内面に存在する損傷のため許容できないと考えられるファンケーシングの廃棄を防止する。

【００１５】

前の段落で述べた特性に加えて、本発明によるファンケーシングの修理方法は、個々に

または技術的に可能な組み合わせとして考えられる以下の可能性のある追加の特性の１つまたは複数を有することができる：
本発明による修理方法の非限定的な実施形態では、この方法は、補強部材の寸法決めの前段階を含む。
【００１６】
本発明による修理方法の非限定的な実施形態では、補強部材の寸法決定のステップは、損傷の内面および周囲に由来し、外面の方向に伝播するにつれてより広がって、ファンケーシングの外面上に外側クラッキング領域を作り出す、クラッキングゾーンを推定することによって達成され、ファンケーシングの外面に取り付けられるべき補強部材の領域は、外側クラッキング領域と少なくとも等しくならなければならない。
【００１７】
補強部材のそのような寸法は、修理されたファンケーシングに、損傷を受けていないファンケーシングの機械的特性と同様の機械的特性を与えることを可能にする。
【００１８】
本発明による修理方法の非限定的な実施形態では、補強部材の寸法決定のステップは、損傷の内面および周囲に由来し、外面の方向に伝播するにつれてより広がって、ファンケーシングの外面上に外側クラッキング領域を作り出す、クラッキングゾーンを推定することによって達成され、ファンケーシングの外面に取り付けられるべき補強部材の領域は、外側クラッキング領域と等しくならなければならない。補強部材のそのような寸法は、修理されたファンケーシングに損傷を受けていないファンケーシングの機械的特性と同様の機械的特性を与えることを可能にし、また、補強部材の寸法が小さいのでファンケーシングの重量を著しく増加させない。
【００１９】
本発明による修理方法の非限定的な実施形態では、クラッキングゾーンは、損傷の内面および周囲に由来し、これが外面の方向に４０度から５０度の間の角度の伝播角度ａで伝播するにつれてより広がる。
【００２０】
本発明による修理方法の非限定的な実施形態では、補強部材の厚さは、損傷の深さの少なくとも１．５倍に等しい。
【００２１】
本発明による修理方法の非限定的な実施形態では、補強部材は、溶接、リベット締めまたは接着によってファンケーシングの外面に取り付けられる。
【００２２】
本発明の別の態様は、
－ファンケーシングの内面に位置する損傷部と、
－損傷場所の反対側の、ファンケーシングの外面に取り付けられた補強部材とを有するファンケーシングに関する。
【００２３】
本発明による修理方法の非限定的な実施形態では、補強部材は、アルミニウム、インコネルまたはチタンで作られる。
【００２４】
本発明による修理方法の非限定的な実施形態では、補強部材の形状は、長方形、円形または楕円形である。
【００２５】
これらの図は、示唆としてのみ提示されており、決して本発明を限定するものではない。
【図面の簡単な説明】
【００２６】
【図１】従来技術によるファンケーシングを備えた航空機エンジンの概略図である。
【図２】図１に示されるファンケーシングの一部分の拡大図である。

【図３】本発明によるファンケーシングの修理方法のステップのブロック図である。
【図４】損傷したファンケーシングおよび補強部材の一部分の図である。
【図５Ａ】損傷したファンケーシング、クラッキングゾーンおよび補強部材の一部分のプロファイル図である。
【図５Ｂ】図５Ａに示されるファンケーシングおよび外側クラッキング領域の一部分の上面図であり、明確にするために、図５Ｂは図５Ａに示される補強部材を表していない。
【図６】補強部材を含むファンケーシングの図である。
【発明を実施するための形態】
【００２７】
別段の記載がない限り、異なる数字で表される所与の要素は、単一の参照を有する。
【００２８】
図３は、本発明の非限定的な実施形態によるファンケーシングの修理のための方法１００のステップを表す。
【００２９】
明確にするために、図４は、内面１２に、たとえば衝撃タイプの損傷１１を有するファンケーシング１０の一部のみを図式的に示す。この図４はまた、修理方法１００によって使用されるものによる補強部材１３を示している。補強部材１３は、ファンケーシング１０の外面１４に取り付けられている。
【００３０】
ファンケーシング１０の修理のための方法１００は、補強部材１３を寸法決定するステップ１０１を含む。次のステップ１０２中、寸法決定された補強部材１３は、損傷１１の反対側のファンケーシング１０の外面１４に取り付けられる。
【００３１】
非限定的な実施形態では、補強部材１３の寸法決定のステップ１０１は、クラッキング領域を推定することによって達成される。これを達成するために、クラッキングゾーンが最初に決定される。
【００３２】
ファンケーシング１０は、作動中、実際にせん断応力を受ける。したがって、ファンケーシング１０が内面１２に損傷１１を有するとき、損傷領域１１にせん断応力が加えられる。これらの応力の影響下で、損傷１１は、ファンケーシング１０の外面１４の方向に伝播する傾向がある。この損傷１１の伝播は、クラッキングゾーンを形成する。
【００３３】
したがって、損傷１１に加えられるせん断応力がシミュレートされると、クラッキングゾーンを予測することが可能である。
【００３４】
図５Ａは、ファンケーシング１０の外面１４に外側クラッキング領域Ｓ１５を作り出すそのようなクラッキングゾーン１５を示す。より具体的には、クラッキングゾーン１５は、損傷１１の内面１２および周囲に由来し、これが外面１４の方向に伝播するにつれてより広がり、ファンケーシング１０の外面１４に位置する外側クラッキング領域Ｓ１５（図５Ｂ）を作り出す。補強部材１３は、この外側クラッキング領域Ｓ１５に従って寸法決定される。たとえば、ファンケーシング１０の外面１４に取り付けられる補強部材１３の領域１８は、少なくとも外側クラッキング領域Ｓ１５に等しい。補強部材１３は、外側クラッキング領域Ｓ１５を完全に覆い、ファンケーシング１０の機械的特性は、損傷１１が現れる前のものと同様になる。
【００３５】
図５Ａおよび図５Ｂに示される非限定的な実施形態では、クラッキングゾーン１５は、損傷１１の内面１２および周囲に由来し、これが４５°の伝播角度ａで外面１４の方向に伝播するにつれてより広がる。伝播角度は、内面１２とクラッキングゾーン１５の周面との間で測定される。
【００３６】

非制限的なやり方では、伝播角度ａは、４０度から５０度の間であり得る。

【００３７】

補強部材の厚さｅ１３は、損傷１１の深さｐ１１の１．５倍に等しくてもよい。

【００３８】

非限定的な例では、補強部材１３の最小厚さは、１ｍｍである。

【００３９】

そのような実施形態によれば、深さ１ｍｍの損傷１１について、補強部材１３の厚さｅ１３は、１．５ｍｍである。

【００４０】

要約すると、図５Ａおよび図５Ｂを用いて詳細に説明した図示の例では、厚さｅ１０が２２ｍｍであり、１ｍｍの深さｐ１１の損傷を有し、損傷１１の伝播が４５度の伝播角度ａで起こるファンケーシング１０の場合、寸法決定された補強部材１３は、領域１８を有し、この領域は、ファンケーシングの外面１４と接触させられなければならず、外側クラッキング領域Ｓ１５と少なくとも等しくなければならず、１．５ｍｍの厚さでなければならない。

【００４１】

補強部材１３は、たとえば、アルミニウム、ニッケル系合金、またはチタンで作ることができる付加部材である。この補強部材１３は、たとえば、正方形、長方形、または楕円形であってよい。

【００４２】

本発明によるファンケーシングを修理するための方法１００はまた、補強部材１３をファンケーシング１０に取り付けるステップ１０２を含む。補強部材１３は、衝撃１１の反対側の、ファンケーシングの外面１４に取り付けられている。

【００４３】

補強部材１３は、たとえば、溶接、リベット締めまたは接着によって、ファンケーシング１０の外面１４に取り付けられ得る。当業者は、本発明の範囲を逸脱することなく、補強部材１３をファンケーシング１０の外面１４に取り付ける他の手段を提案することができることが、理解されよう。

【００４４】

本発明の１つの態様は、図６に示されるように、内面１２に損傷１１を有するファンケーシング１０にも関する。ファンケーシング１０はまた、その外面１４に、損傷１１の反対側に取り付けられた補強部材１３を有する。

【００４５】

このタイプのファンケーシング１０は、損傷を受けていない内面を有するファンケーシングと同様の機械的特性を有する。

【図１】

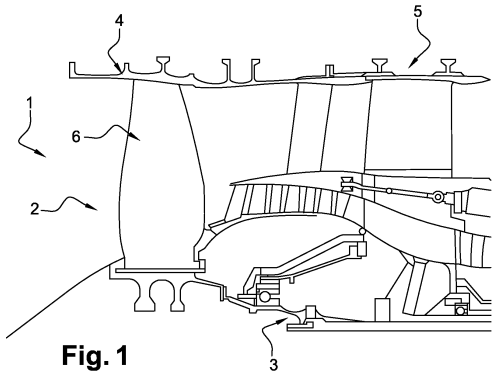


Fig. 1

【図２】

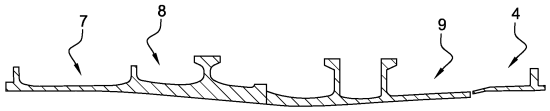


Fig. 2

【図３】

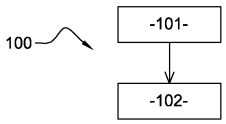


Fig. 3

【図４】

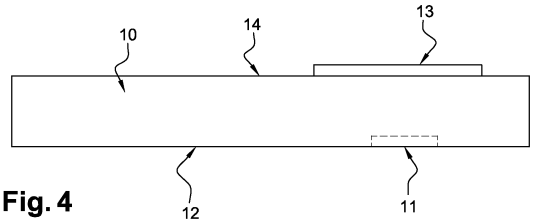


Fig. 4

【図５Ａ】

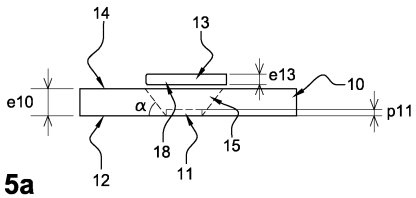


Fig. 5a

【図５Ｂ】

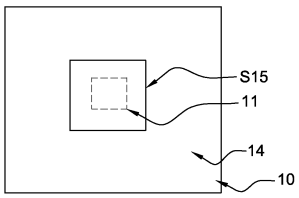


Fig. 5b

【図６】

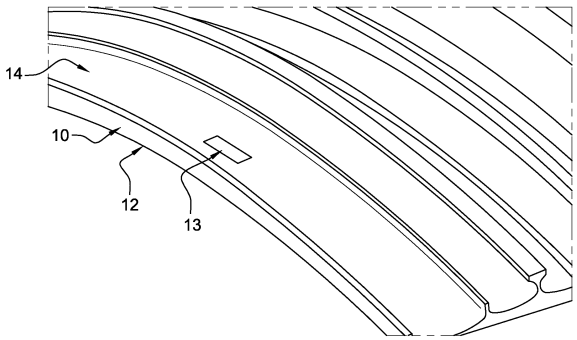


Fig. 6

フロントページの続き

(72)発明者　ペレス，セバスチャン・マルク・ジャン－ミシェル
フランス国、３８５４０・エエリュー、リュ・デュ・パルク・１２

審査官　谿花　正由輝

(56)参考文献　特表２００３－５２５１３８（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－０６１１４８（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２００８／０２５３８８３（ＵＳ，Ａ１）
特開２０１１－１４４７３３（ＪＰ，Ａ）
特開昭５３－０９５１２７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ０１Ｄ　２５／２４
Ｆ０１Ｄ　２５／００
Ｆ０２Ｃ　７／００