

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4318271号  
(P4318271)

(45) 発行日 平成21年8月19日(2009.8.19)

(24) 登録日 平成21年6月5日(2009.6.5)

(51) Int.Cl.

F I

F O 2 C 7/00 (2006.01)

F O 2 C 7/00

D

F O 1 D 25/00 (2006.01)

F O 1 D 25/00

X

F O 4 D 29/56 (2006.01)

F O 4 D 29/56

C

F O 1 D 17/16 (2006.01)

F O 1 D 17/16

A

請求項の数 2 外国語出願 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-339121  
 (22) 出願日 平成11年11月30日(1999.11.30)  
 (65) 公開番号 特開2000-199439(P2000-199439A)  
 (43) 公開日 平成12年7月18日(2000.7.18)  
 審査請求日 平成18年11月29日(2006.11.29)  
 (31) 優先権主張番号 09/213403  
 (32) 優先日 平成10年12月16日(1998.12.16)  
 (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・カンパニー  
 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 100137545  
 弁理士 荒川 聡志  
 (72) 発明者 アンドリュー・ジョン・ランマス  
 アメリカ合衆国、オハイオ州、メインヴィ  
 ル、ブックマーク・プレイス、3486番  
 (72) 発明者 ウェイン・レイ・ボウエン  
 アメリカ合衆国、オハイオ州、ウエスト・  
 チェスター、グレッグ・ドライブ、924  
 2番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可変静翼アセンブリの組立固定具及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

可変静翼アセンブリの組み立て方法であって、

ガスタービンエンジン用の可変静翼(12)を用意し、該静翼(12)は面(30)と該面(30)からずれた座(28)とを有していて、静翼(12)は互いにずれた第1及び第2の面(32, 36)をもつスペーサ(14)と共に組立てられる構成となっていて、スペーサ(14)の第1面(32)が静翼(12)の座(28)と係合するようになっており、スペーサ(14)の第2面(36)が静翼(12)の面(30)の方を向くようになっており、静翼(12)をケーシング(22)の開口(38)内に取付けて、第1のシール手段(26)がケーシング(22)と静翼(12)の面30の間にあり、ケーシング(22)が第1のシール手段(26)と第2のシール手段(24)の間にあり、座(28)が開口(38)を通抜けるようにし、静翼(12)に固定具(40)を取付けて、ケーシング(22)及び第1及び第2のシール手段(24, 26)が固定具(40)の面(50)と静翼(12)の面(30)の間に締付け荷重の下に締付けられるようにし、静翼(12)の座(28)の位置を検出し、前記座(28)の位置に基づいて、その第1及び第2の面(32, 36)の間のずれ寸法をもつスペーサ(14)を選ぶ工程を含む、可変静翼アセンブリの組み立て方法。

【請求項 2】

可変静翼アセンブリの組み立て方法であって、

ガスタービンエンジンに対する可変静翼を用意し、該静翼は軸線、その半径方向の周縁

にあるフランジ、該フランジに対して軸方向にずれた多数の座及び軸方向に伸びるトラニオンを持ち、前記静翼をケーシング内の開口内に取付けて、第１のシール手段が該ケーシング及び前記静翼のフランジの間にあり、前記ケーシングが第１のシール手段と第２のシール手段の間にあり、トラニオン並びに少なくとも２つの座が前記開口を通抜けるようにし、固定具を前記静翼に取付けて、前記ケーシング及び前記第１及び第２のシール手段が、前記トラニオンを介して加えられた締付け荷重の下に、固定具と静翼のフランジの間で締付けられるようにし、ケーシングの開口を通抜ける２つの座の、前記第２のシール手段に対する位置を検出し、前記固定具を取除き、２つの座の位置に基づいて、その第１及び第２の面の間のずれ寸法をもつスペーサを選び、その後前記スペーサを前記静翼に組込んで、スペーサの第１の面が静翼の少なくとも１つの座と係合するとともにスペーサの第２の面が第２のシール手段と係合するようにし、前記スペーサのずれ寸法は、該スペーサが前記固定具から加えられた締付け荷重より小さい荷重を前記第１及び第２のシール手段に加えるようになっている工程を含む、可変静翼アセンブリの組み立て方法。

10

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術の分野】

本発明は組立方法及びそのための固定具に関する。さらに具体的には、本発明はガスタービンエンジンの可変静翼アセンブリを組立てるための固定具及びその方法に関するものであり、この固定具と方法とによって、部品の変動を埋合わせ、こうしてアセンブリの動作及び使用寿命を最適にすることができるように、静翼アセンブリの部品を選ぶことができるようにする。

20

【０００２】

【発明の背景】

従来のガスタービンエンジンは一般的に、エンジンの圧縮機部分の中で空気を圧縮し、その後圧縮された空気をエンジンの燃焼部分に送出し、そこで空気に燃料を添加して点火するという原理に基づいて動作する。その後、得られた燃焼混合物がエンジンのタービン部分に送出され、そこで燃焼過程によって発生されたエネルギーの一部分をタービンにより抽出して、エンジンの圧縮機を駆動する。多段圧縮機をもつターボファンエンジンでは、圧縮機の相次ぐ各段に対する空気の流れを差し向けるために、静翼が圧縮機部分の入口及び出口と圧縮機の隣接する段の間に配置される。圧縮機の軸線に対するそのピッチを調節することができる可変静翼は、ガスタービンエンジンの変化する必要条件に応答して、圧縮機部分を通る空気の流れを変えることにより、エンジンの性能を高めることができる。

30

【０００３】

高圧圧縮機の可変静翼アセンブリ１０が図１及び２に示されている。アセンブリ１０が、ガスタービンエンジンのケーシング２２内の開口３８の中に装着された静翼１２を含む。公知のように、圧縮機の軸線に対する静翼のエーロフォイルのピッチを変えるために、静翼１２はケーシング２２の開口３８の中で回転するように設計されている。可変静翼アセンブリには色々な形が可能であるが、図１及び２に示す静翼１２は半径方向に伸びるフランジ３０を持ち、それから環状部分が軸方向に伸びて１対の座２８を構成する（特に断らない限り、こゝで言う半径方向及び軸方向は、静翼アセンブリ１０の中心線を基準として言うものであって、アセンブリ１０がその中に取付けられるエンジンの半径方向及び軸方向ではない）。トラニオン３４もフランジ３０に対して軸方向に伸びていて、図２に見られるように、座２８とともに開口３８の中に突出する。静翼１２はナット２０を用いてケーシング２２に固定されるが、このナットは、スペーサ１４、スリーブ１６及びレバーアーム１８をもトラニオン３４に固定する。開口３８内で静翼１２を回転させることは、レバーアーム１８に取付けられた作動用の部品（図示せず）によって行われる。

40

【０００４】

エンジンの運転中、静翼のエーロフォイルに対するガス荷重によって転覆モーメントが発生し、図２に矢印Ｆで表す反作用力が発生する。その結果、ケーシング２２に対して静翼１２を回転させるには、反作用力Ｆを受けている間、摩耗、摩擦及び圧縮機の空気流れを

50

最小限にするとともに、ガスタービンエンジンの厳しい熱及び化学的な環境に耐えるシールアセンブリが必要である。図 1 及び 2 では、シールアセンブリが、ケーシング 22 の両側で、スペーサ 14 とフランジ 30 の間にあるブッシング 24 及びワッシャ 26 で構成されることが示されている。ブッシング 24 及びワッシャ 26 は、エンジンの環境に対する両立性をもつため、並びに静翼 12 が許容し得るトルクレベルで回転することができるようにする適当な低摩擦の支承面となるために、ポリイミド樹脂と硝子及びテフロン（登録商標）繊維のような複合材料で成形することが好ましい。

#### 【 0 0 0 5 】

ケーシング 22 の開口 38 を介して圧縮機から起こる半径方向の空気洩れを最小限に抑える能力が、ブッシング 22 及びワッシャ 26 の重要な作用である。図 2 から判るように、空気シールを形成しながらも、静翼 12 を回転させることができるようにするブッシング 24 及びワッシャ 26 の 2 重の作用は、静翼 12 のフランジ 30 とスペーサ 14 の外側環状面 36 の間での、ブッシング 24 及びワッシャ 26 を通る（圧縮機の軸線に対して半径方向の）間隙によって決定される。圧縮機の空気洩れを最小限に抑えるため、静翼 12 及びスペーサ 14 は、可能な最小の間隙になるように、ケーシング 22 に組込まなければならない。しかし、間隙が過度に小さいと、静翼 12 を回転させるのに必要な力が大きくなり、これは作動用の部品に過大な応力が加わり、極端な場合には、静翼 12 を作動することが完全に出来なくなって、圧縮機の失速を招くことがある。他方、間隙が過剰であると、圧縮機からの空気洩れが過大になるばかりでなく、静翼 12 に対する反作用力によって、静翼アセンブリ 10 の過度の傾きが起こることになる。そういうことが起こると、反作用力  $F$  がブッシング 24 及びワッシャ 26 にさらに集中し、シールアセンブリを通っての洩れが一層大きくなることと合わさって、ブッシング 24 及びワッシャ 26 のさらに急速な劣化を招く。

#### 【 0 0 0 6 】

図 2 から、ブッシング 24 及びワッシャ 26 を通る間隙は、環状面 36 とスペーサ 14 の 1 対の肩 32 との間の軸方向のずれ寸法  $D$  によって決定されることが判る。静翼 12 及びスペーサ 14 を正しく組立てたとき、各々の肩 32 が、図 2 に示すように、静翼 12 の 1 つの座 28 に突合せになる。ずれ寸法  $D$  を増加すると、静翼 12 及びスペーサ 14 を通る間隙が減少するが、静翼 12 を回転させるのに必要な作動トルクが増加し、それに対して、ずれ寸法  $D$  を小さくすると、間隙が増加するが、作動トルクは減少する。

#### 【 0 0 0 7 】

従来、図 1 及び 2 に示される形式の可変静翼アセンブリは、作動部品に対して許容範囲内のトルクレベルが達成されるように組立てられてきた。ずれ寸法  $D$  と静翼 12 の回転させるのに必要なトルクとの間には密接な関係が存在すると思われるため、増分的に異なるずれ寸法  $D$  をもつスペーサ 14 をわざわざ製造して、スペーサ 14 を交換することによって、作動トルク及び半径方向の間隙の両方の調節ができるようにしてきた。組立てた後、静翼を回転させるのに必要なトルクが予め定めたトルク限界外であれば、ナット 20、レバーアーム 18、スリーブ 16 及びスペーサ 14 を取外し、スペーサ 14 を異なるずれ寸法  $D$  をもつ別のものと交換する。例えば、作動トルクが高すぎれば、ずれ寸法  $D$  が一層小さいスペーサ 14 を取付け、許容し難い程低いトルクが測定されれば、一層大きなずれ寸法  $D$  をもつスペーサを取付ける。一旦組立て直した後、トルクを再び測定し、トルクが設定した限界外であれば、この過程を繰返す。

#### 【 0 0 0 8 】

それにも係わらず、一層の研究により、驚いたことに、ステーター 12 を回転するのに必要なトルクは、取付けたスペーサ 14 には比較的無関係であって、トルクが静翼 12、スペーサ 14 及びケーシング 22 の間の半径方向の間隙の信頼性のある表示ではないことが判った。そうではなく、作動トルクは、ブッシング 24 及びワッシャ 26 が、ナット 20 によって、フランジ 30 及びスペーサ 14 の間で発生された荷重によって圧縮された後のブッシング 24 及びワッシャ 26 の不規則性及び干渉によって主に決定されることが判った。複合体のブッシング 24 及び 26 は、厳密な許容公差の中に収まるようになっている

が、特に、残留応力のために、自由な状態で歪むことがあるために、こういう不規則性及び干渉は予測することが出来ない。

【 0 0 0 9 】

上に述べたことに鑑み、許容し得る作動トルクを越えることなく、さらに一貫性をもって最小の半径方向の間隙を達成するように、可変静翼ステーターアセンブリを組立てる方法を利用することが出来れば、それが望ましいことが判る。

【 0 0 1 0 】

【 発明の概要 】

本発明では、ガスタービンエンジンの可変静翼アセンブリの部品を釣合わせる助けとなる方法及び固定具アセンブリを提供する。特に、静翼アセンブリの部品は、許容し得る作動トルクレベルを達成しながら、半径方向の間隙を最小にするように部品の変動を埋合わせ、その結果として、アセンブリの動作及び使用寿命が最適になるように釣合わせる。

【 0 0 1 1 】

本発明では、本発明の方法は全体として、スペーサを用いてケーシングに組込まれるような形をした静翼を含む可変静翼アセンブリを用いる。静翼は面からずれた座を有する。静翼を組込むスペーサは、互いにずれた第 1 及び第 2 の面を持ち、第 1 の面が静翼の座に係合するようになっており、第 2 の面は静翼の面の方を向くようになっている。静翼がケーシング内の開口に取付けられ、第 1 のシール部材がケーシングと静翼の面の間にあり、ケーシングが第 1 のシール部材と第 2 のシール部材との間にあり、座が開口の中を通抜けるようにする。本発明では、次に固定具を静翼に取付けて、ケーシング及び第 1 及び第 2 のシール部材が、予定の荷重の下で固定具と静翼の間で締付けられるようにする。この予定の荷重は、シール部材並びにその面の欠陥を平坦にするのに必要な荷重として、実験によって決定することができる。固定具が、スペーサの第 2 の面に対応する環状面をもつ工具本体を含んでいて、それが静翼及びシール部材に対して所望の締付け荷重を発生するように、静翼に取付けられることが好ましい。最後に、静翼の座の位置を検出し、この座の位置に基づいて、その第 1 及び第 2 の面の間のずれ寸法をもつスペーサを選ぶ。

【 0 0 1 2 】

上に述べたところから、適当なスペーサが、正しく取付けられたときの最終的なアセンブリの中で実際に存在する状態に対応する状態に基づいて、静翼に対して選ばれることが理解されよう。さらに詳しく言うと、シール部材で構成されたシールアセンブリが、スペーサを静翼に取付けたとき、そうしないと抗力トルクを生ずるような、多少の面の凹凸並びにシール部材を平坦にする荷重の下で圧縮される。この状態では、シールアセンブリの中に所望の半径方向の間隙を作るためにスペーサに要求されるずれ寸法は、さらに正確に決定することが出来、その結果、静翼アセンブリの組立及び分解を繰返すことが不必要になる。従って、本発明の重要な利点は、可変静翼アセンブリを組立てる時間を可成り短縮すると同時に、その半径方向の間隙が許容し得る作動トルクレベルに対して最小限にされた静翼アセンブリをさらに正確に且つ一貫性を持って達成する改良された組立方法を提供することである。

【 0 0 1 3 】

本発明のその他の目的及び利点は、以下詳しく説明するところから、さらによく理解されよう。

【 0 0 1 4 】

【 発明の詳しい説明 】

本発明は、ガスタービンエンジンに使われる可変静翼アセンブリを組立てる方法と固定具を提供する。図 3 に示すように、この方法は、全体的に図 1 及び 2 に示す形式の静翼アセンブリを固定具 40 とともに予め組立てることを含む。この固定具が、最小限の空気の洩れ及び許容し得る作動トルクレベルを達成しながら、静翼アセンブリがさらに正確に、素早く且つ再現性を以って組立てることができるようにする。本発明を図 1 及び 2 の静翼アセンブリ 10 の場合について説明するが、当業者であれば、本発明がこれとは異なる静翼アセンブリにも適用し得ることは明らかであろう。

## 【 0 0 1 5 】

前に図 1 及び 2 について説明したように、可変静翼アセンブリ 1 0 が、ガスタービンエンジンのケーシング 2 2 内の開口 3 8 内に回転自在に装着された静翼 1 2 を含み、座 2 8 及びトラニオン 3 4 がフランジ 3 0 に対して軸方向に開口 3 8 の中を伸びている。静翼 1 2、スペーサ 1 4、スリーブ 1 6 及びレバーアーム 1 8 は、全てナット 2 0 を用いてトラニオン 3 4 に固定されている。静翼 / スペーサ界面を介しての洩れを減らすシールアセンブリがブッシング 2 4 及びワッシャ 2 6 を含み、これらは種々の材料で構成することができるが、ポリイミド樹脂と硝子及びテフロン（登録商標）繊維とで構成されるような複合体で形成することが好ましい。2 つの部分から成るシールアセンブリを図に示してあるが、本発明では、異なるシールアセンブリの形式及び設計も使うことができる。

10

## 【 0 0 1 6 】

ケーシング 2 2、静翼 1 2 のフランジ 3 0 及びスペーサ 1 4 の環状面 3 6 の間の半径方向の間隙が、環状面 3 6 とスペーサ 1 4 の肩 3 2 との軸方向のずれ寸法 D によって決定される。従って、最適のずれ寸法 D を決定することが、静翼 1 2 を回転するのに必要な許容し得るトルクレベルを保ちながら、アセンブリ 1 0 からの空気洩れを最小限に抑えることにあって重要である。しかし、許容公差が積み重なるため、並びに設計の意図により、ブッシング 2 4 及びワッシャ 2 6 は静翼 1 2、スペーサ 1 4 及びケーシング 2 2 と干渉することがあり、アセンブリ 1 0 の中の半径方向の間隙を予測することが不可能になる。

## 【 0 0 1 7 】

本発明では、固定具 4 0 は、静翼 1 2、ケーシング 2 2、ブッシング 2 4 及びワッシャ 2 6 の実際の寸法と、半径方向の間隙及び作動トルクの間相互関係を決定する、これらの部品の間の干渉並びに予測し難い不規則性とに基づいて、スペーサ 1 4 に対する特定の締付け荷重の下での最適のずれ寸法 D を決定するのに役立つ。図 3 に示すように、固定具 4 0 が工具本体 4 2 を含む。工具本体 4 2 は、図 1 及び 2 に示したスペーサ 1 4、スリーブ 1 6 及びレバーアーム 1 8 の代わりに、静翼 1 2 及びケーシング 2 2 に取付けられる。工具本体 4 2 の環状部分 4 6 がブッシング 2 4 に接触し、従って、スペーサ 1 4 の環状面 3 6 に代わる環状衝合面 5 0 となる。固定具 4 0 は、図 1 及び 2 のナット 2 0 に代わるナット 4 4 をも含んでおり、これがナット 2 0 と同じように、トラニオン 3 4 に螺着される。ブッシング 2 4 及びワッシャ 2 6 が、図 1 及び 2 に示したアセンブリ 1 0 の場合のように、静翼 1 2 及びケーシング 2 2 に組込まれる。本発明では、ナット 4 4 をトラニオン 3 4 に締付けて、ブッシング 2 4、ワッシャ 2 6 及びそれらの面の欠陥があれば、それをも平坦にするのに十分な締付け荷重をブッシング 2 4 及びワッシャ 2 6 に対して達成し、スペーサ 1 4 に必要なずれ寸法 D に対するさらに正確な測定値を求めることができるようにする。

20

30

## 【 0 0 1 8 】

図 3 に示すように、固定具アセンブリ 4 0 が 1 対のプロープ 4 8 を含み、これらのプロープが、工具本体 4 2 の壁を通して本体 4 2 内の空所に入り込む。プロープ 4 8 は、線形可変変位変換器（LVDT）静電容量プロープ、レーザ等のような任意の適当な形式であってよいが、それを使って、空所内での座 2 8 の位置を検出する。例えば、工具本体 4 2 の環状面 5 0 に対するプロープ 4 8 の位置が判っていれば、締付け荷重を受けたときの、面 5 0 又はブッシング 2 4 に対する座 2 8 の位置を正確に決定することができる。座 2 8 の位置が判れば、固定具アセンブリ 4 0 を取外し、静翼アセンブリ 1 0 に対して所望の半径方向の間隙を作るずれ寸法 D をもつスペーサ 1 4 を選んで取付けることができる。スペーサ 1 4 によってブッシング 2 4 及びワッシャ 2 6 に加えられる荷重は、固定具アセンブリ 4 0 から加えられる荷重よりも小さいが、静翼アセンブリ 1 0 を通る空気洩れを最小限に抑えるための、ブッシング 2 4 及びワッシャ 2 6 を通る望ましい最小の半径方向の間隙を達成する。

40

## 【 0 0 1 9 】

本発明を好ましい実施形態について説明したが、当業者であれば、この他の形式を採用することができることは明らかである。例えば、固定具アセンブリ 4 0 を通じて締付け荷重

50

を加えるために用いられるものとして、ナット 4 4 を示したが、締付け荷重を、流体圧、空気圧又はその他の機械的な装置のような他の手段によって発生することができることは言うまでもない。さらに、静翼アセンブリ 1 0 及び固定具アセンブリ 4 0 の物理的な形式は、図面に示したものと大幅に変えることができる。従って、発明の範囲は特許請求の範囲のみによって限定されるべきである。

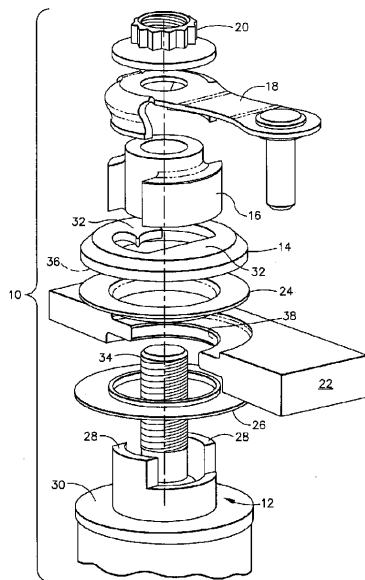
【図面の簡単な説明】

【図 1】 ガスタービンエンジンの可変静翼アセンブリの分解斜視図。

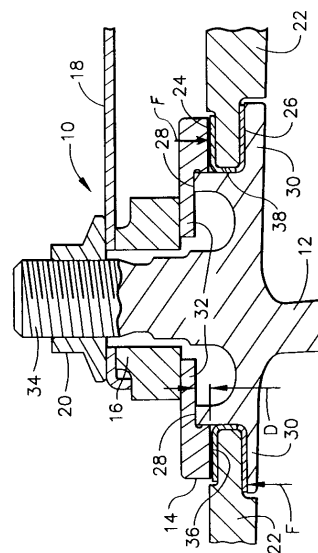
【図 2】 図 1 の静翼アセンブリの断面図。

【図 3】 本発明による固定具を取付けた静翼アセンブリの断面図。

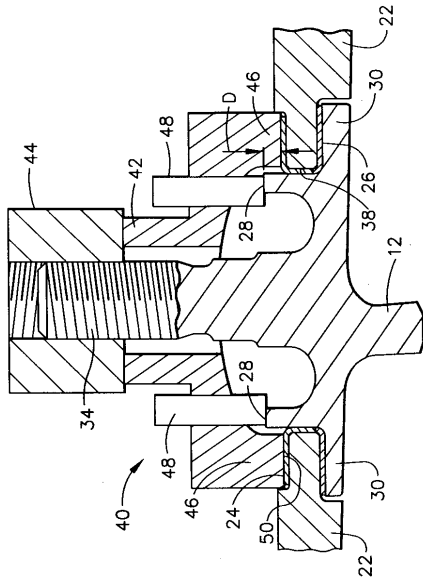
【図 1】



【図 2】



【図 3】



---

フロントページの続き

審査官 寺町 健司

(56)参考文献 特開平 5 - 2 4 0 0 6 7 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F02C 7/00

F01D 25/00

F01D 17/16

F04D 29/56