

(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2004-333487

(P2004-333487A)

(43) 公開日 平成16年11月25日(2004.11.25)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
GO 1 H 17/00	GO 1 H 17/00	2 GO 2 4
GO 1 M 15/00	GO 1 M 15/00	2 GO 6 4
GO 1 M 19/00	GO 1 M 19/00	2 GO 8 7

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2004-132858 (P2004-132858)	(71) 出願人	390041542
(22) 出願日	平成16年4月28日 (2004. 4. 28)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(31) 優先権主張番号	10/426, 185		GENERAL ELECTRIC CO
(32) 優先日	平成15年4月30日 (2003. 4. 30)		MPANY
(33) 優先権主張国	米国 (US)		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
		(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

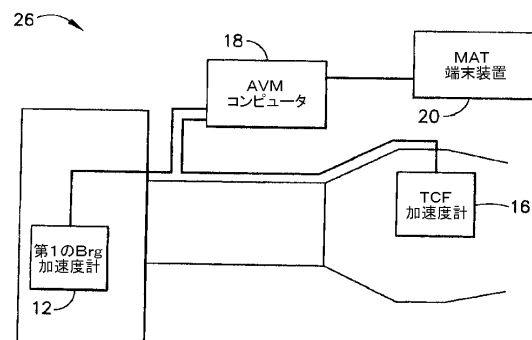
(54) 【発明の名称】 加速度計構成

## (57) 【要約】

【課題】 本発明は、航空機エンジン構成 (26) において内部に配置された本番用加速度計 (12) が故障した場合に、外部加速度計 (16) をバックアップ加速度計として使用するためのシステムおよび方法を提供する。

【解決手段】 外部加速度計 (16) のセンサの場所は、従来の代替加速度計 (22) の場所と同様に、ファンの不均衡状態に対して許容しうる感度を示す。この外部加速度計 (16) からの信号は、信号調整ハードウェア (18) のソフトウェアを使用して複製されて、第2の信号、すなわち代替信号を作成する。これに変わる実施例として、信号は、ソフトウェアではなくハードウェアを使用して、単純に元来の信号を準備又は分岐することにより複製されても良い。

【選択図】 図 2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

航空機エンジンのロータの不均衡状態を検出し且つエンジンの動作状態の良否を監視するために振動を測定する振動測定システム(26)において、

不均衡状態を検出する内部装着加速度計(12)と、

ロータの不均衡状態を検出する外部加速度計(16)と、

前記外部加速度計(16)からの信号を複製し、前記信号を代数関数によって修正し、前記内部装着加速度計(12)が故障した場合、前記修正信号を使用して、前記内部装着加速度計(12)の機能を実行させるためのソフトウェアを含む信号調整コンピュータ(18)とを具備する振動測定システム(26)。

10

## 【請求項 2】

前記内部装着加速度計(12)はファンの不均衡状態を検出する請求項 1 記載の振動測定システム(26)。

## 【請求項 3】

前記外部加速度計(16)は前記航空機エンジンにおける不均衡状態が原因となって起こる振動を検出する請求項 1 記載の振動測定システム(26)。

## 【請求項 4】

前記ソフトウェアは、前記内部装着加速度計(12)の振幅を表す値を有する変数がスケールファクタに前記外部加速度計(16)の振幅を乗算した値に等しくなることを定義する請求項 1 記載の振動測定システム(26)。

20

## 【請求項 5】

前記代数関数はスケールファクタを含む請求項 1 記載の振動測定システム(26)。

## 【請求項 6】

前記代数関数は定数を含む請求項 1 記載の振動測定システム(26)。

## 【請求項 7】

航空機のエンジンのロータの不均衡状態を検出し且つエンジンの動作状態の良否を監視するために振動を測定する方法において、

不均衡状態を検出するために内部加速度計(12)を装着する過程と、

ロータの不均衡状態を検出するために外部加速度計(16)を装着する過程と、

前記外部加速度計(16)からの信号を複製し、代数関数によって前記信号を修正し、前記内部装着加速度計(12)が故障した場合、前記修正信号を使用して、前記内部装着加速度計(12)の機能を実行させるためのソフトウェアを含む信号調整コンピュータ(18)を設ける過程とから成る方法。

30

## 【請求項 8】

前記内部装着加速度計(12)はファンの不均衡状態を検出する請求項 7 記載の方法。

## 【請求項 9】

前記外部加速度計(16)は前記航空機エンジンにおける不均衡状態が原因となって起こる振動を検出する請求項 7 記載の方法。

## 【請求項 10】

前記ソフトウェアは、前記内部装着加速度計(12)の振幅を表す値を有する変数がスケールファクタに前記外部加速度計(16)の振幅を乗算した値と等しくなることを定義する請求項 7 記載の方法。

40

## 【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振動監視に関し、特に、航空機エンジンにおけるシステムの振動を測定し、エンジンの動作状態の良否を指示するための加速度計構成に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

50

典型的な商用エンジンは、エンジンの動作状態の良否を監視し、乗務員に振動を示す標識を提供するために、2つの加速度計と、関連する信号調整システムとを有する。多くのエンジンにおいては、一方の加速度計はエンジンの内部において、ファンの不均衡状態に対して最も高い感度を示す場所であることが多い軸受に配置されている。このセンサは内部に配置されているため、センサが故障した場合には、内部に配置された加速度計を交換できる次のエンジン分解時まで、一時的な交換部品としてファンフレーム又はその他の外部の場所に第3の「代替」外部加速度計が設置されるのが普通である。代替加速度計が設置される外部の場所は一般に内部に配置されるセンサほどファンの不均衡状態に対して高い感度を示さないが、エンジンの動作状態の良否を示す標識を提供するという点では十分な感度を保つ。応答のg単位で測定可能である場所の感度の差は、通常、振動のg当たりの電荷出力のピコクーロンなどの、より感度の高い出力を有する加速度計を設置することにより幾分かは補償される。

10

#### 【0003】

代替加速度計を設置するためには、航空会社のユーザ又はその他のユーザはそれをスペア部品として保管し、在庫品として維持しておかなければならない。更に、実際の代替加速度計を設置するときには、エンジンのカウリングを開き、加速度計をボルト留めし、信号を搬送するための電気ケーブルと接続しなければならない。また、加速度計を装着するために、装着パッド又はブラケットをエンジンに設ける必要もある。代替センサでは、本来の内部に配置されたセンサと比較してエンジンファンバランス係数が通常は異なるので、代替加速度計を設置する時点で、振動システムのバランスソフトウェアでこの差に対処しなければならない。これらの必要条件の全ては必然的に保守時の負担となる。

20

#### 【0004】

本来の2つの加速度計のうちの第1の加速度計は、通常、ファンの不均衡状態に対して最も高い感度を示す内部の場所に配置されるが、本来の2つの加速度計のうちの第2の加速度計は、通常、外部のケーシング又はフレーム、例えば、タービンセンターフレーム(TCF)、圧縮機後部フレーム(CRF)、タービン後部フレーム(TRF)、低圧タービン(LPT)ケーシング、TEC(タービン排気ケース)、又はHPC(高圧圧縮機)ケースなどに配置される。ただし、配置場所はここで挙げた場所に限定されない。本来の2つの加速度計のうちのこの第2の加速度計が故障した場合、通常は次の数回の飛行の間に加速度計は適宜交換されるだけであり、代替加速度計は必要ない。

30

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0005】

現在必要とされている2つの本番用加速度計及び内部加速度計が故障した場合にエンジンに設置される第3の代替加速度計ほどの加速度計を必要としない加速度計構成を提供することが望ましいであろう。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0006】

代替加速度計の必要をなくすシステム及び方法が提案される。提案されるこの加速度計構成は、代替加速度計を設置するのではなく、ファン不均衡状態場所加速度計に対するバックアップ加速度計として本来の外部加速度計を使用する。従って、現在3つの加速度計によって実現されている全ての目的を実現するために要求されるのは2つの本番用加速度計のみである。

40

#### 【0007】

従って、本発明は、内部に配置されている本番用加速度計が故障した場合にバックアップ加速度計として外部加速度計を使用するシステム及び方法を提供する。外部加速度計のセンサの場所は、従来の代替加速度計の場所と同様に、ファンの不均衡状態に対して許容しうる感度を示す。この外部加速度計からの信号は信号調整ハードウェアのソフトウェアを使用して複製され、第2の信号、すなわち代替信号を作成する。これに変わる実施例として、信号は、ソフトウェアではなく、ハードウェアを使用して、単純に元来の信号を準

50

備又は分岐することにより複製されても良い。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

図1を参照すると、航空機エンジンの従来技術によるシステム10の典型的な加速度計構成のブロック線図が示されている。図1において、第1の本番用加速度計12は、ファンロータに最も近い最も前方の軸受の位置などの、通常はファンの不均衡状態に対して最も高い感度を示す内部の場所14に配置されている。第2の本番用加速度計、すなわち、外部加速度計16は、たとえば、図示されているようにTCFに配置されるが、CRF又はTRFなどの他の外部位置に配置されても良い。2つの加速度計12及び16は、通常は航空機のエレクトロニクスベイに配置されるか又はエンジンに装着されている振動監視コンピュータ18と関連している。加速度計信号は、通常、同期振動レベルを判定する、エンジンのバランスを保つために必要とされるバランスウェイトを計算する、コックピットで表示するために振動振幅をスケールリングする、後の検索に備えてデータを格納する、保守メッセージを生成するなどの機能、並びにその他の機能を実行する振動監視コンピュータ18の電子信号調整ハードウェアにより処理される。保守アクセス端末装置(MAT)は、整備士又はその他の担当者に、データをアクセスし、振動監視コンピュータとインタフェースするための他の方法を提供できるように、振動監視コンピュータと関連している。

【0009】

図1に示すような従来システムにおいては、内部に配置された加速度計12が故障した場合、第3の代替加速度計22が設置される。加速度計22の場所は内部に配置された加速度計12と比較してファンの不均衡状態に対して感度が低くなる位置にあるので、感度の低い場所にあることを補償するために、加速度計22は、加速度計12の典型的な50pc/g(加速度g当たりの電荷(ピコクーロン単位))と比較して、150pc/g程度のより高感度の水晶を有していても良い。代替加速度計22が設置された場合、振動監視コンピュータへのコネクタ位置24を位置24'へ移動することができる。第3の加速度計22を設置するという可能性に対応するために、高レベルの保守が要求されることは明らかである。エンジンカウリングを開き、代替加速度計22を設置し、コネクタ24を移動させなければならない。更に、ブラケット又は装着パッドなどの、代替加速度計22を装着するためにエンジンに形成された在庫及び準備場所に代替加速度計22を維持しておかなければならない。また、代替加速度計と共に使用される必要がある様々に異なるエンジンバランス係数に対応するために、振動監視コンピュータのソフトウェア構成を修正しなければならない。

【0010】

次に図2を参照すると、本発明は、代替加速度計22を不要にし、第3の加速度計22と関連する保守の必要性をなくすための新規な構成26を提案している。提案されたシステム26においては、代替加速度計22を設置する代わりに、外部加速度計16を加速度計12のバックアップ加速度計として使用する。そこで、外部加速度計16は2つの機能、すなわち、低圧タービン、高圧圧縮機及び高圧タービンなどのエンジンの他の部分における不均衡状態が原因となって起こる振動を測定するという本来の機能と、ファンの不均衡状態を監視するという追加機能とを実行することになる。外部加速度計16のセンサの場所は、通常、代替加速度計22の場所と同様に、ファンの不均衡状態に対して許容しうる感度を示す。

【0011】

外部加速度計の信号は信号調整ハードウェアで複製されて、内部加速度計信号に代わる第2の信号、すなわち代替信号を作成する。これは信号調整コンピュータのソフトウェアによって単純に実行される。ソフトウェアは、内部加速度計の振幅を表す値を有する変数がスケールファクタ(たとえば、2又は3)に外部加速度計の振幅を乗算した値に等しくなるように単純に定義するだけであろう。このスケールファクタは、内部加速度計の振幅に類似する振幅を提供するように適切に選択されるであろう。これは、概念の上では、従

来の技術における代替加速度計の  $p_c / g$  感度を内部加速度計の感度の 3 倍であるように選択することと同様である。

【0012】

本発明のもう 1 つの利点は、このスケールファクタをロータ速度又は他の何らかのパラメータの関数として可変にできるであろうということである。例えば、ある範囲のロータ速度に対してはスケールファクタを 2 とし、別の範囲のロータ速度に対しては 3 とすることが可能であろう。これにより、内部加速度計と、それらの外部加速度計の振幅又は応答が概してロータ速度範囲にわたり一定の比率を超えて異ならないため、本来の内部加速度計応答をより良くシミュレーションすることができる。更に、スケーリングされた値を外部加速度計振幅にあるファクタを乗算した値として定義できるばかりでなく、外部加速度計の振幅に関してある一定のオフセットを有するとして指定することもできる。実際、一般的な意味では、この新たなスケーリング値の振幅を外部加速度計の振幅の何らかの代数関数として定義でき、エンジンの新たな外部位置に第 3 の加速度計を設置するという従来の方式によって実現できるであろうと考えられる元来の内部加速度計の応答特性をはるかに厳密にシミュレートする信号を生成する能力が与えられることは当業者には認識されるであろう。

【0013】

ソフトウェア構成の変更が行われると同時に、振動監視コンピュータに外部加速度計 16 のみを使用してファンバランスウェイトを計算することを命令するために、ソフトウェアにおいても変更を起動することができる。これにより、通常は代替加速度計によってトリムバランス感度を生成するために実行されなければならない時間のかかる手続きを不要にすることが可能である。

【0014】

信号処理コンピュータの振動監視及びバランス維持の機能をこの構成においては加速度計 16 である代替センサに切り替えるために、保守作業は単にソフトウェアオプションを起動することだけであろう。これは、通常、信号処理コンピュータと関連して、航空機の機体に配置された航空機保守コンピュータ端末を介して行われるであろう。そのような作業は、代替加速度計 22 を物理的に設置する場合と比較して明らかに容易であり、迅速に行われる。加えて、システム 26 の構成によって、代替加速度計を在庫品として維持しておく必要がなくなり、リード線の配線も不要になり、また、装着場所を設ける必要もなくなる。従って、システム 26 の加速度計構成は、既存の外部加速度計信号を使用してソフトウェアによって信号を発生することにより、エンジンに第 3 の加速度計を設置する必要をなくす。

【0015】

本発明を好ましい 1 実施例に関連して説明したが、本発明の範囲から逸脱せずに様々な変更を実施でき、本発明の要素を等価の要素と置き換えられることは当業者には理解されるであろう。更に、本発明の本質的範囲から逸脱せずに特定の状況を本発明の教示に適合させるために数多くの変形を実施できるであろう。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】

【0016】

【図 1】従来の技術による加速度計構成のブロック線図。

【図 2】本発明に従った加速度計構成のブロック線図。

【符号の説明】

【0017】

12 ... 第 1 の加速度計、16 ... 外部加速度計、18 ... 振動監視コンピュータ、20 ... 保守アクセス端末装置 (MAT)、22 ... 代替 (第 3 の) 加速度計、26 ... システム

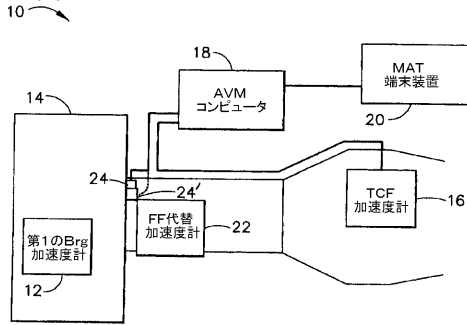
10

20

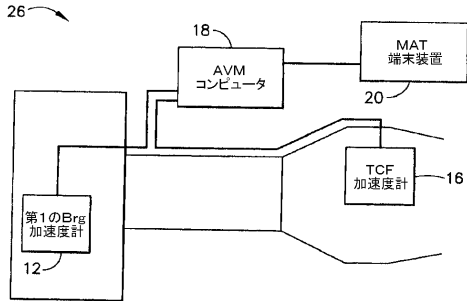
30

40

【図 1】



【図 2】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ダニエル・イー・モールマン

アメリカ合衆国、オハイオ州、シンシナティ、ゴスリング・ロード、 1 1 2 1 2 番

(72)発明者 ガート・フェン・デル・メルヴェ

アメリカ合衆国、オハイオ州、モンロー、メドウランズ・ドライブ、 5 0 番

F ターム(参考) 2G024 AD02 BA27 CA13 CA27 DA09 FA02

2G064 AA15 AB22 BA28 CC13 CC29 DD24

2G087 AA04 AA27 BB40 CC15 EE24 FF01 FF25