

(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2005-195020

(P2005-195020A)

(43) 公開日 平成17年7月21日(2005.7.21)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
FO2C 7/28	FO2C 7/28	3G002
FO1D 11/08	FO1D 11/08	
FO2C 9/00	FO2C 9/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L 外国語出願 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2004-380331 (P2004-380331)	(71) 出願人	390041542
(22) 出願日	平成16年12月28日 (2004.12.28)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(31) 優先権主張番号	10/748, 812		GENERAL ELECTRIC COMPANY
(32) 優先日	平成15年12月30日 (2003.12.30)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタデー、リバーロード、1番
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(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

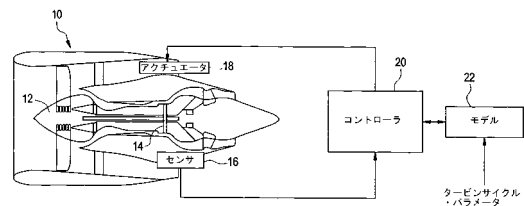
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タービンにおける能動先端間隙制御のための方法及びシステム

(57) 【要約】

【課題】 タービンにおけるブレード先端間隙を制御するためのシステムを提供する。

【解決手段】 本システムは、複数のシュラウドセグメント(38)を有するシュラウドを備えたステータとシュラウド内で回転可能なブレード(14)を備えたロータ(12)とを含む。アクチュエータ組立体(30)が、シュラウドの周りに半径方向に配置されかつ複数のアクチュエータ(18)を含む。センサ(16)が、タービン・パラメータを検知しかつタービン・パラメータを表すセンサ信号を生成する。モデリング・モジュール(22)が、タービンサイクル・パラメータに应答して先端間隙予測値を生成する。コントローラ(20)が、センサ信号及び先端間隙予測値を受信しかつ1つの指令信号を生成する。アクチュエータ(18)は、指令信号を受信する1つのアクチュエータを含みかつ指令信号に应答してシュラウドセグメント(38)の1つの位置を調整する。



【選択図】 図1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

タービンにおけるブレード先端間隙を制御するためのシステムであって、
複数のシュラウドセグメント(38)を有するシュラウドを含むステータと、
前記シュラウド内で回転可能なブレード(14)を含むロータ(12)と、
複数のアクチュエータ(18)を含む、前記シュラウドの周りに半径方向に配置された
アクチュエータ組立体(30)と、
タービン・パラメータを検知しかつ該タービン・パラメータを表すセンサ信号を生成す
るセンサ(16)と、
タービンサイクル・パラメータに応答して先端間隙予測値を生成するモデリング・モジ
ュール(22)と、
前記センサ信号及び先端間隙予測値を受信しかつ少なくとも1つの指令信号を生成する
コントローラ(20)と、
を含み、
前記アクチュエータ(18)が、前記指令信号を受信しかつ該指令信号に応答して前記
シュラウドセグメント(38)の少なくとも1つの位置を調整する、
システム。

【請求項 2】

前記少なくとも1つの指令信号が、複数の指令信号を含み、前記複数のアクチュエータ(18)の各々が、それぞれの指令信号を受信して前記シュラウドセグメント(38)のそれぞれの1つの位置を調整する、請求項1記載のシステム。

【請求項 3】

前記コントローラ(20)が、前記センサ信号に応答して実タービン・パラメータを導き出し、かつ該実タービン・パラメータに応答して前記少なくとも1つの指令信号を生成する、請求項1記載のシステム。

【請求項 4】

前記モデリング・モジュール(22)が、リアルタイムで前記先端間隙予測値を生成する、請求項1記載のシステム。

【請求項 5】

前記モデリング・モジュール(22)が、環境変化に応答して前記先端間隙予測値を生成するのに使用するモデルを更新する、請求項1記載の装置。

【請求項 6】

前記モデリング・モジュール(22)が、エンジン劣化に応答して前記先端間隙予測値を生成するのに使用するモデルを更新する、請求項1記載のシステム。

【請求項 7】

前記アクチュエータ(18)が、駆動機構に結合された円周方向スクリュを含み、前記指令信号が、前記円周方向スクリュの回転を制御するように前記駆動機構に適用される、請求項1記載のシステム。

【請求項 8】

前記アクチュエータ(18)が、駆動機構に結合された半径方向スクリュを含み、前記指令信号が、前記半径方向スクリュの回転を制御するように前記駆動機構に適用される、請求項1記載のシステム。

【請求項 9】

前記アクチュエータ(18)が、ポンプと流体連通した膨張式ベローズを含み、前記指令信号が、前記膨張式ベローズの圧力を制御するように前記ポンプに適用される、請求項1記載のシステム。

【請求項 10】

前記アクチュエータ(18)と共に作動して前記シュラウドセグメント(38)の少なくとも1つを位置決めする受動先端間隙制御装置をさらに含む、請求項1記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、総括的には先端間隙制御に関し、より具体的にはタービンにおける能動先端間隙制御に関する。

【背景技術】

【0002】

ブレード先端間隙を制御することができることは、タービン効率及び燃料消費率を維持するのに役立つと同時に、ブレード寿命を向上させかつタービンの実使用時間を増大させるのに役立つ。その意図した目的に良好に適合させる際に、改善した先端間隙制御が得られるように既存の先端間隙制御法を機能強化することができる。

10

【特許文献1】特開平05-340271号公報

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0003】

1つの実施形態は、タービンにおけるブレード先端間隙を制御するためのシステムである。本システムは、複数のシュラウドセグメントを有するシュラウドを備えたステータとシュラウド内で回転可能なブレードを備えたロータとを含む。アクチュエータ組立体が、シュラウドの周りに半径方向に配置されかつ複数のアクチュエータを含む。センサが、タービン・パラメータを検知しかつタービン・パラメータを表すセンサ信号を生成する。モデリング・モジュールが、タービンサイクル・パラメータにตอบสนองして先端間隙予測値を生成する。コントローラが、センサ信号及び先端間隙予測値を受信しかつ少なくとも1つの指令信号を生成する。アクチュエータは、指令信号を受信する少なくとも1つのアクチュエータを含みかつ指令信号にตอบสนองしてシュラウドセグメントの少なくとも1つの位置を調整する。

20

【0004】

別の実施形態は、複数のシュラウドセグメントを持つシュラウド内で回転するブレードを有するタービンにおけるブレード先端間隙を制御する方法である。本方法は、タービン・パラメータを収集する段階とタービンサイクル・パラメータにตอบสนองして先端間隙予測値を生成する段階とを含む。少なくとも1つの指令信号が、タービン・パラメータ及び先端間隙予測値にตอบสนองして生成される。指令信号をアクチュエータに与えて、シュラウドセグメントの少なくとも1つの位置を調整する。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0005】

幾つかの図において同じ構成要素には同様の符号を付けた例示的な図面を参照する。

【0006】

図1は、本発明の1つの実施形態における先端間隙の能動制御のための例示的なシステムを示す。図1は、ジェットエンジンの形態のガスタービン10を示す。本発明の実施形態は、種々のタービン(例えば、発電タービン)に使用することができ、ジェットエンジンタービンに限定されるものではない。タービン10は、該タービンの高圧タービン(HPT)セクション内に設置されたブレード14を有するロータ12を含む。ブレード14はシュラウド内で回転し、ブレード14の先端とシュラウドとの間の間隔が制御される。シュラウドは、図2に関してさらに詳細に記載するようにセグメント化されている。

40

【0007】

1つ又はそれ以上のセンサ16が、タービン10のHPT又は他の任意のセクションに関連する、例えば温度、圧力などのパラメータを監視する。センサは、センサ信号を生成し、このセンサ信号がコントローラ20に提供される。コントローラ20は、コンピュータコードを実行する公知のマイクロプロセッサ又は特定用途向け集積回路(ASIC)のような他の装置を使用して動作させることができる。センサ信号は、コントローラ20が短期間での離陸・巡航・着陸条件及び長期間での劣化にตอบสนองして先端間隙を調整することを可能にする。

50

【0008】

センサ16は、容量式、誘導式、超音波式、光学式などを含む様々なセンサ技術を使用して動作させることができる。センサ16は、該センサが過酷な環境条件（例えば温度、圧力）に曝されないようにタービンのHPTセクションに対して配置することができる。このことに関連して、コントローラ20は、例えば補間法、補外法などの方法によってセンサ信号に基づいて実タービン・パラメータを導き出すことができる。これにより、センサ寿命が延びることになる。

【0009】

コントローラ20は、タービンサイクル・パラメータ（例えば、作動時間、速度など）を受信して該コントローラ20に対して先端間隙予測値を出力するモデリング・モジュール22に結合される。モデリング・モジュール22は、コントローラ20によってソフトウェアルーチンとして動作させるか又はタービン作動をモデリングするためのコンピュータプログラムを実行する分離した装置とすることができる。モデリング・モジュール22は、リアルタイムで先端間隙予測値を生成し、この予測値をコントローラ20に提供する。

10

【0010】

モデリング・モジュール22は、物理学ベースの3Dパラメトリック過渡エンジンモデルに基づいた高忠実度高精度間隙予測アルゴリズムを使用する。これらのモデルには、能動制御システムにおいて使用可能なリアルタイム先端間隙予測値を提供する簡易型高計算効率の応答曲面が統合されている。これらのモデルには、タービン・ジオメトリ及びタービンサイクル・パラメータにおける変動を考慮して先端間隙を正確に計算する幾何学的及び物理学ベースのミッション情報が組み込まれる。モデルは、環境変化及び長期間でのエンジン悪化（例えば、ブレード先端侵食）を考慮するように、Bayesian法又はKalmanフィルタと共同してセンサ情報に基づいた数学モデルを調整することによって、リアルタイムで更新されることができる。

20

【0011】

コントローラ20は、1つ又はそれ以上のアクチュエータ18に指令信号を送信してシュラウドを調整しかつ先端間隙を制御する。本明細書でさらに詳細に説明するように、アクチュエータ18は、タービンステータの内側ケーシングの周りに半径方向に配列され、シュラウド位置を制御するための外力を加える。1つ又はそれ以上のシュラウドセグメントの位置は、シュラウド・ロータ同心度及び/又はシュラウド・ロータ非円形度を制御するように調整することができる。

30

【0012】

図2は、本発明の1つの実施形態における例示的なタービンステータを示す。アクチュエータ組立体30は、環状の内側ケーシングの周りに半径方向に位置した状態で配置される。全体を符号34で示すステータ組立体は、それぞれ前方及び後方ケースフック35及び36によって内側ケーシング32に取付けられる。ステータ組立体34は、セグメント化シュラウド支持体44に対してシュラウドフック40及び42によって取付けられた、複数のシュラウドセグメントに分割された環状のステータシュラウド38を含む。シュラウド38は、ロータ12のタービンブレード14を囲み、かつ半径方向ブレード先端間隙Tを最小化することによって流れがブレード14の半径方向外側先端の周りで漏洩するのを防止するために使用される。シュラウド38を位置決めするために、アクチュエータ組立体30によって内側ケーシング32に外力が加えられる。

40

【0013】

図3は、セグメント化シュラウド38と、内側ケーシング32と、内側ケーシングの周辺部を囲むアクチュエータ組立体30とを示す。内側ケーシング32とシュラウドセグメント38との間の機械的相互結合は、明瞭には示していない。各アクチュエータ18は、コントローラ20からの指令信号を受信して、ブレード14の先端に対するシュラウド38の位置を調整するように該シュラウド38の1つ又はそれ以上のセグメントへの押圧力を増大又は減少させる。アクチュエータ18は、種々の構成を有することができる。1つ

50

の実施形態では、各アクチュエータ 18 は、駆動機構（油圧、空気圧など）に結合された円周方向スクリュを含む。コントローラ 20 からの指令信号にตอบสนองして、駆動機構は円周方向スクリュを時計方向又は反時計方向に回転させる。アクチュエータ組立体 30 は、全体的に（すなわち、全アクチュエータにおいて）又は局所的に（すなわち、全アクチュエータよりも少ないアクチュエータにおいて）収縮又は拡張してブレード 14 の先端に対するシュラウド 38 の位置を調整する。

【0014】

別の実施形態では、アクチュエータ 18 は、シュラウド内側ケーシング 32 上に半径方向外力を加えてシュラウド 38 の位置を調整する膨張式ペローズである。各アクチュエータは、膨張式ペローズに結合されたポンプを含み、制御信号にตอบสนองしてペローズ内の圧力を増大又は減少させる。また、各アクチュエータは、独立した制御信号にตอบสนองして独立して作動して、シュラウド 38 の各セグメントの位置のセグメント化した制御を行うことができる。

10

【0015】

別の実施形態では、アクチュエータ 18 は、円周方向にではなく半径方向に取付けられたスクリュである。1つの実施形態では、各アクチュエータ 18 は、駆動機構（油圧、空気圧など）に結合された半径方向スクリュを含む。コントローラ 20 からの指令信号にตอบสนองして、駆動機構は半径方向スクリュを時計方向又は反時計方向に回転させる。アクチュエータ 18 は、内側ケーシング上への半径方向外力を増大又は減少させてシュラウド 38 の位置を調整する。また、各アクチュエータは、独立した制御信号にตอบสนองして独立して作動して、シュラウド 38 の各セグメントの位置のセグメント化した制御を行うことができる。

20

【0016】

能動先端間隙制御は、既存の受動先端間隙制御法と組合せて使用することができる。例示的な受動先端間隙制御法は、先端間隙を制御するためにシュラウドを膨張又は収縮させる熱的方法を使用する。受動（緩慢動）及び能動（迅速動）先端間隙制御を組合せることにより、広範囲のタービン作動時に緊密な間隙が維持される。この実施形態では、モデリング・モジュール 22 は、受動先端間隙制御のモデリングを含む。

【0017】

本発明の実施形態は、タービン効率を増大させかつ排気温度（EGT）を低下させて、点検間隔をより長くする。本発明の実施形態は、ブレードの先端がシュラウドと摩擦する恐れなしに、高性能タービンが現在の緩慢動受動システムで可能なよりもさらに緊密な間隙で作動することを可能にする完全な解決策をもたらす。

30

【0018】

好ましい実施形態を参照して本発明を説明してきたが、本発明の技術的範囲から逸脱することなく本発明の構成要素に対して様々な変更を加えまた均等物でそれらの構成要素を置き換えることができることは、当業者には明らかであろう。特許請求の範囲に記載した参照符号は、本発明の技術的範囲を狭めるものではなくそれらを容易に理解するためのものである。

【図面の簡単な説明】

40

【0019】

【図 1】本発明の実施形態における、先端間隙を能動制御するための例示的なシステムを示す図。

【図 2】本発明の実施形態におけるタービンステータの一部を示す図。

【図 3】本発明の実施形態における例示的なアクチュエータ組立体を示す図。

【符号の説明】

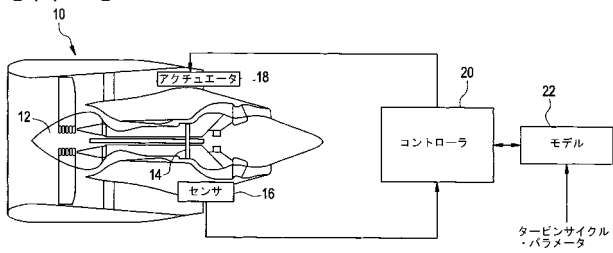
【0020】

- 10 ガスタービン
- 12 ロータ
- 14 ブレード

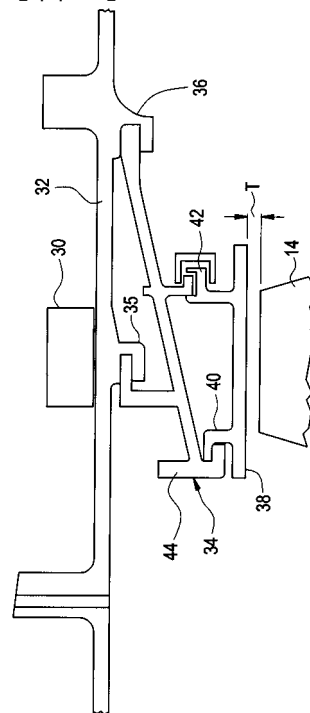
50

- 16 センサ
- 18 アクチュエータ
- 20 コントローラ
- 22 モデリング・モジュール
- 30 アクチュエータ組立体
- 32 内部ケーシング
- 34 ステータ組立体
- 38 シュラウド
- 44 シュラウド支持体

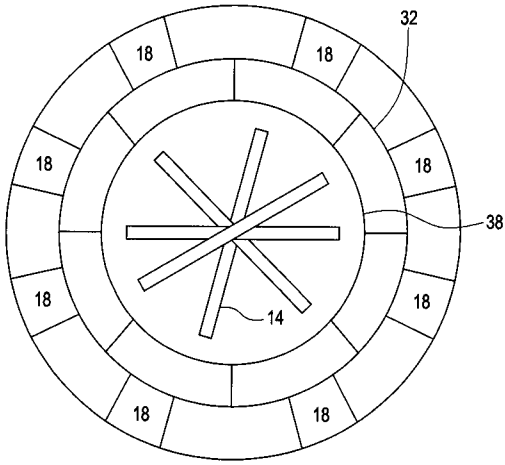
【図1】



【図2】



【 図 3 】



フロントページの続き

- (72)発明者 ピーター・ミッチェル・フィニガン
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、クリフトン・パーク、コベントリ・ドライブ、25番
- (72)発明者 ムラハリ・ベンカタラマニア・シュリニヴァス
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ギルダーランド、ナイト・ブリッジ、57番
- (72)発明者 ロバート・ジェイ・アルバース
アメリカ合衆国、ケンタッキー州、パーク・ヒルズ、エステー・ジョセフ・レーン、622番
- (72)発明者 ガイ・ウェイン・デレオナルド
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、グレンビル、ステファン・レーン・ノース・ストリート、60番

Fターム(参考) 3G002 HA04 HA05

【外国語明細書】

2005195020000001.pdf