

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5926917号
(P5926917)

(45) 発行日 平成28年5月25日(2016.5.25)

(24) 登録日 平成28年4月28日(2016.4.28)

(51) Int.Cl.

F I

F O 1 D 25/00 (2006.01)

F O 1 D 25/00 V

F O 2 C 7/00 (2006.01)

F O 1 D 25/00 X

F O 2 C 7/00 D

F O 2 C 7/00 A

請求項の数 14 外国語出願 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2011-227606 (P2011-227606)
 (22) 出願日 平成23年10月17日(2011.10.17)
 (65) 公開番号 特開2012-87792 (P2012-87792A)
 (43) 公開日 平成24年5月10日(2012.5.10)
 審査請求日 平成26年10月15日(2014.10.15)
 (31) 優先権主張番号 12/907,548
 (32) 優先日 平成22年10月19日(2010.10.19)
 (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・カンパニイ
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
 45、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
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100129779
 弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タービンバケットチップシュラウドのたわみを測定するシステム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

タービンの、複数の回転バケットチップ(18)と静止シュラウド表面(16、20)との間の間隙を測定する方法であって、

(a) 前記回転バケットチップの各々と前記シュラウド表面との間の距離を感知するステップと、

(b) キーフエーザ(24)によって前記複数の回転バケットチップの各々を指標化するステップと、

(c) 前記複数のバケットの各々に対するずれを算出するステップと、

(d) 前記複数の回転バケットチップの現在の稼働時間に基づいてバケット交換の時期を決定するステップと、

(e) チップシュラウドの厚さ及び前記ずれに基づいて係合値を求めるステップを更に含み、

前記ステップ(d)が、前記複数の回転バケットチップ(18)の前記現在の稼働時間と前記ステップ(e)で求めた前記係合値との両方に基づいて実行される、方法。

【請求項 2】

前記バケット交換の時期を表示するステップを更に含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

E が前記係合値、T k が前記チップシュラウドの厚さ、S が前記ずれのとき、前記係合

10

20

値が $E = T_k \cdot S$ によって求められる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

T が前記バケット交換の時期、 T_p が前記複数のバケットチップ (18) の前記現在の稼働時間であるとき、ステップ (d) が $T = T_p \cdot E$ によって実行される、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記ステップ (a) に先立って、センサ (12) を前記静止シュラウド (16) に固定するステップを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記固定するステップが、前記タービンの上死点及び下死点のいずれかに前記センサ (12) を固定することによって実行される、請求項 5 に記載の方法。

10

【請求項 7】

前記ステップ (a) が、前記回転バケットチップ (18) の相対位置を感知することによって実行され、前記ずれが、前記回転バケットチップ間の段に相当する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記ステップ (a) (d) が、前記タービンの動作中に実施される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

バケット交換が必要と判定されると、アラームを作動させるステップを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 10】

タービンの動作中に、複数の回転バケットチップ (18) と静止シュラウド表面 (16、20) との間の間隙を測定する測定システムであって、

前記シュラウド表面に固定されたセンサ (12) であって、前記回転バケットチップの各々と前記シュラウド表面との間の距離を感知するセンサ (12) と、

前記複数の回転バケットチップの各々を指標化するキーフェーザ (24) と、

前記センサ及び前記キーフェーザからデータを受け取るプロセッサ (22) であって、前記複数のバケットの各々に対するずれを算出するプロセッサ (22) と、
を備え、

30

前記プロセッサが、チップシュラウドの厚さ及び前記ずれに基づいて係合値を求め、前記複数の回転バケットチップの現在の稼働時間及び前記係合値に基づいてバケット交換の時期を決定する、
システム。

【請求項 11】

ディスプレイ (26) を更に備え、前記プロセッサが前記ディスプレイを駆動させることにより、前記バケット交換の時期を表示する、請求項 10 に記載の測定システム。

【請求項 12】

前記センサ (12) が前記回転バケットチップ (18) の相対位置を測定し、前記ずれが前記回転バケットチップ間の段に相当する、請求項 10 に記載の測定システム。

40

【請求項 13】

前記センサ (12) が、前記シュラウド表面 (16、20) の開口部に固定された、請求項 10 に記載の測定システム。

【請求項 14】

前記タービンの上死点及び下死点のいずれかにおいて、前記開口部が前記シュラウド表面 (16、20) に形成される、請求項 13 に記載の測定システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、ガスタービンに関し、特に、タービンバケットのクリープ変形を測定し、バケット交換の時期を決定するためのシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

一部のガスタービンは、タービンブレードのクリープが原因で、半径方向外向きに変形する。タービンブレードは、チップシュラウドにたわみをもたらす高温環境や動作応力を受ける。バケットチップシュラウドの半径方向外向きのクリープたわみによって、振動による空力減衰、場合によってはブレードの外れといった損失をもたらすバケットチップシュラウドの離脱が生じることがある。

【0003】

チップシュラウドの半径方向クリープの判定に利用される現行の方法では、装置のシャットダウンや、ボアスコープ検査を伴った処理が必要である。ボアスコープは、ホイール上の全てのバケット（例示的なタービンでは、92のバケットが、2段目及び3段目のホイール上にある）を読み取る手掛かりとなる。現行の方法に関する問題は、この検査に装置のシャットダウンが必要なため、相当なコストがかかり、その間は発電できない可能性があることである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許第6717418号明細書

【発明の概要】

【0005】

装置のシャットダウンを必要とせずに、半径方向クリープによってバケット寿命を算出するシステムが望まれる。

【0006】

複数の回転バケットチップと静止シュラウド表面との間の間隙を測定する方法の一実施例では、(a)回転バケットチップの各々とシュラウド表面間の距離を感知するステップ、(b)キーフェーザを用いて複数の回転バケットチップの各々を指標化するステップ、(c)複数のバケットの各々に対するずれを算出するステップ、(d)複数の回転バケットチップの現在の稼働時間に基づいてバケット交換の時期を決定するステップを含む。

【0007】

別の実施例では、測定システムで、タービンの動作中に、複数の回転バケットチップと静止シュラウド表面との間の間隙を測定する。このシステムは、シュラウド表面に固定されたセンサを備え、このセンサは、回転バケットチップの各々とシュラウド表面間の距離を感知する。このシステムは更に、複数の回転バケットチップの各々を指標化するキーフェーザを備える。プロセッサが、センサ及びキーフェーザからデータを受け取り、複数のバケットの各々に対するずれを算出する。プロセッサが、チップシュラウドの厚さ及びずれに基づいて係合値を求め、複数の回転バケットチップの現在の稼働時間及び係合値に基づいて、バケット交換の時期を決定する。

【0008】

方法のまた別の実施例では、(a)回転バケットチップの各々とシュラウド表面間の距離を感知するステップ、(b)キーフェーザによる複数の回転バケットチップの各々を指標化するステップ、(c)複数のバケットの各々に対するずれ(S)を算出するステップ、(d)チップシュラウドの厚さ(Tk)及びずれに基づいて係合値(E)を、 $E = T_k \cdot S$ によって判定するステップ、並びに、(e)複数の回転バケットチップの現在の稼働時間(Tp)及び係合値に基づいて、 $T = T_p \cdot E$ によってバケット交換の時期(T)を決定するステップを含む。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】測定システムが実行する処理の流れ図である。

【図 2】クリープが生じるバケットチップと、係合値を算出するためのデータ記号を示す。

【図 3】測定システムを示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

記述の実施形態の方法及びシステムは、適宜のセンサを用いて、タービンロータホイールの回転バケットチップと静止シュラウド表面との間の間隙を求める。センサの例としては、RFセンサ、光センサ、又はレーザーセンサが挙げられるが、当業者にはその他適宜のセンサが想到可能であろう。レンズ冷却技術を改良することによって光センサに変更を加え、レンズへの損傷を阻止したり最小限に抑えたりできる。

10

【0011】

図 3 を参照すると、システム 10 は、シュラウド 16 の開口部 14 に固定されたセンサ 12 を備える。塵埃、オイル、又はその他の望ましくない付着物による損傷を避けるべく、シュラウド 16 を設計できる。好ましくは、センサ 12 を、タービンの上死点又は下死点のいずれかに固定する。回転バケットチップ 18 とシュラウド 16 の対向面 20 との間隙を測定できるように、シュラウドブロックを適宜修正して、センサ 12 を位置決めできる。

【0012】

センサ 12 は、バケット交換の時期を決定する計算を実行するプロセッサ 22 と通信を行う。キーフェーザ 24 は、複数の回転バケットチップ 18 の各々を指標化すると共に、センサ 12 及びキーフェーザ 24 からの入力により、複数のバケット 18 の各々に対するずれを算出する。バケットどうしを比較した測定、又は、時間ベースの測定、ブレード別の測定、たわみを基準とした測定を実行できる。また、プロセッサ 22 は、バケット交換の時期を表示する表示装置 26 と通信を行う。

20

【0013】

図 1 及び図 2 を参照して、プロセッサ 22 が実行する動作を説明する。ステップ S1 で、キーフェーザ 24 は、バケットのナンバリングを支援するデータをプロセッサへ入力する。それに応じて、ステップ S2 で、プロセッサは、センサ 12 からの入力によって、各々のバケットについてずれ又は段数 (S) を測定する。バケット 18 とシュラウド 16 の対向面 20 との間隙の値を利用して、ずれ (S) を知ることができる。システムは、キーフェーザ 24 を利用して、バケットの指標化を支援し、対応するバケットに対するずれ (S) を割り当てる。

30

【0014】

一実施例において、プロセッサ 22 は、チップシュラウドの厚さ (Tk) 及びずれ (S) に基づいて係合値 (E) を求める。プロセッサ 22 には、チップシュラウドの厚さ (Tk) を入力として受け取るか、又はチップシュラウドの厚さの値 (Tk) をメモリに格納する用意があるものとする。プロセッサへの追加的な入力には、バケットの現在の稼働時間 (Tp) が含まれる。係合値は、 $E = Tk \cdot S$ として求められる (ステップ S3 及び S4)。

【0015】

バケット交換の時期 (T) は、複数の回転バケットチップの現在の稼働時間 (Tp) 及び係合値 (E) に基づいて、 $T = Tp \cdot E$ によって求められる (ステップ S5)。

40

【0016】

続いて、算出されたバケット交換の時期 (T) と、場合によっては係合値とが、表示装置 26 に表示される (ステップ S6)。

【0017】

記述した実施形態では、オンラインでの (即ち、使用中の) チップシュラウドたわみ評価を提供する。これにより、装置の停止及びボアスコープ検査を必要とする既存の算出方法の不利な点を解決する。記述した装置は、ケーシングとシュラウドを殆ど修正することなく、ガスタービンに収容可能である。このシステムは、リアルタイムでのチップたわみ

50

の算出に有用であり、これによって、バケットの推定交換寿命に関する出力が得られる。その結果、このシステム及び方法は、多大なコストを必要とし生産性を損ねる、上述のようなガスタービンの強制停止を減少させる。

【 0 0 1 8 】

現時点で最も実用的且つ好適と思われる実施形態に関連して本発明を記述したが、本発明が開示の実施形態に限定されないことを理解されたい。本発明はむしろ、添付の特許請求の範囲及び概念に含まれる様々な修正及び等価の措置も包含するものとする。

【符号の説明】

【 0 0 1 9 】

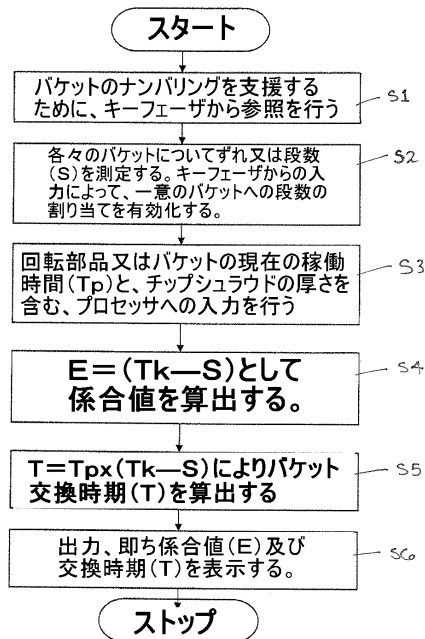
- 1 0 システム
- 1 2 センサ
- 1 4 開口部
- 1 6 シュラウド
- 1 8 回転バケットチップ
- 2 0 対向面
- 2 2 プロセッサ
- 2 4 キーフェーザ
- 2 6 表示装置

10

【 図 1 】

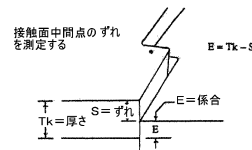
FIGURES:

FIG 1: 処理の流れ図



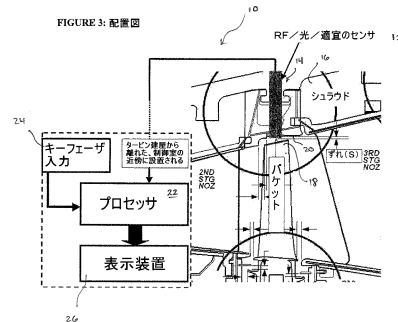
【 図 2 】

FIGURE 2: 使用する用語を詳述した配置図



【 図 3 】

FIGURE 3: 配置図



フロントページの続き

- (72)発明者 クリシュナ・クマール・ピージー
インド、カルナタカ、バンガロール、フーディ・ヴィレッジ、ホワイトフィールド・ロード、ジョン・エフ・ウェルチ・テクノロジー・センター
- (72)発明者 ダニエル・ハワード・トラジェッサー
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、300番
- (72)発明者 サウラヴ・デュガール
インド、カルナタカ、バンガロール、フーディ・ヴィレッジ、ホワイトフィールド・ロード、ジョン・エフ・ウェルチ・テクノロジー・センター
- (72)発明者 ジェセフ・ヴィンセント・パウロウスキ
アメリカ合衆国、アリゾナ州、フェニックス、エヌ・ミルクウィード・ループ、2014番

審査官 佐藤 健一

- (56)参考文献 特開2009-133315(JP,A)
特開平02-023205(JP,A)
特開2010-144727(JP,A)
特開昭59-060006(JP,A)
米国特許第04063167(US,A)
特開2003-042745(JP,A)
特開平06-241064(JP,A)
特開2009-092063(JP,A)
特開2008-298073(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 11/00-24
F01D 25/00
F02C 7/00、28