

(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2017-106446

(P2017-106446A)

(43) 公開日 平成29年6月15日(2017.6.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO1D 25/00 (2006.01)	FO1D 25/00	V 2FO63
GO1B 7/16 (2006.01)	GO1B 7/16	Z 3G202
FO2C 7/00 (2006.01)	FO2C 7/00	A
F23R 3/42 (2006.01)	FO1D 25/00	X
FO1D 5/28 (2006.01)	FO2C 7/00	C

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L 外国語出願 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-229759 (P2016-229759)
 (22) 出願日 平成28年11月28日 (2016.11.28)
 (31) 優先権主張番号 14/964, 816
 (32) 優先日 平成27年12月10日 (2015.12.10)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
 45、スケネクタダイ、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
 (74) 代理人 100113974
 弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 埋込み歪センサを有する構成部品およびその構成部品を監視するための方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 過酷になり得る作動状態に耐えながら、構成部品の性能の監視を容易にすることができる埋込み歪センサおよび方法を提供する。

【解決手段】 構成部品は、基材 11 と、基材に配置された少なくとも 2 つの基準点を含む埋込み歪センサ 40 と、埋込み歪センサの少なくとも一部分を覆って配置された外側コーティングとを含むことができる。埋込み歪センサ 40 が、電磁スペクトルのある波長によって励起される材料を含む。外側コーティングが、ボンドコートまたは遮熱コーティングを含む。

【選択図】 図 1

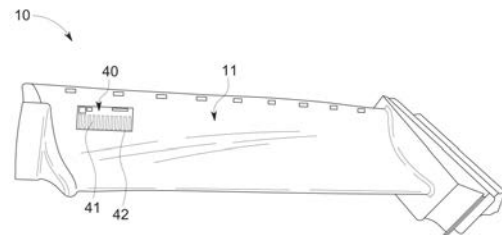


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基材（11）と、

前記基材（11）に配置された少なくとも2つの基準点（41、42）を含む埋込み歪センサ（40）と、

前記埋込み歪センサ（40）の少なくとも一部分を覆って配置された外側コーティング（50）と

を含む構成部品（10）。

【請求項 2】

前記外側コーティング（50）が前記埋込み歪センサ（40）全体を覆う、請求項1記載の構成部品（10）。 10

【請求項 3】

複数のコーティングが前記埋込み歪センサ（40）の少なくとも一部分を覆って配置される、請求項1記載の構成部品（10）。

【請求項 4】

前記外側コーティング（50）が、ボンドコートまたは遮熱コーティングを含む、請求項1記載の構成部品（10）。

【請求項 5】

前記外側コーティング（50）が不透明材料を含む、請求項1記載の構成部品（10）。

【請求項 6】

前記外側コーティング（50）がまた、前記基材（11）の少なくとも一部分を覆って配置される、請求項1記載の構成部品（10）。 20

【請求項 7】

前記埋込み歪センサ（40）が、電磁スペクトルのある波長によって励起される材料を含む、請求項1記載の構成部品（10）。

【請求項 8】

前記埋込み歪センサ（40）がタングステンまたは白金を含む、請求項1記載の構成部品（10）。

【請求項 9】

前記基材（11）がタービン構成部品を含む、請求項1記載の構成部品（10）。 30

【請求項 10】

前記基材（11）がニッケル基またはコバルト基超合金を含み、前記埋込み歪センサ（40）が前記ニッケル基またはコバルト基超合金より高密度の材料を含む、請求項1記載の構成部品（10）。

【請求項 11】

基材（11）と、

前記基材（11）の少なくとも一部分に配置された1つまたは複数の中間コーティング（51）と、

前記1つまたは複数の中間コーティング（51）上に配置された少なくとも2つの基準点（41、42）を含む埋込み歪センサ（40）と、 40

前記埋込み歪センサ（40）の少なくとも一部分を覆って配置された外側コーティング（50）と

を含む構成部品（10）。

【請求項 12】

前記基材（11）がタービン構成部品を含む、請求項11記載の構成部品（10）。

【請求項 13】

前記1つまたは複数の中間コーティング（51）がボンドコートを含む、請求項12記載の構成部品（10）。

【請求項 14】

前記外側コーティング（50）が遮熱コーティングを含む、請求項13記載の構成部品（ 50

10)。

【請求項15】

前記外側コーティング(50)が不透明材料を含む、請求項11記載の構成部品(10)。

【請求項16】

前記外側コーティング(50)がまた、前記1つまたは複数の中間コーティング(51)の少なくとも一部分を覆って配置される、請求項11記載の構成部品(10)。

【請求項17】

前記埋込み歪センサ(40)が、電磁スペクトルのある波長によって励起される材料を含む、請求項11記載の構成部品(10)。

10

【請求項18】

構成部品(10)を監視する方法(100)であって、

前記構成部品(10)に電磁放射を当てるステップ(110)であって、前記構成部品(10)が、基材(11)に配置された少なくとも2つの基準点(41、42)を含む埋込み歪センサ(40)と、前記埋込み歪センサ(40)の少なくとも一部分を覆って配置された外側コーティング(50)とを含む、ステップ(110)と、

第2の時間間隔において前記少なくとも2つの基準点(41、42)の間の第2の距離(D)を、前記電磁放射と前記埋込み歪センサ(40)の相互作用によって測定するステップ(120)と、

前記第2の距離(D)を、第1の時間間隔から測定された前記少なくとも2つの基準点(41、42)の間の第1の距離(D)と比較するステップ(130)とを含む方法(100)。

20

【請求項19】

前記電磁放射を当てるステップ(110)がX線を当てるステップを含む、請求項18記載の方法(100)。

【請求項20】

前記基材(11)がタービン構成部品を含む、請求項18記載の方法(100)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本明細書で開示する主題は、歪センサに関し、より詳細には、埋込み歪センサを有する構成部品およびその構成部品を監視するための方法に関する。

【背景技術】

【0002】

いくつかの構成部品は、高温および/または腐食性状態を含む環境で動作することが必要な場合がある。例えば、ターボ機械は発電および航空機エンジンなどの分野で広く利用されている。ターボ機械の全体構成(すなわち、ガスタービン、蒸気タービン、および/または発電機の組込み)に応じて、このようなターボ機械システムは、1つまたは複数の圧縮機セクション、燃焼器セクション、タービンセクション、蒸気通路セクション、および/または発電機セクションを含むことができる。圧縮機セクションは、空気が圧縮機セクションを流れるとき、空気を圧縮するように構成される。次いで、空気は、圧縮機セクションから燃焼器セクションに流れ、ここで、燃料と混合されて燃焼し、高温ガス流を発生する。高温ガス流はタービンセクションに供給され、タービンセクションは、高温ガス流を利用してそこからエネルギーを取り出して圧縮機、発電機、および他の様々な負荷に動力を与える。蒸気通路セクションは、ターボ機械システムの(排熱回収蒸気発生器から生成される蒸気などの)任意の蒸気の流れを利用して、そこから発電のためにエネルギーを取り出すことができる。同様に、発電機セクションは、タービンセクション(例えば、ガスまたは蒸気タービンセクション)からの回転運動を電力に変換することができる。

40

【0003】

50

ターボ機械の作動中、タービンブレードなどのターボ機械内の、特にターボ機械のタービンセクションまたは発電機セクション内の様々な構成部品（まとめて、タービン構成部品として知られている）は、高い温度および応力によってクリープが生じる場合がある。タービンブレードに対しては、クリープによってブレードの部分または全体が延びる場合があり、その結果、ブレード先端は、静止構造体、例えばタービンケーシングに接触し、望ましくない振動を引き起こす、かつ/または作動中の性能を低下させる可能性がある。

【0004】

比較的標準的な環境で生じる応力および歪を測定するために様々な器具を利用することができるが、タービンおよび他の構成部品は、このような測定具には不適切である場合がある、より高温および/またはより腐食性の作動状態を受ける場合がある。

10

【0005】

したがって、埋込み歪センサを有する代替の構成部品およびその構成部品を監視する方法は当該技術分野で歓迎されるであろう。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】米国特許第8727831号明細書

【発明の概要】

【0007】

一実施形態では、構成部品が開示される。構成部品は、基材と、基材に配置された少なくとも2つの基準点を含む埋込み歪センサと、埋込み歪センサの少なくとも一部分を覆って配置された外側コーティングとを含むことができる。

20

【0008】

別の実施形態では、別の構成部品が開示される。構成部品は、基材と、基材の少なくとも一部分に配置された1つまたは複数の中間コーティングと、1つまたは複数の中間コーティング上に配置された少なくとも2つの基準点を含む埋込み歪センサと、埋込み歪センサの少なくとも一部分を覆って配置された外側コーティングとを含むことができる。

【0009】

さらに別の実施形態では、構成部品を監視するための方法が開示される。本方法は、構成部品に電磁放射を当てるステップを含み、ここで、構成部品は、基材に配置された少なくとも2つの基準点を含む埋込み歪センサと、埋込み歪センサの少なくとも一部分を覆って配置された外側コーティングとを含む。本方法はさらに、第2の時間間隔において少なくとも2つの基準点の間の第2の距離を、電磁放射と埋込み歪センサの相互作用によって測定するステップと、第2の距離を、第1の時間間隔から測定された少なくとも2つの基準点の間の第1の距離と比較するステップとを含む。

30

【0010】

本明細書で論じる実施形態によって提供されるこれらのおよびさらなる特徴は、図面と併せて、以下の詳細な説明からより完全に理解されよう。

【0011】

図面に示された実施形態は、本質的に例証的かつ例示的なものであって、特許請求の範囲に規定される発明を限定するものではない。例示的な実施形態の以下の詳細な説明は、以下の図面と併せて読めば、理解することができる。図面では、類似の構成は類似の符号で示している。

40

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本明細書で示す、または説明する1つまたは複数の実施形態による埋込み歪センサを含む例示的な構成部品の図である。

【図2】本明細書で示す、または説明する1つまたは複数の実施形態による例示的な埋込み歪センサの図である。

【図3】本明細書で示す、または説明する1つまたは複数の実施形態による例示的な構成

50

部品の断面図である。

【図4】本明細書で示す、または説明する1つまたは複数の実施形態による別の例示的な構成部品の断面図である。

【図5】本明細書で示す、または説明する1つまたは複数の実施形態による構成部品を監視するための例示的な方法の図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

本発明の1つまたは複数の特定の実施形態を以下で説明する。これらの実施形態を簡潔に説明するため、実際の実施態様のすべての特徴を本明細書で説明するわけではない。いかなるこうした実際の実施態様の開発に際しても、あらゆるエンジニアリングプロジェクトまたは設計プロジェクトにおけるように、システム関連およびビジネス関連の制約を遵守することなど、実施態様ごとに変わり得る開発者の特定の目標を達成するために、実施態様特有の多くの決定が行われなければならないことを認識すべきである。さらに、このような開発の取り組みは、複雑であり時間を要する場合があるが、それにもかかわらず、この開示の恩恵を受ける当業者にとっては、設計、製作、および製造の定常作業であることを認識すべきである。

10

【0014】

本発明の様々な実施形態の要素を導入するときに、冠詞「1つ(a)」、「1つ(an)」、「その(the)」、および「前記(said)」は、それらの要素のうちの一つまたは複数があることを意味することを意図する。用語「備える、含む(comprising)」、「含む(including)」、および「有する(having)」は、包括的であることを意図し、列挙した要素以外に追加の要素があり得ることを意味する。

20

【0015】

次に、図1を参照すると、構成部品10は一般に、基材11、基材11上に配置された少なくとも2つの基準点41および42を含む埋込み歪センサ40、および埋込み歪センサ40の少なくとも一部分を覆って配置された外側コーティング50を含む。

【0016】

構成部品10(より具体的には、構成部品10全体の基材11)は、例えば、高温用途に利用される構成部品(例えば、ニッケル基またはコバルト基超合金を含む構成部品)などの様々な異なる用途に使用される様々なタイプの構成部品を含むことができる。いくつかの実施形態では、構成部品10は、燃焼構成部品、高温ガス通路構成部品、蒸気通路構成部品、または発電機構成部品などの産業用ガスタービン、蒸気タービン、または発電機の構成部品を含むことができる。いくつかの実施形態では、構成部品10は、タービンブレード、圧縮機ブレード、ベーン、ノズル、シュラウド、ロータ、トランジションピース、またはケーシングを含むことができる。他の実施形態では、構成部品10は、ガスタービン、蒸気タービンなどの任意の他の構成部品などのタービンの任意の他の構成部品を含むことができる。いくつかの実施形態では、構成部品は、限定するものではないが、自動車構成部品(例えば、乗用車、トラックなど)、航空宇宙用構成部品(例えば、飛行機、ヘリコプタ、スペースシャトル、アルミニウム部品など)、機関車または鉄道用構成部品(例えば、列車、鉄道線路など)、構造構成部品、基盤施設構成部品、または土木工学の構成部品(例えば、橋梁、建築物、建設機械など)、および/または発電所構成部品または化学処理装置構成部品(例えば、高温用途に使用されるパイプ)を含むタービン以外の構成部品を含むことができる。

30

40

【0017】

次に、図1~5を参照すると、埋込み歪センサ40は、構成部品10全体の基材11の外表面の一部上に付着させられる。埋込み歪センサ40は一般に、少なくとも2つの基準点41および42を含み、これらの基準点は、複数の時間間隔で前記少なくとも2つの基準点41および42の間の距離Dを測定するために使用することができる。これらの測定値は、構成部品10のこの領域における歪、歪速度、クリープ、疲労などの量を決定するのに役立つことができることは、当業者であれば認識すべきである。少なくとも2つの基

50

準点 4 1 および 4 2 は、それらの間の距離 D を測定することができるかぎり、特定の構成部品 1 0 に応じて、様々な距離で、および様々な位置に配置することができる。さらに、少なくとも 2 つの基準点 4 1 および 4 2 は、一貫して識別可能で、それらの間の距離 D を測定するために使用することができるかぎり、点、線、円、箱形、または任意の他の幾何学的形状または非幾何学的形状を含むことができる。

【 0 0 1 8 】

埋込み歪センサ 4 0 はさらに、外側コーティング 5 0 を通して読取可能な材料を含むことができる。このような実施形態では、外側コーティング 5 0 は構成部品 1 0 の作動環境（例えば、産業用ガスタービンでの高温）から埋込み歪センサ 4 0 を保護することに役立つように埋込み歪センサ 4 0 を覆うが、一方で、それでも埋込み歪センサ 4 0 を操作員が測定することができる。外側コーティング 5 0 のタイプおよび / または利用される検出（例えば、読取りまたは測定）技法に応じて、埋込み歪センサ 4 0 はさらに、基材 1 1 と材料とを識別することに役立つ任意の材料を含むことができる。

10

【 0 0 1 9 】

いくつかの実施形態では、埋込み歪センサ 4 0 は、電磁スペクトルの特定の波長によって励起される材料を含むことができる。例えば、埋込み歪センサ 4 0 は、X 線、紫外線照射、赤外線放射、マイクロ波によって、またはラジオ波によってさえ励起することができる。この励起可能な反応を、少なくとも 2 つの基準点 4 1 と基準点 4 2 との間の距離を決定するために埋込み歪センサ 4 0 を読み取るときに利用することができる。さらに、埋込み歪センサ 4 0 が可視光スペクトル外の波長によって励起されるとき、外側コーティング 5 0 が第 1 および第 2 の基準点 4 1 および 4 2 を視覚的に読み取ることが妨げる不透明な材料を含むときでさえ、埋込み歪センサ 4 0 はやはり読取りが可能である。例えば、埋込み歪センサは、タングステンまたは白金を含むことができ、その結果、埋込み歪センサは X 線または CT 検出法によって測定することができる。

20

【 0 0 2 0 】

いくつかの実施形態では、埋込み歪センサ 4 0 は単に基材 1 1 より高密度の材料を含むことができ、その結果、埋込み歪センサ 4 0 は X 線または CT 検出法によって目立つ。例えば、基材 1 1 がニッケルまたはコバルト超合金（例えば、タービン構成部品）を含む場合、埋込み歪センサ 4 0 は、ニッケルまたはコバルト超合金より高密度の材料を含むことができる。いくつかの実施形態では、材料に X 線または CT 検出法に対して異なった反応をする材料を加えることができる。例えば、埋込み歪センサ 4 0 は、バリウムを加えたイットリア安定化ジルコニア（YSZ と呼ばれる）などの遮熱コーティングを含むことができ、その結果、X 線、CT または蛍光透視検出法によってバリウムを読み取ることができる。

30

【 0 0 2 1 】

いくつかの実施形態では、埋込み歪センサ 4 0 は、中間波長の赤外、短波長の赤外、長波長の赤外、または遠赤外の方法などの様々な赤外撮像法を使用するときには不透明として現れることができる目で見えて透明な材料（例えば、ガラス）を含むことができる。

【 0 0 2 2 】

いくつかの実施形態では、埋込み歪センサ 4 0 は、基材 1 1 の表面に外形変化を引き起こすことができ、その結果、超音波（例えば、フェイズドアレイ）または音響顕微鏡によって埋込み歪センサ 4 0 の反射を測定することができる。いくつかの実施形態では、埋込み歪センサ 4 0 は、基材 1 1 とは異なる導電率または反射率を有することができる、その結果、それぞれ渦電流またはレーザ反射光測定を使用して検出することができる。さらにいくつかの実施形態では、埋込み歪センサ 4 0 は、異なる酸化物被膜を分極し、厚さを変えられた材料を含むことができ、その結果、埋込み歪センサ 4 0 はラマン分光法を使用して検出することができる。

40

【 0 0 2 3 】

図 2 に最も良く示されているように、埋込み歪センサ 4 0 は、様々な異なる形状、寸法、および配置の基準点 4 1 および 4 2 を組み入れることなどによって、様々な異なる構成

50

および断面を有することができる。例えば、図2に示すように、埋込み歪センサ40は、様々な形状および寸法の様々な異なる基準点を含むことができる。このような実施形態によって、最も外側の基準点(図示)の間、2つの内側の基準点の間、またはそれらの間の任意に組合せなど、距離Dの測定をより多様に行うことができる。この多様性によってさらに、より多様な場所にわたる歪測定を行うことによって、構成部品10の特定の部分のより確実な歪解析が得られる。

【0024】

さらに、埋込み歪センサ40の寸法は、例えば、構成部品10、埋込み歪センサ40の位置、測定目標精度、付着技法、検出(例えば、読取りまたは測定)技法に依存する場合がある。例えば、いくつかの実施形態では、埋込み歪センサ40は、1ミリメートル未満から300ミリメートル超の範囲の長さおよび幅を有することができる。さらに、埋込み歪センサ40は、下にある構成部品10の性能に大きな影響を与えることなく付着およびそれに続く光学的同定に適した任意の厚さを有することができる。例えば、いくつかの実施形態では、埋込み歪センサ40は、約0.1ミリメートル未満から1ミリメートル超の厚さを有することができる。いくつかの実施形態では、埋込み歪センサ40は実質的に均一な厚さとすることができる。このような実施形態は、後に行う第1の基準点41と第2の基準点42との間の歪の計算のためにより正確に測定することを容易にすることを助けることができる。

【0025】

いくつかの実施形態では、埋込み歪センサ40は、凸状に付着させた正方形または長方形を含むことができ、ここで、第1および第2の基準点41および42は、反対側にある2つの前記正方形または長方形を含む。他の実施形態では、埋込み歪センサ40は、凹状空間45(すなわち、埋込み歪センサ40の材料が付着していない領域)によって分離された少なくとも2つの付着させた基準点41および42を含むことができる。

【0026】

図2に示すように、さらにいくつかの実施形態では、埋込み歪センサ40は、固有の識別部47(以降、「UID」(unique identifier))を形成するように付着することができる。UID47は、特定の埋込み歪センサ40の識別を容易にする任意のタイプのバーコード、ラベル、タグ、通し番号、パターン、または他の識別システムを含むことができる。いくつかの実施形態では、UID47は、これに加えて、またはこれに代えて、構成部品10(例えば、タービン構成部品)、あるいは構成部品10が組み込まれるシステムまたは機械(例えば、ガスタービンまたは蒸気タービン)についての情報を含むことができる。それによって、UID47は、特定の埋込み歪センサ40、構成部品10、またはさらに全体システムまたは機械を識別および追跡するのに助けられて、過去、現在および将来の動作の追跡のために測定値を相関づけることに役立つ。

【0027】

構成部品10はさらに、埋込み歪センサ40の少なくとも一部分を覆って配置された外側コーティング50を含む。外側コーティング50は、埋込み歪センサ40および潜在的には基材11を、構成部品10の作動環境(例えば、産業用ガスタービンでの高温)から保護することを助けることができる。例えば、埋込み歪センサ40は、外側コーティング50がなければ、腐食および/または浸食による端面劣化を受ける場合がある。

【0028】

外側コーティング50は、例えば、構成部品10の環境に部分的に基づいて、様々な材料を含むことができる。いくつかの実施形態では、外側コーティング50は、高温での残存性を与えることができるセラミック材料を含むことができる。例えば、いくつかの実施形態では、セラミック材料は、イットリア安定化ジルコニア(YSZとも称する)などの遮熱コーティングを含むことができる。このような実施形態では、YSZは、例えば、YSZ-D111を含むことができる。さらにいくつかの実施形態では、外側コーティング50は、セラミックトップコート(例えば、YSZ)の付着を助けるために金属ボンドコ

10

20

30

40

50

ートおよび/または熱成長酸化物を含むことができる。いくつかの実施形態では、外側コーティング50は、ゲル状アルミナイドなどのゲルコーティングを含むことができる。

【0029】

いくつかの実施形態では、外側コーティング50は、溶解可能な材料を含むことができる。例えば、外側コーティング50は、埋込み歪センサ40を露出させて測定するために水または別の溶液によって溶解することができる。他の実施形態では、外側コーティング50は、溶かしたり、削ったり、または他の適切な手段で除去することができる。このような実施形態では、外側コーティング50は、基材11の作動中は埋込み歪センサ40を保護し、次いで埋込み歪センサ40をさらに読み取る前に除去されるように、犠牲物とすることができる。

10

【0030】

いくつかの実施形態では、外側コーティング50は、埋込み歪センサ40の、例えば、外側縁のみ、あるいは1つまたは複数の表面領域のみなど、一部分のみを覆うことができる。しかしながら、いくつかの実施形態では、外側コーティング50は埋込み歪センサ40全体を覆うことができる。さらに、いくつかの実施形態では、外側コーティング50はまた、基材11の少なくとも一部分を覆って配置することができる。このような実施形態では、外側コーティング50は、作動状態から埋込み歪センサ40および基材11の両方を保護することを助けることができる。

【0031】

さらに、基材11、埋込み歪センサ40、および外側コーティング50は、様々に相対的に構成して配置することができる。例えば、図3に示すように、いくつかの実施形態では、埋込み歪センサ40は、基材11上に直接配置することができ、外側コーティング50は、埋込み歪センサ40および基材11の両方を覆って配置することができる。いくつかの実施形態では、図4に示すように、1つまたは複数の中間コーティング51は、基材11と埋込み歪センサ40との間に塗布することができる。次いで、外側コーティング50は、埋込み歪センサ40のみを覆って配置することができる、あるいは、図示のように、埋込み歪センサ40および1つまたは複数の中間コーティング51の両方を覆って配置することができる。

20

【0032】

埋込み歪センサ40は、基材11上の1つまたは複数の様々な位置に配置することができる。例えば、基材がタービン構成部品を含む場合、埋込み歪センサ40は、タービンブレード、圧縮機ブレード、ペーン、ノズル、シュラウド、ロータ、トランジションピース、またはケーシングに配置することができる。このような実施形態では、埋込み歪センサ40は、エーロフォイル、プラットフォーム、先端、または任意の他の適切な位置に、またはそれに近接した位置など、装置の作動中に様々な力を受けると知られている1つまたは複数の位置に配置することができる。さらに、埋込み歪センサ40は、外側コーティングによって少なくとも部分的に保護されるので、埋込み歪センサ40は、高温に曝されることが知られている1つまたは複数の位置に配置することができる(ここでは、歪センサは腐食および/または浸食する可能性のある他の材料を含む)。例えば、埋込み歪センサ40は、高温ガス通路または燃焼タービン構成部品に配置することができる。

30

40

【0033】

さらにいくつかの実施形態では、複数の埋込み歪センサ40が、単一のタービン構成部品または複数のタービン構成部品に配置することができる。例えば、複数の埋込み歪センサ40は、単一のタービン構成部品(例えば、タービンブレード)の様々な位置に配置することができ、その結果、個々のタービン構成部品の周りの非常に多くの位置において歪を決定することができる。これに代わって、またはこれに加えて、複数の同様なタービン構成部品(例えば、複数のタービンブレード)がそれぞれ、標準位置に埋込み歪センサ40を配置されて、それぞれの特定のタービン構成部品で生じる歪の量を他の同様なタービン構成部品に比較することができる。さらにいくつかの実施形態では、同じタービン装置の複数の異なるタービン構成部品(例えば、同じタービンのタービンブレードおよびペー

50

ン) それぞれに埋込み歪センサ 40 を配置して、その結果タービン全体の中の異なる位置で生じる歪の量を決定することができる。

【0034】

さらに図5を参照すると、構成部品10を監視するために別の方法100が示されている。まず、方法100は、ステップ110において、構成部品10に電磁放射を当てるステップを含む。ここで、構成部品10は、少なくとも2つの基準点41および42を含む埋込み歪センサ40、ならびに埋込み歪センサ40の少なくとも一部分を覆って配置された外側コーティング50を含む。ステップ110で、電磁放射を当てるステップは、X線またはCT検出法などの任意の適切な方法によって容易にすることができる。

【0035】

方法100はさらに、ステップ120において、第2の時間間隔において、電磁放射と埋込み歪センサ40との相互作用によって少なくとも2つの基準点41と42との間の第2の距離Dを測定するステップを含む。具体的には、電磁放射によって埋込み歪センサ40を励起することができ、その結果、第1および第2の基準点41および42の位置を同定して、それらの間の距離Dを測定することができる。

【0036】

最後に、方法100は、第2の距離Dを、少なくとも2つの基準点41と42との間の第1の時間間隔からの第1の距離Dと比較するステップを含む。第1の時間間隔において測定された第1の距離Dを任意のそれ以前の時点において決定して、第1の時間間隔と第2の時間間隔との間の距離の差によって歪を決定することができる。例えば、基材11がより大きなシステムまたは機械(例えば、タービン)においてさえ使用される前の第1の時間間隔において第1の距離を測定することができる。

【0037】

次に、埋込み歪センサは外側コーティングによって保護されて、埋込み歪センサの健全性および精度を維持することを助けることができることを認識すべきである。次いで、埋込み歪センサは、エネルギーを加えることによって埋込み歪センサの材料を励起するなどして、コーティングを通して測定することができる、または、外側コーティングをすべて一緒に除去することによって測定することができる。それによって、埋込み歪センサは、過酷になり得る作動状態に耐えながら、構成部品の性能の監視を容易にすることができる。

【0038】

限られた数の実施形態のみに関連して本発明を詳細に説明したが、本発明が、開示されたこのような実施形態に限定されないことは容易に理解すべきである。むしろ、本発明は、これまで説明していないが、本発明の精神および範囲に相応する任意の数の変形、変更、置換、等価な配置を組み込んで修正することができる。さらに、本発明の様々な実施形態を説明してきたが、本開示の態様は、記載した実施形態のいくつかのみを含む場合があることを理解されたい。したがって、本発明は、前述の説明に限定されるものと理解されるのではなく、添付の特許請求の範囲にのみ限定される。

【符号の説明】

【0039】

- 10 センサ構成部品
- 11 基材
- 40 埋込み歪センサ
- 41 第1の基準点
- 42 第2の基準点
- 45 凹状空間
- 47 固有の識別子
- 50 外側コーティング
- 51 中間コーティング(1つまたは複数)
- D 距離

10

20

30

40

50

- 1 0 0 方法
- 1 1 0 ステップ (E M を当てる)
- 1 2 0 ステップ (第 2 の 距 離 を 測 定 す る)
- 1 3 0 ステップ (第 1 の 距 離 と 比 較 す る)

【 図 1 】

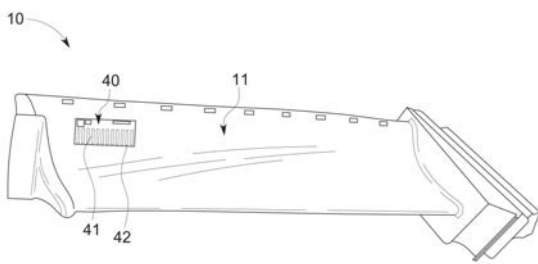


FIG. 1

【 図 3 】

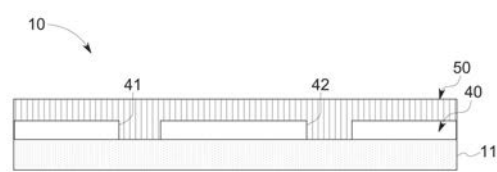


FIG. 3

【 図 2 】

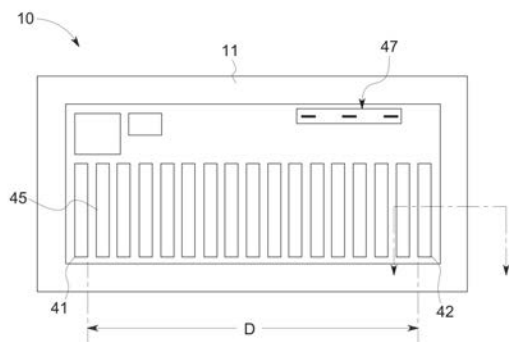


FIG. 2

【 図 4 】

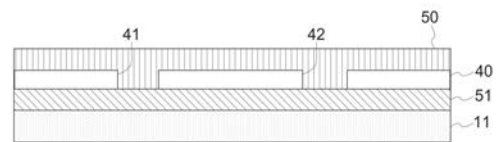


FIG. 4

【 図 5 】

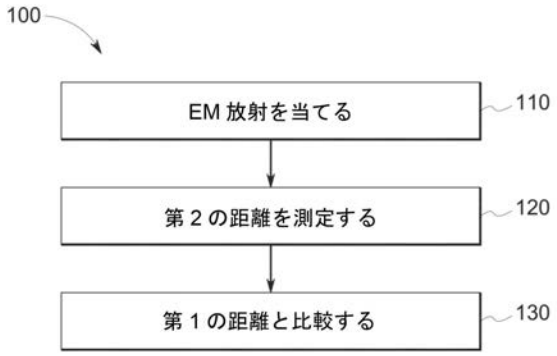


FIG. 5

フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)
F 0 1 D	9/02	(2006.01)	F 0 2 C	7/00		D
			F 2 3 R	3/42		D
			F 0 1 D	5/28		
			F 0 1 D	9/02	1 0 2	

(72)発明者 ジェイコブ・アンドリュー・サルム
 アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンヴィル、ガーリントン・ロード、300番

(72)発明者 トーマス・ジェームズ・バツィンガー
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12345、スケネクタデイ、リバーロード、1番

(72)発明者 ブライアン・ジョセフ・ジャーマン
 アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンヴィル、ガーリントン・ロード、300番

(72)発明者 ジョン・デイヴィッド・ウォード
 アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンヴィル、ガーリントン・ロード、300番

(72)発明者 ウィリアム・ファリス・ランソン
 アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンヴィル、ガーリントン・ロード、300番

Fターム(参考) 2F063 AA25 BA04 EC05
 3G202 BA06 BA08 BA09 BA10 BB04 BB05 CA11 CA13 CA14 CA15
 EA05 EA06 EA08 EA09 FB03 GA10 GB04

【外国語明細書】

2017106446000001.pdf