

(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2017-96935
(P2017-96935A)

(43) 公開日 平成29年6月1日(2017.6.1)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
GO 1 B 21/32	(2006.01)	GO 1 B 21/32	2 F 0 6 5
FO 2 C 7/00	(2006.01)	FO 2 C 7/00	A 2 F 0 6 9
FO 1 D 25/00	(2006.01)	FO 1 D 25/00	V 2 G 0 2 4
GO 1 M 99/00	(2011.01)	FO 1 D 25/00	W 2 G 0 8 7
GO 1 M 15/14	(2006.01)	GO 1 M 99/00	A

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L 外国語出願 (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-218494 (P2016-218494)
 (22) 出願日 平成28年11月9日 (2016.11.9)
 (31) 優先権主張番号 14/942, 159
 (32) 優先日 平成27年11月16日 (2015.11.16)
 (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・カンパニイ
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
 45、スケネクタディ、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】 構成部品をモニタリングするための方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 構成部品をモニタリングするための方法を提供する。

【解決手段】 構成部品 10 は外面 11 を有する。方法は、構成部品 10 上に構成される基準特徴の重心を位置特定するステップと、第 1 の時点において重心に対する基準特徴の特性の第 1 の値を測定するステップとを含む。本方法は、第 1 の時点の後の第 2 の時点において重心に対する特性の第 2 の値を測定するステップと、第 1 の値と第 2 の値とを比較するステップとをさらに含む。

【選択図】 図 1

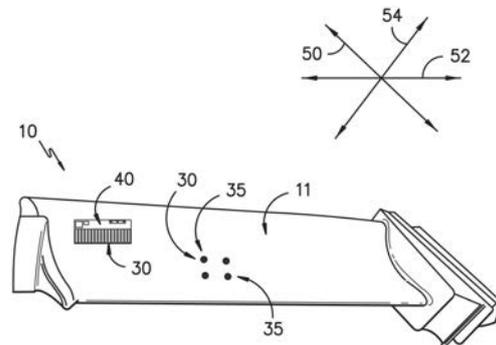


FIG. -1-

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

構成部品 (1 0) をモニタリングするための方法 (2 0 0) であって、前記構成部品 (1 0) は外面 (1 1) を有し、前記方法 (2 0 0) は、

前記構成部品 (1 0) 上に構成されている基準特徴 (3 0 、 3 0 ' 、 3 0 ' ') の重心 (2 2 2 、 3 2 2 ' 、 3 2 2 ' ') (2 2 2) を位置特定するステップと、

第 1 の時点において前記重心 (2 2 2 、 3 2 2 ' 、 3 2 2 ' ') (2 2 2) に対する前記基準特徴 (3 0 、 3 0 ' 、 3 0 ' ') の特性の第 1 の値 (2 3 2) を測定するステップと、

前記第 1 の時点の後の第 2 の時点において前記重心 (2 2 2 、 3 2 2 ' 、 3 2 2 ' ') (2 2 2) に対する前記特性の第 2 の値 (2 5 2) を測定するステップと、

前記第 1 の値 (2 3 2) と前記第 2 の値 (2 5 2) とを比較するステップとを含む、方法 (2 0 0) 。

10

【請求項 2】

前記特性は、面積、高さ、幅、周長、一次慣性モーメント、または二次慣性モーメントのうちの 1 つである、請求項 1 記載の方法 (2 0 0) 。

【請求項 3】

前記基準特徴 (3 0 、 3 0 ' 、 3 0 ' ') は複数の基準特徴 (3 0 、 3 0 ' 、 3 0 ' ') であり、前記方法 (2 0 0) は、前記複数の基準特徴 (3 0 、 3 0 ' 、 3 0 ' ') の各々の前記特性の第 1 の値 (2 3 2) を平均して、平均された第 1 の値 (2 3 2) を得、前記複数の基準特徴 (3 0 、 3 0 ' 、 3 0 ' ') の各々の前記特性の第 2 の値 (2 5 2) を平均して、平均された第 2 の値 (2 5 2) を得るステップ (2 1 0 、 2 2 0 、 2 3 0 、 2 4 0 、 2 5 0 、 2 6 0) をさらに含み、前記比較するステップ (2 1 0 、 2 2 0 、 2 3 0 、 2 4 0 、 2 5 0 、 2 6 0) は、前記平均された第 1 の値 (2 3 2) と前記平均された第 2 の値 (2 5 2) とを比較することを含む、請求項 1 または 2 記載の方法 (2 0 0) 。

20

【請求項 4】

前記第 1 の値 (2 3 2) を測定する前記ステップ (2 1 0 、 2 2 0 、 2 3 0 、 2 4 0 、 2 5 0 、 2 6 0) は、前記重心 (2 2 2 、 3 2 2 ' 、 3 2 2 ' ') に対する 2 次元座標系 (1 0 0) において実施され、前記第 2 の値 (2 5 2) を測定する前記ステップ (2 1 0 、 2 2 0 、 2 3 0 、 2 4 0 、 2 5 0 、 2 6 0) は、前記重心 (2 2 2 、 3 2 2 ' 、 3 2 2 ' ') に対する 2 次元座標系 (1 0 0) において実施される、請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項記載の方法 (2 0 0) 。

30

【請求項 5】

前記第 1 の時点において前記基準特徴 (3 0 、 3 0 ' 、 3 0 ' ') の画像を受信するステップと、前記第 2 の時点において前記基準特徴 (3 0 、 3 0 ' 、 3 0 ' ') の画像を受信するステップとをさらに含む、請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項記載の方法 (2 0 0) 。

【請求項 6】

前記第 1 の時点は、前記構成部品 (1 0) の動作使用の前に発生し、前記第 2 の時点は前記構成部品 (1 0) の動作使用の後に発生する、請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項記載の方法 (2 0 0) 。

40

【請求項 7】

前記基準特徴 (3 0 、 3 0 ' 、 3 0 ' ') は、前記構成部品 (1 0) 上に構成されている歪センサ (4 0) の要素である、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項記載の方法 (2 0 0) 。

【請求項 8】

構成部品 (1 0) をモニタリングするための方法 (2 0 0) であって、前記構成部品 (1 0) は外面 (1 1) を有し、前記方法 (2 0 0) は、

前記構成部品 (1 0) 上に構成されている第 1 の基準特徴 (3 0 、 3 0 ' 、 3 0 ' ') および第 2 の基準特徴 (3 0 、 3 0 ' 、 3 0 ' ') の重心 (2 2 2 、 3 2 2 ' 、 3 2 2 ' ') (2 2 2) を位置特定するステップと、

第 1 の時点において前記第 1 の基準特徴 (3 0 、 3 0 ' 、 3 0 ' ') の前記重心 (2 2

50

2、3 2 2'、3 2 2'') (2 2 2) と前記第 2 の基準特徴 (3 0、3 0'、3 0'') の前記重心 (2 2 2、3 2 2'、3 2 2'') との間の第 1 の距離 (3 3 2) を測定するステップと、

第 2 の時点において前記第 1 の基準特徴 (3 0、3 0'、3 0'') の前記重心 (2 2 2、3 2 2'、3 2 2'') (2 2 2) と前記第 2 の基準特徴 (3 0、3 0'、3 0'') の前記重心 (2 2 2、3 2 2'、3 2 2'') (2 2 2) との間の第 2 の距離 (3 5 2) を測定するステップと、

前記第 1 の距離 (3 3 2) と前記第 2 の距離 (3 5 2) とを比較するステップとを含む、方法 (2 0 0)。

【請求項 9】

10

第 1 の重み付け係数 (3 7 2) を前記第 1 の基準特徴 (3 0、3 0'、3 0'') に割り当て、第 2 の重み付け係数 (3 7 4) を前記第 2 の基準特徴 (3 0、3 0'、3 0'') に割り当てるステップ (2 1 0、2 2 0、2 3 0、2 4 0、2 5 0、2 6 0) をさらに含み、前記第 1 の重み付け係数 (3 7 2) は前記第 1 の基準特徴 (3 0、3 0'、3 0'') の面積に基づき、前記第 2 の重み付け係数 (3 7 4) は前記第 2 の基準特徴 (3 0、3 0'、3 0'') の面積に基づく、請求項 8 記載の方法 (2 0 0)。

【請求項 10】

前記第 1 の距離を測定する前記ステップは、2次元座標系において実施され、前記第 2 の距離を測定する前記ステップは、前記 2次元座標系において実施される、請求項 8 または 9 記載の方法 (2 0 0)。

20

【請求項 11】

前記第 1 の時点において前記第 1 の基準特徴 (3 0、3 0'、3 0'') および前記第 2 の基準特徴 (3 0、3 0'、3 0'') の画像を受信するステップと、前記第 2 の時点において前記第 1 の基準特徴 (3 0、3 0'、3 0'') および前記第 2 の基準特徴 (3 0、3 0'、3 0'') の画像を受信するステップとをさらに含む、請求項 8 乃至 10 のいずれか 1 項記載の方法 (2 0 0)。

【請求項 12】

前記第 1 の時点は、前記構成部品 (1 0) の動作使用の前に発生し、前記第 2 の時点は前記構成部品 (1 0) の動作使用の後に発生する、請求項 8 乃至 11 のいずれか 1 項記載の方法 (2 0 0)。

30

【請求項 13】

前記第 1 の基準特徴 (3 0、3 0'、3 0'') および前記第 2 の基準特徴 (3 0、3 0'、3 0'') は、前記構成部品 (1 0) 上に構成されている歪センサ (4 0) の要素である、請求項 8 乃至 12 のいずれか 1 項記載の方法 (2 0 0)。

【請求項 14】

前記第 1 の基準特徴 (3 0、3 0'、3 0'') は、前記歪センサ (4 0) の連続領域 (4 6) 内に配置されている、請求項 8 乃至 13 のいずれか 1 項記載の方法 (2 0 0)。

【請求項 15】

前記構成部品 (1 0) はタービン構成部品 (1 0) である、請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 項に記載の方法 (2 0 0)。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、一般的に、構成部品をモニタリングするための方法に関し、より詳細には、変形を解析するための代替的なデータ収集手法を提供する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

様々な産業用途全体を通じて、装置の構成部品は、多数の極端な条件を受ける（たとえば、高温、高圧、大きい応力負荷など）。時間とともに、装置の個々の構成部品は、構成部品の有用寿命を低減する可能性があるクリープおよび/または変形を被る場合がある。そ

50

のような懸念は、たとえば、いくつかのターボ機械に当てはまる可能性がある。

【0003】

ターボ機械は、発電および航空機エンジンのような分野に広く利用されている。たとえば、従来のガスタービンシステムは、圧縮機部分、燃焼器部分、および少なくとも1つのタービン部分を含む。圧縮機部分は、空気が圧縮機部分を通して流れるときに空気を圧縮するように構成されている。その後、空気は圧縮機部分から燃焼器部分へと流され、そこで、燃料と混合されて燃焼され、高温ガス流が生成される。高温ガス流はタービン部分に与えられ、タービン部分は、高温ガス流からエネルギーを取り出すことによって高温ガス流を利用して、圧縮機、発電機、および他の様々な負荷に動力を供給する。

【0004】

ターボ機械の動作中、タービンブレードのような、ターボ機械内、特に、ターボ機械のタービン部分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起因してクリープを被る場合がある。タービンブレードについて、クリープは、ブレードの部分または全体を伸張させる場合があり、それによって、ブレード先端が静止構造、たとえば、タービンケーシングに接触し、動作中に望ましくない振動および/または性能の低減を引き起こす可能性がある。

【0005】

したがって、タービン構成部品のような構成部品は、クリープについてモニタリングされることがある。クリープについて構成部品をモニタリングするための1つの手法は、構成部品上に歪センサを構成し、クリープ歪に関連する変形についてモニタリングするために、様々な間隔をおいて歪センサを分析することである。

【0006】

公知の歪センサは一般的に、位置決め要素および様々な解析要素を含み、位置決め要素に対する解析要素の測定値が複数の異なる時点においてとられ、変形についてモニタリングするために解析される。しかしながら、位置決め要素は、構成部品が動作している間に損傷または喪失し、したがって、その後解析することが不可能になる可能性があるという、1つの懸念がある。もう1つの懸念は、変形モニタリングを容易にするために、歪センサが、位置決め要素および様々な解析要素のような、複数の要素を有する必要があることである。いずれか1つでも要素が損傷すれば、歪センサが使用不可能になる可能性がある。

【0007】

したがって、構成部品をモニタリングするための代替的な方法が、当該技術分野において所望されている。特に、変形を解析するためのデータを収集する代替的な手法をもたらず方法が有利であろう。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】米国特許出願公開第2013/0202192号明細書

【発明の概要】

【0009】

本発明の態様および利点は、部分的に以下の説明に記載されるか、または、説明から明らかにすることができるか、または、本発明の実践を通じて学習することができる。

【0010】

本開示の一実施形態によれば、構成部品をモニタリングするための方法が開示される。構成部品は外面を有する。本方法は、構成部品上に構成されている基準特徴の重心を位置特定するステップと、第1の時点において重心に対する基準特徴の特性の第1の値を測定するステップとを含む。本方法は、第1の時点の後の第2の時点において重心に対する特性の第2の値を測定するステップと、第1の値と第2の値とを比較するステップとをさらに含む。

【0011】

本開示の別の実施形態によれば、構成部品をモニタリングするための方法が開示される。構成部品は外面を有する。本方法は、構成部品上に構成されている第1の基準特徴および第2の基準特徴の重心を位置特定するステップと、第1の時点において第1の基準特徴の重心と第2の基準特徴の重心との間の第1の距離を測定するステップとを含む。本方法は、第2の時点において第1の基準特徴の重心と第2の基準特徴の重心との間の第2の距離を測定するステップと、第1の値と第2の値とを比較するステップとをさらに含む。

【0012】

本発明のこれらのおよび他の特徴、態様および利点は、以下の説明および添付の特許請求の範囲を参照してより良好に理解されるようになる。本明細書に組み込まれるとともにその一部を構成する添付の図面は、本発明の実施形態を示し、本明細書とともに、本発明の原理を説明する役割を果たす。

10

【0013】

当業者向けの、その最良の形態を含む本発明の完全で権限を付与する開示が本明細書に記載されており、これは添付の図面を参照する。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本開示の1つまたは複数の実施形態による、歪センサと複数の基準ノードとを備える例示的な構成部品の斜視図である。

【図2】本開示の1つまたは複数の実施形態による、第1の時点における例示的な歪センサの図である。

20

【図3】本開示の1つまたは複数の実施形態による、第2の時点における図2の歪センサの図である。

【図4】本開示の1つまたは複数の実施形態による、第1の時点における例示的なノードの図である。

【図5】本開示の1つまたは複数の実施形態による、第2の時点における図4のノードの図である。

【図6】本開示の1つまたは複数の実施形態による、構成部品をモニタリングするためのシステムの斜視図である。

【図7】本開示の1つまたは複数の実施形態による方法を示す流れ図である。

【図8】本開示の1つまたは複数の実施形態による方法を示す流れ図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0015】

次いで、本発明の実施形態が詳細に参照され、その1つまたは複数の例は図面に示されている。各例は、本発明の限定ではなく、本発明の説明として与えられる。事実、本発明の範囲または趣旨から逸脱することなく、様々な修正および変更を本発明において行うことができることが、当業者には明らかになる。たとえば、一実施形態の一部分として図示または記載されている特徴は、またさらなる実施形態をもたらすために、別の実施形態とともに使用することができる。したがって、本発明は、添付の特許請求項およびそれらの均等物の範囲内に入るような修正および変更を包含することが意図されている。

40

【0016】

ここで図1を参照すると、複数の基準特徴30が構成されている構成部品10が示されている。特に、歪センサ40および複数のノード35が示されている。歪センサ40は、複数の表面特徴を含んでもよく、本明細書で論述されるように各ノード35は表面特徴30であってもよい。構成部品10（より詳細には構成部品10全体の基板）は、たとえば、高温用途に利用される構成部品（たとえば、ニッケルまたはコバルトベースの超合金を含む構成部品）のような、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において、構成部品10は、燃焼構成部品または高温ガス通路構成部品のような、産業用ガスタービンまたは蒸気タービン構成部品を含んでもよい。いくつかの実施形態において、構成部品10は、タービンブレード、圧縮機ブレード、翼、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んで

50

もよい。他の実施形態において、構成部品10は、ガスタービン、蒸気タービンなどのための任意の他の構成部品のような、タービンの任意の他の構成部品を含んでもよい。いくつかの実施形態において、構成部品は、限定ではないが、自動車の構成部品（たとえば、車、トラックなど）、航空宇宙産業の構成部品（たとえば、航空機、ヘリコプタ、スペースシャトル、アルミニウム部品など）、機関車または鉄道の構成部品（たとえば、列車、線路など）、構造物、インフラストラクチャもしくは土木工学的構成部品（たとえば、橋、建造物、建設機器など）、および/または発電所もしくは化学処理構成部品（たとえば、高温用途に使用されるパイプ）を含む、非タービン構成部品を含んでもよい。

【0017】

構成部品10は、その上または下に表面特徴30が構成され得る外面11を有する。本開示による表面特徴30は、堆積技法、他の適切な積層造形技法、レーザアブレーション、彫刻、機械加工などのような切削技法、アニーリング、直接表面変色、もしくは反射性の局所的な変化をもたらす技法のような外観変化技法、接着、溶接、ろう付けなどの適切な取り付け装置もしくは技法を使用した、事前に形成された表面特徴30の取り付け、または、表面特徴30の構成部品として機能し得る外面11の既存の特性を識別することを含む、任意の適切な技法を使用して、外面11上に構成することができる。加えて、さらなる代替的な実施形態において、表面特徴30は、構成部品10の製造の間または後に、適切な埋め込み技法を使用して外面11の下に構成することができる。

10

【0018】

ここで図1～図3を参照すると、歪センサ40は一般的に、複数の基準特徴30を含む。歪センサ40の基準特徴30は、たとえば、解析特徴41、位置決め特徴43、または連続特徴45であってもよい。解析特徴41は、歪センサ40の解析領域42内に配置することができる。位置決め特徴43は、位置決め領域44内に配置することができる。連続特徴45は、連続領域46内に配置することができる。一般的に、位置決め特徴43は、位置決め特徴43と様々な解析特徴41との間の距離48を測定するための基準点として利用される。測定値は、本明細書において論述するように、複数の異なる時点にとることができる。当業者に認識されるように、これらの測定値は、構成部品10のその領域における歪の量、歪速度、クリープ、疲労、応力などを判定する一助となり得る。基準特徴30は一般的に、距離48を測定することができる限り、特定の構成部品10に応じて様々な距離および様々な位置に配置することができる。その上、基準特徴30は、それらが一貫して識別可能であり、距離48を測定するために使用することができる限り、点、線、円、棒、または任意の他の幾何学的または非幾何学的形状を含んでもよい。

20

30

【0019】

歪センサ40は、形状、サイズ、および位置が様々な異なる基準特徴30を組み込むことなどによって、様々な異なる構成および断面を含むことができる。たとえば、図2および図3に示し、本明細書において論述するように、歪センサ40は、様々な形状およびサイズを含む様々な異なる基準特徴30を備えることができる。そのような実施形態は、より多様な距離測定値48をもたらすことができる。より多様であることでさらに、より多様な位置にわたる歪測定値をもたらすことによって、構成部品10の特定の部分に関するよりロバスタな歪解析が可能になり得る。

40

【0020】

さらに、歪センサ40の様々な寸法の値は、たとえば、構成部品10、歪センサ40の位置、測定目標精度、被着技法、および光学測定技法に応じて決まり得る。たとえば、いくつかの実施形態において、歪センサ40は、1ミリメートル未満から300ミリメートル超までに及ぶ長さおよび幅を含んでもよい。その上、歪センサ40は、下にある構成部品10の性能に著しい影響を与えることなく被着させ、その後光学的に識別するのに適している任意の厚さを含んでもよい。特に、この厚さは、（積層技法が利用されるときなどの）表面11から離れる正方向の厚さ、または、（切削技法が利用されるときなどの）表面11に向かう負方向の厚さであってもよい。たとえば、いくつかの実施形態において、歪センサ40は、約0.01ミリメートル未満～1ミリメートル超の厚さを含んでもよ

50

い。いくつかの実施形態において、歪センサ40は、実質的に一様な厚さを有することができる。そのような実施形態は、その後、第1の基準点41と第2の基準点42との間で歪を計算するためのより正確な測定を容易にする一助となり得る。

【0021】

図示されているように、基準特徴30は、いくつかの実施形態において、ネガティブスペース32によって互いから分離することができる。たとえば、歪センサ40は、ネガティブスペース32（すなわち、歪センサ（およびその基準特徴）の材料が被着されない領域）によって分離されている、少なくとも2つの被着された基準特徴30を備えることができる。ネガティブスペース32は、たとえば、構成部品10の外面11の露出部分を含んでもよい。代替的にまたは付加的に、ネガティブスペース32は、基準特徴30の材料とは異なる、後で被着される対照的な（すなわち、視覚的に対照的、紫外線もしくは赤外線スペクトルにおいて対照的、または、電磁スペクトルの任意の他の適切な波長範囲において対照的な）材料を含んでもよい（またはその逆であってもよい）。

10

【0022】

論述するように、いくつかの実施形態において、歪センサ40は、複数の連続特徴45を含むことができる連続領域46を含むことができる。これらの特徴45は、一般的に、任意のタイプのバーコード、ラベル、タグ、通し番号、模様、または、その特定の歪センサ40を識別することを容易にする他の識別システムを形成することができる。いくつかの実施形態において、連続特徴46は付加的にまたは代替的に、歪センサ40が構成されている構成部品10またはアセンブリ全体に関する情報を含んでもよい。それによって、連続領域46は、特定の歪センサ40、構成部品10またはさらにはアセンブリ全体の識別および追跡を補助して、過去、現在および未来の動作追跡の測定値を相関付ける一助となり得る。

20

【0023】

付加的にまたは代替的に、上で論述し、図1、図4および図5に示しているように、1つまたは複数のノード35を構成部品10上に構成することができる。ノード35は、本明細書において論述するように、一般的に、構成部品10上に構成され、歪センサ40の構造内にはない独立した表面特徴である。ノード35は、歪センサ40およびその表面特徴30に関連して本明細書において論述されているような材料および/または技法を使用して形成することができる。さらに、ノード35は、歪センサ40およびその表面特徴30に関連して本明細書において論述されているような任意の適切な形状またはサイズを有することができる。

30

【0024】

表面特徴30は一般的に、様々な構成部品10の様々な位置の1つまたは複数に構成することができる。たとえば、上で論述したように、表面特徴30は、ブレード、翼、ノズル、シュラウド、ロータ、トランジションピース、またはケーシング上に構成されてよい。そのような実施形態において、表面特徴30は、翼、プラットフォーム、先端、もしくは任意の他の適切な位置、またはその付近など、ユニット動作中に様々な力を受けることが分かっている1つまたは複数の位置に構成されてもよい。さらに、表面特徴30は、温度上昇を受けることが分かっている1つまたは複数の位置に構成されてもよい。たとえば、表面特徴30は、高温ガス通路または燃焼タービン構成部品10上に構成されてもよい。

40

【0025】

本明細書において論述し、図1に示しているように、複数の表面特徴30が単一の構成部品10および/または複数の構成部品10上に構成されてもよい。たとえば、個々の構成部品10に関してより多数の位置において歪を判定することができるように、複数の表面特徴30が、単一の構成部品10（たとえば、タービンブレード）の様々な位置に構成されてもよい。代替的にまたは付加的に、各特定の構成部品10が受ける歪の量を、他の同様の構成部品10と比較することができるように、複数の同様の構成部品10（たとえば、複数のタービンブレード）が各々、標準的な位置に構成された表面特徴30を有して

50

もよい。さらにいくつかの実施形態において、アセンブリ全体の中の複数の異なる位置において受ける歪の量を判定することができるように、同じアセンブリの複数の異なる構成部品10(たとえば、同じタービンのブレードおよび翼)の各々に、表面特徴30が構成されていてもよい。

【0026】

加えて、座標系が図1~図5に示されている。座標系は、X軸50、Y軸52、およびZ軸54を含み、それらはすべて互いと直交している。

【0027】

ここで図6を参照すると、構成部品10(およびその変形)をモニタリングするためのシステム100が示されている。システム100は、たとえば、上で論述したように1つまたは複数の構成部品10上に構成可能である1つまたは複数の表面特徴30を含むことができる。システム100は、撮像デバイス102およびプロセッサ104をさらに含む。撮像デバイス102は一般的に、表面特徴30の画像を取得し、プロセッサ104は一般的に、画像を解析し、上で論述したような他の機能を実施する。

10

【0028】

撮像デバイス102は、レンズアセンブリ110と、画像キャプチャデバイス112とを含むことができる。レンズアセンブリ110は一般的に、画像キャプチャデバイス112によって処理するために、レンズアセンブリ110によって見られる画像を拡大することができる。レンズアセンブリ110は、いくつかの実施形態において、たとえば、適切なカメラレンズ、望遠鏡レンズなどであってもよく、必要とされる拡大を可能にするように離間されている1つまたは複数のレンズを含むことができる。画像キャプチャデバイス112は一般的に、画像を生成するために、レンズアセンブリ110からの光を受けて処理するために、レンズアセンブリ110と通信することができる。例示的な実施形態において、たとえば、画像キャプチャデバイス112は、一般的に理解されているように、デジタル画像のような画像を生成するためにカメラレンズからの光を受けて処理するカメラセンサであってもよい。画像キャプチャデバイス112(およびデバイス102全体)は、画像キャプチャデバイス112およびデバイス102全体からの画像を記憶および解析するために、たとえば、適切な有線または無線接続を介してプロセッサ104とさらに通信することができる。特に、例示的な実施形態において、プロセッサ104は、様々な開示されているステップを実施するために、撮像デバイス102を操作する。

20

30

【0029】

論述されているように、システム100はプロセッサ104をさらに含むことができる。一般的に、本明細書において使用される場合、「プロセッサ」という用語は、当該技術分野でコンピュータ内に含まれるものとして参照される集積回路だけではなく、コントローラ、マイクロコントローラ、マイクロコンピュータ、プログラム可能論理コントローラ(PLC)、特定用途向け集積回路、および他のプログラム可能回路をも指す。プロセッサ104はまた、撮像デバイス102、ロボットアーム(本明細書において論じる)などのような、プロセッサ104が通信する様々な他の構成部品から入力を受信し、当該構成部品に制御信号を送信するための様々な入出力チャネルをも含むことができる。プロセッサ104は一般的に、本明細書において論述するような様々なステップを実施することができる。さらに、本開示によるプロセッサ104は、システム100の他の様々な構成部品と通信する単一のマスタプロセッサ104であってもよく、および/または、複数の個々の構成部品プロセッサ、すなわち、撮像デバイスプロセッサ、データ取得デバイスプロセッサ、ロボットアームプロセッサなどを含んでもよいことは理解されたい。様々な個々の構成部品プロセッサは互いと通信することができ、さらに、マスタプロセッサと通信することができるので、これらの構成部品がまとめてプロセッサ104と呼ばれる場合がある。さらに、画像キャプチャデバイス112はプロセッサ104の部分構成部品であっても、または、プロセッサ104と通信する、プロセッサ104とは別個の構成部品であってもよいことに留意すべきである。

40

【0030】

50

図6にさらに示すように、システム100はロボットアーム130を含むことができる。ロボットアーム130は、撮像デバイス102および/またはプロセッサ104のような、他の構成部品システム100の運動を支援および促進することができる。たとえば、撮像デバイス102は、ロボットアーム130に取り付けることができる。プロセッサ104は、ロボットアームの様々なモータおよび/または駆動構成部品などによって、ロボットアーム130と通信することができ、ロボットアーム130を、必要に応じて動かすために作動させることができる。そのような運動は、例示的な実施形態において、撮像デバイス102を、構成部品10およびその上の表面特徴30に対して位置決めすることができる。例示的な実施形態において、ロボットアーム130は、軸50、52、54に沿った運動およびそれらの軸を中心とした運動を可能にする6自由度アーム130である。

10

【0031】

代替的な実施形態において、システム100は、撮像デバイス102および/またはプロセッサ104のような、システム100の他の構成部品の運動を支援および促進するための他の適切なデバイスを含んでもよい。そのようなデバイスは、たとえば、プロセッサ104と通信することができる。たとえば、システム100は、ボロスコープ、移動ロボット(蛇口ロボットなど)、または他の適切なデバイスを含んでもよい。いくつかのそのようなデバイスは、構成部品10が関連するアセンブリ(すなわち、ターボ機械、ガスタービンなど)内の原位置にあるときに、本明細書において論述するような様々なステップを実施することを容易にすることができる。代替的に、構成部品10は、そのようなステップが実施されるときにアセンブリから取り外されてもよい。

20

【0032】

ここで図7および図8を参照すると、本開示はさらに、構成部品10をモニタリングするための方法200を対象とする。例示的な実施形態において、プロセッサ104は、本明細書において論述する様々な方法ステップ200を実施するために利用することができる。したがって、システム100および方法200は、本明細書において論述するような動作のために構成することができる。

【0033】

たとえば、図4、図5および図7を参照すると、方法200は、いくつかの実施形態において、第1の時点(図4参照)において基準特徴30の画像を受信するステップ210を含むことができる。画像は、たとえば、プロセッサ104によって撮像デバイス102から受信することができる。基準特徴30は、たとえば、図4および図5に示すようなノード35であってもよく、または、代替的に、解析特徴41、位置決め特徴43、もしくは連続特徴45のような、歪センサ40の要素であってもよい。

30

【0034】

第1の時点は一般的に、本明細書において論述する第2の時点(図5参照)とは異なり、第2の時点より前であってもよく、したがって、第2の時点は第1の時点の後である。特に、第1の時点は、基準特徴30が構成部品10上に構成されているときで、かつ構成部品10の任意の動作使用の前の時点であるか、または、基準特徴30が構成部品10上に構成されているときで、かつ構成部品10の第1の動作使用期間の後の時点であってもよい。動作使用とは、一般的に、上で論述したようなターボ機械(すなわち、ガスタービン、蒸気タービンなど)または他の適切なアセンブリ内のような、変形が発生する可能性がある環境内で構成部品10が使用されることである。第2の時点は、基準特徴30が構成部品10上に構成されているときで、かつ構成部品10の動作使用期間の後の時点であってもよく、動作使用期間は、たとえば、動作使用を経験していない構成部品10に対する第1の期間、または、第1の動作使用期間を経験している構成部品10に対する第2の期間であってもよい。

40

【0035】

方法200は、たとえば、ステップ210において受信された基準特徴30の画像の重心のような、基準特徴30の重心222を位置特定するステップ220をさらに含むことができる。たとえば、重心222は、図示されているようにX軸50およびY軸52を利

50

用した X - Y 座標系のような 2 次元座標系内で位置特定することができる。2 次元座標系は、たとえば、ステップ 2 1 0 において受信される画像、および、基準特徴 3 0 について位置特定される重心 2 2 2 に適用することができる。

【 0 0 3 6 】

本開示による重心とは、2 次元領域のような領域の幾何学的中心のことであり、したがって、その形状内のすべての点の算術平均または平均位置である。例示的な実施形態において、重心は、撮像デバイス 1 0 2 およびプロセッサ 1 0 4 を使用することによって位置特定することができる。プロセッサ 1 0 4 は、たとえば、基準特徴の画像の解析において、基準特徴の重心を計算し、したがって重心を位置特定することができる。

【 0 0 3 7 】

方法 2 0 0 は、たとえば、第 1 の時点において重心 2 2 2 に関する基準特徴 3 0 の 1 つまたは複数の特性の第 1 の値 2 3 2 を測定するステップ 2 3 0 をさらに含むことができる。たとえば、第 1 の時点において撮影される画像がステップ 2 1 0 において受信され得、基準特徴 3 0 の重心 2 2 2 が位置特定され得る。その後、基準特徴 3 0 の 1 つまたは複数の特性を、その第 1 の値 2 3 2 を取得するために測定することができる。重心 2 2 2 は、基準特徴 3 0 の基準点として利用することができ、当該重心から、1 つまたは複数の特性を測定することができる。たとえば、論述されているように、2 次元座標系を確立することができ、その 2 次元座標系内で重心 2 2 2 を位置特定することができる。重心 2 2 2 は、2 次元座標系内の基準点として利用することができ、当該重心から、1 つまたは複数の特性を測定することができる。したがって、重心 2 2 2 に対して 2 次元座標系内で第 1 の値 2 3 2 を測定することができる。

【 0 0 3 8 】

本開示による基準特徴 3 0 の特性は、たとえば、基準特徴 3 0 の任意の適切な 2 次元または 3 次元の性質であってもよい。たとえば、基準特徴 3 0 は、面積、高さ（最大高さなど）、幅（最大幅など）、周長、一次慣性モーメント、二次慣性モーメントなどであってもよい。例示的な実施形態において、特性は、ステップ 2 1 0 において撮影される画像において測定することができ、そのような測定によって第 1 の値 2 3 2 を得ることができる。

【 0 0 3 9 】

方法 2 0 0 は、たとえば、本明細書において論述するように、第 2 の時点（図 5 参照）において基準特徴 3 0 の画像を受信するステップ 2 4 0 をさらに含むことができる。画像は、たとえば、プロセッサ 1 0 4 によって撮像デバイス 1 0 2 から受信することができる。

【 0 0 4 0 】

方法 2 0 0 は、たとえば、第 2 の時点において重心 2 2 2 に関する基準特徴 3 0 の 1 つまたは複数の特性の第 2 の値 2 5 2 を測定するステップ 2 5 0 をさらに含むことができる。たとえば、第 2 の時点において撮影される画像がステップ 2 4 0 において受信され得、基準特徴 3 0 の重心 2 2 2 が位置特定され得る。そして、基準特徴 3 0 の 1 つまたは複数の特性を、その第 2 の値 2 3 2 を取得するために測定することができる。ここでも、重心 2 2 2 は、基準特徴 3 0 の基準点として利用することができ、当該重心から、1 つまたは複数の特性を測定することができる。たとえば、論述されているように、ここでも 2 次元座標系を確立することができ、その 2 次元座標系内で重心 2 2 2 を位置特定することができる。重心 2 2 2 は、2 次元座標系内の基準点として利用することができ、当該重心から、1 つまたは複数の特性を測定することができる。したがって、重心 2 2 2 に対して 2 次元座標系内で第 2 の値 2 5 2 を測定することができる。

【 0 0 4 1 】

方法 2 0 0 は、たとえば、第 1 の値 2 3 2 と第 2 の値 2 5 2 とを比較するステップ 2 6 0 をさらに含むことができる。そのような比較は、構成部品内で局部変形（たとえば、歪など）が発生しているか否かを判定するなどのために、変形解析に利用することができる。いくつかの実施形態において、たとえば、第 1 の値 2 3 2 と第 2 の値 2 5 2 との間の差

10

20

30

40

50

を求めることができる。この差は、変形が発生しているか否かを判定するために利用することができる。

【0042】

特に、いくつかの実施形態において、ステップ210、220、230、240、250、および/または260は、構成部品10上に構成されている複数の基準特徴30について実施することができる。例示的な実施形態において、同様の特性ならびにその第1の値232および第2の値252を変形解析に利用することができる。たとえば、方法200は、複数の基準特徴30の各々の特性の第1の値232を平均して、平均された第1の値232'を取得するステップと、複数の基準特徴30の各々の特性の第2の値252を平均して、平均された第2の値252'を取得するステップとをさらに含むことができる。比較ステップ260は、このとき、平均された第1の値232'と平均された第2の値252'とを比較することを含むことができる。

10

【0043】

そのような方法は、単一の基準特徴30、および、そのような基準特徴30の特性の経時的な変化を利用して変形モニタリングを容易にする。したがって、結果として得られる変形モニタリングは、さらなる比較および変形解析を容易にするために複数の基準特徴30間の測定値に依拠することを必要としないことによって、より信頼性が高くなる。

【0044】

ここで図2、図3および図8を参照すると、本開示による方法は、付加的にまたは代替的に、複数の基準特徴30を利用して変形をモニタリングするための様々なステップを含むことができる。たとえば、方法200は、いくつかの実施形態において、第1の時点(図2参照)において1つまたは複数の第1の基準特徴30'および1つまたは複数の第2の基準特徴30''の画像を受信するステップ310を含むことができる。画像は、たとえば、プロセッサ104によって撮像デバイス102から受信することができる。基準特徴30'、30''は、たとえば、ノード35であってもよく、または、代替的に、解析特徴41、位置決め特徴43、もしくは連続特徴45のような、歪センサ40の要素であってもよい。特定の例示的な実施形態において、第1の基準特徴30'は連続特徴45であってもよく、したがって、連続領域46内に配置されてもよく、第2の基準特徴30''は解析特徴41であってもよく、したがって、解析領域42内に配置されてもよい。

20

【0045】

方法200は、たとえば、ステップ310において受信された基準特徴30'、30''の画像の重心のような、各第1の基準特徴30'の重心322'および各第2の基準特徴30''の重心322''を位置特定するステップ320をさらに含むことができる。たとえば、重心322'、322''は、図示されているようにX軸50およびY軸52を利用したX-Y座標系のような2次元座標系内で位置特定することができる。2次元座標系は、たとえば、ステップ310において受信される画像、および、基準特徴30'、30''について位置特定される重心322'、322''に適用することができる。

30

【0046】

方法200は、たとえば、第1の時点において1つまたは複数の重心322'と1つまたは複数の重心322''との間の第1の距離332を測定するステップ330をさらに含むことができる。第1の距離332は、第1の時点における重心322'と重心322''との間の距離であってもよい。たとえば、第1の時点において撮影される画像がステップ310において受信され得、基準特徴30'、30''の重心322'、322''が位置特定され得る。その後、第1の距離332が測定され得る。たとえば、論述されているように、2次元座標系を確立することができ、2次元座標系内で重心322'、322''を位置特定することができる。したがって、2次元座標系内で第1の距離332を測定することができる。

40

【0047】

方法200は、第2の時点(図3参照)において1つまたは複数の第1の基準特徴30'および1つまたは複数の第2の基準特徴30''の画像を受信するステップ340をさ

50

らに含むことができる。画像は、たとえば、プロセッサ 104 によって撮像デバイス 102 から受信することができる。

【0048】

方法 200 は、第 2 の時点において 1 つまたは複数の重心 322' と 1 つまたは複数の重心 322'' との間の第 2 の距離 352 を測定するステップ 350 をさらに含むことができる。第 2 の距離 352 は、第 2 の時点における重心 322' と重心 322'' との間の距離であってもよい。たとえば、第 2 の時点において撮影される画像がステップ 340 において受信され得、基準特徴 30'、30'' の重心 322'、322'' が位置特定され得る。その後、第 2 の距離 352 が測定され得る。たとえば、論述されているように、2次元座標系を確立することができ、その 2次元座標系内で重心 322'、322'' を位置特定することができる。したがって、2次元座標系内で第 2 の距離 352 を測定することができる。

10

【0049】

方法 200 は、たとえば、基準特徴 30' および 30'' の間で第 1 の距離 332 および第 2 の距離 352 を比較するステップ 360 をさらに含むことができる。そのような比較は、構成部品内で局部変形（たとえば、歪など）が発生しているか否かを判定するため、変形解析に利用することができる。いくつかの実施形態において、たとえば、第 1 の距離 332 と第 2 の距離 352 との間の差を求めることができる。この差は、変形が発生しているか否かを判定するために利用することができる。

20

【0050】

特に、いくつかの実施形態において、方法 200 は、第 1 の重み付け係数 372 を各第 1 の基準特徴 30' に割り当て、第 2 の重み付け係数 374 を各第 2 の基準特徴 30'' に割り当てるステップ 370 をさらに含むことができる。各重み付け係数 372、374 は、対応する基準特徴 30'、30'' の面積に基づいてもよい。たとえば、特定の面積を有する（または、特定の面積範囲内にある）基準特徴 30' は、1 の重み付け係数を割り当てられ得る。相対的により大きい面積を有する（または、特定のより大きい面積範囲内にある）基準特徴 30' は、1 よりも大きい重み付け係数を割り当てられ得る。相対的により小さい面積を有する（または、特定のより小さい面積範囲内にある）基準特徴 30' は、1 よりも小さい重み付け係数を割り当てられ得る。重み付け係数 372、374 は、たとえば、比較ステップ 360 の間、特に、複数の第 1 の距離 332 および第 2 の距離 352 が複数セットの基準特徴 30'、30'' について比較されるときに利用することができる。重み付け係数 372、374 は、たとえば、特定の距離（または距離の差）が変形解析に対して及ぼす影響を増大または低減するために利用することができる。

30

【0051】

そのような方法は、複数の基準特徴 30 を利用するとき、特に、歪センサ 40 ごとに異なる連続特徴 45 を含む歪センサ 40 が利用されるときに、変形モニタリングを容易にする。たとえば、本開示による方法 200 を利用すると、連続特徴 45 および / または他の適切な特徴を変形解析に利用できるようにすることによって、位置決め特徴 43 に対する依存が低減するか、またはなくなる。したがって、結果と得られる変形モニタリングは、さらなる比較および変形解析を容易にするために特定の基準特徴 30 間の測定値に依拠することを必要としないことによって、より信頼性が高くなる。

40

【0052】

本明細書は発明を開示し、さらに当業者が発明を実践することを可能にするために、任意のデバイスまたはシステムを作成および使用すること、ならびに任意の組み込まれた方法を実施することを含む、最良の形態を含む実施例を使用している。本発明の特許可能な範囲は特許請求の範囲によって規定され、当業者が着想する他の実施例を含んでもよい。そのような他の実施例は、それらが特許請求の範囲の文言と異なる構造要素を含む場合に、またはそれらが特許請求の範囲の文言と実質的な差がない等価な構造要素を含む場合に、特許請求の範囲内に入ることが意図される。

【0053】

50

最後に、代表的な実施態様を以下に示す。

[実施態様 1]

構成部品 (10) をモニタリングするための方法 (200) であって、構成部品 (10) は外面 (11) を有し、方法 (200) は、

構成部品 (10) 上に構成されている基準特徴 (30、30'、30'') の重心 (222、322'、322'') (222) を位置特定するステップと、

第 1 の時点において重心 (222、322'、322'') (222) に対する基準特徴 (30、30'、30'') の特性の第 1 の値 (232) を測定するステップと、

第 1 の時点の後の第 2 の時点において重心 (222、322'、322'') (222) に対する特性の第 2 の値 (252) を測定するステップと、

第 1 の値 (232) と第 2 の値 (252) とを比較するステップとを含む、方法 (200)。

10

[実施態様 2]

特性は、面積、高さ、幅、周長、一次慣性モーメント、または二次慣性モーメントのうちの一つである、実施態様 1 記載の方法 (200)。

[実施態様 3]

基準特徴 (30、30'、30'') は複数の基準特徴 (30、30'、30'') であり、方法 (200) は、複数の基準特徴 (30、30'、30'') の各々の特性の第 1 の値 (232) を平均して、平均された第 1 の値 (232) を得、複数の基準特徴 (30、30'、30'') の各々の特性の第 2 の値 (252) を平均して、平均された第 2 の値 (252) を得るステップ (210、220、230、240、250、260) をさらに含み、比較するステップ (210、220、230、240、250、260) は、平均された第 1 の値 (232) と平均された第 2 の値 (252) とを比較することを含む、実施態様 1 記載の方法 (200)。

20

[実施態様 4]

第 1 の値 (232) を測定するステップ (210、220、230、240、250、260) は、重心 (222、322'、322'') に対する 2 次元座標系 (100) において実施され、第 2 の値 (252) を測定するステップ (210、220、230、240、250、260) は、重心 (222、322'、322'') に対する 2 次元座標系 (100) において実施される、実施態様 1 記載の方法 (200)。

30

[実施態様 5]

第 1 の時点において基準特徴 (30、30'、30'') の画像を受信するステップと、第 2 の時点において基準特徴 (30) の画像を受信するステップとをさらに含む、実施態様 1 記載の方法 (200)。

[実施態様 6]

第 1 の時点は、構成部品 (10) の動作使用の前に発生し、第 2 の時点は構成部品 (10) の動作使用の後に発生する、実施態様 1 記載の方法 (200)。

[実施態様 7]

基準特徴 (30、30'、30'') は、構成部品 (10) 上に構成されている歪センサ (40) の要素である、実施態様 1 記載の方法 (200)。

40

[実施態様 8]

基準特徴 (30、30'、30'') は、構成部品 (10) の外面 (11) 上に構成されている、実施態様 1 記載の方法 (200)。

[実施態様 9]

構成部品 (10) はタービン構成部品 (10) である、実施態様 1 記載の方法 (200)。

[実施態様 10]

構成部品 (10) をモニタリングするための方法 (200) であって、構成部品 (10) は外面 (11) を有し、方法 (200) は、

構成部品 (10) 上に構成されている第 1 の基準特徴 (30、30'、30'') およ

50

び第2の基準特徴(30、30'、30'')の重心(222、322'、322'') (222)を位置特定するステップと、

第1の時点において第1の基準特徴(30、30'、30'')の重心(222、322'、322'') (222)と第2の基準特徴(30、30'、30'')の重心(222、322'、322'') (222)との間の第1の距離(332)を測定するステップと、

第2の時点において第1の基準特徴(30、30'、30'')の重心(222、322'、322'') (222)と第2の基準特徴(30、30'、30'')の重心(222、322'、322'') (222)との間の第2の距離(352)を測定するステップと、

第1の距離(332)と第2の距離(352)とを比較するステップとを含む、方法(200)。

[実施態様11]

第1の重み付け係数(372)を第1の基準特徴(30、30'、30'')に割り当て、第2の重み付け係数(374)を第2の基準特徴(30、30'、30'')に割り当てるステップ(210、220、230、240、250、260)をさらに含み、第1の重み付け係数(372)は第1の基準特徴(30、30'、30'')の面積に基づき、第2の重み付け係数(374)は第2の基準特徴(30、30'、30'')の面積に基づく、実施態様10記載の方法(200)。

[実施態様12]

第2の基準特徴(30、30'、30'')は複数の第2の基準特徴(30、30'、30'')である、実施態様10記載の方法(200)。

[実施態様13]

第1の基準特徴(30、30'、30'')は複数の第1の基準特徴(30、30'、30'')である、実施態様10記載の方法(200)。

[実施態様14]

第1の距離を測定するステップは、2次元座標系において実施され、第2の距離を測定するステップは、2次元座標系において実施される、実施態様10記載の方法(200)。

[実施態様15]

第1の時点において第1の基準特徴(30、30'、30'')および第2の基準特徴(30、30'、30'')の画像を受信するステップと、第2の時点において第1の基準特徴(30、30'、30'')および第2の基準特徴(30、30'、30'')の画像を受信するステップとをさらに含む、実施態様10記載の方法(200)。

[実施態様16]

第1の時点は、構成部品(10)の動作使用の前に発生し、第2の時点は構成部品(10)の動作使用の後に発生する、実施態様10記載の方法(200)。

[実施態様17]

第1の基準特徴(30、30'、30'')および第2の基準特徴(30、30'、30'')は、構成部品(10)上に構成されている歪センサ(40)の要素である、実施態様10記載の方法(200)。

[実施態様18]

第1の基準特徴(30、30'、30'')は、歪センサ(46)の連続領域(46)内に配置されている、実施態様17記載の方法(200)。

[実施態様19]

第1の基準特徴(30、30'、30'')および第2の基準特徴(30、30'、30'')は、構成部品(10)の外表面(11)上に構成されている、実施態様10記載の方法(200)。

[実施態様20]

構成部品(10)はタービン構成部品(10)である、実施態様10記載の方法(200)。

10

20

30

40

50

【符号の説明】

【0054】

10	タービン構成部品	
11	外面	
30、30'、30''	基準特徴	
32	ネガティブスペース	
35	ノード	
40	歪センサ	
41	解析特徴	
42	解析領域	10
43	位置決め特徴	
44	位置決め領域	
45	連続特徴	
46	連続領域	
48	距離	
50	x軸	
52	y軸	
54	z軸	
100	システム	
102	撮像デバイス	20
104	プロセッサ	
110	レンズアセンブリ	
112	画像キャプチャデバイス	
130	ロボットアーム	
200	方法	
210	方法ステップ	
220	方法ステップ	
222	重心	
230	方法ステップ	
232	第1の値	30
240	方法ステップ	
250	方法ステップ	
252	第2の値	
260	方法ステップ	
310	方法ステップ	
320	方法ステップ	
322'、322''	重心	
330	方法ステップ	
332	第1の距離	
340	方法ステップ	40
350	方法ステップ	
352	第2の距離	
360	方法ステップ	
370	方法ステップ	
372	第1の重み付け係数	
374	第2の重み付け係数	

【 図 1 】

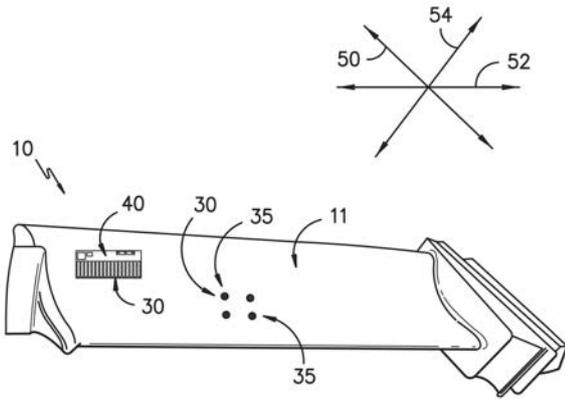


FIG. -1-

【 図 2 】

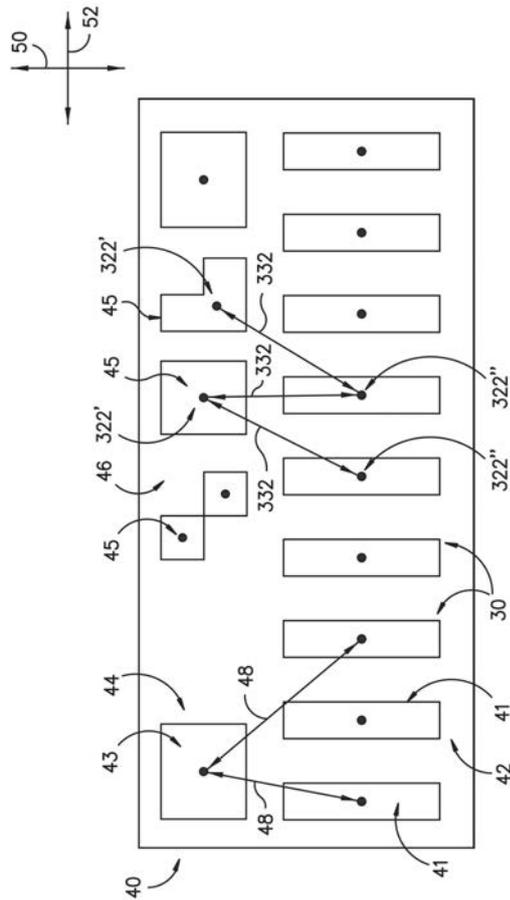


FIG. -2-

【 図 3 】

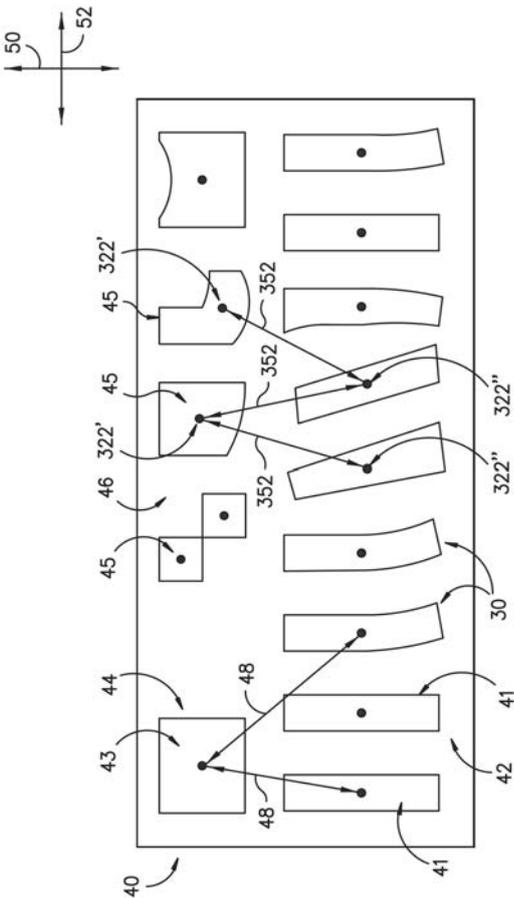


FIG. -3-

【 図 4 】

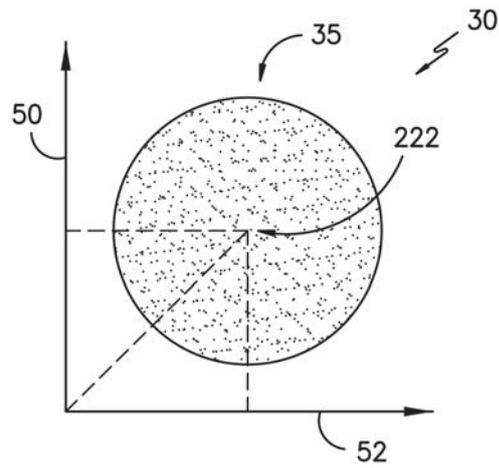


FIG. -4-

【 図 5 】

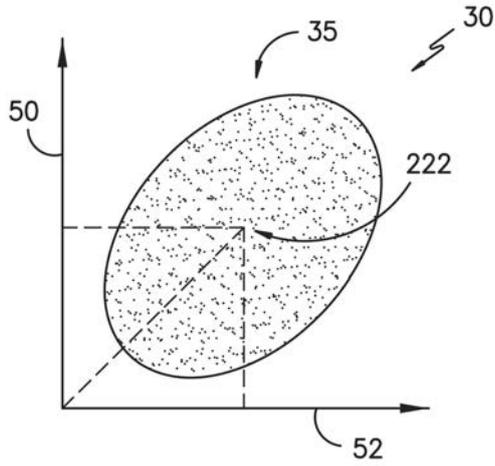


FIG. -5-

【 図 6 】

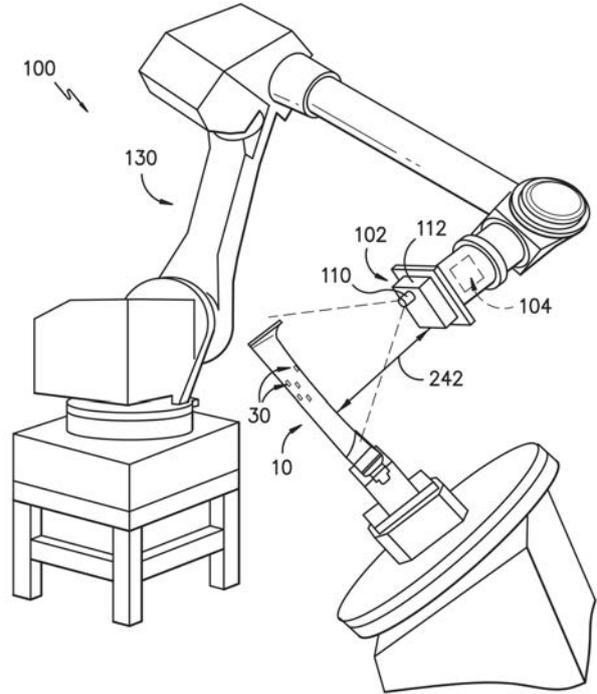


FIG. -6-

【 図 7 】

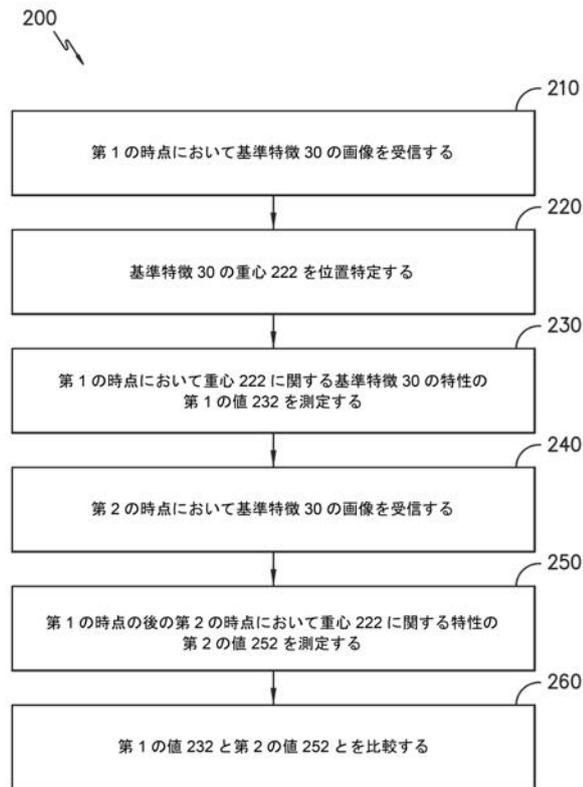


FIG. -7-

【 図 8 】



FIG. -8-

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
G 0 1 B 11/16 (2006.01)		G 0 1 M 15/14		
		G 0 1 B 11/16	H	

(72)発明者 ジェイソン・リー・バーンサイド
 アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615-4614、グリーンヴィル、ガーリングトン
 ・ロード、300番、ジーティティシー256ディ

(72)発明者 グレゴリー・リー・ホービス
 アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615-4614、グリーンヴィル、ガーリングトン
 ・ロード、300番、ジーティティシー256ディ

(72)発明者 ウィリアム・エフ・ランソン
 アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615-4614、グリーンヴィル、ガーリングトン
 ・ロード、300番

(72)発明者 ロバート・ウィリアム・ダビドフ
 アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615-4614、グリーンヴィル、ガーリングトン
 ・ロード、300番、アパートメント、ジー91

Fターム(参考) 2F065 AA03 AA17 AA20 AA21 AA24 AA28 AA58 AA65 BB28 CC08
 DD16 FF01 FF04 FF61 JJ03 JJ09 JJ26 LL50 PP25 QQ24
 QQ25 QQ28 QQ31 QQ42 RR09 UU09
 2F069 AA14 AA31 AA33 AA42 AA49 AA68 AA96 BB40 DD06 GG04
 GG07 GG72 GG74 NN26
 2G024 AD05 AD23 BA12 BA21 BA22 BA27 CA01 CA02 CA04 CA26
 CA30 FA02
 2G087 AA04 BB35 CC02 CC40 FF01

【外国語明細書】

2017096935000001.pdf