

(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2015-92157
(P2015-92157A)

(43) 公開日 平成27年5月14日(2015.5.14)

| (51) Int.Cl. | F 1 | テーマコード (参考) |
|------------------------|--------------|-------------|
| GO 1 M 99/00 (2011.01) | GO 1 M 99/00 | A 2 GO 2 4 |
| FO 1 D 25/00 (2006.01) | FO 1 D 25/00 | V |
| FO 2 C 7/00 (2006.01) | FO 1 D 25/00 | X |
| | FO 2 C 7/00 | A |
| | FO 2 C 7/00 | D |

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L 外国語出願 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2014-217905 (P2014-217905)
 (22) 出願日 平成26年10月27日 (2014.10.27)
 (31) 優先権主張番号 14/067,136
 (32) 優先日 平成25年10月30日 (2013.10.30)
 (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、スケネクタディ、リバーロード、1
 番
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 聰志
 (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】ガスタービンコンポーネントの監視

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】ガスタービンコンポーネントを監視する方法を提供する。

【解決手段】ガスターボ機械コンポーネントを分析して、分析中にガスターボ機械コンポーネントの構造的一体性を維持しながら、ガスターボ機械コンポーネントのボイドまたは孔の少なくとも一方を検出すること、およびボイドの検出もしくは孔が閾値を超えたことを検出した場合、ガスターボ機械コンポーネントを熱間等方圧加圧(HIP)処理する命令をだす。

【選択図】図1

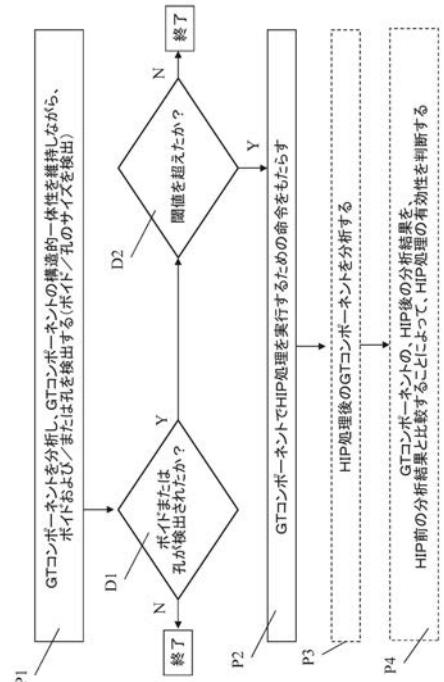


FIG. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ガスター ボ 機械コンポーネントを分析して、前記分析中に前記ガスター ボ 機械コンポーネントの構造的一体性を維持しながら、前記ガスター ボ 機械コンポーネントのボイドまたは孔の少なくとも一方を検出するステップと、

前記ボイドの検出もしくは前記孔が閾値を超えたことの検出の少なくとも一方に応じて前記ガスター ボ 機械コンポーネントで熱間等方圧加圧 (H I P) 処理を実行するための命令をもたらすステップと
を備える、方法。

【請求項 2】

前記H I P処理の後、前記ガスター ボ 機械コンポーネントを分析するステップをさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

ボイドまたは孔の少なくとも一方を検出するための前記ガスター ボ 機械コンポーネントの前記分析の結果を、前記H I P処理後の前記ガスター ボ 機械コンポーネントの前記分析の結果と比較することによって、前記H I P処理の有効性を判断するステップをさらに備える、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記ガスター ボ 機械コンポーネントが、ガスター ボ 機械で使用するクリープ制限コンポーネントを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記クリープ制限コンポーネントは、ノズルまたはバケットの少なくとも一方を含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記分析するステップは、前記ガスター ボ 機械コンポーネントのコンピュータ断層撮影 (CT) スキャンを実行するステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記分析するステップは、前記ガスター ボ 機械コンポーネントの微小焦点分析を実行するステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記分析するステップは、前記ガスター ボ 機械コンポーネントを格納するためのガスター ボ 機械と同じ物理的位置で実行される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記分析するステップは、前記ガスター ボ 機械内の元の場所で実行される、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記ボイドは、前記ガスター ボ 機械コンポーネントの以前に定めた寸法値に対する前記ガスター ボ 機械コンポーネントの寸法変化を含み、前記分析するステップは、前記ボイドのサイズを判断することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

ガスター ボ 機械コンポーネントを監視する方法であって、前記方法は、

前記ガスター ボ 機械コンポーネントを分析して、前記分析中に前記ガスター ボ 機械コンポーネントの構造的一体性を維持しながら前記ガスター ボ 機械コンポーネントのボイドまたは孔の少なくとも一方を検出するステップと、

前記ガスター ボ 機械コンポーネントの前記分析の結果を、前記ガスター ボ 機械コンポーネントに対する修理基準閾値と比較するステップと、

前記ガスター ボ 機械コンポーネントの前記分析の結果が前記修理基準閾値を超えたという判断に応じて前記ガスター ボ 機械コンポーネントで熱間等方圧加圧 (H I P) 処理を実行するための命令をもたらすステップと
を備える、方法。

10

20

30

40

50

【請求項 1 2】

前記分析して前記ボイドまたは前記孔の前記少なくとも一方を検出するステップは、前記ボイドまたは前記孔の前記少なくとも一方のサイズを検出するステップを含む、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記修理基準閾値は、前記少なくとも 1 つのボイドまたは孔の前記サイズに基づく、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記修理基準閾値は、前記ガスターボ機械コンポーネントにおける、少なくとも 1 つのクリープボイドまたは少なくとも 1 つの内部クラックの存在に基づく、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記ガスターボ機械コンポーネントが、ガスターボ機械で使用するクリープ制限コンポーネントを含む、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記クリープ制限コンポーネントは、ノズルまたはバケットの少なくとも一方を含む、請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記分析するステップは、前記ガスターボ機械コンポーネントのコンピュータ断層撮影 (CT) スキャンを実行するステップを含む、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記分析するステップは、前記ガスターボ機械コンポーネントの微小焦点分析を実行するステップを含む、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 9】

前記 HIP 处理の後に前記ガスターボ機械コンポーネントを分析するステップと、ボイドまたは孔の少なくとも一方を検出するための前記ガスターボ機械コンポーネントの前記分析の結果を、前記 HIP 处理後の前記ガスターボ機械コンポーネントの前記分析の結果と比較することによって、前記 HIP 处理の有効性を判断するステップとをさらに備える、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 2 0】

ガスターボ機械コンポーネントを監視する方法であって、前記方法は、

ガスターボ機械コンポーネントを分析して、前記分析中に前記ガスターボ機械コンポーネントの構造的一体性を維持しながら前記ガスターボ機械コンポーネントのボイドまたは孔の少なくとも一方を検出するステップと、

前記ボイドの検出もしくは前記孔が閾値を超えたことの検出の少なくとも一方に応じて前記ガスターボ機械コンポーネントで熱間等方圧加圧 (HIP) 处理を行うための命令をもたらすステップと、

前記ボイドならびに前記孔が前記閾値を超えないことの検出に応じて前記 HIP 处理を必要としないものとして前記ガスターボ機械コンポーネントを分類するステップと、

前記ガスターボ機械コンポーネントでの前記 HIP 处理の実行に応じて前記 HIP 处理後の前記ガスターボ機械コンポーネントを分析するステップと、

ボイドもしくは孔の少なくとも一方を検出するための前記ガスターボ機械コンポーネントの前記分析の結果を、前記 HIP 处理後の前記ガスターボ機械コンポーネントの前記分析の結果と比較することによって前記 HIP 处理の有効性を判断するステップとを備える、方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0 0 0 1】**

本明細書で開示する発明の主題は、ターボ機械システムに関する。より詳しくは、本明細書で開示する発明の主題は、ガスターボ機械システムの監視に関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

ターボ機械、例えば、ガスタービンおよび／または蒸気タービンは、それらのターボ機械の材料を劣化させ、場合によっては、破損させる可能性がある、高温および高圧で動作する。いくつかのターボ機械、例えば、ガスタービンでは、コンポーネントは、熱間等方圧加圧（H I P）処理を用いて保守される（例えば、処理される、および／または修理される）。H I Pは、金属の孔を減らす（およびセラミック材の密度を高める）ために使われることがある製造処理である。H I Pにより、材料の機械的特性および加工性を向上することができる。H I Pは、例えば、不活性ガスを使用して、高圧格納容器内の温度上昇および静水圧ガス圧力にコンポーネントをさらすことを必要とする。

10

【0003】

ターボ機械によっては、H I Pを用いて、ノズルおよびバケットなどのコンポーネントを保守する（例えば、処理する、および／または修理する）。コンポーネントでのH I P処理の有効性を判断することは有益であろう。従来、コンポーネントでのH I P処理の有効性を判断するために、破壊試験をすることで、H I P処理の前後でのコンポーネントのクリープポイドまたは孔を判断する。この破壊試験は、コストと時間がかかる可能性がある。さらに、場合によっては、破壊試験では、コンポーネントを外部ベンダに送ることが必要となる可能性があり、遅延、および技術の外部流出に関する懸念の原因となる可能性がある。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2005-030846号公報

【発明の概要】

【0005】

本発明のさまざまな実施形態は、ガスタービンコンポーネントを監視するための方法を含む。場合によっては、本方法は、ガスターボ機械コンポーネントを分析して、分析中にガスターボ機械コンポーネントの構造的一体性を維持しながら、ガスターボ機械コンポーネントのポイドまたは孔の少なくとも一方を検出すること、およびポイドの検出もしくは孔が閾値を超えたことの検出の少なくとも一方に応じてガスターボ機械コンポーネントで熱間等方圧加圧（H I P）処理を実行するための命令をもたらすことを含む。

30

【0006】

本発明の第1の態様は、ある方法を備える。本方法は、ガスターボ機械コンポーネントを分析して、分析中にガスターボ機械コンポーネントの構造的一体性を維持しながら、ガスターボ機械コンポーネントのポイドまたは孔の少なくとも一方を検出すること、およびポイドの検出もしくは孔が閾値を超えたことの検出の少なくとも一方に応じてガスターボ機械コンポーネントで熱間等方圧加圧（H I P）処理を実行するための命令をもたらすことを含むことができる。

【0007】

本発明の第2の態様は、ガスターボ機械コンポーネントを監視するための方法を備える。本方法は、ガスターボ機械コンポーネントを分析して、分析中にガスターボ機械コンポーネントの構造的一体性を維持しながらガスターボ機械コンポーネントのポイドまたは孔の少なくとも一方を検出すること、ガスターボ機械コンポーネントの分析の結果を、ガスターボ機械コンポーネントに対する修理基準閾値と比較すること、およびガスターボ機械コンポーネントの分析の結果が修理基準閾値を超えたという判断に応じてガスターボ機械コンポーネントで熱間等方圧加圧（H I P）処理を実行するための命令をもたらすことを備える。

40

【0008】

本発明の第3の態様は、ガスターボ機械コンポーネントを監視するための方法を備える。本方法は、ガスターボ機械コンポーネントを分析して、分析中にガスターボ機械コンポ

50

ーネントの構造的一体性を維持しながらガスターボ機械コンポーネントのボイドまたは孔の少なくとも一方を検出すること、ボイドの検出もしくは孔が閾値を超えたことの検出の少なくとも一方に応じてガスターボ機械コンポーネントで熱間等方圧加圧（H I P）処理を行うための命令をもたらすこと、ボイドならびに孔が閾値を超えないことの検出に応じてH I P処理を必要としないものとしてガスターボ機械コンポーネントを分類すること、ガスターボ機械コンポーネントでのH I P処理の実行に応じてH I P処理後のガスターボ機械コンポーネントを分析すること、およびボイドもしくは孔の少なくとも一方を検出するためのガスターボ機械コンポーネントの分析の結果を、H I P処理後のガスターボ機械コンポーネントの分析の結果と比較することによってH I P処理の有効性を判断することを含むことができる。

10

【0009】

本発明のこれらおよび他の特徴は、本発明のさまざまな実施形態を示す添付図面とあわせて本発明のさまざまな態様についての以下の詳細な説明からより容易に理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明のさまざまな実施形態により実行される方法を示すフローダイアグラムである。

20

【図2】本発明の特定の実施形態により実行される方法を示すフローダイアグラムである。

【図3】本発明のさまざまな実施形態によるシステムを備える環境を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本発明の図面は、必ずしも縮尺に従っていないことに留意されたい。本図面は、本発明の典型的な態様のみを示すことを意図しており、したがって、本発明の範囲を限定するものと考えられるべきではない。本図面では、同一の参照符号は、図面間で同一の要素を意味する。

【0012】

上記のように、本明細書で開示する発明の主題は、ターボ機械システムに関する。より詳しくは、本明細書で開示する発明の主題は、ガスターボ機械コンポーネントを監視する方法、例えば、ガスターボ機械コンポーネントを修復するための方法に関する。

30

【0013】

本明細書に記載するように、ターボ機械によっては、熱間等方圧加圧（H I P）を用いて、ノズルおよびバケットなどのコンポーネントを保守する（例えば、処理する、および／または修理する）。コンポーネントでのH I P処理の有効性を判断することは有益であろう。従来、コンポーネントでのH I P処理の有効性を判断するために、破壊試験をすることで、H I P処理の前後でのコンポーネントのクリープボイドまたは孔を判断する。この破壊試験は、コストと時間がかかる可能性がある。さらに、場合によっては、破壊試験では、コンポーネントを外部ベンダに送ることが必要となる可能性があり、遅延、および独自技術の外部流出に関する懸念の原因となる可能性がある。

40

【0014】

従来の手法とは対照的に、本発明のさまざまな実施形態は、1つまたは複数のターボ機械コンポーネント（例えば、ガスターボ機械コンポーネント）でのH I P処理を分析するための手法を含む。さまざまな実施形態において、本システムは、コンピュータ断層撮影法（C T）および／または微小焦点分析などの検出手法を用いて、a）コンポーネントでH I Pを実行するかどうか、および／またはb）H I Pを実行した場合、コンポーネントを保守／修理する場合に、H I Pが、どれだけ効果的であるか、を判断する。本発明の特定の実施形態において、検出手法は、コンポーネントが1つまたは複数のクリープボイドを含むかどうか、およびクリープボイドがH I P修理の効果を得るのに十分な大きさであるかどうかについて検出することができる。

50

【 0 0 1 5 】

本発明のさまざまな実施形態において、検出手法は、オンラインで、すなわち、ターボ機械と同じ物理的位置で実行される。いくつかの実施形態において、検出は、元の場所で、すなわち、コンポーネントがターボ機械の内部にある間に、実行される。

【 0 0 1 6 】

さまざまな特定の実施形態は、ガスター・ボ・機械コンポーネントを分析して、分析中にガスター・ボ・機械コンポーネントの構造的一体性を維持しながら、ガスター・ボ・機械コンポーネントのボイドまたは孔の少なくとも一方を検出すること、およびボイドの検出もしくは孔が閾値を超えたことの検出の少なくとも一方に応じてガスター・ボ・機械コンポーネントで熱間等方圧加圧 (H I P) 処理を実行するための命令をもたらすことを含む方法を備える。

10

【 0 0 1 7 】

さまざまな追加の特定の実施形態には、ガスター・ボ・機械コンポーネントを監視するための方法が含まれる。本方法は、ガスター・ボ・機械コンポーネントを分析して、分析中にガスター・ボ・機械コンポーネントの構造的一体性を維持しながらガスター・ボ・機械コンポーネントのボイドまたは孔の少なくとも一方を検出すること、ガスター・ボ・機械コンポーネントの分析の結果を、ガスター・ボ・機械コンポーネントに対する修理基準閾値と比較すること、およびガスター・ボ・機械コンポーネントの分析の結果が修理基準閾値を超えたという判断に応じてガスター・ボ・機械コンポーネントで熱間等方圧加圧 (H I P) 処理を実行するための命令をもたらすことを備えることができる。

20

【 0 0 1 8 】

他の特定の実施形態には、ガスター・ボ・機械コンポーネントを分析するための方法が含まれる。本方法は、ガスター・ボ・機械コンポーネントを分析して、分析中にガスター・ボ・機械コンポーネントの構造的一体性を維持しながらガスター・ボ・機械コンポーネントのボイドまたは孔の少なくとも一方 (場合によっては、ボイドまたは孔の総量) を検出すること、ボイドの検出もしくは孔が閾値を超えたことの検出の少なくとも一方に応じてガスター・ボ・機械コンポーネントで熱間等方圧加圧 (H I P) 処理を行うための命令をもたらすこと、ボイドならびに孔が閾値を超えないことの検出に応じて H I P 処理を必要としないものとしてガスター・ボ・機械コンポーネントを分類すること、ガスター・ボ・機械コンポーネントでの H I P 処理の実行に応じて H I P 処理後のガスター・ボ・機械コンポーネントを分析すること、およびボイドもしくは孔の少なくとも一方を検出するためのガスター・ボ・機械コンポーネントの分析の結果を、H I P 処理後のガスター・ボ・機械コンポーネントの分析の結果と比較することによって H I P 処理の有効性を判断することを含むことができる。

30

【 0 0 1 9 】

本発明のさまざまな追加の実施形態には、一連の修理処理 (例えば、H I P 処理) 後のガスター・ボ・機械コンポーネントを繰り返し監視することによって、ガスター・ボ・機械コンポーネントの劣化を監視し、1つまたは複数のボイド / 孔での長期修理の有効性を判断する方法が含まれる。

40

【 0 0 2 0 】

以下の説明では、その一部を形成する添付図面を参照し、本技術を実践することが可能な特定の例示的実施形態の図示により示される。これらの実施形態は、当事者が本技術を実践することを可能にするのに十分詳細に説明され、他の実施形態を利用してもよいこと、および本教示の範囲から逸脱せず、変更を行ってもよいことが理解されよう。したがって、以下の記述は、単なる例示である。

【 0 0 2 1 】

図 1 は、本発明のさまざまな実施形態による、ターボ機械コンポーネント (例えば、ガスター・ボ・機械コンポーネント) を分析する処理を示すフローダイアグラムを示す。これらの処理の1つまたは複数は、例えば、本明細書で説明するような、少なくとも1つのコンピューティングデバイスにより実行することができる。他の場合では、これらの処理の1つまたは複数は、コンピュータ実施方法により実行することができる。さらに他の実施形態では、これらの処理の1つまたは複数は、少なくとも1つのコンピューティングデバイ

50

スでコンピュータプログラムコードを実行することによって行うことができ、少なくとも1つのコンピューティングデバイスに処理、例えば分析を実行させる。通常、本処理は、以下のサブ処理を含むことができる。

【0022】

処理P1：ガスターボ機械(GT)コンポーネントを分析して、処理中にGTコンポーネントの構造的一体性を維持しながら、GTコンポーネントのボイドまたは孔の少なくとも一方を検出する。すなわち、本明細書で使用する場合、分析するとは、GTコンポーネントを非破壊分析して、そのコンポーネントの1つまたは複数の物理的特性を判断することを意味する。分析中に、GTコンポーネントは、元の状態を維持する、すなわち、実質的に物理的に乱されない。さまざまな実施形態において、GTコンポーネントは、GTで使用するためのクリープ制限コンポーネント、例えば、GTノズルまたはバケットの少なくとも一方を含む。GTコンポーネントはまた、ロータ振動板および/またはケーシング部分の連結または一部を含むことができる。いくつかの実施形態において、分析することは、GTコンポーネントにコンピュータ断層撮影(CT)スキャンを実行することを含む。他の実施形態において、分析することは、GTコンポーネントの微小焦点分析を実行することを含む。場合によっては、ボイドは、ガスターボ機械コンポーネントの以前に定めた寸法値に対するGTコンポーネントの寸法変化を含み、分析することは、ボイドのサイズを判断することを含む。

10

【0023】

判断D1：ボイドまたは孔が検出されたか？Noである場合、終了。Yesである場合、判断D2に続く。

20

【0024】

判断D2：ボイドが修理基準閾値ボイドレベル(例えば、サイズ)を超えるか？および/または孔が修理基準閾値レベルを超えるか？本明細書で説明するように、さまざまな実施形態によれば、本処理はさらに、ボイドおよび/または孔の総量を判断することを含むことができる。本明細書で説明するように、検出システム150(例えば、CTシステム、レーザ式検出を用いる視認システム、赤外線など)を使用して、ボイドまたは孔のサイズを判断することができ、場合によっては、ボイドまたは孔の存在を検出することができる(処理P1)。さまざまな実施形態によれば、ボイドまたは孔が検出された場合、その検出されたサイズは、サンプルデータに基づいて、閾値ボイド/孔サイズと比較される。

30

判断D2でNoの場合、終了。Yesである場合、処理P2に続く。

【0025】

処理P2：命令をもたらして、(ボイドおよび/または孔が、それぞれの閾値レベルを超えたという判断に応じて)GTコンポーネントで熱間等方圧加圧(HIP)処理を実行する。さまざまな実施形態において、HIP処理は、オフサイト、例えば、GTコンポーネントを格納するためのガスターボ機械(GT)の位置から物理的に離れた位置で、実行される。場合によっては、分析することは、ボイドまたは孔の少なくとも一方のサイズを検出することを含む。分析することは、オンサイトで、例えば、GTコンポーネントを格納するためのGTと同じ物理的位置で、実行することができる。いくつかの特定の実施形態では、分析することは、GTコンポーネント内の元の場所で実行される。

40

【0026】

処理P3(オプションの後処理)：HIP処理後のガスターボ機械コンポーネントを分析する。これには、検出システム150(例えば、CTデータ)を使用して、ボイドおよび/または孔がまだ存在するかどうかを判断し、存在する場合は、そのサイズ/量を判断することを含むことができる。

【0027】

処理P4(オプションの後処理)：ボイドまたは孔の少なくとも一方を検出するためのガスターボ機械コンポーネントの分析の結果を、HIP処理後のガスターボ機械コンポーネントの分析の結果と比較することによって、HIP処理の有効性を判断する。場合によっては、このことは、検出システム150で得られたボイド/孔のサイズについてのCT

50

データを、ガスターボ機械コンポーネントの仕様に基づいて、既知の最大許容可能ボイドサイズと比較することを含むことができる。H I P処理後のコンポーネントが、既知の最大許容可能ボイドサイズを超えるボイド／孔サイズを有すると、ボイド／孔のサイズについてのC Tデータが示す場合、本処理は、H I P処理が有効ではなかったことを示すことを含むことができる。

【0028】

さまざまな実施形態において、ガスターボ機械コンポーネントのボイド状態は、例えば、第1のH I P処理後に記録することができ、その記録されたボイド状態を使用して、コンポーネントでの後続のH I P処理の有効性を判断することができる。このボイド状態データをさらに使用して、ある時間にわたって、および／または修理間隔（例えば、H I P処理間隔）にわたって、ガスターボ機械コンポーネントの劣化を追跡することができる。10

【0029】

さまざまな実施形態において、処理P 1からP 4（判断D 1およびD 2を含む）は、（例えば、y周期ごとにx回というスケジュール、および／または連続的なスケジュールに従って）、周期的に反復して（繰り返して）、1つまたは複数のG T構成要素を監視することができる。場合によっては、処理P 1からP 4は、例えば、一組みのG Tコンポーネントに対して繰り返すことができる。

【0030】

さまざまな追加の実施形態に、G Tコンポーネントを監視する方法が含まれる。図2は、本発明のさまざまな実施形態による、ターボ機械コンポーネント（例えば、G Tコンポーネント）を分析する処理を示すフローダイアグラムを示す。これらの処理の1つまたは複数は、例えば、本明細書で説明するような、少なくとも1つのコンピューティングデバイスにより実行することができる。他の場合では、これらの処理の1つまたは複数は、コンピュータ実施方法により実行することができる。さらに他の実施形態では、これらの処理の1つまたは複数は、少なくとも1つのコンピューティングデバイスでコンピュータプログラムコードを実行することによって行うことができ、少なくとも1つのコンピューティングデバイスに処理、例えば分析を実行させる。通常、本処理は、以下のサブ処理を含むことができる。20

【0031】

処理P 1 1：G Tコンポーネントを分析して、（処理中に）G Tコンポーネントの構造的一体性を維持しながら、G Tコンポーネントのボイドまたは孔の少なくとも一方を検出する。30

【0032】

処理P 1 2 A：命令をもたらして、ボイドの検出もしくは孔が閾値を超えたことの検出の少なくとも一方に応じてガスターボ機械コンポーネントで熱間等方圧加圧（H I P）処理を行う。

【0033】

処理P 1 2 B：ボイドならびに孔が閾値を超えないことの検出に応じてH I P処理を必要としないものとしてガスターボ機械コンポーネントを分類する。

【0034】

P 1 3（処理P 1 2 Aから続く）：ガスターボ機械コンポーネントでのH I P処理の実行に応じてH I P処理後のガスターボ機械コンポーネントを分析する。40

【0035】

処理P 1 4（処理P 1 3から続く）：ボイドまたは孔の少なくとも一方を検出するためのガスターボ機械コンポーネントの分析の結果を、H I P処理後のガスターボ機械コンポーネントの分析の結果と比較することによって、H I P処理の有効性を判断する。

【0036】

本明細書で示し、説明するフローダイアグラムでは、示していないが、他の処理を実行してもよく、処理の順序は、さまざまな実施形態に従って、並べ替えることができるところが理解されよう。さらに、1つまたは複数の説明した処理の間に、中間処理を実行しても50

よい。本明細書で示し、説明する処理のフローは、さまざまな実施形態を限定するものと解釈されるべきではない。

【0037】

図3は、監視システム114を備える例示的環境101を示し、本発明のさまざまな実施形態に従って、本明細書で説明する機能を実行する。ここで、環境101は、本明細書で説明する1つまたは複数の処理を実行し、例えば、ターボ機械118から、GTコンポーネント117を監視することができるコンピュータシステム102を備える。特に、コンピュータシステム102は、監視システム114を備えるものとして示され、コンピュータシステム102が、本明細書で説明する処理のいずれか／すべてを実行すること、および本明細書で説明する実施形態のいずれか／すべてを実施することによって、GTコンポーネント117を監視するよう動作可能にする。

10

【0038】

コンピュータシステム102は、コンピューティングデバイス124を備えるものとして示され、処理コンポーネント104（例えば、1つまたは複数のプロセッサ、すなわち、処理ユニット（PU）111）、ストレージコンポーネント106（例えば、記憶階層）、入力／出力（I／O）コンポーネント108（例えば、1つまたは複数のI／Oインターフェースおよび／またはデバイス）、および通信経路110を備えることができる。通常、処理コンポーネント104は、監視システム114などの、ストレージコンポーネント106に少なくとも部分的に格納されるプログラムコードを実行する。プログラムコードを実行しながら、処理コンポーネント104は、データを処理することができ、その結果、ストレージコンポーネント106および／またはI／Oコンポーネント108から／に、送信データを読み込んで、および／または書き込んで、さらなる処理を行うことができる。経路110は、コンピュータシステム102内の各コンポーネント間での通信リンクをもたらす。I／Oコンポーネント108は、1つまたは複数のヒューマンI／Oデバイスを備えることができ、ユーザ（例えば、人間および／またはコンピュータ化されたユーザ）112が、コンピュータシステム102および／または1つまたは複数の通信デバイスと相互通信することを可能にし、システムユーザ112が、任意の種類の通信リンクを使用して、コンピュータシステム102と通信することを可能にする。ここで、監視システム114は、人間および／またはシステムユーザ112が、監視システム114と相互通信することを可能にする一組みのインターフェース（例えば、グラフィカル・ユーザ・インターフェースおよびアプリケーション・プログラム・インターフェースなど）を管理することができる。さらに、監視システム114は、コンピュータ断層撮影（CT）データ60（例えば、検出システム150によって取得される、GTコンポーネント117におけるボイドの有無についてのデータ、GTコンポーネント117におけるボイドのサイズ、GTコンポーネント117についてのクリープ管理データなど）、微小焦点データ80（検出システム150によって取得される、GTコンポーネント117におけるボイドの有無についてのデータ、GTコンポーネント117におけるボイドのサイズ、GTコンポーネント117についてのクリープ管理データなど）、および／または何らかの解決策を使用する閾値データ90（例えば、1つまたは複数の閾値についてのデータであり、例えば、修理基準閾値、ボイド閾値、クリープ閾値など）などのデータを管理（例えば、格納、検索、生成、操作、編成、提示など）することができる。さらに、監視システム114は、無線および／または有線手段を介して、ターボ機械118および／または検出システム150（例えば、CTシステムおよび／または微小焦点システム）と通信することができる。

20

30

40

【0039】

いずれにしても、コンピュータシステム102は、そこにインストールされた、監視システム114などの、プログラムコードを実行することが可能な、1つまたは複数の汎用コンピューティング製品（例えば、コンピューティングデバイス）を備えることができる。本明細書で使用する場合、「プログラムコード」という用語は、情報処理能力を有するコンピューティングデバイスに、直接、または以下（a）から（c）の任意の組み合わせ

50

後に、特定の機能を実行させる、任意の言語での命令、コードもしくは記号の任意の集合を意味することが理解されよう。(a)他の言語、コード、もしくは記号への変換、(b)異なるマテリアル形式での複製、および/または(c)復元。ここで、監視システム114は、システムソフトウェアおよび/またはアプリケーションソフトウェアの任意の組み合わせとして実現することができる。さらに、監視システム114は、クラウド型コンピューティング環境で実施することができ、1つまたは複数の処理が、別個のコンピューティングデバイス(例えば、複数のコンピューティングデバイス124)で実行され、それらの別個のコンピューティングデバイスの1つまたは複数が、図3のコンピューティングデバイス124に関して示し、説明したコンポーネントのいくつかのみを備えてよいことが理解されよう。

10

【0040】

さらに、監視システム114は、一組みのモジュール132を使用して実施することができる。この場合、モジュール132は、コンピュータシステム102が、監視システム114によって使用されるタスクのセットを実行することを可能にすることができる、監視システム114の他の部分から別々に構築される、および/または実施されることが可能である。本明細書で使用する場合、「コンポーネント」という用語は、任意の解決策を使用して、共に説明する機能を実現する、ソフトウェアを有するか、もしくは有さない、任意の構成のハードウェアを意味し、一方、「モジュール」という用語は、コンピュータシステム102が、任意の解決策を使用して、共に説明する機能を実施することを可能にするプログラムコードを意味する。処理コンポーネント104を備えるコンピュータシステム102のストレージコンポーネント106内に格納される場合、モジュールは、機能を実施するコンポーネントの相当な部分を占める。にもかかわらず、2つ以上のコンポーネント、モジュール、および/またはシステムが、各ハードウェアおよび/またはソフトウェアの一部/すべてを共有することができることが理解されよう。さらに、本明細書で説明する機能の一部は実施されない可能性があるか、または追加の機能がコンピュータシステム102の一部として含まれる可能性があることが理解されよう。

20

【0041】

コンピュータシステム102が、複数のコンピューティングデバイスを備える場合、各コンピューティングデバイスは、そこに格納された監視システム114(例えば、1つまたは複数のモジュール132)の一部のみを有してもよい。しかしながら、コンピュータシステム102および監視システム114は、本明細書で説明する処理を実行することができるさまざまな潜在的に同等なコンピュータシステムを表すだけであることが理解されよう。ここで、他の実施形態において、コンピュータシステム102および監視システム114によって提供される機能は、プログラムコードを有するか、または有さない汎用および/または特定用途ハードウェアの任意の組み合わせを備える1つまたは複数のコンピューティングデバイスによって少なくとも部分的に実施することができる。各実施形態において、ハードウェアおよびプログラムコードは、備わっている場合、それぞれ、標準エンジニアリングおよびプログラミング技術を使用して作り出すことができる。

30

【0042】

にもかかわらず、コンピュータシステム102が、複数のコンピューティングデバイス124を備える場合、コンピューティングデバイスは、任意の種類の通信リンクで通信可能である。さらに、本明細書で説明する処理を実行しながら、コンピュータシステム102は、任意の種類の通信リンクを使用して、1つまたは複数の他のコンピュータシステムと通信することができる。いずれの場合でも、通信リンクは、さまざまな種類の有線および/または無線リンクの任意の組み合わせを備えることができ、1つまたは複数の種類のネットワークの任意の組み合わせを備えることができ、および/またはさまざまな種類の伝送技術およびプロトコルの任意の組み合わせを使用することができる。

40

【0043】

コンピュータシステム102は、CTデータ60、微小焦点データ80、および/または任意の解決策を使用する閾値データ90などのデータを取得または提供することができる

50

る。コンピュータシステム 102 は、1 つまたは複数のデータストアから、CT データ 60、微小焦点データ 80、および / または閾値データ 90 を生成し、ターボ機械 118、検出システム 150 および / またはユーザ 112 などの他のシステムから、CT データ 60、微小焦点データ 80、および / または閾値データ 90 を受信し、CT データ 60、微小焦点データ 80、および / または閾値データ 90 を他のシステムに送信するなどを行うことができる。

【0044】

GT コンポーネント 117 を監視するための方法およびシステムとして本明細書で示し、説明したが、本明細書の態様は、さらに、さまざまな代替実施形態を提供することが理解されよう。例えば、一実施形態において、本発明は、少なくとも 1 つのコンピュータ読み込み可能メディアに格納されて、実行されると、コンピュータシステムが GT コンポーネント 117 を監視することを可能にするコンピュータプログラムを提供する。ここで、コンピュータ読み込み可能メディアは、本明細書で説明する処理および / または実施形態の一部またはすべてを実施する、監視システム 114 (図 3) などの、プログラムコードを備える。「コンピュータ読み込み可能メディア」という用語は、現在既知であるか、または後に開発される、プログラムコードのコピーがコンピューティングデバイスによって認識される、複製される、または通信される、任意の種類の有形表現媒体の 1 つまたは複数を備えることが理解されよう。例えば、コンピュータ読み込み可能メディアは、1 つまたは複数の携帯用ストレージ製品、コンピューティングデバイスの 1 つまたは複数のメモリ / ストレージコンポーネント、および紙などを備えることができる。

10

20

30

40

【0045】

他の実施形態において、本発明は、本明細書で説明する処理の一部またはすべてを実施する、監視システム 114 (図 3) などのプログラムコードのコピーをもたらす方法を提供する。この場合、コンピュータシステムは、本明細書で説明する処理の一部またはすべてを実施するプログラムコードのコピーを処理して、特性の 1 つまたは複数が、データ信号のセット内のプログラムコードのコピーを符号化するように設定および / または変更されたデータ信号のセットを、第 2 の、別の場所で受信するために、生成および送信することができる。同様に、本発明の一実施形態は、本明細書で説明するデータ信号のセットを受信するコンピュータシステムを含む、本明細書で説明する処理の一部またはすべてを実施するプログラムコードのコピーを取得し、少なくとも 1 つのコンピュータ読み込み可能メディアに格納されるコンピュータプログラムのコピーにデータ信号のセットを送信する方法を提供する。いずれの場合でも、データ信号のセットは、任意の種類の通信リンクを使用して、送信 / 受信することができる。

【0046】

さらに他の実施形態において、本発明は、潤滑油を監視する方法を提供する。この場合、コンピュータシステム 102 (図 3) などのコンピュータシステムを取得する (例えば、作成する、維持する、または利用するなど) ことができ、および本明細書で説明する処理を実行するための 1 つまたは複数のコンポーネントを取得して (例えば、作成する、購入する、使用する、または改造するなど)、コンピュータシステムに配置することができる。ここで、配置することには、(1) プログラムコードをコンピューティングデバイスにインストールすること、(2) 1 つまたは複数のコンピューティングデバイスおよび / または I / O デバイスをコンピュータシステムに追加すること、(3) コンピュータシステムを組み込むおよび / または変更して、本明細書で説明する処理を実行することを可能にすることなどの、1 つまたは複数を備えることができる。

【0047】

あらゆる場合において、例えば、監視システム 114 を含む、本発明のさまざまな実施形態の技術的効果には、ターボ機械 118 のコンポーネント (例えば、GT コンポーネント 117) を監視することが挙げられる。

【0048】

さまざまな実施形態において、互いに「結合される」と説明されるコンポーネントは、

50

1つまたは複数のインターフェースに沿って接合することができる。いくつかの実施形態において、これらのインターフェースは、別々のコンポーネント間に接合部を備えることができる、他の場合では、これらのインターフェースは、堅実におよび／または一体的に形成された相互接続部を備えることができる。すなわち、場合によっては、互いに「結合される」コンポーネントは、単一の連続的な部材を規定するよう同時に形成することができる。しかしながら、他の実施形態では、これらの結合されたコンポーネントは、別々の部材として形成することができ、既知の処理（例えば、締結、超音波溶接、接着）により同時に接合することができる。

【0049】

要素または層が、他の要素または層に「接する」「係合する」「接続する」または「結合する」と表現する場合、他の要素または層に直接接する、係合する、接続する、または結合する可能性があり、または介在要素または介在層が存在する可能性がある。対照的に、要素が他の要素また層に「直接接する」「直接係合する」「直接接続する」または「直接結合する」と表現する場合、介在要素または介在層が存在しない可能性がある。要素間の関係を説明するために使用するほかの言葉も同様に解釈すべきである（例えば、「の間に」と「の間に直接」、「隣接する」と「直接隣接する」など）。本明細書で使用する場合、「および／または」という言葉は、関連する記載された項目の1つまたは複数のいずれかの組み合わせ、およびすべての組み合わせを含む。

【0050】

本明細書で使用される用語は、特定の実施形態のみを説明するためのものであり、本開示を限定するものではない。本明細書で使用する場合、単数形 "a"、"a n"、および "t h e" は、特に明示しない限り、複数形も含むことが意図される。「備える」および／または「備えている」という表現は、本明細書で使用される場合、記載した特徴、整数、ステップ、動作、要素、および／またはコンポーネントが存在することを明示するが、1つまたは複数の他の特徴、整数、ステップ、動作、要素、コンポーネント、および／またはそれらの組が存在することまたは追加することを除外しないことがさらに理解されよう。

【0051】

本明細書は最良の形態を含む本発明を開示するため、および、あらゆるデバイスまたはシステムを製作し、ならびに使用し、およびあらゆる組込方法を実行することを含む任意の当業者が本発明を実施することを可能にするための例を用いる。本発明の特許可能な範囲は、特許請求の範囲によって定義され、当業者が想到するその他の実施例を含むことができる。このような他の実施例は、特許請求の範囲の文言との差がない構造要素を有する場合、または特許請求の範囲の文言との実質的な差がない等価の構造要素を含む場合、特許請求の範囲内にある。

【符号の説明】

【0052】

6 0 C T データ

8 0 微小焦点データ

9 0 閾値データ

1 0 1 環境

1 0 2 コンピュータシステム

1 0 4 処理コンポーネント

1 0 6 ストレージコンポーネント

1 0 8 入力／出力（I／O）コンポーネント

1 1 0 通信経路

1 1 1 処理ユニット（P U）

1 1 2 ユーザ

1 1 4 監視システム

1 1 7 G T コンポーネント

1 1 8 ターボ機械

10

20

30

40

50

1 2 4 コンピューティングデバイス
1 3 2 モジュール
1 5 0 検出システム

【図 1】

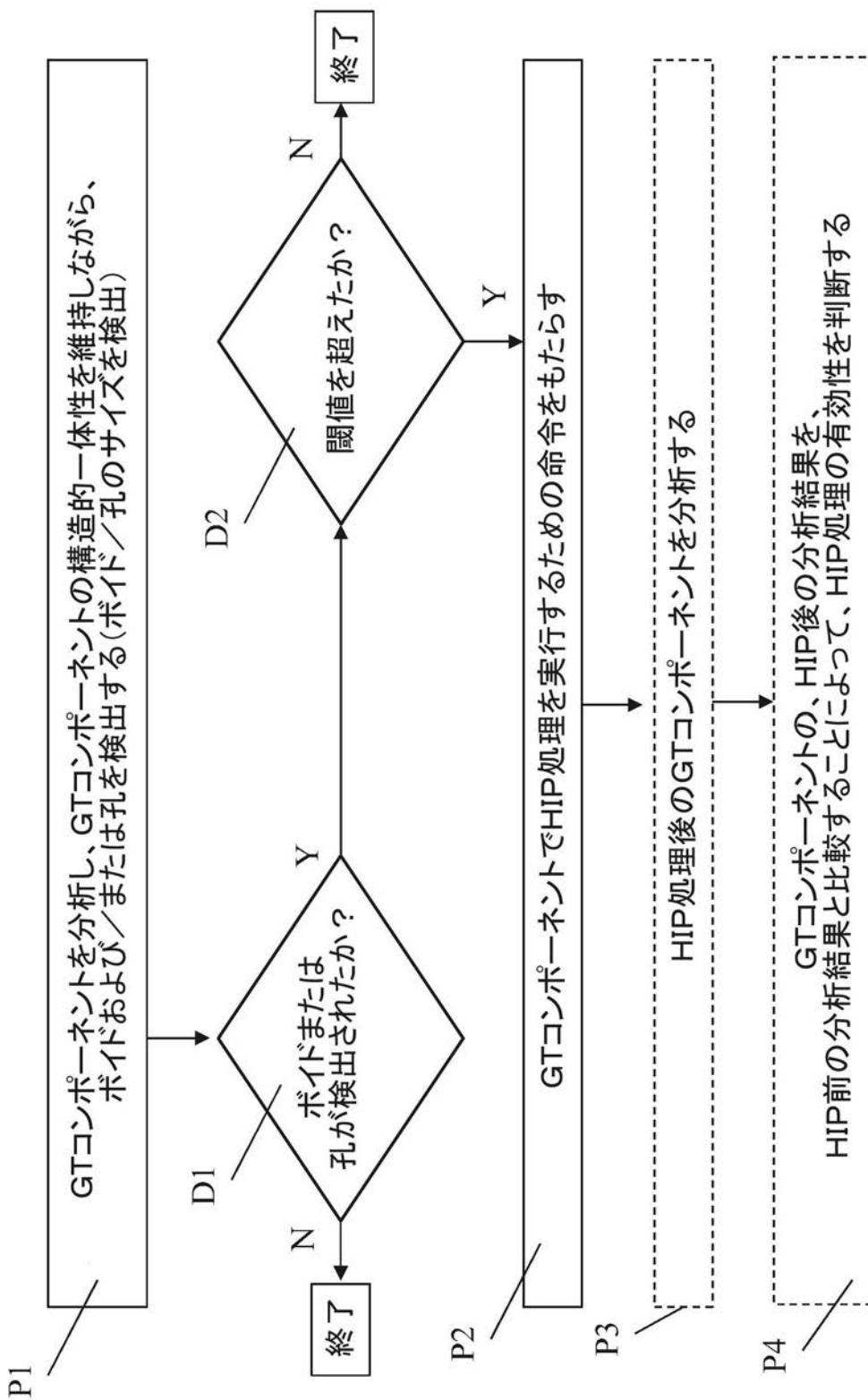


FIG. 1

【図 2】

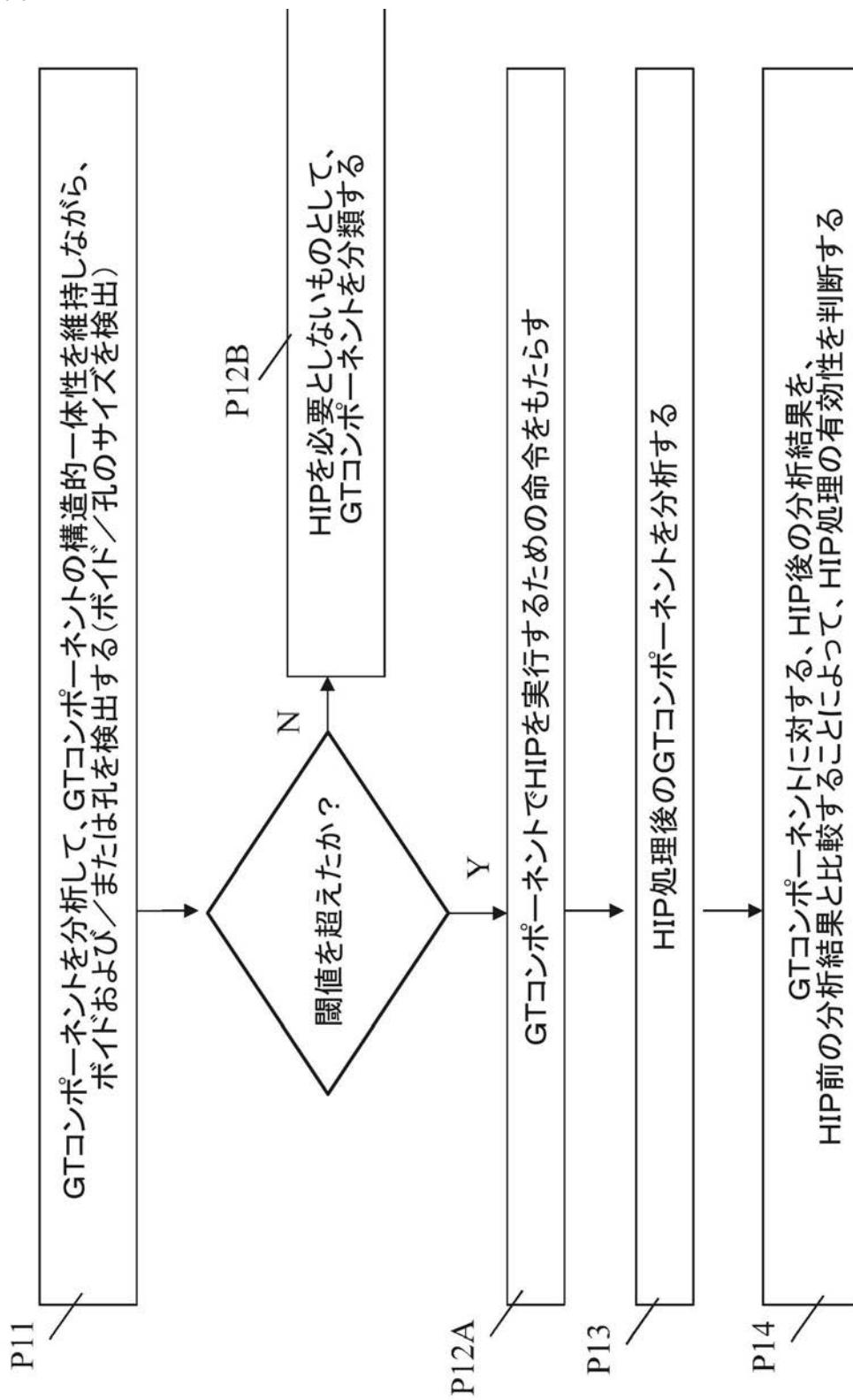


FIG. 2

【図3】

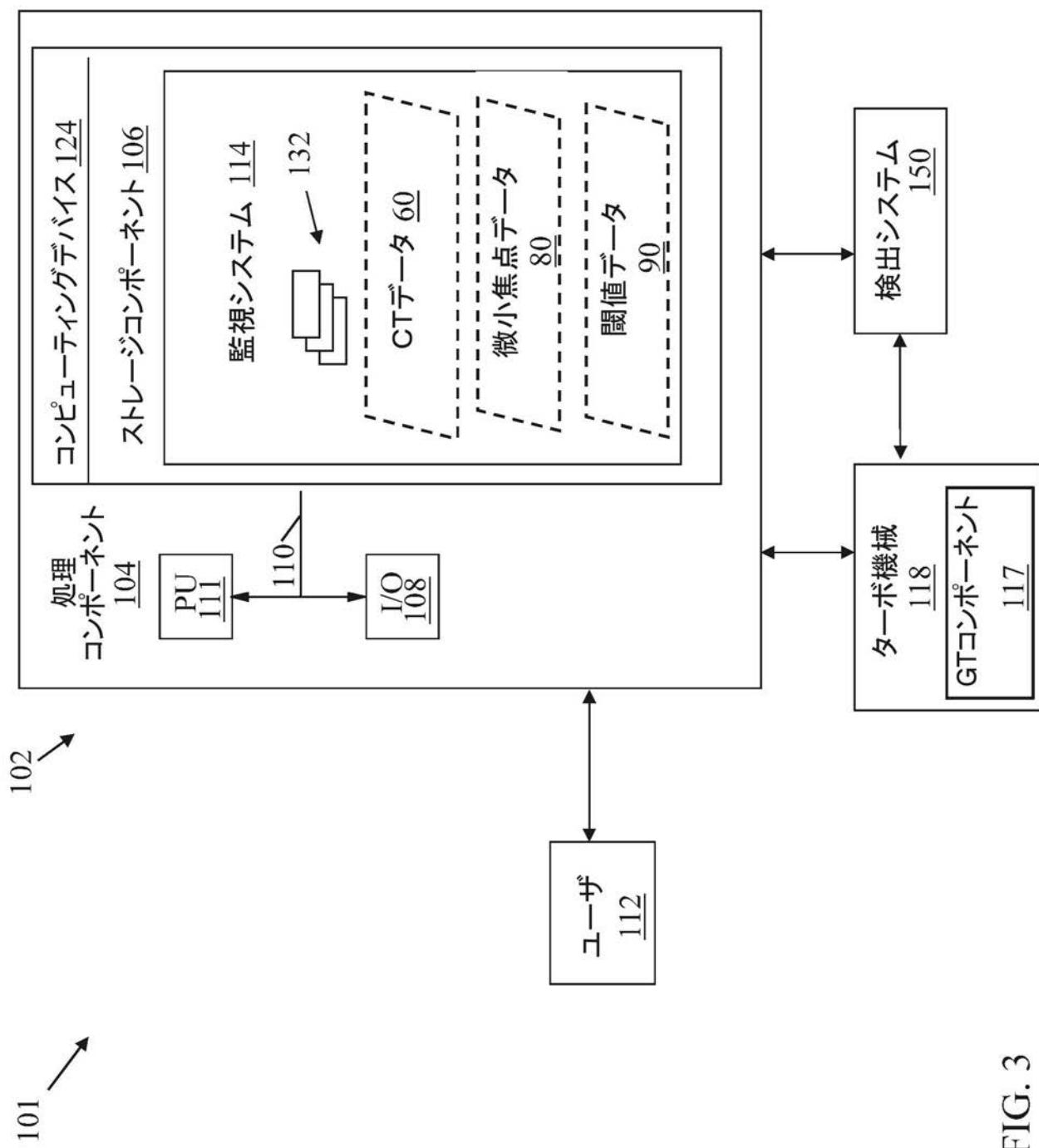


FIG. 3

フロントページの続き

(72)発明者 ライミニン・ツアン

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 ジェア・アレン・ジョンソン

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

F ターム(参考) 2G024 AD05 BA12 BA13 BA27 CA26 CA30 FA01 FA20

【外國語明細書】

2015092157000001.pdf