

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6055622号
(P6055622)

(45) 発行日 平成28年12月27日(2016.12.27)

(24) 登録日 平成28年12月9日(2016.12.9)

(51) Int.Cl.

F 1

GO 1 M 99/00	(2011.01)	GO 1 M 99/00	A
B 6 4 F 5/00	(2006.01)	B 6 4 F 5/00	B
B 6 4 D 47/00	(2006.01)	B 6 4 D 47/00	
B 6 4 C 27/12	(2006.01)	B 6 4 C 27/12	
		GO 1 M 99/00	Z

請求項の数 13 外国語出願 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2012-163206 (P2012-163206)
(22) 出願日	平成24年7月24日 (2012.7.24)
(65) 公開番号	特開2013-40926 (P2013-40926A)
(43) 公開日	平成25年2月28日 (2013.2.28)
審査請求日	平成27年7月22日 (2015.7.22)
(31) 優先権主張番号	13/136, 972
(32) 優先日	平成23年8月16日 (2011.8.16)
(33) 優先権主張国	米国 (US)

(73) 特許権者	500520743 ザ・ボーイング・カンパニー The Boeing Company アメリカ合衆国、60606-2016 イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100
(74) 代理人	100109726 弁理士 園田 吉隆
(74) 代理人	100101199 弁理士 小林 義教
(72) 発明者	ハリス, パトリック ニール アメリカ合衆国 ワシントン 98391 , ボニー レーク, 180番 アヴェニュー イースト 9503

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】システムの健康状態の判断

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

システムの健康状態を判断する方法であって、

システムに関する振動データグループ群を特定するステップであって、振動データグループ群のうちの1つの振動データグループが、異なる周波数でのシステムの振動に関する経時的なデータを含み、振動データグループ群がシステムの振動の分光画像群を含む、特定するステップと、

システムに関する振動データグループ群を、コンピュータシステム内の幾つかの連想メモリに保存するステップであって、幾つかの連想メモリが各々、対応する連想メモリに保存される異なるデータの間の直接的関係及び間接的関係の双方に基づいて幾つかの連想メモリがアクセスされることができる体系を有する種類のメモリを含み、幾つかの連想メモリの各々が、データとデータ間の関連関係の双方を含み、幾つかの連想メモリの各々が、また、入力パターン集合を出力パターン集合にマッピングするよう構成された対応する連想構造を含んでいる、保存するステップと、

分光画像群の各画像をセクション群に分割することにより分光画像群を解析し、各セクションに関するセクションデータを特定するステップであって、分割された分光画像群のセクション群の各々に関するセクションデータが、幾つかの連想メモリに記憶された基準データと比較される、解析し特定するステップと、

システムの健康状態を、振動の分光画像群を含む、幾つかの連想メモリ内に保存された振動データグループ群に基づいて特定するステップと

10

20

を含む、方法。

【請求項 2】

更に、

システムに関する振動データグループ群を、センサシステムを使用して生成するステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

センサシステムは、幾つかの振動センサを含む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

システムの健康状態を、幾つかの連想メモリ内の振動データグループ群に基づいて特定するステップは、

システムの健康状態を、幾つかの連想メモリ内の振動データグループ群に基づいて、人工知能システムを使用して特定するステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

人工知能システムは、認識シミュレーション、知識ベースシステム、ニューラルネットワーク、ファジー論理システム、及び認識モデルのうちの少なくとも 1 つから選択される、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

振動データグループ群は、システムの振動の画像群を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

画像群のうちの 1 つの画像は、振動に関するデータを、周波数、強度、及び周波数分布を使用して表わす、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

更に、

画像群の各画像をセクション群に分割するステップを含む、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 9】

システムの健康状態を、幾つかの連想メモリ内の振動データグループ群に基づいて特定するステップは、ヘルスアナライザーを使用して行われ、そして方法は更に、

幾つかの基準振動データグループを幾つかの連想メモリに格納するステップと、

ヘルスアナライザーを、幾つかの基準振動データグループを使用してトレーニングするステップと

を含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 10】

システムの健康状態を、幾つかの連想メモリ内の振動データグループ群に基づいて特定するステップは、ヘルスアナライザーを使用して行われ、そして方法は更に、

システムの振動の分光画像群を、コンピュータシステム内の幾つかの連想メモリに格納するステップと、

システムの健康状態を、幾つかの連想メモリに格納される分光画像群に基づいて特定するステップと

を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

コンピュータによってシステムに関する振動データグループ群を保存するように構成される幾つかの連想メモリであって、幾つかの連想メモリが各々、対応する連想メモリに保存される異なるデータの間の直接的関係及び間接的関係の双方に基づいて幾つかの連想メモリがアクセスされることができる体系を有する種類のメモリを含み、幾つかの連想メモリの各々が、データとデータ間の関連関係の双方を含み、幾つかの連想メモリの各々が、また、入力パターン集合を出力パターン集合にマッピングするよう構成された対応する連想構造を含んでおり、振動データグループ群のうちの 1 つの振動データグループが、異なる周波数でのシステムの振動に関する経時的なデータを含んでおり、振動データグループ群が、振動システムの分光画像群を含んでいる、幾つかの連想メモリと、

幾つかの連想メモリに接続されたプロセッサを含み、システムの健康状態を、振動の分

10

20

30

40

50

光画像群を含む、幾つかの連想メモリ内の振動データグループ群に基づいて特定するよう
に構成されるヘルスアナライザーと
を備える、
コンピュータヘルスモニタリングシステム。

【請求項 1 2】

更に、

システムに関する振動データグループ群を生成するように構成され、幾つかの振動セン
サを含むセンサシステムを備える、請求項 1 1 に記載のコンピュータヘルスモニタリング
システム。

【請求項 1 3】

10

ヘルスアナライザーは、幾つかの基準振動データグループを幾つかの連想メモリに格納
し、そしてヘルスアナライザーを、幾つかの基準振動データグループを使用してトレーニ
ングするように構成される、請求項 1 1 又は 1 2 に記載のコンピュータヘルスモニタリン
グシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本開示は、複雑なシステムの健康状態を判断する方法及び装置に関するものであり、特
に分光画像を使用して、振動の影響を受ける複雑な機械システムの健康状態を判断するこ
とに関するものである。

20

【背景技術】

【0 0 0 2】

ヘルスモニタリングシステムは、種々の種類のシステムの健康状態を監視するために使
用することができる。システムの健康状態の監視では、例えば当該システムに関して生成
されているセンサデータを記録し、当該センサデータを分析し、当該システムの健康状態を、
当該センサデータの分析に基づいて評価し、当該システムの健康状態を、当該評価に基
づいて管理し、そして / または他の適切な操作を行うことができる。

【0 0 0 3】

30

本明細書において使用されるように、所定システムの「健康状態 (health) 」とい
う用語は、同様の特性を有する理想システム、または同様の特性を有する標準システム
の何れかのシステムに対する当該所定システムの動作パラメータ群の評価として定義され
る。システムは、当該所定システムが理想システムまたは標準システムの動作パラメータ
群の 1 つ以上の指定許容範囲内で動作する場合に「健康である」とすることができる。例
えば、所定の自動車エンジンが、同様の特性を有する理想的な自動車エンジンまたは標準
化された自動車エンジンの動作パラメータ群の 1 つ以上の指定許容範囲内で動作する場合
、当該所定の自動車エンジンは、「健康である」と特徴付けることができる。

【0 0 0 4】

40

監視することができる監視対象の異なる種類のシステムは、例えばこれらには限定され
ないが、製造システム、制御システム、通信システム、衛星システム、推進システム、輸
送手段、及び / 又は他の適切な種類のシステムを含むことができる。例えば、ヘルスモニ
タリングシステムは、自動車、航空機、宇宙船、回転翼航空機、ウォータークラフト、及
び他の種類の輸送手段のような輸送手段の健康状態を判断し、そして管理するために使
用することができる。

【0 0 0 5】

1 つの例示的な例として、統合ビークルヘルス管理 (integrated vehicle health management : IVHM) システムを使用して、回転翼航空機の健康状態を判断し、そして管理することができる。回転翼航空機は、例えばヘリ
コプターとすることができます。しかしながら、他の種類の回転翼航空機が存在する。回転
翼航空機は、非常に多くの内蔵可動部品を含むことができ、これらの部品は、共通目的の
ために集合的に動作するように設計される。例えば、ヘリコプターのエンジントラנסミ
50

ツションを接続するノーズギアボックスアセンブリは、エネルギーを極めて多くの可動ギア及び係合ギア、シャフト、及び場合によっては、他の部品群に伝達する。幾つかの場合では、このギアアセンブリの健康状態を監視する、ヘリコプターの他の部品群の健康状態を監視する、または場合によっては、回転翼航空機の健康状態を全体として監視すると有利である。

【0006】

回転翼航空機の健康状態を管理するために現在使用されている統合ビーカルヘルス管理を実施する際、例えば回転翼航空機に関して生成されるセンサデータを処理し、センサデータの統計分析を行ない、そして／または他の操作を行うことができる。更に、これらのヘルス管理を実施するためには、回転翼航空機に関する分析を行うオペレータは、回転翼航空機の物理モデル、及び／又はセンサデータを分析するために使用される統計的手法を理解している必要がある。

10

【0007】

往々にして、回転翼航空機のような輸送手段の健康状態を判断する場合、ヘルスモニタリングシステムは、輸送手段内の部品群が不所望な健康状態を有するものとして特定されるときに通知を生成することができる。しかしながら、現在利用可能なヘルスモニタリングシステムの場合、通知は往々にして、部品群が実際には不所望な健康状態を有していないときに生成される。これらの通知は「誤判定 (false positives)」と表記することができる。例えば、ヘルスモニタリングシステムは、回転翼航空機の1つのパートが、更なるメンテナンスを必要としているという通知を生成することができる。しかしながら、このパートは実際には、更なるメンテナンスを全く必要としていない。別の表現をすると、ヘルスモニタリングシステムは、当該パートに関して誤判定を起こしている可能性がある。誤判定は、回転翼航空機のメンテナンスを行うために必要になるコスト、時間、及び／又は作業を増やしてしまう。例えば、パートに関する点検、修理、取り替え、及び／又は他の作業は、これらの作業が実際には必要ではない場合に行われる可能性がある。

20

【0008】

従って、上に説明した諸問題のうちの少なくとも幾つかの問題だけでなく、起こり得る他の問題を考慮に入れた方法及び装置を有することができれば有利となる。

30

【発明の概要】

【0009】

1つの有利な実施形態では、システムの健康状態を判断する方法が提供される。システムに関する振動データグループ群が特定される。振動データグループ群のうちの1つの振動データグループは、システムの異なる周波数の振動に関する経時データを含む。システムに関する振動データグループ群は、コンピュータシステム内の多数の連想メモリに保存される。システムの健康状態は、多数の連想メモリ内の振動データグループ群に基づいて特定される。

【0010】

別の有利な実施形態では、システムの健康状態を判断する方法が提供される。システムの振動の分光画像群は、コンピュータシステム内の多数の連想メモリに格納される。システムの健康状態は、多数の連想メモリに格納される分光画像群に基づいて特定される。

40

【0011】

更に別の有利な実施形態では、ヘルスモニタリングシステムは、多数の連想メモリと、そしてヘルスアナライザーと、を備える。多数の連想メモリは、システムに関する振動データグループ群を保存するように構成される。振動データグループ群のうちの1つの振動データグループは、システムの異なる周波数の振動に関する経時データを含む。ヘルスアナライザーは、システムの健康状態を、多数の連想メモリ内の振動データグループ群に基づいて特定するように構成される。振動データグループ群は、システムの振動の画像群を含む。画像群は、振動に関するデータを、周波数、強度、及び周波数分布を使用して表わす。

50

【 0 0 1 2 】

別の実施形態では、ヘルスモニタリングシステムは、認識シミュレーション、知識ベースシステム、ニューラルネットワーク、ファジー論理システム、及び認識モデルのような人工知能システムを有するヘルスアナライザーを含む。

【 0 0 1 3 】

特徴、機能、及び利点は、本開示の種々の実施形態において個別に実現することができる、または更に他の実施形態において組み合わせることができ、これらの実施形態では、更なる詳細については、以下の説明及び図面を参照しながら理解することができる。

【 0 0 1 4 】

特許または出願ファイルは、色付きで作成された少なくとも1つの図面を含む。色付き図面(群)が添付された本特許または特許出願公報の複製は、特許庁により、要求及び必要料金の支払いが行われたときに提供される。 10

【 0 0 1 5 】

有利な実施形態に固有であると考えられる新規な特徴は、添付の請求項に説明されている。しかしながら、有利な実施形態だけでなく、これらの実施形態の好適な使用態様、別の目的、及び利点は、本開示の有利な実施形態に関する以下の詳細な説明を参照しながら、添付の図面と併せて一読することにより最も深く理解される。

【図面の簡単な説明】**【 0 0 1 6 】**

【図1】図1は、有利な実施形態によるヘリコプターの駆動システムの図である。 20

【図2】図2は、有利な実施形態によるブロック図の形式のヘルス管理環境の図である。

【図3】図3は、有利な実施形態による分光システムにより生成される画像の図である。

【図4】図4は、有利な実施形態による分光画像の図である。

【図5】図5は、有利な実施形態による別の分光画像の図である。

【図6】図6は、有利な実施形態による分光画像の図である。

【図7】図7は、有利な実施形態によるシステムの健康状態を判断するプロセスのフローチャートの図である。

【図8】図8は、有利な実施形態によるシステムの健康状態を判断するプロセスのフローチャートの図である。

【図9】図9は、有利な実施形態によるデータ処理システムの図である。 30

【発明を実施するための形態】**【 0 0 1 7 】**

異なる有利な実施形態では、多数の異なる注意事項を認識し、そして考慮に入れる。例えば、異なる有利な実施形態では、現在利用可能なヘルスモニタリングシステムは、状態インジケータを使用してシステムの健康状態を判断するスペシャリストまたはアナリストに依存することを認識し、そして考慮に入れる。一例として、これらの状態インジケータを使用して、システムの健康状態を分類することができる。例えば、システムの健康状態は、システムの健康状態を表わす1つ以上のカテゴリーに属するものとして分類することができる。

【 0 0 1 8 】

通常、現在利用可能なヘルスモニタリングシステムの場合、スペシャリストは、システムの健康状態を、状態インジケータ、及び既に行われているセンサデータの全ての分析に基づいて分類する必要がある。スペシャリストは、システムの健康状態を判断するために行われる分析の方式、分析に使用されるセンサデータの種類、当該システムを記述する全てのモデル、及び/又は当該システムに関する他の適切な情報を極めて深く理解して、当該システムの健康状態を、状態インジケータを使用して分類する必要がある。 40

【 0 0 1 9 】

異なる有利な実施形態では、システムの健康状態を、スペシャリストからの入力に基づいて判断するために、所望よりも長い時間、及び/又は多くの試行を要する可能性があることを認識し、そして考慮に入れる。更に、異なる有利な実施形態では、ヒューマンエラ 50

一によって、システムの健康状態を判断するために望ましい回数よりも多い回数の誤判定が生じる可能性があることを認識し、そして考慮に入れる。その結果、異なる有利な実施形態では、システムの健康状態を、スペシャリストがこの分類を行う必要を生じることなく分類することができるヘルスモニタリングシステムを有することが望ましいことを認識し、そして考慮に入れる。

【0020】

更に、異なる有利な実施形態では、現在利用可能なヘルスモニタリングシステムの場合、システムに関して生成されるセンサデータは、当該センサデータの分析を行う前にモデル化される必要がある、そして／または簡易化される必要があることを認識し、そして考慮に入れる。このモデル化及び／又は簡易化は、分析用のデータの量を低減することにより、分析を実行するために必要な処理能力及び／又はリソース量を軽減するよう行われる必要がある。10

【0021】

例えば、当該システムに関して生成される一連の画像の各画像は、当該画像に対応する1つの表示値に帰着させる必要がある。異なる有利な実施形態では、分析用のデータをこのように帰着させることによって、システムの健康状態を、所望よりも低い精度で評価してしまうことを認識し、そして考慮に入れる。例えば、所望の回数よりも多い回数の誤判定が生じる可能性がある。

【0022】

システムの複雑さは、システムの健康状態を判断するために必要な時間の長さ、試行の回数、及び／又は処理能力及びリソース量に影響する因子となり得る。異なる有利な実施形態では、システムの複雑さは、システム内の構成要素群の数が増えるにつれて増す可能性があることを認識し、そして考慮に入れる。20

【0023】

更に、異なる有利な実施形態では、システムの複雑さが増すと、システムの健康状態を判断するために必要な時間の長さ、試行の回数、及び／又は処理能力及びリソース量を不所望に更に増やす必要があることを認識し、そして考慮に入れる。

【0024】

その結果、異なる有利な実施形態では、複雑な部品アセンブリのような複雑なシステムの健康状態を更に正確に判断することができると同時に、現在利用可能なヘルスモニタリングシステムよりも短い時間、少ない試行回数、少ない処理能力、及び／又は少ないリソースで済ますことができるヘルスモニタリングシステムを有することが望ましいことを認識し、そして考慮に入れる。複雑なシステムの1つの例示的な例を以下に図1に示す。30

【0025】

次に、これらの図を参照するに、そして特に、図1を参照するに、ヘリコプターの駆動システムの図が、有利な実施形態に従って描かれている。この例示的な例では、駆動システム100はヘリコプター駆動システムである。駆動システム100は、構成要素群102を備える複雑なシステムとすることができます。ギアボックス104は、構成要素群102のうちの1つの構成要素の一例とすることができます。

【0026】

異なる有利な実施形態では、駆動システム100の健康状態の監視には、現在利用可能なヘルスモニタリングシステムを使用すると、所望よりも長い時間を要し、かつ時間の長さ、試行回数、処理能力、及び／又はリソースを更に増やす必要があることを認識し、そして考慮に入れる。40

【0027】

更に、異なる有利な実施形態では、駆動システム100のような複雑なシステムの場合、現在利用可能なヘルスモニタリングシステムは、当該システムに関して生成されるセンサデータの全てを処理し、そして保存することはできない可能性があることを認識し、そして考慮に入れる。

【0028】

10

20

30

40

50

例えば、健康状態 / 使用状況モニタリングシステム (*h e a l t h a n d u s a g e m o n i t o r i n g s y s t e m* : HUMS) のような従来のヘルスモニタリングシステムを使用して、駆動システム 100 の健康状態を監視することができる。この健康状態 / 使用状況モニタリングシステムは、経時的に測定される振動データを処理し、そして保存するように構成することができる。この振動データは多くの場合、周波数領域に変換される。それに付随して得られる周波数領域スペクトル密度応答は、駆動システム 100 に関して生成される分光画像の形式で表わすことができる。具体的には、この健康状態 / 使用状況モニタリングシステムは、周波数領域スペクトル密度応答を 1 つの値に帰着させて、当該値を分析し、そして保存して将来時点で使用することができるようしている。その結果、駆動システム 100 の健康状態の判断は、駆動システム 100 に関して生成される振動データの全体量のほんの一部を使用するだけで行うことができる。10

【 0 0 2 9 】

異なる有利な実施形態では、この種類のヘルスモニタリングシステムの場合、振動データの全体量の一部を使用して行われる駆動システム 100 の健康状態、及び / 又は駆動システム 100 の構成要素群 102 のうちの 1 つ以上の構成要素の健康状態の特定は、所望よりも正確さに劣る可能性がある。具体的には、駆動システム 100 の健康状態を管理するために必要なコスト、時間、及び / 又は試行回数を所望よりも増やしてしまう誤判定が生じ得る。

【 0 0 3 0 】

異なる有利な実施形態では、駆動システム 100 に関して生成される振動データの全てを保存し、そして処理するように構成されるヘルスモニタリングシステムを有することが望ましいことを認識し、そして考慮に入れる。20

【 0 0 3 1 】

更に、異なる有利な実施形態では、駆動システム 100 の健康状態、及び駆動システム 100 の構成要素群 102 の健康状態に関する判断を、スペシャリストによる入力を利用して健康状態を分類する必要を生じることなく行うように構成されるヘルスモニタリングシステムを有することが望ましいことを認識し、そして考慮に入れる。

【 0 0 3 2 】

従って、異なる有利な実施形態は、システムの健康状態を判断する方法及び装置を提供する。具体的には、異なる有利な実施形態は、複雑な部品アセンブリのような複雑なシステムの健康状態を、現在利用可能なヘルスモニタリングシステムよりも正確に、かつ少ない時間、試行回数、及び / 又は処理能力及びリソースを使用して判断することができるヘルスモニタリングシステムを提供する。30

【 0 0 3 3 】

1 つの有利な実施形態では、振動データグループ群が当該システムに対応して特定される。振動データグループ群のうちの 1 つの振動データグループは、当該システムの振動に関する異なる周波数の経時データを含む。当該システムに関する振動データグループ群は、コンピュータシステムの多数の連想メモリに保存される。当該システムの健康状態は、多数の連想メモリ内の振動データグループ群に基づいて特定される。連想メモリ群を使用することにより、当該システムの健康状態を特定するために必要な時間の長さ、及び / 又は試行回数を減らすことができ、そして当該システムの健康状態を判断する際に生じる誤判定の回数を低減することができる。40

【 0 0 3 4 】

次に、図 2 を参照するに、ヘルス管理環境 (*h e a l t h m a n a g e m e n t e n v i r o n m e n t*) の図が、ブロック図の形式で有利な実施形態に従って描かれている。これらの例示的な例では、ヘルス管理環境 200 は、異なる有利な実施形態を実現することができる環境の一例とすることができます。例えば、ヘルスモニタリングシステム 202 を使用して、システム 206 の健康状態 204 をヘルス管理環境 200 において監視することができる。

【 0 0 3 5 】

50

これらの例示的な例では、システム 206 は多数の異なる形態を採ることができる。例えば、システム 206 はアセンブリとすることができます。システム 206 は、例えばこれらには限定されないが、航空機、無人航空機、自律走行車、ギアボックス、エンジン、エンジンハウジング、操縦翼面、ランディングギアシステム、推進システム、胴体、回転翼航空機、宇宙船、船舶、列車、自動車、車両、駆動システム、ブレーキシステム、翼、風力タービン、ダム、コンピュータ数値制御マシン、製造システム、建造物、橋梁、及び／又は他の或る適切な種類のシステムのうちの 1 つとして選択することができる。

【0036】

システム 206 は、多数の部品 207 を含むことができる。例えば、システム 206 は、複数部品から成るアセンブリとすることができます。多数の部品 207 は、例えばアクチュエータ、ロッド (rod)、部材 (member)、梁 (beam)、ファスナー、ボルト、ナット、ギア、ハウジング、ピン (pin)、ドリルナット、ハンドル、ドア、窓、外板パネル、複合材構造、ホイール、プロペラ、及び／又は他の適切な種類の部品を含むことができる。

【0037】

1 つの例示的な例として、システム 206 は、ギアシステム 209 の形態を採ることができる。ギアシステム 209 は、例えば図 1 の駆動システム 100 のギアボックスのような、ヘリコプター駆動システムのギアボックスとすることができます。ギアシステム 209 は、ギアシステム 209 のギア、シャフト、及び他の適切な種類の部品の形態の多数の部品 207 を含むことができる。

【0038】

図示のように、ヘルスモニタリングシステム 202 は、センサシステム 208 と、そしてヘルスアナライザー 210 と、を含むことができる。センサシステム 208 は、多数の振動センサ 211 を含むことができる。本明細書において使用されるように、多数のアイテム (number of items) とは 1 つ以上のアイテム (one or more items) を指すことができる。例えば、多数の振動センサ 211 は、1 つ以上の振動センサとすることができます。

【0039】

これらの例示的な例では、センサシステム 208 は、振動データ 212 を生成するように構成することができる。具体的には、センサシステム 208 は、システム 206 の振動 213 を経時的に測定して、振動データ 212 を生成する。振動データ 212 は、経時的に測定されるシステム 206 の異なる周波数の振動 213 に関するデータを含む。振動 213 は、センサシステム 208 がシステム 206 の動作中に測定して、システム 206 の健康状態 204 を検査し、そして判断する。

【0040】

これらの例示的な例では、多数の振動センサ 211 はシステム 206 に対して、振動 213 を測定することができるよう位置に配置することができる。例えば、多数の振動センサ 211 は、システム 206 内の多数の部品 207 のうちの 1 つ以上の部品に取り付けることができる。更に、多数の振動センサ 211 のうちの 1 つよりも多くの振動センサは、多数の部品のうちの特定の部品に取り付けることができる。例えば、第 1 センサを 1 つの部品に取り付けることにより、当該部品への入力側の振動エネルギー伝達を監視することができるのに対し、第 2 センサを当該部品に取り付けることにより、出力側のエネルギー伝達を監視する。

【0041】

これらの図示の例では、多数の振動センサ 211 により生成される振動データ 212 は、時系列振動データとすることができます。時系列振動データは、或る期間に亘って採取される振動 213 の測定値を含むことができ、当該期間として、例えばこれらには限定されないが、1 時間、3 時間、1 日、2 日、1 週間、または他の或る適切な期間を挙げることができる。振動データ 212 は、この期間に亘って継続的に、そして／または周期的に生成することができる。

10

20

30

40

50

【0042】

図示のように、センサシステム208は、分光システム214の一部とすることができます。分光システム214は更に、多数の分光器216を含むことができる。多数の分光器216は、多数の電気信号の形式の振動データ212を、多数の振動センサ211から受信するように構成することができる。更に、振動データ212は、時間領域の時系列振動データとして受信することができる。この形式で受信すると、多数の分光器216は、時間領域の振動データ212を周波数領域表示に変換するように構成することができる。他の例示的な例では、振動データ212は、多数の分光器216によって周波数領域で受信することができる。

【0043】

10

多数の分光器216は、画像群218を、周波数領域の振動データを使用して生成するように構成される。別の表現をすると、多数の分光器216は、振動データ212を画像群218の形式で表示するように構成することができる。これらの例示的な例では、画像群218は分光画像220とすることができます。

【0044】

分光画像は、分光写真(spectrogram)と表記することもできる。本明細書において使用されるように、分光画像は、信号のスペクトル密度が時間とともに変化する様子を示す画像形式の時間変化するスペクトル表示とすることができます。更に、分光画像は、多数の振動センサ211によって測定される振動213に関する情報を、色、色強度、及び色分布の形で表わすことができる。

20

【0045】

これらの例示的な例では、分光システム214は、画像群218をヘルスアナライザー210に送信して処理するように構成することができる。ヘルスアナライザー210は、分光システム214と通信することができる。これらの例示的な例では、ヘルスアナライザー210は、ハードウェア、ソフトウェア、またはハードウェア及びソフトウェアの組み合わせを用いて実現することができる。

【0046】

1つの例示的な例では、ヘルスアナライザー210は、コンピュータシステム222内に実装することができる。コンピュータシステム222は、多数のコンピュータ224の形態を探ることができる。多数のコンピュータ224のうちの何れかのコンピュータは、図9のデータ処理システム900の形態を探ることができる。1つよりも多くのコンピュータが多数のコンピュータ224に含まれる場合、これらのコンピュータは通信することができる。実施形態によって異なるが、多数のコンピュータ224は、同じ位置に配置することができる、または多数のコンピュータ224のうちの1つ以上のコンピュータは、異なる位置に配置することができる。

30

【0047】

幾つかの例示的な例では、コンピュータシステム222は、人工知能システム225の形態を探ることができる。人工知能システム225は、問題解決操作、学習操作、適合化操作、認識操作、分類操作、自己改善操作、推論操作、及び/又は通常、ユーザ入力を使用して行われる、そして/または人間知能により行われる他の適切な操作を実行するように構成される何れかのコンピュータシステムとすることができます。人工知能システム225は、例えばこれらには限定されないが、認識シミュレーション、知識ベースシステム、ニューラルネットワーク、ファジー論理システム、認識モデル、及び他の或る適切な種類の人工知能のうちの少なくとも1つの含むことができる。これらの例示的な例では、ヘルスアナライザー210は、画像群218を分光システム214から受信することができ、そして画像群218を分析することができる。具体的には、ヘルスアナライザー210は、システム206の健康状態204のステータス226を画像群218の各画像に対応して特定するように構成することができる。

40

【0048】

1つの例示的な例では、ヘルスアナライザー210は、システム206の健康状態20

50

4 のステータス 226 を、第1ステータス 230 、第2ステータス 232 、または第3ステータス 234 のうちの1つのステータスとして特定するように構成することができる。第1ステータス 230 は、例えばシステム 206 の健康状態 204 の「好みしい (p r e f e r r e d) 」ステータスを表わすことができる。第2ステータス 232 は、例えばシステム 206 の健康状態 204 の「好みしない (n o n - p r e f e r r e d) 」ステータスを表わすことができる。更に、第3ステータス 234 は、例えばシステム 206 の健康状態 204 の「要メンテナンス (m a i n t e n a n c e) 」ステータスを表わすことができる。

【 0049 】

具体的には、ヘルスアライザー 210 は、システム 206 の健康状態 204 のステータス 226 を画像群 218 から、ヘルスアライザー 210 を、基準データグループ 236 群を使用してトレーニングすることにより特定することができる。基準データグループ 236 群は、多数の連想メモリ 238 に保存することができる。

10

【 0050 】

本明細書において使用されるように、連想メモリ (a s s o c i a t i v e m e m o r y) とは、当該メモリに保存されるデータに、連想メモリに保存される異なるデータの間の直接的関係及び間接的関係の両方に基づいてアクセスすることができる体系を有する種類のメモリである。上に示したように、連想メモリは、データと、そしてデータ間の連想関係と、を含むことができる。これらの連想関係は、データ間の関係 (r e l a t i o n s h i p s b e t w e e n t h e d a t a) と表記することもできる。

20

【 0051 】

更に、連想メモリは、連想構造 (c o n t e n t - a d d r e s s a b l e s t r u c t u r e) と記載することもでき、この連想構造では、入力パターン集合を出力パターン集合にマッピングする。連想構造は、データが、メモリ内のデータのアドレスではなく、コンテンツ別にアクセスされるメモリ体系である。

【 0052 】

これらの図示の例では、多数の連想メモリ 238 は、多数の異種連想メモリ (h e t e r o - a s s o c i a t i v e m e m o r i e s) を含むことができる。具体的には、異種連想メモリの場合、入力パターンに応じて取り出される出力パターンは、入力パターンとはコンテンツ、タイプ、及び / 又はフォーマットのうちの少なくとも1つに関して異なることができる。異種連想メモリは、自動連想メモリとは、自動連想メモリが入力パターンに最も類似する既に保存されているパターンを取り出す点で異なっている。

30

【 0053 】

これらの例示的な例では、基準データグループ群 236 は、分光画像グループ群を使用して特定されるデータとすることができます、これらの分光画像グループから、システム 206 の健康状態 204 のステータス 226 が特定されている。例えば、基準データグループ群 236 の各基準データグループは、第1ステータス 230 、第2ステータス 232 、または第3ステータス 234 のうちの1つのステータスに対応させることができる。

【 0054 】

具体的には、基準データグループ群 236 は、第1基準グループ 240 、第2基準グループ 242 、及び第3基準グループ 244 を含むことができる。第1基準グループ 240 は、健康状態 204 の第1ステータス 230 がシステム 206 に対応して特定されたときの根拠となる画像群を使用して特定されるデータを含むことができる。第2基準グループ 242 は、健康状態 204 の第2ステータス 232 がシステム 206 に対応して特定されたときの根拠となる画像群を使用して特定されるデータを含むことができる。更に、第3基準グループ 244 は、健康状態 204 の第3ステータス 234 がシステム 206 に対応して特定されたときの根拠となる画像群を使用して特定されるデータを含むことができる。

40

【 0055 】

基準データグループ群 236 の各グループに含まれるデータは、種々の種類の情報を含

50

むことができる。例えば、これらには限定されないが、基準データグループ群 236 のうちの特定グループに含まれるデータは、システム 206 の健康状態 204 のステータス 226 が特定されたときの根拠となる画像群から特定される基準振動データグループを含むことができる。基準振動データグループは、例えば特定の色分布、及び基準データグループ群 236 のうちの特定グループに対応する健康状態のステータスに対応する色パターンのうちの少なくとも 1 つを含むことができる。

【0056】

更に、基準データグループ群 236 の各グループに含まれるデータは更に、これらには限定されないが、健康状態に対応するステータスに応じて行われる作業集合、健康状態に対応するステータスに応じて行われる必要がある更に別の検査の識別情報、健康状態に対応するステータスから健康状態のより好ましくないステータスへの変化に対して予測される時間、及び / 又は他の適切な情報を含むことができる。本明細書において使用されるように、作業集合 (a set of operations) のようなアイテム集合 (a set of items) とは、ゼロ回以上の操作 (zero or more operations) を指す。例えば、当該作業集合は、ヌル集合または空集合とすることができます。多数の連想メモリ 238 は、基準データグループ群 236 の間の関係、及び / 又は特定のステータスと基準データグループ群 236 の各基準データグループとの関係を設定するように構成することができる。1つの例示的な例として、基準データグループ群 236 内の基準データは、複数種類の関連情報を多数の連想メモリ 238 から、1種類または 2 種類の入力情報をのみを用いて取り出すことができるように関連付けることができる。例えば、ヘルスアナライザー 210 は、複数種類の関連情報を多数の連想メモリ 238 から、画像群 218 のうちの 1 つの画像から特定されるデータの何れかの部分を使用して取り出すことができる。

【0057】

ヘルスアナライザー 210 は、基準データグループ群 236 を何れかの数のソースから受信することができる。1つの例示的な例では、これらには限定されないが、基準データグループ群 236 は、これまでに分析されている分光画像群を保存するストレージシステムから取得することができ、そして次に、多数の連想メモリ 238 に格納することができる。

【0058】

別の例示的な例では、スペシャリストまたは他の或る適切なオペレータは、基準データグループ群 236 のうちの何れの基準データグループに、分光画像群から特定されるデータが属しているかを判断することができる。更に他の例示的な例では、ヘルスアナライザー 210 は、多数のルール、基準、及び / 又は要件を指定するポリシーを使用して、分光画像群から特定されるデータを、基準データグループ群 236 にグループ分けすることができる。

【0059】

更に、ヘルスアナライザー 210 は、当該ヘルスアナライザー自体を、多数の連想メモリ 238 内の基準データグループ群 236 を使用してトレーニングすることにより、システム 206 の健康状態 204 のステータス 226 を画像群 218 から特定することができる。このトレーニングに基づいて、ヘルスアナライザー 210 は、分光システム 214 からシステム 206 の検査中に受信する画像群 218 から特定されるデータを、振動データグループ群 246 のうちの 1 つの振動データグループに格納することができる。

【0060】

これらの例示的な例では、振動データグループ群 246 の各データグループは、異なる周波数のシステム 206 の振動 213 に関する経時データを含むことができる。具体的には、振動データグループ群 246 の各データグループは、画像群 218 から特定されるデータを含むことができる。このデータは、画像自体を含むことができる。

【0061】

更に、これらの例示的な例では、振動データグループ群 246 は、基準データグループ

10

20

30

40

50

群に対応させることができる。例えば、振動データグループ群 246 は、第1基準グループ 240、第2基準グループ 242、及び第3基準グループ 244 にそれぞれ対応する第1グループ 250、第2グループ 252、及び第3グループ 254 を含むことができる。このようにして、振動データグループ群 246 は、第1ステータス 230、第2ステータス 232、及び第3ステータス 234 にそれぞれ対応させることができる。

【0062】

画像 248 は、画像群 218 のうちの 1 つの画像の一例とすることができます。ヘルスアナライザー 210 は、画像 248 から特定されるデータを、第1グループ 250、第2グループ 252、及び第3グループ 254 のうちの 1 つのグループに、このデータが、システム 206 の健康状態 204 に関するそれぞれ第1ステータス 230、第2ステータス 232、または第3ステータス 234 を示しているかどうかに応じて、基準データグループ群 236 を使用してヘルスアナライザー 210 をトレーニングすることにより格納することができる。

10

【0063】

これらの例示的な例では、ヘルスアナライザー 210 は、振動データグループ群 246 を、多数の連想メモリ 238 に格納することができる。多数の連想メモリ 238 は、振動データグループ群 246 を取り込むことができ、そして振動データグループ群 246 と基準データグループ群 236 との関係を設定することができる。多数の連想メモリ 238 は、振動データグループ群 246 を保存して、将来時点を使用することができる。例えば、幾つかの場合では、振動データグループ群 246 を使用して、システム 206 の健康状態 204 の将来時点のステータスを予測することができる。

20

【0064】

幾つかの例示的な例では、振動データグループ群 246 は、同じ基準データグループ群 236 とすることができます。別の表現をすると、ヘルスアナライザー 210 は、画像群 218 から特定されるデータを、基準データグループ群 236 のうちの 1 つの基準データグループに格納して、ヘルスアナライザー 210 を、画像群 218 を使用して更にトレーニングすることができる。このようにして、ヘルスアナライザー 210 は、新規の振動データが時間の経過とともに受信されるにつれて、システム 206 の健康状態 204 のステータス 226 の特定を行うために学習し、そして適合するように構成することができる。

30

更に、ヘルスアナライザー 210 は、システム 206 の健康状態 204 のステータス 226 の通知を、ディスプレイシステム 260 に表示されるグラフィカルユーザインターフェース 258 に表示するように構成することができる。ディスプレイシステム 260 は、例えばこれらには限定されないが、コンピュータスクリーン、モニタ、液晶ディスプレイ (LCD)、タッチスクリーン、または他の或る適切な種類の表示装置のうちの少なくとも 1 つのような多数の表示装置を備えることができる。

【0065】

1 つの例示的な例として、オペレータは、画像 248 を使用して特定されるシステム 206 の健康状態 204 のステータス 226 をグラフィカルユーザインターフェース 258 で閲覧することができる。ヘルスアナライザー 210 は更に、他の情報をグラフィカルユーザインターフェース 258 に表示するように構成することができる。例えば、ヘルスアナライザー 210 は、基準データグループ群 236 から取り出され、かつ画像 248 を使用して特定されるシステム 206 の健康状態 204 のステータス 226 に関連する情報を表示することができる。

40

【0066】

1 つの例示的な例では、ヘルスアナライザー 210 は、画像 248 から特定されるデータを第3グループ 254 に格納することができる。このデータは、多数の連想メモリ 238 への入力とすることができます。この入力が行われると、多数の連想メモリ 238 は、第3グループ 254 に対応する第3基準グループ 244 内に特定される作業集合をヘルスアナライザー 210 に返すことができる。作業集合は、第3基準グループ 244 に対応する

50

第3ステータス234に基づいて行う必要がある操作群を含むことができる。例えば、作業集合は、メンテナンス作業、検査、点検、部品取り換え、改修作業、作業手順の作成、及び／又は他の適切な種類の作業を含むことができる。

【0068】

ヘルスアナライザー210は、第3ステータス234が画像248に対応して特定されてしまっているという通知だけでなく、システム206に関してシステム206の健康状態204の第3ステータス234に基づいて行う必要がある作業集合を表示することができる。オペレータは、グラフィカルユーザインターフェース258に表示される情報を閲覧することができ、そしてユーザ入力262を、グラフィカルユーザインターフェース258と対話するように構成されるユーザ入力デバイス264を使用して入力することができる。10

【0069】

ユーザ入力262は、多数の連想メモリ238に格納することができる付加的な情報を特定することができる。例えば、ユーザ入力262は、付加的な作業、新品のパーツ部材、作業手順、及び／又は他の適切な情報を特定することができる。ヘルスアナライザー210は、ユーザ入力262として提供される情報を使用して、多数の連想メモリ238に保存される基準データグループ群236を更新することができる。幾つかの場合では、ユーザ入力262は、システム206の健康状態204のステータス226を画像248から特定するために使用される情報を特定することができる。

【0070】

次に、図3を参照するに、分光システムによって生成される画像の図が、有利な実施形態に従って描かれている。この例示的な例では、図2の中の画像248について詳細に説明される。この例示的な例では、画像248は、分光画像302の形態を採り、分光画像302は、図2の分光画像群220のうちの1つの分光画像の一例とすることができる。20

【0071】

図示のように、分光画像302は、図2のシステム206の振動213に関するデータを表わす。具体的には、分光画像302は、図2の分光システム214によって測定されるシステム206の振動213に関する周波数304、強度306、及び周波数分布308を表わす。更に詳細には、分光画像302は、周波数304、強度306、及び周波数分布308を、分光画像302内のピクセル群311に対応する色310及び色分布314を使用して表わしている。30

【0072】

これらの例示的な例では、周波数群304のうちの1つの周波数は、図2のセンサシステム208によって測定される単位時間303当たりの揺動振動数213とすることができる。強度群306のうちの1つの特定強度は、揺動振動213の振幅の指標とすることができる。周波数分布308は、振動213の周波数集合の発生回数が時間303の経過とともに変化する様子を示すことができる。

【0073】

分光画像302は、第1軸312及び第2軸313を有することができる。幾つかの例示的な例では、第1軸312は水平軸とすることができます、そして第2軸313は垂直軸とすることができます。第1軸312は、周波数群304を表わすことができ、そして第2軸313は時間303を表わすことができる。更に、分光画像302内の色群310に対応する異なる値は、強度群306に対応する異なる値を表わすことができる。分光画像302内の色群310の色分布314は、周波数群304の周波数分布308を表わすことができる。40

【0074】

これらの例示的な例では、図2のヘルスアナライザー210は、分光画像302を分析し、そしてデータ315を分光画像302から特定するように構成することができる。例えば、図2のヘルスアナライザー210は、分光画像302を、分光画像302をセクション群316に分割することにより分析するように構成することができる。1つの例示的50

な例では、セクション群 316 は、略同じサイズ、及び略同じ形状とすることができます。セクション群 (sections) 316 は、部分画像群 (sub-images) と表記することもできる。

【0075】

ヘルスアナライザー 210 は、セクション群 316 を分析してデータ 315 を特定し、そしてデータ 315 を図 2 の多数の連想メモリ 238 に保存するように構成することができる。例えば、セクション 318 はセクション群 316 のうちの 1 つのセクションの一例とすることができます。1 つの例示的な例では、セクション 318 はピクセル群 320 を含むことができる。セクション 318 内のピクセル群 320 の個数 322 は、セクション 318 の高さ 324、及び幅 326 に基づいて、ピクセル数表示で計算することができる。10 例えば、セクション 318 が、4 ピクセルの高さ 324、及び 25 ピクセルの幅 326 を有する場合、ピクセル群 320 の個数 322 は 100 ピクセルとすることができます。

【0076】

これらの例示的な例では、ヘルスアナライザー 210 は、セクション 318 に関するセクションデータ 330 を特定することができる。セクションデータ 330 は、セクション群 316 の各セクションに対応してデータ 315 内に特定することができる。セクションデータ 330 は、平均値群 332 及びカテゴリー 334 を含むことができる。

【0077】

ヘルスアナライザー 210 は、セクション 318 内のピクセル群 320 に対応する色群の各色の値の合計値を特定することができ、そしてこれらの合計値を個数 322 で除算して、平均値群 332 を生成することができる。ピクセル群 320 の各ピクセルに対応する色は、赤色、緑色、及び青色の或る組み合わせとすることができます。各ピクセルは、赤色に対応する値、緑色に対応する値、及び青色に対応する値を有することができ、これにより、当該ピクセル内のこれらの色の各色の輝度を特定することができます。これらの値は、0 から 255 の範囲で変化することができるが、他の値を異なる有利な実施形態において用いてもよい。

【0078】

このように、ヘルスアナライザー 210 は、ピクセル群 320 の赤色群に対応する値の平均値、緑色群に対応する値の平均値、及び青色群に対応する値の平均値を特定して、平均値群 332 を生成する。セクションデータ 330 は、セクション群 316 の各セクションに対応してデータ 315 内で特定される。

【0079】

また、ヘルスアナライザー 210 は更に、セクション 318 のカテゴリー 334 を、セクションデータ 330 内の平均値群 332 に基づいて特定することができる。カテゴリー 334 は、この例示的な例では、赤、黄、緑、及び青のうちの 1 つとすることができます。別の表現をすると、カテゴリー 334 は、セクション 318 に対応して特定される総合色とすることができます。更に、幾つかの場合では、ヘルスアナライザー 210 は、セクション 318 の高さ 324 及び幅 326 をセクションデータ 330 内に含むことができる。

【0080】

セクション群 316 の各セクションに対応するセクションデータ 330 を使用して、図 2 のシステム 206 の健康状態 204 のステータス 226 を、分光画像 302 から特定することができる。例えば、セクションデータ 330 を、図 2 の多数の連想メモリ 238 に保存される基準データと比較して、ステータス 226 を特定することができる。

【0081】

これらの例示的な例では、ヘルスアナライザー 210 は、セクション群 316 の各セクションに対応するセクションデータ 330 を、図 2 の多数の連想メモリ 238 内のデータ 315 として保存する。更に、ヘルスアナライザー 210 は、分光画像 302 に関するデータ 315 を、振動データグループ群 246 うちの 1 つの振動データグループに、平均値群 332、カテゴリー 334 に基づいて、ヘルスアナライザー 210 をトレーニングすることにより、そして / または他の適切な情報に基づいて格納することができる。具体的に

は、システム 206 の健康状態 204 のステータス 226 は、分光画像 302 に関するデータ 315 を使用して特定することができ、そして当該ステータス 226 を使用してデータ 315 を、図 2 の振動データグループ群 246 のうちの 1 つの振動データグループに格納することができる。

【0082】

幾つかの例示的な例では、ヘルスアナライザー 210 は、システム 206 の健康状態 204 のステータス 226 を、セクション群 316 の各セクションに対応して特定することができる。このようにして、ヘルスアナライザー 210 はセクション 318 を、図 2 のシステム 206 の健康状態 204 の第 1 ステータス 230、第 2 ステータス 232、及び第 3 ステータス 234 のうちの 1 つのステータスに関連付けることができる。ヘルスアナライザー 210 は、セクション 318 に対応して特定される特定のステータスを多数の連想メモリ 238 に保存することができる。

【0083】

実施形態によって異なるが、ヘルスアナライザー 210 は、多数の連想メモリ 238 に保存される情報を、分光画像 302 のセクション群 316 のうちの特定のセクション群に対応して使用することにより、セクション群 316 のうちの他のセクション群におけるシステム 206 の健康状態 204 のステータス 226 を予測することができる。更に、この情報を使用して、図 2 の分光画像群 220 のうちの他の分光画像群内のセクション群に対するシステム 206 の健康状態 204 のステータス 226 を予測することができる。

【0084】

図 2 のヘルス管理環境 200 及び図 3 の分光画像 302 は、有利な実施形態を実現することができる態様に物理的な、または構造上の制約があることを示すために図示しているのではない。図示される構成要素群の他に、そして / または代わりに、他の構成要素群を使用してもよい。幾つかの構成要素は不要とすることができます。また、ブロック群を提示して、幾つかの機能的構成要素を示している。これらのブロックのうちの 1 つ以上のブロックは、有利な実施形態において実装される場合に、組み合わせることができる、そして / または異なるブロックに分割することができる。

【0085】

例えば、幾つかの例示的な例では、ステータス 226 は、第 1 ステータス 230、第 2 ステータス 232、及び第 3 ステータス 234 よりも多くのカテゴリーを含むことができる。更に、他の例示的な例では、基準データグループ群 236 及び / 又は振動データグループ群 246 は、3つよりも多くのグループを含むことができる。

【0086】

他の例示的な例では、センサシステム 208 は、振動データ 212 をヘルスアナライザー 210 に送信するように構成することができる。ヘルスアナライザー 210 は、分光画像 220 内の振動データ 212 を表示するように構成することができる。

【0087】

幾つかの場合では、多数の連想メモリ 238 は、コンピュータシステム 222 内に設けなくてもよい。例えば、多数の連想メモリ 238 は、コンピュータシステム 222 から離れた位置に収容することができる。幾つかの例示的な例では、セクション群 316 は、略等間隔で離間させる必要はなく、そして / または略同じ形状とする必要はない。例えば、セクション群 316 は、異なる形状及び / 又はサイズを有することができる。

【0088】

次に、図 4 を参照するに、分光画像の図が、有利な実施形態に従って描かれている。この例示的な例では、分光画像 400 は、図 3 の分光画像 302 の一例を例示している。分光画像 400 は、図 2 のシステム 206 のようなシステムに関して、例えば図 2 の分光システム 214 により生成することができる。

【0089】

図示のように、分光画像 400 は、システムの振動に関するデータを時間軸及び周波数軸で表わしている。具体的には、垂直軸 402 が時間であり、そして水平軸 404 が周波

10

20

30

40

50

数である。図示のように、垂直軸で表わされる時間は、振動データが当該システムについて生成された日付及び時刻を含むことができる。例えば、分光画像 400 は、帯状部分 406、帯状部分 408、及び帯状部分 410 を含むことができる。これらの帯状部分は、異なる時点で生成された振動データの異なる部分を表わすことができ、これらの異なる部分を組み合わせて分光画像 400 を形成している。

【0090】

帯状部分 406 は、時点 412 で生成され、そして時点 412 以後の選択期間に生成される振動データを表わすことができる。図示のように、時点 412 は、日付及び時刻の両方を含むことができる。選択期間は、例えば 30 分とすることができます。1 つの例示的な例として、オペレータは、ボタンのような分光システムのコントロールを操作して、帯状部分 406 の振動データが時点 412 から生成され始めるようにすることができる。次に、この振動データを選択期間が経過するまで測定し続けることができる。

10

【0091】

同じようにして、帯状部分 408 は、時点 414 で生成され、そして選択期間に生成される振動データを表わすことができる。図示のように、時点 414 は、時点 412 から約 4 日を経過した日付及び時刻を示すことができる。帯状部分 410 は、時点 416 で生成され、そして選択期間に生成される振動データを表わすことができる。時点 416 は、時点 414 から約 1 日を経過した日付及び時刻を示すことができる。

【0092】

幾つかの例示的な例では、時点 412、時点 414、及び時点 416 で生成される振動データは、電気信号に載せることができ、そして時間領域または周波数領域の何れかで保存することができる。振動データが周波数領域データである、または周波数領域に変換されている場合、分光システムは、分光画像 400 を、振動データが時間軸で表わされるように生成することができる。

20

【0093】

この例示的な例では、色群 418 は、測定される振動の強度を表わす。色凡例 420 は、色群 418 が、振動強度 422 に対応することを示している。振動強度 422 は、重力加速度である (g) 単位で表わすことができる。分光画像 400 内の色群 418 の色分布は、システムの健康状態のステータスを示すことができる。この例示的な例では、図 2 のヘルスアライザ 210 は、システムの健康状態のステータスを「preferred (好ましい)」として、分光画像 400 に基づいて特定することができる。

30

【0094】

次に、図 5 を参照するに、別の分光画像の図が、有利な実施形態に従って描かれている。この例示的な例では、分光画像 500 は、図 3 の分光画像 302 の 1 つの実施形態の一例である。分光画像 500 は、図 2 のシステム 206 のようなシステムについて、例えば図 2 の分光システム 214 により生成することができる。

【0095】

この図示の例では、分光画像 500 は、分光画像 400 を生成したときの対象の同じシステムについて生成することができる。更に、分光画像 500 は、分光画像 400 に表示される振動データよりも後の時刻においてシステムについて収集された振動データに基づいて生成することができる。具体的には、分光画像 500 に表示される振動データは、分光画像 400 に表示される振動データから約 1 か月を経過した時点で生成されている。

40

【0096】

図示のように、分光画像 500 は、システムの振動に関するデータを時間軸及び周波数軸で表わしている。具体的には、垂直軸 502 が時間であり、そして水平軸 504 が周波数である。垂直軸 502 で表わされる時間は、振動データが当該システムについて生成された日付及び時刻を含むことができる。

【0097】

例えば、分光画像 500 は、帯状部分 506、帯状部分 508、及び帯状部分 510 を含むことができる。これらの帯状部分は、異なる時点で生成される振動データの異なる部

50

分を表わすことができ、これらの異なる部分を組み合わせて分光画像 500 を形成している。これらの帯状部分を生成して、分光画像 400 を形成した方法と同様の方法で分光画像 500 を形成することができる。

【0098】

帯状部分 506 は、時点 512 で生成され、そして時点 512 以後の選択期間に生成される振動データを表わすことができる。選択期間は、例えば 30 分とすることができます。帯状部分 508 は、時点 514 で生成され、そして選択期間に生成される振動データを表わすことができる。帯状部分 510 は、時点 516 で生成され、そして選択期間に生成される振動データを表わすことができる。図示のように、時点 512, 514, 及び 516 の各時点は、日付及び時刻の両方を示している。

10

【0099】

この例示的な例では、色群 518 は、測定される振動の強度を表わす。色凡例 520 は、色群 518 が、振動強度 422 に対応することを示している。振動強度 522 は、重力加速度である (g) 単位で表わすことができる。

【0100】

分光画像 500 内の色群 518 の色分布は、システムの健康状態のステータスを示すことができる。この例示的な例では、図 2 のヘルスアナライザ 210 は、システムの健康状態のステータスを「non-preferred (好ましくない)」として、分光画像 500 に基づいて特定することができる。

20

【0101】

次に、図 6 を参照するに、分光画像の図が、有利な実施形態に従って描かれている。この例示的な例では、分光画像 600 は、図 3 の分光画像 302 の 1 つの実施形態の一例である。分光画像 600 は、図 2 のシステム 206 のようなシステムに関して、例えば図 2 の分光システム 214 により生成することができる。

【0102】

この図示の例では、分光画像 600 は、分光画像 400 及び分光画像 500 を生成したときの対象の同じシステムに関して生成することができる。更に、分光画像 600 は、分光画像 400 に表示される振動データ、及び分光画像 500 に表示される振動データよりも後の時刻においてシステムに関して収集される振動データに基づいて生成することができる。具体的には、分光画像 600 に表示される振動データは、分光画像 500 に表示される振動データから約 2 か月を経過した時点で生成されている。

30

【0103】

図示のように、分光画像 600 は、システムの振動に関するデータを時間軸及び周波数軸で表わしている。具体的には、垂直軸 602 が時間であり、そして水平軸 604 が周波数である。垂直軸 602 で表わされる時間は、振動データが当該システムに関して生成された日付及び時刻を含むことができる。

【0104】

例えば、分光画像 600 は、帯状部分 606、帯状部分 608、及び帯状部分 610 を含むことができる。これらの帯状部分は、異なる時点で生成される振動データの異なる部分を表わすことができ、これらの異なる部分を組み合わせて分光画像 600 を形成している。これらの帯状部分を生成して、分光画像 400 を形成した方法と同様の方法で分光画像 600 を形成することができる。

40

【0105】

帯状部分 606 は、時点 612 で生成され、そして時点 612 以後の選択期間に生成される振動データを表わすことができる。選択期間は、例えば 30 分とすることができます。帯状部分 608 は、時点 614 で生成され、そして選択期間に生成される振動データを表わすことができる。帯状部分 610 は、時点 616 で生成され、そして選択期間に生成される振動データを表わすことができる。図示のように、時点 612, 614, 及び 616 の各時点は、日付及び時刻の両方を示している。

【0106】

50

この例示的な例では、色群 618 は、測定される振動の強度を表わす。色凡例 620 は、色群 618 が、振動強度 622 に対応することを示している。振動強度 622 は、重力加速度である (g) 単位で表わすことができる。

【0107】

分光画像 600 内の色群 618 の色分布は、システムの健康状態のステータスを示すことができる。この例示的な例では、図 2 のヘルスアナライザー 210 は、システムの健康状態のステータスを「maintenance (要メンテナンス)」として、分光画像 600 に基づいて特定することができる。

【0108】

このようにして、図 4 の分光画像 400、図 5 の分光画像 500、及び図 6 の分光画像 600 は、図 2 のシステム 206 のようなシステムの健康状態が時間の経過とともに悪化する様子を示している。これらの異なる分光画像は、例えば図 2 の多数の連想メモリ 238 に取り込んで、システムの健康状態のステータスを特定するために将来時点を使用することができる。具体的には、これらの分光画像は、これらの連想メモリ内の基準データにまとめることができる。

【0109】

次に、図 7 を参照するに、システムの健康状態を判断するプロセスのフローチャートの図が、有利な実施形態に従って描かれている。図 7 に示すプロセスは、図 2 のヘルスモニタリングシステム 202 のヘルスアナライザー 210 を使用して実行することができる。

【0110】

更に、図 7 に示すプロセスは、場合によってはネットワーク環境または分散環境上に存在する 1 つ以上のプロセッサを使用して実行することができ、当該プロセッサとして、例えばこれに限定されないが、図 9 のプロセッサユニット 904 を挙げることができる。本明細書において使用されるように、「health analyzer (ヘルスアナライザー)」という用語は、図 2 のヘルスアナライザー 210 に限定されず、かつコンピュータ可読媒体と一緒に使用されて、本明細書において記載される操作を行うことができる全てのプロセッサ、またはプロセッサ集合を含むこともできる。図 7 に示すプロセスは、ソフトウェア、ハードウェア、またはソフトウェア及びハードウェアの組み合わせを使用して実行することができるが、具体的には、連想メモリに接続して使用することができる。

【0111】

当該プロセスは、ヘルスアナライザーが、システムに関する振動データグループ群を特定することから始まる（操作 700）。振動データグループ群のうちの 1 つの振動データグループは、異なる周波数のシステムの振動に関する経時データを含むことができる。システムの振動に関する当該データは、センサシステムを使用して生成することができる。センサシステムは、例えば分光システムとすることができる。

【0112】

次に、ヘルスアナライザーは、システムに関する振動データグループ群をコンピュータシステムの多数の連想メモリに保存することができる（操作 702）。

【0113】

その後、ヘルスアナライザーは、システムの健康状態を、多数の連想メモリ内の振動データグループ群に基づいて特定することができ（操作 704）、当該プロセスはその後、終了する。

【0114】

次に、図 8 を参照するに、システムの健康状態を判断するプロセスのフローチャートの図が、有利な実施形態に従って描かれている。図 8 に示すプロセスは、図 2 のヘルスモニタリングシステム 202 のヘルスアナライザー 210 を使用して実行することができる。このプロセスは、図 7 に記載されるプロセスの詳細プロセスとすることができます。

【0115】

更に、図 8 に示すプロセスは、場合によってはネットワーク環境または分散環境上に存在する 1 つ以上のプロセッサを使用して実行することができ、当該プロセッサとして、例

10

20

30

40

50

えばこれに限定されないが、図9のプロセッサユニット904を挙げることができる。本明細書において使用されるように、「*h e a l t h a n a l y z e r*（ヘルスアナライザー）」という用語は、図2のヘルスアナライザー210に限定されず、かつコンピュータ可読媒体と一緒に使用されて、本明細書において記載される操作を行うことができる全てのプロセッサ、またはプロセッサ集合を含むこともできる。図8に示すプロセスは、ソフトウェア、ハードウェア、またはソフトウェア及びハードウェアの組み合わせを使用して実行することができるが、具体的には、連想メモリに接続して使用することができる。

【0116】

当該プロセスは、ヘルスアナライザーが、分光画像群を受信することから始まる（操作800）。これらの分光画像は、多数の振動センサがシステムの検査中に測定するシステムの振動に関するデータを表わすことができる。分光画像群は、例えば振動周波数、振動強度、及び振動周波数分布を表わすことができる。

【0117】

次に、ヘルスアナライザーは、未処理分光画像を選択して処理することができる（操作802）。ヘルスアナライザーは、選択した分光画像をセクション群に分割することができる（操作804）。次に、ヘルスアナライザーは、分光画像群のセクション群の各セクションに対応するセクションデータを特定して、分光画像に関するデータを形成することができる（操作806）。このセクションデータは、例えば図3のセクションデータ330とすることができます。その後、ヘルスアナライザーは、システムの健康状態のステータスを、分光画像に関するデータに基づいて特定することができる（操作808）。次に、ヘルスアナライザーは、分光画像に関するデータを、システムの健康状態に関して特定されるステータスに対応する振動データグループ群のうちの1つの振動データグループに格納することができる（操作810）。

【0118】

次に、ヘルスアナライザーは、更に別の未処理分光画像があるかどうかについて判断することができる（操作812）。更に別の未処理分光画像がない場合、当該プロセスは終了することができる。そうではない場合、プロセスは、上に説明した操作802に戻る必要がある。

【0119】

次に、図9を参照するに、データ処理システムの図が、有利な実施形態に従って描かれている。この例示的な例では、データ処理システム900を使用して、図2のコンピュータシステム222の1つ以上のコンピュータを設けることができる。データ処理システム900は通信ファブリック902を含むことができ、この通信ファブリック902は、プロセッサユニット904、メモリ906、永久メモリ908、通信ユニット910、入力/出力（I/O）ユニット912、及びディスプレイ914の間の通信を可能にする。

【0120】

プロセッサユニット904は、ソフトウェア用の命令群を実行するように動作し、これらの命令はメモリ906に読み込むことができる。プロセッサユニット904は、特定の実施形態によって異なるが、多数のプロセッサ、マルチプロセッサコア、または他の或る種類のプロセッサとすることができます。本明細書において「*a n i t e m*（アイテム）」を指して使用される「*n u m b e r*（多数）」とは、1つ以上のアイテムを意味する。更に、プロセッサユニット904は、多数の異種プロセッサシステムを用いて実現することができ、これらの異種プロセッサシステムでは、主プロセッサは、副プロセッサ群と一緒に1つのチップ上に設けられる。別の例示的な例として、プロセッサユニット904は、同じ種類の複数のプロセッサを含む対称マルチプロセッサシステムとすることができます。

【0121】

メモリ906及び永久ストレージ908は、ストレージデバイス916の例である。ストレージデバイスは何れかの個数のハードウェアであり、当該ハードウェアは、例えばこれらには限定されないが、データ、関数形式のプログラムコード、及び/又は一時的に、

10

20

30

40

50

そして / または永久に保存される他の適切な情報のような情報を保存することができる。ストレージデバイス 916 は、これらの例では、「computer readable storage devices (コンピュータ可読ストレージデバイス)」と表記することができる。メモリ 906 はこれらの例では、例えばランダムアクセスメモリ、または他の何れかの適切な揮発性または不揮発性ストレージデバイスとすることができます。永久ストレージ 908 は、特定の実施形態によって異なるが、種々の形態を探ることができる。

【0122】

例えば、永久ストレージ 908 は、1つ以上のコンポーネントまたはデバイスを含むことができる。例えば、永久ストレージ 908 は、ハードドライブ、フラッシュメモリ、再書き込み可能な光ディスク、再書き込み可能な磁気テープ、または上に列挙した要素の或る組み合わせとすることができます。永久ストレージ 908 が使用する媒体は取り外し可能とすることもできる。例えば、取り外し可能なハードドライブを永久ストレージ 908 に使用することができる。

【0123】

通信ユニット 910 はこれらの例では、他のデータ処理システム群またはデバイス群との通信を可能にする。これらの例では、通信ユニット 910 は、ネットワークインターフェースカードである。通信ユニット 910 は、物理通信リンク及び無線通信リンクの何れか、または両方を使用することにより、通信を可能にする。

【0124】

入力 / 出力ユニット 912 によって、データを他のデバイス群との間で入出力することができ、これらの他のデバイスは、データ処理システム 900 に接続することができます。例えば、入力 / 出力ユニット 912 は、接続を可能にすることにより、ユーザ入力を、キーボード、マウス、及び / 又は他の或る適切な入力デバイスを介して行うことができる。更に、入力 / 出力ユニット 912 は、出力をプリンタに送出することができる。ディスプレイ 914 は、情報をユーザに対して表示する機構となる。

【0125】

オペレーティングシステム用命令、アプリケーション、及び / 又はプログラムは、ストレージデバイス群 916 に格納することができ、これらのストレージデバイス 916 は、プロセッサユニット 904 と通信ファブリック 902 を介して通信する。これらの例示的な例では、命令群は関数として永久ストレージ 908 に格納される。これらの命令は、メモリ 906 に読み込むことにより、プロセッサユニット 904 によって実行することができる。異なる実施形態のプロセスは、プロセッサユニット 904 によって、コンピュータ実行命令群を使用して実行することができ、これらのコンピュータ実行命令は、メモリ 906 のようなメモリに格納することができる。

【0126】

これらの命令は、プログラムコード、コンピュータ可用プログラムコード、またはコンピュータ可読プログラムコードと表記され、当該プログラムコードは、プロセッサユニット 904 内のプロセッサが読み取り、そして実行することができる。当該プログラムコードは、異なる実施形態では、メモリ 906 または永久ストレージ 908 のような異なる物理媒体またはコンピュータ可読記憶媒体で具体化することができる。

【0127】

プログラムコード 918 は、選択的に取り外し可能なコンピュータ可読媒体 920 に関数として格納され、そしてデータ処理システム 900 に読み込む、または転送することによりプロセッサユニット 904 によって実行することができる。プログラムコード 918 及びコンピュータ可読媒体 920 は、これらの例におけるコンピュータプログラム製品 922 を構成する。1つの例では、コンピュータ可読媒体 920 は、コンピュータ可読記憶媒体 924 またはコンピュータ可読信号媒体 926 とすることができます。コンピュータ可読記憶媒体 924 は、例えば光ディスクまたは磁気ディスクを含むことができ、当該ディスクを永久ストレージ 908 の一部であるドライブまたは他のデバイスに挿入して、また

10

20

30

40

50

は格納して、永久ストレージ 908 の一部であるハードドライブのようなストレージデバイスに移送する。

【0128】

コンピュータ可読記憶媒体 924 は更に、データ処理システム 900 に接続されるハードドライブ、サムドライブ、またはフラッシュメモリのような永久ストレージの形態を採ることができる。幾つかの例では、コンピュータ可読記憶媒体 924 は、データ処理システム 900 から取り外し可能とする必要はない。これらの例では、コンピュータ可読記憶媒体 924 は、プログラムコード 918 を伝送する、または送信する媒体ではなく、プログラムコード 918 を格納するために使用される物理ストレージデバイスまたは有形ストレージデバイスである。

10

【0129】

コンピュータ可読記憶媒体 924 はまた、コンピュータ可読有形ストレージデバイス (computer readable tangible storage device) またはコンピュータ可読物理ストレージデバイス (computer readable physical storage device) と表記される。別の表現をすると、コンピュータ可読記憶媒体 924 は、人が触れることができる媒体である。

【0130】

別の構成として、プログラムコード 918 はデータ処理システム 900 に、コンピュータ可読信号媒体 926 を使用して転送することができる。コンピュータ可読信号媒体 926 は、例えばプログラムコード 918 を含む伝送データ信号とすることができます。例えば、コンピュータ可読信号媒体 926 は、電磁信号、光信号、及び / 又は他の何れかの適切な種類の信号とすることができます。これらの信号は、無線通信リンク、光ファイバケーブル、同軸ケーブル、有線、及び / 又は他の何れかの適切な種類の通信リンクのような通信リンクを介して送信することができます。別の表現をすると、通信リンク及び / 又は接続は、例示的な例における物理通信リンクまたは無線通信リンク、及び / 又は物理接続または無線接続とすることができます。

20

【0131】

幾つかの有利な実施形態では、プログラムコード 918 は、ネットワークを経由して、別のデバイスまたはデータ処理システムから永久ストレージ 908 にコンピュータ可読信号媒体 926 を介してダウンロードすることにより、データ処理システム 900 内で使用することができます。例えば、サーバデータ処理システム内のコンピュータ可読記憶媒体に格納されるプログラムコードは、ネットワークを経由して、サーバからデータ処理システム 900 にダウンロードすることができる。プログラムコード 918 を供給するデータ処理システムは、サーバコンピュータ、クライアントコンピュータ、またはプログラムコード 918 を格納し、そして送信することができる他の或るデバイスとすることができます。

30

【0132】

データ処理システム 900 に関して図示される異なる構成要素は、異なる実施形態を実現することができる態様に構造上の制約を付与するために図示しているのではない。異なる有利な実施形態は、データ処理システム 900 に関して図示される構成要素群の他の、または代わりの構成要素群を含むデータ処理システムにおいて実現することができる。図 9 に示す他の構成要素群は、図示される例示的な例から変えることができる。異なる実施形態は、プログラムコードを実行することができる何れかのハードウェアデバイスまたはシステムを用いて実現することができる。一例としてデータ処理システムは、無機構成要素群と一体化される有機構成要素群を含むことができ、そして / またはヒトを除く有機構成要素群により全てを構成することができる。例えば、ストレージデバイスは、有機半導体により構成することができる。

40

【0133】

別の例示的な例では、プロセッサユニット 904 は、特定の用途のために製造される、または構成される回路群を有するハードウェアユニットの形態を探ることができます。この種類のハードウェアは操作群を、プログラムコードをメモリに、これらの操作を実行する

50

ように構成されるストレージデバイスから読み込む必要を生じることなく実行することができる。例えば、プロセッサユニット 904 がハードウェアユニットの形態を探る場合、プロセッサユニット 904 は、回路システム、特定用途向け集積回路 (ASIC)、プログラマブルロジックデバイス、または多数の操作を実行するように構成される他の或る適切な種類のハードウェアとすることができます。プログラマブルロジックデバイスの場合、当該デバイスは、多数の操作を実行するように構成される。当該デバイスは、後の時点で再構成することができる、または多数の操作を実行するように永久的に構成することができる。プログラマブルロジックデバイスの例として、例えばプログラマブルロジックアレイ、プログラマブルアレイロジック、フィールドプログラマブルロジックアレイ、フィールドプログラマブルゲートアレイ、及び他の適切なハードウェアデバイスを挙げることができます。この種類の実施形態の場合、プログラムコード 918 は、異なる実施形態のプロセスがハードウェアユニット内で実行されるので、削除することができる。

【0134】

更に別の例示的な例では、プロセッサユニット 904 は、コンピュータ群及びハードウェアユニット群に搭載されるプロセッサ群の組み合わせを用いて実現することができる。プロセッサユニット 904 は、多数のハードウェアユニットと、そしてプログラムコード 918 を実行するように構成される多数のプロセッサと、を有することができる。この図示の例の場合、これらのプロセッサのうちの幾つかのプロセッサは、多数のハードウェアユニットとして実現することができるのに対し、他のプロセッサ群は、多数のプロセッサとして実現することができる。

【0135】

別の例では、バスシステムを用いて、通信ファブリック 902 を実現することができ、そして当該バスシステムは、システムバスまたは入力 / 出力バスのような 1 つ以上のバスにより構成することができる。勿論、バスシステムは、当該バスシステムに接続される異なる構成要素またはデバイスの間のデータの転送を可能にする何れかの適切な種類のアーキテクチャを用いて実現することができる。

【0136】

更に、通信ユニットは、データを送信し、データを受信し、またはデータを送受信する多数のデバイスを含むことができる。通信ユニットは、例えばモデムまたはネットワークアダプタ、2 つのネットワークアダプタ、或いはこれらの要素の或る組み合わせとすることができます。更に、メモリは、例えばメモリ 906 とするか、または通信ファブリック 902 に設けることができるインターフェースハブ及びメモリコントローラハブに搭載されるようなキャッシュとすることができます。

【0137】

このように、異なる有利な実施形態は、システムの健康状態を判断する方法及び装置を提供する。1 つの有利な実施形態では、振動データグループ群が当該システムに対応して特定される。振動データグループ群の 1 つの振動データグループは、システムの異なる周波数の振動の経時データを含む。システムに関する振動データグループ群は、コンピュータシステムの多数の連想メモリに保存される。システムの健康状態は、多数の連想メモリ内の振動データグループ群に基づいて特定される。このようにして、異なる有利な実施形態は、システムの健康状態を、現在利用可能なヘルスモニタリングシステムよりも正確、かつ効率的に判断することができるヘルスモニタリングシステムを提供する。

【0138】

本明細書において使用されるように、「at least one of」というフレーズは、複数のアイテムを列挙して使用される場合に、列挙されるこれらのアイテムのうちの 1 つ以上のアイテムの異なる組み合わせを用いることができ、そして列挙されるアイテムの中の各アイテムの 1 つだけで済ませることができる意味する。例えば、「at least one of item A, item B, and item C」は、例えばこれらには限定されないが、「item A (アイテム A)」または「item A and item B (アイテム A 及びアイテム B)」を含むことができる

10

20

30

40

50

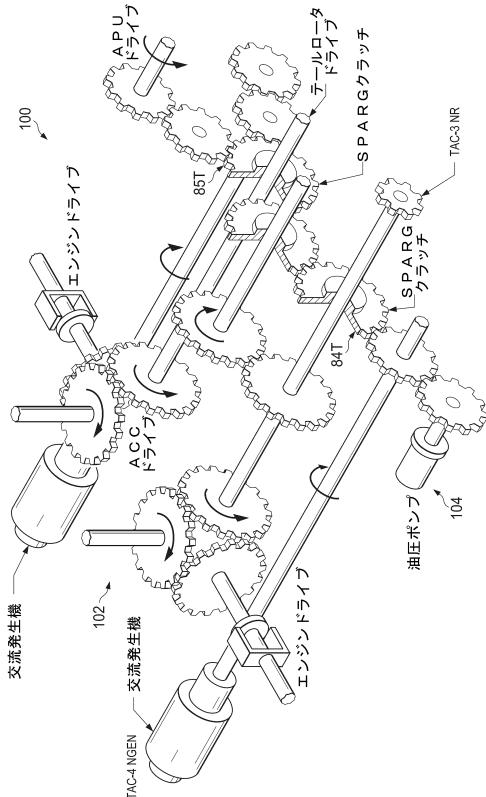
。この例は更に、「item A, item B, and item C (アイテムA、アイテムB、及びアイテムC)」または「item B and item C (アイテムB及びアイテムC)」を含むことができる。他の例では、「at least one of」は、例えばこれらには限定されないが、2個のitem A、1個のitem B、及び10個のitem Cとすることができ；4個のitem B、及び7個のitem Cとすることができ；そして他の適切な組み合わせとすることができる。

【0139】

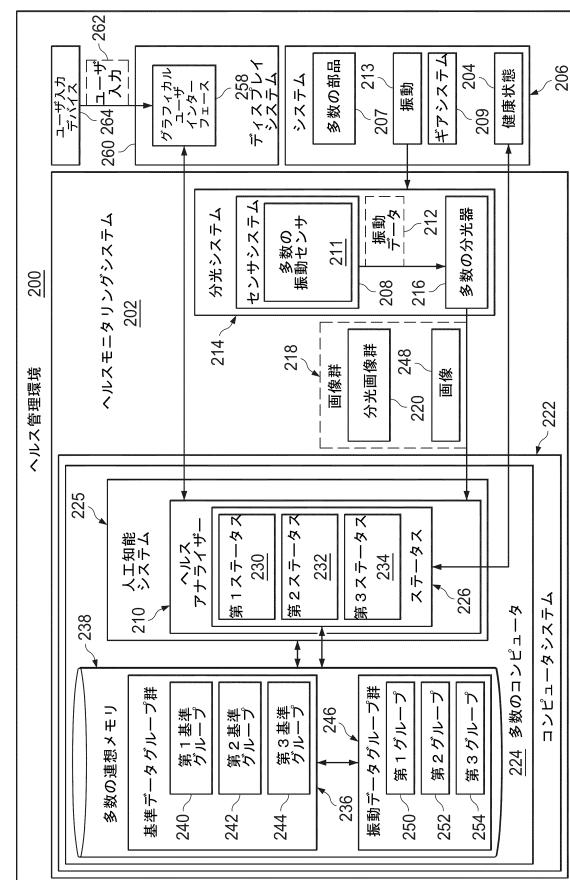
異なる有利な実施形態に関する記載を提示して、例示及び説明を行ってきたが、当該記載を網羅的に行なおうとしているのではない、または当該記載を開示される構成の実施形態に限定しようとしているのではない。多くの変形及び変更が存在することは、この技術分野の当業者には明らかであろう。更に、異なる有利な実施形態は、他の有利な実施形態とは異なる利点を提供することができる。選択される実施形態または実施形態群は、これらの実施形態の原理、実際の用途を最も良く説明するために、そしてこの技術分野の他の当業者が、想定される特定の使用に適合するように種々の変更が加えられる種々の実施形態の開示内容を理解することができるよう選択され、そして記載されている。

10

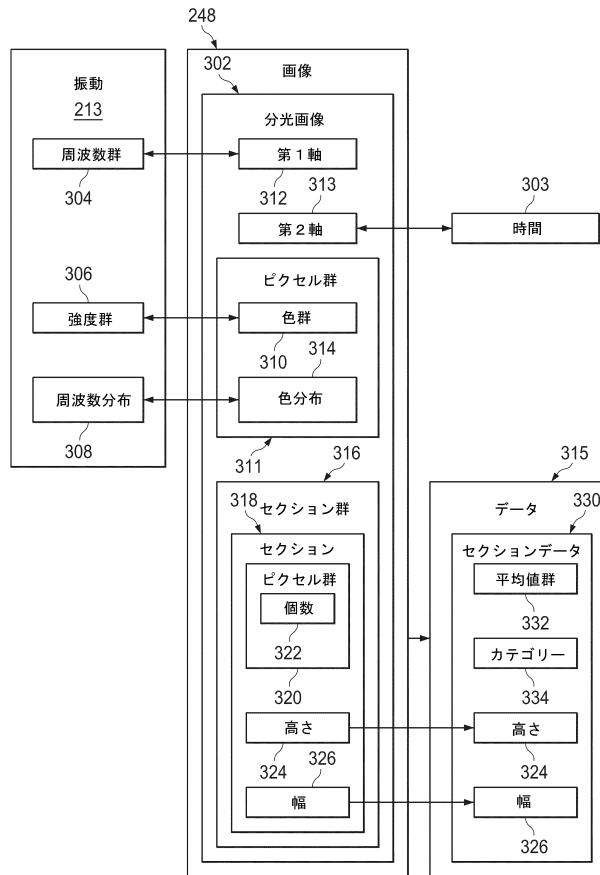
【図1】



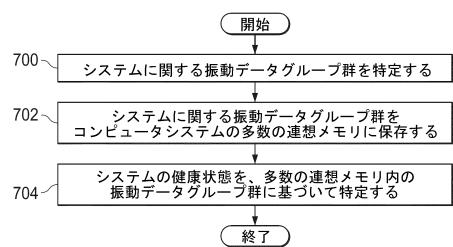
【図2】



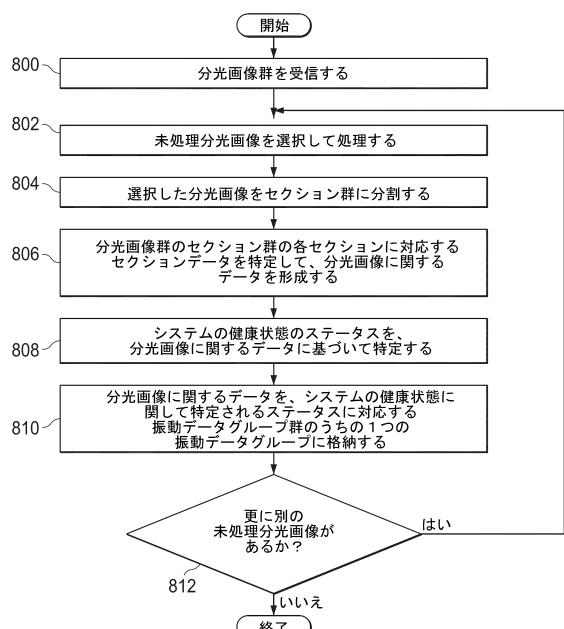
【図3】



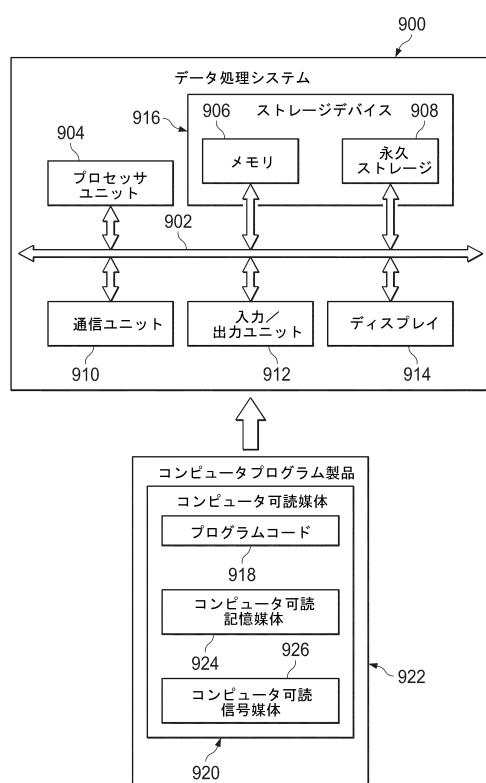
【図7】



【図8】



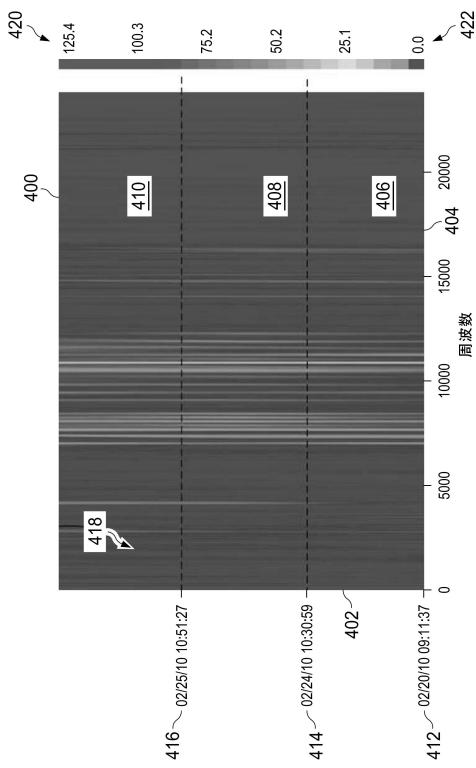
【図9】



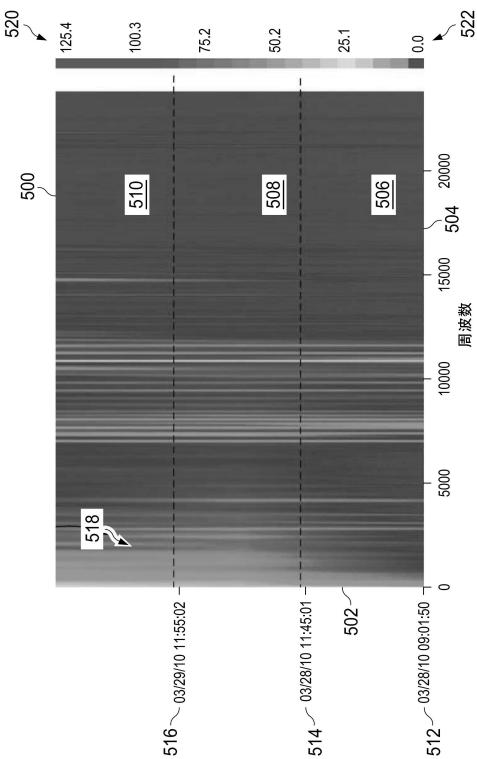
(25)

JP 6055622 B2 2016.12.27

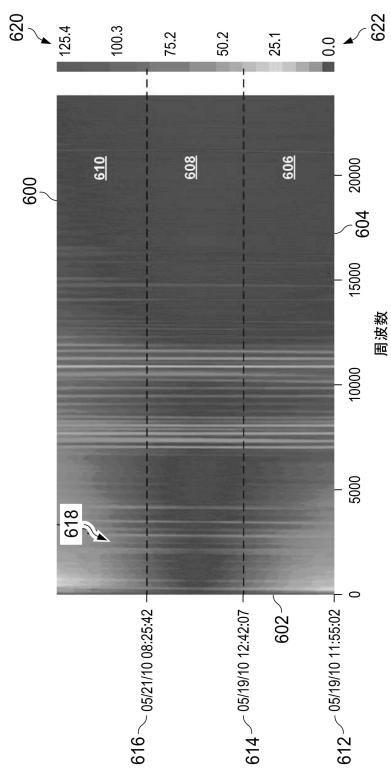
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

審査官 山口 剛

(56)参考文献 特開平10-281859(JP, A)
特開平10-143343(JP, A)
米国特許出願公開第2005/0096873(US, A1)
米国特許出願公開第2011/0087387(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 01 M 13/00 - 13/04
G 01 M 99/00