

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7128058号

(P7128058)

(45)発行日 令和4年8月30日(2022.8.30)

(24)登録日 令和4年8月22日(2022.8.22)

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 R 33/02 (2006.01)

G 0 1 R 33/02

K

G 0 1 L 1/00 (2006.01)

G 0 1 L 1/00

F

G 0 1 R 33/02

V

G 0 1 R 33/02

W

請求項の数 34 外国語出願 (全29頁)

(21)出願番号 特願2018-159964(P2018-159964)
 (22)出願日 平成30年8月29日(2018.8.29)
 (65)公開番号 特開2019-60858(P2019-60858A)
 (43)公開日 平成31年4月18日(2019.4.18)
 審査請求日 令和3年5月11日(2021.5.11)
 (31)優先権主張番号 15/696,745
 (32)優先日 平成29年9月6日(2017.9.6)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 米国(US)

(73)特許権者 503230014
 ベントリー・ネバダ・エルエルシー
 アメリカ合衆国ネバダ州 8 9 4 2 3 , ミ
 ンデン, ベントリー・パークウェイ・サ
 ウス 1 6 3 1
 (74)代理人 110002871弁理士法人坂本国際特許商
 標事務所
 (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 100113974
 弁理士 田中 拓人
 (72)発明者 デヴィッド・フォークナー
 アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・
 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 非接触磁歪センサの位置合わせ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の磁場および対応する第1の磁束を生成するように構成された駆動要素であって、
 前記第1の磁束は、前記駆動要素とターゲットの表面との間の第1のギャップ距離を通過
 し、かつ前記ターゲットを通過する駆動要素、および

前記第1の磁束の一部を検出するように構成された少なくとも1つの検出要素

を含むセンサと、

前記駆動要素および前記少なくとも1つの検出要素を収容するハウジングと、

前記ハウジングの外表面の少なくとも一部の周りに周方向に配置されるように構成され、

前記センサを前記ターゲットに対して軸方向に並進させることなく、前記第1の磁束の前

記検出された部分を選択的に調整することができるように構成された減衰要素と、

を備える、センサアセンブリ。

【請求項 2】

前記減衰要素の位置を変化させることで、前記第1の磁束の前記検出された部分を変化さ
 せるように前記減衰要素の位置が、前記センサに対して調整可能である、請求項1に記載
 のセンサアセンブリ。

【請求項 3】

前記減衰要素が、前記センサの周りに配置されたスリーブを備え、前記減衰要素が、前
 記ターゲットに向かって移動すると減衰量を増加させるように構成される、請求項1又は
 2に記載のセンサアセンブリ。

10

20

【請求項 4】

前記減衰要素が、前記センサの少なくとも一部の周りに配置され、前記減衰要素が、前記第 1 の磁場の一部と相互作用することによって、前記第 1 の磁束の前記検出された部分の大きさを調整する第 2 の磁場を生成するように構成される少なくとも 1 つの導電性要素を含み、前記第 2 の磁場が、前記少なくとも 1 つの導電性要素を流れる交流電流によって生成され、前記第 1 の磁場の一部を減衰させることによって、前記第 1 の磁束の前記検出された部分を減衰させるように構成される、請求項 1 に記載のセンサアセンブリ。

【請求項 5】

前記減衰要素の前記少なくとも 1 つの導電性要素が、前記第 1 の磁場と結合するように構成される、請求項 4 に記載のセンサアセンブリ。

10

【請求項 6】

前記導電性要素と並列に結合することができる抵抗器をさらに備え、前記抵抗器の抵抗が、可変であり、それにより前記抵抗器の前記抵抗を調整することで前記第 2 の磁場の大きさを調整することによって、前記第 1 の磁束の前記検出された部分の前記大きさを調整する、請求項 5 に記載のセンサアセンブリ。

【請求項 7】

前記減衰要素が、前記抵抗器の前記抵抗が減少すると前記第 1 の磁束の前記検出された部分をますます減衰させるように構成される、請求項 6 に記載のセンサアセンブリ。

【請求項 8】

前記減衰要素の前記少なくとも 1 つの導電性要素が、選択的に調整可能な交流電流減衰信号を受信して、前記少なくとも 1 つの導電性要素を流れる前記交流電流を生成するように構成される、請求項 4 に記載のセンサアセンブリ。

20

【請求項 9】

前記減衰要素が、前記第 2 の磁場の位相が前記第 1 の磁場の位相と位相がずれている場合、前記第 1 の磁束の前記検出された部分を減衰させるように構成される、請求項 8 に記載のセンサアセンブリ。

【請求項 10】

前記減衰要素が、前記第 2 の磁場の位相が前記第 1 の磁場の位相と同相である場合、前記第 1 の磁束の前記検出された部分を増幅するように構成される、請求項 8 に記載のセンサアセンブリ。

30

【請求項 11】

前記駆動要素が、入力駆動信号の受信に応じて前記第 1 の磁場および対応する前記第 1 の磁束を生成するように構成され、前記少なくとも 1 つの検出要素が、少なくとも 1 つの軸に沿って離間して配置された少なくとも 1 つの検出要素のペアを有し、前記センサが、前記少なくとも 1 つの軸の周りに前記センサを独立して回転することで前記入力駆動信号の変化に対応して前記少なくとも 1 つの検出要素のペアの各々から出力される信号の変化が互いに近づくように位置合わせされるように構成されている、請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載のセンサアセンブリ。

【請求項 12】

入力駆動信号を受信し、当該入力駆動信号に応答して第 1 の磁場および対応する第 1 の磁束を生成するように構成された駆動要素であって、前記第 1 の磁束は、前記駆動要素とターゲットの表面との間の第 1 のギャップ距離を通過し、かつ前記ターゲットを通過する駆動要素、および前記第 1 の磁束の一部を検出するように構成された複数の検出要素、を含むセンサと、

40

前記センサを前記ターゲットに対して軸方向に並進させることなく、前記第 1 の磁束の前記検出された部分を選択的に調整することができるように構成された減衰要素と、
を備え、

前記減衰要素が、生の入力駆動信号を受信し、前記生の入力駆動信号を使用して、前記駆動要素によって前記受信される入力駆動信号を生成するように構成され、

前記複数の検出要素が、少なくとも 1 つの軸に沿って離間して配置された少なくとも 1

50

つの検出要素のペアを有し、前記センサが、前記少なくとも1つの軸の周りに前記センサを独立して回転することで前記入力駆動信号の変化に対する前記少なくとも1つの検出要素のペアの各々から出力された信号の変化が互いに近づくように位置合わせされるように構成されている、センサアセンブリ。

【請求項13】

前記減衰要素が、抵抗器を含み、前記抵抗器が、前記入力駆動信号の大きさを制御することによって、前記第1の磁束の大きさを制御するように構成され、前記抵抗器の抵抗が、調整可能に構成され、それにより前記抵抗器の前記抵抗を増加させることで前記入力駆動信号の前記大きさを減少させることによって、前記第1の磁束の前記大きさを減少させ、前記第1の磁束の前記検出された部分の大きさを減少させる、請求項12に記載のセンサアセンブリ。

10

【請求項14】

前記センサの所望の位置合わせに対する前記センサの位置合わせに関する信号を出力するように構成された少なくとも1つのLEDインジケータをさらに備え、
前記少なくとも1つのLEDインジケータが、前記センサの位置のヨー、ピッチ、およびロール値に対応する第1、第2、および第3のLEDインジケータを備える、請求項1から13のいずれか1項に記載のセンサアセンブリ。

【請求項15】

前記第1、第2、および第3のLEDインジケータが、ヨー、ピッチ、およびロールが所望の値に向けて調整されると、明るさが変化する光を出力するように構成される、請求項14に記載のセンサアセンブリ。

20

【請求項16】

前記第1、第2、および第3のLEDインジケータが、ヨー、ピッチ、およびロールが所望の値に向けて調整されると、色が変わる光を出力するように構成される、請求項14に記載のセンサアセンブリ。

【請求項17】

前記第1、第2、および第3のLEDインジケータが、ヨー、ピッチ、およびロールが所望の値に向けて調整されると、変化する周波数で点滅するように構成される、請求項14に記載のセンサアセンブリ。

【請求項18】

30

センサアセンブリを位置合わせする方法であって、

制御および処理モジュールを起動して入力駆動信号をセンサアセンブリのセンサの駆動要素に送ることによって、ターゲットを通過する対応する第1の磁束を有する第1の磁場を生成するステップであって、少なくとも1つの検出要素は、前記第1の磁束の一部を検出する、ステップと、

減衰要素によって前記第1の磁束の前記検出された部分を調整するステップと、

前記センサのヨーを前記ターゲットに対して調整するための第1の軸、前記センサのピッチを調整するための第2の軸、および前記センサのロールを調整するための第3の軸の少なくとも1つの周りで前記センサを回転させるステップと、を含む、方法。

【請求項19】

40

前記減衰要素の位置を調整して前記第1の磁束の前記検出された部分を減衰させるステップをさらに含み、前記減衰要素を前記ターゲットに向かって移動させることが、前記磁束の前記検出された部分の前記減衰を増加させる、請求項18に記載の方法。

【請求項20】

前記第1の磁場を前記減衰要素の導電性要素と結合することによって、前記導電性要素が第2の磁場を生成するように前記導電性要素を流れる交流電流を誘導するステップをさらに含み、前記第2の磁場が、前記第1の磁場を減衰させることによって、前記第1の磁束の前記検出された部分を減衰させることによって前記第1の磁束の前記検出された部分を調整する、請求項18に記載の方法。

【請求項21】

50

前記導電性要素に結合された抵抗器の抵抗を調整することにより、前記第 1 の磁束の前記検出された部分の減衰量を調整するステップをさらに含む、請求項 20 に記載の方法。

【請求項 22】

選択的に調整可能な交流電流減衰信号を前記減衰要素の導電性要素に送ることによって、前記導電性要素が第 2 の磁場を生成するように前記導電性要素を流れる交流電流を生成するステップをさらに含む、

前記選択的に調整可能な交流電流減衰信号の振幅、位相、および周波数が、第 2 の磁場の振幅、位相、および周波数を規定する、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 23】

前記交流電流減衰信号の前記振幅を調整することによって、前記第 2 の磁場の前記振幅を調整するステップをさらに含む、請求項 22 に記載の方法。

10

【請求項 24】

前記第 1 の磁束の前記検出された部分が、前記第 2 の磁場の前記位相が前記第 1 の磁場の位相と位相がずれている場合、前記第 1 の磁束の前記検出された部分を減衰させることによって調整される、請求項 22 又は 23 に記載の方法。

【請求項 25】

前記減衰要素が、前記駆動要素と前記センサの少なくとも 1 つの検出要素とを収容するハウジングの外表面の少なくとも一部の周りに周方向に配置されるように構成されている、請求項 18 から 24 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 26】

20

生の入力駆動信号を前記減衰要素に送って前記入力駆動信号を生成するステップと、前記減衰要素の抵抗器の抵抗を調整して前記入力駆動信号の大きさを調整することによって、前記第 1 の磁束の大きさおよび前記第 1 の磁束の前記検出された部分の大きさを調整するステップと、をさらに含む、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 27】

前記センサの前記ヨー、ピッチ、およびロールが、前記センサアセンブリの少なくとも 1 つの LED インジケータからの出力に基づいて調整される、請求項 18 から 26 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 28】

前記出力が、前記少なくとも 1 つの LED インジケータからの光強度である、請求項 27 に記載の方法。

30

【請求項 29】

前記出力が、前記少なくとも 1 つの LED インジケータからの光の色である、請求項 27 に記載の方法。

【請求項 30】

前記出力が、前記少なくとも 1 つの LED インジケータからの光の点滅周波数である、請求項 27 に記載の方法。

【請求項 31】

第 1 の磁場および対応する第 1 の磁束を生成するように構成された駆動要素であって、前記第 1 の磁束は、前記駆動要素とターゲットの表面との間の第 1 のギャップ距離を通過し、かつ前記ターゲットを通過する駆動要素、および

40

前記第 1 の磁束の一部を検出するように構成された少なくとも 1 つの検出要素を含むセンサと、

前記センサを前記ターゲットに対して軸方向に並進させることなく、前記第 1 の磁束の前記検出された部分を選択的に調整することができるように構成された減衰要素と、

前記センサの所望の位置合わせに対する前記センサの位置合わせに関する信号を出力するように構成された少なくとも 1 つの LED インジケータと、を備え、

前記少なくとも 1 つの LED インジケータが、前記センサの位置のヨー、ピッチ、およびロール値に対応する第 1、第 2、および第 3 の LED インジケータを備える、センサアセンブリ。

50

【請求項 3 2】

前記第 1、第 2、および第 3 の L E D インジケータが、ヨー、ピッチ、およびロールが所望の値に向けて調整されると、明るさが変化する光を出力するように構成される、請求項 3 1 に記載のセンサアセンブリ。

【請求項 3 3】

前記第 1、第 2、および第 3 の L E D インジケータが、ヨー、ピッチ、およびロールが所望の値に向けて調整されると、色が変わる光を出力するように構成される、請求項 3 1 に記載のセンサアセンブリ。

【請求項 3 4】

前記第 1、第 2、および第 3 の L E D インジケータが、ヨー、ピッチ、およびロールが所望の値に向けて調整されると、変化する周波数で点滅するように構成される、請求項 3 1 に記載のセンサアセンブリ。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、非接触磁歪センサの位置合わせに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

強磁性材料は、材料が印加磁場の存在下で形状を変化させることを可能にする磁歪特性を有することができる。逆もまた、真であり得る。応力が導電性材料に加えられると、透磁率のような材料の磁気特性が変化する可能性がある。磁歪センサは、透磁率の変化を検知するように構成された検知要素を含むことができる非接触センサであり、変化は導電性材料に加えられた応力の量に比例し得るので、得られた測定値を使用して応力の量を計算することができる。

20

【0 0 0 3】

導電性材料への応力の適用に起因する透磁率の変化は、小さくすることができる。小さな透磁率変化の測定を容易にするために、磁歪センサの検知要素とターゲットとの間のギャップ距離による測定誤差は、ターゲットに加えられた応力を計算する際に考慮に入れることができる。一例として、磁歪センサは、ターゲットと手動で位置合わせすることができ、ギャップ距離は、ゲージによって設定することができる。しかし、そのような手動の位置合わせは、異なるギャップをターゲットと各検知要素との間に生じさせることがあり、ギャップ距離を適切に補償することができない。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 4】

【文献】米国特許第 9 2 1 7 6 8 2 号明細書

【発明の概要】

【0 0 0 5】

応力センサをターゲットに対して位置合わせするためのシステム、デバイス、および方法が提供される。一態様では、センサと、減衰要素とを含むセンサアセンブリが提供される。センサは、第 1 の磁場および対応する第 1 の磁束を生成するように構成することができる駆動要素を含むことができる。第 1 の磁束は、駆動要素とターゲットの表面との間の第 1 のギャップ距離を通過し、かつターゲットを通過することができる。センサはまた、第 1 の磁束の一部を検出するように構成することができる少なくとも 1 つの検出要素を含むことができる。減衰要素は、センサをターゲットに対して軸方向に並進させることなく、第 1 の磁束の検出された部分を選択的に調整することができるように構成することができる。

40

【0 0 0 6】

センサアセンブリは、様々な方法で変化し得る。例えば、減衰要素の位置は、センサに対して調整可能にすることができ、それにより減衰要素の位置を変化させることで、第 1

50

の磁束の検出された部分を変化させることができる。別の例として、減衰要素は、センサの周りに配置されたスリーブとすることができ、センサアセンブリは、減衰要素がターゲットに向かって移動すると減衰量を増加させるように構成することができる。さらに別の例として、減衰要素は、センサとターゲットとの間に配置されたプレートとすることができる。

【 0 0 0 7 】

一実施態様では、減衰要素は、センサの少なくとも一部の周りに配置することができる。減衰要素は、第 1 の磁場の一部と相互作用することによって、第 1 の磁束の検出された部分の大きさを調整することができる第 2 の磁場を生成するように構成することができる。少なくとも 1 つの導電性要素を含むことができる。ある特定の態様では、第 2 の磁場は、少なくとも 1 つの導電性要素を流れる交流電流によって生成することができる。第 2 の磁場は、第 1 の磁場の一部を減衰させることによって、第 1 の磁束の検出された部分を減衰させることができる。いくつかの実施形態では、減衰要素の少なくとも 1 つの導電性要素は、第 1 の磁場と結合するように構成することができる。センサアセンブリはまた、導電性要素と並列に結合することができる抵抗器を含むことができる。抵抗器の抵抗は、可変にすることができ、それにより抵抗器の抵抗を調整することで第 2 の磁場の大きさを調整することによって、第 1 の磁束の検出された部分の大きさを調整することができる。さらに、減衰要素は、抵抗器の抵抗が減少すると第 1 の磁束の検出された部分をますます減衰させるように構成することができる。

【 0 0 0 8 】

いくつかの実施形態では、減衰要素の少なくとも 1 つの導電性要素は、選択的に調整可能な交流電流減衰信号を受信して、少なくとも 1 つの導電性要素を流れる交流電流を生成するように構成することができる。減衰要素は、第 2 の磁場の位相が第 1 の磁場の位相と位相がずれている場合、第 1 の磁束の検出された部分を減衰させるように構成することができる。減衰要素は、第 2 の磁場の位相が第 1 の磁場の位相と同相である場合、第 1 の磁束の検出された部分を増幅するように構成することができる。

【 0 0 0 9 】

いくつかの実施態様では、駆動要素は、入力駆動信号を受信して第 1 の磁束を生成するように構成することができる。減衰要素は、生の入力駆動信号を受信して生の入力駆動信号を使用し、駆動要素によって受信することができる入力駆動信号を生成するように構成することができる。減衰要素は、抵抗器を含むことができる。抵抗器は、入力駆動信号の大きさを制御することによって、第 1 の磁束の大きさを制御するように構成することができる。抵抗器の抵抗は、調整可能に構成することができ、それにより抵抗器の抵抗を増加させることで入力駆動信号の大きさを減少させることによって、第 1 の磁束の大きさを減少させ、第 1 の磁束の検出された部分の大きさを減少させる。

【 0 0 1 0 】

他の実施態様では、センサアセンブリは、センサの所望の位置合わせに対するセンサの位置合わせに関する信号を出力するように構成することができる少なくとも 1 つの L E D インジケータをさらに含むことができる。少なくとも 1 つの L E D インジケータは、センサの位置のヨー、ピッチ、およびロール値に対応する第 1、第 2、および第 3 の L E D インジケータを含むことができる。一例として、第 1、第 2、および第 3 の L E D インジケータは、ヨー、ピッチ、およびロールが所望の値に向けて調整されると、明るさが変化する光を出力するように構成することができる。別の例として、第 1、第 2、および第 3 の L E D インジケータは、ヨー、ピッチ、およびロールが所望の値に向けて調整されると、色が変化する光を出力するように構成することができる。さらに別の例として、第 1、第 2、および第 3 の L E D インジケータは、ヨー、ピッチ、およびロールが所望の値に向けて調整されると、変化する周波数で点滅するように構成することができる。

【 0 0 1 1 】

別の態様では、センサアセンブリを位置合わせする方法が提供される。方法は、制御および処理モジュールを起動して入力駆動信号をセンサアセンブリのセンサの駆動要素に送

10

20

30

40

50

ることによって、ターゲットを通過する対応する第1の磁束を有する第1の磁場を生成することを含むことができる。少なくとも1つの検出要素は、第1の磁束の一部を検出することができる。方法は、第1の磁束の検出された部分を調整することと、センサのヨーをターゲットに対して調整するための第1の軸、センサのピッチを調整するための第2の軸、およびセンサのロールを調整するための第3の軸の少なくとも1つの周りでセンサを回転させることを含む。

【0012】

方法は、様々な方法で変化し得る。例えば、方法は、減衰要素の位置を調整して第1の磁束の検出された部分を減衰させることを含むことができる。減衰要素をターゲットに向かって移動させることにより、磁束の検出された部分の減衰を調整することができる。

10

【0013】

一実施態様では、方法は、第1の磁場を減衰要素の導電性要素と結合することによって、導電性要素が第2の磁場を生成することができるように導電性要素を流れることができる交流電流を誘導することを含むことができる。第2の磁場は、第1の磁場を減衰させることによって、第1の磁束の検出された部分を減衰させることによって第1の磁束の検出された部分を調整することができる。導電性要素に結合された抵抗器の抵抗を調整することにより、第1の磁束の検出された部分の減衰量を調整することができる。

【0014】

別の実施態様では、方法は、選択的に調整可能な交流電流減衰信号を減衰要素の導電性要素に送ることによって、導電性要素が第2の磁場を生成するように導電性要素を流れる交流電流を生成することを含むことができる。選択的に調整可能な交流電流減衰信号の振幅、位相、および周波数は、第2の磁場の振幅、位相、および周波数を規定することができる。方法は、交流電流減衰信号の振幅を調整することによって、第2の磁場の振幅を調整することをさらに含むことができる。第1の磁束の検出された部分は、第2の磁場の位相が第1の磁場の位相と位相がずれている場合、第1の磁束の検出された部分を減衰させることによって調整することができる。

20

【0015】

別の例として、方法は、生の入力駆動信号を減衰要素に送って入力駆動信号を生成することを含むことができる。方法は、減衰要素の抵抗器の抵抗を調整して入力駆動信号の大きさを調整することによって、第1の磁束の大きさおよび第1の磁束の検出された部分の大きさを調整することをさらに含むことができる。

30

【0016】

いくつかの実施態様では、センサのヨー、ピッチ、およびロールは、センサアセンブリの少なくとも1つのLEDインジケータからの出力に基づいて調整することができる。出力は、少なくとも1つのLEDインジケータからの光強度とすることができる。出力は、少なくとも1つのLEDインジケータからの光の色とすることができる。出力は、少なくとも1つのLEDインジケータからの光の点滅周波数とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1A】センサシステムの一実施形態の側面図である。

40

【図1B】図1Aのセンサシステムのセンサヘッドの一実施形態の斜視図である。

【図2A】図1Bのセンサヘッドと、減衰要素とを含むセンサアセンブリの1つの例示的な実施形態の底面斜視図である。

【図2B】減衰要素が最近位位置にある、図2Aのセンサアセンブリの側面部分断面図である。

【図2C】減衰要素が最遠位位置にある、図2Bのセンサアセンブリの側面部分断面図である。

【図3A】センサの初期位置合わせ前の減衰の関数としての生の応力信号の例示的なプロットである。

【図3B】センサアセンブリの初期位置合わせ後の生の応力信号の例示的なプロットであ

50

る。

【図 3 C】センサのヨーが位置合わせされた後の生の応力信号の例示的なプロットである。

【図 3 D】センサのピッチおよびロールが位置合わせされた後の減衰の関数としての生の応力信号の例示的なプロットである。

【図 4】プレートの形態の減衰要素を含むセンサアセンブリの別の例示的な実施形態の側面部分断面図である。

【図 5 A】検出された磁束の可変減衰を容易にすることができる減衰要素の例示的な実施形態の斜視図である。

【図 5 B】減衰要素のハウジングが除去された、図 5 A に示す減衰要素の別の斜視図である。

【図 6】図 5 A ~ 図 5 B に示す減衰要素を含むセンサアセンブリの例示的な実施形態の側面部分断面図である。

【図 7】駆動要素に対する入力駆動信号を選択的に変化させるために使用することができる減衰要素を含む、センサアセンブリの別の例示的な実施形態の側面部分断面図である。

【図 8】ターゲットに対するセンサの位置合わせに関する情報を提供するインジケータを含む、センサの例示的な実施形態の上面図である。

【図 9】ターゲットに対するセンサの位置合わせに関する情報を提供するインジケータを含む、センサの別の例示的な実施形態の上面図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

ある特定の例示的な実施形態が、本明細書で開示されるシステム、デバイス、および方法の構造、機能、製造、および使用の原理の全体的な理解を提供するためにここで説明される。これらの実施形態の 1 つまたは複数の例が、添付の図面に示されている。当業者であれば、本明細書において具体的に説明され、添付の図面に示されたシステム、デバイス、および方法は、非限定的な例示的な実施形態であり、本発明の範囲は、特許請求の範囲によってのみ規定されることを理解するであろう。1 つの例示的な実施形態に関連して図示または説明される特徴は、他の実施形態の特徴と組み合わせることができる。そのような修正および変形は、本発明の範囲内に含まれることを意図している。さらに、本開示では、実施形態の類似の構成要素は、一般に、同様の特徴を有するため、特定の実施形態においては、各類似の構成要素の各特徴は、必ずしも完全に詳述されていない。

【0019】

試験される構造に対する応力センサの配置、配向、および / または位置合わせのためのシステム、方法、およびデバイスが提供される。適切な動作範囲内で機能することを保証するために、タービンのシャフトなどのある特定の構成要素を監視することが望ましいとすることができる。このような構成要素を監視する 1 つの方法は、応力センサを使用して材料内の応力を検知することである。応力センサは、構成要素を通過することができる磁束を生成することができ、応力センサの検出要素によって検出することができる。磁束は、所与の領域を通過する全磁場の測定値である。これは、所与の領域を占有するものに対する磁場の影響を説明するのに役立つ有用なツールである。例えば、応力が導電性材料に加えられると、材料を通過する磁束に影響が及ぼされ得る。磁束は、検出することができるように、検出要素を通過することができる。検出要素は、検出された磁束の大きさに対応する生の応力信号を生成することができる。生の応力信号は、検出された磁束の結果として検出要素によって生成される、例えば、電流および / または電圧のような信号であり得る。測定誤差を最小にするために、応力センサは、応力測定を行う前に構成要素に対して位置合わせすることができる。例えば、応力センサが適切に位置合わせされる場合、センサとターゲットの表面との間のギャップのサイズの変化は、応力センサが有することができる数検出要素から出力された生の応力信号にほぼ等しい変化をもたらし得、生の応力信号は、ターゲットの応力の値に対応することができる。ギャップのサイズが変化すると、数検出要素の各々からの生の応力信号は、著しく異なって変化することがあり、応力測定が不正確になる可能性がある。したがって、検出要素によって出力された生の応力信号

10

20

30

40

50

は、応力センサの位置合わせに使用することができる。

【0020】

場合によっては、応力センサを位置合わせすることは、センサとターゲットとの間のギャップのサイズを変化させることと、センサとターゲットの表面との間のギャップのサイズの変化が生じる応力信号にほぼ等しい変化をもたらすまで、センサのヨー、ピッチ、および/またはロールを調整することを含むことができる。このような位置合わせ手順のより詳細な説明は、2016年12月14日に出願された「Non-Contact Magnetostriuctive Sensor Alignment Methods and Systems」と題する米国特許出願第15/378,503号明細書に見出すことができ、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。しかし、このような位置合わせは、応力センサとターゲットとの間のギャップのサイズの微調整を必要とする可能性があり、これは達成が難しい。

10

【0021】

したがって、応力センサとターゲットとの間のギャップのサイズを調整する必要なく応力センサを位置合わせするためのシステムおよび方法が提供される。いくつかの実施形態では、これは、生の応力信号を生成する検出された磁束を減衰させることによって達成することができる。検出された磁束を減衰させることは、センサとターゲットとの間のギャップのサイズを調整することをシミュレートすることができる。したがって、センサは、センサをターゲットに対して実質的に軸方向に並進させることなく、センサのヨー、ピッチ、および/またはロールを調整することによってターゲットに対して位置合わせされ、センサとターゲットとの間のギャップのサイズを調整することができる。

20

【0022】

図1Aは、ターゲットに加えられたトルク、曲げ、および/または軸方向荷重などの応力を検出するために使用され得るセンサシステム100の例示的な実施形態を示す。一般に、センサシステム100は、センサ取付アセンブリ150または取付ブラケット内に受け入れられ、例えば、回転シャフトなどの試験されるターゲット110の表面126に近接して配置され得るセンサ102を含むことができる。例として、ターゲット110は、矢印B1で示すように、軸A1の周りを回転することができる。センサ取付アセンブリ150は、ターゲット110に対するセンサ102の位置の調整および/または維持を容易にすることができる。図1Aに示すように、取付ブラケット150は、剛性の支持体159に結合することができる、延長アーム155に結合することができる。取付アセンブリ150は、ターゲット110に対するセンサ102の適切な位置合わせを容易にすることができる、ターゲット110に対するセンサ102の適切な配向および位置合わせを維持することができる。センサ102は、測定を行うために制御および処理モジュール106との間で信号を送受信することができる。信号は、例えば、電圧および/または電流信号とすることができる。センサ102の実施形態は、2017年5月17日に出願された「Non-Contact Magnetostriuctive Sensor with Gap Compensation Field」と題する米国特許出願第15/598,062号明細書に詳細に記載されており、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

30

【0023】

図1Aに示すように、センサ102は、近位部分105および遠位部分107を有するハウジング103を含むことができる。いくつかの実施形態では、近位部分105は、例えば、ステンレス鋼、アルミニウム、または別の金属から作製することができ、遠位部分107は、例えば、セラミックまたは成形可能かつ機械加工可能なポリマーのような非導電性材料から作製することができる。センサ102は、ハウジング103内に配置されたセンサヘッドを含むことができる。センサヘッドは、駆動要素と、ハウジング103の遠位部分107内に配置することができる少なくとも1つの検出要素とを含むことができる。

40

【0024】

図1Bは、センサヘッド104の一実施形態を示す。センサヘッド104は、各々そこから外側に（例えば、軸X1、Y1に沿って）延びる4つの支持バー114a、114b

50

、 1 1 4 c、 1 1 4 d を有する支持体 1 1 2 を含むことができる。支持バー 1 1 4 a、 1 1 4 b、 1 1 4 c、 1 1 4 d は、ターゲット 1 1 0 に向かって（例えば、軸 Z 1 の方向に）そこから遠位に延びる検出アーム 1 1 6 a、 1 1 6 b、 1 1 6 c、 1 1 6 d を有することができる。支持体 1 1 2 はまた、中心軸 Z 1 に沿ってターゲット 1 1 0 に向かって遠位に延びる中心アーム 1 1 8 を含むことができる。

【 0 0 2 5 】

図 1 B に示すように、センサヘッド 1 0 4 は、中心アーム 1 1 8 の遠位端とターゲット 1 1 0 の表面 1 2 6 との間にギャップ G 1 を置いて、ターゲット 1 1 0 の表面 1 2 6 の上に配置することができる。同様に、検出アーム 1 1 6 a、 1 1 6 b、 1 1 6 c、 1 1 6 d の各々は、それらの遠位端とターゲット 1 1 0 の表面 1 2 6 との間に対応するギャップ G 1 a、 G 1 b、 G 1 c、 G 1 d を Z 1 軸に平行な方向に有することができる。いくつかの実施形態では、支持バーおよび/または検出アームの数は、図示のように 4 つ、または 4 つよりも多いか、または 4 つ未満であってもよい。

10

【 0 0 2 6 】

図 1 B に示すように、第 1 の対の検出要素 1 2 2 a、 1 2 2 c は、軸 X 1 に沿って延び、かつ軸 X 1 を規定することができる。第 2 の対の検出要素 1 2 2 d、 1 2 2 b は、軸 Y 1 に沿って延び、かつ軸 Y 1 を規定することができる。軸 X 1 に直交して延びることができる。センサヘッド 1 0 4 のピッチおよびロールは、矢印 P 1、 R 1 で示すように、センサヘッド 1 0 4 を軸 X 1、 Y 1 の周りに回転させることによって独立して調整することができる。センサヘッド 1 0 4 のヨーは、Yaw 1 で示すように、センサヘッド 1 0 4 を軸 Z 1 の周りに回転させることによって調整することができる。

20

【 0 0 2 7 】

センサヘッド 1 0 4 は、支持体 1 1 2 の中心アーム 1 1 8 に配置された駆動要素 1 2 0 を有する駆動サブシステムをさらに含むことができる。駆動要素 1 2 0 および検出要素 1 2 2 a、 1 2 2 b、 1 2 2 c、 1 2 2 d は、各々電気導体（例えば、銅線）で作製することができる。例えば、銅線の 1 つまたは複数のセグメントを支持体 1 1 2 のアーム 1 1 8、 1 1 6 a、 1 1 6 b の周りに巻き付けて、駆動要素 1 2 0 および検出要素 1 2 2 a、 1 2 2 b、 1 2 2 c、 1 2 2 d を形成することができる。駆動要素 1 2 0 は、制御および処理モジュール 1 0 6 からの入力駆動信号を受信して、磁場に対応する磁束を生成することができる。入力駆動信号は、例えば、交流電流（AC）信号とすることができる。入力駆動信号に対応する交流電流は、駆動要素 1 2 0 を流れることができる。駆動要素 1 2 0 を通る電流の流れは、磁場、および対応する磁束を生成することができる。磁束は、駆動要素 1 2 0 からターゲット 1 1 0 を通って移動することができ、第 1 および第 2 の対の検出要素によって検出することができる。次いで、検出要素 1 2 2 a、 1 2 2 b、 1 2 2 c、 1 2 2 d は、検出された磁束に基づいて生の応力信号を生成することができる。生の応力信号は、制御および処理モジュール 1 0 6 に送ることができる。ターゲット 1 1 0 内の応力の値を決定するために使用することができる。生の応力信号は、電流信号または電圧信号であり得る。電圧、および/または電流信号の振幅と位相の両方を、測定することができる。駆動サブシステムおよび駆動要素 1 2 0 に関するさらなる詳細は、米国特許出願第 1 5 / 5 9 8、 0 6 2 号明細書に見出すことができる。

30

40

【 0 0 2 8 】

検出された磁束の変化は、ターゲット 1 1 0 の応力状態の変化に対応することができる。検出された磁束はまた、ターゲット 1 1 0 の表面 1 2 6 に対するセンサヘッド 1 0 4 の位置および配向に敏感であり得る。一例として、検出された磁束に対応する生の応力信号は、ギャップ G 1 のサイズと同様に、ターゲット 1 1 0 の応力状態の関数とすることができる。例えば、ギャップ G 1 のサイズが増加するほど、検出要素 1 2 2 a、 1 2 2 b、 1 2 2 c、 1 2 2 d によって検出される磁束の大きさの量が減少する。したがって、いくつかの実施形態では、近接センサ要素を使用してギャップ G 1 のサイズを決定し、生の応力信号をギャップ G 1 のサイズに基づいて補正し、補正された応力信号を決定することができる。

50

【 0 0 2 9 】

生の応力信号の値はまた、ターゲット 1 1 0 に対するセンサ 1 0 2、および / またはセンサヘッド 1 0 4 の位置合わせおよび配置に敏感であり得る。生の応力信号は、検出アーム 1 1 6 a、1 1 6 b、1 1 6 c、1 1 6 d の遠位端とターゲット 1 1 0 の表面 1 2 6 との間のギャップ G 1 a、G 1 b、G 1 c、G 1 d のサイズによって変化し得る。一例として、所与のギャップ G 1 について、ギャップ G 1 a、G 1 b、G 1 c、G 1 d は、異なるサイズを有することができる。一実施形態では、ギャップ G 1 a のサイズが増加すると、検出要素 1 2 2 a からの生の応力信号の値が減少する可能性がある。したがって、センサ 1 0 2、および / またはセンサヘッド 1 0 4 をターゲット 1 1 0 に対して位置合わせすることが有益であり得る。

10

【 0 0 3 0 】

通常動作の間、センサ 1 0 2 および / またはターゲット 1 1 0 は、ギャップ G 1 のサイズを変化させ得る摂動を受ける場合がある。センサ 1 0 2 が適切に位置合わせされると、ギャップ G 1 のサイズの変化は、数検出要素 1 2 2 a、1 2 2 b、1 2 2 c、1 2 2 d から出力された生の応力信号にほぼ等しい変化をもたらすことができる。生の応力信号のほぼ等しい変化は、生の応力信号の各々がギャップ G 1 のサイズの変化を補償するために同様の方法で補正されることを可能にすることができる。したがって、適切なセンサ位置合わせは、ターゲット 1 1 0 に対するセンサ 1 0 2 の載置におけるユーザの変動性に適合した、検出要素 1 2 2 a、1 2 2 b、1 2 2 c、1 2 2 d の各々によって検出される磁束の変化した値をもたらすことがある製造上の不一致を補償することができ、ギャップ G 1 のサイズの変化に対して生の応力信号を一様に補正されることを可能にすることができる。従来技術は、ギャップ G 1 のサイズを変化させ、ギャップ G 1 のサイズの変化が検出要素 1 2 2 a、1 2 2 b、1 2 2 c、1 2 2 d からの生の応力信号にほぼ等しい変化をもたらすまでセンサ 1 0 2 のヨー、ピッチ、およびロールを調整することによって応力センサ 1 0 2 を位置合わせする。

20

【 0 0 3 1 】

場合によっては、センサ 1 0 2 は、取付ブラケット 1 5 0 などの取付ブラケットを使用して位置合わせすることができる。しかし、ブラケットを使用してセンサ 1 0 2 を位置合わせするには、ブラケットがセンサ 1 0 2 とターゲット 1 1 0 との間のギャップ G 1 のサイズを正確に調整することが必要となり得る。したがって、センサ 1 0 2 は、応力センサ 1 0 2 とターゲット 1 1 0 との間のギャップ G 1 のサイズを調整することなく位置合わせすることができる。以下に詳細に説明するように、センサ位置合わせ手順中にギャップ G 1 のサイズを物理的に調整するのではなく、検出要素 1 2 2 a、1 2 2 b、1 2 2 c、1 2 2 d によって検出された磁束を減衰させることによって、ギャップ G 1 のサイズの調整をシミュレートすることができる。したがって、センサ 1 0 2 は、ターゲット 1 1 0 に対してセンサ 1 0 2 を実質的に並進させることなく、ターゲット 1 1 0 に対して回転させてセンサ 1 0 2 のヨー、ピッチ、およびロールを調整することができる。したがって、ギャップ G 1 のサイズは、位置合わせ中に実質的に変化しないままであり得る。いくつかの実施形態では、センサ 1 0 2 のヨー、ピッチ、およびロールのみが調整される。

30

【 0 0 3 2 】

可動減衰要素

図 2 A ~ 図 2 C は、機械的に調整可能な減衰要素を使用して検出要素によって検出された磁束を選択的に減衰させるように構成されるセンサアセンブリ 2 0 1 の一実施形態を示す。センサアセンブリ 2 0 1 は、センサシステム 1 0 0 のようなセンサシステム内で使用することができ、一般に、センサ 1 0 2 に類似し得るセンサ 2 0 2 と、ターゲット 1 1 0 に対するセンサヘッド 1 0 4 の適切な位置合わせを容易にすることができる 1 つまたは複数の減衰要素 2 6 0 とを含むことができる。図示のように、減衰要素 2 6 0 は、円筒形のスリーブの形態であってもよく、第 1 の部品 2 6 0 a および第 2 の部品 2 6 0 b を含むことができる。減衰要素 2 6 0 の各部品 2 6 0 a、2 6 0 b は、半径方向内向きに延びるリム 2 6 2 を含むことができ、それによりリム 2 6 2 は、センサ 2 0 2 のハウジング 2 0 3

40

50

の近位部分 205 の周りに配置することができる近位および遠位停止要素 254、256 の間に配置することができる。近位および遠位停止要素 254、256 は、減衰要素 260 の運動に近位および遠位限界を課することができる。いくつかの実施形態では、近位および遠位停止要素 254、256 は、ハウジング 203 の遠位部分 207 の周りに配置することができる。減衰要素 260 は、高い透磁率を有する材料で作製することができる。そのような材料の例は、限定はしないが、鉄系材料（例えば、鉄、鋼）、ケイ素、ニッケル、コバルトなどを含むことができる。

【0033】

センサ 202 は、センサヘッド 104 を含むことができる。センサ 202、したがってセンサヘッド 104 は、中心アーム 118 の遠位端 128 とターゲット 110 の表面 126 との間にギャップ G1 を置いて、ターゲット 110 の表面 126 の上に配置することができる。一例として、センサアセンブリ 201 は、ブラケット（例えば、ブラケット 150）内に最初に配置することができ、センサアセンブリ 201 とターゲット 110 との間の初期位置合わせを達成するように機械的に位置合わせすることができる（例えば、Vブロックを使用して）。上述のように、駆動要素 120 は、制御および処理モジュール 106 などの制御および処理モジュールからの入力駆動信号を受信して、磁場に対応する、図 2B ~ 図 2C に示す磁束 240 を生成することができる。

10

【0034】

図 2B に示すように、磁束 240 は、駆動要素 120 からターゲット 110 を通って移動することができ、検出された磁束に基づいて生の応力信号を生成することができる、検出要素 122a、122b、122c、122d によって検出することができる。位置合わせ手順は、センサのヨー、ピッチ、およびロールを調整し、それによりセンサの間のギャップ G1 のサイズの変化が検出要素 122a、122b、122c、122d から出力された生の応力信号にほぼ等しい変化をもたらすようにすることを含む。

20

【0035】

減衰要素 260 が遠位に移動すると（図 2C）、磁束 240 に対応する磁場は、減衰要素 260 と結合し始めることができる。したがって、結合が磁束 240 の部分 241 の流路または優先流路を形成することによって、検出要素 122a、122b、122c、122d によって検出された磁束 240 の量を低減し、生成され得る対応する生の応力信号を低減することができる。減衰要素 260 の位置に応じて、減衰量は、変化し得る。すなわち、全磁束 240 に対する磁束 240 の部分 241 の大きさは、変化し得る。したがって、減衰要素 260 は、センサ 202 をターゲット 110 に対して軸方向に並進させることなく、磁束 240 の検出された部分を選択的に調整することができるように構成することができる。一例として、図 2B に示すように、減衰要素 260 が最近位位置にあり、減衰要素 260 のリム 262 が近位停止要素 254 に当接することができる場合、検出要素 122a、122b、122c、122d によって検出された磁束 240 は、ほとんど減衰されないか、または全く減衰され得ない。図 2C に示すように、減衰要素 260 が最遠位位置にあり、減衰要素 260 のリム 262 が遠位停止要素 256 に当接することができる場合、検出要素 122a、122b、122c、122d によって検出された磁束は、大幅に減衰させることができる。したがって、減衰要素 260 が遠位に移動するにつれて、減衰量が磁場と減衰要素 260 との間の結合が増加する結果として増加することによって、ギャップ G1 のサイズの増加をシミュレートすることができる。

30

40

【0036】

センサアセンブリ 201、したがってセンサヘッド 104 のヨーは、減衰量の関数としての第 1 の対の検出要素 122a、122c および第 2 の対の検出要素 122b、122d からの生の応力信号の差を低減するように調整することができる。一例として、減衰要素 260 は、最近位位置から最遠位位置までの選択された位置に載置することができ、続いてヨーの調整、および生の応力信号の測定が行われる。続いて、減衰要素 260 を遠位および/または近位に移動させて減衰量を調整することができ、生の応力信号を再び測定することができる。プロセスは、減衰の関数としての第 1 の対の検出要素 122a、12

50

2 c および第 2 の対の検出要素 1 2 2 b、1 2 2 d からの生の応力信号の差が、所望の量（例えば、閾値差）だけ低減されるまで繰り返すことができる。いくつかの実施形態では、センサアセンブリ 2 0 1 のヨーは、ブラケット 1 5 0 の保持要素内でセンサアセンブリ 2 0 1 を回転させることによって調整することができる。

【0 0 3 7】

センサアセンブリ 2 0 1 のピッチおよびロールは、減衰量の関数としての検出要素 1 2 2 a、1 2 2 b、1 2 2 c、1 2 2 d からの生の応力信号の差をさらに低減することができるように調整することができる。センサアセンブリ 2 0 1 のピッチおよびロールは、センサアセンブリを軸 X 1、Y 1（例えば、図 1 B に示す矢印 P 1、R 1）の周りに回転させることによって独立して調整することができる。

10

【0 0 3 8】

ブラケット 1 5 0 は、ユーザがセンサアセンブリのロールを変化させずに、または実質的に変化させずにセンサアセンブリ 2 0 1 のピッチを調整することを可能にすることができる、その逆も同様である。センサアセンブリ 2 0 1 のピッチを調整することにより、ギャップ G 1 b、G 1 d の相対的なサイズを変更することができる。例えば、ギャップ G 1 b のサイズを増加させることにより、ギャップ G 1 d は、G 1 a および G 1 c を名目上変化させずに対応する量だけ減少させることができる。したがって、検出要素 1 2 2 b は、ターゲット 1 1 0 の表面 1 2 6 から離れて近位方向に移動することができ、検出要素 1 2 2 d は、ターゲット 1 1 0 の表面 1 2 6 に向かって遠位方向に移動することができる。別の例では、ギャップ G 1 b のサイズは減少させることができ、ギャップ G 1 d のサイズは対応する量だけ増加させることができる。したがって、検出要素 1 2 2 b は、ターゲット 1 1 0 の表面 1 2 6 に向かって遠位方向に移動することができ、検出要素 1 2 2 d は、ターゲット 1 1 0 の表面 1 2 6 から離れて近位方向に移動することができる。一般に、ピッチを調整し、生の応力信号を測定し、減衰要素 2 6 0 を遠位および / または近位に移動させて減衰量を調整し、生の応力信号を再び測定することができる。プロセスは、減衰の関数としての第 1 の対の検出要素 1 2 2 a、1 2 2 c および第 2 の対の検出要素 1 2 2 b、1 2 2 d からの生の応力信号の差が、可能な限り、または所望の量だけ低減されるまで繰り返すことができる。

20

【0 0 3 9】

同様に、センサアセンブリのロールを調整することができる。センサアセンブリのロールを調整することにより、ギャップ G 1 a、G 1 c の相対的なサイズを変更することができる。例えば、ギャップ G 1 a のサイズを増加させることにより、ギャップ G 1 c のサイズを対応する量だけ減少させることができる。したがって、検出要素 1 2 2 a は、ターゲット 1 1 0 の表面 1 2 6 から離れて近位方向に移動することができ、検出要素 1 2 2 c は、ターゲット 1 1 0 の表面 1 2 6 に向かって遠位方向に移動することができる。別の例では、ギャップ G 1 a のサイズは減少させることができ、ギャップ G 1 c のサイズは、G 1 b および G 1 d を名目上変化させずに対応する量だけ増加させることができる。したがって、検出要素 1 2 2 a は、ターゲット 1 1 0 の表面 1 2 6 に向かって遠位方向に移動することができ、検出要素 1 2 2 c は、ターゲット 1 1 0 の表面 1 2 6 から離れて近位方向に移動することができる。したがって、応力センサのピッチおよびロールは、独立して調整することができる。一般に、ロールを調整し、生の応力信号を測定し、減衰要素 2 6 0 を遠位および / または近位に移動させて減衰量を調整し、生の応力信号を再び測定することができる。プロセスは、減衰の関数としての第 1 の対の検出要素 1 2 2 a、1 2 2 c および第 2 の対の検出要素 1 2 2 b、1 2 2 d からの生の応力信号の差が、可能な限り、または所望の量だけ低減されるまで繰り返すことができる。ある軸を固定したままで他の軸の周りに回転させることは、ピッチおよびロールを独立して変更することができることを意味する。これにより、応力センサの設置および位置合わせに必要な時間を短縮することができる。

30

40

【0 0 4 0】

図 3 A ~ 図 3 D は、センサ位置合わせの様々な段階の後に、磁束減衰の関数としてのセ

50

ンサアセンブリから出力された生の応力信号の例示的なプロットを示す。図 3 A は、センサアセンブリの初期位置合わせの前に、検出要素 1 2 2 a、1 2 2 b、1 2 2 c、1 2 2 d からの生の応力信号 3 2 3 a、3 2 3 b、3 2 3 c、3 2 3 d の出力を示す。生の応力信号 3 2 3 a、3 2 3 b、3 2 3 c、3 2 3 d の各々は、他のものと実質的に異なることが分かる。この結果は、検出要素 1 2 2 a、1 2 2 b、1 2 2 c、1 2 2 d の各々が異なる大きさの磁束を測定していることを示している。

【 0 0 4 1 】

図 3 B は、例えば、V ブロックを使用するセンサアセンブリの初期位置合わせ後の生の応力信号 3 2 3 a、3 2 3 b、3 2 3 c、3 2 3 d の出力を示す。図 3 B に示すように、生の応力信号 3 2 3 b、3 2 3 d は、ほぼ等しくなるように減衰した。この結果は、検出要素 1 2 2 b、1 2 2 d の各々がほぼ同じ大きさの磁束を測定していることを示している。その結果、所与の減衰における生の応力信号 3 2 3 a、3 2 3 b、3 2 3 c、3 2 3 d の出力の最大差は、減少する。

【 0 0 4 2 】

図 3 C は、センサアセンブリのヨーが調整された後の生の応力信号 3 2 3 a、3 2 3 b、3 2 3 c、3 2 3 d の出力を示す。図 3 C に示すように、所与の減衰における生の応力信号 3 2 3 a、3 2 3 b、3 2 3 c、3 2 3 d の出力の最大差は、さらに減少する。

【 0 0 4 3 】

図 3 D は、センサアセンブリのピッチおよびロールが調整された後の生の応力信号 3 2 3 a、3 2 3 b、3 2 3 c、3 2 3 d の出力を示す。図 3 D に示すように、ピッチおよびロール調整は、所与の減衰における生の応力信号 3 2 3 a、3 2 3 b、3 2 3 c、3 2 3 d の出力の最大差をさらに減少させることができる。したがって、センサアセンブリは、磁束の減衰の変化が、検出要素 1 2 2 a、1 2 2 b、1 2 2 c、1 2 2 d から出力された生の応力信号にほぼ等しい変化をもたらすように位置合わせされている。減衰の変化は、センサ 2 0 2 とターゲット 1 1 0 との間のギャップのサイズの変化に比例して変化するので、センサもまた、ギャップのサイズの変化が検出要素 1 2 2 a、1 2 2 b、1 2 2 c、1 2 2 d によって生成された生の応力信号にほぼ等しい変化をもたらすように位置合わせされている。

【 0 0 4 4 】

図 3 A ~ 図 3 D に示すように、生の応力信号 3 2 3 a、3 2 3 b、3 2 3 c、3 2 3 d は、減衰と共にほぼ直線的に変化し得る。したがって、センサアセンブリは、2 つ以上の減衰値を使用して位置合わせすることができる。例えば、センサ 2 0 2 は、減衰要素 2 6 0 が図 2 B に示す最近位位置にあるとき、および図 2 C に示すように最遠位位置にあるときに測定される生の応力値を使用して位置合わせすることができる。

【 0 0 4 5 】

いくつかの実施形態では、円筒形のスリーブの形態の減衰要素を使用するのではなく、減衰要素をプレート形態にすることができる。図 4 は、一般に、センサアセンブリ 2 0 1 に類似し得るセンサアセンブリ 3 0 1 の一実施形態を示しているが、プレートの形態の減衰要素 3 6 0 を含むことができる。したがって、センサアセンブリ 3 0 1 は、センサ 3 0 2 と、減衰要素 3 6 0 とを含むことができる。センサ 3 0 2 は、ハウジング 3 0 3 内に配置された、図 1 B に示すセンサヘッド 1 0 4 を含むことができる。減衰要素 3 6 0 は、センサアセンブリに対してセンサ 3 0 2 に対して固定されるように、センサアセンブリ 3 0 1 のセンサ 3 0 2 とターゲット 1 1 0 との間に配置することができる。

【 0 0 4 6 】

最初に、センサ 3 0 2 は、ブラケット（例えば、ブラケット 1 5 0）内に配置することができ、センサアセンブリ 3 0 1 とターゲット 1 1 0 との間の初期位置合わせを達成するように機械的に位置合わせすることができる（例えば、V ブロックを使用して）。駆動要素 1 2 0 は、図 1 A に示す制御および処理モジュール 1 0 6 などの制御および処理モジュールからの入力駆動信号を受信して、磁場に対応する、磁束 3 4 0 を生成することができる。磁場は、減衰要素 3 6 0 と結合することができ、それにより磁束 3 4 0 の第 1 の部分

10

20

30

40

50

3 4 1 は減衰要素 3 6 0 を通過することができ、第 2 の部分 3 4 2 はターゲット 1 1 0 を通過することができる。したがって、減衰要素 3 6 0 が磁束 3 4 0 の第 1 の部分 3 4 1 の流路または優先流路を提供することによって、磁束の第 1 の部分 3 4 1 がギャップ G 1 を横切ってターゲット 1 1 0 を通って移動した場合に見られる減衰量を低減することができる。磁束の両方の部分 3 4 1、3 4 2 は、検出要素 1 2 2 a、1 2 2 b、1 2 2 c、1 2 2 d によって検出することができる。減衰要素 3 6 0 は、磁束の第 1 の部分 3 4 1 がギャップ G 1 を横切ってターゲット 1 1 0 を通って移動した場合に見られる減衰量を低減することができる。

【0047】

位置合わせ手順は、センサアセンブリ 3 0 1 のヨー、ピッチ、およびロールを調整し、それによりセンサの間のギャップ G 1 のサイズの変化が検出要素 1 2 2 a、1 2 2 b、1 2 2 c、1 2 2 d から出力された生の応力信号にほぼ等しい変化をもたらすようにすることを含む。

【0048】

センサアセンブリ 2 0 1、したがってセンサヘッド 1 0 4 のヨーは、減衰量の関数としての第 1 の対の検出要素 1 2 2 a、1 2 2 c および第 2 の対の検出要素 1 2 2 b、1 2 2 d からの生の応力信号の差を低減できるように調整することができる。一般に、ヨーを調整し、生の応力信号を測定し、減衰要素 3 6 0 を除去して減衰量を調整し、生の応力信号を再び測定することができる。プロセスは、減衰の関数としての第 1 の対の検出要素 1 2 2 a、1 2 2 c および第 2 の対の検出要素 1 2 2 b、1 2 2 d からの生の応力信号の差が、可能な限り、または所望の量だけ低減されるまで繰り返すことができる。センサアセンブリ 3 0 1 のピッチおよびロールは、同様の方法で調整することができる。場合によっては、減衰要素 3 6 0 を除去するのではなく、減衰要素 3 6 0 の位置をセンサヘッド 1 0 4 の中心軸 Z 1 に沿ってセンサ 3 0 2 に対して調整し、検出された磁束の減衰量を調整することができる。したがって、減衰要素 3 6 0 は、センサ 3 0 2 をターゲット 1 1 0 に対して軸方向に並進させることなく、磁束 3 4 0 の検出された部分 3 4 1、3 4 2 を選択的に調整できるように構成することができる。例えば、磁束 3 4 0 の部分 3 4 1 の大きさは、センサ 3 0 2 に対する減衰要素 3 6 0 の位置に応じて調整することができる。

【0049】

減衰要素 3 6 0 は平坦なプレートとして示されているが、減衰要素 3 6 0 は、任意の数の幾何学的形状を有することができる。例えば、湾曲したプレート、回転楕円体、卵形、球状、小球体などであってもよい。一般に、減衰要素 3 6 0 は、駆動要素 1 2 0 からの所与の磁束 3 4 0 について、ほぼ等しく各検出要素 1 2 2 a、1 2 2 b、1 2 2 c、1 2 2 d の検出された磁束に影響を及ぼす任意の幾何学的形状を有することができる。

【0050】

定常および受動減衰要素

センサに対するその位置に基づいて減衰を提供する減衰要素を使用してセンサを位置合わせするのではなく、他の実施形態では、センサは、センサに対して固定された位置にとどまったままで可変減衰を提供することができる減衰要素を使用して位置合わせすることができる。このような構成は、例えばセンサアセンブリの可動部品などの部品の数を減らすことによって位置合わせプロセスを単純化することができる。図 2 A ~ 図 2 C、および図 4 に示すセンサアセンブリ 2 0 1、3 0 1 に関して上述したように、減衰要素は、センサをターゲットに対して軸方向に並進させることなく、第 1 の磁束の検出された部分を選択的に調整できるように構成することができる。

【0051】

図 5 A ~ 図 5 B は、センサに対して固定されたままで可変減衰を提供することができる減衰要素 4 6 0 を示す。減衰要素 4 6 0 は、雄型および雌型の嵌合要素 4 6 6、4 6 8 を使用して共に結合することができる第 1 の部品 4 6 2 および第 2 の部品 4 6 4 を含むことができる。第 1 および第 2 の部品 4 6 2、4 6 4 は、第 1 および第 2 の部品 4 6 2、4 6

10

20

30

40

50

4のハウジング474、476内の雄型および雌型の嵌合要素466、468の間に延びることができる導電性要素470、472を含むことができる。導電性要素470、472は、例えば、銅のような導電性材料、または記載された目的に適した任意の他の材料で作製することができる。減衰要素460の第1および第2の部品462、464が嵌合すると、導電性要素470、472は、少なくとも1つの導電性コイルを形成するように電氣的に結合することができる。図5Bに示すように、導電性コイルは、可変抵抗器478に並列に結合することができる。したがって、導電性要素470、472および可変抵抗器478によって形成された回路の抵抗は、選択的に調整することができる。

【0052】

図6は、減衰要素460と、センサ402とを含むことができるセンサアセンブリ401の一実施形態を示す。センサ402は、一般に、センサ202と同様であり得、ハウジング403内に配置されたセンサヘッド104を含むことができる。減衰要素460は、センサ402によって検出された磁束を選択的に減衰させるように構成することができる。一例として、減衰要素460の第1および第2の部品462、464は、結合して導電性コイルを形成することができ、センサ402は、減衰要素460内に配置してコイルがセンサ402の周りを包み込むようにすることができる。いくつかの実施形態では、可変抵抗器478は、制御および処理モジュール106などの制御および処理モジュールに結合することができる。制御および処理モジュールは、信号を可変抵抗器478に送ってその抵抗を調整することができる。

【0053】

最初に、アセンブリ401は、ブラケット（例えば、ブラケット150）内に配置することができる、センサアセンブリ401とターゲット110との間の初期位置合わせを達成するように機械的に位置合わせすることができる（例えば、Vブロックを使用して）。駆動要素120は、制御および処理モジュールからの入力駆動信号を受信して、第1の磁場に対応する第1の磁束440を生成することができる。入力駆動信号は、例えば、交流電流（AC）信号とすることができる。第1の磁束440は、駆動要素120からターゲット110を通して移動することができ、その少なくとも一部は、検出された磁束に基づいて生の応力信号を生成することができる、検出要素122a、122b、122c、122dによって検出することができる。

【0054】

第1の磁場は、導電性要素462、464によって形成されたコイルと結合することができ、それにより第1の磁束440の第1の部分441は、減衰要素460を通過することができる、第2の部分442は、検出要素122a、122b、122c、122dによって検出することができる。したがって、結合が第1の磁束440の第1の部分441の流路または優先流路を形成することによって、検出要素122a、122b、122c、122dによって検出された第1の磁束440の量を低減し、生成され得る対応する生の応力信号を低減することができる。さらに、磁場と減衰要素460のコイルとの間の結合は、導電性要素470、472および可変抵抗器478を流れることができる交流電流を誘導することができる。コイルを流れる電流は、第2の磁場、および対応する第2の磁束を生成することができる。第2の磁場は、第1の磁場に対して約180°の位相シフトを有することができる。したがって、第2の磁場は、検出要素122a、122b、122c、122dによって検出される第1の磁束440の第2の部分442を減衰させることができる。

【0055】

第1の磁束440の検出された部分の減衰量は、可変抵抗器478の抵抗を変化させることによって調整することができる。導電性要素470、472および可変抵抗器478を流れる電流の量は、可変抵抗器478の抵抗の変化に反比例して変化し得る。したがって、可変抵抗器478の抵抗を低減することが、導電性要素470、472および可変抵抗器478を流れる電流の量を増加させることによって、第2の磁場の強度を増加させることができる。したがって、第2の磁場は、第1の磁束440の検出された部分に対して

より大きな減衰効果を有することができる。逆に、可変抵抗器 478 の抵抗を増加させることが、導電性要素 470、472 および可変抵抗器 478 を流れる電流の大きさを減少させることによって、第 2 の磁場の強度を減少させることができる。したがって、第 2 の磁場は、第 1 の磁束 440 の検出された部分に対してより小さな減衰効果を有することができる。

【0056】

センサアセンブリ 401 は、センサアセンブリ 201、301 に関して上述したのと同様の方法でターゲット 110 に対して位置合わせすることができる。例えば、センサアセンブリ 401 のヨーを調整し、生の応力信号を測定し、可変抵抗器 478 の抵抗を調整して減衰量を調整し、生の応力信号を再び測定することができる。プロセスは、減衰の関数としての第 1 の対の検出要素 122a、122c および第 2 の対の検出要素 122b、122d からの生の応力信号の差が、可能な限り、または所望の量だけ低減されるまで繰り返すことができる。センサアセンブリ 301 のピッチおよびロールは、同様の方法で調整することができる。

10

【0057】

定常および能動減衰要素

いくつかの実施形態では、導電性要素 470、472 を流れる電流は、能動的に制御することができる。例えば、導電性要素 470、472 によって形成されたコイルは、制御および処理モジュール 106 などの制御および処理モジュールに結合することができ、それにより導電性要素 470、472 を流れる電流を制御することによって第 2 の磁場を生成することができる入力減衰信号を受信することができる。入力減衰信号は、例えば、所与の周波数、振幅、および位相を有する AC 信号とすることができる。入力減衰信号の周波数、振幅、および/または位相を調整することによって、第 1 の磁束 440 の検出された部分の減衰は、能動的に制御することができる。例えば、入力減衰信号の周波数および位相は、第 2 の磁場が第 1 の磁場を減衰させることによって、第 1 の磁束 440 の検出された部分を減衰させるように構成することができる。次に、入力減衰信号の振幅を調整して第 2 の磁場の強度を変化させることによって、第 1 の磁束 440 の検出された部分の減衰量を変化させることができる。例えば、減衰信号の振幅を増加させることにより第 2 の磁場の強度を増加させることによって、検出要素 122a、122b、122c、122d によって検出され得る第 1 の磁束 440 の第 2 の部分 442 の減衰を増加させることができる。別の実施形態では、入力減衰信号の振幅を減少させることによって、第 2 の磁場の強度を減少させ、第 1 の磁束 440 の第 2 の部分 442 の減衰量を減少させることができる。

20

30

【0058】

減衰要素 460 を能動的に制御することによって、第 1 の磁束 440 の検出された部分を増幅させることもできる。例えば、入力減衰信号の位相は、得られた第 2 の磁場の位相が、駆動要素 120 によって形成された第 1 の磁場の位相に一致し得るように構成することができる。したがって、第 2 の磁場は、第 1 の磁場を増幅することによって、第 1 の磁束 440 の検出された部分を増幅することができる。

【0059】

別の実施形態では、磁束の検出された部分は、磁束の強度を直接変化させることによって減衰させることができる。図 7 は、得られた磁場の強度を変化させることができる、入力駆動信号を選択的に変化させるために使用することができる減衰要素 560 を含むセンサアセンブリ 501 の例示的な実施形態を示す。センサアセンブリ 401 は、減衰要素 560 と、一般に、センサ 202 に類似し得るセンサ 502 とを含むことができる。センサ 402 は、ハウジング 503 内に配置されたセンサヘッド 104 を含むことができる。

40

【0060】

減衰要素 560 は、一般に、可変抵抗器 478 に類似し得る可変抵抗器 578 を含むことができる。いくつかの実施形態では、可変抵抗器 578 は、制御および処理モジュール 106 などの制御および処理モジュールに結合することができる。制御および処理モジュ

50

ールは、信号を可変抵抗器 5 7 8 に送ってその抵抗を調整することができる。

【 0 0 6 1 】

最初に、センサ 5 0 2 は、ブラケット（例えば、ブラケット 1 5 0 ）内に配置することができ、センサアセンブリ 5 0 1 とターゲット 1 1 0 との間の初期位置合わせを達成するように機械的に位置合わせすることができる（例えば、Vブロックを使用して）。

【 0 0 6 2 】

駆動要素 1 2 0 は、制御および処理モジュールからの入力駆動信号を受信して、第 1 の磁場に対応する第 1 の磁束 5 4 0 を生成することができる。制御および処理モジュールは、生の入力駆動信号を減衰要素 5 6 0 の可変抵抗器 5 7 8 に送ることができ、減衰要素 5 6 0 は、入力駆動信号を駆動要素 1 2 0 に送ることができる。入力駆動信号は、例えば、交流電流（AC）信号とすることができる。第 1 の磁束 5 4 0 は、駆動要素 1 2 0 からターゲット 1 1 0 を通って移動することができ、その少なくとも一部は、検出された磁束に基づいて生の応力信号を生成することができる、検出要素 1 2 2 a、1 2 2 b、1 2 2 c、1 2 2 d によって検出することができる。減衰要素 5 6 0 の可変抵抗器 5 7 8 は、生の入力駆動信号を減衰させることによって、磁束 5 4 0 および磁束 5 4 0 の対応する検出された部分を減衰させることができる。

【 0 0 6 3 】

センサアセンブリ 5 0 1 は、センサアセンブリ 2 0 1、3 0 1 に関して上述したのと同様の方法でターゲット 1 1 0 に対して位置合わせすることができる。例えば、センサ 5 0 2 のヨーを調整し、生の応力信号を測定し、可変抵抗器 5 7 8 の抵抗を調整して減衰量を調整し、生の応力信号を再び測定することができる。プロセスは、減衰の関数としての第 1 の対の検出要素 1 2 2 a、1 2 2 c および第 2 の対の検出要素 1 2 2 b、1 2 2 d からの生の応力信号の差が、可能な限り、または所望の量だけ低減されるまで繰り返すことができる。センサ 5 0 2 のピッチおよびロールは、同様の方法で調整することができる。

【 0 0 6 4 】

上述したように、センサ位置合わせは、センサの検出要素によって検出される磁束の変化した値をもたらす得る製造上の不一致を補償すると共に、ターゲットに対するセンサの載置におけるユーザの変動性を補正することができる。製造上の不一致の一例は、検出アーム 1 1 6 a、1 1 6 b、1 1 6 c、1 1 6 d の検出要素 1 2 2 a、1 2 2 b、1 2 2 c、1 2 2 d の載置におけるわずかな変動であり得る。検出要素 1 2 2 a、1 2 2 b、1 2 2 c、1 2 2 d の載置の変動は、検出された磁束の変化した値をもたらす可能性がある。製造上の不一致が緩和されるある特定の状況では、センサ位置合わせは、ターゲットに対するセンサの載置におけるユーザの変動性を主に補正することができる。したがって、ターゲットに対するセンサの正確な位置は、位置合わせ前に知ることができる。したがって、センサは、正確なセンサ位置合わせを達成するためにセンサがターゲットに対してどのように調整されるかを詳述する情報をユーザに簡単に提供することができる。

【 0 0 6 5 】

図 8 は、ヨー、ピッチ、およびロールインジケータ 6 0 4、6 0 6、6 0 8 も含むことができるセンサ 2 0 2 と同様のセンサ 6 0 2 の上面図を示す。ピッチおよびロールインジケータ 6 0 4、6 0 6、6 0 8 は、ターゲット 1 1 0 に対するセンサ 6 0 2 の載置に関する情報を提供するように構成することができる。一例として、センサアセンブリ 2 0 1、3 0 1、4 0 1、5 0 1 に関して上述したのと同様の方法で、センサ 6 0 2 の駆動要素は、制御および処理モジュールからの入力駆動信号を受信することができ、ターゲット 1 1 0 を通過して検出要素によって検出され得る磁束を生成することができる。検出要素は、検出された磁束に対応する生の応力信号を生成することができ、生の応力信号は、制御および処理モジュールに送ることができる。制御および処理モジュールは、生の応力信号を使用してセンサ 6 0 2 の正確に位置合わせされた配向に対するセンサ 6 0 2 の現在の配向を決定し、ヨー、ピッチ、およびロール信号をインジケータ 6 0 4、6 0 6、6 0 8 に送ることができる。いくつかの実施形態では、インジケータは、ユーザにセンサ 6 0 2 の調整方法を知らせるために変化する明るさで照らすことができる LED インジケータとする

10

20

30

40

50

ことができる。例えば、インジケータ604、606、608からの光は、ヨー、ピッチ、および/またはロールが所望の値により近く調整されると、強度を個別に増加させることができる。逆に、インジケータ604、606、608は、ヨー、ピッチ、および/またはロールが所望の値から離れて調整されると、減光することができる。いくつかの実施形態では、LEDインジケータ604、606、608は、ユーザにセンサ602の調整方法を知らせるために光で点滅することができる。例えば、インジケータ604、606、608は、ヨー、ピッチ、および/またはロールが所望の値により近く調整されると、周波数を増加して点滅することができる。あるいは、インジケータ604、606、608は、ヨー、ピッチ、および/またはロールが所望の値により近く調整されると、周波数を減少して点滅することができる。

10

【0066】

いくつかの実施形態では、インジケータ604、606、608は、ユーザにセンサ602の調整方法を知らせるために色を変えることができる。例えば、インジケータ604、606、608は、ヨー、ピッチ、および/またはロールが所望の値に向けて調整されると、赤から緑に個別に移行することができる。逆に、インジケータは、ヨー、ピッチ、および/またはロールが所望の値から離れて調整されていれば、緑から赤に個々に移行することができる。

【0067】

図9は、ターゲットに対するセンサ702の載置に関する情報を提供することができるセンサ702の別の実施形態の上面図を示す。センサ702は、一般に、図8に示すセンサ602に類似し得るが、図1Bに示す検出要素122a、122b、122c、122dなどの検出要素に対応し得る、インジケータ704、706、708、710を含むことができる。センサアセンブリ201、301、401、501に関して上述したのと同様の方法で、センサ702の駆動要素は、制御および処理モジュールからの入力駆動信号を受信することができ、ターゲットを通過して検出要素によって検出され得る磁束を生成することができる。検出要素は、検出された磁束に対応する生の応力信号を生成することができ、生の応力信号は、制御および処理モジュールに送ることができる。制御および処理モジュールは、生の応力信号を使用してセンサの正確に位置合わせされた配向に対するセンサの現在の配向を決定し、各検出要素に対応する信号をインジケータ704、706、708、710に送ることができる。いくつかの実施形態では、インジケータは、ユーザにセンサ702の調整方法を知らせるために変化する明るさで照らすことができるLEDインジケータとすることができる。例えば、インジケータ704、706、708、710からの光は、検出要素が所望の位置により近く調整されると、強度を個別に増加させることができる。逆に、インジケータ704、706、708、710は、検出要素が所望の位置から離れて調整されると、減光することができる。

20

30

【0068】

本明細書に記載の方法、システム、およびデバイスの例示的な技術的效果は、非限定的な例として、一定のギャップサイズをセンサとターゲットとの間に維持しながら、応力センサをターゲットに対して位置合わせする能力を含む。センサとターゲットとの間のギャップのサイズを変化させることなく応力センサを位置合わせする能力は、センサを設置するのに必要な時間を大幅に短縮し、位置合わせ中のセンサの移動を低減することによってセンサの精度を向上することができる。

40

【0069】

他の実施形態は、開示される主題の範囲および精神内にある。

【0070】

上記および特許請求の範囲において、「~の少なくとも1つ」または「~の1つまたは複数」のような語句が存在し、要素または特徴の結合リストが続いてもよい。「および/または」という用語は、2つ以上の要素または特徴のリストに存在してもよい。特記のない限り、または明らかにそれが使用される文脈と矛盾しない限り、そのような語句は、列挙された要素または特徴のいずれかを個別に、または列挙された要素または特徴のいずれ

50

かを、他の列挙された要素または特徴のいずれかと組み合わせて意味することを意図している。例えば、「AおよびBの少なくとも1つ」、「AおよびBの1つまたは複数」、および「Aおよび/またはB」という語句は各々、「A単独、B単独、またはAとBを共に」を意味することを意図している。3つ以上の項目を含むリストについても、同様の解釈を意図している。例えば、「A、B、およびCの少なくとも1つ」、「A、B、およびCの1つまたは複数」、および「A、B、および/またはC」という語句は各々、「A単独、B単独、C単独、AとBを共に、AとCを共に、BとCを共に、またはAとBとCを共に」を意味することを意図している。さらに、「～に基づく」という用語の使用は、上記および特許請求の範囲において、言及されていない特徴または要素も許容されるように、「～に少なくとも部分的に基づく」を意味することを意図している。

10

【0071】

本明細書に記載の主題は、本明細書に開示される構造的手段およびその構造的均等物、またはそれらの組合せを含む、デジタル電子回路、またはコンピュータソフトウェア、ファームウェア、またはハードウェアにおいて実装され得る。本明細書に記載の主題は、情報キャリアで（例えば、機械可読記憶デバイスで）に有形に具現化されるか、またはデータ処理装置（例えば、プログラマブルプロセッサ、コンピュータ、または複数のコンピュータ）によって実施されるか、もしくはその動作を制御するために伝搬信号に具現化される1つまたは複数のコンピュータプログラムのような1つまたは複数のコンピュータプログラム製品として実装することができる。コンピュータプログラム（プログラム、ソフトウェア、ソフトウェアアプリケーション、またはコードとしても知られている）は、コンパイラ型もしくはインタープリタ型言語を含む任意の形態のプログラミング言語で記述可能であり、独立型プログラムとしての形態、またはモジュール、構成要素、サブルーチン、もしくはコンピューティング環境での使用に適した他のユニットとしての形態を含む任意の形態で配置され得る。コンピュータプログラムは、ファイルに必ずしも対応していない。プログラムは、他のプログラムまたはデータを保持するファイルの一部、問題のプログラム専用の単一のファイル、または複数の調整されたファイル（例えば、1つまたは複数のモジュール、サブプログラム、またはコードの部分を記憶するファイル）に記憶することができる。コンピュータプログラムは、1つのコンピュータ上で、または1つの場所に置かれるか、もしくは複数の場所に分散され、通信ネットワークによって相互接続される複数のコンピュータ上で実施されるように配置され得る。

20

30

【0072】

本明細書に記載の主題の方法ステップを含む、本明細書に記載のプロセスおよび論理フローは、入力データで動作して出力を生成することによって本明細書に記載の主題の機能を実行する1つまたは複数のコンピュータプログラムを実施する1つまたは複数のプログラマブルプロセッサによって実行することができる。プロセスおよび論理フローはまた、FPGA（フィールドプログラマブルゲートアレイ）またはASIC（特定用途向け集積回路）などの専用論理回路によって実行することができ、本明細書に記載の主題の装置は、専用論理回路として実装することができる。

【0073】

コンピュータプログラムの実施に適したプロセッサは、例として、汎用マイクロプロセッサと専用マイクロプロセッサの両方、および任意の種類のデジタルコンピュータの任意の1つまたは複数のプロセッサを含む。一般に、プロセッサは、読み出し専用メモリ、ランダムアクセスメモリ、またはその両方から命令およびデータを受信する。コンピュータの必須要素は、命令を実施するためのプロセッサ、ならびに命令およびデータを記憶するための1つまたは複数のメモリデバイスである。一般に、コンピュータは、磁気、光磁気ディスク、または光ディスクなどのデータを記憶するための1つまたは複数の大容量記憶デバイスを含むか、または大容量記憶デバイスに動作可能に結合してデータを受信し、データを転送し、またはその両方を行う。コンピュータプログラム命令およびデータを具現化するのに適した情報キャリアは、例として、半導体メモリデバイス（例えば、EPROM、EEPROM、およびフラッシュメモリデバイス）、磁気ディスク（例えば、内蔵ハ

40

50

ードディスクまたは取外し可能ディスク)、光磁気ディスク、および光ディスク(例えば、CDおよびDVDディスク)を含むすべての形態の不揮発性メモリを含む。プロセッサおよびメモリは、専用論理回路によって補うことができ、または専用論理回路に組み込むことができる。

【0074】

ユーザとの対話を提供するために、本明細書に記載の主題は、情報をユーザに表示するためのディスプレイデバイス、例えば、CRT(陰極線管)またはLCD(液晶ディスプレイ)モニタ、およびユーザが入力をコンピュータに提供することができるキーボードおよびポインティングデバイス(例えば、マウスまたはトラックボール)を有するコンピュータ上に実装することができる。他の種類のデバイスを使用して、ユーザとの対話を提供することもできる。例えば、ユーザに提供されるフィードバックは、任意の形態の感覚フィードバック(例えば、視覚フィードバック、聴覚フィードバック、または触覚フィードバック)とすることができ、ユーザからの入力、可聴音、音声、または触覚入力を含む任意の形態で受信することができる。

10

【0075】

本明細書に記載の技術は、1つまたは複数のモジュールを使用して実装することができる。本明細書で使用する場合、「モジュール」という用語は、ソフトウェア、ファームウェア、ハードウェア、および/またはそれらの様々な組合せを計算することを指す。しかし、少なくとも、モジュールは、ハードウェア、ファームウェアに実装されないか、または非一時的なプロセッサ可読記録可能記憶媒体に記録されないソフトウェアとして解釈されるべきではない(すなわち、モジュールは、ソフトウェア自体ではない)。実際、「モジュール」は、プロセッサまたはコンピュータの一部のような少なくともいくつかの物理的かつ非一時的なハードウェアを常を含むように解釈されるべきである。2つの異なるモジュールが、同じ物理的なハードウェアを共有することができる(例えば、2つの異なるモジュールが、同じプロセッサおよびネットワークインターフェースを使用することができる)。本明細書に記載のモジュールは、様々なアプリケーションをサポートするために組み合わせ、統合、分離、および/または複製することができる。また、特定のモジュールで実行される本明細書に記載の機能は、特定のモジュールで実行される機能の代わりに、またはそれに加えて、1つまたは複数の他のモジュールで、および/または1つまたは複数の他のデバイスによって実行されてもよい。さらに、モジュールは、複数のデバイスおよび/または互いにローカルまたはリモートの他の構成要素にわたって実装されてもよい。加えて、モジュールは、あるデバイスから移動して別のデバイスに追加することができ、かつ/または両方のデバイスを含むことができる。

20

30

【0076】

本明細書に記載の主題は、バックエンド構成要素(例えば、データサーバ)、ミドルウェア構成要素(例えば、アプリケーションサーバ)、またはフロントエンド構成要素(例えば、ユーザが本明細書に記載の主題の実装と対話することができるグラフィカルユーザインターフェースまたはWebブラウザを有するクライアントコンピュータ)、あるいはこのようなバックエンド、ミドルウェア、およびフロントエンド構成要素の任意の組合せを含むコンピューティングシステムで実装することができる。システムの構成要素は、任意の形態または媒体のデジタルデータ通信、例えば、通信ネットワークによって相互接続することができる。通信ネットワークの例は、ローカルエリアネットワーク(「LAN」)およびワイドエリアネットワーク(「WAN」)、例えば、インターネットを含む。

40

【0077】

本明細書および特許請求の範囲を通してここで使用される、近似を表す文言は、関連する基本的機能に変化をもたらすことなく、差し支えない程度に変動できる任意の量的表現を修飾するために適用することができる。したがって、「約」および「実質的に」などの用語で修飾された値は、明記された厳密な値に限定されるものではない。少なくともいくつかの例では、近似を表す文言は、値を測定するための機器の精度に対応し得る。ここで、ならびに本明細書および特許請求の範囲を通して、範囲の限定は組合せおよび/または

50

置き換えが可能であり、文脈および文言が特に指示しない限り、このような範囲は識別され、それに包含されるすべての部分範囲を含む。

【 0 0 7 8 】

当業者は、上述の実施形態に基づく本発明のさらなる特徴および利点を理解するであろう。したがって、本発明は、添付の特許請求の範囲によって示される場合を除いて、特に示され、記載されたものによって限定されるものではない。本明細書で引用したすべての刊行物および参考文献は、その全体が参照により明示的に本明細書に組み込まれる。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 9 】

1 0 0	センサシステム	10
1 0 2	センサ	
1 0 3	ハウジング	
1 0 4	センサヘッド	
1 0 5	近位部分	
1 0 6	制御および処理モジュール	
1 0 7	遠位部分	
1 1 0	ターゲット	
1 1 2	支持体	
1 1 4 a	支持バー	
1 1 4 b	支持バー	20
1 1 4 c	支持バー	
1 1 4 d	支持バー	
1 1 6 a	検出アーム	
1 1 6 b	検出アーム	
1 1 6 c	検出アーム	
1 1 6 d	検出アーム	
1 1 8	中心アーム	
1 2 0	駆動要素	
1 2 2 a	第 1 の対の検出要素	
1 2 2 b	第 2 の対の検出要素	30
1 2 2 c	第 1 の対の検出要素	
1 2 2 d	第 2 の対の検出要素	
1 2 6	ターゲットの表面	
1 2 8	遠位端	
1 5 0	センサ取付アセンブリ / 取付ブラケット	
1 5 5	延長アーム	
1 5 9	剛性の支持体	
2 0 1	センサアセンブリ	
2 0 2	センサ	
2 0 3	ハウジング	40
2 0 5	近位部分	
2 0 7	遠位部分	
2 4 0	磁束	
2 4 1	磁束の部分	
2 5 4	近位停止要素	
2 5 6	遠位停止要素	
2 6 0	減衰要素	
2 6 0 a	減衰要素の部分	
2 6 0 b	減衰要素の部分	
2 6 2	リム	50

3 0 1	センサアセンブリ	
3 0 2	センサ	
3 0 3	ハウジング	
3 2 3 a	生の応力信号	
3 2 3 b	生の応力信号	
3 2 3 c	生の応力信号	
3 2 3 d	生の応力信号	
3 4 0	磁束	
3 4 1	磁束の第 1 の部分	
3 4 2	磁束の第 2 の部分	10
3 6 0	減衰要素	
4 0 1	センサアセンブリ	
4 0 2	センサ	
4 0 3	ハウジング	
4 4 0	第 1 の磁束	
4 4 1	第 1 の磁束の第 1 の部分	
4 4 2	第 1 の磁束の第 2 の部分	
4 6 0	減衰要素	
4 6 2	第 1 の部品	
4 6 4	第 2 の部品	20
4 6 6	嵌合要素	
4 6 8	嵌合要素	
4 7 0	導電性要素	
4 7 2	導電性要素	
4 7 4	第 1 の部品のハウジング	
4 7 6	第 2 の部品のハウジング	
4 7 8	可変抵抗器	
5 0 1	センサアセンブリ	
5 0 2	センサ	
5 0 3	ハウジング	30
5 4 0	第 1 の磁束	
5 6 0	減衰要素	
5 7 8	可変抵抗器	
6 0 2	センサ	
6 0 4	インジケータ	
6 0 6	インジケータ	
6 0 8	インジケータ	
7 0 2	センサ	
7 0 4	インジケータ	
7 0 6	インジケータ	40
7 0 8	インジケータ	
7 1 0	インジケータ	
A 1	軸	
B 1	矢印	
G 1	ギャップ	
G 1 a	ギャップ	
G 1 b	ギャップ	
G 1 c	ギャップ	
G 1 d	ギャップ	
P 1	矢印	50

R 1 矢印
X 1 軸
Y 1 軸
Z 1 軸
【図面】
【図 1 A】

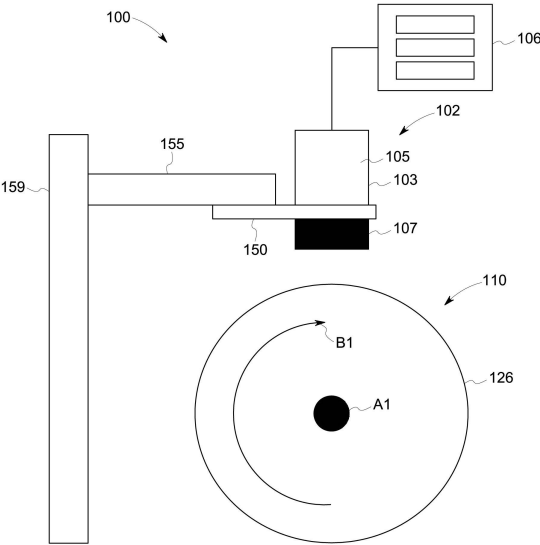


FIG. 1A

【図 1 B】

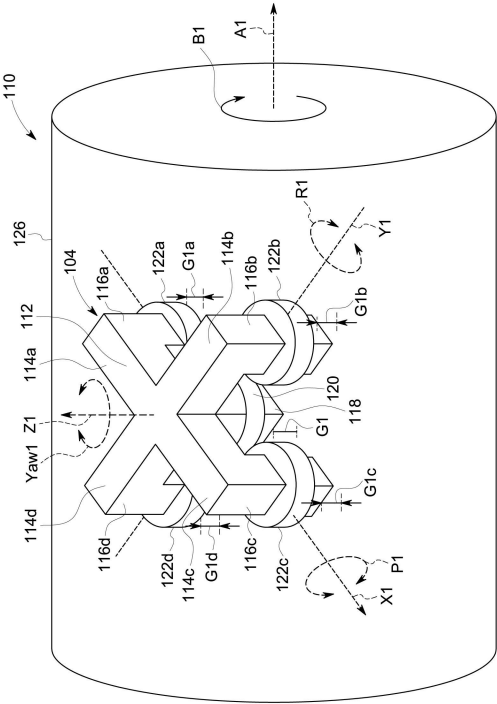


FIG. 1B

10

20

30

40

50

【図 2 A】

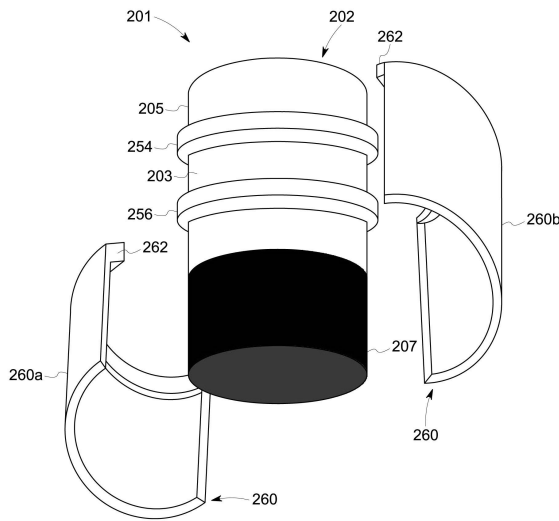


FIG. 2A

【図 2 B】

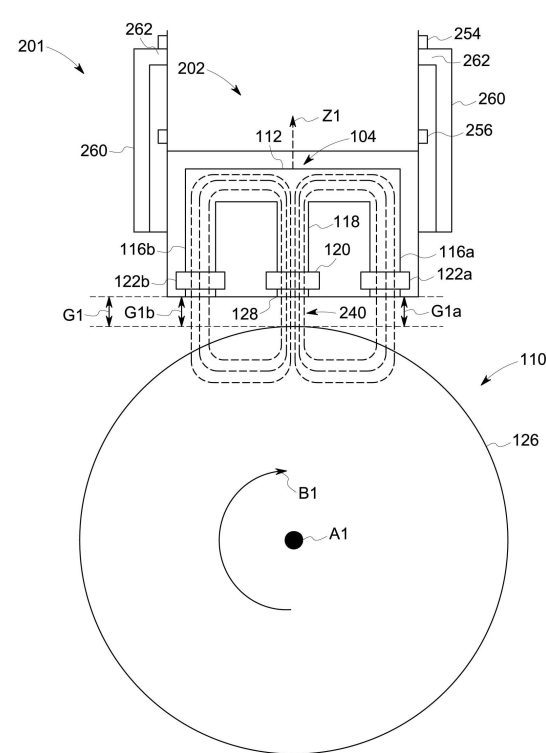


FIG. 2B

【図 2 C】

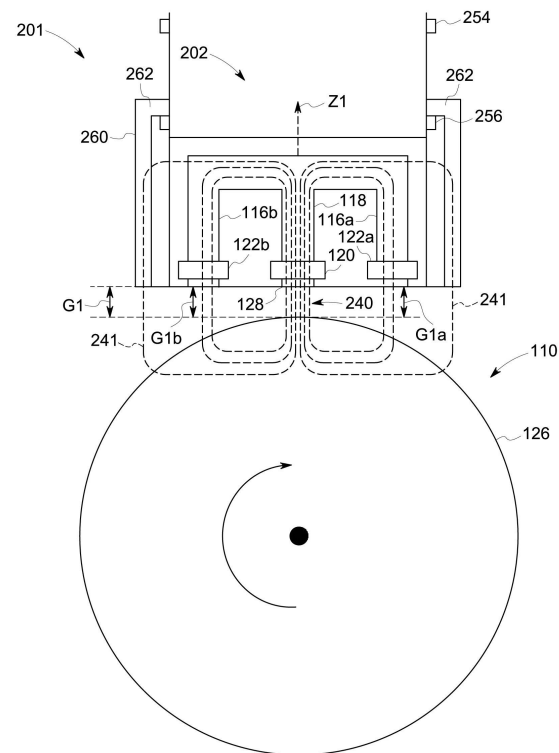


FIG. 2C

【図 3 A】

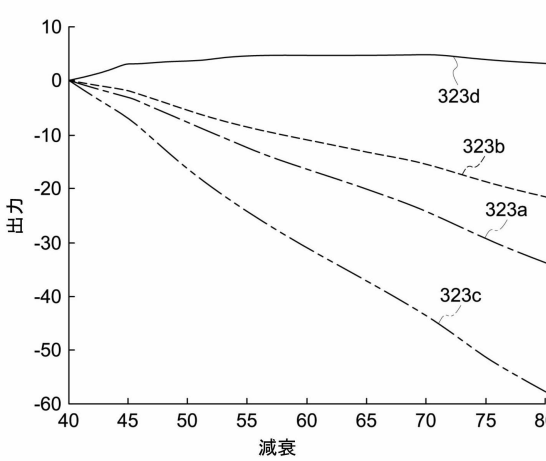


FIG. 3A

10

20

30

40

50

【図 3 B】

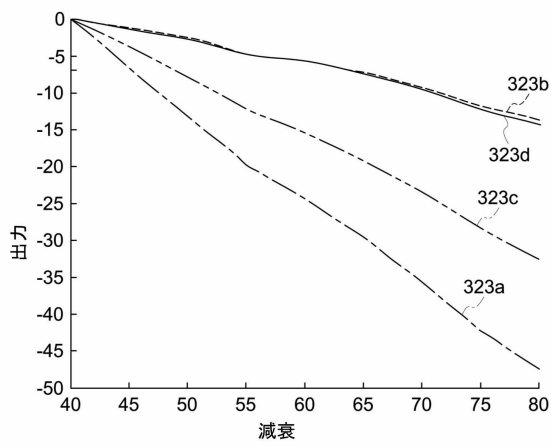


FIG. 3B

【図 3 C】

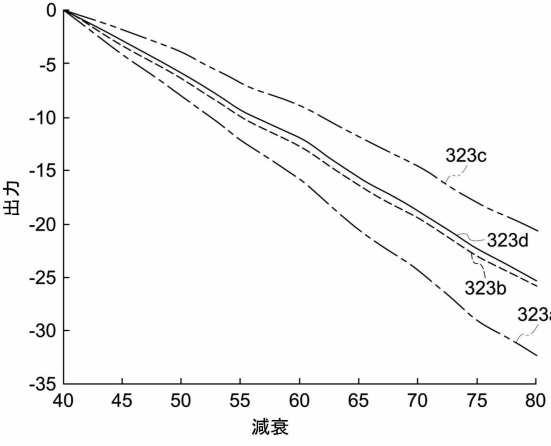


FIG. 3C

【図 3 D】

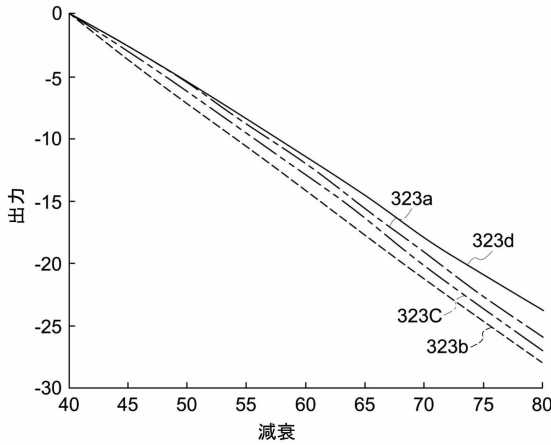


FIG. 3D

【図 4】

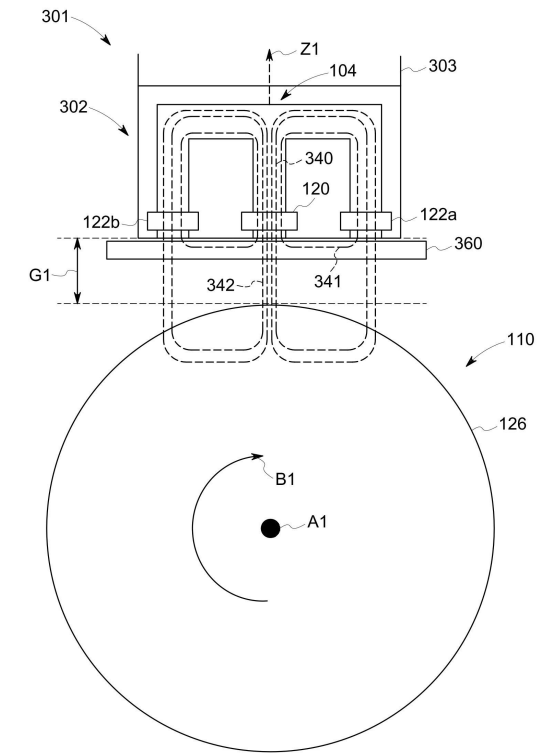


FIG. 4

10

20

30

40

50

【図 5 A】

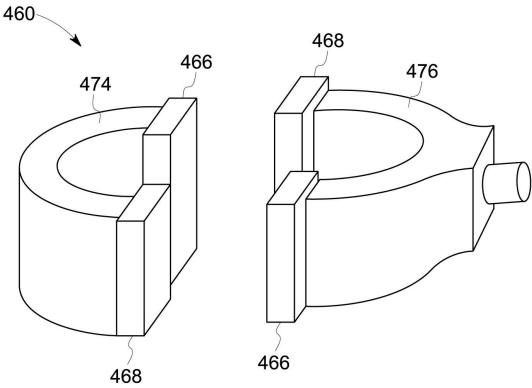


FIG. 5A

【図 5 B】

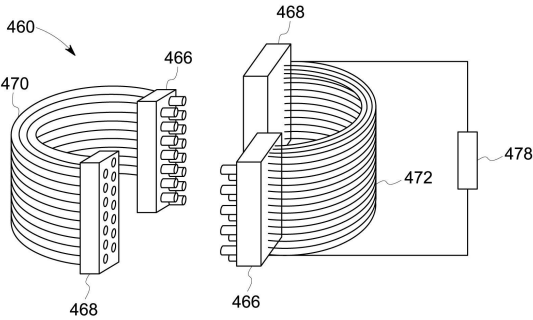


FIG. 5B

【図 6】

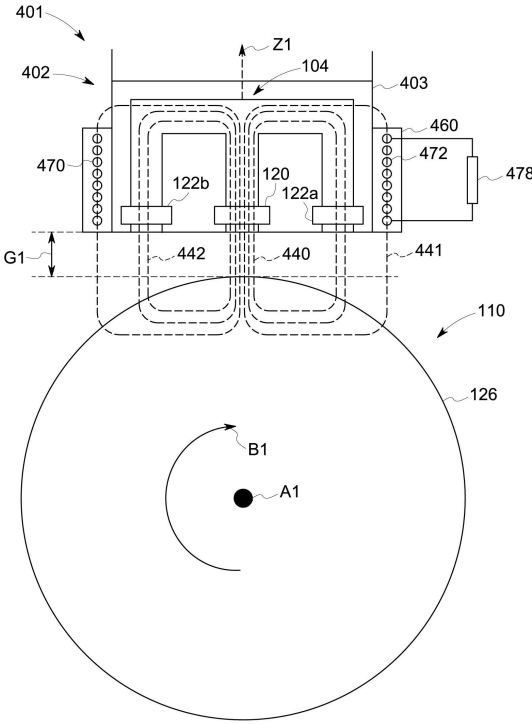


FIG. 6

【図 7】

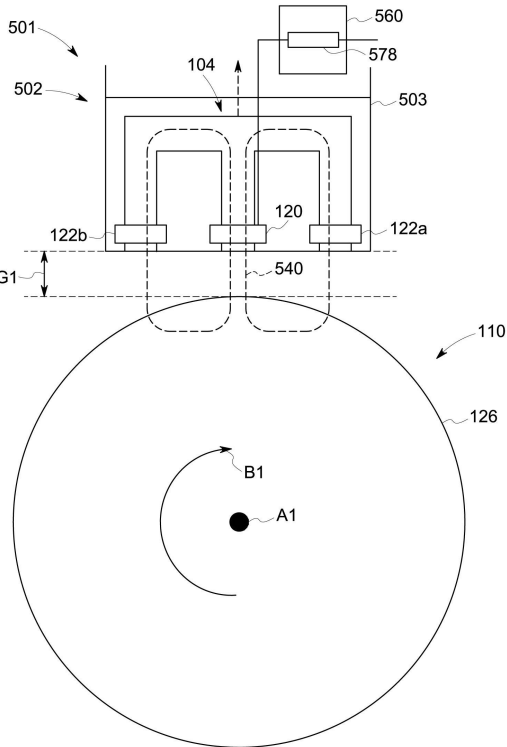


FIG. 7

10

20

30

40

50

【 図 8 】

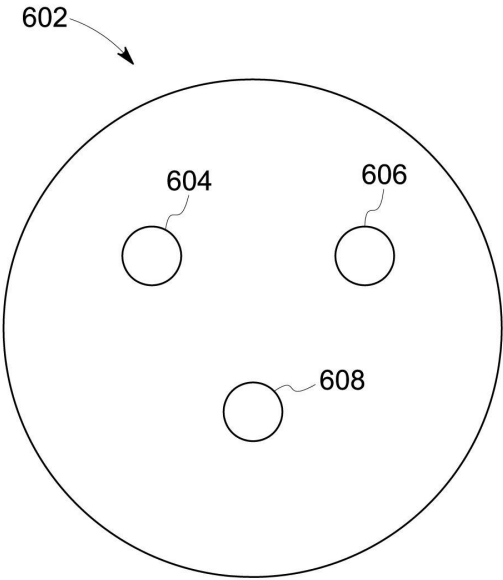


FIG. 8

【 図 9 】

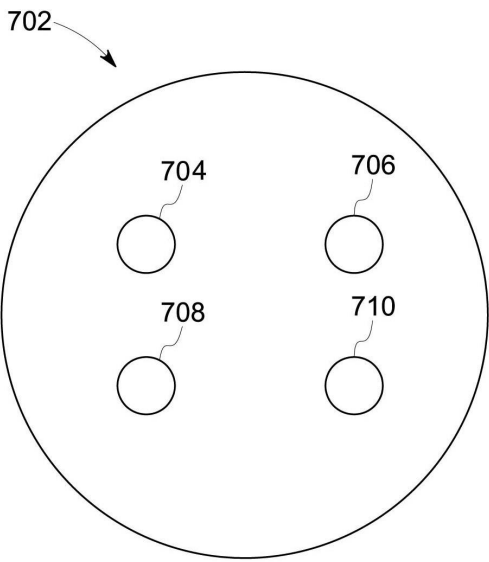


FIG. 9

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 2 9 6 1 5 - 4 6 1 4、グリーンヴィル、ガーリントン・ロード、3 0 0
- (72)発明者 ダン・トー・ルー
アメリカ合衆国、ネバダ州・8 9 4 2 3 - 4 1 1 9、ミンデン、ベントリー・パークウェイ、サウス、1 6 3 1
- (72)発明者 ライル・ターンビュー
アメリカ合衆国、ネバダ州・8 9 4 2 3、ミンデン、ベントリー・パークウェイ、サウス、1 6 3 1
- (72)発明者 ブライアン・エフ・ハワード
アメリカ合衆国、ネバダ州・8 9 4 2 3、ミンデン、ベントリー・パークウェイ、サウス、1 6 3 1
- (72)発明者 トレヴァー・コワン
アメリカ合衆国、ネバダ州・8 9 4 2 3 - 4 1 1 9、ミンデン、ベントリー・パークウェイ、サウス、1 6 3 1
- (72)発明者 ブライアン・ボウルズ
アメリカ合衆国、ネバダ州・8 9 4 2 3、ミンデン、ベントリー・パークウェイ、サウス、1 6 3 1
- (72)発明者 デヴィッド・オコナー
アメリカ合衆国、ネバダ州・8 9 4 2 3、ミンデン、ベントリー・パークウェイ、サウス、1 6 3 1
- 審査官 田口 孝明
- (56)参考文献 米国特許出願公開第 2 0 1 5 / 0 2 9 2 9 6 2 (U S , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 1 5 / 0 0 0 2 1 6 9 (U S , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 1 5 / 0 1 6 8 1 8 1 (U S , A 1)
特開平 1 0 - 1 8 5 6 0 8 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 8 / 0 1 6 4 3 9 6 (U S , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
I P C G 0 1 R 3 3 / 0 0 - 3 3 / 2 6、
1 1 / 0 0 - 1 1 / 6 6、
2 1 / 0 0 - 2 2 / 1 0、
3 5 / 0 0 - 3 5 / 0 6、
3 3 / 2 8 - 3 3 / 6 4、
G 0 1 L 1 / 0 0 - 1 / 2 6、
2 5 / 0 0、
3 / 0 0 - 3 / 2 6、
G 0 1 D 5 / 0 0 - 5 / 2 5 2、
5 / 3 9 - 5 / 6 2、
G 0 1 N 2 7 / 7 2 - 2 7 / 9 0 9 3、
2 2 / 0 0 - 2 2 / 0 4、
2 4 / 0 0 - 2 4 / 1 4