

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2013-540981

(P2013-540981A)

(43) 公表日 平成25年11月7日(2013.11.7)

(51) Int.Cl.

G 0 1 B 5/012 (2006.01)

F 1

G 0 1 B 5/012

テーマコード (参考)

2 F 0 6 2

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2013-506733 (P2013-506733)
 (86) (22) 出願日 平成23年4月28日 (2011. 4. 28)
 (85) 翻訳文提出日 平成24年11月15日 (2012. 11. 15)
 (86) 国際出願番号 PCT/GB2011/000652
 (87) 国際公開番号 W02011/135298
 (87) 国際公開日 平成23年11月3日 (2011. 11. 3)
 (31) 優先権主張番号 61/368801
 (32) 優先日 平成22年7月29日 (2010. 7. 29)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 1012773.6
 (32) 優先日 平成22年7月29日 (2010. 7. 29)
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)
 (31) 優先権主張番号 1007266.8
 (32) 優先日 平成22年4月30日 (2010. 4. 30)
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)

(71) 出願人 391002306
 レニショウ パブリック リミテッド カ
 ンパニー
 RENISHAW PUBLIC LIM
 ITED COMPANY
 英国 グロスターシャー州 ワットン・アン
 ダー・エッジ ニューミルズ (番地なし)
 (74) 代理人 110001243
 特許業務法人 谷・阿部特許事務所
 (72) 発明者 デービッド ロバーツ マクマートリー
 イギリス ジーエル11 6エーティー
 グロスタシャー ダーズリー スタンク
 ム パーク ファーム (番地なし)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 計測装置

(57) 【要約】

本発明は、本体(110, 112)および該本体に対し第1ベアリング(120, 128; 122, 129; 124, 130; 126, 132)によって規定される第1回転軸A3, A4の周りに回転可能な第1部材(118, 116)と、本体に対する第1回転軸の周りの第1部材の回転を生じさせる第1モータM3, M4と、を具えた計測装置に関する。第1部材とともに本体に対して移動できるよう、表面感知デバイス(102)が第1部材に取り付け可能である。第1モータは第1磁石(152, 158)および少なくとも1つの金属コイル(154)を含むことができ、第1磁石および少なくとも1つの金属コイルは、互いに可動であるように第1軸に沿って離隔して搭載されている。

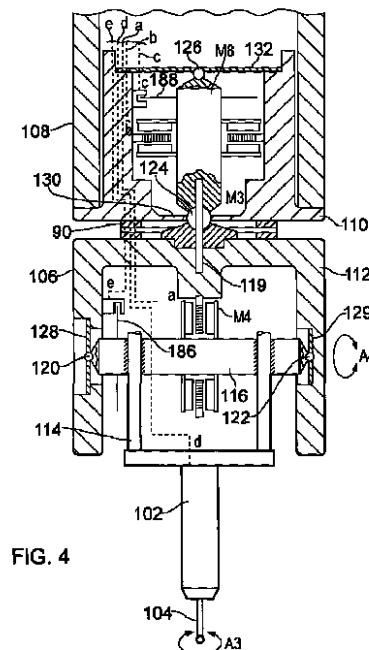


FIG. 4

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

本体および該本体に対し第 1 ベアリングによって規定される第 1 回転軸の周りに回転可能な第 1 部材と、

前記本体に対する前記第 1 回転軸の周りの前記第 1 部材の回転を生じさせる第 1 モータと、を具えた計測装置であって、

前記第 1 部材とともに前記本体に対して移動できるように表面感知デバイスが前記第 1 部材に取り付け可能であり、

前記第 1 モータが第 1 磁石および少なくとも 1 つの金属コイルを含み、前記第 1 磁石および前記少なくとも 1 つの金属コイルが、互いに可動であるように前記第 1 軸に沿って離隔して搭載されている、
ことを特徴とする計測装置。

10

【請求項 2】

前記モータが第 2 磁石を含み、該第 2 磁石はスペーサにより前記第 1 軸に沿って前記第 1 軸から離隔しており、前記少なくとも 1 つの金属コイルが前記第 1 磁石と前記第 2 磁石との間に設けられていることを特徴とする計測装置。

【請求項 3】

前記スペーサにより前記第 1 軸に沿って離隔した磁石のリングを 2 つ具え、当該磁石のリングの間にコイルのリングが懸架されて前記磁石と前記コイルが相対移動するようになっていることを特徴とする請求項 2 に記載の計測装置。

20

【請求項 4】

前記磁石のリングのそれぞれは交互の N 極と S 極とを備えていることを特徴とする請求項 3 に記載の計測装置。

【請求項 5】

一方の前記リングの磁石の N 極は、他方の前記リングの S 極に面し且つ軸方向に整列していることを特徴とする請求項 4 に記載の計測装置。

【請求項 6】

前記第 1 磁石および前記第 2 磁石は、前記コイルを横切って主に前記第 1 軸と平行な方向に作用する磁界を発生することを特徴とする請求項 2 ないし 5 のいずれかに記載の計測装置。

30

【請求項 7】

前記第 1 磁石および前記第 2 磁石は互いに対して固定されて磁石アセンブリを形成し、該磁石アセンブリの一方および前記少なくとも 1 つの金属コイルが前記モータのステータを形成し、前記磁石アセンブリの他方および前記少なくとも 1 つの金属コイルが前記モータのロータを形成することを特徴とする請求項 2 または 6 に記載の計測装置。

【請求項 8】

前記第 1 モータが磁化可能な材料をさらに含み、該磁化可能な材料はスペーサにより前記第 1 軸に沿って前記第 1 磁石から離隔しており、前記少なくとも 1 つの金属コイルは前記第 1 磁石と前記磁化可能な材料との間に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の計測装置。

40

【請求項 9】

前記磁化可能な材料はプレートであり、第 1 磁石および前記プレートが互いに対して固定されて磁石アセンブリを形成し、該磁石アセンブリの一方および前記少なくとも 1 つの金属コイルが前記モータのステータを形成し、前記磁石アセンブリの他方および前記少なくとも 1 つの金属コイルが前記モータのロータを形成することを特徴とする請求項 8 に記載の計測装置。

【請求項 10】

前記少なくとも 1 つの金属コイルは、前記第 1 磁石が前記金属コイルおよび前記磁化可能な材料に対して移動可能となるように前記磁化可能な材料に固定されていることを特徴とする請求項 9 に記載の計測装置。

50

【請求項 1 1】

前記第 1 磁石および前記少なくとも 1 つの金属コイルの一方が前記第 1 部材に対して取り付け可能であることを特徴とする請求項 1 ないし 1 0 のいずれかに記載の計測装置。

【請求項 1 2】

前記第 1 モータは、前記本体に対して前記第 1 部材を回転させるときに、前記第 1 軸の位置が実質的に固定されたままとなるよう、前記第 1 ベアリングに半径方向の力が実質的に作用しないように構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 1 1 のいずれかに記載の計測装置。

【請求項 1 3】

前記第 1 モータがフレームレスモータであることを特徴とする請求項 1 ないし 1 2 のいずれかに記載の計測装置。

【請求項 1 4】

前記第 1 モータがアイアンレス - コアモータであることを特徴とする請求項 1 ないし 1 3 のいずれかに記載の計測装置。

【請求項 1 5】

前記第 1 回転軸が連続した回転測定軸であることを特徴とする請求項 1 ないし 1 4 のいずれかに記載の計測装置。

【請求項 1 6】

前記測定装置の前記第 1 モータの位置がサーボ制御されることを特徴とする請求項 1 ないし 1 5 のいずれかに記載の計測装置。

【請求項 1 7】

前記第 1 モータがダイレクトドライブモータであることを特徴とする請求項 1 ないし 1 6 のいずれかに記載の計測装置。

【請求項 1 8】

プローブ装置を具えることを特徴とする請求項 1 ないし 1 7 のいずれかに記載の計測装置。

【請求項 1 9】

前記第 1 部材に対して第 2 回転軸の周りに回転可能な第 2 部材を具え、当該回転が第 2 モータによって生じるものであることを特徴とする請求項 1 ないし 1 8 のいずれかに記載の計測装置。

【請求項 2 0】

前記第 2 回転軸は、前記第 1 回転軸および前記第 1 回転軸からオフセットした回転軸の少なくとも一方を横切り得るものであることを特徴とする請求項 1 9 に記載の計測装置。

【請求項 2 1】

前記第 2 モータはアイアンレスコアモータを含むことを特徴とする請求項 1 9 または 2 0 に記載の計測装置。

【請求項 2 2】

前記第 1 部材に取り付け可能な前記表面感知デバイスがプローブであることを特徴とする請求項 1 ないし 2 1 のいずれかに記載の計測装置。

【請求項 2 3】

本体と、モータの制御下で前記本体に関して可動な第 1 部材とを備える計測装置であって、前記第 1 部材が表面感知デバイスに取り付け可能であり、前記モータが前記第 1 部材に接続されるロータと前記本体に接続されるステータとを含み、前記ロータおよび前記ステータの一方が、前記ロータおよび前記ステータの他方に対し、前記ロータの回転軸と実質的に平行な方向に主として作用する磁界を確立するための磁石アセンブリを含み、前記ロータおよび前記ステータの他方の少なくとも 1 つのコイルが、電流が搬送されたときに、前記磁石アセンブリによって確立される前記磁界と協働して前記ロータの回転を生じさせる磁界を発生し、前記ロータおよび前記ステータが軸方向に離隔している、ことを特徴とする計測装置。

【請求項 2 4】

磁石アセンブリは少なくとも一对の磁石を含み、対になった前記磁石は前記軸方向に離隔しており、前記磁石を相対移動させるために前記少なくとも1つのコイルが取り付けられていることを特徴とする請求項23に記載の計測装置。

【請求項25】

前記磁石アセンブリは複数対の磁石を含み、各対の磁石は軸方向に離隔且つ整列し、対をなす一方の磁石のN極が、対をなす他方の磁石のS極に面していることを特徴とする請求項24に記載の計測装置。

【請求項26】

複数のコイルを含み、各コイルは、電流が搬送されたときに、前記軸方向に前記コイルを通る磁界を発生することを特徴とする請求項25に記載の計測装置。

10

【請求項27】

本体と、パンケーキモータの制御下で前記本体に関して可動な第1部材とを具え、前記第1部材が表面感知デバイスに取り付け可能であることを特徴とする計測装置。

【請求項28】

本体および該本体に対し第1ベアリングによって規定される第1回転軸の周りに回転可能な第1部材と、

前記本体に対する前記第1回転軸の周りの前記第1部材の回転を生じさせる第1モータであって、少なくとも1つのコイルに対し、前記軸の方向に主として作用する磁界を発生するための磁石を少なくとも1つ含んだ第1モータと、を具えた計測装置であって、

前記第1部材とともに前記本体に対して移動できるように表面感知デバイスが前記第1部材に取り付け可能である、ことを特徴とする計測装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、計測装置に関するものである。本発明は、特にモータを備えた計測装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

計測装置は、座標測定装置、工作機械またはプローブアクチュエータなどの位置判定装置であり得、またそのような位置判定装置に搭載され得るものでもある。計測装置は関節型ジョイントを備えることができる。

30

【0003】

位置判定装置（例えばCMMを記載した特許文献1参照）はワークピースを測定するために使用することができ、一般にワークピースが支持されるテーブルに対して3方向x, y, zに移動可能なアームを備えている。x, y, zの各方向におけるアームの移動はトランスジューサによって測定され、アーム上に設けられたプローブアセンブリは、測定されるワークピース表面とアームとの関係を示す信号を生成する。これにより、ワークピース表面の位置を判定することができる。例えば数種の工作機械など、他の機械においては、テーブルがxおよびy内で移動し、アームがz内で移動する。

40

【0004】

計測装置はプローブ装置を含み得る。プローブ装置は、例えばプローブアクチュエータ、プローブヘッド、プローブ自体、あるいは、プローブアクチュエータまたはプローブヘッドとプローブとを備えたプローブアセンブリであり得る。割出し型（indexing）プローブアクチュエータまたはヘッド、および連続型（continuous）プローブアクチュエータまたはヘッドが知られており、それぞれ、特許文献2および3に記載されている。

【0005】

少なくとも1つの回転軸を具えた計測装置が知られている。かかる計測装置の第1部材は、その少なくとも1つの回転軸の周りに、計測装置の第2部材に対して移動可能なものとしてすることができる。計測装置によって得られる測定値の精度（precision）および正確

50

さ (accuracy) を実現する目的のためには、回転軸の位置は固定され且つ既知でなければならない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】米国特許第3,727,119号明細書

【特許文献2】国際公開2006/079794号公報

【特許文献3】国際公開2001/57473号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0007】

實際上、計測装置上またはその内部に作用する力は、原位置から離れる軸の移動を生じさせ得る。この移動は、例えば振れ (run-out) およびスウォッシュ (swash) として知られ得るものである。軸のそのような移動は、計測装置が軸の正確な位置、従って軸に取り付けられる測定プローブの正確な位置を常時知ることができなくなることから、計測装置によって得られる測定値が不正確となる。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の第1の形態はモータを記載する。モータはフレームレスモータとすることができる。

20

【0009】

本発明の第2の形態は、

本体および該本体に対し第1ベアリングによって規定される第1回転軸の周りに回転可能な第1部材と、

前記本体に対する前記第1回転軸の周りの前記第1部材の回転を生じさせる第1モータと、を具えた計測装置であって、

前記第1部材とともに前記本体に対して移動できるように表面感知デバイスが前記第1部材に取り付け可能であり、

前記第1モータが、前記本体に対する前記第1部材の回転を生じさせたときに半径方向力が前記第1ベアリングに作用しないように配置されることで、前記第1軸の位置が実質的に固定されたままとなるようにした、計測装置を提供する。

30

【0010】

ベアリングに作用する半径方向力を実質的に取り除くことで、第1回転軸の位置をより正確に知ることができる。半径方向のベアリングの引き寄せが無いことで、通常直面する振れやスウォッシュの問題が低減され、ないしは除去することも可能となる。これにより、計測装置は、極めて堅牢なベアリングや広範な誤差マッピングを要することなく、対象の位置を正確に判定できるようになる。

【0011】

好ましくは、前記第1モータは、前記本体に対する前記第1部材の回転を生じさせたときに軸方向力が前記第1ベアリングに作用しないように配置される。軸方向力が無いことで、堅牢性の低いベアリングを用いることが可能となる。

40

【0012】

フレームレスモータは、それ自身のベアリングのセットを内在していないモータとすることができる。フレームレスモータは、それが取り付けられる軸のベアリングを用いて回転することができる。

【0013】

第1モータは軸方向に構成されたモータ (axial arrangement motor) であってもよい。そのモータをアイアンレス - コアモータ (ironless-core motor) とすることができる。

50

【 0 0 1 4 】

アイアンレス - コアモータは、ロータおよびステータを有し、ロータおよびステータの少なくとも一方が実質的に鉄を含んでいないものである。実質的に鉄を含まないものとする
ことで、ロータまたはステータは非磁性のものとなり、これは磁石に吸引されないもの
となり得る。モータが磁石部分とコイル部分を備えている場合、コイル部分を実質的に鉄
を含んでいないもの、すなわち非磁性のものとすることができる。従って、アイアンレス
- コアモータは、実質的に磁性材料が使用されていないコイルを含むことができる。

【 0 0 1 5 】

本発明の第 3 の形態は、アイアンレス - コアモータ、特にフレームレスのアイアンレス
- コアモータを有する計測装置を記載する。アイアンレス - コアモータは計測装置のコン
ポーネントの移動を提供することができる。計測装置は第 1 回転軸を備えることができる
。アイアンレス - コアモータは前記第 1 回転軸の周りの回転を生じさせることができる。
前記第 1 回転軸を連続した回転軸とすることができる。

10

【 0 0 1 6 】

例えば座標位置決め装置に搭載された計測装置とともに使用されるとき、アイアンレス
- コアモータは、計測装置に支持されるデバイスの、座標位置決め装置に対する移動を提
供することができる。特に、当該移動は 1 以上の軸の周りの回転移動であり得る。計測装
置が座標位置決め装置である場合、アイアンレス - コアモータは、計測装置に支持される
デバイスの、固定された表面に対する移動を提供することができる。

【 0 0 1 7 】

20

本発明の第 4 の形態は、

本体および該本体に対し第 1 ベアリングによって規定される第 1 回転軸の周りに回転可
能な第 1 部材と、

前記本体に対する前記第 1 回転軸の周りの前記第 1 部材の回転を生じさせる第 1 モータ
と、を具えた計測装置であって、

前記第 1 部材とともに前記本体に対して移動できるように表面感知デバイスが前記第 1
部材に取り付け可能であり、

前記第 1 モータがフレームレスのアイアンレス - コアモータを備えている、
計測装置を提供する。

【 0 0 1 8 】

30

計測装置は、本体を機械の可動アームに取り付けるための取り付け手段を備えることが
できる。

【 0 0 1 9 】

本発明の第 5 の形態は、

本体を機械の可動アームに取り付けるための取り付け手段と、

該取り付け手段に対し第 1 回転軸の周りに回転可能な第 1 部材を有する本体であって、
当該回転が第 1 モータによって行われるものであり、前記取り付け手段に対して前記表面
感知デバイスが前記本体とともに移動できるよう、表面感知デバイスに取り付け可能な本
体と、を具えた計測装置であって、

前記第 1 モータがフレームレスのアイアンレス - コアモータを備えている、
計測装置を提供する。

40

【 0 0 2 0 】

前記本体を支持体とすることができる。

【 0 0 2 1 】

本発明の第 6 の形態は、軸方向に配されたフレームレスモータを有する計測装置を提供
する。

【 0 0 2 2 】

本発明の第 7 の形態は、

本体および該本体に対し第 1 ベアリングによって規定される第 1 回転軸の周りに回転可
能な第 1 部材と、

50

前記本体に対する前記第 1 回転軸の周りの前記第 1 部材の回転を生じさせる第 1 モータと、を具えた計測装置であって、

前記第 1 部材とともに前記本体に対して移動できるように表面感知デバイスが前記第 1 部材に取り付け可能であり、

前記第 1 モータがフレームレスの軸モータ (axial motor) を備えている、計測装置を提供する。

【0023】

本発明の第 8 の形態は、

本体を機械の可動アームに取り付けるための取り付け手段と、

該取り付け手段に対し第 1 回転軸の周りに回転可能な第 1 部材を有する本体であって、当該回転が第 1 モータによって行われるものであり、前記取り付け手段に対して前記表面感知デバイスが前記本体とともに移動できるよう、表面感知デバイスに取り付け可能な本体と、を具えた計測装置であって、

前記第 1 モータが軸方向に構成されたフレームレスモータを備えている、計測装置を提供する。

【0024】

前記本体を支持体とすることができる。

【0025】

前記第 1 回転軸は連続した回転計測軸であり得る。従って、第 1 軸の周りの極めて近接した複数のポイントに計測装置を位置付け可能とすることができる。それらのポイントは、例えば軸が位置付ける複数のポイントが互いに分離して離隔した分散ポイントである割出し回転軸と比較して、無限に近接したものであり得る。計測装置内の第 1 モータの位置はサーボ制御することができる。よって、計測装置をサーボ制御型計測装置とすることができる。計測装置内の第 1 モータの位置はブレーキによって制御することができる。

【0026】

計測装置は、プローブアクチュエータまたはプローブヘッド、プローブ自体、あるいは、プローブアクチュエータまたはヘッドとプローブとを備えたプローブアセンブリなどのプローブ装置を備えることができる。プローブ装置は、連続型プローブアクチュエータまたはヘッドを備えることができる。プローブ装置は、割出し型プローブアクチュエータまたはヘッドを備えることができる。プローブアクチュエータまたはヘッドをサーボ制御される (servoing) プローブアクチュエータまたはヘッドとすることができ、プローブアクチュエータまたはヘッド内のモータの位置がサーボ機構によって制御されるものとしてすることができる。プローブアクチュエータ内のモータの位置はブレーキによって制御することができる。

【0027】

計測装置はさらに、第 1 部材に対し第 1 回転軸の周りに回転可能な第 2 部材を備えることができる。前記回転は第 2 モータによって行われるものとしてすることができる。第 2 回転軸は第 1 回転軸を横切る方向とすることができる。第 2 回転軸を第 1 回転軸からオフセットしたものとしてすることができる。

【0028】

第 2 モータはフレームレスのアイアンレス - コアモータを備えることができる。あるいは、第 2 モータは、例えば収容型 (housed) またはフレームレスの鉄心モータあるいは収容型のアイアンレス - コアモータなどの公知のモータであってもよい。

【0029】

計測装置は、第 1 および第 2 部材の少なくとも一方に対し、追加回転軸の周りに回転可能な少なくとも 1 つの追加部材を備えることができる。前記回転は少なくとも 1 つの追加モータによって行われるものとしてすることができる。追加回転軸は第 1 および第 2 回転軸の少なくとも一方を横切るもの、または第 1 および第 2 回転軸の少なくとも一方からオフセットしたものとしてすることができる。追加モータはフレームレスのアイアンレス - コアモータを備えることができる。あるいは、追加モータは、例えば収容型またはフレームレスの

鉄心モータあるいは収容型のアイアンレス - コアモータなどの公知のモータであってもよい。

【0030】

表面感知デバイスを、これとともに回転する第1部材に取り付けることができる。この取り付けは、直接的なものでも間接的なものでもよい。間接的に取り付け場合には、表面感知デバイスを、例えば第2部材または追加部材を介して第1部材に取り付けることができる。表面感知デバイスを、これとともに回転する第2部材に取り付けることができる。この取り付けは、直接的なものでも間接的なものでもよい。表面感知デバイスを、これとともに回転する少なくとも1つの追加部材に取り付けることができる。

【0031】

表面感知デバイスは、例えば測定プローブ、タッチトリガプローブ、ビデオプローブ、表面仕上げプローブまたは異種プローブの組み合わせなどであってもよい。測定プローブはまた、走査プローブとして知られているものである。

【0032】

少なくとも1つのモータをダイレクトドライブモータとすることができる。少なくとも1つのモータをインダイレクトドライブモータとすることができる。

【0033】

第1モータは軸モータまたはラジアルモータであってもよい。好ましくは、第1モータは軸モータである。軸モータはモータの軸に沿って間隔をおいて配された磁石およびコイルを含むものである一方、ラジアルモータはモータの回転軸のまわりに放射状に間隔をおいて配された磁石およびコイルを含むものである。

【0034】

第1モータは第1軸の周りの部分的な回転を提供することができる。換言すれば、このモータは、計測装置の本体に対する、第1軸の周りの360度未満の第1部材の回転を生じさせることができるものであり得る。好ましくは、第1モータは第1軸の周りの1回転分の移動を提供する。換言すれば、このモータは、計測装置の本体に対する、第1軸の周りの360度にわたる第1部材の回転を生じさせることができるものであり得る。第1モータは第1軸の周りの1回転を超える移動を提供することができる。換言すれば、このモータは、計測装置の本体に対する、第1軸の周りの360度超にわたる第1部材の回転を生じさせることができるものであり得る。第1モータは第1軸の周りのほぼ制限の無い回転数分の移動を提供することができる。

【0035】

第1モータをブラシレスモータとすることができる。あるいは、第1モータはブラシ付きモータであってもよい

第1モータは第1磁石を備えることができる。第1磁石はさらに少なくとも1つの金属コイルを備えることができる。第1磁石および少なくとも1つの金属コイルは、それらが互いに移動可能となるように取り付けることができる。少なくとも1つの金属コイルに電流を流すことで、少なくとも1つの金属コイルおよび第1磁石の相対回転を生じさせることができる。磁石および少なくとも1つの金属コイルの一方を第1部材に取り付けることができる。かかる取り付けは、直接的に行われるものでも、中間部材を介して行われるものでもよい。第1部材に取り付けられた、磁石および少なくとも1つの金属コイルの一方の回転によって、使用時における第1部材の回転を生じさせることができる。

【0036】

さらに、第1モータは磁性材料を含み得る。当業者であれば、磁性材料とは磁石に吸着される材料を意味することを理解するであろう。第1磁石および磁性材料は、互いに対して固定されることで、磁石アセンブリを形成することができる。第1磁石および磁性材料は互いに間隔を置いたものとすることができ、その間隔付けはスペーサによって行われるものとすることができる。このスペーサは、第1磁石および磁性材料に対して固定されるものとすることができ、磁石アセンブリの一部を形成するものとすることができる。磁石アセンブリの間隔を置いた磁性材料および第1磁石間に、少なくとも1つの金属コイルを設

10

20

30

40

50

けることができる。磁石アセンブリおよび少なくとも１つの金属コイルを相対的に移動可能なものとすることができる。

【００３７】

第１モータは、複数の磁石、例えば第１磁石および第２磁石を備えることができる。第１磁石および第２磁石は、互いに対して固定されることで、磁石アセンブリを形成することができる。第１磁石および第２磁石は互いに間隔を置いたものとすることができ、その間隔付けはスペーサによって行われるものとすることができる。このスペーサは、第１磁石および第２磁石に対して固定されるものとするでき、磁石アセンブリの一部を形成するものとすることができる。磁石アセンブリの間隔を置いた第１磁石および第２磁石間に、少なくとも１つの金属コイルを設けることができる。第１磁石および第２磁石は、互いに相補的な形状および寸法のものとすることができる。

10

【００３８】

使用に際しては、少なくとも１つの金属コイルを計測装置のハウジングに固定することができ、その少なくとも１つの金属コイルに通電することで、少なくとも１つの金属コイルに対する磁石アセンブリの回転を生じさせることができる。あるいは、磁石アセンブリを計測装置のハウジングに固定することができ、その少なくとも１つの金属コイルに通電することで、磁石アセンブリに対する少なくとも１つの金属コイルの回転を生じさせることができる。換言すれば、磁石アセンブリおよび少なくとも１つの金属コイルの一方がモータのステータを形成し、磁石アセンブリおよび少なくとも１つの金属コイルの他方がモータのロータを形成するものとなり得る。

20

【００３９】

第１磁石および磁性材料を、互いに対して移動可能なものとすることができる。少なくとも１つの金属コイルを磁性材料に固定することができる。そうすることで、第１磁石は、磁性材料および少なくとも１つの金属コイルに対して移動可能となり得る（逆も同様である）。第１磁石および磁性材料は互いに間隔を置いたものとすることができ、その間隔付けは、例えば何らかのベアリングまたはスペーサおよびベアリングの組み合わせなどによって行うことができる。このスペーサは、第１磁石および磁性材料の少なくとも一方に対して固定され、第１磁石および磁性材料の他方に対して移動可能なものとすることができる。ベアリングは第１磁石および磁性材料の少なくとも一方とスペーサとの間に設けることができる。

30

【００４０】

計測装置は、本体に対する第１回転軸の周りの第１部材の回転を可能とするためのベアリングを備えることができる。モータの回転に用いられるベアリングが、本体に対する第１部材の回転を可能とするためのベアリング、すなわち第１軸ベアリングであってもよい。

【００４１】

使用に際し、金属製の材料および少なくとも１つの金属コイルを計測装置のハウジングに対して固定することができ、少なくとも１つの金属コイルに通電することによって、少なくとも１つの金属コイルに対する第１磁石の回転を生じさせることができる。あるいは、使用に際し、第１磁石を計測装置のハウジングに対して固定することができ、少なくとも１つの金属コイルに通電することによって、第１磁石に対する金属製の材料および少なくとも１つの金属コイルの回転を生じさせることができる。換言すれば、第１磁石および少なくとも１つの金属コイルの一方がモータのステータを形成し、第１磁石および少なくとも１つの金属コイルの他方がモータのロータを形成するものとなり得る。

40

【００４２】

磁性材料は、第１磁石と相補的な形状および寸法の磁性材料のプレートを備えることができる。

【００４３】

第１モータの第１磁石は複数の磁石を含むことができる。該複数の磁石をリング状に配することができる。第２磁石は複数の磁石を含むことができる。該複数の磁石もリング状

50

に配することができる。複数の磁石は、N極とS極とがリングの周りに交互に位置するよう、環状に配することができる。前記リングは、例えば、モータの弧や、セグメントに分割されたリングなど不完全なリングであってもよいし、あるいは完全なリングであってもよい。リングの分割されたセグメントは、隣接したものであってもよいし、離隔したものであってもよい。

【0044】

第1および第2磁石の少なくとも一方には、少なくとも1つの金属コイルから離れた側に磁性材料すなわちバックプレートを設けることができる。磁性材料すなわちバックプレートは、それが設けられる磁石と合うような形状および寸法とされ得る。

【0045】

少なくとも1つの金属コイルは複数のコイルを含むことができる。該複数のコイルをリング状に配することができる。前記リングは、例えば、モータの弧や、セグメントに分割されたリングなど不完全なリングであってもよいし、あるいは完全なリングであってもよい。リングの分割されたセグメントは、隣接したものであってもよいし、離隔したものであってもよい。少なくとも1つの金属コイルは、第1および第2磁石の少なくとも一方を形成する複数の磁石の少なくとも1つの形状および寸法と相補形となるように形状および寸法が定められたものとするることができる。複数の金属コイルは、第1および第2磁石の少なくとも一方を形成する複数の磁石の形状および寸法と相補形となるように形状および寸法が定められたものとするることができる。好適には、すべてのコイルは、第1および第2磁石の少なくとも一方を形成する複数の磁石のそれぞれの形状および寸法と相補形となるように形状および寸法が定められたものとするることができる。コイルおよび磁石の相対数とコイルおよび磁石の寸法は、モータの効率を最適化し、モータのトルクリップルを最小化するように選択することができる。例えば、磁石ないしリング状の磁石を、少なくとも1つの金属コイルないしリング状の金属コイルよりも小さくして、リングの中心線は一致するが、磁石がその中心線から半径方向内方または外方に、コイルほどには張り出さないようにすることができる。あるいは、例えば磁石およびコイルが等寸法であってもよい。

【0046】

本発明の第9の形態は、本体と、モータの制御下で前記本体に関して可動な第1部材とを備える計測装置であって、前記第1部材が表面感知デバイスに取り付け可能であり、前記モータが前記第1部材に接続されるロータと前記本体に接続されるステータとを含み、前記ロータおよび前記ステータの一方が、前記ロータおよび前記ステータの他方に対し、前記ロータの回転軸と実質的に平行な方向に主として作用する磁界を確立するための磁石アセンブリを含み、前記ロータおよび前記ステータの他方の少なくとも1つのコイルが、電流が搬送されたときに、前記磁石アセンブリによって確立される前記磁界と協働して前記ロータの回転を生じさせる磁界を発生し、前記ロータおよび前記ステータが軸方向に離隔している、計測装置を提供する。

【0047】

磁石アセンブリは少なくとも一对の磁石を含み、対になった磁石を軸方向に離隔させ、磁石を相対移動させるために少なくとも1つのコイルを取り付けることができる。

【0048】

磁石アセンブリは複数対の磁石を含み、各対の磁石を軸方向に離隔且つ整列させ、対をなす一方の磁石のN極が、対をなす他方の磁石のS極に面するようにすることができる。

【0049】

磁石アセンブリは複数のコイルを含み、各コイルは、電流が搬送されたときに、ロータの回転軸に実質的に平行な軸方向でコイルを通る磁界を発生するものとするることができる。

【0050】

本発明の第10の形態は、本体と、パンケーキモータの制御下で前記本体に関して可動な第1部材とを備え、前記第1部材が表面感知デバイスに取り付け可能な計測装置を提供

10

20

30

40

50

する。

【 0 0 5 1 】

本発明の第 1 1 の形態は、

本体および該本体に対し第 1 ベアリングによって規定される第 1 回転軸の周りに回転可能な第 1 部材と、

前記本体に対する前記第 1 回転軸の周りの前記第 1 部材の回転を生じさせる第 1 モータであって、少なくとも 1 つのコイルに対し、前記軸方向に主として作用する磁界を発生するための磁石を少なくとも 1 つ含んだ第 1 モータと、を具えた計測装置であって、

前記第 1 部材とともに前記本体に対して移動できるように表面感知デバイスが前記第 1 部材に取り付け可能である、計測装置を提供する。

10

【 0 0 5 2 】

第 1 モータに関連する記載は、備えられる第 2 モータおよび追加モータの少なくとも一方に適用可能なものである。

【 0 0 5 3 】

添付の図面を参照し、例として本発明の実施形態を説明する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 4 】

【図 1】プローブ装置が搭載された座標測定装置 (CMM) を示す。

【図 2】図 1 に示された関節型プローブヘッドを通る断面図を示す。

20

【図 3】図 2 に示されたプローブヘッドに用いられるものとしての鉄心を有するモータを通る断面図を示す。

【図 4】フレームレスのアイアンレスコアモータを有するプローブ装置を通る断面図を示す。

【図 5 A】アイアンレス軸モータを通る断面を示す。

【図 5 B】図 5 a に示されたアイアンレス軸モータの分解図である。

【図 6】追加されたアイアンレス軸モータを通る断面図を示す。

【図 7】アイアンレスの軸方向配置モータを通る断面図を示す。

【図 8】モータを通る断面図であり、磁石アセンブリによって確立される典型的な磁界を示している。

30

【発明を実施するための形態】

【 0 0 5 5 】

図 1 は座標測定装置 (CMM) を示しており、この装置は部分 1 6 を載置可能なテーブル 1 2 と、テーブル 1 2 に対し X、Y および Z に移動可能なクイル 1 4 とを備えている。関節型プローブヘッド 1 8 がクイル 1 4 に取り付けられ、少なくとも 2 つの軸 A 1、A 2 の周りの回転を提供する。プローブ 2 0 は関節型プローブヘッド 1 8 に搭載される。従ってプローブ 2 0 は、CMM 1 0 によって X、Y および Z に移動可能且つ関節型プローブヘッド 1 8 によって軸 A 1 および A 2 の周りに回転可能である。

【 0 0 5 6 】

CMM 1 0 および関節型プローブヘッド 1 8 にはモータが備えられ、プローブ 2 0 を所望の位置および向きに駆動する。モータは、CMM 1 0 および関節型プローブヘッド 1 8 に駆動信号を送出するコントローラ 2 2 / コンピュータ 2 3 によって制御される。

40

【 0 0 5 7 】

CMM 1 0 および関節型プローブヘッド 1 8 の位置は、トランスジューサ (不図示) によって判定され、位置はコントローラ 2 2 / コンピュータ 2 3 にフィードバックされる。

【 0 0 5 8 】

図 2 は、図 1 に示された関節型プローブヘッド 1 8 を通る断面図を示す。関節型プローブヘッド 1 8 は、第 1 ハウジング部材 1 および第 2 ハウジング部材 2 を備える。第 1 ハウジング部材 1 は、図 1 に示した CMM のクイル 1 4 などの位置判定装置に取り付けるのに適合しており、第 1 軸 A 1 の周りで第 1 シャフト S1 の角変位を生じさせるためのモータ

50

M 1 を收容する。第 1 シャフト S 1 には第 2 ハウジング部材 2 が取り付けられ、これは第 2 軸 A 2 の周りで第 2 シャフト S 2 の角変位を生じさせるためのモータ M 2 を收容する。第 2 シャフト S 2 には、それとともに回転する、表面感知プローブなどの表面感知デバイス 20 が取り付けられる。シャフト S 1 , S 2 の各々はそれぞれの回転軸 A 1 , A 2 について無限に近接した、または極めて近接したポイントに位置づけることができ、それによって関節型プローブヘッドは連続型プローブヘッドとして知られるものとなる。このことは、プローブヘッドが搭載される C M M に対して、離散的な数の、運動学的に定義される表面感知プローブの向きが使用される割出しプローブとは対照的なものである。

【 0 0 5 9 】

表面感知プローブ 20 は、プローブ本体 9 と、スタイラス 8 と、ワークピースに接触するためのスタイラスチップ 5 とを備える。示される表面感知プローブは接触感知プローブである。かかる接触感知プローブには、タッチトリガプローブや走査プローブが含まれる。一般的な走査の動作において、表面感知プローブワークピースの表面上で駆動され、ワークピース表面のポイントの測定値を作成することを可能にする。

【 0 0 6 0 】

関節型プローブヘッド 18 に使用することができる他の種類のプローブには、光学式プローブ、容量型プローブおよび誘導型プローブが含まれる。

【 0 0 6 1 】

回転駆動機構 M 1 , M 2 に対しては、コントローラ (図 1 において符号 22 で示されるもの) から電気接続を介して電力が供給される。コントローラは、所要の一連の移動においてワークピース (図 1 において符号 16 で示されるもの) の表面上を移動するよう、表面感知デバイス 20 を制御するべくプログラムされている。プローブヘッド 18 内のトランスジューサは駆動機構の角軸周りの角位置を示す信号をコントローラ内のサーボ制御ループに返送する。これらの信号は、プローブヘッドが搭載される機械の測定デバイスからの信号とともに、表面感知デバイス 20 とワークピース表面との相対位置が正確に制御されるようにするものである。従って、図 2 を参照して説明した関節型プローブヘッド 18 は連続的にサーボ制御されるプローブヘッドとなる。

【 0 0 6 2 】

図 3 は、図 2 に示したプローブに用いられるものとしての鉄心を有するモータ 30 を通る断面図である。モータは鉄心 32 で形成されたロータを有し、鉄心はその周囲に緊密にコイル巻きされる銅線 (不図示) を有している。ロータはモータのスピンデル 34 に取り付けられる。モータのハウジング 40 には、鉄心 32 の周囲でフレームを形成するリング状の磁石 36 および 38 が取り付けられる。配線の各端部は電流の供給部に接続される。配線に電流が供給されると、鉄心は磁石となり、モータ 30 のハウジング 40 に固定された磁石 36 , 38 と反発 / 吸着し合うことで、ロータひいてはスピンデル 34 の回転を生じさせる。スピンデルの正確な位置、従ってスピンデルに支持されてそれとともに可動であるプローブの位置を知ることが極めて重要となる計測への応用においては、このモータは堅牢なベアリング 42 , 44 を必要とする。堅牢なベアリングは、ハウジングに取り付けられた磁石に向かってロータが引かれること、従ってスピンデルがその回転軸から離れるように引かれることを防止する目的で用いられる。振れおよびスウォッシュに対してベアリングを正確に設計すること、すなわちベアリングが横方向にふらついたり傾いたりしないようにすることは、極めて困難であり、従って高価なものとなり得る。さらに、軸の移動を提供するためのモータのステータおよびロータ間の磁力に対抗する必要性は、タスクをなお一層困難なものとする。堅牢なベアリングに代わるものとして、プローブチップの実際の位置と、スピンデルが磁力によって移動しないとした場合にプローブチップがあるべき位置との差を示すマップを作成することができる。これは誤差マップとして知られているものである。プローブチップがあるとシステムが考えている位置に誤差を加えることで、プローブの実際の位置を発見することができる。しかしながら、これらのマップは作成に時間を要するものであり、また、現在のところ測定値の全誤差を除去できるものではない。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 3 】

図 4 は、フレームレスのアイアンレスコアモータを有するプローブ装置を通る断面図である。本実施形態においては、モータは一般にパンケーキモータと称される種類のものである。測定される物品と接触するスタイラス 1 0 4 を有するプローブ 1 0 2 が示されている。プローブ 1 0 2 はプローブヘッド 1 0 6 に取り付けられ、そしてプローブヘッドは座標測定機械のクイル 1 0 8 に取り付けられる。

【 0 0 6 4 】

慣例的には、使用時において、CMMのクイル 1 0 8 はスタイラス 1 0 4 が物品に触れるまで 3 直交軸のいずれかに移動するものである。3 軸に関するクイル 1 0 8 の位置は、プローブヘッドおよびプローブ自体からの位置データとともに、物品の寸法を判定するために使用することができる。

10

【 0 0 6 5 】

クイル 1 0 8 の 3 軸の移動に加え、クイル 1 0 8 に取り付けられてクイル 2 0 8 およびプローブ 1 0 2 間に位置するプローブヘッド 1 0 6 は、互いに直交する 2 つの回転軸 A 3 , A 4 の移動を測定装置に付加する手首の形態を有する。モータ M 3 および M 4 は 2 軸の回転のためにトルクを提供する。クイル 1 0 8 およびプローブヘッド 1 0 6 の双方を移動させ、またはクイルのみを移動させ、またはプローブヘッドのみを移動させることにより、プローブによってサンプルの測定値を取得することができる。

【 0 0 6 6 】

プローブヘッド 1 0 6 の関節により、クイルを単独で移動させるよりもさらに複雑な移動を行うことが可能となる。例えば、プローブヘッドの移動により、ボアの周りの螺旋状経路に沿ってスタイラス 1 0 4 を移動させることで、プローブがボアの長さ方向に沿った真円度を測定することができるようになる。スタイラス 1 0 4 の位置は、その回転位置および CMM の 3 軸の読みから計算することができる。

20

【 0 0 6 7 】

かかるプローブの回転移動には、プローブヘッドのベアリングの正確且つ反復性のある移動が必要である。本実施形態において、プローブ 1 0 2 は水平スピンドル 1 1 6 に保持されたキャリッジ 1 1 4 に搭載されている。スピンドル 1 1 6 は、ヘッド 1 0 6 の下部ハウジング 1 1 2 に接続される各端部にベアリングアセンブリを有している。下部ハウジング 1 1 2 はヘッド 1 0 6 の上部ハウジング 1 1 0 内の垂直スピンドル 1 1 8 (これもまた 2 つのベアリングアセンブリを有する) に接続される。

30

【 0 0 6 8 】

水平スピンドル 1 1 6 は下部ハウジング 1 1 2 に対して回転することができる。回転は、部分 1 2 0 と 1 2 8 および部分 1 2 2 と 1 2 9 を有する 2 つのベアリングアセンブリを用いることで実現される。ボール 1 2 0 および 1 2 2 の形状である雄型ベアリングは、例えば接着手段によってスピンドル 1 1 6 の端部に固定される。各ボールは、それぞれ雄型部分受容開口を有する支持部 1 2 8 および 1 2 9 の形状の雌型部分に収容され、スピンドルの可能な移動は回転「A 4」のみとなるようにされている。同様に、下部ハウジング 1 1 2 は垂直ハウジング 1 1 8 を介して回転可能に搭載される。2 つのボール 1 2 4 および 1 2 6 の形状の雄型部分を備える 2 つのベアリングアセンブリが示されており、2 つのボールは開口を有する支持部 1 3 0 および 1 3 2 の形状の 2 つの雌型部分に収容されて、これらが回転移動「A 3」を提供する。

40

【 0 0 6 9 】

公知の技術を用いて、非常に高い精度、すなわち全体的な真円度公差が $0.16 \mu\text{m}$ 未満のボール 1 2 0、1 2 2、1 2 4 および 1 2 6 を製造することができる。この精密な真球度によって、回転時におけるプローブの正確な移動が提供される。ボールは、セラミック、ルビーあるいは鋼材でなるものとすることができる。

【 0 0 7 0 】

スピンドル 1 1 6 および 1 1 8 は、それぞれ、固定支持部 1 2 9 および 1 3 0 を有し、また可動支持部 1 2 8 および 1 3 2 を有する。固定支持部はその搭載位置に対して固定さ

50

れる一方、可動支持部は関連する回転軸の方向に弾性的に移動することができる。

【0071】

電力および信号経路 a, b, c, d が示されている。経路「a」は軸 A 4 の周りにスピンドル 116 (従ってプロブ 102) を回転させるためのモータ M 4 に電力を提供する。経路「b」は軸 A 4 の周りにスピンドル 118 (従って下部ハウジング 112) を回転させるためのモータ M 3 に電力を提供する。

【0072】

スピンドル 116 および 118 の回転位置は、それぞれ、ロータリーエンコーダ 186 および 188 によって判定することができる。経路 e および c はエンコーダ信号のために提供される。

10

【0073】

経路 a、d および e には回転カプリング 190 を有し、その 2 つの半体は、摺接型のもの (例えばスリップリングを用いたもの)、あるいは非接触型 (例えば容量型、誘導型、赤外線、光学式または RF によるリンク) のものとすることができる。回転カプリングによって、上部ハウジング 110 に対する下部ハウジング 112 の連続回転が可能となる。

【0074】

モータ M 3 および M 4 は、下記のように図 5 を参照して詳述するフレームレスのアイアンレスコアモータとすることができる。

【0075】

ここで示される図は図示の向きにおいて説明される。装置がその他の向き、例えば機械の水平アーム上にあるような向きや、その他の向きのアーム上にあるような向きなどでも用い得ることは理解されよう。

20

【0076】

図 5 a は、2 つのバックプレート 150, 158、2 つの磁石リング 152, 156、それらの磁石リングを離隔させるためのスペーサ 160 およびリング状の金属コイル 154 を備える軸方向アイアンレス - コアモータ 140 の断面を示す。

【0077】

モータは、プロブヘッドのスピンドル 116 (図 4 参照) に沿ってスペーサ 160 により離隔される 2 つの磁石リング 152, 156 を備える。スペーサは磁石リングを離隔状態に維持するのに十分に堅牢であるべきであり、例えば金属またはポリマーで作製することができる。磁石リングは、モータの中心に面する内側面 152 I, 156 I とモータの外側に面する外側面 152 O, 156 O とを有する。磁石リングの外側面 152 O, 156 O は鋼製のバックプレートに取り付けられる。2 つの磁石リング 152, 156、バックプレート 150, 158 およびスペーサが共に磁石アセンブリを形成する。

30

【0078】

磁石リング 152, 156 間にはリング状の銅線コイルが、磁石およびコイルが互いに可動となるように懸架されている。この場合、コイルリングは本体に対して静止して保持され、本実施形態においては上部ハウジング 110 または下部ハウジング 112 である本体がステータを形成する。また、磁石アセンブリは第 1 部材に固定され、本実施形態においてはスピンドル 118 または 116 である第 1 部材が本体に対して回転可能なロータを形成する。銅線コイルはプレートに固定され、このプレートは、モータを用いることができるプロブのハウジングに接続可能である。プレートは、例えばプラスチックやファイバーベースの材料など、非磁性材料で作製することができる。銅線コイルは 2 つの部位で電流源に接続される。通常の電磁石と同様に、電流が流れる方向によって磁石アセンブリが移動する方向が定まる。電流がコイルに供給されるとコイルが磁力を帯びる。モータの回転に関連してコイルを流れる電流をサーボ制御することで、モータからのトルクが提供される。

40

【0079】

モータアセンブリの回転が生じると、モータアセンブリのスペーサが固定されるスピンドル 116 も回転し、これはプロブヘッドが搭載される機械に対するプロブの移動を

50

生じさせる。

【 0 0 8 0 】

図 5 a のモータはブラシレス型である。

【 0 0 8 1 】

当業者であれば、例えば、磁石がリングの周りに互いに離隔してリング状に配されている場合、リングが不完全なものである場合、および、リングが N 極および S 極を交互に持つように磁化された 1 つの磁石で作製されている場合に、モータが作動することを理解できよう。

【 0 0 8 2 】

図 5 a におけるモータは軸モータ構成である。しかしながら、当業者であれば、モータはラジアルモータのように構成されたものでもよいことを理解できよう。かかるラジアルモータは、例えば磁心と、鋼製の外側ケーシングと、それらの間に位置するワイヤコイルを含むものとすることができる。

10

【 0 0 8 3 】

この出願においてアイアンレスコアモータを使用することには、モータのステータおよびロータ間の軸方向または半径方向の引き寄せが最小化される、もしくはこれが無くなるという利点がある。よって、ロータおよびステータ間に堅牢なベアリングを不要としつつ、それらが互いに引き寄せられ、モータの回転を停止させてしまうことを防止できる。

【 0 0 8 4 】

フレームレスモータを使用することによって、フレーム付きモータのベアリングを計測軸のベアリングに連結するというよりむしろ、計測軸自体のベアリングを使用することが可能となる。

20

【 0 0 8 5 】

図 5 a および図 5 b に示すモータの効率は鉄心モータの効率と比較できる。磁石およびバックプレートの構成は、コイルリングが位置付けられる磁界を強いものとする。

【 0 0 8 6 】

図 5 b は図 5 a に示したアイアンレス - コアの軸モータ 1 4 0 の分解図である。部品の番号は図 5 a のものに一致している。図示のように、磁石 1 5 2 , 1 5 6 は、磁石の N 極および S 極が各リングの周りに交互に位置するように配置される。図 8 から明らかなように、各極は、他のリング上の対応する対極と軸方向に整列する。このようにすることで、磁界は、磁束線によって示されるように、大部分がロータの回転軸に実質的に平行な方向においてコイル 1 5 4 に作用する。磁石 1 5 2 または 1 5 6 の対極が隣接する領域においては、回転軸に非平行な方向に磁界が作用することは勿論である。しかしながら、周方向に作用する磁界の比率は非常に小さい。

30

【 0 0 8 7 】

プレート 1 5 0 , 1 5 8 は磁化可能な材料で作製され、これらプレート 1 5 0 , 1 5 8 を超えて張り出す磁界の大きさが低減されるような磁界を形作る。これにより、モータの外部にある計測デバイスの部品に及ぼす磁界の影響が低減される。

【 0 0 8 8 】

本実施形態において、磁石 1 5 2 , 1 5 6 は、分離した磁石がバックプレート 1 5 0 , 1 5 8 に取り付けられたものとして示されている。しかしながら、バックプレート 1 5 0 , 1 5 8 に取り付けられる連続したリング状の材料で磁石を作製することも可能である。かかるリング状の材料は N 極と S 極とが交互に設けられるよう適切に分極されたものである。

40

【 0 0 8 9 】

図 7 にはスペーサ 1 6 0 も示されている。

【 0 0 9 0 】

それぞれの個別コイル 1 5 4 a を見ることができる。コイルは磁石の寸法および形状に一致するよう寸法が定められ、形作られており、各コイルは磁石 1 5 2 , 1 5 6 の対極のフットプリント（軸方向で見た場合）内に合うものとなっている。これにより、モータの

50

効率およびトルクリップルが改善される。また、コイルおよび磁石の相対数はモータの効率およびトルクリップルを最適化するように選択される。

【0091】

図6は追加されたアイアンレス・コア軸モータ142を通る断面を示す。このモータは、第1バックプレート150および第2バックプレート158と、1つの磁石リング152と、その磁石リングおよび第1バックプレート150を第2バックプレート158から隔てるスペーサ160と、リング状金属コイル154とを備える。図5aとは対照的に、第2の磁石リングは備えられていない。代わりに、2つのバックプレートおよび1つの磁石リングが磁石アセンブリを形成している。図5aのモータと同様、磁石アセンブリがロータを形成し、コイルアセンブリがステータを形成する。当業者には明らかであろうが、その代わりに、磁石アセンブリがステータを形成し、コイルアセンブリが軸のシャフトに取り付けられてモータのロータを形成するようにすることもできる。

10

【0092】

図5aのモータの2つの磁石リングには、磁界が発生してロータに作用する半径方向の力が、図3に示されるモータと比較して非常に小さくなるような、よりよい磁界を提供するという利点がある。従って、モータの軸はその原位置から変位しにくいものとなる。

【0093】

図3に示されるモータと比較してさらに有利な点は、モータが、その占める空間の容積に対して、大きなトルクを発生できることである。特に、磁石の外側フレーム（例えば図3におけるロータ）をコイルの内側コア（図3におけるステータ）の周りに形成する必要なく、コイル154および/または磁石152/156をモータの外周に近接して配置することで、加えられた力に対して発生するトルクを最大限にすることができる。

20

【0094】

モータの少なくとも1つが、図7に示されるモータのようなフレームレスの軸方向配置モータであってもよい。

【0095】

図7はフレームレスの軸方向配置モータ144を通る断面を示す。モータ144は第1バックプレート150および第2バックプレート158と、1つの磁石リング152と、その磁石リングおよび第1バックプレート150を第2バックプレート158から隔てるスペーサ160と、リング状金属コイル154とを備える。図6のモータと比較して、モータ144のコイルリング154は第2バックプレート158に取り付けられている。図7のモータにおいては、モータ144、第1バックプレート150、磁石リング152およびスペーサ160は、第2バックプレート158およびコイルリング154に対し、ベアリング170上で可動である。よって、モータ144、第1バックプレート150、磁石リング152およびスペーサ160がモータのロータを形成し、第2バックプレート158およびコイルリング154がモータのステータを形成する。ロータおよびステータ形状の相対的な寸法は、モータの効率を最大化するように選択される。コイルリングは、磁石リングの半径に少なくとも等しい半径を有するものとすることができる。好ましくは、モータのコイルリングは磁石リングよりも大きい半径を有するものとすべきである。

30

【0096】

ベアリング170はモータが嵌合する計測装置の軸のベアリングである。モータはフレームレス型のものであり、従って自らにはベアリングが設けられていないが、自らが嵌合する計測装置の軸のベアリングを使用する。

40

【0097】

図7に示すモータは、軸方向配列型のモータ、すなわち、ロータおよびステータが回転軸に関して半径方向に配されるのではなく、回転軸に沿って離隔しているものである。

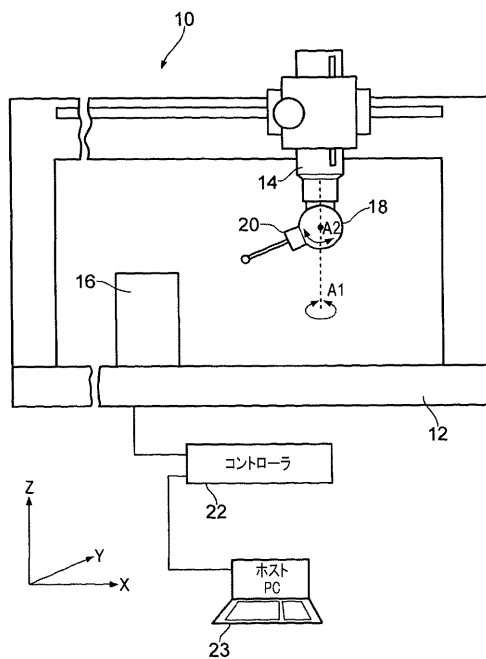
【0098】

図7のモータにおいては、コイルリング154の内側には鉄心が無いが、コイルは第2バックプレート158に固定されているので、モータ144のステータおよびロータ間にはある程度の吸着が生じ得、従ってモータにはいくらかの軸方向の引き寄せが生じ得る。

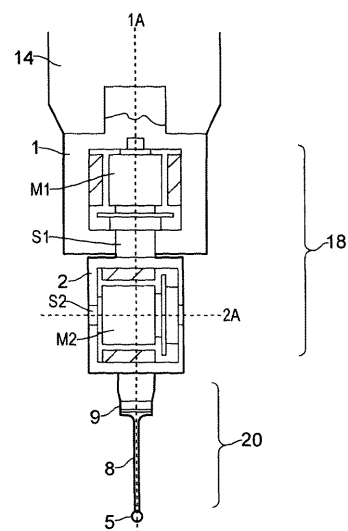
50

従って、モータが固定される計測装置の軸のベアリングは、この軸方向の引き寄せに抗するのに十分なだけ堅牢であるべきである。軸方向配列のモータとすることで、ロータおよびステータ間には軸方向の引き寄せのみが存在し、半径方向の引き寄せは存在しない。図7に示すモータにおいては、ベアリングには半径方向の力が実質的に作用せず、計測装置の軸の位置はモータが回転する際に実質的に固定されたままとなる。計測装置の軸の位置は実質的に固定されたままとなるので、鉄心モータを用いた場合に通常生じる振れやスウォッシュの問題が実質的に排除される。

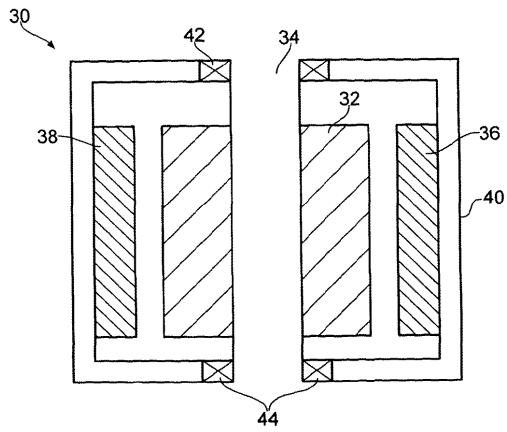
【図1】



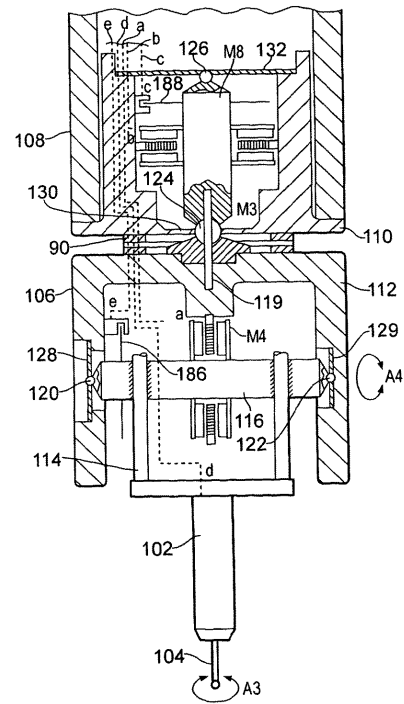
【図2】



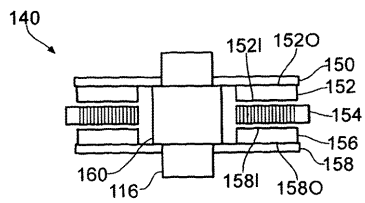
【図 3】



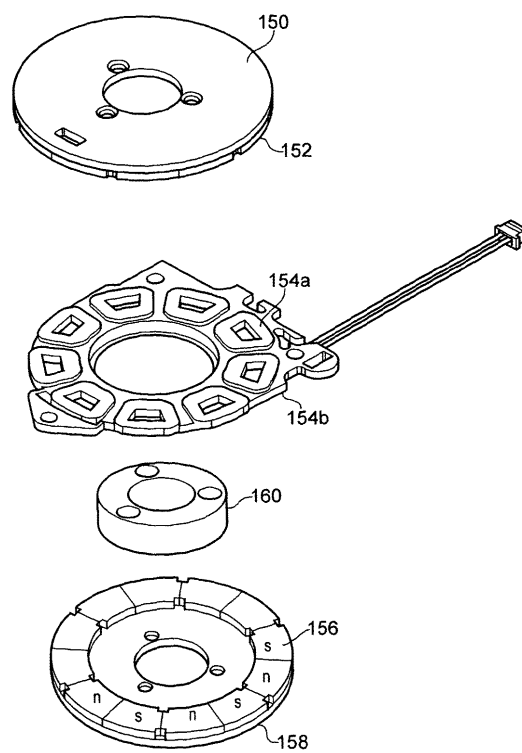
【図 4】



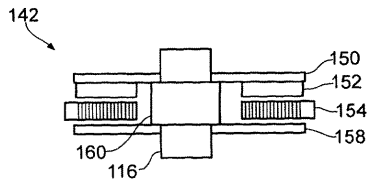
【図 5 A】



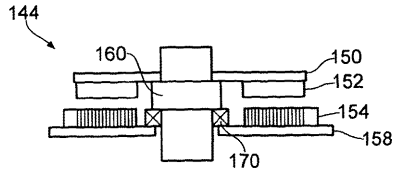
【図 5 B】



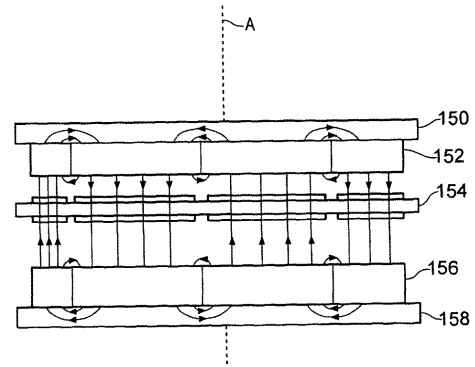
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/GB2011/000652

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01B5/012 G01B7/012 H02K1/27
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01B H02K B23Q B25J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 990 112 A1 (SODICK CO LTD [JP]) 12 November 2008 (2008-11-12) paragraph [0003] - paragraph [0004] paragraph [0014] - paragraph [0018]; figures 3-4	1-28
A	----- WO 95/18484 A1 (SAMOT ENG 1992 LTD [IL]; FRIEDMAN MARK M [IL]) 6 July 1995 (1995-07-06) the whole document	1-28
A	----- DE 10 2009 032389 A1 (ORTLOFF HELENE [DE]) 14 January 2010 (2010-01-14) the whole document	1-28
A	----- WO 03/052287 A2 (RENISHAW PLC [GB]; NAI KENNETH CHENG-HOE [GB]; WESTON NICHOLAS JOHN [G]) 26 June 2003 (2003-06-26) the whole document	1-28

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 September 2011

Date of mailing of the international search report

29/09/2011

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Rueda Gomez, Adriana

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/GB2011/000652

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
EP 1990112	A1	12-11-2008	CN	101321598 A	10-12-2008
			JP	4536669 B2	01-09-2010
			JP	2007223016 A	06-09-2007
			WO	2007097476 A1	30-08-2007
			US	2009133546 A1	28-05-2009

WO 9518484	A1	06-07-1995	AU	1519795 A	17-07-1995
			CA	2178489 A1	06-07-1995
			EP	0738435 A1	23-10-1996
			JP	10504699 T	06-05-1998
			US	6037696 A	14-03-2000

DE 102009032389	A1	14-01-2010	NONE		

WO 03052287	A2	26-06-2003	AU	2002352395 A1	30-06-2003
			CN	1605145 A	06-04-2005
			EP	1454402 A2	08-09-2004
			JP	2005513979 A	12-05-2005
			US	2005067908 A1	31-03-2005

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 スティーブン ポール ハンター
イギリス ビーエス376ディーエス サウス グロスタシャー ブリストル チッピング ソ
ドベリー コッツウォールド ロード 90

(72)発明者 ヒューゴー ジョージ デリック
イギリス ジーエル53ジェイアール グロスタシャー ストラウド パス ロード 31

Fターム(参考) 2F062 AA04 AA57 DD03 DD35 EE01 EE62 FF05 FF08 GG37 GG38
GG61 HH01 HH12 HH27 JJ10