

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6204692号  
(P6204692)

(45) 発行日 平成29年9月27日(2017.9.27)

(24) 登録日 平成29年9月8日(2017.9.8)

(51) Int.Cl. F I  
**GO 1 D 5/36 (2006.01)** GO 1 D 5/36 W  
**F 1 6 C 19/52 (2006.01)** F 1 6 C 19/52

請求項の数 19 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2013-96737 (P2013-96737)	(73) 特許権者	390014281
(22) 出願日	平成25年5月2日(2013.5.2)		ドクトル・ヨハネス・ハイデンハイン・ゲ
(65) 公開番号	特開2013-234998 (P2013-234998A)		ゼルシヤフト・ミット・ベシユレンクテル
(43) 公開日	平成25年11月21日(2013.11.21)		・ハフツング
審査請求日	平成28年2月5日(2016.2.5)		DR. JOHANNES HEIDEN
(31) 優先権主張番号	10 2012 207 656.5		HAIN GESELLSCHAFT M
(32) 優先日	平成24年5月8日(2012.5.8)		IT BESCHRANKTER HAF
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		TUNG
			ドイツ連邦共和国、83301 トラウン
			ロイト、ドクトル・ヨハネス・ハイデンハ
			イン・ストラーセ、5
		(74) 代理人	100140109
			弁理士 小野 新次郎
		(74) 代理人	100075270
			弁理士 小林 泰

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置測定装置および位置測定装置を駆動する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

位置測定装置であって、  
 基準尺(2)と、  
 位置を特定するために前記基準尺(2)を走査検知する走査検知ユニット(3)と、  
 回転軸受(4)であって、前記基準尺(2)または前記走査検知ユニット(3)を回転  
 可能に支承することにより、前記位置測定装置(1)の駆動中に前記基準尺(2)と前記  
 走査検知ユニット(3)とが互いの間で回転可能である回転軸受(4)と  
 を備え、

前記走査検知ユニット(3)は、前記基準尺(2)と前記走査検知ユニット(3)との  
 10 相対運動に係る回転角度を特定できる出力信号を生成し、

前記位置測定装置は、さらに、軸受不良の発生に関して前記回転軸受(4)を監視する  
 ための監視手段を備え、

前記監視手段は、前記走査検知ユニット(3)の検知手段(30, 35)に対して前記  
 基準尺(2)の複数の異なった相対位置で、それぞれ少なくとも1つの測定量(A, P)  
 を検出して評価するように構成され設けられており、それにより複数の相対位置で検出さ  
 れた前記測定量(A, P)に対して、該測定量のあるべき挙動からのズレを求め、

前記基準尺(2)の複数位置(A~H、A'~H')で前記測定量(A, P)が検出さ  
 れ、

前記測定量(A, P)をそれぞれ検出する、前記基準尺(2)の前記複数位置(A~H

10

20

、 A ' ~ H ' ) は、前記基準尺 ( 2 ) のセグメントにより形成されており、  
前記基準尺 ( 2 ) の特定セグメント ( A ~ H , A ' ~ H ' ) に対して観察した測定量 (  
A , P ) の代表値として、それぞれ、該セグメントについて求めた前記測定量 ( A , P )  
の平均値を利用する

位置測定装置。

【請求項 2】

位置測定装置であって、  
基準尺 ( 2 ) と、  
位置を特定するために前記基準尺 ( 2 ) を走査検知する走査検知ユニット ( 3 ) と、  
回転軸受 ( 4 ) であって、前記基準尺 ( 2 ) または前記走査検知ユニット ( 3 ) を回転  
可能に支承することにより、前記位置測定装置 ( 1 ) の駆動中に前記基準尺 ( 2 ) と前記  
走査検知ユニット ( 3 ) とが互いの間で回転可能である回転軸受 ( 4 ) と  
を備え、

前記走査検知ユニット ( 3 ) は、前記基準尺 ( 2 ) と前記走査検知ユニット ( 3 ) との  
相対運動に係る回転角度を特定できる出力信号を生成し、

前記位置測定装置は、さらに、軸受不良の発生に関して前記回転軸受 ( 4 ) を監視する  
ための監視手段を備え、

前記監視手段は、前記走査検知ユニット ( 3 ) の検知手段 ( 3 0 , 3 5 ) に対して前記  
基準尺 ( 2 ) の複数の異なった相対位置で、それぞれ少なくとも 1 つの測定量 ( A , P )  
を検出して評価するように構成され設けられており、それにより複数の相対位置で検出さ  
れた前記測定量 ( A , P ) に対して、該測定量のあるべき挙動からのズレを求め、

前記監視手段は、前記走査検知ユニット ( 3 ) に対する前記基準尺 ( 2 ) の相対位置に  
関係して、観察する前記測定量 ( A , P ) の変化を評価するように構成され設けられてお  
り、

監視する前記測定量 ( A , P ) の周期性が評価される

位置測定装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の位置測定装置であって、

前記監視手段は、前記走査検知ユニット ( 3 ) の出力信号にとって特徴的である前記測  
 定量 ( A , P ) を検出して評価するように構成され設けられている

位置測定装置。

【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか一項に記載の位置測定装置であって、

前記監視手段は、前記走査検知ユニット ( 3 ) の出力信号から生成できる前記測定量 ( A , P ) を検出して評価するように構成され設けられている

位置測定装置。

【請求項 5】

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか一項に記載の位置測定装置であって、

前記監視手段は、前記走査検知ユニット ( 3 ) の出力信号の振幅 ( A ) を検出して評価  
 するように構成され設けられている

位置測定装置。

【請求項 6】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか一項に記載の位置測定装置であって、

前記監視手段は、前記走査検知ユニット ( 3 ) の出力信号の位相 ( P ) を検出して評価  
 するように構成され設けられている

位置測定装置。

【請求項 7】

請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか一項に記載の位置測定装置であって、

前記監視手段には、メモリが割り当てられており、

前記メモリは、前記走査検知ユニット ( 3 ) に対する前記基準尺 ( 2 ) の異なった相対

位置でそれぞれ検出された前記測定量 ( A , P ) を記憶する  
位置測定装置。

【請求項 8】

請求項 2 および請求項 2 を引用元を含む請求項 3 ないし請求項 7 のいずれか一項に記載の位置測定装置であって、

前記基準尺 ( 2 ) の複数位置 ( A ~ H、A' ~ H' ) で前記測定量 ( A , P ) を検出する

位置測定装置。

【請求項 9】

請求項 2、請求項 2 を引用元を含む請求項 3 ないし請求項 7、および、請求項 8 のいずれか一項に記載の位置測定装置であって、

前記測定量 ( A , P ) をそれぞれ検出する、前記基準尺 ( 2 ) の前記複数位置 ( A ~ H、A' ~ H' ) は、前記基準尺 ( 2 ) のセグメントにより形成されている

位置測定装置。

【請求項 10】

請求項 1、請求項 1 を引用元を含む請求項 3 ないし請求項 7、請求項 8 および請求項 9 のいずれか一項に記載の位置測定装置であって、

前記測定量 ( A , P ) をそれぞれ検出する前記基準尺 ( 2 ) の位置 ( A ~ H、A' ~ H' ) は、前記基準尺 ( 2 ) に回転対称で配置されている

位置測定装置。

【請求項 11】

請求項 1、請求項 1 を引用元を含む請求項 3 ないし請求項 7、および、請求項 8 ないし請求項 10 のいずれか一項に記載の位置測定装置であって、

観察する前記測定量 ( A , P ) を検出する前記基準尺 ( 2 ) の各位置 ( A ~ H ) に対して、前記基準尺 ( 2 ) において対向すると共に同じく観察する前記測定量 ( A , P ) を検出する位置 ( A' ~ H' ) が設けられており、

互いに対向する前記基準尺 ( 2 ) の位置 ( A , A' ; B , B' ; . . . ; H , H' ) は、それぞれ 180° の回転により互いに重なる

位置測定装置。

【請求項 12】

請求項 9、請求項 10、および、請求項 9 または請求項 10 を引用元を含む請求項 11 のいずれか一項に記載の位置測定装置であって、

前記基準尺 ( 2 ) の特定セグメント ( A ~ H、A' ~ H' ) に対して観察した測定量 ( A , P ) の代表値として、それぞれ、該セグメントについて求めた前記測定量 ( A , P ) の平均値を利用する

位置測定装置。

【請求項 13】

請求項 1、請求項 3 ないし請求項 7、および、請求項 1 を引用元を含む請求項 10 ないし請求項 12 のいずれか一項に記載の位置測定装置であって、

前記監視手段は、前記走査検知ユニット ( 3 ) に対する前記基準尺 ( 2 ) の相対位置に関係して、観察する前記測定量 ( A , P ) の変化を評価するように構成され設けられている

位置測定装置。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の位置測定装置であって、

監視する前記測定量 ( A , P ) の周期性について評価する

位置測定装置。

【請求項 15】

請求項 2、請求項 2 を引用元を含む請求項 3 ないし請求項 7、請求項 8、請求項 9、請求項 2 を引用元を含む請求項 10 ないし請求項 12、請求項 13 および請求項 14

10

20

30

40

50

のいずれか一項に記載の位置測定装置であって、

360°までの前記基準尺(2)および前記走査検知ユニット(3)の最大限可能な相対運動について観察する測定量を平均して平均値(AM)を求め、

前記平均値からの偏差について観察する前記測定量(A, P)を評価する位置測定装置。

**【請求項16】**

位置測定装置を駆動するための方法であって、

走査検知ユニット(3)が位置測定のために基準尺(2)を走査検知する工程と、

他方で、前記基準尺(2)および前記走査検知ユニット(3)が、回転軸受(4)を使って互いの間で回転する工程と、

前記位置測定装置(1)の駆動時に、監視手段によって軸受不良について前記回転軸受(4)を調べる工程と

を備え、

監視手段は、前記走査検知ユニット(3)の検知手段(30, 35)に対する前記基準尺(2)の複数の異なった相対位置で、それぞれ少なくとも1つの測定量(A, P)を検出して評価し、複数の前記相対位置で検出した前記測定量(A, P)を使って、前記測定量のあるべき挙動からのズレを求め、

前記基準尺(2)の複数位置(A~H, A'~H')で前記測定量(A, P)が検出され、

前記測定量(A, P)をそれぞれ検出する、前記基準尺(2)の前記複数位置(A~H, A'~H')は、前記基準尺(2)のセグメントにより形成されており、

前記基準尺(2)の特定セグメント(A~H, A'~H')に対して観察した測定量(A, P)の代表値として、それぞれ、該セグメントについて求めた前記測定量(A, P)の平均値を利用する

方法。

**【請求項17】**

位置測定装置を駆動するための方法であって、

走査検知ユニット(3)が位置測定のために基準尺(2)を走査検知する工程と、

他方で、前記基準尺(2)および前記走査検知ユニット(3)が、回転軸受(4)を使って互いの間で回転する工程と、

前記位置測定装置(1)の駆動時に、監視手段によって軸受不良について前記回転軸受(4)を調べる工程と

を備え、

監視手段は、前記走査検知ユニット(3)の検知手段(30, 35)に対する前記基準尺(2)の複数の異なった相対位置で、それぞれ少なくとも1つの測定量(A, P)を検出して評価し、複数の前記相対位置で検出した前記測定量(A, P)を使って、前記測定量のあるべき挙動からのズレを求め、

前記監視手段は、前記走査検知ユニット(3)に対する前記基準尺(2)の相対位置に關係して、観察する前記測定量(A, P)の変化を評価するように構成され設けられており、

監視する前記測定量(A, P)の周期性について評価する

方法。

**【請求項18】**

請求項16または請求項17に記載の方法であって、

前記走査検知ユニット(3)に対して前記基準尺(2)を回転運動させることにより、前記走査検知ユニット(3)の前記検知手段(30, 35)に対する前記基準尺(2)の複数の異なった相対位置で、少なくとも1つの前記測定量(A, P)を検出し、

方法。

**【請求項19】**

請求項16ないし請求項18のいずれか一項に記載の方法であって、

10

20

30

40

50

請求項 1 ないし請求項 1 5 のいずれか一項に記載の位置測定装置を使用する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、請求項 1 の preamble に記載の位置測定装置、および請求項 1 5 の preamble に記載の位置測定装置を駆動する方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

角度測定装置の形態をした当該位置測定装置は、基準尺および走査検知ユニットを含んでおり、位置測定装置の前記 2 つの構成部品の少なくとも 1 つ（基準尺および/または走査検知ユニット）が、軸受を使って回転可能に支承されていることにより、それらは互いの間で相対的に回転可能である。回転可能に支承する目的は、概して、回転可能に支承された構成部品、特に基準尺を、例えば工作機械において、その工作機械の運転中に回転する又は限られた角度範囲で揺動する被測定シャフトと接続することである。

10

【0003】

ここで基準尺は、例えば目盛板により形成されており、その上に測定目盛が円環形状で取り巻いており、それを走査検知ユニットが走査検知できるので、走査検知ユニットに対する基準尺の位置変化を検出することができる。

【0004】

20

走査検知ユニットによる基準尺の走査検知は、色々な物理的な原理により、例えば光学式、磁気式、あるいは誘電式の走査検知により行うことができる。基準尺を走査検知する時に、これら 2 つの構成部品が互いに相対運動（回転運動）する間に、走査検知ユニットがアナログの（電気的な）出力信号を発生し、その出力信号から、走査検知ユニットに対する基準尺の位置についての情報を導き出すことができる。そのために、演算ユニット、場合によっては後続のエレクトロニクス機器を使って、出力信号から得られる（デジタルの）位置信号を評価する。位置測定装置で対象になる位置測定システムが、インクリメントであるか又はアプソリュートであるかによって、位置測定装置で生成された位置データを演算ユニットにおいて評価することにより、走査検知ユニットに対する基準尺の位置変化についての情報、および/または、走査検知ユニットに対する基準尺の回転位置についての情報を得ることができる。更に、走査検知ユニットに対する基準尺位置の時間的な変化を評価することにより、相対運動（回転運動）の速度および速度変化などについての情報を得ることもできる。

30

【0005】

位置測定装置が問題なく機能するためには、一つには回転可能な構成部品、一般的には基準尺を高精度で支承することが重要である。そのために、この構成部品又は位置測定システムの付属シャフトを、例えば精密ボールベアリング（出来れば隙間なし）の形態をした精密軸受を使って支承する。

【0006】

更に基準尺の汚れ、および、走査検知ユニットで基準尺を走査検知するために使用する要素の汚れを、出来るだけ避けることも重要である。そのために基準尺、および、その走査検知のために必要な走査検知ユニットの要素を、塵埃および湿気に対して保護するケーシングの中に配設するようにしていることがある。そのためには、そのケーシングが十分に密封に構成されている必要がある。それでも位置測定装置の（状況により長期の）使用において、軸受品質の劣化および汚れを完全に回避することは決してできるものではない。

40

【0007】

以上の 2 つの作用が位置測定（角度測定）の品質を損なうが、これらは、全く異なった原因に帰する。即ち、一方は、軸受の損耗であり、他方は、位置測定装置のケーシングへの異物の侵入である。よって位置測定結果を損なうことに対して、2 つの作用のいずれが

50

関係しているかに従って、異なった対策で対応する必要があり、例えば、一方の場合には、回転軸受の交換であり、他方の場合では、汚れおよび/またはケーシング密封不良箇所の除去である。

【0008】

以上のような背景の中で、位置測定装置（角度測定装置）の軸受摩耗を監視するための、例えば下記の特許文献1に記載されている公知の機構および方法は、軸受摩耗による結果と、基準尺または走査検知ユニットの汚れの影響と、を確実に区別できないという欠点を有している。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0009】

【特許文献1】独国特許出願公開第10 2007 036 271号明細書

【非特許文献】

【0010】

【非特許文献1】「デジタルの長さおよび角度測定」アルフォンス・エルンスト著、第3版（ランズベルク/レヒ、1998年）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

従って本発明の課題は、位置測定装置、および、位置測定装置を駆動するための方法を提供することであり、それを使うことにより、一方で回転軸受品質の劣化を、他方で特に時により生じる基準尺の汚れを、互いの間で確実に区別できるものである。

20

【課題を解決するための手段】

【0012】

この課題を本発明に従って、請求項1の特徴を有する位置測定装置を得ることにより解決する。

【0013】

この位置測定装置によれば、監視手段を設けており、それを使うことにより、走査検知ユニットの検出手段に対する基準尺の複数の異なった相対位置で、即ち、異なった角度位置で（走査検知ユニットの出力信号と関連する又はそれから生成できると利点のある）測定値それぞれを検出して評価し、位置測定システムの機能が損なわれていない時に予期される測定値のあるべき挙動（例えば規定値）からの偏差を検出する。

30

【0014】

本発明が根拠にする知見は、例えば基準尺に付着した汚染物または液体粒子による汚れが、測定に対して一般的に部分的または不均等に影響を与えることになり、例えば走査検知ユニットに対して基準尺が特定回転位置にある時に、基準尺の汚れた部分が走査検知ユニットの走査検知範囲に来るような場合である。そのような部分的に影響する汚れの他にも、例えば油滴が基準尺の上に広い面積で広がることにより、あるいは、摩耗粉や塵埃粒子がその上に一様に分布して落下することにより、基準尺の上で広い範囲に亘って様な汚れが生じることもある。この種の汚れは、測定量の様な低下という結果になる。それとは違って、特に回転軸受の摩耗により起きる軸受品質の劣化は、観察する測定量においてあるべき値からの偏りが生じるという結果に至り、走査検知ユニットに対して基準尺が特定角度位置にある時に部分的な影響をもたらす、あるいは、測定量の様な低下にのみ作用するだけでなく、それどころか観察する測定量の挙動と、回転軸受の機能に問題がない時のあるべき挙動との、（場合により連続的な）規則的に繰り返す（例えば周期的な）ズレが生じる。

40

【0015】

回転軸受の摩耗は、通常、位置測定装置の回転部品（基準尺、場合によっては付属シャフト）の（僅かな）偏心および/または（僅かな）ふらつき運動という結果に至る。そのような偏心又はふらつき運動は、走査検知ユニットを使って検出可能な測定量、例えば走

50

査検知ユニットが生成するアナログの出力信号の信号パラメータ（特に信号振幅および/または出力信号の位相ズレ）に、（規則的に）反復的、特に周期的に影響を与える。従って、走査検知ユニットに対する基準尺の複数の異なった角度位置で測定量を検出して評価することにより、観察する測定量に関して特定の角度位置で一様または部分的のみに特定形式で作用する汚れ作用とは区別することができる。

**【 0 0 1 6 】**

本発明による解決方法は、特に（コード化されたアブソリュート測定目盛を有する基準尺を備えたアブソリュートの）位置測定システムに適しており、そのシステムでは、直接それぞれ、走査検知ユニットに対する基準尺の実際の相対位置（回転位置）を確認でき、位置変化についての情報のみを出力するものではない。しかしながら、基準尺がインクリメントトラックに加えて、それぞれ位置変化を参照できる参照マークを有する時には、インクリメントの位置測定装置でもアブソリュート位置についての情報の出力が可能である。

10

**【 0 0 1 7 】**

軸受の摩耗や基準尺の汚れ等を検出して区別するために、特に、回転軸に対して垂直に互いに対向する基準尺の位置で測定量を、監視手段により検出して評価してもよい。そして時により、軸受摩耗に起因する基準尺のふらつき運動は、（基本的に周期的な運動として）特定の周波数または（例えば、原因となる基準尺の回転運動に関連する）周期時間を有しており、監視手段により検出され評価される測定量の対応周期性として現れる。この場合に予想されることは、特に、（回転軸に対して垂直に）互いに対向する基準尺の位置における測定量が、軸受摩耗およびそれに関連するふらつきにより（正常に軸受が機能する時の）あるべき値からの偏差に関して、それぞれ（少なくとも数値の上で）一定の（特徴ある）関係を有していることである。基準尺にある汚れは、それとは違って、以上のように測定量の規則的な挙動という結果には至らない。

20

**【 0 0 1 8 】**

基準尺の異なる位置における測定量を求めるために、（例えば、走査検知ユニットと基準尺の相対運動中に）基準尺を複数の（好ましくは同じ大きさの）セグメントに細分化して、評価する測定量の平均値を各セグメントそれぞれに対して求めてもよい。そして監視手段により、測定量のあるべき挙動に対する挙動の偏りが、セグメントからセグメントへ規則的な（例えば周期的な）構成となっているかどうか、または、不規則に個々のセグメントに分布しているか、もしくは、測定量の一様な低下にのみ作用しているか等を確認することができる。最初に挙げたケースは軸受の摩耗と推定でき、他方で二番目に挙げているケースは、部分的または大きな面積に亘る汚れに対するものである。

30

**【 0 0 1 9 】**

測定量を評価するために、更に、走査検知ユニットに対する基準尺の完全な回転運動について測定量の平均値を求め、そして基準尺の特定位置またはセグメントにおける測定量の値と比較してもよい。

**【 0 0 2 0 】**

測定量を評価するために前記方法を使うことにより、走査検知ユニットに対して基準尺が相対的に（360°以下の角度で）限られた揺動運動のみを行う位置測定装置でも、軸受の摩耗または汚れを監視することができる。

40

**【 0 0 2 1 】**

監視手段において検出し評価する測定量として適しているのは、特に、いずれにしても位置測定装置を駆動するために必要な量、例えば走査検知ユニットで生成される出力信号の振幅または出力信号の位相ズレである。これを更に以下において、種々の実施例を使って詳細に説明する。

**【 0 0 2 2 】**

評価のために、測定量を、監視手段に割り当てられたメモリに記憶させてもよい。

**【 0 0 2 3 】**

本発明による位置測定装置を駆動するための方法は、請求項15の特徴により明確にし

50

ている。その方法で利点ある変形例は、それに従属する請求項により得られる。

【0024】

本発明により得られる軸受不良についての情報は、例えば不良信号またはアラーム信号を生成して後続のエレクトロニクス装置に伝達するために使用することができる。このことで更に、そのような信号を利用して、メンテナンスの必要性または場合によって生じ得る故障を位置検出装置で表示することもできる。軸受不良の調査を利用して更に、位置の値における（ふらつき又は偏心に起因する）対応誤差を補正することもできる。

【0025】

本発明の更なる詳細および利点は、図面を使った実施例についての以下の説明において明らかにする。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】目盛板の形態である基準尺を回転可能に支承し、その基準尺を走査検知するための走査検知ユニットを有する位置測定装置の概略断面図。

【図2A】基準尺と走査検知ユニットの検知手段との間の間隔に従って、走査検知ユニットにより生成された出力信号の測定振幅の概略図。

【図2B】基準尺と走査検知ユニットの検知手段との間の間隔に従って、走査検知ユニットにより生成された出力信号の測定振幅の別の概略図。

【図3A】関連配置された走査検知ユニットの光模様が当たるディテクタユニット。

【図3B】走査検知ユニットの検知手段に対して基準尺がラジアル方向にスライドした時の図3Aの配設。

【図3C】図3Bに図示しているようにラジアル方向にスライドした結果としての、走査検知ユニットの出力信号における位相ズレのグラフ図示。

【図4】監視する測定量をそれぞれ検出するセグメントに基準尺を細分化する概略図。

【図5A】軸受に欠陥がなく汚れもない位置測定装置による、図4における個々のセグメントについての信号振幅の変化。

【図5B】軸受に欠陥があるが汚れのない位置測定装置による、図4における個々のセグメントについての信号振幅の変化。

【図5C】軸受に欠陥がないが基準尺に部分的な汚れがある位置測定装置による、図4における個々のセグメントについての信号振幅の変化。

【図5D】軸受に欠陥がないが基準尺に一樣な汚れがある位置測定装置による、図4における個々のセグメントについての信号振幅の変化。

【図6】一方で軸受欠陥、他方で汚れを区別するための、評価アルゴリズムのフロー図。

【図7A】走査検知ユニットに対して制限された揺動が可能な基準尺と、欠陥のある軸受と、を有する位置測定装置において、走査検知ユニットの出力信号振幅の可能性のある変化。

【図7B】図7Aによる状況における別の可能性のある変化。

【図7C】図7Bの変化を細かくした図示。

【図8】走査検知ユニットに対して制限された揺動が可能な基準尺を有する位置測定装置において、軸受不良と汚れとを検出し区別するための評価アルゴリズムのフロー図。

【図9A】軸受不良の場合において、図8による評価アルゴリズムの結果を示す図。

【図9B】基準尺の汚れの場合において、図8による評価アルゴリズムの結果を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0027】

図1は、公知の方法で基準尺2と、基準尺2を走査検知する走査検知ユニット3と、を有していると共に角度測定システムの形態をした位置測定装置1の構成を、概略断面図で示している。

【0028】

基準尺2は、ここでは目盛板20として形成されており、その縁部に沿って測定目盛25が、例えばインクリメント目盛トラックまたはコード化されたアブソリュート目盛トラ

10

20

30

40

50

ックの形態で、(リング形状に)取り巻いている。

【0029】

基準尺2は、軸Dを中心に、図1の実施例で更に云えば、ここでは例えば精密ボールベアリングとして構成された回転軸受4を使って支承されている。目盛板20の支承、従って基準尺2の支承は、具体的には実施例において、軸Dを中心に回転可能であるシャフト40に、その目盛板を(回転固定して)配設し、他方でそのシャフトを回転軸受4で支承することにより行っている。

【0030】

基準尺2、すなわち、より正確には測定目盛25を走査検知する走査検知ユニット3は、走査検知ユニット3の照光装置30が測定目盛25に送る電磁的な光線を使って、測定目盛25を光電式で走査検知するように構成されている。照光装置30に含まれているのは、例えば半導体光源(LED)の形態をした光源31、その光源31から発せられた光線を平行にするためのコリメータ32、およびオプションとして、光源31と測定目盛25との間に配設されていると共に走査検知ユニットに付属する走査検知プレート33であり、それを、平行化された電磁光線が、測定目盛25に当たる前に通過する。

【0031】

基準尺2、特にその測定目盛25が、図示では光電式の走査検知用に、更に言えば特に透過光方式で構成されている。即ち、照光装置30から発せられた電磁的な光線は、測定目盛25と相互作用しながら基準尺2を通過して、その後基準尺2とは反対側で、実施例における走査検知ユニット3ではフォトダイオードにより形成されているディテクタすなわち検出装置35に当たる。それにより公知の方法で、(シャフト40の回転時に)軸Dを中心とする基準尺2の相対運動(回転運動)を検出することができる。そして、コード化されたアプソリュート目盛25の場合は、走査検知ユニット3に対する基準尺2の位置についての直接的な情報のそれぞれも得ることができる。走査検知ユニット3を使った基準尺2または付属する測定目盛25の走査検知は、図示の場合にはアキシャル方向aで行われる。

【0032】

図1において図示している透過光方式の代わりに、所謂、反射光方式を使用してもよく、その場合には、照光装置30とディテクタすなわち検出装置35とは、基準尺2の前で同じ側に配設されており、そして照光装置30から発せられた電磁的な光線が、測定目盛25の反射部分と非反射部分により変調されて、ディテクタすなわち検出装置35により検知される。

【0033】

ここで例示的に説明した光電式測定原理の他に、基準尺2または付属する測定目盛25の走査検知を、例えば誘電式または磁気式の測定原理に従って行うこともできる。

【0034】

更に目盛板20が円筒状に構成され、そして測定目盛25がその円筒外面に配設されてもよい。その場合には走査検知をラジアル方向rで行う。そのような位置測定装置1は、ドラム式とも呼ばれる。このような配設は、特に、光電式反射光方式および磁気式測定原理にとって利点がある。

【0035】

図1で示す形式の位置測定装置の駆動においては、これが、そのシャフト40を介して例えば機械のシャフトと接続しているので、機械のシャフト回転が位置測定装置1のシャフト40に伝達されて、それに回転固定して配設されていると共に目盛板20の形態をした基準尺2が、対応して回転運動する結果となり、走査検知ユニット3および基準尺2の測定目盛25が相互作用することを使って、それを検出することができる。

【0036】

位置測定装置1は、駆動中にディテクタ装置35においてアナログの(電氣的な)出力信号を生成し、それが一般的にデジタルの位置データに変換され、そして例えば連続した形態で後続エレクトロニクス装置に伝達され、そこで位置データを評価することにより、

10

20

30

40

50

同時に走査検知ユニット 3 に対する相対的な基準尺 2 の位置（回転角度）、場合によっては基準尺 2、従ってシャフト 40 の速度および速度変化の情報を得ることができる。

【0037】

位置測定装置 1 を使って位置または角度を規定どおり高精度に測定するためには、基準尺 2 の測定目盛 25 からの走査検知ユニット 3 の部品 31, 32, 33, 35 の（アキシャル方向の）間隔が規定どおりであることが、特に重要である。これに関して簡単にするために、以下においては、走査検知ユニット 3 と基準尺 2 との間の（アキシャル方向 a の）間隔とも言うことにする。上記で可能性のある変形例として述べたドラム式の場合には、それに対してラジアル方向の間隔となる。

【0038】

位置測定装置 1 は、更に、測定目盛 25 を備えた基準尺 2 と、走査検知ユニット 3 と、が内部に配設されたケーシング 10 を有しており、それが十分に密封機能を有して実施されていると利点があり、それにより、湿気および例えば塵埃のような汚染物質がケーシング内部に侵入し、それに伴って生じる測定目盛 25 および走査検知ユニット 3、特にディテクタ装置 35 の汚れを防ぐ。

【0039】

位置測定装置 1 を長期使用した後に、基準尺 2 を（シャフト 40 を介して）回転可能に支承している軸受 4 が摩耗すると、位置測定装置 1 の駆動中に基準尺 2 の偏心および/またはふらつき運動が生じるという結果に至る。これが意味することは、一つには、回転軸 D を中心にした基準尺 2 の回転運動時に、測定目盛 25 が有するラジアル方向 r における回転軸 D からの間隔が、測定目盛 25 のいずれの箇所においても（支承が正常である時に生じる正しい円形軌道に沿って運動する時のように）一定しているのではなく、それどころか変化する、具体的には、回転軸 D を中心にした円形軌道に沿って回転運動する時に現れる筈の値を中心に変動するということである（偏心）。他方で、走査検知ユニット 3 に対して基準尺 2 が回転運動する間に、走査検知ユニット 3 の部品 31, 32, 33, 35 と基準尺 2、特に測定目盛 25 との間隔が、アキシャル方向 a（回転軸 D に対して平行）に変化することがある（ふらつき運動）。

【0040】

測定精度が一様に損なわれることは、特に測定目盛 20 上に汚染物質が存在する時に、システムの汚れの結果として現れることもある。

【0041】

図 1 で示す実施例とは異なる場合に、位置測定装置 1 の軸受（回転軸受 4）で対象になるのが、図 1 に図示するように位置測定装置 1 のケーシング 10 内に配設されている所謂、内蔵軸受であることを必要としない。それどころか位置測定装置 1 の軸受/回転軸受を、ケーシング 10 の外側に配設された軸受によって、例えば位置測定装置により回転運動を検出するモータまたは機械のシャフトの回転軸受によって、形成してもよい。従って、その軸受は、ダブルの機能、即ち、一方で、測定するシャフトの回転軸受として、他方で、位置測定装置の回転軸受としての機能を担う。内蔵軸受の有無を問わず、角度測定システムの形態をしている位置測定装置は、例えば専門書である上記の非特許文献 1 の 61 ページ以下に図示され説明されている。

【0042】

本発明により求めることは、（特に回転軸受 4 が摩耗した結果としての）軸受不良による精度低下を、汚れによる位置測定装置の精度低下と区別できるようにすることである。それにより高精度の位置測定を確保するために軸受 4 の交換が必要であるか、あるいは、汚れの除去、場合によってはケーシング 10 の密封の改善が必要であるか、を確認することができる。そのために使用するのが、図 1 の実施例において電氣的または電子的な部品ユニット 38 の構成部分である監視手段であり、その部品ユニットは導線基板 36 上に配設されていてよい。この導線基板 36 には、更に、図 1 で示すようにディテクタ装置 35 が装着されていてよい。

【0043】

図1で一点鎖線により明示している部品ユニット38として、次のような構成グループであってもよい。構成グループは、例えば、基準尺2の走査検知を制御すると共に例えば光源31を調整し、更に処理ユニットとして使用されて、例えばディテクタ装置35が発生した(アナログの)信号を処理、特に補正して、それから(デジタルの)位置の値を生成すると共に、加えて後続エレクトロニクス装置との通信を担う。そのような部品ユニット38に、軸受不良を検出するために使用される監視手段が一体化されていてもよく、その機能を以下において詳細に説明する。

【0044】

しかしながら勿論、走査検知ユニット3の前記構成グループとは切り離して、監視手段を設けていることもある。重要なことは、それが位置測定装置と、例えばディテクタ装置35および/または付属する処理ユニットと一緒に機能することであり、それにより、例えばディテクタ装置35を使って生成したアナログの(電気的な)出力信号から得られる位置測定装置の測定量を、以下に述べるように検出して評価する。

【0045】

図2Aは例示的に、位置測定装置1すなわち正確には走査検知ユニット3が生成したアナログの(電気的な)出力信号の信号振幅と、走査検知ユニット3と測定目盛25との間の間隔の(軸受が正常である時の)規定値からの偏差と、の関係を、更に言えば例として実施した2つの測定に対して示しており、図2Aに図示の2つのカーブがそれに相当している。

【0046】

図2Aにより分かることは、信号振幅Aが最大値を有するのが、走査検知ユニット3と基準尺2との間の間隔(走査検知間隔)が規定値に相当している時、即ち、図2Aのx軸に記載された(規定値からの)偏差が丁度ゼロの時ということである。具体的には、図2Aで走査検知間隔として、測定目盛25とパターン化されたフォトセンサの形態をしたディテクタユニット35との間の間隔を指している。

【0047】

従って図2Aの場合には、間隔の変化が、間隔の増大時(x軸上で0mmより大きい値に相当)にも間隔の減少時(x軸上で0mmより小さい値に相当)にも、規定値と比べて信号振幅が減少する結果になっている。

【0048】

以上のことから、軸受不良の結果としての基準尺2のふらつき運動を検知するために、次の方法が得られる。

【0049】

まず、位置測定装置1すなわち走査検知ユニット3の出力信号の振幅を検出する。通常、そのために別個の検出装置を必要としない。それは、信号振幅を直接、光源31、特に光源31の輝度を調整するために利用する設定値から決定できるからである。位置測定装置1の使用における光源31の継続的な調整は、光源31の経時変化および/または汚れの作用を補償できるようにするために必要である。そこで設定値として、光源31、特に付属する電源のコントロール回路の増幅係数を利用することがあり、それからも信号振幅を求めることができる。

【0050】

そこで重要なことは更に、例えば照光品質の変化または測定目盛25を走査検知するために使用する電磁的な光線の平行化(コリメーション)の変化のような、基準尺2のふらつき運動とは関係のない影響を補償できることである。このことは公知の方法で、システムの内部温度の検出を介して行うことができる。

【0051】

位置測定装置1の出力信号の振幅を基準尺2の全周(360°)に亘って取得し、記録して評価すると、それから軸受不良の結果としての基準尺2のふらつき運動を識別することができる。図2Aで示している(測定目盛25までのディテクタ装置35の間隔との関係にある)信号振幅Aの特性曲線は、規定間隔(偏差0mm)の時に最大値を有するので

10

20

30

40

50

、基準尺 2 のふらつき運動は、ディテクタ装置 3 5 と測定目盛 2 5 との間隔の周期的な（例えば正弦波形状の）変化に伴って現れる。更にいえば、回転軸 D を中心にした基準尺 2 の回転運動により決まるような周波数（または周期）で現れる。このことが結果として同じく、信号振幅の形態をしていると共に、ここで評価のために利用する測定量の正弦波形状の変化となる。

【 0 0 5 2 】

図 2 A で図示していると共に先に説明した信号記録は、規定値から偏っている時の信号振幅が、走査検知間隔が小さくなる方向、走査検知間隔が大きくなる方向のいずれにおいても、それぞれ減少するので、規定値で振幅の最大値が現れることが特徴である。このことから簡単に、最適で結像が収斂する時に最大の振幅の得られることが説明でき、その結像は、走査検知間隔が規定値に対してそれぞれ変化する時に悪くなり、その結果として、信号振幅が低下することになる。

10

【 0 0 5 3 】

図 2 B は、可能性ある別の信号記録を示しており、位置測定装置 1 すなわち走査検知ユニット 3 が生成したアナログの出力信号の振幅 A と（走査検知ユニット 3 と基準尺 2 との間、正確にはディテクタ装置 3 5 と測定目盛 2 5 との間）走査検知間隔との関係を示すものである。ここでは図 2 A の信号記録と異なり、信号振幅が、規定値を中心にした  $-0.06\text{ mm} \sim +0.06\text{ mm}$  の図示している走査検知間隔の変動範囲において、検知走査間隔の減少に伴って連続的に上昇している。このことは、いずれにしろ走査検知間隔の規定値を中心とした一定範囲で走査検知間隔が減少する時に、信号強度が連続的に増加する構成を述べている。

20

【 0 0 5 4 】

個別のケースそれぞれで走査検知間隔と信号振幅との関係を観察するに当たって、図 2 A による信号記録を使うか、または、図 2 B の信号記録を使うかは、使用する位置測定装置の個々の構成要素の具体的な構成により決まる。

【 0 0 5 5 】

図 3 A および 3 B は、軸受不良の結果として生じる基準尺 2 の偏心を検出する方法を示している。そこでは図示のように測定量として、位置測定装置 1 すなわち走査検知ユニット 3 の（アナログの）出力信号の位相 P または位相ズレを検出する（そして図 2 A の場合のように信号振幅ではない）。

30

【 0 0 5 6 】

図 3 A では、光源 3 1 から発せられた光線の光模様 L 1 を示しており、その光線が測定目盛 2 5 と相互作用した後にディテクタ装置 3 5 に当たる場合、厳密にいえば、回転軸受 4 に問題がなく、そして基準尺 2 がそれに結び付いて正しい回転運動をする場合である。この実施例では、ディテクタ装置 3 5 は、光模様 L 1 を検出するために互いに間隔をおいたディテクタ要素 3 5 a を有している（パターン化されたディテクタ）。

【 0 0 5 7 】

図 3 B は、図 3 A による配設で、軸受不良の結果として基準尺 2 が偏心して支承されている場合を示しており、生じる光模様 L 2 が結果として、軸受不良によりラジアル方向 r で、ディテクタ装置 3 5 すなわちディテクタ要素 3 5 a に対してずれている。

40

【 0 0 5 8 】

図 3 A は、位置測定装置の軸受すなわち回転軸受が正常に機能する時の、ディテクタ装置 3 5 で光模様 L 1 を検出する場合を示しており、光模様 L 1 とディテクタユニット 3 5 のディテクタ要素 3 5 a の間に所定の位相関係が存在する。そのディテクタ要素 3 5 a は、実施例において、検出する光模様 L 1 に似たパターン化されたディテクタを形成するように構成され（互いに間隔をおいて）配設されている。具体的には、図 3 A の実施例において簡単にするために、ディテクタ装置 3 5 のディテクタ要素 3 5 a と光模様 L 1 の個々の縞との間における位相のズレが、（実際において一般的に求めようとする）ゼロに等しいと仮定している。しかしながら勿論、位置測定装置の軸受すなわち回転軸受に損傷がない時にも、（位置測定装置の構成に従って）光模様 L 1 の縞とディテクタ装置 3 5 のディ

50

テクタ要素 35 a との間で、非常に異なった位相関係が存在することがある。しかしながらここでは、そのことを詳細に検討しない。それは、ここで特に問題にするのは、一方で図 3 A に図示のように回転軸受に損傷がない時と、他方で図 3 B に図示のように回転軸受に損傷がある時との位相関係の違いであるからである。

【 0 0 5 9 】

図 3 B に示す状況においては、光模様 L 2 は、(軸受不良の結果として)ディテクタ装置 35 に対して、又は、損なわれていない L 1 に対して、(図 3 A で示した軸受不良のない状態と比較して)ラジアル方向 r でずれている。光模様 L 2 のこのラジアル方向のズレは、結果として同じく(図 3 A で図示のように損なわれていない状態に対して)位相ズレを有しており、ここでは例としてディテクタ装置 35 の仮想中間線 M の両側で、ディテクタ装置 35 のディテクタ要素 35 a、すなわち、損なわれていない光模様 L 1 に対して、数値的には同じ逆方向の光模様 L 2 の位相ズレが生じている。言い換えれば、中間線 M の片側で光模様 L 2 の位相が、ディテクタ要素 35 a、すなわち、損なわれていない光模様 L 1 の位相に先行しており、他方で、それが中間線 M の反対側で遅れている。従って、光模様 L 2 の位相ズレを中間線 M の両側で、ディテクタ装置 35 に対して全体で(加算により)決定するならば、位相ズレの作用は、丁度差し引きゼロになることになる。しかしながら、一方で中間線 M の片側の位相ズレを、他方で反対側の位相ズレを加算して、両方の個別結果の差を求めて、ディテクタ装置 35 の中間線 M の両側範囲を別個に評価すると、そこで得られる差が、ディテクタ装置 35 のディテクタ要素 35 a、すなわち、損なわれていない光模様 L 1 に対する位相ズレに対する尺度であり、それは(軸受不良の結果として生じる)光模様 L 2 のラジアル方向ズレにより引き起こされるものである。そして生じたこの差が、図 3 C で分かるように、ラジアル方向ズレに比例している。

【 0 0 6 0 】

以上により具体的に、測定量として位置測定装置 1 すなわち走査検知ユニット 3 の出力信号の位相を使用して、回転軸受 4 の偏心を検知する次の方法を示すことができる。

【 0 0 6 1 】

測定量「位相ズレ」に対する値は、中間線 M の両側でディテクタ装置 35 の半分それぞれに対して別個に、実際の光模様 L 2 と、ディテクタ装置 35 のディテクタ要素 35 a、すなわち、損なわれていない光模様 L 1 と、の間の位相ズレを分けて求め、引き続いて得られた個別結果の差を求めることにより行い、それを図 3 C で示している。

【 0 0 6 2 】

回転軸受 4 の偏心には関係のない前記測定量に対する影響は、前記で既に測定量“信号振幅”の場合として述べているように補償される。

【 0 0 6 3 】

同じく測定量「信号振幅」との関連で既に示しているように、ここでも同様に基準尺の全周に亘って測定量「位相ズレ」を検出してメモリし、そして評価を行う。

【 0 0 6 4 】

図 3 C により、ディテクタ装置 35 のディテクタ要素 35 a、すなわち、損なわれていない光模様 L 1 に対する実際の光模様 L 2 のラジアル方向オフセット(ラジアル方向ズレ)に関して、位相ズレすなわち「位相差」の特性曲線には直線性があるので、軸受 4 が偏心している時には、走査検知ユニット 3 に対する基準尺 2 の相対運動のラジアル方向投影量が、観察する測定量の周期的な(正弦波形状の)変化という結果になる。

【 0 0 6 5 】

ここで例えば、中間線 M の両側でディテクタ要素 35 a のフォト電流を別個に流し、続いてその電流をコピーすることにより、ディテクタ装置 35 の中間線の両側における位相差を同時に求めることができる場合には、同時に位置測定値を発生させて、(軸受不良の結果として)ラジアル方向 r のズレを特定することができる。

【 0 0 6 6 】

以下において例示的に、信号振幅を使ってふらつき運動を検出し汚れ作用と区別する例で、信号評価の具体的な方法を更に詳細に説明することにする。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 7 】

目盛板 2 0 ( 図 1 を参照 ) の形態をした基準尺 2 を、図 4 に従って複数の ( 図示のように同じ大きさの ) セグメント A , B , C , D , A ' , B ' , C ' , D ' に細分化することができ、そこでセグメントには図示のように、セグメント A と A ' 、 B と B ' 、 C と C ' 、 D と D ' がそれぞれ対向している、すなわち、互いが 1 8 0 ° オフセットして配設されるように符合を付けている。

## 【 0 0 6 8 】

先に図 2 A および 3 A , 3 B を使って説明したように、基準尺 2 が完全に周回する時に前記セグメントのそれぞれにおいて、観察された測定量がそれぞれ特定されると、セグメントのそれぞれに対して観察された測定量の平均値を計算できる。これを図示では例示的に信号振幅とする。

10

## 【 0 0 6 9 】

図 4 の実施例では 8 つのセグメントがあり、観察された測定量で個々のセグメントに配分される値 ( 平均値 ) を記憶するために、観察するセグメントの数に対応して対応するメモリを使用する。8 セグメントの場合は 8 分割メモリを、それに対して 1 6 セグメントの場合には 1 6 分割メモリを設けている。

## 【 0 0 7 0 】

セグメントの数が偶数であると利点があり、それにより、対向するセグメントすなわち 1 8 0 ° ずれたセグメントを、それぞれの個別セグメントに割り当てることができる。

## 【 0 0 7 1 】

図 5 A は、欠陥のない回転軸受 4 を有する位置測定装置 1 で、個々のセグメント A ~ D および A ' ~ D ' における信号振幅 A を示している。それによれば、振幅値が、走査検知ユニット 3 と基準尺 2 すなわち測定目盛 2 5 との間が規定間隔を示す時に、図 2 A により信号振幅に対して予想される振幅値 A 1 の許容公差範囲内で変動している。

20

## 【 0 0 7 2 】

図 5 B は、前記セグメント A ~ D および A ' ~ D ' について信号振幅の変化を示しているが、軸受に欠陥のある場合であり、それが結果として使用中の基準尺 2 のふらつき運動となっている。信号振幅 A に基本的に周期的な ( 正弦波形状の ) 関係のあることが明らかに分かり、ここでは信号振幅 A の最大値がセグメント C , C ' にあり、そのセグメントでは基準尺 2 がふらつき運動する間に、そのセグメントと走査検知ユニット 3 の部品との間の間隔が、損なわれておらず正常に基準尺が回転運動をする時の間隔にほぼ等しい。他の全てのセグメント A , B , D ~ B ' , D ' では、( 平均の ) 信号振幅が、それぞれ前記セグメント C , C ' におけるよりも小さい。これは、図 2 A により対象になるのが間隔の増加であるのか、それとも減少であるのかは関係がなく、走査検知ユニットと基準尺 2 との間の規定間隔の偏差が、常に信号振幅 A の減少になるからである。

30

## 【 0 0 7 3 】

ここで対象になっているのは、基本的に周期的な ( 正弦波形状の ) 信号であることに注目すべきである、というのは、ふらつき運動の周期性に基づき、互いに対向するセグメント A と A ' 、 B と B ' 、 C と C ' そして D と D ' の ( 平均の ) 信号振幅 A が、それぞれ ( 許容差まで ) 同一であるからである。汚れは、信号振幅 A で 1 つ又は他のセグメントにおける位置との周期的な関係に至らないので、従って軸受不良の結果として生じるふらつき運動を、基準尺 2 の部分的又は一様な汚れとは明らかに区別することができる。このことを例示的に図 5 C により、セグメント C に部分的な汚れがあり、そこで ( のみ ) の信号振幅が減少する場合を図示しており、そして図 5 D により、基準尺 2 の一様な汚れおよび / または光源 3 1 の経時変化または汚れの影響、即ち、信号振幅の一定の減少を示している。

40

## 【 0 0 7 4 】

図 5 A ~ 5 D を使って説明したように、一方では軸受不良の結果として生じるふらつき運動、他方では汚れ、という 2 つの間における特徴的な違いをベースにして、図 6 のフロー図を使って示す以下の方策を行うことができるが、軸受不良と汚れを区別するために、

50

測定量としての信号振幅を評価することをベースにしている。

【0075】

基本にするのは、基準尺2をN個のセグメント $X = A, B, C, \dots$ に細分化することであり、そこで $A_x$ は、セグメントXにおける信号振幅を表している。

【0076】

図6の第一ステップ101に従って、まずN個のセグメント全てについて信号振幅の平均値 $A_M$ を求める。

【0077】

次のステップ102では、この平均値 $A_M$ が予め規定可能な規定値 $A_{soll}$ と比べて小さいかどうかを調べる。それが当て嵌まる場合には、観測する測定量(信号振幅A)の  
10  
一様な低下、従って基準尺2の一様な汚れ、または、光源31の経時変化および/または  
汚れと推定する(102a)。

【0078】

そうでない場合には引き続いて、個々のセグメントXそれぞれに対して、平均の信号振幅 $A_M$ からのそこでの信号振幅 $A_x$ の偏差 $\delta_x$ を求める(ステップ103)。

【0079】

次のステップ104では、その偏差 $\delta_x$ の数値が限界値 $limit$ を上回っているかどうかを調べる。限界値 $limit$ は、機能が完全であると見なされる軸受でも現れる  
20  
ことがある信号振幅の変動を表している。それは、完全にパーフェクトな回転運動を行える  
軸受は存在しないからである。限界値 $limit$ を上回る偏差 $\delta_x$ が現れない場合には、  
システムが正常状態にあると見なす(104a)。

【0080】

そうでない場合にはステップ105において、互いが対向しているセグメントXとX'とで、先に定義した偏差 $\delta$ が数値的に同一であるか、即ち、プラスマイナス符合が異なっているのみであるかを調べる。それが当て嵌まる場合には、106aでのステップで軸受不良(“ベアリング劣化”)であると確認する。そうでない場合には、このステップ106bにおいて、汚れ(「コンタミネーション」)、特に基準尺2すなわち測定目盛25の  
汚れと推定する。

【0081】

位置測定装置の駆動中に基準尺が、走査検知ユニットに対して全周で回転せず、走査検知ユニットに対して360°以下の限られた揺動角でのみ揺動可能な時には、観察した測  
30  
定量の評価を幾分違った態様で行う必要がある。この場合に走査検知ユニット3が位置測定装置1の駆動中に検出するのは、常に基準尺2のセグメントA~D'の一部のみである。  
。即ち、観察する測定量(例えば信号振幅)の測定値を使用に供することができるのは、前記セグメントの一部に対してのみである。このことを図7Aにおいて、位置測定装置の  
駆動中に走査検知ユニット3が基準尺2の3つのセグメントC, D, A'のみを検出する  
ケースとして、例示的に図示している(所謂、揺動軸駆動)。位置測定装置1の駆動中に  
走査検知ユニット3が検出しない他のセグメントの全てA, BおよびB'~D'では、それ  
ぞれの振幅値をメモリする筈の付属メモリ範囲が、図示ではゼロとして選択されている  
40  
欠陥値のままである。

【0082】

そこで図7Aは、軸受不良が基準尺2のふらつき運動に至る場合の代表的な変化を示している。しかしながら図示しているように、走査検知ユニット3が検出するのは基準尺2  
の限られた角度範囲のみであるので、セグメントA~D'に亘る信号振幅Aの特性曲線が  
(図5Bの場合のような)周期的な曲線とならず、そのような曲線から切り取った部分のみ  
みである。

【0083】

更に図7Bにより明らかになることは、ここで揺動軸駆動を観察する場合に(ふらつき  
運動により基準尺2と走査検知ユニット3との間の規定間隔からの偏差が、どのセグメン  
トにおいて特に大きくなるかの違いにより)軸受不良および、それに伴って生じるふらつ  
50

き運動の時に予想される信号変化が全く異なる場合があることであり、それは、それぞれ周期的な変化から切り取った部分が異なっていることを示している。

【 0 0 8 4 】

軸受不良を検出して汚れと区別するために、位置測定装置の揺動軸駆動では特に次の点も考慮する必要がある。

【 0 0 8 5 】

まず識別せねばならないことは、どのメモリ領域に実際に測定した振幅値を記憶したかであり、その振幅値が当該メモリ領域に割り当てられた基準尺のセグメントに関連している。これは、オリジナルのメモリ内容と実際のメモリ内容を比較することを介して行い、それにより（揺動角度が制限されている）揺動軸駆動において走査検知ユニット3が、基準尺のどのセグメントを検出するかを識別する。

10

【 0 0 8 6 】

そして観察した測定量についての引き続いて行う評価は、実際に変更されたメモリ領域に含まれる測定量の値、即ち、ここではセグメントC, D, A'に割り当てられているメモリ領域に限定される。

【 0 0 8 7 】

揺動軸駆動では、軸受不良と汚れとを区別するために単に、結果として生じる信号変化の周期を調べることに頼ることができないので、基準尺2を個々のセグメントに更に細分化すること、そして各セグメントに対して求めた観察測定量の値を付随するメモリ領域に記憶することが目的に適っている。基準尺2を8つのセグメントに細分化する代わりに、例えば16、32あるいは更に多いセグメントを観察することもある。

20

【 0 0 8 8 】

図7Cは、欠陥のある軸受を有し揺動軸駆動する基準尺2のセグメントA~H'について、図7Bに相当する信号振幅Aの変化を示しており、そこでは全部で16のセグメントに細分化している。

【 0 0 8 9 】

以下においては例示的に、位置測定装置1の駆動において走査検知ユニット3によりセグメントC~A'のみを検出し、従ってこのセグメントに対して割り当てられたメモリ領域に、信号振幅Aで欠陥値から偏る値を記憶するものと仮定する。

【 0 0 9 0 】

更にいえば、ここで観察する揺動軸駆動の時には、軸受不良を汚れと区別するために、結果として生じる信号変化の周期性を当てにすることができない。しかしながら、揺動軸駆動の場合において検出できるのが、この周期的な運動の一部のみである時でも、生じる信号変化が、軸受不良に起因するふらつき運動すなわち偏心運動の周期性から生じる一定の規則性を有するかどうかの確認を行うことにより、軸受不良と汚れとの区別が可能である。

30

【 0 0 9 1 】

以上のような場合で検出された測定量、ここでは信号振幅Aを適切に評価する方法を、図8で示している。

【 0 0 9 2 】

第一ステップ201に従って、基準尺2の制限された揺動運動中に走査検知ユニット3が検出した（全部でN個のセグメントの内の）J個のセグメントに対して、観察した測定量（信号振幅A）の平均値 $A_M$ を求める。

40

【 0 0 9 3 】

続くステップ202において、観察した測定量（信号振幅A）の平均値 $A_M$ が、予め規定可能な規定値 $A_{S.1.1}$ と比べて小さいかどうかを確認する。YESの場合には、基準尺2の様な汚れ又は光源31の経時変化および/または汚れであると推定する（202a）。

【 0 0 9 4 】

そうでない場合には方法ステップ203において、考慮する別のセグメントC~A'に

50

対して、それぞれ平均信号振幅  $A_M$  からのそこでの信号振幅  $A_x$  の偏差  $x$  を決定する。そして次のステップ 204 において、信号振幅の平均値  $A_M$  からマイナス方向に最大で偏る偏差  $x$  を求めて、これを  $min$  の値に設定する。同様にしてステップ 205 において、平均の信号振幅  $A_M$  からプラス方向に最大で偏る偏差  $x$  を求めて、これを  $max$  の値に設定する。

【0095】

更にステップ 206 において、偏差  $max$  と  $min$  との差が限界値  $limit$  より小さいかどうかを調べる。YES の場合には、軸受が正常に機能しているといえる (206a)。

【0096】

そうでない場合には、 $max$  と  $min$  とが、概ね同じ数値で前に (正負の) 符号を有しているかを (207 で) 調べる。YES の場合には、軸受不良 (「ベアリング劣化」) ということになり (208a)、そうでない場合は、汚れ (「コンタミネーション」) に起因しているということになる (208b)。

【0097】

この方法は、軸受不良に起因するふらつき運動が結果として、基準尺の異なったセグメントで検出される信号振幅の値が、セグメント全てについて求めた平均値を中心に基本的に同形で変動することになると仮定としている。このように単純化した仮定は勿論、例えば偏心、ふらつき運動、そして場合により更に基準尺 2 の基本運動からの偏差が重なることになり兼ねない不特定の軸受不良の時には、必ずしも当て嵌まらないであろう。従って

【0098】

図 9A で改めて概略的に、軸受不良、それに伴って基準尺 2 のふらつき運動が生じる時の揺動軸駆動に対して、可能性ある振幅変化  $A$  を図示しており、その振幅変化は、それぞれ (図示のように観察された、又は、揺動運動時に走査検知ユニットにより検出されたセグメント C ~ A' 全てについて求めた) 振幅の平均値  $A_M$  に関して、反対向きで同じ値  $max$  と  $min$  となっている。それに対して 1 つのセグメントのみにおける部分的な汚れは、図 9B で特徴的な振幅変化を図示しているように、全てのセグメントについて求めた平均振幅  $A_M$  から全く異なった偏差  $max$  と  $min$  という結果になる、というのは、ベースとなる信号変化が決して規則的ではなくて汚れ箇所でのみ、ここではセグメント F において規定振幅からの偏差となるからである。そして基準尺の一樣な汚れは、この種の部分的な汚れが多数あるように挙動する。

【符号の説明】

【0099】

- 1 位置測定装置
- 2 基準尺
- 3 走査検知ユニット
- 4 軸受、回転軸受
- 10 ケーシング
- 20 目盛板
- 25 測定目盛
- 30 照光装置
- 31 光源
- 32 コリメータ
- 33 走査検知プレート
- 35 ディテクタ装置、検出装置、ディテクタユニット
- 36 導線基板
- 38 部品ユニット
- 40 シャフト

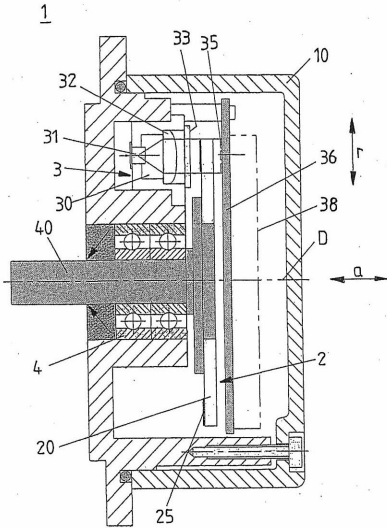
10

20

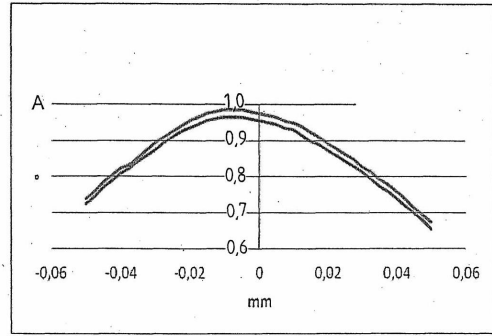
30

40

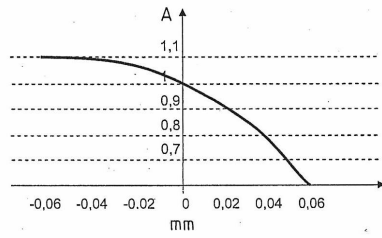
【図 1】



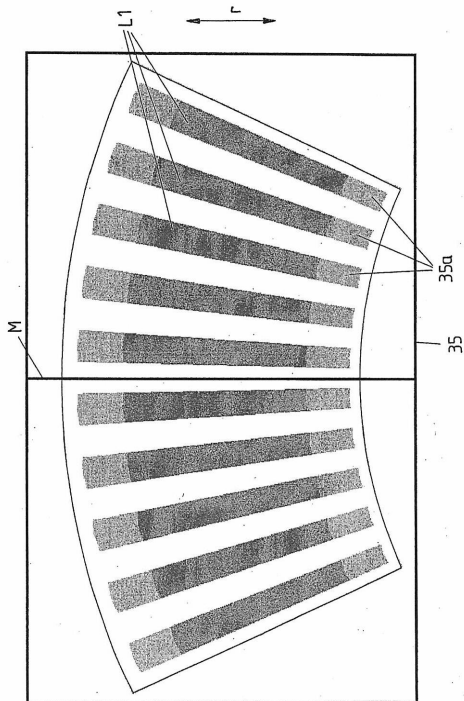
【図 2 A】



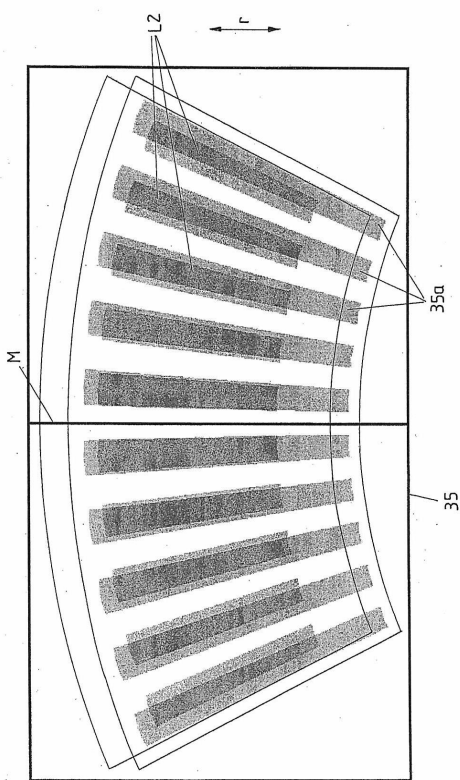
【図 2 B】



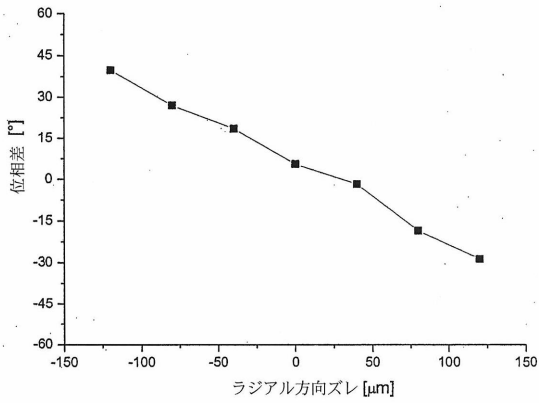
【図 3 A】



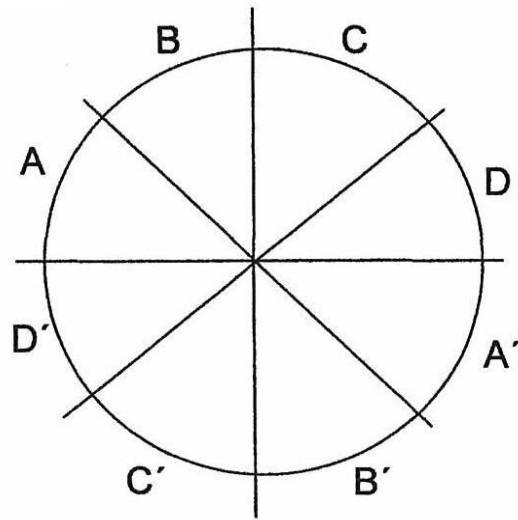
【図 3 B】



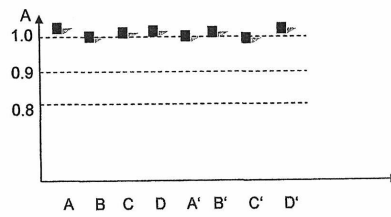
【図3C】



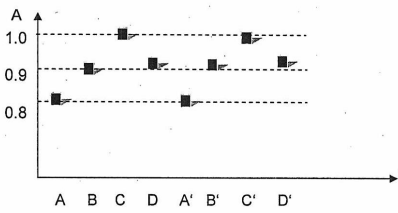
【図4】



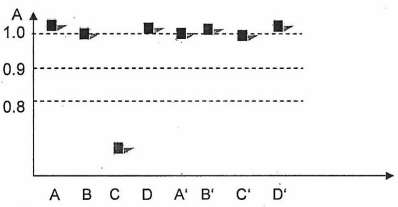
【図5A】



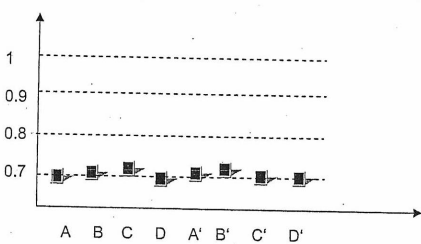
【図5B】



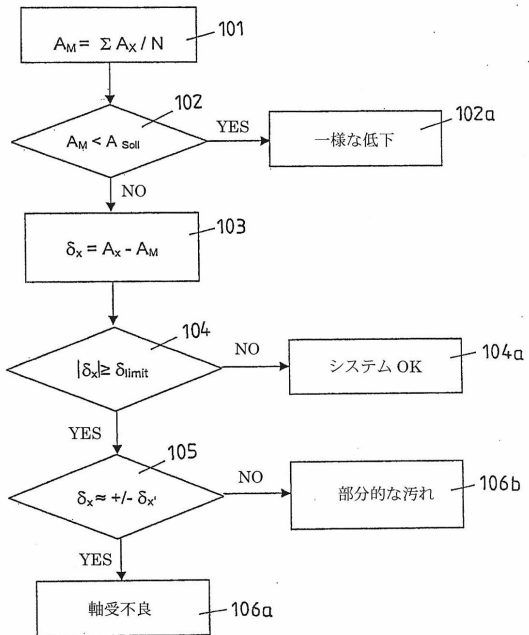
【図5C】



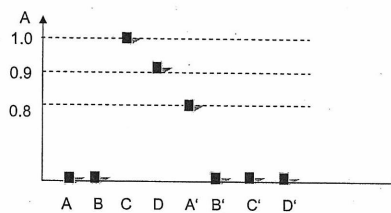
【図5D】



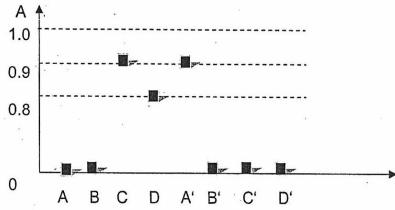
【図6】



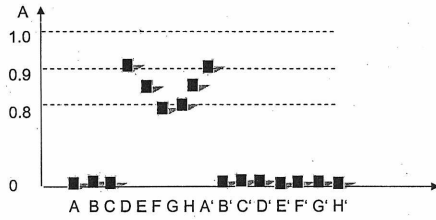
【図7A】



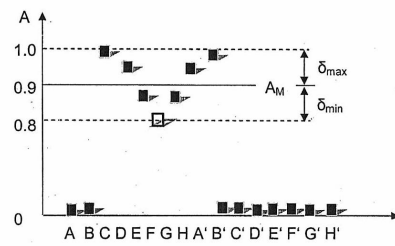
【図7B】



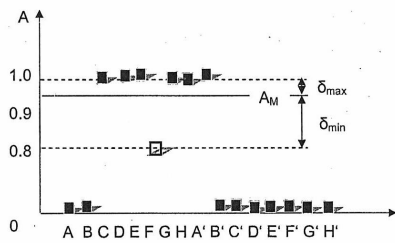
【図7C】



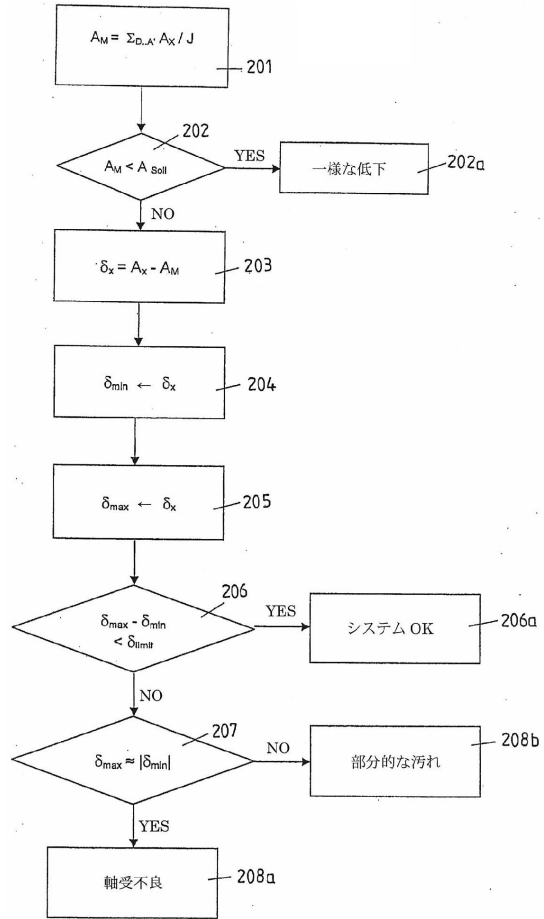
【図9A】



【図9B】



【図8】



## フロントページの続き

- (74)代理人 100101373  
弁理士 竹内 茂雄
- (74)代理人 100118902  
弁理士 山本 修
- (74)代理人 100092967  
弁理士 星野 修
- (74)代理人 100167243  
弁理士 上田 充
- (72)発明者 エルマル・マイヤー  
ドイツ国 8 3 3 6 5 ヌスドルフ, アム・ヘルベルク 5
- (72)発明者 ダニエル・フレセ  
ドイツ国 8 3 2 7 8 トラウンシュタイン, アム・ホルツベルク 7

審査官 菅藤 政明

- (56)参考文献 特開2007-248117(JP, A)  
特開平7-218239(JP, A)  
特開平11-325972(JP, A)  
特開2001-74507(JP, A)  
米国特許出願公開第2010/0039656(US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |         |           |
|---------|-----------|
| G 0 1 D | 5 / 3 6   |
| F 1 6 C | 1 9 / 5 2 |