

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4134040号  
(P4134040)

(45) 発行日 平成20年8月13日(2008.8.13)

(24) 登録日 平成20年6月6日(2008.6.6)

(51) Int.Cl. F I  
 G O 1 C 19/56 (2006.01) G O 1 C 19/56  
 G O 1 P 9/04 (2006.01) G O 1 P 9/04

請求項の数 16 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2004-545795 (P2004-545795)	(73) 特許権者	595126141
(86) (22) 出願日	平成15年10月2日(2003.10.2)		リテフ ゲゼルシャフト ミット ベシユ
(65) 公表番号	特表2006-503301 (P2006-503301A)		レンクテル ハフツング
(43) 公表日	平成18年1月26日(2006.1.26)		L I T E F G E S E L L S C H A F T
(86) 国際出願番号	PCT/EP2003/010970		M I T B E S C H R A N K T E R H A
(87) 国際公開番号	W02004/038331		F T U N G
(87) 国際公開日	平成16年5月6日(2004.5.6)		ドイツ フライブルク 7 9 1 1 5 レラ
審査請求日	平成17年8月3日(2005.8.3)		ヒャー ストラーセ 1 8
(31) 優先権主張番号	10248733.2	(74) 代理人	110000338
(32) 優先日	平成14年10月18日(2002.10.18)		特許業務法人原謙三国際特許事務所
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)	(72) 発明者	シュレーダー, ヴェルナー
			ドイツ連邦共和国, 7 7 9 5 5 エッテン
			ハイム, ビューゼーゲシュトラーセ 1 4
		審査官	谷口 智利
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コリオリの角速度計の読み取り振動周波数の電子的同調方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コリオリの角速度計(1')において、読み取り振動の周波数を、励起振動の周波数に、電子的に同調させる方法において、a) 励起振動には基本的に影響を及ぼさず、b) 読み取り振動を表す読み取り信号が対応する外乱成分を含むように読み取り振動を変更する外乱力をコリオリの角速度計(1')の共振器(2)にし、読み取り信号に含まれる外乱成分の大きさができるだけ小さくなるように読み取り振動の周波数を制御する方法。

【請求項 2】

上記外乱力を、読み取り振動を制御するための制御信号に加算される外乱信号、又は、読み取り振動を補償するためのリセット信号に加算される外乱信号によって生成することを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

上記外乱信号が、交流信号であることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

上記外乱信号が、固定外乱周波数を有し、上記読み取り信号を上記固定外乱周波数により復調することで、読み取り信号から外乱成分を決定することを特徴とする、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

上記外乱信号が、帯域制限ノイズであり、読み取り信号からの外乱成分の復調を、外乱信号と読み取り信号との相関によって行うことを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の

方法。

【請求項 6】

上記外乱信号を、回転速度制御回路の出力信号に加算し、直交制御回路の直交制御器（17）に印加されている信号、または、直交制御回路の直交制御器（17）から出力される信号から外乱成分を決定する、請求項 2 から 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 7】

上記外乱信号を、直交制御回路の出力信号に加算し、回転速度制御回路の回転速度制御器（21）に印加されている信号、または、回転速度制御回路の回転速度制御器（21）から出力される信号から外乱成分を決定することを特徴とする、請求項 2 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

10

【請求項 8】

上記外乱信号を、直交制御回路の出力信号に加算し、直交制御回路の直交制御器（17）に印加されている信号、または、直交制御回路の直交制御器（17）から出力される信号から外乱成分を決定することを特徴とする、請求項 2 から 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 9】

外乱信号を、回転速度制御回路の出力信号に加算し、回転速度制御回路の回転速度制御器（21）に印加されている信号、または、回転速度制御回路の回転速度制御器（21）から出力される信号から外乱成分を決定することを特徴とする、請求項 2 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

20

【請求項 10】

読み取り振動の周波数制御を、コリオリの角速度計（1'）の共振器（2）の一部が振動する電界の強度を制御することにより行うことを特徴とする、請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 11】

回転速度制御回路および直交制御回路を有するコリオリの角速度計（1'）において、回転速度制御回路または直交制御回路に外乱信号を入力する外乱ユニット（26）と、読み取り振動を表す読み取り信号に含まれており、外乱信号によって生成された外乱成分を決定する、外乱信号検出ユニット（27）と、読み取り信号に含まれる外乱成分の大きさをできるだけ小さくするように読み取り振動の周波数を制御する制御ユニット（28）とを有する、読み取り振動の周波数を励起振動の周波数に電子的に同調させるための装置を有することを特徴とする角速度計。

30

【請求項 12】

上記外乱ユニット（26）が、外乱信号を、回転速度制御回路に引き渡し、外乱信号検出ユニット（27）が、直交制御回路の直交制御器（17）に印加されている信号、または、直交制御回路の直交制御器（17）から出力される信号から外乱成分を決定することを特徴とする、請求項 11 に記載のコリオリの角速度計（1'）。

【請求項 13】

上記外乱ユニット（26）が、外乱信号を、直交制御回路に引き渡し、上記外乱信号検出ユニット（27）が、回転速度制御回路の回転速度制御器（21）に印加されている信号、または、回転速度制御回路の回転速度制御器（21）から出力される信号から、外乱成分を決定することを特徴とする、請求項 11 に記載のコリオリの角速度計（1'）。

40

【請求項 14】

上記外乱ユニット（26）が、外乱信号を、回転速度制御回路へ引き渡し、上記外乱信号検出ユニット（27）が、回転速度制御回路の回転速度制御器（21）に印加されている信号、または、回転速度制御回路の回転速度制御器（21）から出力される信号から外乱成分を決定することを特徴とする、請求項 11 に記載のコリオリの角速度計（1'）。

【請求項 15】

上記外乱ユニット（26）が、外乱信号を、直交制御回路へ引き渡し、上記外乱信号検出ユニット（27）が、直交制御回路の直交制御器（17）に印加されている信号、また

50

は、直交制御回路の直交制御器（１７）から出力される信号から外乱成分を決定することを特徴とする、請求項１１に記載のコリオリの角速度計（１'）。

【請求項１６】

上記外乱信号が、固定外乱周波数を有する交流信号であり、読み取り振動周波数と励起振動周波数とを電子的に同調させる上記装置が、復調ユニット（２７）を備え、読み取り信号を固定外乱周波数で復調することにより、読み取り信号に含まれる外乱成分を決定することを特徴とする、請求項１１～１５のいずれか１項に記載のコリオリの角速度計（１'）。

【発明の詳細な説明】

【発明の詳細な説明】

10

【０００１】

本発明は、コリオリの角速度計により、読み取り振動の周波数を励起振動の周波数に電子的に同調させる方法に関する。

【０００２】

コリオリの角速度計（振動ジャイロともいう）は、ナビゲーションを目的として（zu Navigationszwecken）ますます広範囲で使用されている。コリオリの角速度計は、振動する質点系（Massensystem）を有している。この振動（Schwingung）は、通常、複数の個々の振動が重畳したものである。質点系のこれら個々の振動は、最初は相互に独立しており、それぞれをまとめて「共振器」とみなせる。振動角速度計の操作には、少なくとも２つの共振器が必要である。これらの共振器の一方（第１共振器）を、人工的に励起して振動させる。この振動を、以下の文章では、「励起振動」（Anregungsschwingung）と呼ぶ。他方の共振器（第２共振器）を、振動角速度計を動かす／回転させる場合だけ、励起して振動させる。従って、このとき、コリオリの力が生じる。これらのコリオリの力は、第１共振器を、第２共振器と連結し、第１共振器の励起振動からエネルギーを取り出し、このエネルギーを、第２共振器の読み取り振動へ転送する。第２共振器の振動を、以下の文章では「読み取り振動」（Ausleseschwingung）と呼ぶ。コリオリの角速度計の動き（特に、回転）を決定するために、読み取り振動をタップオフし（abgegriffen）、相当する読み取り振動（例えば、読み取り信号タップオフ信号）を調べて、コリオリの角速度計の回転指標を表す読み取り信号の振幅に変化が生じたかどうかを判定する。コリオリの角速度計は、開ループ系（Open-Loop-System）としても、閉ループ系（Closed-Loop-System）

20

30

【０００３】

コリオリの角速度計の操作方法をさらに明確にするために、図２を参照しながら、閉ループ形態として実施したコリオリの角速度計の一例について以下で説明する。

【０００４】

このようなコリオリの角速度計１は、振動可能な質点系２を有している。この質点系を、以下の文章では、「共振器」とも呼ぶ。この呼び方は、「本当の」共振器の個々の振動を示す上述の抽象的な「共振器」とは区別しなければならない。既述のとおり、共振器２を、２つの「共振器」（第１共振器３と第２共振器４）を含むシステムとみなせる。第１および第２共振器３・４は、それぞれ、『導力機（Kraftgeber）』（図示せず）と、タップオフシステム（図示せず）とに連結されている。『導力機』とタップオフシステムとによって生成されるノイズを、ここでは、ノイズ１（参照番号５）とノイズ２（参照番号６）とによって概略的に示す。

40

【０００５】

コリオリの角速度計１は、さらに、４つの制御回路を有している。

【０００６】

第１制御回路は、励起振動（すなわち、第１共振器３の周波数）を、固定周波数（共振周波数）に制御する役割を果たす。第１制御回路は、第１復調器７、第１ローパスフィルター（Tiefpassfilter）８、周波数制御器９、VCO（「電圧制御発振器；Voltage Cont

50

rolled Oscillator」) 10 および第1変調器 11を備えている。

【0007】

第2制御回路は、励起振動を、一定振幅に制御する役割を果たし、第2復調器 12、第2ローパスフィルター 13 および振幅制御器 14を備えている。

【0008】

第3および第4制御回路は、読み取り振動を『励起する力(Kraefte)』をリセットする役割を果たす。この場合、第3制御回路は、第3復調器 15、第3ローパスフィルター 16、直交制御器 17 および第2変調器 18を備えている。第4制御回路は、第4復調器 19、第4ローパスフィルター 20、回転速度制御器 21 および第3変調器 22を備えている。

10

【0009】

第1共振器 3を、その共振周波数 1で励起する。その結果として生じる励起振動をタップオフし、第1復調器 7を用いて、位相を復調し、復調した信号成分を、第1ローパスフィルター 8へ供給する。この第1ローパスフィルター 8は、上記供給された信号成分から、合計周波数を除去する。タップオフ信号を、以下の文章では、励起振動タップオフ信号とも呼ぶ。第1ローパスフィルター 8の出力信号を、周波数制御器 9へ入力する。この周波数制御器 9は、周波数制御器 9に供給される信号に応じて、同位相成分がほぼ0になるようにVCO10を制御する。このため、VCO10は、第1変調器 11へ信号を入力する。第1変調器 11は、第1共振器 3に『励起力(Anregungskraft)』が入力されるように、それ自身で、『導力機』を制御する。同相成分が0であれば、第1共振器 3は、その共振周波数 1で振動する。全ての変調器および復調器を、この共振周波数 1に基づいて操作する。

20

【0010】

励起振動タップオフ信号を、さらに、第2制御回路へ供給し、第2復調器 12を介して復調する。第2復調器 12の出力は、第2ローパスフィルター 13を通過する。第2ローパスフィルター 13の出力信号を、同じく、振幅制御器 14へ供給する。振幅制御器 14は、この信号および基準振幅源 23に応じて第1変調器 11を制御し、第1共振器 3を一定の振幅で振動させる(すなわち、励起振動を一定の振幅にする)。

【0011】

既述のように、コリオリの角速度計 1が動く/回転する場合に、コリオリの力(図では、項  $FC \cdot \cos(1 \cdot t)$  で示す)が生じる。これらのコリオリの力は、第1共振器 3を、第2共振器 4と連結し、これにより、第2共振器 4を振動させる。結果として生じる周波数 2の読み取り振動をタップオフする。その結果、相当する読み取り振動タップオフ信号(読み取り信号)が、第3および第4制御回路へ供給される。第3制御回路では、この信号を、第3復調器 15を介して復調し、合計周波数を、第3ローパスフィルター 16を介して除去し、ローパス濾波された信号を、直交制御器 17へ供給する。直交制御器 17の出力信号を、第3変調器 22へ、読み取り振動の相当する直交成分がリセットされるように入力する。これと同様に、第4制御回路では、読み取り振動タップオフ信号を、第4復調器 19によって復調し、第4ローパスフィルター 20を通し、相当するローパス濾波された信号を、一方では、回転速度制御器 21へ入力する。回転速度制御器 21の出力信号は、瞬間回転速度に比例しており、回転速度測定結果として回転速度出力部 24へ入力される。また、相当するローパス濾波された信号を、他方では、第2変調器 18へ入力する。第2変調器 18は、読み取り振動に相当する回転速度成分をリセットする。

30

40

【0012】

上記のようなコリオリの角速度計 1を、二重共振(doppelresonant)としても非二重共振(nichtdoppelresonant)としても操作できる。コリオリの角速度計 1を二重共振として操作する場合、読み取り振動の周波数 2は、励起振動の周波数 1にほぼ等しい。これに対し、非二重共振では、読み取り振動の周波数 2は、励起振動の周波数 1とは異なっている。回転速度に関する対応する情報を含んでいるのは、二重共振では、第4ローパスフィルター 20の出力信号であるが、これに対し、非二重共振では、第3ローパスフ

50

ィルター 16 の出力信号である。異なる操作方法の間で二重共振 / 非二重共振を切り替えるために、二重切り替え器 25 が備えられている。この二重切り替え器 25 は、第 3 および第 4 ローパスフィルター 16・20 の出力部を、回転速度制御器 21 および直交制御器 17 に選択的に接続する。

【 0 0 1 3 】

コリオリの角速度計 1 を、二重共振として操作するほうが好ましい場合は、既述のように、読み取り振動の周波数を、励起振動の周波数に同調させる必要がある。このことを、例えば機械的手段 (mechanischem Wege) によって行える。この機械的手段では、質点系にある材料 (Material) を (共振器 2 へ) 除去する。あるいは、このために、読み取り振動の周波数を、電界によっても設定できる。なお、この電界では、共振器 2 が (例えば、電界強度の変化によって) 振動できるようになっている。これにより、コリオリの角速度計 1 の操作中も、読み取り振動の周波数を励起振動の周波数に電子的に同調できる。

【 0 0 1 4 】

本発明の基礎となる目的は、コリオリの角速度計において、読み取り振動の周波数を、励起振動の周波数に、電子的に同調させる方法を提供することである。

【 0 0 1 5 】

この目的は、特許請求項 1 の特徴に基づく方法によって達成される。さらに、本発明は、特許請求項 1 に基づくコリオリの角速度計を提供する。本発明の構想の (des Erfindungsgedankens) 好ましい実施形態および発展形態を、それぞれ、従属請求項に記載する。

【 0 0 1 6 】

コリオリの角速度計において、読み取り振動の周波数を、励起振動の周波数に、電子的に同調させる本発明の方法では、a) 励起振動には基本的に影響を及ぼさず、b) 読み取り振動を表す読み取り信号が相当する外乱成分を含むように読み取り振動を変更する外乱力 (Stoerkraft) をコリオリの角速度計の共振器に入力する。このとき、読み取り振動の周波数は、読み取り信号に含まれる外乱成分の大きさができるだけ小さくなるように制御される。

【 0 0 1 7 】

本発明は、基本的に、励起振動の周波数に一致する読み取り振動の周波数範囲が小さければ小さいほど、回転速度チャンネルまたは直交チャンネルでの読み取り振動の人工的な変化がよりいっそう広範囲になり、特に、それに対して直交するチャンネルでは顕著になる、という認識に基づくものである。読み取り振動タップオフ信号に対する (特に、直交チャンネルに対する) このような外乱の「破壊強度 (Durchschlagsstaerke)」は、すなわち、読み取り振動の周波数が、どの程度正確に励起振動の周波数に一致しているかについての指標である。すなわち、読み取り振動の周波数を、破壊強度が最小値 (Minimum) であるとして (つまり、読み取り振動タップオフ信号に含まれる外乱成分の大きさが最小になるように)、制御するならば、それと同時に、読み取り振動の周波数が、励起振動の周波数にほぼ一致する。

【 0 0 1 8 】

ここで重要なのは、共振器への外乱力は、読み取り振動だけを変更し、励起振動は変更しないという点である。図 2 を参照すると、このことは、外乱力が、第 2 共振器 4 だけに入力され、第 1 共振器 3 には入力されないことを意味している。

【 0 0 1 9 】

外乱信号を介して外乱力を生成することが好ましい。外乱信号を、相当する『導力機』へ供給するか、または、『導力機』へ供給される信号に加える。外乱力を生成するためには、例えば読み取り振動を制御 / 補償するための各制御 / リセット信号に、つまり、読み取り振動を制御するための制御信号に、又は、読み取り振動を補償するためのリセット信号に、外乱信号を加えてもよい。

【 0 0 2 0 】

外乱信号は、交流信号 (例えば、正弦または余弦信号の重畳) であることが好ましい。

10

20

30

40

50

これらの外乱信号は、通常、固定外乱周波数を有し、これにより、上記外乱周波数で行われる相当する復調処理によって、読み取り振動タップオフ信号の外乱成分を決定できる。あるいは、交流信号の代わりに、帯域制限ノイズを使用する。この場合は、読み取り信号の外乱成分の変調を、外乱信号（ノイズ信号）と読み取り信号（外乱成分を含む信号）との相関により行う。ノイズの帯域幅は、この場合、共振器 2 および制御回路の特性に依存する。

#### 【 0 0 2 1 】

上記方法を、開ループのコリオリの角速度計と閉ループのコリオリの角速度計との双方に使用できる。閉ループのコリオリの角速度計では、読み取り振動を制御/補償するための各制御/リセット信号に、外乱信号を加えることが好ましい。例えば、外乱信号を、回転速度制御回路の出力信号に加算し、直交制御回路の直交制御器に印加されている信号、または、その直交制御器から出力される信号から、外乱成分を決定できる。その反対に、外乱信号を、直交制御回路の出力信号に加算し、回転速度制御回路の回転速度制御器に印加されている信号、または、その回転速度制御器から出力される信号から、外乱信号を決定できる。あるいは、さらに、外乱信号を、直交制御回路の出力信号に加算し、直交制御回路の直交制御器に印加されている信号、または、その直交制御器から出力される信号から、外乱信号を決定できる。さらに、外乱信号を、回転速度制御器の出力信号に加算し、回転速度制御回路の回転速度制御器に印加されている信号、または、その回転速度制御器から出力される信号から、外乱信号を決定できる。「読み取り信号」という概念は、その信号から外乱成分を決定できる、この段落で引用した全ての信号を含んでいる。さらに、「読み取り信号」という概念は、読み取り振動タップオフ信号を含んでいる。

#### 【 0 0 2 2 】

読み取り振動の周波数制御、すなわち、周波数制御のために必要な制御力の伝送は、ここでは、共振器の少なくとも一部が振動する電界の強度を制御することによって行われる。この場合、共振器と、共振器の周囲にあり、枠固定された対向物（Gegenstueck）との間の電気的な引力が、非線形であることが好ましい。

#### 【 0 0 2 3 】

さらに、本発明は、回転速度制御回路と、直交制御回路とを備え、読み取り振動の周波数を、励起振動の周波数に、電子的に同調させる装置を有することを特徴とするコリオリの角速度計を提供する。この場合、電子的な同調のための装置は、回転速度制御回路または直交制御回路に外乱信号を引き渡す外乱ユニットと、読み取り振動を表す読み取り信号に含まれており、外乱信号によって生成された外乱成分を決定する外乱信号検出ユニットと、読み取り信号に含まれる外乱成分の大きさが出来るだけ小さくなるように、読み取り振動の周波数を制御する制御ユニットとを有している。

#### 【 0 0 2 4 】

外乱ユニットは、外乱信号を直交制御回路へ入力し、これによって、外乱信号検出ユニットは、回転速度制御回路の回転速度制御器に印加されている信号、またはその回転速度制御器から出力される信号から、外乱成分を決定することが好ましい。その反対に、外乱ユニットは、外乱信号を、回転速度制御回路へ入力し、外乱信号検出ユニットは、直交制御回路の直交制御器に印加されている信号、または、その直交制御器から出力される信号から、外乱成分を決定できる。さらに、外乱ユニットは、外乱信号を、回転速度制御回路へ入力し、外乱信号検出ユニットは、回転速度制御回路の回転速度制御器に印加されている信号、または、その回転速度制御器に印加されている信号から、外乱成分を決定できる。あるいは、外乱信号が、外乱ユニットを介して直交制御回路へ入力される。この場合、外乱信号検出ユニットは、直交制御回路の直交制御器に印加されている信号、または、その直交制御器から出力される信号から、外乱成分を決定する。

#### 【 0 0 2 5 】

外乱信号は、固定外乱周波数を有する交流信号であることが好ましい。この場合、読み取り振動周波数と励起振動周波数とを電子的に同調させるための装置は、復調ユニットを備えていることが好ましい。この復調ユニットは、読み取り信号を、固定外乱周波数で復

10

20

30

40

50

調して読み取り信号に含まれる外乱成分を決定する。外乱信号を、原則的には、制御回路（回転速度制御回路および直交制御回路）の任意の場所に導入できる。

【0026】

添付の図を参照しながら、本発明の実施例について以下に詳しく説明する。

【0027】

図1は、本発明の方法に基づくコリオリの角速度計の概略的な構造を示す図である。図2は、従来のコリオリの角速度計の概略的な構造を示す図である。

【0028】

まず、図1を参照しながら、本発明の方法を、実施例で詳しく説明する。この場合、図2の部分または装置に相当する部分または装置には、同じ参照符号をつけ、繰り返して説明はしない。

【0029】

コリオリの角速度計1'は、外乱ユニット26の他に、復調ユニット27と、読み取り振動周波数制御器28とを備えている。

【0030】

外乱ユニット26は、周波数  $m \circ d$  を有する交流信号を生成する。この交流信号を、直交制御器21の出力信号に、すなわち、直交制御回路の出力部に加える。このようにして得られた、まとまった信号（zusammengesetzte Signal）を、（第3）変調器22へ供給する。変調器22の相当する出力信号を、『導力機』（図示せず）および共振器2に入力する。読み取り振動の周波数が、励起振動の周波数と基本的に一致していない限り、外乱変調ユニット26によって生成される交流信号は、共振器2を「通過」した後、読み取り振動タップオフ信号の外乱成分の形状で観測される。読み取り振動タップオフ信号を、第4復調器19で復調処理し、第4ローパスフィルター20へ供給する。第4ローパスフィルター20の出力信号を、回転速度制御器21と復調ユニット27との双方に入力する。復調ユニット27に供給された信号を、外乱ユニット26によって生成される交流信号の周波数に相当する変調周波数  $m \circ d$  で復調する。こうして、外乱成分または外乱を表す信号を決定する。従って、復調ユニット27を、この実施例では、外乱信号検出ユニットとみなせる。復調ユニット27の出力信号を、読み取り振動周波数制御器28へ供給する。この読み取り振動周波数制御器28は、供給された信号に応じて、復調ユニット27の出力信号、すなわち、観測される外乱成分の強度が最小になるように、読み取り振動の周波数を設定する。このような最小値になっていれば、励起振動と読み取り振動との周波数はほぼ一致する。復調ユニット27へ供給された信号は、回転速度制御器21へ供給される信号に代って、回転速度制御器21が出力する信号であってもよい。

【0031】

既述のように、これに代って、外乱ユニット26によって生成される交流信号を、回転速度制御器21の出力信号に加算してもよい。この場合は、復調ユニット27に供給される信号が、直交制御器17の入力部または出力部でタップオフされるであろう。

【0032】

さらに、原則的には、外乱信号（ここでは、交流信号であるが、帯域制限ノイズのような他の外乱信号でもよい）を、（第3変調器22の直前にだけでなく）直交制御回路の任意の場所に、すなわち、読み取り振動のためのタップオフと第3変調器22との間の任意の場所に入力供給できる。同じことが、外乱信号を回転速度制御回路に入力供給する場合に該当する。

【0033】

コリオリの角速度計1'をスイッチオンした後、交流信号の変調周波数  $m \circ d$  を、高い値に設定することが有利である。これは、読み取り振動の周波数を迅速かつ大まかに制御するためである。次に、比較的低い変調周波数  $m \circ d$  に切り替えることができる。これは、読み取り振動の共振を正確に設定するためである。さらに、回転速度制御器21または直交制御器17の安定後（nach Einlaufen）ある特定の時間が経った後、変調周波数  $m \circ d$  の振幅を大幅に低減できる。回転速度制御回路（すなわち、第3制御回路）の出

10

20

30

40

50

力部の交流信号が補償されるので、一般的に、回転速度制御回路では変調周波数  $m o d$  用の遮断フィルター (Sperrfilter) は不要である。

【 0 0 3 4 】

回転速度制御器 2 1 は、同時に、第 3 復調器 1 5 と第 4 復調器 1 9 とを、回転速度制御回路 (余弦の力) 用と、直交制御回路 (正弦の力) 用との『導力機』に正しい位相で (phasenrichtig) 割り当てるという効果を有している。この方法では、たとえ特に温度により変化する可能性のある位相シフトが、コリオリの角速度計 1 ' のアナログ電子装置に生じたとしても、回転速度制御回路 (第 4 制御回路) と直交制御回路 (第 3 制御回路) とを分離できる。一般的に、直交制御回路は高バイアスが生じる。この制御回路と回転速度制御回路とが相互にはっきりと分離されていなければ、このバイアスは、回転速度制御回路にも生じる。

10

【 0 0 3 5 】

たとえ励起振動と読み取り振動と電子的な周波数の一致が望ましくない場合でも、上記制御機構を、直交制御回路と回転速度制御回路とを直交化 (Orthogonalisierung) するために使用できる。この場合、制御される大きさは、それぞれ読み取り振動の直交成分と回転速度成分とに対応している第 3 および第 4 復調器 1 5 ・ 1 9 の基準位相である。この制御は、信号処理機 (DSP) でデジタルに行うことが好ましい。この制御は、コリオリの角速度計が、アナログ電子装置での位相シフトを感知しないようにする。

【 0 0 3 6 】

コリオリの角速度計において、読み取り振動の周波数を、励起振動の周波数に、電子的に同調させる第 2 代替方法では、a) 励起振動には基本的に影響を及ぼさず、b) 読み取り振動を表す読み取り信号が相当する外乱成分を含むように読み取り振動を変更する外乱力をコリオリの角速度計の共振器に入力する。このとき、読み取り振動の周波数は、外乱力を生成する外乱信号と、読み取り信号に含まれる外乱成分との間の位相シフトができるだけ小さくなるように制御される。

20

【 0 0 3 7 】

「共振器」を、ここでは、コリオリの角速度計の振動させることのできる全体的な質点系 (またはその一部)、すなわち、コリオリの角速度計の参照番号 2 で示す部分と解釈する。

【 0 0 3 8 】

第 2 代替方法は、外乱 (すなわち、相当する外乱力を共振器に入力することによる読み取り振動の人工的変更) が共振器を「通過する時間」 (すなわち、外乱が共振器に作用してから、読み取り信号の一部として外乱がタップオフされるまでの経過時間) が、読み取り振動の周波数に応じている、という認識に基づくものである。従って、外乱信号の位相と読み取り信号に含まれる外乱成分信号の位相との間のシフトは、読み取り振動の周波数に対する指標である。読み取り振動の周波数が、励起振動の周波数とほぼ一致する場合は、位相シフトが最小値であるとして行うことができる。従って、読み取り振動の周波数を、位相シフトが最小値であるとして制御すれば、同時に、読み取り振動の周波数が、励起振動の周波数にほぼ一致する。

30

【 0 0 3 9 】

コリオリの角速度計において、読み取り振動の周波数を、励起振動の周波数に、電子的に同調させる第 3 代替方法では、a) 励起振動には基本的に影響を及ぼさず、b) 読み取り振動を表す読み取り信号が相当する外乱成分を含むように読み取り振動を変更する外乱力をコリオリの角速度計の共振器に入力する。ただし、外乱力を、読み取り信号中の信号ノイズによって引き起こされる力として定義する。このとき、読み取り振動の周波数を、読み取り信号に含まれる外乱成分の大きさが (すなわち、ノイズ成分が) できるだけ小さくなるように制御する。

40

【 0 0 4 0 】

「共振器」を、ここでは、コリオリの角速度計の振動させることのできる全体的な質点系 (またはその一部)、すなわち、コリオリの角速度計の参照番号 2 で示す部分と解釈す

50

る。ここで重要なのは、共振器に対する外乱力が、読み取り振動だけを変更し、励起振動は変更しないということである。図2を参照すると、このことは、外乱力が、第2共振器4だけに入力され、第1共振器3には入力されないことを意味している。

【0041】

第3代替方法は、励起振動の周波数に一致する読み取り振動の周波数範囲が小さければ小さいほど、読み取り振動タップオフ信号中に、または、制御回路（回転速度制御回路／直交制御回路）の入力部に直接生じる信号ノイズの形状の外乱信号が、制御回路および共振機を「通過」した後、読み取り振動タップオフ信号において広範囲に観測されるという基本的認識に基づくものである。読み取り振動タップオフ電子装置またはコリオリの角速度計のランダムウォーク（random walk）の信号ノイズである信号ノイズは、制御回路を「通過」した後、『導力機』へ入力され、相当する外乱力を生成する。なお、この相当する外乱力は、共振器へ入力され、読み取り振動の人工的変更を引き起こすものである。読み取り振動タップオフ信号に対するこのような外乱の「破壊力」は、つまり、読み取り振動の周波数が、励起振動の周波数にどの程度正確に一致しているかを示すための指標である。すなわち、読み取り振動の周波数を、破壊強度が最小値であるものとして（つまり、読み取り振動タップオフ信号に含まれる外乱成分（すなわち、ノイズ成分）の大きさが最小となるように）制御するならば、同時に、読み取り振動の周波数が、励起振動の周波数に一致する。

10

【0042】

最初に説明した、読み取り振動周波数を電子的に同調させる本発明の方法を、第2代替方法および／または第3代替方法と任意に組み合わせることができる。例えば、コリオリの角速度計の操作開始時に、最初に説明した方法を使用し（迅速な安定化特性（schnelles Einschwingverhalten））、続いて、安定した操作中に、第3代替方法（ゆっくりとした制御処理）を使用できる。本方法についての具体的な技術的实施形態、および、他の詳細を、当業者は、同一出願人の特許出願「コリオリの角速度計の出力振動周波数の電子的な同調方法（Verfahren zur elektronischen Abstimmung der Ausleseschwingungsfrequenz eines Corioliskreisels）」LTF-191-DEおよびLTF-192-DEから認識できる。これらの特許文献には、それぞれ、第2代替方法または第3代替方法について記載されている。特許出願LTF-191-DE／LTF-192-DEの全体的な内容を、本明細書に含める。

20

【図面の簡単な説明】

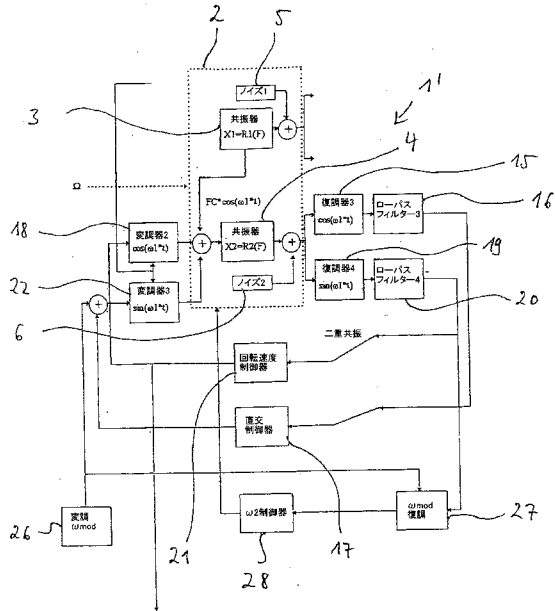
【0043】

【図1】本発明の方法に基づくコリオリの角速度計の概略的な構造を示す図である。

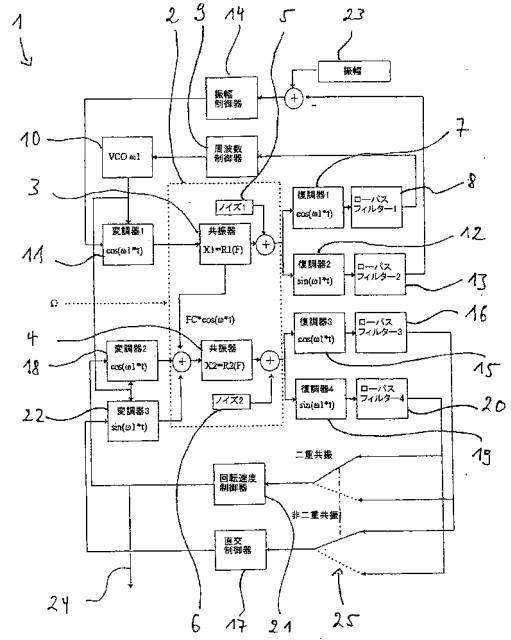
【図2】従来のコリオリの角速度計の概略的な構造を示す図である。

30

【図1】



【図2】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平08-184448(JP,A)  
特開2000-018951(JP,A)  
特開2002-039759(JP,A)  
特開2001-183139(JP,A)  
特許第3342496(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C 19/56

G01P 9/04