

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-194467

(P2016-194467A)

(43) 公開日 平成28年11月17日(2016.11.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 C 19/5614 (2012.01)	GO 1 C 19/56 1 1 4	2 F 1 0 5
GO 1 P 21/02 (2006.01)	GO 1 P 21/02	
GO 1 C 19/5628 (2012.01)	GO 1 C 19/56 1 2 8	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2015-74861 (P2015-74861)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成27年4月1日 (2015.4.1)		セイコーエプソン株式会社
			東京都新宿区新宿四丁目1番6号
		(74) 代理人	100116665
			弁理士 渡辺 和昭
		(74) 代理人	100164633
			弁理士 西田 圭介
		(74) 代理人	100179475
			弁理士 仲井 智至
		(72) 発明者	押尾 政宏
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		(72) 発明者	佐藤 健二
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		Fターム(参考)	2F105 BB20 CC01 CD02 CD06 CD11

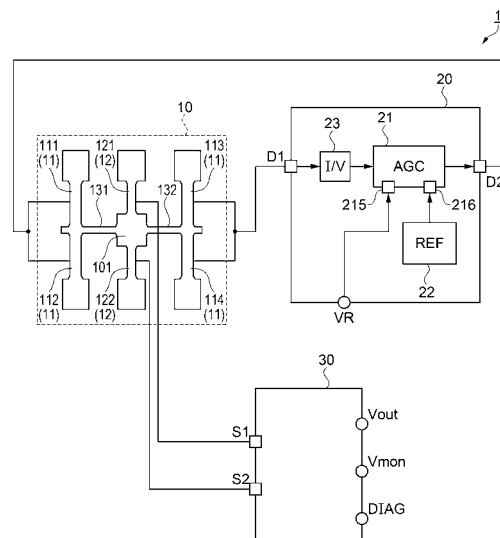
(54) 【発明の名称】 物理量センサーの検査方法及び物理量センサーの製造方法

(57) 【要約】

【課題】時間が掛からず、効率が良い物理量センサーの検査方法及び製造方法を提供する。

【解決手段】本発明の物理量センサーの検査方法は、物理量に応じて検出振動を行う検出部12を有する物理量センサーとしての加速度センサー1に、電圧レベルVdを変化させながら試験駆動信号を印加し、試験駆動信号に応じた検出部12からの出力信号を試験検出信号として検出し、電圧レベルVdの変化に対する試験検出信号の変化に基づいて良否判定を行う。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

物理量に応じて検出振動を行う検出部を有する物理量検出素子に、電圧レベルを変化させながら試験駆動信号を印加し、

前記試験駆動信号に応じた前記検出部からの出力信号を試験検出信号として検出し、

前記電圧レベルの変化に対する前記試験検出信号の変化に基づいて良否判定を行う、物理量センサーの検査方法。

【請求項 2】

前記物理量検出素子が、前記試験駆動信号が印加されて駆動振動を行う駆動部をさらに有しており、

前記試験検出信号は、前記駆動部の前記駆動振動に基づいて前記検出部から出力される漏れ信号であることを特徴とする請求項 1 に記載の物理量センサーの検査方法。

【請求項 3】

前記電圧レベルを、第 1 レベルから、前記第 1 レベルより大きい第 2 レベルに上昇させたときの、前記電圧レベルに対する前記試験検出信号の電圧の変化率に基づいて良否判定を行うことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の物理量センサーの検査方法。

【請求項 4】

前記電圧レベルを、第 1 レベルから、前記第 1 レベルより大きい第 2 レベルに上昇させ、

前記電圧レベルを、前記第 2 レベルから、前記第 1 レベルに下降させ、

前記電圧レベルが前記第 1 レベルから上昇するときの前記試験検出信号の電圧と、前記電圧レベルが前記第 1 レベルまで下降したときの前記試験検出信号の電圧と、の差に基づいて良否判定を行うことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の物理量センサーの検査方法。

【請求項 5】

前記物理量センサーが、前記駆動部に前記駆動振動を行わせる駆動回路をさらに備えており、

前記駆動回路は、外部から入力される可変の外部電圧に基づいて前記試験駆動信号を生成することを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれか一項に記載の物理量センサーの検査方法。

【請求項 6】

前記物理量センサーが、前記駆動部に前記駆動振動を行わせる駆動回路をさらに備えており、

前記駆動回路は、第 1 基準電圧から第 n 基準電圧 (n は 2 以上の整数) の異なる n 種類の基準電圧を生成可能な基準電圧回路を備え、

前記試験駆動信号の前記電圧レベルは、前記基準電圧に基づくことを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれか一項に記載の物理量センサーの検査方法。

【請求項 7】

物理量に応じて検出振動を行う検出部を有する物理量検出素子に、電圧レベルを変化させながら試験駆動信号を印加し、

前記試験駆動信号に応じた前記検出部からの出力信号を試験検出信号として検出し、

前記電圧レベルの変化に対する前記試験検出信号の変化に基づいて良否判定を行う検査工程を含んでいる、物理量センサーの製造方法。

【請求項 8】

前記物理量検出素子が、前記試験駆動信号が印加されて駆動振動を行う駆動部をさらに有しており、

前記試験検出信号は、前記駆動部の前記駆動振動に基づいて前記検出部から出力される漏れ信号であることを特徴とする請求項 7 に記載の物理量センサーの製造方法。

【請求項 9】

前記電圧レベルを、第 1 レベルから、前記第 1 レベルより大きい第 2 レベルに上昇させ

10

20

30

40

50

たときの、前記電圧レベルに対する前記試験検出信号の電圧の変化率に基づいて良否判定を行うことを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の物理量センサーの製造方法。

【請求項 10】

前記電圧レベルを、第 1 レベルから、前記第 1 レベルより大きい第 2 レベルに上昇させ、

前記電圧レベルを、前記第 2 レベルから、前記第 1 レベルに下降させ、

前記電圧レベルが前記第 1 レベルから上昇するときの前記試験検出信号の電圧と、前記電圧レベルが前記第 1 レベルまで下降したときの前記試験検出信号の電圧と、の差に基づいて良否判定を行うことを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の物理量センサーの製造方法。

10

【請求項 11】

前記物理量センサーが、前記駆動部に前記駆動振動を行わせる駆動回路をさらに備えており、

前記駆動回路は、外部から入力される可変の外部電圧に基づいて前記試験駆動信号を生成することを特徴とする請求項 8 乃至 10 のいずれか一項に記載の物理量センサーの製造方法。

【請求項 12】

前記物理量センサーが、前記駆動部に前記駆動振動を行わせる駆動回路をさらに備えており、

前記駆動回路は、第 1 基準電圧から第 n 基準電圧 (n は 2 以上の整数) の異なる n 種類の基準電圧を生成可能な基準電圧回路を備え、

前記試験駆動信号の前記電圧レベルは、前記基準電圧に基づくことを特徴とする請求項 8 乃至 10 のいずれか一項に記載の物理量センサーの製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、物理量センサーの検査方法及び物理量センサーの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、例えば、特許文献 1 に記載されているように、出荷する前の物理量センサーをバーンイン試験により検査する方法が知られていた。特許文献 1 に記載されている方法では、高温度下でセンサー素子をオーバードライブしてセンサー素子にストレスを掛けていた。これにより、クラックなどの不良を有するセンサー素子の不具合を増大させ、バーンイン試験前後での電気特性の変化を調べることで不良品を発見していた。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2014 - 190941 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0004】

しかしながら、特許文献 1 に記載の検査方法では、例えば使用温度の上限で数時間に渡って試験を行う必要があり、検査に時間が掛かっていた。このため、検査効率が悪いという課題があった。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態又は適用例として実現することが可能である。

【0006】

[適用例 1] 本適用例に係る物理量センサーの検査方法は、物理量に応じて検出振動を

50

行う検出部を有する物理量検出素子に、電圧レベルを変化させながら試験駆動信号を印加し、前記試験駆動信号に応じた前記検出部からの出力信号を試験検出信号として検出し、前記電圧レベルの変化に対する前記試験検出信号の変化に基づいて良否判定を行うことを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

本適用例によれば、試験駆動信号の電圧レベルの変化に対する試験検出信号の変化に基づいて良否判定を行うため、バーンイン試験を行う場合に比べて、短時間で検査を行うことができる。従って、効率が良い検査方法を提供することができる。

【 0 0 0 8 】

[適用例 2] 上記適用例に記載の物理量センサーの検査方法は、前記物理量検出素子が、前記試験用駆動信号が印加されて駆動振動を行う駆動部をさらに有しており、前記試験検出信号は、前記駆動部の前記駆動振動に基づいて前記検出部から出力される漏れ信号であることが好ましい。

10

【 0 0 0 9 】

本適用例によれば、試験駆動信号を駆動部に印加し、検出部からの漏れ信号出力を試験検出信号として検出することにより、駆動部及び検出部の両方を検査することができる。このため、より一層効率が良い検査方法を提供することができる。

【 0 0 1 0 】

[適用例 3] 上記適用例に記載の物理量センサーの検査方法は、前記電圧レベルを、第 1 レベルから、前記第 1 レベルより大きい第 2 レベルに上昇させたときの、前記電圧レベルに対する前記試験検出信号の電圧の変化率に基づいて良否判定を行うことが好ましい。

20

【 0 0 1 1 】

本適用例によれば、試験検出信号の電圧の変化率に基づいて良否判定を行うことで、駆動部や検出部に異物が付着するなどして振動状態が異常となった物理量センサーを不良品と判定することができる。このため、簡易な方法で良否判定を行える検査方法を提供することができる。

【 0 0 1 2 】

[適用例 4] 上記適用例に記載の物理量センサーの検査方法は、前記電圧レベルを、第 1 レベルから、前記第 1 レベルより大きい第 2 レベルに上昇させ、前記電圧レベルを、前記第 2 レベルから、前記第 1 レベルに下降させ、前記電圧レベルが前記第 1 レベルから上昇するときの前記試験検出信号の電圧と、前記電圧レベルが前記第 1 レベルまで下降したときの前記試験検出信号の電圧と、の差に基づいて良否判定を行うことが好ましい。

30

【 0 0 1 3 】

本適用例によれば、電圧レベルの上昇を開始したときの試験検出信号の電圧と、電圧レベルの下降が終了したときの試験検出信号の電圧と、の差に基づいて良否判定を行うことで、駆動部や検出部にクラックなどの欠陥を有し、潜在的に不良品になる可能性があるものを除去することができる。このため、簡易な方法で良否判定を行える検査方法を提供することができる。

【 0 0 1 4 】

[適用例 5] 上記適用例に記載の物理量センサーの検査方法は、前記物理量センサーが、前記駆動部に前記駆動振動を行わせる駆動回路をさらに備えており、前記駆動回路は、外部から入力される可変の外部電圧に基づいて前記試験駆動信号を生成することが好ましい。

40

【 0 0 1 5 】

本適用例によれば、外部から入力される可変の外部電圧に基づいて試験駆動信号を生成するため、印加する試験駆動信号の値を自由に設定できるという効果を得ることができる。

【 0 0 1 6 】

[適用例 6] 上記適用例に記載の物理量センサーの検査方法は、前記物理量センサーが、前記駆動部に前記駆動振動を行わせる駆動回路をさらに備えており、前記駆動回路は、

50

第 1 基準電圧から第 n 基準電圧 (n は 2 以上の整数) の異なる n 種類の基準電圧を生成可能な基準電圧回路を備え、前記試験駆動信号の前記電圧レベルは、前記基準電圧に基づくことが好ましい。

【0017】

本適用例によれば、基準電圧回路が生成する n 種類の基準電圧に基づいて試験駆動信号の電圧レベルを変化させることができるため、外部の入力装置を必要とせず、簡易な構成で検査を行うことができるという効果を得ることができる。

【0018】

〔適用例 7〕本適用例に係る物理量センサーの製造方法は、物理量に応じて検出振動を行う検出部を有する物理量検出素子に、電圧レベルを変化させながら試験駆動信号を印加し、前記試験駆動信号に応じた前記検出部からの出力信号を試験検出信号として検出し、前記電圧レベルの変化に対する前記試験検出信号の変化に基づいて良否判定を行う検査工程を含んでいることを特徴とする。

10

【0019】

本適用例によれば、試験駆動信号の電圧レベルの変化に対する試験検出信号の変化に基づいて良否判定を行うため、パーンイン試験を行う場合に比べて、短時間で検査を行うことができる。従って、効率が良い製造方法を提供することができる。

【0020】

〔適用例 8〕上記適用例に記載の物理量センサーの製造方法は、前記物理量検出素子が、前記試験用駆動信号が印加されて駆動振動を行う駆動部をさらに有しており、前記試験検出信号は、前記駆動部の前記駆動振動に基づいて前記検出部から出力される漏れ信号であることが好ましい。

20

【0021】

本適用例によれば、試験駆動信号を駆動部に印加し、検出部からの漏れ信号出力を試験検出信号として検出することにより、駆動部及び検出部の両方を検査することができる。このため、より一層効率が良い製造方法を提供することができる。

【0022】

〔適用例 9〕上記適用例に記載の物理量センサーの製造方法は、前記電圧レベルを、第 1 レベルから、前記第 1 レベルより大きい第 2 レベルに上昇させたときの、前記電圧レベルに対する前記試験検出信号の電圧の変化率に基づいて良否判定を行うことが好ましい。

30

【0023】

本適用例によれば、試験検出信号の電圧の変化率に基づいて良否判定を行うことで、駆動部や検出部に異物が付着するなどして振動状態が異常となった物理量センサーを不良品と判定することができる。このため、簡易な方法で振動状態の異常がわかる製造方法を提供することができる。

【0024】

〔適用例 10〕上記適用例に記載の物理量センサーの製造方法は、前記電圧レベルを、第 1 レベルから、前記第 1 レベルより大きい第 2 レベルに上昇させ、前記電圧レベルを、前記第 2 レベルから、前記第 1 レベルに下降させ、前記電圧レベルが前記第 1 レベルから上昇するときの前記試験検出信号の電圧と、前記電圧レベルが前記第 1 レベルまで下降したときの前記試験検出信号の電圧と、の差に基づいて良否判定を行うことが好ましい。

40

【0025】

本適用例によれば、電圧レベルの上昇を開始したときの試験検出信号の電圧と、電圧レベルの下降が終了したときの試験検出信号の電圧と、の差に基づいて良否判定を行うことで、駆動部や検出部にクラックなどの欠陥を有し、試験検出信号の変化にヒステリシスがある物理量センサーを不良品と判定することができる。このため、簡易な方法で駆動部や検出部の異常がわかる製造方法を提供することができる。

【0026】

〔適用例 11〕上記適用例に記載の物理量センサーの製造方法は、前記物理量センサーが、前記駆動部に前記駆動振動を行わせる駆動回路をさらに備えており、前記駆動回路は

50

、外部から入力される可変の外部電圧に基づいて前記試験駆動信号を生成することが好ましい。

【0027】

本適用例によれば、外部から入力される可変の外部電圧に基づいて試験駆動信号を生成するため、印加する試験駆動信号を自由に設定できるという効果を得ることができる。

【0028】

[適用例12] 上記適用例に記載の物理量センサーの製造方法において、前記物理量センサーが、前記駆動部に前記駆動振動を行わせる駆動回路をさらに備えており、前記駆動回路は、第1基準電圧から第n基準電圧(nは2以上の整数)の異なるn種類の基準電圧を生成可能な基準電圧回路を備え、前記試験駆動信号の前記電圧レベルは、前記基準電圧に基づくことが好ましい。

10

【0029】

本適用例によれば、基準電圧回路が生成するn種類の基準電圧に基づいて試験駆動信号の電圧レベルを変化させることができるため、外部の入力装置を必要とせず、簡易な構成で検査を行えるという効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】物理量センサーの概略図。

【図2】物理量センサーが備えるAGC回路の回路図。

【図3】物理量センサーが備える検出回路の回路図。

20

【図4】物理量センサーが備える検出回路における漏れ信号の波形図。

【図5】電圧レベルの変化に対する漏れ信号出力の変化を表すグラフの一例。

【図6】電圧レベルの変化に対する漏れ信号出力の変化を表すグラフの一例。

【図7】変形例1に係る物理量センサーの概略図。

【図8】変形例2に係る物理量センサーの概略図。

【図9】物理量センサーの製造工程を表す工程図。

【発明を実施するための形態】

【0031】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。なお、以下の各図においては、各層や各部材を認識可能な程度の大きさにするため、各層や各部材の尺度を実際とは異ならせている。

30

【0032】

(実施形態1)

<物理量センサーの概略構成>

まず、物理量センサーの好適例としての角速度センサー1の概略構成について説明する。角速度センサー1は、与えられた回転の角速度を検出するセンサーである。

図1は、角速度センサー1の概略図である。角速度センサー1は、角速度検出素子10、駆動回路20、及び検出回路30などによって構成されている。

【0033】

角速度検出素子10は、回転に伴って発生するコリオリ力に応じて検出振動し、この検出振動に応じた電気信号を出力する。好適例では、角速度検出素子10は、いわゆるダブルT型と呼ばれる振動子であり、基部101、駆動部11、検出部12、第1連結腕131、及び第2連結腕132などによって構成されている。また、角速度検出素子10は、水晶(SiO₂結晶)を材料として形成されている。

40

【0034】

検出部12は、第1検出腕121及び第2検出腕122を備えている。第1検出腕121及び第2検出腕122は、基部101から互いに逆向きに延出している。

第1連結腕131及び第2連結腕132は、基部101から、第1検出腕121及び第2検出腕122が延出している方向と交差する方向に沿って、互いに逆向きに延出している。

50

駆動部 11 は、第 1 駆動腕 111、第 2 駆動腕 112、第 3 駆動腕 113、及び第 4 駆動腕 114 を備えている。第 1 駆動腕 111 及び第 2 駆動腕 112 は、第 1 検出腕 121 及び第 2 検出腕 122 が延出している方向に沿って、第 1 連結腕 131 から互いに逆向きに延出している。第 3 駆動腕 113 及び第 4 駆動腕 114 は、第 1 検出腕 121 及び第 2 検出腕 122 が延出している方向に沿って、第 2 連結腕 132 から互いに逆向きに延出している。

【0035】

駆動回路 20 は、駆動信号を生成し、角速度検出素子 10 を駆動振動させる回路である。駆動回路 20 は、A G C 回路 21、基準電圧回路 22、電流電圧変換回路 23、第 1 駆動電極 D1、第 2 駆動電極 D2、及び外部端子 V R などによって構成されている。

10

【0036】

第 1 駆動電極 D1 は、駆動部 11 である第 1 駆動腕 111 ~ 第 4 駆動腕 114 に設けられている駆動電極（図示せず）と電氣的に接続されている。発振起動信号が入力されると、駆動部 11 は駆動振動を開始し、駆動部 11 からの交流電流は第 1 駆動電極 D1 に入力される。入力された電流は、電流電圧変換回路 23 によって電圧信号に変換され、A G C 回路 21 に入力される。A G C 回路 21 は、外部端子 V R と電氣的に接続された外部電圧入力電極 215 と、基準電圧回路 22 と電氣的に接続された基準電圧入力電極 216 と、を備えている。A G C 回路 21 は、外部端子 V R から入力された外部電圧 V e x に基づき、又は基準電圧回路 22 から入力された基準電圧 V R E F に基づき、一定レベルの駆動信号を生成して第 2 駆動電極 D2 に出力する。第 2 駆動電極 D2 は、駆動部 11 である第 1 駆動腕 111 ~ 第 4 駆動腕 114 に設けられており、第 1 駆動電極 D1 と電氣的に接続されている駆動電極とは異なる駆動電極（図示せず）と電氣的に接続されており、第 1 駆動電極 D1 に入力される交流信号とは逆相の信号を出力する。これにより、角速度検出素子 10 及び駆動回路 20 によって発振ループが形成される。

20

【0037】

角速度検出素子 10 は、駆動回路 20 からの駆動信号に応じて駆動振動を行う。具体的には、第 1 駆動腕 111 と、第 3 駆動腕 113 と、が互いに離間と接近とを繰り返す屈曲振動を行うとともに、第 2 駆動腕 112 と、第 4 駆動腕 114 と、が互いに離間と接近とを繰り返す屈曲振動を行う。

【0038】

ここで、角速度センサー 1 に紙面と垂直な軸周りの角速度が与えられると、駆動振動と直交する方向のコリオリ力が駆動部 11 に働く。すると、第 1 連結腕 131 及び第 2 連結腕 132 が、第 1 駆動腕 111 ~ 第 4 駆動腕 114 が延出している方向に沿った振動を始める。これに伴い、検出部 12 が検出振動を行う。具体的には、第 1 検出腕 121 及び第 2 検出腕 122 が、第 1 検出腕 121 及び第 2 検出腕 122 と交差する方向に振動する。

30

【0039】

一方、角速度センサー 1 が静止している場合（角速度が与えられていない場合）にはコリオリ力は発生しない。従って、駆動部 11 の駆動振動が完全に対称な屈曲振動であれば、第 1 検出腕 121 及び第 2 検出腕 122 は振動しない。しかし、実際には駆動振動はわずかに非対称であるので、第 1 検出腕 121 及び第 2 検出腕 122 にも駆動振動に連動した定常的な振動が発生する。以下では、この振動のことを漏れ振動と称し、漏れ振動に応じて検出部 12 から出力される信号のことを漏れ信号と称する。

40

【0040】

検出回路 30 は、検出部 12 である第 1 検出腕 121 及び第 2 検出腕 122 に設けられた検出電極（図示せず）からの交流信号を処理する回路である。検出回路 30 は、第 1 検出電極 S1、第 2 検出電極 S2、角速度信号出力端子 V o u t、漏れ信号出力端子 V m o n、及び故障診断信号出力端子 D I A Gなどを備えている。第 1 検出電極 S1 は、第 1 検出腕 121 に設けられている検出電極（図示せず）と電氣的に接続されている。また、第 2 検出電極 S2 は、第 2 検出腕 122 に設けられており、第 1 検出電極 S1 と電氣的に接続されている検出電極とは逆相の信号を出力する検出電極（図示せず）と電氣的に接続さ

50

れている。

【 0 0 4 1 】

角速度信号出力端子 V_{out} は、第 1 検出電極 S_1 及び第 2 検出電極 S_2 に入力された信号に基づいて、角速度に対応する角速度信号を出力する。漏れ信号出力端子 V_{mon} は、上述した漏れ信号を出力する。また、検出回路 30 は、角速度センサー 1 の使用時に角速度検出素子 10 の破損や配線の断線などの故障が発生した場合、故障診断信号を生成し、故障診断信号出力端子 $DIA G$ から出力する。

【 0 0 4 2 】

< A G C 回路 2 1 の構成と動作 >

図 2 は、駆動回路 20 が備える A G C 回路 2 1 の回路図である。A G C 回路 2 1 は、ハイパスフィルター 2 1 1、全波整流回路 2 1 2、比較調整回路 2 1 3、切替回路 2 1 4、外部電圧入力電極 2 1 5、基準電圧入力電極 2 1 6、及び駆動信号生成回路 2 1 7 などによって構成されている。

10

【 0 0 4 3 】

電流電圧変換回路 2 3 からの信号は、分岐してハイパスフィルター 2 1 1 及び全波整流回路 2 1 2 に入力される。

ハイパスフィルター 2 1 1 は、電流電圧変換回路 2 3 の出力信号に含まれるオフセット電圧を低減するとともに、駆動回路 20 及び角速度検出素子 10 が発振ループを形成するための位相調整の機能を果たす。ハイパスフィルター 2 1 1 の出力信号は、駆動信号生成回路 2 1 7 に入力される。

20

全波整流回路 2 1 2 は、電流電圧変換回路 2 3 から入力された交流電圧信号を全波整流する。全波整流回路 2 1 2 の出力信号は、比較調整回路 2 1 3 に入力される。

【 0 0 4 4 】

切替回路 2 1 4 は、外部から印加される切替回路制御信号に基づいて、外部電圧入力電極 2 1 5 からの入力信号、又は基準電圧入力電極 2 1 6 からの入力信号のいずれかを比較調整回路 2 1 3 に入力する。

比較調整回路 2 1 3 は、全波整流回路 2 1 2 からの信号と、切替回路 2 1 4 からの信号と、の差を積分する。これにより、電流電圧変換回路 2 3 からの入力信号と、外部電圧 V_{ex} 又は基準電圧 V_{REF} と、の比較に基づいた信号を駆動信号生成回路 2 1 7 に入力する。

30

【 0 0 4 5 】

駆動信号生成回路 2 1 7 は、コンパレータ 2 1 7 0 を備えており、ハイパスフィルター 2 1 1 からの信号を基準と比較し、二値化した信号を矩形波の駆動信号として出力する。また、コンパレータ 2 1 7 0 の電源電圧には、比較調整回路 2 1 3 の出力信号が入力される。これにより、電流電圧変換回路 2 3 からの電圧レベル V_d と、外部電圧 V_{ex} 又は基準電圧 V_{REF} と、の差がゲインに反映されることで、駆動部 11 を流れる励振電流が外部電圧 V_{ex} 又は基準電圧 V_{REF} に基づいた一定レベルに保たれる。

【 0 0 4 6 】

< 検出回路の構成 >

図 3 は、角速度センサー 1 が備える検出回路 30 の回路図である。

40

検出回路 30 は、第 1 検出電極 S_1 、第 2 検出電極 S_2 、第 1 チャージアンプ 30 1、第 2 チャージアンプ 30 2、差動増幅回路 30 3、交流増幅回路 30 4、第 1 同期検波回路 31 1、第 1 ローパスフィルター 31 2、第 1 - 1 直流増幅回路 31 3、第 1 スイッチトキャパシターフィルター 31 4、第 1 - 2 直流増幅回路 31 5、レシオメトリックアンプ 31 6、第 2 同期検波回路 32 1、第 2 ローパスフィルター 32 2、第 2 - 1 直流増幅回路 32 3、第 2 スイッチトキャパシターフィルター 32 4、第 2 - 2 直流増幅回路 32 5、閾値回路 32 6、角速度信号出力端子 V_{out} 、漏れ信号出力端子 V_{mon} 、及び故障診断信号出力端子 $DIA G$ などによって構成されている。

【 0 0 4 7 】

第 1 チャージアンプ 30 1 には、第 1 検出腕 121 の振動に対応する電流信号が入力さ

50

れる。第1チャージアンプ301は、この電流信号を電圧信号に変換する。第2チャージアンプ302には、第2検出腕122の振動に対応する電流信号が入力される。第2チャージアンプ302は、この電流信号を電圧信号に変換する。差動増幅回路303は、第1チャージアンプ301からの信号と、第2チャージアンプ302からの信号と、を差動増幅する。交流増幅回路304は、差動増幅回路303からの信号を交流増幅する。交流増幅回路304からの出力信号は、第1同期検波回路311及び第2同期検波回路321に入力される。

【0048】

第1同期検波回路311は、周波数が駆動信号と等しく、位相が駆動信号と略90°ずれている検波信号に基づいて、交流増幅回路304からの信号を同期検波する。第1ローパスフィルター312は、第1同期検波回路311からの信号を平滑化するとともに、高周波成分のノイズを低減する。第1-1直流増幅回路313は、第1ローパスフィルター312からの出力信号を直流増幅する。第1スイッチトキャパシターフィルター314は、第1-1直流増幅回路313からの出力信号に含まれる高周波成分のノイズをさらに低減し、出力信号の周波数帯域を制限する。

【0049】

第1-2直流増幅回路315は、第1スイッチトキャパシターフィルター314からの出力信号を増幅し、最終的なゲインを決定する。レシオメトリックアンプ316は、第1-2直流増幅回路315からの出力信号を電源電圧に応じたゲインでレベル調整することで、電源電圧が変動した場合にも、検出回路30からの出力信号が変動しないようにする機能を果たす。レシオメトリックアンプ316からの出力信号は、角速度信号として、角速度信号出力端子Voutから出力される。

【0050】

第2同期検波回路321は、周波数が駆動信号と等しく、位相が駆動信号と略等しい検波信号に基づいて、交流増幅回路304からの信号を同期検波する。第2ローパスフィルター322は、第2同期検波回路321からの信号を平滑化するとともに、高周波成分のノイズを低減する。第2-1直流増幅回路323は、第2ローパスフィルター322からの出力信号を直流増幅する。第2スイッチトキャパシターフィルター324は、第2-1直流増幅回路323からの出力信号に含まれる高周波成分のノイズをさらに低減し、出力信号の周波数帯域を制限する。

【0051】

第2-2直流増幅回路325は、第2スイッチトキャパシターフィルター324からの出力信号を増幅し、最終的なゲインを決定する。第2-2直流増幅回路325からの出力信号は、漏れ信号として漏れ信号出力端子Vmonから出力されるとともに、閾値回路326に入力される。閾値回路326は、第2スイッチトキャパシターフィルター324からの出力信号を閾値と比較した結果に基づき、角速度センサー1に故障が発生しているか否かを示す故障診断信号を、故障診断信号出力端子DIGから出力する。

【0052】

< 検出回路における漏れ信号成分の信号処理 >

図4は、検出回路30における漏れ信号成分の波形を表す波形図である。図4には、図3に示すA～Iの各点における漏れ信号の変化を示しており、横軸は時間を、縦軸は電圧を示す。図4では角速度信号成分は省略しており、漏れ信号成分のみを図示している。

【0053】

A点(第1チャージアンプ301の出力)には、第1検出腕121の漏れ振動に対応する漏れ信号成分が出力される。B点(第2チャージアンプ302の出力)には、第2検出腕122の漏れ振動に対応する漏れ信号成分が出力される。これらの漏れ信号成分は、駆動回路20から出力される駆動信号と同相又は逆相の交流信号である。

C点(交流増幅回路304の出力)には、A点の出力信号とB点の出力信号とが差動増幅回路303によって差動増幅されたのち、交流増幅回路304によって増幅された信号が出力されている。

10

20

30

40

50

D点(第1同期検波回路311の検波入力)には、第1同期検波回路311が同期検波を行うための第1検波信号が入力される。第1検波信号の位相は、駆動信号の位相及びC点における漏れ信号成分の位相と略90°ずれている。

【0054】

E点(第1同期検波回路311の出力)には、C点の漏れ信号成分と、D点の第1検波信号と、を乗算した信号が出力されている。このため、E点の出力信号は、図示したような鋸刃状になっている。

F点(レシオメトリックアンプ316の出力)には、E点の出力信号を第1ローパスフィルター312によって積分し、第1-1直流増幅回路313、第1スイッチトキャパシタフィルター314、第1-2直流増幅回路315、及びレシオメトリックアンプ316を介した信号が出力されている。E点の出力信号を積分すると、漏れ信号は相殺されるため、F点における出力信号に漏れ信号成分は寄与しない。すなわち、角速度信号出力端子Voutからの出力信号には、漏れ信号成分は含まれない。

【0055】

G点(第2同期検波回路321の検波入力)には、第2同期検波回路321が同期検波を行うための第2検波信号が入力される。第2検波信号の位相は、駆動信号の位相及びC点における漏れ信号成分の位相と略等しい。

H点(第2同期検波回路321の出力)には、C点の漏れ信号成分と、G点の第2検波信号と、を乗算した信号が出力されている。このため、H点の出力信号は図示の通り、C点の漏れ信号成分が全波整流された形となっている。

I点(第2-2直流増幅回路325の出力)には、H点の出力信号を第2ローパスフィルター322によって積分し、第2-1直流増幅回路323、第2スイッチトキャパシタフィルター324、及び第2-2直流増幅回路325を介した信号が出力される。従って、漏れ信号出力端子Vmonからは、漏れ振動の大きさに対応した漏れ信号出力Vmが出力される。

【0056】

<物理量センサーの検査方法>

次に、本実施形態に係る物理量センサーとしての角速度センサー1の検査方法について説明する。

角速度センサー1の検査は、駆動信号の電圧レベルVdを可変にして、試験駆動信号として角速度検出素子10の駆動部11に印加し、電圧レベルVdを変化させながら、漏れ信号出力端子Vmonから出力される漏れ信号出力Vmを試験検出信号として測定することによって行われる。電圧レベルVdの変化に対する漏れ信号出力Vmの変化により、角速度検出素子10が良品であるか、不良品であるかの良否判定がなされる。

【0057】

以下では、具体的な検査の手順について説明する。

角速度センサー1の通常使用時には、AGC回路21は、基準電圧回路22から基準電圧入力電極216を介して入力される基準電圧VREFに基づいて駆動信号を生成している。

検査を行うに当たり、まず、切替回路制御信号によって、AGC回路21が備える切替回路214の接続を切り替える。これにより、基準電圧入力電極216からの信号でなく、外部電圧入力電極215からの信号が比較調整回路213に印加される状態とする。

【0058】

次に、外部の電圧源を外部端子VRに接続し、可変の外部電圧Vexを印加する。外部電圧Vexを変化させると、それに応じてAGC回路21から出力される駆動信号の電圧レベルVdも変化する。本実施形態では、電圧レベルVdを第1レベルVd1から第2レベルVd2まで上昇させると同時に、漏れ信号出力端子Vmonからの漏れ信号出力Vmを測定し、その変化を記録する。

【0059】

図5は、本実施形態に係る検査方法によって得られたデータの一例である。縦軸は漏れ

10

20

30

40

50

信号出力 V_m を示し、横軸は電圧レベル V_d を示す。図 5 には、駆動信号の電圧レベル V_d を第 1 レベル V_{d1} から第 2 レベル V_{d2} まで上昇させたときの漏れ信号出力 V_m の変化を示している。“GOOD”と示したのが良品のデータの例であり、“BAD”と示したのが角速度検出素子 10 に異物が付着している不良品のデータの例である。

【0060】

良品の場合、電圧レベル V_d が上昇すると、駆動部 11 の振動振幅が大きくなるため、振動の非対称性に由来する漏れ信号出力 V_m も上昇する。図 5 に示した例では、漏れ信号出力 V_m は電圧レベル V_d の増加に略比例して増加している。

一方、不良品は良品とは異なる挙動を示す。図 5 に示した例では、電圧レベル V_d が上昇しても、異物によって駆動部 11 の振動振幅の増加が妨げられるため、漏れ信号出力 V_m には大きな変化が見られない。

10

従って、電圧レベル V_d に対する漏れ信号出力の変化率を算出し、その値が許容範囲に収まっているものを良品と判断し、許容範囲から外れているものを不良品と判断することにより、良品と不良品とを区別することができる。例えば、基準となる変化率を定めておき、変化率が基準の 95% ~ 105% の範囲内に収まっているものを良品と判断し、それ以外を不良品と判断すればよい。

【0061】

なお、上述の検査方法は、異物が付着している不良品を区別する場合に限定されない。例えば汚れ等によって駆動電極同士が短絡している場合や、配線に断線が生じている場合にも、漏れ信号出力の挙動が良品とは異なるため、不良品と判定することができる。

20

また、外部電圧 V_{ex} は、連続的に変化させてもよく、第 1 レベル V_{d1} に対応する電圧値と第 2 レベル V_{d2} に対応する電圧値との間を離散的に変化させてもよい。なお、外部電圧 V_{ex} の値としては、例えば 1 V から 2 V まで上昇させる構成を用いることができる。

また、上述の検査方法では電圧レベル V_d を上昇させる構成として説明したが、電圧レベル V_d を単調に変化させる構成であればよく、例えば第 2 レベル V_{d2} から第 1 レベル V_{d1} まで下降させたときの漏れ信号出力 V_m の変化率に基づいて良否判定を行う構成であってもよい。

【0062】

以上述べたように、本実施形態に係る物理量センサーの検査方法によれば、以下の効果を得ることができる。

30

すなわち、駆動信号の電圧レベル V_d の変化に対する漏れ信号出力 V_m の変化によって良否判定を行うことで、バーンイン試験を行う場合などに比べて短時間で検査を行うことができる。また、駆動部 11 に印加する駆動信号の変化に対する検出部 12 からの出力信号の変化を調べるので、駆動部 11 及び検出部 12 のいずれに問題がある場合でも不良品と判断できる。従って、駆動部 11 及び検出部 12 の両方を同時に検査することができ、効率的な検査を行うことができる。

【0063】

また、図 4 に示したように、角速度が与えられていない状況においては、角速度検出素子 10 の振動状態に対応する信号は、角速度信号出力端子 V_{out} からはほぼ出力されない。一方、漏れ信号出力 V_m は、駆動信号の電圧レベル V_d の変化に対して、角速度信号出力端子 V_{out} からの出力信号より高い感度で変化する。このため、漏れ信号出力 V_m の方が、角速度信号出力端子 V_{out} からの出力信号より、振動状態の異常をより強く反映する。従って、漏れ信号出力 V_m の変化を調べることで、角速度信号出力端子 V_{out} からの出力信号の変化を調べた場合に比べて、高い精度で良否判定を行うことができる。

40

また、バーンイン試験を行う場合には、長時間に渡って高温下下置く必要があったため、物理量検出素子以外の部品にダメージが残ってしまう可能性があった。これに対し、本実施形態に係る物理量センサーの検査方法によれば、他の部品にダメージを与えることなく物理量検出素子の良否判定を行うことができる。

【0064】

50

また、外部から可変の外部電圧 V_{ex} を入力することで駆動信号の電圧レベル V_d を可変にするため、電圧レベル V_d を自由に設定できる。これにより、電圧レベル V_d の値や変化のさせ方を角速度センサー 1 の種類に応じて変更することができ、より効率的な検査を行うことが可能である。

【0065】

(実施形態 2)

次に、実施形態 2 に係る物理量センサーの検査方法について説明する。

なお、物理量センサーの好適例としての角速度センサー 1 の構成は実施形態 1 と同様である。また、電圧レベル V_d の変化に対する漏れ信号出力 V_m の変化により、角速度検出素子 10 が良品であるか、不良品であるかの良否判定がなされる点も実施形態 1 と同様である。

10

【0066】

以下では、本実施形態に係る検査方法の具体的な手順について説明する。

まず、実施形態 1 と同様に、切替回路制御信号によって切替回路 214 の接続を切り替える。これにより、外部電圧入力電極 215 からの信号が比較調整回路 213 に印加される状態とする。そして、外部の電圧源から外部端子 V_R に、可変の外部電圧 V_{ex} を印加する。

【0067】

次に、外部電圧 V_{ex} を上昇させ、AGC 回路 21 から出力される駆動信号の電圧レベル V_d を第 1 レベル V_{d1} から第 2 レベル V_{d2} まで上昇させる。同時に、漏れ信号出力端子 V_{mon} からの漏れ信号出力 V_m を測定し、電圧レベル V_d の上昇に対する漏れ信号出力 V_m の変化を記録する。

20

続いて、外部電圧 V_{ex} を下降させ、駆動信号の電圧レベル V_d を第 2 レベル V_{d2} から第 1 レベル V_{d1} まで下降させる。同時に、漏れ信号出力 V_m を測定し、電圧レベル V_d の下降に対する漏れ信号出力 V_m の変化を記録する。

【0068】

図 6 は、本実施形態に係る検査方法によって得られるデータのイメージ図である。縦軸は漏れ信号出力 V_m を示し、横軸は電圧レベル V_d を示す。“GOOD”と示したのが良品の漏れ信号出力の例であり、“BAD”と示したのが角速度検出素子 10 にクラック等の欠陥がある不良品の漏れ信号出力の例である。

30

【0069】

良品の場合、電圧レベル V_d を上昇させたときと、電圧レベル V_d を下降させたときとで、同一の電圧レベル V_d に対する漏れ信号出力 V_m は略等しい。

一方、角速度検出素子 10 にクラック等の欠陥が存在する場合、良品とは異なる挙動を示す。すなわち、電圧レベル V_d を第 1 レベル V_{d1} から第 2 レベル V_{d2} まで上昇させる過程において、角速度検出素子 10 の欠陥が拡大し、駆動部 11 の駆動振動の非対称性が増大する。このため、欠陥が拡大したときに、漏れ信号出力 V_m がそれまでの変化率より大きい割合で変化する。その後、電圧レベル V_d を第 2 レベル V_{d2} から下降させても拡大した欠陥は元に戻らないため、漏れ信号出力 V_m の変化にはヒステリシスが生じる。このため、電圧レベル V_d を第 1 レベル V_{d1} から上昇させ始めたときの漏れ信号出力 V_{m1} と、電圧レベル V_d を第 2 レベル V_{d2} まで上昇させた後、第 1 レベル V_{d1} まで下降させ終えたときの漏れ信号出力 V_{m2} と、が異なる値となる。

40

【0070】

従って、 V_{m1} と V_{m2} との差に基づいて角速度検出素子 10 の良否判定を行うことができる。具体的には、 V_{m1} と V_{m2} との差が許容範囲内に収まっているものを良品と判定し、許容範囲外にあるものを不良品と判定することができる。例えば、 V_{m2} の値が V_{m1} の値の 95% ~ 105% の範囲にある場合に良品と判定し、それ以外の場合に不良品と判定することができる。

【0071】

以上述べたように、本実施形態に係る物理量センサーの検査方法によれば、以下の効果

50

を得ることができる。

すなわち、漏れ信号出力 V_m の変化を調べることで、角速度検出素子 10 にクラック等の欠陥を有して潜在的に不良品となる可能性があるものを除去することができる。

【0072】

なお、漏れ信号出力 V_{m1} 及び V_{m2} は、電圧レベル V_d の変化の開始時と終了時の漏れ信号出力に限定されない。例えば、 V_{d1} より小さい V_{d0} から電圧レベル V_d の上昇を開始し、 V_{d1} に達した時点で漏れ信号出力 V_{m1} を測定し、更に上昇させて電圧レベル V_d が V_{d2} に達した後、電圧レベル V_d を下降させ、 V_{d1} まで下降した時点で漏れ信号出力 V_{m2} を測定し、更に V_{d0} まで下降させて検査を終了するような方法であってもよい。

10

また、上記の説明では電圧レベル V_d を上昇させてから下降させる構成としたが、例えば電圧レベル V_d を第2レベル V_{d2} から第1レベル V_{d1} まで下降させた後に第2レベル V_{d2} まで上昇させ、下降を開始したときの漏れ信号出力 V_m と、上昇を終了したときの漏れ信号出力 V_m と、を比較するような構成であってもよい。

【0073】

(変形例1)

図7は、変形例1に係る物理量センサーの検査方法によって検査される、角速度センサー1aの概略図である。なお、角速度センサー1と同一の構成部位については、同一の番号を使用し、重複する説明は省略する。

角速度センサー1aは、駆動回路20aを備えている。駆動回路20aは、AGC回路21、基準電圧回路22a、及び電流電圧変換回路23などによって構成されている。

20

【0074】

基準電圧回路22aは、第1基準電圧 V_{REF1} から第 n 基準電圧 V_{REFn} (n は2以上の整数) の異なる n 種類の基準電圧を生成可能である。基準電圧回路22aによって生成された n 種類の基準電圧は、AGC回路21が備える基準電圧入力電極216に入力される。第1基準電圧 V_{REF1} が基準電圧入力電極216に入力されると、AGC回路21から出力される駆動信号の電圧レベル V_d は第1レベル V_{d1} となる。また、第 n 基準電圧 V_{REFn} が基準電圧入力電極216に入力されると、AGC回路21から出力される駆動信号の電圧レベル V_d は第2レベル V_{d2} となる。また、第2基準電圧 V_{REF2} ~ 第 $n-1$ 基準電圧 V_{REFn-1} が基準電圧入力電極216に入力されると、第1レベル V_{d1} より大きく、第2レベル V_{d2} より小さい、 $n-2$ 種類の電圧レベル V_d の駆動信号がAGC回路21から出力される。

30

【0075】

検査を行うときは、例えば外部からトリガーとなる信号を入力し、第1基準電圧 V_{REF1} から第 n 基準電圧 V_{REFn} までの n 種類の基準電圧を基準電圧回路22からAGC回路21に順次入力する。そして、各基準電圧が入力されたときの漏れ信号出力 V_m の値を測定することにより、電圧レベル V_d の変化に対する漏れ信号出力 V_m の変化を調べることができる。

【0076】

以上述べたように、本変形例に係る物理量センサーの検査方法によれば、以下の効果を得ることができる。

40

すなわち、基準電圧回路から n 種類の基準電圧を入力することで駆動信号の電圧レベル V_d を可変にすることができるので、外部の電圧源を必要とせず、簡易な構成で検査を行うことができる。

【0077】

(変形例2)

図8は、変形例2に係る物理量センサーの検査方法によって検査される、角速度センサー1bの概略図である。なお、角速度センサー1と同一の構成部位については、同一の番号を使用し、重複する説明は省略する。

角速度センサー1bは、検出回路30bを備えている。検出回路30bは、第1検出電

50

極 S 1、第 2 検出電極 S 2、第 1 チャージアンプ 3 0 1、第 2 チャージアンプ 3 0 2、差動増幅回路 3 0 3、交流増幅回路 3 0 4、第 1 同期検波回路 3 1 1、第 1 ローパスフィルター 3 1 2、第 1 - 1 直流増幅回路 3 1 3、第 1 スイッチトキャパシターフィルター 3 1 4、第 1 - 2 直流増幅回路 3 1 5、レシオメトリックアンプ 3 1 6、角速度信号出力端子 V o u t、及び漏れ信号出力端子 V m o n b などによって構成されている。

【 0 0 7 8 】

漏れ信号出力端子 V m o n b からは、交流増幅回路 3 0 4 からの信号が出力される。本変形例では、漏れ信号成分を検出するために、ロックインアンプ 4 を用いる。駆動信号から生成した参照信号に基づいて、V m o n b からの出力信号をロックイン検出することにより、漏れ信号成分 V m を検出することができる。これにより、電圧レベル V d の変化に対する漏れ信号成分 V m の変化を調べることができる。

10

【 0 0 7 9 】

以上述べたように、本変形例に係る物理量センサーの検査方法によれば、以下の効果を得ることができる。

すなわち、検出回路 3 0 b に漏れ信号成分を検出する回路構成を設けず、ロックインアンプ 4 によって漏れ信号成分を検出するため、角速度センサー 1 b の構成を簡易にすることができ、製造コストを抑えることができる。

【 0 0 8 0 】

(実施形態 3)

< 物理量センサーの製造方法 >

20

図 9 は、物理量センサーの製造工程を表す工程図である。

ステップ S 1 0 は、物理量検出素子や I C チップを収容するためのパッケージを用意する工程である。パッケージは略直方体形状であり、セラミック材料で形成された本体部及び蓋部などによって構成されている。本体部には物理量検出素子や I C チップを収容するための凹部が設けられており、蓋部は本体部を封止するためのロウ材などを備えている。

ステップ S 2 0 は、I C チップを用意する工程である。I C チップはシリコン等の半導体基板から形成されており、駆動回路 2 0 (2 0 a) 及び検出回路 3 0 (3 0 b) などを備えている。

ステップ S 3 0 は I C チップを実装する工程である。I C チップは、パッケージの本体部に載置され、好適例ではワイヤボンディングによって本体部に設けられた電極と電氣的に接続される。

30

【 0 0 8 1 】

ステップ S 4 0 は、物理量検出素子を用意する工程である。物理量検出素子は好適例では角速度検出素子 1 0 であり、水晶基板にフォトリソグラフィやウェットエッチングのプロセスを施すことにより、外形及び電極が形成される。

ステップ S 5 0 は、物理量検出素子を実装する工程である。物理量検出素子は、I C チップの上方に配置されたタブテープの上に配置され、タブテープによって支持されるとともに I C チップと電氣的に接続される。

ステップ S 6 0 は調整工程であり、物理量検出素子にレーザーを照射して振動部の重さを調整し、共振周波数や漏れ信号出力の調整が行われる。

40

ステップ S 7 0 は封止工程であり、パッケージの本体部が蓋部によって封止される。

ステップ S 8 0 は検査工程であり、実施形態 1 , 2 及び変形例 1 , 2 で説明した検査によって物理量検出素子の良否判定が行われる。

【 0 0 8 2 】

以上述べたように、本実施形態に係る物理量センサーの製造方法によれば、以下の効果を得ることができる。

すなわち、ステップ S 8 0 において、駆動信号の電圧レベル V d の変化に対する漏れ信号出力 V m の変化に基づいた検査を行うので、バーンイン試験を行う場合より短時間で検査工程を終わらせることができる。従って、効率が良い製造方法を提供することができる。

50

【 0 0 8 3 】

以上、好適な実施形態及び変形例について説明したが、本発明はその技術的範囲において、上記実施形態及び変形例に種々の変形又は変更を加えて実施することができる。

上記実施形態及び変形例では物理量センサーとして角速度センサー 1 (1 a , 1 b) を例にとって説明したが、本発明に係る物理量センサーは検出部の振動に基づいて物理量を検出するセンサーであればよい。例えば、振動子を用いた加速度センサーや圧力センサーであってもよい。

【 0 0 8 4 】

また、上記実施形態及び変形例では、角速度検出素子 1 0 はいわゆるダブル T 型であるとしたが、例えば基部から並行して延出している 2 本の振動腕を有する音叉型の振動子であってもよい。また、基部から並行して延出している 2 本の駆動腕と、駆動腕と逆向きに基部から並行して延出している 2 本の検出腕と、を備えている、いわゆる H 型の振動子であってもよい。また、櫛歯型の電極を備えた容量検出型の振動子であってもよい。

また、上記実施形態及び変形例では、角速度検出素子 1 0 は水晶を材料として形成されているとしたが、例えばシリコンの単結晶によって形成されていてもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 5 】

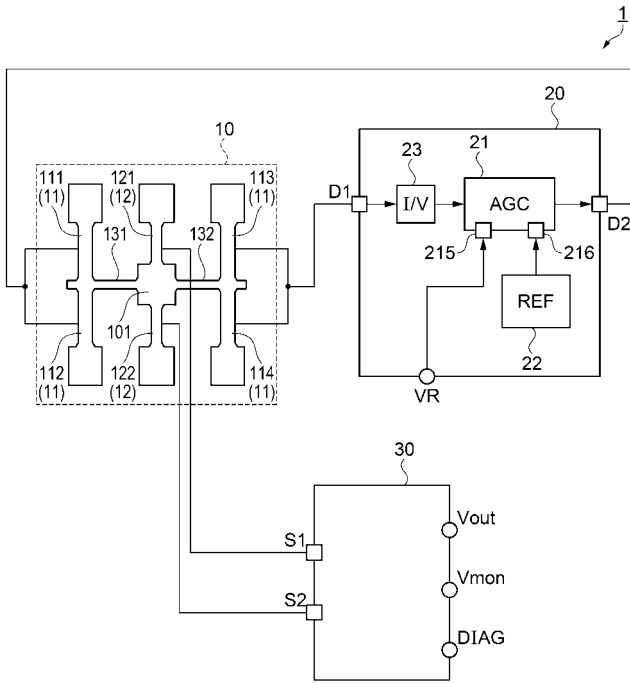
1 , 1 a , 1 b ... 物理量センサーとして角速度センサー、 1 0 ... 角速度検出素子、 1 0 1 ... 基部、 1 1 ... 駆動部、 1 1 1 ... 第 1 駆動腕、 1 1 2 ... 第 2 駆動腕、 1 1 3 ... 第 3 駆動腕、 1 1 4 ... 第 4 駆動腕、 1 2 ... 検出部、 1 2 1 ... 第 1 検出腕、 1 2 2 ... 第 2 検出腕、 1 3 1 ... 第 1 連結腕、 1 3 2 ... 第 2 連結腕、 2 0 , 2 0 a ... 駆動回路、 D 1 ... 第 1 駆動電極、 D 2 ... 第 2 駆動電極、 V R ... 外部端子、 2 1 ... A G C 回路、 2 1 1 ... ハイパスフィルター、 2 1 2 ... 全波整流回路、 2 1 3 ... 比較調整回路、 2 1 4 ... 切替回路、 2 1 5 ... 外部電圧入力電極、 2 1 6 ... 基準電圧入力電極、 2 1 7 ... 駆動信号生成回路、 2 2 , 2 2 a ... 基準電圧回路、 2 3 ... 電流電圧変換回路、 3 0 , 3 0 b ... 検出回路、 3 0 1 ... 第 1 チャージアンプ、 3 0 2 ... 第 2 チャージアンプ、 3 0 3 ... 差動増幅回路、 3 0 4 ... 交流増幅回路、 3 1 1 ... 第 1 同期検波回路、 3 1 2 ... 第 1 ローパスフィルター、 3 1 3 ... 第 1 - 1 直流増幅回路、 3 1 4 ... 第 1 スイッチトキャパシターフィルター、 3 1 5 ... 第 1 - 2 直流増幅回路、 3 1 6 ... レシオメトリックアンプ、 3 2 1 ... 第 2 同期検波回路、 3 2 2 ... 第 2 ローパスフィルター、 3 2 3 ... 第 2 - 1 直流増幅回路、 3 2 4 ... 第 2 スイッチトキャパシターフ
ィルター、 3 2 5 ... 第 2 - 2 直流増幅回路、 3 2 6 ... 閾値回路、 S 1 ... 第 1 検出電極、 S 2 ... 第 2 検出電極、 V o u t ... 角速度信号出力端子、 V m o n , V m o n b ... 漏れ信号出力端子、 D I A G ... 故障診断信号出力端子、 4 ... ロックインアンプ、 V d ... 電圧レベル、 V m ... 漏れ信号出力。

10

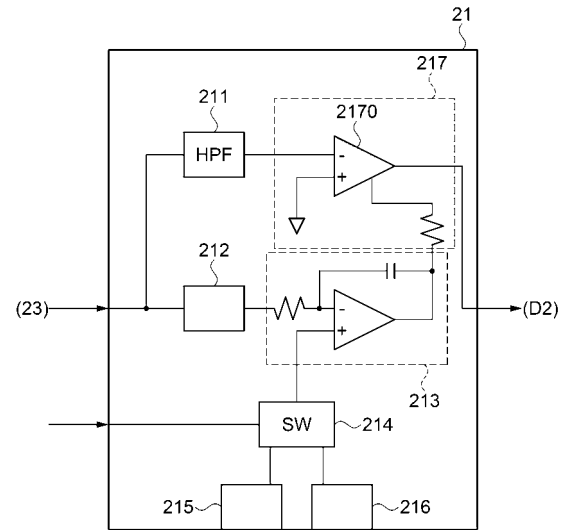
20

30

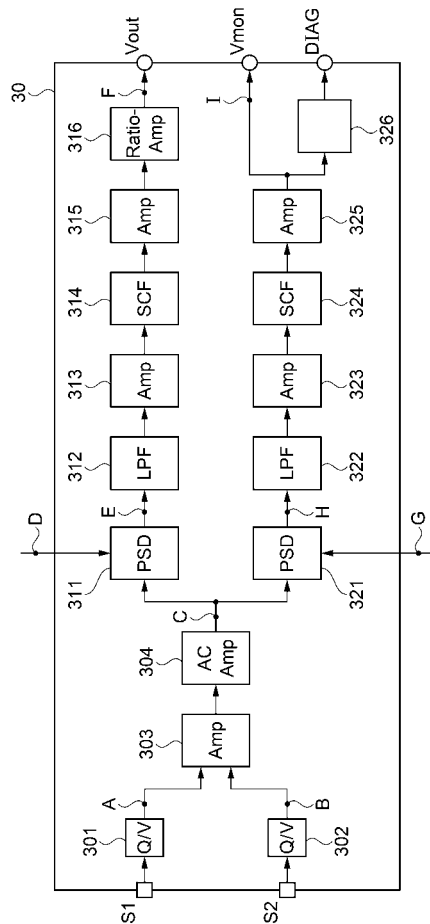
【図 1】



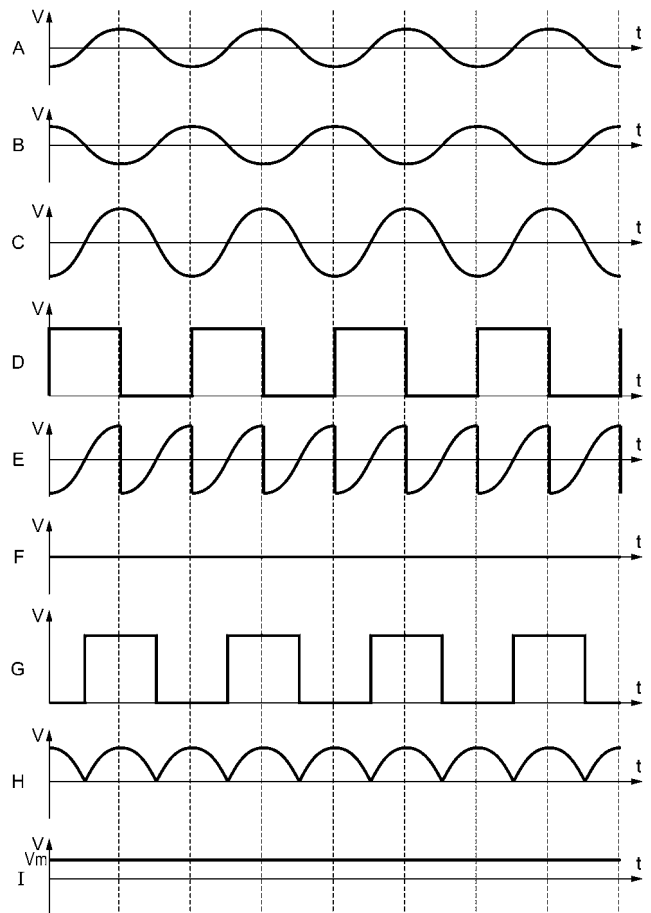
【図 2】



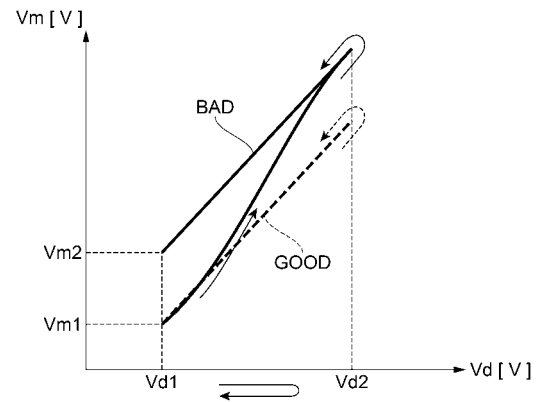
【図 3】



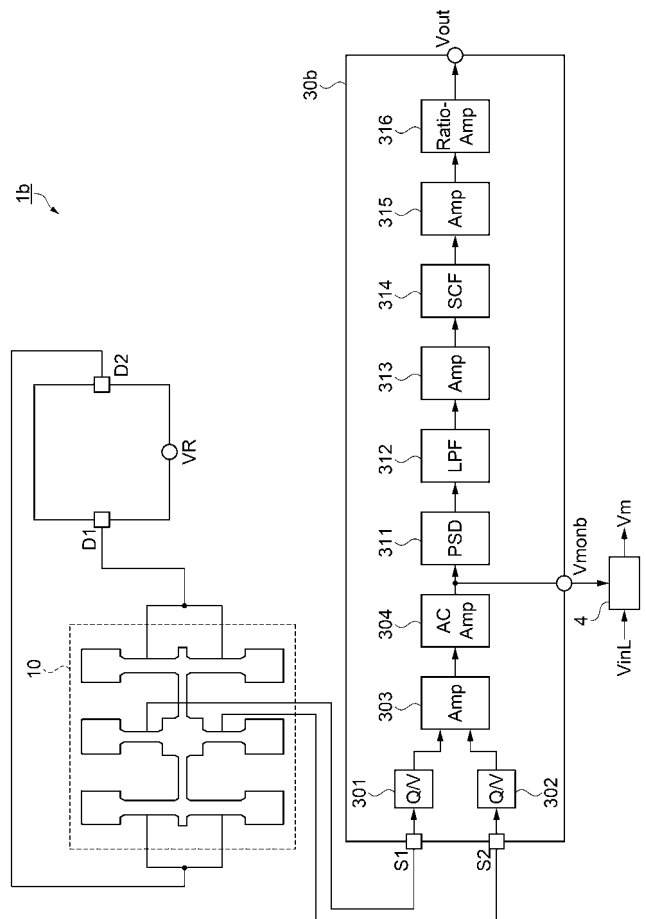
【図 4】



【 図 6 】



【 図 8 】



【 図 9 】

