

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(10) 国際公開番号

WO 2010/143615 A1

PCT

(43) 国際公開日
2010年12月16日(16.12.2010)

- (51) 国際特許分類:
G01C 19/56 (2006.01) G01P 9/04 (2006.01)
G01M 19/00 (2006.01) G01P 21/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/059640
- (22) 国際出願日: 2010年6月8日(08.06.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-140700 2009年6月12日(12.06.2009) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): エプソントヨコム株式会社(EPSON TOYOCOM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1918501 東京都日野市日野4-2-1-8 Tokyo (JP). セイコーNPC株式会社(Seiko NPC Corporation) [JP/JP]; 〒1030026 東京都中央区日本橋兜町1-5番6号 Tokyo (JP). セイコーエプソン株式会社(Seiko Epson Corporation) [JP/JP]; 〒1630811 東京都新宿区西新宿二丁目4番1号 Tokyo (JP).

- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 佐藤 健二 (SATO, Kenji) [JP/JP]; 〒1918501 東京都日野市日野4-2-1-8 エプソントヨコム株式会社内 Tokyo (JP). ▲高 ▼田 豊 (TAKADA, Yutaka) [JP/JP]; 〒1918501 東京都日野市日野4-2-1-8 エプソントヨコム株式会社内 Tokyo (JP). 成瀬 秀人 (NARUSE, Hideto) [JP/JP]; 〒1918501 東京都日野市日野4-2-1-8 エプソントヨコム株式会社内 Tokyo (JP). 高橋 正行 (TAKAHASHI, Masayuki) [JP/JP]; 〒3292811 栃木県那須塩原市下田野5-3-1-1 セイコーNPC株式会社内 Tochigi (JP).
- (74) 代理人: 布施 行夫, 外 (FUSE, Yukio et al.); 〒1670051 東京都杉並区荻窪五丁目2-6番13号 荻窪TMビル2階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,

[続葉有]

(54) Title: PHYSICAL QUANTITY DETECTION DEVICE AND PHYSICAL QUANTITY DETECTION DEVICE CONTROL METHOD, AS WELL AS ABNORMALITY DIAGNOSIS SYSTEM AND ABNORMALITY DIAGNOSIS METHOD

(54) 発明の名称: 物理量検出装置並びに物理量検出装置の制御方法、異常診断システム及び異常診断方法

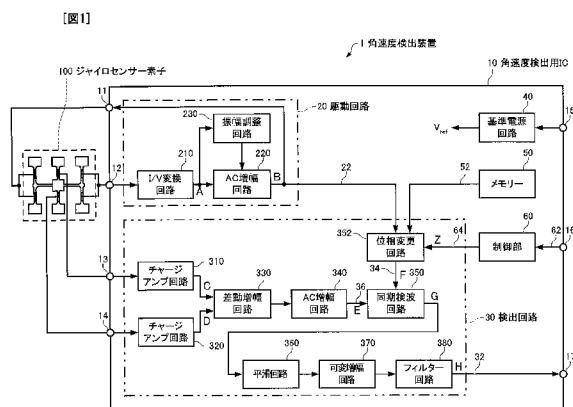


FIG. 1:
20 DRIVE CIRCUIT
30 DETECTION CIRCUIT
40 REFERENCE POWER SUPPLY CIRCUIT
50 MEMORY
60 CONTROL UNIT
100 GYRO SENSOR ELEMENT
210 I/V CONVERSION CIRCUIT
220 AC AMPLIFIER CIRCUIT
230 AMPLITUDE ADJUSTMENT CIRCUIT
310 CHARGE AMPLIFIER CIRCUIT
320 CHARGE AMPLIFIER CIRCUIT
330 DIFFERENTIAL AMPLIFIER CIRCUIT
340 AC AMPLIFIER CIRCUIT
350 SYNCHRONOUS DEMODULATION CIRCUIT
360 PHASE CHANGE CIRCUIT
370 SMOOTHING CIRCUIT
380 FILTER CIRCUIT

(57) Abstract: An angular velocity detection system (1) (an example of a physical quantity detection device) is such that the detection electrodes thereof comprise a gyro sensor element (100) (an example of a physical quantity detection element) which generates a detection signal compatible with the magnitude of an angular velocity (an example of a physical quantity) as well as a leakage signal for vibrations based on a drive signal (square wave voltage signal [22]); a drive circuit (20) which generates a drive signal; a synchronous demodulation circuit whereby, on the basis of a demodulating signal (34) synchronized with the drive signal, synchronous demodulation is performed on a demodulated signal (36) which includes the detection signal and the leakage signal; and a phase change circuit whereby a change is made, on the basis of a control signal (64), to the relative timing of at least either the rise of the demodulation signal (34) with respect to the demodulated signal (36) or the fall thereof so that at least part of the leakage signal is output by synchronous demodulation.

(57) 要約:

[続葉有]



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.

(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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

角速度検出装置 1 (物理量検出装置の一例) は、検出電極に、角速度 (物理量の一例) の大きさに応じた検出信号とともに駆動信号 (方形波電圧信号 22) に基づく振動の漏れ信号を発生させるジャイロセンサー素子 100 (物理量検出素子の一例) と、駆動信号を生成する駆動回路 20 と、駆動信号に同期した検波信号 34 に基づいて、検出信号と漏れ信号を含む被検波信号 36 に対して同期検波を行う同期検波回路 350 と、制御信号 64 に基づいて、同期検波により漏れ信号の少なくとも一部が出力されるように、被検波信号 36 に対する検波信号 34 の立ち上がり及び立ち下がりの少なくとも一方の相対的なタイミングを変更する位相変更回路 352 と、を含む。

明 細 書

発明の名称：

物理量検出装置並びに物理量検出装置の制御方法、異常診断システム及び異常診断方法

技術分野

[0001] 本発明は、物理量検出装置並びに物理量検出装置の制御方法、異常診断システム及び異常診断方法等に関する。

背景技術

[0002] 従来より、様々な物理量を検出する物理量検出装置が知られている。例えば、物理量として角速度を検出する角速度検出装置が知られており、角速度検出装置を搭載し、角速度検出装置により検出された角速度に基づいて所定の制御を行う様々な電子機器やシステムが広く利用されている。例えば、自動車の車両走行制御システムでは角速度検出装置により検出された角速度に基づいて、自動車の横滑りを防止する走行制御が行なわれている。

[0003] これらの電子機器やシステムでは、角速度検出装置が故障すると誤った制御が行われるので、故障している場合には警告ランプを点灯する等の対策が行われており、角速度検出装置の故障診断を行うための種々の技術が提案されている。例えば、特許第3520821号公報では、振動子の検出手段からの少なくとも1つの出力信号にオフセット信号を重畳することにより、当該検出手段の断線や短絡を検出することができる自己診断回路を有する振動ジャイロ装置が提案されている。また、特開2001-304871号公報では、プライマリーチェック時に、センサーエレメントに回転疑似信号等の検査信号を加えた状態での角速度出力の信号レベルに基づいて異常診断を行う角速度センサーの異常診断装置が提案されている。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、特許第3520821号公報に記載された振動ジャイロ装置では

、異常検出する手段として差動演算手段の前段にオフセット信号を発生させ、オフセット信号に起因する信号成分に基づいて検出手段の異常を検知している。しかし、この方法では差動増幅手段以降の回路異常については検出できるが、差動増幅手段以前の回路異常または、素子の異常を捕らえることはできなかった。

[0005] 一方、特開 2001-304871 号公報に記載された角速度センサーの異常診断装置によれば、センサーエレメントに回転疑似信号等の検査信号を加えた状態での角速度出力の信号レベルに基づいて異常診断を行うので素子異常も検出可能とも考えられる。しかし、特開 2001-304871 号公報に記載された角速度センサーの異常診断装置では、センサーエレメントに対して、通常の角速度検出時には存在しない回転疑似信号等の検査信号を入力しているため、通常の角速度検出時に発生する素子異常を厳密には検出することができず、信頼性に問題がある。

[0006] 本発明は、以上のような問題点に鑑みてなされたものであり、本発明のいくつかの態様によれば、より信頼性の高い異常診断が可能な物理量検出装置並びに物理量検出装置の制御方法、異常診断システム及び異常診断方法を提供することができる。

課題を解決するための手段

[0007] (1) 本発明は、所定の物理量を検出する物理量検出装置であって、駆動電極と、検出電極と、を有し、前記駆動電極に供給される駆動信号に基づいて振動することにより、前記検出電極に、前記物理量の大きさに応じた検出信号とともに前記駆動信号に基づく振動の漏れ信号を発生させる物理量検出素子と、前記駆動信号を生成する駆動部と、前記駆動信号に同期した検波信号に基づいて、前記検出信号と前記漏れ信号を含む被検波信号に対して同期検波を行う同期検波部と、制御信号に基づいて、前記同期検波により前記漏れ信号の少なくとも一部が出力されるように、前記被検波信号に対する前記検波信号の立ち上がり及び立ち下りの少なくとも一方の相対的なタイミングを変更するタイミング変更部と、を含むことを特徴とする。

- [0008] 所定の物理量は、例えば、角速度、加速度、地磁気、圧力等である。
- [0009] タイミング変更部は、検波信号の立ち上がり及び立ち下りの少なくとも一方のタイミングを変更することにより前記相対的なタイミングを変更するようにしてもよいし、被検波信号の立ち上がり及び立ち下りの少なくとも一方のタイミングを変更することにより前記相対的なタイミングを変更するようにしてもよい。
- [0010] 検波信号は、例えば方形波（矩形波）でも正弦波でもよく、立ち上がりとは検波信号が極小から極大まで変化する際に所定の閾値と一致するタイミングであり、立ち下りとは検波信号が極大から極小まで変化する際に所定の閾値と一致するタイミングである。
- [0011] 本発明では、被検波信号に対する検波信号の立ち上がり及び立ち下りの少なくとも一方の相対的なタイミングを変更して同期検波することにより、漏れ信号の少なくとも一部が検出される。一方、物理量検出素子の振動状態が変動すれば検出信号の量と漏れ信号の量がともに変動する。従って、本発明によれば、同期検波部の出力信号に基づいて、回路異常だけでなく、素子異常についても診断することができる。
- [0012] また、本発明では、異常診断に漏れ信号を利用している。この漏れ信号は駆動振動の振動バランスによって発生するため、駆動振動の微妙な変化は漏れ信号にも現れる。コリオリ力を発生させる元となる駆動振動の変化を漏れ信号で検出することで、素子を含めた異常を異常診断時に確実に検出することができる。そのため、より信頼性の高い異常診断が可能である。
- [0013] （２）この物理量検出装置において、前記タイミング変更部は、前記制御信号に基づき、前記検波信号と前記被検波信号との位相差を変更するようにしてもよい。
- [0014] 例えば、検波信号の位相を変更することにより検波信号と被検波信号との位相差を変更するようにしてもよいし、被検波信号の位相を変更することにより検波信号と被検波信号との位相差を変更するようにしてもよい。
- [0015] 本発明では、タイミング変更部は、検波信号と被検波信号との位相差を変

更することにより、被検波信号に対する検波信号の立ち上がり及び立ち下がりの少なくとも一方の相対的なタイミングを変更する。従って、本発明によれば、同期検波により漏れ信号の少なくとも一部が検出されるので、同期検波部の出力信号に基づいて、素子異常を診断することができる。

[0016] (3) この物理量検出装置において、前記タイミング変更部は、前記制御信号に基づき、前記検波信号のデューティー比を変更するようにしてもよい。

[0017] 本発明では、タイミング変更部は、検波信号のデューティー比を変更することにより、被検波信号に対する検波信号の立ち上がり及び立ち下がりの少なくとも一方の相対的なタイミングを変更する。従って、本発明によれば、同期検波により漏れ信号の少なくとも一部が検出されるので、同期検波部の出力信号に基づいて、素子異常を診断することができる。

[0018] (4) この物理量検出装置において、前記タイミング変更部は、前記相対的なタイミングの変更量が調整可能であるようにしてもよい。

[0019] 例えば、同期検波により検出される漏れ信号の量が所定量となるように当該相対的なタイミングの変更量をあらかじめ調整して不揮発性のメモリーに記憶させておいてもよい。

[0020] 一般に、製造ばらつき等により、物理量検出素子毎に、検出電極に発生する漏れ信号の大きさが異なる。本発明では、被検波信号に対する検波信号の立ち上がり及び立ち下がりの少なくとも一方の相対的なタイミングの変更量が調整可能であるので、物理量検出素子の特性に応じて、同期検波により検出される漏れ信号の量が一定になるように調整することができる。従って、本発明によれば、物理量検出素子の特性ばらつきの影響を低減させることができるので、異常診断の精度を向上させることができる。

[0021] (5) この物理量検出装置は、前記同期検波部の出力信号に基づいて、当該物理量検出装置の異常の有無を判定する異常判定部を含むようにしてもよい。

[0022] 本発明によれば、異常判定部により当該物理量検出装置の異常の有無が判

定されるので、異常判定部の出力信号をモニターすれば、当該物理量検出装置の異常の有無を直接的に認識することができる。

[0023] (6) この物理量検出装置において、前記物理量は、角速度であってもよい。

[0024] (7) 本発明は、上記のいずれかの物理量検出装置と、当該物理量検出装置に前記制御信号を供給し、当該物理量検出装置が前記同期検波部の出力信号に基づいて生成した信号を受け取り、当該信号に基づいて当該物理量検出装置の異常を診断する異常診断装置と、を含むことを特徴とする物理量検出装置の異常診断システムである。

[0025] 本発明によれば、物理量検出装置の回路異常だけでなく素子異常についても診断することができるとともに、より信頼性の高い異常診断が可能である。

[0026] (8) 本発明は、駆動電極と、検出電極と、を有し、前記駆動電極に供給される駆動信号に基づいて振動することにより、前記検出電極に、所定の物理量の大きさに応じた検出信号とともに前記駆動信号に基づく振動の漏れ信号を発生させる物理量検出素子と、前記駆動信号を生成する駆動部と、前記駆動信号に同期した検波信号に基づいて、前記検出信号と前記漏れ信号を含む被検波信号に対して同期検波を行う同期検波部と、を含む物理量検出装置の制御方法であって、当該物理量検出装置に、前記漏れ信号の少なくとも一部が出力されるように、前記被検波信号に対する前記検波信号の立ち上がり及び立ち下りの少なくとも一方の相対的なタイミングを変更して同期検波させるステップと、当該物理量検出装置に、前記同期検波部の出力信号に基づいて、前記漏れ信号に応じた信号を生成させるステップと、を含むことを特徴とする。

[0027] 本発明によれば、物理量検出装置の回路異常だけでなく素子異常についても診断することができるとともに、より信頼性の高い異常診断が可能である。

[0028] (9) 本発明は、駆動電極と、検出電極と、を有し、前記駆動電極に供給

される駆動信号に基づいて振動することにより、前記検出電極に、所定の物理量の大きさに応じた検出信号とともに前記駆動信号に基づく振動の漏れ信号を発生させる物理量検出素子と、前記駆動信号を生成する駆動部と、前記駆動信号に同期した検波信号に基づいて、前記検出信号と前記漏れ信号を含む被検波信号に対して同期検波を行う同期検波部と、を含む物理量検出装置の制御方法であって、当該物理量検出装置に、前記漏れ信号の少なくとも一部が出力されるように、前記被検波信号に対する前記検波信号の立ち上がり及び立ち下りの少なくとも一方の相対的なタイミングを変更して同期検波させるステップと、当該物理量検出装置に、前記同期検波部の出力信号に基づいて、当該物理量検出装置の異常の有無を判定させるステップと、を含むことを特徴とする。

[0029] 本発明によれば、物理量検出装置の回路異常だけでなく素子異常についても診断することができるとともに、より信頼性の高い異常診断が可能である。

[0030] また、本発明によれば、異常判定部の出力信号をモニターすることにより、該物理量検出装置の素子異常を含む異常の有無を直接的に認識することができる。

[0031] (10) 本発明は、駆動電極と、検出電極と、を有し、前記駆動電極に供給される駆動信号に基づいて振動することにより、前記検出電極に、所定の物理量の大きさに応じた検出信号とともに前記駆動信号に基づく振動の漏れ信号を発生させる物理量検出素子と、前記駆動信号を生成する駆動部と、前記駆動信号に同期した検波信号に基づいて、前記検出信号と前記漏れ信号を含む被検波信号に対して同期検波を行う同期検波部と、を含む物理量検出装置の異常診断方法であって、当該物理量検出装置に、前記漏れ信号の少なくとも一部が出力されるように、前記被検波信号に対する前記検波信号の立ち上がり及び立ち下りの少なくとも一方の相対的なタイミングを変更して同期検波させるステップと、当該物理量検出装置に、前記同期検波部の出力信号に基づいて、前記漏れ信号に応じた信号を生成させるステップと、前記漏

れ信号に応じた信号に基づいて、当該物理量検出装置の異常を診断するステップと、を含むことを特徴とする。

[0032] 本発明によれば、物理量検出装置の回路異常だけでなく素子異常についても診断することができるとともに、より信頼性の高い異常診断が可能である。

図面の簡単な説明

[0033] [図1]図1は、第1実施形態の角速度検出装置の構成について説明するための図である。

[図2]図2は、ジャイロセンサー素子の振動片の平面図である。

[図3]図3は、ジャイロセンサー素子の動作について説明するための図である。

[図4]図4は、ジャイロセンサー素子の動作について説明するための図である。

[図5]図5は、位相変更回路の構成の一例を示す図である。

[図6]図6は、第1実施形態における角速度検出モード（通常動作時）で角速度検出装置が静止している時の信号波形の一例を示す図である。

[図7]図7は、第1実施形態における角速度検出モード（通常動作時）で角速度検出装置に角速度が加わっている時の信号波形の一例を示す図である。

[図8]図8は、第1実施形態における異常診断モードの信号波形の一例を示す図である。

[図9]図9は、第2実施形態の角速度検出装置の構成について説明するための図である。

[図10]図10は、デューティ比変更回路の構成の一例を示す図である。

[図11]図11は、第2実施形態における異常診断モードの信号波形の一例を示す図である。

[図12]図12は、第3実施形態の角速度検出装置の構成について説明するための図である。

[図13]図13は、第1実施形態の異常診断システムの構成について説明する

ための図である。

[図14] 図14は、第1実施形態の異常診断方法のフローチャートの一例を示す図である。

[図15] 図15は、第2実施形態の異常診断システムの構成について説明するための図である。

[図16] 図16は、第2実施形態の異常診断方法のフローチャートの一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0034] 以下、本発明の好適な実施形態について図面を用いて詳細に説明する。なお、以下に説明する実施の形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではない。また以下で説明される構成の全てが本発明の必須構成要件であるとは限らない。

[0035] 1. 物理量検出装置

以下では、物理量として角速度を検出する物理量検出装置（角速度検出装置）を例にとり説明するが、本発明は、角速度、加速度、地磁気、圧力等の様々な物理量のいずれかを検出することができる装置に適用可能である。

[0036] [第1実施形態]

図1は、第1実施形態の角速度検出装置の構成について説明するための図である。

[0037] 第1実施形態の角速度検出装置1は、ジャイロセンサー素子100と角速度検出用IC10を含んで構成されている。

[0038] ジャイロセンサー素子100（本発明における物理量検出素子の一例）は、駆動電極と検出電極が配置された振動片が不図示のパッケージに封止されて構成されている。一般的に、振動片のインピーダンスをできるだけ小さくして発振効率を高めるためにパッケージ内の気密性が確保されている。

[0039] ジャイロセンサー素子100の振動片は、例えば、水晶（ SiO_2 ）、タンタル酸リチウム（ LiTaO_3 ）、ニオブ酸リチウム（ LiNbO_3 ）等の圧電単結晶やジルコン酸チタン酸鉛（PZT）等の圧電セラミックスなどの圧

電性材料を用いて構成してもよいし、シリコン半導体の表面の一部に、駆動電極に挟まれた酸化亜鉛（ ZnO ）、窒化アルミニウム（ AlN ）等の圧電薄膜を配置した構造であってもよい。

[0040] また、この振動片は、例えば、Ｔ型の２つの駆動振動腕を有するいわゆるダブルＴ型であってもよいし、音叉型であってもよいし、三角柱、四角柱、円柱状等の形状の音片型であってもよい。

[0041] 本実施形態では、ジャイロセンサー素子１００は、水晶を材料とするダブルＴ型の振動片により構成される。

[0042] 図２は、本実施形態のジャイロセンサー素子１００の振動片の平面図である。

[0043] 本実施形態のジャイロセンサー素子１００は、Ｚカットの水晶基板により形成されたダブルＴ型の振動片を有する。水晶を材料とする振動片は、温度変化に対する共振周波数の変動が極めて小さいので、角速度の検出精度を高めることができるという利点がある。なお、図２におけるＸ軸、Ｙ軸、Ｚ軸は水晶の軸を示す。

[0044] 図２に示すように、ジャイロセンサー素子１００の振動片は、２つの駆動用基部１０４ａ、１０４ｂからそれぞれ駆動振動腕１０１ａ、１０１ｂが＋Ｙ軸方向及び－Ｙ軸方向に延出している。駆動振動腕１０１ａの側面及び上面にはそれぞれ駆動電極１１２及び１１３が形成されており、駆動振動腕１０１ｂの側面及び上面にはそれぞれ駆動電極１１３及び１１２が形成されている。駆動電極１１２、１１３は、それぞれ、図１に示した角速度検出用ＩＣ１０の外部出力端子１１、外部入力端子１２を介して駆動回路２０に接続される。

[0045] 駆動用基部１０４ａ、１０４ｂは、それぞれ－Ｘ軸方向と＋Ｘ軸方向に延びる連結腕１０５ａ、１０５ｂを介して矩形状の検出用基部１０７に接続されている。

[0046] 検出振動腕１０２は、検出用基部１０７から＋Ｙ軸方向及び－Ｙ軸方向に延出している。検出振動腕１０２の上面には検出電極１１４及び１１５が形

成されており、検出振動腕 102 の側面には共通電極 116 が形成されている。検出電極 114、115 は、それぞれ、図 1 に示した角速度検出用 IC 10 の外部入力端子 13、14 を介して検出回路 30 に接続される。また、共通電極 116 は接地される。

[0047] 駆動振動腕 101a、101b の駆動電極 112 と駆動電極 113 との間に駆動信号として交流電圧が与えられると、図 3 に示すように、駆動振動腕 101a、101b は逆圧電効果によって矢印 B のように、2 本の駆動振動腕 101a、101b の先端が互いに接近と離間を繰り返す屈曲振動（励振振動）をする。

[0048] なお、本出願では、ジャイロセンサー素子に角速度がかかっていない状態で上述の屈曲振動（励振振動）するときの、各駆動振動腕における振動エネルギーの大きさ又は振動の振幅の大きさが 2 本の駆動振動腕で等しいとき、駆動振動腕の振動エネルギーのバランスがとれているという。

[0049] ここで、ジャイロセンサー素子 100 の振動片に Z 軸を回転軸とした角速度が加わると、駆動振動腕 101a、101b は、矢印 B の屈曲振動の方向と Z 軸の両方に垂直な方向にコリオリの力を得る。その結果、図 4 に示すように、連結腕 105a、105b は矢印 C で示すような振動をする。そして、検出振動腕 102 は、連結腕 105a、105b の振動（矢印 C）に連動して矢印 D のように屈曲振動をする。

[0050] また、駆動振動腕 101a、101b の励振振動は、ジャイロセンサー素子の製造バラつきなどによって、駆動振動腕の振動エネルギーのバランスがくずれると、検出振動腕 102 には漏れ振動を発生させる。この漏れ振動は、コリオリの力に基づいた振動と同様に矢印 D に示す屈曲振動であるが、駆動信号とは同位相である。なお、コリオリ力に伴う振動は駆動振動とは 90° ずれた位相である。

[0051] そして、圧電効果によってこれらの屈曲振動に基づいた交流電荷が、検出振動腕 102 の検出電極 114、115 に発生する。ここで、コリオリの力に基づいて発生する交流電荷は、コリオリの力の大きさ（言い換えれば、ジ

ジャイロセンサー素子 100 に加わる角速度の大きさ) に応じて変化する。一方、漏れ振動に基づいて発生する交流電荷は、ジャイロセンサー素子 100 に加わる角速度の大きさに関係しない。

[0052] なお、図 2 の構成では、振動片のバランスを良くするために、検出用基部 107 を中央に配置し、検出用基部 107 から +Y 軸と -Y 軸の両方向に検出振動腕 102 を延出させている。さらに、検出用基部 107 から +X 軸と -X 軸の両方向に連結腕 105 a、105 b を延出させ、連結腕 105 a、105 b のそれぞれから、+Y 軸と -Y 軸の両方向に駆動振動腕 101 a、101 b を延出させている。

[0053] また、駆動振動腕 101 a、101 b の先端には、駆動振動腕 101 a、101 b よりも幅の広い矩形状の錘部 103 が形成されている。駆動振動腕 101 a、101 b の先端に錘部 103 を形成することにより、コリオリの力を大きくするとともに、所望の共振周波数を比較的短い振動腕で得ることができる。同様に、検出振動腕 102 の先端には、検出振動腕 102 よりも幅の広い錘部 106 が形成されている。検出振動腕 102 の先端に錘部 106 を形成することにより、検出電極 114、115 に発生する交流電荷を大きくすることができる。

[0054] 以上のようにして、ジャイロセンサー素子 100 は、Z 軸を検出軸としてコリオリの力に基づく交流電荷（すなわち、検出信号）と、励振振動の漏れ振動に基づく交流電荷（すなわち、漏れ信号）とを検出電極 114、115 を介して出力する。

[0055] ところで、ジャイロセンサー素子 100 に加わるコリオリ力 F_c は次式（1）で計算される。

[0056] [数1]

$$F_c = 2mv\Omega \cdots (1)$$

[0057] 式（1）において、 m は等価質量、 v は振動速度、 Ω は角速度である。式（1）によると、角速度 Ω が一定であっても、等価質量 m 又は振動速度 v が変化すればコリオリ力もそれらに伴って変化する。従って、等価質量 m 又は

振動速度 v が変化することにより角速度の検出感度が変化することになる。ジャイロセンサー素子 100 の振動片が何らかの故障によつての振動状態が変化すると、駆動振動の等価質量 m 又は振動速度 v が変化するので、検出感度が変化することになる。また同時に、漏れ信号のレベルも変化する。すなわち、漏れ信号のレベルと角速度の検出感度の間には相関がある。

[0058] 図 1 に戻り、角速度検出用 IC10 は、駆動回路 20、検出回路 30、基準電源回路 40、メモリー 50 及び制御部 60 を含んで構成されている。

[0059] 駆動回路 20 は、I/V 変換回路（電流電圧変換回路）210、AC 増幅回路 220 及び振幅調整回路 230 を含んで構成されている。

[0060] ジャイロセンサー素子 100 の振動片に流れた駆動電流は、I/V 変換回路 210 によつて交流電圧信号に変換される。

[0061] I/V 変換回路 210 から出力された交流電圧信号は、AC 増幅回路 220 及び振幅調整回路 230 に入力される。AC 増幅回路 220 は、入力された交流電圧信号を増幅し、所定の電圧値でクリップさせて方形波電圧信号 22 を出力する。振幅調整回路 230 は、I/V 変換回路 210 が出力する交流電圧信号のレベルに応じて、方形波電圧信号 22 の振幅を変化させ、駆動電流が一定に保持するように AC 増幅回路 220 を制御する。

[0062] 方形波電圧信号 22 は、外部出力端子 11 を介してジャイロセンサー素子 100 の振動片の駆動電極 112 に供給される。このように、ジャイロセンサー素子 100 は図 3 に示すような所定の駆動振動を継続して励振している。また、駆動電流を一定に保つことにより、ジャイロセンサー素子 100 の駆動振動腕 101a、101b は一定の振動速度を得ることができる。そのため、コリオリ力を発生させる元となる振動速度は一定となり、感度をより安定にすることができる。

[0063] なお、駆動回路 20 は、本発明における駆動部として機能する。

[0064] 検出回路 30 は、チャージアンプ回路 310、320、差動増幅回路 330、AC 増幅回路 340、同期検波回路 350、平滑回路 360、可変増幅回路 370、フィルター回路 380 及び位相変更回路 352 を含んで構成さ

れている。

- [0065] チャージアンプ回路 310 には、外部入力端子 13 を介してジャイロセンサー素子 100 の振動片の検出電極 114 から検出信号と漏れ信号からなる交流電荷が入力される。
- [0066] 同様に、チャージアンプ回路 320 には、外部入力端子 14 を介してジャイロセンサー素子 100 の振動片の検出電極 115 から検出信号と漏れ信号からなる交流電荷が入力される。
- [0067] このチャージアンプ回路 310 及び 320 は、それぞれ入力された交流電荷を基準電圧 $V_{r.f}$ を基準とした交流電圧信号に変換する。なお、基準電圧 $V_{r.f}$ は、基準電源回路 40 により、電源入力端子 15 から入力された外部電源に基づいて生成される。
- [0068] 差動増幅回路 330 は、チャージアンプ回路 310 の出力信号とチャージアンプ回路 320 の出力信号を差動増幅する。差動増幅回路 330 は、同相成分を消去し、逆相成分を加算増幅するためのものである。
- [0069] AC 増幅回路 340 は、差動増幅回路 330 の出力信号を増幅する。この AC 増幅回路 340 の出力信号は、検出信号と漏れ信号が含まれており、被検波信号 36 として同期検波回路 350 に入力される。
- [0070] 同期検波回路 350 は、被検波信号 36 に対して検波信号 34 により同期検波を行う。同期検波回路 350 は、例えば、検波信号 34 の電圧レベルが基準電圧 $V_{r.f}$ よりも高い時は AC 増幅回路 340 の出力信号を選択し、検波信号 34 の電圧レベルが基準電圧 $V_{r.f}$ よりも低い時は AC 増幅回路 340 の出力信号を基準電圧 $V_{r.f}$ に対して反転した信号を選択するスイッチ回路として構成することができる。
- [0071] なお、同期検波回路 350 は、本発明における同期検波部として機能する。
- [0072] 位相変更回路 352 は、制御信号 64 が第 1 の電位（以下、低電位とする）の時は方形波電圧信号 22 と同じ位相の検波信号 34 を生成し、制御信号 64 が第 2 の電位（以下、高電位とする）の時は方形波電圧信号 22 に対し

てメモリー５０に記憶された位相変更量５２に対応する位相差を有する検波信号３４を生成する。

[0073] 位相変更回路３５２は、例えば、図５に示すように、遅延回路３５３とスイッチ回路３５４を用いて実現することができる。スイッチ回路３５４により、制御信号６４が低電位の時は方形波電圧信号２２が検波信号３４として選択され、制御信号６４が高電位の時は、遅延回路３５３により、位相変更量５２に応じて方形波電圧信号２２を遅延させた信号が検波信号３４として選択される。

[0074] なお、位相変更回路３５２は、本発明におけるタイミング変更部として機能する。

[0075] 制御部６０は、角速度検出モード（通常動作時）では制御信号６４を低電位に固定し、外部入力端子１６を介して異常診断モード設定信号６２が供給されると、制御信号６４を高電位に固定する。この制御部６０は、例えば、専用の論理回路や汎用のＣＰＵによって実現することができる。

[0076] 同期検波回路３５０の出力信号は、平滑回路３６０で直流電圧信号に平滑化された後、可変増幅回路３７０に入力される。

[0077] 可変増幅回路３７０は、平滑回路３６０の出力信号（直流電圧信号）を、設定された増幅率（又は減衰率）で増幅（又は減衰）して検出感度を調整する。可変増幅回路３７０で増幅（又は減衰）された信号は、フィルター回路３８０に入力される。

[0078] フィルター回路３８０は、可変増幅回路３７０の出力信号を使用に適した周波数帯域に制限する回路であり、角速度検出信号３２を生成する。そして、角速度検出信号３２は外部出力端子１７を介して外部に出力される。

[0079] 次に、図１のＺ点及びＡ点～Ｈ点における信号波形の一例を示して、第１実施形態の角速度検出装置１の角速度検出モード（通常動作時）における動作についてより具体的に説明する。

[0080] 図６は、角速度検出装置１が静止している時の信号波形の一例を示す図である。図６において横軸は時間、縦軸は電圧を表す。

- [0081] 図6において、角速度検出モード（通常動作時）であるので、制御信号64（Z点の信号）は低電位に固定されている。
- [0082] ジャイロセンサー素子100の振動片が振動している状態では、I/V変換回路210の出力（A点）には、ジャイロセンサー素子100の振動片の駆動電極113からフィードバックされた電流が変換された一定周波数の交流電圧が発生している。すなわち、I/V変換回路210の出力（A点）には、一定周波数の正弦波電圧信号が発生している。
- [0083] そして、AC増幅回路220の出力（B点）には、I/V変換回路210の出力信号（A点の信号）が増幅された、振幅が一定値 V_0 の方形波電圧信号が発生する。
- [0084] ジャイロセンサー素子100に角速度が加わっていない場合は、ジャイロセンサー素子100の振動片の検出電極114、115には角速度の検出信号は発生しないが、漏れ信号は発生する。
- [0085] ジャイロセンサー素子100の検出電極114及び115に発生した漏れ信号（交流電荷）は、それぞれチャージアンプ回路310及び320により、交流電圧信号に変換される。ここでは、チャージアンプ回路310と320から出力される交流電圧信号は逆相であるとしている。その結果、チャージアンプ回路310及び320の出力（C点及びD点）には、AC増幅回路220の出力信号（B点の信号）と同じ周波数の正弦波電圧信号が発生する。ここで、チャージアンプ回路310の出力信号（C点の信号）の位相は、AC増幅回路220の出力信号（B点の信号）に対して 90° ずれている。また、チャージアンプ回路320の出力信号（D点の信号）の位相は、チャージアンプ回路310の出力信号（C点の信号）に対して逆位相である（ 180° ずれている）。
- [0086] チャージアンプ回路310及び320の出力信号（C点の信号及びD点の信号）は差動増幅回路330により差動増幅され、AC増幅回路340の出力（E点）には、チャージアンプ回路310の出力（C点）に発生する正弦波電圧信号と同じ周波数で同位相の正弦波電圧信号が発生する。AC増幅回

路 340 の出力（E 点）に発生するこの正弦波電圧信号は、ジャイロセンサー素子 100 の振動片の検出電極 114、115 に発生する漏れ信号に対応する信号である。

[0087] AC 増幅回路 340 の出力信号（E 点の信号）は、同期検波回路 350 により検波信号 34 に基づいて同期検波される。ここで、制御信号 64（Z 点の信号）は低電位に固定されているため、検波信号 34（位相変更回路 352 の出力信号（F 点の信号））は、AC 増幅回路 220 が出力する方形波電圧信号（B 点の信号）と同じ位相の方形波電圧信号になる。

[0088] ここで、AC 増幅回路 340 の出力信号（E 点の信号）と検波信号 34（位相変更回路 352 の出力信号（F 点の信号））は 90° だけ位相がずれているので、同期検波回路 350 の出力信号（G 点の信号）において、基準電圧 $V_{r.f}$ よりも高い電圧の積分量と基準電圧 $V_{r.f}$ よりも低い電圧の積分量が等しくなる。その結果、漏れ信号はキャンセルされ、フィルター回路 380 の出力（H 点）には角速度が 0 であることを示す基準電圧 $V_{r.f}$ の直流電圧信号が発生する。

[0089] 図 7 は、角速度検出装置 1 に角速度が加わっている時の信号波形の一例を示す図である。図 7 において横軸は時間、縦軸は電圧を表す。

[0090] 図 7 において、角速度検出モード（通常動作時）であるので、制御信号 64（Z 点の信号）は低電位に固定されている。

[0091] A 点及び B 点の各信号波形は図 6 と同じであり、その説明を省略する。

[0092] ジャイロセンサー素子 100 に角速度が加わると、ジャイロセンサー素子 100 の振動片の検出電極 114、115 には検出信号と漏れ信号が発生する。この検出信号のレベルはコリオリ力の大きさに応じて変化する。一方、漏れ信号は図 6 と同じ信号波形になり、キャンセルされる。そのため、図 7 では検出信号のみに着目した信号波形を示しており、以下の説明においても検出信号のみに着目して説明する。

[0093] ジャイロセンサー素子 100 の振動片の検出電極 114 及び 115 に発生した検出信号（交流電荷）は、それぞれチャージアンプ回路 310 及び 32

0により、交流電圧信号に変換される。その結果、チャージアンプ回路310及び320の出力（C点及びD点）には、AC増幅回路220の出力信号（B点の信号）と同じ周波数の正弦波電圧信号が発生する。ここで、チャージアンプ回路310の出力信号（C点の信号）の位相は、AC増幅回路220の出力信号（B点の信号）と同位相である。また、チャージアンプ回路320の出力信号（D点の信号）の位相は、チャージアンプ回路310の出力信号（C点の信号）に対して逆位相である（ 180° ずれている）。

[0094] チャージアンプ回路310及び320の出力信号（C点の信号及びD点の信号）は差動増幅回路330により差動増幅され、AC増幅回路340の出力（E点）には、チャージアンプ回路310の出力（C点）に発生する正弦波電圧信号と同じ周波数で同位相の正弦波電圧信号が発生する。AC増幅回路340の出力（E点）に発生するこの正弦波電圧信号は、ジャイロセンサー素子100の検出電極114、115に発生する検出信号に対応する信号である。

[0095] AC増幅回路340の出力信号（E点の信号）は、同期検波回路350により検波信号34に基づいて同期検波される。ここで、AC増幅回路340の出力信号（E点の信号）と検波信号34（位相変更回路352の出力信号（F点の信号））は同位相であるので、同期検波回路350の出力信号（G点の信号）は、AC増幅回路340の出力信号（E点の信号）が全波整流された信号となる。その結果、フィルター回路380の出力（H点）には、角速度の大きさに応じた電圧値 V_1 の直流電圧信号（すなわち、角速度検出信号32）が発生する。

[0096] なお、角速度検出装置1に図7と逆方向の角速度が加わった場合には、チャージアンプ回路310の出力信号（C点の信号）及びチャージアンプ回路320の出力信号（D点の信号）がともに基準電圧 $V_{r.f}$ を中心として反転した波形になる。その結果、角速度検出信号32は、図7とは逆に基準電圧 $V_{r.f}$ よりも低い電圧の信号になる。

[0097] このようにして角速度検出装置1は角速度を検出することができる。そし

て、角速度検出信号 32 は、その電圧値がコリオリの力の大きさ（角速度の大きさ）に比例し、その極性が回転方向により決まるので、角速度検出信号 32 に基づいて角速度検出装置 1 に加えられた角速度を計算することができる。

[0098] なお、角速度検出モード（通常動作時）では、仮に異常が発生していても、フィルター回路 380 の出力信号（H 点の信号）の電圧値が検出可能範囲内の電圧値であれば、異常を検出することができない。異常は様々な要因で発生する。例えば、振動片の一部が破損した場合には、ジャイロセンサ素子の振動状態が変化するため、コリオリ力の元になる駆動振動が変化することで、異常となる。このような、ジャイロセンサー素子 100 に起因する異常の他に角速度検出用 IC 10 の内部の回路に起因する異常も考えられる。例えば、断線や短絡等の回路故障、メモリー 50 に格納されたデータが壊れる等により、可変増幅回路 370 の増幅率（又は減衰率）の設定値が正常で無くなれば、異常となる。

[0099] 次に、図 1 の Z 点及び A 点～H 点における信号波形の一例を示して、第 1 実施形態の角速度検出装置 1 の異常診断モードにおける動作についてより具体的に説明する。

[0100] 図 8 は、異常診断モードにおける信号波形の一例を示す図である。図 8 において横軸は時間、縦軸は電圧を表す。また、図 8 において、角速度検出装置 1 は静止しているものとする。

[0101] 図 8 において、異常診断モードであるので、制御信号 64（Z 点の信号）は高電位に固定されている。角速度検出装置 1 は静止しているので、A 点、B 点、C 点、D 点、E 点の各信号波形は図 6 と同じであり、その説明を省略する。

[0102] AC 増幅回路 340 の出力信号（E 点の信号）は、同期検波回路 350 により検波信号 34 に基づいて同期検波される。ここで、制御信号 64（Z 点の信号）は高電位に固定されているため、検波信号 34（位相変更回路 352 の出力信号（F 点の信号））は、AC 増幅回路 220 が出力する方形波電

圧信号（B点の信号）に対して位相変更量52に応じた位相差（ $\Delta\phi$ とする）を有する方形波電圧信号になる。ここで、AC増幅回路340の出力信号（E点の信号）と検波信号34（位相変更回路352の出力信号（F点の信号））は $90^\circ - \Delta\phi$ だけ位相がずれているので、同期検波回路350の出力信号（G点の信号）において、基準電圧 $V_{r.f}$ よりも高い電圧の積分量と基準電圧 $V_{r.f}$ よりも低い電圧の積分量が一致せず、その差は漏れ信号のレベルに応じて変化する。その結果、フィルター回路380の出力（H点）には、漏れ信号のレベルと位相変更量52に応じた電圧値 V_2 の直流電圧信号（角速度検出信号32）が発生する。

[0103] 以上説明したように、第1実施形態の角速度検出装置1では、位相変更回路352により、制御信号64が低電位（角速度検出モード（通常動作時））か高電位（異常診断モード）かによって、AC増幅回路340の出力信号（被検波信号36）に対する検波信号34の立ち上がり及び立ち下がり相対的なタイミングが変更される。その結果、角速度検出信号32は、角速度検出モード（通常動作時）では漏れ信号がキャンセルされて角速度の大きさに応じた電圧値となり、異常診断モードでは漏れ信号のレベルに応じた電圧値となる。

[0104] 従って、第1実施形態の角速度検出装置1によれば、異常診断モードにおける角速度検出信号32の電圧値に基づいて、回路異常だけでなく素子異常についても外部から容易に判断することができる。

[0105] また、第1実施形態の角速度検出装置1では、異常診断モードと角速度検出モード（通常動作時）でジャイロセンサー素子100の振動状態が変わらない。従って、第1実施形態の角速度検出装置1によれば、角速度検出モード（通常動作時）で発生する異常を異常診断モードでも確実に検出することができるので、より信頼性の高い異常診断が可能である。

[0106] なお、漏れ信号が大きい場合、位相変更量52を小さくしなければ角速度検出信号32の電圧値が飽和してしまい、異常判定を行うことができなくなる。そのため、実際の設計においては、位相変更量52の精度を考慮し、差

動増幅回路 330 の出力に流れる漏れ信号に基づく電流が外部出力端子 11 を介してジャイロセンサー素子 100 に流れる駆動電流の 1% 以下となるように調整するのが望ましい。

[0107] 本実施形態では、ジャイロセンサー素子 100 はダブル T 型の振動片を用いて構成されている。そのため、レーザー加工等により、複数の駆動振動腕 101 a の先端の錘部 103 の質量に差をつけることにより、駆動振動腕 101 a の屈曲振動と駆動振動腕 101 b の屈曲振動をアンバランスにして所望のレベルの漏れ信号を積極的に発生させることが容易である。しかし、実際には、漏れ信号のレベルはジャイロセンサー素子毎にばらつく。そこで、例えば、角速度検出装置 1 の出荷検査時等において、制御信号 64 が低電位の時の角速度検出信号 32 が所定の電圧値となるように位相変更量 52 を調整し、不揮発性のメモリー 50（例えば、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)）に書き込んでおけばよい。

[0108] なお、異常診断モードにおいて、角速度検出装置 1 に角速度が加われば、角速度検出信号 32 には、漏れ信号のレベルに応じた電圧値と角速度の大きさに応じた電圧値（角速度検出モードとは異なり、不正確な電圧値である）が重畳された電圧値となるため、異常の有無を判定することが難しい。従って、角速度検出装置 1 に角速度が加わっていない状態（例えば、静止している状態）で、異常診断モードに設定することが望ましい。例えば、本実施形態の角速度検出装置 1 が車両に搭載されている場合、当該車両のエンジン始動時のプライマリーチェックにおいて異常診断モードに設定すればよい。

[0109] [第 2 実施形態]

図 9 は、第 2 実施形態の角速度検出装置の構成について説明するための図である。図 9 において、図 1 と同じ構成には同じ符号を付しており、その説明を省略又は簡略する。

[0110] 第 2 実施形態では、第 1 実施形態に対して位相変更回路 352 がデューティ比変更回路 356 に置き換えられている。

[0111] デューティ比変更回路 356 は、制御信号 64 が低電位の時は、デュー

ティー比が50%で方形波電圧信号22と同位相の検波信号34を生成し、制御信号64が高電位の際は方形波電圧信号22に対してメモリー50に記憶されたデューティー比変更量54に対応するデューティー比の検波信号34を生成する。

[0112] デューティー比変更回路356は、例えば、図10に示すように、遅延回路357、スイッチ回路358及び論理和回路359を用いて実現することができる。スイッチ回路358により、制御信号64が低電位の際は接地電位が選択され、制御信号64が高電位の際は遅延回路357により方形波電圧信号22をデューティー比変更量54に応じて遅延させた信号が選択される。そして、論理和回路359により、方形波電圧信号22とスイッチ回路358の出力信号の論理和がとられて検波信号34が生成される。

[0113] なお、デューティー比変更回路356は、本発明におけるタイミング変更部として機能する。

[0114] 制御信号64が低電位の時（角速度検出モード（通常動作時））は、デューティー比が50%の検波信号34と漏れ信号の位相差が90°になるので、漏れ信号がキャンセルされ、角速度検出信号32は角速度の大きさに応じた電圧値となる。

[0115] 一方、制御信号64が高電位の時（異常診断モード）は、検波信号34のデューティー比が50%ではなくなるため、角速度検出信号32は、漏れ信号のレベルに応じた電圧値と角速度の大きさに応じた電圧値が重畳された電圧値となる。ただし、角速度検出装置1に角速度が加わっていない状態（例えば、静止している状態）で異常診断モードに設定すれば、角速度が0なので、角速度検出信号32は漏れ信号のレベルに応じた電圧値となる。

[0116] 次に、図9のZ点及びA点～H点における信号波形の一例を示して、第2実施形態の角速度検出装置1の異常診断モードにおける動作についてより具体的に説明する。なお、角速度検出モード（通常動作時）における信号波形は図6、図7に示した信号波形と同様であるためその説明を省略する。

[0117] 図11は、異常診断モードにおける信号波形の一例を示す図である。図1

1において横軸は時間、縦軸は電圧を表す。また、図11において、角速度検出装置1は静止しているものとする。

[0118] 図11において、異常診断モードであるので、制御信号64（Z点の信号）は高電位に固定されている。A点、B点、C点、D点、E点の各信号波形は図8と同じであるため、その説明を省略する。

[0119] 制御信号64（Z点の信号）は高電位に固定されているため、検波信号34（デューティ比変更回路356の出力信号（F点の信号））は、デューティ比変更量54に応じたデューティ比（50%でない）の方形波電圧信号になる。なお、本出願においてデューティ比は方形波のパルス幅を周期で割ったものに100[%]をかけたものとして表す。従って、同期検波回路350の出力信号（G点の信号）において、基準電圧 V_{ref} よりも高い電圧の積分量と基準電圧 V_{ref} よりも低い電圧の積分量が一致せず、その差は漏れ信号のレベルに応じて変化する。その結果、フィルター回路380の出力（H点）には、漏れ信号のレベルとデューティ比変更量54に応じた電圧値 V_3 の直流電圧信号（角速度検出信号32）が発生する。

[0120] 以上説明したように、第2実施形態の角速度検出装置1では、デューティ比変更回路356により、制御信号64が低電位（角速度検出モード（通常動作時））か高電位（異常診断モード）かによって、AC増幅回路340の出力信号（被検波信号36）に対する検波信号34の立ち下がり相の相対的なタイミングが変更される。その結果、角速度検出信号32は、角速度検出モード（通常動作時）では漏れ信号がキャンセルされて角速度の大きさに応じた電圧値となり、異常診断モードでは漏れ信号のレベルに応じた電圧値となる。

[0121] 従って、第2実施形態の角速度検出装置1によれば、異常診断モードにおける角速度検出信号32の電圧値に基づいて、回路異常だけでなく素子異常についても外部から容易に判断することができる。

[0122] また、第2実施形態の角速度検出装置1では、第1実施形態と同様に、異常診断モードと角速度検出モード（通常動作時）でジャイロセンサー素子1

00の振動状態が変わらない。従って、第2実施形態の角速度検出装置1によれば、角速度検出モード（通常動作時）で発生する異常を異常診断モードでも確実に検出することができるので、より信頼性の高い異常診断が可能である。

[0123] [第3実施形態]

図12は、第3実施形態の角速度検出装置の構成について説明するための図である。図12において、図1と同じ構成には同じ符号を付しており、その説明を省略又は簡略する。

[0124] 第3実施形態では、第1実施形態に対して異常判定回路70が追加されている。

[0125] 異常判定回路70は、制御信号64が低電位の時（角速度検出モード（通常動作時））は第1の電位（例えば低電位）の異常判定信号72を生成する。一方、制御信号64が高電位の時（異常診断モード）は、異常判定回路70は、角速度検出信号32の電圧値が正常範囲が否かを判定し、正常であれば第1の電位（例えば低電位）、異常であれば第2の電位（例えば高電位）の異常判定信号72を生成する。そして、異常判定信号72は外部出力端子18を介して外部に出力される。

[0126] なお、異常判定回路70は、本発明における異常判定部として機能する。

[0127] なお、図12に示した構成では、図1に示した第1実施形態の構成に対して異常判定回路70を追加しているが、図9に示した第2実施形態の構成に対して、図12と同様に異常判定回路70を追加してもよい。

[0128] 第3実施形態の角速度検出装置1によれば、角速度検出装置1を静止させた状態で異常診断モードに設定して異常判定信号72をモニターすれば、角速度検出装置1の素子異常を含む異常の有無を外部から直接的に認識することができる。従って、角速度検出信号32の電圧値に基づいて角速度検出装置1の異常の有無を判断する場合と比較して、外部装置の負荷を低減することができる。

[0129] 2. 物理量検出装置の異常診断システム及び異常診断方法

以下では、物理量として角速度を検出する物理量検出装置（角速度検出装置）の異常診断システム及び異常診断方法を例にとり説明するが、本発明は、角速度、加速度、地磁気、圧力等の様々な物理量のいずれかを検出することができる装置の異常診断システム及び異常診断方法に適用可能である。

[0130] [第 1 実施形態]

図 1 3 は、第 1 実施形態の角速度検出装置の異常診断システムの構成の一例を示す図である。

[0131] 図 1 3 に示すように、第 1 実施形態の異常診断システム 1 0 0 0 は、角速度検出装置 1 とマイクロコンピュータ 2 を含んで構成されている。

[0132] 角速度検出装置 1 は、例えば、図 1 に示した第 1 実施形態の角速度検出装置や、図 9 に示した第 2 実施形態の角速度検出装置である。

[0133] マイクロコンピュータ 2 は、角速度検出装置 1 の外部入力端子 1 6 に異常診断モード設定信号 6 2 を供給し、外部入力端子 1 7 から出力される角速度検出信号 3 2 に基づいて異常の有無を判定し、異常判定信号 4 を出力する。すなわち、マイクロコンピュータ 2 は、本発明における異常診断装置として機能する。そして、異常判定信号 4 は、例えば、不図示の表示装置に入力されて角速度検出装置 1 が異常であれば警告表示される。

[0134] なお、マイクロコンピュータ 2 は、異常診断を実施しない時は、角速度検出信号 3 2 に基づいて所定の演算を行うようにしてもよい。例えば、マイクロコンピュータ 2 は、角速度検出信号 3 2 の電圧値を積分することにより角速度検出装置 1 が搭載された移動体の角度を計算し、不図示の速度センサーから得た速度情報と組み合わせて現在の位置を計算するようにしてもよい。

[0135] 図 1 4 は、図 1 3 に示した異常診断システム 1 0 0 0 による角速度検出装置の異常診断のフローチャートの一例を示す図である。

[0136] 図 1 4 に示すように、異常診断開始イベントが発生すると（ステップ S 1 0 で Y e s の場合）、マイクロコンピュータ 2 は、角速度検出装置 1 の外部入力端子 1 6 に異常診断モード設定信号 6 2 を供給する（ステップ 2 0）

。異常診断開始イベントは、角速度検出装置 1 に角速度が加わっていない状態（例えば、静止している状態）、例えば、角速度検出装置 1 が車両に搭載されているのであれば、当該車両のエンジン始動時等に発生するようにしてもよい。

[0137] 角速度検出装置 1 は、異常診断モード設定信号 6 2 を受け取ると、前述した位相変更回路 3 5 2 又はデューティー比変更回路 3 5 6 により、検波信号 3 4 の位相又はデューティー比を変更して同期検波し、漏れ信号の少なくとも一部を検出する（ステップ S 3 0）。

[0138] そして、角速度検出装置 1 は、前述したように、同期検波回路 3 5 0 の出力信号に基づいて、漏れ信号のレベルに応じた電圧値の角速度検出信号 3 2 を出力する（ステップ S 4 0）。

[0139] そして、マイクロコンピュータ 2 は、角速度検出信号 3 2 を受け取って角速度検出装置 1 の異常を診断し、異常判定信号 4 を出力する（ステップ S 5 0）。例えば、マイクロコンピュータ 2 は、角速度検出信号 3 2 の電圧値が正常範囲が否かを判定し、正常であれば第 1 の電位（例えば低電位）、異常であれば第 2 の電位（例えば高電位）の異常判定信号 4 を出力する。

[0140] 第 1 実施形態の異常診断システム 1 0 0 0 は、前述した第 1 実施形態又は第 2 実施形態の角速度検出装置 1 を用いることにより、より信頼性の高い異常診断が可能である。

[0141] [第 2 実施形態]

図 1 5 は、第 2 実施形態の角速度検出装置の異常診断システムの構成の一例を示す図である。

[0142] 図 1 5 に示すように、第 2 実施形態の異常診断システム 1 0 0 0 は、角速度検出装置 1 とマイクロコンピュータ 2 を含んで構成されている。

[0143] 角速度検出装置 1 は、例えば、図 1 2 に示した第 3 実施形態の角速度検出装置である。

[0144] マイクロコンピュータ 2 は、角速度検出装置 1 の外部入力端子 1 6 に異常診断モード設定信号 6 2 を供給し、角速度検出装置 1 は、異常診断モード

設定信号 62 を受け取り、外部出力端子 18 から異常判定信号 72 を出力する。異常判定信号 72 は、例えば、不図示の表示装置に入力されて角速度検出装置 1 が異常であれば警告表示される。

[0145] なお、マイクロコンピュータ 2 は、角速度検出装置 1 が外部出力端子 17 から出力する角速度検出信号 32 を受け取って所定の演算を行うようにしてもよい。さらに、マイクロコンピュータ 2 は、異常判定信号 72 を受け取り、角速度検出装置 1 が異常であれば角速度検出信号 32 に基づく演算を行わないようにしてもよい。

[0146] 図 16 は、図 15 に示した異常診断システム 1000 による角速度検出装置の異常診断のフローチャートの一例を示す図である。

[0147] 図 16 のフローチャートのステップ S110、S120、S130 の処理は、それぞれ図 14 のフローチャートのステップ S10、S20、S30 の処理と同じであるため、説明を省略する。

[0148] ステップ S110、S120、S130 の処理により、角速度検出装置 1 において、同期検波により漏れ信号の少なくとも一部が検出される。

[0149] そして、角速度検出装置 1 は、前述したように、同期検波回路 350 の出力信号に基づいて、異常判定信号 72 を生成し、外部出力端子 18 から出力する。

[0150] 第 2 実施形態の異常診断システム 1000 は、前述した第 3 実施形態の角速度検出装置 1 を用いることにより、より信頼性の高い異常診断が可能である。さらに、マイクロコンピュータ 2 は、異常判定信号 72 により、角速度検出装置 1 の異常の有無を直接的に認識することができるので、マイクロコンピュータ 2 の負荷を低減することができる。

[0151] なお、本発明は本実施形態に限定されず、本発明の要旨の範囲内で種々の変形実施が可能である。

[0152] 例えば、第 1 実施形態の角速度検出装置 1 では、図 1 に示したように、検波信号 34 の位相を変更することにより、AC 増幅回路 340 の出力信号（被検波信号 36）に対する検波信号 34 の立ち上がり及び立ち下りの相対

的なタイミングが変更されているが、差動増幅回路 330 の出力信号や AC 増幅回路 340 の出力信号の位相を変更することにより、AC 増幅回路 340 の出力信号（被検波信号 36）に対する検波信号 34 の立ち上がり及び立ち下りの相対的なタイミングを変更するように構成してもよい。

[0153] また、例えば、第 2 実施形態の角速度検出装置 1 では、図 9 に示したように、検波信号 34 のデューティ比を変更することにより、AC 増幅回路 340 の出力信号（被検波信号 36）に対する検波信号 34 の立ち下りの相対的なタイミングが変更されているが、検波信号 34 の立ち上がりの相対的なタイミングを変更するように構成してもよい。

[0154] また、例えば、第 1 実施形態～第 3 実施形態の角速度検出装置 1 において、位相変更回路 352 とデューティ比変更回路 356 を直列に接続して検波信号 34 の位相とデューティ比の両方を変更することにより、AC 増幅回路 340 の出力信号（被検波信号 36）に対する検波信号 34 の立ち上がり及び立ち下りの少なくとも一方の相対的なタイミングを変更するようにしてもよい。

[0155] また、例えば、第 1 実施形態又は第 3 実施形態の角速度検出装置 1 において、AC 増幅回路 220 は、方形波電圧信号 22 を出力するようにしているが、例えば、正弦波電圧信号を出力するようにしてもよい。その場合、同期検波回路 350 は、正弦波の検波信号 34 により同期検波を行う構成に変更すればよい。

[0156] 本発明は、実施の形態で説明した構成と実質的に同一の構成（例えば、機能、方法及び結果が同一の構成、あるいは目的及び効果が同一の構成）を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成の本質的でない部分を置き換えた構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成と同一の作用効果を奏する構成又は同一の目的を達成することができる構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成に公知技術を付加した構成を含む。

符号の説明

[0157] 1 角速度検出装置、2 マイクロコンピューター、4 異常判定信号、10 角速度検出用 IC、11 外部出力端子、12~16 外部入力端子、17~18 外部出力端子、20 駆動回路、22 方形波電圧信号、30 検出回路、32 角速度検出信号、34 検波信号、36 被検波信号、40 基準電源回路、50 メモリー、52 位相変更量、54 デューティー比変更量、60 制御部、62 異常診断モード設定信号、64 制御信号、70 異常判定回路、72 異常判定信号、100 ジャイロセンサー素子、101a~101b 駆動振動腕、102 検出振動腕、103 錘部、104a~104b 駆動用基部、105a~105b 連結腕、106 錘部、107 検出用基部、112~113 駆動電極、114~115 検出電極、116 共通電極、210 I/V変換回路（電流電圧変換回路）、220 AC増幅回路、230 振幅調整回路、310 チャージアンプ回路、320 チャージアンプ回路、330 差動増幅回路、340 AC増幅回路、350 同期検波回路、352 位相変更回路、353 遅延回路、354 スイッチ回路、356 デューティー比変更回路、357 遅延回路、358 スイッチ回路、359 論理和回路、360 平滑回路、370 可変増幅回路、380 フィルター回路、1000 異常診断システム

請求の範囲

[請求項1]

所定の物理量を検出する物理量検出装置であって、
駆動電極と、検出電極と、を有し、前記駆動電極に供給される駆動信号に基づいて振動することにより、前記検出電極に、前記物理量の大きさに応じた検出信号とともに前記駆動信号に基づく振動の漏れ信号を発生させる物理量検出素子と、
前記駆動信号を生成する駆動部と、
前記駆動信号に同期した検波信号に基づいて、前記検出信号と前記漏れ信号を含む被検波信号に対して同期検波を行う同期検波部と、
制御信号に基づいて、同期検波により前記漏れ信号の少なくとも一部が出力されるように、前記被検波信号に対する前記検波信号の立ち上がり及び立ち下がりの少なくとも一方の相対的なタイミングを変更するタイミング変更部と、を含むことを特徴とする物理量検出装置。

[請求項2]

請求項1において、
前記タイミング変更部は、
前記制御信号に基づき、前記検波信号と前記被検波信号との位相差を変更することを特徴とする物理量検出装置。

[請求項3]

請求項1又は2において、
前記タイミング変更部は、
前記制御信号に基づき、前記検波信号のデューティ比を変更することを特徴とする物理量検出装置。

[請求項4]

請求項1乃至3のいずれかにおいて、
前記タイミング変更部は、
前記相対的なタイミングの変更量が調整可能であることを特徴とする物理量検出装置。

[請求項5]

請求項1乃至4のいずれかにおいて、
前記同期検波部の出力信号に基づいて、当該物理量検出装置の異常の有無を判定する異常判定部を含むことを特徴とする物理量検出装置

。

[請求項6] 請求項 1 乃至 5 のいずれかにおいて、
前記物理量は、角速度であることを特徴とする物理量検出装置。

[請求項7] 請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の物理量検出装置と、
当該物理量検出装置に前記制御信号を供給し、当該物理量検出装置
が前記同期検波部の出力信号に基づいて生成した信号を受け取り、当
該信号に基づいて当該物理量検出装置の異常を診断する異常診断装置
と、を含むことを特徴とする物理量検出装置の異常診断システム。

[請求項8] 駆動電極と、検出電極と、を有し、前記駆動電極に供給される駆動
信号に基づいて振動することにより、前記検出電極に、所定の物理量
の大きさに応じた検出信号とともに前記駆動信号に基づく振動の漏れ
信号を発生させる物理量検出素子と、前記駆動信号を生成する駆動部
と、前記駆動信号に同期した検波信号に基づいて、前記検出信号と前
記漏れ信号を含む被検波信号に対して同期検波を行う同期検波部と、
を含む物理量検出装置の制御方法であって、

当該物理量検出装置に、前記漏れ信号の少なくとも一部が出力され
るように、前記被検波信号に対する前記検波信号の立ち上がり及び立
ち下がりの少なくとも一方の相対的なタイミングを変更して同期検波
させるステップと、

当該物理量検出装置に、前記同期検波部の出力信号に基づいて、前
記漏れ信号に応じた信号を生成させるステップと、を含むことを特徴
とする物理量検出装置の制御方法。

[請求項9] 駆動電極と、検出電極と、を有し、前記駆動電極に供給される駆動
信号に基づいて振動することにより、前記検出電極に、所定の物理量
の大きさに応じた検出信号とともに前記駆動信号に基づく振動の漏れ
信号を発生させる物理量検出素子と、前記駆動信号を生成する駆動部
と、前記駆動信号に同期した検波信号に基づいて、前記検出信号と前
記漏れ信号を含む被検波信号に対して同期検波を行う同期検波部と、

を含む物理量検出装置の制御方法であって、

当該物理量検出装置に、前記漏れ信号の少なくとも一部が出力されるように、前記被検波信号に対する前記検波信号の立ち上がり及び立ち下りの少なくとも一方の相対的なタイミングを変更して同期検波させるステップと、

当該物理量検出装置に、前記同期検波部の出力信号に基づいて、当該物理量検出装置の異常の有無を判定させるステップと、を含むことを特徴とする物理量検出装置の制御方法。

[請求項10]

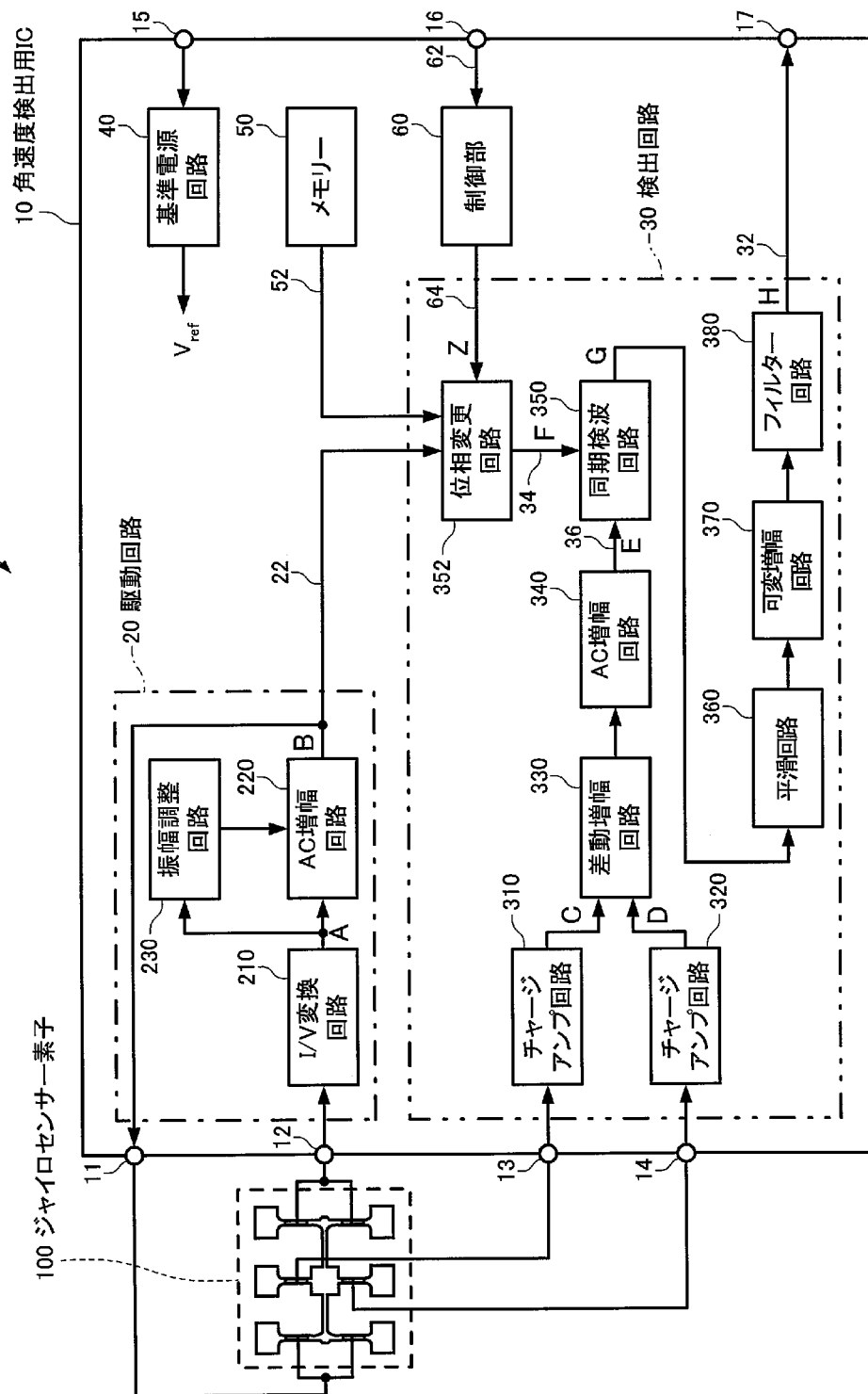
駆動電極と、検出電極と、を有し、前記駆動電極に供給される駆動信号に基づいて振動することにより、前記検出電極に、所定の物理量の大きさに応じた検出信号とともに前記駆動信号に基づく振動の漏れ信号を発生させる物理量検出素子と、前記駆動信号を生成する駆動部と、前記駆動信号に同期した検波信号に基づいて、前記検出信号と前記漏れ信号を含む被検波信号に対して同期検波を行う同期検波部と、を含む物理量検出装置の異常診断方法であって、

当該物理量検出装置に、前記漏れ信号の少なくとも一部が出力されるように、前記被検波信号に対する前記検波信号の立ち上がり及び立ち下りの少なくとも一方の相対的なタイミングを変更して同期検波させるステップと、

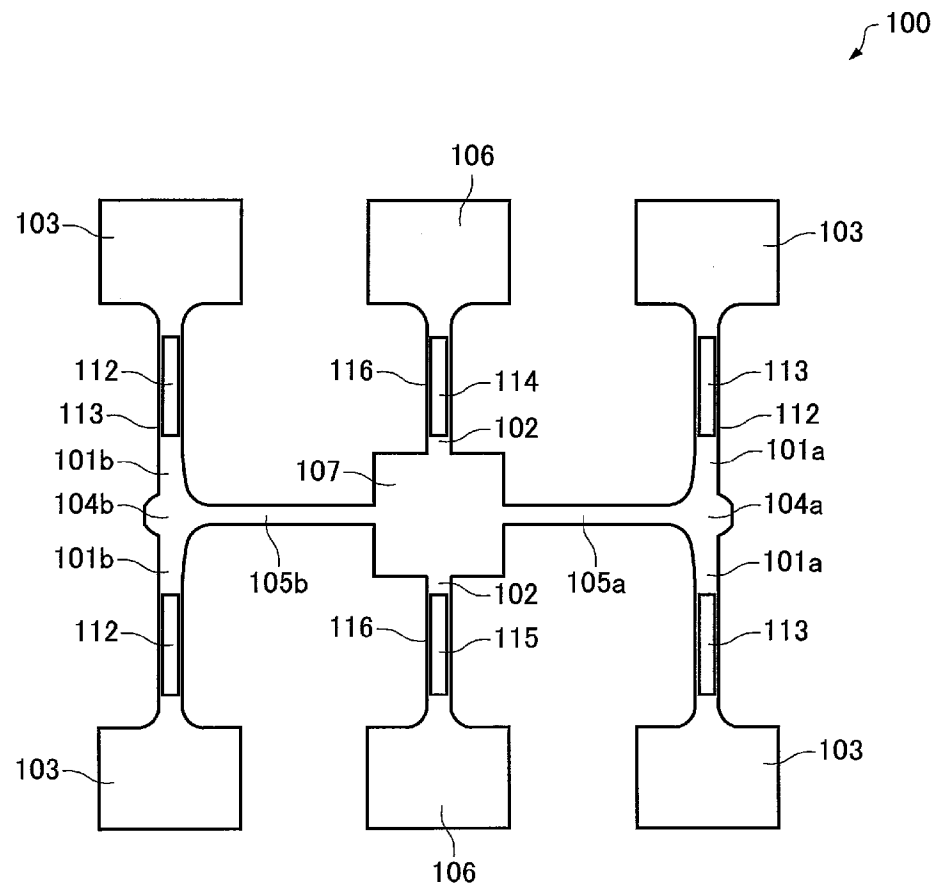
当該物理量検出装置に、前記同期検波部の出力信号に基づいて、前記漏れ信号に応じた信号を生成させるステップと、

前記漏れ信号に応じた信号に基づいて、当該物理量検出装置の異常を診断するステップと、を含むことを特徴とする物理量検出装置の異常診断方法。

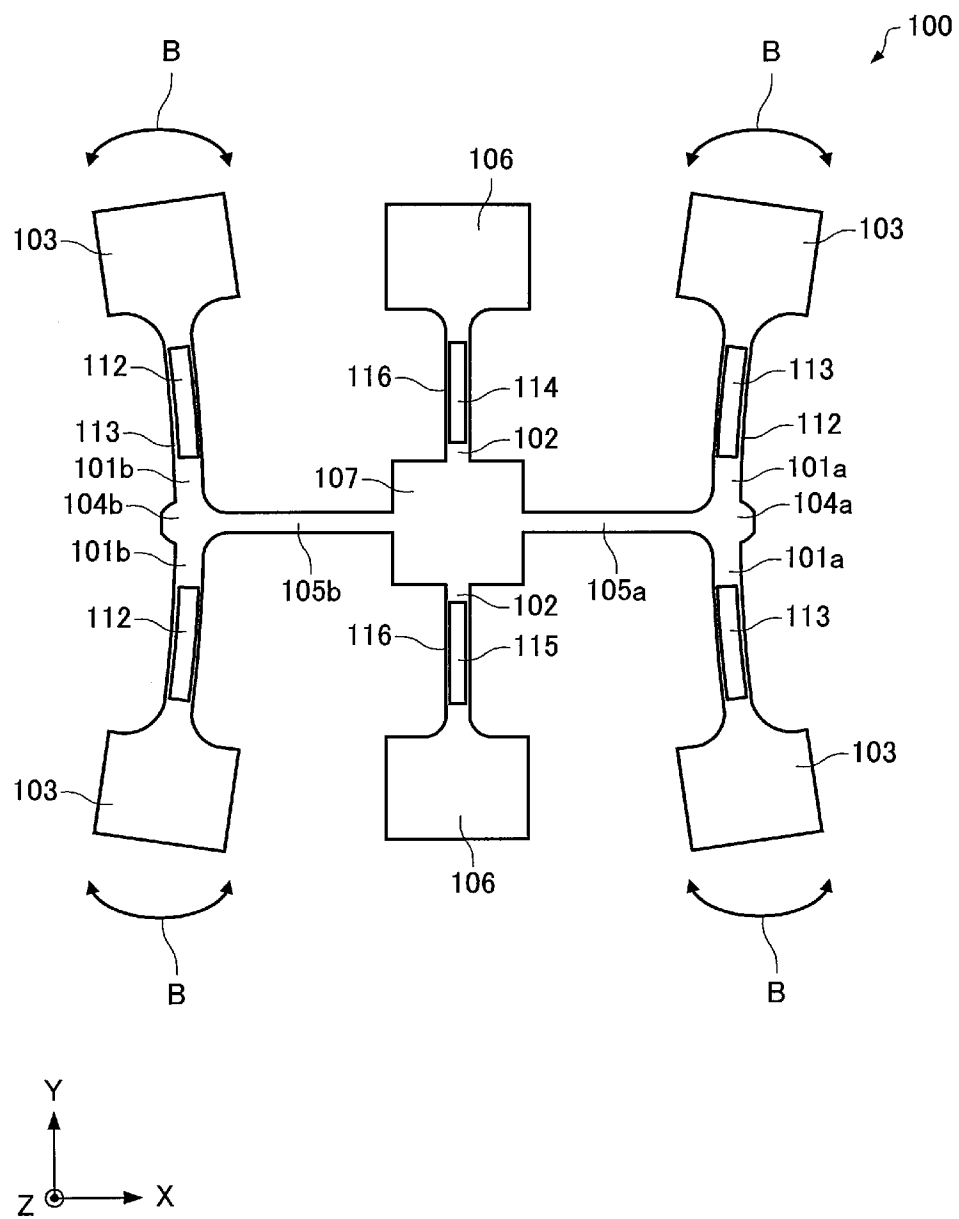
1 角速度検出装置



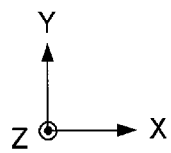
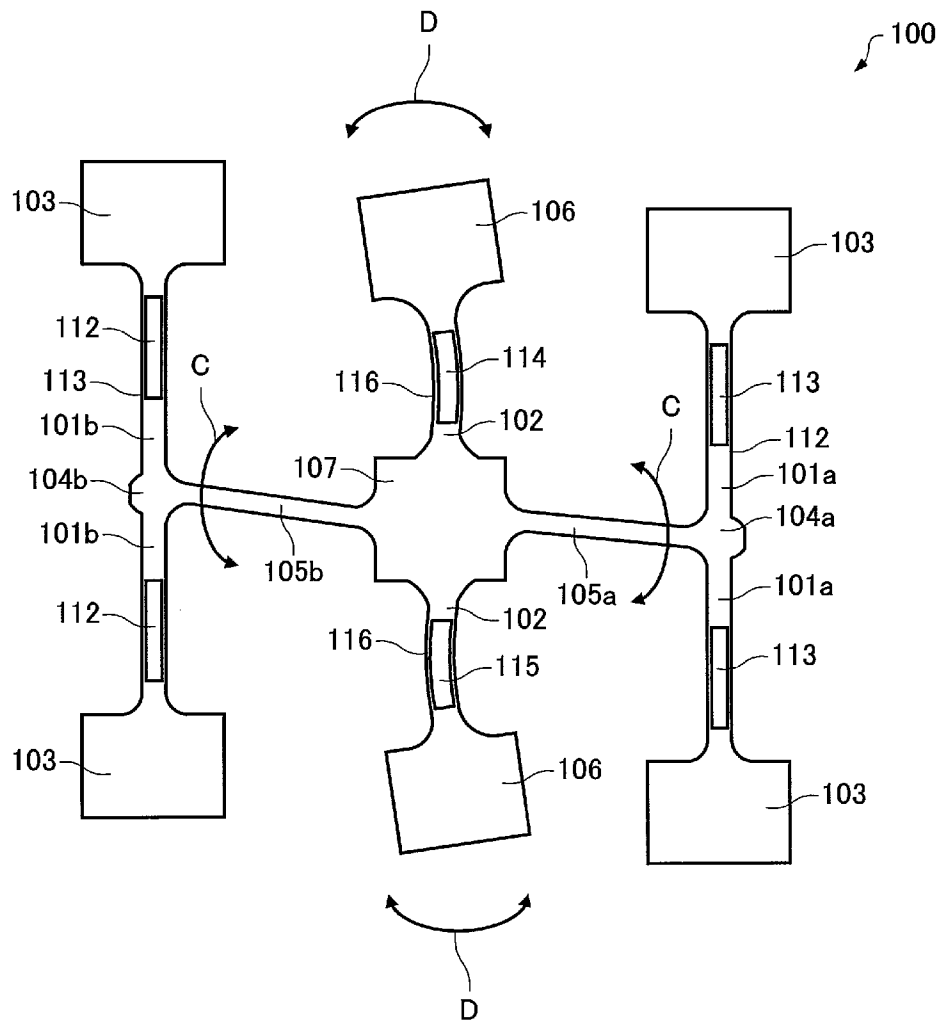
[図2]



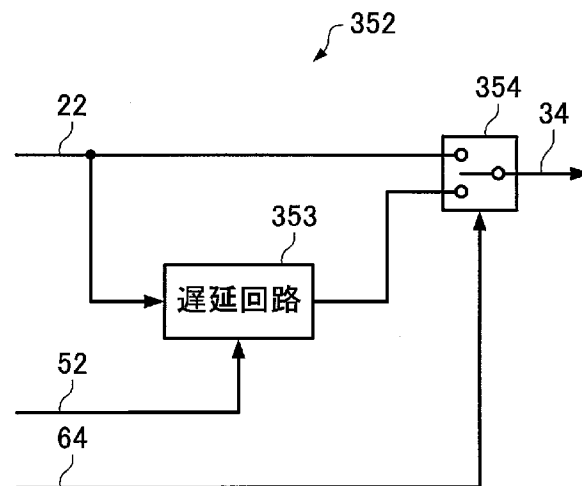
[図3]



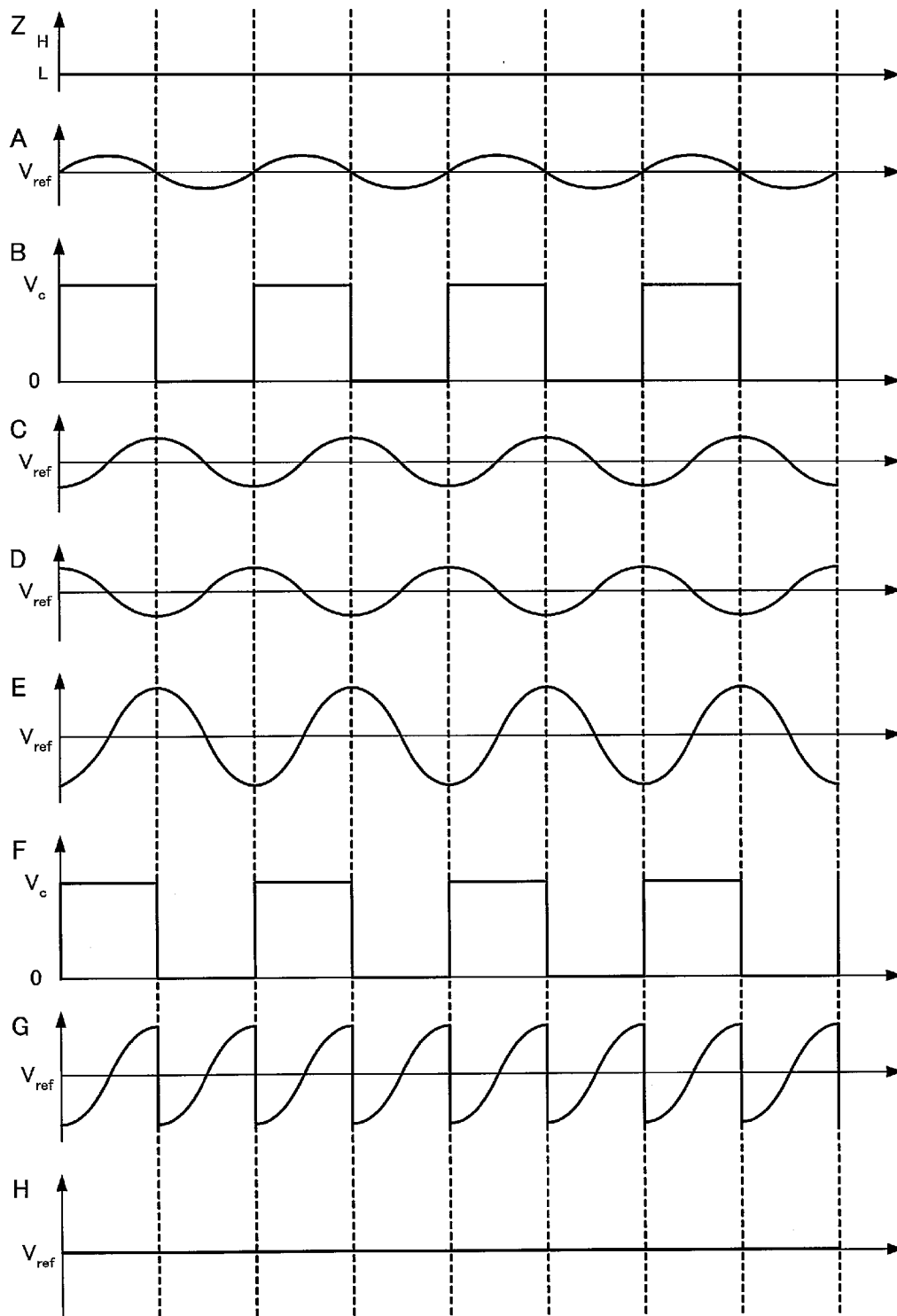
[図4]



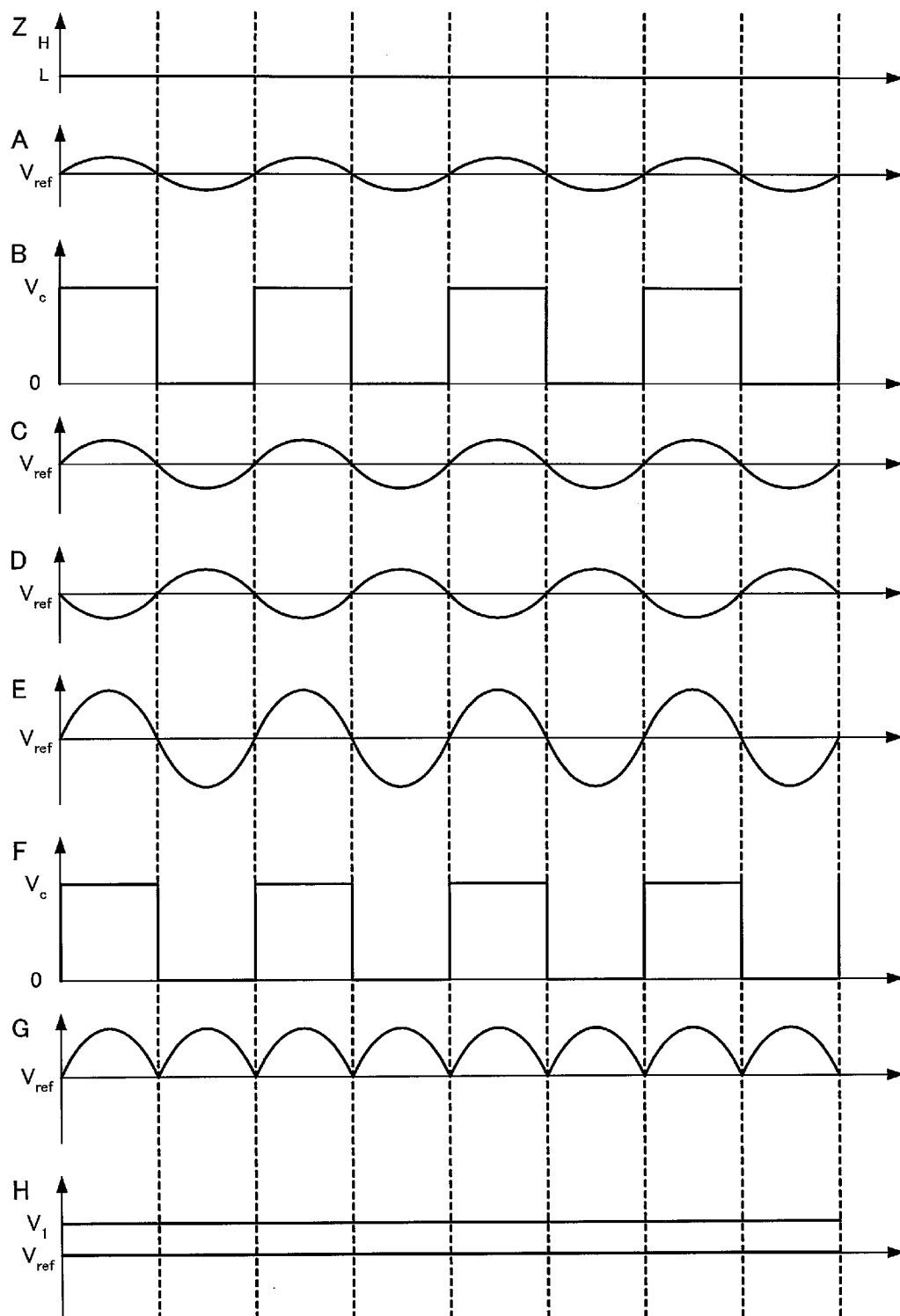
[図5]



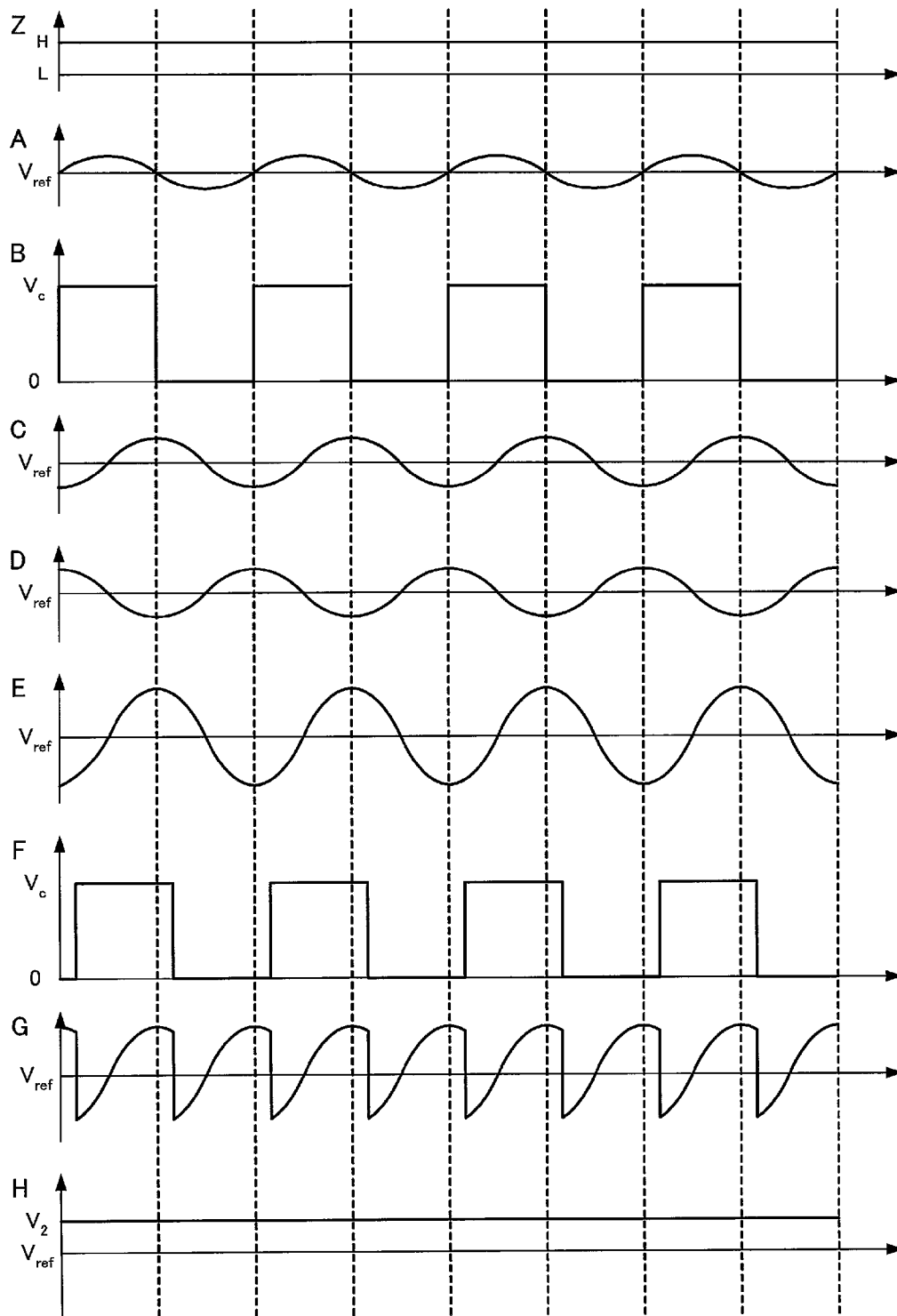
[図6]



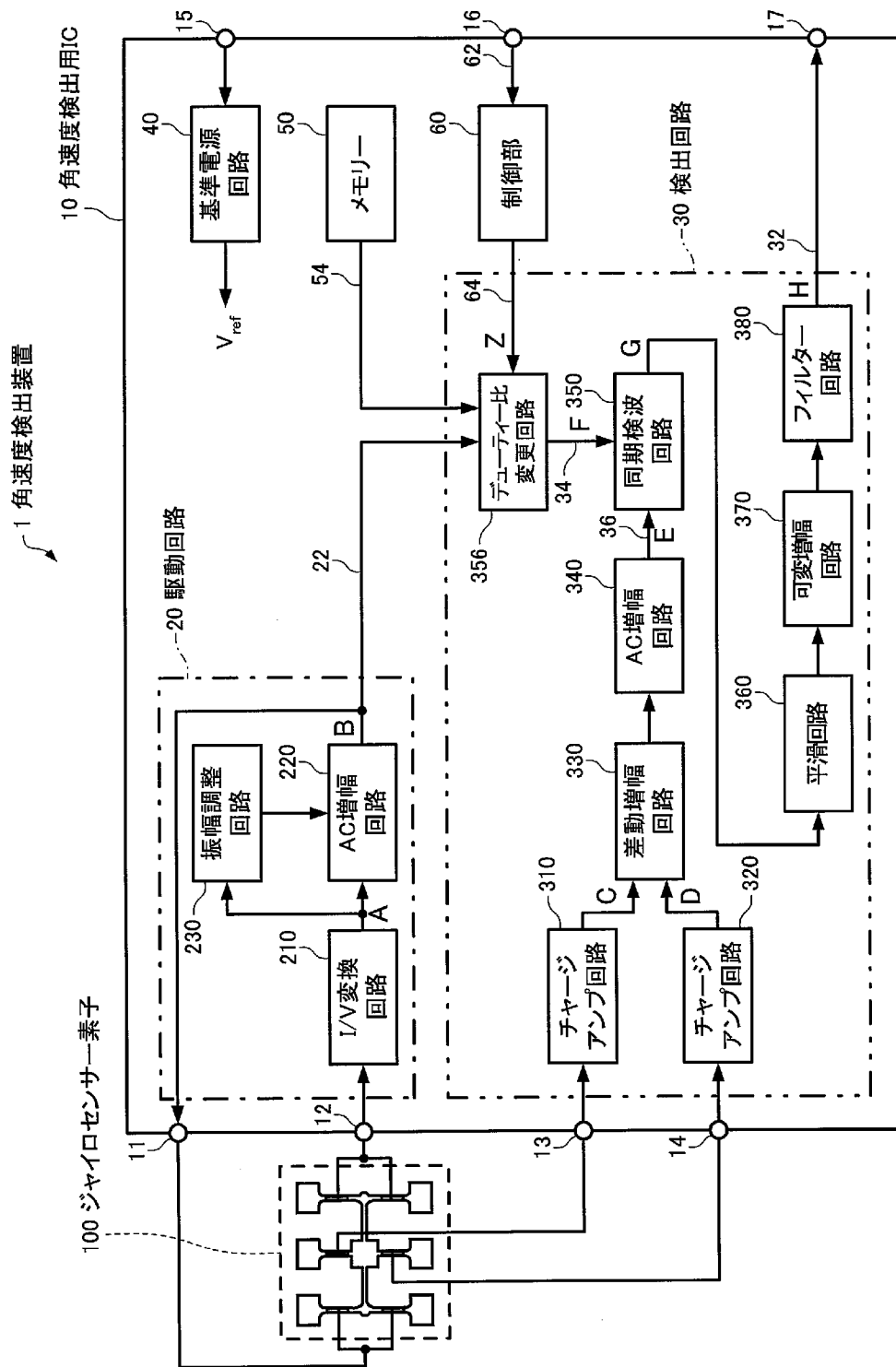
[図7]



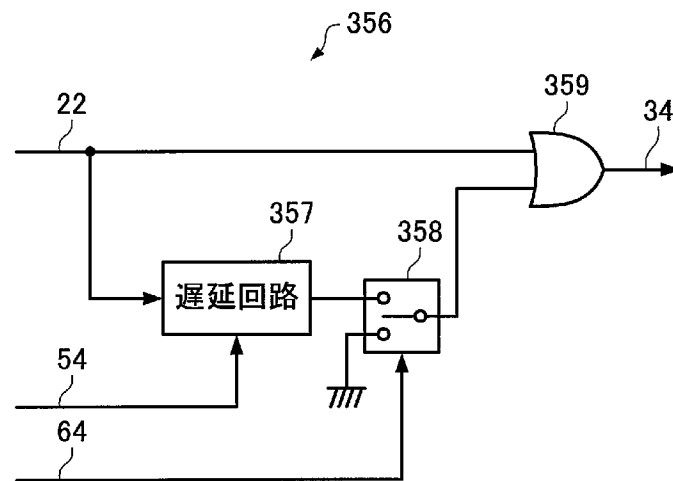
[図8]



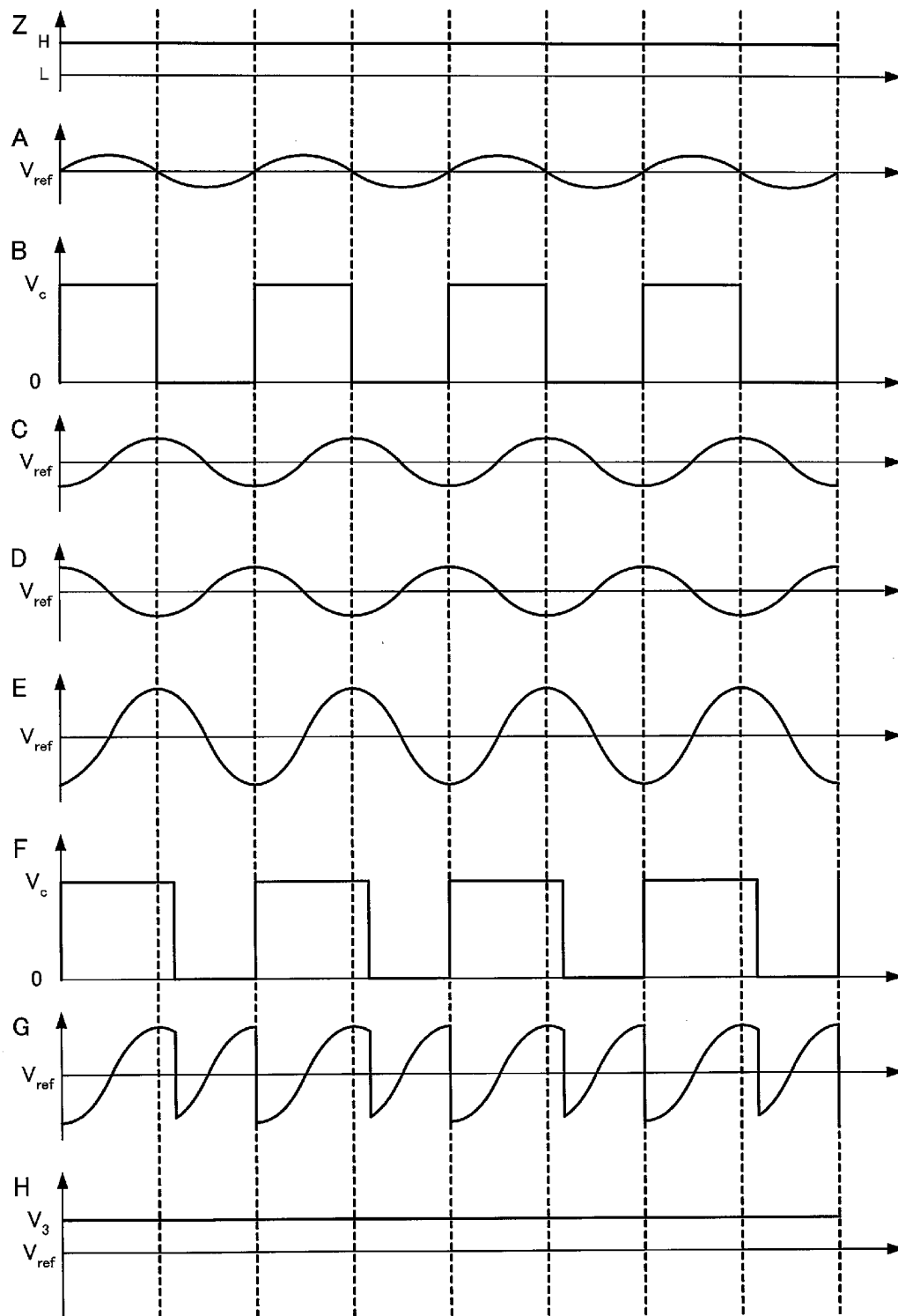
[図9]



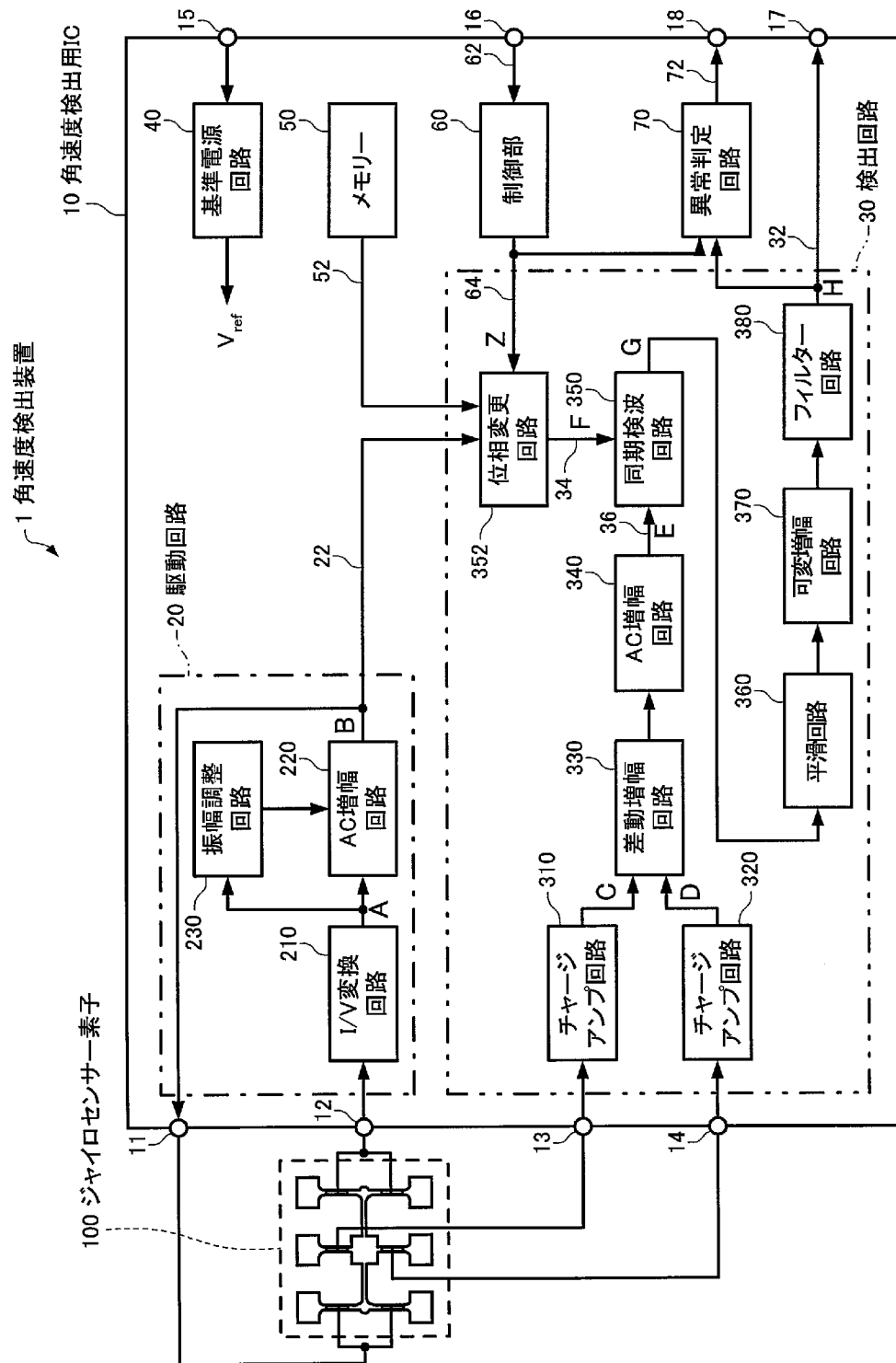
[図10]



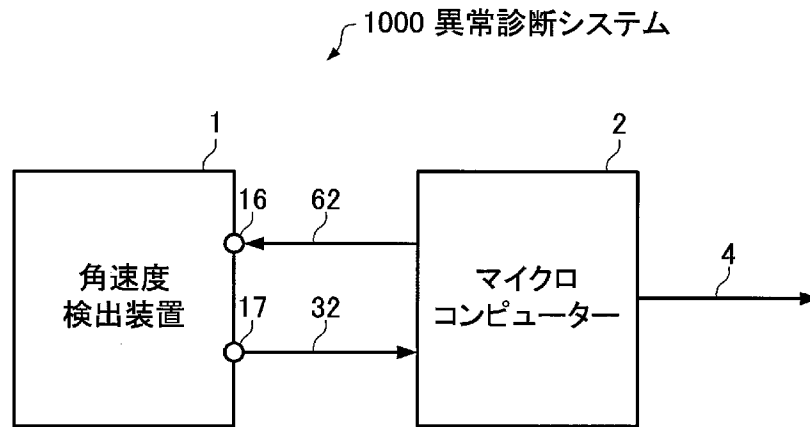
[図11]



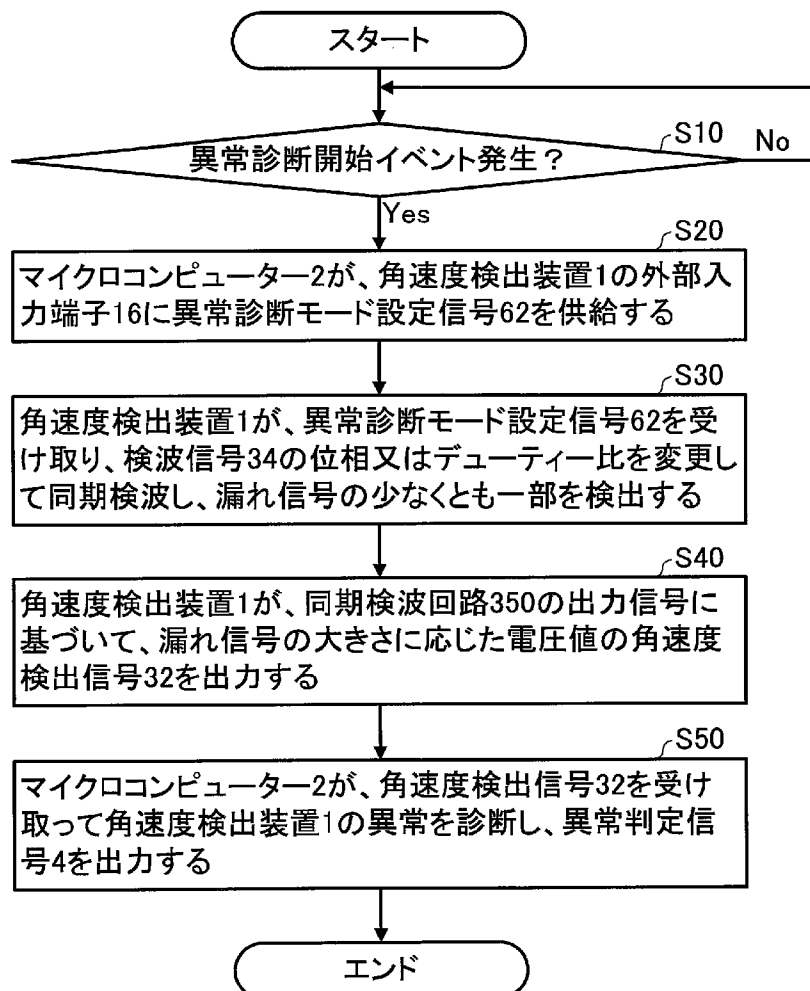
[図12]



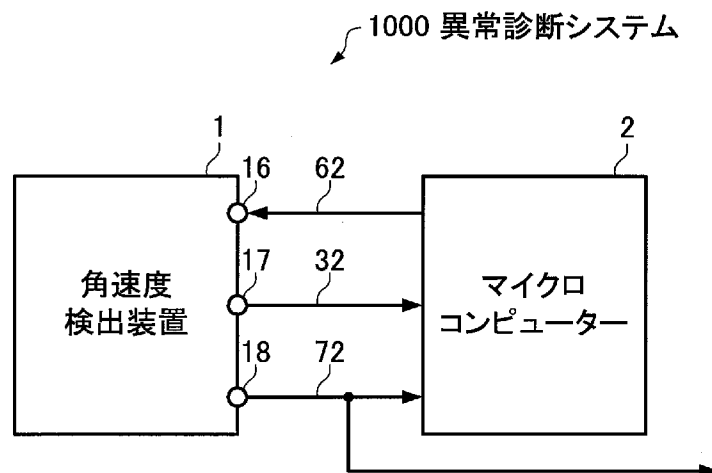
[図13]



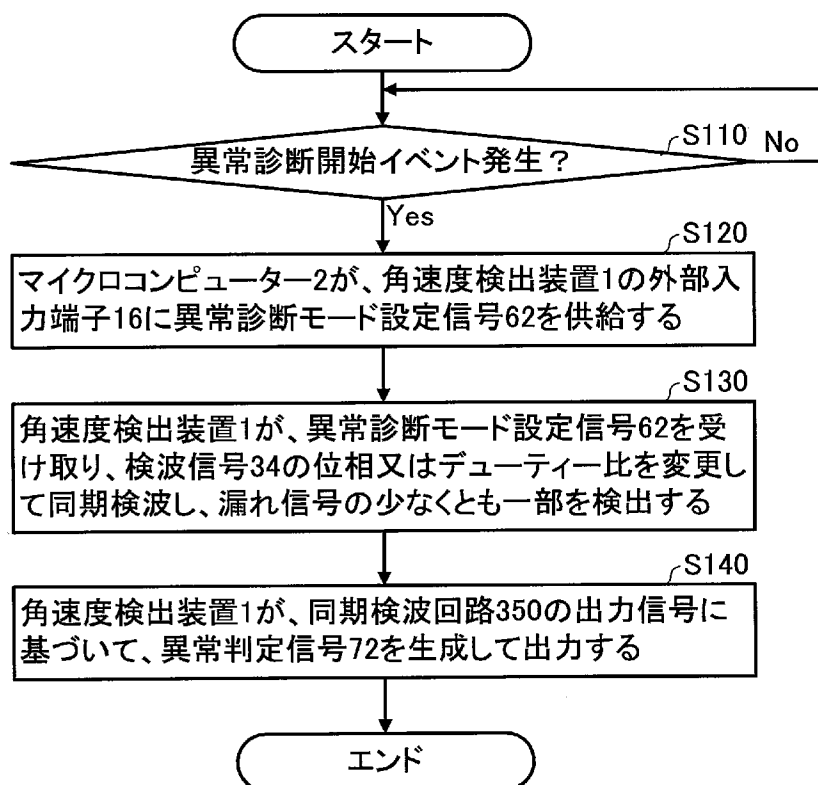
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/059640

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01C19/56(2006.01)i, G01M19/00(2006.01)i, G01P9/04(2006.01)i, G01P21/02(2006.01)i

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)

G01C19/56, G01M19/00, G01P9/04, G01P21/02

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X P, A	WO 2010/050393 A1 (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 06 May 2010 (06.05.2010), paragraphs [0004], [0014] to [0029]; fig. 1 & JP 2010-107326 A	1-2, 4-6, 8-10 3, 7
A	JP 2000-171257 A (Toyota Motor Corp.), 23 June 2000 (23.06.2000), paragraphs [0003] to [0007], [0031] to [0032]; fig. 2 to 3 (Family: none)	1-10
A	JP 2000-146590 A (Denso Corp.), 26 May 2000 (26.05.2000), paragraphs [0020] to [0044]; fig. 3 & US 6167744 B1 & US 6282957 B1 & DE 19853063 A & DE 19853063 A1	1-10

☒ 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 application or patent 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
06 July, 2010 (06.07.10)Date of mailing of the international search report
13 July, 2010 (13.07.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/059640

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 3-226621 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 07 October 1991 (07.10.1991), page 3, lower left column, line 10 to page 4, upper left column, line 17; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01C19/56(2006.01)i, G01M19/00(2006.01)i, G01P9/04(2006.01)i, G01P21/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01C19/56, G01M19/00, G01P9/04, G01P21/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

WPI

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
P X P A	WO 2010/050393 A1（日立オートモティブシステムズ株式会社） 2010.05.06, 段落 [0004]、[0014] - [0029]、第1図 & JP 2010-107326 A	1-2, 4-6, 8-10 3, 7
A	JP 2000-171257 A（トヨタ自動車株式会社）2000.06.23, 段落【0003】 - 【0007】、【0031】 - 【0032】、 第2 - 3図（ファミリーなし）	1 - 10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 6 . 0 7 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 3 . 0 7 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

小野寺 麻美子

2 S

9 5 0 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2000-146590 A (株式会社デンソー) 2000.05.26, 段落【0020】－【0044】、第3図 & US 6167744 B1 & US 6282957 B1 & DE 19853063 A & DE 19853063 A1	1－10
A	JP 3-226621 A (松下電器産業株式会社) 1991.10.07, 第3頁左下欄 第10行－第4頁左上欄第17行、第1－2図 (ファミリーなし)	1－10