

(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

(43) 国際公開日
2012 年 7 月 5 日(05.07.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/090627 A1

- (51) 国際特許分類:
G01C 19/5776 (2012.01) G01P 15/125 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/077070
- (22) 国際出願日: 2011 年 11 月 24 日(24.11.2011)
- (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 2010-291015 2010 年 12 月 27 日(27.12.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 前田 大輔(MAEDA, Daisuke) [JP/JP]; 〒1858601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内 Tokyo (JP). 鄭 希元(JEONG, Heewon) [KR/JP]; 〒1858601 東京都国分寺

市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内 Tokyo (JP). 林 雅秀(HAYASHI, Masahide) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

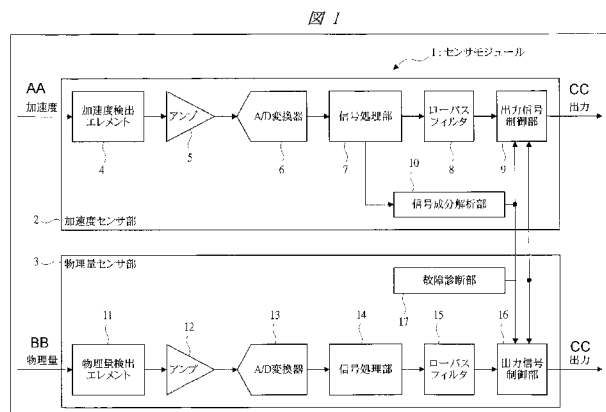
- (74) 代理人: 筒井 大和(TSUTSUI, Yamato); 〒1600022 東京都新宿区新宿 2 丁目 3 番 1 0 号 新宿御苑ビル 3 階 筒井国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.
- (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,

[続葉有]

(54) Title: SENSOR MODULE AND SENSOR SYSTEM

(54) 発明の名称: センサモジュール、およびセンサシステム

[図1]



- 1 Sensor module
AA Acceleration
4 Acceleration detection element
5, 12 Amplifier
6, 13 A/D converter
7, 14 Signal processing unit
8, 15 Low-pass filter
9, 16 Output signal control unit
CC Output
2 Acceleration sensor unit
10 Signal component analysis unit
3 Physical quantity sensor unit
17 Failure diagnosis unit
18 Physical quantity
11 Physical quantity detection element

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to ensure the reliability and accuracy of a sensor while reducing the cost for conditioning of a sensor module. A signal component analysis unit (10) receives a signal that is output from a signal processing unit (7) and is not passed through a low-pass filter (8) yet, analyzes whether or not the application of a fragile frequency associated with a physical quantity occurs at a certain level or higher, and outputs an output stop signal to an output signal control unit (9, 16) when the application of the fragile frequency occurs at the certain level or higher. The output signal control unit (9, 16) receives a control signal output from the signal component analysis unit (10) and stops the output of an acceleration signal and a physical quantity signal which have passed through the signal processing unit (7, 14) and from which noises are eliminated by means of the low-pass filter (8, 15).

(57) 要約: センサモジュールの調整コストを抑えながらセンサの信頼性や精度を確保する。信号成分解析部 10 は、信号処理部 7 から出力されるローパスフィルタ 8 を通過する前の信号を受け、物理量に関する脆弱周波数の印加が一定レベル以上で発生しているかどうかを解析し、脆弱周波数の印加が一定レベル以上の場合、出力信号制御部 9、16 に出力停止信号を出力する。出力信号制御部 9、16 は、信号成分解析部 10 から出力された制御信号を受けて、信号処理部 7、14 を経てローパスフィルタ 8、15 によってノイズが除去された加速度信号、および物理量信号の出力を停止する。

WO 2012/090627 A1



MZ, NA, RW, 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 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

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

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称 : センサモジュール、およびセンサシステム

技術分野

[0001] 本発明は、各種の物理量を検出するセンサの測定技術に関し、特に、入力物理量に対して離調周波数帯域を持つセンサの異常値出力や故障誤診断の防止に有効な技術に関する。

背景技術

[0002] 慣性量センサや圧力センサなどの物理量を計測して電気信号に変換するセンサのうち、機械的な変位を検出原理とするセンサにおいては、一般にその機械部の共振周波数での振動印加によって定常状態とは異なるふるまい（振動モード）が発生する。

[0003] このため、このような固有の周波数を離調周波数と呼び、この周波数での振動印加に対してロバストな設計をすることが、センサの信頼性向上に重要である。

[0004] たとえば、角速度センサのうち、いわゆるコリオリ効果を原理として用いたものは、一般に、質量マスを駆動方向に共振周波数で振動させ、その質量マスに角速度が印加された際に、駆動方向と直交関係にある方向に発生するコリオリ力を質量マスの変位から検出し、これを電気信号として出力する構成からなっている。この時駆動方向の共振周波数と検出方向の共振周波数との差が離調周波数である。

[0005] 上述したコリオリ効果の原理を用いた角速度センサでは、離調周波数近傍での角速度印加によって、マスの検出方向への変位が離調周波数よりも低い帯域、すなわちセンサとして必要な帯域への角速度印加時の変位よりも大きくなることが知られており、回路内での信号の飽和や、常用レンジ外の信号レベルが発生することによりセンサの自己診断機能の故障誤診断を引き起こしてしまう可能性がある。

[0006] 図9は、離調周波数がない（すなわち、駆動方向の共振周波数と検出方向

の共振周波数が一致している) 角速度センサの入力角速度周波数に対するオープン回路出力特性を示した図であり、図 10 は、離調周波数を約 500 Hz に持つ同図である。

[0007] 図 9 に示す離調周波数を持たない状態の角速度センサの場合、その出力は、ある周波数まではフラットな信号強度特性を示し、それ以降はゲインが下がる特性を示す。これに対して、図 10 に示す離調周波数を持つ角速度センサでは、離調周波数帯域にピークを持つ周波数特性を示す。これは、印加された角速度の周波数と、駆動方向の周波数の和が検出方向の共振周波数に近づくためである。

[0008] 駆動方向の共振周波数と検出方向の共振周波数を同一にすることで離調周波数をなくし、上記した問題を解決するための技術として、検出方向の質量マスに直流での力を印加し、検出方向の共振周波数を変化させる技術が一般に知られている。

[0009] また、この種の角速度センサにおいて、ゲインの大きい離調周波数帯域の信号が出力されるのを防ぐ技術としては、たとえば、センサの所望の帯域のゲインを維持しつつ、離調周波数のゲインのみを下げるフィルタ構成としてバターワースフィルタとチェビシェフフィルタを直列に接続するものが知られている(特許文献 1 参照)。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献 1: 特開 2008-256668 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] ところが、上記のような角速度センサにおける離調周波数の調整技術では、次のような問題点があることが本発明者により見いだされた。

[0012] たとえば、角速度センサの離調周波数をなくすために検出方向の質量マスに直流での力を印加する構成においては、個体ごとにばらつきを有する離調

周波数の調整のため、センサ毎に個別に離調周波数を測定し、印加電圧の値を設定する必要があった。そのため、センサ個体でばらつく離調周波数の調整に多大な調整コストがかかってしまうという問題がある。さらに、センサが使用される期間全域にわたってこれを維持する必要があるため、センサの調整や性能維持に高いコストがかかってしまうという問題が生じる。

[0013] また、センサの所望の帯域のゲインを維持しつつ、離調周波数帯域のゲインのみを下げるフィルタ構成を実装する技術においては、フィルタ段よりも前段での信号飽和による異常値の出力や故障誤診断が発生し、信頼性が低下する恐れがある。

[0014] これに対し、飽和の発生を抑制すべく回路の信号最大値を離調周波数発生時の信号強度に合わせた場合は、センサとして本来所望していた帯域での解像度、いわゆるダイナミックレンジが劣化し、センサの精度が低下する恐れがある。すなわち、上記構成においては、センサとしての信頼性確保と精度がトレードオフの関係となっていた。

[0015] 本発明の目的は、センサの調整コストを抑えつつ、センサの信頼性や精度を確保することのできる技術を提供することにある。

[0016] 本発明の前記ならびにそのほかの目的と新規な特徴については、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

課題を解決するための手段

[0017] 本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、次のとおりである。

[0018] 本発明は、外部からの加速度を検出する第1の検出エレメントと、該第1の検出エレメントが検出した加速度信号を処理する加速度信号処理部と、該加速度信号処理部が処理した信号からノイズ信号を除去する第1のフィルタと、加速度以外の物理量を検出する第2の検出エレメントと、該第2の検出エレメントが検出した物理量信号を処理する第1の物理量信号処理部と、該第1の物理量信号処理部が処理した信号からノイズ信号を除去する第2のフィルタと、加速度信号処理部が処理した信号の周波数成分を解析し、前記第

2の検出エレメントの駆動方向の周波数と前記第2の検出エレメントの検出方向の周波数との差を示す離調周波数成分を有する物理量が印加されているか否かを判定し、該離調周波数成分を有する物理量が印加されていると判定した際に出力停止信号を出力する信号成分解析部と、該信号成分解析部から出力停止信号が出力された際に、第1のフィルタから出力される信号の出力を停止する第1の出力制御部と、信号成分解析部から出力停止信号が出力された際に、第2のフィルタから出力される信号の出力を停止する第2の出力制御部とを有するものである。

[0019] また、本発明は、第1、および第2の出力制御部が、信号成分解析部から出力停止信号が出力された際に、信号出力が停止したことを示す信号フラグを出力するものである。

[0020] さらに、本発明は、第2の検出エレメントが検出する物理量が角速度よりなるものである。

[0021] また、本発明は、加速度信号処理部、第1、および第2のフィルタ、信号成分解析部、第1、および第2の出力制御部、および第1の物理量信号処理部が、1つの半導体チップ上に形成されているものである。

[0022] さらに、本発明は、加速度以外の物理量を検出する第3の検出エレメントと、該第3の検出エレメントが検出した物理量信号を処理する第2の物理量信号処理部と、該第2の物理量信号処理部が処理した信号からノイズ信号を除去する第3のフィルタと、信号成分解析部から出力停止信号が出力された際に、第3のフィルタから出力される信号の出力を停止する第3の出力制御部とをさらに有するものである。

[0023] また、本発明は、加速度信号処理部、第1のフィルタ、第1の出力制御部、および信号成分解析部が形成された第1の半導体チップと、第1の物理量信号処理部、第2のフィルタ、および第2の出力制御部が形成された第2の半導体チップとを有し、第1の半導体チップは、第2の半導体チップとボンディングワイヤによって接続され、信号成分解析部から出力された出力停止信号をボンディングワイヤを介して第2の出力制御部に伝達するものである。

。

[0024] また、本願のその他の発明の概要を簡単に示す。

[0025] 本発明は、外部からの加速度を検出する第1の検出エレメントと、該第1の検出エレメントが検出した加速度信号を処理する加速度信号処理部と、該加速度信号処理部が処理した信号からノイズ信号を除去する第1のフィルタと、加速度以外の物理量を検出する第2の検出エレメントと、該第2の検出エレメントが検出した物理量信号を処理する第1の物理量信号処理部と、該第1の物理量信号処理部が処理した信号からノイズ信号を除去する第2のフィルタとを有するセンサモジュールと、第1、および第2のフィルタを介して出力された信号に基づいて、アクチュエータを制御するプロセッサとを有し、該プロセッサは、第1の物理量信号処理部が処理した信号からノイズ信号を除去する第2のフィルタと、加速度信号処理部が処理した信号の周波数成分を解析し、前記第2の検出エレメントの駆動方向の周波数と前記第2の検出エレメントの検出方向の周波数との差を示す離調周波数成分を有する物理量が印加されているか否かを判定し、その離調周波数成分を有する物理量が印加されていると判定した際に出力停止信号を出力する信号成分解析部と、信号成分解析部から停止信号が出力された際に、プロセッサがアクチュエータの制御を行わない状態に遷移させる内部状態決定部とを有するものである。

[0026] さらに、本発明は、外部からの加速度を検出する第1の検出エレメントと、該第1の検出エレメントが検出した加速度信号を処理する加速度信号処理部と、該加速度信号処理部が処理した信号からノイズ信号を除去する第1のフィルタと、加速度以外の物理量を検出する第2の検出エレメントと、該第2の検出エレメントが検出した物理量信号を処理する第1の物理量信号処理部と、第1の物理量信号処理部が処理した信号からノイズ信号を除去する第2のフィルタとを備えたセンサモジュールと、第1、および第2のフィルタを介して出力された信号に基づいて、アクチュエータを制御するプロセッサとを有し、該プロセッサは、第1のフィルタから出力された信号の周波数成

分を解析し、第2の検出エレメントの駆動方向の周波数と第2の検出エレメントの検出方向の周波数との差を示す離調周波数成分を有する物理量が印加されているか否かを判定し、その離調周波数成分を有する物理量が印加されていると判定した際に出力停止信号を出力する信号成分解析部と、該信号成分解析部から停止信号が出力された際に、プロセッサがアクチュエータの制御を行わない状態に遷移させる内部状態決定部とを有するものである。

発明の効果

[0027] 本願において開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば以下のとおりである。

[0028] (1) 離調周波数における角速度の検知による異常値出力を防止することができるので、センサモジュールにおける離調周波数の調整などを不要としながら、高精度なセンサモジュールを実現することができる。

[0029] (2) また、上記(1)により、低コストで信頼性の高いセンサモジュールを実現することができる。

[0030] (3) さらに、上記センサモジュールを用いてセンサシステムを構成することにより、該センサシステムにおける信頼性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0031] [図1]本発明の実施の形態1によるセンサモジュールにおける構成の一例を示すブロック図である。

[図2]加速度と他の物理量の関連性の一例を示す説明図である。

[図3]図1のセンサモジュールにおける実装形態の一例を示した説明図である。

[図4]図3の他の例を示す説明図である。

[図5]図1のセンサモジュールにおける他の例を示すブロック図である。

[図6]本発明の実施の形態2によるセンサモジュールを用いて構成されたセンサシステムにおける一例を示す説明図である。

[図7]本発明の実施の形態3によるセンサモジュールを用いて構成されたセンサシステムにおける一例を示す説明図である。

[図8]図7に示した加速度センサ部におけるセンサ応答とローパスフィルタの特性との関係を示した説明図である。

[図9]本発明者が検討した離調周波数がない角速度センサの入力角速度周波数に対するオープン回路出力特性の一例を示した説明図である。

[図10]本発明者が検討した離調周波数を500Hzに持つ角速度センサの入力角速度周波数に対するオープン回路出力特性の一例を示した説明図である。

発明を実施するための形態

[0032] 以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一の部材には原則として同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

[0033] (実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1によるセンサモジュールにおける構成の一例を示すブロック図、図2は、加速度と他の物理量の関連性の一例を示す説明図、図3は、図1のセンサモジュールにおける実装形態の一例を示した説明図、図4は、図3の他の例を示す説明図、図5は、図1のセンサモジュールにおける他の例を示すブロック図である。

[0034] 《発明の概要》

本発明の第1の概要は、外部からの加速度を検出する第1の検出エレメント（加速度検出エレメント4）と、加速度以外の物理量を検出する第2の検出エレメント（物理量検出エレメント11）と、前記第1の検出エレメントが検出した加速度信号（電圧信号）を処理する加速度信号処理部（アンプ5、A/D変換器6、信号処理部7）と、前記加速度信号処理部が処理した信号からノイズ信号を除去する第1のフィルタ（ローパスフィルタ8）と、前記加速度信号処理部が処理した信号の周波数成分を解析し、前記第2の検出エレメントの駆動方向の周波数と前記第2の検出エレメントの検出方向の周波数との差を示す離調周波数成分を有する物理量が印加されているか否かを判定し、前記離調周波数成分を有する物理量が印加されていると判定した際

に出力停止信号を出力する信号成分解析部（信号成分解析部 10）と、前記信号成分解析部から出力停止信号が出力された際に、前記第 1 のフィルタから出力される信号の出力を停止する第 1 の出力制御部（出力信号制御部 9）とを有するセンサモジュールである。

[0035] また、センサモジュールは、前記第 2 の検出エレメントが検出した物理量信号（電圧信号）を処理する第 1 の物理量信号処理部（アンプ 12、A/D 変換器 13、信号処理部 14）と、前記第 1 の物理量信号処理部が処理した信号からノイズ信号を除去する第 2 のフィルタ（ローパスフィルタ 15）と、前記信号成分解析部から出力停止信号が出力された際に、前記第 2 のフィルタから出力される信号の出力を停止する第 2 の出力制御部（出力信号制御部 16）とを有している。

[0036] 以下、上記した概要に基づいて、実施の形態を詳細に説明する。

[0037] 本実施の形態 1 において、センサモジュール 1 は、各種の物理量を検出するモジュールであり、たとえば、自動車などに搭載される横滑り防止装置などに用いられる。

[0038] センサモジュール 1 は、図 1 に示すように、加速度センサ部 2、および物理量センサ部 3 から構成されている。加速度センサ部 2 は、加速度検出エレメント 4、アンプ 5、A/D (Analog/Digital) 変換器 6、信号処理部 7、ローパスフィルタ 8、出力信号制御部 9、および信号成分解析部 10 から構成されている。

[0039] また、物理量センサ部 3 は、物理量検出エレメント 11、アンプ 12、A/D 変換器 13、信号処理部 14、ローパスフィルタ 15、出力信号制御部 16、および故障診断部 17 から構成されている。

[0040] なお、図 1 では、信号成分解析部 10 を加速度センサ部 2 に設け、故障診断部 17 を物理量センサ部 3 に設けた構成としたが、信号成分解析部 10、および故障診断部 17 は、加速度センサ部 2、または物理量センサ部 3 のいずれに設けた構成であってもよい。

[0041] 加速度センサ部 2 において、加速度検出エレメント 4 は、外部からの加速

度を検知する。アンプ 5 は、加速度検出エレメント 4 が検知した信号を増幅する。A/D変換器 6 は、アンプ 5 から出力されたアナログ信号をデジタル信号に変換する。

[0042] 信号処理部 7 は、A/D変換器 6 から出力されたデジタル信号の信号処理を行う。ローパスフィルタ 8 は、信号処理部 7 から出力された信号のうち、低域周波数の信号のみをそれぞれ通過させるフィルタである。

[0043] 出力信号制御部 9 は、信号成分解析部 10 からの出力停止信号に基づいて、ローパスフィルタ 8 から出力される信号の出力制御を行う。信号成分解析部 10 は、信号処理部 7 が解析した解析結果に基づいて、出力信号制御部 9 , 16 に出力停止信号を出力する。

[0044] 物理量センサ部 3 において、物理量検出エレメント 11 は、外部からの加速度以外の物理量を検知する。アンプ 12 は、物理量検出エレメント 11 が検知した信号を増幅する。A/D変換器 13 は、アンプ 12 から出力されたアナログ信号をデジタル信号に変換する。

[0045] 信号処理部 14 は、A/D変換器 13 から出力されたデジタル信号の信号処理を行う。ローパスフィルタ 15 は、信号処理部 14 から出力された信号のうち、低域周波数の信号のみをそれぞれ通過させるフィルタである。

[0046] 出力信号制御部 16 は、信号成分解析部 10 からの出力停止信号に基づいて、ローパスフィルタ 15 から出力される信号の出力制御を行う。故障診断部 17 は、出力信号制御部 9 , 16 に故障を通知する。

[0047] このセンサモジュール 1 についての動作を以下に説明する。

[0048] 加速度検出エレメント 4 は、たとえば、加速度の印加によって発生する質量マスの変位を容量変化で捉える静電容量型のエレメントであり、容量変化を C/V (Capacitance to Voltage) 変換によって電圧信号に変換する。

[0049] また、物理量検出エレメント 11 は、外部からの加速度以外の物理量、たとえば、角速度を検知する。この物理量検出エレメント 11 は、加速度検出エレメント 4 と同様に、物理量の印加によって発生する質量マスの変位を容量変化で捉える静電容量型のエレメントであり、容量変化を C/V 変換によ

って電圧信号に変換する。

[0050] 次に、アンプ 5, 12 にて、加速度検出エレメント 4 と物理量検出エレメント 11 のそれぞれの電気信号を適切なレベルに変換する。ただし、一般に、アンプには入力信号の許容できる信号レベル(以下、「レンジ」と呼ぶ)があり、レンジを上回る信号が入力されると飽和と呼ばれる現象が起こり、アンプ 5, 12 の出力は線形性を失う。

[0051] このため、信号レンジは、加速度検出エレメント 4、および物理量検出エレメント 11 からの信号によって飽和しない範囲に調整されている必要がある。また、アンプ 5, 12 のレンジが可変であれば、センサとしての出力範囲もまた可変になるため、アンプ 5, 12 のレンジは可変構成となってもよい。

[0052] アンプ 5, 12 からそれぞれ出力された電圧信号は、A/D変換器 6, 13 によって信号レベルがデジタル値にそれぞれ変換される。これによって、後段の信号処理部 7, 14 がデジタル化することができ、低コストかつ高精度な信号処理を実現可能にする。

[0053] このとき、A/D変換器 6, 13 はどのような構成であってもよく、いわゆるフラッシュ型、パイプライン型、逐次比較型、デルタシグマ型とアーキテクチャは問わない。

[0054] 次に、A/D変換器 6, 13 を経たデジタル信号は、信号処理部 7, 14 にそれぞれ送られ、該信号処理部 7, 14 によってセンサ出力値として適切な信号に処理される。まず、A/D変換器 6, 13 を経た信号が何らかの変調を受けている場合は、ここで復調を行う。たとえば、キャリア信号が重畳されている場合は、この信号処理部 7, 14 においてキャリア信号の同期検波とフィルタリングを行い、ベースバンド信号に復調する。

[0055] 次に、温度変化に対する補償、ゼロ点の補正、および感度の補正などの出力信号整形を実施する。以上の信号処理は、たとえば、専用の L S I (Large Scale Integration) などの半導体集積回路装置によって構成されていてもよく、D S P (Digital Signal Processor) とそれに対応した書き換え可能なソ

フトウェアからなってもよい。

- [0056] 信号成分解析部 10 は、信号処理部 7 から出力される信号を受け、物理量に関する離調周波数を有する物理量が印加されているかを解析する。離調周波数とは、物理量検出エレメント 11 の駆動方向の周波数と該物理量検出エレメント 11 の検出方向の周波数との差を示す周波数成分である。
- [0057] 物理量検出エレメント 11 が離調周波数を有する場合、印加された角速度の周波数と、駆動方向の周波数の和が検出方向の共振周波数に近づいてしまうために、離調周波数帯域にセンサ出力のピークを有する周波数特性となってしまう。これにより、センサモジュール 1 から異常値が出力される恐れがある。
- [0058] ここで、物理量検出エレメント 11 が角速度の検出ではなく、圧力を検出する場合には、信号成分解析部 10 は離調周波数ではなく、共振周波数が印加されているかを解析する。
- [0059] 離調周波数の印加判断を行うため、一般には、信号成分解析部 10 は、信号処理部 7 によって信号復調後のベースバンド信号を解析することが好適であるが、信号処理部 7 によって一切処理が行われていない信号から解析を行ったり、信号処理部 7 を一切経由せず、A/D 変換器 6 からの出力を直接解析したりする構成となってもよい。
- [0060] また、信号成分解析部 10 のために独立した A/D 変換器（図示せず）を設ける構成や、独立したアンプ（図示せず）を設けた構成でもよく、これらから直接、信号成分解析部 10 に信号を与えてもよい。
- [0061] さらに、信号処理部 7 と信号成分解析部 10 は物理的に異なる回路である必要はなく、単一の LSI などの半導体集積回路装置の中に両者が存在してもよい。また、DSP のソフトとして信号処理部 7 と信号成分解析部 10 とが実現されていてもよい。
- [0062] 信号成分解析部 10 は、加速度検出エレメント 4 のデジタル信号を用いて、加速度以外の物理量に離調周波数成分が一定値以上含まれているかどうかを判定する。

[0063] ここで、この原理について、図2を用いて説明する。図2は、加速度と他の物理量の関連性の一例を示す説明図である。

[0064] 共通基板18には、センサモジュールパッケージ19が搭載されている。センサモジュールパッケージ19は、センサモジュール1を搭載したパッケージである。この場合、共通基板18は、たとえば、自動車の場合には、シャーシなどに相当する。また、図示するように、センサモジュールパッケージ19の左側には、加速度センサ部2が配置されており、その右側に、物理量センサ部3が配置されている。

[0065] 今、物理量を角速度としてとらえた場合、共通基板18に図2に示す矢印方向に角速度が印加された時、物理量センサ部3には角速度 ω (rad/s)が観測される。また、このとき同時に加速度センサ部2には、 $F = m r \omega^2$ の遠心力が印加される。

[0066] ここで、 m は加速度センサ部2の加速度検知マスの質量、 r は基板の回転中心CENと加速度センサ部2の重心との距離 L (=回転半径)である。すなわち、印加される角速度で発生する遠心力の軸方向に加速度センサ部2の感度があれば、たとえ共通基板18の回転中心CENと加速度センサ部2の重心との距離 L が不明であっても、角速度の印加有無は加速度センサ部2において検知することができ、さらには、その周波数成分も加速度センサ部2の解析によって明らかにすることができる。

[0067] なお、図2では、加速度センサ部2と、加速度以外の物理量センサ部3を1つのセンサモジュールパッケージ19内に収める構造としたが、加速度センサ部2、ならびに加速度以外の物理量センサ部3は同一パッケージ内に必ずしもおさめる必要はなく、共通基板18上にあればよい。

[0068] また、共通基板18は、たとえば、プリント基板や筐体などの物理量(ここでは、慣性量)が同一に印加されるものであれば、特段の限定はされない。

[0069] なお、ここで加速度センサ部2の解析では、たとえば、周波数成分を計算するフーリエ解析(FFT: Fast Fourier Transform)を行い、離調周波数帯域の成分がどの程度含まれているのかを離散時間 T 毎に判断し、一定のしき

い値を超えているかどうかを判定するものが考えられる。

[0070] また、別の解析手法としては、短時間でも低周波帯域を精度よく分析できるウェーブレット解析や、BPF (Band Pass Filter) と信号レベル判定を組み合わせた単純な解析手法などがあり、離調周波数での物理量が印加されていることが判断できれば、いかなる解析手法であってもよい。

[0071] 説明を図 1 に戻し、信号成分解析部 10 は、物理量の離調周波数成分の印加が一定値を超えていると判断した場合、出力停止信号を出力信号制御部 9, 16 にそれぞれ出力する。出力信号制御部 9, 16 は、信号成分解析部 10 から出力された出力停止信号を受けて、信号処理部 7, 14 を経てローパスフィルタ 8, 15 によってノイズが除去された加速度信号、および物理量信号の出力を停止する。

[0072] なぜなら、離調周波数成分での物理量が印加されている時は、回路内部での飽和が発生している可能性が高く、センサ信号としての信頼性が確保できない。従って、不安定な信号をあえて出力しないというアプローチが、システム全体としての安全性を高めることになる。

[0073] また、このとき出力信号制御部 9, 16 は、ローパスフィルタ 8, 15 からの信号出力を停止するのではなく、信号の一時的な停止（以下、サスペンドと呼ぶ）であることを通知する信号フラグ（たとえば、連続した '1' の信号）を出力してもよい。

[0074] このことは、センサモジュール 1 を利用する側のシステムに離調周波数での物理量印加によるごく短時間の一時的な信号出力のサスペンドであることを通知することで、システムがこのセンサ出力のサスペンドに対応した処理を実施することができ、システム全体の信頼性向上に貢献する。

[0075] そのほか、信号成分解析部 10 によって物理量の離調周波数成分の印加が一定値を超えていると判断された場合は、物理量検出エレメント 11 やアンプ 12 のゲインを落としたり、A/D 変換器 6 のレンジを広げたりといった精度の劣化を許容してもセンサとしての機能を維持するアプローチや、背景技術に示したようにコリオリ効果を原理に用いる角速度センサであれば、駆

動方向の振幅を落とし(駆動電圧を下げ)、飽和の発生を抑えることでも前述した機能維持を実現できる。この時、外部には非定常状態であることを通知してもよい。

[0076] 故障診断部 17 は、センサモジュール 1 内のアナログ信号やデジタル信号など信号を監視し、異常を検出すると出力信号制御部 9, 16 に故障を通知する回路である。この故障診断部 17 は、ハードウェア以外に、たとえば、プログラムなどによって構成するようにしてもよい。

[0077] さて、信号成分解析部 10 によって物理量の離調周波数成分の印加が一定値を超えていると判断された場合は、この故障診断部 17 に判断結果を通知し、故障診断部 17 によって内部信号値が異常値であってもセンサの故障と診断しないように指示することも可能である。

[0078] このことは、物理量の離調周波数成分の印加という、原因が明らかになっている一時的な信号異常でセンサが故障と診断されることを防ぎ、センサの交換サイクルを延ばすことに寄与する。

[0079] なお、ここで出力信号制御部 9, 16 をローパスフィルタ 8, 15 の後段に接続する構成は 1 つの例であり、信号を停止したりフラグを付与したりする箇所は回路内のいかなる場所にあってもよく、また、一定時間、物理量検出エレメント 11 に印加するキャリア信号を停止するなど、間接的な信号停止を行う仕組みで構成されていてもよい。

[0080] なお、以上の加速度センサと角速度センサの関係性を離調周波数印加の検知原理に使用している関係上、加速度だけが離調周波数帯域で印加された場合、すなわち外乱の発生時にも、センサのサスペンドは発生し得る。

[0081] 従って、離調周波数が加速度の周波数成分のうち、必要な周波数帯域よりも広く、かつ外乱の発生しにくい周波数帯になるように物理量検出エレメント 11 を設計することが好適である。

[0082] また、物理量検出エレメント 11 の変位を抑制するサーボ回路を構成することで、物理量検出エレメント 11 の変位量に対する出力信号の線形性が向上することが一般に知られており、図 1 に示したセンサモジュール 1 の回路

構成にフィードバックパスを追加したサーボ回路を構成してもよい(図示せず)。ただし、サーボ系では、その応答周波数が離調周波数帯域よりも高くなるように構成する必要がある。

[0083] 図3は、センサモジュール1における実装形態の一例を示した説明図である。

[0084] センサモジュール1は、図1に示すように、アンプ5、A/D変換器6、信号処理部7、ローパスフィルタ8、出力信号制御部9、信号成分解析部10、アンプ12、A/D変換器13、信号処理部14、ローパスフィルタ15、出力信号制御部16、および故障診断部17が形成された半導体チップ20に、加速度検出エレメント4と物理量検出エレメント11とが接続された構成からなる。

[0085] 加速度検出エレメント4は、ボンディングワイヤ21を介して半導体チップ20と接続されており、物理量検出エレメント11は、ボンディングワイヤ22を介して半導体チップ20と接続されている。

[0086] 図4は、図3の他の例を示す説明図である。

[0087] この場合、図3と異なる点は、アンプ5、A/D変換器6、信号処理部7、ローパスフィルタ8、出力信号制御部9、および信号成分解析部10が形成された半導体チップ23と、アンプ12、A/D変換器13、信号処理部14、ローパスフィルタ15、出力信号制御部16、ならびに故障診断部17が形成された半導体チップ24とを有する2チップ構成からなるところである。

[0088] そして、半導体チップ23には、ボンディングワイヤ25を介して加速度検出エレメント4が接続されており、半導体チップ24には、ボンディングワイヤ26を介して物理量検出エレメント11が接続されている。

[0089] また、半導体チップ23と半導体チップ24とは、ボンディングワイヤ27、28を介してそれぞれ接続されている。ボンディングワイヤ27は、半導体チップ23に形成された信号成分解析部10から出力される出力停止信号を出力信号制御部16に伝達する信号線であり、ボンディングワイヤ28

は、半導体チップ24に形成された故障診断部17から出力される故障を通知する信号を伝達する信号線である。

[0090] 信号成分解析部10から出力された出力停止信号は、半導体チップ23に形成されている出力信号制御部9に入力されると共に、ボンディングワイヤ27を介して半導体チップ24に形成されている出力信号制御部16に入力される。

[0091] また、故障診断部17から出力される故障を通知する信号は、半導体チップ24に形成されている出力信号制御部16に入力されると共に、ボンディングワイヤ28を介して半導体チップ23に形成されている出力信号制御部9に入力される。

[0092] 図3に示した構成の場合、アンプ5、A/D変換器6、信号処理部7、ローパスフィルタ8、出力信号制御部9、信号成分解析部10、アンプ12、A/D変換器13、信号処理部14、ローパスフィルタ15、出力信号制御部16、および故障診断部17を1つの半導体チップ20に形成することにより、図4に示した構成に比べてボンディングワイヤ27、28や、半導体チップ23、24に形成される該ボンディングワイヤをボンディングする際に必要なボンディング電極を不要とすることができる。

[0093] さらに、ボンディングワイヤのボンディング作業も不要となるので、低コスト化することができる。

[0094] また、図3の構成では、信号処理部7を共有化することにより、信号処理部14を不要とすることも可能であるので、その場合には、チップ面積の低減が可能であり、センサモジュール1の小型化、および一層の低コスト化を行うことができる。

[0095] さらに、図3においては、半導体チップ23にボンディングワイヤ21、22を介して加速度検出エレメント4、ならびに物理量検出エレメント11を接続する構成としたが、たとえば、加速度検出エレメント4、および物理量検出エレメント11を半導体チップ23に形成するようにしてもよい。このような構成にすることにより、寄生成分由来のノイズを削減することもで

きる。

[0096] また、図4に示した構成は、コスト面から好適でないが、本実施例を実施する上では十分であり、本実装方式による本例の行使は選択肢の一つといえる。

[0097] ここまでは、内部信号がデジタルにて処理される場合について示したが、たとえば、図5に示すように、内部信号が全てアナログのまま処理される形態であってもよい。

[0098] この場合、センサモジュール1aは、図5に示すように、加速度センサ部2a、および物理量センサ部3aから構成されている。加速度センサ部2aは、加速度検出エレメント4、アンプ5、信号処理部7a、ローパスフィルタ8a、帯域通過フィルタ29、振幅検出器30、および出力切り替えスイッチ32から構成されている。

[0099] また、物理量センサ部3aは、物理量検出エレメント11、アンプ12、信号処理部14a、ローパスフィルタ15a、中断信号生成部31、ならびに出力切り替えスイッチ33から構成されている。

[0100] なお、図5においても、振幅検出器30を加速度センサ部2aに設け、中断信号生成部31を物理量センサ部3aに設けた構成としたが、振幅検出器30、または中断信号生成部31aは、加速度センサ部2a、または物理量センサ部3aのいずれかに設けられていればよい。

[0101] 出力切り替えスイッチ32の一方の入力部には、ローパスフィルタ8aの出力部が接続されており、該出力切り替えスイッチ32の他方の入力部には、中断信号生成部31の出力部が接続されている。

[0102] また、出力切り替えスイッチ33の一方の入力部には、ローパスフィルタ15aの出力部が接続されており、該出力切り替えスイッチ33の他方の入力部には、中断信号生成部31の出力部が接続されている。

[0103] 出力切り替えスイッチ32は、振幅検出器30から出力される判断結果に基づいて、ローパスフィルタ8aから出力される信号、または中断信号生成部31から出力される信号のいずれかを切り換えて出力する。

- [0104] 出力切り替えスイッチ 33 は、振幅検出器 30 から出力される判断結果に基づいて、ローパスフィルタ 15a から出力される信号、または中断信号生成部 31 から出力される信号のいずれかを切り換えて出力する。
- [0105] センサモジュール 1a において、信号がアナログで処理される場合には、離調周波数帯域の信号が印加されているかどうかを判断するために、たとえば帯域通過フィルタ（BPF : Band Pass Filter）29 と振幅検出器 30 による構成が考えられる。
- [0106] すなわち、帯域通過フィルタ 29 では、離調周波数帯域の信号のみを通過させ、振幅検出器 30 では信号の 2 乗と、その信号値のしきい値判断を行うことで、加速度以外の物理量にかかる離調周波数の印加有無が判断可能になる。
- [0107] この後、中断状態であることを示す中断信号生成部 31 からの信号と、ローパスフィルタ 8a, 15a からの信号を選択する出力切り替えスイッチ 32, 33 を、振幅検出器 30 から出力される信号に応じて切り替えることにより、離調周波数印加時のサスペンドを実現する。
- [0108] このとき、中断信号生成部 31 から出力される信号はグラウンド（基準電位）レベルの信号や、特定周期の信号など、通常時の出力と区別がつくものであればよく、信号を特に限定するものではない。
- [0109] また、出力切り替えスイッチ 32, 33 は必ずしも必要ではなく、振幅検出器 30 の出力をそのまま外部に出力し、これを通じてセンサを利用するシステム側にサスペンドを通知する構成であってもよい。
- [0110] それにより、本実施の形態 1 によれば、ローパスフィルタ 8 を通過する前の広帯域な加速度信号の信号周波数成分から、物理量検出エレメント 11 に特有の離調周波数成分を持つ物理量が印加されていることを検出することができるので、離調周波数の印加が一定レベルを超える時のみセンサ出力を一時的に停止しこれを通知することができる。
- [0111] よって、コストのかかる離調周波数の調整などを不要としながら、異常値の出力や、故障誤診断などを引き起こしたりすることのない高信頼なセンサ

モジュール 1 を実現することができる。

[0112] なお、本実施の形態 1 では、センサモジュール 1 が加速度センサ部 2、および物理量センサ部 3 から構成されている場合について記載したが、故障診断部 17 を除いた物理量センサ部 3 を複数個有した構成としてもよい。この場合においても、複数の物理量センサ部 3 は、信号成分解析部 10 から出力される出力停止信号に基づいて、物理量信号の出力を停止する。

[0113] (実施の形態 2)

図 6 は、本発明の実施の形態 2 によるセンサモジュールを用いて構成されたセンサシステムにおける一例を示す説明図である。

[0114] 《発明の概要》

本発明の第 2 の概要は、センサシステム（センサシステム 34）が、プロセッサ（ECU 35）、およびセンサモジュール（センサモジュール 1）から構成されている。

[0115] センサモジュールは、外部からの加速度を検出する第 1 の検出エレメント（加速度検出エレメント 4）と、前記第 1 の検出エレメントが検出した加速度信号（電圧信号）を処理する加速度信号処理部（アンプ 5、A/D 変換器 6、信号処理部 7）と、前記加速度信号処理部が処理した信号からノイズ信号を除去する第 1 のフィルタ（ローパスフィルタ 8）と、加速度以外の物理量を検出する第 2 の検出エレメント（物量検出エレメント 11）と、前記第 2 の検出エレメントが検出した物理量信号（電圧信号）を処理する第 1 の物理量信号処理部（アンプ 12、A/D 変換器 13、信号処理部 14）と、前記第 1 の物理量信号処理部が処理した信号からノイズ信号を除去する第 2 のフィルタ（ローパスフィルタ 15）とを有するものである。

[0116] また、プロセッサは、前記第 1、および前記第 2 のフィルタを介して出力された信号に基づいて、アクチュエータの制御動作を行い、前記加速度信号処理部が処理した信号の周波数成分を解析し、前記第 2 の検出エレメントの駆動方向の周波数と前記第 2 の検出エレメントの検出方向の周波数との差を示す離調周波数成分を有する物理量が印加されているか否かを判定し、前記

周波数成分を有する物理量が印加されていると判定した際に出力停止信号を出力する信号成分解析部（信号成分解析部 10）と、前記信号成分解析部から停止信号が出力された際に、前記プロセッサが前記アクチュエータの制御動作を行わない状態に遷移させる内部状態決定部（内部状態決定部 36）とを有するものである。

[0117] 以下、上記した概要に基づいて、実施の形態を詳細に説明する。

[0118] 本実施の形態 2 においては、センサモジュール 1 を用いたセンサシステム 34 の一例について説明する。この場合、センサシステム 34 は、たとえば、自動車の横滑り防止装置に用いられるシステムである。

[0119] センサシステム 34 は、図 6 に示すように、センサモジュール 1、および ECU (Electronic Control Unit) 35 から構成されている。自動車には、ナビゲーションシステムやオーディオなどの情報系、エンジンやシャーシなどのパワートレイン系、あるいはエアコンやヘッドライト、ドアロックなどのボディ系などの各種制御を司る ECU が多数搭載されており、ECU 35 は、多数搭載された半導体集積回路装置のうちの 1 つである。

[0120] この場合、ECU 35 は、たとえば、自動車のブレーキを動作させる油圧ポンプユニットなどのアクチュエータに接続されており、自動車が横滑りした際などに該油圧ポンプユニットなどのアクチュエータを制御してブレーキを動作を制御する。

[0121] 図 6 に示すセンサモジュール 1 は、図 1 と同様に、加速度センサ部 2、および物理量センサ部 3 から構成されている。加速度センサ部 2 は、加速度検出エレメント 4、アンプ 5、A/D 変換器 6、信号処理部 7、ならびにローパスフィルタ 8 から構成されており、図 1 のセンサモジュール 1 と異なるところは、信号成分解析部 10 を ECU 35 に設けた点と出力信号制御部 9 を削除した点である。

[0122] また、物理量センサ部 3 は、物理量検出エレメント 11、アンプ 12、A/D 変換器 13、信号処理部 14、およびローパスフィルタ 15 からなり、図 1 のセンサモジュール 1 と異なるところは、出力信号制御部 16 と故障診

断部 17 とをそれぞれ削除した点である。図 6 のセンサモジュール 1 における他の構成については、図 1 と同様であるので、説明は省略する。

[0123] ECU 35 には、加速度センサ部 2 から出力される信号（ローパスフィルタ 8 を介して出力される加速度信号）、および物理量センサ部 3 から出力される信号（ローパスフィルタ 15 を介して出力される加速度以外の物理量信号）がそれぞれ入力されるように接続されており、これらの信号に基づいて該 ECU 35 は、横滑り防止の制御を行う。

[0124] また、ECU 35 には、前述したように信号成分解析部 10 が設けられており、その他に内部状態決定部 36 を備えている。信号成分解析部 10 では、信号処理部 7 から出力された信号（ローパスフィルタ 8 に入力される前の信号）が入力されるように接続されている。

[0125] 内部状態決定部 36 は、信号成分解析部 10 の解析結果に応じて内部状態の切り替えを変更するものであり、図 1 の出力信号制御部 9、16 に相当する。

[0126] ここで、信号成分解析部 10、および内部状態決定部 36 は、ECU 35 に設けられた DSP、およびそれに対応したソフトウェアから構成されている。また、内部状態の切り替えとは、たとえば、センサモジュール 1 の出力する信号が利用可能な第 1 の状態（すなわち、出力値の信頼性がある状態）と、センサモジュール 1 の出力する信号が利用不可能な第 2 の状態の相互の遷移を指す。

[0127] 第 1 の状態の場合、たとえば、内部状態決定部 36 は、センサ出力値を用いたブレーキ制御などを行い、第 2 の状態にあるとき、該内部状態決定部 36 は、ブレーキ制御を一切行わない、とすることでセンサシステム 34 の信頼性、ならびに安全性を確保することができる。

[0128] なお、内部状態決定部 36 の状態遷移を決定する条件は動的に変更されてもよいし、あらかじめ変更できないメモリなどに記録されていてもよい。また、内部状態を表示する表示部を備えていてもよい。

[0129] それにより、本実施の形態 2 においても、高信頼なセンサモジュール 1 を

実現することができる。

[0130] また、センサシステム 34 を複雑な構成にすることなく、ECU 35 のソフトウェアの変更のみで対応することができるので、センサシステム 34 全体のコスト上昇を抑制することができる。

[0131] なお、センサシステム 34 では、特に物理量検出エレメント 11 の検出する物理量が角速度であるので実施の形態 1 に示したように信号に強い関連があるため、好適である。しかし、圧力などの異なる物理量であってもよい。

[0132] (実施の形態 3)

図 7 は、本発明の実施の形態 3 によるセンサモジュールを用いて構成されたセンサシステムにおける一例を示す説明図、図 8 は、図 7 に示した加速度センサ部におけるセンサ応答とローパスフィルタの特性との関係を示した説明図である。

[0133] 《発明の概要》

本発明の第 3 の概要は、センサシステムが、プロセッサと、センサモジュールとから構成されている。

[0134] センサモジュールは、外部からの加速度を検出する第 1 の検出エレメント（加速度検出エレメント 4）と、前記第 1 の検出エレメントが検出した加速度信号（電圧信号）を処理する加速度信号処理部（アンプ 5、A/D 変換器 6、信号処理部 7）と、前記加速度信号処理部が処理した信号からノイズ信号を除去する第 1 のフィルタ（ローパスフィルタ 8）と、加速度以外の物理量を検出する第 2 の検出エレメント（物量検出エレメント 11）と、前記第 2 の検出エレメントが検出した物理量信号（電圧信号）を処理する第 1 の物理量信号処理部（アンプ 12、A/D 変換器 13、信号処理部 14）と、前記第 1 の物理量信号処理部が処理した信号からノイズ信号を除去する第 2 のフィルタ（ローパスフィルタ 15）とを有している。

[0135] また、プロセッサは、前記第 1、および前記第 2 のフィルタを介して出力された信号に基づいて、アクチュエータを制御し、前記第 1 のフィルタから出力された信号の周波数成分を解析し、前記第 2 の検出エレメントの駆動方

向の周波数と前記第 2 の検出エレメントの検出方向の周波数との差を示す離調周波数成分を有する物理量が印加されているか否かを判定し、前記周波数成分を有する物理量が印加されていると判定した際に出力停止信号を出力する信号成分解析部（信号成分解析部 10）と、前記信号成分解析部から停止信号が出力された際に、前記プロセッサが前記アクチュエータの制御を行わない状態に遷移させる内部状態決定部（内部状態決定部 36）とを有する。

[0136] 以下、上記した概要に基づいて、実施の形態を詳細に説明する。

[0137] 本実施の形態 3 においては、ローパスフィルタ 8, 15（図 6）におけるフィルタ特性のカットオフが離調周波数よりも高い場合のセンサシステム 34 の構成の一例について説明する。

[0138] センサシステム 34 は、図 7 に示すように、加速度センサ部 2 と物理量センサ部 3 とからなるセンサモジュール 1、および ECU 35 からなる図 6 のセンサシステム 34 と同様の構成からなる。

[0139] また、ECU 35 には、前記実施の形態 2 の図 6 と同様に、信号成分解析部 10、および内部状態決定部 36 が設けられている。センサモジュール 1 は、加速度センサ部 2 と物理量センサ部 3 とから構成されており、図 7 に示すセンサシステム 34 が、図 6 に示したセンサシステム 34 と異なる点は、信号処理部 7 と ECU 35 の信号成分解析部 10 とが接続される接続線が削除されているところである。

[0140] 図 7 に示すセンサシステム 34 におけるその他の構成については、図 6 のセンサシステム 34 と同様であるので、説明は省略する。

[0141] 図 8 は、図 7 に示した加速度センサ部 2 におけるセンサ応答とローパスフィルタ 8 の特性との関係を示した説明図である。

[0142] たとえば、物理量センサ部 3 の離調周波数が 500 Hz 程度であるとき、図 8 に示すように、500 Hz にピークを持つセンサ応答（周波数特性）になる。このとき、加速度センサ部 2 におけるローパスフィルタ 8 のカットオフが離調周波数よりも低い時、すなわち、図中 LPF-A に示す特性を持つ時は、前記実施の形態 1、2 において示したように、ローパスフィルタ 8 よ

りも前段の信号、すなわち、信号処理部 7 から出力された信号を用いて離調周波数印加の判断を行う必要がある。

[0143] しかし、加速度センサ部 2 におけるローパスフィルタ 8 の出力特性のカットオフが離調周波数よりも高い時、すなわち図中 L P F - B の特性を持つ時は、ローパスフィルタ 8 に入力される前の信号を信号成分解析部 10 に入力する構成とする必要はない。

[0144] この場合、センサシステム 34 は、図 7 に示したように、加速度センサ部 2 の出力を信号成分解析部 10 に入力する構成とし、前記実施の形態 1 の図 1 に示す信号成分解析部 10 同様の解析処理を実施することで、内部状態決定部 36 が離調周波数の印加有無を判断することが可能である。

[0145] 換言すると、ローパスフィルタ 8 における出力特性と物理量センサ部 3 のセンサ応答の関係をローパスフィルタ 8 の出力特性のカットオフが離調周波数よりも高くなるように、センサシステム 34 を構成することで、該センサシステム 34 における ECU 35 内のソフトウェアの変更のみで対応することができる。

[0146] この時、特に物理量センサ部 3 の検出する物理量が角速度である時、実施の形態 1 に示したように信号に強い関連があるため、好適である。しかし、圧力など、異なる物理量であってもよい。

[0147] それにより、本実施の形態 3 においても、低コストで信頼性の高いセンサシステム 34 を実現することができる。

[0148] 以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

産業上の利用可能性

[0149] 本発明は、外部からの加速度、外部からの加速度以外の物理量を検知するセンサにおける離調周波数近傍の角速度の検知による異常出力値の防止技術に適している。

符号の説明

- [0150] 1 センサモジュール
- 1 a センサモジュール
 - 2 加速度センサ部
 - 2 a 加速度センサ部
 - 3 物理量センサ部
 - 3 a 物理量センサ部
 - 4 加速度検出エレメント
 - 5 アンプ
 - 6 A／D変換器
 - 7 信号処理部
 - 7 a 信号処理部
 - 8 ローパスフィルタ
 - 8 a ローパスフィルタ
 - 9 出力信号制御部
 - 10 信号成分解析部
 - 11 物理量検出エレメント
 - 12 アンプ
 - 13 A／D変換器
 - 14 信号処理部
 - 14 a 信号処理部
 - 15 ローパスフィルタ
 - 15 a ローパスフィルタ
 - 16 出力信号制御部
 - 17 故障診断部
 - 18 共通基板
 - 19 センサモジュールパッケージ
 - 20 半導体チップ
 - 21 ボンディングワイヤ

- 2 2 ボンディングワイヤ
- 2 3 半導体チップ
- 2 4 半導体チップ
- 2 5 ボンディングワイヤ
- 2 6 ボンディングワイヤ
- 2 7 ボンディングワイヤ
- 2 8 ボンディングワイヤ
- 2 9 帯域通過フィルタ
- 3 0 振幅検出器
- 3 1 中断信号生成部
- 3 2 出力切り替えスイッチ
- 3 3 出力切り替えスイッチ
- 3 4 センサシステム
- 3 5 E C U
- 3 6 内部状態決定部

請求の範囲

[請求項1]

外部からの加速度を検出する第1の検出エレメントと、
前記第1の検出エレメントが検出した加速度信号を処理する加速度信号処理部と、
前記加速度信号処理部が処理した信号からノイズ信号を除去する第1のフィルタと、
加速度以外の物理量を検出する第2の検出エレメントと、
前記第2の検出エレメントが検出した物理量信号を処理する第1の物理量信号処理部と、
前記第1の物理量信号処理部が処理した信号からノイズ信号を除去する第2のフィルタと、
前記加速度信号処理部が処理した信号の周波数成分を解析し、前記第2の検出エレメントの駆動方向の周波数と前記第2の検出エレメントの検出方向の周波数との差を示す離調周波数成分を有する物理量が印加されているか否かを判定し、前記離調周波数成分を有する物理量が印加されていると判定した際に出力停止信号を出力する信号成分解析部と、
前記信号成分解析部から出力停止信号が出力された際に、前記第1のフィルタから出力される信号の出力を停止する第1の出力制御部と、
前記信号成分解析部から出力停止信号が出力された際に、前記第2のフィルタから出力される信号の出力を停止する第2の出力制御部とを有することを特徴とするセンサモジュール。

[請求項2]

請求項1記載のセンサモジュールにおいて、
前記第1、および前記第2の出力制御部は、前記信号成分解析部から出力停止信号が出力された際に、信号出力が停止したことを示す信号フラグを出力することを特徴とするセンサモジュール。

[請求項3]

請求項1記載のセンサモジュールにおいて、

前記第2の検出エレメントが検出する物理量が角速度であることを特徴とするセンサモジュール。

[請求項4]

請求項1記載のセンサモジュールにおいて、

前記加速度信号処理部、前記第1、および前記第2のフィルタ、前記信号成分解析部、前記第1、および前記第2の出力制御部、および前記第1の物理量信号処理部が、1つの半導体チップ上に形成されていることを特徴とするセンサモジュール。

[請求項5]

請求項1記載のセンサモジュールにおいて、

加速度以外の物理量を検出する第3の検出エレメントと、

前記第3の検出エレメントが検出した物理量信号を処理する第2の物理量信号処理部と、

前記第2の物理量信号処理部が処理した信号からノイズ信号を除去する第3のフィルタと、

前記信号成分解析部から出力停止信号が出力された際に、前記第3のフィルタから出力される信号の出力を停止する第3の出力制御部とをさらに有することを特徴とするセンサモジュール。

[請求項6]

請求項5記載のセンサモジュールにおいて、

前記第2の検出エレメントが検出する物理量が角速度であることを特徴とするセンサモジュール。

[請求項7]

請求項1記載のセンサモジュールにおいて、

前記加速度信号処理部、前記第1のフィルタ、前記第1の出力制御部、および前記信号成分解析部が形成された第1の半導体チップと、

前記第1の物理量信号処理部、前記第2のフィルタ、および前記第2の出力制御部が形成された第2の半導体チップとを有し、

前記第1の半導体チップは、

前記第2の半導体チップとボンディングワイヤによって接続され、前記信号成分解析部から出力された出力停止信号を前記ボンディングワイヤを介して前記第2の出力制御部に伝達することを特徴とするセ

ンサモジュール。

[請求項8]

請求項1記載のセンサモジュールにおいて、

前記加速度信号処理部、前記第1のフィルタ、および前記第1の出力制御部が形成された第1の半導体チップと、

前記第1の物理量信号処理部、前記第2のフィルタ、前記第2の出力制御部、および前記信号成分解析部が形成された第2の半導体チップとを有し、

前記第2の半導体チップは、

前記第1の半導体チップとボンディングワイヤによって接続されており、前記信号成分解析部から出力される出力停止信号を前記ボンディングワイヤを介して前記第1の出力制御部に伝達することを特徴とするセンサモジュール。

[請求項9]

外部からの加速度を検出する第1の検出エレメントと、前記第1の検出エレメントが検出した加速度信号を処理する加速度信号処理部と、前記加速度信号処理部が処理した信号からノイズ信号を除去する第1のフィルタと、加速度以外の物理量を検出する第2の検出エレメントと、前記第2の検出エレメントが検出した物理量信号を処理する第1の物理量信号処理部と、前記第1の物理量信号処理部が処理した信号からノイズ信号を除去する第2のフィルタとを有するセンサモジュールと、

前記第1、および前記第2のフィルタを介して出力された信号に基づいて、アクチュエータを制御するプロセッサとを有し、

前記プロセッサは、

前記第1の物理量信号処理部が処理した信号からノイズ信号を除去する第2のフィルタと、

前記加速度信号処理部が処理した信号の周波数成分を解析し、前記第2の検出エレメントの駆動方向の周波数と前記第2の検出エレメントの検出方向の周波数との差を示す離調周波数成分を有する物理量が

印加されているか否かを判定し、前記離調周波数成分を有する物理量が印加されていると判定した際に出力停止信号を出力する信号成分解析部と、

前記信号成分解析部から停止信号が出力された際に、前記プロセッサが前記アクチュエータの制御を行わない状態に遷移させる内部状態決定部とを有することを特徴とするセンサシステム。

[請求項10]

請求項9記載のセンサシステムにおいて、

前記第2の検出エレメントが検出する物理量が角速度であることを特徴とするセンサシステム。

[請求項11]

請求項9記載のセンサシステムにおいて、

前記センサモジュールは、

加速度以外の物理量を検出する第3の検出エレメントと、

前記第3の検出エレメントが検出した物理量信号を処理する第2の物理量信号処理部と、

前記第2の物理量信号処理部が処理した信号からノイズ信号を除去する第3のフィルタと、

前記信号成分解析部から出力停止信号が出力された際に、前記第3のフィルタから出力される信号の出力を停止する第3の出力制御部とをさらに有することを特徴とするセンサシステム。

[請求項12]

請求項11記載のセンサシステムにおいて、

前記第2の検出エレメントが検出する物理量が角速度であることを特徴とするセンサシステム。

[請求項13]

外部からの加速度を検出する第1の検出エレメントと、前記第1の検出エレメントが検出した加速度信号を処理する加速度信号処理部と、前記加速度信号処理部が処理した信号からノイズ信号を除去する第1のフィルタと、加速度以外の物理量を検出する第2の検出エレメントと、前記第2の検出エレメントが検出した物理量信号を処理する第1の物理量信号処理部と、前記第1の物理量信号処理部が処理した信

号からノイズ信号を除去する第2のフィルタとを備えたセンサモジュールと、

前記第1、および前記第2のフィルタを介して出力された信号に基づいて、アクチュエータを制御するプロセッサとを有し、

前記プロセッサは、

前記第1のフィルタから出力された信号の周波数成分を解析し、前記第2の検出エレメントの駆動方向の周波数と前記第2の検出エレメントの検出方向の周波数との差を示す離調周波数成分を有する物理量が印加されているか否かを判定し、前記離調周波数成分を有する物理量が印加されていると判定した際に出力停止信号を出力する信号成分解析部と、

前記信号成分解析部から停止信号が出力された際に、前記プロセッサが前記アクチュエータの制御を行わない状態に遷移させる内部状態決定部とを有することを特徴とするセンサシステム。

[請求項14] 請求項13記載のセンサシステムにおいて、

前記第2の検出エレメントが検出する物理量が角速度であることを特徴とするセンサシステム。

[請求項15] 請求項13記載のセンサシステムにおいて、

前記センサモジュールは、

加速度以外の物理量を検出する第3の検出エレメントと、

前記第3の検出エレメントが検出した物理量信号を処理する第2の物理量信号処理部と、

前記第2の物理量信号処理部が処理した信号からノイズ信号を除去する第3のフィルタと、

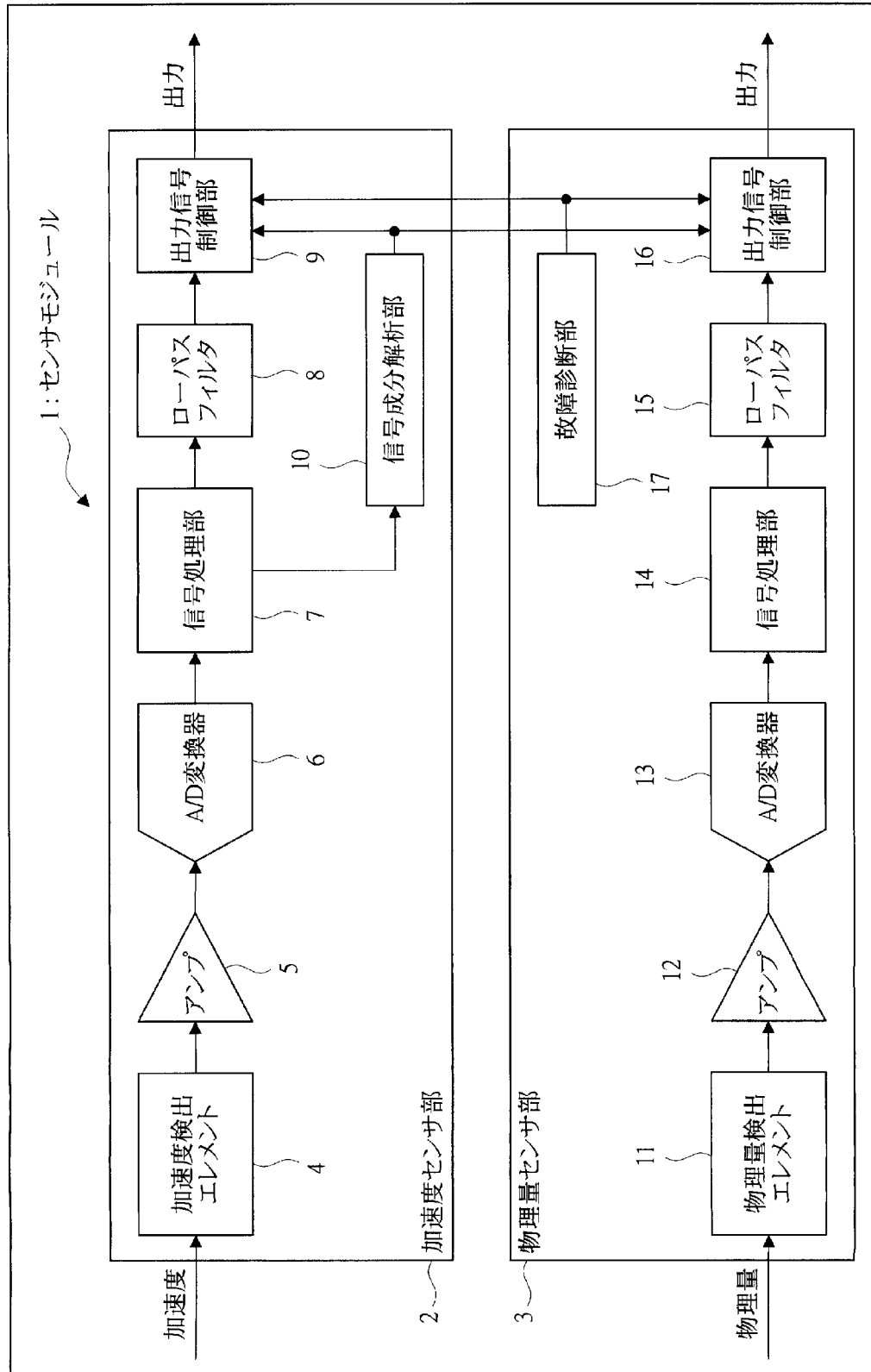
前記信号成分解析部から出力停止信号が出力された際に、前記第3のフィルタから出力される信号の出力を停止する第3の出力制御部とをさらに有することを特徴とするセンサシステム。

[請求項16] 請求項15記載のセンサシステムにおいて、

前記第 2 の検出エレメントが検出する物理量が角速度であることを特徴とするセンサシステム。

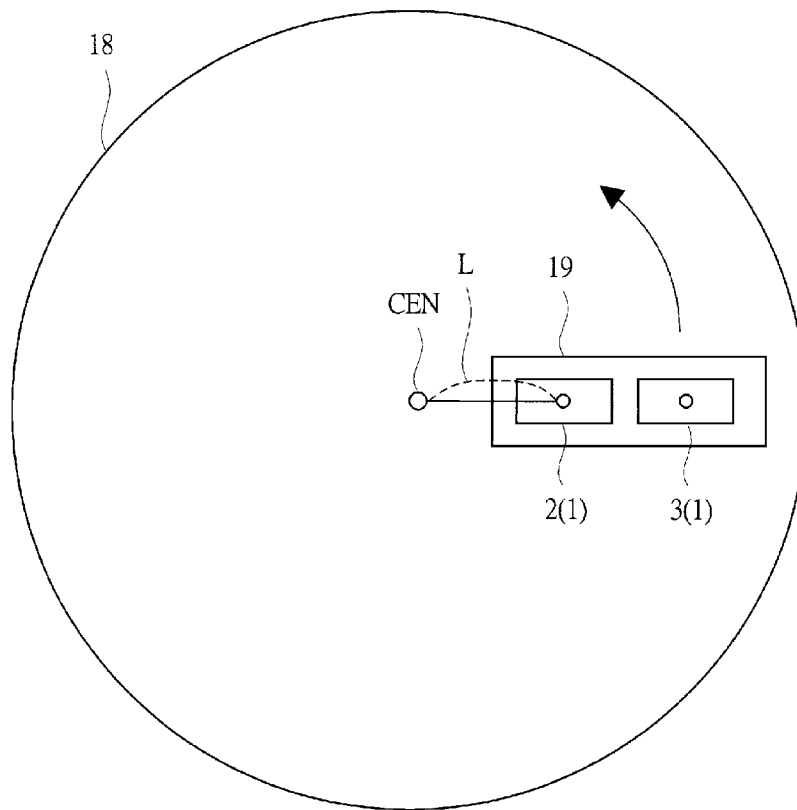
[図1]

図 1



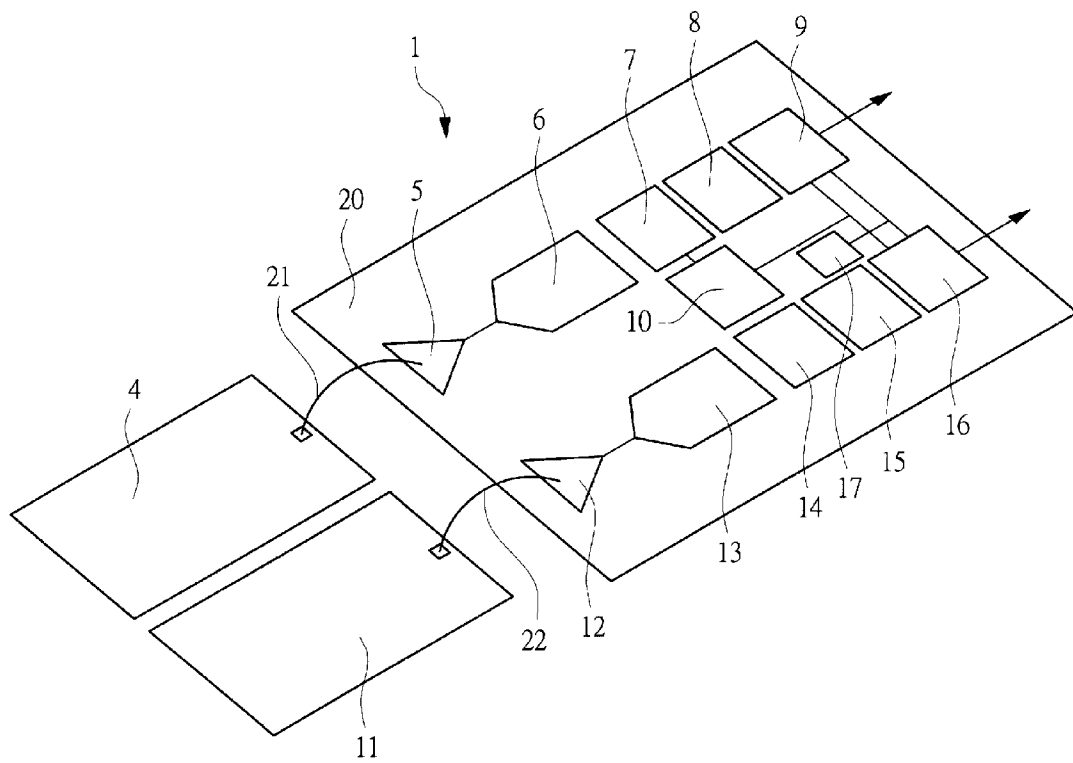
[図2]

図 2



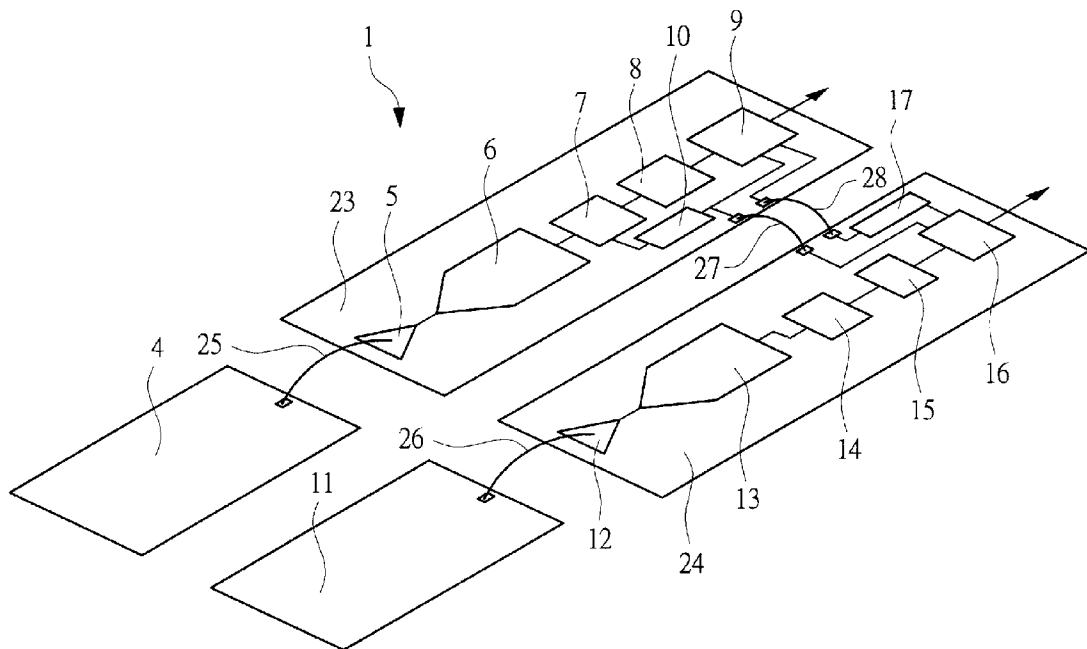
[図3]

図 3



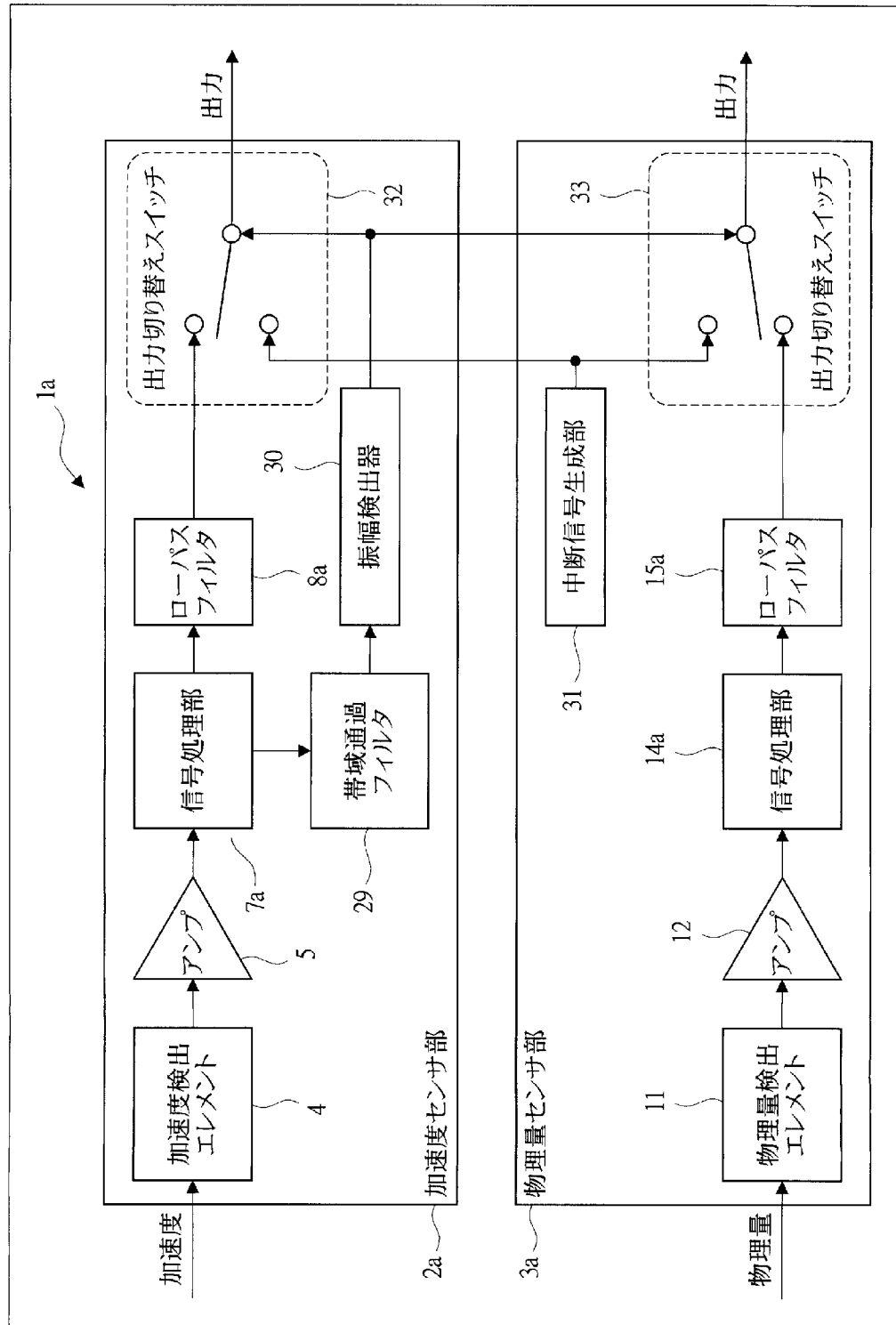
[図4]

図 4



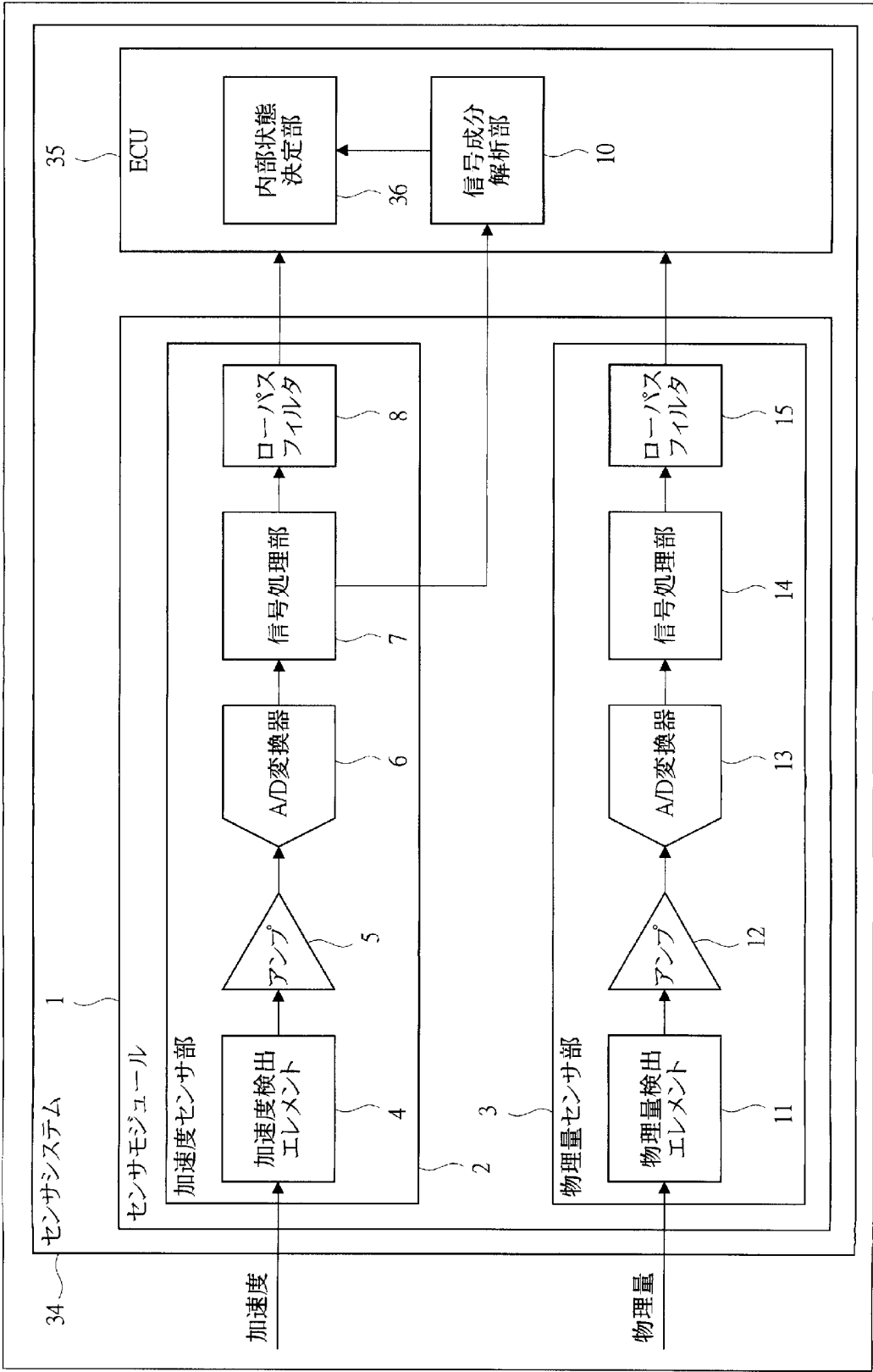
[図5]

図 5



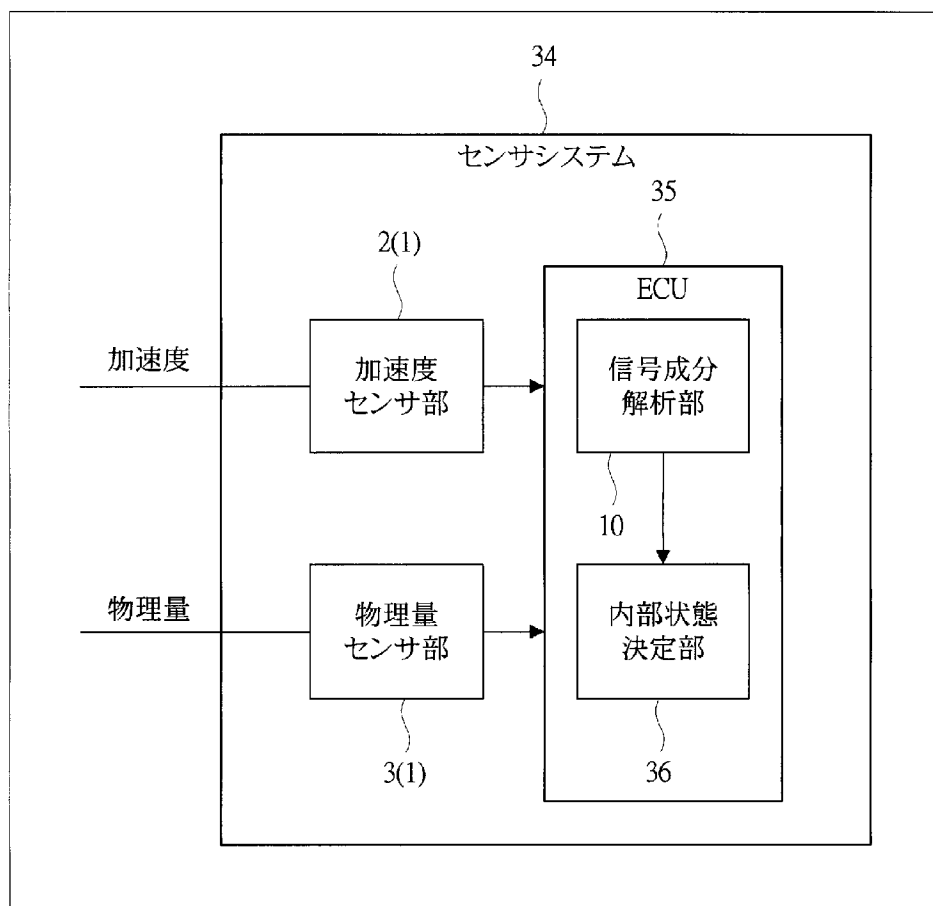
[図6]

図 6



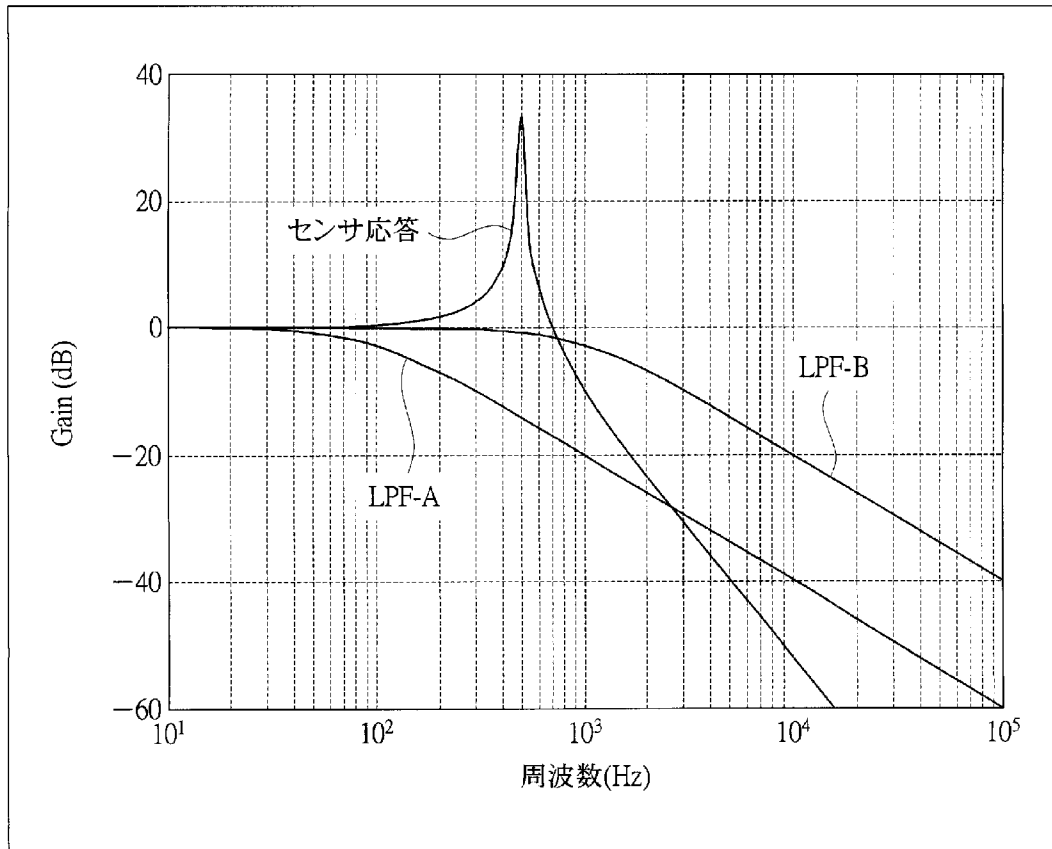
[図7]

図 7



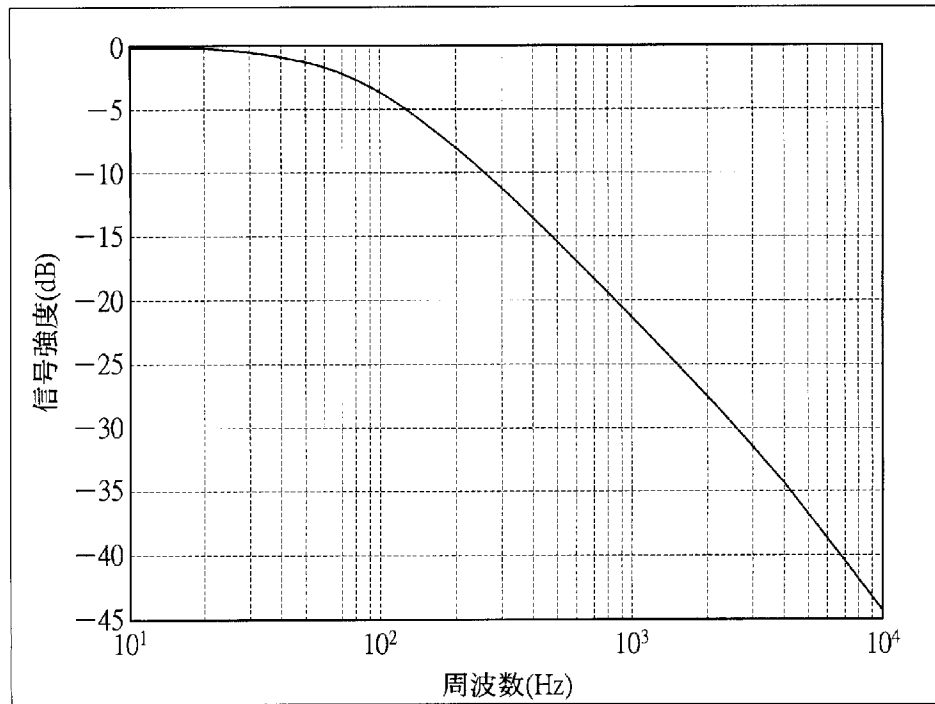
[図8]

図 8



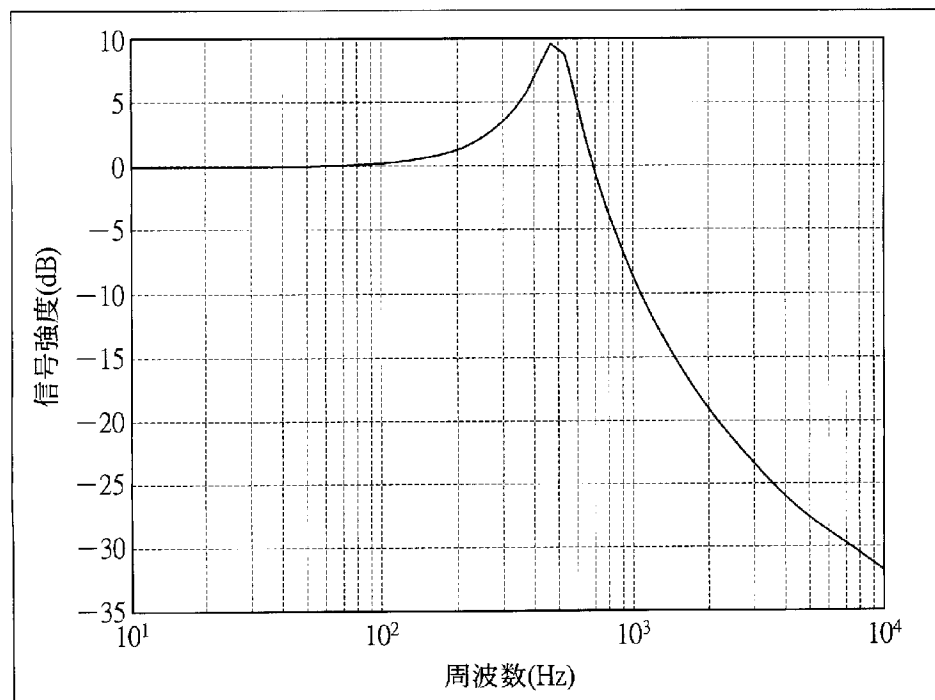
[図9]

図 9



[図10]

図 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/077070

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01C19/5776(2012.01) i, G01P15/125(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, G01P15/00-15/16

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-241359 A (Denso Corp.), 08 September 2005 (08.09.2005), paragraphs [0024] to [0025]; fig. 6 (Family: none)	1-16
A	JP 2007-187606 A (Japan Aviation Electronics Industry Ltd.), 26 July 2007 (26.07.2007), paragraphs [0004] to [0013]; fig. 1 (Family: none)	1-16
A	JP 2007-532932 A (Wabco GmbH & Co. OHG), 15 November 2007 (15.11.2007), claim 1; paragraphs [0012] to [0020]; fig. 1 & US 2007/0289381 A1 & EP 1740907 A & WO 2005/108925 A1 & DE 102004018623 A & CN 01997872 A	1-16

☒ 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
14 December, 2011 (14.12.11)

Date of mailing of the international search report
27 December, 2011 (27.12.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/077070

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 61-191171 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 25 August 1986 (25.08.1986), page 3, lower left column, line 11 to lower left column, line 14; fig. 1 (Family: none)	1-16

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. G01C19/5776(2012.01)i, G01P15/125(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, G01P15/00-15/16

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

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
A	JP 2005-241359 A（株式会社デンソー）2005.09.08, 段落【0024】－【0025】、【図6】（ファミリーなし）	1-16
A	JP 2007-187606 A（日本航空電子工業株式会社）2007.07.26, 段落【0004】－【0013】、【図1】（ファミリーなし）	1-16

☒ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日
1 4 . 1 2 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日
2 7 . 1 2 . 2 0 1 1

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）	2 S	2 9 1 6
清藤 弘晃		
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 2007-532932 A (ヴァブコ・ゲゼルシャフト・ミット・ベシユレンクテル・ハフツング・ウント・コンパニー・オツフエネハントルスゲゼルシャフト) 2007. 11. 15, 【請求項 1】、段落【0012】－【0020】、【図 1】 & US 2007/0289381 A1 & EP 1740907 A & WO 2005/108925 A1 & DE 102004018623 A & CN 01997872 A	1-16
A	JP 61-191171 A (松下電器産業株式会社) 1986. 08. 25, 第 3 頁左下欄第 1 1 行－左下欄第 1 4 行、第 1 図 (ファミリーなし)	1-16