

(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2007-178295

(P2007-178295A)

(43) 公開日 平成19年7月12日(2007.7.12)

(51) Int. Cl.

G01P 15/00 (2006.01)

F I

G01P 15/00

テーマコード (参考)

F

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2005-377838 (P2005-377838)  
 (22) 出願日 平成17年12月28日 (2005.12.28)

(71) 出願人 000003067  
 TDK株式会社  
 東京都中央区日本橋1丁目13番1号  
 (74) 代理人 100115738  
 弁理士 鷲頭 光宏  
 (74) 代理人 100121681  
 弁理士 緒方 和文  
 (72) 発明者 古川 信男  
 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 TDK株式会社内

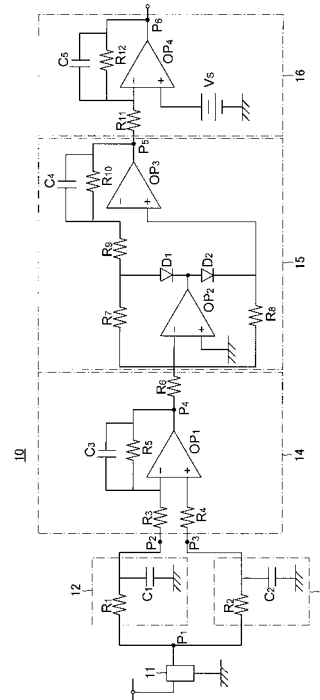
(54) 【発明の名称】 落下検出装置及び落下検出方法

(57) 【要約】

【課題】、比較的簡単なアナログ回路構成により落下状態を安定的に検出する。

【解決手段】落下検出装置10は、磁気抵抗素子であるGMR素子と磁石とを用いて構成された加速度センサ11と、加速度センサ11の出力信号から所定の第1の周波数以上の高周波成分を除去する第1のローパスフィルタ12と、加速度センサ11の出力信号から第1の周波数よりも高い第2の周波数以上の高周波成分を除去する第2のローパスフィルタ13と、第1のローパスフィルタ12の出力信号と第2のローパスフィルタ13の出力信号との差分を増幅する差動増幅回路14と、差動増幅回路14の出力信号を全波整流する全波整流回路15と、全波整流回路15の出力信号を閾値と比較する比較回路16とを備えている。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

加速度センサと、前記加速度センサの出力信号に含まれる第 1 の周波数よりも低い周波数成分を除去するノイズ除去回路と、前記周波数成分が除去された前記加速度センサの出力信号を閾値と比較する比較回路とを備えることを特徴とする落下検出装置。

## 【請求項 2】

前記ノイズ除去回路は、前記加速度センサの出力信号から前記第 1 の周波数以上の周波数成分を除去する第 1 のローパスフィルタと、前記加速度センサの出力信号と前記第 1 のローパスフィルタの出力信号との差分信号を生成する差動増幅回路を含み、前記比較回路は、前記差分信号を閾値と比較することを特徴とする請求項 1 に記載の落下検出装置。

10

## 【請求項 3】

前記ノイズ除去回路は、前記加速度センサの出力信号から前記第 1 の周波数よりも高い第 2 の周波数以上の周波数成分を除去する第 2 のローパスフィルタをさらに含み、前記差動増幅回路は、前記第 1 のローパスフィルタの出力信号と前記第 2 のローパスフィルタの出力信号との差分信号を生成することを特徴とする請求項 2 に記載の落下検出装置。

## 【請求項 4】

前記差分信号を全波整流して前記差分信号の絶対値を出力する全波整流回路をさらに備え、前記比較回路は、前記差動信号の絶対値と前記閾値とを比較することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の落下検出装置。

## 【請求項 5】

前記第 1 の周波数は、0.1 Hz から 1.0 Hz までの範囲内の周波数であ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落下検出装置。

20

## 【請求項 6】

前記第 2 の周波数は、1 Hz から 10 Hz までの範囲内の周波数であることを特徴とする請求項 3 乃至 5 のいずれか一項に記載の落下検出装置。

## 【請求項 7】

加速度センサの出力信号から所定の周波数以下の低周波成分を除去するステップと、前記低周波成分が除去された前記加速度センサの出力信号を閾値とを比較し、前記出力信号が前記閾値を超えた場合に落下状態と判定するステップとを有することを特徴とする落下検出方法。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、落下検出装置及び落下検出方法に関し、特に、ハードディスクドライブなどの電子機器の落下状態を早期に検出する落下検出装置及び落下検出方法に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、ハードディスクドライブの普及は目覚ましく、パソコンはもちろんのこと、ビデオレコーダから携帯音楽プレーヤまで、ありとあらゆる情報機器に搭載されるようになってきた。最近では 5 GB の容量をもつ 1 インチのハードディスクドライブも登場するなど、ハードディスクドライブの小型・薄型化が急速に進んでおり、将来的には携帯電話機のようにハードディスクドライブが搭載されるものと期待されている。

40

## 【0003】

このように、ハードディスクドライブが携帯機器に搭載され、頻りに持ち歩かれるようになると、ハードディスクドライブを落として壊してしまうという事故が頻りに発生することが容易に予想できる。ハードディスクドライブにとって大きな衝撃は致命的であるため、落下状態を直ちに検出して磁気ヘッドを待避させる等、衝撃を回避するための手段が必要となっている。

## 【0004】

50

このような問題を解決するため、例えば、静電型の加速度センサからの信号をセンサ内部の回路、若しくはセンサに接続された外部回路でアナログ演算し、3軸方向(XYZ方向)の加速度センサより得られる加速度の値がすべてゼロになった状態が一定時間以上継続した場合に落下状態と判定する方法が提案されている(特許文献1参照)。また、マイコンを用いて構成されたセンサ装置も提案されている(特許文献2参照)。このセンサ装置は、圧電素子による加速度センサと、加速度センサによるアナログ信号を増幅すると共に、アナログフィルタとして所定周波数帯域の信号を取り出す信号処理回路と、信号処理回路を介して供給される加速度センサの信号を演算処理するマイコンとを備えており、マイコンが有するデジタルフィルタの機能により共振周波数近傍におけるセンサ感度を低下させ、センサ出力の共振の影響を低減している。

10

【特許文献1】特開2000-241442号公報

【特許文献2】特開2003-315356号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に記載の方法では、簡単なアナログ回路だけで構成し、ある閾値よりも高いか低いかといった単純な判断により落下検出を行っているため、例えば温度変化等でセンサ出力にドリフトが発生した場合や、電池消耗によってセンサ出力が変動した場合に、実生活での通常の使用状態であるにもかかわらず誤って落下状態と判定するおそれがあり、安定した落下検出を行うことができないという問題がある。また、XYZの軸の数だけ演算回路が必要となる。また、特許文献2に記載の方法では、落下検出の際に周波数成分を選別するためのフィルタ機能が必要になるという問題がある。

20

【0006】

したがって、本発明の目的は、比較的簡単な回路構成により落下状態を安定的に検出することが可能な落下検出装置及び落下検出方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の上記目的は、加速度センサと、前記加速度センサの出力信号に含まれる第1の周波数よりも低い周波数成分を除去するノイズ除去回路と、前記周波数成分が除去された前記加速度センサの出力信号を閾値と比較する比較回路とを備えることを特徴とする落下検出装置によって達成される。

30

【0008】

前記ノイズ除去回路は、前記加速度センサの出力信号から前記第1の周波数以上の周波数成分を除去する第1のローパスフィルタと、前記加速度センサの出力信号と前記第1のローパスフィルタの出力信号との差分信号を生成する差動増幅回路を含み、前記比較回路は、前記差分信号を閾値と比較することが好ましい。

【0009】

前記ノイズ除去回路は、前記加速度センサの出力信号から前記第1の周波数よりも高い第2の周波数以上の周波数成分を除去する第2のローパスフィルタをさらに含み、前記差動増幅回路は、前記第1のローパスフィルタの出力信号と前記第2のローパスフィルタの出力信号との差分信号を生成することが好ましい。

40

【0010】

本発明の落下検出装置は、前記差分信号を全波整流して前記差分信号の絶対値を出力する全波整流回路をさらに備え、前記比較回路は、前記差動信号の絶対値と前記閾値とを比較することが好ましい。

【0011】

本発明の落下検出装置は、前記第1の周波数は、0.1Hzから1.0Hzまでの範囲内の周波数であ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落下検出装置。

【0012】

50

本発明において、前記第2の周波数は、1 Hz から 10 Hz までの範囲内の周波数であることを特徴とする請求項3乃至5のいずれか一項に記載の落下検出装置。

【0013】

本発明の上記目的はまた、加速度センサの出力信号から所定の周波数以下の周波数成分を除去するステップと、前記周波数成分が除去された前記加速度センサの出力信号を閾値と比較し、前記出力信号が前記閾値を超えた場合に落下状態と判定するステップとを有することを特徴とする落下検出方法によっても達成される。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、比較的簡単なアナログ回路構成により、落下状態を安定的に検出することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、添付図面を参照しながら、本発明の好ましい実施の形態について詳細に説明する。

【0016】

図1は、本発明の好ましい実施形態に係る落下検出装置の回路構成を示す回路図である。

【0017】

図1に示すように、この落下検出装置10は、磁気抵抗素子であるGM R (Giant Magnetic Resistance) 素子と磁石とを用いて構成された加速度センサ11と、加速度センサ11の出力信号から所定の周波数(以下、第1の周波数という)以上の高周波成分を除去する第1のローパスフィルタ12と、第1のローパスフィルタ12と同様、加速度センサ11の出力信号から第1の周波数よりも高い所定の周波数(以下、第2の周波数という)以上の高周波成分を除去する第2のローパスフィルタ13と、第1のローパスフィルタ12の出力信号と第2のローパスフィルタ13の出力信号との差分を増幅する差動増幅回路14と、差動増幅回路14の出力信号を全波整流する全波整流回路15と、全波整流回路15の出力信号を閾値と比較する比較回路16とを備えている。

【0018】

図2は、加速度センサ11の構成の一例を示す模式図である。

【0019】

図2に示すように、加速度センサ11は、ベースプレート21と、ベースプレートに連結された弾性体22と、弾性体22の先端側に取り付けられた錘23と、錘23に取り付けられた磁石24と、磁石24の直下に配置された磁気抵抗素子25とを備えている。弾性体22は、その基端側が連結されて片持ち梁構造とされ、これにより加速度を受けた錘23は3軸方向に変位可能となっている。磁石24は磁気抵抗素子25に対してバイアス磁界を与えているが、錘23の変位により、磁石24から発生する磁場も変化するので、磁気抵抗素子25の抵抗値が変位する。以上の構成により、加速度を検出することができる。

【0020】

加速度センサ11の出力信号は、第1及び第2のローパスフィルタ12、13にそれぞれ入力される。第1のローパスフィルタ12は抵抗 $R_1$ とキャパシタ $C_1$ によって構成され、カットオフ周波数である第1の周波数は $0.1 \sim 1.0$  Hz の範囲内に設定されている。第2のローパスフィルタ13は抵抗 $R_2$ とキャパシタ $C_2$ によって構成されており、カットオフ周波数である第2の周波数は $1 \sim 10$  Hz の範囲内に設定されている。

【0021】

第1のローパスフィルタ12と第2のローパスフィルタ13は共にセンサ信号の高周波成分を除去するものであるが、第1のローパスフィルタ12は、比較的ゆっくりと変化する信号成分を通過させ、第2のローパスフィルタ13は、落下時の比較的急激に変化する信号成分を通過させる点で相違する。すなわち、第1のローパスフィルタ12を通過して

10

20

30

40

50

得られる信号は、温度変化等でセンサ出力にドリフトの発生、電池消耗によるセンサ出力の変動等に起因する非常に低周波なノイズ成分であり、第2のローパスフィルタ13を通過して得られる信号は、高周波ノイズが除去された加速度センサ11の出力信号そのものである。なお、第1の周波数の範囲の低周波側を0.01Hz程度まで広げ、より低周波の用途に対応することも可能である。また、第2の周波数の範囲の高周波側を100Hz程度まで広げ、より高周波の用途に対応することも可能である。

#### 【0022】

差動増幅回路14は、主としてオペアンプOP<sub>1</sub>で構成されている。差動増幅回路14は、ローパスフィルタ12, 13の出力信号の差分を演算し、加速度センサ11の出力信号の急激な信号変化分を取り出す。こうしてセンサ信号から比較的緩やかに変化する信号成分を除去することにより、電源電圧の変動、センサ特性の経時変化、周囲温度の変化等の影響を取り除くことができ、落下時の急激な変化を確実に検出することが可能となる。差動増幅回路14で生成された差分信号は、全波整流回路15に入力される。

10

#### 【0023】

全波整流回路15は、オペアンプOP<sub>2</sub>、ダイオードD<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>、オペアンプOP<sub>3</sub>等で構成されており、センサ出力の絶対値を算出する。図2に示した加速度センサを用いた場合、落下による加速度の方向は、正方向の加速度になるか、負方向の加速度になるか不明であるため、加速度の絶対値を用いて落下状態を判定する必要がある。なお、非常に短い衝撃によるノイズの影響を取り除くため、全波整流回路15内にローパスフィルタを設けてもよい。全波整流回路15の出力信号は、比較回路16に入力される。

20

#### 【0024】

比較回路16は、主としてオペアンプOP<sub>4</sub>で構成されており、全波整流回路15の出力信号を所定の閾値と比較する。比較回路16の一方の入力端子には全波整流回路15の出力信号が供給され、他方の入力端子には閾値電圧V<sub>5</sub>が供給されている。こうして、比較回路16は全波整流回路15の出力信号を閾値と比較し、全波整流回路15の出力信号が閾値を超えた場合には、落下状態にあるものと判定する。

#### 【0025】

図3は、落下検出装置10内の各点における信号波形図であり、横軸は時刻t、縦軸は信号レベルを示している。図3において、信号S<sub>1</sub>は加速度センサ11の出力信号、信号S<sub>2</sub>は第1のローパスフィルタ12の出力信号、信号S<sub>3</sub>は第2のローパスフィルタ13の出力信号、信号S<sub>4</sub>は差動増幅回路14の出力信号、信号S<sub>5</sub>は、全波整流回路15の出力信号をそれぞれ示している。つまり、信号S<sub>1</sub>~S<sub>5</sub>は、図1中のP<sub>1</sub>~P<sub>5</sub>点における信号レベルにそれぞれ対応している。

30

#### 【0026】

図3に示すように、加速度センサ11の出力信号は、タイミングt<sub>1</sub>において急激に大きくなり、タイミングt<sub>2</sub>において急激に低下している。これは、t<sub>1</sub>において落下検出装置10が落下し始め、加速度が急に大きくなったことを意味しており、またタイミングt<sub>2</sub>において落下検出装置10が地面に到達し、加速度が急に小さくなったことを意味している。このような加速度センサ11の出力信号S<sub>1</sub>が第1のローパスフィルタ12を通過した後の信号S<sub>2</sub>の波形は、図示のように非常に緩やかな波形になるが、第2のローパスフィルタ13を通過した後の信号S<sub>3</sub>の波形は、フィルタリング前の信号S<sub>1</sub>の波形とほぼ等しい。そして、信号S<sub>2</sub>と信号S<sub>3</sub>との差分信号S<sub>4</sub>の波形は、図示のようにt<sub>1</sub>~t<sub>3</sub>間でマイナス側に大きく振れ、タイミングt<sub>3</sub>以降はプラス側に大きく振れた波形となる。そして、この差分信号S<sub>4</sub>を全波整流した後の信号S<sub>5</sub>の波形は、t<sub>1</sub>~t<sub>3</sub>間の波形がプラス側に反転した波形となる。このような信号S<sub>5</sub>のレベルを所定の閾値と比較することにより、落下状態かどうかを判定することができる。

40

#### 【0027】

図4は、落下検出装置10による落下検出手順を説明するためのフローチャートである。

#### 【0028】

50

図4に示すように、落下検出装置10による落下検出のための演算処理は、加速度センサ11の出力信号から第1の周波数以上の高周波成分を除去するステップ(S41)と、加速度センサ11の出力信号から第2の周波数以上の高周波成分を除去するステップ(S42)と、第1の周波数以上の高周波成分が除去された信号と、第2の周波数以上の高周波成分が除去された信号との差分信号を求めるステップ(S43)と、差分信号の絶対値を算出するステップ(S44)と、差分信号の絶対値を閾値と比較し、閾値を超えた場合に落下状態と判定するステップ(S45~S47)、により構成されている。ここで、ステップS41~S43は、加速度センサ11の出力信号から所定の周波数以下の低周波成分を除去するステップであり、ステップS44以降は、低周波成分が除去された加速度センサの出力信号を閾値と比較し、出力信号が閾値を超えた場合に落下状態と判定するステップとして捕らえることができる。上述の落下検出装置10は、以上のような演算処理をアナログ回路で行うものであり、比較的簡単なアナログ回路構成でありながら、落下状態を安定的に判定することができる。

10

#### 【0029】

図5は、落下検出装置10を内蔵するハードディスクドライブ100の構成を示す模式図である。

#### 【0030】

図5に示すように、ハードディスクドライブ100は、記録媒体であるプラッタ101と、プラッタ101を回転駆動するスピンドルモータ102と、プラッタ101にデータを記録し、又は記録されたデータを再生する磁気ヘッド103と、磁気ヘッド103をプラッタ101上でスライドさせるアーム104と、アーム104を駆動するボイスコイルモータ105と、各部を制御するための制御部106と、ハードディスクドライブ1の落下状態を検知する落下検出装置10とを備えている。なお、実際の制御部16及び落下検出装置17はハードディスクドライブ10の筐体内に収容されている。

20

#### 【0031】

ハードディスクドライブ100が損傷する所定の高さから落下し、落下検出装置10によってハードディスクドライブ100が自由落下状態にあると判定されると、この判定結果(退避信号)を受けた制御部106は、ボイスコイルモータ15を作動させてアーム及び磁気ヘッド13を図1の破線で示す退避領域Pに移動する。

#### 【0032】

制御部106は、ハードディスクドライブ100全体の制御に必要とされる一般的な回路であって、例えば、ヘッドアンプ、リードライトチャンネル回路、ハードディスクコントローラ、CPU、メモリ等で構成されている。制御部7はアナログ系とデジタル系に分けられ、スピンドルモータ102やアーム104の制御にはアナログ系の回路が用いられる。落下状態を早期に検出し、プラッタ101に損傷を与えないようにディスクの回転を停止し、且つ磁気ヘッド103を所定の待避位置に待避させるには、落下検出装置10の判定結果をアナログ系の制御回路に直ちに伝達する必要があるが、落下検出装置10がアナログ回路で構成されているので、これらのアナログ系制御回路との組み合わせが容易である。すなわち、落下検出装置10がアナログ回路で構成されていれば、ハードディスクドライブのアクチュエータ駆動用アナログ回路と一体に構成することが可能であり、落下検出結果の伝達遅延の問題はない。また、ノイズの影響を極力少なくするため、アナログ回路はできるだけアクチュエータの近くに配置しなければならず、ハードディスクドライブ100内の回路配置に大きな制約があるが、本実施形態の落下検出装置10は比較的簡単且つ小規模な回路構成であるため、特に問題はない。

30

40

#### 【0033】

以上説明したように、本実施形態によれば、加速度センサの出力信号に対して所定のアナログ演算処理を行うことにより、落下状態を早期かつ確実に検出することができるので、ハードディスクドライブ等の衝撃に弱い電子機器を早期に保護することができる。特に、本実施形態の落下検出装置はアナログ回路で構成されているので、ハードディスクドライブのアクチュエータ駆動用アナログ回路内に組み込みやすく、制御回路と落下検出装置

50

とを一体に構成することが可能となる。

【0034】

本発明は、以上の実施形態に限定されることなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で種々の変更を加えることが可能であり、これらも本発明の範囲に包含されるものであることは言うまでもない。

【0035】

例えば、上記実施形態においては、全波整流回路15を用いてセンサ出力の絶対値を算出しているが、落下検出装置10に加わる落下による加速度の方向が一方向の場合には、全波整流回路15を省略してもよい。

【0036】

また、上記実施形態においては、第1のローパスフィルタ12によって高周波成分が除去されたセンサ信号と、第2のローパスフィルタによって高周波成分が除去されたセンサ信号との差分を求めた後、全波整流回路15で差分信号の絶対値を求めているが、演算処理の順番は逆であってもよい。つまり、第1のローパスフィルタ12によって高周波成分が除去されたセンサ信号の絶対値と、第2のローパスフィルタ13によって高周波成分が除去されたセンサ信号の絶対値をそれぞれ求めた後、これらの差分を求めてもよい。

10

【0037】

また、上記実施形態においては、第1のローパスフィルタ12によって高周波成分が除去されたセンサ信号と、第2のローパスフィルタによって高周波成分が除去されたセンサ信号との差分を求めているが、第2のローパスフィルタを省略してもよい。つまり、第1

20

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明の好ましい実施形態に係る落下検出装置の回路構成を示す回路図である。

【図2】加速度センサ11の構成の一例を示す模式図である。

【図3】落下検出装置10内の各点における信号波形図である。

【図4】落下検出装置10による落下検出手順を説明するためのフローチャートである。

【図5】落下検出装置10を内蔵するハードディスクドライブ100の構成を示す模式図である。

30

【符号の説明】

【0039】

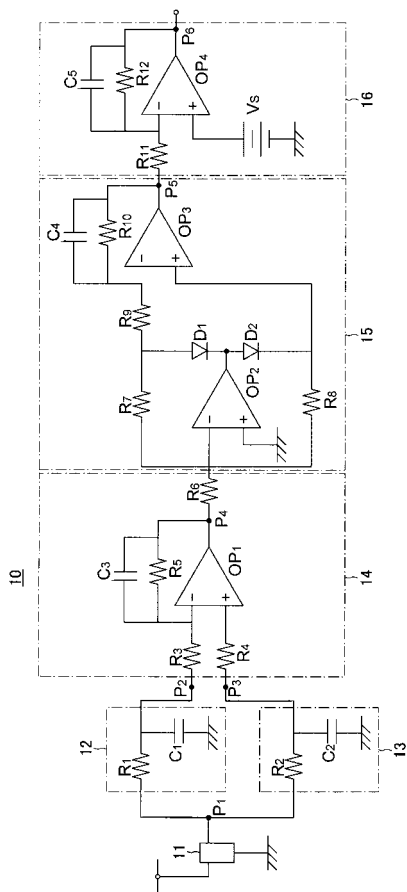
10	落下検出装置
11	加速度センサ
12	第1のローパスフィルタ
13	第2のローパスフィルタ
14	差動増幅回路
15	全波整流回路
16	比較回路
21	ベースプレート
22	弾性体
23	錘
24	磁石
25	磁気抵抗素子
OP <sub>1</sub>	オペアンプ
OP <sub>2</sub>	オペアンプ
OP <sub>3</sub>	オペアンプ
OP <sub>4</sub>	オペアンプ
R <sub>1</sub> ~ R <sub>12</sub>	抵抗
C <sub>1</sub> ~ C <sub>5</sub>	キャパシタ

40

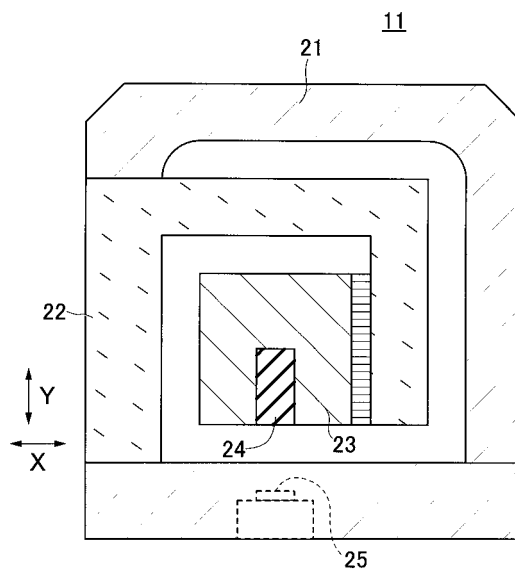
50

- D<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>     ダイオード
- S<sub>1</sub>     加速度センサ 11 の出力信号
- S<sub>2</sub>     第 1 のローパスフィルタ 12 の出力信号
- S<sub>3</sub>     第 2 のローパスフィルタ 13 の出力信号
- S<sub>4</sub>     差動増幅回路 14 の出力信号
- S<sub>5</sub>     全波整流回路 15 の出力信号
- V<sub>s</sub>     閾値電圧
- t<sub>1</sub>     タイミング (落下開始)
- t<sub>2</sub>     タイミング (着地)
- t<sub>3</sub>     タイミング

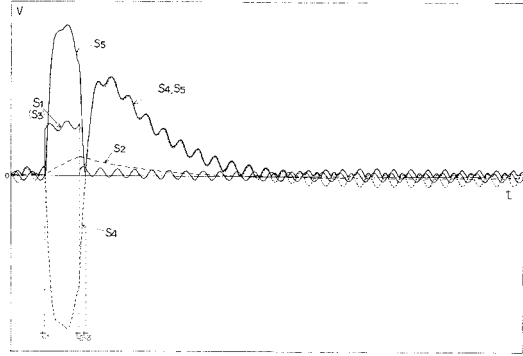
【図 1】



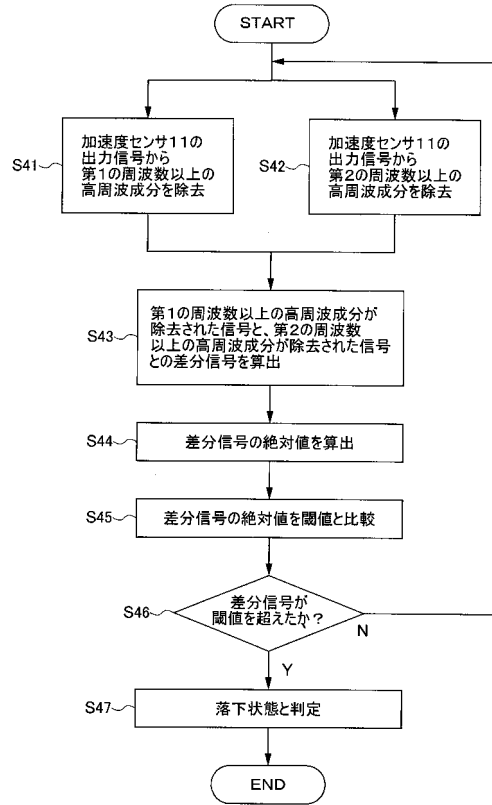
【図 2】



【図3】



【図4】



【図5】

