(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
2018年5月3日(03.05.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/079126 A1

(51) 国際特許分類:
G01H 1/00 (2006.01)　*H01R 13/713* (2006.01)
G01V 1/00 (2006.01)　*H01R 31/06* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2017/033323

(22) 国際出願日：　2017年9月14日(14.09.2017)

(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 2016-211615　2016年10月28日(28.10.2016) JP

(71) 出願人: ローム株式会社 (**ROHM CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町２１番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 照元　幸次 (**TERUMOTO Koji**); 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町２１番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP). 地頭所 典行 (**JITOSHO Noriyuki**); 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町２１番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 吉田 稔，外 (**YOSHIDA Minoru** et al.); 〒5430014 大阪府大阪市天王寺区玉造元町２番３２－１３０１ Osaka (JP).

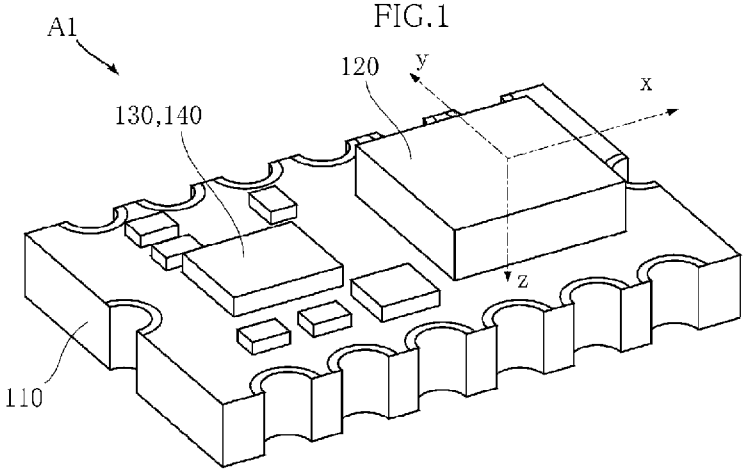
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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,

(54) **Title:** EARTHQUAKE SENSING MODULE AND EARTHQUAKE SENSING SYSTEM

(54) 発明の名称： 感震モジュールおよび感震システム

FIG.1



(57) **Abstract:** This earthquake sensing module is provided with: a module control unit which is equipped with an acceleration sensor for detecting acceleration with respect to a plurality of detection axes and which controls the acceleration sensor; and a module storage unit which stores status information about the acceleration sensor.

(57) 要約：感震モジュールは、複数の検出軸についての加速度を検出する加速度センサを備え、加速度センサを制御するモジュール制御部と、加速度センサの状態情報を記憶するモジュール記憶部と、を備える。

WO 2018/079126 A1

［続葉有］

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

添付公開書類：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 感震モジュールおよび感震システム

技術分野

[0001] 本開示は、感震モジュールおよび感震システムに関する。

背景技術

[0002] 公用電力の受電部分であるブレーカーやコンセントは、地震が発生した際に電力供給を適切に遮断することが望まれる。特許文献１には、従来の感震モジュールを用いた感震システムが開示されている。同文献の感震システムは、いわゆる振り子式の感震センサを用いたものである。振り子式の感震センサは、地震の振動によって機械的に揺動する部位を有している。この機械的な揺動を用いて、電力の遮断を実行するように構成されている。

[0003] 近年は、地震発生時の二次災害防止の観点等から、より多くのブレーカーやコンセントに感震システムが採用されることが望まれている。このため、今後はより多くの感震センサが設けられることが予測される。感震センサの個数が多くなるほど、これらを用いたより高度な感震処理や他の機能が付加されることの恩恵が大きくなる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１１－１５９６１８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本開示は、上記した事情のもとで考え出されたものであって、高機能化を図ることが可能な感震モジュールおよび感震システムを提供することをその課題とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の第１の側面によって提供される感震モジュールは、複数の検出軸についての加速度を検出する加速度センサを備える感震モジュールであって

、前記加速度センサを制御するモジュール制御部と、前記加速度センサの状態情報を記憶するモジュール記憶部と、を備える。

[0007] 本開示の第２の側面によって提供される感震システムは、本発明の第１の側面によって提供される前記感震モジュールを各々が有する複数の感震装置と、前記複数の感震装置が接続された通信網と、前記通信網に接続されたシステム制御部と、を備える。

[0008] 本開示は、添付図面を参照して以下に行う詳細な説明によって、より明らかとなろう。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本開示の第１実施形態に基づく感震モジュールを示す斜視図である。

[図2]本開示の第１実施形態に基づく感震モジュールを示す斜視図である。

[図3]本開示の第１実施形態に基づく感震システムを示す斜視図である。

[図4]本開示の第１実施形態に基づく感震システムの感震装置の一例を示す斜視図である。

[図5]図４のＶ－Ｖ線に沿う断面図である。

[図6]図４の感震装置を示すブロック構成図である。

[図7]本開示の第１実施形態に基づく感震システムの感震装置の一例を示すブロック構成図である。

[図8]本開示の第１実施形態に基づく感震モジュールの動作例を示すフローチャートである。

[図9]本開示の第１実施形態に基づく感震モジュールの動作例を示すフローチャートである。

[図10]本開示の第１実施形態に基づく感震モジュールの動作例を示すフローチャートである。

[図11]本開示の第１実施形態に基づく感震モジュールの動作例を示すグラフである。

[図12]本開示の第１実施形態に基づく感震モジュールの動作例を示すグラフである。

[図13]本開示の第１実施形態に基づく感震モジュールの動作例を示すグラフである。

[図14]本開示の第１実施形態に基づく感震モジュールの動作例を示すグラフである。

[図15]本開示の第１実施形態に基づく感震システムの動作例を示すフローチャートである。

[図16]本開示の第１実施形態に基づく感震システムの動作例を示す斜視図である。

[図17]本開示の第２実施形態に基づく感震システムを示す斜視図である。

[図18]本開示の第２実施形態に基づく感震モジュールを示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本開示の好ましい実施の形態につき、図面を参照して具体的に説明する。

[0011] 図１～図７は、本開示の第１実施形態に基づく感震モジュール、感震装置および感震システムを示している。

[0012] 図１は、感震モジュールＡ１を上側から見た斜視図である。図２は、感震モジュールＡ１を下側から見た斜視図である。本実施形態の感震モジュールＡ１は、モジュール基板１１０、加速度センサ１２０、モジュール制御部１３０およびモジュール記憶部１４０を備えている。

[0013] モジュール基板１１０は、感震モジュールＡ１の土台であり、たとえばガラスエポキシ樹脂からなる基材と当該基材に形成された配線部とからなる。モジュール基板１１０の形状や大きさは特に限定されず、本実施形態においては、６ｍｍ～９ｍｍ角程度の平面視矩形状であり、厚さが０．８ｍｍ～１．５ｍｍ程度である。前記配線部は、複数の実装電極１１１を有する。実装電極１１１は、モジュール基板１１０の片面に形成されており、感震モジュールＡ１を他の回路基板等に実装するために用いられる。実装電極１１１は、たとえばＣｕ、Ｎｉ、Ａｕ等のめっき層からなる。

[0014] 加速度センサ１２０は、複数の検出軸について加速度を検出し、検出した

加速度に応じた信号を出力するものである。加速度センサ１２０の具体的構成は、複数の検出軸について加速度を検出可能なものであれば特に限定されない。本実施形態においては、加速度センサ１２０は、いわゆるＭＥＭＳセンサによって構成されており、互いに直角である。ｘ軸、ｙ軸およびｚ軸について加速度を検出可能とされている加速度センサ１２０を構成するＭＥＭＳセンサの検出原理は特に限定されず、たとえば互いに櫛歯構造とされた固定側部分および可動側部分の相対位置に応じて変化する静電容量を用いて加速度を検出する検出原理が挙げられる。

[0015] モジュール制御部１３０は、加速度センサ１２０によって検出された加速度を用いて以降に説明する感震処理等を行うものである。モジュール制御部１３０の具体的構成は特に限定されず、一般的なマイクロプロセッサ（ＣＰＵ）が採用される。

[0016] モジュール記憶部１４０は、加速度センサの状態情報を記憶するものである。モジュール記憶部１４０は、一般的な半導体メモリによって構成されており、本実施形態においては、モジュール制御部１３０とモジュール記憶部１４０とが統合された半導体チップが採用されている。なお、モジュール制御部１３０は、モジュール記憶部１４０と別体の部品であってもよい。本実施形態においては、モジュール記憶部１４０に記憶される状態情報は、重力方向に対する加速度センサ１２０の姿勢を特定する情報である。

[0017] 図３は、感震モジュールＡ１が用いられた感震システムＣ１を示す斜視図である。感震システムＣ１は、複数の感震装置Ｂ１、感震装置Ｂ２、通信網３１０、システム制御部４１０およびＰＬＣ通信装置４２０を備えており、本実施形態においては、建造物５００の適所に設置されている。

[0018] 図４は、感震装置Ｂ１を示す斜視図である。図５は、図４のＶ－Ｖ線に沿う断面図である。図６は、感震装置Ｂ１を示すシステム構成図である。

[0019] 感震装置Ｂ１は、感震モジュールＡ１を感震システムＣ１により適切に用いるために構成された装置である。本実施形態においては、感震装置Ｂ１は、感震モジュールＡ１、装置制御部２１０、表示部２２０、リセットボタン

２３０、ＰＬＣ通信部２４０、電力変換部２５０、遮断部２６０、コンセント部２７０、温度センサ２８１および電流センサ２８２を備えている。感震装置Ｂ１は、一般用の電力コンセントとして用いられることが可能に構成されており、本実施形態においては、図３に示すように複数の感震装置Ｂ１が建造物５００の適所に離散的に配置されており。電力線３１２に接続されている。

[0020] 装置制御部２１０は、後述する感震モジュールＡ１を用いた感震処理および状態情報比較処理を実行するものであり、感震装置Ｂ１の各構成要素を制御する。装置制御部２１０は、たとえばマイクロプロセッサによって構成されており、適宜メモリを具備している。

[0021] 表示部２２０は、感震装置Ｂ１の状態や各種情報を視認可能な態様で表示するためのものであり、たとえば液晶表示パネルによって構成されている。リセットボタン２３０は、感震装置Ｂ１の各部の状態を工場出荷時等の初期状態に復帰させる操作を行うためのものである。リセットボタン２３０が押下されると、たとえば装置制御部２１０が前記メモリの記憶内容を初期化したり、感震モジュールＡ１に対して初期化指令を送信する。

[0022] コンセント部２７０は、図５に示すように一般的な電気機器に備えられたプラグ２７１が挿入される部位であり、プラグ２７１と導通する。遮断部２６０は、コンセント部２７０と電力線３１２との間に介在しており、電力線３１２からコンセント部２７０への電力供給を遮断するものである。遮断部２６０による遮断は、たとえば装置制御部２１０からの遮断指令によって行われてもよいし、感震モジュールＡ１からの遮断指令によって行われてもよい。

[0023] 電力変換部２５０は、電力線３１２から供給されたたとえば交流電力を感震モジュールＡ１等の動作に適したたとえば直流電力に変換するものである。本実施形態においては、図５に示すように電力変換部２５０は、電力基板２５１および複数の電子部品２５２を含む。電力基板２５１は、複数の電子部品２５２が実装されるものである。複数の電子部品２５２は、電力変換部

２５０の電力変換機能を実現するものであり、たとえばトランス、ダイオード、抵抗器等を含む。本実施形態においては、感震モジュールＡ１と電力変換部２５０とが、プラグ２７１が挿入される方向に並んで配置されている。また、感震モジュールＡ１がプラグ２７１に対して電力変換部２５０よりも近い位置に配置されている。

[0024] ＰＬＣ通信部２４０は、感震装置Ｂ１を電力線３１２に接続することにより、電力線３１２を通信網３１０として利用した電力線搬送通信（Ｐｏｗｅｒ Ｌｉｎｅ Ｃｏｍｍｕｎｉｃａｔｉｏｎ）を行うためのものである。ＰＬＣ通信部２４０による通信は、電力線３１２に流れる交流電力にたとえば２ＭＨｚ～３０ＭＨｚ程度の周波数の信号電流を重ね合わせることによって行われる。

[0025] 温度センサ２８１は、たとえばサーミスタ等の温度検出デバイスであり、たとえば感震装置Ｂ１の設置環境温度を検出する。また、温度センサ２８１は、感震装置Ｂ１の動作中における動作温度を検出する。電流センサ２８２は、たとえば、コンセント部２７０からプラグ２７１に供給される電流を検出するものである。温度センサ２８１および電流センサ２８２の検出信号は、装置制御部２１０に送信される。

[0026] 図７は、感震装置Ｂ２を示すブロック構成図である。感震装置Ｂ２は、感震モジュールＡ１を感震システムＣ１により適切に用いるために構成された装置である。本実施形態においては、感震装置Ｂ２は、複数の感震モジュールＡ１、複数の装置制御部２１０、複数の遮断部２６０、ＰＬＣ通信部２４０および電力変換部２５０を備えている。感震装置Ｂ２は、いわゆるブレーカーとして用いられることが可能に構成されており、本実施形態においては、図３および図７に示すように建造物５００外から電力が供給される電力線３１１に接続され、電力線３１１からの電力を複数の電力線３１２に供給する機能を果たす。

[0027] 本実施形態の感震装置Ｂ２においては、遮断部２６０ごとに感震モジュールＡ１および装置制御部２１０が設けられている。これとは異なり、複数の

遮断部２６０に対して１つの感震モジュールＡ１が設けられた構成であってもよい。また、複数の感震モジュールＡ１に対して複数の装置制御部２１０が設けられた構成であってもよい。また、装置制御部２１０が果たす機能を感震モジュールＡ１のモジュール制御部１３０が担う構成であってもよい。

[0028] 図３に示すようにシステム制御部４１０は、ＰＬＣ通信装置４２０を介して通信網３１０としての電力線３１２に接続されている。システム制御部４１０は、感震システムＣ１全体の動作を制御するとともに、感震システムＣ１の動作に関する設定作業を行うものである。ＰＬＣ通信装置４２０は、たとえばパーソナルコンピュータによって構成されている。ＰＬＣ通信装置４２０は、システム制御部４１０を通信網３１０としての電力線３１２に接続するものであり、電力線搬送通信（Ｐｏｗｅｒ Ｌｉｎｅ Ｃｏｍｍｕｎｉｃａｔｉｏｎ）を行うものである。

[0029] 次に、感震モジュールＡ１、感震装置Ｂ１および感震システムＣ１の動作について以下に説明する。

[0030] 図８は、感震モジュールＡ１の動作例を示している。ステップＳ０において感震モジュールＡ１の電源がＯＮにされる。加速度センサ１２０は、あらかじめモジュール制御部１３０等に記憶されたプログラムにしたがって、以降の処理を行う。

[0031] ステップＳ１においては、初期状態記憶モードＭ１を開始する。この初期状態記憶モードＭ１は、地震等の振動が発生していない定常時に行われる。たとえば、ステップＳ２において、加速度センサ１２０のｘ軸、ｙ軸およびｚ軸について加速度データを取得する。そして、ステップＳ３において、重力方向Ｎｇを特定する。地震等の振動が発生していない定常時においては、加速度センサ１２０に負荷される加速度は、重力加速度のみと考えられる。ｘ軸、ｙ軸およびｚ軸の加速度をベクトル合成し、重力方向Ｎｇを特定する。モジュール制御部１３０は、この重力方向Ｎｇを初期重力方向Ｎｇｉとしてモジュール記憶部１４０に格納する。次いでステップＳ４において、初期重力方向Ｎｇｉと直角である２軸を選定する。これらの軸は、互いに直角で

あり、水平軸として定義される。モジュール制御部１３０は、これらの水平軸を、モジュール記憶部１４０に格納する。次いで、ステップＳ５において、ゼロ点補正を行う。地震等の振動が発生していない状態であって、重力加速度のみが負荷されている定常時におけるｘ軸、ｙ軸およびｚ軸の検出加速度をそれぞれの軸の加速度のゼロ点として、モジュール制御部１３０はモジュール記憶部１４０に格納する。

[0032] 次いで、ステップＳ６において振動計測を行う。この振動計測においては、ステップＳ７において振動検知処理を行う。この振動検知処理は、有意な振動が発生しているかを検知するものであり、たとえば以下の手順により実行される。まず、ステップＳ７１において、加速度センサ１２０のｘ軸、ｙ軸およびｚ軸の加速度、または重力方向Ｎｇおよび水平２軸の加速度を取得し、ステップＳ５において初期状態情報として記憶した初期加速度との差分を各軸について算出する。そして、すべての軸についての加速度の差分値を合計し、総和を算出する。次いで、ステップＳ７２においてステップＳ７１で得られた加速度の総和と、予めモジュール記憶部１４０に記憶されていた加速度閾値とを比較する。また、いずれかの軸の単体の加速度や、水平２軸のみの加速度、あるいは任意に選択した複数の軸の加速度の合計値、のいずれかを、対応する加速度閾値と比較する構成であってもよい。たとえば、加速度の総和が加速度閾値よりも大である場合、振動を検知したとして（ステップＳ７２：Ｙｅｓ）、ステップＳ９を実行する。一方、加速度の総和が加速度閾値以下である場合（ステップＳ７２：Ｎｏ）、有意な振動が付与されていないと判定し、モジュール制御部１３０は、ステップＳ８において自己診断の要否を判定する。たとえば、上位制御手段からの指示等により自己診断が必要である場合、所定の条件変更に対する加速度センサ１２０の状態変化によって加速度センサ１２０の自己診断を行う。本実施形態においては、たとえば加速度センサ１２０に所定の電圧を印加することにより、櫛歯状の可動部が正常に稼動しているか否かに基いて診断する。自己診断した後には、ステップＳ１に回帰する。一方、有意な振動が付与されていると判定した

場合、（ステップＳ７２：Ｙｅｓ）、モジュール制御部１３０は、ステップＳ９において振動計測モードＭ２を実行する。なお、消費電力の削減等の観点から、振動計測モードＭ２を実行するまでの処理においては、加速度センサ１２０の加速度のサンプリングレートは、比較的低周波数であることが好ましく、たとえば１００Ｈｚ程度に設定される。また、有意な振動が付与されていると判定した場合、（ステップＳ７２：Ｙｅｓ）、モジュール制御部１３０は、有意な振動を検出したことを報知する検出信号を出力してもよい。この検出信号は、感震モジュールＡ１の電源がＯＦＦになるまで維持されてもよいし、予め設定された時間だけ維持されてもよい。また、感震モジュールＡ１が、ステップＳ０において電源ＯＮされた以降、ステップＳ９に移行した回数を、モジュール記憶部１４０に記憶させてもよい。

[0033] ステップＳ７の変形例として、上述したステップＳ７１およびステップＳ７２と異なる判定処理を行ってもよい。たとえば、ステップＳ７１において各軸の単独の振動の大きさ（加速度、振幅等）を算出し、ステップＳ７２において、予め設定した各軸の単独の振動の大きさに対する閾値と比較してもよい。あるいは、ステップＳ７１において、３軸の振動の大きさの合成値を算出し、ステップＳ７２において、予め設定した３軸の振動の大きさの合成値に対する閾値と比較してもよい。または、ステップＳ７１において、水平２軸の振動の大きさの合成値を算出し、ステップＳ７２において、予め設定した水平軸のみの振動の大きさの合成値に対する閾値と比較してもよい。

[0034] 図９は、振動計測モードＭ２の動作例を示している。ステップＳ９において振動計測モードＭ２を開始すると、モジュール制御部１３０は、第１デジタル化処理Ｓ１０を実行する。第１デジタル化処理Ｓ１０は、加速度センサ１２０からの加速度出力を、第１サンプリングレートＲ１でサンプリングすることにより、デジタル化された加速度データを取得する処理である。第１サンプリングレートＲ１の周波数は特に限定されず、モジュール制御部１３０に付与された振動を十分な解像度で表現しうる周波数が好ましい。本実施形態においては、第１サンプリングレートＲ１は、たとえば１６００Ｈｚ程

度である。なお、振動計測モードＭ２においては、重力方向Ｎｇおよび水平２軸の加速度データの合計値、いずれかの軸の単体の加速度、水平２軸のみの加速度、または任意に選択した複数の軸の加速度の合計値、等の加速度データを適宜処理対象として選択可能である。

[0035] また、本実施形態においては、第１デジタル化処理Ｓ１０は、第１選択処理Ｓ１０１を含む。第１選択処理Ｓ１０１は、第１サンプリングレートＲ１でサンプリングされた加速度データによって構成される振動データについて、第１周波数Ｆ１以下の振動を選択的に残存させ、第１周波数Ｆ１を超える振動を除外する処理である。第１周波数Ｆ１は、第１サンプリングレートＲ１よりも顕著に低い周波数であり、本実施形態においては、２０Ｈｚ程度に設定される。これは、一般的な地震の周波数が、概ね０．４Ｈｚ～１０Ｈｚ程度であることに起因しており、一般的な地震の周波数を十分に包含する範囲が選択されている。

[0036] 次いで、モジュール制御部１３０は、ステップＳ１１を実行する。ステップＳ１１においては、モジュール制御部１３０は、第１デジタル化処理Ｓ１０によって得られた加速度データ（振動データ）から、当該振動の最大加速度を算出する。この最大加速度は、当該振動の規模を大まかに捉えることに寄与し、たとえばモジュール記憶部１４０に格納される。

[0037] 次いで、モジュール制御部１３０は、第２デジタル化処理Ｓ１２を実行する。第２デジタル化処理Ｓ１２は、第１デジタル化処理Ｓ１０によって得られた加速度データ（振動データ）を第２サンプリングレートＲ２でサンプリングする処理である。第２サンプリングレートＲ２の周波数は第１サンプリングレートＲ１よりも低ければ特に限定されず、以降の処理に適した周波数が好ましい。本実施形態においては、第２サンプリングレートＲ２は、たとえば１００Ｈｚ程度であり、第１サンプリングレートＲ１の６．３％程度である。なお、この第２サンプリングレートＲ２の設定値は、以降に説明するＳＩ値の算出条件に適合させることを目的としている。

[0038] また、本実施形態においては、第２デジタル化処理Ｓ１２は、第２選択処

理Ｓ１２１を含む。第２選択処理Ｓ１２１は、第２サンプリングレートＲ２でサンプリングされた加速度データによって構成される振動データについて、第２周波数Ｆ２以下の振動を選択的に残存させ、第２周波数Ｆ２を超える振動を除外する処理である。第２周波数Ｆ２は、第２サンプリングレートＲ２よりも顕著に低い周波数であり、本実施形態においては、１０Ｈｚ程度に設定される。これは、一般的な地震の周波数が、概ね０．４Ｈｚ～１０Ｈｚ程度であることに起因している。

[0039] 次いで、モジュール制御部１３０は、ステップＳ１３を実行する。ステップＳ１３においては、モジュール制御部１３０は、第２デジタル化処理Ｓ１２によって得られた加速度データ（振動データ）を用いてＳＩ値Ｖを算出する。ＳＩ値Ｖは、地震によって一般的な建物にどの程度の被害が生じるかを数値化したものである。より具体的には、ＳＩ値Ｖは、固有周期が０．１秒から２．５秒で減衰定数が２０％の振り子群を当該地震動で加振したときの各振り子の最大速度応答値を平均したものである。なお、ステップＳ１３においては、振動計測モードＭ２と同様に、重力方向Ｎｇおよび水平２軸の加速度データの合計値、いずれかの軸の単体の加速度、水平２軸のみの加速度、または任意に選択した複数の軸の加速度の合計値、等の加速度データから適宜選択した加速度データに基いて、ＳＩ値Ｖを算出可能である。

[0040] 次いで、ステップＳ１４において、地震レベル判定を行う。このステップＳ１４においては、ステップＳ１３で得られたＳＩ値Ｖに基づき、当該地震動の大きさ（レベル）を判定する。また、この判定において、ステップＳ１１で得られた最大加速度を追加的に用いてもよい。

[0041] ステップＳ１４の結果、警戒すべき地震動が発生したと判定された場合、モジュール制御部１３０は、ＳＩ値Ｖの数値情報、もしくは判定結果信号を装置制御部２１０へと出力する。たとえば図３および図６に示す感震装置Ｂ１においては、装置制御部２１０は、警戒すべき地震動であることに基づき、遮断部２６０によって電力線３１２からコンセント部２７０への電力供給を遮断する。また、図３および図７に示す感震装置Ｂ２においては、装置制

御部２１０は、それぞれに対応する遮断部２６０によって電力線３１１から電力線３１２への電力供給を遮断する。なお、ステップＳ９～ステップＳ１４における計測および判定処理は、いずれかの軸の単体の加速度や、水平２軸の加速度、あるいは任意に選択した複数の軸の加速度の合計値を対象として行ってもよい。

[0042] また、本実施形態の感震モジュールＡ１は、追加的な処理として、図１０に示す地震検知信号出力判定モードＭ３を実行してもよい。ステップＳ２０において地震検知信号出力判定モードＭ３が開始されると、モジュール制御部１３０は、第１判定処理Ｓ２１を実行する。第１判定処理Ｓ２１においては、ＳＩ値Ｖと予め設定されたＳＩ値閾値Ｖｔとを比較する。たとえば、ＳＩ値ＶがＳＩ値閾値Ｖｔを超えない場合、当該振動は、地震動ではないと判定される（第１判定処理Ｓ２１：Ｎｏ、ステップＳ２５）。一方、ＳＩ値ＶがＳＩ値閾値Ｖｔを超える場合、当該振動が地震動である可能性が存在するとして（第１判定処理Ｓ２１：Ｙｅｓ）、第２判定処理Ｓ２２に進む。ＳＩ値閾値Ｖｔの大きさは任意に設定され、本実施形態においては、たとえば１８ｃｍ／ｓｅｃ程度である。なお、ＳＩ値の単位として、Ｋｉｎｅがｃｍ／ｓｅｃと同義で用いられる。

[0043] 第２判定処理Ｓ２２においては、所定時間内においてＳＩ値ＶがＳＩ値閾値Ｖｔを超えた回数Ｎを計数する。そして、回数Ｎと予め設定された回数閾値Ｎｔとを比較する。たとえば、回数Ｎが回数閾値Ｎｔを超えない場合、当該振動は、地震動ではないと判定される（第２判定処理Ｓ２２：Ｎｏ、ステップＳ２５）。一方、回数Ｎが回数閾値Ｎｔを超える場合、当該振動が地震動である可能性が存在するとして（第２判定処理Ｓ２２：Ｙｅｓ）、第３判定処理Ｓ２３に進む。回数閾値Ｎｔの大きさは任意に設定され、本実施形態においては、たとえば４である。

[0044] 第３判定処理Ｓ２３においては、所定時間内においてＳＩ値Ｖの積算値である積算ＳＩ値ＶＩを算出する。そして、積算ＳＩ値ＶＩと予め設定された積算ＳＩ値閾値ＶＩｔとを比較する。たとえば、積算ＳＩ値ＶＩが積算ＳＩ

値閾値ＶＩｔを超えない場合、当該振動は、地震動ではないと判定される（第３判定処理Ｓ２３：Ｎｏ、ステップＳ２５）。一方、積算ＳＩ値ＶＩが積算ＳＩ値閾値ＶＩｔを超える場合、当該振動が地震動であるとして（第３判定処理Ｓ２３：Ｙｅｓ）、ステップＳ２４においてモジュール制御部１３０は、地震検知信号を出力する。具体的には、地震検知信号をＨｉ状態とする。なお、積算ＳＩ値ＶＩの積算が、上述した第２サンプリングレートＲ２によってサンプリングされた加速度データに基づく場合、連続する５点のＳＩ値Ｖを積算することにより、積算ＳＩ値ＶＩを算出する。また、この場合の積算ＳＩ値閾値ＶＩｔは、たとえば１０８ｃｍ程度である。

[0045] ステップＳ２４において地震検知信号がＨｉ状態となった場合、装置制御部２１０は上述した遮断部２６０による遮断処理を実行する。一方、第１判定処理Ｓ２１、第２判定処理Ｓ２２および第３判定処理Ｓ２３のいずれかにおいてＮｏ判定であった場合、モジュール制御部１３０は、ステップＳ２５において地震検知信号をＬｏ状態に維持する。この場合、上述した遮断部２６０による遮断処理は実行されない。なお、ステップＳ２４およびステップＳ２５における地震検知信号の出力は、単一信号のＨｉ状態とＬｏ状態とを切り替えることに限定されず、地震を検知したか否かの情報がモジュール制御部１３０から外部に出力される信号出力態様であればよい。また、ステップＳ２５の後、所定の時間が経過した後に、図８のステップＳ７に復帰する制御としてもよい。

[0046] 図１１～図１４は、地震検知信号出力判定モードＭ３による判定例を示している。図１１～図１４は、地震動ではない衝突振動が付与されたものである。図１１は、衝突回数が１回、図１２は、衝突回数が２回、図１３は、衝突回数が３回、図１４は、衝突回数が４回の例である。

[0047] 図１１（ａ），（ｂ）は、衝突回数が１回の場合の水平２軸の加速度グラフである。図示されたように、１回の衝突に対応する加速度ピークが表れている。（ｃ）は、衝突回数が１回の場合のＳＩ値Ｖおよび積算ＳＩ値ＶＩを示している。（ｃ）に示すように、本例においては、ＳＩ値閾値Ｖｔを超え

るＳＩ値Ｖが存在し、第１判定処理Ｓ２１はＹｅｓ判定である。しかし、回数Ｎは、２であり、回数閾値Ｎｔ（＝４）を超えない。このため、第２判定処理Ｓ２２はＮｏ判定であり、ステップＳ２５において地震動ではない誤検知であると判定される。

[0048] 図１２（ａ），（ｂ）は、衝突回数が２回の場合の水平２軸の加速度グラフである。図示されたように、２回の衝突に対応する加速度ピークが表れている。（ｃ）は、衝突回数が２回の場合のＳＩ値Ｖおよび積算ＳＩ値ＶＩを示している。（ｃ）に示すように、本例においては、ＳＩ値閾値Ｖｔを超えるＳＩ値Ｖが存在し、第１判定処理Ｓ２１はＹｅｓ判定である。しかし、回数Ｎは、３であり、回数閾値Ｎｔ（＝４）を超えない。このため、第２判定処理Ｓ２２はＮｏ判定であり、ステップＳ２５において地震動ではない誤検知であると判定される。

[0049] 図１３（ａ），（ｂ）は、衝突回数が３回の場合の水平２軸の加速度グラフである。図示されたように、３回の衝突に対応する加速度ピークが表れている。（ｃ）は、衝突回数が３回の場合のＳＩ値Ｖおよび積算ＳＩ値ＶＩを示している。（ｃ）に示すように、本例においては、ＳＩ値閾値Ｖｔを超えるＳＩ値Ｖが存在し、第１判定処理Ｓ２１はＹｅｓ判定である。しかし、回数Ｎは、３であり、回数閾値Ｎｔ（＝４）を超えない。このため、第２判定処理Ｓ２２はＮｏ判定であり、ステップＳ２５において地震動ではない誤検知であると判定される。なお、本例においては、積算ＳＩ値ＶＩが積算ＳＩ値閾値ＶＩｔを超えており、仮に第３判定処理Ｓ２３を実行した場合は、当該処理についてはＹｅｓ判定となる。

[0050] 図１４（ａ），（ｂ）は、衝突回数が４回の場合の水平２軸の加速度グラフである。図示されたように、４回の衝突に対応する加速度ピークが表れている。（ｃ）は、衝突回数が４回の場合のＳＩ値Ｖおよび積算ＳＩ値ＶＩを示している。（ｃ）に示すように、本例においては、ＳＩ値閾値Ｖｔを超えるＳＩ値Ｖが存在し、第１判定処理Ｓ２１はＹｅｓ判定である。また、回数Ｎは、５であり、回数閾値Ｎｔ（＝４）を超えている。このため、第２判定

処理Ｓ２２はＹｅｓ判定である。しかし、積算ＳＩ値ＶＩが積算ＳＩ値閾値ＶＩｔを超えていないため、第３判定処理Ｓ２３は、Ｎｏ判定であり、ステップＳ２５において地震動ではない誤検知であると判定される。

[0051] 図１５は、感震システムＣ１の状態情報比較モードＭ４の動作例を示している。たとえば、システム制御部４１０がステップＳ３０において状態情報比較モードＭ４を開始すると、ステップＳ３１において感震システムＣ１に設けられた複数の感震モジュールＡ１が上述した初期状態記憶モードＭ１の実行により初期重力方向Ｎｇｉをすでに特定済みであるか否かを判定する。初期重力方向Ｎｇｉが未特定である場合（ステップＳ３１：Ｎｏ）、システム制御部４１０は、該当する感震モジュールＡ１に初期状態記憶モードＭ１を実行させる。

[0052] すべての感震モジュールＡ１の初期重力方向Ｎｇｉが特定済みである場合（ステップＳ３１：Ｙｅｓ）、システム制御部４１０は、ステップＳ３２を実行する。ステップＳ３２においては、システム制御部４１０は、その時点での加速度センサ１２０のｘ軸、ｙ軸およびｚ軸について加速度データを各感震モジュールＡ１に取得させる。そして、その時点の重力方向Ｎｇを特定する。

[0053] 次いで、ステップＳ３３において、予め記憶された初期重力方向Ｎｇｉとステップ Ｓ３２において特定された重力方向Ｎｇとの方向を比較する。たとえば、図１６において想像線（二点鎖線）で示された感震装置Ｂ１は、初期重力方向Ｎｇｉを特定した際の初期状態を示している。この後に、地震の発生や建造物５００の経年変化によって感震装置Ｂ１の重力方向Ｎｇに対する姿勢が変化した状態が実線で示されている。感震装置Ｂ１が重力方向Ｎｇに対して傾いた場合、感震装置Ｂ１の感震モジュールＡ１によって特定された初期重力方向Ｎｇｉがその時点での重力方向Ｎｇと異なる方向を指すベクトルとなる。ステップＳ３３においては、重力方向Ｎｇと初期重力方向Ｎｇｉとの差異を、たとえば角度量として算出し、システム制御部４１０内のメモリに格納する。すべての感震装置Ｂ１（感震モジュールＡ１）についてステ

ップＳ３３を実行すると、システム制御部４１０は、ステップＳ３４を実行する。

[0054] ステップＳ３４においては、複数の感震装置Ｂ１について算出した重力方向Ｎｇと初期重力方向Ｎｇｉとの差異に相当する角度量から、図３に示す建造物５００の各部が重力方向Ｎｇを基準としてどの程度傾いたかを特定する。これにより、建造物５００の各部の歪量を算出可能であり、地面に対する建造物５００全体の傾きや、建造物５００内部での部分的な変形等を認識することができる。

[0055] 次に、感震モジュールＡ１および感震システムＣ１の作用について説明する。

[0056] 本実施形態によれば、感震モジュールＡ１は、モジュール制御部１３０およびモジュール記憶部１４０を有する。モジュール制御部１３０によって加速度センサ１２０からの加速度データに基づいた処理を行い、その処理結果をモジュール記憶部１４０に格納しておくことが可能である。したがって、感震モジュールＡ１の高機能化を図ることができる。

[0057] 感震モジュールＡ１は、図８に示した初期状態記憶モードＭ１を実行することにより、機器設置当初等の初期状態における加速度センサ１２０の状態情報を初期状態情報としてモジュール記憶部１４０に格納しておくことができる。初期状態情報として初期重力方向Ｎｇｉを記憶させておくことにより、図１５および図１６を参照して説明した感震システムＣ１の高機能化を実現することができる。ステップＳ７～ステップＳ７２の振動検知処理を行うことにより、地震動による加速度の変化である可能性が高い状態を、定量的に且つ迅速に検知することができる。また、ステップＳ８の自己診断処理を行うことにより、長期間の使用によって加速度センサ１２０が意図しない不動作状態にあることを認識することができる。たとえば、ステップＳ８を実行した結果、加速度センサ１２０が正常に動作していないと診断された場合、モジュール制御部１３０は、外部にセンサエラー信号を出力する構成とすることができる。

[0058] 図９に示したように、振動計測モードＭ２においては、第１デジタル化処理Ｓ１０と第２デジタル化処理Ｓ１２との２段階の処理を行う。比較的高周波数の第１周波数Ｆ１を用いた第１デジタル化処理Ｓ１０を行うことにより、実際に生じた振動を十分な解像度でサンプリングすることができる。十分な解像度でサンプリングすることにより、たとえば第１選択処理Ｓ１０１において、地震動とは異なる振動成分を確実に排除することができる。第１デジタル化処理Ｓ１０を終えた後に第２デジタル化処理Ｓ１２を行うことは、たとえば第１デジタル化処理Ｓ１０を実行すること無く第２デジタル化処理Ｓ１２を実行した場合に、地震動とは異なるノイズとしての高周波数振動が、第２デジタル化処理Ｓ１２の第２周波数Ｆ２とたまたま合致してしまい、地震動に近い周波数の振動として認識されることを防止することができる。また、第２デジタル化処理Ｓ１２においてより低周波数の第２周波数Ｆ２によってサンプリングすることにより、ステップＳ１３におけるＳＩ値Ｖ算出に用いるデータ量を適切に削減することができる。

[0059] 図１０に示した地震検知信号出力判定モードＭ３を実行することにより、第１デジタル化処理Ｓ１０および第２デジタル化処理Ｓ１２の実行の結果、衝突振動が地震動であると判定される場合であっても、このような誤検知を排除することができる。この誤検知の判定において、第１判定処理Ｓ２１におけるＳＩ値ＶとＳＩ値閾値Ｖｔとの比較は、瞬間的な振動規模から地震動であるか否かを判定するものであり、合理的である。また、第２判定処理Ｓ２２における回数Ｎと回数閾値Ｎｔとの比較は、振動の時間的な継続性に基いて地震動であるか否かを判定するものであり、判定の高精度化に好ましい。また、第３判定処理Ｓ２３における積算ＳＩ値ＶＩと積算ＳＩ値閾値ＶＩｔとの比較は、振動のエネルギーが時間的に継続していることを判定条件とするものである。このような判定は、複数回の衝突振動が離散的なエネルギー分布となるのに対し、地震動が継続的なエネルギー分布になることに基づくものであり、判定の高精度化に好適である。そして、第１判定処理Ｓ２１、第２判定処理Ｓ２２および第３判定処理Ｓ２３のすべてを実行することに

より、誤検知を顕著に削減することができる。

[0060] なお、図９～図１４に示すステップＳ１３，Ｓ１４およびステップＳ２０～Ｓ２５において、ＰＧＡ（peak ground acceleration：表面最大加速度）値を用いてもよい。すなわち、ステップＳ１３，Ｓ１４およびステップＳ２０～Ｓ２５において設定された、ＳＩ値について閾値や判断基準となる回数等と同様に、ＰＧＡ値について閾値や判断基準となる回数等を設定し、ＳＩ値を用いた場合と同様の判断処理を行ってもよい。なお、ＰＧＡ値の採用については、ＳＩ値に代えてＰＧＡ値を用いてもよいし、ＳＩ値とＰＧＡ値とを併用してもよい。

[0061] 図４および図５に示すように、感震モジュールＡ１がたとえば振り子式の感震センサモジュールと比べて小型であることにより、感震モジュールＡ１と電力変換部２５０とをプラグ２７１の挿入方向に並べて配置することが可能である。感震装置Ｂ１は、コンセントとして用いられるものであり、その設置スペースは限られている。本実施形態によれば、感震装置Ｂ１を通常のコンセントと略同程度の大きさとすることが可能である。また、電力変換機能を果たす電力変換部２５０は、トランス等の嵩高い電子部品２５２を含む。電力変換部２５０自体が嵩高くなったとしても、プラグ２７１の挿入方向において感震装置Ｂ１の寸法を拡大すれば電力変換部２５０を適切に収容可能である。この場合、プラグ２７１の挿入方向視における感震装置Ｂ１の大きさは、ほとんど不変とすることができる。

[0062] 図１５および図１６に示した状態情報比較モードＭ４により、感震を主たる機能とする感震モジュールＡ１を用いて、感震とは全く異なる建造物５００の変形等の診断を実現することができる。特に、コンセントとして構成された感震装置Ｂ１は、たとえば大規模集合住宅等としての建造物５００における各居室の各コンセントに用いられ得る。この場合、この建造物５００には、非常に多数の感震装置Ｂ１が隅々に配置されることとなる。したがって、建造物５００の変形等を診断するのに適している。

[0063] 感震装置Ｂ１および感震装置Ｂ２が、ＰＬＣ通信部２４０を有することに

より、専用の通信網を用意する必要がない。通信網３１０としての電力線３１１および電力線３１２は、建造物５００内に適切に収容されており、通信のために建造物５００に意図しないデッドスペースを生じさせてしまうことを防止することができる。また、電力線３１２は、感震装置Ｂ１および感震装置Ｂ２への電力供給経路として活用可能である。さらに、感震装置Ｂ１ごとや、感震装置Ｂ２の感震モジュールＡ１ごとに、遮断部２６０を作動させることが可能であり、地震動が発生した場合に、よりきめ細やかな電力遮断制御を行う事ができる。

[0064] 図１７および図１８は、本開示の他の実施形態を示している。なお、これらの図において、上記実施形態と同一または類似の要素には、上記実施形態と同一の符号を付している。

[0065] 図１７に示す感震システムＣ２においては、システム制御部４１０が建造物５００外のインターネットに接続されている。建造物５００内の感震装置Ｂ１および感震装置Ｂ２は、ＰＬＣ通信装置４２０を介してインターネットに接続されている。このため、たとえば、図１５および図１６を参照して説明した状態情報比較モードＭ４を、建造物５００外の遠隔地に配置されたシステム制御部４１０によって実行することが可能である。これにより、建造物５００の遠隔監視を充実させることができる。

[0066] 図１８は、本開示の第２実施形態に基づく感震モジュールを示している。本実施形態の感震モジュールＡ２は、感震モジュールＡ１におけるモジュール基板１１０を備えておらず、加速度センサ１２０が感震モジュールＡ２の外観をなしている。

[0067] 本実施形態においては、加速度センサ１２０が、モジュール制御部１３０およびモジュール記憶部１４０を内蔵している。加速度センサ１２０に内蔵されるモジュール制御部１３０およびモジュール記憶部１４０としては、感震モジュールＡ１においてモジュール基板１１０に実装されるモジュール制御部１３０およびモジュール記憶部１４０よりも小型および薄型の構成が好ましい。本実施形態においては、上述したモジュール制御部１３０およびモ

ジュール記憶部１４０の機能を果たしうるＡＳＩＣ（application specific integrated circuit）が用いられている。ＡＳＩＣは、本実施形態における地震検出用途等の特定用途に特化して機能が絞り込まれた集積回路素子である。このため、ＡＳＩＣは、小型化および薄型化に適しており、モジュール制御部１３０およびモジュール記憶部１４０の機能を果たす構成部分として、加速度センサ１２０に内蔵可能である。

[0068] なお、モジュール制御部１３０およびモジュール記憶部１４０としてのＡＳＩＣが内蔵される場合、たとえば図示されたように、ｘ軸検出部１２０ｘ、ｙ軸検出部１２０ｙおよびｚ軸検出部１２０ｚに隣接して配置される。ｘ軸検出部１２０ｘ、ｙ軸検出部１２０ｙおよびｚ軸検出部１２０ｚは、各々が各軸の加速度を検出しうるＭＥＭＳセンサに相当する。ｘ軸検出部１２０ｘ、ｙ軸検出部１２０ｙおよびｚ軸検出部１２０ｚの測定原理や具体的構造は特に限定されない。

[0069] 感震モジュールＡ２による検出処理は、図８～図１０を参照して説明した処理を適宜採用すればよい。なお、ＡＳＩＣの記憶容量が限定される場合、たとえば地震検出処理の履歴記憶回数を削減する等の、記憶量削減の方策をとればよい。

[0070] 本実施形態によっても、感震モジュールＡ２の高機能化を図ることができる。また、加速度センサ１２０がモジュール制御部１３０およびモジュール記憶部１４０を内蔵した構成であることにより、加速度センサ１２０の外観が感震モジュールＡ２の外観となっている。このため、感震モジュールＡ２は、感震モジュールＡ１と比べてさらなる小型化を図るのに適している。このような小型化は、感震モジュールＡ２を感震装置Ｂ１等に組み込む際に、より広範な位置に、より様々な姿勢で搭載可能であるという利点がある。

[0071] 本開示に係る感震モジュールおよび感震システムは、上述した実施形態に限定されるものではない。本開示に係る感震モジュールおよび感震システムの各部の具体的な構成は、種々に設計変更自在である。

[0072] 以下に、本開示について付記する。

[0073] ［付記１］

複数の検出軸についての加速度を検出する加速度センサを備え、

前記加速度センサを制御するモジュール制御部と、

前記加速度センサの状態情報を記憶するモジュール記憶部と、を備える、感震モジュール。

［付記２］

前記状態情報は、非振動発生時の前記複数の検出軸についての加速度である、付記１に記載の感震モジュール。

［付記３］

前記モジュール制御部は、非振動発生時の前記複数の検出軸の加速度に基づいて重力方向を算出し、

前記状態情報は、非振動発生時の前記重力方向を含む、付記２に記載の感震モジュール。

［付記４］

前記モジュール制御部は、前記加速度センサの前記状態情報を初期状態情報として前記モジュール記憶部に記憶させる初期状態記憶モードを有する、付記３に記載の感震モジュール。

［付記５］

前記モジュール制御部は、所定の条件変更に対する前記加速度センサの状態変化によって前記加速度センサの診断を実行する自己診断処理を行う、付記４に記載の感震モジュール。

［付記６］

前記モジュール制御部は、前記複数の検出軸についての加速度に基いて振動を計測する振動計測モードを有する、付記４または５に記載の感震モジュール。

［付記７］

前記モジュール制御部は、前記振動計測モードにおいて、前記複数の検出軸についての加速度と初期状態情報として記憶された加速度との差分を合計

し、当該合計による総和と予め定めた加速度閾値とを比較することにより、振動の有無を判定する信号検知処理を行う、付記６に記載の感震モジュール。

［付記８］

前記モジュール制御部は、前記複数の検出軸についての加速度に基いてＳＩ値を算出する、付記６または７に記載の感震モジュール。

［付記９］

前記振動計測モードは、前記モジュール制御部が、第１サンプリングレートで前記加速度センサの加速度をサンプリングする第１デジタル化処理を含む、付記８に記載の感震モジュール。

［付記１０］

前記第１デジタル化処理は、第１周波数以下の振動を選択する第１選択処理を含む、付記９に記載の感震モジュール。

［付記１１］

前記振動計測モードにおいて、前記モジュール制御部は、前記第１デジタル化処理によって得られた加速度データに基づき最大加速度を算出する、付記１０に記載の感震モジュール。

［付記１２］

前記振動計測モードは、前記モジュール制御部が、前記第１サンプリングレートよりも低周波数である第２サンプリングレートで前記第１デジタル化処理によって得られた加速度データをサンプリングする第２デジタル化処理を含み

前記モジュール制御部は、前記第２デジタル化処理によって得られた加速度データに基いてＳＩ値を算出する、付記１１に記載の感震モジュール。

［付記１３］

前記第２デジタル化処理は、前記第１周波数よりも低周波である第２周波数以下の振動を選択する第２選択処理を含む、付記１２に記載の感震モジュール。

［付記１４］

前記モジュール制御部は、前記振動計測モードによって算出されたＳＩ値に基いて、地震検知信号を出力するか否かを判定する地震検知信号出力判定モードを有する、付記８ないし１３のいずれかに記載の感震モジュール。

［付記１５］

前記地震検知信号出力判定モードは、算出されたＳＩ値とＳＩ値閾値との比較により判定する第１判定処理を含む、付記１４に記載の感震モジュール。

［付記１６］

前記地震検知信号出力判定モードは、算出されたＳＩ値が前記ＳＩ値閾値を所定時間内に超えた回数と回数閾値との比較により判定する第２判定処理を含む、付記１５に記載の感震モジュール。

［付記１７］

前記地震検知信号出力判定モードは、所定時間におけるＳＩ値の積算値と積算ＳＩ値閾値との比較により判定する第３判定処理を含む、付記１６に記載の感震モジュール。

［付記１８］

前記加速度センサおよび前記モジュール制御部が搭載されたモジュール基板をさらに備える、付記１ないし１７のいずれかに記載の感震モジュール。

［付記１９］

付記４ないし１８のいずれかに記載の前記感震モジュールを各々が有する複数の感震装置と、

前記複数の感震装置が接続された通信網と、

前記通信網に接続されたシステム制御部と、を備える、感震システム。

［付記２０］

前記通信網は、電力線搬送通信網である、付記１９に記載の感震システム。

［付記２１］

前記感震装置は、電力線からの電力供給を遮断する遮断部をさらに備える、付記２０に記載の感震システム。

［付記２２］

前記感震装置は、電力線に接続され且つプラグが挿入されるコンセント部をさらに備える、付記２１に記載の感震システム。

［付記２３］

前記感震装置は、前記電力線からの電力を前記感震モジュールに適した電力に変換する電力変換部をさらに備える、付記２２に記載の感震システム。

［付記２４］

前記電力変換部は、電子部品と、当該電子部品が搭載された電力基板を有する、付記２３に記載の感震システム。

［付記２５］

前記感震モジュールと前記電力変換部とは、前記コンセント部への前記プラグの挿入方向に並んで配置されている、付記２４に記載の感震システム。

［付記２６］

前記システム制御部は、前記複数の感震モジュールの前記状態情報と前記初期状態情報とを比較する状態情報比較モードを有する、付記１９ないし２５のいずれかに記載の感震システム。

［付記２７］

前記状態情報比較モードにおいて、前記システム制御部は、ある時点における前記状態情報としての重力方向と前記初期状態情報としての重力方向との比較により、前記複数の感震モジュールの重力方向に対する姿勢変化を検出する、請求項２６に記載の感震システム。

請求の範囲

[請求項1] 複数の検出軸についての加速度を検出する加速度センサを備え、

前記加速度センサを制御するモジュール制御部と、

前記加速度センサの状態情報を記憶するモジュール記憶部と、を備える、感震モジュール。

[請求項2] 前記状態情報は、非振動発生時の前記複数の検出軸についての加速度である、請求項１に記載の感震モジュール。

[請求項3] 前記モジュール制御部は、非振動発生時の前記複数の検出軸の加速度に基づいて重力方向を算出し、

前記状態情報は、非振動発生時の前記重力方向を含む、請求項２に記載の感震モジュール。

[請求項4] 前記モジュール制御部は、前記加速度センサの前記状態情報を初期状態情報として前記モジュール記憶部に記憶させる初期状態記憶モードを有する、請求項３に記載の感震モジュール。

[請求項5] 前記モジュール制御部は、所定の条件変更に対する前記加速度センサの状態変化によって前記加速度センサの診断を実行する自己診断処理を行う、請求項４に記載の感震モジュール。

[請求項6] 前記モジュール制御部は、前記複数の検出軸についての加速度に基いて振動を計測する振動計測モードを有する、請求項４または５に記載の感震モジュール。

[請求項7] 前記モジュール制御部は、前記振動計測モードにおいて、前記複数の検出軸についての加速度と初期状態情報として記憶された加速度との差分を合計し、当該合計による総和と予め定めた加速度閾値とを比較することにより、振動の有無を判定する信号検知処理を行う、請求項６に記載の感震モジュール。

[請求項8] 前記モジュール制御部は、前記複数の検出軸についての加速度に基いてＳＩ値を算出する、請求項６または７に記載の感震モジュール。

[請求項9] 前記振動計測モードは、前記モジュール制御部が、第１サンプリン

グレートで前記加速度センサの加速度をサンプリングする第１デジタル化処理を含む、請求項８に記載の感震モジュール。

[請求項10] 前記第１デジタル化処理は、第１周波数以下の振動を選択する第１選択処理を含む、請求項９に記載の感震モジュール。

[請求項11] 前記振動計測モードにおいて、前記モジュール制御部は、前記第１デジタル化処理によって得られた加速度データに基づき最大加速度を算出する、請求項１０に記載の感震モジュール。

[請求項12] 前記振動計測モードは、前記モジュール制御部が、前記第１サンプリングレートよりも低周波数である第２サンプリングレートで前記第１デジタル化処理によって得られた加速度データをサンプリングする第２デジタル化処理を含み

前記モジュール制御部は、前記第２デジタル化処理によって得られた加速度データに基いてＳＩ値を算出する、請求項１１に記載の感震モジュール。

[請求項13] 前記第２デジタル化処理は、前記第１周波数よりも低周波である第２周波数以下の振動を選択する第２選択処理を含む、請求項１２に記載の感震モジュール。

[請求項14] 前記モジュール制御部は、前記振動計測モードによって算出されたＳＩ値に基いて、地震検知信号を出力するか否かを判定する地震検知信号出力判定モードを有する、請求項８ないし１３のいずれかに記載の感震モジュール。

[請求項15] 前記地震検知信号出力判定モードは、算出されたＳＩ値とＳＩ値閾値との比較により判定する第１判定処理を含む、請求項１４に記載の感震モジュール。

[請求項16] 前記地震検知信号出力判定モードは、算出されたＳＩ値が前記ＳＩ値閾値を所定時間内に超えた回数と回数閾値との比較により判定する第２判定処理を含む、請求項１５に記載の感震モジュール。

[請求項17] 前記地震検知信号出力判定モードは、所定時間におけるＳＩ値の積

算値と積算ＳＩ値閾値との比較により判定する第３判定処理を含む、請求項１６に記載の感震モジュール。

[請求項18] 前記加速度センサおよび前記モジュール制御部が搭載されたモジュール基板をさらに備える、請求項１ないし１７のいずれかに記載の感震モジュール。

[請求項19] 請求項４ないし１８のいずれかに記載の前記感震モジュールを各々が有する複数の感震装置と、

前記複数の感震装置が接続された通信網と、

前記通信網に接続されたシステム制御部と、を備える、感震システム。

[請求項20] 前記通信網は、電力線搬送通信網である、請求項１９に記載の感震システム。

[請求項21] 前記感震装置は、電力線からの電力供給を遮断する遮断部をさらに備える、請求項２０に記載の感震システム。

[請求項22] 前記感震装置は、電力線に接続され且つプラグが挿入されるコンセント部をさらに備える、請求項２１に記載の感震システム。

[請求項23] 前記感震装置は、前記電力線からの電力を前記感震モジュールに適した電力に変換する電力変換部をさらに備える、請求項２２に記載の感震システム。

[請求項24] 前記電力変換部は、電子部品と、当該電子部品が搭載された電力基板を有する、請求項２３に記載の感震システム。

[請求項25] 前記感震モジュールと前記電力変換部とは、前記コンセント部への前記プラグの挿入方向に並んで配置されている、請求項２４に記載の感震システム。

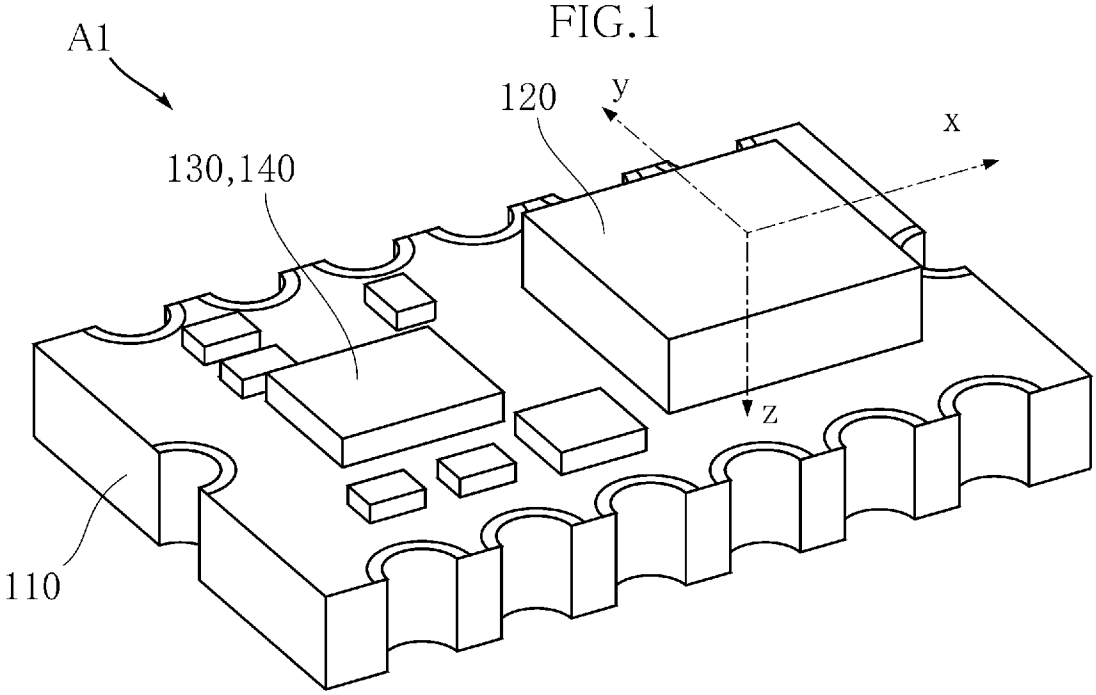
[請求項26] 前記システム制御部は、前記複数の感震モジュールの前記状態情報と前記初期状態情報とを比較する状態情報比較モードを有する、請求項１９ないし２５のいずれかに記載の感震システム。

[請求項27] 前記状態情報比較モードにおいて、前記システム制御部は、ある時

点における前記状態情報としての重力方向と前記初期状態情報としての重力方向との比較により、前記複数の感震モジュールの重力方向に対する姿勢変化を検出する、請求項２６に記載の感震システム。

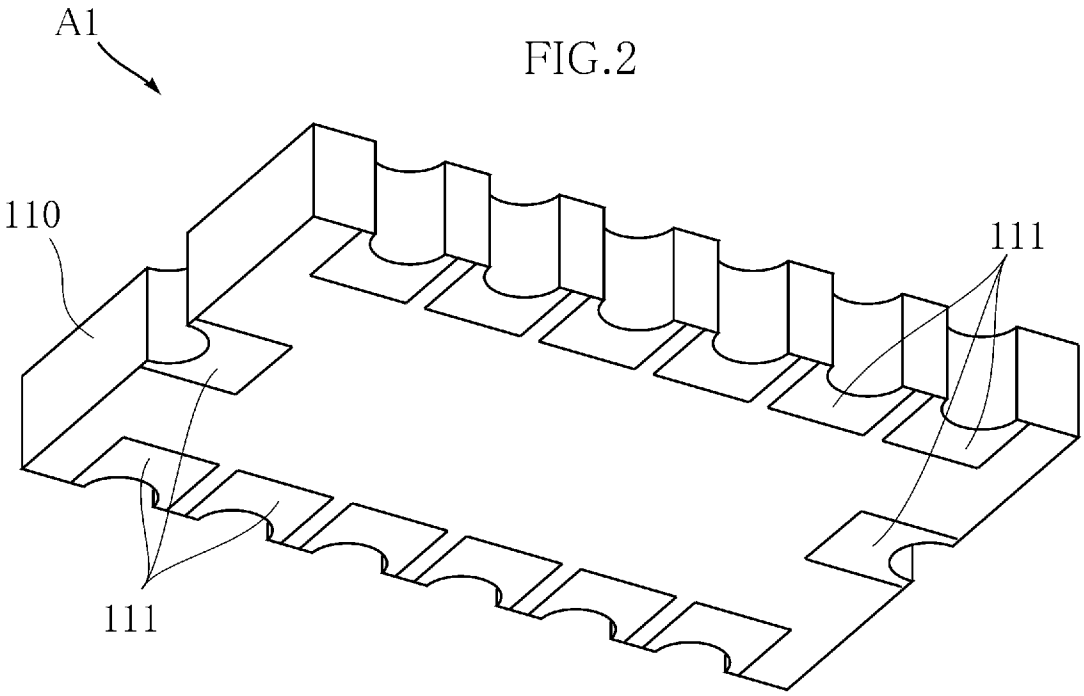
[図1]

FIG.1



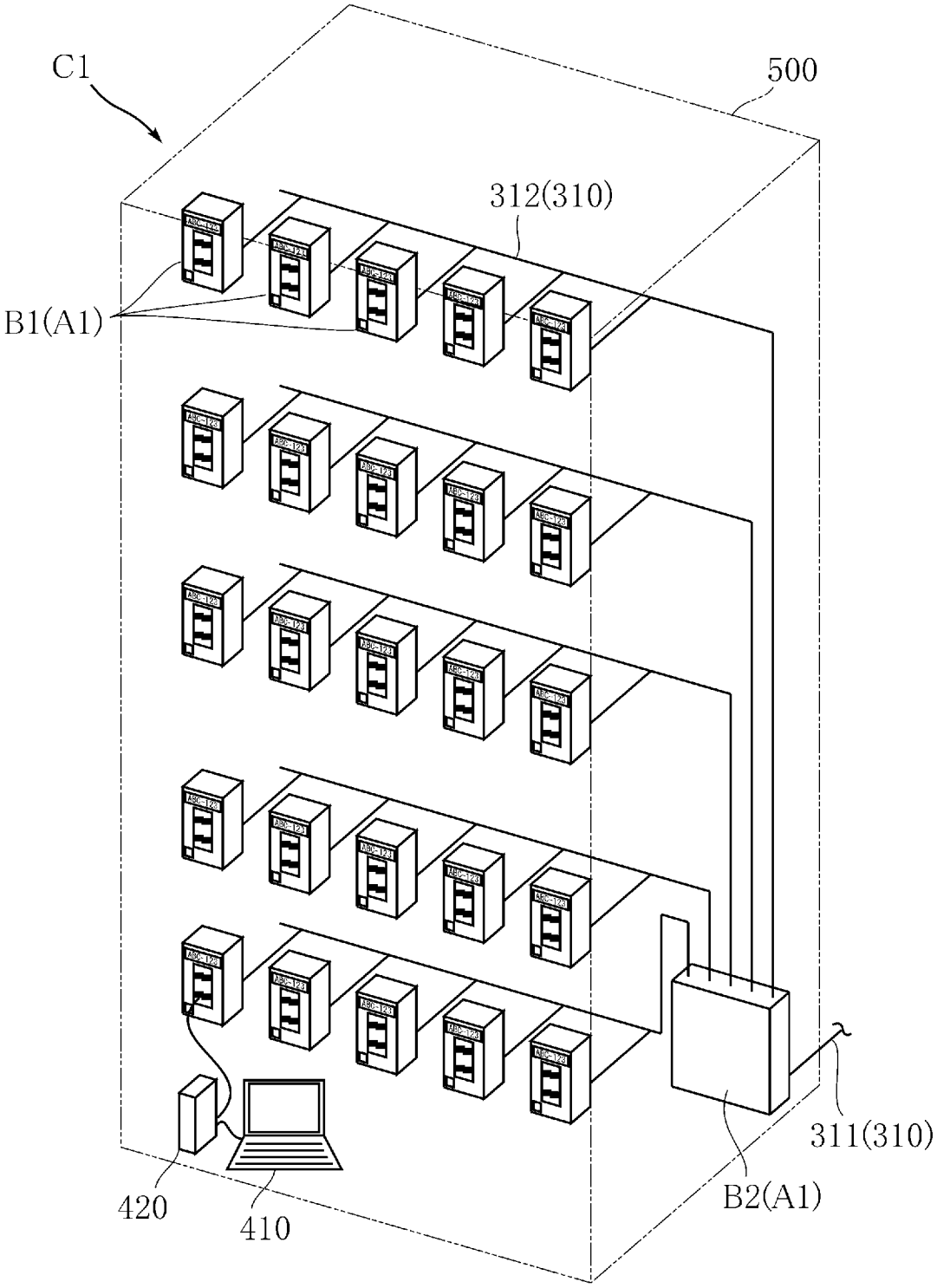
[図2]

FIG.2



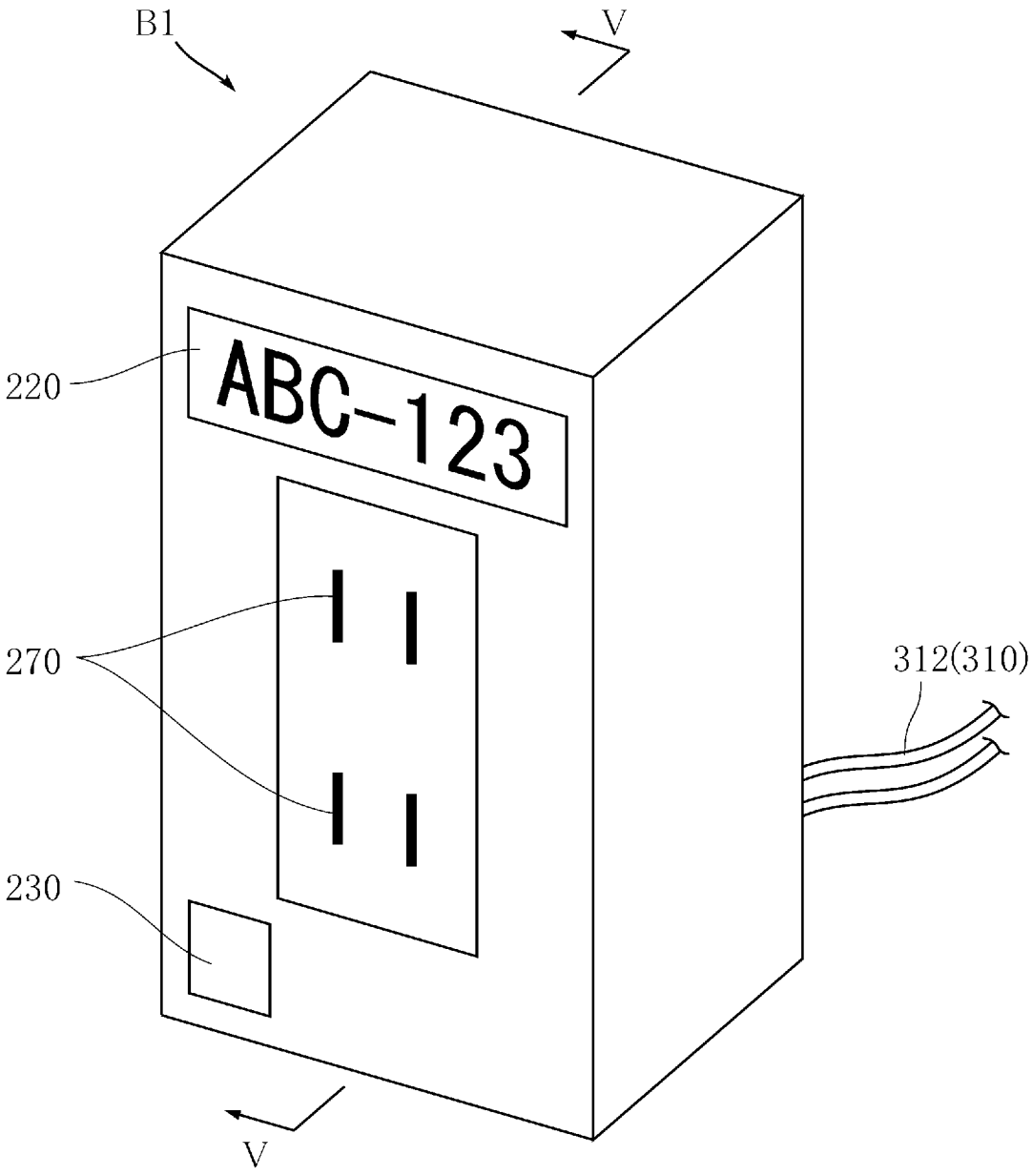
[図3]

FIG.3



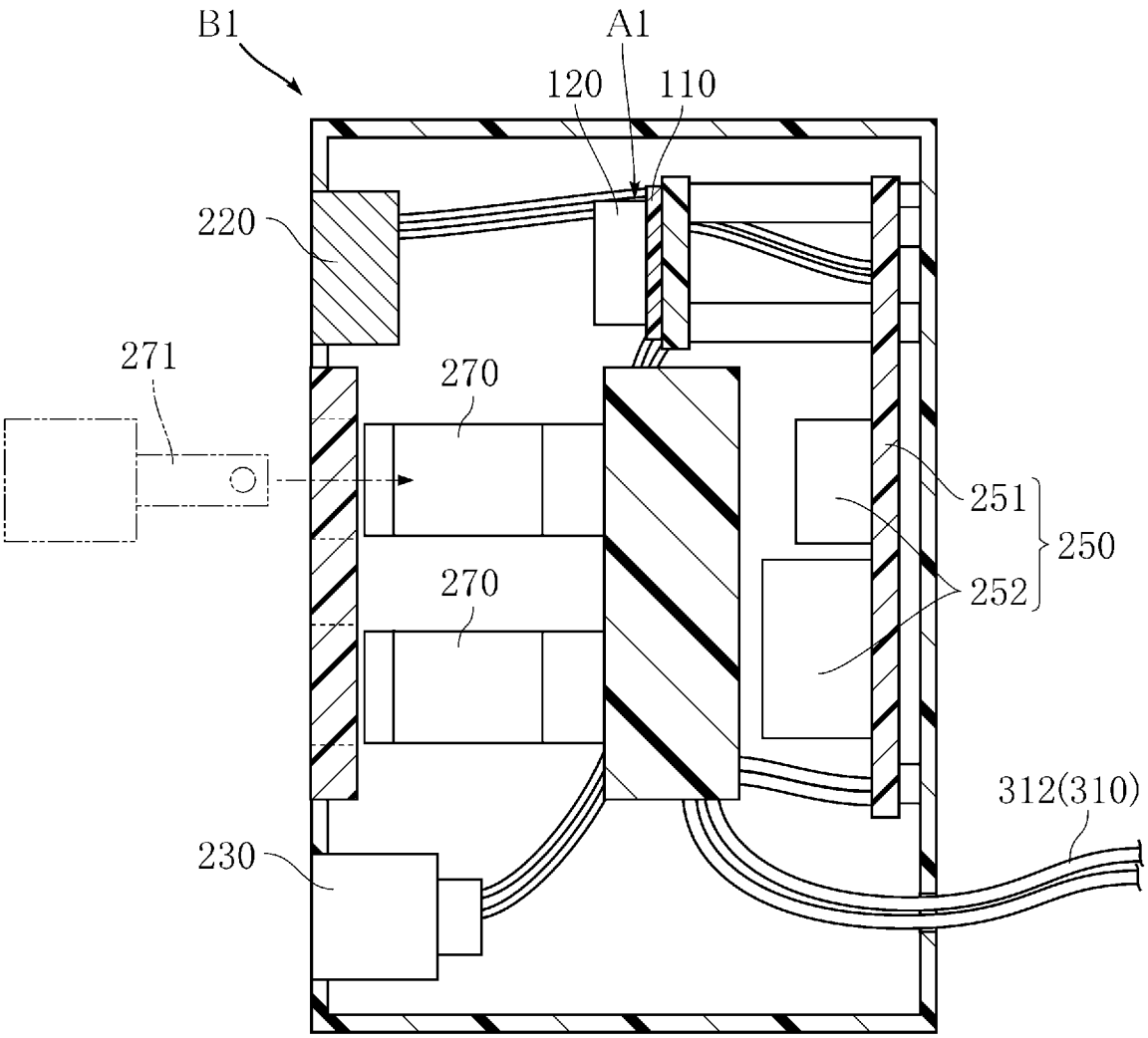
[図4]

FIG.4



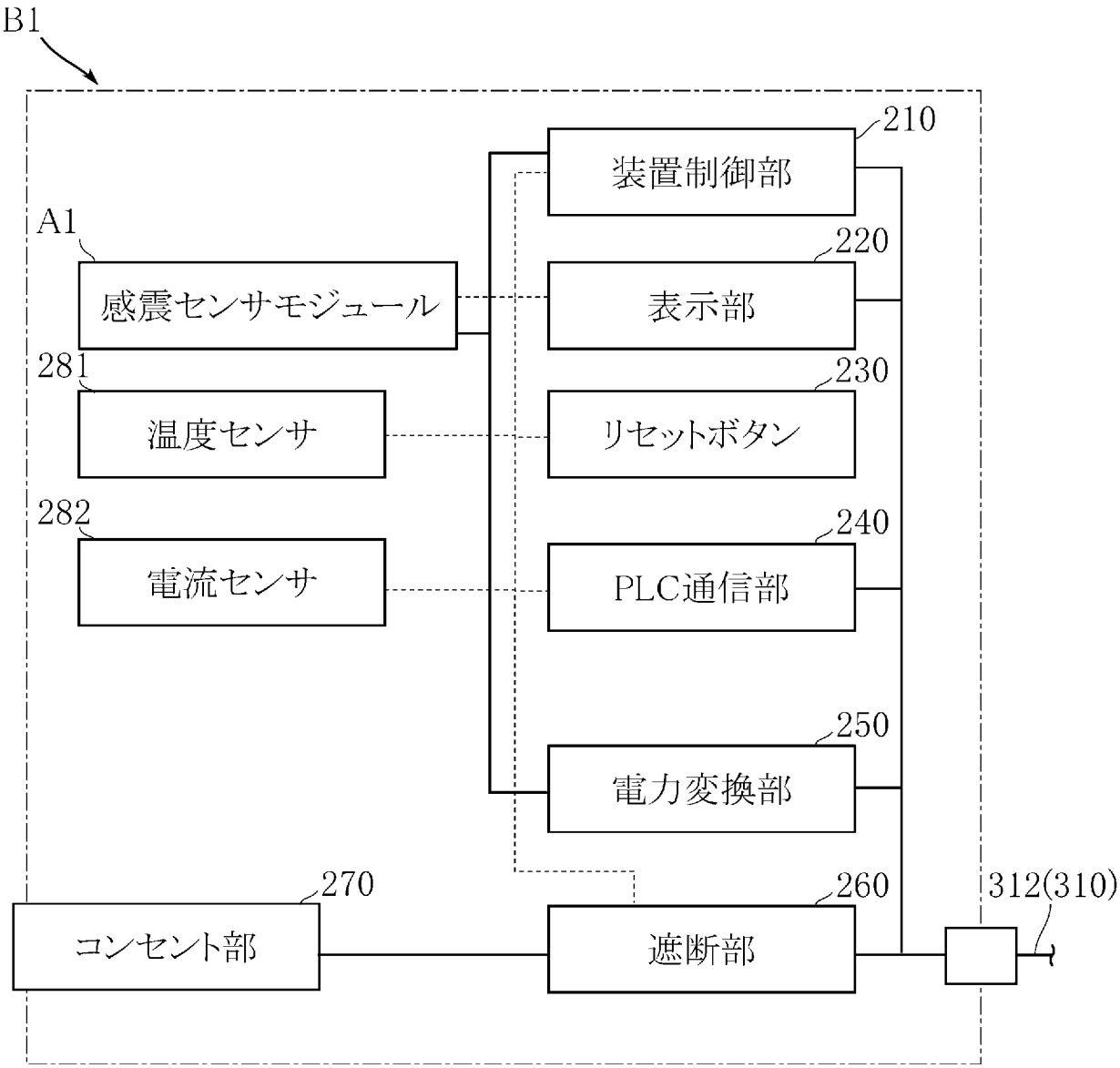
[図5]

FIG.5



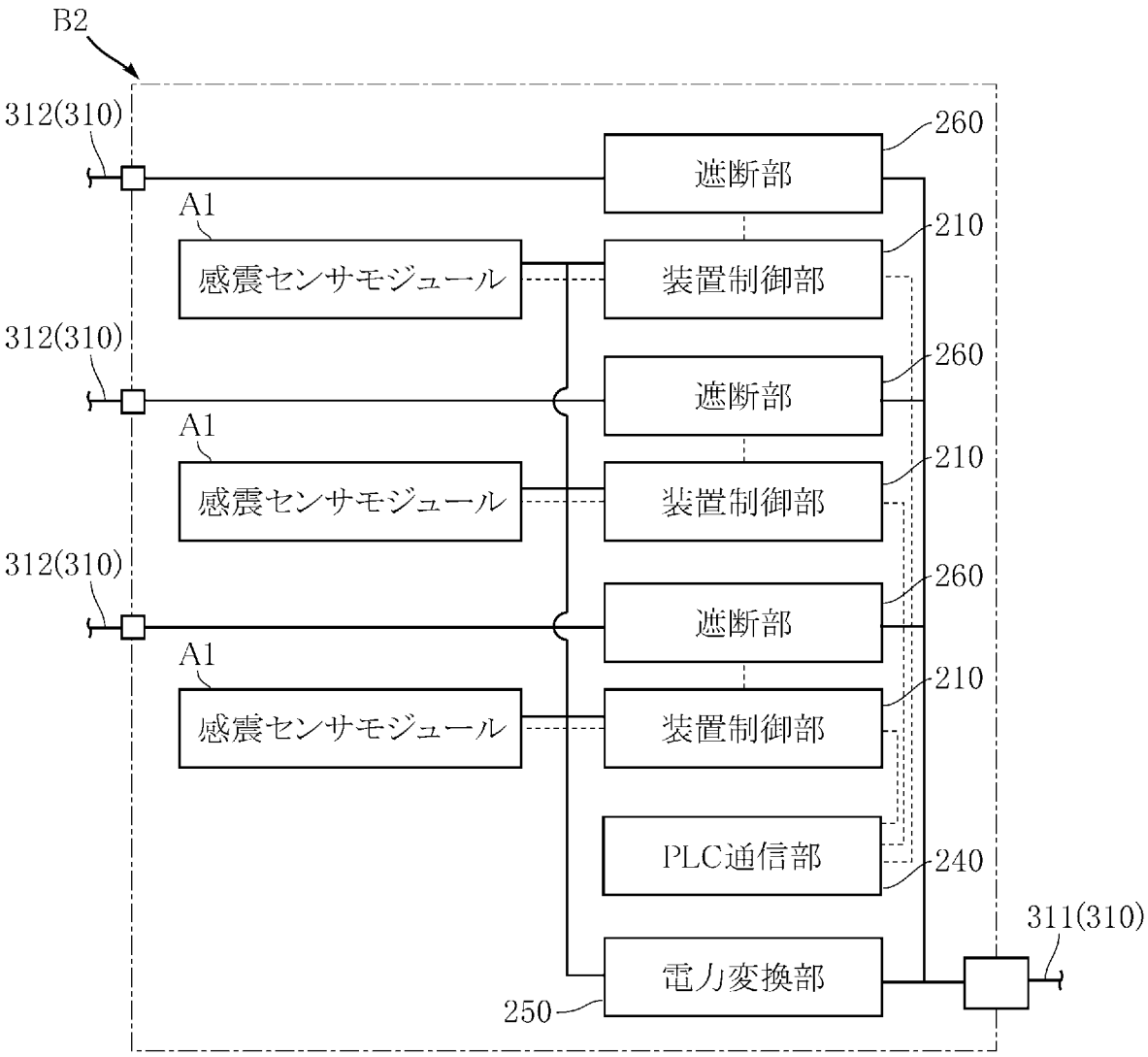
[図6]

FIG.6


B1
210
装置制御部
A1
220
感震センサモジュール
表示部
281
230
温度センサ
リセットボタン
282
240
電流センサ
PLC通信部
250
電力変換部
270
260
312(310)
コンセント部
遮断部

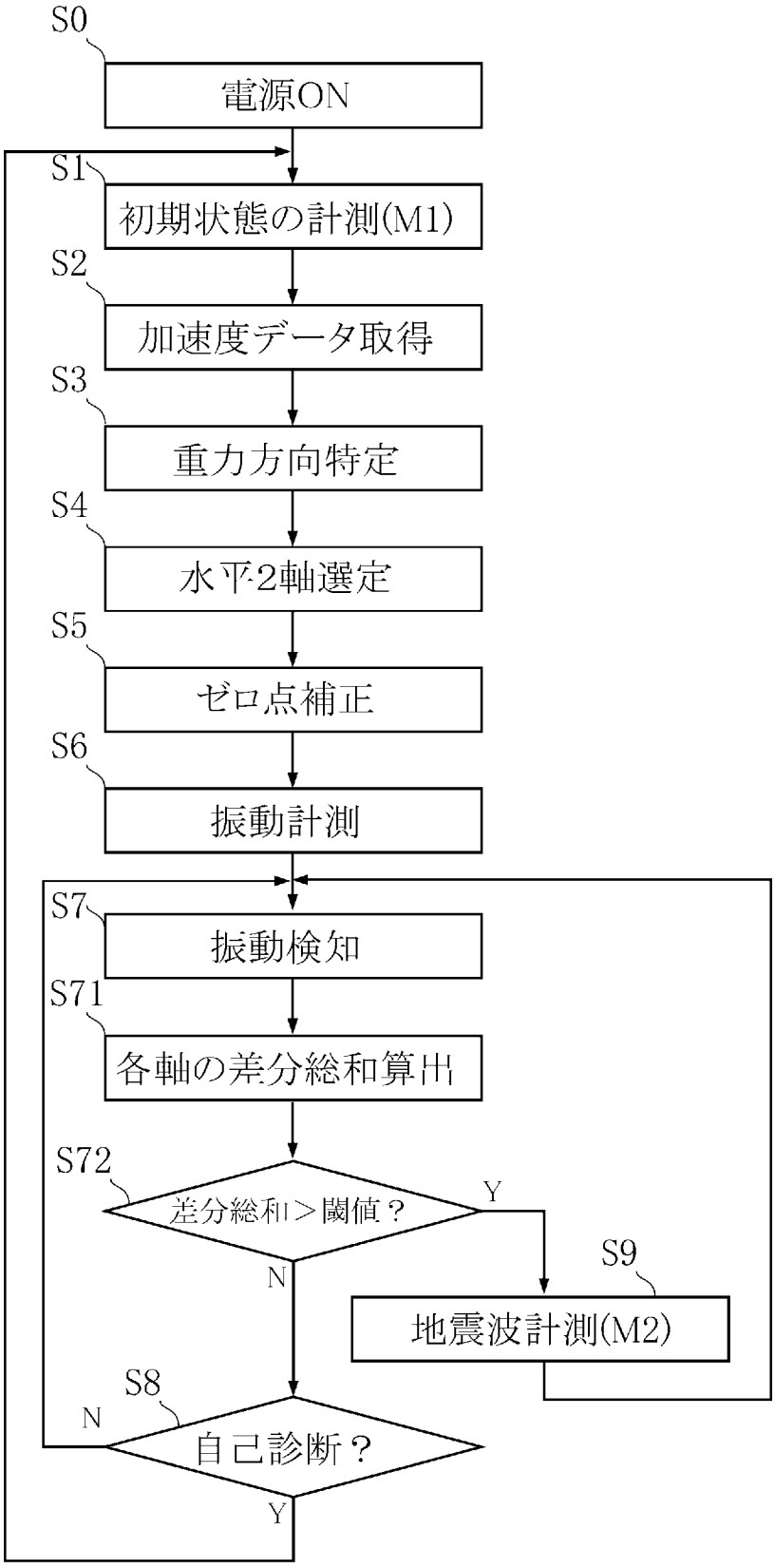
[図7]

FIG.7


B2
312(310)
312(310)
312(310)
A1
A1
A1
感震センサモジュール
感震センサモジュール
感震センサモジュール
遮断部
遮断部
遮断部
装置制御部
装置制御部
装置制御部
PLC通信部
電力変換部
260
260
260
210
210
210
240
250
311(310)

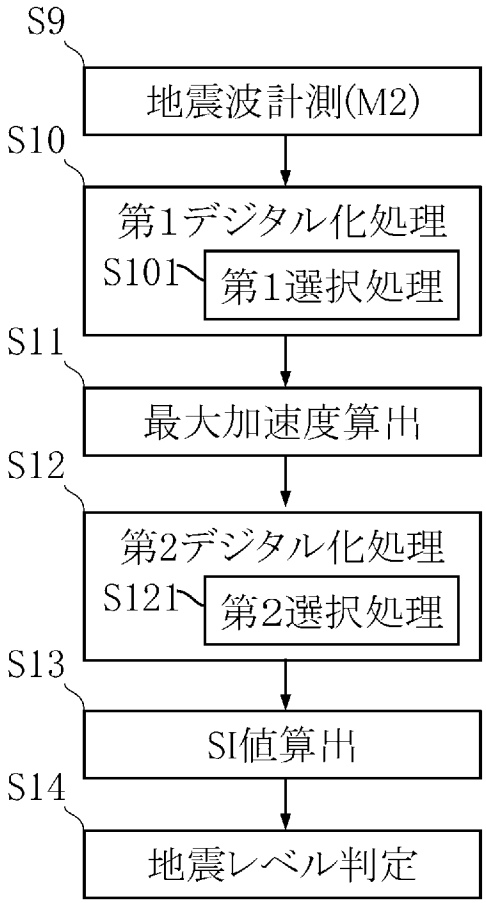
[図8]

FIG.8


S0
電源ON
S1
初期状態の計測(M1)
S2
加速度データ取得
S3
重力方向特定
S4
水平2軸選定
S5
ゼロ点補正
S6
振動計測
S7
振動検知
S71
各軸の差分総和算出
S72
差分総和＞閾値？
Y
N
S9
地震波計測(M2)
S8
N
自己診断？
Y

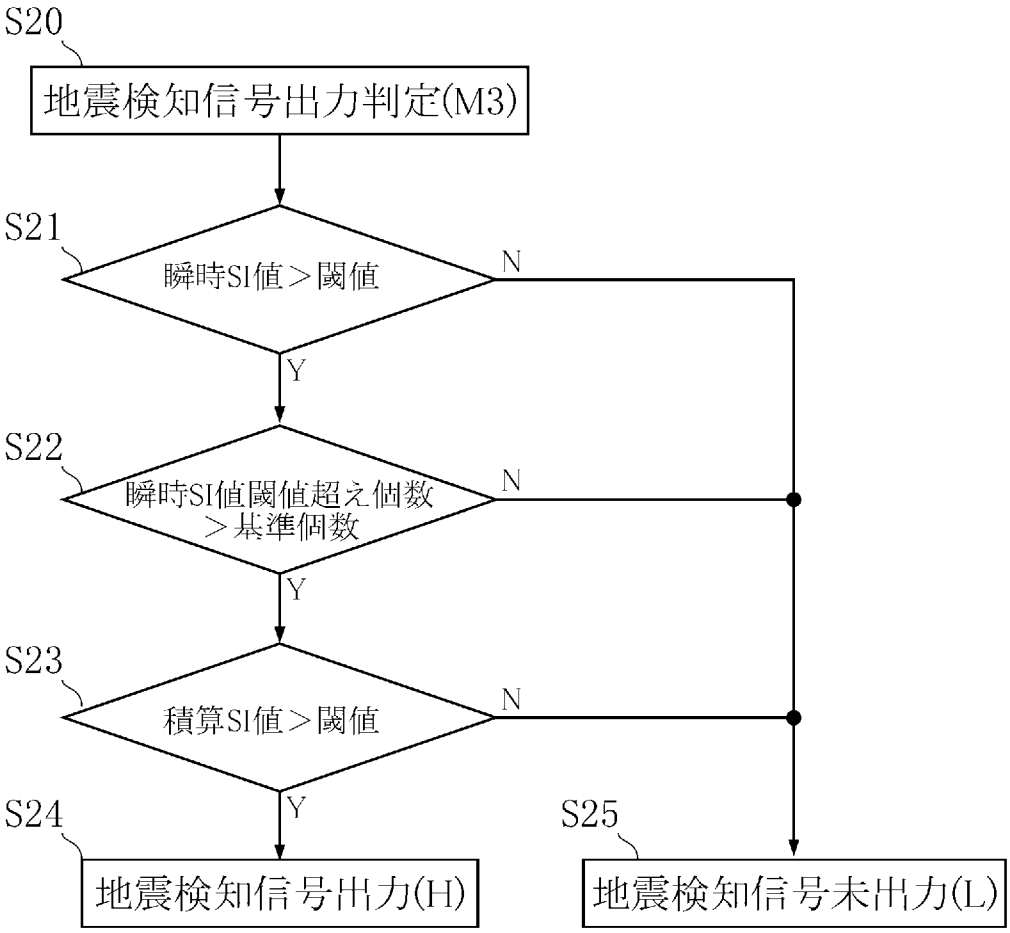
[図9]

FIG.9


S9
地震波計測(M2)
S10
第1デジタル化処理
S101
第1選択処理
S11
最大加速度算出
S12
第2デジタル化処理
S121
第2選択処理
S13
SI値算出
S14
地震レベル判定

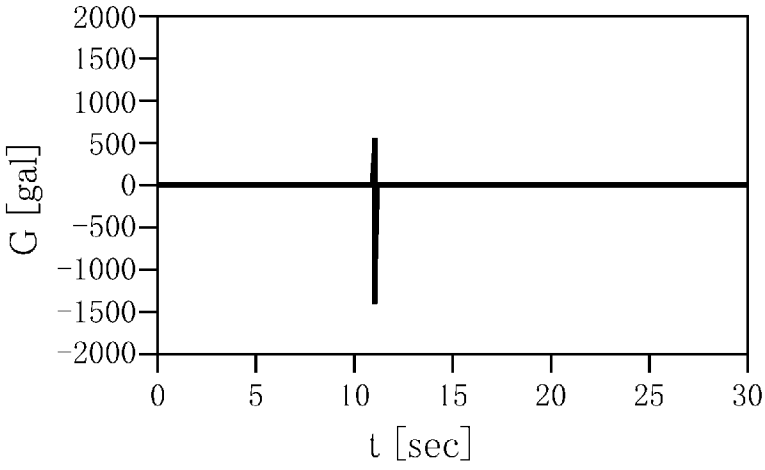
[図10]

FIG.10

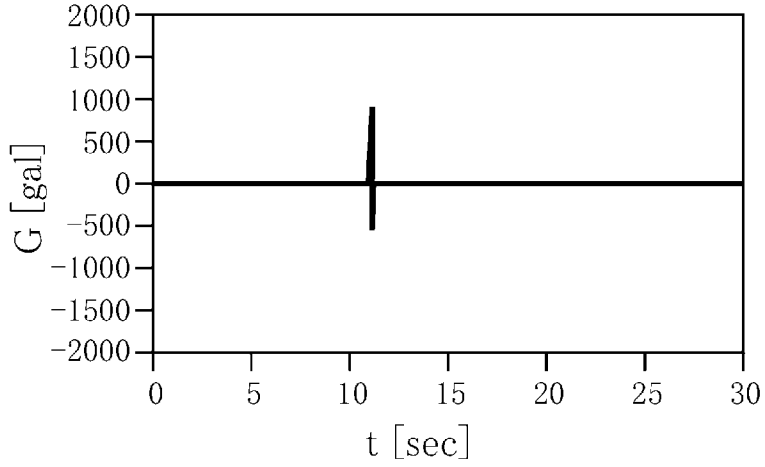

S20
地震検知信号出力判定(M3)
S21
瞬時SI値＞閾値
N
Y
S22
瞬時SI値閾値超え個数
＞基準個数
N
Y
S23
積算SI値＞閾値
N
Y
S24
地震検知信号出力(H)
S25
地震検知信号未出力(L)

[図11]

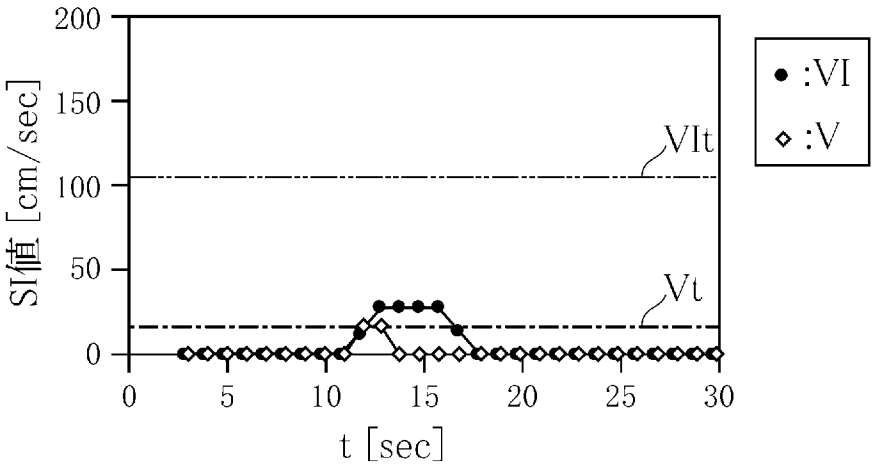
FIG.11



(a)



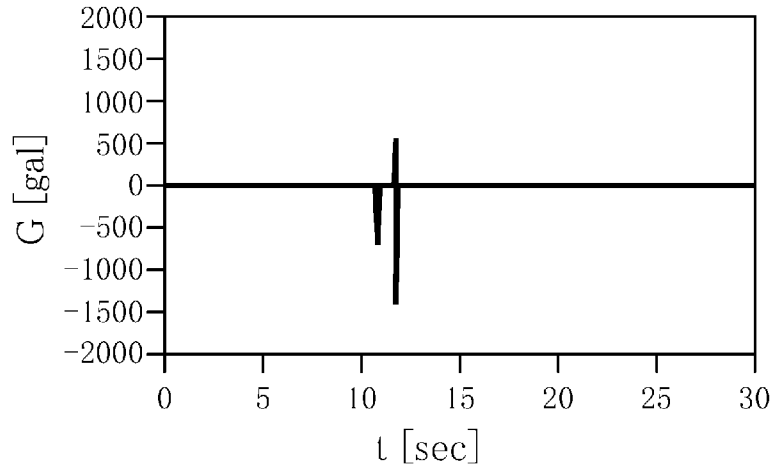
(b)



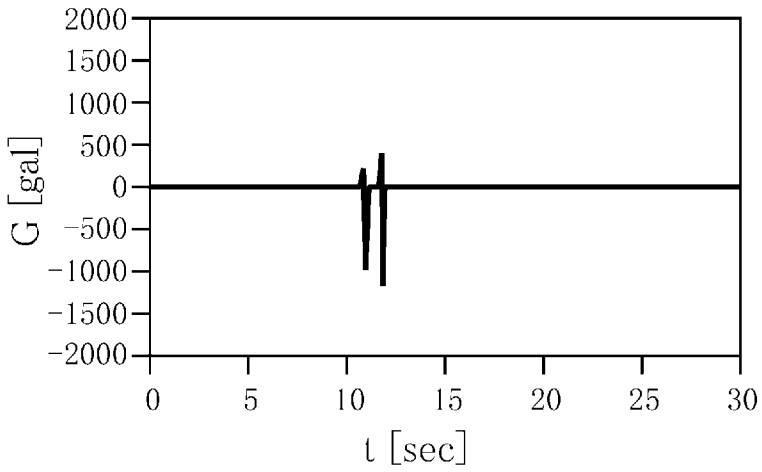
(c)

[図12]

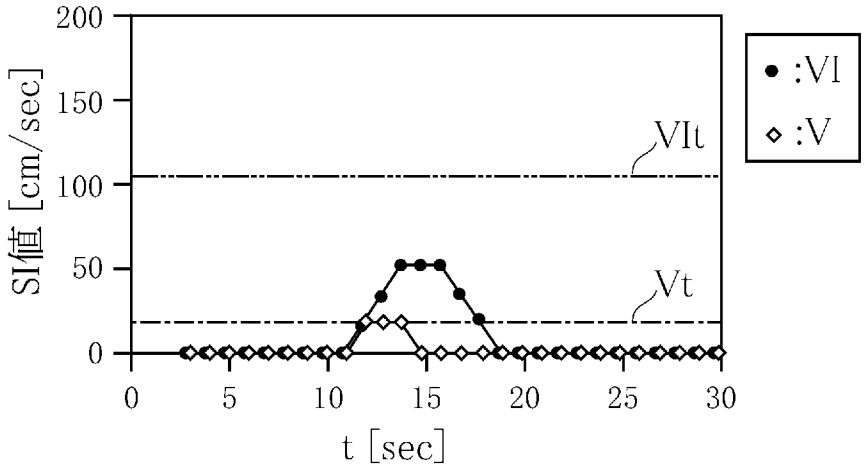
FIG.12



(a)



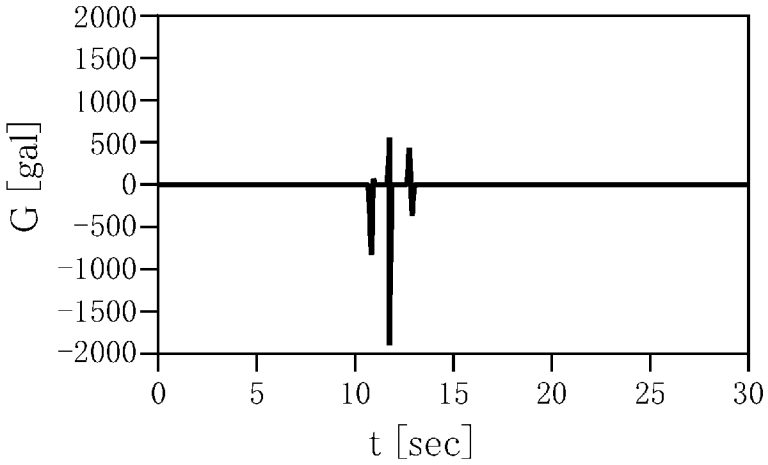
(b)



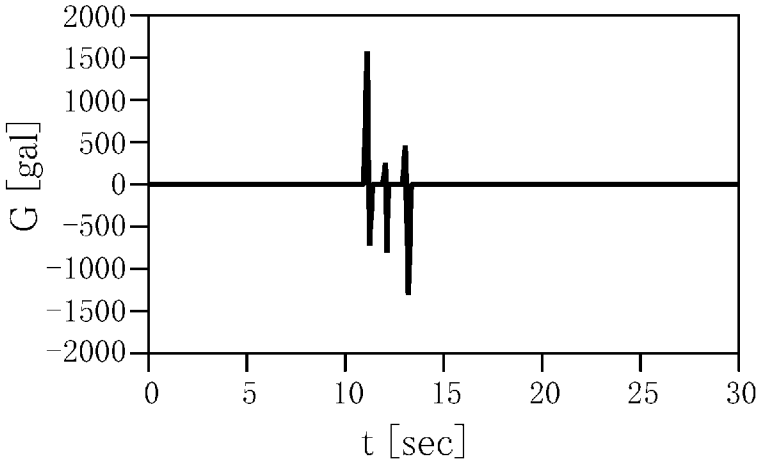
(c)

[図13]

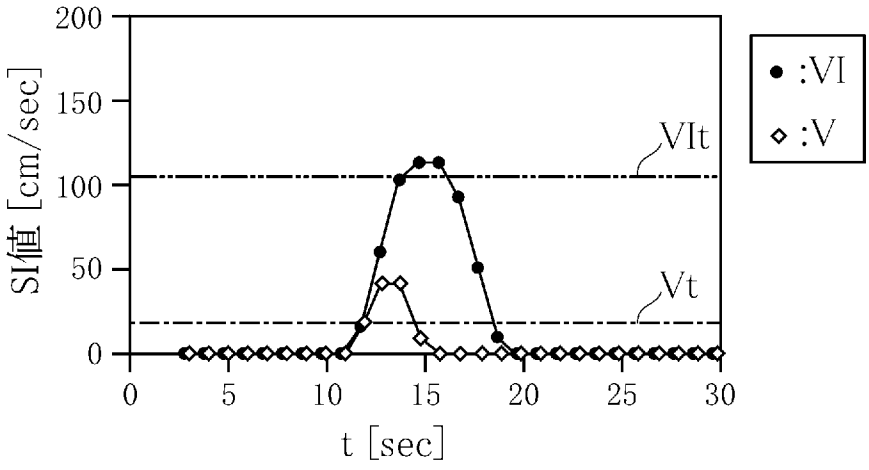
FIG.13



(a)



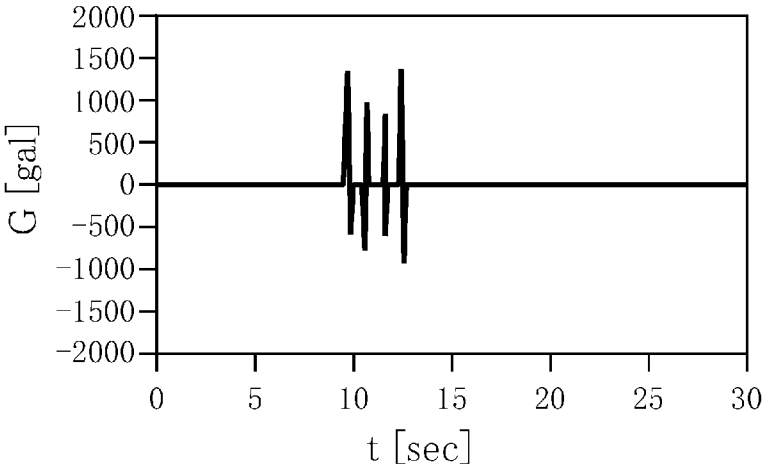
(b)



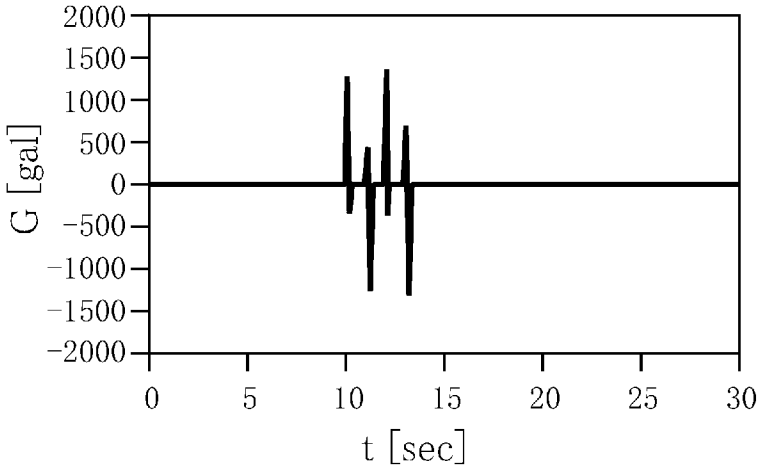
(c)

[図14]

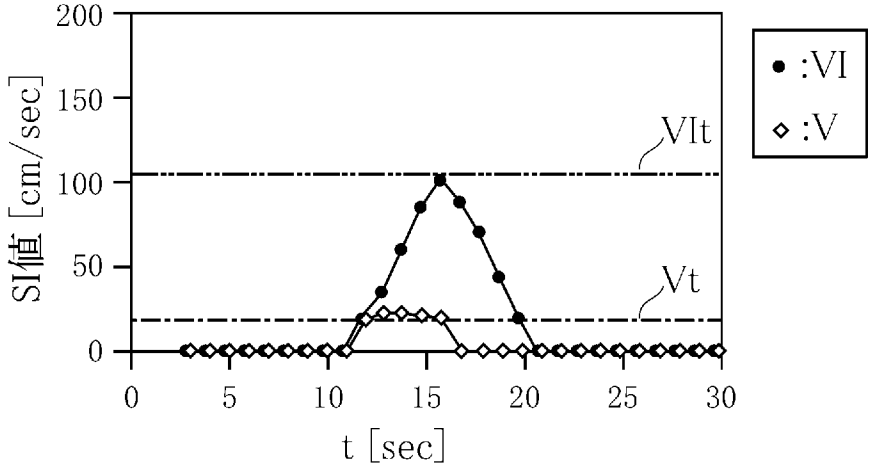
FIG.14



(a)



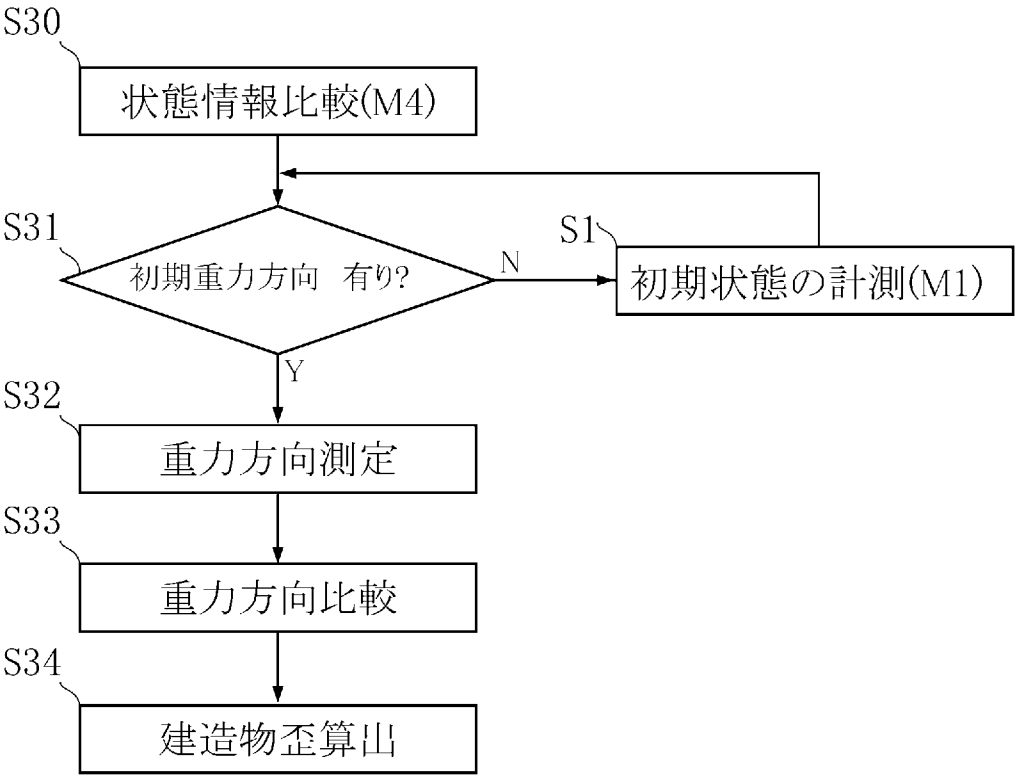
(b)



(c)

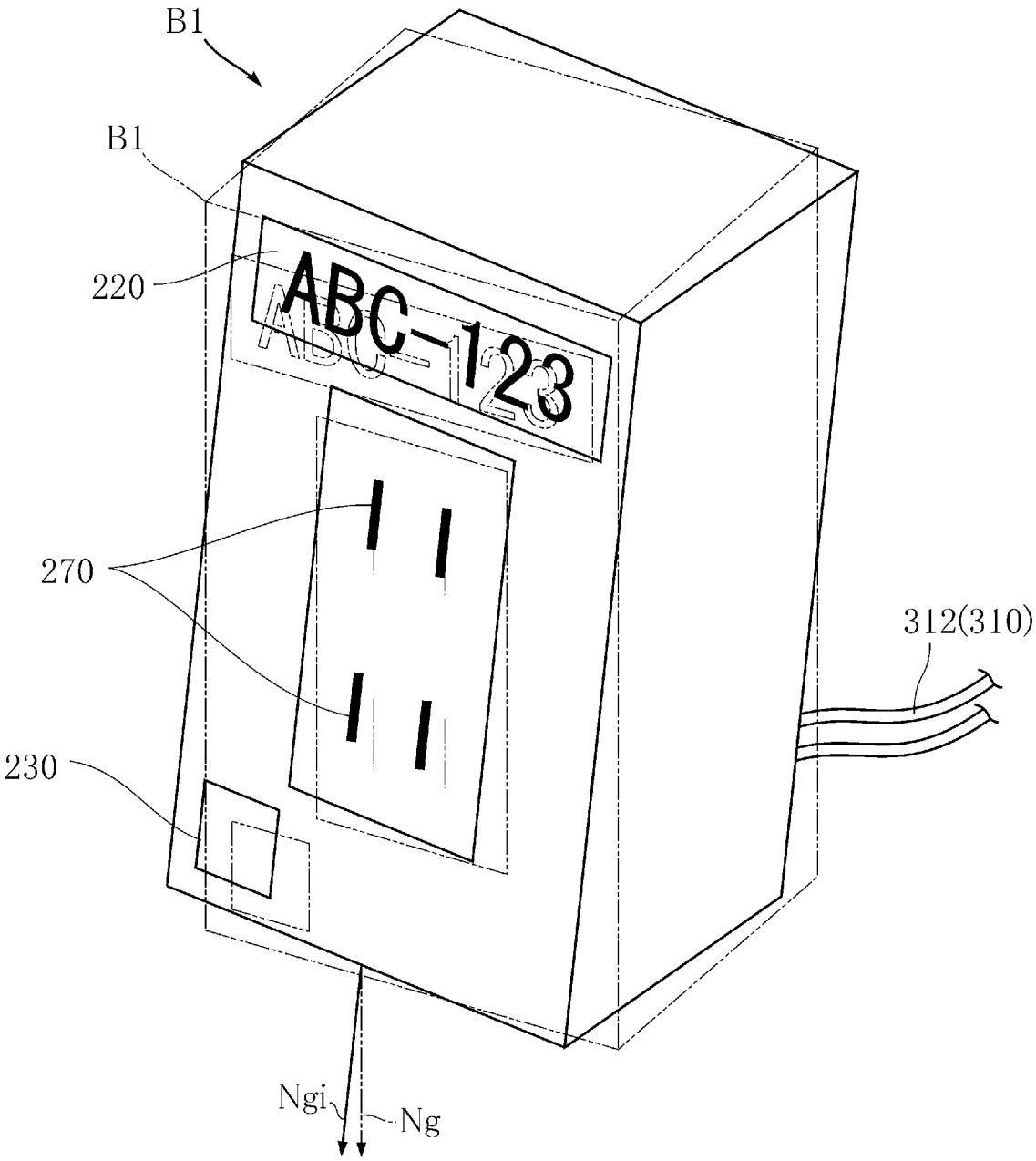
[図15]

FIG.15


S30
状態情報比較(M4)
S31
初期重力方向 有り?
N
S1
初期状態の計測(M1)
Y
S32
重力方向測定
S33
重力方向比較
S34
建造物歪算出

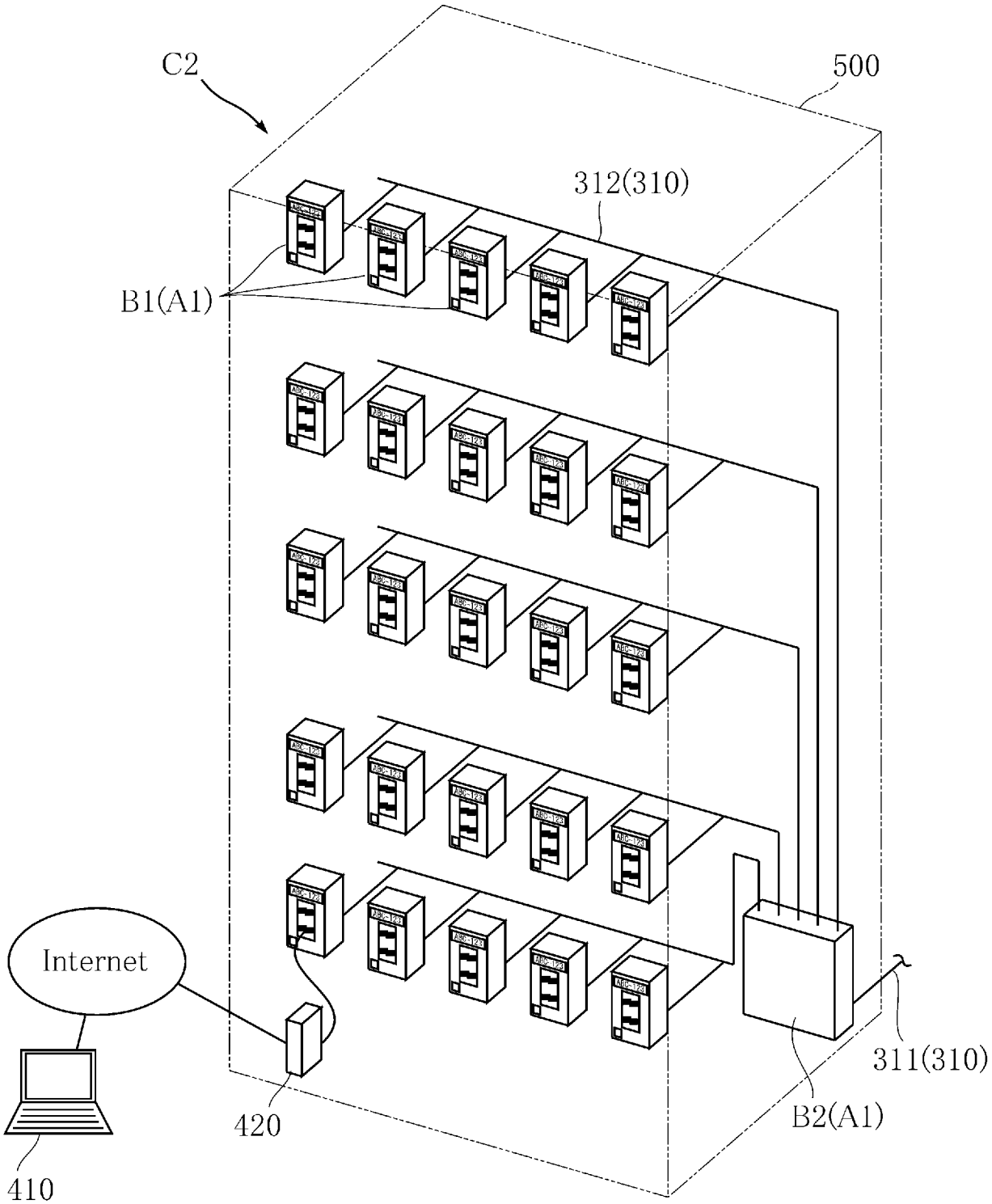
[図16]

FIG.16



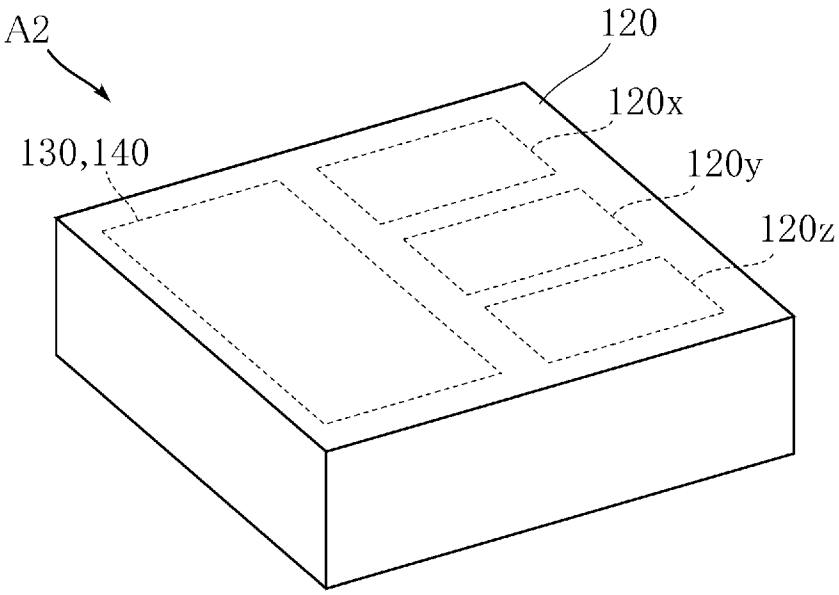
[図17]

FIG.17



[図18]

FIG.18



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/033323

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G01H1/00(2006.01)i, G01V1/00(2006.01)i, H01R13/713(2006.01)i, H01R31/06(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)
Int.Cl. G01H1/00-1/16, G01V1/00-1/52, H01R13/713, H01R31/06

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2017
Registered utility model specifications of Japan	1996-2017
Published registered utility model applications of Japan	1994-2017

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.
X Y	JP 2012-18033 A (PANASONIC CORP.) 26 January 2012, paragraphs [0030]-[0047], fig. 1, 2 (Family: none)	1-4, 18 5-17, 19-27
Y	JP 2006-10520 A (TAKAMISAWA CYBERNETICS CO., LTD.) 12 January 2006, paragraphs [0021]-[0076], fig. 1-6 (Family: none)	5-17, 19-27
Y	JP 2013-108755 A (TOKYO GAS CO., LTD.) 06 June 2013, paragraphs [0021]-[0043], fig. 1-3 (Family: none)	8-17, 19-27

☒ 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	Date of mailing of the international search report
15 November 2017 (15.11.2017)	28 November 2017 (28.11.2017)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/033323

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2016-133445 A (NATIONAL RESEARCH INSTITUTE FOR EARTH SCIENCE AND DISASTER RESILIENCE) 25 July 2016, paragraphs [0021]-[0060], fig. 1-5 (Family: none)	12-17, 20-27
Y	JP 2014-77645 A (ALNIC INC.) 01 May 2014, paragraphs [0036]-[0042], fig. 1 (Family: none)	20-27
Y	JP 2014-161213 A (YAMAKIYO: KK) 04 September 2014, paragraphs [0019]-[0048], fig. 1-4 (Family: none)	21-27
A	JP 10-144409 A (JIMBO ELECTRIC CO., LTD.) 29 May 1998, entire text, all drawings (Family: none)	1-27
A	JP 3041360 U (MORI ELECTRIC CO., LTD.) 19 September 1997, entire text, all drawings (Family: none)	1-27
A	JP 2011-159618 A (SUGIMOTO EL., CO., LTD.) 18 August 2011, entire text, all drawings (Family: none)	1-27
A	JP 2008-139266 A (TOSHIBA CORP.) 19 June 2008, entire text, all drawings (Family: none)	1-27
A	JP 2008-522140 A (LACHENIT, Heinz) 26 June 2008, entire text, all drawings & US 2007/0279239 A1, whole documents & WO 2006/056420 A1 & EP 1815271 A1	1-27

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０３３３２３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01H1/00(2006.01)i, G01V1/00(2006.01)i, H01R13/713(2006.01)i, H01R31/06(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01H1/00-1/16, G01V1/00-1/52, H01R13/713, H01R31/06

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７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
X Y	JP 2012-18033 A (パナソニック株式会社) 2012.01.26, 段落[0030]-[0047], 第1,2図 (ファミリーなし)	1-4,18 5-17,19-27
Y	JP 2006-10520 A (株式会社高見沢サイバネティックス) 2006.01.12, 段落[0021]-[0076], 第1-6図 (ファミリーなし)	5-17,19-27
Y	JP 2013-108755 A (東京瓦斯株式会社) 2013.06.06, 段落[0021]-[0043], 第1-3図 (ファミリーなし)	8-17,19-27

☑　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	国際調査報告の発送日
１５．１１．２０１７	２８．１１．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｊ　９３０９
安田　明央
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５２

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
Y	JP 2016-133445 A (国立研究開発法人防災科学技術研究所) 2016.07.25, 段落[0021]-[0060], 第1-5図（ファミリーなし）	12-17,20-27
Y	JP 2014-77645 A（有限会社アルニック）2014.05.01, 段落[0036]-[0042], 第１図（ファミリーなし）	20-27
Y	JP 2014-161213 A（ヤマキヨ株式会社）2014.09.04, 段落[0019]-[0048], 第1-4図（ファミリーなし）	21-27
A	JP 10-144409 A（神保電器株式会社）1998.05.29, 全文，全図（ファミリーなし）	1-27
A	JP 3041360 U（モリ電子株式会社）1997.09.19, 全文，全図（ファミリーなし）	1-27
A	JP 2011-159618 A（杉本電器株式会社）2011.08.18, 全文，全図（ファミリーなし）	1-27
A	JP 2008-139266 A（株式会社東芝）2008.06.19, 全文，全図（ファミリーなし）	1-27
A	JP 2008-522140 A（ラヒェニト，ハインツ）2008.06.26, 全文，全図 & US 2007/0279239 A1, whole documents & WO 2006/056420 A1 & EP 1815271 A1	1-27