

(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
2017年9月28日(28.09.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/163771 A1

- (51) 国際特許分類:
G01H 17/00 (2006.01) H01M 2/20 (2006.01)
H01M 2/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/007525
- (22) 国際出願日: 2017年2月27日(27.02.2017)
- (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 2016-058347 2016年3月23日(23.03.2016) JP
特願 2016-067801 2016年3月30日(30.03.2016) JP
- (71) 出願人: N T N株式会社(NTN CORPORATION)
[JP/JP]; 〒5500003 大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 富永 雅也(TOMINAGA, Masaya); 〒5118678 三重県桑名市大字東方字尾弓田3066番地 NTN株式会社内 Mie (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目2番7号 中之島セントラルタワー Osaka (JP).

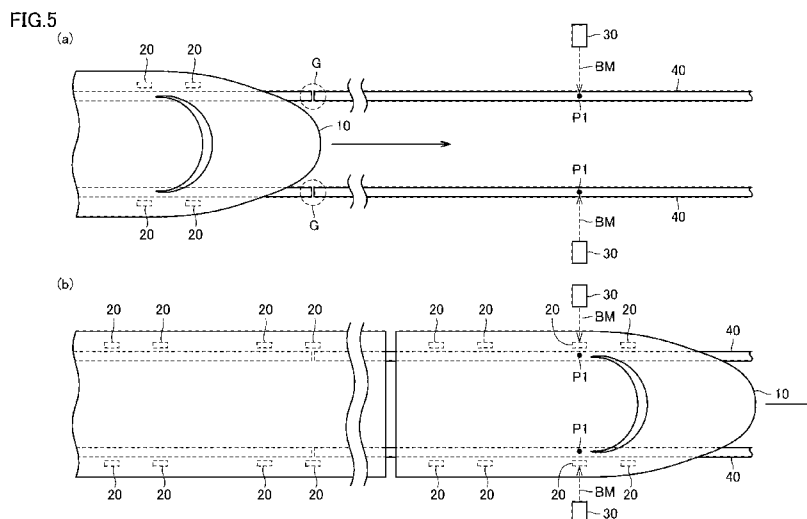
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: VIBRATION MEASURING UNIT, VIBRATION MEASURING SYSTEM, AND VIBRATION MEASURING METHOD

(54) 発明の名称: 振動測定ユニット、振動測定システム、および振動測定方法



(57) Abstract: The present invention improves the accuracy of detection of abnormalities in an axle bearing. A vibration measuring unit (20) according to the present invention is used by being secured to a target object (10). The vibration measuring unit (20) is provided with a vibration sensor, a light receiving element and a storage unit. The vibration sensor is configured to measure vibration data relating to the target object (10). The light receiving element is configured to receive a light beam (BM) from a transmitter (30). The storage unit is configured to save the vibration data. The storage unit is configured to store the vibration data measured at a measuring time determined on the basis of the timing at which the light receiving element receives the light beam (BM).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/163771 A1



車軸軸受の異常検知の精度を向上させる。本発明に係る振動測定ユニット（２０）は、対象物（１０）に固定されて使用される。振動測定ユニット（２０）は、振動センサと、受光素子と、記憶部とを備える。振動センサは、対象物（１０）の振動データを測定するように構成される。受光素子は、送信器（３０）からの光（ＢＭ）を受けるように構成される。記憶部は、振動データが保存されるように構成される。記憶部は、受光素子が光（ＢＭ）を受けたタイミングに基づいて決定される測定時間において測定された振動データを記憶するように構成される。

明 細 書

発明の名称：

振動測定ユニット、振動測定システム、および振動測定方法

技術分野

[0001] この発明は、鉄道車両における車軸軸受の異常の検知のための振動測定に用いられる振動測定ユニット、振動測定システム、および振動測定方法に関する。

背景技術

[0002] 鉄道車両において車軸軸受に異常が発生した場合、脱線などの事故が発生する可能性が高まるため、そのまま走行を継続することは好ましくない。そのような場合には、車両の運転を停止して、車軸軸受の補修などの処置が必要となる。

[0003] 車軸軸受の補修には長時間を要する場合がある。通常運転の長時間の停止には多大な損失が発生し得る。そのため、通常運転に備えて行なわれる保守点検において、車軸軸受に異常がないかどうかを検査することがある。

[0004] 車軸軸受の異常を診断する方法として、車軸軸受に振動測定ユニットを固定して振動を測定することにより、車軸軸受に発生した異常を検知する方法が知られている。しかし、この方法には、測定された振動が車軸軸受の異常に起因する振動なのか、あるいは鉄道車両がたとえばレールの継ぎ目あるいは分岐点（ポイント）を通過したときに生じた振動のような車軸軸受の異常とは無関係の振動なのかを区別できないという問題がある。

[0005] このような問題を解決する手段として、特開 2015-172516 号公報（特許文献 1）には、レールの継ぎ目あるいは分岐点のない地点において振動の測定を行なった振動測定ユニットから後続する振動測定ユニットに遅延時間へ設けてトリガ信号を無線通信によって順次送信することにより、レールの継ぎ目あるいは分岐点を避けて振動測定を行なう鉄道車両用軸受異常検知装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開 2 0 1 5 － 1 7 2 5 1 6 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特開 2 0 1 5 － 1 7 2 5 1 6 号公報において開示されている振動測定ユニット間の無線通信は電波を用いて行なわれる。以下では、電波は 3 0 0 万メガヘルツ（3 テラヘルツ）以下の周波数の電磁波とする。電波は、回折の効果が大きく障害物によって遮られにくいため伝搬距離が長い。

[0008] 振動測定ユニット間の通信を電波を用いて行なうと、反射あるいは回折によって、送信先以外の振動測定ユニットにもトリガ信号が受信されてしまう場合がある。そのような場合、レールの継ぎ目あるいは分岐点のある地点において振動が測定され得る。その結果、車軸軸受の異常の検知を正確に行なうことが困難になる可能性がある。

[0009] 本発明はこのような課題を解決するためになされたものであって、本発明の主たる目的は、車軸軸受の異常検知の精度を向上させることである。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明に係る振動測定ユニットは、対象物に固定されて使用される。振動測定ユニットは、振動センサと、受光素子と、記憶部とを備える。振動センサは、対象物の振動データを測定するように構成される。受光素子は、送信器からの光を受けるように構成される。記憶部は、振動データが保存されるように構成される。記憶部は、受光素子が光を受けたタイミングに基づいて決定される測定時間において測定された振動データを記憶するように構成される。

発明の効果

[0011] 本発明に係る振動測定ユニット、振動測定システム、および振動測定方法によれば、電波よりも回折しにくく、減衰し易い光をトリガ信号として用い

ることにより、送信先以外の振動測定ユニットにトリガ信号が受信され難くなるため、意図しないタイミングで振動が測定されることを抑制することができる。その結果、車軸軸受の異常検知の精度を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施の形態に係る振動測定ユニットが鉄道車両に固定されている様子を示す図である。

[図2]実施の形態 1 に係る振動測定ユニットの外観を示す図である。

[図3]実施の形態 1 に係る振動測定システムの機能構成を説明するための機能ブロック図である。

[図4]実施の形態 1 に係る振動測定システムにおいて、送信器が振動測定ユニットに赤外光を送信している様子を示す図である。

[図5]実施の形態 1 に係る振動測定システムにおいて、レールの継ぎ目を避けて振動測定が行なわれる様子を示す図である。

[図6]実施の形態 1 に係る振動測定ユニットの制御部によって行なわれる処理を説明するためのフローチャートである。

[図7]実施の形態 1 に係る送信器の制御部において行なわれる処理の流れを示すためのフローチャートである。

[図8]收容部に固定される遮光壁のいくつかの例を示す図である。

[図9]遮光壁に吸収壁が固定されている様子を示す図である。

[図10]遮光壁に太陽光が入射した様子を示す図である。

[図11]実施の形態 2 に係る振動測定システムにおいて、レールの継ぎ目を避けて振動測定が行なわれる様子を示す図である。

[図12]実施の形態 2 に従う振動測定ユニットの制御部によって行なわれる処理の流れを示すフローチャートである。

[図13]比較例の電源ユニットの等価回路図である。

[図14]比較例の電源ユニットから出力される電圧の変化を示すグラフ（a）および負荷の電圧の変化を示すグラフ（b）である。

[図15]実施の形態 3 に従う電源ユニットの等価回路図である。

[図16]電源ユニットが備える電池ホルダの外観図（a）および電池ホルダに電池が装着された様子（b）を示す図である。

[図17]振動により第1導体と電池との接触が瞬間的に外れた様子を示す図である。

[図18]電源ユニットから出力される電圧の変化を示すグラフ（a）および負荷の電圧の変化を示すグラフ（b）である。

[図19]実施の形態3に従う電池ホルダの変形例1を示す図である。

[図20]実施の形態3に従う電池ホルダの変形例2および3を示す図である。

[図21]実施の形態3に従う電池ホルダの変形例4を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、図面を参照しつつ、実施の形態について説明する。なお、以下の説明では、同一又は対応する要素には同一の符号を付して、それらについての詳細な説明は繰り返さない。

[0014] [実施の形態1]

図1は、実施の形態に係る振動測定ユニット20が鉄道車両10に固定されている様子を示す図である。軸箱11は、車軸13に取り付けられる車軸軸受（不図示）を支持する。軸箱11は、振動測定ユニット20によって振動が測定される対象物である。車軸13の軸方向の両端部に車輪12がそれぞれ取り付けられる。車輪12が車軸軸受により回転自在に支持されることにより、鉄道車両10は平行に敷設された2本のレール40上を走行することができる。振動測定ユニット20は、軸箱11にボルト14によって締結されている。ボルト14としては、たとえば六角ボルトを用いることができる。振動測定ユニット20は、軸箱11に固定されていることにより、軸箱11が支持する車軸軸受の振動を測定することができる。振動測定ユニット20は、トリガ信号を受信することにより振動測定を開始する。

[0015] 鉄道車両において車軸軸受に異常が発生した場合、脱線などの事故が発生する可能性が高まるため、そのまま走行を継続することは好ましくない。車両の運転を停止して、車軸軸受の補修などの処置が必要となる。

- [0016] 車軸軸受の補修には長時間を要する場合がある。通常運転の長時間の停止には多大な損失が発生し得る。そのため、通常運転に備えて行なわれる保守点検において、車軸軸受に異常がないかどうかを検査することがある。
- [0017] 保守点検時に各軸箱に振動測定ユニットを一時的に固定することにより、各車軸軸受の検査を行なうことができる。振動測定ユニットによって測定された振動データを用いて振動解析を行なうにあたっては、測定された振動が車軸軸受の異常に起因する振動なのか、あるいは鉄道車両がたとえばレールの継ぎ目または分岐点（ポイント）を通過したときに生じた振動のような車軸軸受の異常とは無関係の振動なのかを区別する必要がある。そのため、車軸軸受の異常とは無関係の振動が発生しにくい場所においてトリガ信号が振動測定ユニットに受信されるようにトリガ信号を送信する必要がある。
- [0018] トリガ信号を送信する方法として電波を用いる方法を挙げることができる。しかし、電波を使用した無線通信は、回折の効果が大きく障害物によって遮られにくいため減衰しにくい。そのため、電波を用いてトリガ信号を振動測定ユニットへ送信すると、反射あるいは回折によって、送信先以外の振動測定ユニットにもトリガ信号が受信されてしまう場合がある。そのような場合、レールの継ぎ目または分岐点のような車軸軸受の異常とは無関係の振動が発生し易い場所において振動測定ユニットが振動を測定してしまう可能性がある。その結果、振動測定ユニットによって測定された振動データを用いて車軸軸受の異常の検知を正確に行なうことが困難になる可能性がある。
- [0019] そこで実施の形態 1 においては、トリガ信号を赤外光を用いて送信する。電波よりも周波数が高い赤外光は、電波よりも波長が短いため直進性が高い。赤外光は電波よりも障害物によって遮られ易く減衰し易い。そのため、トリガ信号の送信先以外の振動測定ユニット 20 に当該トリガ信号が受信されにくい。車軸軸受の異常とは無関係の振動が発生し易い場所において振動測定ユニットが振動を測定することが発生し難くなる。その結果、車軸軸受の異常の検知の精度を向上させることができる。
- [0020] 図 2 は、実施の形態 1 に係る振動測定ユニット 20 の外観を示す図である

。振動測定ユニット２０は、固定部２１と収容部２２とを備える。固定部２１には、長手方向の両端にそれぞれボルト孔２１１および２１２が形成されている。ボルト孔２１１および２１２孔は、ボルトによって振動測定ユニット２０を軸箱などの対象物に締結するための孔である。ボルトによって振動測定ユニット２０を対象物に締結することにより、振動測定ユニット２０と対象物との接触面において車軸軸受の異常とは無関係に発生する接触共振を軽減することができる。

[0021] 収容部２２は、固定部２１に固定されている。収容部２２は、制御部、赤外線センサ、振動センサ、記憶部、および電源ユニットなどを収容して保護する。収容部２２の側面には、赤外線センサが赤外光を受光することができるようにするための受光孔２３１が形成されている。受光孔２３１には、レンズが固定されている。

[0022] 実施の形態においては、上記で説明した振動測定ユニット２０に加えて、振動測定ユニット２０に赤外光を出射するための送信器、および振動測定ユニット２０によって測定された振動データを解析するための解析装置を含む振動測定システムによって、車軸軸受の異常の検知を行なう。図３は、実施の形態１に係る振動測定システム１００の機能構成を説明するための機能ブロック図である。図３に示されるように、振動測定システム１００は、振動測定ユニット２０と、赤外光を送信する送信器３０と、解析装置４００とを備える。

[0023] 振動測定ユニット２０は、送信器３０から送信された赤外光を受信する。送信器３０から振動測定ユニット２０への通信は、赤外線通信を用いて行なうことができる。送信器３０が出射する赤外光の波長は、たとえば８７０ｎｍ～１０００ｎｍである。赤外線通信のフォーマットは、たとえばＮＥＣ（登録商標）フォーマット、家製協（一般財団法人家電製品協会、ＡＥＨＡ（Association for Electric Home Appliances））フォーマット、ＳＯＮＹ（登録商標）フォーマット、またはこれらに類似した独自のフォーマットを挙げることができる。送信器３０においては、所定の周波数（たとえば３０

k H z から 5 0 k H z) のキャリア周波数で赤外光の強度を O N ・ O F F しながら赤外光を出射する。このように出射する赤外光をキャリア周波数で変調することにより、赤外光の出射に必要な電力を抑制しながらノイズのレベルよりも大きい強度の赤外光を出射することができる。

[0024] 振動測定ユニット 2 0 は、制御部 2 1 0 と、受光素子である赤外線センサ 2 2 0 と、振動センサ 2 3 0 と、記憶部 2 4 0 と、電源ユニット 2 5 0 とを備える。

[0025] 制御部 2 1 0 は、赤外線センサ 2 2 0 が受信した赤外光がトリガ信号である場合、振動センサ 2 3 0 からの振動データを記憶部 2 4 0 に保存する。制御部 2 1 0 は、C P U (Central Processing Unit) のようなコンピュータおよび揮発性メモリを含む。

[0026] 記憶部 2 4 0 は、たとえば S D カードあるいは U S B (Universal Serial Bus) メモリのような着脱可能な不揮発性メモリ (不図示) を含む。記憶部 2 4 0 に保存されたデータは、当該不揮発性メモリによって取り出すことができる。記憶部 2 4 0 は、制御部 2 1 0 に読み出されて実行される O S (Operating System)、各種アプリケーションのプログラム (たとえば赤外光をトリガ信号とする振動測定制御プログラム)、および当該プログラムによって使用される各種データを保存する。記憶部 2 4 0 は、たとえば、不揮発性の半導体メモリであるフラッシュメモリ、または記憶装置である H D D (Hard Disk Drive) を含んでもよい。

[0027] 電源ユニット 2 5 0 は、電池 2 5 2 を着脱可能な電池ホルダを含む。電源ユニット 2 5 0 は、電池 2 5 2 の電力を制御部 2 1 0、振動センサ 2 3 0、および記憶部 2 4 0 のような負荷に供給する。

[0028] 解析装置 4 0 0 は、たとえば振動解析ソフトウェアがインストールされた P C (Personal Computer) を含む。解析装置 4 0 0 には、振動測定ユニット 2 0 によって測定された振動データが保存された不揮発性メモリが装着される。解析装置 4 0 0 は、当該不揮発性メモリから振動データを読み込んで振動解析を行なう。

[0029] 図4は、実施の形態1に係る振動測定システムにおいて、送信器30が振動測定ユニット20に赤外光BMを送信している様子を示す図である。図4に示されるように振動測定ユニット20は、送信器30からのトリガ信号を受信した場合、振動測定を開始する。送信器30は、車軸軸受の異常とは無関係の振動が発生し難い場所に設置される。たとえば、鉄道車両10がレールの継ぎ目あるいは分岐点を通過したときに発生する振動がほとんど減衰しているレール上の測定点付近の場所である。当該測定点は、レールの継ぎ目あるいは分岐点から所定の距離だけ離れている。当該所定の距離は、実機実験あるいはシミュレーションによって適宜算出することができる。

[0030] 図5は、実施の形態1に係る振動測定システム100において、レールの継ぎ目を避けて振動測定が行なわれる様子を示す図である。図5において測定点P1はレールの継ぎ目がある地点Gから所定の距離だけ離れている。送信器30はレール上の測定点P1に向けてトリガ信号である赤外光BMを送信する。図5(a)に示される各振動測定ユニット20は、鉄道車両10が矢印方向に進んでいくにつれて、順次地点Gを通過していく。その後、図5(b)に示されるように、各振動測定ユニット20は、測定点P1を通過するときに送信器30からのトリガ信号を順次受信する。振動測定ユニット20は、トリガ信号を受信したタイミングに基づいて決定される測定時間に測定された振動データを記憶部240に保存する。トリガ信号を受信したタイミングに基づいて決定される測定時間とは、実施の形態1においてはトリガ信号を受信したタイミングから一定時間である。

[0031] 図5(b)に示されるように、各振動測定ユニット20は測定点P1においてトリガ信号としての赤外光を受ける。実施の形態1においては、振動測定ユニット20は、トリガ信号を受信したタイミングから一定時間の間に測定された振動データを保存する。各振動測定ユニット20に対応する保存された振動データは、ほとんど同条件で測定されたものになる。そのため、各車軸軸受の振動データの比較を行なう場合に、測定条件をそろえるための補正を行なう必要がない。その結果、当該補正を要することなく車軸軸受の異

常を示す振動データと正常な振動データとの差異が明確になるため、車軸軸受の異常の発見が容易になる。

[0032] 図6は、実施の形態1に係る振動測定ユニット20の制御部210によって行なわれる処理を説明するためのフローチャートである。図6に示されるように、制御部210は、ステップ（以下ではステップを単にSと記載する。）201において初期化処理を行ない処理をS202に進める。初期化処理においては、たとえば制御部210に含まれるCPUおよび揮発性メモリなどの初期化が行なわれる。制御部210は、S202においてトリガ信号を受信したか否かを判定する。トリガ信号を受信した場合（S202においてYES）、S203において振動センサ230によって測定された振動データを記憶部240に保存し、処理をS202に戻す。トリガ信号を受信していない場合（S202においてNO）、処理をS204に進める。制御部210は、S204においてユーザによって測定終了操作が行なわれたか否かを判定する。測定終了操作としては、たとえばスイッチ操作である。測定終了操作が行なわれていない場合（S204においてNO）、制御部210は処理をS202に戻す。測定終了操作が行なわれていた場合（S204においてYES）、制御部210は処理を終了する。

[0033] 図7は、実施の形態1に係る送信器30の制御部において行なわれる処理の流れを示すためのフローチャートである。図7に示されるように送信器30の制御部はS301において初期化処理を行ない処理をS302に進める。送信器30の制御部はS302においてトリガ信号を送信し、処理をS303に進める。送信器30の制御部はS303においてユーザによって送信終了操作が行なわれたか否かを判定する。送信終了操作は、たとえばスイッチ操作である。ユーザによって送信終了操作が行なわれていない場合（S303においてNO）、処理をS302に戻す。ユーザによって送信終了操作が行なわれた場合（S303においてYES）、送信器30の制御部は処理を終了する。

[0034] 実施の形態1においては、送信器30から振動測定ユニット20への通信

は赤外光を用いて行なわれる場合について説明した。送信器 30 から振動測定ユニット 20 への通信に用いられる光は赤外光に限定されない。電波よりも周波数が高い光であれば送信器 30 から振動測定ユニット 20 へのトリガ信号の送信に使用することができる。

[0035] 実施の形態 1 においては、赤外光は、測定開始のトリガ信号として用いられる。赤外光は、測定終了のトリガ信号として用いられてもよい。たとえば、振動測定ユニットは、所定のタイミングから振動の測定を開始、測定終了のトリガ信号受信するまで振動の測定を継続してもよい。この場合、トリガ信号を受信したタイミングに基づいて決定される測定時間とは、所定のタイミングから測定終了のトリガ信号を受信するまでの時間である。振動測定ユニットは、所定のタイミングに基づいて決定される測定時間において測定された振動データを記憶部 240 に保存する。

[0036] 以上、実施の形態 1 に係る振動測定ユニットおよび振動測定システムによれば、車軸軸受の異常の検知の精度を向上させることができる。

[0037] [実施の形態 1 の変形例]

トリガ信号として用いる光が、送信器以外から出射される場合がある。たとえば、実施の形態 1 では振動データを保存するトリガ信号として赤外光を用いる場合について説明した。赤外光は太陽光に含まれる。夜間、トンネル内、または施設内での振動測定、あるいは天候が曇りまたは雨天での振動測定を行なう場合は太陽光はほとんど問題にならない。しかし、天候が晴れている昼間の屋外のような太陽光が無視できない状態で振動測定を行なう場合、太陽光が振動測定ユニットの受光孔に入射することにより赤外線センサの入力が飽和し、振動測定ユニットが赤外線を受信することができなくなったり、誤動作したりする可能性がある。

[0038] そこで、以下では、振動測定ユニットの受光孔に送信器以外からの光が入射し難くなるように、受光孔の周囲に遮光壁を設ける変形例について説明する。受光孔の周囲に遮光壁を設けることによって、振動測定ユニットを安定的に動作させることができる。

[0039] 図8は、収容部に固定される遮光壁のいくつかの例を示す図である。遮光壁は、図8(a)～(f)は、1または複数の板から構成されている遮光壁の例を示す図である。図8(a)は、1枚の板を用いて構成されている遮光壁24Aを示す図である。図8(a)に示されるように、受光孔231に面する遮光壁24Aの面の法線は固定部の長手方向にほぼ平行である。受光孔231に面する遮光壁24Aの面とは、遮光壁24Aの壁面のうち、受光孔231に近い壁面である。実施の形態において、固定部の長手方向と、振動測定ユニットが固定される鉄道車両の進行方向とはほぼ平行である。以下では、固定部の長手方向を走行方向と呼ぶ。

[0040] 図8(b)は、1枚の板から構成されている遮光壁24Bを示す図である。図8(b)に示されるように、受光孔231に面する遮光壁24Bの面の法線はボルト孔211または212にボルトを挿通する方向と平行である。受光孔231に面する遮光壁24Bの面の向きは、ボルト孔211または212にボルトを挿通する方向とは逆である。受光孔231に面する遮光壁24Bの面の向きは、ボルト孔211または212にボルトを挿通する方向とほぼ同じであってもよい。実施の形態において、ボルト孔211または212にボルトを挿通する方向は、振動測定ユニットが鉄道車両に固定された場合、鉄道車両が走行するレールから鉄道車両へ方向とほぼ同じになり、鉛直方向とほぼ平行となる。以下ではボルト孔211または212にボルトを挿通する方向を単に挿通方向と呼ぶ。

[0041] 図8(c)および(d)は、対向する2枚の板の間に受光孔231が位置している遮光壁の例を示す図である。図8(c)に示されているように、受光孔231に面する遮光壁24Cの面の法線は走行方向にほぼ平行である。図8(d)に示されるように、受光孔231に面する遮光壁24Dの面の法線は挿通方向にほぼ平行である。対向する2枚の板の間に受光孔231が位置している遮光壁において、受光孔231に面する遮光壁の面の法線は、走行方向に平行でなく、かつ挿通方向と平行でなくてもよい。遮光壁を構成する2枚の面は対向していなくてもよい。

- [0042] 図8（e）は、3枚の板から構成されている遮光壁24Eを示す図である。当該3枚の板を送信器からの赤外光の入射方向から見た場合、当該3枚の板はU字状の形状を形成している。当該3枚の板を送信器からの赤外光の入射方向から見た場合に、当該3枚の板は三角形の形状を形成してもよい。
- [0043] 図8（f）は、4枚の板から構成されている遮光壁24Fを示す図である。当該4枚の板は、受光孔231を囲むように収容部22に固定されており、送信器からの赤外光の入射方向から見た場合に矩形または正方形の形状を形成している。当該4枚の板を送信器からの赤外光の入射方向から見た場合に、たとえば平行四辺形あるいは台形のような、当該4枚の板が矩形でなく、かつ正方形でない形状を形成していてもよい。
- [0044] 遮光壁は、5枚以上の板から構成され、送信器からの赤外光の入射方向から見た場合に多角形の形状を形成していてもよい。
- [0045] 遮光壁は、板以外のものから構成されていてもよい。遮光壁は、たとえば図8（g）に示される遮光壁24Gのように円筒状の形状から構成されていてもよい。遮光壁の先端部は、図8（h）に示される遮光壁24Hのように、尖っていてもよい。送信機からの赤外光の入射方向から見た場合、受光孔231の中心から遮光壁24Hの先端部への方向は挿通方向とほぼ同じである。受光孔231の中心から遮光壁の尖っている先端部への方向は、挿通方向とは異なる方向であってもよい。図8（i）に示される遮光壁24Iのように、円筒状の形状の側面の一部が開いていてもよい。遮光壁24Iにおいて、円筒状の形状の側面の開いている部分は挿通方向とは逆方向を向いている。当該部分の向きは挿通方向と逆でなくてもよい。
- [0046] 遮光壁は、図8（j）に示される遮光壁24Jのように、円錐台状の形状から構成されていてもよい。遮光壁24Jは、受光孔231に近づくにつれて径が小さくなる円錐台状の形状から構成されている。遮光壁は、受光孔231に近づくにつれて径が大きくなる円錐台状の形状から構成されてもよい。図8（k）に示される遮光壁24Kのように、円錐台状の形状の側面の一部が開いていてもよい。遮光壁24Kにおいて、円錐台状の形状の側面の開

いている部分は挿通方向とは逆方向を向いている。当該部分の向きは挿通方向と逆でなくてもよい。

[0047] 遮光壁は、収容部の外部に固定されていなくともよく、たとえば図 8 (m) に示されるよう遮光壁 2 4 M のように、収容部 2 2 M に収容されていてもよい。遮光壁の一部が収容部に収容されていてもよい。

[0048] 図 8 に示される遮光壁の例においては、受光孔 2 3 1 に面する遮光壁の面の色が黒色となっている。このことにより当該面に入射した太陽光が当該面で吸収されるため、太陽光が当該面で反射して受光孔 2 3 1 に入射することを防止することができる。その結果、送信器以外からの光が振動測定ユニットの受光孔 2 3 1 にさらに入射し難くなり、車軸軸受の異常の検知の精度をさらに向上させることができる。

[0049] さらに、送信器以外から出射された赤外光を吸収するための吸収壁を用いることにより車軸軸受の異常の検知の精度をさらに向上させることができる。図 9 は、遮光壁に吸収壁が固定されている様子を示す図である。図 9 に関する説明では、図 8 (f) に示される遮光壁 2 4 F に吸収壁を固定する場合を例にとって、吸収壁の外観について説明する。図 9 (a) は、図 8 (f) の遮光壁 2 4 F を示す図である。図 9 (b) は、遮光壁 2 4 F に吸収壁 W 1 が固定された様子を示す図である。図 9 (c) は、遮光壁 2 4 F の奥行方向の長さを縮めた遮光壁 2 4 N に吸収壁 W 2 が固定された様子を示す図である。図 9 (d) は、吸収壁 W 1 および W 2 を奥行方向から見た様子を示す図である。ここで奥行方向とは、送信器から出射された赤外光の受光孔 2 3 1 への入射方向である。実施の形態 1 においては、奥行方向は、振動測定ユニットの収容部において受光孔が形成されている面の法線方向と同じである。

[0050] 図 9 (d) に示されるように、吸収壁 W 1 および W 2 は受光孔 2 3 1 を複数の領域 R 1 1 ~ R 4 4 に分割するように固定されている。複数の領域 R 1 1 ~ R 4 4 の各々に面する吸収壁 W 1 および W 2 の面は、奥行方向に沿っている。当該面の色は黒色である。吸収壁 W 1 および W 2 は、受光孔 2 3 1 を、奥行方向からみるとほぼ同形状の矩形または正方形の孔に分割する格子状

のハニカム構造となっている。遮光壁 24 F および吸収壁 W 1 の奥行方向の長さは L_1 である。遮光壁 24 N および吸収壁 W 2 の奥行方向の長さは L_2 ($< L_1$) である。

[0051] 図 10 は、遮光壁に太陽光が入射した様子を示す図である。図 10 (a) は、図 9 (a) の遮光壁 24 F に太陽光が入射した様子を示す図である。図 10 (b) は、図 9 (b) の遮光壁 24 F に太陽光が入射した様子を示す図である。図 10 (c) は、図 9 (c) の遮光壁 24 N に太陽光が入射した様子を示す図である。図 10 を用いて遮光壁の作用効果について説明する。

[0052] 図 10 (a) に示されるように、吸収壁が固定されていない遮光壁 24 F に太陽光 $SL_1 \sim SL_4$ が入射した場合、太陽光 $SL_1 \sim SL_4$ のうち、太陽光 $SL_2 \sim SL_4$ は、受光孔 231 に面する遮光壁 24 F の面にあって吸収される。しかし、太陽光 SL_1 は、受光孔 231 を通過して振動測定ユニットの内部に入射してしまう。その結果、振動測定ユニットが赤外線を受信することができなくなったり、誤動作したりする可能性がある。

[0053] 一方、図 10 (b) に示されるように、吸収壁 W 1 が固定されている遮光壁 24 F に太陽光 $SL_1 \sim SL_4$ が入射した場合、太陽光 $SL_1 \sim SL_4$ は、受光孔 231 に到達する前に吸収壁 W 1 にあって吸収され、いずれも受光孔 231 を通過しない。吸収壁 W 1 によって吸収される分だけ、受光孔 231 に入射する太陽光を減少させることができる。その結果、車軸軸受の異常の検知の精度をさらに向上させることができる。

[0054] さらに、吸収壁を用いることにより、車軸軸受の異常の検知の精度を維持したまま、遮光壁の奥行方向の長さを、吸収壁を用いない場合よりも短くすることができる。図 10 (b) に示されるように、太陽光 $SL_1 \sim SL_3$ が吸収壁 W 1 にあたった点および太陽光 SL_4 が遮光壁 24 N にあたった点から受光孔 231 までは長さ L_{10} だけ離れている。図 10 (b) において遮光壁 24 F および吸収壁 W 1 の奥行方向の長さを長さ L_{10} だけ縮めても、太陽光 $SL_1 \sim SL_4$ が受光孔 231 に入射することを防止することができる。図 10 (c) に示される遮光壁 24 N および吸収壁 W 2 は、図 10 (b)

）に示される遮光壁 24 F および吸収壁 W 1 を長さ L 10 だけそれぞれ縮めたものである。図 10（c）に示されるように、遮光壁 24 N および吸収壁 W 2 によっても図 10（b）と同様に太陽光 S L 1 ～ S L 4 が受光孔 23 1 に入射することを防止することができる。このように吸収壁を用いた場合、遮光壁および吸収壁の奥行方向の長さを吸収壁を用いない場合よりも短くすることができるため、吸収壁を追加することによる振動測定ユニットの製造コストの増加を抑制することができる。

[0055] 〔実施の形態 2〕

実施の形態 1 においては、トリガ信号を受信したタイミングに基づいて決定される測定時間とは、実施の形態 1 においてはトリガ信号を受信したタイミングから一定時間である場合について説明した。実施の形態 2 においては、トリガ信号を受信したタイミングに基づいて決定される測定時間が、振動測定ユニットがトリガ信号を受信して所定の時間経過したタイミングから一定期間である場合について説明する。

[0056] 実施の形態 2 が実施の形態 1 と異なる点は、振動測定ユニットがトリガ信号を受信して所定の時間経過したタイミングから一定期間の間に測定された振動データが保存されるという点である。それ以外の点については実施の形態 1 と同様であるため、説明を繰り返さない。

[0057] 図 11 は、実施の形態 2 に係る振動測定システムにおいて、レールの継ぎ目を避けて振動測定が行なわれる様子を示す図である。図 11 において測定点 P 1 はレールの継ぎ目がある地点 G から所定の距離だけ離れている。送信器 30 は地点 G に向けてトリガ信号である赤外光を出射する。図 11（a）に示される各振動測定ユニット 20 N は、鉄道車両 10 が矢印方向に進んでいくにつれて、地点 G を通過するときに順次トリガ信号を受信していく。その後、鉄道車両 10 が地点 G と測定点 P 1 との距離を所定の時間で割った速度とほぼ同じ速度で走行した場合、図 11（b）に示されるように、各振動測定ユニット 20 N は、所定の時間経過後に通過する測定点 P 1 付近において測定された振動データを記憶部 240 に保存する。

[0058] 図 1 1 (b) に示されるように、各振動測定ユニット 2 0 N は測定点 P 1 付近において測定された振動データを保存する。各振動測定ユニット 2 0 N に対応する保存された振動データはほとんど同条件で測定されたものになる。そのため、各車軸軸受の振動データの比較を行なう場合に、測定条件をそろえるための補正を行なう必要がない。その結果、当該補正を要することなく車軸軸受の異常を示す振動データと正常な振動データとの差異が明確になるため、車軸軸受の異常の発見が容易になる。

[0059] 図 1 2 は、実施の形態 2 に従う振動測定ユニット 2 0 N の制御部によって行なわれる処理の流れを示すフローチャートである。図 1 2 に示されるように、振動測定ユニット 2 0 N の制御部は、S 2 0 1 において初期化処理を行ない処理を S 2 0 2 に進める。振動測定ユニット 2 0 N の制御部は、S 2 0 2 においてトリガ信号を受信したか否かを判定する。トリガ信号を受信した場合 (S 2 0 2 において Y E S)、振動測定ユニット 2 0 N の制御部は、S 2 1 3 において所定の時間だけ待機して処理を S 2 0 3 に進める。S 2 0 3 において振動センサ 2 3 0 によって測定された振動データを記憶部 2 4 0 に保存し、処理を S 2 0 2 に戻す。トリガ信号を受信していない場合 (S 2 0 2 において N O)、処理を S 2 0 4 に進める。振動測定ユニット 2 0 N の制御部は、S 2 0 4 においてユーザによって測定終了操作が行なわれたか否かを判定する。測定終了操作としては、たとえばスイッチ操作である。測定終了操作が行なわれていない場合 (S 2 0 4 において N O)、振動測定ユニット 2 0 N の制御部は処理を S 2 0 2 に戻す。測定終了操作が行なわれていた場合 (S 2 0 4 において Y E S)、振動測定ユニット 2 0 N の制御部は処理を終了する。

[0060] 以上、実施の形態 2 に従う振動測定ユニットおよび振動測定システムによれば、実施の形態 1 と同様に車軸軸受の異常の検知の精度を向上させることができる。

[0061] [実施の形態 3]

実施の形態 3 においては、実施の形態 1 に係る振動測定ユニットが備える

電源ユニットについて説明する。図3の電源ユニット250に含まれる電池252を保持する電池ホルダは、電池の電極と接触する導体として、弾性体であるコイルバネを含む。コイルバネは、電池ホルダに電池252が取り付けられるときに弾性変形をして、電池252に弾性力を加えることにより電池252の各電極と電池ホルダの各導体との接触を維持する。

[0062] 電池ホルダは、振動測定ユニット20に固定されており、振動が生じる環境下で使用される。振動によってコイルバネが弾性変形することにより電池252の電極と電池ホルダの導体との接触が瞬間的に外れると、電源ユニット250から電力が供給されなくなる。

[0063] 図13は、比較例の電源ユニット950の等価回路図である。正極端子Pと負極端子Nとの間には電池252が電氣的に接続されている一方、蓄電装置は接続されていない。図14は、比較例の電源ユニット950から出力される電圧の変化を示すグラフ(a)および負荷Cの電圧の変化を示すグラフ(b)である。図14(a)および(b)において時刻 t_1 で電池の電極と導体との接触が瞬間的に外れ、時刻 t_2 まで接触不良が継続している。図14(a)に示されるように、時刻 t_1 から t_2 までの間、電源ユニットから出力される電圧は時刻 t_1 以前よりも低下している。図14(b)に示されるように、時刻 t_1 から t_2 までの間、負荷の電圧も時刻 t_1 以前よりも低下している。時刻 t_1 から t_2 までの間、電源ユニットから負荷に電力がほとんど供給されておらず、瞬停が生じている。

[0064] このような瞬停が振動に伴って断続的に生じると、電池ホルダに取付けられた電池252からの電力が供給される制御部210、振動センサ230、および記憶部240などは、動作が不安定となるおそれがある。

[0065] そこで実施の形態3においては、蓄電装置を、電池ホルダの正極端子Pと負極端子Nとの間で電池と並列に電氣的に接続する。このような構成により、振動によって電池252と導体との接触が瞬間的に外れて電池252から電力が供給されなくなった場合でも、蓄電装置から電力を供給することができるため、瞬停を防止することができる。また、市販の電池ホルダに蓄電装

置を電氣的に接続するとともに電池ホルダに固定する必要があるものの、専用の電源ユニットを使用する場合と比較して電源ユニットのコストを抑えることができる。その結果、実施の形態3に従う電源ユニットによれば、振動が生じる環境においても安定的に電力を供給することができるとともに、コストを抑制することができる。

[0066] 図15は、実施の形態3に従う電源ユニット250の等価回路図である。

図15に示されるように、電源ユニット250は、1または複数の電池252と、蓄電装置254と、正極端子Pと、負極端子Nとを含む。

[0067] 正極端子Pは、電池252の正極に電氣的に接続されている。負極端子Nは、電池252の負極に電氣的に接続されている。電池252の電力は、正極端子Pおよび負極端子Nから取り出されて負荷Cに供給される。

[0068] 蓄電装置254は、正極端子Pと前記負極端子Nとの間で電池252に対して並列に電氣的に接続されている。蓄電装置254は、電気二重層コンデンサ（EDLC: Electric Double Layer Capacitor）を含むことが好ましい。電気二重層コンデンサは他のコンデンサよりも容量が大きい。また電気二重層コンデンサは、二次電池よりも充放電スピードが速く、充放電による劣化が少ない。電気二重層コンデンサは、瞬停時のバックアップ電源に適している。なお、蓄電装置254は、アルミ電解コンデンサ、セラミックコンデンサあるいはフィルムコンデンサなどの各種コンデンサ、もしくは二次電池を含むことができる。

[0069] 図16は、電源ユニット250が備える電池ホルダ300の外観図（a）および電池ホルダ300に電池252が装着された様子（b）を示す図である。図16（a）に示されるように、電池ホルダ300は、正極端子Pと、負極端子Nと、複数の導体ペア301、302と、蓄電装置254と、蓄電収容部307とを備える。

[0070] 導体ペア301は、第1導体301Aと、第2導体301Bとを含む。第2導体301Bは弾性体であるコイルバネを有する。第1導体301Aと第2導体301Bとは、図16（b）に示されるように、電池252Aを長手

方向の両側から挟んで保持する。第2導体301Bは、第1導体301Aへ向かって弾性力を加えることにより第1導体301Aと電池252Aの電極との接触を維持して、第1導体301Aと第2導体301Bとの間に電池252Aを保持する。

[0071] 導体ペア302は、第1導体302Aと、第2導体302Bとを含む。第2導体302Bは弾性体であるコイルバネを有する。第1導体302Aと第2導体302Bとは、図16(b)に示されるように、電池252Bを長手方向の両側から挟んで保持する。第2導体302Bは、第1導体302Aへ向かって弾性力を加えることにより第1導体302Aと電池252Bの電極との接触を維持して、第1導体302Aと第2導体302Bとの間に電池252Bを保持する。

[0072] 正極端子Pは第1導体302Aに電氣的に接続されている。負極端子Nは第2導体301Bに電氣的に接続されている。第1導体301Aは第2導体302Bに電氣的に接続されている。導体ペア301と導体ペア302とは、2本の電池252A、252Bを電氣的に直列に接続する。

[0073] 蓄電装置254は正極端子Pおよび負極端子Nに電氣的に接続されるとともに、電池ホルダ300に固定されている。蓄電装置254は、電池ホルダ300に固定されていることにより、電池ホルダ300と一体的に振動する。蓄電装置254は、電源ユニット250に電池252A、252Bが装着されている場合に、正極端子Pおよび負極端子Nの間において直列に電氣的に接続された電池252A、252Bと並列に電氣的に接続されている。蓄電装置254は蓄電収容部307に収容されている。蓄電装置254は、電池ホルダ300に電池252A、252Bが装着されて、電池252A、252Bから負荷に電力が供給されている場合に、電池252A、252Bからの電力によって充電される。

[0074] 図17は、振動により第1導体301Aと電池252Aとの接触が瞬間的に外れた様子を示す図である。図18は、電源ユニット250から出力される電圧の変化を示すグラフ(a)および負荷Cの電圧の変化を示すグラフ(

b)である。図18(a)および(b)において、時刻 t_{11} で図17に示されるように電池の電極と導体との接触が瞬間的に外れ、時刻 t_2 まで接触不良が継続している。図18(a)に示されるように、時刻 t_{11} から t_{12} までの間、電源ユニット250から出力される電圧の低下は、図14(a)に示されている比較例における電圧の低下よりも抑制されている。これは、電池252A、252Bの代わりに、蓄電装置254から電力が供給されるためである。図18(b)に示されるように、時刻 t_{11} から t_{12} までの間、負荷の電圧はほとんど低下していない。

[0075] 以上から、電源ユニット250によれば、振動が生じる環境において安定的に電力を供給することができるとともに、コストを抑制することができる。

[0076] 図19は、実施の形態3に従う電池ホルダの変形例1を示す図である。上記では、電池ホルダの第2導体が、弾性体としてコイルバネを有する場合について説明した。第2導体が有する弾性体はコイルバネに限定されるものではない。第2導体が有する弾性体は、たとえば図19に示される電池ホルダ310に含まれる第2導体311B、312Bのように、板バネであってもよい。

[0077] 図20は、実施の形態3に従う電池ホルダの変形例2および3を示す図である。電源ホルダに含まれる導体ペアの数は、図20(a)に示される変形例2のように1つ、あるいは図20(b)に示される変形例3のように3つ以上であってもよい。

[0078] 図21は、実施の形態3に従う電池ホルダの変形例4を示す図である。導体ペアが保持する電池の数は、図21に示される導体ペア341、342のように2本以上であってもよい。導体ペア341は、2本の電池を長手方向の両側から挟んで保持する。弾性体であるコイルバネを含む第2導体341Bは、第1導体341Aに向かって弾性力を加えることにより、第1導体341Aと第2導体341Bとの間に2本の電池252Aおよび252Bを保持する。導体ペア342についても同様に電池252Cおよび252Dを保

持する。

[0079] 変形例 1 ～ 4 に係る電源ユニットによっても、振動が生じる環境において安定的に電力を供給することができるとともに、コストを抑制することができる。

[0080] 実施の形態 3 においては、本発明に係る電源ユニットが、鉄道車両の車軸軸受の振動を測定する振動測定ユニットに用いられる場合について説明した。本発明に係る電池ホルダが使用されるのは鉄道車両の車軸軸受の振動測定ユニットに限定されない。本発明に係る電源ユニットは、振動が生じる環境で使用される機器の電源として使用可能であり、たとえば、自動車、軽車両、建設車両、農業車両、および産業車両に設置される機器の電源としても使用可能である。

[0081] 今回開示された各実施の形態は、適宜組合わせて実施することも予定されている。今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0082] 10 鉄道車両、11 軸箱、12 車輪、13 車軸、14 ボルト、20, 20A, 20B, 20C, 20D, 20E, 20F, 20G, 20H, 20I, 20J, 20K, 20M, 20N 振動測定ユニット、21 固定部、22, 22M 収容部、24A, 24B, 24C, 24D, 24E, 24F, 24G, 24H, 24I, 24J, 24K, 24M, 24N 遮光壁、30 送信器、40 レール、100 振動測定システム、210 制御部、211, 212 ボルト孔、220 赤外線センサ、230 振動センサ、231 受光孔、240 記憶部、250, 950 電源ユニット、400 解析装置、W1, W2 吸収壁、252, 252A, 252B, 252C 電池、254 蓄電装置、300, 310, 320, 330, 340 電池ホルダ、301, 302, 303, 341, 342 導体ペア、3

01A, 302A, 341A 第1導体、301B, 302B, 311B,
312B, 341B 第2導体、307 蓄電収容部、C 負荷、N 負極
端子、P 正極端子。

請求の範囲

- [請求項1] 対象物に固定されて使用される振動測定ユニットであって、
前記対象物の振動データを測定するように構成された振動センサと、
、
送信器からの光を受けるように構成された受光素子と、
前記振動データが保存されるように構成された記憶部とを備え、
前記記憶部は、前記受光素子が前記光を受けたタイミングに基づいて決定される測定時間において測定された前記振動データを記憶するように構成される、振動測定ユニット。
- [請求項2] 前記光は、赤外光である、請求項1に記載の振動測定ユニット。
- [請求項3] 前記対象物に固定され、前記振動センサ、前記記憶部、および前記受光素子を収容するように構成された収容部をさらに備え、
前記収容部には、前記受光素子が受光することができるようにするための受光孔が形成されている、請求項2に記載の振動測定ユニット。
。
- [請求項4] 前記受光孔の周囲に固定されている遮光壁をさらに備え、
前記遮光壁の前記受光孔に面する面は、前記送信器から出射された前記光の前記受光孔への入射方向に沿っている、請求項3に記載の振動測定ユニット。
- [請求項5] 前記受光孔に面する前記遮光壁の面の色は、黒色である、請求項4に記載の振動測定ユニット。
- [請求項6] 吸収壁をさらに備え、
前記吸収壁は、前記受光孔を複数の領域に分割するように固定されており、
前記複数の領域のうちの1つの領域に面する前記吸収壁の面は、前記送信器から出射された前記光の前記受光孔への入射方向に沿っており、
前記面の色は、黒色である、請求項4に記載の振動測定ユニット。

- [請求項7] 前記振動測定ユニットをボルトによって前記対象物に締結するためのボルト孔が形成されている固定部をさらに備える、請求項3に記載の振動測定ユニット。
- [請求項8] 前記記憶部は、前記受光素子が前記光を受光したタイミングに測定された前記振動データを前記記憶部に記憶する、請求項1に記載の振動測定ユニット。
- [請求項9] 前記記憶部は、前記受光素子が前記光を受光したタイミングから所定の時間経過後に測定された前記振動データを記憶する、請求項1に記載の振動測定ユニット。
- [請求項10] 電源ユニットをさらに備え、
前記電源ユニットは、
電池を着脱可能な状態で保持するように構成され、前記電池から電力を取り出すための正極端子および負極端子を含む電池ホルダと、
前記正極端子および前記負極端子に電氣的に接続され、かつ前記電池ホルダに固定された蓄電装置とを含み、
前記電池ホルダは、弾性体をさらに有し、
前記弾性体の弾性力により、前記正極端子または前記負極端子と前記電池の電極との接触が維持される、請求項1～9のいずれか1項に記載の振動測定ユニット。
- [請求項11] 前記蓄電装置は、電気二重層コンデンサを有する、請求項10に記載の振動測定ユニット。
- [請求項12] 前記電池ホルダは、前記蓄電装置を収容する蓄電収容部を有する、請求項10に記載の振動測定ユニット。
- [請求項13] 請求項1～12のいずれか1項に記載の振動測定ユニットと、
前記送信器と、
前記振動データを解析するための解析装置とを備える、振動測定システム。
- [請求項14] 対象物に固定されて使用される振動測定ユニットにおいて行なわれ

る振動測定方法であって、

前記対象物の振動データを測定するステップと、

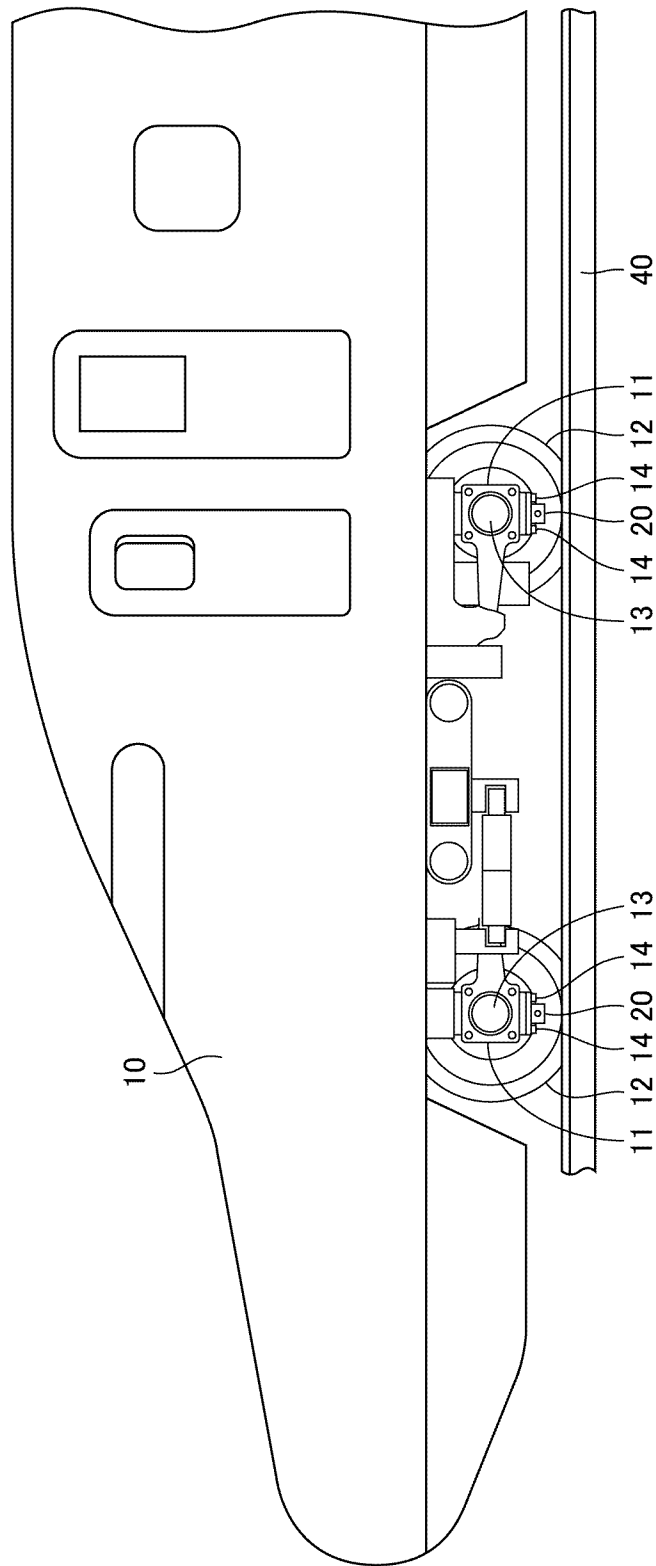
送信器からの光を受けるステップと、

前記振動データを記憶するステップとを含み、

前記記憶するステップは、前記光を受けるステップが前記光を受けたタイミングに基づいて決定される測定時間において測定された前記振動データを記憶する、振動測定方法。

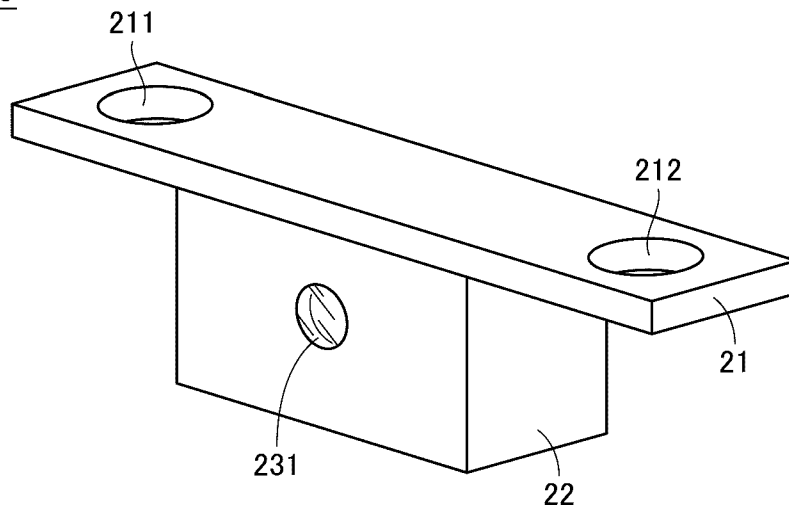
[図1]

FIG.1



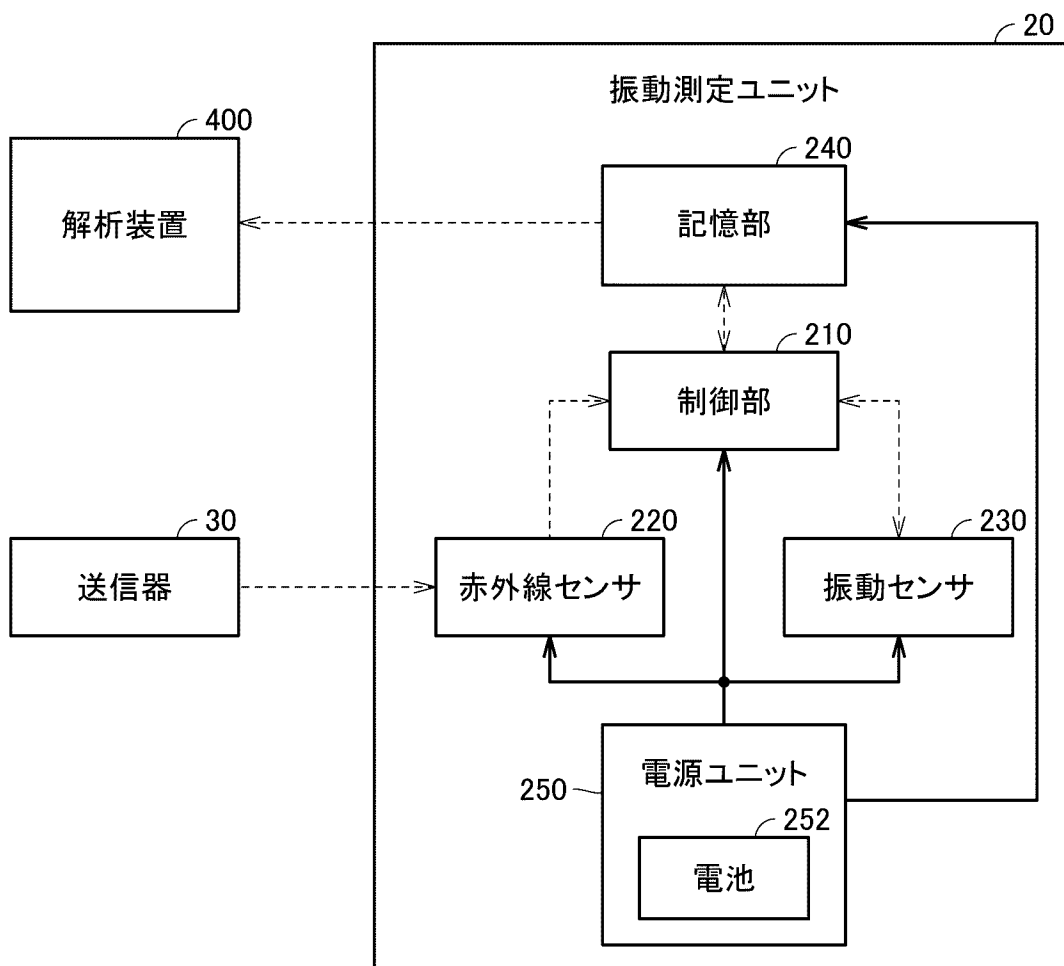
[図2]

FIG.2

20

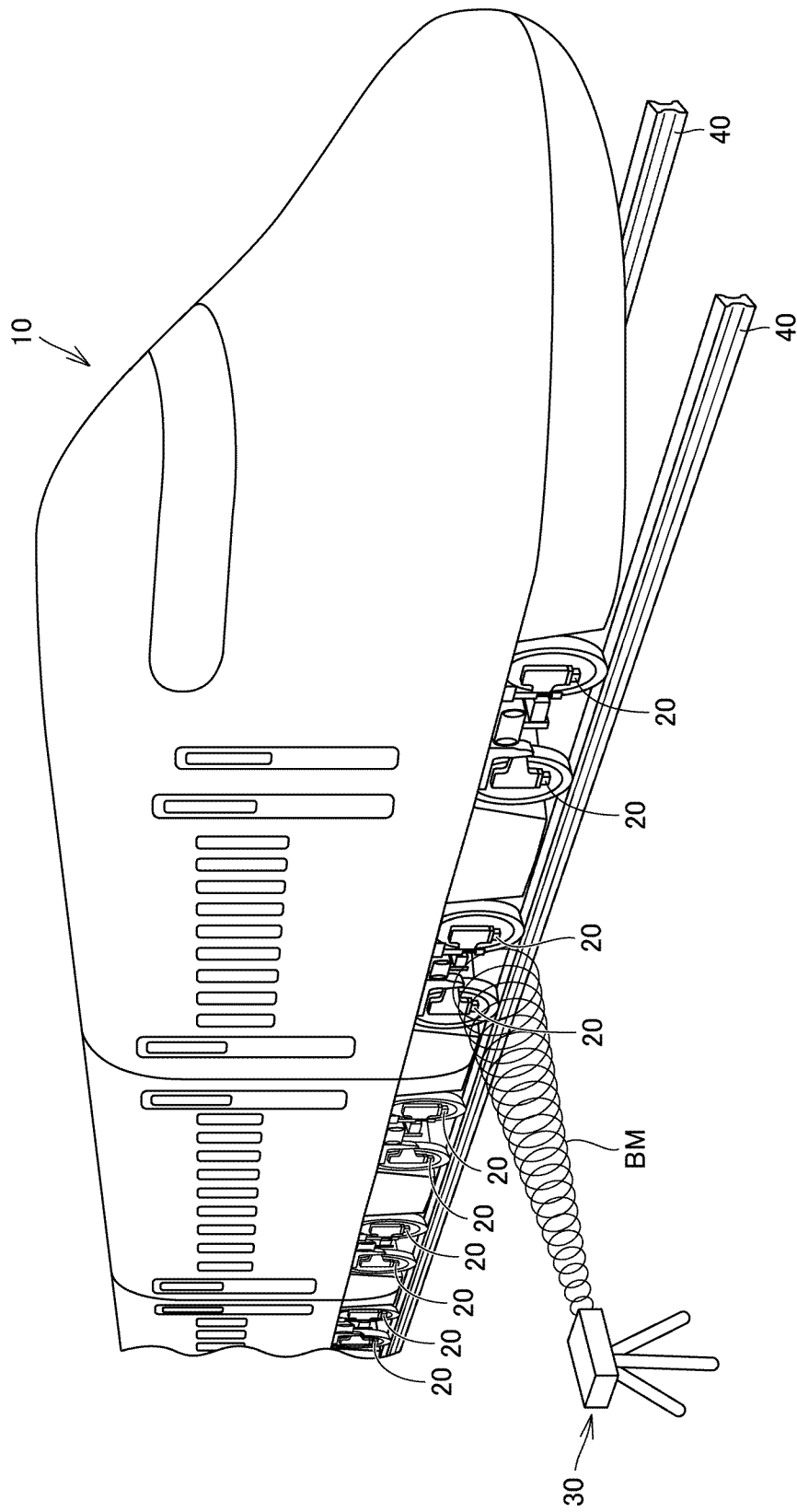
[図3]

FIG.3

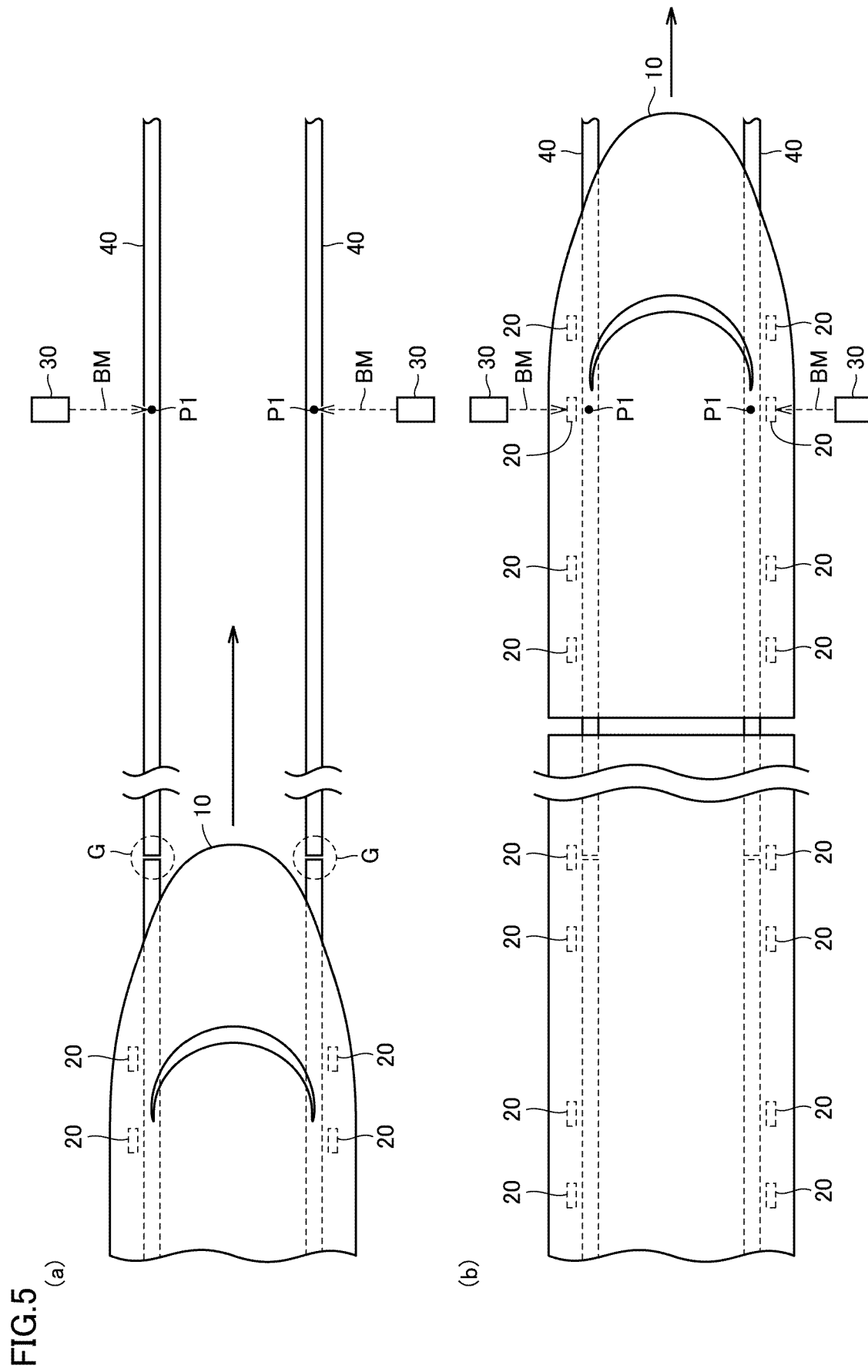
100

[図4]

FIG.4

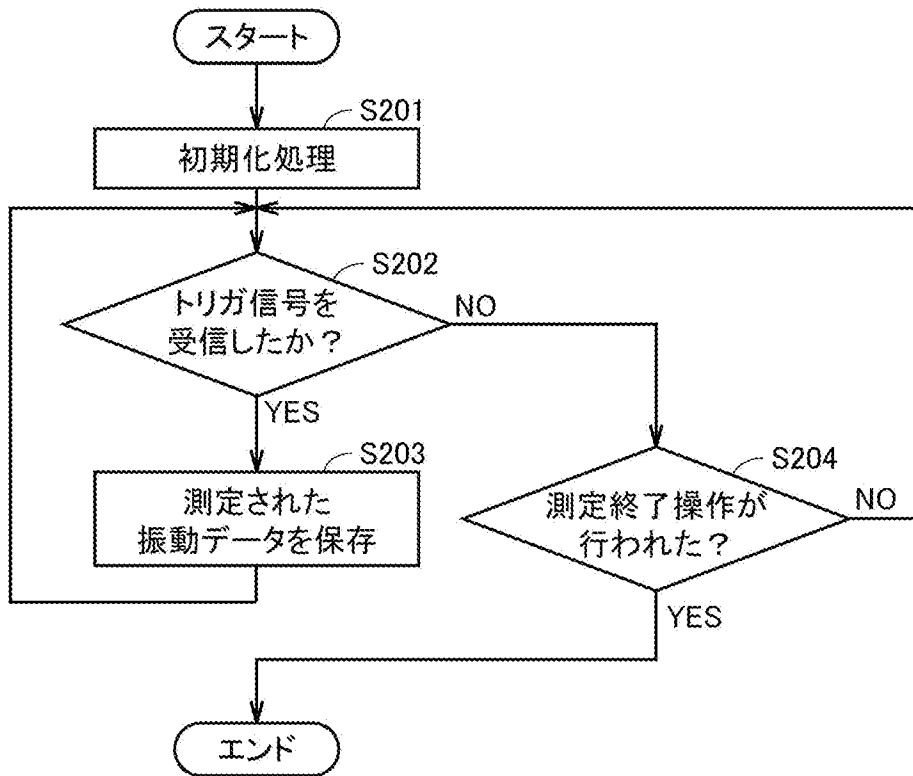


[図5]



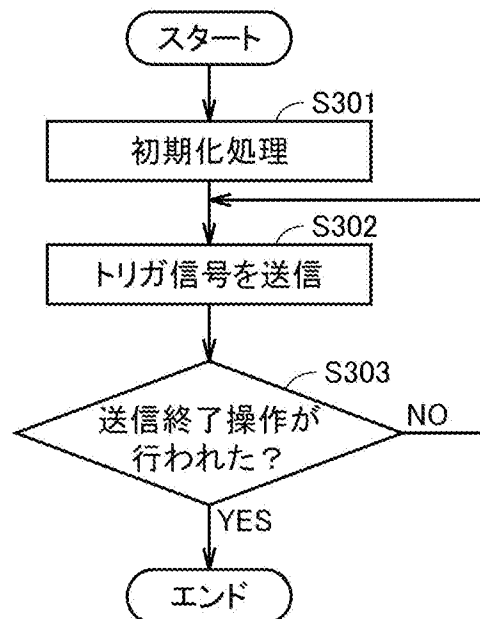
[図6]

FIG.6



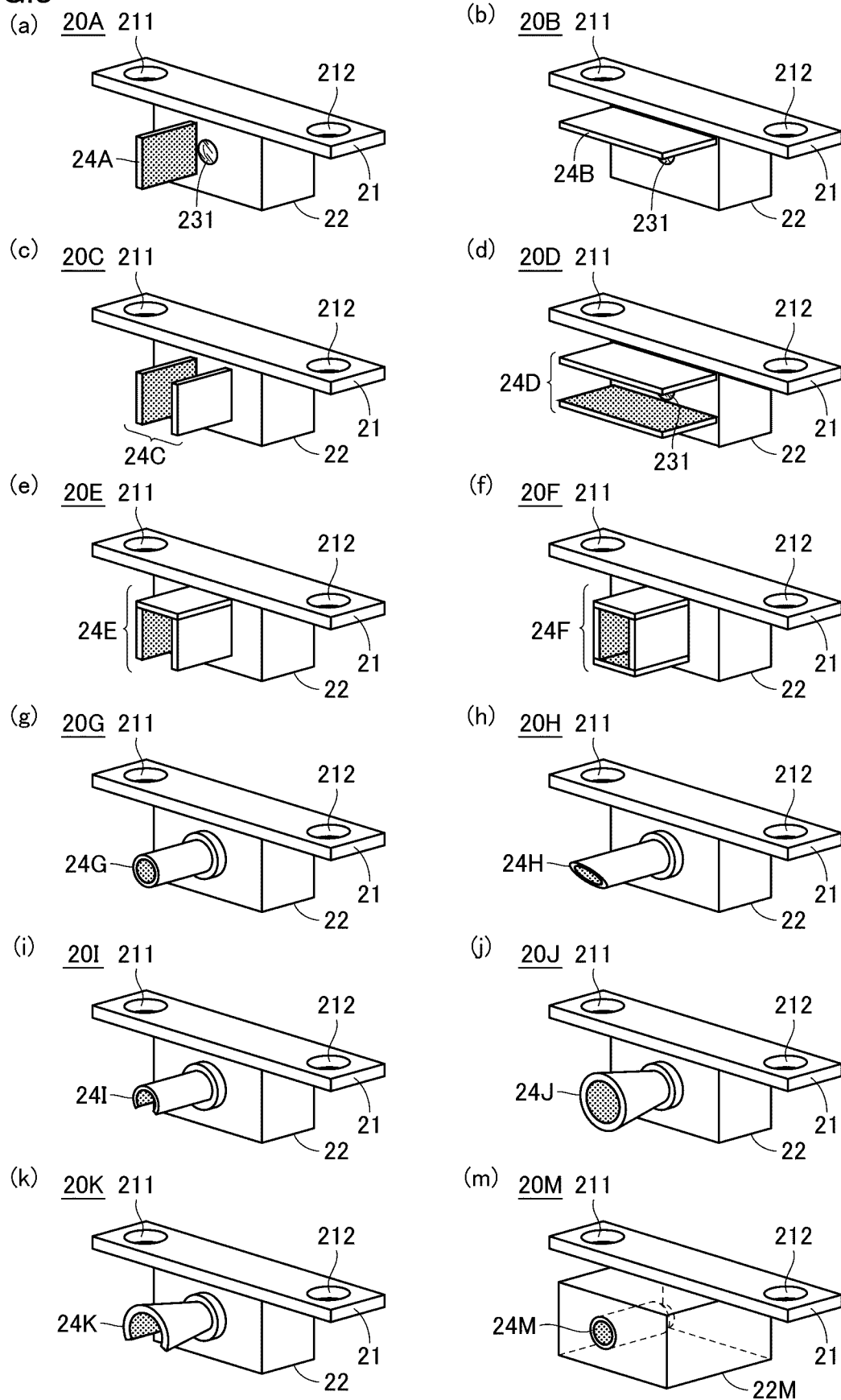
[図7]

FIG.7



[図8]

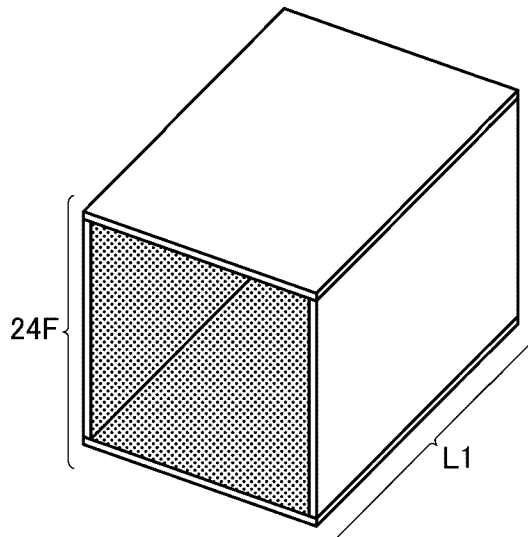
FIG.8



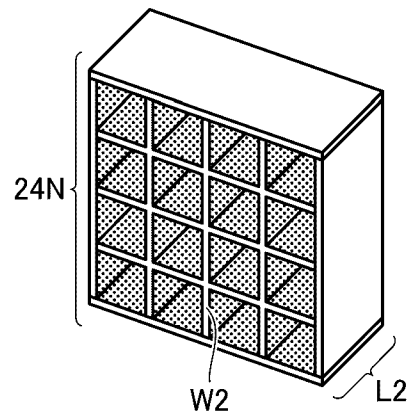
[図9]

FIG. 9

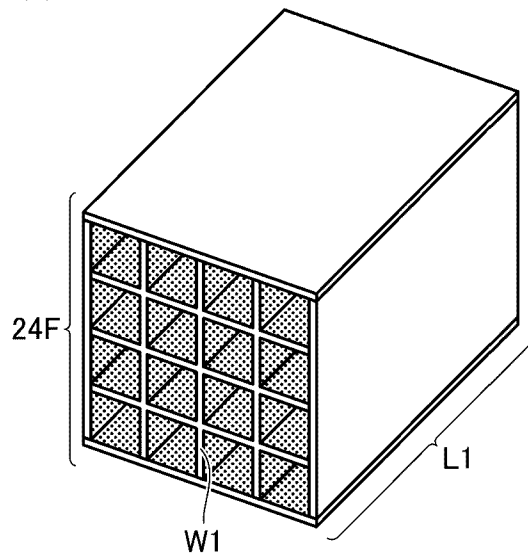
(a)



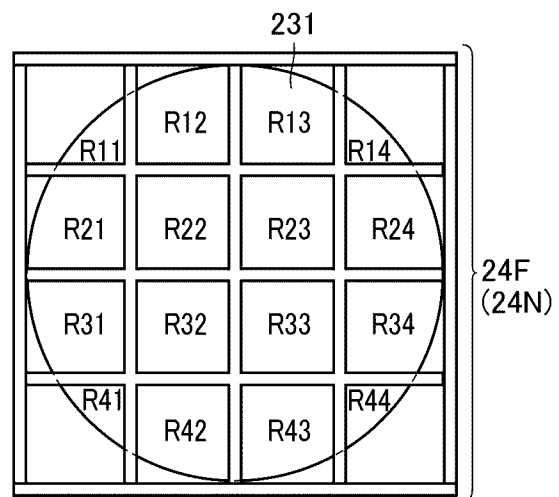
(c)



(b)

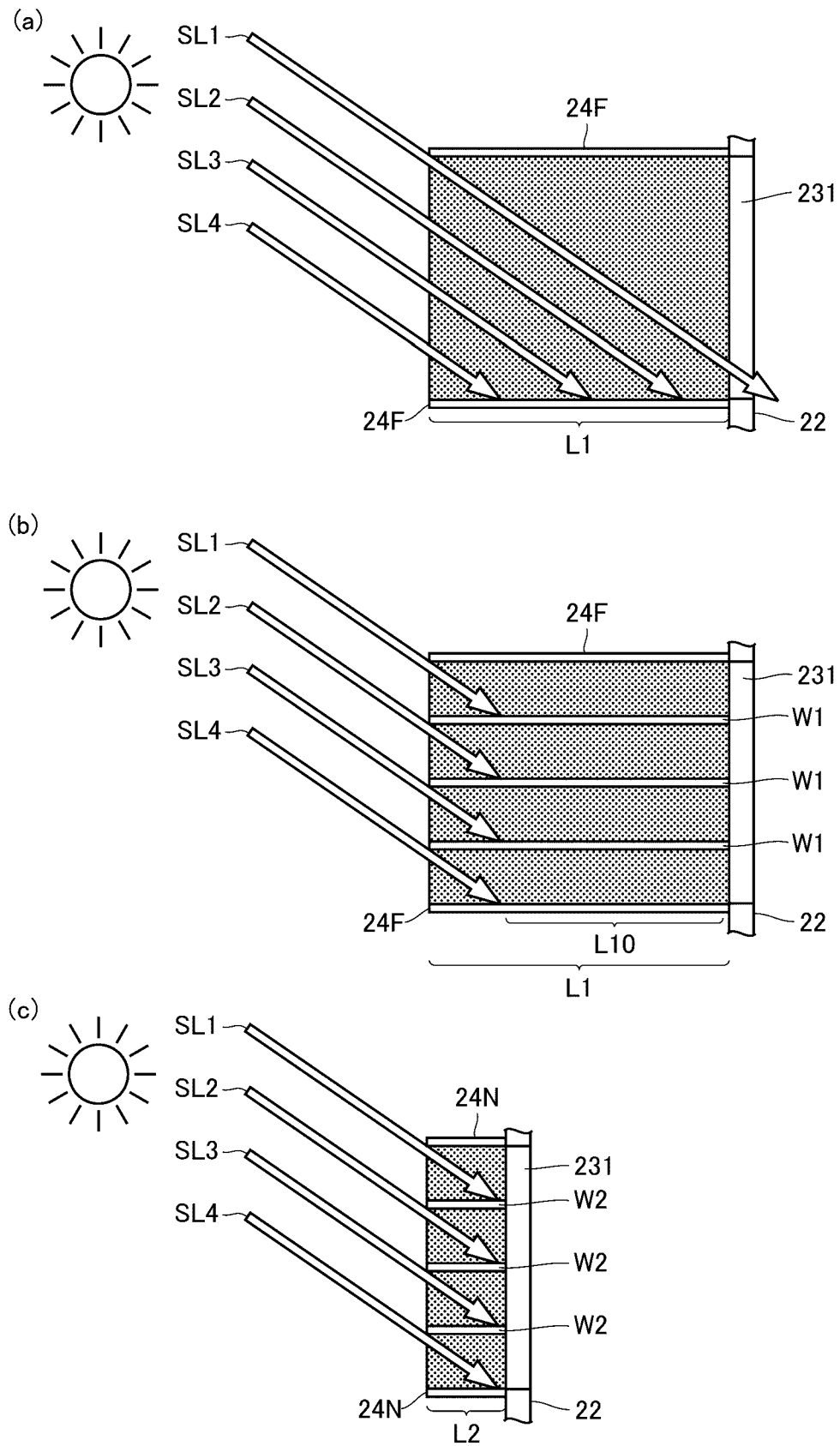


(d)



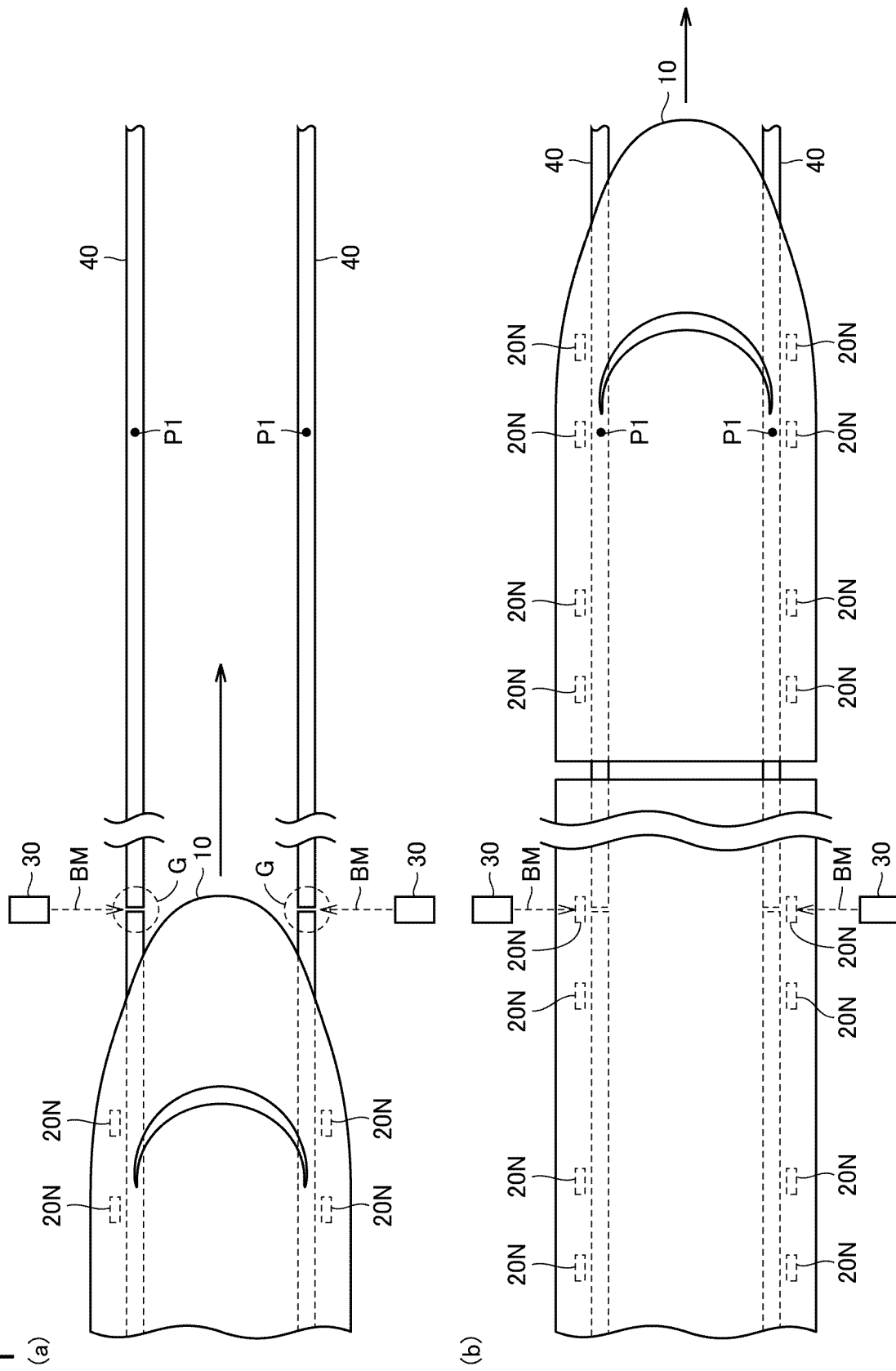
[図10]

FIG.10



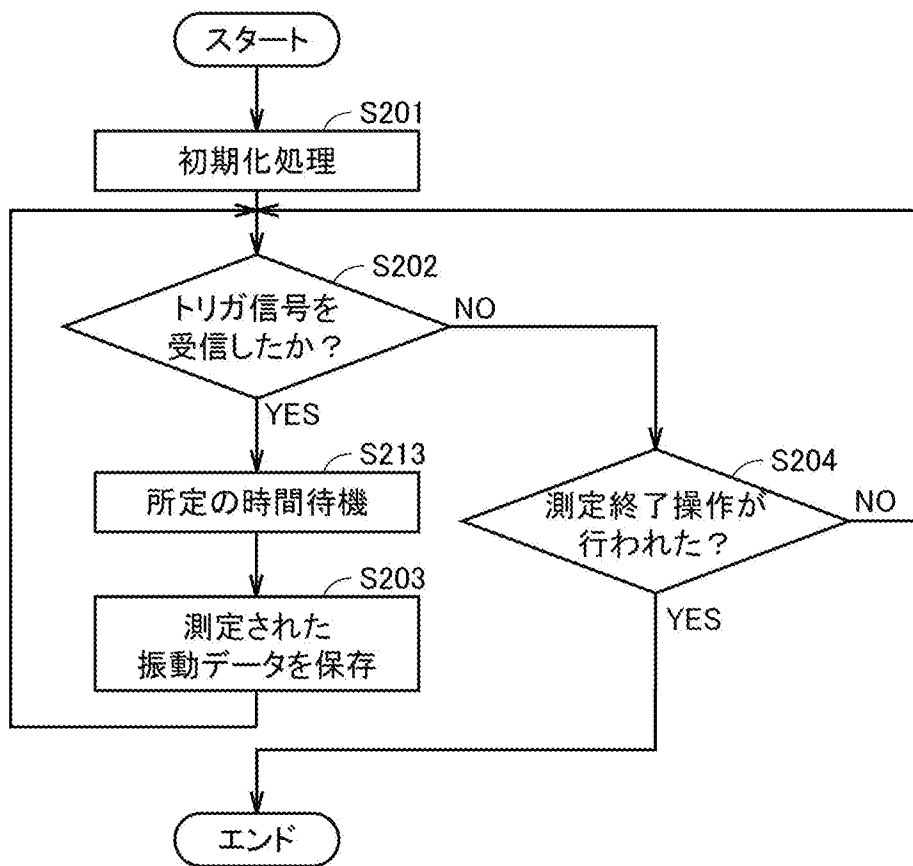
[図11]

FIG.11



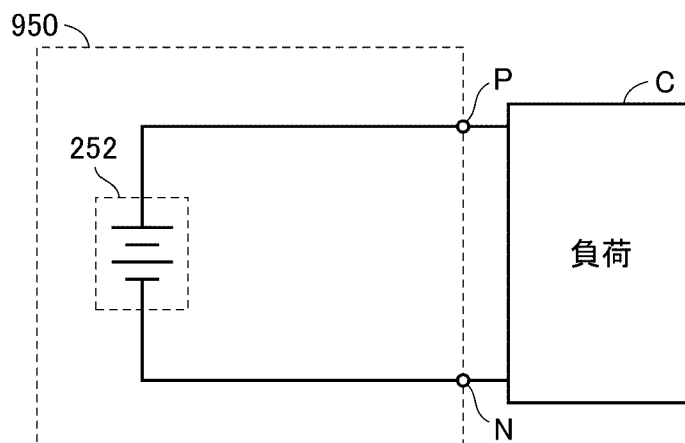
[図12]

FIG.12



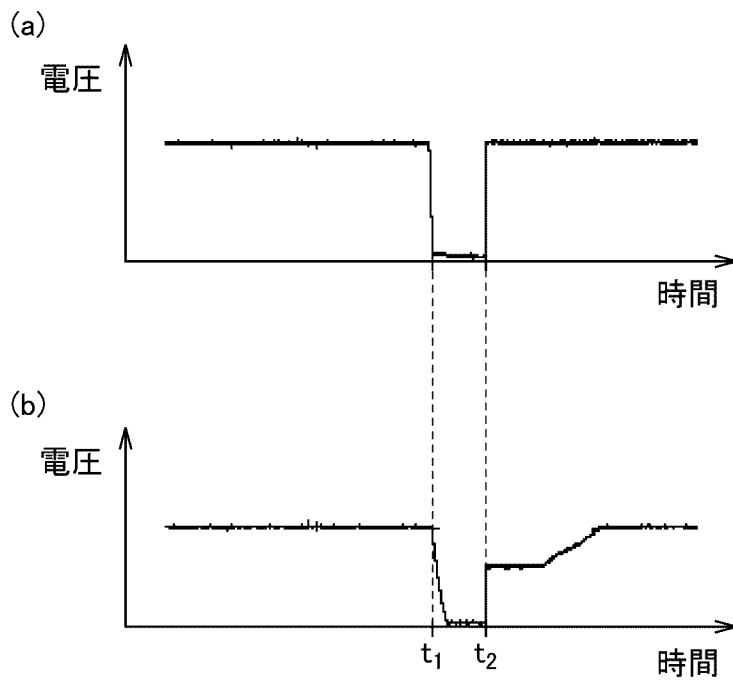
[図13]

FIG.13



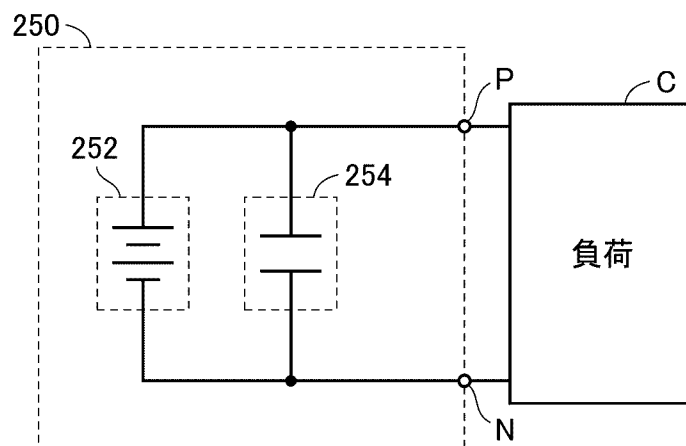
[図14]

FIG.14



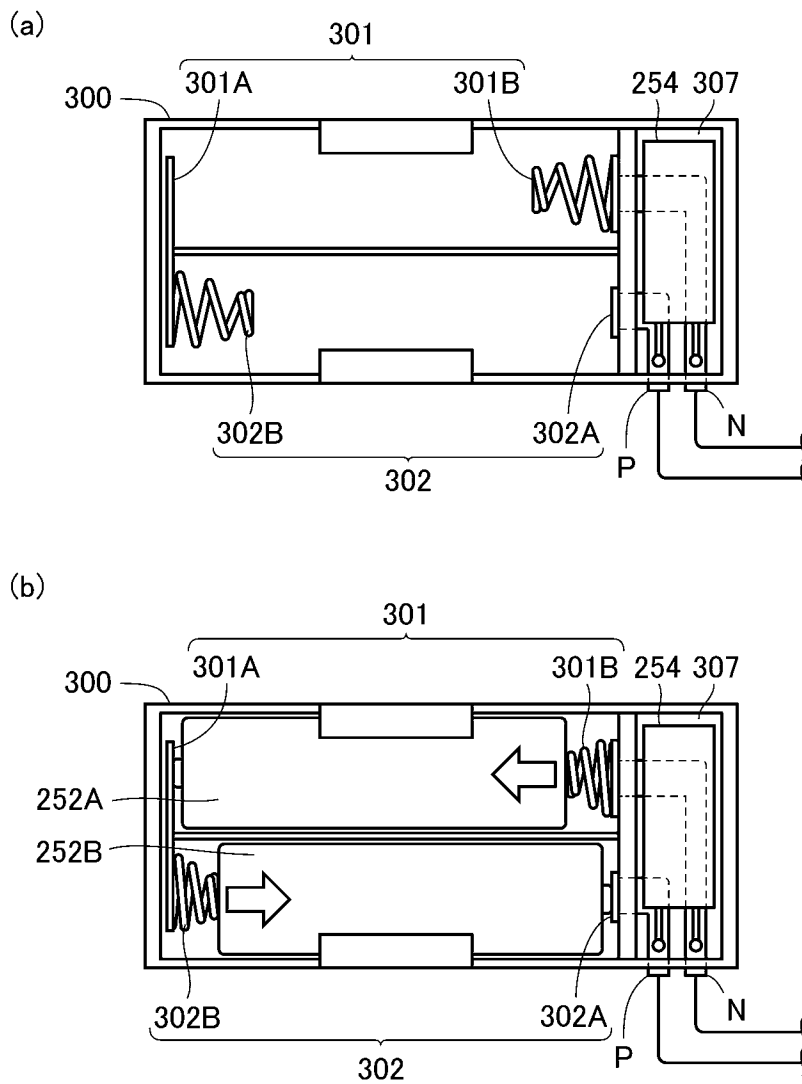
[図15]

FIG.15



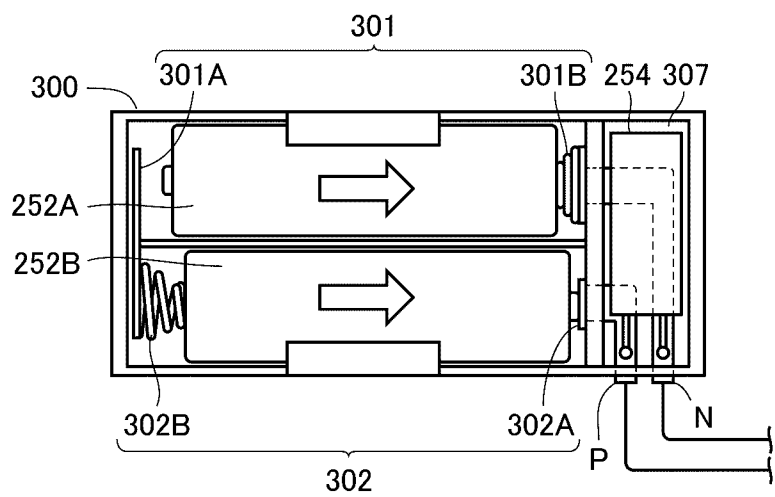
[図16]

FIG.16



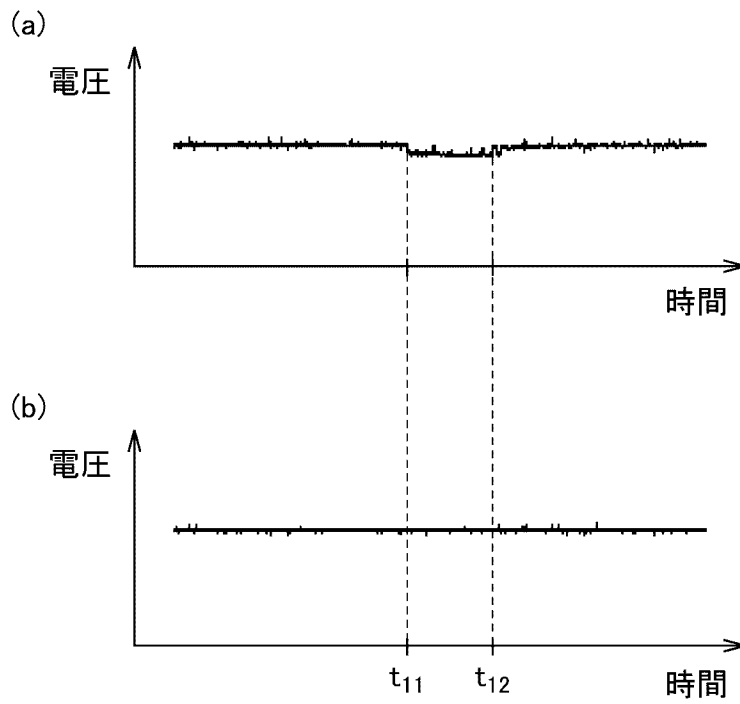
[図17]

FIG.17



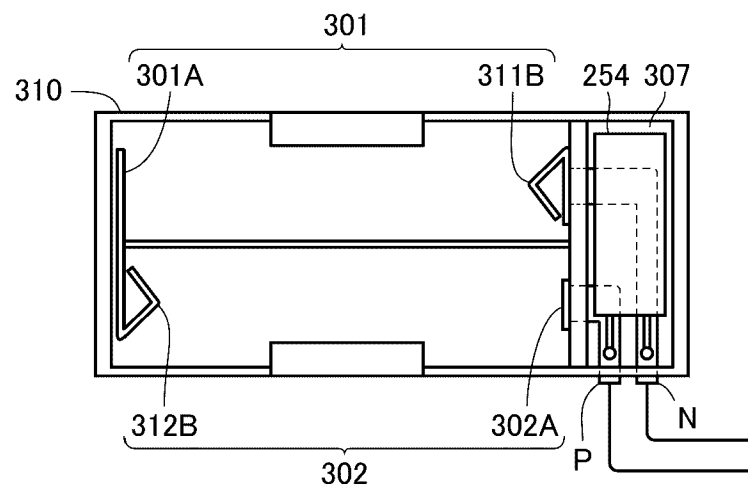
[図18]

FIG.18



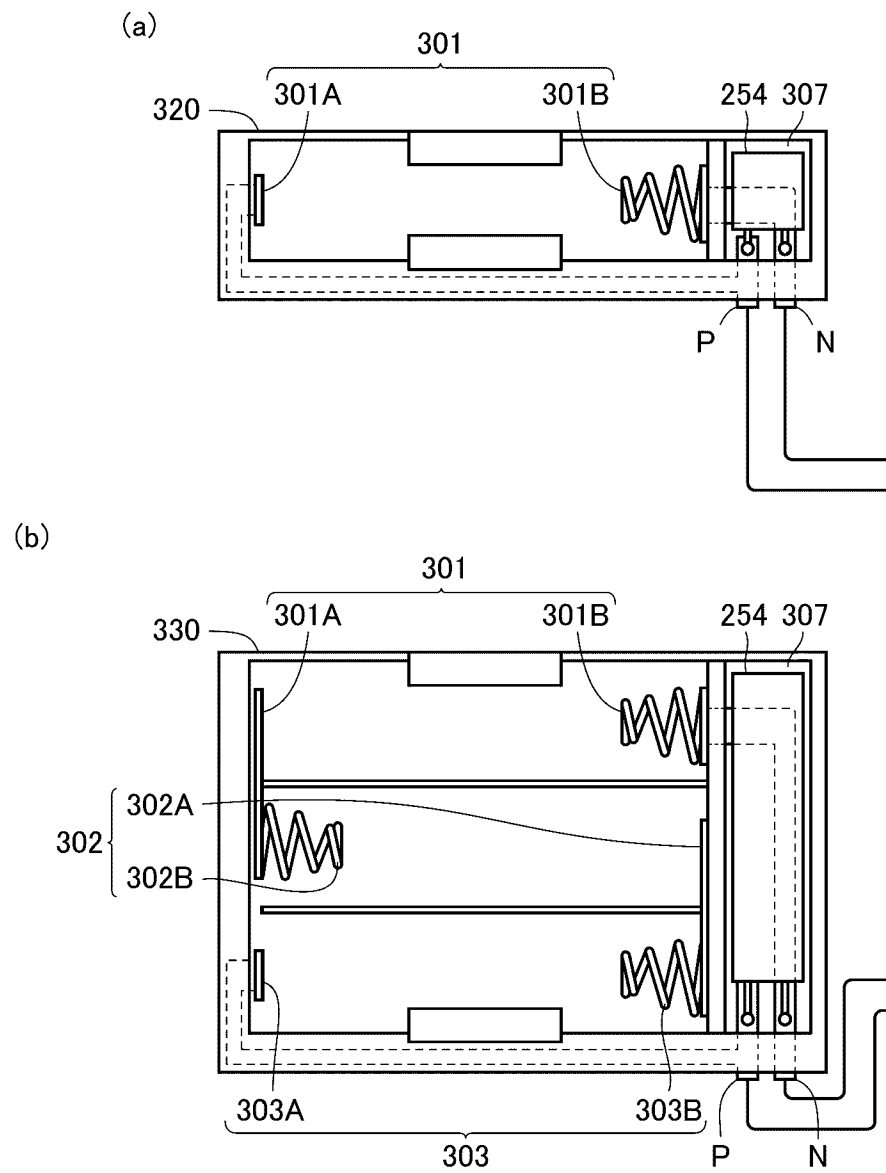
[図19]

FIG.19



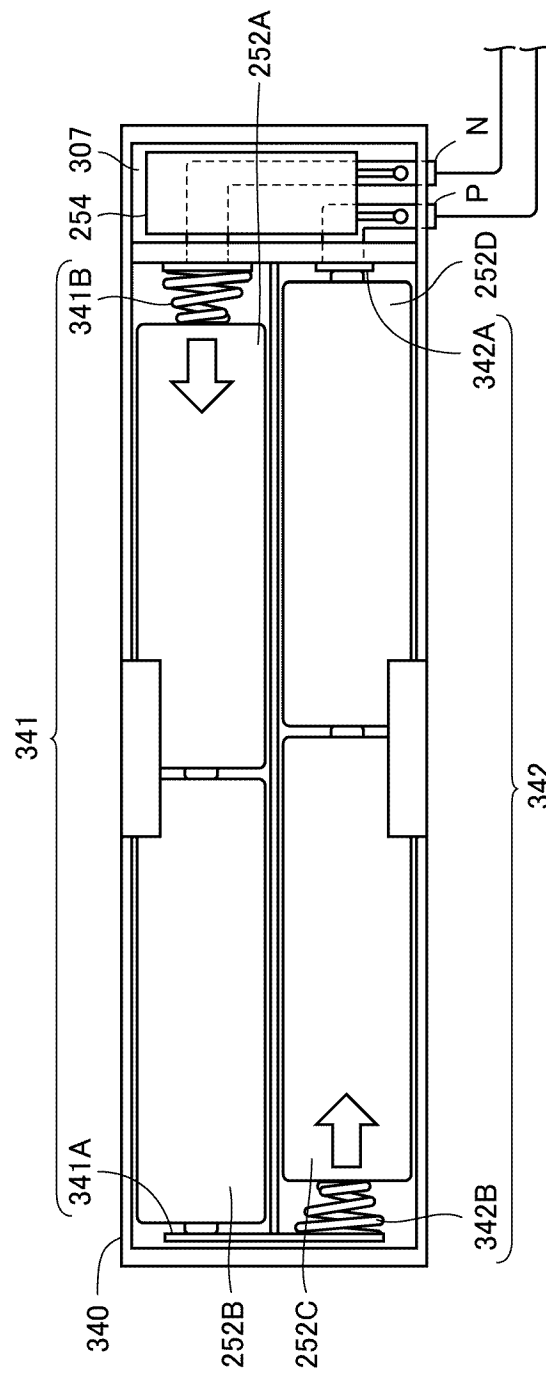
[図20]

FIG.20



[図21]

FIG.21



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/007525

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01H17/00(2006.01)i, H01M2/10(2006.01)i, H01M2/20(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)

G01H1/00-17/00, G01M13/00-13/04, G01M99/00, H01M2/10, H01M2/20, H04B10/60-10/69

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	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.
Y A	JP 2013-257265 A (NTN Corp.), 26 December 2013 (26.12.2013), paragraphs [0018] to [0023], [0029] to [0030]; fig. 1 & US 2015/0057956 A1 paragraphs [0037] to [0043]; fig. 1 & WO 2013/146502 A1 & EP 2833115 A1 & CN 104185782 A	1-5, 7-14 6
Y A	WO 2016/039202 A1 (NTN Corp.), 17 March 2016 (17.03.2016), paragraphs [0010] to [0012], [0103] & JP 2016-55840 A & JP 2016-75478 A & JP 2016-75479 A	1-5, 7-14 6

☒ 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
11 May 2017 (11.05.17)

Date of mailing of the international search report
23 May 2017 (23.05.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/007525

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2004-259540 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 16 September 2004 (16.09.2004), paragraph [0017] (Family: none)	4-5, 10-13 6
Y A	JP 2006-93830 A (TOA Corp.), 06 April 2006 (06.04.2006), paragraph [0038] (Family: none)	4-5, 10-13 6
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 167921/1975 (Laid-open No. 79530/1977) (Citizen Watch Co., Ltd.), 14 June 1977 (14.06.1977), specification, page 1, line 8 to page 2, line 11 (Family: none)	10-13
A	US 6053047 A (DISTER Carl J.), 25 April 2000 (25.04.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1-3, 14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01H17/00(2006.01)i, H01M2/10(2006.01)i, H01M2/20(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. G01H1/00-17/00, G01M13/00-13/04, G01M99/00, H01M2/10, H01M2/20, H04B10/60-10/69

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
Y A	JP 2013-257265 A（NTN株式会社） 2013.12.26 段落0018-段落0023、段落0029-段落0030、図1 & US 2015/0057956 A1 [0037]-[0043], Fig. 1 & WO 2013/146502 A1 & EP 2833115 A1 & CN 104185782 A	1-5, 7-14 6

☒ 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

11.05.2017

国際調査報告の発送日

23.05.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

山口 剛

2 J

9806

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	WO 2016/039202 A1 (NTN株式会社) 2016.03.17	1-5, 7-14
A	段落0010-段落0012、段落0103 & JP 2016-55840 A & JP 2016-75478 A & JP 2016-75479 A	6
Y	JP 2004-259540 A (松下電工株式会社) 2004.09.16	4-5, 10-13
A	段落0017 (ファミリーなし)	6
Y	JP 2006-93830 A (ティーオーエー株式会社) 2006.04.06	4-5, 10-13
A	段落0038 (ファミリーなし)	6
Y	日本国実用新案登録出願50-167921号(日本国実用新案登録出願公開 52-79530号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム (シチズン時計株式会社) 1977.06.14 明細書第1頁第8行-明細書第2頁11行 (ファミリーなし)	10-13
A	US 6053047 A (DISTER Carl J.) 2000.04.25 全文、全図 (ファミリーなし)	1-3, 14