

(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3月29日(29.03.2018)



(10) 国際公開番号

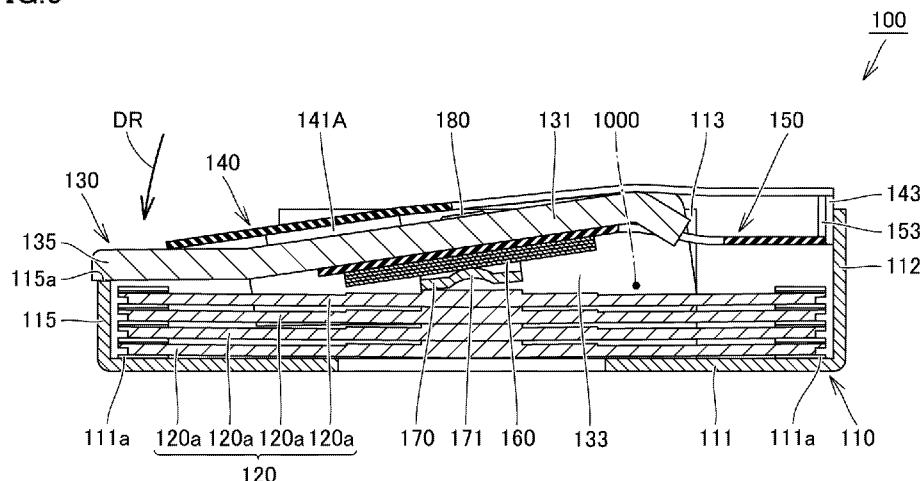
WO 2018/055939 A1

- (51) 国際特許分類:
H02N 2/18 (2006.01) H01L 41/113 (2006.01)
H01L 41/053 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/028874
- (22) 国際出願日: 2017年8月9日(09.08.2017)
- (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 2016-186811 2016年9月26日(26.09.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所
(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/
JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1
丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 上林 嗣治 (KANBAYASHI, Tsuguji);
〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番
1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (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
阪市北区中之島三丁目 2 番 4 号 中之島フェス
ティバルタワー・ウエスト 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,

(54) Title: PIEZOELECTRIC POWER GENERATION DEVICE, PIEZOELECTRIC POWER GENERATION MOD-
ULE, AND TRANSMITTER

(54) 発明の名称: 圧電発電装置、圧電発電モジュールおよび送信機

FIG.9



(57) Abstract: A piezoelectric power generation device (100) is equipped with piezoelectric elements (120a) having a rectangular shape when seen from a planar view, a case body (110), and a lever (130). The piezoelectric elements (120a) are flexible, and generate power by deforming in the thickness direction. The case body (110) supports the piezoelectric elements (120a) in a flexurally deformable manner. The lever (130) is rotatably supported by the case body (110), and causes flexural deformation of the piezoelectric elements (120a) by displacing when an external force is applied thereto. The rotational axis (1000) of the lever (130) is positioned in parallel with two opposing sides of the piezoelectric elements (120a) when seen from a planar view, and the case body (110) has a contact part (115a) provided along the side among said



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))

two sides which is farther from the rotational axis (1000). The lever (130) contacts the contact part (115a), thus restricting rotation of the lever (130).

(57) 要約: 圧電発電装置 (100) は、平面視矩形状の圧電素子 (120a) と、ケース体 (110) と、レバー (130) とを備える。圧電素子 (120a) は、可撓性を有し、厚み方向に変形することで発電する。ケース体 (110) は、圧電素子 (120a) を撓み変形可能に支持する。レバー (130) は、ケース体 (110) によって回動可能に支持され、外力を受けることにより変位することで圧電素子 (120a) に撓み変形を生じさせる。レバー (130) の回転軸 (1000) は、平面視した場合に圧電素子 (120a) の相対する二辺に平行となるように配置され、ケース体 (110) は、上記二辺のうちの回転軸 (1000) から遠い方の一辺に沿って設けられた突き当たり部 (115a) を有する。突き当たり部 (115a) にレバー (130) が当接することにより、その回動が制限される。

明 細 書

発明の名称：圧電発電装置、圧電発電モジュールおよび送信機 技術分野

[0001] 本発明は、圧電素子を利用して発電する圧電発電装置および当該圧電発電装置を具備してなる圧電発電モジュールならびに当該圧電発電モジュールを具備してなる送信機に関する。

背景技術

[0002] 圧電素子は、外力を受けて変形することにより、その変形量に応じた電力を発電する。そのため、従来、圧電素子を利用した各種の圧電発電装置が提案されている。

[0003] たとえば、特開２００６－２６２５７５号公報（特許文献１）には、キーを備えた携帯型の電子機器に組み込まれる圧電発電装置が開示されている。当該圧電発電装置は、支持部材によって撓み変形可能に支持されてなる圧電素子を具備しており、圧電発電装置がキーの背後に配置されることにより、キーによって圧電素子が押し下げられて撓み変形するように構成されている。

[0004] しかしながら、圧電素子は、比較的脆弱な部材であるため、過度の外力が付与された場合には、破損してしまう問題がある。そのため、圧電発電装置を設計するに際しては、過度の外力が圧電素子に付与されないように構成することが重要である。

[0005] ここで、特開２００１－３０７５９２号公報（特許文献２）には、圧電発電装置は組み込まれていないものの、キーが過度に押し込まれてしまうことが防止されてなる携帯型の電子機器が開示されている。当該携帯型の電子機器においては、キーが組付けられるフロントパネルの背後にスイッチが設けられてなる配線基板が配置されるとともに、フロントパネルにキーの配線基板側に向けての移動を制限するフランジ状のストッパ部を設け、当該ストッパ部にキーが当接することで過度の外力が配線基板に付与されないように構

成されている。

先行技術文献

特許文献

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

特許文献2：特開 2 0 0 1 － 3 0 7 5 9 2 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、上記特開 2 0 0 6 － 2 6 2 5 7 5 号公報に開示の構成に上記特開 2 0 0 1 － 3 0 7 5 9 2 号公報に開示の構成を適用したとしても、過度な外力がキーに付与された場合には、ストッパ部がフロントケースに設けられている以上、フロントケースが変形してしまい、十分に圧電素子を保護することができず、圧電素子が破損してしまうおそれがある。

[0008] したがって、本発明は、上述した問題を解決すべくなされたものであり、圧電素子に過度な外力が付与されてしまうことが確実に防止できる圧電発電装置およびこれを備えた圧電発電モジュールならびに送信機を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明に基づく圧電発電装置は、少なくとも 1 つ以上の圧電素子と、支持部材と、レバーを備えている。上記圧電素子は、可撓性を有しており、厚み方向に変形することで発電するものである。上記支持部材は、上記圧電素子を撓み変形可能に支持するものである。上記レバーは、上記圧電素子に対向するように上記支持部材によって回動可能に支持されており、外力を受けることにより上記圧電素子の厚み方向に実質的に沿った方向に変位することで上記圧電素子に撓み変形を生じさせるものである。上記レバーの回転軸は、上記圧電素子の厚み方向に沿って見た場合に上記圧電素子の相対する二辺に平行となるように配置されている。上記支持部材は、上記圧電素子の上記二辺のうちの上記回転軸から遠い方の一辺に沿って設けられた突き当たり部を

有している。上記本発明に基づく圧電発電装置にあつては、上記突き当たり部に上記レバーの一部が当接することにより、上記レバーの上記圧電素子側に向けての回動が制限されるように構成されている。

[0010] 上記本発明に基づく圧電発電装置にあつては、上記支持部材が、上記圧電素子を収容する箱状の形状を有していてもよく、その場合には、上記突き当たり部が、上記圧電素子の上記二辺のうちの上記回転軸から遠い方の一辺に沿って設けられた側壁部の上面にて構成されていることが好ましい。

[0011] 上記本発明に基づく圧電発電装置にあつては、上記レバーが、平面視細長矩形状の形状を有していることが好ましく、その場合には、上記レバーの長辺方向が、上記回転軸の延在方向と平行であることが好ましい。

[0012] 上記本発明に基づく圧電発電装置は、上記レバーで受けた外力を上記圧電素子に伝達する外力伝達部をさらに備えていてもよい。その場合には、上記外力伝達部が、反転バネを含んでいることが好ましく、またその場合には、上記反転バネが、上記圧電素子と上記レバーとの間に配置されていることが好ましい。

[0013] 上記本発明に基づく圧電発電装置にあつては、上記外力伝達部が、上記反転バネに並列に接続された補助バネをさらに含んでもよく、その場合には、上記補助バネが、上記圧電素子と上記レバーとの間に配置されていることが好ましい。

[0014] 上記本発明に基づく圧電発電装置にあつては、上記圧電素子が、金属板と、上記金属板の一方の主面に設けられた板状の圧電体とを含んでもよい。

[0015] 上記本発明に基づく圧電発電装置は、上記圧電素子を複数備えていてもよく、その場合には、上記複数の圧電素子が、各々の厚み方向に積層されていることが好ましい。

[0016] 上記本発明に基づく圧電発電装置にあつては、上記支持部材が、底板部と、当該底板部の四辺から立設された側壁部とを含む箱状の形状を有していることが好ましい。

[0017] 本発明に基づく圧電発電モジュールは、上記本発明に基づく圧電発電装置と、上記圧電素子にて発電された電力を負荷に対して供給するための電力供給回路とを備えている。

[0018] 本発明に基づく送信機は、上記本発明に基づく圧電発電モジュールと、上記負荷として、上記圧電発電モジュールから供給された上記電力を用いて無線信号を送信する送信部とを備えてなるものである。

発明の効果

[0019] 本発明によれば、圧電素子に過度な外力が付与されてしまうことが確実に防止できる圧電発電装置およびこれを備えた圧電発電モジュールならびに送信機とすることができる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明の実施の形態における送信機の構成を概略的に示す回路ブロック図である。

[図2]図1に示す信号出力部の論理回路を示す図である。

[図3]図2に示す論理回路に対応したベン図である。

[図4]本発明の実施の形態における圧電発電装置の斜視図である。

[図5]図4中に示すV-V線に沿った断面図である。

[図6]図4中に示すVⅠ-VⅠ線に沿った断面図である。

[図7]図4に示す圧電発電装置の分解斜視図である。

[図8]図7に示す圧電素子の分解斜視図である。

[図9]図4に示す圧電発電装置に外力が付与された状態における断面図である。

[図10]図1に示す送信機の動作の一例を説明するためのタイムチャートである。

[図11]本発明の実施の形態に準じた圧電発電装置の概略的な構成ならびにレバーとケース体との接続構造を示す概念図である。

[図12]比較例に係る圧電発電装置の概略的な構成ならびにレバーとケース体との接続構造を示す概念図である。

[図13]本発明の実施の形態における圧電発電装置のレバーとケース体との接続構造を示す概念図である。

[図14]反転バネの操作量と操作力との関係を示すグラフである。

[図15]検証試験の結果を示したグラフである。

[図16]本発明の実施の形態に基づいた第1変形例に係る圧電発電装置の概略的な構成を示す断面図である。

[図17]本発明の実施の形態に基づいた第2変形例に係る圧電発電装置の概略的な構成を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、本発明の実施の形態について、図を参照して詳細に説明する。以下に示す実施の形態は、本発明を送信機、当該送信機に具備された圧電発電モジュール、および、当該圧電発電モジュールに具備された圧電発電装置に適用した場合を例示するものである。なお、以下に示す実施の形態においては、同一のまたは共通する部分について図中同一の符号を付し、その説明は繰り返さない。

[0022] 図1は、本発明の実施の形態における送信機の構成を概略的に示す回路ブロック図である。また、図2は、図1に示す信号出力部の論理回路を示す図であり、図3は、図2に示す論理回路に対応したベン図である。まず、これら図1ないし図3を参照して、本実施の形態における送信機1の構成ならびに信号出力部13の構成および動作について説明する。

[0023] 本実施の形態における送信機1は、いわゆるリモートコントローラとして構成されたものであり、操作ボタンを押し下げる際に操作ボタンに付与されることとなる外力を利用して発電を行ない、発電した電力を用いることで送信部が動作するように構成されたものである。したがって、本実施の形態における送信機1は、乾電池等の電源の交換を必要としない。

[0024] 図1に示すように、送信機1は、圧電発電モジュール10と、送信部20とを備えている。圧電発電モジュール10は、後述する圧電発電装置100（図4ないし図6等参照）を具備しており、発電した電力を送信部20に供

給するものである。送信部 20 は、圧電発電モジュール 10 から供給された電力によって動作する負荷に該当する。

[0025] 送信部 20 は、RF (Radio Frequency) アンテナ 21 と、RF 回路 22 とを含んでいる。送信部 20 は、圧電発電モジュール 10 から供給された電力を用いて、送信機 1 から離れた位置に設けられた受信器 (図示せず) へと RF 信号を送信する。この RF 信号は、受信器への制御指令を示す信号であってもよいし、各種情報を受信器に伝達するための信号等であってもよい。

[0026] 圧電発電モジュール 10 は、圧電発電体 120 と、全波整流回路 11 と、コンデンサ C と、DC/DC コンバータ 12 と、信号出力部 13 と、制御回路 14 と、放電スイッチ 15 と、第 1 スイッチ 141A, 141B と、第 2 スイッチ 142 とを主として備えている。

[0027] 圧電発電体 120 は、出力端子 T1, 出力端子 T2 を含んでおり、変形することで発電する複数の圧電素子 120a (図 4 ないし図 6 等参照) を含んでいる。ここで、出力端子 T2 の電位を基準とした出力端子 T1 の電位を「出力電圧 V」と定義する。

[0028] 全波整流回路 11 は、圧電発電体 120 と DC/DC コンバータ 12 との間においてこれらに電氣的に接続されており、圧電発電体 120 の出力電圧 V を全波整流するものである。全波整流回路 11 としては、たとえばダイオードブリッジ (図示せず) を含む一般的な全波整流回路を用いることができる。

[0029] 全波整流回路 11 は、ノード N1, N2 を含んでいる。ノード N1 は、電力線 PL によって DC/DC コンバータ 12 に電氣的に接続されており、全波整流された電圧 (整流電圧) V_c を DC/DC コンバータ 12 に出力する。ノード N2 は、基準電位 GND を有する電力線 GL に電氣的に接続されている。

[0030] コンデンサ C は、電力線 PL と電力線 GL との間に電氣的に接続されており、整流電圧 V_c を平滑化するものである。

[0031] DC/DC コンバータ 12 は、平滑化された整流電圧 V_c を所定の電圧に

変換するものであり、入力端子 V_{in} と、出力端子 V_{out} と、イネーブル端子 E_N とを含んでいる。入力端子 V_{in} は、全波整流回路 11 のノード N_1 に電氣的に接続されており、出力端子 V_{out} は、RF 回路 22 に電氣的に接続されている。イネーブル端子 E_N は、信号出力部 13 の出力ノード O_U に電氣的に接続されている。

[0032] 第 1 スイッチ 141A, 141B は、ユーザの操作を受け付けた際に非導通状態（オフ）から導通状態（オン）に切り替わるものであり、各々が一對の接点を有している。第 1 スイッチ 141A, 141B は、後述するように圧電発電装置 100 のレバー 130 から見て圧電発電体 120 が位置する側とは反対側に配置されている（図 4 ないし図 7 等参照）。

[0033] 第 1 スイッチ 141A, 141B は、各々が独立してユーザによって操作されるように構成されており、片方のスイッチのみの操作や両方のスイッチの同時の操作が可能である。なお、本実施の形態においては、後述するようにこれら第 1 スイッチ 141A, 141B がいずれもメンブレンスイッチにて構成されているが、他の種類のスイッチを利用することもできる。

[0034] 第 1 スイッチ 141A の一對の接点の一方は、電力線 PL に電氣的に接続されており、他方は、信号出力部 13 の入力ノード $IN1A$ に電氣的に接続されている。これにより、第 1 スイッチ 141A は、オン状態において信号 $S1A$ を信号出力部 13 に出力する。

[0035] 第 1 スイッチ 141B の一對の接点の一方は、電力線 PL に電氣的に接続されており、他方は、信号出力部 13 の入力ノード $IN1B$ に電氣的に接続されている。これにより、第 1 スイッチ 141B は、オン状態において信号 $S1B$ を信号出力部 13 に出力する。

[0036] 第 2 スイッチ 142 は、ユーザの操作を受け付けた際に非導通状態（オフ）から導通状態（オン）に切り替わるものであり、一對の接点を有している。第 2 スイッチ 142 は、後述するように圧電発電装置 100 のレバー 130 から見て圧電発電体 120 が位置する側に配置されている（図 5 ないし図 7 等参照）。第 2 スイッチ 142 は、上述した第 1 スイッチ 141A, 14

1 Bとは、ユーザのボタン操作における異なるタイミングにおいてオン／オフが切り替わるものであるが、その詳細については後述することとする。

[0037] 後述するように、第2スイッチ142の一对の接点のうち的一方は、反転バネ160にて構成されており、他方は、当該反転バネ160が実装された配線基板（第2フレキシブル配線基板150（図5ないし図7等参照））に設けられた導電端子にて構成されている。

[0038] 第2スイッチ142の一对の接点の一方は、電力線PLに電氣的に接続されており、他方は、信号出力部13の入力ノードIN2に電氣的に接続されている。これにより、第2スイッチ142は、オン状態において信号S2を信号出力部13に出力する。

[0039] 信号出力部13は、上述した入力ノードIN1A、IN1B、IN2および出力ノードOUTに加え、ダイオードD1～D4と、抵抗R1～R4と、NMOS（n-type Metal Oxide-Semiconductor）トランジスタからなるスイッチング素子Qとを含んでいる。

[0040] 入力ノードIN1Aは、ダイオードD1を介してスイッチング素子Qのゲートに電氣的に接続されている。ダイオードD1のアノードは、抵抗R1を介して電力線GLに電氣的にされている。同様に、入力ノードIN1Bは、ダイオードD2を介してスイッチング素子Qのゲートに電氣的に接続されている。ダイオードD2のアノードは、抵抗R2を介して電力線GLに電氣的に接続されている。

[0041] スwitchング素子Qのドレインは、抵抗R3を介して電力線PLに電氣的に接続されている。スイッチング素子Qのソースは、電力線GLに電氣的に接続されている。

[0042] ダイオードD3のアノードは、抵抗R3とスイッチング素子Qのドレインとの接続ノードに電氣的に接続されている。ダイオードD3のカソードは、出力ノードOUTに電氣的に接続されている。また、ダイオードD3のカソードは、抵抗R4を介して電力線GLに電氣的に接続されている。

[0043] 入力ノードIN2は、ダイオードD4のアノードに電氣的に接続されてい

る。ダイオードD 4のカソードは、ダイオードD 3のカソードに電氣的に接続されている。

[0044] ここで、信号出力部1 3の出力ノードOUTは、DC／DCコンバータ1 2のイネーブル端子ENに電氣的に接続されている。これにより、イネーブル端子ENは、出力ノードOUTから出力された切替信号SWをDC／DCコンバータ1 2のイネーブル信号として受ける。

[0045] 以上の回路構成からなる信号出力部1 3の論理回路は、図2に示す如くなる。すなわち、図2に示すように、信号出力部1 3は、信号S 1 Aを受ける入力ノードIN 1 Aと、信号S 1 Bを受ける入力ノードIN 1 Bと、信号S 2を受ける入力ノードIN 2と、切替信号SWを出力する出力ノードOUTと、NOR回路（否定論理和回路）1 3 aと、OR回路（論理和回路）1 3 bとを含んでいる。

[0046] NOR回路1 3 aは、信号S 1 Aと信号S 1 Bとの否定論理和の演算結果を示す信号をOR回路1 3 bに出力する。OR回路1 3 bは、NOR回路1 3 aからの信号と、信号S 2との論理和の演算結果を示す信号を出力ノードOUTに出力する。

[0047] 図3に示すように、このように構成された信号出力部1 3は、領域K 1に示すように、第1スイッチ1 4 1 A、1 4 1 Bおよび第2スイッチ1 4 2がいずれもオフである場合に、H（ハイ）レベルの切替信号SWを出力する。

[0048] また、領域K 2、K 3に示すように、第1スイッチ1 4 1 A、1 4 1 Bのうちの一方がオンであり、他方がオフであり、かつ、第2スイッチ1 4 2がオフである場合には、信号出力部1 3は、L（ロー）レベルの切替信号SWを出力する。また、領域K 4に示すように第1スイッチ1 4 1 A、1 4 1 Bがいずれもオンであり、かつ、第2スイッチ1 4 2がオフである場合にも、信号出力部1 3は、Lレベルの切替信号SWを出力する。

[0049] 一方、領域K 5～K 8に示すように、第2スイッチ1 4 2がオンである場合には、信号出力部1 3は、Hレベルの切替信号SWを出力する。なお、後述する圧電発電装置1 0 0の構成から明らかなように、本実施の形態におい

ては、第1スイッチ141A、141Bがいずれもオフであるにもかかわらず、第2スイッチ142がオンである状態（領域K8参照）は、実際には生じない。

[0050] 以上により、信号出力部13は、第1スイッチ141A、141Bおよび第2スイッチ142のオン状態またはオフ状態の組み合わせに基づき、HレベルまたはLレベルの切替信号SWをDC/DCコンバータ12のイネーブル端子ENに出力する。

[0051] 図1に示すように、制御回路14は、電力線PLと電力線GLとの間に接続されている。制御回路14は、送信部20の動作を制御する部位であり、ここではその詳細な説明は省略するが、信号S1A、S1Bの入力を別途受けられるように構成されており、入力された信号に応じて送信部20に動作指令を出力する。また、制御回路14は、放電スイッチ15に放電指令を出力する。

[0052] 放電スイッチ15は、圧電発電体120の出力端子T1と出力端子T2との間に接続されており、圧電発電体120に蓄えられた電荷を放電するために用いられる。より具体的には、放電スイッチ15は、制御回路14からの放電指令に応答して非導通状態（オフ）から導通状態（オン）へと切り替えられる。

[0053] これにより、放電スイッチ15がオンになった場合に、出力端子T1と出力端子T2とが短絡することになり、圧電発電体120に蓄えられた電荷が放電されることになる。なお、放電スイッチ15としては、たとえばアナログスイッチなどのIC（Integrated Circuit）またはFET（Field Effect Transistor）を用いることができる。

[0054] 以上において説明した送信機1においては、第1スイッチ141A、141Bおよび第2スイッチ142のオン状態またはオフ状態に基づき、DC/DCコンバータ12が、イネーブル端子ENに信号出力部13からHレベルの切替信号SWの入力を受けた場合に、送信部20への電力の供給を行ない、イネーブル端子ENに信号出力部13からLレベルの切替信号SWの入力

を受けた場合に、送信部 20 への電力の供給を行なわないことになる。

[0055] このように構成することにより、本実施の形態における送信機 1 においては、第 1 スイッチ 141A、141B および第 2 スイッチ 142 のオン状態またはオフ状態の組み合わせに基づき、圧電発電体 120 にて発電された電力を所定のタイミングで送信部 20 へと供給することで効率的な発電と必要な送信動作とが実現されることになるが、当該送信機 1 の動作の詳細については後述することとし、以下においては、上述した圧電発電モジュール 10 に具備された圧電発電装置 100 について詳細に説明する。

[0056] 図 4 は、本実施の形態における圧電発電装置の斜視図であり、図 5 および図 6 は、それぞれ図 4 中に示す V-V 線および VⅠ-VⅠ 線に沿った断面図である。また、図 7 は、図 4 に示す圧電発電装置の分解斜視図であり、図 8 は、図 7 に示す圧電素子の分解斜視図である。まず、これら図 4 ないし図 8 を参照して、本実施の形態における圧電発電装置 100 の構成について説明する。

[0057] 図 4 ないし図 7 に示すように、圧電発電装置 100 は、支持部材としてのケース体 110 と、圧電素子 120a が複数積層されてなる圧電発電体 120 と、可動部としてのレバー 130 と、第 1 フレキシブル配線基板 140 と、第 2 フレキシブル配線基板 150 と、外力伝達部としての反転バネ 160 および補助バネ 170 と、ビス 180 とを備えている。

[0058] 圧電発電装置 100 は、操作ボタン（不図示）の背後に配置されるものである。具体的には、操作ボタンは、圧電発電装置 100 の第 1 フレキシブル配線基板 140 が位置する側の主面上に設置される。なお、本実施の形態においては、独立して操作可能な 2 つの操作ボタンが、図 4 ないし図 6 中に示す矢印 AR1、AR2 の位置に設置され、当該操作ボタンがユーザによって操作されることにより、圧電発電装置 100 に対して当該矢印 AR1、AR2 方向にそれぞれ外力が付与されることになる。

[0059] ケース体 110 は、平面視略矩形状の底板部 111 と、当該底板部 111 の四辺から立設された側壁部 112～115 とを含む箱状の形状を有してい

る。ケース体 110 は、圧電発電装置 100 を構成する他の部品を支持するベースとなる部材であり、これら圧電発電装置 100 を構成する他の部品は、底板部 111 および側壁部 112～115 によって囲まれた空間に主として収容される。

[0060] 側壁部 112, 115 は、互いに対向するように底板部 111 の相対する二辺から立設されており、側壁部 113, 114 は、互いに対向するように底板部 111 の上述した二辺とは異なる他の二辺から立設されている。底板部 111 の四隅には、これら側壁部 112～115 が互いに不連続となるように側壁部が設けられていない部分が形成されている。

[0061] 底板部 111 の四隅には、それぞれ底板部 111 の内底面から突出するように支持部 111a が設けられている。これら支持部 111a は、圧電発電体 120 を撓み変形可能に支持するための部位である。

[0062] 側壁部 113, 114 の側壁部 112 寄りの所定位置には、互いに対向するように軸支孔 113a, 114a が設けられている（図 5 および図 7 参照）。軸支孔 113a, 114a は、レバー 130 を回動可能に軸支するための部位である。

[0063] 側壁部 115 は、他の側壁部 112～114 よりも僅かに低く構成されており、レバー 130 の回動を制限するための突き当たり部としての突き当たり面 115a をその上面に有している。

[0064] 上述した構成のケース体 110 は、所定の厚みを有する金属製の板状部材をプレス加工することによって形成されていることが好ましく、このように構成することにより、ケース体 110 に高い剛性を付与することができる。特に、図示するように底板部 111 の四辺から側壁部 112～115 を曲げ加工によって立設させることにより、ケース体 110 の強度を高く保つことができる。具体的には、ケース体 110 は、たとえば厚み 0.25 [mm] のステンレス製の板状部材のプレス成形品にて構成される。

[0065] なお、ケース体 110 は、底板部 111 および側壁部 112～115 によって囲まれた空間に圧電発電体 120 を配置することのみによって当該圧電

発電体 120 のケース体 110 に対する位置決めが行なわれることとなるように、後述する圧電発電体 120 の大きさよりも僅かに大きい大きさとされることが好ましい。

[0066] 圧電発電体 120 は、可撓性を有する平面視矩形状の板状の圧電素子 120a を複数積層してなるものであり、全体として板状の形状を有している。個々の圧電素子 120a は、厚み方向に変形することで発電するものであり、これら複数の圧電素子 120a は、互いの厚み方向が合致するように積層されている。圧電素子 120a としては、ユニモルフ型、バイモルフ型およびマルチモルフ型のいずれのタイプのものを使用してもよいが、本実施の形態においては、後述する圧電膜が 6 層積層された圧電体を備えたマルチモルフ型の圧電素子 120a を使用している。

[0067] 図 8 に示すように、圧電素子 120a は、金属板 121 と、当該金属板 121 の一方の主面に設けられた板状の圧電体 122 とを主として有している。金属板 121 と圧電体 122 とは、たとえばエポキシ接着剤等からなる接着剤層 124 によって貼り合わされている。このように、圧電体 122 の一方の主面に金属板 121 を貼り付けることにより、繰り返しの撓み変形によっても破損が生じ難い耐久性に優れた圧電素子とすることができる。

[0068] また、圧電素子 120a は、外部接続用の一对の端子 123 を有している。一对の端子 123 は、それぞれ圧電体 122 のおもて面に設けられた一对の外部電極に導電性接着剤 125 を用いて接着されている。一对の端子 123 は、シート状のフレキシブルな金属製の部材からなり、その一部が圧電体 122 の外側の領域に向けて引き出されている。また、一对の端子 123 の各々の先端部の所定位置には、貫通孔 123a が設けられている。

[0069] 圧電体 122 は、たとえばチタン酸ジルコン酸鉛系セラミックスからなる圧電膜を複数積層してなるものであり、そのおもて面に上述した一对の外部電極を有している。圧電体 122 の内部には複数の内部電極が設けられており、これら内部電極の各々は、圧電体 122 のおもて面に設けられた一对の外部電極のいずれか一方に接続されている。なお、圧電体 122 としては、

非鉛系圧電体セラミックス（ニオブ酸カリウムナトリウム系セラミックス、アルカリニオブ酸系セラミックス等）を用いてもよい。

[0070] 圧電体 122 のおもて面には、その全面を覆うように保護膜 126 が設けられている。保護膜 126 は、圧電体 122 および端子 123 等を保護するものである。保護膜 126 としては、たとえば圧電体 122 に貼り付けが可能なポリイミドシート等が利用できる。

[0071] ここで、圧電素子 120a の大きさは、特に制限されるものではないが、本実施の形態における圧電素子 120a は、一对の端子 123 を除く部分の大きさが 14 [mm] × 14 [mm] × 0.08 [mm] のものを用いている。

[0072] 図 4 ないし図 7 に示すように、複数の圧電素子 120a は、その各々が有する圧電体 122 のおもて面がケース体 110 の底板部 111 側を向くように（すなわち、圧電体 122 が金属板 121 よりも底板部 111 側に位置するように）積層されてケース体 110 に載置されている。これにより、圧電発電体 120 は、その下面の四隅がケース体 110 の底板部 111 に設けられた支持部 111a に当接することになり、その大部分が底板部 111 から距離をもって位置することでケース体 110 によって撓み変形可能に支持されることになる。なお、本実施の形態においては、合計で 4 個の圧電素子 120a を積層している。

[0073] ここで、複数の圧電素子 120a は、その全体または一部が互いに接触するように積層されていることが好ましく、そのように構成することにより、より底板部 111 側に位置する圧電素子 120a にまで外力の付与による変形を発生させることができる。特に、複数の圧電素子 120a の一部を互いに接触させる場合には、金属板の露出面側に凹凸等を設けることにより、複数の圧電素子 120a の各々の四隅と中央部とを接触させることが好ましい。

[0074] レバー 130 は、平面視略矩形状の基部 131 と、互いに対向するように当該基部 131 の相対する二辺から立設された立壁部 133, 134 とを有

している。基部131は、圧電発電体120に対向するように配置されており、立壁部133、134は、それぞれケース体110の側壁部113、114に対向するように配置されている。

[0075] 基部131の所定位置には、一对のビス穴131aが設けられている。当該ビス穴131aは、第2フレキシブル配線基板150および補助バネ170をレバー130に固定するための部位であり、当該ビス穴131aの各々には、ビス180が取付けられる。

[0076] 立壁部133、134の外側面であってケース体110の側壁部112寄りの所定位置には、外側に向けて突出するように軸部133a、134aが設けられている（図5および図7参照）。軸部133a、134aは、それぞれケース体110に設けられた軸支孔113a、114aに挿入されることで当該軸支孔113a、114aによって軸支されている。これにより、レバー130は、軸部133a、134aを結ぶ軸線を回転軸1000（図5および図6参照）として、ケース体110によって回動可能に支持されている。

[0077] レバー130がケース体110によって回動可能に支持されることにより、レバー130の基部131に外力が付与された場合には、レバー130が、圧電発電体120の厚み方向に実質的に沿った方向に変位する。このレバー130の変位に伴い、レバー130が受けた外力は、後述する外力伝達部としての反転バネ160および補助バネ170を介して圧電発電体120へと伝達され、これにより個々の圧電素子120aに撓み変形が生じることになる。

[0078] ここで、レバー130のうち、上述した回転軸1000から最も遠い部分である基部131の先端部135は、ケース体110の側壁部115側の位置に配置されており、当該先端部135は、レバー130を圧電発電体120側に回動させた場合に、ケース体110の側壁部115に設けられた突き当たり面115aに当接するように構成されている（図9参照）。

[0079] より詳細には、レバー130の回転軸1000は、圧電発電体120の厚

み方向に沿って見た場合に圧電発電体 120 の相対する二辺（すなわち、側壁部 112, 115 が設けられた二辺）に平行なるように配置されており、上述した突き当たり面 115 a は、当該二辺のうちの回転軸 1000 から遠い方の一辺（すなわち、側壁部 115）に沿って設けられている。

[0080] このように構成することにより、レバー 130 の圧電発電体 120 側に向けての回動範囲が制限されることになる。したがって、突き当たり面 115 a を設ける位置を圧電発電体 120 の設置位置やレバー 130 の配設位置や形状等に応じて適切に設定することにより、圧電発電体 120 に過度に外力が付与されることが防止できることになり、圧電発電体 120 の破損を未然に抑制できることになる。

[0081] 上述した構成のレバー 130 は、所定の厚みを有する金属製の板状部材をプレス加工することによって形成されていることが好ましく、このように構成することにより、レバー 130 に高い剛性を付与することができる。特に図示するように、基部 131 の相対する二辺から立壁部 133, 134 を曲げ加工によって立設させるとともに、当該立壁部 133, 134 が位置しない側の基部 131 の相対する二辺に軽度曲げ加工を施すことにより、レバー 130 の強度を高く保つことができ、過度の外力が付与された場合の破損を防止することができる。具体的には、レバー 130 は、たとえば厚み 0.6 [mm] のステンレス製の板状部材のプレス成形品にて構成される。

[0082] なお、本実施の形態においては、レバー 130 の回転軸 1000 が、圧電発電体 120 のレバー 130 が位置する側の主表面であって圧電発電体 120 の中央部よりもケース体 110 の側壁部 112 側の位置に配置されている。このように構成することにより、レバー 130 としては、平面視細長形状を有する板状の部材にてこれを構成することが可能になり、当該レバー 130 の長辺方向がレバー 130 の回転軸 1000 の延在方向と平行となるように、レバー 130 を配置することができる。なお、ここで言う回転軸 1000 の延在方向と平行とは、 $\pm 5 [^\circ]$ 程度ずれた略平行である場合も含んでいる。

- [0083] したがって、当該構成を採用することにより、回転軸 1000 から突き当たり面 115a が設けられた側壁部 115 までの距離を短くすることができ、レバー 130 の先端部 135 の回転半径を小さくできるため、ユーザが操作ボタンを押し下げた場合にレバー 130 に生じる撓み変形が大幅に抑制でき、より確実に圧電発電体 120 の破損を防止できることになる。
- [0084] 第 1 フレキシブル配線基板 140 は、レバー 130 の基部 131 の一對の主表面のうちの圧電発電体 120 が位置しない側の主表面上に設けられている。第 1 フレキシブル配線基板 140 は、複層の基材の表面等に各種の導電パターンが形成されてなるものであり、その所定位置に上述した第 1 スイッチ 141A, 141B を構成する 2 つのメンブレンスイッチを有している。
- [0085] 第 1 スイッチ 141A, 141B を構成する 2 つのメンブレンスイッチは、レバー 130 の回転軸 1000 の延在方向と平行な方向に沿って並んで位置するように設けられている。これにより、当該 2 つのメンブレンスイッチは、上述した 2 つの操作ボタン（不図示）に対向して位置することになる。
- [0086] 第 1 スイッチ 141A, 141B を構成する 2 つのメンブレンスイッチは、2 [N] 以下の低荷重でオフ状態からオン状態に切り替わるものであることが好ましく、このように構成することにより、ユーザが操作ボタンを押し下げたことをいち早く検知することができる。なお、この 2 つのメンブレンスイッチについては、クリック感をユーザに伝えるものである必要はない。
- [0087] 第 1 フレキシブル配線基板 140 は、その所定位置に接続部 143 を有している。当該接続部 143 は、第 2 フレキシブル配線基板 150 に電氣的に接続される部位である。
- [0088] なお、第 1 フレキシブル配線基板 140 は、図示しない両面テープ等によってレバー 130 に固定されていることが好ましく、そのように構成することにより、操作ボタン（不図示）やレバー 130 に対するメンブレンスイッチの位置ずれを防止することができる。
- [0089] 第 2 フレキシブル配線基板 150 は、レバー 130 の基部 131 の一對の主表面のうちの圧電発電体 120 が位置する側の主表面上に設けられている

。第2フレキシブル配線基板150は、単層または複層の基材の表面等に各種の導電パターンが形成されてなるものであり、2つの接続部153、154を有している。

[0090] 接続部153は、第1フレキシブル配線基板140に電氣的に接続される部位であり、接続部154は、圧電発電装置100を外部のパワーマネジメント回路（すなわち、図1に示した圧電発電モジュール10の回路ブロックから圧電発電装置100にて構成される回路部分を除いた電力供給回路がこれに該当する）に電氣的に接続するための部位である。

[0091] 図5ないし図7に示すように、圧電発電体120と、レバー130の一方の主表面上に配置された第2フレキシブル配線基板150との間には、外力伝達部としての反転バネ160および補助バネ170が配置されている。当該外力伝達部としての反転バネ160および補助バネ170は、レバー130で受けた外力を圧電発電体120に伝達するためのものである。

[0092] 反転バネ160は、第2フレキシブル配線基板150のうちのレバー130の基部131の主表面上に位置する部分であってかつ圧電発電体120の中央部に対向する部分に実装されている。

[0093] 反転バネ160は、外力が付与されて所定の荷重がかかった場合に、その凹凸形状が反転するように座屈し、外力の付与が解除された場合に座屈が解消して元の形状に復帰するバネであり、たとえばドーム状の形状を有する金属部材またはその積層構造物にて構成される。

[0094] 反転バネ160は、上述した第2スイッチ142の一对の接点のうちの一方を構成するものであり、第2フレキシブル配線基板150との間に空間が形成されるように下に凸となる姿勢で（すなわち、ドーム状の反転バネ160の頂部が圧電発電体120側に位置することとなるように）第2フレキシブル配線基板150に固定されている。

[0095] 一方、上述した第2スイッチ142の一对の接点のうちの他方は、第2フレキシブル配線基板150のうち、上述した反転バネ160によって覆われた部分に導電端子として設けられている。

- [0096] このように構成することにより、反転バネ１６０が反転した状態において第２スイッチ１４２の一对の接点を導通状態（オン）にすることができ、反転バネ１６０が反転していない状態において第２スイッチ１４２の一对の接点を非導通状態（オフ）にすることができる。
- [0097] この反転バネ１６０を用いることにより、ユーザが操作ボタンを押し下げた場合に、所定の大きさの荷重がかかった時点で上述した座屈現象が生じることになり、反転バネ１６０のバネ定数が瞬間的に下がることになる。これにより、その衝撃が加わることでユーザはクリック感を得ることができ、操作ボタンを操作する際の操作性が確保できることになる。
- [0098] 一方、補助バネ１７０は、側面視略Ｖ字状の細長い板状の形状を有しており、反転バネ１６０を受け入れるように下に凸となる姿勢で（すなわち、側面視略Ｖ字状の補助バネ１７０の頂部が圧電発電体１２０側に位置することとなるように）第２フレキシブル配線基板１５０に取付けられている。補助バネ１７０は、たとえば単一の金属製の板バネまたはその積層構造物にて構成される。
- [0099] より詳細には、補助バネ１７０の両端には、貫通孔１７０ａ（図５および図７参照）が設けられており、この貫通孔１７０ａに対応する部分の第２フレキシブル配線基板１５０にも貫通孔１５０ａ（図５および図７参照）が設けられている。これら貫通孔１５０ａ、１７０ａは、いずれも上述したレバー１３０の基部１３１に設けられたビス穴１３１ａに合致するように設けられており、当該貫通孔１５０ａ、１７０ａを挿通するようにビス１８０がビス穴１３１ａに螺合されることにより、レバー１３０に対して第２フレキシブル配線基板１５０および補助バネ１７０が固定されることになる。また、これにより、第２フレキシブル配線基板１５０と補助バネ１７０とによって反転バネ１６０が挟み込まれることにより、反転バネ１６０の第２フレキシブル配線基板１５０への固定が補強されることにもなる。
- [0100] 補助バネ１７０は、レバー１３０が受けた外力を圧電発電体１２０に伝達する外力伝達部全体としてのバネ定数を調整するものであり、当該補助バネ

１７０を設けることにより、反転バネ１６０によるクリック感の程度（後述するクリック率を参照のこと）の調整や、圧電発電体１２０および反転バネ１６０に加わる力のバランスの補正が行なえることになるが、その詳細については後述することとする。

[0101] また、反転バネ１６０の頂部に対応する部分の補助バネ１７０には、当該反転バネ１６０の頂部に当接する突部１７１が設けられている。これにより、ユーザが操作ボタンを操作した場合に、反転バネ１６０の座屈現象が確実に生じることになる。

[0102] なお、図示するように、本実施の形態においては、反転バネ１６０をドーム状の形状を有する薄い金属部材を４個積層した積層構造物にて構成し、補助バネ１７０を１個の金属製の板バネにて構成している。これは、上述したクリック感の程度の調整と、圧電発電体１２０および反転バネ１６０に加わる力のバランスの補正とを行なった結果であり、圧電発電装置１００の仕様が異なる場合には、当然にこれらを適宜変更することができる。

[0103] 図４に示すように、上述した圧電発電装置１００は、図示しない送信機１の筐体等に圧入ピン１９０を用いて固定される。具体的には、圧入ピン１９０は、圧電発電体１２０に含まれる個々の圧電素子１２０ａの端子１２３に設けられた貫通孔１２３ａと、これに重なるように設けられた第２フレキシブル配線基板１５０の貫通孔１５０ｂ（図７参照）とに挿通され、送信機１の筐体等に設けられた圧入用の穴にその先端が圧入されることで固定される。

[0104] ここで、圧入ピン１９０によって圧電発電体１２０の端子１２３と第２フレキシブル配線基板１５０とが圧接されることにより、圧電発電体１２０と第２フレキシブル配線基板１５０との電気的な接続が確保されることになる。なお、圧入ピン１９０として金属製のものを用いれば、より圧電発電体１２０と第２フレキシブル配線基板１５０との電気的な接続を確実にすることができる。

[0105] 図９は、図４に示す圧電発電装置に外力が付与された状態における断面図

である。次に、この図9を参照して、本実施の形態における圧電発電装置100に外力が付与された状態について説明する。

[0106] 図4に示す状態において、たとえばユーザが、第1スイッチ141Aに対応した操作ボタン（不図示）を図中に示す矢印AR1方向に向けて押し下げた状態においては、操作ボタンが移動することで第1フレキシブル配線基板140を介してレバー130が外力を受ける。これにより、図9に示すように、レバー130が回転軸1000を回転中心として図中矢印DR方向に回転し、結果としてレバー130が圧電発電体120側に向けて傾倒するように変位する。

[0107] レバー130が変位することにより、圧電発電体120とレバー130との間に配置された外力伝達部としての反転バネ160および補助バネ170がこれらによって圧縮されることになり、その反力を受けることで圧電発電体120に含まれる個々の圧電素子120aにも撓み変形が生じる。

[0108] 圧電素子120aに撓み変形が生じることにより、その変形過程において圧電体122に分極が生じる。分極に伴い、圧電素子120aに設けられた一对の外部電極の一方が負に帯電し、他方が正に帯電する。そのため、圧電発電体120において電力が発生することになる。

[0109] ここで、反転バネ160は、圧電発電体120における発電に必要な押圧ストローク以上の所定の押圧ストロークにて反転（すなわち座屈）するように設定されていることが好ましい。このように構成すれば、発生させるべき電力量が圧電発電体120において発生した時点またはその後において反転バネ160が反転することになるため、ユーザの操作ボタンに対する操作量（すなわち押し込み量）を確保することができ、発電動作を確実に完了させることができる。

[0110] なお、第1スイッチ141Aは、ユーザが操作ボタンを押し下げ始めた初期の段階においてオフ状態からオン状態に切り替わる。一方、反転バネ160を含んで構成された第2スイッチ142は、圧電発電体120において電荷が蓄えられ、発生させるべき電力量が発生した時点またはその後オフ状

態からオン状態に切り替わる。そのため、第2スイッチ142は、第1スイッチ141Aよりも遅延してオン状態に切り替わることになる。

[0111] また、図9を参照して、本実施の形態における圧電発電装置100においては、上述したように、過度の外力が圧電発電体120に加えられることがないように、レバー130が所定量だけ回転した時点において、レバー130の先端部135がケース体110の突き当たり面115aに当接するように構成されている。

[0112] ここで、レバー130の先端部135がケース体110の突き当たり面115aに当接するレバー130の回転量を、圧電発電体120に過度の外力が付与されない範囲で反転バネ160が反転するレバー130の回転量よりも大きく設定することにより、圧電発電体120による効率的な発電とその破損防止との両立が図られることになる。

[0113] 一方で、図9に示す状態からユーザが第1スイッチ141Aに対応した操作ボタン（不図示）の操作を解除することにより、圧電発電装置100に付与されていた外力は、これが取り除かれることになる。これに伴い、圧電発電体120、反転バネ160および補助バネ170の有する弾性力に基づいてこれらが元の状態に復元することになり、レバー130も再度変位して（すなわち、図9中に示す矢印DR方向とは反対方向に向けて変位して）元の位置に復帰する。これにより、圧電発電装置100は、図4に示す状態に戻るようになる。なお、その際、反転バネ160に生じていた座屈も解消することになる。

[0114] 撓み変形が生じていた圧電素子120aが元の形状に復帰する過程においても、圧電体122に分極が生じる。分極に伴い、圧電素子120aに設けられた一对の外部電極の一方が正に帯電し、他方が負に帯電する。そのため、圧電発電体120において上述した変形過程とは逆極性の電力が発生することになる。本実施の形態においては、この逆極性の電力についても利用することとしているが、その詳細については後述することとする。

[0115] ここで、反転バネ160を含んで構成された第2スイッチ142は、ユー

ザが操作ボタンの押し下げを解除し始めた初期の段階においてオン状態からオフ状態に切り替わる。一方、第1スイッチ141Aは、圧電発電体120において電荷が蓄えられ、発生させるべき電力量が発生した時点またはその後、オン状態からオフ状態に切り替わる。そのため、第1スイッチ141Aは、第2スイッチ142よりも遅延してオフ状態に切り替わることになる。

[0116] なお、ここではその説明は省略するが、ユーザが第1スイッチ141Bに対応した操作ボタン（不図示）を操作した場合、および、ユーザが第1スイッチ141A、141Bに対応した操作ボタンを同時に操作した場合についても、上記説明に準じた状態となる。

[0117] 図10は、図1に示す送信機の動作の一例を説明するためのタイムチャートである。次に、この図10を参照して、上述した送信機1の動作の一例として、ユーザが第1スイッチ141Aに対応した操作ボタンを押し下げる操作を行なった場合について説明する。なお、図10においては、横軸が経過時間を示しており、縦軸が上から順に、荷重のオン／オフ、圧電発電体の出力電圧、第1スイッチ141Aのオン／オフ、第1スイッチ141Bのオン／オフ、第2スイッチ142のオン／オフ、圧電発電体のリセット動作のオン／オフを示している。

[0118] 図10に示すように、時刻 t_1 までにおいては、第1スイッチ141A、141Bおよび第2スイッチ142がいずれもオフであるため、信号出力部13の切替信号SWは、Hレベルである。しかしながら、未だ圧電発電体120において発電が行なわれていないため、圧電発電モジュール10から送信部20への電力供給は行なわれていない。

[0119] 時刻 t_1 において外力の付与が開始されると、圧電発電装置100に加えられる荷重が上昇し始める。

[0120] その後、時刻 t_2 において第1スイッチ141Aがオンになると、信号出力部13の切替信号SWは、Lレベルになる。これに伴い、圧電発電モジュール10から送信部20への電力供給も行なわれなくなる。

[0121] 当該時刻 t_2 とほぼ同時に、圧電発電装置100に加えられる荷重が増加

することによって圧電発電体 120 に撓み変形が生じ始める。この変形に伴って圧電発電体 120 にて発電が行なわれ、発電された電力は、送信部 20 へと供給されることなく圧電発電体 120 に蓄えられる。

[0122] 時刻 t_3 において反転バネ 160 が反転を始め、時刻 t_4 において反転バネ 160 の反転が完了すると、当該時刻 t_4 において第 2 スイッチ 142 がオンになる。これにより、信号出力部 13 の切替信号 SW は、H レベルになる。これに伴い、圧電発電体 120 において蓄えられていた電力が、圧電発電モジュール 10 から送信部 20 へと供給され、送信部 20 において送信動作が開始される。

[0123] ここで、時刻 t_3 から時刻 t_4 においては、クリック動作が生じることになり、ユーザはクリック感を実感する。また、時刻 t_4 以降においては、圧電発電モジュール 10 から送信部 20 へと電力供給が行なわれることで圧電発電体 120 の出力電圧は低下する。

[0124] 送信動作が完了すると、時刻 t_5 において圧電発電体 120 のリセット動作が開始されることにより、圧電発電体の電極間が短絡させられ、これにより圧電発電体 120 の出力電圧が 0 [V] にリセットされる。その後、時刻 t_6 において圧電発電体 120 のリセット動作が停止される。

[0125] 時刻 t_7 において外力の付与が解除され始めると、反転バネ 160 が再び反転（元の形状に復帰するための反転）を始め、当該時刻 t_7 において第 2 スイッチ 142 がオフになる。これにより、信号出力部 13 の切替信号 SW は、L レベルになる。これに伴い、圧電発電モジュール 10 から送信部 20 への電力供給は行なわれなくなる。

[0126] 当該時刻 t_7 とほぼ同時に、圧電発電装置 100 に加えられる荷重が減少することによって圧電発電体 120 の撓み変形が解消し始める。この変形に伴って圧電発電体 120 にて発電が行なわれ、発電された電力は、送信部 20 へと供給されることなく圧電発電体 120 に蓄えられる。

[0127] なお、時刻 t_7 から、時刻 t_8 において反転バネ 160 の反転が完了するまでにおいては、クリック動作が生じることになり、ユーザはクリック感を

実感する。

[0128] 時刻 t_9 において第 1 スイッチ 141A がオフになると、信号出力部 13 の切替信号 SW は、H レベルになる。これに伴い、圧電発電体 120 において蓄えられていた電力が、圧電発電モジュール 10 から送信部 20 へと供給され、送信部 20 において送信動作が開始される。

[0129] その後、時刻 t_{10} において外力の付与が終了する。また、時刻 t_9 以降においては、圧電発電モジュール 10 から送信部 20 へと電力供給が行なわれることで圧電発電体 120 の出力電圧は低下する。

[0130] 送信動作が完了すると、時刻 t_{11} において圧電発電体 120 のリセット動作が開始されることにより、圧電発電体の電極間が短絡させられ、これにより圧電発電体 120 の出力電圧が 0 [V] にリセットされる。その後、時刻 t_{12} において圧電発電体 120 のリセット動作が停止される。

[0131] 以上において説明したように、本実施の形態における送信機 1 は、上述した構成の圧電発電装置 100 を具備した圧電発電モジュール 10 を備えているため、ユーザの一度の操作ボタンの操作の間に、二度にわたって送信動作を行なうことができる。したがって、受信機側において二度の受信の時間的な間隔を検知することにより、操作ボタンが操作された時間を判別することもできる。

[0132] なお、ここではその説明は省略するが、ユーザが第 1 スイッチ 141B に対応した操作ボタン（不図示）を操作した場合、および、ユーザが第 1 スイッチ 141A、141B に対応した操作ボタンを同時に操作した場合についても、上記説明に準じた送信動作が実施されることになる。

[0133] 図 11 および図 12 は、それぞれ本実施の形態に準じた圧電発電装置および比較例に係る圧電発電装置の概略的な構成ならびにレバーとケース体との接続構造を示す概念図である。以下、これら図 11 および図 12 を参照して、レバー 130 と圧電発電体 120 との間に反転バネ 160 を配置することによって得られる効果について詳説する。

[0134] 図 11 (A) に示すように、本実施の形態に準じた圧電発電装置 100'

は、上述した本実施の形態における圧電発電装置１００と比較した場合に、補助バネ１７０が設けられておらず、反転バネ１６０と圧電発電体１２０とが直接接触している点においてのみ、その構成が相違している。

[0135] このように構成された圧電発電装置１００'においては、圧電発電体１２０が、図中に示す点Ｐ０を支点としてケース体１１０によって支持されることとなり、レバー１３０は、図中に示す点Ｐ１を支点としてケース体１１０によって回動自在に支持されることになる。

[0136] また、この圧電発電装置１００'においては、図中に示す点Ｐ２を力点としてレバー１３０に対して外力が付与されることになる一方、レバー１３０が回動することにより、図中に示す点Ｐ３を作用点として反転バネ１６０に力が加えられることになる。

[0137] 上述したように、圧電発電装置１００'においては、反転バネ１６０と圧電発電体１２０とが直接接触しているため、当該圧電発電装置１００'におけるレバー１３０とケース体１１０との接続構造を概念的に示すと図１１（Ｂ）の如くとなる。

[0138] すなわち、図１１（Ｂ）に示すように、圧電発電装置１００'においては、レバー１３０とケース体１１０とが、これらの間に直列に接続された反転バネ１６０と圧電発電体１２０とによって接続されることになる。

[0139] 一方、図１２（Ａ）に示すように、比較例に係る圧電発電装置１００×は、上述した本実施の形態における圧電発電装置１００と比較した場合に、補助バネ１７０が設けられていない点と、反転バネ１６０が圧電発電体１２０とケース体１１０との間に配置されている点とにおいて、その構成が相違している。

[0140] このように構成された圧電発電装置１００×においては、上述した本実施の形態に準じた圧電発電装置１００'と同様に、圧電発電体１２０が、図中に示す点Ｐ０を支点としてケース体１１０によって支持されることとなり、レバー１３０は、図中に示す点Ｐ１を支点としてケース体１１０によって回動自在に支持されることになる。

- [0141] その反面、この圧電発電装置 100X においては、図中に示す点 P2 を力点としてレバー 130 に対して外力が付与されることになる一方、レバー 130 が回転することにより、図中に示す点 P3 を作用点として圧電発電体 120 に力が加えられることになる。
- [0142] 上述したように、圧電発電装置 100X においては、反転バネ 160 が圧電発電体 120 とケース体 110 との間に配置されているため、当該圧電発電装置 100X におけるレバー 130 とケース体 110 との接続構造を概念的に示すと図 12 (B) の如くとなる。
- [0143] すなわち、図 12 (B) に示すように、圧電発電装置 100X においては、レバー 130 とケース体 110 とが、これらの間に並列に接続された反転バネ 160 と圧電発電体 120 とによって接続されることになる。
- [0144] ここで、図 12 (B) に示す接続構造においてレバー 130 に外力を作用させた場合には、圧電発電体 120 における発電に必要な押圧ストロークを発生させるための押圧荷重として、圧電発電体 120 を変形させるための押圧荷重のみならず、これに反転バネ 160 を変形させるための押圧荷重を加えたものが必要となる。そのため、反転バネ 160 を設けることによって得られるクリック感は、圧電発電体 120 のバネ定数に応じて極端に低下してしまうことになり、また、圧電発電体 120 における発電に必要な押圧ストロークを発生させるための押圧荷重も大幅に増大してしまうことになる。
- [0145] 一方、図 11 (B) に示す接続構造においてレバー 130 に外力を作用させた場合には、作用反作用の法則に従い、反転バネ 160 のバネ定数と圧電発電体 120 のバネ定数との比に応じて押圧荷重がそれぞれ反転バネ 160 および圧電発電体 120 に加わることになるため、圧電発電体 120 における発電に必要な荷重以上の押圧荷重は必要なくなる。そのため、反転バネ 160 を設けることによって得られるクリック感は、圧電発電体 120 のバネ定数に依らずそのまま維持され、また、圧電発電体 120 における発電に必要な押圧ストロークを発生させるための押圧荷重の増大も抑制できることになる。

- [0146] したがって、上述した本実施の形態における圧電発電装置１００またはこれに準じた圧電発電装置１００'のように、反転バネ１６０をレバー１３０と圧電発電体１２０との間に配置することにより、圧電発電体１２０における発電に必要な押圧荷重を低く抑えつつ、高いクリック感を得ることが可能になる。
- [0147] 図１３は、上述した本実施の形態における圧電発電装置のレバーとケース体との接続構造を示す概念図である。次に、この図１３を参照して、レバー１３０と圧電発電体１２０との間に反転バネ１６０に加えて補助バネ１７０を配置することによって得られる効果について詳説する。
- [0148] 上述した本実施の形態における圧電発電装置１００のレバー１３０とケース体１１０との接続構造を概念的に示すと図１３の如くとなる。すなわち、図１３に示すように、圧電発電装置１００においては、レバー１３０とケース体１１０とが、互いに並列に接続された反転バネ１６０および補助バネ１７０と、これら反転バネ１６０および補助バネ１７０に直列に接続された圧電発電体１２０とによって接続されることになる。
- [0149] このように反転バネ１６０にのみ並列に接続されるように補助バネ１７０を設けることにより、上述したように反転バネ１６０によるクリック感の程度の調整や、圧電発電体１２０および反転バネ１６０に加わる力のバランスの補正が行なえることになる。
- [0150] 具体的には、反転バネ１６０が圧電発電体１２０における発電に必要な押圧荷重よりも小さい押圧荷重にて反転してしまった場合には、必要な電力が得られる前に電力がパワーマネジメント回路に供給されてしまうことになり、動作不良を誘発してしまう。そのため、反転バネ１６０に並列に補助バネ１７０を接続することにより、反転バネ１６０が反転現象を起こす荷重（以下、これを反転荷重と称する）と、補助バネを設けることによって加算される押圧荷重の和が、おおよそ圧電発電体１２０における発電に必要な押圧荷重に等しくなるように設定することにより、ユーザの操作ボタンに対する操作量（すなわち押し込み量）を確保することができ、発電動作をより確実に

完了させることが可能になる。

[0151] ここで、上述した本実施の形態における圧電発電装置 100 においては、図 5 および図 6 等に応示するように、ドーム状の形状を有する薄い金属部材を 4 個積層した積層構造物にて反転バネ 160 を構成するとともに、1 個の板バネにて補助バネ 170 を構成することにより、適度なクリック感が得られるように構成している。

[0152] すなわち、本実施の形態における圧電発電装置 100 においては、圧電発電体 120 を用いて発電すべき発電量が、おおよそ 15 [N] に設定されている。そのため、押圧荷重が概ね 15 [N] 程度（より好ましくは 15 [N] 以上）でクリック感が得られることが好ましい。しかしながら、ドーム状の薄い金属部材の 1 個当たりの反転荷重は、通常 2 [N] ～ 3 [N] 程度であり、これを 1 個利用しただけでは、適切な押圧荷重においてクリック感を得ることができない。

[0153] そこで、上述のようにドーム状の形状を有する薄い金属部材を 4 個積層した積層構造物にて反転バネ 160 を構成するとともに、1 個の板バネにて補助バネ 170 を構成しつつ、当該補助バネ 170 のバネ定数を最適化することにより、概ね 15 [N] 程度でクリック感が得られるように構成している。

[0154] なお、より強いクリック感が必要になる場合には、補助バネ 170 の配置を廃止することで上述した本実施の形態に準じた圧電発電装置 100' の如くの構成とすればよい。

[0155] 以下においては、所定の補助バネを使用しつつ、反転バネの構成を変更した場合におけるクリック率および反転荷重の変化を確認した検証試験について説明する。図 14 は、反転バネの操作量と操作力との関係を示すグラフであり、図 15 は、検証試験の結果を示したグラフである。

[0156] 図 14 に示すように、反転バネは、操作力（荷重）の増加に伴い、所定の操作量（変位量）に達した時点で操作力が瞬間的に低下し、その後、再度操作力が増加することで操作量が引き続き増加する。

[0157] ここで、上述したクリック感の程度は、一般にクリック率として定義され、図14に示す操作力 F_a 、 F_b （ここで、 F_a は、瞬間的に操作力が低下を開始する時点の操作力であり、 F_b は、その後、操作力が回復し始める時点の操作力である）を用いて、 $100 \times (F_a - F_b) / F_a$ [%] で表わされる。

[0158] 検証試験においては、ドーム状の形状を有する薄い金属部材を5個積層した積層構造物にて反転バネを構成し、これに互いに異なる構成を有する補助バネを並列に接続した複数のサンプルを試作し、それぞれのサンプルにおけるクリック率と反転荷重とを実測した。ここで、補助バネについては、同一形状でかつ同一のバネ定数を有する板バネを複数準備し、サンプルごとにその接続個数を変更することでその構成を変更することとした。

[0159] 図14から理解されるように、検証試験の結果、補助バネを接続していないサンプルにおいてクリック率が実測値で51 [%]であったものが、補助バネを1個並列に接続したサンプルにおいて実測値で38 [%]にまで低下し、さらに補助バネの接続個数を増やすことで、順に実測値で25 [%]、15 [%]、7 [%]に低下していくことが確認された。

[0160] 一方で、反転荷重については、補助バネを接続していないサンプルにおいて実測値で11.0 [N]であったものが、補助バネを1個並列に接続したサンプルにおいて実測値で約12.5 [N]に上昇し、さらに補助バネの接続個数を増やすことで、順に実測値で13.5 [N]、14.5 [N]、16.0 [N]に上昇していくことが確認された。

[0161] なお、図14においては、クリック率の実測値に加え、前述の図13において示したモデルに基づいて算出した計算値についてもあわせて表記している。これらクリック率の実測値と計算値とで概ね整合が図れているため、当該モデルに基づいてクリック率を設計することが可能であることも確認された。

[0162] 以上の検証試験の結果から明らかなように、上述した本実施の形態における圧電発電装置100またはこれに準じた圧電発電装置100' とすること

により、圧電発電体 120 における発電に必要な押圧荷重を低く抑えつつ高いクリック感を得ることができることが、実験的にも確認されたと言える。

[0163] 前述したように、本実施の形態における圧電発電装置 100 においては、レバー 130 の先端部 135 に当接する突き当たり部としての突き当たり面 115a をケース体 110 に設けることにより、レバー 130 の圧電発電体 120 側に向けての回動範囲が制限されるように構成し、これにより、圧電発電体 120 に過度に外力が付与されることが防止できるように構成されている。このような構成は、上述した圧電発電装置 100 とは異なる構成の圧電発電装置に対しても有効に適用することができる。以下、その構成例の幾つかを上述した本実施の形態に基づいた変形例に係る圧電発電装置として例示する。

[0164] 図 16 および図 17 は、本実施の形態に基づいた第 1 および第 2 変形例に係る圧電発電装置の概略的な構成を示す断面図である。

[0165] 図 16 に示すように、第 1 変形例に係る圧電発電装置 100A は、上述した比較例に係る圧電発電装置 100X と同様のレバー 130 とケース体 110 との接続構造を有するものであるが、ケース体 110 の側壁部 115 に突き当たり部としての突き当たり面 115a が設けられている点において相違している。

[0166] このように構成した場合にも、上述した本発明の実施の形態の場合と同様に、圧電発電体 120 に過度に外力が付与されることが防止できることになる。

[0167] 図 17 に示すように、第 2 変形例に係る圧電発電装置 100B は、上述した第 1 変形例に係る圧電発電装置 100A と比較した場合に、反転バネ 160 の設置位置が異なっている点と、ケース体 110 に設けられる支持部 111a の 1 つと圧電発電体 120 との間にてこの部材 200 が配置されており、このてこの部材 200 が上述した 1 つの支持部 111a と反転バネ 160 とによって支持されている点において、その構成が相違している。

[0168] このように構成した場合にも、上述した本発明の実施の形態の場合と同様

に、圧電発電体 120 に過度に外力が付与されることが防止できることになる。

[0169] なお、これら第 1 および第 2 変形例以外にも、上述した本発明の実施の形態において示した構成から反転バネや補助バネを取り除いた構成等、各種の構成の圧電発電装置に本発明を適用することが可能である。

[0170] 上述した本発明の実施の形態においては、反転バネをスイッチとして利用した場合を例示して説明を行なったが、反転バネを利用してスイッチを構成する必要性は必ずしもなく、別途これに代わるスイッチを設けてもよいし、そもそも可動部と圧電素子との間にスイッチが必要でない場合には、これらの間に反転バネのみを設けることとしてもよい。

[0171] また、上述した本発明の実施の形態において示した圧電発電モジュールのパワーマネジメント回路の構成はあくまでも一例に過ぎず、異なる回路構成を採用することも当然に可能である。

[0172] さらに、上述した本発明の実施の形態においては、送信機およびこれに具備される圧電発電モジュールに本発明を適用した場合を例示して説明を行なったが、本発明の適用範囲はこれに限定されるものではなく、他の電子機器およびこれに具備される圧電発電モジュールに本発明を適用することも当然に可能である。

[0173] このように、今回開示した上記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。本発明の技術的範囲は請求の範囲によって画定され、また請求の範囲の記載と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものである。

符号の説明

[0174] 1 送信機、10 圧電発電モジュール、11 全波整流回路、12 DC/DCコンバータ、13 信号出力部、13a NOR回路、13b OR回路、14 制御回路、15 放電スイッチ、20 送信部、21 RFアンテナ、22 RF回路、100 圧電発電装置、110 ケース体、111 底板部、111a 支持部、112～115 側壁部、113a, 1

14a 軸支孔、115a 突き当たり面、120 圧電発電体、120a 圧電素子、121 金属板、122 圧電体、123 端子、123a 貫通孔、124 接着剤層、125 導電性接着剤、126 保護膜、130 レバー、131 基部、131a ビス穴、133, 134 立壁部、133a, 134a 軸部、135 先端部、140 第1フレキシブル配線基板、141A, 141B 第1スイッチ、142 第2スイッチ、143 接続部、150 第2フレキシブル配線基板、150a, 150b 貫通孔、153, 154 接続部、160 反転バネ、170 補助バネ、170a 貫通孔、171 突部、180 ビス、190 圧入ピン、200 てこ部材、1000 回転軸、C コンデンサ、D1~D4 ダイオード、EN イネーブル端子、GL 電力線、IN1A, IN1B, IN2 入力ノード、N1, N2 ノード、OUT 出力ノード、PL 電力線、Q スイッチング素子、R1~R4 抵抗、T1, T2 出力端子、Vin 入力端子、Vout 出力端子。

請求の範囲

- [請求項1] 可撓性を有し、厚み方向に変形することで発電する少なくとも1つ以上の平面視矩形状の板状の圧電素子と、
- 前記圧電素子を撓み変形可能に支持する支持部材と、
- 前記圧電素子に対向するように前記支持部材によって回動可能に支持され、外力を受けることにより前記圧電素子の厚み方向に実質的に沿った方向に変位することで前記圧電素子に撓み変形を生じさせるレバーとを備え、
- 前記レバーの回転軸は、前記圧電素子の厚み方向に沿って見た場合に前記圧電素子の相対する二辺に平行となるように配置され、
- 前記支持部材は、前記圧電素子の前記二辺のうちの前記回転軸から遠い方の一辺に沿って設けられた突き当たり部を有し、
- 前記突き当たり部に前記レバーの一部が当接することにより、前記レバーの前記圧電素子側に向けての回動が制限されるように構成されている、圧電発電装置。
- [請求項2] 前記支持部材が、前記圧電素子を収容する箱状の形状を有し、
- 前記突き当たり部が、前記圧電素子の前記二辺のうちの前記回転軸から遠い方の一辺に沿って設けられた側壁部の上面にて構成されている、請求項1に記載の圧電発電装置。
- [請求項3] 前記レバーが、平面視細長矩形状の形状を有し、
- 前記レバーの長辺方向が、前記回転軸の延在方向と平行である、請求項1または2に記載の圧電発電装置。
- [請求項4] 前記レバーで受けた外力を前記圧電素子に伝達する外力伝達部をさらに備え、
- 前記外力伝達部が、反転バネを含み、
- 前記反転バネが、前記圧電素子と前記レバーとの間に配置されている、請求項1から3のいずれかに記載の圧電発電装置。
- [請求項5] 前記外力伝達部が、前記反転バネに並列に接続された補助バネをさ

らに含み、

前記補助バネが、前記圧電素子と前記レバーとの間に配置されている、請求項 4 に記載の圧電発電装置。

[請求項6] 前記圧電素子が、金属板と、前記金属板の一方の主面に設けられた板状の圧電体とを含んでいる、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の圧電発電装置。

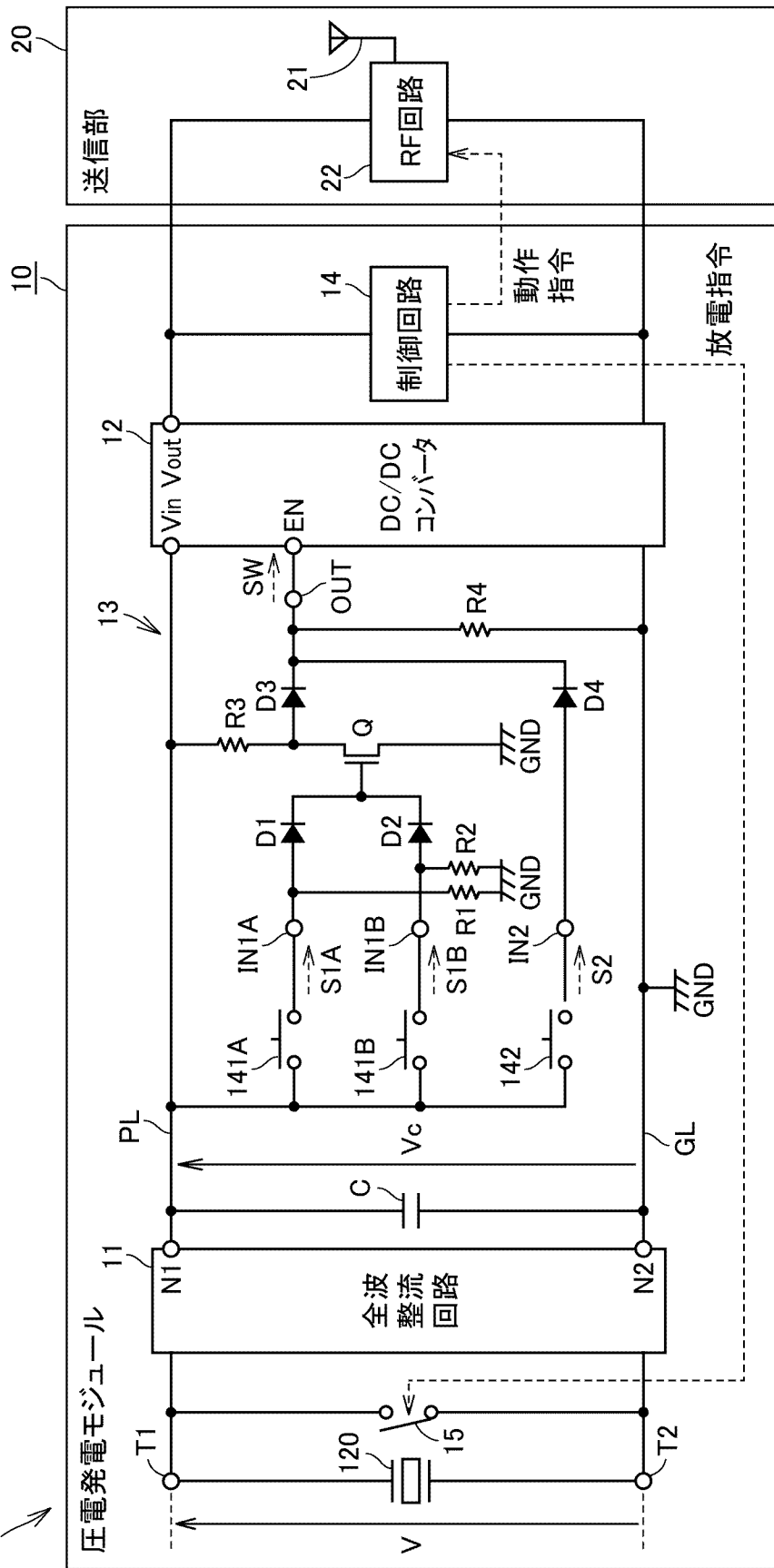
[請求項7] 前記圧電素子を複数備え、
前記複数の圧電素子が、各々の厚み方向に積層されている、請求項 1 から 6 のいずれかに記載の圧電発電装置。

[請求項8] 前記支持部材が、底板部と、当該底板部の四辺から立設された側壁部とを含む箱状の形状を有している、請求項 1 から 7 のいずれかに記載の圧電発電装置。

[請求項9] 請求項 1 から 8 のいずれかに記載の圧電発電装置と、
前記圧電素子にて発電された電力を負荷に対して供給するための電力供給回路とを備えた、圧電発電モジュール。

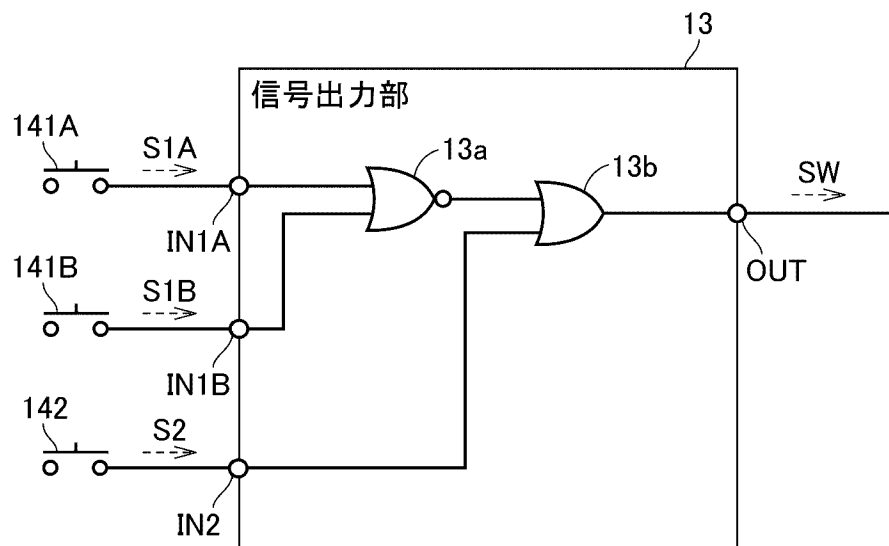
[請求項10] 請求項 9 に記載の圧電発電モジュールと、
前記負荷として、前記圧電発電モジュールから供給された前記電力を用いて無線信号を送信する送信部とを備えてなる、送信機。

[図1]

FIG.1
1

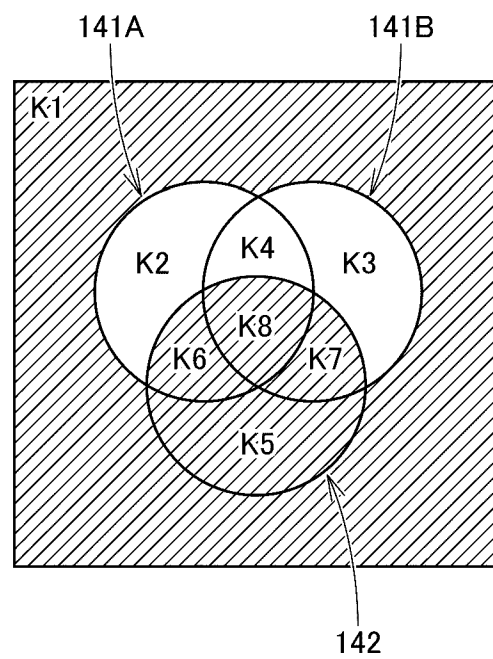
[図2]

FIG.2



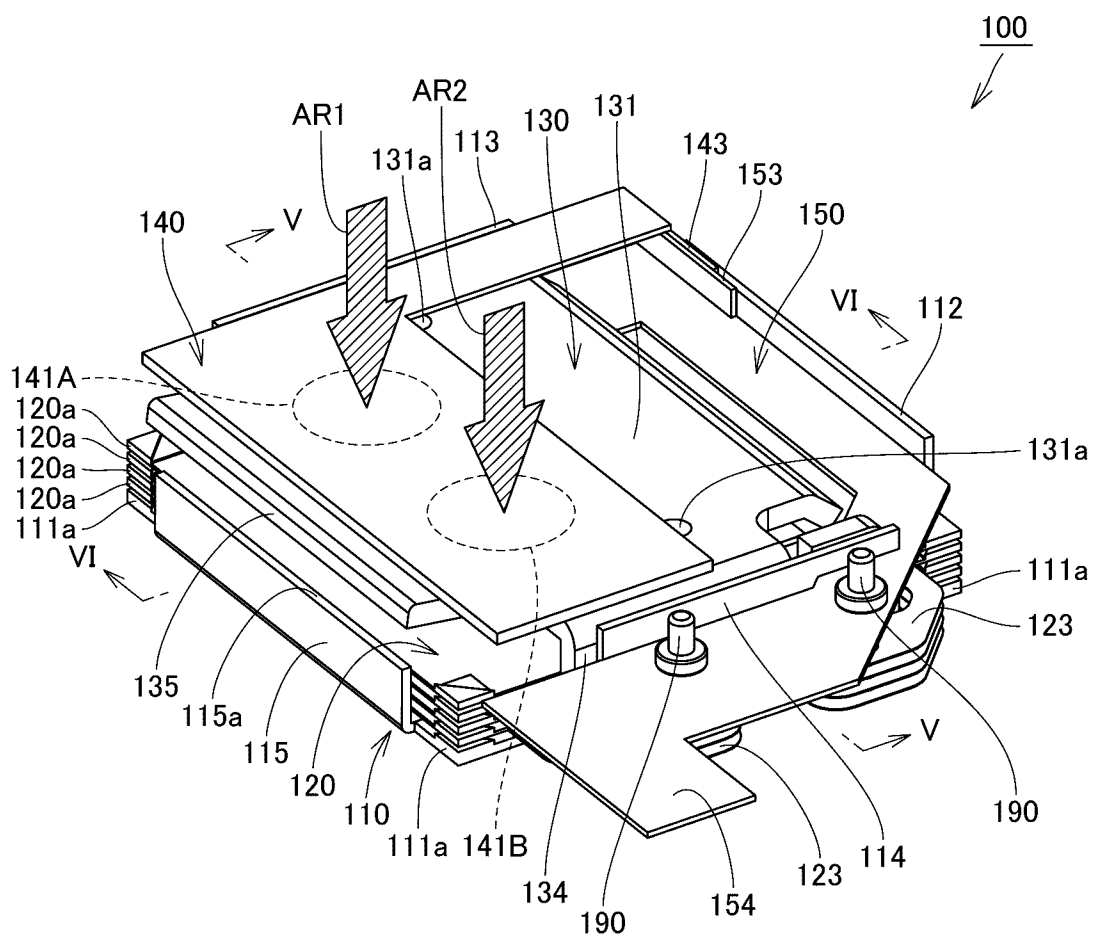
[図3]

FIG.3



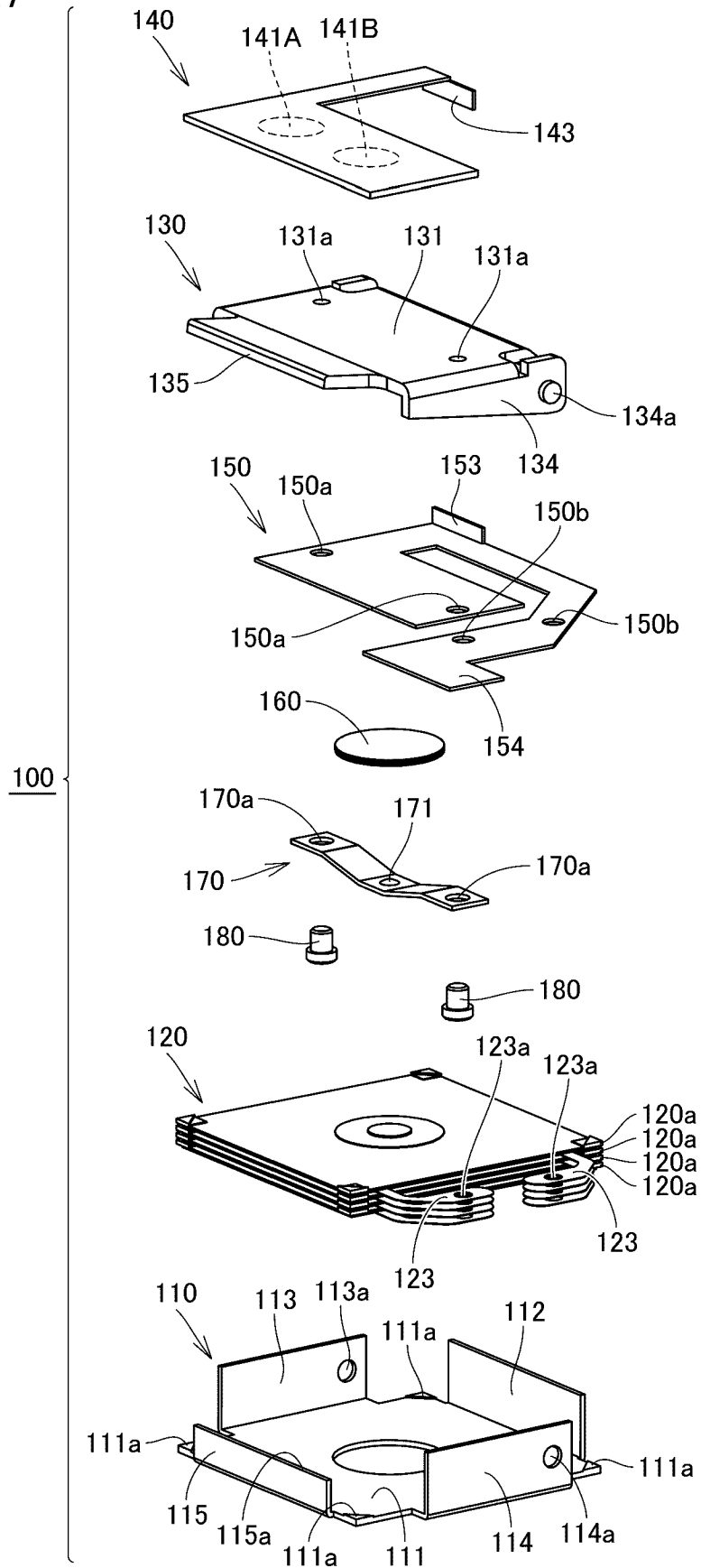
[図4]

FIG.4



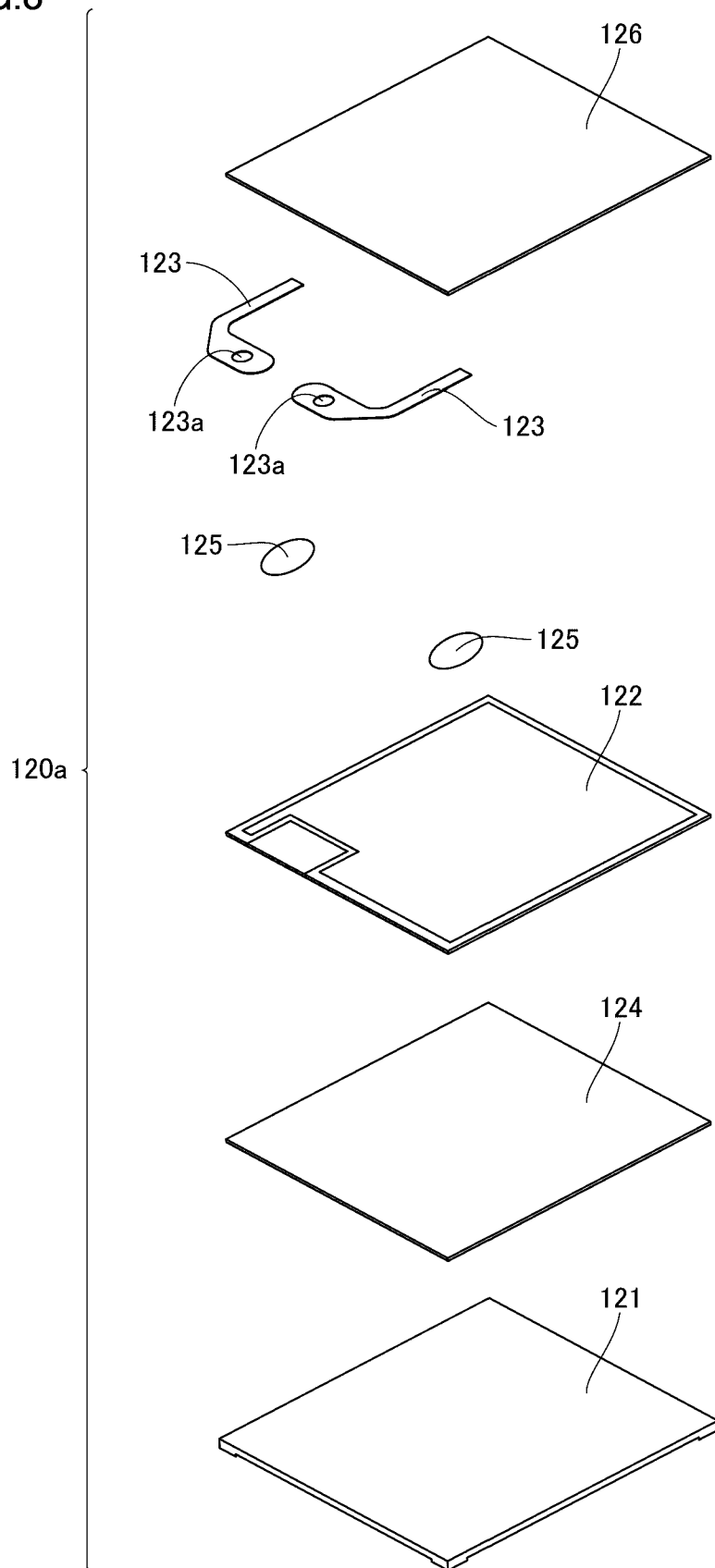
[図7]

FIG.7



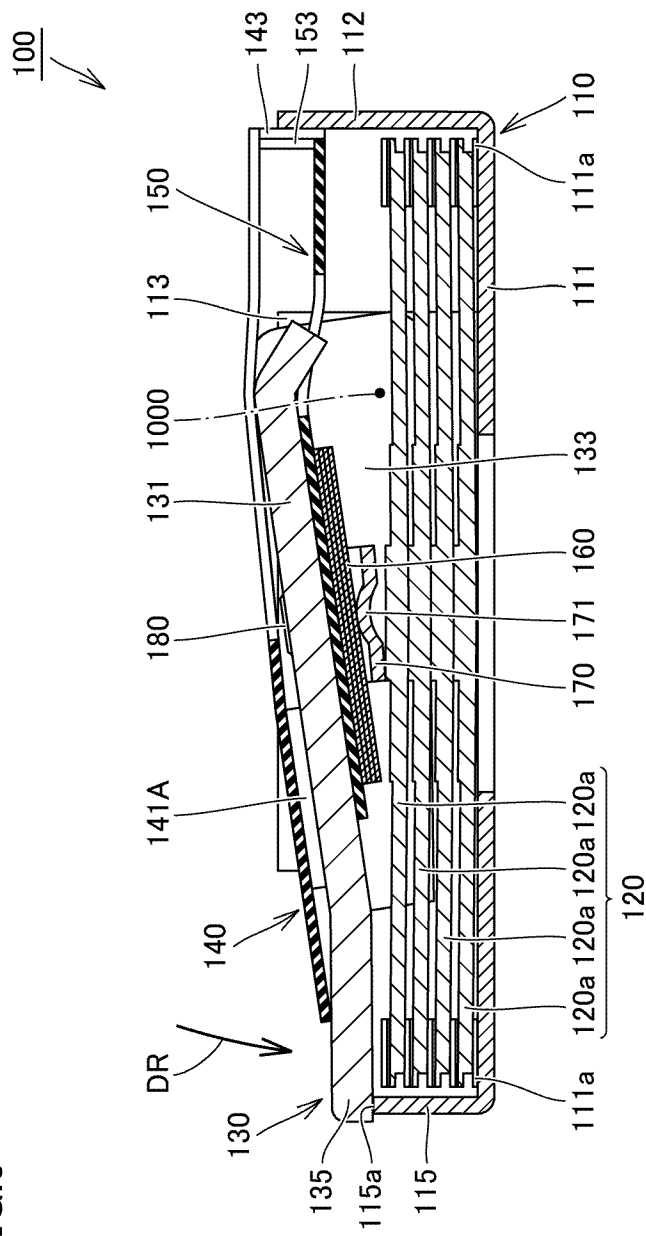
[図8]

FIG.8



【図9】

FIG. 9



[図10]

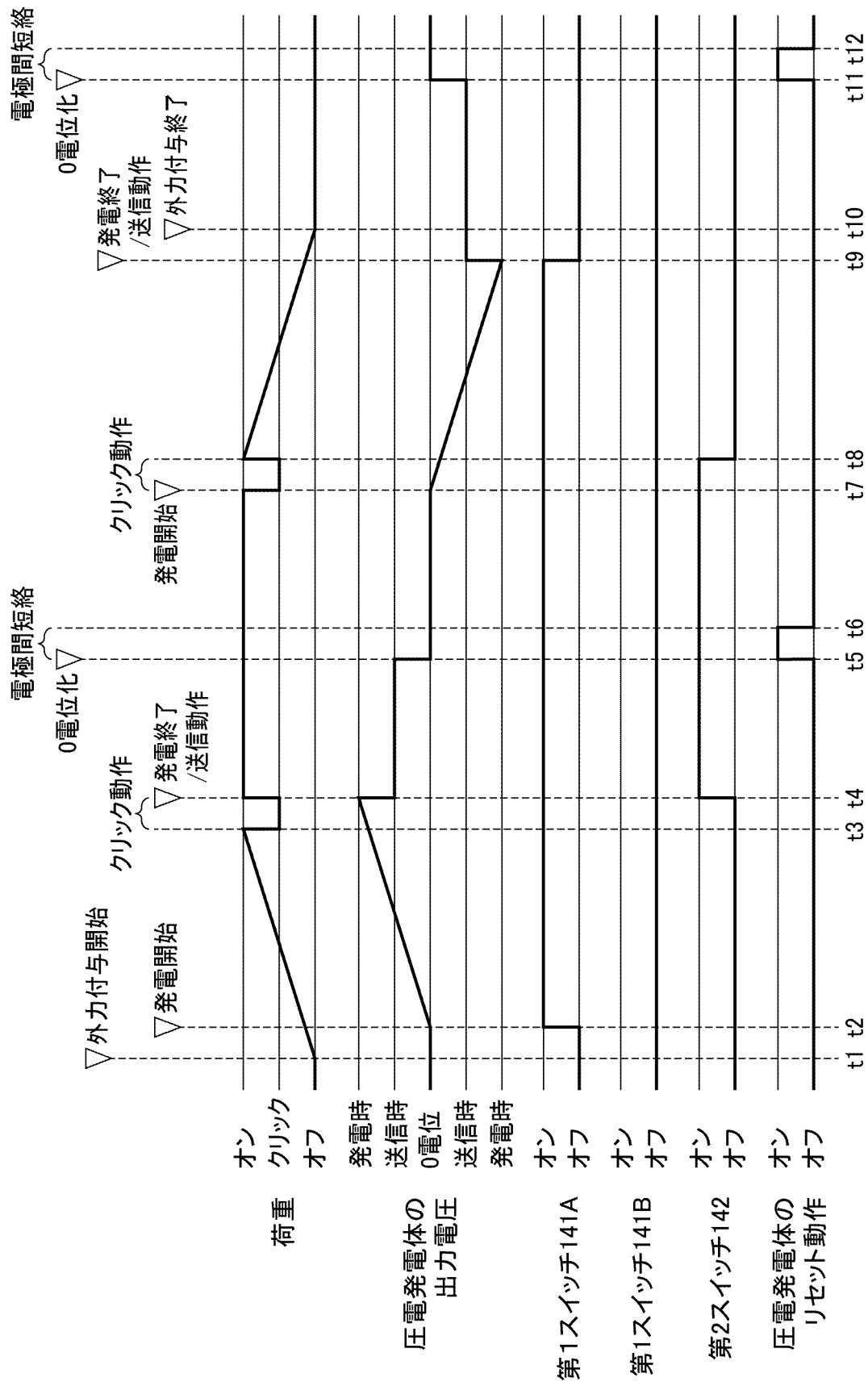
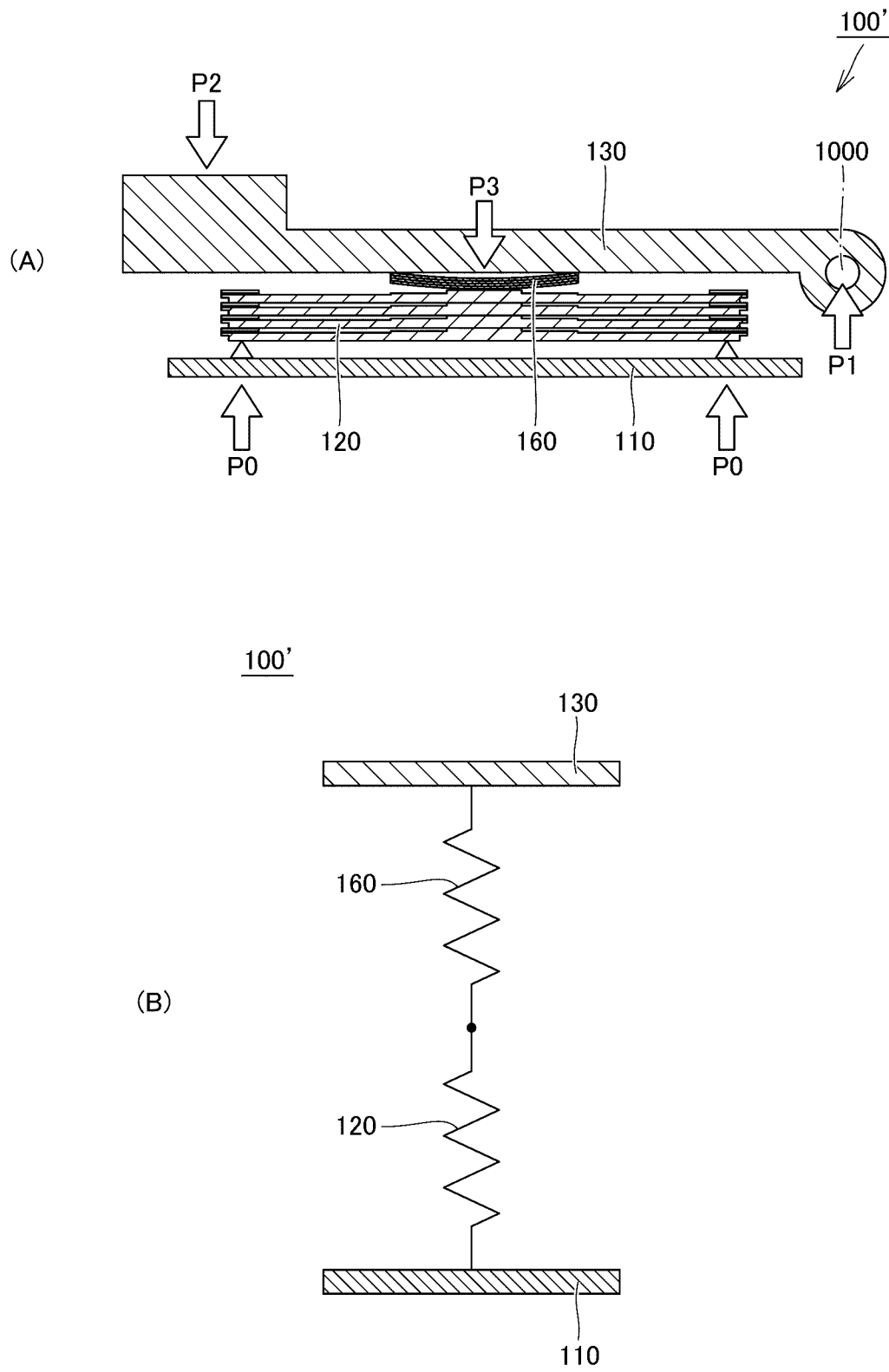


FIG.10

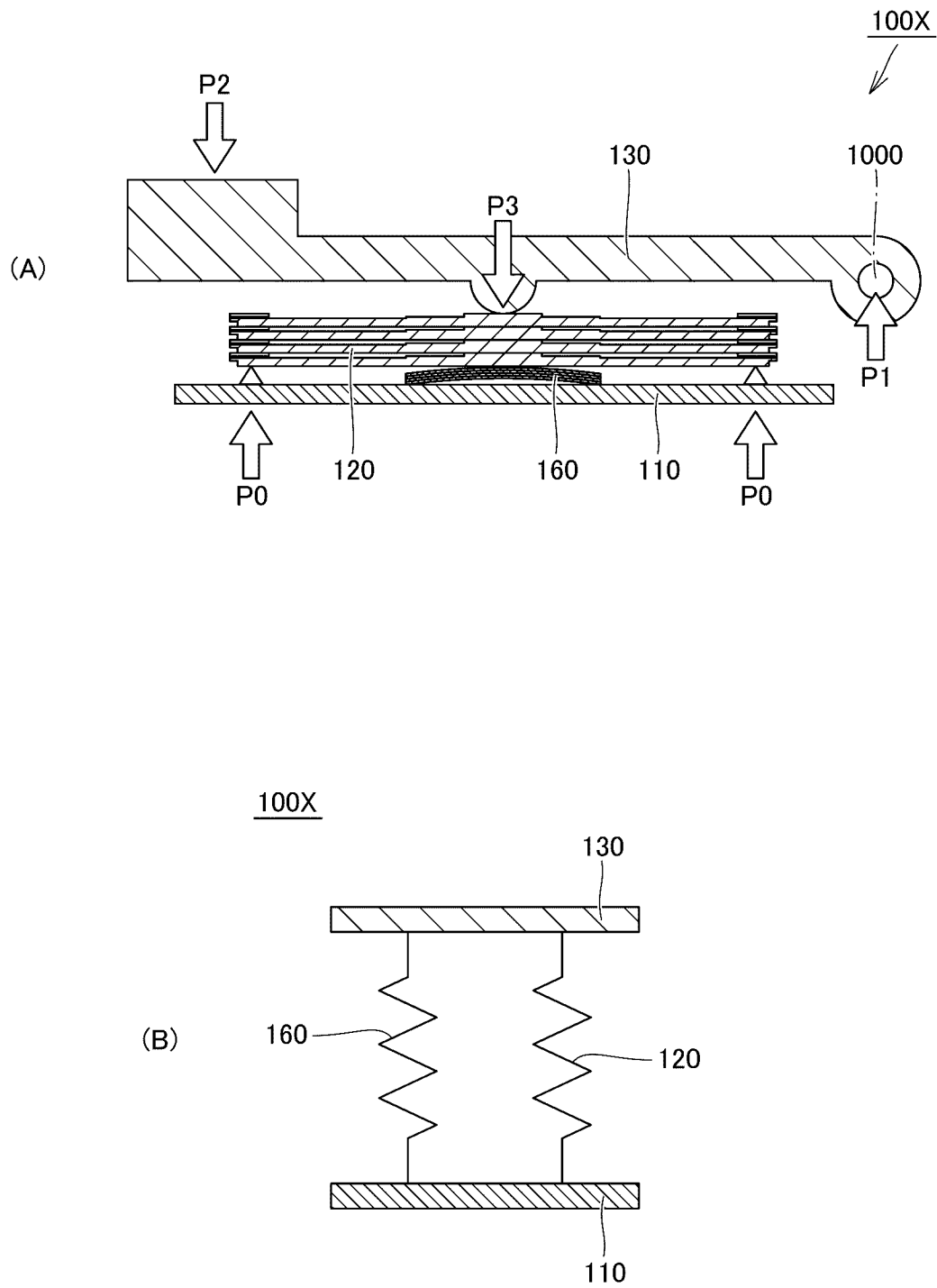
[図11]

FIG.11



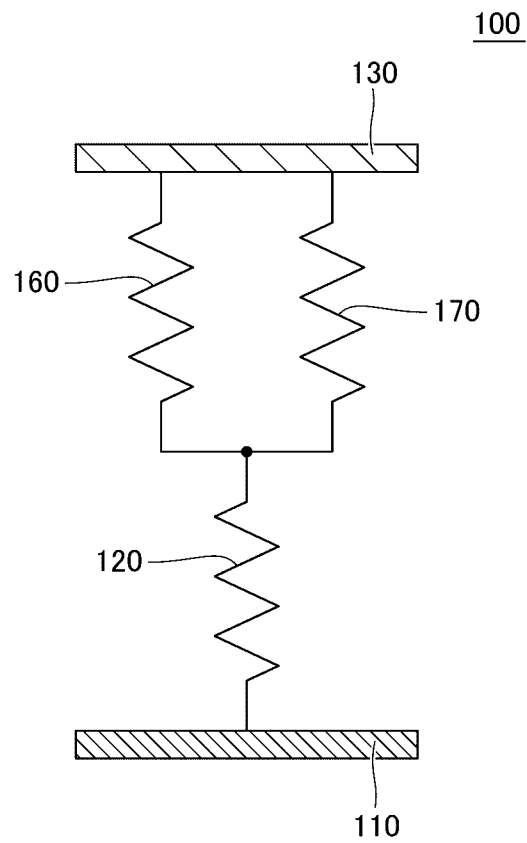
[図12]

FIG.12



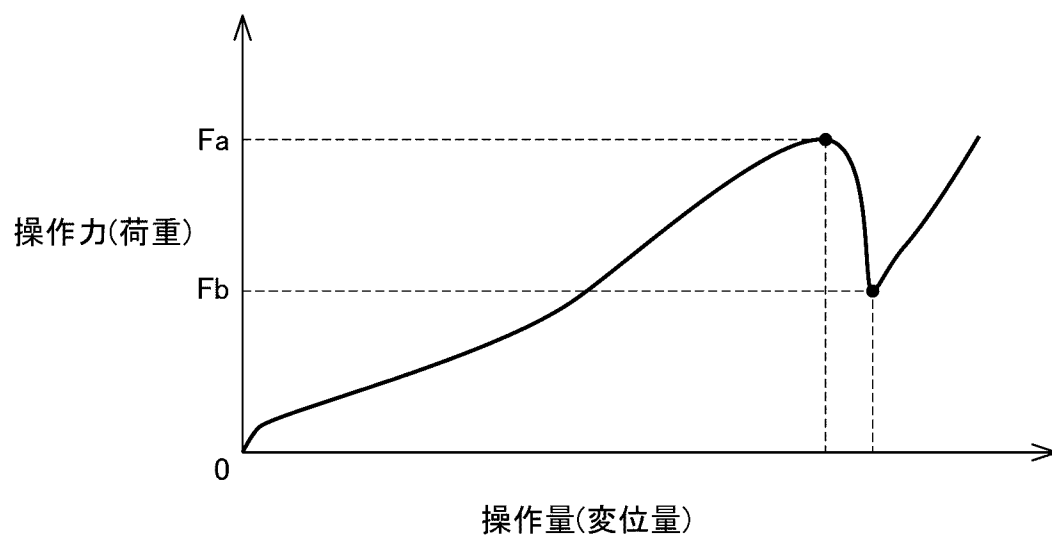
[図13]

FIG.13



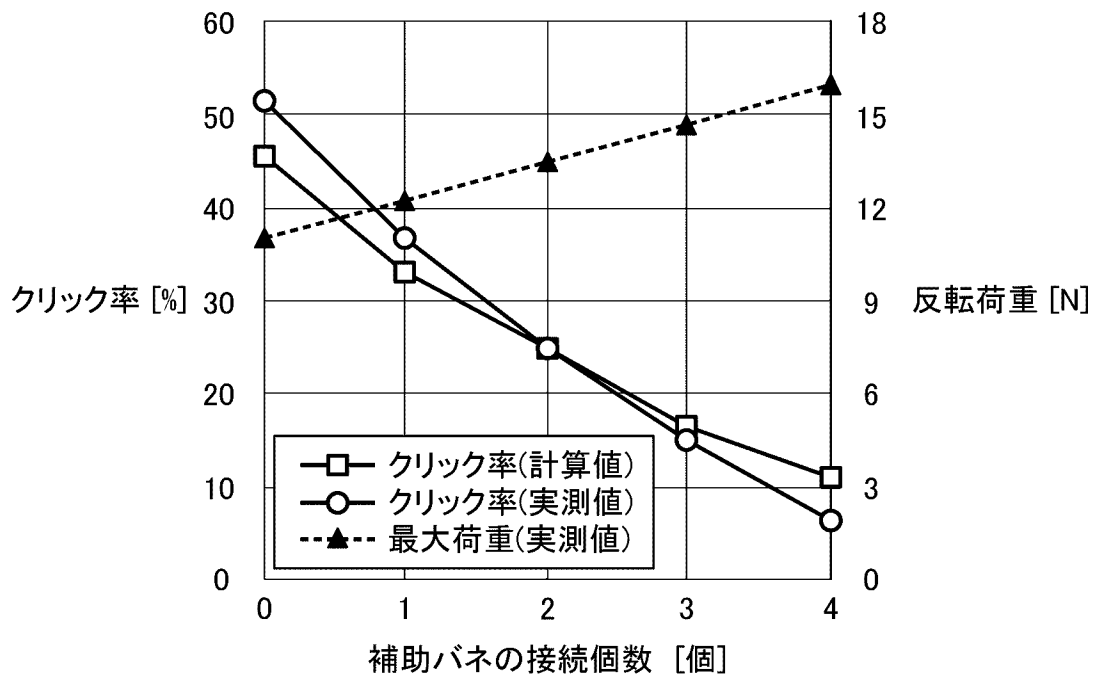
[図14]

FIG.14



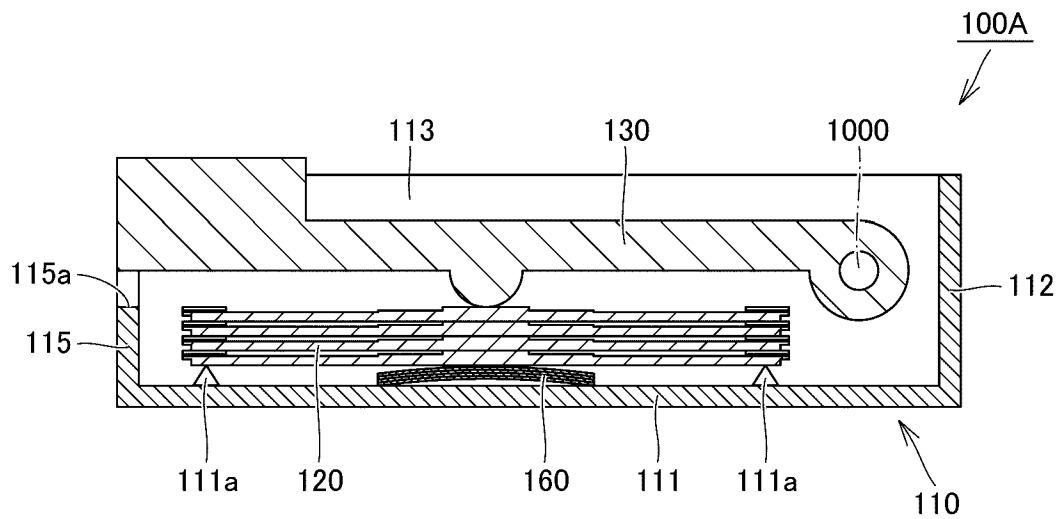
[図15]

FIG.15



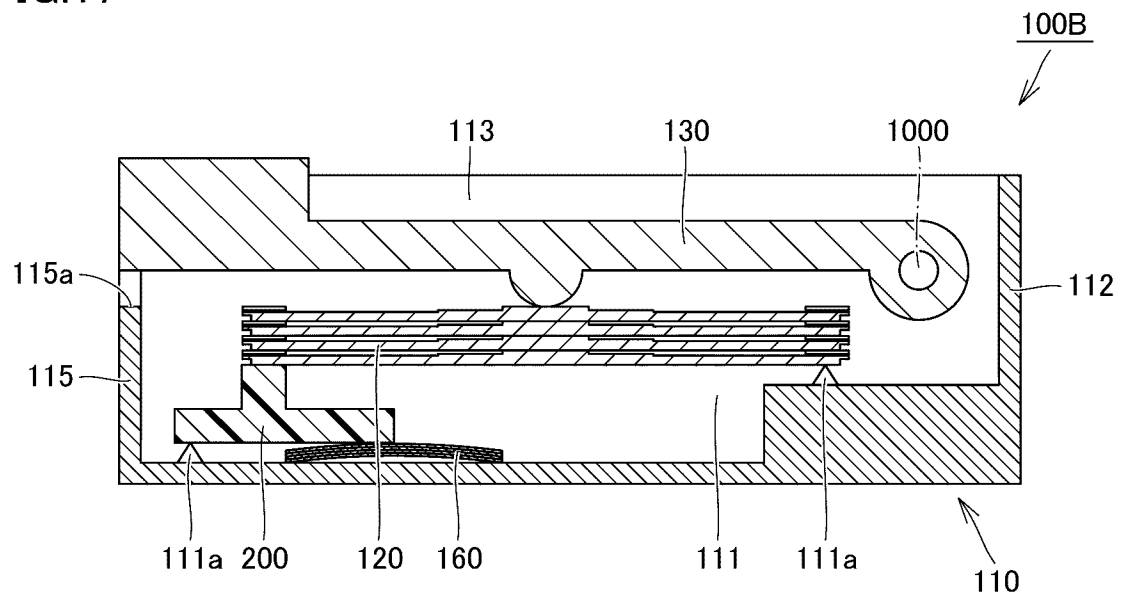
[図16]

FIG.16



[図17]

FIG.17



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/028874

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02N2/18(2006.01)i, H01L41/053(2006.01)i, H01L41/113(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)

H02N2/18, H01L41/053, H01L41/113

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	WO 2015/072258 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 21 May 2015 (21.05.2015), paragraphs [0016] to [0036]; fig. 1 to 6 & US 2016/0233796 A1 paragraphs [0040] to [0061]; fig. 1 to 6 & EP 3070832 A1 & CN 105723609 A	1, 3, 6-10 2, 4-5
Y	JP 2006-262575 A (Taiheiyo Cement Corp.), 28 September 2006 (28.09.2006), paragraphs [0023] to [0027]; fig. 3 to 4 (Family: none)	1, 3, 6-10
Y	JP 2014-131409 A (Kohei HAYAMI), 10 July 2014 (10.07.2014), paragraphs [0017] to [0028]; fig. 1 to 5 (Family: none)	7-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
16 October 2017 (16.10.17)

Date of mailing of the international search report
24 October 2017 (24.10.17)

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/JP2017/028874

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 2015-182548 A (Lecip Holdings Corp.), 22 October 2015 (22.10.2015), paragraphs [0017] to [0031]; fig. 1 to 2 (Family: none)	9-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02N2/18(2006.01)i, H01L41/053(2006.01)i, H01L41/113(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. H02N2/18, H01L41/053, H01L41/113

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	WO 2015/072258 A1（株式会社村田製作所）2015.05.21, 段落 0016-0036, 図 1-6 & US 2016/0233796 A1, 段落 0040-0061, 図 1-6 & EP 3070832 A1 & CN 105723609 A	1, 3, 6-10 2, 4-5
Y	JP 2006-262575 A（太平洋セメント株式会社）2006.09.28, 段落 0023-0027, 図 3-4（ファミリーなし）	1, 3, 6-10
Y	JP 2014-131409 A（速水 浩平）2014.07.10, 段落 0017-0028, 図 1-5 （ファミリーなし）	7-10

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

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

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

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

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16.10.2017

国際調査報告の発送日

24.10.2017

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）

服部 俊樹

3V

3736

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

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 2015-182548 A (レシップホールディングス株式会社) 2015. 10. 22, 段落 0017-0031, 図 1-2 (ファミリーなし)	9-10