

(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6月22日(22.06.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/104342 A1

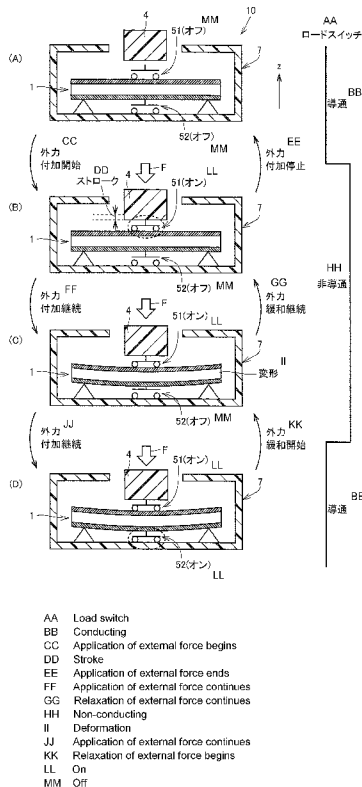
- (51) 国際特許分類:
H02N 2/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/084052
- (22) 国際出願日: 2016年11月17日(17.11.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-244247 2015年12月15日(15.12.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 堀口 睦弘(HORIGUCHI, Chikahiro); 〒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, JP, KE, KG, 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,

[続葉有]

(54) Title: POWER GENERATION DEVICE AND TRANSMITTER COMPRISING SAME

(54) 発明の名称: 発電装置およびそれを備えた送信機

[図5]



(57) Abstract: In the present invention, a power generation module (10) comprises: an operating part (4), which is displaced upon receiving an operation; a piezoelectric element (1), which generates power as a result of being deformed from an initial state in accordance with the displacement of the operating part (4); a switch (51), which outputs a signal (S1) when the piezoelectric element (1) is deformed from the initial state; and a switch (52), which outputs a signal (S2) when the deformation amount of the piezoelectric element (1) reaches a predetermined limit value; and a load switch (31). The load switch (31) is switched to either a conducting state or a non-conducting state on the basis of the signals (S1, S2). The load switch (31) is in the non-conducting state when the piezoelectric element (1) is deformed from the initial state and the deformation amount of the piezoelectric element (1) has not reached the limit value, and in the conducting state when the deformation amount of the piezoelectric element (1) has reached the limit value.

(57) 要約: 発電モジュール(10)は、操作を受け付けると変位する操作部(4)と、操作部(4)の変位に応じて初期状態から変形することにより発電する圧電素子(1)と、圧電素子(1)が初期状態から変形した場合に信号(S1)を出力するスイッチ(51)と、圧電素子(1)の変形量が予め定められた制限値に達している場合に信号(S2)を出力するスイッチ(52)と、ロードスイッチ(31)とを備える。ロードスイッチ(31)は、信号(S1, S2)に基づいて、導通状態と非導通状態とのどちらかの状態に切り替えられる。ロードスイッチ(31)は、圧電素子(1)が初期状態から変形しており、かつ、圧電素子(1)の変形量が制限値に達していない場合には、非導通状態であり、圧電素子(1)の変形量が制限値に達している場合には、導通状態である。

WO 2017/104342 A1



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称： 発電装置およびそれを備えた送信機

技術分野

[0001] 本発明は、圧電素子を用いた発電装置およびそれを備えた送信機に関する。

背景技術

[0002] 圧電素子は、その変形量に応じた電力を発電することが知られており、圧電素子を用いた発電装置に関する種々の技術が提案されている。たとえば特開 2011-103729 号公報（特許文献 1）は手動操作機器を開示する。この手動操作機器は発電素子を含む発電装置と、発電部からの電力を充電する充電部と、充電部からの電力を制御部に供給する電源供給部と、動作開始制御部とを備える。動作開始制御部は、検出された電圧がしきい値電圧を上回ったか否かを示す信号（イネーブル信号）を動作開始指令として電源供給部へ出力する。電源供給部は、イネーブル信号が H（ハイ）レベルになると、充電部に蓄えられた電力を所定電圧に変換して電力供給を開始する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特開 2011-103729 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記のように、特許文献 1 に開示された手動操作機器では、圧電素子からの出力電圧（より具体的には出力電圧を整流後の電圧）が検出される。そして、検出された電圧（検出電圧）と、予め定められたしきい値電圧との大小関係が判定され、検出電圧がしきい値電圧よりも高い場合に、後段の負荷への電力供給が開始される。

[0005] このように発電装置を構成すると、圧電素子の製造ばらつきにより、圧電素子の変形量が等しくとも検出電圧に個体差が生じ得る。そのため、圧電素

子によっては検出電圧がしきい値電圧を上回らず、負荷への電力供給を正常に行なうことができない場合がある。このような検出電圧が相対的に低い圧電素子を用いた場合であっても負荷への電力供給を正常に行なうことを可能にするためには、しきい値電圧をできるだけ低い値に設定することが望ましい。

[0006] しかしながら、一般に、検出電圧が相対的に低い圧電素子は少数であり、多くの圧電素子における検出電圧は、全素子における検出電圧の平均値に近い。そのため、しきい値電圧を過度に低い値に設定すると、多くの平均的な圧電素子では、十分な電力が圧電素子に蓄えられる前に電力供給が開始されてしまう。その結果、圧電素子により発電された電力の利用効率が相対的に低くなってしまう。

[0007] 本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、圧電素子を用いた発電装置およびそれを備えた送信機において、圧電素子により発電された電力の利用効率を向上させる技術を提供することである。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明のある局面に従う発電装置は、発電した電力を負荷に供給可能に構成される。発電装置は、操作を受け付けると変位する操作部と、操作部の変位に応じて初期状態から変形することにより発電する圧電素子と、圧電素子が初期状態から変形した場合に第1の信号を出力する第1の出力部と、圧電素子の変形量が予め定められた制限値に達している場合に第2の信号を出力する第2の出力部と、切替部とを備える。切替部は、圧電素子と負荷とを結ぶ電力線に直列に接続され、第1および第2の信号に基づいて、導通状態と非導通状態とのどちらかの状態に切り替えられる。切替部は、圧電素子が初期状態から変形しており、かつ、圧電素子の変形量が制限値に達していない場合には、非導通状態である。切替部は、圧電素子の変形量が制限値に達している場合には、導通状態である。

[0009] 好ましくは、切替部は、圧電素子が初期状態から変形していない場合には、導通状態である。

[0010] 好ましくは、発電装置は、第1および第2の信号に基づいて、切替部の状態を切り替えるための切替信号を出力する信号出力部をさらに備える。信号出力部は、圧電素子が初期状態から変形していない場合には、切替部を導通状態とするように切替信号を出力する。信号出力部は、圧電素子が初期状態から変形しており、かつ、圧電素子の変形量が制限値に達していない場合には、切替部を非導通状態とするように切替信号を出力する。信号出力部は、圧電素子の変形量が制限値に達している場合には、切替部を導通状態とするように切替信号を出力する。

[0011] 好ましくは、発電装置は、圧電素子と切替部との間に電氣的に接続された全波整流回路をさらに備える。全波整流回路は、圧電素子から受けた電圧を全波整流して出力する第1のノードと、基準電位を有する電力線に接続された第2のノードとを有する。第1の出力部は、第2のノードに電氣的に接続された一方端を有する第1のスイッチを含む。第2の出力部は、第1のノードに電氣的に接続された一方端を有する第2のスイッチを含む。信号出力部は、切替信号を出力する出力ノードと、第1および第2のダイオードと、第1および第2の抵抗とを含む。第1のダイオードは、第1のスイッチの他方端に電氣的に接続されたアノード、および、出力ノードに電氣的に接続されたカソードを有する。第2のダイオードは、第2のスイッチの他方端に電氣的に接続されたアノード、および、出力ノードに電氣的に接続されたカソードを有する。第1の抵抗は、第1のスイッチの一方端と第1のノードとの間に電氣的に接続される。第2の抵抗は、出力ノードと第2のノードとの間に電氣的に接続される。

[0012] 好ましくは、圧電素子は、第1および第2の出力端子を有する。発電装置は、放電スイッチと、全波整流回路とをさらに備える。放電スイッチは、第1の出力端子と第2の出力端子との間に接続され、圧電素子に蓄えられた電荷を放電する。全波整流回路は、圧電素子と切替部との間に電氣的に接続され、圧電素子から受けた電圧を全波整流して出力する。放電スイッチは、切替部が導通状態から非導通状態へと切り替えられてから、切替部が非導通状

態から導通状態へと切り替えられるまでの間に、オフからオンへと切り替えられる。

[0013] 好ましくは、第１の出力部は、操作部と圧電素子との間に配置される。好ましくは、第２の出力部は、圧電素子について第１の出力部とは反対側に配置される。発電装置は、操作部から圧電素子に伝達された力を第２の出力部へと機械的に伝達する伝達機構をさらに備える。操作部から圧電素子に伝達される力の方向を示す直線と、伝達機構から第２の出力部に伝達される力の方向を示す直線とは、互いに異なる。

[0014] 本発明の他の局面に従う送信機は、上記発電装置と、上記負荷とを備える。負荷は、発電装置から供給された電力を用いて無線信号を送信する送信部を含む。

[0015] 好ましくは、発電装置は、操作を受け付けると変位して圧電素子を変形させる他の操作部と、他の操作部の変位により圧電素子が初期状態から変形した場合に第３の信号を出力する第３の出力部とをさらに備える。切替部は、操作部および他の操作部のうちの少なくとも一方の変位により圧電素子が初期状態から変形しており、かつ、圧電素子の変形量が制限値に達していない場合には、非導通状態である。切替部は、圧電素子の変形量が制限値に達している場合には、導通状態である。負荷は、第１および第３の信号に基づいて、送信部を制御する制御部をさらに含む。制御部は、第１の信号を受けた場合と、第３の信号を受けた場合とでは、異なる無線信号を送信部に送信させる。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、圧電素子を含む発電装置およびそれを備えた送信機において、圧電素子により発電された電力の利用効率を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]実施の形態１に係る発電モジュールを搭載した送信機の全体構成を概略的に示す回路ブロック図である。

[図2]圧電素子の構成例を示す図である。

[図3]圧電素子の他の構成例を示す図である。

[図4]比較例に係る発電モジュールを搭載した送信機を説明するための図である。

[図5]実施の形態1における操作部およびスイッチの構成を説明するための図である。

[図6]実施の形態1における信号出力部の構成を説明するための図である。

[図7]図6（A）に示したベン図の関係を実現するための回路構成例を示す図である。

[図8]実施の形態1に係る発電モジュールの動作を説明するためのタイムチャートである。

[図9]実施の形態1の変形例に係る発電モジュールを搭載した送信機の全体構成を概略的に示す回路ブロック図である。

[図10]実施の形態1の変形例に係る発電モジュールの動作を説明するためのタイムチャートである。

[図11]実施の形態2における操作部およびスイッチの構成を説明するための図である。

[図12]実施の形態2における信号出力部の構成を説明するための図である。

[図13]図12（A）に示したベン図の関係を実現するための回路構成例を示す図である。

[図14]実施の形態2に係る発電モジュールの動作を説明するためのタイムチャートである。

[図15]実施の形態2に係る発電モジュールの各構成要素の配置例を示す図である。

[図16]3つの操作部が設けられた場合の切替信号を説明するためのベン図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する

。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

[0019] 以下に示す実施の形態では、本発明に係る発電モジュールが送信機に搭載される構成を例に説明する。しかし、本発明に係る発電モジュールを搭載可能な機器は、発電モジュールにより発電された電力を消費する電気機器であれば特に限定されるものではない。

[0020] [実施の形態 1]

図 1 は、実施の形態 1 に係る発電モジュールを搭載した送信機の全体構成を概略的に示す回路ブロック図である。送信機 100 は、負荷としての送信部 300 と、発電した電力を送信部 300 に供給可能に構成された発電モジュール（発電装置）10 とを備える。

[0021] 送信部 300 は、RF（Radio Frequency）アンテナ 302 と、RF 回路 304 とを含む。送信部 300 は、発電モジュール 10 から供給された電力を用いて、送信機 100 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（たとえば複数の送信機が存在する場合に各送信機に固有の識別番号を受信器に伝達するための信号）であってもよい。また、送信部 300 は、RF アンテナ 302 および RF 回路 304 に代えて、LED（Light Emitting Diode）等の発光素子およびその駆動回路（いずれも図示せず）を含んでもよい。

[0022] 発電モジュール 10 は、圧電素子 1 と、全波整流回路 2 と、コンデンサ C と、ロードスイッチ 31 と、操作部 4 と、スイッチ 51, 52 と、信号出力部 61 とを備える。

[0023] 圧電素子 1 は、操作部 4 の変位に応じて変形することにより発電する。圧電素子 1 は出力端子 T1, T2 を含む。以下、出力端子（第 2 の出力端子）T2 の電位を基準とした出力端子（第 1 の出力端子）T1 の電位を「出力電圧 V」と記載する。圧電素子 1 の構成については図 2 および図 3 にて詳細に説明する。

- [0024] 全波整流回路 2 は、圧電素子 1 とロードスイッチ 3 1 との間に電氣的に接続され、圧電素子 1 の出力電圧 V を全波整流する。全波整流回路 2 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。全波整流回路 2 は、ノード $N 1$ 、 $N 2$ を含む。ノード（第 1 のノード） $N 1$ は、電力線 $P L$ によってロードスイッチ 3 1 に電氣的に接続され、全波整流された電圧（整流電圧） V_c をロードスイッチ 3 1 に出力する。ノード（第 2 のノード） $N 2$ は、基準電位 $G N D$ を有する電力線 $G L$ に電氣的に接続される。
- [0025] コンデンサ C は、電力線 $P L$ と電力線 $G L$ との間に電氣的に接続され、整流電圧 V_c を平滑化する。
- [0026] ロードスイッチ（切替部）3 1 は、電力線 $P L$ 上に設けられ、電力線 $P L$ を導通させる導通状態と、電力線 $P L$ を非導通とする非導通状態とを切り替え可能に構成される。なお、ロードスイッチ 3 1 は、圧電素子 1 と送信部 3 0 0 とを結ぶ電力線に直列に接続されていればよいので、電力線 $G L$ 上に設けられてもよい。その場合には、ロードスイッチ 3 1 は、電力線 $G L$ の導通状態と非導通状態とを切り替え可能に構成される。
- [0027] 操作部 4 は、たとえば押ボタンスイッチにおけるボタン部分を含んで構成される。操作部 4 は、ユーザの操作を受け付けると変位する。スイッチ 5 1、5 2 の各々は、たとえば押ボタンスイッチにおける接点であり、ユーザ操作による操作部 4 の変位に応じてオンとオフとが切り替えられる。スイッチ 5 1 は信号（第 1 の信号） $S 1$ を出力し、スイッチ 5 2 は信号（第 2 の信号） $S 2$ を出力する。
- [0028] 信号出力部 6 1 は、スイッチ 5 1、5 2 からの信号 $S 1$ 、 $S 2$ に基づいて、ロードスイッチ 3 1 の状態（導通状態および非導通状態）を切り替えるための切替信号 $S W$ を出力する。本実施の形態では、切替信号 $S W$ が H （ハイ）レベルの場合にロードスイッチ 3 1 が導通状態となり、切替信号 $S W$ が L （ロー）レベルの場合にロードスイッチ 3 1 が非導通状態となる。操作部 4、スイッチ 5 1、5 2、および信号出力部 6 1 の構成については図 5～図 7

にて詳細に説明する。

[0029] 図2は、圧電素子1の構成例を示す図である。図2(A)を参照して、圧電素子1は、たとえばユニモルフ型の圧電素子である。本実施の形態において、圧電素子1は両持ち梁構造を有する。すなわち、圧電素子1の両端部が支持部16によって支持されている。しかし、圧電素子1の構造は特に限定されず、圧電素子1は片持ち梁構造を有してもよい。

[0030] 圧電素子1は、圧電体12と、金属板14とを含む。圧電体12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。なお、圧電体12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）からなってもよい。

[0031] 圧電素子1は平板状である。圧電体12の一方の主面には電極12Aが設けられている。電極12Aには出力端子T1が電氣的に接続される。圧電体12の他方の主面には電極12Bが設けられている。電極12Bは、圧電体12と金属板14とを電氣的に接続する。電極12Bには出力端子T2が電氣的に接続される。圧電素子1は、ユーザ操作による外力Fが加わっていない状態では図2(A)に示す初期状態を保つ。

[0032] 図2(B)に示すように、圧電素子1の中央部に外力Fが付加されると、圧電体12が変形（屈曲）する。この変形過程において圧電体12に分極が生じる。図2(B)および図2(C)では正電荷を「+」で示し、負電荷を「-」で示す。分極により電極12Aが正に帯電する一方で、電極12Bは負に帯電する。そのため、出力端子T1の電位は、出力端子T2の電位よりも高くなる。すなわち、圧電素子1の出力電圧Vは正電圧になる。

[0033] 一方、図2(C)に示すように、圧電素子1への外力Fの付加が停止されると、圧電体12は、圧電体12自身の復元力により初期状態（図2(A)に示す平板状の状態）へと復元する。この復元過程においては、圧電体12に生じる電荷の極性が反転する。すなわち、電極12Aが負に帯電する一方で、電極12Bは正に帯電する。そのため、圧電素子1の出力電圧Vは負電圧になる。このように、圧電素子1の変形過程と復元過程とでは圧電素子1

の出力電圧 V の符号が逆転する。

[0034] 図3は、圧電素子の他の構成例を示す図である。図3に示すように、圧電素子1Aとして複数の圧電体12が積層された積層型の素子を用いてもよい。これにより、図2に示した単層型の構成と比べて圧電体12に生じる電荷量が大きくなるので、より大きな電力を送信部300（図1参照）に供給することが可能になる。なお、圧電素子1Aはユニモルフ型であるが、バイモルフ型やマルチモルフ型の圧電素子を採用してもよい。

[0035] ここで、実施の形態1に係る発電モジュール10の特徴の理解が容易になるように、まず、比較例に係る発電モジュールを搭載した送信機について説明する。

[0036] 図4は、比較例に係る発電モジュールを搭載した送信機を説明するための図である。図4に示す送信機900において、発電モジュール90は、スイッチ51、52および信号出力部61に代えて制御回路9を備える点において、実施の形態1に係る発電モジュール10（図1参照）と異なる。

[0037] 制御回路9は、電力線PLと電力線GLとの間に接続される。制御回路9は、いずれも図示しないが、たとえばコンパレータ回路および基準電圧生成回路を含んで構成される。整流電圧 V_c が制御回路9の最低動作電圧よりも高くなると、制御回路9は、整流電圧 V_c を電源電圧として動作を開始する。制御回路9は、整流電圧 V_c を検出し、検出された整流電圧 V_c と、予め定められたしきい値電圧 V_{th} との大小関係を判定する。そして、制御回路9は、整流電圧 V_c がしきい値電圧 V_{th} よりも高い場合に制御信号をロードスイッチ31に出力する。これにより、ロードスイッチ31が非導通状態から導通状態へと切り替えられる。

[0038] このように発電モジュール90を構成すると、圧電素子1の製造ばらつきにより、圧電素子1の変形量が等しくとも整流電圧 V_c に個体差が生じ得る。つまり、一部の圧電素子1を用いた場合の整流電圧 V_c は、平均的な圧電素子1を用いた場合の整流電圧 V_c よりも低くなり得る。そのため、圧電素子1によっては整流電圧 V_c がしきい値電圧 V_{th} を上回らず、送信部30

0への電力供給を正常に行なうことができない場合がある。このような整流電圧 V_c が相対的に低くなる圧電素子1を用いた場合であっても送信部300への電力供給を正常に行なうことを可能にするためには、しきい値電圧 V_{th} をできるだけ低い値に設定することが望ましい。たとえば図4（B）に示すように、しきい値電圧 V_{th} は、圧電素子1の製造ばらつきを考慮したマージンに相当する値だけ低く設定される。

[0039] しかしながら、一般に、整流電圧 V_c が相対的に低い圧電素子1は少数であり、多くの圧電素子1における整流電圧 V_c は、全素子における整流電圧 V_c の平均値に近い。そのため、しきい値電圧 V_{th} を過度に低い値に設定すると、多くの平均的な圧電素子1では、十分な電力が圧電素子1に蓄えられる前に電力供給が開始されてしまう。図4（B）に示した例では、電力供給の開始タイミングが時刻 t_{93} から時刻 t_{92} へと早まる。その結果、圧電素子1により発電された電力の利用効率が相対的に低くなってしまう。

[0040] そこで、実施の形態1においては、整流電圧 V_c としきい値電圧 V_{th} との大小関係を電氣的に判定するのに代えて、外力 F が操作部4に付加または付加停止される際のスイッチ51、52の機械的作用に基づいて、ロードスイッチ31の導通状態と非導通状態とを切り替える構成を採用する。以下、実施の形態1における操作部4、スイッチ51、52、および信号出力部61の構成について詳細に説明する。

[0041] 図5は、実施の形態1における操作部4およびスイッチ51、52の構成を説明するための図である。以下では説明の簡略化のため、図中正の z 軸方向を「上方」と称し、負の z 軸方向を「下方」と称する。ただし、負の z 軸方向は必ずしも鉛直方向を意味するものではなく、任意の方向とすることができる。

[0042] 発電モジュール10全体はケース7の内部に收容されている。操作部4は、ケース7の天面に設けられ、外力 F の付加の程度（すなわちユーザ操作）に応じて上下方向に変位可能に構成されている。スイッチ51は、操作部4と圧電素子1の上面との間に配置されている。スイッチ52は、圧電素子1

の下面とケース 7 の底面との間に配置されている。言い換えると、スイッチ 5 2 は、圧電素子 1 についてスイッチ 5 1 と反対側に配置されている。

[0043] 図 5 (A) は、操作部 4 に外力 F が付加されていない状態（初期状態）を示す。初期状態においては操作部 4 が下方に変位していないので、圧電素子 1 は変形していない。また、スイッチ 5 1, 5 2 は、いずれもオフである。この場合、詳細は図 6 にて説明するが、信号出力部 6 1 から出力される切替信号 SW は H レベルであり、ロードスイッチ 3 1 は導通状態に制御される。

[0044] スwitch 5 1 は、操作部 4 とほぼ接触（当接）するように設けられている。そのため、図 5 (B) に示すように外力 F の付加によって操作部 4 が下方に変位すると、操作部 4 がスイッチ 5 1 に機械的に接触する。これにより、スイッチ 5 1 はオフからオンへと切り替えられる。以下では操作部 4 の変位量（言い換えると圧電素子 1 の変形量）を「ストローク」とも記載する。ストロークは、圧電素子 1 の初期状態ではゼロであり、圧電素子 1 が変形するに従って負の z 軸方向に増加する。

[0045] このように、スイッチ 5 1 は、操作部 4 の変位により圧電素子 1 が初期状態から変形したことを検出し、信号 S 1 の論理レベルを切り替える。一方、図 5 (B) の段階では圧電素子 1 は依然として変形していないので、スイッチ 5 2 はオフのままであり、スイッチ 5 2 からの信号 S 2 の論理レベルは変化しない。信号出力部 6 1（図 6 参照）は、信号 S 1, S 2 に基づいて所定の論理演算（後述）を行なうことによって、切替信号 SW を H レベルから L レベルへと切り替える。これにより、ロードスイッチ 3 1 が導通状態から非導通状態へと切り替えられる。

[0046] 図 5 (C) に示すように操作部 4 が下方へと変位するにつれて、スイッチ 5 1 はオンに維持されたまま、圧電素子 1 の変形量が増加する。これにより、圧電素子 1 では発電が行なわれ、出力電圧 V が次第に高くなる。一方、スイッチ 5 2 はオフのままである。つまり、スイッチ 5 1, 5 2 は、いずれも図 5 (B) に示した状態から変化していない。したがって、切替信号 SW は L レベルであり、ロードスイッチ 3 1 は非導通状態に維持される。その結果

、圧電素子 1 により発電された電力は、送信部 300 へと供給されることなく圧電素子 1 に蓄えられることになる。

[0047] 図 5 (D) に示すように操作部 4 がさらに下方へと変位すると、それにより変形した圧電素子 1 がスイッチ 52 と機械的に接触する。スイッチ 52 はケース 7 の底面に配置されているので、圧電素子 1 の変形量はスイッチ 52 およびケース 7 により制限される。言い換えると、スイッチ 52 は、圧電素子 1 の変形量が予め定められた制限値に達していることを検出し、信号 S2 の論理レベルを切り替える。スイッチ 52 は、圧電素子 1 の変形量が予め定められた制限値に達している間、信号 S2 の論理レベルを L レベルに保つ。一方、スイッチ 51 はオンのままであり、スイッチ 51 からの信号 S1 の論理レベルは変化しない。信号出力部 61 は、信号 S1, S2 に基づいて論理演算を行なうことによって、切替信号 SW を L レベルから H レベルへと切り替える。これにより、ロードスイッチ 31 が非導通状態から導通状態へと切り替えられ、圧電素子 1 に蓄えられた電力が送信部 300 へと供給される。

[0048] 詳細な説明は繰り返さないが、ユーザが操作部 4 の操作を止めて（すなわち外力 F の付加の緩和を開始して）圧電素子 1 が初期状態へと復元する過程においては、図 5 (D)、図 5 (C)、図 5 (B)、図 5 (A) の順に発電モジュール 10 の状態が遷移する。

[0049] 図 6 は、実施の形態 1 における信号出力部 61 の構成を説明するための図である。図 6 (A) ならびに後述する図 12 (A) および図 15 に示すベン図において、斜線部分は、信号出力部 61 から出力される切替信号 SW が H レベルであることを示す。斜線が付されていない部分は、切替信号 SW が L レベルであることを示す。

[0050] 圧電素子 1 が初期状態から変形していない場合、すなわちスイッチ 51 がオフの場合には、図 5 (A) から明らかなように、スイッチ 52 もオフである。この場合には、領域 K1 に示すように、信号出力部 61 は、H レベルの切替信号 SW を出力してロードスイッチ 31 を導通状態とする。

[0051] 圧電素子 1 が初期状態から変形しているが、圧電素子 1 の変形量が制限値

には達していない場合、すなわち、領域K 2に示すようにスイッチ5 1がオンであり、かつスイッチ5 2がオフである場合（図5（B）および図5（C）参照）には、信号出力部6 1は、Lレベルの切替信号SWを出力してロードスイッチ3 1を非導通状態とする。

[0052] 圧電素子1の変形量が制限値に達している場合、すなわち、領域K 3、K 4に示すようにスイッチ5 2がオンである場合（図5（D）参照）には、信号出力部6 1は、Hレベルの切替信号SWを出力してロードスイッチ3 1を導通させる。なお、図5（D）から明らかなように、スイッチ5 1がオフであり、かつスイッチ5 2がオンである状態（領域K 4参照）は実際には生じない。

[0053] 図6（A）に示したベン図の関係を実現するために、信号出力部6 1においては図6（B）に示す論理回路が構成される。本実施の形態において、信号出力部6 1は、スイッチ5 1からの信号S 1を受ける入力ノードI N 1と、スイッチ5 2からの信号S 2を受ける入力ノードI N 2と、切替信号SWを出力する出力ノードO U Tと、否定回路（NOT回路）6 1 2と、論理和回路（OR回路）6 1 4とを含む。

[0054] NOT回路6 1 2は、信号S 1の否定の演算結果を示す信号をOR回路6 1 4に出力する。OR回路6 1 4は、NOT回路6 1 2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O U Tに出力する。

[0055] 図7は、図6（A）に示したベン図の関係を實現するための回路構成例を示す図である。信号出力部6 1は、ダイオードD 1、D 2と、抵抗R 1、R 2とを含む。なお、図7では図示の都合上、信号出力部6 1を示す枠線は示されていない。

[0056] スイッチ5 1の一方端は、電力線G Lに電氣的に接続される。スイッチ5 1の他方端は、抵抗（第1の抵抗）R 1を介して電力線P Lに電氣的に接続されるとともに、ダイオード（第1のダイオード）D 1のアノードに電氣的に接続される。ダイオードD 1のカソードは、抵抗R 2を介して電力線G Lに電氣的に接続されるとともに、出力ノードO U Tに電氣的に接続される。

スイッチ 5 2 の一方端は、電力線 P L に電氣的に接続されるとともに、抵抗 R 1 を介してスイッチ 5 1 の他方端に電氣的に接続される。スイッチ 5 2 の他方端は、ダイオード（第 2 のダイオード）D 2 のアノードに電氣的に接続される。ダイオード D 2 のカソードは、出力ノード O U T に電氣的に接続される。

[0057] なお、図 6（B）に示した論理回路の構成例、および、図 7 に示した電気回路の構成例は、いずれも例示に過ぎず、図 6（A）に示したベン図の関係を実現可能であれば他の構成を採用することも可能である。

[0058] 図 8 は、実施の形態 1 に係る発電モジュール 1 0 の動作を説明するためのタイムチャートである。図 8 において横軸は経過時間を表す。縦軸は、上から順にストローク、スイッチ 5 1 のオン／オフ、信号 S 1 の論理レベル、スイッチ 5 2 のオン／オフ、信号 S 2 の論理レベル、切替信号 S W の論理レベル（すなわちロードスイッチ 3 1 の導通状態／非導通状態）、および出力電圧 V を示す。

[0059] 時刻 t_{11} までの期間では、圧電素子 1 は変形しておらず、ストロークはゼロである（図 5（A）参照）。そのため、スイッチ 5 1 はオフであり、信号 S 1 は H レベルである。スイッチ 5 2 はオフであり、信号 S 2 は L レベルである。よって、信号出力部 6 1 からは H レベルの切替信号 S W が出力され、ロードスイッチ 3 1 は導通状態である。しかしながら、圧電素子 1 が変形していないので出力電圧 V が略ゼロ V（ボルト）であるため、発電モジュール 1 0 から送信部 3 0 0 への電力供給は行なわれていない。

[0060] 時刻 t_{11} において、外力 F の付加が開始され、圧電素子 1 の変形（ストロークの負方向への増加）が始まる（図 5（B）参照）。これにより、スイッチ 5 1 がオフからオンへと切り替わるので、信号 S 1 は H レベルから L レベルへと切り替わる。一方、スイッチ 5 2 はオフのままであるので、信号 S 2 は L レベルのまま変化しない。したがって、信号出力部 6 1 からは L レベルの切替信号 S W が出力される。これにより、ロードスイッチ 3 1 は導通状態から非導通状態へと切り替わる。したがって、圧電素子 1 により発電され

た電力は、送信部300へと供給されることなく圧電素子1に蓄えられる。

よって、時刻 t_{11} から時刻 t_{12} までの期間、ストロークの負方向への増加が継続され、出力電圧 V が次第に増加する（図5（C）参照）。

[0061] 時刻 t_{12} において圧電素子1の変形量が制限値に達すると（図5（D）参照）、スイッチ52がオフからオンへと切り替わるので、信号 S_2 はHレベルになる。一方、スイッチ51はオンに維持されているので、信号 S_1 はLレベルである。したがって、信号出力部61からはHレベルの切替信号 SW が出力される。これにより、ロードスイッチ31は非導通状態から導通状態へと切り替わる。その結果、圧電素子1に蓄えられた電力が送信部300へと供給される。その後、時刻 t_{12} から時刻 t_{13} までの期間、電力供給が継続され、送信部300からRF信号が出力されることで出力電圧 V がゼロ V に向けて次第に低下する。

[0062] 時刻 t_{13} において外力 F の緩和が開始されると、圧電素子1の復元力により、ストロークは正方向へと増加する。これにより、スイッチ52がオンからオフへと切り替わるので、信号 S_2 はLレベルになる。一方、スイッチ51はオンに維持されているので、信号 S_1 はLレベルである。よって、信号出力部61からはLレベルの切替信号 SW が出力され、ロードスイッチ31は導通状態から非導通状態へと切り替わる。そのため、圧電素子1の復元過程において発電された電力は圧電素子1に蓄えられる。よって、時刻 t_{13} から時刻 t_{14} までの期間、出力電圧 V は負方向に増加する。

[0063] その後、時刻 t_{14} においてストロークがゼロになり圧電素子1は初期状態へと戻ると、スイッチ51がオンからオフへと切り替わるので、信号 S_1 はHレベルになる。一方、スイッチ52はオフのままであるので、信号 S_2 はLレベルである。したがって、信号出力部61からはHレベルの切替信号 SW が出力され、ロードスイッチ31は非導通状態から導通状態へと切り替わる。その結果、圧電素子1に蓄えられた電力が送信部300へと供給されるので、出力電圧 V はゼロ V に向けて正方向に増加する。

[0064] このように、実施の形態1によれば、ユーザ操作により圧電素子1が初期

状態から変形を開始するのに先立ってスイッチ 5 1 がオンされることにより、ロードスイッチ 3 1 が非導通状態となる。これにより、圧電素子 1 により発電された電力が相対的に小さいうちには、電力を送信部 3 0 0 へと供給することなく圧電素子 1 に蓄えることができる。さらに、圧電素子 1 の変形が制限された時点、すなわち圧電素子 1 の変形量が許容範囲の最大値である制限値に達した時点でスイッチ 5 2 がオンされることにより、ロードスイッチ 3 1 が非導通状態から導通状態へと切り替えられる。これにより、圧電素子 1 に電力が最も蓄えられた状態で送信部 3 0 0 への電力供給を開始することができる。したがって、実施の形態 1 によれば、圧電素子 1 により発電された電力の利用効率を向上させることができる。また、圧電素子 1 の復元過程においても同様に、送信部 3 0 0 への電力供給を高効率に行なうことができる。

[0065] 比較例における出力電圧 V の時間変化を図 8 に破線で示し、比較例と対比して実施の形態 1 の効果を説明する。上述のように比較例では、マージンに相当する値だけ低い値をしきい値電圧 V_{th} として設定することが求められる。そのため、比較例では、マージンを設定しない場合と比べて、圧電素子 1 に電力が蓄えられる期間（電力蓄積期間）が短くなる。その結果、十分な電力が圧電素子 1 に蓄えられていない状態でロードスイッチ 3 1 が導通されてしまう可能性がある。

[0066] これに対し、実施の形態 1 によれば、圧電素子 1 がスイッチ 5 2 に機械的に接触して、それ以上の圧電素子 1 の変形が制限されるまで圧電素子 1 の変形を許容してから、ロードスイッチ 3 1 を導通することが可能になる。よって、上述のマージンを設定する必要がない。そのため、実施の形態 1 における電力蓄積期間（時刻 t_{11} と時刻 t_{12} との間の期間）は、比較例における電力蓄積期間よりも長くなる。つまり、圧電素子 1 により発電された電力を十分に蓄えてから送信部 3 0 0 に供給することができる。したがって、電力の利用効率を向上させることができる。

[0067] なお、スイッチ 5 1, 5 2 は、本発明に係る「第 1 および第 2 の出力部」

にそれぞれ相当する。ただし、本発明に係る「第１および第２の出力部」は、圧電素子１の変形を機械的（力学的）に検出して信号を出力可能であれば機械式スイッチに限定されるものではなく、たとえば圧力センサ（圧電素子１とは別の圧電素子）であってもよい。

[0068] [実施の形態１の変形例]

実施の形態１の変形例では、適切なタイミングで圧電素子１を放電することによって電力の利用効率を一層向上させることが可能な構成について説明する。

[0069] 図９は、実施の形態１の変形例に係る発電モジュールを搭載した送信機の全体構成を概略的に示す回路ブロック図である。図９に示す送信機１００Ａは、送信部３００を制御する制御部４００をさらに備える。また、発電モジュール１０Ａは、放電スイッチ８をさらに備える。

[0070] 放電スイッチ８は、圧電素子１の出力端子Ｔ１と出力端子Ｔ２との間に接続され、圧電素子１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８は、制御部４００からの放電指令に応答してオフからオンへと切り替えられる。これにより、出力端子Ｔ１と出力端子Ｔ２とが短絡するので、圧電素子１に蓄えられた電荷が放電される。なお、放電スイッチ８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。

[0071] 図１０は、実施の形態１の変形例に係る発電モジュール１０Ａの動作を説明するためのタイムチャートである。実施の形態１の変形例における時刻 t_{22} までの動作は、実施の形態１における時刻 t_{12} までの動作（図８参照）と同等であるため説明は繰り返さない。

[0072] 図１０では、放電スイッチ８による放電が行なわれる場合の出力電圧 V および整流電圧 V_c の時間変化を実線で示す。一方、放電スイッチ８による放電が行なわれない場合の出力電圧 V および整流電圧 V_c の時間変化を破線で示す。

[0073] 時刻 t_{22} からはロードスイッチ３１が導通状態であるので、圧電素子１

から負荷である送信部300および制御部400へと電力が供給される。制御部400は、送信部300に動作指令を出力して無線信号を送信させると、時刻 t_{22a} において放電スイッチ8に放電指令をさらに出力する。これにより、圧電素子1に蓄えられた電荷が放電されるので、出力電圧 V および整流電圧 V_c は、いずれもゼロ V へと戻る。

[0074] その後の時刻 t_{23} から時刻 t_{24} までの圧電素子1の復元過程において、出力電圧 V が負方向に増加する。この際、圧電素子1の放電が行なわれることによって、整流電圧 V_c （実線参照）が、放電を行なわなかった場合の整流電圧 V_c （破線参照）よりも大きくなる（たとえば時刻 t_{24} 参照）。よって、実施の形態1の変形例によれば、実施の形態1と比べて、電力の利用効率を一層向上させることができる。なお、図示しないが、圧電素子1の復元過程にて発電された電力の供給後（時刻 t_{24} 以降）にも同様に放電スイッチ8を用いて圧電素子1を放電させてもよい。

[0075] [実施の形態2]

実施の形態1では操作部が1つしか設けられていない構成を例に説明したが、発電モジュールには複数の操作部が設けられていてもよい。実施の形態2においては、2つの操作部が設けられた構成例を説明する。

[0076] 図11は、実施の形態2における操作部およびスイッチの構成を説明するための図である。実施の形態2において、発電モジュール20は、2つの操作部4A、4Bと、3つのスイッチ51A、51B、52とを備える。スイッチ51A、51Bから出力される信号をS1A、S1Bとそれぞれ記載する（図12（B）参照）。

[0077] 操作部4A、4Bの各々は、ユーザの操作を受け付ける。操作部4Aと操作部4Bとは、ユーザ操作に応じて、図中 z 軸方向に互いに独立に変位可能である。

[0078] スwitch51Aは、操作部4Aと圧電素子1の上面との間において、操作部4Aとほぼ接触するように設けられている。そのため、スイッチ51Aは、操作部4Aの変位に応じて圧電素子1が初期状態から変形すると、オフか

らオンへと切り替えられる。同様に、スイッチ 5 1 B は、操作部 4 B と圧電素子 1 の上面との間において、操作部 4 B とほぼ接触するように設けられている。そのため、スイッチ 5 1 B は、操作部 4 B の変位に応じて圧電素子 1 が初期状態から変形すると、オフからオンへと切り替えられる。

[0079] スイッチ 5 2 は、圧電素子 1 の下面とケース 7 の底面との間に設けられている。操作部 4 A、4 B のうちの一方または両方が下方へと変位すると、それにより変形した圧電素子 1 がスイッチ 5 2 に機械的に接触する。これにより、スイッチ 5 2 は、オフからオンへと切り替えられる。

[0080] このような操作部 4 A、4 B およびスイッチ 5 1 A、5 1 B、5 2 の構成に対応して、以下に説明するように、発電モジュール 2 0 は信号出力部 6 1 に代えて信号出力部 6 2 を備える。

[0081] 図 1 2 は、実施の形態 2 における信号出力部 6 2 の構成を説明するための図である。図 1 2 (A) を参照して、領域 K 5 に示すようにスイッチ 5 1 A、5 1 B がいずれもオフの場合には、信号出力部 6 2 は H レベルの切替信号 SW を出力する。

[0082] 領域 K 6、R 7 に示すようにスイッチ 5 1 A、5 1 B のうちの一方がオン、他方がオフであり、かつ、スイッチ 5 2 がオフである場合には、信号出力部 6 2 は L レベルの切替信号 SW を出力する。また、領域 K 8 に示すようにスイッチ 5 1 A、5 1 B がいずれもオンであり、かつ、スイッチ 5 2 がオフである場合にも、信号出力部 6 2 は L レベルの切替信号 SW を出力する。

[0083] 領域 K 9～K 1 2 に示すようにスイッチ 5 2 がオンである場合には、信号出力部 6 2 は H レベルの切替信号 SW を出力する。なお、スイッチ 5 1 A、5 1 B がいずれもオフであるにもかかわらずスイッチ 5 2 がオンである状態（領域 K 1 2 参照）は実際には生じない。

[0084] 図 1 2 (B) を参照して、実施の形態 2 において信号出力部 6 2 は、信号 S 1 A を受ける入力ノード I N 1 A と、信号 S 1 B を受ける入力ノード I N 1 B と、信号 S 2 を受ける入力ノード I N 2 と、切替信号 SW を出力する出力ノード O U T と、否定論理和回路（N O R 回路）6 2 2 と、論理和回路（

OR回路) 624 とを含む。

[0085] NOR回路622は、信号S1Aと信号S1Bとの否定論理和の演算結果を示す信号をOR回路624に出力する。OR回路624は、NOR回路622からの信号と、信号S2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。

[0086] 図13は、図12(A)に示したベン図の関係を実現するための回路構成例を示す図である。発電モジュール20は、上述のように信号出力部61に代えて信号出力部62を備える点、ロードスイッチ31に代えてDC/DCコンバータ32を備える点、および、制御部400をさらに備える点において、実施の形態1に係る発電モジュール10(図7参照)と異なる。なお、発電モジュール20は、放電スイッチ8(図9参照)をさらに備えてもよい。

[0087] 信号出力部62(図13には図示せず)は、ダイオードD3~D6と、抵抗R3~R6と、NMOS(n-type Metal Oxide-Semiconductor)トランジスタであるスイッチング素子Q1とを含む。DC/DCコンバータ32は、入力端子Vinと、出力端子Voutと、イネーブル端子ENとを含む。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32のイネーブル信号として受ける。制御部400は、信号S1A、S2Aに基づいて送信部300に動作指令を出力する。

[0088] スイッチ51A、51B、52の各々の一方端は、電力線PLに電氣的に接続される。スイッチ51Aの他方端は、入力ノードIN1AおよびダイオードD3を介して、スイッチング素子Q1のゲートに電氣的に接続される。ダイオードD3のアノードは、抵抗R3を介して電力線GLに電氣的にされる。同様に、スイッチ51Bの他方端は、入力ノードIN1BおよびダイオードD4を介して、スイッチング素子Q1のゲートに電氣的に接続される。ダイオードD4のアノードは、抵抗R4を介して電力線GLに電氣的に接続される。

[0089] スwitchング素子Q1のドレインは、抵抗R5を介して電力線PLに電氣

的に接続される。スイッチング素子Q 1のソースは、電力線GLに電氣的に接続される。

[0090] ダイオードD 5のアノードは、抵抗R 5とスイッチング素子Q 1のドレインとの接続ノードに電氣的に接続される。ダイオードD 5のカソードは、出力ノードOUTを介してDC/DCコンバータ3 2のイネーブル端子ENに電氣的に接続される。また、ダイオードD 5のカソードは、抵抗R 6を介して電力線GLに電氣的に接続される。

[0091] スイッチ5 2の他方端は、入力ノードIN 2を介してダイオードD 6のアノードに電氣的に接続される。ダイオードD 6のカソードは、ダイオードD 5のカソードに電氣的に接続される。なお、発電モジュール2 0の他の構成は、実施の形態1に係る発電モジュール1 0の対応する構成と同等であるため詳細な説明は繰り返さない。

[0092] 図1 4は、実施の形態2に係る発電モジュール2 0の動作を説明するためのタイムチャートである。図1 4において、縦軸は、上から順にストローク、スイッチ5 1のオン/オフ、信号S 1 Aの論理レベル、スイッチ5 1 Bのオン/オフ、信号S 1 Bの論理レベル、スイッチ5 2のオン/オフ、信号S 2の論理レベル、切替信号SWの論理レベル（すなわちDC/DCコンバータ3 2のオン/オフ）、出力電圧Vを示す。

[0093] 操作部4 A、4 Bのうちのどちらか一方のみが操作された場合の発電モジュール2 0の動作は、実施の形態1における発電モジュール1 0の動作（図8参照）と同等である。そのため、図1 4では、操作部4 A、4 Bの両方が操作された場合の発電モジュール2 0の動作について説明する。

[0094] 時刻t 3 1において、操作部4 Aが操作を受け付け、操作部4 Aの変位が開始される。これにより、スイッチ5 1 Aがオフからオンへと切り替わるので、信号S 1 AはLレベルからHレベルへと切り替わり、スイッチング素子Q 1がオンされる。一方、スイッチ5 2はオフのままであるので、信号S 2は、Lレベルに維持される。したがって、信号出力部6 2からはLレベルの切替信号SWが出力される。つまり、DC/DCコンバータ3 2のイネーブ

ル端子E NはLレベルのイネーブル信号を受けるので、DC／DCコンバータ32からの電力供給は行なわれない。

[0095] 時刻 t_{31} からわずかに遅れた時刻 t_{31a} において、操作部4Bが操作を受け付ける。これにより、スイッチ51Bがオフからオンへと切り替わるので、信号S1BはLレベルからHレベルへと切り替わる。しかし、スイッチング素子Q1は、スイッチ51Aの操作によりすでにオンされており、その状態が維持される。よって、信号出力部62からの切替信号SW（イネーブル信号）はLレベルのままである。なお、時刻 t_{32} 以降の制御は、実施の形態1における制御とほぼ同等であるため、詳細な説明は繰り返さない。

[0096] 2つの操作部4A、4Bが設けられた構成では、操作部4A、4Bの両方が操作を受け付けた時点でDC／DCコンバータ32へのイネーブル信号をHレベルからLレベルへと切り替える構成も考えられる。これに対し、実施の形態2によれば、操作部4A、4Bのうちのいずれか一方が操作を受け付けた時点でイネーブル信号がHレベルからLレベルに切り替えられる。したがって、圧電素子1により発電された電力を、より長い時間、圧電素子1に蓄えることができる。その結果、圧電素子1により発電された電力の利用効率を一層向上させることができる。

[0097] また、2つの操作部4A、4Bを設けることにより、制御部400は、操作部4A、4Bが受け付けた操作の組合せ（スイッチ51A、51Bの状態の組合せ）に応じて、3種類の制御指令を出力することができる。たとえば、図示しないブラインドを制御するためのリモートコントローラとして送信機200を用いる場合には以下のような制御が可能である。すなわち、（1）操作部4Aのみが操作された場合にはブラインドを上げる。（2）操作部4Bのみが操作された場合にはブラインドを下げる。（3）操作部4A、4Bの両方が操作された場合にはブラインドの角度を変更する。

[0098] 図15は、実施の形態2に係る発電モジュール20の各構成要素の配置例を示す図である。発電モジュール20は、レバー72と、回路基板74と、伝達機構76とをさらに備える。

- [0099] レバー 7 2 は、操作部 4 A、4 B と圧電素子 1 B との間に設けられている。レバー 7 2 は、操作部 4 A、4 B のうちの少なくとも一方が操作された場合に上下方向に変位して、外力 F を圧電素子 1 B へと機械的に伝達する。回路基板 7 4 には、図 1 3 に示した電気回路の各素子が実装されている。
- [0100] 圧電素子 1 B は、金属板と、金属板の片面に設けられている圧電体とを複数備える。金属板は、板部と、複数の脚部とを備える。金属板における圧電体が設けられている面と反対側の面の中央には、円筒状の第 1 の突起が面方向と垂直になるように圧電体と反対側に突出して設けられている。第 1 の突起における圧電体側の面と反対側の面の中央には、第 2 の突起が面方向と垂直になるように圧電体と反対側に突出して設けられている。圧電素子 1 B は、複数の金属板と複数の圧電体が積層されている構造であるため、より大きな電力を得ることができる。
- [0101] 伝達機構 7 6 は、圧電素子 1 B とスイッチ 5 2 との間に設けられ、いわゆるテコとして機能する。すなわち、伝達機構 7 6 は、操作部 4 A、4 B のうちの少なくとも一方からレバー 7 2 を介して圧電素子 1 B に付加された力をスイッチ 5 2 へと機械的に伝達する。図 1 5 に示すように、操作部 4 A、4 B からレバー 7 2 を介して圧電素子 1 B に伝達される力の方向を示す直線 L 1 と、伝達機構 7 6 からスイッチ 5 2 に伝達される力の方向を示す直線 L 2 とは、互いに異なる。
- [0102] 伝達機構 7 6 が設けられない場合には、直線 L 1 上のスペース 7 8 にスイッチ 5 2 を配置することが求められる。これに対し、図 1 5 に示す例によれば、伝達機構 7 6 を設けることによってスペース 7 8 以外の箇所にスイッチ 5 2 を配置することが可能になる。つまり、発電モジュール 2 0 の機構設計において、スイッチ 5 2 の配置箇所の自由度を向上させることができる。
- [0103] 実施の形態 2 では 2 つの操作部を設けた例を説明したが、3 つ以上の任意の数の操作部（および各操作部に対応するスイッチ）を設けてもよい。
- [0104] 図 1 6 は、3 つの操作部が設けられた場合の切替信号 SW を説明するためのベン図である。図 1 6 に示すように、3 つのスイッチ 5 1 A、5 1 B、5

1 C（いずれも図示せず）がいずれもオフである場合、または、スイッチ 5 2 がオンである場合に、Hレベルの切替信号 SW が出力される。上記以外の場合には L レベルの切替信号 SW が出力される。4 つ以上の操作部が設けられる場合についても同様であるため、詳細な説明は繰り返さない。

[0105] 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、上記した実施の形態の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

[0106] 1, 1 A, 1 B 圧電素子、2 全波整流回路、3 1 ロードスイッチ、3 2 DC/DCコンバータ、4, 4 A, 4 B 操作部、5 1, 5 1 A, 5 1 B, 5 1 C, 5 2 スwitch、6 1, 6 2 信号出力部、7 ケース、7 2 レバー、7 4 回路基板、7 6 伝達機構、7 8 スペース、8 放電スイッチ、9 制御回路、1 0, 1 0 A, 2 0, 9 0 発電モジュール、1 2 圧電体、1 2 A, 1 2 B 電極、1 4 金属板、1 6 支持部、1 0 0, 1 0 0 A, 9 0 0 送信機、3 0 0 送信部、3 0 2 RFアンテナ、3 0 4 RF回路、4 0 0 制御部、C コンデンサ、D 1 ~ D 6 ダイオード、Q 1 スwitchング素子、R 1 ~ R 6 抵抗、P L, G L 電力線、I N 1, I N 1 A, I N 1 B, I N 2 入力ノード、O U T 出力ノード、N 1, N 2 ノード、V i n 入力端子、T 1, T 2, V o u t 出力端子、E N イネーブル端子。

請求の範囲

- [請求項1] 発電した電力を負荷に供給可能に構成された発電装置であって、
操作を受け付けると変位する操作部と、
前記操作部の変位に応じて初期状態から変形することにより発電する圧電素子と、
前記圧電素子が前記初期状態から変形した場合に第1の信号を出力する第1の出力部と、
前記圧電素子の変形量が予め定められた制限値に達している場合に第2の信号を出力する第2の出力部と、
前記圧電素子と前記負荷とを結ぶ電力線に直列に接続され、前記第1および第2の信号に基づいて、導通状態と非導通状態とのどちらかの状態に切り替えられる切替部とを備え、
前記切替部は、
前記圧電素子が前記初期状態から変形しており、かつ、前記圧電素子の変形量が前記制限値に達していない場合には、前記非導通状態であり、
前記圧電素子の変形量が前記制限値に達している場合には、前記導通状態である、発電装置。
- [請求項2] 前記切替部は、前記圧電素子が前記初期状態から変形していない場合には、前記導通状態である、請求項1に記載の発電装置。
- [請求項3] 前記第1および第2の信号に基づいて、前記切替部の状態を切り替えるための切替信号を出力する信号出力部をさらに備え、
前記信号出力部は、
前記圧電素子が前記初期状態から変形していない場合には、前記切替部を前記導通状態とするように前記切替信号を出力し、
前記圧電素子が前記初期状態から変形しており、かつ、前記圧電素子の変形量が前記制限値に達していない場合には、前記切替部を前記非導通状態とするように前記切替信号を出力し、

前記圧電素子の変形量が前記制限値に達している場合には、前記切替部を前記導通状態とするように前記切替信号を出力する、請求項2に記載の発電装置。

[請求項4]

前記圧電素子と前記切替部との間に電氣的に接続され、前記圧電素子から受けた電圧を全波整流して出力する第1のノードと、基準電位を有する電力線に接続された第2のノードとを有する全波整流回路をさらに備え、

前記第1の出力部は、前記第2のノードに電氣的に接続された一方端を有する第1のスイッチを含み、

前記第2の出力部は、前記第1のノードに電氣的に接続された一方端を有する第2のスイッチを含み、

前記信号出力部は、

前記切替信号を出力する出力ノードと、

前記第1のスイッチの他方端に電氣的に接続されたアノード、および、前記出力ノードに電氣的に接続されたカソードを有する第1のダイオードと、

前記第2のスイッチの他方端に電氣的に接続されたアノード、および、前記出力ノードに電氣的に接続されたカソードを有する第2のダイオードと、

前記第1のスイッチの前記一方端と前記第1のノードとの間に電氣的に接続された第1の抵抗と、

前記出力ノードと前記第2のノードとの間に電氣的に接続された第2の抵抗とを含む、請求項3に記載の発電装置。

[請求項5]

前記圧電素子は、第1および第2の出力端子を有し、

前記発電装置は、

前記第1の出力端子と前記第2の出力端子との間に接続され、前記圧電素子に蓄えられた電荷を放電するための放電スイッチと、

前記圧電素子と前記切替部との間に電氣的に接続され、前記圧電素

子から受けた電圧を全波整流して出力する全波整流回路とをさらに備え、

前記放電スイッチは、前記切替部が前記導通状態から前記非導通状態へと切り替えられてから、前記切替部が前記非導通状態から前記導通状態へと切り替えられるまでの間に、オフからオンへと切り替えられる、請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の発電装置。

[請求項6] 前記第 1 の出力部は、前記操作部と前記圧電素子との間に配置され、

前記第 2 の出力部は、前記圧電素子について前記第 1 の出力部と反対側に配置され、

前記発電装置は、前記操作部から前記圧電素子に伝達された力を前記第 2 の出力部へと機械的に伝達する伝達機構をさらに備え、

前記操作部から前記圧電素子に伝達される力の方向を示す直線と、前記伝達機構から前記第 2 の出力部に伝達される力の方向を示す直線とは、互いに異なる、請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の発電装置。

[請求項7] 請求項 1～6 のいずれか 1 項に記載の発電装置と、
前記負荷とを備え、

前記負荷は、前記発電装置から供給された電力を用いて無線信号を送信する送信部を含む、送信機。

[請求項8] 前記発電装置は、

操作を受け付けると変位して前記圧電素子を変形させる他の操作部と、

前記他の操作部の変位により前記圧電素子が前記初期状態から変形した場合に第 3 の信号を出力する第 3 の出力部とをさらに備え、

前記切替部は、

前記操作部および前記他の操作部のうちの少なくとも一方の変位により前記圧電素子が前記初期状態から変形しており、かつ、前記圧電

素子の変形量が前記制限値に達していない場合には、前記非導通状態であり、

前記圧電素子の変形量が前記制限値に達している場合には、前記導通状態であり、

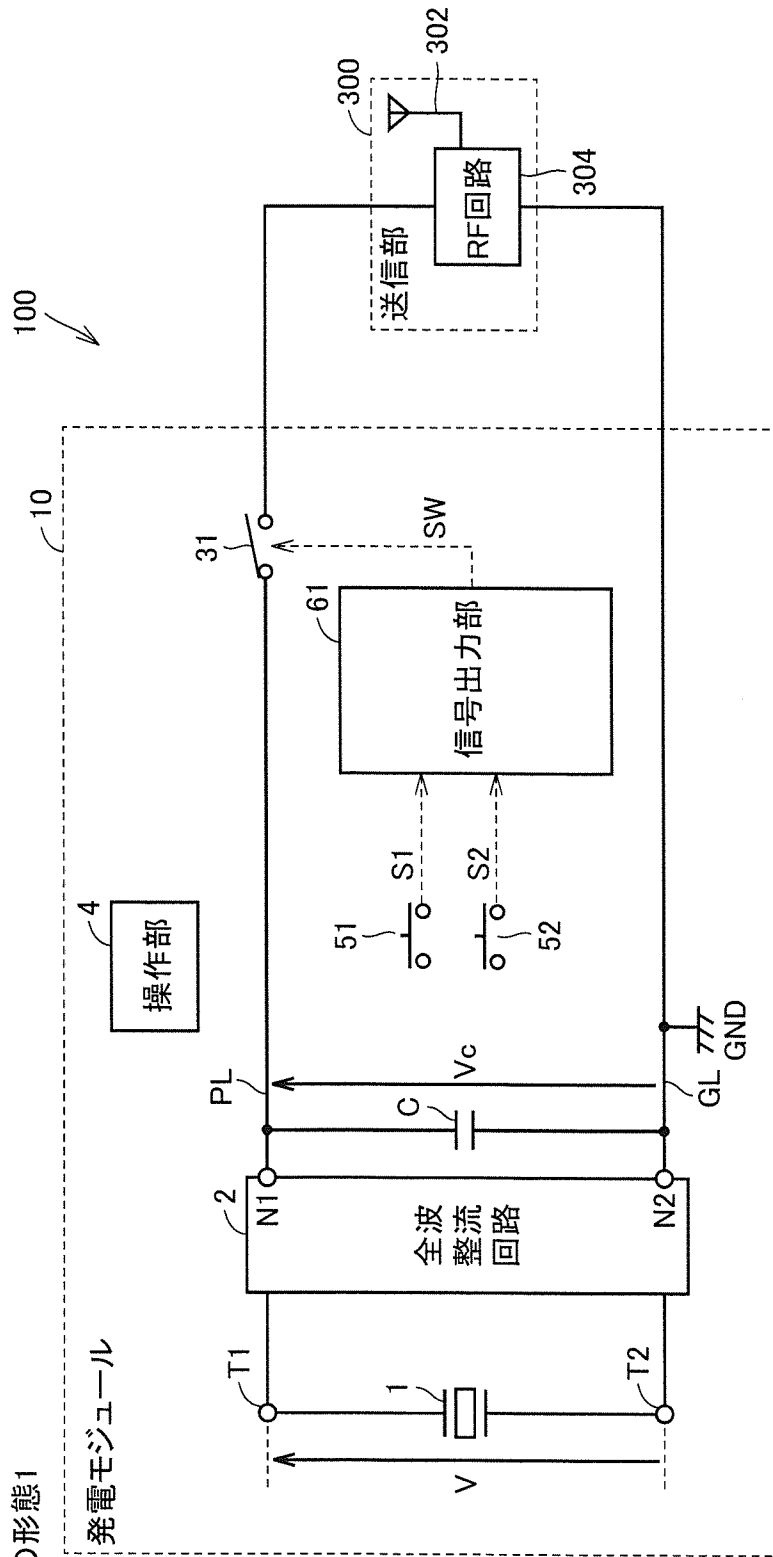
前記負荷は、前記第 1 および第 3 の信号に基づいて、前記送信部を制御する制御部をさらに含み、

前記制御部は、前記第 1 の信号を受けた場合と、前記第 3 の信号を受けた場合とでは、異なる無線信号を前記送信部に送信させる、請求項 7 に記載の送信機。

[図1]

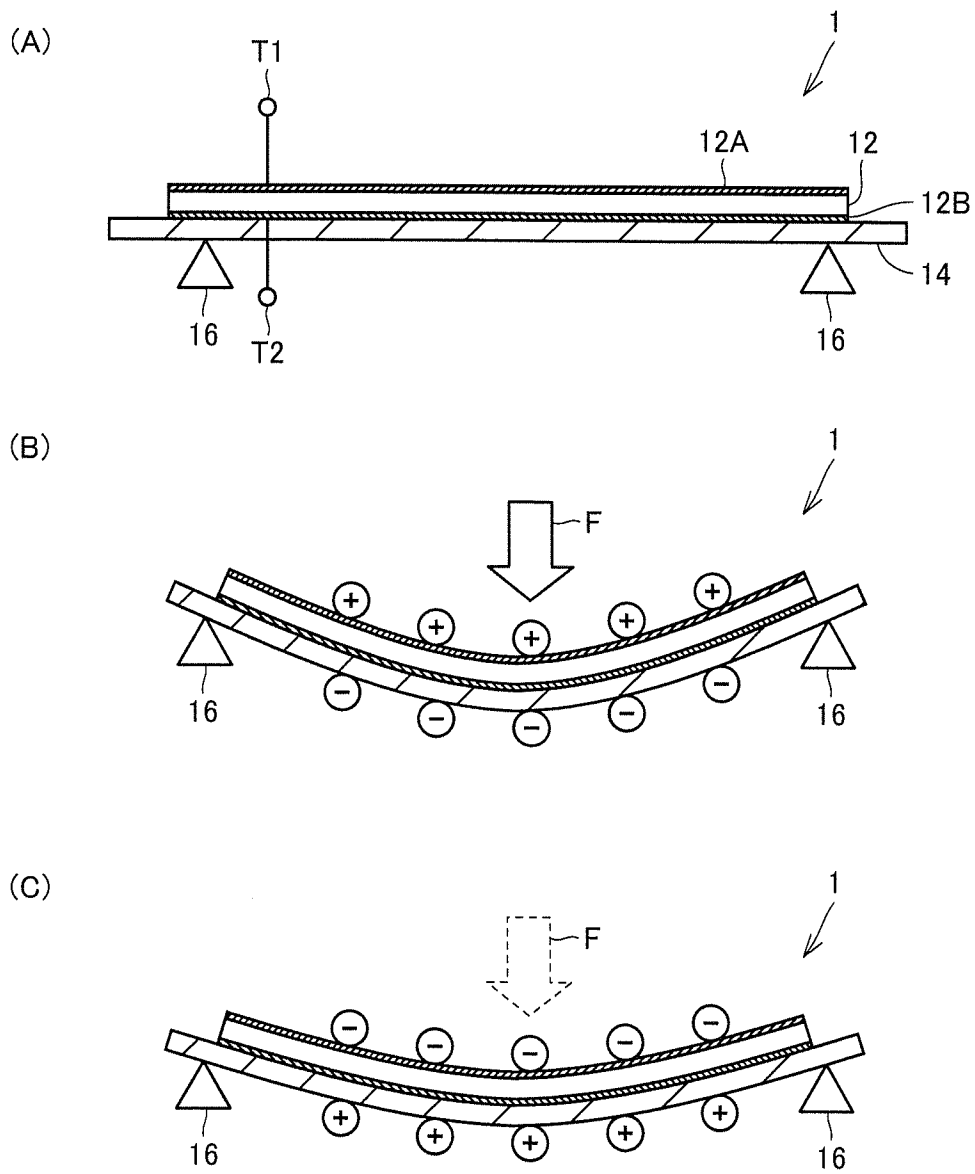
FIG.1

実施の形態1



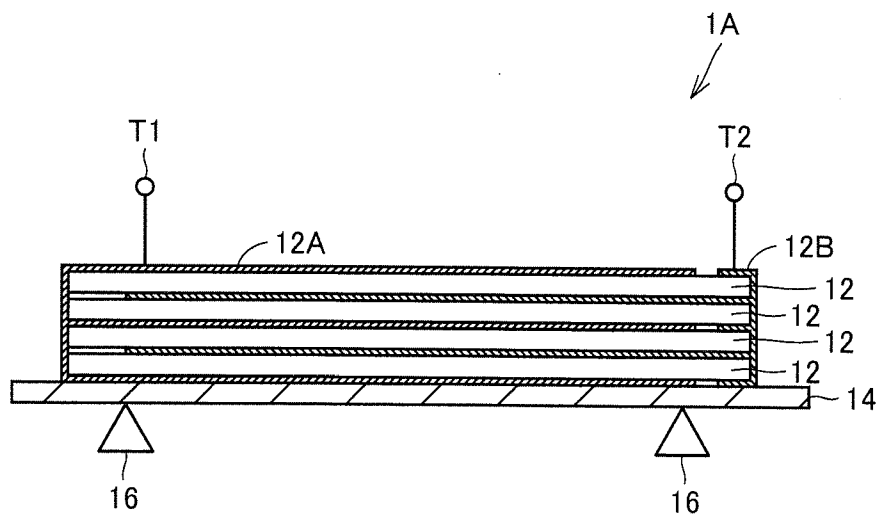
[図2]

FIG.2

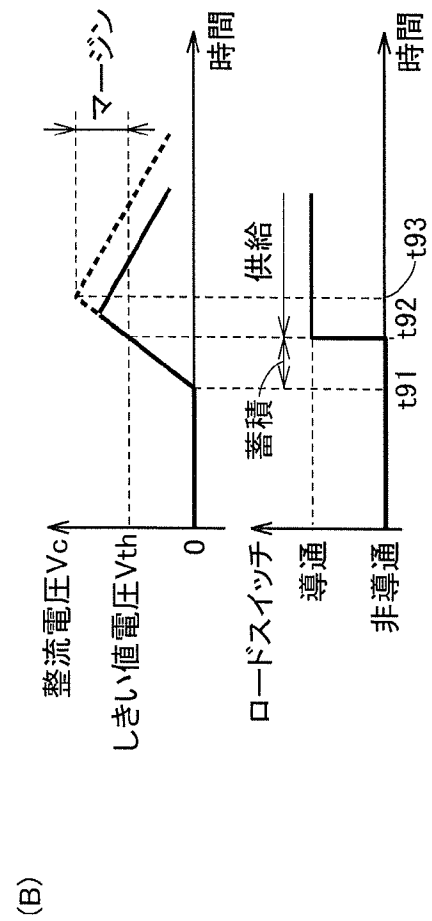
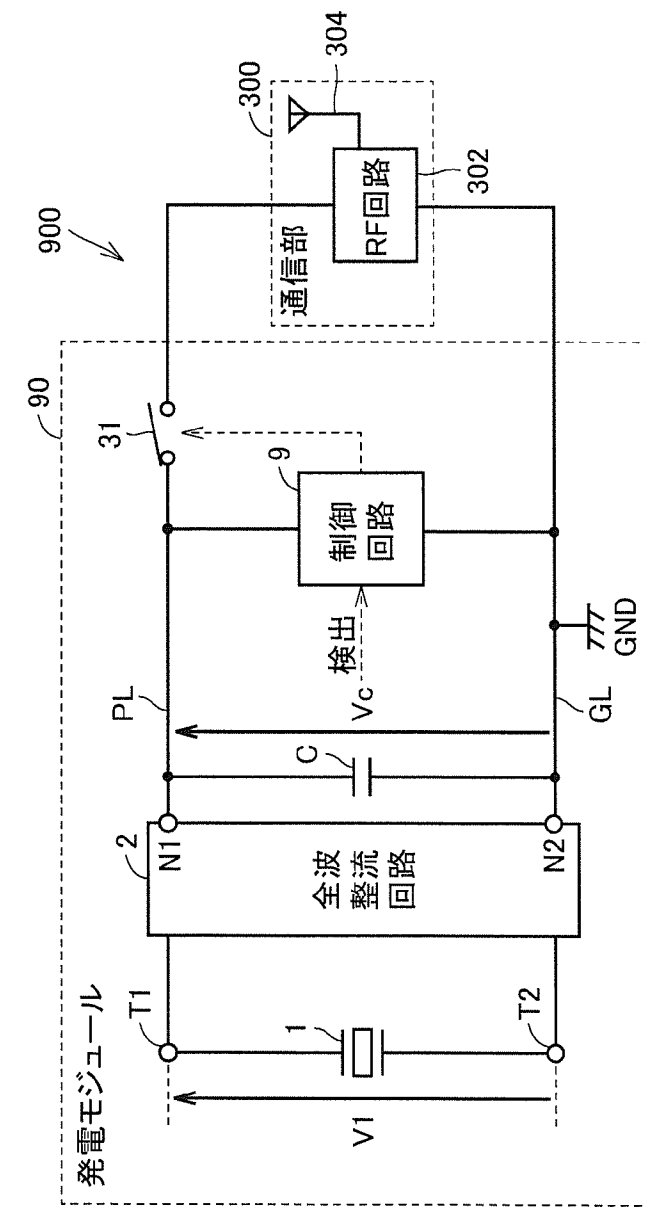


[図3]

FIG.3

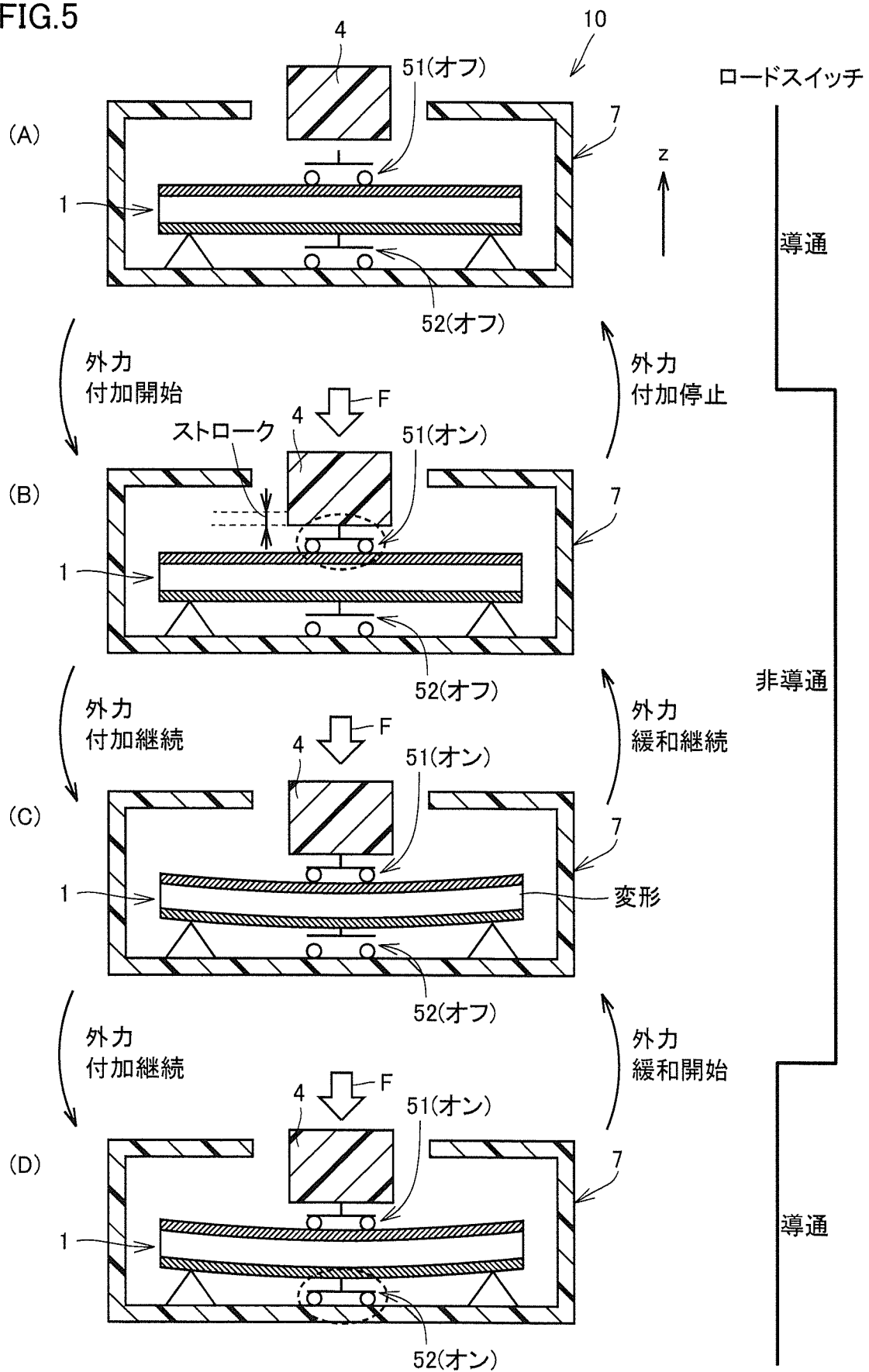


[図4]



[図5]

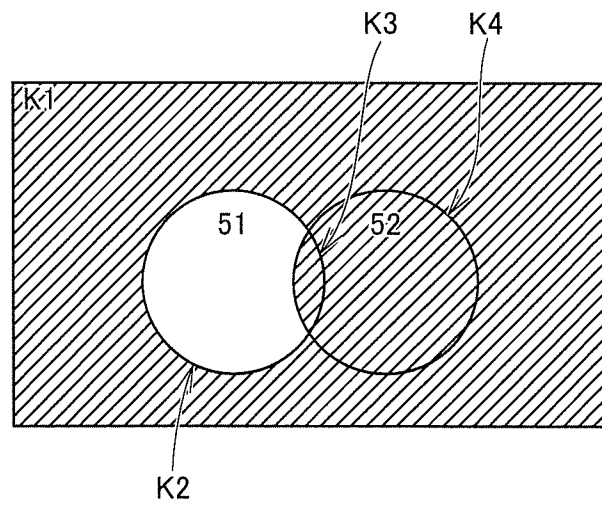
FIG.5



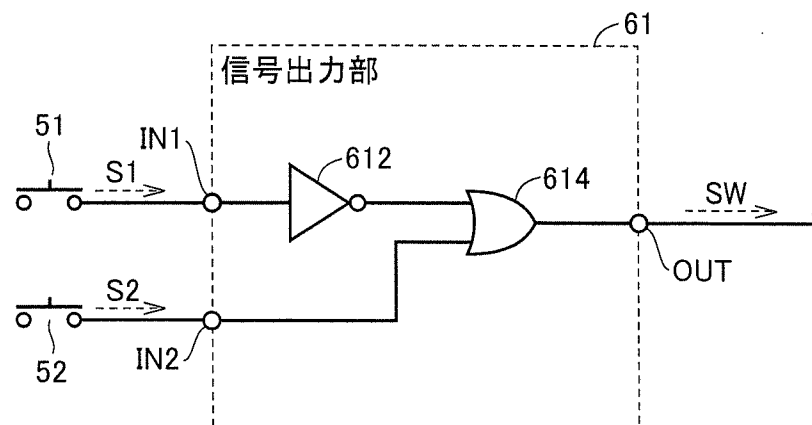
[図6]

FIG.6

(A)



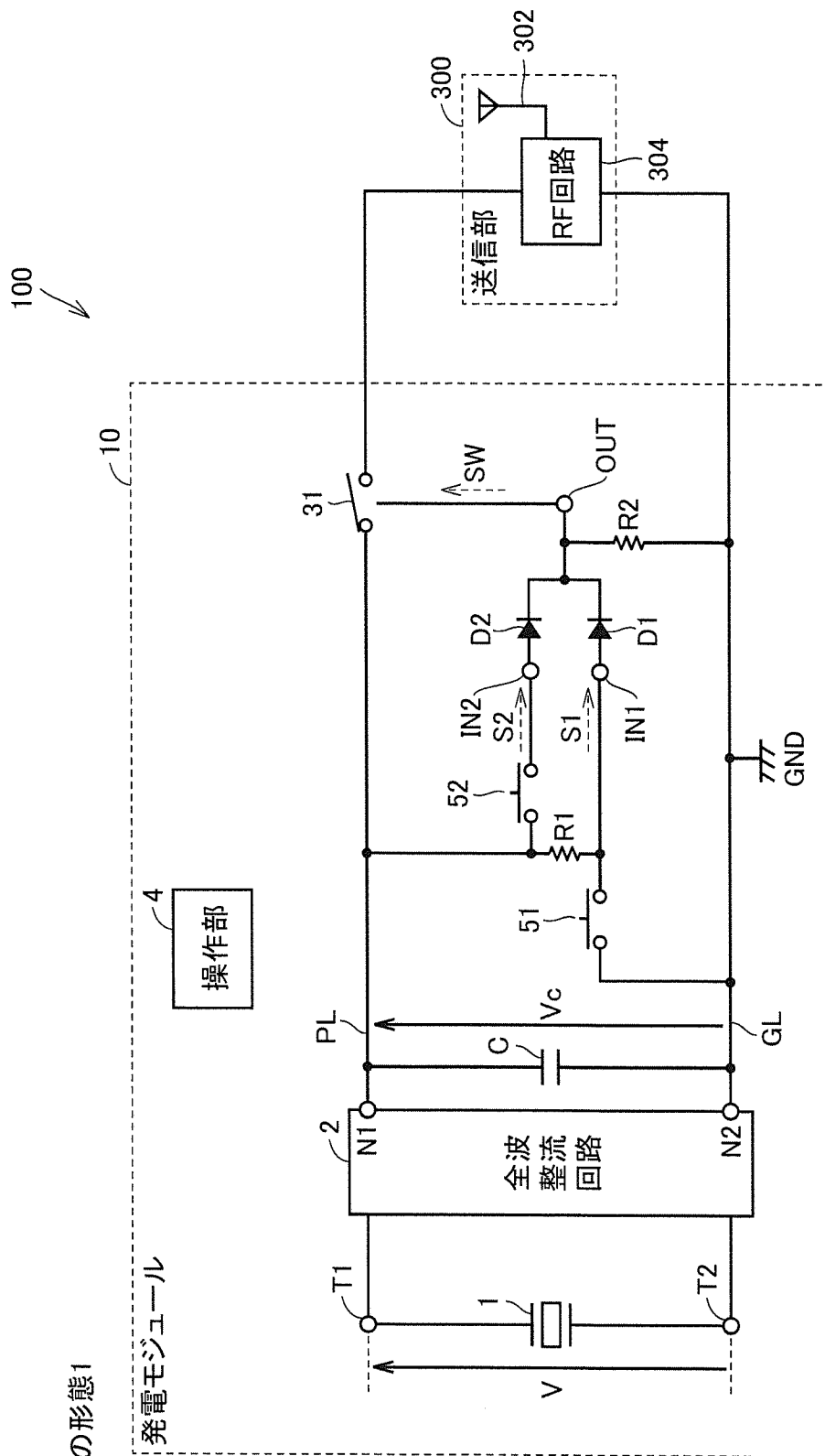
(B)



[図7]

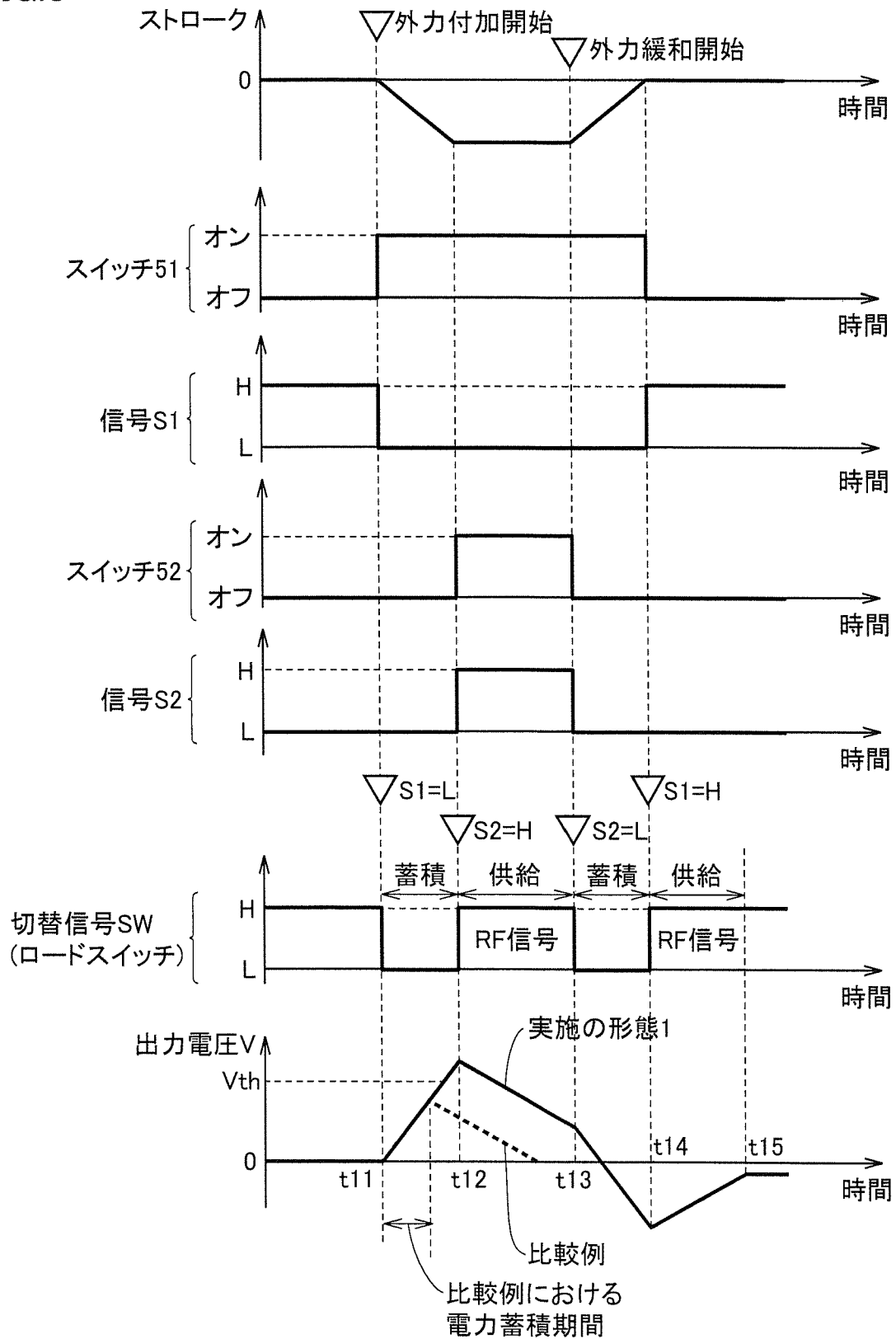
FIG.7

実施の形態1



[図8]

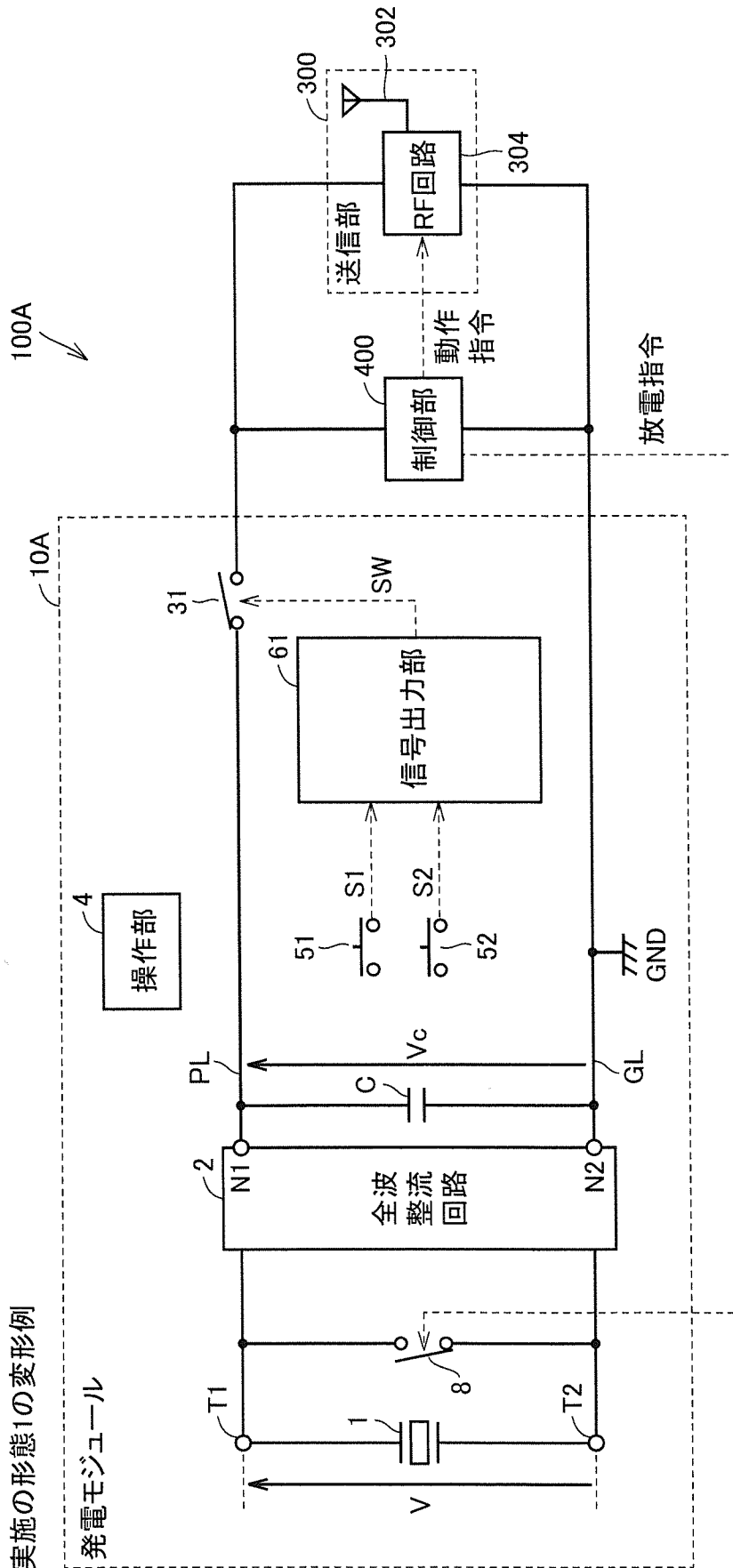
FIG.8



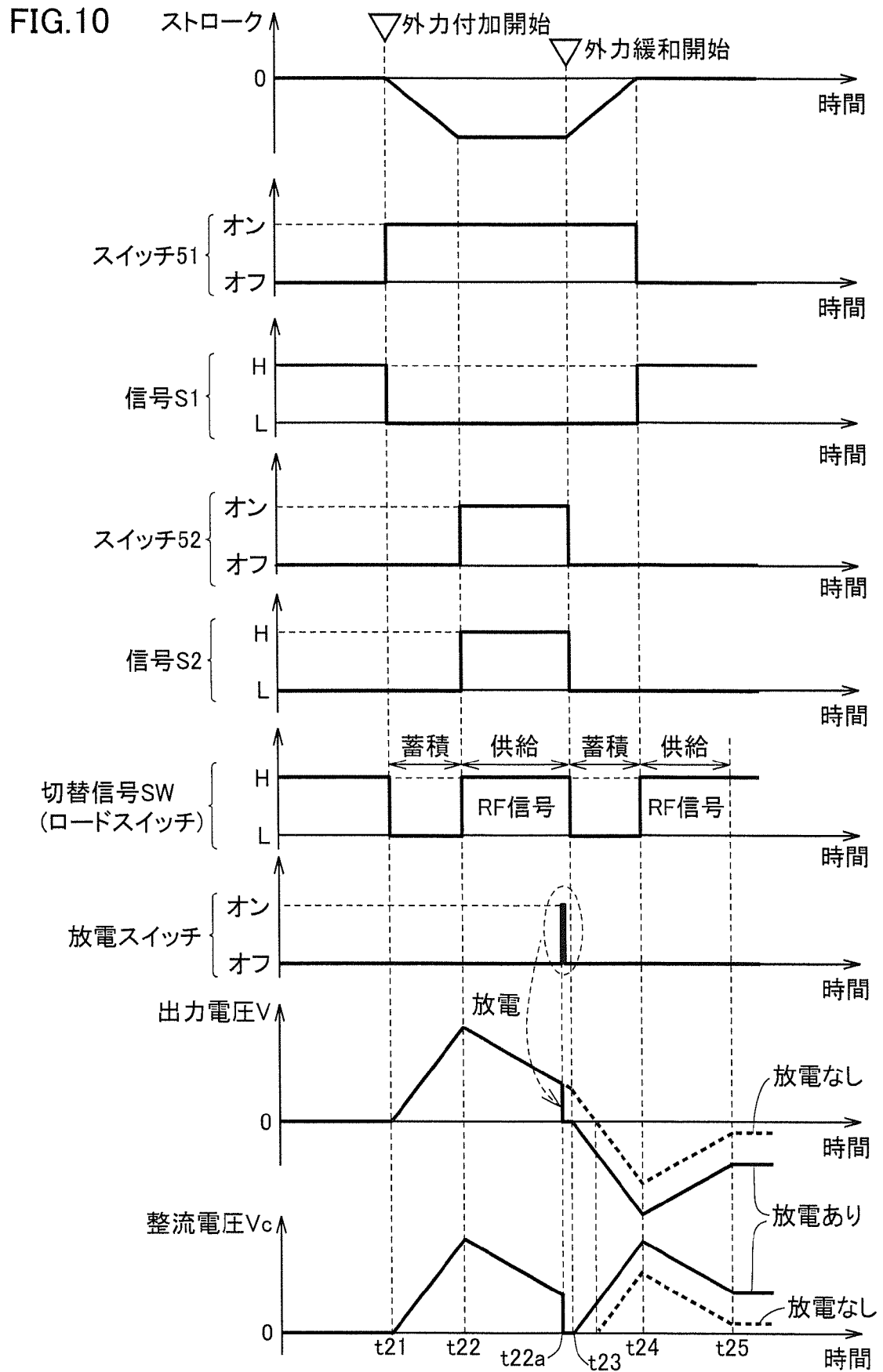
[図9]

FIG.9

実施の形態1の変形例

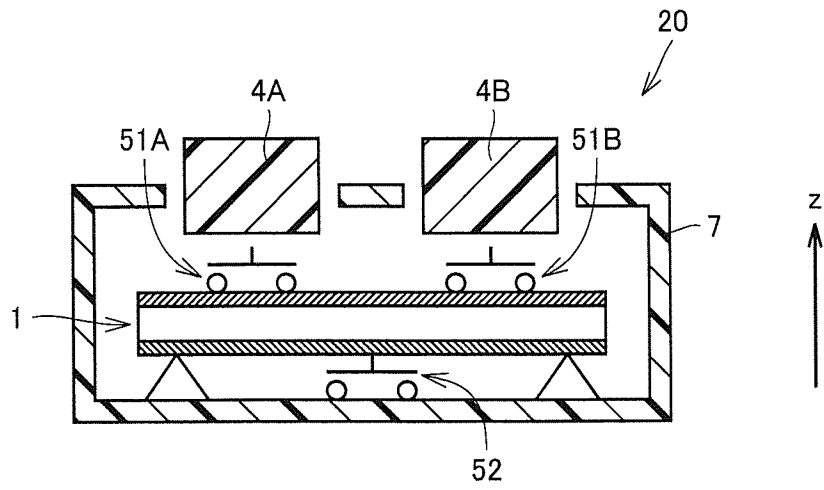


[図10]



[図11]

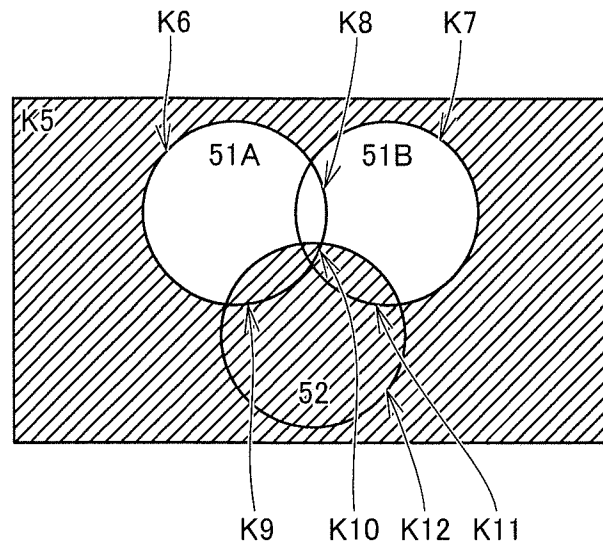
FIG.11



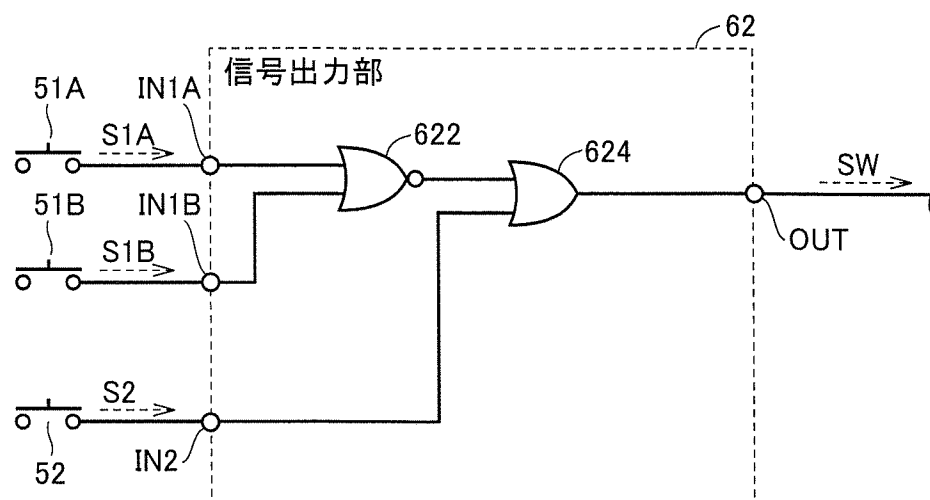
[図12]

FIG.12

(A)



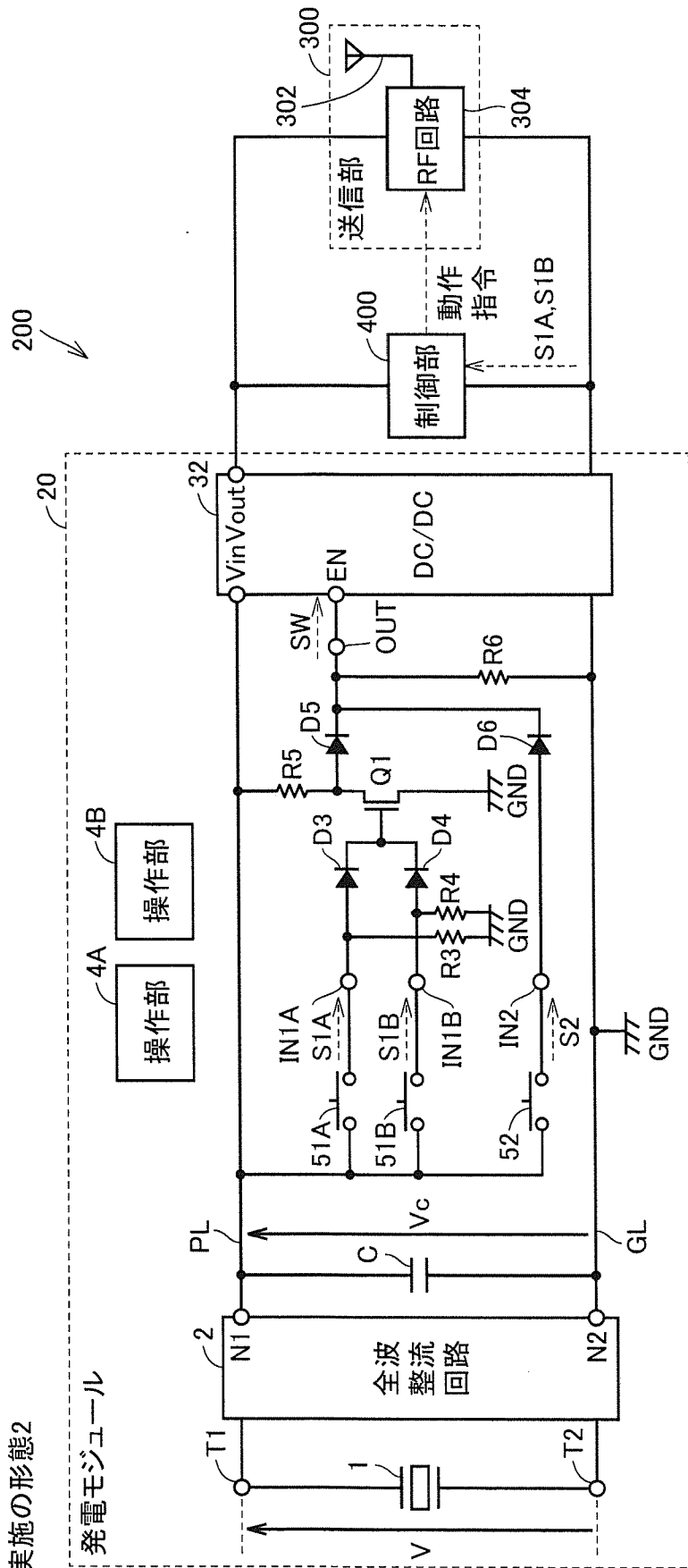
(B)



[図13]

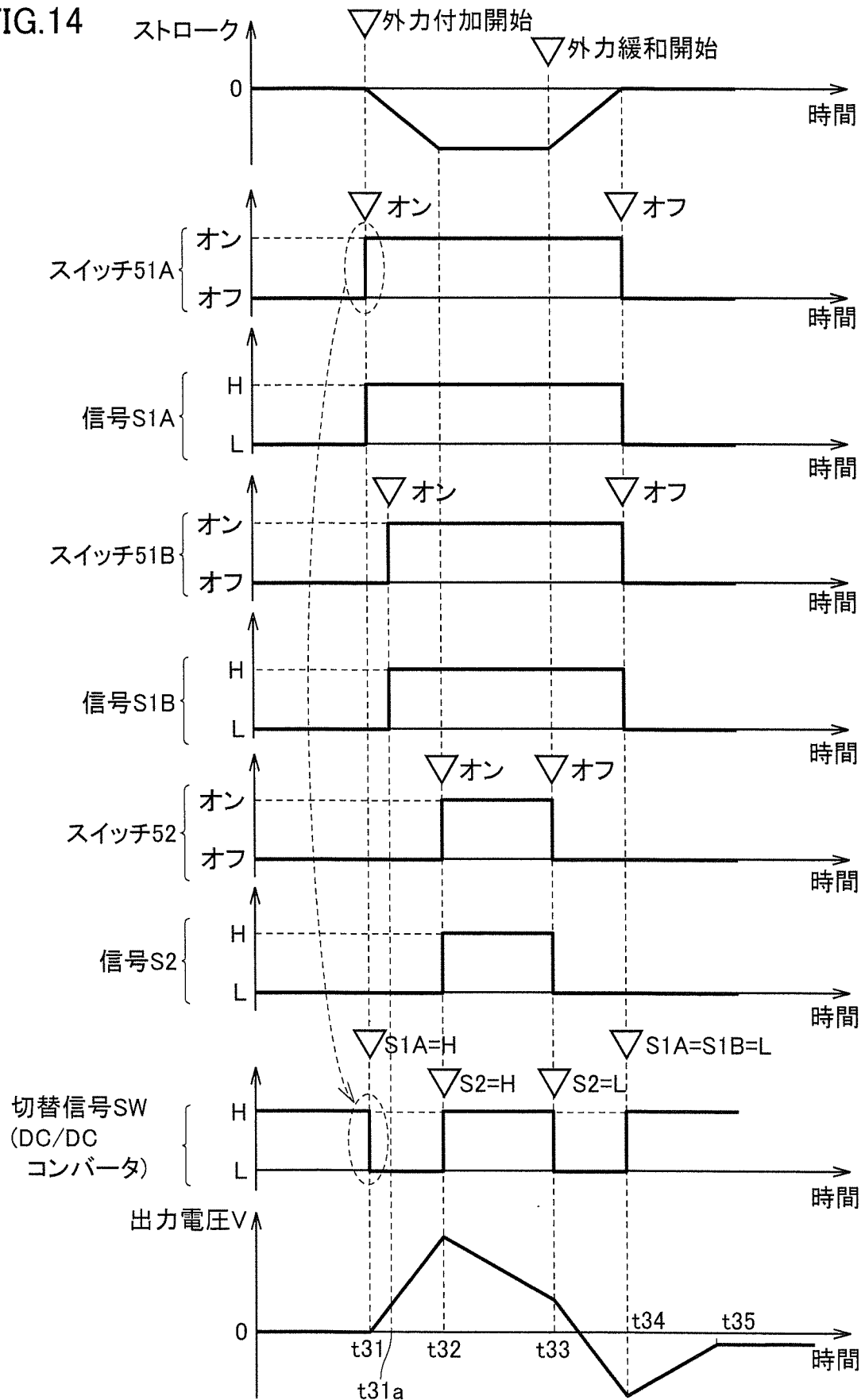
FIG.13

実施の形態2



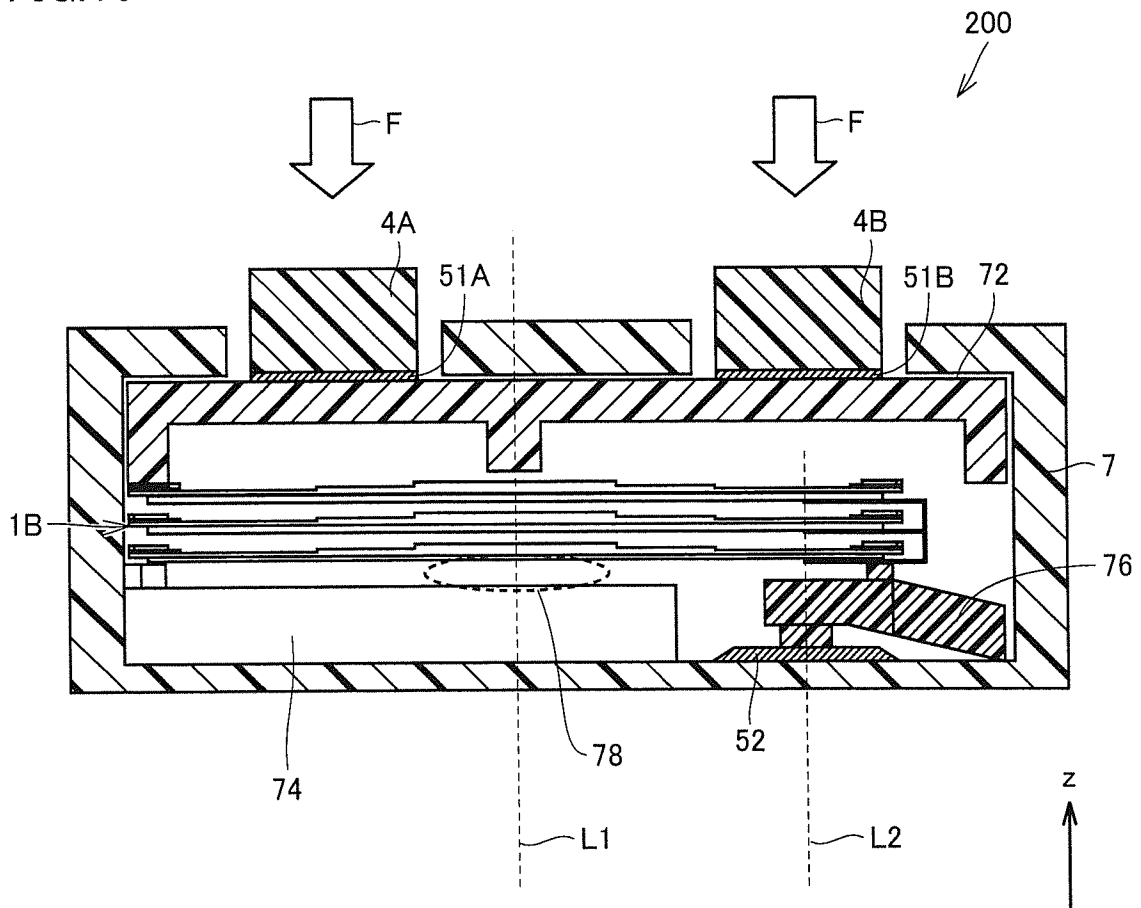
[図14]

FIG.14



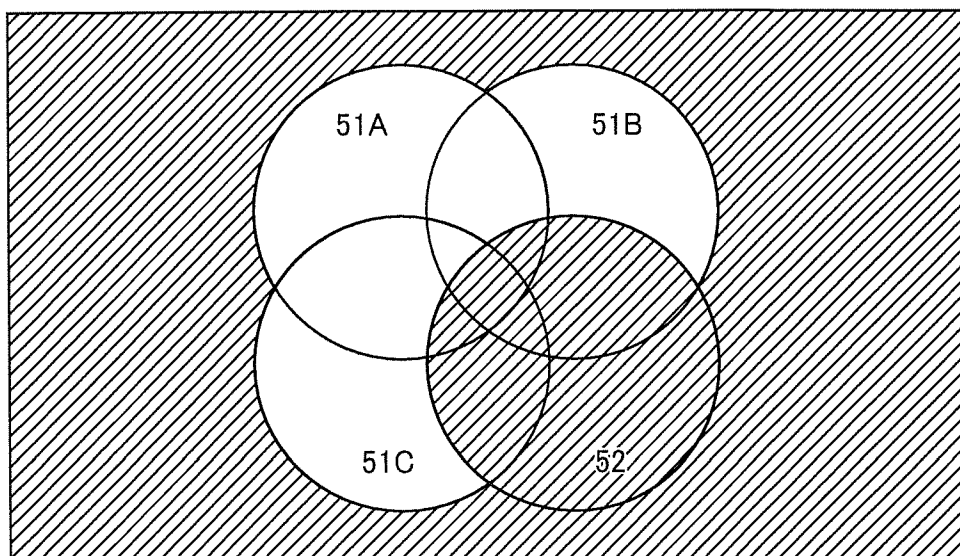
[図15]

FIG.15



[図16]

FIG.16



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/084052

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02N2/18 (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

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.
A	JP 2005-500790 A (Ocean Power Technologies, Inc.), 06 January 2005 (06.01.2005), paragraphs [0054] to [0062]; fig. 12A to 12I & WO 2003/017390 A1 description, page 25, line 23 to page 29, line 11; fig. 12A to 12H & US 6522048 B1 & CA 2457810 A1	1-8
A	JP 4811537 B1 (Seiko Epson Corp.), 09 November 2011 (09.11.2011), claim 1; fig. 1 to 2 & JP 2012-175712 A & US 2012/0212101 A1 claim 1; fig. 1A to 2D & CN 102647109 A	1-8

☒ 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
08 February 2017 (08.02.17)

Date of mailing of the international search report
21 February 2017 (21.02.17)

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/JP2016/084052

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2015/111258 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 30 July 2015 (30.07.2015), claims 1 to 7; fig. 1 to 8 & US 2016/0308469 A1 claims 1 to 20; fig. 1 to 8 & EP 3098866 A1	1-8
A	WO 2015/111259 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 30 July 2015 (30.07.2015), claims 1 to 7; fig. 1 to 11 & US 2016/0315563 A1 claims 1 to 20; fig. 1 to 11 & EP 3098959 A1	1-8
E, A	WO 2017/014003 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 26 January 2017 (26.01.2017), claims 1 to 11; fig. 1 to 16 (Family: none)	1-8

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

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

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
A	JP 2005-500790 A (オーシャン パワー テクノロジーズ, インク.) 2005.01.06, 段落 0054-0062, 図 12A-12I & WO 2003/017390 A1, 明細 書 25 頁 23 行 29 頁 11 行, 図 12A-12H & US 6522048 B1 & CA 2457810 A1	1-8
A	JP 4811537 B1 (セイコーエプソン株式会社) 2011.11.09, 請求項 1, 図 1-2 & JP 2012-175712 A & US 2012/0212101 A1, 請求項 1, 図 1A-2D & CN 102647109 A	1-8

☒ 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

08.02.2017

国際調査報告の発送日

21.02.2017

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)

小林 紀和

3 V

4240

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
A	WO 2015/111258 A1 (株式会社村田製作所) 2015. 07. 30, 請求項 1-7, 図 1-8 & US 2016/0308469 A1, 請求項 1-20, 図 1-8 & EP 3098866 A1	1-8
A	WO 2015/111259 A1 (株式会社村田製作所) 2015. 07. 30, 請求項 1-7, 図 1-11 & US 2016/0315563 A1, 請求項 1-20, 図 1-11 & EP 3098959 A1	1-8
E, A	WO 2017/014003 A1 (株式会社村田製作所) 2017. 01. 26, 請求項 1-11, 図 1-16 (ファミリーなし)	1-8