

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5660479号
(P5660479)

(45) 発行日 平成27年1月28日(2015.1.28)

(24) 登録日 平成26年12月12日(2014.12.12)

(51) Int.Cl. F 1
HO2N 2/00 (2006.01) HO2N 2/00 D

請求項の数 9 (全 35 頁)

| | | | |
|---------------|------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2013-514991 (P2013-514991) | (73) 特許権者 | 504160781 |
| (86) (22) 出願日 | 平成24年5月14日 (2012.5.14) | | 国立大学法人金沢大学 |
| (86) 国際出願番号 | PCT/JP2012/003136 | | 石川県金沢市角間町ヌ7番地 |
| (87) 国際公開番号 | W02012/157246 | (74) 代理人 | 100109210 |
| (87) 国際公開日 | 平成24年11月22日 (2012.11.22) | | 弁理士 新居 広守 |
| 審査請求日 | 平成25年11月15日 (2013.11.15) | (72) 発明者 | 上野 敏幸 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2011-109928 (P2011-109928) | | 日本国石川県金沢市角間町ヌ7番地 国立 |
| (32) 優先日 | 平成23年5月16日 (2011.5.16) | | 大学法人金沢大学内 |
| (33) 優先権主張国 | 日本国(JP) | (72) 発明者 | 池畑 芳雄 |
| | | | 日本国石川県金沢市角間町ヌ7番地 国立 |
| | | | 大学法人金沢大学内 |
| | | (72) 発明者 | 山田 外史 |
| | | | 日本国石川県金沢市角間町ヌ7番地 国立 |
| | | | 大学法人金沢大学内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発電スイッチ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

磁歪素子に生じる逆磁歪効果により得られた電力で駆動する発電スイッチであって、
 梁状に形成された磁歪材料である磁歪棒を少なくとも1本は含む平行梁と、
 前記磁歪棒に巻かれたコイルと、
 前記平行梁の第1の端部において、当該平行梁を構成する2本の梁を連結する部材である第1の連結部材と、
 前記平行梁の端部であって前記第1の端部とは異なる第2の端部において、当該平行梁を構成する前記2本の梁を連結する部材である第2の連結部材と、
 前記2本の梁のそれぞれを同じ向きに貫く磁束を生じさせる界磁部と、
 ユーザにより操作される操作部材とを備え、
 前記第1の連結部材は、変位しない固定端となり、
 前記第2の連結部材は、自由振動可能な自由端となり、
 前記操作部材は、前記2本の梁の一方に正の軸力が生じ他方に負の軸力が生じる自由振動が前記平行梁に生じるように、前記第2の連結部材に外力を加える
 発電スイッチ。

10

【請求項 2】

前記第2の連結部材は前記第1の連結部材よりも長い
 請求項1に記載の発電スイッチ。

【請求項 3】

20

前記第 1 の連結部材及び前記第 2 の連結部材のうち少なくとも一方の連結部材の端部はコの字状に形成され、

コの字状に形成された前記端部は、角柱部材を有し、コの字の内側に当接する前記 2 本の梁の間に圧入された前記角柱部材により前記 2 本の梁を連結している

請求項 1 に記載の発電スイッチ。

【請求項 4】

前記第 2 の連結部材はコの字状に曲がっている

請求項 1 に記載の発電スイッチ。

【請求項 5】

前記第 1 の連結部材と、前記第 2 の連結部材と、前記平行梁に含まれる前記 2 本の梁のうちの 1 本とが一体形成されている

請求項 1 に記載の発電スイッチ。

【請求項 6】

前記第 1 の連結部材の端部は、開口部を有する固定台の内部に固定され、

前記操作部材は、

前記固定台の開口部を覆う蓋部と、

前記蓋部に接合され、前記固定台の内部において前記第 2 の連結部材に接する板部とを有し、

前記蓋部は、外力でたわむことにより、前記平行梁に自由振動が生じるように、前記板部を介して前記第 2 の連結部材に外力を加える

請求項 1 に記載の発電スイッチ。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の発電スイッチを複数備え、

複数の前記発電スイッチが備える前記操作部材は、スイッチ板として一体形成されており、

各第 1 の連結部材の端部、及び、前記スイッチ板の一端部は、固定台に固定され、

各第 2 の連結部材の端部は、前記スイッチ板の他端部が有する永久磁石により、当該スイッチ板に吸着され、

ユーザにより操作される前記操作部材の位置と、前記複数の発電スイッチのそれぞれにおける発電量との関係に基づいて、前記ユーザが操作した操作部材の位置を検出する

操作位置検出システム。

【請求項 8】

前記外力は、風圧又は水圧による力である

請求項 1 に記載の発電スイッチ。

【請求項 9】

前記操作部材は、さらに、先端部に錘を備える

請求項 1 に記載の発電スイッチ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発電スイッチに関し、特に、磁歪素子に生じる逆磁歪効果により得られた電力で駆動する発電スイッチに関する。

【背景技術】

【0002】

テレビジョン、エアコンディショナー、照明などで使用するリモコンにおいて電池を不要としたいという要望がある。なぜなら、乾電池は消耗し、いずれ残量がなくなる。またユーザに電池を替える手間を強いることになる。また、電池は産業廃棄物であるため、廃棄処理のコストも高い。

【0003】

そのため、人間がボタンを押す動作（機械的な仕事）で発電を行い、得られた電力で生

10

20

30

40

50

成した信号をテレビジョン、エアーコンディショナー、照明などに送信可能なスイッチである「発電スイッチ」の実用化が試みられている。これが実現すれば、例えばリモコンに電池が不要となる。また、例えば、家庭でスイッチを設置する際に、壁つたいの配線が不要となるため、任意の場所にスイッチを配置できる。

【0004】

従来、人間の指が行う直線運動で発電を行う原理として、(A)電磁石を使用するもの、及び(B)圧電材料を使用するものが知られている。

【0005】

例えば、電磁石を使用するものとして非特許文献1が知られている。非特許文献1に示される発電スイッチは、電磁石(コイル+固定ヨーク+可動ヨーク+磁石)と、突起金具とを備えており、ユーザは突起金具を電磁石に対して直線運動させる。その結果、突起金具の運動に応じて可動ヨークが可動し、可動ヨークの可動に伴うコイルの鎖交磁束の時間変化により発電を行う。

10

【0006】

また、圧電材料を使用するものとして、特許文献1が知られている。特許文献1に示される発電スイッチは、図18に示されるように、板状に形成された圧電素子1aと板バネ1bとを固着させ、板バネ1bを振動させることにより圧電素子1aの内部に起電力を生じさせる。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0007】

【特許文献1】特開2006-158113号公報

【特許文献2】特開2010-154746号公報

【非特許文献】

【0008】

【非特許文献1】EnOcean GmbH、ECO 100、[online]、EnOcean GmbH、[平成23年4月29日検索]、インターネット<<http://www.enocean.com/en/motion-energy-harvesting/>>

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0009】

しかしながら、非特許文献1に示される電磁石を使用した発電スイッチでは、大きな電力を得ることができない。なぜなら、非特許文献1に示される発電スイッチにおいては、発電に必要な長さだけ可動ヨークの自由振動時のストロークを確保する必要がある。ここで、可動ヨークの自由振動時のストロークをより長くするほど、その共振周波数はより低くなる。しかし、発生する電力をより大きくするためには、共振周波数をより高くする必要がある。したがって、非特許文献1に示される発電スイッチにより、十分な電力を得ることは困難である。

【0010】

また、特許文献1に示される発電スイッチには、以下の2つの問題がある。

40

【0011】

第1に、圧電素子が脆性材料であるため、繰り返しの曲げ負荷(引っ張り)に対する耐久性が低い。一旦圧電素子に亀裂が生じると、発電性能が大きく劣化するため、発電スイッチとして使用できなくなる。

【0012】

第2に、圧電素子は誘電体である。すなわち、圧電素子は、電氣的に誘導性の性質を持つため、振動する周波数(例えば、数百Hzまで)が低いと、出力インピーダンスが高い。したがって、接続した低抵抗の負荷で効率よく電力が取り出せない。この課題に関しては、例えば特許文献2において、圧電素子を複数枚(n枚)積層することで電力を増加(n倍)させる工夫を行っている。しかし、この工夫により圧電素子を含むデバイスのサイ

50

ズが大型化してしまうため、発電スイッチの用途には不向きである。したがって、特許文献 1 に示されるように、パイモルフ構造の圧電素子を自由振動させて電力を得る機構では、耐久性及び得られる電力の点で実用化は困難である。

【 0 0 1 3 】

そこで、本発明は、耐久性が高く、より多くの電力を得ることができる発電スイッチ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】

【 0 0 1 4 】

本発明のある局面に係る発電スイッチは、磁歪素子に生じる逆磁歪効果により得られた電力で駆動する発電スイッチであって、梁状に形成された磁歪材料である磁歪棒を少なくとも 1 本は含む平行梁と、前記磁歪棒に巻かれたコイルと、前記平行梁の第 1 の端部において、当該平行梁を構成する 2 本の梁を連結する部材である第 1 の連結部材と、前記平行梁の端部であって前記第 1 の端部とは異なる第 2 の端部において、当該平行梁を構成する 2 本の梁を連結する部材である第 2 の連結部材と、前記 2 本の梁のそれぞれを同じ向きに貫く磁束を生じさせる界磁部と、ユーザにより操作される操作部材とを備え、前記第 1 の連結部材は、変位しない固定端となり、前記第 2 の連結部材は、自由振動可能な自由端となり、前記操作部材は、前記 2 本の梁の一方に正の軸力が生じ他方に負の軸力が生じる自由振動が前記平行梁に生じるように、前記第 2 の連結部材に外力を加える。なお、前記外力は、風圧又は水圧による力であってもよい。

【 0 0 1 5 】

この構成によると、発電スイッチが備える磁歪棒は延性を有する磁歪素子で形成されているため耐久性が高い。また、平行梁へ曲げモーメントを発生させる向きの外力を平行梁の自由端側にユーザが加えることができるよう発電スイッチを構成したことにより、ユーザが発電スイッチを操作する際に必要な力を抑えつつ、より高い共振周波数で発電素子である磁歪素子を振動させることができる。したがって、より多くの電力を得ることができる。

【 0 0 1 6 】

また、前記第 2 の連結部材は前記第 1 の連結部材よりも長いとしてもよい。

【 0 0 1 7 】

この構成によると、ユーザが発電スイッチを操作する際に必要な力を、より小さくすることができる。また、同じ力で操作された場合には、自由振動の振幅をより大きくすることができる。

【 0 0 1 8 】

また、前記第 1 の連結部材及び前記第 2 の連結部材のうち少なくとも一方の連結部材の端部はコの字状に形成され、コの字状に形成された前記端部は、角柱部材を有し、コの字の内側に当接する前記 2 本の梁の間に圧入された前記角柱部材により前記 2 本の梁を連結しているとしてもよい。

【 0 0 1 9 】

この構成によると、連結部材は 2 つの磁歪棒をより強固に連結することができる。

【 0 0 2 0 】

また、前記第 2 の連結部材はコの字状に曲がっているとしてもよい。

【 0 0 2 1 】

この構成によると、発電スイッチの全長を短く抑えつつ、ユーザが発電スイッチを操作する際に必要な力を、より小さくすることができる。

【 0 0 2 2 】

また、前記第 1 の連結部材と、前記第 2 の連結部材と、前記平行梁に含まれる 2 本の梁のうちの 1 本とが一体形成されているとしてもよい。

【 0 0 2 3 】

また、前記第 1 の連結部材の端部は、開口部を有する固定台の内部に固定され、前記操作部材は、前記固定台の開口部を覆う蓋部と、前記蓋部に接合され、前記固定台の内部に

10

20

30

40

50

において前記第2の連結部材に接する板部とを有し、前記蓋部は、外力でたわむことにより、前記平行梁に自由振動が生じるように、前記板部を介して前記第2の連結部材に外力を加えるとしてもよい。

【0024】

本発明の他の局面に係る操作位置検出システムは、発電スイッチを複数備え、複数の前記発電スイッチが備える前記操作部材は、スイッチ板として一体形成されており、各第1の連結部材の端部、及び、前記スイッチ板の一端部は、固定台に固定され、各第2の連結部材の端部は、前記スイッチ板の他端部が有する永久磁石により、当該スイッチ板に吸着され、ユーザにより操作される前記操作部材の位置と、前記複数の発電スイッチのそれぞれにおける発電量との関係に基づいて、前記ユーザが操作した操作部材の位置を検出する。

10

【発明の効果】

【0025】

以上、本発明によると、耐久性が高く、より多くの電力を得ることができる発電スイッチを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】図1は、本発明の実施の形態1～3及びその変形例に係る発電スイッチを備えた無線リモコンの使用場面の一例を示す図である。

【図2】図2は、本発明の実施の形態1に係る発電スイッチが備える発電素子の概略図である。

20

【図3】図3は、図2に示す発電素子の磁歪棒及び連結部材の配置位置を示した概略図である。

【図4】図4は、図2に示す発電素子の実装例を示す写真である。

【図5A】図5Aは、図2に示す発電素子による発電の仕組みを説明する第1の図である。

【図5B】図5Bは、図2に示す発電素子による発電の仕組みを説明する第2の図である。

【図6A】図6Aは、本発明の実施の形態1に係る発電スイッチの構造を示す第1の図である。

30

【図6B】図6Bは、本発明の実施の形態1に係る発電スイッチの構造を示す第2の図である。

【図6C】図6Cは、本発明の実施の形態1に係る発電スイッチの構造を示す第3の図である。

【図7A】図7Aは、本発明の実施の形態1の変形例に係る発電スイッチの構造を示す第1の図である。

【図7B】図7Bは、本発明の実施の形態1の変形例に係る発電スイッチの構造を示す第2の図である。

【図7C】図7Cは、本発明の実施の形態1の変形例に係る発電スイッチの構造を示す第3の図である。

40

【図8】図8は、本発明の実施の形態1～3及びその変形例に係る発電スイッチの性能を検証する実験を説明する図である。

【図9】図9は、本発明の実施の形態1～3及びその変形例に係る発電スイッチの性能を検証する実験結果を示す図である。

【図10A】図10Aは、本発明の実施の形態1～3及びその変形例に係る発電スイッチにおける磁歪棒の固定方法の一例を示す図である。

【図10B】図10Bは、本発明の実施の形態1～3及びその変形例に係る発電スイッチにおける磁歪棒の固定方法の他の一例を示す図である。

【図11A】図11Aは、本発明の実施の形態2に係る発電スイッチの構造を示す第1の図である。

50

【図 1 1 B】図 1 1 B は、本発明の実施の形態 2 に係る発電スイッチの構造を示す第 2 の図である。

【図 1 1 C】図 1 1 C は、本発明の実施の形態 2 に係る発電スイッチの構造を示す第 3 の図である。

【図 1 2 A】図 1 2 A は、本発明の実施の形態 2 の変形例に係る発電スイッチの構造を示す第 1 の図である。

【図 1 2 B】図 1 2 B は、本発明の実施の形態 2 の変形例に係る発電スイッチの構造を示す第 2 の図である。

【図 1 2 C】図 1 2 C は、本発明の実施の形態 2 の変形例に係る発電スイッチの構造を示す第 3 の図である。

10

【図 1 3 A】図 1 3 A は、本発明の実施の形態 3 に係る発電スイッチの構造を示す第 1 の図である。

【図 1 3 B】図 1 3 B は、本発明の実施の形態 3 に係る発電スイッチの構造を示す第 2 の図である。

【図 1 3 C】図 1 3 C は、本発明の実施の形態 3 に係る発電スイッチの構造を示す第 3 の図である。

【図 1 4】図 1 4 は、本発明の実施の形態 1 ~ 3 及びその変形例に係る発電スイッチが備える発電素子の他の例を示す図である。

【図 1 5】図 1 5 は、本発明の実施の形態 1 ~ 3 及びその変形例に係る発電スイッチが備える発電素子のさらに他の例を示す図である。

20

【図 1 6 A】図 1 6 A は、シーソースイッチとして構成した発電スイッチの第 1 の概略図である。

【図 1 6 B】図 1 6 B は、シーソースイッチとして構成した発電スイッチの第 2 の概略図である。

【図 1 7】図 1 7 は、本発明の実施の形態 1 ~ 3 及びその変形例に係る発電スイッチが備える発電素子のさらに他の例を示す図である。

【図 1 8】図 1 8 は、先行技術に係る発電スイッチの構成を示す概略図である。

【図 1 9】図 1 9 は、本発明の実施の形態 4 に係る発電スイッチの構造を示す図である。

【図 2 0】図 2 0 は、本発明の実施の形態 4 に係る発電スイッチの試作例を示す図である。

30

【図 2 1 A】図 2 1 A は、本発明の実施の形態 5 に係る発電スイッチの構造を示す図である。

【図 2 1 B】図 2 1 B は、図 2 1 A に示される発電スイッチの使用時の様子を示す図である。

【図 2 1 C】図 2 1 C は、本発明の実施の形態 5 の変形例に係る発電スイッチの構造を示す図である。

【図 2 2 A】図 2 2 A は、本発明の実施の形態 6 に係る発電スイッチの構造を示す図である。

【図 2 2 B】図 2 2 B は、本発明の実施の形態 6 の第 1 の変形例に係る発電スイッチの構造を示す図である。

40

【図 2 2 C】図 2 2 C は、本発明の実施の形態 6 の第 2 の変形例に係る発電スイッチの構造を示す図である。

【図 2 3 A】図 2 3 A は、本発明の実施の形態 7 に係る発電スイッチの構造を示す第 1 の図である。

【図 2 3 B】図 2 3 B は、本発明の実施の形態 7 に係る発電スイッチの構造を示す第 2 の図である。

【図 2 3 C】図 2 3 C は、本発明の実施の形態 7 の第 1 の変形例に係る発電スイッチの構造を示す図である。

【図 2 4 A】図 2 4 A は、本発明の実施の形態 7 の第 2 の変形例に係る発電スイッチの構造を示す第 1 の図である。

50

【図 2 4 B】図 2 4 B は、本発明の実施の形態 7 の第 2 の変形例に係る発電スイッチの構造を示す第 2 の図である。

【図 2 5 A】図 2 5 A は、本発明の実施の形態 8 に係る発電スイッチの構造を示す第 1 の図である。

【図 2 5 B】図 2 5 B は、本発明の実施の形態 8 に係る発電スイッチの構造を示す第 2 の図である。

【図 2 6 A】図 2 6 A は、本発明の実施の形態 8 の変形例に係る発電スイッチの構造を示す第 1 の図である。

【図 2 6 B】図 2 6 B は、本発明の実施の形態 8 の変形例に係る発電スイッチの構造を示す第 2 の図である。

10

【図 2 7 A】図 2 7 A は、本発明の実施の形態 9 に係る発電スイッチの構造を示す第 1 の図である。

【図 2 7 B】図 2 7 B は、本発明の実施の形態 9 に係る発電スイッチの構造を示す第 2 の図である。

【図 2 7 C】図 2 7 C は、本発明の実施の形態 9 の変形例に係る発電スイッチの構造を示す図である。

【図 2 7 D】図 2 7 D は、本発明の実施の形態 9 に係る発電スイッチの試作例を示す図である。

【図 2 8 A】図 2 8 A は、本発明の実施の形態 1 0 に係る操作位置検出システムの構造の一例を示す第 1 の図である。

20

【図 2 8 B】図 2 8 B は、本発明の実施の形態 1 0 に係る操作位置検出システムの構造の一例を示す第 2 の図である。

【図 2 8 C】図 2 8 C は、本発明の実施の形態 1 0 に係る操作位置検出システムの構造の一例を示す第 3 の図である。

【図 2 9】図 2 9 は、本発明の実施の形態 1 1 に係る操作位置検出システムの構造の一例を示す図である。

【図 3 0】図 3 0 は、本発明の実施の形態 1 ~ 9 に係る発電スイッチの使用例を示す概念図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

30

以下、本発明に係る発電スイッチ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。

【0028】

(実施の形態 1)

まず、本発明の実施の形態 1 に係る発電スイッチの構成を説明する。図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る発電スイッチを備えた無線リモコン 200 の使用場面の一例を示す図である。図 1 に示されるように、無線リモコン 200 は、ボタン 99 と、発電スイッチ 100 とを備える。

【0029】

ユーザにより、ボタン 99 が押下されると、その力が発電スイッチ 100 に伝わり、発電スイッチ 100 が発電する。

40

【0030】

発電スイッチ 100 は、磁歪素子に生じる逆磁歪効果により得られた電力で駆動する発電スイッチである。発電スイッチ 100 により発電された電力により、内部回路 98 は所定の無線信号を生成し、生成した無線信号を送信部 97 から無線送信する。なお、送信部 97 は、無線 LAN、Bluetooth (登録商標) などの規格に従って電波を使用してもよく、IrDA 規格等に従って赤外線等を使用してもよい。

【0031】

図 2 は、本発明の実施の形態に係る発電スイッチ 100 が備える発電素子 90 の概略図であり、図 2 (a) は平面図、図 2 (b) は側面図である。

50

【0032】

図2(a)及び図2(b)に示されるように、発電素子90は、連結部材10a及び10bと、磁歪棒11a及び11bと、コイル12a及び12bと、界磁部14a及び14bと、バックヨーク15とを備えている。

【0033】

磁歪棒11a及び11bは、それぞれ柱状に形成された磁歪材料であり、図2(a)に示されるように、磁歪棒11a及び11bは平行に配置されることで、平行梁を構成している。

【0034】

コイル12aは、磁歪棒11aに巻かれたコイルである。また、コイル12bは、磁歪棒11bに巻かれたコイルである。

【0035】

界磁部14a及び14bは、2つの磁歪棒11a及び11bのそれぞれを同じ向きに貫く磁束を生じさせる。界磁部14a及び14bは、例えば永久磁石、又は電磁石である。

【0036】

連結部材10aは、棒状の部材であり、磁歪棒11a及び11bで構成される平行梁の第1の端部において2つの磁歪棒を強固に連結する部材である。以後、連結部材10aを、第1の連結部材ともいう。

【0037】

連結部材10bは、棒状の部材であり、磁歪棒11a及び11bで構成される平行梁の端部であって第1の端部とは異なる(すなわち、棒の端部のうち反対側である)第2の端部において2つの磁歪棒を強固に連結する部材である。以後、連結部材10bを、第2の連結部材ともいう。なお、後述する理由により、連結部材10bは、連結部材10aよりも軸方向に長く形成されていることが好ましい。

【0038】

バックヨーク15は、磁歪棒11a及び11bにバイアス磁界を付加するための構成である。詳細は後述する。

【0039】

図3は、図2に示した発電素子90の磁歪棒11a及び11b、並びに、連結部材10a及び10bの配置位置を示した概略図である。図3(a)及び図3(b)は、それぞれ図2(a)及び図2(b)に対応している。

【0040】

磁歪棒11a及び11bは、例えば鉄ガリウム合金であるGalFeNiからなり、延性を有し、それぞれ、例えば1mm×0.5mm×10mmの直方体の棒状の形状をしている。図3(a)及び図3(b)に示されるように、磁歪棒11a及び11bは平行に配置されている。磁歪棒11a及び11bの一端には、磁歪棒11a及び11bを磁氣的に接続し、かつ機械的に強固に接合するように連結部材10aが設けられている。磁歪棒11a及び11bの他端には、磁歪棒11a及び11bを同様に、磁氣的に接続し、機械的に強固に接合するように連結部材10bが設けられている。連結部材10a及び10bは、例えばFeを含む磁性材料により形成され、機械的及び磁氣的に磁歪棒11a及び11bに連結されることで、磁歪棒11a及び11bを連結している。すなわち、連結部材10a及び連結部材10bは、いわゆるヨーク(継鉄)としての機能を有する。

【0041】

なお、連結部材10a及び連結部材10bは、必ずしもその全てが磁性材料により形成されていなくてもよい。例えば磁性材料と、磁性材料の長さを延長するための非磁性材料とが長手方向に接合されて形成されていてもよい。ただし、少なくとも磁性材料により磁歪棒11a及び11bが磁氣的に連結されている必要がある。

【0042】

なお、連結部材10a及び連結部材10bは、十分な剛性を有することが望ましい。具体的には、連結部材10a及び連結部材10bの材料として、鉄系の材料(例えば、一般

10

20

30

40

50

の鉄鋼材、又は磁性を有するステンレス)を使用した場合を想定すると、連結部材10a及び連結部材10bの縦弾性係数が190~210GPa程度であることが好ましい。後述するように、磁歪棒11a及び11bは、こうした十分な剛性を有する連結部材10a及び連結部材10bに対して、それぞれ強固に接合される必要がある。

【0043】

また、図3(b)に示されるように、発電素子90の底面側にはバックヨーク15が設けられている。

【0044】

バックヨーク15は、図3(b)に示されるように、連結部材10a側に設けられた界磁部14aと連結部材10b側に設けられた界磁部14bとを有し、界磁部14a及び14bを介して、連結部材10a及び連結部材10bに接続されている。

10

【0045】

界磁部14aは、バックヨーク15と接続される面側にN極、連結部材10aと接続される面側にS極を有している。また、界磁部14bは、バックヨーク15と接続される面側にS極、連結部材10bと接続される面側にN極を有している。連結部材10a及び10bと、磁歪棒11a及び11bと、界磁部14a及び14bと、バックヨーク15とにより、図3(b)に矢印で示すような磁気ループが形成される。これにより、界磁部14a及び14bの起磁力により、磁歪棒11a及び11bにバイアス磁界を発生させている。つまり、磁歪棒11a及び11bの磁化の方向が、磁歪棒11a及び11bの軸方向と平行な方向に設定される。このときの磁化の大きさは、例えば、飽和磁束密度の1/2となる0.85T(テスラ)である。

20

【0046】

また、図2(a)及び図2(b)に示されるように、磁歪棒11a及び11bは、それぞれコイル12a及び12bを有している。コイル12a及び12bは、例えば銅線からなり、巻数はそれぞれ250巻である。コイル12a及び12bの巻数により、発電素子に発生する電圧の大きさを調整することが可能である。また、コイル12a及び12bは、樹脂によりその間が埋められ、一体となっている。なお、コイル12a及び12bは一体となった構成でなくてもよい。また、コイルの巻数は、各コイルで同一であってもよいし、異なってもよい。

【0047】

30

図4は、発電素子90の一例を示す写真である。磁歪棒11a及び11bは、断面が1mm×0.5mmで軸方向の長さが10mm程度の直方体(角柱)状の棒状の形状を有している。連結部材10aは、固定部材21に固定されている。

【0048】

図5A及びBは、本発明の実施の形態に係る発電スイッチ100が備える発電素子90による発電の仕組みを説明する図である。より詳細には、図5Aは磁歪棒11a及び11bの動作を示す図である。また、図5Bは磁歪棒11a及び11bにコイル12a及び12b、錘20が配置された状態を示す図である。

【0049】

発電素子90の発電の原理は、磁歪材料の逆磁歪効果を利用している。ここで、逆磁歪効果とは、磁化している磁歪材料に応力を加えると磁束が変化する効果である。磁束に時間的な変化が生じると、ファラデーの電磁誘導の法則によりコイルに誘導電圧が発生する。

40

【0050】

ここで、磁歪棒11a及び11bは平行梁構造を構成しているため、小さい曲げ力で大きな応力変化を磁歪棒11a及び11bの内部に発生させることができる。具体的には、磁歪棒の長手方向に圧縮・伸張させる場合と比較して、およそ十分の一の力で、同じ大きさの応力変化を磁歪棒の内部に発生させることができる。また、連結部で結合された2本の磁歪棒11a及び11bには、それぞれ逆向きの軸力が生じるため、磁束の変化も逆になる。したがって、磁歪棒11aと磁歪棒11bとに発生する誘導電圧の正負は逆向きと

50

なり、発電素子は互いの逆磁歪効果を打ち消さずに発電することができる。その結果、ユーザが軽い力で発電スイッチ 100 のボタン 99 を押下することにより、逆磁歪効果において大きな磁束の時間変化が磁歪棒 11 a 及び 11 b に発生する。これにより、発電素子 90 は、効率よく発電を行うことができる。また、一般にコイルは電氣的に誘導性負荷であるため、平行梁の曲げ共振周波数（～数百 Hz）以下においては、誘導性成分を無視することができる。したがって、発電素子 90 の出力インピーダンスはコイルの抵抗のみであり、これはたかだか数～数十である。よって、発電素子 90 に、無線リモコン 200 の内部回路のような低インピーダンス抵抗の負荷を接続しても、発生した電力は効率よく負荷に供給される。

【0051】

なお、磁歪棒 11 a 及び 11 b に使用する磁歪材料は、十分な逆磁歪効果を生じ、機械加工性がよく、曲げや引っ張りに強い性質をもつ、鉄ガリウム合金などを利用することが望ましいが、この性質の磁歪材料なら、その利用を鉄ガリウム合金に限定しない。

【0052】

より具体的には、例えば図 5 A に示されるように、発電素子 90 の連結部材 10 a は固定部材に固定され、連結部材 10 b に所定の曲げ力 P が与えられることにより、発電素子 90 の連結部材 10 b が振り子振動する。このとき、曲げ力 P の方向は、磁歪棒 11 a 及び 11 b の軸方向に対して垂直の方向である。連結部材 10 b が振り子振動することにより、発電素子 90 は共振する。このときの共振周波数は、一例として数百 Hz であるが、数十 Hz ～ 1 kHz であってもよい。

【0053】

連結部材 10 b に曲げ力 P が与えられると、磁歪棒 11 a 及び 11 b は、曲げ変形する。具体的には、発電素子 90 は、図 5 A に示す向きの曲げ力 P を受けると、磁歪棒 11 a は伸張し、磁歪棒 11 b は収縮する。また、連結部材 10 b が上記の曲げ力 P とは逆向きの曲げ力を受けると、磁歪棒 11 a が収縮し、磁歪棒 11 b が伸張する。このように、磁歪棒 11 a 及び 11 b が伸縮することにより、界磁部 14 a 及び 14 b によって生じている磁歪棒 11 a 及び 11 b 内部の磁束は、逆磁歪効果により増加又は減少する。すなわち、コイル 12 a 及び 12 b を貫く磁束密度が変化する。この磁束密度の時間的変化により、図 5 B に示されるように、コイル 12 a 及び 12 b に誘導電圧（又は誘導電流）が発生する。

【0054】

次に、以上述べた発電素子 90 を備えた発電スイッチ 100 の構成について説明する。

【0055】

まず、スイッチの電源として磁歪材料を用いた発電素子 90 を使用する発電スイッチ 100 の満たすべき要件について以下に検討する。

【0056】

発電素子 90 によって発生する電圧は、磁歪棒 11 a 及び 11 b の振動周波数に比例して増加する。したがって、発電素子 90 に効率よく発電させるためには、磁歪棒 11 a 及び 11 b から構成される平行梁の共振周波数で発電素子 90 を振動させることが望ましい。ここで、共振周波数の振動が発生するのは自由振動である。よって発電スイッチ 100 の構成は、ユーザによる操作によって、発電素子 90 が備える平行梁に自由振動を励振する構成が有することが必要である。

【0057】

具体的には、自由振動は、平行梁に過渡的な力の変化を作用させることで発生する。例えば梁を弾く動作である。弾く動作を行うためには、例えば、平行梁の先端に突起部がついた構造体を接続し、ユーザによる外力が作用する操作部材で突起部を押しつけることにより、平行梁を湾曲させることが考えられる。平行梁の湾曲がある値を超えたときに、操作部材が突起部から瞬間的に外れることで、平行梁に自由振動が励振される。他の例として、磁石を利用することが考えられる。平行梁の先端を磁性材料で構成し、一方、押しつ

10

20

30

40

50

け力が作用する操作部材に磁石を付ける。平行梁の先端を磁石で吸着した状態から、操作部材に外力を加えると、操作部材は平行梁の先端を吸着したまま変位する。このまま外力を加えることにより平行梁の撓みがある値を超えると、平行梁の先端は磁石から外れる。これにより、平行梁に作用する力が過渡的に0となり、自由振動が発生する。上記の弾く、もしくは磁石の吸着力を0にする動作で、平行梁に自由振動が発生する。その結果、発電素子90に効率よく電圧が発生させることができる。

【0058】

また、平行梁は2本の梁(すなわち、磁歪棒11a及び11b)が空間を隔てて配置されているため、曲げ剛性が大きい。ここで、発電量や発生電圧を増加させるためには、共振周波数を増加させる必要があり、そのためには梁の間隔を広げること、又は梁の体積を増加させることが効果的である。

10

【0059】

しかしながら、梁の間隔を増加させ、又は梁の体積を増加させた場合、平行梁の曲げ剛性が増加し、変形しづらくなる。ここで、発電スイッチ100は、人間が指で操作するものであるため、適度な押し込み力と押し込み量(変位)が存在する。したがって、平行梁を効率よく曲げ、人間の押し込み動作が作用する機械的なインピーダンスを合わせるために、梁に付ける構造体の長さのある程度とり、またスイッチ動作の形態に応じて、構造体の形状を設定する必要がある。

【0060】

一般的に構造体を長くし、その先端に力を作用させることで、平行梁を湾曲させる曲げモーメントを大きくできる。すなわち、曲げモーメントは距離×力で算出されるため、同じ曲げモーメントを作用させるなら、距離を長くすることで、必要な力を小さくすることが出来る。ただしこの場合、力を作用させる距離も長くなる。したがって、発電素子90の形状はスイッチの押しつけ力や変位を考慮して適切に設定する必要がある。またスイッチの操作形態(例えば、スライド型、垂直押し下げ型、回転操作型)に応じて、発電素子90の形状を選択することも考えられる。

20

【0061】

次に、こうして検討した要件を考慮した、本実施の形態に係る発電スイッチ100の構成を説明する。

【0062】

図6A～図6Cは、本実施の形態に係る発電スイッチ100の構造を示す図である。より詳細には、図6Aは、操作部材50の変位量が0である初期状態における発電スイッチ100を示す。

30

【0063】

図6Aに示されるように、発電スイッチ100は、発電素子90と、操作部材50とを備える。操作部材50はユーザが発電スイッチ100を操作するためのユーザインタフェースであり、具体的にはユーザにより押し下げ操作されることにより、鉛直下方向の外力を第1の連結部材である連結部材10bへ伝える部材である。なお、本実施の形態に係る操作部材50は、永久磁石40を有している。操作部材50は、永久磁石40により連結部材10bを吸着している。

40

【0064】

図6Aに示されるように、本実施の形態において、第1の連結部材である連結部材10aは、壁面等に固定されている。すなわち、連結部材10aは、変位しない固定端となっている。

【0065】

一方、図6Bは、ユーザ操作による外力60により、操作部材50が変位している状態の発電スイッチ100を示す。

【0066】

操作部材50は、2つの磁歪棒11a及び11bの一方に正の軸力が生じ他方に負の軸力が生じる自由振動が生じるように、第2の連結部材である連結部材10bに外力を加え

50

る。いいかえれば、磁歪棒 11a 及び 11b を含む面内で平行梁を湾曲させる外力が操作部材 50 によって連結部材 10b へと加えられる向きに、連結部材 10a は固定されている。

【0067】

より具体的には、ユーザによって、操作部材 50 へ外力 60 が加えられると、操作部材 50 は連結部材 10b の右側の端部を永久磁石 40 で吸着したまま鉛直下方向へ変位させる。その結果、平行梁を構成する上側の梁である磁歪棒 11b には引っ張り方向の軸力（すなわち、正の軸力）が発生する。一方、平行梁を構成する下側の梁である磁歪棒 11a には圧縮方向の軸力（すなわち、負の軸力）が発生する。

【0068】

このまま、操作部材 50 が下方向へ変位を続け、平行梁に生じる反力が永久磁石 40 の吸着力を超えたときに、発電素子 90 及び連結部材 10b は自由振動を開始する。

【0069】

図 6C は、自由振動中の発電スイッチ 100 を示す。図 6C に示されるように、第 2 の連結部材である連結部材 10b は、自由振動可能な自由端となっており、連結部材 10b は、連結部材 10b と連結されている発電素子 90 とともに自由振動する。その結果、発電素子 90 には誘導電圧が発生する。

【0070】

なお、前述のとおり、連結部材 10b は連結部材 10a よりも長いことが好ましい。より詳細には、連結部材 10a は短いほど、連結部材 10b は長いほど好ましい。なぜなら、発電性能を向上させるためには平行梁の共振周波数を高めることが効果的であり、そのためには平行梁構造の剛性を高めることが効果的である。しかし、剛性が高くなりすぎると、ユーザがスイッチを押下できなくなってしまう。ここで、連結部材 10b が長いほど、この原理により、ユーザは小さな力で発電スイッチ 100 を押下することができる。逆にいえば、連結部材 10b が長いほど、ユーザが操作可能な力の範囲内で、平行梁構造の剛性を高めることができる。一方、連結部材 10a は固定端であるため、短いほど発電スイッチ 100 の全長を短くすることができる。

【0071】

なお、本実施の形態において、操作部材 50 は磁石の吸着力により連結部材 10b に曲げモーメントを発生させる外力を加えたが、操作部材 50 により連結部材 10b へ外力を加える構成はこれに限られない。

【0072】

例えば、図 7A ~ 図 7C は、実施の形態 1 の変形例に係る発電スイッチの構造を示す図である。

【0073】

本変形例では、永久磁石 40 に代わり、物理的なツメ構造を使用している。すなわち、図 7A ~ 図 7C に示されるように、本変形例に係る発電スイッチ 100a は、発電素子 90a と、操作部材 52 とを備えている。なお、図 6A ~ 図 6C と同一の構成要素については同一の符号を付け、詳細な説明は省略する。

【0074】

発電素子 90a は、発電素子 90 が備える構成要素のうち、連結部材 10b を連結部材 10c へと置き換えたものである。

【0075】

連結部材 10c は、操作部材 52 と接する側の端部が鋭角状に加工されている。また、操作部材 52 も同様に、連結部材 10c と接する側の端部が鋭角状に加工されている。

【0076】

連結部材 10c 及び操作部材 52 の一端部をこのように加工することにより、操作部材 52 と連結部材 10c との接点には、ズレが生じやすくなる。これにより、操作部材 52 が、連結部材 10c へ加える曲げモーメントの最大値を調整することができる。

【0077】

10

20

30

40

50

次に、図 8 及び図 9 を参照して、発明者らが行った発電スイッチ 100 の評価実験の結果について説明する。

【0078】

評価実験では、2種類の発電素子90（タイプ1及びタイプ2）を試作し、その特性を比較した。両タイプとも、磁歪棒11a及び11bの形状は同じであり、大きさは0.5×1×12mmである。一方、タイプ1では、磁歪棒11a及び11bの間隔を0.5mmとしたのに対し、タイプ2では、磁歪棒11a及び11bの間隔を1mmとした。これは、タイプ2ではコイルの巻き数Nを、タイプ1よりも増加させるためである。

【0079】

なお、タイプ1及びタイプ2のコイルの巻き数Nは、それぞれ419巻きと964巻きである。また、タイプ1及びタイプ2のコイルの抵抗 R_0 は、それぞれ15と38である。これにより、タイプ2はタイプ1と比較して、断面2次モーメントの増加に伴い曲げ剛性が増加するとともに、一次の曲げ共振周波数も増加している。

【0080】

図8は、本発明の実施の形態1に係る発電スイッチ100の性能を検証する実験を説明する図である。なお、実験では、連結部材10bの長さの違いが発電に与える影響を比較するため、操作部材50に代わり、錘を使用した。

【0081】

具体的には、連結部材10bに200gの錘を糸でつるし、糸を切って連結部材10bに自由振動を発生させた。錘をつるす位置は、連結部材10bのうち発電素子90に近い位置であるLoc1と、発電素子90から遠い位置であるLoc2の2箇所のうちのいずれか一方とした。Loc1につるした錘を錘63とし、Loc2につるした錘を錘64とする。

【0082】

連結部材10bの変位Xは連結部材10bの中央部をレーザ変位計で測定した。また最大電力を取り出すための整合条件により、タイプ1の発電素子90には30の、タイプ2の発電素子90には、76の抵抗負荷R54を取り付け、その両端の電圧V53を内部インピーダンス1Mのプロープで測定した。

【0083】

図9に実験結果を示す。図9において、 X_0 は連結部材10bの初期変位を、 A_0 は初期振幅を、 V_{max} は発生電圧の最大値を、dBは磁束密度の変化幅を、 W_0 は電気エネルギーを、Tは振動持続時間をそれぞれ示す。

【0084】

Loc1同士で比較すると、タイプ2はタイプ1と比較して、2倍程度の W_0 が得られた。しかし、Loc2同士で比較すると、タイプ1と2とでは W_0 に大きな差がなかった。これはタイプ2においては、位置をLoc1からLoc2に変えたことによる初期振幅 A_0 の増加の割合が1.4倍（ $=0.40/0.28\text{mm}$ ）と、タイプ1における2.1倍に比べ小さいためだと考えられる。つまりタイプ2では、平行梁の曲げ剛性が大きいため、曲げモーメントを大きくしても変形しづらいものと推測される。

【0085】

以上の結果、同形状の磁歪棒を利用するなら、磁歪棒11a及び11bの間隔を広げ、曲げ剛性とコイルの巻き数を増加させることで、発電量の向上が見込めると考えられる。実際に、タイプ2のLoc2の場合では、最も大きい瞬時電力が32mWであり、平均発生電力（ W_0/T ）が2.1mWであった。

【0086】

以上の実験の結果から、連結部材10bを連結部材10aよりも長くすることで発電量を増加させるという考察が裏付けられた。

【0087】

なお、実験を続けているうちに、磁歪棒11a及び磁歪棒11bと、連結部材10aとの接合部が外れてしまった。よって、発電スイッチ100においては、磁歪棒11a及び

10

20

30

40

50

磁歪棒 11b と、連結部材 10a とを強固に接合することが実用上は重要である。

【0088】

図 10A 及び B は、本発明の実施の形態に係る発電スイッチ 100 における磁歪棒 11a 及び 11b の固定方法の例を示す図である。図 10A 及び図 10B は、それぞれ固定方法の一例を示す。図 10A と比較し、図 10B の固定方法の方が好ましい。以下、詳細に説明する。

【0089】

図 10A は、磁歪棒 11a 及び 11b を連結部材 10a に穿かれた孔に差し込み、磁歪棒 11a 及び 11b を貫通するピン 55 で固定する方法を示す。孔の隙間、及びその周囲にエポキシ系接着剤を含浸させ固定することにより、より強固に固定することができる。しかし、発明者らの実験では、図 10A に示される固定方法であっても、接合が外れることがあった。

【0090】

よりよい固定方法を図 10B に示す。

【0091】

図 10B では、第 1 の連結部材 10a の端部はコの字状に形成され、コの字状に形成された端部は角柱部材 56 を有し、コの字の内側に当接する 2 つの磁歪棒 11a 及び 11b の間に圧入された角柱部材 56 により 2 つの磁歪棒 11a 及び 11b を連結している。連結部をさらに接着剤等でコーティングすることにより、強度をさらに向上させることが可能である。

【0092】

なお、図 10A 及び B では、連結部材 10a が磁歪棒 11a 及び 11b を連結する場合について説明したが、連結部材 10b が磁歪棒 11a 及び 11b を連結する場合も同様である。

【0093】

また、平行梁が 1 本の磁歪棒と、1 本の磁歪材料以外で形成された梁とから構成されている場合には、コの字状に形成された端部は、コの字の内側に当接する 2 本の梁の間に圧入された角柱部材により前記 2 本の梁を連結してもよい。

【0094】

(実施の形態 2)

以上、実施の形態 1 及びその変形例では、ユーザが操作部材を鉛直下方向に押し込む動作に対応する発電スイッチについて説明した。

【0095】

次に、図 11A ~ 図 11C を参照して、ユーザが操作部材を水平方向にスライドさせる動作に対応する発電スイッチについて説明する。

【0096】

図 11A ~ 図 11C は、本発明の実施の形態 2 に係る発電スイッチ 100b の構造を示す図である。なお、図 6A ~ 図 6C と同一の構成要素については同一の符号を付け、詳細な説明は省略する。

【0097】

図 11A を参照して、発電スイッチ 100b は、発電素子 90b と、操作部材 50a とを備える。

【0098】

発電素子 90b は、発電素子 90 が備える連結部材 10b を、連結部材 10d へと置き換えたものである。発電素子 90d は、発電素子 90b と接していない側の端部が L の字状に形成されている。

【0099】

次に、図 11B を参照して、水平方向へスライドさせる外力 62 がユーザによって操作部材 50a へ加えられると、操作部材 50a は永久磁石 40 の吸着力により連結部材 10d を吸着しながら水平方向左へ変位する。その結果、連結部材 10d 及び発電素子 90b

10

20

30

40

50

には曲げモーメントが生じる。

【0100】

次に、図11Cを参照して、連結部材10d及び発電素子90bに生じる反力が永久磁石40の吸着力を超えたときに、連結部材10dは自由振動を開始する。ここで、発電素子90は連結部材10dとともに自由振動を行うため、コイル12a及び12bに誘導電圧が発生する。

【0101】

なお、操作部材は必ずしも永久磁石40を有さなくてもよい。

【0102】

図12A～図12Cは、本発明の実施の形態2に係る発電スイッチ100bの変形例を示す図である。 10

【0103】

本変形例では、永久磁石40に代わり、物理的なツメ構造を使用している。すなわち、図12A～図12Cを参照して、本変形例に係る発電スイッチ100cは、発電素子90cと、操作部材52aとを備えている。なお、図11A～図11Cと同一の構成要素については同一の符号を付け、詳細な説明は省略する。

【0104】

発電素子90cは、発電素子90bが備える連結部材10dを連結部材10eに置き換えたものである。連結部材10eは、Lの字状に形成された端部のうち、操作部材52aと接する部分が鋭角状に形成されている。 20

【0105】

操作部材52aは、凸部を有する操作部材であり、ユーザによって加えられた水平方向へスライドさせる外力62を連結部材10eへ伝える。

【0106】

連結部材10e及び操作部材52aそれぞれの一端部をこのように加工することにより、操作部材52aと連結部材10eとの接点には、ズレが生じやすくなる。これにより、操作部材52aが、連結部材10eへ加える曲げモーメントの最大値を調整することができる。

【0107】

(実施の形態3)

次に、ユーザが加えなければならない外力をこの原理により抑えつつ、平行梁の剛性をより高めることが可能な発電スイッチの構成を説明する。 30

【0108】

図13A～図13Cは、本発明の実施の形態3に係る発電スイッチ100dの構成を示す図である。

【0109】

図13Aに示されるように、発電スイッチ100dは、発電素子90dと、ヒンジ70と、操作部材72とを備える。

【0110】

図13B及びCを参照して、ヒンジ70がこの支点となり、操作部材72の端部であって、発電素子90dと接する側の端部が作用点となり、操作部材72の他の端部であって、ユーザの操作による外力が加えられる端部が力点となる。よって、支点から作用点までの距離よりも、支点から力点までの距離を長くすることにより、外力66の大きさは増幅されて連結部材10fに作用する。したがって、ユーザによる操作性を損なわずに、発電素子90dが有する平行梁の剛性をより高めることができる。 40

【0111】

以上、本発明の実施の形態1～3及びその変形例に係る発電スイッチについて説明した。これらの構成によると、発電スイッチが備える磁歪棒は延性を有する磁歪素子で形成されているため耐久性が高い。また、平行梁へ曲げモーメントを発生させる向きの外力を平行梁の自由端側にユーザが加えることができるよう発電スイッチを構成したことにより、 50

ユーザが発電スイッチを操作する際に必要な力を抑えつつ、より高い共振周波数で発電素子である磁歪素子を振動させることができる。したがって、より多くの電力を得ることができる。

【0112】

なお、本発明は、これらの実施の形態に限定されるものではない。

【0113】

例えば、実施の形態1～3及びその変形例に係る発電スイッチが備える自由振動可能な第2の連結部材をコの字状に形成してもよい。より詳細には、第2の連結部を、平行梁を構成する2つの磁歪棒を含む平面においてコの字状に曲がるように形成してもよい。

【0114】

前述したように、発電スイッチが備える連結部材のうち、自由振動可能な連結部材の長さは、長い方が好ましい。しかし、連結部材を長くすると、発電素子の全長が長くなってしまふという課題が生じる。

【0115】

そこで、図14に示されるように、発電素子90eが備える第2の連結部材10gは、垂直方向にコの字状に曲げられている。この連結部材10gの端部のうち、平行梁と接していない側の端部にユーザからの外力67が加えられると、図6Aに示される発電素子90と同様のでこの原理が働く。したがって、ユーザが操作に必要な力の大きさ抑えながら、平行梁の剛性を落とすことなく、発電素子90の全長を短く抑えることができる。

【0116】

また、実施の形態1～3及びその変形例に係る発電スイッチが備える発電素子は、2本の磁歪棒11a及び11bを備えることとしたが、このうち1本の磁歪棒を磁歪材料以外の他の材料に置き換えてもよい。さらに、発電素子が備える連結部材の形状を工夫することにより、連結部材と1本の磁歪棒とで平行梁構造を構成してもよい。図15を参照して具体的に説明する。

【0117】

図15は、直方体の長手方向の片面中央部に溝を形成することで、コの字状に形成された連結部材である連結ヨーク130と、連結ヨーク130のコの字の内側に長手方向と平行に当接するように接合された柱状の磁歪棒110とを備える発電素子90fである。

【0118】

図15に示されるように、発電素子90fは、磁歪棒を1本しか備えていない。しかし、連結ヨーク130の長手方向中央部を磁歪棒110と同程度の剛性を有する材料、形状とすることで、連結ヨーク130の長手方向中央部と磁歪棒110とで平行梁構造を形成している。したがって、例えば図6Aを参照して、発電素子90に代わり発電素子90fを使用しても、同様の発明の効果を奏することができる。

【0119】

すなわち、発電スイッチは、梁状に形成された磁歪材料である磁歪棒を少なくとも1本は含む平行梁と、磁歪棒に巻かれたコイルと、平行梁の第1の端部において、当該平行梁を構成する2本の梁を連結する部材である第1の連結部材と、平行梁の端部であって第1の端部とは異なる第2の端部において、当該平行梁を構成する2本の梁を連結する部材である第2の連結部材と、2本の梁のそれぞれを同じ向きに貫く磁束を生じさせる界磁部と、ユーザにより操作される操作部材とを備え、第1の連結部材は、変位しない固定端となり、第2の連結部材は、自由振動可能な自由端となり、操作部材は、2本の梁の一方に正の軸力が生じ他方に負の軸力が生じる自由振動が平行梁に生じるように、第2の連結部材に外力を加えるとしてもよい。

【0120】

さらにまた、図16A及びBに示されるように、発電素子を、2本の発電素子212及び213と、2本の発電素子それぞれを吸着する永久磁石214及び215と、くの字形状の操作部材216と、ヒンジ217とを備えるシーソースイッチ（ロッカースイッチ）型の発電スイッチ100gとして構成してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 1 】

発電素子 2 1 2 及び発電素子 2 1 3 は、それぞれ長手方向の一端で接合されており、接合部が固定端となっている。また、発電素子 2 1 2 及び発電素子 2 1 3 それぞれの他端は自由端となっている。

【 0 1 2 2 】

図 1 6 A に示される状態では、永久磁石 2 1 4 が発電素子 2 1 2 を吸着している。ここで、くの字形状の操作部材の端部のうち発電素子を吸着している端部とは反対側の端部（すなわち、向かって右側の端部）をユーザが押すと、永久磁石 2 1 4 は発電素子 2 1 2 を上に湾曲させた後に、吸着している発電素子 2 1 2 を解放する。したがって発電素子 2 1 2 の自由端が自由振動する。その結果、発電素子 2 1 2 は発電する。次に、永久磁石 2 1 5 が発電素子 2 1 3 を吸着し、図 1 6 B に示される状態となる。ここで、くの字形状の操作部材の端部のうち発電素子が吸着している端部とは反対側の端部（すなわち、向かって左側の端部）をユーザが押すと、永久磁石 2 1 5 は発電素子 2 1 3 を上に湾曲させた後に、吸着している発電素子 2 1 3 を解放する。したがって発電素子 2 1 3 の自由端が自由振動する。その結果、発電素子 2 1 3 は発電する。このように、発電スイッチ 1 0 0 g は、図 1 6 A 及び図 1 6 B の二つの状態が入れ替わるごとに、片持ち梁構造を有する 2 つの発電素子が交互に発電する。

【 0 1 2 3 】

また、図 1 4 では、第 2 の連結部 1 0 g を、平行梁を構成する 2 つの磁歪棒 1 1 a 及び 1 1 b を含む平面においてコの字状に曲がるように形成する発電素子 9 0 e の例を示したが、第 2 の連結部 1 0 g を曲げる方向はこれに限定されない。例えば、第 2 の連結部 1 0 g を、平行梁を構成する 2 つの磁歪棒 1 1 a 及び 1 1 b を含む平面と垂直な平面においてコの字状に曲がるように形成してもよい。すなわち、コの字状（又は、J の字状等、固定端側へと近づく形状）であれば、任意の方向へ曲がるよう形成してもよい。

【 0 1 2 4 】

さらに、図 1 7 に示されるように、T 字状の連結部材を備える発電素子 9 0 h としてもよい。発電素子 9 0 h は、2 つの発電素子 9 0 0 と、連結部材 1 0 h とを備える。図 1 7 では簡略して記載しているが、発電素子 9 0 0 はそれぞれ図 6 A に示される発電素子 9 0 から連結部材 1 0 b を除いた構成と同じ構成をもち、同じ向きで壁等に固定されている。

【 0 1 2 5 】

連結部材 1 0 h は、T の字状に形成された連結部材である。連結部材 1 0 h のうち T の字の横棒に相当する部材が有する左右の端部のそれぞれは、連結部材 1 0 b に代わり、発電素子 9 0 0 が備える 2 つの磁歪棒の一端部（自由端側）を強固に連結している。その結果、2 つの発電素子 9 0 0 は、連結部材 1 0 h により連結されている。ここで、連結部材 1 0 h のうち T の字の縦棒の下端部に相当する端部に外力 6 8 をかけると、てこの原理により外力 6 8 よりも大きな反力 6 9 が、連結部材 1 0 h の T の字の横棒に相当する部材（すなわち、2 つの発電素子 9 0 0 を連結している側の端部）に生じる。この反力は発電素子 9 0 0 に曲げモーメントを加える。すなわち、発電素子 9 0 h においては、発電素子の全長を短く抑えつつ、より小さな外力 6 8 で大きな曲げモーメントを 2 つの発電素子 9 0 0 に加えることができる。なお、連結部材 1 0 h が T の字に形成され、左右 2 つの発電素子 9 0 0 に均等に曲げモーメントを加える構成となっていることで、2 つの発電素子 9 0 0 は、それぞれが有する 2 つの磁歪棒を含む平面内のみで変形する。

【 0 1 2 6 】

なお、実施の形態 1 ~ 3 及びその変形例に係る連結部材 1 0 a ~ 1 0 h は、同一の材質で一体として形成される必要がないことは前述したとおりである。すなわち、2 本の磁歪棒を磁氣的に接合できるように、少なくとも磁歪棒と接する側の端部が磁性体で形成されていればよい。例えば、図 6 A を参照して、連結部材 1 0 b のような自由端側の連結部材は、剛性が高く、長く、軽いことが望まれる。したがって、コイル 1 2 a 及び 1 2 b を物理的かつ磁氣的に接合する必要がある連結部材 1 0 b の左端部は鉄などの磁性体で形成し、連結部材 1 0 b の他の部分はアルミニウム又はカーボンなど剛性が高く軽い素材で形成

10

20

30

40

50

してもよい。

【0127】

なお、本発明の実施形態としては、さらに以下に述べるような様々な態様が考えられる。

【0128】

(実施の形態4)

例えば、図19に示す発電スイッチの一態様は、磁歪棒110と、コイル120と、連結ヨーク130と、連結板302と、吸着板304と、突起部306と、スイッチ板308と、固定台310と、永久磁石312及び316と、ストッパ314とを備える。

【0129】

ここで、永久磁石312は、スイッチ板308を吸着するスイッチ用磁石である。また、永久磁石316は、磁歪棒110にバイアス磁束を加えるバイアス磁石である。また、スイッチ板308は、磁性体であってもよく、磁性体でなくてもよい。

【0130】

磁歪棒110と、コイル120と、連結ヨーク130とは、1つの発電素子を構成する。また、2本の発電素子それぞれの一端は、固定台310に接合されている。また、2本の発電素子それぞれの他端は、連結板302により連結されている。この結果、2本の発電素子は、一体となって振動する。なお、連結板302は、バイアス磁束が漏れないように、非磁性体で形成されることが好ましい。

【0131】

また、連結板302の下部には、磁性体の吸着板304が取り付けられている。

【0132】

スイッチ板308は、バネ材で形成され、一端が固定台310に接合されている。また、スイッチ板308の他端には、例えば円柱状のゴムなどで形成された突起部306が設けられる。

【0133】

スイッチ板308の上面であって、吸着板304と対向する位置には永久磁石312が設置されており、永久磁石312は磁力により吸着板304を吸着する。

【0134】

ここで、ユーザが突起部306を押下すると、スイッチ板308は湾曲する。このとき、発電素子も同時に湾曲する。この湾曲によって、連結ヨーク130と磁歪棒110とからなる平行梁構造により、磁歪棒110の長手方向には大きな圧縮力が加わる。その結果、逆磁歪効果により、磁歪棒110内部の磁束が減少する。

【0135】

その後、ユーザが突起部306をさらに押下すると、永久磁石312から吸着板304が外れる。この時、発電素子は自由振動を行う。この自由振動中に、磁歪棒110内部に圧縮と引っ張りの応力が交番状に作用することにより、磁歪棒110内部の磁束も交番状に変化する。この磁束の時間変化によりコイル120に起電力が発生する。

【0136】

なお、本態様における実用上の工夫として、スイッチ板308と固定台310との間に、スイッチ板308の過度の湾曲を防止するためのストッパ314が設けられている。

【0137】

なお、スイッチ用磁石である永久磁石312は、スイッチ板308の代わりに、発電素子側の部材(例えば、連結板302)に固定されていてもよい。この場合、発電素子の先端質量が重くなるため、発電効率は低下する一方で、磁気による吸着力が発電素子の同じ位置に常に作用するという長所がある。例えば、スイッチ板308と発電素子との初期の相対位置が変化した場合でも、スイッチ板308が永久磁石312から離れる時に発電素子に吸着力が働く位置は変わらない。その結果、再現性のある安定した発電量が得られる。

【0138】

10

20

30

40

50

なお、スイッチ用の永久磁石 312 を発電素子側の部材に取り付ける際には、例えば磁極の向きを逆にした 2 個の永久磁石が隣り合うように並べることにより閉磁路回路を構成してもよい。スイッチ用の永久磁石 312 が発生させる磁力線が連結ヨーク 130 を介して磁歪棒 110 に侵入するのを防止するためである。

【0139】

なお、スイッチ用の永久磁石 312 と、当該永久磁石 312 と吸着・脱着を繰り返す部材との間にゴム板などの弾性部材を挟んでもよい。これにより、永久磁石 312 と部材とが吸着するときの衝撃を緩衝することができる。

【0140】

図 20 は、本態様に係る発電スイッチの試作例を示す。この発電スイッチは、2 mm × 0.5 mm × 22 mm の磁歪素子と、1260 巻きのコイルとを有する。1 回ボタンを押すことにより、最大 15 V の瞬間電圧、0.2 W の瞬間電力、及び 0.5 mJ の電気エネルギーを取り出すことができる。

10

【0141】

(実施の形態 5)

次に、図 21A ~ 図 21C を参照して、本発明の他の態様を示す。なお、以後の各実施の形態に係る構成において、連結板及びスイッチ板の記載は省略する。また、発電素子の数は、1 個以上であればよい。

【0142】

図 21A は、連結ヨーク 130A、スイッチ板、及び固定台が一体となった発電スイッチを示す。すなわち、本態様においては、ヨーク、スイッチ板、及び固定台が一体形成されている。これにより、部品点数が少なく、組み立ても簡易化できる。したがって、コストをより低くすることができる。

20

【0143】

なお、部材の耐久性を向上させるために、一体形成後に焼き鈍しなどの熱処理を施してもよい。

【0144】

図 21B は、図 21A に示される発電スイッチの使用時の様子を示す。固定台とスイッチ板との間隔を狭めるような力を加えることにより、磁歪棒 110 を備える発電素子が自由振動する。その結果、発電スイッチは発電を行う。

30

【0145】

この構成によると、例えば摘むような力をきっかけとして、発電を行うことができる。

【0146】

なお、図 21C に示されるように、発電素子 2 つを有するように、発電スイッチを構成してもよい。ここで、連結ヨーク 130B と、スイッチ板とは一体形成されている。

【0147】

これによると、スイッチ板に作用する上下の両方向の力で、上下 2 個の発電素子に自由振動を発生させることができる。つまり、本態様に係る発電スイッチは、両極性（オンとオフなど）のいずれの選択操作においても発電を行うことができる。

【0148】

40

(実施の形態 6)

次に図 22A ~ 図 22C を参照して、本発明の他の態様について説明する。

【0149】

図 22A は、スイッチ板 308A が、より長いバネ材で形成されている。一般に、スイッチ板を長くするほど、磁力による吸着を外すため（すなわち、発電を開始させるため）に必要な力を小さくすることができる。しかし、長くなるほど、スイッチ板は塑性変形しやすくなる。そこで、スイッチ板の材料には、引っ張り強度が高くバネ性のよい、リン酸銅、又は超弾性材等を利用することが好ましい。

【0150】

また、図 22B に示されるように、スイッチ板の先端部に平板 320 を設けてもよい。

50

これによると、スイッチ板を押下する力として、風圧又は水圧などを利用できる。より具体的には、風、水流、又は水滴（物体）の落下などを利用できる。

【 0 1 5 1 】

また、図 2 2 C に示されるように、スイッチ板の先端部に錘 3 2 2 を設けてもよい。この場合、スイッチ板を押下する力として、錘に働く慣性力を利用できる。例えば、発電スイッチに上方向の加速度が作用した場合、錘 3 2 2 には当初の位置に留まろうとする慣性力が発生する。この慣性力により、磁力によるスイッチ板の吸着が外れることにより、発電スイッチの発電が開始される。

【 0 1 5 2 】

（実施の形態 7）

次に、発電スイッチを柔軟体の上に配置することにより、柔軟体の変形で発電を行う発電スイッチの態様について説明する。

【 0 1 5 3 】

図 2 3 A は、柔軟体の一例であるゴム板 3 2 4 の上に、湾曲する磁性体により形成された吸着板 3 0 4 A が接合されている。また、吸着板 3 0 4 A の上に、磁歪棒 1 1 0 及び連結ヨーク 1 3 0 を有する発電素子が固定されている。より詳細には、発電素子の一端が吸着板 3 0 4 A 又はゴム板 3 2 4 に強固に固定されている。またスイッチ板は磁力により吸着されている。

【 0 1 5 4 】

ここで、ゴム板 3 2 4 が大きく湾曲すると、永久磁石から外れたスイッチ板は自由振動を開始する（図 2 3 B を参照）。その結果、発電が行われる。

【 0 1 5 5 】

なお、柔軟体（ここではゴム板 3 2 4）の両端が固定されていない場合、柔軟体は一樣に変形せず、その結果、磁石が外れない場合が生じうる。これを回避するため、図 2 3 C に示されるように、2 個の磁歪棒 1 1 0 と、T 字型の連結ヨーク 1 3 0 C とを有する発電素子とすることが考えられる。本態様においては、ゴム板 3 2 4 が部分的にでも湾曲すれば、左右いずれかの発電素子と吸着板 3 0 4 A との吸着が外れ、発電が開始される。

【 0 1 5 6 】

なお、図 2 4 A 及び図 2 4 B に示すように、T 字型のスイッチ板 3 0 8 B をスイッチとして使用するよう発電スイッチを構成してもよい。この場合、T 字の突起部分に、下、右、及び左のいずれの方向の力が働く場合であっても、スイッチ板 3 0 8 B が外れ、発電が開始される。

【 0 1 5 7 】

（実施の形態 8）

次に、ドアの開閉によって発電する発電スイッチの態様について、図 2 5 A 及び図 2 5 B を参照して説明する。

【 0 1 5 8 】

図 2 5 A に示されるように、磁歪棒 1 1 0 を備える発電素子の一端は固定台 3 1 0 A に固定され、他端は永久磁石 3 1 2 を有する。また、ドア 3 2 6 の一端は固定台 3 1 0 A に蝶番等で固定されている。したがって、ドア 3 2 6 は、蝶番等で固定されている辺を軸に開閉可能である。なお、ドア 3 2 6 は、非磁性体で形成されている場合には、永久磁石 3 1 2 と対向する位置に磁性体の吸着板 3 0 4 を有する。

【 0 1 5 9 】

ここで、図 2 5 A の状態を、ドア 3 2 6 が閉じている状態とする。ドア 3 2 6 が閉じている状態では、ドア 3 2 6（又は吸着板 3 0 4）は、永久磁石 3 1 2 に吸着されている。

【 0 1 6 0 】

次に、図 2 5 B に示されるように、ドア 3 2 6 が開けられた場合、ドア 3 2 6 を開ける力により、永久磁石 3 1 2 がドア 3 2 6 から外れる。その結果、磁歪棒 1 1 0 を備える発電素子が自由振動することにより、発電素子が発電を開始する。

【 0 1 6 1 】

10

20

30

40

50

なお、ドアがスライド式である場合の変形例を、図26A及び図26Bに示す。

【0162】

図26Aに示されるように、磁歪棒110を備える発電素子の一端は、固定台310Aに固定され、他端の側面には永久磁石312を有する。ここで、磁歪棒110を備える発電素子は、ドア326のスライド方向（図では左右）に対して垂直になるように固定される。

【0163】

また、ドア326の端部のうち、永久磁石312と対向する端部は、磁性体の吸着板304を有する。なお、ドア326が磁性体により形成されている場合には、端部に吸着板304を備えなくてもよい。

【0164】

ここで、図26Aの状態を、ドア326が閉じている状態とする。ドア326が閉じている状態では、ドア326（又は吸着板304）は、永久磁石312に吸着されている。

【0165】

次に、図26Bに示されるように、ドア326が開けられた場合、ドア326をスライドさせる力により、永久磁石312がドア326から外れる。その結果、磁歪棒110を備える発電素子が自由振動することにより、発電素子が発電を開始する。

【0166】

このように、ドアの開閉を利用した発電スイッチは、特に、人の出入りを監視する用途で有用である。例えば、防犯、介護、福祉、及び、空間の気密性等の管理システムにおいて、ドアの開閉でランプを点灯させ、又は、開閉情報を無線送信すること等が考えられる。

【0167】

（実施の形態9）

次に、発電スイッチを床に組み込んで使用する態様について、図27A～図27Dを参照して説明する。

【0168】

図27Aに示されるように、本態様に係る発電スイッチは、スイッチ板308Cと、発電素子90gと、永久磁石312と、吸着板304Aと、固定台310Bとを備える。

【0169】

スイッチ板308Cの両端は、固定台310Bに固定されている。2つの発電素子90gのそれぞれは、一端が固定台310Bに固定され、他端が自由端となっている。また、2つの発電素子90gそれぞれの自由端が、対向するように配置されている。

【0170】

スイッチ板308Cは、逆T字型の吸着板304Aを有している。また、吸着板304Aは、2つの発電素子90gに下側から吸着するように、各発電素子90gと対応する位置に永久磁石312を有する。

【0171】

ここで、図27Aを初期状態とすると、初期状態において、吸着板304Aは磁力により発電素子90g側に吸着されている。

【0172】

次に、スイッチ板308Cを押下する力が加わると、図27Bに示される様に、吸着板304Aが発電素子90gから外れ、発電素子90gが自由振動を開始する。なお、図27Cに示される様に、吸着板304Aと固定台310Bとの間に緩衝材330を設けてもよい。

【0173】

すなわち、本態様に係る発電スイッチは、発電素子90gが有する第1の連結部材の端部は、開口部を有する固定台310Bの内部に固定される。また、操作部材は、固定台310Bの開口部を覆う蓋部であるスイッチ板308Cと、スイッチ板308Cに接合され、固定台310Bの内部において第2の連結部材に接する板部である吸着板304Aとを

10

20

30

40

50

有する。ここで、スイッチ板 308C は、足踏み又は車の通行等による外力でたわむことにより、平行梁に自由振動が生じるように、吸着板 304A を介して第 2 の連結部材に外力を加える。その結果、発電素子 90g は、発電を開始する。

【0174】

この態様によると、スイッチ板 308C の両端が固定台 310B に固定されているため、スイッチ板 308C と固定台 310B との間の密閉性を保ちやすい。したがって、防水性、及び耐久性に優れた構造となる。

【0175】

本態様に係る発電スイッチは、例えば、床、又は道路に埋め込んで使用することができる。これにより、人又は自動車等が通過した際に発電することができる。

10

【0176】

図 27D は、本態様に係る発電スイッチの試作例を示す。スイッチ板 308C の形状は、600mm x 300mm であり、内部に発電素子 2 個を有している。スイッチ板 308B を人が踏んだ時に、最大 10W 程度の瞬間電力、及び、約 0.2J の電気エネルギーを取り出すことができる。

【0177】

(実施の形態 10)

次に、例えば複数のボタンを有するリモコン等への応用を想定した、操作位置検出システムの態様について、図 28A ~ 図 28C を参照して説明する。

【0178】

20

図 28A に示されるように、本態様に係る操作位置検出システムは、固定台 310C と、発電素子 90j 及び 90i と、スイッチ板 332 とを備える。

【0179】

発電素子 90j 及び 90i の一端は、それぞれ固定台 310C に固定されている。また、スイッチ板 332 の一端も、固定台 310C に固定されている。

【0180】

発電素子 90j 及び 90i の他端は、永久磁石 312 の磁力により、スイッチ板 332 の他端に吸着されている。

【0181】

ここで、図 28B に示される様に、ユーザによりスイッチ板 332 の中心より上側の位置が押下されたとすると、この力はスイッチ板 332 の中心より上方向により大きく作用する。したがって、スイッチ板 332 の湾曲は上側がより大きくなる。その結果、発電素子 90j の湾曲が、発電素子 90i の湾曲よりも大きくなる。

30

【0182】

その後、ユーザがスイッチ板 332 をさらに押し込んだ結果、スイッチ板 332 が発電素子から外れると、自由振動によって発生する電圧及び発電量は、発電素子 90j の方が発電素子 90i よりも大きくなる。

【0183】

その結果、押下する位置に応じて、発電素子 90j 及び発電素子 90i における電圧及び発電量が変化する。したがって、各発電素子間における電圧及び発電量のうち少なくとも一方の差に対応する値に基づき、押下された位置を推定できる。

40

【0184】

係る構成によれば、押下位置を検出可能な操作位置検出システムを実現できる。

【0185】

すなわち、本態様に係る操作位置検出システムは、発電スイッチを複数備えている。本形態において、複数の発電スイッチが備える操作部材は、スイッチ板 332 として一体形成されている。

【0186】

ここで、各発電スイッチが備える第 1 の連結部材の端部、及び、スイッチ板 332 の一端部は、固定台 310C に固定されている。また、各発電スイッチが備える第 2 の連結部

50

材の端部は、スイッチ板 3 3 2 の他端部が有する永久磁石 3 1 2 により、スイッチ板 3 3 2 に吸着されている。

【 0 1 8 7 】

本態様に係る操作位置検出システムは、操作部材であるスイッチ板 3 3 2 においてユーザにより操作される位置と、複数の発電スイッチのそれぞれにおける発電量との関係に基づいて、ユーザが操作したスイッチ板 3 3 2 の位置を検出する。

【 0 1 8 8 】

この態様に係る発電スイッチは、テレビジョンのリモコンなど、複数のボタンを有するデバイスに応用することができる。

【 0 1 8 9 】

(実施の形態 1 1)

発電スイッチをリモコンに利用する場合について、例えば以下に示すような態様とすることも考えられる。

【 0 1 9 0 】

一般に、複数のボタンがあるリモコン等において、各ボタンの底部に導電性のゴムが貼り付けられている。また、複数ボタンの下側には、電極線が印刷された電極板が配置される。ここで、電極板において、各ボタンに対応する位置の電極線が途切れて印刷されているため、ボタンを押下したときのみ、導電性のゴムを介して電極線が導通する。

【 0 1 9 1 】

また、ボタンを押した位置によって、電極線の抵抗値が変化する。これにより、リモコンは、ユーザによって押下されたボタンの位置を検出することができる。

【 0 1 9 2 】

上記の構成と発電スイッチを組み合わせた態様を、図 2 9 に示す。なお、図 2 9 の (a) は本態様に係る発電スイッチの側面図を、図 2 9 の (b) は平面図を示す。

【 0 1 9 3 】

図 2 9 に示される様に、本態様に係る発電スイッチは、固定台 3 1 0 D と、発電素子 9 0 k、9 0 l、9 0 m 及び 9 0 n と、吸着板 3 0 4 B と、スイッチ用の永久磁石 3 1 2 と、導電体 3 3 6 と、ボタン 3 3 4 と、電極板 3 3 8 と、基板 3 4 0 と、弾性体 3 4 2 とを備える。なお、発電素子 9 0 k ~ 9 0 n は、いずれも、上記実施の形態で説明した発電素子と同じ構成を有する。また、図 2 9 において、電極板 3 3 8 にプリントされている電極線は、省略している。

【 0 1 9 4 】

電極板 3 3 8 は、例えばマイコン及び R F 回路等が搭載された基板 3 4 0 の表面に貼り付けられている。また、基板 3 4 0 の裏面には、弾性体 3 4 2 が貼り付けられている。

【 0 1 9 5 】

弾性体 3 4 2 は、例えばゴム等の弾性部材で形成されており、ユーザがボタン 3 3 4 を押下することにより基板 3 4 0 が沈んだときに、基板 3 4 0 が元の形状に戻るための復元力を発生させる。

【 0 1 9 6 】

基板 3 4 0 の表面には、磁性体の吸着板 3 0 4 B が配置される。さらに、この吸着板 3 0 4 B と、永久磁石 3 1 2 とが向き合うように、各発電素子が固定台 3 1 0 D に固定される。図 2 9 では、基板 3 4 0 の表面の 4 隅それぞれに吸着板 3 0 4 B が配置され、これに対応する 4 つの発電素子 9 0 k ~ 9 0 n がそれぞれ固定台 3 1 0 D に固定されている。なお、通常時において、永久磁石 3 1 2 は吸着板 3 0 4 B を吸着している。

【 0 1 9 7 】

ここで、ユーザが 1 ~ 1 2 までのいずれかのボタン 3 3 4 を押したとする。これにより、押されたボタン 3 3 4 の裏面に貼り付けられている導電体 3 3 6 が電極板 3 3 8 に押しつけられる。その結果、ボタンが押された位置に対応する電極板 3 3 8 上の電極線が導通することにより電極板 3 3 8 の抵抗値が変化する。

【 0 1 9 8 】

10

20

30

40

50

ここから、さらにボタン 334 が押下されると、吸着板 304B が永久磁石 312 から外れることにより、発電素子は自由振動により発電を行う。このとき発生した電気エネルギーによって、基板 340 に搭載されたマイコン等が駆動される。マイコン等は、電極板 338 の抵抗値を読み取り、その結果を無線で送信する。

【0199】

その後、ユーザがボタン 334 を押下する力を緩めると、基板 340 は弾性体 342 の復元力により元の位置に戻る。その結果、再度、吸着板 304B は永久磁石 312 に吸着される。

【0200】

以上の構成によると、発電スイッチは、複数のボタンを備えるリモコンにおいて、ユーザにより押下されたボタンを検出するとともに、検出時に発電された電力を用いて、検出結果を無線送信することができる。

10

【0201】

なお、本発明の各実施の形態に係る発電スイッチには、上記以外にも、例えば以下のような使用例が考えられる。なお、いずれの使用例においても、電池が不要であるため、半永久的に使用できるという利点がある。

【0202】

図 30 は、本発明の実施の形態 1 ~ 9 に係る発電スイッチの使用例を示す概念図である。例えば、発電スイッチを靴底に組み込むことにより、踏むと靴の表面が発光する靴を実現できる。また、発電スイッチをカバンに組み込むことにより、揺れで発光するカバンを実現できる。

20

【0203】

その他、指で押すことにより発光するライト、並びに、風による揺らめきで発光する警告板及び広告板等を実現することもできる。

【0204】

以上の例は、光により周囲へ注意を喚起し、又は、広告を行う用途を想定している。より具体的には、子どもやお年寄りが身につけるベルト、カバン、靴、掲示板等が発光することにより、自動車の運転手に注意を促すことが期待できる。

【0205】

さらに、ドアの前の床を踏むと発光するランプ、又は、床が踏まれたことを示す情報を無線送信するシステムは、防犯に役立つことが期待できる。

30

【0206】

また、発電された電力を蓄電することにより、GPS (Global Positioning System) 等の位置センサから取得した位置情報を送信することも可能である。

【0207】

例えば、子ども等が身につけるベルト又は靴、若しくは、ペットが身につける首輪等に発電スイッチ及び位置情報送信装置等を埋め込むことが考えられる。腰振り又は足踏み等の動作で発電された電力を使用し、適時、位置情報の取得と送信とを行うことにより、子ども等の位置を把握することができる。

40

【0208】

なお、発電量は、発電素子の体積に比例することから、より大きな発電素子を備える発電素子を、波や風などの大きな力で作動させることにより、より高出力の電力を発電することもできる。

【0209】

なお、発電スイッチには、さび防止のためのコーティング又はシール処理を施してもよい。また、発電素子に過度の力が加わり破壊することを防止するため、発電スイッチは、機械的なストッパー、又は、カバー等の保護装置をさらに備えてもよい。

【0210】

なお、上記各実施の形態において、磁歪棒に巻かれるコイルは、磁歪棒の中心よりも自

50

由端となる連結部材側に、より多く巻かれることが好ましい。すなわち、コイルの重心が、磁歪棒の中心よりも自由端側に位置していることが好ましい。

【0211】

なお、図2に示される発電素子90はバックヨーク15を備えているが、バックヨーク15を備えなくても界磁部14a及び14bは磁歪棒11a及び11bにバイアス磁場をかけることができる。したがって、バックヨーク15を備えなくても同様の発明の効果を奏することができる。ただし、バックヨーク15を備えた方が、界磁部14a及び14bは、より効率よく磁歪棒11a及び11bにバイアス磁場をかけることができる。

【0212】

なお、上記の各図において、各構成要素の角部及び辺を直線的に記載しているが、製造上の理由により、角部及び辺が丸みをおびたものも本発明に含まれる。

10

【0213】

また、上記各実施の形態に係る発電スイッチ及びその変形例の機能のうち少なくとも一部を組み合わせてもよい。

【0214】

さらに、本発明の主旨を逸脱しない限り、本実施の形態に対して当業者が思いつく範囲内の変更を施した各種変形例も本発明に含まれる。

【産業上の利用可能性】

【0215】

本発明は、発電スイッチに適用でき、特に磁歪素子に生じる逆磁歪効果により得られた電力で駆動する発電スイッチ等に適用できる。

20

【符号の説明】

【0216】

10a、10b、10c、10d、10e、10f、10g、10h 連結部材

11a、11b、110 磁歪棒

12a、12b、120 コイル

14a、14b 界磁部

15 バックヨーク

20、63、64、322 錘

21 固定部材

30

40、214、215、312、316 永久磁石

50、50a、52、52a、72、216 操作部材

53 電圧V

54 抵抗負荷R

55 ピン

56 角柱部材

60、62、66、67、68 外力

69 反力

70、217 ヒンジ

90、90a、90b、90c、90d、90e、90f、90g、90h、90i、90j、90k、90l、90m、90n、212、213、900 発電素子

40

97 送信部

98 内部回路

99、334 ボタン

100、100a、100b、100c、100d、100g 発電スイッチ

130、130A、130B、130C、130D 連結ヨーク

200 無線リモコン

302 連結板

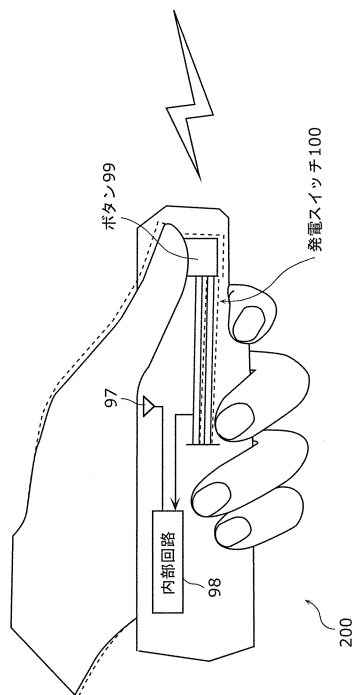
304、304A、304B 吸着板

306 突起部

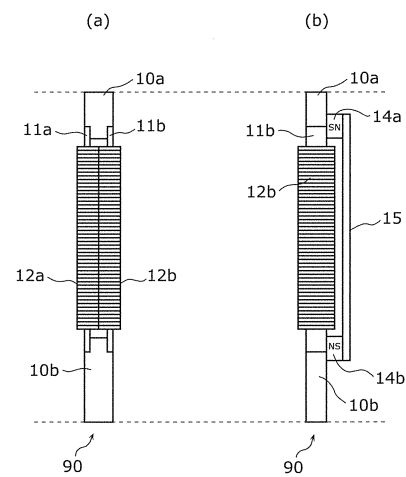
50

- 308、308A、308B、308C、332 スイッチ板
- 310、310A、310B、310C、310D 固定台
- 314 ストッパー
- 320 平板
- 324 ゴム板
- 326 ドア
- 330 緩衝材
- 336 導電体
- 338 電極板
- 340 基板
- 342 弾性体

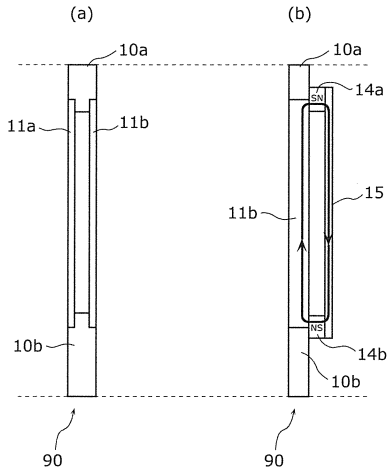
【図1】



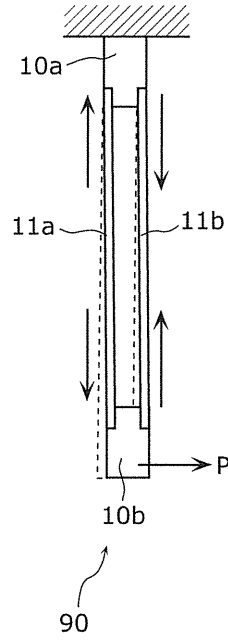
【図2】



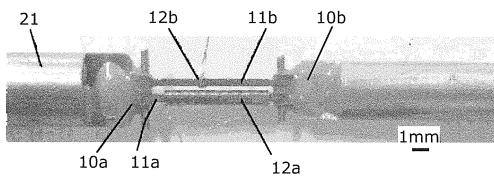
【 図 3 】



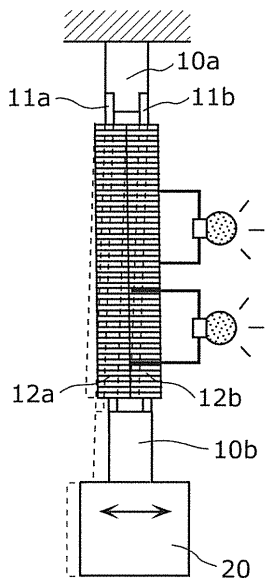
【 図 5 A 】



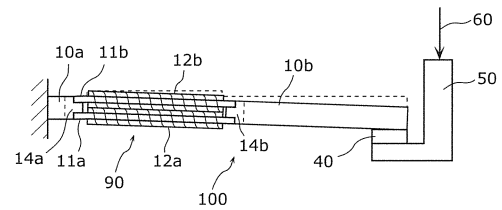
【 図 4 】



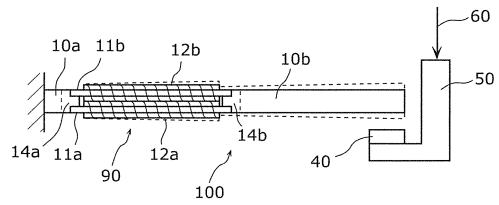
【 図 5 B 】



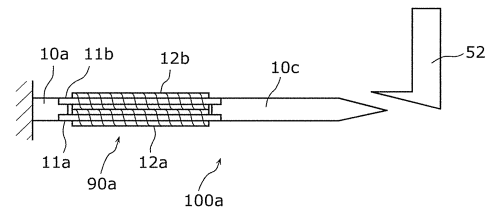
【 図 6 B 】



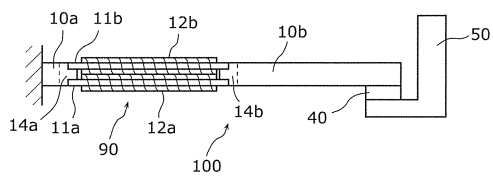
【 図 6 C 】



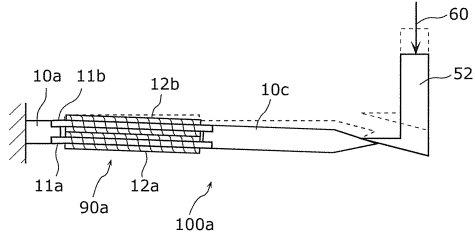
【 図 7 A 】



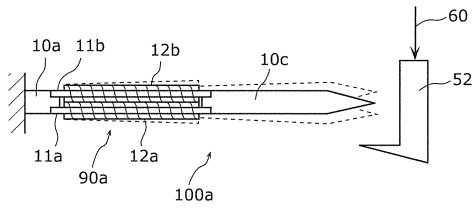
【 図 6 A 】



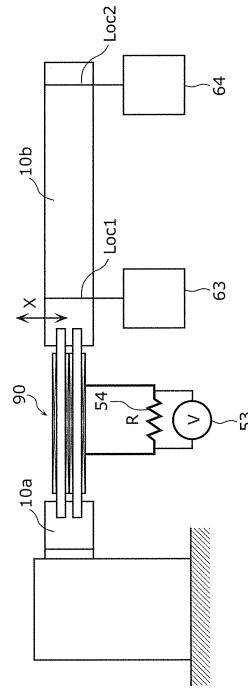
【図7B】



【図7C】



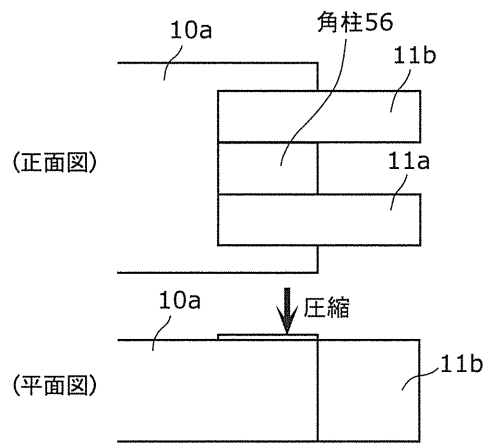
【図8】



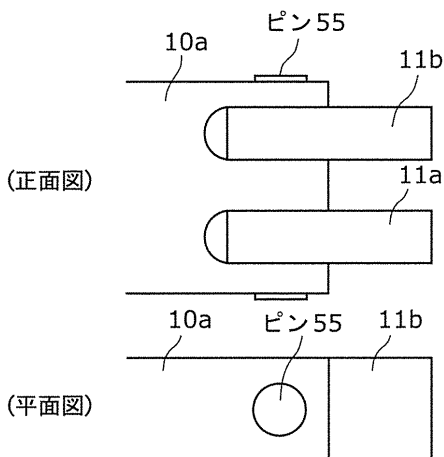
【図9】

| | Type 1 | | Type 2 | |
|------------------|--------|-------|--------|-------|
| | Loc1 | Loc2 | Loc1 | Loc2 |
| Position | | | | |
| X_0 [mm] | -0.2 | -0.34 | -0.19 | -0.25 |
| A_0 [mm] | 0.26 | 0.54 | 0.28 | 0.40 |
| V_{max} [V] | 0.38 | 0.75 | 1.1 | 1.7 |
| dB[T] | 0.32 | 0.5 | 0.3 | 0.8 |
| W_0 [μ J] | 8.2 | 27 | 16.7 | 30 |
| T[ms] | 32 | 32 | 14 | 14 |

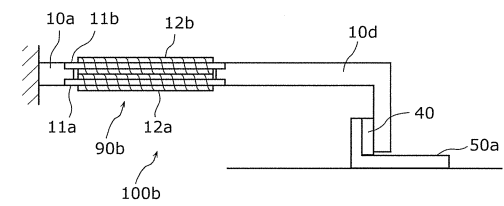
【図10B】



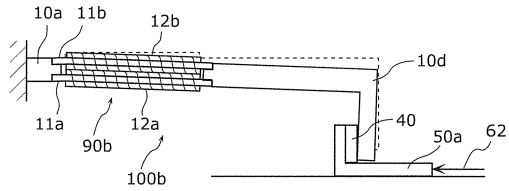
【図10A】



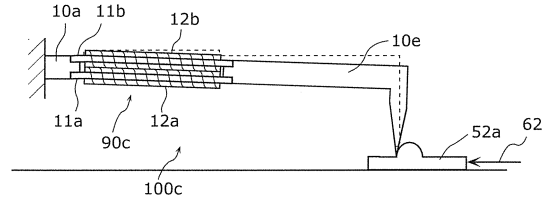
【図11A】



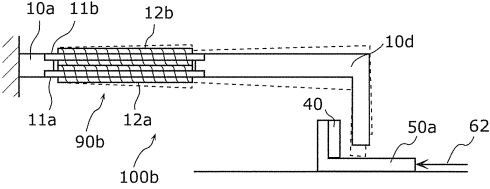
【図11B】



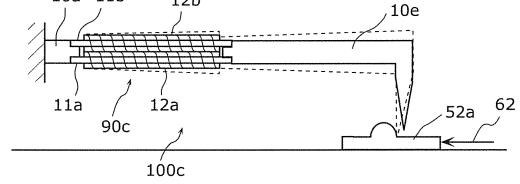
【図12B】



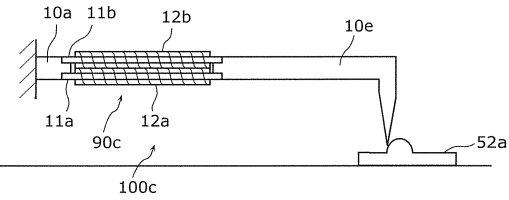
【図11C】



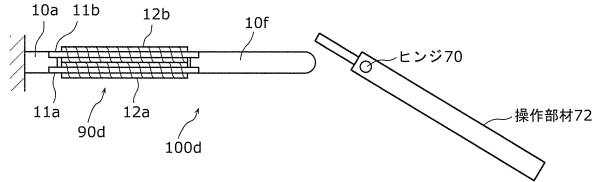
【図12C】



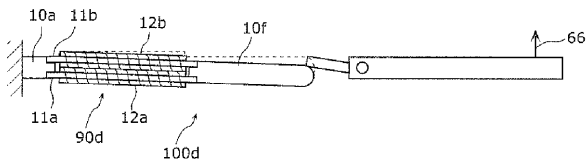
【図12A】



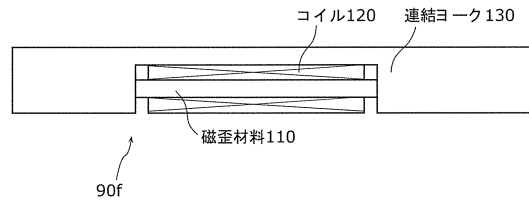
【図13A】



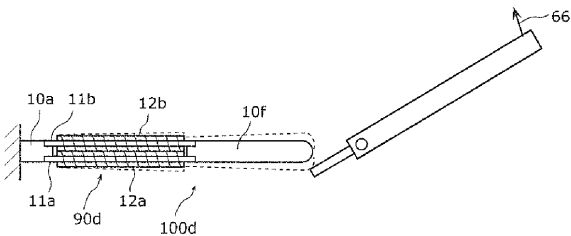
【図13B】



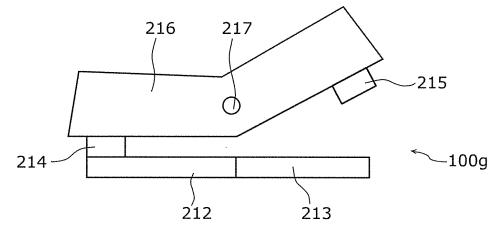
【図15】



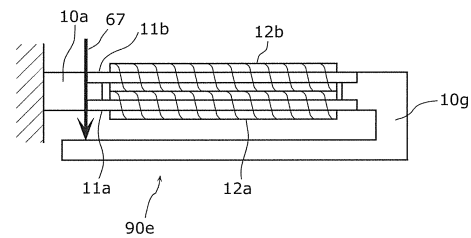
【図13C】



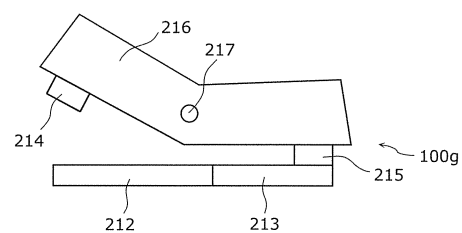
【図16A】



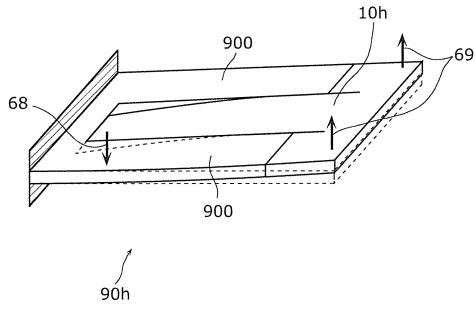
【図14】



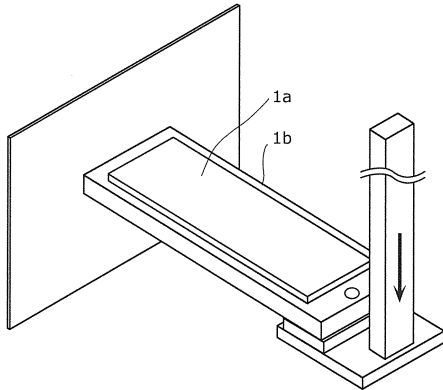
【図16B】



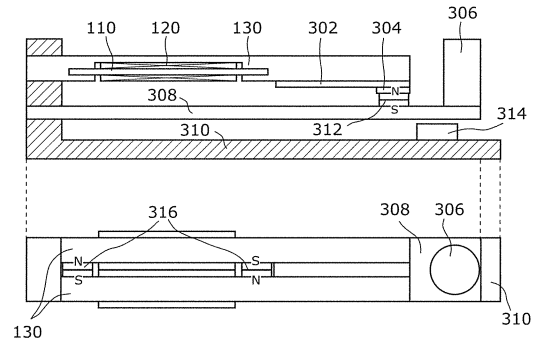
【図17】



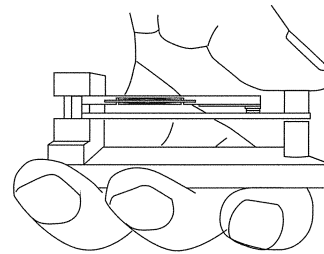
【図18】



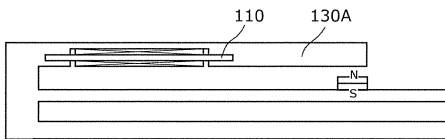
【図19】



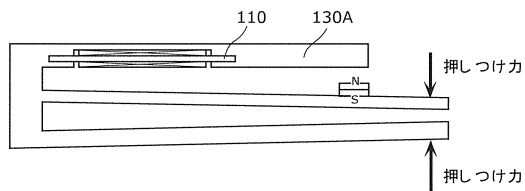
【図20】



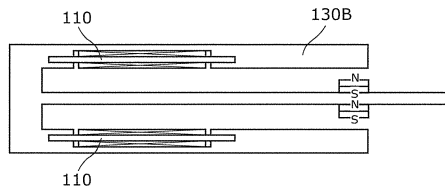
【図21A】



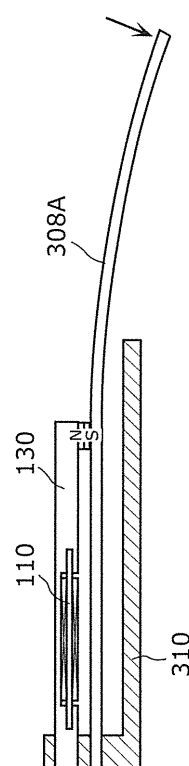
【図21B】



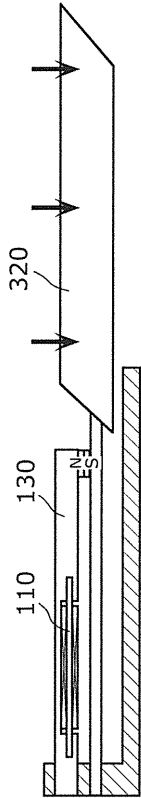
【図21C】



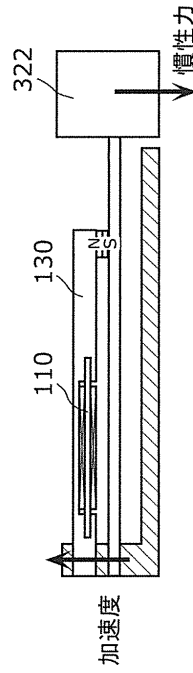
【図22A】



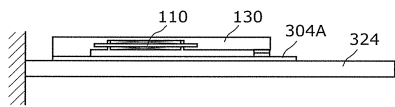
【図 2 2 B】



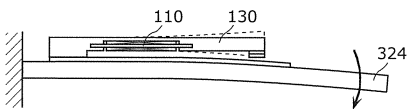
【図 2 2 C】



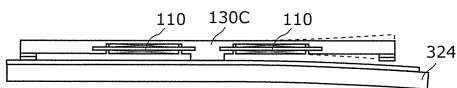
【図 2 3 A】



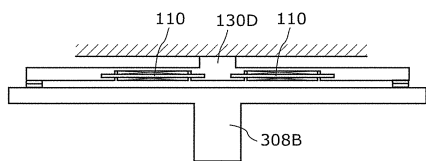
【図 2 3 B】



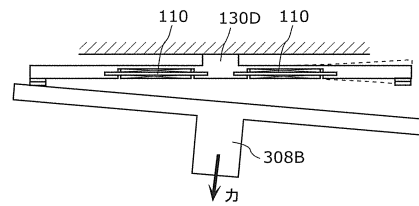
【図 2 3 C】



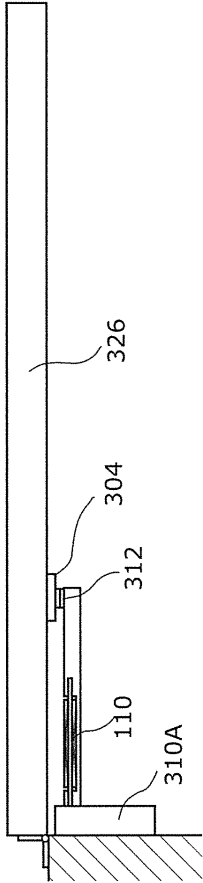
【図 2 4 A】



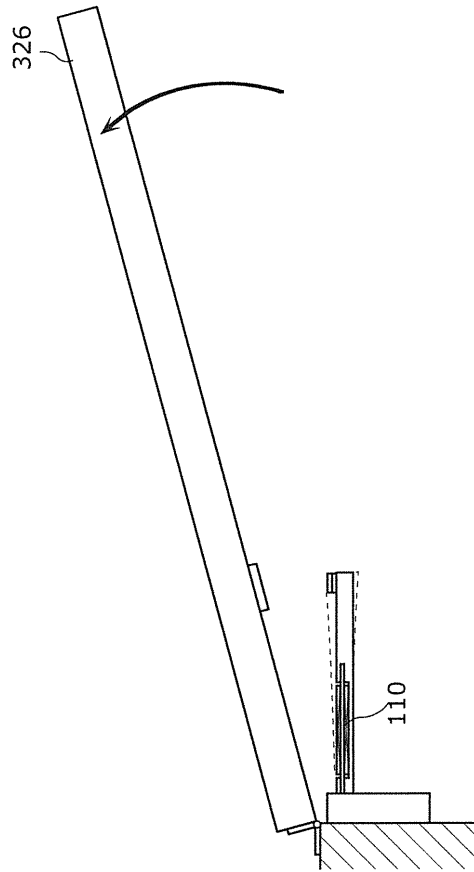
【図 2 4 B】



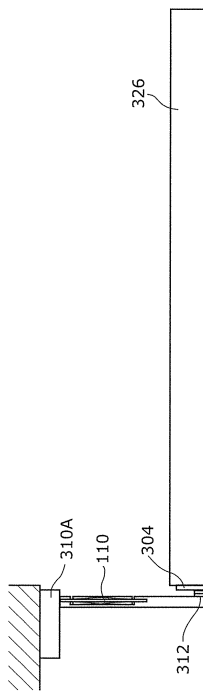
【図 25 A】



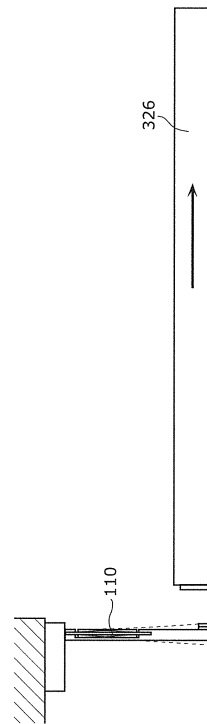
【図 25 B】



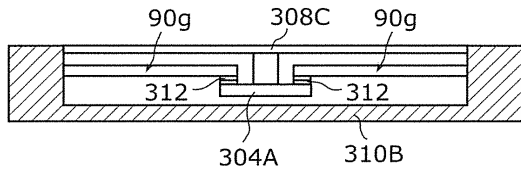
【図 26 A】



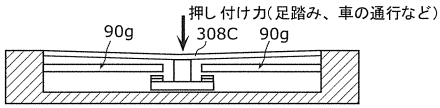
【図 26 B】



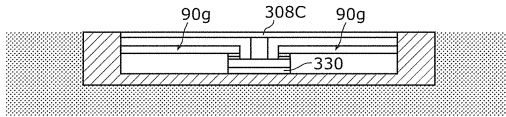
【図27A】



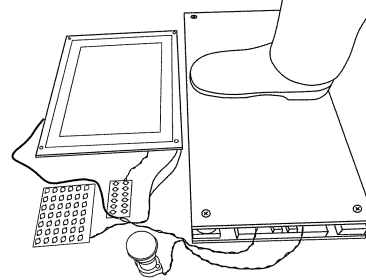
【図27B】



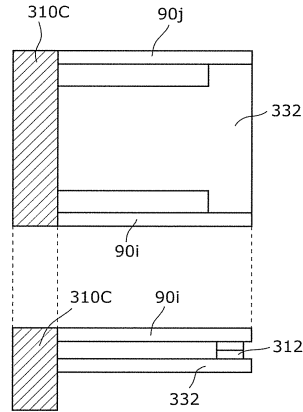
【図27C】



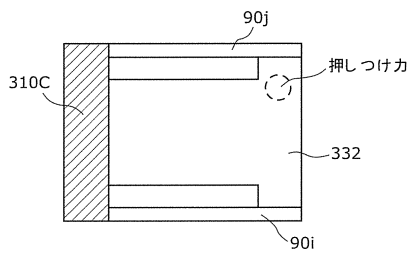
【図27D】



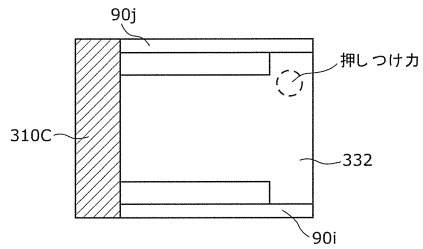
【図28A】



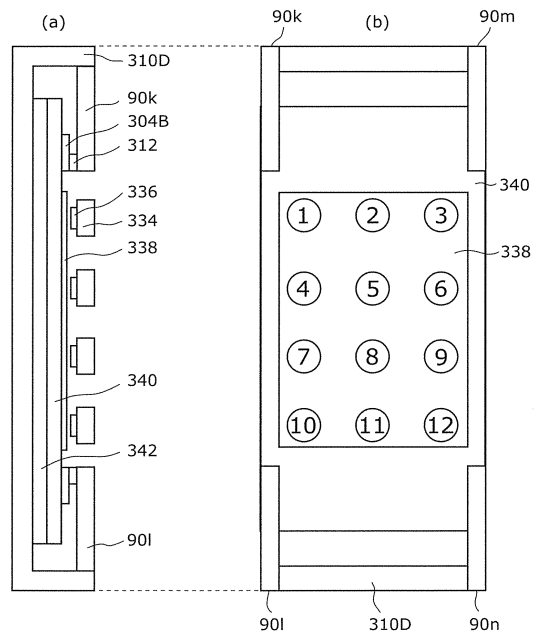
【図28B】



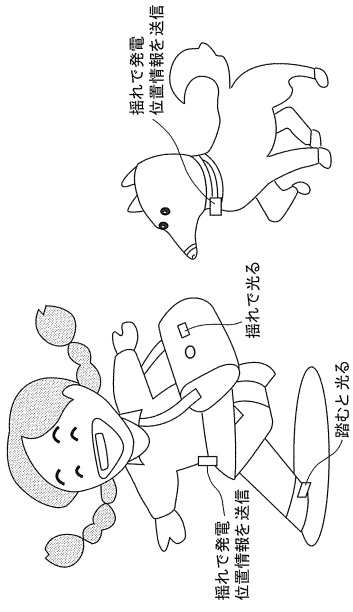
【図28C】



【図29】



【図 30】



フロントページの続き

審査官 宮地 将斗

- (56)参考文献 特許第4905820(JP, B2)
特開平9-90065(JP, A)
特開2009-296734(JP, A)
特開2009-130988(JP, A)
米国特許第4443731(US, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02N 2/00
H01L 41/00