

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4949666号  
(P4949666)

(45) 発行日 平成24年6月13日 (2012. 6. 13)

(24) 登録日 平成24年3月16日 (2012. 3. 16)

(51) Int. Cl.

F I

H O 2 N 2/18 (2006. 01)

H O 2 N 2/00 A

H O 1 L 41/113 (2006. 01)

H O 1 L 41/08 B

H O 1 L 41/18 (2006. 01)

H O 1 L 41/18 1 O 1 A

H O 1 L 41/187 (2006. 01)

H O 1 L 41/18 1 O 1 B

請求項の数 9 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2005-326580 (P2005-326580)  
 (22) 出願日 平成17年11月10日 (2005. 11. 10)  
 (65) 公開番号 特開2006-166694 (P2006-166694A)  
 (43) 公開日 平成18年6月22日 (2006. 6. 22)  
 審査請求日 平成20年11月5日 (2008. 11. 5)  
 (31) 優先権主張番号 特願2004-327996 (P2004-327996)  
 (32) 優先日 平成16年11月11日 (2004. 11. 11)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 304027556  
 遠水 浩平  
 東京都三鷹市中原4丁目26-7  
 (73) 特許権者 507419172  
 株式会社音力発電  
 神奈川県藤沢市遠藤4489番105号  
 (74) 代理人 100107364  
 弁理士 齊藤 達也  
 (72) 発明者 遠水 浩平  
 神奈川県藤沢市湘南台2丁目32番27号  
 102号室  
 審査官 大山 広人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電素子、音力発電装置および振動発電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧力変動により発電するための圧電素子であって、  
圧電材料と振動板とが接合され、  
前記振動板の側面のうち、少なくとも外部に露出する側の側面に、複数の溝が形成され  
ていること、  
を特徴とする圧電素子。

【請求項 2】

前記圧電材料の側面のうち、少なくとも外部に露出する側の側面に、複数の溝が形成さ  
れ、  
前記圧電材料の側面に形成した複数の溝の各々の幅と、前記圧電材料の側面に形成した  
複数の溝の間隔とを、同一としたこと、  
を特徴とする請求項 1 に記載の圧電素子。

【請求項 3】

前記圧電材料の側面のうち、少なくとも外部に露出する側の側面に、複数の溝が形成さ  
れ、  
前記圧電材料の側面に形成した複数の溝を、同心円状に形成したこと、  
を特徴とする請求項 1 に記載の圧電素子。

【請求項 4】

前記圧電材料は、複数の部分に分割され、

前記分割された圧電材料の各々が、前記圧電材料よりも弾性係数が小さい膜のみにより  
接続されていること、

を特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の圧電素子。

【請求項 5】

圧力変動により発電するための圧電素子であって、

圧電材料の側面のうち、少なくとも外部に露出する側の側面に、複数の溝が形成され、  
前記複数の溝の各々の幅と、前記複数の溝の間隔とを、同一としたこと、

を特徴とする圧電素子。

【請求項 6】

圧力変動により発電するための圧電素子であって、

圧電材料の側面のうち、少なくとも外部に露出する側の側面に、複数の溝が形成され、  
前記複数の溝を、同心円状に形成したこと、

を特徴とする圧電素子。

【請求項 7】

圧力変動により発電するための圧電素子であって、

圧電材料が、複数の部分に分割され、

前記分割された圧電材料の各々が、前記圧電材料よりも弾性係数が小さい膜のみにより  
接続されていること、

を特徴とする圧電素子。

【請求項 8】

音による空気の圧力変動により発電する音力発電装置であって、

請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の圧電素子と、

前記圧電素子を緩衝材により中空に保持する集音手段と、

前記圧電素子の出力を整流する手段と、

整流された電力を蓄積する手段と、

を備えたことを特徴とする音力発電装置。

【請求項 9】

振動による圧力変動により発電する振動力発電装置であって、

請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の圧電素子と、

前記圧電素子の出力を整流する手段と、

整流された電力を蓄積する手段と、

を備えたことを特徴とする振動力発電装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電素子、音力発電装置および振動力発電装置に関し、より詳細には、わずかな圧力変動により発電する圧電素子と、これを利用した音力発電装置および振動力発電装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、圧電素子を用いた発電方法が知られている。発電方法の多くは、圧電素子に何らかの方法で外部から力を加えることにより、圧電素子を変形させて発電する。圧電素子を変形させるためには、例えば、(1) 圧電素子に振動を加えて変形させる(例えば、特許文献 1 参照)、(2) 風力などの圧力を間接的に加える(例えば、特許文献 2 参照)、(3) 錘などの物体を圧電素子に衝突させる(例えば、特許文献 3 参照)、(4) 変形する物体に圧電素子を取り付ける等が考えられている。

【0003】

また、圧電素子で発電された電力を利用して、LED などの発光素子を点灯したり、微弱電波を送信することにより、検知した圧力の情報を外部に伝達することにより、様々な機能を実行することが知られている(例えば、特許文献 3 参照)。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開平 7 - 4 9 3 8 8 号公報

【特許文献 2】特開平 1 1 - 3 0 3 7 2 6 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 3 - 2 5 3 6 3 0 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

しかしながら、圧電素子は、ある程度の大きさの圧力を加えなければ発電せず、特許文献 3 に見られるように、必要な電力を得るために装置構成が大型化せざるをえない。また、特許文献 2 のように、圧力を間接的に加える方法では、必要な電力を得ることが難しいという問題があった。

10

【 0 0 0 6 】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、わずかな圧力変動により発電することができる圧電素子を提供することにある。また、音による空気の圧力変動を利用した音力発電装置、および振動による圧力変動を利用した振動力発電装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

請求項 1 に記載の発明は、圧力変動により発電するための圧電素子であって、圧電材料と振動板とが接合され、前記振動板の側面のうち、少なくとも外部に露出する側の側面に、複数の溝が形成されていることを特徴とする。

20

【 0 0 0 8 】

請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の発明において、前記圧電材料の側面のうち、少なくとも外部に露出する側の側面に、複数の溝が形成され、前記圧電材料の側面に形成した複数の溝の各々の幅と、前記圧電材料の側面に形成した複数の溝の間隔とを、同一としたことを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 に記載の発明において、前記圧電材料の側面のうち、少なくとも外部に露出する側の側面に、複数の溝が形成され、前記圧電材料の側面に形成した複数の溝を、同心円状に形成したことを特徴とする。

30

【 0 0 1 0 】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の発明において、前記圧電材料は、複数の部分に分割され、前記分割された圧電材料の各々が、前記圧電材料よりも弾性係数が小さい膜により接続されていることを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

請求項 5 に記載の発明は、圧力変動により発電するための圧電素子であって、圧電材料の側面のうち、少なくとも外部に露出する側の側面に、複数の溝が形成され、前記複数の溝の各々の幅と、前記複数の溝の間隔とを、同一としたことを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

請求項 6 に記載の発明は、圧力変動により発電するための圧電素子であって、圧電材料の側面のうち、少なくとも外部に露出する側の側面に、複数の溝が形成され、前記複数の溝を、同心円状に形成したことを特徴とする。

40

【 0 0 1 3 】

請求項 7 に記載の発明は、圧力変動により発電するための圧電素子であって、圧電材料が、複数の部分に分割され、前記分割された圧電材料の各々が、前記圧電材料よりも弾性係数が小さい膜により接続されていることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

請求項 8 に記載の発明は、音による空気の圧力変動により発電する音力発電装置であって、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の圧電素子と、前記圧電素子を緩衝材により中空に保持する集音手段と、前記圧電素子の出力を整流する手段と、整流された電力を蓄積

50

する手段とを備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

請求項 9 に記載の発明は、振動による圧力変動により発電する振動力発電装置であって、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の圧電素子と、前記圧電素子の出力を整流する手段と、整流された電力を蓄積する手段とを備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 9 】

以上説明したように、本発明によれば、圧電材料の少なくとも一方の面に複数の溝が形成されていることので、わずかな圧力変動により発電することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 0 】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について詳細に説明する。圧電素子は、加えられた圧力により変形することで電気を生じる。そこで、圧電素子の変形しやすい構造とするが、単に圧電素子の厚さを薄くするだけでは、強度が低下して発電装置としての信頼性を満たすことができない。

【 0 0 2 1 】

( 圧電素子 )

図 1 に、本発明の第 1 の実施形態にかかる圧電素子を示す。圧電素子 11 は、例えば、圧電材料として、チタン酸バリウム、ジルコニア ( $ZrO_2$ ) などの圧電セラミックス、リチウムタンタレート ( $LiTaO_3$ ) などの圧電単結晶からなり、図 1 ( a ) に示すように、表面の一方向に溝を形成する。このようにして、従来よりも小さい圧力で圧電素子の変形しやすい構造とする。溝は、一定間隔に設けられているが、強度が低下しない程度に、ランダムな間隔で設けてもよいし、任意の方向に任意の間隔で設けてもよい。

【 0 0 2 2 】

例えば、厚さ  $100\mu m$  の圧電単結晶の表面に、ダイシングソーを用いて、幅  $20\mu m$  、深さ  $50\mu m$  の溝を、 $20\mu m$  間隔で形成する。直径  $2cm$  の丸型の圧電素子において、 $0.05g/cm^2$  の圧力を加えると、溝を形成した圧電素子では、 $20mV$  の電圧を発生する。厚さ  $100\mu m$  、直径  $2cm$  、溝を形成していない圧電素子では、 $10mV$  の電圧を発生する。従って、溝を形成することにより、発電効率を上げることができる。このようにして、圧電材料の厚さの  $1/2$  の深さの溝を複数形成すれば、 $0.01g/cm^2$  程度の圧力で発電することができるので、音による空気の振動を圧電素子に加えることにより、必要な電力を得ることができる。

【 0 0 2 3 】

図 1 ( b ) に、圧電素子 11 と振動板 12 とが接合された構造を示す。振動板 12 は、例えば、アルミニウム、鉄、真鍮などの材料からなり、例えば、 $400Hz$  程度の音声周波数において共振しやすい構造とする。この場合は、振動板 12 に溝を形成して、圧電素子の変形しやすい構造としてもよい。図 1 ( c ) および図 1 ( d ) は、圧電素子 11 の両面または振動板 12 a , 12 b の各々の表面に溝を形成した構造を示す。なお、圧電素子や振動板の平面形状は、丸型、楕円形、方形など様々な形にすることができる。

【 0 0 2 4 】

図 2 に、本発明の第 2 の実施形態にかかる圧電素子を示す。第 1 の実施形態では、圧電素子または振動板に方形の溝を形成した。第 2 の実施形態では、波型の溝を形成する。例えば、図 2 ( a ) に示すように、丸型の圧電素子の同心円状に波型とし、図 2 ( b ) に示すような断面形状とする。ここでは、波型の振幅を  $0.25mm$  、波長を  $0.5mm$  とする。このようにして、複数の溝を形成すれば、音による空気の圧力変動あっても、圧電素子を振動させることができ、必要な電力を得ることができる。なお、波型の形状は、図 2 ( c ) に示すように、同心円ではなく、直線状に形成しても良い。

【 0 0 2 5 】

また、第 2 の実施形態においても、図 1 ( b ) , ( d ) に示したように、圧電素子と振動板とを接合した構造としてもよいし、図 1 ( c ) , ( d ) に示したように、圧電素子の

10

20

30

40

50

両面または振動板の各々の表面に波型の溝を形成してもよい。

【 0 0 2 6 】

図 3 に、本発明の第 3 の実施形態にかかる圧電素子を示す。第 3 の実施形態では、図 1 に示した圧電素子または圧電素子と振動版を、4 つに分割する。分割された圧電素子 1 1 a ~ 1 1 d は、それぞれ塩化ビニール、アルミ、ピエゾフィルムなどの薄膜材料からなる振動膜 1 3 により結合する。振動膜 1 3 は、圧電素子 1 1 よりも弾性係数が小さい、すなわちやわらかいために、より小さい圧力で圧電素子 1 1 を振動させることができる。

【 0 0 2 7 】

図 4 に、本発明の第 4 の実施形態にかかる圧電素子を示す。図 4 ( a ) , ( b ) に示した圧電素子は、矩形の振動膜 1 4 の上に、圧電素子 1 1 a , 1 1 b を接合した構成である。振動膜 1 4 は、筐体に固定されることにより、圧電素子 1 1 a , 1 1 b を中空に保持する緩衝材として働き、小さい圧力でも圧電素子 1 1 a , 1 1 b が振動するように働く。図 4 ( c ) に示したように、圧電素子や振動膜の平面形状は、丸型、楕円形、方形など様々な形にすることができる。また、複数の圧電素子を接合する場合に、図 4 ( c ) に示したように、圧電素子に形成されている溝の方向を、それぞれ異なるように配置すれば、より効率よく発電することができる。

【 0 0 2 8 】

( 音力発電装置 )

図 5 に、本発明の一実施形態にかかる音力発電装置の構成を示す。音力発電装置は、音のエネルギーを効率よく収集するために、圧電素子 2 1 をドーム 2 2 の中に設置する。圧電素子 2 1 は、ポリウレタンなどの緩衝材 2 3 により、ドーム 2 2 内の中空に保持されている。本実施形態では、円形の圧電素子 2 1 を用い、円筒形のドーム 2 2 を用いている。集音手段としてのドーム 2 2 は、集音効果を高めるために、すり鉢状、ラッパ状の形態とすることができる。また、ドーム 2 2 内に音が反響するように、アルミニウム、スチロール樹脂などの材料を用いてドーム 2 2 を形成したり、これら材料をドーム 2 2 内面に貼り付けても良い。

【 0 0 2 9 】

図 6 に、音力発電装置の集音部を示す。図 6 ( a ) は、図 5 に示したドーム 2 2 の中に、複数の圧電素子 2 1 a ~ 2 1 c を配置した音力発電装置である。ドーム 2 2 で集音された音のエネルギーを、複数の圧電素子によりもれなく吸収することができる。図 6 ( b ) は、図 5 に示した音力発電装置 2 0 を 6 個で一組とし、例えば、出力電圧 5 V の発電セル 3 1 を形成する。複数の発電セルを、平面状に展開して、並列に接続することにより、必要な電圧値を得たり、必要な電流容量を得ることができる。

【 0 0 3 0 】

図 7 に、音力発電装置の集音部の他の例を示す。集音効果を高めるために、図 7 ( a ) に示したように、複数のドーム 2 2 を結合して、さらに大きな集音部を形成しても良い。図 4 ( c ) に示した圧電素子と振動膜とを、図 7 ( a ) に示したようにすり鉢状に形成してもよい。また、図 7 ( b ) に示したように、緩衝材 2 3 をドーム 2 2 の開口部の全面にわたって取り付け、緩衝材 2 3 の上面に複数の圧電素子 2 1 を取り付けるとしても良い。もちろん、緩衝材 2 3 の上面だけでなく、下面にも圧電素子 2 1 を接合することもできる。さらに、圧電素子 2 1 が接合された緩衝材 2 3 を、図 6 ( a ) に示したように、複数取り付けても良い。

【 0 0 3 1 】

圧電素子 2 1 の出力は、ダイオードブリッジ 2 4 に接続され、整流されてから、コンデンサ 2 5 に蓄積される。直径 2 c m の圧電素子 1 個で、およそ 1 V の出力電圧を得られるので、適宜圧電素子の数を増やすことにより、必要な電圧を得ることができる。コンデンサ 2 5 は、電気二重層コンデンサが好適である。

【 0 0 3 2 】

図 8 に、音力発電装置を搭載した携帯電話機を示す。携帯電話機 4 1 のマイク 4 2 の近辺に、図 6 ( a ) に示した集音部 4 3 を配置する。ここでは、楕円形の圧電素子とドーム

10

20

30

40

50

を使用している。ドームの上部は、音を透過する膜で密閉されている。このような構成により、携帯電話機 41 のユーザがマイクに向かって話す音声を集音し、圧電素子は、3.3V の電圧を発生する。発生した電力は、コンデンサに蓄えられ、携帯電話機 41 内部の電子回路の電源として用いられる。

#### 【0033】

図 9 に、音力発電装置を適用した防音壁を示す。例えば、鉄道に使用される防音壁の斜視図を示す。一般的には、防音壁 51 には吸音パネルと干渉型防音装置 52 とが取り付けられており、この吸音パネルの代わりに、図 6 (b) に示した発電セル 53 を取り付ける。発電セル 53 は、電車の騒音エネルギーを吸収して、電力を発生する。発生した電力は、発電セル 53 ごとに接続された抵抗器を介して、熱として放散する。もちろん、コンデンサに集電し、例えば、照明用の電力として使用しても良い。

10

#### 【0034】

##### (振動力発電装置)

図 10 に、本発明の一実施形態にかかる振動力発電装置の構成を示す。振動力発電装置は、振動エネルギーを効率よく収集するために、矩形の圧電素子 61 を板ばね状の振動板 62 に接合する。振動板 62 の一端には、錘 63 を取り付け、他端は、筐体の一部 64 に固定する。このようにして、筐体に加えられた振動により、振動板 62 が変形し、錘 63 による振り子運動により、振動板 62 の振動が圧電素子 61 に加えられる。

#### 【0035】

また、わずかな振動を効率よく圧電素子 61 に伝えるために、振動板 62 の一端と他端とが向き合うように湾曲させ、振動板 62 の他端の近くに圧電素子 61 を接合する。このとき、圧電素子 61 の溝の方向は、振動板 62 の振動の方向 (図の矢印) と垂直となるようにすれば、より効率よく発電することができる。

20

#### 【0036】

圧電素子 61 の出力は、ダイオードブリッジ 64 に接続され、整流されてから、コンデンサ 65 に蓄積される。3cm x 1cm の圧電素子 1 個で、およそ 1V の出力電圧を得られるので、適宜圧電素子の数を増やすことにより、必要な電圧を得ることができる。コンデンサ 65 は、電気二重層コンデンサが好適である。

#### 【0037】

図 11 に、振動力発電装置の振動部を示す。振動板の形状は、わずかな振動を効率よく圧電素子に伝えることができれば、どのような形状であってもよい。例えば、図 11 (a) に示したように、振動板 72 の中央を筐体の一部 74 に固定して、圧電素子 71 を接合し、振動板 72 の両端に錘 73a, 73b を取り付けた構造としてもよい。

30

#### 【0038】

また、図 11 (b) に示したように、振動板 82 の一端には、錘 83 を取り付け、他端は、筐体の一部 84 に固定して、圧電素子 81 を接合する。振動板 82 は、圧電素子 81 の溝の方向と平行となるように直角に折り曲げられている。このようにして、圧電素子 81 にひねりの力が加わるようにして、発電効率を上げることができる。このとき、圧電素子 81 には、複数組の方向が互いに異なる溝を形成しておき、ひねりの力に対して圧電素子 81 が変形し易いようにすれば、より効率よく発電することができる。

40

#### 【0039】

図 12 に、振動力発電装置を搭載したスイッチを示す。振動力による発電は、圧電素子に直接振動を加えるだけでなく、圧電素子または振動板をはじくことにより、振動を与えてもよい。例えば、上下動を行うスイッチボタン 95 の軸に突起 93 を設けておく。圧電素子 91 と振動板 92 とを接続して、スイッチボタン 95 が押下されたときに、突起 93 と振動板 92 とが接触するように配置する。このようにして、スイッチボタン 95 が押下されるたびに、振動板 92 が振動して発電することができる。このような機構を、例えば、キーボードのキーに適用することにより、発電を行うことができる。

#### 【0040】

本実施形態においては、振動による圧力変動を圧電素子に伝えて、発電することについ

50

て説明した。これに加えて、圧電素子に錘を衝突させるなど、圧電素子に直接圧力を加えるようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 1 】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態にかかる圧電素子を示す断面図である。

【図 2】本発明の第 2 の実施形態にかかる圧電素子を示す断面図である。

【図 3】本発明の第 3 の実施形態にかかる圧電素子を示す断面図である。

【図 4】本発明の第 4 の実施形態にかかる圧電素子を示す断面図である。

【図 5】本発明の一実施形態にかかる音力発電装置の構成を示す図である。

【図 6】音力発電装置の集音部の一例を示す図である。

10

【図 7】音力発電装置の集音部の他の例を示す図である。

【図 8】音力発電装置を搭載した携帯電話機を示す斜視図である。

【図 9】音力発電装置を適用した防音壁を示す図である。

【図 10】本発明の一実施形態にかかる振動力発電装置の構成を示す図である。

【図 11】振動力発電装置の振動部を示す図である。

【図 12】振動力発電装置を搭載したスイッチを示す断面図である。

【符号の説明】

【 0 0 4 2 】

1 1 , 2 1 , 6 1 , 7 1 , 8 1 , 9 1 圧電素子

1 2 , 6 2 , 7 2 , 8 2 , 9 2 振動板

20

1 3 振動膜

2 2 ドーム

2 3 緩衝材

2 4 , 6 4 ダイオードブリッジ

2 5 , 6 5 コンデンサ

3 1 , 5 3 発電セル

4 1 携帯電話機

4 2 マイク

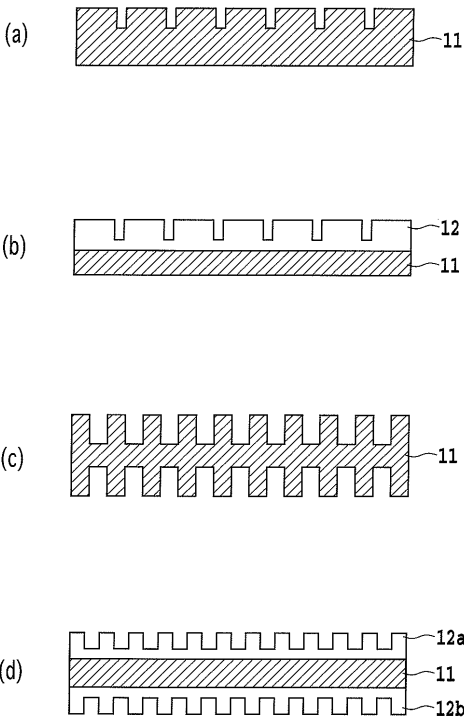
4 3 集音部

5 1 防音壁

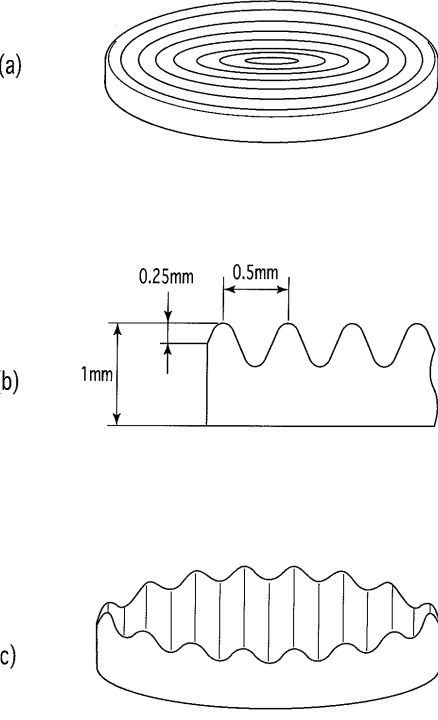
30

5 2 干渉型防音装置

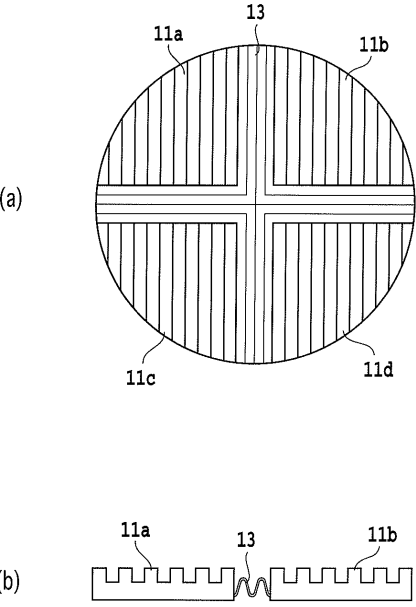
【 図 1 】



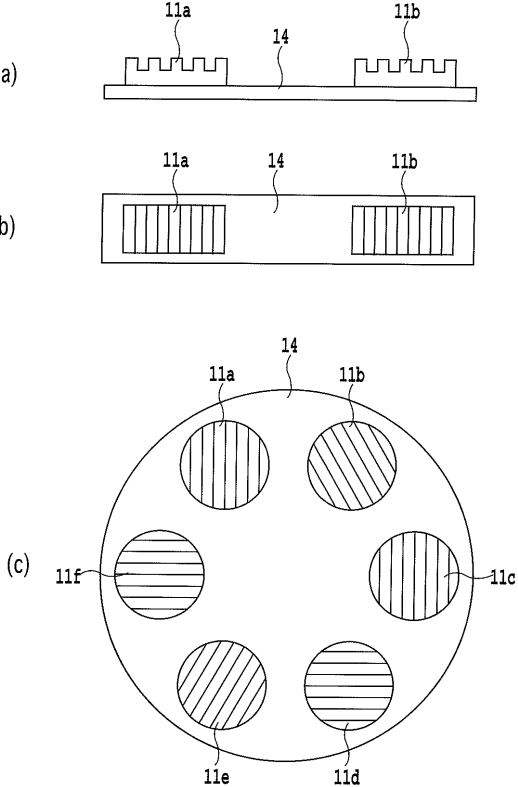
【 図 2 】



【 図 3 】

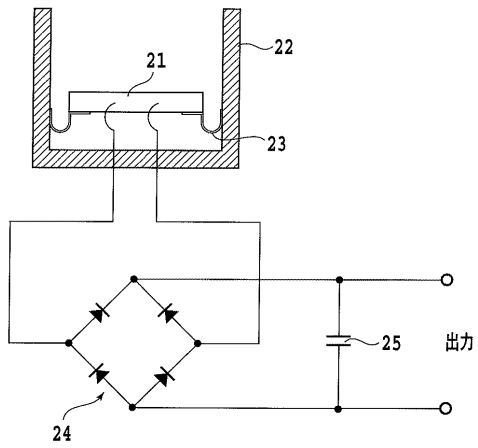


【 図 4 】

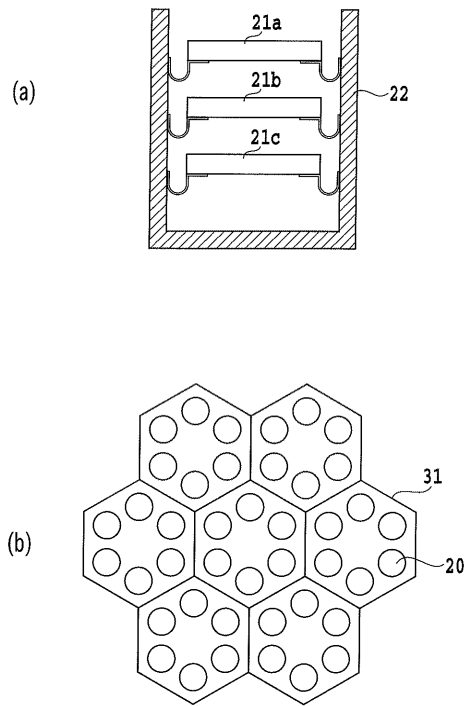




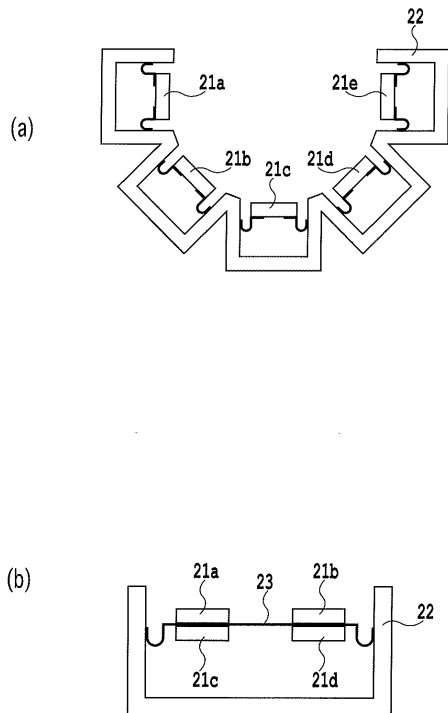
【図 5】



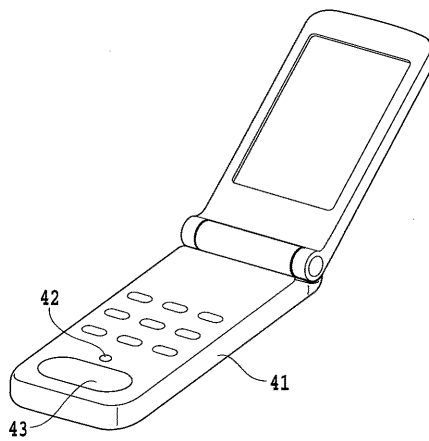
【図 6】



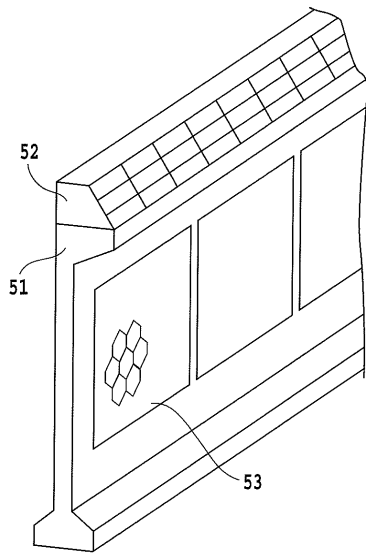
【図 7】



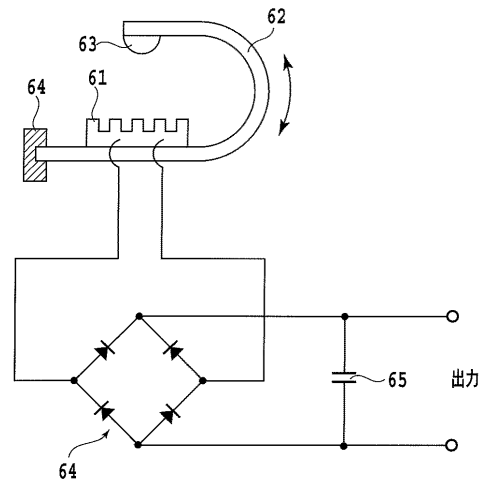
【図 8】



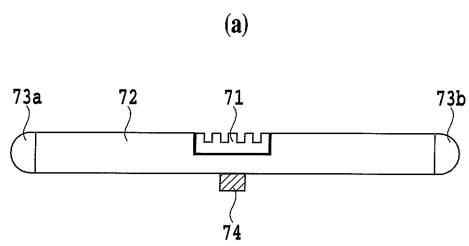
【図 9】



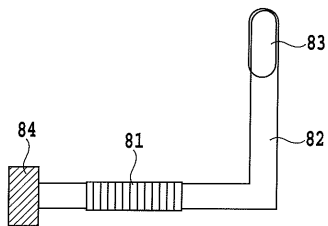
【図 10】



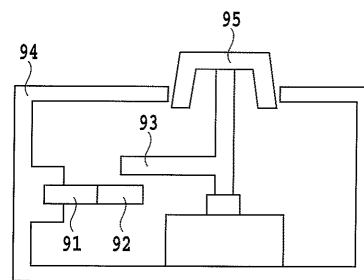
【図 11】



(b)



【図 12】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-009552(JP,A)  
特開2001-308405(JP,A)  
実開昭58-172810(JP,U)  
特開平07-147527(JP,A)  
特開2002-205408(JP,A)  
特開平05-330424(JP,A)  
実開平02-122459(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02N	2/00
H01L	41/113
H01L	41/18
H01L	41/187