

(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
2012年11月15日(15.11.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/153593 A1

- (51) 国際特許分類:
H02N 2/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/059851
- (22) 国際出願日: 2012年4月11日(11.04.2012)
- (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 2011-103961 2011年5月9日(09.05.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 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; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 堀口 睦弘(HORIGUCHI Chikahiro) [JP/JP]; 〒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). 坂口 仁志(SAKAGUCHI Hitoshi) [JP/JP]; 〒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: 筒井 秀隆(TSUTSUI Hidetaka); 〒6190232 京都府相楽郡精華町桜が丘3丁目1-1-208 Kyoto (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

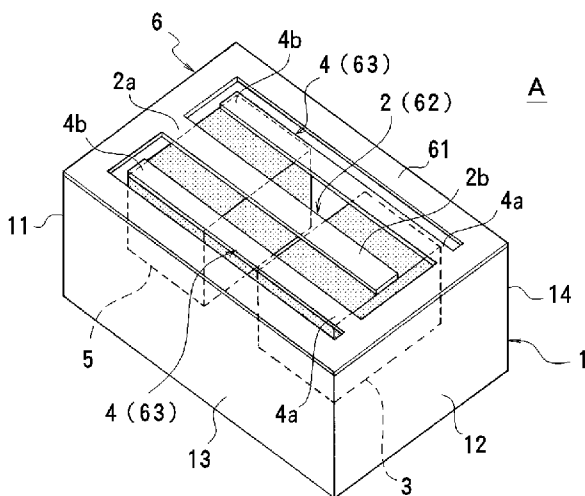
添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: PIEZOELECTRIC POWER GENERATING APPARATUS

(54) 発明の名称: 圧電発電装置

[図1]



(57) Abstract: [Problem] To propose a piezoelectric power generating apparatus, which is small as a whole, and is capable of having disposed therein, in a compact manner, a plurality of piezoelectric elements having low natural frequency and large power generation quantity. [Solution] A piezoelectric power generating apparatus (A) is provided with a first piezoelectric element (2) and a second piezoelectric element (4), which have cantilever structures that are fixed on two side wall portions (11, 12) of a housing (1), said side wall portions facing each other. The first piezoelectric element (2) and the second piezoelectric element (4) are disposed to alternately face each other, and a first weight (3) and a second weight (5) are connected to free ends of the elements, respectively. Dead spaces formed below the fixed end side of the piezoelectric elements (2, 4) are used as spaces where the weights (3, 5) can move, by positioning one weight below the fixed end side of the other piezoelectric element.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/153593 A1



【課題】固有振動数が低くかつ発電量の大きな複数の圧電素子をコンパクトに配置でき、全体として小型の圧電発電装置を提案する。【解決手段】圧電発電装置Aは、ハウジング1の対向する2つの側壁部11, 12上に固定されたカンチレバー構造の第1の圧電素子2と第2の圧電素子4とを備える。第1の圧電素子2と第2の圧電素子4は交互に対向するように配置され、その自由端にはそれぞれ第1錘3と第2錘5とが結合されている。一方の錘を他方の圧電素子の固定端側の下方に位置させることによって、圧電素子2, 4の固定端側の下方にできる無効空間を錘3, 5の可動空間として利用する。

明 細 書

発明の名称：圧電発電装置

技術分野

[0001] 本発明は、圧電効果を利用して発電する圧電発電装置、特にカンチレバー（片持ち梁）構造の発電素子を用いた圧電発電装置に関するものである。

背景技術

[0002] 特許文献1には、図17に示すように、発電素子100の一方端を固定部材101に固定し、自由端である他方端に錘102を取り付けたカンチレバー構造の圧電発電装置が開示されている。発電素子100は、金属板103の両面に圧電体104、105を貼り付けたものであり、発電素子100を上側から見た際に、固定端から自由端に向かって漸次幅狭な二等辺三角形とされている。この場合には、発電素子100に加わる曲げ応力を長さ方向に均一化させることができるため、発電素子100が全長にわたってほぼ均等に電荷を発生でき、長方形の発電素子を用いた場合に比べて発電効率を改善できる。

[0003] ところで、人が歩行する際の振動や、自転車、自動車の振動等を利用した発電装置のように、比較的low周波の振動領域で使用される発電装置がある。このようなlow周波の外部振動に対して発電素子の固有周波数を近づければ、発電素子を共振させることができ、発電量も増大する。発電素子の発電量Pは、次式のように圧電体を構成する圧電材料によって決まる定数Aと、圧電体に加わる応力 σ と、圧電体の体積Vとによって決まる。

$$P = A \times \sigma^2 \times V$$

[0004] しかし、特許文献1のように単一の発電素子100を使用しただけでは、その発電量の大幅な増加を見込むことは難しい。発電素子の長さを長くすれば、応力が増大するので、単一の素子でも発電量を増加させることは可能であるが、小型化と相反する。

[0005] 特許文献2には、共振周波数の異なる複数の発電素子を片持ち梁状に支持

した圧電発電装置が開示されている。この圧電発電装置は、図18に示すように、一方端が基部200に固定され、他方端を自由端とした複数の発電素子201～203と、発電素子201～203の自由端に取り付けられた錘204～206とを備えたものであり、各発電素子201～203の長さがそれぞれ異なっている。この圧電発電装置は、広い周波数範囲で発電を行うため個々の発電素子の共振周波数を異ならせたものであるが、個々の発電素子の共振周波数を一致させれば、所定の周波数域で発電量を増加させることが可能である。しかし、複数の発電素子201～203を並列に配置しているため、大きなスペースを占め、発電装置を小型に構成することができない。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開平11-136964号公報

特許文献2：特開平7-245970号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明の目的は、固有振動数が低くかつ発電量の大きな複数の圧電素子をコンパクトに配置でき、全体として小型の圧電発電装置を提案するものである。

課題を解決するための手段

[0008] 前記目的を達成するため、本発明は、空間をあけて対向する第1と第2の固定部を有する固定部材と、前記第1の固定部に一端部が固定され、他端部が第2の固定部に向かって延びる第1の圧電素子と、前記第1の圧電素子の他端部に結合された第1錘と、前記第2の固定部に一端部が固定され、他端部が第1の固定部に向かって延びる第2の圧電素子と、前記第2の圧電素子の他端部に結合された第2錘と、を備え、前記第1の圧電素子と第2の圧電素子とは幅方向に間隔をあけて配置され、前記第1の圧電素子の他端部に結

合された第1錘は、その一部が第2の圧電素子の一端部側の下方に位置しており、前記第2の圧電素子の他端部に結合された第2錘は、その一部が第1の圧電素子の一端部側の下方に位置していることを特徴とする、圧電発電装置を提供する。

[0009] カンチレバー構造の圧電素子を横向きに配置した場合、錘を結合した自由端の変位量が大きく、固定端近傍の変位は微少である。そのため、固定端付近の下部に無効空間（デッドスペース）が存在する。特に、低周波化のために大型の錘を圧電素子の自由端に結合した場合、無効空間は錘の大きさに比例して拡大する。そこで、本発明では複数のカンチレバー構造の圧電素子を交互に対向するように配置し、一方の錘を他方の圧電素子の固定端側の下方に位置させることによって、無効空間を有効活用したものである。その結果、固有振動数を低くしかつ発電量を確保しながら、発電装置を小型化することができる。

[0010] 本発明の圧電素子とは、例えば金属板、シリコン基板、樹脂基板などの振動板の一主面又は両主面に、電極を持つ圧電体を貼り付けた構造のものを指す。金属板を使用した場合には、圧電素子の接地側の電極をこの金属板で兼用することができる。

[0011] 固定部材を、例えば箱型のハウジングで構成した場合、ハウジングの対向する2つの壁部を第1と第2の固定部として利用すれば、ハウジングの中に第1の圧電素子（第1錘を含む）と第2の圧電素子（第2錘を含む）とをコンパクトに収納できる。

[0012] 第2の圧電素子を一对の素子で構成し、第1の圧電素子を間にして一对の第2の圧電素子を幅方向両側に配置した場合、第1錘を、その両端部が一对の第2の圧電素子の一端部側の下方に位置するように、第1の圧電素子の他端部から幅方向両側に突出形成し、第2錘を、一对の第2の圧電素子の他端部間を連結するように結合し、第2錘の中間部が第1の圧電素子の一端部側の下方に位置するように構成するのが望ましい。この場合には、第1の圧電素子と第2の圧電素子とを櫛歯状にかみ合わせることができるので、スパー

ス効率がよく、小型に構成できる。

- [0013] 第1の圧電素子及び第2の圧電素子を、それぞれ複数の素子で構成し、第1の圧電素子を構成する複数の素子と、第2の圧電素子を構成する複数の素子とが交互にかみ合うように配置し、第1の圧電素子を構成する複数の素子の他端部間を連結するように1つの第1錘を結合し、第2の圧電素子を構成する複数の素子の他端部間を連結するように1つの第2錘を結合してもよい。この場合には、圧電素子の個数を増やすことができるので、さらに発電量が增大する。
- [0014] 第1錘が第2の圧電素子の一端部側と接触しないように、第1の圧電素子の他端部は第2の圧電素子の一端部より低い位置にあり、第2錘が第1の圧電素子の一端部側と接触しないように、第2の圧電素子の他端部は第1の圧電素子の一端部より低い位置にある構成としてもよい。外部振動が加わらない状態であっても、錘の重量により第1の圧電素子及び第2の圧電素子の自由端部は共に下方へ撓んでいる。そのため、重力加速度による変位より外部振動による変位が小さい場合には、上面が平坦な錘を用いても、錘が圧電素子と干渉するのを防止できる。
- [0015] 第1錘の上面に、第1の圧電素子の他端部下面に結合される凸部が形成され、凸部を除く第1錘の上面が当該凸部より低く形成され、第2錘の上面に、第2の圧電素子の他端部下面に結合される凸部が形成され、凸部を除く第2錘の上面が当該凸部より低く形成されている構成としてもよい。この場合には、錘の上面に凹凸部が形成されているので、外部振動による変位が重力加速度による変位より大きい場合でも、錘が圧電素子と干渉するのを防止できる。
- [0016] 第1錘を含む第1の圧電素子の屈曲振動の共振周波数と、第2錘を含む第2の圧電素子の屈曲振動の共振周波数とが一致している構成としてもよい。第1の圧電素子の共振周波数と第2の圧電素子の共振周波数とが異なる場合には、広い周波数範囲で発電を行うことが可能であるが、両共振周波数を一致させると、所定の周波数において発電量を倍加させることができる。さら

に、出力端子の共通化や整流回路を1つにまとめることができ、回路を簡素化できる。

[0017] 第1の圧電素子及び第1錘と、第2の圧電素子及び第2錘とは、幅方向中心軸を中心として線対称に形成されているのが望ましい。第1の圧電素子と第1錘、又は第2の圧電素子と第2錘を非対称形状とすることも可能であるが、第1の圧電素子及び第2の圧電素子に捩れ振動を発生させるため、発電量が低下する。これに対し、線対称形状とすれば、圧電素子に捩れが発生しにくく、撓み振動を効率よく発生でき、発電量を向上させることができる。

発明の効果

[0018] 以上のように、本発明によれば、複数のカンチレバー型圧電素子を交互に対向するように配置し、一方の錘を他方側の圧電素子の固定端側の下方に位置させたので、圧電素子の固定端付近の下部に発生する無効空間を錘の可動空間として有効活用できる。そのため、固有振動数を低くしかつ発電量を確保しながら、発電装置を小型化することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明に係る圧電発電装置の第1実施例の斜視図である。

[図2]図1に示す圧電発電装置の平面図である。

[図3]図2のIIIa-IIIa線断面図及びIIIb-IIIb線断面図である。

[図4]振動板の一例を下方から見た斜視図である。

[図5]各圧電素子に接続された整流回路・蓄電素子の回路図である。

[図6]第1錘及び第2錘に対して下方へ所定の加速度が作用した時の変位を示す断面図である。

[図7]第1の圧電素子と第2の圧電素子の共振周波数が異なる場合における、外部から加速度が加わったときの各圧電素子の発電量と周波数との関係を示す図である。

[図8]第1の圧電素子と第2の圧電素子の共振周波数が同じ場合における、外部から加速度が加わったときの各圧電素子の発電量と周波数との関係を示す図である。

[図9]本発明に係る圧電発電装置の第2実施例の錘部分の断面図である。

[図10]本発明に係る圧電発電装置の第3実施例の平面図である。

[図11]図10のX1A-X1A線断面図及びX1B-X1B線断面図である。

[図12]本発明に係る圧電発電装置の第4実施例の平面図である。

[図13]本発明に係る圧電発電装置の第5実施例の平面図である。

[図14]本発明に係る圧電発電装置の第6実施例の分解斜視図である。

[図15]図14に示す圧電発電装置の第2錘部分で切断した縦断面図である。

[図16]図14に示す圧電発電装置を第1錘、第2錘を結ぶ中心線で切断した縦断面図である。

[図17]特許文献1に示された圧電発電装置の斜視図である。

[図18]特許文献2に示された圧電発電装置の断面図である。

発明を実施するための形態

[0020] [第1実施例]

図1～図3は、本発明に係る圧電発電装置の第1実施例を示す。本実施例の圧電発電装置Aは箱型のハウジング1を備えており、このハウジング1は4つの側壁部11～14と1つの底壁部15とを有し、側壁部11～14と底壁部15とによって内部空間16が形成されている。ハウジング1の4つの側壁部11～14のうち、対向する2つの側壁部である第1、第2側壁部11、12がそれぞれ第1の固定部と第2の固定部とになっている。なお、ハウジング1の上面には図示しないカバーが装着され、ハウジング1の内部が密閉されている。ハウジング1は本発明における固定部材であり、側壁部11と側壁部12とがそれぞれ本発明における第1と第2の固定部である。

[0021] 第1側壁部11の上面には第1の圧電素子2の一端部（固定端部）2aが固定され、第1の圧電素子2の他端部（自由端部）2bが第2側壁部12に向かって延びており、その他端部2bに第1錘3が結合されている。第2側壁部12の上面には一对の第2の圧電素子4、4の一端部（固定端部）4aが固定され、第2の圧電素子4、4の他端部（自由端部）4bが第1側壁部11に向かって延びており、その他端部4bに第2錘5が結合されている。

つまり、第1の圧電素子2と第2の圧電素子4とは、互いに平行にかつ交互に対向方向に延びている。図2において、斜線を付した箇所が錘3、5と圧電素子2、4との結合部である。第1錘3と第2錘5は、ハウジング1の内部空間16の中に上下方向に変位自在に收容されている。第2の圧電素子4, 4は第1の圧電素子2の幅方向両側に等間隔をあけて配置されている。第2の圧電素子4, 4の長さ及び幅は互いに等しい。第1錘3を含む第1の圧電素子2、及び第2錘5を含む第2の圧電素子4, 4は、幅方向中心軸CLを中心として線対称に形成されている。

[0022] 第1の圧電素子2及び第2の圧電素子4, 4は、振動板の一主面に圧電体（図示せず）を貼り付けたユニモルフ素子であってもよいし、振動板の両主面に圧電体を貼り付けたバイモルフ素子であってもよい。圧電体の両面には電極が形成され、厚み方向に分極されている。なお、振動板としては、金属板のほか、シリコン基板、ガラスエポキシ基板などの弾性板を使用してもよい。

[0023] 第1の圧電素子2の自由端2bに結合された第1錘3は、その幅方向両端部3a, 3bが一对の第2の圧電素子4, 4の固定端4a側の下方に位置するように、第1の圧電素子2の自由端2bより幅広に形成されている。ここでは、第2錘5は、第2の圧電素子4, 4の自由端4b同士を連結するように結合され、この第2錘5の中間部5aが第1の圧電素子2の固定端2a側の下方に位置している。第1の圧電素子2の自由端2b及び第2の圧電素子4, 4の自由端4bは、外部振動が加わらない自然状態において、図3(a), (b)に示すように第1錘3及び第2錘5の重量によって下方へ撓んでいる。そのため、第1錘3の両端部3a, 3bと第2の圧電素子4, 4の固定端4aとの間に上下方向の隙間 $\delta 1$ が存在し、第2錘5の中間部5aと第1の圧電素子2の固定端2aとの間に上下方向の隙間 $\delta 2$ が存在している。

[0024] この実施例では、第1の圧電素子2及び第2の圧電素子4, 4を構成する振動板6が一枚の金属板で形成されている。すなわち、ハウジング1の4つの側壁部11~14の上面には、図1に示すように1枚の金属板からプレス

、エッチング等によって加工された振動板 6 の枠部 6 1 が接着されている。振動板 6 には、枠部 6 1 から対向方向に延びる長形状の第 1 梁部 6 2 と第 2 梁部 6 3、6 3 とが一体に形成されている。第 1 梁部 6 2 の一主面又は両主面に圧電体を貼り付けることにより第 1 の圧電素子 2 が構成され、第 2 梁部 6 3、6 3 の一主面又は両主面に圧電体を貼り付けることにより第 2 の圧電素子 4、4 が構成される。

[0025] 圧電体は、第 1 梁部 6 2、第 2 梁部 6 3 の錘が結合される部分を除く領域に個別に貼り付けてもよいし、梁部 6 2、6 3 を加工する前の振動板 6 の全面に圧電体を形成し、錘が結合される部分や第 3、第 4 側壁部 1 3、1 4 に相当する箇所に電極が形成されないように電極をパターニングした後、振動板 6 と圧電体とを同時に加工してもよい。図 4 は、下面全面に圧電体 2 0 を貼りつけた振動板 6 の一例を下方から見た斜視図であり、ハッチングで示した箇所が圧電体 2 0 の下面にパターニングされた出力側電極 6 6、6 7 である。第 2 の圧電素子 4、4 の出力側電極 6 7 は相互に接続されている。なお、振動板 6 は接地側電極として利用される。第 1、第 2 の圧電素子 2、4 の自由端側の下面には出力側電極 6 6、6 7 が形成されておらず、この非電極形成部 2 1、2 2 に第 1 錘 3 及び第 2 錘 5 がそれぞれ固着される。

[0026] 第 1 及び第 2 の圧電素子 2、4（錘を含む）の共振周波数が異なる場合には、図 5 の（a）に示すように、第 1 の圧電素子 2 で発生した電荷、及び第 2 の圧電素子 4、4 で発生した電荷は個別の整流回路 7 1、7 2 で整流され、蓄電素子 7 3 に蓄電される。第 1 及び第 2 の圧電素子 2、4（錘を含む）の共振周波数が同一である場合には、図 5 の（b）に示すように、第 1 の圧電素子 2 で発生した電荷、及び第 2 の圧電素子 4、4 で発生した電荷は単一の整流回路 7 4 で整流され、蓄電素子 7 3 に蓄電される。整流回路及び蓄電素子についてはそれぞれ公知であるため、詳細な説明を省略する。

[0027] 図 6 は第 1 錘 3 及び第 2 錘 5 に対して下方への加速度が作用した時の変位を示す。第 1 錘 3 によって第 1 の圧電素子 2 は上に凸の形状となるように撓み、その曲げ応力に応じた電力が圧電素子 2 に発生する。一方、第 2 の圧電

素子4も第2錘5によって上に凸の形状となるように撓み、その曲げ応力に応じた電力が圧電素子4に発生する。第1錘3は第2の圧電素子4, 4の固定端4 a側の下部に位置しており、第2錘5も第1の圧電素子2の固定端2 a側の下部に位置しているので、両圧電素子2, 4の固定端2 a, 4 a側の下部にできる無効空間を第1錘3及び第2錘5の可動空間として有効活用でき、全体として小型の圧電発電装置Aを実現できる。外部振動による変位が重力加速度による変位より小さい場合には、上面が平坦な第1錘3及び第2錘5を使用しても、第1錘3が第2の圧電素子4, 4と干渉することなく変位でき、第2錘5も第1の圧電素子2と干渉することなく変位できる。なお、図6では、第1の圧電素子2と第2の圧電素子4, 4とが共に下方へ変位している状態を示したが、両圧電素子2, 4（錘を含む）の共振周波数が異なる場合には、第1の圧電素子2と第2の圧電素子4, 4とは個別に変位する。

[0028] 図7は、外部から0.1 Gの加速度が加わったときの第1の圧電素子2及び第2の圧電素子4, 4の発電量と周波数との関係を示す。ここでは、第1の圧電素子2の幅 W_1 と第2の圧電素子4, 4の幅 W_2 、 W_3 とを、 $W_2 + W_3 = 1.5 \times W_1$ の関係とした（但し、 $W_2 = W_3$ ）。圧電素子2, 4の長さは互いに等しく、第1錘3と第2錘5の重さは同じである。この場合には、第1の圧電素子2（第1錘3を含む）の共振周波数が、第2の圧電素子4, 4（第2錘5を含む）の共振周波数よりやや低いので、両方の圧電素子2, 4の発電量のピークが異なる周波数に現れる。そのため、図5の(a)のように個別の整流回路71, 72を用いて整流するのがよい。

[0029] 図8は、 $W_1 = W_2 + W_3$ とした場合の圧電素子2, 4, 4の発電量と周波数との関係を示した図である。他の条件は図7と同じである。この場合には、第1の圧電素子2の共振周波数と第2の圧電素子4, 4の共振周波数とが一致するため、両方の圧電素子2, 4の発電量のピークを一致させることができる。つまり、所定の周波数において全体の発電量を約2倍に向上させることができる。この場合には、各圧電素子2, 4は同じ特性となるので、

電極を共通化でき、図5の(b)のように各圧電素子2, 4から発生した電荷を同じ整流回路74を用いて整流できる。

[0030] [第2実施例]

図9は本発明に係る圧電発電装置の第2実施例を示す。本実施例の圧電発電装置Bにおいて、第1実施例と共通する部分には同一符号を付して重複説明を省略する。図9の(a)は図3(a)と対応する部分の断面図であり、図9の(b)は図3(b)と対応する部分の断面図である。この実施例では、第1錘3の中央部上面に凸部3cが形成され、凸部3cの両側に一段低い段差部3d, 3eが形成されている。第1錘3の凸部3cが第1の圧電素子2の自由端2bの下面に固定されると共に、段差部3d, 3eが第2の圧電素子4の固定端4a側の下方に配置されている。一方、第2錘5の両端部上面には凸部5b, 5cが形成され、これら凸部5b, 5cの中間に一段低い凹部5dが形成されている。第2錘5の凸部5b, 5cが第2の圧電素子4, 4の自由端4bの下面に固定されると共に、凹部5dが第1の圧電素子2の固定端2a側の下方に配置されている。

[0031] この実施例の圧電発電装置Bでは、第1実施例に比べて、段差部3d, 3eと第2の圧電素子4, 4の固定端4aとの上下方向の隙間 $\delta 1$ 、及び凹部5dと第1の圧電素子2の固定端2aとの上下方向の隙間 $\delta 2$ を拡大できるので、破線で示すように第1の圧電素子2及び第2の圧電素子4, 4が上方へ大きく変位しても、段差部3d, 3eによって第1錘3が第2の圧電素子4, 4と接触せず、凹部5dによって第2錘5が第1の圧電素子2と接触しない。そのため、外部振動による変位が重力加速度による変位より大きい場合でも、錘と圧電素子との干渉を防止できる。この実施例では、第1の圧電素子2と第2の圧電素子4, 4とをより大きく撓ませることができるので、発電量の増大を図ることができる。

[0032] [第3実施例]

図10、図11は本発明に係る圧電発電装置の第3実施例を示す。本実施例の圧電発電装置Cにおいて、第1実施例と共通する部分には同一符号を付

して重複説明を省略する。この実施例では、第1の圧電素子を一对の素子2, 2で構成した点が第1実施例と異なる。これら第1の圧電素子2, 2は一对の第2の圧電素子4, 4の間に位置している。第1錘3は、第1の圧電素子2, 2の自由端同士を連結するように固定され、第1錘3の幅方向両端部3 a, 3 bが第2の圧電素子4, 4の固定端側の下方に非接触で位置している。第2錘5は、第2の圧電素子4, 4の自由端同士を連結するように固定され、その中間部5 aが第1の圧電素子2, 2の固定端側の下方に非接触で位置している。なお、第2実施例(図9)と同様に、第1錘3及び第2錘5の上面に凸部や凹部を設けてもよい。

[0033] 第1の圧電素子2, 2の各幅 W_1, W_2 (但し、 $W_1 = W_2$)と、第2の圧電素子4, 4の各幅 W_3, W_4 (但し、 $W_3 = W_4$)とが相違($W_1, W_2 \neq W_3, W_4$)していてもよいし、同一($W_1 = W_2 = W_3 = W_4$)であってもよい。 $W_1, W_2 \neq W_3, W_4$ の場合には、図7のように異なる周波数で発電量のピークが発生する。 $W_1 = W_2 = W_3 = W_4$ の場合には、第1の圧電素子2, 2(錘を含む)の共振周波数と、第2の圧電素子4, 4(錘を含む)の共振周波数とが一致し、図8のように所定の周波数において発電量を倍加させることができる。

[0034] この実施例では、第1の圧電素子2, 2と第2の圧電素子4, 4が共に一对の素子で構成されているので、第1錘3、第2錘5が上下に振動したとき、第1の圧電素子2, 2及び第2の圧電素子4, 4の振れを抑制でき、撓み振動を効率よく発生させることができる。

[0035] [第4実施例]

図12は本発明に係る圧電発電装置の第4実施例を示す。本実施例の圧電発電装置Dでは、上側から見た際に、第1の圧電素子2を一端部(固定端)から他端部(自由端)に向かって漸次幅狭となる2等辺三角形とし、第2の圧電素子4, 4を第1の圧電素子2の斜辺と平行な斜辺を持つ直角三角形としたものである。なお、いずれの圧電素子2, 4も頂部が鋭角状に尖った三角形としたが、頂部に所定の幅を持つ台形状としてもよい。図12に

において、斜線部が錘 3, 5 と圧電素子 2, 4 との結合部である。

[0036] この実施例では、第 1 側壁部 1 1 から距離 L_1 だけ離れた位置での第 1 の圧電素子 2 の幅を W_1 、第 2 側壁部 1 2 から同一距離 L_1 だけ離れた位置での第 2 の圧電素子 4, 4 の幅を W_2 , W_3 とした場合、次のように設定するのが望ましい。

$$W_1 = W_2 + W_3$$

[0037] 特に、 $W_1 : W_2 : W_3 = 2 : 1 : 1$ とするのが望ましい。このように設定することで、第 1 の圧電素子 2 (第 1 錘 3 を含む) の共振周波数と、第 2 の圧電素子 4, 4 (第 2 錘 5 を含む) の共振周波数とがほぼ等しくなり、所定の周波数において発電量を倍加させることができる。

[0038] [第 5 実施例]

図 1 3 は本発明に係る圧電発電装置の第 5 実施例を示す。本実施例の圧電発電装置 E では、第 1 の圧電素子を二等辺三角形形状の一对の素子 2, 2 で構成し、第 2 の圧電素子も第 1 の圧電素子 2, 2 と合同な二等辺三角形形状の一对の素子 4, 4 で構成した点を特徴としている。

[0039] この実施例では、第 1 側壁部 1 1 から距離 L_1 だけ離れた位置での第 1 の圧電素子 2, 2 の幅を W_1 , W_2 、第 2 側壁部 1 2 から同一距離 L_1 だけ離れた位置での第 2 の圧電素子 4, 4 の幅を W_3 , W_4 とした場合、

$$W_1 + W_2 = W_3 + W_4$$

とするのがよく、特に、 $W_1 = W_2 = W_3 = W_4$ とすることで、第 1 の圧電素子 2, 2 (第 1 錘 3 を含む) の共振周波数と、第 2 の圧電素子 4, 4 (第 2 錘 5 を含む) の共振周波数とをほぼ等しくできる。第 1 の圧電素子 2, 2 を一对の素子で構成することにより、第 1 の圧電素子 2, 2 に振れが発生し難くなり、発電効率が向上する。

[0040] [第 6 実施例]

図 1 4、図 1 5、図 1 6 は本発明に係る圧電発電装置の第 6 実施例を示す。この圧電発電装置 F では、箱型のハウジング 1 の対向する 2 つの側壁部 1 1, 1 2 の上面に出力端子 (ホット側端子) 8 1, 8 2 がそれぞれ固定され

、その上に圧電素子を構成する振動板 6 が配置されている。出力端子 8 1, 8 2 上には、振動板 6 の下面に形成された出力側電極（図 4 に符号 6 6, 6 7 で示す）がそれぞれ接合され、電氣的に接続されている。振動板 6 には、櫛歯状の複数の圧電素子 2, 4 が形成されている。この実施例では、第 1 の圧電素子が 2 本の素子 2, 2 で構成され、第 2 の圧電素子が 3 本の素子 4, 4, 4 で構成され、これら素子が交互にかみ合っている。素子の本数を増やすことで、さらなる発電量の増大を図ることができる。振動板 6 の枠部 6 1 の幅方向両側には、ハウジング 1 の側壁にそって下方へ延びる出力端子（接地側端子）6 4, 6 5 が一体に形成されている。そのため、ハウジング 1 の 4 つの側壁にそれぞれ出力端子 8 1, 8 2 及び 6 4, 6 5 が設けられている。

[0041] 図 1 5 に示すように、第 2 錘 5 の上面には、第 2 の圧電素子 4, 4, 4 の自由端の下面に接合される複数の凸部 5 e が形成され、凸部 5 e 以外の上面には 2 つの凹部 5 f が形成されている。この凹部 5 f の上方に第 1 の圧電素子 2, 2 の固定端側が位置するので、第 2 錘 5 が上下に変位しても第 1 の圧電素子 2, 2 と干渉することがない。なお、第 1 錘 3 についても第 2 錘 5 と同様に凸部 3 f と凹部 3 g とが形成され、凸部 3 f が第 1 の圧電素子 2 の自由端の下面に接合されている。なお、図 1 5、図 1 6 では圧電素子 2, 4 が撓んでいない状態を示しているが、外部振動が作用していない通常状態において、圧電素子 2, 4 が第 1 錘 3 及び第 2 錘 5 に作用する重力によって下方に撓んでいても良い。

[0042] ハウジング 1 の上面にはキャップ 9 が接着され、ハウジング 1 の内部が密封されている。そのため、この圧電発電装置 F を封止構造の 1 個の電子部品として取り扱うことができ、他の電子部品と同様にプリント配線基板上に実装できる。

[0043] 本発明に係る圧電発電装置は上述の実施例に限られるものではなく、種々変更可能であることは勿論である。第 1 錘及び第 2 錘の形状は任意である。例えば、第 1 錘及び第 2 錘の一端部を第 1 の圧電素子及び第 2 圧電素子との

結合部から対向方向に延長し、両錘の間にできる空間を縮小するようにしてもよい。この場合は、2つの錘が接近するので、さらに無駄な空間を小さくできる。第1錘及び第2錘の形状を、幅方向の中心軸CLに対して線対称としたが、線対称である必要はない。但し、圧電素子に捩れモードが発生する可能性があるので、錘の重心を圧電素子の幅方向中心線上に配置するのがよい。

符号の説明

[0044]	A ~ F	圧電発電装置
	1	ハウジング（固定部材）
	1 1, 1 2	側壁部（第1, 第2の固定部）
	2	第1の圧電素子
	2 a	一端部（固定端）
	2 b	他端部（自由端）
	3	第1錘
	3 a, 3 b	端部
	4	第2の圧電素子
	4 a	一端部（固定端）
	4 b	他端部（自由端）
	5	第2錘
	5 a	中間部
	6	振動板
	6 1	枠部
	6 2	第1梁部
	6 3	第2梁部
	6 6, 6 7	電極
	7 1, 7 2, 7 4	整流回路
	7 3	蓄電素子
	8 1, 8 2	出力端子

9 カバー (キャップ)

請求の範囲

[請求項1]

空間をあけて対向する第1と第2の固定部を有する固定部材と、
前記第1の固定部に一端部が固定され、他端部が第2の固定部に向かって伸びる第1の圧電素子と、
前記第1の圧電素子の他端部に結合された第1錘と、
前記第2の固定部に一端部が固定され、他端部が第1の固定部に向かって伸びる第2の圧電素子と、
前記第2の圧電素子の他端部に結合された第2錘と、を備え、
前記第1の圧電素子と第2の圧電素子とは幅方向に間隔をあけて配置され、
前記第1の圧電素子の他端部に結合された第1錘は、その一部が第2の圧電素子の一端部側の下方に位置しており、
前記第2の圧電素子の他端部に結合された第2錘は、その一部が第1の圧電素子の一端部側の下方に位置していることを特徴とする、圧電発電装置。

[請求項2]

前記第2の圧電素子は一对の素子で構成され、
前記第1の圧電素子を間にして前記一对の第2の圧電素子が幅方向両側に配置され、
前記第1錘は、その両端部が前記一对の第2の圧電素子の一端部側の下方に位置するように、前記第1の圧電素子の他端部から幅方向両側に突出形成され、
前記第2錘は、前記一对の第2の圧電素子の他端部間を連結するように結合され、当該第2錘の中間部が前記第1の圧電素子の一端部側の下方に位置していることを特徴とする、請求項1に記載の圧電発電装置。

[請求項3]

前記第1の圧電素子及び第2の圧電素子は、それぞれ複数の素子で構成されており、
前記第1の圧電素子を構成する複数の素子と、前記第2の圧電素子

を構成する複数の素子とが交互にかみ合うように配置されており、

前記第1の圧電素子を構成する複数の素子の他端部間を連結するように1つの第1錘が結合されており、

前記第2の圧電素子を構成する複数の素子の他端部間を連結するように1つの第2錘が結合されていることを特徴とする、請求項1に記載の圧電発電装置。

[請求項4]

前記第1錘が前記第2の圧電素子の一端部側と接触しないように、前記第1の圧電素子の他端部は第2の圧電素子の一端部より低い位置にあり、

前記第2錘が前記第1の圧電素子の一端部側と接触しないように、前記第2の圧電素子の他端部は第1の圧電素子の一端部より低い位置にある、請求項1乃至3のいずれか1項に記載の圧電発電装置。

[請求項5]

前記第1錘の上面に、前記第1の圧電素子の他端部下面に結合される凸部が形成され、前記凸部を除く第1錘の上面が当該凸部より低く形成され、

前記第2錘の上面に、前記第2の圧電素子の他端部下面に結合される凸部が形成され、前記凸部を除く第2錘の上面が当該凸部より低く形成されている、請求項1乃至3のいずれか1項に記載の圧電発電装置。

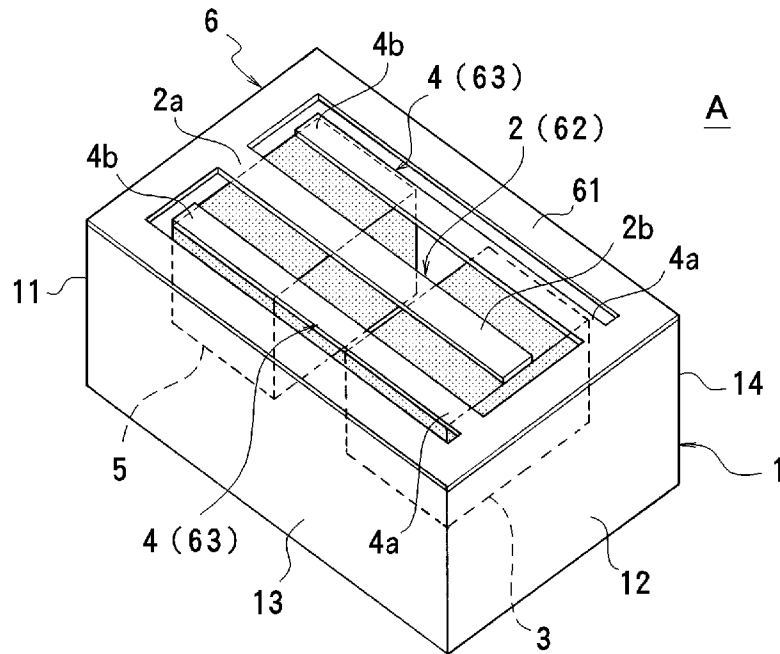
[請求項6]

前記第1錘を含む第1の圧電素子の屈曲振動の共振周波数と、前記第2錘を含む第2の圧電素子の屈曲振動の共振周波数とが一致している、請求項1乃至5のいずれか1項に記載の圧電発電装置。

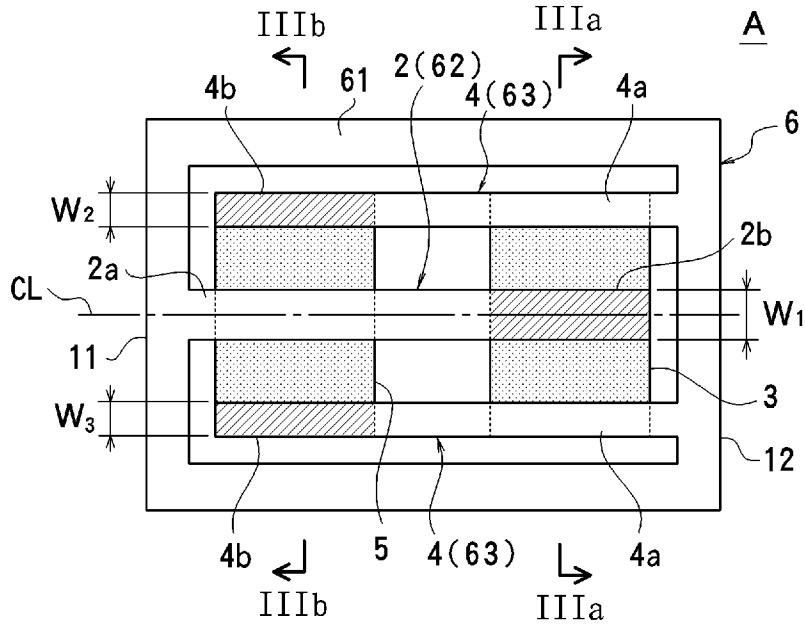
[請求項7]

前記第1の圧電素子及び第1錘と、前記第2の圧電素子及び第2錘とは、幅方向中心軸を中心として線対称に形成されている、請求項1乃至6のいずれか1項に記載の圧電発電装置。

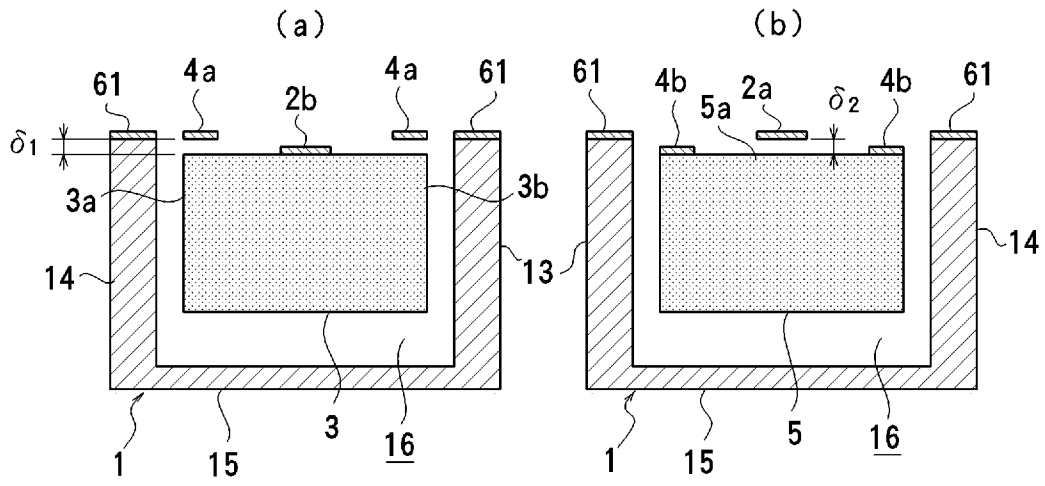
[図1]



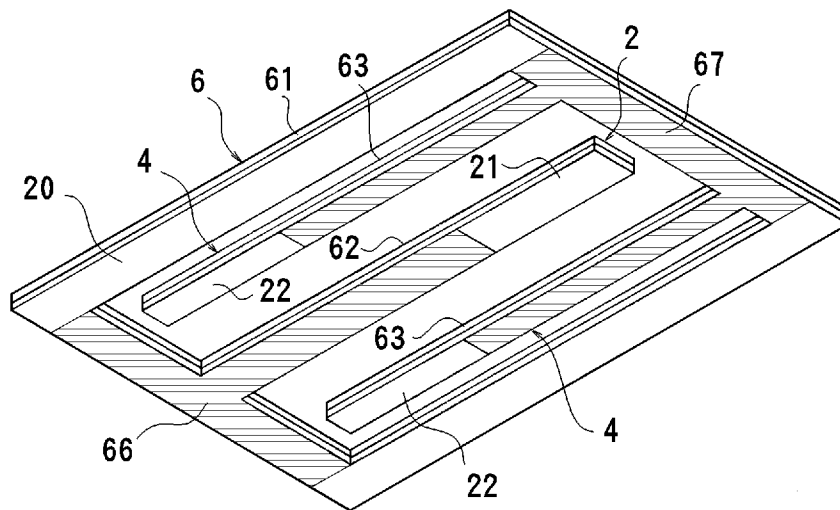
[図2]



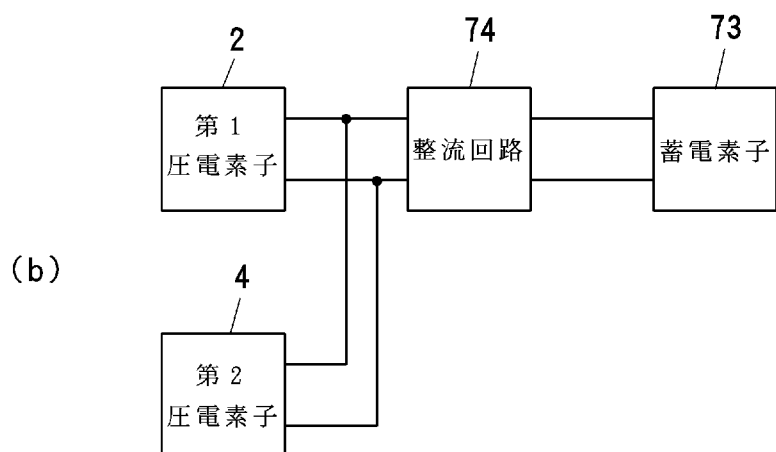
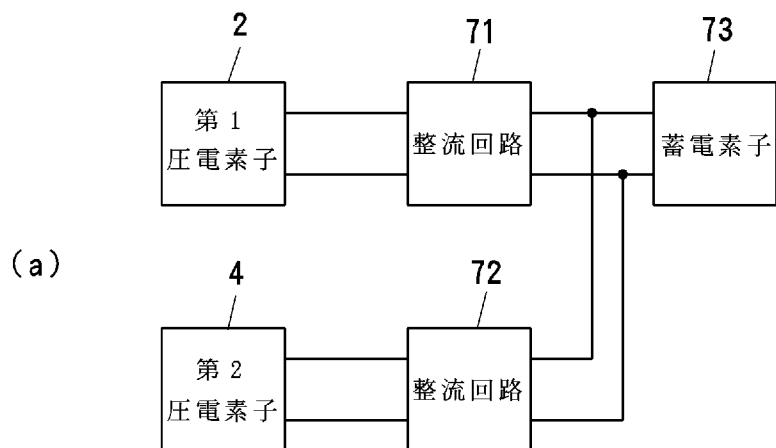
[図3]



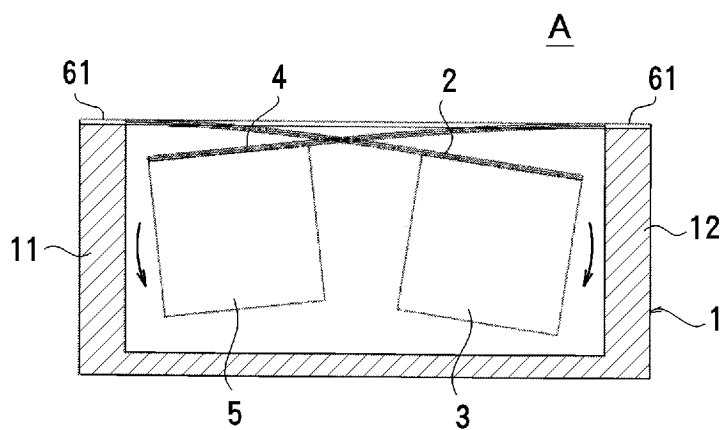
[図4]



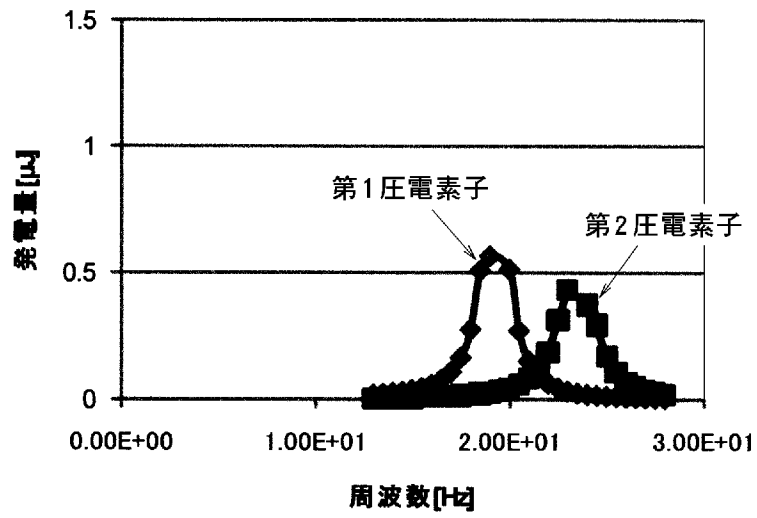
[図5]



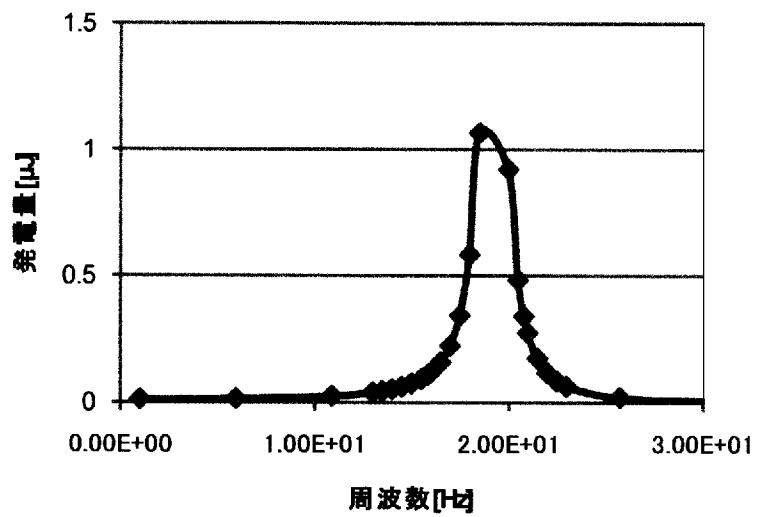
[図6]



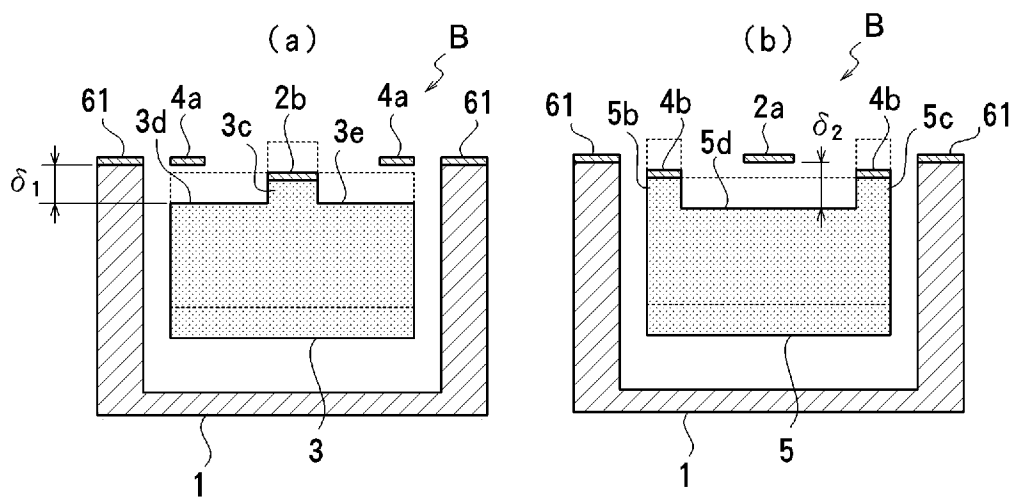
[図7]



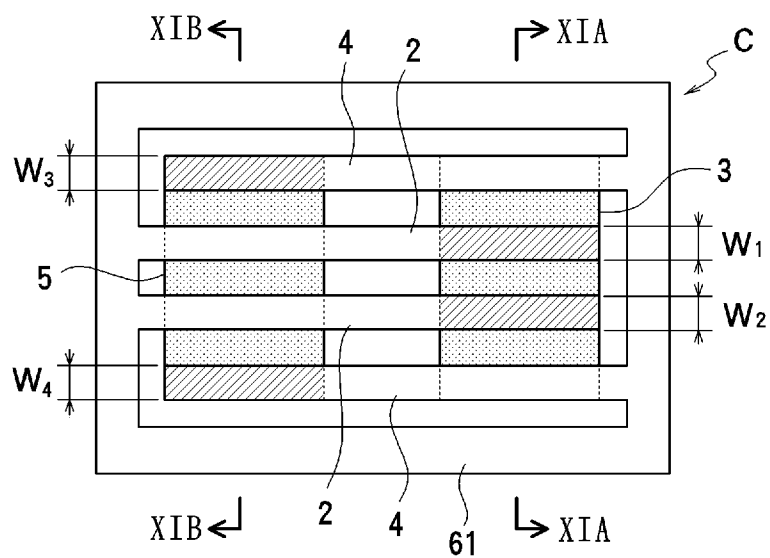
[図8]



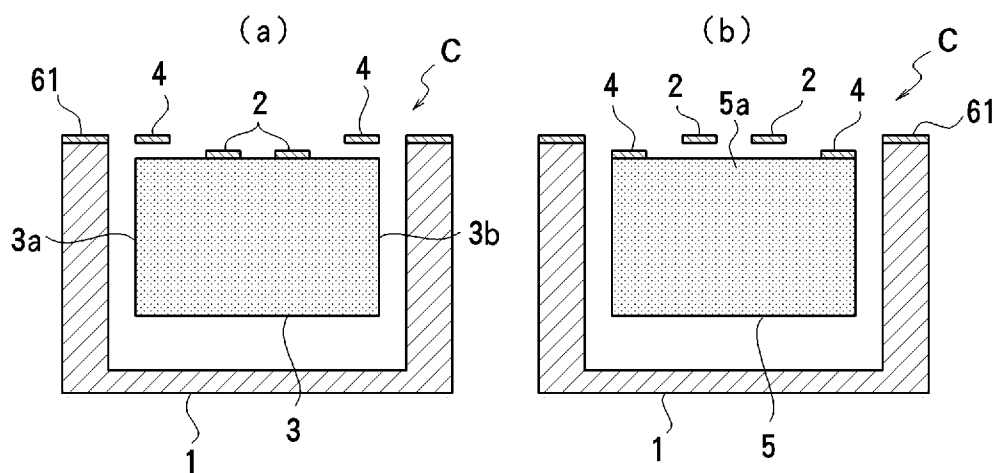
[図9]



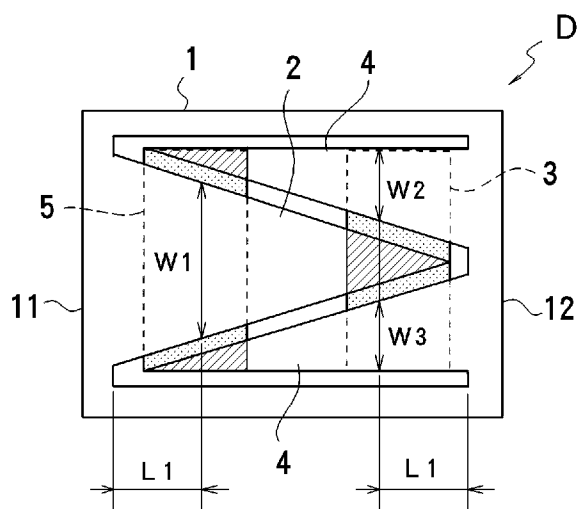
[図10]



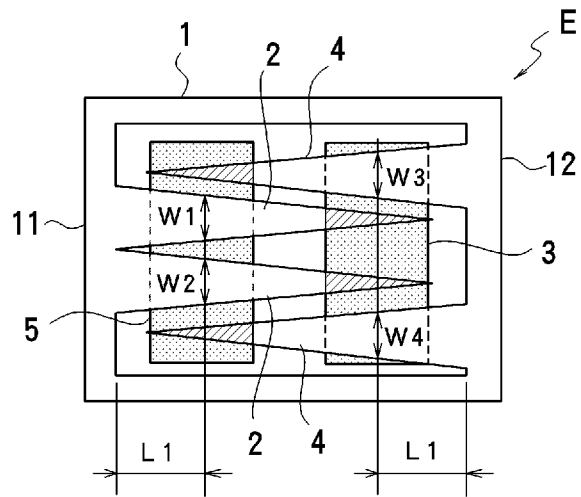
[図11]



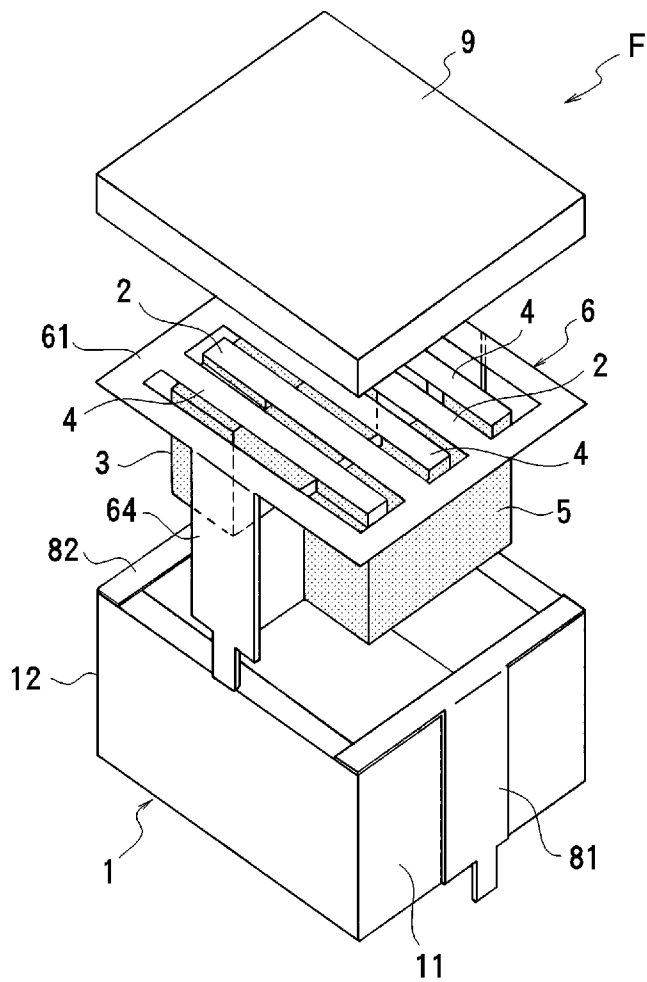
[図12]



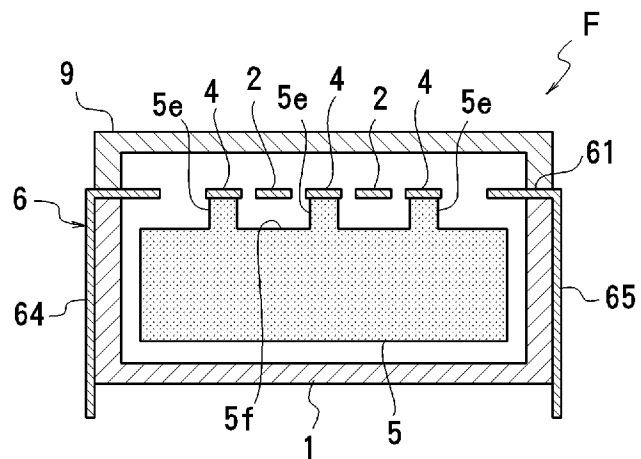
[図13]



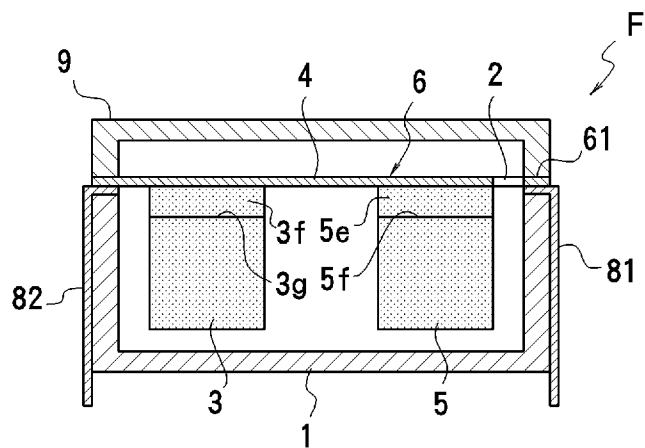
[図14]



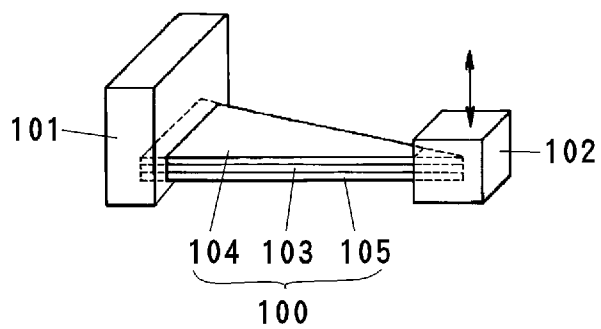
[図15]



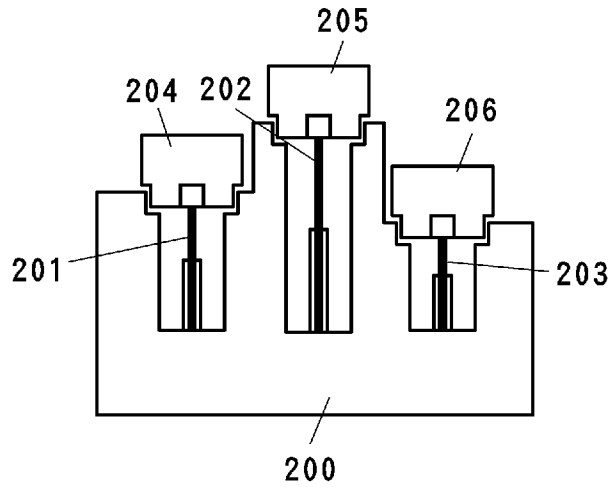
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/059851

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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 2010-273408 A (Empire Technology Development L.L.C.), 02 December 2010 (02.12.2010), paragraph [0039]; fig. 5(a) to (c) & US 2010/0295419 A1	1-7
A	JP 7-49388 A (Seiko Epson Corp.), 21 February 1995 (21.02.1995), paragraphs [0015] to [0016]; fig. 1 (Family: none)	1-7
A	JP 11-136964 A (Nippon Soken, Inc.), 21 May 1999 (21.05.1999), paragraphs [0009] to [0012]; fig. 1 (Family: none)	1-7

 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
05 July, 2012 (05.07.12)Date of mailing of the international search report
17 July, 2012 (17.07.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

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 1971-2012年 日本国実用新案登録公報 1996-2012年 日本国登録実用新案公報 1994-2012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 2010-273408 A (エンパイア テクノロジー ディベロップメン ト エルエルシー) 2010.12.02, 【0039】, 図5(a)-(c) & US 2010/0295419 A1	1-7
A	JP 7-49388 A (セイコーエプソン株式会社) 1995.02.21, 【0015】 - 【0016】, 図1 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 11-136964 A (株式会社日本自動車部品総合研究所) 1999.05.21, 【0009】 - 【0012】, 図1 (ファミリーなし)	1-7
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 05.07.2012	国際調査報告の発送日 17.07.2012	
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) 安池 一貴 電話番号 03-3581-1101 内線 3358	3V 5068