

(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 6 月 7 日(07.06.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/073741 A1

- (51) 国際特許分類:
H02N 2/00 (2006.01) H01L 41/187 (2006.01)
H01L 41/113 (2006.01) H01L 41/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/076811
- (22) 国際出願日: 2011 年 11 月 21 日(21.11.2011)
- (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 2010-268770 2010 年 12 月 1 日(01.12.2010) 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 1 〇 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): 藤本 克己 (FUJIMOTO, Katsumi) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 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 宮▲崎▼・目次特許事務所 (MIYAZAKI & METSUGI); 〒5400028 大阪府

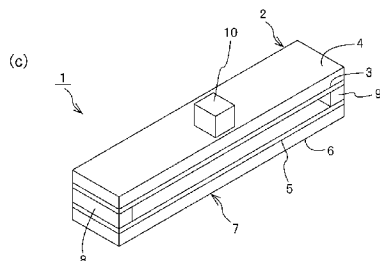
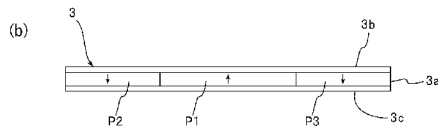
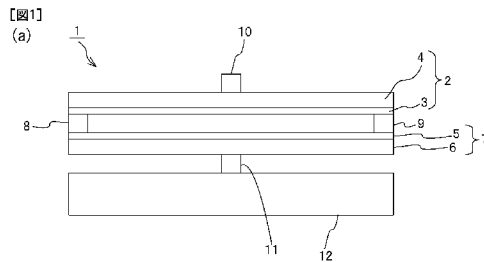
大阪市中央区常盤町 1 丁目 3 番 8 号 中央大通 F N ビル Osaka (JP).

- (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, 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).

[続葉有]

(54) Title: PIEZOELECTRIC POWER GENERATING DEVICE

(54) 発明の名称: 圧電発電装置



(57) Abstract: A piezoelectric power generating device that is readily produced and capable of retrieving large power is provided. The piezoelectric power generating device (1) has a second piezoelectric power generating plate (7) arranged so as to face a first piezoelectric power generating plate (2); the first and second piezoelectric power generating plates (2, 7) are coupled by coupling members (8, 9); and a support member (10) is disposed on the first piezoelectric power generating plate (2) for fixing said device externally.

(57) 要約: 製造容易であり、大きな電力を取出し得る圧電発電装置を提供する。第 1 の圧電発電板 2 に対向するように第 2 の圧電発電板 7 が配置されており、第 1、第 2 の圧電発電板 2、7 が、連結部材 8、9 により連結されており、第 1 の圧電発電板 2 に、外部と固定するための支持部材 10 が設けられている、圧電発電装置 1。

WO 2012/073741 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

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外部から振動や外力が加わった際に電力を取り出すことを可能とする圧電発電装置に関し、より詳細には、複数の圧電発電板を連結してなる構造を有する圧電発電装置に関する。

背景技術

[0002] 従来より、圧電効果を利用した圧電発電装置が種々提案されている。例えば、下記の特許文献１には、図１３に示す圧電発電装置１００１が開示されている。

[0003] 圧電発電装置１００１は、Ｕ字状に折り曲げられた金属板１００２を有する。この金属板１００２に、少なくとも１つの圧電素子１００３が固定されている。金属板１００２の一端が固定部材１００４に固定されている。Ｕ字状に折り曲げられた金属板１００２は、固定部材１００４に固定されている第１のアーム部１００２ａを有する。第１のアーム部１００２ａの、固定部材１００４に固定されている端部とは反対側の端部において、金属板１００２が折り曲げられている。そして、折り曲げられている中間部１００２ｂを介して、第２のアーム部１００２ｃが第１のアーム部１００２ａに連ねられている。第２のアーム部１００２ｃの先端が自由端とされている。

[0004] 圧電発電装置１００１では、上記のようにＵ字状に折り曲げられた金属板１００２を用いているため、外部から振動や外力が加わった場合、自由端が大きく変位し、比較的大きな電力を発生させることができるとされている。

[0005] また、下記の特許文献２には、つづら折り状に複数回折り返されている圧電発電板を用いた圧電発電装置が開示されている。ここでも、つづら折り状に折り返されている圧電発電板を用いることにより、外部から振動や外力が加わった際に大きな電力を発生させることができるとされている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特表2010-517285号公報

特許文献2：特表2005-507627号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ところで、圧電発電装置の利用分野によっては、圧電発電装置に加わる振動が比較的低い周波数の場合がある。例えば、自動車に取り付けられた圧電発電装置や人が歩行する際の振動を利用して発電を行う圧電発電装置では、比較的low周波の振動により圧電発電装置において電力を発生させる必要がある。圧電発電装置において、low周波の振動により電力を発生させようとした場合、圧電発電素子の共振周波数を低くする必要がある。

[0008] 従って、板状の圧電発電素子である圧電発電板を用いた場合、圧電発電板の共振周波数を低くするため、その厚みを薄くする方法がとられる。しかしながら、特許文献1や特許文献2に記載のような、圧電発電板をU字状に折り返したり、つづら折り状に複数回折り返されている圧電発電板を用いて、圧電発電板の厚みを薄くすると、折り返し部の強度が低下し、塑性変形や脆性破壊が発生する。そのため、圧電発電板の厚みを薄くすることが困難であった。また、特許文献1に記載の圧電発電装置1001では、金属板1002に対し、一部分にのみ圧電素子1003が貼り付けられている。従って、圧電発電板における圧電素子の比率が小さいため、発電量を十分に高めることができなかった。

[0009] また、特許文献2に記載の圧電発電装置では、つづら折り状の圧電発電板を加工しなければならず、加工工程が非常に煩雑であった。また、このような複雑な形状の圧電発電板において、部分的に異なる方向に分極処理する作業も煩雑であった。

[0010] 本発明の目的は、製造が容易であり、しかも低い周波数の振動が加わった場合においても大きな電力を取り出すことを可能とする圧電発電装置及びその製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0011] 本発明に係る圧電発電装置は、第1の圧電発電板と、前記第1の圧電発電板と互いの主面が対向するように配置された第2の圧電発電板と、前記第1、第2の圧電発電板を連結している連結部材とを有する圧電発電素子と、前記第1の圧電発電板に固定されており、かつ前記圧電発電素子を外部に固定する支持部材とを備える。
- [0012] 本発明に係る圧電発電装置のある特定の局面では、前記圧電発電素子が複数連結されており、互いに連結されている2つの圧電発電素子において、1つの前記圧電発電素子の前記第2の圧電発電板の前記第1の圧電発電板と対向している主面とは反対側の主面にもう1つの前記圧電発電素子が連結されている。この場合には、複数の圧電発電素子を有するため、大きな電力を得ることができる。
- [0013] 本発明に係る圧電発電装置のさらに他の特定の局面では、前記複数の圧電発電素子が連結されている構造において、前記支持部材が前記第1の圧電発電板の中央部または両端部に連結され、前記連結部材が前記第1及び第2の圧電発電板の中央部または両端部で前記第1及び第2の圧電発電板に連結されている。この場合には、圧電発電板の中央部に形成される支持部材または連結部材に作用する曲げモーメントを低減することができる。そのため、圧電発電板の中央部に作用する応力を小さくすることができる。
- [0014] 本発明に係る圧電発電装置では、第1、第2の圧電発電板は、好ましくは、矩形形状を有する。
- [0015] 本発明に係る圧電発電装置の他の特定の局面では、前記連結部材は、前記第1の圧電発電板と第2の圧電発電板とが互いに対向する主面の両端の位置で前記第1の圧電発電板と第2の圧電発電板とを連結する前記第1、第2の連結部材を含み、前記支持部材は、前記第1、第2の連結部材が設けられている側と反対側の主面において、前記第1の圧電発電板の主面の中央部に設けられている。この場合には、第1の圧電発電板の上面中央において、圧電発電装置を支持することができる。固定部が1ヶ所であるため、他の部品や

部材への固定を容易に行うことができる。

[0016] 本発明に係る圧電発電装置のさらに他の特定の局面では、前記連結部材は、前記第1、第2の圧電発電板の長さ方向における中央部において、前記第1と第2の圧電発電板を連結し、前記支持部材は、前記第1の圧電発電板の前記連結部材が設けられている側と反対側の主面の長さ方向における両端に第1、第2の支持部材が設けられている。この場合には、第1の圧電発電板の上端において他の部材に固定することができるので、圧電発電装置の固定構造の安定化を図ることができる。また、第1、第2の圧電発電板は、主面中央において連結部材により連結されているので、すなわち1ヶ所で連結されているので、第1の圧電発電板と第2の圧電発電板とをより大きく変位させることができる。従って、より大きな電力を取出すことができる。

[0017] 本発明に係る圧電発電装置のさらに他の特定の局面では、前記第1、第2の圧電発電板において、矩形形状の圧電発電板の一方の長辺から他方の長辺側に向かって延びる切欠き部が形成されている。この場合には、圧電発電板の変位量を大きくすることができるので、より一層大きな電力を取出すことができる。

[0018] 好ましくは、前記切欠き部が複数設けられており、前記複数の切欠き部が、前記第1、第2の圧電発電板の長さ方向において交互に対向する2つの長辺に設けられている。この場合には、外部から振動や外力が加えられた際に圧電発電板がミランダ状に変位し、より一層共振周波数を低くすることができる。従って、より一層大きな電力を取出すことができる。

[0019] 本発明に係る圧電発電装置のさらに別の特定の局面では、前記矩形形状の第1、第2の圧電発電板のそれぞれの対向し合う一对の角部同士が前記連結部材によりそれぞれ連結されており、前記支持部材が、前記第1の圧電発電板の中央に固定されている。この場合には、前記連結部と前記支持部材とによって発生する前記矩形形状の第1、第2の圧電発電板の長さ方向と長さ方向に異なる方向との変位が合わさるため、より一層大きな電力を取り出すことができる。

[0020] 本発明に係る圧電発電装置のさらに別の特定の局面では、前記第 1, 第 2 の圧電発電板に、前記連結部材が設けられている部分の間において、該圧電発電板の内部から外周縁に至る切欠き部が形成されている。この場合においては、切欠き部が設けられているので、共振周波数をより低くすることができ、かつ外部から振動や外力が加えられた際の変位量を大きくすることができる。従って、より一層大きな電力を取出すことができる。好ましくは前記切欠き部が複数設けられており、該複数の切欠き部が前記支持部材に固定されている部分に対して点対称に設けられている。この場合には、より一層大きな電力を取出すことができる。

[0021] 本発明に係る圧電発電装置のさらに他の特定の局面では、前記第 2 の圧電発電板の前記連結部材が設けられている側とは反対側の主面側に配置されて、前記第 2 の圧電発電板と固定されている質量付加部材がさらに備えられている。質量付加部材が設けられているため、外部から振動や外力が加わった際の第 1, 第 2 の圧電発電板の変位量をより一層大きくすることができる。そのため、より一層大きな電力を取出すことができる。

[0022] 本発明に係る圧電発電装置のさらに別の特定の局面では、前記第 2 の圧電発電板の前記第 1 の圧電発電板とは反対側の面に連結部材を介して少なくとも一つの圧電発電板がさらに連結されている。この場合には、より多くの圧電発電板の変位に基づき、より一層大きな電力を取出すことが可能となる。

[0023] 本発明に係る圧電発電装置のさらに他の特定の局面では、前記第 1, 第 2 の圧電発電板が、厚み方向に分極処理された第 1 の分極領域と、厚み方向において第 1 の分極領域と逆方向に分極処理された第 2 の分極領域とを有する圧電板を備える。第 1, 第 2 の圧電発電板に第 1, 第 2 の分極領域を容易に形成することができるので製造工程の煩雑さを招くことなく、本発明の圧電発電装置を構成することができる。

[0024] 本発明の圧電発電装置のさらに他の特定の局面では、前記圧電発電板が、前記圧電板に積み重ねられた金属板をさらに備え、ユニモルフ型の圧電素子が構成されている。この場合には、ユニモルフ型であるため、外部から振動

や外力が加えられた際の圧電発電板の変位量を大きくすることができる。もっとも、本発明では、圧電発電板は、バイモルフ型の圧電素子であってもよい。

発明の効果

[0025] 本発明に係る圧電発電装置では、第1の圧電発電板と第2の圧電発電板とが連結部材を介して連結されているため、支持部材により外部に固定した状態で外部から振動や外力が加わると、第1、第2の圧電発電板の双方が変位し、大きな電力を取出すことが可能となる。加えて、第1、第2の圧電発電板を連結部材を介して連結した構造を有するものにすぎないため、製造工程の煩雑さを招くことなく、大きな電力を取出すことが可能となる。

[0026] さらに、第1、第2の圧電発電板が連結部材を介して連結される構造であるため、圧電発電装置の圧電発電板の面方向寸法を大きくすることなく、大電力を取出すことができる。従って、圧電発電装置の小型化を進めることも可能となる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]図1(a)は、本発明の第1の実施形態に係る圧電発電装置の模式的正面図であり、図1(b)は、本発明の第1の実施形態に係る圧電発電装置を構成する圧電素子の分極構造を示す模式的正面図であり、図1(c)は、本発明の第1の実施形態に係る圧電発電装置の斜視図である。

[図2]図2(a)及び図2(b)は、本発明の第1の実施形態に係る圧電発電装置における第1、第2の圧電発電板の変位状態を説明するための模式的正面図である。

[図3]図3は、本発明の第2の実施形態に係る圧電発電装置の模式的正面図である。

[図4]図4(a)及び図4(b)は、本発明の第2の実施形態に係る圧電発電装置における第1、第2の圧電発電板の変位状態を説明するための模式的正面図である。

[図5]図5(a)及び図5(b)は、本発明の第3の実施形態に係る圧電発電

装置を構成する第 1, 第 2 の圧電発電板の各平面図である。

[図6]図 6 は、本発明の第 3 の実施形態に係る圧電発電装置の斜視図である。

[図7]図 7 (a) 及び図 7 (b) は、本発明の第 4 の実施形態に係る圧電発電装置を構成する第 1, 第 2 の圧電発電板の各平面図である。

[図8]図 8 は、本発明の第 4 の実施形態に係る圧電発電装置の斜視図である。

[図9]図 9 は、本発明の第 5 の実施形態に係る圧電発電装置の模式的正面図である。

[図10]図 10 は、本発明の第 6 の実施形態に係る圧電発電装置の模式的正面図である。

[図11]図 11 は、本発明の圧電発電装置を構成する圧電発電板の変形例を説明するための斜視図である。

[図12]図 12 は、本発明の圧電発電装置を構成する圧電発電板のさらに他の変形例を説明するための斜視図である。

[図13]図 13 は、従来の圧電発電装置の一例を説明するための斜視図である。

発明を実施するための形態

[0028] 以下、図面を参照しつつ、本発明の具体的な実施形態を説明することにより、本発明を明らかにする。

[0029] 図 1 に、本発明の第 1 の実施形態に係る圧電発電装置 1 を示す。図 1 (a) は、本発明の第 1 の実施形態に係る圧電発電装置 1 の模式的正面図であり、図 1 (c) はその斜視図である。

[0030] 圧電発電装置 1 は、第 1 の圧電発電板 2 と、第 2 の圧電発電板 7 とを有する。第 1 の圧電発電板 2 は、金属板 4 の片面に板状の第 1 の圧電素子 3 を貼り合わせた構造を有する。すなわち、第 1 の圧電発電板 2 は、ユニモルフ型の圧電振動板である。同様に、第 2 の圧電発電板 7 もまた、金属板 6 の片面に板状の第 2 の圧電素子 5 を貼り合わせた構造を有する、ユニモルフ型の圧電振動板である。

[0031] 図 1 (b) は、本発明の第 1 の実施形態に係る圧電発電装置 1 を構成する

第1の圧電素子3の分極構造を示す模式的正面図である。図1(a)では図示を省略しているが、第1の圧電素子3は、図1(b)に示すように、圧電板の材料として圧電セラミックスを用いた第1の圧電セラミック板3aの両面に電極3b, 3cを形成した構造を有する。第1の圧電セラミック板3aは、厚み方向に分極処理されている。具体的には、図示の矢印で示すように、第1の圧電セラミック板3aの長さ方向における中央領域である第1の分極領域P1と、第1の圧電セラミック板3aの長さ方向における外側領域である第2, 第3の分極領域P2, P3とが、厚み方向において互いに逆方向に分極処理されている。

[0032] 上記第1の圧電素子3に後述するように外部から振動や外力が加わって座屈モードで変形した場合、第1の分極領域P1において生じる応力と、第2, 第3の分極領域P2, P3において生じる応力とは厚み方向において逆方向となる。

[0033] なお、第2の圧電発電板7の板状の第2の圧電素子5も第1の圧電素子3と同様の構造を有する。すなわち、第2の圧電素子5は、圧電板の材料として圧電セラミックスを用いた第2の圧電セラミック板の両面に電極を形成した構造を有する。第2の圧電セラミック板では、第2の圧電セラミック板の長さ方向における中央領域と、第2の圧電セラミック板の長さ方向における外側領域とが、厚み方向において互いに逆方向に分極処理されている。もっとも、第2の圧電素子5では、第2の圧電セラミック板の長さ方向における中央領域が第1の圧電素子3の第1の分極領域P1と逆方向に分極処理されており、第2の圧電セラミック板の長さ方向における外側領域が、第1の圧電素子3の第2, 第3の分極領域P2, P3と逆方向に分極処理されている。これは、後述するように、外部から振動や外力が加わった際に、第2の圧電素子5は、第1の圧電素子3と逆方向に変形することによる。

[0034] なお、第1, 第2の圧電素子3, 5を構成する両面に電極が形成された圧電セラミック板は、本実施形態ではチタン酸ジルコン酸鉛系セラミックスからなる。もっとも、圧電セラミック板は、非鉛系圧電体セラミックスなどの

適宜の圧電材料により構成され得る。非鉛系圧電体セラミックスとしては、例えば、ニオブ酸カリウムナトリウム等のアルカリニオブ酸系セラミックスなどが挙げられる。

[0035] また、第 1，第 2 の圧電素子 3，5 を構成する電極は、A g や C u などの適宜の金属または適宜の金属の合金からなる。

[0036] 上記第 1 の圧電素子 3 は、金属板 4 に対して図示しない接着剤により接合されている。このような接着剤としては、導電性接着剤あるいは絶縁性接着剤を用いることができる。なお、図 1（b）の電極 3 c は、金属板 4 に貼り合わされる部分であり、金属板 4 を電極として用いる場合、電極 3 c は省略されてもよい。同様に、第 2 の圧電素子 5 も、金属板 6 に対して図示しない接着剤により接合されている。

[0037] 第 1，第 2 の圧電発電板 2，7 は、矩形板状の形状を有し、主面同士が対向するように第 1，第 2 の連結部材 8，9 により連結されている。第 1，第 2 の連結部材 8，9 は、アルミナなどの絶縁性セラミックス、樹脂、または金属などの適宜の材料により形成することができる。本実施形態では、第 1，第 2 の連結部材 8，9 は、矩形板状の第 1，第 2 の圧電発電板 2，7 の長さ方向の両端において、第 1 の圧電発電板 2 と第 2 の圧電発電板 7 とを接合している。この接合もまた、適宜の接着剤等の接合剤を用いて行うことができる。

[0038] 上記第 1，第 2 の圧電発電板 2，7 及び第 1，第 2 の連結部材 8，9 により、1 つの圧電発電素子が構成されている。

[0039] 本実施形態では、第 1 の圧電発電板 2 の上面、すなわち第 1，第 2 の連結部材 8，9 が接合されている側とは反対側の面に、支持部材 10 が接合されている。この支持部材 10 は、第 1 の圧電発電板 2 の長さ方向における中央部に固定されている。支持部材 10 もまた、セラミックスや金属などの適宜の材料により形成することができる。支持部材 10 は、圧電発電装置 1 を外部に固定し、支持するために設けられている。なお、支持部材 10 は、第 1 の圧電発電板 2 の上面以外に固定されていてもよい。

- [0040] 他方、第2の圧電発電板7の下面、すなわち第1、第2の連結部材8、9が接合されている側とは反対側の面には、連結部材11を介して質量付加部材12が固定されている。連結部材11は、セラミックスや樹脂や金属などの適宜の材料により構成することができる。質量付加部材12は、金属やセラミックスなどの質量を付加し得る適宜の材料により形成することができる。大きな質量を付加するためには、質量付加部材12は、圧電セラミック板より比重が大きな材料が好ましく、金属からなることが望ましい。
- [0041] なお、図1(c)では、上記質量付加部材12の図示は省略されていることを指摘しておく。
- [0042] 上記質量付加部材12は、後述する第1、第2の圧電発電板2、7における変位量を拡大するために設けられている。もっとも、質量付加部材12は必ずしも設けられずともよい。
- [0043] 本実施形態の圧電発電装置1では、支持部材10が外部に固定される。従って、使用に際しては、支持部材10が第1の圧電発電板2に固定されている部分が固定端となり、該固定端とは反対側の端部すなわち質量付加部材12が設けられている側の端部が自由端として、外部から加えられた外力や振動によって変位する。
- [0044] 図2(a)及び図2(b)に、本発明の第1の実施形態に係る圧電発電装置1における第1、第2の圧電発電板2、7の変位状態を模式的に示す。すなわち、第1、第2の圧電発電板2、7が第1、第2の連結部材8、9で連結されている構造に外部から振動や外力が加わった場合、第1、第2の圧電発電板2、7が変位する。この変位は、図2(a)に示す状態Aと図2(b)に示す状態Bとの間で繰り返される。この場合、第1の圧電発電板2と第2の圧電発電板7とは逆相で変位する。
- [0045] 他方、第1、第2の圧電発電板2、7のいずれもが外部から振動や外力が加わった際に変位するため、本実施形態では、第1の圧電発電板2において変位により生じた電荷と、第2の圧電発電板7で生じた電荷とにより、大きな電力を取出すことができる。

[0046] より具体的には、例えば第1の圧電セラミック板3aは上記のような分極構造を有するため、長さ方向における中央領域と、その外側領域との間に応力の反転する境界が発生する。加えて、中央領域である第1の分極領域P1の分極方向と、外側領域である第2、第3の分極領域P2、P3の分極方向ともまた逆方向とされている。従って、図2に示したような変位が生じた場合、板状の第1の圧電素子3の表面に発生する電荷の極性が同一になる。そのため、第1の圧電素子3の表面に共通電極を形成するような容易な構造であっても、効率よく電力を取出すことができる。第2の圧電発電板7においても同様である。

[0047] 本実施形態の圧電発電装置1によれば、圧電発電素子における第1、第2の圧電発電板2、7の積み重ね方向に引張応力または圧縮応力を作用させると、第1、第2の圧電発電板2、7の中央領域における対向する距離が遠ざかる、または、近づくように第1、第2の圧電発電板2、7が座屈モードで変位させられる。このとき、第1、第2の圧電発電板2、7の中央領域に形成される支持部材10又は連結部材11が第1、第2の圧電発電板2、7の主面と垂直な方向の直線上に配置されれば、連結部材10又は支持部材11が形成された第1、第2の圧電発電板2、7に作用する曲げモーメントの大きさを抑制できる。すなわち、図2で示す、第1、第2の圧電発電板2、7の外側領域において、複数点で支持し応力が分散できない、第1、第2の圧電発電板2、7の中央領域の単数点に作用する曲げモーメントが減少する。それによって、応力の総和が減少するため、第1、第2の圧電発電板2、7に発生するクラックを減少させる効果が得られる。なお、電力の取り出しに際しては、第1の圧電素子3の電極3bと、第2の圧電素子5の連結部材11側の電極とを共通接続し、第1の端子とする。すなわち、第1の圧電素子3と第2の圧電素子5とにおける、連結部材10又は支持部材11が形成される側の電極を共通接続し、第1の端子とする。また、第1の圧電素子3の電極3cと、第2の圧電素子5の金属板6に貼り合わされる電極とを共通接続し、第2の端子とする。すなわち、第1の圧電素子3と第2の圧電素子5

とにおける、金属板 4， 6 に貼り合わされる電極を共通接続し、第 2 の端子とする。この第 1 の端子と第 2 の端子とから電力を取出すことができる。

[0048] 本実施形態の圧電発電装置 1 では、上記のように、第 1 の圧電発電板 2 と第 2 の圧電発電板 7 とが対向配置されかつ第 1， 第 2 の連結部材 8， 9 により連結されている構造を有する。そのため、外部から振動や外力が加わった場合、第 1 の圧電発電板 2 及び第 2 の圧電発電板 7 の双方から電力を取出すことができる。従って、大きな電力を取出すことができる。

[0049] しかも、以下に述べるように、圧電発電装置 1 は、煩雑な工程を経ることなく容易に製造され得る。

[0050] 第 1 に、例えば板状の第 1 の圧電素子 3 の第 1 の分極領域 P 1 及び第 2， 第 3 の分極領域 P 2， P 3 を容易に形成することができる。例えば、第 1 の圧電セラミック板 3 a の一方主面において、第 1 の分極領域 P 1 上に第 1 の分極電極を形成し、第 1 の分極電極と接触しないように、第 2， 第 3 の分極領域 P 2， P 3 上に第 2， 第 3 の分極電極を形成し、第 1 の圧電セラミック板 3 a の他方主面において、第 1 ～第 3 の分極領域 P 1 ～ P 3 上に全面電極を形成する。そして、第 1 の分極電極と全面電極との間に一方の極性の直流電圧を印加し、他方第 2， 第 3 の分極電極と全面電極との間に上記一方の極性と逆の極性の直流電圧を印加する。それによって、上述した分極構造を容易に形成することができる。なお、第 1 ～第 3 の分極電極を除去した後に、全面に電極を形成し、電極 3 b としてもよい。あるいは第 1 ～第 3 の分極電極を残したまま、さらに導電膜を形成し、電極 3 b を形成してもよい。全面電極を電極 3 c としてもよい。

[0051] 第 2 に、板状の第 1 の圧電素子 3 を金属板 4 に貼り合わせて第 1 の圧電発電板 2 を構成し、同様に第 2 の圧電素子 5 を金属板 6 に貼り合わせて第 2 の圧電発電板 7 を構成し、第 1 の圧電発電板 2 と第 2 の圧電発電板 7 とを第 1， 第 2 の連結部材 8， 9 により連結すればよいだけである。そして、支持部材 10 や必要に応じて連結部材 11 を接合し、かつ質量付加部材 12 を接続するだけで、圧電発電装置 1 を得ることができる。

[0052] 前述した特許文献 2 に記載の圧電発電装置は、つづら折り状に複数回折り返されている圧電発電板を用いているため、外部からの振動や外力によって大きく変位し、大きな電力を取り出し得る。しかしながら、つづら折り形状の複雑な形状の圧電発電板を形成しなければならず、またその分極方法も非常に煩雑である。

[0053] これに対して、本実施形態の圧電発電装置 1 は、上記のような単純な工程を経て容易に製造され得る。

[0054] さらに、第 1、第 2 の圧電発電板 2、7 を積み重ねた構造を有するため、第 1、第 2 の圧電発電板 2、7 の面方向寸法を小さくすることができる。それによって、圧電発電装置 1 の面方向の寸法を小さくすることができる。よって、大電力を取出すことができ、かつ小型の圧電発電装置 1 を提供することができる。

[0055] 図 3 は、本発明の第 2 の実施形態に係る圧電発電装置 21 の模式的正面図である。圧電発電装置 21 は、第 1 の実施形態の圧電発電装置 1 と同様に、第 1、第 2 の圧電発電板 2、7 及び質量付加部材 12 を有する。第 1 の実施形態と同一部分については、図 3 において同一の参照番号を付して、第 1 の実施形態について行った説明を援用することにより省略する。

[0056] 第 2 の実施形態の圧電発電装置 21 が第 1 の実施形態の圧電発電装置 1 と異なるところは、第 1 の圧電発電板 2 と第 2 の圧電発電板 7 とが長さ方向の中央部において 1 つの連結部材 22 を介して連結されていること、支持部材として第 1、第 2 の支持部材 10A、10B が第 1 の圧電発電板 2 の上面、すなわち連結部材 22 が接合されている側とは反対側の面に設けられていること、質量付加部材 12 を接合する連結部材として第 1、第 2 の連結部材 11A、11B が第 2 の圧電発電板 7 の下面、すなわち連結部材 22 が接合されている側とは反対側の面に設けられていることにある。

[0057] すなわち、第 1、第 2 の支持部材 10A、10B は、第 1 の圧電発電板 2 の長さ方向における両端に固定されている。第 1、第 2 の支持部材 10A、10B は、圧電発電装置 21 を外部に固定し、支持するために設けられてい

る。よって、第1、第2の支持部材10A、10Bは、外部に固定される。従って、本実施形態の圧電発電装置21は、第1の圧電発電板2の上面の端部において外部に固定される。よって、圧電発電装置21は、外部に対してより安定に固定することができる。

[0058] 図4(a)及び図4(b)に、本発明の第2の実施形態に係る圧電発電装置21における第1、第2の圧電発電板2、7の変位状態を模式的に示す。第1、第2の圧電発電板2、7は、長さ方向において中央部に設けられた連結部材22により連結されているため、第1、第2の圧電発電板2、7に外部から振動や外力が加わった場合、図4(a)に示す状態Aと図4(b)に示す状態Bとの間で繰り返されるように変位する。

[0059] 第1、第2の連結部材11A、11Bは、第2の圧電発電板7の長さ方向における両端に位置している。よって、第1、第2の圧電発電板2、7は、両者の中心を通り、かつ第1、第2の圧電発電板2、7の主面と平行に延びる仮想の中心線に対して線対称に変形する。従って、本実施形態においても、第1、第2の圧電発電板2、7は外部から振動や外力が加わった場合、逆相で変位する。よって、第1、第2の圧電発電板2、7が、第1の実施形態と同様に構成されているため、本実施形態においても、第1、第2の圧電発電板2、7において生じた電荷から、大きな電力を取出すことができる。

[0060] なお、本実施形態においても、第1、第2の連結部材11A、11Bにより第2の圧電発電板7に質量付加部材12が連結されている。

[0061] 本実施形態においても、質量付加部材12が連結されているため、変位量をさらに拡大することができ、より一層大きな電力を取出すことが可能とされている。

[0062] 第2の実施形態においても、第1、第2の圧電発電板2、7の変形を利用して大きな電力を取出すことができる。また、本実施形態においても、第1の実施形態と同様に、第1、第2の圧電発電板2、7を容易に製造することができ、さらに第1、第2の圧電発電板2、7と質量付加部材12と第1、第2の支持部材10A、10Bとを接合する工程も簡単に行い得る。よって

、本実施形態の圧電発電装置 21 もまた、第 1 の実施形態の圧電発電装置 1 と同様に容易に製造することができる。

[0063] 図 5 (a) 及び (b) は、本発明の第 3 の実施形態に係る圧電発電装置 31 に用いられる第 1, 第 2 の圧電発電板 2, 7 の各平面図である。また、図 6 は、本発明の第 3 の実施形態に係る圧電発電装置 31 の外観を示す斜視図である。

[0064] 第 3 の実施形態の圧電発電装置 31 は、第 1, 第 2 の圧電発電板 2, 7 において第 1, 第 2 の切欠き部 2a, 2b, 7a, 7b が設けられていることを除いては、第 1 の実施形態の圧電発電装置 1 と同様である。従って、同一部分については同一の参照番号を付することによりその説明を省略する。なお、図 6 では、質量付加部材 12 の図示は省略している。

[0065] 図 5 (a) に示すように、第 1 の圧電発電板 2 は、一对の長辺 2c, 2d と、一对の短辺 2e, 2f とを有する。第 1 の切欠き部 2a は、長辺 2c から反対側の長辺 2d に向かって、但し長辺 2d には至らないように延ばされている。同様に、第 2 の切欠き部 2b は、長辺 2d から、反対側の長辺 2c に向かって、但し長辺 2c には至らないように延びている。

[0066] 第 1 の圧電発電板 2 では、支持部材 10 が固定されている部分すなわち固定端と短辺 2e との間の圧電発電板部分と、固定端と短辺 2f との間の圧電発電板部分とが、長辺 2d 側からみた場合、支持部材 10 の中心を通り、第 1 の圧電発電板 2 に直行する中心線に対して線対称である形状を維持しつつ変位する。従って、第 1 の切欠き部 2a が該中心線に対して等価な位置に、また第 2 の切欠き部 2b, 2b も該中心線に対して等価な位置に、それぞれ設けられている。

[0067] また、支持部材 10 が固定されている部分と一方の短辺 2f との間の圧電発電板部分においては、第 1 の切欠き部 2a と第 2 の切欠き部 2b とが第 1 の圧電発電板 2 の長さ方向において交互に配置されている。同様に、支持部材 10 が固定されている部分と短辺 2e との間の圧電発電板部分においても、第 1 の圧電発電板 2 の長さ方向において交互に第 1 の切欠き部 2a と第 2

の切欠き部 2 b とが配置されている。なお、図示しないが、第 1, 第 2 の圧電発電板 2, 7 の対向する長辺の幅が中央に向かって狭くなるように、第 1 の切欠き部 2 a と第 2 の切欠き部 2 b とが第 1, 第 2 の圧電発電板 2, 7 に形成されてもよい。

[0068] よって、第 1 の圧電発電板 2 に第 1, 第 2 の切欠き部 2 a, 2 b が設けられているため、外部から振動や外力が加わった場合、第 1 の切欠き部 2 a の両側の圧電発電板部分及び第 2 の切欠き部 2 b の両側の圧電発電板部分が逆方向に変位することとなる。言い換えれば、長辺 2 d 側からみた場合、第 1 の圧電発電板 2 はミランダ状の形状をなすように変位する。従って、これら逆方向に変位する部分間で分極方向を反転させておけば、第 1 の実施形態の場合に比べて、本実施形態では、共振周波数を低くすることができる。

[0069] 図 5 (b) に示すように、第 2 の圧電発電板 7 も同様に、第 1, 第 2 の切欠き部 7 a, 7 b を有する。具体的には、第 2 の圧電発電板 7 は、一对の長辺 7 c, 7 d と、一对の短辺 7 e, 7 f とを有する。第 1 の切欠き部 7 a は、長辺 7 c から反対側の長辺 7 d に向かって、但し長辺 7 d には至らないように延ばされている。同様に、第 2 の切欠き部 7 b は、長辺 7 d から、反対側の長辺 7 c に向かって、但し長辺 7 c には至らないように延びている。第 1, 第 2 の切欠き部 7 a, 7 b の形成位置は、第 1, 第 2 の切欠き部 2 a, 2 b の形成位置と同じである。すなわち、第 1 の圧電発電板 2 と第 2 の圧電発電板 7 とは、同じ形状を有する。

[0070] 従って、本実施形態の圧電発電装置 3 1 では、第 1 の切欠き部 2 a, 7 a 及び第 2 の切欠き部 2 b, 7 b が設けられているため、比較的低い周波数の振動や小さい外力が加わった場合においても、大きな変位量を得ることができる。そのため、第 1 の実施形態に比べて、より一層大きな電力を取出すことができる。

[0071] 図 7 (a) 及び (b) は、本発明の第 4 の実施形態に係る圧電発電装置 4 1 に用いられる第 1, 第 2 の圧電発電板 2, 7 の各平面図である。また、図 8 は、本発明の第 4 の実施形態に係る圧電発電装置 4 1 の外観を示す斜視図

である。第4の実施形態の圧電発電装置41は、第2の圧電発電板7第1、第2の切欠き部7a、7bが設けられている位置を除いては、第3の実施形態の圧電発電装置31と同様である。なお、図8では、図6と同様に、質量付加部材12の図示を省略している。第1の圧電発電板2では、第1、第2の切欠き部2a、2bのうち、第2の切欠き部2bが支持部材10の固定されている部分である、長さ方向の中央に近い。これに対し、第2の圧電発電板7では、第1、第2の切欠き部7a、7bのうち、第1の切欠き部7aが長さ方向の中央に近い。また、第1の圧電発電板2では、第1、第2の切欠き部2a、2bのうち、第1の切欠き部2aが短辺2e、2fに近いのに対し、第2の圧電発電板7では、第1、第2の切欠き部7a、7bのうち、第2の切欠き部7bが短辺7e、7fに近い。

[0072] このように、第2の圧電発電板7における第1、第2の切欠き部7a、7bの形成位置を、第1の圧電発電板2における切欠き部2a、2bの形成位置と異ならせてもよい。

[0073] 本実施形態においても第3の実施形態と同様に、第1、第2の圧電発電板2、7に、第1、第2の切欠き部2a、2b、7a、7bが形成されている。そのため、共振周波数をより一層低くすることができ、かつ大きな電力を取出すことができる。また、第4の実施形態の圧電発電装置41では、第1の圧電発電板2と第2の圧電発電板7で第1、第2の切欠き部2a、2b、7a、7bの位置が上記のように反転されている。そのため、第1、第2の圧電発電板2、7の積み重ね構造が外部からの振動や外力によってねじれ易くなる。そのため、このねじれ方向の変形によっても、大きな変位量を得ることができる。従って、より一層大きな電力を取出すことができ、かつ共振周波数を低くすることができる。

[0074] 図9は、本発明の第5の実施形態に係る圧電発電装置51の模式的正面図である。第5の実施形態の圧電発電装置51は、第1の実施形態の圧電発電装置1の変形例に相当する。第5の実施形態の圧電発電装置51において、第1の実施形態の圧電発電装置1と異なるところは、1) 支持部材10が固

定されている第1の圧電発電板2と対向している第2の圧電発電板7の下面に、さらに連結部材11を介して、第1、第2の圧電発電板2、7が同様に積み重ねられている構造が4層連結されていること、並びに2)最下層に位置する第2の圧電発電板7の下面に連結部材11を介して質量付加部材12が連結されていることにある。従って、固定端となる支持部材10と、質量付加部材12との間に、第1、第2の圧電発電板2、7を有する複数の圧電発電素子を積み重ねてなる発電構造が、図示のように固定端となる支持部材10と質量負荷部材12が接続される連結部材11とを結ぶ線上に配置される連結部材11を介して直列に接続されている。このとき、複数の圧電発電素子を連結する連結部11が圧電発電素子に与える曲げモーメントの値が抑制される。従って、複数の圧電発電板を直列に積み重ねて連結したときであっても、圧電発電板の連結部に作用する応力を小さくすることができる。そのため、外部から振動や外力が加わった場合、本実施形態では、5個の圧電発電素子からそれぞれ電力を取出すことができるので、より一層大きな電力を取出すことができる。

[0075] このように、本発明では、複数の圧電発電素子を複数直列接続してもよい。図9では、圧電発電板の長辺方向の長さが同じ実施形態を示したが、積み重ね方向で圧電発電素子の長辺方向の長さを変えてもよく、積み重ね方向から見た圧電発電素子同士が重なる角度を変えてもよい。

[0076] 図10は、本発明の第6の実施形態に係る圧電発電装置61の模式的正面図である。第6の実施形態の圧電発電装置61は、第2の実施形態の圧電発電装置21の変形例に相当する。本実施形態の圧電発電装置61も、第5の実施形態の圧電発電装置51と同様に、第1、第2の圧電発電板2、7を有する複数の圧電発電素子を積み重ねてなる発電構造が、直列に接続されている。図10のように、第1、第2の圧電発電板2、7を有する複数の圧電発電素子を積み重ねてなる発電構造が、固定端となる支持部材10A、10Bが固定された第1の圧電発電板2の中央部に固定された連結部材22と、質量付加部材12が接続された第1、第2の連結部11A、11Bが固定され

た第2の圧電発電板7の中央部に固定された連結部材22とを結ぶ線上に配置される連結部材22を介して、固定端となる第1、第2の支持部材10A、10Bと質量付加部材12との間に直列に接続されている。

[0077] 第6の実施形態の圧電発電装置61のように、第2の実施形態の圧電発電装置21に相当の構造においても、第1、第2の圧電発電板2、7からなる発電構造を複数直列に接続してもよい。それによって、大きな電力を取出すことができる。

[0078] なお、上述してきた第1～第6の実施形態では、第1、第2の圧電発電板が長さ方向を有する矩形板状の形状であったが、本発明において、圧電発電板は長さ方向を有する矩形板状の構造に限定されるものではない。例えば、図11に示す変形例のように、矩形の圧電板に切欠き部71aを形成することにより、渦巻き型の圧電発電板71を形成してもよい。この圧電発電板71を、第1、第2の圧電発電板として用いてもよい。その場合、圧電発電板71の中心部分を支持部材に接合してなる固定端とし、該中心部分を挟んで対向し合う一对の角部分を他の圧電発電板と連結する連結部材が接合される部分として用いればよい。別法として、対向し合う一对の角部を支持部材が接合されている固定端とし、圧電発電板の中央部を、他の圧電発電板と連結する連結部として用いてもよい。

[0079] このような圧電発電板71を用いた場合、外部から振動や外力が加わった場合、固定端を支点としてより大きく変形するため、より大きな電力を取出すことができる。

[0080] あるいは、図12に斜視図で示すような2軸ミランダ型に変形する圧電発電板81を用いてもよい。圧電発電板81では、4つの角部分近傍に小さな正形状の開口部81a～81dが設けられている。そして、隣り合う開口部、例えば開口部81aと開口部81bとを例にとると、開口部81aから開口部81bに向かって延びる切欠き部81eと、開口部81b側から81a側に向かって延びる切欠き部81fが形成されている。そのため、中央部を固定端とし、対向し合う一对の角部を連結部とした場合、中央部が支点と

して変形する。このとき、中央部の固定端と、開口部 81 a, 81 b が設けられている辺 81 g との間の圧電発電板部分がミアンダ状に変形する。同様に、中心の固定部と、辺 81 g と対向し合う辺 81 h 側の圧電発電板部分も同様にミアンダ状に変形する。他方、他の対向し合う辺 81 i, 81 j とを結ぶ方向においては、上記辺 81 g, 81 h を結ぶ方向と直行する方向においてミアンダ状に変形する。すなわち、2 軸ミアンダ状の変形を生じる。このとき、中央を軸として、圧電発電板 81 に 180 度回転する位置に回転対称でミアンダ状の切欠き部を配置すると、ミアンダ状のねじり変形が 180 度回転する部分で相殺されて、圧電発電板 81 の回転や主面の傾きが抑えられ、圧電発電板 81 の振動が安定する。このため、圧電発電板 81 の発電量は変動を小さくできる。

[0081] 上記のように、正方形の圧電発電板 81 において、一对の対向し合う辺を結ぶ方向及び他の対の対向し合う辺を結ぶ方向の双方においてミアンダ状に変形するように、圧電発電板 81 を構成してもよい。この場合においても、圧電発電板 71 を用いた場合と同様に、第 1, 第 2 の圧電発電板として上記圧電発電板 81 を用いることにより、共振周波数を低くすることができ、かつ大きな変位量を得ることができる。従って、低周波の振動や小さな外力が加わった場合でも、大きな電力を取出すことができる。

[0082] なお、第 1 ～ 第 6 の実施形態では、金属板に圧電素子が貼り合わされたユニモルフ構造の圧電発電板を示したが、本発明において、圧電発電板は金属板の両面に圧電素子が貼り合わされたバイモルフ構造の圧電発電板であってもよく、複数の圧電素子からなるマルチモルフ構造の圧電発電板であってもよい。もっとも、金属板の片面に圧電素子が貼り合わされたユニモルフ構造を採用することにより、金属板の両面に圧電素子が貼り合わされたバイモルフ構造に比べて、圧電発電板の剛性を下げ、共振周波数を低くすることができる。従って、上記のようにユニモルフ型の圧電振動子により圧電発電板を構成することが、低周波の振動でも圧電効率を高められる点において望ましい。

符号の説明

- [0083] 1…圧電発電装置
- 2…第1の圧電発電板
- 2 a, 2 b…第1, 第2の切欠き部
- 2 c, 2 d…長辺
- 2 e, 2 f…短辺
- 3…第1の圧電素子
- 3 a…第1の圧電セラミック板
- 3 b, 3 c…電極
- 4…金属板
- 5…第2の圧電素子
- 6…金属板
- 7…第2の圧電発電板
- 7 a, 7 b…第1, 第2の切欠き部
- 7 c, 7 d…長辺
- 7 e, 7 f…短辺
- 8, 9…第1, 第2の連結部材
- 10…支持部材
- 10 A, 10 B…第1, 第2の支持部材
- 11…連結部材
- 11 A, 11 B…第1, 第2の連結部材
- 12…質量付加部材
- 21…圧電発電装置
- 22…連結部材
- 31…圧電発電装置
- 41…圧電発電装置
- 51…圧電発電装置
- 61…圧電発電装置

7 1 …圧電発電板

7 1 a …切欠き部

8 1 …圧電発電板

8 1 a ～ 8 1 d …開口部

8 1 e, 8 1 f …切欠き部

8 1 g ～ 8 1 j …辺

請求の範囲

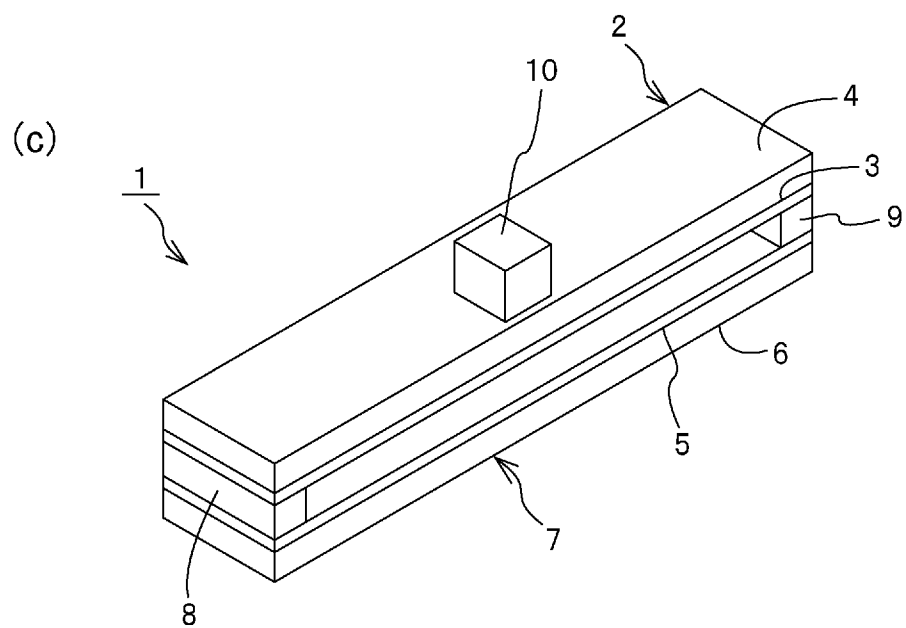
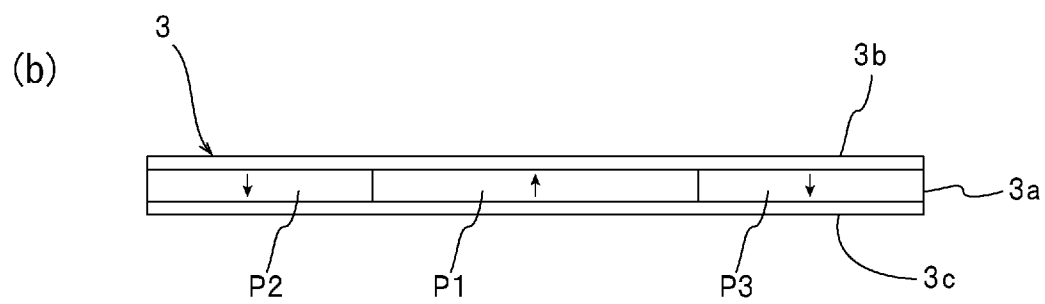
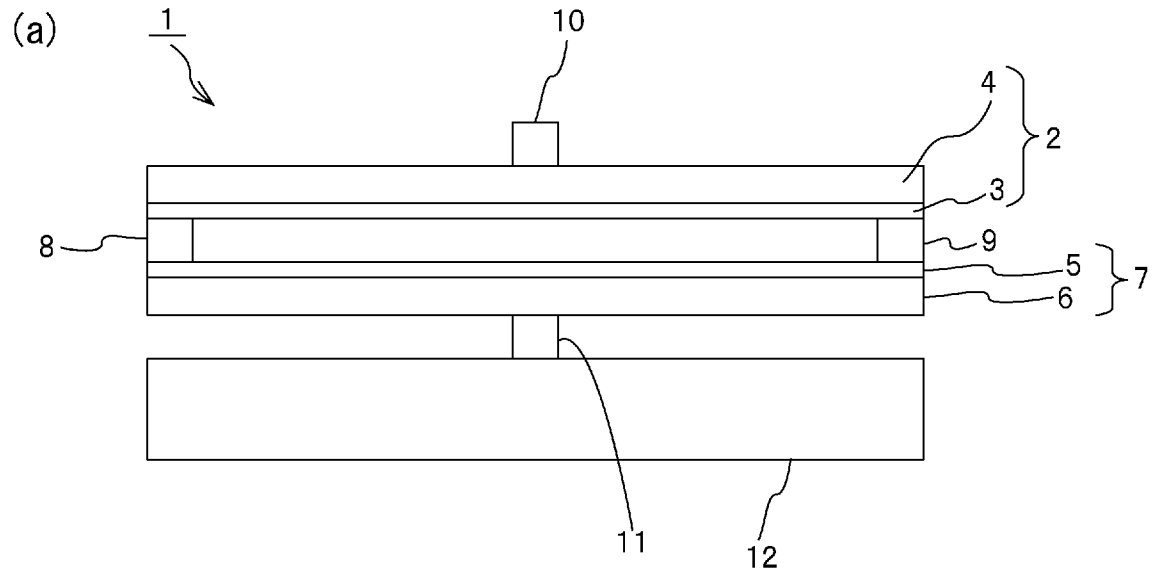
- [請求項1] 第1の圧電発電板と、前記第1の圧電発電板と互いの主面が対向するように配置された第2の圧電発電板と、前記第1、第2の圧電発電板を連結している連結部材とを有する圧電発電素子と、
前記第1の圧電発電板に固定されており、かつ前記圧電発電素子を外部に固定する支持部材とを備える、圧電発電装置。
- [請求項2] 前記圧電発電素子が複数連結されており、互いに連結されている2つの圧電発電素子において、1つの前記圧電発電素子の前記第2の圧電発電板の前記第1の圧電発電板と対向している主面とは反対側の主面にもう1つの前記圧電発電素子が連結されている、請求項1に記載の圧電発電装置。
- [請求項3] 前記複数の圧電発電素子が連結されている構造において、前記支持部材が前記第1の圧電発電板の中央部または両端部に連結され、前記連結部材が前記第1及び第2の圧電発電板の中央部または両端部で前記第1及び第2の圧電発電板に連結されている、請求項2に記載の圧電発電装置。
- [請求項4] 前記第1、第2の圧電発電板が、長さ方向を有する矩形形状を有する、請求項1～3のいずれか1項に記載の圧電発電装置。
- [請求項5] 前記連結部材は、前記第1の圧電発電板と第2の圧電発電板とが互いに対向する主面の両端の位置で前記第1の圧電発電板と第2の圧電発電板とを連結する第1、第2の連結部材を含み、
前記支持部材は、前記第1、第2の連結部材が設けられている側と反対側の主面において、前記第1の圧電発電板の主面の中央部に設けられている、請求項4に記載の圧電発電装置。
- [請求項6] 前記連結部材は、前記第1、第2の圧電発電板の長さ方向における中央部において、前記第1と第2の圧電発電板を連結し、
前記支持部材は、前記第1の圧電発電板の前記連結部材が設けられている側と反対側の主面の長さ方向における両端に第1、第2の支持

部材が設けられている、請求項 4 に記載の圧電発電装置。

- [請求項7] 前記第 1, 第 2 の圧電発電板において、矩形形状の圧電発電板の一方の長辺から他方の長辺側に向かって延びる切欠き部が形成されている、請求項 4 に記載の圧電発電装置。
- [請求項8] 前記切欠き部が複数設けられており、前記複数の切欠き部が、前記第 1, 第 2 の圧電発電板の長さ方向において交互に対向する 2 つの長辺に設けられている、請求項 7 に記載の圧電発電装置。
- [請求項9] 前記矩形形状の第 1, 第 2 の圧電発電板のそれぞれの対向し合う一対の角部同士が前記連結部材によりそれぞれ連結されており、前記支持部材が、前記第 1 の圧電発電板の中央に固定されている、請求項 4 に記載の圧電発電装置。
- [請求項10] 前記第 1, 第 2 の圧電発電板に、前記第 1, 第 2 の連結部材が設けられている部分の間において、該圧電発電板の内部から外周縁に至る切欠き部が形成されている、請求項 9 に記載の圧電発電装置。
- [請求項11] 前記切欠き部が複数設けられており、該複数の切欠き部が前記支持部材が固定されている部分に対して点対称に設けられている、請求項 10 に記載の圧電発電装置。
- [請求項12] 前記第 2 の圧電発電板の前記連結部材が設けられている側とは反対側の主面側に配置されて、前記第 2 の圧電発電板と固定されている質量付加部材をさらに備える、請求項 1, 4 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の圧電発電装置。
- [請求項13] 前記第 2 の圧電発電板の前記第 1 の圧電発電板とは反対側の面に連結部材を介して少なくとも一つの圧電発電素子が連結されている、請求項 1, 4 ~ 12 のいずれか 1 項に記載の圧電発電装置。
- [請求項14] 前記第 1, 第 2 の圧電発電板は、厚み方向に分極処理された第 1 の分極領域と、厚み方向において第 1 の分極領域と逆方向に分極処理された第 2 の分極領域とを有する圧電板を備える、請求項 1 ~ 13 のいずれか 1 項に記載の圧電発電装置。

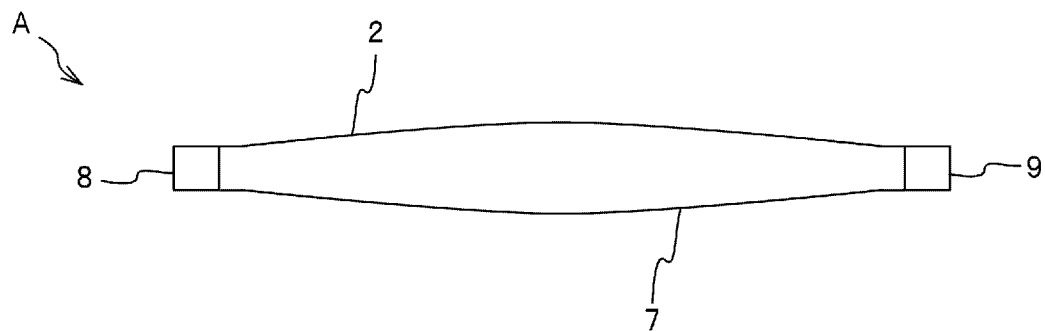
[請求項15] 前記圧電発電板は、前記圧電板に積層された金属板をさらに備え、ユニモルフ型の圧電素子が構成されている、請求項 1 4 に記載の圧電発電装置。

[図1]

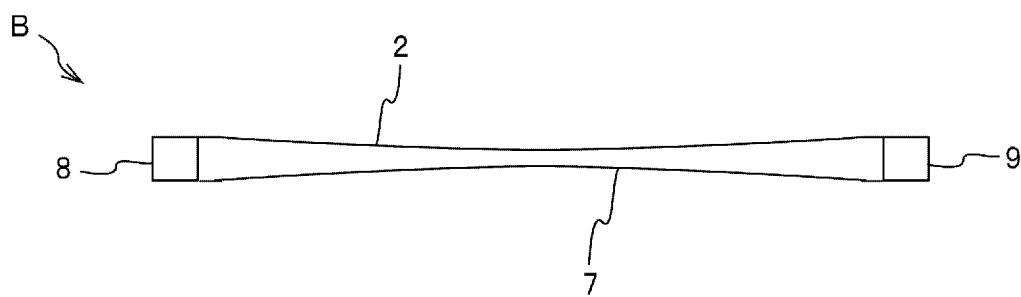


[図2]

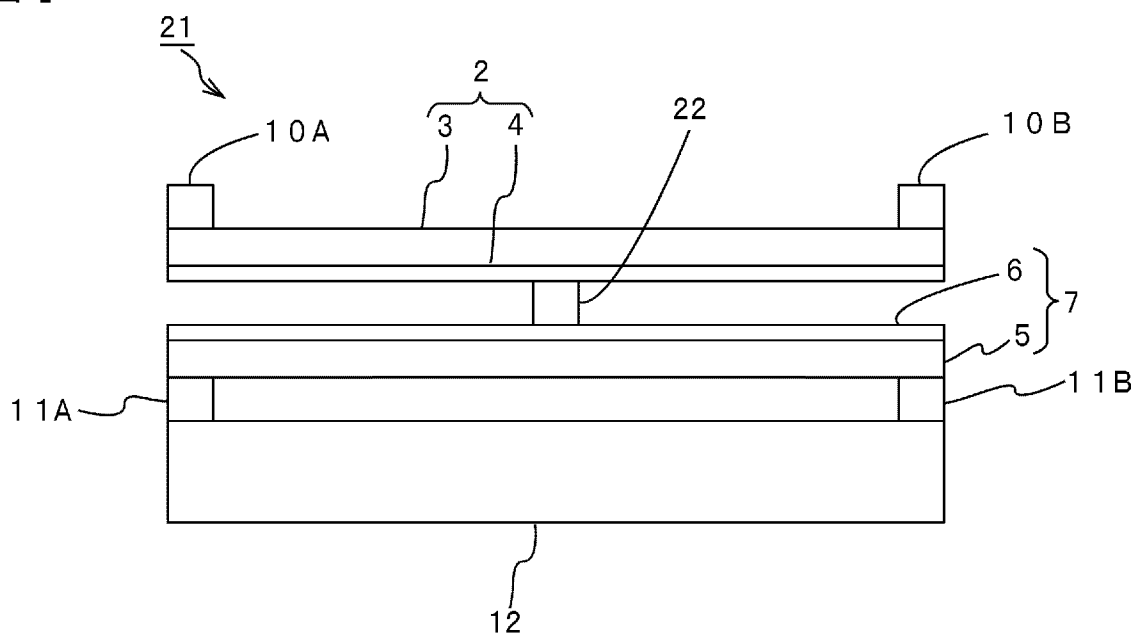
(a)



(b)

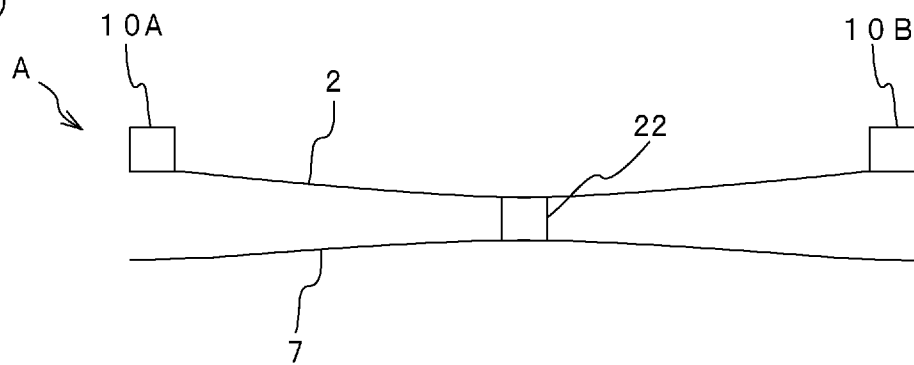


[図3]

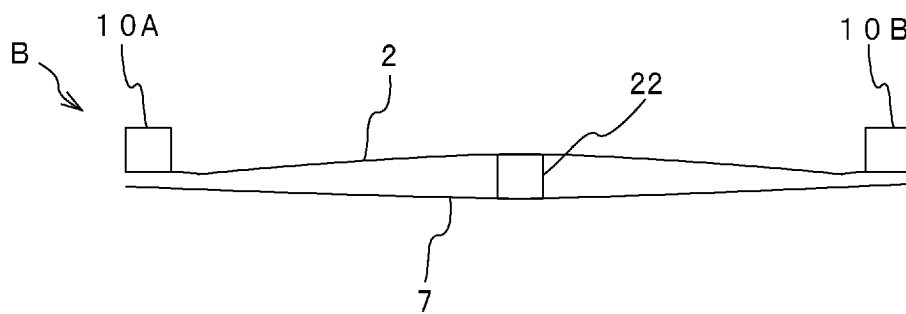


[図4]

(a)

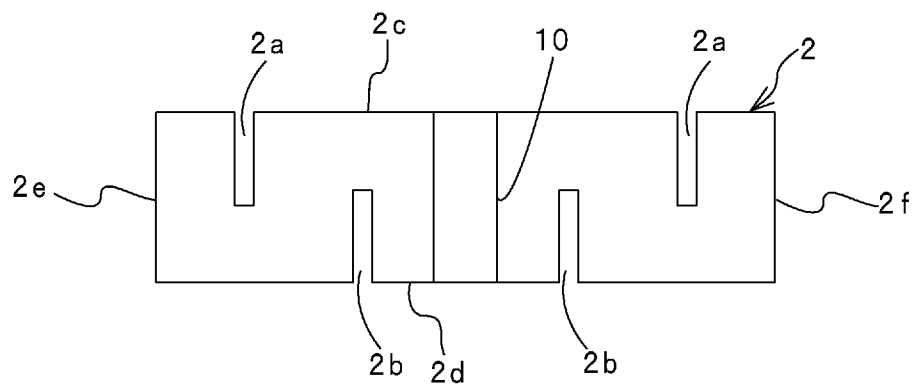


(b)

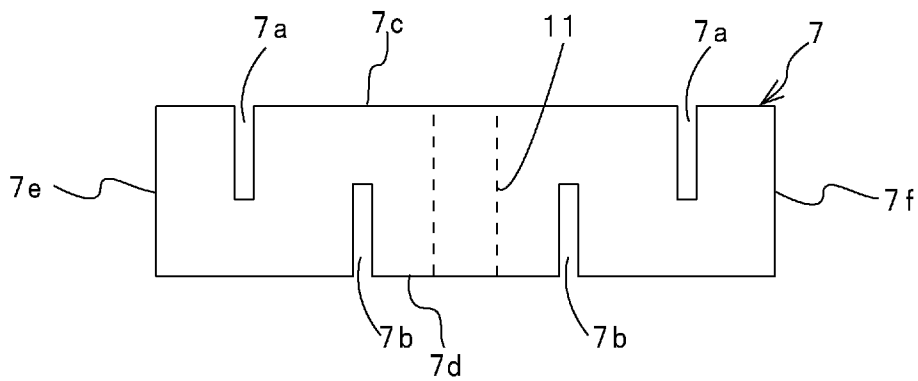


[図5]

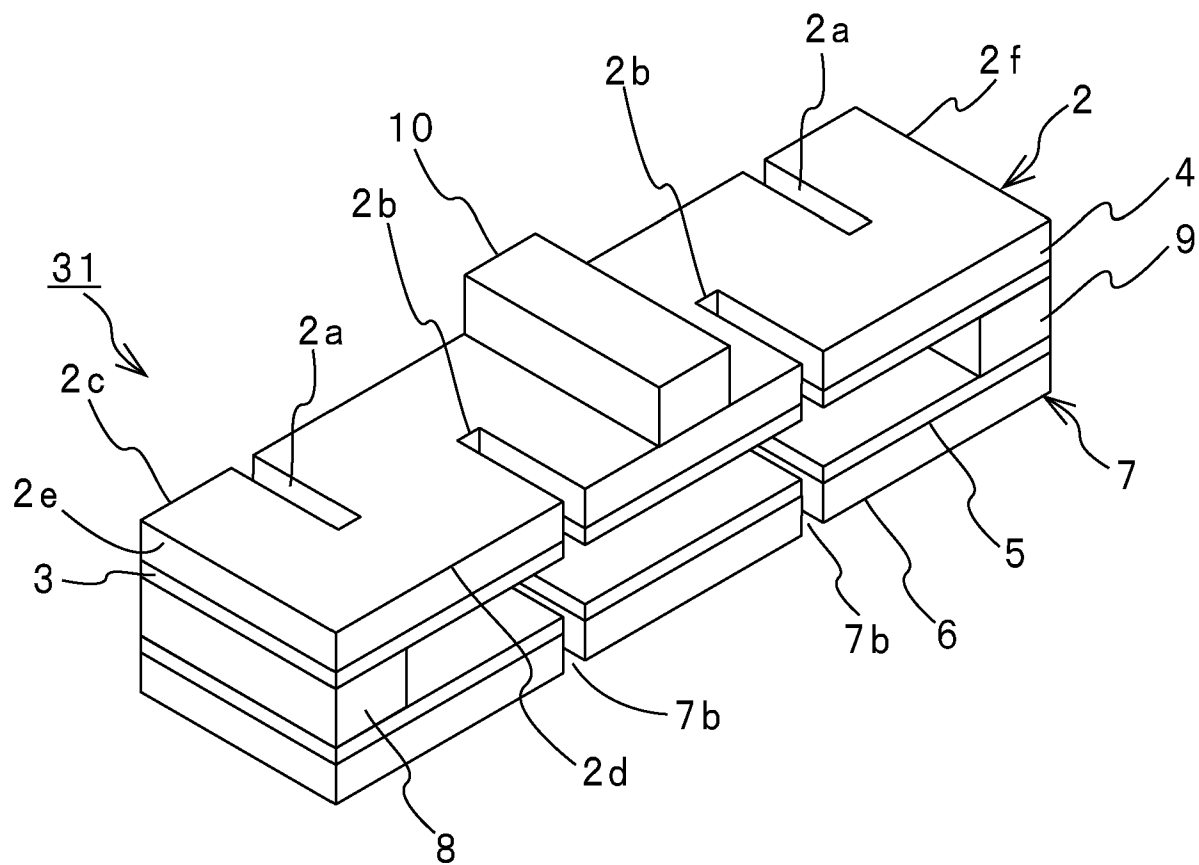
(a)



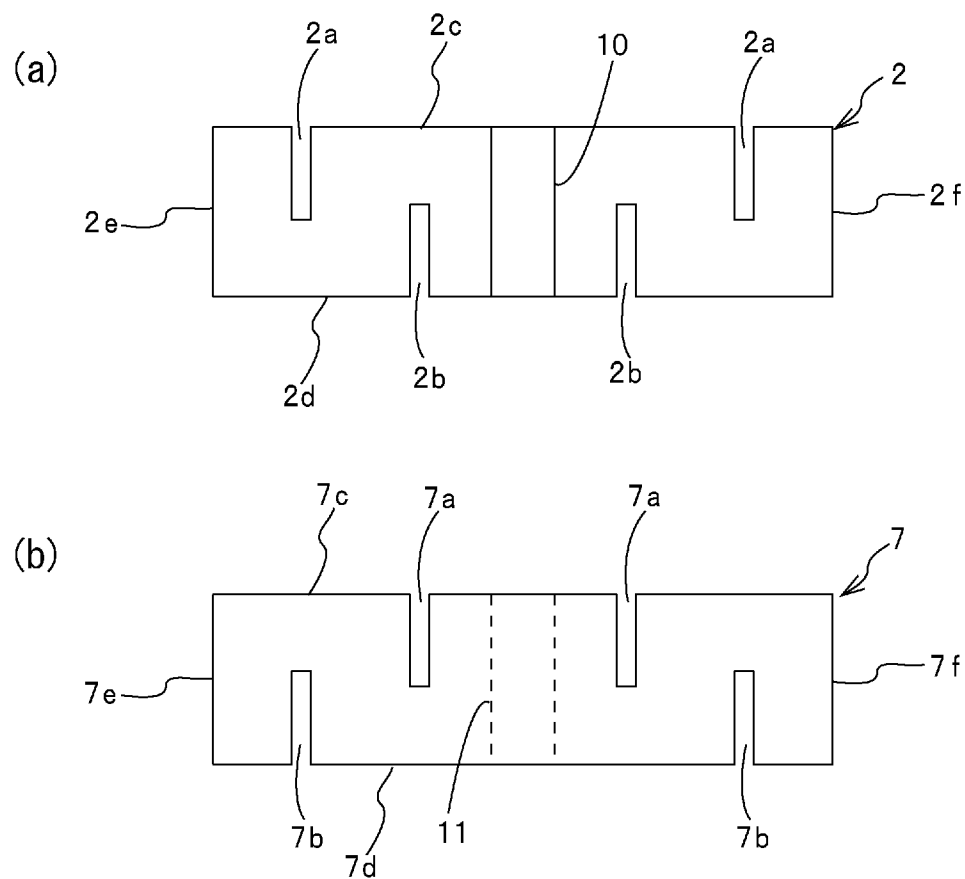
(b)



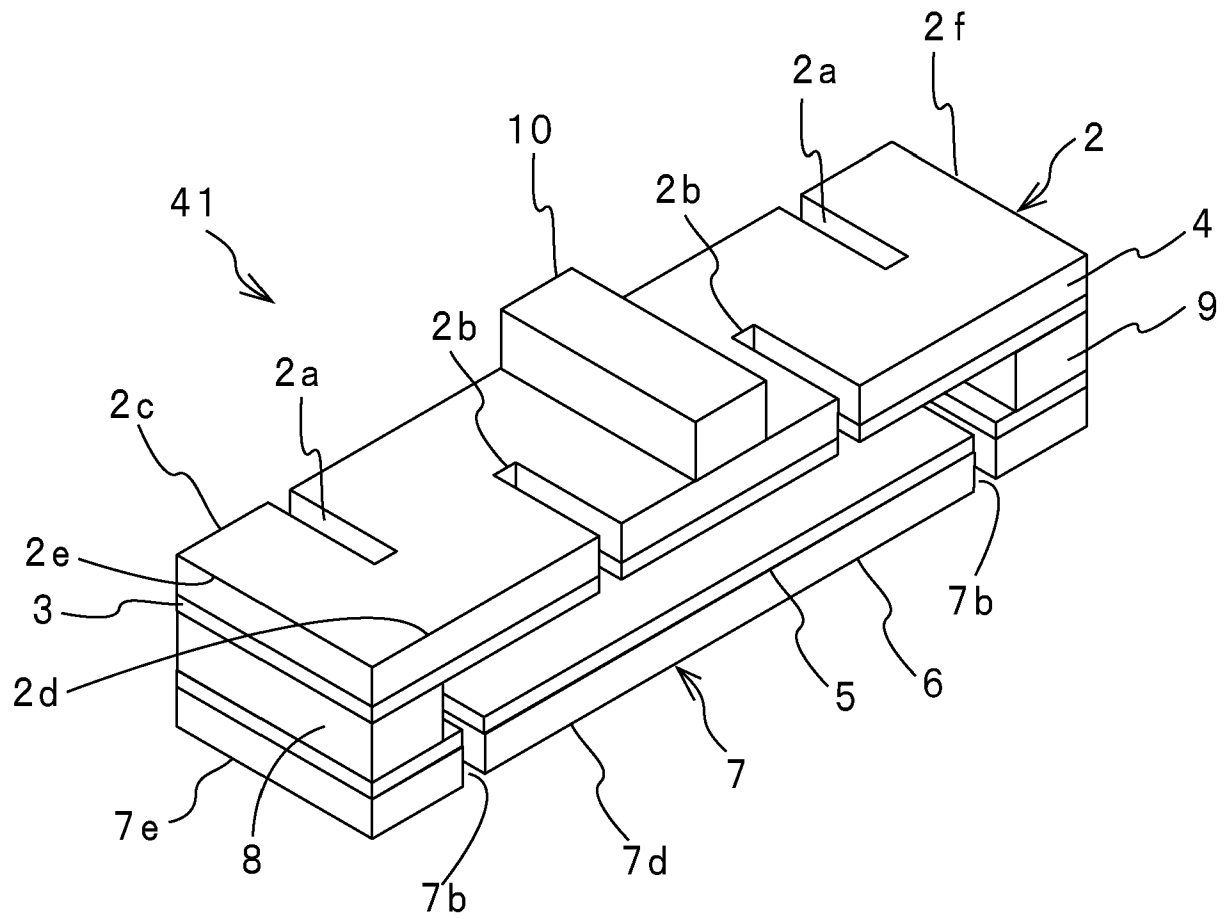
[図6]



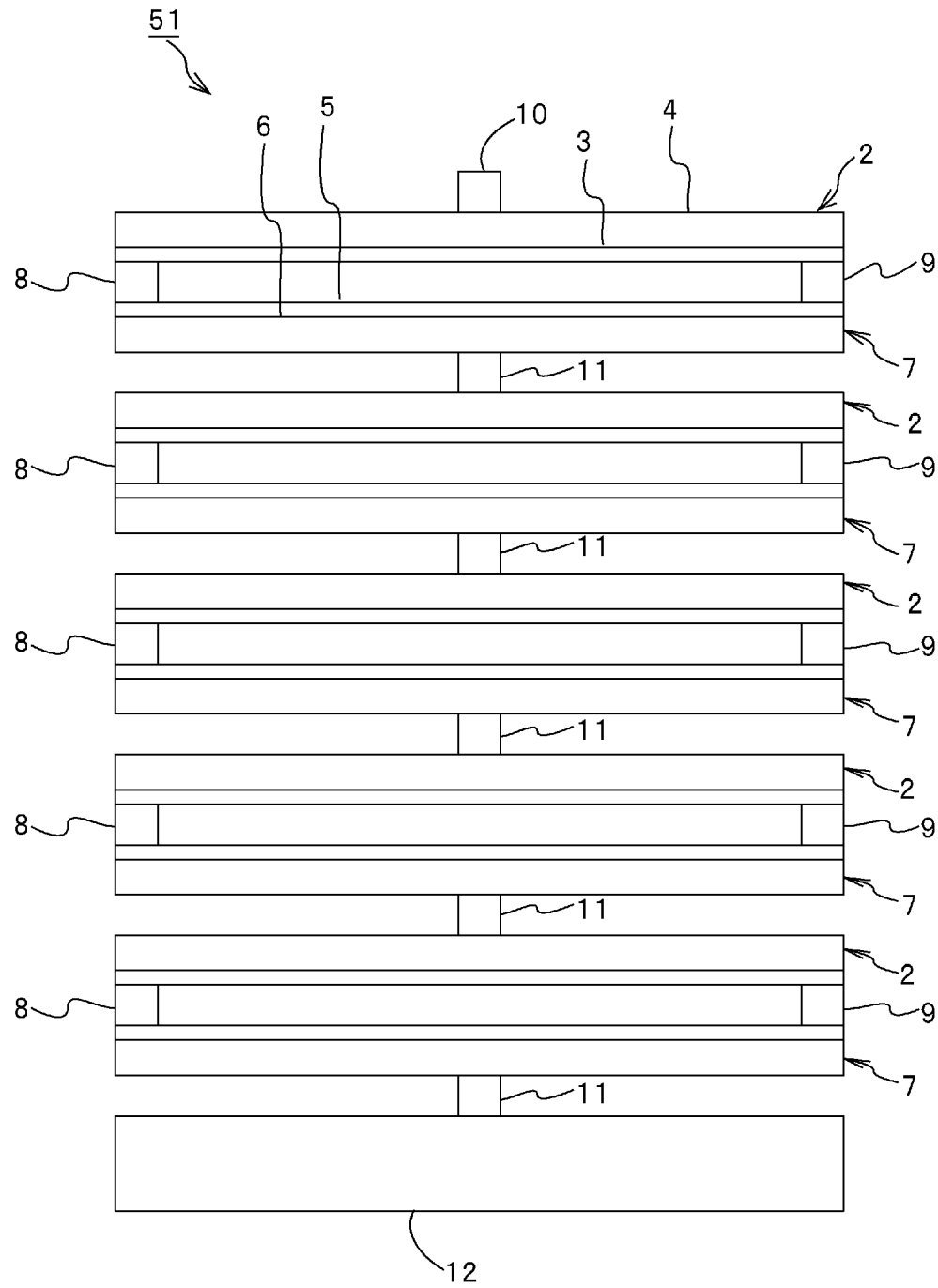
[図7]



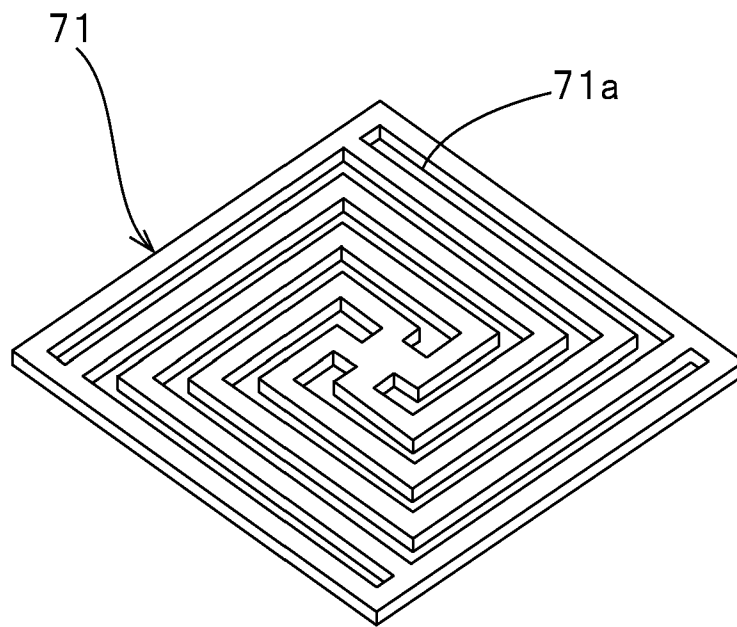
[図8]



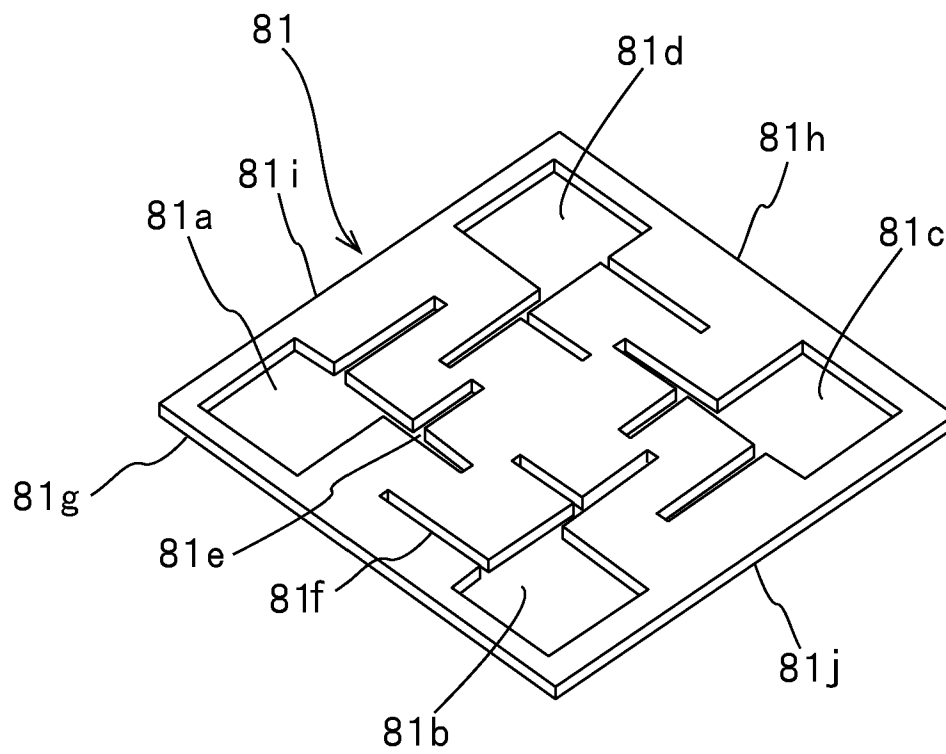
[図9]



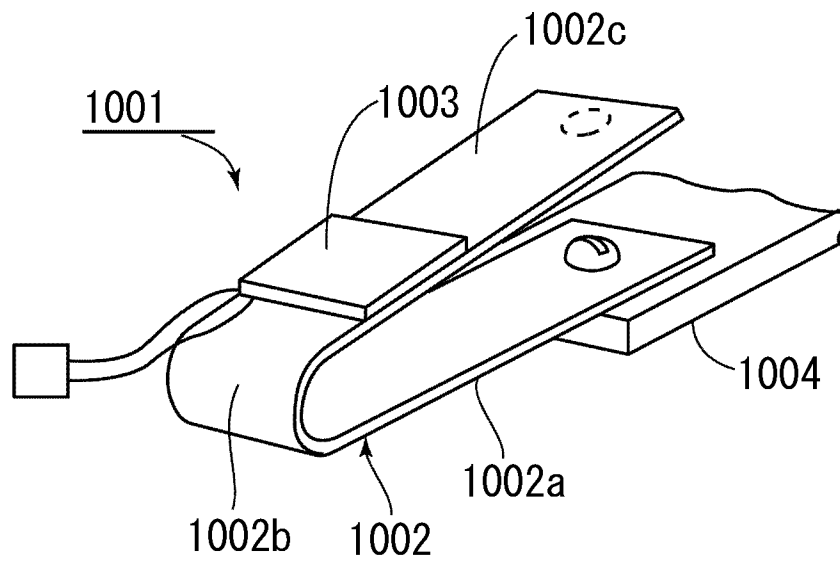
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/076811

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02N2/00(2006.01)i, H01L41/113(2006.01)i, H01L41/187(2006.01)i, H01L41/22(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)

H02N2/00, H01L41/113, H01L41/187, H01L41/22

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 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

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.
X Y	JP 2010-154746 A (Kohei HAYAMI), 08 July 2010 (08.07.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-5, 13, 15 6-12, 14
X Y	WO 2009/063610 A1 (Kohei HAYAMI), 22 May 2009 (22.05.2009), entire text; all drawings & US 2010/0308691 A1 & EP 2209201 A1 & CN 101855820 A	1-3, 13, 15 6-12, 14
Y	JP 2009-265362 A (Panasonic Corp.), 12 November 2009 (12.11.2009), entire text; all drawings & US 2011/0032590 A1 & EP 2270972 A1 & WO 2009/130902 A1 & KR 10-2011-0014587 A	7-8, 10-11



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

28 December, 2011 (28.12.11)

Date of mailing of the international search report

17 January, 2012 (17.01.12)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/076811

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-49388 A (Seiko Epson Corp.), 21 February 1995 (21.02.1995), entire text; all drawings (Family: none)	12
Y	JP 2007-282304 A (Taiheiyo Cement Corp.), 25 October 2007 (25.10.2007), paragraph [0022]; fig. 2 (Family: none)	14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/076811

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The invention of claim 1 cannot be considered to be novel in the light of the invention disclosed in the document 1 or 2, and does not have a special technical feature.

Therefore, the inventions of claims 1-15 do not comply with unity of invention.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H02N2/00(2006.01)i, H01L41/113(2006.01)i, H01L41/187(2006.01)i, H01L41/22(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（I P C）） Int.Cl. H02N2/00, H01L41/113, H01L41/187, H01L41/22			
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 日本国公開実用新案公報 日本国実用新案登録公報 日本国登録実用新案公報 1 9 2 2－1 9 9 6 年 1 9 7 1－2 0 1 1 年 1 9 9 6－2 0 1 1 年 1 9 9 4－2 0 1 1 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
X	JP 2010-154746 A（速水 浩平）2010.07.08, 全文, 全図（ファミリーなし）		1－5, 13, 15
Y			6－12, 14
☒ 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 2 8 . 1 2 . 2 0 1 1		国際調査報告の発送日 1 7 . 0 1 . 2 0 1 2	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0－8 9 1 5 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） 大山 広人 電話番号 0 3－3 5 8 1－1 1 0 1 内線 3 3 5 8	3 V 3 0 2 6

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
X	WO 2009/063610 A1 (速水 浩平) 2009.05.22, 全文, 全図 & US 2010/0308691 A1 & EP 2209201 A1 & CN 101855820 A	1-3, 13, 15
Y		6-12, 14
Y	JP 2009-265362 A (パナソニック株式会社) 2009.11.12, 全文, 全図 & US 2011/0032590 A1 & EP 2270972 A1 & WO 2009/130902 A1 & KR 10-2011-0014587 A	7-8, 10-11
Y	JP 7-49388 A (セイコーエプソン株式会社) 1995.02.21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	12
Y	JP 2007-282304 A (太平洋セメント株式会社) 2007.10.25, 【0022】, 第2図 (ファミリーなし)	14

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるときの国際調査機関は認めた。

請求項1に係る発明は、文献1又は2に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。

したがって、請求項1－15に係る発明は、発明の単一性を満たしていない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。