

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5267664号
(P5267664)

(45) 発行日 平成25年8月21日(2013.8.21)

(24) 登録日 平成25年5月17日(2013.5.17)

(51) Int.Cl.

F I

H O 2 N 2/18 (2006.01)

H O 2 N 2/00

A

請求項の数 12 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2011-518569 (P2011-518569)	(73) 特許権者	000006231
(86) (22) 出願日	平成22年6月10日 (2010.6.10)		株式会社村田製作所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/059810		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(87) 国際公開番号	W02010/143675	(74) 代理人	110001449
(87) 国際公開日	平成22年12月16日 (2010.12.16)		特許業務法人プロフィック特許事務所
審査請求日	平成23年9月6日 (2011.9.6)	(74) 代理人	100091432
(31) 優先権主張番号	特願2009-139933 (P2009-139933)		弁理士 森下 武一
(32) 優先日	平成21年6月11日 (2009.6.11)	(74) 代理人	100124729
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 谷 和紘
		(72) 発明者	藤本 克己
			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
		(72) 発明者	木村 雅彦
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電発電装置及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも一つの共振周波数を有する圧電発電装置において、
 表裏面に電力取出し電極を形成した振動部を有する圧電素子層と、
 前記圧電素子層に積層され、前記振動部が振動できる空洞を有するセパレータ層と、
 前記セパレータ層に積層された蓋層と、
 からなる本体部を備え、
 前記本体部の表面に前記電力取出し電極と電氣的に接続可能な外部電極を有し、
 前記圧電素子層と前記セパレータ層と前記蓋層とがセラミックスからなり、
 前記振動部の共振周波数が異なる複数の前記圧電素子層が前記セパレータ層を介して積
 層されていること、
 を特徴とする圧電発電装置。

10

【請求項 2】

少なくとも一つの共振周波数を有する圧電発電装置において、
 表裏面に電力取出し電極を形成した振動部を有する圧電素子層と、
 前記圧電素子層に積層され、前記振動部が振動できる空洞を有するセパレータ層と、
 前記セパレータ層に積層された蓋層と、
 からなる本体部を備え、
 前記本体部の表面に前記電力取出し電極と電氣的に接続可能な外部電極を有し、
 前記圧電素子層と前記セパレータ層と前記蓋層とがセラミックスからなり、

20

前記振動部は表裏電極以外に中間電極を形成して屈曲振動モードで動作し、該屈曲振動モードで動作する同じ共振周波数の二つの圧電素子層を重ね合わせて互いに共鳴させること、

を特徴とする圧電発電装置。

【請求項 3】

少なくとも一つの共振周波数を有する圧電発電装置において、
表裏面に電力取出し電極を形成した振動部を有する圧電素子層と、
前記圧電素子層に積層され、前記振動部が振動できる空洞を有するセパレータ層と、
前記セパレータ層に積層された蓋層と、
からなる本体部を備え、
前記本体部の表面に前記電力取出し電極と電氣的に接続可能な外部電極を有し、
前記圧電素子層と前記セパレータ層と前記蓋層とがセラミックスからなり、
前記圧電素子層、前記セパレータ層又は前記蓋層のいずれかに、前記電力取出し電極と電氣的に接続可能な容量電極が形成されていること、

を特徴とする圧電発電装置。

【請求項 4】

前記振動部は長さ振動モードで動作することを特徴とする請求項 1 又は請求項 3 に記載の圧電発電装置。

【請求項 5】

前記圧電素子層と前記セパレータ層と前記蓋層とが、熱膨張率のほぼ等しいセラミックス材料からなることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載の圧電発電装置。

【請求項 6】

前記圧電素子層と前記セパレータ層と前記蓋層とが、同一組成のセラミックス材料からなることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載の圧電発電装置。

【請求項 7】

一つの圧電素子層に複数の振動部が形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 のいずれかに記載の圧電発電装置。

【請求項 8】

前記複数の振動部はそれぞれ共振周波数が異なっていることを特徴とする請求項 7 に記載の圧電発電装置。

【請求項 9】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の圧電発電装置の製造方法であって、
所定のセラミックス材料にて前記圧電素子層、前記セパレータ層及び前記蓋層となるセラミックシートを形成する工程と、
前記圧電素子層となるセラミックシートに振動部を形成する工程と、
前記セパレータ層となるセラミックシートに空洞を形成する工程と、
前記セラミックシートを所定の順序で積層、圧着して積層体を得る工程と、
前記積層体を焼成する工程と、
前記圧電素子層の振動部を分極処理する工程と、
を備えたことを特徴とする圧電発電装置の製造方法。

【請求項 10】

前記圧電素子層と前記セパレータ層と前記蓋層とを、熱膨張率のほぼ等しいセラミックス材料から形成することを特徴とする請求項 9 に記載の圧電発電装置の製造方法。

【請求項 11】

前記圧電素子層と前記セパレータ層と前記蓋層とを、同一組成のセラミックス材料から形成することを特徴とする請求項 9 に記載の圧電発電装置の製造方法。

【請求項 12】

前記圧電素子層は、セラミックシートに貫通溝部を形成することにより所定の共振周波数を有する前記振動部が形成され、前記貫通溝部にカーボンペーストを充填した状態で焼

10

20

30

40

50

成されること、を特徴とする請求項 9 ないし請求項 11 のいずれかに記載の圧電発電装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電発電装置及びその製造方法、特に、圧電素子を利用して運動エネルギーを電気エネルギーに変化させて電力を取り出すための圧電発電装置及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、圧電素子を利用して外部から入力される運動エネルギーを電気エネルギーに変換して電力を取り出し、蓄電装置に電力を供給する圧電発電装置としては、その基本的構成や動作原理が特許文献 1 に記載されている。この文献 1 に記載の圧電発電装置は、圧電素子を枠体に片持ち構造としているため、構造が複雑で製造に手間を要するという問題点を有していた。

【0003】

特許文献 2 に記載の圧電発電装置は、各振動に対応する複数素子の積層体からなる圧電素子を備え、混在する振動を効率よく電気に変換するものであり、例えば、振動の周波数が圧電素子の共振周波数となるように、圧電素子の厚み及び外径が調整されている。しかし、文献 2 に記載の圧電発電装置は、複数の圧電素子に同時に力を作用させる必要があるため、1 素子当たりに加わる応力が低下して発電効率が低くなるという問題点を有していた。

【0004】

特許文献 3 には、振動板に舌片状の振動部を形成し、該振動板を上下のケースの間に挟持した発振子が記載されている。但し、文献 3 は、この発振子を発電装置としてどのように使用するのか言及することがなく、また、各部材の材質、製造工程などを開示することもない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特許第 3 1 7 0 9 6 5 号公報

【特許文献 2】特許第 3 2 1 1 6 2 3 号公報

【特許文献 3】特開平 7 - 6 6 6 7 4 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

そこで、本発明の目的は、発電効率に優れ、かつ、製造の容易な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】

【0007】

以上の目的を達成するため、本発明の第 1 の形態である圧電発電装置は、少なくとも一つの共振周波数を有する圧電発電装置において、表裏面に電力取出し電極を形成した振動部を有する圧電素子層と、前記圧電素子層に積層され、前記振動部が振動できる空洞を有するセパレータ層と、前記セパレータ層に積層された蓋層と、からなる本体部を備え、前記本体部の表面に前記電力取出し電極と電氣的に接続可能な外部電極を有し、前記圧電素子層と前記セパレータ層と前記蓋層とがセラミックスからなり、前記振動部の共振周波数が異なる複数の前記圧電素子層が前記セパレータ層を介して積層されていること、

10

20

30

40

50

を特徴とする。

本発明の第2の形態である圧電発電装置は、

少なくとも一つの共振周波数を有する圧電発電装置において、

表裏面に電力取出し電極を形成した振動部を有する圧電素子層と、

前記圧電素子層に積層され、前記振動部が振動できる空洞を有するセパレータ層と、

前記セパレータ層に積層された蓋層と、

からなる本体部を備え、

前記本体部の表面に前記電力取出し電極と電氣的に接続可能な外部電極を有し、

前記圧電素子層と前記セパレータ層と前記蓋層とがセラミックスからなり、

前記振動部は表裏電極以外に中間電極を形成して屈曲振動モードで動作し、該屈曲振動モードで動作する同じ共振周波数の二つの圧電素子層を重ね合わせて互いに共鳴させること、

10

を特徴とする。

本発明の第3の形態である圧電発電装置は、

少なくとも一つの共振周波数を有する圧電発電装置において、

表裏面に電力取出し電極を形成した振動部を有する圧電素子層と、

前記圧電素子層に積層され、前記振動部が振動できる空洞を有するセパレータ層と、

前記セパレータ層に積層された蓋層と、

からなる本体部を備え、

前記本体部の表面に前記電力取出し電極と電氣的に接続可能な外部電極を有し、

前記圧電素子層と前記セパレータ層と前記蓋層とがセラミックスからなり、

前記圧電素子層、前記セパレータ層又は前記蓋層のいずれかに、前記電力取出し電極と電氣的に接続可能な容量電極が形成されていること、

20

を特徴とする。

【0008】

前記圧電発電装置は、圧電素子層とセパレータ層と蓋層との積層構造という簡単な構成からなり、小型化が容易であり、かつ、各層がセラミックスからなるため、積層工法を用いて一体的に焼成することで容易に製造することができる。しかも、一つの圧電素子層に複数の振動部を形成すること、あるいは、複数の圧電素子層を積層することで、複数の共振周波数で動作することになり、電気エネルギーへの変換効率に優れている。

30

【0009】

本発明の第4の形態である圧電発電装置の製造方法は、

前記第1の形態、第2の形態又は第3の形態である圧電発電装置の製造方法であって、
所定のセラミックス材料にて前記圧電素子層、前記セパレータ層及び前記蓋層となるセラミックシートを形成する工程と、

前記圧電素子層となるセラミックシートに振動部を形成する工程と、

前記セパレータ層となるセラミックシートに空洞を形成する工程と、

前記セラミックシートを所定の順序で積層、圧着して積層体を得る工程と、

前記積層体を焼成する工程と、

前記圧電素子層の振動部を分極処理する工程と、

を備えたことを特徴とする。

40

【0010】

前記製造方法においては、セラミックシートを用いた積層工法により小型で簡単な構成からなる圧電発電装置を容易に製造できる。特に、各層を熱膨張率のほぼ等しいセラミックス材料（同一組成であることが好ましい）とすれば、熱膨張差による応力が低減され、耐久性が向上する。しかも、焼成工程での収縮差も低減するので寸法精度が向上し、応力集中も低減するので、繰返し加重に対する耐久性も向上する。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、発電効率に優れ、かつ、製造の容易な圧電発電装置及び製造方法を得

50

ることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】第 1 実施例である圧電発電装置の外観を示す斜視図である。

【図 2】前記圧電発電装置の分解斜視図である。

【図 3】前記圧電発電装置を構成する圧電素子層を示す斜視図である。

【図 4】第 2 実施例である圧電発電装置の分解斜視図である。

【図 5】前記圧電素子層の他の例を示す斜視図である。

【図 6】前記圧電素子層のさらに他の例を示す平面図である。

【図 7】前記圧電素子層のさらに他の例を示す斜視図である。

【図 8】前記圧電発電装置の回路図である。

【図 9】前記圧電発電装置にコンデンサを組み込んだ状態の回路図である。

【図 10】前記コンデンサを組み込んだ圧電発電装置を示す分解斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

以下、本発明に係る圧電発電装置及びその製造方法の実施形態について、添付図面を参照して説明する。なお、各図において、同じ部材、部分については共通する符号を付し、重複する説明は省略する。

【 0 0 1 4 】

(第 1 実施例、図 1 ~ 図 3 参照)

第 1 実施例である圧電発電装置は、図 1 に示す積層構造の本体部 10 からなり、その分解構造を示す図 2 を参照すると、圧電発電装置は、表裏面に電力取出し電極 22, 23 を形成した振動部 21 を有する圧電素子層 11 と、該圧電素子層 11 の上下部に積層され、振動部 21 が振動できる空洞 31 を有するセパレータ層 12, 13 と、該セパレータ層 12, 13 の上下部に積層された蓋層 14, 15 とで構成されている。

【 0 0 1 5 】

圧電素子層 11 は、図 3 に示すように、振動部 21 がほぼ中央部に位置するように表裏に貫通する平面視でほぼ U 字形状をなす貫通溝部 25 を形成し、表面の電力取出し電極 22 は左方の側面に導出され、外部電極 35 と電気的に接続されている。裏面の電力取出し電極 23 は右方の側面に導出され、外部電極 36 と電気的に接続されている。それぞれのセパレータ層 12, 13 及び蓋層 14, 15 の側面にも外部電極 35, 36 が形成され、これらの外部電極 35, 36 は本体部 10 が積層体として形成された後に一体的に形成されたものである。また、圧電素子層 11、セパレータ層 12, 13 及び蓋層 14, 15 はセラミックスから形成されている。セラミック材料は比較的融点が高く、小型化によって熱容量が小さくなる傾向のある装置において、例えば、リフロー半田などの実装工程においても、樹脂材料に比べて熱溶解や熱変形などの発生を抑制することができる。

【 0 0 1 6 】

以上の構成からなる圧電発電装置においては、振動部 21 が分極処理されており、本体部 10 に外力が作用すると、外力の変化あるいは加速度の変化に起因して、振動部 21 が長さ振動モード又は屈曲振動モードで共振周波数によって振動することにより、外部電極 35, 36 から電力が取り出される。長さ振動モードは比較的共振周波数が高く、屈曲振動モードは比較的共振周波数が低い。圧電発電装置が小型化すると、振動部 21 の共振周波数が高くなる傾向にある。屈曲振動モードを利用すれば、同じ共振周波数でより小型化することが可能である。

【 0 0 1 7 】

なお、屈曲振動により発電する場合には表裏電極のほかに図示されない中間電極が必要である。中間電極は分極用の電極として機能する場合にはいわゆるシリーズバイモルフを構成し、また等方向分極で短絡させた表裏電極と中間電極の間で電荷を発生させるパラレルバイモルフを構成する。本発明の積層構造延長技術でいずれも実現可能である。

【 0 0 1 8 】

10

20

30

40

50

前記圧電発電装置は、圧電素子層 1 1 とセパレータ層 1 2 , 1 3 と蓋層 1 4 , 1 5 との積層構造という簡単な構成からなり、小型化が容易であり、かつ、各層がセラミックスからなるため、積層工法を用いて一体的に焼成することで容易に製造することができる。

【 0 0 1 9 】

ところで、本圧電発電装置においては、圧電素子層 1 1 、セパレータ層 1 2 , 1 3 及び蓋層 1 4 , 1 5 をセラミックスから形成している。これにて、セラミックシートを用いた積層工法により小型で簡単な構成からなる圧電発電装置を容易に製造できる。特に、各層を熱膨張率のほぼ等しいセラミックス材料（同一組成であることが好ましい）とすれば、熱膨張差による応力が低減され、耐久性が向上する。しかも、焼成工程での収縮差も低減するので寸法精度が向上し、応力集中も低減するので、繰返し加重に対する耐久性も向上する。特に、以下に説明するように、貫通溝部 2 5 や空洞 3 1 にカーボンペーストを充填して焼成すれば、焼成工程でのセラミックス材料の変形を抑制することができ、寸法精度の極めて好ましい焼結体を得ることができる。

10

【 0 0 2 0 】

ここで、発明者らが用いた材料及び製造工程を具体的に説明する。まず、酸化鉛、酸化チタン、酸化ジルコニウムを $Pb : Ti : Zr$ のモル比率が $1 : 0.53 : 0.47$ となるように調合し、水及び部分安定化ジルコニアの粉碎メディアとともにボールミルに入れて、約 10 時間攪拌混合した。

【 0 0 2 1 】

その後、脱水工程を経て、得られた混合材料を大気中で $800 \sim 1000$ の温度で約 2 時間仮焼を行った。

20

【 0 0 2 2 】

得られた仮焼原料 100 g に対し、酢酸ビニル系のバインダを固形分換算で 10 g 混合し、水 30 g を加え、可塑剤を適量添加することでシート成形用のスラリーを作製した。

【 0 0 2 3 】

前記スラリーを用いて、ドクターブレード法により厚み約 $50 \mu m$ 程度のシートを作製した。得られたシートを $20 mm \times 30 mm$ の大きさにカットし、それぞれの層となるシートを作製した。圧電素子層となるシートには電力取出し電極をスクリーン印刷した。スクリーンは # 400 のメッシュのものを使用した。電極材料は白金であり、白金が $50 \sim 70$ 重量%含まれている白金/ワニス混合ペーストを用いた。次に、このシートをパンチングして貫通溝部（振動部）を形成した。また、セパレータ層となるシートをパンチングして空洞を形成した。

30

【 0 0 2 4 】

以上の各シートの貫通溝部及び空洞にはカーボンペーストを充填し、各シートを図 1 に示す状態に積層し、面圧 $100 \sim 200 MPa$ で圧着した。この圧着体を 1250 で約 2 時間焼成し、焼結体を得た。得られた焼結体に 80 のオープン中で $2.5 kV/mm$ の電圧を印加し、分極処理を行った。分極処理を行った焼結体にメタルマスクとスパッタ装置を用いて、銀によって外部電極を形成した。なお、充填したカーボンペーストは焼成時に飛散してしまう。

【 0 0 2 5 】

40

（第 2 実施例、図 4 参照）

第 2 実施例である圧電発電装置は、図 4 に示すように、屈曲振動モード（表裏電極 2 2 , 2 3 に加えて中間電極（図示せず）を有している）で動作する同じ共振周波数の二つの圧電素子層 1 1 を重ね合わせたものである。それぞれの圧電素子層 1 1 は、例えば、表裏に貫通する方向で分極が互いに逆方向であり、圧電素子層 1 1 の短辺の一方側である固定部 1 1 a を起点として屈曲振動し、互いに共鳴する。即ち、二つの圧電素子層 1 1 は音叉の原理によって共鳴する座屈音叉であってもよい。

【 0 0 2 6 】

より詳細には、表裏に貫通する平面視で形状が互いに一致し、かつ、互いに同一の厚みを有する二つの振動部 2 1 が圧電素子層 1 1 に形成されることが好ましい。互いに異なり

50

、重ね合わせる方向に近接する圧電素子層 1 1 のそれぞれに振動部 2 1 が形成されることが好ましい。実施形態として、セパレータ層 1 2 , 1 3 を介して結合され、かつ、それぞれに表裏に貫通する平面視で同一形状の振動部 2 1 が二つの圧電素子層 1 1 に貫通溝部 2 5 によって形成されるとき、圧電素子層 1 1 の重ね合わせ方向の断面において、二つの振動部 2 1 及びその結合部が U 字状に形成されるため、座屈音叉による振動が容易になる。また、座屈音叉を用いた振動では振動の残響時間を比較的長くでき、座屈音叉による振動による振動でないときに比べ、残響による取出し電力が増大するため好ましい。なお、圧電素子層 1 1 とセパレータ層 1 2 , 1 3 とが同一組成のセラミックス材料から形成されるとき、振動の伝播速度差などによる異種材料間の接合面における振動の反射が抑制されるため、座屈音叉による振動がより容易になる点において好ましい。

10

【 0 0 2 7 】

特に、前記のように貫通溝部 2 5 によって振動部 2 1 を形成する形態では、複数枚の圧電素子層 1 1 に対するパンチング、カーボンペーストの充填及び外部電極 3 5 , 3 6 の形成などを同一工程で処理することで、振動部 2 1 の寸法誤差を一定のばらつきにできるため、特性のばらつきを一定範囲内に収めることが比較的容易である点で好ましい。このように、圧電素子層 1 1 に形成される二つの振動部 2 1 が音叉の原理によって共鳴することにより、取り出される電力が大きくなる。また、残響が電力に変換されることにより、取出される電力が大きくなる。なお、二つの圧電素子層 1 1 の分極が表裏に貫通する方向で同じ方向であれば、圧電素子層 1 1 ごとに外部電極 3 5 , 3 6 を電氣的に独立させればよい。

20

【 0 0 2 8 】

(圧電素子層の他の例、図 5 ~ 図 7 参照)

前記圧電素子層 1 1 には様々な形状の振動部 2 1 を形成することができ、振動部 2 1 の形状によって異なる共振周波数とすることができる。図 3 に示した振動部 2 1 の共振周波数は約 $9.0 \times 10^3 \text{ Hz}$ である。

【 0 0 2 9 】

振動部 2 1 は図 5 (A) に示すようなミアンダ状であってもよく、その共振周波数は約 $5.8 \times 10^3 \text{ Hz}$ である。図 5 (B) も振動部 2 1 をミアンダ状としたものを示し、この共振周波数は約 $1.2 \times 10^4 \text{ Hz}$ である。図 5 (C) は貫通溝部 2 5 を 2 重に形成したものを示し、この共振周波数は約 $3.8 \times 10^3 \text{ Hz}$ である。ミアンダ状にすることによって振動部の長さが確保でき共振周波数を低くすることができるため、同じ周波数でより小型化することが可能である。

30

【 0 0 3 0 】

それ以外に、1 枚の圧電素子層 1 1 に複数の同じ形状あるいは異なる形状の振動部 2 1 を形成してもよい。それらの振動部 2 1 の形状を図 6 (A) , (B) , (C) に示す。異なる共振周波数で動作する複数の振動部 2 1 を設けることにより、様々な外力の変化に基づいて効率よく電気エネルギーに変換することができる。

【 0 0 3 1 】

あるいは、図 7 に示すように、圧電素子層 1 1 の両側に長辺方向に延在する 2 本の貫通溝部 2 5 を形成し、中央部を振動部 2 1 としたものであってもよい。表裏面に形成した電力取出し電極 2 2 , 2 3 は側面に形成した外部電極 3 5 , 3 6 と電氣的に接続されている。図 7 に示す圧電素子層 1 1 は共振周波数が 1 k Hz 程度と低い。それゆえ、10 k Hz 程度の共振周波数を有する図 3 に示した圧電素子層 1 1 と重ね合わせて圧電発電装置を構成すれば、比較的低い周波数でも電力を取り出すことができる。

40

【 0 0 3 2 】

このように、複数の共振周波数で動作させるためには、共振周波数が異なる振動部 2 1 を有する複数の圧電素子層 1 1 をそれぞれセパレータ層 1 2 , 1 3 を介して積層すればよい。例えば、図 3 に示した圧電素子層 1 1 と図 5 及び図 6 に示した圧電素子層 1 1 を任意に組み合わせて積層してもよい。複数の振動部 2 1 を組み合わせる場合、各振動部 2 1 は電氣的に並列に接続しても、あるいは、直列に接続してもよい。

50

【 0 0 3 3 】

(整流回路、図 8 参照)

圧電発電装置は図 8 に示す整流回路に接続されている。この整流回路は、周知のもので、4 個のダイオード D 1 ~ D 4 で単相電流を全波整流し、コンデンサ C と抵抗 R とで平坦化する。圧電素子 P Z T の電力取出し電極はブリッジ整流素子に接続されており、出力部には蓄電装置 5 0 が接続されている。

【 0 0 3 4 】

(コンデンサの付加、図 9 及び図 1 0 参照)

前記圧電素子 P Z T には、図 9 に示すように、コンデンサ C 1 を付加してもよい。これにて、発生信号の平滑化やインピーダンスを調整することができる。具体的には、図 1 0 に示すように、圧電素子層 1 1 と蓋層 1 5 に容量電極 4 1 , 4 2 を形成すれば、部品点数を増加させることなくコンデンサ C 1 を付加することができる。勿論、容量電極 4 1 , 4 2 は他の層に形成することも可能である。この場合、例えば、本発明に係る圧電発電装置が回路基板に実装されるとき、実装面積を低減すること又は部品点数を削減することができるため、さらに小型化又は製造の簡略化をすることができる。

【 0 0 3 5 】

なお、容量電極 4 1 , 4 2 と電力取出し電極 2 2 とは、外部電極 3 5 及び圧電発電装置が実装される回路基板に形成された電気配線 (図示しない) を介して電氣的に接続されていてもよく、圧電発電装置に配置される電気配線 (図示しない) を介して電氣的に接続されていてもよい。

【 0 0 3 6 】

(他の実施形態)

なお、本発明に係る圧電発電装置及びその製造方法は前記実施形態に限定するものではなく、その要旨の範囲内で種々に変更できることは勿論である。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 3 7 】

以上のように、本発明は、圧電発電装置及びその製造方法に有用であり、特に、発電効率を改善できる圧電発電装置の製造が容易である点で優れている。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 8 】

- 1 0 ... 本体部
- 1 1 ... 圧電素子層
- 1 1 a ... 固定部
- 1 2 , 1 3 ... セパレータ層
- 1 4 , 1 5 ... 蓋層
- 2 1 ... 振動部
- 2 2 , 2 3 ... 電力取出し電極
- 2 5 ... 貫通溝部
- 3 1 ... 空洞
- 3 5 , 3 6 ... 外部電極
- 4 1 , 4 2 ... 容量電極

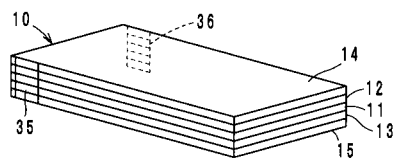
10

20

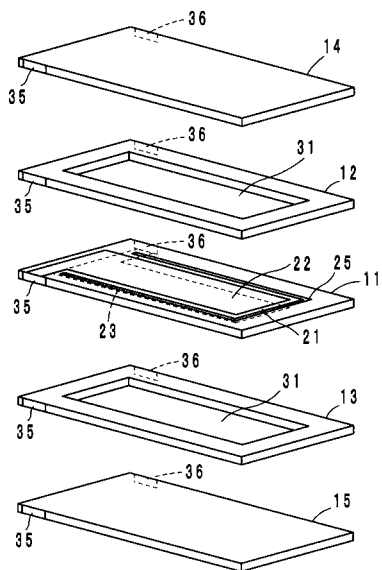
30

40

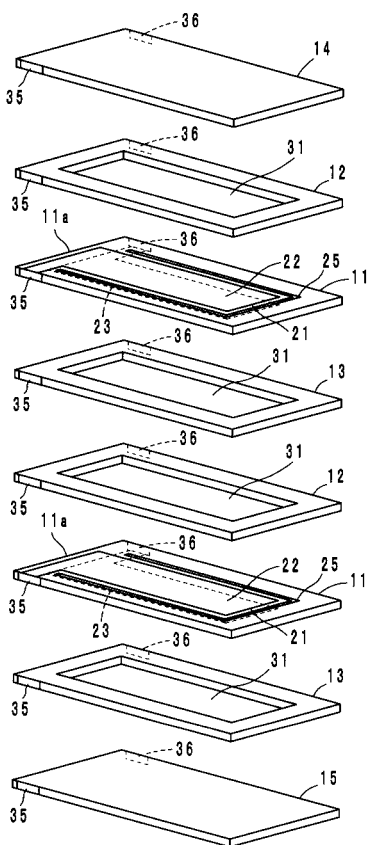
【図 1】



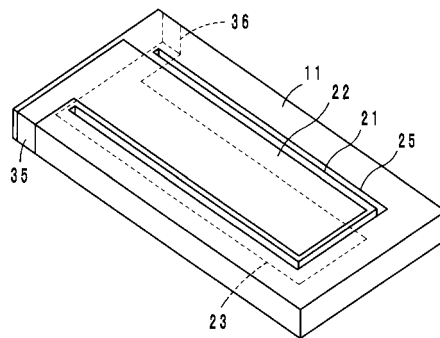
【図 2】



【図 4】

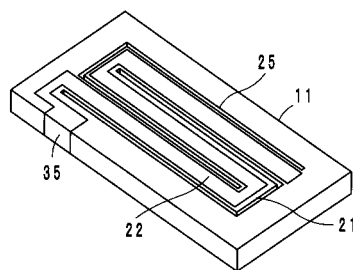


【図 3】

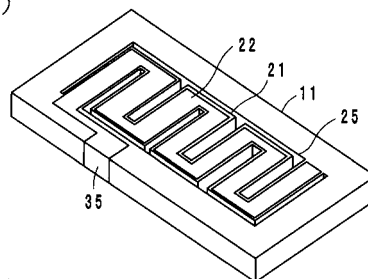


【図 5】

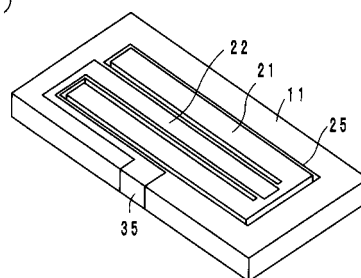
(A)



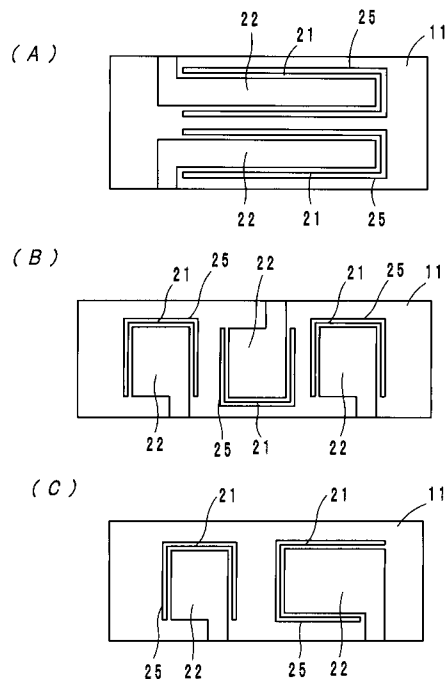
(B)



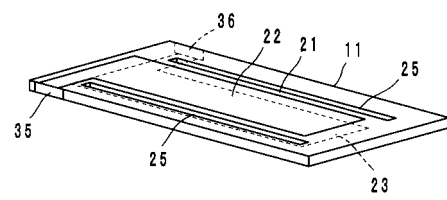
(C)



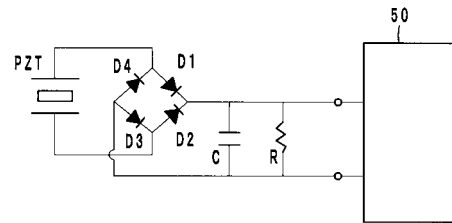
【図 6】



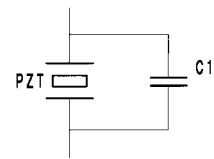
【図 7】



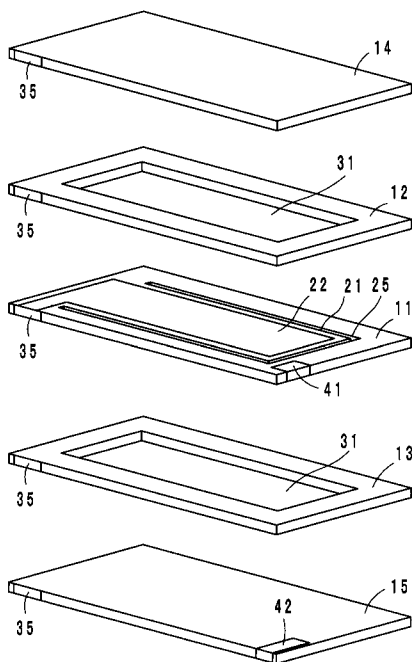
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 澤田 拓也

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

審査官 安食 泰秀

(56)参考文献 特開平07-066674(JP,A)

特開2001-179975(JP,A)

特許第3211623(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02N 2/18