

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-105695

(P2016-105695A)

(43) 公開日 平成28年6月9日(2016. 6. 9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02N 2/18 (2006.01)	H02N 2/00 A	5H681
H01L 41/113 (2006.01)	H01L 41/113	
H01L 41/053 (2006.01)	H01L 41/053	

審査請求 有 請求項の数 1 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2016-33375 (P2016-33375)	(71) 出願人	304027556
(22) 出願日	平成28年2月24日 (2016. 2. 24)		速水 浩平
(62) 分割の表示	特願2011-270022 (P2011-270022)		東京都三鷹市中原4丁目26-7
	の分割	(71) 出願人	507419172
原出願日	平成23年12月9日 (2011. 12. 9)		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 斉藤 達也
		(72) 発明者	速水 浩平
			東京都三鷹市中原4丁目26-7
		Fターム(参考)	5H681 AA06 BB08 DD15 DD23 DD24 DD34

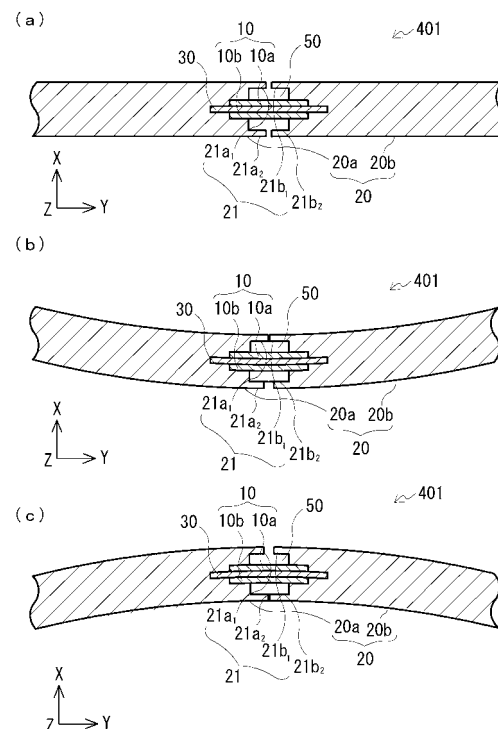
(54) 【発明の名称】 振動力発電装置

(57) 【要約】

【課題】振動板の材質が圧電素子の材質よりも硬質である場合であっても、圧電素子の発電効率を維持することができる、振動力発電装置を提供することを目的とする。

【解決手段】振動による圧力変動により発電する振動力発電装置401であって、相互に間隔を隔てて設けられた振動板20a、20bと、振動板20a、20b同士を接合する圧電素子10と、を備え、振動板20a、20bの一部を、圧電素子10の変形が所定量に達した場合に当該圧電素子10の変形を調整する変形調整手段にて形成し、変形調整手段は、圧電素子10の変形が所定量に達した場合に当該圧電素子10の変形を抑制する変形抑制部21である。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

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、
相互に間隔を隔てて設けられた一对の振動板と、
前記一对の振動板同士を接合する圧電素子と、を備え、
前記振動板の一部を、前記圧電素子の変形が所定量に達した場合に当該圧電素子の変形を調整する変形調整手段にて形成し、
前記変形調整手段は、前記圧電素子の変形が所定量に達した場合に当該圧電素子の変形を抑制する変形抑制手段である、
振動力発電装置。

10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、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装置が知られている。発電装置は、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、圧電素子に振動や風力等による圧力を加えて変形させること（例えば、特許文献 1、特許文献 2 参照）が考えられている。

20

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開平 7 - 4 9 3 8 8 号公報

【特許文献 1】特開平 1 1 - 3 0 3 7 2 6 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、上述した従来の発電装置においては、圧電素子の発電効率に関して改善の余地があった。例えば、圧電素子の少なくとも一方の側面をすべて覆うように振動板が接合されている場合であって、この振動板の材質が圧電素子の材質よりも硬質である場合には、振動板が圧電素子よりも変形しづらくなり、それに伴って圧電素子の変形量も小さくなることから、圧電素子の発電効率が低下するという問題があった。

30

【0005】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、振動板の材質が圧電素子の材質よりも硬質である場合であっても、圧電素子の発電効率を維持することができる、振動力発電装置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】**【0006】**

上述した課題を解決し、目的を達成するために、請求項 1 に記載の振動力発電装置は、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、相互に間隔を隔てて設けられた一对の振動板と、前記一对の振動板同士を接合する圧電素子と、を備え、前記振動板の一部を、前記圧電素子の変形が所定量に達した場合に当該圧電素子の変形を調整する変形調整手段にて形成し、前記変形調整手段は、前記圧電素子の変形が所定量に達した場合に当該圧電素子の変形を抑制する変形抑制手段である。

40

【発明の効果】**【0007】**

請求項 1 に記載の振動力発電装置によれば、一对の振動板同士を接合する圧電素子を備えたので、振動板の変形が大きくなるところで圧電素子を変形させることができ、圧電素

50

子の一方の側面をすべて覆うように振動板が接合された構造に比べて、圧電素子の変形を一層促進させることができる。これにより、振動板の材質が圧電素子の材質よりも硬質である場合でも、圧電素子の発電効率を維持することができる。

また、振動板の一部を変形調整手段にて形成したので、使用用途に合わせて圧電素子の変形を抑制又は増長させることができ、設計の自由度を格段に高めることができる。

また、変形調整手段は、圧電素子の変形が所定量に達した場合に当該圧電素子を押圧することにより当該圧電素子の変形を増長させる変形増長手段であることで、圧電素子を一層効果的に変形させることができ、振動板の疲労損傷等を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

10

【図1】吸音部に代えて実施の形態1に係る振動力発電装置が適用された道路用遮音壁の概略の全体斜視図である。

【図2】図1のA-A矢視断面図であり、(a)は振動力発電装置が外力を受ける前の状態、(b)は振動力発電装置が道路の内側から外側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態、(c)は振動力発電装置が道路の外側から内側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態を示す図である。

【図3】実施の形態2に係る振動力発電装置のA-A矢視断面図であり、(a)は振動力発電装置が外力を受ける前の状態、(b)は振動力発電装置が道路の内側から外側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態、(c)は振動力発電装置が道路の外側から内側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態を示す図である。

20

【図4】実施の形態3に係るバイモルフ型の振動力発電装置のA-A矢視断面図であり、(a)は振動力発電装置が外力を受ける前の状態、(b)は振動力発電装置が道路の内側から外側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態、(c)は振動力発電装置が道路の外側から内側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態を示す図である。

【図5】実施の形態3に係るユニモルフ型の振動力発電装置のA-A矢視断面図であり、(a)は振動力発電装置が外力を受ける前の状態、(b)は振動力発電装置が道路の内側から外側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態、(c)は振動力発電装置が道路の外側から内側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態を示す図である。

【図6】実施の形態4に係るバイモルフ型の振動力発電装置のA-A矢視断面図であり、(a)は振動力発電装置が外力を受ける前の状態、(b)は振動力発電装置が道路の内側から外側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態、(c)は振動力発電装置が道路の外側から内側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態を示す図である。

30

【図7】実施の形態4に係るユニモルフ型の振動力発電装置のA-A矢視断面図であり、(a)は振動力発電装置が外力を受ける前の状態、(b)は振動力発電装置が道路の内側から外側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態、(c)は振動力発電装置が道路の外側から内側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態を示す図である。

【図8】実施の形態4の変形例に係るバイモルフ型の振動力発電装置の一例を示す図であり、(a)は振動力発電装置が外力を受ける前の状態、(b)は振動力発電装置が道路の内側から外側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態、(c)は振動力発電装置が道路の外側から内側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態を示す図である。

40

【図9】実施の形態4の変形例に係るユニモルフ型の振動力発電装置の一例を示す図であり、(a)は振動力発電装置が外力を受ける前の状態、(b)は振動力発電装置が道路の内側から外側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態、(c)は振動力発電装置が道路の外側から内側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態を示す図である。

【図10】振動力発電装置の変形例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下に添付図面を参照して、この発明に係る振動力発電装置の実施の形態を詳細に説明する。ただし、これらの実施の形態によって本発明が限定されるものではない。

【0010】

50

〔実施の形態 1〕

最初に、実施の形態 1 について説明する。この形態は、間隔を隔てて対向する一対の振動板の端面を相互に接合する圧電素子を、当該一対の振動板の端面の相互間に配置した形態である。

【0011】

(構成)

実施の形態 1 に係る振動力発電装置の適用対象は、例えば遮音壁の吸音部、携帯電話機の集音部近傍等が挙げられるが、以下では、振動力発電装置を道路用遮音壁の吸音部に適用した場合を例として説明を行う。

【0012】

まず、実施の形態 1 に係る振動力発電装置の構成について説明する。図 1 は吸音部に代えて実施の形態 1 に係る振動力発電装置が適用された道路用遮音壁の概略の全体斜視図である。図 2 は図 1 の A - A 矢視断面図であり、(a) は振動力発電装置が外力を受ける前の状態、(b) は振動力発電装置が道路の内側から外側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態、(c) は振動力発電装置が道路の外側から内側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態を示す図である。なお、以下の説明では、図 1 の X 方向を振動力発電装置の縦方向、図 1 の Y 方向を振動力発電装置の横方向、図 1 の Z 方向を振動力発電装置の高さ方向とする。また、図 1 に示すように、道路用遮音壁には圧電素子 10 と、一対の振動板 20 とによって構成された振動力発電装置 1 が複数設けられており、これら振動力発電装置 1 は相互に同一のものとする。このことから、以下では、図 2 に示す振動力発電装置 1 の要部(以下、「振動力発電装置 1」と称する)について説明を行うものとする。振動力発電装置 1 は、圧電素子 10 と、振動板 20a、20b(振動板 20a、20b は、相互に区別する必要がない場合には「振動板 20」と総称する。後述する実施の形態 2 ~ 4 の振動板 20a、20b も同様とする)とを備えている。

【0013】

(構成 - 圧電素子)

図 2 に示すように、圧電素子 10 は、圧力により変形することで電気を生じる素子であり、例えば、チタン酸バリウム、ジルコニア等の圧電セラミックス、リチウムタンタレート(LiTaO₃)等の圧電単結晶からなる。また、振動力発電装置 1 に設けられているすべての圧電素子 10 は、同一の薄角板状及び厚さにて形成されている。

なお、図示は省略するが、圧電素子 10 は、当該圧電素子 10 の一方の面にプラス端子、当該圧電素子 10 の他方の面にマイナス端子を有し、プラス端子と結線されたプラスリード線と、マイナス端子と結線されたマイナスリード線が引き出され、これらが図示しない制御回路を介して外部機器と接続されることで、当該外部機器に対して電力が供給される。ただし、圧電素子 10 と負荷との相互間に公知のブリッジ回路等の各種電気素子を配置してもよい。あるいは、圧電素子 10 として、若しくは圧電素子 10 に代えて、外力(歪み、屈曲、若しくは圧縮を生じさせる力を含む)により発電が可能な任意の素材を用いることができ、例えば、イオン導電性高分子の膜(ゲル)の両面に金属(金等)をメッキしたイオン高分子金属複合材料(IPMC: Ionic Polymer - Metal Composite)や、イオン導電性高分子ゲル膜(ICPF: Ionic Conducting Polymer gel Film)、あるいは、これら IPMC や ICPF を用いた人工筋肉を使用することができる。この点は、後述する他の実施の形態でも同じである。なお、圧電素子 10 の設置の詳細については、後述する。

【0014】

(構成 - 振動板)

振動板 20a、20b は、圧電素子 10 に応力を加える支持体である。振動板 20a、20b は、ステンレス薄板等の可撓性と耐久性を有する鋼材等からなる。これら振動板 20a、20b は、同一の角板状、かつ同一の板面積及び厚さにて形成されている。

ここで、振動板 20a、20b の板面積については、具体的には、実施の形態 1 では、図 2(a) に示すように、振動板 20a、20b が繰り返し大きな振幅で振動できるよう

10

20

30

40

50

に、振動板 20 a、20 b の板面積を圧電素子 10 の板面積よりも大きくしている（より具体的には、振動板 20 a、20 b の長手方向の長さを圧電素子 10 の長手方向の長さよりも長くしている）。また、振動板 20 a、20 b の厚さについては、具体的には、実施の形態 1 では、図 2 (a) に示すように、振動板 20 a、20 b の厚さを圧電素子 10 の厚さよりも厚くしている。

【0015】

また、図 2 (a) に示すように、間隔 50 を隔て振動板 20 a、20 b が設けられている。この場合において、この間隔 50 の長さについては、例えば設計発電量から計算される圧電素子 10 の長さ程度であることが好ましく、実施の形態 1 では、後述するように振動板 20 a、20 b の端部と圧電素子 10 とが嵌合構造により接合されるので、間隔 50 の長さを設計発電量から計算される長さとし、圧電素子 10 の長手方向の長さを間隔 50 の長さよりも長くしている。

10

また、振動板 20 a、20 b の配置については、具体的には、図 2 (a) に示すように、振動板 20 a、20 b の長手方向が同じ方向となるように、振動板 20 a、20 b が同一直線上に沿って並設されている。あるいは、これに限られず、例えば振動板 20 a、20 b が積層状に重合され、当該振動板 20 a、20 b の相互の重心が並設方向に沿って同一直線上に位置するように、当該振動板 20 a、20 b が並設されてもよい。

また、図 2 (a) に示すように、圧電素子 10 が振動板 20 a、20 b の端部との相互間に設けられており、振動板 20 a の端部と圧電素子 10、振動板 20 b の端部と圧電素子 10 がそれぞれ嵌合構造や接着剤等により接合されている。

20

【0016】

（圧電素子の設置の詳細）

次に、実施の形態 1 に係る圧電素子 10 の設置の詳細について説明する。図 2 (a) に示すように、実施の形態 1 では、間隔 50 を隔てて対向する振動板 20 a、20 b の端面を相互に接合する圧電素子 10 は、当該振動板 20 a、20 b の端面の相互間に配置されている。

この場合において、圧電素子 10 の配置については、具体的には、図 2 (a) に示すように、圧電素子 10 は振動板 20 a、20 b の端面の相互間における X 方向の中央位置に配置されている。あるいは、これに限られず、圧電素子 10 は振動板 20 a、20 b の端面の相互間における X 方向の端位置に配置されてもよい。

30

【0017】

（振動力発電装置の機能）

このように構成された振動力発電装置 1 の機能は以下の通りである。まず、振動力発電装置 1 を吸音壁に適用した場合には、道路を車両が走行すること等によって生じる騒音の音エネルギーによって振動板 20 a、20 b を振動変形させ、この振動板 20 a、20 b の変形により圧電素子 10 を変形させて、発電を行うことが可能になる。このように、騒音を吸収することに加えて、発電を行うことができるので、この発電を任意の目的で利用（例えば、道路照明や道路標識の電源として利用）することが可能になる。

【0018】

特に、図 2 (b)、(c) に示すように、圧電素子 10 と振動板 20 a、20 b とが直列的に接続された構造にて形成されているので、振動板 20 a、20 b の変形が大きくなるとところで圧電素子 10 を変形させることができ、圧電素子 10 の一方の側面をすべて覆うように振動板 20 a、20 b が接合された構造に比べて、圧電素子 10 の変形を促進させることができる。

40

【0019】

（効果）

このように実施の形態 1 によれば、振動板 20 a、20 b を接合する圧電素子 10 を備えたので、振動板 20 a、20 b の材質が圧電素子 10 の材質よりも硬質である場合でも、振動板 20 a、20 b の変形が大きくなるとところで圧電素子 10 を変形させることができ、圧電素子 10 の一方の側面をすべて覆うように振動板 20 が接合された構造に比べて

50

、圧電素子 10 の変形を促進させることができる。これにより、圧電素子 10 の発電効率を維持することができる。

【0020】

また、間隔 50 を隔てて対向する振動板 20 a、20 b の端面を相互に接合する圧電素子 10 を、当該振動板 20 a、20 b の端面の相互間に配置しているので、通常時において圧電素子 10 が振動板 20 a、20 b の外側面よりも外側に突出しないことから、振動力発電装置 1 の外観を維持することができる。また、振動力発電装置 1 の X 方向の長さをコンパクトにすることができ、振動力発電装置 1 の小型化を図ることができる。

【0021】

〔実施の形態 2〕

次に、実施の形態 2 について説明する。この形態は、一对の振動板の側面を相互に接合する圧電素子を、間隔をまたぐように配置した形態である。なお、実施の形態 1 と略同様の構成要素については、必要に応じて、実施の形態 1 で用いたのと同じ符号又は名称を付してその説明を省略する。

【0022】

（構成）

まず、実施の形態 2 に係る振動力発電装置 101 の構成について説明する。図 3 は実施の形態 2 に係る振動力発電装置 101 の A - A 矢視断面図であり、(a) は振動力発電装置 101 が外力を受ける前の状態、(b) は振動力発電装置 101 が道路の内側から外側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態、(c) は振動力発電装置 101 が道路の外側から内側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態を示す図である。

図 3 に示すように、振動力発電装置 101 は、圧電素子 10 と、振動板 20 a、20 b とを備えている。また、図 3 (a) に示すように、間隔 50 を隔て振動板 20 a、20 b が設けられている。そして、振動板 20 a、20 b の長手方向が同じ方向となるように、振動板 20 a、20 b が同一直線上に沿って並設されている。さらに、圧電素子 10 が振動板 20 a における道路側の側面と、振動板 20 b における道路側の側面とにそれぞれ対向するように設けられており、この振動板 20 a の側面と圧電素子 10、この振動板 20 b の側面と圧電素子 10 はそれぞれ接着剤やネジ等の固定具等により接合されている。

【0023】

（圧電素子の設置の詳細）

次に、実施の形態 2 に係る圧電素子 10 の設置の詳細について説明する。図 3 (a) に示すように、実施の形態 2 では、振動板 20 a における道路側の側面と、振動板 20 b における道路側の側面とを相互に接合する圧電素子 10 は、間隔 50 をまたぐように配置されている。具体的には、振動板 20 a における道路側の側面と圧電素子 10 における道路側の側面のうち振動板 20 a と対向する部分とが接合され、振動板 20 b における道路側の側面と圧電素子 10 における道路側の側面のうち振動板 20 b と対向する部分とが接合されており、圧電素子 10 が振動板 20 a から振動板 20 b にわたって配置されている。

【0024】

（振動力発電装置の機能）

このように構成された振動力発電装置 101 の機能は以下の通りである。図 3 (b)、(c) に示すように、圧電素子 10 と振動板 20 a、20 b とが直列的に接続された構造にて形成されているので、振動板 20 a、20 b の変形が大きくなると圧電素子 10 (具体的には、圧電素子 10 における間隔 50 をまたぐ部分) を変形させることができ、圧電素子 10 の一方の側面をすべて覆うように振動板 20 が接合された構造に比べて、圧電素子 10 の変形を促進させることができる。

【0025】

（効果）

このように実施の形態 2 によれば、振動板 20 a、20 b の側面を相互に接合する圧電素子 10 を、間隔 50 をまたぐように配置したので、製造時において圧電素子 10 を容易に取り付けることができると共に、設置後においても圧電素子 10 を容易に取り付けたり

10

20

30

40

50

、又は取り外すことができ、振動力発電装置 101 の製造性やメンテナンス性を向上させることができる。

【0026】

〔実施の形態 3〕

次に、実施の形態 3 について説明する。この形態は、圧電素子を、保護板を介して一対の振動板と接合した形態である。なお、実施の形態 1 と略同様の構成要素については、必要に応じて、実施の形態 1 で用いたのと同じの符号又は名称を付してその説明を省略する。

【0027】

（構成）

まず、実施の形態 3 に係る振動力発電装置 201、301 の構成について説明する。図 4 は実施の形態 3 に係るバイモルフ型の振動力発電装置 201 の A - A 矢視断面図であり、(a) は振動力発電装置 201 が外力を受ける前の状態、(b) は振動力発電装置 201 が道路の内側から外側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態、(c) は振動力発電装置 201 が道路の外側から内側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態を示す図である。図 5 は実施の形態 3 に係るユニモルフ型の振動力発電装置 301 の A - A 矢視断面図であり、(a) は振動力発電装置 301 が外力を受ける前の状態、(b) は振動力発電装置 301 が道路の内側から外側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態、(c) は振動力発電装置 301 が道路の外側から内側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態を示す図である。ここで、「バイモルフ型」とは、圧電素子 10 を後述する保護板 30 の両面に貼り付けたものである。また、「ユニモルフ型」とは、圧電素子 10 を後述する保護板 30 の片面に貼り付けたものである。

図 4 及び図 5 に示すように、振動力発電装置 201、301 は、圧電素子 10 と、振動板 20a、20b と、保護板 30 とを備えている。また、図 4 (a) 及び図 5 (a) に示すように、間隔 50 を隔て振動板 20a、20b とが設けられている。そして、振動板 20a、20b の長手方向が同じ方向となるように、振動板 20a、20b が同一直線上に沿って並設されている。

【0028】

（構成 - 保護板）

保護板 30 は、圧電素子 10 の割れ強度を補強するものであり、例えば圧電素子 10 は引張応力に対しては非常に弱い構造であるため、その引張応力に対する補強を行うものである。この保護板 30 は、圧電素子 10 の全体又は一部を覆うように樹脂（ピエソフィルム等）にて形成された板状体である。この保護板 30 は、同一の角板状及び厚さにて形成されている。

ここで、保護板 30 の板面積については、具体的には、実施の形態 3 では、図 4 (a)、図 5 (a) に示すように、圧電素子 10 全体を覆うように、保護板 30 の板面積を圧電素子 10 の板面積よりも大きくしている。また、保護板 30 の厚さについては、具体的には、実施の形態 3 では、図 4 (a)、図 5 (a) に示すように、保護板 30 の厚さを圧電素子 10 が破断等に至る終局引張ひずみ量に安全率を乗じて得た引張ひずみ量から計算される厚さ程度としている。

【0029】

また、図 4 (a) に示すように、バイモルフ型の振動力発電装置 201 においては、保護板 30 における道路側の側面と圧電素子 10a とが接着剤等により接合されており、保護板 30 における道路側とは反対側の側面と圧電素子 10b とが接着剤等により接合されている（圧電素子 10a、10b は、相互に区別する必要がある場合には「圧電素子 10」と総称する。後述する実施の形態 4 の圧電素子 10a、10b も同様とする）。

また、図 5 (a) に示すように、ユニモルフ型の振動力発電装置 301 においては、保護板 30 の道路側の側面と圧電素子 10 とが接着剤等により接合されている。

【0030】

（圧電素子及び保護板の設置の詳細）

次に、実施の形態 3 に係る圧電素子 10 及び保護板 30 の設置の詳細について説明する。図 4 (a) に示すように、実施の形態 3 では、バイモルフ型の振動力発電装置 201 においては、圧電素子 10a、10b 及び保護板 30 は、振動板 20a、20b の端面の相互間に配置されている。そして、これら圧電素子 10a、10b は、保護板 30 を介して振動板 20a、20b と嵌合構造や接着剤等により接合されている。

また、図 5 (a) に示すように、実施の形態 3 では、ユニモルフ型の振動力発電装置 301 においては、圧電素子 10 及び保護板 30 は振動板 20a、20b における道路側の側面に配置されている。そして、この圧電素子 10 は、保護板 30 を介して振動板 20a、20b と接着剤や取付器具等により接合されている。

【0031】

10

(振動力発電装置の機能)

このように構成された振動力発電装置 201、301 の機能は以下の通りである。図 4 (b)、(c) 及び図 5 (b)、(c) に示すように、圧電素子 10 を、保護板 30 を介して振動板 20a、20b と接合しているので、圧電素子 10 の引張応力に対する強度を向上させることができ、保護板 30 がないものと比べて圧電素子 10 を大きく引張変形させることができる。

【0032】

(効果)

このように実施の形態 3 によれば、圧電素子 10 を、保護板 30 を介して振動板 20a、20b と接合しているので、保護板 30 がないものと比べて圧電素子 10 を大きく引張変形させることができ、圧電素子 10 の発電効率を向上させることができる。また、振動板 20a、20b に作用した外力を圧電素子 10 全体に均等に伝えることができるので、振動板 20a、20b が受けた外力を直接圧電素子 10 に伝達する場合に比べて、圧電素子 10 に局部的な応力集中 (例えば圧電素子 10 における振動板 20a、20b の角部と当接する部分) による割れ等が生じることを防止できる。

20

【0033】

(実施の形態 4)

次に、実施の形態 4 について説明する。この形態は、振動板の一部を、変形調整手段にて形成した形態である。なお、実施の形態 3 と略同様の構成要素については、必要に応じて、実施の形態 3 で用いたのと同じ符号又は名称を付してその説明を省略する。

30

【0034】

(構成)

まず、実施の形態 4 に係る振動力発電装置 401、501 の構成について説明する。図 6 は実施の形態 4 に係るバイモルフ型の振動力発電装置 401 の A-A 矢視断面図であり、(a) は振動力発電装置 401 が外力を受ける前の状態、(b) は振動力発電装置 401 が道路の内側から外側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態、(c) は振動力発電装置 401 が道路の外側から内側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態を示す図である。図 7 は実施の形態 4 に係るユニモルフ型の振動力発電装置 501 の A-A 矢視断面図であり、(a) は振動力発電装置 501 が外力を受ける前の状態、(b) は振動力発電装置 501 が道路の内側から外側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態、(c) は振動力発電装置 501 が道路の外側から内側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態を示す図である。

40

図 6 及び図 7 に示すように、振動力発電装置 401、501 は、圧電素子 10 と、振動板 20a、20b と、保護板 30 とを備えている。また、図 6 (a) 及び図 7 (a) に示すように、間隔 50 を隔て振動板 20a、20b が設けられている。そして、振動板 20a、20b の長手方向が同じ方向となるように、振動板 20a、20b が同一直線上に沿って並設されている。

【0035】

ここで、図 6 (a) に示すように、バイモルフ型の振動力発電装置 401 においては、保護板 30 の道路側の側面と圧電素子 10a とが接着剤等により接合されており、保護板

50

30の道路側とは反対側の側面と圧電素子10bとが接着剤等により接合されている。また、図7(a)に示すように、ユニモルフ型の振動力発電装置501においては、保護板30の道路側の側面と圧電素子10とが接着剤等により接合されている。

また、図6(a)に示すように、バイモルフ型の振動力発電装置401においては、圧電素子10a、10b及び保護板30は、振動板20a、20bの端面の相互間に配置されている。そして、これら圧電素子10a、10bは、保護板30を介して振動板20a、20bと嵌合構造や接着剤等により接合されている。また、図7(a)に示すように、ユニモルフ型の振動力発電装置501においては、圧電素子10及び保護板30は振動板20a、20bにおける道路側の側面に配置されている。そして、この圧電素子10は、保護板30を介して振動板20a、20bと接着剤や取付器具等により接合されている。

10

【0036】

(構成 - 振動板)

振動板20a、20bは、変形抑制部21を備えている。変形抑制部21は、圧電素子10の変形が所定量に達した場合に当該圧電素子10の変形を抑制する変形抑制手段である。

この変形抑制部21の構成については、例えば、振動力発電装置401、501の部品の一部にて形成されてもよい。具体的には、実施の形態4では、図6(a)に示すように、振動板20aの端部にて変形抑制部21a₁、21a₂が形成され、振動板20bの端部にて変形抑制部21b₁、21b₂が形成されている。また、図7(a)に示すように、振動板20aの端部にて変形抑制部21aが形成され、振動板20bの端部にて変形抑制部21bが形成されている(変形抑制部21a、21a₁、21a₂、21b、21b₁、21b₂は、相互に区別する必要がない場合には「変形抑制部21」と総称する)。あるいは、これに限られず、変形抑制部21は、振動力発電装置401、501の部品以外の部品にて形成されてもよい。具体的には、バイモルフ型の振動力発電装置401の場合に、振動板20aの端部に変形抑制部21a₁、21a₂が別体に形成され、振動板20bの端部にて変形抑制部21b₁、21b₂が別体に形成されてもよい。

20

【0037】

(圧電素子及び変形抑制部の設置の詳細)

次に、実施の形態4に係る圧電素子10及び変形抑制部21の設置の詳細について説明する。図6(a)に示すように、実施の形態4では、バイモルフ型の振動力発電装置401においては、変形抑制部21a₁、21a₂、21b₁、21b₂が圧電素子10a、10b及び保護板30を囲むように、保護板30と接合された圧電素子10a、10bと変形抑制部21a₁、21a₂、21b₁、21b₂とは振動板20a、20bの端面との相互間に配置されている。

30

この場合において、変形抑制部21の配置については、具体的には、図6(a)に示すように、変形抑制部21a₁、21b₁は振動板20a、20bの端面の相互間における道路側の端位置に配置されている。そして、図6(b)に示すように、圧電素子10bの引張変形が所定量に達した場合に変形抑制部21a₁、21b₁が相互に当接するように、変形抑制部21a₁、21b₁は対向する位置に配置されている。

また、図6(a)に示すように、変形抑制部21a₂、21b₂は振動板20a、20bの端面の相互間における道路側とは反対側の端位置に配置されている。そして、図6(c)に示すように、圧電素子10aの引張変形が所定量に達した場合に変形抑制部21a₂、21b₂が相互に当接するように、変形抑制部21a₂、21b₂は対向する位置に配置されている。

40

【0038】

また、図7(a)に示すように、実施の形態4では、ユニモルフ型の振動力発電装置501においては、圧電素子10及び変形抑制部21a、21bが間隔50を囲むように、圧電素子10は保護板30を介して振動板20a、20bにおける道路側の側面と接合するように配置され、変形抑制部21a、21bは振動板20a、20bの端面との相互間に配置されている。

50

この場合において、変形抑制部 2 1 a、2 1 b の配置については、具体的には、図 7 (a) に示すように、変形抑制部 2 1 a 及び変形抑制部 2 1 b は振動板 2 0 a、2 0 b の端面の相互間における道路側とは反対側の端位置に配置されている。そして、図 7 (c) に示すように、圧電素子 1 0 の引張変形が所定量に達した場合に変形抑制部 2 1 a、2 1 b が相互に当接するように、変形抑制部 2 1 a、2 1 b が対向する位置に配置されている。

【 0 0 3 9 】

このように、振動力発電装置 4 0 1、5 0 1 においては、変形抑制部 2 1 を振動板 2 0 a、2 0 b の端面との相互間に配置しているので、通常時において変形抑制部 2 1 が振動板 2 0 a、2 0 b の外側面よりも外側に突出しないことから、振動力発電装置 4 0 1、5 0 1 の外観を維持することができると共に、振動力発電装置 4 0 1、5 0 1 の X 方向の長さをコンパクトにすることができる。

【 0 0 4 0 】

(振動力発電装置の機能)

このように構成された振動力発電装置 4 0 1、5 0 1 の機能は以下の通りである。図 6 (b)、(c) 及び図 7 (b)、(c) に示すように、振動力発電装置 4 0 1、5 0 1 においては、振動板 2 0 a、2 0 b の端部を変形抑制部 2 1 にて形成したので、圧電素子 1 0 の引張変形が所定量に達した場合に対向する変形抑制部 2 1 が当接することにより圧電素子 1 0 の過度な引張変形を抑制することができる。特に、バイモルフ型の振動力発電装置 4 0 1 においては、圧電素子 1 0 b の引張変形が所定量に達した場合に変形抑制部 2 1 a₁、2 1 b₁ が相互に当接し (変形抑制部 2 1 a₂、2 1 b₂ は相互に当接しない)、圧電素子 1 0 a の引張変形が所定量に達した場合に変形抑制部 2 1 a₂、2 1 b₂ が相互に当接するので (変形抑制部 2 1 a₁、2 1 b₁ は相互に当接しない)、圧電素子 1 0 a、1 0 b の過度な引張変形を抑制することができる。また、ユニモルフ型の振動力発電装置 5 0 1 においては、圧電素子 1 0 の引張変形が所定量に達した場合にのみ変形抑制部 2 1 a、2 1 b が相互に当接するので、圧電素子 1 0 の圧縮変形を自由に許しながら、圧電素子 1 0 の過度な引張変形を抑制することができる。

【 0 0 4 1 】

この他にも、振動力発電装置は、任意の構造にて構成可能である。図 8 は実施の形態 4 の変形例に係るバイモルフ型の振動力発電装置 6 0 1 の一例を示す図であり、(a) は振動力発電装置 6 0 1 が外力を受ける前の状態、(b) は振動力発電装置 6 0 1 が道路の内側から外側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態、(c) は振動力発電装置 6 0 1 が道路の外側から内側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態を示す図である。

図 8 (a) に示すように、この変形例では、バイモルフ型の振動力発電装置 6 0 1 においては、保護板 3 0 と接合した圧電素子 1 0 a、1 0 b は振動板 2 0 a、2 0 b の端面との相互間に配置されており、変形抑制部 2 1 a、2 1 b は振動板 2 0 a、2 0 b における道路側の側面と接合するように配置されている。

この場合において、変形抑制部 2 1 の形状については、具体的には、図 8 (a) に示すように、変形抑制部 2 1 a は凸状にて形成され、変形抑制部 2 1 b は凹状にて形成されている。

また、変形抑制部 2 1 a、2 1 b の配置については、具体的には、図 8 (b)、(c) に示すように、圧電素子 1 0 b の引張変形が所定量に達した場合に変形抑制部 2 1 a と変形抑制部 2 1 b の凹状面からなる内側面のうち道路側の側面とが当接し、かつ圧電素子 1 0 a の引張変形が所定量に達した場合に変形抑制部 2 1 a と変形抑制部 2 1 b における凹状面からなる内側面のうち道路側とは反対側の側面とが当接するように、変形抑制部 2 1 a、2 1 b は対向する位置に配置されている。

【 0 0 4 2 】

このように、バイモルフ型の振動力発電装置 6 0 1 においては、変形抑制部 2 1 a、2 1 b を嵌合構造とすることにより、圧電素子 1 0 a、1 0 b の圧縮変形を抑制する機能を一つに集約することができ、変形抑制部 2 1 の取り付けの手間を省くことができる。

【 0 0 4 3 】

10

20

30

40

50

このように構成されたバイモルフ型の振動力発電装置 6 0 1 の機能は以下の通りである。図 8 (b)、(c) に示すように、バイモルフ型の振動力発電装置 6 0 1 においては、圧電素子 1 0 b の引張変形が所定量に達した場合に変形抑制部 2 1 a と変形抑制部 2 1 b の凹状面からなる内側面のうち道路側の側面とが当接し、圧電素子 1 0 a の引張変形が所定量に達した場合に変形抑制部 2 1 a と変形抑制部 2 1 b における凹状面からなる内側面のうち道路側とは反対側の側面とが当接するので、圧電素子 1 0 a、1 0 b の過度な引張変形を抑制することができる。

【 0 0 4 4 】

また、図 9 は実施の形態 4 の変形例に係るユニモルフ型の振動力発電装置 7 0 1 の一例を示す図であり、(a) は振動力発電装置 7 0 1 が外力を受ける前の状態、(b) は振動力発電装置 7 0 1 が道路の内側から外側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態、(c) は振動力発電装置 7 0 1 が道路の外側から内側へ向かう方向に沿って外力を受けた状態を示す図である。

図 9 (a) に示すように、この変形例では、ユニモルフ型の振動力発電装置 7 0 1 においては、保護板 3 0 と接合した圧電素子 1 0 と、変形増長部 2 3 a、2 3 b とは、振動板 2 0 a、2 0 b の端面との相互間に配置されている(変形増長部 2 3 a、2 3 b は、相互に区別する必要がない場合には「変形増長部 2 3」と総称する)。

この場合において、変形増長部 2 3 の配置については、具体的には、図 9 (a) に示すように、変形増長部 2 3 a、2 3 b は、振動板 2 0 a、2 0 b の端面の相互間における道路側の端位置に配置されている。このとき、図 9 (a) に示すように、振動板 2 0 a、2 0 b は圧電素子 1 0 と離れて配置してもよく、あるいは振動板 2 0 a、2 0 b は圧電素子 1 0 と接触していてもよい。そして、図 9 (b) に示すように、圧電素子 1 0 の圧縮変形が所定量に達した場合に変形増長部 2 3 a、2 3 b が圧電素子 1 0 の圧縮変形する方向に沿って圧電素子 1 0 を押圧可能なように、変形増長部 2 3 a、2 3 b の各々は圧電素子 1 0 と対向する位置に配置されている。より具体的には、振動板 2 0 a、2 0 b の曲がりが大きくなるにつれて、変形増長部 2 3 a、2 3 b の各々と圧電素子 1 0 との離間距離が縮まっていき、圧電素子 1 0 の圧縮変形が所定量に達すると、変形増長部 2 3 a、2 3 b の各々と圧電素子 1 0 とが接触し、変形増長部 2 3 a、2 3 b の各々が圧電素子 1 0 の Y 方向の中央部付近を押圧可能なように、変形増長部 2 3 a、2 3 b の各々は圧電素子 1 0 と対向する位置に配置されている。この場合において、圧電素子 1 0 の圧縮変形が所定量に達する前に、変形増長部 2 3 a、2 3 b の各々が当接しないように、変形増長部 2 3 a、2 3 b との相互間に所定の間隔を設けることが好ましい。

【 0 0 4 5 】

このように、ユニモルフ型の振動力発電装置 7 0 1 においては、変形増長部 2 3 を振動板 2 0 a、2 0 b の端面との相互間に配置しているので、通常時において変形増長部 2 3 が振動板 2 0 a、2 0 b の外側面よりも外側に突出しないことから、振動力発電装置 7 0 1 の外観を維持できると共に、振動力発電装置 7 0 1 の X 方向の長さをコンパクトにすることができる。

【 0 0 4 6 】

このように構成された振動力発電装置 7 0 1 の機能は以下の通りである。図 9 (b)、(c) に示すように、ユニモルフ型の振動力発電装置 7 0 1 においては、振動板 2 0 a、2 0 b の圧縮変形を大きく変形させなくても、変形増長部 2 3 a、2 3 b により圧電素子 1 0 の圧縮変形を増長させることができ、圧電素子 1 0 を一層効果的に圧縮変形させることができる。

【 0 0 4 7 】

(効果)

このように実施の形態 4 によれば、振動板 2 0 a、2 0 b の端部を変形調整手段にて形成したので、使用用途に合わせて圧電素子 1 0 の変形を抑制又は増長させることができ、設計の自由度を格段に高めることができる。

【 0 0 4 8 】

また、変形調整手段は、圧電素子 10 の変形が所定量に達した場合に当該圧電素子 10 の変形を抑制する変形抑制部 21 であることで、圧電素子 10 の過度な変形を抑制することができ、そのような変形による圧電素子 10 の割れ等を防止することができる。

【0049】

また、変形調整手段は、圧電素子 10 の変形が所定量に達した場合に当該圧電素子 10 を押圧することにより当該圧電素子 10 の変形を増長させる変形増長部 23 であることで、圧電素子 10 を一層効果的に変形させることができ、振動板 20a、20b の疲労損傷等を防止することができる。

【0050】

〔実施の形態に対する変形例〕

以上、本発明に係る実施の形態について説明したが、本発明の具体的な構成及び手段は、特許請求の範囲に記載した各発明の技術的思想の範囲内において、任意に改変及び改良することができる。以下、このような変形例について説明する。

【0051】

（解決しようとする課題や発明の効果について）

まず、発明が解決しようとする課題や発明の効果は、前記した内容に限定されるものではなく、本発明によって、前記に記載されていない課題を解決したり、前記に記載されていない効果を奏することもでき、また、記載されている課題の一部のみを解決したり、記載されている効果の一部のみを奏することがある。

【0052】

（各実施の形態の組み合わせ）

各実施の形態に示した構成及び制御は、相互に組み合わせることができる。例えば、実施の形態 1 における振動力発電装置 1 と実施の形態 2 における振動力発電装置 101 とを組み合わせてもよい。あるいは、道路用遮音壁に設けられた複数の圧電素子 10 の一部の引張変形を抑制したい場合には、実施の形態 1 における振動力発電装置 1 又は実施の形態 2 における振動力発電装置 101 と、実施の形態 3 における振動力発電装置 201、301 又は実施の形態 4 における振動力発電装置 401、501、601、701 とを組み合わせてもよい。

【0053】

（圧電素子について）

各実施の形態では、振動力発電装置 1 に設けられているすべての圧電素子 10 は、同一の薄角板状及び厚さにて形成されていると説明したが、これに限られず、例えば同一形状及び厚さを有する方形状（例えば三角形、五角形等）、扇状、円形状等にて形成されてもよい。あるいは、異なる形状及び厚さを有する方形状等にて形成されてもよい。

【0054】

また、各実施の形態における振動力発電装置においては、圧電素子 10 の枚数は任意に定めてもよい。図 10 は、振動力発電装置の変形例を示す図である。例えば、実施の形態 1 では、圧電素子 10 を一枚として説明したが、図 10 に示すように、複数の圧電素子 10 が、間隔を隔てて振動板 20a、20b の端面の相互間に配置されてもよい。

【0055】

（振動板について）

各実施の形態では、振動板 20a、20b は、同一の角板状、かつ同一の板面積及び厚さにて形成されていると説明したが、これに限られず、例えば同一形状及び厚さを有する方形状（例えば三角形、五角形等）、扇状、円形状等にて形成されてもよい。あるいは、異なる形状及び厚さを有する方形状等にて形成されてもよい。

【0056】

また、各実施の形態では、振動板 20a、20b の板面積を、圧電素子 10 の板面積よりも大きくしていると説明したが、例えば、振動板 20a、20b の板面積を、圧電素子 10 の板面積と同一又はそれよりも小さくてもよい（より具体的には、振動板 20a、20b の長手方向の長さが圧電素子 10 の長手方向の長さと同じ又はそれよりも小さくても

10

20

30

40

50

よい)。また、振動板 20 a、20 b の厚さを、圧電素子 10 の厚さよりも厚くしていると説明したが、例えば、振動板 20 a、20 b の厚さを、圧電素子 10 の厚さと同一又はそれより薄くてもよい。

【0057】

各実施の形態では、振動板 20 a、20 b の長手方向が同じ方向となるように、振動板 20 a、20 b が同一直線上に沿って並設されていると説明したが、これに限られず、例えば、振動板 20 a、20 b が波形状に沿って並設されてもよい。

【0058】

(保護板について)

実施の形態 4 では、バイモルフ型の振動力発電装置 401 においては、保護板 30 の両側面と圧電素子 10 とが接合されており、ユニモルフ型の振動力発電装置 501 においては、保護板 30 の一方の側面と圧電素子 10 とが接合されていると説明したが、例えば、これら振動力発電装置 401、501 の保護板 30 を省略してもよい。

【0059】

(変形調整手段について)

実施の形態 4 では、振動力発電装置 401、501 の変形抑制部 21 の配置については、圧電素子 10 の引張変形が所定量に達した場合に対向する変形抑制部 21 が当接するように、これら変形抑制部 21 が対向する位置に配置されていると説明したが、これに限られない。例えば、圧電素子 10 の引張変形が所定量に達した場合に変形抑制部 21 と圧電素子 10 とが当接するように、変形抑制部 21 が圧電素子 10 と対向する位置に配置されてもよい。

具体的には、バイモルフ型の振動力発電装置 401 においては、圧電素子 10 a の引張変形が所定量に達した場合に、変形抑制部 21 a₁、21 b₁ が圧電素子 10 a の変形方向とは逆方向に沿って圧電素子 10 a を押圧可能なように、変形抑制部 21 a₁、21 b₁ が圧電素子 10 a と対向する位置に配置されてもよい。同様に、圧電素子 10 b の引張変形が所定量に達した場合に、変形抑制部 21 a₂、21 b₂ が圧電素子 10 b の引張変形する方向とは逆方向に沿って圧電素子 10 b を押圧可能なように、変形抑制部 21 a₂、21 b₂ が圧電素子 10 b と対向する位置に配置されてもよい。

【0060】

また、実施の形態 4 の変形例における振動力発電装置 701 においては、圧電素子 10 の圧縮変形を増長させるために、振動板 20 a、20 b の端部を変形増長部 23 にて形成していると説明したが、これに限られない。例えば、実施の形態 4 における振動力発電装置 501 の振動板 20 a、20 b に重りを取り付けてもよい。これにより、圧電素子 10 の圧縮変形を増長させると共に、変形抑制部 21 によって圧電素子 10 の引張変形を抑制することができる。

【0061】

(道路用遮音壁について)

各実施の形態では、道路用遮音壁の種類については、図 1 に示すように、上下左右の最端部に位置する各圧電素子 10 や各振動板 20 a、20 b を道路用遮音壁で固定した構造について説明したが、これに限られない。例えば、図 10 の破断部分に示すように、道路用遮音壁を略凹字状にて形成し、この凹字部分の内部に、上下左右の最端部に位置する各振動板 20 a、20 b を挿入するようにしてもよい。この場合において、各振動板 20 a、20 b を完全に固定してもよいが、各振動板 20 a、20 b と道路用遮音壁の凹字部分との相互間に隙間を設けて、各振動板 20 a、20 b が振動するようにしてもよい。また、この凹字部分に、振動板 20 a、20 b ではなく、上下左右の最端部に位置する圧電素子 10 を挿入するようにしてもよい。

(付記)

付記 1 の振動力発電装置は、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、相互に間隔を隔てて設けられた一対の振動板と、前記一対の振動板同士を接合する圧電素子と、を備える。

10

20

30

40

50

付記 2 の振動力発電装置は、付記 1 に記載の振動力発電装置において、前記一对の振動板の各々を直方体にて形成し、各振動板の長手方向が同じ方向となるように、前記一对の振動板を同一直線上に沿って並設し、前記間隔を隔てて対向する前記一对の振動板の端面を相互に接合する前記圧電素子を、当該一对の振動板の端面の相互間に配置している。

付記 3 の振動力発電装置は、付記 1 に記載の振動力発電装置において、前記一对の振動板の各々を直方体にて形成し、各振動板の長手方向が同じ方向となるように、前記一对の振動板を同一直線上に沿って並設し、前記一对の振動板の側面を相互に接合する前記圧電素子を、前記間隔をまたぐように配置している。

付記 4 の振動力発電装置は、付記 1 から 3 のいずれか一項に記載の振動力発電装置において、前記圧電素子を、保護板を介して前記一对の振動板と接合している。

付記 5 の振動力発電装置は、付記 1 から 4 のいずれか一項に記載の振動力発電装置において、前記振動板の一部を、前記圧電素子の変形が所定量に達した場合に当該圧電素子の変形を調整する変形調整手段にて形成している。

付記 6 の振動力発電装置は、付記 5 に記載の振動力発電装置において、前記変形調整手段は、前記圧電素子の変形が所定量に達した場合に当該圧電素子の変形を抑制する変形抑制手段である。

付記 7 の振動力発電装置は、付記 5 に記載の振動力発電装置において、前記変形調整手段は、前記圧電素子の変形が所定量に達した場合に当該圧電素子を押圧することにより当該圧電素子の変形を増長させる変形増長手段である。

(付記の効果)

付記 1 に記載の振動力発電装置によれば、一对の振動板同士を接合する圧電素子を備えたので、振動板の変形が大きくなるとして圧電素子を変形させることができ、圧電素子の一方の側面をすべて覆うように振動板が接合された構造に比べて、圧電素子の変形を一層促進させることができる。これにより、振動板の材質が圧電素子の材質よりも硬質である場合でも、圧電素子の発電効率を維持することができる。

付記 2 に記載の振動力発電装置によれば、間隔を隔てて対向する一对の振動板の端面を相互に接合する圧電素子を、当該一对の振動板の端面の相互間に配置しているので、通常時において圧電素子が振動板の外側面よりも外側に突出しないことから、振動力発電装置の外観を維持することができる。また、振動力発電装置における振動板の並設方向に略直交する方向の長さをコンパクトにすることができ、振動力発電装置の小型化を図ることができる。

付記 3 に記載の振動力発電装置によれば、一对の振動板の側面を相互に接合する圧電素子を、間隔をまたぐように配置したので、製造時において圧電素子を容易に取り付けることができると共に、設置後においても圧電素子を容易に取り付けたり、又は取り外すことができ、振動力発電装置の製造性やメンテナンス性を向上させることができる。

付記 4 に記載の振動力発電装置によれば、圧電素子を、保護板を介して一对の振動板と接合しているので、保護板がないものと比べて圧電素子を大きく引張変形させることができ、圧電素子の発電効率を向上させることができる。また、振動板に作用した外力を圧電素子に均等に伝えることができるので、振動板が受けた外力を直接圧電素子に伝達する場合に比べて、圧電素子に局部的な応力集中による割れ等が生じることを防止できる。

付記 5 に記載の振動力発電装置によれば、振動板の一部を変形調整手段にて形成したので、使用用途に合わせて圧電素子の変形を抑制又は増長させることができ、設計の自由度を格段に高めることができる。

付記 6 に記載の振動力発電装置によれば、変形調整手段は、圧電素子の変形が所定量に達した場合に当該圧電素子の変形を抑制する変形抑制手段であることで、圧電素子の過度な引張変形又は圧縮変形を抑制することができ、そのような引張変形又は圧縮変形による圧電素子の割れ等を防止することができる。

付記 7 に記載の振動力発電装置によれば、変形調整手段は、圧電素子の変形が所定量に達した場合に当該圧電素子を押圧することにより当該圧電素子の変形を増長させる変形増長手段であることで、圧電素子を一層効果的に変形させることができ、振動板の疲労損傷

10

20

30

40

50

等を防止することができる。

【符号の説明】

【0062】

1、101、201、301、401、501、601、701 振動力発電装置

10、10a、10b 圧電素子

20、20a、20b 振動板

30 保護板

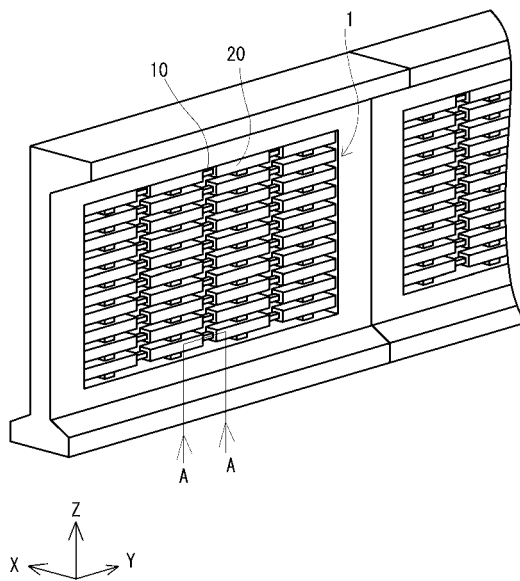
21、21a、21a₁、21a₂、21b、21b₁、21b₂ 変形抑制部

23、23a、23b 変形増長部

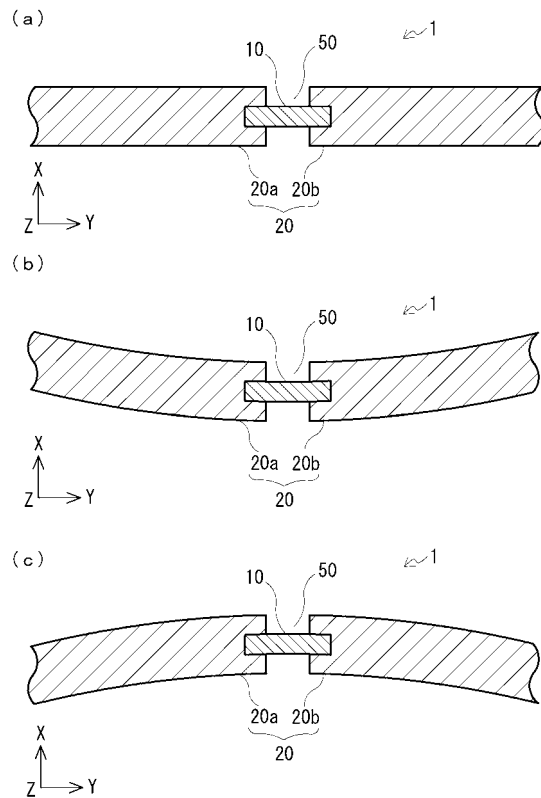
50 間隔

10

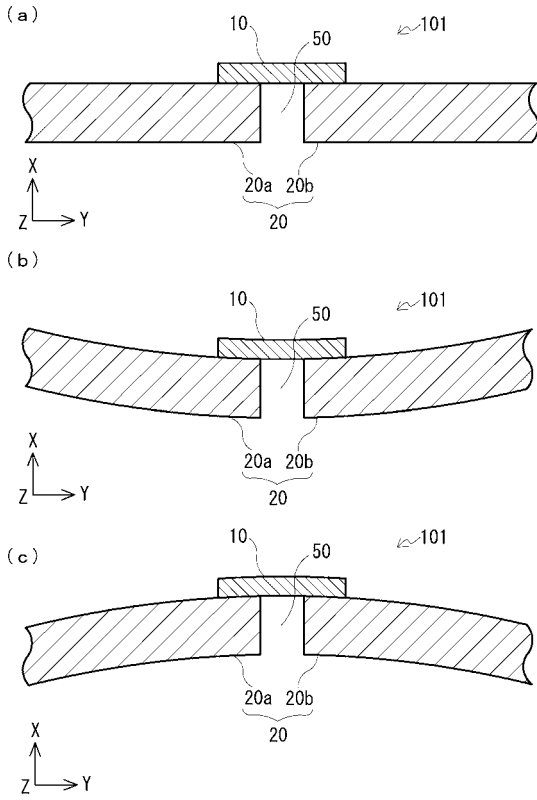
【図1】



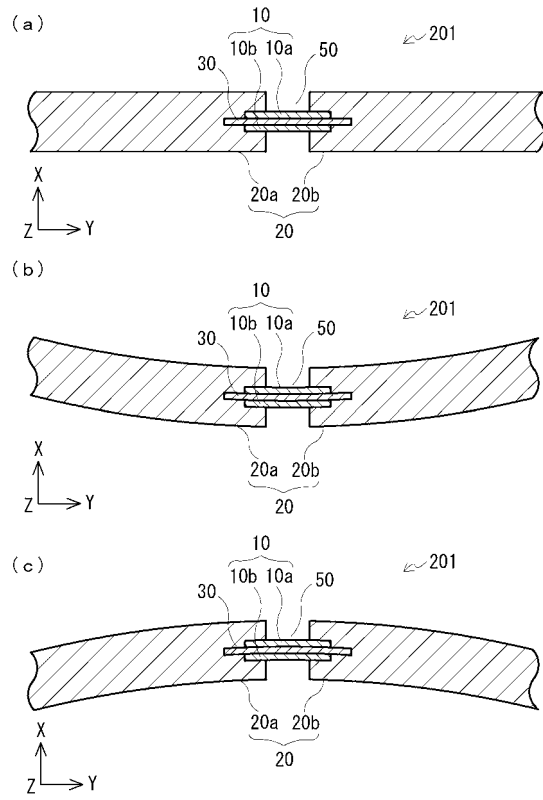
【図2】



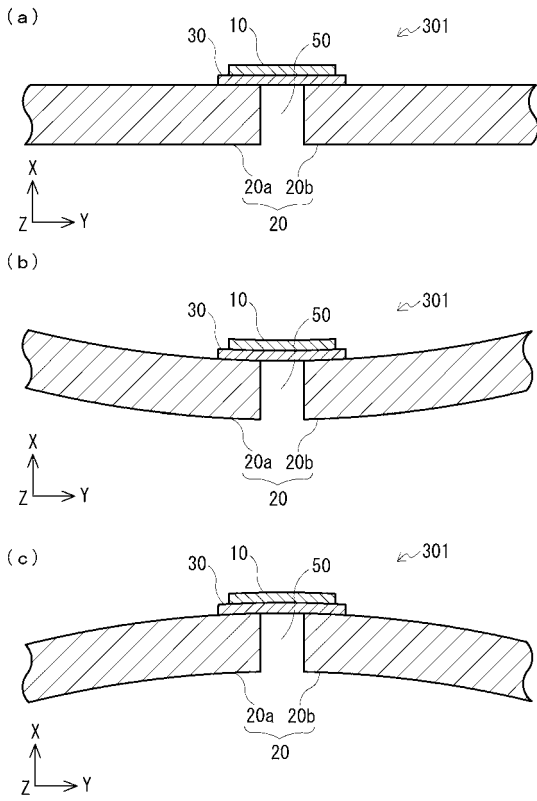
【図 3】



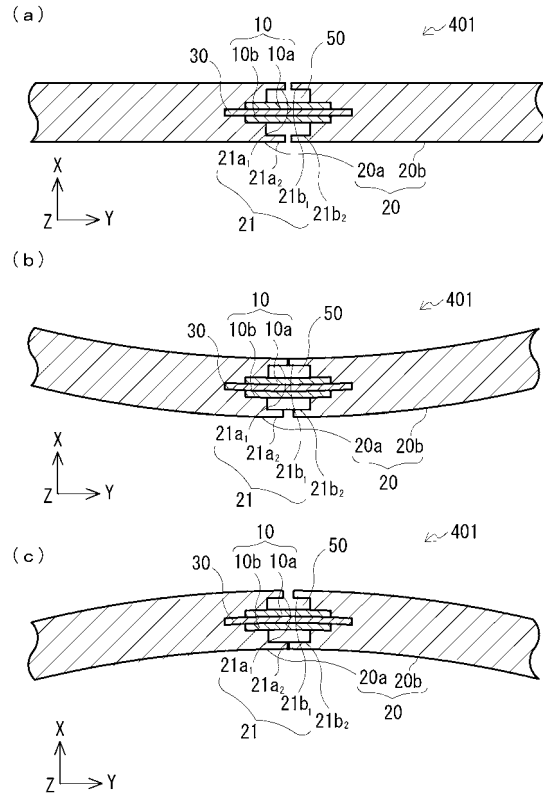
【図 4】



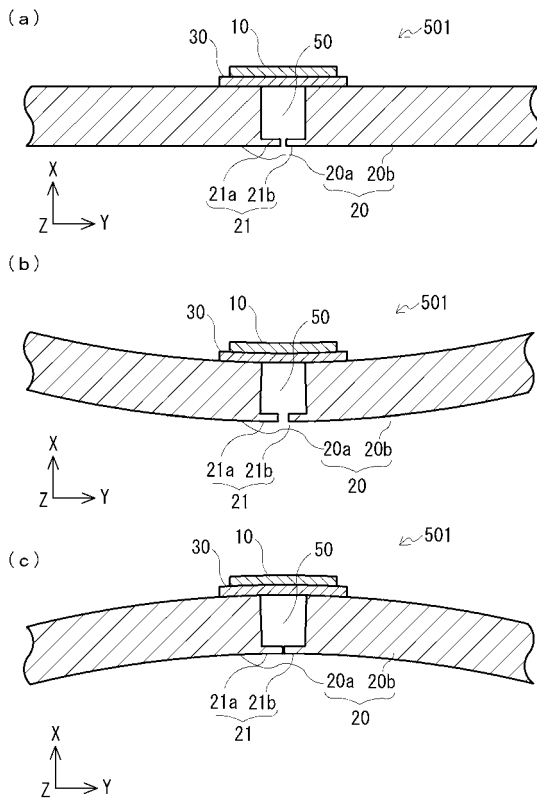
【図 5】



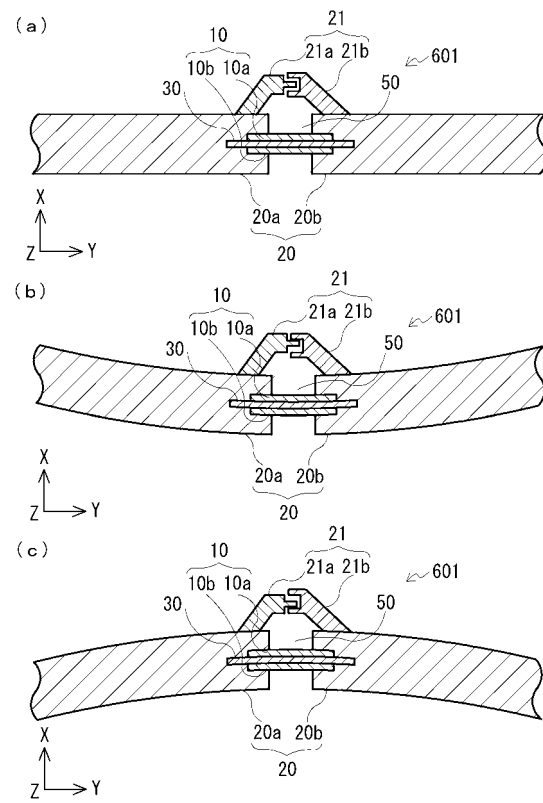
【図 6】



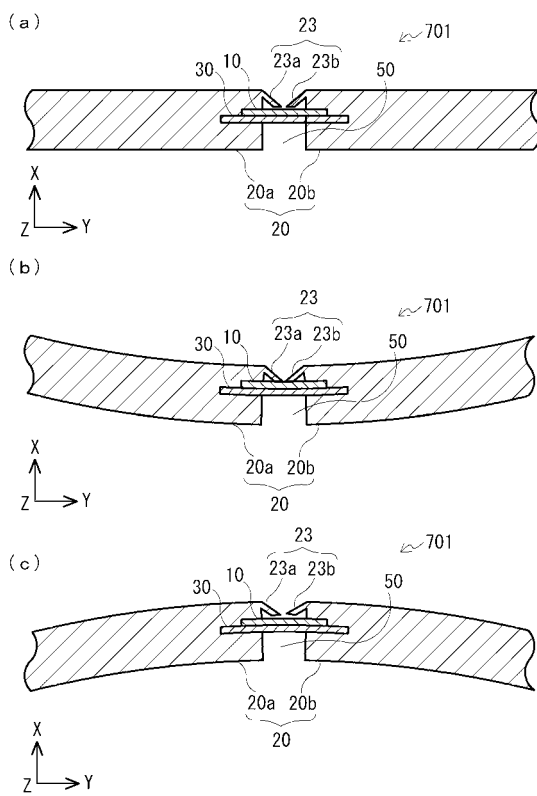
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

