

(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2021-36605

(P2021-36605A)

(43) 公開日 令和3年3月4日(2021.3.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 41/193 (2006.01)	H O 1 L 41/193	4 J 1 0 0
H O 1 L 41/113 (2006.01)	H O 1 L 41/113	5 D 0 0 4
H O 1 L 41/18 (2006.01)	H O 1 L 41/18	
C O 8 F 214/22 (2006.01)	C O 8 F 214/22	
H O 4 R 17/02 (2006.01)	H O 4 R 17/02	
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 14 頁)		

(21) 出願番号	特願2020-186773 (P2020-186773)	(71) 出願人	000002853
(22) 出願日	令和2年11月9日 (2020.11.9)		ダイキン工業株式会社
(62) 分割の表示	特願2019-527972 (P2019-527972) の分割		大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル
原出願日	平成30年7月5日 (2018.7.5)	(71) 出願人	504176911
(31) 優先権主張番号	特願2017-133486 (P2017-133486)		国立大学法人大阪大学
(32) 優先日	平成29年7月7日 (2017.7.7)		大阪府吹田市山田丘1番1号
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)	(74) 代理人	110000796
			特許業務法人三枝国際特許事務所
		(72) 発明者	尾藤 慎也
			大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル ダイキン工業株式会 社内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 振動センサおよび圧電素子

(57) 【要約】

【課題】出力の周波数依存性が小さい振動センサを提供することを課題とする。

【解決手段】本発明は、

支持体2と、

支持体2に変形可能に設けられた有機圧電体3と、

有機圧電体3上に形成され、有機圧電体3が変形により発生した電気信号を取り出すための電極4と、を備え、

有機圧電体3は、フッ化ビニリデンと、これと共重合可能な1種以上のモノマーと、の共重合体から構成される、振動センサ1を提供する。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

支持体と、
前記支持体に変形可能に設けられた有機圧電体と、
前記有機圧電体上に形成され、前記有機圧電体の変形により発生した電気信号を取り出すための電極と、を備え、
前記有機圧電体は、フッ化ビニリデンと、これと共重合可能な 1 種以上のモノマーと、の共重合体から構成される、振動センサ。

【請求項 2】

前記有機圧電体が、フッ化ビニリデン / テトラフルオロエチレン系共重合体圧電体である、請求項 1 に記載の振動センサ。

10

【請求項 3】

前記フッ化ビニリデン / テトラフルオロエチレン系共重合体圧電体における（フッ化ビニリデンに由来する繰り返し単位） / （テトラフルオロエチレンに由来する繰り返し単位）のモル比が 30 / 70 ~ 95 / 5 の範囲内である、請求項 2 に記載の振動センサ。

【請求項 4】

振動センサ用である圧電素子であって、
フッ化ビニリデンと、これと共重合可能な 1 種以上のモノマーと、の共重合体から構成される圧電体を含む圧電素子。

【請求項 5】

前記圧電体が、フッ化ビニリデン / テトラフルオロエチレン系共重合体圧電体である、請求項 4 に記載の圧電素子。

20

【請求項 6】

前記フッ化ビニリデン / テトラフルオロエチレン系共重合体圧電体における（フッ化ビニリデンに由来する繰り返し単位） / （テトラフルオロエチレンに由来する繰り返し単位）のモル比が 30 / 70 ~ 95 / 5 の範囲内である、請求項 5 に記載の圧電素子。

【請求項 7】

測定周波数レンジが 1 Hz ~ 1 MHz である振動センサ用である、請求項 4 ~ 6 のいずれか一項に記載の圧電素子。

【請求項 8】

前記周波数レンジが 1 Hz ~ 10 kHz である、請求項 7 に記載の圧電素子。

30

【請求項 9】

前記周波数レンジが 10 Hz ~ 2 kHz である、請求項 8 に記載の圧電素子。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、圧電体を用いた振動センサ、および振動センサ用の圧電素子に関する。

【背景技術】**【0002】**

固体構造物などの測定対象物を評価する方法として、測定対象物に振動センサを固定し、振動センサが検知した振動の周波数および加速度に基づいて、測定対象物を評価する方法がある。振動の周波数および加速度を検知可能な振動センサとして、圧電体を用いた振動センサがある（例えば、特許文献 1）。そのような振動センサは、圧電型振動センサと呼ばれ、圧電体の変形することにより発生した電気信号に基づいて、振動を検知することができる。

40

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】実開昭 52 - 140374 号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

測定対象物は様々な周波数の振動を発する。よって、振動センサを用いて測定対象物を正確に評価するためには、振動センサの出力の周波数依存性が小さいこと、すなわち、振動の加速度が一定である場合、周波数が増加しても振動センサが発生する電気信号の出力の変化が小さいことが求められる。

【0005】

本発明は、出力の周波数依存性が小さい振動センサを提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明者は、鋭意検討の結果、振動センサ用の圧電体として有機圧電体を用いることにより、前記課題が解決できることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0007】

本発明は、次の態様を含む。

項 1 .

支持体と、

前記支持体に変形可能に設けられた有機圧電体と、

前記有機圧電体上に形成され、前記有機圧電体の変形により発生した電気信号を取り出すための電極と、を備え、

前記有機圧電体は、フッ化ビニリデンと、これと共重合可能な 1 種以上のモノマーと、の共重合体から構成される、振動センサ。

項 2 .

前記有機圧電体が、フッ化ビニリデン / テトラフルオロエチレン系共重合体圧電体である、項 1 に記載の振動センサ。

項 3 .

前記フッ化ビニリデン / テトラフルオロエチレン系共重合体圧電体における（フッ化ビニリデンに由来する繰り返し単位） / （テトラフルオロエチレンに由来する繰り返し単位）

のモル比が 30 / 70 ~ 95 / 5 の範囲内である、項 2 に記載の振動センサ。

項 4 .

振動センサ用である圧電素子であって、

フッ化ビニリデンと、これと共重合可能な 1 種以上のモノマーと、の共重合体から構成される圧電体を含有する圧電素子。

項 5 .

前記圧電体が、フッ化ビニリデン / テトラフルオロエチレン系共重合体圧電体である、項 4 に記載の圧電素子。

項 6 .

前記フッ化ビニリデン / テトラフルオロエチレン系共重合体圧電体における（フッ化ビニリデンに由来する繰り返し単位） / （テトラフルオロエチレンに由来する繰り返し単位）のモル比が 30 / 70 ~ 95 / 5 の範囲内である、項 5 に記載の圧電素子。

項 7 .

測定周波数レンジが 1 Hz ~ 1 MHz である振動センサ用である、項 4 ~ 6 のいずれか一項に記載の圧電素子。

項 8 .

前記周波数レンジが 1 Hz ~ 10 kHz である、項 7 に記載の圧電素子。

項 9 .

前記周波数レンジが 10 Hz ~ 2 kHz である、項 8 に記載の圧電素子。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、出力の周波数依存性が小さい振動センサを提供することができる。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】(a)～(c)はそれぞれ、本発明の一実施形態に係る振動センサの平面図、A-A断面図およびB-B断面図である。

【図2】本発明の実施例において用いた各圧電体の、測定電圧の周波数依存性を示すグラフである。

【図3】本発明の実施例における周波数応答試験の測定結果1を示すグラフである。

【図4】本発明の実施例における周波数応答試験の測定結果1を示すグラフである。

【図5】本発明の実施例における周波数応答試験の測定結果2を示すグラフである。

【図6】本発明の実施例における周波数応答試験の測定結果2を示すグラフである。

10

【発明を実施するための形態】

【0010】

用語

本明細書中の記号及び略号は、特に限定のない限り、本明細書の文脈に沿い、本発明が属する技術分野において通常用いられる意味に解される。

【0011】

本明細書中、語句「含有する」は、語句「から本質的になる」、および語句「からなる」を包含することを意図して用いられる。

【0012】

振動センサ

20

本発明の振動センサは、

支持体と、

前記支持体上に变形可能に設けられた有機圧電体と、

前記圧電体上に形成され、前記有機圧電体が変形により発生した電気信号を取り出すための電極と、

を備え、

前記有機圧電体は、フッ化ビニリデンと、これと共重合可能な1種以上のモノマーと、の共重合体から構成される。

以下、本発明の振動センサの一実施形態について説明する。

【0013】

30

図1(a)は、本発明の一実施形態に係る振動センサ1の平面図であり、図1(b)は、振動センサ1のA-A断面図であり、図1(c)は、振動センサ1のB-B断面図である。

【0014】

図1に示すように、振動センサ1は、支持体2と、支持体2に変形可能に設けられた有機圧電体3と、有機圧電体3に形成され、有機圧電体3が変形により発生した電気信号を取り出すための電極4と、を主に備えている。

【0015】

支持体2は、上部材2aと下部材2bとで構成されている。本実施形態では、支持体2は、部材2a、2bで構成されているが、下部材2bのみで構成されてもよい。支持体2の材質は、振動により変形しない程度の剛性を有するものであれば特に限定されないが、下部材2bに金属材料を用いて接地される形態となってもよい。

40

【0016】

有機圧電体3は、支持体2に設けられている。「支持体2に設けられている」とは、支持体2に直接接触して、または、支持体2に直接的には非接触で(例：接着剤層を介して)支持体2に保持されていることを意味することができる。本実施形態では、有機圧電体3は、膜状に形成されており、上部材2aと下部材2bとの凹部全体を覆うように固定されている。これにより、振動センサ1に振動が加わると、有機圧電体3が変形し、有機圧電体3が電気信号を発生する。図1(a)では、有機圧電体3によって覆われた凹部が破線で示されている。

50

【 0 0 1 7 】

有機圧電体 3 の形状は、膜状である必要はなく、振動センサ 1 に振動が加わることにより変形可能な形状であればよい。有機圧電体 3 を支持体 2 に取り付ける態様も特に限定されないが、例えば接着剤によって有機圧電体 3 を支持体 2 に固定することができる。

【 0 0 1 8 】

有機圧電体 3 の厚さは、通常 $0.5 \mu\text{m} \sim 2 \text{mm}$ の範囲内、好ましくは $3 \mu\text{m} \sim 500 \mu\text{m}$ の範囲内、より好ましくは $6 \mu\text{m} \sim 50 \mu\text{m}$ の範囲内、更により好ましくは $10 \mu\text{m} \sim 40 \mu\text{m}$ の範囲内である。

【 0 0 1 9 】

有機圧電体 3 は、単層であってもよく、又は複数の膜状圧電体を積層した積層体であってもよい。この場合、積層体を構成する層の数は特に限定されない。

この各層を構成する膜状圧電体の組成は、互いに同一であってもよく、又は互いに異なってもよい。また、この各層を構成する膜状圧電体の厚さは、互いに等しくてもよく、又は互いに異なってもよい。

また、この各層を構成する膜状圧電体の分極方向は互いに同じでもよく、又は互いに異なってもよい。

また、積層体はシート状であってもよいし、ロール状であってもよい。

各層を構成する膜状圧電体同士は、粘着シート、又は接着剤等の接着手段によって接着してもよいし、熱圧着してもよい。

【 0 0 2 0 】

有機圧電体 3 の組成については、後述する。

【 0 0 2 1 】

電極 4 は、導電性の金属膜で構成することができる。本実施形態において、電極 4 は、有機圧電体 3 の表面に形成された上部電極 4 1 と、有機圧電体 3 の裏面に形成された下部電極 4 2 とを備えている。

【 0 0 2 2 】

上部電極 4 1 は、有機圧電体 3 の変形可能部分に形成された円形部と、前記円形部から外に延びる引出部 4 1 a とを備えている。図 1 (a) および (b) に示すように、引出部 4 1 a は、有機圧電体 3 の表面上を図中右方向に延びている。引出部 4 1 a の端部にはリード線 R 1 の一端が接続されている。

【 0 0 2 3 】

同様に、下部電極 4 2 は、有機圧電体 3 の変形可能部分に形成された円形部と、前記円形部から外に延びる引出部 4 2 a とを備えている。図 1 (a) および (c) に示すように、引出部 4 2 a は、有機圧電体 3 の裏面と支持体 2 との間を図中右方向に延びている。引出部 4 2 a の端部にはリード線 R 2 の一端が接続されている。

【 0 0 2 4 】

リード線 R 1 の他端およびリード線 R 2 の他端は、例えば同軸コネクタ等のコネクタを介して、振動センサ 1 を外部装置に接続するためのケーブルを接続することができる。

【 0 0 2 5 】

有機圧電体 3 が変形して起電力を発生すると、上部電極 4 1 と下部電極 4 2 との間に電位差が生じる。これにより、引出部 4 1 a 、 4 2 a およびリード線 R 1 、 R 2 を介して、前記電位差に応じた電圧の電気信号を取り出すことができる。

【 0 0 2 6 】

なお、電極 4 の構成は、有機圧電体 3 が発生した電気信号を取り出すことが可能なものであれば、特に限定されない。本実施形態では、有機圧電体 3 の両面に電極 4 1 、 4 2 を形成しているが、有機圧電体 3 の片面のみに電極を形成してもよい。例えば、有機圧電体 3 の表面のみに電極を形成した場合、有機圧電体 3 の裏面の電位を固定することが好ましい。

【 0 0 2 7 】

また、有機圧電体 3 には、特許文献 1 に開示されているような重り（重錘）は形成され

10

20

30

40

50

ていない。

【0028】

振動センサ1は、有機圧電体3の変形可能な部分がある程度の張力をもって上部材2aと下部材2bとの凹部に取り付けられた両持ち梁型の振動センサであるが、本発明は、片持ち梁（カンチレバー）型や円環型などのあらゆる構造の振動センサに適用することができる。例えば、特開平06-026807号公報や特開平09-133691号公報に開示された片持ち梁型の振動センサにおいて、振動検知する圧電体として本実施形態に係る有機圧電体3を用いてもよい。

【0029】

圧電素子

10

前記本発明の振動センサが備える有機圧電体は、圧電素子として機能できる。

【0030】

これから理解される通り、本発明は、振動センサ用である圧電素子であって、フッ化ビニリデンと、これと共重合可能な1種以上のモノマーと、の共重合体から構成される圧電体を含む圧電素子もまた提供する。

【0031】

圧電素子の形態および厚さは、振動センサについての有機圧電体に関する記載から理解されるものと同じであることができる。

【0032】

本明細書中、有機圧電体は、好適に、ポリマーから構成される（又は、ポリマーから本質的になる）。

20

前記有機圧電体は、好適に、樹脂フィルム等であることができる。

【0033】

前記有機圧電体は、樹脂フィルムに通常用いられる添加剤を含むしてもよい。

【0034】

本明細書中、有機圧電体が、あるポリマーから構成されることの意味は、前記有機圧電体が、前記ポリマーのみによってその固体構造（例：自立フィルムの構造）が維持され得る量で、前記ポリマーを含むこと、を包含する。

【0035】

有機圧電体の好適な例としては、フッ化ビニリデンと、これと共重合可能な1種以上のモノマーと、の共重合体から構成される有機圧電体が挙げられる。

30

本明細書中、有機圧電体は、当業者が理解する通り、圧電処理（例：コロナ処理、延伸処理）を施されたことによって、圧電性を有していてもよい。

【0036】

前記「フッ化ビニリデンと、これと共重合可能な1種以上のモノマーと、の共重合体」における「これと共重合可能なモノマー」の例としては、トリフルオロエチレン、テトラフルオロエチレン、ヘキサフルオロプロピレン、クロロトリフルオロエチレン、及びフッ化ビニル等の含フッ素モノマーが挙げられる。

【0037】

前記「これと共重合可能な1種以上のモノマー」又はそのうちの1種は、好ましくはテトラフルオロエチレンである。

40

【0038】

前記「フッ化ビニリデンと、これと共重合可能な1種以上のモノマーと、の共重合体から構成される圧電体」の具体例としては、フッ化ビニリデン/トリフルオロエチレン系共重合体圧電体、及びフッ化ビニリデン/テトラフルオロエチレン系共重合体圧電体が挙げられる。

なかでも、その好ましい例としては、フッ化ビニリデン/テトラフルオロエチレン系共重合体圧電体が挙げられる。

【0039】

50

前記「フッ化ビニリデン/テトラフルオロエチレン系共重合体圧電体」は、本発明に関する性質が著しく損なわれない限りにおいて、フッ化ビニリデン及びテトラフルオロエチレン以外のモノマーに由来する繰り返し単位を含有してもよい。

前記「フッ化ビニリデン/テトラフルオロエチレン系共重合体圧電体」を構成する「フッ化ビニリデン/テトラフルオロエチレン系共重合体」は、フッ化ビニリデン/テトラフルオロエチレン共重合体を包含する。

【0040】

同様に、前記「フッ化ビニリデン/トリフルオロエチレン系共重合体圧電体」は、本発明に関する性質が著しく損なわれない限りにおいて、フッ化ビニリデン及びトリフルオロエチレン以外のモノマーに由来する繰り返し単位を含有してもよい。

10

前記「フッ化ビニリデン/トリフルオロエチレン系共重合体圧電体」を構成する「フッ化ビニリデン/トリフルオロエチレン系共重合体」は、フッ化ビニリデン/トリフルオロエチレン共重合体を包含する。

【0041】

前記「(1) フッ化ビニリデンと、これと共重合可能な1種以上のモノマーと、の共重合体」は、フッ化ビニリデンに由来する繰り返し単位を好ましくは30モル%以上(好ましくは60モル%以上、より好ましくは70モル%以上)含有する。

【0042】

前記「フッ化ビニリデン/テトラフルオロエチレン系共重合体」(及び前記「フッ化ビニリデン/テトラフルオロエチレン共重合体」)における(フッ化ビニリデンに由来する繰り返し単位)/(テトラフルオロエチレンに由来する繰り返し単位)のモル比は、

20

本発明に関して、圧電性の高さの点からは、
好ましくは30/70~95/5の範囲内、
より好ましくは40/60~95/5の範囲内、
更に好ましくは50/50~95/5の範囲内、
より更に好ましくは60/40~95/5の範囲内、
特に好ましくは70/30~90/10の範囲内、及び
より特に好ましくは70/30~85/15の範囲内である。

【0043】

前記「フッ化ビニリデン/テトラフルオロエチレン系共重合体」(及び前記「フッ化ビニリデン/テトラフルオロエチレン共重合体」)における(フッ化ビニリデンに由来する繰り返し単位)/(テトラフルオロエチレンに由来する繰り返し単位)のモル比は、

30

本発明に関して、耐熱性の高さの点からは、
好ましくは30/70~95/5の範囲内、
より好ましくは30/70~90/10の範囲内、
更に好ましくは30/70~85/15の範囲内、及び
より更に好ましくは40/60~70/30の範囲内である。

【0044】

当該記載範囲に基づき、適宜前記モル比を設定することで、高い圧電性、及び高い耐熱性を両立させることができる。

40

【0045】

前述の通り、前記「フッ化ビニリデン/テトラフルオロエチレン系共重合体」は、本発明に関する性質が著しく損なわれない限りにおいて、フッ化ビニリデン及びテトラフルオロエチレン以外のモノマーに由来する繰り返し単位を含有してもよい。通常、このような繰り返し単位の含有率は、10モル%以下である。このようなモノマーは、フッ化ビニリデンモノマー、テトラフルオロエチレンモノマーと共重合可能なものである限り限定されないが、その例としては、

(1) フルオロモノマー(例、ビニルフルオリド(VF)、トリフルオロエチレン(TrFE)、ヘキサフルオロプロペン(HFP)、1-クロロ-1-フルオロ-エチレン(1,1-CFE)、1-クロロ-2-フルオロ-エチレン(1,2-CFE)、1-クロロ

50

- 2, 2 - ジフルオロエチレン (C D F E)、クロロトリフルオロエチレン (C T F E)、トリフルオロビニルモノマー、1, 1, 2 - トリフルオロブテン - 4 - プロモ - 1 - ブテン、1, 1, 2 - トリフルオロブテン - 4 - シラン - 1 - ブテン、ペルフルオロアルキルビニルエーテル、ペルフルオロメチルビニルエーテル (P M V E)、ペルフルオロプロピルビニルエーテル (P P V E)、ペルフルオロアクリラート、2, 2, 2 - トリフルオロエチルアクリラート、2 - (ペルフルオロヘキシル)エチルアクリラート)、3, 3, 4, 4, 5, 5, 6, 6, 7, 7, 8, 8, 8 - トリデカフルオロオクタ - 1 - エン (C 6 オレフィン) ; 並びに

(2) 炭化水素系モノマー (例、エチレン、プロピレン、無水マレイン酸、ビニルエーテル、ビニルエステル、アリルグリシジルエーテル、アクリル酸系モノマー、メタクリル酸系モノマー、酢酸ビニルが挙げられる。

10

【0046】

本発明に関しては、出力の大きさの点で、前記フッ化ビニリデン/テトラフルオロエチレン系共重合体有機圧電体の以下の方法で測定した内部ヘイズ値 (inner haze) は、0.5 % 以上、好ましくは3 % 以上、より好ましくは15 % 以上、更に好ましくは40 % 以上、更により好ましくは50 % 以上である。

【0047】

全ヘイズ値は、ASTM D 1003 に準拠し、ヘイズメーターNDH 7000 SP (製品名) (日本電色工業株式会社製) 又はその同等品を使用したヘイズ (HAZE、濁度) 試験によって得られる。内部ヘイズ値 (inner haze) は、ヘイズメーターNDH 7000 SP (製品名) (日本電色工業株式会社製) を用いて測定する。具体的には、まずガラス製セルの中に水を入れてリファレンスを測定した後、その水の中に有機圧電体を入れてヘイズ値を測定し、リファレンスと差し引くことにより得られる。後述の実施例においても同様である。

20

【0048】

本発明に関しては、出力の大きさの点で、前記フッ化ビニリデン/テトラフルオロエチレン系共重合体有機圧電体の圧電定数 d_{33} は、-1 ~ -40 pC/N の範囲内、好ましくは-3 ~ -40 pC/N の範囲内、より好ましくは-10 ~ -40 pC/N の範囲内、更により好ましくは-15 ~ -40 pC/N の範囲内である。

【0049】

前記有機圧電体は、所望により、本発明の効果を著しく阻害しない限りにおいて、前記重合体以外に、添加物を含有してもよい。

30

【0050】

前記添加物の例は、チタン酸バリウム (BaTiO₃)、チタン酸鉛 (PbTiO₃)、チタン酸ジルコン酸鉛 (Pb(Zr, Ti)O₃)、さらに Pb(Zr, Ti)O₃ に少量の La を添加して得られるチタン酸ジルコン酸ランタン鉛 ((Pb, La)(Zr, Ti)O₃) などの無機セラミック圧電体を包含する。

【0051】

前記有機圧電体は、商業的に入手可能であるか、又は公知の製造方法によって製造できる。

40

【0052】

振動センサが発生する電気信号は、1 Hz ~ 1 MHz であることが好ましく、1 Hz ~ 10 kHz であることがより好ましく、1 Hz ~ 5 kHz であることが更に好ましく、10 Hz ~ 2 kHz であることが更により好ましい。

【0053】

後述の実施例に示されるように、有機圧電体3としてフッ化ビニリデン/テトラフルオロエチレン共重合体を用いた振動センサ1 (後記実施例の振動センサC ~ F) は、10 Hz ~ 2 kHz の周波数領域において、出力の周波数依存性が小さい。また、有機圧電体3としてポリフッ化ビニリデン圧電体を用いた振動センサ1 (後記実施例の振動センサA) は、10 Hz ~ 2 kHz の周波数領域において、加振レベルの変化に対する出力直線性が

50

良好である。そのため、特に 10 Hz ~ 2 kHz の周波数を発する評価対象物を正確に評価することができる。

【0054】

また、フッ化ビニリデン／テトラフルオロエチレン共重合体は、ポリフッ化ビニリデンに比べ、

- ・圧電体の出力の周波数依存性が小さい
- ・溶媒にとけやすく塗布しやすい
- ・圧電体の膜厚を制御しやすい
- ・面内圧電性に異方性が無い
- ・塗工時の条件で結晶化度や膜厚をコントロールできるため、圧電性を制御しやすい
- ・延伸しなくても圧電性を有する
- ・耐熱性が良好である
- ・耐腐食性が良好である
- ・耐環境性が良好なため圧電性の経時変化が少ない

といった利点を有する。

【0055】

また、後述の実施例に示されるように、内部ヘイズ値の大きい有機圧電体を用いた振動センサは、内部ヘイズ値の小さい有機圧電体を用いた振動センサよりも、出力が大きくなる。そのため、有機圧電体 3 の内部ヘイズ値は大きいことが好ましい。

【0056】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて、種々の変更が可能である。

【実施例】

【0057】

以下、実施例によって本発明を更に詳細に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0058】

振動センサの作製

本実施例では、図 1 に示す振動センサと略同様の構成の振動センサを用いた。振動センサは、以下の手順で作製した。

1．両面に保護フィルムが貼付された膜状の有機圧電体 3 を用意し、所定の大きさに切り出した。具体的には、有機圧電体 3 として、表 1 に示すサンプル A ~ F を用意した。

【表 1】

有機圧電体	材料	膜厚 (μm)	d 33 (pC/N)	内部ヘイズ値 (%)
サンプル A	ポリフッ化ビニリデン	28	-23.7	2.8
サンプル B	フッ化ビニリデン／トリフルオロエチレン共重合体	30	-22.4	11.0
サンプル C	フッ化ビニリデン／テトラフルオロエチレン共重合体	30	-10.6	0.5
サンプル D	フッ化ビニリデン／テトラフルオロエチレン共重合体	30	-19.5	47.6
サンプル E	フッ化ビニリデン／テトラフルオロエチレン共重合体	20	-10.3	0.4
サンプル F	フッ化ビニリデン／テトラフルオロエチレン共重合体	40	-14.0	0.8

なお、サンプル C ~ F における (フッ化ビニリデンに由来する繰り返し単位) / (テトラフルオロエチレンに由来する繰り返し単位) のモル比は、いずれも 80 / 20 であった。

2．有機圧電体 3 から保護フィルムを剥がし、電極 41 および下部電極 42 として、一辺

2 5 m m の正形状のアルミニウム膜のパターンを、約 1 0 0 n m の厚さで有機圧電体 3 の両面に蒸着した。

3 . アクリル板で形成した厚さ 3 m m の支持体 2 (上部材 2 a と下部材 2 b) を用意した。有機圧電体 3 によって覆われる上部材 2 a と下部材 2 b との凹部のサイズおよび形状は、直径が 3 0 m m の円形であった。

4 . 同軸コネクタを用意し、コネクタに 2 本のリード線 R 1 、 R 2 をはんだ付けした。

【 0 0 5 9 】

以上の手順により、有機圧電体 3 としてサンプル A ~ F をそれぞれ備えた 6 個の振動センサ (以下、振動センサ A ~ F と称することもある) を作製した。

【 0 0 6 0 】

10

振動センサへの振動付与

上記の要領で作製した振動センサ 1 の周波数依存性および出力直線性を確認するため、加振機 (I M V 社製 型式 : i 2 4 0) を用いて振動センサ 1 に振動を付与した。具体的には、振動センサ 1 を一辺 1 4 0 m m の正形状のアルミニウム板にエポキシ系接着剤で固定し、アルミニウム板をボルトで加振機に固定した。さらに、同軸ケーブルを用いて振動センサをオシロスコープに接続した。

【 0 0 6 1 】

周波数応答試験

出力の周波数依存性を確認するための周波数応答試験では、振動の加速度 (加振レベル) を 1.0 m/s^2 に設定し、周波数を 1 0 H z 、 5 0 H z 、 1 0 0 H z 、 5 0 0 H z 、 1 0 0 0 H z および 2 0 0 0 H z の 6 段階で切り替えながら加振機を駆動し、振動センサ 1 の出力 (μV) を測定した。この測定を、上記の 6 個の振動センサ A ~ F のそれぞれについて実施した。

20

【 0 0 6 2 】

なお、実際に測定される電気信号の電圧は、カットオフの影響による周波数依存性がある。具体的には、周波数が小さいほど測定電圧が低くなり、周波数が大きいほど測定電圧が高くなる傾向がある。この傾向は、電極やケーブルの抵抗、オシロスコープの抵抗およびオシロスコープが内蔵するアンプの特性によって変化するため、あらかじめ振動センサ A ~ F の周波数依存性を測定した。有機圧電体から発生する電圧が 1 V と仮定したときの、振動センサ A ~ F の測定電圧の周波数依存性の測定結果を図 2 および表 2 に示す。

30

【 表 2 】

振動センサ	周波数 (H z)										
	0.1	1	5	10	50	100	500	1000	2000	5000	10000
振動センサ A	0.0008	0.0080	0.0389	0.0749	0.2883	0.4476	0.8020	0.8901	0.9419	0.9759	0.9878
振動センサ B	0.0007	0.0074	0.0357	0.0690	0.2703	0.4256	0.7875	0.8811	0.9368	0.9737	0.9867
振動センサ C	0.0010	0.0099	0.0476	0.0908	0.3330	0.4996	0.8331	0.9090	0.9523	0.9804	0.9901
振動センサ D	0.0008	0.0080	0.0389	0.0749	0.2883	0.4476	0.8020	0.8901	0.9419	0.9759	0.9878
振動センサ E	0.0015	0.0150	0.0709	0.1324	0.4328	0.6041	0.8841	0.9385	0.9683	0.9871	0.9935
振動センサ F	0.0003	0.0029	0.0145	0.0287	0.1286	0.2279	0.5961	0.7469	0.8551	0.9365	0.9672

【 0 0 6 3 】

40

周波数応答試験では、振動センサ A ~ F が発生する電気信号の測定値を、図 2 に示す周波数依存性に基づいて補正した。なお、本実施例では、電気信号の実際の測定値を「測定結果 1」とし、測定結果 1 を周波数依存性に基づいて補正した値を「測定結果 2」とした。

【 0 0 6 4 】

結果

周波数応答試験における測定結果 1 を、表 3、並びに図 3 (a) ~ (c) および図 4 (a) ~ (c) のグラフに示す。

【表 3】

振動センサ	周波数 (H z)					
	10	50	100	500	1000	2000
振動センサ A	293.4	193.0	220.7	193.9	314.4	200.2
振動センサ B	46.5	189.0	243.3	293.4	422.7	370.0
振動センサ C	43.9	174.8	282.6	370.0	492.6	414.5
振動センサ D	65.5	277.7	457.4	622.3	832.2	760.3
振動センサ E	23.7	74.6	106.3	198.5	256.7	293.4
振動センサ F	15.6	62.7	125.4	299.2	426.6	485.8

10

周波数応答試験における測定結果 2 を、表 4、並びに図 5 (a) ~ (c) および図 6 (a) ~ (c) のグラフに示す。

【表 4】

振動センサ	周波数 (H z)					
	10	50	100	500	1000	2000
振動センサ A	3915.4	669.4	493.1	241.7	353.2	212.6
振動センサ B	674.1	699.2	571.7	372.6	479.7	394.9
振動センサ C	483.6	524.9	565.7	444.1	541.9	435.2
振動センサ D	874.5	963.1	1022.0	775.9	934.9	807.3
振動センサ E	179.1	172.3	176.0	224.6	273.6	303.0
振動センサ F	543.3	487.8	550.1	502.0	571.1	568.1

20

また、測定結果 2 の平均出力 (μV) および出力幅 (最大出力と最小出力との差) を表 5 に示す。

【表 5】

振動センサ	平均出力 (μV)	出力幅 (μV)
振動センサ A	980.9	3702.9
振動センサ B	532.0	326.5
振動センサ C	499.2	130.4
振動センサ D	896.3	246.1
振動センサ E	221.4	130.8
振動センサ F	537.1	83.3

30

【 0 0 6 5 】

測定結果 2 から、振動センサ A ~ F はいずれも、100 ~ 2000 H z の周波数領域において出力の変化が少なく、周波数依存性が小さい。これにより、有機圧電体としてポリフッ化ビニリデン、フッ化ビニリデン/トリフルオロエチレン共重合体またはフッ化ビニリデン/テトラフルオロエチレン共重合体を用いることにより、低周波 ~ 高周波数領域において、良好な周波数依存性を得られることが確認された。

40

【 0 0 6 6 】

さらに、振動センサ C ~ F は、10 H z の超低周波における出力が、50 ~ 2000 H z の周波数領域における出力とほぼ同一である。よって、フッ化ビニリデン/テトラフルオロエチレン共重合体を用いることにより、超低周波 ~ 高周波数領域において、良好な周波数依存性を得られることが確認された。

【 0 0 6 7 】

また、振動センサ B ~ D および F は、100 ~ 2000 H z における出力が振動センサ A よりも大きい。すなわち、有機圧電体としてフッ化ビニリデン/テトラフルオロエチレ

50

ン共重合体またはフッ化ビニリデン/トリフルオロエチレン共重合体を用いるほうが、高周波数領域において大きい出力を得ることができることが確認された。

【 0 0 6 8 】

また、振動センサDの出力は、全ての周波数において振動センサCよりも大きい。これは、有機圧電体の内部ヘイズ値が大きいほど、圧電定数 d_{33} の絶対値が大きくなるためである。

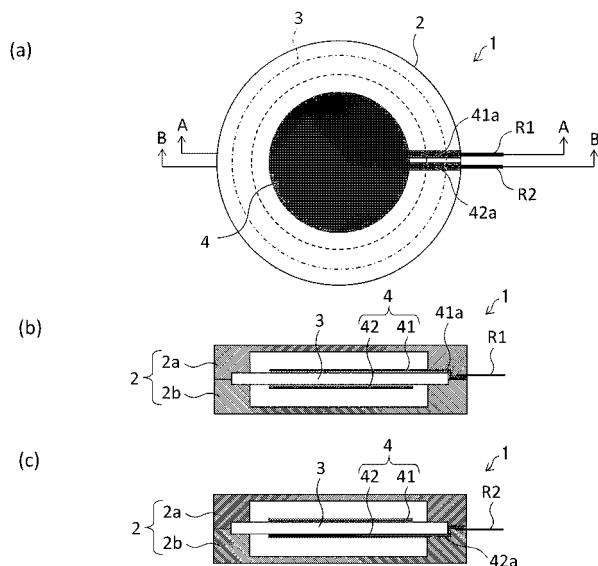
【 符号の説明 】

【 0 0 6 9 】

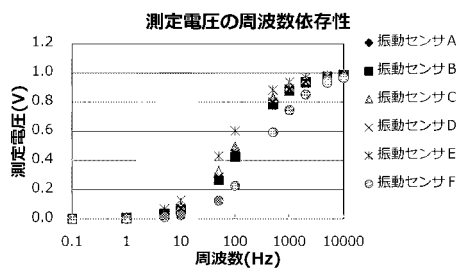
- 1 振動センサ
- 2 支持体
- 2 a 上部材
- 2 b 下部材
- 3 有機圧電体
- 4 電極
- 4 1 上部電極
- 4 1 a 引出部
- 4 2 下部電極
- 4 2 a 引出部

10

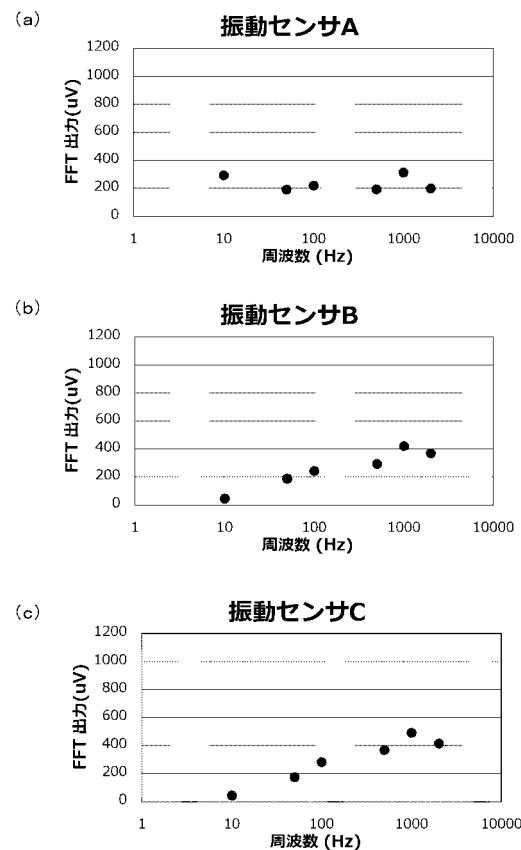
【 図 1 】



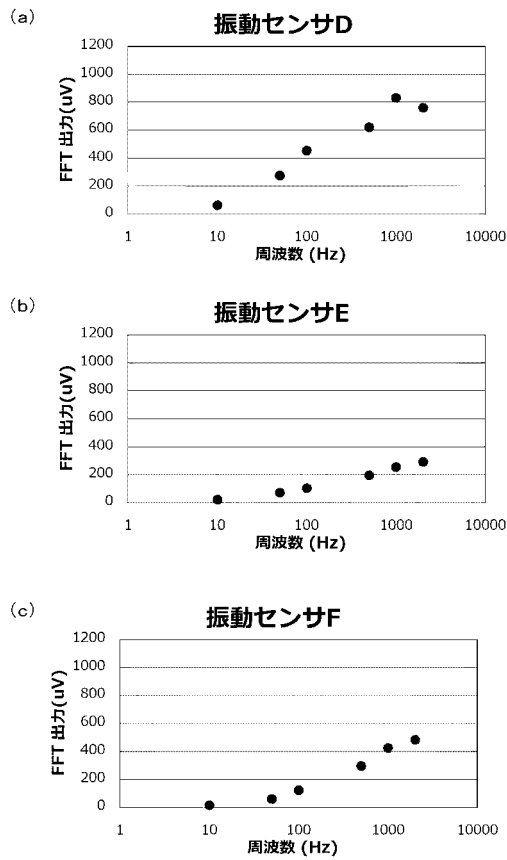
【 図 2 】



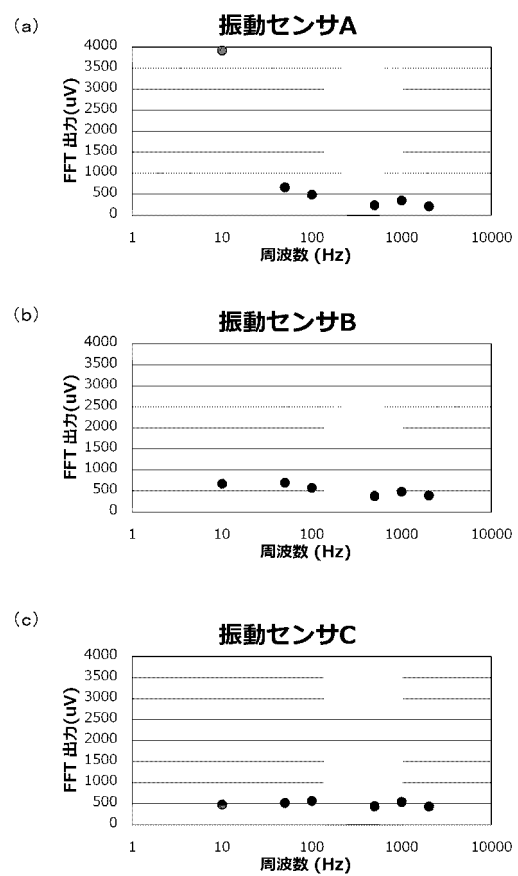
【 図 3 】



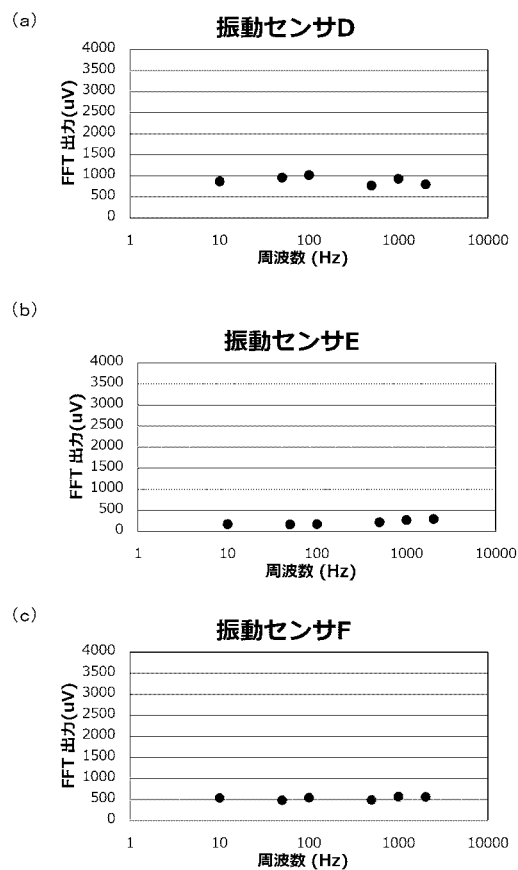
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

- (72)発明者 小谷 哲浩
大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内
- (72)発明者 酒見 沙織
大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内
- (72)発明者 金村 崇
大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内
- (72)発明者 関谷 毅
大阪府吹田市山田丘1番1号 国立大学法人大阪大学内
- (72)発明者 植村 隆文
大阪府吹田市山田丘1番1号 国立大学法人大阪大学内
- (72)発明者 吉本 秀輔
大阪府吹田市山田丘1番1号 国立大学法人大阪大学内
- Fターム(参考) 4J100 AC24P AC25Q AC26Q CA03 CA04 JA24 JA43
5D004 AA02 BB03 CC01 FF08