

(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
2013年6月6日(06.06.2013)



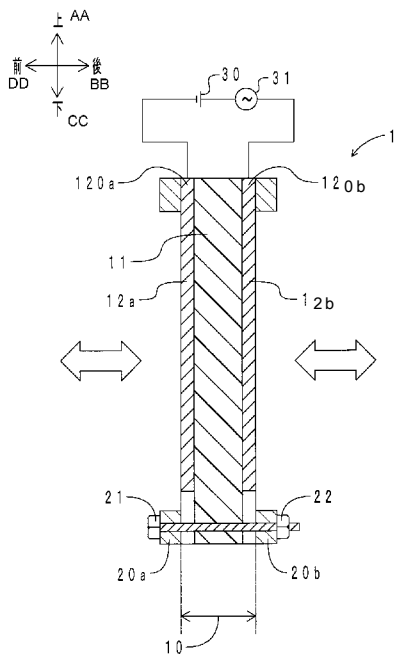
(10) 国際公開番号
WO 2013/080962 A 1

- (51) 国際特許分類 : H04R 19/02 (2006.01) C08L 101/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP2012/080598
- (22) 国際出願日 : 2012年11月27日(27.11.2012)
- (25) 国際出願の言語 : 日本語
- (26) 国際公開の言語 : 日本語
- (30) 優先権データ :
特願 2011-259892 2011年11月29日(29.11.2011) JP
- (71) 出願人 : 東海ゴム工業株式会社(TOKAI RUBBER INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒4858550 愛知県小牧市東三丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者 : 伊藤 貴雅(ITO Takamasa) ; 〒4858550 愛知県小牧市東三丁目1番地 東海ゴム工業株式会社内 Aichi (JP). 吉川 均(YOSHIKAWA Hitoshi); 〒4858550 愛知県小牧市東三丁目1番地 東海ゴム工業株式会社内 Aichi (JP). 近藤 光自(KONDO Mitsuyoshi); 〒4858550 愛知県小牧市東三丁目1番地 東海ゴム工業株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人 : 東口 倫昭, 外(HIGASHIGUCHI MichiaW et al); 〒451005 1 愛知県名古屋市西区則武新町4-4-19 S G名古屋駅ビル402号室 東口特許事務所 Aichi (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, BN, 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, ML, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, 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.

[続葉有]

(54) Title: POLYMER SPEAKER

(54) 発明の名称 : 高分子スピーカ



AA UP
BB BACK
CC DOWN
DD FRONT

(57) Abstract: A polymer speaker (1) is constructed from an electrostrictive element (10) having an elastomer or resin dielectric layer (11) and a plurality of electrode layers (12a, 12b) arranged on both the front and back surfaces of the dielectric layer (11). The electrode layers (12a, 12b) are composed of a conductive material that includes a polymer binder and a conductive material, and has an elasticity of 100 MPa or less. A spring constant in the surface direction of the electrode layers (12a, 12b) is less than the spring constant in the surface direction of the dielectric layer (11). The volume resistivity of the electrode layers (12a, 12b) is 200 Ω·cm or less. Based on the polymer speaker (1), practical sound pressure can be obtained in a wider high-frequency range from low frequencies to high frequencies.

(57) 要約 : 高分子スピーカ (1) を、エラストマーまたは樹脂製の誘電層 (11) と、誘電層 (11) の表裏両面に配置される複数の電極層 (12a、12b) と、を有する電歪素子 (10) を備えて構成する。電極層 (12a、12b) は、高分子バインダーおよび導電材を含み弾性率が100MPa以下の導電材料からなり、電極層 (12a、12b) の面方向のばね定数は誘電層 (11) の面方向のばね定数より小さく、電極層 (12a、12b) の体積抵抗率は200Ω・cm以下である。高分子スピーカ (1) によると、低周波数から高周波数までの広い周波数領域において実用的な音圧を得ることができる。



2 13/ 80962 A1

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保

護が可能):

W, H, GM, KE, LR, L, MW,

MZ, T, RW, D, L, Z, TZ, UG, ZM, ZW),

シブ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

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),

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

添付公開書類:

BI, C, CG, CI, C, A, , Q, W, ML,

MR, NE, SN, TD, TG).



明 細 書

発明の名称 : 高分子スピーカ

技術分野

[0001] 本発明は、振動部に電歪素子を使用した高分子スピーカに関する。

背景技術

[0002] 電気信号を音に変換するスピーカとして、ダイナミック型スピーカユニットが知られている。ダイナミック型スピーカユニットは、永久磁石、ボイスコイル、振動板等から構成される。ダイナミック型スピーカユニットによると、振動板の前方と後方とにおいて、音の位相が逆になる。このため、後方から出た音が前方へ回り込むと、前方の音と後方の音とが互いに打ち消し合っつて、小さな音になってしまう。したがって、後方から出た音の前方への回り込みを遮断するため、ダイナミック型スピーカユニットは、エンクロージャーに組み込まれた状態で使用される。この場合、エンクロージャー内の空気により、振動板の動きが阻害されないようにする必要がある。よって、エンクロージャーが大型化しやすい。

[0003] 一方、薄型のスピーカとして、ジルコン酸チタン酸鉛やポリフッ化ビニリデン樹脂等の圧電体を利用した圧電スピーカが開発されている（例えば、特許文献2、3参照）。しかし、圧電体は高剛性であるため、低周波領域の音が出にくいという問題がある。これに対して、特許文献4、5には、エラストマー製の誘電層の表裏両面に、一对の電極を配置して構成されるトランスデューザが開示されている。この種のトランスデューザにおいては、電極間への印加電圧を大きくすると、電極間の静電引力が大きくなり、電極間に挟まれた誘電層は厚さ方向から圧縮される。これにより、誘電層の厚さは薄くなる。誘電層が薄くなると、その分、誘電層は面方向に伸びる。一方、電極間への印加電圧を小さくすると、電極間の静電引力が小さくなるため、誘電層に対する圧縮力が小さくなる。このため、誘電層は厚くなる。誘電層が厚くなると、その分、誘電層は面方向に収縮する。電圧に対する誘電層の厚さ

の変化を利用して、当該トランスデューサをスピーカとして用いることができる。

先行技術文献

特許文献

- [0004] 特許文献1 :特開2007_312094号公報
特許文献2 :特開2006_5800号公報
特許文献3 :特開2007_74502号公報
特許文献4 :特表2001-524278号公報
特許文献5 :特開2011-72112号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] 上記トランスデューサをスピーカとして用いる場合、誘電層にバイアス電圧を印加した状態で、音の電気信号としての交流電圧を重畳させる。この際、電極間の静電引力に応じて、誘電層は伸縮を繰り返す。しかし、電極が硬いと、電極により誘電層の動きが阻害され、十分な音圧が得られない。また、誘電層が伸張された際、電極にクラックが生じるおそれがある。この場合、導電性が低下して、電極としての役割を果たせなくなる。また、以下に説明するように、電極が硬いほど、低周波数領域の音圧が出にくくなる。
- [0006] 図1に、任意のスピーカの音圧周波数特性の模式図を示す。図1に示すように、低周波数領域においては、周波数に比例して音圧は大きくなる。ここで、音圧が最大になる周波数を、一次共振周波数 (f_0) という。一次共振周波数は、次式 (1) により導出される。

[数1]

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{M}} \quad \dots (1)$$

f_0 : 一次共振周波数 [Hz]

k : 振動部のばね定数 [N/m]

M : 振動部の質量 [g]

式 (1) に示すように、一次共振周波数は、スピーカの振動部のばね定数 (k) に比例する。ばね定数は、振動部の弾性率に比例する。したがって、振動部の弾性率が大きいと、換言すれば、振動部に硬い材料を用いると、一次共振周波数は大きくなる。すなわち、図 1 において、一次共振周波数 (f_0) が右方向 (高周波数側) にシフトする。こうなると、低周波数領域の音圧は小さくなる。したがって、スピーカの振動部として、電極間に誘電層を介装した電歪素子を用いる場合、電極のばね定数が大きいと、低周波数領域の音が出にくくなる。

[0007] 上記特許文献 5 に記載されているように、スピーカの電極は、例えば、高分子バインダーに導電材を配合した導電材料から形成することができる。この場合、導電材の配合量を少なくすれば、導電材料の弾性率は小さくなるため、柔軟な電極を形成することができる。しかし、導電材の配合量が少ないと、電極の電気抵抗は大きくなる。電極の電気抵抗が大きいと、以下に説明するように、高周波数領域の音が出にくくなる。

[0008] 電極間に誘電層を介装した電歪素子を用いたスピーカにおいて、電極層と誘電層とは、疑似的に、電気抵抗とコンデンサとが直列接続された、ローパスフィルタを構成している。よって、出力される音圧が 3 dB 低下する遮断周波数 (f_c) は、次式 (2) により導出される。

[数 2]

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} \dots (2)$$

f_c : 遮断周波数 [Hz]

R: 極 気抵抗 [Ω]

C: 誘電層 静電容量 [F]

式 (2) に示すように、遮断周波数は、電極の電気抵抗 (R) および誘電層の静電容量 (C) に反比例する。したがって、電極の電気抵抗が大きいと、遮断周波数が小さくなる。すなわち、図 1 において、遮断周波数 (f_c) が左方向 (低周波数側) にシフトする。こうなると、高周波数領域の音圧は小さくなる。

[0009] 本発明は、このような実情に鑑みてなされたものであり、軽量かつ薄型化が可能であり、低周波数から高周波数までの広い周波数領域において実用的な音圧を得ることができる高分子スピーカ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

[0010] 上記課題を解決するため、本発明の高分子スピーカは、エラストマーまたは樹脂製の誘電層と、該誘電層の表裏両面に配置される複数の電極層と、を有する電歪素子を備える高分子スピーカであって、該電極層は、高分子バインダーおよび導電材を含み弾性率が 100 MPa 以下の導電材料からなり、該電極層の面方向のばね定数は該誘電層の面方向のばね定数より小さく、該電極層の体積抵抗率は 200 $\Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする。

[0011] 本発明の高分子スピーカにおいて、音の電気信号としての交流電圧が電極層間に印加されると、電極層間の静電引力に応じて誘電層の厚さが変化することにより、誘電層が振動する。これにより、電歪素子の表裏両側から音が発生する。発生する音の位相は、電歪素子の表側と裏側とにおいて、同じである。このため、従来のダイナミック型スピーカユニットとは異なり、裏側から出た音が表側へ回り込んでも、打ち消し合うことはない。したがって、

エンクロージャーは必要ない。また、電歪素子は、エラストマーまたは樹脂製の誘電層と電極層とからなる。このため、本発明の高分子スピーカは、永久磁石やボイスコイルを有する従来のダイナミック型スピーカユニットと比較して、薄く軽量である。また、比較的 low コストで製造することができる。このように、本発明の高分子スピーカは、軽量で薄型化が可能であり、比較的安価である。なお、「エラストマーまたは樹脂製」とは、誘電層のベース材料が、エラストマーまたは樹脂であることを意味する。よって、エラストマーまたは樹脂成分の他に、添加剤等の他の成分を含んでいても構わない。エラストマーには、ゴムおよび熱可塑性エラストマーが含まれる。

[001 2] 本発明の高分子スピーカの電極層は、高分子バインダーおよび導電材を含む導電材料から形成される。当該導電材料の弾性率は 100 MPa 以下であり、かつ、電極層の面方向のばね定数は誘電層の面方向のばね定数より小さし。本明細書においては、電極層および誘電層の弾性率を、幅 (w) 10 mm、長さ (l) 25 mm の短冊状の試料により測定し、電極層および誘電層の面方向のばね定数を、次式 (3) により算出した。なお、「面方向」は、表裏方向に対して直交する方向である。

[数 3]

$$k = E \times \frac{A}{l} \quad \dots (3)$$

k : ばね定数 [N/m]

E : 弾性率 [N/ m²]

A : 表裏方向の断面積 (幅w x 厚さt) [m²]

l : 長さ [m]

[001 3] 電極層は、上記二つの条件を満足するため、柔軟である。したがって、電極層は、誘電層の伸縮を阻害しにくく、伸張されてもクラックを生じにくく。また、電極層の面方向のばね定数が小さいため、電歪素子における一次共振周波数が小さくなる。すなわち、図 2 に点線で示すように、一次共振周波数 (f₀) が左方向 (低周波数側) にシフトする。このため、本発明の高分子

スピーカによると、より低周波数側の音を出力することができると共に、低周波数領域における音圧が大きくなる。

- [0014] また、本発明の高分子スピーカの電極層の体積抵抗率は、 $200\ \Omega \cdot \text{cm}$ 以下である。電極層の電気抵抗が小さいため、遮断周波数が大きくなる。すなわち、図2に一点鎖線で示すように、遮断周波数 (f_c) が右方向 (高周波数側) にシフトする。このため、本発明の高分子スピーカによると、より高周波数側の音を出力することができると共に、高周波数領域における音圧が大きくなる。このように、本発明の高分子スピーカによると、一次共振周波数と遮断周波数との間隔を広げることにより、再生可能な周波数領域を広げることができる。すなわち、低周波数から高周波数までの広い周波数領域において、大きな音圧を得ることができる。

図面の簡単な説明

- [0015] [図1]任意のスピーカの音圧周波数特性を示す模式図である。
 [図2]本発明の高分子スピーカの音圧周波数特性を示す模式図である。
 [図3]実施形態の高分子スピーカの斜視図である。
 [図4]図3のIV-IV断面図である。

符号の説明

- [0016] 1 :高分子スピーカ、10 :電歪素子、11 :誘電層、12a、12b :電極層、120a、120b :端子部、20a :表側フレーム、20b :裏側フレーム、21 :ボルト、22 :ナット、30 :直流バイアス電源、31 :交流電圧。

発明を実施するための形態

- [0017] 以下、本発明の高分子スピーカの実施の形態について説明する。

- [0018] < 高分子スピーカ >

[構成]

まず、本発明の一実施形態である高分子スピーカの構成を説明する。図3に、本実施形態の高分子スピーカの斜視図を示す。図4に、図1のIV-IV断面図を示す。図3、図4に示すように、高分子スピーカ1は、電歪素子

10と、表側フレーム20aと、裏側フレーム20bと、を備えている。

[0019] 表側フレーム20aおよび裏側フレーム20bは、各々、樹脂製であり、リング状を呈している。表側フレーム20aおよび裏側フレーム20bは、電歪素子10の周縁部を挟んで対向して配置されている。表側フレーム20aと裏側フレーム20bとは、八つのボルト21、八つのナット22により、固定されている。ボルト21—ナット22のセットは、高分子スピーカ1の周方向に所定間隔ずつ離間して配置されている。ボルト21は、表側フレーム20a前面から裏側フレーム20b後面までを貫通している。ナット22は、ボルト21の貫通端に螺着されている。

[0020] 電歪素子10は、表側フレーム20aと裏側フレーム20bとの間に、介装されている。電歪素子10は、誘電層11と、一对の電極層12a、12bと、からなる。誘電層11は、弾性率3.5MPaの水素化ニトリルゴム(H-NBR)製であり、円形の薄膜状を呈している。誘電層11の面方向のばね定数は、75.6N/mである。

[0021] 電極層12a、12bは、いずれも、アクリルゴムとケッチエンブラックとを含む導電材料からなる。当該導電材料の弾性率は、1.5MPaである。電極層12a、12bの面方向のばね定数は3N/mであり、体積抵抗率は $14\ \Omega \cdot \text{cm}$ である。電歪素子10の面方向のばね定数は、81.6(=75.6+3+3)N/mである。電極層12a、12bは、各々、誘電層11よりも小径の、円形の薄膜状を呈している。電極層12a、12bは、各々、誘電層11と略同心円状に配置されている。電極層12a、12bは、各々、端子部120a、120bを有する。端子部120a、120bは、各々、電極層12a、12bの上方の外周縁から拡径方向に突出している。端子部120a、120bは、各々、短冊状を呈している。端子部120a、120bには、配線を介して、直流/イアス電源30および交流電源31が接続されている。

[0022] [製造方法]

次に、本実施形態の高分子スピーカの製造方法について説明する。まず、

離型性フィルムを二枚準備して、一方のフィルムの表面に導電材料を含む塗料を印刷して、電極層 12 a を形成する。同様に、他方のフィルムの表面に、電極層 12 b を形成する。次に、誘電層 11 の表面に一方のフィルムを貼り合わせ、当該フィルムに形成された電極層 12 a を、誘電層 11 の表面に転写する。また、誘電層 11 の裏面に他方のフィルムを貼り合わせ、当該フィルムに形成された電極層 12 b を、誘電層 11 の裏面に転写する。それから、二枚の離型性フィルムを、誘電層 11 から剥離する。このようにして、誘電層 11 の表裏両面に電極層 12 a、12 b を形成し、電歪素子 10 を作製する。次に、電歪素子 10 の周縁部を、表側フレーム 20 a と裏側フレーム 20 b とにより、挟持する。この状態で、表側フレーム 20 a と裏側フレーム 20 b とを、八つのボルト 21、八つのナット 22 により、固定する。このようにして、高分子スピーカ 1 を製造する。

[0023] [動き]

次に、本実施形態の高分子スピーカの動きについて説明する。初期状態において、電極層 12 a、12 b には、直流バイアス電源 30 から所定のバイアス電圧が印加されている。この状態で、交流電源 31 から、再生対象となる音声に基づく交流電圧を、電極層 12 a、12 b に印加する。すると、誘電層 11 の膜厚の変化により、図 4 に白抜き矢印で示すように、電歪素子 10 が前後方向に振動する。これにより、空気が振動し、音声が発生する。

[0024] [作用効果]

次に、本実施形態の高分子スピーカ的作用効果について説明する。本実施形態の高分子スピーカ 1 において、電歪素子 10 は、エラストマー製の誘電層 11 と、その表裏両面に形成された電極層 12 a、12 b と、からなる。このため、高分子スピーカ 1 は、永久磁石やボイスコイルを有する従来のダイナミック型スピーカユニットと比較して、薄く軽量である。また、比較的 low cost で製造することができる。さらに、高分子スピーカ 1 は、エンクロージャーを必要としない。したがって、高分子スピーカ 1 は、軽量かつ薄型であり、比較的安価である。

[0025] 誘電層 11 は、弾性率が 20 MPa 以下の H-NBR 製である。このため、誘電層 11 は、柔軟で伸縮性に優れる。また、電極層 12a、12b は、高分子バインダーとしてアクリルゴムを含み、弾性率が 10 MPa 以下の導電材料からなる。電極層 12a、12b の面方向のばね定数は 3 N/m であり、誘電層 11 の面方向のばね定数 (75.6 N/m) よりも小さい。このため、電極層 12a、12b も柔軟で、誘電層 11 と一体となって伸縮可能である。すなわち、電極層 12a、12b は、誘電層 11 の動きを阻害しにくく、伸張されてもクラックを生じにくい。また、電極層 12a、12b の面方向のばね定数は小さく、電歪素子 10 の面方向のばね定数も 3000 N/m 以下である。このため、電歪素子 10 における一次共振周波数が小さくなる。したがって、高分子スピーカ 1 において、より低周波数側の音を出力することができると共に、低周波数領域における音圧が大きくなる。

[0026] また、電極層 12a、12b の体積抵抗率は、200 Ω·cm 以下である。電極層 12a、12b の電気抵抗が小さいため、遮断周波数が大きくなる。したがって、高分子スピーカ 1 において、より高周波数側の音を出力することができると共に、高周波数領域における音圧が大きくなる。このように、高分子スピーカ 1 によると、低周波数から高周波数までの広い周波数領域において、大きな音圧を得ることができる。

[0027] 以上、本発明の高分子スピーカの一実施形態について説明した。しかしながら、本発明の高分子スピーカの実施の形態は、上記形態に限定されるものではない。以下、本発明の高分子スピーカの電歪素子について、詳しく説明する。

[0028] < 電歪素子 >

本発明の高分子スピーカにおける電歪素子は、エラストマーまたは樹脂製の誘電層と、該誘電層の表裏両面に配置される複数の電極層と、を有する。

[0029] 誘電層に好適なエラストマーとしては、水素化ニトリルゴム (H-NBR)、ニトリルゴム (NBR)、シリコーンゴム、エチレンプロピレンジエンゴム (EPDM)、アクリルゴム、ウレタンゴム、エピクロロヒドリン

ゴム、クロロスルホン化ポリエチレン、塩素化ポリエチレン等が挙げられる。また、エポキシ化天然ゴム、カルボキシル基変性水素化ニトリルゴム (X H—N B R) 等のように、官能基を導入するなどして変性したエラストマーを用いてもよい。あるいは、極性官能基を有する極性低分子量化合物を添加したエラストマーを用いてもよい。

[0030] 誘電層に好適な樹脂としては、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリウレタン、ポリスチレン (架橋発泡ポリスチレンを含む)、ポリ塩化ビニル、塩化ビニリデン共重合体、エチレン—酢酸ビニル共重合体等が挙げられる。

[0031] また、誘電層を柔軟にして、音圧の大きい領域を低周波数側に拡大するという観点から、誘電層には、弾性率が20MPa以下のエラストマー材料を用いるとよい。また、誘電層の厚さを薄くすると、より多くの電荷を蓄えることができるため、出力される音圧を大きくすることができる。加えて、誘電層の面方向のばね定数を、小さくすることができる。

[0032] 誘電層は、エラストマーまたは樹脂成分の他に、添加剤等の他の成分を含んでいても構わない。例えば、誘電層の耐絶縁破壊性を高くするという観点から、絶縁性の無機フィラーを配合することができる。無機フィラーとしては、例えば、シリカ、酸化チタン、チタン酸バリウム、炭酸カルシウム、クレー、焼成クレー、タルク等が挙げられる。

[0033] 電極層は、高分子バインダーおよび導電材を含む導電材料からなる。高分子バインダーとしては、エラストマー、オイル等を用いることができる。伸縮性を有する電極層を形成するという観点から、エラストマーが好適である。エラストマーとしては、シリコーンゴム、NBR、EPDM、天然ゴム、スチレン—ブタジエンゴム (SBR)、アクリルゴム、ウレタンゴム、エピクロロヒドリンゴム、クロロスルホン化ポリエチレン、塩素化ポリエチレン等の架橋ゴム、およびスチレン系、オレフィン系、塩ビ系、ポリエステル系、ポリウレタン系、ポリアミド系等の熱可塑性エラストマーが挙げられる。また、エポキシ基変性アクリルゴム、カルボキシル基変性水素化ニトリルゴム等のように、官能基を導入するなどして変性したエラストマーを用いても

よい。

[0034] 導電材の種類は、特に限定されない。カーボンブラック、カーボンナノチューブ、グラファイト等の炭素材料、銀、金、銅、ニッケル、ロジウム、パラジウム、クロム、チタン、白金、鉄、およびこれらの合金等の金属粉末等から、適宜選択すればよい。また、金属以外の粒子の表面を金属で被覆した被覆粒子を使用してもよい。この場合、金属だけで構成する場合と比較して、導電材の比重を小さくすることができる。よって、塗料化した場合に、導電材の沈降が抑制されて、分散性が向上する。また、粒子を加工することにより、様々な形状の導電材を容易に製造することができる。また、導電材のコストを低減することができる。被覆する金属としては、先に列挙した銀等の金属材料を用いればよい。また、金属以外の粒子としては、カーボンブラック等の炭素材料、炭酸カルシウム、二酸化チタン、酸化アルミニウム、チタン酸バリウム等の金属酸化物、シリカ等の無機物、アクリルやウレタン等の樹脂等を用いればよい。導電材は、一種を単独で用いてもよく、二種以上を混合して用いてもよい。

[0035] 導電材料の弾性率は、 100MPa 以下である。より柔軟な電極層を形成するためには、導電材料の弾性率を、 10MPa 以下とすることが望ましい。一方、導電材料（電極層）の体積抵抗率は、 $200\Omega\cdot\text{cm}$ 以下である。電極層の電気抵抗を小さくして、高周波数領域の音圧を大きくするためには、電極層の体積抵抗率を、 $2\Omega\cdot\text{cm}$ 以下とすることが望ましい。導電材料の弾性率と導電性とを両立できるように、導電材の種類、粒子径、形状、配合量等を決定すればよい。

[0036] 導電材料は、高分子バインダーおよび導電材に加えて、必要に応じて分散剤、補強剤、可塑剤、老化防止剤、着色剤等の添加剤を含んでいてもよい。例えば、高分子バインダーとしてエラストマーを用いる場合、当該エラストマー分のポリマーを溶剤に溶解したポリマー溶液に、導電材、必要に応じて添加剤を添加して、攪拌、混合することにより、塗料を調製することができる。調製した塗料を、誘電層の表裏両面に直接塗布することにより、電極層

を形成すればよい。あるいは、離型性フィルムに塗料を塗布して電極層を形成し、形成した電極層を誘電層の表裏両面に転写してもよい。

[0037] 塗料の塗布方法としては、既に公知の種々の方法を採用することができる。例えば、インクジェット印刷、フレキソ印刷、グラビア印刷、スクリーン印刷、パッド印刷、リソグラフィー等の印刷法その他、ディップ法、スプレー法、バーコート法等が挙げられる。例えば、印刷法を採用すると、塗布する部分と塗布しない部分との塗り分けを、容易に行うことができる。また、大きな面積、細線、複雑な形状の印刷も容易である。印刷法の中でも、高粘度の塗料が使用でき、塗膜厚さの調整が容易であるという理由から、スクリーン印刷法が好適である。

[0038] 電歪素子において、電極層の面方向のばね定数は、誘電層の面方向のばね定数より小さい。電極層の面方向のばね定数を小さくするためには、電極層の厚さを薄くすることが望ましい。また、低周波数領域における音圧を大きくするという観点から、電歪素子のばね定数は、 3000 N/m 以下であることが望ましい。電歪素子のばね定数は、電極層の面方向のばね定数と、誘電層の面方向のばね定数と、の和で算出される。

[0039] 電歪素子を構成する誘電層、電極層の数は、特に限定されない。例えば、上記実施形態のように、一つの誘電層の表裏両面に、電極層を一つずつ配置することができる。あるいは、複数の誘電層を電極層を介して積層してもよい。この場合、印加電圧に対する電歪素子の変形量が大きくなり、出力される音圧を大きくすることができる。また、誘電層を面方向に伸張させた状態で、電歪素子をフレーム等の支持部材に固定してもよい。

[0040] 電極層の大きさや形状は、誘電層に電圧を印加することができれば、特に限定されない。例えば、電極層を、誘電層の全面を覆うように配置してもよい。また、帯状、リング状等の電極層を、誘電層の表裏両面に複数配置してもよい。本発明の高分子スピーカにおいては、誘電層の表面の電極層と、誘電層と、誘電層の裏面の電極層と、の重複部分が、音を出力するスピーカ部として機能する。スピーカ部（重複部分）の面積が大きいほど、静電容量が

大きくなる。これにより、遮断周波数が低周波数側にシフトして、低周波領域の音圧が大きくなる。したがって、電極層の配置パターンを調整することにより、一つの高分子スピーカにおいて、異なる周波数領域の音を再生可能な複数のスピーカ部を設定してもよい。

実施例

[0041] 次に、実施例を挙げて本発明をより具体的に説明する。

[0042] < 電極層 >

[電極層の製造]

下記表 1 に示す電極層用ポリマー、導電材等から、種々の電極層を製造した。まず、電極層用ポリマーを、溶剤 1000 質量部に溶解し、ポリマー溶液を調製した。溶剤としては、実施例 1～11 についてはプチルセロソルプアセテート (BCA) を、実施例 12 についてはトルエンを使用した。次に、調製したポリマー溶液に、導電材を所定の質量割合で添加し、分散させて、塗料を調製した。導電材として銀粉末を添加したものについては、三本ロールにて分散させ、それ以外については、ビーズミルにて分散させた。また、電極層 2、4 については、導電材と共に、分散剤としてポリエステル酸アミドアミン塩も添加した。電極層 9～11 については、ポリマー溶液に、架橋剤のポリイソシアネートを添加した。それから、調製した塗料を、アクリル樹脂製の基材表面にスクリーン印刷し、150℃で約 1 時間加熱して、薄膜状の電極層を製造した。電極層 7 については、比較のため、市販のカーボンペースト (十條ケミカル (株) 製「JELCON CH_8」) を、基材表面にスクリーン印刷して、製造した。

[0043] 製造した電極層の厚さは、表 1 に示す通りである。電極用ポリマーおよび架橋剤としては、次の材料を使用した。

エポキシ基含有アクリルゴム : 日本ゼオン (株) 製「Nipol (登録商標) AR42W」。

ヒドロキシル基含有アクリルゴム A : n-エチルアクリレート (98 質量%) と 2-ヒドロキシエチルメタクリレート (2 質量%) との共重合体 (質量

分子量は90万程度)。

ヒドロキシル基含有アクリルゴムB : n-ブチルアクリレート (98質量%) と2-ヒドロキシエチルメタクリレート (2質量%) との共重合体 (質量分子量は90万程度)。

ポリウレタン系熱可塑性エラストマー : 日本ポリウレタン工業 (株) 製 「ニッポラン (登録商標) 5193」。

シリコーンゴム : 信越化学工業 (株) 製 「KE-1935」。

架橋剤 : 日本ポリウレタン工業 (株) 製 「コロネート (登録商標) HL」。

[0044] [電極層の物性]

(1) ばね定数の算出

製造した電極層を、幅 (w) 10 mm、長さ (l) 25 mmの短冊状に切り出して、試料を作製した。そして、当該試料について、JIS K7127 (1999) に準じた引張試験を行い、得られた応力-伸び曲線から、弾性率を算出した。また、算出した弾性率を前出式 (3) に代入して、当該試料の面方向のばね定数を算出した。表1に、電極層の弾性率およびばね定数を示す。

[0045] (2) 体積抵抗率の測定

製造した電極層の体積抵抗率を、JIS K6271 (2008) の平行端子電極法に準じて測定した。表1に、電極層の体積抵抗率を示す。

[0046] < 誘電層 >

[誘電層の製造]

下記表 2 に示す誘電層用ポリマー等から、種々の誘電層を製造した。誘電層 1、2 については、まず、カルボキシル基含有水素化ニトリルゴムポリマー（ランクセス社製「テルバン（登録商標）XT8889」）を、アセチルアセトンに溶解した。誘電層 3 については、まず、同ポリマーと、シリカ（東ソー「シリカ（株）製湿式シリカ「Nipsil（登録商標）VN3」、 $\text{pH} 5.5 \sim 6.5$ 、比表面積 $240 \text{ m}^2/\text{g}$ ）と、をロール練り機にて混練りし、ゴム組成物を調製した。そして、調製したゴム組成物を、アセチルアセトンに溶解した。次に、得られたポリマー溶液に、有機金属化合物のテトラキス（2-エチルヘキシルオキシ）チタンを添加して、混合した。それから、混合溶液を、アクリル樹脂製の基材表面にスクリーン印刷し、 150°C で約 1 時間加熱して、薄膜状の誘電層を製造した。製造した誘電層の厚さは、表 2 に示す通りである。

[0047] [誘電層の物性]

製造した誘電層を、幅（ w ） 10 mm 、長さ（ l ） 25 mm の短冊状に切り出して、試料を作製した。そして、当該試料について、JIS K7127（1999）に準じた引張試験を行い、得られた応力—伸び曲線から、弾性率を算出した。また、算出した弾性率を前出式（3）に代入して、当該試料の面方向のばね定数を算出した。表 2 に、誘電層の弾性率およびばね定数を示す。

図 2]

		誘電層1	誘電層2	誘電層3
原 料	誘電層用ポリマー	100	100	100
	無機フィラー	—	—	10
	架橋剤	5	5	15
誘電層の 特性	厚さ [μm]	54	18	54
	弾性率 [MPa]	3.5	3.5	20.0
	ばね定数 [N/m]	75.6	25.2	432

[0048] < 電歪素子の製造 >

製造した電極層と誘電層とを適宜組み合わせて、種々の電歪素子を製造した。まず、電極層を、基材ごと直径50mmの円形状に切り出した。次に、基材から剥離した誘電層の表面および裏面に、各々、電極層を基材ごと貼着

した。それから、電極層から基材を剥離して、電極層／誘電層／電極層からなる電歪素子を製造した。誘電層の表裏両面には、同じ種類の電極層を貼着した。電歪素子のばね定数を、誘電層のばね定数と、二つの電極層のばね定数と、の和から算出した。また、電歪素子の表面抵抗率を、JIS K 6271 (2008) の二重リング電極法に準じて測定した。電歪素子のばね定数および表面抵抗率を、下記表 3 に示す。

[表3]

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9	
電歪素子の構成	誘電層1			誘電層2			誘電層3			
	電極層1	電極層2	電極層3	電極層1	電極層3	電極層1	電極層4	電極層5	電極層6	
	81.6	97.6	123.6	31.2	73.2	438.0	1072.0	1192.0	812.0	
	1.8×10^3	5.5×10^1	1.0×10^{-2}	1.8×10^3	1.0×10^{-2}	1.8×10^3	1.2×10^2	6.0×10^{-2}	2.9×10^{-2}	
	低周波数(200Hz)の音圧 [dB/m]	60.6	54.6	63.1	61.1	46.7	41.3	40.7	43.7	
	高周波数(2000Hz)の音圧 [dB/m]	44.6	55.9	56.9	42.0	60.2	47.5	53.3	60.1	
	実施例10	実施例11	実施例12	実施例13	比較例1	比較例2				
電歪素子の構成	誘電層1						誘電層1			
	電極層9	電極層10	電極層11	電極層12	電極層7	電極層8				
	101.6	83.6	95.6	123.6	15075.6	5195.6				
	1.2×10^3	1.2×10^3	4.4×10^2	1.3×10^3	2.0×10^0	2.5×10^0				
	低周波数(200Hz)の音圧 [dB/m]	60.5	62.2	60.8	55.6	12.1	25.2			
	高周波数(2000Hz)の音圧 [dB/m]	48.0	48.7	49.8	48.1	23.8	38.5			

[0049] < 電歪素子の評価 >

製造した電歪素子に、誘電層の厚さに対して $30\text{ V}/\mu\text{m}$ の直流バイアス電圧を印加した。この状態で、低周波数 (200 Hz) の交流電圧 ($3\text{ V}/\mu\text{m}$) を印加して、出力される音圧を測定した。同様に、高周波数 (2000 Hz) の交流電圧を印加して、出力される音圧を測定した。結果を上記表 3 にまとめて示す。

[0050] 表 3 に示すように、実施例 1～13 の電歪素子においては、周波数の高低に関わらず、いずれも $40\text{ dB}/\text{m}$ 以上の大きな音圧が得られた。これに対して、電極層 (導電材料) の弾性率が 100 MPa を超え、電極層のばね定数が誘電層のばね定数より大きい比較例 1、2 の電歪素子における音圧は、低周波数でも高周波数でも、 $40\text{ dB}/\text{m}$ 未満であった。実施例のなかでも、実施例 2、4、5、10～12 の電歪素子においては、低周波数の音圧が $60\text{ dB}/\text{m}$ 以上になった。この結果から、電極層 (導電材料) の弾性率が 10 MPa 以下であり、電極層のばね定数が誘電層のばね定数より小さく、電歪素子のばね定数が $120\text{ N}/\text{m}$ 以下の場合には、低周波数の音圧がより大きくなることがわかる。また、体積抵抗率が $2\ \Omega\cdot\text{cm}$ 以下の電極層 2～6 を備える実施例 2、3、5、7～9 の電歪素子においては、他の実施例の電歪素子よりも、高周波数の音圧が大きくなった。この結果から、電極層の体積抵抗率を小さくすると、高周波数の音圧を大きくするのに有効であることがわかる。

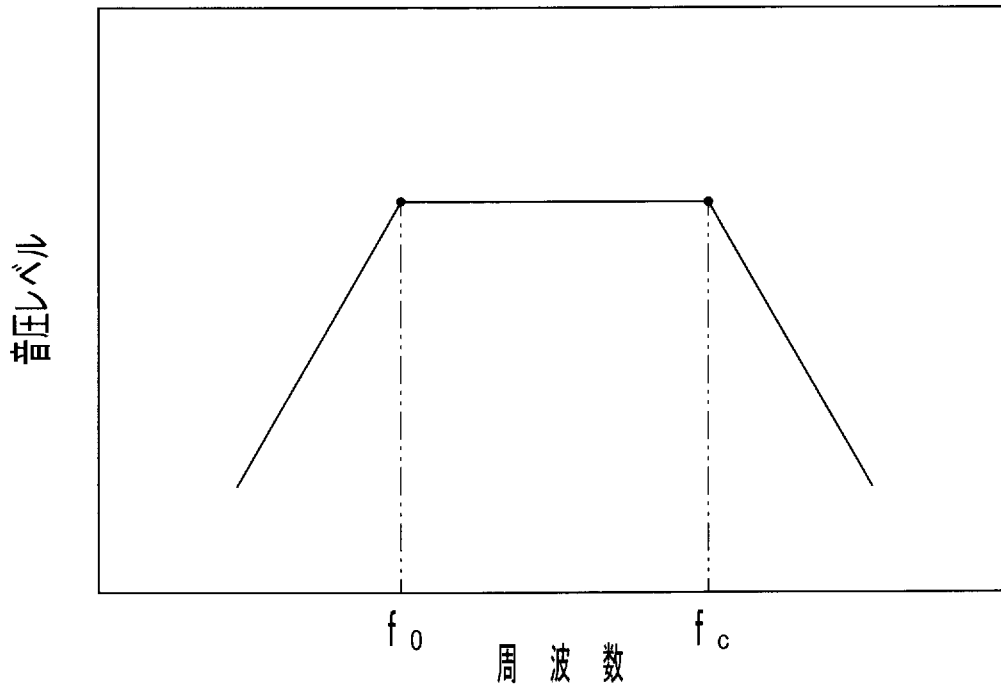
産業上の利用可能性

[0051] 本発明の高分子スピーカは、例えば、自動車のヘッドレストスピーカ、シートスピーカ、天井スピーカ、フロアスピーカ、インストルメントパネルスピーカ、ドアスピーカ等として用いることができる。勿論、車両以外に配置してもよい。また、本発明の高分子スピーカは、音を再現するだけでなく、アクティブノイズキャンセラとして用いてもよい。

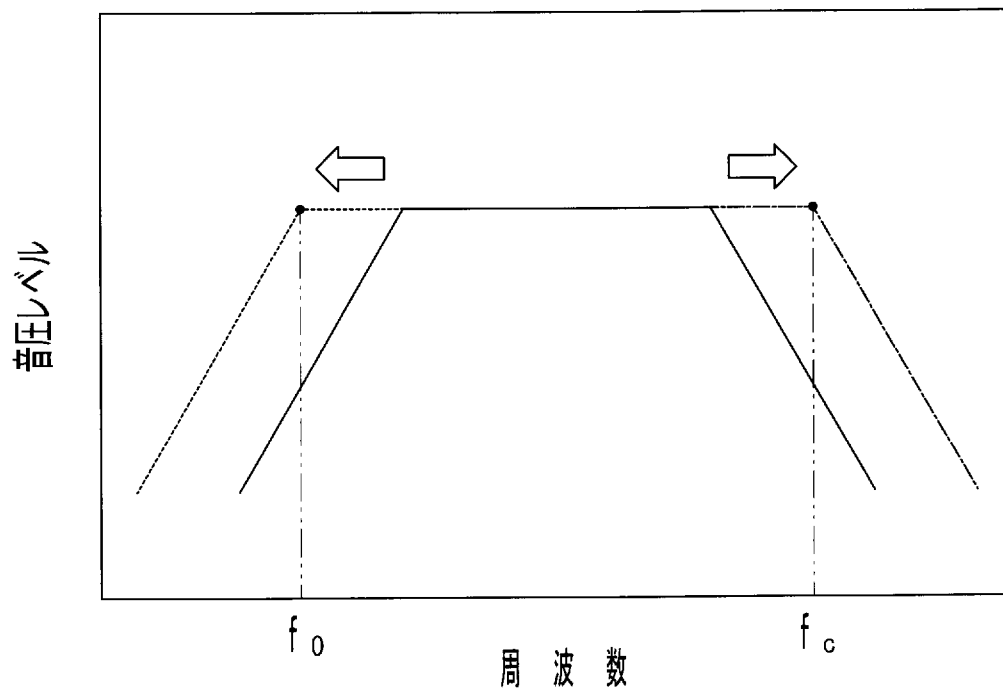
請求の範囲

- [請求項1] エラストマーまたは樹脂製の誘電層と、該誘電層の表裏両面に配置される複数の電極層と、を有する電歪素子を備える高分子スピーカであって、
- 該電極層は、高分子バインダーおよび導電材を含み弾性率が100 MPa以下の導電材料からなり、該電極層の面方向のばね定数は該誘電層の面方向のばね定数より小さく、該電極層の体積抵抗率は200 $\Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする高分子スピーカ。
- [請求項2] 前記誘電層の前記ばね定数と前記電極層の前記ばね定数との和である前記電歪素子のばね定数は、3000 N/m以下である請求項1に記載の高分子スピーカ。
- [請求項3] 前記導電材料の前記高分子バインダーは、エラストマーである請求項1または請求項2に記載の高分子スピーカ。
- [請求項4] 前記誘電層は、弾性率が20 MPa以下のエラストマー製である請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の高分子スピーカ。
- [請求項5] 前記導電材料の弾性率は、10 MPa以下である請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の高分子スピーカ。
- [請求項6] 前記電極層の体積抵抗率は、2 $\Omega \cdot \text{cm}$ 以下である請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の高分子スピーカ。

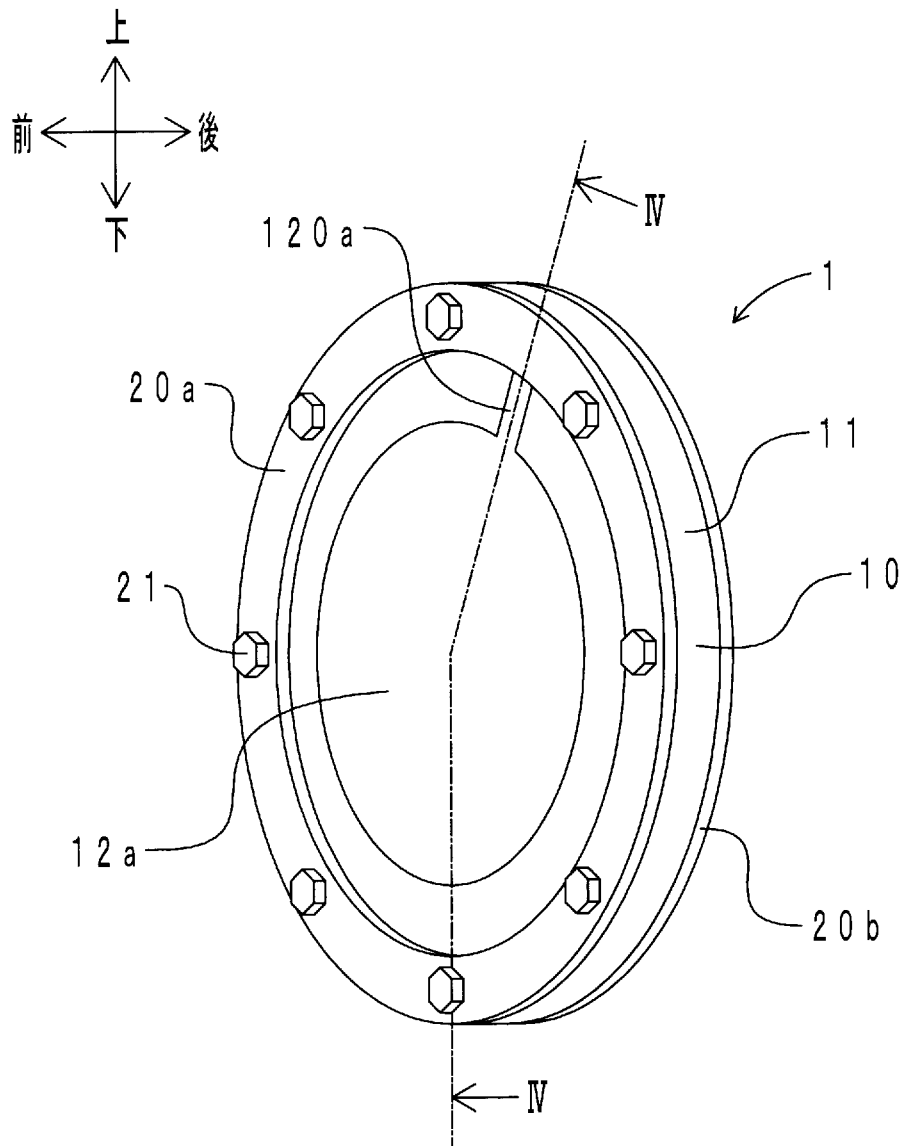
[図1]



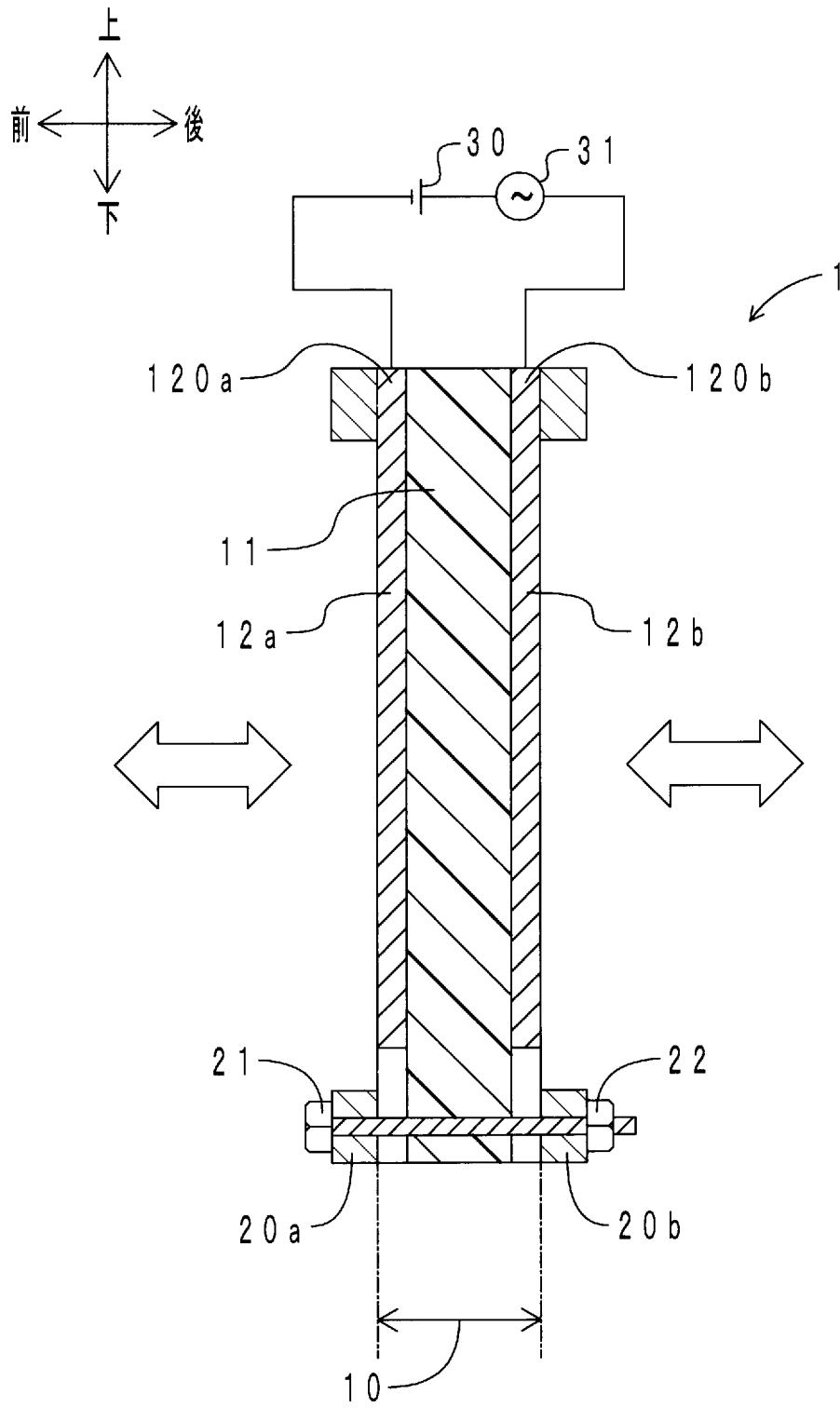
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 012 / 080598

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04R1 9/02 (2006.01)i, C08L1 01/00 (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)

H04R19/02, C08L101/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo	Shinan	Koho	1922-1	996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996-2013
Kokai	Jitsuyo	Shinan	Koho	1971-2013	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-72112 A (Tokai Rubber Indus trie s, Ltd .), 07 April 2011 (07.04.2011), paragraph s [0032], [0035]; fig - 1 (Family : none)	1- 6
A	JP 63-52599 A (Sony Corp.), 05 March 1988 (05.03.1988), ent ire text ; fig. 2 (Family : none)	1- 6
A	JP 2008-270349 A (Mi tsubi shi El ectri c Corp .), 06 November 2008 (06.11.2008), paragraph s [0024], [0035] (Family : none)	1- 6



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

"I" 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
13 February, 2013 (13.02.13)Date of mailing of the international search report
26 February, 2013 (26.02.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H04R19/02 (2006. 01) i , C08L101/00 (2006. 01) i

B. 一 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H04R19/02, C08L101/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-19
日本国公開実用新案公報	1971-20
日本国実用新案登録公報	1996-20
日本国登録実用新案公報	1994-20

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)
 8年

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2011-72112 A (東海ゴム工業株式会社) 2011. 04. 07, 段落【0032】、【0035】、図1 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 63-52599 A (ソニー株式会社) 1988. 03. 05, 全文、第2図 (ファミリーなし)	1-6

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

IA 「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」
 IE 「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」
 I 「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)」
 Iθ 「口頭による開示、使用、展示等に言及する文献」
 IP 「国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の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」
 IY 「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」
 I& 「同一パテントファミリー文献」

国際調査を完了した日
 13. 02. 2013

国際調査報告の発送日
 26. 02. 2013

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA / JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)	5Z	4062
柴垣 俊男		
電話番号 03-3581-1101	内線	3591

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
A	JP 2008-270349 A (三菱電機株式会社) 2008. 11. 06, 段落 【0024】、【0035】 (ファミリーなし)	1 - 6