

(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  
2016年11月17日(17.11.2016)



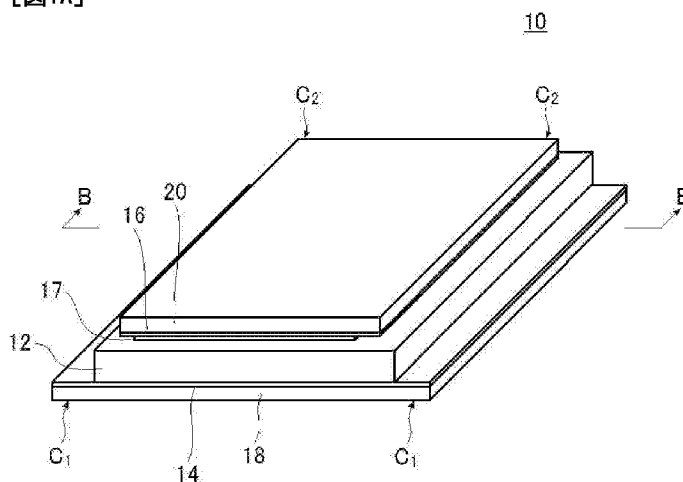
(10) 国際公開番号  
WO 2016/181965 A1

- (51) 国際特許分類:  
H04R 31/00 (2006.01) H01L 41/29 (2013.01)  
H01L 41/047 (2006.01) H01L 41/317 (2013.01)  
H01L 41/09 (2006.01) H01L 41/338 (2013.01)  
H01L 41/113 (2006.01) H01L 41/37 (2013.01)  
H01L 41/18 (2006.01) H04R 17/00 (2006.01)
  - (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/063883
  - (22) 国際出願日: 2016年5月10日(10.05.2016)
  - (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 2015-096470 2015年5月11日(11.05.2015) JP
  - (71) 出願人: 富士フイルム株式会社(FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目2番30号 Tokyo (JP).
  - (72) 発明者: 福永 昭人(FUKUNAGA Akihito); 〒2588577 神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP). 三好哲(MIYOSHI Tetsu); 〒2588577 神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP).
  - (74) 代理人: 渡辺 望稔, 外(WATANABE Mochitoshi et al.); 〒1010032 東京都千代田区岩本町2丁目3番3号 友泉岩本町ビル6階 Tokyo (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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: ELECTROACOUSTIC CONVERSION FILM WEB, ELECTROACOUSTIC CONVERSION FILM, AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 電気音響変換フィルム原反、電気音響変換フィルム、および、その製造方法

[図1A]



(57) Abstract: Provided are a high-production-rate electroacoustic conversion film web, electroacoustic conversion film, and method for manufacturing the same in which the work hours can be reduced and the cost lowered without damaging a thin-film electrode, and in which the location of the electrode leads can be freely selected. This method has a preparation step for preparing an electrode laminate obtained by laminating one thin-film electrode and one protective layer, and a lamination step for laminating the electrode laminate and a piezoelectric layer. When the electrode laminate and the piezoelectric layer are laminated together in the lamination step, an un-adhered part that is not adhered to the piezoelectric layer is provided at least to one end of the thin-film electrode.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2016/181965 A1



---

薄膜電極を傷つけることなく、また、作業工数を減らしてコストを低減でき、また、電極引出し部の箇所を自由に決めることができ、生産性の高い電気音響変換フィルム原反、電気音響変換フィルムおよびこの製造方法を提供する。1つの薄膜電極と1つの保護層とが積層されてなる電極積層体を準備する準備工程、および、電極積層体と、圧電体層とを積層する積層工程を有し、積層工程において、電極積層体と圧電体層とを積層する際に、薄膜電極の少なくとも1つの端部に圧電体層と接着されない未接着部を設ける。

## 明 細 書

発明の名称：

電気音響変換フィルム原反、電気音響変換フィルム、および、その製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、加工されて、スピーカやマイクロフォンなどの音響デバイス等に用いられる電気音響変換フィルムとなる電気音響変換フィルム原反、および、電気音響変換フィルム、ならびに、これらの製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] 液晶ディスプレイや有機EL (Electro Luminescence) ディスプレイなど、ディスプレイの薄型化に対応して、これらの薄型ディスプレイに用いられるスピーカにも軽量化・薄型化が要求されている。このような軽量・薄型なスピーカとして、印加電圧に応答して伸縮する性質を有するシート状の圧電フィルムを採用することが考えられている。

[0003] 例えば、特許文献1には、圧電フィルムとして、ポリフッ化ビニリデン (P V D F : Poly Vinylidene Fluoride) の一軸延伸フィルムを高電圧で分極処理したものをを用いることが記載されている。

このような圧電フィルムをスピーカとして採用するためには、フィルム面に沿った伸縮運動をフィルム面の振動に変換する必要がある。この伸縮運動から振動への変換は、圧電フィルムを湾曲させた状態で周辺保持することにより達成され、これにより、圧電フィルムをスピーカとして機能させることが可能になる。

[0004] また、薄型のスピーカに利用可能な圧電フィルムとして、本願出願人は、特許文献2に開示される、常温で粘弾性を有する高分子材料からなる粘弾性マトリックス中に圧電体粒子を分散してなる高分子複合圧電体と、高分子複合圧電体の両面に形成された薄膜電極と、薄膜電極の表面に形成された保護層とを有する電気音響変換フィルムを提案した。

[0005] このような圧電フィルムは、印加電圧に応じて伸縮する圧電体層の両面に、圧電体層に電圧を印加するための電極対を構成する2つの薄膜電極が形成されており、2つの薄膜電極には、配線を接続する必要がある。

一方で、薄型スピーカとして用いられる圧電フィルムは、スピーカの薄型化のみならず、応答性や再生可能帯域の広帯域化等の観点からも薄型化する必要がある。しかしながら、蒸着膜のような薄い電極層では、ハンダ付け等によって配線を接続することが難しい。

また、薄膜電極への配線は、圧電体層の両面の薄膜電極間の絶縁を確保しつつ行う必要が有るが、圧電体層の厚さが数十 $\mu\text{m}$ 程度と薄いため、容易ではない。

[0006] これに対して、本願出願人は、特許文献3において、薄膜電極および保護層が、圧電体層の面方向外部に、凸状に突出する電極引出し部を有する構成の電気音響変換フィルムを提案した。このような構成により、薄膜電極から電極を引出して、ハンダ付けによる配線の接続を容易に行うことができ、さらに、この電極の引出しを、両面の薄膜電極間の絶縁を確保して行うことができる。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0007] 特許文献1：特開2008-294493号公報

特許文献2：特開2014-14063号公報

特許文献3：特開2014-209724号公報

### 発明の開示

#### 発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献3には、薄膜電極および保護層が、圧電体層の面方向外部に、凸状に突出する電極引出し部を有する構成の電気音響変換フィルムを作製する方法として、圧電体層と薄膜電極および保護層とを全面的に積層した後に、溶剤を染み込ませた綿棒等で圧電体層を擦ってその一部を溶解、除去するこ

とで、凸状に突出する電極引出し部を設ける方法が記載されている。

[0009] しかしながら、圧電体層と薄膜電極および保護層とを積層した後に、電極引出し部となる部分の圧電体層を溶解して除去する方法は、薄膜電極まで溶かしてしまうなど薄膜電極を傷つけてしまうおそれがあった。また、作業工数が多くなり、設備投資が嵩み、高コストになってしまうという問題があった。

また、電極引出し部を凸状に突出する形状に形成するので、電気音響変換フィルムを作製する際に、予め、電極引出し部の位置を決定しておく必要があり、作製後に、電極引出し部の位置を変更することはできない。したがって、電極引出し部の位置や形状等が異なる、多種多様な形状の電気音響変換フィルムを作製する場合には、電器音響変換フィルムごとに、電極引出し部を形成する工程での作製条件を変更する必要があり、生産性を高くできないという問題があった。

[0010] 本発明の目的は、このような従来技術の問題点を解決することにより、薄膜電極を傷つけることなく、また、作業工数を減らしてコストを低減でき、また、電極引出し部の箇所を自由に決めることができ、生産性の高い電気音響変換フィルム原反、電気音響変換フィルム、電気音響変換フィルム原反の製造方法および電気音響変換フィルム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] この課題を解決するために、本発明者らは、1つの薄膜電極と1つの保護層とが積層されてなる電極積層体を準備する準備工程、および、電極積層体と、圧電体層とを積層する積層工程を有し、積層工程において、電極積層体と圧電体層とを積層する際に、薄膜電極の少なくとも1つの端部に圧電体層と接着されない未接着部を設けることにより、上記課題を解決できることを見出し、本発明を完成させた。

すなわち、本発明は、以下の構成の電気音響変換フィルム原反、電気音響変換フィルム、電気音響変換フィルム原反の製造方法および電気音響変換フィルムの製造方法を提供する。

[0012] (1) 誘電性を有する圧電体層、圧電体層の両面にそれぞれ形成される2つの薄膜電極と、2つの薄膜電極上それぞれに形成される2つの保護層と、を有する電気音響変換フィルム原反の製造方法であって、

1つの薄膜電極と1つの保護層とが積層されてなる電極積層体を準備する準備工程、および、

電極積層体と、圧電体層とを積層する積層工程を有し、

積層工程において、電極積層体と圧電体層とを積層する際に、薄膜電極の少なくとも1つの端部に圧電体層と接着されない未接着部を設ける電気音響変換フィルム原反の製造方法。

(2) 積層工程は、電極積層体の薄膜電極上に、圧電体層となる塗布組成物を塗布した後、硬化して圧電体層を形成して、電極積層体と圧電体層とを積層する第1積層工程であり、

第1積層工程において、塗布組成物を塗布する際に、薄膜電極の少なくとも1つの端部を、塗布組成物の塗布を行わない塗料未塗布部とすることで、未接着部を形成する(1)に記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。

(3) 積層工程は、圧電体層と、電極積層体の薄膜電極側とを貼り合わせて、電極積層体と圧電体層とを積層する第2積層工程であり、

第2積層工程において、薄膜電極の少なくとも1つの端部を、圧電体層と貼り合わせない未貼合部とすることで、未接着部を形成する(1)に記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。

(4) 準備工程は、大きさの異なる2つの電極積層体を準備する工程であり、

積層工程として、

大きい方の電極積層体の薄膜電極上に、圧電体層となる塗布組成物を塗布した後、硬化して圧電体層を形成して、大きい方の電極積層体と圧電体層とを積層する第1積層工程と、

大きい方の電極積層体と積層された圧電体層の、大きい方の電極積層体が積層された面とは反対側の面に、小さい方の電極積層体の薄膜電極側を貼り

合わせて、小さい方の電極積層体と圧電体層とを積層する第2積層工程と、を有し、

第1積層工程において、塗布組成物を塗布する際に、薄膜電極の少なくとも1つの端部を、塗布組成物の塗布を行わない塗料未塗布部とすることで、未接着部を形成し、

第2積層工程において、薄膜電極の少なくとも1つの端部を、圧電体層と貼り合わせない未貼合部とすることで、未接着部を形成する(1)に記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。

(5) 第2積層工程は、電極積層体の薄膜電極側に、接着剤を塗布する接着剤塗布工程と、接着剤を介して圧電体層と電極積層体とを貼り合わせる貼合工程とを有し、

接着剤塗布工程において、薄膜電極の少なくとも1つの端部を、接着剤の塗布を行わない接着剤未塗布部とすることで、未接着部を形成する(3)または(4)に記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。

(6) 第2積層工程は、圧電体層と電極積層体とを圧着して貼り合わせるものであり、

薄膜電極の少なくとも1つの端部を、圧電体層と圧着しない未圧着部とすることで、未接着部を形成する(3)～(5)のいずれかに記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。

(7) 第2積層工程において、薄膜電極の少なくとも1つの端部をマスキングして、圧電体層と電極積層体とを貼り合わせることで、未接着部を形成する(3)～(6)のいずれかに記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。

(8) 第2積層工程において圧電体層に積層される薄膜電極の、圧電体層の主面に垂直な方向から見た際の面積が、圧電体層の面積よりも小さい(3)～(7)のいずれかに記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。

(9) 未接着部の幅が、5～20mmである(1)～(8)のいずれかに記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。

(10) 薄膜電極の主面の形状が四角形状であり、薄膜電極の対向する2辺それぞれの側の端部を未接着部とする(1)～(9)のいずれかに記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。

(11) 電極積層体の厚さが、4～20 $\mu\text{m}$ である(1)～(10)のいずれかに記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。

(12) 圧電体層が、常温で粘弾性を有する高分子材料からなる粘弾性マトリックス中に圧電体粒子を分散してなる高分子複合圧電体である(1)～(11)のいずれかに記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。

(13) 高分子材料の動的粘弾性測定による周波数1Hzでの損失正接 $\text{Tan}\delta$ が0.5以上となる極大値が0～50 $^{\circ}\text{C}$ の温度範囲に存在する(12)に記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。

(14) 高分子材料が、シアノエチル基を有するものである(12)または(13)に記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。

(15) 高分子材料が、シアノエチル化ポリビニルアルコールである(12)～(14)のいずれかに記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。

(16) (1)～(15)のいずれかに記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法で作製された電気音響変換フィルム原反を、所定の形状に切断する切断工程を有し、

切断工程において、薄膜電極の未接着部の少なくとも一部を残す形状に切断する電気音響変換フィルムの製造方法。

(17) 誘電性を有する圧電体層と、圧電体層の一方の主面に形成される上部薄膜電極と、圧電体層の他方の主面に形成される下部薄膜電極と、上部薄膜電極上に形成される上部保護層と、下部薄膜電極上に形成される下部保護層とを有する電気音響変換フィルム原反であって、

圧電体層の主面に垂直な方向から見た際の、下部薄膜電極の面積が、圧電体層の面積よりも大きく、かつ、下部薄膜電極の少なくとも1つの端部に、圧電体層が積層されていない未接着部を有し、

圧電体層の主面に垂直な方向から見た際の、上部薄膜電極の面積が、圧電体層の面積よりも小さく、かつ、上部薄膜電極の少なくとも1つの端部に、圧電体層と接着されていない未接着部を有する電気音響変換フィルム原反。

(18) 誘電性を有する圧電体層と、圧電体層の両面にそれぞれ形成される2つの薄膜電極と、2つの薄膜電極上それぞれに形成される2つの保護層とを有する電気音響変換フィルム原反であって、

圧電体層の主面に垂直な方向から見た際の、2つの薄膜電極それぞれの面積が、圧電体層の面積よりも小さく、かつ、薄膜電極それぞれの少なくとも1つの端部に、圧電体層と接着されていない未接着部を有する電気音響変換フィルム原反。

(19) 誘電性を有する圧電体層と、圧電体層の両面にそれぞれ形成される2つの薄膜電極と、2つの薄膜電極上それぞれに形成される2つの保護層とを有する電気音響変換フィルムであって、

圧電体層、2つの薄膜電極、および、2つの保護層が、同一形状で、かつ、互いに接着された領域と、

圧電体層、2つの薄膜電極、および、2つの保護層が、積層方向に互いに重複し、かつ、圧電体層と2つの薄膜電極とが互いに接着されない領域とを有する電気音響変換フィルム。

## 発明の効果

[0013] このような本発明の電気音響変換フィルム原反、電気音響変換フィルム、電気音響変換フィルム原反の製造方法および電気音響変換フィルムの製造方法によれば、薄膜電極を傷つけることがなく、また、作業工数を減らしてコストを低減でき、また、電極引出し部の箇所を自由に決めることができ、生産性を高くできる。

## 図面の簡単な説明

[0014] [図1A]本発明の電気音響変換フィルム原反の一例を模式的に示す概略斜視図である。

[図1B]図1AのB-B線断面図である。

[図2]電気音響変換フィルム原反の一部拡大断面図である。

[図3]本発明の電気音響変換フィルム原反の他の一例の概略断面図である。

[図4A]本発明の電気音響変換フィルム原反の製造方法の一例を説明するための概念図である。

[図4B]本発明の電気音響変換フィルム原反の製造方法の一例を説明するための概念図である。

[図4C]本発明の電気音響変換フィルム原反の製造方法の一例を説明するための概念図である。

[図4D]本発明の電気音響変換フィルム原反の製造方法の一例を説明するための概念図である。

[図4E]本発明の電気音響変換フィルム原反の製造方法の一例を説明するための概念図である。

[図5A]本発明の電気音響変換フィルム原反の製造方法の一例を説明するための概略斜視図である。

[図5B]本発明の電気音響変換フィルム原反の製造方法の一例を説明するための概略斜視図である。

[図5C]本発明の電気音響変換フィルム原反の製造方法の一例を説明するための概略斜視図である。

[図6]本発明の電気音響変換フィルム原反の製造方法の他の一例を説明するための概略斜視図である。

[図7A]本発明の電気音響変換フィルム原反の製造方法の他の一例を説明するための概略斜視図である。

[図7B]本発明の電気音響変換フィルム原反の製造方法の他の一例を説明するための概略斜視図である。

[図8]本発明の電気音響変換フィルムの製造方法における、切断工程を説明するための概略斜視図である。

[図9A]本発明の電気音響変換フィルムを利用する圧電スピーカの一例を説明するための概念図である。

[図9B]本発明の電気音響変換フィルムを利用する圧電スピーカの一例を説明するための概念図である。

[図9C]本発明の電気音響変換フィルムを利用する圧電スピーカの一例を説明するための概念図である。

### 発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の電気音響変換フィルム原反、電気音響変換フィルム、電気音響変換フィルム原反の製造方法および電気音響変換フィルムの製造方法について、添付の図面に示される好適実施形態を基に、詳細に説明する。

以下に記載する構成要件の説明は、本発明の代表的な実施態様に基づいてなされることがあるが、本発明はそのような実施態様に限定されるものではない。

なお、本明細書において、「～」を用いて表される数値範囲は、「～」の前後に記載される数値を下限値および上限値として含む範囲を意味する。

ここで、本願において、『電気音響変換フィルム原反』とは、スピーカ等の電気音響変換器に組み込まれる、最終的な形状の電気音響変換フィルムに加工（カット）される前の状態のものであり、所定の大きさのフィルム状物（枚葉式）であってもよいし、長尺なフィルム状物であってもよい。長尺なフィルム状物の場合には、ロール状に巻き回されていてもよく、電気音響変換フィルムに加工する際に、電気音響変換フィルム原反を巻き回したロールから電気音響変換フィルム原反を送り出して加工すればよい。

[0016] [電気音響変換フィルム原反]

まず、本発明の電気音響変換フィルム原反の製造方法で作製される本発明の電気音響変換フィルム原反について説明する。

本発明の電気音響変換フィルム原反の第1態様は、誘電性を有する圧電体層と、圧電体層の一方の主面に形成される上部薄膜電極と、圧電体層の他方の主面に形成される下部薄膜電極と、上部薄膜電極上に形成される上部保護層と、下部薄膜電極上に形成される下部保護層とを有する電気音響変換フィルム原反であって、圧電体層の主面に垂直な方向から見た際の、下部薄膜電

極の面積が、圧電体層の面積よりも大きく、かつ、下部薄膜電極の少なくとも1つの端部に、圧電体層が積層されていない未接着部を有し、圧電体層の主面に垂直な方向から見た際の、上部薄膜電極の面積が、圧電体層の面積よりも小さく、かつ、上部薄膜電極の少なくとも1つの端部に、圧電体層と接着されていない未接着部を有する電気音響変換フィルム原反である。

[0017] 第1態様の電気音響変換フィルム原反の構成を図1Aおよび図1Bを用いて説明する。

図1Aは、本発明の第1態様の電気音響変換フィルム原反の一例を示す概略斜視図であり、図1Bは、図1AのB-B線断面図である。

図1Aおよび図1Bに示す電気音響変換フィルム原反（以下、「変換フィルム原反」ともいう）10は、基本的に、電界の状態に応じて伸縮する圧電体層12と、圧電体層12の一面に設けられる下部薄膜電極14と、下部薄膜電極14の表面に設けられる下部保護層18と、圧電体層12の他面に設けられる上部薄膜電極16と、上部薄膜電極16の表面に設けられる上部保護層20と、を有して構成される。

[0018] ここで、図1Aおよび図1Bに示すように、変換フィルム原反10は、圧電体層12の主面に垂直な方向から見た際の、下部薄膜電極14の面積が、圧電体層12の面積よりも大きく、下部薄膜電極14の対向する2つの端辺それぞれの側に、圧電体層12が積層されていない未接着部C<sub>1</sub>を有する。すなわち、図1B中左右方向の、下部薄膜電極14の幅が、圧電体層12の幅よりも大きい。

また、圧電体層12の主面に垂直な方向から見た際の、上部薄膜電極16の面積は、圧電体層12の面積よりも一回り小さく、また、圧電体層12と上部薄膜電極16とは接着剤層17を介して接着されており、上部薄膜電極16の面積は、接着剤層17の面積よりも大きく、図1B中左右方向の、上部薄膜電極16の幅が、接着剤層17の幅よりも大きい。したがって、上部薄膜電極16の対向する2つの端辺それぞれの側に、接着剤層17が形成されない領域、すなわち、圧電体層12と接着されていない未接着部C<sub>2</sub>を有す

る。

[0019] 下部薄膜電極 14 の未接着部  $C_1$ 、および、上部薄膜電極 16 の未接着部  $C_2$  はそれぞれ、形成される側の端辺に平行な方向に延在し、この端辺に隣接する一方の端辺から他方の端辺までの領域に、すなわち、この端辺側の長手方向の全域に形成されている。

また、2つの未接着部  $C_1$ 、および、2つの未接着部  $C_2$  はいずれも、圧電体層 12 の同じ対向する2つの端辺側に形成されている。

[0020] 図2に示すように、下部薄膜電極 14 の未接着部  $C_1$ 、および、上部薄膜電極 16 の未接着部  $C_2$  は、配線 36 が接続される部位、すなわち、電極引出し部である。電極引出し部に配線 36 を接続することで、薄膜電極と外部の装置等を電氣的に導通できる。

[0021] 本発明の電気音響変換フィルム原反の製造方法では、このような電極引出し部となる未接着部  $C_1$  および未接着部  $C_2$  を、薄膜電極の損傷を防止して、また、作業工数を減らしコストを低減して、形成することができる。

この点に関しては、後に詳述する。

[0022] また、未接着部  $C_1$  および未接着部  $C_2$  を、薄膜電極の少なくとも1つの端部の全域に設けるので、多種多様な形状の変換フィルムを作製する際に、作製した変換フィルム原反をカットして所望の形状に形成することで、電極引出し部の位置を自由に決めることができ、デザインの自由度が高いため、生産性を高くすることができる。

[0023] ここで、未接着部  $C_1$  および未接着部  $C_2$  それぞれの、対応する端辺に垂直な方向の幅には特に限定はないが、配線との接続を容易にする、実質的な駆動面の大きさを確保する等の観点から、5~20mmが好ましく、8~15mmがより好ましい。

[0024] また、図示例においては、下部薄膜電極 14 には2つの未接着部  $C_1$  を有する構成としたが、これに限定はされず、少なくとも1つの未接着部  $C_1$  を有していればよく、下部薄膜電極 14 の4つの端辺それぞれの側に未接着部  $C_1$  を設けて、4つの未接着部  $C_1$  を有する構成としてもよい。

同様に、図示例においては、上部薄膜電極 16 には 2 つの未接着部  $C_2$  を有する構成としたが、これに限定はされず、少なくとも 1 つの未接着部  $C_2$  を有していればよく、上部薄膜電極 16 の 4 つの端辺それぞれの側に未接着部  $C_2$  を設けて、4 つの未接着部  $C_2$  を有する構成としてもよい。

[0025] また、図示例においては、2 つの未接着部  $C_1$  を、対向する 2 つの端辺側に設ける構成としたが、これに限定はされず、2 つの未接着部  $C_1$  を、隣接する 2 つの端辺側に設ける構成としてもよい。

同様に、2 つの未接着部  $C_2$  も隣接する 2 つの端辺側に設ける構成としてもよい。

[0026] なお、未接着部の数が多いほど、作製した電気音響変換フィルム原反をカットして所望の形状の電気音響変換フィルムを作製する際のデザインの自由度をより高くできる。しかしながら、未接着部を 3 辺以上に設ける場合や、2 つの未接着部を隣接する 2 つの端辺側に設ける場合には、いわゆるロール・ツー・ロールによる製造工程を適用しにくい等、製造工程が複雑になるおそれがある。

したがって、2 つの未接着部を対向する 2 つの端辺側に設ける構成とするのが好ましい。

[0027] また、図示例においては、下部薄膜電極 14 の未接着部  $C_1$  と、上部薄膜電極 16 の未接着部  $C_2$  とは、圧電体層 12 の同じ端辺側に形成される構成としたが、これに限定はされず、未接着部  $C_1$  と未接着部  $C_2$  とが、圧電体層 12 の互いに異なる端辺側に形成される構成としてもよい。

[0028] また、図示例においては、上部薄膜電極 16 は、接着剤層 17 を介して圧電体層 12 に接着されているが、これに限定はされず、接着剤層 17 を有さず、上部薄膜電極 16 と圧電体層 12 とが圧着等により直接接着されていてもよい。

[0029] 次に、本発明の電気音響変換フィルム原反の第 2 態様について説明する。

本発明の電気音響変換フィルム原反の第 2 態様は、誘電性を有する圧電体層と、圧電体層の両面にそれぞれ形成される 2 つの薄膜電極と、2 つの薄膜

電極上それぞれに形成される2つの保護層とを有する電気音響変換フィルム原反であって、圧電体層の主面に垂直な方向から見た際の、2つの薄膜電極それぞれの面積が、圧電体層の面積よりも小さく、かつ、薄膜電極それぞれの少なくとも1つの端部に、圧電体層と接着されていない未接着部を有する電気音響変換フィルム原反である。

[0030] 第2態様の電気音響変換フィルム原反の構成を、図3を用いて説明する。

図3は、本発明の第2態様の電気音響変換フィルム原反の一例を示す概略断面図である。

図3に示す変換フィルム原反10bは、圧電体層12と、圧電体層12の一面に設けられる下部薄膜電極14bと、下部薄膜電極14bの表面に設けられる下部保護層18bと、圧電体層12の他面に設けられる上部薄膜電極16と、上部薄膜電極16の表面に設けられる上部保護層20と、を有して構成される。

なお、図3に示す変換フィルム原反10bは、下部薄膜電極14および下部保護層18に代えて、下部薄膜電極14b、下部保護層18bおよび接着剤層17を有する以外は、図1Bに示す変換フィルム原反10と同様の構成を有するので、同じ部位には同じ符号を付し、以下の説明では異なる部位を主に行う。

[0031] 図3に示すように、変換フィルム原反10bは、圧電体層12の主面に垂直な方向から見た際の、下部薄膜電極14bの面積が、圧電体層12の面積よりも小さく、また、圧電体層12と下部薄膜電極14bとは接着剤層15を介して接着されており、下部薄膜電極14bの面積は、接着剤層15の面積よりも大きく、下部薄膜電極14bの対向する2つの端辺それぞれの側に、接着剤層15が形成されない領域である未接着部C<sub>1</sub>を有する。

すなわち、下部薄膜電極14bおよび下部保護層18bは、圧電体層12の反対側の面に積層される以外は、上部薄膜電極16および上部保護層20と同様の構成を有する。

[0032] 本発明の電気音響変換フィルム原反の製造方法では、第2態様の変換フィ

ルム原反を作製する場合においても、未接着部 $C_1$ および未接着部 $C_2$ を、薄膜電極の損傷を防止して、また、作業工数を減らしコストを低減して、形成することができる。

また、第2態様の変換フィルム原反も、未接着部 $C_1$ および未接着部 $C_2$ を、薄膜電極の少なくとも1つの端部の全域に設けるので、多種多様な形状の変換フィルムを作製する際に、作製した変換フィルム原反をカットして所望の形状に形成することで、電極引出し部の位置を自由に決めることができ、デザインの自由度が高いため、生産性を高くすることができる。

[0033] [電気音響変換フィルム]

本発明の電気音響変換フィルム（以下、「変換フィルム」ともいう）は、上述の変換フィルム原反を所望の形状に切断（カット）して得られる変換フィルムであり、薄膜電極の未接着部の少なくとも一部を残した形状を有する（図8参照）。

したがって、本発明の変換フィルムは、誘電性を有する圧電体層と、圧電体層の両面にそれぞれ形成される2つの薄膜電極と、2つの薄膜電極上それぞれに形成される2つの保護層とを有する変換フィルムであって、圧電体層、2つの薄膜電極、および、2つの保護層が、同一形状で、かつ、互いに接着された領域と、圧電体層、2つの薄膜電極、および、2つの保護層が、積層方向に互いに重複し、かつ、圧電体層と2つの薄膜電極とが互いに接着されない領域とを有する変換フィルムである。

カットの際に残した未接着部の少なくとも一部の領域が、圧電体層と2つの薄膜電極とが互いに接着されない領域であり、電極引出し部として利用される（図2参照）。

[0034] なお、本発明の変換フィルム原反は、カットせずにそのまま変換フィルムとして用いることも可能である。

[0035] 次に、変換フィルム原反および変換フィルムの各構成要素の材料および構成等について説明する。

[0036] [圧電体層]

本発明の変換フィルム原反において、圧電体層 1 2 は、圧電性を有し、電界の状態に応じて面内方向に伸縮する層である。

図 1 B ならびに図 3 に示す変換フィルム原反の圧電体層 1 2 は、高分子材料からなるマトリックス 2 4 中に、圧電体粒子 2 6 を分散した高分子複合圧電体である。

また、好ましくは、圧電体層 1 2 は、分極処理されている。

また、圧電体層 1 2 中の圧電体粒子 2 6 は、粘弾性マトリックス 2 4 中に、規則性を持って分散されていても、不規則に分散されていてもよい。

[0037] ここで、圧電体層 1 2 を構成する高分子複合圧電体のマトリックス 2 4 (マトリックス兼バインダ) の材料として、常温で粘弾性を有する高分子材料を用いるのが好ましい。

本発明の変換フィルム原反に用いられる高分子複合圧電体 (圧電体層 1 2) は、次の要件を具備したものであるのが好ましい。従って、以下の要件を具備する材料として、常温で粘弾性を有する高分子材料を用いるのが好ましい。

なお、本明細書において、「常温」とは、0~50℃程度の温度域を指す。

[0038] (i) 可撓性

例えば、携帯用として新聞や雑誌のように書類感覚で緩く撓めた状態で把持する場合、絶えず外部から、数Hz以下の比較的ゆっくりとした、大きな曲げ変形を受けることになる。この時、高分子複合圧電体が硬いと、その分大きな曲げ応力が発生し、高分子マトリックスと圧電体粒子との界面で亀裂が発生し、やがて破壊に繋がる恐れがある。従って、高分子複合圧電体には適度な柔らかさが求められる。また、歪みエネルギーを熱として外部へ拡散できれば応力を緩和することができる。従って、高分子複合圧電体の損失正接が適度に大きいことが求められる。

(ii) 音質

スピーカは、20Hz~20kHzのオーディオ帯域の周波数で圧電体粒

子を振動させ、その振動エネルギーによって振動板（高分子複合圧電体）全体が一体となって振動することで音が再生される。従って、振動エネルギーの伝達効率を高めるために高分子複合圧電体には適度な硬さが求められる。また、スピーカの周波数特性が平滑であれば、曲率の変化に伴い最低共振周波数  $f_0$  が変化した際の音質の変化量も小さくなる。従って、高分子複合圧電体の損失正接は適度に大きいことが求められる。

[0039] 以上をまとめると、本発明の変換フィルム原反に用いる高分子複合圧電体は、 $20\text{ Hz} \sim 20\text{ kHz}$ の振動に対しては硬く、数Hz以下の振動に対しては柔らかく振る舞うことが求められる。また、高分子複合圧電体の損失正接は、 $20\text{ kHz}$ 以下の全ての周波数の振動に対して、適度に大きいことが求められる。

[0040] 一般に、高分子固体は粘弾性緩和機構を有しており、温度上昇あるいは周波数の低下とともに大きなスケールの分子運動が貯蔵弾性率（ヤング率）の低下（緩和）あるいは損失弾性率の極大（吸収）として観測される。その中でも、非晶質領域の分子鎖のミクロブラウン運動によって引き起こされる緩和は、主分散と呼ばれ、非常に大きな緩和現象が見られる。この主分散が起きる温度がガラス転移点（ $T_g$ ）であり、最も粘弾性緩和機構が顕著に現れる。

高分子複合圧電体（圧電体層12）において、ガラス転移点が常温にある高分子材料、言い換えると、常温で粘弾性を有する高分子材料をマトリックスに用いることで、 $20\text{ Hz} \sim 20\text{ kHz}$ の振動に対しては硬く、数Hz以下の遅い振動に対しては柔らかく振舞う高分子複合圧電体が実現する。特に、この振舞いが好適に発現する等の点で、周波数1Hzでのガラス転移温度が常温、すなわち、 $0 \sim 50^\circ\text{C}$ にある高分子材料を、高分子複合圧電体のマトリックスに用いるのが好ましい。

[0041] 常温で粘弾性を有する高分子材料としては、公知の各種のものが利用可能である。好ましくは、常温、すなわち $0 \sim 50^\circ\text{C}$ において、動的粘弾性試験による周波数1Hzにおける損失正接  $\tan \delta$  の極大値が、0.5以上有る

高分子材料を用いる。

これにより、高分子複合圧電体が外力によってゆっくりと曲げられた際に、最大曲げモーメント部における高分子マトリックス／圧電体粒子界面の応力集中が緩和され、高い可撓性が期待できる。

[0042] また、高分子材料は、動的粘弾性測定による周波数 1 Hz での貯蔵弾性率 ( $E'$ ) が、0°C において 100 MPa 以上、50°C において 10 MPa 以下、であることが好ましい。

これにより、高分子複合圧電体が外力によってゆっくりと曲げられた際に発生する曲げモーメントが低減できると同時に、20 Hz ~ 20 kHz の音響振動に対しては硬く振る舞うことができる。

[0043] また、高分子材料は、比誘電率が 25°C において 10 以上有ると、より好適である。これにより、高分子複合圧電体に電圧を印加した際に、高分子マトリックス中の圧電体粒子にはより高い電界が掛かるため、大きな変形量が期待できる。

しかしながら、その反面、良好な耐湿性の確保等を考慮すると、高分子材料は、比誘電率が 25°C において 10 以下であるのも、好適である。

[0044] このような条件を満たす高分子材料としては、シアノエチル化ポリビニルアルコール（シアノエチル化 PVA）、ポリ酢酸ビニル、ポリビニリデンクロライドコアクリロニトリル、ポリスチレンービニルポリイソプレンブロック共重合体、ポリビニルメチルケトン、および、ポリブチルメタクリレート等が例示される。また、これらの高分子材料としては、ハイブラー 5127（株式会社クラレ製）などの市販品も、好適に利用可能である。なかでも、シアノエチル基を有する材料を用いることが好ましく、シアノエチル化 PVA を用いるのが特に好ましい。

なお、これらの高分子材料は、1 種のみを用いてもよく、複数種を併用（混合）して用いてもよい。

[0045] このような常温で粘弾性を有する高分子材料を用いるマトリックス 24 は、必要に応じて、複数の高分子材料を併用してもよい。

すなわち、マトリックス24には、誘電特性や機械特性の調整等を目的として、シアノエチル化PVA等の粘弾性材料に加え、必要に応じて、その他の誘電性高分子材料を添加しても良い。

[0046] 添加可能な誘電性高分子材料としては、一例として、ポリフッ化ビニリデン、フッ化ビニリデン-テトラフルオロエチレン共重合体、フッ化ビニリデン-トリフルオロエチレン共重合体、ポリフッ化ビニリデン-トリフルオロエチレン共重合体及びポリフッ化ビニリデン-テトラフルオロエチレン共重合体等のフッ素系高分子、シアン化ビニリデン-酢酸ビニル共重合体、シアノエチルセルロース、シアノエチルヒドロキシサッカロース、シアノエチルヒドロキシセルロース、シアノエチルヒドロキシプルラン、シアノエチルメタクリレート、シアノエチルアクリレート、シアノエチルヒドロキシエチルセルロース、シアノエチルアミロース、シアノエチルヒドロキシプロピルセルロース、シアノエチルジヒドロキシプロピルセルロース、シアノエチルヒドロキシプロピルアミロース、シアノエチルポリアクリルアミド、シアノエチルポリアクリレート、シアノエチルプルラン、シアノエチルポリヒドロキシメチレン、シアノエチルグリシドールプルラン、シアノエチルサッカロース及びシアノエチルソルビトール等のシアノ基あるいはシアノエチル基を有するポリマー、ニトリルゴムやクロロプレンゴム等の合成ゴム等が例示される。

中でも、シアノエチル基を有する高分子材料は、好適に利用される。

また、圧電体層12のマトリックス24において、シアノエチル化PVA等の常温で粘弾性を有する材料に加えて添加される誘電性ポリマーは、1種に限定はされず、複数種を添加してもよい。

[0047] また、誘電性ポリマー以外にも、ガラス転移点 $T_g$ を調整する目的で、塩化ビニル樹脂、ポリエチレン、ポリスチレン、メタクリル樹脂、ポリブテン、イソブチレン、等の熱可塑性樹脂や、フェノール樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂、アルキド樹脂、マイカ、等の熱硬化性樹脂を添加しても良い。

更に、粘着性を向上する目的で、ロジンエステル、ロジン、テルペン、テ

ルペンフェノール、石油樹脂、等の粘着付与剤を添加しても良い。

[0048] 圧電体層 12 のマトリックス 24 において、シアノエチル化 PVA 等の粘弾性材料以外のポリマーを添加する際の添加量には、特に限定は無いが、マトリックス 24 に占める割合で 30 重量%以下とするのが好ましい。

これにより、マトリックス 24 における粘弾性緩和機構を損なうことなく、添加する高分子材料の特性を発現できるため、高誘電率化、耐熱性の向上、圧電体粒子 26 や電極層との密着性向上等の点で好ましい結果を得ることができる。

[0049] なお、本発明においては、マトリックス 24 の材料は、常温で粘弾性を有する高分子材料に限定はされず、上記の誘電性ポリマー等を用いることもできる。

[0050] 圧電体粒子 26 は、ペロブスカイト型或いはウルツ鉱型の結晶構造を有するセラミックス粒子からなるものである。

圧電体粒子 26 を構成するセラミックス粒子としては、例えば、チタン酸ジルコン酸鉛 (PZT)、チタン酸ジルコン酸ランタン酸鉛 (PLZT)、チタン酸バリウム (BaTiO<sub>3</sub>)、酸化亜鉛 (ZnO)、および、チタン酸バリウムとビスマスフェライト (BiFe<sub>3</sub>) との固溶体 (BFBT) 等が例示される。

[0051] このような圧電体粒子 26 の粒径は、変換フィルム原反のサイズや用途に応じて、適宜、選択すれば良いが、本発明者の検討によれば、1~10 μm が好ましい。

圧電体粒子 26 の粒径を上記範囲とすることにより、高い圧電特性とフレキシビリティとを両立できる等の点で好ましい結果を得ることができる。

[0052] なお、図 1 においては、圧電体層 12 中の圧電体粒子 26 は、マトリックス 24 中に、規則性を持って、均一に分散されているが、不規則に分散されていてもよい。

[0053] また、本発明の変換フィルム原反において、圧電体層 12 中におけるマトリックス 24 と圧電体粒子 26 との量比は、変換フィルム原反の面方向の大

きさや厚さ、変換フィルム原反の用途、変換フィルム原反に要求される特性等に応じて、適宜、設定すればよい。

ここで、本発明者の検討によれば、圧電体層 1 2 中における圧電体粒子 2 6 の体積分率は、30～70%が好ましく、特に、50%以上とするのが好ましく、従って、50～70%とするのが、より好ましい。

マトリックス 2 4 と圧電体粒子 2 6 との量比を上記範囲とすることにより、高い圧電特性とフレキシビリティとを両立できる等の点で好ましい結果を得ることができる。

[0054] また、本発明の変換フィルム原反において、圧電体層 1 2 の厚さには、特に限定はなく、変換フィルム原反のサイズ、変換フィルム原反の用途、変換フィルム原反に要求される特性等に応じて、適宜、設定すればよい。

ここで、本発明者の検討によれば、圧電体層 1 2 の厚さは 5～100  $\mu\text{m}$  が好ましく、5～50  $\mu\text{m}$  がより好ましく、5～30  $\mu\text{m}$  が特に好ましい。

圧電体層 1 2 の厚さを、上記範囲とすることにより、剛性の確保と適度な柔軟性との両立や、応答性や再生可能帯域の広帯域化等の点で好ましい結果を得ることができる。

なお、圧電体層 1 2 は、分極処理（ポーリング）されているのが好ましいのは、前述のとおりである。分極処理に関しては、後に詳述する。

[0055] また、上記実施形態においては、圧電体層 1 2 として、高分子複合圧電体を用いたが、本発明は、これに限定はされず、P V D F（ポリフッ化ビニリデン）等の圧電性を有する高分子圧電材料を用いてもよい。

なお、一軸延伸された P V D F は、その圧電特性に面内異方性があるのに対し、高分子複合圧電体は面内異方性がないため、P V D F と比較してより好適に伸縮運動を前後運動に変換することができ、十分な音量と音質を得ることができる点で好ましい。

[0056] 〔保護層〕

図 1 B ならびに図 3 に示すように、本発明の変換フィルム原反は、圧電体層 1 2 を下部薄膜電極 1 4 および上部薄膜電極 1 6 で挟持し、この積層体を

下部保護層 18 および上部保護層 20 で挟持してなる構成を有する。

変換フィルム原反において、下部保護層 18 および上部保護層 20 は、高分子複合圧電体に適度な剛性と機械的強度を付与する役目を担っている。すなわち、本発明の変換フィルム原反において、マトリックス 24 と圧電体粒子 26 とからなる高分子複合圧電体（圧電体層 12）は、ゆっくりとした曲げ変形に対しては、非常に優れた可撓性を示す一方で、用途によっては、剛性や機械的強度が不足する場合がある。変換フィルム原反は、それを補うために下部保護層 18 および上部保護層 20 が設けられる。

なお、下部保護層 18 および上部保護層 20 は、配置位置および大きさが異なるのみで、構成は同じであるので、以下の説明においては、下部保護層 18 および上部保護層 20 を区別する必要がない場合には、両部材をまとめて、保護層ともいう。

[0057] 保護層には、特に限定はなく、各種のシート状物が利用可能であり、一例として、各種の樹脂フィルム（プラスチックフィルム）が好適に例示される。中でも、優れた機械的特性および耐熱性を有するなどの理由により、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリプロピレン（PP）、ポリスチレン（PS）、ポリカーボネート（PC）、ポリフェニレンサルファイト（PPS）、ポリメチルメタクリレート（PMMA）、ポリアーテルイミド（PEI）、ポリイミド（PI）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、トリアセチルセルロース（TAC）、および、環状オレフィン系樹脂が好適に利用される。

[0058] 保護層の厚さにも、特に、限定は無い。また、保護層の厚さは、基本的に同じであるが、異なってもよい。

ここで、保護層の剛性が高過ぎると、圧電体層 12 の伸縮を拘束するばかりか、可撓性も損なわれるため、機械的強度やシート状物としての良好なハンドリング性が要求される場合を除けば、保護層は、薄いほど有利である。

[0059] ここで、本発明者の検討によれば、保護層の厚さがそれぞれ、圧電体層 12 の厚さの 2 倍以下であれば、剛性の確保と適度な柔軟性との両立等の点で

好ましい結果を得ることができる。

例えば、圧電体層 12 の厚さが  $50\ \mu\text{m}$  で下部保護層 18 および上部保護層 20 が PET からなる場合、下部保護層 18 および上部保護層 20 の厚さはそれぞれ、 $100\ \mu\text{m}$  以下が好ましく、 $50\ \mu\text{m}$  以下がより好ましく、中でも  $25\ \mu\text{m}$  以下とするのが好ましい。

[0060] 〔薄膜電極〕

本発明の変換フィルム原反において、圧電体層 12 と下部保護層 18 との間には下部薄膜電極 14 が、圧電体層 12 と上部保護層 20 との間には上部薄膜電極 16 が、それぞれ形成される。

下部薄膜電極 14 および上部薄膜電極 16 は、圧電体層 12 に電圧を印加するために設けられる。

なお、下部薄膜電極 14 および上部薄膜電極 16 は、大きさおよび配置位置が異なるのみで、構成は同じであるので、以下の説明においては、下部薄膜電極 14 および上部薄膜電極 16 を区別する必要がない場合には、両部材をまとめて、薄膜電極ともいう。

[0061] 本発明において、薄膜電極の形成材料には、特に、限定はなく、各種の導電体が利用可能である。具体的には、炭素、パラジウム、鉄、錫、アルミニウム、ニッケル、白金、金、銀、銅、クロムおよびモリブデン等や、これらの合金、酸化インジウムスズ等が例示される。中でも、銅、アルミニウム、金、銀、白金、および、酸化インジウムスズのいずれかが、好適に例示される。

[0062] また、薄膜電極の形成方法にも、特に限定はなく、真空蒸着やスパッタリング等の気相堆積法（真空成膜法）やめっきによる成膜や、上記材料で形成された箔を貼着する方法等、公知の方法が、各種、利用可能である。

[0063] 中でも特に、変換フィルム原反の可撓性が確保できる等の理由で、真空蒸着によって成膜された銅やアルミニウムの薄膜は、薄膜電極として、好適に利用される。その中でも特に、真空蒸着による銅の薄膜は、好適に利用される。

薄膜電極の厚さには、特に、限定は無い。また、薄膜電極の厚さは、基本的に同じであるが、異なってもよい。

[0064] ここで、前述の保護層と同様に、薄膜電極の剛性が高過ぎると、圧電体層 1 2 の伸縮を拘束するばかりか、可撓性も損なわれるため、薄膜電極は、電気抵抗が高くなり過ぎない範囲であれば、薄いほど有利である。

[0065] ここで、本発明者の検討によれば、薄膜電極の厚さとヤング率との積が、保護層の厚さとヤング率との積を下回れば、可撓性を大きく損なうことがないため、好適である。

例えば、保護層が P E T (ヤング率：約 6 . 2 G P a) で、薄膜電極が銅 (ヤング率：約 1 3 0 G P a) からなる組み合わせの場合、保護層の厚さが 2 5  $\mu$  m だとすると、薄膜電極の厚さは、1 . 2  $\mu$  m 以下が好ましく、0 . 3  $\mu$  m 以下がより好ましく、中でも 0 . 1  $\mu$  m 以下とするのが好ましい。

[0066] 前述のように、本発明の変換フィルム原反は、マトリックス 2 4 に圧電体粒子 2 6 を分散してなる圧電体層 1 2 (高分子複合圧電体) を、下部薄膜電極 1 4 および上部薄膜電極 1 6 で挟持し、さらに、この積層体を、下部保護層 1 8 および上部保護層 2 0 で挟持してなる構成を有する。

このような本発明の変換フィルム原反は、動的粘弾性測定による周波数 1 H z での損失正接 (T a n  $\delta$ ) が 0 . 5 以上となる極大値が常温に存在するのが好ましい。

これにより、変換フィルム原反が外部から数 H z 以下の比較的ゆっくりとした、大きな曲げ変形を受けたとしても、歪みエネルギーを効果的に熱として外部へ拡散できるため、高分子マトリックスと圧電体粒子との界面で亀裂が発生するのを防ぐことができる。

[0067] また、本発明の変換フィルム原反は、動的粘弾性測定による周波数 1 H z での貯蔵弾性率 (E') が、0 °C において 1 0 ~ 3 0 G P a、5 0 °C において 1 ~ 1 0 G P a であるのが好ましい。

これにより、常温で変換フィルム原反が貯蔵弾性率 (E') に大きな周波数分散を有することができる。すなわち、2 0 H z ~ 2 0 k H z の振動に対

しては硬く、数Hz以下の振動に対しては柔らかく振る舞うことができる。

[0068] また、本発明の変換フィルム原反は、厚さと動的粘弾性測定による周波数1 Hzでの貯蔵弾性率 ( $E'$ ) との積が、0°Cにおいて  $1.0 \times 10^6 \sim 2.0 \times 10^6$  ( $1.0E+06 \sim 2.0E+06$ ) N/m、50°Cにおいて  $1.0 \times 10^5 \sim 1.0 \times 10^6$  ( $1.0E+05 \sim 1.0E+06$ ) N/mであるのが好ましい。

これにより、変換フィルム原反が可撓性および音響特性を損なわない範囲で、適度な剛性と機械的強度を備えることができる。

[0069] さらに、本発明の変換フィルム原反は、動的粘弾性測定から得られたマスターカーブにおいて、25°C、周波数1 kHzにおける損失正接 ( $\tan \delta$ ) が0.05以上であるのが好ましい。

これにより、変換フィルム原反から切り出した変換フィルムを用いたスピーカの周波数特性が平滑になり、スピーカの曲率の変化に伴い最低共振周波数  $f_0$  が変化した際の音質の変化量も小さくできる。

[0070] [電気音響変換フィルム原反の製造方法]

次に、本発明の電気音響変換フィルム原反の製造方法について説明する。

本発明の電気音響変換フィルム原反の製造方法は、誘電性を有する圧電体層、圧電体層の両面にそれぞれ形成される2つの薄膜電極と、2つの薄膜電極上それぞれに形成される2つの保護層と、を有する電気音響変換フィルム原反の製造方法であって、

1つの薄膜電極と1つの保護層とが積層されてなる電極積層体を準備する準備工程、および、

電極積層体と、圧電体層とを積層する積層工程を有し、

積層工程において、電極積層体と圧電体層とを積層する際に、薄膜電極の少なくとも1つの端部に圧電体層と接着されない未接着部を設ける電気音響変換フィルム原反の製造方法である。

[0071] ここで、積層工程は、電極積層体の薄膜電極上に、圧電体層となる塗布組成物を塗布した後、硬化して圧電体層を形成して、電極積層体と圧電体層と

を積層する工程であり、塗布組成物を塗布する際に、薄膜電極の少なくとも1つの端部を、塗布組成物の塗布を行わない塗料未塗布部とすることで、未接着部を形成する第1積層工程、および、圧電体層と、電極積層体の薄膜電極側とを貼り合わせて、電極積層体と圧電体層とを積層する工程であり、薄膜電極の少なくとも1つの端部を、圧電体層と貼り合わせない未貼合部とすることで、未接着部を形成する第2積層工程の少なくとも一方である。

ここで、電極積層体は、圧電体層の両面に積層される。したがって、積層工程として、圧電体層の一方の面に電極積層体を積層する際には第1積層工程を行い、他方の面に電極積層体を積層する際には第2積層工程を行ってもよいし、両面共に第2積層工程で積層してもよい。

[0072] 以下、本発明の電気音響変換フィルム原反の製造方法（以下、「本発明の製造方法」ともいう）を、図4A～図4E、および、図5A～図5Cを用いて説明する。

図4A～図4Eは、本発明の製造方法の一例を説明するための概念図であり、図5A～図5Cは、第2積層工程を説明するための概略斜視図である。

以下の説明においては、図1Aおよび図1Bに示す電気音響変換フィルム原反10を作製する製造方法を説明することにより、本発明の製造方法の説明を行う。

[0073] [準備工程]

準備工程は、1つの薄膜電極と1つの保護層とが積層されてなる電極積層体を準備する工程である。

まず、図4Aに示すような、下部薄膜電極14と下部保護層18とが積層されてなるシート状物である下部電極積層体11aを準備する。

また、図4Eに示す、上部薄膜電極16と上部保護層20とが積層されてなるシート状物である上部電極積層体11cを準備する。

[0074] 下部電極積層体11aは、下部保護層18の表面に、真空蒸着、スパッタリング、めっき等によって下部薄膜電極14として銅薄膜等を形成して、作製すればよい。

同様に、上部電極積層体 11c は、上部保護層 20 の表面に、真空蒸着、スパッタリング、めっき等によって上部薄膜電極 16 として銅薄膜等を形成して、作製すればよい。

[0075] ここで、上部電極積層体 11c の主面は、下部電極積層体 11a の主面よりも小さい。図示例においては、上部電極積層体 11c の主面と、下部電極積層体 11a の主面の一方の長さは同じで、他方の長さが異なっている。

[0076] 保護層が非常に薄く、ハンドリング性が悪い時などは、必要に応じて、セパレータ（仮支持体）付きの保護層を用いても良い。尚、セパレータとしては、厚さ 25～100 $\mu$ m の PET 等を用いることができる。なお、セパレータは、薄膜電極および保護層の積層後に、取り除けばよい。

あるいは、保護層の上に銅薄膜等が形成された、市販品を電極積層体として利用してもよい。

[0077] [第 1 積層工程]

第 1 積層工程は、電極積層体の薄膜電極上に、圧電体層となる塗布組成物を塗布した後、硬化して圧電体層を形成して、電極積層体と圧電体層とを積層する工程である。本発明においては、この第 1 積層工程において、塗布組成物を塗布する際に、薄膜電極の少なくとも 1 つの端部を、塗布組成物の塗布を行わない塗料未塗布部とすることで、未接着部を形成する。

[0078] まず、有機溶媒に、シアノエチル化 PVA 等のマトリックスの材料となる高分子材料を溶解し、さらに、PZT 粒子等の圧電体粒子 26 を添加し、攪拌して分散してなる塗布組成物（塗料）を調製する。

なお、有機溶媒としては特に限定はなく、各種の有機溶媒が利用可能である。

[0079] 次に、前述の下部電極積層体 11a を準備し、かつ、塗料を調製したら、この塗料を下部電極積層体 11a の下部薄膜電極 14 側にキャスト（塗布）して、有機溶媒を蒸発して乾燥する。これにより、図 4B に示すように、下部保護層 18 の上に下部薄膜電極 14 を有し、下部薄膜電極 14 の上に圧電体層 12 を形成してなる積層体 11b を作製する。

[0080] ここで、前述のとおり、この第1積層工程において、塗布組成物を塗布する際に、電極積層体の下部薄膜電極側の全面には塗布せず、一部の領域のみに塗布して、薄膜電極（電極積層体）の少なくとも1つの端部を、塗布組成物の塗布を行わない塗料未塗布部とする。

本実施形態においては、図4Bおよび図5Aに示すように、下部電極積層体11aの対向する2つの端辺側それぞれには、塗布組成物の塗布を行わずに、2つの塗料未塗布部を形成している。この塗料未塗布部が、図1Bに示す変換フィルム原反10の未接着部C<sub>1</sub>となる。

[0081] 塗料のキャスト方法には、特に限定はなく、スライドコータやドクターナイフ等の公知の方法（塗布装置）が、全て、利用可能である。

[0082] また、塗布組成物を下部電極積層体11aの下部薄膜電極14側の一部の領域のみに塗布する方法としては特に限定はなく、例えば、スライドコータで塗料のキャストを行う場合には、塗料を吐出するスリット開口の幅を下部薄膜電極14の幅よりも小さく調整すればよい。あるいは、塗料未塗布部となる端部の領域をマスキングして塗布を行ってもよい。

[0083] なお、前述のように、本発明の変換フィルム原反10において、マトリックス24には、シアノエチル化PVA等の粘弾性材料以外にも、PVDF等の高分子圧電材料を添加しても良い。

マトリックス24に、これらの高分子圧電材料を添加する際には、上記塗料に添加する高分子圧電材料を溶解すればよい。

下部保護層18の上に下部薄膜電極14を有し、下部薄膜電極14の上に圧電体層12を形成してなる積層体11bを作製したら、好ましくは、圧電体層12の分極処理（ポーリング）を行う。

[0084] 圧電体層12の分極処理の方法には、特に限定はなく、公知の方法が利用可能である。好ましい分極処理の方法として、図4Cおよび図4Dに示す方法が例示される。

[0085] この方法では、図4Cおよび図4Dに示すように、積層体11bの圧電体層12の上面12aの上に、間隔gを例えば1mm開けて、この上面12a

に沿って移動可能な棒状あるいはワイヤー状のコロナ電極 30 を設ける。そして、このコロナ電極 30 と下部薄膜電極 14 とを直流電源 32 に接続する。

さらに、積層体 11b を加熱保持する加熱手段、例えば、ホットプレートを用意する。

[0086] その上で、圧電体層 12 を、加熱手段によって、例えば、温度 100℃ に加熱保持した状態で、直流電源 32 から下部薄膜電極 14 とコロナ電極 30 との間に、数 kV、例えば、6 kV の直流電圧を印加してコロナ放電を生じさせる。さらに、間隔 g を維持した状態で、圧電体層 12 の上面 12a に沿って、コロナ電極 30 を移動（走査）して、圧電体層 12 の分極処理を行う。

[0087] このようなコロナ放電を利用する分極処理（以下、便宜的に、コロナポーリング処理とも言う）において、コロナ電極 30 の移動は、公知の棒状物の移動手段を用いればよい。

また、コロナポーリング処理では、コロナ電極 30 を移動する方法にも、限定はされない。すなわち、コロナ電極 30 を固定し、積層体 11b を移動させる移動機構を設け、この積層体 11b を移動させて分極処理をしてもよい。この積層体 11b の移動も、公知のシート状物の移動手段を用いればよい。

さらに、コロナ電極 30 の数は、1 本に限定はされず、複数本のコロナ電極 30 を用いて、コロナポーリング処理を行ってもよい。

また、分極処理は、コロナポーリング処理に限定はされず、分極処理を行う対象に、直接、直流電界を印加する、通常の電界ポーリングも利用可能である。但し、この通常の電界ポーリングを行う場合には、分極処理の前に、上部薄膜電極 16 を形成する必要がある。

なお、この分極処理の前に、圧電体層 12 の表面を、加熱ローラ等を用いて平滑化する、カレンダー処理を施してもよい。このカレンダー処理を施すことで、後述する上部電極積層体 11c の積層がスムーズに行える。

## [0088] 〔第2積層工程〕

第2積層工程は、圧電体層と、電極積層体の薄膜電極側とを貼り合わせて、電極積層体と圧電体層とを積層する工程である。本発明においては、この第2積層工程において、薄膜電極の少なくとも1つの端部を、圧電体層と貼り合わせない未貼合部とすることで、未接着部を形成する工程である。

本実施形態においては、第2積層工程は、電極積層体の薄膜電極側に、接着剤を塗布する接着剤塗布工程と、接着剤を介して圧電体層と電極積層体とを貼り合わせる貼合工程とを有し、接着剤塗布工程において、薄膜電極の少なくとも1つの端部を、接着剤の塗布を行わない接着剤未塗布部とすることで、未接着部を形成する。

## [0089] (接着剤塗布工程)

積層体11bの圧電体層12の分極処理を行う一方で、準備工程で準備した、上部保護層20の上に上部薄膜電極16が形成されたシート状物である上部電極積層体11cに、接着剤を塗布して接着剤層17を形成する。

ここで、接着剤塗布工程において、接着剤を塗布する際に、上部薄膜電極16の主面の全面には塗布せず、一部の領域のみに塗布して、上部薄膜電極16の少なくとも1つの端部を、接着剤の塗布を行わない接着剤未塗布部とする。

図5Bに示す例では、上部電極積層体11cの対向する2つの端辺側それぞれに、接着剤の塗布を行わずに、2つの接着剤未塗布部を形成している。この接着剤未塗布部が、図1Bに示す変換フィルム原反10の未接着部C<sub>2</sub>となる。

[0090] 接着剤の塗布方法には、特に限定はなく、スライドコータやドクターナイフ等の公知の方法（塗布装置）が、全て、利用可能である。

また、接着剤を上部電極積層体11cの上部薄膜電極16側の一部の領域のみに塗布する方法としては特に限定はなく、例えば、スライドコータで接着剤の塗布を行う場合には、スリット開口の幅を上部薄膜電極16の幅よりも小さく調整すればよい。あるいは、接着剤未塗布部となる端部の領域をマ

スキングして塗布を行ってもよい。

[0091] 接着剤の材料としては特に限定はなく、変換フィルムにおいて圧電体層と薄膜電極との接着に用いられる公知の接着剤が適宜利用可能である。また、圧電体層として、高分子材料からなるマトリックス中に、圧電体粒子を分散した高分子複合圧電体を用いる場合には、マトリックスの材料と同じ高分子材料を接着剤として用いてもよい。

[0092] (貼合工程)

次に、貼合工程として、図4Eおよび図5Cに示すように、接着剤層17を形成した上部薄膜電極16側を圧電体層12に向けて、上部電極積層体11cを、圧電体層12の分極処理を終了した積層体11bに貼り合せて積層し、変換フィルム原反10を作製する。

ここで、上部電極積層体11cの、接着剤層17が形成されない接着剤未塗布部は、圧電体層12と接着されないため、変換フィルム原反10の未接着部C<sub>2</sub>となる。

[0093] 前述のとおり、薄型スピーカとして用いられる圧電フィルムは、スピーカの薄型化のみならず、応答性や再生可能帯域の広帯域化等の観点からも薄型化する必要がある。しかしながら、蒸着膜のような薄い電極層では、ハンダ付け等によって配線を接続することが難しい。また、薄膜電極への配線は、圧電体層の両面の薄膜電極間の絶縁を確保しつつ行う必要が有るが、圧電体層の厚さが数十 $\mu$ m程度と薄いため、容易ではない。

電極積層体が圧電体層の面方向外部に、凸状に突出する電極引出し部を有する構成とすることで、薄膜電極から電極を引出して、ハンダ付けによる配線の接続を容易に行うことができ、さらに、この電極の引出しを、両面の薄膜電極間の絶縁を確保して行うことができる。

[0094] しかしながら、圧電体層と電極積層体とを全面的に積層した後に、溶剤を染み込ませた綿棒等で圧電体層を擦って、その一部を溶解、除去することで、凸状に突出する電極引出し部を設ける方法では、薄膜電極まで溶かしてしまうなど薄膜電極を傷つけてしまうおそれがあった。また、作業工数が多く

なり、設備投資が嵩み、高コストになってしまうという問題があった。

また、電極引出し部を凸状に突出する形状に形成しているので、電気音響変換フィルムを作製する際に、予め、電極引出し部の位置を決定しておく必要があり、作製後に、電極引出し部の位置を変更することはできない。したがって、電極引出し部の位置や形状等が異なる、多種多様な形状の電気音響変換フィルムを作製する場合には、電器音響変換フィルムごとに、電極引出し部を形成する工程での作製条件を変更する必要があり、生産性を高くできないという問題があった。

[0095] これに対して、本発明の製造方法は、積層工程において、電極積層体と圧電体層とを積層する際に、薄膜電極の少なくとも1つの端部に圧電体層と接着されない未接着部を設ける構成を有する。

具体的には、薄膜電極上に、圧電体層となる塗布組成物を塗布する際に、薄膜電極の少なくとも1つの端部を、塗布組成物の塗布を行わない塗料未塗布部とすることで、未接着部を形成する。あるいは、電極積層体と圧電体層とを積層する際に、薄膜電極の少なくとも1つの端部を、圧電体層と貼り合わせない未貼合部とすることで、未接着部を形成する。

[0096] 本発明はこのように、圧電体層と薄膜電極とを積層する際に、薄膜電極が圧電体層と接着されていない未接着部を形成するので、圧電体層を溶解、除去する必要がなく、したがって、薄膜電極を傷つけてしまうこともない。また、圧電体層と薄膜電極とを積層する工程で、同時に未接着部を形成するので、作業工数の増加を抑制でき、設備投資やコスト増加を抑制できる。

[0097] ここで、第2積層工程における圧電体層の電極積層体との積層方法は、接着剤を用いる方法に限定はされない。

例えば、圧電体層と電極積層体とを、加熱プレス装置や加熱ローラ対等で熱圧着して変換フィルム原反を作製してもよい。

圧着により圧電体層と電極積層体とを積層する場合には、電極積層体（薄膜電極）の少なくとも1つの端部を圧電体層と圧着しない未圧着部とすることで未接着部を形成すればよい。

[0098] 例えば、加熱ローラを用いて圧着する場合には、図6に示すように、上部電極積層体11cよりも幅の小さい加熱ローラRを用いて上部電極積層体11cの両端部以外の領域を圧着することで、未接着部を形成することができる。

[0099] あるいは、図7Aおよび図7Bに示すように、上部電極積層体11cの両端部にマスク部材80を配置して圧電体層12と上部電極積層体11cとを圧着して、マスク部材80によりマスキングされた領域以外の領域の圧電体層12と上部電極積層体11cとを接着し、上部電極積層体11cのマスキングした領域に未接着部を形成してもよい。

なお、図7Aは、上部電極積層体11c（上部薄膜電極16）の未接着部と、下部薄膜電極14の未接着部とを、圧電体層12の同じ端辺側に形成する場合の一例を示すものであり、図7Bは、上部薄膜電極16の未接着部と、下部薄膜電極14の未接着部とを、圧電体層12の互いに異なる端辺側に形成する場合の一例を示すものである。

[0100] ここで、前述のとおり、第1積層工程で形成される未接着部の幅、および、第2積層工程で形成される未接着部の幅は、5～20mmが好ましく、8～15mmがより好ましい。

[0101] また、上記例では、第1積層工程および第2積層工程ではそれぞれ、対向する2つの端辺側に2つの未接着部を形成する構成としたがこれに限定はされず、少なくとも1つの端辺側に未接着部を形成する構成としてもよいし、あるいは、4つの端辺それぞれの側に未接着部を形成する構成としてもよい。

[0102] また、本発明の製造方法は、電極積層体の厚さが薄い場合でも、薄膜電極を損傷することなく容易に、電極引出し部となる未接着部を形成できる。この点から、本発明の製造方法は、電極積層体の厚さが4～20 $\mu$ mの場合により好適に適用できる。

[0103] ここで、上記の説明においては、圧電体層の一方の面に電極積層体を積層する際には第1積層工程により積層し、他方の面に電極積層体を積層する際

には第2積層工程により積層することで、図1Aおよび図1Bに示すような変換フィルム原反を作製する方法を説明したが、本発明の製造方法はこれに限定はされず、両面共に第2積層工程によって電極積層体を積層して図3に示すような変換フィルム原反10bを作製してもよい。

[0104] 圧電体層の両面に第2積層工程によって電極積層体を積層する場合には、まず、仮支持体上に圧電体層を形成し、この圧電体層の仮支持体とは反対側の面に、上述の第2積層工程を適用して電極積層体を積層する。次に、仮支持体を圧電体層から剥離して、圧電体層の仮支持体を剥離した面に、第2積層工程を適用して電極積層体を積層することで、図3に示すような変換フィルム原反10bを作製することができる。

[0105] [電気音響変換フィルムの製造方法]

次に、本発明の電気音響変換フィルムの製造方法について説明する。

本発明の電気音響変換フィルムの製造方法は、上述の電気音響変換フィルム原反の製造方法で作製された変換フィルム原反を、所定の形状に切断する切断工程を有する製造方法であり、切断工程において、薄膜電極の未接着部の少なくとも一部を残す形状に切断する製造方法である。

[0106] (切断工程)

切断工程は、積層工程において圧電体層の両面に電極積層体を積層した変換フィルム原反10を所定の形状に切断する工程である。

[0107] ここで、切断工程において、下部薄膜電極14の未接着部C<sub>1</sub>および上部薄膜電極16の未接着部C<sub>2</sub>の少なくとも一部を残した形状に変換フィルム原反10を切断する。

例えば、図8に示す例は、変換フィルム原反10を、二点鎖線で示す星型に切り抜くように切断する例を示すものである。図8において、変換フィルム原反は、図中aで示す部分の未接着部C<sub>1</sub>およびC<sub>2</sub>を含むように、切断され、変換フィルムとされる。

[0108] このようにして作製された変換フィルムは、圧電体層、2つの薄膜電極、および、2つの保護層が、同一形状で、かつ、互いに接着された領域と、圧

電体層、2つの薄膜電極、および、2つの保護層が、積層方向に互いに重複し、かつ、圧電体層と2つの薄膜電極とが互いに接着されない領域とを有する形状となる。圧電体層と2つの薄膜電極とが互いに接着されない領域が、電極引出し部として利用可能である。

[0109] なお、本発明において、所定の形状とは、利用される薄型スピーカの形状等に応じた所望の形状である。また、切断工程において切断された変換フィルムの形状（所定の形状）には特に限定はなく、利用される薄型スピーカの形状等に応じて適宜設定すればよい。

[0110] 本発明の製造方法で作製された変換フィルム原反は、薄膜電極の少なくとも1つの端部の全域に未接着部を有するので、変換フィルムを作製する際に、この変換フィルム原反の未接着部の一部を残すように変換フィルム原反をカットすることで、電極引出し部の位置を自由に決めることができ、所望の形状に形成することができ、デザインの自由度が高いため、多種多様な形状の変換フィルムを容易に作製することができ、生産性を高くできる。

[0111] [電気音響変換器]

次に、本発明の製造方法で作製される変換フィルムを用いる電気音響変換器について説明する。

図9Aは、本発明の変換フィルムを用いる電気音響変換器の一例を示す概略断面図であり、図9Bは、図9Aの上面図である。すなわち、図9Aは、図9Bのa-a線断面図である。

図9Aおよび図9Bに示す電気音響変換器40は、前述の本発明の変換フィルム44を、電気信号を振動エネルギーに変換するスピーカ用振動板として用いる、平板型の圧電スピーカである。

なお、圧電スピーカ40は、マイクロフォンや楽器用センサー等として使用することも可能である。

[0112] 図示例の圧電スピーカ40は、基本的に、変換フィルム44（圧電フィルム）と、ケース42と、粘弾性支持体46と、枠体48とを有して構成される。

変換フィルム44は、本発明の変換フィルム原反から、略矩形状に切り出して形成された変換フィルムである。

ケース42は、プラスチック等で形成される、一面が開放する薄い正四角筒状の筐体である。なお、本発明の変換フィルムを利用する圧電スピーカにおいて、ケース42（すなわち圧電スピーカ）は、四角筒状に限定はされず、円筒状や底面が長方形の四角筒状等の各種の形状の筐体が利用可能である。

また、枠体48は、中央に開口部を有する、ケース42の上端面（開放面側）と同様の形状を有する板材である。

さらに、粘弾性支持体46は、適度な粘性と弾性を有し、変換フィルム44を支持すると共に、変換フィルムのどの場所でも一定の機械的バイアスを与えることによって、変換フィルムの伸縮運動を無駄なく前後運動（フィルムの面に垂直な方向の運動）に変換させるためのものである。一例として、羊毛のフェルト、レーヨンやPETを含んだ羊毛のフェルトなどの不織布、グラスウール、或いはポリウレタンなどの発泡材料（発泡プラスチック）、紙を複数枚重ねたもの、塗料等が例示される。

図示例において、粘弾性支持体46は、ケース42の底面よりも、若干、大きい底面形状を有する四角柱状である。

粘弾性支持体46の比重には、特に限定はなく、粘弾性支持体の種類に応じて、適宜、選択すればよい。一例として、粘弾性支持体としてフェルトを用いた場合には、比重は、 $50 \sim 500 \text{ kg/m}^3$ が好ましく、 $100 \sim 300 \text{ kg/m}^3$ がより好ましい。また、粘弾性支持体としてグラスウールを用いた場合には、比重は、 $10 \sim 100 \text{ kg/m}^3$ が好ましい。

[0113] 圧電スピーカ40においては、このケース42の中に粘弾性支持体46を収容して、変換フィルム44によってケース42および粘弾性支持体46を覆い、変換フィルム44の周辺を枠体48によってケース42の上端面に押圧した状態で、枠体48をケース42に固定して、構成される。

なお、ケース42への枠体の固定方法には、特に限定はなく、ビスやボルト

トナットを用いる方法、固定用の治具を用いる方法等、公知の方法が、各種、利用可能である。

[0114] ここで、この圧電スピーカ40においては、粘弾性支持体46は、高さ（厚さ）がケース42の内面の高さよりも厚い、四角柱状である。すなわち、図9Cに模式的に示すように、変換フィルム44および枠体48が固定される前の状態では、粘弾性支持体46は、ケース42の上面よりも突出した状態となっている。

そのため、圧電スピーカ40では、粘弾性支持体46の周辺部に近くなるほど、粘弾性支持体46が変換フィルム44によって下方に押圧されて厚さが薄くなった状態で、保持される。すなわち、変換フィルム44の主面が湾曲した状態で保持される。

また、この際においては、変換フィルム44の面方向において、粘弾性支持体46の全面を押圧して、全面的に厚さが薄くなるようにするのが好ましい。すなわち、変換フィルム44の全面が粘弾性支持体46により押圧されて支持されるのが好ましい。

[0115] なお、本発明の変換フィルム44を利用する圧電スピーカ40において、変換フィルム44による粘弾性支持体46の押圧力には、特に限定はないが面圧が低い位置における面圧で0.02~0.2MPa程度とするのが好ましい。

圧電スピーカ40に組み込んだ変換フィルム44の高低差、図示例では、枠体48の底面に対して最も近い所と最も遠い所との距離にも、特に限定はないが、薄型の平面スピーカが得られる、変換フィルム44の十分な上下運動が可能になる等の点で、1~50mm、特に5~20mm程度とするのが好ましい。

加えて、粘弾性支持体46の厚さにも、特に限定は無いが、押圧される前の厚さが、1~100mm、特に10~50mmであるのが好ましい。

[0116] このような圧電スピーカ40において、圧電体層12への電圧印加によって、変換フィルム44が面内方向に伸長すると、この伸長分を吸収するため

に、変換フィルム44は、上方（音の放射方向）に移動する。

逆に、圧電体層12への電圧印加によって、変換フィルム44が面内方向に収縮すると、この収縮分を吸収するために、変換フィルム44は、下方（ケース42側）に移動する。

圧電スピーカ40は、この変換フィルム44の伸縮の繰り返しによる振動によって、音を発生する。

[0117] 圧電スピーカ40において、粘弾性支持体46は枠体48に近づくほど厚さ方向に圧縮された状態になるが、静的粘弾性効果（応力緩和）によって、変換フィルム44のどの場所でも機械的バイアスを一定に保つことができる。これにより、変換フィルム44の伸縮運動が無駄なく前後運動へと変換されるため、薄型、かつ、十分な音量が得られ、音響特性に優れる平面状の圧電スピーカ40を得ることができる。

[0118] ここで、図示例の圧電スピーカ40は、枠体48によって、変換フィルム44の周辺全域をケース42（すなわち、粘弾性支持体46）に押し付けているが、本発明は、これに限定されない。

すなわち、本発明の変換フィルム44を利用する電気音響変換器は、枠体48を有さずに、例えばケース42の4箇所（角）において、ビスやボルトナット、治具などによって、変換フィルム44をケース42の上面に押圧／固定してなる構成も利用可能である。

また、ケース42と変換フィルム44との間には、リング等を介在させてもよい。このような構成を有することにより、ダンパ効果を持たせることができ、変換フィルム44の振動がケース42に伝達されることを防止して、より優れた音響特性を得ることができる。

[0119] また、変換フィルム44を利用する電気音響変換器は、粘弾性支持体46を収容するケース42に代えて、粘弾性支持体46を載置する支持板を有する構成としてもよい。

すなわち、剛性を有する支持板の上に粘弾性支持体46を載置し、粘弾性支持体46を覆って変換フィルム44を載せ、先と同様の枠体48を変換フ

ィルム４４の周辺部に載置して、ビス等によって枠体４８を支持板に固定することにより、枠体４８と一緒に変換フィルム４４で粘弾性支持体４６を押圧して、変換フィルム４４を湾曲させる構成も、利用可能である。

また、このようなケース４２を有さない構成でも、枠体４８を用いずに、ビス等によって粘弾性支持体４６を押圧して薄くした状態として、変換フィルム４４を保持してもよい。

なお、支持板の材質として、ポリスチレンや発泡PET、或いはカーボンファイバーなどの各種振動板を用いることで、変換フィルム４４の振動を更に増幅する構成としてもよい。

[0120] さらに、変換フィルム４４を利用する電気音響変換器は、周辺を押圧する構成にも限定はされず、例えば、粘弾性支持体４６と変換フィルム４４の積層体の周辺以外の箇所を、何らかの手段によって押圧して、変換フィルム４４の少なくとも一部を湾曲させた状態で保持してなる構成も利用可能である。

あるいは、変換フィルム４４に樹脂フィルムを貼り付けて張力を付与する（保持する）構成としてもよい。樹脂フィルムで保持する構成とし、湾曲させた状態で保持できるようにすることでフレキシブルなスピーカとすることができる。

あるいは、変換フィルム４４を湾曲したフレームに張り上げた構成としてもよい。

[0121] また、本発明の変換フィルムを用いる電気音響変換器は、粘弾性支持体４６を利用する構成にも限定はされない。

例えば、粘弾性支持体４６に代えて、弾性を有する弾性支持体を有する構成としてもよい。弾性支持体としては、天然ゴムや各種合成ゴムが例示される。

あるいは、ケースとして、ケース４２と同様の形状で気密性を有する物を用い、ケースの開放端を変換フィルム４４で覆って閉塞し、ケース内に気体を導入して変換フィルム４４に圧力を掛けて、凸状に膨らました状態で、保

持する構成としてもよい。

[0122] なお、内部に圧力を掛ける構成では、空気ばねの影響で歪み成分が増大し、音質が低下するおそれがある。一方、グラスウールやフェルト等の粘弾性支持体で変換フィルム44を支持する構成の場合は、粘性を付与することになるため、歪み成分が増大することなく好適である。

また、ケース内に充填するのは気体以外でも良く、磁性流体や塗料でも適度な粘性を付与できれば使用可能である。

また、粘弾性支持体を利用する構成と内部に圧力をかける構成とを組み合わせてもよい。

[0123] また、変換フィルム44自体を予め凸状あるいは凹状に成型してもよい。その際、変換フィルム44全体を凸状あるいは凹状に成型してもよく、変換フィルム44の一部を凸部（凹部）に成型してもよい。凸部の成型方法としては特に限定はなく、種々の公知の樹脂フィルムの加工方法が利用可能である。例えば、真空加圧成型法、エンボス加工等の形成方法により、凸部を形成することができる。

[0124] 本発明の電気音響変換フィルムは、有機ELディスプレイ等のフレキシブルディスプレイと組み合わせてスピーカとして好適に利用することができる。また、本発明の電気音響変換フィルムは薄型であるので、液晶表示装置、電子ペーパー、プロジェクター用のスクリーン等の薄型の表示装置と好適に組み合わせることができる。

このような構成により、変換フィルムの意匠性や娯楽性を向上できる。また、スピーカとしての変換フィルムと、スクリーンやディスプレイとを一体化することにより、画像が表示される方向から音を再生することができ、臨場感を向上させることができる。

また、プロジェクター用スクリーンは、フレキシブルであるので曲率を持たせることができる。画像表示面に曲率を持たせることで、観察者から画面までの距離を、画面の中央と端部とで略一様にすることができ、臨場感を向上させることができる。

なお、このように画像表示面に曲率を持たせた場合には、投射した画像に歪みが生じる。従って、画像表示面の曲率に合わせて歪みを低減するように、投射する画像のデータに画像処理を施すのが好ましい。

[0125] また、前述のとおり、本発明の変換フィルム44は、圧電体層12が、振動エネルギーを電気信号に変換する性能も有する。

そのため、本発明の変換フィルム44は、これを利用して、マイクロフォンや楽器用センサー（ピックアップ）にも、好適に利用可能である。例えば、本発明の変換フィルム44は可撓性を有するので、複雑な曲面を有する、人の咽喉部に貼り付けることが可能であり、声帯付近に貼り付けるだけで、声帯マイクロフォンとして作用する。

[0126] 以上、本発明の電気音響変換フィルムおよびその製造方法について詳細に説明したが、本発明は上述の例に限定はされず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良や変更を行ってもよいのは、もちろんである。

## 実施例

[0127] 以下、本発明の具体的実施例を挙げ、本発明についてより詳細に説明する。

[0128] [実施例1]

前述の図4A～図4Eおよび図5A～図5Cに示す方法によって、図1Aおよび図1Bに示す本発明の変換フィルム原反10を作製した。

[0129] [準備工程]

まず、厚さ4 $\mu$ m、大きさ200mm×350mmPETフィルムに、厚さ0.1 $\mu$ mの銅薄膜を真空蒸着してなる下部電極積層体11a、および、厚さ4 $\mu$ m、大きさ180mm×350mmのPETフィルムに、厚さ0.1 $\mu$ mの銅薄膜を真空蒸着してなる上部電極積層体11cを用意した。すなわち、本例においては、下部薄膜電極14および上部薄膜電極16は、厚さ0.1 $\mu$ mの銅蒸着薄膜であり、下部保護層18および上部保護層20は厚さ4 $\mu$ mのPETフィルムとなる。

なお、プロセス中、良好なハンドリングを得るために、PETフィルムに

は厚さ50 $\mu$ mのセパレータ（仮支持体 PET）付きのものを用い、変換フィルム原反の作製後に、各保護層のセパレータを取り除いた。

[0130] 〔第1積層工程A〕

次に、下記の組成比で、シアノエチル化PVA（CR-V 信越化学工業株式会社製）をジメチルホルムアミド（DMF）に溶解した。その後、この溶液に、PZT粒子を下記の組成比で添加して、プロペラミキサー（回転数2000rpm）で分散させて、圧電体層12を形成するための塗料Aを調製した。

- ・PZT粒子・・・・・・・・・・・・・・・・300質量部
- ・シアノエチル化PVA・・・・・・・・30質量部
- ・DMF・・・・・・・・・・・・・・・・70質量部

なお、PZT粒子は、市販のPZT原料粉を1000～1200℃で焼結した後、これを平均粒径5 $\mu$ mになるように解砕および分級処理したものをを用いた。

この塗料Aを用いて形成される圧電体層12は、高分子材料からなるマトリックス24であるシアノエチル化PVA中に、圧電体粒子26であるPZT粒子を分散した高分子複合圧電体である。

[0131] 先に準備した下部電極積層体11aの下部薄膜電極14（銅蒸着薄膜）の上に、スライドコータを用いて、調製した圧電体層12を形成するための塗料Aを塗布した。なお、塗料Aは、乾燥後の塗膜の膜厚が40 $\mu$ mになるように、塗布した。

ここで、塗布の際の、スライドコータのスリット開口の幅を180mmとし、下部薄膜電極14の長辺である対向する2つの端辺側の領域が塗料未塗布部となるように塗布を行った。

すなわち、未接着部C<sub>1</sub>となる塗料未塗布部の幅は10mmとした。

[0132] 次いで、下部電極積層体11aの上に塗料Aを塗布した物を、120℃のホットプレート上で加熱乾燥することでDMFを蒸発させた。これにより、PET製の下部保護層18の上に銅製の下部薄膜電極14を有し、その上に

、厚さが40  $\mu\text{m}$ の圧電体層12を形成してなる積層体11bを作製した。

[0133] この積層体11bの圧電体層12を、図4Cおよび図4Dに示す前述のコロナポーリングによって、分極処理した。なお、分極処理は、圧電体層12の温度を100℃として、下部薄膜電極14とコロナ電極30との間に6kVの直流電圧を印加してコロナ放電を生じさせて、行った。

[0134] [第2積層工程A]

(接着剤塗布工程)

まず、上部電極積層体11cの上部薄膜電極16側に、接着剤(信越化学工業株式会社製シアノレンジCR-V)を塗布した。

ここで、接着剤の塗布の際に、塗布領域の一方の幅を160mmとし、上部薄膜電極16の長辺である対向する2つの端辺側の領域が接着剤未塗布部となるように塗布を行った。

すなわち、未接着部C<sub>2</sub>となる接着剤未塗布部の幅は10mmとした。

[0135] (貼合工程)

次に、接着剤を塗布した上部電極積層体11cを、接着剤側を圧電体層12に向けて、分極処理を行った積層体11bの上に載置して貼り合わせて変換フィルム原反10を作製した。

[0136] その後、下部薄膜電極14の未接着部C<sub>1</sub>、および、上部薄膜電極16の未接着部C<sub>2</sub>のそれぞれを電極引出し部として配線36を接続した。

[0137] [実施例2]

第2積層工程Aを、以下に示す第2積層工程Bに変更した以外は、実施例1と同様にして、変換フィルム原反を作製した。

[0138] [第2積層工程B]

分極処理を行った積層体11bの上に、上部薄膜電極16を圧電体層12に向けて上部電極積層体11cを載置した。

次いで、積層体11bと上部電極積層体11cとの積層体を、ラミネータ装置を用いて120℃で熱圧着することで、圧電体層12と上部薄膜電極16とを接着した。

ここで、熱圧着する際に、図6に示すように、上部電極積層体よりも幅の狭い加熱ローラを用いることで、上部電極積層体11cの対向する2つの端辺側の領域を、圧着しない未圧着部として未接着部C<sub>2</sub>を形成した。

[0139] [実施例3]

第2積層工程Aを以下に示す第2積層工程Cに変更した以外は、実施例1と同様にして、変換フィルム原反を作製した。

[0140] [第2積層工程C]

分極処理を行った積層体11bの上に、上部薄膜電極16を圧電体層12に向けて上部電極積層体11cを載置した。

次に、図7Aに示すように、圧電体層12と上部薄膜電極16との間の、上部電極積層体11cの、対向する2つの端辺側の領域にマスク部材80を配置した。

マスク部材80としては、ポリイミドからなる厚さ15μmのフィルム状物を用いた。

次いで、積層体11bと上部電極積層体11cとの積層体を、ラミネータ装置を用いて120℃で熱圧着することで、圧電体層12と上部薄膜電極16とを接着し、その後、マスク部材80を取り除いた。

マスクされた領域の上部薄膜電極16は、圧電体層12とは接着されず、未接着部C<sub>2</sub>となる。

[0141] [実施例4～6]

圧電体層として、圧電体粒子を含まないPVDfを用い、この圧電体層を形成するための塗料として、以下に示す塗料Bを用いた以外はそれぞれ、実施例1～3と同様にして、変換フィルム原反を作製した。

[0142] PVDfからなる圧電体層の塗料Bとして、下記の組成比のPVDfとMEKを含む塗料を調製した。

- ・ PVDf . . . . . 100質量部
- ・ MEK . . . . . 300質量部

[0143] [実施例7～9]

圧電体層として、以下に示す高誘電性ポリマーを用い、この圧電体層を形成するための塗料として、以下に示す塗料Cを用いた以外はそれぞれ、実施例1～3と同様にして、変換フィルム原反を作製した。

[0144] 高誘電性ポリマーからなる圧電体層の塗料Cとして、下記の組成比の高誘電性ポリマーを含む塗料を調製した。

・高誘電性ポリマー（シアノレジンCR-S：信越化学工業株式会社製）・・・100質量部

・シクロヘキサノン・・・・・・・・・・・・・・・・・・300質量部

[0145] [比較例1]

第1積層工程Aを、以下に示す第1積層工程Bに変更し、第2積層工程Aを以下に示す第2積層工程Dに変更した以外は、実施例1と同様にして、変換フィルムを作製した。

[0146] [第1積層工程B]

下部電極積層体の下部薄膜電極の全面に塗料Aを塗布した後、120℃のホットプレート上で加熱乾燥することでDMFを蒸発させて、下部保護層の上に下部薄膜電極を有し、その上に、厚さが40μmの圧電体層を形成してなる積層体を作製した。

この積層体に分極処理を行った後、この積層体の一辺側をカットして、凸状に突出する部位を設け、さらに、溶剤（アセトン）を染み込ませた綿棒を用いて、この凸状に突出する部位の圧電体層を溶解、除去して（以下「脱膜」ともいう）、凸状に突出する電極引出し部を設けた。

[0147] [第2積層工程D]

下部電極積層体と同じ大きさの上部電極積層体の一端をカットして、面方向に凸状に突出する部位を設けた後、この上部電極積層体を、下部電極積層体と圧電体層との積層体の上に載置し、ラミネータ装置を用いて120℃で熱圧着することで、圧電体層と上部薄膜電極とを接着し、変換フィルムを作製した。なお、上部電極積層体の凸状に突出する部位（電極引出し部）が、圧電体層と重ならないように、かつ、下部電極積層体の凸状に突出する部位

と重ならないように、上部電極積層体を積層した。

下部薄膜電極 14 の電極引出し部、および、上部薄膜電極 16 の電極引出し部のそれぞれに配線 36 を接続した。

[0148] [比較例 2]

第 1 積層工程 A および第 2 積層工程 A に代えて、以下に示す積層工程 E を行った以外は、実施例 1 と同様にして、変換フィルムを作製した。

[0149] [積層工程 E]

下部電極積層体の下部薄膜電極の全面に塗料 A を塗布した後、120℃のホットプレート上で加熱乾燥することで DMF を蒸発させて、下部保護層の上に下部薄膜電極を有し、その上に、厚さが 40 μm の圧電体層を形成してなる積層体を作製した。

この積層体に分極処理を行った後、下部電極積層体と同じ大きさの上部電極積層体を圧電体層上に載置し、ラミネータ装置を用いて 120℃で熱圧着することで、圧電体層と上部薄膜電極とを接着した。

次に、レーザー加工により、下部保護層および上部保護層の一部を溶融して除去し、下部薄膜電極および上部薄膜電極の一部を表面に露出させて変換フィルムを作製した。この露出させた部分を電極引出し部とした。

下部薄膜電極 14 の電極引出し部、および、上部薄膜電極 16 の電極引出し部のそれぞれに配線 36 を接続した。

[0150] [比較例 3]

第 1 積層工程 A および第 2 積層工程 A に代えて、以下に示す積層工程 F を行った以外は、実施例 1 と同様にして、変換フィルムを作製した。

[0151] [積層工程 F]

下部電極積層体の下部薄膜電極の全面に塗料 A を塗布した後、120℃のホットプレート上で加熱乾燥することで DMF を蒸発させて、下部保護層の上に下部薄膜電極を有し、その上に、厚さが 40 μm の圧電体層を形成してなる積層体を作製した。

この積層体に分極処理を行った後、下部電極積層体と同じ大きさの上部電

極積層体を圧電体層上に載置し、ラミネータ装置を用いて120℃で熱圧着することで、圧電体層と上部薄膜電極とを接着した。

次に、機械加工により、下部保護層および上部保護層の一部を切削して除去し、下部薄膜電極および上部薄膜電極の一部を表面に露出させて変換フィルムを作製した。この露出させた部分を電極引出し部とした。

下部薄膜電極14の電極引出し部、および、上部薄膜電極16の電極引出し部のそれぞれに配線36を接続した。

[0152] [比較例4]

第1積層工程Aおよび第2積層工程Aに代えて、以下に示す積層工程Gを行った以外は、実施例1と同様にして、変換フィルムを作製した。

[0153] [積層工程G]

下部電極積層体の下部薄膜電極の全面に塗料Aを塗布した後、120℃のホットプレート上で加熱乾燥することでDMFを蒸発させて、下部保護層の上に下部薄膜電極を有し、その上に、厚さが40μmの圧電体層を形成してなる積層体を作製した。

この積層体に分極処理を行った後、下部電極積層体と同じ大きさの上部電極積層体を圧電体層上に載置し、ラミネータ装置を用いて120℃で熱圧着することで、圧電体層と上部薄膜電極とを接着した。

次に、溶剤（アセトン）を染み込ませた綿棒を用いて、側面から圧電体層の一部を溶解、除去して、電極引出し部を設けた。

下部薄膜電極14の電極引出し部、および、上部薄膜電極16の電極引出し部のそれぞれに配線36を接続した。

[0154] [比較例5～8]

圧電体層の材料を実施例4と同じにした以外はそれぞれ、比較例1～4と同様にして変換フィルムを作製した。

[0155] [比較例9～12]

圧電体層の材料を実施例7と同じにした以外はそれぞれ、比較例1～4と同様にして変換フィルムを作製した。

[0156] [評価]

[作業工数]

電極引出し部を形成することのみを目的とした工程があるか否かにより作業工数を評価した。

電極引出し部を形成することのみを目的とした工程がない場合をAとし、ある場合をBとして評価した。

[0157] [歩留まり]

作製した変換フィルム原反（変換フィルム）の静電容量を測定して歩留まりを評価した。

測定条件は、測定周波数1kHz、実行電圧5Vとし、温度25℃、湿度40～50%の環境下で静電容量を測定した。

10個の試験片について測定を行い、静電容量が1.8～2.2μFを示すものが10個の場合をAとし、9個の場合をBとし、8個以下の場合をCとして評価した。

静電容量が範囲外の変換フィルム原反（変換フィルム）は、電極引出し部が損傷して、配線との接続不良が生じたものと考えられる。

評価の結果を表1に示す。

[0158] [表1]

表1

	圧電体層	電極引出し部の形成方法		評価	
	材料	下部	上部	作業工数	歩留まり
実施例1	高分子複合圧電体	塗料未塗布部形成	接着剤未塗布部形成	A	A
実施例2	高分子複合圧電体	塗料未塗布部形成	未圧着部形成	A	A
実施例3	高分子複合圧電体	塗料未塗布部形成	マスキング	A	A
実施例4	PVDF	塗料未塗布部形成	接着剤未塗布部形成	A	A
実施例5	PVDF	塗料未塗布部形成	未圧着部形成	A	A
実施例6	PVDF	塗料未塗布部形成	マスキング	A	A
実施例7	高誘電性ポリマー	塗料未塗布部形成	接着剤未塗布部形成	A	A
実施例8	高誘電性ポリマー	塗料未塗布部形成	未圧着部形成	A	A
実施例9	高誘電性ポリマー	塗料未塗布部形成	マスキング	A	A
比較例1	高分子複合圧電体	脱膜	突出部形成	B	B
比較例2	高分子複合圧電体	レーザー加工	レーザー加工	B	B
比較例3	高分子複合圧電体	機械加工	機械加工	B	C
比較例4	高分子複合圧電体	側面から脱膜	側面から脱膜	B	C
比較例5	PVDF	脱膜	突出部形成	B	B
比較例6	PVDF	レーザー加工	レーザー加工	B	B
比較例7	PVDF	機械加工	機械加工	B	C
比較例8	PVDF	側面から脱膜	側面から脱膜	B	C
比較例9	高誘電性ポリマー	脱膜	突出部形成	B	B
比較例10	高誘電性ポリマー	レーザー加工	レーザー加工	B	B
比較例11	高誘電性ポリマー	機械加工	機械加工	B	C
比較例12	高誘電性ポリマー	側面から脱膜	側面から脱膜	B	C

[0159] 表 1 より、本発明の製造方法である実施例 1～9 は、圧電体層と電極積層体とを積層する際に、電極引出し部となる未接着部を設けるので、電極引出し部を形成することのみを目的とした工程を有する必要がなく、比較例 1～12 に比べて、作業工数が少なくなる。

したがって、コストを削減できる。

また、本発明の製造方法である実施例 1～9 で作製した変換フィルム原反は、圧電体層と電極積層体とを積層する際に、電極引出し部となる未接着部を設けるので、薄膜電極を傷つけることなく、比較例 1～12 に比べて、歩留まりを向上できる。

以上の結果より、本発明の効果は、明らかである。

### 符号の説明

- [0160] 10、10b 電気音響変換フィルム原反  
11a 下部電極積層体  
11b 積層体  
11c 上部電極積層体  
12 圧電体層  
12a 上面  
14、14b 下部薄膜電極  
15、17 接着剤層  
16 上部薄膜電極  
18、18b 下部保護層  
20 上部保護層  
24 マトリックス  
26 圧電体粒子  
30 コロナ電極  
32 直流電源  
36 配線  
40 圧電スピーカ

- 4 2 ケース
- 4 4 電気音響変換フィルム
- 4 6 弾性支持体
- 4 8 枠体

## 請求の範囲

- [請求項1] 誘電性を有する圧電体層、前記圧電体層の両面にそれぞれ形成される2つの薄膜電極と、2つの前記薄膜電極上それぞれに形成される2つの保護層と、を有する電気音響変換フィルム原反の製造方法であって、
- 1つの前記薄膜電極と1つの前記保護層とが積層されてなる電極積層体を準備する準備工程、および、
- 前記電極積層体と、前記圧電体層とを積層する積層工程を有し、
- 前記積層工程において、前記電極積層体と前記圧電体層とを積層する際に、前記薄膜電極の少なくとも1つの端部に前記圧電体層と接着されない未接着部を設けることを特徴とする電気音響変換フィルム原反の製造方法。
- [請求項2] 前記積層工程は、前記電極積層体の前記薄膜電極上に、前記圧電体層となる塗布組成物を塗布した後、硬化して前記圧電体層を形成して、前記電極積層体と前記圧電体層とを積層する第1積層工程であり、
- 第1積層工程において、前記塗布組成物を塗布する際に、前記薄膜電極の前記少なくとも1つの端部を、前記塗布組成物の塗布を行わない塗料未塗布部とすることで、前記未接着部を形成する請求項1に記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。
- [請求項3] 前記積層工程は、前記圧電体層と、前記電極積層体の前記薄膜電極側とを貼り合わせて、前記電極積層体と前記圧電体層とを積層する第2積層工程であり、
- 前記第2積層工程において、前記薄膜電極の前記少なくとも1つの端部を、前記圧電体層と貼り合わせない未貼合部とすることで、前記未接着部を形成する請求項1に記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。
- [請求項4] 前記準備工程は、大きさの異なる2つの前記電極積層体を準備する工程であり、

前記積層工程として、

大きい方の前記電極積層体の前記薄膜電極上に、前記圧電体層となる塗布組成物を塗布した後、硬化して前記圧電体層を形成して、大きい方の前記電極積層体と前記圧電体層とを積層する第1積層工程と、

大きい方の前記電極積層体と積層された前記圧電体層の、大きい方の前記電極積層体が積層された面とは反対側の面に、小さい方の前記電極積層体の前記薄膜電極側を貼り合わせて、小さい方の前記電極積層体と前記圧電体層とを積層する第2積層工程と、を有し、

前記第1積層工程において、前記塗布組成物を塗布する際に、前記薄膜電極の前記少なくとも1つの端部を、前記塗布組成物の塗布を行わない塗料未塗布部とすることで、前記未接着部を形成し、

前記第2積層工程において、前記薄膜電極の前記少なくとも1つの端部を、前記圧電体層と貼り合わせない未貼合部とすることで、前記未接着部を形成する請求項1に記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。

[請求項5]

前記第2積層工程は、前記電極積層体の前記薄膜電極側に、接着剤を塗布する接着剤塗布工程と、前記接着剤を介して前記圧電体層と前記電極積層体とを貼り合わせる貼合工程とを有し、

前記接着剤塗布工程において、前記薄膜電極の前記少なくとも1つの端部を、前記接着剤の塗布を行わない接着剤未塗布部とすることで、前記未接着部を形成する請求項3または4に記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。

[請求項6]

前記第2積層工程は、前記圧電体層と前記電極積層体とを圧着して貼り合わせるものであり、

前記薄膜電極の前記少なくとも1つの端部を、前記圧電体層と圧着しない未圧着部とすることで、前記未接着部を形成する請求項3～5のいずれか1項に記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。

[請求項7]

前記第2積層工程において、前記薄膜電極の前記少なくとも1つの

端部をマスキングして、前記圧電体層と前記電極積層体とを貼り合わせることで、前記未接着部を形成する請求項3～6のいずれか1項に記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。

[請求項8] 前記第2積層工程において前記圧電体層に積層される前記薄膜電極の、前記圧電体層の主面に垂直な方向から見た際の面積が、前記圧電体層の面積よりも小さい請求項3～7のいずれか1項に記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。

[請求項9] 前記未接着部の幅が、5～20mmである請求項1～8のいずれか1項に記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。

[請求項10] 前記薄膜電極の主面の形状が四角形状であり、前記薄膜電極の対向する2辺それぞれの側の端部を前記未接着部とする請求項1～9のいずれか1項に記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。

[請求項11] 前記電極積層体の厚さが、4～20 $\mu$ mである請求項1～10のいずれか1項に記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。

[請求項12] 前記圧電体層が、常温で粘弾性を有する高分子材料からなる粘弾性マトリックス中に圧電体粒子を分散してなる高分子複合圧電体である請求項1～11のいずれか1項に記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。

[請求項13] 前記高分子材料の動的粘弾性測定による周波数1Hzでの損失正接 $\tan \delta$ が0.5以上となる極大値が0～50 $^{\circ}$ Cの温度範囲に存在する請求項12に記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。

[請求項14] 前記高分子材料が、シアノエチル基を有するものである請求項12または13に記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。

[請求項15] 前記高分子材料が、シアノエチル化ポリビニルアルコールである請求項12～14のいずれか1項に記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法。

[請求項16] 請求項1～15のいずれか1項に記載の電気音響変換フィルム原反の製造方法で作製された電気音響変換フィルム原反を、所定の形状に

切断する切断工程を有し、

前記切断工程において、前記薄膜電極の未接着部の少なくとも一部を残す形状に切断する電気音響変換フィルムの製造方法。

[請求項17]

誘電性を有する圧電体層と、前記圧電体層の一方の主面に形成される上部薄膜電極と、前記圧電体層の他方の主面に形成される下部薄膜電極と、前記上部薄膜電極上に形成される上部保護層と、前記下部薄膜電極上に形成される下部保護層とを有する電気音響変換フィルム原反であって、

前記圧電体層の主面に垂直な方向から見た際の、前記下部薄膜電極の面積が、前記圧電体層の面積よりも大きく、かつ、前記下部薄膜電極の少なくとも1つの端部に、前記圧電体層が積層されていない未接着部を有し、

前記圧電体層の主面に垂直な方向から見た際の、前記上部薄膜電極の面積が、前記圧電体層の面積よりも小さく、かつ、前記上部薄膜電極の少なくとも1つの端部に、前記圧電体層と接着されていない未接着部を有することを特徴とする電気音響変換フィルム原反。

[請求項18]

誘電性を有する圧電体層と、前記圧電体層の両面にそれぞれ形成される2つの薄膜電極と、2つの前記薄膜電極上それぞれに形成される2つの保護層とを有する電気音響変換フィルム原反であって、

前記圧電体層の主面に垂直な方向から見た際の、2つの前記薄膜電極それぞれの面積が、前記圧電体層の面積よりも小さく、かつ、前記薄膜電極それぞれの少なくとも1つの端部に、前記圧電体層と接着されていない未接着部を有することを特徴とする電気音響変換フィルム原反。

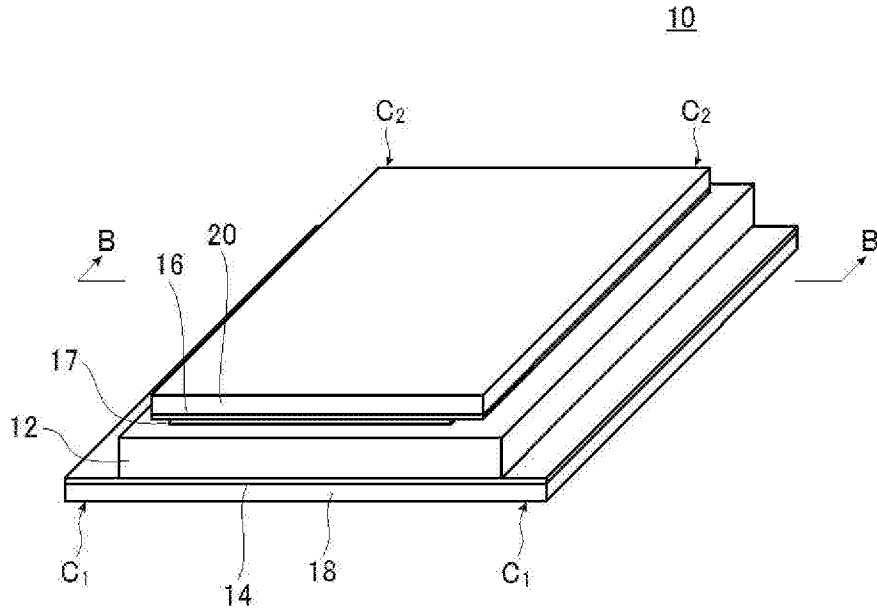
[請求項19]

誘電性を有する圧電体層と、前記圧電体層の両面にそれぞれ形成される2つの薄膜電極と、2つの前記薄膜電極上それぞれに形成される2つの保護層とを有する電気音響変換フィルムであって、

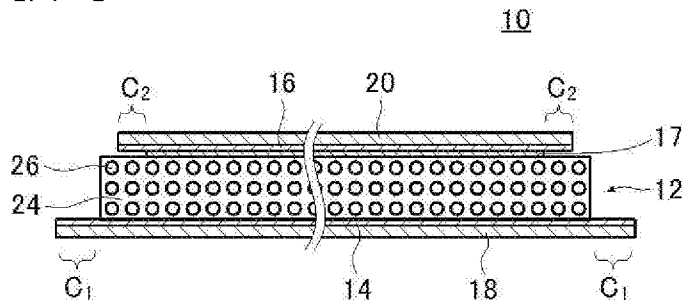
前記圧電体層、2つの前記薄膜電極、および、2つの前記保護層が

、同一形状で、かつ、互いに接着された領域と、  
前記圧電体層、2つの前記薄膜電極、および、2つの前記保護層が、  
積層方向に互いに重複し、かつ、前記圧電体層と2つの前記薄膜電極とが互いに接着されない領域とを有することを特徴とする電気音響変換フィルム。

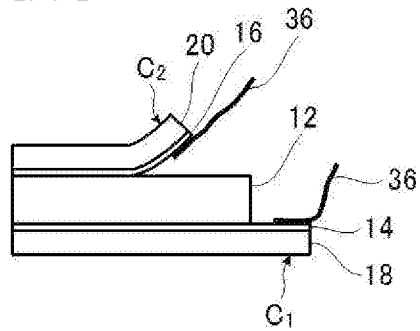
[図1A]



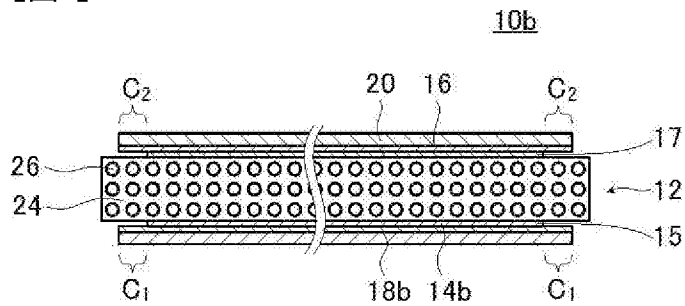
[図1B]



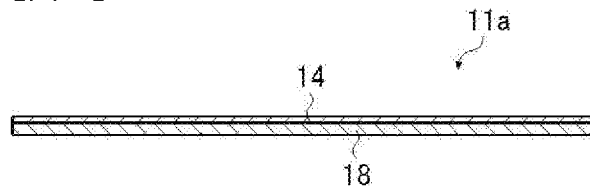
[図2]



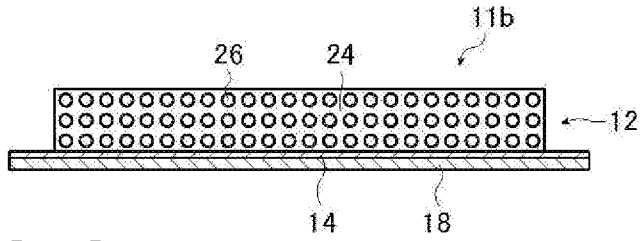
[図3]



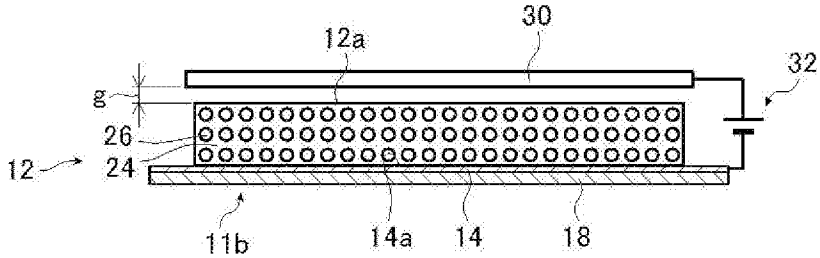
[図4A]



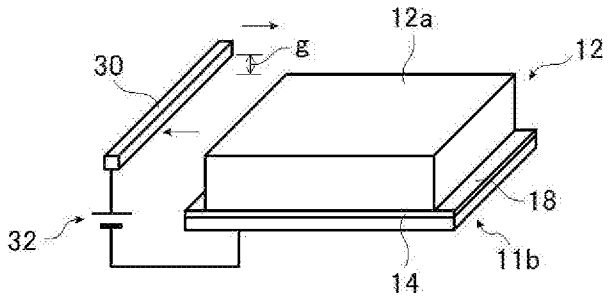
[図4B]



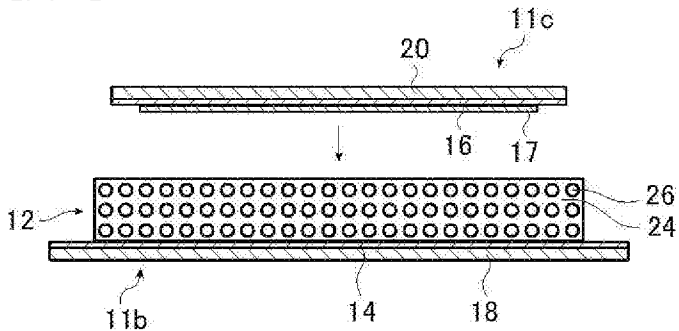
[図4C]



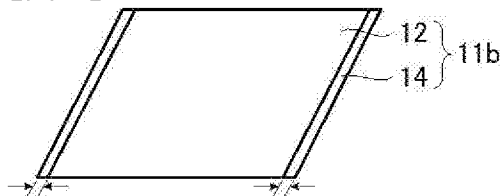
[図4D]



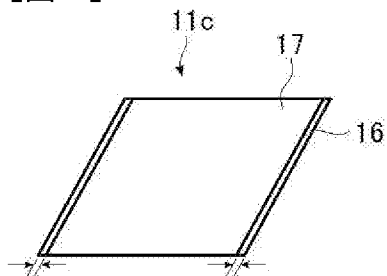
[図4E]



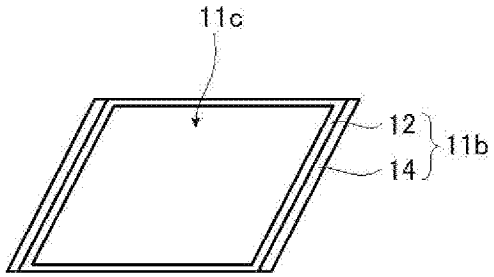
[図5A]



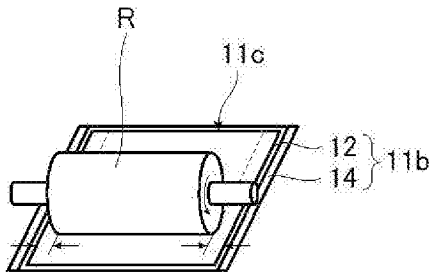
[図5B]



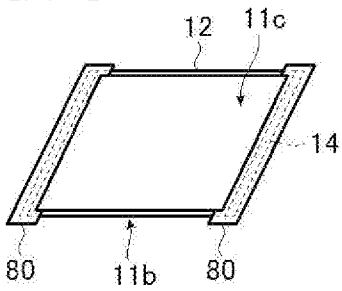
[図5C]



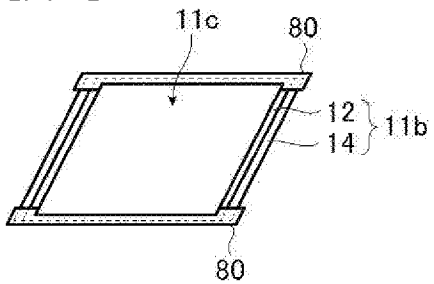
[図6]



[図7A]

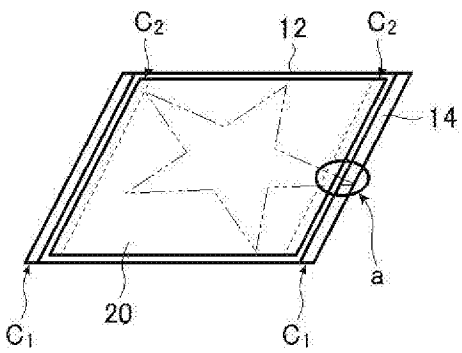


[図7B]

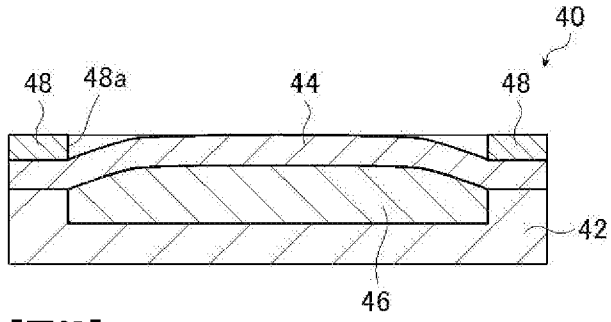


[図8]

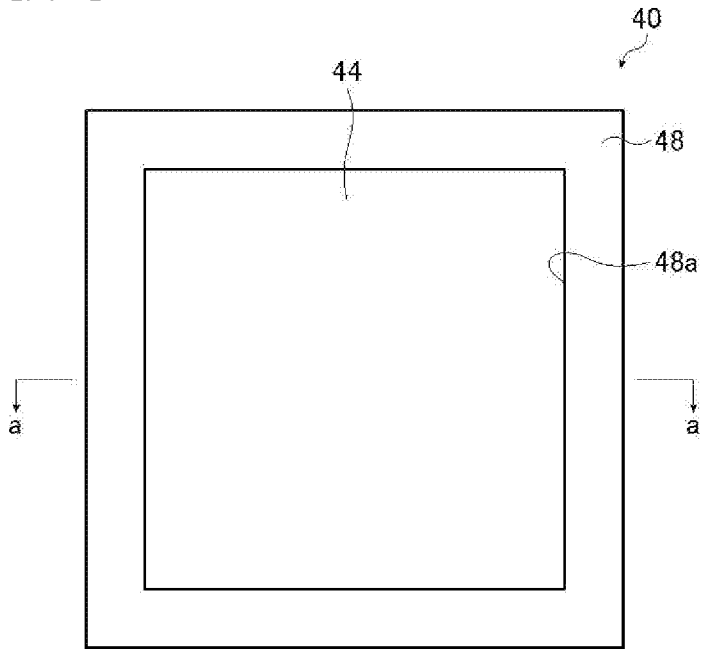
10



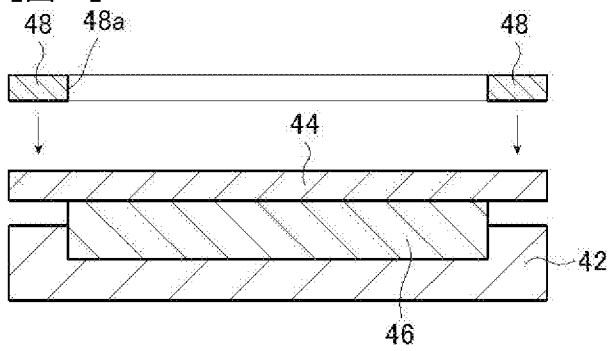
[図9A]



[図9B]



[図9C]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2016/063883

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 H04R31/00(2006.01)i, H01L41/047(2006.01)i, H01L41/09(2006.01)i, H01L41/113  
 (2006.01)i, H01L41/18(2006.01)i, H01L41/29(2013.01)i,  
 H01L41/317(2013.01)i,  
 H01L41/338(2013.01)i, H01L41/37(2013.01)i, H04R17/00(2006.01)i

**B. FIELDS SEARCHED**  
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 H04R31/00, H01L41/047, H01L41/09, H01L41/113, H01L41/18, H01L41/29,  
 H01L41/317, H01L41/338, H01L41/37, H04R17/00

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 1996-2016  
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016

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 2014-14063 A (Fujifilm Corp.), 23 January 2014 (23.01.2014), paragraphs [0023] to [0067]; fig. 1, 2 & US 2014/0210309 A1 paragraphs [0081] to [0174]; fig. 1 to 2e & JP 2015-29270 A & WO 2013/047875 A1 & CN 103843365 A & KR 10-2014-0068121 A	1-19
A	JP 57-73512 A (Mitsubishi Electric Corp.), 08 May 1982 (08.05.1982), fig. 4 to 6 (Family: none)	1-19

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 04 July 2016 (04.07.16)	Date of mailing of the international search report 12 July 2016 (12.07.16)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))			
Int.Cl. H04R31/00(2006.01)i, H01L41/047(2006.01)i, H01L41/09(2006.01)i, H01L41/113(2006.01)i, H01L41/18(2006.01)i, H01L41/29(2013.01)i, H01L41/317(2013.01)i, H01L41/338(2013.01)i, H01L41/37(2013.01)i, H04R17/00(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 (IPC))			
Int.Cl. H04R31/00, H01L41/047, H01L41/09, H01L41/113, H01L41/18, H01L41/29, H01L41/317, H01L41/338, H01L41/37, H04R17/00			
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2016年 日本国実用新案登録公報 1996-2016年 日本国登録実用新案公報 1994-2016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	
A	JP 2014-14063 A (富士フイルム株式会社) 2014.01.23, 段落 [0023]-[0067], 図 1, 2 & US 2014/0210309 A1 paragraphs [0081]-[0174], figures 1-2e & JP 2015-29270 A & WO 2013/047875 A1 & CN 103843365 A & KR 10-2014-0068121 A	1-19	
A	JP 57-73512 A (三菱電機株式会社) 1982.05.08, 第4-6図 (ファミリーなし)	1-19	
国際調査を完了した日 04.07.2016		国際調査報告の発送日 12.07.2016	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 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) 大石 剛	5Z 4882 電話番号 03-3581-1101 内線 3591