202315175

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 202315175 A

(43)公開日： 中華民國 112 (2023) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：111131866 (22)申請日： 中華民國 111 (2022) 年 08 月 24 日

(51)Int. Cl.： *H01L41/09 (2006.01)* *H04R17/00 (2006.01)*

(30)優先權：2021/09/28 日本 2021-157983

(71)申請人：日商富士軟片股份有限公司 (日本) FUJIFILM CORPORATION (JP)
日本

(72)發明人：小沢栄貴 OZAWA, EIKI (JP)

(74)代理人：卓俊傑；鮑亞嵐；卓孟儀

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：7 項 圖式數：13 共 50 頁

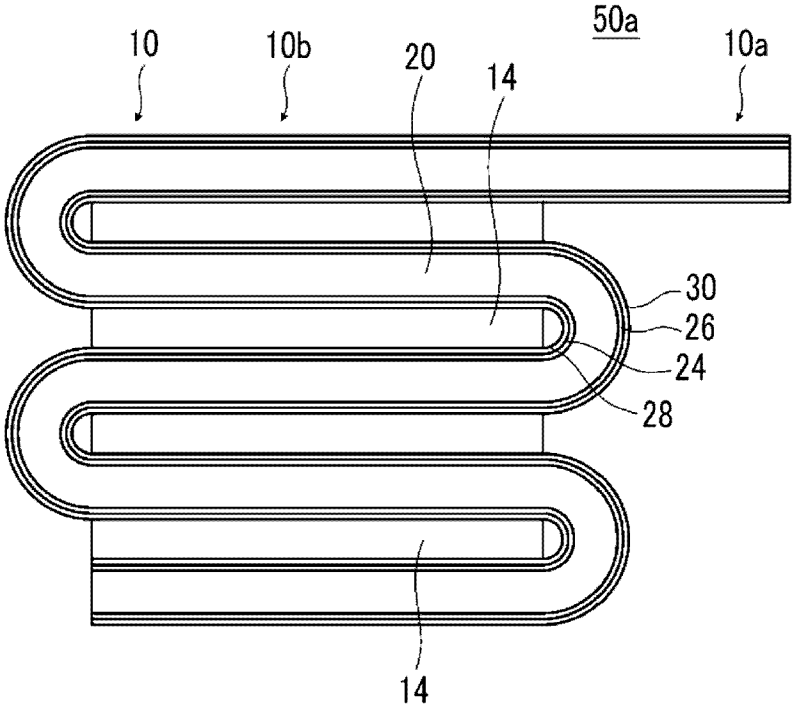
(54)名稱

壓電元件及電聲轉換器

(57)摘要

本發明提供一種在積層壓電膜而成的壓電元件中，能夠抑制發熱，並且抑制音壓的偏差的壓電元件及電聲轉換器。一種壓電元件，其係藉由折返 1 次以上具有壓電體層、設置於壓電體層的兩面之電極層及設置於電極層上之保護層之壓電膜而將壓電膜積層複數層而成，其中，在俯視下，具有從重疊 2 層以上壓電膜之積層部突出之突出部，突出部具有用於連接電極層與外部電源之連接部，突出部的面積相對於積層部的面積的比率在 0.02 ～ 0.3 的範圍內，並且，突出部與積層部接觸之邊的長度為 4mm 以上。

指定代表圖：



符號簡單說明：

10:壓電膜

10a:突出部

10b:積層部

14:黏著層

20:壓電體層

24:第 1 電極層

26:第 2 電極層

28:第 1 保護層

30:第 2 保護層

50a:壓電元件

【圖1】

【發明摘要】

【中文發明名稱】壓電元件及電聲轉換器

【英文發明名稱】PIEZOELECTRIC ELEMENT AND ELECTROACOUSTIC TRANSDUCER

【中文】

本發明提供一種在積層壓電膜而成的壓電元件中，能夠抑制發熱，並且抑制音壓的偏差的壓電元件及電聲轉換器。一種壓電元件，其係藉由折返1次以上具有壓電體層、設置於壓電體層的兩面之電極層及設置於電極層上之保護層之壓電膜而將壓電膜積層複數層而成，其中，在俯視下，具有從重疊2層以上壓電膜之積層部突出之突出部，突出部具有用於連接電極層與外部電源之連接部，突出部的面積相對於積層部的面積的比率在0.02～0.3的範圍內，並且，突出部與積層部接觸之邊的長度為4mm以上。

【指定代表圖】圖1。

【代表圖之符號簡單說明】

10:壓電膜

10a:突出部

10b:積層部

14:黏著層

20:壓電體層

24:第1電極層

26:第2電極層

28:第1保護層

30:第2保護層

50a:壓電元件

【發明說明書】

【中文發明名稱】壓電元件及電聲轉換器

【英文發明名稱】PIEZOELECTRIC ELEMENT AND ELECTROACOUSTIC TRANSDUCER

【技術領域】

【0001】 本發明係有關一種壓電元件及電聲轉換器。

【先前技術】

【0002】 壓電元件作為藉由與各種物品接觸而安裝來使物品振動並發出聲音之所謂激發器（激子）而被利用於各種用途。例如，能夠藉由在圖像顯示面板、螢幕等中安裝激發器以使該等振動來代替揚聲器發出聲音。

【0003】 作為壓電元件，提出了使用由電極層及保護層夾持壓電體層之壓電膜。又，還提出了積層複數層壓電膜來用作壓電元件。

【0004】 例如，在專利文獻 1 中，記載了一種壓電膜，其具有：高分子複合壓電體，在包含高分子材料之基質中分散壓電體粒子而成；及電極層，形成於前述高分子複合壓電體的兩面，其中，在測量動態黏彈性時的頻率 1kHz 下的損失正切在超過 50℃且 150℃以下的溫度範圍內存在成為 0.1 以上的極大值，並且，在 50℃下的值為 0.08 以上。又，在專利文獻 1 中，記載了折返 1 次以上壓電膜而積層了複數層壓電膜之壓電元件。

【0005】 [專利文獻 1]國際公開第 2020/196850 號

【0006】 折返壓電膜而成之壓電元件藉由貼附於振動板並使振動板振動而從振動板發出聲音。為了在這種壓電元件的電極層上連接外部電源，可以考慮到設置從積層有壓電膜之積層部向面方向突出之突出部，並且在該突出部對電極層連接外部電源。為了驅動壓電元件，若在設置於突出部之電極層與外部電源的連接部施加電壓，則在突出部顯著地發熱，最壞的情況下，可能導致發生熱失控而無法連續驅動。為了抑制這種發熱，突出部的面積大為較佳。

【0007】 然而，依據本發明人等的研究，可知若製作複數個突出部的面積大的壓電元件來測量音壓，則產生音壓的偏差、尤其高頻帶中的音壓的偏差變大的問題。

【發明內容】

【0008】 本發明的問題為解決這種先前技術的問題點，提供一種在藉由積層壓電膜而成之壓電元件中，能夠抑制發熱，並且抑制音壓的偏差之壓電元件及電聲轉換器。

【0009】 為了解決上述課題，本發明具有以下構成。

[1]一種壓電元件，其係藉由折返 1 次以上具有壓電體層、設置於壓電體層的兩面之電極層及設置於電極層上之保護層之壓電膜而將壓電膜積層複數層而成，其中，

在俯視下，具有從重疊 2 層以上壓電膜之積層部突出之突出部，

突出部具有用於連接電極層與外部電源之連接部，

突出部的面積相對於積層部的面積的比率在 0.02～0.3 的範圍內，並且，

突出部與積層部接觸之邊的長度為 4mm 以上。

[2]如[1]所述之壓電元件，其具有複數個突出部，其中

突出部的合計面積相對於積層部的面積的比率在 0.02～0.3 的範圍內，

各突出部與積層部接觸之邊的長度為 4mm 以上。

[3]如[2]所述之壓電元件，其中

突出部的數量為 12 個以下。

[4]如[1]至[3]之任一項所述之壓電元件，其中

在俯視下，突出部的形狀為矩形。

[5]如[1]至[4]之任一項所述之壓電元件，其中，

壓電體層由包含高分子材料之基質中包含壓電體粒子之高分子複合壓電體組成。

[6]一種電聲轉換器，其係將[1]至[5]之任一項所述之壓電元件黏附於振動板而成。

[7]如[6]所述之電聲轉換器，其中

壓電元件的具有突出部之側的面的積層部黏附於振動板。

[發明效果]

【0010】 依本發明，能夠提供一種在積層壓電膜而成之壓電元件中，能夠抑制發熱，並且抑制音壓的偏差之壓電元件及電聲轉換器。

【圖式簡單說明】

【0011】 圖 1 為示意性地表示本發明的壓電元件的一例之圖。

圖 2 為圖 1 中示出的壓電元件的立體圖。

圖 3 為圖 1 中示出的壓電元件的俯視圖。

圖 4 為用於說明積層部的面積、突出部的面積及突出部與積層部接觸之邊的長度之圖。

圖 5 為示意性地表示本發明的壓電元件的另一例之俯視圖。

圖 6 為示意性地表示本發明的壓電元件的另一例之俯視圖。

圖 7 為示意性地表示本發明的壓電元件的另一例之俯視圖。

圖 8 為示意性地表示本發明的壓電元件的另一例之俯視圖。

圖 9 為用於說明壓電膜的製作方法的一例之示意圖。

圖 10 為用於說明壓電膜的製作方法的一例之示意圖。

圖 11 為用於說明壓電膜的製作方法的一例之示意圖。

圖 12 為用於說明壓電膜的製作方法的一例之示意圖。

圖 13 為示意性地表示具有本發明的壓電元件之本發明的電聲轉換器的一例之圖。

【實施方式】

【0012】 以下，關於本發明的壓電元件及電聲轉換器，基於所添加之圖式中示出之較佳實施例，進行詳細說明。

【0013】 以下所記載之構成要件的說明有時基於本發明的代表性實施態樣來進行，但本發明並不限定於該等實施態樣。

另外，本說明書中，使用“～”表示之數值範圍係指包含記載於“～”的前後之數值作為下限值及上限值之範圍。

【0014】 [壓電元件]

本發明的壓電元件係藉由折返 1 次以上具有壓電體層、設置於壓電體層的兩面之電極層及設置於電極層上之保護層之壓電膜而將壓電膜積層複數層而成，其中，

在俯視下，具有從重疊 2 層以上壓電膜之積層部突出之突出部，

突出部具有用於連接電極層與外部電源之連接部，

突出部的面積相對於積層部的面積的比率在 0.02～0.3 的範圍內，並且，突出部與積層部接觸之邊的長度為 4mm 以上。

【0015】 在圖 1 中示出示意性地表示本發明的壓電元件的一例之側視圖。圖 2 中示出圖 1 的壓電元件的立體圖。圖 3 中示出圖 1 的壓電元件的俯視圖。另外，俯視圖為從積層複數層壓電膜 10 之積層方向觀察之圖。

【0016】 圖 1～圖 3 中示出之壓電元件 50a 為藉由將 1 片矩形的壓電膜 10 沿一個方向折返 4 次而積層了 5 層壓電膜 10 者。亦即，該壓電元件 50a 為積層了 5 層壓電膜 10 之積層壓電元件。

在圖 2 中，為了簡化圖式來清楚地示出壓電元件 50a 的構成而進行了省略，但壓電膜 10 為在壓電體層 20 的兩面具有電極層，並且被覆兩電極層而具有保護層者。

又，在以下說明中，將壓電膜 10 折返的方向（圖 1 中水平方向）稱為折返方向。

【0017】 如圖 1 所示，壓電元件 50a 具有從重疊 5 層的壓電膜 10 之積層部 10b 向面方向的外側突出之突出部 10a。亦即，壓電元件 50a 為藉由如下方式設置突出部 10a 者，在將 1 片壓電膜 10 折返 4 次時，圖 1 中，在從下表面側的層開始的 4 層中，使折返方向的長度成為大致相同的長度，

使成為最上表面側的層的壓電膜 10 的長度比其他層的壓電膜 10 長，並且使折返方向的一端不與其他層的壓電膜 10 重疊。

【0018】 在積層部 10b 相鄰之壓電膜 10 的層彼此藉由黏著層 14 而黏貼。

【0019】 在本發明中，積層部 10b 係指在俯視下亦即在圖 1 中，從上方（或者下方）觀察壓電元件時，壓電膜重疊 2 層以上之區域。亦即，如圖 3 所示，壓電膜 10 的層重疊 5 層之區域為積層部 10b。

【0020】 另一方面，突出部 10a 係指從積層部 10b 向面方向突出之區域，並且為在俯視下，未與其他層重疊之區域。在圖 1 中示出之例子中，圖中最上層的右側端部為突出部 10a。

【0021】 如圖 3 所示，在突出部 10a 形成有用於連接第 1 電極層 24 及第 2 電極層 26（以下，亦統稱為電極層）與外部電極之連接部 40。在圖示例中，在突出部 10a 的保護層（第 1 保護層 28 及第 2 保護層 30）中形成貫通孔，並且使電極層露出而設置連接部 40。貫通孔的形成方法並無限制，只要依據保護層的形成材料進行雷射加工、使用了溶劑之溶解去除及機械研磨等機械加工等利用公知的方法進行即可。

【0022】 在連接部 40 中，藉由填充銀膠等導電性金屬膏、導電性碳糊及導電性納米墨水等公知的導電性材料而連接與外部電源連接之配線。

另外，突出部 10a 中的電極與配線的連接方法並無限制，能夠利用公知的各種方法。

【0023】 本發明的壓電元件 50a 藉由經由設置於突出部 10a 之連接部 40 使用外部電源對電極層施加電壓來驅動壓電元件 50a。若壓電元件 50a

被驅動，則壓電元件 50a 沿面方向伸縮，並且使黏貼有壓電元件 50a 之振動板彎曲，結果，使振動板振動而發出聲音。振動板依據施加到壓電元件 50a 之驅動電壓的大小而振動，並發出與施加到壓電元件 50a 之驅動電壓對應之聲音。

亦即，壓電元件 50a 能夠用作激發器。

【0024】 其中，如上所述，為了驅動壓電元件 50a，若在設置於突出部 10a 之電極層與外部電源的連接部 40 施加電壓，則在突出部 10a 顯著地發熱，最壞的情況下，可能導致發生熱失控而無法連續驅動。為了抑制這種發熱，突出部 10a 的面積大為較佳。

【0025】 然而，依據本發明人等的研究，可知若製作複數個突出部 10a 的面積大的壓電元件 50a 來測量音壓，則發生音壓的偏差、尤其高頻帶的音壓的偏差變大的問題。

【0026】 相對於此，本發明的壓電元件 50a 中，突出部 10a 的面積 Sa 相對於積層部 10b 的面積 Sb 的比率 Ps（=Sa/Sb）在 0.02～0.3 的範圍內，並且，突出部 10a 與積層部 10b 接觸之邊的長度 Ya 為 4mm 以上。

【0027】 若突出部 10a 的面積 Sa 相對於積層部 10b 的面積 Sb 的比率 Ps 過小，亦即突出部 10a 的面積 Sa 過小，則在對壓電元件 50a 施加電壓時，導致在突出部 10a 電流密度變高。因此，導致在突出部 10a 顯著地發熱。又，若突出部 10a 與積層部 10b 接觸之邊的長度 Ya 過短，則還是會導致電流密度在突出部 10a 變高，導致在突出部 10a 顯著發熱。

【0028】 相對於此，本發明的壓電元件藉由將突出部 10a 的面積 Sa 相對於積層部 10b 的面積 Sb 的比率 Ps 設為 0.02 以上，亦即增加突出部 10a

的面積 Sa，從而抑制電流密度在突出部 10a 變高，能夠抑制突出部 10a 的發熱。又，藉由將突出部 10a 與積層部 10b 接觸之邊的長度 Ya 設為 4mm 以上，能夠抑制電流密度在突出部 10a 變高，並且能夠抑制突出部 10a 的發熱。

【0029】 另一方面，可知若突出部 10a 的面積 Sa 相對於積層部 10b 的面積 Sb 的比率 Ps 過大，亦即突出部 10a 的面積 Sa 過大，則在製作複數個相同規格的壓電元件 50a 時，產生音壓的偏差，尤其在高頻帶的音壓的偏差變大的問題。關於這一點，推斷在具有突出部 10a 之情況下，在驅動壓電元件 50a 時，突出部 10a 亦振動而發出聲音，但由於在複數個壓電元件之間，存在突出部 10a 的形狀的偏差、扭曲狀態的偏差等，因此在從突出部 10a 發出之音壓產生偏差。由於突出部 10a 的大小小於黏貼有壓電元件 50a 之振動板，因此從該突出部 10a 發出之音壓的偏差，尤其，在高頻帶的影響變大。

【0030】 相對於此，本發明的壓電元件藉由將突出部 10a 的面積 Sa 相對於積層部 10b 的面積 Sb 的比率 Ps 設為 0.3 以下，亦即減小突出部 10a 的面積 Sa，從而能夠減小突出部 10a 的形狀的偏差、扭曲狀態的偏差等，並且能夠減小音壓的偏差。

【0031】 從抑制突出部 10a 的發熱之觀點考慮，突出部 10a 與積層部 10b 接觸之邊的長度 Ya 為 4mm 以上為較佳，10mm 以上為更佳，20mm 以上為進一步較佳。

【0032】 又，從抑制突出部 10a 的發熱之觀點考慮，突出部 10a 的面積 Sa 相對於積層部 10b 的面積 Sb 的比率 Ps 為 0.02 以上為較佳，0.04 以上

為更佳，0.06 以上為進一步較佳。

【0033】 又，從抑制音壓的偏差之觀點考慮，突出部 10a 的面積 Sa 相對於積層部 10b 的面積 Sb 的比率 Ps 為 0.3 以下為較佳，0.2 以下為更佳，0.1 以下為進一步較佳。

【0034】 使用圖 4，對圖 1～圖 3 中示出之壓電元件 50a 的積層部 10b 的面積 Sb、突出部 10a 的面積 Sa 及突出部與積層部接觸之邊的長度 Ya 進行說明。圖 4 為壓電元件 50a 的俯視圖。

積層部 10b 的面積 Sb 及突出部 10a 的面積 Sa 為在俯視下的面積。如圖 4 所示，若在俯視下的積層部 10b 的折返方向的長度設為 Lb、與折返方向正交之方向的寬度設為 Wb，則積層部 10b 的面積 Sb 為 Lb×Wb。又，若將突出部 10a 的折返方向的長度設為 La、與折返方向正交之方向的寬度設為 Wa，則突出部 10a 的面積 Sa 為 La×Wa。在圖 4 中示出之例子中，突出部 10a 的寬度 Wa 與積層部 10b 的寬度 Wb 相同。

【0035】 又，在圖 4 中示出之例子中，突出部 10a 與積層部 10b 接觸之邊的長度 Ya 與突出部 10a 的寬度 Wa（積層部 10b 的寬度 Wb）相同。

【0036】 其中，在圖 1～圖 4 中示出之例子中，雖然將突出部 10a 的寬度 Wa 設為與積層部 10b 的寬度 Wb 大致相同，但並不限定於此。

【0037】 圖 5 中示出本發明的壓電元件的另一例的俯視圖。

圖 5 中示出之壓電元件 50b 具有矩形的積層部 10b 及矩形的突出部 10a，突出部 10a 的寬度 Wa 比積層部 10b 的寬度 Wb 短。從而，突出部 10a 與積層部 10b 接觸之邊的長度 Ya 與突出部 10a 的寬度 Wa 相同。

【0038】 另外，在圖 5 中示出之例子中，雖然將突出部 10a 設為配置

於積層部 10b 的寬度方向的大致中央之構成，但並不限定於此，亦可以配置於積層部 10b 的寬度方向的任意位置。

【0039】 又，在圖 5 中示出之例子中，雖然將突出部 10a 設為大致正方形，但並不限定於此，亦可以為長方形。此時，突出部 10a 的寬度方向可以為長方形的長邊，亦可以為突出部 10a 的長度方向（折返方向）為長方形的長邊。

【0040】 又，突出部 10a 的形狀並不限定於矩形。例如，如圖 6 中示出之壓電元件 50c 的突出部 10a 那樣，亦可以為六邊形等多邊形，或者，亦可以為大致圓形、半圓形、橢圓形及非規則形等各種形狀。

【0041】 又，在圖 1 等中示出之例子中，雖然將突出部 10a 設為從積層部 10b 向折返方向突出之構成，但並不限定於此。如圖 7 中示出之壓電元件 50d 那樣，突出部 10a 可以設為從積層部 10b 向與折返方向正交之寬度方向突出之構成。如圖 7 中示出的例子那樣，突出部 10a 為矩形之情況下，突出部 10a 的折返方向的長度 La 和突出部與積層部接觸之邊的長度 Ya 相等。

【0042】 又，在圖 1 等中示出之例子中，可以將壓電元件設為具有 1 個突出部的構成，但並不限定於此。

【0043】 圖 8 中示出本發明的壓電元件的另一例的俯視圖。

在圖 8 中示出之壓電元件 50e 具有矩形的積層部 10b 及沿積層部 10b 的一邊側排列之複數個矩形的突出部 10a。雖然省略圖示，但在各突出部 10a 中形成有用於連接第 1 電極層 24 和/或第 2 電極層 26 與外部電極之連接部 40。在 1 個突出部 10a 中，可以為第 1 電極層 24 及第 2 電極層 26 中的任

一者與外部電極連接之構成，但從降低電流密度而抑制發熱之觀點考慮，在1個突出部10a中，第1電極層24及第2電極層26這兩者與外部電極連接之構成為較佳。亦即，在複數個突出部10a各自中，第1電極層24及第2電極層26這兩者與外部電極連接為較佳。

【0044】 在具有複數個突出部10a之構成之情況下，突出部10a的面積Sa為複數個突出部10a的合計面積。亦即，複數個突出部10a的合計面積相對於積層部10b的面積的比率只要在0.02～0.3的範圍內即可。

【0045】 又，突出部10a與積層部10b接觸之邊的長度Ya為各突出部10a中的與積層部10b接觸之邊的長度Ya。從而，在各突出部10a中，與積層部10b接觸之邊的長度Ya只要為4mm以上即可。

【0046】 壓電元件為具有複數個突出部10a之構成之情況下，若突出部10a的數量越多，則產生聲音的部位增加，有時音壓的偏差變大。因此，突出部10a的數量為12個以下為較佳，10個以下為更佳。

【0047】 又，圖1中示出之壓電元件50a為積層了5層壓電膜10而成者，但本發明並不限定於此。亦即，壓電元件可以為具有2層～4層的壓電膜10者，或者可以為具有6層以上的壓電膜10者。

【0048】 以下，對本發明的壓電元件的構成要件進行說明。另外，在以下說明中，在不需要區別之情況下，還將壓電元件50a～50e統稱為壓電元件50。

【0049】 圖9中放大表示壓電膜10的一部分。

在圖9中示出之壓電膜10具有：壓電體層20，其為具有壓電性之片狀物；第2電極層26，積層於壓電體層20的一個面；第2保護層30，積層

於第 2 電極層 26 的與壓電體層 20 相反的一側的面；第 1 電極層 24，積層於壓電體層 20 的另一個面；第 1 保護層 28，積層於第 1 電極層 24 的與壓電體層 20 相反的一側的面。亦即，壓電膜 10 具有用電極層夾持壓電體層 20，並且在電極層的壓電體層未接觸之面上積層有保護層之構成。

【0050】 在本發明中，壓電體層 20 能夠利用各種公知的壓電體層。

在本發明中，如圖 9 中示意性所示，壓電體層 20 為在包含高分子材料之基質 34 中包含壓電體粒子 36 之高分子複合壓電體為較佳。

【0051】 作為構成壓電體層 20 之高分子複合壓電體的基質 34（基質兼黏結劑）的材料，使用在常溫下具有黏彈性之高分子材料為較佳。另外，在本說明書中，「常溫」係指 0～50℃左右的溫度範圍。

【0052】 其中，高分子複合壓電體（壓電體層 20）為具備以下要件者為較佳。

（i）撓性

例如，以作為可攜帶式如報紙或雜誌之類的文件感覺緩慢彎曲之狀態進行把持之情況下，從外部不斷受到數 Hz 以下的比較緩慢且較大的彎曲變形。此時，若高分子複合壓電體硬，則有產生其相對程度之較大的彎曲應力而在高分子基質與壓電體粒子的界面產生龜裂，最終導致破壞之虞。故，對高分子複合壓電體要求適當的柔軟性。又，若能夠將應變能量作為熱向外部擴散，則能夠緩和應力。故，要求高分子複合壓電體的損耗正切適當大。

【0053】 綜上所述，要求用作激發器之撓性之高分子複合壓電體對於 20Hz～20kHz 的振動較硬地動作，對於數 Hz 以下的振動較柔軟地動作。又，要求相對於 20kHz 以下的所有頻率的振動，高分子複合壓電體的損耗正切

適當大。

進而，藉由根據所黏附之對象材料（振動板）的剛性（硬度、剛度、彈簧常數）來進行積層，能夠簡便地調節彈簧常數為較佳，此時，黏貼層 104 越薄，越能夠提高能量效率。

【0054】 通常，高分子固體具有黏彈性緩和機構，並隨著溫度的上升或者頻率的下降，大規模的分子運動作為儲存彈性係數（楊氏係數）的下降（緩和）或者損失彈性係數的極大化（吸收）而被觀察到。其中，藉由非晶質區域的分子鏈的微布朗（Micro Brownian）運動引起之緩和被稱作主分散，可觀察到非常大之緩和現象。該主分散產生之溫度為玻璃轉移點（Tg），黏彈性緩和機構顯現得最明顯。

在高分子複合壓電體（壓電體層 20）中，藉由將玻璃轉移點在常溫下之高分子材料，換言之，在常溫下具有黏彈性之高分子材料用於基質中，實現對於 20Hz～20kHz 的振動較硬地動作，對於數 Hz 以下的慢振動較軟地動作之高分子複合壓電體。尤其，在適當地表現出該動作等方面，將頻率 1Hz 中的玻璃轉移點在常溫亦即 0～50℃下之高分子材料用於高分子複合壓電體的基質中為較佳。

【0055】 作為在常溫下具有黏彈性之高分子材料，能夠利用公知的各種者。較佳為，使用在常溫亦即 0～50℃下，基於動態黏彈性試驗而得之頻率 1Hz 中之損耗正切 Tanδ 的極大值為 0.5 以上之高分子材料。

藉此，高分子複合壓電體藉由外力而被緩慢彎曲時，最大彎曲力矩部中之高分子基質與壓電體粒子的界面的應力集中得到緩和，能夠期待高撓性。

【0056】 又，在常溫下具有黏彈性之高分子材料如下為較佳，亦即，

基於動態黏彈性測量而得之頻率 1Hz 中的儲存彈性係數（E’）在 0℃下為 100MPa 以上，在 50℃下為 10MPa 以下。

藉此，能夠減小高分子複合壓電體藉由外力而被緩慢彎曲時產生之彎曲力矩的同時，能夠對於 20Hz～20kHz 的音響振動較硬地動作。

【0057】 又，若在常溫下具有黏彈性之高分子材料的相對介電常數在 25℃下為 10 以上，則為更佳。藉此，對高分子複合壓電體施加電壓時，對基質中的壓電體粒子施加更高之電場，因此能夠期待較大之變形量。

然而，另一方面，若考慮確保良好的耐濕性等，則高分子材料的相對介電常數在 25℃下為 10 以下亦為較佳。

【0058】 作為滿足該等條件之在常溫下具有黏彈性之高分子材料，例示出氰乙基化聚乙烯醇（氰乙基化 PVA）、聚乙酸乙烯酯、聚偏二氯乙烯丙烯腈、聚苯乙烯-乙烯基聚異戊二烯嵌段共聚物、聚乙烯基甲基酮及聚甲基丙烯酸丁酯等。又，作為該等高分子材料，亦能夠較佳地利用 Hibler 5127（KURARAY CO., LTD.製造）等市售品。其中，作為高分子材料，使用具有氰乙基之材料為較佳，使用氰乙基化 PVA 為特佳。

【0059】 作為在常溫下具有黏彈性之高分子材料，使用具有氰乙基之高分子材料為較佳，使用氰乙基化 PVA 為特佳。亦即，在本發明中，壓電體層 20 作為基質 34 而使用具有氰乙基之高分子材料為較佳，使用氰乙基化 PVA 為特佳。

在以下說明中，將以氰乙基化 PVA 為代表之上述高分子材料亦統稱為「在常溫下具有黏彈性之高分子材料」。

【0060】 另外，該等在常溫下具有黏彈性之高分子材料可以僅使用 1

種，亦可以併用（混合）使用複數種。

【0061】 使用該等在常溫下具有黏彈性之高分子材料之基質 34 依據需要可以併用複數種高分子材料。

亦即，以調節介電特性或機械特性等為目的，除了氰乙基化 PVA 等黏彈性材料以外，依據需要亦可以向基質 34 添加其他介電性高分子材料。

【0062】 作為一例，作為能夠添加之介電性高分子材料，例示出聚偏二氟乙烯、偏二氟乙烯-四氟乙烯共聚物、偏二氟乙烯-三氟乙烯共聚物、聚偏二氟乙烯-三氟乙烯共聚物及聚偏二氟乙烯-四氟乙烯共聚物等氟系高分子、偏二氰乙烯-乙烯酯共聚物、氰乙基纖維素、氰乙基羥基蔗糖、氰乙基羥基纖維素、氰乙基羥基富勒烯、甲基丙烯酸氰乙酯、丙烯酸氰乙酯、氰乙基羥乙基纖維素、氰乙基直鏈澱粉、氰乙基羥丙基纖維素、氰乙基二羥丙基纖維素、氰乙基羥丙基直鏈澱粉、氰乙基聚丙烯醯胺、氰乙基聚丙烯酸乙酯、氰乙基富勒烯、氰乙基聚羥基亞甲基、氰乙基縮水甘油富勒烯、氰乙基蔗糖及氰乙基山梨糖醇等具有氰基或氰乙基之聚合物以及腈橡膠或氯丁二烯橡膠等合成橡膠等。

其中，可較佳地利用具有氰乙基之高分子材料。

又，在壓電體層 20 的基質 34 中，該等介電性高分子材料並不限於 1 種，亦可以添加複數種。

【0063】 又，以調節玻璃轉移點 Tg 為目的，除了介電性高分子材料以外，亦可以向基質 34 添加氯乙烯樹脂、聚乙烯、聚苯乙烯、甲基丙烯酸樹脂、聚丁烯及異丁烯等熱塑性樹脂以及酚醛樹脂、脲樹脂、三聚氰胺樹脂、醇酸樹脂及雲母等熱硬化性樹脂。

進而，以提高黏著性為目的，亦可以添加松香酯、松香、萜烯類、萜烯酚及石油樹脂等黏著賦予劑。

【0064】 在壓電體層 20 的基質 34 中，添加除了氰乙基化 PVA 等具有黏彈性之高分子材料以外的材料時的添加量並無特別限定，但是以在基質 34 中所佔比例計為 30 質量%以下為較佳。

藉此，在不損害基質 34 中的黏彈性緩和機構便能夠表現出所添加之高分子材料的特性，因此在高介電率化、耐熱性的提高、與壓電體粒子 36 及電極層的密接性提高等方面能夠獲得較佳的結果。

【0065】 壓電體層 20 為由在這種基質 34 中包含壓電體粒子 36 之高分子複合壓電體組成之層。壓電體粒子 36 分散於基質 34 中。壓電體粒子 36 均勻（大致均勻）地分散於基質 34 中為較佳。

壓電體粒子 36 為由具有鈣鈦礦型或纖鋅礦型的晶體結構之陶瓷粒子組成者。

作為構成壓電體粒子 36 之陶瓷粒子，例如例示出鋯鈦酸鉛（PZT）、鋯鈦酸鉛鑭（PLZT）、鈦酸鋇（$BaTiO_3$）、氧化鋅（ZnO）及鈦酸鋇與鐵酸鉍（$BiFe_3$）的固體溶液（BFBT）等。

【0066】 該等壓電體粒子 36 的粒徑並無限制，依據壓電膜 10 的尺寸及壓電元件 50 的用途等適當進行選擇即可。壓電體粒子 36 的粒徑為 1～10μm 為較佳。

藉由將壓電體粒子 36 的粒徑設在該範圍內，在壓電膜 10 能夠兼顧高壓電特性和撓性等方面能夠獲得較佳的結果。

【0067】 另外，壓電體層 20 中的壓電體粒子 36 可以均勻且規則地

分散於基質 34 中、只要被均勻地分散，亦可以不規則地分散於基質 34 中。

【0068】 在壓電膜 10 中，壓電體層 20 中的基質 34 與壓電體粒子 36 的量比並無限制，只要依據壓電膜 10 的面方向上的大小及厚度、壓電元件 50 的用途以及對壓電元件 50 所要求之特性等而適當地設定即可。

壓電體層 20 中的壓電體粒子 36 的體積分率為 30～80%為較佳，50%以上為更佳，故設為 50～80%為進一步較佳。

藉由將基質 34 與壓電體粒子 36 的量比設在上述範圍內，在能夠兼顧高壓電特性和撓性等方面能夠獲得較佳的結果。

【0069】 在壓電膜 10 中，壓電體層 20 的厚度並無特別限定，依據壓電元件 50 的用途、壓電元件 50 中之壓電膜的積層數、壓電膜 10 中所要求之特性等可以適當進行設定。

壓電體層 20 越厚，在所謂片狀物的剛度等剛性等方面越有利，但是為了使壓電膜 10 以相同量伸縮而所需之電壓（電位差）變大。

壓電體層 20 的厚度為 10～300μm 為較佳，20～200μm 為更佳，30～150μm 為進一步較佳。

藉由將壓電體層 20 的厚度設在上述範圍內，在兼顧剛性的確保和適當的柔軟性等方面能夠獲得較佳的結果。

【0070】 又，壓電體層 20 在厚度方向進行極化處理（polarization）為較佳。

【0071】 另外，在本發明中，壓電體層 20 並不限於如上所述那樣的由如氰乙基化 PVA 那樣的在常溫下具有黏彈性之高分子材料組成之基質 34 中包含壓電體粒子 36 之高分子複合壓電體。

亦即，在本發明的壓電膜 10 中，壓電體層能夠利用各種公知的壓電體層。

【0072】 作為一例，在包含上述聚偏二氟乙烯、偏二氯乙烯-四氟乙烯共聚物及偏二氯乙烯-三氟乙烯共聚物等介電性高分子材料之基質中亦能夠利用包含相同的壓電體粒子 36 之高分子複合壓電體、由聚偏二氟乙烯組成之壓電體層、由除了聚偏二氟乙烯以外的氟樹脂組成之壓電體層及積層了由聚 L 乳酸組成之薄膜和由聚 D 乳酸組成之薄膜之壓電體層等。

然而，如上所述，從能夠在對於 20Hz～20kHz 的振動較硬地動作，對於數 Hz 以下的較慢的振動較軟地動作且可獲得優異的音響特性、撓性優異等觀點考慮，在上述之如氰乙基化 PVA 那樣由在常溫下具有黏彈性之高分子材料組成之基質 34 中，可較佳地利用包含壓電體粒子 36 之高分子複合壓電體。

【0073】 如圖 9 所示，壓電膜 10 具有在這種壓電體層 20 的一個面具有第 2 電極層 26、在其上具有第 2 保護層 30、在壓電體層 20 的另一個面具有第 1 電極層 24 及在其上具有第 1 保護層 28 而成之構成。其中，第 1 電極層 24 和第 2 電極層 26 形成電極對。

【0074】 亦即，壓電膜 10 具有以電極對亦即第 2 電極層 26 及第 1 電極層 24 夾持壓電體層 20 的兩面，並且以第 2 保護層 30 及第 1 保護層 28 夾持該積層體而成之構成。

如此，在壓電膜 10 中，以第 2 電極層 26 及第 1 電極層 24 夾持之區域依據所施加之電壓而伸縮。

另外，第 2 電極層 26 及第 2 保護層 30、以及第 1 電極層 24 及第 1 保

護層 28 為為了方便說明壓電膜 10 而附加者。故，本發明中的第 1 及第 2 並無技術上的意義，又，與實際的使用狀態無關。

【0075】 在本發明中，壓電膜 10 除了該等層以外，例如，可以具有用於黏貼電極層及壓電體層 20 之黏貼層及用於黏貼電極層及保護層之黏貼層。

黏貼劑可以為接著劑亦可以為黏著劑。又，黏貼劑亦能夠較佳地利用與從壓電體層 20 去除了壓電體粒子 36 之高分子材料亦即基質 34 相同之材料。另外，黏貼層可以在第 1 電極層 24 側及第 2 電極層 26 側雙方具有，亦可以僅在第 1 電極層 24 側及第 2 電極層 26 側中的一方具有。

【0076】 在壓電膜 10 中，第 2 保護層 30 及第 1 保護層 28 被覆第 1 電極層 24 及第 2 電極層 26 之同時，起到對壓電體層 20 賦予適當的剛性和機械強度之作用。亦即，在壓電膜 10 中，由基質 34 和壓電體粒子 36 組成之壓電體層 20 對於緩慢彎曲變形顯示出非常優異的撓性，但有時依據用途而剛性或機械強度不足。壓電膜 10 中設置第 2 保護層 30 及第 1 保護層 28 以彌補該情況。

第 1 保護層 28 與第 2 保護層 30 僅配置位置不同而構成相同。故，在以下說明中，在不需要區別第 1 保護層 28 及第 2 保護層 30 之情況下，將兩個構件亦統稱為保護層。

【0077】 第 2 保護層 30 及第 1 保護層 28 並無限制，能夠利用各種片狀物，作為一例，較佳地例示出各種樹脂膜。

其中，依據具有優異的機械特性及耐熱性等理由，由聚對酞酸乙二酯（PET）、聚丙烯（PP）、聚苯乙烯（PS）、聚碳酸酯（PC）、聚苯硫（PPS）、

聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）、聚醚醯亞胺（PEI）、聚醯亞胺（PI）、聚萘二甲酸乙二酯（PEN）、三乙醯纖維素（TAC）及環狀烯烴系樹脂等組成之樹脂膜被較佳地利用。

【0078】 第 2 保護層 30 及第 1 保護層 28 的厚度亦並無限制。又，第 2 保護層 30 及第 1 保護層 28 的厚度基本上相同，但是亦可以不同。

其中，若第 2 保護層 30 及第 1 保護層 28 的剛性過高，則不僅限制壓電體層 20 的伸縮，亦會損害撓性。因此，除了要求機械強度或作為片狀物的良好的操作性之情況以外，第 2 保護層 30 及第 1 保護層 28 越薄越有利。

【0079】 在壓電膜 10 中，若第 2 保護層 30 及第 1 保護層 28 的厚度為壓電體層 20 的厚度的 2 倍以下，則在兼顧剛性的確保與適當的柔軟性等方面能夠獲得較佳的結果。

例如，在壓電體層 20 的厚度為 50μm 且第 2 保護層 30 及第 1 保護層 28 由 PET 組成之情況下，第 2 保護層 30 及第 1 保護層 28 的厚度為 100μm 以下為較佳，50μm 以下為更佳，25μm 以下為進一步較佳。

【0080】 在壓電膜 10 中，在壓電體層 20 與第 2 保護層 30 之間形成第 2 電極層 26，在壓電體層 20 與第 1 保護層 28 之間形成第 1 電極層 24。為了對壓電體層 20（壓電膜 10）施加電壓而設置第 2 電極層 26 及第 1 電極層 24。

【0081】 第 1 電極層 24 與第 2 電極層 26 除了位置不同以外，基本相同。故，在以下說明中，在不需要區別第 1 電極層 24 與第 2 電極層 26 之情況下，兩個構件亦統稱為電極層。

【0082】 在本發明中，第 2 電極層 26 及第 1 電極層 24 的形成材料

並無限制，能夠利用各種導電體。具體而言，例示出碳、鈀、鐵、錫、鋁、鎳、鉑、金、銀、銅、鈦、鉻及鉬等的金屬、該等合金、該等金屬及合金的積層體及複合體以及氧化銦錫等。或者，還例示出 PEDOT/PPS（聚乙烯二氧噻吩-聚苯乙烯磺酸）等導電性高分子。其中，銅、鋁、金、銀、鉑及氧化銦錫作為第 2 電極層 26 及第 1 電極層 24 而較佳地例示。其中，從導電性、成本及撓性等觀點考慮，銅為更佳。

【0083】 又，第 2 電極層 26 及第 1 電極層 24 的形成方法亦並無限制，能夠利用各種基於真空蒸鍍及濺射等氣相沉積法（真空成膜法）、基於電鍍之成膜、以及黏貼由上述材料所形成之箔之方法等公知的方法。

【0084】 其中，依據能夠確保壓電膜 10 的撓性等理由，作為第 2 電極層 26 及第 1 電極層 24，尤其可較佳地利用藉由真空蒸鍍所成膜之銅及鋁等薄膜。其中，特別是較佳地利用基於真空蒸鍍而形成之銅的薄膜。

【0085】 第 2 電極層 26 及第 1 電極層 24 的厚度並無限制。又，第 2 電極層 26 及第 1 電極層 24 的厚度基本上相同，但是亦可以不同。

其中，與前述的第 2 保護層 30 及第 1 保護層 28 同樣地，若第 2 電極層 26 及第 1 電極層 24 的剛性過高，則不僅限制壓電體層 20 的伸縮，亦會損害撓性。因此，若在電阻不會變得過高的範圍內，則第 2 電極層 26 及第 1 電極層 24 越薄越有利。

【0086】 在壓電膜 10 中，若第 2 電極層 26 及第 1 電極層 24 的厚度與楊氏係數之積低於第 2 保護層 30 及第 1 保護層 28 的厚度與楊氏係數之積，則不會嚴重損害撓性，因此為較佳。

例如，第 2 保護層 30 及第 1 保護層 28 由 PET（楊氏係數：約 6.2GPa）

組成且第 2 電極層 26 及第 1 電極層 24 由銅（楊氏係數：約 130GPa）組成之組合的情況下，若設為第 2 保護層 30 及第 1 保護層 28 的厚度為 25μm，則第 2 電極層 26 及第 1 電極層 24 的厚度為 1.2μm 以下為較佳，0.3μm 以下為更佳，其中，設為 0.1μm 以下為較佳。

【0087】 如上所述，壓電膜 10 具有由第 2 電極層 26 及第 1 電極層 24 夾持在包含高分子材料之基質 34 中分散壓電體粒子 36 而成之壓電體層 20，進而由第 2 保護層 30 及第 1 保護層 28 夾持該積層體而成之構成。

這種壓電膜 10 在常溫下具有基於動態黏彈性測量而得之頻率 1Hz 中的損耗正切（Tanδ）的極大值為較佳，在常溫下具有成為 0.1 以上之極大值為更佳。

藉此，即使壓電膜 10 從外部受到數 Hz 以下的比較緩慢且較大之彎曲變形，亦能夠將應變能量有效地作為熱而擴散到外部，因此能夠防止在高分子基質與壓電體粒子的界面產生龜裂。

【0088】 壓電膜 10 如下為較佳，亦即，基於動態黏彈性測量而得之頻率 1Hz 中的儲存彈性係數（E’）在 0℃下為 10～30GPa，在 50℃下為 1～10GPa。另外，關於該條件，亦與壓電體層 20 相同。

藉此，在常溫下壓電膜 10 在儲存彈性係數（E’）中能夠具有較大的頻率分散。亦即，能夠對於 20Hz～20kHz 的振動較硬地動作，對於數 Hz 以下的振動較柔軟地動作。

【0089】 又，壓電膜 10 為如下為較佳，亦即，厚度與基於動態黏彈性測量而得之頻率 1Hz 中的儲存彈性係數（E’）之積在 0℃下為 1.0×10^5～2.0×10^6N/m，在 50℃下為 1.0×10^5～1.0×10^6N/m。另外，關於該條件，亦與

壓電體層 20 相同。

藉此，壓電膜 10 在不損害撓性及音響特性之範圍內能夠具備適當的剛性和機械強度。

【0090】 進而，壓電膜 10 為如下為較佳，亦即，從動態黏彈性測量所獲得之主曲線中，在 25℃下頻率 1kHz 中之損耗正切（Tanδ）為 0.05 以上。關於該條件，亦與壓電體層 20 相同。

藉此，使用了壓電膜 10 之揚聲器的頻率特性變得平滑，能夠減小隨著揚聲器的曲率的變化而最低共振頻率 f_0 變化時的音質的變化量。

【0091】 另外，本發明中，壓電膜 10 及壓電體層 20 等的儲存彈性係數（楊氏係數）及損耗正切只要利用公知的方法進行測量即可。作為一例，使用 SII Nano Technology Inc.製造之動態黏彈性測量裝置 DMS6100 進行測量即可。

作為測量條件，作為一例，分別例示出如下：測量頻率為 0.1Hz～20Hz（0.1Hz、0.2Hz、0.5Hz、1Hz、2Hz、5Hz、10Hz 及 20Hz）、測量溫度為-50～150℃、升溫速度為 2℃/分鐘（氮氣氛中）、樣品尺寸為 40mm×10mm（包括夾板區域）、卡盤間距為 20mm。

【0092】 在壓電元件 50 中，在壓電膜 10 的第 2 電極層 26 及第 1 電極層 24 上連接有施加使壓電膜 10 伸縮之驅動電壓亦即供給驅動電力之電源（外部電源）。

電源並無限制，可以為直流電源亦可以為交流電源。又，關於驅動電壓，亦依據壓電膜 10 的壓電體層 20 的厚度及形成材料等，將能夠正確地驅動壓電膜 10 之驅動電壓適當進行設定即可。

【0093】 如上所述，從第 2 電極層 26 及第 1 電極層 24 引出電極時，在突出部 10a 進行。從第 2 電極層 26 及第 1 電極層 24 引出電極的方法並無限制，能夠利用公知的各種方法。

作為一例，例示出：向第 2 電極層 26 及第 1 電極層 24 連接銅箔等導電體而向外部引出電極之方法及藉由雷射等而在第 2 保護層 30 及第 1 保護層 28 形成貫通孔並向該貫通孔填充導電性材料而向外部引出電極之方法等。

作為較佳的電極引出方法，例示出日本特開 2014-209724 號公報中所記載之方法及日本特開 2016-015354 號公報中所記載之方法等。

【0094】 以下，參閱圖 10～圖 12，對壓電膜 10 的製造方法的一例進行說明。

【0095】 首先，如圖 10 所示，準備在第 2 保護層 30 的表面形成有第 2 電極層 26 之片狀物 12a。進而，準備在圖 12 中示意性地示出之第 1 保護層 28 的表面形成有第 1 電極層 24 之片狀物 12c。

【0096】 藉由真空蒸鍍、濺射及電鍍等在第 2 保護層 30 的表面形成銅膜等作為第 2 電極層 26 來製作片狀物 12a 即可。同樣地，藉由真空蒸鍍、濺射及電鍍等在第 1 保護層 24 的表面上形成銅膜等作為第 1 電極層 28 來製作片狀物 12c 即可。

或者，可以將在保護層上形成銅膜等之市售品片狀物用作片狀物 12a 和/或片狀物 12c。

片狀物 12a 及片狀物 12c 可以為相同者，亦可以為不同者。

【0097】 另外，保護層非常薄，且操作性差時等，依據需要可以使用帶隔板（臨時支撐體）之保護層。另外，作為隔板，能夠使用厚度為 25～

100μm 的 PET 等。只要在電極層及保護層的熱壓接之後去除隔板即可。

【0098】 接著，如圖 11 所示，在片狀物 12a 的第 2 電極層 26 上塗佈成為壓電體層 20 的塗料（塗佈組成物）之後，藉由硬化而形成壓電體層 20。藉此，製作積層了片狀物 12a 和壓電體層 20 之壓電積層體 12b。

【0099】 壓電體層 20 的形成能夠依據形成壓電體層 20 之材料來利用各種方法。

作為一例，首先，將上述氰乙基化 PVA 等高分子材料溶解於有機溶劑中，進而添加 PZT 粒子等壓電體粒子 36，並進行攪拌來製備塗料。

有機溶劑並無限制，能夠利用二甲基甲醯胺（DMF）、甲基乙基酮（MEK）及環己酮等各種有機溶劑。

在準備片狀物 12a 並製備了塗料之後，將該塗料澆鑄（塗佈）於片狀物 12a 上，使有機溶劑蒸發並使其乾燥。藉此，如圖 11 所示，製作在第 2 保護層 30 上具有第 2 電極層 26 且在第 2 電極層 26 上積層壓電體層 20 而成之壓電積層體 12b。

【0100】 塗料的澆鑄方法並無限制，能夠利用棒塗佈機、斜片式塗佈機（slidecoater）及塗層刀（doctorknife）等所有之公知的方法（塗佈裝置）。

或者，若高分子材料為能夠加熱熔融之物質，則可以藉由加熱熔融高分子材料而製作向其中添加壓電體粒子 36 而成之熔融物，並藉由擠出成型等而在圖 10 中示出之片狀物 12a 上擠壓成薄片狀並進行冷卻，藉此製作如圖 11 中示出之壓電積層體 12b。

【0101】 另外，如上所述，在壓電體層 20 中，除了在常溫下具有黏彈性之高分子材料以外，亦可以向基質 34 中添加 PVDF 等高分子壓電材料。

向基質 34 添加該等高分子壓電材料時，溶解添加於上述塗料之高分子壓電材料即可。或者，只要向經加熱熔融之在常溫下具有黏彈性之高分子材料中添加需添加之高分子壓電材料來進行加熱熔融即可。

【0102】 在形成壓電體層 20 之後，可以依據需要進行壓延處理。壓延處理可以進行 1 次，亦可以進行複數次。

眾所周知，壓延處理係指藉由熱壓或加熱輥等來加熱被處理面的同時進行按壓以實施平坦化等之處理。

【0103】 接著，對在第 2 保護層 30 上具有第 2 電極層 26，並且在第 2 電極層 26 上形成壓電體層 20 而成之壓電積層體 12b 的壓電體層 20 進行極化處理(polarization)。壓電體層 20 的極化處理可以在壓延處理之前進行，在進行了壓延處理之後進行為較佳。

壓電體層 20 的極化處理的方法並無限制，能夠利用公知的方法。例如，例示出對進行極化處理之對象直接施加直流電場之電場極化處理。另外，在進行電場極化處理之情況下，可以在極化處理之前形成第 1 電極層 24，並且利用第 1 電極層 24 及第 2 電極層 26 來進行電場極化處理。

又，在本發明的壓電膜 10 中，極化處理不是在壓電體層 20 的面方向進行極化而是在厚度方向進行極化為較佳。

【0104】 接著，如圖 12 所示，在進行了極化處理之壓電積層體 12b 的壓電體層 20 側，使第 1 電極層 24 朝向壓電體層 20 而積層先前準備之片狀物 12c。

進而，藉由以第 1 保護層 28 及第 2 保護層 30 夾持該積層體，並且使用熱壓裝置及加熱輥等進行熱壓接以使壓電積層體 12b 與片狀物 12c 貼合，

製作如圖 9 所示的壓電膜 10。

或者，使用接著劑使壓電積層體 12b 與片狀物 12c 貼合，較佳為進一步進行壓接來製作壓電膜 10。

【0105】 另外，該壓電膜 10 可以使用切割片狀的片狀物 12a 及片狀物 12c 等來製造，或者可以利用卷對卷（Roll to Roll）來製造。

【0106】 所製作之壓電膜亦可以依據各種用途而切割成所希望的形狀。

藉由這種方式製作之壓電膜 10 不是在面方向進行極化而且在厚度方向進行極化，並且即使在極化處理後不進行拉伸處理亦可獲得較高的壓電特性。因此，壓電膜 10 在壓電特性中沒有面內各向異性，若施加驅動電壓，則在面方向的所有方向上，各向同性地伸縮。

【0107】 將壓電膜彼此進行黏貼之黏著層 14 只要能夠黏貼相鄰之壓電膜 10，利用各種公知者即可，能夠使用與將後述振動板和壓電元件進行黏貼之黏貼層 104 相同的材料。

【0108】 [電聲轉換器]

本發明的電聲轉換器為將上述壓電元件黏附到振動板而成之電聲轉換器。

【0109】 圖 13 為示意性地表示具有本發明的壓電元件之本發明的電聲轉換器的一例之圖。

【0110】 圖 13 中示出之電聲轉換器 100 具有上述壓電元件 50a、振動板 102、將壓電元件 50a 黏附至振動板 102 之黏貼層 104。在圖 13 中示出之例子中，作為較佳態樣，壓電元件 50a 的具有突出部 10a 之側的面的積

層部 9 黏附於振動板 102。

【0111】 在這種電聲轉換器 100 中，藉由向壓電元件 50a 的壓電膜 10 施加驅動電壓而壓電膜 10 沿面方向伸縮，藉由該壓電膜 10 的伸縮而壓電元件 50a 沿面方向伸縮。

藉由該壓電元件 50a 在面方向的伸縮而振動板 102 彎曲，其結果，振動板 102 在厚度方向上振動。藉由該在厚度方向上的振動，振動板 102 發出聲音。振動板 102 依據施加到壓電膜 10 之驅動電壓的大小而振動，並發出與施加到壓電膜 10 之驅動電壓對應之聲音。

【0112】 作為較佳態樣，振動板 102 為具有撓性者。另外，本發明中，具有撓性係指與一般解釋為具有撓性之含義相同，表示能夠彎曲及能夠繞曲，具體而言，在不發生破壞和損傷之狀態下，能夠彎曲和拉伸。

【0113】 振動板 102 較佳為只要為具有撓性者，則並無限制，能夠利用各種片狀物（板狀物、薄膜）。

作為一例，例示出由聚對酞酸乙二酯（PET）、聚丙烯（PP）、聚苯乙烯（PS）、聚碳酸酯（PC）、聚苯硫（PPS）、聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）、聚醚醯亞胺（PEI）、聚醯亞胺（PI）、聚萘二甲酸乙二酯（PEN）、三乙醯纖維素（TAC）及環狀烯烴系樹脂等組成之樹脂膜、由發泡聚苯乙烯、發泡苯乙烯及發泡聚乙烯等組成之發泡塑膠、以及將波浪狀的紙板的單面或兩面黏貼在其他紙板而成之各種瓦楞紙材料等。

【0114】 又，電聲轉換器 100 只要為具有撓性者，則作為振動板 102，亦能夠適當地利用有機電致發光（OLED（Organic Light Emitting Diode））顯示器、液晶顯示器、微型 LED（Light Emitting Diode：發光二極體）顯示

器及無機電致發光二極體顯示器等顯示元件等。

【0115】 在電聲轉換器 100 中，振動板 102 和壓電元件 50 藉由黏貼層 104 黏貼。

【0116】 黏貼層 104 若能夠黏貼振動板 102 與壓電元件 50，則能夠利用各種公知者。

因此，黏貼層 104 可以為由貼合時具有流動性而之後變成固態之接著劑組成之層，亦可以為由貼合時為凝膠狀（橡膠狀）的柔軟之固態而之後亦保持凝膠狀的狀態之黏著劑組成之層，還可以為由具有接著劑與黏著劑這兩者的特徵之材料組成之層。

【0117】 其中，在電聲轉換器 100 中，藉由使壓電元件 50 伸縮而使振動板 102 彎曲而震動以產生聲音。故，在電聲轉換器 100 中，壓電元件 50 的伸縮直接傳達到振動板 102 為較佳。若在振動板 102 與壓電元件 50 之間存在如緩和振動之具有黏性之物質，則會導致降低壓電元件 50 向振動板 102 的伸縮能量的傳遞效率，並且導致降低電聲轉換器 100 的驅動效率。

若考慮到這一點，則黏貼層 104 為相較於由黏著劑組成之黏著劑層，可獲得固態且硬的黏貼層 104 之由接著劑組成之接著劑層為較佳。作為更佳的黏貼層 104，具體而言，可例示出由聚酯系接著劑及苯乙烯·丁二烯橡膠（SBR）系接著劑等熱塑性類型的接著劑組成之黏貼層。

接著與黏著不同，在要求高接著溫度時有用。又，熱塑性類型的接著劑兼備「相對低溫、短時間及強接著」，因此為較佳。

【0118】 黏貼層 104 的厚度並無限制，只要依據黏貼層 104 的材料而適當設定可獲得充分的黏貼力（接著力、黏著力）之厚度即可。

其中，關於電聲轉換器 100，黏貼層 104 越薄越提高傳遞到振動板 102 之壓電元件 50 的伸縮能量（振動能量）的傳遞效果，能夠提高能量效率。又，若黏貼層 104 厚且剛性高，則有可能會限制壓電元件 50 的伸縮。

若考慮到這一點，則黏貼層 104 薄為較佳。具體而言，關於黏貼層 104 的厚度，黏貼後的厚度為 0.1～50μm 為較佳，0.1～30μm 為更佳，0.1～10μm 為進一步較佳。

【0119】 另外，在電聲轉換器 100 中，黏貼層 104 為作為較佳態樣而設置者，並不是必須的構成要件。

故，電聲轉換器 100 不具有黏貼層 104，可以使用公知的壓接機構、緊固機構及固定機構等來固定振動板 102 與壓電元件 50。例如，在俯視壓電元件 50 時之形狀為矩形之情況下，可以使用如螺栓及螺帽那樣的構件緊固四角而構成電聲轉換器，或者用如螺栓及螺帽那樣的構件緊固四角及中心部而構成電聲轉換器。

【0120】 然而，此時，在由電源施加驅動電壓時，壓電元件 50 相對於振動板 102 獨立地伸縮，依據情況，僅壓電元件 50 彎曲而壓電元件 50 的伸縮無法被傳遞到振動板 102。如此，在壓電元件 50 相對於振動板 102 而獨立地伸縮之情況下，基於壓電元件 50 的振動板 102 的振動效率降低。有可能導致無法使振動板 102 充分地振動。

若考慮到這一點，如圖 13 所示，由黏貼層 104 黏貼振動板 102 和壓電元件 50 為較佳。

【0121】 其中，如上所述，壓電體層 20 為基質 34 中包含壓電體粒子 36 者。又，以在厚度方向上夾持壓電體層 20 之方式設置有第 2 電極層 26

及第 1 電極層 24。

若對具有這種壓電體層 20 之壓電膜 10 的第 2 電極層 26 及第 1 電極層 24 施加電壓，則依據所施加之電壓而壓電體粒子 36 沿極化方向伸縮。其結果，壓電膜 10（壓電體層 20）在厚度方向收縮。同時，由於帕松比的關係，壓電膜 10 亦沿面內方向伸縮。該伸縮為 0.01～0.1%左右。

【0122】 如上所述，壓電體層 20 的厚度較佳為 10～300μm 左右。故，在厚度方向的伸縮最大亦只是 0.3μm 左右，非常小。

相對於此，壓電膜 10 亦即壓電體層 20 在面方向上具有明顯大於厚度之尺寸。故，例如，若壓電膜 10 的長度為 20cm，則藉由施加電壓，壓電膜 10 最大伸縮 0.2mm 左右。

【0123】 振動板 102 藉由黏貼層 104 而被黏貼至壓電膜 10。因此，藉由壓電膜 10 的伸縮，振動板 102 彎曲，其結果，振動板 102 在厚度方向上振動。

藉由該在厚度方向上的振動，振動板 102 發出聲音。亦即，振動板 102 依據施加於壓電膜 10 之電壓（驅動電壓）的大小來進行振動，並依據施加於壓電膜 10 之驅動電壓來發出聲音。

【0124】 又，藉由依據振動板 102 的彈簧常數來調整壓電膜 10 的質量，能夠提高音壓等級。若壓電膜 10 的質量大，則導致振動板 102 彎曲，因此有可能抑制驅動時的振動板 102 的振動。另一方面，若壓電膜 10 的質量小，則共振頻率變高，有可能抑制低頻率下的振動板 102 的振動。若考慮這些點，依據振動板 102 的彈簧常數來適當地調整壓電膜 10 的質量為較佳。

【0125】 以上，對本發明的壓電元件進行了詳細說明，但本發明並不

限定於上述例，在不脫離本發明的宗旨之範圍內，可以進行各種改進或變更，這是理所當然的。

[實施例]

【0126】 以下，列舉本發明的具體的實施例，對本發明進行更詳細說明。另外，本發明並不限定於該實施例，只要不脫離本發明的宗旨，則能夠適當地變更以下實施例中示出之材料、使用量、比例、處理內容、處理步驟等。

【0127】 [壓電膜的製作]

藉由上述圖 10～圖 12 中示出之方法製作了壓電膜。

首先，以下述組成比將氰乙基化 PVA（CR-V Shin-Etsu Chemical Co., Ltd. 製造）溶解於二甲基甲醯胺（DMF）。然後，在該溶液中，以下述組成比添加 PZT 粒子作為壓電體粒子，用螺旋槳混合器（轉速 2000rpm）攪拌，以製備用於形成壓電體層之塗料。

·PZT 粒子……300 質量份

·氰乙基化 PVA……30 質量份

·DMF……70 質量份

另外，PZT 粒子為使用了以 1000～1200℃燒結了市售的 PZT 原料粉之後，以平均粒徑成為 5μm 之方式，將其進行粉碎及分級處理者。

【0128】 另一方面，準備了在厚度為 4μm 的 PET 膜上真空蒸鍍厚度為 0.3μm 的銅膜而成之片狀物。亦即，在本例中，第 1 電極層及第 2 電極層為厚度為 0.3μm 的銅蒸鍍膜，第 1 保護層及第 2 保護層成為厚度為 4μm 的 PET 膜。

在片狀物的第 2 電極層（銅蒸鍍膜）上，使用斜片式塗佈機，塗佈了用於形成先前製備之壓電體層之塗料。另外，塗料以乾燥後的塗膜的膜厚成為 50μm 之方式進行了塗佈。

接著，藉由在 120℃的加熱板上加熱並乾燥在片狀物上塗佈了塗料之物質而使 DMF 蒸發。藉此，在 PET 製第 2 保護層上具有銅製第 2 電極層，在其上製作了具有厚度為 50μm 的壓電體層（高分子複合壓電體層）之壓電積層體。

【0129】 將所製作之壓電體層在厚度方向進行了極化處理。

【0130】 在進行了極化處理之壓電積層體上，將第 1 電極層（銅膜側）朝向壓電體層，在 PET 膜上積層了蒸鍍有同一薄膜之片狀物。

接著，藉由使用層壓裝置，以 120℃的溫度將壓電積層體與片狀物的積層體進行熱壓接，從而藉由黏貼壓電體層與第 1 電極層使其接著，製作了壓電膜。

【0131】 [實施例 1]

將所製作之壓電膜切出 170mm×150mm，沿 170mm 的邊的方向折返 4 次，用黏著層（丙烯酸系黏著劑）積層壓電膜彼此，製作了具有長度 Lb30mm×寬度 Wb150mm 的積層部及長度 La9mm×寬度 Wa150mm 的突出部之壓電元件。

突出部的面積 Sa 相對於積層部的面積 Sb 的比率 Ps 為 0.3。又，突出部與積層部接觸之邊的長度 Ya 為 150mm。

製作 10 個這種壓電元件。

【0132】 [實施例 2]

除了設為具有 12 個長度 La11mm×寬度 Wa10mm 的突出部之構成（參閱圖 8）以外，以與實施例 1 相同的方式製作了 10 個壓電元件。

突出部的（合計）面積 Sa 相對於積層部的面積 Sb 的比率 Ps 為 0.29。又，突出部與積層部接觸之邊的長度 Ya 為 10mm。

另外，在複數個突出部各自中，第 1 電極層及第 2 電極層與外部電源連接。

【0133】 [實施例 3]

除了設為具有 14 個長度 La9.5mm×寬度 Wa10mm 的突出部之構成以外，以與實施例 1 相同的方式製作了 10 個壓電元件。

突出部的（合計）面積 Sa 相對於積層部的面積 Sb 的比率 Ps 為 0.30。又，突出部與積層部接觸之邊的長度 Ya 為 10mm。

另外，在複數個突出部各自中，第 1 電極層及第 2 電極層與外部電源連接。

【0134】 [實施例 4]

除了設為具有 1 個長度 La37mm×寬度 Wa37mm 的突出部之構成以外，以與實施例 1 相同的方式製作了 10 個壓電元件。

突出部的面積 Sa 相對於積層部的面積 Sb 的比率 Ps 為 0.30。又，突出部與積層部接觸之邊的長度 Ya 為 37mm。

【0135】 [實施例 5]

除了設為具有 1 個 1 邊的長度為 22.5mm 的六邊形的突出部之構成（參閱圖 6）以外，以與實施例 1 相同的方式製作了 10 個壓電元件。

突出部的面積 Sa 相對於積層部的面積 Sb 的比率 Ps 為 0.29。又，突出

部與積層部接觸之邊的長度 Ya 為 22.5cm。

【0136】 [實施例 6]

除了設為具有 1 個長度 La60mm×寬度 Wa4mm 的突出部之構成以外，以與實施例 1 相同的方式製作了 10 個壓電元件。

突出部的面積 Sa 相對於積層部的面積 Sb 的比率 Ps 為 0.05。又，突出部與積層部接觸之邊的長度 Ya 為 4mm。

【0137】 [實施例 7]

除了設為具有 1 個長度 La4mm×寬度 Wa25mm 的突出部之構成以外，以與實施例 1 相同的方式製作了 10 個壓電元件。

突出部的面積 Sa 相對於積層部的面積 Sb 的比率 Ps 為 0.02。又，突出部與積層部接觸之邊的長度 Ya 為 25mm。

【0138】 [比較例 1]

除了設為具有 1 個長度 La10mm×寬度 Wa150mm 的突出部之構成以外，以與實施例 1 相同的方式製作了 10 個壓電元件。

突出部的面積 Sa 相對於積層部的面積 Sb 的比率 Ps 為 0.33。又，突出部與積層部接觸之邊的長度 Ya 為 150mm。

【0139】 [比較例 2]

除了設為具有 1 個長度 La70mm×寬度 Wa3mm 的突出部之構成以外，以與實施例 1 相同的方式製作了 10 個壓電元件。

突出部的面積 Sa 相對於積層部的面積 Sb 的比率 Ps 為 0.05。又，突出部與積層部接觸之邊的長度 Ya 為 3mm。

【0140】 [比較例 3]

除了設為具有 1 個長度 La4mm×寬度 Wa10mm 的突出部之構成以外，以與實施例 1 相同的方式製作了 10 個壓電元件。

突出部的面積 Sa 相對於積層部的面積 Sb 的比率 Ps 為 0.01。又，突出部與積層部接觸之邊的長度 Ya 為 10mm。

【0141】 [評價]

關於所製作之各實施例及比較例的電聲轉換器，評價了音壓的偏差及到達的溫度。

【0142】 ＜音壓＞

將所製作之壓電元件的與突出部相反的一側的面黏貼於振動板，製作了電聲轉換器。作為振動板，使用了大小為 500mm×450mm、厚度為 0.8mm、材質為鋁（A5052）的板狀構件。使振動板的橫向與壓電元件的長邊方向一致，使振動板的中央與壓電元件的積層部的中心對齊並進行了黏貼。作為將壓電元件和振動板進行黏貼之黏貼層，使用了丙烯酸系黏著劑。

【0143】 對壓電元件輸入頻率 1kHz～20kHz、施加電壓 50Vrms 的正弦掃描訊號，用位於距振動板的中心 1m 之距離之擴音器測量音壓。

對 10 個試樣進行上述測量，將 15kHz 下的音壓的最大值與最小值之差設為音壓偏差。若音壓偏差未達 7dB，則滿足所希望的特性。

【0144】 ＜到達溫度＞

與測量音壓時同樣地，在將所製作之壓電元件黏附於振動板之狀態下，輸入施加電壓 40Vrms 的 SN2 訊號（JEITA 規定之雜訊訊號的規格），藉由熱寫法（Keysight Technologies 公司製造之 U5855A）測量了 30 分鐘後的壓電元件表面的到達溫度。又，將壓電元件的溫度測量位置設為顯示最高到達

溫度之任意位置。若到達溫度為 50℃以下，則滿足所希望的特性。

將結果示於表 1 中。

【0145】 [表 1]

	突出部						評價	
	縱長 mm	橫長 mm	面積比率	個數	形狀	接觸之邊的長度 mm	音壓的偏差（@15kHz）dB	到達溫度℃
實施例 1	9	150	0.30	1	長方形	150	4	39
實施例 2	11	10	0.29	12	長方形	10	4.5	45
實施例 3	9.5	10	0.30	14	長方形	10	4.9	44
實施例 4	37	37	0.30	1	正方形	37	4.1	40
實施例 5	-	-	0.29	1	六邊形	22.5	4.9	41
實施例 6	60	4	0.05	1	長方形	4	3.5	50
實施例 7	4	25	0.02	1	長方形	25	3	46
比較例 1	10	150	0.33	1	長方形	150	5.5	43
比較例 2	70	3	0.05	1	長方形	3	3	＞70
比較例 3	4	10	0.01	1	長方形	10	2.5	58

【0146】 從表 1 中可知，本發明的實施例與比較例相比，音壓的偏差小，並且到達溫度低。可知由於比較例 1 的突出部的面積比率大，因此偏差變大。可知由於比較例 2 的突出部與積層部接觸之邊的長度短，因此到達溫度變高。可知由於比較例 3 的突出部的面積比率小，因此到達溫度變高。

【0147】 又，從實施例 1～5 的對比中可知，突出部的面積大致相同之情況下，突出部與積層部接觸之邊的長度越長，則到達溫度越低。

又，從實施例 1 與實施例 6、7 的對比中可知，突出部的面積比率越小，則音壓偏差越小。

由以上可知，本發明的效果明顯。

[產業上之可利用性]

【0148】 關於本發明的壓電元件，例如，能夠較佳地用作聲波感測器、超聲波感測器、壓力感測器、觸覺感測器、應變感測器及振動感測器等各種感測器（尤其，適用於裂縫檢測等基礎結構點檢或異物混入檢測等製造現場檢測中有用）、麥克風、拾音器、揚聲器及激發器等音響元件（作為具體的用途，例示出雜訊消除器（使用於車、通勤電聯車、飛機、設備人等）、人

造聲帶、害蟲/有害動物侵入防止用之蜂鳴器、家具、壁紙、照片、頭盔、護目鏡、頭靠、標牌、設備人等）、適用於汽車、智慧型手機、智慧型手錶、游戲機等而使用之觸覺介面、超聲波探頭及水中受波器等超聲波換能器、防止水滴附著、輸送、攪拌、分散、研磨等而使用之致動器、容器、乘坐物、建築物、滑雪板及球拍等運動器材中使用之減振材料（阻尼器），以及適用於道路、地板、床墊、椅子、鞋子、輪胎、車輪及電腦鍵盤等而使用之振動發電裝置。

【符號說明】

【0149】

10:壓電膜

10a:突出部

10b:積層部

12a,12c:片狀物

12b:壓電積層體

14:黏著層

20:壓電體層

24:第 1 電極層

26:第 2 電極層

28:第 1 保護層

30:第 2 保護層

34:基質

36:壓電體粒子

40:連接部

50a～50e:壓電元件

100:電聲轉換器

102:振動板

104:黏貼層

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】

一種壓電元件，其係藉由折返 1 次以上具有壓電體層、設置於前述壓電體層的兩面之電極層及設置於前述電極層上之保護層之壓電膜而將前述壓電膜積層複數層而成，其中

在俯視下，具有從重疊 2 層以上前述壓電膜之積層部突出之突出部，

前述突出部具有用於連接前述電極層與外部電源之連接部，

前述突出部的面積相對於前述積層部的面積的比率在 0.02～0.3 的範圍內，並且，前述突出部與前述積層部接觸之邊的長度為 4mm 以上。

【請求項 2】

如請求項 1 所述之壓電元件，其具有複數個前述突出部，其中

前述突出部的合計面積相對於前述積層部的面積的比率在 0.02～0.3 的範圍內，

各前述突出部與前述積層部接觸之邊的長度為 4mm 以上。

【請求項 3】

如請求項 2 所述之壓電元件，其中

前述突出部的數量為 12 個以下。

【請求項 4】

如請求項 1 所述之壓電元件，其中

在俯視下，突出部的形狀為矩形。

【請求項 5】

如請求項 1 所述之壓電元件，其中

前述壓電體層由在包含高分子材料之基質中包含壓電體粒子之高分子複合壓電體組成。

【請求項 6】

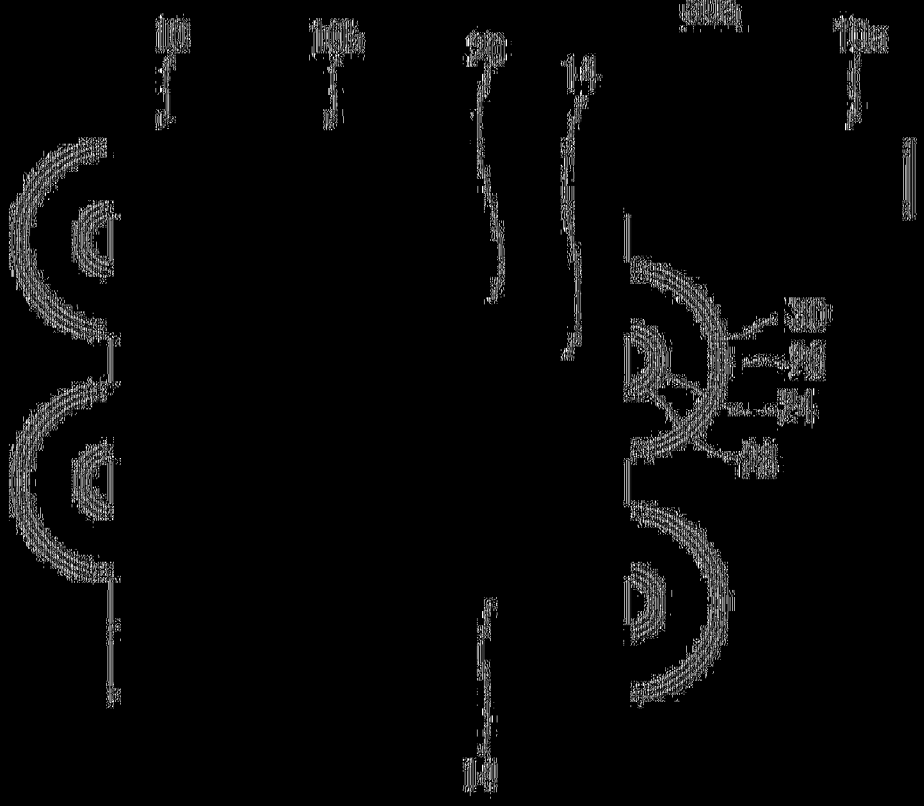
一種電聲轉換器，其係將請求項 1 至請求項 5 之任一項所述之壓電元件黏附於振動板而成。

【請求項 7】

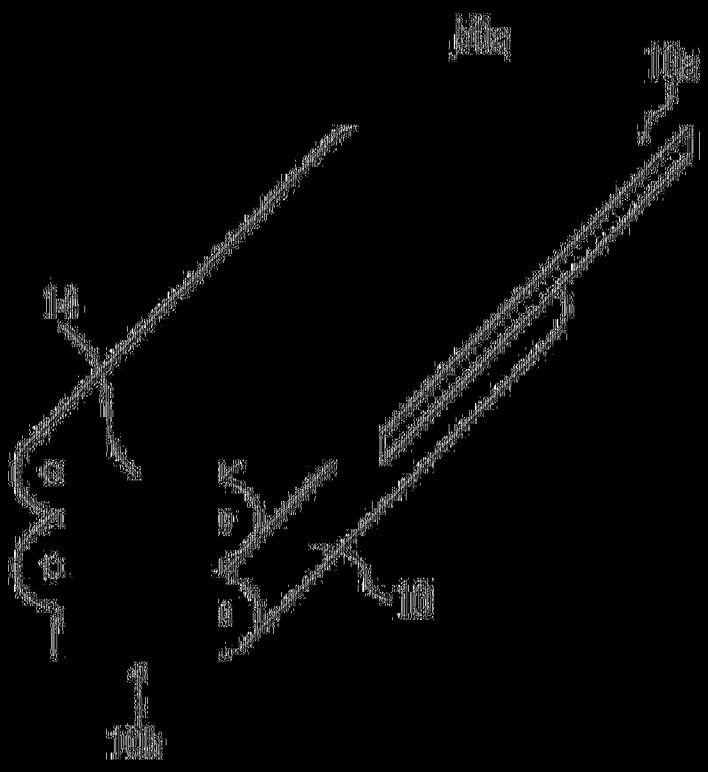
如請求項 6 所述之電聲轉換器，其中

前述壓電元件的具有前述突出部之側的面的前述積層部黏附於前述振動板。

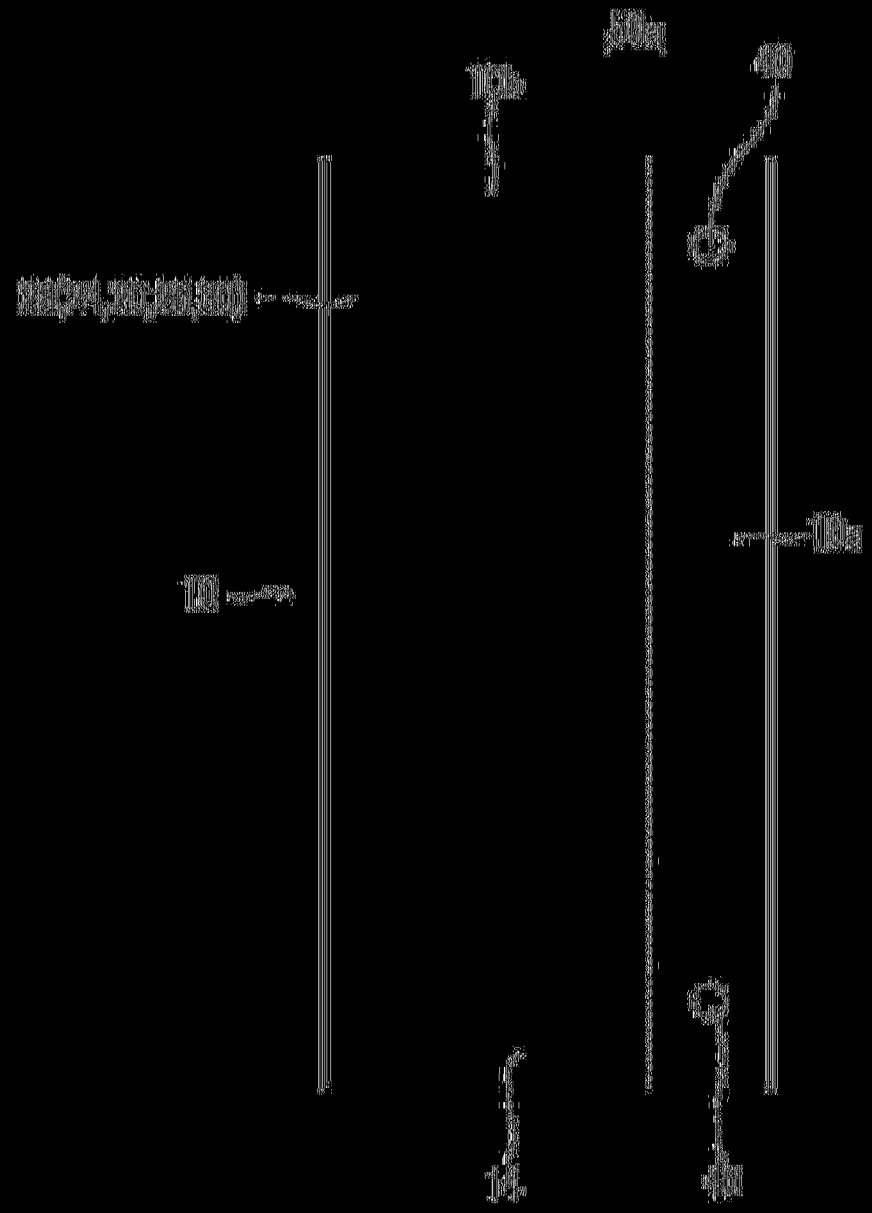
|(發明圖式)|



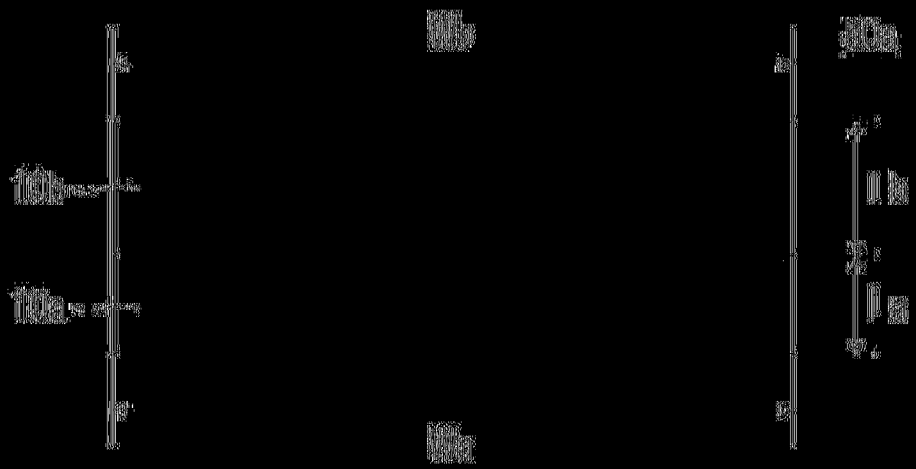
(圖1)|



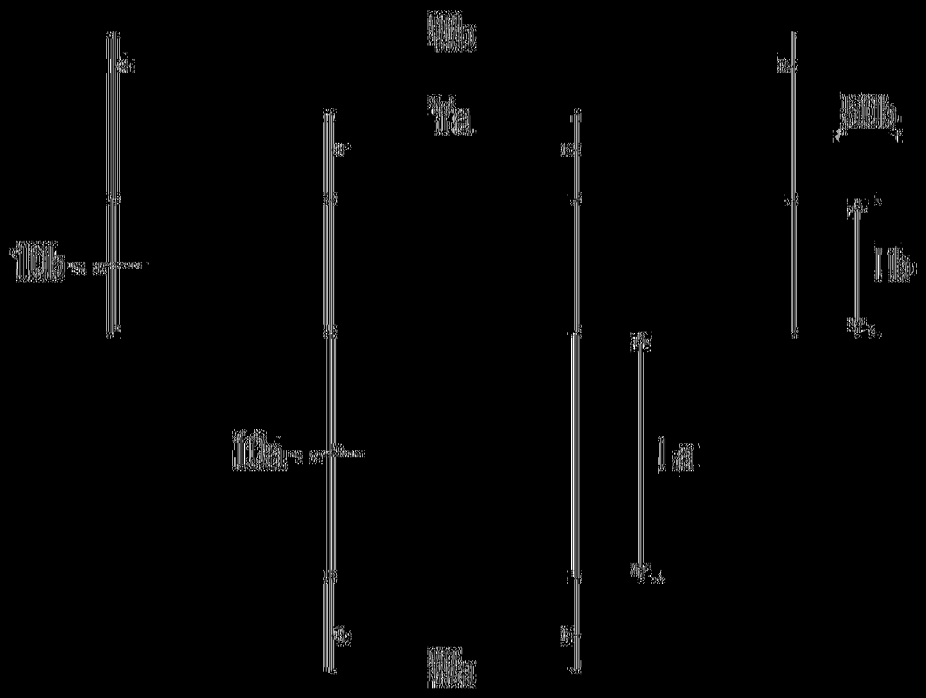
(圖2)|



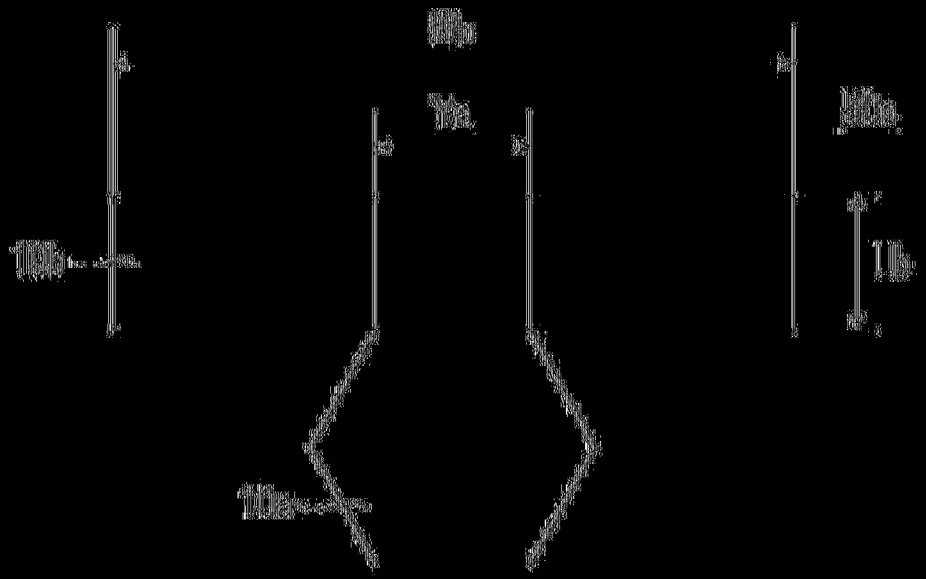
（圖3）



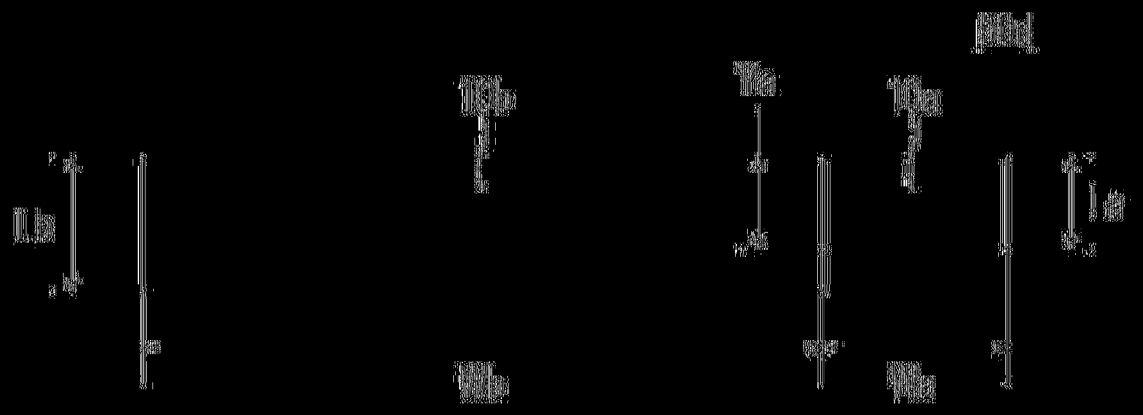
（圖4）



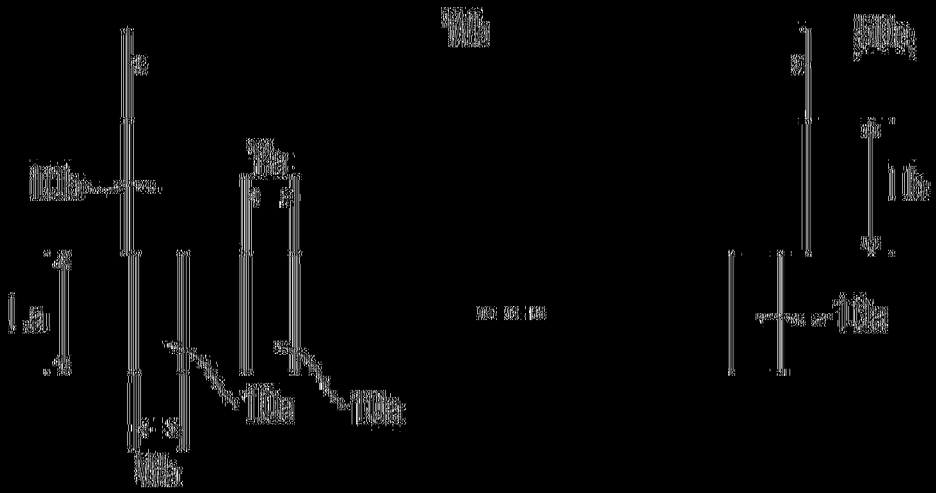
(圖5)



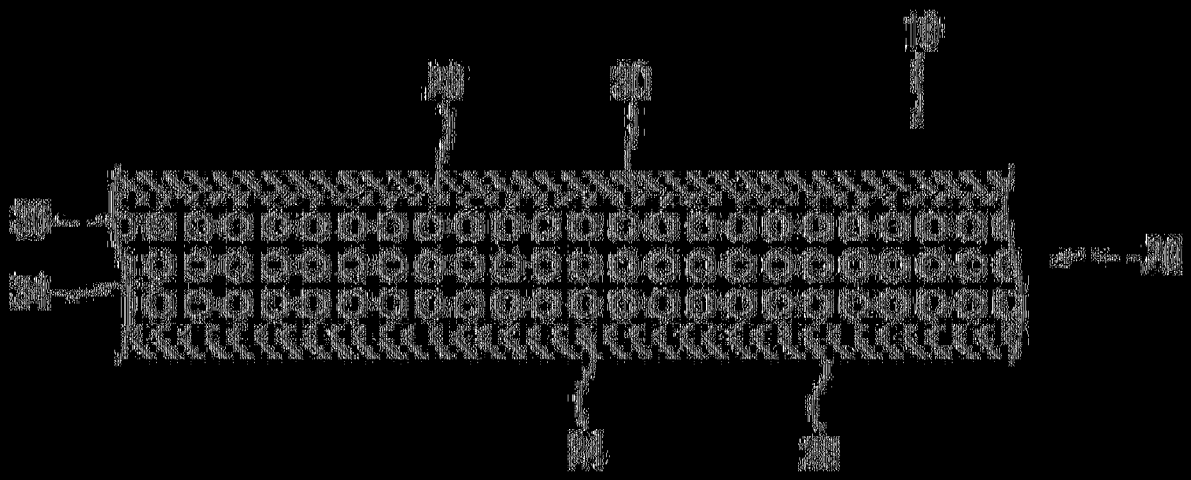
(圖6)



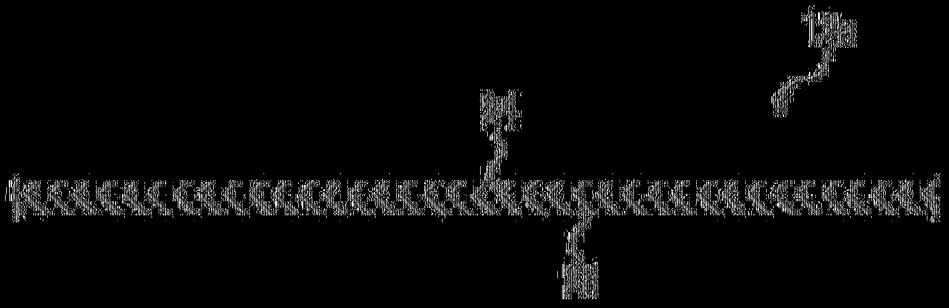
（圖7）



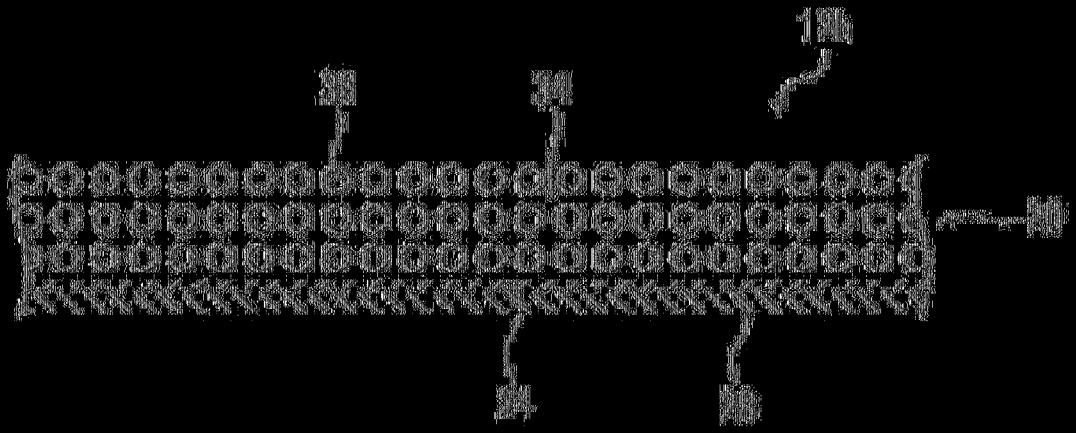
（圖8）



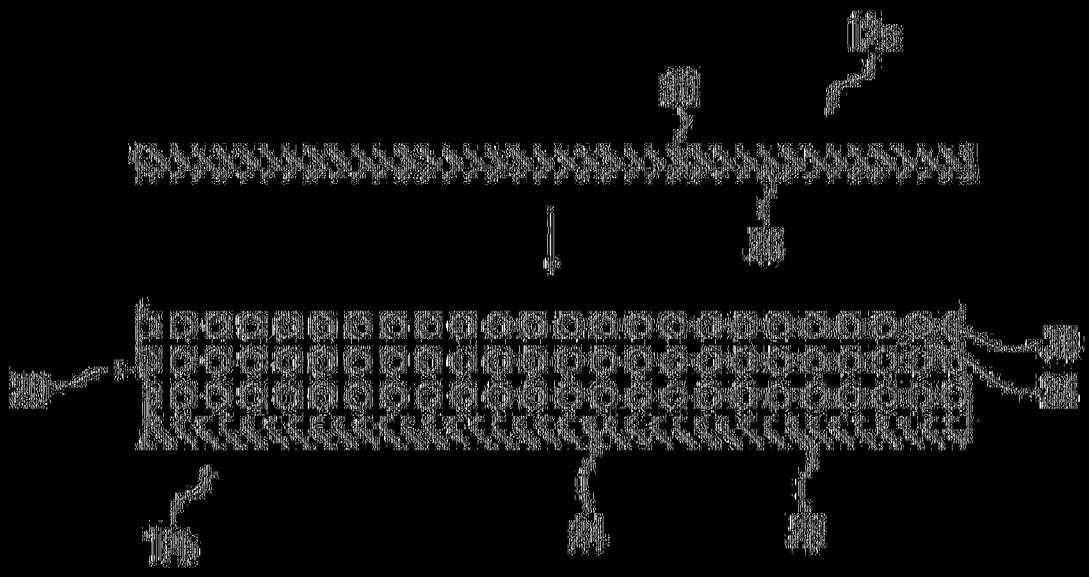
（圖9）



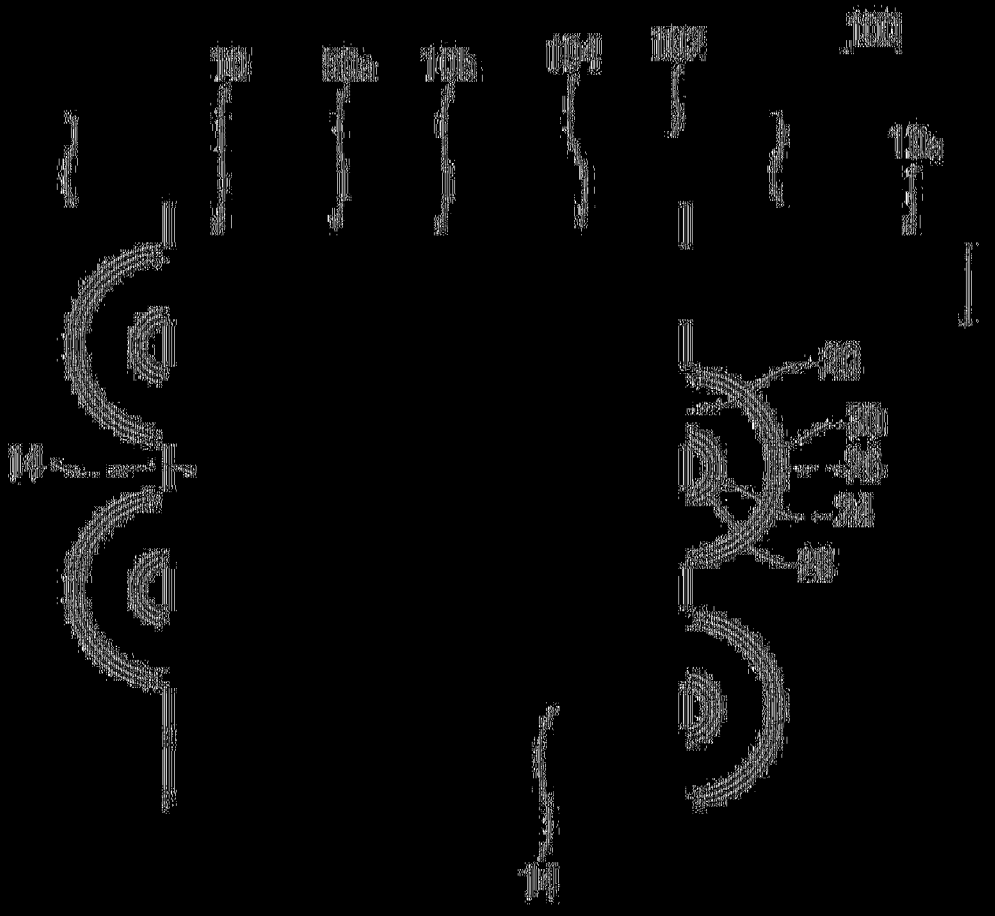
（圖10）



（圖11）



（圖12）



（圖13）