202103501

(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 202103501 A

(43)公開日： 中華民國 110 (2021) 年 01 月 16 日

(21)申請案號：109119764　(22)申請日： 中華民國 109 (2020) 年 06 月 12 日

(51)Int. Cl.：　*H04R17/00　(2006.01)*

(30)優先權：2019/06/28　日本　2019-121097

(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：石田順平 ISHIDA, JUMPEI (JP)

(74)代理人：葉璟宗；卓俊傑

申請實體審查：無　申請專利範圍項數：10 項　圖式數：9　共 70 頁

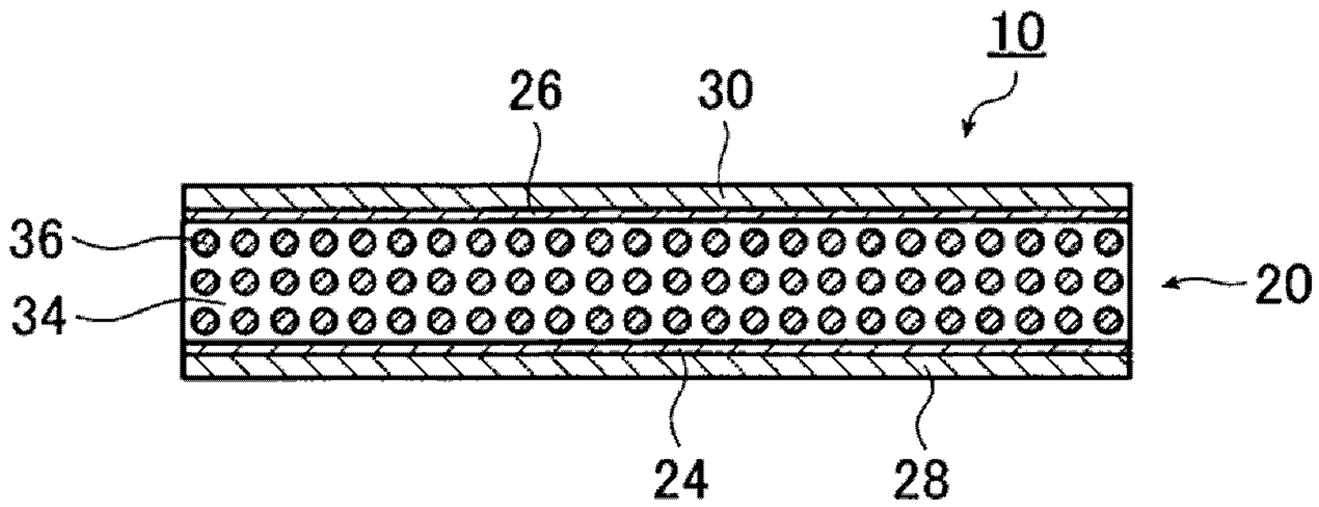
(54)名稱

電聲轉換薄膜及電聲轉換器

(57)摘要

本發明提供一種在高溫環境下使用時能夠抑制壓電轉換效率的降低之電聲轉換薄膜及電聲轉換器。該電聲轉換薄膜具有在含有高分子材料之基質中含有壓電體粒子之高分子複合壓電體及形成於高分子複合壓電體的兩面之電極層，電聲轉換薄膜的熱膨脹係數為 12ppm/℃～ 100ppm/℃。

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

10:電聲轉換薄膜

20:壓電體層

24:下部電極

26:上部電極

28:下部保護層

30:上部保護層

34:基質

36:壓電體粒子

202103501

【發明摘要】

【中文發明名稱】電聲轉換薄膜及電聲轉換器

【英文發明名稱】ELECTROACOUSTIC TRANSDUCTION FILM AND ELECTROACOUSTIC TRANSDUCER

【中文】

本發明提供一種在高溫環境下使用時能夠抑制壓電轉換效率的降低之電聲轉換薄膜及電聲轉換器。該電聲轉換薄膜具有在含有高分子材料之基質中含有壓電體粒子之高分子複合壓電體及形成於高分子複合壓電體的兩面之電極層，電聲轉換薄膜的熱膨脹係數為12ppm/℃～100ppm/℃。

【指定代表圖】圖1。

【代表圖之符號簡單說明】

10:電聲轉換薄膜

20:壓電體層

24:下部電極

26:上部電極

28:下部保護層

30:上部保護層

34:基質

36:壓電體粒子

【特徵化學式】

無。

【發明說明書】

【中文發明名稱】電聲轉換薄膜及電聲轉換器

【英文發明名稱】ELECTROACOUSTIC TRANSDUCTION FILM AND ELECTROACOUSTIC TRANSDUCER

【技術領域】

【0001】 本發明係有關一種電聲轉換薄膜及電聲轉換器。

【先前技術】

【0002】 應對液晶顯示器或有機 EL 顯示器等顯示器的薄型化，對該等薄型顯示器中使用之揚聲器亦要求輕量化·薄型化。進而，在具有撓性之撓性顯示器中，為了不損害輕量性或撓性地與撓性顯示器一體化，還要求撓性。作為該種輕量·薄型且具有撓性之揚聲器，考慮採用具有響應施加電壓而伸縮之性質之片狀的電聲轉換薄膜。

【0003】 作為具有該種撓性之片狀的電聲轉換薄膜，已經提出了使用在基質中含有壓電體粒子之複合壓電體之技術。

【0004】 例如，在專利文獻 1 中記載了一種電聲轉換薄膜，其具有：高分子複合壓電體，在由在常溫下具有黏彈性之高分子材料構成之黏彈性基質中分散壓電體粒子而成；薄膜電極，形成於高分子複合壓電體的兩面；及保護層，形成於薄膜電極的表面。

【0005】 又，亦考慮藉由在具有撓性之振動板上貼附具有撓性之激發器來作為具有撓性之揚聲器。激發器係指藉由與各種物品接觸安裝，使物品振動而發出聲音之激子。

例如，在專利文獻 2 中記載了將有機電致發光顯示器等具有撓性之顯示器和由電極夾持聚偏二氟乙烯（PVDF：Poly VinyliDene Fluoride）等壓電膜之具有撓性之揚聲器一體化而成之撓性顯示器。該具有撓性之揚聲器能夠定位為激發器型揚聲器，該激發器型揚聲器將 PVDF 作為激子（激發器），將顯示器作為振動板而輸出聲音。

【0006】 [專利文獻 1]日本特開 2014-014063 號公報

[專利文獻 2]日本特開 2008-294493 號公報

【0007】 在此，依據本發明人的研究，可知在將使用在基質中含有壓電體粒子之高分子複合壓電體之電聲轉換薄膜用作揚聲器之情況下，若在高溫環境下使用，則由於高分子複合壓電體的高分子的熱膨脹，壓電體粒子之間的距離變寬，壓電體粒子的變形難以傳遞到高分子複合壓電體內，存在聲壓降低之問題。

【0008】 又，在將激發器貼附在具有撓性之振動板上而作為具有撓性之揚聲器之情況下，考慮使用在含有高分子材料之基質中具有含有壓電體粒子之高分子複合壓電體之電聲轉換薄膜作為激發器。然而，在該情況下亦可知，若在高溫環境下使用，則由於高分子複合壓電體的高分子的熱膨脹，壓電體粒子之間的距離變寬，壓電體粒子的變形難以傳遞到高分子複合壓電體內，存在聲壓降低之問題。

【發明內容】

【0009】 本發明的課題為，解決該種先前技術的問題點，提供一種在高溫環境下的使用時能夠抑制壓電轉換效率降低之電聲轉換薄膜及電聲轉換器。

【0010】　為了解決上述課題，本發明具有以下結構。

[1]一種電聲轉換薄膜，其係具有在含有高分子材料之基質中含有壓電體粒子之高分子複合壓電體及形成於高分子複合壓電體的兩面之電極層，

電聲轉換薄膜的熱膨脹係數為 12ppm/℃～100ppm/℃。

[2]如[1]所述之電聲轉換薄膜，其係具有：

保護層，積層於電極層的與高分子複合壓電體側的表面相反的一側的表面。

[3]如[1]或[2]所述之電聲轉換薄膜，其中

高分子複合壓電體在厚度方向上被極化。

[4]如[1]至[3]之任一項所述之電聲轉換薄膜，其中

高分子複合壓電體在壓電特性上不具有面內各向異性。

[5]如[1]至[4]之任一項所述之電聲轉換薄膜，其中

高分子材料在常溫下具有黏彈性。

[6]一種電聲轉換器，其係具有：

電聲轉換薄膜，具有在含有高分子材料之基質中含有壓電體粒子之高分子複合壓電體及形成於高分子複合壓電體的兩面之電極層；及

振動板，積層於電聲轉換薄膜上，

電聲轉換器的熱膨脹係數為 12ppm/℃～100ppm/℃。

[7]如[6]所述之電聲轉換器，其中

電聲轉換薄膜的熱膨脹係數與振動板的熱膨脹係數之差的絕對值為 0ppm/℃～80ppm/℃。

[8]如[6]或[7]所述之電聲轉換器，其中

電聲轉換薄膜的熱膨脹係數為 12ppm/℃～100ppm/℃。

[9]如[6]至[8]之任一項所述之電聲轉換器，其中

電聲轉換薄膜的基於動態黏彈性測量的頻率 1Hz、60℃下的損耗正切（Tanδ）為 0.03 以上。

[10]如[6]至[9]之任一項所述之電聲轉換器，其中

電聲轉換薄膜具有積層於電極層的與高分子複合壓電體側的表面相反的一側的表面之保護層。

[發明效果]

【0011】 依據本發明，提供一種在高溫環境下的使用時能夠抑制壓電轉換效率降低之電聲轉換薄膜及電聲轉換器。

【圖式簡單說明】

【0012】 圖 1 係本發明的電聲轉換薄膜的一例的概念圖。

圖 2 係用於說明電聲轉換薄膜的製作方法的一例的概念圖。

圖 3 係用於說明電聲轉換薄膜的製作方法的一例的概念圖。

圖 4 係用於說明電聲轉換薄膜的製作方法的一例的概念圖。

圖 5 係使用圖 1 所示之電聲轉換薄膜之壓電揚聲器的一例的概念圖。

圖 6 係使用電聲轉換薄膜之電聲轉換器的一例的概念圖。

圖 7 係使用積層電聲轉換薄膜而成之積層壓電元件之電聲轉換器的一例的概念圖。

圖 8 係積層壓電元件的另一例的概念圖。

圖 9 係積層壓電元件的另一例的概念圖。

【實施方式】

【0013】　以下，依據圖式所示之較佳的實施例，對本發明的電聲轉換薄膜及電聲轉換器進行詳細說明。

【0014】　以下所記載之構成要件的說明有時係基於本發明的代表性實施態樣而進行，但本發明並不限定於該種實施態樣。

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

【0015】　[電聲轉換薄膜]

本發明的電聲轉換薄膜係一種電聲轉換薄膜，其係具有在含有高分子材料之基質中含有壓電體粒子之高分子複合壓電體及形成於高分子複合壓電體的兩面之電極層，

電聲轉換薄膜的熱膨脹係數為 12ppm/℃～100ppm/℃。

【0016】　圖 1 中藉由剖面圖概念性地表示本發明的電聲轉換薄膜的一例。

如圖 1 所示，電聲轉換薄膜 10 具有：作為具有壓電性之片狀物之壓電體層 20；積層於壓電體層 20 的一個表面之下部電極 24；積層於下部電極 24 之下部保護層 28；積層於壓電體層 20 的另一個表面之上部電極 26 及積層於上部電極 26 之上部保護層 30。

壓電體層20係在含有高分子材料之基質34中含有壓電體粒子36而成。亦即，壓電體層 20 係本發明中的高分子複合壓電體。又，下部電極 24 及上部電極 26 係本發明中的電極層。又，下部保護層 28 及上部保護層 30 係本發明中的保護層。

如後面所述，電聲轉換薄膜 10（壓電體層 20）作為較佳之態樣，在厚

度方向上被極化。

【0017】　該種電聲轉換薄膜 10 作為一例，在揚聲器、微音器及吉他等樂器中使用之拾音器等各種聲波元件（音頻設備）中，利用於產生（再生）由與電訊號對應之振動引起之聲音，或將由聲音引起之振動轉換為電訊號。

又，除此以外，電聲轉換薄膜亦能夠利用於壓力感測器及發電元件等。

【0018】　〔壓電體層〕

壓電體層 20 係本發明中的高分子複合壓電體，在含有高分子材料之基質 34 中含有壓電體粒子 36。

【0019】　作為構成壓電體層 20 之高分子複合壓電體的基質 34（基質兼黏合劑）的材料，使用在常溫下具有黏彈性之高分子材料為較佳。

本發明的電聲轉換薄膜 10 較佳地用於撓性顯示器用的揚聲器等具有撓性之揚聲器等。在此，用於具有撓性之揚聲器之高分子複合壓電體（壓電體層 20）具備以下要件為較佳。因此，作為具備以下要件之材料，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”係指約 0～50℃的溫度區域。

【0020】　（i）撓性

例如，在作為攜帶用而以報紙或雜誌那樣以文件感覺鬆弛地撓曲之狀態把持之情況下，會不斷地從外部受到幾 Hz 以下的比較緩慢的較大的彎曲變形。此時，若高分子複合壓電體較硬，則產生相應大的彎曲應力，在基質與壓電體粒子的界面產生龜裂，最終有導致破壞之虞慮。因此，要求高分子複合壓電體具有適度的柔軟性。又，若能夠將應變能量作為熱朝向外

部擴散，則能夠緩和應力。因此，要求高分子複合壓電體的損耗正切適度大。

（ii）音質

揚聲器以 20Hz～20kHz 的音頻頻帶的頻率使壓電體粒子振動，藉由該振動能量使高分子複合壓電體（電聲轉換薄膜）整體成為一體地振動，從而再生聲音。因此，為了提高振動能量的傳遞效率，要求高分子複合壓電體具有適度的硬度。又，若揚聲器的頻率特性平滑，則最低共振頻率伴隨曲率的變化而變化時的音質的變化量亦變小。因此，要求高分子複合壓電體的損耗正切適度大。

【0021】 綜上所述，要求高分子複合壓電體對於 20Hz～20kHz 的振動較硬地動作，對於幾 Hz 以下的振動較柔軟地動作。又，對於 20kHz 以下的所有頻率的振動，要求高分子複合壓電體的損耗正切適度大。

【0022】 通常，高分子固體具有黏彈性緩和機構，隨著溫度上升或者頻率下降，大標度的分子運動被觀測為儲存彈性係數（楊氏係數）的下降（緩和）或者損耗彈性係數的極大（吸收）。其中，由非晶質區域的分子鏈的微布朗運動引起之緩和被稱為主分散，觀測到非常大的緩和現象。發生該主分散之溫度為玻璃轉移點（Tg），黏彈性緩和機構最顯著地顯現。

在高分子複合壓電體（壓電體層 20）中，藉由使用玻璃轉移點在常溫下之高分子材料，換言之，藉由使用在常溫下具有黏彈性之高分子材料作為基質，實現了對於 20Hz～20kHz 的振動較硬地動作，對於幾 Hz 以下的慢振動較柔軟地動作之高分子複合壓電體。尤其，在較佳地顯現該動作等方面，頻率 1Hz 下的玻璃轉移溫度為常溫，亦即，將在 0～50℃的高分子

材料用於高分子複合壓電體的基質為較佳。

【0023】　作為在常溫下具有黏彈性之高分子材料，只要具有介電性，則能夠利用公知的各種材料。較佳為，高分子材料使用在常溫，亦即在 0℃～50℃下，基於動態黏彈性試驗的頻率 1Hz 下的損耗正切的極大值為 0.5 以上之高分子材料。

藉此，在高分子複合壓電體由於外力而緩慢彎曲時，最大彎曲力矩部中的基質與壓電體粒子的界面的應力集中被緩和，得到良好的撓性。

【0024】　又，高分子材料的基於動態黏彈性測量的頻率 1Hz 下的儲存彈性係數（E’）在 0℃下係 100MPa 以上、在 50℃下係 10MPa 以下為較佳。

藉此，能夠降低高分子複合壓電體由於外力而緩慢彎曲時產生之彎曲力矩，並且能夠對於 20Hz～20kHz 的聲振動較硬地動作。

【0025】　又，高分子材料的相對介電常數在 25℃下為 10 以上為更佳。藉此，在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的電場，因此能夠期待較大的變形量。

然而，另一方面，若考慮到良好的耐濕性的確保等，則高分子材料的相對介電常數在 25℃下為 10 以下為較佳。

【0026】　作為滿足該種條件之高分子材料，可例示氰基乙基化聚乙烯醇（氰基乙基化 PVA）、聚乙酸乙烯酯、聚偏二氯乙烯芯丙烯腈、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丁基甲基丙烯酸酯等。又，作為該等高分子材料，亦能夠較佳地利用 HYBRAR5127（KURARAY CO.,LTD 製）等市售品。其中，作為高分子材料，使用具有氰基乙基之材

料為較佳，使用氰基乙基化 PVA 為特佳。

另外，該等高分子材料可以僅使用一種，亦可以同時使用（混合）複數種。

【0027】 使用該種高分子材料之基質 34 可以依據需要同時使用複數種高分子材料。

亦即，以介電特性或機械特性的調節等為目的，除了在常溫下具有黏彈性之高分子材料以外，依據需要，還可以向基質 34 中添加其他介電性高分子材料。

【0028】 作為能夠添加的介電性高分子材料，作為一例，可例示聚偏二氟乙烯、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、亞乙烯基氰-乙酸乙烯酯共聚物、氰基乙基纖維素、氰基乙基羥基蔗糖、氰基乙基羥基纖維素、氰基乙基羥基支鏈澱粉、氰基乙基甲基丙烯酸酯、氰基乙基丙烯酸酯、氰基乙基羥基乙基纖維素、氰基乙基直鏈澱粉、氰基乙基羥基丙基纖維素、氰基乙基二羥基丙基纖維素、氰基乙基羥基丙基直鏈澱粉、氰基乙基聚丙烯醯胺、氰基乙基聚丙烯酸酯、氰基乙基支鏈澱粉、氰基乙基聚羥基亞甲基、氰基乙基環氧丙醇支鏈澱粉、氰基乙基蔗糖及氰基乙基山梨糖醇等具有氰基或氰基乙基之聚合物以及腈橡膠或氯平橡膠等合成橡膠等。

其中，具有氰基乙基之高分子材料可較佳地利用。

又，在壓電體層 20 的基質 34 中，除了氰基乙基化 PVA 等在常溫下具有黏彈性之高分子材料以外可添加之介電性高分子材料並不限定於一種，

亦可以添加複數種。

【0029】　又，除了介電性高分子材料以外，以調節玻璃轉移點為目的，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，亦可以添加松酯、松香、萜烯、萜烯酚及石油樹脂等黏著賦予劑。

【0030】　在壓電體層 20 的基質 34 中，添加除了氰基乙基化 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，以在基質 34 中所佔之比例為計設為 30 質量%以下為較佳。

藉此，能夠在不損害基質 34 中的黏彈性緩和機構之情況下顯現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，能夠得到較佳之結果。

【0031】　壓電體層 20 係在該種基質 34 中含有壓電體粒子 36 之高分子複合壓電體。

壓電體粒子 36 由具有鈣鈦礦型或纖鋅礦型的結晶結構之陶瓷粒子構成。

作為構成壓電體粒子 36 之陶瓷粒子，例如可例示鋯鈦酸鉛（PZT）、鋯鈦酸鑭鉛（PLZT）、鈦酸鋇（$BaTiO_3$）、氧化鋅（ZnO）及鈦酸鋇與鐵酸鉍（$BiFe_3$）的固溶體（BFBT）等。

該等壓電體粒子 36 可以僅使用一種，亦可以同時使用（混合）複數種。

【0032】　該種壓電體粒子 36 的粒徑沒有限制，依據高分子複合壓電

體（電聲轉換薄膜 10）的尺寸及用途等適當選擇即可。

壓電體粒子 36 的粒徑係 1～10μm 為較佳。藉由將壓電體粒子 36 的粒徑設為該範圍，在高分子複合壓電體（電聲轉換薄膜 10）能夠兼顧高壓電特性和撓性等方面，能夠得到較佳之結果。

【0033】 另外，在圖 1 中，壓電體層 20 中的壓電體粒子 36 均勻且具有規則性地分散在基質 34 中，但本發明並不限制於此。

亦即，壓電體層 20 中的壓電體粒子 36 較佳為，只要均勻地分散，則可以不規則地分散在基質 34 中。

【0034】 在壓電體層 20（高分子複合壓電體）中，壓電體層 20 中的基質 34 與壓電體粒子 36 的量比沒有限制，依據壓電體層 20 的面方向的大小及厚度、高分子複合壓電體的用途以及高分子複合壓電體所要求之特性等，適當設定即可。

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

藉由將基質 34 與壓電體粒子 36 的量比設為上述範圍，在能夠兼顧高壓電特性和撓性等方面，能夠得到較佳之結果。

【0035】 壓電體層 20 的厚度沒有限制，依據高分子複合壓電體的用途及高分子複合壓電體所要求之特性等，適當設定即可。壓電體層 20 越厚，則所謂片狀物的剛性的強度等剛性等方面越有利，但為了使壓電體層 20 伸縮相同量而所需的電壓（電位差）變大。

壓電體層 20 的厚度係 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 的厚度設為上述範圍，在兼顧剛性的確保和適度的柔軟性等方面，能夠得到較佳之結果。

【0036】　〔電極層及保護層〕

如圖 1 所示，圖示例的電聲轉換薄膜 10 具有在壓電體層 20 的一個表面具有下部電極 24，在其表面具有下部保護層 28，在壓電體層 20 的另一個表面具有上部電極 26，在其表面具有上部保護層 30 而成之結構。在此，上部電極 26 和下部電極 24 形成電極對。

另外，電聲轉換薄膜 10 除了該等層以外，還具有例如從上部電極 26 及下部電極 24 引出電極之電極引出部，電極引出部與電源連接。又，電聲轉換薄膜 10 亦可以具有覆蓋壓電體層 20 露出之區域，防止短路等之絕緣層等。

【0037】　亦即，電聲轉換薄膜 10 具有由電極對，亦即由上部電極 26 及下部電極 24 夾持壓電體層 20 的兩面，由下部保護層 28 及上部保護層 30 夾持該積層體而成之結構。

如此，在電聲轉換薄膜 10 中，由上部電極 26 及下部電極 24 挾持之區域依據所施加之電壓而伸縮。

【0038】　在電聲轉換薄膜 10 中，下部保護層 28 及上部保護層 30 不是必須的構成要件，作為較佳之態樣設置。

下部保護層 28 及上部保護層 30 被覆上部電極 26 及下部電極 24，並且擔負對壓電體層 20 賦予適度的剛性和機械強度之作用。亦即，在電聲轉換薄膜 10 中，由基質 34 和壓電體粒子 36 構成之壓電體層 20 對於緩慢的彎曲變形顯示非常優異之撓性，另一方面，依據用途，有時剛性或機械強度

不足。為了補充這一點，電聲轉換薄膜 10 設置有下部保護層 28 及上部保護層 30。

【0039】　下部保護層 28 及上部保護層 30 沒有限制，能夠利用各種片狀物，作為一例，可較佳地例示各種樹脂薄膜。

其中，由於具有優異之機械特性及耐熱性等理由，可較佳地利用由聚對酞酸乙二酯（PET）、聚丙烯（PP）、聚苯乙烯（PS）、聚碳酸酯（PC）、聚伸苯硫醚（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）、三乙醯基纖維素（TAC）及環狀烯烴系樹脂等構成之樹脂薄膜。

【0040】　下部保護層 28 及上部保護層 30 的厚度亦沒有限制。又，下部保護層 28 及上部保護層 30 的厚度基本上相同，但亦可以不同。

在此，若下部保護層 28 及上部保護層 30 的剛性過高，則不僅拘束壓電體層 20 的伸縮，而且撓性亦受損。因此，除了要求機械強度或作為片狀物的良好的操作性的情況以外，下部保護層 28 及上部保護層 30 越薄越有利。

【0041】　在電聲轉換薄膜 10 中，若下部保護層 28 及上部保護層 30 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和適度的柔軟性等方面，能夠得到較佳之結果。

例如，在壓電體層 20 的厚度為 50μm 且下部保護層 28 及上部保護層 30 由 PET 構成之情況下，下部保護層 28 及上部保護層 30 的厚度係 100μm 以下為較佳，50μm 以下為更佳，25μm 以下為進一步較佳。

【0042】　在電聲轉換薄膜 10 中，在壓電體層 20 與下部保護層 28 之

間形成有下部電極 24，在壓電體層 20 與上部保護層 30 之間形成有上部電極 26。

下部電極 24 及上部電極 26 係為了對壓電體層 20 施加驅動電壓而設置的。

【0043】　在本發明中，下部電極 24 及上部電極 26 的形成材料沒有限制，能夠利用各種導電體。具體而言，可例示碳、鈀、鐵、錫、鋁、鎳、鉑、金、銀、銅、鈦、鉻及鉭等、它們的合金、該等金屬及合金的積層體及複合體以及氧化銦錫等。其中，銅、鋁、金、銀、鉑及氧化銦錫可較佳地例示為下部電極 24 及上部電極 26。

【0044】　又，下部電極 24 及上部電極 26 的形成方法亦沒有限制，能夠利用各種真空蒸鍍及濺射等氣相沉積法（真空成膜法）、利用電鍍之成膜以及貼附由上述材料形成之箔之方法等公知的方法。

【0045】　其中，尤其由於能夠確保電聲轉換薄膜 10 的撓性等理由，藉由真空蒸鍍成膜之銅及鋁等薄膜可較佳地用作下部電極 24 及上部電極 26。其中，尤其可較佳地利用藉由真空蒸鍍形成之銅薄膜。

下部電極 24 及上部電極 26 的厚度沒有限制。又，下部電極 24 及上部電極 26 的厚度基本上相同，但亦可以不同。

【0046】　在此，與前述下部保護層 28 及上部保護層 30 相同，若下部電極 24 及上部電極 26 的剛性過高，則不僅拘束壓電體層 20 的伸縮，而且撓性亦受損。因此，下部電極 24 及上部電極 26 只要在電阻不會變得過高之範圍內，則越薄越有利。亦即，下部電極 24 及上部電極 26 係薄膜電極為較佳。

【0047】　在電聲轉換薄膜 10 中，若下部電極 24 及上部電極 26 的厚度與楊氏係數的乘積小於下部保護層 28 及上部保護層 30 的厚度與楊氏係數的乘積，則不會大大損害撓性，因此為較佳。

例如，在下部保護層 28 及上部保護層 30 由 PET（楊氏係數：約 6.2GPa）構成，且下部電極 24 及上部電極 26 由銅（楊氏係數：約 130GPa）構成之組合之情況下，若下部保護層 28 及上部保護層 30 的厚度為 25μm，則下部電極 24 及上部電極 26 的厚度係 1.2μm 以下為較佳，0.3μm 以下為更佳，其中，0.1μm 以下為較佳。

【0048】　電聲轉換薄膜 10 的基於動態黏彈性測量的頻率 1Hz 下的損耗正切（Tanδ）的極大值在常溫下存在為較佳，成為 0.1 以上之極大值在常溫下存在為更佳。

藉此，即使電聲轉換薄膜 10 從外部受到幾 Hz 以下的比較緩慢的較大的彎曲變形，亦能夠將應變能量有效地作為熱向外部擴散，因此能夠防止在基質與壓電體粒子的界面產生龜裂。

【0049】　電聲轉換薄膜 10 的基於動態黏彈性測量的頻率 1Hz 下的儲存彈性係數（E’）在 0℃下係 10GPa～30GPa、在 50℃下係 1GPa～10GPa 為較佳。另外，關於該條件，壓電體層 20 亦相同。

藉此，電聲轉換薄膜 10 的儲存彈性係數（E’）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，對於幾 Hz 以下的振動較柔軟地動作。

【0050】　又，電聲轉換薄膜 10 的厚度與基於動態黏彈性測量的頻率 1Hz 下的儲存彈性係數的乘積在 0℃下係 1.0×10^5～2.0×10^6（1.0E+05～

2.0E+06）N/m、在 50℃下係 1.0×10^5～1.0×10^6（1.0E+05～1.0E+06）N/m 為較佳。另外，關於該條件，壓電體層 20 亦相同。

藉此，電聲轉換薄膜 10 在不損害撓性及聲特性之範圍內，能夠具備適度的剛性和機械強度。

【0051】 進而，電聲轉換薄膜 10 在藉由動態黏彈性測量得到之主曲線中，在 25℃、頻率 1kHz 下的損耗正切係 0.05 以上為較佳。另外，關於該條件，壓電體層 20 亦相同。

藉此，使用電聲轉換薄膜 10 之揚聲器的頻率特性變得平滑，能夠減小伴隨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。

【0052】 另外，在本發明中，電聲轉換薄膜 10 及壓電體層 20 等的儲存彈性係數（楊氏係數）及損耗正切可以藉由公知的方法測量。作為一例，可以使用 SII NanoTechnology Inc.製的動態黏彈性測量裝置 DMS6100 來測量。

作為測量條件，作為一例，可例示測量頻率為 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（氮氣環境中）、樣品尺寸為 40mm×10mm（包括夾持區域）、吸盤之間距離為 20mm。

【0053】 在此，本發明的電聲轉換薄膜的熱膨脹係數為 12ppm/℃～100ppm/℃。

【0054】 如前所述，依據本發明人的研究可知，在將使用在基質中含有壓電體粒子之高分子複合壓電體之電聲轉換薄膜用作揚聲器之情況下，存在當在高溫環境下使用時，聲壓降低之問題。

關於這一點，進一步進行研究之結果，可知若高分子複合壓電體的溫度變高，則作為基質之高分子材料由於熱而膨脹，藉此，基質中所含之壓電體粒子之間的距離變寬。

如前所述，在使用在含有高分子材料之基質中含有壓電體粒子之高分子複合壓電體之電聲轉換薄膜中，藉由對積層於高分子複合壓電體的兩面之電極層施加電壓，使高分子複合壓電體中的壓電體粒子變形（振動），該壓電體粒子的變形傳遞到基質，藉此電聲轉換薄膜整體變形（振動）。

在此，若基質中所含之壓電體粒子之間的距離變寬，則在對電聲轉換薄膜的電極施加電壓時的壓電體粒子的變形難以傳遞到基質，導致壓電轉換效率降低。

因此，在高溫環境下，電聲轉換薄膜的壓電轉換效率降低，因此在將電聲轉換薄膜用作揚聲器之情況下，聲壓降低。

【0055】　相對於此，在本發明的電聲轉換薄膜中，藉由將電聲轉換薄膜的熱膨脹係數設為 12ppm/℃～100ppm/℃，在高溫環境下，抑制高分子複合壓電體的基質膨脹，抑制基質中所含之壓電體粒子之間的距離變寬。藉此，由於壓電體粒子的變形（振動）更較佳地傳遞到基質，因此能夠抑制電聲轉換薄膜的壓電轉換效率降低。

【0056】　又，在電聲轉換薄膜的熱膨脹係數小於 12ppm/℃之情況下，亦即若電聲轉換薄膜的熱膨脹係數過低，則壓電體層變脆弱，有破壞之虞慮。在這方面，電聲轉換薄膜的熱膨脹係數設為 12ppm/℃以上。

【0057】　從能夠更較佳地抑制在高溫環境下的電聲轉換薄膜的壓電轉換效率的降低，能夠抑制壓電體層的破壞等觀點而言，電聲轉換薄膜的

熱膨脹係數係 12ppm/℃～100ppm/℃為較佳，16ppm/℃～70ppm/℃為更佳，18ppm/℃～55ppm/℃為進一步較佳。

【0058】 在此，電聲轉換薄膜的熱膨脹係數例如藉由使用熱機械分析裝置（TMA NETZSCH 公司製 TMA4000SE）之熱機械特性測量來求出。測量條件例如為，樣品尺寸設為 5mm×20mm，吸盤之間距離設為 15mm，吸盤部分的長度上下均設為 2.5±0.5mm，在-20℃～60℃的範圍內以 5℃/min 改變溫度，計測此時的吸盤距離的位移量。又，關於負載，對樣品施加 3g 的恆定重量進行計測。接下來，求出-20℃～60℃的位移量的資料的近似直線的斜率，從而求出每 1℃溫度變化的位移量。進而，藉由將該斜率除以樣品放置時的塊（chunking）之間距離亦即 15mm，能夠計算熱膨脹係數。

【0059】 作為將電聲轉換薄膜的熱膨脹係數設為上述範圍之方法，有如下方法：在製作電聲轉換薄膜時，塗佈成為壓電體層（高分子複合壓電體）之塗料並乾燥，進行後述的極化處理，在積層上部電極層（及上部保護層）之後，進行加熱而進行熟化處理。作為熟化處理，依據基質的材料等而不同，但可以在溫度 40℃～70℃下、12 小時～72 小時的條件下進行。另外，熟化處理亦可以在積層上部電極層（及上部保護層）之前，或者進行極化處理之前實施。

藉由進行熟化處理，作為高分子複合壓電體的基質之高分子材料的纏結進行，變得牢固且穩定，與不進行熟化處理的情況相比，熱膨脹係數變小。

【0060】 或者，作為將電聲轉換薄膜的熱膨脹係數設為上述範圍之方法，有如下方法：在塗佈成為壓電體層（高分子複合壓電體）之塗料並乾

燥之後，進而進行真空乾燥。藉由進行真空乾燥，去除壓電體層中殘留之空隙（空氣），能夠減小電聲轉換薄膜的熱膨脹係數。

真空乾燥可以在溫度 25℃～40℃、壓力 10Pa～50Pa、48 小時～144 小時的條件下進行。

【0061】 或者，作為將電聲轉換薄膜的熱膨脹係數設為上述範圍之方法，有提高高分子複合壓電體中的壓電體粒子的比率之方法。與壓電體粒子相比，成為基質之高分子材料的熱膨脹係數較高，因此藉由提高壓電體粒子的比率，降低基質（高分子材料）的比率，能夠降低電聲轉換薄膜的熱膨脹係數。

從該種觀點而言，高分子複合壓電體中的壓電體粒子的比率設為 30～80%為較佳，設為 50～80%為更佳。

【0062】 關於本發明的電聲轉換薄膜的濕度膨脹係數，在溫度 25℃的環境下，設為 1～30ppm/%RH 為較佳，設為 3～20ppm/%RH 為更佳。又，在溫度 60℃的環境下，設為 3～40ppm/%RH 為較佳，設為 5～30ppm/%RH 為更佳。藉由將濕度膨脹係數設為該種範圍，能夠抑制在高濕環境下的聲壓降低。

【0063】 以下，參閱圖 2～圖 4，對電聲轉換薄膜 10 的製造方法的一例進行說明。

【0064】 首先，如圖 2 所示，準備在下部保護層 28 的上方形成下部電極 24 之片狀物 10a。該片狀物 10a 可以在下部保護層 28 的表面藉由真空蒸鍍、濺射及電鍍等形成銅薄膜等作為下部電極 24 來製作。

在下部保護層 28 非常薄，操作性差等時，依據需要，可以使用附隔離

件（臨時支撐體）的下部保護層 28。另外，作為隔離件，能夠使用厚度 25μm ～100μm 的 PET 等。在對上部電極 26 及上部保護層 30 進行熱壓接之後，在下部保護層 28 上積層任何構件之前，去除隔離件即可。

【0065】　另一方面，製備在有機溶劑中溶解成為基質的材料之高分子材料，進而，添加 PZT 粒子等壓電體粒子 36，攪拌並分散而成之塗料。

作為除了上述物質以外的有機溶劑沒有限制，能夠利用各種有機溶劑。

【0066】　另外，如前所述，由於電聲轉換薄膜的熱膨脹係數依據高分子複合壓電體中的壓電體粒子的比率而變化，因此可以製備塗料，以使高分子複合壓電體中的壓電體粒子的比率成為所期望的比率。

【0067】　準備片狀物 10a，且製備塗料之後，將該塗料澆鑄（塗佈）到片狀物 10a，蒸發有機溶劑並乾燥。藉此，如圖 3 所示，製作在下部保護層 28 的上方具有下部電極 24，在下部電極 24 的上方形成壓電體層 20 而成之積層體 10b。另外，下部電極 24 係指塗佈壓電體層 20 時的基材側的電極，並不係指積層體中的上下的位置關係。

【0068】　在此，如前所述，為了降低電聲轉換薄膜的熱膨脹係數，亦可以在塗佈塗料並乾燥之後，進而進行真空乾燥。藉由進行真空乾燥，去除壓電體層中殘留之空隙（空氣），能夠減小所製作之電聲轉換薄膜的熱膨脹係數。

【0069】　該塗料的澆鑄方法沒有限制，能夠利用滑動塗佈機及刮刀等所有公知的方法（塗佈裝置）。

【0070】　如上所述，在電聲轉換薄膜 10 中，在基質 34 中，除了氰基

乙基化 PVA 等黏彈性材料以外，還可以添加介電性的高分子材料。

在基質 34 中添加該等高分子材料時，只要溶解在上述塗料中添加之高分子材料即可。

【0071】 製作在下部保護層 28 的上方具有下部電極 24，在下部電極 24 的上方形成壓電體層 20 而成之積層體 10b 之後，較佳為進行壓電體層 20 的極化處理（Polling）。

【0072】 壓電體層 20 的極化處理的方法沒有限制，能夠利用公知的方法。

另外，在該極化處理之前，亦可以實施使用加熱輥等使壓電體層 20 的表面平滑化之壓光處理。藉由實施該壓光處理，能夠順利進行後述之熱壓接製程。

【0073】 如此，進行積層體 10b 的壓電體層 20 的極化處理，另一方面，準備在上部保護層 30 的上方形成上部電極 26 之片狀物 10c。該片狀物 10c 可以在上部保護層 30 的表面藉由真空蒸鍍、濺射、電鍍等形成銅薄膜等作為上部電極 26 來製作。

接下來，如圖 4 所示，使上部電極 26 朝向壓電體層 20，將片狀物 10c 積層於結束壓電體層 20 的極化處理之積層體 10b 上。

進而，將該積層體 10b 和片狀物 10c 的積層體以夾持上部保護層 30 和下部保護層 28 之方式，藉由加熱壓製裝置或加熱輥對等進行熱壓接。

【0074】 在此，如前所述，在將積層體 10b 和片狀物 10c 熱壓接之後，較佳為，進行加熱來進行熟化處理。藉由進行熟化處理，能夠降低電聲轉換薄膜的熱膨脹係數。

【0075】　藉由以上的製程製作電聲轉換薄膜 10。所製作之電聲轉換薄膜 10 亦可以依據各種用途裁斷成所期望的形狀。

【0076】　後述之積層壓電元件 14 具有積層該種本發明的電聲轉換薄膜 10，作為較佳之態樣利用貼附層 19 貼附之結構。圖 7 所示之積層壓電元件 14，作為較佳之態樣，如附在壓電體層 20 之箭頭所示，相鄰之電聲轉換薄膜 10 的極化方向相互相反。

【0077】　積層壓電陶瓷而成之通常的積層陶瓷壓電元件在製作壓電陶瓷的積層體之後進行極化處理。在各壓電層的界面上僅存在共通電極，因此，各壓電層的極化方向在積層方向上交替。

【0078】　相對於此，使用本發明的電聲轉換薄膜 10 之積層壓電元件能夠在積層前的電聲轉換薄膜 10 的狀態下進行極化處理。電聲轉換薄膜 10 較佳為在積層上部電極 26 及上部保護層 30 之前，進行壓電體層 20 的極化處理。

因此，使用本發明的電聲轉換薄膜之積層壓電元件能夠積層已極化處理的電聲轉換薄膜 10 來製作。較佳為，製作實施極化處理之長條的電聲轉換薄膜（大面積的電聲轉換薄膜），切斷而形成各個電聲轉換薄膜 10 之後，積層電聲轉換薄膜 10 而作為積層壓電元件 14。

因此，使用本發明的電聲轉換薄膜之積層壓電元件能夠使相鄰之電聲轉換薄膜 10 的極化方向如圖 9 所示之積層壓電元件 60 那樣在積層方向上對齊，亦能夠如圖 7 所示之積層壓電元件 14 那樣交替。

【0079】　又，已知由 PVDF（聚偏二氟乙烯）等高分子材料構成之通常的電聲轉換薄膜薄膜藉由在極化處理後沿單軸方向進行延伸處理，分子

鏈相對於延伸方向取向，作為結果在延伸方向上得到較大的壓電特性。因此，通常的電聲轉換薄膜在壓電特性上具有面內各向異性，在施加電壓時的面方向的伸縮量上具有各向異性。

相對於此，本發明的電聲轉換薄膜具有之在基質 34 中含有壓電體粒子 36 之高分子複合壓電體即使在極化處理後不進行延伸處理亦能夠得到較大的壓電特性。因此，在本發明中，高分子複合壓電體在壓電特性上沒有面內各向異性，若如後述那樣施加驅動電壓，則在面內方向上向所有方向各向同性地伸縮。

【0080】　該種本發明的電聲轉換薄膜 10 的製造可以使用切割片狀的片狀物來進行製造，但較佳為使用卷對卷（Roll to Roll，以下亦稱為 RtoR）。

眾所周知，RtoR 係從捲繞長條的原材料而成之輥引出原材料，沿長度方向輸送，並且進行成膜或表面處理等各種處理，將已處理的原材料再次捲繞成捲狀之製造方法。

【0081】　在藉由 RtoR，利用前述製造方法製造電聲轉換薄膜 10 時，使用捲繞在長條的下部保護層 28 的上方形成下部電極 24 之片狀物 10a 而成之第 1 輥及捲繞在長條的上部保護層 30 的上方形成上部電極 26 之片狀物 10c 而成之第 2 輥。

第 1 輥及第 2 輥可以完全相同。

【0082】　從該輥引出片狀物 10a，沿長度方向輸送，並且塗佈含有基質 34 及壓電體粒子 36 之塗料，藉由加熱等進行乾燥，在下部電極 24 的上方形成壓電體層 20，作為前述積層體 10b。

接下來，進行壓電體層 20 的極化處理。在此，在藉由 RtoR 製造電聲

轉換薄膜 10 時，進行壓電體層 20 的極化處理。另外，如前所述，在該極化處理之前，可以進行壓光處理。

接下來，從第 2 輥引出片狀物 10c，輸送該片狀物 10c 及積層體，並且利用使用貼合輥等之公知的方法，如前所述，使上部電極 26 朝向壓電體層 20，在積層體 10b 的上方積層片狀物 10c。

然後，藉由加熱輥對，夾持輸送積層之積層體 10b 和片狀物 10c，藉此進行熱壓接，從而完成本發明的電聲轉換薄膜 10，將該電聲轉換薄膜 10 捲繞成捲狀。

【0083】　另外，在以上的例子中，藉由 RtoR 將片狀物（積層體）沿長度方向僅輸送 1 次來製作本發明的電聲轉換薄膜 10，但並不限定於此。

例如，形成上述積層體 10b，進行極化處理之後，形成將該積層體一次捲繞成捲狀之積層體輥。接下來，從該積層體輥引出積層體，沿長度方向輸送，並且如前所述，積層在上部保護層 30 的上方形成上部電極 26 之片狀物，從而完成電聲轉換薄膜 10，將該電聲轉換薄膜 10 捲繞成捲狀。

【0084】　在該種電聲轉換薄膜 10 中，若對下部電極 24 及上部電極 26 施加電壓，則壓電體粒子 36 依據所施加之電壓在極化方向上伸縮。其結果，電聲轉換薄膜 10（壓電體層 20）在厚度方向上收縮。同時，由於葛瓦松比率的關係，電聲轉換薄膜 10 亦在面內方向上伸縮。該伸縮為約 0.01～0.1%。另外，如上所述，在面內方向上向所有方向各向同性地伸縮。

如上所述，壓電體層 20 的厚度較佳為約 10～300μm。因此，厚度方向的伸縮最大為 0.3μm 左右，非常小。

相對於此，電聲轉換薄膜 10 亦即壓電體層 20 在面方向上具有遠大於

厚度的尺寸。因此，例如，若電聲轉換薄膜 10 的長度為 20cm，則藉由施加電壓，電聲轉換薄膜 10 最大伸縮 0.2mm 左右。

又，當對電聲轉換薄膜 10 施加壓力時，藉由壓電體粒子 36 的作用產生電力。

藉由利用這一點，如上所述，電聲轉換薄膜 10 能夠利用於揚聲器、微音器及壓力感測器等各種用途。

【0085】 [壓電揚聲器]

圖 5 表示具有本發明的電聲轉換薄膜 10 之平板型壓電揚聲器的一例的概念圖。

該壓電揚聲器 45 係將本發明的電聲轉換薄膜 10 用作將電訊號轉換為振動能量之振動板之平板型壓電揚聲器。另外，壓電揚聲器 45 亦能夠作為微音器及感測器等使用。

【0086】 壓電揚聲器 45 構成為，具有電聲轉換薄膜 10、外殼 43、黏彈性支撐體 46 及框體 48。

外殼 43 係由塑膠等形成之一個表面開放之薄的正四角筒狀的殼體。

又，框體 48 係在中央具有貫通孔之具有與外殼 43 的上端面（開放面側）相同的形狀之板材。

黏彈性支撐體 46 具有適度的黏性和彈性，用於支撐電聲轉換薄膜 10，並且藉由在電聲轉換薄膜的任何部位均施加恆定的機械偏壓，使電聲轉換薄膜 10 的伸縮運動有效地轉換為前後運動（與薄膜表面垂直的方向的運動）。作為一例，可例示羊毛氈、人造絲或含有 PET 之羊毛氈等不織布、玻璃棉等。

【0087】　壓電揚聲器 45 構成為，在外殼 43 中收容黏彈性支撐體 46，藉由電聲轉換薄膜 10 覆蓋外殼 43 及黏彈性支撐體 46，在藉由框體 48 將電聲轉換薄膜 10 的周邊按壓在外殼 43 的上端面之狀態下，將框體 48 固定在外殼 43 上。

【0088】　在此，在壓電揚聲器 45 中，黏彈性支撐體 46 係高度(厚度）比外殼 43 的內表面的高度厚的四角柱狀。

因此，在壓電揚聲器 45 中，在黏彈性支撐體 46 的周邊部，黏彈性支撐體 46 在被電聲轉換薄膜 10 向下方按壓而厚度變薄之狀態下被保持。又，同樣在黏彈性支撐體 46 的周邊部，電聲轉換薄膜 10 的曲率急劇變動，在電聲轉換薄膜 10 上形成朝向黏彈性支撐體 46 的周邊變低之立起部 45a。進而，電聲轉換薄膜 10 的中央區域被四角柱狀的黏彈性支撐體 46 按壓，成為（略）平面狀。

【0089】　壓電揚聲器 45 中，當藉由向下部電極 24 及上部電極 26 施加驅動電壓，電聲轉換薄膜 10 向面內方向伸長時，為了吸收該伸長量，藉由黏彈性支撐體 46 的作用，電聲轉換薄膜 10 的立起部 45a 在立起之方向上改變角度。其結果，具有平面狀的部分之電聲轉換薄膜 10 向上方移動。

相反，當藉由向下部電極 24 及上部電極 26 施加驅動電壓，電聲轉換薄膜 10 向面內方向收縮時，為了吸收該收縮量，電聲轉換薄膜 10 的立起部 45a 在傾倒之方向（接近平面之方向）上改變角度。其結果，具有平面狀的部分之電聲轉換薄膜 10 向下方移動。

壓電揚聲器 45 藉由該電聲轉換薄膜 10 的振動產生聲音。

【0090】　另外，在本發明的電聲轉換薄膜 10 中，從伸縮運動向振動

的轉換亦能夠藉由將電聲轉換薄膜 10 保持在彎曲之狀態來實現。

因此，本發明的電聲轉換薄膜 10 即使不是該種壓電揚聲器 45 而是簡單地保持在彎曲狀態，亦能夠作為具有撓性之揚聲器發揮功能。

【0091】 [電聲轉換器]

本發明的電聲轉換器係一種電聲轉換器，其係具有：

電聲轉換薄膜，具有在含有高分子材料之基質中含有壓電體粒子之高分子複合壓電體及形成於高分子複合壓電體的兩面之電極層；及

振動板，積層於電聲轉換薄膜上，

電聲轉換器的熱膨脹係數為 12ppm/℃～100ppm/℃。

【0092】 圖 6 概念性地表示具有本發明的電聲轉換薄膜之本發明的電聲轉換器的一例。

圖 6 所示之電聲轉換器 51 具有電聲轉換薄膜 10 和振動板 12。電聲轉換薄膜 10 係上述本發明的電聲轉換薄膜。

在電聲轉換器 51 中，電聲轉換薄膜 10 和振動板 12 藉由貼附層 16 貼附。

在電聲轉換器 51 的電聲轉換薄膜 10 上連接有用於施加驅動電壓的電源 PS。

【0093】 在圖 6 中，電聲轉換薄膜 10 可以具有下部保護層 28 及上部保護層 30。然而，在圖 6 所示之電聲轉換器 51 中，電聲轉換薄膜 10 亦可以係不具有下部保護層 28 及/或上部保護層 30 之結構。作為一例，在圖 6 所示之例子中，亦可以係僅具有下部保護層 28，不具有振動板 12 側的保護層（上部保護層 30）之結構。

【0094】　該種電聲轉換器51藉由對電聲轉換薄膜10施加驅動電壓，電聲轉換薄膜 10 在面方向上伸縮，藉由該電聲轉換薄膜 10 的伸縮，振動板 12 撓曲，其結果，振動板 12 在厚度方向上振動。藉由該厚度方向的振動，振動板 12 產生聲音。振動板 12 依據施加在電聲轉換薄膜 10 上之驅動電壓的大小振動，產生與施加在電聲轉換薄膜 10 上之驅動電壓對應之聲音。

亦即，該電聲轉換器 51 係將電聲轉換薄膜 10 用作激發器之揚聲器。

【0095】　在電聲轉換器51中，作為較佳之態樣，振動板12具有撓性。另外，在本發明中，所謂具有撓性，與通常的解釋中的具有撓性之含義相同，表示能夠彎曲及撓曲，具體而言，表示能夠不產生破壞及損傷地彎曲拉伸。

振動板 12 較佳為具有撓性，只要滿足與後述之電聲轉換薄膜 10（或者後述之積層壓電元件 14）的關係，則沒有限制，能夠利用各種片狀物（板狀物、薄膜）。

作為一例，可例示由聚對酞酸乙二酯（PET）、聚丙烯（PP）、聚苯乙烯（PS）、聚碳酸酯（PC）、聚伸苯硫醚（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）、三乙醯基纖維素（TAC）及環狀烯烴系樹脂等構成之樹脂薄膜、由發泡聚苯乙烯、發泡苯乙烯及發泡聚乙烯等構成之發泡塑膠以及在波狀的紙板的單面或兩面上貼附其他紙板而成之各種瓦楞紙板材料等。

又，在電聲轉換器 51 中，只要具有撓性，則作為振動板 12，亦能夠較佳地利用有機電致發光（OLED（Organic Light Emitting Diode），有機發光

二極體）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顯示器等顯示設備等。

【0096】 在圖 6 所示之電聲轉換器 51 中，作為較佳之態樣，該種振動板 12 和電聲轉換薄膜 10 藉由貼附層 16 貼附。

【0097】 貼附層 16 只要能夠貼附振動板 12 和電聲轉換薄膜 10，則能夠利用各種公知的貼附層。

因此，貼附層 16 可以係在貼合時具有流動性，之後成為固體之由接著劑構成之層，亦可以係在貼合時係凝膠狀（橡膠狀）的柔軟的固體，之後凝膠狀的狀態亦不變化之由黏著劑構成之層，還可以係由具有接著劑和黏著劑這兩者的特徵之材料構成之層。

在此，在電聲轉換器 51 中，藉由使電聲轉換薄膜 10 伸縮，使振動板 12 撓曲而振動，從而產生聲音。因此，在電聲轉換器 51 中，電聲轉換薄膜 10 的伸縮直接傳遞到振動板 12 為較佳。若在振動板 12 與電聲轉換薄膜 10 之間存在具有緩和振動之黏性之物質，則電聲轉換薄膜 10 向振動板 12 的伸縮的能量的傳遞效率降低，導致電聲轉換器 51 的驅動效率降低。

考慮到這一點，貼附層 16 係由接著劑構成之接著劑層為較佳，該接著劑層可得到比由黏著劑構成之黏著劑層更硬的固體貼附層 16。作為更佳之貼附層 16，具體而言，可例示由聚酯系接著劑及苯乙烯·丁二烯橡膠（SBR）系接著劑等熱塑型接著劑構成之貼附層。

接著與黏著不同，在要求高接著溫度時有用。又，熱塑型接著劑兼具“比較低溫、短時間及強接著”，因此為較佳。

【0098】 貼附層 16 的厚度沒有限制，可以依據貼附層 16 的材料，適

當設定得到充分的貼附力（接著力、黏著力）之厚度。

在此，在電聲轉換器 51 中，貼附層 16 越薄，則越能夠提高傳遞到振動板 12 之電聲轉換薄膜 10 的伸縮能量（振動能量）的傳遞效果，從而提高能量效率。又，若貼附層 16 厚且剛性高，則亦有可能拘束電聲轉換薄膜 10 的伸縮。

考慮到這一點，貼附層 16 較薄為較佳。具體而言，貼附層 16 的厚度以貼附後的厚度計，係 0.1～50μm 為較佳，0.1～30μm 為更佳，0.1～10μm 為進一步較佳。

【0099】　另外，在電聲轉換器 51 中，貼附層 16 作為較佳之態樣而設置，不是必須的構成要素。

因此，電聲轉換器 51 亦可以不具有貼附層 16，而使用公知的壓接方法、緊固方法及固定方法等來固定振動板 12 和電聲轉換薄膜 10。例如，在電聲轉換薄膜 10 為矩形之情況下，可以利用螺栓螺母之類的構件緊固四個角來構成電聲轉換器，或亦可以利用螺栓螺母之類的構件緊固四個角和中心部來構成電聲轉換器。

然而，在該情況下，在從電源 PS 施加驅動電壓時，電聲轉換薄膜 10 相對於振動板 12 獨立地伸縮，依據情況，僅電聲轉換薄膜 10 撓曲，電聲轉換薄膜 10 的伸縮不會傳遞到振動板 12。如此，在電聲轉換薄膜 10 相對於振動板 12 獨立地伸縮之情況下，由電聲轉換薄膜 10 引起之振動板 12 的振動效率降低，有可能無法使振動板 12 充分地振動。

考慮到這一點，振動板 12 和電聲轉換薄膜 10 如圖 6 所示，利用貼附層 16 貼附為較佳。

【0100】　在電聲轉換器 51 中，在電聲轉換薄膜 10 的下部電極 24 及上部電極 26 上連接有電源 PS，該電源 PS 施加使電聲轉換薄膜 10 伸縮之驅動電壓亦即供給驅動電力。

電源 PS 沒有限制，可以係直流電源，亦可以係交流電源。又，驅動電壓亦可以依據電聲轉換薄膜 10 的壓電體層 20 的厚度及形成材料等，適當設定能夠準確地驅動電聲轉換薄膜 10 之驅動電壓。

【0101】　從下部電極 24 及上部電極 26 引出電極之方法沒有限制，能夠利用公知的各種方法。

作為一例，可例示在下部電極 24 及上部電極 26 上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在下部保護層 28 及上部保護層 30 上形成貫通孔，在該貫通孔中填充導電性材料而向外部引出電極之方法等。

作為較佳的電極的引出方法，可例示日本特開 2014-209724 號公報中記載之方法及日本特開 2016-015354 號公報中記載之方法等。

【0102】　如上所述，壓電體層 20 係在基質 34 中含有壓電體粒子 36 而成。又，以在厚度方向上夾持壓電體層 20 之方式設置下部電極 24 及上部電極 26。

若對具有該種壓電體層 20 之電聲轉換薄膜 10 的下部電極 24 及上部電極 26 施加電壓，則壓電體粒子 36 依據所施加之電壓在極化方向上伸縮。其結果，電聲轉換薄膜 10（壓電體層 20）在厚度方向上收縮。同時，由於蔔瓦松比率的關係，電聲轉換薄膜 10 亦在面內方向上伸縮。

該伸縮為約 0.01～0.1%。

如上所述，壓電體層 20 的厚度較佳為約 10～300μm。因此，厚度方向的伸縮最大為 0.3μm 左右，非常小。

相對於此，電聲轉換薄膜 10 亦即壓電體層 20 在面方向上具有遠大於厚度的尺寸。因此，例如，若電聲轉換薄膜 10 的長度為 20cm，則藉由施加電壓，電聲轉換薄膜 10 最大伸縮 0.2mm 左右。

【0103】 振動板 12 藉由貼附層 16 貼附在電聲轉換薄膜 10 上。因此，藉由電聲轉換薄膜 10 的伸縮，振動板 12 撓曲，其結果，振動板 12 在厚度方向上振動。

藉由該厚度方向的振動，振動板 12 產生聲音。亦即，振動板 12 依據施加在電聲轉換薄膜 10 上之電壓（驅動電壓）的大小振動，產生與施加在電聲轉換薄膜 10 上之驅動電壓對應之聲音。

【0104】 如上所述，由 PVDF 等高分子材料構成之通常的電聲轉換薄膜在壓電特性上具有面內各向異性，在施加電壓時的面方向的伸縮量上具有各向異性。

相對於此，在圖 6 所示之電聲轉換器 51 中，電聲轉換薄膜 10 在壓電特性上沒有面內各向異性，在面內方向上向所有方向各向同性地伸縮。亦即，在圖 6 所示之電聲轉換器 51 中，電聲轉換薄膜 10 各向同性地二維伸縮。

依據該種各向同性地二維伸縮之電聲轉換薄膜 10，與積層僅在一個方向上較大地伸縮之 PVDF 等通常的電聲轉換薄膜的情況相比，能夠以較大的力使振動板 12 振動，能夠產生更大且優美的聲音。

【0105】 另外，在圖 6 中，將電聲轉換薄膜 10 的面方向的大小和振

動板 12 的面方向的大小設為大致相同，但並不限定於此。例如，電聲轉換薄膜 10 的面方向的大小亦可以小於振動板 12 的面方向的大小。

【0106】　在此，本發明的電聲轉換器中，電聲轉換器的熱膨脹係數為 12ppm/℃～100ppm/℃。

【0107】　與前述電聲轉換薄膜的情況同樣地，可知在具有電聲轉換薄膜和振動板之電聲轉換器中，若在高溫環境下使用，則亦存在聲壓降低之問題。亦即，可知在電聲轉換器中，亦存在如下問題：在高溫環境下，由於高分子複合壓電體的基質膨脹，分散在基質中之壓電體粒子之間的距離變寬，壓電體粒子的變形難以傳遞到基質，從而壓電轉換效率降低。

【0108】　相對於此，在本發明的電聲轉換器中，藉由將電聲轉換器的熱膨脹係數設為 12ppm/℃～100ppm/℃，在高溫環境下，抑制高分子複合壓電體的基質膨脹，抑制分散在基質中之壓電體粒子之間的距離變寬。藉此，由於壓電體粒子的變形（振動）更較佳地傳遞到基質，因此能夠抑制電聲轉換器的壓電轉換效率降低。

【0109】　從能夠更較佳地抑制在高溫環境下的電聲轉換器的壓電轉換效率的降低，能夠抑制壓電體層的破壞等觀點而言，電聲轉換器的熱膨脹係數係 12ppm/℃～100ppm/℃為較佳，16ppm/℃～70ppm/℃為更佳，18ppm/℃～55ppm/℃為進一步較佳。

【0110】　在此，電聲轉換器的熱膨脹係數可以在積層電聲轉換薄膜和振動板之位置切出樣品，並利用與電聲轉換薄膜的情況相同的方法進行測量。

【0111】　作為將電聲轉換器的熱膨脹係數設為上述範圍之方法，有使

用熱膨脹係數低的電聲轉換薄膜和熱膨脹係數低的振動板之方法。

具體而言，作為電聲轉換薄膜，使用熱膨脹係數在 12ppm/℃～100ppm/℃的範圍內之電聲轉換薄膜為較佳。亦即，使用上述本發明的電聲轉換薄膜為較佳。

【0112】 進而，作為振動板，使用聚對酞酸乙二酯（PET）、聚丙烯（PP）、聚苯乙烯（PS）、聚碳酸酯（PC）、聚伸苯硫醚（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）、三乙醯基纖維素（TAC）等熱膨脹係數低的振動板為較佳。

又，亦可以在振動板的表面形成氧化矽膜及氧化鋁膜等熱膨脹係數低的無機膜等，降低振動板的熱膨脹係數。

又，亦可以將使用該等振動板作為零件的一部分之有機電致發光（OLED（Organic Light Emitting Diode），有機發光二極體）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顯示器等顯示設備等作為振動板使用。

【0113】 另外，在本發明的電聲轉換器中，電聲轉換薄膜的熱膨脹係數可以在 12ppm/℃～100ppm/℃的範圍外，但為了將電聲轉換器的熱膨脹係數設為上述範圍，電聲轉換薄膜的熱膨脹係數係 12ppm/℃～100ppm/℃的範圍為較佳。

【0114】 在此，在本發明的電聲轉換器中，電聲轉換薄膜的熱膨脹係數與振動板的熱膨脹係數之差的絕對值係 0ppm/℃～80ppm/℃為較佳。

【0115】 若電聲轉換薄膜的熱膨脹係數與振動板的熱膨脹係數之差的絕對值（以下，亦稱為熱膨脹係數之差）較大，則在高溫環境下使用時，

電聲轉換薄膜的熱膨脹與振動板和熱膨脹的動作產生差異，有在電聲轉換薄膜與振動板的界面產生內部應力而在界面發生剝離之虞慮。若電聲轉換薄膜與振動板剝離，則電聲轉換薄膜的振動難以傳遞到振動板，因此有聲性能（壓電轉換效率）降低之虞慮。尤其，在反覆進行溫度變化之情況下，若電聲轉換薄膜的熱膨脹係數與振動板的熱膨脹係數之差較大，則在電聲轉換薄膜與振動板的界面容易發生剝離。

【0116】　相對於此，藉由將電聲轉換薄膜的熱膨脹係數與振動板的熱膨脹係數之差設為 0ppm/℃～80ppm/℃，能夠抑制由於在高溫環境下，或者反覆進行溫度變化而電聲轉換薄膜與振動板剝離，從而能夠抑制壓電轉換效率降低。

【0117】　從能夠抑制電聲轉換薄膜與振動板的剝離之觀點而言，電聲轉換薄膜的熱膨脹係數與振動板的熱膨脹係數之差係 0ppm/℃～80ppm/℃為較佳，0ppm/℃～50ppm/℃為更佳，0ppm/℃～30ppm/℃為進一步較佳。

【0118】　電聲轉換薄膜的熱膨脹係數與振動板的熱膨脹係數之差可以從電聲轉換器分別取出電聲轉換薄膜及振動板，利用上述方法分別測量各自的熱膨脹係數來求出。

【0119】　又，在本發明的電聲轉換器中，電聲轉換薄膜的基於動態黏彈性測量的頻率 1Hz、60℃下的損耗正切（Tanδ）係 0.03 以上為較佳。

藉由將電聲轉換薄膜的頻率 1Hz、60℃下的損耗正切（Tanδ）設為 0.03 以上，在高溫環境下，電聲轉換薄膜具有黏性，因此在高溫環境下，或者反覆進行溫度變化，能夠依據該黏性緩和起因於電聲轉換薄膜的熱膨脹係數與振動板的熱膨脹係數之差而產生之應力，從而能夠抑制電聲轉換薄膜

與振動板的剝離。

【0120】　從能夠抑制電聲轉換薄膜與振動板的剝離之觀點而言，電聲轉換薄膜的基於動態黏彈性測量的頻率 1Hz、60℃下的損耗正切（Tanδ）係 0.03 以上為較佳，0.04 以上為更佳，0.07 以上為進一步較佳。

【0121】　在圖 6 所示之電聲轉換器 51 中，設為具有 1 片電聲轉換薄膜 10 之結構，但並不限定於此。

圖 7 概念性地表示具有本發明的電聲轉換薄膜 10 之電聲轉換器的一例。

圖 7 所示之電聲轉換器 50 具有積層壓電元件 14 和振動板 12。積層壓電元件14係積層複數層本發明的電聲轉換薄膜而成。在圖7所示之例子中，積層壓電元件 14 係積層 3 層上述本發明的電聲轉換薄膜 10 而成。

在電聲轉換器 50 中，積層壓電元件 14 和振動板 12 藉由貼附層 16 貼附。

在構成電聲轉換器 50 的積層壓電元件 14 之電聲轉換薄膜 10 上連接有用於施加驅動電壓的電源 PS。

【0122】　另外，圖7中代替電聲轉換薄膜10而具有積層壓電元件14，除此以外，具有與圖 6 相同的結構，因此對相同的部位標註相同的符號，在以下的說明中主要進行不同的部位的說明。

【0123】　為了簡化圖式，在圖 7 中省略了下部保護層 28 及上部保護層 30。然而，圖 7 所示之積層壓電元件 14 作為較佳之態樣，所有的電聲轉換薄膜 10 具有下部保護層 28 及上部保護層 30 這兩者。

另外，積層壓電元件並不限制於此，可以混合存在具有保護層之電聲

轉換薄膜和不具有保護層之電聲轉換薄膜。進而，在電聲轉換薄膜具有保護層之情況下，電聲轉換薄膜可以僅具有下部保護層 28，亦可以僅具有上部保護層 30。作為一例，若係如圖 7 所示之 3 層結構的積層壓電元件 14，則亦可以係圖中最上層的電聲轉換薄膜僅具有上部保護層 30，正中間的電聲轉換薄膜不具有保護層，最下層的電聲轉換薄膜僅具有下部保護層 28 之結構。

關於這一點，後述之圖 8 所示之積層壓電元件 56 及圖 9 所示之積層壓電元件 60 亦相同。

【0124】　如在後面詳細敘述，該種電聲轉換器 50 藉由對積層壓電元件 14 的電聲轉換薄膜 10 施加驅動電壓，電聲轉換薄膜 10 在面方向上伸縮，藉由該電聲轉換薄膜 10 的伸縮，積層壓電元件 14 在面方向上伸縮。

藉由該積層壓電元件 14 的面方向的伸縮，振動板 12 撓曲，其結果，振動板 12 在厚度方向上振動。藉由該厚度方向的振動，振動板 12 產生聲音。振動板 12 依據施加在電聲轉換薄膜 10 上之驅動電壓的大小振動，產生與施加在電聲轉換薄膜 10 上之驅動電壓對應之聲音。

亦即，該電聲轉換器 50 係將積層壓電元件 14 用作激發器之揚聲器。

【0125】　在圖 7 所示之電聲轉換器 50 中，積層壓電元件 14 具有積層 3 片電聲轉換薄膜 10，利用貼附層 19 貼附相鄰之電聲轉換薄膜 10 之結構。在各電聲轉換薄膜 10 上連接有施加使電聲轉換薄膜 10 伸縮之驅動電壓之電源 PS。

另外，圖 7 所示之積層壓電元件 14 係積層 3 片電聲轉換薄膜 10 而成，但本發明並不限制於此。亦即，積層壓電元件只要係積層複數層電聲轉換

薄膜 10 而成之元件，則電聲轉換薄膜 10 的積層數可以係 2 層，或者亦可以係 4 層以上。關於這一點，後述之圖 8 所示之積層壓電元件 56 及圖 9 所示之積層壓電元件 60 亦相同。

【0126】　在本發明中，如此，在使用積層複數個電聲轉換薄膜 10 之積層壓電元件 14 之電聲轉換器 50 中，亦將電聲轉換器的熱膨脹係數設為 12ppm/℃～100ppm/℃。藉此，能夠抑制電聲轉換器的壓電轉換效率降低。

【0127】　另外，使用積層複數個電聲轉換薄膜之積層壓電元件之電聲轉換器的熱膨脹係數可以在積層複數個電聲轉換薄膜（積層壓電元件）和振動板之位置切出樣品，利用與電聲轉換薄膜的情況相同的方法進行測量。

【0128】　圖 7 所示之積層壓電元件 14 作為較佳之態樣，具有使相鄰之電聲轉換薄膜 10 的極化方向相互相反，積層複數層（圖 7 所示之例子為 3 層）的電聲轉換薄膜 10，利用貼附層 19 貼附相鄰之電聲轉換薄膜 10 之結構。

【0129】　貼附層 19 只要能夠貼附相鄰之電聲轉換薄膜 10，則能夠利用各種公知的貼附層。

因此，貼附層 19 可以係由上述接著劑構成之層，亦可以係由黏著劑構成之層，還可以係由具有接著劑和黏著劑這兩者的特徵之材料構成之層。

在此，積層壓電元件 14 藉由使積層之複數片電聲轉換薄膜 10 伸縮，使振動板 12 振動，從而產生聲音。因此，積層壓電元件 14 直接傳遞各電聲轉換薄膜 10 的伸縮為較佳。若在電聲轉換薄膜 10 之間存在具有緩和振動之黏性之物質，則電聲轉換薄膜 10 的伸縮的能量的傳遞效率降低，導致

積層壓電元件 14 的驅動效率降低。

考慮到這一點，貼附層 19 係由接著劑構成之接著劑層為較佳，該接著劑層可得到比由黏著劑構成之黏著劑層更硬的固體貼附層 19。作為更佳之貼附層 19，具體而言，可較佳地例示由聚酯系接著劑及苯乙烯·丁二烯橡膠（SBR）系接著劑等熱塑型接著劑構成之貼附層。

接著與黏著不同，在要求高接著溫度時有用。又，熱塑型接著劑兼具“比較低溫、短時間及強接著”，因此為較佳。

【0130】 貼附層 19 的厚度沒有限制，可以依據貼附層 19 的形成材料，適當設定能夠顯現充分的貼附力之厚度。

在此，在圖 7 所示之積層壓電元件 14 中，貼附層 19 越薄，則越能夠提高電聲轉換薄膜 10 的伸縮能量的傳遞效果，從而提高能量效率。又，若貼附層 19 厚且剛性高，則亦有可能拘束電聲轉換薄膜 10 的伸縮。

考慮到這一點，貼附層 19 比壓電體層 20 薄為較佳。亦即，在積層壓電元件 14 中，貼附層 19 硬且薄為較佳。具體而言，貼附層 19 的厚度以貼附後的厚度計，係 0.1～50μm 為較佳，0.1～30μm 為更佳，0.1～10μm 為進一步較佳。

另外，如後面所述，在圖 7 所示之積層壓電元件 14 中，相鄰之電聲轉換薄膜的極化方向相互相反，沒有相鄰之電聲轉換薄膜 10 彼此短路之虞慮，因此能夠使貼附層 19 變薄。

【0131】 在圖 7 所示之積層壓電元件 14 中，若貼附層 19 的彈簧常數（厚度×楊氏係數）高，則有可能拘束電聲轉換薄膜 10 的伸縮。因此，貼附層 19 的彈簧常數與電聲轉換薄膜 10 的彈簧常數等同或係其以下為較

佳。

具體而言，貼附層 19 的厚度與基於動態黏彈性測量的頻率 1Hz 下的儲存彈性係數（E’）的乘積在 0℃下係 2.0×10^6N/m 以下、在 50℃下係 1.0×10^6N/m 以下為較佳。

又，關於貼附層的基於動態黏彈性測量的頻率 1Hz 下的內部損耗，在由黏著劑構成之貼附層 19 之情況下，在 25℃下係 1.0 以下，在由接著劑構成之貼附層 19 之情況下，在 25℃下係 0.1 以下為較佳。

【0132】 另外，在構成電聲轉換器 50 之積層壓電元件 14 中，貼附層 19 作為較佳之態樣而設置，不是必須的構成要素。

因此，構成電聲轉換器之積層壓電元件亦可以不具有貼附層 19，而使用公知的壓接方法、緊固方法及固定方法等，積層電聲轉換薄膜 10 並使其密接，從而構成積層壓電元件。例如，在電聲轉換薄膜 10 為矩形之情況下，可以利用螺栓螺母等緊固四個角來構成積層壓電元件，或亦可以利用螺栓螺母等緊固四個角和中心部來構成積層壓電元件。或者，亦可以在積層電聲轉換薄膜 10 之後，藉由在周邊部（端面）貼附黏著膠帶，固定積層之電聲轉換薄膜 10 來構成積層壓電元件。

然而，在該情況下，在從電源 PS 施加驅動電壓時，各個電聲轉換薄膜 10 獨立地伸縮，依據情況，各電聲轉換薄膜 10 各層向相反方向撓曲而形成空隙。如此，在各個電聲轉換薄膜 10 獨立地伸縮之情況下，作為積層壓電元件的驅動效率降低，作為積層壓電元件整體的伸縮變小，有可能不能使抵接之振動板等充分地振動。尤其，在各電聲轉換薄膜 10 各層向相反方向撓曲而形成空隙之情況下，作為積層壓電元件的驅動效率的降低較大。

考慮到這一點，如圖 7 所示之積層壓電元件 14 那樣，積層壓電元件具有貼附相鄰之電聲轉換薄膜 10 彼此之貼附層 19 為較佳。

【0133】 如後面所述，在圖 7 中，積層壓電元件 14 的相鄰之電聲轉換薄膜 10 的極化方向相反。因此，在相鄰之電聲轉換薄膜 10 中，下部電極 24 彼此及上部電極 26 彼此相對。因此，電源 PS 無論係交流電源還是直流電源，在相對之電極之間均始終供給相同極性的電力。例如，在圖 7 所示之積層壓電元件 14 中，始終向圖中最下層的電聲轉換薄膜 10 的上部電極 26 和第 2 層（正中間）的電聲轉換薄膜 10 的上部電極 26 供給相同極性的電力，始終向第 2 層的電聲轉換薄膜 10 的下部電極 24 和圖中最上層的電聲轉換薄膜 10 的下部電極 24 供給相同極性的電力。

【0134】 如前所述，若對電聲轉換薄膜 10 的下部電極 24 及上部電極 26 施加電壓，則壓電體粒子 36 依據所施加之電壓在極化方向上伸縮。其結果，電聲轉換薄膜 10（壓電體層 20）在厚度方向上收縮。同時，由於蔔瓦松比率的關係，電聲轉換薄膜 10 亦在面內方向上伸縮。

積層壓電元件 14 係積層並貼附電聲轉換薄膜 10 而成。因此，若電聲轉換薄膜 10 伸縮，則積層壓電元件 14 亦伸縮。

振動板 12 藉由貼附層 16 貼附在積層壓電元件 14 上。因此，藉由積層壓電元件 14 的伸縮，振動板 12 撓曲，其結果，振動板 12 在厚度方向上振動。

藉由該厚度方向的振動，振動板 12 產生聲音。亦即，振動板 12 依據施加在電聲轉換薄膜 10 上之電壓（驅動電壓）的大小振動，產生與施加在電聲轉換薄膜 10 上之驅動電壓對應之聲音。

【0135】　圖 7 所示之積層壓電元件 14 係積層複數片電聲轉換薄膜 10 而成。作為較佳之態樣，積層壓電元件 14 進而利用貼附層 19 貼附相鄰之電聲轉換薄膜 10 彼此。

因此，即使每 1 片的電聲轉換薄膜 10 的剛性低且伸縮力小，藉由積層電聲轉換薄膜 10，剛性變高，作為積層壓電元件 14 的伸縮力變大。其結果，在積層壓電元件 14 中，即使振動板 12 具有一定程度的剛性，亦能夠以較大的力使振動板 12 充分地撓曲，使振動板 12 在厚度方向上充分地振動，從而使振動板 12 產生聲音。

又，壓電體層 20 越厚，則電聲轉換薄膜 10 的伸縮力越變大，但相應地，使其伸縮所需的驅動電壓變大相同量。其中，如上所述，在積層壓電元件 14 中，較佳之壓電體層 20 的厚度最大亦為 300μm 左右，因此即使對各個電聲轉換薄膜 10 施加之電壓小，亦能夠使電聲轉換薄膜 10 充分地伸縮。

【0136】　在此，在電聲轉換器 50 中，積層壓電元件 14 的厚度與基於動態黏彈性測量的頻率 1Hz、25℃下的儲存彈性係數的乘積係振動板 12 的厚度與楊氏係數的乘積的 0.1～3 倍為較佳。

【0137】　如上所述，本發明的電聲轉換薄膜 10 具有良好的撓性，積層該電聲轉換薄膜 10 而成之積層壓電元件 14 亦具有良好的撓性。

一方面，振動板 12 具有一定程度的剛性。若在該種振動板 12 上組合剛性高的積層壓電元件 14，則變硬且變得難以彎曲，在電聲轉換器 50 的撓性方面不利。

相對於此，電聲轉換器較佳為，積層壓電元件 14 的厚度與基於動態黏

彈性測量的頻率 1Hz、25℃下的儲存彈性係數的乘積係振動板 12 的厚度與楊氏係數的乘積的 3 倍以下。亦即，積層壓電元件 14 對於緩慢的運動，彈簧常數係振動板 12 的 3 倍以下為較佳。

藉由具有該種結構，電聲轉換器對於由折彎及捲起等外力引起之緩慢的運動能夠柔軟地動作，亦即對於緩慢的運動顯現良好的撓性。

在電聲轉換器中，積層壓電元件 14 的厚度與基於動態黏彈性測量的頻率 1Hz、25℃下的儲存彈性係數的乘積係振動板 12 的厚度與楊氏係數的乘積的 2 倍以下為更佳，1 倍以下為進一步較佳，0.3 倍以下為特佳。

【0138】 另一方面，考慮到利用於積層壓電元件 14 之材料、較佳之積層壓電元件 14 的結構等，積層壓電元件 14 的厚度與基於動態黏彈性測量的頻率 1Hz、25℃下的儲存彈性係數的乘積係振動板 12 的厚度與楊氏係數的乘積的 0.1 倍以上為較佳。

【0139】 在電聲轉換器中，積層壓電元件 14 的厚度與藉由動態黏彈性測量得到之主曲線中的頻率 1kHz、25℃下的儲存彈性係數的乘積係振動板 12 的厚度與楊氏係數的乘積的 0.3～10 倍為較佳。亦即，積層壓電元件 14 在被驅動之狀態的快速運動中，彈簧常數係振動板 12 的 0.3～10 倍為較佳。

【0140】 如上所述，電聲轉換器藉由積層壓電元件 14 的面方向的伸縮使振動板 12 振動，藉此產生聲音。因此，積層壓電元件 14 在音頻頻帶的頻率（20Hz～20kHz）下，對於振動板 12 具有一定程度的剛性（硬度、剛性）為較佳。

在電聲轉換器中，將積層壓電元件 14 的厚度與藉由動態黏彈性測量得

到之主曲線中的頻率 1kHz、25℃下的儲存彈性係數的乘積設為振動板 12 的厚度與楊氏係數的乘積的較佳為 0.3 倍以上，更佳為 0.5 倍以上，進一步較佳為 1 倍以上。亦即，積層壓電元件 14 對於快速運動，彈簧常數係振動板 12 的 0.3 倍以上為較佳，0.5 倍以上為更佳，1 倍以上為進一步較佳。

藉此，在音頻頻帶的頻率下，充分地確保積層壓電元件 14 相對於振動板 12 的剛性，電聲轉換器能夠以高能量效率輸出高聲壓的聲音。

【0141】 另一方面，考慮到能夠利用於積層壓電元件 14 之材料、較佳之積層壓電元件 14 的結構等，積層壓電元件 14 的厚度與基於動態黏彈性測量的頻率 1kHz、25℃下的儲存彈性係數的乘積係振動板 12 的厚度與楊氏係數的乘積的 10 倍以下為較佳。

【0142】 關於上述厚度與儲存彈性係數的乘積，在代替積層壓電元件 14 使用電聲轉換薄膜 10 構成電聲轉換器之情況下（如圖 6 那樣的結構時）亦相同。

【0143】 圖 7 所示之電聲轉換器 50 作為較佳之態樣，如上所述，積層壓電元件 14 的相鄰之壓電薄膜 10 的電聲轉換薄膜 20 的極化方向相互相反。

在電聲轉換薄膜 10 中，施加到壓電體層 20 之電壓的極性與極化方向對應。因此，所施加之電壓的極性在圖 7 中箭頭所示之極化方向上，使箭頭朝向之方向側（箭頭的下游側）的電極的極性與相反側（箭頭的上游側）的電極的極性在所有的電聲轉換薄膜 10 中一致。

在圖 7 所示之例子中，將表示極化方向之箭頭朝向之方向側的電極作為下部電極 24，將相反側的電極作為上部電極 26，在所有的電聲轉換薄膜

10 中，使上部電極 26 和下部電極 24 的極性為相同極性。

因此，在相鄰之電聲轉換薄膜 10 的壓電體層 20 的極化方向相互相反之積層壓電元件 14 中，在相鄰之電聲轉換薄膜 10 中，上部電極 26 彼此在一個表面上相對，下部電極彼此在另一個表面上相對。因此，在積層壓電元件 14 中，即使相鄰之電聲轉換薄膜 10 的電極彼此接觸，亦沒有短路（short）之虞慮。

【0144】　如上所述，為了以良好的能量效率使積層壓電元件 14 伸縮，使貼附層 19 變薄，以使貼附層 19 不妨礙壓電體層 20 的伸縮為較佳。

相對於此，即使相鄰之電聲轉換薄膜 10 的電極彼此接觸，在沒有短路之虞慮之圖 7 所示之積層壓電元件 14 中，亦可以沒有貼附層 19，作為較佳之態樣，即使在具有貼附層 19 之情況下，只要能夠得到必要的貼附力，則能夠使貼附層 19 變得極薄。

因此，能夠以高能量效率使積層壓電元件 14 伸縮。

【0145】　另外，如上所述，在電聲轉換薄膜 10 中，厚度方向的壓電體層 20 的伸縮的絕對量非常小，電聲轉換薄膜 10 的伸縮實質上僅在面方向上。

因此，即使積層之電聲轉換薄膜 10 的極化方向相反，只要施加到下部電極 24 及上部電極 26 之電壓的極性正確，則所有的電聲轉換薄膜 10 在相同方向上伸縮。

【0146】　另外，在積層壓電元件 14 中，電聲轉換薄膜 10 的極化方向可以利用 d33 測量儀等檢測。

或者，亦可以從上述極化的處理條件，得知電聲轉換薄膜 10 的極化方

向。

【0147】　圖 7 所示之積層壓電元件 14 較佳為，如上所述，製作長條（大面積）的電聲轉換薄膜，切斷長條的電聲轉換薄膜，作為各個電聲轉換薄膜 10。因此，在該情況下，構成積層壓電元件 14 之複數片電聲轉換薄膜 10 全部相同。

然而，本發明並不限制於此。亦即，在電聲轉換器中，壓電積層體例如能夠利用積層具有下部保護層 28 及上部保護層 30 之電聲轉換薄膜和不具有該等之電聲轉換薄膜等不同的層結構的電聲轉換薄膜而成之結構及積層壓電體層 20 的厚度不同的電聲轉換薄膜而成之結構等各種結構。

【0148】　在圖 7 所示之電聲轉換器 50 中，積層壓電元件 14 係將複數片電聲轉換薄膜 10 在相鄰之電聲轉換薄膜彼此之間使極化方向相反地積層，作為較佳之態樣，利用貼附層 19 貼附相鄰之電聲轉換薄膜 10 而成。

本發明的積層壓電元件並不限制於此，能夠利用各種結構。

【0149】　圖 8 表示其一例。另外，圖 8 所示之積層壓電元件 56 使用複數個與上述積層壓電元件 14 相同的構件，因此對相同的構件標註相同的符號，主要對不同的部位進行說明。

圖 8 所示之積層壓電元件 56 係本發明中的積層壓電元件的更佳之態樣，藉由將長條的電聲轉換薄膜 10L 在長度方向上折返 1 次以上，較佳為折返複數次，積層複數層電聲轉換薄膜 10L 而成。又，與上述圖 7 等所示之積層壓電元件 14 相同，圖 8 所示之積層壓電元件 56 亦作為較佳之態樣，利用貼附層 19 貼附藉由折返積層而成之電聲轉換薄膜 10L。

藉由將在厚度方向上被極化之長條的 1 片電聲轉換薄膜 10L 折返並積

層，在積層方向上相鄰（相對）之電聲轉換薄膜 10L 的極化方向如圖 8 中箭頭所示，成為相反方向。

【0150】　依據該結構，能夠僅由一片長條的電聲轉換薄膜 10L 構成積層壓電元件 56，並且只要一個用於施加驅動電壓的電源 PS 即可，進而，從電聲轉換薄膜 10L 引出電極亦可以係 1 處。

因此，依據圖 8 所示之積層壓電元件 56，能夠減少零件件數，且簡化結構，提高作為壓電元件（模組）的可靠性，進而，實現降低成本。

【0151】　如圖 8 所示之積層壓電元件 56 那樣，在折返長條的電聲轉換薄膜 10L 而成之積層壓電元件 56 中，在電聲轉換薄膜 10L 的折返部與電聲轉換薄膜 10L 抵接而插入芯棒 58 為較佳。

如上所述，電聲轉換薄膜 10L 的下部電極 24 及上部電極 26 由金屬的蒸鍍膜等形成。金屬的蒸鍍膜若以銳角折彎，則容易產生龜裂（裂紋）等，電極有可能斷線。亦即，在圖 8 所示之積層壓電元件 56 中，在彎曲部的內側，龜裂等容易進入電極。

相對於此，在折返長條的電聲轉換薄膜 10L 而成之積層壓電元件 56 中，藉由在電聲轉換薄膜 10L 的折返部插入芯棒 58，能夠防止下部電極 24 及上部電極 26 折彎，從而能夠較佳地防止發生斷線。

【0152】　在本發明中，積層壓電元件亦可以使用具有導電性之貼附層 19。尤其，在如圖 8 所示之將長條的 1 片電聲轉換薄膜 10L 折返並積層而成之積層壓電元件 56 中，可較佳地利用具有導電性之貼附層 19。

在如圖 7 及圖 8 所示之相鄰之電聲轉換薄膜 10 的極化方向相反之積層壓電元件中，在積層之電聲轉換薄膜 10 中，在相對之電極之間供給相同極

性的電力。因此，在相對之電極之間不會發生短路。

另一方面，如上所述，將電聲轉換薄膜 10L 折返並積層而成之積層壓電元件 56 在以銳角折返之彎曲部的內側容易發生電極的斷線。

因此，藉由利用具有導電性之貼附層 19 貼附積層之電聲轉換薄膜 10L，即使在彎曲部的內側發生電極的斷線，亦能夠利用貼附層 19 確保導通，因此能夠防止斷線，能夠大幅提高積層壓電元件 56 的可靠性。

【0153】 在此，構成積層壓電元件 56 之電聲轉換薄膜 10L 較佳為，如圖 1 所示，以與下部電極 24 及上部電極 26 相對並夾持積層體的方式具有下部保護層 28 及上部保護層 30。

在該情況下，即使使用具有導電性之貼附層 19，亦不能確保導電性。因此，在電聲轉換薄膜 10L 具有保護層之情況下，在積層之電聲轉換薄膜 10L 的下部電極 24 彼此及上部電極 26 彼此相對之區域中，在下部保護層 28 及上部保護層 30 上設置貫通孔，使下部電極 24 及上部電極 26 與具有導電性之貼附層 19 接觸即可。較佳為，利用銀漿料或導電性的貼附劑堵住在下部保護層 28 及上部保護層 30 上形成之貫通孔，在此基礎上，利用具有導電性之貼附層 19 貼附相鄰之電聲轉換薄膜 10L。

【0154】 下部保護層 28 及上部保護層 30 的貫通孔可以藉由雷射加工以及基於溶劑蝕刻及機械研磨等的保護層的去除等來形成。

下部保護層 28 及上部保護層 30 的貫通孔較佳為除了在電聲轉換薄膜 10L 的彎曲部以外，在積層之電聲轉換薄膜 10L 的下部電極 24 彼此及上部電極 26 彼此相對之區域可以係 1 處，亦可以係複數處。或者，下部保護層 28 及上部保護層 30 的貫通孔亦可規則或不規則地形成於下部保護層 28 及

上部保護層 30 的整個面上。

具有導電性之貼附層 19 沒有限制，能夠利用各種公知的貼附層。

【0155】 在以上的積層壓電元件中，積層之電聲轉換薄膜 10 的極化方向在相鄰之電聲轉換薄膜 10 中為相反方向，但本發明並不限制於此。

亦即，在本發明中，積層電聲轉換薄膜 10 而成之積層壓電元件亦可以如圖 9 所示之積層壓電元件 60 那樣，壓電體層 20 的極化方向全部為相同方向。

但是，如圖 9 所示，在積層之電聲轉換薄膜 10 的極化方向全部為相同方向之積層壓電元件 60 中，在相鄰之電聲轉換薄膜 10 彼此之間，下部電極 24 與上部電極 26 相對。因此，若不使貼附層 19 足夠厚，則在貼附層 19 的面方向的外側的端部，相鄰之電聲轉換薄膜 10 的下部電極 24 與上部電極 26 接觸，有短路之虞慮。

因此，如圖 9 所示，在積層之電聲轉換薄膜 10 的極化方向全部為相同方向之積層壓電元件 60 中，不能使貼附層 19 變薄，在能量效率的方面，對於圖 7 及圖 8 所示之積層壓電元件不利。

【0156】 以上，對本發明的電聲轉換薄膜及電聲轉換器進行了詳細說明，但本發明並不限定於上述例，在不脫離本發明的主旨之範圍內，當然可以進行各種改良或變更。

[實施例]

【0157】 以下，列舉本發明的具體實施例，對本發明進行更詳細的說明。

【0158】 [實施例 1-1]

＜塗料的製備＞

首先，將氰基乙基化 PVA（CR-V Shin-Etsu Chemical Co., Ltd. 製）以下述組成比溶解在二甲基甲醯胺（DMF）中。然後，在該溶液中以下述組成比添加 PZT 粒子，利用螺旋槳混合器（轉速 2000rpm）使其分散，製備用於形成壓電體層的塗料。

【0159】 （塗料）

·PZT 粒子……300 質量份

·氰基乙基化 PVA……10 質量份

·DMF……70 質量份

另外，PZT 粒子使用了將市售的 PZT 原料粉在 1000～1200℃下燒結之後，將其粉碎及分級處理成平均粒徑 5μm 之粒子。

【0160】 ＜塗料的塗佈＞

一方面，準備在厚度 4μm 的 PET 薄膜上真空蒸鍍厚度 0.1μm 的銅薄膜而成之片狀物。亦即，在本例中，薄膜電極係厚度 0.1μm 的銅蒸鍍薄膜，保護層係厚度 4μm 的 PET 薄膜。

在該片狀物的薄膜電極（銅蒸鍍薄膜）的上方，使用滑動塗佈機，塗佈用於形成先前製備之壓電體層的塗料。另外，塗佈塗料以使乾燥後的塗膜的膜厚成為 40μm。

【0161】 ＜塗料的乾燥＞

接下來，將在片狀物的上方塗佈塗料而成之物在 100℃的加熱板上加熱乾燥，藉此使 DMF 蒸發。藉此，製作了在 PET 製的保護層的上方具有銅製的薄膜電極，在其上方形成厚度為 40μm 的壓電體層（高分子複合壓電體）

而成之積層體。

【0162】　＜極化處理＞

接下來，對該積層體的壓電體層進行了極化處理。

【0163】　＜片狀物的積層＞

在進行了極化處理之積層體的上方使薄膜電極（銅薄膜側）朝向壓電體層積層片狀物。接下來，使用層壓裝置將積層體和片狀物的積層體在120℃下熱壓接在壓電體層和薄膜電極上。

【0164】　＜熟化處理＞

接下來，將熱壓接後的積層體在 75℃下進行 72 小時熱處理。

藉由以上的製程製作了電聲轉換薄膜。

【0165】　＜電聲轉換薄膜的熱膨脹係數的測量＞

使用熱機械分析裝置（TMA NETZSCH 公司製 TMA4000SE），實施了熱機械特性測量。樣品尺寸設為 5mm×20mm，吸盤之間距離設為 15mm，吸盤部分的長度上下均設為 2.5±0.5mm。

安裝樣品之後，在-20℃～60℃的範圍內以 5℃/min 改變溫度，計測了此時的吸盤距離的位移量。又，關於負載，對樣品施加 3g 的恆定重量進行了計測。

接下來，求出-20℃～60℃的位移量的資料的近似直線的斜率，從而求出了每 1℃溫度變化的位移量。進而，藉由將該斜率除以樣品放置時的塊之間距離亦即 15mm，計算熱膨脹係數。

測量的結果，熱膨脹係數為 12ppm/℃。

【0166】　[實施例 1-2]

將成為壓電體層之塗料的組成比設為如下，除此以外，與實施例 1-1 同樣地製作了電聲轉換薄膜。

【0167】 （塗料）

·PZT 粒子……300 質量份

·氰基乙基化 PVA……15 質量份

·DMF……70 質量份

【0168】 [實施例 1-3]

將成為壓電體層之塗料的組成比設為如下，除此以外，與實施例 1-1 同樣地製作了電聲轉換薄膜。

【0169】 （塗料）

·PZT 粒子……300 質量份

·氰基乙基化 PVA……30 質量份

·DMF……70 質量份

【0170】 [實施例 1-4]

將熱壓接後的積層體的熟化處理的條件變更為在 65℃下，72 小時的熱處理，除此以外，與實施例 1-3 同樣地製作了電聲轉換薄膜。

【0171】 [實施例 1-5]

將熱壓接後的積層體的熟化處理的條件變更為在 55℃下，72 小時的熱處理，除此以外，與實施例 1-3 同樣地製作了電聲轉換薄膜。

【0172】 [比較例 1-1]

將成為壓電體層之塗料的組成比設為如下，除此以外，與實施例 1-1 同樣地製作了電聲轉換薄膜。

【0173】　（塗料）

·PZT 粒子……300 質量份

·氰基乙基化 PVA……5 質量份

·DMF……70 質量份

【0174】　[比較例 1-2]

未進行熱壓接後的積層體的熟化處理，除此以外，與實施例 1-3 同樣地製作了電聲轉換薄膜。

【0175】　[評價]

如下評價了基於所製作之電聲轉換薄膜的溫度的聲壓的變化。

【0176】　首先，從所製作之電聲轉換薄膜切出 φ150mm 的圓形試驗片。將該試驗片固定為覆蓋內徑 138mm、深度 9mm 的塑膠製的圓形外殼的開口面，並將外殼內部的壓力維持在 1.02 氣壓。藉此，使轉換薄膜如隱形眼鏡那樣撓曲成凸型而作為壓電揚聲器。

【0177】　將所製作之壓電揚聲器在 25℃的環境下放置 24 小時。然後，在 25℃下，藉由使用恆流型功率放大器之正弦波掃描測量，在 50Hz～20kHz 的範圍內測量壓電揚聲器的聲壓級-頻率特性，求出了 1kHz 的聲壓。另外，計測用微音器配置於壓電揚聲器的中心的正上方 10cm 的位置。

【0178】　接下來，將壓電揚聲器在 60℃的環境下放置 24 小時。然後，在 60℃的環境下，以與上述相同的方式，測量壓電揚聲器的聲壓級-頻率特性，求出了 1kHz 的聲壓。

【0179】　計算在上述中求出之在 25℃的環境下的聲壓與在 60℃的環境下的聲壓之差。若聲壓差小於 5dB，則為合格，若為 5dB 以上，則為不

合格。

將結果示於表 1 中。

【0180】 [表 1]

	電聲轉換薄膜	評價		
	熱膨脹係數 ppm/℃	聲壓		聲壓差 dB
		25℃ dB	60℃ dB	
實施例 1-1	12	83.1	80	3.1
實施例 1-2	20	85	84.1	0.9
實施例 1-3	51	84.3	83.2	1.1
實施例 1-4	70	82.9	80.9	2
實施例 1-5	99	83.5	80.4	3.1
比較例 1-1	6	74.2	65	9.2
比較例 1-2	107	83.6	76.7	6.9

【0181】 由表 1 可知，本發明的實施例 1-1～1-5 與比較例相比，在 25℃的環境下的聲壓與在 60℃的環境下的聲壓之差較小。亦即，可知本發明的電聲轉換薄膜能夠抑制在高溫環境下壓電轉換效率降低。

比較例 1-1 的壓電體層脆弱，在高溫環境下由於壓電體層內的空隙膨脹而造成損傷，聲壓顯著降低。

又，比較例 1-2 在高溫環境下壓電體層內的壓電體粒子之間的間隔變寬而聲壓降低。

又，從實施例 1-1～1-5 的對比可知，電聲轉換薄膜的熱膨脹係數係 16ppm/℃～70ppm/℃為較佳。

【0182】 [實施例 2-1]

準備將在厚度 200μm 的 PET 薄膜的兩面蒸鍍 30μm 氧化矽膜之薄片切割成 A4 尺寸作為振動板。

將在實施例 2 中製作之電聲轉換薄膜切割成 5cm×10cm，在單面側整個面上貼附厚度 10μm 的雙面膠帶，貼附在 A4 尺寸的振動板的中央部。接下來，將 A4 尺寸振動板的兩個短邊固定在塑膠棒上，製作了電聲轉換器。

【0183】 ＜電聲轉換器的熱膨脹係數的測量＞

使用熱機械分析裝置（TMA NETZSCH 公司製 TMA4000SE），實施了熱機械特性測量。樣品尺寸設為 5mm×20mm，將電聲轉換薄膜與振動板貼合，將包括在同一面積之部分切成前述尺寸。吸盤之間距離設為 15mm，吸盤部分的長度上下均設為 2.5±0.5mm。

接下來，在-20℃～60℃的範圍內以 5℃/min 改變溫度，計測了此時的吸盤距離的位移量。又，關於負載，對樣品施加 3g 的恆定重量進行了計測。

接下來，求出-20℃～60℃的位移量的資料的近似直線的斜率，從而求出了每 1℃溫度變化的位移量。進而，藉由將該斜率除以樣品放置時的塊之間距離亦即 15mm，計算熱膨脹係數。

測量的結果，熱膨脹係數為 21ppm/℃。

【0184】 ＜電聲轉換薄膜與振動板的熱膨脹係數之差的測量＞

如下所述，從所製作之電聲轉換器切削振動板，取出電聲轉換薄膜，切割成 5mm×20mm 的樣品尺寸。

為了從電聲轉換器切削振動板，首先利用 TOKYO SEIMITSU CO., LTD. 製 MINICOM 測量了電聲轉換器面內的僅振動板的部分的厚度。面內的測量位置以僅振動板的部分的面積在平均±10%的範圍內相同的方式均等地分割為 10 個分區，在各分區中每 n=5 次在隨機的位置進行厚度測量，對 10 個分區×n=5 的 50 點的厚度進行平均，求出振動板的代表厚度。接下來，隔

開 5mm 以上的間隔對貼附有電聲轉換薄膜之部分的電聲轉換器的厚度測量 n=5 點，求出了電聲轉換器的平均厚度。

接下來，在銑床上使用 FUJICOPIAN CO.,LTD.製 FIXFILM 固定電聲轉換器。接下來，使用銑床進行振動板切削，取出了去除 20mm×60mm 的面積的振動板之電聲轉換薄膜。是否從電聲轉換器去除振動板而取出電聲轉換薄膜的確認藉由包含銑切削而殘留之電聲轉換薄膜之層的厚度是否落入（“在上述中求出之電聲轉換器的厚度”-“在上述中求出之振動板的厚度”）±5μm 的範圍內來進行。包含殘留之電聲轉換薄膜之層的厚度在面內隔開 5mm 以上的間隔進行 n=5 點測量來作為平均厚度。此處的電聲轉換薄膜只要在上述定義之厚度範圍內，亦可以殘留少量振動板的殘留物或接著振動板和電聲轉換薄膜之雙面膠帶。

【0185】 振動板係未接著電聲轉換薄膜之部分，且將電聲轉換薄膜接著部分附近 4cm 以內的振動板切割成 5mm×20mm 的樣品尺寸。

藉由使用與上述相同的熱機械分析裝置（TMA）對該等樣品進行熱機械特性測量，求出各自的熱膨脹係數，從而求出電聲轉換薄膜與振動板的熱膨脹係數之差的絕對值。

測量的結果，電聲轉換薄膜與振動板的熱膨脹係數之差為 0ppm/℃。

【0186】 ＜電聲轉換薄膜的動態黏彈性特性的測量＞

如下所述，從所製作之電聲轉換器切削振動板，取出了電聲轉換薄膜。

為了從電聲轉換器切削振動板，首先利用 TOKYO SEIMITSU CO., LTD. 製 MINICOM 測量了電聲轉換器面內的僅振動板的部分的厚度。面內的測量位置以僅振動板的部分的面積在平均±10%的範圍內相同的方式均等地分

割為 10 個分區，在各分區中每 n=5 次在隨機的位置進行厚度測量，對 10 個分區×n=5 的 50 點的厚度進行平均，求出振動板的代表厚度。接下來，隔開 5mm 以上的間隔對貼附有電聲轉換薄膜之部分的電聲轉換器的厚度測量 n=5 點，求出了電聲轉換器的平均厚度。

接下來，在銑床上使用 FUJICOPIAN CO.,LTD.製 FIXFILM 固定電聲轉換器。接下來，使用銑床進行振動板切削，取出了去除 20mm×60mm 的面積的振動板之電聲轉換薄膜。是否從電聲轉換器去除振動板而取出電聲轉換薄膜的確認藉由包含銑切削而殘留之電聲轉換薄膜之層的厚度是否落入（“在上述中求出之電聲轉換器的厚度”-“在上述中求出之振動板的厚度”）±5μm 的範圍內來進行。包含殘留之電聲轉換薄膜之層的厚度在面內隔開 5mm 以上的間隔進行 n=5 點測量來作為平均厚度。此處的電聲轉換薄膜只要在上述定義之厚度範圍內，亦可以殘留少量振動板的殘留物或接著振動板和電聲轉換薄膜之雙面膠帶。

【0187】 使用動態黏彈性試驗機（SII NanoTechnology Inc. DMS6100 黏彈性光譜儀）測量了動態黏彈性。樣品面積設為 10mm×40mm，測量條件設為測量溫度範圍：-20℃～100℃、升溫速度：2℃/min、測量頻率：1.0Hz、測量模式：拉伸測量，進行了樣品的動態黏彈性（損耗正切 Tanδ）的測量。

從測量的結果可知，電聲轉換薄膜的頻率 1Hz、60℃下的損耗正切（Tanδ）為 0.04。

【0188】 [實施例 2-2]

使用了在實施例 1-3 中製作之電聲轉換薄膜，除此以外，與實施例 2-1 同樣地製作了電聲轉換器。

【0189】 [實施例 2-3]

使用了在實施例 1-5 中製作之電聲轉換薄膜，除此以外，與實施例 2-1 同樣地製作了電聲轉換器。

【0190】 [實施例 2-4]

作為振動板使用厚度 300μm 的 PET 薄膜，除此以外，與實施例 2-1 同樣地製作了電聲轉換器。另外，該振動板係不具有氧化矽膜之 PET 薄膜。

【0191】 [實施例 2-5]

使用了在實施例 1-3 中製作之電聲轉換薄膜，除此以外，與實施例 2-4 同樣地製作了電聲轉換器。

【0192】 [實施例 2-6]

使用了在實施例 1-5 中製作之電聲轉換薄膜，除此以外，與實施例 2-4 同樣地製作了電聲轉換器。

【0193】 [實施例 2-7]

作為振動板使用厚度 300μm 的聚碳酸酯薄膜，除此以外，與實施例 2-1 同樣地製作了電聲轉換器。

【0194】 [實施例 2-8]

使用了在實施例 1-3 中製作之電聲轉換薄膜，除此以外，與實施例 2-7 同樣地製作了電聲轉換器。

【0195】 [實施例 2-9]

使用了在實施例 1-5 中製作之電聲轉換薄膜，除此以外，與實施例 2-7 同樣地製作了電聲轉換器。

【0196】 [實施例 2-10]

使用氰基乙基化支鏈澱粉（Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.製）代替氰基乙基化 PVA，除此以外使用與實施例 1-5 同樣地製作之電聲轉換薄膜，除此以外，與實施例 2-9 同樣地製作了電聲轉換器。

【0197】 [實施例 2-11]

作為振動板使用厚度 300μm 的聚乙烯薄膜，除此以外，與實施例 2-1 同樣地製作了電聲轉換器。

【0198】 [比較例 2-1]

使用在比較例 1-1 中製作之電聲轉換薄膜，作為振動板使用在 100μm 的 PET 薄膜的兩面蒸鍍 50μm 的氧化矽膜之薄膜，除此以外，與實施例 2-1 同樣地製作了電聲轉換器。

【0199】 [比較例 2-2]

使用了在比較例 1-1 中製作之電聲轉換薄膜，除此以外，與實施例 2-11 同樣地製作了電聲轉換器。

【0200】 [比較例 2-2]

使用氰基乙基化支鏈澱粉（Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.製）代替氰基乙基化 PVA，除此以外使用與比較例 1-1 同樣地製作之電聲轉換薄膜，除此以外，與比較例 2-2 同樣地製作了電聲轉換器。

【0201】 [評價]

＜在高溫環境下的聲壓的變化＞

如下評價了基於所製作之電聲轉換器的溫度的聲壓的變化。

將所製作之電聲轉換器在 25℃的環境下放置 24 小時。然後，在 25℃下，藉由使用恆流型功率放大器之正弦波掃描測量，在 50Hz～20kHz 的範

圍內測量電聲轉換器的聲壓級-頻率特性，求出了 1kHz 的聲壓。另外，計測用微音器配置於貼附有電聲轉換薄膜之中心的正上方 10cm 的位置。

【0202】 接下來，將電聲轉換器在 60℃的環境下放置 24 小時。然後，在 60℃的環境下，以與上述相同的方式，測量電聲轉換器的聲壓級-頻率特性，求出了 1kHz 的聲壓。

【0203】 計算在上述中求出之在 25℃的環境下的聲壓與在 60℃的環境下的聲壓之差。若聲壓差小於 5dB，則為合格，若為 5dB 以上，則為不合格。

【0204】 ＜溫度循環試驗前後的聲壓的變化＞

使所製作之電聲轉換器以 5℃/min 從 25℃升溫至 60℃，接下來以 5℃/min 從 60℃冷卻至 25℃，進行了 1 次溫度循環試驗。連續 50 循環重複該溫度循環試驗，使循環結束後的電聲轉換器在 25℃環境下適應 24 小時之後，進行了在 25℃下的聲壓的評價。聲壓的評價方法為，藉由與上述相同的聲壓級-頻率特性的測量求出 1kHz 的聲壓。

接下來，比較循環試驗前的 25℃下的聲壓與循環試驗後的聲壓。

將結果示於表 2 中。

【0205】 [表 2]

	電聲轉換器					評價				
	熱膨脹係數 ppm/℃	熱膨脹係數之差 ppm/℃	振動板	電聲轉換薄膜		聲壓		聲壓差	聲壓	聲壓差
			熱膨脹係數 ppm/℃	熱膨脹係數 ppm/℃	tanδ	25℃ dB	60℃ dB	25→60℃ dB	循環試驗後 dB	循環試驗前後 dB
實施例 2-1	21	0	20	20	0.04	79.4	78.4	1	79.4	0
實施例 2-2	40	31	20	51	0.15	79.5	78.3	1.2	79	0.5
實施例 2-3	65	79	20	99	0.09	78.9	76.5	2.4	75.5	3.4
實施例 2-4	38	32	52	20	0.04	79.7	79	0.7	78.8	0.9
實施例 2-5	50	1	52	51	0.15	78.8	76.7	2.1	78.4	0.4

實施例 2-6	74	47	52	99	0.09	79	76.5	2.5	76.9	2.1
實施例 2-7	50	55	75	20	0.04	78.5	75.9	2.6	75.7	2.8
實施例 2-8	50	24	75	51	0.15	80.1	78	2.1	78.9	1.2
實施例 2-9	91	24	75	99	0.09	79.3	76.3	3	78.1	1.2
實施例 2-10	91	24	75	99	0.02	78.8	75.7	3.1	74.5	4.3
實施例 2-11	98	170	190	20	0.04	78.2	74.5	3.7	66.1	12.1
比較例 2-1	9	4	10	6	0.05	68.5	58.2	10.3	53.3	15.2
比較例 2-2	118	83	190	107	0.05	78.8	72.3	6.5	72.3	6.5
比較例 2-3	118	83	190	107	0.02	78.6	71.7	6.9	69.5	9.1

【0206】　由表 2 可知，本發明的實施例 2-1～2-11 與比較例相比，在 25℃的環境下的聲壓與在 60℃的環境下的聲壓之差較小。亦即，可知本發明的電聲轉換器能夠抑制在高溫環境下壓電轉換效率降低。

比較例 2-1 的壓電體層脆弱，在高溫環境下由於壓電體層內的空隙膨脹而造成損傷，聲壓顯著降低。

又，比較例 2-2、比較例 2-3 在高溫環境下壓電體層內的壓電體粒子之間的間隔變寬而聲壓降低。

【0207】　又，從實施例 2-1～2-11 的對比可知，電聲轉換器的熱膨脹係數係 16ppm/℃～70ppm/℃為較佳。

又，從實施例 2-1～2-3 的對比、實施例 2-4～2-6 的對比、實施例 2-7～2-9 的對比、實施例 2-10 及 2-11 的對比等可知，電聲轉換薄膜的熱膨脹係數與振動板的熱膨脹係數之差越小，則在高溫環境下的聲壓降低越小，並且在溫度循環試驗前後的聲壓的降低越小。尤其，在電聲轉換薄膜的熱膨脹係數與振動板的熱膨脹係數之差大於 80ppm/℃之實施例 2-11 中，熱膨脹係數之差較大，因此在電聲轉換薄膜與振動板之間發生一部分剝離，從而聲壓降低。

又，從實施例 2-9 及實施例 2-10 的對比可知，電聲轉換薄膜的頻率 1Hz、60℃下的損耗正切（Tanδ）係 0.03 以上為較佳。

如上所述，本發明的效果明顯。

[產業上之可利用性]

【0208】 能夠較佳地利用於揚聲器及微音器等音頻設備以及壓力感測器等各種用途。

【符號說明】

【0209】

10、10L:電聲轉換薄膜

10a、10c:片狀物

10b:積層體

12:振動板

14、56、60:積層壓電元件

16、19:貼附層

20:壓電體層

24:下部電極

26:上部電極

28:下部保護層

30:上部保護層

34:基質

36:壓電體粒子

43:外殼

45:壓電揚聲器

45a:立起部

46:黏彈性支撐體

48:框體

50、51:電聲轉換器

58:芯棒

PS:電源

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】

一種電聲轉換薄膜，其係具有在含有高分子材料之基質中含有壓電體粒子之高分子複合壓電體及形成於前述高分子複合壓電體的兩面之電極層，

前述電聲轉換薄膜的熱膨脹係數為 12ppm/℃～100ppm/℃。

【請求項 2】

如請求項 1 所述之電聲轉換薄膜，其係具有：

保護層，積層於前述電極層的與前述高分子複合壓電體側的表面相反的一側的表面。

【請求項 3】

如請求項 1 或請求項 2 所述之電聲轉換薄膜，其中

前述高分子複合壓電體在厚度方向上被極化。

【請求項 4】

如請求項 1 或請求項 2 所述之電聲轉換薄膜，其中

前述高分子複合壓電體在壓電特性上不具有面內各向異性。

【請求項 5】

如請求項 1 或請求項 2 所述之電聲轉換薄膜，其中

前述高分子材料在常溫下具有黏彈性。

【請求項 6】

一種電聲轉換器，其係具有：

電聲轉換薄膜，具有在含有高分子材料之基質中含有壓電體粒子之高

分子複合壓電體及形成於前述高分子複合壓電體的兩面之電極層；及

振動板，積層於前述電聲轉換薄膜上，

前述電聲轉換器的熱膨脹係數為 12ppm/℃～100ppm/℃。

【請求項 7】

如請求項 6 所述之電聲轉換器，其中

前述電聲轉換薄膜的熱膨脹係數與前述振動板的熱膨脹係數之差的絕對值為 0ppm/℃～80ppm/℃。

【請求項 8】

如請求項 6 或請求項 7 所述之電聲轉換器，其中

前述電聲轉換薄膜的熱膨脹係數為 12ppm/℃～100ppm/℃。

【請求項 9】

如請求項 6 或請求項 7 所述之電聲轉換器，其中

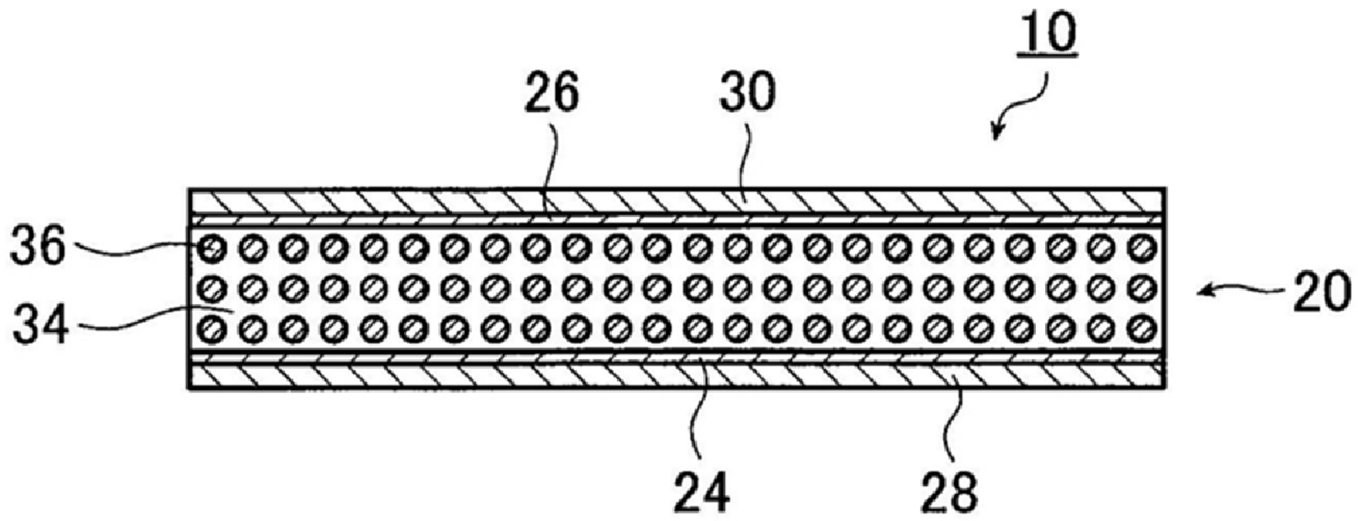
前述電聲轉換薄膜的基於動態黏彈性測量的頻率 1Hz、60℃下的損耗正切（Tanδ）為 0.03 以上。

【請求項 10】

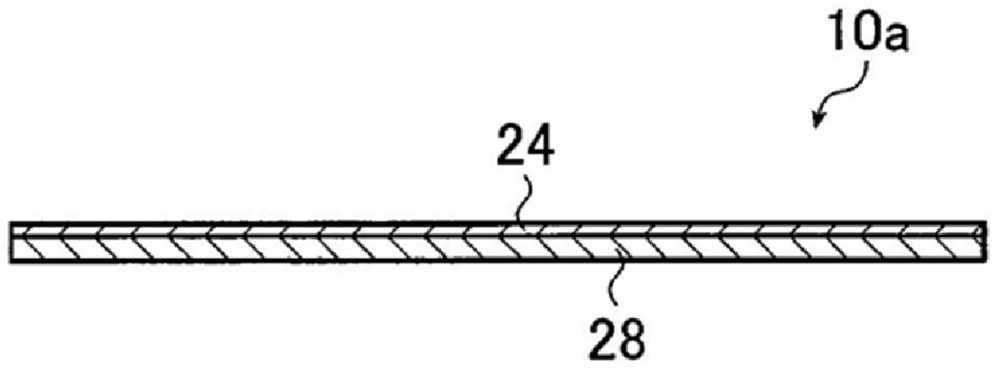
如請求項 6 或請求項 7 所述之電聲轉換器，其中

前述電聲轉換薄膜具有積層於前述電極層的與前述高分子複合壓電體側的表面相反的一側的表面之保護層。

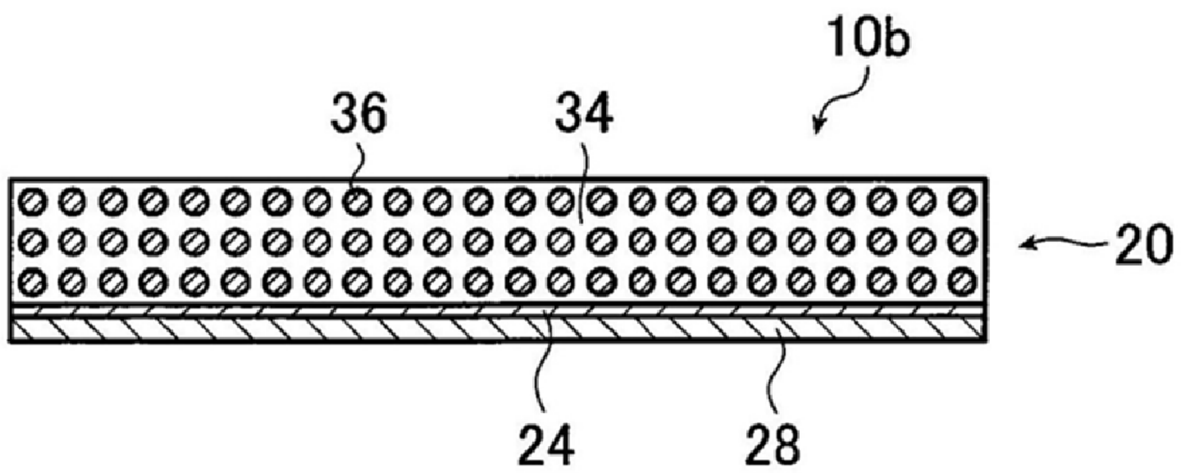
【發明圖式】



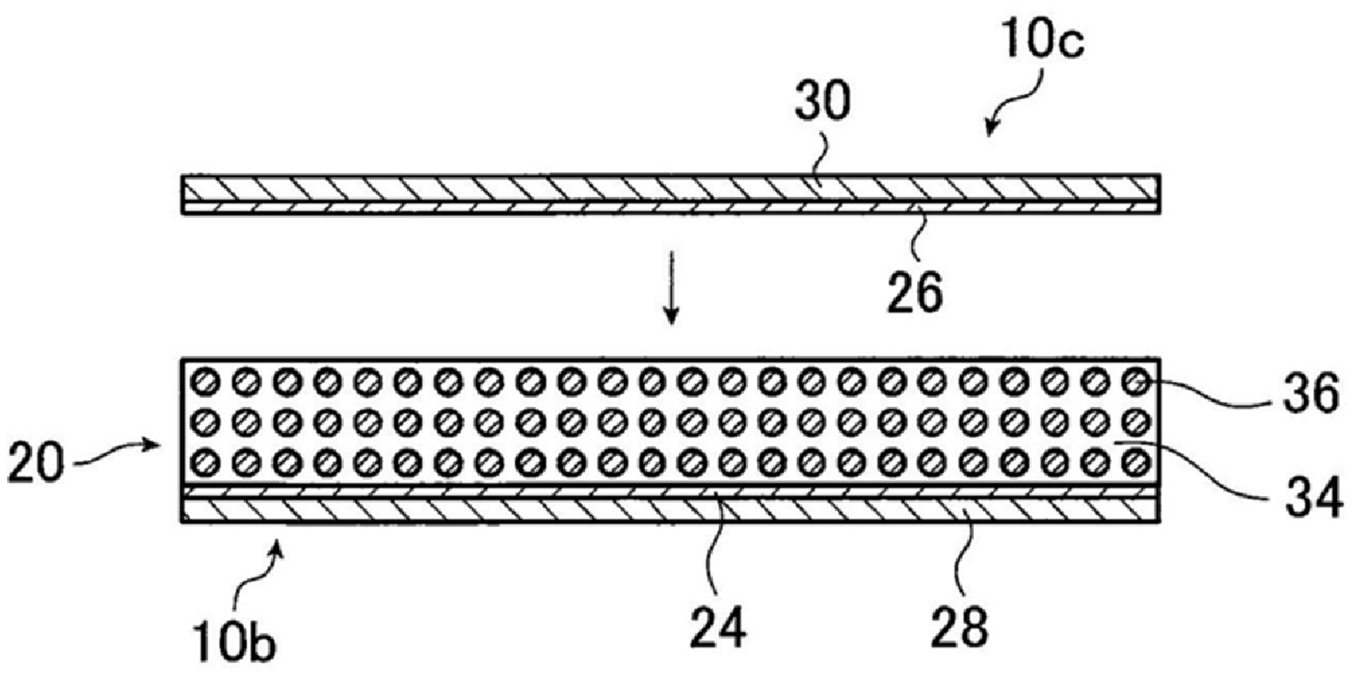
【圖1】



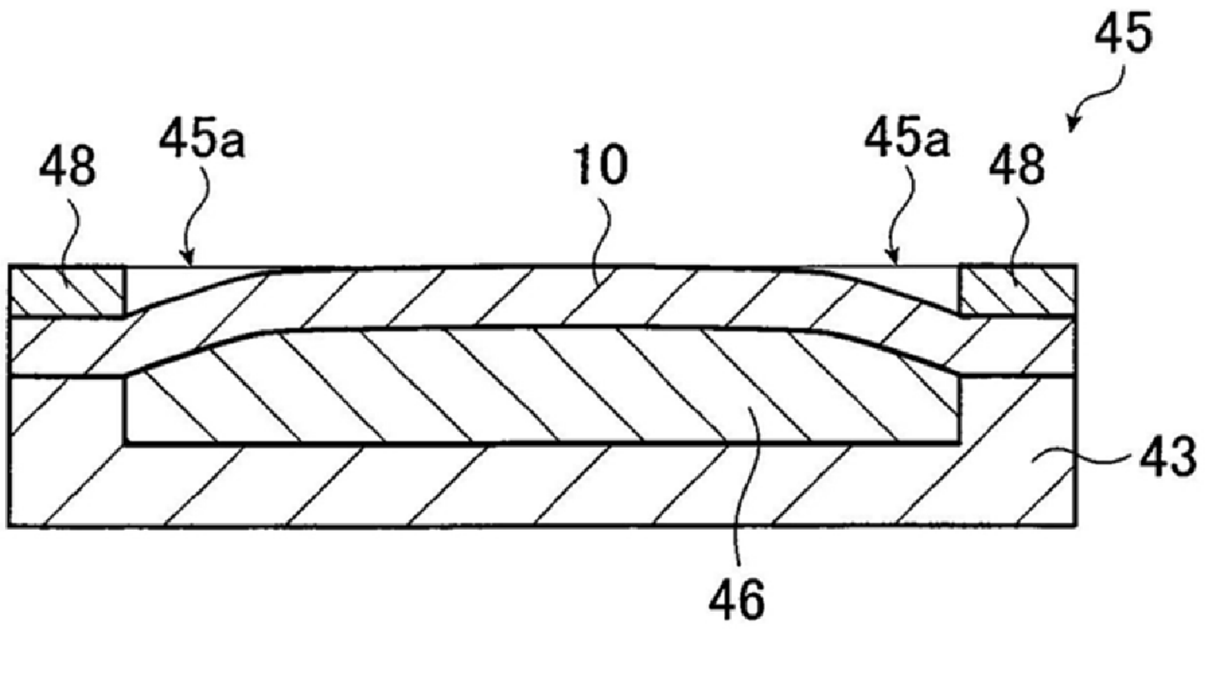
【圖2】



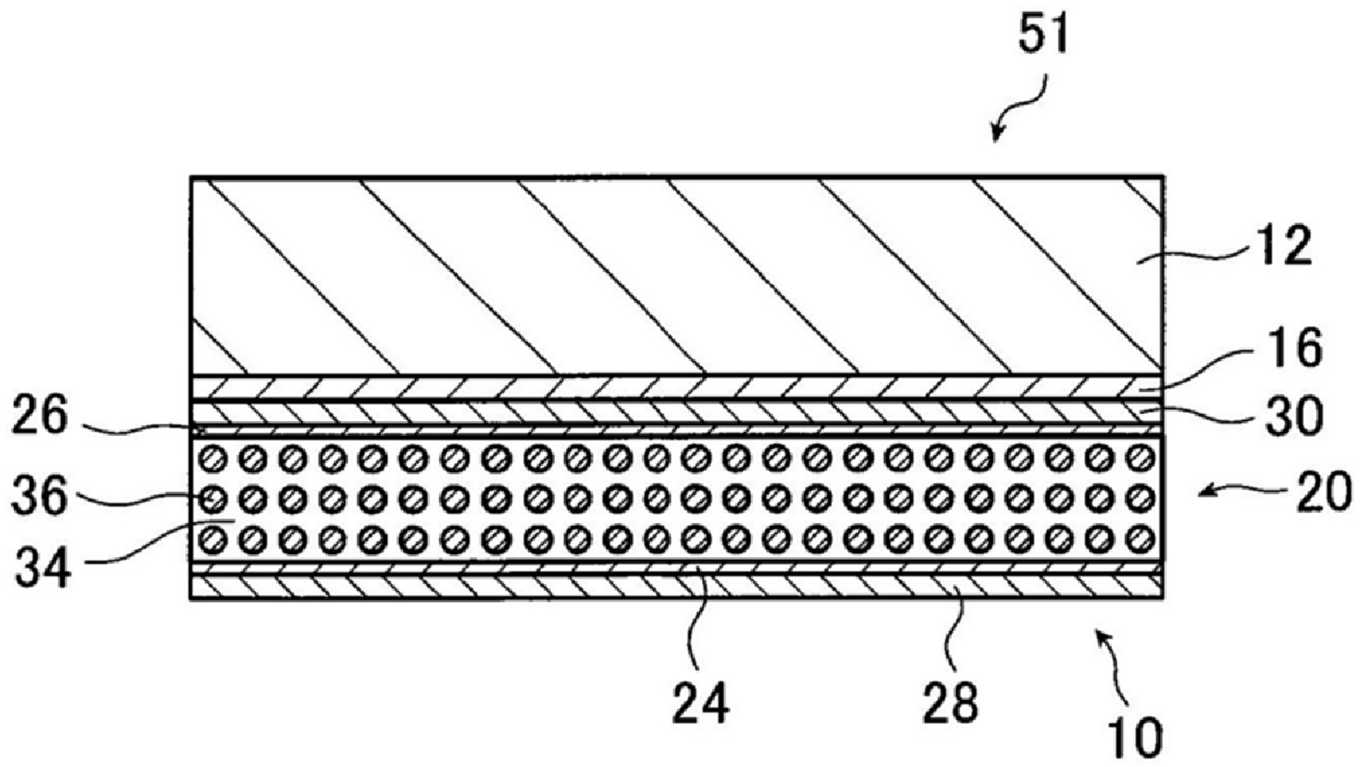
【圖3】



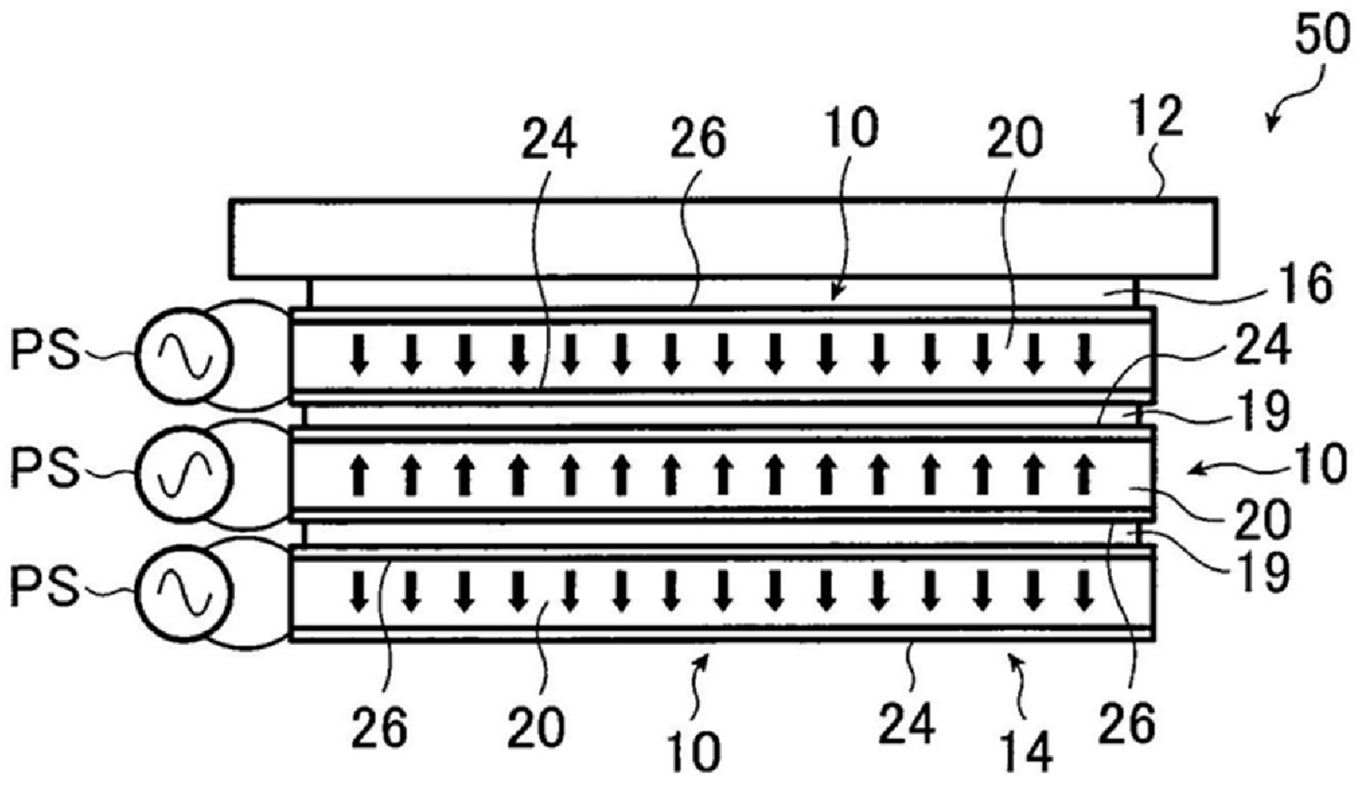
【圖4】


45
48
45a
10
45a
48
43
46

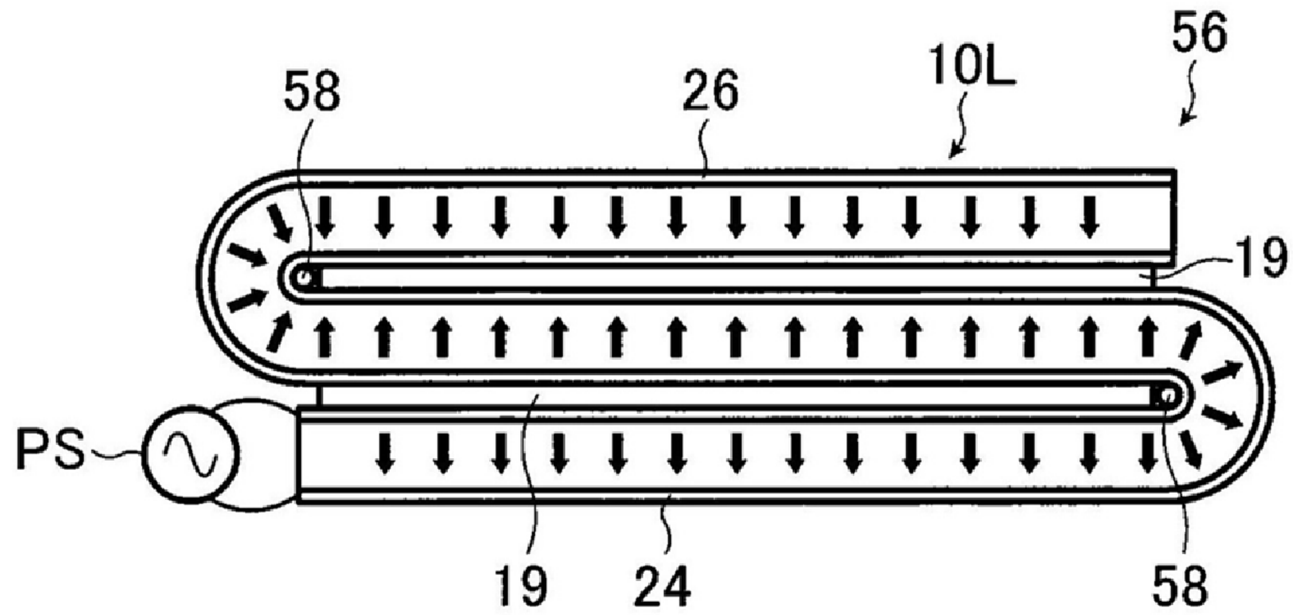
【圖5】


51
12
16
26
30
36
20
34
24
28
10

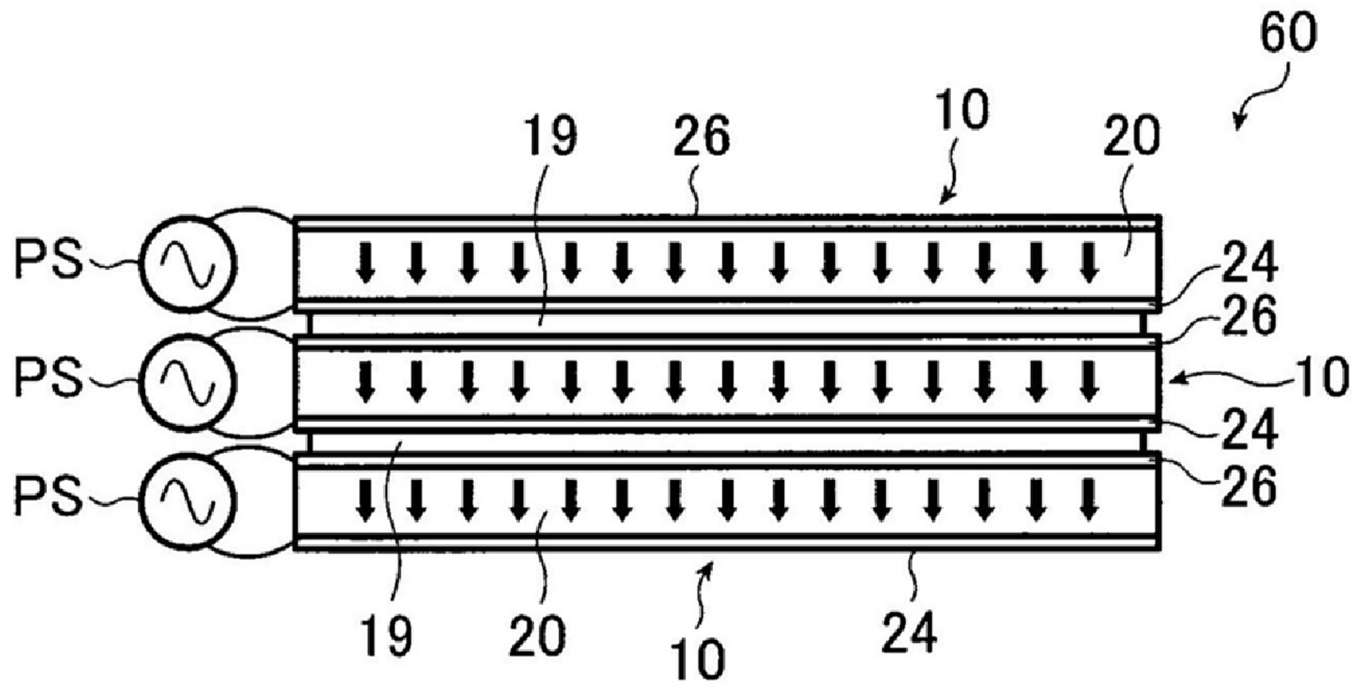
【圖6】


50
24
26
10
20
12
16
PS
24
19
PS
10
20
PS
19
26
20
10
24
14
26

【圖7】


58
26
10L
56
19
PS
19
24
58

【圖8】


60
19
26
10
20
PS
PS
PS
24
26
10
24
26
19
20
10
24

【圖9】