202323051

(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 202323051 A

(43)公開日： 中華民國 112 (2023) 年 06 月 16 日

(21)申請案號：111135270 (22)申請日： 中華民國 111 (2022) 年 09 月 19 日

(51)Int. Cl.： *B32B27/18 (2006.01)* *B32B27/30 (2006.01)*
B32B7/12 (2006.01) *H01L41/312 (2013.01)*
H04R17/00 (2006.01)

(30)優先權：2021/09/28 日本 2021-157585

(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：小原直浩 OHARA, NAOHIRO (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：10 項 圖式數：9 共 52 頁

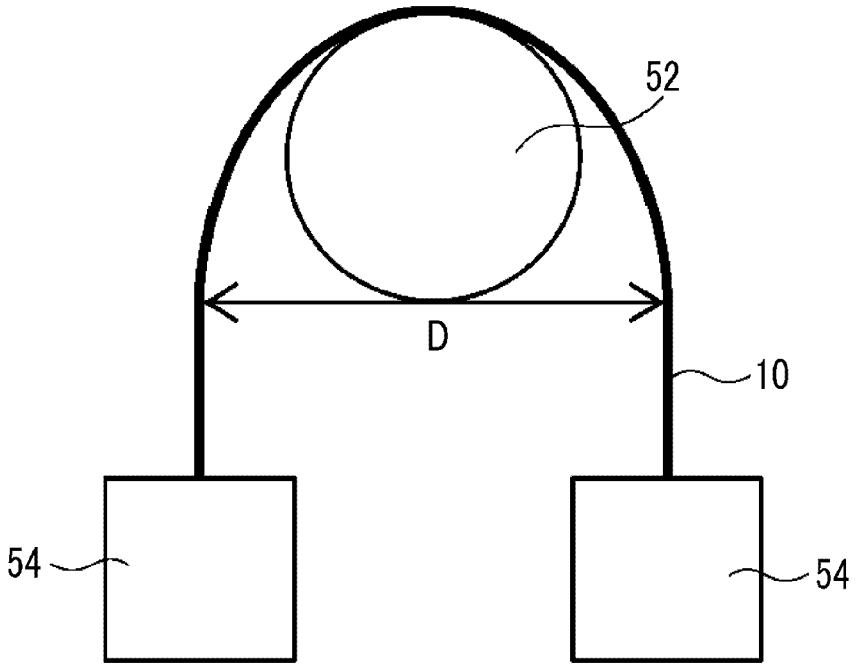
(54)名稱

壓電元件及壓電揚聲器

(57)摘要

本發明的課題為提供一種壓電元件及使用該壓電元件之壓電揚聲器，前述壓電元件係積層了壓電膜之壓電元件，在壓電揚聲器中被用作激發器時，能夠較佳地捲取壓電揚聲器。本發明的壓電元件藉由如下來解決課題：前述壓電元件係用黏貼層黏貼藉由積層複數層壓電膜而相鄰之壓電膜而成，在切割成 20×50mm、在 20mm 的邊施加 100g 的重物、吊掛在半徑 2.5mm 的圓桿時的圓桿的下端部的壓電元件的距離為 9.5mm 以下。

指定代表圖：



符號簡單說明：

10:壓電元件

52:圓桿

54:重物

D:水平方向距離

【圖7】

【發明摘要】

【中文發明名稱】壓電元件及壓電揚聲器

【英文發明名稱】PIEZOELECTRIC DEVICE AND PIEZOELECTRIC SPEAKER

【中文】

本發明的課題為提供一種壓電元件及使用該壓電元件之壓電揚聲器，前述壓電元件係積層了壓電膜之壓電元件，在壓電揚聲器中被用作激發器時，能夠較佳地捲取壓電揚聲器。本發明的壓電元件藉由如下來解決課題：前述壓電元件係用黏貼層黏貼藉由積層複數層壓電膜而相鄰之壓電膜而成，在切割成20×50mm、在20mm的邊施加100g的重物、吊掛在半徑2.5mm的圓桿時的圓桿的下端部的壓電元件的距離為9.5mm以下。

【指定代表圖】圖7

【代表圖之符號簡單說明】

10:壓電元件

52:圓桿

54:重物

D:水平方向距離

【發明說明書】

【中文發明名稱】壓電元件及壓電揚聲器

【英文發明名稱】PIEZOELECTRIC DEVICE AND PIEZOELECTRIC SPEAKER

【技術領域】

【0001】 本發明有關一種壓電元件及使用該壓電元件之壓電揚聲器。

【先前技術】

【0002】 藉由與各種物品接觸並安裝來使物品振動並發出聲音之所謂激發器（激子）被利用於各種用途。

例如，若在辦公室中，進行現場發表和電話會議等時，藉由在會議桌、白板及屏幕等安裝激發器而能夠輸出聲音來代替揚聲器。在汽車等車輛中，能夠藉由在控制台、A 柱及天花板等中安裝激發器而發出引導音、警告音及音樂等。又，如混合車及電動汽車那樣，在不發出引擎音之汽車之情況下，藉由在保險桿等中安裝激發器而能夠從保險桿等中發出車輛接近通知音。

【0003】 在這種激發器中，作為產生振動之可變元件，已知有線圈和磁鐵的組合、以及偏心馬達及線性共振馬達等振動馬達等。

該等可變元件難以薄型化。尤其，關於振動馬達存在如下難點：為了增加振動力而需要增加質量體、用於調節振動態程度之頻率調變較難且響應速度慢等。

【0004】 另一方面，近年來，例如，依據對應於具有撓性之顯示器的要求等，對揚聲器亦要求具有撓性。然而，這種由激發器及振動板組成之構成難以與具有撓性之揚聲器匹配。

【0005】 還考慮到藉由在具有撓性之振動板上黏貼具有撓性之激發器來設為具有撓性之揚聲器。

例如，在專利文獻 1 中，作為具有振動板和激發器之揚聲器，記載了如下一種揚聲器（電聲換能器）：基於激發器的動態黏彈性測量之頻率 1Hz 下的損耗正切在 0～50℃的溫度範圍內具有極大值，其極大值為 0.08 以上，進而，激發器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為振動板的厚度與楊氏模量的乘積的 3 倍以下。

在專利文獻 1 中，作為對該揚聲器較佳之激發器，例示出如下一種積層壓電元件：在壓電體層的兩面設置電極層，並且藉由積層複數層具有保護層之壓電膜並接著以覆蓋電極層。又，作為較佳的壓電膜，例示出如下一種壓電膜：壓電體層係在包含高分子材料之基質中，分散壓電體粒子而成之高分子複合壓電體。

【0006】 積層了壓電膜之積層壓電元件藉由與壓電膜通電而壓電膜沿面方向伸縮。因此，能夠實現如下壓電揚聲器：藉由將該積層壓電元件黏貼於振動板來作為激發器，並且藉由所積層之壓電膜的伸縮運動而振動板彎曲並在與板面正交之方向上振動，從而振動板輸出聲音。

【0007】 [專利文獻 1]國際公開第 2020/179353 號

【0008】 在專利文獻 1 中所記載之用作激發器之積層壓電元件具有非常良好的撓性。尤其，壓電膜、其中積層了將高分子複合壓電體用作壓

電體層之壓電膜之積層壓電元件具有特別良好的撓性。

因此，在專利文獻 1 中所記載之壓電揚聲器藉由使用具有良好的撓性之振動板，不僅能夠實現折彎、彎曲及折疊等，而且能夠實現捲取之壓電揚聲器。

【0009】 作為在具有撓性之振動板上黏貼積層壓電元件而成之壓電揚聲器的捲取方法，例如，例示出在振動板的端部設置卷芯，並且以動力旋轉該卷芯來捲取壓電揚聲器之方法。

又，關於這種壓電揚聲器的捲取，以較小的力適當地捲取在較小直徑的卷芯上為較佳。

【0010】 然而，在先前的積層壓電元件中，即使在使用撓性充分高的振動板之情況下，亦存在如下情況：例如，依據卷芯的直徑而產生所捲取之壓電揚聲器的鬆卷和/或成為鬆卷的預兆之捲取層間的間隙等，無法進行充分並且良好的捲取。

【發明內容】

【0011】 本發明的目的係為了解決這種先前技術的問題點，提供一種壓電元件及使用該壓電元件之壓電揚聲器，前述壓電元件係積層了壓電膜之壓電元件，例如，在作為激發器而黏貼於使用能夠捲取之振動板之壓電揚聲器的振動板時，能夠較佳地捲取壓電揚聲器。

【0012】 為了實現這種目的，本發明具有以下構成。

[1]一種壓電元件，其係藉由積層複數層壓電膜而將積層並相鄰之壓電膜用黏貼層黏貼而成，其中

在切割成 20×50mm、在雙方的 20mm 的邊施加 100g 的重物、吊掛在半徑 2.5mm 的圓桿時的圓桿的下端部的位置的水平方向的距離為 9.5mm 以下。

[2]如[1]所述之壓電元件，其中

黏貼相鄰之壓電膜之黏貼層的厚度為 10μm 以下。

[3]如[1]或[2]之任一項所述之壓電元件，其中

壓電膜具有壓電體層、設置於壓電體層的兩面之電極層及設置成覆蓋電極層之保護層。

[4]如[3]所述之壓電元件，其中

壓電體層的厚度為 45μm 以上。

[5]如[3]或[4]所述之壓電元件，其中

壓電體層係在高分子材料中具有壓電體粒子之高分子複合壓電體。

[6]如[5]所述之壓電元件，其中

高分子材料具有氰乙基。

[7]如[6]所述之壓電元件，其中

高分子材料係氰乙基化聚乙烯醇。

[8]如[1]至[7]之任一項所述之壓電元件，其係藉由折返 1 張壓電膜而積層複數層壓電膜者。

[9]一種壓電揚聲器，其係將[1]至[8]之任一項所述之壓電元件黏貼至具有撓性之振動板而成。

[10]如[9]所述之壓電揚聲器，其中

振動板係顯示元件。

[發明效果]

【0013】 依據這種本發明，在積層了壓電膜之壓電元件中，在作為激發器而黏貼了使用能夠捲取之振動板之壓電揚聲器的振動板時，能夠較佳地捲取壓電揚聲器。

【圖式簡單說明】

【0014】 圖 1 係示意性地表示本發明的壓電元件的一例之圖。

圖 2 係示意性地表示本發明的壓電元件的另一例之圖。

圖 3 係示意性地表示本發明的壓電元件中所使用之壓電膜的一例之圖。

圖 4 係用於說明壓電膜的製作方法的一例之示意圖。

圖 5 係用於說明壓電膜的製作方法的一例之示意圖。

圖 6 係用於說明壓電膜的製作方法的一例之示意圖。

圖 7 係用於說明本發明的壓電元件的一例之示意圖。

圖 8 係示意性地表示本發明的壓電元件的另一例之圖。

圖 9 係示意性地表示本發明的壓電揚聲器的一例之圖。

【實施方式】

【0015】 以下，關於本發明的壓電元件及壓電揚聲器，基於所添加之圖式中示出之較佳實施態樣，進行詳細說明。

【0016】 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。

又，在以下示出之圖為用於說明本發明的壓電元件及壓電揚聲器之示

意圖。故，各構件及各部位的大小、厚度、形狀、以及位置關係等與實際物體不同。

【0017】 在本發明中，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。

進而，在本發明中，附加於電極層及保護層等之第 1 及第 2 係指為了方便區別基本相同的 2 個構件，並且說明本發明的壓電元件及壓電揚聲器而附加者。故，該等構件中的第 1 及第 2 並無技術意義，又，與實際使用狀態及相互位置關係等無關。

【0018】 圖 1 中示意性地示出本發明的壓電元件的一例。

圖 1 中示出之壓電元件 10 係藉由將具有撓性之壓電膜 12 以波紋管形狀折返複數次而積層複數層壓電膜 12 者。壓電膜 12 係分別地在壓電體層 26 的一面具有第 1 電極層 28、在另一面具有第 2 電極層 30、在第 1 電極層 28 的表面設置第 1 保護層 32、在第 2 電極層 30 的表面設置第 2 保護層 34 者。

又，在壓電元件 10 中，藉由折返而積層並相鄰之壓電膜 12 藉由黏貼層 20 來黏貼。

【0019】 在後面進行詳細敘述。關於本發明的壓電元件（積層壓電元件），在切割成 20×50mm、在雙方的 20mm 的邊施加 100g 的重物、吊掛在半徑 2.5mm 的圓桿時，圓桿的下端部的位置的水平方向的壓電元件的距離為 9.5mm 以下。

本發明的壓電元件 10 藉由具有這種構成，例如，在作為激發器而黏貼於使用具有撓性之振動板之壓電揚聲器的振動板之情況下，即使用小直徑

的卷芯捲取壓電揚聲器時，亦能夠防止產生所捲取之壓電揚聲器的鬆卷及成為所捲取之壓電揚聲器的鬆卷的預兆之捲取層間的間隙等。

關於這一點，在後面進行詳細敘述。

【0020】 圖式例的壓電元件 10 係將矩形（長方形）的壓電膜 12 以等間隔折返 4 次而積層 5 層的壓電膜 12 者。

【0021】 另外，在本發明的壓電元件 10 中，在折返矩形的壓電膜 12 之情況下，藉由壓電膜 12 的折返而形成之折返線在壓電元件 10 的平面形狀中，可以沿長邊方向一致，亦可以沿短邊方向一致。另外，壓電元件 10 的平面形狀係指，從壓電膜 12 的積層方向觀察壓電元件 10 時之形狀。

在以下說明中，為了方便將藉由壓電膜 12 的折返而形成之折返線亦即折返部的端部外側的頂部的線亦稱為“棱線”。

例如，若以 5cm 間隔沿 25cm 的方向折返 4 次 25×20cm 的矩形的壓電膜，則可得到積層了 5 層的壓電膜之、平面形狀為 5×20cm 的矩形且棱線與長邊方向的 20cm 一致之壓電元件（參閱圖 9）。又，若以 20cm 的間隔沿 100cm 的方向折返 4 次 100×5cm 的矩形的壓電膜，則可得到積層了 5 層的壓電膜之、平面形狀係相同的 5×20cm 的矩形且棱線與短邊方向的 5cm 一致之壓電元件。

【0022】 另外，作為較佳態樣，圖 1 中示出之壓電元件 10 係藉由折返矩形的壓電膜 12 而製作之平面形狀為矩形者。然而，在本發明的壓電元件中，壓電膜 12 的形狀不限於矩形，能夠利用各種形狀。

作為一例，例示出圓形、圓角長方形（長橢圓形）、橢圓形及六邊形等多邊形等。

【0023】 如上所述，壓電元件 10 係將壓電膜 12 折返複數次而積層者。圖式例的壓電元件 10 藉由折返 4 次壓電膜 12 而積層 5 層的壓電膜 12。又，積層並相鄰之壓電膜 12 藉由黏貼層 20 而黏貼。

本發明的壓電元件 10 藉由以這種方式積層複數個壓電膜 12 並黏貼相鄰之壓電膜 12，與使用了 1 張壓電膜之情況相比，能夠增加作為壓電元件的伸縮力。其結果，例如，能夠使後述之振動板以較大的力彎曲，並輸出高音壓的聲音。

【0024】 另外，本發明的壓電元件並不限制於藉由黏貼層 20 黏貼了藉由折返 1 張壓電膜 12 而積層並相鄰之壓電膜 12 之構成。

亦即，如圖 2 中示意性地表示那樣，本發明的壓電元件（積層壓電元件）可以係藉由黏貼層 20 而黏貼了藉由積層複數張切割片狀（單張紙狀）的壓電膜 12 並相鄰之壓電膜 12 之構成。

【0025】 如圖式例的壓電元件 10 那樣，藉由折返 1 張壓電膜 12 而積層了壓電膜 12 之構成，儘管積層有複數張壓電膜 12，亦能夠在後述之各電極層中設定 1 處壓電元件 10 亦即用於驅動壓電膜 12 之電極的引出。其結果，藉由折返 1 張壓電膜 12 而積層之壓電元件 10 能夠簡化構成及電極的佈線，進而，生產率亦優異。

又，該壓電元件 10 由於藉由折返 1 張壓電膜 12 而積層，因此藉由積層而相鄰之壓電膜彼此對向之電極層成為相同極性。其結果，從該壓電元件 10 即使電極層彼此接觸亦不會發生短路之觀點考慮亦有利。

【0026】 在本發明的壓電元件 10 中，壓電元件 10 中的壓電膜 12 的積層數並不限於圖式例的 5 層。亦即，在本發明的壓電元件 10 可以係積層

將壓電膜 12 折返 3 次以下之 4 層以下的壓電膜 12 者，或者係積層將壓電膜 12 折返 5 次以上之 6 層以上的壓電膜 12 者。

在本發明的壓電元件中，壓電膜 12 的積層數並無限制，2～10 層為較佳，3～7 層為更佳，4～6 層為進一步較佳。

關於這一點，積層圖 2 中示出之切割片狀的壓電膜 12 之構成亦相同。

【0027】 在本發明的壓電元件 10 中，壓電膜 12 的積層數越多，作為壓電元件的輸出越高，例如，在用作壓電揚聲器的激發器時，能夠輸出高音壓。相反，積層數越少，例如越有利於後述之壓電揚聲器的捲取。

故，關於本發明的壓電元件 10 中的壓電膜 12 的積層數，只要依據被黏貼之振動板的牢固度、被黏貼之振動板的大小、向振動板的黏貼位置、壓電膜 12 的牢固度、壓電元件 10 的壓電膜面方向的尺寸、對壓電元件 10 所要求之輸出（功率）、所要求之捲取性、卷芯直徑、使用於捲取之動力的大小及所要求之厚度的限制等來適當設定即可。

【0028】 在壓電元件 10 中，在藉由折返而積層之壓電膜 12 中，沿積層方向相鄰之壓電膜 12 彼此藉由黏貼層 20 來黏貼。

藉由黏貼層 20 而黏貼在積層方向上相鄰之壓電膜 12，能夠直接傳遞各壓電膜 12 的伸縮，作為積層了壓電膜 12 之積層體，能夠無浪費地驅動。

【0029】 在本發明中，若能夠黏貼相鄰之壓電膜 12，則黏貼層 20 能夠利用各種公知的黏貼劑（黏貼材料）。

故，黏貼層 20 可以係由接著劑（接著材料）組成之層，亦可以係由黏著劑（黏著材料）組成之層，亦可以係由具有接著劑和黏著劑雙方的特徵之材料組成之層。另外，接著劑係指，在貼合時具有流動性，然後成為固

體之黏貼劑。又，黏著劑係指，在貼合時為凝膠狀（橡膠狀）的柔軟的固體，然後凝膠狀的狀態亦不變化之黏貼劑。

又，黏貼層 20 可以係藉由塗佈液體等具有流動性之黏貼劑而形成者，亦可以係使用薄片狀的黏貼劑而形成者。

【0030】 其中，壓電元件 10 作為一例，用作激發器。亦即，關於壓電元件 10，藉由使所積層之複數張壓電膜 12 伸縮而自身伸縮，例如如後述使振動板 62 彎曲並振動而發出聲音。故，在壓電元件 10 中，所積層之各壓電膜 12 的伸縮直接被傳遞為較佳。若在壓電膜 12 之間存在如緩和振動之具有黏性之物質，則會導致壓電膜 12 的伸縮能量的傳遞效率變低而導致壓電元件 10 的驅動效率降低。

若考慮到這一點，則黏貼層 20 係相比由黏著劑組成之黏著劑層，可獲得固態且較硬的黏貼層 20 之由接著劑組成之接著劑層為較佳。作為更佳的黏貼層 20，具體而言，可較佳地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。

【0031】 在壓電元件 10 中，黏貼層 20 的厚度並無限制，只要依據黏貼層 20 的形成材料，適當設定能夠顯現充分的黏貼力之厚度即可。

其中，關於壓電元件 10，黏貼層 20 越薄越提高壓電體層 26 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 20 厚且剛性高，則有時可能會限制壓電膜 12 的伸縮。

若考慮到這一點，則黏貼層 20 薄於壓電體層 26 為較佳。亦即，在壓

電元件 10 中，黏貼層 20 硬且薄為較佳。具體而言，黏貼層 20 的厚度係黏貼後的厚度為 0.1～50μm 為較佳，0.1～30μm 為更佳，0.1～10μm 為進一步較佳。

尤其，從能夠將後述之圖 7 中示出之距離 D（水平方向距離 D）較佳地設為 9.5mm 以下之觀點考慮，黏貼層 20 的厚度以黏貼後的厚度計為 10μm 以下為較佳，5μm 以下為更佳。

【0032】 在本發明的壓電元件中，壓電膜 12 只要係能夠彎曲和拉伸之具有撓性者，則能夠利用各種公知的壓電膜 12。

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。

【0033】 在本發明的壓電元件 10 中，壓電膜 12 作為較佳態樣，具有設置於壓電體層 26 的兩面之電極層及包覆電極層而設置之保護層。

圖 3 中利用剖面圖示意性地表示壓電膜 12 的一例。在圖 3 等中，為了簡化圖式來清楚地示出構成，將省略陰影線。

另外，在以下說明中，若沒有特別說明，則“截面”表示壓電膜的厚度方向的截面。壓電膜的厚度方向係壓電膜的積層方向。

【0034】 如圖 3 所示那樣，圖式例的壓電膜 12 具有壓電體層 26、積層於壓電體層 26 的一個面之第 1 電極層 28、積層於第 1 電極層 28 之第 1 保護層 32、積層於壓電體層 26 的另一個面之第 2 電極層 30、積層於第 2 電極層 30 之第 2 保護層 34。

【0035】 如上所述，本發明的壓電元件 10 藉由折返 1 張壓電膜 12

而積層壓電膜 12。

因此，即便積層了複數張壓電膜 12，但用於處進行用於驅動壓電元件 10 亦即壓電膜 12 之電極的引出，能夠在後述之各電極層設置一處。其結果，能夠簡化壓電元件 10 的構成及電極佈線，進而，生產率亦優異。又，由於藉由折返 1 張壓電膜 12，藉由積層而相鄰之壓電膜彼此對向之電極層成為相同極性，因此即使電極層彼此接觸亦不發生短路。

【0036】 在壓電膜 12 中，壓電體層 26 能夠利用各種公知的壓電體層。

在壓電膜 12 中，如圖 3 中示意性地表示那樣，壓電體層 26 係在包含高分子材料之高分子基質 38 中包含壓電體粒子 40 之高分子複合壓電體為較佳。

【0037】 其中，高分子複合壓電體（壓電體層 26）為具備以下用件者為較佳。另外，本發明中，常溫係指 0～50℃。

（i）撓性

例如，以作為可攜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。

（ii）音質

揚聲器以 20Hz～20kHz 的音頻頻帶的頻率振動壓電體粒子，並藉由其振動能量使振動板（高分子複合壓電體）整體一體地振動以再現聲音。故，

為了提高振動能量的傳遞效率，對高分子複合壓電體要求適當的硬度。又，若揚聲器的頻率特性平滑，則隨著曲率的變化而最低共振頻率 f_0 變化時之音質的變化量亦減小。故，要求高分子複合壓電體的損耗正切適當大。

〔0038〕　眾所周知，揚聲器用振動板的最低共振頻率 f_0 由下述式給出。其中，s 為振動系統的剛性，m 為質量。

[數式 1]

$$\text{最低共振頻率：} f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{s}{m}}$$

此時，由於壓電膜的彎曲程度亦即彎曲部的曲率半徑變得越大，則機械剛性 s 下降，因此最低共振頻率 f_0 變小。亦即，有時依據壓電膜的曲率半徑而揚聲器的音質（音量、頻率特性）改變。

〔0039〕　綜上所述，要求高分子複合壓電體對於 20Hz～20kHz 的振動表現堅便，而對於數 Hz 以下的振動表現柔收。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。

〔0040〕　通常，高分子晶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（楊氏模量）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）運動而起之緩和被稱作主分散，可觀察到非常大的緩和現象。該主分散產生之溫度為玻璃轉移點（Tg），黏彈性緩和機構最明顯之顯現。

在高分子複合壓電體（壓電體片 26）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，從較佳地顯現該動作等方面考慮，將頻率 1Hz 中的玻璃轉移點 Tg 在常溫下之高分子材料用於高分子複合壓電體的基質中為較佳。

【0041】 成為高分子基質 38 之高分子材料在常溫下，基於動態黏彈性試驗的頻率 1Hz 中的損耗正切 Tanδ 的極大值為 0.5 以上為較佳。

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/壓電體粒子的界面的應力集中得到緩和，能夠期待高撓性。

【0042】 又，成為高分子基質 38 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 的音響振動表現堅硬。

【0043】 又，若成為高分子基質 38 之高分子材料在相對介電常數在 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，對高分子基質中的壓電體粒子需要更高之的電場，因此能夠期待較大的變形量。

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

【0044】 作為滿足該等條件之高分子材料，較佳地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。

【0045】 作為構成高分子基質 38 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，在壓電膜 12 中，壓電體層 26 作為高分子基質 38 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”。

【0046】 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。

【0047】 在壓電膜 12 中，壓電體層 26 的高分子基質 38 可以依據需要而併用複數個高分子材料。

亦即，以調節介電特性或機械特性等為目的，除在上述常溫下具有黏彈性之高分子材料以外，亦可以依據需要向在構成高分子複合壓電體之高分子基質 38 添加其他介電性高分子材料。

【0048】 作為能夠添加之介電性高分子材料，作為一例，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及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 26 的高分子基質 38 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。

【0049】 又，以調節高分子基質 38 的玻璃轉移點 Tg 為目的，除了介電性高分子材料以外，亦可以添加氯乙烯樹脂、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等。

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。

【0050】 在壓電體層 26 的高分子基質 38 中，在添加除了在常溫下具有黏彈性之高分子材料以外的高分子材料時之添加量並無限制，高分子基質 38 所佔之比例設為 30 質量%以下為較佳。

藉此，在不損害高分子基質 38 中的黏彈性緩和機構便能夠發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 40 或電極層的密接性提高等方面能夠獲得較佳的結果。

【0051】 成為壓電體層 26 之高分子複合壓電體係在這種高分子基質中包含壓電體粒子 40 者。壓電體粒子 40 被分散於高分子基質，較佳為被均勻（大致均勻）地分散。

壓電體粒子 40 較佳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 40 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。

【0052】 壓電體粒子40的粒徑只要依據壓電膜12的尺寸和用途而適當選擇即可。壓電體粒子 40 的粒徑為 1～10μm 為較佳。

藉由將壓電體粒子 40 的粒徑設在上述範圍內，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。

【0053】 在壓電膜 12 中，壓電體層 26 中的高分子基質 38 與壓電體粒子 40 的量比只要依據壓電膜 12 的面方向的大小及厚度、壓電膜 12 的用途、壓電膜 12 中所要求之特性等而適當地設定即可。

壓電體層 26 中的壓電體粒子 40 的體積分率為 30～80%為較佳，50～80%為更佳。

藉由將高分子基質 38 與壓電體粒子 40 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。

【0054】 又，在壓電膜 12 中，壓電體層 26 的厚度並無限制，只要依據壓電膜 12 的尺寸、壓電膜 12 的用途、壓電膜 12 所要求之特性等而適當地設定即可。

壓電體層 26 的厚度為 8～300μm 為較佳，8～200μm 為更佳，10～150μm 為進一步較佳，15～100μm 為特佳。

藉由將壓電體層 26 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。

【0055】 進而，壓電體層 26 的厚度為 45μm 以上為較佳。在上述範圍內，將壓電體層 26 的厚度設為 45μm 以上為更佳。

從藉由將壓電體層 26 的厚度設為 45μm 以上而能夠穩定地得到高輸出（伸縮力強）的壓電元件 10、減少壓電膜 12 的積層數來將壓電元件薄型化、能夠抑制壓電元件驅動時的耗電量的等觀點考慮，為較佳。

關於這一點，即使在壓電體層 26 不是高分子複合壓電體之情況下，亦相同。然而，壓電體層 26 係高分子複合壓電體之情況下，藉由將壓電體層 26 的厚度設為 45μm 以上，從在能夠得到上述優點的同時，亦能夠確保壓電膜 12 的充分的撓性之觀點考慮，為進一步較佳。

【0056】 壓電體層 26 沿厚度方向極化處理（polarization）為較佳。關於極化處理，在後面進行詳細敘述。

【0057】 另外，在壓電膜 12 中，壓電體層 26 並不限於如上所述那樣，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高分子基質 38 中包含壓電體粒子 40 之高分子複合壓電體。

亦即，在壓電膜 12 中，壓電體層能夠利用各種公知的壓電體層。

【0058】 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 40 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，從可獲得能夠在對於 20Hz～20kHz 的振動而言動作

較硬，對於數 Hz 以下的較慢的振動而言動作較軟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高分子基質 38 中，可較佳地利用包含壓電體粒子 40 之高分子複合壓電體。

【0059】 圖 3 中示出之壓電膜 12 具有：在這種壓電體層 26 的一面具有第 2 電極層 30，在第 2 電極層 30 的表面具有第 2 保護層 34，在壓電體層 26 的另一個面具有第 1 電極層 28，在第 1 電極層 28 的表面具有第 1 保護層 32 而成之構成。在壓電膜 12 中，第 1 電極層 28 與第 2 電極層 30 形成電極對。

換言之，構成壓電膜 12 之積層薄膜具有由電極對亦即第 1 電極層 28 及第 2 電極層 30 夾持壓電體層 26 的兩面，進而由第 1 保護層 32 及第 2 保護層 34 夾持而成之構成。

如此，由第 1 電極層 28 及第 2 電極層 30 夾持之區域依據所施加之電壓而驅動。

【0060】 壓電膜 12 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 26 之黏貼層及用於黏貼電極層及保護層之黏貼層。

黏貼劑可以係接著劑亦可以係黏著劑。又，黏貼劑亦能夠較佳地利用與從壓電體層 26 去除了壓電體粒子 40 之高分子材料亦即高分子基質 38 相同之材料。另外，黏貼層可以在第 1 電極層 28 側及第 2 電極層 30 側雙方具有，亦可以僅在第 1 電極層 28 側及第 2 電極層 30 側中的一方具有。

【0061】 在壓電膜 12 中，第 1 保護層 32 及第 2 保護層 34 被覆第 1 電極層 28 及第 2 電極層 30 之同時，起到對壓電體層 26 賦予適當的剛性和

機械強度之作用。亦即，在壓電膜 12 中，由包含高分子基質 38 和壓電體粒子 40 之壓電體層 26 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 12 中設置第 1 保護層 32 及第 2 保護層 34 以彌補該情況。

第 1 保護層 32 與第 2 保護層 34 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 32 及第 2 保護層 34 之情況下，將兩個構件亦統稱為保護層。

【0062】 保護層並無限制，能夠利用各種片狀物，作為一例，較佳地例示出各種樹脂薄膜。其中，出於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）、聚苯硫醚（PPS）、聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）、聚醚醯亞胺（PEI）、聚醯亞胺（PI）、聚醯胺（PA）、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薄膜被較佳地利用。

【0063】 保護層的厚度亦並無限制。又，第 1 保護層 32 及第 2 保護層 34 的厚度基本上相同，但是亦可以不同。

若保護層的剛性過高，則不僅限制壓電體層 26 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，保護層越薄越有利。

【0064】 若第 1 保護層 32 及第 2 保護層 34 的厚度分別在壓電體層 26 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可獲得較佳結果。

例如，在壓電體層 26 的厚度為 50μm 且第 1 保護層 32 及第 2 保護層

34 由 PET 組成之情況下，第 1 保護層 32 及第 2 保護層 34 的厚度分別為 100μm 以下為較佳，50μm 以下為更佳，25μm 以下為進一步較佳。

【0065】 另外，在本發明中，第 1 保護層 32 及第 2 保護層 34 係作為較佳態樣而使用者，並不是必須的構成要件。故，壓電膜 12 可以係僅具有第 1 保護層 32 者，亦可以係僅具有第 2 保護層 34 者，亦可以係不具有保護層者。

然而，若考慮到壓電膜 12 的機械強度、電極層的保護性等，則壓電膜至少具有 1 層保護層為較佳，如圖式例那樣，以覆蓋兩個電極層之方式具有 2 層的保護層為更佳。

【0066】 在壓電膜 12 中，在壓電體層 26 與第 1 保護層 32 之間設置第 1 電極層 28，在壓電體層 26 與第 2 保護層 34 之間設置第 2 電極層 30。第 1 電極層 28 及第 2 電極層 30 係用於向壓電體層 26 施加電壓者。藉由從電極層向壓電體層 26 施加電壓而伸縮壓電膜 12。

【0067】 第 1 電極層 28 與第 2 電極層 30 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 28 與第 2 電極層 30 之情況下，兩個構件亦統稱為電極層。

【0068】 在壓電膜中，電極層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、鉻、鉬、該等的合金、氧化銦錫及 PEDOT/PPS（聚乙烯二氧噻吩-聚苯乙烯磺酸）等的導電性高分子等。

其中，較佳地例示出銅、鋁、金、銀、鉑及氧化銦錫。其中，從導電性、成本及撓性等觀點考慮，銅為更佳。

【0069】 又，電極層的形成方法亦並無限制，能夠利用各種真空蒸鍍及濺鍍等氣相沈積法（真空成膜法）或基於電鍍之成膜或者黏貼由上述材料所形成之箔之方法、塗佈之方法等公知的方法。

其中，出於能夠確保壓電膜 12 的撓性等理由，作為電極層，尤其可較佳地利用藉由真空蒸鍍所成膜之銅及鋁的薄膜。其中，特別是較佳地利用基於真空蒸鍍而形成之銅的薄膜。

【0070】 第 1 電極層 28 及第 2 電極層 30 的厚度並無限制。又，第 1 電極 28 及第 2 電極 30 的厚度基本上相同，但是亦可以不同。

其中，與上述保護層同樣地，若電極層的剛性過高，則不僅限制壓電體層 26 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，則電極層越薄越有利。

【0071】 在壓電膜 12 中，電極層的厚度與楊氏模量的積低於保護層的厚度與楊氏模量之積，則不會嚴重損害撓性，因此為較佳。

例如，例示出第 1 保護層 32 及第 2 保護層 34 為 PET，並且第 1 電極層 28 及第 2 電極層 30 為銅之情況。此時，PET 的楊氏模量約為 6.2GPa，銅的楊氏模量約為 130GPa。故，若將保護層的厚度設為 25μm，則電極層的厚度為 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。

【0072】 壓電膜 12 具有由第 1 電極層 28 及第 2 電極層 30 夾持壓電體層 26，進而由第 1 保護層 32 及第 2 保護層 34 夾持該積層體之構成。

這種壓電膜 12 在常溫下存在基於動態黏彈性測量而得之頻率 1Hz 中的損耗正切（Tanδ）成為 0.1 以上之極大值為較佳。

藉此，即使壓電膜 12 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。

【0073】 壓電膜 12 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。

藉此，在常溫下壓電膜 12 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顯現。

【0074】 又，壓電膜 12 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^{6}～2.0×10^{6}N/m，在 50℃下為 1.0×10^{5}～1.0×10^{6}N/m。

藉此，壓電膜 12 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。

【0075】 進而，壓電膜 12 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。

【0076】 以下，參閱圖 4～圖 6，對壓電膜 12 的製造方法的一例進行說明。

首先，準備在圖 4 中示意性地示出之第 2 保護層 34 的表面形成有第 2 電極層 30 之片狀物 42b。進而，準備在圖 6 中示意性地示出之第 1 保護層 32 的表面形成有第 1 電極層 28 之片狀物 42a。

【0077】 片狀物 42b 可以藉由真空蒸鍍、濺鍍及電鍍等在第 2 保護層 34 的表面形成銅薄膜等作為第 2 電極層 30 來製作。同樣地，可以藉由真空蒸鍍、濺鍍、電鍍等在第 1 保護層 32 的表面上形成銅薄膜等作為第 1 電極層 28 來製作片狀物 42a。

或者，可以將在保護層上形成銅薄膜等之市售品片狀物用作片狀物 42b 和/或片狀物 42a。

片狀物 42b 及片狀物 42a 可以係相同者，亦可以係不同者。

【0078】 另外，關於保護層非常薄，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。

【0079】 接著，如圖 5 中示意性地表示那樣，在片狀物 42b 的第 2 電極層 30 上形成壓電體層 26，製作積層片狀物 42b 和壓電體層 26 之積層體 46。

【0080】 只要依據壓電體層 26 之公知的方法形成壓電體層 26 即可。例如，在圖 3 中示出之高分子基質 38 中分散壓電體粒子 40 而成之壓電體層（高分子複合壓電體層）中，作為一例，以如下方式製作。

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 40，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）、甲基乙基酮及環己酮等各種有機溶劑。

在準備片狀物 42b 並製備了塗料之後，將該塗料澆鑄（塗佈）於片狀物 42b 上，蒸發並乾燥有機溶劑。藉此，如圖 5 所示，製作在第 2 保護層 34 上具有第 2 電極層 30 且在第 2 電極層 30 上積層壓電體層 26 而成之積層

體 46。

【0081】 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 40 而成之熔融物，並藉由擠出成形等而在圖 4 中示出之片狀物 42b 上擠壓成薄片狀並進行冷卻，藉此製作如圖 5 所示之積層體 46。

【0082】 另外，如上所述，在壓電體層 26 中，除了在常溫下具有黏彈性之高分子材料以外亦可以向高分子基質 38 中添加 PVDF 等高分子壓電材料。

向高分子基質 38 中添加該等高分子壓電材料時，只要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。

【0083】 在形成壓電體層 26 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、加熱輥及一對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。

【0084】 又，對在第 2 保護層 34 上具有第 2 電極層 30，並且在第 2 電極層 30 上形成壓電體層 26 而成之積層體 46 的壓電體層 26 進行極化處理（polarization）。

壓電體層 26 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 28，並且利用第 1 電極層 28 及第 2 電極層 30 來進行電場極化處理。

又，在製造壓電膜 12 時，極化處理不是向壓電體層 26 的面方向而是沿厚度方向進行極化為較佳。

【0085】 接著，如圖 6 中示意性地表示那樣，在壓電積層體 46 的壓電體層 26 側積層之前準備之積層體 42a，並使第 1 電極層 28 朝向壓電體層 26。

進而，藉由第 1 保護層 32 及第 2 保護層 34 夾持該積層體，並且使用熱壓裝置及加熱輥等來進行熱壓接，以使積層體 46 與片狀物 42a 貼合。

藉此，製作由設置於壓電體層 26、壓電體層 26 的兩面之第 1 電極層 28 及第 2 電極層 30 以及形成於電極層的表面之第 1 保護層 32 及第 2 保護層 34 組成之壓電膜 12。

【0086】 藉由以這種方式製作之壓電膜 12 僅沿面方向而且沿厚度方向極化，並且即使在極化處理後不進行延伸處理亦可獲得較高的壓電特性。因此，壓電膜 12 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。

【0087】 如上所述，壓電元件 10 係藉由折返壓電膜 12 而積層複數層，並且將積層並相鄰之壓電膜 12 彼此藉由黏貼層 20 而黏貼而成者。或者，如圖 2 所示，係藉由黏貼層 20 而黏貼將切割片狀的壓電膜 12 積層複數張而積層並相鄰之壓電膜 12 彼此而成者。

【0088】 其中，如圖 7 中示意性地表示那樣，關於本發明的壓電元件 10，在切割成 20×50mm、在雙方的 20mm 的邊施加 100g 的重物 54、吊掛

在半徑 2.5mm 的圓桿 52 時的圓桿 52 的下端部的位置的水平方向的壓電元件 10 的距離 D 為 9.5mm 以下。

本發明的壓電元件 10 藉由具有這種構成，例如，在具有振動板及黏貼於振動板之激發器之壓電揚聲器中，在作為激發器而黏貼於具有撓性且能夠捲取之振動板之情況下，能夠實現能夠以不產生鬆卷和/或成為鬆卷的預兆之捲取層間的間隙等之狀態適當地捲取之壓電揚聲器。

【0089】 如上所述，藉由在具有撓性之振動板上黏貼具有撓性之激發器而能夠實現具有撓性之揚聲器。

藉由積層壓電膜 12 並用黏貼層 20 黏貼之壓電元件（積層壓電元件）10，尤其積層了將高分子複合壓電體用作壓電體層之壓電膜 12 之壓電元件 10 具有非常良好的撓性。因此，藉由使用能夠捲取之振動板，能夠實現能夠捲取之壓電揚聲器。

【0090】 作為能夠捲取之壓電揚聲器的捲取方法，例如，例示出在振動板的端部設置卷芯，用動力旋轉該卷芯來捲取振動板及積層壓電元件之方法。

又，關於這種壓電揚聲器的捲取，以較小的力適當地捲取在較小直徑的卷芯上為較佳。

【0091】 然而，在先前的使用了壓電元件之能夠捲取之壓電揚聲器中，即使在使用撓性充分高的振動板之情況下，例如，亦存在如下情況：依據卷芯的直徑而產生所捲取之壓電揚聲器的鬆卷和/或成為鬆卷的預兆之捲取層間的間隙等，無法充分地進行良好的捲取。在以下說明中，為了方便，將壓電揚聲器的鬆卷和/或在捲取層間產生間隙亦稱為“纏繞紊亂”。

亦即，即使振動板具有充分的撓性、以不產生纏繞紊亂之狀態捲取之情況下，在振動板與壓電元件的黏貼部，振動板的剛性與壓電元件的剛性重疊。因此，在該部分導致如下情況：阻礙壓電揚聲器的捲取，又，試圖使捲取之壓電揚聲器恢復到原始狀態之力變強。其結果，例如，壓電揚聲器的卷芯為小直徑時等，不能夠較佳地捲取壓電揚聲器，導致壓電揚聲器的纏繞紊亂。

【0092】 相對於此，如圖 7 所示，關於本發明的壓電元件 10，在切割成20×50mm、在雙方的20mm的邊施加100g的重物54、吊掛在半徑2.5mm的圓桿 52 時的圓桿 52 的下端部的位置的水平方向的壓電元件 10 的距離 D 為 9.5mm 以下。

在以下說明中，為了方便，該距離 D 亦稱為『水平方向距離 D』。

這種本發明的壓電元件 10 即使在捲取直徑小之情況下，亦能夠以較小的力進行不產生纏繞紊亂之較佳的捲取。因此，依據本發明的壓電元件 10，例如，在作為激發器而黏貼於能夠捲取之振動板之情況下，能夠實現能夠以不產生纏繞紊亂之狀態較佳地捲取之壓電揚聲器。

【0093】 在本發明的壓電元件 10 中，關於水平方向距離 D 的測量，在溫度為 23±3℃、濕度為 65±20%RH 的環境下放置 24 小時以上成為測量對向的壓電元件 10 之後，在該環境下進行。

另外，在該環境下的放置係在將成為測量對向之壓電元件 10 切割成 20×50mm 之後進行。又，關於壓電元件 10 的切割，以切割成 20×50mm 之壓電元件不包含於壓電膜 12 的折返部（棱線）之方式進行。進而，重物 54 的安裝時刻並無限制，在該環境下放置之後，在該環境下進行為較佳。

又，關於水平方向距離 D 的測量，將附加了重物 54 之壓電元件 10 吊掛在圓桿 52 之後，經過 10～60 秒鐘之時間點進行。

附加了重物 54 之壓電元件 10 以 2 個重物 54 的位置在垂直方向上成為相同高度之方式，吊掛在圓桿 52。亦即，水平方向距離 D 的測量在 2 個重物 54 的垂直方向上的高度相等之狀態下進行。換言之，水平方向距離 D 的測量在藉由圓桿 52 而將吊在壓電元件 10 的 50cm 的方向二等分之狀態下進行。

【0094】 如上所述，如圖 7 所示，關於本發明的壓電元件 10，在切割成 20×50mm、在雙方的 20mm 的邊施加重力為 100g 的重物 54、吊掛在半徑 2.5mm 的圓桿 52 時的圓桿 52 的下端部的位置的水平方向的壓電元件 10 的距離 D（水平方向距離 D）為 9.5mm 以下。故，在所切割之壓電元件 10 中，20mm 的邊係與圖 7 的紙面垂直之方向，50mm 的邊係圖 7 中倒 U 字形的邊。

重物 54 的安裝位置只要係 20cm 的邊亦即長邊方向（50cm 的方向）的端部，則可以係任意位置，但較佳為安裝於 20cm 的邊的中央。

重物 54 可以使用黏貼劑及黏著膠帶等直接黏貼於壓電元件 10 的 20cm 的邊，或者，使用鉤、弦及膠帶等懸掛構件，從壓電元件 10 的 20cm 的邊懸掛重物 54。

其中，鉤等懸掛構件的重量亦影響圓桿 52 的下端部的位置的水平方向的壓電元件 10 的距離 D 的值，因此懸掛構件使用 2g 以下的構件為較佳。或者，重物 54 與懸掛構件的合計重量可以設為 100g。亦即，重物 54 可以包含懸掛構件。

另外，將重物 54 從壓電元件的 20cm 的邊懸掛之情況下，鉤等懸掛構件與壓電元件 10 的卡合位置依據懸掛方向而設為盡可能在 20cm 的邊的附近亦即所切割之壓電元件 10 的長邊方向的端部附近。

【0095】 本發明的壓電元件 10 的水平方向距離 D 為 9.5mm 以下。

若水平方向距離 D 超過 9.5mm，則例如在卷芯的直徑小之情況下，捲取壓電元件時產生纏繞紊亂。因此，藉由將水平方向距離 D 超過 9.5mm 的壓電元件黏貼於例如能夠捲取之振動板來製作能夠捲取之壓電揚聲器之情況下，依據卷芯的直徑而壓電揚聲器產生纏繞紊亂。

在本發明的壓電元件 10 中，水平方向距離 D 只要係 9.5mm 以下即可，但短者為較佳。在本發明的壓電元件 10 中，水平方向距離 D 為 8.5mm 以下為較佳。另外，水平方向距離 D 最短為 5mm。

【0096】 在本發明的壓電元件 10 中，水平方向距離 D 能夠利用各種方法進行控制。

作為一例，能夠藉由適當地調節和/或選擇壓電膜 12 的積層數、黏貼層 20 的形成材料（市售品的種類）、黏貼層 20 的厚度、壓電體層 26 的形成材料、壓電體層 26 的厚度、電極層的形成材料及電極層的厚度等中的 1 個以上來控制壓電元件 10 的水平方向距離 D。又，壓電膜 12 具有保護層之情況下，除了上述以外，保護層的形成材料及保護層的厚度亦能夠用作水平方向距離 D 的控制手段。

另外，如上所述，壓電體層 26 的厚度為 45μm 以上為較佳。亦即，藉由將壓電體層 24 的厚度設為 45μm 以上，可得到高輸出亦即伸縮力強，並且即使在卷芯的直徑小時捲曲形狀亦良好的壓電元件 10。

【0097】 本發明的壓電元件 10 藉由對第 1 電極層 28 及第 2 電極層 30 施加驅動電壓而伸縮壓電體層 26。因此，需要將第 1 電極層 28 及第 2 電極層 30 和外部電源等外部裝置進行電連接。

第 1 電極層 28 及第 2 電極層 30 與外部裝置連接之方法能夠利用公知的各種方法。

【0098】 作為一例，如圖 8 中示意性地表示那樣，在一方的端部延長壓電膜 12，設置從積層有壓電膜 12 之區域突出之突出部 12a。另外，例示出在該突出部 12a 設置用於與外部裝置電連接之引線之方法。

另外，在本發明中，突出部具體地表示，對於平面形狀而言，亦即成為從積層方向觀察時，不與其他壓電膜 12 重複之單層的區域。

【0099】 另外，雖然在圖 8 中例示出藉由折返圖 1 中示出之 1 張壓電膜 12 而積層之壓電元件 10，但即使係積層圖 2 中示出之切割片狀的壓電膜 12 之構成，亦對各個壓電膜 12，同樣地，設置用於與外部裝置連接之引線即可。

【0100】 如圖 8 所示，在壓電元件 10 的突出部 12a 連接有用於與電源裝置等外部裝置電連接之第 1 引線 72 及第 2 引線 74。

第 1 引線 72 係從第 1 電極層 28 進行電性引出之配線，第 2 引線 74 係從第 2 電極層 30 進行電性引出之配線。在以下說明中，在不需要區別第 1 引線 72 和第 2 引線 74 之情況下，亦簡稱為引線。

【0101】 在本發明的壓電元件 10 中，電極層與引線的連接方法亦即引出方法並無限制，能夠利用各種方法。

作為一例，例示出如下方法：在保護層上形成貫通孔，為了填充貫通

孔而設置由銀膠等金屬膏形成之電極連接構件，在該電極連接構件中設置引線。

作為其他方法，例示出在電極層與壓電體層之間或者在電極層與保護層之間設置棒狀或片狀的引出用電極，將引線連接至該引出用電極之方法。或者，可以將引線直接插入到電極層與壓電體層之間或者電極層與保護層之間，將引線連接到電極層。

作為其他方法，例示出如下方法：使保護層及電極層的一部分從壓電體層沿面方向突出，將引線連接到突出的電極層。另外，引線與電極層的連接藉由使用銀膠等金屬膏之方法、使用焊料之方法、使用導電性的接著劑之方法等公知的方法來進行即可。

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。

【0102】 又，在壓電元件 10 中，並不延長壓電膜 12 的端部，如國際公開第 2020/095812 號的圖 18 中示出那樣，在壓電膜 12 的棱線的方向亦即與折返方向正交之方向上設置如從壓電膜突出之出島那樣的突出部，在此處可以設置用於連接外部裝置之引出配線。

進而，在本發明的壓電元件中，可以依據需要併用複數個該等突出部。

【0103】 如後所述，本發明的壓電元件 10 能夠利用於各種用途中。其中，本發明的壓電元件 10 作為藉由使振動板振動而輸出聲音之激發器而被較佳地利用。

【0104】 圖 9 中示意性地表示本發明的壓電揚聲器的一例。

本發明的壓電揚聲器係藉由將本發明的壓電元件 10 黏貼於振動板來用

作使振動板振動而輸出聲音之激發器者。

如圖 9 所示那樣，壓電揚聲器 60 係藉由黏貼層 68 而將壓電元件 10 黏貼於振動板 62 者。另外，在本發明的壓電揚聲器中，黏貼於 1 張振動板 62 之壓電元件的數量並不限制為 1 個，可以將複數個壓電元件 10 黏貼於 1 張振動板 62。又，例如，可以藉由將 2 個壓電元件 10 設置於 1 張振動板 62 並對各壓電元件 10 施加不同的驅動電壓而以 1 張振動板 62 輸出例如立體聲。

【0105】 在本發明的壓電揚聲器 60 中，振動板 62 並無限制，只要係作為藉由基於激發器的振動而輸出聲音之振動板發揮作用者，則能夠利用各種片狀物。

【0106】 在本發明的壓電揚聲器 60 中，作為振動板 62，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）、三乙醯纖維素（TAC）及環狀烯烴系樹脂等組成之樹脂薄膜、由發泡聚苯乙烯、發泡苯乙烯及發泡聚乙烯等組成之發泡塑膠片 、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。

又，本發明的壓電揚聲器 60 亦能夠較佳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顯示器等各種顯示元件等來作為振動板 62。

進而，本發明的壓電揚聲器 60 亦能夠較佳地利用智慧型手機、行動電

話、平板終端、膝上型電腦等個人電腦及智慧型手錶等隨身器件等電子元件來作為振動板 62。

除此之外，本發明的壓電揚聲器亦能夠較佳地利用不鏽鋼、鋁、銅及鎳等由各種金屬以及各種合金等組成之薄膜金屬來作為振動板 62。

【0107】 包括振動板 62 為顯示元件及電子元件等情況，振動板 62 係具有撓性者為較佳，能夠捲取為更佳。在本發明的壓電揚聲器中，顯示元件較佳地用作振動板 62，其中，較佳為具有撓性之顯示元件，其中尤其能夠捲取之顯示元件為較佳。

另外，本發明中，能夠捲取係指，與上述“具有撓性”相同地，與一般解釋中的能夠捲取之含義相同，表示能夠藉由捲起來捲取，具體而言，表示能夠以不產生破壞及損傷之狀態進行捲取，並且藉由鬆卷使所捲取之物體成為平板狀。

【0108】 在使用作為振動板及激發器的壓電元件之壓電揚聲器中，藉由使用能夠捲取之振動板 62 及能夠捲取之壓電元件，能夠實現能夠捲取之壓電揚聲器。能夠捲取之壓電揚聲器例如在振動板的端部固定卷芯而使用馬達等動力，或者手動旋轉該卷芯來捲取。

其中，如上所述，本發明的壓電揚聲器 60 將切割成 20×50mm，附加 100g 的重物 54，吊掛在半徑為 2.5mm 的圓桿 52 時的水平方向距離 D 為 9.5mm 以下的本發明的壓電元件 10 用作激發器。如上所述，本發明的壓電元件 10 即使係小直徑的卷芯，亦能夠以不產生纏繞紊亂之狀態較佳地捲取。

因此，本發明的壓電揚聲器 60 例如即使在卷芯為小直徑的情況下，亦能夠以不產生纏繞紊亂之狀態較佳地捲取。

【0109】 在本發明的壓電揚聲器 60 中，將振動板 62 與壓電元件 10 進行黏貼之黏貼層 68 並無限制，只要係能夠將振動板 62 與壓電元件 10（壓電膜 12）進行黏貼，則能夠利用各種黏貼劑。

在本發明的壓電揚聲器 60 中，將振動板 62 與壓電元件 10 進行黏貼之黏貼層 68 能夠利用各種與將上述相鄰之壓電膜 12 進行黏貼之黏貼層 20 相同者。又，較佳的黏貼層 68 亦相同。

【0110】 在本發明的壓電揚聲器 60 中，黏貼層 68 的厚度並無限制，只要依據黏貼層 68 的形成材料而適當地設定能夠顯現充分的黏貼力之厚度即可。

其中，在本發明的壓電揚聲器 60 中，黏貼層 68 薄者能夠提高壓電膜 12 的伸縮能量（振動能量）的傳遞效果並提高能量效率。又，若黏貼層厚且剛性高，則有可能會限制壓電元件 10 的伸縮。

若考慮到這一點，關於將振動板 62 與壓電元件 10 進行黏貼之黏貼層 68 的厚度，黏貼後的厚度為 10～1000μm 為較佳，30～500μm 為更佳，50～300μm 為進一步較佳。

【0111】 如上所述，在本發明的壓電元件 10 中，壓電膜 12 係由第 1 電極層 28 及第 2 電極層 30 夾持壓電體層 26 而成者。

壓電體層 26 係在高分子基質 38 中分散壓電體粒子 40 而成者為較佳。

【0112】 若對具有這種壓電體層 26 之壓電膜 12 的第 2 電極層 30 及第 1 電極層 28 施加電壓，則依據所施加之電壓而壓電體粒子 40 向極化方向伸縮。其結果，壓電膜 12（壓電體層 26）向厚度方向收縮。同時，由於帕松比的關係，壓電膜 12 亦沿面方向伸縮。

該伸縮為 0.01～0.1%左右。

如上所述，壓電體層 26 的厚度較佳為 8～300μm 左右。故，厚度方向的伸縮最大亦只是 0.3μm 左右為非常小。

相對於此，壓電膜 12 亦即壓電體層 26 在面方向上具有明顯大於厚度之尺寸。故，例如，若壓電膜 12 的長邊為 20cm，則藉由施加電壓，壓電膜 12 最大伸縮 0.2mm 左右。

【0113】 如上所述，壓電元件 10 係藉由折返而積層了 5 層壓電膜 12 而成者。又，壓電元件 10 藉由黏貼層 68 而黏貼於振動板 62。

藉由壓電膜 12 的伸縮而壓電元件 10 亦沿相同方向伸縮。藉由該壓電元件 10 的伸縮，振動板 62 彎曲，其結果，向厚度方向振動。

藉由該厚度方向的振動，振動板 62 發出聲音。亦即，振動板 62 依據施加於壓電膜 12 之電壓（驅動電壓）的大小來進行振動，並依據施加於壓電膜 12 之驅動電壓來發出聲音。

【0114】 其中，已知由 PVDF 等高分子材料組成之通常之壓電膜藉由在極化處理後沿單軸方向進行延伸處理來對延伸方向配向分子鏈並作為結果在延伸方向上可獲得較大的壓電特性。因此，通常之壓電膜的壓電特性具有面內各向異性，施加了電壓時的面方向的伸縮量有各向異性。

相對於此，在壓電元件 10 中，在圖 3 中示出之由高分子基質 38 中分散壓電體粒子 40 而成之高分子複合壓電體組成之壓電膜 12 即使在極化處理後不進行延伸處理亦可獲得較強的壓電特性，因此壓電特性中不具有面內各向異性，並在面方向上向所有方向各向同性地伸縮。亦即，在圖式例的壓電元件 10 中，構成壓電元件 10 之圖 3 中示出之壓電膜 12 二維上各向

同性地伸縮。依據在二維上各向同性地伸縮之這種積層了壓電膜 12 之壓電元件 10，與積層了僅向一個方向大幅度伸縮之 PVDF 等通常的壓電膜之情況相比，能夠以較大的力振動振動板 62，並能夠發出更大且優美之聲音。

【0115】 如上所述，圖式例的壓電元件 10 係積層了 5 層這樣的壓電膜 12 而成者。圖式例的壓電元件 10 進一步用黏貼層 20 將相鄰之壓電膜 12 彼此黏貼。

因此，即使每 1 片的壓電膜 12 的剛性低且拉伸力小，但藉由積層壓電膜 12，剛性變高，作為壓電元件 10 的拉伸力亦變大。其結果，壓電元件 10 即使為振動板 62 具有一定程度的剛性者，亦以較大的力使振動板 62 充分地彎曲並使振動板 62 充分地向厚度方向振動，能夠使振動板 62 發出聲音。

又，壓電體層 26 越厚，壓電膜 12 的拉伸力變得越大，但是使其伸縮相同量所需之驅動電壓相應地變大。其中，如上所述，在壓電元件 10 中，較佳的壓電體層 26 的厚度最大亦只有 300μm 左右，因此施加於各個壓電膜 12 之電壓小亦能夠充分地伸縮壓電膜 12。

【0116】 這種本發明的壓電元件除了如上所述的壓電揚聲器以外，例如能夠較佳地利用於各種感測器、音響元件、觸覺介面、超音波換能器、致動器、減振材料（阻尼器）及振動發電裝置等各種用途中。

具體而言，作為使用本發明的壓電元件之感測器，例示出聲波感測器、超音波感測器、壓力感測器、觸覺感測器、應變感測器及振動感測器等。使用本發明的壓電膜及積層壓電元件之感測器尤其在裂縫檢測等基礎結構的檢測及異物混入檢測等製造現場中的檢查中有用。

作為使用本發明的壓電元件之音響元件，除了如上所述的壓電揚聲器（激發器）以外，例示出擴音器、拾音器以及公知的各種揚聲器及激發器等。作為使用本發明的壓電元件之音響元件的具體用途，例示出使用於車、電列車、飛機及設備人等之雜訊消除器、人造聲帶、用於防止害蟲·有害動物侵入之蜂鳴器以及具有聲音輸出功能之家具、壁紙、照片、頭盔、護目鏡、頭靠、標牌及設備人等。

作為使用本發明的壓電元件之觸覺介面的應用例，例示出汽車、智慧型手機、智慧型手錶及遊戲機等。

作為使用本發明的壓電元件之超音波換能器，例示出超音波探頭及水中受波器等。

作為使用本發明的壓電元件之致動器的用途，例示出防止水滴附著、輸送、攪拌、分散及研磨等。

作為使用本發明的壓電元件之減振材料的應用例，例示出容器、載具、建築物以及滑雪板及球拍等運動器材等。

進而，作為使用本發明的壓電元件之振動發電裝置的應用例，例示出道路、地板、床墊、椅子、鞋子、輪胎、車輪及電腦鍵盤等。

【0117】 以上，對本發明的壓電元件及壓電揚聲器進行了詳細說明，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]

【0118】 以下，舉出本發明的具體的實施例，對本發明進行更詳細地說明。

【0119】 [壓電膜的製作]

藉由圖 4～圖 6 中示出之方法製作了如圖 3 中示出之壓電膜。

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 粒子使用了以相對於 Pb=1 莫耳成為 Zr=0.52 莫耳、Ti=0.48 莫耳之方式，用球磨機在 800℃下將成為主成分之 Pb 氧化物、Zr 氧化物及 Ti 氧化物的粉末進行濕式混合而成之混合粉末鍛燒 5 小時之後進行粉碎處理者。

【0120】 另一方面，準備了 2 張在厚度為 4μm 的 PET 薄膜上真空蒸鍍厚度為 0.1μm 的銅薄膜而成之片狀物。亦即，在本例中，第 1 電極層及第 2 電極層係厚度為 0.1μm 的銅蒸鍍薄膜，第 1 保護層及第 2 保護層成為厚度為 4μm 的 PET 薄膜。

在 1 張片狀物的銅薄膜（第 2 電極層）上，使用斜片式塗佈機，塗佈了用於形成預先製備之壓電體層之塗料。

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）之積層

體。

【0121】 對所製作之壓電體層（積層體），使用加熱輥對實施了壓延處理。加熱輥對的溫度設為 100℃。

在進行了壓延處理之後，將所製作之壓電體層沿厚度方向進行了極化處理。

【0122】 將另一張片狀物積層於積層體，以使銅薄膜（第 1 電極層）朝向壓電體層。

接著，藉由使用加熱輥對，以 120℃的溫度將積層體與片狀物的積層體進行熱壓接，從而藉由接著壓電體層與第 1 電極層，製作了如圖 3 所示之壓電膜。

【0123】 [實施例 1]

將所製作之壓電膜切割成 20×25cm 的矩形。

沿 25cm 的方向以 5cm 間隔重複進行設置黏貼層、折返 4 次壓電膜並用輥按壓來黏貼該壓電膜。藉此，製作了藉由黏貼積層 5 層壓電膜並相鄰地積層之壓電膜而成之平面形狀為 20×5cm 的如圖 1 中示出之壓電元件。故，壓電元件成為長度為 20cm 的邊成為棱線（折返線）。

黏貼層使用了 NEION Film Coatings Corp.製造之 NE-NCP3（厚度 3μm）。

【0124】 [實施例 2]

除了將黏貼層變更為 TESA 公司製造之 68548（厚度 10μm）以外，以與實施例 1 相同的方式製作了壓電元件。

【0125】 [比較例 1]

除了將黏貼層變更為 NITTO DENKO CORPORATION 製造之 5603（厚

度 30μm）以外，以與實施例 1 相同的方式製作了壓電元件。

[比較例 2]

除了將黏貼層變更為 NITTO DENKO CORPORATION 製造之 5919ML（厚度 50μm）以外，以與實施例 1 相同的方式製作了壓電元件。

[比較例 3]

除了將黏貼層變更為 TOYOCHEM CO., LTD.製造之 TSU0041SI（厚度 25μm）以外，以與實施例 1 相同的方式製作了壓電元件。

[比較例 4]

除了將黏貼層變更為 NITTO DENKO CORPORATION 製造之 FB-ML4-50S（厚度 50μm）以外，以與實施例 1 相同的方式製作了壓電元件。

【0126】 [捲取性的評價]

以遍及所製作之 5×20cm 的壓電元件的一個 5cm 的邊的整個區域之方式，黏貼了直徑為 20mm 的圓桿。藉由用手旋轉該圓桿，以圓桿作為卷芯，捲取了 5×20cm 的壓電元件。

關於所捲取之壓電元件，按以下基準評價了捲取性（纏繞紊亂）。

A：不產生鬆卷，並且亦不存在成為鬆卷的預兆之層間的間隙。

B：產生鬆卷及成為鬆卷的預兆之層間的間隙中的至少一者。

【0127】 [水平方向距離 D 的測量]

將所製作之 5×20cm 的壓電元件切割成 20×50mm。使用剪刀進行了切割。又，如上所述，切割時以切割成 20×50mm 之壓電元件不包含於壓電膜的折返部（棱線）之方式進行。

在溫度為 23℃、濕度為 65%RH 的環境下，將所切割之 20×50mm 的壓電元件保管了 27 小時。

然後，在該環境下，在所切割之壓電元件的 20cm 的邊的中心安裝了重量 100g 的重物。重物的安裝藉由玻璃紙膠帶來進行。

進而，在該環境下，為了使 2 個重物的位置在垂直方向上相等，將壓電元件掛在半徑 5mm 的金屬製圓桿上來懸掛。

在開始懸掛之後，經過了 15 秒鐘的時間點，使用鋼尺測量了圓桿的下端部的位置的水平方向距離 D。

將結果示於下述表中。

【0128】 [表 1]

	黏貼層			水平方向距離 D [mm]	捲取性
	廠商	型號	厚度 [μm]		
實施例 1	NEION Film Coatings Corp.	NE-NCP3	3	8.5	A
實施例 2	tesa tape K.K.	68548	10	9.5	A
比較例 1	NITTO DENKO CORPORATION	5603	30	11.5	B
比較例 2	NITTO DENKO CORPORATION	5919ML	50	13.5	B
比較例 3	TOYOCHEM CO., LTD.	TSU0041SI	25	13.5	B
比較例 4	NITTO DENKO CORPORATION	FB-ML4-50S	50	16.0	B

在所有的壓電元件中，壓電膜的積層數為 5 層

【0129】 如表中示出那樣，水平方向距離 D 為 9.5mm 以下的本發明的壓電元件在捲取到 20mm 的圓桿時，不產生鬆卷及成為鬆卷的預兆之層間的間隙，亦即沒有纏繞紊亂。故，藉由將該壓電元件黏貼於能夠捲取之振動板，可得到能夠以不產生鬆卷及成為鬆卷的預兆之層間的間隙之狀態

捲取之壓電揚聲器。

相對於此，水平方向距離 D 超過 9.5mm 之比較例的壓電元件在捲取到 20mm 的圓桿時，產生鬆卷及成為鬆卷的預兆的層間的間隙中的至少一者亦即纏繞紊亂。故，將該壓電元件黏貼於能夠捲取之振動板來作為壓電揚聲器之情況下，在捲取壓電揚聲器時，有可能產生鬆卷和/或成為鬆卷的預兆之層間的間隙。

藉由以上結果，本發明的效果明顯。

[產業上之可利用性]

【0130】 作為壓電揚聲器等，能夠較佳地利用於各種用途中。

【符號說明】

【0131】

10:壓電元件

12:壓電膜

12a:突出部

20,68:黏貼層

26:壓電體層

28:第 1 電極層

30:第 2 電極層

32:第 1 保護層

34:第 2 保護層

38:高分子基質

40:壓電體粒子

42a,42b:片狀物

46:積層體

52:圓桿

54:重物

60:壓電揚聲器

62:振動板

72:第 1 引線

74:第 2 引線

D:水平方向距離

M:最厚部

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】

一種壓電元件，其係用黏貼層黏貼藉由積層複數層壓電膜而被積層並相鄰之前述壓電膜而成，其中

在切割成 20×50mm、在雙方的 20mm 的邊施加 100g 的重物、吊掛在半徑 2.5mm 的圓桿時的前述圓桿的下端部的位置的水平方向的距離為 9.5mm 以下。

【請求項 2】

如請求項 1 所述之壓電元件，其中

黏貼相鄰之前述壓電膜的黏貼層的厚度為 10μm 以下。

【請求項 3】

如請求項 1 所述之壓電元件，其中

前述壓電膜具有壓電體層、設置於前述壓電體層的兩面之電極層及設置成覆蓋前述電極層之保護層。

【請求項 4】

如請求項 3 所述之壓電元件，其中

前述壓電體層的厚度為 45μm 以上。

【請求項 5】

如請求項 3 所述之壓電元件，其中

前述壓電體層係在高分子材料中具有壓電體粒子之高分子複合壓電體。

【請求項 6】

如請求項5所述之壓電元件，其中

前述高分子材料具有氰乙基。

【請求項7】

如請求項6所述之壓電元件，其中

前述高分子材料係氰乙基化聚乙烯醇。

【請求項8】

如請求項1所述之壓電元件，其係藉由折返1張前述壓電膜而積層了複數層前述壓電膜者。

【請求項9】

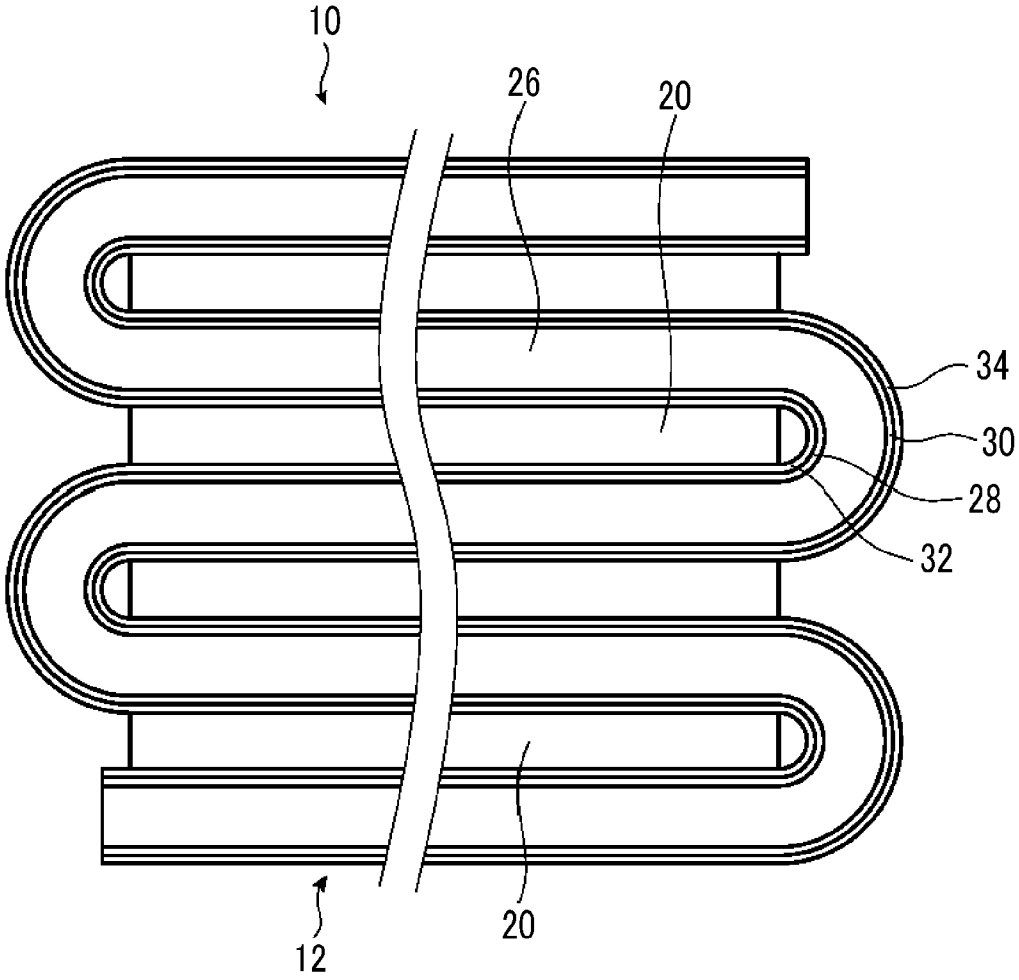
一種壓電揚聲器，其係將請求項1至請求項8之任一項所述之壓電元件黏貼至具有撓性之振動板而成。

【請求項10】

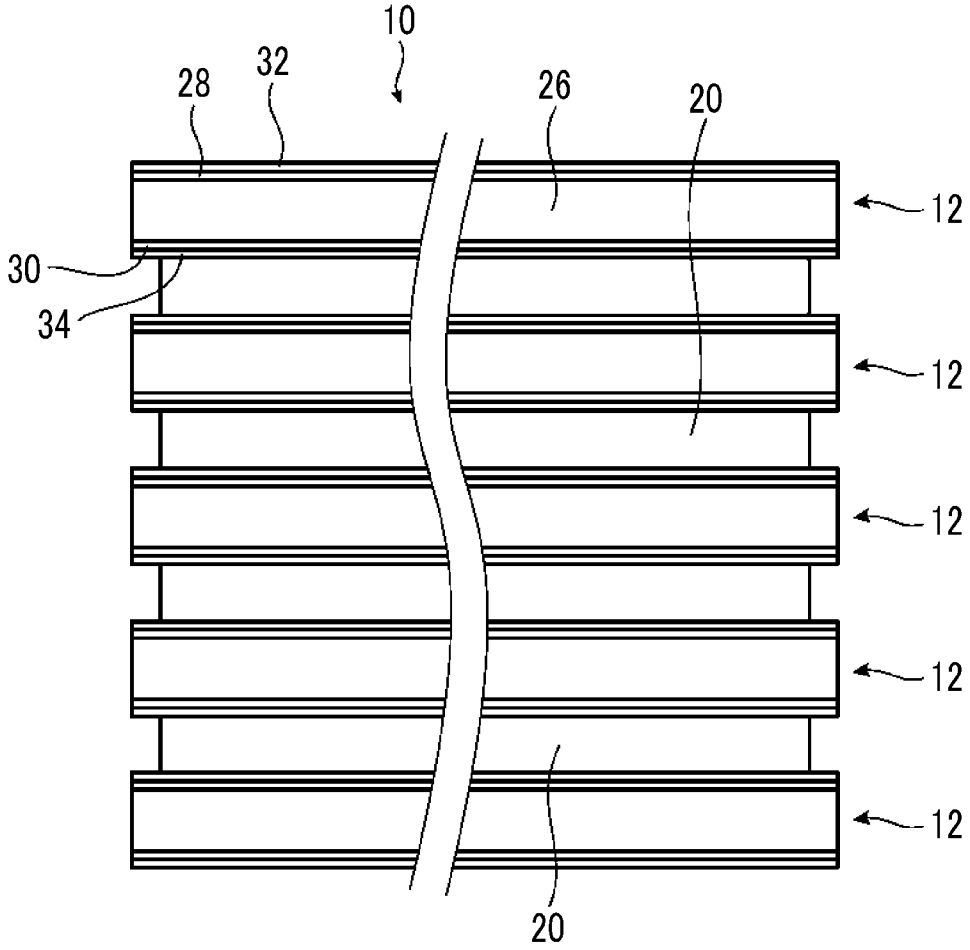
如請求項9所述之壓電揚聲器，其中

前述振動板係顯示元件。

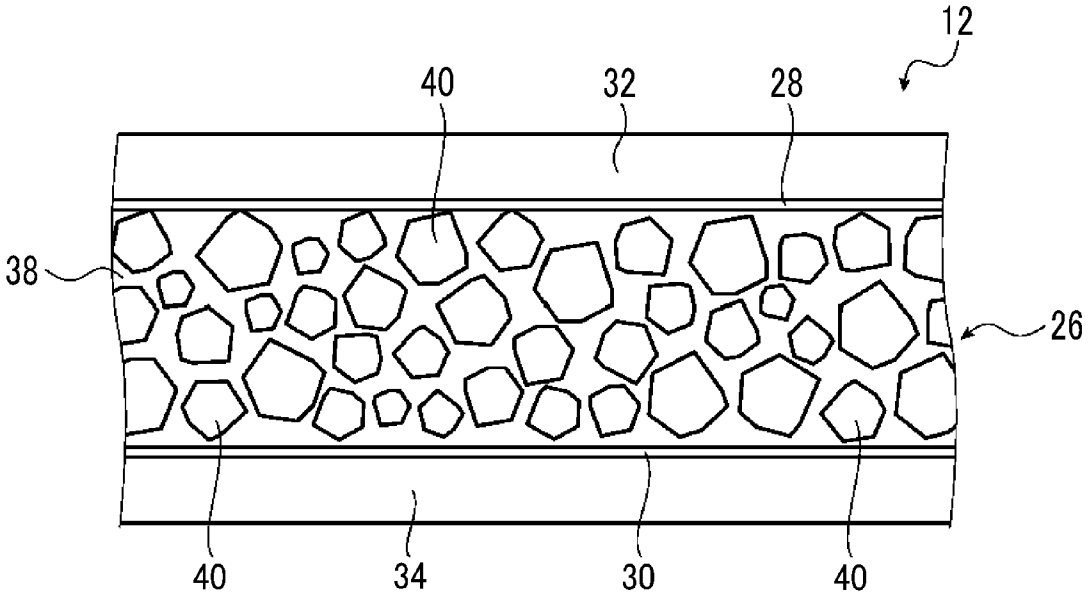
【發明圖式】



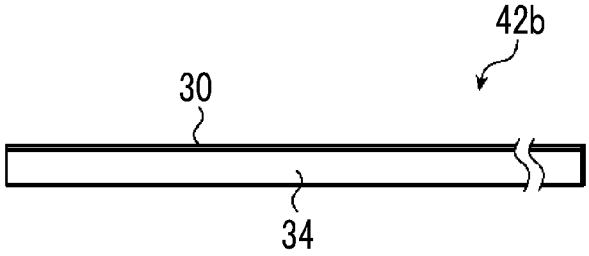
【圖1】



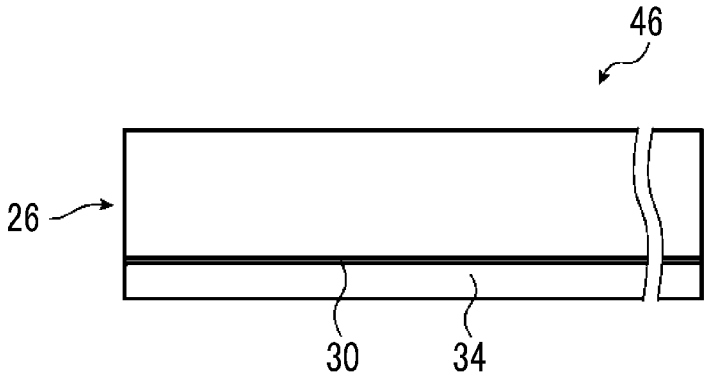
【圖2】



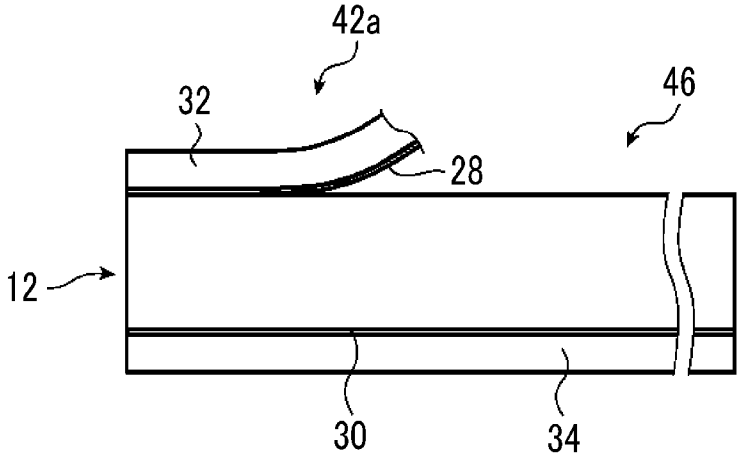
【圖3】



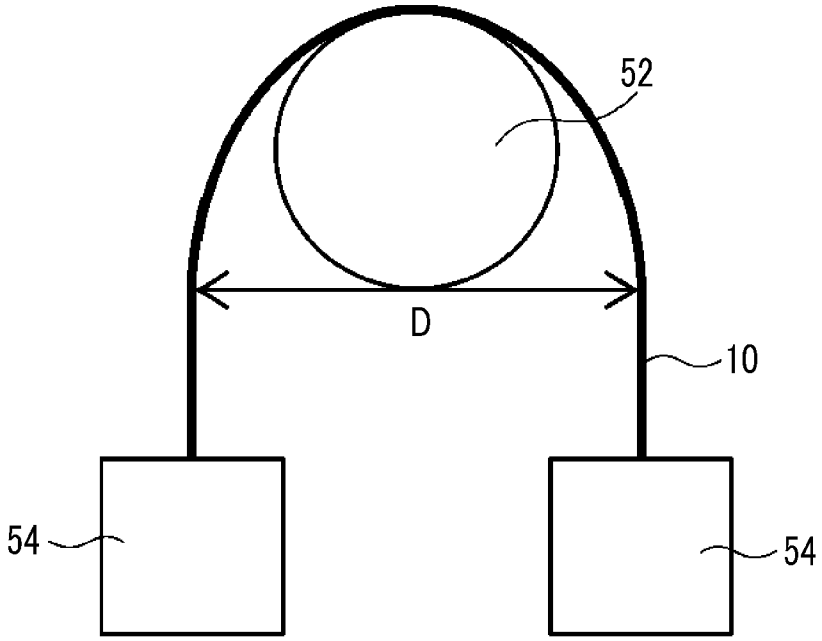
【圖4】



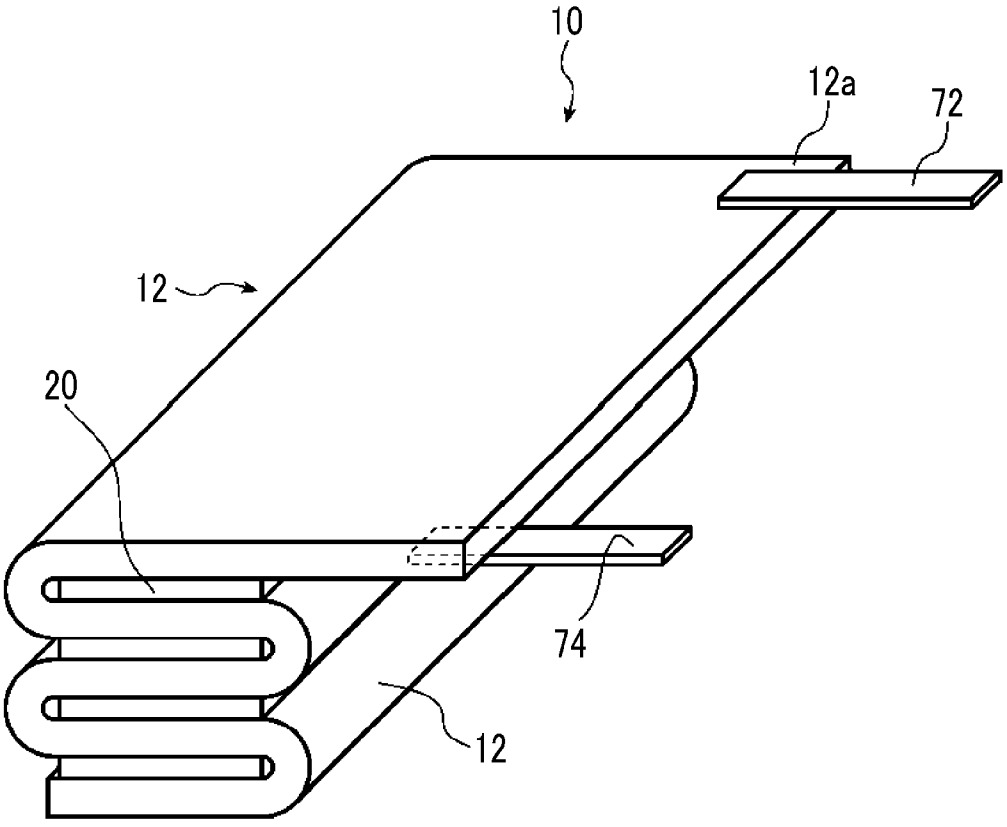
【圖5】



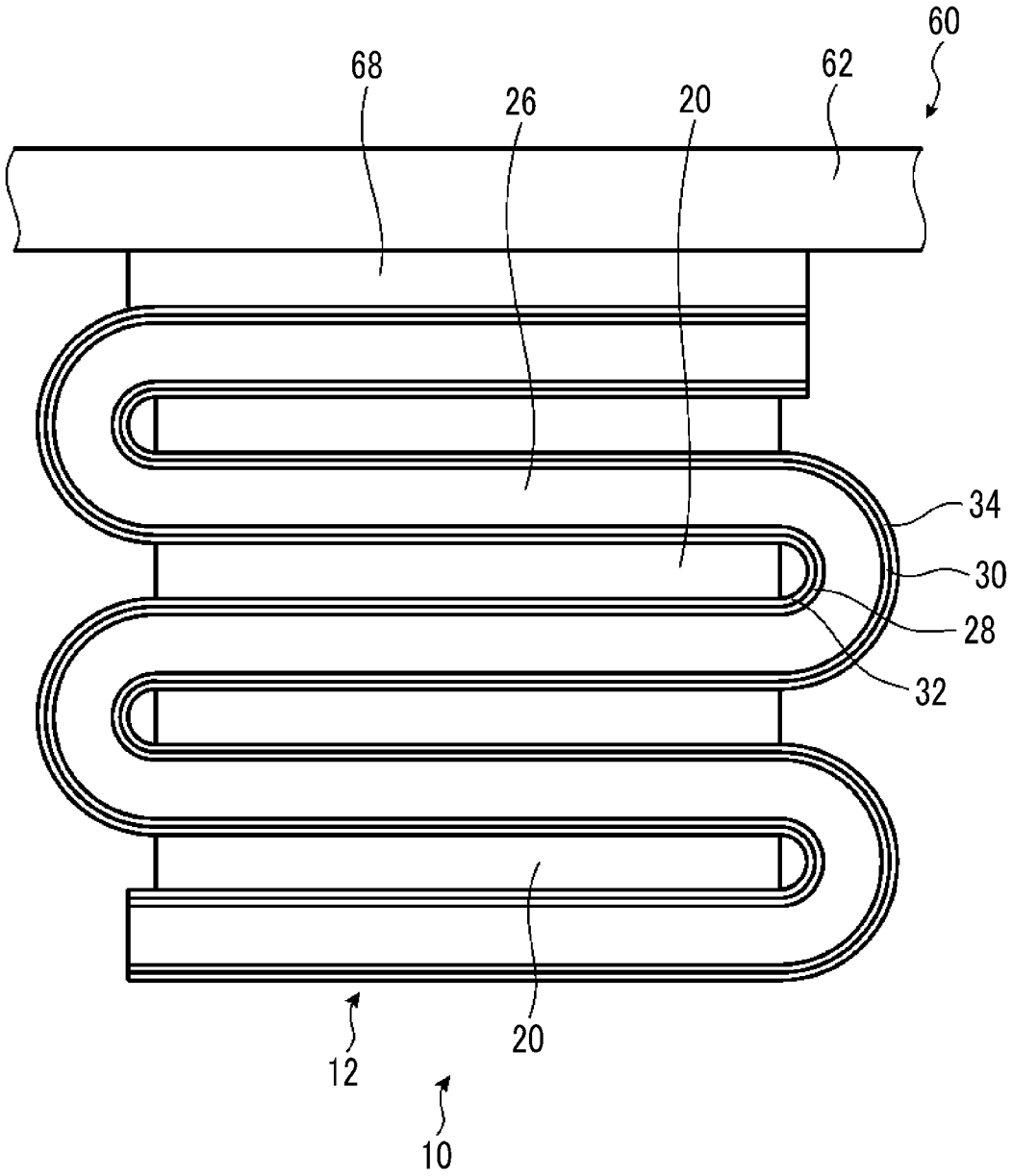
【圖6】



【圖7】



【圖8】



【圖9】