



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I729072 B

(45) 公告日：中華民國 110 (2021) 年 06 月 01 日

(21) 申請案號：106105388

(22) 申請日：中華民國 106 (2017) 年 02 月 17 日

(51) Int. Cl. : **H01L51/50 (2006.01)****H05B33/02 (2006.01)****G09F9/30 (2006.01)**

(30) 優先權：2016/02/18 日本

2016-028696

(71) 申請人：日商道康寧東麗股份有限公司 (日本) DOW CORNING TORAY CO., LTD. (JP)
日本(72) 發明人：津田武明 TSUDA, TAKEAKI (JP)；須藤通孝 SUTO, MICHITAKA (JP)；水野春
奈 MIZUNO, HARUNA (JP)；古川晴彦 FURUKAWA, HARUHIKO (JP)；伊藤真
樹 ITOH, MAKI (JP)

(74) 代理人：閻啓泰；林景郁

(56) 參考文獻：

TW 201002796A

CN 100371786C

JP 2009-229667A

US 2015/0201487A1

審查人員：梁宏維

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：4 共 34 頁

(54) 名稱

可撓性積層體以及使用其之可撓性顯示器

(57) 摘要

本發明之目的在於提供一種可以兼顧提高可撓性與提高耐久性的可撓性積層體以及使用其之可撓性顯示器。本發明之可撓性積層體(12)特徵在於，將 2 個硬質層(14、16)密接、中間夾有 1 個以上中間層(22)的積層構造設為 1 個單位，具有 1 個單位以上該積層構造，上述中間層(22)具有黏彈性，並且，在可撓性積層體(12)彎曲時，於中間夾有上述中間層(22)並密接之硬質層(14、16)內部分別形成中性面。

The object of the present invention is to provide a flexible layered structure and a flexible display using the same, capable of achieving both improvement in flexibility and improvement in durability. A flexible laminate (12) containing one or more units, wherein the unit is a laminate structure in which two hard layers (14, 16) are adhered to one or more middle layers (22) between the two hard layers (14, 16), the middle layer (22) has viscoelasticity, and a neutral-plane is formed inside each of the hard layers (14, 16) adhered to the middle layers (22) when the flexible laminate (12) is bent.

I729072

發明摘要

※ 申請案號 :106105388

※ 申請日 :106/02/17※IPC 分類 : *H01L 51/50* (2006.01)
H05B 33/02 (2006.01)
G09F 9/30 (2006.01)

【發明名稱】 可撓性積層體以及使用其之可撓性顯示器

FLEXIBLE LAYERED STRUCTURE AND
FLEXIBLE DISPLAY USING THE SAME

【中文】

本發明之目的在於提供一種可以兼顧提高可撓性與提高耐久性的可撓性積層體以及使用其之可撓性顯示器。本發明之可撓性積層體(12)特徵在於，將 2 個硬質層(14、16)密接、中間夾有 1 個以上中間層(22)的積層構造設為 1 個單位，具有 1 個單位以上該積層構造，上述中間層(22)具有黏彈性，並且，在可撓性積層體(12)彎曲時，於中間夾有上述中間層(22)並密接之硬質層(14、16)內部分別形成中性面。

【英文】

The object of the present invention is to provide a flexible layered structure and a flexible display using the same, capable of achieving both improvement in flexibility and improvement in durability. A flexible laminate (12) containing one or more units, wherein the unit is a laminate structure in which two hard layers (14, 16) are adhered to one or more middle layers (22) between the two hard layers (14, 16), the middle layer (22) has viscoelasticity, and a neutral-plane is formed

inside each of the hard layers (14, 16) adhered to the middle layers (22) when the flexible laminate (12) is bent.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：無

【本代表圖之符號簡單說明】：無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】 可撓性積層體以及使用其之可撓性顯示器

FLEXIBLE LAYERED STRUCTURE AND
FLEXIBLE DISPLAY USING THE SAME

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種可撓性積層體以及使用其之可撓性顯示器，尤其是關於一種可以兼顧可撓化與提高耐久性的機構。

【先前技術】

【0002】 一直以來，各種電氣電子設備中均使用有顯示器。目前，構造上無法彎曲的顯示器較為普遍，但近年來，構造上可以彎曲之可撓性顯示器備受矚目。現有之可撓性顯示器有：於可撓性基板上積層電極層、發光層以及保護層而成者(例如，專利文獻 1)。根據此種可撓性顯示器，畫面可以彎曲，從而便於攜帶、收納電氣電子設備。於非專利文獻 1 中，作為可撓性 AMOLED 設備之一例，揭示有一種可撓性積層體，其依次具備備用基材層、OLED 層等發光層、ITO 層等電極層以及保護用基材層。具體而言，於該文獻第 7 頁圖 4 中揭示了可撓性顯示器的概要構成。又，於非專利文獻 2(例如，該文獻第 15 頁)中，於可摺疊 AMOLED 設備中提出了彎折時可撓性積層體之中性面(neutral plane)的概念。

【先行技術文獻】

【專利文獻】

【0003】

【專利文獻 1】日本專利特開 2014-153711 號公報

【非專利文獻】

【0004】

【非專利文獻 1】Information DISPLAY, JANUARY/FEBRUARY 2015, VOL. 31, NO. 1 第 6 至 11 頁, 「Technologies for Flexible AMOLEDs」 (Soonkwang Hong 等人)

【非專利文獻 2】Information DISPLAY, JANUARY/FEBRUARY 2015, VOL. 31, NO. 1 第 12 至 16 頁, 「Foldable AMOLED Display Development: Progress and Challenges」 (Jing-Yi Yan 等人)

【發明內容】

【發明欲解決之課題】

【0005】 根據消費者需求，此種可撓性顯示器被要求具有可彎曲(bendable)、可摺疊(foldable)以及可捲曲(rollable)性能，並被要求高功能性、高收納性規格。此外，顯示器製造商為實現自公司產品差異化，需要兼顧高可撓性功能與耐久性、成本，在此基礎上穩定地供應。

【0006】 然而，此種以可撓化為目標之顯示器因積層有保護層、發光層、電極層等複數個硬質基材，厚度變厚而難以彎曲，如果強制性地彎曲為小型，會產生超過黏著力的內部應力，造成剝離等破損，實際應用上存在困難。

【0007】 為防止此種內部應力造成可撓性顯示器破損，可以考慮對可撓性顯示器的積層化基材之間更牢固地固定。

【0008】 然而，即便對積層化基材之間牢固地固定，彎折時彎曲應力仍會達到積層化基材之強度，且積層化會導致彎曲應力增大等，可撓性顯示器容易發生破損這一點不會改變。目前，針對該問題所採取的對策係將易碎發光層設置於積層化基材的中心部分，並無有效之方法。

【0009】 本發明係鑒於上述現有技術存在之問題開發而成，其目的在於提供一種可以兼顧可撓化與提高耐久性的可撓性積層體以及使用其之可撓性顯示器。

【解決問題之技術手段】

【0010】 本發明者等人反覆努力研究，結果發現可撓性顯示器破損的原因為以下方面。即，如果彎曲可撓性顯示器，則於可撓性積層體的鄰接之硬質層之間會發生應力干擾，硬質層容易損壞。如果硬質層損壞，可撓性積層體亦會損壞。此外，已知硬質層之間發生應力干擾的原因為，常規可撓性積層體雖然具有多層構造，但不產生應力的中性面只有1個。

【0011】 為防止這種可撓性積層體破損，周知於要密接之2個硬質層之間夾入中間層的方法非常有效。但是，對這一破損原因進一步研究後發現，使2個硬質層密接、中間夾入中間層的可撓性積層體彎曲時，相對於與中間層密接之一個硬質層，另一個硬質層於平行於積層面方向的方向上發生偏移，亦即，藉由中間層，一個硬質層與另一個硬質層相互獨立地彎曲，可以大幅降低硬質層之間的應力干擾，從而可以大幅防止可撓性顯示器破損。

【0012】 繼而發現，為更切實地確保複數個硬質層相互獨立地彎曲，以使可撓性積層體內存在複數個不會產生應力的中性面，即硬質層內存在數量與之相同的中性面之方式構成中間層非常重要，終至完成本發明。

【0013】 即，為實現上述目的，本發明所涉及之可撓性積層體將2個硬質層密接、中間夾有1個以上中間層之積層構造設為1個單位，具有1個單位以上該積層構造。此處，中間層具有黏彈性，並且在可撓性積層體彎曲時，於中間夾有中間層並密接之硬質層內部分別形成中性面。

【0014】 另外，於非專利文獻2中，積層體內部僅形成有一層中性面，並無關於形成複數個中性面，尤其是中間層沒有中性面但於其他電極層等內形成有中性面的可撓性積層體及其特性的任何記載，亦無相關暗示。此外，這種概念於包含相關技術領域的所有周知文獻中均未提出。

【0015】 於本發明所涉及的可撓性積層體中，彎曲可撓性積層體時，較好的是不在中間層內部形成中性面，而於中間夾有中間層並密接之硬質層內部分別形成中性面。針對1個單位之上述積層構造，將各硬質層之楊氏模量設為 E_H ，將中間層之楊氏模量設為 E_T ，將硬質層之面積慣性矩設為 I_H ，將中間層之面積慣性矩設為 I_T ，將 $E_H * I_H$ 值設計為 $E_T * I_T$ 值的至少10倍以上，從而可以良好地實現此種可撓性構造。

【0016】 本發明之可撓性積層體特徵在於，彎曲可撓性積層體時，於硬質層一個邊界面與另一邊界面之間，即便不產生應力之中性面位

置發生移動，硬質層內部仍務必存在不產生應力的中性面；彎折 90 度至 180 度時，中間層內亦不會形成中性面。此處，中性面係指平板狀基材出現彎折等變形時，於該基材內水平方向之力學應力為零的面。於本發明中，為使複數個硬質層相互獨立地彎曲，於構成可撓性積層體之各平板狀構件(硬質層)的內部存在中性面，因此，不會發生構成積層體之層間破壞、界面剝離等，可以防止形成可撓性顯示器時發生破損，形成穩定一體型之可撓性積層體。

【0017】 此外，於本發明所涉及之可撓性積層體中，較好的是具備支撐機構。此處，支撐機構從積層方向夾持可撓性積層體，確保可撓性積層體彎曲時，相對於中間夾有中間層並密接之一個硬質層，另一個硬質層經由中間層，僅於實質上平行於積層面方向之方向上偏移。此種夾持構造並無特別限定，只要硬質層於積層方向上不實質性地變形、移動，便能獲得期望之構造，夾持部位及個數亦無限定。

【0018】 於本發明所涉及之可撓性積層體中，彎曲可撓性積層體時，較好的是於可撓性積層體之端部形成高低差。此處，高低差對應於中間夾有中間層並密接之另一個硬質層相對於一個硬質層的偏移。

【0019】 於本發明所涉及之可撓性積層體中，以固定之曲率半徑彎曲以使可撓性積層體大致呈 U 字形時，較好的是中間層構成為實質上滿足下述關係式(1)至關係式(3)所示關係，並且，於可撓性積層體彎曲時的最大剪切應變區域中，材料固有之斷裂應變超過下述關係式(5)所定義之最大剪切應變，並且，於可撓性積層體彎曲時的最大剪切應變區域中，材料固有之斷裂剪切應力超過下述關係式(4)所定義之最大

剪切應力。即，於本發明所涉及之可撓性積層體中，較好的是採用如下所述中間層(材質)：具有關係式(1)至關係式(3)所示構造上的構成，並且，構成中間層之材料固有物理性質超過關係式(4)及關係式(5)所賦予之物性下限值。藉由滿足相關構造及材質上的條件，可以實現本申請發明之目的。

【0020】

$$R_1\theta_1=R_2\theta_2\cdots(1)$$

$$R_2-R_1=t+(h_1+h_2)/2\cdots(2)$$

$$L=(\theta_1-\theta_2)(R_1+R_2)/2\cdots(3)$$

$$\tau_{xy}=G*L/t\cdots(4)$$

$$\gamma(=2\varepsilon_{xy})=L/t\cdots(5)$$

【0021】 其中，上述關係式(1)至關係式(5)中， R_1 係密接於中間層之一個硬質層厚度方向中央的彎曲半徑。 R_2 係密接於中間層之另一個硬質層厚度方向中央的彎曲半徑。 θ_1 係密接於中間層之一個硬質層厚度方向中央的彎曲角度。 θ_2 係密接於中間層之另一個硬質層厚度方向中央的彎曲角度。 t 係中間層之厚度。 h_1 係密接於中間層之一個硬質層的厚度。 h_2 係密接於中間層之另一個硬質層的厚度。 L 係於曲率半徑 $(R_1+R_2)/2$ 之曲率結束部分處、密接於中間層之另一個硬質層相對於一個硬質層的偏移量。 τ_{xy} 係中間層之剪切應力。 G 係中間層之剪切彈性係數。 $\gamma(=2\varepsilon_{xy})$ 係中間層之剪切應變。 ε_{xy} 係應變張量。

【0022】 於本發明所涉及之可撓性積層體中，較好的是曲率半徑 $(R_1+R_2)/2$ 之曲率結束部分處另一個硬質層相對於一個硬質層的偏移

量 L 實質上與可撓性積層體之端部處另一個硬質層相對於一個硬質層的偏移量相同。此處，偏移量實質上相同係指偏移量之差異在 5% 以內，較好的是 1% 以內，偏移量之差異最好的是 0.5% 以內。

【0023】 於本發明所涉及之可撓性積層體中，中間層較好的是利用選自由矽系壓敏黏著劑、丙烯酸系壓敏黏著劑及聚氨酯系壓敏黏著劑所組成之群組中的至少一種黏著劑構成。另外，自經濟性、與其他基材之黏著性以及耐久性方面出發，可以選擇丙烯酸系壓敏黏著劑。然而，於優異之耐熱、耐寒性及耐久性方面，矽系壓敏黏著劑更好，於優異之透明性方面，矽系壓敏黏著劑更好。

【0024】 於本發明所涉及之可撓性積層體中，關於構成上述中間層之黏著劑，尤其好的是使用於 -40°C 至 100°C 之溫度範圍內、尤其是於 -20°C 至 85°C 之溫度範圍內剪切頻率 1 Hz 時之損失係數 $\tan\delta$ 在 0.2 至 5.0 範圍內之黏著劑層。即，因為黏著劑層於剪切頻率 1 Hz 時之損失係數 $\tan\delta$ 如果小於 0.2，則難以表現出黏著性；黏著劑層於剪切頻率 1 Hz 時之損失係數 $\tan\delta$ 如果超過 5.0，則無法保證構造之保持能力。此處，損失係數可以利用 Anton Paar 公司製造之黏彈性測定裝置等裝置單獨對黏著劑進行測定。另外，構成黏著劑層之黏著劑損失係數 $\tan\delta$ 係於塗覆/塗佈或成型前黏著劑組合物為液狀或半固化狀態之情形下，對作為可撓性積層體之構件而固化之黏著劑(固化物)測定的數值。

【0025】 於本發明所涉及之可撓性積層體中，較好的是相對於可撓性積層體之一端部，可以使另一端部彎曲 90 度以上。

【0026】 於本發明所涉及之可撓性積層體中，較好的是中間夾有中間層並密接之硬質層中的一個硬質層係可撓性顯示器用發光層，且另一個硬質層係選自支撐層、光學功能層、保護層及可撓性顯示器用透明電極層中之1種以上。

【0027】 又，為實現上述目的，本發明所涉及之可撓性顯示器特徵在於，具備本發明所涉及之可撓性積層體，中間夾有中間層並密接之硬質層中的一個硬質層係發光層，且另一個硬質層係選自支撐層、光學功能層、保護層及透明電極層中之1種以上。

【發明效果】

【0028】 根據本發明所涉及之可撓性積層體，在彎曲可撓性積層體時，藉由具有黏彈性之中間層，於硬質層內部分別形成中性面，因此，即便彎曲可撓性積層體，仍然可以大幅降低可撓性積層體的破損。

【0029】 於本發明中，彎曲可撓性積層體時，不在中間層內部形成中性面，而於密接於中間層之硬質層內部分別形成中性面，藉此，可以更加切實地兼顧可撓性積層體之可撓化與提高耐久性。將2個硬質層密接、中間夾有1個中間層之積層構造設為1個單位時，針對1個單位之上述積層構造，將各硬質層之楊氏模量設為 E_H ，將中間層之楊氏模量設為 E_T ，將硬質層之面積慣性矩設為 I_H ，將中間層之面積慣性矩設為 I_T 時， $E_H * I_H$ 值為 $E_T * I_T$ 值的至少10倍以上時，可以良好地實現此種可撓性積層體。

【0030】 於本發明中，利用支撐機構支撐可撓性積層體，使得相對於中間夾有中間層並密接之一個硬質層，另一個硬質層僅於實質上

平行於積層面方向之方向上偏移，藉此，可以更加切實地兼顧可撓性積層體之可撓化與提高耐久性。

【0031】 於本發明中，採用如下設計：將中間層構成為實質上滿足上述關係式(1)至關係式(3)所示關係，並且，於積層體彎曲時的最大剪切應變區域中，材料固有之斷裂剪切應力超過上述關係式(4)所定義之最大剪切應力，並且，於積層體彎曲時的最大剪切應變區域中，材料固有之斷裂應變超過上述關係式(5)所定義之最大斷裂應變，藉此，可以更加切實地兼顧可撓性積層體之可撓化與提高耐久性。尤其是，於曲率半徑 R 之曲率結束部分處另一個硬質層相對於一個硬質層的偏移量 L 實質上與可撓性積層體之端部處另一個硬質層相對於一個硬質層的偏移量相同，藉由該構成，可以更加切實地兼顧可撓性積層體之可撓化與提高耐久性。

【0032】 於本發明中，利用選自由矽系壓敏黏著劑、丙烯酸系壓敏黏著劑及聚氨酯系壓敏黏著劑所組成之群組中的至少一種黏著劑構成中間層，藉此，可以更加切實地兼顧可撓性積層體之可撓化與提高耐久性。更好的是此種黏著劑於剪切頻率 1 Hz 時之損失係數 $\tan\delta$ 在 0.2 至 5.0 之範圍內。此種損失係數可以使用周知測定機構單獨對黏著劑輕鬆測定，於可撓性積層體之設計上非常有用。具體而言，可以利用 MCR301 黏彈性測定裝置(Anton Paar 公司製)測定損失係數 $\tan\delta$ ，測定條件可以為，使用直徑 8 mm、厚度 1 mm 之圓盤狀試樣，8 mm 平行板、頻率 1 Hz、應變 0.1%、升溫速度 3°C/min、使用溫度範圍-40°C 至 100°C。此處，使用溫度係可撓性積層體之使用溫度，一般包括寒

冷地區及高溫條件，溫度範圍為 -40°C 至 100°C ，但結合包含觸摸面板之可撓性顯示器等，於本發明實際應用上，可撓性積層體更好的形態係將大致 -20°C 至 85°C 之溫度範圍設為使用溫度，於該溫度範圍內，構成黏著劑層之黏著劑損失係數 $\tan\delta$ 範圍為 0.2 至 5.0。另外，構成黏著劑層之黏著劑損失係數 $\tan\delta$ 係於塗覆/塗佈或成型前黏著劑組合物為液狀或半固化狀態之情形下，對作為可撓性積層體之構件而固化之黏著劑(固化物)測定的數值。

【0033】 於本發明中，將中間夾有中間層並密接之一個硬質層設為可撓性顯示器用發光層，且將另一個硬質層設為選自支撐層、光學功能層、保護層及可撓性顯示器用透明電極層中之 1 種以上，藉此，可以對可撓性顯示器賦予優異的可撓性及耐久性。

【0034】 此外，為實現上述目的，使本發明所涉及之可撓性顯示器具備本發明所涉及之可撓性積層體，從而可以兼顧可撓性顯示器之進一步可撓化與耐久性的進一步提高。

【圖式簡單說明】

【0035】 圖 1 係使用本發明一實施方式所涉及之可撓性積層體之可撓性顯示器概要構成的說明圖。

圖 2 係表示圖 1 所示可撓性積層體之彎曲狀態的說明圖。

圖 3 係本發明一實施方式所涉及之可撓性積層體之作用的說明圖。

圖 4 係圖 3 所示可撓性積層體的局部視圖。

【實施方式】

【0036】 以下，基於圖式對本發明一優選實施方式進行說明。圖 1 表示使用本發明一實施方式所涉及之可撓性積層體之可撓性顯示器的概要構成。另外，該圖表示本實施方式所涉及之可撓性顯示器的平坦狀態。

【0037】 該圖所示之可撓性顯示器 10 具備可撓性積層體 12，該可撓性積層體 12 具有可撓性構造。於可撓性積層體 12 中，14、16、18、20 為硬質層，該等硬質層中包含備用基材層、OLED 層等發光層、ITO 層等無機層、保護用基材層等。

【0038】 本發明之特徵在於，將 2 個硬質層密接、中間夾有 1 個以上具有黏彈性之中間層的積層構造設為 1 個單位，具有 1 個單位以上該積層構造，在可撓性積層體彎曲時，於中間夾有中間層並密接之硬質層內部分別形成中性面。此種機械特徵亦可闡述為，於彎曲可撓性積層體時，不在中間層內部形成中性面，而於中間夾有中間層並密接之硬質層內部分別形成中性面；針對 1 個單位積層構造，將各硬質層之楊氏模量設為 E_H ，將中間層之楊氏模量設為 E_T ，將硬質層之面積慣性矩設為 I_H ，將中間層之面積慣性矩設為 I_T 時， $E_H * I_H$ 值為 $E_T * I_T$ 值的至少 10 倍以上，較好的是 15 倍以上，更好的是 20 倍以上，藉由選擇這種硬質層之基材及中間層，可以良好地實現上述構造。可撓性積層體具有複數個單位之積層構造(即，4 層以上積層體)時，關於構成積層體之各積層構造單位，較好的是 $E_H * I_H$ 值為 $E_T * I_T$ 值的至少 10 倍以上。另外，如果 $E_H * I_H$ 值接近 $E_T * I_T$ 值(詳細為，小於 10 倍)，則該積層構造單位中積層體之硬質層與中間層舉動接近一體的傾向增強，彎

折時可能會於中間層內部形成中性面，可撓性積層體整體會發生破損、界面剝離等。

【0039】 因此，於本實施方式中，本發明之積層構造具有 3 個單位，也就是說，具備第一積層構造、第二積層構造以及第三積層構造，形成有 4 個中性面。即，於該圖所示之可撓性積層體 12 中，作為第一積層構造，於硬質層 14 與硬質層 16 之間夾有中間層 22 並密接。作為第二積層構造，於硬質層 16 與硬質層 18 之間夾有中間層 24 並密接。作為第三積層構造，於硬質層 18 與硬質層 20 之間夾有中間層 26 並密接。

【0040】 於本發明中，中間層可以利用選自由矽系壓敏黏著劑、丙烯酸系壓敏黏著劑及聚氨酯系壓敏黏著劑所組成之群組中的至少一種黏著劑構成，但於本實施方式中，利用具有優異透明性且作為本發明之中間層亦優秀的矽系壓敏黏著劑(PSA)構成中間層 22、24、26。於本實施方式中，藉由對可撓性積層體 12 設置由矽系壓敏黏著劑構成之中間層 22、24、26，而於可撓性積層體 12 內形成有 4 個中性面。

【0041】 以下，參照圖 2，對中性面更具體地進行說明。圖 2 表示圖 1 所示可撓性積層體 12 之彎曲狀態。於本實施方式中，中間層 22 於硬質層 14 內形成有中性面 30，且於硬質層 16 內形成有中性面 32。中間層 24 於硬質層 16 內形成有中性面 32，且於硬質層 18 內形成有中性面 34。中間層 26 於硬質層 18 內形成有中性面 34，且於硬質層 20 內形成有中性面 36。

【0042】 因此，根據本實施方式，可撓性顯示器不會破損，相對於可撓性顯示器之一端部，可以使另一端部彎曲 90 度以上。例如，如該圖所示，相對於可撓性積層體 12 之一端部 12a，即便使另一端部 12b 彎曲 180 度，仍然能夠大幅降低可撓性顯示器的破損。即，如該圖所示，如果彎曲可撓性積層體 12，中間夾有中間層並密接之一個硬質層與另一個硬質層之間，於實質上平行於積層面方向之方向上發生偏移。另外，關於實質上平行之方向，理想情形為積層方向上完全不發生變形或移動，或者即便發生變形或移動但卻極其輕微，考慮到中間層厚度，變形或移動可以忽略之情況。

【0043】 於本實施方式中，於可撓性積層體 12 之一端部 12a 中，相對於硬質層 14 之一端部 14a，藉由中間層 22，硬質層 16 之一端部 16a 於圖中向上方(平行於積層面方向之方向)偏移。於可撓性積層體 12 之另一端部 12b 中，相對於硬質層 14 之另一端部 14b，藉由中間層 22，硬質層 16 之另一端部 16b 亦於圖中向上方偏移。

【0044】 於可撓性積層體 12 之一端部 12a 中，相對於硬質層 16 之一端部 16a，藉由中間層 24，硬質層 18 之一端部 18a 於圖中向上方偏移。於可撓性積層體 12 之另一端部 12b 中，相對於硬質層 16 之另一端部 16b，藉由中間層 24，硬質層 18 之另一端部 18b 亦於圖中向上方偏移。

【0045】 於可撓性積層體 12 之一端部 12a 中，相對於硬質層 18 之一端部 18a，藉由中間層 26，硬質層 20 之一端部 20a 於圖中向上方偏移。於可撓性積層體 12 之另一端部 12b 中，相對於硬質層 18 之另

一端部 18b，藉由中間層 26，硬質層 20 之另一端部 20b 亦於圖中向上方偏移。

【0046】 因此，如本實施方式所涉及之可撓性積層體 12 所示，若於所有硬質層內形成中性面，並使硬質層 14 之一端部 14a(可撓性積層體 12 之一個末端部)與另一端部 14b(可撓性積層體 12 之另一個末端部)位於同一水平面上，則於可撓性積層體 12 之一端部 12a 上，可以觀察到自硬質層 14 之一端部 14a 至硬質層 16 之一端部 16a、硬質層 18 之一端部 18a、硬質層 20 之一端部 20a，形成有連續的高低差。於可撓性積層體 12 之另一端部 12b 上，可以觀察到自硬質層 14 之另一端部 14b 至硬質層 16 之另一端部 16b、硬質層 18 之另一端部 18b、硬質層 20 之另一端部 20b，形成有連續的高低差。

【0047】 與此相對，常規可撓性積層體僅於複數個硬質層中的 1 個硬質層內形成 1 個中性面，故可撓性積層體之端面平坦，常規可撓性積層體之端面上無法觀察到圖 2 所示之高低差。

【0048】 如上所述，本實施方式於構成可撓性積層體 12 之所有硬質層中均存在中性面。即，硬質層 14 中形成有中性面 30。硬質層 16 中形成有中性面 32。硬質層 18 中形成有中性面 34。硬質層 20 中形成有中性面 36。

【0049】 因此，本實施方式可以防止硬質層之間發生力的干擾。即，本實施方式藉由中間層 22 可以防止硬質層 14 與硬質層 16 之間發生力的干擾。藉由中間層 24 可以防止硬質層 16 與硬質層 18 之間發生力的干擾。藉由中間層 26 可以防止硬質層 18 與硬質層 20 之間發生力

的干擾。本實施方式可以防止各硬質層之間發生力的干擾，因此，即便將可撓性積層體 12 彎曲為小型，仍然能夠大幅降低可撓性積層體 12 的破損。

【0050】 另外，於本實施方式中，為確保彎曲可撓性積層體時，相對於中間夾有中間層並密接之一個硬質層，另一個硬質層僅於實質上平行於積層面方向之方向上平滑地偏移，具備以下支撐機構亦非常重要。

【0051】 以下，參照圖 3，對上述支撐機構更具體地進行說明。於該圖中，彎曲可撓性積層體 12 使可撓性積層體 12 形成 U 字形時，可撓性積層體 12 中形成有曲率部分 40、42 與直線部分 44、46。

【0052】 於本實施方式中，作為本發明之支撐機構，具備圖 3 所示之支撐裝置 50、52、54、56、58、60、62、64、66、68。即，支撐裝置 50、52 相向地配置，中間夾有可撓性積層體 12 之中間部分 12c。支撐裝置 50、52 夾持可撓性積層體 12 之中間部分 12c，確保硬質層於可撓性積層體 12 之中間部分 12c 處不會沿積層方向移動。

【0053】 於該圖中，支撐裝置 54、56 相向地配置，中間夾有可撓性積層體 12 之一個曲率結束部分 12d(曲率部分 40 與直線部分 44 之邊界部分)。支撐裝置 54、56 夾持可撓性積層體 12 之一個曲率結束部分 12d，確保各硬質層於可撓性積層體 12 之一個曲率結束部分 12d 處不會沿積層方向偏移，而於實質上平行於積層面方向之方向上偏移。

【0054】 於該圖中，支撐裝置 58、60 相向地配置，中間夾有可撓性積層體 12 之另一個曲率結束部分 12e(曲率部分 42 與直線部分 46

之邊界部分)。支撐裝置 58、60 夾持可撓性積層體 12 之另一個曲率結束部分 12e，確保各硬質層於可撓性積層體 12 之另一個曲率結束部分 12e 處不會沿積層方向偏移，而於實質上平行於積層面方向之方向上偏移。

【0055】 於可撓性積層體 12 之一端部 12a 附近，支撐裝置 62、64 從積層方向夾持可撓性積層體 12，確保構成可撓性積層體 12 之各硬質層不會沿積層方向偏移，而於實質上平行於積層面方向之方向上偏移。於本實施方式中，支撐裝置 62、64 並不約束可撓性積層體 12 一端部 12a 處的偏移，可以自由偏移。因此，於可撓性積層體 12 一個曲率結束部分 12d 處偏移時，其狀態會被直線部分 44 原樣保持，於可撓性積層體 12 之一端部 12a 處會出現實質上相同之偏移。此處，如圖所示，實質上相同之偏移係指作為偏移量的長度基本相等，該長度差異在 5% 以內，較好的是 1% 以內，最好的是差異在 0.5% 以內。

【0056】 於可撓性積層體 12 之另一端部 12b 附近，支撐裝置 66、68 從積層方向夾持可撓性積層體 12，確保構成可撓性積層體 12 之各硬質層不會沿積層方向偏移，而於實質上平行於積層面方向之方向上偏移。於本實施方式中，支撐裝置 66、68 並不約束可撓性積層體 12 另一端部 12b 處的偏移，可以自由偏移。因此，於可撓性積層體 12 另一個曲率結束部分 12e 處偏移時，其狀態會被直線部分 46 原樣保持，於可撓性積層體 12 之另一端部 12b 處會出現實質上相同之偏移。

【0057】 如上所述，藉由支撐機構支撐可撓性積層體 12，同時容許可撓性積層體 12 一端部 12a 處之偏移及另一端部 12b 處之偏移，使其可以自由偏移，從而切實地於所有硬質層內形成中性面。

【0058】 於本實施方式中，為切實地於可撓性積層體 12 之端部 12a、12b 處保持可撓性積層體 12 之曲率結束部分 12d、12e 處的應變狀態，考慮以下方面亦非常重要。

【0059】 於最大剪切應變區域(曲率結束部分 12d、12e)中，較好的是中間層斷裂應變超過最大剪切應變。

【0060】 於最大剪切應變區域(曲率結束部分 12d、12e)中，較好的是中間層斷裂剪切應力超過最大剪切應力。

【0061】 於最大剪切應變區域(曲率結束部分 12d、12e)中，較好的是硬質層之耐久力超過最大剪切應力 $\tau_{xy(\max)} * S$ 。其中，S 係直線部分 44(46)之長度。

【0062】 於最大剪切應變區域(曲率結束部分 12d、12e)中，較好的是 $\tau_{xy(\max)} * S$ 小於硬質層及中間層之挫曲力 F。

【0063】 為保持平衡，較好的是將可撓性積層體 12 最上層(例如，上述圖 1 中之硬質層 20)之剪切應變/剪切應力與最下層(例如，上述圖 1 中之硬質層 14)之剪切應變/剪切應力設為相同值。

【0064】 如本實施方式所述，多層化之中間層較好的是還具有多種功能，例如熱穩定性能、拉伸性能。

【0065】 於本實施方式中，彎折可撓性積層體時，各硬質層切實具有中性面，可以假定硬質層之間沒有發生應力干擾，因此，可以應用

以下數學模型計算硬質層間之偏移，被夾於各硬質層間之中間層之剪切應變的計算亦較為容易。

【0066】 以下，具體說明上述數學模型。另外，於本實施方式中，為簡化說明，採用圖 4(A)所示之中間夾有中間層 30 並密接之硬質層(一個硬質層)14 及硬質層(另一個硬質層)16 進行說明。圖 4(B)並未展示上述圖 3 所示之可撓性積層體 12 之全部，僅示出曲率部分 40、42，省略了直線部分 44、46。

【0067】 於圖 4(C)中，左側所示之偏移狀態原樣保持了上述圖 3 所示之、形成於可撓性積層體 12 一端部 12a 之偏移狀態，並向曲率部分 40 平行移動。於圖 4(C)中，右側所示之偏移狀態原樣保持了上述圖 3 所示之、形成於可撓性積層體 12 另一端部 12b 之偏移狀態，並向曲率部分 42 平行移動。根據本實施方式所涉及之可撓性積層體，曲率半徑 R 之曲率結束部分處的、密接於中間層之另一個硬質層相對於一個硬質層之偏移量 L 實質上與可撓性積層體之端部處的、密接於中間層之另一個硬質層相對於一個硬質層之偏移量相同，因此可以得出上述說明。另外，偏移量實質上相同這一用語之意義如上所述。

【0068】 為使圖 4(A)所示之平坦狀態可撓性積層體 12 變為圖 4(B)所示之大致 U 字形，以曲率半徑 R 彎曲可撓性積層體 12 時，可撓性積層體 12 之端部會發生圖 4(C)所示之變形。即，如圖 4(C)所示，相對於硬質層 14 之一端部 14a，硬質層 16 之一端部 16a 按偏移量 L 向圖中上方偏移。同樣，相對於硬質層 14 之另一端部 14b，硬質層 16 之另一端部 16b 亦向上方偏移。

【0069】此處，中間層 22 構成為滿足下述關係式(6)至關係式(8)，並且設計為，於積層體彎曲時的最大剪切應變區域中，材料固有之斷裂應變超過關係式(10)所定義之最大剪切應變，並且，於積層體彎曲時的最大剪切應變區域中，材料固有之斷裂剪切應力超過關係式(9)所定義之最大剪切應力。

【0070】

$$R_1\theta_1=R_2\theta_2\cdots(6)$$

$$R_2-R_1=t+(h_1+h_2)/2\cdots(7)$$

$$L=(\theta_1-\theta_2)(R_1+R_2)/2\cdots(8)$$

$$\tau_{xy}=G*L/t\cdots(9)$$

$$\gamma(=2\varepsilon_{xy})=L/t\cdots(10)$$

【0071】其中，上述關係式(6)至關係式(10)中， R_1 係於硬質層(一個硬質層)14 厚度方向中央位置處的彎曲半徑。 R_2 係於硬質層(另一個硬質層)16 厚度方向中央位置處的彎曲半徑。 θ_1 係硬質層(一個硬質層)14 之彎曲角度。 θ_2 係硬質層(另一個硬質層)16 之彎曲角度。 t 係中間層 22 之厚度。 h_1 係硬質層(一個硬質層)14 之厚度。 h_2 係硬質層(另一個硬質層)16 之厚度。 L 係曲率半徑 R 之曲率結束部分(可撓性積層體 12 之端部)處的、硬質層(另一個硬質層)16 相對於硬質層(一個硬質層)14 之偏移量。 τ_{xy} 係中間層 22 之剪切應力。 G 係中間層 22 之剪切彈性係數。 $\gamma(=2\varepsilon_{xy})$ 係中間層 22 之剪切應變。 ε_{xy} 係應變張量。

【0072】根據本實施方式所涉及之可撓性積層體，所有硬質層內均存在不會產生應力之中性面，故可根據上述厚度、彎曲半徑、彎曲角

度以及偏移量等資訊，藉由簡單計算求出於本實施方式所涉及之可撓性積層體中具有非常重要意義的中間層剪切應變，並且，可以結合基材物性，設計滿足上述關係之構造。藉此，於本實施方式中，中間層之設計更加簡單。

【0073】 另外，於上述計算中，以中間夾有中間層 22 並密接之硬質層 14 及硬質層 16 為例進行了說明，但亦適用於中間夾有中間層 24 並密接之硬質層 16 及硬質層 18，同樣適用於中間夾有中間層 26 並密接之硬質層 18 及硬質層 20。

【0074】 如上所述，根據本實施方式所涉及之可撓性顯示器，使用本實施方式所涉及之可撓性積層體，因此，即便將可撓性顯示器彎曲為更小型，仍然能夠大幅降低可撓性顯示器的破損。因此，根據本實施方式所涉及之可撓性顯示器，可以切實地兼顧可撓化與提高耐久性，這在以往極難實現。

【0075】 另外，本發明之可撓性積層體及可撓性顯示器並不限定於上述實施方式，於發明主旨之範圍內可以進行各種變形。例如，上述實施方式中將本發明積層構造之單位設為 3 個單位，但本發明積層構造之單位並不限定於 3 個單位，可以為 1 個單位、2 個單位或者 4 個單位以上。此外，上述實施方式中以本發明之可撓性積層體用於可撓性顯示器為例進行了說明，但亦可用於需要可撓性積層體、除可撓性顯示器以外之設備中。又，本發明之可撓性顯示器可以包含除本實施方式所涉及之可撓性積層體以外之層。此種可撓性積層體之製造例並無特別限定，可以採用蒸鍍、壓接等周知方法製造，尤其是利用上述黏著

劑構成中間層時，例示以下方法等：(1)作為黏著層，根據需要使上述黏著劑固化或半固化，成型為薄膜狀，然後附著或壓接於層間之方法；(2)於層間將液狀或半固化狀態之黏著劑組合物塗佈/塗覆為薄膜狀，對積層體之一部分或全部進行加熱等，從而於層間形成黏著層的方法；(3)於層間附著或壓接半固化狀態之黏著劑組合物，進而對積層體之一部分或全部進行加熱等，從而於層間形成黏著層的方法等。但是，以黏著劑為中間層之可撓性積層體的製造方法並不限定於該等方法，亦可根據需求採用周知的積層體製造步驟。

【符號說明】

10...可撓性顯示器

12...可撓性積層體

12a...端部

12b...端部

12c...中間部分

12d...曲率結束部分

12e...曲率結束部分

14...硬質層

14a...端部

14b...端部

16...硬質層

16a...端部

16b...端部

- 18...硬質層
- 18a...端部
- 18b...端部
- 20...硬質層
- 20a...端部
- 20b...端部
- 22...中間層
- 24...中間層
- 26...中間層
- 30...彎折時形成的中性面/中間層
- 32...彎折時形成的中性面
- 34...彎折時形成的中性面
- 36...彎折時形成的中性面
- 40...曲率部分
- 42...曲率部分
- 44...直線部分
- 46...直線部分
- 50...支撐裝置
- 52...支撐裝置
- 54...支撐裝置
- 56...支撐裝置
- 58...支撐裝置

60... 支撐裝置

62... 支撐裝置

64... 支撐裝置

66... 支撐裝置

68... 支撐裝置

h1... 厚度

R... 曲率半徑

R1... 彎曲半徑

R2... 彎曲半徑

θ_1 ... 彎曲角度

θ_2 ... 彎曲角度

申請專利範圍

1. 一種可撓性積層體，其特徵在於：以將 2 個硬質層以中間夾有 1 個以上中間層之方式密接而成之積層構造為 1 單位，具有 1 單位以上之該積層構造；

上述中間層具有黏彈性，且於將可撓性積層體彎曲之情形時，在中間夾有上述中間層而密接之硬質層之內部分別形成中性面，且

該可撓性積層體具備支撐機構，該支撐機構自積層方向夾持上述可撓性積層體，以便於將上述可撓性積層體彎曲之情形時，相對於中間夾有上述中間層而密接之一硬質層，另一硬質層隔著上述中間層僅於實質上平行於積層面方向之方向上偏移。

2. 如請求項 1 之可撓性積層體，其中於將上述可撓性積層體彎曲之情形時，針對 1 單位之上述積層構造，將硬質層之楊氏模量設為 E_H ，將中間層之楊氏模量設為 E_T ，將硬質層之面積慣性矩設為 I_H ，將中間層之面積慣性矩設為 I_T 時，

$E_H * I_H$ 值為 $E_T * I_T$ 值之至少 10 倍以上，並未於上述中間層內部形成中性面，而於中間夾有上述中間層而密接之硬質層之內部分別形成中性面。

3. 如請求項 1 或 2 之可撓性積層體，其中於將上述可撓性積層體彎曲之情形時，於上述可撓性積層體之端部形成有高低差，該高低差與相對於中間夾有上述中間層而密接之一硬質層之另一硬質

層之偏移相對應。

4. 如請求項 1 或 2 之可撓性積層體，其中於將上述可撓性積層體以固定之曲率半徑彎曲成大致 U 字狀之情形時，上述中間層構成為實質上滿足關係式(1)~(3)所示之關係，並且，於將上述可撓性積層體彎曲時之最大剪切應變區域中，材料固有之斷裂應變超過關係式(5)所定義之最大剪切應變，且於將上述可撓性積層體彎曲時之最大剪切應變區域中，材料固有之斷裂剪切應力超過關係式(4)所定義之最大剪切應力；

$$R_1\theta_1 = R_2\theta_2 \quad (1)$$

$$R_2 - R_1 = t + (h_1 + h_2)/2 \quad (2)$$

$$L = (\theta_1 - \theta_2)(R_1 + R_2)/2 \quad (3)$$

$$\tau_{xy} = G * L/t \quad (4)$$

$$\gamma (= 2\varepsilon_{xy}) = L/t \quad (5)$$

其中，於關係式(1)~(5)中，

R_1 係密接於上述中間層之一硬質層之厚度方向中央之彎曲半徑，

R_2 係密接於上述中間層之另一硬質層之厚度方向中央之彎曲半徑，

θ_1 係密接於上述中間層之一硬質層之厚度方向中央之彎曲角度，

θ_2 係密接於上述中間層之另一硬質層之厚度方向中央之彎曲角度，

t 係上述中間層之厚度，

h_1 係密接於上述中間層之一硬質層之厚度，

h_2 係密接於上述中間層之另一硬質層之厚度，

L 係於上述曲率半徑 $(R_1 + R_2)/2$ 之曲率結束部分的相對於密接於上述中間層之一硬質層之另一硬質層之偏移量，

τ_{xy} 係上述中間層之剪切應力，

G 係上述中間層之剪切彈性係數，

$\gamma(=2\varepsilon_{xy})$ 係上述中間層之剪切應變，

ε_{xy} 係應變張量。

5. 如請求項 4 之可撓性積層體，其中上述偏移量 L 實質上與上述可撓性積層體之端部的相對於中間夾有中間層而密接之一硬質層之另一硬質層之偏移量相同。
6. 如請求項 1 或 2 之可撓性積層體，其中構成可撓性積層體之上述中間層係由選自由矽酮系壓敏黏著劑、丙烯酸系壓敏黏著劑及聚胺酯系壓敏黏著劑所組成之群中之至少一種黏著劑而構成。
7. 如請求項 6 之可撓性積層體，其中於 $-40^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$ 之溫度範圍內，構成上述中間層之黏著劑於剪切頻率 1 Hz 時之損失係數 $\tan\delta$ 落於 0.2~5.0 之範圍內。
8. 如請求項 1 或 2 之可撓性積層體，其中相對於上述可撓性積層體之一端部，另一端部可彎曲 90 度以上。
9. 如請求項 1 或 2 之可撓性積層體，其中於中間夾有上述中間層而密接之硬質層中之一硬質層係可撓性顯示器用發光層，且另一硬

質層係選自支撐層、光學功能層、保護層及可撓性顯示器用透明電極層中之1種以上。

10. 一種可撓性顯示器，其特徵在於，具備如請求項9之可撓性積層體。

圖式

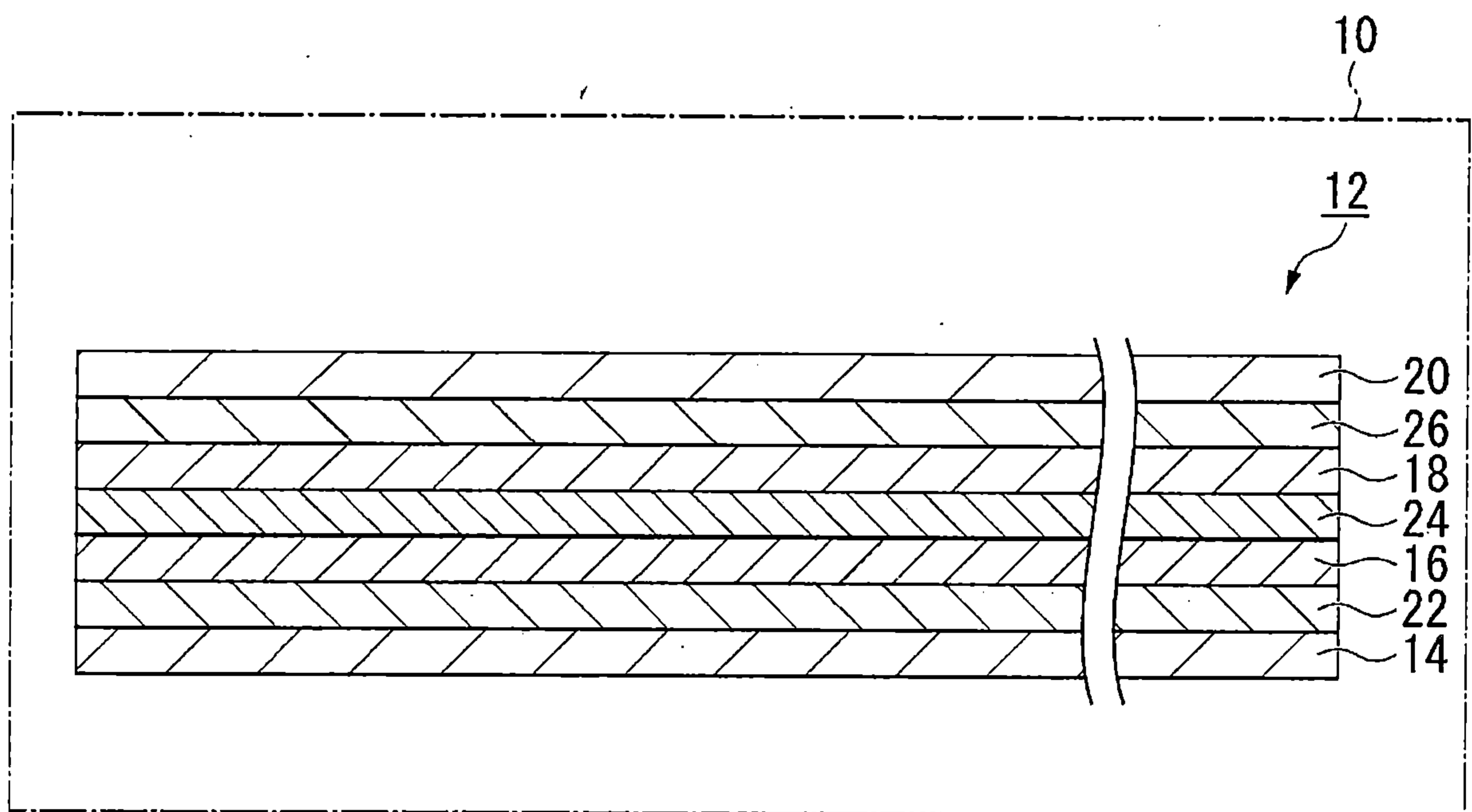


圖1

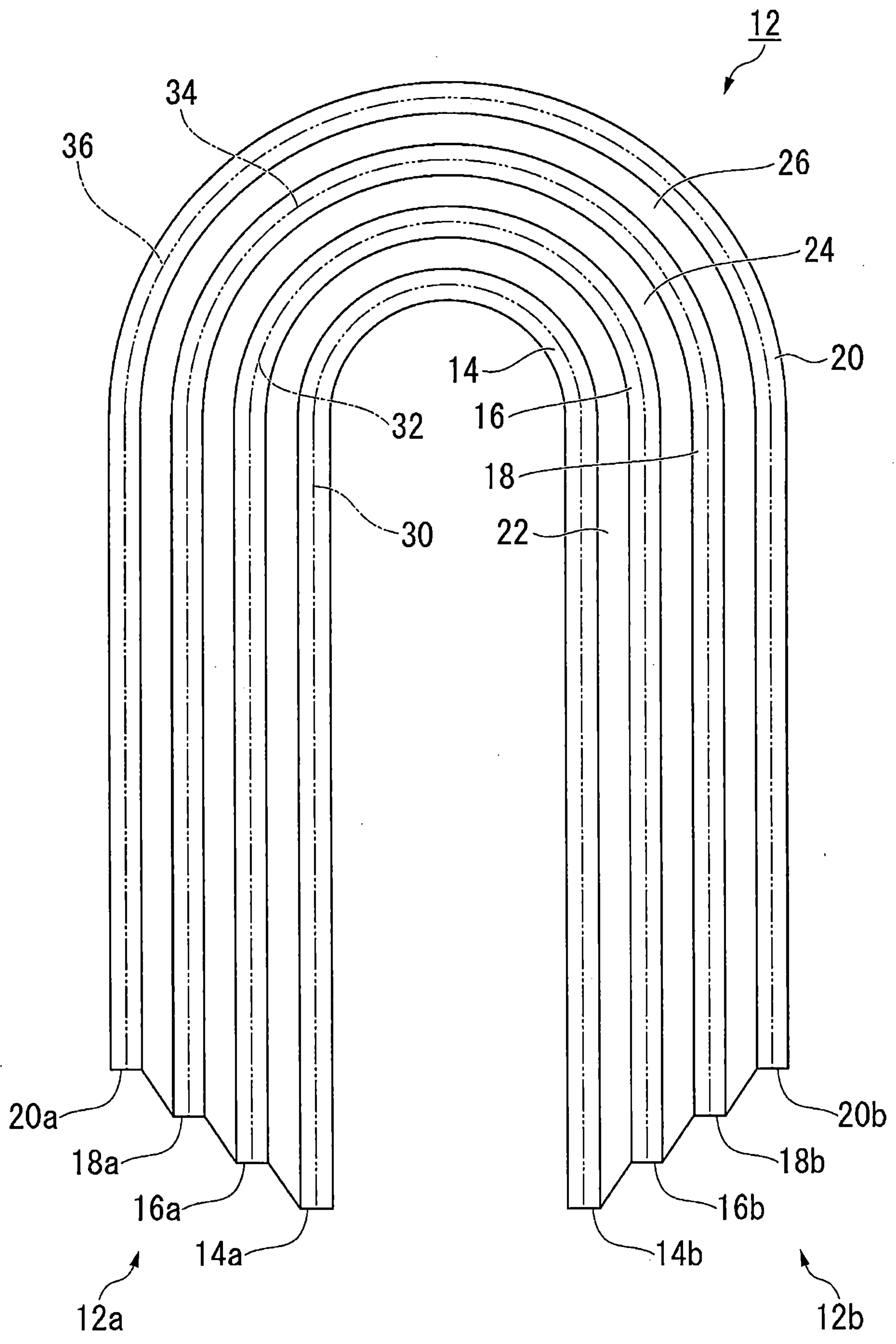


圖2

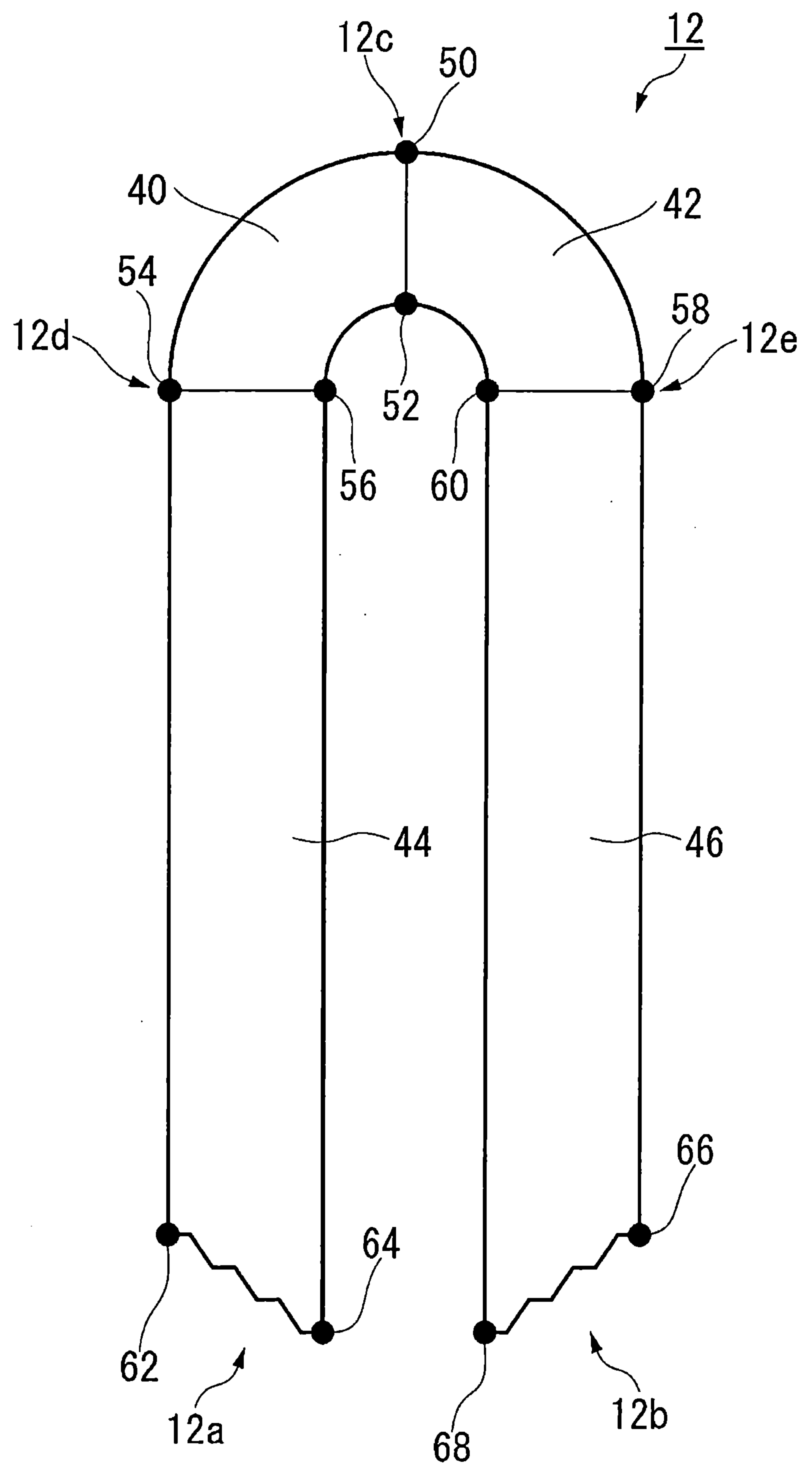


圖3

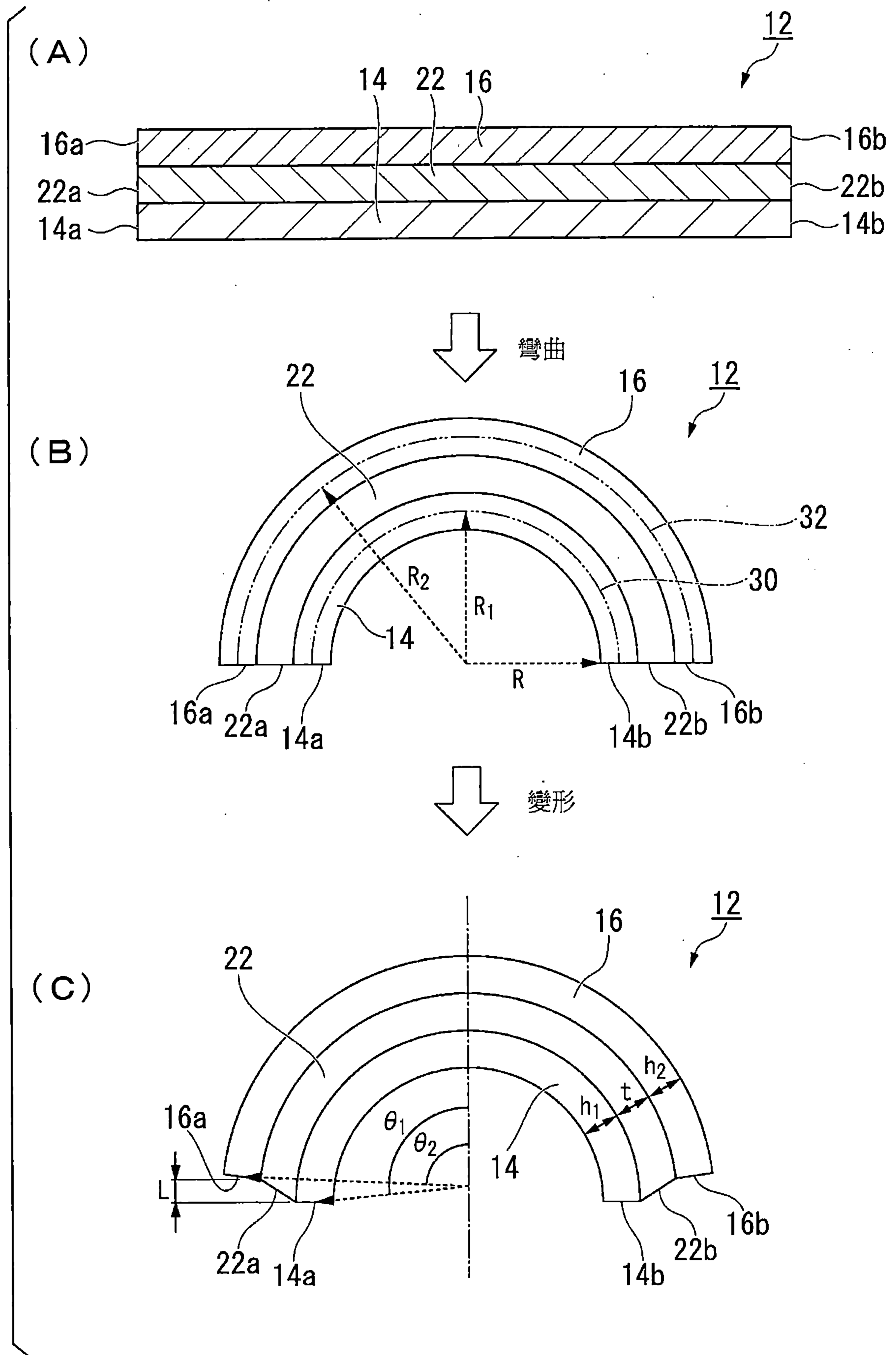


圖4