



(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 I631740 B

(45) 公告日：中華民國 107 (2018) 年 08 月 01 日

(21) 申請案號：104144222 (22) 申請日：中華民國 104 (2015) 年 12 月 29 日

(51) Int. Cl. : *H01L41/297 (2013.01)* *H01L41/31 (2013.01)*
G06F1/16 (2006.01) *H01L27/32 (2006.01)*
G02F1/1333 (2006.01)

(30) 優先權：2014/12/31 南韓 10-2014-0195908
 2015/06/18 南韓 10-2015-0086831

(71) 申請人：L G 顯示器股份有限公司 (南韓) LG DISPLAY CO., LTD. (KR)
 南韓

(72) 發明人：林明眞 LIM, MYUNGJIN (KR)；崔秀石 CHOI, SUSEOK (KR)；咸龍洙 HAM,
 YONG-SU (KR)；金泰憲 KIM, TAEHEON (KR)；李用兩 LEE, YONGWOO
 (KR)；崔勝吉 CHOI, SEULGI (KR)

(74) 代理人：侯德銘

(56) 參考文獻：

JP	2014-44446A	JP	2014-515704A
US	2010/0321335A1	WO	2013/122110A1
WO	2013/183594A1	WO	2014/030963A1

審查人員：徐孝倫

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：5 共 36 頁

(54) 名稱

多層可變形裝置及包含該多層可變形裝置的顯示裝置

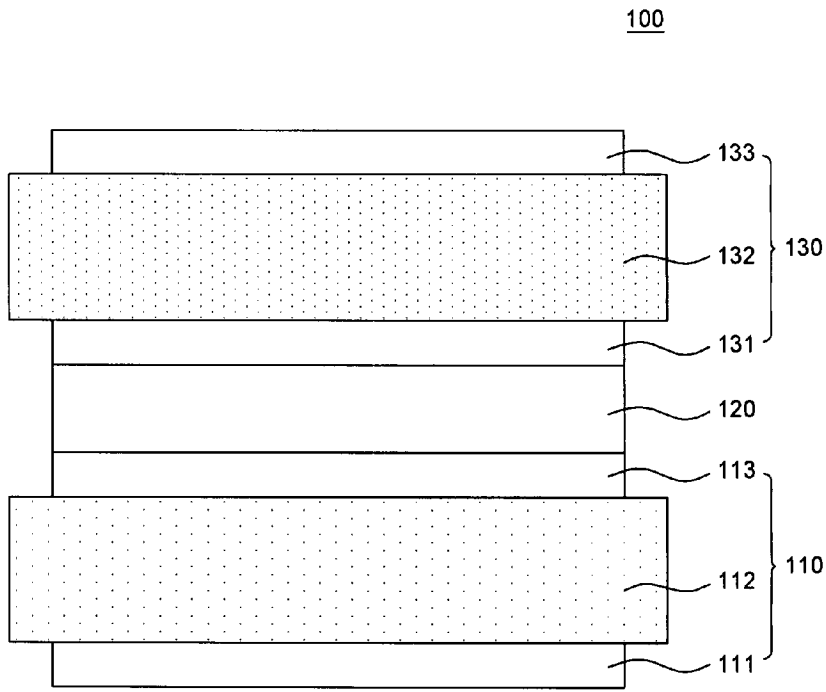
MULTILAYER TRANSFORMABLE DEVICE AND DISPLAY DEVICE COMPRISING THE SAME

(57) 摘要

本發明提供一種具有增強的驅動位移的多層可變形裝置及包含該多層可變形裝置的顯示裝置。該多層可變形裝置例如包括複數個單元可變形裝置，每一個該單元可變形裝置包括：一下電極、一上電極、以及一可變形層，該可變形層包括設置在該複數個單元可變形裝置之間的一電活性聚合物 (EAP) 和一次可變形層，該次可變形層包含與該 EAP 不同的一次 EAP。

Provided is a multilayer transformable device with enhanced driving displacement and a display device including the same. The multilayer transformable device, for example, includes a plurality of unit transformable devices, each of the unit transformable devices that includes a lower electrode, an upper electrode, and a transformable layer including an electro-active polymer (EAP) and a sub-transformable layer disposed between the plurality of unit transformable devices, the sub-transformable layer including a sub-EAP different from the EAP.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 100 . . . 多層可變形裝置
- 110 . . . 第一可變形裝置
- 111 . . . 第一下電極
- 112 . . . 第一可變形層
- 113 . . . 第一上電極
- 120 . . . 次可變形層
- 130 . . . 第二可變形裝置
- 131 . . . 第二下電極
- 132 . . . 第二可變形層
- 133 . . . 第二上電極

第1圖

發明專利說明書

【發明名稱】(中文/英文)

多層可變形裝置及包含該多層可變形裝置的顯示裝置/ MULTILAYER TRANSFORMABLE DEVICE AND DISPLAY DEVICE COMPRISING THE SAME

【技術領域】

【0001】 本發明涉及一種可變形裝置及包含該可變形裝置的顯示裝置，尤其是涉及一種具有增強彎曲能力的多層可變形裝置及包含該多層可變形裝置的顯示裝置。

【先前技術】

【0002】 近來，包括液晶顯示器（LCD）和有機發光二極體（OLEDs）之各種顯示裝置具有觸控功能，如同使用者希望方便地與他們的顯示裝置進行互動。在這方面，已經持續對可變形裝置進行研究並且將其整合到能夠提供直接及各種觸控回饋給使用者的可撓性顯示裝置。

【0003】 通常，傳統的顯示裝置採用了振動馬達，例如偏軸轉動慣量振動馬達（eccentric rotating mass vibration motor, ERM）或線性諧振致動器（linear resonance actuator, LRA）作為可變形的裝置。該振動馬達被設計以振動整個顯示裝置，因而具有一個問題，在於它的質量體需要在尺寸上增加藉以增加其振動能量。此外，該振動馬達具有很難調節振動大小的調頻、反應的速度非常低、以及振動馬達不適合用於可撓性顯示裝置等諸缺點。

【0004】 為了解決這些問題，形狀記憶合金（SMA）和電活性陶瓷（EAC）已經開發作為可變形裝置的材料。然而，SMA 具有低速反應和短壽命，且不透明，並且 EAC 是易脆的。因此，存在著將 SMA 以及 EAC 應用至顯示裝置的困難度，特別是應用至可撓性顯示裝置。

【0005】 使用電活性聚合物（electro-active polymer, EAP）的可變形裝置技術最近已在業界中受到關注。EAP 指的是可以通過電刺激而變形的聚合物。更具體地，EAP 可通過電刺激反復膨脹、收縮和彎曲。在各種類型

的 EAPs 中，主要使用鐵電聚合物和介電彈性體。鐵電聚合物的實例是聚偏氟乙烯 (polyvinylidene fluoride, PVDF) 和聚偏氟乙烯-三氟乙烯 (Poly(Vinylidene Fluoride)-trifluoroethylene, P(VDF-TrFE))、以及介電彈性體的實例是矽基聚合物 (silicone-based polymer)、聚氨酯基聚合物 (urethane-based polymer)、丙烯酸基聚合物 (acrylic-based polymer) 等。包括作為電活性層之 EAP 的可變形裝置已製成並連接到可撓性顯示面板，藉以實現顯示裝置的多樣化的彎曲。

【0006】 然而，僅使用例如 EAP 的可變形層，可能難以實現足夠的驅動位移。當可變形層的厚度增加用以提高驅動位移時，其彎曲的能力可能由於其增加的厚度而變得受限。此外，可變形層所增加的厚度可能需要高驅動電壓，從而可能不適合用於行動顯示器。

【發明內容】

【0007】 因此，本發明涉及一種可變形裝置、包含該多層可變形裝置的顯示裝置、以及其製造方法，其基本上消除了由於相關技術的侷限性和缺點所導致的一或更多的問題。

【0008】 本發明的優點係提供一種可變形裝置和一種包含具有增強彎曲能力之多層可變形裝置的顯示裝置。

【0009】 本發明的額外特徵和優點將被闡述在下面的描述中，並且部分地從說明書中將會顯而易見，或者可以通過本發明的實踐而得知。這些和本發明的其他優點將可通過書面描述及其申請專利範圍以及所附的圖式中指出的結構中來瞭解及獲得。

【0010】 爲了實現這些和其他優點及根據本發明的目的，當具體化和廣泛描述時，一種顯示裝置可例如包括：一顯示面板；在該顯示面板上的一多層可變形裝置，該多層可變形裝置包括：至少兩個單元可變形裝置，該至少兩個單元可變形裝置的每一個包括一第一電極、一第二電極、和在該第一電極和該第二電極之間的一可變形層；以及在該至少兩個單元可變形裝置之間的一次可變形層，其中，該至少兩個單元可變形裝置的每一個的該可變形層和該次可變形層包括一電活性聚合物，以及其中該次可變形層的該電活性聚合物係與該可變形層的該電活性聚合物不同。

【0011】 在本發明的另一態樣中，一種多層可變形裝置可例如包括：至少兩個單元可變形裝置，該至少兩個單元可變形裝置的每一個包括一第一電極、一第二電極、和在該第一電極和該第二電極之間的一可變形層；以及在該至少兩個單元可變形裝置之間的一次可變形層，其中，該至少兩個單元可變形裝置的每一個的該可變形層和該次可變形層包括一電活性聚合物，以及其中該次可變形層的該電活性聚合物係與該可變形層的該電活性聚合物不同。

【0012】 應當理解的是，前面一般描述和以下詳細描述都是例示性及解釋性的，並且旨在對所要求保護的本發明提供進一步的解釋。

【圖式簡單說明】

【0013】 所包括進來以提供本發明之進一步理解並且被併入以及構成本說明書的一部分之附圖說明了本發明實施例，並且與說明書一起用於解釋本發明的原理。於圖式中：

第 1 圖係說明根據本發明一實施例之多層可變形裝置的示意剖面圖；

第 2 圖係說明根據本發明另一實施例之多層可變形裝置的示意剖面圖；

第 3 圖係說明包括根據本發明一實施例之包括多層可變形裝置的顯示裝置的示意分解立體圖；

第 4 圖係說明根據本發明一實施例之顯示裝置的變形的圖式；以及

第 5 圖(a)、(b)及(c)圖係說明根據本發明不同實施例之顯示裝置可被有利地使用的例示圖。

【實施方式】

【0014】 本發明的優點及特徵以及實現本發明的方法可參照以下例示性實施例和附圖的詳細描述而更容易地理解。然而，本發明將以許多不同的形式體現，並且不限於這裡所闡述的實施方式。相反地，這些實施例使本發明有完整性，並且提供這些實施例使得本領域技術人員完全理解本發明的範圍。本發明將僅通過所附的申請專利範圍來限定。

【0015】 在附圖中用以敘述本發明實施例之形狀、尺寸、比例、角度、數目等僅僅是說明性的，並非用以限制本發明。相同的元件編號在整份說明書中是指相同的元件。此外，在本發明說明中，當相關技術的具體描述被確定為可能不需要地使本發明標的產生混淆時，其詳細描述將被省略。當本說明書中所提及的術語「包括」、「具有」、「含有」被使用時，除非術語「僅僅」被使用，否則未提及的部分可額外地被包括在內。除非上下文另外明確指出，否則單數形式也意指包括複數形式。

【0016】 在元件的解釋中，即使沒有另行提供明確描述，可理解為包括誤差範圍。

【0017】 在兩個部分的位置關係的敘述中，例如，當使用術語「在…上」、「在…上方」、「在…之下」、「相鄰於…」等時，除非使用術語「緊接著」或「…方向」，否則一或多個其他部分可位於所述兩個部分之間。

【0018】 當一個元件或層被描述為在另一元件或層「上」時，該元件或層可直接設置在另一元件或層上、或設置在具有插置於其間的又一元件或層的其他元件或層上。

【0019】 雖然術語「第一」、「第二」等被用於描述各種元件，但該些元件不被術語所限定。該些術語僅僅用來區分一元件與另一元件。因此，以下提到的第一元件可以對應於本發明之第二元件。

【0020】 插置在圖式中的每一個結構的尺寸及厚度只是用於方便敘述，本發明並不必須限於該結構的尺寸及厚度。

【0021】 本發明幾個實施例的各個特徵可全部或部分地彼此組合或結合，且可以各種方式技術配置來連結和驅動。各實施例可彼此獨立地實施或通過彼此連結而一起實施。

【0022】 在本說明書中，可變形層是指可藉由實施收縮、膨脹、或彎曲而使形狀變形的層，以回應所施加的電壓或電流。

【0023】 現在將詳細參考本發明實施例，實施例中的例子係在附圖中說明。儘可能地，相同的元件編號在整個圖式中是表示相同或相似的元件。

【0024】 第 1 圖係說明根據本發明一實施例之多層可變形裝置的配置的示意剖面圖。

【0025】 參考第 1 圖，根據本實施例的多層可變形裝置 100 包括：一第一可變形裝置 110，具有一第一可變形層 112、一第一電極 111（即一第一下電極 111）、以及一第二電極 113（即第一上電極 113）；一次可變形層 120，設置在第一可變形裝置 110 上；以及一第二可變形裝置 130，其設置在次可變形層 120 上，並具有一第二可變形層 132、一第一電極 131（即一第二下電極 131）、以及一第二電極 133（即一第二上電極 133）。在本文中，術語「下」和「上」是指在多層可變形裝置 100 與被設置在第二可變形裝置 130 下面的第一可變形裝置 110 相對於重力方向的方向。

【0026】 第一可變形裝置 110 是包含在多層可變形裝置 100 中的一單元可變形裝置，並且通過施加到第一下電極 111 和第一上電極 113 的電壓實現振動或彎曲。為此，第一可變形層 112 包括一電活性聚合物 (electro-active polymer, EAP)。

【0027】 第一可變形層 112 設置在第一下電極 111 和第一上電極 113 之間，以作用為能夠藉由電刺激而變形的一電活性層。第一可變形層 112 的 EPA 層是可以藉由電刺激而變形的聚合物材料。例如，第一可變形層 112 可以包括矽基、聚氨酯基、或丙烯酸基介電彈性體、或鐵電聚合物，例如聚偏氟乙烯 (PVDF) 基聚合物。

【0028】 當第一可變形層 112 包括介電彈性體時，該介電彈性體由於回應於施加到第一可變形層 112 之電壓產生的庫侖力而可收縮或膨脹，從而將可變形裝置 100 變形。另外，當第一可變形層 112 包括鐵電聚合物時，在第一可變形層 112 中之偶極的排列方向可回應施加到第一可變形層 112 的電壓而改變，由此將可變形裝置 100 變形。

【0029】 包含在第一可變形層 112 的 EAP 可以是 PVDF 基聚合物，這是一種在其自然狀態下維持一偏振狀態的鐵電聚合物。在一般情況下，PVDF 基聚合物具有比介電彈性體更大的介電常數和驅動位移，並具有多層可變形裝置 100 的變形可使用該 PVDF 基聚合物的偏振方向而輕易受控制之優勢。下文中，第一可變形層 112 包括 PVDF 基聚合物將以舉例的方式給予假設說明。

【0030】 該 PVDF 基聚合物是指包括在聚合物的主鏈中之 PVDF 重複單元的聚合物。該 PVDF 基聚合物的實例可包括 PVDF 均聚物或 PVDF 共聚物。在這種情況下，第一可變形層 112 可以薄膜型態製造。

【0031】 當如聚二甲基矽氧烷 (Polydimethyl siloxane, PDMS) 之介電彈性體被使用時，可變形層可通過施加溶液到基板並且乾燥該溶液的一溶液鑄膜法來形成。在這種情況下，多層可變形裝置可通過交替地堆疊電極和可變形層來製造。這是因為可變形層可以足夠的介電常數通過簡單的溶液澆鑄法，而無需以薄膜型態來製造而形成。

【0032】 在另一方面，當使用 PVDF 基聚合物時，該可變形層可以不通過溶液鑄膜法形成，因為它的介電常數可能不夠高。但是，由 PVDF 基聚合物所形成之可變形層的足夠介電常數可以通過例如拉伸處理 (stretching process) 和輪詢處理 (polling process) 的至少其中一來獲得。

【0033】 為了執行此種拉伸或輪詢處理，PVDF 基聚合物係使用共擠壓等方式在各個膜中製造。具體而言，當其偏振方向係通過拉伸或輪詢處理均勻地形成時，薄膜型 PVDF 基聚合物可具有足夠的介電常數。換句話說，用於第一可變形層 112 的 PVDF 基聚合物可在薄膜中製造，然後進行拉伸或輪詢處理。在這種情況下，拉伸處理是指在加熱狀態下拖拉和將聚合物鏈定向的處理，以及輪詢處理是指通過施加高直流 (DC) 電壓至聚合物將具有特定電荷的原子排列在一個方向上的處理。

【0034】 例如，當在拉伸或輪詢處理被施加到 PVDF 基聚合物時，氟 (F) 原子可以被排列在期望的位置。通過拉伸或輪詢處理中，第一可變形層 112 可以得到強偏振效應。更具體地，對應於在 PVDF 均聚物之 PVDF 基聚合物可被拉伸或輪詢以形成可變形層。同樣地，對應至 PVDF 共聚物 P(VDF-TrF) 聚偏氟乙烯 - 三氟乙烯 (Poly(Vinylidene Fluoride)-trifluoroethylene) 可以被輪詢以形成可變形層。如以上所述，包括 PVDF 基聚合物之可變形層可以薄膜型態來製造以獲取高介電常數。

【0035】 第一可變形層 112 的厚度可基於例如用於操作第一可變形裝置 110 之功耗、驅動電壓等各種因素來選擇，並確定是否可以執行第一可變形裝置 110 的正常操作。第一可變形層 112 的厚度可以在 $10\ \mu\text{m}$ 至 $300\ \mu\text{m}$ 的範圍內，並且更佳是在 $50\ \mu\text{m}$ 至 $150\ \mu\text{m}$ 的範圍內。這裡，當第一

可變形層 112 的厚度小於 $10\ \mu\text{m}$ 時，可不對第一可變形裝置 110 的正常操作施加足夠的電壓。另外，當第一可變形層 112 的厚度大於 $300\ \mu\text{m}$ 時，可能需要額外的驅動電壓以驅動第一可變形裝置 110，從而增加了功率消耗。

【0036】 第一可變形層 112 回應通過第一下電極 111 和第一上電極 113 所施加的電場可以膨脹或收縮。在這種情況下，無論是第一可變形層 112 膨脹或收縮都可以根據第一可變形層 112 的偏振方向和施加到第一可變形層 112 之電場的方向來決定。

【0037】 例如，用於第一可變形層 112 的 PVDF 基聚合物可具有根據其原子排列確定的偏振方向。即，偏振方向根據具有高電負度之氟(F)原子的排列來決定。例如，當第一可變形層 112 被設置使得氟(F)原子被佈置在下部，並且包括幾個電子之氫(H)原子被佈置在上部時，第一可變形層 112 的偏振方向可能變成朝向第二可變形裝置 130 之向上方向。

【0038】 第一可變形層 112 根據第一可變形層 112 的偏振方向和施加到第一可變形層 112 之電場而收縮或膨脹。例如，當第一可變形層 112 的偏振方向不同於施加到第一可變形層 112 的電場的方向時，第一可變形層 112 可以膨脹，而當第一可變形層 112 的偏振方向與施加到第一可變形層 112 的電場的方向相同時，第一可變形層 112 收縮。第一可變形層 112 的收縮或膨脹導致裝置的彎曲，其中可變形裝置與顯示面板或其它基板接觸。

【0039】 第一下電極 111 和第一上電極 113 進行施加電場以使第一可變形層 112 彎曲的功能。第一下電極 111 設置在第一可變形層 112 之第一(例如下)表面上，並且第一上電極 113 設置在第一可變形層 112 的第二(例如上)表面上。

【0040】 第一下電極 111 和第一上電極 113 可以由導電材料製成。例如，第一下電極 111 和第一上電極 113 可以由金屬材料如金(Au)、銅(Cu)、鈦(Ti)、鉻(Cr)、鉬(Mo)、鋁(Al)、和 Al-Cu 合金，或導電聚合物例如 PEDOT[聚(3,4-亞乙基)(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene))]: PSS[聚(4-苯乙烯磺酸) Poly(4-styrenesulfonic acid)]、聚吡咯(polypyrrole) 和聚

苯胺(polyaniline)製成。然而，本發明不限於此。第一下電極 111 和第一上電極 113 可以由相同材料或不同材料製成。

【0041】 此外，第一下電極 111 和第一上電極 113 可以被配置為軟電極。因此，它們適合於平滑、重複性操作，以及包括第一可變形層 112 之多層可變形裝置 100 的變形。這樣的軟電極可以通過將彈性體混合碳導電脂、炭黑、或奈米碳管來製造。

【0042】 當第一下電極 111 和第一上電極 113 的厚度增加時，可以包括在具有一定厚度的多層可變形裝置 100 的可變形層的總數目減小。鑑於多層可變形裝置 100 的驅動位移隨著可變形層的總數的增加，最好是第一下電極 111 和第一上電極 113 的厚度是盡可能地薄，以便盡可能設置多個可變形層於具有恆定厚度的多層可變形裝置中。例如，各第一下電極 111 和第一上電極 113 最好具有 200 奈米或更小的厚度，並且更佳的是具有 100 奈米或更小的厚度。然而，該厚度不限於此。

【0043】 第一下電極 111 和第一上電極 113 可使用各種方法設置在第一可變形層 112 的一個表面上。例如，第一下電極 111 和第一上電極 113 可以通過濺射、印刷、和狹縫塗佈法設置在第一可變形層 112 的兩個表面上。特別是，當第一下電極 111 和第一上電極 113 使用相同的材料設置時，第一下電極 111 和第一上電極 113 可以同時設置在同一製程中。

【0044】 第一下電極 111 和第一上電極 113 回應於從外部施加的電壓而形成電場。這裡，具有不同電平的電壓或具有相反電性的電壓可被施加到第一下電極 111 和第一上電極 113，以便在第一可變形層 112 中形成電場。例如，當正電壓被施加到第一下電極 111 時，負電壓或接地電壓可施加到第一上電極 113，並且當負電壓被施加到第一下電極 111 時，正電壓或接地電壓可以施加到第一上電極 113。在此，當施加到第一下電極 111 的電壓的電性和施加到第一上電極 113 的電壓的電性被改變為相反的電性時，電場的方向相應地改變。

【0045】 交流 (AC) 電壓或直流 (DC) 電壓可以被施加到第一下電極 111 和第一上電極 113。當交流電壓施加到第一下電極 111 和第一上電極 113 時，第一可變形裝置 110 可週期性地偏移，從而能夠得到振動效果。

當直流電壓被施加到第一下電極 111 和第一上電極 113 時，第一可變形裝置 110 可被保持彎曲的狀態。

【0046】 次可變形層 120 被設置在第一可變形裝置 110 和第二可變形裝置 130 之間，以作用為通過電刺激與第一可變形層 112 和第二可變形層 132 一起變形之小的電活性層 132。次可變形層 120 包括次 EAP，該次 EAP 的類型不同於包括在相鄰的單元可變形裝置的可變形層的 EAP 的類型。包含在次可變形層 120 的次 EAP 可包括矽基 (silicone-based)、聚氨酯基 (urethane-based)、丙烯酸基 (acrylic-based) 的介電彈性體，或鐵電聚合物如 PVDF 基聚合物。然而，本發明不限於此。

【0047】 例如，當第一可變形裝置 110 和第二可變形裝置 130 包括介電彈性體時，次可變形層 120 可以包括鐵電聚合物；以及當第一可變形裝置 110 和第二可變形裝置 130 包括鐵電聚合物時，次可變形層 120 可包括介電彈性體。當第一可變形裝置 110 和第二可變形裝置 130 包括不同於次可變形層 120 的 EPA 時，相較於只使用一介電彈性體製成之傳統的多層可變形裝置，實現具有增強驅動位移和低驅動電壓的多層可變形裝置是有可能的。

【0048】 特別是，當第一可變形裝置 110 和第二可變形裝置 130 包括 PVDF 基聚合物作為 EAP，更佳的是，次可變形層 120 包括介電彈性體和高介電填充材作為次 EAP。當次可變形層 120 除了介電彈性體還包括高介電填充材時，次可變形層 120 比傳統的介電彈性體具有更高的介電常數，從而多層可變形裝置的驅動位移可得到增強。下文，將以舉例的方式給予次可變形層 120 包括介電彈性體和高介電填充材的假設進行說明。

【0049】 次可變形層 120 將第一可變形裝置 110 和第二可變形裝置 130 結合在一起。如所描述，當多層可變形裝置僅使用一介電彈性體用在可變形層來製造，該電極和可變形層可藉由溶液鑄膜法交替地堆疊。然而，當該多層可變形裝置是使用鐵電聚合物製成時，例如 PVDF 均聚物，拉伸或輪詢製程可能需要執行。因此，該 PVDF 基均聚物可以不必如同通過溶液鑄膜法形成的介電彈性體直接堆疊在電極上。

【0050】 為了製造使用 PVDF 基聚合物的多層可變形裝置，單元可變形裝置可能需要製備，其中，電極被堆疊在經受拉伸或輪詢製程的 PVDF 基

聚合物膜的兩個表面上。此外，黏著層可能需要設置在單元可變形之間以堆疊各個單元可變形裝置。然而，傳統的光學黏著劑如丙烯酸基黏著劑 (acrylic-based adhesive)、聚乙烯醇基黏著劑 (polyvinyl alcohol-based adhesive) 和聚氨酯基黏著劑 (polyurethane-based adhesive) 具有低的介電常數，並且具有該多層可變形裝置的性能由於光學黏著劑的厚度而導致退化的缺點。然而，如上文所述，當使用包括介電彈性體和高介電填充材之次可變形層時，可以提高包括鐵電聚合物之多層可變形裝置的性能。在這方面，設置在第一可變形裝置 110 和第二可變形裝置 130 之間的次可變形層 120 較佳是高介電黏著劑，其可充當除了電活性層的黏著層。

【0051】 包含在次可變形層 120 的介電彈性體可以對應於選自包括：丙烯酸基聚合物、聚氨酯基聚合物、和矽基聚合物群組中的至少其中之一。然而，介電彈性體並不侷限於此。特別是，在本實施例的介電彈性體較佳可為矽基聚合物，例如，聚二甲基矽氧烷 (PDMS)，它可以提供足夠的黏著強度和在很寬的溫度範圍內操作。

【0052】 爲了用小驅動電壓得到很大的變形，介電彈性體較佳可以對應於具有大極性的化合物，也就是，很大的介電常數。例如，較佳的是，在 1kHz 下測量的相對介電常數大於或等於 2.5。

【0053】 考慮多層可變形裝置 100 所須的機械特性，介質彈性體可以是具有 10,000 克/摩爾 (g/mol) 或更多的重均分子量 (weight-average molecular weight) 的聚合物。

【0054】 然後，高介電填充材較佳可包括選自包括壓電陶瓷、碳奈米顆粒、金屬奈米顆粒、以及導電聚合物之群組中之至少其中之一作為材料，其可通過與介電彈性體混合提升次可變形層 120 的介電常數。然而，高介電填充材不限於此。

【0055】 壓電陶瓷較佳可以包括壓電金屬氧化物，包括如鉛 (Pb)、鋯 (Zr)、鈦 (Ti)、和鋇 (Ba) 之金屬原子。例如，壓電陶瓷可對應於鈣鈦礦型 (Perovskite-type) 氧化物，包括鋯鈦酸鉛 (PbZrO₃-PbTiO₃, PZT) 或鈦酸鋇 (BaTiO₃)。然而，壓電陶瓷並不侷限於此。

【0056】 碳奈米顆粒較佳可以包括：選自由單壁碳奈米管 (single-walled carbon nanotube, SWCNT)、雙壁碳奈米管 (double-walled carbon nanotube ,

DWCNT)、多壁碳奈米管 (multi-walled carbon nanotube, MWCNT)、石墨烯(graphene)、石墨(graphite)、碳黑(carbon black)、碳纖維、和富勒烯(fullerene)所組成之群組之至少其中之一。特別是，單壁碳奈米管 (SWCNT)較佳是次可變形層 120 的介電常數在低頻率區域中大大增強。然而，碳奈米顆粒沒有特別限制。

【0057】 金屬奈米粒子可對應於包括金 (Au) 或銀 (Ag) 之奈米線、奈米棒、奈米孔、或奈米管。但是，金屬奈米粒子沒有特別的限制。

【0058】 導電性高分子較佳包括選自包括：聚芴(polyfluorene)、聚亞苯基(polyphenylene)、聚芘(polypyrene)、聚甘菊環(polyazulene)、聚萘(polynaphthalene)、聚乙炔 (polyacetylene, PAC)、聚(對亞苯基亞乙烯基) (poly(p-phenylene vinylene), PPV)、聚吡咯 (polypyrrole, PPY)、聚呋(polycarbazole)、聚吲哚(polyindole)、聚氮吡(poliazepine)、聚(噻吩基亞乙烯基)(poly(thienylene vinylene))、聚(亞噻吩基亞乙烯基)(poly(thienylene vinylene))、聚苯胺 (polyaniline, PANI)、聚(噻吩) (poly(thiophene))、聚(對苯硫醚) (poly(p-phenylene sulfide, PPS)、聚(3,4-亞乙二噻吩 (poly(3,4-ethylenedioxy thiophene, PEDOT)、聚(3,4-亞乙二氧基噻吩) poly(3,4- ethylenedioxy thiophene)摻雜有聚(苯乙烯磺酸鹽) (poly(styrene sulfonate), PSS)) (PEDOT : PSS)、聚(3,4-亞乙二氧基噻吩)-四甲基丙烯酸 (poly(3,4- ethylenedioxy thiophene)-tetramethacrylate, PEDOT-TMA) 和呋喃(polyfuran)之群組的至少其中之一。然而，導電聚合物沒有特別的限制。

【0059】 導電性聚合物較佳可以具有 10^{-6} S / cm 以上的導電率，並且更佳是具有 10^{-2} S / cm 以上的電導率。當導電聚合物的電導率高於 10^{-6} S / cm 時，次可變形層 120 的介電常數可以通過與介電彈性體的相互作用而增強。

【0060】 在次可變形層 120 中，介電彈性體與高介電填充材的重量比較佳可在 99 : 1 至 50 : 50 的範圍內，更佳是在 90 : 10 至 60 : 40 的範圍內。當高介電填充材的含有量在 1% 以下時，增強次可變形層的介電常數 120 可能不夠，並且次可變形層 120 可能難以充當另一個可變形層。另一方面，當高介電填充材的含有量超過 50% 時，介電常數增強效果可能已飽和或

降低了。此外，當以粒子形式存在之高介電填充材的含有量增加時，次可變形層 120 的黏性強度可能會降低。

【0061】 次可變形層 120 較佳可以具有 5.0 或更大的介電常數，更佳是當介電常數是在 1kHz 下測量時，次可變形層 120 具有 7.0 或以上的介電常數。在一般情況下，被廣泛用作電介質彈性體之 PDMS 具有約 2.5 至 3.0 範圍內的介電常數。然而，當使用高介電填充材時，介電常數可增加到 7.0 以上，並且較佳是增加到 9.0 以上。

【0062】 當黏著強度使用拉力強度計進行測量時，次可變形層 120 較佳可以具有 1500 gf/inch 或更大的黏著強度，即 579 N/m 或以上，更佳是具有 1800 gf/inch 或更高的黏著強度，即黏著強度 695 N/m 或以上。如果次可變形層 120 的黏著強度高於 579 N/m，即使當多層可變形裝置 100 變形時，單元可變形裝置 110 和 130 之間的黏著狀態可以繼續維持。

【0063】 次可變形層 120 較佳可以具有 1 μ m 至 300 μ m 範圍內的厚度，並且更佳是具有 10 μ m 至 150 μ m 範圍內的厚度。當次可變形層 120 的厚度低於 1 μ m 時，多層可變形裝置 100 的驅動位移的增強作用可能是不夠的。另一方面，當次可變形層 120 的厚度超過 300 μ m 時，多層可變形裝置 100 的厚度可以增加，從而可降低驅動位移，並且該多層可變形裝置的重量 100 可大大地增加。

【0064】 次可變形層 120 設置在第一可變形裝置 110 和第二可變形裝置 130 之間。因此，次可變形層 120 的第一表面或下表面與第一可變形裝置 110 的第二電極 113（第一上電極 113）接觸，並且次可變形層 120 的第二表面或上表面與第二可變形裝置 130 的第一電極 131（第二下電極 131）接觸。換言之，庫侖力係因第一可變形件裝置 110 的第一上電極 113 和第二可變形裝置 130 之第二下電極 131 之間的電場而產生，從而麥克斯韋應力(Maxwell stress)被施加到包括介電彈性體和高介電填充材之次可變形層 120。在這種情況下，下面的方程式 1 表示麥克斯韋應力的大小：

【0065】 [方程式 1]

$$\text{Maxwell Stress}(P) = \epsilon_r \epsilon_o E^2 = \epsilon_r \epsilon_o \left(\frac{V}{t} \right)^2$$

(ϵ_0 : 真空中空間介電常數, ϵ_r : 相對介電常數, E : 電場, V : 電壓, t : 可變形層的厚度)

【0066】 這裡, 麥克斯韋應力是指施加的力, 使得次可變形層 120 在厚度方向上收縮並且在長度方向膨脹。參照方程式 1, 麥克斯韋應力的大小 (P) 與相對介電常數 (ϵ_r)、電場 (E) 和電壓 (V) 成正比。當麥克斯韋應力的大小增加時, 次可變形層 120 具有更大的位移或更大幅度變形。

【0067】 次可變形層 120 具有高的介電常數。從方程式 1 中, 考慮到麥克斯韋應力與介電常數成正比, 具有高介電常數的次可變形層 120 可以作用為另一電活性層。換句話說, 除了第一可變形層 112 和包含在該多層可變形裝置 100 中的第二可變形層 132, 次可變形層 120 層還可通過在可變形裝置的形成的電極進行收縮或膨脹。

【0068】 在這種情況下, 具有不同電平的電壓或具有相反電特性的電壓被施加到第一可變形裝置 110 之第一下電極 111 和第一上電極 113 以及第二可變形裝置 130 之第二下電極 131 和第二上電極 133。例如, 正電壓和負電壓交替地施加到單元可變形裝置 110 和 130 之電極 111、113、131、133。例如, 正電壓被施加到第一可變形裝置 110 之第一下電極 111, 負電壓被施加到第一可變形裝置 110 之第一上電極 113。正電壓再次被施加到第二可變形裝置 130 之第二下電極 131, 以及負電壓再次被施加到第二可變形裝置 130 之第二上電極 133。在這種情況下, 次可變形層 120 可以通過因施加到第一可變形裝置 110 的第一上電極 113 的負電壓和施加到第二可變形裝置 130 之第二下電極產生的靜電引力而偏移。

【0069】 次可變形層 120 較佳與第一可變形層 112 和第二可變形層 132 以相同的方向進行收縮或膨脹。然而, 本發明不限於此。在一般情況下, 多層可變形裝置 100 與顯示面板的基板等接合以實現所完成裝置的彎曲。在這種情況下, 當第一可變形層 112 和第二可變形層 132 的收縮或膨脹的方向與次可變形層 120 的相同時, 所完成裝置的彎曲的能力可以最大化。在這種情況下, 如上所述, PVDF 基聚合物之收縮或膨脹的可根據偏振方向和施加電場的方向進行調整。因此, 例如, 當次可變形層 120 回應施加電場而在長度方向膨脹時, 如果第一可變形層 112 和第二可變形層 132 被

配置為具有不同的偏振方向和不同的施加電場的方向，第一可變形層 112 和第二可變形層 132 可以與次可變形層 120 在長度方向同時膨脹。

【0070】 同時，第二可變形裝置 130 設置在次可變形層 120 上。第二可變形裝置 130 係包含在多層可變形裝置 100 的一單元可變形裝置，以及通過施加電壓到第二下電極 131 和第二上電極 133 來變形而實現振動或彎曲。

【0071】 包含在第二可變形裝置 130 中之各第二可變形層 132、第二下電極 131、以及第二上電極 133 可被配置成與包含在第一可變形裝置 110 中之各第一可變形層 112、第一下電極 111、以及第一上電極 113 相同。

【0072】 第二可變形裝置 130 的各個特定配置與效果係與第一可變形裝置 110 相同，從而省略重複描述。

【0073】 根據本實施例的多層可變形裝置 100 可包含次可變形層 120，該次可變形層 120 包含在單元可變形裝置 110 和 130 之間的介電彈性體和高介電填料，該等單元可變形裝置 110 和 130 包含作為可變形層 120 之 PVDF 基聚合物。

【0074】 在多層結構中使用 PVDF 基聚合物作為可變形層可能需要黏著層以形成一可變形裝置。傳統上使用的黏著層具有低的介電常數。特別是，在 1kHz 下測量的光學透明膠 (optical clear adhesive, OCA) 的介電常數為 3.0 或更小。如上所述，傳統上的黏著層具有低的介電常數，從而可以僅用於黏著之用。黏著層增加可變形裝置的厚度，其可以阻礙可變形裝置的驅動位移。

【0075】 然而，次可變形層 120 是一種具有基於介電彈性體的優異的介電常數的黏著層。因此，次可變形層 120 的作用不僅是作為黏著劑也可作為可變形層，其通過次可變形層 120 的兩個表面接觸的電極造成的靜電吸引。

【0076】 因此，次可變形層 120 當於被插入第一可變形裝置 110 和第二可變形裝置 130 之同時且第一可變形裝置 110 和第二可變形裝置 130 變形時，可以與第一可變形裝置 110 和第二可變形裝置 130 一起變形。同樣地，根據本實施例的多層可變形裝置 100 使用具有高介電常數之次可變形層 120，而不是傳統的黏著劑，以及使用具有比介電彈性體更高的 PVDF 基

聚合物，從而提高驅動位移量。此外，由於多層可變形裝置 100 的總介電常數得到提高，該多層可變形裝置 100 的驅動電壓可以降低。

【0077】 第 2 圖係說明根據本發明另一實施例之多層可變形裝置 200 的示意剖面圖。

【0078】 參考第 2 圖，根據本實施例的多層可變形裝置 200 包括：一第一可變形裝置 210，具有一第一可變形層 212、一第一下電極 211、和一第一上電極 213；一第一次可變形層 220，設置在第一可變形裝置 210 上；一第二可變形裝置 230，其設置在第一次可變形層 220 上，並具有一第二可變形層 232、一第二下電極 231、和一第二上電極 233；一第二次可變形層 240，設置在第二可變形裝置 230 上；以及一第三可變形裝置 250，其設置在第二次可變形層 240 上，並具有一第三可變形層 252、一第三下電極 251、和一第三上電極 253。

【0079】 第 2 圖的多層可變形裝置 200 係與第 1 圖的多層可變形裝置 100 不同，在於多層可變形裝置 200 具有堆疊三個單元可變形裝置的結構。換言之，根據本實施例的多層可變形裝置 200 可包括兩個或更多個單元可變形裝置，以及單獨的次可變形層可以分別設置在各個單元可變形裝置之間。

【0080】 在多層可變形裝置 200 中，分別包含在單元可變形裝置 210、230、和 250 中的第一可變形層 212、第二可變形層 232、以及第三可變形層 252 包括與第一次可變形層 220 和第二次可變形層 240 的 EAP 不同類型的 EAP。

【0081】 在這種情況下，多層可變形裝置 200 具有基本上與第 1 圖的多層可變形裝置 100 相同的結構。所不同的是，進一步包括第三可變形裝置 250 和第二次可變形層 240，從而將省略重複的描述。

【0082】 在多層可變形裝置 200 中，第二次可變形層 240 被設置在第二可變形裝置 230 上。類似於第一次可變形層 220，第二次可變形層 240 包含與相鄰的單元可變形裝置的可變形層的 EAP 不同類型的 EAP。第二次可變形層 240 可以具有與第 1 圖的次可變形層 120 的結構相同的結構。

【0083】 第三可變形裝置 250 設置在第二次可變形層 240 上。第三可變形裝置 250 可具有與第一可變形裝置 210 和第二可變形裝置 230 至少其中之一的結構相同的結構。

【0084】 在多層可變形裝置 200 中，具有不同電性的電壓被交替地施加到第一可變形裝置 210 的第一下電極 211 和第一上電極 213、第二可變形裝置 230 的第二下電極 231 和第二上電極 233、以及第三可變形裝置 250 的第三下電極 251 和第三上電極 253。在這種情況下，第一次可變形層 220 和第二次可變形層 240 的每一個是通過與兩個表面接觸的電極所產生的電場來變形。

【0085】 因此，在多層可變形裝置 200 中，各個單元可變形裝置 210、230 和 250、第一次可變形層 220 及第二次可變形層 240 通過施加的電壓一起變形。因此，多層可變形裝置 200 具有比只使用介電彈性體製造的多層可變形裝置或包含具有低介電常數之傳統黏著層的多層可變形裝置的驅動位移更大的驅動位移。

【0086】 在下文中，本發明將以例示性實施例作更詳細地描述。然而，下面給出例示性實施例僅用以顯示本發明實施例，本發明的範圍並不限於這些實施例。

【0087】 實施例 1 和比較實施例 1~3 之多層可變形裝置係藉由改變可變形層和次可變形層（黏著層）來製造。

【0088】 實施例 1

藉由在拉伸 PVDF 均聚物之後進行層壓製備第一可變形層和第二可變形層，其中每一第一可變形層和第二可變形層具有 $80\ \mu\text{m}$ 的厚度，並且在每一該等可變形層之兩個表面上沉積金屬電極（碳導電性油脂），從而製造第一可變形裝置和第二可變形裝置，其中每一個可變形裝置具有下電極/可變形層/上電極的結構。之後，將作為介電彈性體的 PDMS 和作為高介電填充材的鈦酸鋇（粒子的直徑通過 SEM 測量： $120\ \text{奈米}(\text{nm})$ ）加入到對應於溶劑的己烷中，從而製造出混合溶液。在這種情況下，PDMS 對鈦酸鋇的重量比為 60：40。第一可變形裝置的上電極用所製作的溶液塗佈，以形成具有 $50\ \mu\text{m}$ 的厚度的次可變形層（黏著層），然後將第二可變形裝置加入其中，藉以製造實施例 1 的多層可變形裝置。

【0089】 比較實施例 1

比較實施例 1 的多層可變形裝置係使用與實施例 1 的相同的方法來製造，所不同的是，形成第一可變形層和第二可變形層僅包括 PDMS，而不是使用 PVDF 均聚物。

【0090】 比較實施例 2

比較實施例 2 的次可變形層和多層可變形裝置係使用與實施例 1 相同的方法製造，所不同之處在於基板係利用藉由將作為介電彈性體的 PDMS 和作為高介電填充材之鈦酸鋇(粒子的直徑通過 SEM 測量:120 奈米(nm))以重量比 60:40 加到對應於溶劑之己烷而獲得的混合溶液來塗佈，而不是使用 PVDF 均聚物，並且乾燥後得到第一可變形層和第二可變形層，其中每一個可變形層具有 $80\ \mu\text{m}$ 的厚度，然後在各所製造的可變形層的兩個表面上沉積金屬電極(碳導電性油脂)，從而製造出包括 PDMS 和高介電填充材之第一可變形裝置和第二可變形裝置。

【0091】 比較實施例 3

比較實施例 3 的多層可變形裝置係使用與實施例 1 相同的方法來製造，所不同的是，次可變形層(黏著層)係使用傳統的丙烯酸基 OCA 黏著劑代替實施例 1 中所製造的 PDMS 和鈦酸鋇的混合溶液來形成。

【0092】 進行下面的實驗以獲得包括實施例 1 和比較實施例 1~3 所製造的多層可變形裝置的驅動位移程度的性質。

【0093】 實驗實施例 1 – 次可變形層的介電常數的測量

在 1kHz 頻率下的電容係使用 LCR 測量儀(4284A)進行測定，而根據實施例 1 和比較實施例 1~3 所製造的多層可變形裝置的次可變形層的介電常數係使用下面的方程式 2 計算並進行測量。測量結果顯示於以下表 1。

【0094】 [方程式 2]

$\varepsilon = C \times t / \varepsilon_0 \times A$ (ε :介電常數, C:電容 ε_0 : 真空中的介電常數, t: 可變形層的厚度, A: 接觸剖面面積)

【0095】 實驗實施例 2 – 次可變形層的黏著強度的測量

根據實施例 1 和比較實施例 1~3 所製造的多層可變形裝置的次可變形層的黏著強度係使用拉伸強度測定儀測定 (Tinius Olsen 公司, H5KT UTM)。所測量的結果被列於以下表 1 中。

【0096】 實驗實施例 3 –可變形裝置的驅動位移的測量

為了測量根據實施例 1 和比較實施例 1~3 中所製造的多層可變形裝置的驅動位移，每個最大曲率半徑和最小半徑的曲率係使用雷射裝置 (Keyence 有限公司, LK-G80) 在 2.4 kVpp 的條件下測定，然後計算曲率半徑的變化值，從而獲得彎曲的能力。所測量的結果被列於以下表 1 中。

[表 1]

區分	可變形層/次可變形層之結構			次可變形層之介電常數(在 1 kHz 下)	次可變形層之黏著強度 (gf/inch)	最小曲率半徑 (mm)	最大曲率半徑 (mm)	曲率半徑變化值(mm)
	第一可變形層	次可變形層	第二可變形層					
實施例 1	均 PVDF	PDMS+鈦酸鋇	均 PVDF	8.5	1850 (714 N/m)	629	1875	1246
比較性實施例 1	PDMS	PDMS+鈦酸鋇	PDMS	8.5	1850 (714 N/m)	1322	1396	74
比較性實施例 2	PDMS+鈦酸鋇	PDMS+鈦酸鋇	PDMS+鈦酸鋇	8.5	1850 (714 N/m)	1039	1543	504
比較性實施例 3	均 PVDF	丙烯酸基 OCA	均 PVDF	3.5	2015 (778 N/m)	943	1632	689

【0097】 表 1 表示實施例 1 的多層可變形裝置具有優異的驅動位移，其中不同類型的 EAPs 係交替層疊。特別是，實施例 1 和比較實施例 1 之間的比較表示具有只有一介電彈性體層疊於其中的結構的傳統多層可變形裝置具有非常小的驅動位移。

【0098】 此外，實施例 1 和比較實施例 2 之間的比較表示：當與比較實施例 2 的多層可變形裝置比較時，實施例 1 的多層可變形裝置在相同的電壓下具有顯著大的曲率半徑的變化，其中第一可變形層、第二可變形層、以及次可變形層都包括介電彈性體和高介電填充材。換言之，可以理解的是，當相較於通過簡單地層疊複數個具有高介電常數的彈性體層形成的多層可變形裝置時，實施例 1 的多層可變形裝置具有非常優越的性能。

【0099】 同時，實施例 1 和比較實施例 3 之間的比較表示：當相較於使用傳統的黏著劑的比較例 3 的次可變形層的介電常數時，實施例 1 的次可變形層的介電常數明顯增強，從而降低多層可變形裝置的驅動電壓。更具體地，該比較表示實施例 1 的多層可變形裝置具有曲率半徑變化，該曲率半徑變化是比較例 3 在相同的電壓下該多層可變形的裝置的兩倍大。換言之，可以理解的是該多層可變形層的彎曲程度由於次可變形層的優異介電常數而大幅增強。

【0100】 如上所述，當相較於傳統的光學膠時，包括用於將含有 PVDF 基聚合物的第一可變形裝置和第二可變形裝置的介電彈性體和高介電填充材一起接合之次可變形層具有非常高的介電常數。在實施例 1 中，次可變形層除了其黏著功能還用作為可變形層。因此，當第一可變形裝置和第二可變形裝置使用次可變形層結合在一起時，多層可變形裝置可以具有大幅增強的彎曲能力，即，大幅提升的驅動位移，並具有降低的驅動電壓。

【0101】 以這種方式，當多層可變形裝置藉由使用次可變形層將單元可變形裝置一起結合製造時，能夠獲得具有增強驅動位移之多層可變形裝置，其中該多層可變形裝置使用包括鐵電聚合物中的 PVDF 基聚合物之可變形層。

【0102】 第 3 圖係示出根據本發明一實施例之包括多層可變形裝置的顯示裝置 300 的示意爆炸透視圖。

【0103】 參考第 3 圖，根據本實施例的顯示裝置 300 包括：一下蓋 310、一多層可變形裝置 100、一顯示面板 320、一觸控面板 330、和一上蓋 340。

【0104】 下蓋 310 設置在多層可變形裝置 100 之下以覆蓋多層可變形裝置 100、顯示面板 320、和觸控面板 330 的下部分。下蓋 310 保護顯示裝置 300 的內部部件免於外部衝擊和水或外來物的滲透。下蓋 310 可由回應多層可變形裝置 100 的形狀上變化而一起變形的材料製成。例如，下蓋 310 可以由例如具有延展性的塑料之材料製成。然而，下蓋 310 不侷限於此。

【0105】 多層可變形裝置 100 可以設置在顯示面板 320 下方。具體地說，多層可變形裝置 100 可設置為直接與顯示面板 320 的表面接觸，或使用在顯示面板 320 的表面和多層可變形裝置 100 的表面之間的黏著劑來設置。

該黏著劑的實例可以包括光學透明膠（OCA）或光學透明樹脂（OCR）。但是，黏著劑不侷限於此。多層可變形裝置 100 可設置在下蓋 310 上。

【0106】 第 3 圖所示的多層可變形裝置 100 包括：一第一可變形裝置 110、一第二可變形裝置 130、以及設置在第一可變形裝置 110 和第二可變形裝置 130 之間的一次可變形層 120。換言之，該多層可變形裝置 100 可分別具有與第 1 圖和第 2 圖所示的多層可變形裝置 100 和 200 其中之一的結構相同的結構。

【0107】 次可變形層 120 包括與包含在相鄰的單位可變形裝置的可變形層中的 EAP 不同類型的次 EAP。次可變形層 120 具有優異的介電常數，從而除了將第一可變形裝置 110 和第二可變形裝置 130 一起結合的功能外，還可以用作為可變形層。因此，多層可變形裝置 100 可具有進一步增強的彎曲能力和降低的驅動電壓。

【0108】 多層可變形裝置 100 可電性連接到顯示面板 320。例如，設置在顯示面板 320 上的可撓性印刷電路板（FPCB）與多層可變形裝置 100 的電極可通過佈線彼此電性連接。

【0109】 顯示面板 320 是指包括用於在顯示裝置 300 上顯示影像的顯示元件的面板。例如，各種顯示面板諸如有機發光顯示面板、液晶顯示面板、和電泳顯示面板可以用作顯示面板 320。

【0110】 有機發光顯示裝置是一種允許電流在有機發光層中流動的顯示裝置，使得有機發光層發出具有特定波長的光。有機發光顯示裝置至少包括陰極、有機發光層和陽極。設置在顯示面板 320 下方的可變形裝置 100 可隨著可撓性變形，從而有機發光顯示裝置可以被配置為隨著可撓性變形。換言之，有機發光顯示裝置是一種具有可撓性的可彎曲之有機發光顯示裝置，並且包括一可撓性基板。該可撓性有機發光顯示裝置可通過從外部施加的力而在各種方向和以不同的角度變形。下文，將給予顯示面板 320 藉由例示的方式被配置為可撓性有機發光顯示裝置的假設進行說明。

【0111】 設置在顯示面板 320 下方的多層可變形裝置 100 可隨著延展性變形，從而有機發光顯示裝置可以被配置為隨著延展性而變形。換言之，有機發光顯示裝置是一種具有延展性之可撓性有機發光顯示裝置，並且包

括可撓性基板。可撓性有機發光顯示裝置可通過從外部施加的力而在各種方向且以不同的角度變形。

【0112】 觸控面板 330 設置在顯示面板 320 上。該觸控面板 330 是指偵測由使用者觸摸而輸入到顯示裝置 300 並且提供觸摸座標之功能的面板。

【0113】 觸控面板 330 可根據設置位置被分割。例如，有可能使用將觸控面板 330 附著到顯示面板 320 的上表面的附加(add-on)方案，一種內嵌式(on-cell)方案，將觸控面板 330 沉積在顯示面板 320 上，一種內嵌式(in-cell)方案，將觸控面板 330 形成在顯示面板 320 中等等。另外，觸控面板 330 可以根據操作方案劃分。例如，可能使用電容式觸控面板、電阻式觸控面板、超音波式觸控面板、紅外線式觸控面板等。較佳使用電容式觸控面板作為觸控面板 330。

【0114】 此外，觸控面板 330 可以電連接到多層可變形裝置 100。具體而言，觸控面板 330 可以電性連接到多層可變形裝置 100 的電極，使得通過觸控面板 330 輸入的各種觸控信號或電壓可被輸送到多層可變形裝置 100。另外，觸摸面板 330 可以是可撓性的，以便與多層可變形裝置 100 一起變形。

【0115】 上蓋 340 設置在觸控面板 330 上以覆蓋多層可變形裝置 100，顯示面板 320 和觸控面板 330 的上部分。上蓋 340 可類似於下蓋 310 來作用。此外，上蓋 340 可由與下蓋 310 相同的材料製成。特別地，上蓋 340 可由具有延展性的材料製成，以便與觸控面板 330 和顯示面板 320 一起變形，這可通過多層可變形裝置 100 變形為各種形狀。例如，上蓋 340 可以由例如具有延展性的塑料之材料製成，但並不限於此。

【0116】 顯示裝置 300 回應施加到多層可變形裝置 100 的電壓而與多層可變形裝置 100 一起變形。換言之，當包括在多層可變形裝置 100 之第一可變形裝置 110、第二可變形裝置 130、以及次可變形層 120 變形時，接合到多層可變形裝置 100 之顯示面板 320 和觸控面板 330 一起變形。因此，顯示裝置 300 可以變形。

【0117】 根據本實施例的顯示裝置 300 中，多層可變形裝置 100、顯示面板 320、和觸控面板 330 可被組合成一個單元，並且該顯示裝置 300 可

通過多層可變形裝置 100 變形成各種形狀。現將參考第 4 圖描述由於多層可變形裝置 100 的變形顯示裝置 300 之變形的外觀。

【0118】 第 4 圖係說明根據本發明一實施例之包含多層可變形裝置的顯示裝置 400 的狀態圖。於第 4 圖中，將通過例示的方式給出顯示裝置 400 係智慧型手機的假設性描述。

【0119】 參考第 4 圖，顯示裝置 400 的部分可以彎曲向上或向下。具體而言，在顯示裝置 400 中，多層可變形裝置貼附到顯示螢幕 410 的下部，並且當多層可變形裝置驅動時，該多層可變形裝置和顯示裝置 400 變形。換句話說，當多層可變形裝置的部分是向上或向下彎曲時，顯示裝置 400 的部分可向上或向下彎曲。在這裡，當多層可變形裝置的部分是週期性地向上或向下彎曲時，顯示裝置 400 的部分可相應地向上或向下彎曲。另外，當多層可變形裝置的部分保持向上或向下彎曲時，顯示裝置 400 的部分可相應地保持向上或向下彎曲。

【0120】 例如，回應通過使用者對顯示裝置 400 的觸摸輸入作為輸出，顯示裝置 400 的一部分可以向上或向下彎曲。也就是說，當顯示裝置 400 接收到信息或語音呼叫時，顯示裝置 400 的一部分可以向上或向下彎曲作為輸出，以回應所接收的信息或語音呼叫。

【0121】 顯示裝置 400 之彎曲部分、彎曲方向、彎曲時間、彎曲方向的變化期間等可以通過顯示裝置 400 作各種設定。換言之，顯示裝置 400 的形狀上變化可以由使用者通過控制多層可變形裝置進行各種設定，並且不限於上述形狀變化的例子。

【0122】 在顯示裝置 400 中，多層可變形裝置可以變形為不同的形狀，以回應各種輸入。具體而言，彎曲部分、彎曲方向、彎曲時間、彎曲方向的變化期間等可以對每個輸入到顯示裝置 400 進行不同地設定。因此，顯示裝置 400 可通過控制多層可變形裝置變形成各種形狀，從而提供使用者有不同類型的輸出。

【0123】 第 5 圖(a)、(b)以及(c)係 400 根據本發明不同實施例之多層可變形裝置可被有利地使用的實例圖。

【0124】 第 5 圖(a)係說明包括根據本發明一實施例之多層可變形裝置的電子報紙 500 的外觀圖。

【0125】 參考第 5 圖(a)，電子報紙 500 包括顯示面板 510 和被貼附到顯示面板 510 的下部的多層可變形裝置。

【0126】 電子報紙 500 可以提供通過多層可變形裝置實際閱讀報紙的感覺。當翻頁的信號是通過電子報紙 500 的顯示面板 510 輸入時，接收該信號輸入之多層可變形裝置的部分可以變形。以這種方式，電子報紙 500 的部分可能由於多層可變形裝置的變形而暫時彎曲，從而可以提供翻頁如同報紙的感覺。

【0127】 此外，當新文章被上傳並顯示在包括根據本實施例的多層可變形裝置之電子報紙 500 上時，電子報紙 500 的一部分會變形，從而提供輸出給文章被上傳之使用者。例如，當具有一個新標題的文章被上傳時，包括所上載的文章之多層可變形裝置的一部分會變形，從而立即提供輸出至該文章被上傳的使用者。

【0128】 第 5 圖(b)係說明根據本發明一實施例之包括多層可變形裝置的手錶 600。

【0129】 參考第 5 圖(b)，手錶 600 包括顯示面板 610 和被貼附到該顯示面板 610 的下部的多層可變形裝置。這裡，將以舉例的方式給出手錶 600 是智慧型手錶的假設進行說明。

【0130】 手錶 600 的各種功能可以由多層可變形裝置來實現。一般時間資訊係通過手錶 600 的顯示面板 610 來顯示。另外，天氣、新聞等可以通過手錶 600 的顯示面板 610 來顯示。進一步，手錶 600 可以包括簡單的通話功能，並確定佩戴手錶 600 之使用者的心率。這裡，在手錶 600 中的多層可變形裝置可以收縮以每小時或在指定的鬧鐘時間報時。以這種方式，時間資訊可通過提供壓力到使用者的手腕上而提供給使用者。此外，當新的天氣資訊或新聞顯示時，在手錶 600 中的多層可變形裝置可以被收縮，或當接收到呼叫時，在手錶 600 的顯示面板 610 的一部分可以形成突起，從而提供這些資訊給使用者。另外，當通過手錶 600 的一部分所測量的使用者的心率達到一危險的程度時，在手錶 600 中的多層可變形裝置可以收縮或變形，從而提供警告警報給使用者。

【0131】 第 5 圖(c)係說明根據本發明一實施例之包括多層可變形裝置的窗簾 700。

【0132】 參考第 5 圖(c)，窗簾 700 包括顯示面板 710 和被貼附到顯示面板 710 的下部的多層可變形裝置。

【0133】 在窗簾 700 中，在外部環境中的資訊由於多層可變形裝置而可以各種方式來表示。具體而言，外部天氣可通過窗簾 700 的顯示面板 710 的預定影像來顯示，以及天氣的特定狀態可通過改變窗簾 700 的形狀來表示。

【0134】 例如，當風在多雲天氣吹起時，雲可以通過窗簾 700 的顯示面板 710 來顯示時，窗簾 700 的部分可根據風向和風速由於多層可變形裝置而起彎曲，並且彎曲部分的區域可以變化。換言之，窗簾 700 可根據風向而實際折疊或搖擺的方向可表示為窗簾 700 的彎曲方向，並且窗簾 700 所彎曲部分的區域可隨著風強度增大而增加。此外，當通過窗口進入的光的強度變得小於或等於一定的程度，窗簾 700 可以自動地向左或向右的方向捲起或折疊。

【0135】 如上所述，本發明的一實施例可以通過交替地設置不同類型的 EAPs 來增強多層可變形裝置的彎曲能力。

【0136】 此外，本發明的一實施例可以減少多層可變形裝置之驅動電壓，其中具有高介電常數之可變形層和次可變形層被設置成比僅有介電彈性體被堆疊之傳統的多層可變形裝置更低的位準。

【0137】 此外，本發明的一實施例可提供一種多層可變形裝置，其中設置在多個單元可變形裝置之間的次可變形層作用為黏著層，並且比傳統之黏著層具有明顯更高的介電常數。

【0138】 本發明的實施例已參照附圖作更詳細地描述。然而，本發明不限於這些實施例，並且可以在本發明的技術思想的範圍內進行各種變更並實施。因此，揭露實施例以描述本發明的技術思想，而不是限制該技術精神。本發明的技術思想的範圍不受這些實施例的限制。本發明的範圍應當由下面的申請專利範圍解釋，並在其等同的範圍內所有技術思想應被解釋為包括在本發明的範圍中。

【0139】 在不脫離本發明的概念和範圍的情況下，顯然地，本領域技術人員可在本發明中作各種修改和變化。因此，只要落在所附申請專利範圍

及其均等範圍之內，依本發明所作的修改和變形均為本發明意圖涵蓋的範圍。

【0140】 本申請案主張於 2014 年 12 月 31 日提交之韓國專利申請第 10-2014-0195908 號及 2015 年 6 月 18 日提交之韓國專利申請第 10-2015-0086831 號之優先權，其全部內容併入於本文中作為參考

【符號說明】

【0141】

100	多層可變形裝置
110	第一可變形裝置
111	第一下電極
112	第一可變形層
113	第一上電極
120	次可變形層
130	第二可變形裝置
131	第二下電極
132	第二可變形層
133	第二上電極
200	多層可變形裝置
210	第一可變形裝置
211	第一下電極
212	第一可變形層
213	第一上電極
220	第一次可變形層
230	第二可變形裝置
231	第二下電極
232	第二可變形層
233	第二上電極
240	第二次可變形層
250	第三可變形裝置

251	第三下電極
252	第三可變形層
253	第三上電極
300	顯示裝置
310	下蓋
320	顯示面板
330	觸控面板
340	上蓋
400	顯示裝置
410	顯示螢幕
500	電子報紙
510	顯示面板
600	手錶
610	顯示面板
700	窗簾
710	顯示面板

I631740

發明摘要

※ 申請案號：104144222

※ 申請日：104/12/29

※IPC 分類：

H01L 41/297 (2013.01)

H01L 41/31 (2013.01)

G06F 1/16 (2006.01)

H01L 27/32 (2006.01)

G02F 1/1333 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

多層可變形裝置及包含該多層可變形裝置的顯示裝置/ MULTILAYER TRANSFORMABLE DEVICE AND DISPLAY DEVICE COMPRISING THE SAME

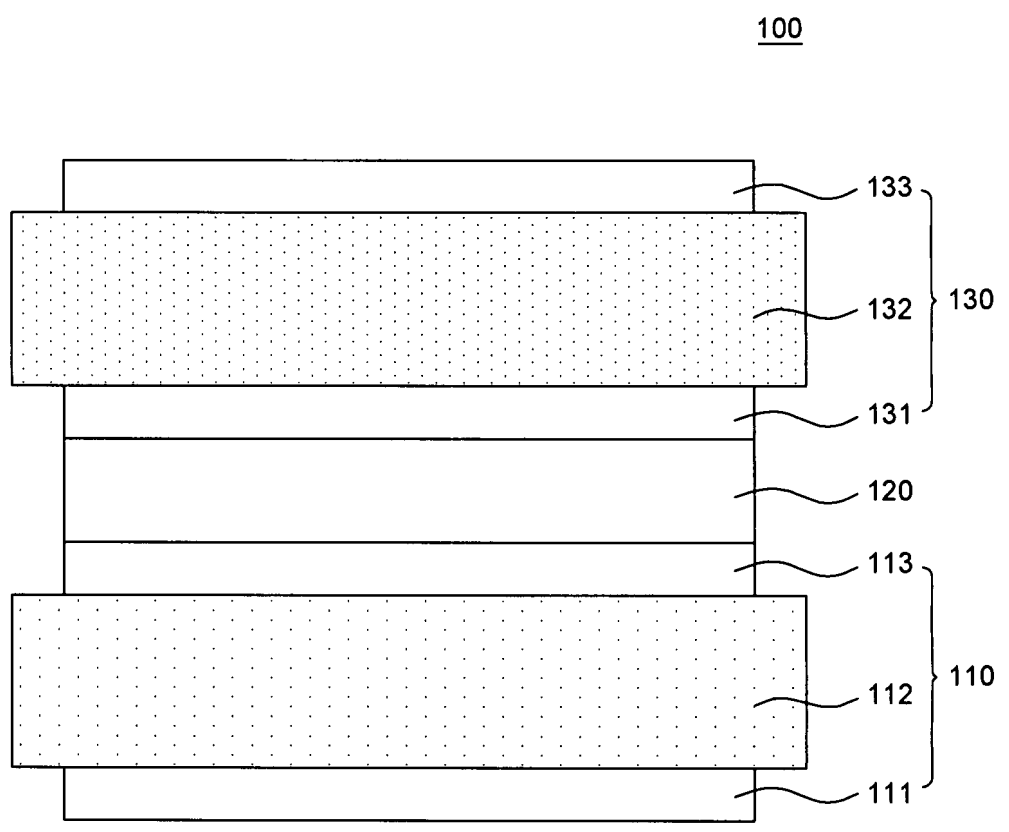
【中文】

本發明提供一種具有增強的驅動位移的多層可變形裝置及包含該多層可變形裝置的顯示裝置。該多層可變形裝置例如包括複數個單元可變形裝置，每一個該單元可變形裝置包括：一下電極、一上電極、以及一可變形層，該可變形層包括設置在該複數個單元可變形裝置之間的一電活性聚合物(EAP)和一次可變形層，該次可變形層包含與該 EAP 不同的一次 EAP。

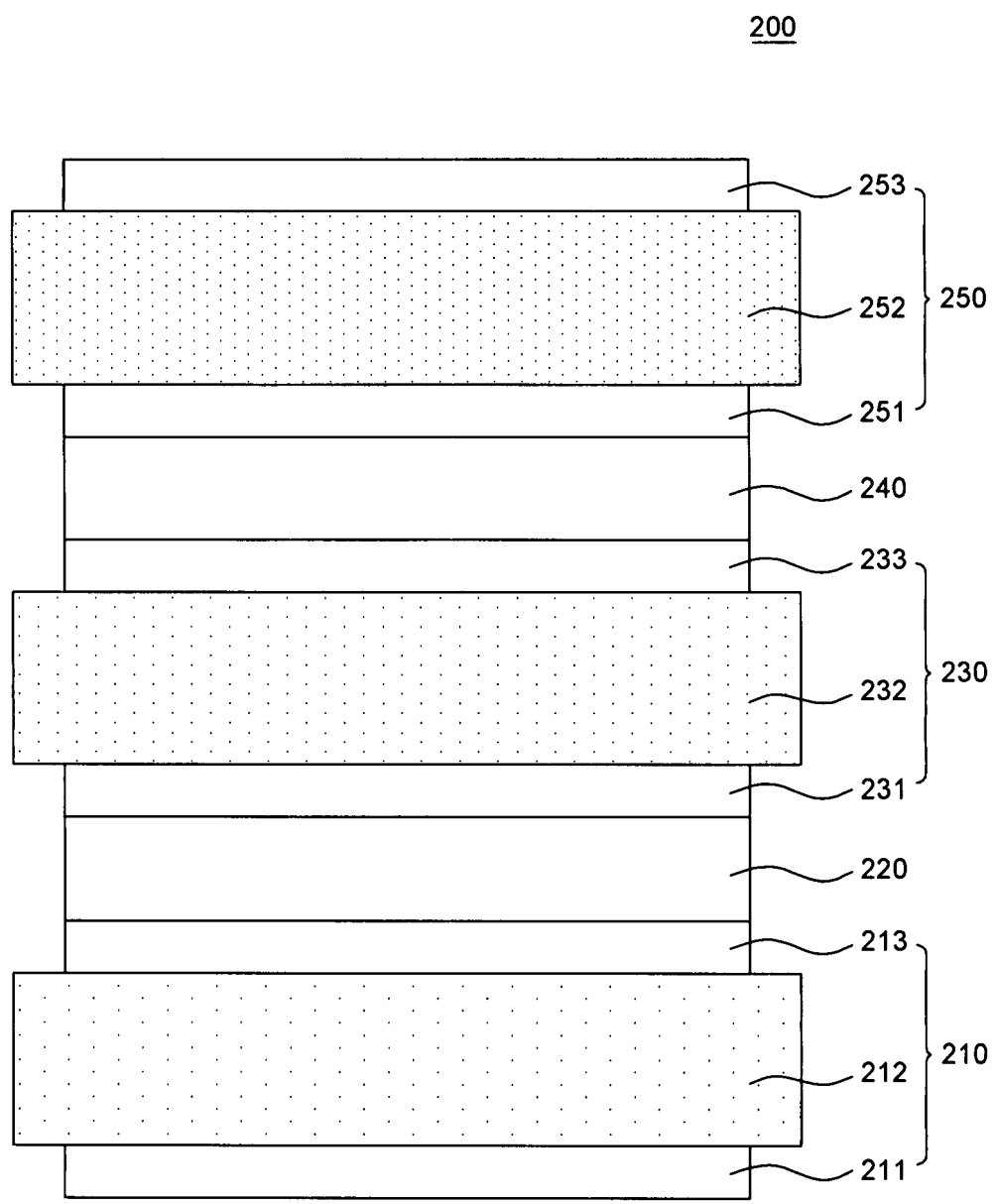
【英文】

Provided is a multilayer transformable device with enhanced driving displacement and a display device including the same. The multilayer transformable device, for example, includes a plurality of unit transformable devices, each of the unit transformable devices that includes a lower electrode, an upper electrode, and a transformable layer including an electro-active polymer (EAP) and a sub-transformable layer disposed between the plurality of unit transformable devices, the sub-transformable layer including a sub-EAP different from the EAP.

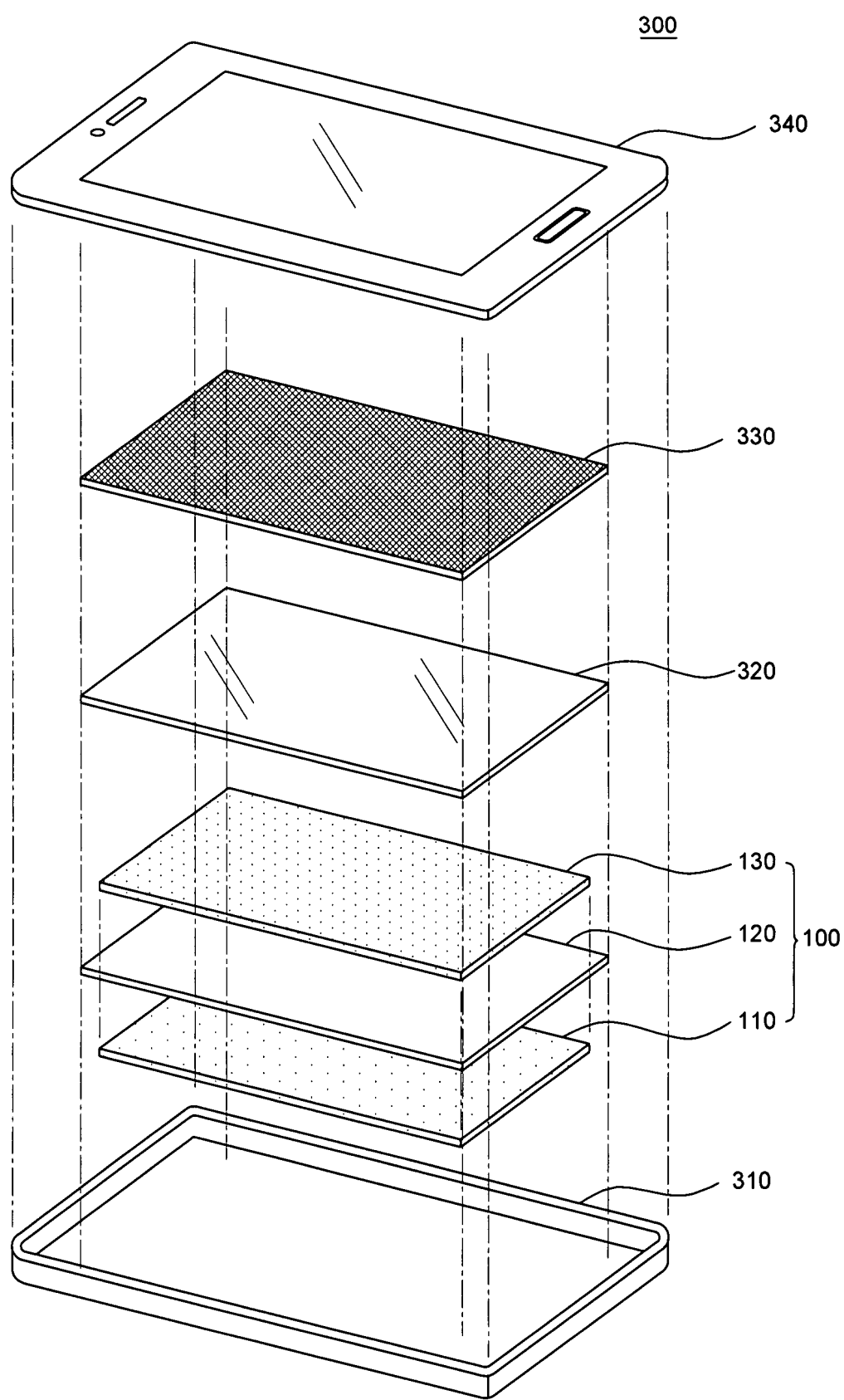
圖式



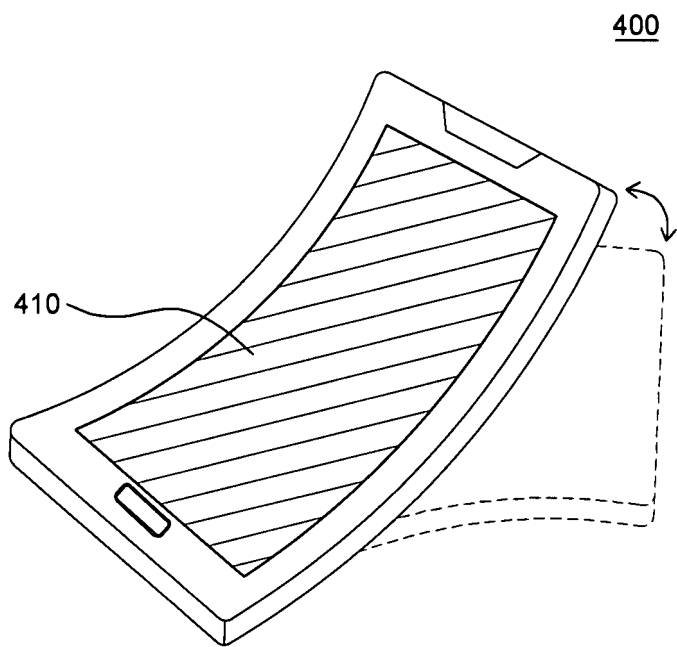
第1圖



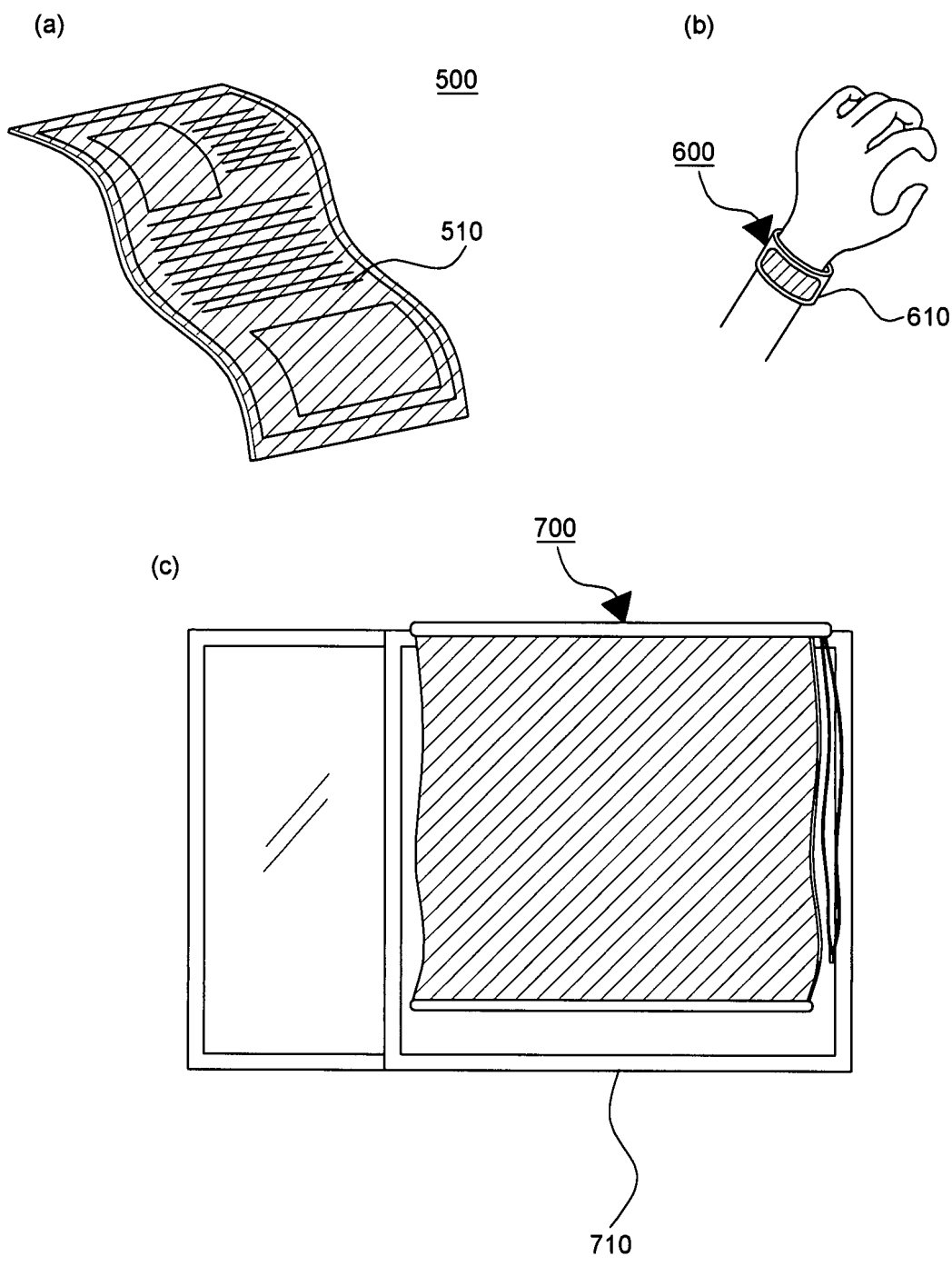
第2圖



第3圖



第4圖



第5圖

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

100	多層可變形裝置
110	第一可變形裝置
111	第一下電極
112	第一可變形層
113	第一上電極
120	次可變形層
130	第二可變形裝置
131	第二下電極
132	第二可變形層
133	第二上電極

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

申請專利範圍

1. 一種顯示裝置，包括：
一顯示面板；
一多層可變形裝置，在該顯示面板上，該多層可變形裝置包括：
至少二個單元可變形裝置，該至少二個單元可變形裝置的每一個包括一第一電極、一第二電極、以及在該第一電極和該第二電極之間的一可變形層；以及
一次可變形層，在該至少二個單元可變形裝置之間，
其中該至少一次可變形層將與該至少一次可變形層的一上部位相鄰近的一單元可變形裝置的一第一電極以及與該至少一次可變形層的一下部位相鄰近的一單元可變形裝置的一第二電極黏接在一起，以及
其中該至少二個單元可變形裝置的每一個的該可變形層及該次可變形層包括一電活性聚合物，以及其中該次可變形層的該電活性聚合物係與該可變形層的該電活性聚合物不同。
2. 依據申請專利範圍第 1 項所述的顯示裝置，其中該可變形層的該電活性聚合物包括一介電彈性體和一鐵電聚合物的至少其中之一。
3. 依據申請專利範圍第 1 項所述的顯示裝置，其中該次可變形層包括一介電彈性體作為該電活性聚合物。
4. 依據申請專利範圍第 1 項所述的顯示裝置，其中該至少二個單元可變形裝置的該可變形層包括相同的該電活性聚合物。
5. 依據申請專利範圍第 1 項所述的顯示裝置，其中該可變形層的該電活性聚合物包括一聚偏氟乙烯（polyvinylidene fluoride, PVDF）基聚合物。

6. 依據申請專利範圍第 1 項所述的顯示裝置，其中該次可變形層包括一高介電填充材。

7. 依據申請專利範圍第 6 項所述的顯示裝置，其中該高介電填充材包括壓電陶瓷、碳奈米顆粒、金屬奈米顆粒、導電聚合物、鈦酸鋇 (BaTiO_3)、以及銦鈦酸鉛 (PbZrO_3 - PbTiO_3 , PZT) 的其中之一或多個。

8. 依據申請專利範圍第 6 項所述的顯示裝置，其中該次可變形層包括一介電彈性體，該介電彈性體與該高介電填充材的重量比在 99:1 至 50:50 的範圍內。

9. 依據申請專利範圍第 1 項所述的顯示裝置，其中該次可變形層的該電活性聚合物包括聚二甲基矽氧烷 (polydimethyl siloxane)。

10. 依據申請專利範圍第 1 項所述的顯示裝置，其中該次可變形層具有 $1\ \mu\text{m}$ 至 $300\ \mu\text{m}$ 範圍內的厚度。

11. 依據申請專利範圍第 1 項所述的顯示裝置，其中該至少二個單元可變形裝置的該次可變形層和該可變形層被配置以在同一方向收縮或膨脹。

12. 依據申請專利範圍第 1 項所述的顯示裝置，其中該次可變形層當在 1kHz 下測量時具有 5 或更大的相對介電常數。

13. 依據申請專利範圍第 1 項所述的顯示裝置，進一步包括一觸控面板，該觸控面板在該顯示面板上或包含在該顯示裝置之中。

14. 依據申請專利範圍第 1 項所述的顯示裝置，其中該顯示面板包括一可撓性基板，在該可撓性基板上形成複數個像素。

15. 依據申請專利範圍第 14 項所述的顯示裝置，其中該顯示面板係一有機發光二極體顯示面板，其中各像素包括一發光層。

16. 一種多層可變形裝置，包括：

至少二個單元可變形裝置，該至少二個單元可變形裝置的每一個包括一第一電極、一第二電極、以及在該第一電極和該第二電極之間的一可變形層；以及

一次可變形層，在該至少二個單元可變形裝置之間，

其中該至少一次可變形層將與該至少一次可變形層的一上部位相鄰近的一單元可變形裝置的一第一電極以及與該至少一次可變形層的一下部位相鄰近的一單元可變形裝置的一第二電極黏接在一起，以及

其中該至少二個單元可變形裝置之每一個的該可變形層及該次可變形層包括一電活性聚合物，以及其中該次可變形層的該電活性聚合物係與該可變形層的該電活性聚合物不同。

17. 依據申請專利範圍第 16 項所述的多層可變形裝置，其中該可變形層的該電活性聚合物包括一介電彈性體和一鐵電聚合物的至少其中之一。

18. 依據申請專利範圍第 16 項所述的多層可變形裝置，其中該次可變形層包括一高介電填充材，該高介電填充材包括壓電陶瓷、碳奈米顆粒、金屬奈米顆粒、導電聚合物、鈦酸鋇 (BaTiO_3)、以及銻鈦酸鉛 ($\text{PbZrO}_3\text{-PbTiO}_3$, PZT) 的其中之一或多個。

19. 依據申請專利範圍第 18 項所述的多層可變形裝置，其中該次可變形層包括一介電彈性體，該介電彈性體與該高介電填充材的重量比在 99 : 1 至 50 : 50 的範圍內。