



(21) 申請案號：106101759

(22) 申請日：中華民國 106 (2017) 年 01 月 19 日

(51) Int. Cl. :

G02B3/12 (2006.01)

G02B27/22 (2006.01)

(71) 申請人：國立交通大學 (中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)

新竹市東區大學路 1001 號

(72) 發明人：任台翔 JEN, TAI-HSIANG (TW)；黃乙白 HUANG, YI-PAI (TW)；楊柏儒 YANG,

BO-RU (TW)；邱景燊 QIU, JINGSHEN (CN)；劉貴師 LIU, GUI SHI (CN)；許鈺

旺 XU, YUWANG (CN)；謝漢萍 SHIEH, HAN-PING (TW)

(74) 代理人：江日舜

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：16 項 圖式數：3 共 16 頁

(54) 名稱

軟性液晶透鏡陣列

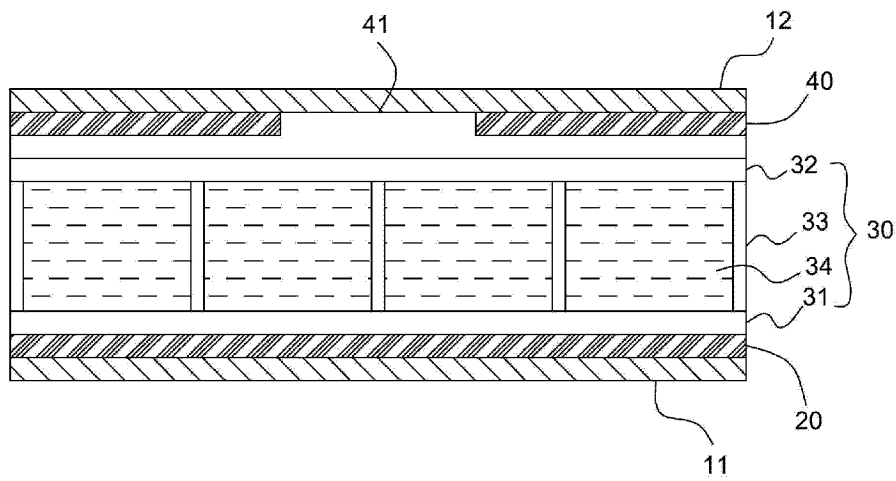
FLEXIBLE LIQUID CRYSTAL LENS ARRAY

(57) 摘要

一種軟性液晶透鏡陣列，可應用於近眼顯示器，其包括有兩軟性基板、第一軟性透明電極層、軟性液晶層、以及第二軟性透明電極層，軟性液晶層設置於兩軟性透明電極層之間，且具有軟性間隙物層來容置液晶，而兩軟性透明電極層係藉由軟性奈米金屬線構成電極，來提供更好的電極撓曲性並確保撓曲時的導電性，因此，可將習知的剛性液晶透鏡陣列轉變成軟性陣列，增大視場和提高沉浸感、減少光學修正。

A flexible liquid crystal lens array for light-field near-eye displays is provided, which includes two flexible substrates, a first flexible transparent electrode layer, a flexible liquid crystal layer, and a second flexible transparent electrode layer. The flexible liquid crystal layer is disposed between the flexible transparent electrode layers and forms cavities filled with liquid crystal material. The flexible transparent electrode layers have flexible metal nanowire electrodes to provide good flexibility and keep the electric conductance during bending. Therefore, the flexible liquid crystal lens array can be applied on a flexible near-eye display to increase the field of view and the sense of immersion of the display by bending the display.

指定代表圖：



第1圖

符號簡單說明：

- 11 . . . 第一軟性基板
- 20 . . . 第一軟性透明電極層
- 30 . . . 軟性液晶層
- 31 . . . 配向層
- 32 . . . 配向層
- 33 . . . 軟性間隙物層
- 34 . . . 液晶
- 40 . . . 第二軟性透明電極層
- 41 . . . 軟性高阻抗膜層
- 12 . . . 第二軟性基板



201827861

【發明摘要】

申請日: 106/01/19

IPC分類: *G02B 3/12* (2006.01)
G02B 27/22 (2006.01)

【中文發明名稱】軟性液晶透鏡陣列

【英文發明名稱】Flexible Liquid Crystal Lens Array

【中文】

一種軟性液晶透鏡陣列，可應用於近眼顯示器，其包括有兩軟性基板、第一軟性透明電極層、軟性液晶層、以及第二軟性透明電極層，軟性液晶層設置於兩軟性透明電極層之間，且具有軟性間隙物層來容置液晶，而兩軟性透明電極層係藉由軟性奈米金屬線構成電極，來提供更好的電極撓曲性並確保撓曲時的導電性，因此，可將習知的剛性液晶透鏡陣列轉變成軟性陣列，增大視場和提高沉浸感、減少光學修正。

【英文】

A flexible liquid crystal lens array for light-field near-eye displays is provided, which includes two flexible substrates, a first flexible transparent electrode layer, a flexible liquid crystal layer, and a second flexible transparent electrode layer. The flexible liquid crystal layer is disposed between the flexible transparent electrode layers and forms cavities filled with liquid crystal material. The flexible transparent electrode layers have flexible metal nanowire electrodes to provide good flexibility and keep the electric conductance during bending. Therefore, the flexible liquid crystal lens array can be applied on a flexible near-eye display to increase the field of view and the sense of immersion of the display by bending the display.

【指定代表圖】：第(1)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

- 11 第一軟性基板
- 20 第一軟性透明電極層
- 30 軟性液晶層
- 31 配向層
- 32 配向層
- 33 軟性間隙物層
- 34 液晶
- 40 第二軟性透明電極層
- 41 軟性高阻抗膜層
- 12 第二軟性基板

【發明說明書】

【中文發明名稱】軟性液晶透鏡陣列

【英文發明名稱】Flexible Liquid Crystal Lens Array

【技術領域】

【0001】 本發明係有關一種液晶透鏡陣列，應用於近眼顯示與裸眼3D立體顯示，特別是指一種可增加近眼顯示器之視野範圍、以及解決聚焦與視差衝突問題，降低觀看近眼顯示器的不適感之軟性液晶透鏡陣列。

【先前技術】

【0002】 近年來人們對數位資訊的需求與依賴越來越高，爲了方便隨時隨地取得資訊，近眼顯示器成爲顯示領域的研究重點，而近眼顯示器也可廣泛地應用於擴增實境（Augmented Reality）、虛擬實境（Virtual Reality）以及混合實境（Mixed Reality）。

【0003】 一般近眼顯示器可分單眼式與雙眼式，就雙眼式近眼顯示器而言，其係由雙眼接受不同的圖像，藉由雙眼圖像之視差判別顯示物體之距離，然而實際上物體成像聚焦在不同的距離上，因此存在聚焦與視差衝突（accommodation-convergence conflict），容易使人感覺暈眩等不適。

【0004】 爲了解決聚焦與視差衝突，積分成像（Integral Imaging）或光場顯示（Light Field Display）被應用於近眼顯示器，積分成像與光場顯示利用透鏡陣列來重現3D物體的光場，可被設定成像於不同深度距離，因此可迫使人眼聚焦距離改變，使其與雙眼視差所感受物體距離相等，因此解決聚焦與視差衝突問題，降低觀看近眼顯示器之不適感，以及提升觀看舒適度，此種使用積分成像與光場顯示技術之近眼顯示器可稱爲光場式近眼顯示器。

【0005】 另一方面，爲了使積分成像在各成像面上有最佳成像品質，可變焦距的液晶透鏡陣列被提出應用於光場式近眼顯示器，不同焦距對應不同深度

之成像範圍。爲了增加近眼顯示器之視野大小與包覆感，軟性顯示器被提出來應用於近眼顯示器，然而，對於光場式的近眼顯示而言，除了需要軟性的顯示器之外，也需要軟性液晶透鏡陣列做爲搭配，但現有的液晶透鏡陣列均爲剛性的透鏡陣列，液晶透鏡陣列不能彎曲，無法適用於光場式近眼顯示器。

【0006】 因此，如何提供一種軟性液晶透鏡陣列，使其能應用於光場式近眼顯示器是一個急需克服的問題。

【發明內容】

【0007】 有鑒於此，本發明的主要目的在於提供一種軟性液晶透鏡陣列，藉以大體上解決先前技術存在之缺失，不僅能夠進行彎曲，且可應用於裸眼立體顯示器與近眼顯示器，而大幅增加視野範圍和提高沈浸感、減少光學修正。

【0008】 爲實現上述目的，本發明提供一種軟性液晶透鏡陣列，包含有兩軟性基板、第一軟性透明電極層、軟性液晶層、以及第二軟性透明電極層，軟性液晶層設置於兩軟性透明電極層之間，且具有軟性間隙物層來容置液晶，然後再共同設置於軟性基板上；而兩軟性透明電極層具有軟性奈米金屬線構成電極，來提供更好的電極撓曲性並確保撓曲時的導電性，且其中至少一第一軟性透明電極層或第二軟性透明電極層係包含有圖案化軟性奈米金屬線，而能夠形成電場的梯度分布，控制液晶偏轉，產生透鏡效果。

【0009】 再者，軟性間隙物層一方面是作爲容納液晶的腔體進行使用，更重要的是，在整體液晶透鏡陣列進行彎曲的過程中，作爲整體結構的支撐作用，因爲軟性間隙物層與上下結構之間爲粘連關係，在液晶透鏡陣列彎曲的過程中，通過粘連的關係限制彎曲使得兩軟性基板之間的距離保持相同，避免了因彎曲造成的拉伸使得兩軟性基板內的距離不相同，導致內部結構的塌陷或者變形，保證了內部液晶結構在彎曲過程中的正常工作環境。

【0010】 底下藉由具體實施例詳加說明，當更容易瞭解本發明之目的、技

術內容、特點及其所達成之功效。

【圖式簡單說明】

【0011】

第1圖為本發明之實施例所提供之軟性液晶透鏡陣列的第一實施例之剖面示意圖。

第2圖為本發明之實施例所提供之軟性液晶透鏡陣列的第二實施例之剖面示意圖。

第3圖為本發明之實施例所提供之軟性液晶透鏡陣列的第三實施例之剖面示意圖。

【實施方式】

【0012】 請參閱第1圖，為本發明之實施例所提供之軟性液晶透鏡陣列的第一實施例之剖面示意圖。軟性液晶透鏡陣列，包含有第一軟性基板11、第一軟性透明電極層20、軟性液晶層30、第二軟性透明電極層40、以及第二軟性基板12，第一軟性透明電極層20設置於第一軟性基板11上，且係為軟性奈米金屬線所構成，而軟性液晶層30夾設於第一軟性透明電極層20以及第二軟性透明電極層40之間，內部用以供液晶34來容置，第二軟性透明電極層40同樣為軟性奈米金屬線所構成；換句話說，整個液晶透鏡陣列都是採用軟性材料進行結合，使其整體結構得以彎曲，且其中至少一第一軟性透明電極層20或第二軟性透明電極層40包含有圖案化軟性奈米金屬線，而能夠形成漸變之電場的梯度分布，控制液晶偏轉，產生透鏡效果。

【0013】 而第一軟性透明電極層20與第二軟性透明電極層40係利用奈米金屬線分別設置於第一軟性基板11與第二軟性基板12，且第一軟性基板11與第二軟性基板12皆為透明基板，材料係選自於玻璃、聚酰亞胺、聚甲基丙烯酸甲酯、聚碳酸酯、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚對苯二甲酸乙二酯、聚烯烴、含氟聚

合物、聚酰胺、有機矽樹脂、聚醚酮、聚醚酮酮、聚降冰片烯、聚酯、聚苯乙烯、三醋酸纖維素及上述組合，此些材料作為基底材料，一方面能夠保證透光性的要求，另一方面，也能達到軟性的效果，既保證了軟性要求，也能夠有效對奈米金屬線進行固定。而奈米金屬線之材料係選自銀、金、鐵、鎳、鈦及其組合，來提供有效保證導電效果，且可採用譬如為塗佈的方式形成第一軟性透明電極層20與第二軟性透明電極層40。

【0014】 另外，第一軟性透明電極層20與第二軟性透明電極層40可更包含有基質，基質為膠狀的物質，作用主要有三種：一方面作為粘度調節劑，改善塗佈過程中第一和第二軟性透明電極層20、40之塗佈分散液的成膜性能；一方面能夠粘合在透明基板上，並且粘合排列在透明基板上奈米金屬線，不僅固定奈米金屬線，更使奈米金屬線間接觸更緊密，降低奈米金屬線間接觸電阻，提高了導電性能；另一方面在整體進行彎曲的過程中，基質會隨著整體的彎曲變形，以此保證奈米金屬線在彎曲的過程中相對位置不會發生變化，提高了導電穩定性；其材料係選自聚氨酯、丙烯酸酯類樹脂、矽酮、聚矽烷、聚氯乙烯、聚苯乙烯、環氧樹脂、氟聚合物、聚酰胺、聚酰亞胺、聚降冰片烯、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物、聚乙烯醇、改性澱粉、改性纖維素、殼聚糖、澱粉、纖維素、植物膠、聚丙烯酰胺、聚乙烯吡咯酮及其組合，來提供更好的保護以及粘合效果。

【0015】 而軟性奈米金屬線之圖案化處理為取向型圖案化處理，取向型圖案化即是在軟性奈米金屬線所形成的電極上進行，奈米金屬線趨向不排列在圖案化處理的圖案位置，則會形成不導電區域；奈米金屬線趨向排列在圖形化處理圖案之間的區域，則形成導電區域。將圖案之間間距控制在奈米金屬線的長度的二分之一到三分之一之間，奈米金屬線在更小的空間中排布，能夠形成取向的效果，相同數量的奈米金屬線能夠產生更多的有效導電路徑，即在需要

同等條件下的導電效果，可以使用更少的奈米金屬線，提高了軟性奈米電極的透光性。圖案化處理的圖案可以為三角形、矩形、六邊形或圓形中的一種或幾種。

【0016】 軟性液晶層30包含有兩配向層31、32與夾持於兩配向層31、32間之軟性間隙物層33，軟性間隙物層33包含複數個軟性間隙物，來形成容置液晶34之空間；因此，軟性間隙物層33一方面是作為容納液晶34的腔體，另一方面，在整體液晶透鏡陣列進行彎曲的過程中，作為整體結構的支撐作用，因為軟性間隙物層33與上下結構之間為粘連關係，因此於液晶透鏡陣列彎曲的過程中，通過粘連的關係限制彎曲使得上下層板之間的距離保持相同，避免了因彎曲造成的拉伸使得其間的距離不一致，導致內部結構的塌陷或者變形，也就是保證了內部液晶結構在彎曲過程中的正常工作環境。其中液晶係選自藍相液晶、聚合物液晶、膽固醇液晶、光活性反應型液晶及其組合。

【0017】 軟性間隙物層33中之軟性間隙物可有數種不同的態樣，譬如其可為軟性微柱，其可設置在軟性奈米金屬線電極進行圖案化處理後所對應的圖案中心或非圖案區，寬度小於或等於100 um。微柱作為軟性間隙物，微柱之間與上下結構形成了容納液晶34的空間，並且微柱與其上下結構相互粘連，能夠起到在整體結構彎曲的同時，保證內部的間距相同，即使得內部結構不因整體的彎曲而造成破壞。

【0018】 另外，軟性間隙物也可為聚合物牆，聚合物牆之牆體相互連接，使其內部形成多個中空的結構，在中空的內部供液晶34來設置，因為中空的結構是相對獨立的，能夠減少液晶34在正常工作時的流動作用，增強整體的成像效果，另外採用腔體相互連接的結構，能夠為彎曲過程中提供更加穩健的支柱結構，以保證內部空間的穩定性。而聚合物牆之材料係選自二丙烯酸二甘醇酯、二丙烯酸三甘醇酯、二丙烯酸四甘醇酯、二丙烯酸聚乙二醇酯、二甲基丙烯酸

聚乙二醇酯、乙氧基化雙酚A二丙烯酸酯、乙氧基化雙酚A二甲基丙烯酸酯、氨基甲酸酯二丙烯酸酯、甲基丙烯酸 β 羥乙酯、丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸異冰片酯、丙烯酸異冰片酯、甲基丙烯酸乙酯、2-(2-乙氧基乙氧基)乙基丙烯酸酯、丙烯酸-3,5,5-三甲基己酯及其組合。

【0019】 另一方面，軟性間隙物也可為軟性微罩的型態，罩內容納液晶34，使得液晶34在工作時不易隨意流動，並且採用微罩結構，能夠減少液晶34封裝的工藝步驟，罩口的形狀可以是各類的多邊形，因為形狀可以不同，可以使用隨機排列微罩罩口的形狀，藉由隨機排列罩口形狀的位置，能夠減少因規則排列而產生莫爾條紋。且軟性微罩之罩壁相互連接，罩底也是相互連接，能夠在整體進行彎曲的過程中，提供更加穩健的支撐作用，保證內部空間大小的不變。

【0020】 就本實施例來說，第二軟性透明電極層40係包含有圖案化軟性奈米金屬線，且第二軟性透明電極層40與軟性液晶層30之間更包含有軟性高阻抗膜層41，能夠使得電場能夠使用更小的電功率將電場分布到圖案區域的中心，而傳統的方式是增加電壓，這會使得驅動效率低，能源使用效果差；同時，增設軟性高阻抗膜層41，使得電場電壓曲線更加平滑，有利於液晶透鏡高質量進行工作。軟性高阻抗膜層41的材料係選自矽氧化物、矽氮化物、矽碳化物、鋁氧化物、透明高分子材料及上述材料組合。而第二軟性透明電極層40設置於第二軟性基板12之下，因此，藉由上下兩軟性基板11、12來提供表面支撐與保護的作用。

【0021】 實際操作上，可施加1kHz、2 V_{rms} 的方波，圖案化軟性奈米金屬線電極可以產生漸變的電場分布，使軟性液晶層30內之液晶34分子沿電場方向轉向分布，呈現有透鏡效果；軟性高阻抗膜層41則能使電場能夠分布在圖案化電極區域，兩軟性基板11、12和軟性液晶層30等效於電容結構。通過同時調節

兩電極之電位差和頻率，將影響液晶透鏡形狀，也就是液晶透鏡曲率或使光線偏折能力，逐漸提高上下電壓施加的電壓與頻率，可以增加液晶透鏡的屈光度。

【0022】 請參閱第2圖，為本發明之實施例所提供之軟性液晶透鏡陣列的第二實施例之剖面示意圖。其結構大致上與前述的第一實施例相同，僅為第二軟性基板12設置於第二軟性透明電極層40與軟性液晶層30之間，而最上方改以透明保護層43來設置；其餘相同部份則不再贅述。實際操作上，可施加1kHz、5 V_{rms}的方波，圖案化軟性奈米金屬線電極可以產生漸變的電場分布，使軟性液晶層30內之液晶34分子沿電場方向轉向分布，呈現有透鏡效果。調節上下電壓施加的電壓，可以改變液晶透鏡曲率。

【0023】 如第3圖所示，為本發明之實施例所提供之軟性液晶透鏡陣列的第三實施例之剖面示意圖。其結構大致上與前述的第一實施例相同，第二軟性透明電極層40包含有依序設置於軟性液晶層30上之軟性液晶控制電極層401與軟性閘極控制電極層402，軟性液晶控制電極層401係包含有透明半導體層411與分佈於其上之邊緣控制電極412與中央控制電極413，而軟性閘極控制電極層402包含有透明絕緣層421與分佈於其上之閘極控制電極422與補償電容電極423。閘極控制電極422利用導線延伸至陣列之外或基板邊緣來與驅動電路得以連接，可使驅動電路施加電壓至閘極控制電極422，而將可控制下方之透明半導體層411之等效導電率，進而可控制流過閘極控制電極422之電流大小。而邊緣控制電極412同樣延伸至陣列之外或基板邊緣來與驅動電路連接，中央控制電極413為浮接（float），未與任何驅動電路鏈接，邊緣控制電極412與中央控制電極413之間連結著透明半導體層411，藉由閘極控制電極422來調高兩電極間之透明半導體層411等效導電率。

【0024】 邊緣控制電極412將可對各條中央控制電極413快速地充放電，充電還是放電決定於邊緣控制電極412與中央控制電極413電位相對高低，最後邊

緣控制電極412與中央控制電極413會達成等電位。此時，再藉由閘極控制電極422調低兩電極間之透明半導體層411等效導電率，使中央控制電極413電位不易被兩旁之邊緣控制電極412電位影響，可使中央控制電極413電位得以保存。中央控制電極413電位與邊緣控制電極412電位相對高低影響下方軟性液晶層30之液晶34分子轉向分布，並影響下方軟性液晶層30是否形成透鏡之效果；當中央控制電極413電位與邊緣控制電極412電位相等，軟性液晶層30之液晶分子轉向分布呈現無透鏡效果，當中央控制電極413電位與邊緣控制電極412有電位差，軟性液晶層30之液晶分子轉向分布呈現有透鏡效果，此兩電極之電位差將影響液晶透鏡形狀，也就是液晶透鏡曲率或使光線偏折能力。因此，從而實現局部控制液晶透鏡單元，而可應用於擴增實境(Augmented Reality)、虛擬實境(Virtual Reality)以及混合實境(Mixed Reality)等近眼顯示裝置中。

【0025】 因此，藉由本發明所揭露之軟性液晶透鏡陣列，將傳統的剛性液晶透鏡陣列轉變成軟性液晶透鏡陣列，可以對其進行彎曲來應用於裸眼立體顯示器與近眼顯示器，以增大視野範圍和提高沈浸感、減少光學修正。且藉由軟性間隙物的對整體結構的支撐，保證在彎曲過程中內部結構不受影響，提供了一個穩定的內部空間結構；同時，採用軟性奈米金屬線來形成電極，能夠在整體設備彎曲的情況下保證導電性，克服傳統剛性陣列的不能彎曲的缺點。

【0026】 唯以上所述者，僅為本發明之較佳實施例而已，並非用來限定本發明實施之範圍。故即凡依本發明申請範圍所述之特徵及精神所為之均等變化或修飾，均應包括於本發明之申請專利範圍內。

【符號說明】

【0027】

- 11 第一軟性基板
- 12 第二軟性基板

- 20 第一軟性透明電極層
- 30 軟性液晶層
- 31 配向層
- 32 配向層
- 33 軟性間隙物層
- 34 液晶
- 40 第二軟性透明電極層
- 41 軟性高阻抗膜層
- 43 透明保護層
- 401 軟性液晶控制電極層
- 402 軟性閘極控制電極層
- 411 透明半導體層
- 412 邊緣控制電極
- 413 中央控制電極
- 421 透明絕緣層
- 422 閘極控制電極
- 423 補償電容電極

【發明申請專利範圍】

- 【第1項】 一種軟性液晶透鏡陣列，係包含有：
- 一第一軟性基板；
 - 一第一軟性透明電極層，設置於該軟性基板上，其係為一軟性奈米金屬線所構成；
 - 一軟性液晶層，設置於該第一軟性透明電極層上，包含有兩配向層與夾持於該兩配向層間之一軟性間隙物層，該軟性間隙物層包含複數個軟性間隙物，來形成容置液晶之空間；
 - 一第二軟性透明電極層，設置於該軟性液晶層上，其係為一軟性奈米金屬線所構；以及
 - 一第二軟性基板，設置於該第二軟性透明電極層上或該第二軟性透明電極層和該軟性液晶層之間；
- 其中至少一該第一軟性透明電極層或該第二軟性透明電極層係包含有圖案化軟性奈米金屬線，來形成漸變之電場。
- 【第2項】 如請求項第1項所述之軟性液晶透鏡陣列，其中當該第二軟性透明電極層係包含有該圖案化軟性奈米金屬線，該第二軟性透明電極層與該軟性液晶層之間更包含有一軟性高阻抗膜層。
- 【第3項】 如請求項第2項所述之軟性液晶透鏡陣列，其中該軟性高阻抗膜層係選自矽氧化物、矽氮化物、矽碳化物、鋁氧化物、透明高分子材料及上述材料組合。
- 【第4項】 如請求項第3項所述之軟性液晶透鏡陣列，其中該第二軟性基板設置於該第二軟性透明電極層之下，且該第二軟性透明電極層之上更包含有一透明保護層。
- 【第5項】 如請求項第1項所述之軟性液晶透鏡陣列，其中該第二軟性透明電極

層係包含有依序設置於該軟性液晶層之一軟性液晶控制電極層與一軟性閘極控制電極層。

【第6項】 如請求項第5項所述之軟性液晶透鏡陣列，其中該軟性液晶控制電極層係包含有一透明半導體層與分佈於其上之一邊緣控制電極與一中央控制電極。

【第7項】 如請求項第5項所述之軟性液晶透鏡陣列，其中該軟性閘極控制電極層包含有一透明絕緣層與分佈於其上之一閘極控制電極與一補償電容電極。

【第8項】 如請求項第1項所述之軟性液晶透鏡陣列，其中該圖案化軟性奈米金屬線，係為進行三角形、矩形、六邊形、與圓形或其組合之圖形的圖案化處理。

【第9項】 如請求項第1項所述之軟性液晶透鏡陣列，其中該圖案化軟性奈米金屬線，係為進行取向型圖案化處理。

【第10項】 如請求項第1項所述之軟性液晶透鏡陣列，其中該第一軟性基板與該第二軟性基板透明基板之材料係選自於玻璃、聚酰亞胺、聚甲基丙烯酸甲酯、聚碳酸酯、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚對苯二甲酸乙二醇酯、聚烯烴、含氟聚合物、聚酰胺、有機矽樹脂、聚醚酮、聚醚酮酮、聚降冰片烯、聚酯、聚苯乙烯、三醋酸纖維素及上述組合。

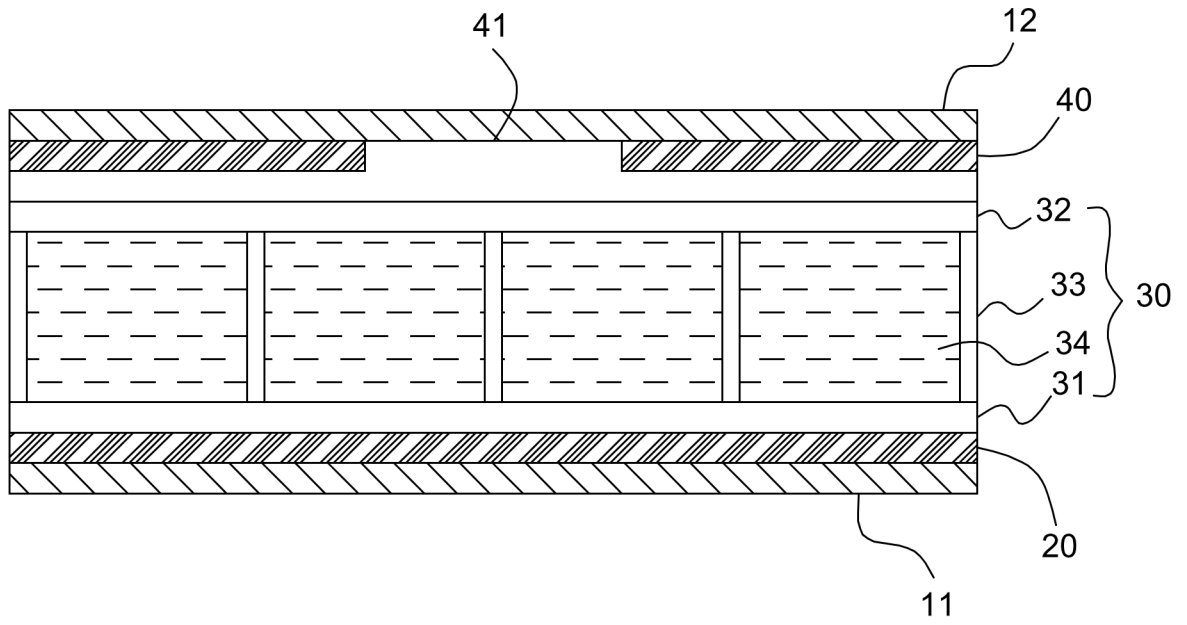
【第11項】 如請求項第1項所述之軟性液晶透鏡陣列，其中該奈米金屬線之材料係選自銀、金、鐵、鎳、鈦及其組合。

【第12項】 如請求項第1項所述之軟性液晶透鏡陣列，其中該軟性間隙物係為軟性微柱，該軟性微柱之寬度不大於100微米（ μm ）。

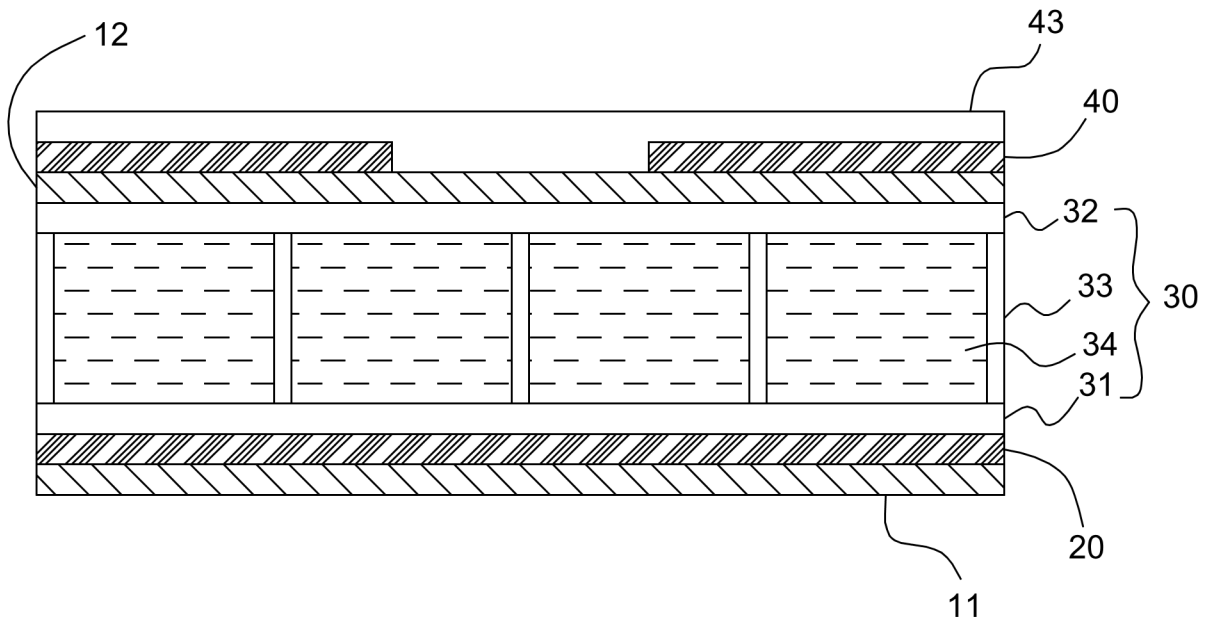
【第13項】 如請求項第1項所述之軟性液晶透鏡陣列，其中該軟性間隙物係為聚合物牆，該聚合物牆係相互連接。

- 【第14項】如請求項第13項所述之軟性液晶透鏡陣列，其中該聚合物牆之材料係選自二丙烯酸二甘醇酯、二丙烯酸三甘醇酯、二丙烯酸四甘醇酯、二丙烯酸聚乙二醇酯、二甲基丙烯酸聚乙二醇酯、乙氧基化雙酚A二丙烯酸酯、乙氧基化雙酚A二甲基丙烯酸酯、氨基甲酸酯二丙烯酸酯、甲基丙烯酸β-羥乙酯、丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸異冰片酯、丙烯酸異冰片酯、甲基丙烯酸乙酯、2-(2-乙氧基乙氧基)乙基丙烯酸酯、丙烯酸-3,5,5-三甲基己酯及其組合。
- 【第15項】如請求項第1項所述之軟性液晶透鏡陣列，其中該軟性間隙物係為軟性微罩，該軟性微罩之開口係為多邊形，且側壁相互連接。
- 【第16項】如請求項第1項所述之軟性液晶透鏡陣列，其中該液晶係選自藍相液晶、聚合物液晶、膽固醇液晶、光活性反應型液晶及其組合。

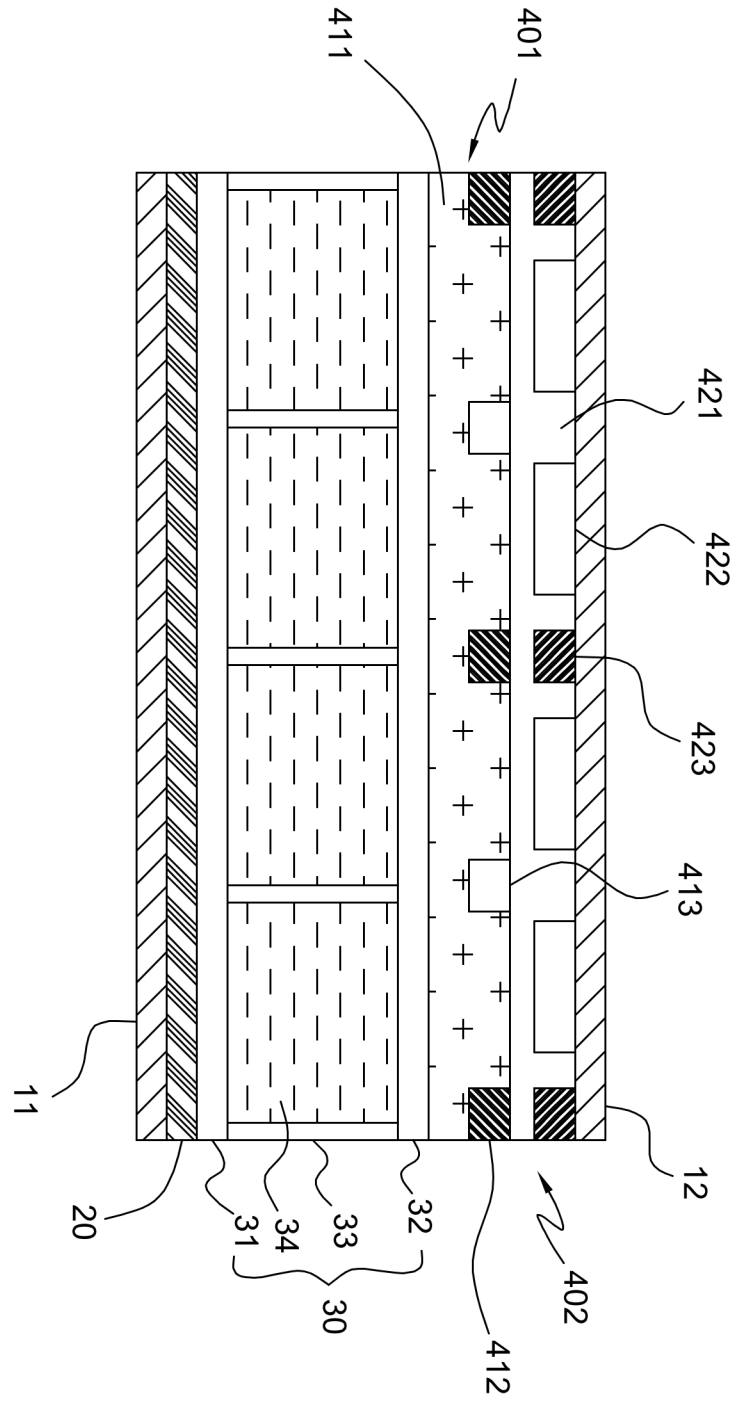
【發明圖式】



第1圖



第2圖



第3圖