



(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 I842216 B

(45) 公告日：中華民國 113 (2024) 年 05 月 11 日

(21) 申請案號：111144569

(22) 申請日：中華民國 110 (2021) 年 06 月 03 日

(51) Int. Cl. : G02F1/167 (2019.01)

G02F1/1677 (2019.01)

G09F9/30 (2006.01)

(30) 優先權：2020/06/03 美國

63/033,954

(71) 申請人：美商電子墨水股份有限公司 (美國) E INK CORPORATION (US)

美國

(72) 發明人：橋本圭介 HASHIMOTO, KEISUKE (JP)；中澤健二 NAKAZAWA, KENJI (JP)；蔡鎮竹 TSAI, BAMBOO (TW)；張永昇 CHANG, YUNG-SHENG (TW)；葉佳俊 YEH, JIAJIUN (TW)；黃信道 HUANG, HSINTAO (TW)

(74) 代理人：王彥評

(56) 參考文獻：

TW 201421208A

TW 201822174A

CN 108109527A

US 2017/0213872A1

US 2018/0146560A1

US 2018/0335679A1

US 2019/0251911A1

審查人員：陳伯宜

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：5 共 39 頁

(54) 名稱

電泳顯示器

(57) 摘要

可折疊電泳顯示器係撓性且能以類書本方式折疊。可折疊電泳顯示器模組可分開製造且依消費者需要併入具不同功能性的多種可折疊裝置中。在一些實施例中，所得可折疊電泳顯示器可包含觸控感應、前光、彩色及數位層，以記錄與一觸控筆的互動。在一些實施例中，顯示器包含彩色濾光片陣列。

A foldable electrophoretic display that is flexible and may be folded in a book-like fashion. Foldable electrophoretic display modules that can be separately manufactured and incorporated into a variety of foldable devices with differing functionality as needed by the consumer. In some embodiments, the resulting foldable electrophoretic display may include touch sensing, a front light, color, and a digitizing layer to record interactions with a stylus. In some embodiments, the display includes a color filter array.

I842216

【發明摘要】

【中文發明名稱】

電泳顯示器

【英文發明名稱】

ELECTROPHORETIC DISPLAY

【中文】

可折疊電泳顯示器係撓性且能以類書本方式折疊。可折疊電泳顯示器模組可分開製造且依消費者需要併入具不同功能性的多種可折疊裝置中。在一些實施例中，所得可折疊電泳顯示器可包含觸控感應、前光、彩色及數位層，以記錄與一觸控筆的互動。在一些實施例中，顯示器包含彩色濾光片陣列。

【英文】

A foldable electrophoretic display that is flexible and may be folded in a book-like fashion. Foldable electrophoretic display modules that can be separately manufactured and incorporated into a variety of foldable devices with differing functionality as needed by the consumer. In some embodiments, the resulting foldable electrophoretic display may include touch sensing, a front light, color, and a digitizing layer to record interactions with a stylus. In some embodiments, the display includes a color filter array.

【指定代表圖】

無。

【代表圖之符號簡單說明】

無。

【特徵化學式】

無。

【發明說明書】

【中文發明名稱】

電泳顯示器

【英文發明名稱】

ELECTROPHORETIC DISPLAY

【技術領域】

[相關申請案]

【0001】本申請案主張 2020 年 6 月 3 日申請的美國臨時申請案 No.63/033,954 的優先權，以參照方式將其全部內容包含至本文中。在此所揭示的所有專利和公開案係以參照方式將包含至本文中。

【0002】本發明係關於可折疊電泳顯示器、此等顯示器的形成及用於製造可折疊電泳顯示器的組件模組。整合式可折疊電泳顯示器模組可在一處製造且接著運輸至不同製造設施，在該處可將提供不同功能的不同組件併入最終可折疊顯示器中。此不同功能可視消費者需求及所要價位而包含例如不同類型的前光、不同類型的觸控感應或不同類型的觸控筆識別。

【先前技術】

【0003】在一些實例中，撓性顯示器可折疊供攜帶及/或便於儲存。若顯示器簡單折疊成類書本形式，其可能以小於設計來避免顯示器折斷的最低曲率半徑的曲率半徑折疊。為避免此問題，各種機構如鉸鏈及/或其他結構已施行至顯示器的彎曲部份。例如 Polymer Vision

已揭示一產品 **Radius™**，利用一個以上的機械鉸鏈機構促進撓性顯示器的折疊。

【0004】在另一實例中，日本專利公開案第 2014-161009 號揭示一種撓性行動終端裝置，其構造成以各種角度彎折。所提出的終端裝置包含一折疊部，用以彎折裝置至終端裝置主體的前表面或後上位置。安裝在終端裝置主體上部上的撓性顯示器可視折疊部的彎折方向彎折至前表面或後表面。該裝置進一步包含滑動部，用以在彎折折疊部期間使得撓性顯示器的一端藉由折疊部與撓性顯示器的伸展率之差異產生的壓縮/拉張角度間的差異滑動。

【0005】前述兩例造成厚重產品。**Polymer Vision** 的 **Radius™** 利用結構複雜且外型笨重的機械鉸鏈機構。日本專利公開案第 2014-161009 號具有波紋外型 (bellows shape) 且滑動部調整費力，且該裝置亦複雜與笨重。

【0006】除了厚重外，前述該等裝置的額外缺點在於此等設計使得不易整合消費者對優質電泳顯示器裝置期待的所有功能，諸如觸控感應、前光、觸控筆識別及顏色。

【發明內容】

【0007】因應這些需求，本揭示描述一種可折疊電泳顯示器模組及併入可折疊電泳顯示器模組且提供各種感應功能的各種可折疊電泳顯示器。在第一態樣中，本發明包含一種電泳顯示器模組，其包括一支撐板，其具有

在一中央折疊區中的材料空隙；與該支撐板相鄰的一低模數黏著層；一撓性背板，其橫跨該中央折疊區且與該低模數黏著層相鄰；與該撓性背板相鄰的一電泳顯示器介質層；及一導電積體障壁層，其包含一透光電極及一濕氣障壁。在一些實施例中，電泳顯示器模組另包括在該低模數黏著層與該撓性背板之間的一保護層。在一些實施例中，該撓性背板包括有機薄膜電晶體之一主動矩陣。在一些實施例中，電泳顯示器模組另包括耦合至該撓性背板、該電泳顯示器介質層及該導電積體障壁層之一邊緣密封件。在一些實施例中，該電泳顯示器介質被包含於一微胞層中。在一些實施例中，該電泳顯示器介質層被包含於微膠囊中且該等微膠囊被一聚合物接著劑固定。在一些實施例中，電泳顯示器模組另包括與該導電積體障壁層相鄰的一保護片。在一些實施例中，電泳顯示器模組另包括耦合至該撓性背板、該電泳顯示器介質層、該導電積體障壁層及該保護片之一邊緣密封件。在一些實施例中，該支撐板包括一非導電聚合物。在一些實施例中，該支撐板之厚度在 $250\mu\text{m}$ 與 $50\mu\text{m}$ 之間。

【0008】在第二態樣中，本發明包含一種可折疊電泳顯示器，構造成與一觸控筆互動，該可折疊顯示器包括：一支撐板，其具有在一中央折疊區中的材料空隙；與該支撐板相鄰的一低模數黏著層；一撓性背板，其橫跨該中央折疊區且與該低模數黏著層相鄰；與該撓性背板相鄰的一電泳顯示器介質層；及一導電積體障壁層，其包含一透光電極及一濕氣障壁；耦合至該導電積體障

壁層之一保護片；與該支撐板相鄰之一電磁共振(EMR)感測器層；與該EMR感測器層相鄰的一可折疊底盤；及一外殼，其圍繞該可折疊底盤且提供與該保護片接觸的一裱框，且允許一使用者透過該保護片觀看該電泳顯示器介質。在一些實施例中，可折疊電泳顯示器另包括位於該EMR感測器層與該支撐板之間的一低模數黏著中間層。在一些實施例中，可折疊電泳顯示器另包括位於該EMR感測器層與該支撐板之間的一高模數黏著中間層。在一些實施例中，該低模數黏著中間層與該高模數黏著中間層不橫跨該中央折疊區。在一些實施例中，可折疊電泳顯示器另包括位於該EMR感測器層與該可折疊底盤之間的觸控感應層。在一些實施例中，可折疊電泳顯示器另包括位於該觸控感應層與該可折疊底盤之間的一低模數黏著中間層。在一些實施例中，可折疊電泳顯示器另包括位於該觸控感應層與該可折疊底盤之間的一高模數黏著中間層。在一些實施例中，該低模數黏著中間層與該高模數黏著中間層不橫跨該中央折疊區。在一些實施例中，該導電積體障壁層另包括一彩色濾光片陣列(CFA)。

【0009】在第三態樣中，一種可折疊電泳顯示器構造成與一觸控筆互動，該可折疊顯示器包括：一支撐板，其具有在一中央折疊區中的材料空隙；與該支撐板相鄰的一低模數黏著層；一撓性背板，其橫跨該中央折疊區且與該低模數黏著層相鄰；與該撓性背板相鄰的一電泳顯示器介質層；及一導電積體障壁層，其包含一透光電

極及一濕氣障壁；耦合至該導電積體障壁層之一撓性前光板；與該撓性前光板相鄰之一撓性電容性觸控層；與該撓性電容性觸控層相鄰之一保護片；與該支撐板相鄰的一可折疊底盤；及一外殼，其圍繞該可折疊底盤且提供與該保護片接觸的一裱框，且允許一使用者透過該保護片觀看該電泳顯示器介質。在一些實施例中，可折疊電泳顯示器另包括位於該可折疊底盤與該支撐板之間的一低模數黏著中間層。在一些實施例中，可折疊電泳顯示器另包括位於該可折疊底盤與該支撐板之間的一高模數黏著中間層。在一些實施例中，該低模數黏著中間層與該高模數黏著中間層不橫跨該中央摺疊區。在一些實施例中，該導電積體障壁層另包括一彩色濾光片陣列(CFA)。

【圖式簡單說明】

【0010】

圖 1A 顯示可折疊電泳顯示器的實施例，包含在中央折疊區中具有材料空隙的支撐板。

圖 1B 顯示用於可折疊電泳顯示器的模組的實施例，包含在中央折疊區中具有材料空隙的支撐板。

圖 2A 顯示可折疊電泳顯示器的實施例，包含在中央折疊區中具有材料空隙的支撐板。圖 2A 的可折疊電泳顯示器包含電磁共振(EMR)感測器層，使能感應觸控筆。

圖 2B 顯示可折疊電泳顯示器的實施例，包含在中央折疊區中具有材料空隙的支撐板。圖 2B 的可折疊電

泳顯示器包含電磁共振(EMR)感測器層，使能感應觸控筆。圖 2B 的電泳顯示器的一側包含低模數黏著層，而圖 2B 的電泳顯示器的另一側包含高模數黏著層。因此，顯示器堆疊的一側能隨著顯示器折疊而橫向移動。

圖 3 顯示可折疊電泳顯示器的實施例，包含在中央折疊區中具有材料空隙的支撐板。圖 3 的可折疊電泳顯示器包含電容性觸控感應層及前光。

圖 4A 顯示在中央折疊區中具有材料空隙的支撐板的實施例的側視圖。

圖 4B 顯示在中央折疊區中具有材料空隙的支撐板的實施例的頂視圖。

圖 5A 顯示在中央折疊區中具有材料空隙的支撐板的實施例的側視圖。

圖 5B 顯示在中央折疊區中具有材料空隙的支撐板的實施例的頂視圖。

【實施方式】

【0011】如前述，本發明提供一種撓性且能以類書本方式折疊之電泳顯示器、和用於在製造這種可折疊顯示器的生產中使用的模組。本設計薄且質輕，且由於支撐板係非導電型，故可將該支撐板置於電泳顯示器介質層與電磁共振感應裝置之間。

【0012】本發明相當適於與 E Ink Corporation (Billerica, MA)所開發及下列專利與專利公開案中所述的電泳型介質一起使用。囊封型介質包括多個小膠囊，其每一者本身包括一內相及圍繞該內相之一膠囊壁，該

內相包含在流體介質中之電泳行動粒子。膠囊一般本身固定於聚合物接著劑中，形成位於兩電極間之相干層。在一微胞電泳顯示器中，帶電粒子與流體並未囊封於微膠囊內，而係保持在一般係在載體介質通常為聚合物膜內形成的複數個孔內。這些專利及申請案中所述技術包含：(a)電泳粒子、流體及流體添加物；詳見如美國專利案號 7,002,728 及 7,679,814；(b)膠囊、黏合劑及囊封處理；詳見如美國專利案號 6,922,276 及 7,411,719；(c)微胞結構、壁材料及形成微胞之方法；詳見如美國專利案號 7,072,095 及 9,279,906；(d)用於填充及密封微胞之方法；詳見如美國專利案號 7,144,942 及 7,715,088；(e)包含電光材料之膜及子總成；詳見如美國專利案號 6,982,178 及 7,839,564；(f)用於顯示器之背板、黏著層及其他輔助層及方法；詳見如美國專利案號 D485,294；6,124,851；6,130,773；6,177,921；6,232,950；6,252,564；6,312,304；6,312,971；6,376,828；6,392,786；6,413,790；6,422,687；6,445,374；6,480,182；6,498,114；6,506,438；6,518,949；6,521,489；6,535,197；6,545,291；6,639,578；6,657,772；6,664,944；6,680,725；6,683,333；6,724,519；6,750,473；6,816,147；6,819,471；6,825,068；6,831,769；6,842,167；6,842,279；6,842,657；6,865,010；6,873,452；6,909,532；6,967,640；6,980,196；7,012,735；7,030,412；7,075,703；7,106,296；7,110,163；7,116,318；

7,148,128 ; 7,167,155 ; 7,173,752 ; 7,176,880 ;
 7,190,008 ; 7,206,119 ; 7,223,672 ; 7,230,751 ;
 7,256,766 ; 7,259,744 ; 7,280,094 ; 7,301,693 ;
 7,304,780 ; 7,327,511 ; 7,347,957 ; 7,349,148 ;
 7,352,353 ; 7,365,394 ; 7,365,733 ; 7,382,363 ;
 7,388,572 ; 7,401,758 ; 7,442,587 ; 7,492,497 ;
 7,535,624 ; 7,551,346 ; 7,554,712 ; 7,583,427 ;
 7,598,173 ; 7,605,799 ; 7,636,191 ; 7,649,674 ;
 7,667,886 ; 7,672,040 ; 7,688,497 ; 7,733,335 ;
 7,785,988 ; 7,830,592 ; 7,843,626 ; 7,859,637 ;
 7,880,958 ; 7,893,435 ; 7,898,717 ; 7,905,977 ;
 7,957,053 ; 7,986,450 ; 8,009,344 ; 8,027,081 ;
 8,049,947 ; 8,072,675 ; 8,077,141 ; 8,089,453 ;
 8,120,836 ; 8,159,636 ; 8,208,193 ; 8,237,892 ;
 8,238,021 ; 8,362,488 ; 8,373,211 ; 8,389,381 ;
 8,395,836 ; 8,437,069 ; 8,441,414 ; 8,456,589 ;
 8,498,042 ; 8,514,168 ; 8,547,628 ; 8,576,162 ;
 8,610,988 ; 8,714,780 ; 8,728,266 ; 8,743,077 ;
 8,754,859 ; 8,797,258 ; 8,797,633 ; 8,797,636 ;
 8,830,560 ; 8,891,155 ; 8,969,886 ; 9,147,364 ;
 9,025,234 ; 9,025,238 ; 9,030,374 ; 9,140,952 ;
 9,152,003 ; 9,152,004 ; 9,201,279 ; 9,223,164 ;
 9,285,648 ; 及 9,310,661 ; 及美國專利申請案公開號
 2002/0060321 ; 2004/0008179 ; 2004/0085619 ;
 2004/0105036 ; 2004/0112525 ; 2005/0122306 ;

2005/0122563 ; 2006/0215106 ; 2006/0255322 ;
2007/0052757 ; 2007/0097489 ; 2007/0109219 ;
2008/0061300 ; 2008/0149271 ; 2009/0122389 ;
2009/0315044 ; 2010/0177396 ; 2011/0140744 ;
2011/0187683 ; 2011/0187689 ; 2011/0292319 ;
2013/0250397 ; 2013/0278900 ; 2014/0078024 ;
2014/0139501 ; 2014/0192000 ; 2014/0210701 ;
2014/0300837 ; 2014/0368753 ; 2014/0376164 ;
2015/0171112 ; 2015/0205178 ; 2015/0226986 ;
2015/0227018 ; 2015/0228666 ; 2015/0261057 ;
2015/0356927 ; 2015/0378235 ; 2016/077375 ;
2016/0103380 ; 及 2016/01807759 ; 及國際申請案公開
號 WO00/38000 ; 歐洲專利號 1,099,207 B1 及 1,145,072
B1 ; (g)顏色形成及顏色調整 ; 詳見如美國專利案號
7,075,502 及 7,839,564 ; 及(h)用於驅動顯示器的方法 ;
詳見如美國專利案號 7,012,600 及 7,453,445 。本文所列
之所有專利與專利申請案之全文均以引用方式併入本
文。許多前述專利及申請案咸認在囊封式電泳介質中圍
繞離散微膠囊的壁可以連續相取代，因而產生所謂的聚
合物分散式電泳顯示器，其中電泳介質包括電泳流體之
複數個離散液滴及聚合材料之一連續相，及在聚合物分
散式電泳顯示器內之電泳流體之離散液滴可視為膠囊或
微膠囊，即使並無與每一個別液滴相關聯之離散膠囊薄
膜亦然；詳見如前述美國專利案號 6,866,760 。因此，
為達本申請案之目的，將此聚合物分散式電泳介質視為
囊封是電泳介質之亞種。

【0013】囊封型電泳顯示器通常沒有傳統電泳裝置的叢集化與沉澱問題模式且具進一步優點，諸如印刷或塗布顯示器於多種撓性與剛性基板上的能力。(用語「印刷」係欲包含所有形式的印刷與塗布，包含但不限於：預計量塗層如貼片模頭塗布、狹縫或擠出塗布、滑動或級聯塗布、幕塗；輥塗如刀對輥塗布、正向和反向輥塗；凹版塗布；浸塗；噴塗；彎液面塗層；旋塗；刷塗；氣刀塗；絲網印刷處理；靜電印刷處理；熱印刷處理；噴墨印刷處理；電泳沉積(詳見美國專利號7,339,715)；及其他類似技術。因此，最終的顯示可係撓性的。此外，因能印刷顯示介質(使用各種方法)，故能廉價地製造顯示器本身。

【0014】雖然本發明主要指向前述及所列專利與專利申請案中之類型之電泳介質，其他類型的電光材料亦可用於本發明。替代電光介質通常本質上具反射性，亦即仰賴周遭光線而非背光源照明，如發射型LCD顯示器中所見。替代電光介質包含轉動雙色組件型介質，其描述於例如美國專利號5,808,783；5,777,782；5,760,761；6,054,071；6,055,091；6,097,531；6,128,124；6,137,467；及6,147,791。此顯示器採用大量小主體(通常係球狀或圓柱形)，其等具有具不同光學特性的兩個以上區段及一個內部雙極。這些主體懸浮於一基質內的液體填充空泡內，該等空泡內填充液體使得該等主體可自由轉動。藉由施加電場至顯示器使其顯現變化，因此轉動主體至各位置且改變透過觀看面所見位置的主體區段。此型電光介質一般係雙穩態。

【0015】另一替代電光顯示器介質係電致變色的，例如呈奈米色膜形式的電致變色介質，包括至少部分自半導體性金屬氧化物形成的電極及可附接於電極而反轉顏色變化的複數個染料分子，詳見例如 O'Regan, B. 等人的 *Nature* 1991, 353, 737；及 Wood, D 的 *Information Display*, 18(3), 24 (March 2002)。亦見於 Bach, U. 等人的 *Adv. Mater.*, 2002, 14(11), 845。此型奈米色膜亦見於例如美國專利號 6,301,038；6,870,657 及 6,950,220。此型介質一般亦具雙穩態。

【0016】示例性可折疊電泳顯示器 (FEPID) 示如圖 1A。可折疊顯示器 10 一般包括一電泳顯示器介質層 80 及位於該電泳顯示器介質層 80 的相對側上的至少兩其他導體層 75 與 90。導體層與電泳顯示器介質層 80 的堆疊位於在一中央折疊區 57 中具有材料空隙 55 的支撐板 50 上。撓性背板 75 一般耦合至支撐板 50，其具有低模數黏著劑 60，提供該等層間的良好黏著性，使得顯示器表面在打開時維持平坦，但亦允許足夠的橫向滑動，使得撓性背板 75 可隨著 FEPID 的啟閉相對於支撐板 50 略微移動。適當的低模數黏著劑 60 可包含來自 3M (Minneapolis, Minnesota) 與 CGR Products (Greensboro, NC) 的黏著泡沫聚合物。低模數黏著劑可包括聚胺基甲酸酯、聚丙烯酸酯及 / 或矽酮。示例性低模數黏著劑可稱為 PORON®，其是 Rogers Corporation 的註冊商標，或 DOWSIL®，其是 Dow Chemical Corporation 的註冊商標。在一些實例中，低模數黏著劑 60 提供支撐板 50 與

撓性背板 75 間的抗壓性。雖然圖 1A 所繪低模數黏著層 60 橫跨中央折疊區 57，低模數黏著層 60 亦可在中央折疊區 57 中中斷，藉此提供用於具有材料空隙 55 的部分支撐板 50 更多撓性空間，亦即在中央折疊區 57 中。低模數黏著層一般厚度在 $500\mu\text{m}$ 與 $50\mu\text{m}$ 之間，例如厚度在 $300\mu\text{m}$ 與 $100\mu\text{m}$ 之間。

【0017】雖然支撐板 50 本身即可提供可折疊顯示器 10 充分剛性，但可折疊顯示器 10 一般另包含由鉸鏈 25 耦合的底盤 20，以提供機械衝擊保護且保護支撐板免於延伸超過平坦(亦即超過 180° 開啟)，在該點撓性背板 75 可能因撓性背板 75 中的撓性跡線(未顯示)伸展至斷裂點而故障。底盤結構可包含雙部底盤，示如圖 1A，但底盤亦可包含三部系統，藉此使得中央「脊柱」區耦合至具有兩不同鉸鏈的兩個不同板片，或是橫跨三部分的複合鉸鏈。因此，如圖 1A 所示堆疊，產生可在平坦(如所示)與閉合間折疊如一般書本的質輕電泳顯示器 10。

【0018】在圖 1A 的實例中，頂部導體層已併入包含透光導體材料與撓性濕氣障壁的導電積體障壁層 90 中。例如導電積體障壁層 90 可包含傳輸可見光的濺鍍導體材料如銦錫氧化物(ITO)，或者導電積體障壁層 90 可包含導體絲、奈米線或奈米管，藉此提供所需的導電率、透光性與撓性的組合。或者，導電積體障壁層 90 可併入一個以上的透光導體聚合物如聚(3,4-亞乙基二噻吩)(PEDOT)，其可透過加入聚苯乙烯磺酸鹽來溶解。導電積體障壁層 90 一般亦包含濕氣障壁材料，例如防

水材料，例如無機陶瓷、有機聚合物或有機/無機複合物。無機陶瓷例如包括氧化矽 (SiO_x) 或氮化矽 (SiN_x)。有機聚合物例如包括聚對二甲苯或聚丙烯、或聚對苯二甲酸乙二酯 (PET)。有機/無機複合材料例如包括非晶矽/聚對二甲苯複合材料，或聚丙烯/聚丙烯酸酯/鋁複合材料。在一些實施例中，導電積體障壁層 90 亦可包括積體彩色濾光片陣列 (CFA)，例如美國專利 No.10,209,556 中描述的類型，其全文以參照方式併入本文。併入導電積體障壁層 90 中的彩色濾光片陣列的替代構造亦可，例如，使用堆疊的彩色薄膜、偏移印刷或微影印刷。此類裝置的 CFA 可包括四個彩色子像素，例如紅色、綠色、藍色和透明(白色)，三個彩色子像素，例如紅色、綠色和藍色，或從上到下、從左到右或對角線的條帶。子像素和條帶的組合是可行的，且顏色組不限於紅色、綠色和藍色，因為其他合適的顏色組是可用的，只要顏色組合提供可接受的調色板來再現彩色影像。

【0019】在可折疊顯示器 10 中，撓性背板 75 包含在撓性基板上的複數個驅動電極。在 FEPID 中，電驅動波形經由耦合至薄膜電晶體 (TFT) 的撓性導電跡線 (未顯示) 傳遞到一般包含像素電極撓性背板 75，該等 TFT 允許像素電極以列-行定址機制定址。在其他實施例中，可直接驅動撓性背板 75 的像素電極，亦即每一像素直接由驅動器電路啟閉。在一些實施例中，導電積體障壁層 90 僅接地且藉由提供正負電位驅動影像至可個別定址的撓性背板像素電極。在其他實施例中，亦可施加電

位至導電積體障壁層 90 以提供導電積體障壁層 90 與撓性背板 75 間的較大電場變化。適用於本發明的主動矩陣撓性背板取自例如 FlexEnable (Cambridge, UK) 與其他供應商。撓性主動矩陣背板一般使用導電有機材料薄膜產生撓性薄膜電晶體。適當的撓性背板與背板組件的細節見於美國專利號 7,223,672、7,902,547 與 8,431,941，其全文以參照方式併入本文。

【0020】在許多實施例中，撓性背板 75 將包含用於影像驅動的主動矩陣。在主動矩陣配置中，每一像素電極耦合至薄膜電晶體，其等圖案化為一陣列且連接至細長列電極及與列電極垂直延伸的細長行電極。在一些實施例中，像素包括金屬氧化物或導電聚合物材料製的電晶體。在一些實施例中，像素係撓性。在一些實施例中，像素係剛性，但由於基板與像素間的跡線係撓性，故背板可具足夠撓性來產生撓性背板。資料驅動器一般連接至行電極且提供源電壓至待定址的行中的所有 TFT。此外，掃描驅動器連接至列電極以提供偏壓，其將開啟(或關閉)沿著列的每一 TFT 的閘極。閘極掃描率一般 ~60-100Hz。已知「列」與「行」的指定有些任意且 TFT 陣列可以行列電極交換的規則製造。在一些實施例中，TFT 陣列大體上係撓性，但個別組件如個別像素電晶體或驅動器電路可為非撓性。用於供應電壓至個別像素的撓性跡線可自撓性材料如導電聚合物、或摻雜導電材料如金屬粒子、奈米粒子、奈米線、奈米管、石墨與石墨烯的聚合物形成。

【0021】本發明另包含可折疊電泳顯示器模組 15，示如圖 1B。此可折疊顯示器模組 15 製成獨立可折疊電泳顯示器組件，藉此可運送至各製造商，整合模組 15 至例如以下參考圖 2A、2B 與 3 所述類型的可折疊電泳顯示器中。可折疊顯示器模組 15 一般在運送前經調整與密封使得以疊層至額外組件如前光或電容性觸控感測器或電磁共振感應層，以下將描述此兩者。為了維持模組 15 的整合性，模組一般包含邊緣密封件 93 或一般具電泳顯示器的類型。對於 EPID 邊緣密封件的更多描述見於美國專利號 7,554,712，其全文以參照方式併入本文。

【0022】撓性顯示器模組 15 包含：一支撐板 50，其具有在一中央折疊區 57 中的材料空隙 55；一低模數黏著層 60；一撓性背板 75，其橫跨該中央折疊區 57；一電泳顯示器介質層 80；及一導電積體障壁層 90，其包含一透光電極及一濕氣障壁兩者的特徵。如圖 1B 所示細節，電泳顯示器介質層 80 可包含微膠囊 88，其固持電泳顏料粒子 83 與 87 及溶劑 82，微膠囊 88 分散在聚合物接合劑 81 中。此外，已知電泳介質(粒子 83 與 87 及溶劑 82)可被封圍於微胞(微杯)中或分布於聚合物中而無周圍的微膠囊(例如前述 PDEPID 設計)。顏料粒子 83 與 87 一般係以導電積體障壁層 90 與撓性背板 75 間產生的電場控制(位移)。本發明的模組可另包含頂部保護片 95，其可係硬化透明抗炫光覆蓋，由聚合物如聚丙烯酸酯或聚醯亞胺製成。頂部保護片 95 可整合於邊緣

密封件 93 中，或者頂部保護片 95 可實際封圍邊緣密封件以提供對電泳顯示器介質層 80 與撓性背板 75 的額外程度環境保護。在一些實例中，模組 15 將另包含低模數黏著劑 60 與撓性背板 75 間的保護層 70，以避免低模數黏著劑侵入撓性背板 75 材料中。保護層 70 可係薄聚合物層如聚對苯二甲酸乙二酯，或者保護層 70 可係塗敷於撓性背板 75 的「背面」的撓性介電層，如聚對二甲苯。

【0023】雖然將 EPID 介質描述為「黑/白」，其等一般被驅動至黑白間的複數個不同狀態以成各種色調或「灰階」。此外，可藉由驅動像素自初始灰階經過轉換至最終灰階(與初始灰階同異均可)而驅動一給定像素於第一與第二灰階狀態間(包含白與黑的端點)。術語「波形」將用以表示用於實現自一特定初始灰階轉換至特定最終灰階的轉變之相對於時間曲線的整個電壓。此波型一般將包括複數個波形元素；其中這些元素基本上係矩形(亦即其中一給定元素包括應用一固定電壓一段時間)；該等元素可稱之為「脈衝」或「驅動脈衝」。術語「驅動機制」表示一組波形，足以造成特定顯示器的灰階間的所有可能轉換。顯示器可利用不只一種驅動機制，例如前述美國專利號 7,012,600 教導一驅動機制可能需須根據參數，例如顯示器溫度或在使用壽年期間運作的時間等參數修改，且因此，顯示器可具有複數個在不同溫度等處使用的不同驅動機制。以此方式使用的一組驅動機制可稱之為「一組相關驅動機制」。亦可同時

利用不只一種驅動機制於相同顯示器的不同區域，及以此方式使用的一組驅動機制可稱之為「一組同時驅動機制」。

包含觸控感應與數位層的可折疊電泳顯示器

【0024】利用本發明的設計的可折疊電泳顯示器 (FEPID) 的一先進實施例係如圖 2A 與圖 2B 所示。FEPID 100 大致類似 GVIDO Music Co., LTD. (Tokyo, Japan) 所售類型的可折疊版本的優質雙面板電泳平板，做為數位電子紙樂譜。但本發明允許折疊區係主動，使得有持續跨越脊柱的閱讀與寫入經歷。圖 2A 與 2B 中所示 FEPID 100 設計無需如兩張全 A4 紙片大，當平開時可為單一 A4 紙片大小，且在部分開啟如書本固定時提供約 100mm x 150mm 的兩格。FEPID 100 可包含目前預期在此裝置的所有功能，包含 WIFI 通訊、藍芽、顏色調整前光、觸控筆識別與寫入再生、觸控感應與彩色。彩色電泳顯示器可包含與習知黑白墨水一起使用的彩色濾光片陣列，或者彩色電泳顯示器可併入 E Ink Corporation 的先進電泳顯示器技術如 Advanced Color e Paper (ACEP™) 或 E Ink Spectra™。ACEP™ 與 E Ink Spectra™ 的細節見於美國專利號 9,921,451 與 10,032,419，其全文以參照方式併入本文。

【0025】回到圖 2A，可折疊電泳顯示器 (FEPID) 100 包含繞顯示器 100 背側延伸的外殼 110，中間具有斷折以允許顯示器折疊如書本。外殼 110 涵蓋底盤 120，其包含兩板，提供顯示器 100 的避震及避免背彎折，如上

文關於圖 1A 所述。外殼可係耐用聚合物如耐綸，或者可係「成品」材料如木材或皮革。雖未見於圖 1A，但外殼 110 亦可整合於底盤 120 中，及選擇性耦合至鉸鏈（未顯示），其提供底盤 120 折疊之半徑。外殼 110 繞顯示器包裹且止於裱框 105，其可在顯示器 100 頂表面上或或與顯示器 100 的頂表面齊平。在圖 1A 的實例中，裱框 105 係在頂部保護片 195 上方，該保護片 195 可係聚合物如聚丙烯酸酯或聚醯亞胺製的硬化透明抗炫光覆蓋。

【0026】圖 2A 所示實施例包含在每一底盤板 120 上的兩個壓控感測器層 130。由於使用具材料空隙 155 的薄支撐板 150 及在撓性背板 175 與支撐板 150 間的低模數黏著劑 160，故使用者以手指按壓保護片 195 的壓力足以啟動壓控感測器層 130。此壓敏層可包含微變形壓電感測器，其相當薄且可購自 Uneo Inc. (New Taipei City, Taiwan)。Peratech (Richmond, United Kingdom) 領銜的替代薄觸控感測技術如 QTC 力感應技術亦可用於壓控感測器層 130。

【0027】圖 2A 的顯示器 100 另併入撓性電磁共振 (EMR) 感測器層 140，用以感測主動觸控筆，其可用於例如手寫捕捉、素描、標誌或操控顯示器上的物件。撓性 EMR 層 140 可包含在撓性介質中的堆疊線環，藉此允許主動或被動觸控筆的趨近感應。適合的觸控筆可購自例如 Wacom (Kazo, Japan)。EMR 層 140 可係單一連續單元，或者其可係個別 EMR 層 140 的集合。在圖 2A

未顯示的一替代實施例中，EMR 層 140 可包含可購自 Wacom 的類型的兩隔開的半剛性 EMR 層，其中特定撓性 EMR 的較小面積橫跨中央折疊區。在一些實施例中，EMR 層 140 的一或兩表面將係粗糙或具粗糙表面 145，以協助 EMR 層保持相對平坦且僅橫向而非上下移動，示如圖 2A。

【0028】在可折疊顯示器 100 的中間的是支撐板 150，其在中央折疊區中具有材料空隙 155。如關於圖 4A、4B、5A 與 5B 之詳述，支撐板可由各種材料製成，諸如聚合物、金屬如不鏽鋼、碳纖維或木材單板。在圖 2A 的實施例中，支撐板 150 包括非導電聚合物如聚對苯二甲酸乙二酯，其不干擾撓性 EMR 層 140 與在顯示器 100 頂表面上使用的觸控筆之間的電磁共振位置感應。支撐板一般厚度在 $250\mu\text{m}$ 與 $50\mu\text{m}$ 之間。為了簡化，圖 2A 中未特別標示支撐板 150 的中央折疊區，僅略顯示空隙 155 已自支撐板 150 移除的區域。中央折疊區可小於支撐板 150 總表面積的 20%，例如小於支撐板 150 總表面積的 10%，例如小於支撐板 150 總表面積的 5%。

【0029】如前述，低模數黏著層 160 位於支撐板 150 與撓性背板 175 之間。最終，在一些實施例中，保護層 170 可位於撓性背板 175 與低模數黏著層 160 之間，以保護撓性背板 175 免於因接觸可包含可侵襲撓性背板 175 的導電材料或溶劑的低模數黏著層 160 而遭受侵蝕或電氣故障。但隨著對適合的低模數黏著層 160 的選擇，可能無需包含保護層 170。(元件 180、181、182、

183、187、188 與 190 係電泳顯示器介質層 80、聚合物接合劑 81、電泳介質溶劑 82、第一粒子組 83、第二粒子組 87、膠囊壁 88 與導電積體障壁層 90，如上文關於圖 1B 所述。)

【0030】在一商業應用中，當可折疊電泳顯示器 (FEPID)101 包含 EMR 感測器層 140 與壓控感測器層 130 時，可能有附加組件出現在 FEPID 中，示如圖 2B。首先，如關於圖 1B 所述，可能鉸鏈 125 將被納入以促進底盤 130 的兩板的開閉。鉸鏈 125 僅係示例性且可採用各種替代鉸鏈。此外，一般將一個以上的附加低模數黏著層加在 FEPID 顯示器 101 的各層間以協助顯示器 101 在重複開啟與折疊下仍保持平滑外形。例如第一中間低模數黏著層 133 可位於壓控感測器層 130 與撓性 EMR 層 140 間。第二中間低模數黏著層 143 可配置於撓性 EMR 層 140 與支撐板 150 間。注意第一與第二中間低模數黏著層無需橫跨顯示器的整個寬度，亦即自圖 2B 的左側至右側。此低模數黏著劑的部分錯位將提供在折疊過程期間的較大空隙空間，造成折疊時在電泳顯示器介質層 180 上的壓力較小，且降低因多次折疊而故障或脫層的可能性。除了低模數黏著層 143 與 147 之外，高模數黏著劑如聚胺基甲酸酯或聚丙烯酸酯可用於 FEPID 101 的相反側上以確保顯示器 101 的各層鎖在一起且大部分的橫向移動發生於顯示器的一側上，而另一側保持固定。亦即，第一中間高模數黏著層 137 可位於壓控感測器層 130 與撓性 EMR 層 140 之間，而第二中間高模數黏著層

147 可位於撓性 EMR 層 140 與支撐板 150 之間。高模數黏著劑協助各層在重複開關循環中保持對齊。

包含前光與電容性觸控感應的可折疊電泳顯示器

【0031】可折疊電泳顯示器(FEPID)200 包含電容性觸控感應層 294、前光板 292 與光源 291，示如圖 3。FEPID 200 的組件部分中的許多與關於圖 2A 所述的 FEPID 100 相同。FEPID 200 包含繞顯示器 200 背側延伸的外殼 210，中間具有斷折以允許顯示器折疊如書本。外殼 210 涵蓋底盤 220，其包含兩板，提供顯示器 200 的避震及避免背彎折，如上文關於圖 2A 所述。外殼 210 繞顯示器包裹且止於裱框 205，其可在顯示器 200 頂表面上或與顯示器 200 頂表面齊平。在圖 3 的實例中，裱框 205 係在頂部保護片 295 上方，該保護片 295 可係聚合物如聚丙烯酸酯或聚醯亞胺製的硬化透明抗炫光覆蓋。

【0032】在可折疊顯示器 200 中間的是支撐板 250，其在中央折疊區中具有材料空隙 255。如關於圖 4A、4B、5A 與 5B 之詳述，支撐板可由各種材料製成，諸如聚合物、金屬如不鏽鋼、碳纖維或木材單板。在圖 3 的實施例中，支撐板 250 可利用導電或非導電材料，因為支撐板 250 後不具有感應機構。支撐板一般厚度在 $250\mu\text{m}$ 與 $50\mu\text{m}$ 之間。為了簡化，圖 3 中未特別標示支撐板 250 的中央折疊區，僅略示空隙 255 已自支撐板 250 移除的區域。低模數黏著層 260 位於支撐板 250 與撓性背板 275 之間。最終，在一些實施例中，保護層 270 可

配置於撓性背板 275 與低模數黏著層 260 之間，保護撓性背板 275 免於因接觸可包含可侵襲撓性背板 275 的導電材料或溶劑的低模數黏著層 260 而遭受侵蝕或電異常。元件 280、281、282、283、287、288 與 290 係電泳顯示器介質層 80、聚合物接合劑 81、電泳介質溶劑 82、第一粒子組 83、第二粒子組 87、膠囊壁 88 與導電積體障壁層 90，如上文關於圖 1B 所述。

【0033】在 FEPID200 中，感應係以接近顯示器 200 表面且受頂部保護片 295 保護的撓性電容性觸控層 294 達成，該頂部保護片 295 可係硬化透明抗炫光覆蓋，由聚合物如聚丙烯酸酯或聚醯亞胺製成。撓性電容性觸控層 294 可由使用者手指觸控輸入及以諸如 N-Trig Technologies (Tel Aviv, Israel)供應的電容性觸控筆觸控寫入。由於撓性電容性觸控層 294 係在觀看者與電泳顯示器介質之間，故撓性電容性觸控層 294 亦須透光。圖 3 所示 FEPID 200 另包含其由一個以上的光源 291 照明的前光板 292，光源 291 可係白色或具有各種 LED 顏色之發光二極體(LED)，使能依視使用者需求調整前光的顏色。

【0034】因此，可見到本發明的模組 15 可併入各種可折疊電泳顯示器設計中。但該等設計不限於圖 2A、2B 與 3。多種不同數位化系統均可與此處所示可折疊電泳顯示器模組一起使用。例如主動靜電感應(Wacom)或出自 Planar Technologies (Hillsboro, Oregon)的紅外線感應可與本發明一起使用。此外，各種可折疊電泳顯示器

裝置可整合於裝置生態系統中，包含 WIFI、藍芽、ZIGBEE 等。

產生具有材料空隙的支撐板

【0035】如前述，用於本文所述本發明的支撐板(50, 150, 250)可由聚合物、金屬例如不鏽鋼、碳纖維或木材單板製成。在感應層將位於支撐板(50, 150, 250)下方的實例中，支撐板(50, 150, 250)最佳以非導電聚合物例如聚對苯二甲酸乙二酯達成，該聚合物不會干擾撓性 EMR 層 140 與在顯示器 100 頂表面上使用的觸控筆間的電磁共振位置感應，示如圖 3，支撐板(50, 150, 250)無需為非導電。因此，替代物如不鏽鋼可用於圖 3。在大部分的實例中，支撐板一般厚度在 250 μm 與 50 μm 之間，例如厚度在 150 μm 與 100 μm 之間。

【0036】在中央折疊區中具有材料空隙的支撐板的兩實施例係如圖 4A、4B、5A 與 5B 所示(圖 4A 係第一實施例的側視圖，而圖 4B 是頂視圖。圖 5A 係第二實施例的側視圖，而圖 5B 是頂視圖)。為了產生圖 4A 的實施例，單件材料 451 可經銑削、切割、壓花、燒蝕或雷射加工來產生空隙 455、允許支撐板 450 在所要方向上以少許力量重覆彎折。支撐板 450 的剛性可藉由選擇空隙相對於工件 451 總厚度的適當深度來調整。在整個工件上的空隙深度無需全同且可切割為例如高斯分布，在中央最深且自中央向外切割漸淺。為了簡化，未在圖 4A 中標示用於支撐板 450 的中央折疊區，僅略示空隙 455 已自支撐板 450 移除的區域。中央折疊區可小於支撐板

450 總表面積的 20%，例如小於支撐板 450 總表面積的 10%，例如小於支撐板 450 總表面積的 5%。

【0037】具有材料空隙的支撐板不限於圖 4A 與 4B 所示切割圖案。例如工件 551 可具有自工件 551 切割的一系列的空隙 555 以產生一中央折疊區。在圖 5A 與 5B 的實施例中，支撐板可為金屬，在此情況下的空隙可係自工件 551 壓印或銑削。或者，若工件 551 係聚合物或碳纖維，則空隙 555 可以雷射切割產生。

定義

【0038】適用於材料或顯示器的術語「電光」係以其成像技術中的習知意義使用於此，係指一材料具有至少一光學性質不同的第一與第二顯示狀態，藉由施加電場至該材料使該材料自其第一顯示狀態變化至第二顯示狀態。雖然光學性質一般係人眼察覺的顏色，但可為另一光學性質如透光性、反射率、照度，或者在顯示器的情況下係欲指就可見範圍外的電磁波長反射率變化而言之機器讀取的虛擬色。

【0039】術語「灰階狀態」或「灰階」係以其成像技術中的習知意義使用於此，係指介於像素之兩個極端光學狀態間的狀態，且未必意指兩個極端狀態間之黑白轉換。例如，以下參考之數個電子墨水專利與公開申請案中所述電泳顯示器之極端狀態係白與深藍，故中間的「灰階狀態」實際係指淡藍。如前述，光學狀態變化確實可非顏色變化。術語「黑」與「白」在此後可用以指稱顯示器之兩個極端光學狀態，且應被視於一般包含非

僅黑與白之極端光學狀態，例如前述的白與深藍狀態。術語「單色」下文中可指稱僅將像素驅動至無中間灰階狀態之它們的兩個極端光學狀態之驅動機制。

【0040】就材料具固態外表面的觀點而言，一些電光材料係固體，儘管這些材料可能並且經常具有內部液體或氣體填充空間。以下，為便利之故，可將採用固體電光材料的此等顯示器稱之為「固體電光顯示器」。因此，術語「固體電光顯示器」包含轉動雙色組件顯示器、囊封型電泳顯示器、微胞電泳顯示器與囊封型液晶顯示器。

【0041】術語「雙穩的」及「雙穩態」係以其技術中的習知意義使用於此，係指顯示器包括具有至少一光學性質相異之第一與第二顯示狀態之顯示元件，且使得在以有限期間的定址脈衝驅動任何給定元件後，假定其處於第一或第二顯示狀態，在終止定址脈衝後，該狀態將持續至少數倍(例如至少 4 倍)於改變顯示元件狀態所需的定址脈衝最低期間(*minimum duration*)。在美國專利號 7,170,670 中顯示有些具灰階之基於粒子之電泳顯示器，不僅在極端黑白狀態下穩定，在其中間的灰階狀態亦然，且此對於一些其他類型的電光顯示器亦同。此類顯示器適合稱之為「多穩態」而非雙穩態，然為便利之故，術語「雙穩態」在此可用於涵蓋雙穩態及多穩態顯示器。

【0042】對本發明所屬技術中具有通常知識者顯而易見的是，在不脫離本發明範圍的情況下，可以對上述本

發明的具體實施例進行多種改變和修改。因此，前面描述的全部內容應被解釋為說明性的而非限制性的。

【符號說明】

【0043】

- 10:可折疊顯示器
- 15:顯示器模組
- 20:底盤
- 25:鉸鏈
- 50:支撐板
- 55:材料空隙
- 57:中央折疊區
- 60:低模數黏著劑
- 70:保護層
- 75:撓性背板
- 80:電泳顯示器介質層
- 81:聚合物接著劑
- 82:電泳介質溶劑
- 83:第一粒子組
- 87:第二粒子組
- 88:微膠囊
- 90:導電積體障壁層
- 93:邊緣密封件
- 95:頂部保護片
- 100:可折疊電泳顯示器
- 101:可折疊電泳顯示器

- 105: 裱框
- 110: 外殼
- 120: 底盤
- 125: 鉸鏈
- 130: 壓觸感測器層
- 133: 第一中間低模數黏著層
- 140: 撓性 EMR 層
- 143: 低模數黏著層
- 145: 粗糙表面
- 147: 低模數黏著層
- 150: 薄支撐板
- 155: 材料空隙
- 160: 低模數黏著劑
- 170: 保護層
- 175: 撓性背板
- 180: 電泳顯示器介質層
- 181: 聚合物接著劑
- 182: 電泳介質溶劑
- 183: 第一粒子組
- 187: 第二粒子組
- 188: 微膠囊
- 190: 導電積體障壁層
- 195: 頂部保護片
- 200: 可折疊電泳顯示器
- 205: 裱框

210:外殼
220:底盤
250:支撐板
255:空隙
260:低模數黏著層
270:保護層
275:撓性背板
280:電泳顯示器介質層
281:聚合物接著劑
282:電泳介質溶劑
283:第一粒子組
287:第二粒子組
288:微膠囊
290:導電積體障壁層
291:光源
292:前光板
294:撓性電容性觸控層
450:支撐板
451:工件
455:空隙
550:空隙
551:工件
555:空隙

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種電泳顯示器，其包括：

一支撐板；

一撓性背板，其包括電耦合至一驅動器電路的複數個像素電極，其中一資料驅動器及一閘極驅動器係構造成以一電壓個別定址每一像素電極；

一低模數黏著層，該低模數黏著層係設置於該支撐板及該撓性背板之間；

一電泳顯示器介質層，其與該撓性背板相鄰；及

一導電積體障壁層，其包含一透光電極及一濕氣障壁。

【請求項 2】如請求項 1 之電泳顯示器，進一步包括一邊緣密封件，其耦合至該支撐板、該電泳顯示器介質層及該導電積體障壁層。

【請求項 3】如請求項 1 之電泳顯示器，其中該電泳顯示器介質層被包含於一微胞層中。

【請求項 4】如請求項 1 之電泳顯示器，其中該電泳顯示器介質層被包含於微膠囊中且該等微膠囊被一聚合物接著劑固定。

【請求項 5】如請求項 1 之電泳顯示器，進一步包括一保護片，其與該導電積體障壁層相鄰。

【請求項 6】如請求項 5 之電泳顯示器，進一步包括一邊緣密封件，其耦合至該支撐板、該電泳顯示器介質層、該導電積體障壁層及該保護片。

【請求項 7】如請求項 1 之電泳顯示器，其中該支撐板包括一非導電聚合物。

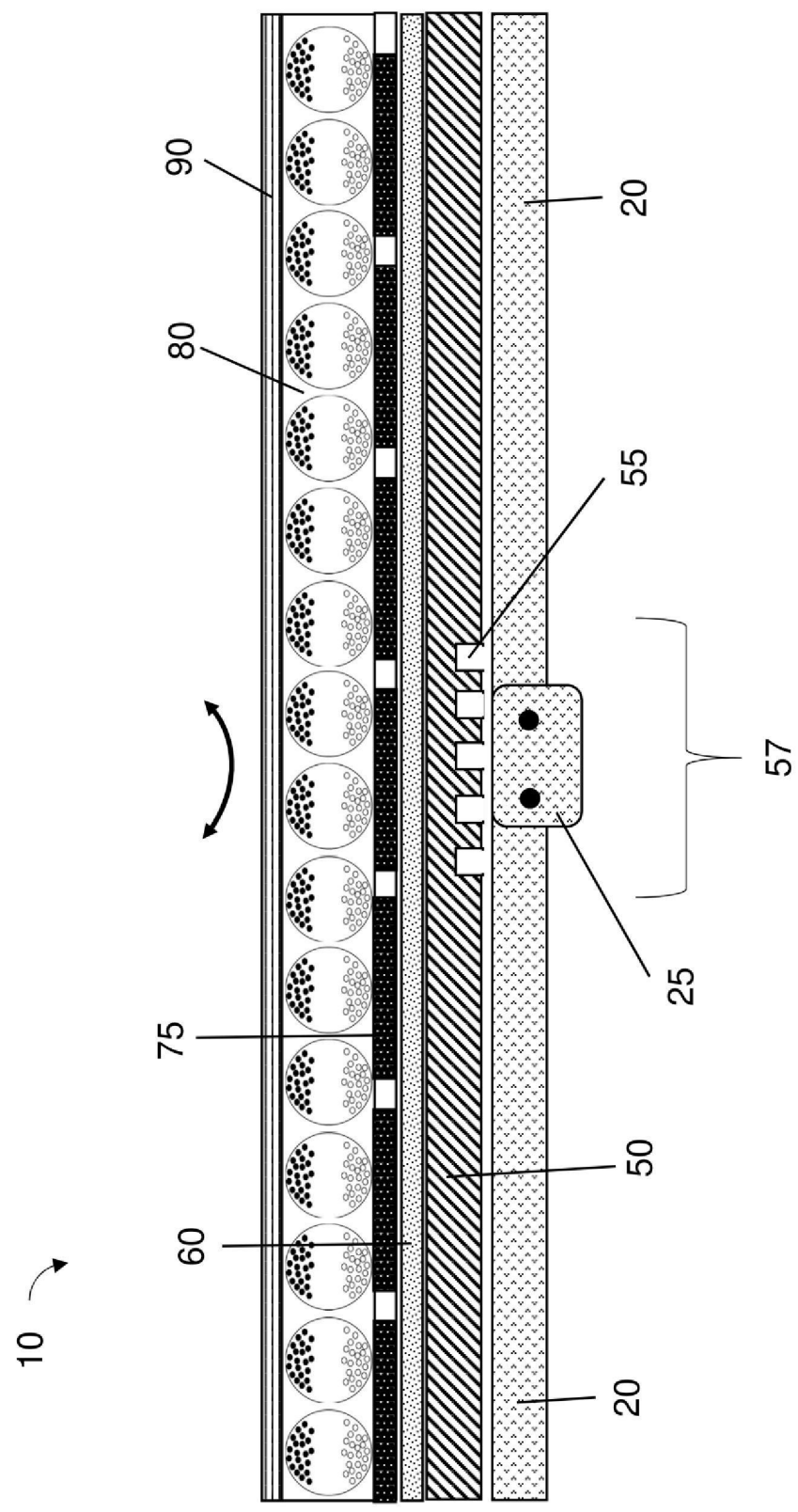
【請求項 8】如請求項 1 之電泳顯示器，進一步包括一電磁共振 (EMR) 感測器層，從而允許該電泳顯示器的一使用者使用一觸控筆與該電泳顯示器互動。

【請求項 9】如請求項 8 之電泳顯示器，進一步包括一觸控感應層，從而允許該電泳顯示器的一使用者使用手指觸控與該電泳顯示器互動。

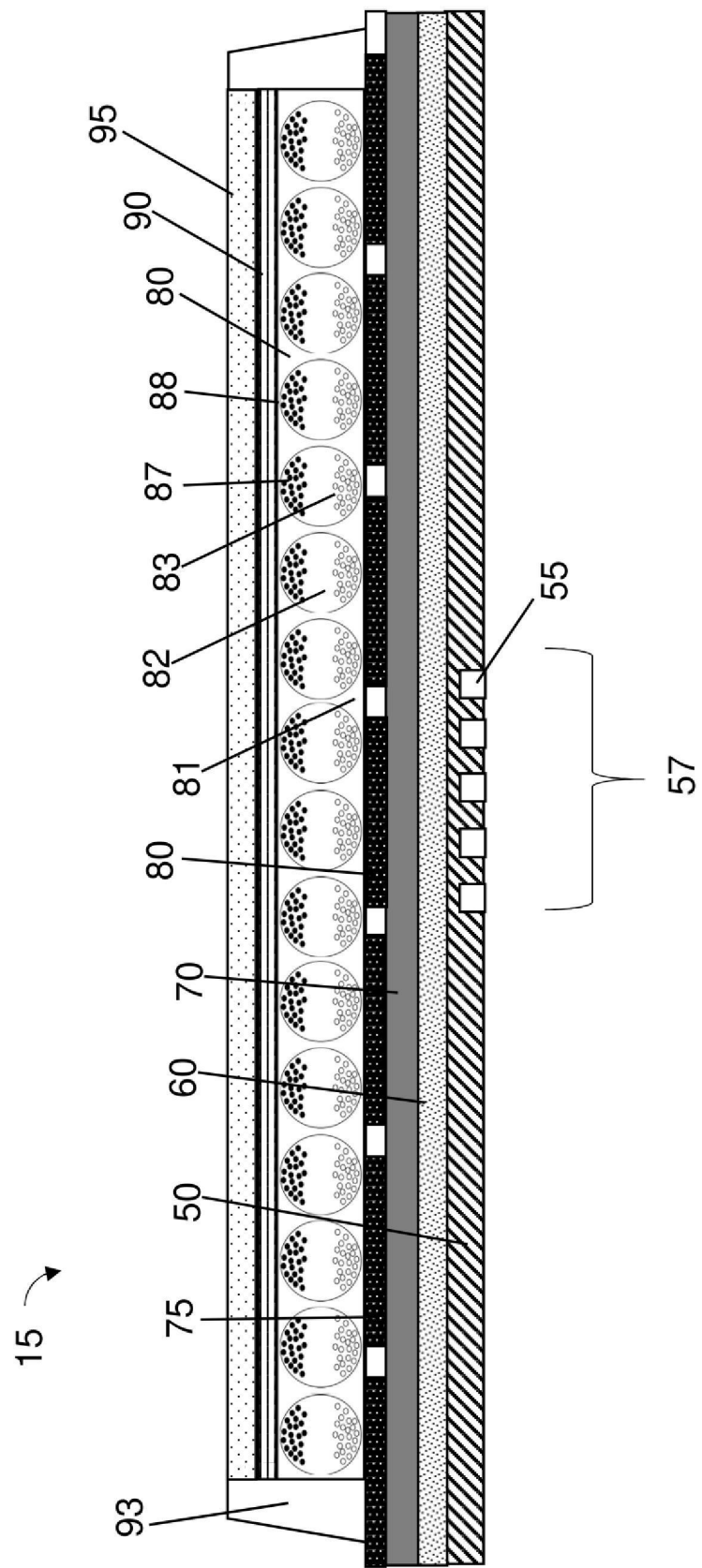
【請求項 10】如請求項 1 之電泳顯示器，進一步包括一觸控感應層，從而允許該電泳顯示器的一使用者使用手指觸控與該電泳顯示器互動。

【請求項 11】如請求項 1 之電泳顯示器，其中該導電積體障壁層額外包括一彩色濾光片陣列 (CFA)。

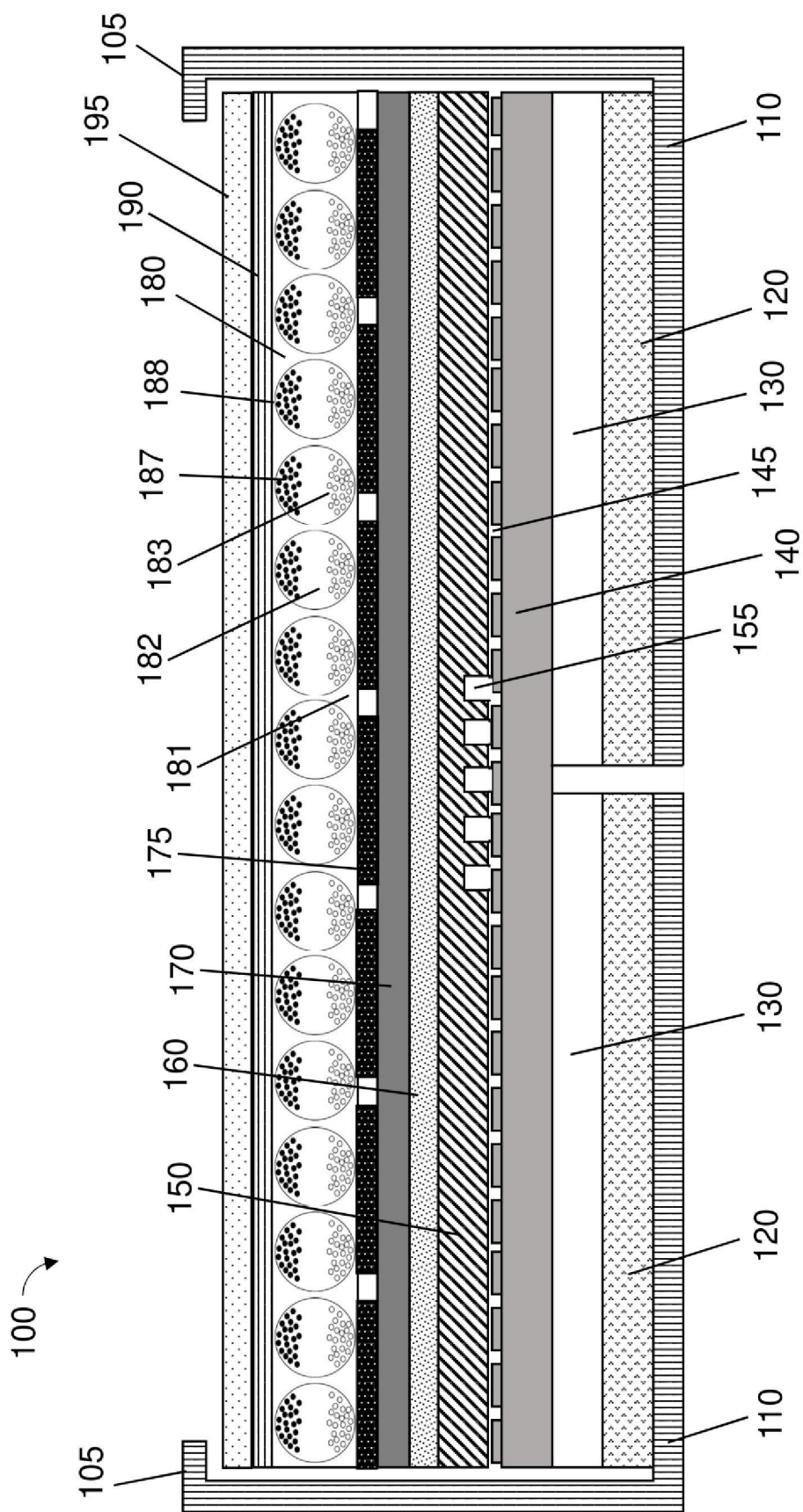
【發明圖式】



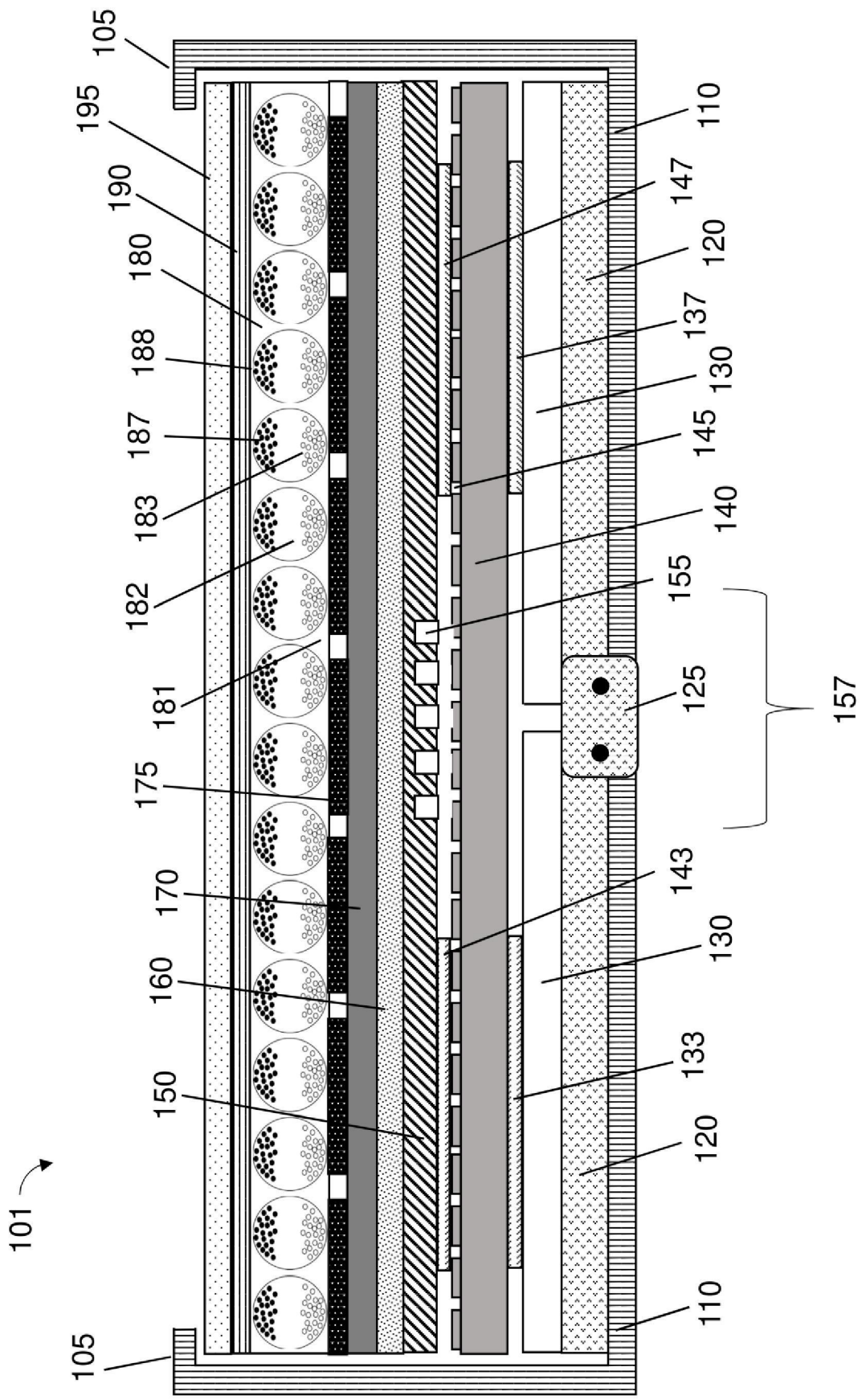
【圖 1A】



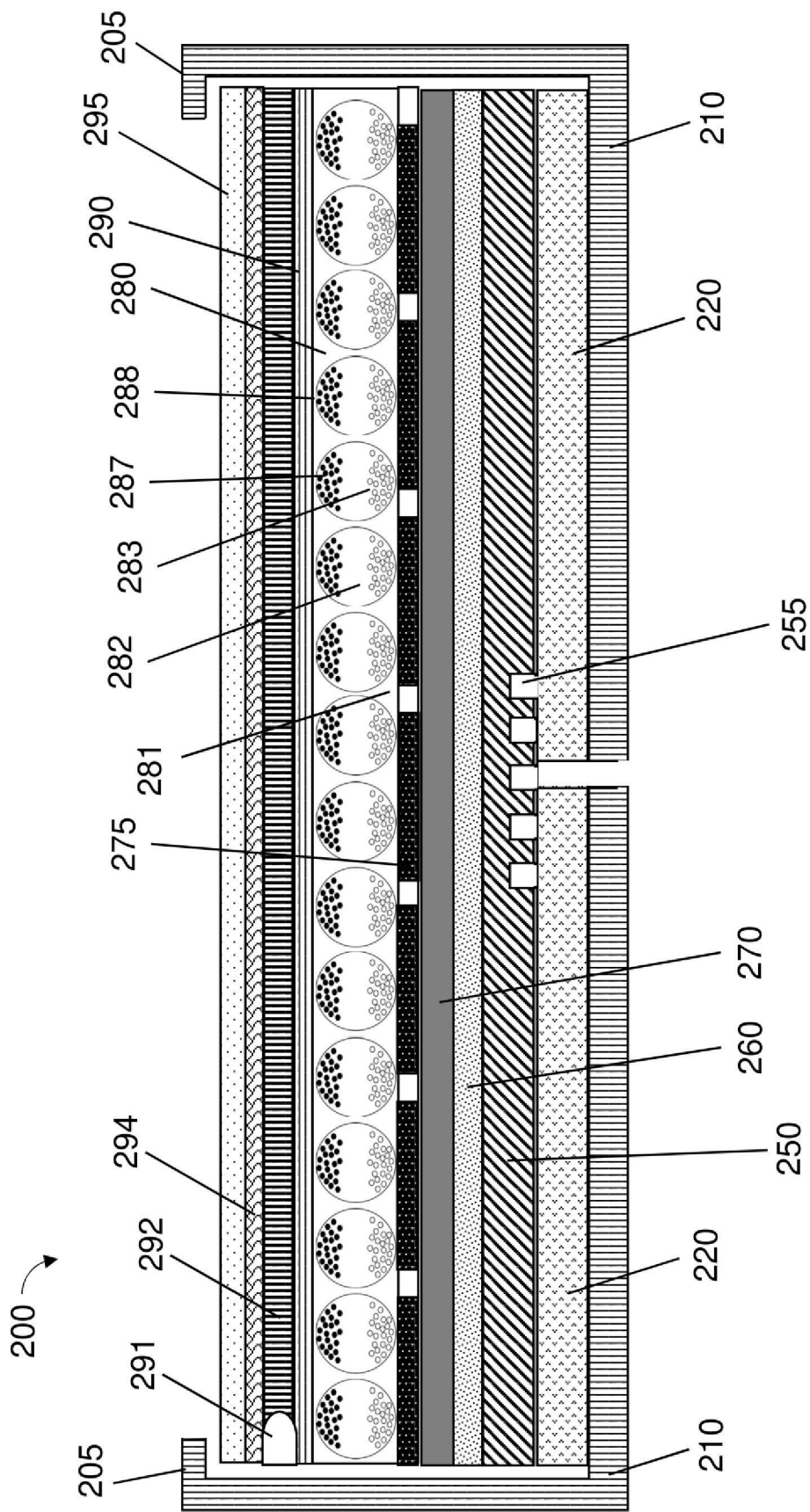
【圖 1B】



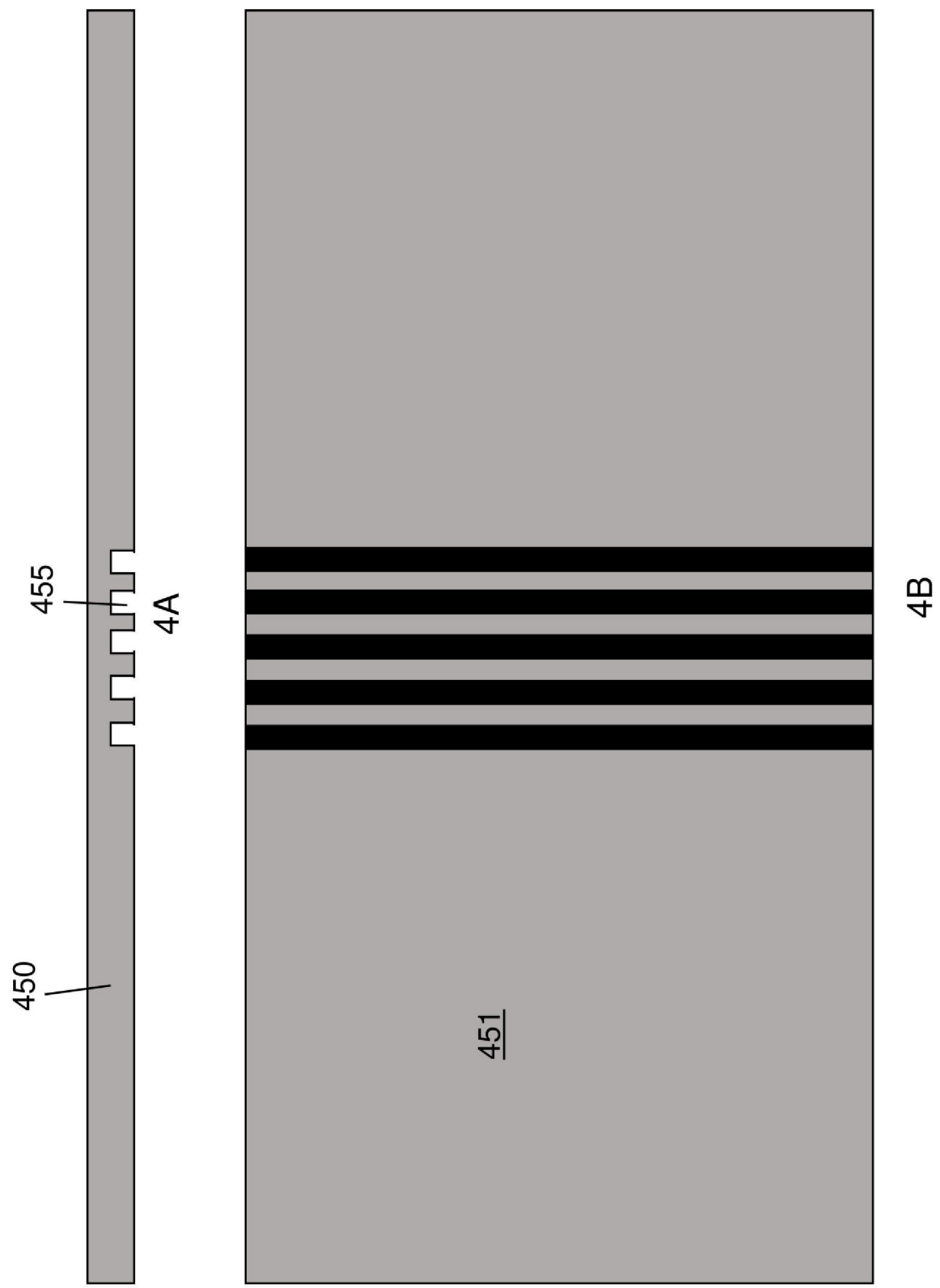
【圖 2A】



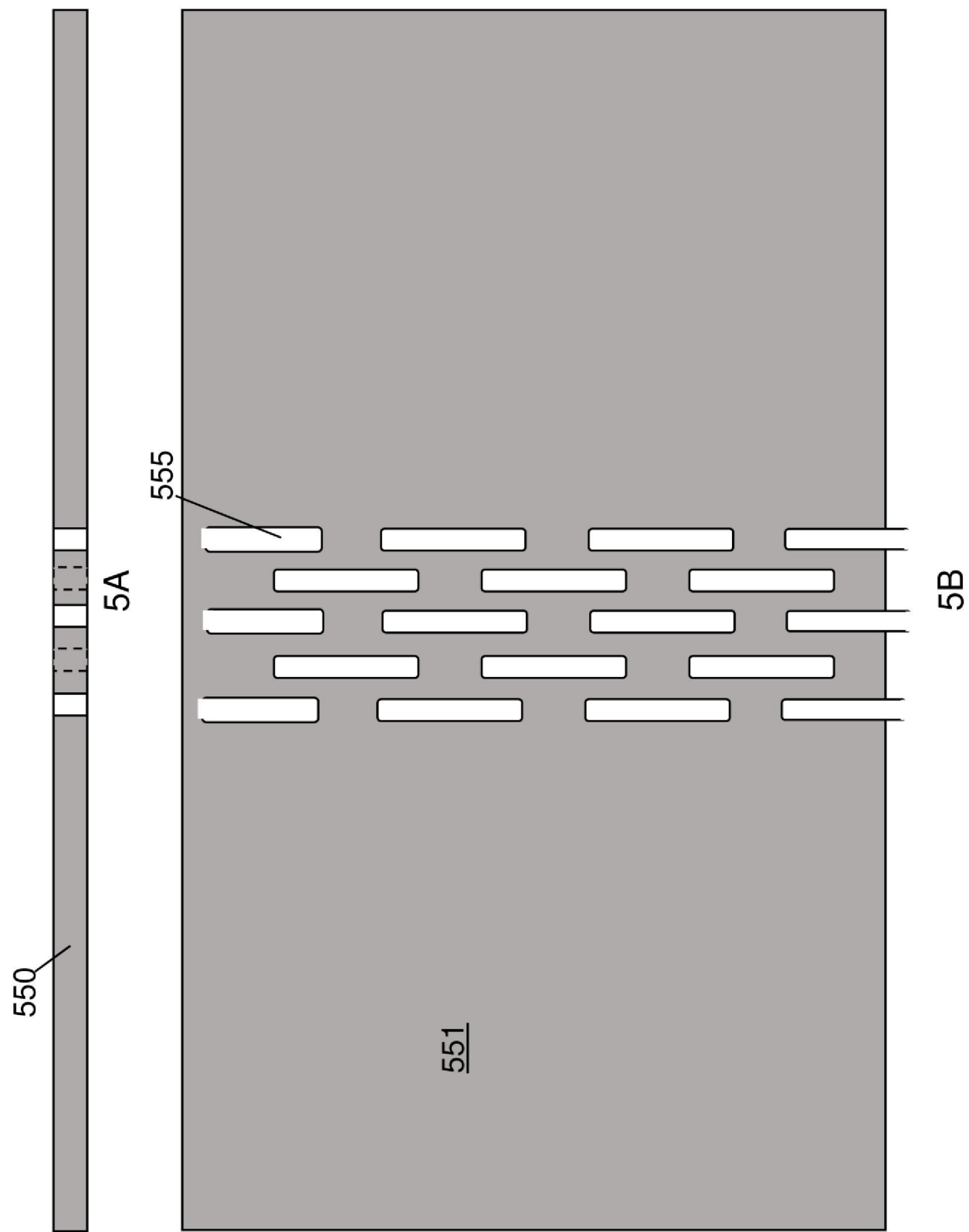
【圖 2B】



【圖 3】



【圖 4A-4B】



【圖 5A-5B】