



(21)申請案號：112116443 (22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 05 月 03 日

(51)Int. Cl. : **B42D25/29 (2014.01)** **B42D25/36 (2014.01)**
B42D25/45 (2014.01) **G01L1/26 (2006.01)**

(30)優先權：2022/05/04 美國 63/338,156

(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：馬特斯 尤里波利索維奇 MATUS, YURIY BORISOVICH (US)；凱西 錢德拉比
克拉克姆 KC, CHANDRA BIKRAM (US)；古 海燕 GU, HAIYAN (US)；庫馬 阿
吉特 KUMAR, AJEET (IN)；陳 布萊恩漢斯 CHAN, BRYAN HANS (US)

(74)代理人：王彥評；蔡淑美

(56)參考文獻：

CN	104704401A	CN	107405944A
US	2015/0041546A1	US	2018/0075685A1
WO	2008/017869A1	WO	2014/118569A1
WO	2017/095178A1	WO	2022/077011A1

審查人員：侯建志

申請專利範圍項數：21 項 圖式數：8 共 39 頁

(54)名稱
包含圖案化微胞陣列之重力致動顯示器

(57)摘要

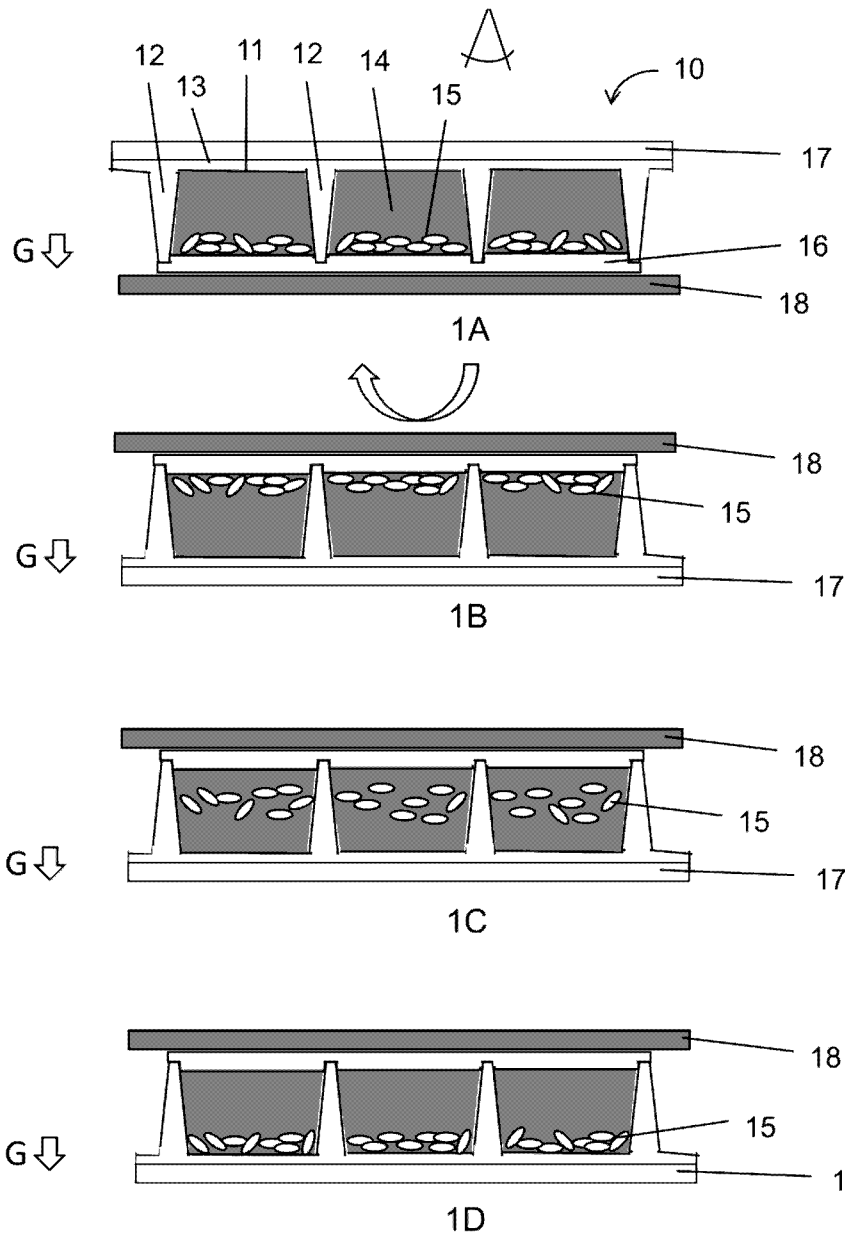
重力致動顯示系統，適合用於作為安全標記，例如結合到鈔票中。這些裝置可以做得非常薄且有撓性，但足夠堅固以承受紙幣在一般流通中的惡劣條件。因為顯示器是重力致動的，它們不需要電源或電路。重力致動顯示器可以使用微壓印或微影方法來製造，且可以使用捲對捲技術來填充及密封。也可以對微胞圖案化以提供客制化設計，諸如官方封章。

Gravity-actuated display systems suitable for use as security markers, for example to incorporate into bank notes. The devices can be made very thin and flexible, yet are robust enough to endure the harsh conditions of paper currency in general circulation. Because the displays are gravity actuated, they do not require a power source or circuitry. The gravity-actuated displays can be fabricated using microembossing or photolithography and can be filled and sealed using roll-to-roll techniques. The microcells can also be patterned to provide custom designs, such as official seals.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- G:重力
- 10:重力致動顯示器
- 11:微胞
- 12:壁
- 13:底板
- 14:煙溶劑
- 15:反射粒子
- 16:密封層
- 17:透光基板
- 18:透光基板



【圖 1A-1D】



I861854

【發明摘要】

【中文發明名稱】

包含圖案化微胞陣列之重力致動顯示器

【英文發明名稱】

GRAVITY-ACTIVATED DISPLAYS COMPRISING PATTERNED
MICROCELL ARRAYS

【中文】

重力致動顯示系統，適合用於作為安全標記，例如結合到鈔票中。這些裝置可以做得非常薄且有撓性，但足夠堅固以承受紙幣在一般流通中的惡劣條件。因為顯示器是重力致動的，它們不需要電源或電路。重力致動顯示器可以使用微壓印或微影方法來製造，且可以使用捲對捲技術來填充及密封。也可以對微胞圖案化以提供客制化設計，諸如官方封章。

【英文】

Gravity-actuated display systems suitable for use as security markers, for example to incorporate into bank notes. The devices can be made very thin and flexible, yet are robust enough to endure the harsh conditions of paper currency in general circulation. Because the displays are gravity actuated, they do not require a power source or circuitry. The gravity-actuated displays can be fabricated using microembossing or photolithography and can be filled and sealed using roll-to-roll techniques. The microcells can also be patterned to provide custom designs, such as official seals.

【指定代表圖】

圖 1

【代表圖之符號簡單說明】

G:重力

10:重力致動顯示器

11:微胞

12:壁

13:底板

14:烴溶劑

15:反射粒子

16:密封層

17:透光基板

18:透光基板

【特徵化學式】

無。

【發明說明書】

【中文發明名稱】

包含圖案化微胞陣列之重力致動顯示器

【英文發明名稱】

GRAVITY-ACTIVATED DISPLAYS COMPRISING PATTERNED
MICROCELL ARRAYS

【技術領域】

本申請案主張 2022 年 5 月 4 日提交的美國臨時專利申請案第 63/338,156 號的優先權。此處引用的任何專利、已公開的申請案或其他已公開作品的全部內容藉由引用而併入。

【0001】本發明係有關包含圖案化微胞陣列之重力致動顯示器

【先前技術】

【0002】現代紙幣包括許多技術特徵，使犯罪分子難以複製貨幣。雖然此種特徵增加印刷過程的大量成本，但此種特徵同時阻止造假者且增加大眾對將換取有價值的紙幣的信心。許多國家的紙幣包括諸如凹版印刷、浮水印、透光窗口、安全線及微印刷的特徵。依據鈔票的價值而定，諸如全息圖及 RFID 電路的更昂貴特徵可能有理由阻止非法複製。當然，此種安全特徵也可以用於驗證其他物件，諸如文件、藝術品、服裝、體育紀念品、歷史文件及套裝軟體。

【0003】一個已經被視為高科技真實性標記的特徵係為所謂的重力致動動態安全裝置。此種裝置可以由使用

者(亦即鈔票持有者)藉由簡單地翻轉該裝置來致動，於是產生一些驗證訊號。驗證簽名可以是光學的或可聽的，且由於該裝置是重力致動的，不需要附加的電源。美國專利號 10,921,579('579 專利)係敘述可以使用於重力致動動態安全裝置的許多替代性光學裝置，包括兩面粒子(Janus particles)、差分密度粒子(重的且漂浮的)、差分密度流體、及膠囊中的滾球。'579 專利沒有提供此種裝置在構造上的詳細細節，而是敘述最終產品及可能的好處。例如，'579 專利的沉降顯示例子係建議在有色流體中包括緻密粒子，其包含在一個或以上的容器中。然而，沒有提供容器的性質、製造此種容器的方法、及用沉降混合物來填充此種容器的方法。此外，'579 專利中敘述的安全裝置的最終尺寸不適合結合到例如紙幣中。

【發明內容】

【0004】此處敘述改進的重力致動的動態安全裝置，諸如適合於結合到紙幣中。在一個態樣中，一重力致動顯示器包括：一微胞陣列，每個微胞具有壁、一底板及一頂部開口，其中每個微胞的底板係為透光的；第一混合物，包含具有大於 7 g/cm^3 的密度的反射粒子、一烴溶劑、及第一可溶性染料，其中該第一混合物係設置在該陣列中的該等微胞的至少一些中；及一透光密封層，將該第一混合物密封在該等微胞的至少一些中。在一個實施例中，該重力致動顯示器更包含：耦接到該微胞陣列的第一透光基板。在一個實施例中，該重力致動顯示器

更包含：耦接到該透光密封層的第二透光基板。在一個實施例中，該重力致動顯示器不包括具有大於 $1 \times 10^4 \text{ Ohm} \cdot \text{cm}$ 的導電率的任何層。在一個實施例中，該重力致動顯示器的厚度小於 1 mm 。在一個實施例中，該重力致動顯示器的厚度小於 $200 \mu\text{m}$ 。在一個實施例中，該重力致動顯示器更包含：包含該等反射粒子的第二混合物、該烴溶劑及第二可溶性染料，其中設置在該等微胞中的至少一些微胞中的該第二混合物，係與設置在該等微胞中的至少一些微胞中的該第一混合物不同。在一個實施例中，該第一及該第二可溶性染料具有不同的顏色。在一個實施例中，該等反射粒子包含銀、鎢、金、鉑、鎳、銅、錫、鋅或銦。在一個實施例中，該等反射粒子的最長尺寸係在 $5 \mu\text{m}$ 及 $25 \mu\text{m}$ 之間。在一個實施例中，該等反射粒子係為金屬薄片或金屬絲。在一個實施例中，該第一可溶性染料包含蒽醌、酞青素、蔡、吡啶、咪唑或硫靛藍化合物。在一個實施例中，該烴溶劑包含具有分子重量在 100 g/mol 及 300 g/mol 之間的脂族分子。在一個實施例中，該等微胞壁及該底板包含丙烯酸酯、乙烯醚或環氧化物。在一個實施例中，該密封層包含聚乙烯醇、聚乙烯吡咯啉酮、聚胺甲酸酯、聚異丁烯或丙烯酸酯。在一個實施例中，該第一混合物更包含一表面活性劑。在一個實施例中，該第一混合物包含 5~15% 之間的表面活性劑 (表面活性劑重量 / 混合物重量)、20~50% 之間的反射粒子 (粒子重量 / 混合物重量)、及 1~8% 之間可溶性染料 (可溶性染料重量 / 混合物重量)，其餘係為烴溶劑。

【0005】在另一個態樣中，一重力致動顯示器包括：一微胞陣列，每個微胞具有壁、一底板及一頂部開口，其中每個微胞的底板係為透光的；第一混合物，包含具有密度小於 0.5 g/cm^3 的反射粒子、一烴溶劑、及第一可溶性染料，其中該第一混合物係設置在該陣列中的該等微胞的至少一些中；及一透光密封層，將該第一混合物密封在該等微胞的至少一些中。在一個實施例中，該等反射粒子包含氧化矽、氧化鋯或氧化鋁。在一個實施例中，該重力致動顯示器不包括具有導電率大於 $1 \times 10^4\text{ Ohm}\cdot\text{cm}$ 的任何層。

【0006】在另一個態樣中，一磁重力致動顯示器包括：一微胞陣列，每個微胞具有壁、一底板及一頂部開口，其中每個微胞的底板係為透光的；第一混合物，包含具有密度大於 4 g/cm^3 的磁性粒子、一烴溶劑、及第一可溶性染料，其中該第一混合物係設置在該陣列中的該等微胞的至少一些中；及一透光密封層，將該第一混合物密封在該等微胞的至少一些中。在一個實施例中，該等磁性粒子包含鎳、鐵、錳或其氧化物。在一個實施例中，該磁重力致動顯示器不包括具有導電率大於 $1 \times 10^4\text{ Ohm}\cdot\text{cm}$ 的任何層。

【圖式簡單說明】

【0007】

圖 1A 係顯示處於第一穩定狀態的重力致動顯示器的剖切側視圖，藉此高密度反射粒子已經沉降在複數個微胞的底部處，從而允許觀看者從上方觀看包括相容染料的烴溶劑的顏色。

圖 1B 係顯示翻轉圖 1A 的重力致動顯示器的直接效果。

圖 1C 係顯示高密度反射粒子由於反射粒子與烴溶劑相比密度不同而從頂表面沉降到底表面時的中間狀態。

圖 1D 係顯示處於第二穩定狀態的重力致動顯示器，藉此高密度反射粒子已經重新沉降在複數個微胞的底部處，藉此圖 1D 中的底表面對應於圖 1A 中的頂表面。

圖 2 係顯示替代性實施例的剖切側視圖，其中一些微胞包括含有第一染料的第一混合物，一些微胞是空的，且一些微胞包括含有第二染料的第二混合物。

圖 3 係顯示重力致動顯示器的例示性頂視圖，其中一些微胞包括含有第一染料的第一混合物，一些微胞是空的，且一些微胞包括含有第二染料的第二混合物。

圖 4 係顯示使用捲對捲製程來製造本發明之微胞的方法。

圖 5A 及 5B 係詳細地顯示經由塗覆有熱固性前體的導體膜的光罩使用微影曝光來生產用於重力致動顯示系統的微胞。

圖 5C 及 5D 係詳細地顯示一個替代性實施例，其中使用微影方法來製造用於重力致動顯示器的微胞。在圖 5C 及 5D 中，使用頂部曝光及底部曝光的組合，允許藉由頂部光罩曝光來固化一個側向方向上的壁，且經由透光基板藉由底部曝光來固化另一個側向方向上的壁。

圖 6A~6D 係顯示填充及密封用在重力致動顯示器中的微胞陣列的步驟。

圖 7 係為填充有包括藍色染料的混合物的微胞層的顯微鏡影像。微胞係用包含聚異丁烯的透光密封層來密封。

圖 8A~8D 係顯示重力致動顯示器的替代性實施例，其包括具有底色及標誌切口的覆蓋膜。當底色與包括相容染料的烴溶劑的顏色匹配時，標誌在預設狀態下是不可見的(圖 8B)。然而，當裝置翻轉時，允許高密度反射粒子沉降在覆蓋側上，因此當裝置第二次翻轉時，標誌會短暫地「出現」，因為高密度反射粒子已經移動到與覆蓋膜相鄰的表面(圖 8C)。隨著時間經過，高密度反射粒子將恢復到其初始位置，且標誌將消失(圖 8D)。

【實施方式】

【0008】此處敘述的是改進的重力致動顯示系統，適合用於作為安全標記，例如結合到鈔票中。重力致動顯示裝置可以做得非常薄且有撓性，但足夠堅固以承受紙幣在一般流通中的惡劣條件。因為顯示器是重力致動的，它們不需要電源或電路。重力致動顯示器可以使用微壓印或微影方法來製造，且可以使用捲對捲技術來填充及密封。也可以對微胞圖案化以提供客制化設計，諸如官方封章。

【0009】與微胞(或多個微胞)相關的用語「填充」意謂著混合物存在於微胞(或多個微胞)中。此並不一定意謂著微胞的整個體積都被製劑佔據。換言之，與微胞

(或多個微胞)相關的用語「填充」包括部分填充微胞(或多個微胞)以及完全「填充」微胞(或多個微胞)的概念。類似地，填充微胞(或多個微胞)意謂著將製劑添加到微胞(或多個微胞)中。此並不一定意謂著將足夠量的製劑添加到微胞中以佔據其整個體積。例如，可以用混合物來「填充」微胞，但與微胞相比留下少量體積，使得密封層佔據微胞的一小部分，例如如圖 1A 所示。

【0010】重力致動顯示器 10 的概觀如圖 1A~1D 所示。顯示器包括複數個具有壁 12 及底板 13 的微胞 11。微胞 11 可以配置成正方形、蜂窩、圓形等。微胞通常係由熱固性材料微壓印而製成，但它們可以微影方法產生，如以下所敘述的。在圖 1A~1D 的重力致動顯示器 10 中，每個微胞 11 填充有包括染色烴溶劑 14 及高密度反射粒子 15 的混合物。烴溶劑可以是支鏈或直鏈烴，或是其組合。例如，烴溶劑包含具有分子重量在 100g/mol 及 300g/mol 之間的脂族分子。適合的烴溶劑包括 ISOPAR®系列(埃克森美孚公司)，以及辛烷、壬烷、癸烷及十二烷，它們可以從諸如西格瑪·奧瑞奇公司的化學品供應商購買。通常，反射粒子具有大於 7g/cm³ 的密度，例如大於 8g/cm³ 的密度，例如大於 10g/cm³ 的密度，且最長尺寸在 5μm 及 25μm 之間，例如最長尺寸在 10μm 及 20μm 之間。反射粒子可以是金屬薄片或金屬絲，諸如銀粉 D1(艾姆斯·戈德史密斯公司，South Glens Falls, NY)或沉澱銀薄片(西格瑪·奧瑞奇公司，Milwaukee, WI)。也可以使用其他高密度反射

材料，諸如鎢、金、鉑、鎳、銅、錫、鋅或鈮。也可以使用高密度合金，諸如黃銅及青銅。片狀黃銅及青銅可以從 Wieland Chase(俄亥俄州·蒙彼利埃)或工藝供應商處購買，諸如 Advanced Metallics (<https://www.advancedmetallics.com/>)。在某些情況下，可以將分散劑或表面活性劑添加到混合物中以減少金屬薄片之間的結塊。例如，烴混合物可以另外地包括 SOLSPERSE®表面活性劑(路博潤公司，Wickliffe, OH)或 TWEEN®表面活性劑(西格瑪·奧瑞奇公司)。其他分散劑可以化學吸附到金屬的表面上，諸如帶電物質，亦即聚乙炔吡咯啉酮。在一些實施例中，金屬粒子/薄片的表面係塗覆有相容分子，有助於金屬粒子/薄片保持分佈的，諸如聚乙炔醇、聚胺甲酸酯、脂酸。

【0011】透光密封層 16 可以由例如聚乙炔醇、聚乙炔吡咯啉酮、聚胺甲酸酯、聚異丁烯、丙烯酸酯、聚乙炔、聚胺甲酸酯、聚己內酯或聚矽氧烷構成。雖然重力致動顯示器 10 可以僅用填充微胞 11 及透光密封層 16 來實現，但重力致動顯示器通常也包括第一透光基板 17 及第二透光基板 18。透光基板 17、18 可以由任何適合的透光膜構成，然而具有優異密封特性的膜，諸如聚乙炔，例如聚對苯二甲酸乙二酯(PET)係為有利的。其他適合的透光基板可以包括由丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯、聚乙炔吡咯啉酮或聚苯乙炔製成的膜。雖然在圖 1A~1D 中未顯示，重力致動顯示器 10 可以包括位於透光基板 17、18 與微胞 11 及/或透光密封層之間的附加光學透明黏著層。

【0012】重力致動顯示器 10 的總厚度可以是 1mm 或更薄，例如 800 μ m 或更薄，例如 500 μ m 或更薄，例如 250 μ m 或更薄。例如，重力致動顯示器 10 的厚度可以在 100 μ m 及 1mm 之間，例如，厚度在 200 μ m 及 800 μ m 之間，例如，厚度在 300 μ m 及 600 μ m 之間。由於重力致動顯示器 10 是非常薄的，重力致動顯示器 10 是非常有撓性的，且可以像絲帶一樣使用，以結合到例如安全文件及鈔票中。當整合到安全文件及鈔票中時，此種薄結構不會降低外觀或性能。另外，由於重力致動顯示器 10 是非常薄的，當重力致動顯示器 10 整合到安全文件或鈔票中時，使用者可能感覺不到紋理的任何變化。在某些情況下，重力致動顯示器 10 可以藉由其他結構保持位置，這些結構可以包括黏著劑、線、絲帶、金屬絲，或者重力致動顯示器 10 可以被壓在沿著重力致動顯示器 10 的邊緣的向外路徑延伸的透光保護層之間。適合的保護(阻擋)層包括聚乙烯(polyvinyl)膜、聚乙烯(polyethylene)膜，諸如 PET、聚醯亞胺膜、及聚丙烯酸酯膜。也可以使用黏著層將重力致動顯示器 10 直接固定到安全文件或其他物件，黏著層可以包括例如聚異丁烯、丙烯酸樹脂、聚乙二醇(poly(ethylene)glycol)或矽樹脂。

【0013】重力致動顯示器 10 的功能係在從圖 1A 至圖 1D 的轉變過程中敘述。如圖所示，重力(G)在整個圖 1A 至圖 1D 中朝向頁面的底部。處於穩定顯示狀態的重力致動顯示器係如圖 1A 所示開始。由於所有的中間層都

是透光的，從上方觀看的觀看者將看到染色烴溶劑 14 的顏色，如圖 1A 所示。為了啟動顯示器，使用者將翻轉重力啟動顯示器 10，如圖 1B 所示，於是觀看者將短暫地看到高密度反射粒子 15 的顏色，其存在於(現在的)頂部觀看表面處。換言之，由於透光密封層 16 及透光基板 18 都是透光的，使用者可以看到高密度反射粒子 15 所反射的光。在翻轉重力致動顯示器 10 之後不久，高密度反射粒子 15 將隨著重力開始沉降且朝向重力致動顯示器 10 的(現在的)底部移動，如圖 1C 所示。隨著時間經過，高密度反射粒子 15 將沉降到(現在的)透光基板 17，且使用者將看到染色烴溶劑 14 的顏色，即使不完全相同，也非常類似於圖 1A 中的初始視圖。為了避免疑義，在重力致動顯示器 10 中不必包括導電層，諸如金屬箔、碳膏、導電陶瓷，諸如 ITO、或一些具有導電率大於 $1 \times 10^4 \text{ Ohm} \cdot \text{cm}$ 的其他層。然而，配製包括一個以上的導電層的重力致動顯示器 10 是可能的。在一些實施例中，重力致動顯示器 10 可以包括高密度反射粒子 15，其為帶電的且在足夠大的電場中移動，或者為磁性的且可以利用磁場來致動，或者電荷、磁荷及重力致動的一些組合。適合的磁性、鐵磁性或反鐵磁性粒子可以包括高密度反射粒子 15，其包含鎳、鐵、氧化鐵、氧化錳或鎳錳氧化物，且此種粒子可以摻雜有電荷載子或其他材料以增加或減少磁性或鐵磁性反應。

【0014】翻轉重力致動顯示器 10 與高密度反射粒子 15 返回到底部之間的時間量可以藉由在染色烴溶劑 14

中包括游離聚合物(free polymer)或流變改質劑(rheology modifiers)來修改。在一些實施例中，從翻轉重力致動顯示器 10 到高密度反射粒子 15 返回到底部之間的時間將大於 0.5 秒，例如大於 1 秒，例如大於 2 秒，例如大於 3 秒，例如大於 4 秒。在一些實施例中，從翻轉重力致動顯示器 10 到高密度反射粒子 15 返回到底部之間的時間將小於 20 秒，例如小於 15 秒，例如小於 10 秒，例如小於 5 秒。例如，從翻轉重力致動顯示器 10 到高密度反射粒子 15 返回到底部之間的時間可以在 1~10 秒之間，例如在 2~8 秒之間，例如在 3~6 秒之間。染色烴溶劑 14 的黏度在 25°C 時可以大於 0.8 厘斯(centiStokes(cSt))，亦即在 25°C 時大於 1.0 厘斯(cSt)，亦即在 25°C 時大於 1.2 厘斯(cSt)，亦即在 25°C 時大於 1.4 厘斯(cSt)，亦即在 25°C 時大於 1.6 厘斯(cSt)。

【0015】如圖 2 所示，圖案化重力致動顯示器 20 可以包括具有第一染色烴溶劑 34A 的一個或以上的微胞 31A 及具有第二染色烴溶劑 34B 的一個或以上的微胞 31B。圖案化重力驅動顯示器 20 也可以包括一個或以上的空的微胞 31C，其不作重力切換。替代地，空的微胞 31C 可以用不含高密度反射粒子 15 的烴溶劑來填充。填充非切換微胞 31C 可以幫助用透光密封層 16 來密封周圍的微胞 31A/31B。填充非切換微胞 31C 也可以促進圖案化重力驅動顯示器 20 上的介面的指標匹配，例如，如果使用者需要經由圖案化重力驅動顯示器 20 來查看，例如觀看附加的安全標記。在一些實施例中，非切換微

胞 31C 也可以包括第三染料或是第一或第二染料或其一些組合。然而，由於不存在高密度反射粒子 15，在非切換微胞 31C 中染色烴溶劑總是可見。

【0016】可溶於烴溶劑的任何染料都適於結合到重力驅動顯示器 10，包括圖案化重力驅動顯示器 20。此種染料可以包括蔥醌、酞青素、蔡、吡啶、咪唑或硫靛藍化合物。適合的染料包括所謂的溶劑染料，諸如溶劑藍 89 HF、溶劑綠 M HF、溶劑紫 RS HF、溶劑紅 175 HF、及溶劑紅 IK HF，都可從 Abbey Color 公司(Philadelphia, PA)獲得。因此，用於本發明之染色烴溶劑可以包括紅色、橙色、黃色、綠色、藍色、靛藍或紫色。染色烴溶劑的顏色飽和度將依據添加到烴溶劑中的染料量而定。利用低至 0.5%的可溶性染料(染料重量/包括高密度反射粒子 15 的烴混合物的重量)即可以達到適合的飽和度，但染色烴混合物通常包括 1~8%的可溶性染料，例如 2~5%的可溶性染料。在一些實施例中，烴混合物可以另外地包括表面活性劑，諸如 SOLSPERSE®表面活性劑(路博潤公司，Wickliffe, OH)或 TWEEN®表面活性劑(西格瑪·奧瑞奇公司)。在一些實施例中，染色烴混合物包含 5~15%的表面活性劑(表面活性劑重量/混合物重量)、20~50%的反射粒子(粒子重量/混合物重量)、及 1~8%的可溶性染料(可溶性染料重量/混合物重量)，其餘係為烴溶劑。

【0017】因為某些微胞可以填充有染色烴溶劑的特定混合物，可以在圖案化重力致動顯示器 20 中產生圖

案，如圖 3 所示。使用具有可調整進料通道的槽式塗覆機，可以在密封之前在僅使用優先微胞填充的微胞陣列中產生各種線條、形狀、標誌等，亦即，如以下所述。在附圖中未顯示的其他實施例中，也可以組合微胞的單獨部分，其中每個單獨部分填充有不同的染色烴流體，以在重力致動顯示器中產生圖案。也可以使用具有不同微胞寬度或微胞深度的微胞陣列來產生圖案，可以使用該等圖案作為真實性的進一步指示。例如，深度係為其他微胞兩倍深的微胞在翻轉重力致動顯示器之後可能需要更長的時間才能返回到穩定狀態。替代地，深度係為其他微胞一半深的微胞在處於穩定狀態時可能無法達到飽和顏色狀態，因為當高密度反射粒子位於較淺微胞的底部時，高密度反射粒子係為部分可見的。

【0018】在附圖中未顯示的另一個實施例中，高密度反射粒子可以用漂浮反射粒子來替換，當翻轉重力致動的顯示器時，其上升到表面。因此，圖 1A~1D 係顯示反射粒子隨著重力落下，此實施例中的反射粒子將上升至觀看表面。因此，重力致動顯示器的穩定預設顏色將通常是白色或一些其他反射顏色，且當顯示器翻轉時，將看到染色的烴溶劑的顏色，直到漂浮反射粒子上升到觀看表面。適合的漂浮反射粒子通常具有小於 0.5g/cm^3 的密度，且可以包括氧化矽、氧化鋯或氧化鋁。適合的漂浮粒子可以從 Polysciences 公司 (Warrington, PA) 獲得。

【0019】在另一個實施例中，如圖 8A~8D 所示，重力致動顯示器 10 或圖案化重力致動顯示器 20 可以與圖形

覆蓋層 85 組合，其對觀看者遮蔽顯示器的一部分，以產生重力致動覆蓋顯示器 80。圖形覆蓋層 85 通常是薄膜，其可以由諸如 PET 的透光膜構造，藉此例如利用絲網印刷或噴墨印刷將諸如公司標誌或識別號碼的圖案印刷在膜上。在其他實施例中，圖形覆蓋層 85 可以從彩色膜物理地切割以對觀看者部分地遮蔽下方的重力致動顯示器。所想要的圖案可以是正片，此意謂著圖案本身印刷在膜上，或是由黏附在膜上的切割片製成。所想要的圖案可以是負片，此意謂著除了圖案之外的所有東西都印刷在膜上，或者圖案的形狀係從彩色膜切割而得。印刷部分或切割的彩色膜可以與反射粒子的顏色作顏色匹配，或是與可溶性染料顏色匹配。應當理解的是，光學透明黏著層(未顯示)通常會用於將圖形覆蓋層 85 接合到下方顯示器。另外，雖然在圖 8A 中僅顯示一個圖形覆蓋層 85，直接將第二圖形覆蓋層(在圖 8A 中未顯示)施加到顯示器的底部，因此允許重力致動覆蓋顯示器 80 隨著每次翻轉而改變外觀。另外，第一及第二圖形覆蓋層可以包括相同的圖案或不同的圖案。

【0020】重力致動覆蓋顯示器 80 的機制係在圖 8B 至 8D 中詳細地敘述，其係為裝置的頂視圖。如圖 8B 所示，標誌 90(LOGO)係作為負片印刷在由透明膜製成的圖形覆蓋層 85 上。標誌 90 周圍的區域係顏色匹配以匹配染色烴溶劑 14，而標誌 90 提供下方染色烴溶劑 14 的清晰視野。因此，當從上方觀看重力致動覆蓋顯示器 80 時，標誌 90 是不可見的。標誌 90 周圍的區域係與染色

烇溶劑 14 的顏色相同，且標誌 90 的區域提供對於染色烇溶劑 14 的視野。(圖 8B 及 8D 中的標誌 90 的陰影略微較深以幫助理解。在實際操作中，標誌 90 對於未經訓練者來說實際上是看不見的。)為了驗證附接有重力致動覆蓋顯示器 80 的物件的真實性，使用者將翻轉包括重力致動覆蓋顯示器 80 的物件，等待一段時間，例如三秒，同時高密度反射粒子 15 沉降，且接著將包括重力致動覆蓋顯示器 80 的物件翻轉回來，於是標誌 90 將「神奇地」出現在高密度反射粒子 15 的顏色中，僅在相似的時間量(例如三秒)之後從視野消失。以此方式，可以使用看似模糊的色帶來驗證物件的真實性，例如鈔票、衣服、運動鞋、收藏品，而無需使用任何電源。另外，因為重力致動覆蓋顯示器 80 是有撓性的，它可以結合到其他撓性產品中，諸如衣服。當然，標誌 90 在預設狀態下不需要是不可見的。例如，重力致動覆蓋顯示器 80 可以包括始終可見的笑臉，但當它附接的物件被適當地翻轉時，笑臉的嘴可以顯示不同的顏色。

【0021】用於建構微胞的技術。微胞可以在批次製程中或在連續的捲對捲製程中形成，如美國專利號 6,933,098。後者提供一種連續、低成本、高產量的製造技術來生產隔室，以用於包括重力致動顯示器的各種應用。適合與本發明一起使用的微胞陣列可以用微壓印方法來產生，如圖 4 所示。公模 20 可以置放在腹板 24 上方，如圖 4 所示，或在腹板 24 下方(未顯示)；然而，替代性配置是可行的。參見美國專利號 7,715,088，其全

部內容藉由引用併入此處。可以藉由在成為裝置的背襯的聚合物基板上形成導體膜 21 來建構導電基板。接著將包含熱塑性塑膠、熱固性或其前體 22 的組合物塗覆在導體膜上。熱塑性塑膠或熱固性前體層係在溫度高於熱塑性塑膠或熱固性前體層的玻璃轉變溫度時，藉由呈滾筒、板或帶之形式的公模來壓印。

【0022】用於配製微胞的熱塑性塑膠或熱固性前體可以是多功能丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯、乙烯醚、環氧化物、及其低聚合物或聚合物、及其他。多功能環氧化物及多功能丙烯酸酯的組合對於實現所欲的物理機械特性也是非常有用的。可以添加賦予撓性的可交聯低聚合物，諸如聚胺甲酸酯丙烯酸酯或聚酯丙烯酸酯，以改善壓印微胞的抗撓曲性。該組合物可以包含聚合物、低聚合物、單體及添加劑或僅包含低聚合物、單體及添加劑。此類材料的玻璃轉變溫度(或 T_g)通常在約 -70°C 至約 150°C 範圍內，較佳約 -20°C 至約 50°C 。微壓印製程通常在高於 T_g 的溫度下執行。模具壓在其上的加熱公模或加熱殼體基板，可以用於控制微壓印溫度及壓力。

【0023】如圖 4 所示，在前體層硬化期間或之後脫模以露出微胞陣列 23。前體層的硬化可以藉由冷卻、溶劑蒸發、輻射交聯、熱或濕氣來完成。如果熱固性前體的固化係藉由紫外線輻射來完成，則紫外線可以從腹板的底部或頂部輻射到透光導體膜上，如在兩個附圖中所示。替代地，可以將紫外線燈置放在模具內。在此情況下，模具必須是透光的，以允許紫外光經由預先圖案化

的公模輻射到熱固性前體層上。可以藉由任何適合的方法來配製公模，諸如鑽石車削製程或光阻製程，接著則是蝕刻或電鍍。可以藉由任何適合的方法來製造用於公模的母模板，諸如電鍍。利用電鍍，用一種子金屬的薄層（通常為 3000 埃 (Å)），諸如鎳鉻合金 (chrome inconel)，來濺鍍玻璃基部。接著用一層光阻劑來塗覆模具且暴露在紫外線下。在紫外線及光阻劑層之間置放一個遮罩。光阻劑的曝光區域變硬。接著藉由用適合的溶劑來洗滌它們，以移除未曝光區域。將剩餘的硬化光阻劑乾燥且再次用一種子金屬的薄層來濺鍍。接著母模板就可以準備好用於電鑄。用於電鑄的典型材料係為鎳鈷。替代地，可以藉由電鑄鎳或無電解鎳沉積來製造母模板。模具的底板通常在約 50 至 400 μm 之間。也可以使用其他微工程技術來製造母模板，包括電子束寫入、乾蝕刻、化學蝕刻、雷射寫入或雷射干涉，如「用於微光學的複製技術」，SPIE Proc，3099 卷，第 76~82 頁 (1997 年)中所述。替代地，可以使用塑膠、陶瓷或金屬藉由光加工來製造模具。

【0024】在施加可紫外線固化樹脂組合物之前，可以用脫模劑來處理模具以幫助脫模過程。可紫外線固化樹脂可以在分配之前脫氣且可以選擇性地包含溶劑。溶劑 (如果存在的話)很容易蒸發。可紫外線固化樹脂藉由諸如塗覆、浸漬、澆注或其他的任何適合手段而分配到公模上。分配裝置可以是移動或靜止的。導體膜係覆蓋在可紫外線固化樹脂上。如果必要的話，可以施加壓力，

以確保樹脂及塑膠之間的適當接合且控制微胞的地板的厚度。可以使用層積滾筒、真空模造、壓力裝置或任何其他類似手段來施加壓力。如果公模是金屬的且不透光的，則塑膠基板對用於固化樹脂的光化輻射通常是透光的。相反地，公模可以是透光的且塑膠基板對光化輻射可以是不透光的。為了獲得將模具化特徵良好地轉印到轉印片上，導體膜需要對可紫外線固化樹脂具有良好的黏附性，而可紫外線固化樹脂對模具表面應該具有良好的脫模特性。

【0025】微影。也可以使用微影方法來生產微胞。用於製造微胞陣列的微影製程係在圖 5A 及 5B 中顯示。如在圖 5A 及 5B 中所示，微胞陣列 40 可以藉由透過遮罩 46 將用已知方法塗覆到導體電極膜 42 上的可輻射固化材料 41a 暴露於紫外光(或替代性其他形式的輻射、電子束及其他)來配製，以形成對應於投射經過遮罩 46 的影像的壁 41b。基部導體膜 42 係以安裝在支撐基板基部腹板上為佳，其可以包含塑膠材料。

【0026】在圖 5A 中的光罩 46 中，深色方塊 44 代表不透光區域，且深色方塊之間的空間代表遮罩 46 的透光區域 45。紫外線經由透光區域 45 輻射到可輻射固化材料 41a 上。曝光係以在可輻射固化材料 41a 上直接執行為佳，亦即，紫外線不穿過基板 43 或基部導體 42(頂部曝光)。為此原因，無論是基板 43 還是導體 42 不需要對所採用的紫外線或其他輻射波長透光。

【0027】如在圖 5B 中所示，曝光區域 41b 變硬，且接著藉由適當的溶劑或顯影劑來移除未曝光區域(由遮罩 46 的不透光區域 44 保護)以形成微胞 47。溶劑或顯影劑係選自那些通常用於溶解或降低可輻射固化材料的黏度，諸如甲基乙烯酮(MEK)、甲苯、丙酮、異丙醇、或其他。微胞的配製可以類似地藉由將光罩置放在導體膜/基板支撐腹板下方來完成，且在此情況下，紫外光從底部輻射經過光罩，且基板需要對輻射透光。

【0028】影像曝光。藉由影像曝光來配製本發明的微胞陣列的另一種替代性方法係顯示於圖 5C 及 5D 中。當使用不透光的導體線時，可以使用導體線作為從底部曝光的光罩。藉由透過具有垂直於導體線的不透光線的第二光罩從頂部附加地曝光，以形成耐用的微胞壁。圖 5C 係顯示使用頂部及底部曝光原理來產生本發明的微胞陣列 50。基部導體膜 52 是不透光的且是線圖案。塗覆在基部導體膜 52 及基板 53 上的可輻射固化材料 51a 經由作用成第一光罩的基部導體膜 52 從底部曝光。經由具有垂直於基部導體膜 52 的線圖案的第二光罩 56 從「頂」側來執行第二次曝光。線 54 之間的空間 55 對紫外光來說係實質透光的。在此過程中，壁材料 51b 在一個側向方向中從下向上地固化，且在垂直方向中從上向下地固化，接合以形成一個整體微胞 57。如在圖 5D 中所示，接著如上所述藉由溶劑或顯影劑來移除未曝光區域以露出微胞 57。

【0029】在生產微胞之後，用包括染色烴溶劑及高密度反射粒子的適當混合物來填充微胞。可以藉由上述方法中的任一者來配製微胞陣列 60。如圖 6A~6D 中的橫截面所示，微胞壁 61 從透光基板 63 向上延伸以形成打開的微胞。可選地，微胞可以包括塗底層 62 以使微胞的底部鈍化，以防止高密度反射粒子黏附到微胞底板及/或壁上。

【0030】接著，用包括高密度反射粒子 65 的染色烴混合物 64 來填充微胞。在一些實施例中，包括高密度反射粒子 65 的染色烴混合物 64 將在填充微胞之前作超音波處理，以生產將高密度反射粒子 65 加在染色烴混合物 64 中的一致混合物。在附圖中未顯示的一些實施例中，所期望的高密度反射粒子 65 的量係分佈在微胞中，於是染色烴混合物 64 接著被填充到各種微胞中。在一些實施例中，用高密度反射粒子 65 來填充微胞係利用溫和的攪動來促進。填充可以用移液管、重力填充分配裝置或刮刀來完成。如在圖 6B 中所示，不同的微胞可以包括不同的染色烴混合物，如以上關於圖 2 及 3 所討論的。微胞以被部分地填充為佳以防止溢流及不同的染色烴混合物的不經意混合。

【0031】可以使用多種技術來填充微胞。在一些實施例中，用相同的混合物來填充大量的相鄰微胞，刮刀塗敷可以用於將微胞填充至微胞壁 61 的深處。在其他實施例中，具有可定位通道的槽縫(slot die)可以用於同時填充多種類型的染色烴混合物。仍然是在其他實施例

中，不同的混合物將被填充到附近的各種微胞中，噴墨型顯微注射可以用於填充微胞。仍然是在其他實施例中，微針陣列或移液管可以用於以正確的染色烴混合物順序來填充微胞陣列。

【0032】如在圖 6C 中所示，在填充之後，藉由採用將成為透光密封層的聚合物 66 來密封微胞。透光密封材料可以包括聚乙烯醇、聚乙烯吡咯啉酮、聚胺甲酸酯、聚異丁烯或丙烯酸酯。在一些實施例中，密封過程可能涉及暴露於熱、乾燥熱空氣或紫外線輻射。在大多數實施例中，聚合物 66 將與染色烴混合物 64 相容的，但不被烴流體溶解。因此，最終的微胞結構幾乎不會洩漏且能夠承受彎曲而不會使透光密封層分層。

【0033】在填充微胞之後，可以使用一光學透明黏著劑(OCA)68的薄層將密封陣列層積到頂部透光基板 67。透光基板 67 可以是聚乙烯膜。雖然在圖 6A~6D 中未顯示，也可以使用另一 OCA 層將底部透光基板添加到微胞陣列的相對側。另外，微胞陣列 60 的邊緣可以利用諸如聚胺甲酸酯的聚合物來密封，以防止烴流體洩漏。在替代實施例中，已填充及已密封的微胞陣列可以利用聚乙烯膜預製件來封裝及密封，且邊緣利用熱或利用雷射來夾緊密封。

例子 1-具有銀薄片的重力致動顯示器

【0034】微胞層係如上所述藉由微壓印聚乙烯聚對苯二甲酸乙二酯(PET)來配製。藉由將 30 克的 10 μ m 銀薄片(西格瑪·奧瑞奇公司)連同 5 mL 的 Solsperse 19000(路

博潤公司)及 3 克的溶劑藍 89 HF (Abbey Color 公司)添加到 140 mL 的 Isopar® E 中來配製染色烴混合物。將混合物以超音波處理 10 分鐘，且接著利用移液管將經超音波處理的混合物分配到微胞中，且利用橡皮刮刀從微胞的頂部移除殘留的染色烴混合物。利用一份(重量)聚胺甲酸酯(HD2125；Hauthaway 公司)、四份聚乙烯醇(Z410；三菱化學株式會社)及二份去離子水的透光密封材料來過量塗覆已填充的微胞。將 8 密耳(0.21032mm)的濕塗覆厚度的密封材料施加到已填充微胞的頂部上，且隨後將經塗覆的密封材料乾燥，以產生透光密封層。已填充及已密封的微胞層的顯微鏡視圖係如在圖 7 中所示。在重力致動顯示器已經就位之後，從上方觀看顯現為藍色，如在圖 7 中所示。如果翻轉重力致動顯示器，由於觀看表面處的反射銀粒子，新的觀看表面會瞬間發亮。閃亮的表面很快開始褪色，且三秒鐘之後即返回原來的藍色。

例子 2-具有青銅薄片的重力致動顯示器

【0035】微胞層係如上所述藉由微壓印聚乙烯聚對苯二甲酸乙二酯(PET)來配製。藉由將 15 克的 50 μ m 青銅金屬薄片(Bravo Bronze 公司，萊巴嫩，田納西州)連同 5 mL 的 Solsperse 19000(路博潤公司)及 3 克的溶劑藍 89 HF(Abbey Color 公司)添加到 140 mL 的 Isopar® E 中來配製染色烴混合物。將混合物以超音波處理 10 分鐘，且接著利用移液管將經超音波處理的混合物分配到微胞中，且利用橡皮刮刀從微胞的頂部移除殘留的染色烴混

合物。利用一份(重量)聚胺甲酸酯(HD2125；Hauthaway公司)、四份聚乙烯醇(Z410；三菱化學株式會社)及二份去離子水的透光密封材料來過量塗覆已填充的微胞。將 8 密耳(0.21032mm)的濕塗覆厚度的密封材料施加到已填充微胞的頂部上，且隨後將經塗覆的密封材料乾燥，以產生透光密封層。如果翻轉重力致動顯示器，由於觀看表面處的反射青銅粒子，新的觀看表面會瞬間變黃且發亮。閃亮的表面很快開始褪色，且 5 秒鐘之後即返回原來的藍色。用 1 克的溶劑藍 89 HF 及 140mL 的 Isopar® E 來配製後續樣品，該樣品具有較淺的藍色底色，且在裝置翻轉之後從閃亮的黃色明顯地過渡到綠色再到藍色。

【0036】對於熟習此技藝之人士來說，顯而易見的是，在不脫離本發明的範圍之情況下，可以對上述本發明的特定實施例作多種改變及修改。因此，整個前述敘述應解釋為說明性的而非限制性的。

【符號說明】

【0037】

G:重力

10:重力致動顯示器

11:微胞

12:壁

13:底板

14:烴溶劑

15:反射粒子

- 16:密封層
- 17:透光基板
- 18:透光基板
- 20:圖案化重力致動顯示器
- 21:導體膜
- 22:前體
- 23:微胞陣列
- 24:腹板
- 31A:微胞
- 31B:微胞
- 31C:微胞
- 34A:染色烴溶劑
- 34B:染色烴溶劑
- 40:微胞陣列
- 41a:可輻射固化材料
- 41b:壁
- 41b:曝光區域
- 42:基部導體膜
- 43:基板
- 44:不透光區域
- 45:透光區域
- 46:遮罩
- 47:微胞
- 50:微胞陣列
- 51a:可輻射固化材料

51b:壁材料
52:基部導體膜
53:基板
54:線
55:空間
56:第二光罩
57:微胞
60:微胞陣列
61:微胞壁
62:塗底層
63:透光基板
64:染色烴混合物
65:高密度反射粒子
66:聚合物
67:透光基板
68:光學透明黏著劑
80:重力致動覆蓋顯示器
85:圖形覆蓋層
90:標誌

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種重力致動顯示器，包含：

一微胞陣列，每個微胞具有壁、一底板及一頂部開口，其中每個微胞的底板係為透光的；

第一混合物，包含具有密度大於 7g/cm^3 的反射粒子、一烴溶劑、及第一可溶性染料，其中該第一混合物係設置在該陣列中的該等微胞的至少一些中；

一透光密封層，將該第一混合物密封在該等微胞的至少一些中；以及

一圖形覆蓋層，該圖形覆蓋層對觀看者遮蔽該顯示器的一部分且與該等反射粒子或該可溶性染料顏色匹配。

【請求項 2】如請求項 1 之重力致動顯示器，更包含：耦接到該微胞陣列的第一透光基板。

【請求項 3】如請求項 2 之重力致動顯示器，更包含：耦接到該透光密封層的第二透光基板。

【請求項 4】如請求項 1 之重力致動顯示器，其中該重力致動顯示器不包括具有導電率大於 $1\times 10^4\text{ Ohm}\cdot\text{cm}$ 的任何層。

【請求項 5】如請求項 1 之重力致動顯示器，其中該顯示器的厚度小於 1mm 。

【請求項 6】如請求項 5 之重力致動顯示器，其中該顯示器的厚度小於 $200\mu\text{m}$ 。

【請求項 7】如請求項 1 之重力致動顯示器，更包含：第二混合物，該第二混合物包含該等反射粒子、該烴溶

劑及第二可溶性染料，其中設置在該等微胞中的至少一些微胞中的該第二混合物，係與設置在該等微胞中的至少一些微胞中的該第一混合物不同。

【請求項 8】如請求項 7 之重力致動顯示器，其中該第一及該第二可溶性染料為不同的顏色。

【請求項 9】如請求項 1 之重力致動顯示器，其中該等反射粒子包含銀、鎢、金、鉑、鎳、銅、錫、鋅或鈮。

【請求項 10】如請求項 9 之重力致動顯示器，其中該等反射粒子包含青銅合金。

【請求項 11】如請求項 9 之重力致動顯示器，其中該等反射粒子的最長尺寸係在 $5\mu\text{m}$ 及 $25\mu\text{m}$ 之間。

【請求項 12】如請求項 1 之重力致動顯示器，其中該第一可溶性染料包含蔥醌、酞青素、蔡、吡啶、咪唑或硫靛藍化合物。

【請求項 13】如請求項 1 之重力致動顯示器，其中該烴溶劑包含具有分子重量在 100g/mol 及 300g/mol 之間的脂族分子。

【請求項 14】如請求項 1 之重力致動顯示器，其中該等壁及該底板包含丙烯酸酯、乙烯醚或環氧化物。

【請求項 15】如請求項 1 之重力致動顯示器，其中該密封層包含聚乙烯醇、聚乙烯吡咯啉酮、聚胺甲酸酯、聚異丁烯或丙烯酸酯。

【請求項 16】如請求項 1 之重力致動顯示器，其中該第一混合物更包含一表面活性劑。

【請求項 17】如請求項 16 之重力致動顯示器，其中該第一混合物包含 5~15%之間的表面活性劑(表面活性劑重量/混合物重量)、20~50%之間的反射粒子(粒子重量/混合物重量)、及 1~8%之間可溶性染料(可溶性染料重量/混合物重量)，其餘係為烴溶劑。

【請求項 18】一種重力致動顯示器，包含：

一微胞陣列，每個微胞具有壁、一底板及一頂部開口，其中每個微胞的底板係為透光的；

第一混合物，包含具有密度小於 0.5g/cm^3 的反射粒子、一烴溶劑、及第一可溶性染料，其中該第一混合物係設置在該陣列中的該等微胞的至少一些中；

一透光密封層，將該第一混合物密封在該等微胞的至少一些中；以及

一圖形覆蓋層，該圖形覆蓋層對觀看者遮蔽該顯示器的一部分且與該等反射粒子或該可溶性染料顏色匹配。

【請求項 19】如請求項 18 之重力致動顯示器，其中該等反射粒子包含氧化矽、氧化鋯或氧化鋁。

【請求項 20】一種磁重力致動顯示器，包含：

一微胞陣列，每個微胞具有壁、一底板及一頂部開口，其中每個微胞的底板係為透光的；

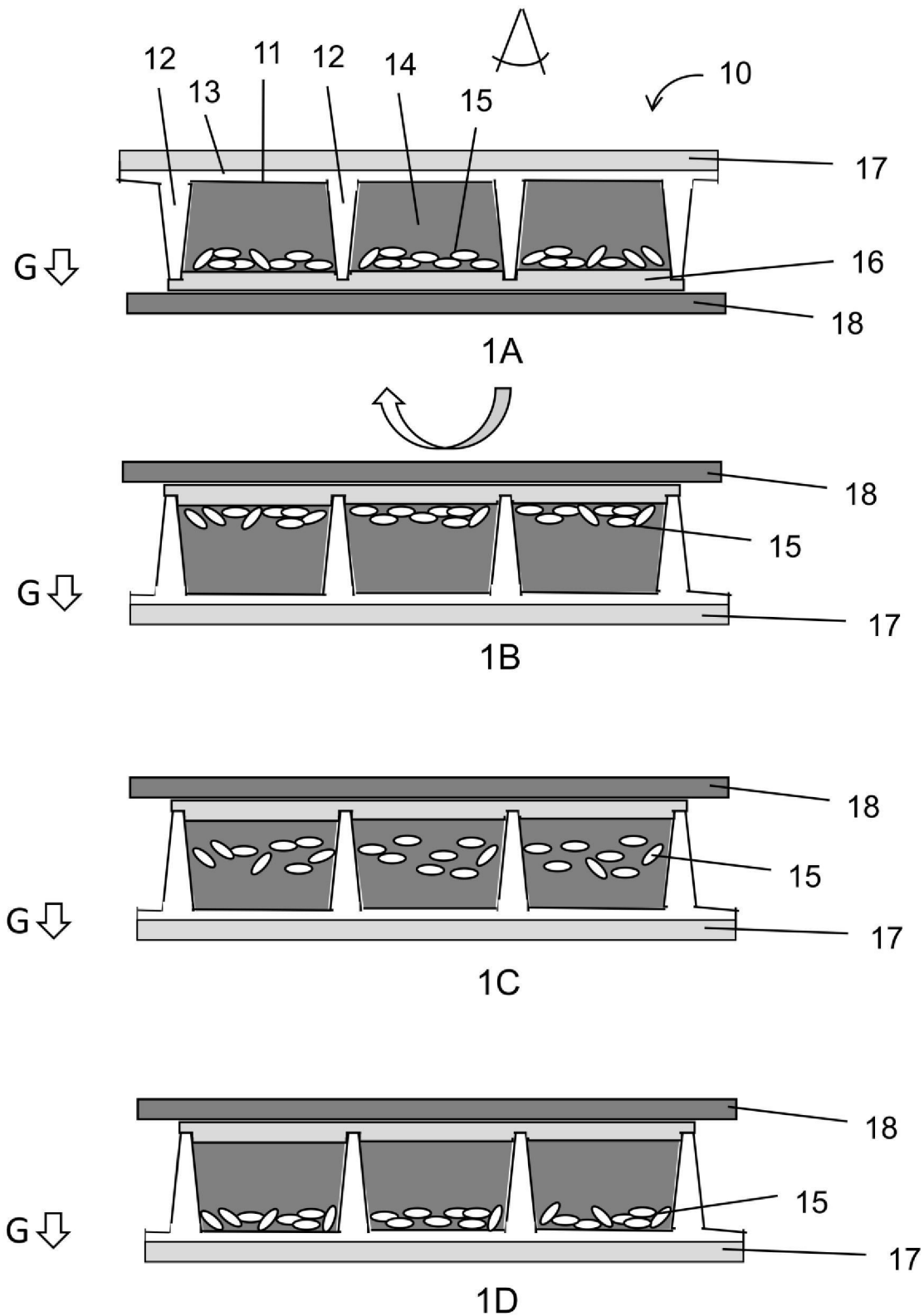
第一混合物，包含具有密度大於 4g/cm^3 的磁性粒子、一烴溶劑、及第一可溶性染料，其中該第一混合物係設置在該陣列中的該等微胞的至少一些中；

一透光密封層，將該第一混合物密封在該等微胞的至少一些中；以及

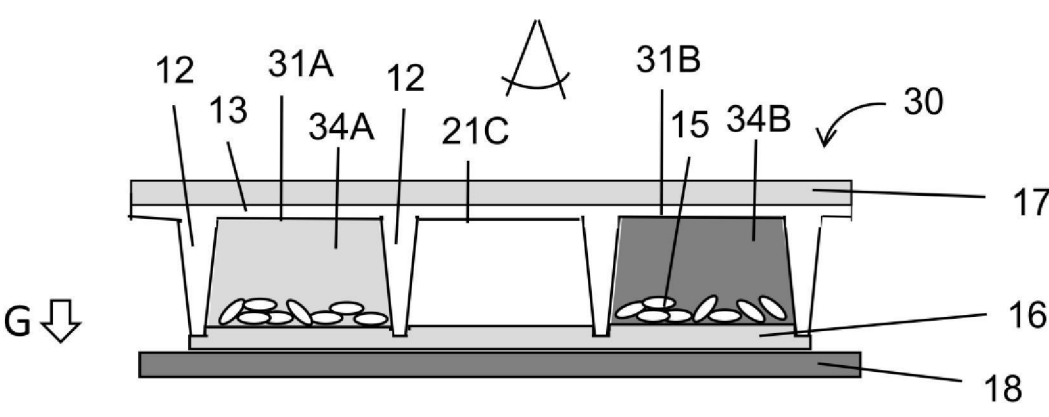
一圖形覆蓋層，該圖形覆蓋層對觀看者遮蔽該顯示器的一部分且與該等磁性粒子或該可溶性染料顏色匹配。

【請求項 21】如請求項 20 之磁重力致動顯示器，其中該等磁性粒子包含鎳、鐵、錳或其氧化物。

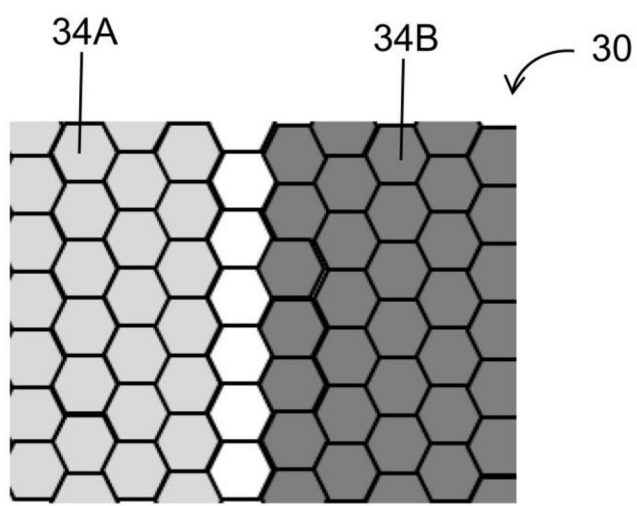
【發明圖式】



【圖 1A-1D】

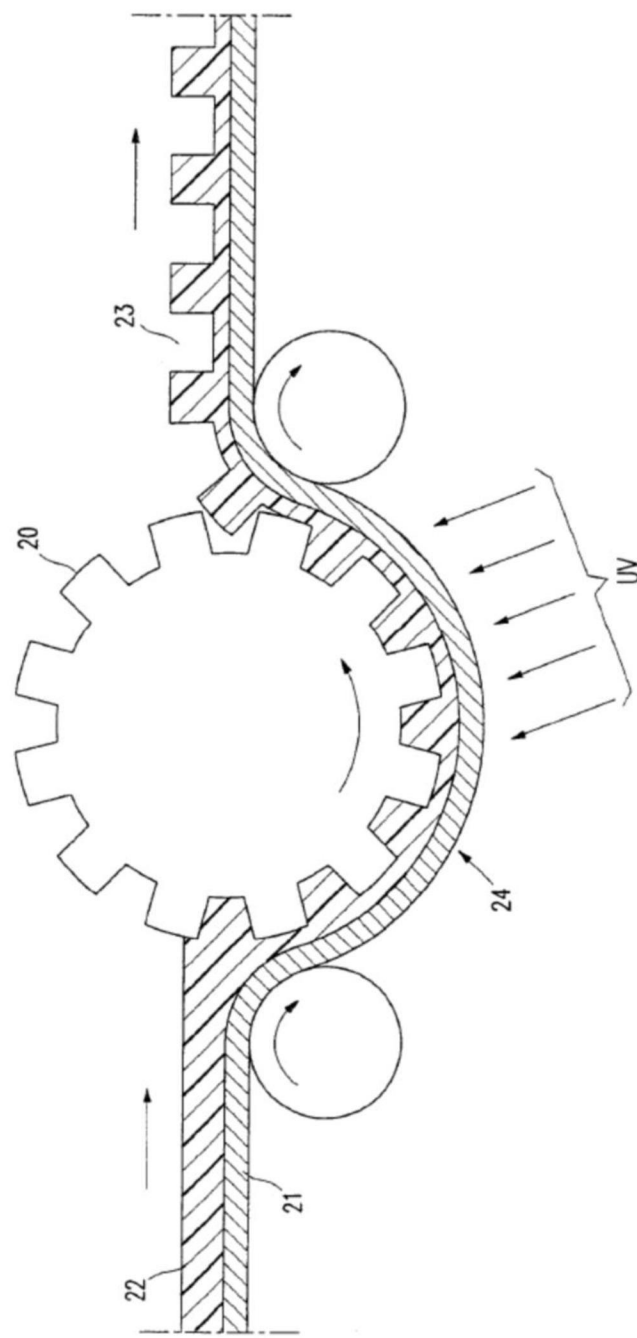


【圖 2】

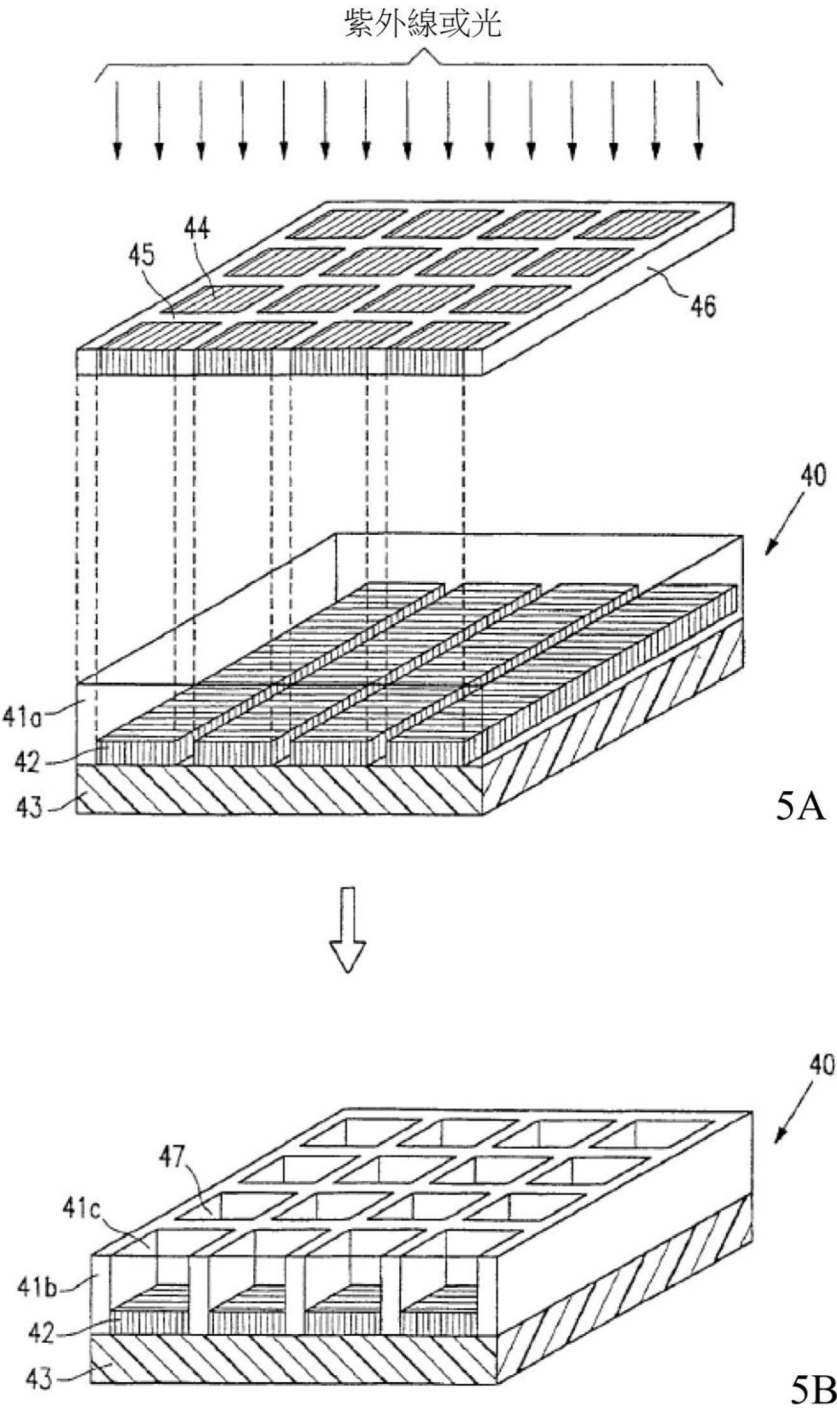


-  顏色 1
-  顏色 2
-  無顏色

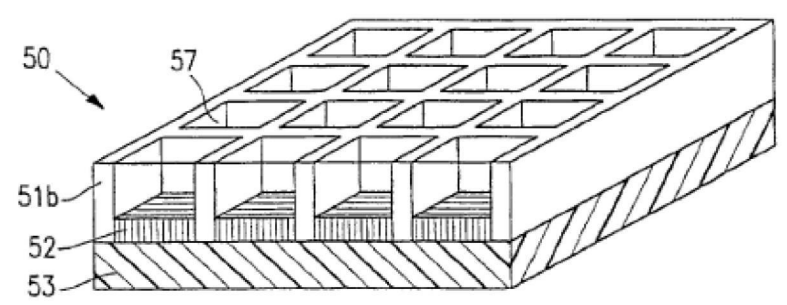
【圖 3】



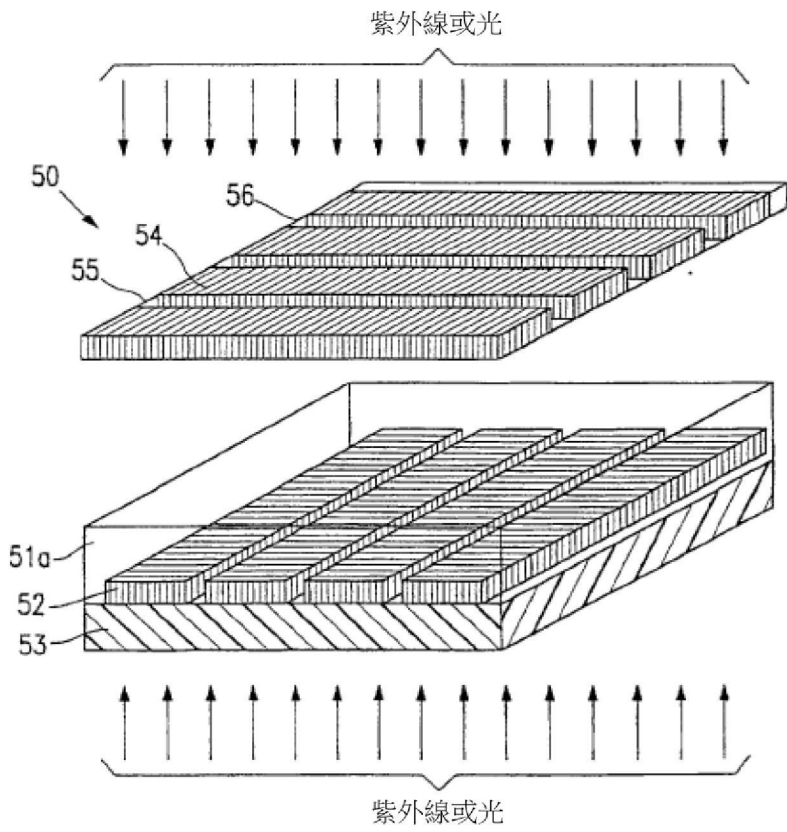
【圖 4】



【圖 5A-5B】

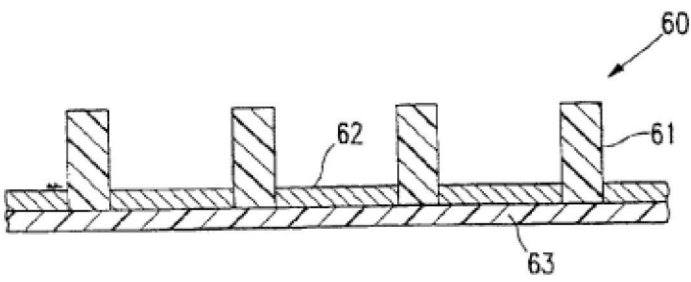


5D

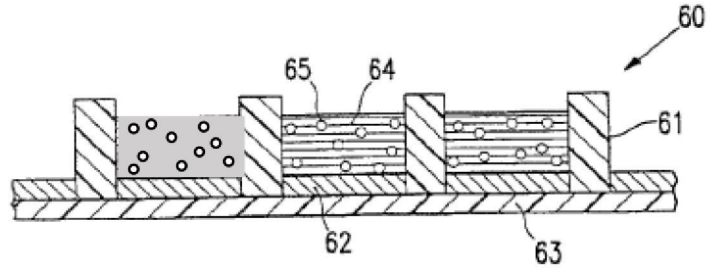


5C

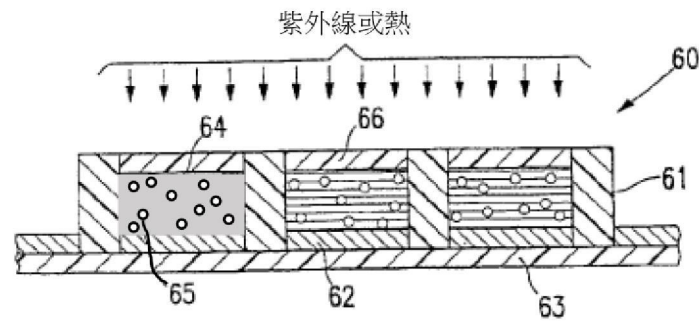
【圖 5C-5D】



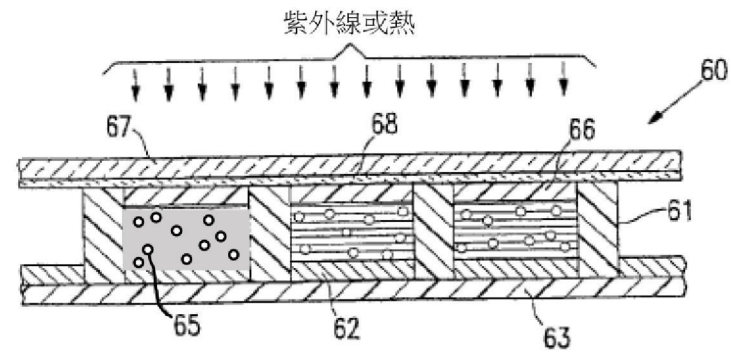
6A



6B

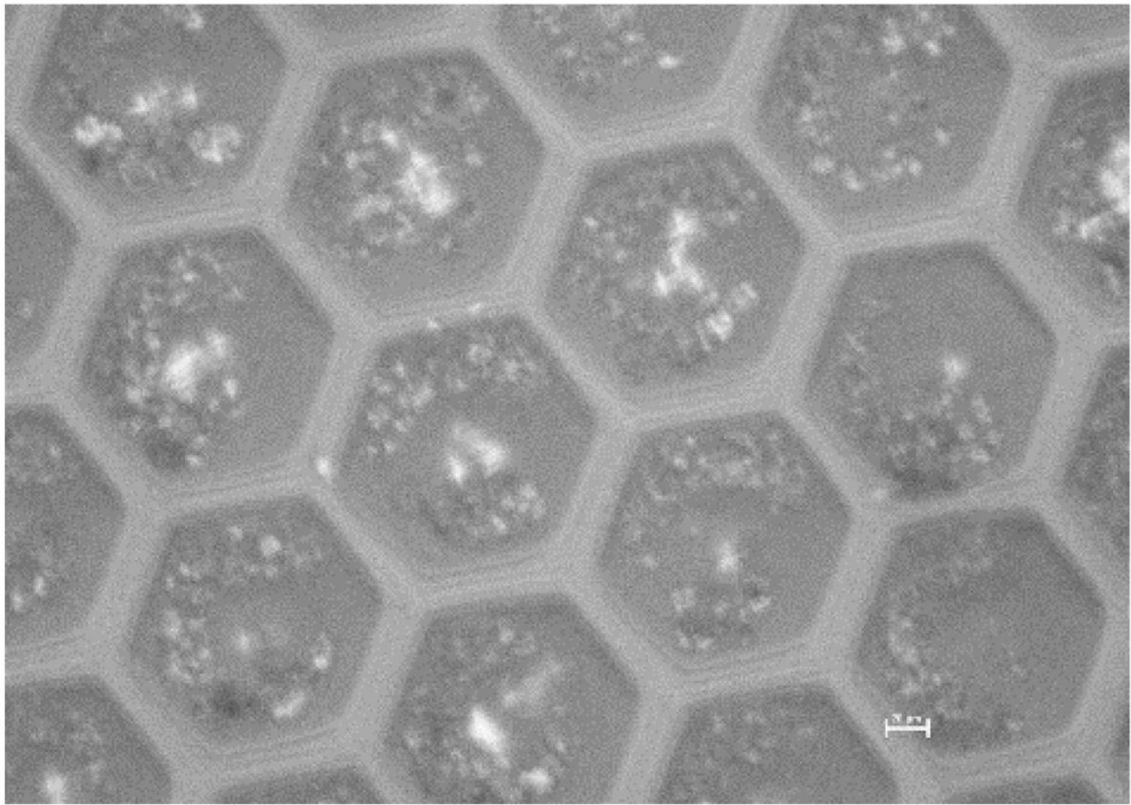


6C

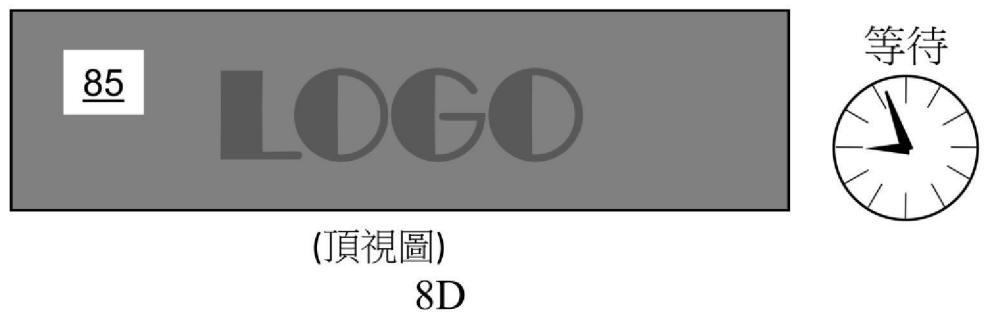
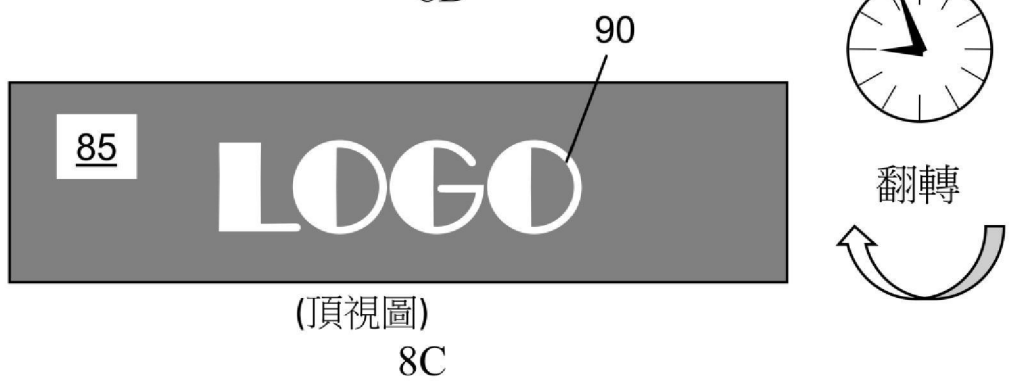
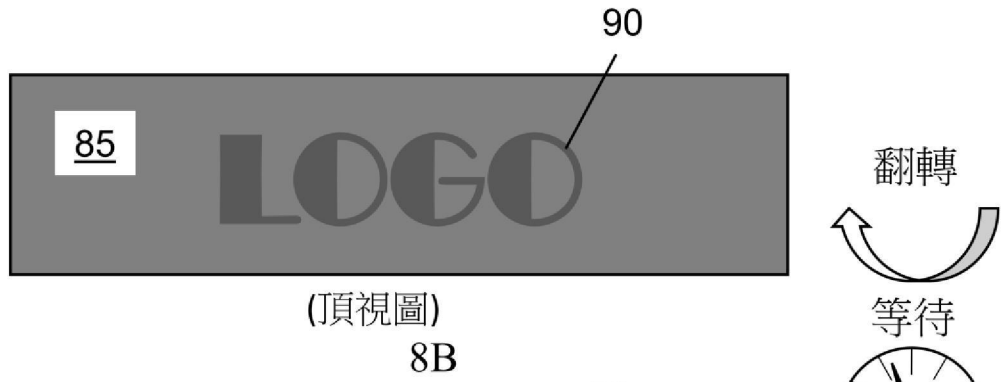
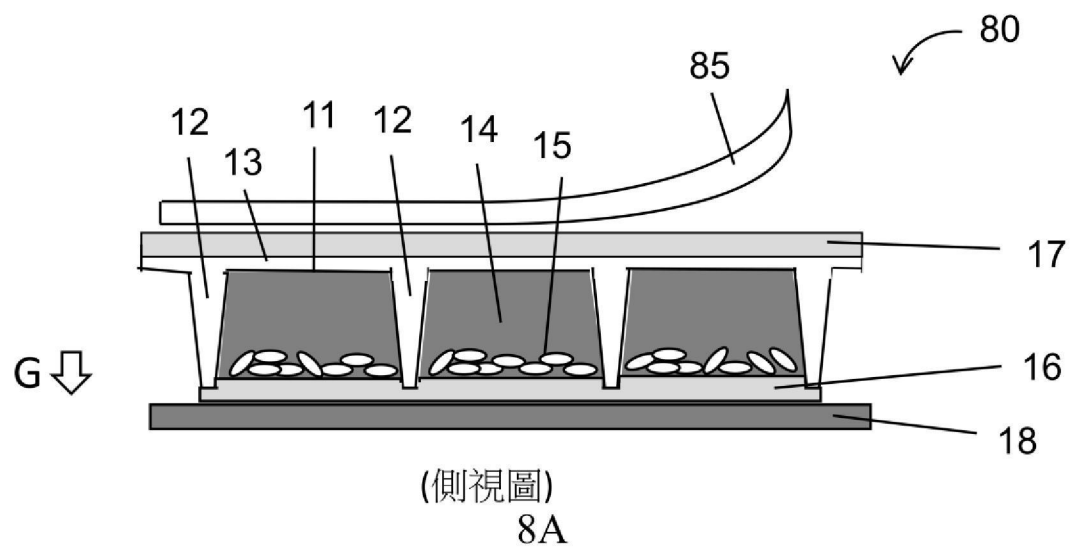


6D

【圖 6A-6D】



【圖 7】



【圖 8A-8D】