



(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 I889525 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：113132849

(22)申請日：中華民國 113 (2024) 年 08 月 30 日

(51)Int. Cl. : G02F1/00 (2006.01)

G02F1/167 (2019.01)

G02F1/1681 (2019.01)

G02F1/1685 (2019.01)

(30)優先權：2023/08/30 美國

63/535,471

(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：塔爾夫 史蒂芬 J TELFER, STEPHEN J. (US)；艾孟森 卡爾瑞蒙 AMUNDSON,
KARL RAYMOND (US)；阿洛可 克雷頓 ARROCO, CLAYTON (US)；拉達瓦克
科斯塔 LADAVAC, KOSTA (RS)；拉提斯 安娜 L LATTES, ANA L. (US)

(74)代理人：王彥評；蔡淑美

(56)參考文獻：

TW 201502676A

US 2017/0299938A1

審查人員：林聖傑

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：14 共 76 頁

(54)名稱

具有包含有機電活性化合物的電泳介質的電光裝置

(57)摘要

本發明揭示一種包含電泳介質的電光裝置，其中該電泳介質包括帶電顏料粒子、電荷控制試劑、有機電活性化合物及非極性液體。該電泳介質係被包括在複數個微胞中。該電泳介質的組成物能夠降低甚至在使用 DC 不平衡波形操作後該電光裝置的殘餘電壓及該裝置的電極及其它構件之退化。

An electro-optic device is disclosed that comprises an electrophoretic medium including electrically charged pigment particles, a charge control agent, an organic electroactive compound, and a non-polar liquid. The electrophoretic medium is included in a plurality of microcells. The composition of the electrophoretic medium enables the reduction of remnant voltage of the electro-optic device and the degradation of the electrodes and other components of the device even after operation using DC-imbalance waveform.



I889525

【發明摘要】

【中文發明名稱】

具有包含有機電活性化合物的電泳介質的電光裝置

【英文發明名稱】

AN ELECTRO-OPTIC DEVICE HAVING ELECTROPHORETIC
MEDIUM COMPRISING AN ORGANIC ELECTROACTIVE
COMPOUND

【中文】

本發明揭示一種包含電泳介質的電光裝置，其中該電泳介質包括帶電顏料粒子、電荷控制試劑、有機電活性化合物及非極性液體。該電泳介質係被包括在複數個微胞中。該電泳介質的組成物能夠降低甚至在使用 DC 不平衡波形操作後該電光裝置的殘餘電壓及該裝置的電極及其它構件之退化。

【英文】

An electro-optic device is disclosed that comprises an electrophoretic medium including electrically charged pigment particles, a charge control agent, an organic electroactive compound, and a non-polar liquid. The electrophoretic medium is included in a plurality of microcells. The composition of the electrophoretic medium enables the reduction of remnant voltage of the electro-optic device and the degradation of the electrodes and other components of the device even after operation using DC-imbalance waveform.

【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】

具有包含有機電活性化合物的電泳介質的電光裝置

【英文發明名稱】

AN ELECTRO-OPTIC DEVICE HAVING ELECTROPHORETIC
MEDIUM COMPRISING AN ORGANIC ELECTROACTIVE
COMPOUND

【技術領域】

相關申請案

【0001】本申請案主張 2023 年 8 月 30 日提出的美國臨時專利申請案案號 63/535,471 之優先權，其全文與於本文中揭示的全部其它專利及專利申請案一起以參考方式併入本文。

發明領域

【0002】本發明係關於一種包含電泳介質的電光裝置，其中該電泳介質包括帶電顏料粒子、有機電活性化合物及非極性液體。該電泳介質係被包括在複數個微胞中。該電泳介質的組成物能夠降低甚至在使用 DC 不平衡波形操作後該電光裝置之殘餘電壓。

【先前技術】

【0003】術語「雙穩態」及「雙穩定性」於本文中係以其在技藝中習知的意義使用，其指為包含在至少一種光學性質上具有不同之第一及第二顯示形式的顯示元件之顯示器，及如此在已經藉由有限期間之定址脈衝來將任何所提供的元件驅動至假設其第一或第二顯示形式

後，於該定址脈衝已終止後，其狀態將存留一段時間，其係改變該顯示元件的狀態所需要之定址脈衝的最小週期之至少數倍，例如，至少四倍。在美國專利案號 7,170,670 中顯示出，具有灰度(gray scale)能力之一些粒子基電泳顯示器不僅在其極端黑色及白色狀態下係穩定的，而且在其中間灰色狀態下亦是穩定的，以及一些其它型式之電光顯示器具有相同的事實。雖然為了方便起見，在此可將術語「雙穩態」用於涵蓋雙穩態及多穩態顯示器二者，但是此型式顯示器適合稱為「多穩態」而非雙穩態。

【0004】當施用至一材料或顯示器時，術語「電光」於本文中係以其在成像技藝中習知的意義使用，其指為一在至少一種光學性質上具有不同的第一及第二顯示狀態之材料，該材料係藉由將電場施加至該材料而從其第一顯示狀態改變至其第二顯示狀態。雖然該光學性質典型為人類眼睛可辨別的顏色，其可為另一種光學性質，諸如光透射、反射係數、發光，或在意欲用於機器讀取的顯示器之情況中，從在可見光範圍外的電磁波長之反射係數改變的意義上來說為假色(pseudo-color)。

【0005】某些電光介質就該材料具有固態外部表面的觀念來說係固體，然而該介質可及經常具有內部填充液體或填充氣體的空間。使用固態電光介質的顯示器於此之後可方便地指為「固態電泳顯示器」。

【0006】已知曉數種型式的電光顯示器。一種型式的電光顯示器係旋轉二色構件型式，如例如在美國專利案

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 中所描述(雖然此型式的顯示器經常指為「旋轉二色球」顯示器,如更準確來說,術語「旋轉二色構件」較佳,因為在上述提及的某些專利中,該旋轉構件非為球形)。此顯示器使用大量具有二或更多個具有不同光學特徵的部分及內部偶極之小主體(典型為球形或圓柱狀)。這些主體係懸浮在基質內之填充液體的液泡中,該液泡係以液體填充,以便該等主體係自由旋轉。該顯示器的外觀係藉由向那裏施加電場,因此將該等主體旋轉至多個位置來變化經由觀看表面所看見的主體部分來改變。此型式的電光介質典型係雙穩態。

【0007】另一種型式的電光顯示器係使用電致變色介質,例如,呈奈米呈色(nanochromic)膜形式的電致變色介質,其包含一至少部分自半導金屬氧化物形成的電極及複數個附著至該電極之能可逆地改變顏色的染料分子;參見例如,O'Regan, B.等人,Nature 1991, 353, 737;及 Wood, D., Information Display, 18(3), 24 (March 2002)。亦參見 Bach, U.等人, Adv. Mater., 2002, 14(11), 845。此型式的奈米呈色膜亦描述例如在美國專利案號 6,301,038、6,870,657 及 6,950,220 中。此型式的介質典型亦係雙穩態。

【0008】另一種型式的電光顯示器係由 Philips 發展之電溼潤顯示器,及描述在 Hayes, R.A. 等人之「Video-Speed Electronic Paper Based on Electrowetting」,

Nature , 425 , 383-385(2003) 中 。 在 美 國 專 利 案 號 7,420,549 中 顯 示 出 此 電 溼 潤 顯 示 器 可 製 成 雙 穩 態 。

【0009】 一 種 型 式 的 電 光 顯 示 器 係 粒 子 基 電 泳 顯 示 器 ， 其 多 年 來 一 直 是 深 入 研 究 和 開 發 的 主 題 ， 其 中 複 數 個 帶 電 顏 料 粒 子 在 電 場 影 響 下 通 過 液 體 移 動 。 當 與 液 晶 顯 示 器 比 較 時 ， 電 泳 顯 示 器 可 具 有 好 的 明 亮 度 及 對 比 、 寬 視 角 、 狀 態 雙 穩 定 性 及 低 電 力 消 耗 的 屬 性 。 然 而 ， 這 些 顯 示 器 之 長 時 間 影 像 品 質 的 問 題 已 妨 礙 其 廣 泛 使 用 。 例 如 ， 構 成 電 泳 顯 示 器 的 粒 子 趨 向 於 沉 降 而 對 此 等 顯 示 器 產 生 不 適 當 的 使 用 壽 命 。

【0010】 如 上 述 提 到 ， 電 泳 介 質 需 要 存 在 一 流 體 。 在 大 部 分 先 前 技 術 電 泳 介 質 中 ， 此 流 體 係 液 體 ， 但 是 該 電 泳 介 質 可 使 用 氣 體 流 體 來 製 造 ； 參 見 例 如 ， Kitamura, T. 等 人 ， 「 Electrical toner movement for electronic paper-like display 」 ， IDW Japan , 2001 , Paper HCS1-1 ； 及 Yamaguchi, Y. 等 人 ， 「 Toner display using insulative particles charged triboelectrically 」 ， IDW Japan , 2001 , Paper AMD4-4 。 亦 參 見 美 國 專 利 案 號 7,321,459 及 7,236,291 。 當 該 介 質 係 在 准 許 此 沉 降 的 方 位 (orientation) 上 使 用 時 ， 例 如 ， 在 該 介 質 係 呈 垂 直 平 面 配 置 之 招 牌 中 ， 此 氣 體 系 電 泳 介 質 顯 露 出 受 到 與 液 體 系 電 泳 介 質 相 同 型 式 之 起 因 於 粒 子 沉 降 的 問 題 影 響 。 更 確 切 來 說 ， 粒 子 沉 降 在 氣 體 系 電 泳 介 質 中 比 在 液 體 系 中 顯 露 出 更 嚴 重 的 問 題 ， 因 為 與 液 體 比 較 ， 該 氣 體 懸 浮 流 體 之 較 低 黏 度 允 許 該 電 泳 粒 子 更 快 速 沉 降 。

【0011】讓與給 Massachusetts Institute of Technology (MIT)及 E Ink Corporation 或以其名義之許多專利及申請案描述出多種在囊封式電泳及其它電光介質中所使用的技術。此種囊封式介質包含許多小膠囊，其每個自身皆包含一在液體中包括會電泳移動的粒子之內相；及一環繞該內相的膠囊壁。典型來說，該等膠囊其本身係保持在一聚合物黏合劑內而形成一配置於二個電極間的黏附層 (coherent layer)。在這些專利及申請案中所描述的技術包括：

(a)電泳顆粒、流體及流體添加劑；參見例如，美國專利案號 7,002,728 及 7,679,814；

(b)膠囊、黏合劑及囊封方法；參見例如，美國專利案號 6,922,276 及 7,411,719；

(c)包括電光材料的膜及子組裝件；參見例如，美國專利案號 6,982,178 及 7,839,564；

(d)使用在顯示器中的背板、黏著層及其它輔助層及方法；參見例如，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 ; 6,967,640 ; 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 ; 7,327,511 ; 7,349,148 ; 7,352,353 ;
 7,365,394 ; 7,365,733 ; 7,382,363 ; 7,388,572 ;
 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 ; 7,843,626 ;
 7,859,637 ; 7,893,435 ; 7,898,717 ; 7,957,053 ;
 7,986,450 ; 8,009,344 ; 8,027,081 ; 8,049,947 ;
 8,077,141 ; 8,089,453 ; 8,208,193 ; 8,373,211 ;
 9,726,957 ; 10,520,786 ; 10,585,325 ; 及 11,513,414 ; 及
 美 國 專 利 申 請 案 公 開 案 號 2002/0060321 ;
 2004/0105036 ; 2005/0122306 ; 2005/0122563 ;
 2007/0052757 ; 2007/0097489 ; 2007/0109219 ;
 2007/0211002 ; 2009/0122389 ; 2009/0315044 ;
 2010/0265239 ; 2011/0026101 ; 2011/0140744 ;
 2011/0187683 ; 2011/0187689 ; 2011/0286082 ;
 2011/0286086 ; 2011/0292319 ; 2011/0292493 ;
 2011/0292494 ; 2011/0297309 ; 2011/0310459 ; 及
 2012/0182599 ; 及 國 際 申 請 案 公 開 案 號 WO 00/38000 ;
 歐 洲 專 利 案 號 1,099,207 B1 及 1,145,072 B1 ;

(e)顏色形成及顏色調整；參見例如，美國專利案號 7,075,502 及美國專利申請案公告案號 2007/0109219；

(f)用以驅動顯示器的方法；參見例如，美國專利案號 7,012,600；7,119,772；7,453,445；及 10,475,396；

(g)顯示器之應用；參見例如，美國專利案號 7,312,784 及 8,009,348；及

(h)非電泳顯示器，如在美國專利案號 6,241,921；6,950,220；7,420,549 及 8,319,759；及美國專利申請案公告案號 2012/0293858 中所描述。

【0012】許多前述提及的專利及申請案認知到，在囊封式電泳介質中環繞該離散的微膠囊之壁可由一連續相置換，如此產生一所謂的聚合物分散型電泳顯示器，其中該電泳介質包含複數個離散的電泳介質小滴及一聚合材料連續相，及在此聚合物分散型電泳顯示器內之離散的電泳介質小滴即使無與每個各別小滴相關聯的離散膠囊膜，其可視為膠囊或微膠囊；參見例如，前述提及的美國專利案號 6,866,760。因此，為了本申請案的目的，此聚合物分散型電泳介質視為囊封式電泳介質的亞種。

【0013】一種相關型式之電泳顯示器係所謂的「微胞電泳顯示器」。在微胞電泳顯示器中，未將該帶電顏料粒子及流體囊封在微膠囊內，反而是將其保留在一典型為聚合物膜的載體介質內所形成之複數個空腔中。參見例如，美國專利案號 6,672,921 及 6,788,449，二者屬於 Sipix Imaging, Inc.。

【0014】雖然電泳介質經常係不透明(因為例如在許多電泳介質中，該等粒子實質上阻礙可見光透射過該顯示器)及以反射模式操作，許多電泳顯示器可製成以所謂的「快門模式」操作，其中一種顯示狀態係實質上不透明及一種係光透射。參見例如，美國專利案號 5,872,552；6,130,774；6,144,361；6,172,798；6,271,823；6,225,971；及 6,184,856。可使用類似的模式來操作一類似於電泳顯示器但是與電場強度變化相依之介電泳顯示器，參見美國專利案號 4,418,346。亦可以快門模式來操作其它型式的電光顯示器。以快門模式操作的電光介質可在用於全彩顯示器的多層結構中有用；在此結構中，與該顯示器的觀看表面毗連之至少一層係以快門模式操作，以便曝露或隱藏一更遠離該觀看表面的第二層。

【0015】囊封式電泳顯示器典型不會遭遇到傳統電泳裝置的團化及沉降故障模式，及提供進一步優點，諸如將該顯示器印刷或塗布在廣泛多種可撓及堅硬基材上的能力。使用「印刷」一詞係意圖包括全部形式的印刷及塗布，包括但不限於：預計量供給式塗布法，諸如塊狀模具塗布法(patch die coating)、狹縫或擠壓式塗布法、斜板或階式塗布法、簾幕塗布法；輥塗法，諸如輥襯刀塗法(knife over roll coating)、正反輥塗法(forward and reverse roll coating)；凹版塗布法；浸沾塗布法；噴灑塗布法；彎月面塗布法(meniscus coating)；旋轉塗布法；刷塗法；氣刀塗布法；絹版印刷方法(silk screen

printing processes)；靜電印刷方法；熱印刷方法；噴墨印刷方法；電泳沉積法(參見美國專利案號 7,339,715)；及其它類似技術。因此，所產生的顯示器係可撓。再者，因為該顯示介質可使用多種方法進行印刷，該顯示器其自身可不貴地製得。

【0016】一電光顯示器正常包含一層電光材料及至少二層配置在該電光材料的相對邊上之其它層，這二層之一係電極層。在大部分此等顯示器中，該二者層皆係電極層，及該等電極層之一或二者係經圖形化以界定出該顯示器的像素。例如，一電極層可圖形化成伸長的列電極，及其它係圖形化成與該列電極呈直角佈置之伸長的行電極，該等像素係由該列及行電極的交叉點所界定出。任擇地及更常見地，一個電極層具有單一連續電極形式，及其它電極層係設計成一像素電極矩陣，其各者界定出該顯示器的一個像素。在另一種意欲使用與該顯示器分開的描畫針、列印頭部或類似可移動式電極之電光顯示器型式中，僅有與該電光層毗連的層之一層包含電極，在該電光層的相反邊上之層典型係一意欲防止該可移動式電極損傷該電光層的保護層。

【0017】該三層電光顯示器的製造正常包括至少一個積層操作。例如，在數篇前述提及的 MIT 及 E Ink 專利及申請案中，有描述出一種用於製造囊封式電泳顯示器的方法，其中將一在黏合劑中包含膠囊的囊封式電泳介質塗布在一於塑膠膜上包含氧化銦錫(ITO)或類似的導電塗層(其作用為該最後顯示器的一個電極)之可撓基材

上，乾燥該膠囊/黏合劑塗層以形成一結實黏附至該基材之電泳介質的黏附層。分別地，製備一包括像素電極的陣列及經適當安排以將該等像素電極連接至驅動電路系統的導體之背板。為了形成該最後顯示器，使用一積層黏著劑將該具有膠囊/黏合層在上面之基材積層至該背板。(可使用非常類似的方法，藉由以描畫針或其它可移動式電極可在其上方滑動的簡單保護層諸如塑膠膜來置換該背板，使用該描畫針或類似可移動式電極來製備該電泳顯示器)。在此方法的一個較佳形式中，該背板其自身係可撓及藉由在塑膠膜或其它可撓基材上印刷該像素電極及導體來製備。藉由此方法來大量製造顯示器的明顯積層技術係使用積層黏著劑之輥壓積層。可將類似的製造技術使用於其它型式之電光顯示器。例如，可使用實質上與囊封式電泳介質相同的方式，將微胞電泳介質或旋轉二色構件介質積層至背板。

【0018】如在前述提及的美國專利案號 6,982,178 中(參見第 3 欄第 63 行至第 5 欄第 46 行)所討論，於固態電光顯示器中所使用的許多構件及使用來製造此等顯示器的方法係起源於在當然亦係電光顯示器的液晶顯示器(LCD's)中所使用之技術，雖然其使用液體而非固態介質。例如，固態電光顯示器可利用一包含電晶體或二極體的陣列及像素電極的相應陣列之主動式矩陣背板，及一在透明基板上的「連續」前電極(就一在多個像素及典型整個顯示器上延伸之電極的觀念來說)，這些構件基本上與在 LCD 的構件相同。但是，該等使用來組裝

LCD 的構件的方法無法使用於固態電光顯示器。LCD 的構件正常藉由下列組裝：在分別的玻璃基材上形成該背板及前電極，然後將這些構件黏著性穩固在一起而於其之間留下小孔，將所產生的組裝件放置在真空下，及將該組裝件沉浸在液晶槽中，以便該液晶流過在該背板與前電極間之孔洞。最後，隨著該液晶就位，密封該孔洞以提供該最後顯示器。

【0019】此 LCD 組裝方法無法容易地轉移至固態電光顯示器。因為該電光材料係固態，其必需在將這二個整體彼此穩固前存在於該背板與該前電極之間。再者，與液晶材料對比，液晶材料係簡單地放置在前電極與背板間而沒有附著至任一者，固態電光介質正常需要穩固至二者；在大部分情況中，該固態電光介質係在前電極上形成，因為此通常比在含電路系統的背板上形成該介質較容易，及然後，將該前電極/電光介質組合積層至該背板，典型藉由以黏著劑覆蓋該電光介質的整體表面及在熱、壓力及或許真空下積層。此外，大部分先前技術之用於固態電光顯示器的最後積層之方法基本上係批次方法，其中(典型上)在最後組裝前，立即將該電光介質、積層黏著劑及背板聚集在一起，及想要提供更適應於大量製造的方法。

【0020】前述提及的美國專利案號 6,982,178 描述出一種相當適應於大量製造之組裝固態電光顯示器(包括囊封式電光顯示器)的方法。基本上，此專利描述出所謂的「前面積層板」(「FPL」)，其依序包含一光透

射導電層；一與該導電層電接觸的固態電光介質層；一黏著層；及一脫模薄片。典型來說，將該光透射導電層帶至一較佳為可撓的光透射基材上，其中在某種意義上，該基材可手動地繞著一直徑(大約)10 英吋(254 毫米)的鼓筒纏繞而沒有永久變形。在本專利中及於此，術語「光透射」的使用意謂著從而標明出之層傳送出足以讓觀測者看透該層的光，以便觀察到該電光介質的顯示狀態改變，此正常將穿越該導電層及毗連的基材(若存在的話)觀看；在該電光介質於非可見光波長處之反射性上顯示出改變的情況中，術語「光透射」當然應該解釋為指為相關聯的非可見光波長之透射。該基材典型將係一聚合物膜，及正常將具有在約 1 至約 25 密耳(25 至 634 微米)內之厚度範圍，較佳為約 2 至約 10 密耳(51 至 254 微米)。該導電層合宜地係一薄金屬或金屬氧化物層，例如，鋁或 ITO。該導電層可包括一導電聚合物。塗布以鋁或 ITO 的聚(對酞酸乙二酯)(PET)膜可商業購得，例如，如來自 E.I. du Pont de Nemours & Company，Wilmington DE 之「鋁化的 Mylar」(「Mylar」係一註冊商標)，及可將此商業材料使用在前面積層板中而有好的結果。

【0021】使用此前面積層板的電光顯示器之組裝件可藉由下列實現：自該前面積層板移除該脫模薄片，及在有效造成該黏著層黏附至該背板之條件下讓該黏著層與該背板接觸，因此將該黏著層、電光介質層及導電層穩固至該背板。此方法相當適應於大量製造，因為該

前平面積層板典型可使用捲繞式塗布技術來大量製造，然後切割成與特定背板使用所需要的任何尺寸之片。

【0022】美國專利案號 7,561,324 描述出一種所謂的「雙脫模薄片」，其基本上係一種前述提及的美國專利案號 6,982,178 之前平面積層板的簡化版本。該雙脫模薄片的一種形式包含一夾在二層黏著層間之固態電光介質層，該黏著層之一或二者係由一脫模薄片覆蓋。另一種形式的雙脫模薄片包含一夾在二片脫模薄片間之固態電光介質層。該雙脫模膜的二者形式意欲使用在通常類似於已經描述的自前平面積層板來組裝一電光顯示器的方法之方法中，但是包括二層分別的積層物；典型來說，在第一積層物中，該雙脫模薄片係積層至前電極以形成一前子組裝件；然後在第二積層物中，將該前子組裝件積層至背板而形成該最後顯示器；然而若必要時，這二層積層物的順序可顛倒。

【0023】美國專利案號 7,839,564 描述出一種所謂的「逆向前平面積層板」，其係在前述提及的美國專利案號 6,982,178 中所描述之前平面積層板的變體。此逆向前平面積層板依序包含一光透射保護層及一光透射導電層之至少一種；一黏著層；一固態電光介質層；及一脫模薄片。使用此逆向前平面積層板來形成一在該電光層與該前電極或前基材間具有一積層黏著劑的層之電光顯示器；可或可不在該電光層與該背板間存在一第二典型薄的黏著劑層。此電光顯示器可結合好的解析度與好的低溫性能。

【0024】在高解析度顯示器中，每個各別的像素必需可沒有來自毗連像素之定址的干擾而定址(不論所使用的電光介質是否為雙穩態)。一種達成此目標的方式為提供一非線性元件諸如電晶體或二極體之陣列，其中至少一個非線性元件係與每個像素結合而產生一主動式矩陣顯示器，如上述提及。定址一個像素之定址(像素)電極係透過其結合的非線性元件連接至適當的電壓來源。習知上，在高解析度陣列中，該等像素係呈列及行的二維陣列安排，如此任何特定的像素係由一個具體指定的列及一個具體指定的行相交而獨特地界定出。在每行中的全部電晶體之源極係連接至單一行電極，同時在每列中的全部電晶體之閘極係連接至單一系列電極；該源極對列及該閘極對行的分配係習知，及若想要時，可顛倒。該列電極係連接至一系列驅動器，其基本上保證在任何所提供的時刻僅選擇一個列，即，對所選擇的列電極施加一電壓，以便保證在所選擇的列中之全部電晶體皆導通；同時對全部其它列施加一電壓，以便保證在這些未被選擇的列中之全部電晶體保持未導通。該行電極係連接至行驅動器，其將所選擇的電壓置於該等不同行電極上，以將在所選擇的列中之像素驅動至其想要的光學狀態。前述提及的電壓係相對於共同前電極，該共同前電極習知上係設置在該光電介質之與該非線性陣列相對的一側上及延伸穿越整個顯示器。在已知為「線定址時間(line address time)」之預選擇的區間後，對所選擇的列取消選擇，選擇下一個列，及改變在該行驅動器上的電

壓，以便寫入該顯示器的下一條線。重覆此過程，以便以逐列的方式寫入整體顯示器。

【0025】在下列討論中，將使用術語「波形」來指示用於實現一像素從一個特定初始灰階轉變至特定最後灰階之整體電壓對時間曲線。典型來說，此波形將包含複數個波形單元；其中這些單元基本上係矩形(即，其中指定單元包含施加一固定電壓一段時間)；該等單元可稱為「脈衝」或「驅動脈衝」。術語「驅動方案」指示出足以實現在特定顯示的灰階間之全部可能的轉變之一組波形。一顯示器可使用多於一個驅動方案；例如，美國專利案號 7,012,600 教導一驅動方案可依諸如該顯示器的溫度或在其壽命期間已經投入運行的時間等參數而需要修改，如此，一顯示器可具備複數個不同驅動方案而在不同溫度等等下使用。以此方式使用的一組驅動方案可稱為「一組相關的驅動方案」。

【0026】使用於電泳及類似電光顯示器的先前技術前電極典型包含一非常薄的(約 0.1 微米)陶瓷層，諸如氧化銻錫或類似的混合金屬氧化物(參見前述提及的美國專利案號 6,982,178)。此薄層正常藉由將該陶瓷濺鍍到一聚合物膜典型為聚(對酞酸乙二酯)上而形成。先前技術後端(像素)電極可以類似方式形成，或可從薄金屬膜形成；該前電極當然必需具光透射性，以便使得該電光層能夠被看見，然而使用反射性電光層時，該後端電極可不透明。

【0027】雖然陶瓷前電極已經呈大規模商業使用許多年，它們仍然遭遇到一些機械、光學及電的問題。在該顯示器之製造中，於積層步驟期間所使用的張力及溫度可造成陶瓷破裂及在導電度上形成不連續，導致不良或不一致的顯示器切換。這些破裂亦係高水蒸氣穿透區域，其可對濕度敏感的電光介質(許多前述提及的電光介質型式係對濕度敏感)造成局部損傷。在使用濾色片陣列(CFA's)的彩色顯示器中，想要使用薄聚合物膜藉由減少上面塗布 ITO 的 PET 基材之厚度，將 CFA 帶至儘可能接近該電光層來減低視差問題。當該 PET 基材係製成較薄時，由於該較薄的基底之較高的熱收縮，使得與 ITO 相關的破裂問題變明顯。

【0028】如在前述提及的美國專利案號 7,119,772 中詳細地討論，已發現對至少某些的電光顯示器型式來說，想要在每個像素場所處之驅動方案係 DC 平衡型，從某種意義上來說，對在相同灰階下開始及結束的任何一系列轉變來說，在該等一系列轉變期間所施加的脈衝之代數和有界限。已發現在先前技術的某些顯示器中，需要正確的 DC 平衡波形(即，在該顯示器的操作之延長時期內，將該顯示器之任何特別像素的電流對時間之積分保持為零的彼等的波形)來保有影像穩定性、維持對稱性切換特徵及提供最大有用的工作壽命。

【0029】通常較佳的是，在一驅動方案內的全部各別波形皆係 DC 平衡，但是實務上，此係難以達成。因此，典型的驅動方案通常係 DC 平衡與 DC 不平衡波形之混合物，即使該驅動方案整體上已經 DC 平衡。

【0030】如在前述提及的美國專利案號 7,119,772 中所討論，該 DC 不平衡驅動影響電泳或其它電光顯示器之程度(大概由某些顯示器構件的偏極化，如在下列更詳細地討論)可藉由測量該顯示器的特別區域諸如像素之開路電位，於此之後方便地稱為「殘餘電壓」來查明。當該像素的殘餘電壓係零時，採用 DC 平衡。若其殘餘電壓係正時，在正方向上採用 DC 不平衡。若其殘餘電壓係負時，在負方向上採用 DC 不平衡。已經發現非零殘餘電壓與準確的灰階放置困難相互相關。

【0031】因殘餘電壓之發展所造成的顯示器性能下降通常係可逆，此係藉由儲存該顯示而沒有進一步切換或藉由適當地切換以再平衡該 DC 脈衝。但是，在先前技術電泳顯示器係以極端的 DC 不平衡程度驅動之情況中，大概由於消耗掉該電極材料的電化學反應，該等電極可能會不可逆地退化。

【0032】雖然 DC 平衡驅動波形有效地保護對抗殘餘電壓之發展及電極退化，有與其使用相關的問題。必需分配額外的時間來提供平衡的脈衝，有時造成更新時間係比 DC 不平衡驅動將可能者長二至三倍。在某些電泳組成物中，從黑色光學轉變至白色所需要的時間係與從白色至黑色所需要者不同。在 DC 平衡波形中，二個轉變必需使用二個切換時間之較長者。此外，在 DC 平衡更新期間，該顯示器使用者可看見會分散注意力的光學轉變。

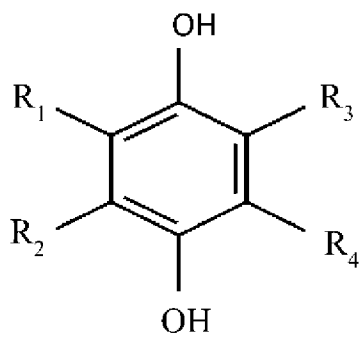
【0033】如例如在美國專利案號 6,724,519 及 7,564,614 中所描述，可將腐蝕抑制劑併入電光顯示器中來防止在該顯示器之驅動期間來自 DC 不平衡對電極的損傷。美國專利案號 9,726,957、10,520,786 及 11,513,414 揭示一種具有一包含囊封型電泳介質的電光材料及一在該電光材料層與電極間之聚合物層的電泳顯示器，其中該聚合物層包含一氧化還原化合物。該氧化還原材料減輕來自 DC 不平衡的顯示構件之退化。本發明提供一種藉由在該電泳介質中包括一有機電活性化合物之更有效防止損傷的可替代方法。本發明亦提供一種減低該電光裝置的殘餘電壓之有效方法。在本發明的電光裝置中，該電泳介質係與該裝置的第一電極及至少一個像素電極直接接觸。該有機電活性化合物係以氧化形式及還原形式存在於該電泳介質中。其還原形式係可在該等電極之一處氧化，及其氧化形式係可在該等電極之一處還原，防止該裝置的電極及其它構件損傷。

【發明內容】

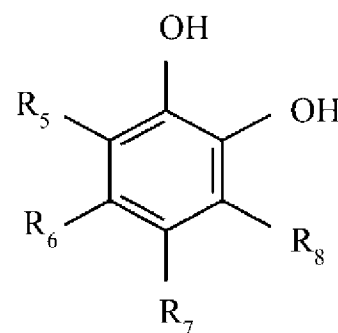
【0034】因此，本發明提供一種電光裝置，其包括一包含光透射電極的第一電極層、一包含複數個像素電極的第二電極層、及一微胞層，該微胞層係配置在該第一電極層與該第二電極層間。該微胞層包含複數個微胞，該複數個微胞的每個微胞包含一電泳介質，該電泳介質係與該第一電極層之光透射電極及該第二電極層的複數個像素電極之至少一個接觸。該電泳介質包括 (a) 帶電顏料粒子、(b) 一非極性液體、(c) 一電荷控制試劑及 (d)

一有機電活性化合物。該有機電活性化合物係以氧化形式及還原形式存在於該電泳介質中。該有機電活性化合物的氧化形式係可在該第一及第二電極層之一的表面處電化學還原。該有機電活性化合物的還原形式係可在該第一及第二電極層之一的表面處電化學氧化。該有機電活性化合物的氧化形式及還原形式係(i)可溶在該電泳介質的非極性液體中，或(ii)係被包括在存在於該電泳介質中的逆微胞結構中。該有機電活性化合物的氧化形式可具有一相對於標準氫電極不大於 1.0 伏特的還原電位。

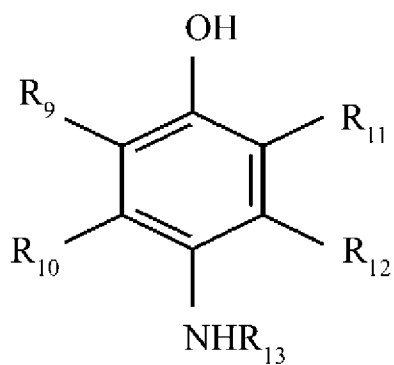
【0035】該有機電活性化合物的還原形式之分子結構可由式 I 至 IX 表示。R₁ 至 R₃₉ 可為氫、經取代或未經取代的烷基或芳基；及取代基 R₁ 及 R₂、及/或 R₃ 及 R₄、及/或 R₅ 及 R₆、及/或 R₆ 及 R₇、及/或 R₇ 及 R₈、R₉ 及 R₁₀、及/或 R₁₁ 及 R₁₂、及/或 R₁₄ 及 R₁₅、及/或 R₁₅ 及 R₁₆、及/或 R₁₆ 及 R₁₇、及/或 R₁₉ 及 R₂₀、及/或 R₂₁ 及 R₂₂、及/或 R₂₅ 及 R₂₆、及/或 R₂₆ 及 R₂₇、及/或 R₂₇ 及 R₂₈ 可一起取用形成一環；及 R₃₁ 及 R₃₂ 之至少一個係芳基、R₃₃ 及 R₃₄ 之至少一個係芳基、及 R₃₆ 及 R₃₇ 之至少一個係芳基。



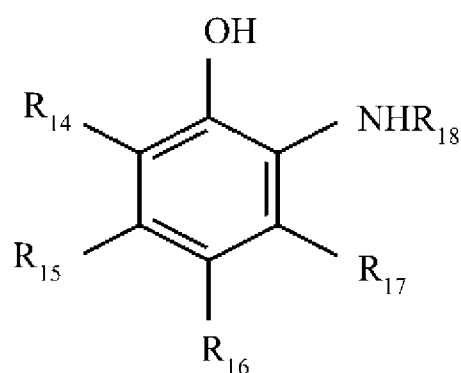
式 I



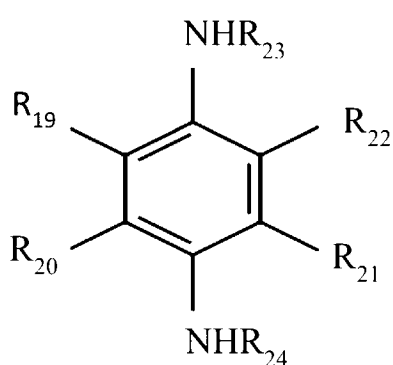
式 II



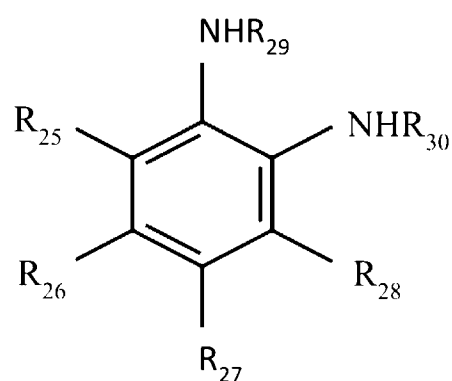
式 III



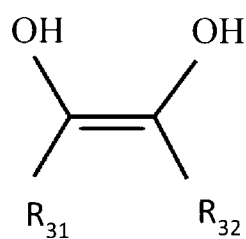
式 IV



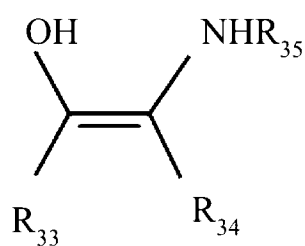
式 V



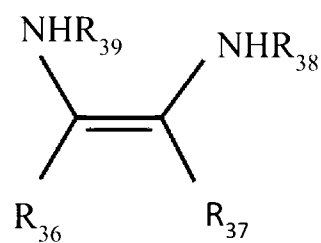
式 VI



式 VII



式 VIII



式 IX

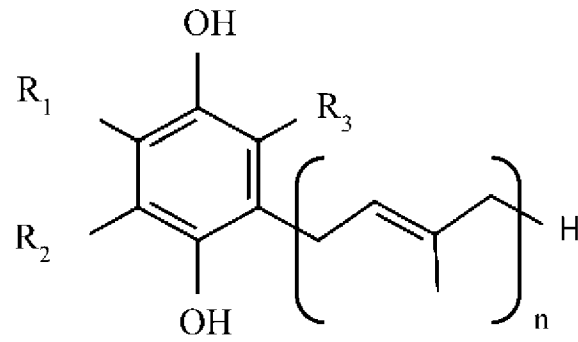
【0036】基團 R_1 至 R_{39} 可為氫、經取代或未經取代的烷基、烯基或芳基。取代基 R_1 及 R_2 、及/或 R_3 及 R_4 、及/或 R_5 及 R_6 、及/或 R_6 及 R_7 、及/或 R_7 及 R_8 、 R_9 及 R_{10} 、及/或 R_{11} 及 R_{12} 、及/或 R_{14} 及 R_{15} 、及/或 R_{15} 及 R_{16} 、及/或 R_{16} 及 R_{17} 、及/或 R_{19} 及 R_{20} 、及/或 R_{21} 及

R₂₂、及/或 R₂₅ 及 R₂₆、及/或 R₂₆ 及 R₂₇、及/或 R₂₇ 及 R₂₈ 可一起取用形成一環。R₃₁ 及 R₃₂ 之至少一個可為芳基、R₃₃ 及 R₃₄ 之至少一個係芳基、及 R₃₆ 及 R₃₇ 之至少一個係芳基。

【0037】式 I 的 R₁ 至 R₄ 之至少一個、式 II 的 R₅ 至 R₈ 之至少一個、式 III 的 R₉ 至 R₁₃ 之至少一個、式 IV 的 R₁₄ 至 R₁₈ 之至少一個、式 V 的 R₁₉ 至 R₂₄ 之至少一個、式 VI 的 R₂₅ 至 R₃₀ 之至少一個、式 VII 的 R₃₁ 及 R₃₂ 之至少一個、式 VIII 的 R₃₃ 至 R₃₅ 之至少一個、及式 IX 的 R₃₆ 至 R₃₉ 之至少一個可為具有至少 10 個碳原子的烷基或烯基。

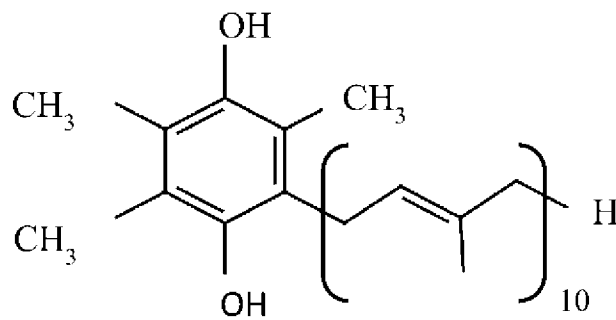
【0038】式 III 的 R₉ 至 R₁₂ 之至少一個、式 IV 的 R₁₄ 至 R₁₇ 之至少一個、式 V 的 R₁₉ 至 R₂₂ 之至少一個、式 VI 的 R₂₅ 至 R₂₈ 之至少一個、式 VII 的 R₃₃ 及 R₃₄ 之至少一個、及式 IX 的 R₃₆ 至 R₃₇ 之至少一個可為具有至少 10 個碳原子的烷基或烯基。該烷基或烯基可具有 10 個碳原子至 100 個碳原子。該烷基或烯基包含異戊二烯二聚物，或可包含 1 至 20 個異戊二烯基單元 (-CH₂CH=C(CH₃)CH₂-) 的寡聚物。該烷基或烯基可包含異戊二烯二聚物，或包含 1 至 13 個異戊二烯基單元 (-CH₂CH=C(CH₃)CH₂-) 的寡聚物。

【0039】該有機電活性化合物的還原形式之分子結構可由式 X 表示。基團 R₁、R₂ 及 R₃ 可為氫、烷基、烯基或烷氧基；及 n 可為 2 至 20 的整數。基團 R₁ 及 R₂ 二者可為甲氧基、及 R₃ 可為甲基。基團 R₁ 及 R₂ 二者可為甲基、及 R₃ 可為氫。



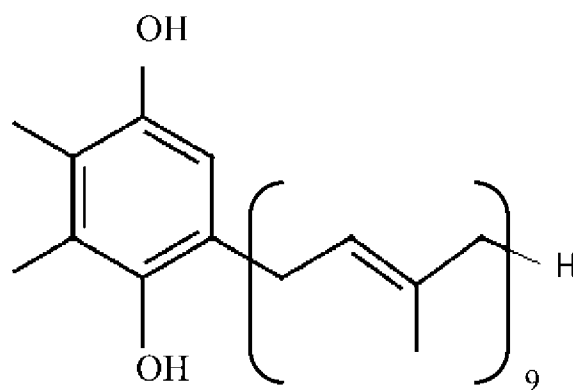
式 X

【0040】該有機電活性化合物的還原形式可為泛醇 - 10。



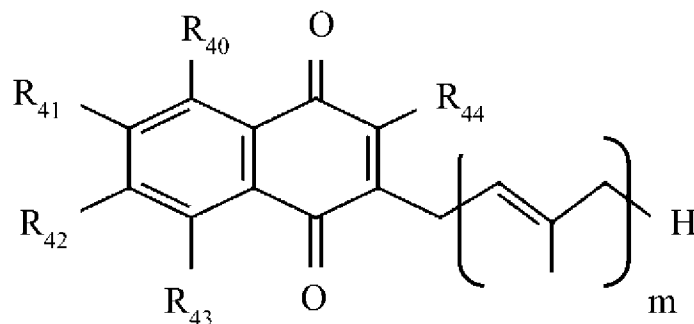
泛醇-10

【0041】該有機電活性化合物的還原形式可由式 XI 表示。



式 XI

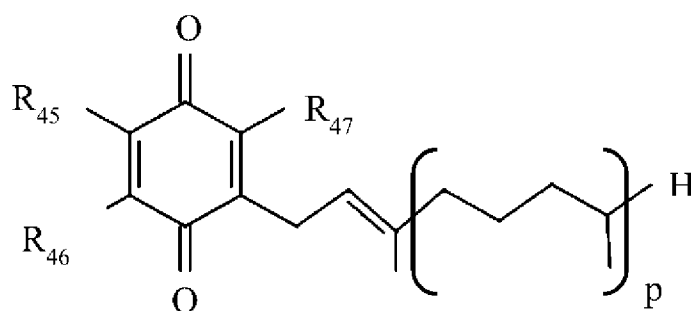
【0042】該有機電活性化合物的氧化形式之分子結構可由式 XII 表示。基團 R_{40} 、 R_{41} 、 R_{42} 、 R_{43} 及 R_{44} 可為氫、烷基、烯基或烷氧基；及 m 可為 2 至 20 的整數。



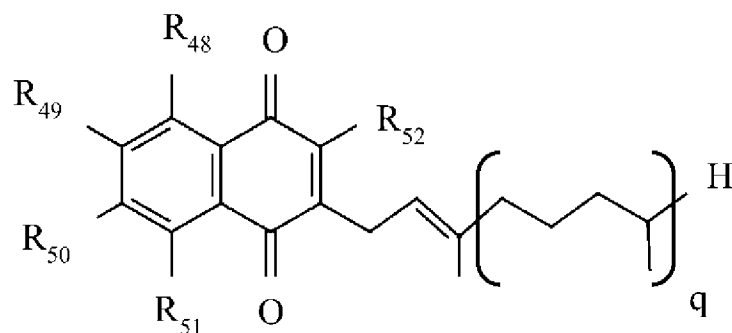
式 XII

【0043】該有機電活性化合物的氧化形式之分子結構可由式 XIII 或式 XIV 表示。基團 R_{45} 、 R_{46} 、 R_{47} 、 R_{48} 、 R_{49} 、 R_{50} 、 R_{51} 及 R_{52} 可為氫、烷基、烯基或烷氧基； p 可為 2 至 20 的整數，及 q 可為 2 至 20 的整數。整數 q 可選自於由 3、4、7 及 9 所組成之群組。

【0044】若該有機電活性化合物係由式 XIV 表示時，基團 R_{48} 、 R_{49} 、 R_{50} 及 R_{51} 可全部係氫，及 R_{52} 可為甲基。



式 XIII



式 XIV

【0045】在另一個態樣中，本發明提供一種操作電光裝置的方法，該操作方法包含：(a)提供該電光裝置；及(b)使用 DC 不平衡波形來驅動該電光裝置。該電光裝置的殘餘電壓可低於對照電光裝置的殘餘電壓，該對照電光裝置包括一無包含有機電活性化合物的對照電泳介質。該電光裝置包括一包含一光透射電極的第一電極層、一包含複數個像素電極的第二電極層、及一微胞層，該微胞層係配置在該第一電極層與該第二電極層間。該微胞層包含複數個微胞，該複數個微胞的每個微胞包含一電泳介質，該電泳介質係與該第一電極層的光透射電極及該第二電極層的複數個像素電極之至少一個接觸。該電泳介質包括(a)帶電顏料粒子、(b)非極性液體、(c)電荷控制試劑及(d)有機電活性化合物。該有機電活性化合物係以氧化形式及還原形式存在於該電泳介質中。該有機電活性化合物的氧化形式係可在該第一及第二電極層之一的表面處電化學還原。該有機電活性化合物的還原形式係可在該第一及第二電極層之一的表面處電化學氧化。該有機電活性化合物的氧化形式及還原

形式係可溶在該電泳介質的非極性液體中，或係被包括在存在於該電泳介質中的逆微胞結構中。

【0046】根據另一個態樣，本發明提供一種電光裝置，其包括一包含一光透射電極的第一電極層、一包含複數個像素電極的第二電極層、及一微胞層，該微胞層係配置在該第一電極層與該第二電極層間。該微胞層包含複數個微胞，該複數個微胞的每個微胞包含一電泳介質，該電泳介質係與該第一電極層的光透射電極及該第二電極層的複數個像素電極之至少一個接觸。該電泳介質包括(a)帶電顏料粒子、(b)非極性液體、(c)電荷控制試劑及(d)有機電活性化合物。該有機電活性化合物係以氧化形式或還原形式存在於該電泳介質中。該有機電活性化合物的氧化形式係可在該第一及第二電極層之一的表面處電化學還原。該有機電活性化合物的還原形式係可在該第一及第二電極層之一的表面處電化學氧化。該有機電活性化合物的氧化形式及還原形式係(i)可溶在該電泳介質的非極性液體中，或(ii)被包括在存在於該電泳介質中的逆微胞結構中。該有機電活性化合物的氧化形式可具有一相對於標準氫電極不大於 1.0 伏特的還原電位。

【圖式簡單說明】

【0047】圖 1 係來自先前技術之包含囊封在微膠囊中的電泳介質之電光顯示器的側視圖。

【0048】圖 2 係來自先前技術之包含囊封在微胞中的電泳介質之電光顯示器的側視圖。

【0049】圖 3A 係存在於該電光顯示器的電泳介質及毗連層中之帶電荷物種因應電場移動的簡化圖式，其可造成在該電極介面處電荷累積及顯示器的影像品質降低。該圖形係在先前技術中揭示。

【0050】圖 3B 係存在於該電光顯示器的電泳介質及毗連層中之重要物種因應電場的移動及轉換之簡化圖式。該圖形係在先前技術中揭示，其係與減輕在電極介面處的電荷累積及殘餘電壓有關聯。

【0051】圖 4 係根據本發明的電光裝置之實施例的側視圖。

【0052】圖 5 係包括有機電活性化合物的氧化還原反應之圖解。

【0053】圖 6 顯示出泛醇-10 的氧化及還原形式及包含於二種形式間之轉換的氧化還原反應。

【0054】圖 7 係在引進該有機電活性化合物的還原形式後，在該電泳介質中於初期時的氧化還原反應之圖解。

【0055】圖 8 係在跨越該液體連續施加 DC 電壓下，於 48 小時內，流過本發明的電泳介質(但不包括帶電顏料粒子)之電流對時間的曲線圖。

【0056】圖 9 係在跨越該液體施加 DC 電壓超過 48 小時及移除所施加的電壓後，跨越本發明的電泳介質但是不包括帶電顏料粒子所測量之殘餘電壓對時間的曲線圖。

【0057】圖 10 係在使用多種 DC 電壓驅動該介質及移除該電壓後，流過對照及本發明的電泳介質之所測量的電流對所施加的電壓之曲線圖。

【0058】圖 11 係在使用多種 DC 電壓驅動該介質及移除該電壓後，通過對照及本發明的電泳介質之所測量的殘餘電壓對時間之曲線圖。

【0059】圖 12 係用來測量該相應電泳介質的色域之施加至電光裝置介質的波形。

【0060】圖 13 係對照電光裝置所測量的色域。

【0061】圖 14 係本發明的電光裝置所測量的色域。

【實施方式】

【0062】談及有機電活性化合物時，於本文中所使用的術語「氧化形式」包括該有機電活性化合物之完全氧化形式及比該有機電活性化合物的完全還原形式更高氧化程度之其它分子。談及有機電活性化合物時，於本文中所使用的術語「還原形式」包括該有機電活性化合物的完全還原形式及比該有機電活性化合物的完全氧化形式更高還原程度之其它化合物。

【0063】術語「未經取代的烷基」指為包括一或多個單 C-C 鍵結且無雙 C-C 鍵結或三 C-C 鍵結之分支及未分支的基團。術語「未經取代的烷基」包括包含單 C-C 鍵結且無雙 C-C 鍵結或三 C-C 鍵結或芳香基團的環狀基團。術語「未經取代的烯基」指為包括一或多個雙 C-C 鍵結之分支及未分支的基團。術語「未經取代的芳基」指為一包括芳香環的基團。術語「經取代的烷基」指為

一或多個氫係經由一取代基取代的烷基，該取代基不為烷基。該取代基可為烯基、芳基、或一包括雜原子的基團，該雜原子係週期表的 V-VII 族之原子。術語「經取代的烯基」指為一或多個氫係經由一取代基取代的烯基，該取代基不為烯基或烷基。該取代基可為芳基或一包括雜原子的基團，該雜原子係週期表的 V-VII 族之原子。術語「經取代的芳基」指為一或多個氫係經由一取代基取代的芳基。該取代基可為烷基、烯基、芳基或一包含雜原子的基團，該雜原子係週期表的 V-VII 族之原子。該雜原子之非限制例為氮、磷、氧、硫、硒、氟、氯、溴及碘。包含雜原子的基團之非限制例為羥基、胺基、烷氧基、羧基、硫、氰基、硝基及其它。

【0064】典型的電光顯示器可具有一電光材料層，其包含囊封在微膠囊或微胞中之電泳介質，如在美國專利案號 6,982,178 中所描述。圖 1 顯示出具有微膠囊的電光顯示器之一部分的基本結構之實施例的側視圖。電光顯示器 100 包含一前平面 116、一背板 118 及一連接該前平面 116 與該背板 118 的黏著層 110。該前平面 116 包含一前基材 102、一光透射導電層 104(在文獻中亦稱為第一電極或頂端電極或共同電極)、一選擇性聚合物層 106 及一電光材料層 108。該背板 118 包含複數個像素電極 112 及一後端基材 114。該黏著層 110 連接該前平面 116 的電光材料層 108 與該背板 118。該光透射導電層 104 作用為該顯示器的前電極。該電光材料層 108 包含複數個微膠囊。每個微膠囊具有一微膠囊壁及包括

在非極性液體中具有帶電荷顏料粒子的電泳介質。典型來說，該複數個微膠囊被夾持在聚合物黏合劑內。觀者可從該顯示器的前基材邊觀看該電光顯示器 100 之電泳介質的影像。

【0065】圖 2 係一具有微胞的電光顯示器之一部分的基本結構之實施例的側視圖。電光顯示器 200 具有一觀看邊 230 及包含一前基材 202、一光透射導電層 204、一電光材料層 208、一密封層 209 及一背板 218，該背板包含複數個像素電極。該電光材料層 208 包含複數個微胞 230A-D。該電光材料層 208 的每個微胞 230A-D 皆包含電泳介質 220。該電泳介質 220 包含在非極性液體中的帶電顏料粒子 225。每個微胞 230A-D 具有一底層 231、一微胞壁 232 及一開口。該微胞壁 232 將毗連的微胞彼此分隔開。密封層 209 跨越該等微胞的每個開口並將電泳介質 220 密封在該微胞內部。

【0066】在圖 1 之包含微膠囊的電光顯示器中，該前基材 102 具光透射性。該前基材 102 可為一塑膠膜，諸如具有 25 至 200 微米的厚度之聚(對酞酸乙二酯)(PET)薄片。雖然在圖 1 中並未呈現，前基材 102 可進一步包含一或多層額外層，例如，保護層以吸收紫外光輻射、阻障層以防止氧或水分進入該顯示器中、及抗反射塗層以改良該顯示器的光學性質。此對圖 2 之包含微胞的電光顯示器同樣係為事實。也就是說，在圖 2 之包含微胞的電光顯示器中，該前基材 202 具光透射性。該前基材 202 可為塑膠膜，諸如具有 25 至 200 微米的厚度之聚

(對酞酸乙二酯)(PET)薄片。該前基材 202 可進一步包含一或多層額外層，例如，保護層以吸收紫外光輻射、阻障層以防止氧或水分進入該顯示器中、及抗反射塗層以改良該顯示器的光學性質。

【0067】在圖 1 之包含微膠囊的電光顯示器中，該光透射導電層 104 可為在可見光譜範圍內具有最小的電磁輻射內在吸收之導電材料的薄連續塗層，諸如氧化銦錫(ITO)、聚(3,4-乙二氧基噻吩)聚(苯乙烯磺酸鹽)(PEDOT:PSS)、石墨烯或其類似物。此對圖 2 之包含微胞的電光顯示器同樣係為事實。也就是說，該光透射導電層 204 可為在可見光譜範圍內具有最小的電磁輻射內在吸收之導電材料的薄連續塗層，諸如氧化銦錫(ITO)、聚(3,4-乙二氧基噻吩)聚(苯乙烯磺酸鹽)(PEDOT:PSS)、石墨烯或其類似物。

【0068】圖 1 的電光顯示器 100 之電泳介質及圖 2 的電光顯示器 200 之電泳介質可包含二種型式的帶電顏料粒子。該顯示器的電泳介質可包含三種型式、四種型式、五種型式或多於五種型式的帶電顏料粒子。每種型式的帶電顏料粒子可具有不同顏色。每種型式的帶電顏料粒子可具有正或負電荷。若該電泳介質包含二種型式的帶電顏料粒子，即，第一及第二型式帶電顏料粒子時，該第一型式的帶電顏料粒子可為白色及負電荷(或正電荷)，及該第二型式的帶電顏料粒子可為黑色及正電荷(或負電荷)。在經由該光透射導電層與該背板的像素電極施加穿過該電光材料層之電場後，該電泳介質的

白色粒子朝向正電極移動及黑色粒子朝向負電極移動，以便從觀看邊(該前基材側)觀看該顯示器之觀察員，取決於該光透射導電層相對於該像素電極係正或負，觀看到該顯示器與該像素電極相應的部分係白色或黑色。

【0069】如在美國專利案號 6,982,178 中所描述，該電光顯示器 100 之電泳介質的黏著層 110 係配置在包含囊封型電泳介質之電光材料層 108 與背板 118 的複數個像素電極 112 之間(參見圖 1)。該黏著層 110 能夠藉由結合二個子組裝件，諸如圖 1 的前平面 116 及背板 118 來架構該電光顯示器。該黏著層 110 可藉由在該電光材料層 108 的表面上塗布一黏著組成物而形成，連接該前平面 116 及該背板 118，然後，經由熱或 UV 固化來固化該黏著組成物。在圖 2 的微胞電光顯示器之情況中，該密封層 209 係配置在包括電泳介質 220 之複數個微胞與背板 218 的像素電極 212 之間。

【0070】該圖 1 的微膠囊電光顯示器 100 之黏著層 110 及該圖 2 的微胞電光顯示器 200 之密封層 209 係在分隔該背板的像素電極與該光透射導電層之電路徑中。因此，該微膠囊電光顯示器的黏著層之電性質及該微胞電光顯示器的密封層之電性質對該顯示器之操作係重要的，它們必須小心地修改。例如，除了聚合物材料外，該密封層可包含導電充填劑粒子以調整其體積電阻係數。

【0071】圖 1 的微膠囊電光顯示器 100 之聚合物層 106 可為一具有與上述參照黏著層 110 所描述的那些類似之

性質的積層黏著層。但是，因為聚合物層 106 係與該未像素化的光透射共同電極 104 毗連，其導電性可高於該積層黏著層 110，其中該黏著層 110 係與該像素化的背板電極 112 毗連，及當其在該顯示器的切換期間保持於不同電壓下時，無法如此導電以至於導致明顯的電流從一個背板電極流至其鄰居。當該聚合物層 106 係一黏著層時，其可在該前平面之製造期間使用來將該電光材料層 108 固定至該電極層 104，如在前述提及的美國專利案號 6,982,178 中有詳細描述。

【0072】圖 3A 係從先前技術複製。特別是，此圖形公開為如美國專利案號 9,726,957 的圖 2。其係存在於圖 1 的電光顯示器 100 之電光材料層的電泳介質及其毗連層中之帶電荷物種因應由電極 104 及 112 所施加的電場之移動的簡化闡明。為了方便，僅顯示出聚合物層 106、電光材料層 108 及黏著層 110，然而如將由一般技藝人士明白，其它層係存在於該顯示器中。在每層中之移動的帶電荷物種通常顯示出如為正電荷物種 A、C 及 E，及負電荷物種 B、D 及 F。在聚合物層 106 中的物種 A 及 B 可能例如從加入以提高聚合物層 106 的導電度之離子摻雜物引起，或可能偶然存在於使用來形成聚合物層 106 的材料中。例如，若水係存在於聚合物層 106 中時，物種 A 可與由水之離子化引起的質子相應。物種 A 可包含多於一種移動的陽離子物種。在此討論中，物種。

【0073】物種 A 指為在聚合物層 106 中之任何移動的正電荷物種。同樣地，物種 E 及 F 指為在黏著層 110 中的正電荷及負電荷移動物種。物種 C 及 D 指為在電光材料層 108 的電泳介質中之移動的帶電荷實體；此實體包括帶電荷顏料粒子及帶電荷物種，帶電荷顏料粒子的動作改變該顯示器的光學狀態，帶電荷物種的動作不具有直接光學效應，諸如在技藝中熟知的微胞電荷。

【0074】帶電荷物種可跨越在該顯示器之不同層間的邊界。此係圖式地顯示在圖 3A 中，其中正電荷物種 E 係顯示出如為跨越在該黏著層 110 與該電光材料層 108 間之邊界。再者，負電荷物種 B 係顯示出如為跨越在該聚合物層 106 與該電光材料層 108 間之邊界。若帶電荷實體係在其各別層內位移及無法跨越在層間之邊界時，電荷將在該不滲透邊界處累積，就像儲存在電解電容器中般。在移除所施加的電場及電極 104 及 112 係接地後，將發生在該顯示器內之邊界處所貯存的電荷放電，改變由該電光材料層 108 的電泳介質所遭遇到之電場及潛在地改變該顯示器的光學狀態。

【0075】即使移動的離子電荷可自由地流過在該顯示器內之層間的邊界(而沒有在該內部邊界處累積)，仍然有困難的是，離子物種無法跨越在該顯示器的內部層與該電極 104 及 112 間之邊界。電荷轉移穿越這些邊界的唯一可能機制係電子轉移，即，還原/氧化化學過程。若在電極 104 及 112 與該內部層間之電子轉移受阻擋時，離子電荷將不可避免地將在電極 104 與層 106 間及在

層 110 與電極 112 間之邊界處積聚。若該顯示器係以 DC 不平衡驅動方案驅動時，可在這些場所處發生實質上電荷積聚。當該電極到達共同電位時的積聚電荷之鬆弛可能導致電荷載體流動通過該電光材料層 108。此電荷載體的流動可能導致該顯示器之光學狀態改變，此可能係不期望的。

【0076】上述提及的美國專利 9,726,957 揭示一種減輕電荷累積的問題之技術，其係藉由將電化學活性化合物加入該電光顯示器與該電光材料層毗連的一層中。該電化學活性化合物係可氧化或可還原。該美國專利 9,726,957 之發明係在圖 3B 中示意性地闡明，其係公開為如該專利的圖 3。如在圖 3B 中顯示出，在電極介面處的電荷累積係藉由電化學氧化/還原反應減輕，包括從該電極電子轉移至包括在圖 1 的電光顯示器之聚合物層 106 及黏著層 110 中的材料。在陰極處，電子係經轉移以還原在毗連層中的組分(已闡明中性物種 G 之還原以提供陰離子 G⁻)，同時在陽極處，電子係轉移至該電極造成在毗連層中的組分氧化(已顯示出電子從中性物種 J 轉移以產生陽離子 J⁺)。所注入的電荷具有與在該顯示器的初始偏極化期間位移之電荷相反的符號，及因此在該電極介面處的電荷積聚減輕。如在圖 3B 中指示出，當對圖 1 之電光顯示器 100 施加一電位時，離子朝向電極的遷移導致電荷在靠近該電極的薄擴散層中累積，這些層之厚度係 Debye 屏蔽長度的級數，如在電化學技藝中熟知。在這些擴散層內，電壓梯度非常陡峭。在某一

時間後，該電壓梯度變成足以造成電子轉移反應。除了別的以外，電子轉移的容易度係由存在於電極鄰近的材料之氧化還原電壓及其濃度決定。

【0077】如上述提及，在上述提及的美國專利 9,726,957 中，使用來控制於該電極介面處的電荷注入之電化學活性化合物係併入該顯示器的外相層中，也就是說，在與該電光材料層不同之包括電泳介質的層中。但是，實務上已發現，僅有在離有效電子轉移至或離電極足夠短的距離內之那些組分將有效地被氧化或還原。因此，在電極處進行電子轉移之組分可消耗的比藉由擴散到該電極表面上再補充所需要之時間快，考慮到典型的電活性化合物擴散通過該聚合物太慢而無法承受在該顯示器中的實際電流。為此理由，在美國專利 9,726,957 中揭示的電光裝置結構對減輕在該電極處之電荷累積及所產生的殘餘電壓之問題非最理想。

【0078】本發明的發明人等驚人地發現，具有與該第一電極層及複數個像素電極之至少一個接觸的電泳介質、包含有機電活性化合物的電泳材料之微胞電光裝置提供有效減輕在延長的 DC 不平衡驅動後之殘餘電壓。在另一個實施例中，該電泳介質係與該第一電極層及該複數個像素電極之全部像素電極接觸。本發明的電光裝置包含 (1) 一包含一光透射電極的第一電極層，(2) 一包含複數個像素電極的第二電極層，及 (3) 一配置在該第一電極層與該第二電極層間的微胞層。該微胞層包含複數個微胞，該複數個微胞的每個微胞包含一電泳介質，

該電泳介質係與該第一電極層的光透射電極及該第二電極層的複數個像素電極之至少一個(或多於一個或全部的該第二電極層之像素電極)接觸。該電泳介質包括(a)帶電顏料粒子、(b)非極性液體、(c)電荷控制試劑及(d)有機電活性化合物。該有機電活性化合物係以氧化形式及還原形式存在於該電泳介質中。該有機電活性化合物的氧化形式可在該第一電極層的光透射電極及該第二電極層的像素電極之一表面處電化學還原。該有機電活性化合物的還原形式可在該第一電極層的光透射電極及該第二電極層的像素電極之一的表面處電化學氧化。該有機電活性化合物的氧化形式及還原形式皆可溶在該電泳介質的非極性液體中。任擇地，該有機電活性化合物的氧化形式及還原形式係被包括在存在於該電泳介質中的逆微胞結構中。

【0079】該有機電活性化合物在該電泳介質中的含量可為 0.1 至 10 重量百分比，以該電泳介質的重量計。該有機電活性化合物在該電泳介質中的含量可為 0.2 至 8 重量百分比、0.3 至 6 重量百分比、0.4 至 5 重量百分比、0.5 至 4 重量百分比、0.6 至 3 重量百分比、或 0.7 至 2 重量百分比，以該電泳介質的重量計。

【0080】在非極性液體(第一液體)中之逆微胞結構係第二液體的小滴或由兩親分子包圍的分散液(在第三液體中之粒子)的小滴。該等小滴形成該逆微胞結構的核心。兩親分子係在其分子結構中具有疏水基團(頭部)及疏水基團(尾部)二者的分子。典型來說，該兩親分子的

頭部係朝向每個逆微胞結構的核心定向，及尾巴係朝向該逆微胞結構的外表面定向，當該尾巴具疏水性及與該非極性液體更相容。該第二液體或該第三液體係比該兩親分子的尾部及該非極性流體較少疏水性，及與該兩親分子的頭部更相容。該非極性液體係稱為該逆微胞結構/非極性液體混合物之「連續相」。

【0081】圖 4 係根據本發明的電光裝置之實施例的側視圖。該電光裝置 300 包含一前基材 202、一具有光透射電極的第一電極層 204、一電光材料層 208 及一第二電極層 318。該電光裝置 300 具有一觀看邊 230。該第二電極層 318 包含複數個像素電極 319。該電光材料層 208 包含複數個微胞 230A-D。該電光材料層 208 的每個微胞 230A-D 包含電泳介質 320。電泳介質 320 包含在非極性液體中的帶電顏料粒子 225。微胞壁 232 將毗連的微胞彼此分隔開。在電光裝置 300 中，該第一電極層 204 的光透射電極及該第二電極層 318 的複數個像素電極之像素電極 319 的至少一個係與該電泳介質 320 接觸。該第二電極層 318 的複數個像素電極之多於一個像素電極 319 可與該電泳介質接觸。該第二電極層 318 的複數個像素電極之全部像素電極 319 可與該電泳介質 320 接觸。該第二電極層 318 典型係背板的一部分，該背板包含電路系統及一基材。該電泳介質係與該第一電極層的光透射電極及與該第二電極層的像素電極接觸的事實意謂著該電光裝置 300 可不包含密封層，而該密封層存在於包含電泳介質之可商業購得的微胞電光顯示器中。

【0082】該圖 4 的電光裝置 300 之前基材 202 可為塑膠膜，諸如具有 25 至 200 微米的厚度之聚(對酞酸乙二酯)(PET)薄片。前基材 202 可進一步包含一或多層額外層，例如，保護層以吸收紫外光輻射、阻障層以防止氧或水分進入該顯示器中、及抗反射塗層以改良該顯示器的光學性質。

【0083】該圖 4 的電光裝置 300 之第一電極層 204 的光透射電極可為一在可見光譜範圍內具有最小的電磁輻射內在吸收之導電材料的薄連續塗層，諸如氧化銦錫(ITO)、聚(3,4-乙二氧基噻吩)聚(苯乙炔磺酸鹽)(PEDOT:PSS)、石墨烯或其類似物。

【0084】該圖 4 的電光顯示器 300 之電泳介質可包含二種型式的帶電顏料粒子。該顯示器的電泳介質可包含三種型式、四種型式、五種型式或多於五種型式之帶電顏料粒子。每種型式的帶電顏料粒子可具有不同顏色。每種型式的帶電顏料粒子可具有正或負電荷。若該電泳介質包含二種型式的帶電粒子，即，第一及第二型式帶電顏料粒子時，該第一型式的顏料粒子可為白色及負電荷(或正電荷)，及該第二型式的帶電顏料粒子可為黑色及正電荷(或負電荷)。在經由該第一電極層的光透射電極及該第二電極層的像素電極跨越該電光材料層施加電場後，該電泳介質的白色粒子朝向正電極移動及黑色粒子朝向負電極移動，以便從觀看邊(該前基材側)觀看該顯示器的觀察員依該光透射電極相對於該像素電極係正或負而看到該顯示器與該像素電極相應的部分白色或黑色。

【0085】該圖 4 的電光顯示器 300 之電泳介質可進一步包含一或多種電荷控制試劑 (CCA)。該 CCA 可為一低分子量界面活性劑、聚合物試劑或一或多種組分的摻合物。該 CCA 係使用來穩定化或其它方面修改在該帶電顏料粒子上的電荷之符號及/或大小。該 CCA 典型為一包含離子或其它極性官能基(頭部基團)的分子。該正或負離子頭部基團的至少一個較佳為接附至非極性鏈(尾部基團)，其典型為烴鏈。已認為該 CCA 在該電泳介質中形成逆微胞結構。

【0086】在該電光裝置的操作期間，該有機電活性化化合物可以氧化形式及以還原形式存在於該電泳介質中。該有機電活性化化合物的氧化形式可在該第一電極層的光透射電極或該第二電極層的像素電極之表面或接近該表面處電化學還原。該有機電活性化化合物的還原形式可在該第一電極層的光透射電極或該第二電極層的像素電極之表面或接近表面處電化學氧化。也就是說，該氧化形式係電化學可逆地還原成該還原形式，及該還原形式係電化學可逆地氧化成該氧化形式。經由氧化還原反應，該氧化形式轉換成還原形式及從還原形式至氧化形式。因此，該有機電化學活性化化合物亦可稱為氧化還原材料。

【0087】雖然能至少部分可逆式氧化還原反應的有機電活性化化合物係較佳於進行不可逆式反應的那些，進行完全可逆式氧化還原反應的能力非本發明之絕對需求。該有機電活性化化合物的還原形式或氧化形式之存在於足

夠濃度下緩和該裝置的過早退化及減低殘餘電壓一段時間。

【0088】在圖 5 中顯現出與本發明的電光裝置之操作相關的一些重要單元之圖解，包括在該電極處的氧化還原反應。圖 5 顯示出具有二個電極及在電極間之電泳介質的微胞之截面，該電泳介質包含帶電顏料粒子及有機電活性化合物。典型來說，在該等電極間之距離係在 5-25 微米的範圍內。該電泳流體包含一典型具有低介電常數的非極性液體、帶電顏料粒子 (P+ 及 P-)。該符號 P+ 及 P- 指示出該電泳介質包括正電荷顏料粒子。實務上，該電泳介質可包括多於二種型式之具有電荷或不同大小的帶電顏料粒子。圖 5 亦顯示出該電泳介質包括帶電荷的逆微胞結構 M+ 及 M-。這些逆微胞結構可從界面活性劑似的分子諸如 CCA 形成，其加入該電泳介質中以促進及維持顏料電荷。當經由電極跨越該微胞施加電壓時，該正電荷顏料粒子及該正電荷逆微胞結構遷移至該更多負電荷的電極 (於此之後指為陰極)，同時該負電荷顏料粒子及負電荷逆微胞結構朝向更多正電荷電極 (於此之後指為陽極) 遷移。此電荷之遷移可屏蔽由該帶電顏料粒子或該帶電荷逆微胞結構之任何所遭遇到的電場，此係存在於未接近電極的電泳介質之部分中。因此，可在該電泳介質中形成電壓梯度。也就是說，當該帶電顏料粒子及該帶電荷逆微胞結構遷移時，接近該電極的表面之電壓可比在空間中形成該電極表面的方式高，其可使得電子轉移反應能夠包括該電泳介質的組分。

【0089】本發明的電泳介質之有機電活性化合物係表示在圖 5 中如為 Q(氧化形式)及 QH₂(還原形式)。該有機電活性化合物的氧化形式 Q 及還原形式 QH₂ 形成該電泳介質的氧化還原對。如在圖 5 中顯示出，QH₂ 在陽極處失去二個電子而形成 Q 及二個質子。在陰極處，Q 獲得二個電子，及隨著加入二個質子形成還原形式 QH₂。當在陰極處形成的還原形式 QH₂ 擴散至陽極，及在陽極處形成的氧化形式 Q 擴散至陰極時，電流可持續。在電極處的這些氧化還原反應防止該氧化還原對 Q/QH₂ 消耗。

【0090】電光裝置必需能夠在二者方向上驅動。也就是說，施加一種極性的電壓應該造成正電荷顏料粒子遷移至觀看邊，及施加相反極性的電壓應該造成負電荷顏料粒子遷移至觀看邊。在本發明中，無論使用那種極性來對該裝置進行定址，電流可持續。也就是說，在陽極處形成的質子將與驅動至陽極的負電荷顏料粒子及負電荷逆微胞結構保持平衡，同時質子在陰極處消耗(或同等地，在陰極處形成消耗質子的陰離子材料)。因此，當該微胞係初始地偏極化時，在電極處的電化學反應可至少部分中和已經遷移至該電極的該帶電顏料粒子及該帶電荷逆微胞結構。當該顯示器在已驅動後接地時，此電荷中和可導致其它方面將造成電反衝及影像漂移之殘餘電壓降低。因為在本發明的電光裝置中該電流可無限期持續，並無理由預計在初始偏極化及穩定狀態建立後殘餘電壓將實質上增加。確實，本發明人等已驚人地發

現，在模型系統中，電流可通過包括本發明的有機電活性化合物之微胞 48 小時而在殘餘電壓上沒有實質增加及電極沒有退化。

【0091】在本發明中，可於該電泳介質的非極性液體中使用 (a)具有可至少部分可逆地形成之氧化及還原形式及 (b)可溶或可為逆微胞結構的部分之任何化合物。較佳的化合物包括經取代的醌/氫醌對(或相應的兒茶酚類)，其中副反應係藉由在該苯環上適合的取代而最小化。一種特別佳的化合物對係具有顯示在圖 6 中的結構之泛醇/泛醌。在圖 6 的上部處之泛醇結構係還原形式，及在圖 6 的底部處之泛醌結構係氧化形式。

【0092】可能的是，該裝置的電泳介質係僅有該二種形式之一(氧化還原對的氧化形式或還原形式)初始地帶電荷，因為當該裝置經驅動時將形成相應的拍擋化合物。在圖 7 中顯示出此形成之反應圖解。首先，當該裝置經驅動時，初始包括在該電泳介質中之該有機電活性化合物 QH₂ 的還原形式係在陽極處轉換成 Q 的氧化。如此，即使，初始地在陰極處無 Q 存在來維持電流，可發生另一種還原來取代，例如，來自水的質子還原以形成氫離子，如顯示在圖 7 中。此反應可能為不可逆的。但是，當此反應在陰極中繼續進行時，將產生更多的該有機電活性化合物之氧化形式 Q 及積聚在微胞中，直到在該電泳介質中有足夠濃度以維持連續電流。如此，該有機電活性化合物可以其還原或其氧化形式、或二種形式的混合物加入該電光裝置之電泳介質中。再者，可能

將二種(或更多種)有機電活性化合物之組合加入該電泳介質中。例如，可使用一種有機電活性化合物 A 的氧化形式及另一種有機電活性化合物 B 的還原形式。於此情況中，可期望該有機電活性化合物 A 的氧化形式之標準還原電位係比該有機電活性化合物 B 的氧化形式較不正電位。此可防止在該二種有機電活性化合物間之反應。

【0093】如上述提及，該使用在本發明中之有機電活性化合物的還原形式可在陽極處氧化。但是，較佳的是，此有機電活性化合物不容易與氧反應。

【0094】該有機電活性化合物的還原形式之分子結構可由式 I 至 IX 表示。在這些式中， R_1 至 R_{39} 可為氫、經取代或未經取代的烷基、烯基或芳基；及取代基 R_1 及 R_2 、及/或 R_3 及 R_4 、及/或 R_5 及 R_6 、及/或 R_6 及 R_7 、及/或 R_7 及 R_8 、 R_9 及 R_{10} 、及/或 R_{11} 及 R_{12} 、及/或 R_{14} 及 R_{15} 、及/或 R_{15} 及 R_{16} 、及/或 R_{16} 及 R_{17} 、及/或 R_{19} 及 R_{20} 、及/或 R_{21} 及 R_{22} 、及/或 R_{25} 及 R_{26} 、及/或 R_{26} 及 R_{27} 、及/或 R_{27} 及 R_{28} 可一起取用形成一環；及 R_{31} 及 R_{32} 之至少一個係芳基、 R_{33} 及 R_{34} 之至少一個係芳基、及 R_{36} 及 R_{37} 之至少一個係芳基。

【0095】式 I 的 R_1 至 R_4 之至少一個、式 II 的 R_5 至 R_8 之至少一個、式 III 的 R_9 至 R_{13} 之至少一個、式 IV 的 R_{14} 至 R_{18} 之至少一個、式 V 的 R_{19} 至 R_{24} 之至少一個、式 VI 的 R_{25} 至 R_{30} 之至少一個、式 VII 的 R_{31} 及 R_{32} 之至少一個、式 VIII 的 R_{33} 至 R_{35} 之至少一個及式 IX 的 R_{36} 至 R_{39} 之至少一個可為具有至少 10 個碳原子的烷基或烯基。

【0096】式 III 的 R_9 至 R_{12} 之至少一個、式 IV 的 R_{14} 至 R_{17} 之至少一個、式 V 的 R_{19} 至 R_{22} 之至少一個、式 VI 的 R_{25} 至 R_{28} 之至少一個、式 VIII 的 R_{33} 至 R_{34} 之至少一個及式 IX 的 R_{36} 至 R_{37} 之至少一個可為具有至少 10 個碳原子的烷基或烯基。該烷基或烯基可具有 10 個碳原子至 100 個碳原子。該烷基或烯基包含異戊二烯二聚物，或包含 1 至 20 個異戊二烯基單元 ($-\text{CH}_2\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2-$) 的寡聚物。該烷基或烯基可包含異戊二烯二聚物，或包含 1 至 13 個異戊二烯基單元 ($-\text{CH}_2\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2-$) 的寡聚物。

【0097】該有機電活性化合物的還原形式之分子結構可由式 X 表示。基團 R_1 、 R_2 及 R_3 可為氫、烷基、烯基或烷氧基；及 n 可為 2 至 20 的整數。基團 R_1 及 R_2 二者可為甲氧基，及 R_3 可為甲基。基團 R_1 及 R_2 二者可為甲基，及 R_3 可為氫。

【0098】該有機電活性化合物的還原形式可為泛醇-10。該有機電活性化合物的還原形式可由式 XI 表示。

【0099】該有機電活性化合物的氧化形式之分子結構可由式 XII 表示。基團 R_{40} 、 R_{41} 、 R_{42} 、 R_{43} 及 R_{44} 可為氫、烷基、烯基或烷氧基；及 m 可為 2 至 20 的整數。

【0100】該有機電活性化合物的氧化形式之分子結構可由式 XIII 或式 XIV 表示。基團 R_{40} 、 R_{41} 、 R_{42} 、 R_{43} 及 R_{44} 可為氫、烷基、烯基或烷氧基； p 可為 2 至 20 的整數，及 q 可為 2 至 20 的整數。整數 q 可為選自於由 3、4、7 及 9 所組成之群組。若該有機電活性化合物係由式

XIV 表示時，基團 R_{48} 、 R_{49} 、 R_{53} 、 R_{50} 及 R_{51} 可為氫，及 R_{52} 可為甲基。

【0101】該有機電活性化合物的氧化形式可具有一相對於標準氫電極不大於 1.0 伏特的還原電位。較佳的是，該有機電活性化合物的氧化形式具有一相對於標準氫電極不大於 0.2 伏特的還原電位。有一符合此還原電位標準的有機電活性化合物，該有機電活性化合物係可溶於該電泳介質的非極性液體中，以便它們可快速擴散通過該電泳介質以在電極處參與電化學反應，而降低在延長的 DC 不平衡驅動後所觀察到之殘餘電壓。

【0102】雖然本發明決不受此信念的限制，咸信在缺乏根據本發明的有機電活性化合物時，可發生水之氧化以形成氧(具有大於 1 伏特的標準還原電位之半電池反應)。因為在本發明中所使用的有機電活性化合物係比水更容易還原，當此有機電活性化合物係存在時，在發生電子轉移之電極雙層中需要較少的離子偏極化來產生足夠陡峭的電壓梯度，及由該電光材料所遭遇到的殘餘電壓因此較低。

【0103】如上述提及，根據本發明的有機電活性化合物之使用意圖控制接近該電極的電荷之積聚。此電荷之積聚典型係一種可逆過程。本發明亦探索控制在電極介面處發生的法拉第反應之本質，以便讓顯示器能夠 DC 不平衡驅動而沒有招致不可逆的電極損傷。本發明的有機電活性化合物引進一競爭性氧化還原途徑，以允許在電極介面處發生法拉第反應而沒有該電極之退化。沒有

使用根據本發明的有機電活性化合物可發生不想要的法拉第反應，諸如水之電解，導致副產物諸如氫及氧氣體之形成。甚至更差的是，該電極材料本身可參與氧化還原反應。在透明電極中所使用的某些材料有氧化傾向。例如，銀金屬奈米線或格子可容易地氧化成銀陽離子。在透明電極中廣泛使用的其它材料有還原傾向。例如，導電聚合物諸如 PEDOT:PSS 當還原時會失去其導電度。在透明電極中所使用的另一種常見材料氧化銦錫 (ITO) 可能為不可逆地還原成金屬錫或金屬銦，導致該透明電極變色(黃化)，及最終完全故障。本發明探索引進競爭性氧化還原化學以允許在電極介面處發生法拉第反應而沒有電極退化。在 ITO 電極的情況中，想要在本發明中所使用的有機電活性化合物之氧化形式比 ITO 更容易還原。也就是說，該有機電活性化合物的優先還原保護該 ITO 電極不受不可逆的電化學退化。另一方面，想要該有機電活性化合物的氧化形式並不非常容易還原，其會熱氧化一還原形式，除非此氧化產生新的還原形式(即，該還原形式與氧化形式相應)。

【0104】本發明的電光裝置可藉由一包含下列步驟之操作方法來操作：(a)提供該電光裝置；及(b)使用 DC 不平衡波形來驅動該電光裝置。與對照電光裝置的殘餘電壓比較，該電光裝置的殘餘電壓係減低。

【0105】對照電光裝置係一種包含對照電泳介質的裝置。該對照電泳介質在組成物上係類似於本發明的電泳介質，但是其不包含一有機電活性化合物。本發明的電

光裝置包括一包含一光透射電極的第一電極層、一包含複數個像素電極的第二電極層、及一微胞層，該微胞層係配置在該第一電極層與該第二電極層間。該微胞層包含複數個微胞，該複數個微胞的每個微胞包含一電泳介質，該電泳介質係與該第一電極層的光透射電極及該第二電極層的複數個像素電極之至少一個接觸。該電泳介質包括(a)帶電顏料粒子、(b)一非極性液體、(c)電荷控制試劑及(d)有機電活性化合物。該有機電活性化合物係以氧化形式及還原形式存在於該電泳介質中。該有機電活性化合物的氧化形式可在該第一及第二電極層之一的表面處電化學還原。該有機電活性化合物的還原形式係可在該第一及第二電極層之一的表面處電化學氧化。該有機電活性化合物的氧化形式及還原形式係可溶在該電泳介質的非極性液體中，或係被包括在存在於該電泳介質中的逆微胞結構中。

實施例

【0106】

[實施例 1]

【0107】製備一溶液，其包括(a) 1 重量%的電荷控制試劑，以該溶液的重量計；(b) 1 重量%的泛醇，以該溶液的重量計；及(c) Isopar E。該電荷控制試劑係如在美國專利申請案公開 2020/0355978 的實施例 2 中所描述般製備。泛醇-10 係由 Biosynth, Staad, Switzerland 供應。將該溶液引入至一包含二片相對玻璃板的槽中，其中每片係塗布一間隔開 25 微米之距離的氧化銦錫(ITO)

之透明導電塗層，具有表面積 6.5 平方公分。使用環氧組成物密封該槽，及然後，在 25°C 下以 15 伏特 DC 驅動 48 小時。在該驅動時期期間，連續測量通過該槽的電流。在此時間後，該槽係在 0 伏特下驅動 50 毫秒，在此之後，允許浮動及測量殘餘電壓。

【0108】在該 48 小時驅動期間所流動的電流係提供在圖 8 中。圖 8 之曲線圖係所測量的電流對時間。可從此曲線圖看見，在 48 小時驅動時期僅觀察到電流適度降低。遍及該驅動時期，該槽保持透明；然而若使用對照溶液在相同條件下時，ITO 退化、轉黃，其中對照溶液僅在 Isopar E 中包含 CCA(沒有該有機電活性化合物)。在 0 伏特下簡短驅動後，於 300 秒浮動期間的殘餘電壓係顯示在圖 9 中，其係殘餘電壓隨著時間的曲線圖。總而言之，已顯示出連續直流電可通過一包括本發明的有機電活性化合物之模型組成物，而沒有退化該電極或該模型組成物其自身。

【0109】

[實施例 2]

【0110】製備一電泳介質，其包含白色顏料(類似於在美國專利號 10,678,111 中的顏料 W1)、品紅顏料(類似於在美國專利號 10,678,111 中的顏料 M1)及青綠色顏料(類似於在美國專利號 10,678,111 中的 C1)。黃色顏料係一經表面處理的顏料黃 180，其係藉由如在美國專利申請案公開 2023/132958 的實施例 5 中所描述之分散聚合來製備。該電泳介質亦包括實施例 1 之 CCA。此 CCA 在

該電泳組成物中的總量係 1.8 重量%，以該電泳介質的重量計。該電泳介質亦包括 1 重量%的聚二甲基矽氧烷聚合物(具有分子量大約 700,000 的 PDMS DMS-T72，由 Gelest Corporation 供應)作為影像穩定劑，以該電泳介質的重量計。以該電泳介質的重量計，每種顏料粒子型式之重量%含量係顯示在表 1 中。

【0111】[表 1]：顏料粒子在該電泳介質中的含量。

顏料	重量%
白色顏料	31.5
青綠色顏料	3.2
品紅顏料	2.4
黃色顏料	3.2

【0112】

[實施例 3]

【0113】將來自實施例 2 的電泳介質分成二個部分 2A 及 2B。將樣品 2A 負載進類似於上述在實施例 1 中所描述的槽中，除了在該二個電極間之距離係 10 微米及表面積係 1 平方公分外。在樣品 2B 中，加入泛醇及泛醌(1 重量%的泛醇，以該電泳介質的重量計；及 1 重量%的泛醌，以該電泳介質的重量計)以製備樣品 3B。該泛醇及泛醌可從 AmBeed，IL，USA 獲得。將樣品 3B 負載進槽(負載進與樣品 2A 相同型式的槽)中。包括樣品 2A 及 3B 的槽係以具有振幅 1、5、15 及 30 伏特的 DC 電壓驅動。每種電壓施加 240 秒，在此之後，在 0 伏特下驅動其 100 毫秒。然後，允許該槽浮動，同時測量殘餘電

壓。圖 10 顯示出對樣品 2A 及 3B 所測量的電流，如為所施加的電壓之函數，同時圖 11 顯示出在最後浮動狀態期間所測量的殘餘電壓。可看見：(i)通過樣品 3B (包括該有機電活性化合物)的電流係高於通過樣品 2A(對照)的電流，及(ii)在樣品 3B(包括該有機電活性化合物)中測量的殘餘電壓係低於在樣品 2A(對照)中所測量者。也就是說，包含根據本發明的有機電活性化合物之電泳介質顯示出改良的性能(較低的殘餘電壓)。

【0114】亦測量從樣品 2A(對照)及樣品 3B(發明)的電泳介質所製備之電光裝置的色域。使用圖 12 的波形來探測總色域(即，裝置可定址的所有顏色的量)，該波形係施加至該背平面之相對於該前平面的電壓。圖 12 的波形係使用於測試目的，即使其非係商業顯示器的實際波形。該波形係從「偶極」建立，即，相反極性的脈衝對，其期間及幅度係系統地改變，如在圖 12 中的深色包絡線(envelope)所示。所探測的電壓係 ± 3.5 、6.1、9.4、13.4、18.2、23.7 及 30 伏特，及脈衝長度期間係 50、80、120、190 及 300 毫秒。對每個電壓對(+，-)來說，每個脈衝期間對皆被訪問一次。此係透過下列方式完成：以在一個偶極中的脈衝期間對在下一個偶極中恰好改變一個值，且此值係在脈衝期間值的有序表列中毗連。以類似方式探測該等電壓。以此方式，該波形在其變化上係儘可能地平滑，其中連續的偶極彼此儘可能地類似。在整個該波形(不僅是在其結束時)獲得該反射光譜並轉換成 CIEL*a*b*單位。從該包含對照電泳介質之

電光裝置觀察到的色域係顯示在圖 13 中，及從包含本發明的電泳介質之電光裝置觀察到的色域係顯示在圖 14 中。從圖 13 及 14 可看見，對照及發明裝置的色域非常類似。也就是說，可將本發明的有機電活性化合物加入至電泳介質而沒有明顯影響其電光性性能，但是，允許 DC 驅動具有降低的殘餘電壓積聚。

【0115】

[條項]

【0116】第 1 項：一種電光裝置，其包含：一包含一光透射電極的第一電極層；一包含複數個像素電極的第二電極層；一配置在該第一電極層與該第二電極層間的微胞層，該微胞層包含複數個微胞，該複數個微胞的每個微胞包含一電泳介質，該電泳介質係與該第一電極層的光透射電極及該第二電極層的複數個像素電極之至少一個接觸，該電泳介質包括：(a)帶電顏料粒子，(b)非極性液體；(c)電荷控制試劑；及(d)有機電活性化合物，其中

該有機電活性化合物係以氧化形式及還原形式存在於該電泳介質中；

該有機電活性化合物的氧化形式係可在該第一及第二電極層之一的表面處電化學還原；

該有機電活性化合物的還原形式係可在該第一及第二電極層之一的表面處電化學氧化；及

該有機電活性化合物的氧化形式及還原形式係(i)可溶在該電泳介質的非極性液體中，或(ii)存在於該電泳介質的非極性液體中之逆微胞結構的部分。

【0117】第 2 項：如第 1 項的電光裝置，其中該有機電活性化合物的還原形式之分子結構係由式 I 至 IX 表示，其中 R_1 至 R_{39} 可為氫、經取代或未經取代的烷基、烯基或芳基；及取代基 R_1 及 R_2 、及/或 R_3 及 R_4 、及/或 R_5 及 R_6 、及/或 R_6 及 R_7 、及/或 R_7 及 R_8 、 R_9 及 R_{10} 、及/或 R_{11} 及 R_{12} 、及/或 R_{14} 及 R_{15} 、及/或 R_{15} 及 R_{16} 、及/或 R_{16} 及 R_{17} 、及/或 R_{19} 及 R_{20} 、及/或 R_{21} 及 R_{22} 、及/或 R_{25} 及 R_{26} 、及/或 R_{26} 及 R_{27} 、及/或 R_{27} 及 R_{28} 可一起取用形成一環；及 R_{31} 及 R_{32} 之至少一個係芳基、 R_{33} 及 R_{34} 之至少一個係芳基、及 R_{36} 及 R_{37} 之至少一個係芳基。

【0118】第 3 項：如第 2 項的電光裝置，其中式 I 的 R_1 至 R_4 之至少一個、式 II 的 R_5 至 R_8 之至少一個、式 III 的 R_9 至 R_{13} 之至少一個、式 IV 的 R_{14} 至 R_{18} 之至少一個、式 V 的 R_{19} 至 R_{24} 之至少一個、式 VI 的 R_{25} 至 R_{30} 之至少一個、式 VII 的 R_{31} 及 R_{32} 之至少一個、式 VIII 的 R_{33} 至 R_{35} 之至少一個、及式 IX 的 R_{36} 至 R_{39} 之至少一個係具有至少 10 個碳原子的烷基或烯基。

【0119】第 4 項：如第 2 項的電光裝置，其中式 III 的 R_9 至 R_{12} 之至少一個、式 IV 的 R_{14} 至 R_{17} 之至少一個、式 V 的 R_{19} 至 R_{22} 之至少一個、式 VI 的 R_{25} 至 R_{28} 之至少一個、式 VIII 的 R_{33} 及 R_{34} 之至少一個、及式 IX 的 R_{36} 至 R_{37} 之至少一個係具有至少 10 個碳原子的烷基或烯基。

【0120】第 5 項：如第 3 或 4 項的電光裝置，其中該烷基或烯基具有 10 個碳原子至 100 個碳原子。

【0121】第 6 項：如第 2 至 5 項中任一項的電光裝置，其中該烷基或烯基包含異戊二烯二聚物，或包含 1 至 20 個異戊二烯基單元 ($-\text{CH}_2\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2-$) 的寡聚物。

【0122】第 7 項：如第 2 至 5 項中任一項的電光裝置，其中該烷基或烯基包含異戊二烯二聚物，或包含 1 至 13 個異戊二烯基單元 ($-\text{CH}_2\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2-$) 的寡聚物。

【0123】第 8 項：如第 2 至 7 項中任一項的電光裝置，其中該有機電活性化合物的還原形式之分子結構係由式 X 表示，其中 R_1 、 R_2 及 R_3 可為氫、烷基、烯基或烷氧基；及 n 係 2 至 20 之整數。

【0124】第 9 項：如第 8 項之電光裝置，其中 R_1 及 R_2 係甲氧基，及 R_3 係甲基。

【0125】第 10 項：如第 9 項之電光裝置，其中該有機電活性化合物的還原形式係泛醇-10。

【0126】第 11 項：如第 8 項之電光裝置，其中 R_1 及 R_2 係甲基，及 R_3 係氫。

【0127】第 12 項：如第 11 項之電光裝置，其中該有機電活性化合物的還原形式係由式 XI 表示。

【0128】第 13 項：如第 1 項之電光裝置，其中該有機電活性化合物的氧化形式之分子結構係由式 XII 表示，其中 R_{40} 、 R_{41} 、 R_{42} 、 R_{43} 及 R_{44} 可為氫、烷基、烯基或烷氧基；及 m 係 2 至 20 之整數。

【0129】第 14 項：如第 1 項之電光裝置，其中該有機電活性化合物的氧化形式之分子結構係由式 XIII 或式 XIV 表示，其中 R_{45} 、 R_{46} 、 R_{47} 、 R_{48} 、 R_{49} 、 R_{50} 、 R_{51} 及 R_{52} 可為氫、烷基、烯基或烷氧基； p 係 2 至 20 之整數，及 q 係 2 至 20 之整數。

【0130】第 15 項：如第 14 項之電光裝置，其中該有機電活性化合物的氧化形式之分子結構係由式 XIV 表示， R_{48} 、 R_{49} 、 R_{50} 、 R_{51} 係氫及 R_{52} 係甲基。

【0131】第 16 項：如第 15 項之電光裝置，其中 q 係選自於由 3、4、7 及 9 所組成之群組。

【0132】第 17 項：如第 1 至 16 項中任一項的電光裝置，其中該有機電活性化合物的氧化形式具有一相對於標準氫電極不大於 1.0 伏特的還原電位。

【0133】第 18 項：一種操作電光裝置的方法，該操作方法包含：(a)提供如第 1 項之電光裝置；及(b)使用 DC 不平衡波形來驅動該電光裝置。

【0134】第 19 項：如第 18 項之操作電光裝置的方法，其中該電光裝置的殘餘電壓係低於對照電光裝置的殘餘電壓，該對照電光裝置包括一不含有機電活性化合物的對照電泳介質。

【0135】第 20 項：一種電光裝置，其包括：一包含一光透射電極的第一電極層；一包含複數個像素電極的第二電極層；一配置在該第一電極層與該第二電極層間的微胞層，該微胞層包含複數個微胞，該複數個微胞的每個微胞包含一電泳介質，該電泳介質係與該第一電極

層的光透射電極及該第二電極層的複數個像素電極之至少一個接觸，該電泳介質包括：(a)帶電顏料粒子；(b)非極性液體；(c)電荷控制試劑；及(d)有機電活性化合物，其中

該有機電活性化合物係以氧化形式或還原形式之至少一種存在於該電泳介質中；

該有機電活性化合物的氧化形式係可在該第一及第二電極層之一的表面處電化學還原；

該有機電活性化合物的還原形式係可在該第一及第二電極層之一的表面處電化學氧化；及

該有機電活性化合物的氧化形式及還原形式係(i)可溶在該電泳介質的非極性液體中，或(ii)存在於該電泳介質的非極性液體中之逆微胞結構的部分。

【符號說明】

【0136】

100:電光顯示器，微膠囊電光顯示器

102,202:前基材

104:光透射導電層，光透射共同電極，電極層，電極

106:聚合物層，層

108,208:電光材料層

110:黏著層，層

112:像素電極，背板電極，電極

114:後基材

116:前平面

118,218:背板

- 200:電光顯示器，微胞電光顯示器
- 204:光透射導電層，第一電極層
- 209:密封層
- 212,319:像素電極
- 220,320:電泳介質
- 225,P+,P-:帶電顏料粒子
- 230:觀看邊
- 230A-D:微胞
- 231:底層
- 232:微胞壁
- 300:電光裝置
- 318:第二電極層
- A:正電荷物種，物種，有機電活性化合物
- B:負電荷物種，物種，有機電活性化合物
- C,E:正電荷物種，物種
- D,F:負電荷物種，物種
- G,J:中性物種
- G-:陰離子
- J+:陽離子
- M+,M-:帶電荷的逆微胞結構

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種電光裝置，其包含：

一包含一光透射電極的第一電極層；

一包含複數個像素電極的第二電極層；

一配置在該第一電極層與該第二電極層間的微胞層，該微胞層包含複數個微胞，該複數個微胞的每個微胞包含一電泳介質，該電泳介質係與該第一電極層的光透射電極及該第二電極層的複數個像素電極之至少一個接觸，該電泳介質包括：

(a)帶電顏料粒子，

(b)非極性液體；

(c)電荷控制試劑；及

(d)有機電活性化合物；

其中

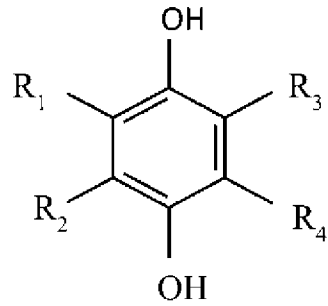
該有機電活性化合物係以氧化形式及還原形式存在於該電泳介質中；

該有機電活性化合物的氧化形式係可在該第一及第二電極層之一的表面處電化學還原；

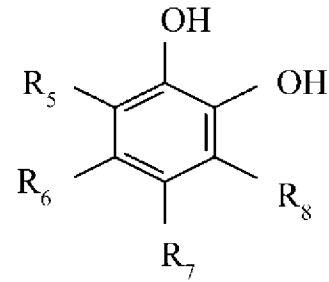
該有機電活性化合物的還原形式係可在該第一及第二電極層之一的表面處電化學氧化；及

該有機電活性化合物的氧化形式及還原形式係(i)可溶在該電泳介質的非極性液體中，或(ii)存在於該電泳介質的非極性液體中之逆微胞結構的部分。

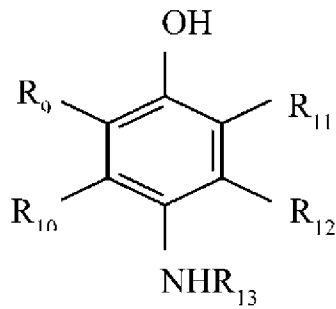
【請求項 2】如請求項 1 之電光裝置，其中該有機電活性化合物的還原形式之分子結構係由式 I 至 IX 表示：



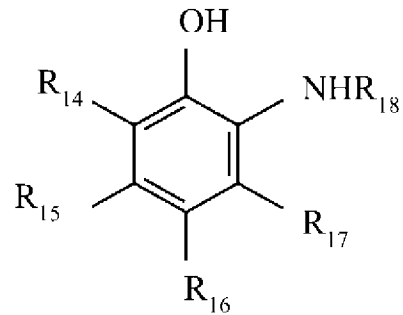
式 I



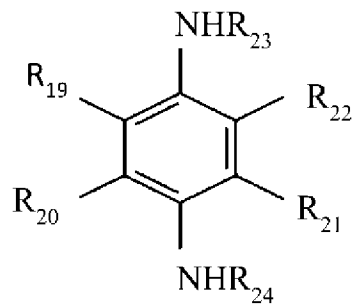
式 II



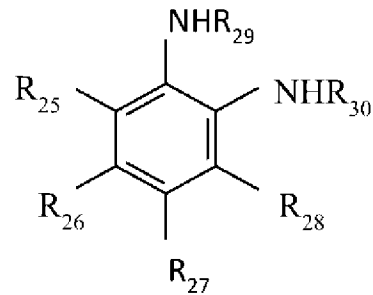
式 III



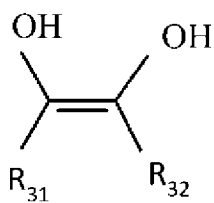
式 IV



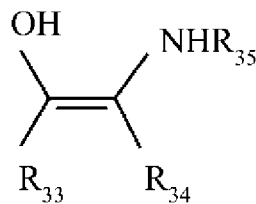
式 V



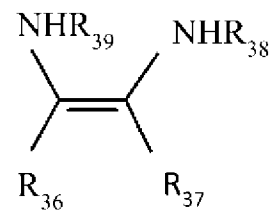
式 VI



式 VII



式 VIII



式 IX

其中

R_1 至 R_{39} 可為氫、經取代或未經取代的烷基、烯基或芳基；及取代基 R_1 及 R_2 、及/或 R_3 及 R_4 、及/或 R_5 及 R_6 、及/或 R_6 及 R_7 、及/或 R_7 及 R_8 、 R_9 及 R_{10} 、及/或 R_{11} 及 R_{12} 、及/或 R_{14} 及 R_{15} 、及/或 R_{15} 及 R_{16} 、及/或 R_{16} 及 R_{17} 、及/或 R_{19} 及 R_{20} 、及/或 R_{21} 及 R_{22} 、及/或 R_{25} 及 R_{26} 、及/或 R_{26} 及 R_{27} 、及/或 R_{27} 及 R_{28} 可一起取用形成一環；及 R_{31} 及 R_{32} 之至少一個係芳基、 R_{33} 及 R_{34} 之至少一個係芳基、及 R_{36} 及 R_{37} 之至少一個係芳基。

【請求項 3】 如請求項 2 之電光裝置，其中式 I 的 R_1 至 R_4 之至少一個、式 II 的 R_5 至 R_8 之至少一個、式 III 的 R_9 至 R_{13} 之至少一個、式 IV 的 R_{14} 至 R_{18} 之至少一個、式 V 的 R_{19} 至 R_{24} 之至少一個、式 VI 的 R_{25} 至 R_{30} 之至少一個、式 VII 的 R_{31} 及 R_{32} 之至少一個、式 VIII 的 R_{33} 至 R_{35} 之至少一個、及式 IX 的 R_{36} 至 R_{39} 之至少一個係具有至少 10 個碳原子的烷基或烯基。

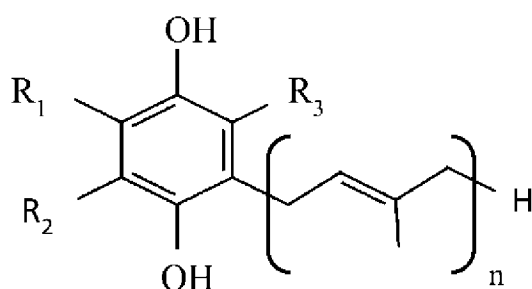
【請求項 4】 如請求項 2 之電光裝置，其中式 III 的 R_9 至 R_{12} 之至少一個、式 IV 的 R_{14} 至 R_{17} 之至少一個、式 V 的 R_{19} 至 R_{22} 之至少一個、式 VI 的 R_{25} 至 R_{28} 之至少一個、式 VIII 的 R_{33} 及 R_{34} 之至少一個、及式 IX 的 R_{36} 至 R_{37} 之至少一個係具有至少 10 個碳原子的烷基或烯基。

【請求項 5】如請求項 3 之電光裝置，其中該烷基或烯基具有 10 個碳原子至 100 個碳原子。

【請求項 6】如請求項 5 之電光裝置，其中該烷基或烯基包含異戊二烯二聚物，或包含 1 至 20 個異戊二烯基單元 (-CH₂CH=C(CH₃)CH₂-)的寡聚物。

【請求項 7】如請求項 5 之電光裝置，其中該烷基或烯基包含異戊二烯二聚物，或包含 1 至 13 個異戊二烯基單元 (-CH₂CH=C(CH₃)CH₂-)的寡聚物。

【請求項 8】如請求項 6 之電光裝置，其中該有機電活性化合物的還原形式之分子結構係由式 X 表示：



式 X

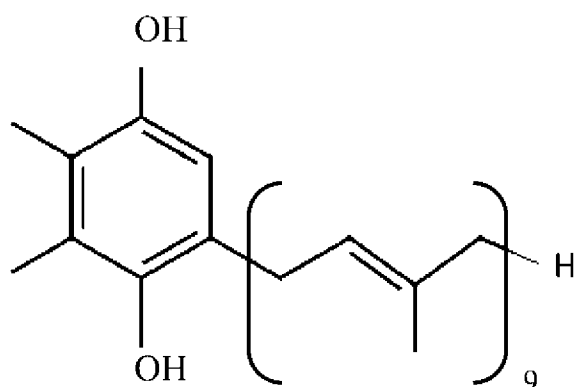
其中 R₁、R₂ 及 R₃ 可為氫、烷基、烯基或烷氧基；及 n 係 2 至 20 之整數。

【請求項 9】如請求項 8 之電光裝置，其中 R₁ 及 R₂ 係甲氧基，及 R₃ 係甲基。

【請求項 10】如請求項 9 之電光裝置，其中該有機電活性化合物的還原形式係泛醇-10。

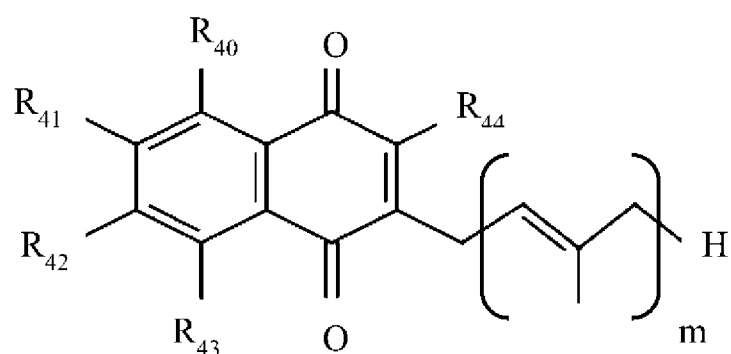
【請求項 11】如請求項 8 之電光裝置，其中 R₁ 及 R₂ 係甲基，及 R₃ 係氫。

【請求項 12】如請求項 11 之電光裝置，其中該有機電活性化合物的還原形式係由式 XI 表示：



式 XI

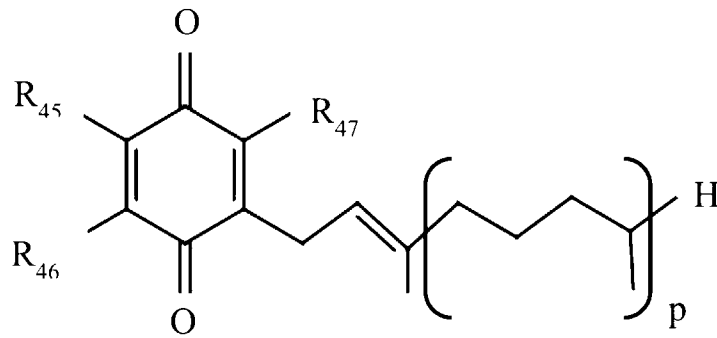
【請求項 13】如請求項 1 之電光裝置，其中該有機電活性化合物的氧化形式之分子結構係由式 XII 表示：



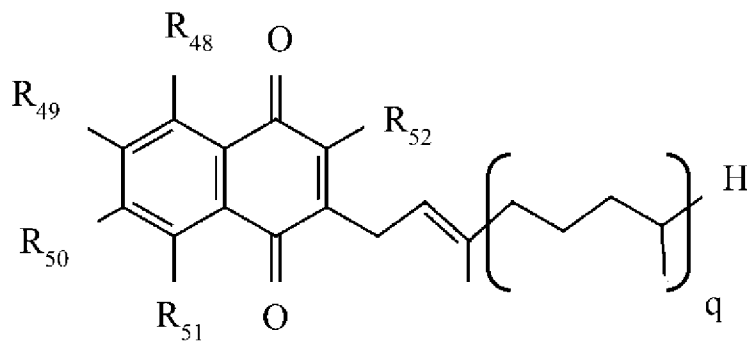
式 XII

其中 R_{40} 、 R_{41} 、 R_{42} 、 R_{43} 及 R_{44} 可為氫、烷基、烯基或烷氧基；及 m 係 2 至 20 之整數。

【請求項 14】如請求項 1 之電光裝置，其中該有機電活性化合物的氧化形式之分子結構係由式 XIII 或式 XIV 表示：



式 XIII



式 XIV

其中 R₄₅、R₄₆、R₄₇、R₄₈、R₄₉、R₅₀、R₅₁ 及 R₅₂ 可為氫、烷基、烯基或烷氧基；p 係 2 至 20 之整數，及 q 係 2 至 20 之整數。

【請求項 15】如請求項 14 之電光裝置，其中該有機電活性化合物的氧化形式之分子結構係由式 XIV 表示，R₄₈、R₄₉、R₅₀、R₅₁ 係氫；及 R₅₂ 係甲基。

【請求項 16】如請求項 15 之電光裝置，其中 q 係選自於由 3、4、7 及 9 所組成之群組。

【請求項 17】如請求項 1 之電光裝置，其中該有機電活性化合物的氧化形式具有一相對於標準氫電極不大於 1.0 伏特之還原電位。

【請求項 18】一種操作電光裝置的方法，該操作方法包含：

提供如請求項 1 之電光裝置；

使用 DC 不平衡波形來驅動該電光裝置。

【請求項 19】如請求項 18 之操作該電光裝置的方法，其中該電光裝置的殘餘電壓係低於該對照電光裝置的殘餘電壓，該對照電光裝置包括一不包含有機電活性化合物的對照電泳介質。

【請求項 20】一種電光裝置，其包含：

一包含一光透射電極的第一電極層；

一包含複數個像素電極的第二電極層；

一配置在該第一電極層與該第二電極層間的微胞層，該微胞層包含複數個微胞，該複數個微胞的每個微胞包含一電泳介質，該電泳介質係與該第一電極層的光透射電極及該第二電極層的複數個像素電極之至少一個接觸，該電泳介質包括：

(a)帶電顏料粒子，

(b)非極性液體；

(c)電荷控制試劑；及

(d)有機電活性化合物，

其中

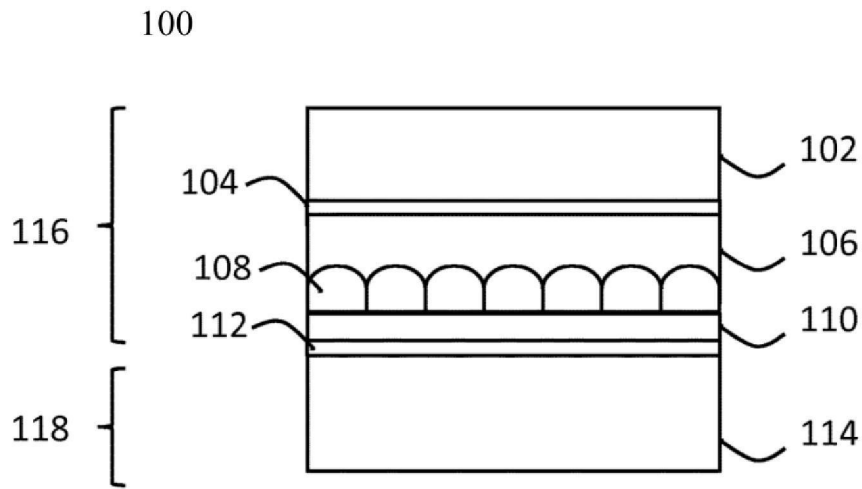
該有機電活性化合物係以氧化形式或還原形式之至少一種存在於該電泳介質中；

該有機電活性化合物的氧化形式係可在該第一及第二電極層之一的表面處電化學還原；

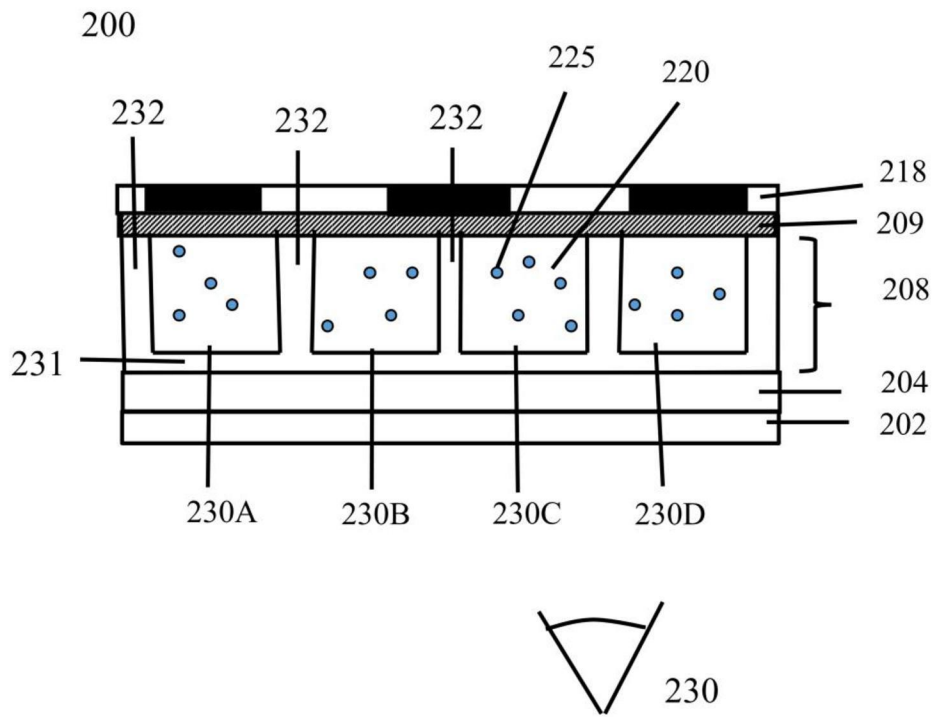
該有機電活性化合物的還原形式係可在該第一及第二電極層之一的表面處電化學氧化；及

該有機電活性化合物的氧化形式及還原形式係 (i) 可溶在該電泳介質的非極性液體中，或 (ii) 存在於該電泳介質的非極性液體中之逆微胞結構的部分。

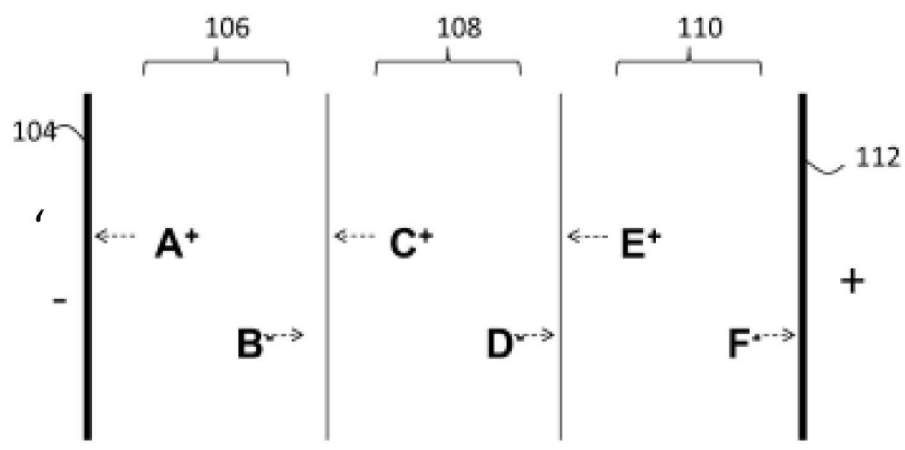
【發明圖式】



先前技術
【圖 1】

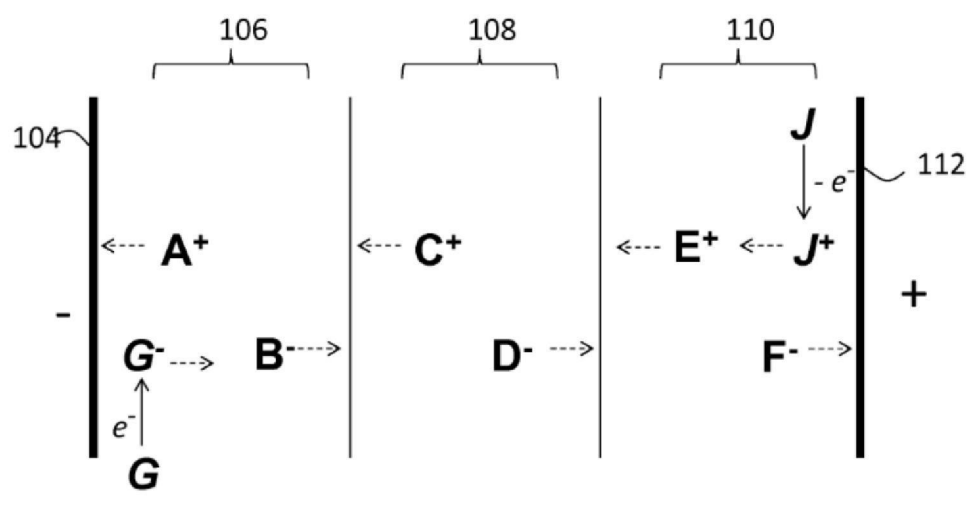


先前技術
【圖 2】



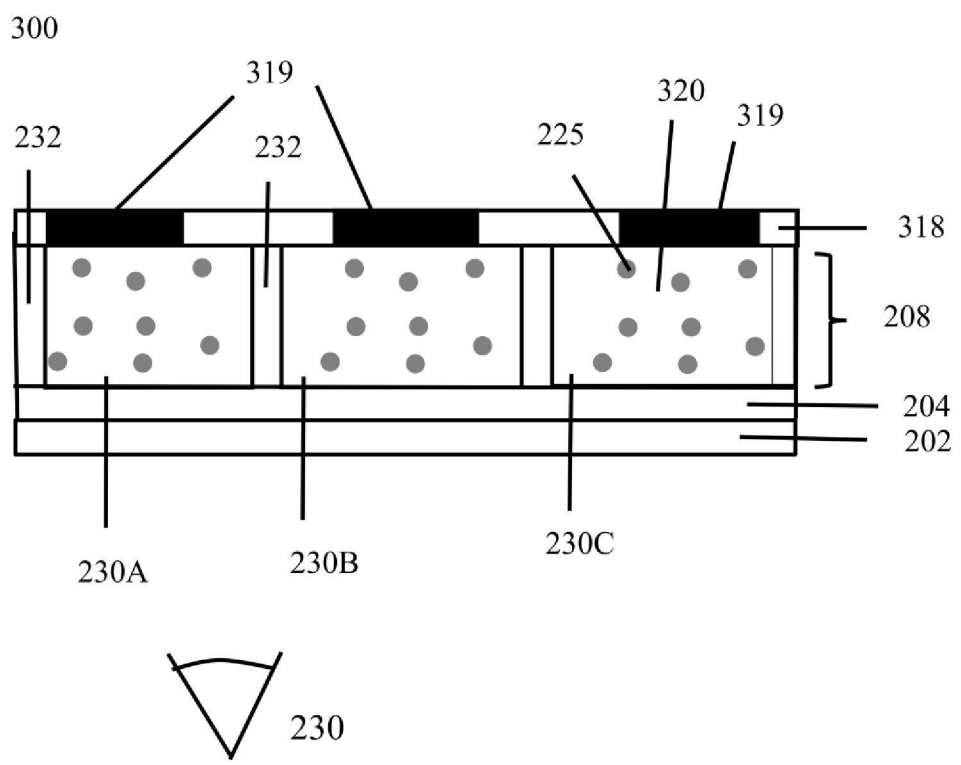
先前技術

【圖 3A】

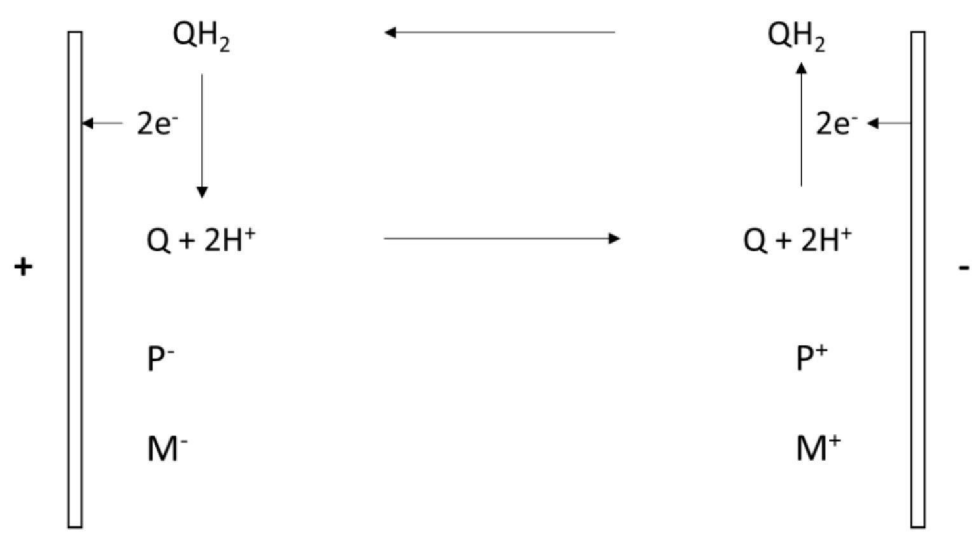


先前技術

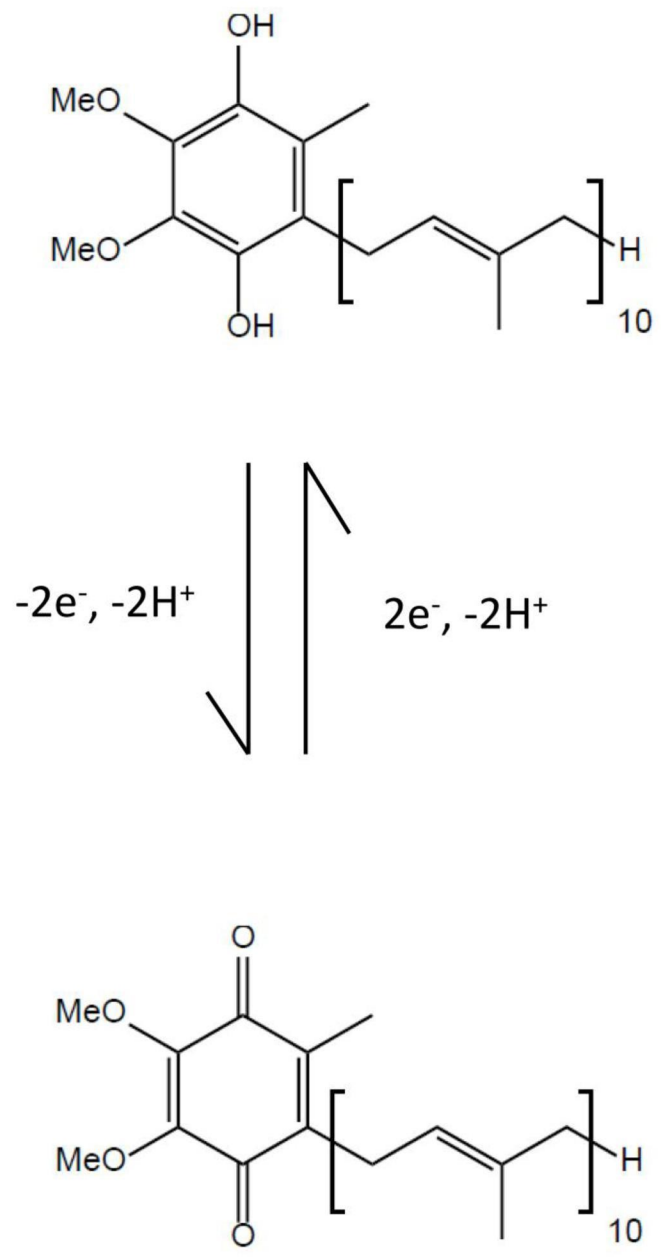
【圖 3B】



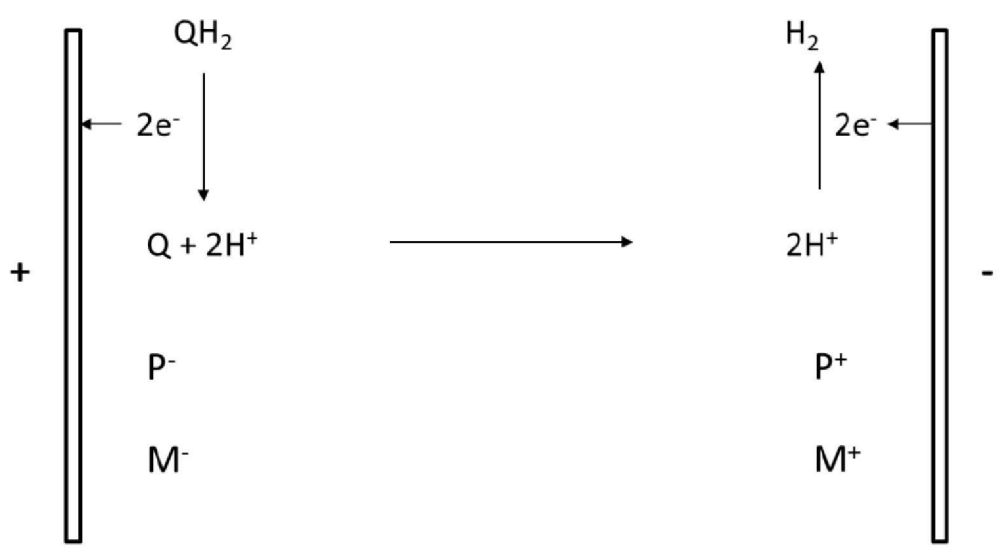
【圖 4】



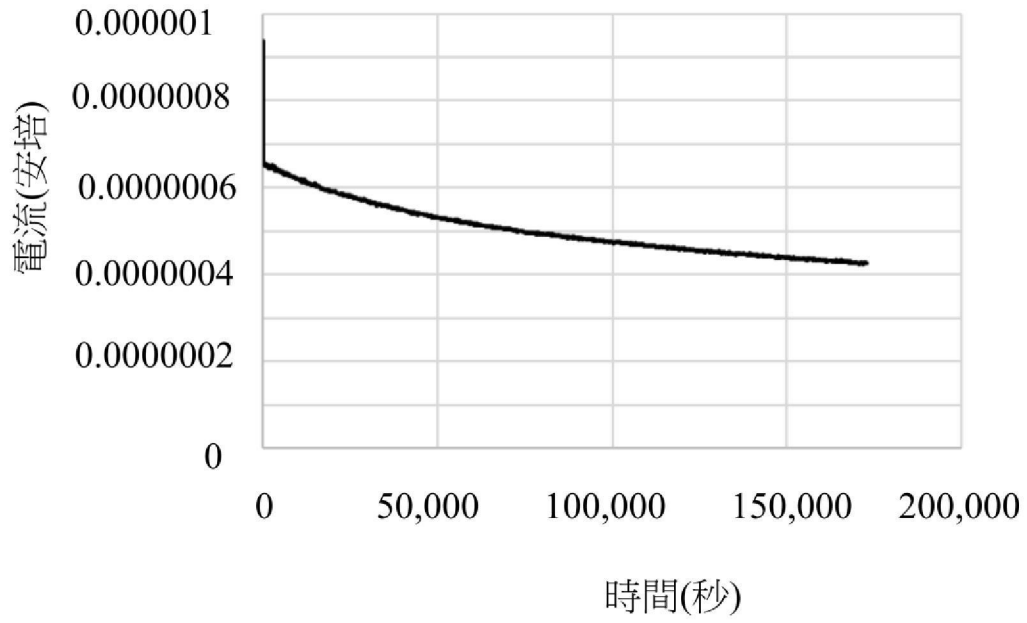
【圖 5】



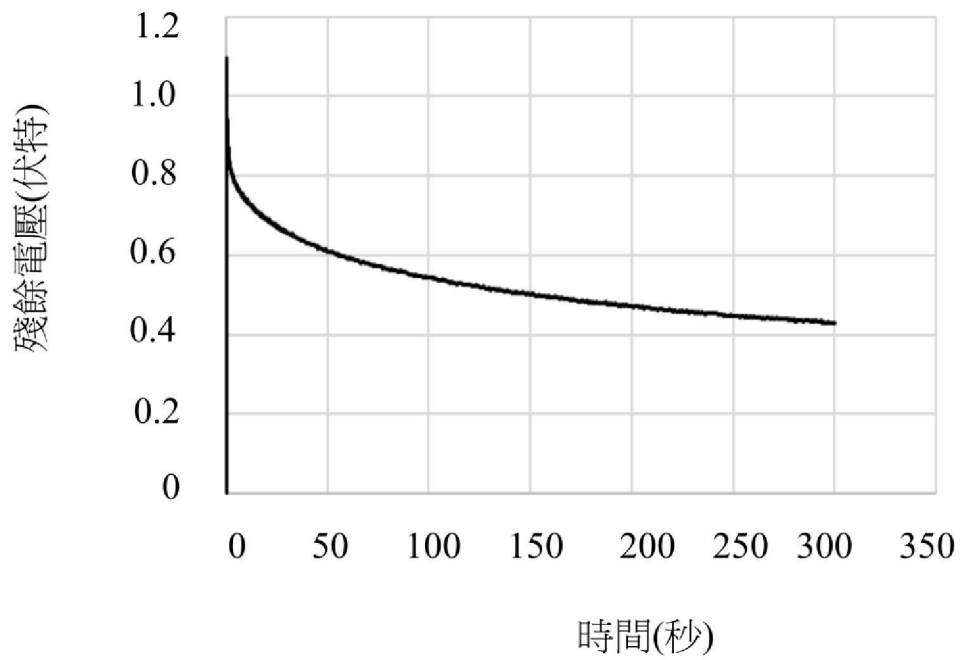
【圖 6】



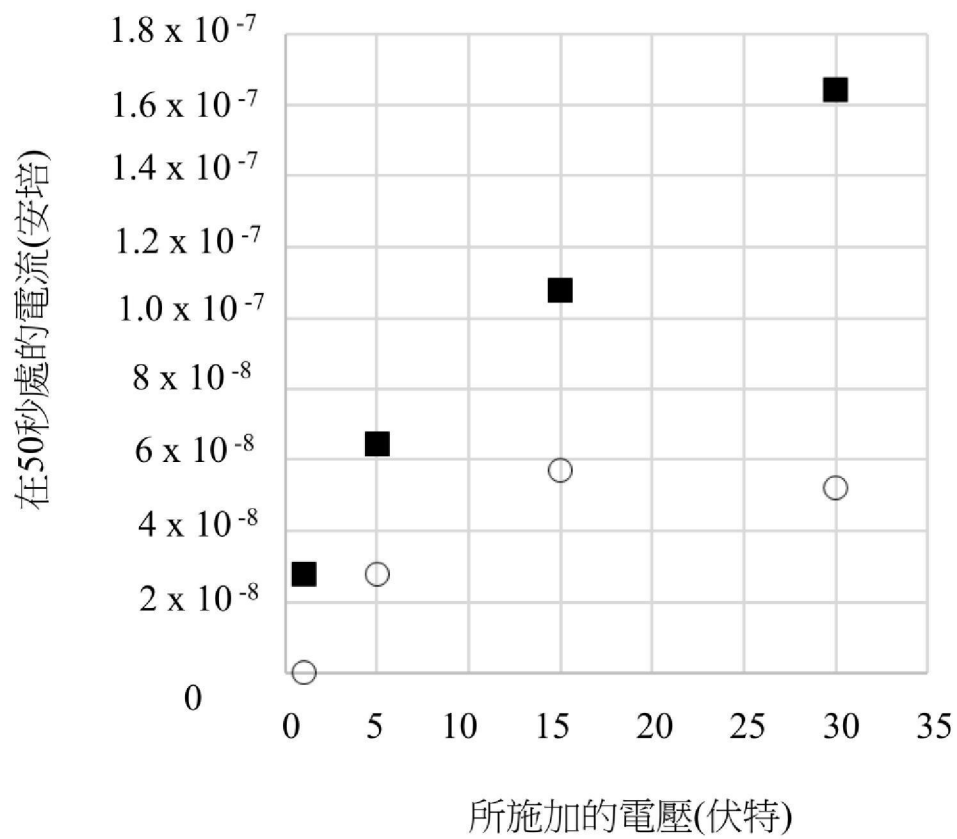
【圖 7】



【圖 8】

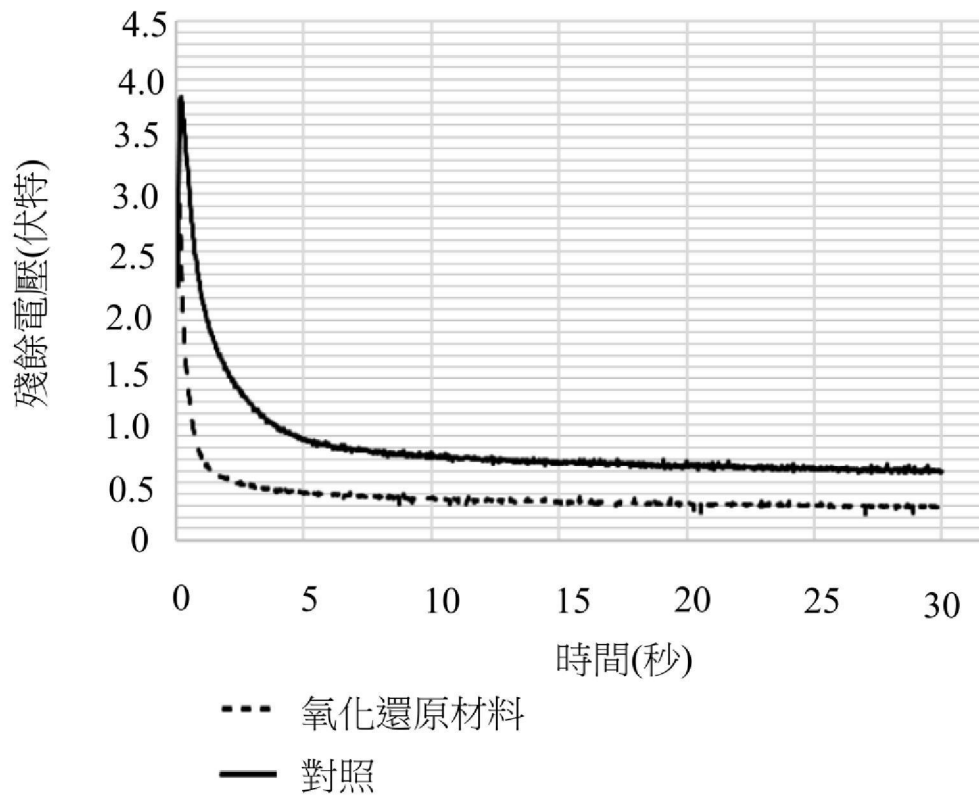


【圖 9】

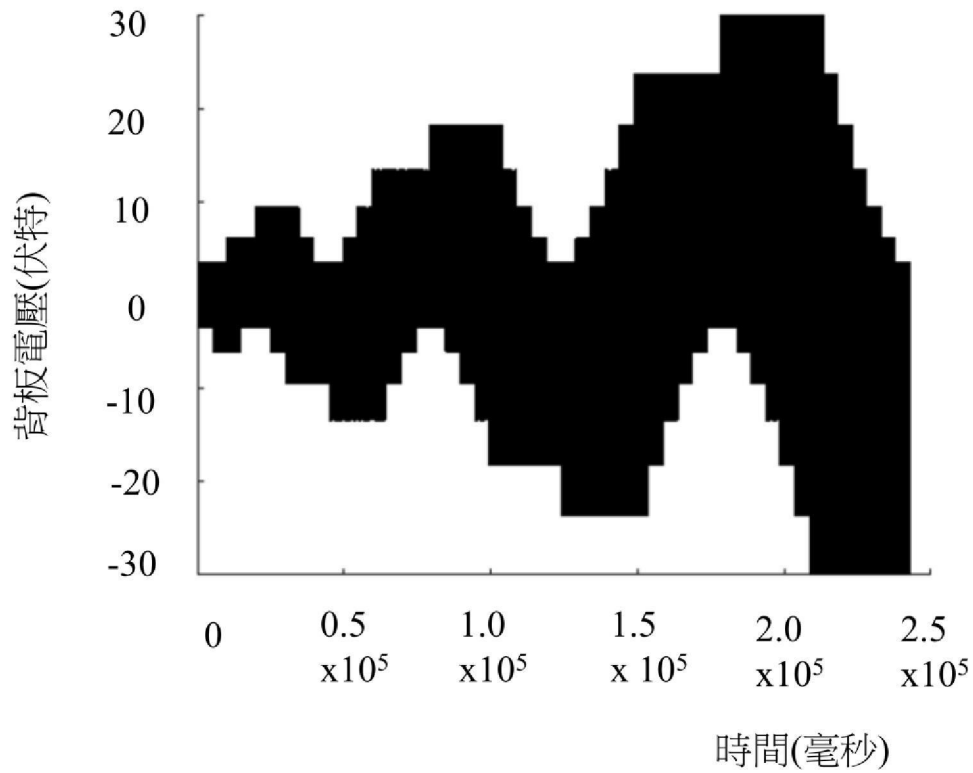


- 無氧化還原材料
- 1%泛醇，1%泛醌

【圖 10】

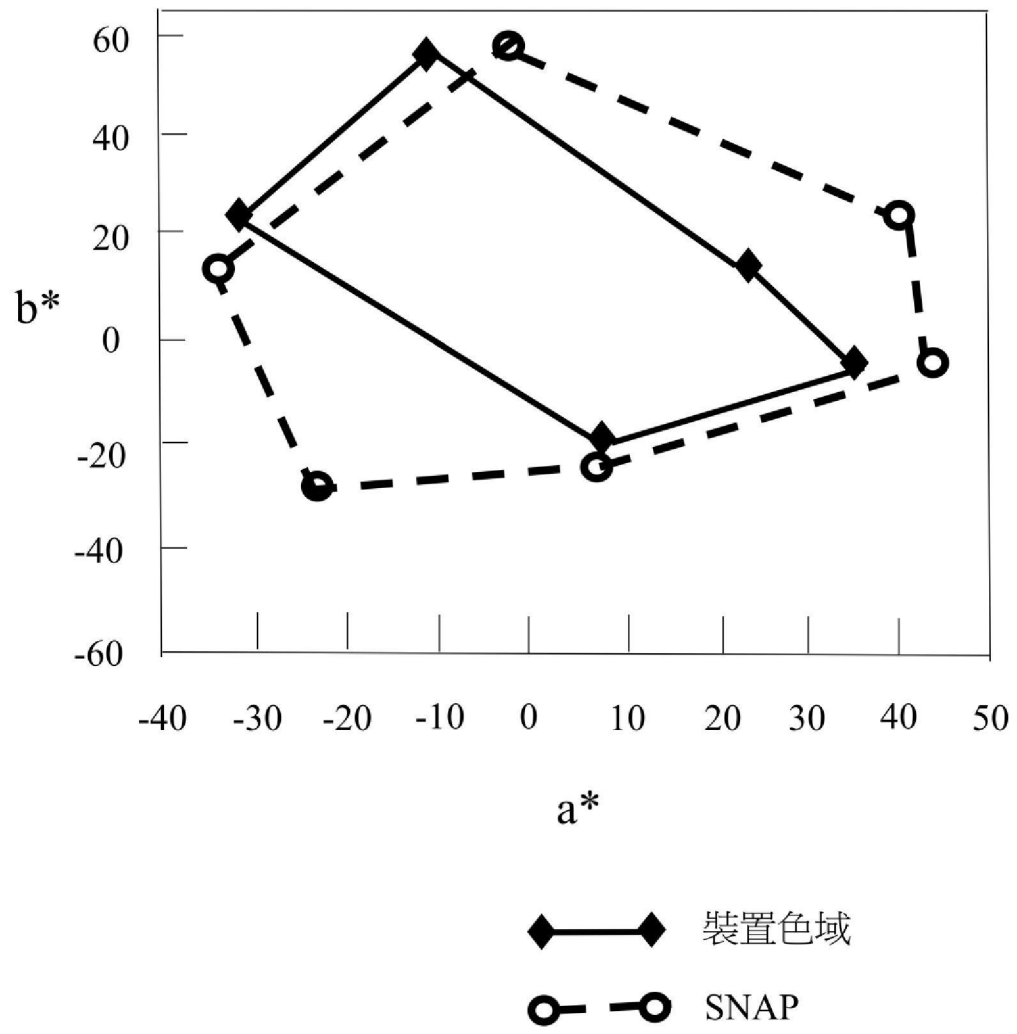


【圖 11】



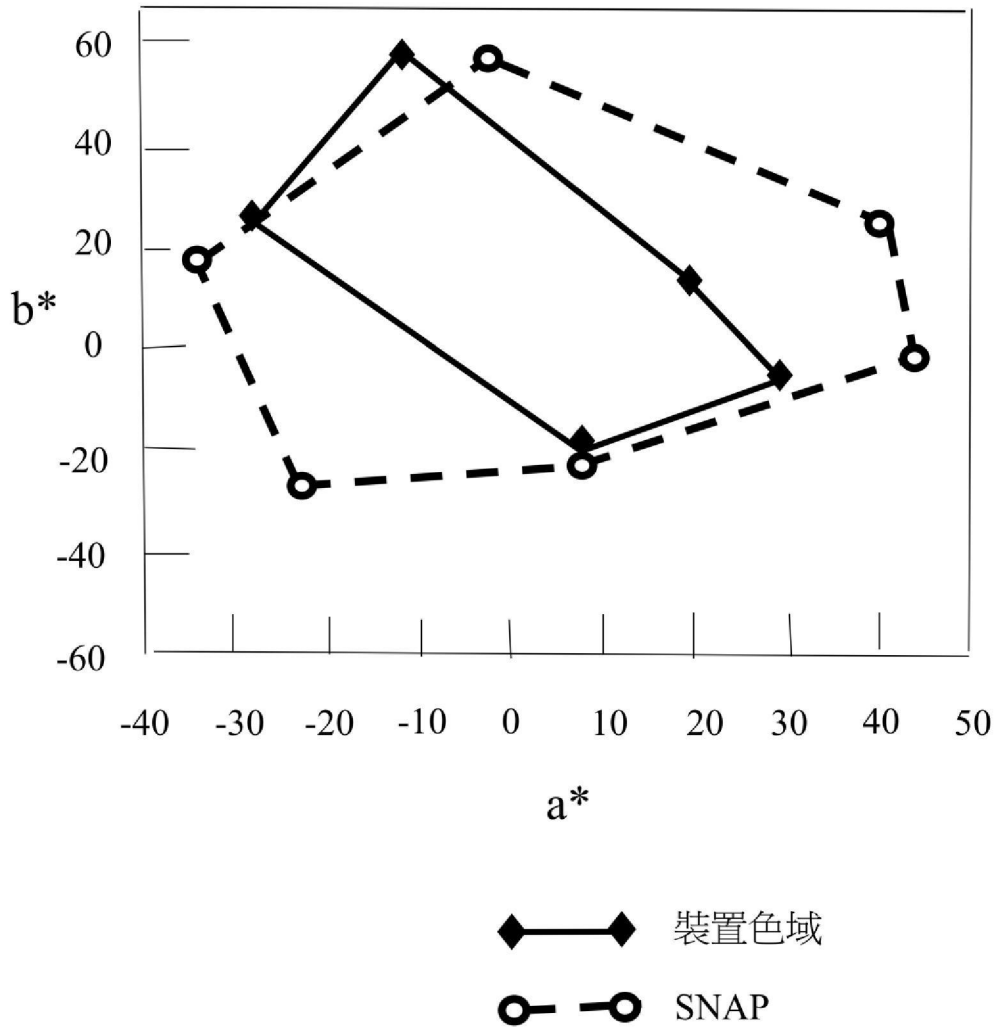
【圖 12】

對照裝置的色域



【圖 13】

包含電泳介質與有機電活性材料之裝置的色域



【圖 14】