



(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 I835384 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 03 月 11 日

(21)申請案號：111141804

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 11 月 02 日

(51)Int. Cl. : G09G3/34 (2006.01)

G02F1/167 (2019.01)

(30)優先權：2021/11/04 美國

63/275,515

(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：辛 德平 SIM, TECK PING (MY) ; 何志祥 HO, CHIH-HSIANG (TW) ; 艾孟森

卡爾瑞蒙 AMUNDSON, KARL RAYMOND (US)

(74)代理人：王彥評

(56)參考文獻：

TW 201409436A

TW 202103919A

US 2014/0009817A1

US 2016/0225321A1

US 2018/0350309A1

US 2019/0108795A1

審查人員：楊喻仁

申請專利範圍項數：24 項 圖式數：6 共 45 頁

(54)名稱

電光顯示器以及用於驅動電光顯示器的方法

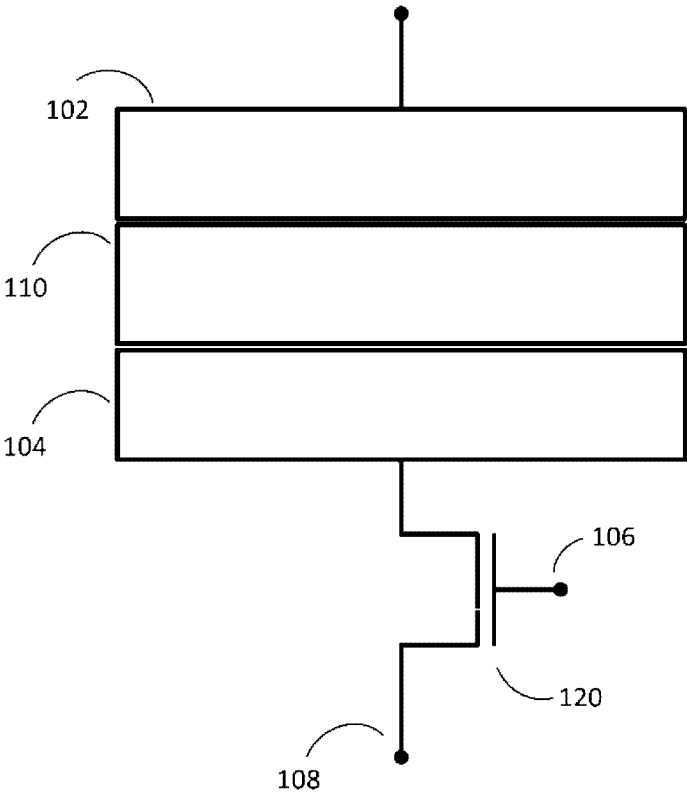
(57)摘要

本發明提供用於驅動電光顯示器的方法及相關設備，電光顯示器具有電泳顯示介質，電泳顯示介質係電耦接在共用電極及顯示像素之間，顯示像素係與顯示像素電極及 n 型電晶體相關聯，n 型電晶體係電耦接到顯示控制器電路，顯示控制器電路能藉由經由 n 型電晶體將電壓施加到共用電極及顯示像素電極，將包含訊框的波形施加到該顯示像素。方法包括：將一個以上的波形施加到顯示像素，以將鄰近顯示像素的電泳顯示介質驅動到第一光學狀態，及利用 n 型電晶體的漏洩導電效應從電泳顯示介質釋放殘餘電壓。方法也可以包括：將顯示像素保持在第一光學狀態持續一保持期間，保持期間包含一個以上的訊框；及使顯示像素置處於浮動狀態。

The invention provides methods and related apparatuses for driving an electro-optic display having an electrophoretic display medium electrically coupled between a common electrode and a display pixel associated with a display pixel electrode and an n-type transistor electrically coupled to a display controller circuit capable of applying waveforms comprising frames to the display pixel by applying voltages to the common electrode and the display pixel electrode via the n-type transistor. The method includes applying one or more waveforms to the display pixel to drive the electrophoretic display medium in proximity to the display pixel to a first optical state, and discharging a remnant voltage from the electrophoretic display medium utilizing a leakage conduction effect of the n-type transistor. The method can also include maintaining the display pixel in the first optical state for a hold period comprising one or more frames, and placing the display pixel in a floating state.

指定代表圖：

100



- 符號簡單說明：
- 100:像素
 - 102:前電極
 - 104:後電極
 - 106:閘極
 - 108:定址電極
 - 110:成像膜
 - 120:非線性電路元件

【圖 1】

【發明摘要】

【中文發明名稱】

電光顯示器以及用於驅動電光顯示器的方法

【英文發明名稱】

ELECTRO-OPTIC DISPLAYS AND METHODS FOR DRIVING
ELECTRO-OPTIC DISPLAYS

【中文】

本發明提供用於驅動電光顯示器的方法及相關設備，電光顯示器具有電泳顯示介質，電泳顯示介質係電耦接在共用電極及顯示像素之間，顯示像素係與顯示像素電極及 n 型電晶體相關聯，n 型電晶體係電耦接到顯示控制器電路，顯示控制器電路能藉由經由 n 型電晶體將電壓施加到共用電極及顯示像素電極，將包含訊框的波形施加到該顯示像素。方法包括：將一個以上的波形施加到顯示像素，以將鄰近顯示像素的電泳顯示介質驅動到第一光學狀態，及利用 n 型電晶體的漏洩導電效應從電泳顯示介質釋放殘餘電壓。方法也可以包括：將顯示像素保持在第一光學狀態持續一保持期間，保持期間包含一個以上的訊框；及使顯示像素置處於浮動狀態。

【 英文 】

The invention provides methods and related apparatuses for driving an electro-optic display having an electrophoretic display medium electrically coupled between a common electrode and a display pixel associated with a display pixel electrode and an n-type transistor electrically coupled to a display controller circuit capable of applying waveforms comprising frames to the display pixel by applying voltages to the common electrode and the display pixel electrode via the n-type transistor. The method includes applying one or more waveforms to the display pixel to drive the electrophoretic display medium in proximity to the display pixel to a first optical state, and discharging a remnant voltage from the electrophoretic display medium utilizing a leakage conduction effect of the n-type transistor. The method can also include maintaining the display pixel in the first optical state for a hold period comprising one or more frames, and placing the display pixel in a floating state.

【 指定代表圖 】

圖 1

【 代表圖之符號簡單說明 】

100:像素

102:前電極

104:後電極

106:閘極

108:定址電極

110:成像膜

120:非線性電路元件

【特徵化學式】

無。

【發明說明書】

【中文發明名稱】

電光顯示器以及用於驅動電光顯示器的方法

【英文發明名稱】

ELECTRO-OPTIC DISPLAYS AND METHODS FOR DRIVING
ELECTRO-OPTIC DISPLAYS

【技術領域】

[相關申請案之參考]

本申請案係主張 2021 年 11 月 4 日提交的美國臨時專利申請案第 63/275,515 號之優先權，其全部內容係併入此處。

另外，此處引用的任何專利、已公開申請案、或其他已公開作品的全部內容藉由引用整體地併入此處。

【0001】本發明係有關反射式電光顯示器及用於此種顯示器的材料。更具體地，本發明係有關具有減低的殘餘電壓的顯示器及用於減低電光顯示器中的殘餘電壓的驅動方法。

【先前技術】

【0002】藉由直流(DC)不平衡波形驅動的電光顯示器可能產生殘餘電壓，此殘餘電壓可藉由量測顯示像素的開路電化學勢來判定。已經發現的是，無論是在原因還是結果上，殘餘電壓係為電泳及其他脈衝驅動電光顯示器中更普遍的現象。也已經發現的是，DC 不平衡可能導致某些電泳顯示器的長期使用年限退化。

【0003】「殘餘電壓」一詞有時也使用作為指稱整體現象的方便用詞。然而，脈衝驅動電光顯示器的切換行

為的基礎係為在電光介質上施加電壓脈衝(電壓相對於時間的積分)。在施加驅動脈衝之後殘餘電壓可能立即地達到峰值，且此後可能實質呈指數地衰減。殘餘電壓持續很長一段時間會將「殘餘脈衝」施加到電光介質，且嚴格來說，此殘餘脈衝而不是殘餘電壓，可能是對電光顯示器的光學狀態產生效應的原因，其通常被認為是由殘餘電壓引起的。

【0004】理論上，殘餘電壓的效應應該直接對應於殘餘脈衝。然而，實際上，脈衝切換模型在低電壓下可能會失去準確度。一些電光介質具有臨界值，使得大約 1V 的殘餘電壓可能不會在驅動脈衝結束之後引起介質的光學狀態的顯著變化。然而，其他電光介質，包括此處所述實驗中使用的較佳電泳介質，大約 0.5V 的殘餘電壓可能引起光學狀態的顯著變化。因此，兩個等效的殘餘脈衝在實際結果上可能會有所不同，且其可能有助於增加電光介質的臨界值，以減低殘餘電壓的效應。E Ink 公司已經生產具有「小臨界值」的電泳介質，足以防止在某些情況下經歷的殘餘電壓在驅動脈衝結束之後立即地改變顯示影像。如果臨界值不足或如果殘餘電壓太高，則顯示器可能會出現回踢/自我抹除或自我增強現象。此處使用「光學回踢」一詞來敘述像素的光學狀態的變化，此變化至少部分地響應於釋放像素的殘餘電壓而發生。

【0005】即使當殘餘電壓低於一個小臨界值，如果它們在下次影像更新發生時仍然存在，它們也可能對影像

切換產生嚴重效應。例如，假設在電泳顯示器的影像更新期間，施加 $\pm 15\text{V}$ 驅動電壓來移動電泳粒子。如果 $+1\text{V}$ 殘餘電壓從先前更新持續存在，驅動電壓將有效地從 $+15\text{V}/-15\text{V}$ 位移到 $+16\text{V}/-14\text{V}$ 。因此，像素將偏向暗或白色狀態，依據它是否具有正殘餘電壓或負殘餘電壓而定。此外，由於殘餘電壓的衰減率，此效應會隨著時間經過而變化。在前個影像更新後立即地使用 15V 、 300ms 驅動脈衝將像素中的電光材料切換為白色，可能實際上經歷接近 16V 的波形持續 300ms ，而在 1 分鐘後使用完全相同的驅動脈衝 (15V 、 300ms) 將像素中的材料切換為白色可能實際上經歷接近 15.2V 的波形持續 300ms 。因此，像素可能顯示明顯不同的白色陰影。

【0006】如果已經由先前影像(比如白色背景上的黑線)跨過多個像素建立殘餘電壓場，則殘餘電壓也可以以相似的模式配置在顯示器上。那麼實際上，殘餘電壓對顯示性能最顯著的效應可能是重影。此問題係為先前提到的問題之外的問題，先前問題亦即 DC 不平衡(例如 $16\text{V}/14\text{V}$ 而不是 $15\text{V}/15\text{V}$)，可能是電光介質的使用年限緩慢退化的原因。

【0007】如果殘餘電壓緩慢地衰減且幾乎固定，則其對波形位移的效應不會因影像更新而變化，且可能實際上比衰減迅速的殘餘電壓產生更少的重影。因此，10 分鐘後更新一個像素且在 11 分鐘後更新另一個像素所經歷的重影遠小於立即地更新一個像素且在 1 分鐘後更新另一個像素所經歷的重影。相反地，衰減如此快以至於

在下次更新發生之前接近 0 的殘餘電壓可能實際上不會導致可偵測的重影。

【0008】有多個潛在的殘餘電壓源。人們認為(儘管一些實施例絕不受此信念的限制)，殘餘電壓的一個重要原因係為形成顯示器的各種層的材料內的離子偏極化。

【0009】總而言之，殘餘電壓作為一種現象可以本身以多種方式呈現為影像重影或視覺偽影，其嚴重程度會隨著影像更新之間經過的時間而變化。殘餘電壓可能產生 DC 不平衡且減低最終的顯示器使用年限。因此，殘餘電壓的效應可能對電泳或其他電光裝置的品質有害，且將殘餘電壓本身最小化及將裝置的光學狀態對殘餘電壓影響的敏感性最小化是所欲的。

【0010】因此，即使在殘餘電壓已經很低之情況下，釋放電光顯示器的殘餘電壓也可以改善顯示影像的品質。發明人已經認知到且理解到，用於釋放電光顯示器的殘餘電壓的習知技術可能無法完全地釋放殘餘電壓。也就是說，釋放殘餘電壓的習知技術可能導致電光顯示器至少保持低的殘餘電壓。因此，需要更佳地釋放來自電光顯示器的殘餘電壓的技術。

【發明內容】

【0011】本發明提供一種用於驅動電光顯示器的顯示像素的方法，該方法包括：將負偏壓施加到像素電晶體的閘極-源極，以誘發電晶體上的漏洩導電，藉此建立用於排出殘餘電壓的導電路徑。

【0012】在一個態樣中，本發明的特徵在於一種電光顯示器，其包括：一電泳顯示介質，係電耦接在一共用電極及與一顯示像素相關聯的一顯示像素電極之間。該電光顯示器也包括：一顯示控制器電路，係與該共用電極及與該顯示像素電極相關聯的一 n 型電晶體電連通。該顯示控制器電路能夠藉由將一個以上的時間相依電壓施加在該共用電極及該顯示像素電極之間，將波形施加到該顯示像素，其中該一個以上的時間相依電壓係經由該 n 型電晶體施加到該顯示像素電極。該顯示控制器電路係構造成：將一個以上的波形施加到該顯示像素，以將鄰近該顯示像素的該電泳顯示介質驅動到第一光學狀態，且將該顯示像素保持在該第一光學狀態持續一保持期間。該顯示控制器電路也構造成：使該顯示像素置處於一浮動狀態，且將實質 0 伏特施加到該共用電極及該顯示像素電極。該顯示控制器電路也構造成：將一低閘極電壓軌電壓施加到該 n 型電晶體的一閘極電極，其中該低閘極電壓軌電壓係為一負電壓，該負電壓的大小足夠在該 n 型電晶體內引起一漏洩導電路徑，以從該電泳顯示介質釋放一殘餘電壓，且該低閘極電壓軌電壓具有比該 n 型電晶體的一閘極關閉電壓更大的大小。

【0013】在一些實施例中，該電光顯示器包括一顯示像素主動矩陣，且該顯示像素係為該顯示像素主動矩陣的該等顯示像素中之一者。在一些實施例中，該一個以上的波形各自由一個以上的訊框組成。在一些實施例中，該保持期間係由一個以上的訊框組成。

【0014】在一些實施例中，該漏洩導電路徑係形成在該 n 型電晶體的一汲極電極及該 n 型電晶體的一源極電極之間。

【0015】在一些實施例中，使該第一顯示像素置處於一浮動狀態係包括：將一閘極關閉電壓施加到該 n 型電晶體的一閘極電極，其中該閘極關閉電壓係為一負電壓，該負電壓足夠防止形成經過該 n 型電晶體的一汲極電極及該 n 型電晶體的一源極電極的一導電路徑。在一些實施例中，使該第一顯示像素置處於一浮動狀態係包括：中斷該共用電極與一電壓源之間的電連接。

【0016】在一些實施例中，將該顯示像素保持在該第一光學狀態持續該保持期間係包括：將一實質相等的電壓施加到該共用電極及該顯示像素電極；及將一閘極開啟電壓施加到該 n 型電晶體的一閘極電極，其中該閘極開啟電壓係為一正電壓，該正電壓足夠建立經過該 n 型電晶體的一導電路徑。

【0017】在另一個態樣中，本發明的特徵在於一種用於驅動一電光顯示器的方法，該電光顯示器包括：一電泳顯示介質，該電泳顯示介質係電耦接在一共用電極及一顯示像素之間。該顯示像素係與一顯示像素電極及一 n 型電晶體相關聯，該 n 型電晶體係電耦接到一顯示控制器電路，該顯示控制器電路能夠藉由經由該 n 型電晶體將一個以上的時間相依電壓施加在該共用電極及該顯示像素電極之間，將波形施加到該顯示像素，其中該一個以上的時間相依電壓係施加到該顯示像素電極。該方

法依序包括以下步驟：(1)將一個以上的波形施加到該顯示像素，以將鄰近該顯示像素的該電泳顯示介質驅動到第一光學狀態，(2)將該顯示像素保持在該第一光學狀態持續一保持期間，(3)使該顯示像素置處於一浮動狀態，(4)將實質 0 伏特施加到該共用電極及該顯示像素電極，以及(5)將一低閘極電壓軌電壓施加到該 n 型電晶體的一閘極電極，其中該低閘極電壓軌電壓係為一負電壓，該負電壓的大小足夠在該 n 型電晶體內引起一漏洩導電路徑，以從該電泳顯示介質釋放一殘餘電壓，且其中該低閘極電壓軌電壓具有比該 n 型電晶體的一閘極關閉電壓更大的大小。

【0018】在一些實施例中，該方法包括一顯示像素主動矩陣，其中該顯示像素係為該顯示像素主動矩陣的該等顯示像素中之一者。在一些實施例中，該一個以上的波形各自包含一個以上的訊框。在一些實施例中，該保持期間包括一個以上的訊框。在一些實施例中，該漏洩導電路徑係形成在該 n 型電晶體的一汲極電極及該 n 型電晶體的一源極電極之間。

【0019】在一些實施例中，使該第一顯示像素置處於一浮動狀態係包括：將一閘極關閉電壓施加到該 n 型電晶體的一閘極電極，其中該閘極關閉電壓係為一負電壓，該負電壓足夠防止形成經過該 n 型電晶體的一汲極電極及該 n 型電晶體的一源極電極的一導電路徑。在一些實施例中，使該第一顯示像素置處於一浮動狀態係包括：中斷該共用電極與一電壓源之間的電連接。

【0020】在一些實施例中，將該顯示像素保持在該第一光學狀態持續該保持期間係包括：將一實質相等的電壓施加到該共用電極及該顯示像素電極；及將一閘極開啟電壓施加到該 n 型電晶體的一閘極電極，其中該閘極開啟電壓係為一正電壓，該正電壓足夠建立經過該 n 型電晶體的一導電路徑。

【0021】在另一個態樣中，本發明的特徵在於一種電光顯示器，其包括一電泳顯示介質，係電耦接在一共用電極及與一顯示像素相關聯的一顯示像素電極之間。該電光顯示器也包括：一顯示控制器電路，係與該共用電極及與該顯示像素電極相關聯的一 n 型電晶體電連通。該顯示控制器電路能夠藉由經由該 n 型電晶體將一個以上的時間相依電壓施加在該共用電極及該顯示像素電極之間，將波形施加到該顯示像素，其中該一個以上的時間相依電壓係施加到該顯示像素電極。該顯示控制器電路係構造成：將一個以上的波形施加到該顯示像素，以將鄰近該顯示像素的該電泳顯示介質驅動到第一光學狀態。該顯示控制器電路也構造成：將實質 0 伏特施加到該共用電極及該顯示像素電極，且將一低閘極電壓軌電壓施加到該 n 型電晶體的一閘極電極，其中該低閘極電壓軌電壓係為一負電壓，該負電壓的大小足夠在該 n 型電晶體內引起一漏洩導電路徑，以從該電泳顯示介質釋放一殘餘電壓，且其中該低閘極電壓軌電壓具有比該 n 型電晶體的一閘極關閉電壓更大的大小。

【0022】在一些實施例中，該電光顯示器包括一顯示像素主動矩陣，其中該顯示像素係為該顯示像素主動矩陣的該等顯示像素中之一者。在一些實施例中，該一個以上的波形各自包括一個以上的訊框。在一些實施例中，該保持期間包括一個以上的訊框。

【0023】在一些實施例中，該漏洩導電路徑係形成在該 n 型電晶體的一汲極電極及該 n 型電晶體的一源極電極之間。

【0024】在另一個態樣中，本發明的特徵在於一種用於一驅動電光顯示器的方法，該電光顯示器包括：一電泳顯示介質，該電泳顯示介質係電耦接在一共用電極及一顯示像素之間。該顯示像素係與一顯示像素電極及一 n 型電晶體相關聯，該 n 型電晶體係電耦接到一顯示控制器電路，該顯示控制器電路能夠藉由經由該 n 型電晶體將一個以上的時間相依電壓施加在該共用電極及該顯示像素電極之間，將波形施加到該顯示像素，其中該一個以上的時間相依電壓係施加到該顯示像素電極。該方法依序包括以下步驟：(1)將一個以上的波形施加到該顯示像素，以將該顯示像素附近的該電泳顯示介質驅動到第一光學狀態，(2)將實質 0 伏特施加到該共用電極及該顯示像素電極，以及(3)將一低閘極電壓軌電壓施加到該 n 型電晶體的一閘極電極，其中該低閘極電壓軌電壓係為一負電壓，該負電壓的大小足夠在該 n 型電晶體內引起一漏洩導電路徑，以從該電泳顯示介質釋放一殘餘電壓，且其中該低閘極電壓軌電壓具有比該 n 型電晶體的一閘極關閉電壓更大的大小。

【0025】在一些實施例中，該電光顯示器包括一顯示像素主動矩陣，其中該顯示像素係為該顯示像素主動矩陣的該等顯示像素中之一者。

【0026】在一些實施例中，該一個以上的波形各自包括一個以上的訊框。在一些實施例中，該保持期間係由一個以上的訊框組成。在一些實施例中，該漏洩導電路徑係形成在該 n 型電晶體的一汲極電極及該 n 型電晶體的一源極電極之間。

【圖式簡單說明】

【0027】

圖 1 係為表示根據此處揭示的標的之電泳顯示器的電路圖；

圖 2 係顯示根據此處揭示的標的之電光成像層的電路模型；

圖 3 係顯示電晶體響應於所施加的閘極電壓的導電圖；

圖 4 係顯示根據此處揭示的標的之驅動序列的一個實施例；

圖 5 係顯示根據此處揭示的標的之驅動序列的另一個實施例；及

圖 6 係顯示使用不同閘極電壓的殘餘電壓放電效能的比較。

【實施方式】

【0028】「電光」一詞當施加到一材料或一顯示器時，此處使用的便是其在成像技術中的習知意義，以指

稱具有在至少一個光學性質上不同的第一及第二顯示狀態之材料，藉由將電場施加到該材料使該材料從其第一顯示狀態改變至第二顯示狀態。儘管光學性質對人眼而言典型為顏色感知，其可以為另一光學性質，諸如光學透射率、反射率、光度，或者在意欲用於機器讀取的顯示器之情況下，其可以為擬色，意指電磁波長在可見光範圍之外的反射率變化。

【0029】「灰色狀態」一詞在此處係使用其在成像技術中的習知意義，以指稱介於一像素之兩個極端光學狀態中間之一狀態，且不一定意謂著這兩個極端狀態之間的黑白轉變。例如，在參考以下的數個 E Ink 之專利及已公開專利申請案係敘述電泳顯示器，其中極端狀態係為白色及深藍色，以使得中間的「灰色狀態」實際上將是淡藍色。實際上，如已經提及的，光學狀態之改變可能根本不是顏色的改變。之後「黑色」及「白色」等詞可以指稱顯示器的兩個極端光學狀態，且應該被理解為正常包括非精確黑色及白色之極端光學狀態，例如前述之白色及深藍色狀態。之後，「單色」一詞可以用來表示驅動方案，其中僅將像素驅動至其兩個極端光學狀態，而沒有介於其間的灰色狀態。

【0030】以下大部分討論將集中在經由從初始灰度級到最終灰度級(可能與初始灰度級不同，也可能並非不同)的轉變來驅動電光顯示器的一個以上的像素的方法。「波形」一詞將用於表示用於實現從一個特定初始灰度級轉變到特定最終灰度級的整體電壓對時間之曲線

圖。典型地，此種波形將包含複數個波形元件；其中這些元件本質上是矩形的（亦即，其中給定元件包含在一段時間內施加固定電壓）；該等元件可以稱為「脈衝」或「驅動脈衝」。「驅動方案」一詞係表示足以實現特定顯示器的灰度級之間所有可能轉變的一組波形。一個顯示器可以使用超過一個的驅動方案；例如，前述美國專利第 7,012,600 號係教示，可能需要依據諸如顯示器的溫度或顯示器在其使用年限期間已經在其中操作的時間之參數來修改驅動方案，且因此顯示器可能設置有複數個不同的驅動方案以在不同的溫度等下使用。以此方式使用的一組驅動方案可以被稱為「一組相關的驅動方案」。如前述 MEDEOD 申請案中的數個所敘述，在相同顯示器的不同區域也可以同時使用超過一個的驅動方案，且以此方式使用的一組驅動方案可以稱為「一組同步驅動方案」。

【0031】一些電光材料係為固體的意指材料具有固體外表面，儘管這些材料可能且通常具有內部液體或氣體填充空間。為了方便起見，之後使用固體電光材料的此種顯示器可以被稱為「固體電光顯示器」。因此，「固體電光顯示器」一詞包括旋轉雙色構件顯示器、囊封電泳顯示器、微胞電泳顯示器及囊封液晶顯示器。

【0032】「雙穩態」及「雙穩定性」等詞在此處使用的是在該技術中的習知意義，以指稱包含具有在至少一個光學性質上不同的第一及第二顯示狀態之顯示元件的顯示器，且使得在已經藉由有限持續時間的定址脈衝來

驅動任何給定的元件而採用其第一或第二顯示狀態之後，在該定址脈衝已經終止之後，該狀態將至少持續數次，例如至少四次，其係為定址脈衝改變顯示元件的狀態所需的最小持續時間。美國專利第 7,170,670 號中係顯示某些以粒子為基礎之具有灰階能力的電泳顯示器不僅在其極端的黑色與白色狀態下呈穩態，且也在其中間的灰色狀態下呈穩態，且對某些其他類型的電光顯示器而言亦是如此。此類型的顯示器正確地稱之為「多穩態」而非雙穩態，儘管為了方便起見，「雙穩態」一詞在此處可以用於涵蓋雙穩態及多穩態兩種顯示器。

【0033】已知有數種類型的電光顯示器。一種類型的電光顯示器係為一旋轉雙色構件類型，例如在美國專利第 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 號中所述(儘管此類型的顯示器通常稱為「旋轉雙色球」顯示器，但「旋轉雙色構件」一詞所指稱的更為準確，因為在上述提及的某些專利中，旋轉構件並非球形的)。此種顯示器使用大量的小本體(典型地係為球形或圓柱形)，其具有二個以上具有不同光學特徵的區段及一內部偶極。這些本體係懸浮在位於基質中之液體填充的液泡內，液泡係以液體填充，使得本體能自由地旋轉。藉由對其施加一電場而改變顯示器的外觀，因此使本體旋轉至各種位置，且改變該等本體中經過一觀看表面所見的區段。此類型的電光介質典型為雙穩態。

【0034】多年來已經被熱烈研究及開發的標的之一種類型的電光顯示器，係為以粒子為基礎的電泳顯示器，其中複數個帶電粒子在電場之影響下移動經過一流體。當與液晶顯示器相比時，電泳顯示器可以具有下列屬性：良好的亮度及對比度、寬視角、狀態雙穩定性、及低功率消耗。然而，這些顯示器的長期影像品質問題已經阻礙了它們的廣泛使用。例如，構成電泳顯示器的粒子傾向於沉降，導致這些顯示器的使用年限不足。

【0035】如上述所注意，電泳介質需要流體之存在。在大多數先前技術的電泳介質中，此流體係為液體，但電泳介質可以使用氣態流體來製造；參見例如，Kitamura T.等人之「用於類似電子紙之顯示器之電顯像劑的移動(Electrical toner movement for electronic paper-like display)」，IDW Japan, 2001, Paper HCS1-1 及 Yamaguchi Y.等人之「使用以摩擦帶電之方式帶電之絕緣粒子的顯像劑顯示器(Toner display using insulative particles charged triboelectrically)」，IDW Japan, 2001, Paper AMD4-4。也參見美國專利第 7,321,459 以及 7,236,291 號。當將該介質使用於允許此種沉降的定向中時(例如，在介質設置於垂直平面的標誌中)，由於粒子沉降之故，此種以氣體為基礎的電泳介質可能顯現出易受與以液體為基礎之電泳介質相同類型之問題的影響。實際上，粒子沉降在以氣體為基礎的電泳介質中顯現出，比在以液體為基礎的電泳介質中更為嚴重的問題，因為與液體懸浮流體相比，氣體懸浮流體的較低黏度允許電泳粒子更快速的沉降。

【0036】許多受讓予美國麻省理工學院(MIT)及電子墨水公司(E Ink Corporation)、或屬於其名下的專利及專利申請案，係敘述用於囊封電泳介質及其他電光介質的各種技術。此種囊封介質係包含許多小膠囊，其本身各自包含在流體介質中含有电泳移動粒子的內相及圍繞內相的膠囊壁。典型地，膠囊本身係保持在聚合物接合劑內，以形成定位在兩個電極之間的連貫層。這些專利及專利申請案中敘述之技術係包括：

(a)电泳粒子、流體及流體添加劑；參見例如美國專利第 7,002,728；及 7,679,814 號；

(b)膠囊、接合劑及囊封製程；參見例如美國專利第 6,922,276；及 7,411,719 號；

(c)微胞結構、壁材料及形成微胞的方法；參見例如美國專利第 7,072,095 及 9,279,906 號；

(d)用於填充及密封微胞的方法；參見例如美國專利第 7,144,942 及 7,715,088 號；

(e)含有電光材料的薄膜和子總成；參見例如美國專利第 6,982,178 及 7,839,564 號；

(f)使用於顯示器中的底板、黏著層及其他輔助層與方法；參見例如美國專利第 7,116,318；及 7,535,624 號；

(g)顏色形成及顏色調整；參見例如美國專利第 7,075,502 及 7,839,564 號；

(h)顯示器之應用；參見例如美國專利第 7,312,784 及 8,009,348 號；

(i)非電泳顯示器，如美國專利第 6,241,921 號及美國專利申請案公開第 2015/0277160 號中所述；及除顯示器以外的囊封及微胞技術的應用；參見例如美國專利申請案公開第 2015/0005720 及 2016/0012710 號；及

用於驅動顯示器的方法；參見例如美國專利第
 5,930,026 ； 6,445,489 ； 6,504,524 ； 6,512,354 ；
 6,531,997 ； 6,753,999 ； 6,825,970 ； 6,900,851 ；
 6,995,550 ； 7,012,600 ； 7,023,420 ； 7,034,783 ；
 7,061,166 ； 7,061,662 ； 7,116,466 ； 7,119,772 ；
 7,177,066 ； 7,193,625 ； 7,202,847 ； 7,242,514 ；
 7,259,744 ； 7,304,787 ； 7,312,794 ； 7,327,511 ；
 7,408,699 ； 7,453,445 ； 7,492,339 ； 7,528,822 ；
 7,545,358 ； 7,583,251 ； 7,602,374 ； 7,612,760 ；
 7,679,599 ； 7,679,813 ； 7,683,606 ； 7,688,297 ；
 7,729,039 ； 7,733,311 ； 7,733,335 ； 7,787,169 ；
 7,859,742 ； 7,952,557 ； 7,956,841 ； 7,982,479 ；
 7,999,787 ； 8,077,141 ； 8,125,501 ； 8,139,050 ；
 8,174,490 ； 8,243,013 ； 8,274,472 ； 8,289,250 ；
 8,300,006 ； 8,305,341 ； 8,314,784 ； 8,373,649 ；
 8,384,658 ； 8,456,414 ； 8,462,102 ； 8,537,105 ；
 8,558,783 ； 8,558,785 ； 8,558,786 ； 8,558,855 ；
 8,576,164 ； 8,576,259 ； 8,593,396 ； 8,605,032 ；
 8,643,595 ； 8,665,206 ； 8,681,191 ； 8,730,153 ；
 8,810,525 ； 8,928,562 ； 8,928,641 ； 8,976,444 ；
 9,013,394 ； 9,019,197 ； 9,019,198 ； 9,019,318 ；

9,082,352 ; 9,171,508 ; 9,218,773 ; 9,224,338 ;
9,224,342 ; 9,224,344 ; 9,230,492 ; 9,251,736 ;
9,262,973 ; 9,269,311 ; 9,299,294 ; 9,373,289 ;
9,390,066 ; 9,390,661 ; 及 9,412,314 號 ; 及美國專利申
請 案 公 開 第 2003/0102858 ; 2004/0246562 ;
2005/0253777 ; 2007/0070032 ; 2007/0076289 ;
2007/0091418 ; 2007/0103427 ; 2007/0176912 ;
2007/0296452 ; 2008/0024429 ; 2008/0024482 ;
2008/0136774 ; 2008/0169821 ; 2008/0218471 ;
2008/0291129 ; 2008/0303780 ; 2009/0174651 ;
2009/0195568 ; 2009/0322721 ; 2010/0194733 ;
2010/0194789 ; 2010/0220121 ; 2010/0265561 ;
2010/0283804 ; 2011/0063314 ; 2011/0175875 ;
2011/0193840 ; 2011/0193841 ; 2011/0199671 ;
2011/0221740 ; 2012/0001957 ; 2012/0098740 ;
2013/0063333 ; 2013/0194250 ; 2013/0249782 ;
2013/0321278 ; 2014/0009817 ; 2014/0085355 ;
2014/0204012 ; 2014/0218277 ; 2014/0240210 ;
2014/0240373 ; 2014/0253425 ; 2014/0292830 ;
2014/0293398 ; 2014/0333685 ; 2014/0340734 ;
2015/0070744 ; 2015/0097877 ; 2015/0109283 ;
2015/0213749 ; 2015/0213765 ; 2015/0221257 ;
2015/0262255 ; 2016/0071465 ; 2016/0078820 ;
2016/0093253 ; 2016/0140910 ; 及 2016/0180777 號 。

【0037】許多前述的專利及專利申請案意識到在囊封電泳介質中圍繞離散微膠囊的壁可以被連續相取代，因此生產所謂的聚合物分散型電泳顯示器，其中電泳介質包含電泳流體的複數個離散微滴及聚合物材料的連續相，且此種聚合物分散型電泳顯示器內之電泳流體的離散微滴可以被視為是膠囊或微膠囊，即使沒有離散的膠囊膜與每個個別的微滴相關；參見例如前述的美國專利申請案公開第 2002/0131147 號。因此，為了本申請案之目的，此種聚合物分散型電泳介質被視為是囊封電泳介質的子種類。

【0038】一相關類型的電泳顯示器係為所謂的「微胞電泳顯示器」。在微胞電泳顯示器中，帶電粒子及懸浮流體並未囊封在微膠囊內，而是取而代之留存在形成於載體介質(例如聚合物膜)中的複數個腔室內。參見例如國際申請案公開第 WO 02/01281 號及已公開的美國專利申請案第 2002/0075556 號，兩者均受讓予 Sipix Imaging 公司。

【0039】許多前述 E Ink 及麻省理工學院的專利及專利申請案也考慮微胞電泳顯示器及聚合物分散型電泳顯示器。「囊封電泳顯示器」一詞可以指稱所有此種顯示器類型，它們也可以整體地敘述為「微腔電泳顯示器」以概括跨過壁的形態。

【0040】另一類型的電光顯示器係為電子濕潤顯示器，其係由 Philips 開發且在 Hayes R.A.等人之「以電子濕潤為基礎的影片速度電子紙(Video-Speed Electronic

Paper Based on Electrowetting)」，Nature 期刊 425 期，第 383 至 385 頁(2003 年)中敘述。在 2004 年 10 月 6 日提交的相關美國專利申請案第 10/711,802 號中顯示，此種電子濕潤顯示器可以製造為雙穩態。

【0041】也可以使用其他類型的電光材料。特別令人感興趣的是，雙穩態鐵電液晶顯示器(FLCs)在此技藝中是已知的且已經表現出殘餘電壓行為。

【0042】儘管電泳介質可以是不透光的(例如，由於在許多電泳介質中，粒子實質上阻擋可見光透射經過顯示器)且以反射模式來操作，一些電泳顯示器可以製造為以所謂的「快門模式」來操作，其中一個顯示器狀態實質上為不透光，而一個則是可透光的。參見例如美國專利第 6,130,774 及 6,172,798 號以及美國專利第 5,872,552 、 6,144,361 、 6,271,823 、 6,225,971 及 6,184,856 號。類似於電泳顯示器但依靠電場強度變化的介電泳顯示器可以以相似的模式操作；參見美國專利第 4,418,346 號。其他類型的電光顯示器也能夠以快門模式操作。

【0043】高解析度顯示器可以包括個別的像素，其係為可定址的而不受相鄰像素的干擾。獲得此種像素的方法之一係為提供非線性元件陣列，諸如電晶體或二極體，具有與每個像素相關聯的至少一個非線性元件，以產生「主動矩陣」顯示器。定址一個像素的定址電極或像素電極，經由相關的非線性元件而連接到適當的電壓源。當非線性元件係為電晶體時，像素電極可連接到電

晶體的汲極，且在以下詳細敘述中將假設此配置，儘管其基本上是任意的，且像素電極可以連接到電晶體的源極。在高解析度之陣列中，像素可以以列及行的二維陣列來配置，使得任何特定的像素係由一個特定列及一個特定行的交叉點唯一地定義。每行中的所有電晶體的源極可連接到單個行電極，而每列中的所有電晶體的閘極可連接到單個列電極；如果所欲的話，再次地將源極指派給列且將閘極指派給行可以是反向的。

【0044】可以以逐列之方式寫入顯示器。列電極係連接到列驅動器，列驅動器可以將電壓施加到所選擇的列電極以便確保所選擇列中的所有電晶體係導電的，同時將電壓施加到所有其他列以便確保這些未選擇列中的所有電晶係保持未導電。行電極係連接到行驅動器，行驅動器在各種行電極上施加電壓，經選擇以將所選擇列中的像素驅動到其所欲的光學狀態。(前述電壓係相對於共用前電極的，其可以設置在電光介質中與非線性陣列相對的一側且延伸跨過整個顯示器。如在此技藝中已知，電壓係為相對的且為兩個點之間的電荷差的量測。一個電壓值相對於另一個電壓值。例如，零電壓(0V)指的是相對於另一個電壓沒有電壓差。)在被稱為「行地址時間」的預選擇間隔之後，所選擇的列被取消選擇，且選擇另一列，且行驅動器上的電壓發生變化，使得寫入顯示器的下一行。

【0045】然而，在使用中，某些波形可能會對電光顯示器的像素產生殘餘電壓，且從上述的討論中可以明顯

看出，此殘餘電壓產生一些不必要的光學效應且通常是非所欲的。

【0046】如此處所提呈的，與定址脈衝相關聯的光學狀態之「位移」係指下述狀態，一特定的定址脈衝首先施加到電光顯示器導致第一光學狀態(例如：第一灰階)，以及相同的定址脈衝接著施加到電光顯示器導致第二光學狀態(例如：第二灰階)。殘餘電壓可能會發生光學狀態之位移，因為在施加定址脈衝期間施加到電光顯示器的像素之電壓係包括殘餘電壓以及定址脈衝之電壓的總和。

【0047】顯示器之光學狀態隨著時間的「漂移」係指下述狀態，當顯示器處於休憩時(例如，在未施加定址脈衝到顯示器的時段之期間)，電光顯示器的光學狀態改變。殘餘電壓可能會發生光學狀態之漂移，因為像素的光學狀態可能依據像素的殘餘電壓而定，且像素的殘餘電壓可能隨著時間衰減。

【0048】如上所述，「重影(ghosting)」係指下述狀態，在電光顯示器已經重寫入之後，前個影像的痕跡仍是可見的。殘餘電壓可能會發生「邊緣重影」，這種類型的重影為前個影像之輪廓(邊緣)的其中一部分是可見的。

【0049】此處使用「光學回踢」一詞來敘述像素的光學狀態的變化，此變化至少部分地響應於釋放像素的殘餘電壓而發生。

【0050】圖 1 係顯示根據此處提呈的標的之電光顯示器的像素 100 的示意圖。像素 100 可以包括成像膜 110。在一些實施例中，成像膜 110 可以是雙穩態的。在一些實施例中，成像膜 110 可以包括但不侷限於囊封的電泳成像膜，其可以包括例如帶電顏料粒子。

【0051】成像膜 110 可以設置在前電極 102 及後電極 104 之間。前電極 102 可以形成在成像膜及顯示器的前面之間。在一些實施例中，前電極 102 可以是透明的。在一些實施例中，前電極 102 可以由任何適合的透明材料形成，包括但不侷限於氧化銦錫(ITO)。後電極 104 可以形成為與前電極 102 相對。在一些實施例中，寄生電容(未顯示)可以形成在前電極 102 及後電極 104 之間。

【0052】像素 100 可以是複數個像素中之一者。複數個像素可以以列及行的二維陣列之方式配置以形成矩陣，使得任何特定的像素係由一個特定列及一個特定行的交叉點唯一地定義。在一些實施例中，像素矩陣可以是「主動矩陣」，其中每個像素係與至少一個非線性電路元件 120 相關聯。非線性電路元件 120 可以耦接在後電極 104 及定址電極 108 之間。在一些實施例中，非線性電路元件 120 可以包括二極體及/或電晶體，包括但不侷限於 MOSFET。MOSFET 的汲極(或源極)可以耦接至底板電極 104，MOSFET 的源極(或汲極)可以耦接至定址電極 108，且 MOSFET 的閘極 106 可以耦接至驅動器且構造成控制 MOSFET 的致動及解致動。(為簡化起見，MOSFET 中耦接至後電極 104 的端子將被稱為

MOSFET 的汲極，且 MOSFET 中耦接至定址電極 108 的端子將被稱為 MOSFET 的源極。然而，熟習此技藝之人士將意識到，在一些實施例中，MOSFET 的源極及汲極可以互換。)

【0053】在主動矩陣的一些實施例中，每行中的所有像素的定址電極 108 可以連接到相同的行電極，且耦接到每列中的所有像素的所有電晶體的閘極 106 可以連接到相同的列電極。列電極可以連接到列驅動器，列驅動器可以藉由將足以致動所選擇列中的所有像素 100 之非線性元件 120 的電壓施加到所選擇的列電極來選擇一列以上的像素。行電極可以連接到行驅動器，行驅動器可以在所選擇的(致動的)像素的電晶體的閘極 106 上施加適於將像素驅動到所欲的光學狀態之電壓。施加到定址電極 108 的電壓可以相對於施加到像素的前電極 102 的電壓(例如，大約 0 伏特的電壓)。在一些實施例中，主動矩陣中的所有像素之前電極 102 可以耦接至共用電極。

【0054】在一些實施例中，主動矩陣的像素 100 可以以逐列之方式來寫入。例如，可以藉由列驅動器來選擇一列像素，且可以藉由行驅動器將與該列像素的所欲光學狀態相對應的電壓施加到像素。在被稱為「行地址時間」的預選擇間隔之後，可以取消選擇所選擇的列而選擇另一列，且可以改變行驅動器上的電壓，使得寫入顯示器的另一行。

【0055】電光顯示器可以接收來自外部電子產品(諸如顯示控制器)的電力，以及供應來自「電力管理」電路的電壓。電力管理電路可以供應多個電壓，包括供應給閘極線(此處也稱為「選擇線」)的「閘極啟動電壓」，以使得在所選擇線上的電晶體成為導電的。電力管理電路可以是分離的組件或積體電路(例如：電力管理積體電路 PMIC)。另外的電路可以包括下拉電阻器及/或下拉電容器。

【0056】電光顯示器可以包括顯示控制器電路，其包括電力管理電路，用於將足以改變鄰近顯示像素的電泳顯示介質之光學狀態的電壓波形施加到顯示像素。熟習此技藝之人士將理解的是，本發明的顯示控制器電路可以以多種不同的物理形式來實現且可以利用多種類比及數位組件。例如，顯示控制器電路可以包括通用微處理器以及適當的週邊組件(例如，一個以上的數位-類比轉換器 DAC)，以將來自微處理器的數位輸出轉換為適當的電壓以施加到像素。供選擇地，顯示控制器電路可以在特定應用積體電路(ASIC)或現場可程式化閘陣列(FPGA)中實現。熟習此技藝之人士將理解的是，顯示控制器電路可以包括處理組件及電力管理電路，諸如以上所述的 PMIC。

【0057】在一些實施例中，顯示控制器電路包括：時序控制器積體電路(IC)，其接受傳入的影像資料且將控制訊號輸出到資料收集及選擇驅動器 ICs，以便在像素處產生適當的電壓以顯示所欲的影像。在一些實施例

中，與顯示控制器電路相通的主機控制器請求對顯示器的更新且將用於更新的影像資料供應給顯示控制器電路。在一些實施例中，顯示控制器電路經由存取含有影像資料的記憶體緩衝器來接受影像資料，或者接收從其截取影像資料的訊號。在一些實施例中，記憶體緩衝器具有諸如在上述引用的美國專利第 9,721,495 號敘述的結構。在一些實施例中，顯示控制器電路接收含有執行必要計算以產生驅動脈衝(例如驅動波形)以在像素陣列掃描期間施加到電泳介質所需的資訊的序列訊號。

【0058】圖 2 係顯示根據此處提呈之標的設置在前電極 102 及後電極 104 之間的成像膜 110 的電路模型。電阻器 202 及電容器 204 可以表示成像膜 110、前電極 102、及後電極 104(包括任何黏著層)的電阻及電容。電阻器 212 及電容器 214 可以表示層壓黏著層的電阻及電容。電容器 216 可以表示可以在前電極 102 及後電極 104 之間形成的電容，例如，層之間的界面接觸區域，諸如成像層及層壓黏著層之間的界面及/或層壓黏著層及底板電極之間的界面。像素的成像膜 110 上的電壓 V_i 可以包括像素的殘餘電壓。

【0059】在一些實施例中，殘餘電壓的釋放可以藉由利用與每個顯示像素相關聯的電晶體的漏洩導電效應來實現。例如，現在參考圖 3 的曲線圖 300，電晶體漏電流在此處係顯示為隨著電晶體閘極-源極之間的偏壓或 V_{gs} 變得越來越負而增加的汲極-源極電流或 I_{ds} 。實際上，隨著 V_{gs} 變得越來越負，電晶體變為導電的，且此導電可以使用於從顯示像素以及顯示器排出殘餘電壓。

【0060】在使用中，可以藉由將任何適合的訊號組施加到像素來啟動及/或控制使用像素電晶體的漏洩導電效應來釋放像素的殘餘電壓，係包括但不侷限於以下在圖 4 及 5 中更詳細地說明的訊號組。

【0061】圖 4 係顯示根據此處揭示的標的之用於利用 n 型場效電晶體及儲存電容器來驅動單個顯示像素的驅動脈衝配置的一個實施例。圖 4 的例子係顯示閘極電壓 402(例如，施加到像素電晶體的閘極的電壓)、參考電壓 404(例如 0 伏特)、施加到前電極 102(圖 1)的共用電壓 406(通常稱為 V_{COM})、源極電壓 408、以及電壓 V_i 410 係為電光層所經歷的電壓。

【0062】如圖 4 所示，在定址階段 420 期間將一個以上的波形施加到顯示像素以將鄰近顯示像素的電泳顯示介質驅動到所欲的光學狀態。在定址階段 420 之後，保持期間 430 持續一個以上的訊框期間。在保持期間 430 期間，經由源極電壓 408 將實質相等的電壓施加到共用電壓 406 及顯示像素電極，同時經由閘極電壓 402 將閘極開啟電壓施加到 n 型電晶體的閘極電極。閘極開啟電壓係為足以建立經過 n 型電晶體的導電路徑的正電壓。在一些實施例中，保持期間 430 係為定址階段 420 的一部分。

【0063】在保持期間 430 之後，閘極電壓 402 被設定為 0 伏特，使顯示像素置處於浮動駐留狀態 440。在一些實施例中，使顯示像素置處於浮動駐留狀態 440 係包括：經由閘極電壓 402 將閘極關閉電壓施加到 n 型電晶

體的閘極電極。閘極關閉電壓可以是一負電壓，其足夠防止形成經過 n 型電晶體的汲極及 n 型電晶體的源極的導電路徑。在一些實施例中，使顯示像素置處於浮動駐留狀態 440 係包括：中斷共用電極及提供共用電壓 406 的電壓源之間的電連接。

【0064】在浮動駐留狀態 440 之後，顯示像素進入放電狀態 450。在放電狀態 450 期間，可以經由閘極電壓 402 將低閘極電壓軌電壓 460(也稱為 V_{EEd})施加到 n 型電晶體的閘極電極。低閘極電壓軌電壓 V_{EEd} 460 的大小足以在 n 型電晶體內引起漏洩導電路徑，用於從電泳顯示介質釋放殘餘電壓。在一些實施例中，低閘極電壓軌電壓具有比 n 型電晶體的閘極關閉電壓更大的大小。在排出殘餘電壓結束時，閘極電壓 402 可以返回到 0 伏特。

【0065】供選擇地，現在參考圖 5，低閘極電壓軌電壓 V_{EEd} 560 可以經由閘極電壓 502 施加到 n 型電晶體的閘極電極，以在定址階段 520 結束時使顯示像素直接地置處於放電狀態 550，而沒有任何介於其間的保持期間或浮動停留狀態。

【0066】圖 6 係顯示與設定閘極電壓至 +28 伏特位準 ($V_{DDH}=+28V(610)$)比較，利用不同位準的 V_{EEd} ($V_{EEd}=-10V(620)$ 、 $V_{EEd}=-20V(630)$ 、 $V_{EEd}=-25V(640)$ 、 $V_{EEd}=-28V(650)$)的殘餘電壓放電效能，與習知技術一樣地完成。如圖所示，與正閘極電壓相比，使用漏洩導電效應可實現可比較的放電。另外，利用此漏洩導電量，顯示器仍可以使用於正常或標準更新操作。

【0067】此外，使用圖 4 及圖 5 中提呈的驅動序列，不再需要用於提供高閘極電壓給像素電晶體以減輕電晶體性能不穩定性的專用電路，且由於使用正閘極電壓來排出殘餘電壓，不再對電晶體引入另外的正應力偏壓，與在習知技術中一樣。

【0068】因此，此處揭示的技術提供比習知技術更簡單的釋放殘餘電壓的方法。此外，由於此處敘述的技術在與定址階段分開的時間段之期間釋放殘餘電壓，可以使用持續時間典型地比 DC 平衡波形更短的 DC 不平衡波形來驅動顯示像素。此藉由減少顯示器的整體更新時間來增強使用者體驗。

【0069】對於熟習此技藝之人士顯而易見的是，在不脫離本發明之範圍的情況下，可以對上述本發明之特定實施例做許多改變及修改。因此，前面敘述之整體將被解釋為說明性的而不是限制性之意義。

【符號說明】

【0070】

100:像素

102:前電極

104:後電極

106:閘極

108:定址電極

110:成像膜

120:非線性電路元件

202:電阻器

204:電 容 器
 212:電 阻 器
 214:電 容 器
 216:電 容 器
 300:曲 線 圖
 402:閘 極 電 壓
 404:參 考 電 壓
 406:共 用 電 壓
 408:源 極 電 壓
 410:電 壓
 420:定 址 階 段
 430:保 持 期 間
 440:浮 動 駐 留 狀 態
 450:放 電 狀 態
 460:閘 極 電 壓 軌 電 壓
 502:閘 極 電 壓
 520:定 址 階 段
 550:放 電 狀 態
 560:低 閘 極 電 壓 軌 電 壓
 610: $V_{DDH}=+28V$
 620: $V_{EEd}=-10V$
 630: $V_{EEd}=-20V$
 640: $V_{EEd}=-25V$
 650: $V_{EEd}=-28V$

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種電光顯示器，包含：

一電泳顯示介質，係電耦接在一共用電極及與一顯示像素相關聯的一顯示像素電極之間；

一顯示控制器電路，係與該共用電極及與該顯示像素電極相關聯的一 n 型電晶體電連通，該顯示控制器電路能夠藉由將一個以上的時間相依電壓施加在該共用電極及該顯示像素電極之間，將波形施加到該顯示像素，其中該一個以上的時間相依電壓係經由該 n 型電晶體施加到該顯示像素電極，該顯示控制器電路係構造成：

將一個以上的波形施加到該顯示像素，以將鄰近該顯示像素的該電泳顯示介質驅動到第一光學狀態；

將該顯示像素保持在該第一光學狀態持續一保持期間；

使該顯示像素置處於一浮動狀態；

將實質 0 伏特施加到該共用電極及該顯示像素電極；及

將一低閘極電壓軌電壓施加到該 n 型電晶體的一閘極電極，其中該低閘極電壓軌電壓係為一負電壓，該負電壓的大小足夠在該 n 型電晶體內引起一漏洩導電路徑，以從該電泳顯示介質釋放一殘餘電壓，且其中該低閘極電壓軌電壓具有比該 n 型電晶體的一閘極關閉電壓更大的大小。

【請求項 2】如請求項 1 之電光顯示器，更包含：一顯示像素主動矩陣，其中該顯示像素係為該顯示像素主動矩陣的該等顯示像素中之一者。

【請求項 3】如請求項 2 之電光顯示器，其中該一個以上的波形各自包含一個以上的訊框。

【請求項 4】如請求項 3 之電光顯示器，其中該保持期間包含一個以上的訊框。

【請求項 5】如請求項 1 之電光顯示器，其中該漏洩導電路徑係形成在該 n 型電晶體的一汲極電極及該 n 型電晶體的一源極電極之間。

【請求項 6】如請求項 1 之電光顯示器，其中使該顯示像素置處於一浮動狀態係包含：將一閘極關閉電壓施加到該 n 型電晶體的一閘極電極，其中該閘極關閉電壓係為一負電壓，該負電壓足夠防止形成經過該 n 型電晶體的一汲極電極及該 n 型電晶體的一源極電極的一導電路徑。

【請求項 7】如請求項 1 之電光顯示器，其中使該顯示像素置處於一浮動狀態係包含中斷該共用電極與一電壓源之間的電連接。

【請求項 8】如請求項 1 之電光顯示器，其中將該顯示像素保持在該第一光學狀態持續該保持期間係包含：

將一實質相等的電壓施加到該共用電極及該顯示像素電極；及

將一閘極開啟電壓施加到該 n 型電晶體的一閘極電極，其中該閘極開啟電壓係為一正電壓，該正電壓足夠建立經過該 n 型電晶體的一導電路徑。

【請求項 9】一種用於驅動一電光顯示器的方法，該電光顯示器包含：一電泳顯示介質，該電泳顯示介質係電耦接在一共用電極及一顯示像素之間，該顯示像素係與一顯示像素電極及一 n 型電晶體相關聯，該 n 型電晶體係電耦接到一顯示控制器電路，該顯示控制器電路能夠藉由經由該 n 型電晶體將一個以上的時間相依電壓施加在該共用電極及該顯示像素電極之間，將波形施加到該顯示像素，其中該一個以上的時間相依電壓係施加到該顯示像素電極，該方法依序包含以下步驟：

將一個以上的波形施加到該顯示像素，以將鄰近該顯示像素的該電泳顯示介質驅動到第一光學狀態；

將該顯示像素保持在該第一光學狀態持續一保持期間；

使該顯示像素置處於一浮動狀態；

將實質 0 伏特施加到該共用電極及該顯示像素電極；及

將一低閘極電壓軌電壓施加到該 n 型電晶體的一閘極電極，其中該低閘極電壓軌電壓係為一負電壓，該負電壓的大小足夠在該 n 型電晶體內引起一漏洩導電路徑，以從該電泳顯示介質釋放一殘餘電壓，且其中該低閘極電壓軌電壓具有比該 n 型電晶體的一閘極關閉電壓更大的大小。

【請求項 10】如請求項 9 之方法，更包含：一顯示像素主動矩陣，其中該顯示像素係為該顯示像素主動矩陣的該等顯示像素中之一者。

【請求項 11】如請求項 10 之方法，其中該一個以上的波形各自包含一個以上的訊框。

【請求項 12】如請求項 11 之方法，其中該保持期間包含一個以上的訊框。

【請求項 13】如請求項 9 之方法，其中該漏洩導電路徑係形成在該 n 型電晶體的一汲極電極及該 n 型電晶體的一源極電極之間。

【請求項 14】如請求項 9 之方法，其中使該顯示像素置處於一浮動狀態係包含：將一閘極關閉電壓施加到該 n 型電晶體的一閘極電極，其中該閘極關閉電壓係為一負電壓，該負電壓足夠防止形成經過該 n 型電晶體的一汲極電極及該 n 型電晶體的一源極電極的一導電路徑。

【請求項 15】如請求項 9 之方法，其中使該顯示像素置處於一浮動狀態係包含中斷該共用電極與一電壓源之間的電連接。

【請求項 16】如請求項 9 之方法，其中將該顯示像素保持在該第一光學狀態持續該保持期間係包含：

將一實質相等的電壓施加到該共用電極及該顯示像素電極；及

將一閘極開啟電壓施加到該 n 型電晶體的一閘極電極，其中該閘極開啟電壓係為一正電壓，該正電壓足夠建立經過該 n 型電晶體的一導電路徑。

【請求項 17】一種電光顯示器，包含：

一電泳顯示介質，係電耦接在一共用電極及與一顯示像素相關聯的一顯示像素電極之間；

一顯示控制器電路，係與該共用電極及與該顯示像素電極相關聯的一 n 型電晶體電連通，該顯示控制器電路能夠藉由經由該 n 型電晶體將一個以上的時間相依電壓施加在該共用電極及該顯示像素電極之間，將波形施加到該顯示像素，其中該一個以上的時間相依電壓係施加到該顯示像素電極，該顯示控制器電路係構造成：

將一個以上的波形施加到該顯示像素，以將鄰近該顯示像素的該電泳顯示介質驅動到第一光學狀態；

將實質 0 伏特施加到該共用電極及該顯示像素電極；及

將一低閘極電壓軌電壓施加到該 n 型電晶體的一閘極電極，其中該低閘極電壓軌電壓係為一負電壓，該負電壓的大小足夠在該 n 型電晶體內引起一漏洩導電路徑，以從該電泳顯示介質釋放一殘餘電壓，且其中該低閘極電壓軌電壓具有比該 n 型電晶體的一閘極關閉電壓更大的大小。

【請求項 18】如請求項 17 之電光顯示器，更包含：一顯示像素主動矩陣，其中該顯示像素係為該顯示像素主動矩陣的該等顯示像素中之一者。

【請求項 19】如請求項 18 之電光顯示器，其中該一個以上的波形各自包含一個以上的訊框。

【請求項 20】如請求項 17 之電光顯示器，其中該漏洩

導電路徑係形成在該 n 型電晶體的一汲極電極及該 n 型電晶體的一源極電極之間。

【請求項 21】一種用於驅動一電光顯示器的方法，該電光顯示器包含：一電泳顯示介質，該電泳顯示介質係電耦接在一共用電極及一顯示像素之間，該顯示像素係與一顯示像素電極及一 n 型電晶體相關聯，該 n 型電晶體係電耦接到一顯示控制器電路，該顯示控制器電路能夠藉由經由該 n 型電晶體將一個以上的時間相依電壓施加在該共用電極及該顯示像素電極之間，將波形施加到該顯示像素，其中該一個以上的時間相依電壓係施加到該顯示像素電極，該方法依序包含以下步驟：

將一個以上的波形施加到該顯示像素，以將該顯示像素附近的該電泳顯示介質驅動到第一光學狀態；

將實質 0 伏特施加到該共用電極及該顯示像素電極；及

將一低閘極電壓軌電壓施加到該 n 型電晶體的一閘極電極，其中該低閘極電壓軌電壓係為一負電壓，該負電壓的大小足夠在該 n 型電晶體內引起一漏洩導電路徑，以從該電泳顯示介質釋放一殘餘電壓，且其中該低閘極電壓軌電壓具有比該 n 型電晶體的一閘極關閉電壓更大的大小。

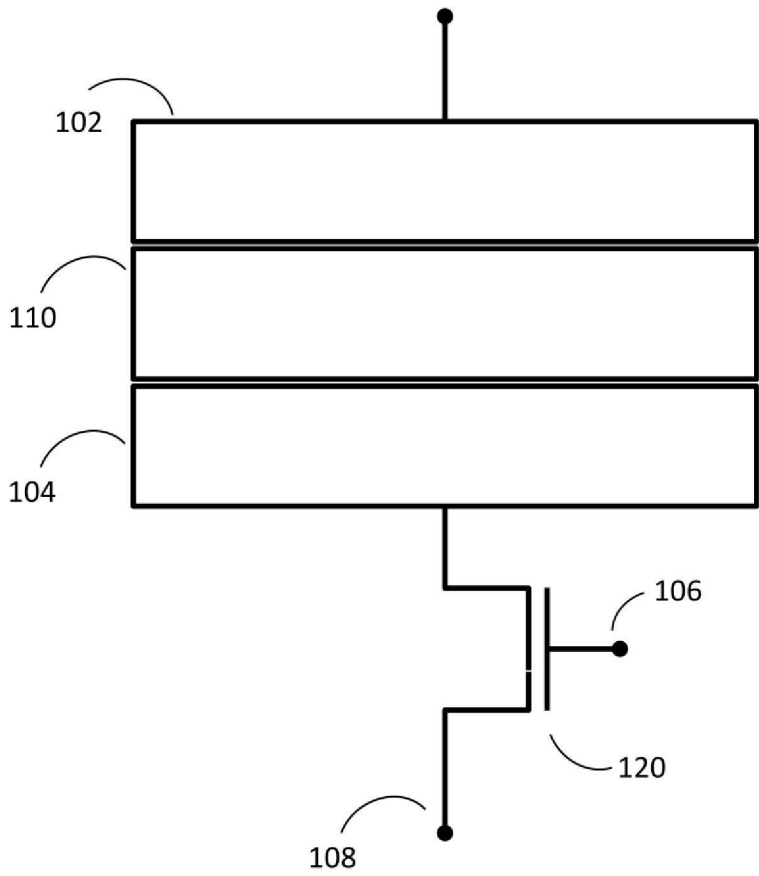
【請求項 22】如請求項 21 之方法，更包含：一顯示像素主動矩陣，其中該顯示像素係為該顯示像素主動矩陣的該等顯示像素中之一者。

【請求項 23】如請求項 22 之方法，其中該一個以上的波形各自包含一個以上的訊框。

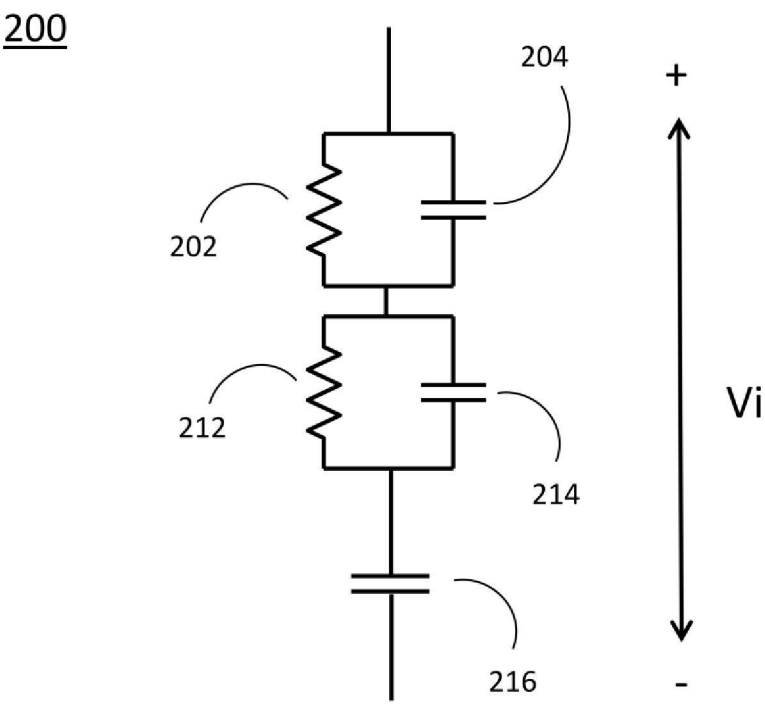
【請求項 24】如請求項 21 之方法，其中該漏洩導電路徑係形成在該 n 型電晶體的一汲極電極及該 n 型電晶體的一源極電極之間。

【發明圖式】

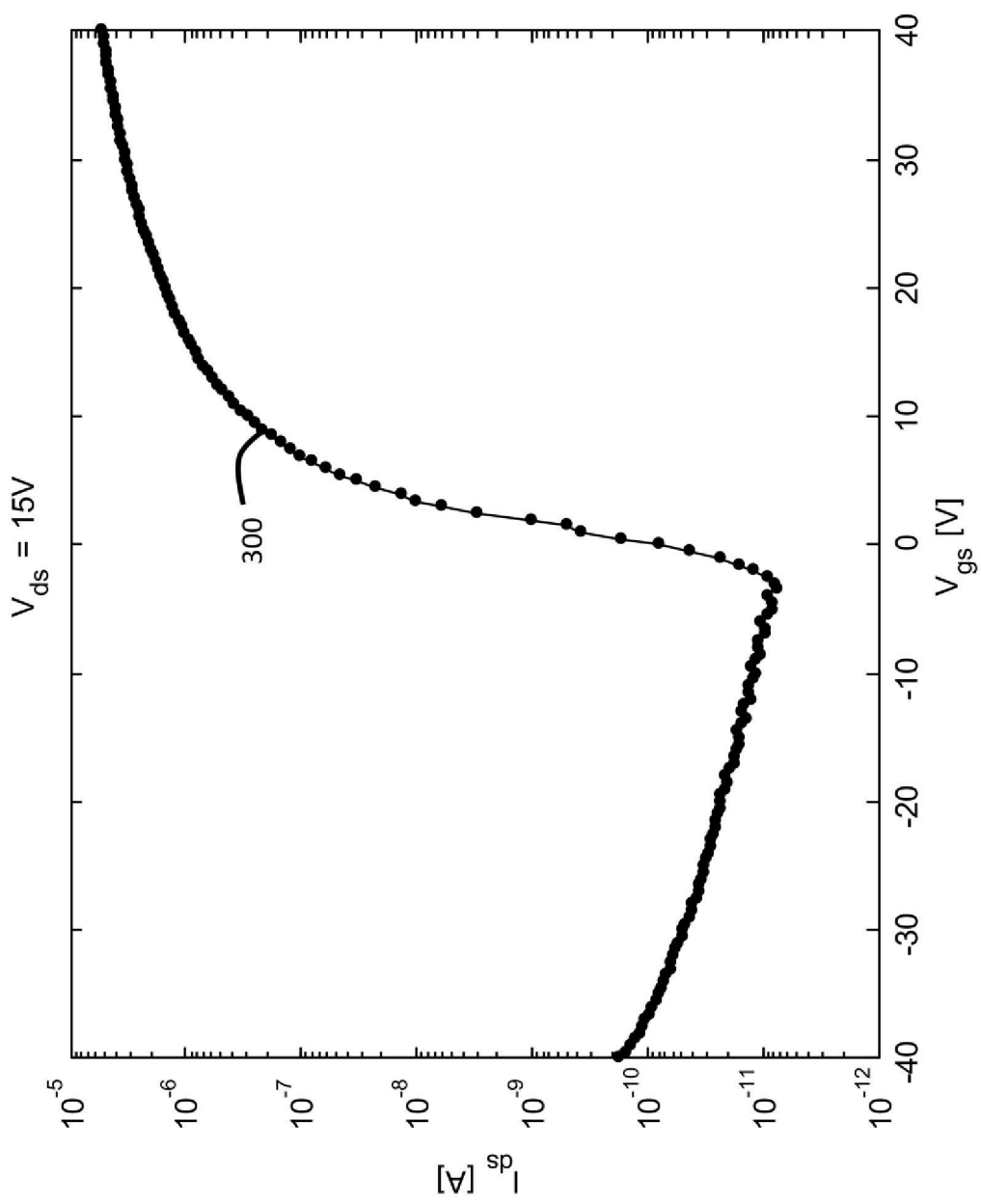
100



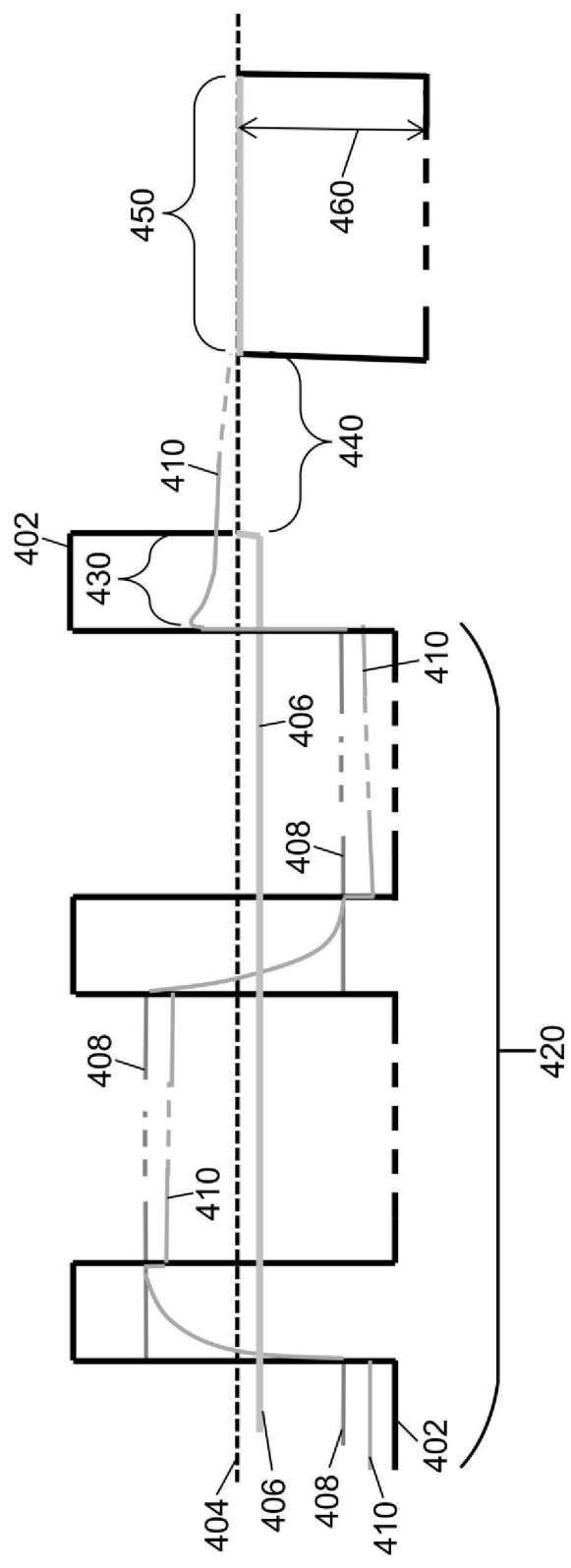
【圖 1】



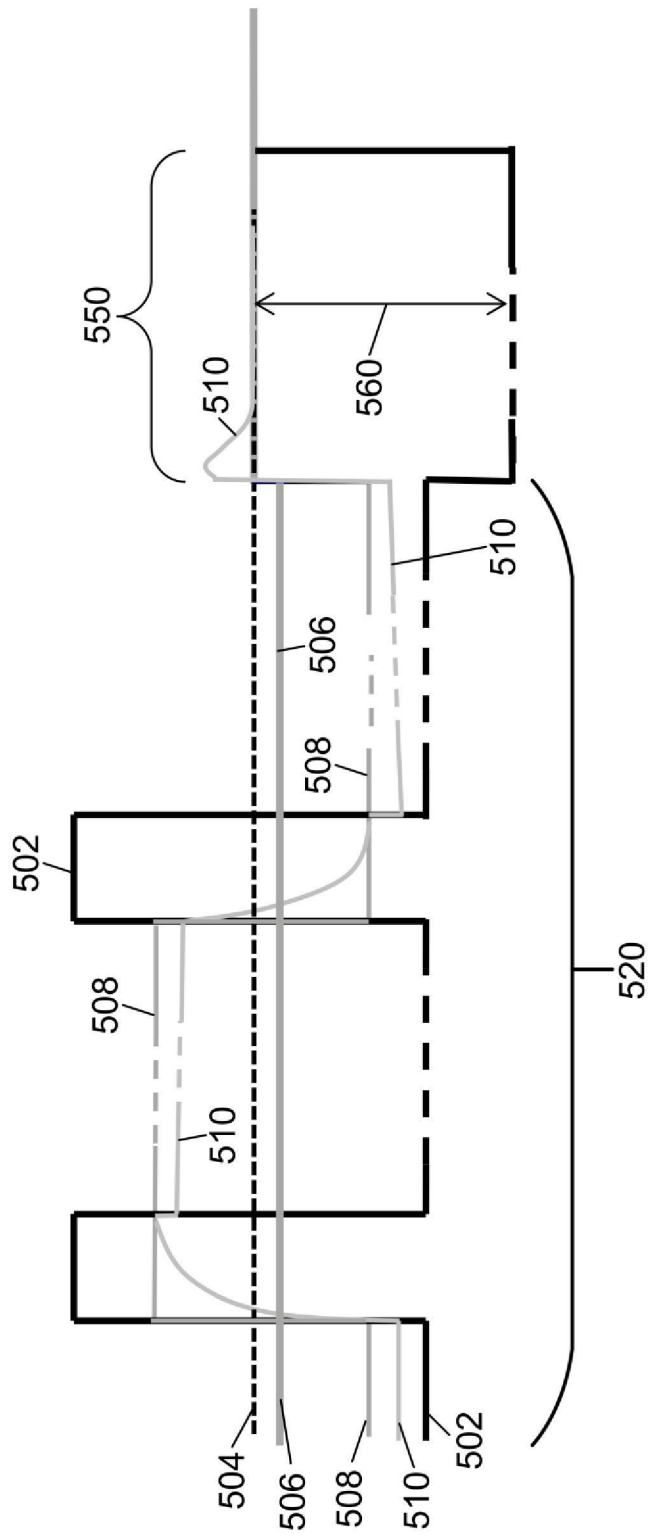
【圖 2】



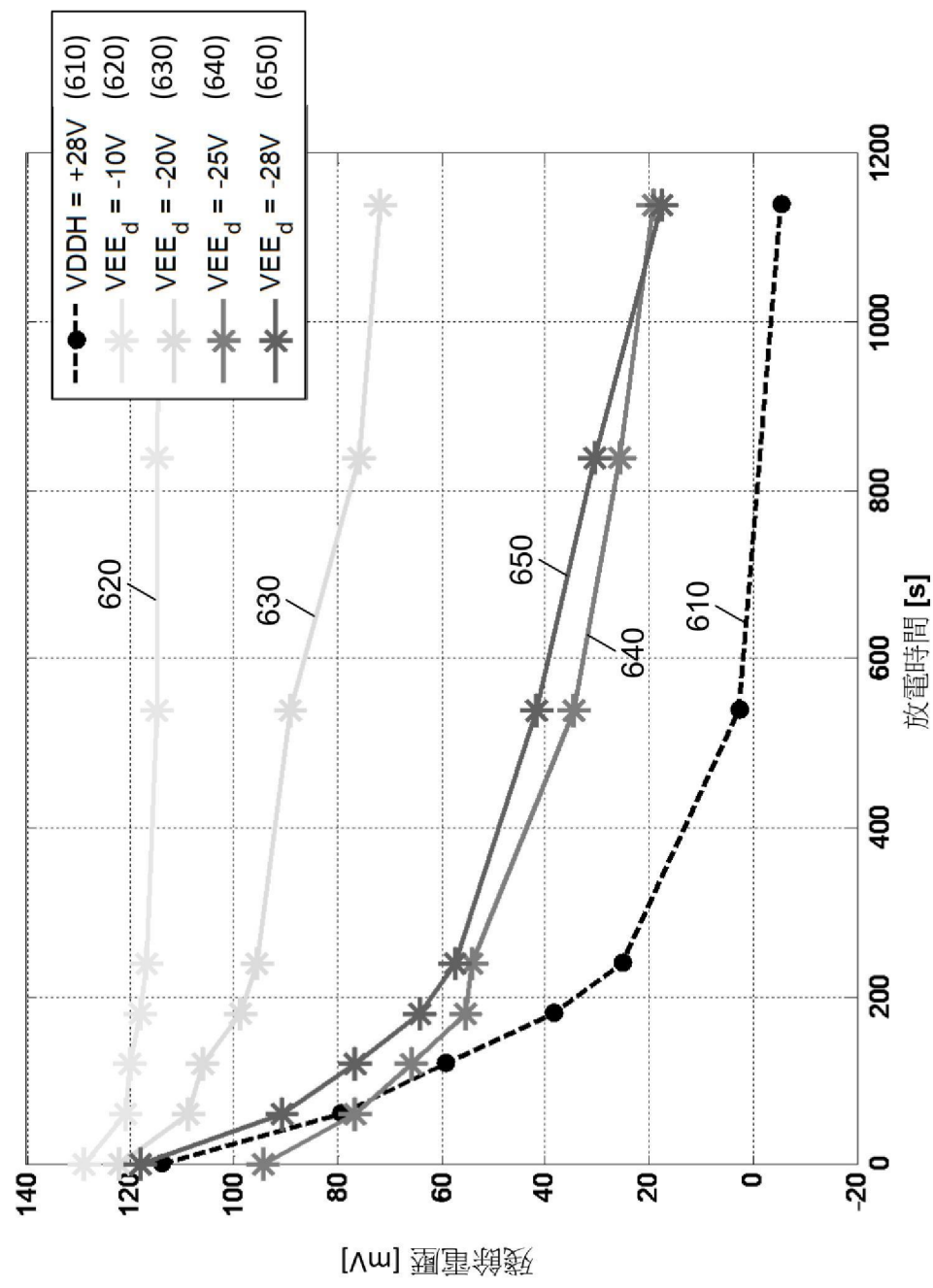
【圖 3】



【圖 4】



【圖 5】



【圖 6】