



(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 I381351B1

(45)公告日：中華民國 102 (2013) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：099106037

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 03 月 02 日

(51)Int. Cl. : G09G3/30 (2006.01)

(30)優先權：2009/03/04 美國 12/397,526

(71)申請人：全球 O L E D 科技公司 (美國) GLOBAL OLED TECHNOLOGY LLC (US)
美國

(72)發明人：列偉 查理斯 I LEVEY, CHARLES I. (US)；漢蒙 約翰 W HAMER, JOHN W. (US)

(74)代理人：洪堯順

(56)參考文獻：

TW I221268

TW I258113

TW I275059

US 2009/0160740A1

審查人員：林俊傑

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：19 共 60 頁

(54)名稱

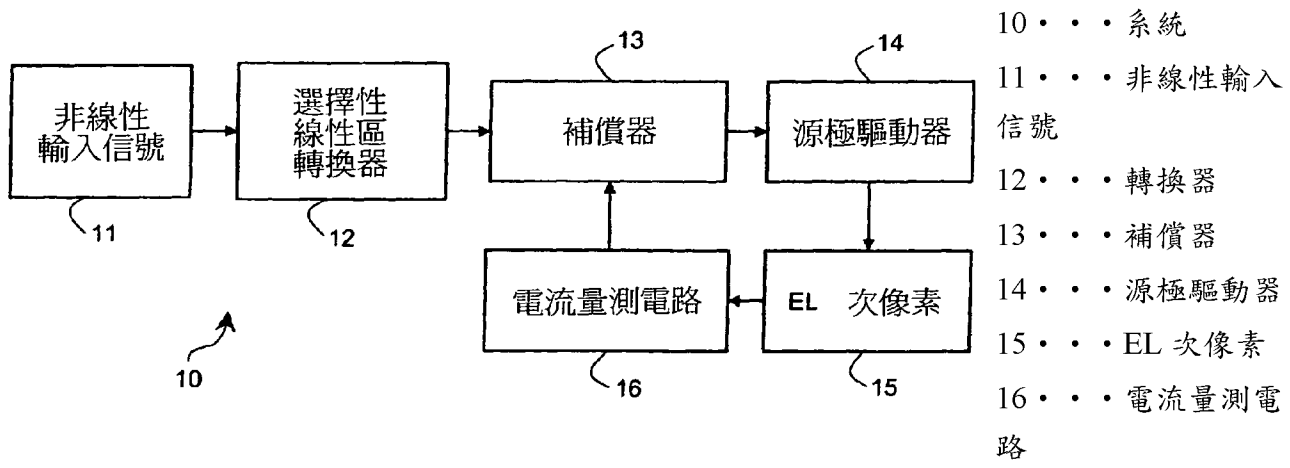
提供驅動電晶體控制信號至電致發光面板中複數個驅動電晶體的閘極電極之裝置

APPARATUS FOR PROVIDING DRIVE TRANSISTOR CONTROL SIGNALS TO GATE
ELECTRODES OF DRIVE TRANSISTORS IN AN ELECTROLUMINESCENT PANEL

(57)摘要

本發明揭示電致發光(EL)顯示面板的複數個次像素，比如有機發光二極體(OLED)面板，係針對原始非均一性(水波紋)及老化效應而補償，比如臨界電壓 V_{th} 偏移、EL 電壓 V_{oled} 偏移及 OLED 效率損失。每個次像素的驅動電流是在一個或多個量測參考閘極電壓下進行量測，以形成代表這些次像素之驅動電晶體及 EL 發光體之特性的狀態信號。電流量測是在驅動電晶體的線性區操作內進行，以改善比如現代的 LPTS PMOS OLED 顯示器之系統中的信號雜訊比，在其整個使用壽限中具有非常小的 V_{oled} 偏移，以及因通道長度調變所引起的非常小的電流改變。許多雜訊源也被壓制，以進一步增加信號雜訊比。

Subpixels of an electroluminescent (EL) display panel, such as an organic light-emitting diode (OLED) panel, are compensated for initial nonuniformity (“mura”) and for aging effects such as threshold voltage V_{th} shift, EL voltage V_{oled} shift, and OLED efficiency loss. The drive current of each subpixel is measured at one or more measurement reference gate voltages to form status signals representing the characteristics of the drive transistor and EL emitter of those subpixels. Current measurements are taken in the linear region of drive transistor operation to improve signal-to-noise ratio in systems such as modern LPTS PMOS OLED displays, which have relatively small V_{oled} shift over their lifetimes and thus relatively small current change due to channel-length modulation. Various sources of noise are also suppressed to further increase signal-to-noise ratio.



第1圖

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：99106037

※申請日：99.03.02

※IPC 分類：G09G3/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

提供驅動電晶體控制信號至電致發光面板中複數個驅動電晶體的閘極電極之裝置/APPARATUS FOR PROVIDING DRIVE TRANSISTOR CONTROL SIGNALS TO GATE ELECTRODES OF DRIVE TRANSISTORS IN AN ELECTROLUMINESCENT PANEL

二、中文發明摘要：

本發明揭示電致發光(EL)顯示面板的複數個次像素，比如有機發光二極體(OLED)面板，係針對原始非均一性(水波紋)及老化效應而補償，比如臨界電壓 V_{th} 偏移、EL 電壓 V_{oled} 偏移及 OLED 效率損失。每個次像素的驅動電流是在一個或多個量測參考閘極電壓下進行量測，以形成代表這些次像素之驅動電晶體及 EL 發光體之特性的狀態信號。電流量測是在驅動電晶體的線性區操作內進行，以改善比如現代的 LPTS PMOS OLED 顯示器之系統中的信號雜訊比，在其整個使用壽限中具有非常小的 V_{oled} 偏移，以及因通道長度調變所引起的非常小的電流改變。許多雜訊源也被壓制，以進一步增加信號雜訊比。

三、英文發明摘要：

Subpixels of an electroluminescent (EL) display panel, such as an organic light-emitting diode (OLED) panel, are compensated for initial nonuniformity (“mura”) and for aging effects such as threshold voltage V_{th} shift, EL voltage V_{oled} shift, and OLED efficiency loss. The drive current of each subpixel is measured at one or more measurement reference gate voltages to form status signals representing the characteristics of the drive transistor and EL emitter of those subpixels. Current measurements are taken in the linear region of drive transistor operation to improve signal-to-noise ratio in systems such as modern LTPS PMOS OLED displays, which have relatively small V_{oled} shift over their lifetimes and thus relatively small current change due to channel-length modulation. Various sources of noise are also suppressed to further increase signal-to-noise ratio.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 1 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 10 系統
- 11 非線性輸入信號
- 12 轉換器
- 13 補償器
- 14 源極驅動器
- 15 EL 次像素
- 16 電流量測電路

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於控制施加至驅動電晶體之信號，用以提供流過電致發光顯示器上複數個電致發光體的電流。

【先前技術】

平板顯示器係很具重要性，當作用於計算、娛樂及通信的資訊顯示器。例如，電致發光(EL)發光體已知數年，且最近已經用於商業顯示裝置。這類顯示器使用主動矩陣及被動矩陣控制設計，並可使用複數個次像素。每個次像素包含 EL 發光體以及用以驅動電流經過 EL 發光體的驅動電晶體。該等次像素通常是配置在二維陣列中，對每個次像素具有列位址及行位址，以及具有與次像素相關的資料數值。不同色彩的次像素，比如紅、綠、藍，可分群以形成複數個像素。EL 次像素可用不同的發光體技術製成，包括可塗佈無機發光二極體、量子點及有機發光二極體(OLED)。

電致發光(EL)平板顯示器技術，比如有機發光二極體(OLED)技術，提供在色彩色域、亮度及功耗上比其他技術還佳的益處，比如液晶顯示(LCD)及電漿顯示(PDP)面板。然而，EL 顯示器承受隨時間而來的性能劣化。為了在次像素的使用壽限期間提供高品質影像，必須補償這種性能劣化。此外，OLED 顯示器承受跨越顯示器的可視非均一性。這些非均一性可歸因於顯示器中的 EL 發光體，以及針對主動矩陣顯示器，用以驅動 EL 發光體的薄膜電晶體之多樣性。

EL 發光體的光輸出是大約正比於流過發光體的電流，所以 EL 次像素中的驅動電晶體通常是配置成電壓控制電流源，以響應閘極至源極電壓 V_{gs} 。源極驅動器類似於 LCD 顯示器中所使用的，提供控制電壓至驅動電晶體。源極驅動器可將所需的編碼數值轉換成類比電壓，以控制驅動電晶體。編碼數值與電壓之間的關係通常是非線性，雖然具較高位元深度的線性源極驅動器變成可用。雖然非線性編碼數值至電壓的關係比起典型 LCD 的 S 形狀(顯示於美國專利第 4,896,947 號)，

對 OLED 具有不同的形狀，但是所需的源極驅動器電子裝置在這二種技術間是非常類似。除 LCD 及 EL 源極驅動器之間的相似性以外，LCD 顯示器及 EL 顯示器通常還在相同的基板上製造：非晶矽(a-Si)，如由 Tanaka 等人在美國專利第 5,034,340 號中所教示。非晶 Si 不昂貴且容易製成大型顯示器。

<劣化模式>

然而，非晶矽是亞穩定：當電壓偏壓施加至 a-Si TFT 的閘極，其臨界電壓 (V_{th}) 會隨時間而偏移，因此偏移其 I-V 曲線(Kagan & Andry, ed. Thin-film Transistors. New York: Marcel Dekker, 2003. Sec. 3.5, pp. 121-131)。 V_{th} 通常在順向偏壓下隨時間而增加，所以 V_{th} 偏移會隨著時間平均而造成顯示器變暗。

除了非 a-Si TFT 的非穩定性以外，現代 EL 發光體還具有本身的非穩定性。例如，在 OLED 發光體中，當電流穿過 OLED 發光體時，其順向電壓 (V_{oled}) 會隨著時間而增加，且其效率(通常以 cd/A 量度)下降(Shiinar, ed. Organ Light-Emitting Devices: a survey. New York: Springer-Verlag, 2004. Sec. 3.4, pp. 95-97)。效率損失造成顯示器平均隨時間而變暗，即使是用固定電流驅動。此外，在一般的 OLED 顯示器配置中，OLED 是連結至驅動電晶體的源極。在這種配置中， V_{oled} 增加會增加電晶體的源極電壓，降低 V_{gs} 以及流過 OLED 發光體的電流 (I_{oled})，因此造成隨時間而變暗。

這三種效應(V_{th} 偏移、OLED 效率損失及 V_{oled} 上升)會造成每個個別的 OLED 次像素，以正比於流過 OLED 次像素之電流的速率，隨著時間而損失亮度。(V_{th} 偏移是主要效應， V_{oled} 偏移是次要效應，而 OLED 效率損失是更次要效應。)因此，顯示器隨著時間而變暗，用更多電流驅動的這些次像素會更快減弱。差額老化是今天與日俱增的問題，例如，更多廣播業者持續在固定位置用其商標圖案覆蓋其內容。通常，商標圖案比其附近還亮，所以商標圖案中的像素會比周圍的內容更快老化，造成該商標圖案的負面複製，在觀看不包含商標圖案的內容時可被看到。既然商標圖案通常包含高空間頻率內容(比如 AT&T globe)，所以單一次像素會很嚴重老化，而相鄰次像素卻只是輕微老

化。因此，每個次像素必須獨立補償老化，以去除令人討厭的可視斑痕。

此外，某些電晶體技術，比如低溫多晶矽(LTPS)，可產生具跨越顯示器表面之變動游動率及臨界電壓的驅動電晶體(Kuo, Yue, ed. Thin Film Transistors: Material and Processes, vol. 2: Polycrystalline Thin Film Transistors. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2004. pg. 412)。這造成令人討厭的非均一性。此外，非均一的 OLED 材料沉積會產生具變動效率的發光體，也會造成令人討厭的非均一性。這些非均一性係在面板販售至最終使用者時才出現，且被稱為原始非均一性，或“水波紋”。第 11A 圖為顯示出展現次像素間特性差異的次像素亮度直方圖。所有次像素是以相同位準驅動，所以必須具有相同亮度。如第 11A 圖所示，最終的亮度在任何方向上係以百分之 20 變動。這造成不可被接受的顯示器性能。

<習用技術>

補償三種老化效應的其中一個或多個老化效應係已知。類似地，在習用技術中已知的是，量測顯示器中每個像素的特性，然後校正像素的特性，以提供跨越顯示器更均一性的輸出。

就 V_{th} 偏移而論，主要效應及與施加偏壓為可逆的效應(Mohan et al., “Stability issues in digital circuits in amorphous silicon technology”, Electrical and Computer Engineering, 2001, Vol. 1, pp. 583-588)，補償設計一般是分成四類：像素內補償、像素內量測、面板內量測、及反向偏壓。

像素內 V_{th} 補償設計加入額外的電路至次像素中以便在發生 V_{th} 偏移時進行補償。例如，Lee 等人在 “A New a-Si:H TFT Pixel Design Compensating Threshold Voltage Degradation of TFT and OLED”, SID 2004 Digest, pp. 264-274，教示一種七電電晶體一電容(7T1C)的次像素電路，在施加所需資料電壓之前，藉儲存次像素的 V_{th} 在該次像素的儲存電容上，以補償 V_{th} 偏移。這類方法可補償 V_{th} 偏移，但無法補償 V_{loed} 上升或 OLED 效率損失。比起傳統的 2T1C 電壓驅動次像素電路，這些方法需要增加次像素的複雜度以及增加次像素電子裝置大小。增

加次像素的複雜度會降低良率，因為所需要的更細特徵會更加受到製程誤差的影響。尤其是在一般的底部發射配置中，增加次像素電子裝置的總尺寸會增加功耗，因為會降低開口率，即每個次像素發射光線的比例。OLED 的光線發射是正比於固定電流下的面積，所以具較小開口率的 OLED 發光體需要更多電流以產生具較大開口率之 OLED 的相同亮度。此外，較小面積中的較高電流會增加 OLED 發光體中的電流密度，加速 V_{oled} 上升以及 OLED 效率損失。

像素內量測 V_{th} 補償設計加入額外的電路至每個次像素中以便讓代表 V_{th} 偏移的數值被量測。然後面板外電路處理該量測並調適每個次像素的驅動以補償 V_{th} 偏移。例如，Nathan 等人在美國專利公開第 2006/0273997 號教示一種四電晶體像素電路，讓 TFT 劣化資料被量測到，當作給定電壓條件下的電流或給定電流條件下的電壓。Nara 等人在美國專利第 7,199,602 號中，教示加入開關電晶體至次像素中以連接至檢視互連。Kimura 等人在美國專利第 6,158,962 號中，教示加入校正 TFT 至次像素中以補償 EL 劣化。這些方法都具有像素內 V_{th} 補償設計的共同缺點，但是某些方法額外的補償 V_{oled} 偏移或 OLED 效率損失。

像素內 V_{th} 補償設計加入電路至面板周圍以進行並處理量測，而不用改變面板的設計。例如，Naugler 等人在美國專利公開第 2008/0048951 號中，教示在驅動電晶體閘極的不同電壓下，量測流過 OLED 發光體的電流，以便在用以補償的預先計算查表上安置一點。然而，該方法需要大量的查表，耗費大量的記憶體。此外，該方法不會辨識補償結合通常顯示裝置電子裝置中進行之影像處理的問題。也無法辨識一般顯示驅動硬體的限制，以及需要很難不用昂貴客製電路而實現的時序設計。

反向偏壓 V_{th} 補償設計使用某種形式的反向偏壓，以便將 V_{th} 偏壓回某個起始點。這些方法不能補償 V_{oled} 上升以及 OLED 效率損失。例如，Lo 等人在美國專利第 7,116,058 號中，教示調變主動矩陣像素電路中儲存電容的參考電壓，以反向偏壓每個圖框之間的驅動電晶體。在圖框或圖框之間施加反向偏壓會防止可視的假影像，但會降低工作

循環及尖峰亮度。反向偏壓方法可補償面板的平均 V_{th} 偏移，具有比像素內補償方法較小增加的功耗，但需要更複雜的外部電力供應，可需要額外的像素電路或信號線，且不會補償比其他更加減弱的個別次像素。

就 V_{oled} 偏移及 OLED 效率損失而論，Amold 等人的美國專利第 6,995,519 號是補償 OLED 發光體老化方法的實例。該方法假設發光體亮度的整個變化是由 OLED 發光體的改變所造成。然而，當電路中的驅動電晶體是由 a-Si 所形成時，該假設並不成立，因為電晶體的臨界電壓也隨使用而改變。因此 Amold 的方法將不對電路內次像素老化提供完全的補償，其中電晶體顯出老化效應。此外，當如反向偏壓的方法用於減輕 a-Si 電晶體的臨界電壓偏移時，補償 OLED 效率損失會變成不可靠而沒有反向偏壓效應的適當追蹤/預測，或直接量測 OLED 電壓改變或電晶體臨界電壓改變。

其他補償方法直接量測次像素的光輸出，比如 Young 等人在美國專利第 6,489,631 號所教示。這類方法可補償所有三種老化因子的變化，但需要很精確的外部光感測器或積體化光感測器在次像素中。外部光感測器增加裝置的成本及複雜度，而積體化光感測器增加次像素的複雜度及電子裝置的尺寸大小，伴隨著性能降低。

關於原始非均一性補償，Ishizuki 等人的美國專利公開第 2003/0122813 號揭示一種顯示面板驅動裝置及驅動方法，用以提供沒有不規則性亮度的高品質影像。流過的光線發射驅動電流是在每個次像素連續且獨立發射光線時進行量測。然後依據量測驅動電流之數值以校正每個輸入像素資料的亮度。依據另一特點，驅動電壓被調適成讓某一驅動電流之數值變成等於預設參考電流。在進一步特點中，當對應顯示面板之漏電流的補偏電流是由驅動電壓產生電路而加至電流輸出時，進行量測電流，且最終電流係施加至每個像素部。量測技術是疊代，因此很慢。進一步，該技術是導向至補償老化，而非原始非均一性。

Salam 的美國專利第 6,081,073 號描述一種顯示器矩陣，具有處理及控制裝置，用以降低像素中的亮度變動。該專利描述針對每個像素

使用線性縮放方法，係依據顯示器中最弱像素的亮度與每個像素的亮度間之比例。然而，該方法會導致顯示器之動態範圍及亮度的整體降低，而且像素中位元深度的降低與變動會被操作。

Fan 的美國專利第 6,473,065 號揭示改善 OLED 之顯示非均一性的方法。在該方法中，量測所有有機發光單元的顯示特性，且每個有機發光單元的校正參數是由相對應有機發光單元的量測顯示校正參數而獲得。每個有機發光單元的校正參數是儲存於校正記憶體中。該技術使用查表組合及校正電路，以實現非均一性校正。然而，所描述的方法需要提供每個像素之完整特性的查表，或在裝置控制器中的大規模計算電路。這可能會很昂貴且在大部分應用中不實際。

Mizukoshi 等人的美國專利第 7,345,660 號描述一種 EL 顯示器，具有每個像素的儲存校正補偏及增益，並具有用以量測每個像素電流的量測電路。當該裝置能校正原始非均一性時，係使用感測電阻以量測電流，因而具有受限的信號雜訊性能。此外，該方法所需要的量測對大面板而言會非常耗費時間。

Shen 等人的美國專利第 6,414,661 號描述一種方法及相關系統，係藉依據施加至像素之累積驅動電流，計算並預測每個像素之光輸出效率中的延遲，以補償 OLED 顯示裝置中個別有機發光二極體之發光效率的長期變動，並推導出應用至每個像素之下一驅動電流的校正係數。該專利描述使用相機以獲取複數個相同大小次面積的影像。這種方法很耗時，且需要機械裝置以獲取複數個次面積影像。

Kasai 等人的美國專利公開第 2005/0007392 號描述一種光電裝置，係藉進行對應於複數個擾動因子的校正處理以穩定顯示品質。灰階特性產生單元產生具灰階特性的轉換資料，係藉改變顯示資料的灰階特性而獲得，且係參考轉換表以定義出像素灰階，而轉換表的描述內容包括校正因子。然而，其方法需要大量的 LUT 以進行處理，並非所有 LUT 在任何時間中都是在使用中，而且未描述用以安置這些 LUT 的方法。

Cok 等人的美國專利第 6,989,636 號描述一種用以補償非均一性的全面性及局部性校正因子。然而，該方法假設線性輸入，且結果很難

整合具非線性輸出的影像處理路徑。

Gu 等人的美國專利第 6,897,842 號描述一種脈衝寬度調變(PWM)機制，以可控制性地驅動顯示器(比如形成顯示單元陣列的複數個顯示單元)。非均一性脈衝間距時鐘係由均一性脈衝間距時鐘所產生，然後用以調變驅動信號的寬度以及選擇性的振幅，以可控制的驅動顯示單元陣列中的一個或多個顯示單元。伽瑪(gamma)校正與補償一起提供給原始非均一性。然而，該技術只適合被動矩陣顯示器，而不適合一般所使用的較高性能主動矩陣顯示器。

現有水波紋及 V_{th} 補償設計並非沒有缺點，有少數補償 V_{oled} 上升或 OLED 效率損失。那些補償每個次像素 V_{th} 偏移的技術都是在增加面板複雜度及較低良率的代價下做成。因此，一直需要在 EL 顯示面板的整個使用壽限期間，包括在其使用壽限一開始時，改善劣化及避免令人討厭之可視斑痕。

【發明內容】

依據本發明，在一種裝置中提供用以提供複數個驅動電晶體控制信號至 EL 面板內複數個 EL 次像素中驅動電晶體的閘極電極，該裝置係包括在該 EL 面板內的一第一電壓供應器、一第二電壓供應器及複數個 EL 次像素；每個 EL 次像素包括一驅動電晶體，用以施加電流至每個 EL 次像素中的 EL 發光體，每個驅動電晶體具有電氣連接至該第一電壓供應器的一第一供電電極以及電氣連接至該 EL 發光體之一第一電極的一第二供電電極；以及每個 EL 發光體包括電氣連接至該第二電壓供應器的一第二電極，其改善係包括：

- (a)一序列控制器，用以選擇複數個 EL 次像素的其中一個或多個 EL 次像素；
- (b)一測試電壓源，電氣連接至該一個或多個選擇 EL 次像素的該驅動電晶體的閘極電極；
- (c)一電壓控制器，用以控制該第一電壓供應器、該第二電壓供應器及該測試電壓源的電壓，以操作該一個或多個選擇 EL 次像素的該驅動電晶體在線性區；

- (d)一量測電路，用以量測流過該第一電壓供應器及該第二電壓供應器的電流，以提供個別的複數個狀態信號給該一個或多個選擇 EL 次像素的每一個選擇 EL 次像素，係代表該等次像素中該驅動電晶體及該 EL 發光體之特性的變動，其中該電流係在該一個或多個選擇 EL 次像素的驅動電晶體操作在線性區時量測；
- (e)一裝置，用以提供一線性編碼數值給每個次像素；
- (f)一補償器，用以改變該線性編碼數值，以響應該狀態信號，藉以補償每個次像素中該驅動電晶體及該 EL 發光體之特性的變動；以及
- (g)一源極驅動器，用以產生該驅動電晶體控制信號，以響應用以驅動該等驅動電晶體之閘極電極的改變線性編碼數值。

本發明提供一種有效方式以提供驅動電晶體控制信號。本發明只需要針對每個次像素進行一次量測以進行補償。可應用至任何主動矩陣背板。控制信號的補償已經藉使用查表(LUT)以改變非線性信號成線性信號而簡化，所以補償可在線性電壓區。本發明補償 V_{th} 偏移、 V_{oled} 偏移及 OLED 效率損失而不需複雜的像素電路或外部量測裝置。不會減少次像素的開口率。對面板的正常操作沒有影響。可將令人討厭的原始非均一性變成不可視，以提高良好面板的產率。藉操作在電晶體操作的線性區時量測 EL 次像素的特性，以獲得改善的信號/雜訊 (S/N)。

【實施方式】

本發明補償主動矩陣 EL 顯示面板上複數個次像素的驅動電晶體及 EL 發光體中的水波紋(原始非均一性)及劣化，比如有機發光二極體 (OLED) 面板。在實施例中，本發明補償主動矩陣 OLED 面板上所有次像素的 V_{th} 偏移、 V_{oled} 偏移及 OLED 效率損失。面板包括複數個像素，每個像素包括一個或多個次像素。例如，每個像素可包括紅、綠及藍次像素。每個次像素包括發射光線的 EL 發光體以及周圍電子裝置。次像素是面板的最小可定址單元。

以下的討論首先考慮整個系統。然後進行次像素的電氣細節，接著是用以量測次像素的電氣細節。下一個涵蓋補償器如何使用量測。最

後，以實施例描述如何實現該系統，比如以消費性產品，由製造廠至最終產品。

< 概論 >

第 1 圖顯示本發明系統 10 的方塊圖。為清楚起見，只顯示單一 EL 次像素，但是本發明對複數個次像素的補償係有效的。非線性輸入信號 11 由 EL 次像素中的 EL 發光體命令一特定光強度。該信號 11 可來自影像解碼器，影像處理路徑或另一信號源，可為數位或類比，且可為非線性或線性編碼。例如，非線性輸入信號可為 sRGB 編碼數值(IEC 61966-2-1: 1999+A1)或 NTSC 亮度(luma)電壓。不論來源及格式，該信號最好是由轉換器 12 轉換成數位形式並轉換成線性區，比如線性電壓，將在底下的“跨區處理及位元深度”中進一步討論。轉換結果將是線性編碼數值，能代表命令驅動電壓。

補償器 13 接收線性編碼數值，係對應於由 EL 次像素所命令的特定光強度。由於水波紋(mura)及 EL 次像素中驅動電晶體及 EL 發光體隨著時間的操作，驅動電晶體及 EL 發光體的變動結果是，EL 次像素一般不會產生響應至線性編碼數值的命令光強度。補償器 13 輸出改變線性編碼數值，使 EL 次像素產生命令強度，進而補償因驅動電晶體及 EL 發光體隨著時間的操作所造成驅動電晶體及 EL 發光體之特性的變動，以及次像素與次像素之間驅動電晶體及 EL 發光體之特性的變動。補償器的操作將在“實作”中進一步討論。

來自補償器 13 的改變線性編碼數值被傳送至源極驅動器 14，可為數位至類比轉換器。源極驅動器 14 產生驅動電晶體控制信號，可為類比電壓或電流，或數位信號，比如寬度調變波形，以響應該改變線性編碼數值。在較佳實施例中，源極驅動器 14 可為具有線性輸入輸出關係的源極驅動器，或具有經設定而產生近似線性輸出之伽瑪(gamma)電壓的傳統 LCD 或 OLED 源極驅動器。在後者，任何線性誤差都會影響到結果的品質。源極驅動器 14 也可為時間分割(數位驅動)源極驅動器，如 Kawabe 在共同受讓之“WO 2005/116971”中所教示。來自數位驅動源極驅動器的類比電壓是設定於預設位準，用以命令光輸出持續一段時間，該時間係視來自補償器的輸出信號而定。相對的，傳統的源極驅動

器提供某一位準的類比電壓，該位準係視與來自補償器之輸出信號而定，並持續一段固定時間(一般是整個圖框)。源極驅動器可同時輸出一個或多個驅動電晶體控制信號。較佳情形是面板具有複數個源極驅動器，每個源極驅動器一次輸出驅動電晶體控制信號給某一次像素。

源極驅動器 14 所產生的驅動電晶體控制信號是提供於 EL 次像素 15 上。該電路，如將在底下“顯示單元說明”中所討論。當類比電壓提供至 EL 次像素 15 中驅動電晶體的閘極電極時，電流流過驅動電晶體及 EL 發光體，使 EL 發光體發射光線。一般在流過 EL 發光體的電流以及發光體之光輸出的亮度間具有線性關係，且在施加到驅動電晶體的電壓以及流過 EL 發光體的電流之間具有非線性關係。因此在某一圖框期間由 EL 發光體所發射的總光線可為來自源極驅動器 14 之電壓的非線性函數。

流過 EL 次像素的電流是在特定驅動條件下由電流量測電路 16 所量測，如將在底下“資料收集”中進一步討論。EL 次像素的量測電流提供補償器調適命令驅動信號所需的資訊，這將在底下“演算法”中進一步討論。

<顯示單元說明>

第 10 圖顯示施加電流至 EL 發光體的 EL 次像素 15，比如 OLED 發光體，以及相關電路。EL 次像素 15 包括驅動電晶體 201、EL 發光體 202 以及可選擇性地儲存電容 1002 與選擇電晶體 36。第一電壓供應器 211(“PVDD”)可為正，而第二電壓供應器 206(“Vcom”)可為負。EL 發光體 202 具有第一電極 207 及第二電極 208。驅動電晶體具有閘極電極 203、第一供電電極 204 以及第二供電電極 205，該第一供電電極 204 可為驅動電晶體的汲極，該第二供電電極 205 可為驅動電晶體的源極。驅動電晶體控制信號可提供至閘極電極 203，可選擇的穿過選擇電晶體 36。驅動電晶體控制信號可儲存於儲存電容 1002。第一供電電極 204 電氣連接至第一電壓供應器 211。第二供電電極 205 電氣連接至 EL 發光體 202 的第一電極 207，以施加電流至 EL 發光體。EL 發光體的第二電極 208 電氣連接至第二電壓供應器 206。電壓供應器通常是位於 EL 面板外。電氣連接可經由開關、匯流線、傳導電晶體或能提供電流路徑

的其他元件或結構而做成。

第一供電電極 204 係經由 PVDD 匯流線 1011 而電氣連接至第一電壓供應器 211，第二電極 208 係經由薄片陰極 1012 而電氣連接至第二電壓供應器 206，以及當選擇電晶體 36 由閘極線 34 啟動時，驅動電晶體控制信號係藉跨越行線 32 的源極驅動器 14 而提供至閘極電極 203。

第 2 圖顯示系統 10 內的 EL 次像素 15 包括非線性輸入信號 11、轉換器 12、補償器 13 及源極驅動器 14，如第 1 圖所示。為清楚起見，只顯示出單一的 EL 次像素 15，但本發明可對複數個次像素有效。複數個次像素可以串列或並列方式處理，如將進一步討論。如上所述，驅動電晶體 201 具有閘極電極 203、第一供電電極 204 以及第二供電電極 205。EL 發光體 202 具有第一電極 207 及第二電極 208。該系統具有第一電壓供應器 211 及第二電壓供應器 206。

忽略漏電後，相同的電流，亦即驅動電流，會由第一電壓供應器 211 經第一供電電極 204 及第二供電電極 205，再經 EL 發光體的第一電極 207 及第二電極 208 而流至第二電壓供應器 206。驅動電流造成 EL 發光體發射光線。因此，電流可在該驅動電流路徑中的任何點上量測。電流可在 EL 面板外的第一電壓供應器 211 量測，以降低 EL 次像素的複雜度。驅動電流在此是指 I_{ds} ，流過驅動電晶體之汲極端及源極端的電流。

< 資料收集 >

硬體

仍參閱第 2 圖，為量測 EL 次像素 15 的電流而不依靠面板上任何特別的電子裝置，本發明使用量測電路 16，包括電流鏡單元 210、關聯雙取樣(CDS)單元 220、類比至數位轉換器(ADC)230 及狀態信號產生單元 240。

EL 次像素 15 是以對應於驅動電晶體 201 的閘極電極 203 上之量測參考閘極電壓(第 4A 圖的 510) 的電流而量測。為製造該電壓，在量測時，源極驅動器 14 當作測試電壓源並提供量測參考閘極電壓至閘極電極 203。很有利地是，藉選擇對應於小於選擇臨界電流之量測電流的量測參考閘極電壓，該量測可保持不被使用者看見。可選擇該選擇臨界電

流為小於由 EL 發光體發射可估計光線所需的數值，比如 1.0 單位或更小。既然量測電流未知，直到量測為止，所以可藉模擬以對應至選擇臨界電流以下選擇寬餘百分比的預期電流，以選擇量測參考閘極電壓。

電流鏡單元 210 係連接至電壓供應器 211，雖然可連接至驅動電流路徑中的任何位置。第一電流鏡 212 經由開關 200 供應驅動電流至 EL 次像素 15，並在其輸出 213 上產生鏡電流。鏡電流可等於驅動電流，或是驅動電流的函數。例如，鏡電流可為數倍的驅動電流，以驅動電流而提供額外的量測系統增益。第二電流鏡 214 及偏壓供應器 215 施加偏壓電流至第一電流鏡 212，以降低從面板所看到的第一電流鏡的阻抗，很有利地增加量測電路的響應速度。該電路也降低流過 EL 次像素的電流改變，係由量測電路抽取的電流所造成並因電流鏡中電壓改變所量測。比起其他電流量測選項，如視電流而定以改變驅動電晶體端點上電壓的簡單感測電阻，這可很有利地改善信號雜訊比。最後，電流至電壓 (I-to-V) 轉換器 216 將來自第一電流鏡的鏡電流轉換成電壓信號，用以進一步處理。該電流至電壓轉換器 216 可包括轉阻抗放大器或低通濾波器。

開關 200，可為繼電器或場效電晶體(FET)，能選擇性地電氣連接量測電路至流過驅動電晶體 201 的第一及第二電極的驅動電流。在量測期間，開關 200 可電氣連接第一電壓供應器 211 至第一電流鏡 212 以進行量測。在正常操作期間，開關 200 可直接電氣連接第一電壓供應器 211 至第一供電電極 204，而非第一電流鏡 212，因而從驅動電流中移開量測電流。這造成量測電路對面板的正常操作沒有影響。這也很有利地讓量測電路的元件，比如電流鏡 212 及 214 中的電晶體，只需對量測電流而不需對操作電流調整尺寸大小。因為正常操作一般抽取比量測還要更多的電流，所以這會本質上降低量測電路的尺寸大小及成本。

取樣

電流鏡單元 210 允許在單一時間點對某一 EL 次像素進行電流量測。為改善信號雜訊比，在實施例中，本發明使用關聯雙取樣，具有可與標準 OLED 源極驅動器使用的時序設計。

參閱第 3 圖，本發明中很有用的 EL 面板 30 包括驅動行線 32a、32b、

32c 的源極驅動器 41、驅動列線 34a、34b、34c 的閘極驅動器 33 以及次像素矩陣 35。次像素矩陣 35 包括在複數個列與複數個行之陣列中的複數個 EL 次像素 15。要注意的是，“列”及“行”並非隱含 EL 面板的任何特定位向。EL 次像素 15 包括 EL 發光體 202、驅動電晶體 201 及選擇電晶體 36，如第 10 圖所示。選擇電晶體 36 的閘極係電氣連接至個別的列線 34a、34b 或 34c，而其源極電極與汲極電極的其中之一電極係電氣連接至個別的行線 32a、32b 或 32c，且其源極電極與汲極電極的另一電極係電氣連接至驅動電晶體 201 的閘極電極 203。選擇電晶體 36 的源極電極是否連接至行線(比如 32a)或驅動電晶體閘極電極 203，都不會影響選擇電晶體的操作。為清楚起見，第 10 圖所示的電壓供應器 211 及 206 是在第 3 圖中表示，其中電壓供應器係連接至每個次像素，因為本發明可與許多用次像素連接該等供應器的設計一起使用。

在本面板一般操作所使用的標準時序序列中，源極驅動器 14 驅動個別行線 32a、32b、32c 上的適當驅動電晶體控制信號。然後閘極驅動器 33 啟動第一列線 34a，造成適當控制信號穿過選擇電晶體 36 而至適當驅動電晶體 201 的閘極電極 203，使這些電晶體供應電流給其連接的 EL 發光體 202。然後閘極驅動器 33 使第一列線 34a 不啟動，防止用於其他列的控制信號是穿過選擇電晶體 36 的數值損壞。源極驅動器 14 驅動用於行線 32a、32b、32c 上之下一列 34b 的控制信號，而且閘極驅動器 33 啟動下一列 34b。該處理對所有列重複進行。以這種方式，面板上的所有 EL 次像素 15 接收適當的控制信號，一次一列。列時間是啟動一列(比如 34a)與啟動下一列(比如 34b)之間的時間。該時間對所有列一般是固定值。序列控制器 37 控制源極驅動器及閘極驅動器，以適當地產生標準時序序列並提供適當的資料給每個次像素。序列控制器也選擇複數個 EL 次像素 15 中一個或多個 EL 次像素以供量測。序列控制器及補償器的功能可於單一微處理器或積體電路中或於分立元件中提供。

依據本發明，序列控制器使用標準時序序列，很有利地一次只選擇一次像素，往某一行向下工作。參閱第 3 圖，假設只有行 32a 被驅動，一開始所有次像素都關閉。行線 32a 具有驅動電晶體控制信號，比如高

電壓，使連接的次像素發射光線；所以其他行線 32b-32c 具有控制信號，比如低電壓，使連接的次像素不發射光線。既然所有次像素關閉，所以面板被抽取出暗電流，可為零或只有漏電量(見底下“雜訊源”)。隨著複數個列被啟動，連接到行 32a 的次像素會打開，且面板所抽取的總電流上升。

現在參閱第 4A 圖，也參閱第 2 圖與第 3 圖，量測暗電流。在時間 1 時，EL 次像素 15 被啟動(比如列線 34a)，且其電流 41 是用量測電路 16 而量測。特別地，所量測的是來自電流鏡單元 210 的電壓信號，代表經第一及第二電壓供應器的驅動電流 I_{ds} ，如上所述；為清楚起見，量測代表電流的電壓信號是指“量測電流”。電流 41 是來自第一次像素之電流及暗電流的電流總合。在時間 2，下一次像素被啟動(比如利用列線 32b)並且量測電流 42。電流 42 是來自第一次像素、第二次像素之電流及暗電流的電流總合。第二量測電流 42 與第一量測電流 41 之間的差額是第二次像素所抽取的電流。以這種方式，往第一行向下進行該處理，量測每個次像素的電流。然後量測第二行，接著第三行，以及對面板的其餘行照樣一次一行。要注意的是，每個電流(比如 41, 42)係在啟動次像素後儘快量測。在理想狀態下，每個量測可在啟動下一次像素之前的任何時間進行，但如同以下所討論，啟動下一次像素後便立刻量測可幫助去除因自我加熱效應所引起的誤差。本方法允許量測可如同次像素的穩定時間所允許的一樣快。

參閱第 2 圖，也參閱第 4 圖，關聯雙取樣單元 220 對應於來自電流至電壓(I-to-V)轉換器 216 的電壓信號，以提供用於每個次像素的量測資料。在硬體方面，係將其來自電流鏡單元 210 的相對應電壓信號栓鎖至第 2 圖的取樣保持單元 221 及 222 以量測電流。差額放大器 223 取用連續次像素之間的差額。取樣保持單元 221 的輸出係電氣連接至差額放大器 223 的正端，而取樣保持單元 222 的輸出係電氣連接至差額放大器 223 的負端。例如，當量測電流 41 時，該量測是栓鎖至取樣保持單元 221。然後，在量測電流 42 之前(栓鎖至單元 221)，單元 221 的輸出係栓鎖至第二取樣保持單元 222。然後量測電流 42。這會留下單元 222 內的電流 41 以及單元 221 內的電流 42。因此差額放大器的輸出，單元

221 內的數值減去單元 222 內的數值，是(電壓信號表示)電流 42 減去(電壓信號表示)電流 41，或差額 43。依此方式，列由上往下且橫跨複數行，量測每個次像素。量測可連續以不同的驅動位準(閘極電壓或電流密度)進行，以形成每個次像素的 I-V 曲線。在量測一行後，可在量測下一行之前先停止啟動，比如藉寫入對應於黑位準的資料。

在發明的實施例中，序列控制器 37 可一次選擇一系列的次像素，而且可使用複數個量測電路，或將單一量測電路的多工器輪流連接至穿過每個次像素的驅動電流路徑，以針對該列中複數個次像素的每個次像素以量測個別的電流。在另一實施例中，序列控制器可將面板上的該等次像素分成複數群組，並在不同時間選擇不同的群組。每個群組可包括，比如只有每行中一子集的次像素。這允許量測更快進行，代價是每次進行量測時不會更新每個次像素的個別量測。在任一實施例中，當進行量測時，測試電壓源可提供驅動電晶體控制信號只給被選擇的次像素。測試電壓源也可提供驅動電晶體控制信號至被選擇的次像素而使大量的驅動電流流動，並且提供驅動電晶體控制信號至未被選擇的所有次像素而不會造成電流，或只有暗電流流動。

差額放大器 223 的類比或數位輸出可直接提供至補償器 13。另一方式是，類比至數位轉換器 230 可較佳地數位化差額放大器 223 的輸出，以提供數位量測資料至補償器 13。

量測電路 16 可較佳地包括狀態信號產生單元 240，接收差額放大器 223 的輸出，並進行進一步處理，以提供狀態信號給 EL 次像素。狀態信號可為數位或類比。參閱第 6B 圖，為清楚起見，狀態信號產生單元 240 係顯示於補償器 13 內。在許多實施例中，狀態信號產生單元 240 可包括記憶體 619。記憶體 619 可被選擇次像素的位置 601 或類似數值所定址，例如量測次序的序號，藉以提供個別儲存資料給每個次像素。

在本發明的第一實施例中，每個電流差額，比如 43，可為對應於次像素的狀態信號。例如，電流差額 43 可為用於連接至列線 34b 及行線 32b 之每個次像素的狀態信號。在本實施例中，狀態信號產生單元 240 可對電流差額進行線性轉換，或未經改變而傳送出去。可在相同量測參考閘極電壓下量測所有次像素，使得在量測參考閘極電壓下流過每

個次像素的電流(43)係很有意義地代表次像素中驅動電晶體及 EL 發光體的特性。電流差額 43 可儲存於記憶體 619 中。

在第二實施例中，記憶體 619 儲存每個 EL 次像素的個別目標信號 i_0 611。記憶體 619 也儲存每個 EL 次像素的最近電流量測 i_1 612，可為量測電路針對相對應次像素最近所量測的數值。量測 612 也可為許多量測的平均，隨時間量測的指數加權移動平均，或其他對熟知該技術領域之人士所顯而易見的平滑化方法之結果。目標信號 i_0 611 及電流量測 i_1 612 可如下述做比較，以提供百分比電流 613，可為用於 EL 次像素的狀態信號。用於次像素的目標信號可為在與量測 i_1 612 不同時間下所量測的次像素之電流量測，較佳情形是在電流 i_1 之前，因而百分比電流可代表驅動電晶體及 EL 發光體隨著時間操作而造成的驅動電晶體及 EL 發光體之特性的變動。用於 EL 次像素的目標信號也可為選擇參考信號，使得百分比電流代表個別次像素中驅動電晶體及 EL 發光體在特定時間下的特性，特別是相對於該目標。

在第三實施例中，記憶體 619 儲存水波紋補償增益項 m_g 615、及水波紋補償補偏項 m_o 616，如以下說明所計算。用於每個 EL 次像素的狀態信號可包括個別增益與補偏、及特別地個別 m_g 615 及 m_o 616 數值。 m_g 615 及 m_o 616 數值係相對於目標而計算，因而代表個別驅動電晶體及 EL 發光體的特性跨越多個次像素之變動。此外，任何(m_g 615, m_o 616)數對本身即代表個別次像素中驅動電晶體及 EL 發光體的特性

這三種實施例可一起使用。例如，用於每個 EL 次像素的狀態信號可包括百分比電流、 m_g 615 及 m_o 616。補償在以下“實作”中所描述，可以相同方式進行，不論狀態信號表示單一次像素隨時間(老化)的變動或在特定時間(水波紋)下跨越多個次像素的變動。記憶體 619 可包括 RAM、非揮發 RAM，比如快閃記憶體、以及 ROM，比如 EEPROM。在實施例中， i_0 、 m_g 615 及 m_o 616 的數值係儲存於 EEPROM 中，而 i_1 的數值係儲存於快閃記憶體中。

雜訊源

實際上，電流波形可為單純階梯以外的其他波形，所以可只在等到波形穩定後才進行量測。每個次像素的複數個量測也可進行，並一起

平均。這類量測可在進行至下一次像素之前，先連續進行。這類量測也可以分開量測路徑進行，其中面板上的每個次像素是在每個路徑中量測。電壓供應器 206 及 211 之間的電容值可加至穩定時間。該電容值可為面板的本質，或由外部電容所提供，如同在正常操作時所共用。提供開關是很有利的，可在進行量測時用以電氣脫離開外部電容。

任何電壓供應器上的雜訊都會影響電流量測。例如，在被開極驅動器使用而使複數個列停止啟動的任何電壓供應器(常常稱作 VGL 或 Voff，並通常是在 -8 VDC 附近)上的雜訊，可電容性地耦合跨越選擇電晶體而至驅動電晶體，並影響該電流，因而造成電流量測雜訊源。如果面板具有複數個供電區域，例如分離的供電面，則該等區域可平行量測。這類量測可隔離開區域間的雜訊，並降低量測時間。

不論源極驅動器何時進行開關，其雜訊暫態會耦合至電壓供應面及個別的次像素，造成量測雜訊。為降低這種雜訊，在某一行中下降時，來自源極驅動器的控制信號可保持固定。例如，當量測 RGB 條紋面板上一行的紅次像素時，供應至用於該列的源極驅動器的紅編碼數值可在整個列為定值。這將去除源極驅動器暫態雜訊。

源極驅動器暫態在行的開始及結束可為不可避免，因為源極驅動器必須由啟動目前行(比如 32a)改變成啟動下一行(比如 32b)。結果，任何行中第一及最後一個或多個次像素的量測都會遭受因暫態所引起的雜訊。在實施例中，EL 面板可具有複數個額外列，對使用者來說是不可視的，在可視列之上或之下。可有足夠的複數個額外列，使得源極驅動器暫態只發生在該等額外列中，所以可視次像素的量測不會有影響。在另一實施例中，可將延遲插入一行中開始之源極驅動器暫態與該行中第一列的量測之間，以及在該行中最後列的量測與某一行的最後之源極驅動器暫態之間。

參閱第 10 圖，在本發明的實施例中，為了降低暗電流 49(第 4A 圖)及電容性負載的大小，可提供複數個第二電壓供應器 206，並可將薄片陰極 1012 分成複數個區域，每個區域係連接至複數個第二電壓供應器的其中之一。在本實施例中，面板是細分成複數個區域，每個區域具有相對應的第二電壓供應器。在每個區域中，每個 EL 發光體 202 的第二

電極 208 係只電氣連接至相對應的第二電壓供應器 206。該實施例可很
有利地降低正比於第二電壓供應器數目的暗電流，而不會大幅增加顯示
系統的成本。在本實施例中，可提供分開的量測電路 16 給面板的每個
區域，或單一的量測電路 16 可用於面板的每個區域。

電流穩定性

目前為止的討論係假設一旦次像素被打開並穩定至某一電流時，
該行的其他次像素仍保持在該電流。擾亂該假設的二效應是儲存電容漏
電及次像素內效應。

參閱第 10 圖，次像素 15 中選擇電晶體 36 的漏電流可漸進地讓儲
存電容 1002 上的電荷流失，改變驅動電晶體 201 的閘極電壓以及所抽
取的電流。此外，如果行線 32 隨時間而改變，則具有 AC 成分，並因
而能經選擇電晶體的寄生電容值而藕合至儲存電容，改變儲存電容的數
值以及次像素所抽取的電流。

即使儲存電容的數值為穩定，但次像素內效應會破壞量測。一般
的次像素內效應是次像素的自我加熱，可隨時間改變次像素所抽取的電
流。a-Si TFT 的漂移游動率是溫度的函數；增加溫度會增加游動率
(Kagan & Andry, op. cit., sec. 2.2., pp. 42-43)。隨著電流流過驅動電晶
體，驅動電晶體及 EL 發光體中的功率逸散會加熱次像素，增加電晶體
的溫度及其游動率。此外，加熱會降低 V_{oled} ；如果 OLED 是連結至驅
動電晶體的源極端，這會增加驅動電晶體的 V_{gs} 。這些效應增加流過電
晶體的電流量。在正常操作下，自我加熱是微小的效應，因為面板可依
據所播放之影像的平均內容而穩定化至平均溫度。然而，在量測次像素
電流時，自我加熱會破壞量測。

參閱第 4B 圖，在啟動次像素 1 後儘快量測電流 41。這種次像素 1
的自我加熱不會影響其量測。然而，在量測電流 41 與量測電流 42 之間
的時間中，次像素 1 會自我加熱，藉自我加熱量 421 而增加電流。因此，
代表次像素 2 之電流的計算差額 43 會在誤差中；將因自我加熱量 421
而太大。自我加熱量 421 係每個列時間每個次像素的電流上升。

為校正自我加熱效應以及產生相類似雜訊的任何其他次像素內效
應，可將自我加熱特徵化，並從每個次像素內已知的自我加熱成分中減

去。在每個列期間，每個次像素一般增加相同量的電流，所以利用每個接替的次像素，可減去所有活化次像素的自我加熱。例如，為計算次像素 3 的電流 424，可將量測 423 降低自我加熱量 422，是自我加熱量 421 的二倍；每個像素的自我加熱量 421，乘上二已活化次像素。自我加熱可藉數十或數百列時間打開一次像素並量測其週期性打開時的電流而特徵化。電流的平均斜率相對於時間可乘上一列時間，以計算每個列時間每個次像素的上升，亦即自我加熱量 421。

因自我加熱及功率逸散所引起的誤差可藉選擇較低量測參考閘極電壓(第 5A 圖的 510)而降低，但較高電壓會改善信號雜訊比。可針對每個面板設計，選擇量測參考閘極電壓以平衡這些因子。

<演算法>

參閱第 5A 圖，I-V 曲線 501 是老化前次像素的量測特性。I-V 曲線 502 是老化後次像素的量測特性。曲線 501 及 502 是被很大的水平偏移分開，如在不同電流位準下相同電壓差 503、504、505 及 506 所示。亦即，老化的主要效應是在閘極電壓軸將 I-V 曲線偏移固定量。這維持 MOSFET 飽和區驅動電晶體方程式， $I_d = K(V_{gs} - V_{th})^2$ (Lurch, N. Fundamentals of electronics, 2e. New York: John Wiley & Sons, 1971, pg. 110)：操作驅動電晶體，而 V_{th} 增加；以及隨著 V_{th} 增加， V_{gs} 相對增加以保持 I_d 固定。因此，隨著 V_{th} 增加，固定的 V_{gs} 導致較低的 I_{ds} 。

在量測參考參考極電壓 510 下，未老化次像素產生由點 511 所代表的電流。然而，老化像素在閘極電壓下產生由點 512a 所代表的較低電流量。點 511 及 512a 可為相同次像素在不同時間的二量測。例如，點 511 可為製造時間時的量測，而點 512a 可為客戶使用後的量測。點 512a 所代表的電流已經由未老化次像素用電壓 513(點 512b)驅動而產生，所以電壓 ΔV_{th} 偏移 514 是計算成電壓 510 及 513 之間的電壓差。因此電壓偏移 514 是將老化曲線帶回未老化曲線所需的偏移。在本實例中， ΔV_{th} 514 正好為低於 2 伏特。然後，為補償 V_{th} 偏移，並驅動老化次像素至未老化次像素所具有的共同電流，所以將電壓差 514 加至每個命令驅動電壓(線性編碼數值)。為進一步處理，百分比電流也計算成電流 512a 除以電流 511。因此未老化次像素將具有 100% 電流。百分比電

流係依據本發明用於數種演算法中。任何負電流讀數 511，比如可能由極端環境雜訊所造成，可壓縮成 0 或忽略不計。要注意的是，百分比電流一直是在量測參考閘極電壓 510 下所計算。

一般，老化次像素的電流可高於或低於未老化次像素的電流。例如，較高溫度造成更多電流流動，所以稍微老化的次像素在熱環境中，比在冷環境中未老化的次像素，可抽取更多電流。本發明的補償演算法可處理任一情況； ΔV_{th} 514 可為正或負(或零，未老化像素)。類似地，百分比電流可大於或小於 100%(或正好 100%，未老化像素)。

既然因 V_{th} 偏移所引起的電壓差在所有電流下都相同，所以 I-V 曲線上任何單一點都可量測以決定該電壓差。在實施例中，量測是在高閘極電壓下進行，很有利地增加量測的信號雜訊比，但可使用曲線上的任何閘極電壓。

V_{oled} 偏移是二次老化效應。隨著 EL 發光體的操作， V_{oled} 偏移而造成 I-V 曲線不再是未老化曲線的簡單偏移。這是因為 V_{oled} 隨著電流非線性上升，所以 V_{oled} 偏移會影響高電流而不同於低電流。這種效應造成 I-V 曲線水平拉直並偏移。為補償 V_{oled} 偏移，可進行不同驅動位準下的二種量測以決定曲線已拉直多少，或在負載下 OLED 的典型 V_{oled} 偏移可被特徵化以便以開迴路方式預測 V_{oled} 的貢獻度。這二種都可產生可接受的結果。

參閱第 5B 圖，未老化次像素的 I-V 曲線 501 及老化次像素的 I-V 曲線 502 係以半對數尺度顯示。成分 550 是因 V_{th} 偏移所引起，而成分 552 是因 V_{oled} 偏移所引起。 V_{oled} 偏移可用一般的輸入信號驅動儀器 OLED 次像素一段長時間且週期性的量測 V_{th} 及 V_{oled} 而被特徵化。這二種量測可藉提供探測點在 OLED 及電晶體之間精緻的次像素上而分別做成。使用這種特徵化，百分比電流可被映射至適當的 ΔV_{th} 及 ΔV_{oled} ，而非只有 V_{th} 偏移而已。

在實施例中，EL 發光體 202(第 10 圖)係連接至驅動電晶體 201 的汲極。因此， V_{oled} 中的任何改變對 I_{ds} 具有直接影響，因為會改變驅動電晶體的源極端之電壓 V_s ，以及驅動電晶體的 V_{gs} 。

在較佳實施例中，EL 發光體 202 是連接至驅動電晶體 201 的汲極

端，例如，在 PMOS 非反相配置中，其中 OLED 陽極是接到驅動電晶體的汲極。因此 V_{oled} 上升會改變驅動電晶體 201 的 V_{ds} ，因為 OLED 是以串列方式而與驅動電晶體的汲極-源極路徑連接。然而，對給定的老化程度，現代 OLED 發光體具有比舊式發光體更小的 ΔV_{oled} ，降低 V_{ds} 改變以及 I_{ds} 改變的大小。

第 11B 圖顯示白 OLED 在使用壽限期間的典型 ΔV_{oled} 上升的曲線圖(直到 T50，50%亮度，在 $20\text{mA}/\text{cm}^2$ 下量測)。該曲線圖顯示 ΔV_{oled} 隨著 OLED 技術的改善而降低。該降低的 ΔV_{oled} 會降低 V_{ds} 改變。參閱第 5A 圖，老化次像素的電流 512a 比起具較大 ΔV_{oled} 的較舊發光體，會更靠近具較小 ΔV_{oled} 之現代 OLED 發光體的電流 511。因此，現代 OLED 比較舊發光體需要更加靈敏的電流量測。然而，愈靈敏的量測硬體很昂貴。

對額外量測靈敏度的需求可藉操作驅動電晶體在線性操作區進行電流量測而減輕。如電子技術所已知的，薄膜電晶體以二種不同操作模式導引可觀的電流：線性($V_{ds} < V_{gs} - V_{th}$)及飽和($V_{ds} \geq V_{gs} - V_{th}$)(Lurch, op. cit., p. 111)。在 EL 應用中，驅動電晶體通常是操作在飽和區以降低 V_{ds} 變動對電流的效應。然而在線性操作區中，其中

$$I_{ds} = K[2(V_{gs} - V_{th}) V_{ds} - V_{ds}^2]$$

(Lurch, op. cit., p. 112)，電流 I_{ds} 強烈取決於 V_{ds} 。既然

$$V_{ds} = (PVDD - V_{com}) - V_{oled}$$

如第 10 圖所示，線性區內的 I_{ds} 強烈取決於 V_{oled} 。因此，對驅動電晶體 201 在線性操作區進行電流量測，比起飽和區相的同量測，會很有利地增加新 OLED 發光體(511)與老化 OLED 發光體(512a)之間量測電流大小的改變。

因此，在本發明的實施例中，序列控制器 37 可包括電壓控制器。在如上所述量測電流時，電壓控制器可控制用於第一電壓供應器 211 及第二電供應器 206 的電壓，以及來自源極驅動器 14 當成測試電壓源操作的驅動電晶體控制信號，以操作驅動電晶體 201 在線性區。例如，在 PMOS 非反相配置中，電壓控制器可保持 PVDD 電壓及驅動電晶體控制信號在固定值，並增加 V_{com} 電壓以降低 V_{ds} 而不會降低 V_{gs} 。當

V_{ds} 落在 $V_{gs} - V_{th}$ 以下時，驅動電晶體會操作在線性區，且可進行量測。

電壓控制器也可由序列控制器分開提供，只要在量測時能協調這二個以操作電晶體在線性區內即可。在上述的實施例中，其中序列控制器在不同時間選擇不同群組的 EL 次像素，電壓控制器可控制用於 PVDD 供應器 211 及 Vcom 供應器 206 的電壓，以及來自源極驅動器 14 的個別驅動電晶體控制信號，使每個選擇 EL 次像素中的驅動電晶體 201 操作在線性區內。面板可具有複數個 PVDD 及 Vcom 供應器，其中每個供應器可獨立控制，係依據選擇的 EL 次像素，使每個選擇 EL 次像素中的驅動電晶體 201 操作在線性區內。

OLED 效率損失是三次老化效應。隨著 OLED 老化，其效率會降低，且相同電流量不再產生相同的光線量。為補償這種現象且不需要光學感測器或額外電子裝置，當作 V_{th} 偏移之函數的 OLED 效率損失可被特徵化，讓所需的額外電流量的預測將光輸出變回先前的程度。OLED 效率損失可被特徵化，係利用典型輸入信號驅動儀器 OLED 次像素一段長時間，並在不同驅動位準下週期性量測及 V_{th} 、 V_{oled} 及 I_{ds} 。效率可計算成 I_{ds}/V_{oled} ，且該計算是關聯於 V_{th} 或百分比電流。要注意的是，當 V_{th} 偏移一直是順向時，該特徵化達成最有效的結果，因為 V_{th} 偏移隨時可反轉，但 OLED 效率損失卻不可。如果 V_{th} 偏移反轉，則 OLED 效率損失與 V_{th} 偏移的關聯會變成複雜。為進一步處理，百分比效率可計算成老化效率除以新效率，類比於上述百分比電流的計算。

參閱第 9 圖，顯示百分比效率的實驗性曲線圖，係當作不同驅動位準下百分比電流的函數，利用線性匹配，比如 90，以對應至實驗性資料。如圖所示，在任何給定的驅動位準下，效率是線性相關於百分比電流。這種線性模式允許有效開迴路效率補償。

為補償因驅動電晶體及 EL 發光體隨時間操作所引起的 V_{th} 及 V_{oled} 偏移以及 OLED 效率損失，可使用上述第二實施例的狀態信號產生單元 240。可在量測參考閘極電壓 510 下量測次像素電流。點 511 的未老化電流是目標信號 i_{o611} 。最近老化像素電流量測 512a 是最近的電流量測 i_{i612} 。百分比電流 613 是狀態信號。百分比電流 613 可為 0(死像素)、1(未改變)、小於 1(電流損失)或大於 1(電流增益)。一般會在 0 與 1 之間，

因對最近電流量測會小於目標信號，較佳的可為面板製造時所進行的電流量測。

上述第二實施例的狀態信號產生單元 240 也可用以補償水波紋：老化前面板上複數個 OLED 次像素之特性的差額。參閱第 5A 圖，在任何時間，例如當面板製造時，該方法可用以量測複數個次像素中每個次像素的點 512a 的數值，如上所述。然後可計算類似於點 511 的目標信號，當作所有點 512a、其平均或對熟知該技術領域之人士而言是顯而易見之另一數學函數的最大值。相同的目標信號可用於所有 EL 次像素。可使用新的點 511 及 512a，以計算每個 EL 次像素的百分比電流。在實施例中，百分比電流 613 可直接儲存於記憶體 619 中，而非由儲存 i_{o611} 及 i_{i612} 數值計算。

上述第三實施例的狀態信號產生單元 240 也可用於針對水波紋補償的實施例中。每個 EL 次像素的電流可在第一及第二量測參考閘極電壓下或一般在複數個量測參考閘極電壓下進行量測，以產生用於每個次像素的 I-V 曲線。可計算參考 I-V 曲線，當作所有 I-V 曲線的平均，其最小值或對熟知該技術領域之人士而言是顯而易見之另一數學函數。然後，可藉統計技術中所已知的匹配技術，針對每個次像素的個別 I-V 曲線，相對於該參考曲線，以計算水波紋補償增益項 m_g615 (第 6B 圖) 及水波紋補償補偏項 m_o616 。

參考 I-V 曲線可計算成當作面板上所有次像素之 I-V 曲線的平均，或面板的特定區域中次像素的平均。複數個 I-V 曲線可提供給面板的不同區域或不同色彩通道。

第 5C 圖顯示 I-V 曲線資料的實例。橫座標是編碼數值(0 至 255)，係對應於電壓，比如經由線性圖。縱座標是在 0 至 1 尺度上的正規化電流。I-V 曲線 521(虛點線)及 522(虛線)對應於 EL 面板上的二不同次像素，係選來代表 EL 面板上極端的變動。參考 I-V 曲線 530(實線)是參考曲線，係計算成當作面板上所有次像素之 I-V 曲線的平均。補償 I-V 曲線 531(虛點線)及 532(虛線)分別是 I-V 曲線 521 及 522 的補償結果。該二 I-V 曲線在補償後都是很緊密匹配於該參考曲線。

第 5D 圖顯示補償的有效性。橫座標是編碼數值(0 至 255)。縱座標

是參考值與補償 I-V 曲線之間的電流變動(0 至 1)。誤差曲線 541(虛點線)及 542(虛線)係在補償後使用增益及補偏而對應於 I-V 曲線 521 及 522。在跨越整個編碼數值範圍，總誤差是在大約 $\pm 1\%$ 之內，表示成功的補償。在本實例中，誤差曲線 541 是利用 $m_g=1.2$ 及 $m_o=0.013$ 而計算，誤差曲線 542 是利用 $m_g=0.0835$ 及 $m_o=0.014$ 而計算。

<實作>

參閱第 6A 圖，顯示補償器 13 的實施例。補償器一次操作一個次像素；複數個次像素可串列處理。例如，每個次像可在其線性編碼數值由傳統左至右及上至下之掃描次序的信號源而到達時進行補償。可同時對複數個次像素進行補償，藉多次並行複製該補償電路，或管線化該補償器；這些技術對於熟知該技術領域的人士是顯而易見。

至補償器 13 的輸入是 EL 次像素的位置 601 及次像素的線性編碼數值 602。線性編碼數值 602 可代表命令驅動電壓。補償器 13 改變線性編碼數值 602 以產生用於源極驅動器的改變線性編碼數值，比如可為補償電壓 603。補償器 13 可包括四主要方塊：決定次像素老化 61、選擇性的補償 OLED 效率 62、依據老化決定補償 63 以及補償 64。方塊 61 及 62 主要是關於 OLED 效率補償，而方塊 63 及 64 主要是關於電壓補償，特別是 V_{th}/V_{oled} 補償。

第 6B 圖是方塊 61 及 62 的展開圖。如上所述，次像素的位置 601 係用以恢復儲存的目標信號 i_o 611 及儲存的最近電流量測 i_i 612，並且計算百分比電流 613，即用於次像素的狀態信號。

百分比電流 613 被送入下一處理階段 63，並且也輸入至模型 695 以決定 OLED 效率 614。模型 695 輸出效率 614，是在最近量測的時間下給定電流所發射的光線量，除以製造時電流所發射的光線量。大於 1 的任何百分比電流可產生效率為 1，或沒有損失，因為效率損失對於已增益電流的像素很難計算。如果 OLED 效率是取決於命令電流，模型 695 也可為線性編碼數值 602 的函數，如虛線箭頭所示。是否包括線性編碼數值 602 當作輸入至模型 695，係可由使用壽限測試及面板設計模擬而決定。

參閱第 12 圖，發明人已經發現，效率一般是電流密度以及老化的

函數。第 12 圖中的每條曲線都顯示電流密度， I_{ds} 除以發光體面積，與老化至特定點之 OLED 的效率(L_{oled}/I_{ds})之間的關係。老化是以使用 T 註標的小圖表示：比如 T86 表示在比如測試電流度 20 mA/cm^2 時 86% 的效率。

回頭參閱第 6B 圖，因此模型 695 可包括次方項(或某個其他實作)以補償電流密度及老化。電流密度是線性相關於線性編碼數值 602，代表命令電壓。所以，補償器 13，模型 695 是其一部分，可改變線性編碼數值以響應狀態信號 613 及線性編碼數值 602，以補償 EL 次像素中驅動電晶體及 EL 發光體之特性的變動，以及具體的 EL 次像素中 EL 發光體之效率的變動。

以並行方式，補償器接收線性編碼數值 602，比如命令電壓。該線性編碼數值 602 係經由製造時所量測之面板的原始 I-V 曲線 691 而傳送，以決定所需電流 621。這是在操作 628 中除以百分比效率 614，以便將該所需電流的光輸出回復其製造時數值。結果，上升電流流過曲線 692，即曲線 691 的相反，以決定在出現效率損失時何種命令電壓產生所需光量。來自曲線 692 的數值傳送至當作效率調適電壓 622 的下一階段。

如果不需要效率補償，則線性編碼數值 602 未改變而傳送至當作效率調適電壓 622 的下一階段，如選擇性旁通路徑 626 所示。即使不需要效率補償，都還要計算百分比電流 613，但百分比效率 614 則不必如此。

第 6C 圖是第 65A 圖方塊 63 及 64 的展開圖。接收來自先前階段的百分比電流 613 及效率調適電壓 622。方塊 63，“獲得補償”，包括經相反 I-V 曲線 692 以映射百分比電流 613，並將結果(第 5A 圖的 513)減去量測參考閘極電壓(510)，以找出 V_{th} 偏移 ΔV_{th} 。方塊 64，“補償”，包括操作 633，計算補償電壓 603，如方程式 1 所給定：

$$V_{out} = (m_{ig} * V_{in} + m_{io}) + \Delta V_{th} (1 + \alpha (V_{g,ref} - V_{in})) \quad (\text{方程式 1})$$

其中 V_{out} 是補償電壓 603， ΔV_{th} 是電壓偏移 631， α 是阿爾發(alpha)數值 632， $V_{g,ref}$ 是量測參考閘極電壓 510， V_{in} 是水波紋補償增益項 615， m_{ig} 是水波紋補償補偏項 616， m_{io} 是效率調適電壓 622。方程式 1 進行水波紋補償及老化補償：分別補償每個次像素中驅動電晶體及 EL 發光

體的特性在次像素間或隨時間的變動。然而，這兩種補償可個別進行。對於只有老化補償，可省略用 m_g 相乘及用 m_o 加成；對於水波紋補償，只有上述第三實施例的狀態信號產生單元 240，可省略 ΔV_{th} 的加成。補償電壓可表示成用於源極驅動器 14 的改變線性編碼數值，並補償驅動電晶體及 EL 發光體之特性的變動。

對於直線的 V_{th} 偏移， α 為零，且操作 633 會降低加至效率調適電壓 622 的 V_{th} 偏移量。對於任何特定的次像素，加入量為定值，直到新的量測進行時為止。因此，在操作 633 中所加入的電壓可在量測後預先計算，允許方塊 63 及 64 不動作，並查出儲存數值並加成。這可節省下很可觀的邏輯。

<跨區處理及位元深度>

習用技術中已知的影像處理路徑通常產生非線性編碼數值 (NLCVs)，亦即，數位數值對亮度具非線性關係 (Giorgianni & Madden. Digital Color Management: encoding solutions. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1998. Ch. 13, pp. 283 - 295)。使用非線性輸出以匹配一般源極驅動器的輸入區，並將編碼數值精確度範圍匹配至人眼的精確度範圍。然而， V_{th} 偏移是電壓區操作，因而較佳方式是以線性電壓空間實現。可使用源極驅動器 14，並在源極驅動器 14 之前進行區域轉換，以有效的整合非線性區影像處理路徑及線性區補償器。要注意的是，本討論是以數位處理的角度來看，但可以類比或混合數位/類比系統進行類似的處理。還要注意的是，補償器可操作在電壓以外的線性電流空間中。例如，補償器可操作在線性電流區。

參閱第 7 圖，顯示象限 I 127 中區域轉換單元 12 以及象限 II 137 中的補償器 13 之效應的瓊絲圖表示 (Jones-diagram representation)。該圖顯示這些單元的數學效應，而非如何實現。這些單元的實現可為類比或數位，且可包括查表或函數。象限 I 代表區域轉換單元 12 的操作：非線性輸入信號，可為在非線性編碼數值軸 701 上的非線性編碼數值 (NLCVs)，係藉經由轉換曲線 711 映射而被轉換，以形成線性編碼數值軸 702 上的線性編碼數值 (LCVs)。象限 II 137 代表補償器 13 的操作：軸 702 上的 LCVs 係經由轉換器而映射，比如轉換曲線 721 及轉換曲線

722，以形成改變線性編碼數值軸 703 上的改變線性編碼數值(CLCVs)。

參閱象限 I，區域轉換單元 12 接收每個次像素的個別 NLCVs，並轉換成 LCVs。這種轉換必須足夠精確的進行，以避免令人討厭的可視假影像，比如輪廓或破碎黑點。在數位系統中，NLCVs 軸 701 可量化，如第 7 圖所示。LCV 軸 702 可較佳的具有足夠的解析度以表示二相鄰 NLCVs 之間轉換曲線 711 中的最小改變。這是顯示成 LCV 步階 712 以及相對應 LCV 步階 713。因 LCVs 是定義成線性，所以整個 LCV 軸 702 的解析度必需足夠以表示步階 713。結果，LCVs 可用比 NLCVs 還精細的解析度來定義，以避免影像資訊損失。該解析度可藉類似於尼奎斯特(Nyquist)取樣原理而為二倍於步階 713。

轉換曲線 711 對未老化次像素而言是理想轉換曲線。轉換曲線 711 對任何次像素或整個面板的老化沒有關係。特別的是，轉換曲線 711 未因任何 V_{th} 、 V_{oled} 或 OLED 效率改變而修改。可用一個轉換曲線給所有色彩，或每個色彩用一個轉換曲線。區域轉換單元經由轉換曲線 711，很有利地從補償器中去藕合掉影像處理路徑，讓該二者一起操作而不必共享資訊。這可簡化該二者的實現。區域轉換單元 12 可實現成查表或類似於 LCD 源極驅動器的函數。

參閱象限 II，補償器 13 將 LCVs 改變成改變線性編碼數值 (CLCVs)。第 7 圖顯示出簡單個案，校正直線 V_{th} 偏移，而不損失一般性。直線 V_{th} 偏移可藉從 LCVs 至 CLCVs 的直線電壓偏移而校正。其他老化效應可處理成如上述“實作”中的說明。

轉換曲線 721 代表用於未老化次像素之補償器的行為。因此 CLCV 可與 LCV 相同。轉換曲線 722 代表用於老化次像素之補償器的行為。CLCV 可為 LCV 加上代表討論中的次像素之 V_{th} 偏移的補偏。結果，CLCVs 比起 LCVs 一般需要較大範圍，以便提供補償空間。例如，如果次像素是新的而需要 256 LVCs，而且使用壽限的最大偏移為 128 LVCs，則該 CLCVs 需要能表示高達 $384=256+128$ ，以避免壓縮高度老化次像素的補償。

第 7 圖顯示區域轉換單元及補償器的完整實例。順著第 7 圖的虛線箭頭，3 的 NLCV 經由轉換曲線 711 被區域轉換單元 12 轉換成 9 的

LCV，如象限 I 所示。對於未老化次像素，補償器 13 將該數值經轉換曲線 721 傳送而當作 9 的 CLCV，如象限 II 所示。對於具有類似 12 CLCVs 之 V_{th} 偏移的老化次像素，9 的 LCV 將經轉換曲線 722 而轉換成 $9+12=21$ 的 CLCV。

在實施例中，來自影像處理路徑的 NLCVs 是九位元寬。LCVs 是 11 位元寬。由非線性輸入信號轉換成線性編碼數值可藉 LUT 或函數而進行。補償器可採用代表所需電壓的 11 位元線性編碼數值，並產生 12 位元改變線性編碼數值，傳送至源極驅動器 14。然後源極驅動器 14 可驅動 EL 次像素之驅動電晶體的閘極電極，以響應該改變線性編碼數值。補償器可在其輸出上具有比起其輸入還大的位元深度，以提供補償空間，亦即將電壓範圍 78 擴展至電壓範圍 79，並在跨越新的擴展範圍內同時保持相同的解析度，如最小線性編碼步階 713 所需。補償器輸出範圍可擴展至轉換曲線 721 的範圍之下以及之上。

每個面板設計可特徵化以決定在面板的設計壽限中會有何種的最大 V_{th} 偏移、 V_{oled} 上升及效率損失，且補償器及源極驅動器可具有足夠範圍以補償。該特徵化的進行可由所需電流至所需閘極偏壓，以及經由標準電晶體飽和區 I_{ds} 方程式的電晶體尺寸，然後針對隨著時間而來的 a-Si 劣化，經由習用技術所已知的許多模型而至隨著時間而來的 V_{th} 偏移。

＜操作次序＞

面板設計特性

本段說明是以特定 OLED 發光體設計的量產方式而寫成。在量產開始之前，該設計的特徵在於：可進行加速老化試驗，以及可量測老化至不同階段時不同樣品面板上不同色彩的不同次像素的 I-V 曲線。所需量測型式之數目及老化程度型式之數目係取決於特定面板的特性。利用這些量測，可計算阿爾發(α)數值，以及可選擇量測參考閘極電壓。阿爾發(第 6C 圖中的元件符號 632)是表示隨著時間距離直線偏移誤差的數值。0 的 α 數值表示所有老化是在電壓軸上的直線偏移，如同比如只有 V_{th} 偏移的情形。量測參考閘極電壓(第 5A 圖中的 510)是進行老化信號量測用於補償的電壓，且可選擇以提供可接受的 S/N 比，並保持低功

率逸散。

可藉最佳化以計算 α 數值。表 1 為其中一實例。可在許多老化條件下量測不同閘極電壓的 ΔV_{th} 偏移。然後計算在量測參考閘極電壓 510 下每個 ΔV_{th} 與 ΔV_{th} 之間 ΔV_{th} 偏移的差額。可計算每個閘極電壓與量測參考閘極電壓 510 之間的 V_g 差額。然後可對每個量測計算方程式 1 的內部項次， $\Delta V_{th}(1 + \alpha (V_{g,ref} - V_{in}))$ ，以產生預測 ΔV_{th} 差額，係在量測參考閘極電壓 510 下使用適當的 ΔV_{th} ，如方程式中的 ΔV_{th} ，並使用適當的計算閘極電壓差額當作 $(V_{g,ref} - V_{in})$ 。然後 α 數值可以疊代方式選擇而降低，以及較佳情形是以數學方式極小化，預測 ΔV_{th} 差額與計算 ΔV_{th} 差額之間的誤差。誤差可表示成最大差額或 RMS 差額。也可以使用習知技術中的另一已知方法，比如當作 V_g 差額的函數的 ΔV_{th} 差額的最小方差匹配。

V_g	ΔV_{th}		V_g 差額	ΔV_{th} 差額		預測 ΔV_{th} 差額		誤差	
	1天	8天		1天	8天	1天	8天	1天	8天
	1天	8天		1天	8天	1天	8天	1天	8天
ref = 13.35	0.96	2.07	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
12.54	1.05	2.17	0.81	0.09	0.1	0.04	0.08	0.05	0.02
11.72	1.1	2.23	1.63	0.14	0.16	0.08	0.17	0.06	-0.01
10.06	1.2	2.32	3.29	0.24	0.25	0.16	0.33	0.08	-0.08
$V_{g,ref} - V_{in}$						$\alpha = 0.0491$		max = 0.08	

表 1：α 計算實例

除 α 及量測參考閘極電壓以外，特徵化還可決定如上所述當作 V_{th} 偏移之函數的 V_{oled} 偏移、當作 V_{th} 偏移之函數的效率損失、每個次像素的自我加熱成分、最大 V_{th} 偏移、 V_{oled} 偏移及效率損失以及非線性至線性轉換及補償器中所需的解析度。所需之解析度可特徵化為結合面板校正工序，比如共同受讓申請中的美國專利申請公開第 2008/0252653 號，其所揭示的內容係併入本案中。特徵化也決定如將在以下“現場”中描述之在現場進行特徵化量測的條件，以及使用於特定面板設計的狀態信號產生單元 240 之實施例。所有這些決定都可由熟知該技術領域的人士而做成。

量產

一旦設計被特徵化便可開始量產。在製造時，對依據狀態信號產生單元 240 的選擇實施例所產生的每個次像素以量測適當數值。例如，可量測 I-V 曲線及次像素電流。可有分開的曲線給不同色彩，或多個面板的不同區域。可在足夠驅動電壓下量測電流，以產生真實的 I-V 曲線；I-V 曲線中的任何誤差都會影響結果。可量測在量測參考閘極電壓下的次像素電流，以提供目標信號 $i_{0.611}$ 。對於水波紋補償，進行二種量測，且計算 m_g 及 m_o 數值，用於每個次像素。I-V 曲線、參考電流及水波紋補償數值是儲存於與次像素相關的非揮發記憶體內，並被傳送至現場。

現場

一旦在現場，次像素係以被驅動的困難程度所決定的速率而老化。在經過某些時間後，次像素已經偏移至足夠需要補償；以下將考慮如何決定該時間。

為了補償，進行並應用補償量測。補償量測是屬於在量測參考閘極電壓下的次像素電流。該量測的應用係如上述“演算法”中所描述。儲存該量測，使得不論次像素何時被驅動都可應用，直到進行下一量測為止。序列控制器 37 在進行補償量測時，可選擇整個面板或面板的任何子集；在驅動任何次像素時，該次像素的最近量測可用於補償中。來自最近被量測之次像素的狀態信號也可內插，以針對未在最近量測處理中量測的次像素，估計被更新的狀態信號。因此可一次量測第一子集的次像素，並在另一次量測第二子集，以允許跨越面板的補償，即使並非每個次像素在最近處理中都已經被量測。也可量測大於一個次像素的方塊，且可將相同的補償應用至方塊中的每個次像素，但如此需要注意以避免加入方塊邊緣假影像。此外，量測大於一個次像素的方塊會加入易受高空間頻率圖案的可視斑痕所影響；這類圖案可具有小於方塊大小的特性。比起個別的次像素，這種易受影響可與降低多個次像素方塊所需之時間而折衷。

可依據所需頻繁或不頻繁的進行補償量測；典型的範圍可為八小時一次至四週一次。第 8 圖顯示如何頻繁進行補償量測當作面板為活化時之時間長短的函數之實例。該曲線只是實例而已；實際上，可針對任何特定次像素設計，經該設計的加速壽命試驗而決定該曲線。可依據驅動

電晶體及 EL 發光體之特性隨時間的改變速率，以選擇量測頻率；在面板為新的時偏移較快，所以在面板為新的時比面板為舊的時可更頻繁的進行補償量測。有許多方式以決定何時進行補償量測。例如，可量測整個面板在某個給定驅動電壓下而活化時所抽取的總電流，並比較相同量測的先前結果。在另一實例中，可量測影響面板的環境因子，比如溫度及環境光線，而且可進行補償量測，比如如果環境溫度改變大於某個臨界值時。另一方式是，可量測個別次像素的電流，在面板的影像區之內或之外。如果是在面板的影像區之外，則次像素可為提供給量測目的的參考次像素。該等像素可曝露至所需環境條件的任何部分。例如，次像素可由不透明材料覆蓋，以響應於環境溫度，但不響應於環境光線。

本發明已經由特別參考其內某些較佳實施例而進行詳細說明，但要了解的是，可本發明的精神及範圍內進行變動及修飾。

例如，第 2 圖中所示之 EL 次像素 15 是針對 N 通道驅動電晶體及非反相 EL 結構。EL 發光體 202 係連結至第二供電電極 205，是驅動電晶體 201 的源極，閘極電極 203 上的較高電壓命令更多光線輸出，且電壓供應器 211 是比第二電壓供應器 206 更正，所以電流會流過電壓供應器 211 至第二電壓供應器 206。然而，本發明可應用至 P 通道或 N 通道驅動電晶體及非反相(共陰極)或反相(共陽極)EL 發光體的任何組合。針對這些個案適當修改電路是習用技術所已知。

在較佳實施例中，本發明係使用於次像素，包括由小分子或高分子 OLED 構成的有機發光二極體(OLED)，如 Tang 等人的美國專利第 4,769,292 號及 VanSlyke 等人的美國專利第 5,061,569 號所揭示，但並不以此為限。可使用有機發光材料的許多組合及變化以製造這種面板。參閱第 2 圖，當 EL 發光體 202 為 OLED 發光體時，EL 次像素 15 為 OLED 次像素。本發明也應用至 OLED 以外的 EL 發光體。雖然 EL 發光體的劣化模型可不同於在此所描述的劣化模型，但是仍可應用本發明的量測、模擬及補償技術。

上述實施例可應用至隨著時間函數呈現不穩定或展現原始非均一性的任何主動矩陣背板(比如 a-Si)。例如，由有機半導體材料及氧化鋅所形成之電晶體，已知會以時間函數的方式而變動，因而該相同的方式

可應用至這些電晶體。此外，因本發明可補償與電晶體老化相獨立的 EL 發光體老化，所以本發明也可應用至具不會老化之電晶體的主動矩陣背板，比如低溫多晶矽(LTPS)TFT。在 LTPS 背板上，驅動電晶體 201 及選擇電晶體 36 是低溫多晶矽電晶體。

【圖式簡單說明】

第 1 圖為依據本發明實施例顯示系統的方塊圖；

第 2 圖為第 1 圖之方塊圖的詳細版示意圖；

第 3 圖為一般 EL 面板的示意圖；

第 4A 圖為理想條件下用以操作第 2 圖量測電路的時序圖；

第 4B 圖為用以操作第 2 圖量測電路的時序圖，包括因次像素之自我加熱所引起之誤差；

第 5A 圖為顯示 V_{th} 偏移之未老化及老化次像素的代表性 I-V 特性曲線圖；

第 5B 圖為顯示 V_{th} 偏移及 V_{oled} 偏移之未老化及老化次像素的代表性 I-V 特性曲線圖；

第 5C 圖為多次像素 I-V 曲線量測的實例；

第 5D 為水波紋補償效應的曲線圖；

第 6A 圖為第 1 圖補償器的高階資料流示意圖；

第 6B 圖為補償器的詳細資料流之第一部分(二部份中)的示意圖；

第 6C 圖為補償器的詳細資料流之第二部分(二部份中)的示意圖；

第 7 圖為區域轉換單元及補償器之效應的瓊絲圖表示；

第 8 圖為顯示隨時間之補償量測頻率的代表圖式；

第 9 圖為顯示當作百分比電流函數之百分比效率的代表圖式；

第 10 圖為次像素的詳細示意圖；

第 11A 圖為展現特性差異的次像素亮度直方圖；

第 11B 圖為改善隨時間變化之 OLED 電壓的曲線圖；以及

第 12 圖為顯示 OLED 效率、OLED 老化及 OLED 驅動電流密度之間關係的曲線圖。

【主要元件符號說明】

10	系統
11	非線性輸入信號
12	轉換器
13	補償器
14	源極驅動器
15	EL 次像素
16	電流量測電路
30	EL 面板
32、32a、32b、32c	行線
33	閘極驅動器
34	閘極線
34a、34b、34c	列線
35	次像素矩陣
36	選擇電晶體
37	序列控制器
41、42	電流
43	差額
49	暗電流
61、62、63、64	方塊
78、79	電壓範圍
90	線性匹配
127、137	象限
200	開關
201	驅動電晶體
202	EL 發光體
203	閘極電極
204	第一供電電極
205	第二供電電極
206	電壓供應器

207	第一電極
208	第二電極
210	電流鏡單元
211	電壓供應器
212	第一電流鏡
213	第一電流鏡輸出
214	第二電流鏡
215	偏壓供應器
216	電流至電壓轉換器
220	關聯雙取樣單元
221、222	取樣保持單元
223	差額放大器
230	類比至數位轉換器
240	狀態信號產生單元
421、422	自我加熱量
423	量測
424	電流
501	未老化 I-V 曲線
502	老化 I-V 曲線
503、504、505、506	電壓差
510	量測參考閘極電壓
511、512a、512b	電流
513	電壓
514	電壓偏移
521、522	I-V 曲線
530	參考 I-V 曲線
531、532	補償 I-V 曲線
541、542	誤差曲線
550、552	電壓偏移
601	位置

- 602 線性編碼數值
- 603 補償電壓
- 611 目標信號
- 612 量測
- 613 百分比電流
- 614 百分比效率
- 615 水波紋補償增益項
- 616 水波紋補償補偏項
- 619 記憶體
- 621 電流
- 622 電壓
- 626 旁通路徑
- 628 操作
- 631 電壓偏移
- 632 阿爾發數值
- 633 操作
- 691 I-V 曲線
- 692 相反 I-V 曲線
- 695 模型
- 701、702、703 軸
- 711 轉換曲線
- 712、713 步階
- 721、722 轉換曲線
- 1002 儲存電容
- 1011 匯流線
- 1012 薄片陰極

七、申請專利範圍：

1. 一種提供驅動電晶體信號至電致發光(EL)面板中複數個 EL 次像素內複數個驅動電晶體的閘極電極之裝置，該裝置包括在該 EL 面板內的一第一電壓供應器、一第二電壓供應器及複數個 EL 次像素，每個 EL 次像素包括一驅動電晶體，用以施加電流至每個 EL 次像素中的 EL 發光體，每個驅動電晶體包括電氣連接至該第一電壓供應器的一第一供電電極以及電氣連接至該 EL 發光體之一第一電極的一第二供電電極；以及每個 EL 發光體包括電氣連接至該第二電壓供應器的一第二電極，該裝置進一步包括：
 - 一依序控制器，用以選擇複數個 EL 次像素的其中一個或多個 EL 次像素；
 - 一測試電壓源，電氣連接至該一個或多個選擇 EL 次像素的該驅動電晶體的該等閘極電極；
 - 一電壓控制器，用以控制該第一電壓供應器、該第二電壓供應器及該測試電壓源的電壓，以操作該一個或多個選擇 EL 次像素的該驅動電晶體在一線性區；
 - 一量測電路，用以量測流過該第一電壓供應器及該第二電壓供應器的電流，以提供個別的複數個狀態信號給該一個或多個選擇 EL 次像素的每一個選擇 EL 次像素，係代表該等次像素中該驅動電晶體及該 EL 發光體之特性的變動，該電流係在該一個或多個選擇 EL 次像素的該等驅動電晶體操作在該線性區時量測；
 - 一裝置，用以提供一線性編碼數值給每個次像素；
 - 一補償器，用以改變該線性編碼數值，以響應該狀態信號，藉以補償每個次像素中該驅動電晶體及該 EL 發光體之特性的變動；以及
 - 一源極驅動器，用以產生該驅動電晶體控制信號，以響應用以驅動該等驅動電晶體之該等閘極電極的該改變線性編碼數值。
2. 依據申請專利範圍第 1 項所述之裝置，進一步包括一裝置，用以提供一個別的目標信號給每個 EL 次像素，其中該量測電路係在提供該個別的狀態信號給該一個或多個選擇 EL 次像素的每一個選

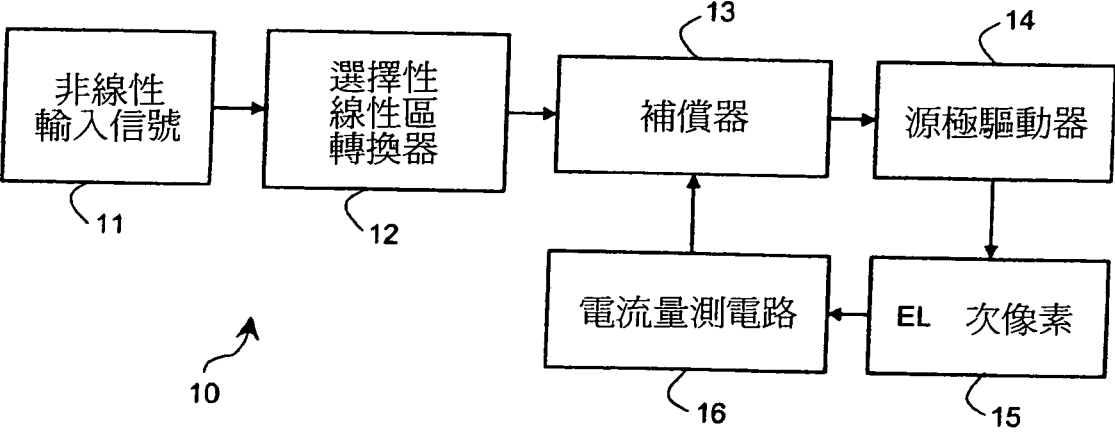
擇 EL 次像素時使用該等目標信號。

3. 依據申請專利範圍第 1 項所述之裝置，其中該量測電路進一步包括一記憶體，用以儲存每個 EL 次像素的該個別的目標信號。
4. 依據申請專利範圍第 3 項所述之裝置，其中該記憶體進一步儲存每個 EL 次像素的一個別的最近電流量測。
5. 依據申請專利範圍第 1 項所述之裝置，其中，每個 EL 發光體包括一有機發光二極體(OLED)發光體；且每個驅動電晶體包括一低溫多晶矽電晶體。
6. 依據申請專利範圍第 1 項所述之裝置，其中該量測電路包括：
一電流至電壓轉換器，用以產生一電壓信號；以及
一關聯雙取樣單元，以響應該電壓信號，用於提供該狀態信號至該補償器。
7. 依據申請專利範圍第 1 項所述之裝置，進一步包括複數個第二電壓供應器，其中每個 EL 發光體的該第二電極包括只電氣連接至一個第二電壓供應器。
8. 依據申請專利範圍第 1 項所述之裝置，其中，該 EL 面板中的該等 EL 次像素係配置成在複數個列及複數個行中；以及該序列控制器選擇某一選擇列中的所有 EL 次像素。
9. 依據申請專利範圍第 1 項所述之裝置，其中該序列控制器在不同時間選擇不同群組的 EL 次像素。
10. 依據申請專利範圍第 1 項所述之裝置，其中，該量測電路在不同時間量測流過該第一電壓供應器及該第二電壓供應器的電流；以及每個狀態信號代表該個別的驅動電晶體及 EL 發光體之特性的變動，該變動係該個別的驅動電晶體及 EL 發光體隨著時間操作所引起。
11. 依據申請專利範圍第 1 項所述之裝置，其中該補償器進一步改變該等線性編碼數值，以響應該等線性編碼數值，藉以補償每個次像素中該驅動電晶體及該 EL 發光體之特性的變動。
12. 依據申請專利範圍第 1 項所述之裝置，進一步包括一開關，用以選擇性地電氣連接該量測電路至流過該第一及第二供電電極的電

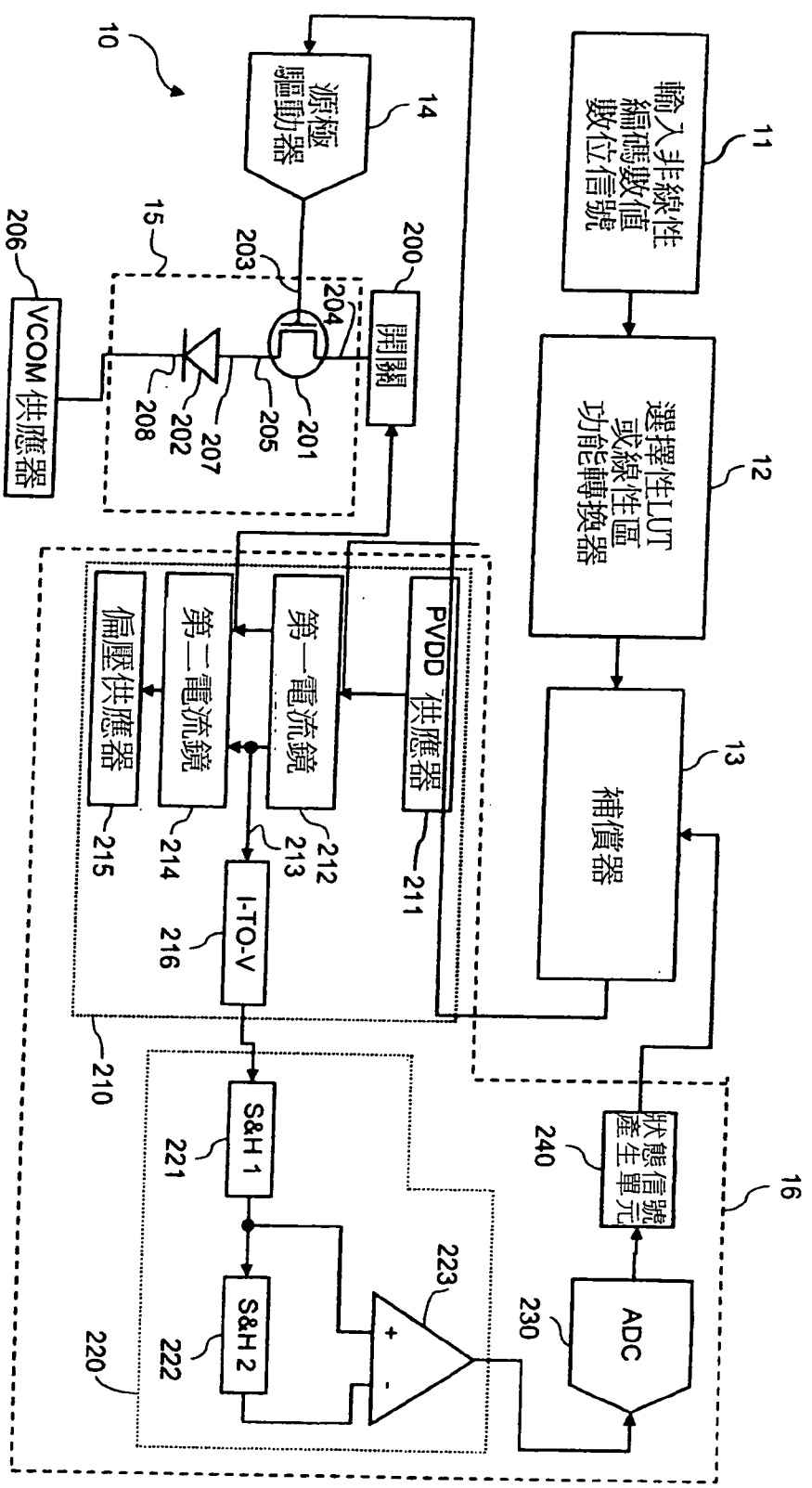
10/年/0月/2日 中華民國

流。

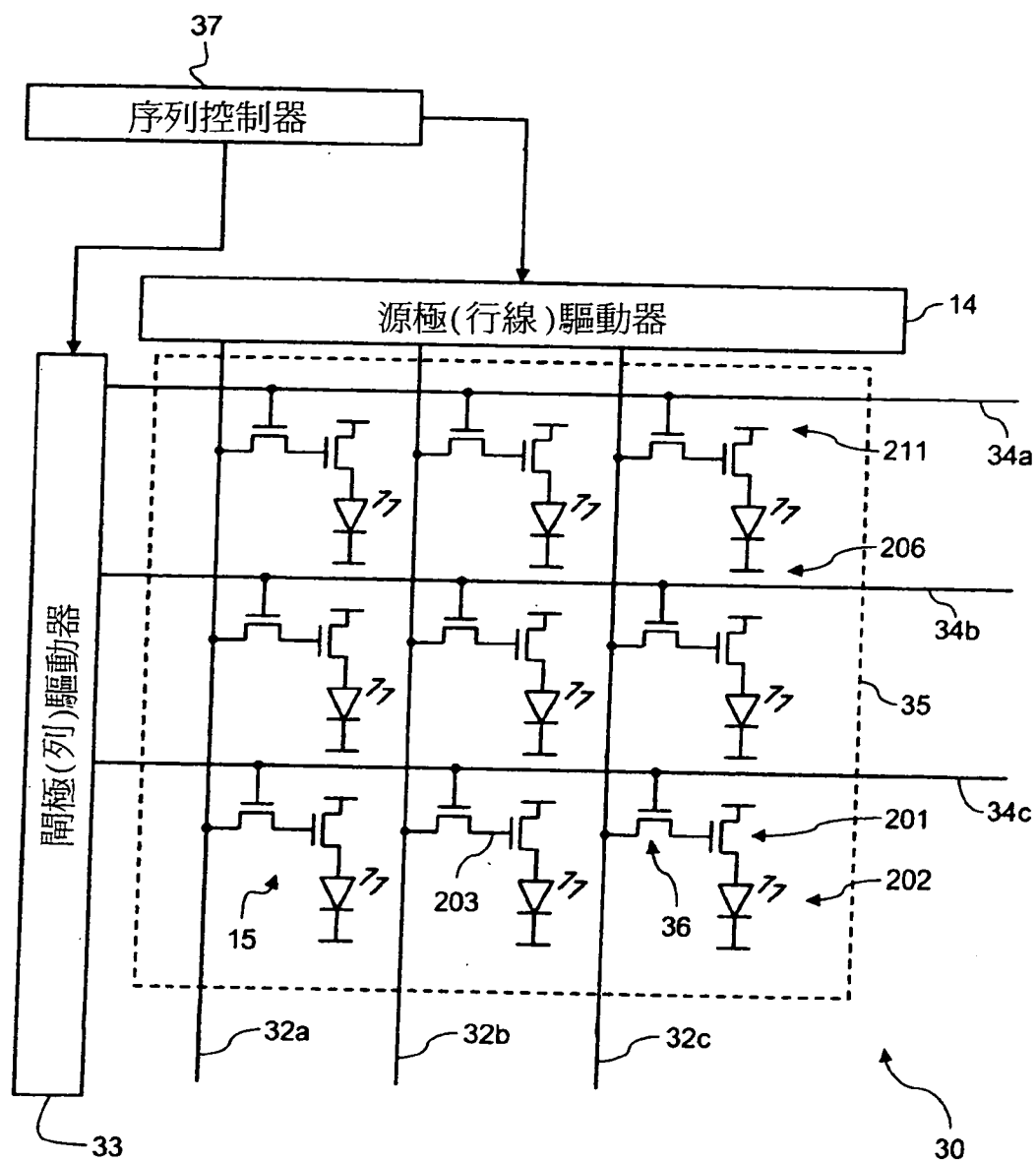
13. 依據申請專利範圍第 1 項所述之裝置，其中該量測電路包括一第一電流鏡及一第二電流鏡，該第一電流鏡係用以產生一鏡電流，是流過該第一及第二供電電極之驅動電流的函數，該第二電流鏡係用以施加一偏壓電流至該第一電流鏡，以降低該第一電流鏡的阻抗。
14. 依據申請專利範圍第 1 項所述之裝置，其中該量測電流小於一選擇臨界電流。



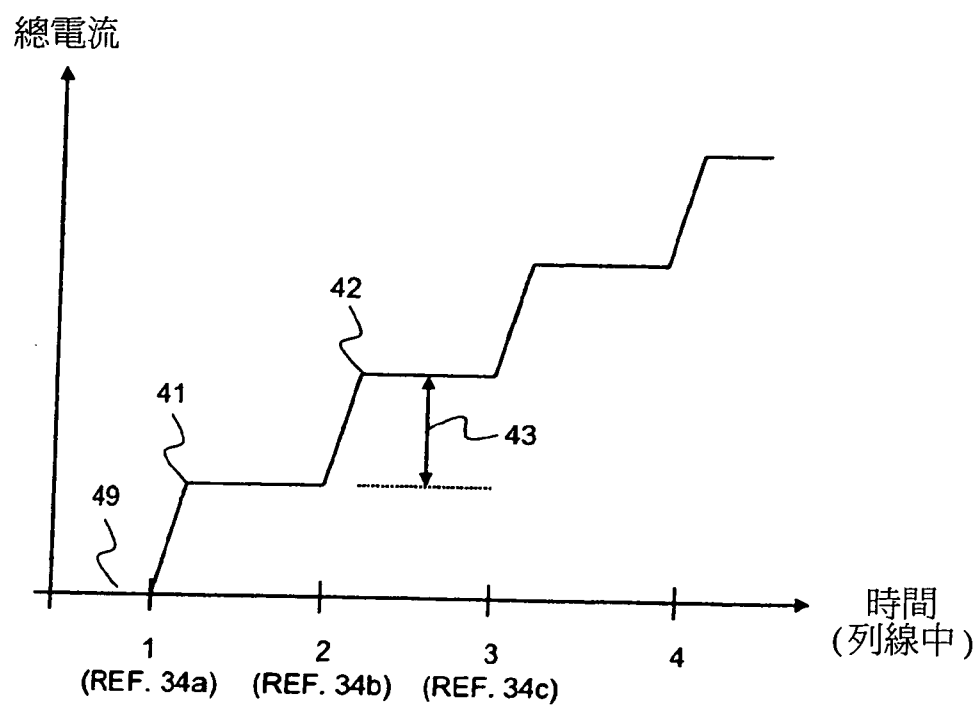
第1圖



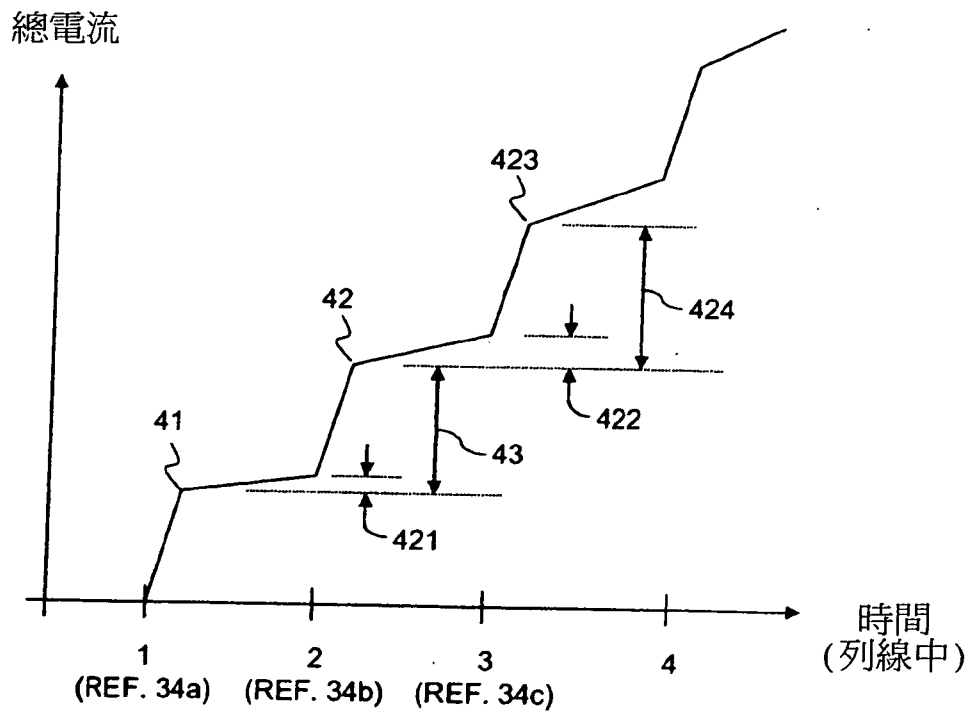
第2圖



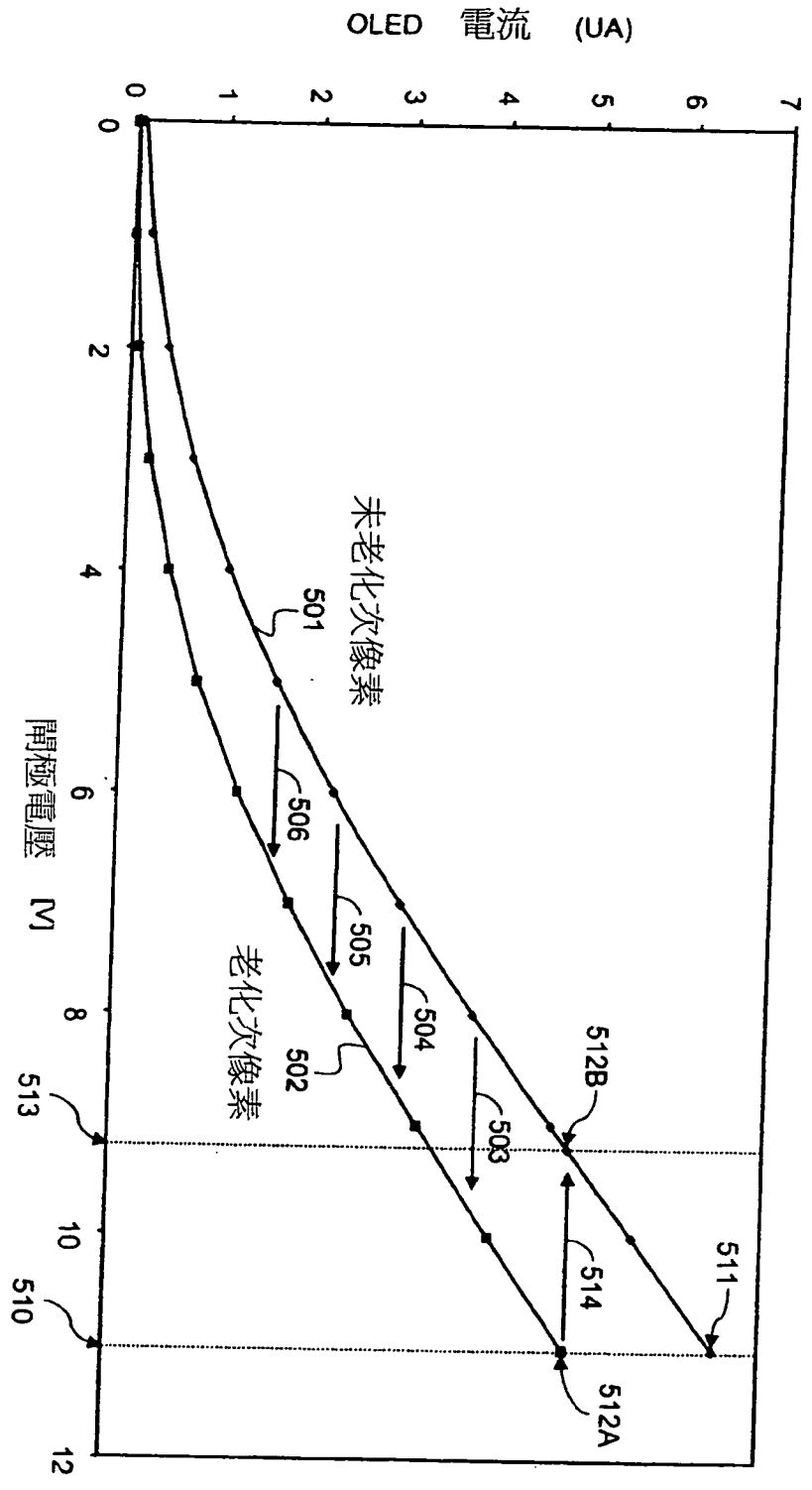
第3圖



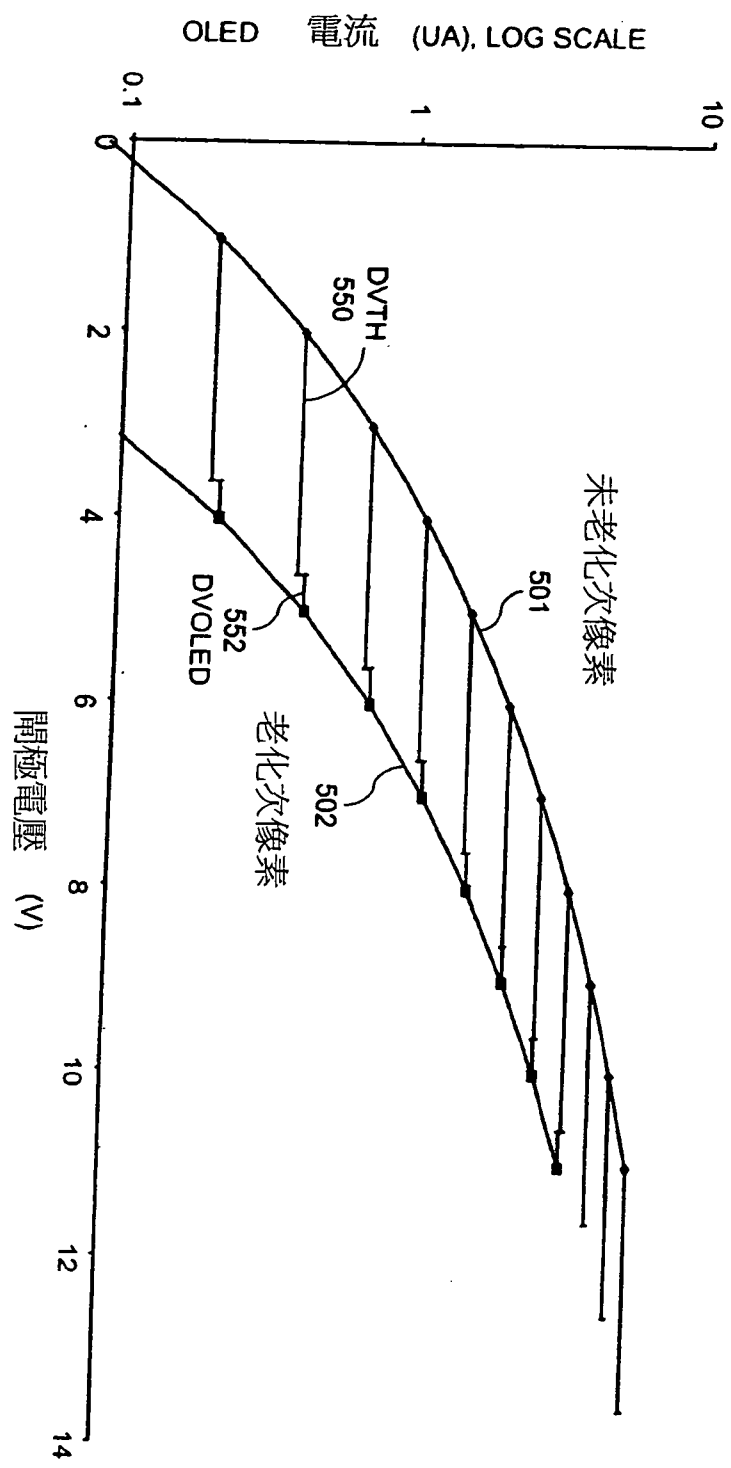
第4A圖



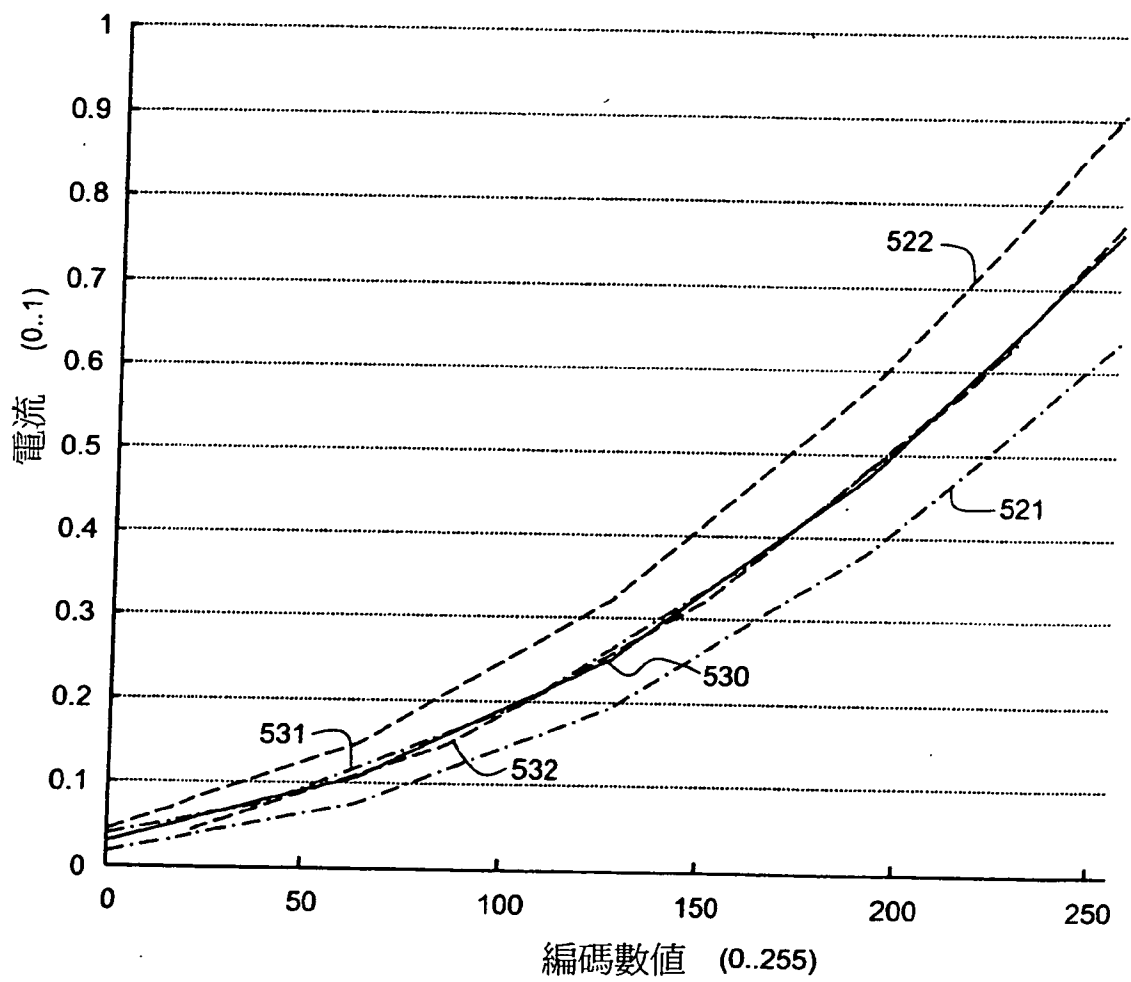
第4B圖



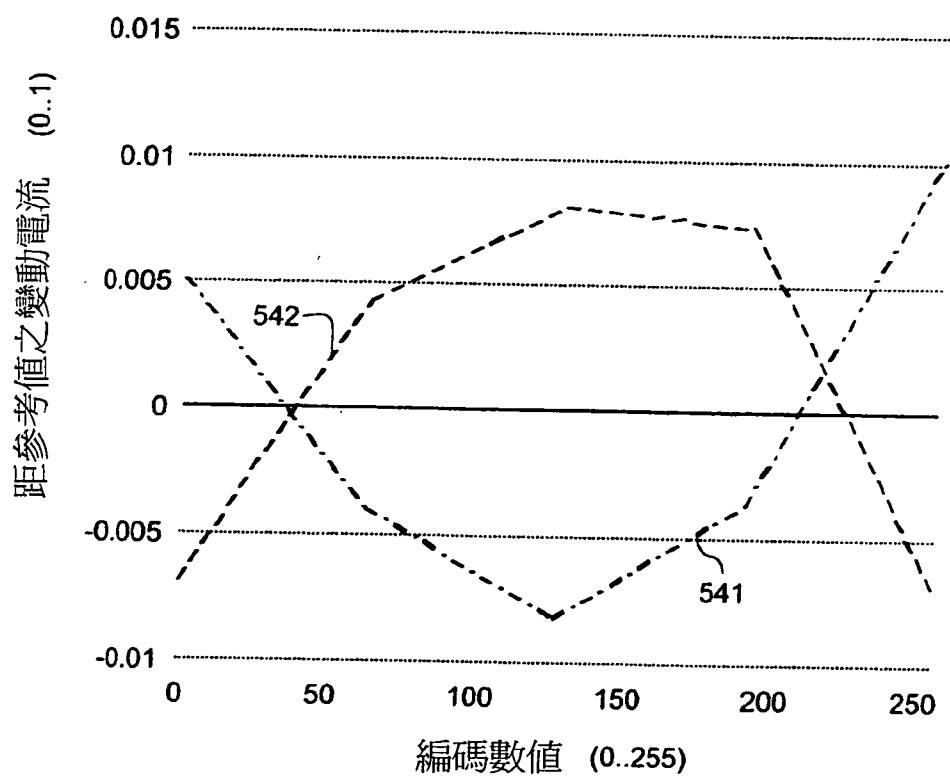
第5A圖



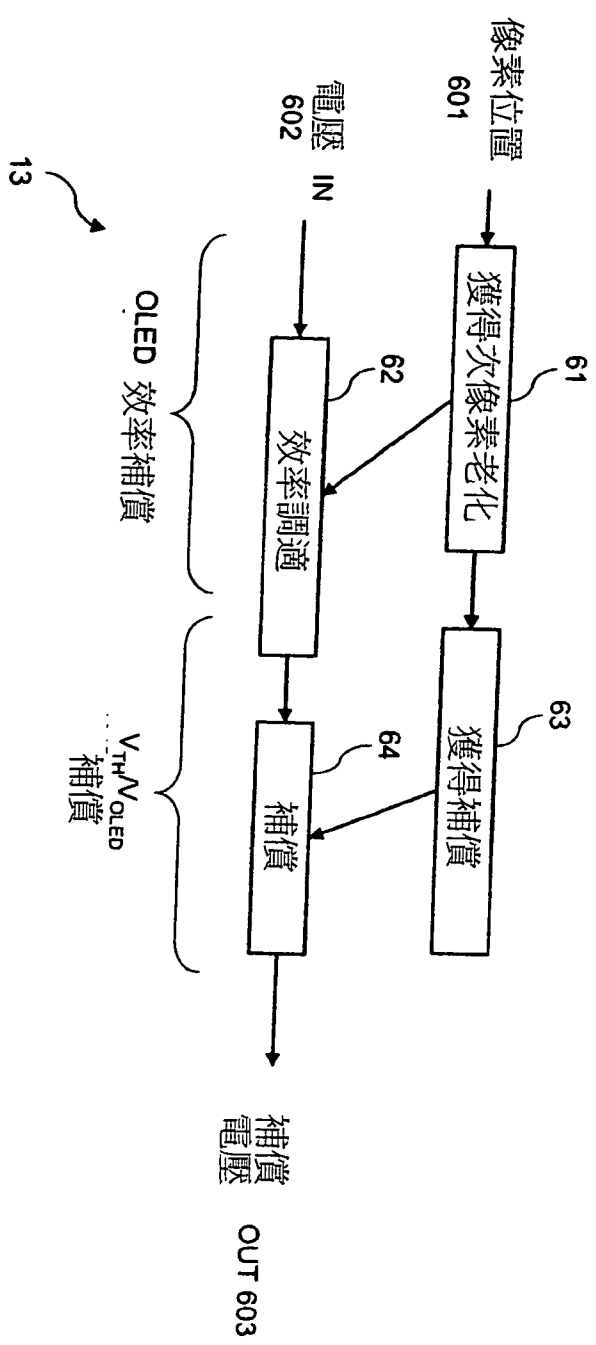
第5B圖



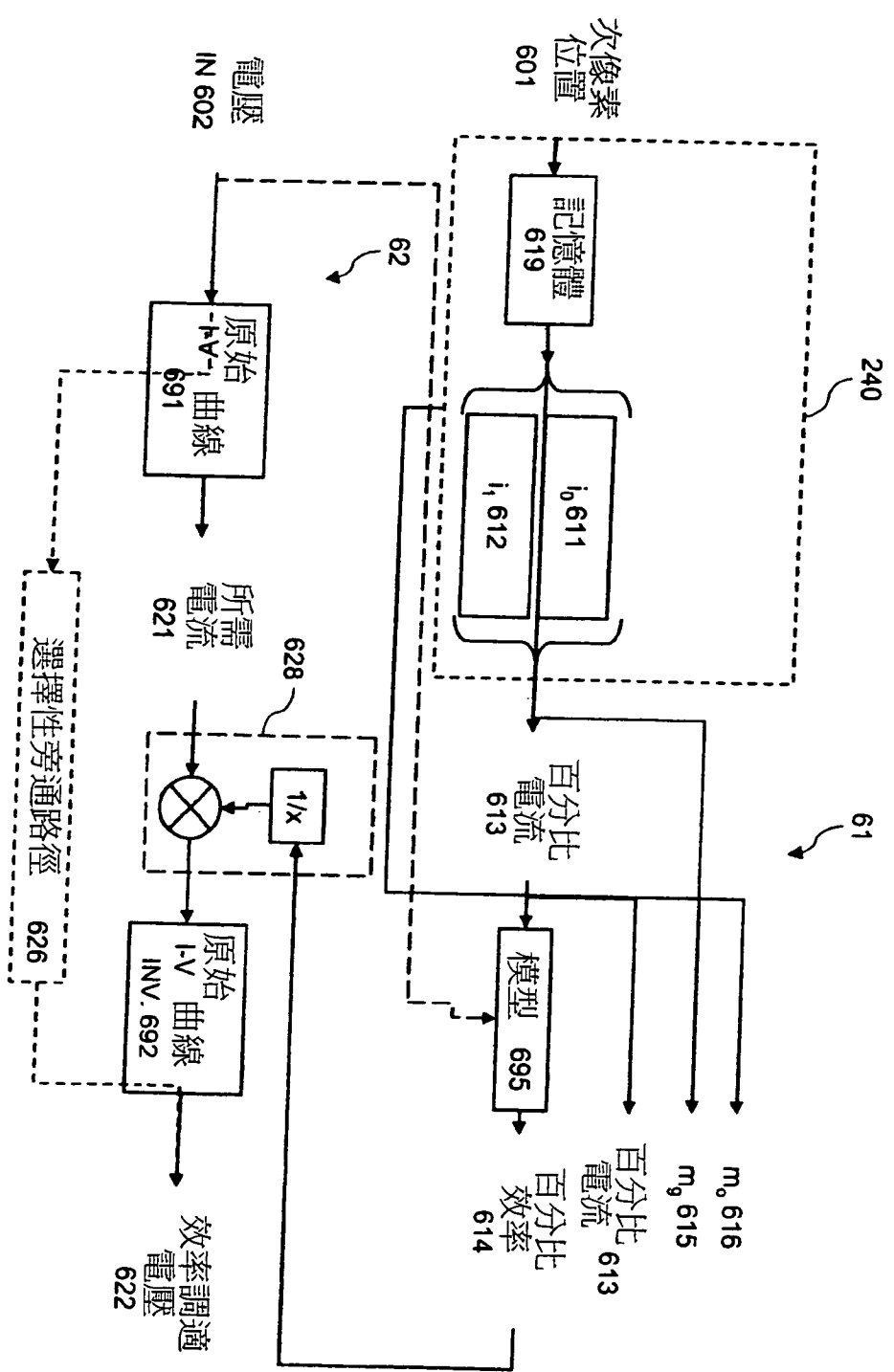
第5C圖



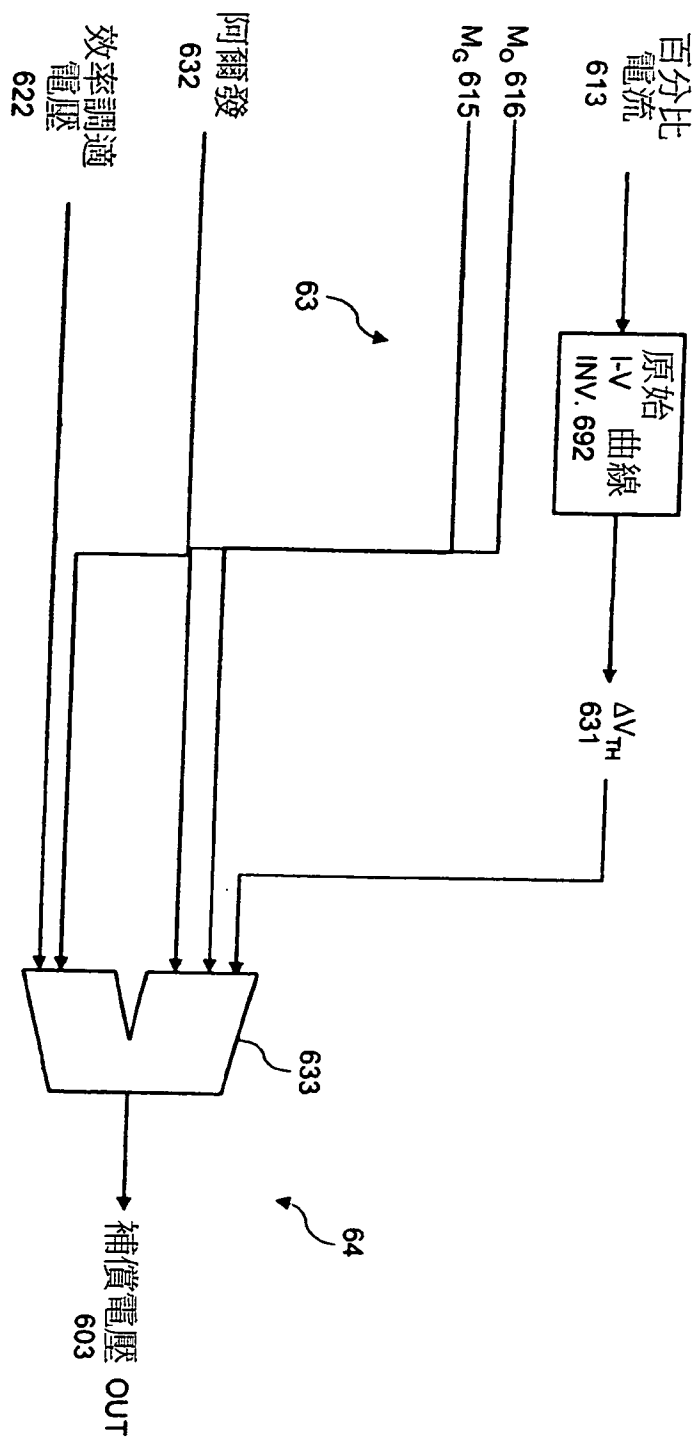
第5D圖



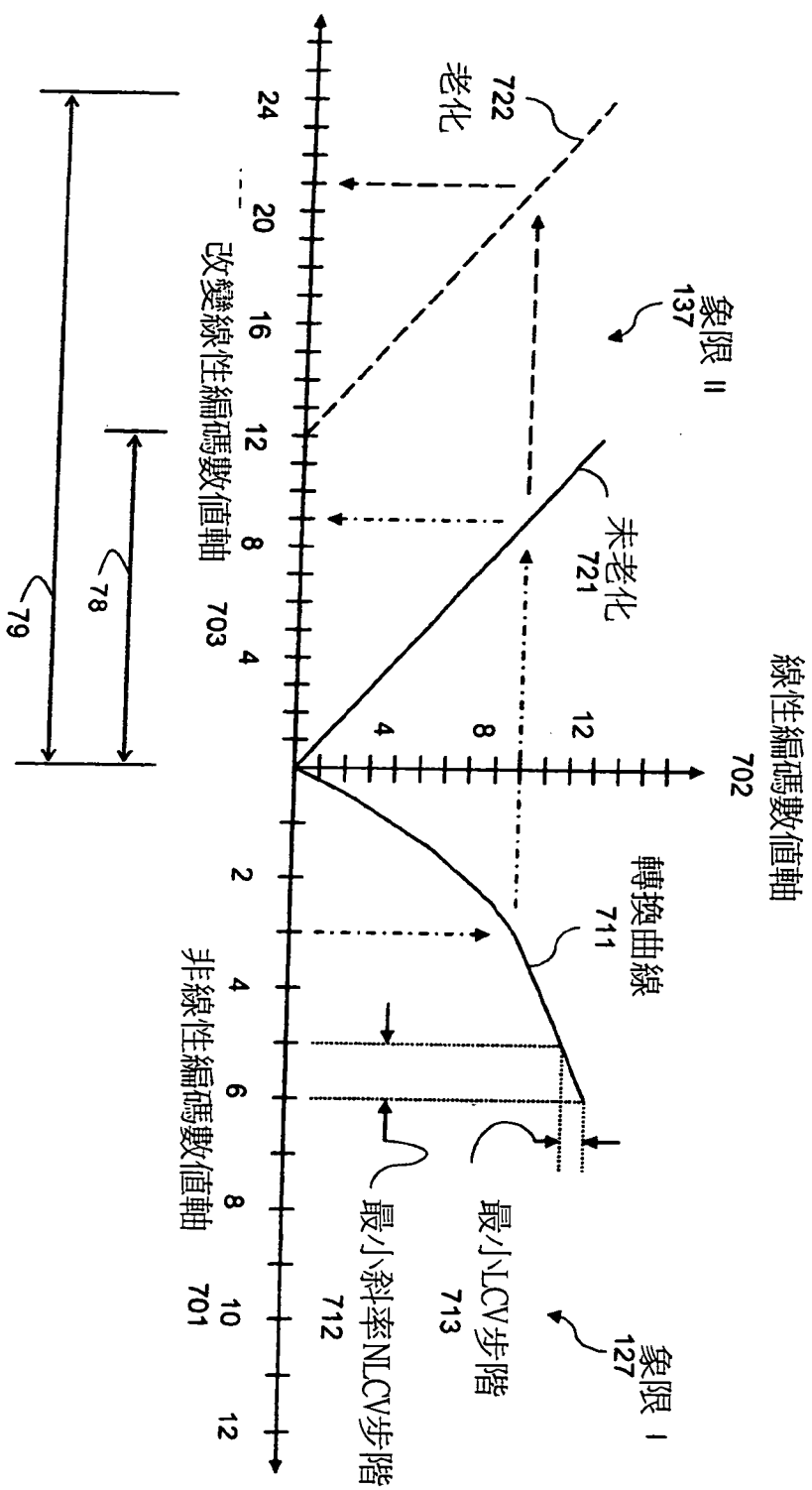
第6A圖



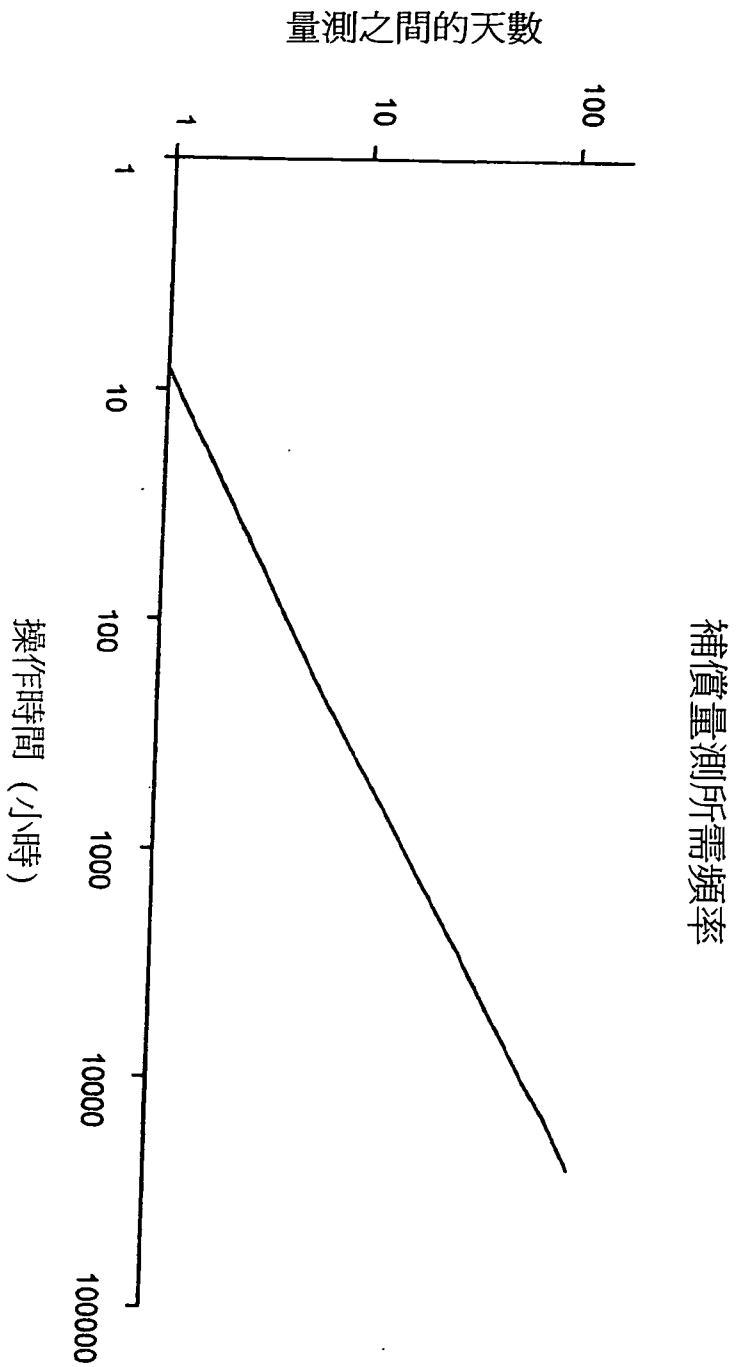
第6B圖



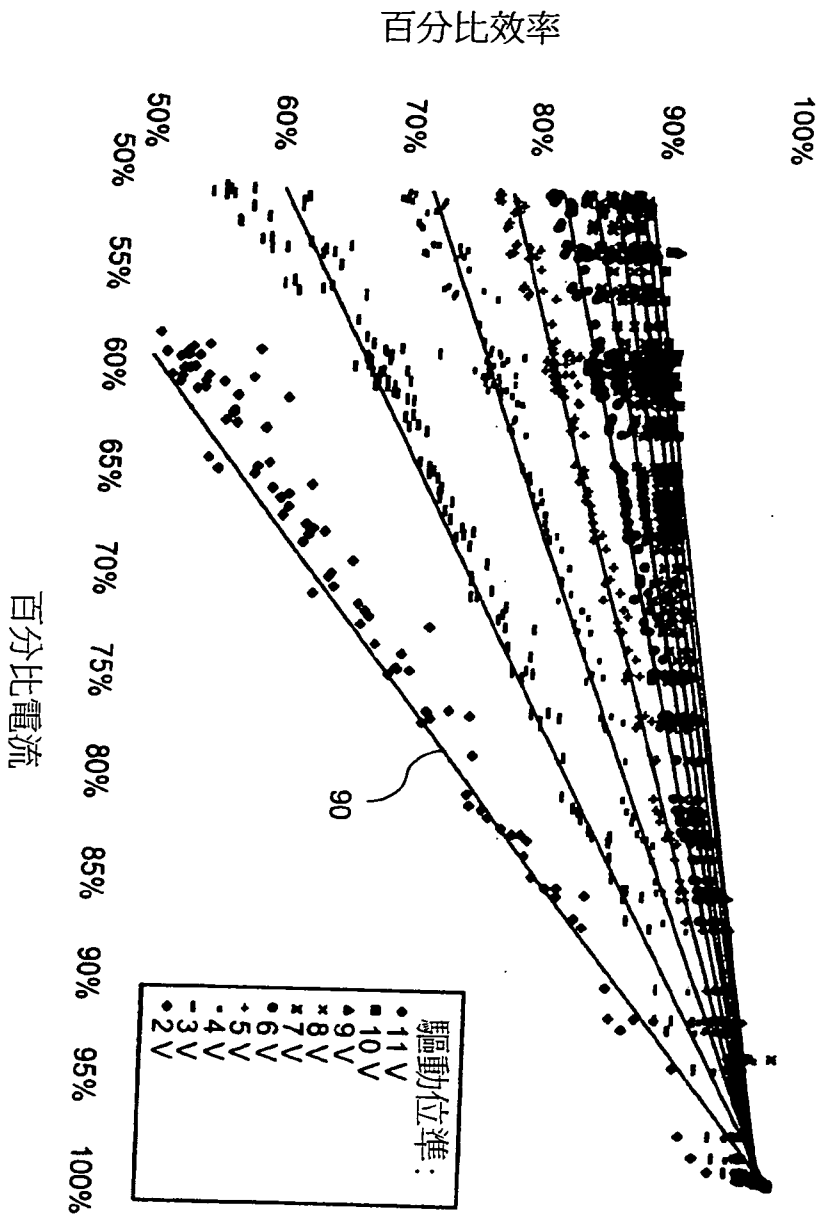
第6C圖



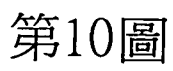
第7圖

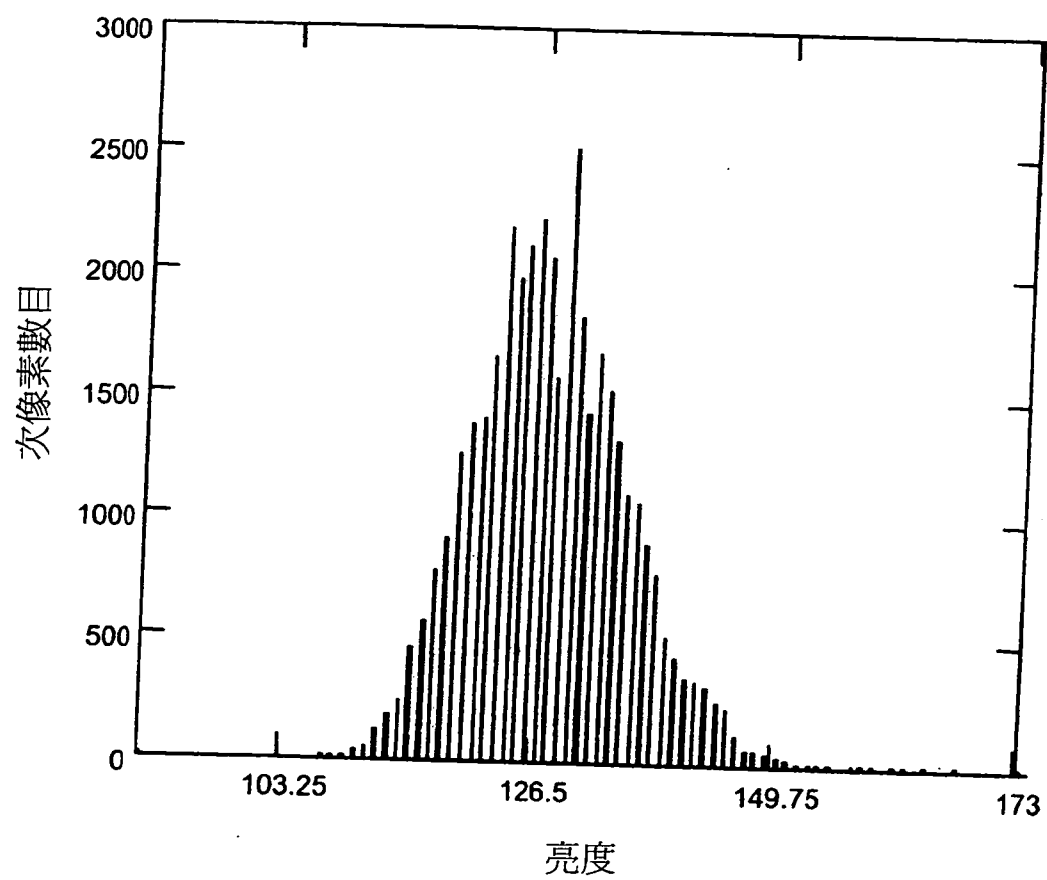


第8圖

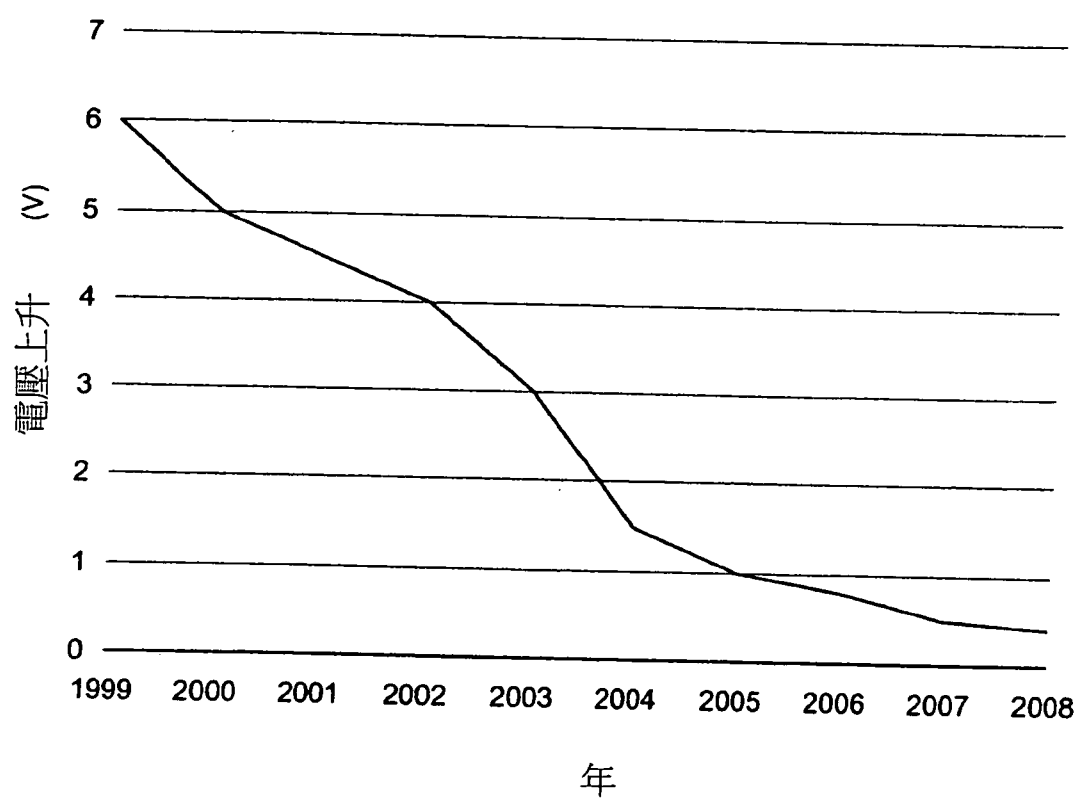


第9圖

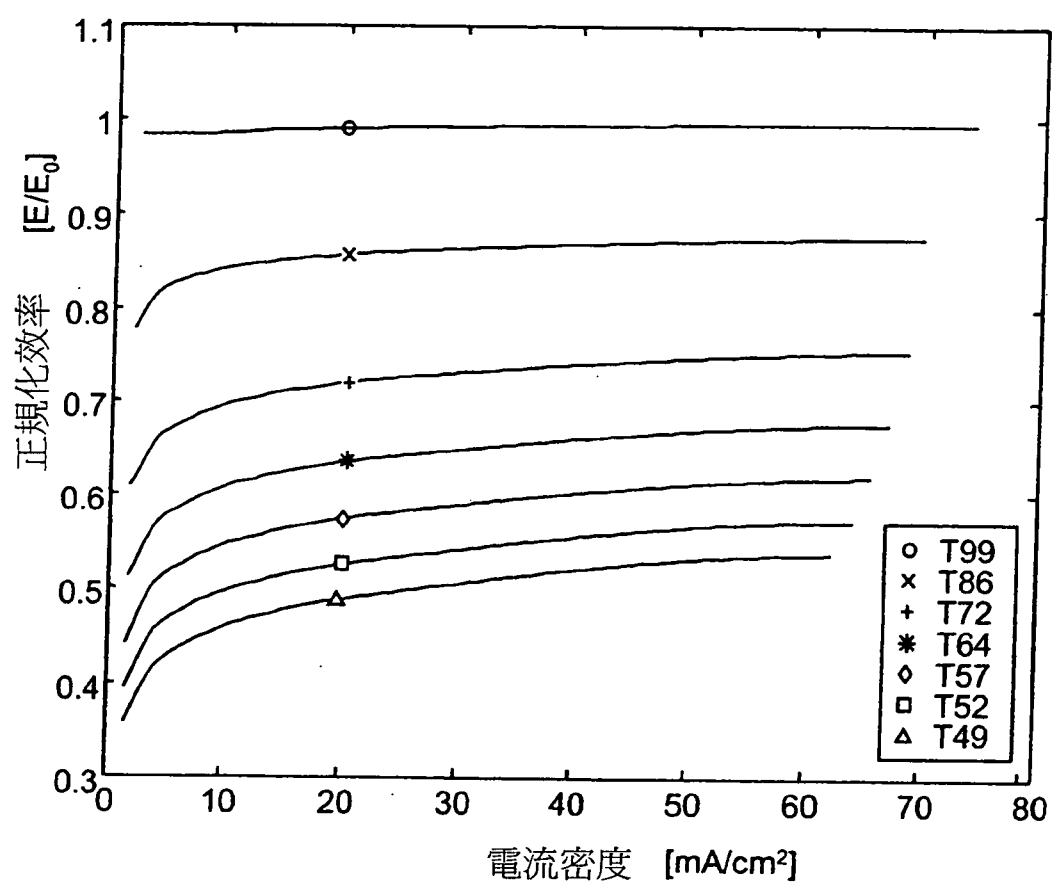




第11A圖



第11B圖



第12圖