

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：97114262

※申請日期：97.4.18

※IPC 分類：H05B 37/02

(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

發光二極體驅動模組 / LIGHT EMITTING DIODE
MODULE

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

聯詠科技股份有限公司/NOVATEK MICROELECTRONICS CORP.

代表人：(中文/英文) 何泰舜/TAI-SHUNG HO

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹科學工業園區新竹縣創新一路 13 號 2 樓/2F, NO. 13,
INNOVATION ROAD I, SCIENCE-BASED INDUSTRIAL PARK, HSINCHU,
TAIWAN, R. O. C.

國 籍：(中文/英文) 中華民國/TW

三、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 陳科宏 / CHEN, KE-HORNG

2. 邱佳麟 / CHIU, CHIA-LIN

3. 鄭嵐瑄 / CHENG, LAN-SHAN

國 籍：(中文/英文) 1-3. 中華民國/TW

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項☐第一款或☐第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☐ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☐ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種發光二極體模組，且特別是有關於一種用以驅動發光二極體的驅動模組。

【先前技術】

由於發光二極體(light emitting diode, LED)的低功率消耗以及高亮度的實現，使其在多個方面的都被有效的應用，例如照明用燈、電子公佈欄以及紅綠燈。而另外光二極體在美國國家電視標準委員會(National Television Standard Committee, NTSC)所制定的色域中，有著很優良的色域表現，因此也已逐漸取代之前用來作為顯示器面板背光模組的冷陰極管(cold cathode fluorescent lamps, CCFL)。

然而，現今以發光二極體在作為顯示器面板背光模組時，卻面臨了兩個最嚴重的問題。其中之一是如何使得背光模組中的多條發光二極體串能夠表現出均勻的亮度，使顯示器面板可以有更佳的顯示效果。由於發光二極體串的亮度是依據流經該發光二極體串的電流來控制的，若是單純的利用一個固定電壓來驅動不同的發光二極體串，會因為每一個發光二極體串的特性有所差異，而導致整體亮度上的不均勻。

為了解決上述的問題，多種不同的習知技術被提出。其中的一種是利用多組的電壓轉電流的轉換器，來針對多

條的發光二極體串來調整亮度。這種方法因為可以單獨針對每一條發光二極體串各別調整，因此可以有效消除各發光二極體串間的特性差別。但是此種習知的技術需要很多的電壓轉電流的轉換器，並不是一種經濟的方法。另外，還有利用分時多工的方式，來針對不同的發光二極體串調整亮度以期達到亮度的均衡。而這種分時多工的習知技術，則需要一個較高頻率的時脈，以及依據這個時脈產生的多個切換訊號來切換多個開關。這些開關的切換動作，往往會產生許多的湧入電流(inrush current)，造成嚴重的電磁干擾(electromagnetic interference, EMI)。

【發明內容】

本發明提供一種發光二極體驅動模組，用以動態調整提供給所驅動的發光二極體串的驅動電壓以及驅動電流，進而提高發光二極體串的發光效率以及發光均勻度。

本發明提供一種發光二極體驅動模組，適於驅動並列的多數條發光二極體串。其中所述的發光二極體串各具有第一端以及第二端。而發光二極體驅動模組包括電壓轉換裝置、導通電壓偵測裝置、參考電壓產生裝置以及電流調整裝置。電壓轉換裝置是依據導通電壓在各發光二極體串的第一端產生驅動電壓。而導通電壓偵測裝置則耦接至各發光二極體串的第二端，依據偵測發光二極體串的導通狀態，來產生上述的導通電壓以及多個致能訊號。參考電壓產生裝置依據上述的多個致能訊號，來產生第一參考電

壓。此外，電流調整裝置依據第一參考電壓產生多數個驅動電流，這些驅動電流分別流經發光二極體串。

在本發明之一實施例中，上述之導通電壓偵測裝置包括多個導通電壓偵測器以及電壓比較器。其中，導通電壓偵測器分別耦接至各個發光二極體串的第二端。導通電壓偵測器依據發光二極體串的導通狀態，分別產生多個偵測電壓。而電壓比較器則比較這些偵測電壓，並選擇這些偵測電壓中的最小電壓為導通電壓。

在本發明之一實施例中，上述之各個導通電壓偵測器包括第一反閘、第二反閘、第一電晶體以及第一傳輸閘。第一反閘的輸入端耦接至各發光二極體串的第二端，其輸出端並且產生上述的多個致能訊號的其中之一。第二反閘的輸入端耦接至第一反閘的輸出端。第一電晶體的閘極耦接至第二反閘的輸出端，其第一源/汲極耦接至系統電壓。第一傳輸閘則具有第一致能端、第二致能端、第一資料端以及第二資料端。其中，其第一致能端耦接至第一反閘的輸出端，其第二致能端耦接至第二反閘的輸出端，其第一資料端耦接至其第一反閘的輸入端，而其第二資料端耦接第一電晶體的第二源/汲極。第一傳輸閘的第二資料端傳輸上述的偵測電壓的其中之一。

在本發明之一實施例中，上述之電壓比較器包括比較電路以及選擇電路。比較電路接收偵測電壓，並藉由比較這些偵測電壓的大小，產生選擇訊號。而選擇電路則依據上述的選擇訊號，選擇偵測電壓中電壓最小的作為導通電

壓。

在本發明之一實施例中，上述之參考電壓產生裝置包括多個電流源、多個開關以及第一電阻。其中的多個電流源共同耦接至第一電壓，而多個開關分別與各電流源串接，各開關的致能端則耦接至各個致能訊號。第一電阻的第一端與各個開關的第二端共同耦接，而其第二端耦接至接地電壓。其中的致能訊號藉由禁/致能對應的電流源，來調整流經第一電阻的電流，並且進而調整第一參考電壓。

在本發明之一實施例中，上述之電流調整裝置更包括第一脈波寬度調變器以及第一脈波寬度基本電路。第一脈波寬度調變器在第二傳輸閘的第一致能端上產生第一脈波寬度調變訊號。而第一脈波寬度基本電路串接在第一放大器的輸出端與第一驅動電流源的控制端間，依據第一脈波寬度調變訊號來禁/致能這些第一驅動電流源。

在本發明之一實施例中，上述之第一脈波寬度基本電路包括第二傳輸閘、第三反閘以及第二電晶體。第二傳輸閘具有輸入端、輸出端、第一致能端以及第二致能端，其輸入端耦接至第一放大器的輸出端，其輸出端耦接至第一驅動電流源的控制端，用以控制這些驅動電流的電流值。而第三反閘的輸入端接收第一脈波寬度調變訊號，而其輸出端耦接至第二傳輸閘的第二致能端。此外，第二電晶體的閘極耦接至第三反閘的輸出端，其第一源/汲極耦接至第二傳輸閘的輸出端，其第二源/汲極耦接至接地電壓。

在本發明之一實施例中，上述之發光二極體驅動模

組，其中更包括多個第二電阻，串接在第一脈波寬度基本電路與第一驅動電流源的連接路徑上，用以延遲第一驅動電流源的禁/致能時間。

在本發明之一實施例中，上述之電流調整裝置更包括第二脈波寬度調變器以及多個第二脈波寬度基本電路。其中的第二脈波寬度調變器產生多個第二脈波寬度調變訊號。多數個第二脈波寬度基本電路，分別串接在該第一放大器的輸出端與各該第一驅動電流源的控制端間，並分別依據該些第二脈波寬度調變訊號，禁/致能該些第一驅動電流源。

在本發明之一實施例中，上述之各第二脈波寬度基本電路包括第三傳輸閘、第四反閘以及第三電晶體。第三傳輸閘具有輸入端、輸出端、第一致能端以及第二致能端，其第一致能端接收上述的第二脈波寬度調變訊號的其中之一，其輸入端耦接至第一放大器的輸出端，其輸出端耦接至各第一驅動電流源的控制端來控制這些驅動電流的電流值。第四反閘的輸入端耦接至第三傳輸閘的第一致能端，其輸出端耦接至第三傳輸閘的第二致能端。第三電晶體則具有閘極、第一源/汲極以及第二源/汲極，其閘極耦接至第四反閘的輸出端，其第一源/汲極耦接至第三傳輸閘的輸出端，其第二源/汲極耦接至接地電壓。

在本發明之一實施例中，上述之各第二脈波寬度基本電路更包括及閘，串接在第三傳輸閘的第一致能端接收第二脈波寬度調變訊號的其中之一的路徑間。此及閘具有第

一輸入端、第二輸入端以及輸出端，其第一輸入端接收第二脈波寬度調變訊號的其中之一，其第二輸入端接收啟動訊號，其輸出端與第三傳輸閘的第一致能端耦接。

在本發明之一實施例中，上述之電流調整裝置更包括電流放大器，串接在第一放大器與第一驅動電流源的連接路徑間。此電流放大器具有輸出端，並依據第一放大器的輸出端的電壓產生基本電流，並放大該基本電流而在其輸出端產生放大電流。

在本發明之一實施例中，上述之電流放大器包括第四電晶體、第五電晶體、第六電晶體、第七電晶體以及調整電阻。其中的第四電晶體的第一源/汲極耦接至系統電壓，而其閘極與其第二源/汲極相耦接。第五電晶體的閘極耦接至第四電晶體的閘極，其第一源/汲極耦接至系統電壓。第六電晶體的閘極耦接至第一放大器的輸出端，其第一源/汲極耦接至第四電晶體的第二源/汲極，其第二源/汲極耦接至第一放大器的第二輸入端。第七電晶體的閘極、第一源/汲極與第五電晶體的第二源/汲極耦接，而其第二源/汲極耦接至接地電壓。另外，調整電阻則串接在第六電晶體的第二源/汲極與接地電壓間。

在本發明之一實施例中，上述之發光二極體驅動模組更包括電流平衡裝置，串接在驅動電流的流通路徑間，用以接收並平衡此些驅動電流，進而降低驅動電流間的差異。

在本發明之一實施例中，上述之電流平衡裝置包括第二放大器、多個第八電晶體以及多個回授電阻。第二放大

器具有第一輸入端、第二輸入端以及輸出端，其第一輸入端接收第二參考電壓。各第八電晶體的閘極耦接至第二放大器的輸出端，其第一源/汲極接收驅動電流的其中之一。回授電阻則分別串接在第四電晶體的第二源/汲極與第二放大器的第二輸入端間。

本發明因採用導通電壓偵測裝置偵測發光二極體串所需的最低電壓，並藉以提供最有效的驅動電壓。同時還利用電流調整裝置動態調整提供給發光二極體串的驅動電流，以穩定多個發光二極體串的整體亮度。並且，本發明更採用電流平衡裝置以降低各發光二極體串間的驅動電流差異，進而保證多個發光二極體串的亮度均勻度。

為讓本發明之上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。

【實施方式】

以下將針對本發明提出多個實施例及對應的多個實施方法，並且佐以圖示，來仔細的說明本發明。

第一實施例：

首先請參照圖 1，圖 1 繪示本發明的第一實施例的發光二極體驅動模組示意圖。其中的發光二極體驅動模組 110 是用來驅動並列的發光二極體串 120。發光二極體驅動模組 110 包括電壓轉換裝置 111、導通電壓偵測裝置 112、參考電壓產生裝置 113 以及電流調整裝置 114。

電壓轉換裝置 111 是用來產生驅動由發光二極體串

121~123 所組成的發光二極體串組 120 的驅動電壓 V_{drv} ，通常電壓轉換裝置 111 可以用升壓(voltage boost)型的直流直流轉換器(DC to DC converter)來達成，當然也可以使用電荷幫浦(charge pump)電路來達成。而不論是利用哪一種電路，電壓轉換裝置 111 都必須依據回授電壓 V_t 來作為升壓依據的參考電壓，並且驅動電壓 V_{drv} 為回授電壓 V_t 的倍數(不限制是整數倍)。關於這個回授電壓 V_t 的產生則將在以下的導通電壓偵測裝置 112 來進一步說明。

在本第一實施例中，導通電壓偵測裝置 112 耦接到發光二極體串 121~123 的第二端 S1~S3，藉以量測該些第二端 S1~S3 的電壓值。導通電壓偵測裝置 112 利用其所接收到的發光二極體串 121~123 的第二端 S1~S3 上的電壓，來偵測出形成開路的發光二極體串(這些發光二極體串開路的產生可能是因為被燒毀或是被移除)。接著，導通電壓偵測裝置 112 更選擇出已形成開路的發光二極體串以外的發光二極體串的第二端 S1~S3 的電壓的最小值，來輸出成為回授電壓 V_t 。

而依據上述說明可以得知，驅動電壓 V_{drv} 為回授電壓 V_t 的倍數，因此，此時電壓轉換裝置 111 所產生的驅動電壓 V_{drv} 將會是最小必要電壓。也就是說，電壓轉換裝置 111 將提供一個最有效率的驅動電壓 V_{drv} 。

另外，導通電壓偵測裝置 112 還會將各發光二極體串 121~123 的導通情形以致能訊號 EN 的方式傳送到參考電壓產生裝置 113，而參考電壓產生裝置 113 的功能及作動

方式則將在以下的說明中描述。

參考電壓產生裝置 113 利用其所接收到的致能訊號 EN，便可以得知目前的發光二極體串組 120 中還形成通路的發光二極體串的數量。參考電壓產生裝置 113 更依據上述的這個數量來產生一個參考電壓 V_{ref} 。這個動作的主要原因是在於越多的發光二極體串形成導通，則應該需要越大的驅動電流，因此對應調高參考電壓 V_{ref} 。相反的，越多的發光二極體串形成開路，則應該需要越小的驅動電流，也因此對應調低參考電壓 V_{ref} 。

電流調整裝置 114 則依據這個參考電壓 V_{ref} 來輸出對應的驅動電流。如此一來，電流調整裝置 114 所輸出的驅動電流就不會因為一直是固定，而在有發光二極體串有形成開路的情形下，導致流經其他的發光二極體串的電流增大而造成亮度改變，並造成的不必要的功率消耗。

以下將提出本第一實施例中的導通電壓偵測裝置 112 的一個實施方法，來說明導通電壓偵測裝置 112 的動作細節。

請參照圖 2，圖 2 繪示本發明的第一實施例的導通電壓偵測裝置的一實施方法示意圖。導通電壓偵測裝置 112 包括導通電壓偵測器 210~230 以及電壓比較器 240。其中的導通電壓偵測器 210~230 分別耦接到發光二極體串 121~123 的第二端 S1~S3。

導通電壓偵測器 210 包括反閘 211~212、傳輸閘 213 以及電晶體 M1，其中反閘 211 的輸入端耦接至發光二極

體串 121 的第二端 S1，並在其輸出端產生致能訊號 EN1。而反閘 212 的輸入端耦接至反閘 211 的輸出端，反閘 211 的輸出端耦接至電晶體 M1 的閘極。而電晶體 M1 的第一源/汲極耦接至系統電壓 VDD，且其第二源/汲極產生偵測電壓 V_{det} 。另外，傳輸閘的兩個致能端分別耦接到反閘 212 的輸入端及輸出端，而其兩個資料端分別耦接至反閘 211 的輸入端及電晶體 M1 的第二源/汲極。

在當發光二極體串形成開路時(在此舉例發光二極體串 121 形成開路)，其第二端 S1 的電壓將會趨近於接地電壓(通成為 0 伏特(volt, V))。因此，反閘 211 將會輸出邏輯高準位電壓(也就是致能訊號 EN1)，而反閘 212 將會輸出邏輯低準位電壓。由於本實施方式中的電晶體 M1 是一個 P 型的金氧半電晶體(P-type metal-oxide-semiconductor field-effect transistor, PMOS)，因此，電晶體 M1 被導通，而其第二源/汲極則產生偵測電壓 V_{det} 幾乎等於系統電壓 VDD。

相反的，若發光二極體串 121 並沒有形成開路，反閘 211 將會輸出致能訊號 EN1 為邏輯低準位電壓，而反閘 212 將會輸出邏輯高準位電壓。此時電晶體 M1 被關閉，而其第二源/汲極則產生的偵測電壓 V_{det} 幾乎等於發光二極體串 121 的第二端 S1 的電壓。綜合上述的說明可以得知，當發光二極體串為開路時，其對應的導通電壓偵測器所輸出的偵測電壓 V_{det} 必定高於未形成開路的發光二極體串所對應的導通電壓偵測器輸出的偵測電壓 V_{det} 。

此外，關於導通電壓偵測器 220~230 的耦接以及作動方式都與導通電壓偵測器 210 相同，此處不再贅述。

此時，電壓比較器 240 便可以比較導通電壓偵測器 210~230 所產生的偵測電壓，並選出其中電壓最小的偵測電壓來成為導通電壓 V_t ，提供給電壓轉換裝置 111 使用。

另外，上述說明中的電壓比較器 240 可以參照圖 3，圖 3 繪示本發明的第一實施例的電壓比較器 240 的一實施方式。其中的電壓比較器 240 包括比較電路 310 以及選擇電路 320。比較電路 310 比較其所接收的偵測電壓 V_{det} 的電壓大小，來使選擇電路 320 選擇出其中最小的電壓，並產生導通電壓 V_t 。

接著請參照圖 4，圖 4 繪示本發明之第一實施例的參考電壓產生裝置的示意圖。參考電壓產生裝置 113 包括電流源 $I1\sim I3$ 、開關 $SW1\sim SW3$ 以及電阻 $R1$ 。電流源 $I1\sim I3$ 共同耦接到第一電壓 $V1$ ，而電流源 $I1\sim I3$ 的另一端則分別耦接到開關。開關 $SW1\sim SW3$ 分別受控於致能訊號 $EN1\sim EN3$ ，而開關 $SW1\sim SW3$ 的另一端與電阻 $R1$ 共同耦接，電阻 $R1$ 的另一端則耦接到接地電壓 GND 。

當發光二極體串導通時，其所對應的導通電壓偵測器所產生的致能訊號將會致能對應的開關，而使與該開關串接的電流源流過電阻 $R1$ 。因此，越多的發光二極體串被導通，也就表示有越多的電流將會流經電阻 $R1$ 。更由於參考電壓 V_{ref} 是等於電阻 $R1$ 上的跨壓，因此越多的發光二極體串被導通，將會產生越大的參考電壓 V_{ref} 。

換個角度來看，就是當有發光二極體串形成開路時，實際上流到發光二極體串組 120 的驅動電流總數就應該減小。舉例來說，若發光二極體串組 120 有 8 組發光二極體串，每一組發光二極體串所需要的電流均為 I_d 時，發光二極體串組 120 需要的最大驅動電流就等於 $8 \times I_d$ 。若是有一組發光二極體串燒燬而導致開路，此時發光二極體串組 120 需要驅動電流就改變成為 $7 \times I_d$ 。因此，動態的調整產生驅動電流依據的參考電壓 V_{ref} ，來進一步的調整驅動電流。

接下來將針對本發明的第一實施例中進行電流調整動作的電流調整裝置提出多個實施方法，藉以更清楚說明驅動電流的調整方法。

請先參照圖 5A，圖 5A 繪示本發明的第一實施例的電流調整裝置的一實施方法示意圖。其中的電流調整裝置 114 包括驅動電流源 510~530、電阻 R2、放大器 540、脈波寬度調變器 550 以及脈波寬度基本電路 560。此外，在脈波寬度基本電路 560 與各驅動電流源 510~530 間還分別包括串接電阻 R31~R33。

其中，放大器 540 比較參考電壓 V_{ref} 與由電阻 R2 的一端拉回的電壓 V_{fb} 相比較，並在其輸出端 A1 產生一個用來控制驅動電流源 510~530 的控制電壓。而為了使發光二極體串還可以呈現灰階的效果，本實施方法還加入了脈波寬度調變器 550 及脈波寬度基本電路 560 來調整放大器 540 的輸出端 A1 的電壓轉變成為一個週期訊號。而這個週

期訊號的正脈寬佔所有週期的比值，就是所驅動的發光二極體串的灰階值。

在此請特別注意，為了上述的灰階呈現，驅動電流源 510~530 會處於連續切換的狀態，進而產生電磁干擾。因此，在本實施方法中，更在脈波寬度基本電路 560 的輸出端點 A2 與各驅動電流源 510~530 分別串接電阻 R31~R33。其中電阻 R31~R33 分別具有不同的電阻值，這樣就可以有效的使每一個驅動電流源的禁/致能的時間點產生延遲，有效的降低其所產生的電磁干擾。

而脈波寬度基本電路 560 的實施方法則請參照圖 5B，圖 5B 繪示本發明的第一實施例的脈波寬度基本電路的實施方法的示意圖。脈波寬度基本電路 560 包括傳輸閘 570、反閘 580 以及電晶體 M2。傳輸閘 570 的輸入端耦接至放大器至 540 的輸出端 A1，傳輸閘 570 的輸出端耦接到脈波寬度基本電路 560 的輸出端 A2。並且傳輸閘 570 受控於脈波寬度調變器 550 所產生的脈寬調變訊號。當傳輸閘 570 依據脈寬調變訊號而導通時，放大器 540 的輸出端 A1 的電壓可以順利的致能驅動電流源 510~530，並點亮發光二極體串組 120。

相反的，當傳輸閘 570 依據脈寬調變訊號而關閉時，放大器 540 的輸出端 A1 的電壓無法順利的傳輸到驅動電流源 510~530，而傳輸閘 570 的輸出端因為電晶體 M2 的導通而輸出接地電壓。進而使得驅動電流源 510~530 被禁能，停止點亮發光二極體串組 120。綜上所述，脈波寬度

調變器 550 便可以利用所產生的脈寬調變訊號的責任週期 (duty cycle) 來控制發光二極體串組 120 的灰階值。

再請參照圖 5C，圖 5C 繪示本發明的第一實施例的電流調整裝置的另一實施方法示意圖。與上一實施方法不同的是，本實施方法利用多組的脈波寬度基本電路 550 來分別控制發光二極體串 121~123 的灰階，可以應用在顯示面板上的不同需求上。

第二實施例：

以下將針對本發明提出第二實施例，以另一個方式來實施本發明，期使本領域具通常知識者更能瞭解本發明的精神。

請參照圖 6，圖 6 繪示本發明的第二實施例的發光二極體驅動模組示意圖。與第一實施例所不同的是，本第二實施例除了改變電流調整裝置 614 的實施方法外，更加入了一個電流平衡裝置 630。

首先說明本第二實施例的電流調整裝置 614 的實施方法。為了不要使發光二極體串組 620 的驅動電流源直接輸出很大的驅動電流，本實施方法採用了逐級放大電流的方法，先利用電流放大器 616 依據放大器 640 的輸出端的電壓產生基本電流，這個基本電流的的大小，還可以經由調整電阻 R_{ext} 來完成。電流放大器 616 放大基本電流並在其輸出端產生放大電流。而驅動電流源 616~619 則藉由鏡射這個放大電流，來產生驅動電流。

另外，在電流調整裝置 614 中的脈寬調變基本電路 615

中增加了及閘 AN1~AN3，這些及閘共同接收啟動訊號 NO，提供完全關閉發光二極體串組 620 的路徑(當啟動訊號 NO 為邏輯電壓低準位)。

更重要的是，電流平衡裝置 630 串接在驅動電流的流通路徑間，用以平衡驅動電流降低這些驅動電流間的差異。這個電流平衡裝置 630 包括放大器 631、電晶體 MB1~MB3 以及回授電阻 R_{f1} ~ R_{f3} 。當發光二極體串組 620 在受到使用時間以及溫度變化的影響，而在不同的光二極體串的第二端 S1~S3 產生了電壓差 ΔV 。這個電壓差 ΔV 所造成的驅動電流的誤差則在以下說明。

首先假設電晶體 MB1 以及電晶體 MB2 間的汲極電壓變動如式(1)所示：

$$\begin{aligned} V'_{D,MB1} &= V_{D,MB1} + \frac{\Delta V}{2} \\ V'_{D,MB2} &= V_{D,MB2} + \frac{\Delta V}{2} \end{aligned} \quad (1)$$

其中 $V_{D,MB1}$ 、 $V_{D,MB2}$ 分別為電晶體 MB1、MB2 發生變動前的汲極電壓，而 $V'_{D,MB1}$ 、 $V'_{D,MB2}$ 分別為電晶體 MB1、MB2 發生變動後的汲極電壓。

另外，假設在電晶體 MB1 以及電晶體 MB2 的源極端因為有微量的電流 I_R 流過回授電阻 R_{f1} 與電阻 R_{f2} ，且回授電阻 R_{f1} 與回授電阻 R_{f2} 的電阻值相等均為 R 。並且依此列中式(2)：

$$V'_{S,MB1} = V_{S,MB1} + I_R \times R \quad \text{及} \quad V'_{S,MB2} = V_{S,MB2} - I_R \times R \quad (*) \quad (2)$$

其中 $V_{S,MB1}$ 、 $V_{S,MB2}$ 分別為電晶體 MB1、MB2 發生變動

前的源極電壓，而 $V'_{S,MB1}$ 、 $V'_{S,MB2}$ 分別為電晶體 MB1、MB2 發生變動後的源極電壓。

再列出電晶體 MB1、MB2 工作在飽和區時產生電流的程式如式(3)所示：

$$\begin{aligned}
 I_{LED1} &= k[V_G - (V_{REF2} + I_R R) - V_{to}]^2 \{1 + \lambda[V_{D,MB1} + \frac{\Delta V}{2} - (V_{REF2} + I_R R)]\} \\
 &= I_{sink1} + I_R \\
 I_{LED2} &= k[V_G - (V_{REF2} + I_R R) - V_{to}]^2 \{1 + \lambda[V_{D,MB2} + \frac{\Delta V}{2} - (V_{REF2} - I_R R)]\} \\
 &= I_{sink2} - I_R
 \end{aligned} \tag{3}$$

其中 I_{LED1} 、 I_{LED2} 分別為流經發光二極體電阻串的電流， V_G 為放大器 631 輸出端的電壓， V_{REF2} 為放大器 631 接收的參考電壓， V_{TO} 為電晶體 MB1、MB2 的導通電壓， I_{sink1} 與 I_{sink2} 為驅動電流源 617、618 產生的驅動電流， k 與 λ 為常數。

因此，流經發光二極體電阻串的電流差與平均值，可以分別表示成如式(4)、式(5)所示：

$$I_{LED1} - I_{LED2} = k(V_{GS} - V_{TO})^2 \lambda (2I_R R) + 2I_R \tag{4}$$

$$(I_{LED1} + I_{LED2})/2 = k(V_{GS} - V_{TO})^2 (1 + \lambda V_{REF2}) \quad (***) \tag{5}$$

其中的 V_{GS} 為驅動電流源 617、617 閘極與源極的電壓差， V_{REF} 為”同先前提到的第二參考電壓“。

將式(4)除以式(5)，可得到兩發光二極體串間的電流變異如式(6)所示：

$$\delta = 2\lambda I_R R \quad (***) \tag{6}$$

由於回授電阻 R_{f1} 、 R_{f2} 在負回授的路徑上，且其中一

端是接在放大器 631 的高阻抗的輸入端，因此只有很小的電流(微安培 μA)的電流通過，而其兩端的電壓差也受限於負回授的特性。其所造成的電壓降也大約只有幾個毫伏(mV)的等級。另外常數 λ 是通道調變效應(channel length modulation)參數，大約等於 10mV，所以由式(6)可以計算出這種架構下的發光二極體串間的電流誤差約為 $10^{-2}\%$

綜上所述，本發明利用導通電壓偵測裝置，偵測出發光二極體串中形成開路的數目，並藉以調整驅動電壓以及驅動電流，以減少不必要的功率消耗。本發明並且利用電流平衡裝置，使各發光二極體串間的電流誤差有效的減小，使發光二極體串組具有良好的發光均勻度。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

圖 1 繪示本發明的第一實施例的發光二極體驅動模組示意圖。

圖 2 繪示本發明的第一實施例的導通電壓偵測裝置的一實施方法示意圖。

圖 3 繪示本發明的第一實施例的電壓比較器 240 的一實施方式。

圖 4 繪示本發明之第一實施例的參考電壓產生裝置的示意圖。

圖 5A 繪示本發明的第一實施例的電流調整裝置的一實施方法示意圖。

圖 5B 繪示本發明的第一實施例的脈波寬度基本電路的實施方法的示意圖。

圖 5C 繪示本發明的第一實施例的電流調整裝置的另一實施方法示意圖。

圖 6 繪示本發明的第二實施例的發光二極體驅動模組示意圖。

【主要元件符號說明】

- 110：發光二極體驅動模組
- 111：電壓轉換裝置
- 112：導通電壓偵測裝置
- 113：參考電壓產生裝置
- 114、614：電流調整裝置
- 120、620：發光二極體串組
- 121~123：發光二極體串
- 210~230：導通電壓偵測器
- 240：電壓比較器
- 211~212、570、580：反閘
- 213、570：傳輸閘
- 310：比較電路

320：選擇電路

510~530、616~619：驅動電流源

540、640、631：放大器

550：脈波寬度調變器

560：脈波寬度基本電路

630：電流平衡裝置

616：電流放大器

V_{drv} ：驅動電壓

V_t ：導通電壓

S1~S3：第二端

EN、EN1~EN3：致能訊號

V_{ref} ：參考電壓

M1、M2、MB1~MB3：電晶體

VDD：系統電壓

GND：接地電壓

V_{det} ：偵測電壓

I1~I3：電流源

SW1~SW3：開關

R_1 、 R_{f1} ~ R_{f3} 、 R_{31} ~ R_{33} 、 R_2 、 R_{ext} ：電阻

A1、A2：輸出端

V_{fb} ：拉回的電壓

AN1~AN3：及閘

NO：啟動訊號

五、中文發明摘要：

一種發光二極體驅動模組，適於驅動並列的多數條發光二極體串。此發光二極體驅動模組包括電壓轉換裝置、導通電壓偵測裝置、參考電壓產生裝置以及電流調整裝置。電壓轉換裝置依據導通電壓產生驅動電壓。導通電壓偵測裝置偵測發光二極體串的導通狀態，藉以產生導通電壓以及致能訊號。參考電壓產生裝置則依據致能訊號產生第一參考電壓。而電流調整裝置則依據第一參考電壓產生多個驅動電流，這些驅動電流分別流經該些發光二極體串。

六、英文發明摘要：

A light emitting diode module is disclosed. The light emitting diode module is applied for driving plurality light emitting diode strings. The light emitting diode module mentioned above comprises a voltage converter apparatus, a turn-on voltage detector apparatus, a reference voltage generator apparatus, and a current adjust apparatus. The voltage converter apparatus generates a driving voltage corresponding to a turn on voltage. The turn-on voltage detector apparatus detects the turn-on status of the light emitting diode strings, and generates a enable signal and a turn-on voltage. The reference voltage generator apparatus generates a first reference voltage according to the enable signal. And the current adjust apparatus generates plurality

driving currents, and the driving currents flow through the light emitting diode strings.

七、指定代表圖：

(一) 本案之指定代表圖：圖 1

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

110：發光二極體驅動模組

111：電壓轉換裝置

112：導通電壓偵測裝置

113：參考電壓產生裝置

114：電流調整裝置

120：發光二極體串組

121~123：

V_{drv} ：驅動電壓

V_t ：導通電壓

S1~S3：第二端

EN：致能訊號

V_{ref} ：參考電壓

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

十、申請專利範圍：

1.一種發光二極體驅動模組，適於驅動並列的多數條發光二極體串，各該發光二極體串具有第一端以及第二端，包括；

一電壓轉換裝置，依據一導通電壓在各該發光二極體串的第一端產生一驅動電壓；

一導通電壓偵測裝置，耦接至各該發光二極體串的第二端，偵測該些發光二極體串的導通狀態，產生該導通電壓以及多數個致能訊號；

一參考電壓產生裝置，依據該些致能訊號產生一第一參考電壓；以及

一電流調整裝置，依據該第一參考電壓產生多數個驅動電流，該些驅動電流分別流經該些發光二極體串。

2.如申請專利範圍第 1 項所述之發光二極體驅動模組，其中該導通電壓偵測裝置包括：

多數個導通電壓偵測器，分別耦接至各該發光二極體串的第二端，依據該些發光二極體串的導通狀態，分別產生多數個偵測電壓；以及

一電壓放大器，比較該些偵測電壓，並選擇該些偵測電壓中的最小電壓為該導通電壓。

3.如申請專利範圍第 2 項所述之發光二極體驅動模組，其中各該導通電壓偵測器包括：

一第一反閘，其輸入端耦接至各該發光二極體串的第二端，並在其輸出端產生該些致能訊號的其中之一；

一第二反閘，其輸入端耦接至該第一反閘的輸出端；

一第一電晶體，具有閘極、第一源/汲極以及第二源/汲極，其閘極耦接至該第二反閘的輸出端，其第一源/汲極耦接至系統電壓；以及

一第一傳輸閘，具有第一致能端、第二致能端、第一資料端以及第二資料端，其第一致能端耦接至該第一反閘的輸出端，其第二致能端耦接至該第二反閘的輸出端，其第一資料端耦接至其該第一反閘的輸入端，其第二資料端耦接該第一電晶體的第二源/汲極，其中該第一傳輸閘的第二資料端傳輸該些偵測電壓的其中之一。

4.如申請專利範圍第 2 項所述之發光二極體驅動模組，其中該電壓放大器包括：

一比較電路，接收該些偵測電壓，並藉由比較該些偵測電壓的大小，產生一選擇訊號；以及

一選擇電路，依據該選擇訊號，選擇該些偵測電壓中電壓最小的為該導通電壓。

5.如申請專利範圍第 1 項所述之發光二極體驅動模組，其中該參考電壓產生裝置包括：

多數個電流源，共同耦接至一第一電壓；

多數個開關，各該開關具有第一端、第二端以及致能端，其第一端分別與各該電流源串接，各該開關的致能端耦接至各該致能訊號；以及

一第一電阻，其第一端與各該開關的第二端共同耦接，其第二端耦接至接地電壓；

其中該些致能訊號藉由禁/致能該些電流源，來調整流經該第一電阻的電流，進而調整該第一參考電壓。

6.如申請專利範圍第 1 項所述之發光二極體驅動模組，其中該電流調整裝置包括：

多數個第一驅動電流源，各該第一驅動電流源具有第一端、第二端以及控制端，該些第一驅動電流源的第一端分別耦接至該些發光二極體串的第二端，用以產生該些驅動電流；

一第二電阻，其一端耦接至接地電壓，其另一端與各該第一驅動電流源的第二端共同耦接；以及

一第一放大器，具有第一輸入端、第二輸入端以及輸出端，其第一輸入端接收該第一參考電壓，其第二輸入端與該些第一驅動電流源的第二端共同耦接，其輸出端共同耦接至該些第一驅動電流源的控制端，用以控制該些驅動電流的電流值。

7.如申請專利範圍第 6 項所述之發光二極體驅動模組，其中該電流調整裝置更包括：

一第一脈波寬度調變器，在該第二傳輸閘的第一致能端產生一第一脈波寬度調變訊號；以及

一第一脈波寬度基本電路，串接在該第一放大器的輸出端與該些第一驅動電流源的控制端間，依據該第一脈波寬度調變訊號禁/致能該些第一驅動電流源。

8.如申請專利範圍第 7 項所述之發光二極體驅動模組，其中該第一脈波寬度基本電路包括：

一第二傳輸閘，具有輸入端、輸出端、第一致能端以及第二致能端，其輸入端耦接至該第一放大器的輸出端，其輸出端耦接至該些第一驅動電流源的控制端，用以控制該些驅動電流的電流值；

一第三反閘，其輸入端接收該第一脈波寬度調變訊號，其輸出端耦接至該第二傳輸閘的第二致能端；以及

一第二電晶體，具有閘極、第一源/汲極以及第二源/汲極，其閘極耦接至該第三反閘的輸出端，其第一源/汲極耦接至該第二傳輸閘的輸出端，其第二源/汲極耦接至接地電壓。

9.如申請專利範圍第 7 項所述之發光二極體驅動模組，其中更包括多數個第二電阻，串接在該第一脈波寬度基本電路與該些第一驅動電流源的連接路徑上，用以延遲該些第一驅動電流源的禁/致能時間。

10.如申請專利範圍第 6 項所述之發光二極體驅動模組，其中該電流調整裝置更包括：

一第二脈波寬度調變器，產生多數個第二脈波寬度調變訊號；以及

多數個第二脈波寬度基本電路，分別串接在該第一放大器的輸出端與各該第一驅動電流源的控制端間，並分別依據該些第二脈波寬度調變訊號，禁/致能該些第一驅動電流源。

11.如申請專利範圍第 10 項所述之發光二極體驅動模組，其中各該第二脈波寬度基本電路包括：

一第三傳輸閘，具有輸入端、輸出端、第一致能端以及第二致能端，其第一致能端接收該些第二脈波寬度調變訊號的其中之一，其輸入端耦接至該第一放大器的輸出端，其輸出端耦接至各該第一驅動電流源的控制端，用以控制該些驅動電流的電流值；

一第四反閘，其輸入端耦接至該第三傳輸閘的第一致能端，其輸出端耦接至該第三傳輸閘的第二致能端；以及

一第三電晶體，具有閘極、第一源/汲極以及第二源/汲極，其閘極耦接至該第四反閘的輸出端，其第一源/汲極耦接至該第三傳輸閘的輸出端，其第二源/汲極耦接至接地電壓。

12.如申請專利範圍第 11 項所述之發光二極體驅動模組，其中各該第二脈波寬度基本電路更包括：

一及閘，串接在該第三傳輸閘的第一致能端接收該些第二脈波寬度調變訊號的其中之一的路徑間，具有第一輸入端、第二輸入端以及輸出端，其第一輸入端接收該些第二脈波寬度調變訊號的其中之一，其第二輸入端接收一啟動訊號，其輸出端與該第三傳輸閘的第一致能端耦接。

13.如申請專利範圍第 10 項所述之發光二極體驅動模組，其中更包括多數個第三電阻，串接在該些第二脈波寬度基本電路與該些第二驅動電流源的連接路徑間，用以延遲該些第二驅動電流源的禁/致能時間。

14.如申請專利範圍第 6 項所述之發光二極體驅動模組，其中該電流調整裝置更包括：

一電流放大器，串接在該第一放大器與該些第一驅動電流源的連接路徑間，具有輸出端，該電流放大器依據該第一放大器的輸出端的電壓產生一基本電流，並放大該基本電流而在其輸出端產生一放大電流。

15.如申請專利範圍第 14 項所述之發光二極體驅動模組，其中該電流放大器包括：

一第四電晶體，具有閘極、第一源/汲極以及第二源/汲極，其第一源/汲極耦接至系統電壓，而其閘極與其第二源/汲極耦接；

一第五電晶體，具有閘極、第一源/汲極以及第二源/汲極，其閘極耦接至該第四電晶體的閘極，其第一源/汲極耦接至系統電壓；

一第六電晶體，具有閘極、第一源/汲極以及第二源/汲極，其閘極耦接至該第一放大器的輸出端，其第一源/汲極耦接至該第四電晶體的第二源/汲極，其第二源/汲極耦接至該第一放大器的第二輸入端；

一第七電晶體，具有閘極、第一源/汲極以及第二源/汲極，其閘極、其第一源/汲極與該第五電晶體的第二源/汲極耦接，其第二源/汲極耦接至接地電壓；以及

一調整電阻，串接在該第六電晶體的第二源/汲極與接地電壓間。

16.如申請專利範圍第 1 項所述之發光二極體驅動模組，其中更包括：

一電流平衡裝置，串接在該些驅動電流的流通路徑

間，用以接收該些驅動電流，並平衡該些驅動電流，降低該些驅動電流間的差異。

17.如申請專利範圍第 16 項所述之發光二極體驅動模組，其中該電流平衡裝置包括：

一第二放大器，具有第一輸入端、第二輸入端以及輸出端，其第一輸入端接收一第二參考電壓；

多數個第八電晶體，各該第八電晶體具有閘極、第一源/汲極以及第二源/汲極，其閘極耦接至該第二放大器的輸出端，其第一源/汲極接收該些驅動電流的其中之一；以及

多數個回授電阻，分別串接在該些第四電晶體的第二源/汲極與該第二放大器的第二輸入端間。

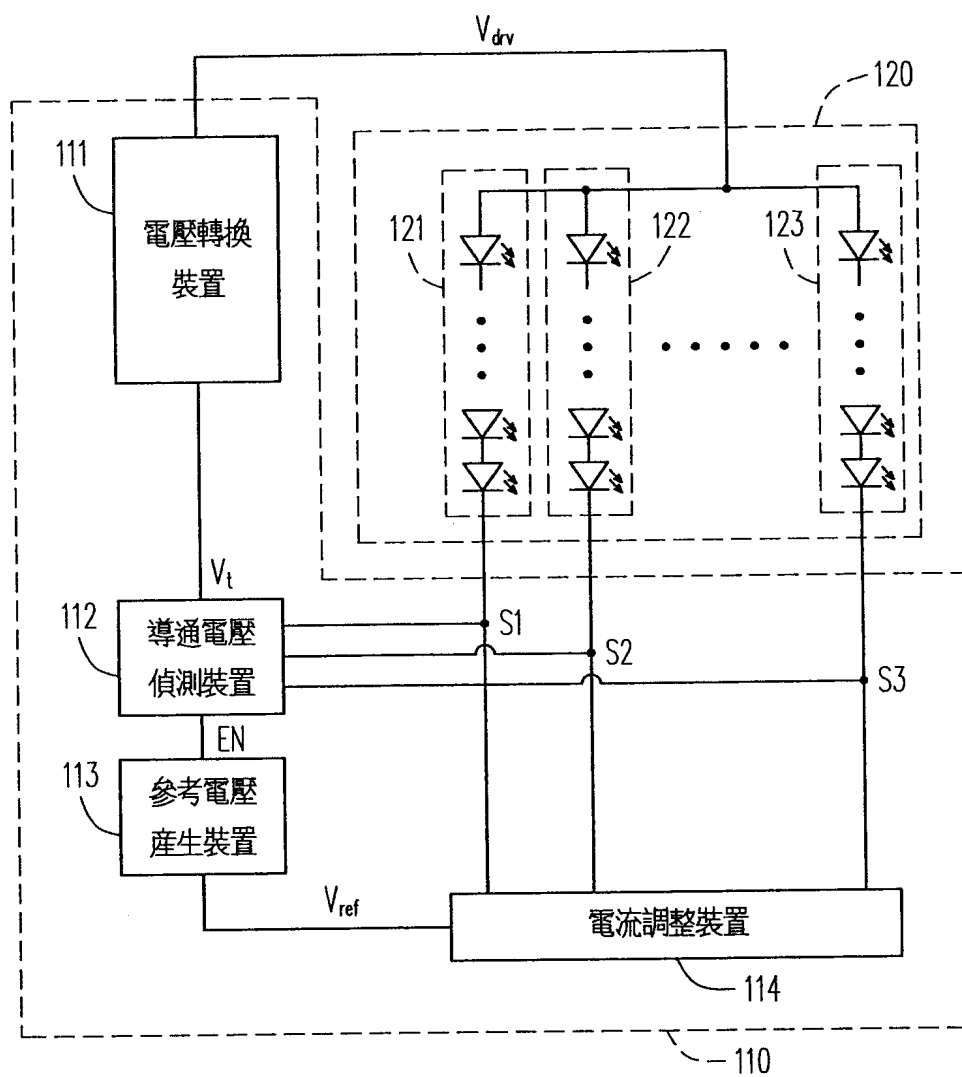


圖 1

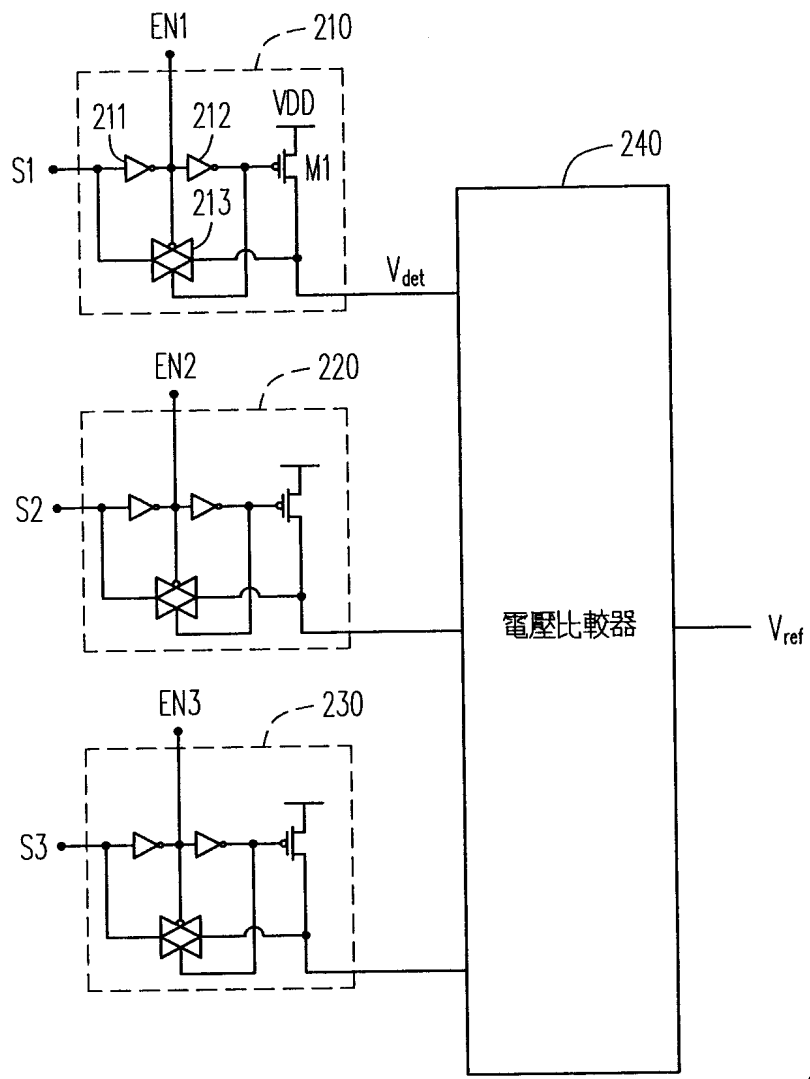


圖 2

26842TW_T

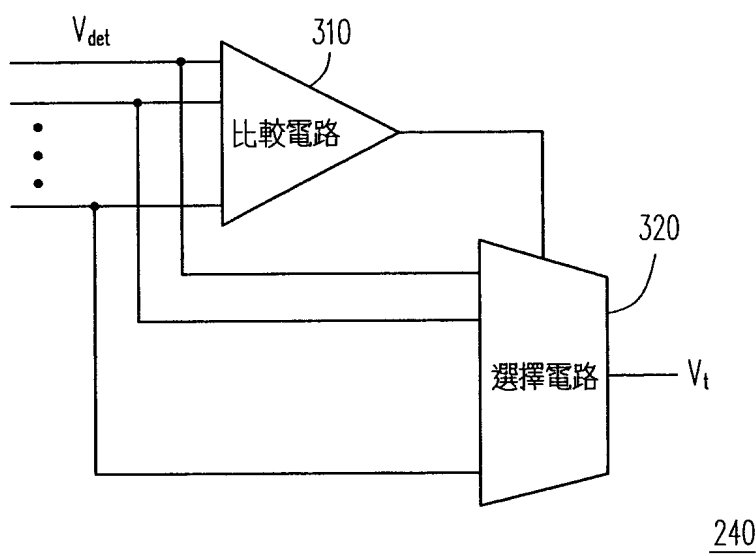


圖 3

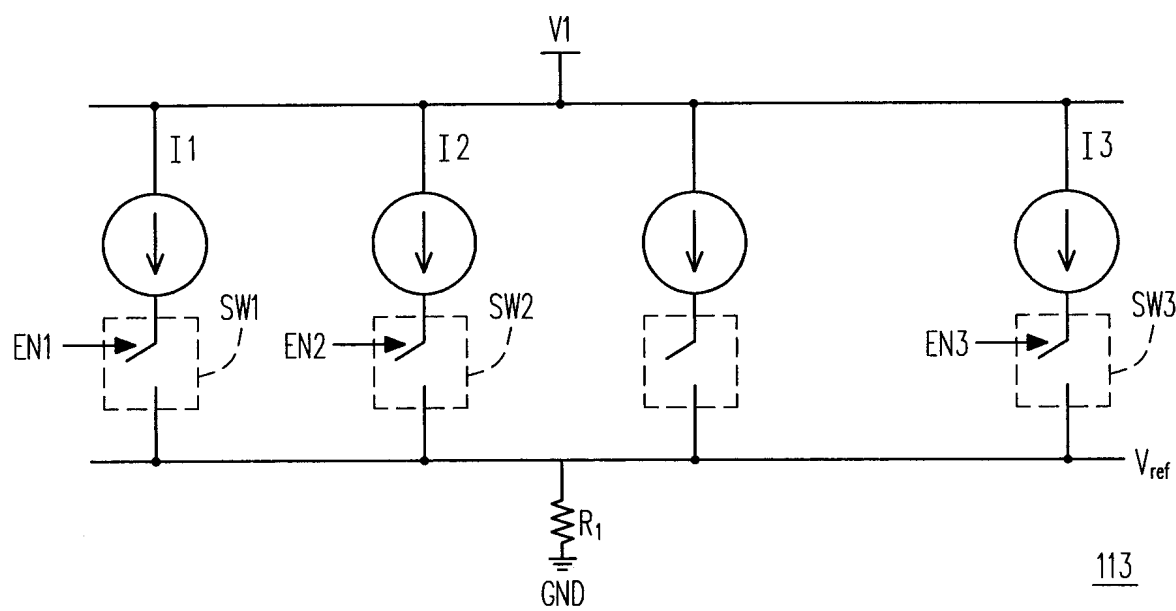


圖 4

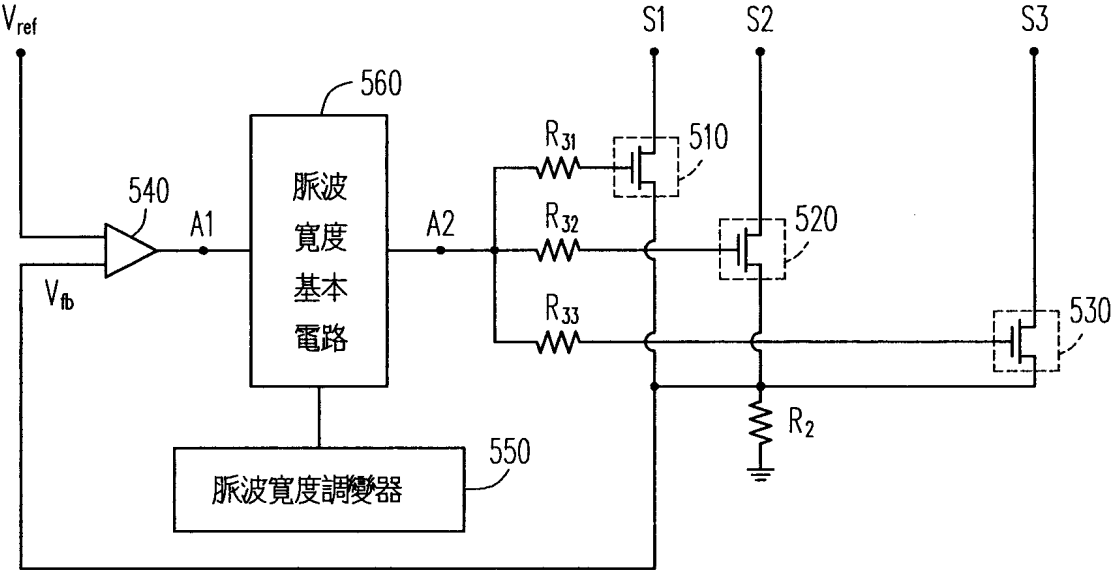


圖 5A

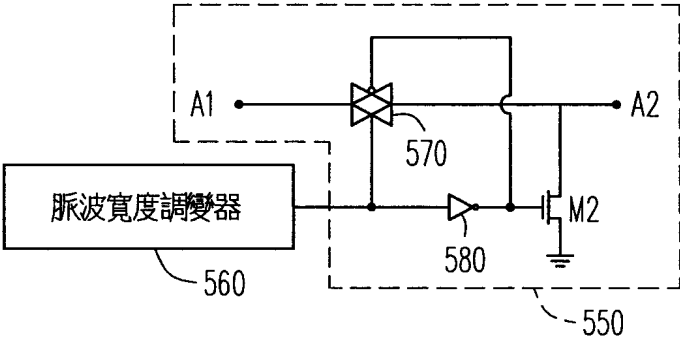


圖 5B

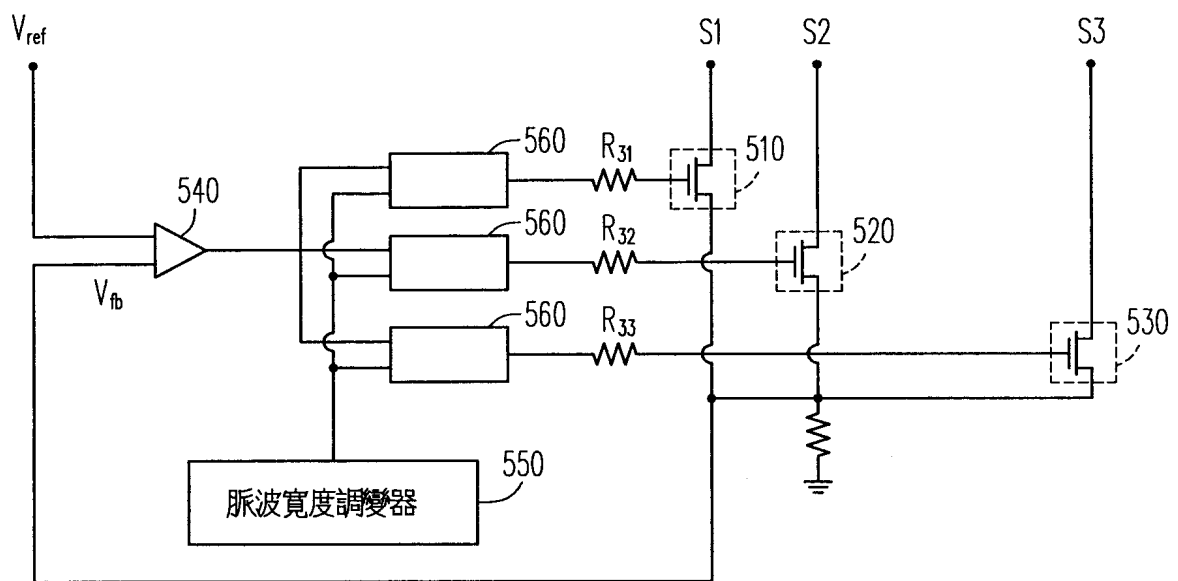


圖 5C

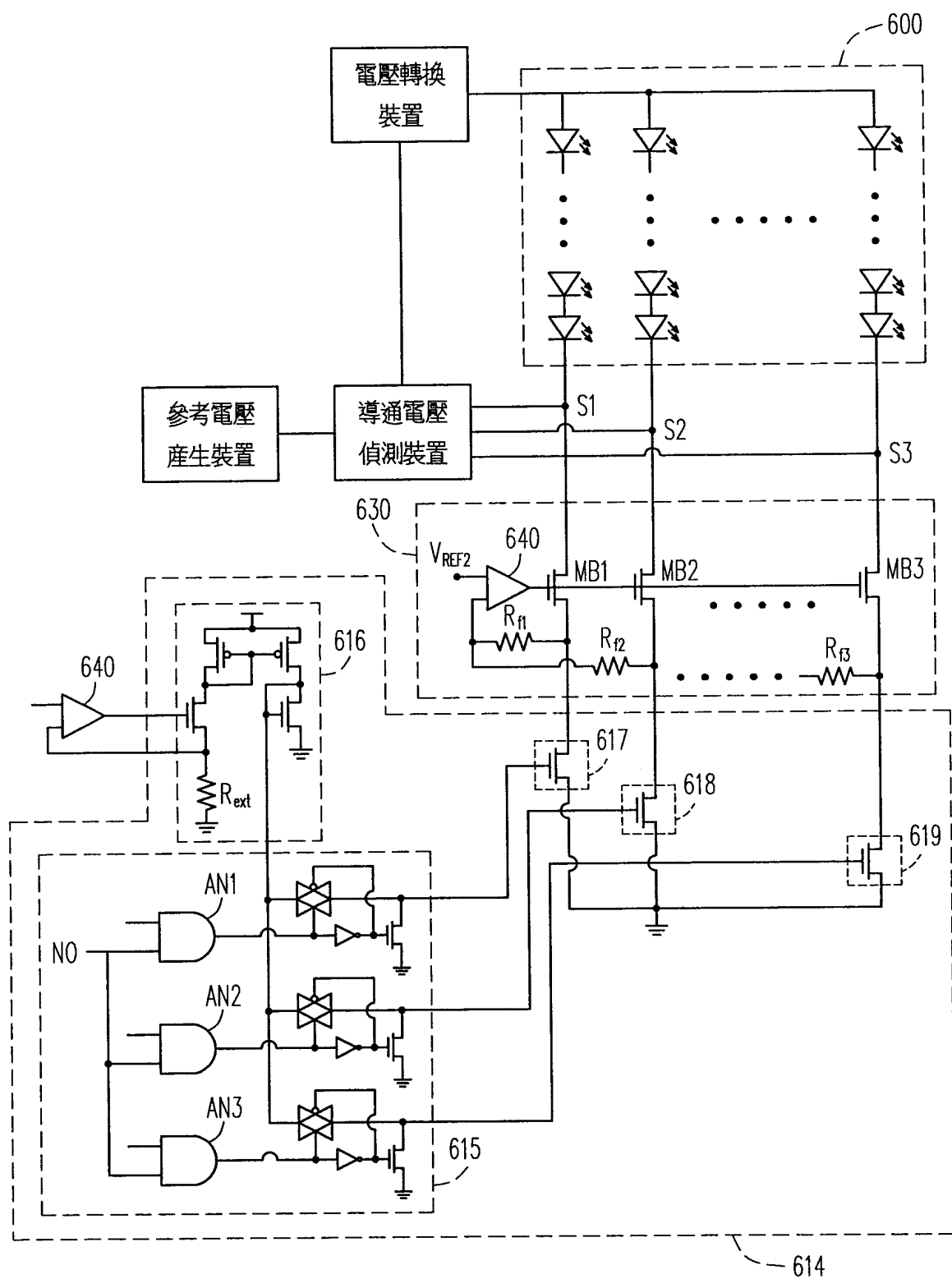


圖 6

driving currents, and the driving currents flow through the light emitting diode strings.

七、指定代表圖：

(一) 本案之指定代表圖：圖 1

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

110：發光二極體驅動模組

111：電壓轉換裝置

112：導通電壓偵測裝置

113：參考電壓產生裝置

114：電流調整裝置

120：發光二極體串組

121~123：

V_{drv} ：驅動電壓

V_t ：導通電壓

S1~S3：第二端

EN：致能訊號

V_{ref} ：參考電壓

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無