

# 淺談離線式線性 LED 驅動電路

## I. 前言

傳統上，發光二極體(Light-Emitting Diode, LED)大都只被用來作為指示燈號與霓虹燈飾。然而，近年來，隨著白光型發光二極體(White Light-Emitting Diode, WLED)相關技術的快速發展，以及白光型發光二極體生產成本下降，加上白光型發光二極體本身具有輕薄短小、省電、色彩飽和度佳、壽命長與符合環保等有優點，使得白光型發光二極體已被廣泛地運用於照明與背光源領域，包括建築照明、汽車照明、路燈、可攜式的照明、照相手機的閃光燈與液晶顯示器(Liquid Crystal Display, LCD)的背光源…等，成為呼聲最高的次世代照明光源與背光源。

由於白光型發光二極體的亮度是取決於其流過的順向電流大小，且其特性亦如同一般的二極體般，當以較小的順向電流來驅動發光二極體時，其順向電壓將較為低；反之，當以較高的順向電流來驅動發光二極體時，則會有較高的順向電壓。此外，隨著溫度的上升，白光型發光二極體的順向電壓也會產生數百毫伏特的反相變化。因此在 LED 照明的應用中，如何設計合適的驅動電路，來控制流過發光二極體的順向電流，使發光二極體產生所需的亮度，是一相當具有挑戰性的課題。

## II. LED 使用類型與驅動電路架構

在 LED 照明的應用中，LED 的使用類型大致上分成兩種，一種為使用低順向電壓高順向電流的 LED，如每個順向電流為 350mA 或 700mA 的 LED；另一種則為使用高順向電壓低順向電流的 LED，如使用數十個甚至數百個低功率的 LED 串聯。由於這兩種類型間具有頗大的差異，因此所使用的 LED 驅動電路架構也極為不同。目前對於低順向電壓高順向電流的 LED，大都以交換式轉換器(Switching Converter)的驅動電路架構為主，而對於高順向電壓低順向電流的 LED，常見的 LED 驅動電路架構則有底下三種類型：(1)使用限流電阻的電路架構、(2)使用定電流二極體(Current Regulation Diode, CRD)的電路架構、(3)使用交換式轉換器的電路架構。其中限流電阻的電路架構主要是透過串聯的電阻來調節流過 LED 的順向電流，如圖 1(A)所示，因此不需額外的儲能元件，使得電路本身相當簡單，且具有體積小、成本低廉等優勢，但相對的其有 LED 電流會隨輸入電壓變動而有所變動，無法維持在固定值的缺點，且 LED 燈只有在輸入電壓大於本身的順向電壓的情況才能被驅動。而定電流二極體的電路架構主要則是透過串聯的輸出元件(series-pass element)來調節流過 LED 的順向電流，如圖 1(B)所示，此種電路架構亦擁有限流電阻的電路架構所具備的優勢，且可改善限流電阻電路架構中 LED 電流會隨輸入電壓變動而變動，無法維持在固定值的缺點，但此種電路架構亦會面臨到 LED 燈只有在輸入電壓大於本身的順向電壓的情況才能被驅動的問題。反之，交換式轉換器的電路架構則不會有此限制，因其

有不同的電路類型，能滿足輸入電壓是大於、小於或等於輸出電壓的任何情況。然而交換式轉換器的電路架構則需要使用磁性元件來達成能量的傳遞，如圖 1(C) 所示，因此跟限流電阻的電路架構或定電流二極體的電路架構比較起來，其整體的電路成本將相對的較高，且體積將較龐大。

目前對於高順向電壓低順向電流的 LED，當應用於低輸出功率的情況，例如小於 5W 的球泡燈...等，由於體積與價格的考量，已經有愈來愈多的廠商採用定電流二極體的電路架構，然而採用此種電路架構，最常遇到的問題就是只有在輸入電壓大於 LED 順向電壓的情況，才能夠驅動 LED，因此輸入為交流電源時，當串聯的 LED 顆數較多時，將會造成 LED 只有在輸入電壓的峰值附近，才會被驅動，使 LED 燈有效被點亮的時間被縮短，如此將會大大地降低 LED 燈的總輸出流明，為改善此一問題，一般可藉由減少 LED 的串接顆數來增加 LED 燈有效被點亮的時間，或是增加 LED 的電流來提昇 LED 燈的總輸出流明。然而減少 LED 的串接顆數，將會造成驅動電路本身的功耗太大，降低整體電路的轉換效率，增加驅動電路本身的操作溫度，導致必須對驅動電路的散熱做特別的處理；而增加 LED 的電流則可能會對 LED 燈過流操作，進而可能會影響 LED 的使用壽命。有鑑於此，本文提出一離線式的線性 LED 驅動器來改善此問題。

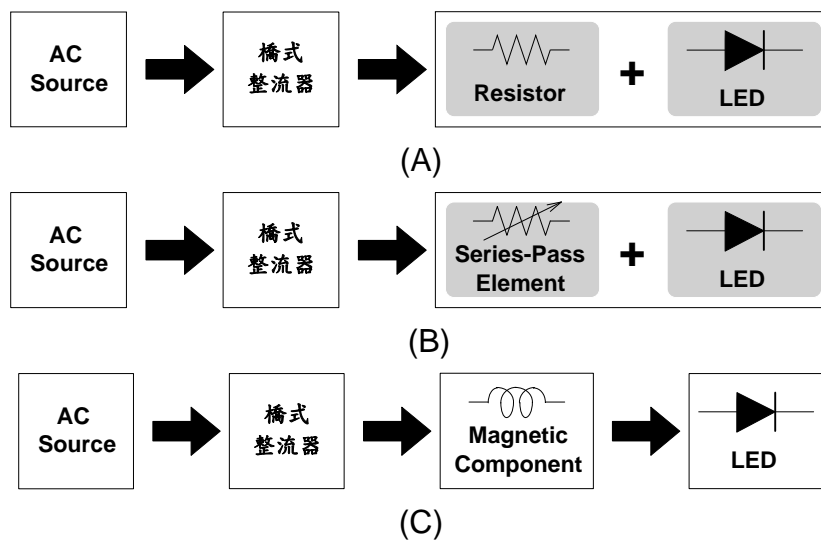


圖 1 能量傳遞方式

### III. 離線式定電流 LED 驅動電路

圖 2 所示為本文所提出的離線式定電流 LED 驅動電路，主要由橋式整流器、離線式線性 LED 驅動器及 LED 燈所組成，由於驅動電路中並沒有使用到電解電容，因此不會有因為電解電容使用壽命的限制而導致驅動電路使用壽命降低的問題。驅動電路中，AIC6600 為離線式線性 LED 驅動器，其可用來驅動由多個 LED 燈串串接在一起所組成的 LED 燈，AIC6600 本身會依據不同的輸入電壓大小，來自動控制 LED 燈串被點亮的數目，因此在輸入電源的電壓比 Main LED 燈串的順向電壓高的期間，隨著輸入電壓的變動，Main LED 燈串、S1 LED 燈串和 S2 LED 燈串將會陸續被 AIC6600 驅動。而圖 3 所示為在交流輸入電源的半個

週期內，LED 燈的電流變動情況，當輸入電源的電壓上升到比 Main LED 燈串的順向電壓高時，AIC6600 就會以一固定的電流來驅動 LED 燈。

由於所提出的離線式定電流 LED 驅動電路，主要是讓驅動電路在輸入電壓較低的時候就可以開始驅動部分的 LED 燈串，使 LED 燈在整個交流電源週期裡被點亮的時間增加，因此在不增加 LED 燈電流的情況下，就可以提昇 LED 燈的總輸出流明。由於本文所提出的驅動電路並不會對 LED 燈過流操作，因此對 LED 燈的使用壽命並不會有影響。

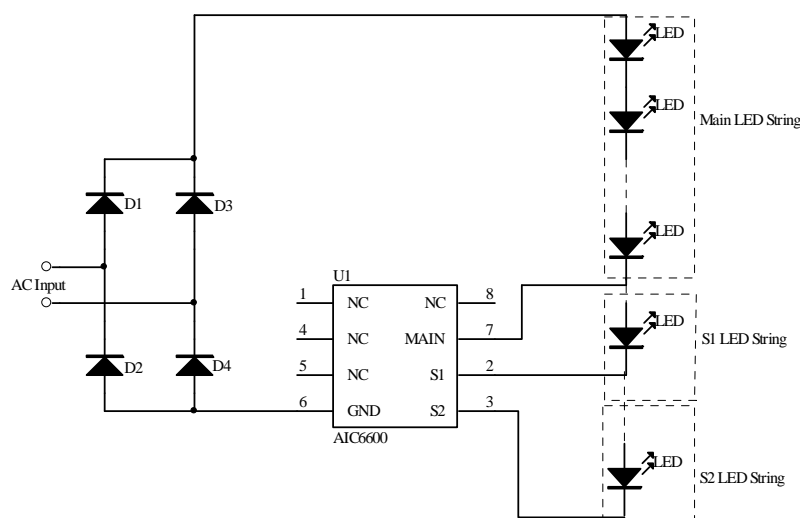


圖 2. 離線式定電流 LED 驅動電路

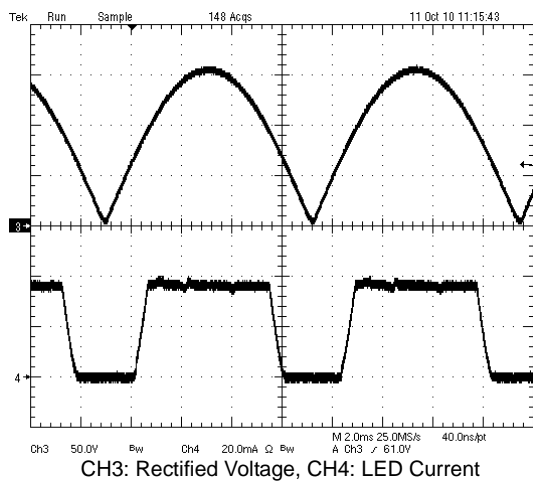


圖 3 LED 燈的電流波形

由於目前單顆 AIC6600 的最大輸出電流為 35mA，當遇到 AIC6600 的輸出能力不能符合需求時，則可藉由將多顆 AIC6600 加以並聯來提昇驅動電路的輸出能力，圖 4 所示為將兩顆 AIC6600 並聯用來驅動 60mA 的 LED 燈的應用電路。

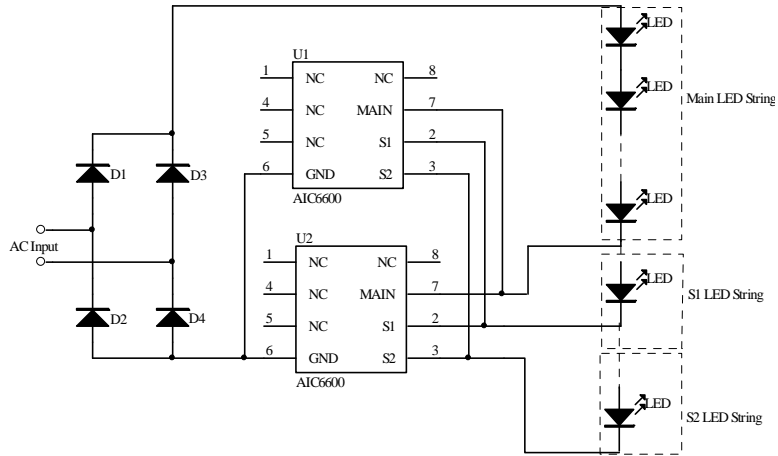


圖 4 AIC6600 的並聯應用

此外，本文所提出的離線式定電流 LED 驅動電路亦可搭配 TRAIC 調光器來對 LED 燈進行調光的操作，圖 5 與圖 6 為 TRAIC 調光器的導通角分別為 60 度與 120 度時，輸入電流和 LED 電流的波形圖，隨著導通角的增加，LED 燈的電流將會隨之減少。

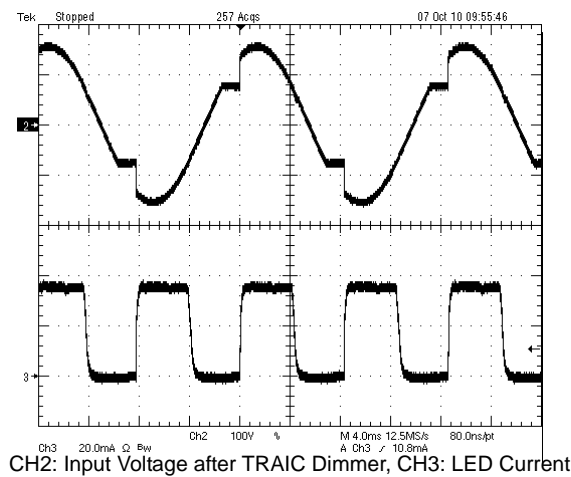


圖 5 導通角為 60 度

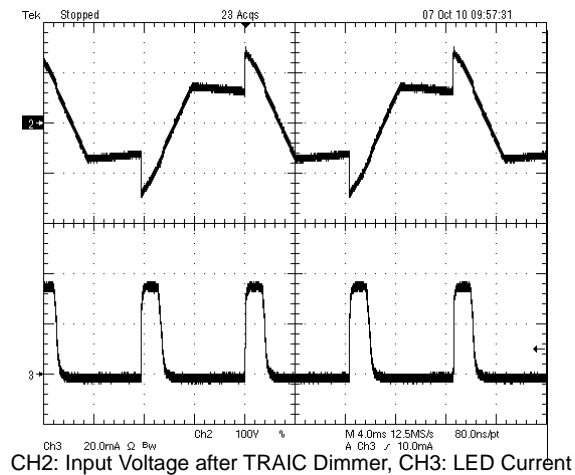


圖 6 導通角為 120 度

#### IV. 結語

本文提出一新型的離線式定電流 LED 驅動電路來克服使用限流電阻的電路架構或定電流二極體的電路架構所遭遇到的問題，所提出的電路架構在輸入電壓較低的時候就會開始驅動部分的 LED 燈串，來增加 LED 燈有效被點亮的時間，進而提昇 LED 燈的總輸出流明，且本文所提出的驅動電路亦如同限流電阻的電路架構或定電流二極體的電路架構一樣，具有體積小、成本低廉的優勢。