

(21)申請案號：102109057

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 03 月 14 日

(51)Int. Cl.: **H05B33/08 (2006.01)**

(30)優先權：2012/07/18 中國大陸 201210249167.2

(71)申請人：矽力杰股份有限公司(開曼群島) SILERGY CORP. (KY)

新北市中和區板南路 663 號 14 樓

(72)發明人：余峰(CN)；黃曉冬(CN)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：8 共 47 頁

(54)名稱

可調光的 LED 驅動電路及驅動方法

(57)摘要

本發明公開了一種可調光的 LED 驅動電路及驅動方法，其透過輸入電流控制電路控制第一功率級電路中的輸入電流在矽控整流器導通時間區間內為一方波信號，其峰值為一恆定值且滿足該電子變壓器的最小負載電流要求，其谷值為零；在該矽控整流器關斷時間區間內，輸入電流保持為零。這樣能夠保證電子變壓器的負載電流在其最小負載電流之上，因而在工作過程中保持正常狀態工作，避免電子變壓器關斷造成 LED 負載閃爍的問題；此外，還透過調光信號發生電路檢測輸入電流資訊以獲得表徵矽控整流器導通角資訊的調光信號，實現了對 LED 負載的精確調光，調光範圍寬、效果好；最後，輸出電流控制電路實現對 LED 負載電流的恆流控制，從而保證 LED 負載亮度穩定。

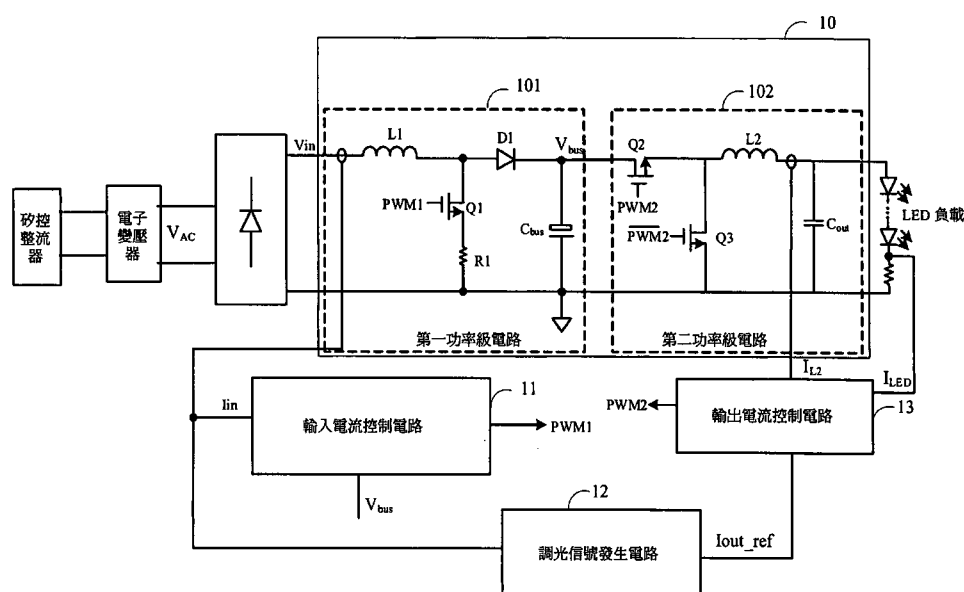


圖 1

10：功率級電路

11：輸入電流控制電路

12：調光信號發生電路

13：輸出電流控制電路

101：第一功率級電路

102：第二功率級電路

(21)申請案號：102109057

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 03 月 14 日

(51)Int. Cl. : **H05B33/08 (2006.01)**

(30)優先權：2012/07/18 中國大陸 201210249167.2

(71)申請人：矽力杰股份有限公司(開曼群島) SILERGY CORP. (KY)

新北市中和區板南路 663 號 14 樓

(72)發明人：余峰 (CN)；黃曉冬 (CN)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：8 共 47 頁

(54)名稱

可調光的 LED 驅動電路及驅動方法

(57)摘要

本發明公開了一種可調光的 LED 驅動電路及驅動方法，其透過輸入電流控制電路控制第一功率級電路中的輸入電流在矽控整流器導通時間區間內為一方波信號，其峰值為一恆定值且滿足該電子變壓器的最小負載電流要求，其谷值為零；在該矽控整流器關斷時間區間內，輸入電流保持為零。這樣能夠保證電子變壓器的負載電流在其最小負載電流之上，因而在工作過程中保持正常狀態工作，避免電子變壓器關斷造成 LED 負載閃爍的問題；此外，還透過調光信號發生電路檢測輸入電流資訊以獲得表徵矽控整流器導通角資訊的調光信號，實現了對 LED 負載的精確調光，調光範圍寬、效果好；最後，輸出電流控制電路實現對 LED 負載電流的恆流控制，從而保證 LED 負載亮度穩定。

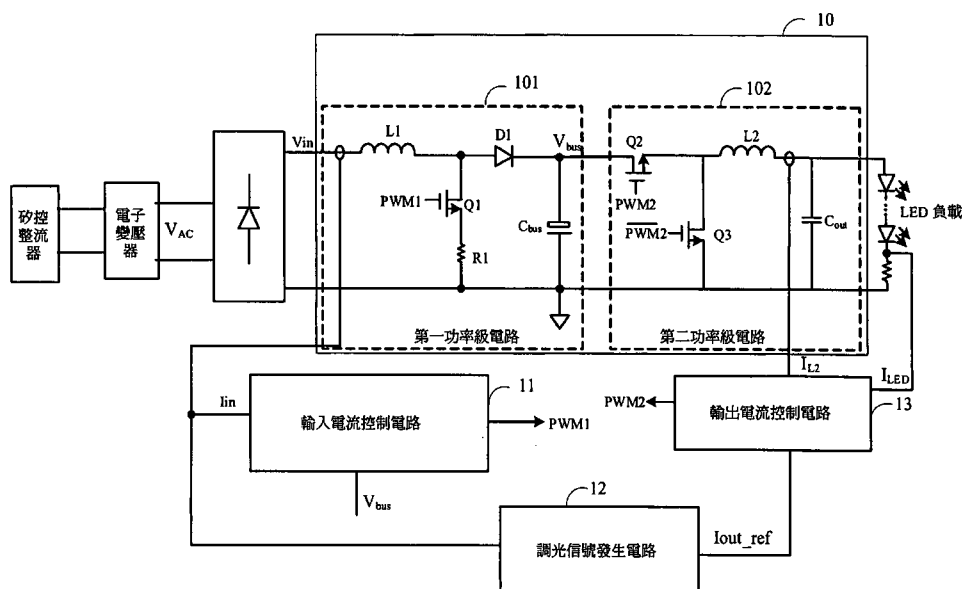


圖 1

10：功率級電路

11：輸入電流控制電路

12：調光信號發生電路

13：輸出電流控制電路

101：第一功率級電路

102：第二功率級電路

發明摘要

※申請案號：102109057

※申請日：102 年 03 月 14 日

※IPC 分類： H05B 33/08 (2006.1)

【發明名稱】(中文/英文)

可調光的 LED 驅動電路及驅動方法

【中文】

本發明公開了一種可調光的 LED 驅動電路及驅動方法，其透過輸入電流控制電路控制第一功率級電路中的輸入電流在矽控整流器導通時間區間內為一方波信號，其峰值為一恆定值且滿足該電子變壓器的最小負載電流要求，其谷值為零；在該矽控整流器關斷時間區間內，輸入電流保持為零。這樣能夠保證電子變壓器的負載電流在其最小負載電流之上，因而在工作過程中保持正常狀態工作，避免電子變壓器關斷造成 LED 負載閃爍的問題；此外，還透過調光信號發生電路檢測輸入電流資訊以獲得表徵矽控整流器導通角資訊的調光信號，實現了對 LED 負載的精確調光，調光範圍寬、效果好；最後，輸出電流控制電路實現對 LED 負載電流的恆流控制，從而保證 LED 負載亮度穩定。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

10：功率級電路

101：第一功率級電路

102：第二功率級電路

11：輸入電流控制電路

12：調光信號發生電路

13：輸出電流控制電路

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

可調光的 LED 驅動電路及驅動方法

【技術領域】

本發明係關於電力電子領域，更具體地說，關於一種可調光的 LED 驅動電路及驅動方法。

【先前技術】

在照明領域中，LED 燈替代傳統光源（如鹵素燈）已成為發展的趨勢，在 LED 燈替代鹵素燈的過程中，一方面需要滿足與傳統電路中電子變壓器進行匹配，以保證電子變壓器正常工作；另一方面需要對 LED 負載進行精確調光，以最大程度發揮 LED 燈負載節能高光效的優勢。

現有技術中，通常採用矽控整流器的調光方案對 LED 燈負載進行調光，在帶有電子變壓器的 LED 驅動電路中，矽控整流器調光器一般放置在電子變壓器的前端。矽控整流器調光的基本原理是透過控制矽控整流器的導通角度來對 LED 燈負載的供電電壓進行調節，達到調光的目的。但現有 LED 驅動電路中一般包含有較大的濾波電容，這樣電路中的 LC 諧振會使通過矽控整流器的電流不可控，導致矽控整流器不能維持導通，因此，LED 會出現頻閃。近年來，也已提出了採用矽控整流器進行 LED 調

5

光的多種控制方案，例如，透過增加一個假負載（如電阻）的方法來解決電流不可控的問題，但增加的假負載的功率消耗無疑會使整機效率偏低。

此外，傳統電路中的電子變壓器是原是針對鹵素燈（而非 LED 燈）負載設計的，電子變壓器要求在工作過程中保持一個最小負載電流才能正常工作。因此，在帶有電子變壓器的 LED 驅動電路中，如何保證既能滿足電子變壓器最小工作電流的要求，又能對 LED 燈負載進行精確調光，使 LED 燈負載不會發生頻閃，且整機工作效率高是當前極具挑戰性的一項工作。

【發明內容】

有鑑於此，本發明提供了一種可調光的 LED 驅動電路及驅動方法，其透過輸入電流控制電路控制第一功率級電路中的輸入電流在矽控整流器導通時間區間內為一方波信號，其峰值為一恆定值且滿足該電子變壓器的最小負載電流要求，其谷值為零；在該矽控整流器關斷時間區間內，該輸入電流保持為零。這樣不但可以保證在工作過程中能滿足電子變壓器的最小負載電流要求，並且，其透過調光信號發生電路檢測第一功率級電路的輸入電流資訊以獲得表徵矽控整流器導通角資訊的調光信號，該調光信號用以實現對 LED 負載進行精確調光。同時，本發明提出了一種可調光的 LED 驅動方法。

依據本發明的一種可調光的 LED 驅動電路，其將電

網交流電壓經一矽控整流器整流電路和電子變壓器處理後輸入至整流橋以得到一缺相的直流電壓信號，一功率級電路接收該缺相的直流電壓信號並輸出恆定的電流來驅動 LED 負載，包括輸入電流控制電路，其中，

該功率級電路包括第一功率級電路和第二功率級電路，該第一功率級電路接收該缺相的直流電壓信號並將其轉換為第一輸出電壓供給該第二功率級電路；

該輸入電流控制電路接收該第一功率級電路的輸入電流和該第一輸出電壓，並產生一第一控制信號，該第一控制信號用以控制該輸入電流在該矽控整流器整流電路中的矽控整流器導通時間區間內為一方波信號，其峰值為一恆定值且滿足該電子變壓器的最小負載電流要求，其谷值為零；在該矽控整流器關斷時間區間內，該輸入電流保持為零；

該 LED 驅動電路根據該輸入電流和該第一輸出電壓來驅動該 LED 負載。

進一步的，該輸入電流控制電路進一步包括電流控制電路、電壓控制電路和邏輯電路，其中，

該電流控制電路接收該輸入電流和一第一基準電流，並產生一電流控制信號；其中，該第一基準電流與該方波信號的峰值相對應；

該電壓控制電路接收該第一輸出電壓和第一基準電壓，並產生一電壓控制信號；

該邏輯電路接收該電流控制信號和該電壓控制信號，

經邏輯運算後產生該第一控制信號。

進一步的，該電流控制電路具體包括第一比較器，該第一比較器的同相輸入端接收該輸入電流，反相輸入端接收該第一基準電流，進行比較後產生該電流控制信號；

該電壓控制電路具體包括滯環比較器，該滯環比較器的同相輸入端接收該第一輸出電壓，反相輸入端接收該第一基準電壓，並進行比較，以產生該電壓控制信號；

該邏輯電路具體包括第一或閘和第一觸發電路，該電流控制信號和該電壓控制信號通過該第一或閘邏輯運算後輸入至該第一觸發電路的復位端，該第一觸發電路的置位端接收一第一時鐘信號，其輸出端輸出該第一控制信號。

進一步的，該電流控制電路具體包括第一跨導運算放大器、第一補償電路和第二比較器，該第一跨導運算放大器的同相輸入端接收該輸入電流，反相輸入端接收該第一基準電流，其輸出端的輸出信號經過該第一補償電路補償後形成第一誤差電壓信號；

該第二比較器的反相輸入端接收該第一誤差電壓信號，同相輸入端接收一表徵該第一功率級電路中的電感電流的電壓信號，其輸出端輸出該電流控制信號；

該電壓控制電路具體包括一第三比較器，該第三比較器的同相輸入端接收該第一輸出電壓，其反相輸入端接收該第一基準電壓，輸出端輸出該電壓控制信號；

該邏輯電路包括具體第二觸發電路、第三觸發電路和第一及閘，該第二觸發電路的復位端接收該電流控制信

號，其置位端接收一第二時鐘信號，輸出端輸出一第二觸發信號；

該第三觸發電路的復位端接收該電壓控制信號，置位端接收一一致能觸發信號，其輸出端輸出一第三觸發信號；

該第二觸發信號和該第三觸發信號經過該第一及閘邏輯運算後輸出該第一控制信號。

較佳的，還包括第一基準電流發生電路，該第一基準電流發生電路接收一基準電流源，當表徵該第一功率級電路的輸入電流的方波信號有效時，該基準電流源作為該第一基準電流；當該方波信號無效時，該第一基準電流為零。

進一步的，還包括調光信號發生電路，該調光信號發生電路包括有一計時電路和一均值電路，其中

該計時電路接收該輸入電流和一閾值電流，以輸出一表徵該矽控整流器的導通角資訊的第二方波信號；

該均值電路接收該第二方波信號和一第二基準電流，其根據該第二方波信號對該第二基準電流進行均值處理以獲得一表徵該矽控整流器的導通角資訊的該調光信號。

進一步的，還包括輸出電流控制電路，其接收該 LED 負載的電流信號和該調光信號發生電路傳輸的調光信號，並產生一第二控制信號，該第二控制信號用以控制該第二功率級電路為該 LED 負載提供恆定的輸出電流信號，並實現對該 LED 負載進行調光。

較佳的，該第一功率級電路為升壓型拓撲結構。

較佳的，該第二功率級電路為降壓型拓撲結構或升壓-降壓型拓撲結構。

依據本發明的一種可調光的 LED 驅動方法，包括以下步驟：

S1：接收電網交流電壓，經一矽控整流器整流電路和電子變壓器處理後輸入至整流橋以獲得一缺相的直流電壓信號；

S2：接收該缺相的直流電壓信號，產生第一級輸入電流和第一輸出電壓；並且該輸入電流在該矽控整流器整流電路中的矽控整流器導通時間區間內為一方波信號，其峰值為一恆定值且滿足該電子變壓器的最小負載電流要求，其谷值為零；在該矽控整流器關斷時間區間內，該輸入電流保持為零；

S3：接收該第一級輸入電流，產生一調光信號；

S4：接收該第一輸出電壓、LED 負載的電流信號和該調光信號，以產生一恆定的輸出電流信號。

進一步的，在步驟 S2 中還包括以下步驟：

接收該第一級輸入電流和一第一基準電流，產生一電流控制信號；其中，該第一基準電流與該方波信號的峰值相對應；

接收該第一輸出電壓和一第一基準電壓，並產生一電壓控制信號；

接收該電流控制信號和該電壓控制信號，經邏輯運算後產生一第一控制信號。

進一步，還包括以下步驟：

比較該第一級輸入電流和該第一基準電流，以產生該電流控制信號；

接收該第一輸出電壓和該第一基準電壓，經過遲滯比較以產生一滯環比較信號，該滯環比較信號作為該電壓控制信號；

該電流控制信號和該電壓控制信號經過一或邏輯運算後產生一復位信號；

接收該復位信號，並接收一第一時鐘信號作為置位信號，以產生該第一控制信號。

進一步的，還包括以下步驟：

接收該第一級輸入電流和該第一基準電流，產生第一誤差電壓信號；

比較該第一誤差電壓信號和表徵第一功率級電路中的電感電流的電壓信號，以產生該電流控制信號；

比較該第一輸出電壓和該第一基準電壓以產生該電壓控制信號；

接收該電流控制信號作為復位信號，並接收一第二時鐘信號作為置位信號，以產生一第二觸發信號；

接收該電壓控制信號作為復位信號，並接收一致能觸發信號作為置位信號，以產生一第三觸發信號；

該第二觸發信號和該第三觸發信號經過一與邏輯運算後產生該第一控制信號。

較佳的，接收一基準電流源，當表徵該第一級輸入電

流的方波信號有效時，該基準電流源作為該第一基準電流；當該方波信號無效時，該第一基準電流為零。

進一步的，在步驟 S3 中還包括以下步驟：

接收該第一級輸入電流和一閾值電流，以輸出一表徵該矽控整流器的導通角資訊的第二方波信號；

接收該第二方波信號和一第二基準電流，其根據該第二方波信號對該第二基準電流進行均值處理以獲得一表徵該矽控整流器的導通角資訊的該調光信號。

本發明的可調光的 LED 驅動電路及驅動方法包括以下有益效果：

1) 透過輸入電流控制電路控制第一功率級電路中的輸入電流在矽控整流器導通時間區間內為一方波信號，其峰值為一恆定值且滿足該電子變壓器的最小負載電流要求，其谷值為零；在該矽控整流器關斷時間區間內，該輸入電流保持為零，保證了工作過程中輸入電流維持在電子變壓器的最小負載電流之上，保證電子變壓器在工作狀態中不發生關斷，解決了電子變壓器的關斷造成的 LED 負載發生閃爍的問題；

2) 本發明中，該輸入電流的波形表徵了矽控整流器的導通角資訊，透過調光信號發生電路檢測該輸入電流資訊就可以獲得表徵矽控整流器導通角資訊的調光信號，用以實現對 LED 負載進行精確調光，調光範圍寬、效果好；

3) 透過輸出電流控制電路實現對 LED 負載電流的恆

流控制，從而保證 LED 負載亮度穩定；

4) 本發明採用兩級結構的驅動電路使得在整流橋後無需較大的濾波電容，減小了紋波電流，可保證矽控整流器的負載電流穩定性更好；且採用兩級結構驅動也避免了假負載的使用，工作效率高。

【圖式簡單說明】

圖 1 所示為依據本發明的一種可調光的 LED 驅動電路的第一實施例的電路圖；

圖 2 所示為依據本發明的一種可調光的 LED 驅動電路的第二實施例的電路圖；

圖 3 所示為依據本發明的一種可調光的 LED 驅動電路的第二實施例中的電路具體結構的電路圖；

圖 4 所示為依據圖 3 所示的依據本發明的一種可調光的 LED 驅動電路中的輸入電流控制電路的工作波形圖；

圖 5 所示為依據圖 3 所示的依據本發明的一種可調光的 LED 驅動電路中的調光信號發生電路的工作波形圖；

圖 6 所示為依據本發明的一種可調光的 LED 驅動電路中的第三實施例的電路圖；

圖 7 所示為依據圖 6 所示的依據本發明的一種可調光的 LED 驅動電路中的輸入電流控制電路的工作波形圖；

圖 8 所示為依據本發明的一種可調光的 LED 驅動方法的流程圖。

【實施方式】

以下結合附圖對本發明的幾個較佳實施例進行詳細描述，但本發明並不僅僅限於這些實施例。本發明涵蓋任何在本發明的精髓和範圍上做的替代、修改、等效方法以及方案。爲了使公眾對本發明有徹底的瞭解，在以下本發明較佳實施例中詳細說明了具體的細節，而對本領域技術人員來說沒有這些細節的描述也可以完全理解本發明。

實施例一

根據圖 1，所示爲依據本發明的一種可調光的 LED 驅動電路的第一實施例的電路圖。其將電網交流電壓經一矽控整流器整流電路 Triac 和電子變壓器處理後輸入至整流橋以得到一直流電壓信號 V_{in} ，一功率級電路接收該直流電壓信號 V_{in} 並輸出恆定的電流來驅動 LED 負載。如圖 1 所示，該功率級電路 10 包括第一功率級電路 101 和第二功率級電路 102，在本實施例中，該第一功率級電路 101 較佳爲第一級 Boost 電路，包括：電感 L_1 、二極體 D_1 、開關管 Q_1 以及輸出電容 C_{bus} ；該第二功率級電路較佳爲第二級 Buck 電路，包括：電感 L_2 、開關管 Q_2 、開關管 Q_3 和輸出電容 C_{out} ，該第一級 Boost 電路接收該直流電壓信號 V_{in} 並將其轉換爲第一輸出電壓 V_{bus} 供給該第二級 Buck 電路。本發明提供的可調光的 LED 驅動電路還包括輸入電流控制電路 11、調光信號發生電路 12 和輸出電流控制電路 13。

其中，該輸入電流控制電路 11 接收該第一功率級電路的輸入電流 I_{in} 和該第一輸出電壓 V_{bus} ，並產生一第一控制信號 PWM1，該第一控制信號 PWM1 用以控制該輸入電流在該矽控整流器整流電路中的矽控整流器導通時間區間內為一方波信號，其峰值為一恆定值且滿足該電子變壓器的最小負載電流要求，其谷值為零；在該矽控整流器關斷時間區間內，該輸入電流保持為零。其中，該第一功率級電路的輸入電流 I_{in} 為通過對電感 L1 電流的採樣獲得，該輸入電流作為該電子變壓器的負載電流；具體地，該第一控制信號 PWM1 透過控制該開關管 Q1 的開關動作以實現對所示輸入電流 I_{in} 和第一輸出電壓 V_{bus} 的控制。

該調光信號發生電路 12 接收該第一功率級電路的輸入電流 I_{in} ，並輸出一表徵該矽控整流器整流電路中矽控整流器的導通角資訊的調光信號 I_{out_ref} 。

該輸出電流控制電路 13 接收該 LED 負載的電流信號 I_{LED} 和該調光信號發生電路傳輸的調光信號 I_{out_ref} ，並產生一第二控制信號 PWM2，該第二控制信號 PWM2 用以控制該第二功率級電路為該 LED 負載提供恆定的輸出電流信號，並實現對該 LED 負載進行調光。具體地，該第二控制信號 PWM2 控制開關管 Q2 的開關動作和第二控制信號 PWM2 的非信號控制開關管 Q3 的開關動作來實現恆流控制和 LED 負載的亮度調節。

由以上可知，依據本發明的可調光的 LED 驅動電路，採用兩級結構，透過控制第一功率級電路 101 的輸入

電流在該矽控整流器的導通時間區間內爲一方波信號，其峰值爲一恆定值且滿足該電子變壓器的最小負載電流要求，其谷值爲零；在該矽控整流器關斷時間區間內，該輸入電流保持爲零。這樣可以保證該輸入電流在工作過程中能夠滿足該電子變壓器的最小負載電流要求，保證其處於工作狀態，以解決由於電子變壓器的關斷造成的 LED 燈閃爍的問題。此外，該輸入電流的波形表徵了矽控整流器的導通角資訊，因此，本發明實施例透過調光信號發生電路解決了兩級電路中 LED 負載亮度調節的問題，該調光信號發生電路透過檢測該輸入電流資訊，從而獲得表徵矽控整流器的導通角資訊的調光信號，然後據此調節 LED 負載的亮度。本發明實施例實現了兩級結構中 LED 負載的恆流控制和亮度調節，控制精度高，調光範圍寬且效果好。

較佳的，該第一功率級電路爲升壓型拓撲結構。該第二功率級電路爲降壓型拓撲結構或升壓-降壓型拓撲結構。需要說明的是，本發明所述實施例中的該第一功率級電路、第二功率級電路還可以爲任何合適的拓撲結構，在此不進行詳細闡述。

實施例二

參考圖 2，所示爲依據本發明的一種可調光的 LED 驅動電路的第二實施例的電路圖，本實施例具體描述了該輸入電流控制電路的電路結構及其工作過程。

如圖 2 所示，該輸入電流控制電路 21 進一步包括電流控制電路 21-1、電壓控制電路 21-2 和邏輯電路 21-3，其中，該電流控制電路 21-1 接收該輸入電流 I_{in} 和一第一基準電流 I_{ref1} ，並產生一電流控制信號 V_{ct1} ，其中，該第一基準電流 I_{ref1} 與表徵該輸入電流的該方波信號的峰值相對應；該電壓控制電路 21-2 接收該第一輸出電壓 V_{bus} 和第一基準電壓 V_{ref1} ，並產生一電壓控制信號 V_{ct2} ；該邏輯電路 21-3 接收該電流控制信號 V_{ct1} 和該電壓控制信號 V_{ct2} ，經邏輯運算後產生該第一控制信號 PWM1。

本實施例中，當該矽控整流器在某一角度導通後，該第一功率級電路即該第一級 Boost 電路從輸入側吸收功率開始工作。然後，該電壓控制電路透過產生一電壓控制信號 V_{ct2} 控制使該第一輸出電壓在一很小的預期電壓範圍內波動，使該第一輸出電壓紋波小。進一步的，本實施例的電壓控制電路在該第一輸出電壓達到預期電壓範圍的上限值時，控制使該功率開關管 Q1 關斷，因此，該第一功率級電路工作在間斷工作模式。由此，其輸入電流表現為多個脈衝形式，即是表現為上述的方波信號，並且，當該第一功率級電路在工作過程中，該電流控制電路使該方波信號的峰值為一恆定值，該恆定值根據該第一基準電流確定，本實施例中，該第一基準電流設置為略大於該電子變壓器的最小負載電流，因此，該方波信號的峰值為能滿足電子變壓器的最小負載電流的要求。另一方面，當該第一功率級電路停止工作時，該輸入電流持續下降到零，因

此，該方波信號的谷值為零。之後，當該矽控整流器關斷後，該輸入電流保持為零。

因此，從上面的工作過程可知，本發明實施例的一種可調光的 LED 驅動電路無需改變傳統電路中的矽控整流器和電子變壓器等電路結構，其透過輸入電流控制電路對該第一功率級電路的輸入電流的控制，使得該輸入電流一方面在工作過程中能滿足前級電子變壓器的最小負載電流的要求，保證電子變壓器能夠正常工作，另一方面其輸入電流的波形表徵了矽控整流器的導通角資訊，因此可作為後級調光信號發生電路的輸入信號，以使調光信號發生電路能夠產生表徵矽控整流器的導通角的調光信號。

具體的，本發明提供了一種可調光的 LED 驅動電路中所述輸入電流控制電路 21 中電流控制電路 21-1、電壓控制電路 21-2 以及邏輯電路 21-3 的一種具體實現方式，同時本實施例詳細描述了調光信號發生電路 22 和輸出電流控制電路 23 的一種具體實現方式及其工作原理。參考圖 3，所示為依據本發明的一種可調光的 LED 驅動電路的第二實施例中的電路具體結構的電路圖。

請參閱圖 3，其中，輸入電流控制電路 31 為圖 2 中輸入電流控制電路 21 的具體實現方式，該電流控制電 21-1 包括第一比較器 301，該第一比較器 301 的同相輸入端接收該輸入電流 I_{in} ，反相輸入端接收一第一基準電流 I_{ref1} ，並進行比較，以產生第一比較信號作為該電流控制信號 V_{ct1} ；更進一步的，發明人考慮到開關管的占空比的

變化對輸入電流的影響，因此，爲了提高穩定性，該第一比較器 301 的同相輸入端也可以接收該第一基準電流 I_{ref1} 與一第一斜坡信號 S_{e1} 疊加後的信號，以使採樣的輸入電流穩定性更好。

進一步的，該電壓控制電路 21-2 具體包括滯環比較器 302，該滯環比較器 302 的同相輸入端接收該第一輸出電壓 V_{bus} ，反相輸入端接收該第一基準電壓 V_{ref1} ，本實施例中，該滯環比較器 302 具體接收一滯環基準電壓 V_{hys_ref} 作爲該第一基準電壓 V_{ref1} ，並進行滯環比較，以產生一滯環比較信號，該滯環比較信號作爲該電壓控制信號 V_{ct2} ，其中，該滯環比較器 302 具有一上限閾電壓 V_H 和下限閾電壓 V_L 組成的遲滯寬度。

然後，本實施例中所述邏輯電路 21-3 具體包括第一或閘 303 和第一觸發電路 304，本實施例中，該第一觸發電路具體爲第一 RS 觸發器。該電流控制信號 V_{ct1} 和該電壓控制信號 V_{ct2} 透過一第一或閘 303 邏輯運算後輸入至該第一觸發電路 304 的復位端，該第一觸發電路 304 的置位端接收第一時鐘信號 $CLK1$ ，其輸出端輸出該第一控制信號 $PWM1$ ，該第一控制信號 $PWM1$ 用以控制該第一功率級電路中開關管 Q1 的開關動作。

圖 3 所示實施例中的調光信號發生電路 32 具體包括一計時電路 305 和均值電路 306，該計時電路 305 接收該第一功率級電路的輸入電流 I_{in} 和一閾值電流 I_{th} ，以輸出一表徵該矽控整流器的導通角資訊的第二方波信號 S

Angle；該均值電路接收一第二基準電流 I_{ref2} 和該第二方波信號 Angle，其根據該第二方波信號對該第二基準電流進行均值處理以獲得一表徵該矽控整流器導通角信號的較平滑的調光信號 I_{out_ref} 。其中，在本實施例中，該閾值電流 I_{th} 設置為在零到輸入電流 I_{in} 之間的某一值。

本實施例中的該計時電路 305 包括：第四比較器 305-1、充放電電路 305-2、箝位電路 305-3 和第五比較器 305-4。其中，該第四比較器 305-1 的反相輸入端接收該輸入電流 I_{in} ，同相輸入端接收一閾值電流 I_{th} ，其輸出端輸出一第四比較信號 CMP4，該第四比較信號 CMP4 用以控制該充放電電路的充放電動作；

該充放電電路 305-2 包括並聯連接的壓控電流源、第一電容 C1 和第一開關 S1，該第四比較信號 CMP4 控制該壓控電流源為該第一電容 C1 提供充電電流；該第四比較信號 CMP4 經反相處理後控制該第一開關 S1 的開關動作以控制該第一電容 C1 充放電動作；該第一電容的兩端電壓為第一電容電壓 V_{C1} ；

該箝位電路 305-3 具有一箝位電壓 V_p ，用以對該第一電容電壓進行箝位，本實施例中的箝位電路由一電壓源和穩壓二極體組成，該箝位電壓為該電壓源電壓與該穩壓二極體擊穿電壓的和值；當該第一電容電壓 V_{C1} 大於該箝位電壓 V_p 時，該箝位電路將該第一電容電壓箝位至該箝位電壓，並以該箝位電壓 V_p 作為比較電壓信號傳輸給該第五比較器 305-4；當該第一電容電壓 V_{C1} 小於該箝位電壓

V_p 時，該第一電容電壓 V_{C1} 作為該比較電壓信號傳輸至該第五比較器 305-4；

該第五比較器 305-4 的同相輸入端接收該比較電壓信號，其反相輸入端接收第二基準電壓 V_{ref2} ，其輸出端輸出該第二方波信號 Angle。

本實施例中的該均值電路 306 包括：由第二開關 S2 和第三開關 S3 組成的斬波電路 306-1 和 RC 濾波電路 306-2，該由第二開關 S2 和第三開關 S3 組成的斬波電路接收一第二基準電流 I_{ref2} 與該第二方波信號 Angle，該斬波電路對該第二基準電流進行斬波處理以輸出一斬波信號 V_z ，其中，該第二開關 S2 由與該第二方波信號邏輯相反的信號控制其開關狀態，該第三開關 S3 由該第二方波信號控制其開關狀態；

該 RC 濾波電路 306-2 接收該斬波信號 V_z 並進行濾波處理後輸出表徵該矽控整流器導通角資訊的較平滑的調光信號 I_{out_ref} 。

如圖 3 所示，本發明中的輸出電流控制電路 33 接收該 LED 負載的電流信號 I_{LED} 和該調光信號發生電路傳輸的調光信號 I_{out_ref} ，並產生一第二控制信號 PWM2，該第二控制信號 PWM2 用以控制該第二功率級電路為該 LED 負載提供恆定的輸出電流信號，並實現對該 LED 負載進行調光。具體的，本實施例中所述輸出電流控制電路 33 包括第一電流調節電路、第二電流調節電路和第四觸發電路，本實施例中，該第四觸發電路具體為第四 RS 觸發

器。具體地，該第一電流調節電路包括一第二跨導運算放大器 307，該第二跨導運算放大器 307 同相輸入端接收該調光信號 I_{out_ref} ，反相輸入端接收該 LED 負載的電流信號 I_{LED} ，其輸出端輸出第一電流調節信號；該第二電流調節電路具體包括一第六比較器 308，該第六比較器 308 反相輸入端接收經補償電路補償過的該第一電流調節信號，同相輸入端接收該第二功率級電路中的電感電流信號 I_{L2} ，並輸出第二電流調節信號；該第四觸發電路 309 的復位端接收該第二電流調節信號，置位端接收第三時鐘信號 CLK3，其輸出第二控制信號 PWM2 用以控制該第二功率級電路中開關管 Q2 的開關動作和第二控制信號 PWM2 的非信號用以控制開關管 Q3 的開關動作，以此實現對 LED 負載的恆流控制和亮度調節。

下面結合圖 4 和圖 5 所示的工作波形圖對上述的 LED 驅動電路的工作過程作進一步詳細描述，參考圖 4，所示為依據圖 3 所示的依據本發明一種可調光的 LED 驅動電路中的輸入電流控制電路的工作波形圖；圖 5 所示為依據圖 3 所示的依據本發明一種可調光的 LED 驅動電路中的調光信號發生電路的工作波形圖。

該輸入電流控制電路 31 的具體工作過程如下：當矽控整流器在某一相角開始導通後，該第一功率級電路能夠從交流電源側吸收功率，則輸入電流 I_{in} 逐漸上升，同時，第一功率級電路輸出的第一輸出電壓 V_{bus} 逐漸上升；當該輸入電流 I_{in} 到達該第一基準電流 I_{ref1} 時，或是該輸

入電流 I_{in} 到達該第一基準電流 I_{ref1} 與該第一斜坡信號 S_{e1} 疊加後的信號時，該第一比較器輸出變為高電位，透過第一 RS 觸發器控制該開關管 Q_1 關斷使輸入電流 I_{in} 下降，直至高頻的第一時鐘信號 $CLK1$ 觸發第一 RS 觸發器的輸出變為高電位，第一控制信號 $PWM1$ 控制該開關管 Q_1 重新導通，以此達到該輸入電流 I_{in} 的恆流控制。這樣，在該第一功率級電路的工作狀態中，其輸入電流 I_{in} 作為前級電子變壓器的負載電流，只要將輸入電流 I_{in} 控制在電子變壓器的最小負載電流之上，則電子變壓器在此期間均能保證正常工作，不會發生關斷的現象，在本實施例中，可以將第一基準電流 I_{ref1} 設置為比電子變壓器的最小負載電流稍大，則可以保證電子變壓器能正常工作。

如上所述，在該矽控整流器的導通後，該第一輸出電壓 V_{bus} 會逐漸上升，當其上升到滯環比較器的上限電壓 V_H 時，該滯環比較器輸出的滯環比較信號變為高電位狀態，該第一 RS 觸發器輸出的第一控制信號 $PWM1$ 控制該開關管 Q_1 關斷，該輸入電流 I_{in} 持續下降至為零，該第一功率級電路停止工作，直至該第一輸出電壓 V_{bus} 降至滯環比較器的下限電壓 V_L ，該滯環比較信號變為低電位狀態，該第一 RS 觸發器置位端的第一時鐘信號 $CLK1$ 再次控制該開關管 Q_1 導通，該輸入電流 I_{in} 上升，該第一輸出電壓 V_{bus} 也上升，以此迴圈。從圖 4 中可看出，在該矽控整流器的導通時間區間內，透過滯環控制可使第一輸出電壓 V_{bus} 在一數值很小的滯環電壓範圍內變化，紋波小，由

此可使 LED 負載不會發生閃爍。並且，從圖 4 中可以看出，本發明實施例中所述第一輸出電壓波動範圍很小，因此，該輸出電容 C_{bus} 可採用較小的電容值來維持輸出，降低了電路成本。

從上述過程可以看出，輸入電流控制電路對第一功率級電路的第一輸出電壓進行滯環控制，在矽控整流器的導通時間區間內，該第一功率級電路工作在間斷工作狀態，該第一功率級電路的輸入電流 I_{in} 表現為多個脈衝輸出。從圖 4 中可以看出，其輸入電流的波形表現為一方波信號，其方波信號的峰值為一恆定值，並且大於該電子變壓器的最小負載電流，其谷值為零。在矽控整流器的關斷後，該輸入電流保持為零。

該調光信號發生電路 32 的具體工作過程如下：參考圖 5，該輸入電流 I_{in} 表現為多個脈衝輸出，當矽控整流器導通後，在 t_1 時刻該輸入電流 I_{in} 大於該閾值電流 I_{th} ，該第四比較器的輸出的第四比較信號 CMP4 為低電位；相應的，該壓控電流源不產生輸出電流，並且該第四比較信號 CMP4 經反相後變為高電位控制該第一開關 S_1 導通，該第一電容 C_1 開始放電，當該第一電容電壓 V_{C1} 下降至小於第二基準電壓 V_{ref2} ，該第五比較器輸出的第二方波信號 Angle 變為低電位。之後，根據該第一輸出電壓的控制使得該開關管 Q1 關斷後，該輸入電流 I_{in} 下降，當該輸入電流 I_{in} 下降到小於該閾值電流 I_{th} 時，該第四比較信號 CMP4 變為高電位，此時，該第一開關 S_1 關斷，該壓控電

流源對該第一電容 C_1 進行充電，第一電容電壓 V_{C1} 上升，但仍然小於該第二基準電壓 V_{ref2} ，如此往復，直至在 t_2 時刻，該矽控整流器關斷，該第一功率級電路沒有輸入電流產生，該第四比較信號 $CMP4$ 保持為高電位，該第一電容持續充電，第一電容電壓 V_{C1} 持續上升，當該第一電容電壓 V_{C1} 上升到該第二基準電壓 V_{ref2} 時，即圖 5 中 t_3 時刻，該第五比較器輸出的第二方波信號 $Angle$ 變為高電位。此後，該第一電容電壓 V_{C1} 繼續上升，當其大於該箝位電路的箝位電壓 V_p 時，該箝位電路將其箝位至該箝位電壓 V_p 。需要說明的是，在本實施例中，該第二基準電壓 V_{ref2} 設置為使第一電容充電的時間比表徵該輸入電流的方波信號為低的時間長，該箝位電壓 V_p 設置為比該第二基準電壓 V_{ref2} 略高的電位。

從上述過程可以看出，在矽控整流器導通的時間區間內，第一電容電壓 V_{C1} 小於該第二基準電壓 V_{ref2} ，該第二方波信號 $Angle$ 始終保持為低電位，從圖 5 中看出，該第二方波信號 $Angle$ 為低電位區間與實際矽控整流器導通時間區間存在一定的偏置時間 $\Delta t = t_3 - t_2$ ，其值為該第一電容 $C1$ 充電到該第二基準電壓 V_{ref2} 的充電時間，為一固定值，因此其不影響第二方波信號對該矽控整流器導通時間的表徵。又因在半個開關週期內，矽控整流器的導通時間與其導通角的資訊相對應，亦即該第二方波信號表徵了該矽控整流器的導通角資訊，然後透過均值電路將該第二方波信號轉換為表徵矽控整流器導通角的較平滑的調光信

號，具體為：該斬波電路接收一第二基準電流 I_{ref2} 和該第二方波信號，經斬波和濾波處理後，得到一表徵矽控整流器導通角的較平滑的調光信號 I_{out_ref} ，因此，該調光信號 I_{out_ref} 傳輸給輸出電流控制電路可實現對 LED 負載的亮度調節。

綜上對本發明實施例的工作過程的闡述，本發明實施例透過輸入電流控制電路控制使輸入電流在矽控整流器導通時間區間內為一方波信號，且其峰值為一恆定值，並且維持在電子變壓器的最小負載電流之上，透過滯環控制的方案控制使該第一輸出電壓波動範圍小為第二功率級電路提供很好的工作電壓。該調光信號發生電路根據對該輸入電流的檢測可得到一與矽控整流器的導通時間區間相對應的方波信號，以此得到一表徵矽控整流器的導通角資訊的調光信號，從而實現兩級電路的 LED 負載亮度調節。本發明實施例既能滿足電子變壓器最小工作電流的要求，使 LED 燈負載不會發生頻閃，又能對 LED 燈負載進行精確調光，實現對 LED 的恆流控制和亮度調節，且無需假負載等耗能較大的元件，因此其整機工作效率高。

實施例三

參考圖 6，所示為依據本發明的一種可調光的 LED 驅動電路的第三實施例的電路圖；本實施例與上述第三實施例中的調光信號發生電路和輸出電流控制電路相同，在此不重複敘述，所不同的是，本實施例中的輸入電流控制電

路實現方式與第二實施例不相同，即圖 6 中的輸入電流控制電路 61 和圖 3 中的輸入電流控制電路 31 不同，但圖 6 中的調光信號發生電路 62 和圖 3 中的調光信號發生電路 32 相同，輸出電流控制電路 63 和圖 3 中輸出電流控制電路 33 相同，下面詳細介紹本實施例中輸入電流控制電路的一種具體實現方式及工作原理。

如圖 6 所示，本實施例中所述輸入電流控制電路 61 包括電流控制電路、電壓控制電路和邏輯電路，具體的，本實施例中所述電流控制電路包括第一跨導運算放大器 601、第一補償電路 602 和第二比較器 603，該第一跨導運算放大器 601 的同相輸入端接收該輸入電流 I_{in} ，反相輸入端接收該第一基準電流 I_{ref1} ，其輸出端輸出一第一誤差電流信號，該第一誤差電流信號經過該第一補償電路補償後形成第一誤差電壓信號 V_e ；

在本實施例中，還包括第一基準電流發生電路 608，用於產生第一基準電流 I_{ref1} ，具體的，該第一基準電流發生電路 608 接收一基準電流源 I_s ，在表徵該第一功率級電路的輸入電流 I_{in} 的方波信號有效時，該基準電流源 I_s 作為該第一基準電流 I_{ref1} ；在該方波信號無效時，該第一基準電流 I_{ref1} 為零。本實施例中的基準電流發生電路由第四開關 S4 和第五開關 S5 組成的開關電路實現對第一基準電流 I_{ref1} 的控制，其中，該第四開關 S4 由一第三觸發信號 V_3 控制其開關狀態，該第五開關 S5 由與該第三觸發信號 V_3 邏輯相反的信號控制其開關狀態。

該第二比較器 603 的反相輸入端接收該第一誤差電壓信號 V_e ，同相輸入端接收一表徵該第一功率級電路中的電感電流的電壓信號 V_s ，或是其同相輸入端接收一表徵該第一功率級電路中的電感電流的電壓信號 V_s 和第二斜坡信號 S_{e2} 疊加後的信號，同理，該第二斜坡信號用以保證所採樣的電壓信號 V_s 的穩定性更好，本實施例圖 6 中以疊加後的信號為例；其輸出端輸出一第二較信號作為電流控制信號 V_{ct1} 。

進一步的，該電壓控制電路包括一第三比較器 604，其中，該第三比較器 604 的同相輸入端接收該第一輸出電壓 V_{bus} ，其反相輸入端接收該第一基準電壓，本實施例中以一閾值電壓 V_{bus_th} 作為該第一基準電壓，進行比較處理後輸出一第三比較信號作為該電壓控制信號 V_{ct2} ；

進一步的，本實施例中的該邏輯電路具體包括第二觸發電路 605、第三觸發電路 606 和第一及閘，本實施例中，該第二觸發電路 605 為第二 RS 觸發器，第三觸發電路 606 為第三 RS 觸發器。該第二觸發電路的復位端接收該電流控制信號 V_{ct1} ，其置位端接收一第二時鐘信號 CLK2，輸出端輸出一第二觸發信號 V_2 ；該第三觸發電路的復位端接收該電壓控制信號 V_{ct2} ，置位端接收一致能觸發信號 EN，其輸出端輸出該第三觸發信號 V_3 ；該第二觸發信號和該第三觸發信號經過該第一及閘 607 邏輯運算後輸出該第一控制信號 PWM1，該第一控制信號 PWM1 用以控制該第一功率級電路中開關管 Q1 的開關動作。

以下參考圖 7 所示的工作波形圖對本實施例的輸入電流控制電路工作過程作詳細闡述，圖 7 所示為依據圖 6 所示的依據本發明一種可調光的 LED 驅動電路的輸入電流控制電路的工作波形圖；

其具體工作過程為：矽控整流器在某一相角導通後，該第一功率級電路能夠從交流電源側吸收功率，此時，該輸入電流 I_{in} 逐漸上升，同時，第一功率級電路輸出的第一輸出電壓 V_{bus} 逐漸上升。此時該第三觸發信號 V_3 為高電位，該第四開關 S4 導通，第五開關 S5 關斷，該基準電流值 I_s 作為該第一基準電流 I_{ref1} ，該第一跨導運算放大器接受該輸入電流 I_{in} 和該第一基準電流 I_{ref1} ，並輸出該第一誤差電壓信號 V_e 。當表徵該第一功率級電路中的電感電流的電壓信號 V_s 和第二斜波信號 S_{e2} 疊加後的信號達到該第一誤差電壓信號 V_e 時，該第二比較器的輸出變為高電位，因此該第二 RS 觸發器輸出變為低電位，該第一及閘輸出第一控制信號 PWM1 控制使該開關管 Q1 關斷，輸入電流 I_{in} 下降；之後，當高頻的第二時鐘信號 CLK2 脈衝到來時，該第二 RS 觸發器的輸出變為高電位，此時，在該第三 RS 觸發器的輸出變為高電位時，該第一及閘輸出第一控制信號 PWM1 控制該開關管 Q1 導通，輸入電流 I_{in} 逐漸上升，以此迴圈，從而使得該輸入電流 I_{in} 維持在一個基本恆定的值。本實施例中為了滿足電子變壓器的工作要求，可將該基準電流源 I_s 設置為稍大於電子電壓器的最小負載電流，那麼在第一功率級電路的工作過程中，輸

入電流 I_{in} 保持在該最小負載電流之上，電子變壓器不會發生關斷現象，LED 負載因此不會發生閃爍。

之後，隨著該第一輸出電壓 V_{bus} 逐漸上升，當其上升到閾值電壓 V_{bus_th} 時，該第三比較器的輸出變為高電位，第三 RS 觸發器輸出變為低電位，因此，該第一控制信號 PWM1 控制該開關管 Q1 關斷，該輸入電流 I_{in} 持續下降至為零，該第一功率級電路停止工作，該第一輸出電壓 V_{bus} 也會逐漸下降，此時，由於該第三觸發信號為低電位，該第四開關 S4 關斷，第五開關 S5 導通，該第一基準電流 I_{ref1} 為零，因此，該第一跨導運算放大器輸出的第一誤差電壓 V_e 保持不變，該第二比較器輸出為低電位，在第二時鐘信號 CLK2 的脈衝到來時，該第二觸發器的輸出為高電位。等到下一個致能觸發信號 EN 到來時，該第三 RS 觸發器的輸出變為高電位。這樣，該第一及閘 607 輸出第一控制信號 PWM1 控制該開關管 Q1 導通，該輸出電流 I_{in} 持續上升，因此，該第一輸出電壓 V_{bus} 也會上升，以此迴圈，可使第一輸出電壓 V_{bus} 在一個小的範圍內波動，使 LED 負載不會發生閃爍。

從上述工作過程可以得出，透過對電壓控制電路的致能觸發信號的控制方式，在矽控整流器的導通時間區間內，該第一功率級電路工作在間斷工作狀態，該第一功率級電路的輸入電流 I_{in} 表現為多個脈衝輸出。從圖 7 中可以看出，其輸入電流的波形表現為一方波信號，並且其波形與上述第三實施例的波形相同，因此，本實施例也可達

到上述實施例同樣的技術效果。

因此，本實施例中輸入電流控制電路可控制輸入電流達到與上述實施例相同的功能，其調光信號發生電路同樣透過對輸入電流 I_{in} 的檢測，得到與矽控整流器導通時間相對應的第二方波信號，然後得到一表徵與矽控整流器導通角資訊的調光信號以進行後級調光，本發明實施例同樣可實現對 LED 燈負載的精確調光，調光範圍寬、效果好；另一方面滿足了電子變壓器的最小工作電流的要求，LED 負載不會發生頻閃。

此外，需要說明的是，本發明實施例中的致能觸發信號的觸發週期可根據使用者要求自行設置，如本實施例中較佳為 1ms，因此，本實施例中調光信號發生電路中的第二基準電壓的可設置為使該第一電容充電的時間比 1ms 長。除此，以上對本發明所提供的一種可調光的 LED 驅動電路進行了詳細介紹，本文中應用了具體個例對本發明的原理及實施方式進行了闡述，以上實施例的說明只是用於幫助理解本發明的核心思想；同時，對於本領域的一般技術人員，依據本發明的思想，在具體實施方式及應用範圍上均會有改變之處，綜上所述，本說明書內容不應理解為對本發明的限制。

參考圖 8，所示為依據本發明的的一種可調光的 LED 驅動方法的流程圖；包括以下步驟：

S801：接收電網交流電壓，經一矽控整流器整流電路和電子變壓器處理後輸入至整流橋以獲得一缺相的直流電

壓信號；

S802：接收該缺相的直流電壓信號，產生第一級輸入電流和第一輸出電壓；並且該輸入電流在該矽控整流器整流電路中的矽控整流器導通時間區間內為一方波信號，其峰值為一恆定值且滿足該電子變壓器的最小負載電流要求，其谷值為零；在該矽控整流器關斷時間區間內，該輸入電流保持為零；

S803：接收該第一級輸入電流，產生一調光信號；

S804：接收該第一輸出電壓、LED 負載的電流信號和該調光信號，以產生一恆定的輸出電流信號。

其中，在步驟 S802 中進一步包括以下步驟：

接收該第一級輸入電流和一第一基準電流，產生一電流控制信號；其中，該第一基準電流與該方波信號的峰值相對應；

接收該第一輸出電壓和一第一基準電壓，並產生一電壓控制信號；

接收該電流控制信號和該電壓控制信號，產生一第一控制信號。

較佳的，其進一步包括以下步驟：

比較該第一級輸入電流和該第一基準電流，以產生該電流控制信號；

接收該第一輸出電壓和該第一基準電壓，經過遲滯比較以產生一滯環比較信號，該滯環比較信號作為該電壓控制信號；

該電流控制信號和該電壓控制信號經過一或邏輯運算後產生一復位信號；

接收該復位信號，並接收一第一時鐘信號作為置位信號，以產生該第一控制信號。

較佳的，其進一步包括以下步驟：

接收該第一級輸入電流和該第一基準電流，產生第一誤差電壓信號；

比較該第一誤差電壓信號和表徵第一功率級電路中的電感電流的電壓信號，以產生該電流控制信號；

比較該第一輸出電壓和該第一基準電壓以產生該電壓控制信號；

接收該電流控制信號作為復位信號，並接收一第二時鐘信號作為置位信號，以產生一第二觸發信號；

接收該電壓控制信號作為復位信號，並接收一一致能觸發信號作為置位信號，以產生一第三觸發信號；

該第二觸發信號和該第三觸發信號經過一與邏輯運算後產生該第一控制信號。

其中，在步驟 S803 中進一步包括以下步驟：

接收該第一級輸入電流和一閾值電流，以輸出一表徵該矽控整流器的導通角資訊的第二方波信號；

接收該第二方波信號和一第二基準電流，其根據該第二方波信號對該第二基準電流進行均值處理以獲得一表徵該矽控整流器的導通角資訊的較平滑的該調光信號。

以上對依據本發明的較佳實施例的一種可調光的 LED

驅動電路及驅動方法進行了詳盡描述，但本發明的輸入電流控制電路、調光信號發生電路和輸出電流控制電路不限於上述具體實施例的表現方式，本領域普通技術人員據此可以推知其他具有相同功能的電路結構等均可應用於所述實施例。

依照本發明的實施例如上文所述，這些實施例並沒有詳盡敘述所有的細節，也不限制該發明僅為所述的具體實施例。顯然，根據以上描述，可作很多的修改和變化。本說明書選取並具體描述這些實施例，是為了更好地解釋本發明的原理和實際應用，從而使所屬技術領域技術人員能很好地利用本發明以及在本發明基礎上的修改使用。本發明僅受申請專利範圍及其全部範圍和等效物的限制。

【符號說明】

- 10：功率級電路
- 101：第一功率級電路
- 102：第二功率級電路
- 11：輸入電流控制電路
- 12：調光信號發生電路
- 13：輸出電流控制電路
- 21：輸入電流控制電路
- 21-1：電流控制電路
- 21-2：電壓控制電路
- 21-3：邏輯電路

22：調光信號發生電路
23：輸出電流控制電路
31：輸入電流控制電路
301：第一比較器
302：滯環比較器
303：第一或閘
304：第一觸發電路
305：計時電路
306：均值電路
305-1：第四比較器
305-2：充放電電路
305-3：箝位電路
305-4：第五比較器
306-1：斬波電路
306-2：RC濾波電路
32：調光信號發生電路
33：輸出電流控制電路
307：第二跨導運算放大器
308：第六比較器
309：第四觸發電路
61：輸入電流控制電路
62：調光信號發生電路
63：輸出電流控制電路
601：第一跨導運算放大器

602：第一補償電路

603：第二比較器

608：第一基準電流發生電路

604：第三比較器

605：第二觸發電路

606：第三觸發電路

607：第一及閘

申請專利範圍

1.一種可調光的 LED 驅動電路，其將電網交流電壓經一矽控整流器整流電路和電子變壓器處理後輸入至整流橋以得到一缺相的直流電壓信號，一功率級電路接收該缺相的直流電壓信號並輸出恆定的電流來驅動 LED 負載，其特徵在於，包括輸入電流控制電路，其中，

該功率級電路包括第一功率級電路和第二功率級電路，該第一功率級電路接收該缺相的直流電壓信號並將其轉換為第一輸出電壓供給該第二功率級電路；

該輸入電流控制電路接收該第一功率級電路的輸入電流和該第一輸出電壓，並產生一第一控制信號，該第一控制信號用以控制該輸入電流在該矽控整流器整流電路中的矽控整流器導通時間區間內為一方波信號，其峰值為一恆定值且滿足該電子變壓器的最小負載電流要求，其谷值為零；在該矽控整流器關斷時間區間內，該輸入電流保持為零；

該 LED 驅動電路根據該輸入電流和該第一輸出電壓來驅動該 LED 負載。

2.根據申請專利範圍第 1 項所述的 LED 驅動電路，其中，該輸入電流控制電路進一步包括電流控制電路、電壓控制電路和邏輯電路，其中，

該電流控制電路接收該輸入電流和一第一基準電流，並產生一電流控制信號；其中，該第一基準電流與該方波信號的峰值相對應；

該電壓控制電路接收該第一輸出電壓和第一基準電壓，並產生一電壓控制信號；

該邏輯電路接收該電流控制信號和該電壓控制信號，經邏輯運算後產生該第一控制信號。

3.根據申請專利範圍第2項所述的LED驅動電路，其中，

該電流控制電路具體包括第一比較器，該第一比較器的同相輸入端接收該輸入電流，反相輸入端接收該第一基準電流，進行比較後產生該電流控制信號；

該電壓控制電路具體包括滯環比較器，該滯環比較器的同相輸入端接收該第一輸出電壓，反相輸入端接收該第一基準電壓，並進行比較，以產生該電壓控制信號；

該邏輯電路包括第一或閘以及第一觸發器，該第一或閘接收該電流控制信號和該電壓控制信號，經邏輯運算後輸入該第一觸發器的復位端，該第一觸發器的置位端接收第一時鐘信號，經邏輯運算，產生該第一控制信號。

4.根據申請專利範圍第2項所述的LED驅動電路，其中，

該電流控制電路具體包括第一跨導運算放大器、第一補償電路和第二比較器，該第一跨導運算放大器的同相輸入端接收該輸入電流，反相輸入端接收該第一基準電流，其輸出端的輸出信號經過該第一補償電路補償後形成第一誤差電壓信號；

該第二比較器的反相輸入端接收該第一誤差電壓信

號，同相輸入端接收一表徵該第一功率級電路中的電感電流的電壓信號，其輸出端輸出該電流控制信號；

該電壓控制電路具體包括第三比較器，該第三比較器的同相輸入端接收該第一輸出電壓，其反相輸入端接收該第一基準電壓，輸出端輸出該電壓控制信號；

該邏輯電路包括具體第二觸發電路、第三觸發電路和第一及閘，該第二觸發電路的復位端接收該電流控制信號，其置位端接收一第二時鐘信號，輸出端輸出一第二觸發信號；

該第三觸發電路的復位端接收該電壓控制信號，置位端接收一致能觸發信號，其輸出端輸出一第三觸發信號；

該第二觸發信號和該第三觸發信號經過該第一及閘邏輯運算後輸出該第一控制信號。

5.根據申請專利範圍第4項所述的LED驅動電路，其中，還包括第一基準電流發生電路，該第一基準電流發生電路接收一基準電流源，當表徵該第一功率級電路的輸入電流的方波信號有效時，該基準電流源作為該第一基準電流；當該方波信號無效時，該第一基準電流為零。

6.根據申請專利範圍第1項所述的LED驅動電路，其中，還包括調光信號發生電路，該調光信號發生電路包括有一計時電路和一均值電路，其中

該計時電路接收該輸入電流和一閾值電流，以輸出一表徵該矽控整流器的導通角資訊的第二方波信號；

該均值電路接收該第二方波信號和一第二基準電流，

其根據該第二方波信號對該第二基準電流進行均值處理以獲得一表徵該矽控整流器的導通角資訊的該調光信號。

7.根據申請專利範圍第 6 項所述的 LED 驅動電路，其中，還包括輸出電流控制電路，其接收該 LED 負載的電流信號和該調光信號發生電路傳輸的調光信號，並產生一第二控制信號，該第二控制信號用以控制該第二功率級電路為該 LED 負載提供恆定的輸出電流信號，並實現對該 LED 負載進行調光。

8.根據申請專利範圍第 1 項所述的 LED 驅動電路，其中，該第一功率級電路為升壓型拓撲結構。

9.根據申請專利範圍第 1 項所述的 LED 驅動電路，其中，該第二功率級電路為降壓型拓撲結構或升壓-降壓型拓撲結構。

10.一種可調光的 LED 驅動方法，其特徵在於，包括以下步驟：

S1：接收電網交流電壓，經一矽控整流器整流電路和電子變壓器處理後輸入至整流橋以獲得一缺相的直流電壓信號；

S2：接收該缺相的直流電壓信號，產生第一級輸入電流和第一輸出電壓；並且該輸入電流在該矽控整流器整流電路中的矽控整流器導通時間區間內為一方波信號，其峰值為一恆定值且滿足該電子變壓器的最小負載電流要求，其谷值為零；在該矽控整流器關斷時間區間內，該輸入電流保持為零；

S3: 接收該第一級輸入電流，產生一調光信號；

S4: 接收該第一輸出電壓、LED 負載的電流信號和該調光信號，以產生一恆定的輸出電流信號。

11.根據申請專利範圍第 10 項所述的 LED 驅動方法，其中，在步驟 S2 中進一步包括：

接收該第一級輸入電流和一第一基準電流，產生一電流控制信號；其中，該第一基準電流與該方波信號的峰值相對應；

接收該第一輸出電壓和一第一基準電壓，並產生一電壓控制信號；

接收該電流控制信號和該電壓控制信號，經邏輯運算後產生一第一控制信號。

12.根據申請專利範圍第 11 項所述的 LED 驅動方法，其中，進一步包括：

比較該第一級輸入電流和該第一基準電流，以產生該電流控制信號；

接收該第一輸出電壓和該第一基準電壓，經過遲滯比較以產生一滯環比較信號，該滯環比較信號作為該電壓控制信號；

該電流控制信號和該電壓控制信號經過一或邏輯運算後產生一復位信號；

接收該復位信號，並接收一第一時鐘信號作為置位信號，以產生該第一控制信號。

13.根據申請專利範圍第 11 項所述的 LED 驅動方法，

其中，進一步包括：

接收該第一級輸入電流和該第一基準電流，產生第一誤差電壓信號；

比較該第一誤差電壓信號和表徵第一功率級電路中的電感電流的電壓信號，以產生該電流控制信號；

比較該第一輸出電壓和該第一基準電壓以產生該電壓控制信號；

接收該電流控制信號作為復位信號，並接收一第二時鐘信號作為置位信號，以產生一第二觸發信號；

接收該電壓控制信號作為復位信號，並接收一致能觸發信號作為置位信號，以產生一第三觸發信號；

該第二觸發信號和該第三觸發信號經過一與邏輯運算後產生該第一控制信號。

14.根據申請專利範圍第 13 項所述的 LED 驅動方法，其中，接收一基準電流源，當表徵該第一級輸入電流的方波信號有效時，該基準電流源作為該第一基準電流；當該方波信號無效時，該第一基準電流為零。

15.根據申請專利範圍第 10 項所述的 LED 驅動方法，其中，在步驟 S3 中進一步包括：

接收該第一級輸入電流和一閾值電流，以輸出一表徵該矽控整流器的導通角資訊的第二方波信號；

接收該第二方波信號和一第二基準電流，其根據該第二方波信號對該第二基準電流進行均值處理以獲得一表徵該矽控整流器的導通角資訊的該調光信號。

圖式

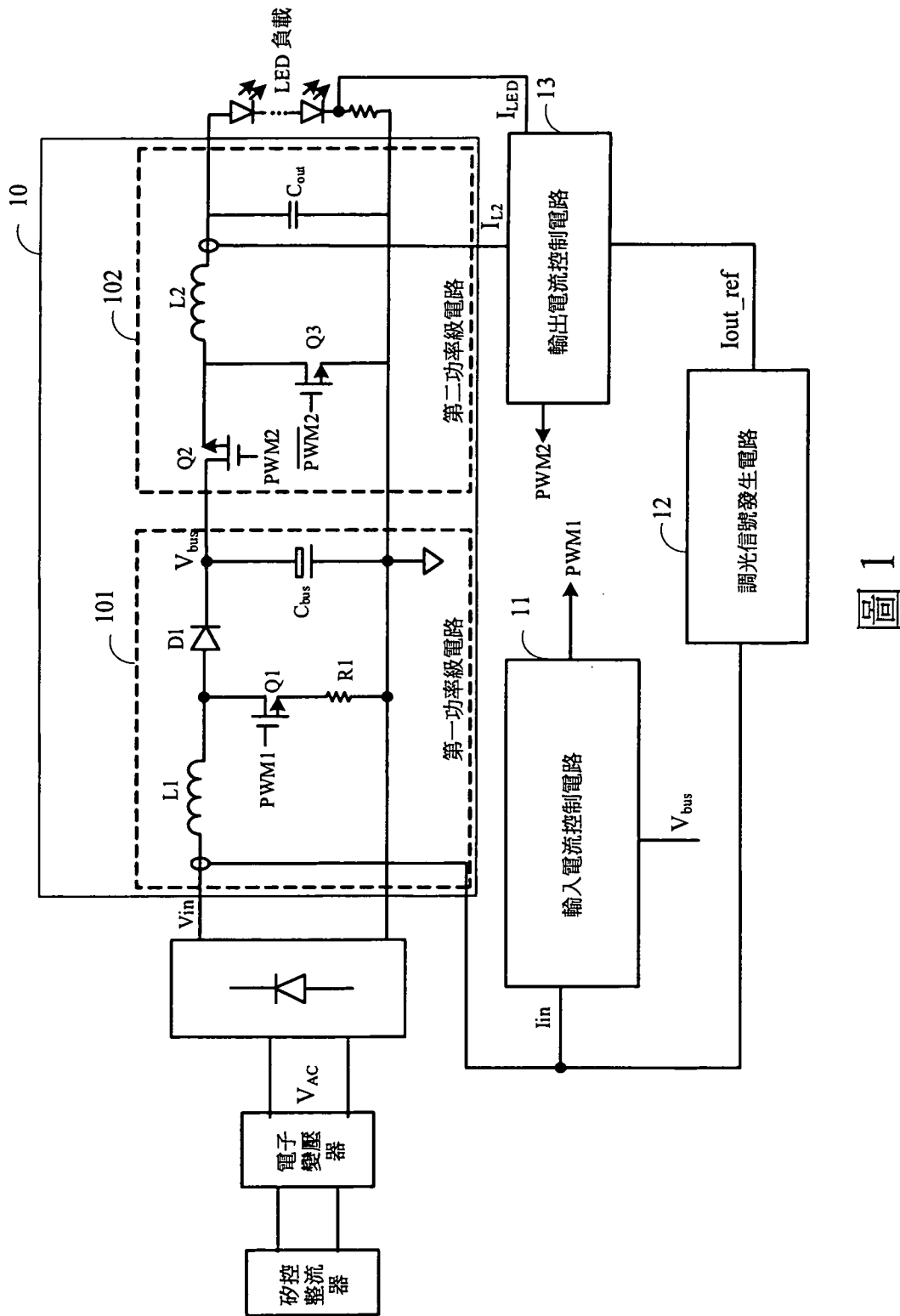


圖 1

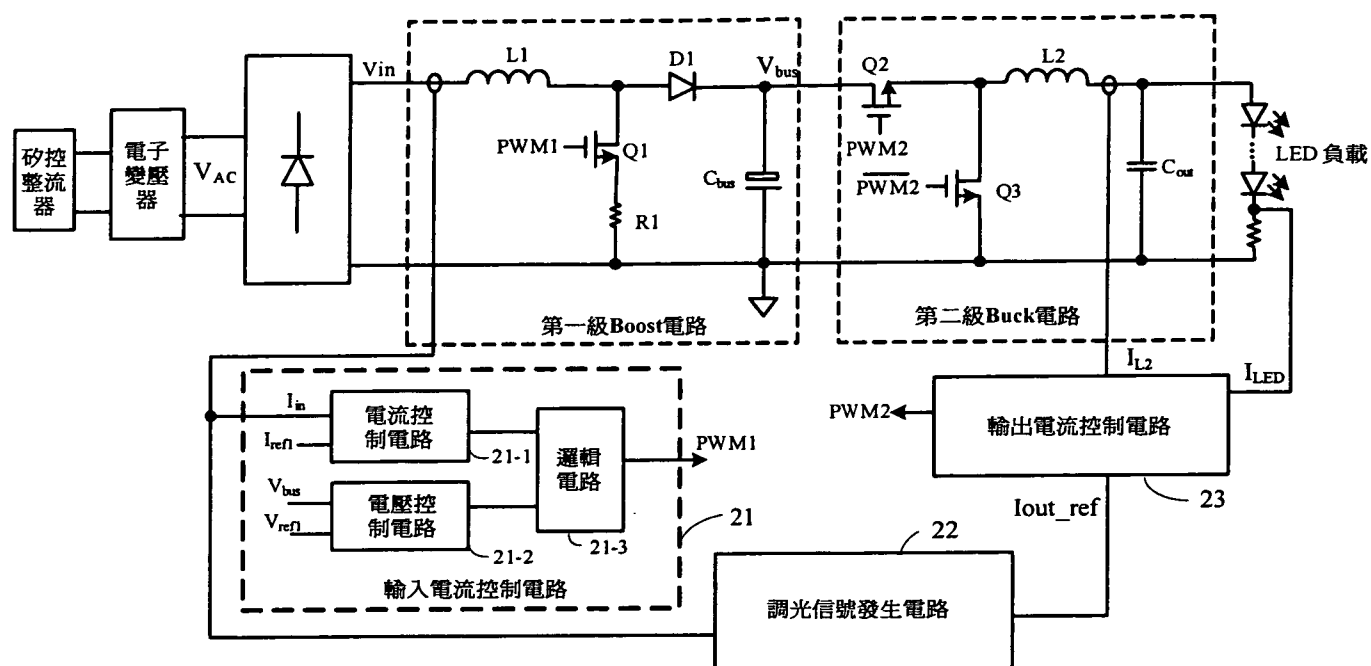


圖 2

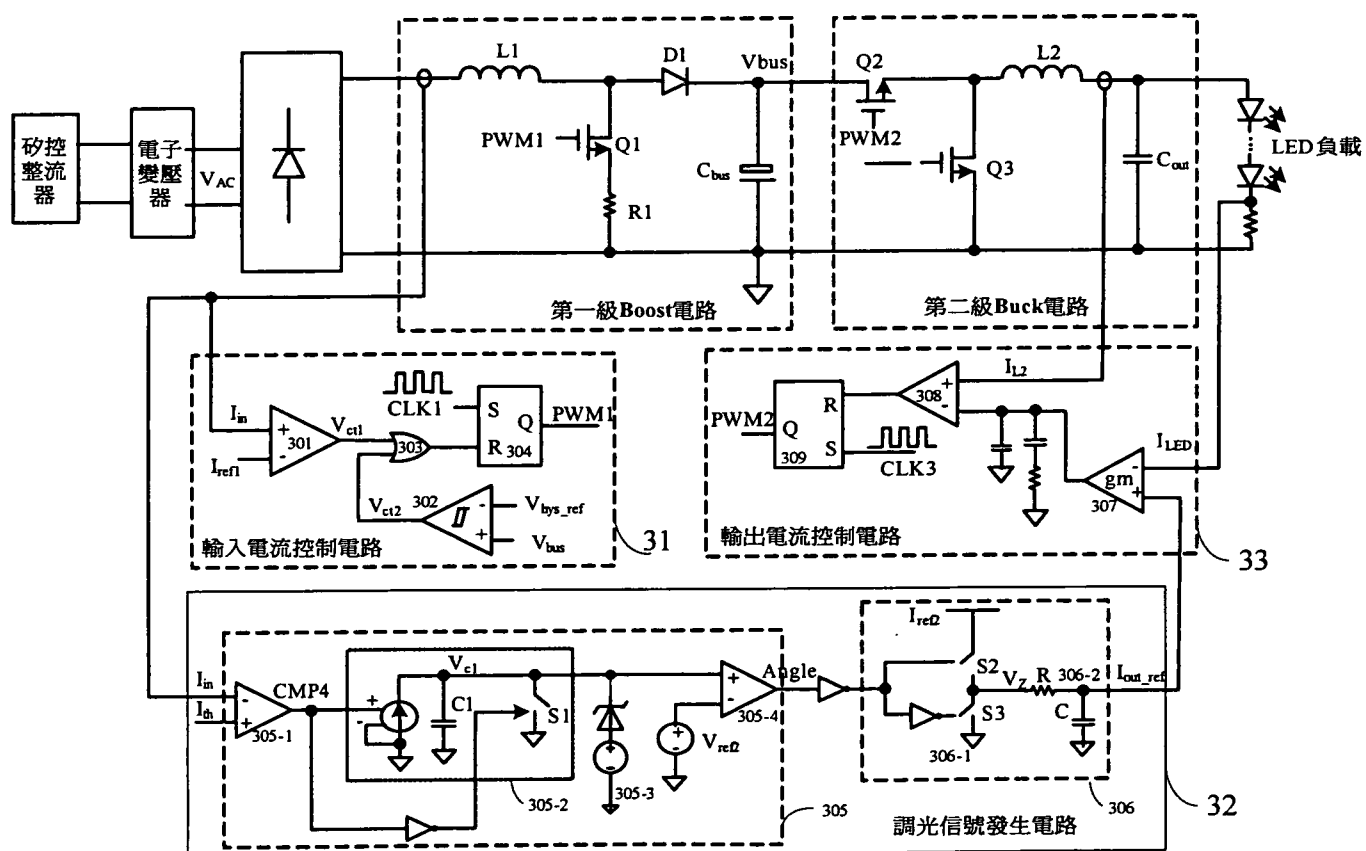


圖 3

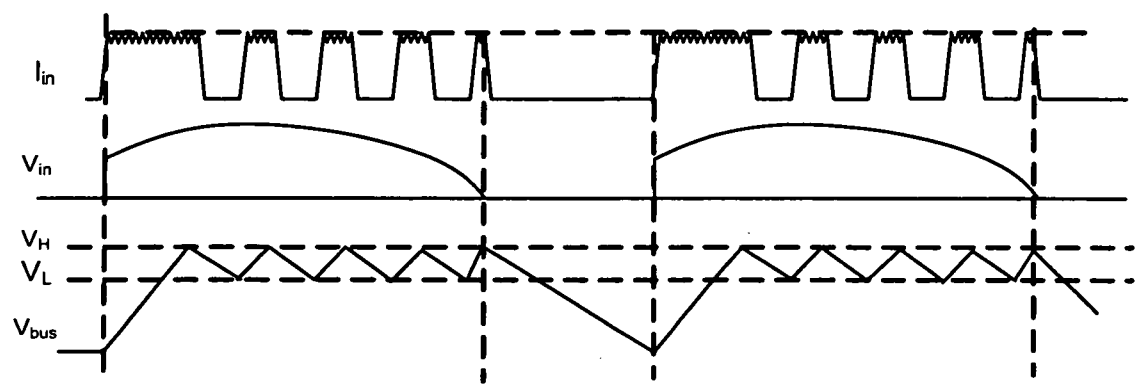


圖 4

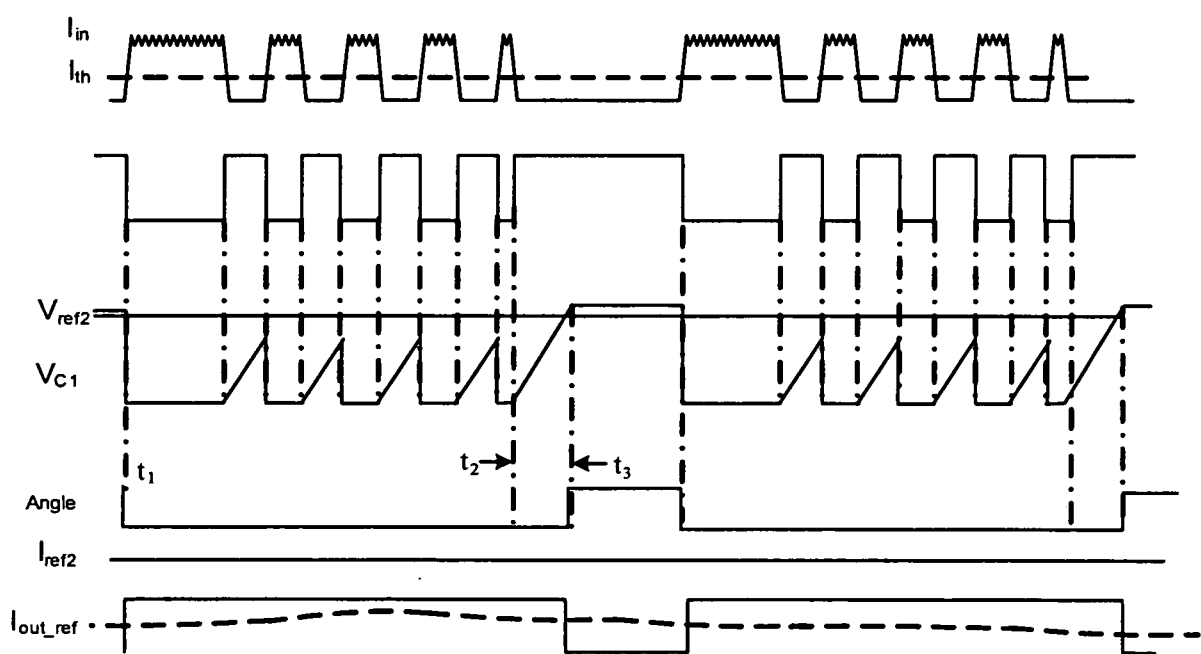


圖 5

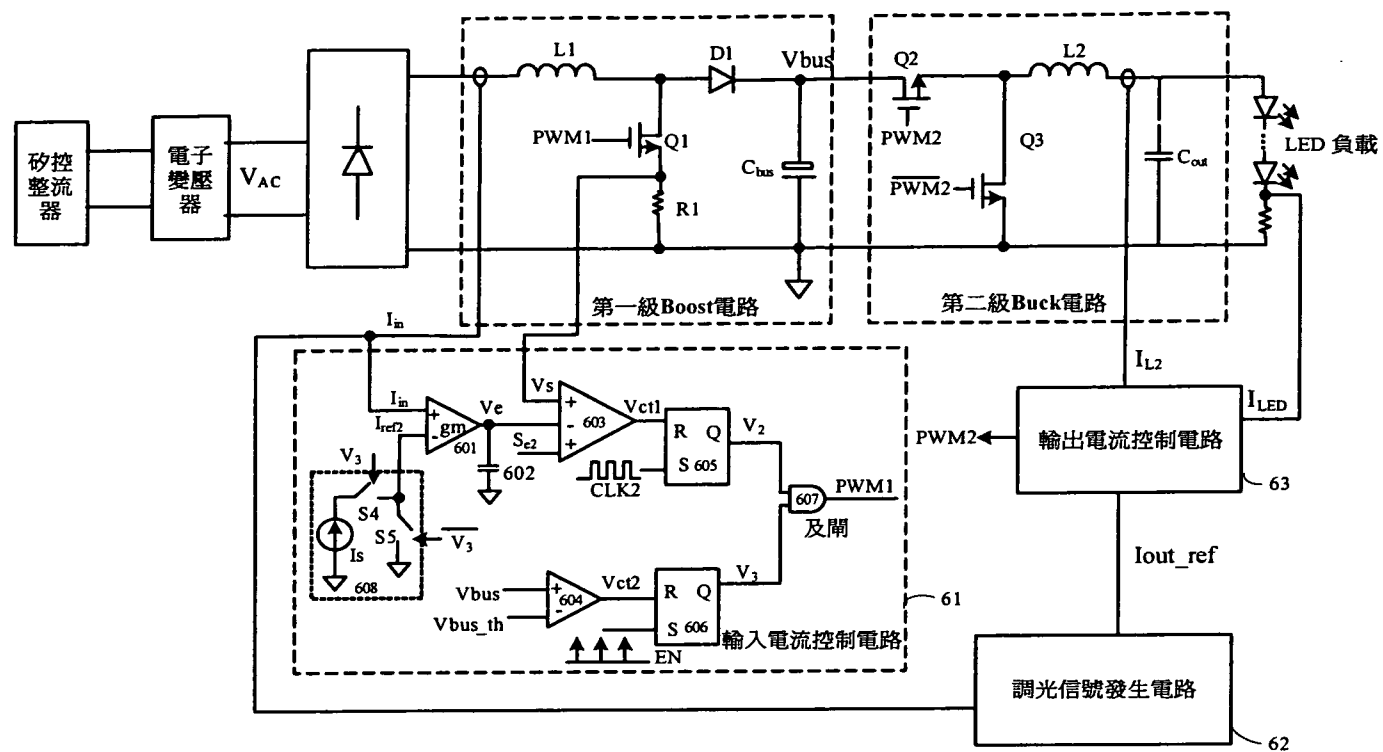


圖 6

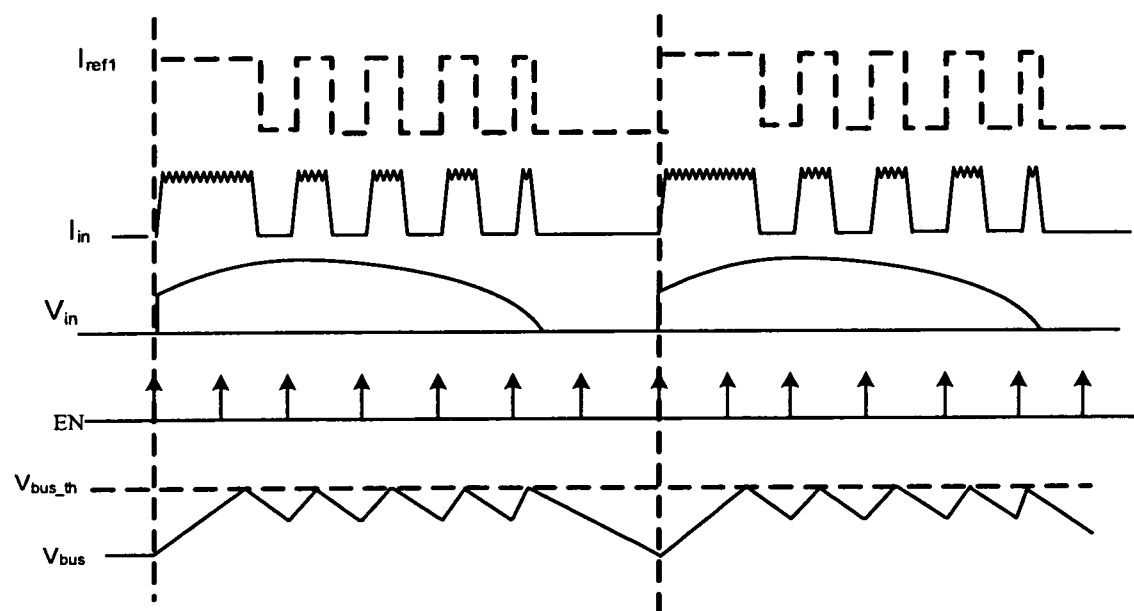


圖 7

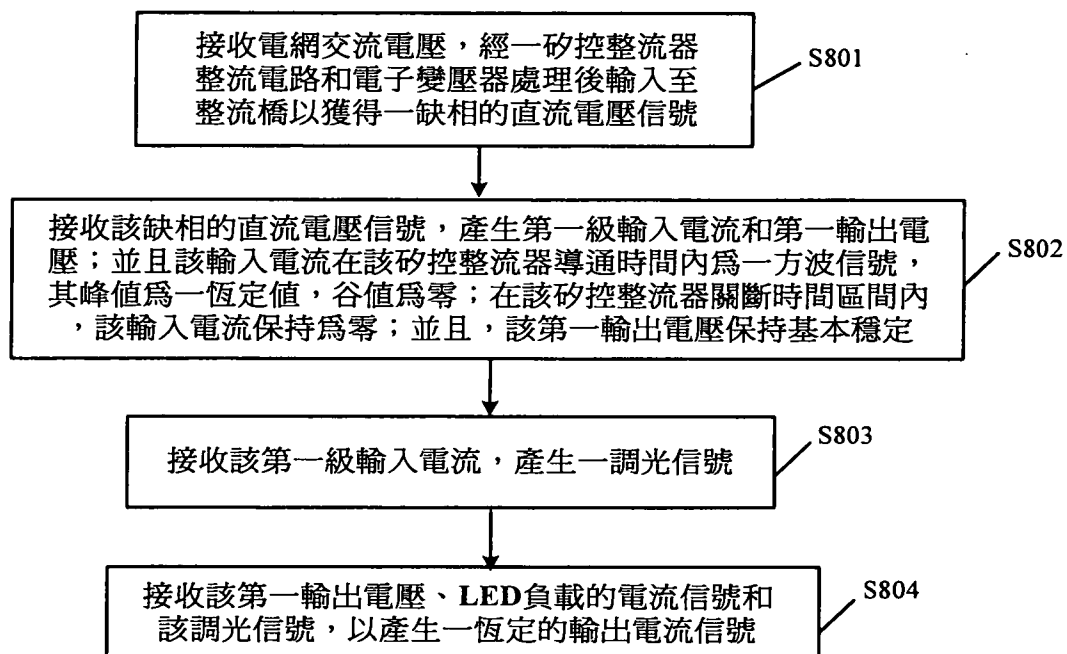


圖 8