



(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 I577242 B

(45) 公告日：中華民國 106 (2017) 年 04 月 01 日

(21) 申請案號：104130940

(22) 申請日：中華民國 104 (2015) 年 09 月 18 日

(51) Int. Cl. : **H05B37/02 (2006.01)**

(71) 申請人：陳家德 (中華民國) CHEN, CHIA TEH (TW)

臺北市逸仙路 30 號 5 樓

(72) 發明人：陳家德 CHEN, CHIA TEH (TW)

(74) 代理人：賴正健；陳家輝

(56) 參考文獻：

CN 102404895B

CN 201182027Y

JP 2013-186944A

US 2011/0121744A1

審查人員：楊喻仁

申請專利範圍項數：25 項 圖式數：14 共 66 頁

(54) 名稱

線上偵測發光負載的臨界電壓的時間相位方法及其照明管理應用

ON LINE AUTOMATIC DETECTION OF THE TIME PHASE OF THE THRESHOLD VOLTAGE OF A LIGHTING LOAD AND ITS APPLICATION IN LIGHTING MANAGEMENT

(57) 摘要

本發明提供一種基於微控制器電路與軟體碼以自動線上偵測發光負載的臨界電壓對應在每一個交流半周的時間相位。此自動偵測能力使照明裝置的調光電路能夠由自動測得的發光負載的臨界電壓的時間相位建立調光工作範圍。照明裝置可以操作於不同種類的發光負載以履行由最大功率輸出的 0% 至 100% 的全調光範圍。因此，調光電路得以解決由於不同種類之發光負載的不同臨界電壓對於照明裝置與使用者實施調光時所造成的困難。基於簡單的軟體基礎，此設計蓋便可以延伸至兩階安全照明的照明管理，而不用使用複雜的電路。

The present disclosure discloses a method based on microcontroller circuit and software codes to on line automatically detect the time phase of the threshold voltage of a lighting load in each AC half-cycle. This automatic detection capability enables a dimmer circuit of a lighting apparatus to establish a dimmer working range from the self-detected time phase of the threshold voltage of the lighting load. The lighting apparatus can be operated with different types of lighting loads to perform a full dimming range from 0% to 100% of maximum lighting output. Therefore, the dimmer circuit makes possible both the lighting fixtures and the users refrained from dimming difficulties caused by different types of lighting loads with different threshold voltages. The design concept can be extended to manage illuminations in a two-level security light on a simple software basis without resorting to complex electric circuits.

指定代表圖：

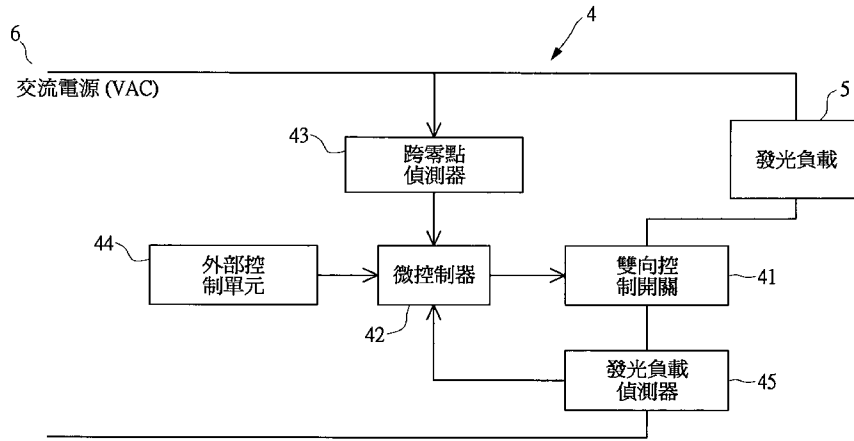


圖5

符號簡單說明：

4 . . . 調光電路

5 . . . 發光負載

6 . . . 交流電源

41 . . . 雙向控制開關

42 . . . 微控制器

43 . . . 跨零點偵測器

44 . . . 外部控制單元

45 . . . 發光負載偵測器

公告本**發明摘要**

※ 申請案號：104130940

※ 申請日：104. 9. 1. 8

※IPC 分類：H05B37/02(2006.01)

【發明名稱】

線上偵測發光負載的臨界電壓的時間相位方法及其照明管理應用

ON LINE AUTOMATIC DETECTION OF THE TIME PHASE OF THE THRESHOLD VOLTAGE OF A LIGHTING LOAD AND ITS APPLICATION IN LIGHTING MANAGEMENT

【中文】

本發明提供一種基於微控制器電路與軟體碼以自動線上偵測發光負載的臨界電壓對應在每一個交流半周的時間相位。此自動偵測能力使照明裝置的調光電路能夠由自動測得的發光負載的臨界電壓的時間相位建立調光工作範圍。照明裝置可以操作於不同種類的發光負載以履行由最大功率輸出的 0%至 100%的全調光範圍。因此，調光電路得以解決由於不同種類之發光負載的不同臨界電壓對於照明裝置與使用者實施調光時所造成的困難。基於簡單的軟體基礎，此設計蓋便可以延伸至兩階安全照明的照明管理，而不用使用複雜的電路。

【英文】

The present disclosure discloses a method based on microcontroller circuit and software codes to on line automatically detect the time phase of the threshold voltage of a lighting load in each AC half-cycle. This automatic detection capability enables a

dimmer circuit of a lighting apparatus to establish a dimmer working range from the self-detected time phase of the threshold voltage of the lighting load. The lighting apparatus can be operated with different types of lighting loads to perform a full dimming range from 0% to 100% of maximum lighting output. Therefore, the dimmer circuit makes possible both the lighting fixtures and the users refrained from dimming difficulties caused by different types of lighting loads with different threshold voltages. The design concept can be extended to manage illuminations in a two-level security light on a simple software basis without resorting to complex electric circuits.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 5 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

4：調光電路

5：發光負載

6：交流電源

41：雙向控制開關

42：微控制器

43：跨零點偵測器

44：外部控制單元

45：發光負載偵測器

【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)

線上偵測發光負載的臨界電壓的時間相位方法及其照明管理應用

ON LINE AUTOMATIC DETECTION OF THE TIME PHASE OF THE THRESHOLD VOLTAGE OF A LIGHTING LOAD AND ITS APPLICATION IN LIGHTING MANAGEMENT

【技術領域】

本發明有關於自動偵測發光負載的電性臨界導通與其應用。

【先前技術】

一般裝設在戶外或室內的可調光裝置包括燈泡與一個調光電路。調光電路是用於控制電燈的發光強度，通常用於省電、營造美觀的氣氛或提供安全照明目的。通常，串聯於交流燈泡與交流電源的調光器是一種導通相角控制電路，由三端雙向可控矽(triac)裝置與一觸發手段所構成。在此領域的調光電路例如美國專利號 5,598,066 所公開的，其中類比電路是用於實現兩階段安全照明燈。此類比的調光器利用三端雙向可控矽裝置，其可以在交流電的正半周與負半周被雙向觸發為導通狀態並持續一段時間。所述導通時間可被觸發時間點管理，就是在此被視為交流半周的導通相角。在這種兩階安全照明燈，三端雙向可控矽裝置控制導通相角以調整流過燈泡的電流在每一個交流半周為長時間或短時間，以對應的讓燈泡發光為高階光強度或低階光強度。一種基於導通相角控制的改進的類比電路版本更由美國專利號 6,225,748 B1 公開，其中利用三端雙向可控矽裝置控制的一個短暫導通時間可以在一個小範圍內連續性地被改變，使得交流燈泡的低階光強度為

可調。

每當使用者要嘗試替換可調光裝置的一個燒毀的交流燈泡時，共通的問題是他須要購買與先前使用完全相同的燈泡；否則，調光功能將無法表現良好，例如燈泡閃爍或燈泡亮度無法利用調光操作而均勻的改變。針對此使用不便的觀點，一種可以對於不同燈泡能相同操作的通用調光器可能是能被高度歡迎的。在這方面的努力如美國專利號 8,198,820 B2，其公開一種調光電路皆可以用於白熾燈與螢光燈。此調光電路使用控制電路以自動偵測是否白熾燈或螢光燈連接於此調光器，然後執行對應的調光工作。但並沒有提到調光電路如何能處理不同品牌的螢光燈泡的臨界電壓不一樣的情形。

先前技術的調光器通常由類比電路構成，如此可能造成系統結構複雜，且基於其硬體本質而缺乏彈性。美國專利號 8,310,163 B2 公開一種數位式調光電路；此電路使用可程式化數位裝置，例如微控制器，以控制三端雙向可控矽裝置的導通相角，以管理燈泡的照明強度。此型先前技術的特點是使用程式碼以控制照明。所以，此電路架構是比類比式的調光器的電路簡單得多。再者，能夠使用程式碼定義的高準確度來達到發光控制。若需要額外的調光功能，它僅需要修改程式碼使得電路硬體能夠維持不變。

圖 1A 表示基於微控制器、利用導通相角控制原理工作的調光器的方塊圖。圖 1A 的調光器 1 包括雙向控制開關 11、微控制器 (MCU)12、跨零點偵測器 13 與外部控制單元 14。雙向控制開關 11 較佳為三端雙向可控矽。對於發光控制，交流燈泡或發光負載 2 是與雙向控制開關 11 以及交流電源 3 串聯。外部控制單元 14 是用以作為使用者和微控制器 12 之間的溝通介面。微控制器 12 與跨零點偵測器 13 構成觸發電路。依據使用者由外部控制單元 14 所傳送的指示，觸發電路在每一個交流半周產生一個觸發信號以打開雙向控制開關 11，以控制每一個交流半周的導通相角或導通

時間。對應於導通時間，透過雙向控制開關 11 傳送平均交流功率至發光負載 2 以產生正比於平均交流功率的光強度。

隨著燈泡科技的進步，調光器的設計可能遇到歸因於依據新技術而製造的不同類型燈泡的不同特性的問題。在技術上，日常使用的燈泡是具有兩個端點的交流電負載。圖 1B 的(a)、(b)與(c)繪示對應於直接接到交流插座的三種非白熾燈，其中每一個都有端點電壓 V 與電流 I 。(a)是旋入式緊湊型螢光燈。(b)是雙端交流發光二極體(ACLED)模組，其具有兩個以相反極性並聯的發光二極體。(c)是旋入式發光二極體燈泡。圖 1B 的(d)繪示旋入式發光二極體燈泡的內建電路。請參照圖 1B 的(c)和(d)，一般而言旋入式發光二極體燈泡由全波整流器 D1-D4 與複數個發光二極體所構成。這些發光二極體彼此串聯接連接到全波整流器的輸出埠 b-b'。全波整流器的輸入埠 a-a'是直接接到交流電源或者透過降壓支路(C1 與 R)連接到交流電源。電容 C2 與稽納二極體 ZD 用以維持施加上到串聯的發光二極體的一個準定電壓。發光二極體如同一般的二極體，需要一個切入電壓(cut-in voltage)以開始導通電流。可以推斷基於如此的二極體特性，需要導通此串聯的發光二極體的臨界電壓是正比於發光二極體的數量。因此，可預期旋入式燈泡的端點電壓 V 除非超過所述臨界電壓，否則串聯的發光二極體是截止並且端點電流 I 是零。類似於臨界電壓所造成的電性導通的表現也可在螢光燈與交流發光二極體模組上得到，儘管它們具有不同的結構。

請參照圖 2，圖 1B 的三種燈泡都可以雙端點的電性元件表示，包括其電性特性分別以圖 2 的(a)及(b)表示。此電性元件有兩個端點 A 與 A'。當在這兩個端點 A 與 A'量測電壓 V 與電流 I 時，此電性元件的電流 I 與電壓 V 呈現非線性關係，如圖 2 的(b)所示。在當端點電壓 V 沿著電壓軸逐漸變化且超出臨界電壓 V_t 時，端點電流 I 大幅的增加。相比之下，若端點電壓是侷限於 $-V_t$ 與 V_t 的

區間，則終端電流 I 是幾乎為零。如此代表交流發光負載具有可導通電流的非線性 I - V 曲線，且只有在交流電壓是大於臨界電壓 V_t 時才導通發光；反之，此發光負載則完全被關閉。新一代的燈泡的臨界電壓 V_t 相當大，例如在交流發光二極體模組與旋入式發光二極體燈泡可能 $V_t > 80V$ 。作為對比，傳統的白熾燈泡具有相對線性的 I - V 特性；其從電壓大於零開始發光。

請參照圖 3，圖 3 顯示詳細考慮到圖 1A 與圖 2 的發光負載的調光操作。波形(a)代表交流電源 3 的正弦交流電壓變化。波形(a)的交流電壓具有振幅 V_m 與半周時間 T 。為了方便說明，只考慮交流電壓的正半周。沿著時間軸，第一跨零點是在 $t=0$ ，且第二跨零點是在 $t=T$ 。假設具有臨界電壓 V_t 的發光負載 2 是透過雙向控制開關 11 連接於交流電源 3，其對應於時間範圍由 $t=0$ 至 $t=t_{D0}$ 之間內是維持截止，其中 $t_{D0}=(T/\pi)\sin^{-1}(V_t/V_m)$ ，不論雙向控制開關 11 是否被觸發。據此， $t=t_{D0}$ 是從第一跨零點開始到交流電壓是等於臨界電壓 V_t 時的時間點；在時間軸上定義的參數 t_{D0} 是臨界電壓 V_t 的時間相位。換句話說，只有在時間從 $t=t_{D0}$ 至 $t=T-t_{D0}$ 之間的電壓超過臨界電壓 V_t 具有足夠的電壓以維持發光負載 2 在導通狀態。類似的描述可以等效的應用於交流電壓的負半周。

圖 3 的波形(b)和(c)代表圖 1A 的微控制器 12 所產生的兩個不同的電壓信號，用以觸發且使雙向控制開關 11 導通。波形(b)是與交流電壓波形(a)同步的脈衝寬度調變(PWM)信號；脈衝寬度調變信號使用高電壓在每一個交流半周打開雙向控制開關 11，使得其具有一個由交流電壓的跨零點起計的時間延遲 t_D 的前緣可被視為是打開雙向控制開關 11 的觸發時間點。雙向控制開關 11 因此有一個以 $T-t_D$ 表示的導通時間，導通時間是可以利用改變每個交流半周的時間延遲 t_D 而被控管的。

因為如圖 1A 所示的串聯連接，發光負載 2 發光的條件是發光負載 2 與雙向控制開關 11 同時導通電流。透過確認圖 3 的波形(a)

與(b)，對於發光負載 2 與雙向控制開關 11 的導通，其具有共通的時間區間。這個時間區間使得脈衝寬度調變信號應該要在限定於 $t_{D0} < t_D < T - t_{D0}$ 的範圍內被產生。交流電功率則能在每一個交流半周的 $T - t_{D0} - t_D$ 時間內有效的透過雙向控制開關被傳送到發光負載。所以，發光負載的發光的功率則依據導通時間 $T - t_{D0} - t_D$ 而決定。在本文中，發光負載的發光強度是可以在每一個交流半周透過改變微控制器電路所產生的脈衝寬度調變信號的時間延遲 t_D 而被控管。

從以上所述，發光負載的臨界電壓 V_t 對於產生脈衝寬度調變信號以同時打開發光負載與控制開關造成了限制。具有臨界電壓 V_t 的發光負載在每一個交流半周具有鄰近於跨零點的兩個非導通區。用於導通相角控制的脈衝寬度調變信號應該要考慮到此兩個非導通區以在技術上維持其前緣是在交流電壓的跨零點之後一個時間延遲 t_D ： $t_{D0} < t_D < T - t_{D0}$ ，以確保穩定的調光操作。此限制已經在美國專利號 8,310,163 B2 公開。因為不同的臨界電壓，對於一個發光負載的調光設計不能對於另一個發光負載產生同樣的操作。通常，一種安全的衡量是忽略 $t_{D0} < t_D < T - t_{D0}$ ，調光設計者故意的用一個很大的時間延遲 t_D ，以減輕任何由臨界電壓造成的影響。例如，圖 3 的波形(b)是脈衝寬度調變信號具有的時間延遲 t_D 大約等於 $T/2$ ，此時的交流電壓值為交流振幅 V_m 是明顯大於臨界電壓 V_t 以確保平穩的調光或使發光負載無閃爍的狀態；在此情況下，發光負載提供全部發光功率的 50% 的光強度。在圖 3 中的波形(c)是一個固定的高電壓，用此方法在交流電壓的每一個交流半周超過臨界電壓 V_t 時讓雙向控制開關 11 與發光負載 2 自動同時導通。在傳統的調光器，電路設計使用如圖 3 的波形(b)與(c)的觸發信號是被廣泛的使用。然而，若精確或特定的發光被要求時，例如可調整的發光強度水平，或在兩個預設水平(軟啟動/軟結束)之間逐漸改變亮度，使得因為由不同的工廠製作的發光負載的

種類或品牌不同而有不一樣的臨界電壓，傳統的調光器將無法成功工作。

簡言之，由發光負載的臨界電壓所造成的非導通區間是調光操作的關鍵。所以，被設計於控制特定品牌的發光負載的調光電路可能在控制其他品牌的發光負載時無法工作良好，因為臨界電壓或其他電性參數的改變。在調光器的設計上，工程師通常使用一個策略以確保三端雙向可控矽裝置可以在交流電壓安全地超過臨界電壓時以一個時間相位被觸發。一個足夠的時間相位緩衝是被設計以適用於不同的燈泡的不同臨界電壓。然而，這種努力可能是站在限制調光能力範圍的成本的基礎上，例如，通常調光範圍是全功率亮度的 50%至 100%。嘗試降低為全功率亮度的 30%或更低的嘗試，可能會造成無法工作或發光負載閃爍。

另一個有關於調光裝置的應用是，引入附加的功能使低階發光亮度與高階發光亮度為可調。兩階亮度管理被公開於美國專利號 5,598,066，其限定於固定的低階亮度，其中低階亮度的氣氛光是自動在黃昏被啟動，且高階亮度是在偵測到行動侵入時被啟用。所述低階亮度是通常由調光器製造者實現接近 50%的全功率亮度。然而，通常此情況的終端使用者是可以對充足的低階亮度作最好的決定，以對應於他們的生活環境，以產生舒適的氣氛與美觀的夜間視野。對於低階的 50%亮度，安全警報功能、美觀的夜間視野與節能的妥協都是無意義的。即使美國專利號 6,225,748 B1 公開一種類比電路以調整低階光亮度，此過時的科技因為類比電路的基本限制而不能精準定義調整範圍。此類比電路對於實現簡單的功能也是相當累贅的。能提供調整低階光亮度或高階光亮度的一種進步的且與先前技術不同的電路解決方案是確實被需要的。

【發明內容】

本發明實施例提供一種通用解決方案基於自動調整的基礎以

讓調光管理適用於任何具有任何發光負載且以交流電為基礎的照明裝置。在此揭露的技術涉及使用具有軟體程式碼的微控制器電路，以線上偵測照明裝置所安裝的發光負載的臨界電壓的時間相位，其中臨界電壓的時間相位是由交流電源的每一個交流半周的臨界電壓在時間軸上的時間位置所定義。利用成功偵測發光負載的臨界電壓的時間相位，精確的可調光範圍可以被建立，以確保平穩的調光工作而沒有閃爍或無法執行的問題。此自動偵測能力允許使用者選擇任何的燈泡用於已安裝的照明裝置，不論是用於第一次使用或者替換需求都毫無限制。

對於任何一個具有交流發光負載的照明裝置造成調光功能失敗的問題，不是歸因於當消費者以來自不同製造商的另一種燈泡替換燒毀的燈泡時而造成臨界電壓的改變，就是歸因為不同的電壓振幅的交流電源，要不然就是因為沒有能力精確的定位複雜的發光負載的臨界電壓的時間相位。若發光負載的臨界電壓的時間相位或時間位置可以線上方式被成功的辨認，則安全的導通區間可以在每一個交流半周被建立，且使得具有程式碼的微控制器可以在此建立的時間範圍內產生適合的具有跨零點時間延遲的觸發信號，以實現全範圍的調光。利用本發明的線上偵測的能力，關於不確定性的臨界電壓所造成的調光失敗的問題可以圓滿的解決。

本發明實施例提供一種線上偵測發光負載的臨界電壓的時間相位的方法，使用在一調光器以成功的控制發光負載的亮度。調光器利用具有程式碼的微控制器以產生在交流電壓的每一個交流半周的時間範圍內具有時間延遲的觸發信號，以控制傳送到發光負載的電功率。此軟體方法是併入微控制器的程式碼以偵測發光負載的臨界電壓的時間相位，藉此建立在交流電壓的每一個交流半周的時間的可靠的調光範圍，以讓調光器實施由 0%至 100%最大光強度的全範圍調光。

根據本發明一實施例，調光電路與交流電源及交流發光負載串聯。此調光電路是配裝於至少有微控制器與發光負載偵測器的其他元件之中，以作為硬體設置，以偵測發光負載，並以監控其電性導通/截止狀態，其中微控制器分析從發光負載偵測器接收到的信號的狀態，且據此執行內嵌於主程式的搜尋子程序(subroutine)，以線上偵測發光負載的臨界電壓的時間相位。此搜尋子程序實現一種搜尋演算，其中疊代計算是配合由發光負載偵測器所接收到的狀態信號而履行。本發明實施例介紹兩個搜尋演算的例子，以演示趨近與辨識在交流電壓的每一個交流半周中發光負載的臨界電壓在時間軸上的時間位置的機制；其一是區域限縮架構，另一是遞增架構。

所述區域限縮架構的疊代計算是被設計用以辨識在交流電壓的每一交流半周在時間軸上介於一上邊界與一下邊界的區域中所隱藏的臨界電壓的時間相位或時間位置。所述上邊界總是關於交流電壓的瞬時大小大於交流發光負載的臨界電壓的時間位置，所述下邊界總是關於交流電壓的瞬時大小小於交流發光負載的臨界電壓的時間位置。此程序以介於零與 $T/2$ 的時間的初始區域作為起始，零是對應於瞬時交流電壓為零的時間點， $T/2$ 是對應於瞬時交流電壓的振幅或是交流電壓的最大強度(T 是交流電源的半周期)。臨界電壓的時間位置是位於初始區域與透過疊代計算程序而更新的後續區域內的某一個位置。微控制器反覆地產生一個具有時間延遲的跨零點時間延遲信號以形成一個較小的後續區域，此時間延遲位於目前區域的中點，其目前區域是利用替換目前區域的下邊界或上邊界的努力而縮短的。而要替換哪一個(上邊界或下邊界)是基於發光負載的反應為導通狀態或截止狀態而決定，發光負載為導通狀態或截止狀態是由從發光負載偵測器接收到的狀態信號而指示。若狀態信號指示發光負載是在導通狀態，其代表所應用的觸發信號的暫時時間延遲是大於臨界電壓的時間相位。微

控制器則以暫時時間延遲替換目前區域的上邊界以形成一個更窄的新區域，且繼續進行搜尋的下一輪。若狀態信號指示發光負載是在截止狀態，其代表觸發信號的暫時時間延遲是小於發光負載的臨界電壓的時間相位。微控制器在此情況將以此暫時時間延遲替換目前區域的下邊界以形成一個更窄的新區域，且繼續進行下一輪的搜尋。利用疊代計算程序的執行，此總是包括由臨界電壓的時間位置所定義的時間相位的區域將會縮小，且此區域的長度(是由上邊界減去下邊界)將在數輪疊代計算後趨近於零。對於此涵蓋區域，一個佔據半周期數個百分比的最小的時間長度可以被呈現，使得當後續區域的時間長度落入此呈現的時間長度時，疊代計算的執行會被終止，且上邊界將被辨識作為發光負載的臨界電壓的時間相位。

此疊代計算的另一個搜尋演算是遞增架構，其逐漸增加觸發信號的時間延遲，以趨近於臨界電壓的時間相位的附近。當搜尋演算的程式碼被執行，微控制器產生具有從一個非零遞增值開始而逐漸增加的時間延遲的一系列的測試觸發信號。當測試觸發信號被啟動，此發光負載偵測器持續監視發光負載的導通/截止狀態。發光負載偵測器傳送可被微控制器辨識的導通/截止狀態信號。微控制器產生具有時間延遲的測試觸發信號，且交替地確認由發光負載所傳送的導通/截止狀態信號。若狀態信號象徵發光負載的截止狀態，第二次搜尋演算的程式碼利用將目前的时间延遲增加一個預設的小增量以增加測試觸發信號的時間延遲。程式碼利用逐漸增加地更新時間延遲以繼續此疊代程序，且交替地確認狀態信號，直到狀態信號象徵發光負載的導通狀態。在微控制器產生具有某時間延遲的一個最終觸發信號時，其造成發光負載偵測器傳送狀態信號以象徵發光負載由截止狀態改變至導通狀態的轉態，此疊代程序停止。此觸發信號的時間延遲是由搜尋演算決定，以作為由交流電壓的跨零時點起算至瞬時交流電壓等於或些

微大於發光負載的臨界電壓的時間點的時間。此最終觸發信號的時間延遲是被參考以作為發光負載的臨界電壓的時間相位。然後此時間相位被存於微控制器的記憶體以更新資料庫，此資料庫被用作在每一個交流半周建立可靠的調光範圍，以控制照明裝置的亮度。這種線上自動偵測發光負載的臨界電壓的時間相位的能力，提升交流發光負載的調光管理的效能及可靠性。

在本發明優選的實施例，以具有線上偵測發光負載的臨界電壓的時間相位的能力而呈現的照明裝置，其可具有與調光電路整合的光感測器與行動感測器，以成為兩階安全照明，使得照明裝置在日落時被光感測器啟動以執行低水平照明模式，且在行動感測器偵測到行動侵擾時暫時切換至高階照明模式。兩階照明是由微控制器的程式碼基於導通相位角的管理而控制，其中交流發光負載的導通程度可以在可調光範圍被調整，調光範圍是由臨界電壓的時間相位建立。據此，低階照明模式的光亮度可以連接至微控制器的外部控制單元控制，利用此方法，導通相角的角度可以隨著被使用者操作的外部控制單元所接收到的指示信號在可調光範圍內連續性地變化。低階照明可以被微控制器配合外部控制單元而自由地調整。外部控制單元扮演使用者和調光電路的介面。使照明裝置包括調光電路的目的不只是為了節能。事實上，調光電路被提供以幫助創造一個照明美學的生活環境。

本發明實施例的照明裝置具有線上偵測發光負載的臨界電壓的時間相位的能力，提供解決歸因為無法精準辨識交流發光負載的臨界電壓的時間相位的所有調光問題的技術基礎。透過本發明實施例的幫助，交流式的發光負載的調光管理已變得更加簡單且可靠。事實上，本發明實施例可以處理任何發光負載包括白熾燈、鹵素燈、緊湊型螢光燈、發光二極體或任何其他具有臨界電壓特徵的光源。經由採取本發明實施例，照明製造商與消費者不需要考慮歸因於不同種類發光負載具有不同臨界電壓的調光問題。對

電子工程師而言，可調光產品的電路設計變為簡單得多，不論電路結構是如何複雜，也不論多少發光負載是如何複雜地連接，本發明實施例的方式可以辨識整體照明系統的臨界電壓的時間相位。成功的偵測臨界電壓的時間相位，致使具有程式碼的微控制器可以自動設定可調光範圍，其中在每一交流半周跨零點時間延遲信號是安全地被產生以觸發發光負載的導通，以執行全範圍調光而避免閃爍的問題。

為使能更進一步瞭解本發明之特徵及技術內容，請參閱以下有關本發明之詳細說明與附圖，但是此等說明與所附圖式僅係用來說明本發明，而非對本發明的權利範圍作任何的限制。

【圖式簡單說明】

圖 1A 是描述傳統的交流發光負載的調光器的操作原理的電路方塊圖。

圖 1B 是表示(a)傳統的旋入式緊湊型螢光燈炮，(b)傳統的交流發光二極體模組，(c)傳統的旋入式發光二極體燈泡，與(d)在(c)的發光二極體燈泡內的電路的示意圖。

圖 2 是表示(a)傳統的雙端交流負載，與(b)在(a)所示的交流負載的非線性 I-V 特性的示意圖。

圖 3 是關於傳統的交流發光負載的調光器的操作的信號波形圖。

圖 4A 是本發明實例提供的以遞增架構搜尋交流發光負載的臨界電壓的時間相位的信號波形圖。

圖 4B 是本發明實例提供的以上邊界/下邊界架構搜尋交流發光負載的臨界電壓的時間相位的信號波形圖。

圖 5 是本發明實例提供的利用線上偵測交流發光負載的臨界電壓的時間相位的調光器的電路方塊圖。

圖 6 是對應於圖 5 的電路方塊的調光電路的電路圖。

圖 7 是對應於圖 6 的調光電路的操作的信號波形圖。

圖 8 是本發明實施例提供的微控制器內嵌的程式碼的一般架構的流程圖。

圖 9A 是本發明實施例提供的基於遞增架構的搜尋演算以線上偵測交流發光負載的臨界電壓的時間相位的流程圖。

圖 9B 是基於上邊界/下邊界架構的搜尋演算以線上偵測交流發光負載的臨界電壓的時間相位的流程圖。

圖 10 是利用線上偵測交流發光負載的臨界電壓的時間相位的方法以實現兩階安全照明燈的電路圖。

圖 11 是利用寫入於圖 10 的微控制器的軟體程式以實現兩階安全照明的流程圖。

圖 12 是利用寫入於圖 10 的微控制器的軟體程式以實現兩階安全照明並以自由模式調整與選擇低階照明的光強度的流程圖。

圖 13A 與圖 13B 是本發明實施例提供的使用線上偵測交流發光負載的臨界電壓的時間相位的方法的調光電路以及使用調光電位計的電路圖。

圖 14A、圖 14B 與圖 14C 是本發明實施例提供的通用調光器的示意圖。

【實施方式】

依據本發明實施例，提供一種線上偵測方法以偵測發光負載的臨界電壓的時間相位。調光電路與發光負載及交流電源串聯，配置有此線上偵測方法以強化調光的功能，使得調光電路具有自動處理能力以自行建立可工作調光資料庫，而不用考慮由發光負載造成的臨界電壓的問題。

重溫交流電壓的波形與考慮到調光電路的觸發信號以執行導通相角控制。請參考圖 4A，其中波形(a)是具有振幅為 V_m 且半周期為 T 的正弦交流(AC)電壓 V_{AC} 。若具有臨界電壓 V_t 的發光負載

是透過調光電路以連接至交流電源，此發光負載在每一個交流半周具有兩個非導通相位區域。例如，在交流正半周，此發光負載從 $t=0$ 至 $t=t_{D0}$ ，以及從 $t=T-t_{D0}$ 至 $t=T$ 沒有導通電流。在此，參數 t_{D0} 是由 $t_{D0} = (T/\pi) \sin^{-1}(V_t/V_m)$ 給予，其是參考於交流電壓在每一個交流半周沿著時間軸變化的臨界電壓的時間相位。波形(c)是觸發信號，較佳的為電壓脈衝，由調光電路產生。觸發信號的前緣具有由在每一個交流半周的交流電壓的跨零點起算的時間延遲 t_D 。此前緣代表觸發的時間，且在此時間發光負載可能被啟動(或稱為導通)。當確認圖 4A 中的波形(a)與(c)的時序，可以推斷：(1) 若 $t_D > t_{D0}$ ，觸發信號產生瞬時交流電壓超過臨界電壓 V_t ，發光負載是導通；(2) 若 $t_D < t_{D0}$ ，觸發信號產生瞬時交流電壓低於臨界電壓 V_t ，發光負載是截止。基於這個觀察，一種線上偵測方法可以被設想以決定發光負載的臨界電壓的時間相位 t_{D0} 。

此線上偵測方法配合內建硬體設置來操作，例如在調光電路內設置電壓或電流感測電路，以在當具有時間延遲 t_D 的觸發信號產生時監視發光負載的電性狀態。此硬體設置在觸發的時間產生狀態信號以指示發光負載的電性狀態是何者；反應於狀態信號，調光電路做決定以適當的方向改變時間延遲 t_D 。在技術上，此時間延遲 t_D 可以配合硬體設置而逐漸移動至時間相位 t_{D0} 的附近。這就像是，當調光電路依序產生具有時間延遲 t_D 的觸發信號以掃過時間相位 t_{D0} 而造成發光負載由截止改變至導通(反之亦然)時，硬體設置可以偵測發光負載在電壓或電流的突然改變。在偵測電性轉態的當下，調光電路可以停止改變時間延遲 t_D ，且可以推斷最新的時間延遲 t_D 是接近於時相位 t_{D0} 。簡言之，藉由調光電路產生觸發信號具有一已知的時間延遲 t_D ，線上偵測方式是由已知的時間延遲 t_D 來估算一未知的時間相位 t_{D0} 的技術。在技術實現上，此線上偵測方法是實施於調光電路，優選的是以軟體基礎配合調光電路所建立的硬體設置。此軟體基礎可以提供具有子程序的程式

碼以履行搜尋演算。此搜尋演算是被設計以透過產生具有時間延遲 t_D 的觸發信號與由硬體設置所傳來的電性狀態信號的反應以找出時間相位 t_{D0} ，是一種引導時間相位 t_D 趨近時間相位 t_{D0} 的方式。軟體實現搜尋演算的更詳細敘述將於本文後續說明。

在本發明實施例的第一個實施例，此線上偵測方法偵測時間相位 t_{D0} 可包括硬體設置與利用遞增架構的搜尋演算，其中觸發信號的時間延遲 t_D 是從交流電壓跨零點單調地增加至接近時間相位 t_{D0} 的未知的時間位置。此搜尋演算是依據遞增架構利用反覆執行程式碼以產生具有時間延遲 t_D 的觸發信號的疊代程序，且利用硬體設置在觸發信號產生時進行檢測發光負載的電性狀態。若電性狀態是截止，此搜尋演算增加一個微小量 Δd 至目前的時間延遲 t_D 。此搜尋演算利用產生具有更新後的時間延遲 $(t_D + \Delta d)$ 的觸發信號以重新開始下一周期的疊代，且再次檢測發光負載的電性狀態。若電性狀態是導通狀態，搜尋演算停止疊代程序並且決定目前的時間延遲 t_D 是作為臨界電壓的時間相位 t_{D0} 。

請參照圖 4A。圖 4A 的插圖(b)顯示解釋遞增架構的時間軸。沿著時間軸，觸發信號的時間延遲 t_D 以由一側以微小量 Δd 單調地增加而接近時間相位 t_{D0} 。在第一疊代循環，此觸發信號的時間延遲 t_D ，被描繪在波形(c)，由 $t_D(1) = \Delta d$ 開始。依據波形(c)和插圖(b)，此時間延遲 $t_D(1) = \Delta d$ 是比時間延遲 t_{D0} 小，使得時間延遲是被更新為 $t_D(2) = 2\Delta d$ ，以重新進行第二循環。若達到完成 n 次疊代循環，發光負載的電性狀態是仍然截止，此時間延遲將被更新為 $t_D(n+1) = (n+1)\Delta d$ 。若在此第 n 次疊代循環，發光負載的電性狀態是被發現為導通狀態，此演算法停止疊代且決定目前的時間延遲 $t_D(n) = n\Delta d$ 作為臨界電壓的時間相位 t_{D0} 。線上偵測時間相位的方法的準確度依賴於在演算法中所選擇的 Δd 量。此 Δd 量是一個預設的因子。如圖 4A 的插圖(b)， $\Delta d = T/N$ ，其中 T 是交流半周期， N 是演算法中的整數，例如 $N=100$ 。此 Δd 量與整數 N 可以是預設的或是由使用

者選擇的，然而本發明並不因此限定。

在本發明實施例的第二個實施例，此用於偵測發光負載的臨界電壓的時間相位 t_{D0} 的線上偵測方法可包括硬體設置與利用下邊界-上邊界架構(或稱為區域限縮架構)的搜尋演算，其中觸發信號的時間延遲 t_D 是逐步調整且交替地由兩側接近時間相位 t_{D0} 的未知時間位置。在此，使用的策略是首先以足夠間隔的兩個邊界圍繞時間相位 t_{D0} 的時間位置，分別對應地參照為下邊界與上邊界，且然後在由下邊界與上邊界計算得到的具有時間延遲 t_D 的觸發信號被啟動時，利用重複地檢測發光負載的電性狀態以逐步窄縮此區間。

為了方便說明，請參照圖 4B。圖 4B 的插圖(b)顯示用以解釋下邊界-上邊界架構的時間軸。圖 4B 的波形(a)與(c)分別代表交流電壓與具有時間延遲 t_D 的觸發信號；對於圖 4B 的波形(a)與(c)的描述是與圖 4A 重複的，在此省略。此搜尋演算是一種疊代程序，依據下邊界-上邊界的架構，利用重複地執行程式碼以產生具有時間延遲 t_D 的觸發信號，且利用硬體設置在觸發信號產生時進行檢測發光負載的電性狀態。在一個疊代循環，此搜尋演算執行程式碼以產生具有延遲時間 t_D 的觸發信號，且檢測發光負載的電性狀態，延遲時間 t_D 從下邊界 t_L 與上邊界 t_H 起算，使得 $t_L < t_D < t_H$ 。沿著時間軸，如圖 4B 所示，上邊界 t_H 優選的為從 $T/2$ 起始， T 是交流半周期，下邊界 t_L 則從零開始，使得由 t_H 與 t_L 所界定的時間位置 t_D 從跨零點起算是較安全的。為了簡單起見，方程式 $t_D = (t_L + t_H)/2$ 是用於疊代計算。對 t_D 的計算是用於在觸發信號產生的時候進行檢測發光負載的電性狀態，並依據 $t_D > t_{D0}$ 或 $t_D < t_{D0}$ 而有區別地替換邊界 t_H 與 t_L 的其中之一，使得 t_L 與 t_H 可被更新。在完成一次疊代循環後，若 t_L 與 t_H 的差異是被發現大於一個預設的值，利用產生具有由更新後的下邊界 t_L 與上邊界 t_H 所計算得到的新的時間延遲 t_D 的觸發信號且再次檢發光負載的電性狀態，此搜

尋演算重新進行下一個疊代循環。若 t_L 與 t_H 的差異是在一個預設值之內，此搜尋演算停止。此疊代計算逐漸緊密地壓縮 t_L 與 t_H 這兩個邊界，使得計算得到的 t_D 趨近於將被判定為時間相位 t_{D0} 的上邊界 t_H 。

為了進一步了解，此基於下邊界-上邊界架構的搜尋演算使用遞迴關係 $t_D(n) = [t_L(n-1) + t_H(n-1)]/2$ ， $n=1, 2, \dots, N$ ，以實現疊代計算，其中 n 代表第 n 次計算且 $t_D(n)$ 是臨時量。再者，與此演算法連結的硬體設置強制確認發光負載的電性狀態。此技術將於後續配合調光電路做說明。經過第 n 次計算之後，對於 t_{D0} 的新邊界是依據以下條件被更新：若 $t_D(n) > t_{D0}$ ，則 $t_L(n) = t_L(n-1)$ 且 $t_H(n) = t_D(n)$ ；若 $t_D(n) < t_{D0}$ ，則 $t_L(n) = t_D(n)$ 且 $t_H(n) = t_H(n-1)$ 。據此， $t_L(n)$ 與 $t_H(n)$ 的新邊界被用於計算 $t_D(n+1) = [t_L(n) + t_H(n)]/2$ 。在 n 次連續的計算之後，下邊界 $t_L(n)$ 與上邊界 $t_H(n)$ 的差異大約以 $1/2^n$ 的速率縮小。最終，當 n 增加，由 $t_L(n)$ 與 $t_H(n)$ 所限定的 $t_D(n)$ 的值趨近於 t_{D0} 的區域，其造成疊代計算的終止。

詳細的說，假設在 $n = 0$ 時 $t_L(0) = 0$ 且 $t_H(0) = T/2$ 以開始疊代計算，其中 T 是交流電壓的半周期。需要注意的是， $t_H(0) = T/2$ 對應於一個瞬時交流電壓值等於振幅 V_m ，其一定大於所考慮的發光負載的臨界電壓。此初始條件可以應用在大多數的發光負載。此疊代計算是進一步由一個規範(criterion)所控制，例如， $0 < t_H(n) - t_L(n) < \delta \cdot T$ ，其中 δ 是一個微小數字。若計算是在 $n=N$ 且當 $0 < t_H(N) - t_L(N) < \delta \cdot T$ 時停止，此搜尋是以 $t_D(N) \approx t_H(N) = t_{D0}$ 的結果完成。此疊代計算如下：

從 $t_L(0)=0$ 以及 $t_H(0) = T/2$ 開始；

$n = 1$ 計算 $t_D(1) = [t_L(0) + t_H(0)]/2$ ；

若 $t_D(1) - t_{D0} > 0$ ，則 $t_L(1) = t_L(0)$ 且 $t_H(1) = t_D(1)$ ；

若 $t_D(1) - t_{D0} < 0$ ，則 $t_L(1) = t_D(1)$ 且 $t_H(1) = t_H(0)$ ；

.....

$n=N$ 計算 $t_D(N) = [t_L(N-1) + t_H(N-1)]/2$;

若 $t_D(N) - t_{D0} > 0$, 則 $t_L(N) = t_L(N-1)$ 且 $t_H(N) = t_D(N)$;

若 $t_D(N) - t_{D0} < 0$, 則 $t_L(N) = t_D(N)$ 且 $t_H(N) = t_H(N-1)$;

.....

此疊代計算是一個收斂過程。一個直截了當的計算可以對它做確認。例如，利用遞迴公式 $t_D(n) = [t_L(n-1) + t_H(n-1)]/2$ 與初始條件 $t_L(0) = 0$ 且 $t_H(0) = T/2$; 且 $t_L(n)$ 朝 $t_H(n)$ 限縮，其以一個規範確認 $0 < t_H(n) - t_L(n) < 0.01 \cdot T$ ，此可以在 $n \geq 5$ 時達成，意思就是在五個疊代循環後結果是 $t_H(5)$ ，此計算可以應用到具有在範圍 $0 < t_{D0} < T/2$ 之內的任意 t_{D0} 的發光負載。

在硬體實現方面，圖 5 是本發明實施例提供的調光電路 4 的電路方塊圖。除了發光負載偵測器 45，此調光電路 4 包括如圖 1A 的功能方塊。對於圖 1A 的說明也可應用於圖 5；對於圖 5 的一般性說明在此則省略。發光負載偵測器 45 可以是電壓或電流感測電路。在電流感測電路的例子，如圖 5 所示，發光負載偵測器 45 串聯雙向控制開關 41、發光負載 5 與交流電源 6。然而，本發明並不因此限定發光負載偵測器的電路結構。發光負載偵測器 45 傳送信號以指示發光負載 5 的電性狀態，據此微控制器(MCU)42 執行程式碼，達到偵測發光負載 5 的臨界電壓的時間相位(t_{D0})的目的。

圖 6 是對應於圖 5 的電路方塊的調光電路的電路圖，而圖 5 的元件符號同樣應用於圖 6。在圖 6 中，調光電路 4 包括雙向控制開關 41(優選的為三端雙向可控矽(triac)T1)、微控制器 42、跨零點偵測器 43、外部控制單元 44 與發光負載偵測器 45。調光電路 4 連接發光負載 5 與交流電源 6，使得發光負載 5、雙向控制開關 41 與發光負載偵測器 45 是為串聯。發光負載 5 是優選得為交流發光二極體(ACLED)模組或旋入式可調光發光二極體燈泡。再者，外部控制單元 44 適用於讓使用者與調光電路通訊，以設定或預設此電路。在調光電路 4 中，外部控制單元 44 可以是連接於微控制器

42 的引腳 P21 的按鍵、紅外線感測器或用於 wi-fi 或藍芽(Bluetooth) 信號的無線接收器。

當外部控制單元 44 被啟動，一個可被微控制器 42 辨識的二位元信號被產生。另外，得自於交流電源 6 的直流電源 46 提供工作電壓 V_{DD} ，優選的是 $V_{DD}=5V$ ，用於電路系統的操作。

請同時參照圖 6 與圖 7，圖 7 顯示關於調光電路 4 的操作的波形(a)-(d)。波形(a)是具有振幅 V_m 與半周期 T 的交流電源 6 的正弦交流電壓。波形(b)是由跨零點偵測器 43 產生的方波。跨零點偵測器 43 包括二極體 D3 及電晶體 Q1，波形(b)的方波是由於電晶體 Q1 分別在交流電壓的正負半周被深度導通與完全截止而產生的。波形(b)傳送交流同步時間參考至微控制器 42 的引腳 P00。波形(c)是微控制器 42 以波形(b)的時間參考而產生的脈衝形式的觸發信號。具有延遲時間 t_D 的觸發信號是由微控制器 42 的引腳 P22 送出，以觸發三端雙向可控矽 T1(雙向控制開關 41)以履行導通相角控制。當三端雙向可控矽 T1 被觸發信號(c)觸發，波形(d)是跨於發光負載 5 的兩端的電壓信號。波形(d)的特徵在於每一交流半周的導通時間 t_{on} ， $t_{on}=T-t_D-t_{D0}$ ，其將觸發的時間點 t_D 與由發光負載的臨界電壓 V_t 所造成的非導通相位區域(由 $t=T-t_{D0}$ 至 $t=T$)納入考慮。

在一實施例中，發光負載偵測器是耦接於發光負載以監視發光負載的電性狀態。在圖 6 中，發光負載偵測器 45 包括與發光負載 5 串聯的電流感測電阻(R1)45a 以及由整流器與一個放大器(A1)構成的拾取電路；拾取電路之放大器的輸出端連接至微控制器 42 的引腳 P23。發光負載偵測器 45 因此利用感測電阻 45a 檢測發光負載 5 的電性狀態，且在三端雙向可控矽 T1 被觸發時傳送感測信號或者狀態信號至微控制器 42。當發光負載在此後被啟動，電流流過感測電阻 45a。此拾取電路就在其放大器輸出端產生一高電壓。此高電壓將被微控制器 42 解讀為位元一。位元一的狀態信號

意味者發光負載 5 是為導通。當發光負載是被截止，無電流在感測電阻 45a 流動。此拾取電路則產生零或接地電壓，其將被解讀為位元零。位元零的狀態信號意味者發光負載 5 是為截止狀態。由發光負載偵測器 45 產生的狀態信號因此是二位元信號。利用參考此二位元信號，微控制器 42 執行程式碼以搜尋發光負載的臨界電壓的時間相位 (t_{D0})，其將於後續解釋。

圖 8 顯示本發明實施例提供的在調光電路 4 中所使用的軟體程式的流程圖。在圖 8 中，流程圖描述調光電路 4 的微控制器 42 內嵌的程式碼的執行；程式碼包括主程式(S4-S9)用於一般調光控制，以及子程序(S3)用於實現發光負載 5 的臨界電壓的時間相位的線上偵測。在流程圖中，每一步驟是被簡要的註解用以理解，例如 t_{D0} 是臨界電壓的時間相位， t_D 是用於導通相角控制的觸發信號的時間延遲，而 T 是交流電壓的半周期時間，可參考圖 7 的波形 (a)與(c)。當調光電路 4 連接交流電源 6 給予電力，微控制器 42 由”微控制器啟動”或重置(S1)開始其程式碼。程式碼進行到”更新 t_{D0} ?”以決定時間相位 t_{D0} 的更新是否需要(S2)。若新的發光負載 5 連接到調光電路 4，此程式碼首先執行線上偵測子程序以決定臨界電壓的時間相位 t_{D0} (S3)，且然後以測得的時間相位 t_{D0} 執行一般調光控制(S4-S9)。反之，程式碼由微控制器的資料庫取回先前的 t_{D0} ，繞過子程序(S3)，且進行一般調光操作(S4-S9)。

在圖 8 中，程式碼基於時間相位 t_{D0} 和交流半周期 T 的資訊建立由不等公式 $t_{D0} < t_D < T - t_{D0}$ 所定義的調光工作範圍(S4)。對於一般調光操作，程式碼由預設時間延遲 t_D 開始，優選的為 $t_D=T/2$ ，以產生觸發信號(S5)。為了產生具有時間延遲 t_D 的觸發信號，此程式碼載入預設 t_D 至一個子程序保留的資料暫存器(S6)。此程式碼產生具有時間延遲 t_D 的觸發信號(S7)，以觸發雙向控制開關 41 且開啟發光負載 5 以發出正比於由時間延遲 t_D 所控制的導通相角的光亮度。再者，若外部控制單元 44 未被啟動(S8)，程式碼以一

迴圈(S7-S8) 履行由時間延遲 t_D 所控制的固定光強度的照明；若外部控制單元 44 被啟動(S8)，程式碼跳出迴圈(S7-S8)並且以一迴圈(S6-S9)更新 t_D (S9)，履行調光控制，以提供由新的時間延遲 t_D 控制的固定光強度的照明。照明控制操作可以在當調光器 4 與交流電源 6 斷開時被停止，且最後操作的 t_{D0} 與 t_D 的數值可以被存入微控制器 42 的資料記憶體，優選的為快閃記憶體(Flash memory)，以重新開始照明管理的下一個周期。

圖 8 的流程圖描述由軟體程式控制的調光電路操作。本發明實施例的優點可以從調光電路工作在自由運行模式時看到。此具有線上偵測臨界電壓的時間相位 t_{D0} 的調光電路可以自動更新適應於所連接的發光負載的調光工作範圍。當調光電路工作在自由運行模式以控制發光負載的發光逐漸由高階至低階(反之亦然)，觸發信號的時間延遲 t_D 是準確的受限於工作範圍 $t_{D0} < t_D < T - t_{D0}$ ，使得光閃爍或調光電路功能無法施行的問題可以被避免。

圖 8 的搜尋子程序(S3)說明線上偵測臨界電壓的時間相位 t_{D0} 的軟體實現方式。此線上偵測方法是基於配合發光負載偵測器(硬體設置)的搜尋演算。如前面所提的，搜尋演算可以利用遞增架構或下邊界-上邊界架構去引導觸發信號的時間相位 t_D 趨近於臨界電壓的時間相位 t_{D0} ，其中引導方式是基於判斷由發光負載偵測器所傳來的狀態信號。詳細的描述如下。

圖 9A 是描繪利用遞增架構以履行搜尋演算的子程序(S3)。此子程序(S3)在判斷方塊”更新 t_{D0} ?”(S2)之後。此搜尋演算是利用重複地執行程式碼以遞增方式產生具有時間延遲 t_D 的觸發信號的疊代程序，且利用發光負載偵測器在觸發信號產生時檢測發光負載的電性狀態。此子程序由載入交流半周期 T 至資料暫存器(S31)開始。微控制器 42 以程式碼由跨零點偵測器 43 產生的交流同步方波獲得交流半周期 T 。交流半周期 T 作為調光操作的時間參考。然後，微小時間量 Δd 是以 $\Delta d = T/N$ 定義(S32)，優選的 $N=100$ 。此

整數 N 可以是由程式設計者預設或者由使用者選擇。 n 儲存於資料暫存器，在疊代程序中被保留。此搜尋演算利用初始化資料暫存器所存的 $n=1$ (S33)以開始。此初始條件 $n=1$ 暗示觸發信號的時間延遲 t_D 由 $t_D=\Delta d$ 而逐漸增加；觸發的時間由時間位置接近交流電壓的跨零點開始。此疊代由步驟” $t_D = n\Delta d$ ”(S34)開始，利用將時間延遲 Δd 載入至保留 t_D 數值的時間延遲暫存器。微控制器 42 以程式碼產生具有時間延遲 t_D 的觸發信號(S35)。在觸發的時候，微控制器 42 以程式碼處理由發光負載偵測器 45 所產生的電性狀態信號。依據此狀態信號，程式碼做決定以導引 t_D 的遞增變化(S36)。若狀態信號被辨識為位元零，其意味發光負載是截止。程式碼產生一個控制位元 $OFF=0$ 。以此控制位元 $OFF=0$ ，搜尋演算以 $n=n+1$ 的遞增方式更新儲存 n 的資料暫存器(S37)，且重新開始疊代的下一個循環(S34)。若狀態信號是被辨識為位元一，其意味著發光負載是為導通。程式碼產生控制位元 $ON=1$ 。以此控制位元 $ON=1$ ，搜尋演算停止疊代循環且儲存時間延遲暫存器的最終數值作為時間相位 t_{D0} ，也就是 $t_D = n\Delta d$ (S38)。發光負載的臨界電壓的時間相位 t_{D0} 是由此線上偵測方法所獲取。時間相位 t_{D0} 與交流半周期時間 T 接著被用於建立調光工作範圍，以適應調光電路所連接的發光負載(S4)。在此之後，程式碼離開搜尋演算(S3)且進行主程式(S4-S9)以用於一般調光管理。

優選地，在程式碼完成線上偵測時間相位 t_{D0} 之後，一種電路設置可以用來停止發光負載偵測器的功能。在圖 6 中，發光負載偵測器 45 包括一個繼電器 45b 跨接於電流感測電阻(R1)45a 的兩端。繼電器 45b 的常態是閉合，亦即感測電阻 45a 的兩端被短路。當程式碼執行線上搜尋演算，微控制器 42 透過其引腳 P24 產生高電壓使電晶體導通電流，於是啟動繼電器 45b 造成開路，則感測電阻 45a 與發光負載 5 及雙向控制開關 41 形成串聯連接，進入檢測發光負載 5 在觸發時的電性狀態。簡言之，當程式碼執行線上

搜尋演算時，繼電器 45b 啟動發光負載偵測器 45 的功能。到搜尋演算結束時，微控制器 42 重設其引腳 P24 至接地電位以閉合繼電器 45b，感測電阻 45a 因此被繼電器 45b 短路，發光負載偵測器 45 的功能被停止。此繼電器 45b 的設計可視為用於節電上的一種選擇，以避免感測電阻 45a 損耗更多的功率。

圖 9B 是顯示利用下邊界-上邊界架構履行搜尋演算的子程序 (S3)。子程序(S3)是在判斷方塊”更新 t_{D0} ?”(S2)之後。搜尋演算是利用重複地執行程式碼以產生由上邊界與下邊界所計算得到的觸發信號的時間延遲 t_D 的疊代程序，且利用發光負載偵測器在嘗試觸發發光負載時交替地檢測其電性狀態。利用此方法，搜尋演算與發光負載偵測器相互作用，觸發信號的時間延遲 t_D 則被引導移動至關於發光負載的臨界電壓的時間相位 t_{D0} 的附近。

在圖 9B，搜尋演算(S3)開始於載入交流半周期 T 至資料暫存器(S31)。交流半周期 T 的意義已在先前解釋。搜尋演算定義資料暫存器，用來儲存 t_L 、 t_H 、 t_D 與 t_{D0} 的暫時值 (S32)。為了進行後續計算，搜尋演算以 $t_L=0$ 與 $t_H=T/2$ 初始化資料暫存器以開始疊代搜尋(S33)。此出示條件為 $t_L=0$ 與 $t_H=T/2$ 意指時間相位 t_{D0} 是被兩個邊界包圍。疊代循環開始於計算 $t_D = (t_L + t_H)/2$ (S34)。微控制器利用程式碼產生具有由下邊界 t_L 與上邊界 t_H 計算得到的時間延遲 t_D 的觸發脈衝(S35)。在觸發的時候，微控制器 42 利用程式碼處理由發光負載偵測器 45 產生的電性狀態信號。依據此狀態信號，程式碼進行判定(S36)。若狀態信號是被識別為位元零，其代表發光負載是為截止。程式碼產生控制位元 $OFF=0$ 。當控制位元是 $OFF=0$ ，搜尋演算以 $t_L=t_D$ 更新儲存 t_L 的資料暫存器，且維持儲存 t_H 的資料暫存器為不變(S365)。在利用預設的規範(criterion)收斂檢查後(S366)，搜尋演算重新開始下一個疊代循環(S34)。疊代計算是分別以由兩個檢查規範(check criteria)的兩個迴圈執行(S362、S366)。在控制位元為 $ON=1$ 的情況，疊代在當 $0 < t_H - t_L <$

0.01·T 時會停止(S362)，其意指 t_H 朝向 t_L 的收縮過程將 t_D 壓縮至 t_{D0} 的值範圍。另一個情況，控制位元為 OFF=0 的情況，疊代會在 $0 < t_H - t_L < 0.01 \cdot T$ 時停止(S366-S367)；若發光負載的電性狀態被偵測且被微控制器正確的識別，此情況的發生很罕見。因此，疊代可以被安全快速地被結束(S362)。在疊代結束時，儲存 t_H 的資料暫存器的最終值被載入至儲存 t_{D0} 的資料暫存器(S363)，也就是 $t_{D0}=t_H$ ，以完成線上偵測。發光負載的臨界電壓的時間相位 t_{D0} 則被此線上偵測方法獲取。時間相位 t_{D0} 與交流半周期 T 是被應用於適應連接於調光電路的發光負載的調光工作範圍(S4)。此後，程式碼離開搜尋演算(S3)且進行主程式(S4-S9)作一般的調光管理。

軟體程式碼的運作，如圖 8、圖 9A 與圖 9B 的流程所顯示，可以配合圖 6 的調光電路 4 與圖 7 的信號波形而輕易被了解。此線上搜尋方法可在基礎架構上附加硬體設置而簡易地實現。在圖 6 中，硬體設置是耦接到發光負載的發光負載偵測器。調光電路利用執行微控制器的程式碼與處理由發光負載偵測器產生的狀態信號作搜尋演算，實現線上偵測方法。本實施例的特別之處是不同搜尋演算的程式碼可以被寫入調光電路的微控制器，以對搜尋過程作最佳化而不改變電路結構。

再者，請參照本發明實施例提供的圖 10。除了增加兩個感測裝置(47、48)與撥動開關 44' 的改變之外，圖 10 具有類似於圖 6 所示的電路元件。此修改並不改變電路的基礎操作。具有改變後的調光電路的照明裝置成為一個兩階安全照明裝置。圖 7 的信號波形(a)-(d)，是用以解釋圖 6 所示的電路的操作，可以同時適用於圖 10 所示的電路。

在圖 10 中，光感應器(CDS)47 與行動感測器 48 是被合併入調光電路 4 中，以用於進階照明管理。因為所接收到的光強度的不同，光感應器(CDS)47 在白天具有低電阻，且在夜間具有高電阻。由電路設置可以看出光感應器(CDS)47 在黃昏啟動電晶體對

Q2-Q3，以提供微控制器 42 所需的直流電壓(V_{DD})46。內建於照明裝置的調光電路 4 則可以利用光感應器(CDS)47 在黃昏自動地被啟動，且在黎明被關閉。在夜間的全部時間，微控制器 42 運行程式碼以控制發光負載 5 發出一種低階強度的氣氛光，且在行動感測器 48 偵測入侵時控制發光負載 5 發出高階強度的暫時性的警示光。據此，照明裝置可以履行由微控制器 42 管理的兩階照明。

請同時參照圖 10 與圖 11，以進一步了解兩階照明的軟體控制。圖 11 顯示寫入於配合行動感測器 48 的且用於控制亮度的微控制器 42 的程式碼的流程。圖 11 的流程圖是對於圖 8 的流程圖增加三個方塊(S10-S12)進行修改，以考慮行動感測器的啟動。在圖 11 中，軟體程式起始於”微控制器啟動”與”更新 t_{D0} ?”(S1-S2)，如同圖 8。其後接著是實施線上偵測方法以找出發光負載 5 的臨界電壓的時間相位 t_{D0} (S3)，或直接取回先前的 t_{D0} ，然後建立調光工作範圍： $t_{D0} < t_D < T - t_{D0}$ (S4)。程式碼預設兩個參數 t_{D1} 與 t_{D2} ，用於兩個不同預設強度水平的亮度控制(S5)，且載入 t_{D1} 與 t_{D2} 至兩個保留給用於產生作為導通相角控制的觸發信號的子程序的資料暫存器(S6)。接著程式碼產生具有時間延遲 t_{D1} 的觸發信號以使發光負載 5 發出呈現第一預設強度水平的光(S7)。兩個控制方塊分別用來監控外部控制單元 44(S8)與行動感測器 48(S10)的啟動。在此兩個單元 44、48(外部控制單元 44 與行動感測器 48)沒有啟動的情況，程式碼進入第一子程序，開始於”產生 t_{D1} 延遲脈衝”(S7)，接著是”外部控制啟動?”(S8)且”行動感測器啟動?”(S10)，若皆為否的情形則回到”產生 t_{D1} 延遲脈衝”(S7)，以產生具有時間延遲 t_{D1} 的觸發信號，使發光負載 5 發出固定的第一階亮度的光，強度是正比於在每一個交流電壓的半周的導通時間 $T - t_{D1} - t_{D0}$ 。從流程圖可以看出第一子程序以第一迴圈(S7-S8-S10)表示。在行動感測器 48 偵測到入侵時，程式碼利用詢問”行動感測器啟動?”且結果為”是”(S10)而跳至第二個子程序，此第二個子程序由步驟”產生 t_{D2}

延遲脈衝”(S11)開始，接著是步驟”是否時間 Δt 結束?”(S12)，若為否則回到”產生 t_{D2} 延遲脈衝”(S11)的步驟以產生具有時間延遲 t_{D2} 的觸發信號，以使發光負載 5 發出固定的第二階亮度的光，強度是正比於在每一個交流電壓的半周的導通時間 $T - t_{D2} - t_{D0}$ 。第二子程序可以一個小的第二迴圈(S11-S12)表示。具有預設第二階光強度的亮度是指持續一個短暫時間 Δt 。在這個 Δt 時間結束後，程式碼判斷”是否時間 Δt 結束?”其結果為”是”以離開第二子程序，且回到第一子程序以產生具有時間延遲 t_{D1} 的觸發信號，使發光負載 5 再次持續發出第一階光強度的光。簡言之，圖 10 所描繪的具有微控制器程式碼的照明裝置可以正常地發出具有第一階光強度的光，且在行動感測器偵測到入侵時發出具有第二階光強度的暫時性的光且持續一段短時間 Δt 。

在本實施例中，圖 11 的流程圖描述程式碼利用兩個以關於 t_{D1} 的第一階光強度與關於 t_{D2} 的第二階光強度為特徵的迴圈履行兩階亮度控制。預設第一階光強度的亮度可以透過使用者手動外部控制單元 44 而被進一步調整或改變。亮度水平是在軟體的基礎上利用改變時間延遲 t_{D1} 而被調整。同時參照圖 10 與圖 11，在當使用者開始手動調整外部控制單元 44 時，程式碼可以利用詢問步驟”外部控制啟動?”與判斷結果為”是”而跳出第一子程序，以進入第三子程序。第三子程序對應於使用者的操作，程式碼由”更新 t_{D1} ”以改變時間延遲 t_{D1} (S9)開始，接著載入新的 t_{D1} 至資料暫存器重覆”將 t_{D1} , t_{D2} 載入子程序”(S6)，然後接著”產生 t_{D1} 延遲脈衝”(S7)，其中產生具有修改後 t_{D1} 的時間延遲的觸發信號。接著，回到”外部控制啟動?”的步驟(S8)以檢查是否使用者仍然操作外部控制單元 44。第三子程序用於調整第一階光強度以構成第三迴圈(S8-S9-S6-S7)。利用操作外部控制單元 44，第三子程序在每一個交流電壓的半周以重複序列執行，對應於使用者的指令在調光工作範圍： $t_{D0} < t_{D1} < T - t_{D0}$ 內持續變動參數 t_{D1} 。具體而言，只要使

用者將他的手放在外部控制單元 44，發光負載 5 的光強度據此持續性地變化。在調整的過程中，使用者以目視方式，跟隨照明亮度的連續性變化來選取適當的光強度水平。當使用者放開外部控制單元 44 以結束第一階光強度的調整時，發光負載 5 發出合使用者意的發光強度水平。之後，微控制器 42 的程式碼依據詢問步驟”外部控制啟動?”且結果為”否”以跳出第三子程序，以回到第一子程序，以控制發光負載 5 發出具有使用者所選擇的且固定的第一階亮度的光。

基於圖 11 的流程圖的兩階照明，第一階光強度優選的為低強度水平，且第二階光強度優選的為高強度水平。對於低強度水平的亮度，時間延遲 t_{D1} 是優選的在範圍： $T/2 < t_{D1} < T - t_{D0}$ 。據此，光強度 50% 的低水平式由具有時間延遲 $t_{D1} \approx T/2$ 的觸發信號控制；光強度為零的低水平是由具有 $t_{D1} \approx T - t_{D0}$ 的觸發信號造成。基於內建震盪器的時鐘脈衝，微控制器可以精準地產生具有時間延遲 t_{D1} 的觸發信號。利用簡單的架構，操作外部控制單元以調整在由程式碼管理的範圍 $T/2 < t_{D1} < T - t_{D0}$ 內的 t_{D1} ，低亮度水平可以由零自由的調整至 50% 光強度。根據本實施例揭露的簡單硬體電路，低亮度水平的可調整性可以因此利用調光電路 4 與圖 8 和圖 11 描述的微控制器程式碼實現。

在圖 11 所描述的程式碼所管理的兩階照明，第二階光強度是優選的為由具有時間延遲 t_{D2} 在範圍 $t_{D0} < t_{D2} < T/2$ 的觸發信號所控制的高強度水平。通常選擇 $t_{D2} \approx t_{D0}$ ，對應於最大導通時間區間 $T - 2t_{D0}$ ，以使發光負載在行動感測器偵測到入侵時發出全功率水平的照明。高強度水平也可由微調 t_{D2} 在範圍 $t_{D0} < t_{D2} < T/2$ 變動而被調整，其中參數 t_{D2} 是由類似於圖 11 所述的第三子程序(S9-S6-S7-S8)的子程序所改變。綜上所述，在本實施例中，亮度水平的調整可以在微控制器履行，簡單的基於產生具有在範圍 $T/2 < t_D < T - t_{D0}$ 與範圍 $t_{D0} < t_D < T/2$ 內可調的時間延遲 t_D 的觸發信號，以分別調

整低階光水平與高階光水平。

再者，請參照圖 10。圖 10 中，對於外部控制單元 44 更增加了撥動開關 44'，以區別在亮度水平調整的高水平與低水平。撥動開關 44' 連接於微控制器 42 的引腳 P20。經由移動撥動開關 44' 的上與下，在引腳 P20 上產生兩個不同的電壓電位。具有程式碼的微控制器 42 掃描引腳 P20 的電位，以實施高或低亮度水平的調整。例如，當撥動開關 44' 被切換向下；在此情況，程式碼產生具有在範圍內 $T/2 < t_D < T - t_{D0}$ 可調的時間延遲 t_D 的觸發信號，以利用外部控制單元 44 調整低階亮度。相反的，當撥動開關 44' 是被切換為向上；程式碼產生具有在範圍內 $t_{D0} < t_D < T/2$ 可調的時間延遲 t_D 的觸發信號，以利用外部控制單元 44 調整高階亮度。

請再參照圖 10。與微控制器 42 連接的外部控制單元 44 可以是觸控面板、紅外線感應器，或符合 wi-fi 或藍芽的無線接收控制信號的無線接收器。在調整亮度水平方面，外部控制單元 44 是作為微控制器 42 與使用者之間的通訊工具。當被使用者操作時，外部控制單元 44 一般產生具有高電壓 V_{DD} 與零電壓的二位元信號。所述二位元信號可以被編碼以成為攜帶信息的信號。例如，二位元信號可以包含一個零電壓，其時間長度長於一個預設時間長度的，以代表一個特定的指令。這種二位元信號形式是由使用者操作外部控制單元 44 產生，可以利用零電壓的時間長度設計成具有特徵的信號格式以代表使用者指令，用於調整亮度水平或選擇微控制器的工作模式。

考慮日常的應用，通常預期照明設備具有對使用者友善的設計，針對照明管理提供給使用者多種工作模式的選擇。在此觀點，微控制器 42 可以解譯由使用者操作外部控制單元 44 所產生的二位元信號，且微控制器 42 利用程式碼履行選擇工作模式以調整照明設備的亮度水平。再者，在本發明實施例中，兩種工作模式可以對應於由外部控制單元所輸出的二位元信號透過程式碼的子程

序履行，此兩模式是：(1)手動調整模式，以自由選擇在 0%至 50%光強度範圍的低階光強度；(2)兩分鐘自由運行模式，用於在兩階安全照明電路啟動且微控制器辨識預設的低階光強度資料失敗時，允許選擇介於 0%至 50%光強度的低階光強度。若在自由運行模式的起始兩分鐘時間內沒有選擇，則微控制器以程式碼自動履行 10%光強度的固定低階照明。在兩階安全照明裝置包含行動感應器，此兩分鐘自由運行模式是被設計以等待行動感應器的熱機。當兩階安全照明裝置是被光感應器啟動時，行動感應器的熱機時間通常是兩分鐘。

在本實施例中，圖 12 是在圖 11 的流程圖插入兩個功能方塊 S51、S52，以描述執行兩分鐘自由運行模式的子程式的範例。在圖 12 中，當使用者操作外部控制單元 44，提供一選項以跳過兩分鐘自由運行模式(S51)。反之，當調光電路 4 被供電時，程式碼自動地執行兩分鐘自由運行模式(S52)。當程式碼執行兩分鐘自由運行模式的子程式，發光負載發出低階光其亮度逐漸由全功率光強度的 0%改變至 50%，且然後由 50%改變至 0%，以完成一個變化周期。使用者可以目視跟隨此低階光強度的變化，且在數個變化周期內作動外部控制單元 44 以選擇一個低階亮度；所選擇的低階照明的資訊則被載入至資料暫存器(S6)。若在自由運行模式的首兩分鐘內沒有做選擇，程式碼載入預設的 t_{D1} 與 t_{D2} 數值(S6)，以產生固定的預設強度的低階亮度。低階照明可以由進行第三子程序(S8-S9-S6-S7)而進一步調整。本實施例利用修改與最佳化程式碼以提供調光設計的彈性。

請再參照圖 10 的包括電源開關 S 與能量儲存電容 EC 的兩階安全照明電路。在外部控制單元 44 之外，可以利用操作電源開關 S 以產生攜帶信息的二位元信號，其具有如下所述的高電壓與零電壓。利用連接於交流電源 6 的電路，外部控制單元 44 獲得供電，在圖 10 中未繪示。若電源開關 S，例如是牆壁開關 7，是被使用

者暫時性的關閉與回復打開，外部控制單元 44 可能因為牆壁開關的關閉-打開操作造成交流電源中斷而暫時性的失去電力，使得在與外部控制單元 44 連接的微控制器 42 的引腳 P21 發生持續時間的零電壓，其時間長度等於交流電源中斷時間。能量儲存電容 EC 的作用是在當交流電源中斷時暫時維持工作電壓 VDD(46)，以使微控制器 42 仍然持續操作。使用者可以因此利用作動外部控制單元 44 或關閉-打開牆壁開關 7 的操作傳送一個包含零電壓的指令信號至微控制器 42。據此，具有持續時間大於預設時間的零電壓的二位元信號被產生，且發生於引腳 P21，可被微控制器 42 識別，以調整光水平或選擇微控制器的工作模式。當照明設備是被安裝於不容易觸及的地方時，使用牆壁開關對管理兩階安全照明是很方便的；使用者可以利用暫時性關閉即回復打開以簡單地操作牆壁開關，也就是說，利用關閉-打開的切換操作，以調整亮度水平或選擇適當的工作模式而不用憑藉外部控制單元。

請參照圖 10 以考慮兩階安全照明電路的結構的變化，其中光感應器(CDS)47 被移除。原先的設計被轉變為具有所保留的行動感應器 48 的兩階照明電路。配有光感應器的兩階安全照明電路是被設計用於戶外照明控制。具有行動感應器的兩階照明電路用於監視人員所佔據房間空間，是適合用做室內照明管理。配有行動感應器 48 的兩階照明調光電路 4，優選的為空間佔用偵測器，其也具有線上偵測能力以偵測發光負載 5 的臨界電壓的時間相位，其是利用連接交流電源被啟動，並且當切斷交流電源時被關閉。當兩階照明電路被啟動，微控制器 42 利用程式碼產生具有第一時間延遲 t_{D1} 的第一觸發信號以觸發雙向控制開關 41 以控制發光負載 5 發出具有低水平光強度的氣氛光，且在行動感應器 48 偵測人員佔用時微控制器 42 利用程式碼產生具有第二時間延遲 t_{D2} 的第二觸發信號以觸發雙向控制開關 41 控制發光負載 5 發出具有高水平光強度的光，以提供房間空間的全功率照明。第一時間延遲 t_{D1}

與第二時間延遲 t_{D2} 是在兩階照明調光電路 4 被供電時，基於由發光負載 5 所獲得的時間延遲 t_{D0} 的資訊而在初始建立在範圍 t_{D0} 至 $T-t_{D0}$ 之內。再者，基於佔用偵測，高階照明可以持續一個預設時間或持續到佔用狀態被改變，一個方式是當預設時間已過或者房間人員離去，高階照明可以被切回至低階照明。此領域的兩階照明電路基於人員的佔用而控制照明，且因此以聰明的方式節省電力。優選的，氣氛光的低階光強度是可由使用者調整以符合使用者需求。

在一實施例中，圖 13A 與圖 13B 顯示基於微控制器配有線上偵測能力的調光電路，其決定發光負載的臨界電壓的時間相位。在圖 13B 中，調光電路 4 是具有連接至發光負載 5 與交流電源 6 的端點 A、B、C 的三線調光器。利用重新設計外部控制單元 44 與發光負載偵測器 45，圖 13B 是圖 6 所示的基礎調光電路的一種變形。沒有感應電阻 45a，二極體對 D6-D7 被用做整合至發光負載偵測器 45 的電流感應裝置。此二極體對具有在導通狀態時小於 0.7V 的最大終端電壓。因此此二極體所消耗的功率可被忽略。再者，外部控制單元 44 是由電位器 44'' 構成。寫在微控制器的程式碼必須據此修改，在此未繪示，以適應此特殊的電位器操作，這是不同於觸控面板或紅外線感應器的。使用者可以利用轉動或滑動電位器 44'' 以調整發光負載在由 $t_{D0} < t_D < T - t_{D0}$ 所定義的全部的調光工作範圍內操作調光電路 4，類似於傳統調光器的方法。

請再參照圖 13A 與圖 13B，為本發明優選的實施例。在圖 13A，對照圖 13B，把開/關切換的功能整合至三線的調光電路 4，因此電源開關 S 可以被去除。這樣，三線的調光電路 4 成為電子式開關，包括調光功能及電源打開-關閉切換的功能。此種功能整合是利用改變微控制器 42 的程式碼。據此，外部控制單元 44 可以是兩級電位器，其中第一級是電位器固定至特定電位，用於產生可被微控制器識別的零電壓以作為第一種信息攜帶信號，且第

二級是持續性的改變電位器的片段，以產生可被微控制器識別的非零電壓以作為第二種信息攜帶信號。反應於的第一種信息攜帶信號，微控制器 42 利用程式碼在引腳 P22 產生零電壓，以關閉三端雙向可控矽裝置 T1(雙向控制開關 41)與發光負載 5。第二種信息攜帶信號代表對於微控制器 42 的指令，以履行打開開關功能。反應於第二種信息攜帶信號，在每一個交流半周，微控制器 42 利用程式碼在引腳 P22 產生具有時間延遲 t_D 的觸發信號，以打開三端雙向可控矽裝置 T1 與發光負載 5。當發光負載 5 被打開，外部控制單元 44 可以進一步被使用者作動，以持續性的產生非零電壓；微控制器 42 在每一個交流半周對應的產生具有在範圍為 $t_{D0} < t_D < T - t_{D0}$ 的時間延遲 t_D 的觸發信號，以履行調光功能。利用併入打開/關閉切換功能，三線的調光電路 4 就是一個可直接附加於交流電源的通用調光器，其可以作打開/關閉(接電/斷電)的切換，並且適用在不同的種類及不同品牌的發光負載的調光，基本上利用線上偵測能力以決定發光負載的臨界電壓的時間相位。

再者，基於圖 13A 與圖 13B 所示的通用調光電路，請參照圖 14A、圖 14B 與圖 14C，其為本發明優選的實施例。在圖 14A 的第一個實施例，本發明的通用調光器是安裝於天花板燈的固定裝置內，其中通用調光器 4A 可以連接不同種類的旋入式燈泡 500A，使得天花板燈的固定裝置成為適用於各種旋入式燈泡的可調光裝置。燈泡 500A 可以是白熾燈(510)、具有較低瓦數的發光二極體燈泡(520)，或具有較高瓦數的發光二極體燈泡(530)。對於天花板的固定裝置，通用調光器 4A 具有外部控制單元 44(圖 14A 未繪示，參照圖 6)優選的配裝有無線/紅外線接收器，以接收 wi-fi、藍芽或紅外線信號，以用於打開/關閉切換及調光控制。用此方法，即使不同種類的發光負載的臨界電壓不同，或者是不同瓦數的發光二極體，所述之天花板的固定裝置總是透過使用者操作遙控單元 44A 以實現調光工作。圖 14B 是通用調光裝置的第二個例子，

其安裝於內嵌燈的固定裝置，其中通用調光器 4B 是連接於加裝的不同種類的旋入式燈泡 500B、或不同瓦數的發光二極體燈泡(例如圖 14B 所示的低瓦數的發光二極體燈泡 540、高瓦數的發光二極體燈泡 550，或鹵素燈泡 560)，以透過使用者操作遙控單元 44B 以實現打開/關閉及調光工作。圖 14C 是第三實施例，具有本發明的通用的調光電路 4 以及與其整合的牆壁開關(或電源開關)7，以成為智慧型開關 4C。此連接至旋入式燈泡 500C(其可以是圖 14C 所示的低瓦數的發光二極體燈泡 540、高瓦數的發光二極體燈泡 550 或鹵素燈泡 560) 的智慧型開關 4C，能夠基於交流電發光負載 500C 的臨界電壓特徵，實施打開/關閉切換控制與調光控制。

復請參照圖 14C，本發明優選的智慧型開關 4C 更可經由程式碼的設計整合(一)打開/關閉切換控制，(二)調光控制，及(三)延時關燈控制等至少三種功能於微控制器的軟體程式之內，使成為一多功能的智慧型電子開關。據此，與微控制器連接的外部控制單元 44C(圖 14C 未繪示，參照圖 6)經由使用者的啟動產生至少三型攜帶信息的信號，指示微控制器履行至少三種功能的選擇及操作。外部控制單元 44C，例如圖 14C 延伸的圖示，其外觀可以是一個面板，上面配置外部控制單元的元件，包括一個按鈕 441 以作動發光負載 500C 的打開/關閉切換及調光，一個與按鈕 441 同軸的轉環 442 作為時間設定的裝置，以旋轉方式預先設定延時關燈的時間，及一個 LED 顯示器 443 以自動顯示打開/關閉及調光的狀態。依據程式碼的流程(在此省略敘述)，短暫作動按鈕 441，例如每次約為一秒做按下/鬆開的動作，產生第一型的攜帶信息的信號指示微控制器以交替方式打開或關閉發光負載 500C。當短暫作動按鈕 441 打開發光負載 500C 後，使用者持續按下按鈕 441 不放開，依據這種持續按下按鈕產生第二型的信息攜帶的信號，則是調光(參考圖 11 的流程圖：“外部控制啟動?”及“更新 t_{D1} ”)。在調光控制，微控制器的程式碼以自由運行模式實施調光動作，發

光負載 500C 的光強度持續性地作漸強或漸弱的變化，使用者以目視方式選擇發光負載 500C 的光強度，在合意的光強度出現時鬆開按鈕 441 以完成調光操作。當短暫作動按鈕 441 關閉發光負載 500C 時，微控制器的程式碼解讀為第三型的攜帶信息的信號以履行關燈的控制，智慧型開關 4C 依據轉環 442 所預先設定的延時時間以不同的方式關燈，例如，預設延時時間 0 秒的情形是在按下按鈕瞬時關燈，在預設延時時間 30 秒(30s)或 5 分鐘(5min)是在按下按鈕光強度瞬時減弱至全功率的 30%(或一適合的設定值)，再恢復為全功率光強度並且持續 30 秒或 5 分鐘後完全關燈。當使用者作動按鈕 441 的同時，LED 顯示器 443 分別以單點亮光(ON/OFF)或長條亮光(DIMMING)顯示打開/關閉的狀態或調光的程度。圖 14C 所圖示之外部控制單元 44C 的面板上元件的排列可以有其他式樣，並且面板上面所配置的元件也可以是其他合適的元件，本發明並不設限於此。

綜上所述，本發明實施例關於通用調光電路，以微控制器建構且整合軟體技術，使得調光電路可以線上偵測與調光電路連接的發光負載的臨界電壓的時間相位。此線上偵測方法使用由程式碼所執行的搜尋演算，配合硬體設置以監視發光負載的電性狀態。調光電路利用此線上偵測方法以自動更新臨界電壓的時間相位的資料庫，調光工作範圍可以依此被建立。調光電路可以相容於任何連接於此調光器的發光負載，例如白熾燈、旋入式緊湊型螢光燈、交流發光二極體(ACLED)模組，或旋入式可調光發光二極體燈。本實施例也提供設計兩階安全照明的設計基礎，其低階亮度水平可在由發光負載的臨界電壓的時間相位決定的範圍內調整。因此，使用者可以自由地在全功率光強度的 10%~50%之間調整低階亮度水平，以產生舒適的低階亮度。由流明測得的可替換的可調範圍可以對使用者更為有用。例如，當同時用於美學的夜間視野與安全警報功能，可調整的低階可以被設計為 0~700 流明

的有意義的範圍，而不是的最大容量的固定的百分比，如此可避免低階兩度是尷尬得過亮的情況。本發明之實施例所揭示的線上偵測發光負載之臨界導通的方法，其工程意義是在建立可靠的調光範圍，且可精準的利用軟體程式實施照明管理，提供使用者所需要的一種友善的照明裝置設計。據此，不必以複雜的電路硬體，運用微控制器技術實現人性化的調光解決方案是可行的。依此，通用的調光器可以被建構以適用於不同種類與品牌的發光負載。

以上所述僅為本發明之實施例，其並非用以侷限本發明之專利範圍。

【符號說明】

1：調光器

2、5：發光負載

3、6：交流電源

11、41：雙向控制開關

12、42：微控制器

13、43：跨零點偵測器

14、44：外部控制單元

I：電流

V、 V_{DD} 、VAC：電壓

LED：發光二極體

C1、C2、EC：電容

R、R1、R4、R5、R6：電阻

D1、D2、D3、D4、D6、D7：二極體

a、a'：輸入埠

b、b'：輸出埠

ZD、Dz：稽納二極體

A、A'、B、C：端點

V_t：臨界電壓

V_m：振幅

T：半周時間

t_D、t_{D1}、t_{D2}：時間延遲

t_{D0}：時間相位

t_{on}：導通時間

Δd：微小量

N：整數

t_H：上邊界

t_L：下邊界

4：調光電路

45：發光負載偵測器

P10、P00、P20、P21、P22、P23、P24：引腳

46：直流電源

Q1：電晶體

T1：三端雙向可控矽

45a：感測電阻

A1：放大器

7：牆壁開關

S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7、S8、S9、S31、S32、S33、
S34、S35、S36、S37、S38、S361、S362、S363、S365、S366、
S367、S10、S11、S12、S51、S52：步驟流程

45b：繼電器

44'：撥動開關

44''：電位器

Q2、Q3：電晶體

47：光感應器

48：行動感測器

Δt : 時間

500A、500B、500C : 旋入式燈泡

510 : 白熾燈

560 : 鹵素燈

520、530、540、550 : 發光二極體燈泡

44A、44B : 遙控單元

4A、4B : 通用調光器

4C : 智慧型開關

44C : 外部控制單元

S : 電源開關

TS : 開關

441 : 按鈕

442 : 轉環

443 : LED 顯示器

PWM : 脈衝寬度調變信號

申請專利範圍

1. 一種線上偵測方法，偵測連接一交流電源的一發光負載的臨界電壓的一時間相位，該方法包括：

利用一具有程式碼的一微控制器履行的一搜尋演算，在每一個交流半周利用疊代計算以逐漸逼近與辨識該發光負載的臨界電壓的該時間相位；

一硬體設置，耦接該發光負載，產生一狀態信號以指示該發光負載的電性導通/截止狀態；以及

該微控制器，控制該發光負載的一導通相角，且因應該硬體設置的該狀態信號而執行程式碼以履行該搜尋演算；

其中，該微控制器依次產生具有一時間延遲的一觸發信號，該時間延遲在每一個交流半周的交流電壓的跨零點起計，其中在產生該觸發信號時，該硬體設置產生該狀態信號至該微控制器以指示該發光負載的電性導通狀態或電性截止狀態，其中該微控制器處理來自該硬體設置的該狀態信號，且據此執行程式碼以履行該搜尋演算，其中該微控制器產生具有該時間延遲的該觸發信號，使得該觸發信號的該時間延遲由該搜尋演算所調整，該搜尋演算隨著該狀態信號以疊代方式得到該發光負載在每一個交流半周的臨界電壓的該時間相位或時間位置。

2. 根據請求項第 1 項之線上偵測方法，其中該搜尋演算為一疊代程序，以產生具有由相位時間增量的一預設量開始的該時間延遲的該觸發信號，然後在每一個交流半周逐步增加該時間延遲；其中在一疊代循環中當具有該時間延遲的該觸發信號被產生，且若該狀態信號指示該發光負載為電性截止狀態，該搜尋演算將相位時間增量的該預設量加至該時間延遲以更新該觸發信號的該時間延遲，然後繼續該疊代程序的下一循環以產生另一個具有更新後的該時間延遲的該觸發信號；其中在該疊代循環，當該觸發信號被產生，且若該狀態信號指示該發光負載為電性導通狀態，該搜

尋演算結束該疊代程序並且推斷最新的該時間延遲是該發光負載的臨界電壓的該時間相位。

3. 根據請求項第 2 項之線上偵測方法，其中該觸發信號的該時間延遲具有初始為 T/N 的相位時間增量的該預設量，其中 T 是交流半周時間， N 是整數，然後在每一個交流半周中該時間延遲依據該狀態信號而逐步增加，使得該時間延遲是表示為 $n(T/N)$ ，其中 n 是疊代的序數， $n=1, 2, 3\dots$ 。

4. 根據請求項第 1 項之線上偵測方法，其中該搜尋演算為一疊代程序以產生介於一下邊界與一上邊界的該時間延遲的該觸發信號；其中在一疊代循環中當具有該時間延遲的該觸發信號被產生，且若該狀態信號指示該發光負載為電性截止狀態，該搜尋演算以該觸發信號的該時間延遲更新該下邊界且保持該上邊界不變，然後繼續該疊代程序的下一循環以產生具有介於更新後的該下邊界與不變的該上邊界之間的該時間延遲的該觸發信號；其中在該疊代循環，當該觸發信號被產生，且若該狀態信號指示該發光負載為電性導通狀態，該搜尋演算保持該下邊界不改變，且以該觸發信號的該時間延遲更新該上邊界，然後繼續該疊代程序的下一循環以產生具有介於不變該下邊界與更新後的該上邊界之間的該時間延遲的該觸發信號；其中該搜尋演算藉由該上邊界與該下邊界所限縮的區域的預設的最小範圍進行收斂確認以結束該疊代程序，且推斷最新的該上邊界為該發光負載的臨界電壓的該時間相位。

5. 根據請求項第 4 項之線上偵測方法，其中在該疊代程序的第一循環，該下邊界是設為零，且該上邊界是設為 $T/2$ ，其中 T 是交流半周時間。

6. 根據請求項第 4 項之線上偵測方法，其中在該疊代程序的每一循環，該觸發信號的該時間延遲是由該下邊界與該上邊界的平均值計算得到。

7. 一種調光電路，串聯一發光負載與一交流電源，具有線上偵測方法以偵測發光負載的臨界電壓對應在交流半周的一時間相位，該調光電路包括：

一雙向控制開關，串聯該發光負載；

一跨零點偵測器，用以由該交流電源產生一交流同步信號；

一微控制器，電性耦接該跨零點偵測器，利用程式碼產生具有一時間延遲(t_D)的一觸發信號以履行導通相角控制，該時間延遲(t_D)在每一個交流半周由該交流電源的交流電壓的跨零點起計，以觸發該雙向控制開關；

一外部控制單元，電性耦接該微控制器；以及

一發光負載偵測器，連接該微控制器且耦接該發光負載，以產生一狀態信號以指示該發光負載的電性導通/截止狀態；

其中，當該調光電路由該交流電源啟動時，該微控制器以程式碼由該跨零點偵測器獲得該交流電源的該交流電壓的該交流半周的時間 T ，並且以程式碼履行一搜尋演算，以偵測連接調光電路的該發光負載的臨界電壓的該時間相位(t_{D0})，其中該微控制器以程式碼產生具有該時間延遲的該觸發信號，其中該觸發信號的該時間延遲是，以疊代方式，由隨著來自該發光負載偵測器的該狀態信號而履行的該搜尋演算所調整，以沿著每一個交流半周的時間軸逼近該時間相位(t_{D0})；其中該交流半周時間(T)與所偵測的該臨界電壓的該時間相位(t_{D0})是用以建立一調光工作範圍，該調光工作範圍由具有介於 t_{D0} 與 $T - t_{D0}$ 的該時間延遲(t_D)的該觸發信號所定義；其中該調光電路以該調光工作範圍履行調光，其中所述調光是由使用者操作的該外部控制單元所控制。

8. 根據請求項第 7 項之調光電路，其中使用者利用啟動該外部控制單元以操作該調光電路，該微控制器在一自由運行模式以程式碼履行調光，使得該觸發信號的該時間延遲(t_D)在該調光工作範圍之內而進行變化，該時間延遲以 $t_{D0} < t_D < T - t_{D0}$ 所定義，該發光

負載發出逐漸變化強度的光，光強度由高水平至低水平，反之亦然；其中一光強度是由操作該外部控制單元以在一需求光強度出現時停止該自由運行模式而被選定。

9. 根據請求項第 7 項之調光電路，其中該外部控制單元是產生具有一零電平和一高電平的二位元信號送至該微控制器的一觸控面板、一紅外線感應器、一 wi-fi 信號接收器、一藍芽信號接收器或一按鍵。

10. 根據請求項第 7 項之調光電路，其中該發光負載偵測器是一電流偵測電路，包括與該發光負載、該雙向控制開關以及該交流電源串聯的一電阻。

11. 根據請求項第 7 項之調光電路，其中該發光負載是一交流發光二極體模組、一可調光發光二極體燈、一旋入緊湊型螢光燈或一白熾燈。

12. 根據請求項第 7 項之調光電路，其中該雙向控制開關是一三端雙向可控矽裝置。

13. 根據請求項第 7 項之調光電路，其中該外部控制單元是提供有旋鈕或線性滑塊的電位計。

14. 一種兩階安全照明電路，串聯一發光負載與一交流電源，具有線上偵測方法以線上偵測發光負載的臨界電壓的時間相位，該兩階安全照明電路包括：

一調光電路包括：

一雙向控制開關，串聯該發光負載；

一跨零點偵測器，用以由該交流電源產生一交流同步信號；

一微控制器，電性耦接該跨零點偵測器，利用程式碼產生具有一時間延遲(t_D)的一觸發信號以履行導通相角控制，該時間延遲(t_D) 在每一個交流半周由該交流電源的交流電壓的跨零點起計，以觸發該雙向控制開關；

一外部控制單元，電性耦接該微控制器；以及
一發光負載偵測器，連接該微控制器且耦接該發光負載，
以產生一狀態信號以指示該發光負載的電性導通/截止狀態；
以及

一行動感測器，電性耦接該調光電路，偵測侵擾；

其中，該微控制器配合該發光負載偵測器以程式碼履行一搜尋演算線上自動獲得該交流半周的時間 T 與該發光負載的臨界電壓的該時間相位 t_{D0} ；

其中，該交流半周時間 T 與該臨界電壓的時間相位的資訊是用於建立用於導通相角控制的一工作範圍；

其中，該微控制器以程式碼產生具有一第一時間延遲的一第一觸發信號以觸發該雙向控制開關而控制該發光負載產生具有一第一階光強度的一氣氛光，且當該行動感測器偵測到侵擾時該微控制器以程式碼產生具有一第二時間延遲的一第二觸發信號以觸發該雙向控制開關而控制該發光負載產生具有一第二階光強度的一警示光，其中該第一時間延遲與該第二時間延遲是在由該交流電源供電給該兩階安全照明電路時被初始建立的 t_{D0} 與 $T - t_{D0}$ 之間的範圍內。

15. 根據請求項第 14 項之兩階安全照明電路，更包括：

一光感應器，電性耦接該調光電路，在黃昏致能該調光電路的操作，且在黎明禁能該調光電路的操作，其中該兩階安全照明電路在黃昏被該光感應器啟動且持續整夜的時間，且該兩階安全照明電路在黎明被該光感應器關閉。

16. 根據請求項第 14 項之兩階安全照明電路，其中該第一階光強度是一低水平強度，且該第二階光強度是一高水平強度。

17. 根據請求項第 14 項之兩階安全照明電路，其中該發光負載的該第一階光強度是由使用者操作的該外部控制單元所啟動而可調；其中該微控制器以程式碼在一自由運行模式履行光強度調

整，使得該第一觸發信號的該第一時間延遲 t_{D1} 是在一第一範圍之內而進行變化，該第一範圍以 $T/2 < t_{D1} < T - t_{D0}$ 所定義，該發光負載以逐漸改變的第一階光強度發光；其中該第一階光強度是由操作該外部控制單元以在一需求第一階光強度出現時停止該自由運行模式而被選定。

18. 根據請求項第 14 項之兩階安全照明電路，其中該發光負載的該第二階光強度是由使用者操作的該外部控制單元所啟動而可調；其中該微控制器以程式碼在一自由運行模式履行光強度調整，使得該第二觸發信號的該第二時間延遲 t_{D2} 是在一第二範圍之內而進行變化，該第二範圍以 $t_{D0} < t_{D2} < T/2$ 所定義，該發光負載以逐漸改變的第二階光強度發光；其中該第二階光強度是由操作該外部控制單元以在一需求第二階光強度出現時停止該自由運行模式而被選定。

19. 根據請求項第 14 項之兩階安全照明電路，其中該外部控制單元是產生具有一零電平和一高電平的二位元信號送至該微控制器的一觸控面板、一紅外線感應器、一 wi-fi 信號接收器、一藍芽信號接收器或一按鍵。

20. 根據請求項第 14 項之兩階安全照明電路，其中該發光負載是一可調光發光二極體燈。

21. 根據請求項第 14 項之兩階安全照明電路，其中該第一階光強度是由使用者操作的該外部控制單元調整，其中調整該第一階光強度是被該微控制器配合該外部控制單元以程式碼履行為兩個工作模式，該兩模式是

(1) 一手動調整模式，以選擇在 0%至 50%光強度範圍的該第一階光強度；以及

(2) 一自由運行模式，用於在該兩階安全照明電路啟動且該微控制器辨識預設的低階光強度資料失敗時，在一預設的啟動短時間內允許選擇介於 0%至 50%光強度的該第一階光強度；其中若在

該自由運行模式的時間內沒有選擇，則該微控制器以程式碼自動履行預程式階光強度以作為預設，且當偵測到侵擾時該兩階安全照明電路暫時性地切換至具有 100%光強度的該第二階光強度。

22. 根據請求項第 21 項之兩階安全照明電路，其中一牆壁開關被提供以串聯至該交流電源與該兩階安全照明電路，該牆壁開關藉由暫時性關閉與回復而操作以調整該第一階光強度。

23. 一種與電源開關及通用調光器整合的智慧型開關，該智慧型開關具有線上偵測方法以偵測連接一交流電源的一發光負載的臨界電壓的一時間相位，該智慧型開關包括：

- 一微控制器，具有程式碼；以及

- 一外部控制單元，耦接至該微控制器，由使用者操作以產生至少兩型可被該微控制器識別的信息攜帶信號；

其中，該第一型信息攜帶信號指示該微控制器履行打開/關閉切換功能以打開/關閉該發光負載；其中該第二型信息攜帶信號指示該微控制器於打開該發光負載時，該微控制器以程式碼配合一硬體設置立即偵測所電性連接的該發光負載的臨界電壓的時間相位並且據此建立可與所連接的該發光負載匹配的一可調光範圍，其中該第二型信息攜帶信號更指示該微控制器履行調光功能以變化該發光負載的發光強度由零或者一個預設水平強度到全功率發光。

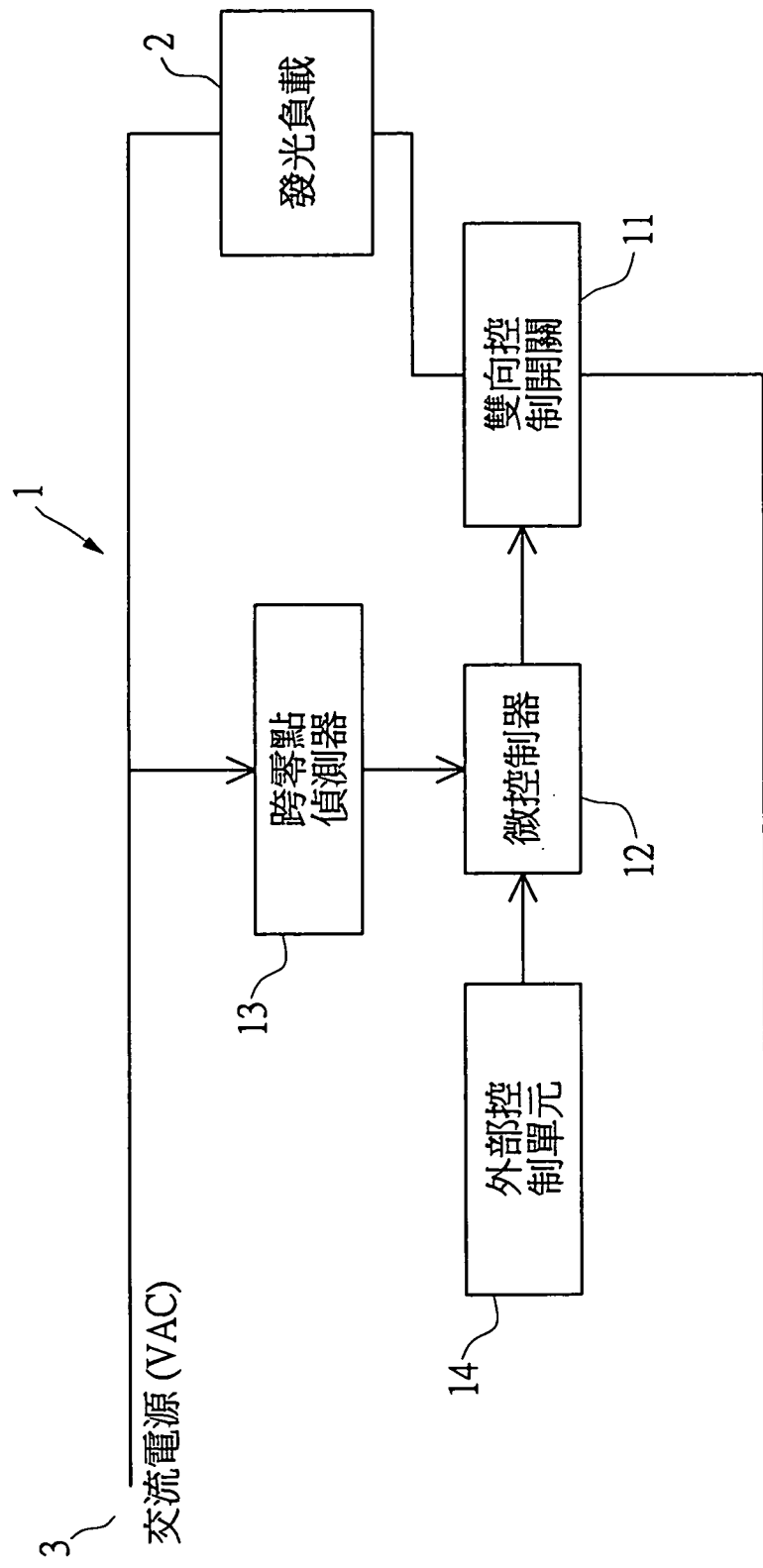
24. 根據請求項第 23 項之一種與電源開關及通用調光器整合的智慧型開關，該外部控制單元經由使用者的作動關閉發光負載時復產生一第三型信息攜帶信號，指示該微控制器履行延時關燈控制以瞬時關閉發光負載的發光，或者瞬時降低發光負載的發光強度再恢復為全功率光強度並且持續一段預先設定的時間後關燈。

25. 根據請求項第 24 項之一種與電源開關及通用調光器整合的智慧型開關，其中該外部控制單元包括：

一按鈕經由使用者的作動分別產生該第一型信息攜帶信號，或該第二型信息攜帶信號，或該第三型信息攜帶信號以履行發光負載的打開/關閉切換，或調光，或延時關燈之控制；

一時間設定裝置由使用者操作以預先設定該延時關燈的時間；以及

一發光二極體顯示器以分別顯示打開/關閉及調光的狀態。



圖式

圖1A

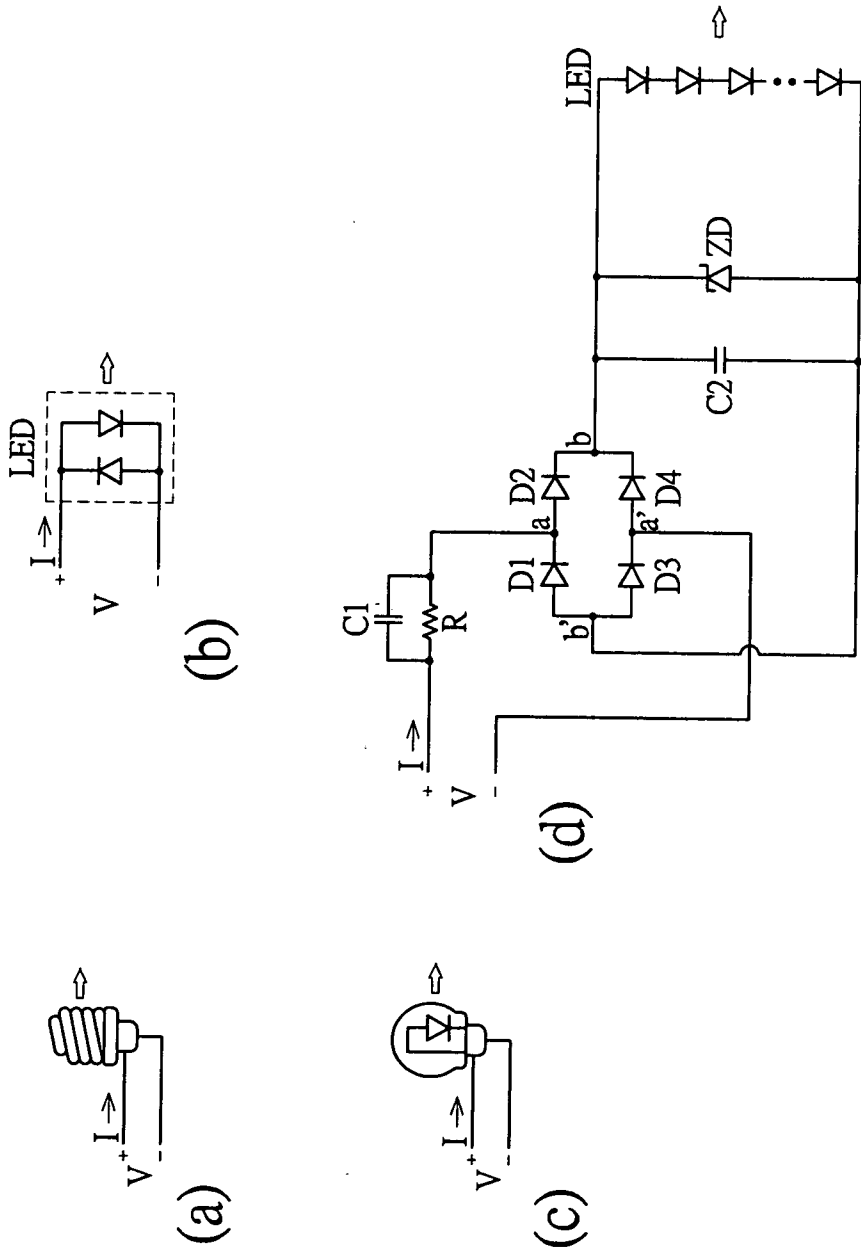
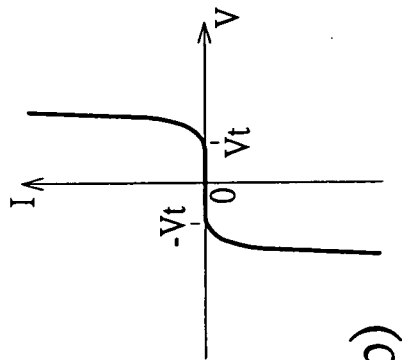
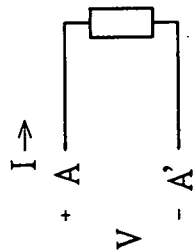


圖1B



(b)



(a)

圖2

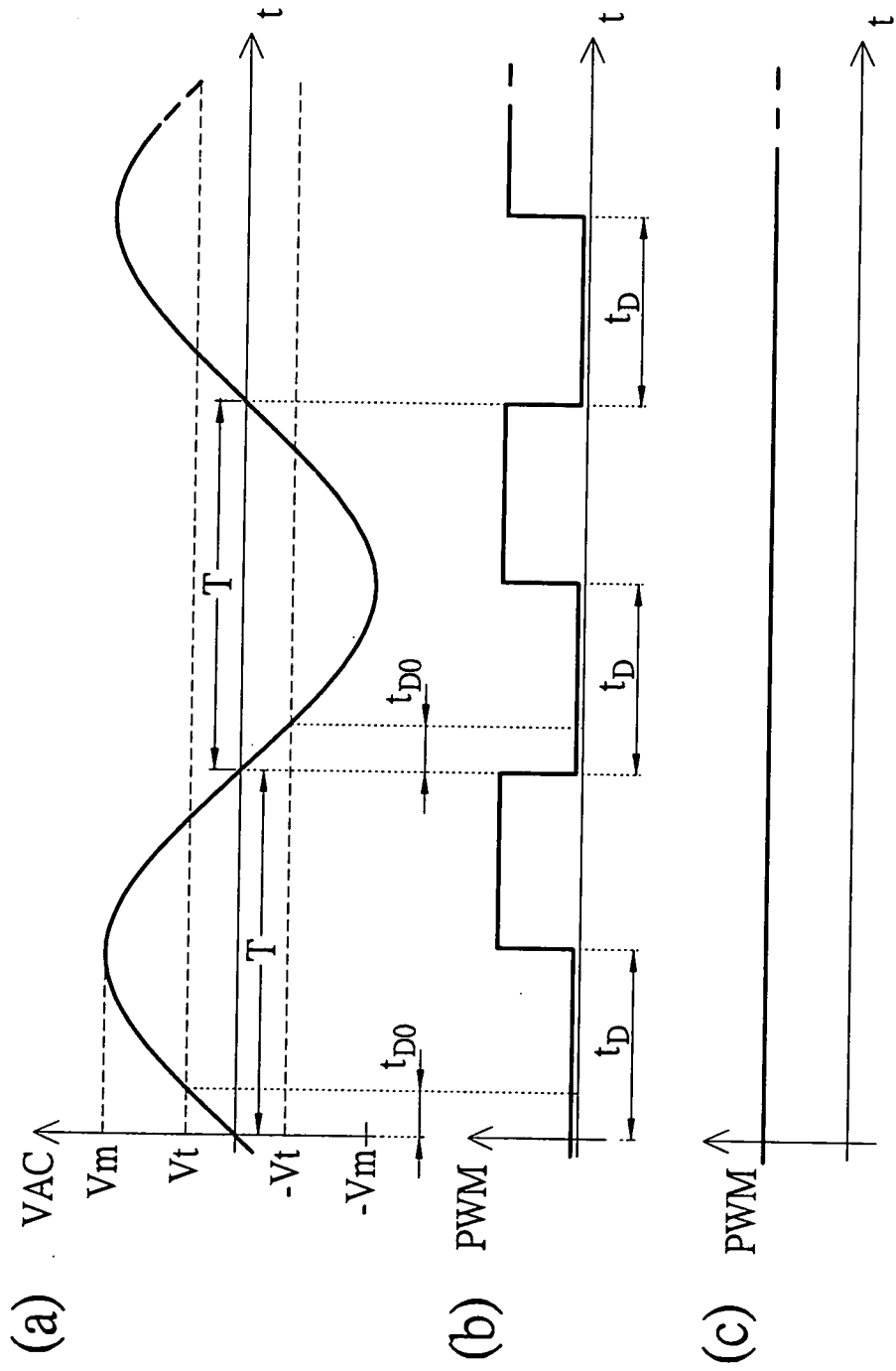


圖3

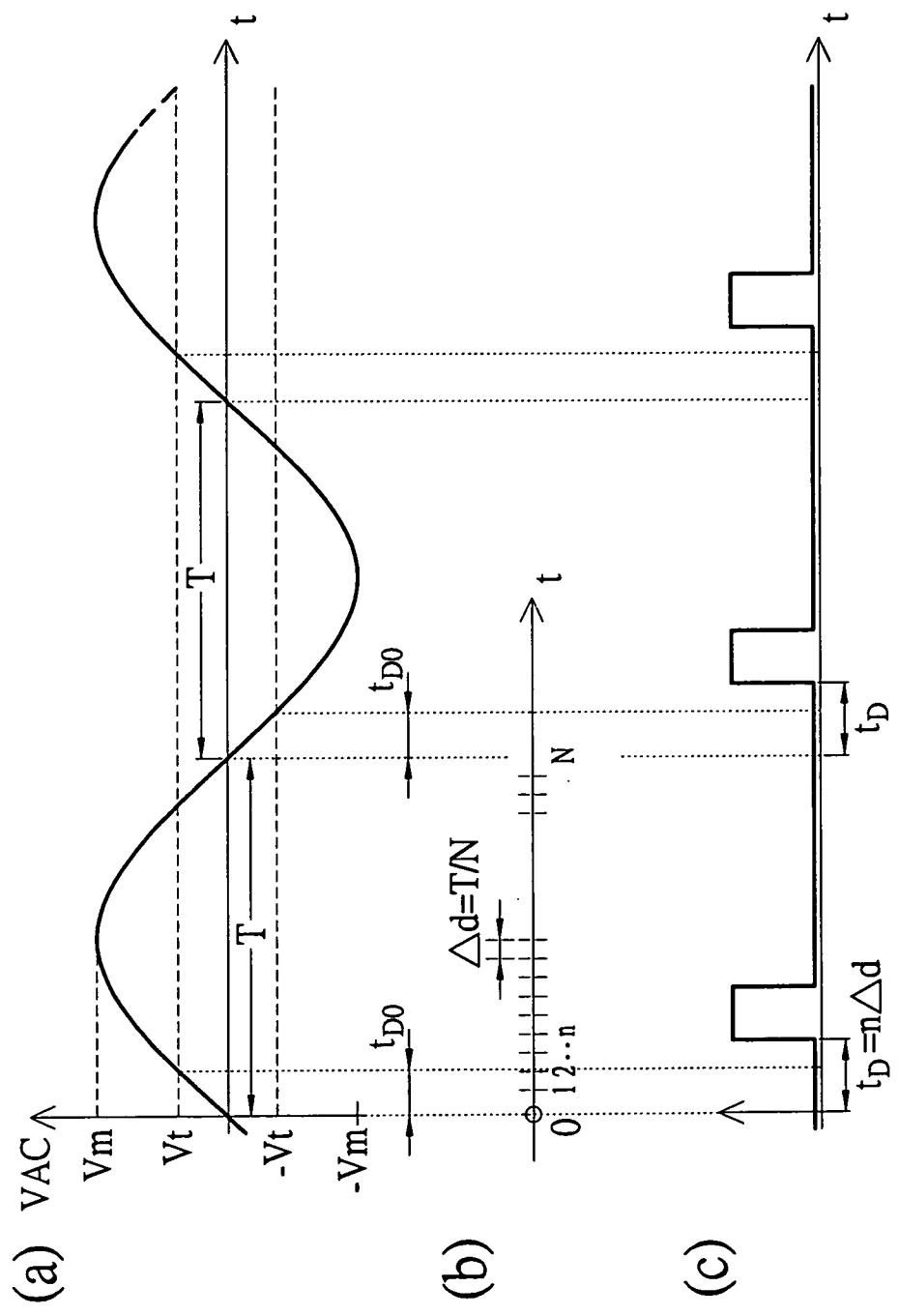


圖4A

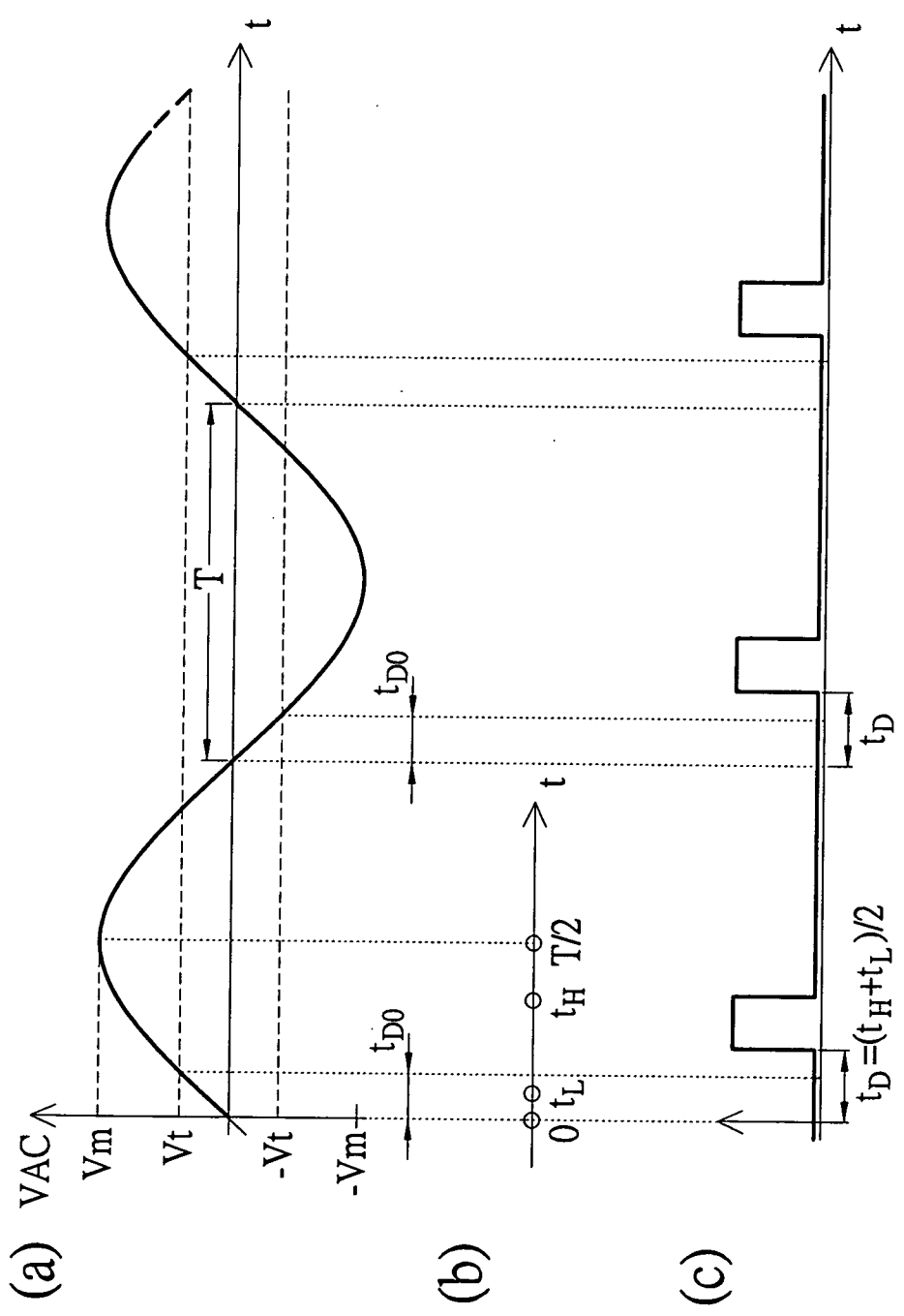


圖4B

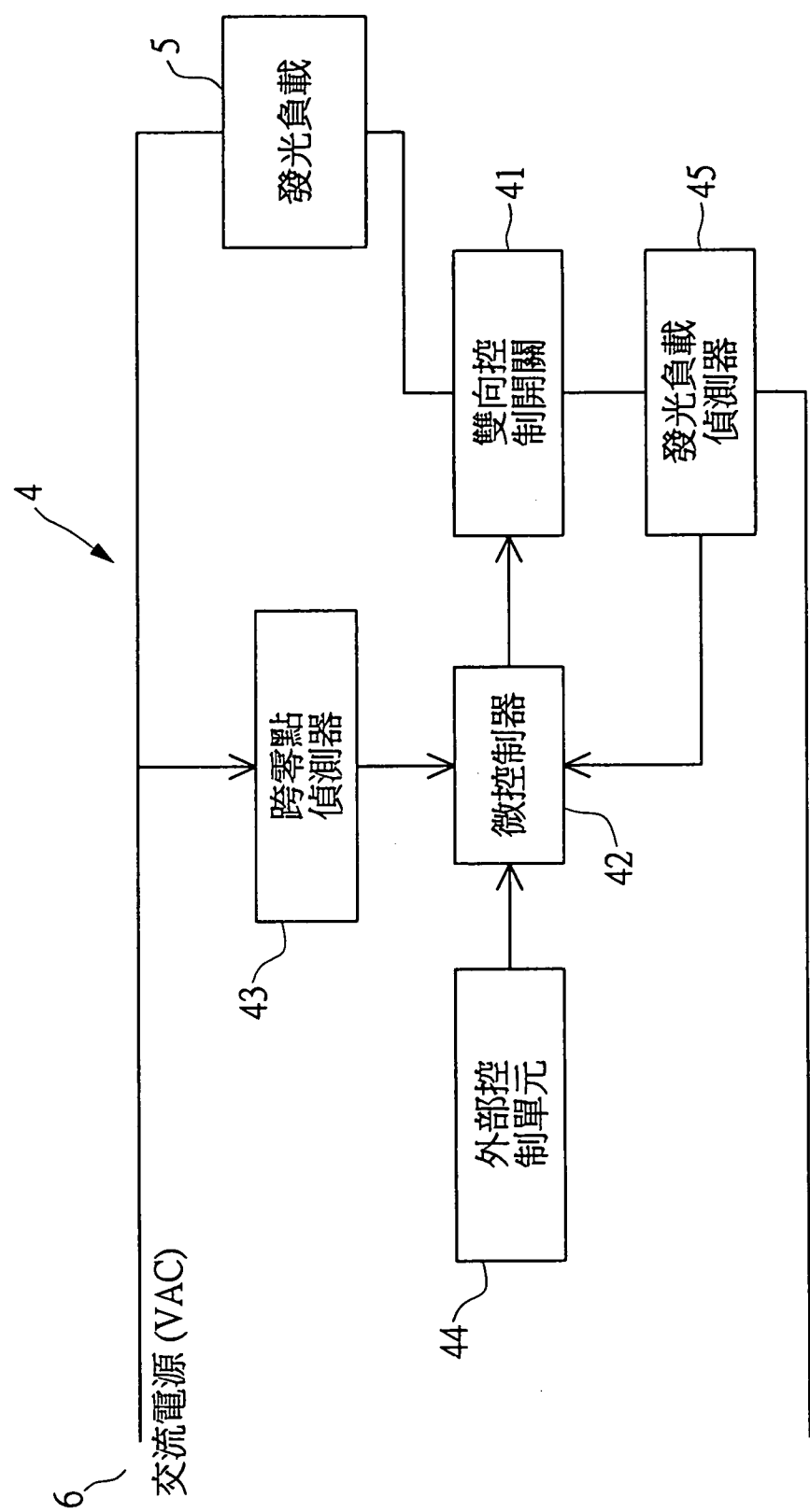


圖5

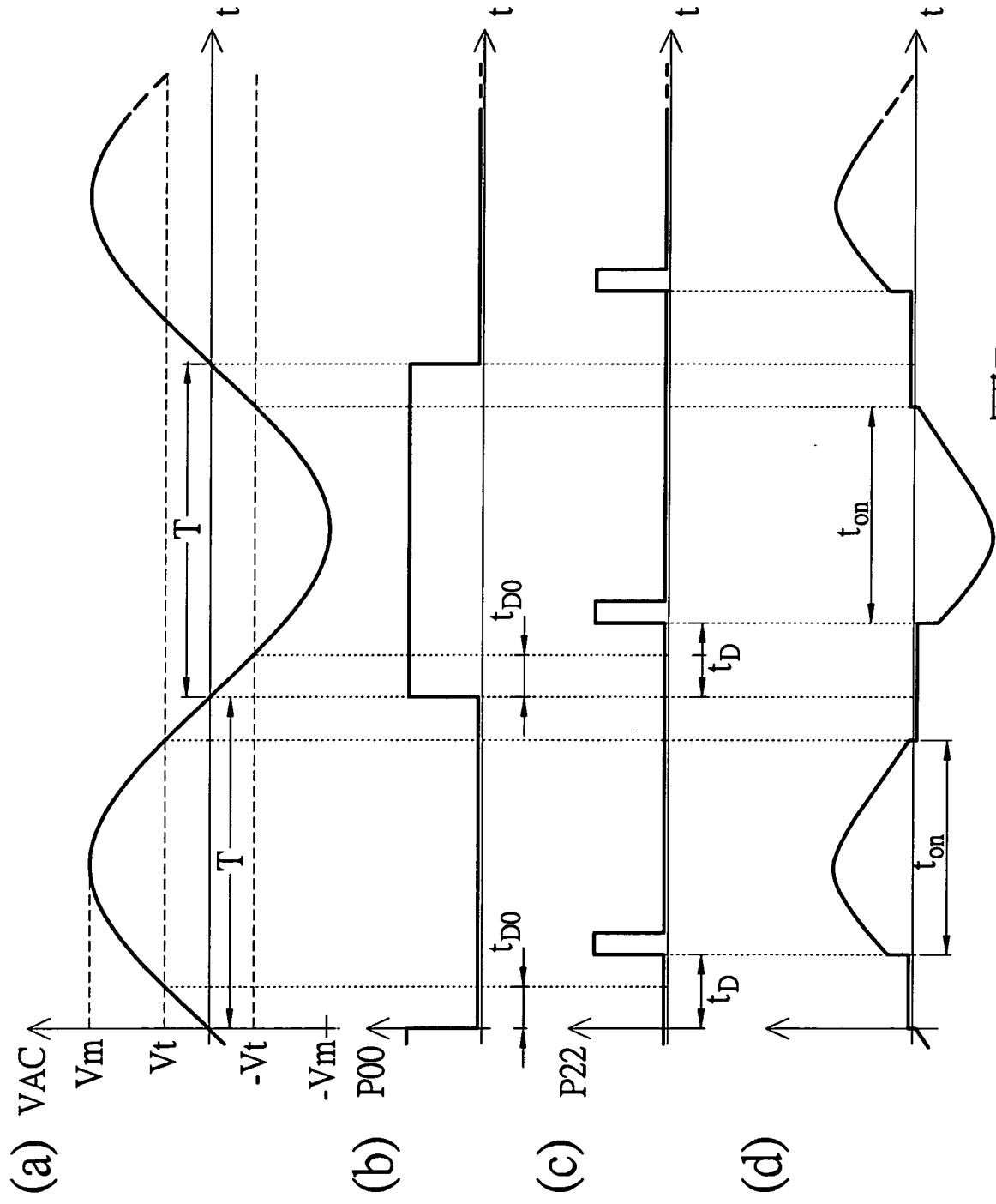


圖7

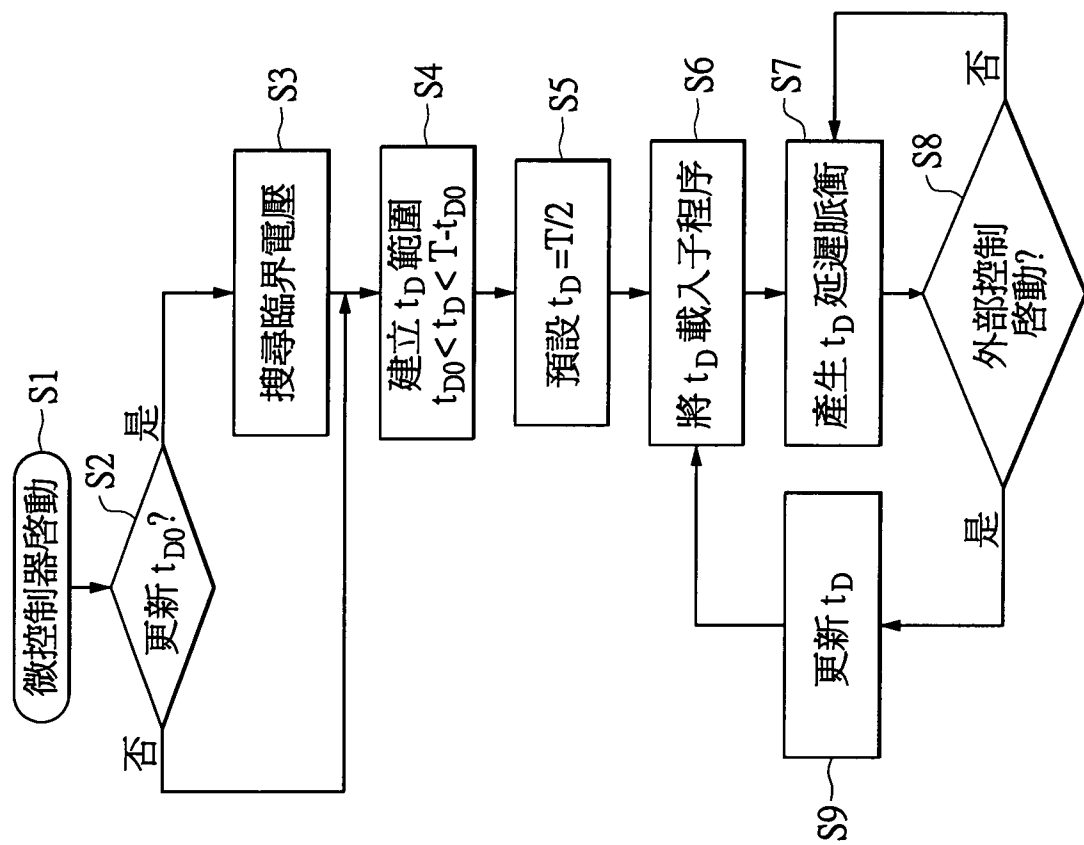


圖8

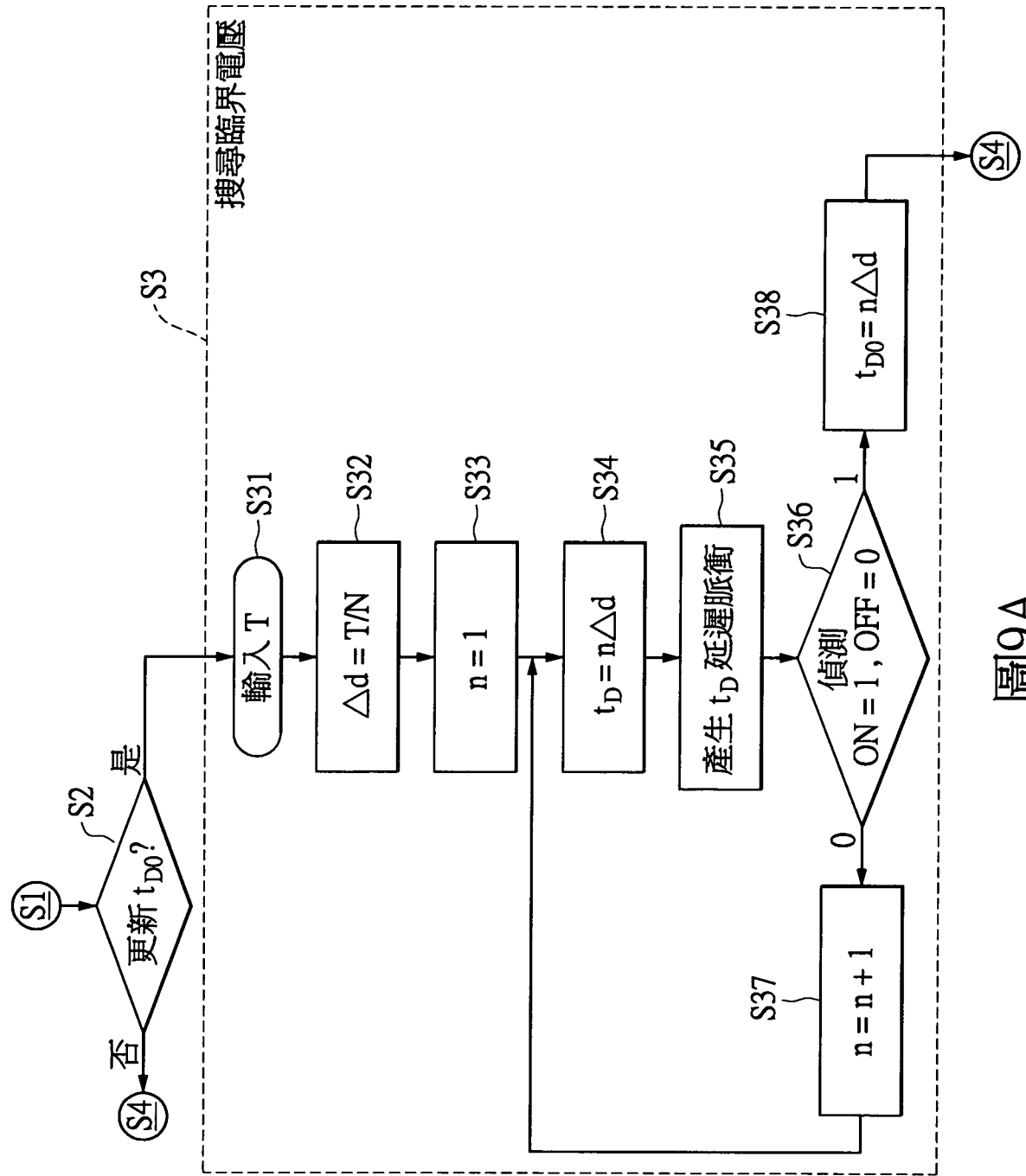


圖9A

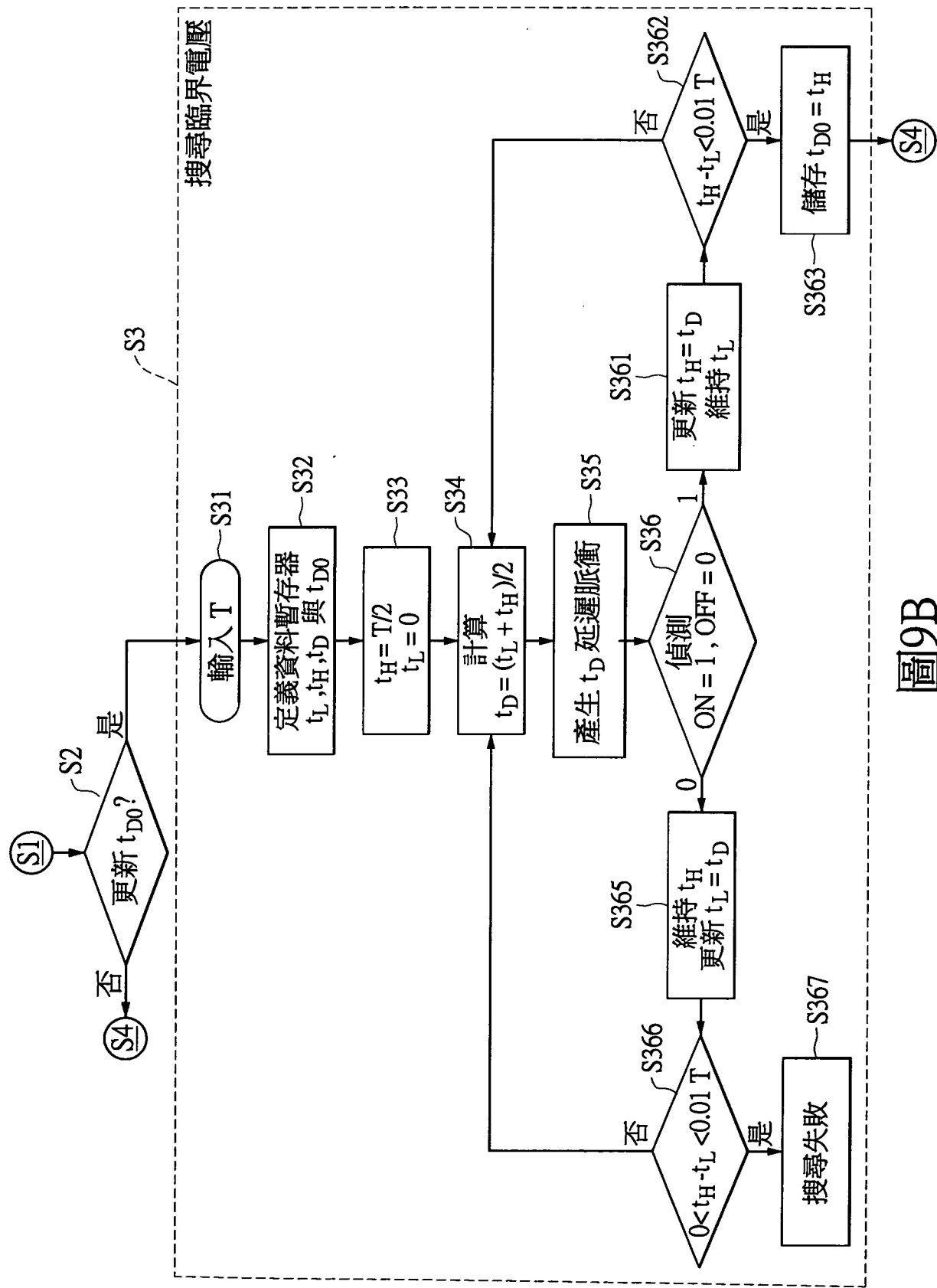


圖9B

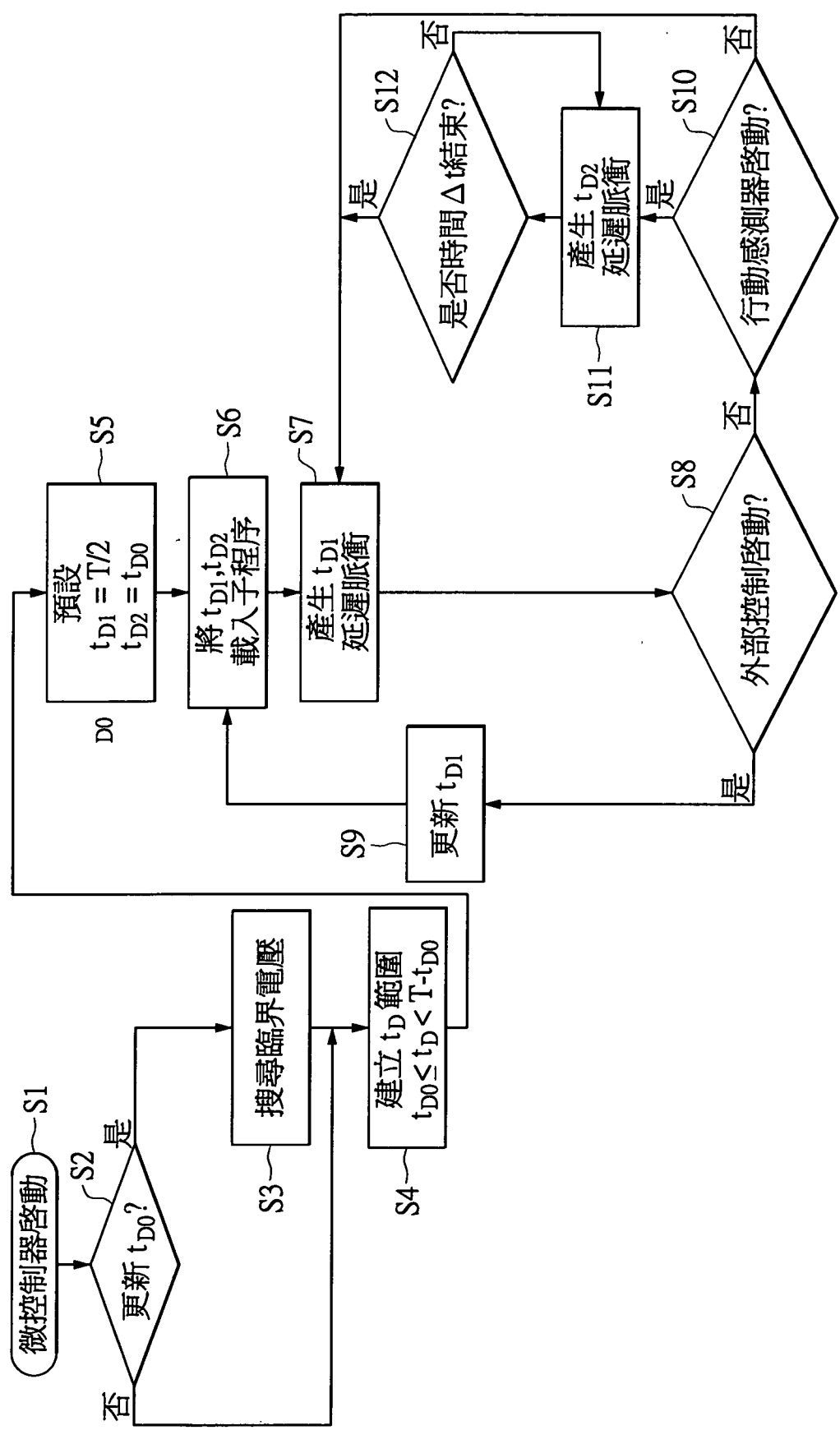


圖11

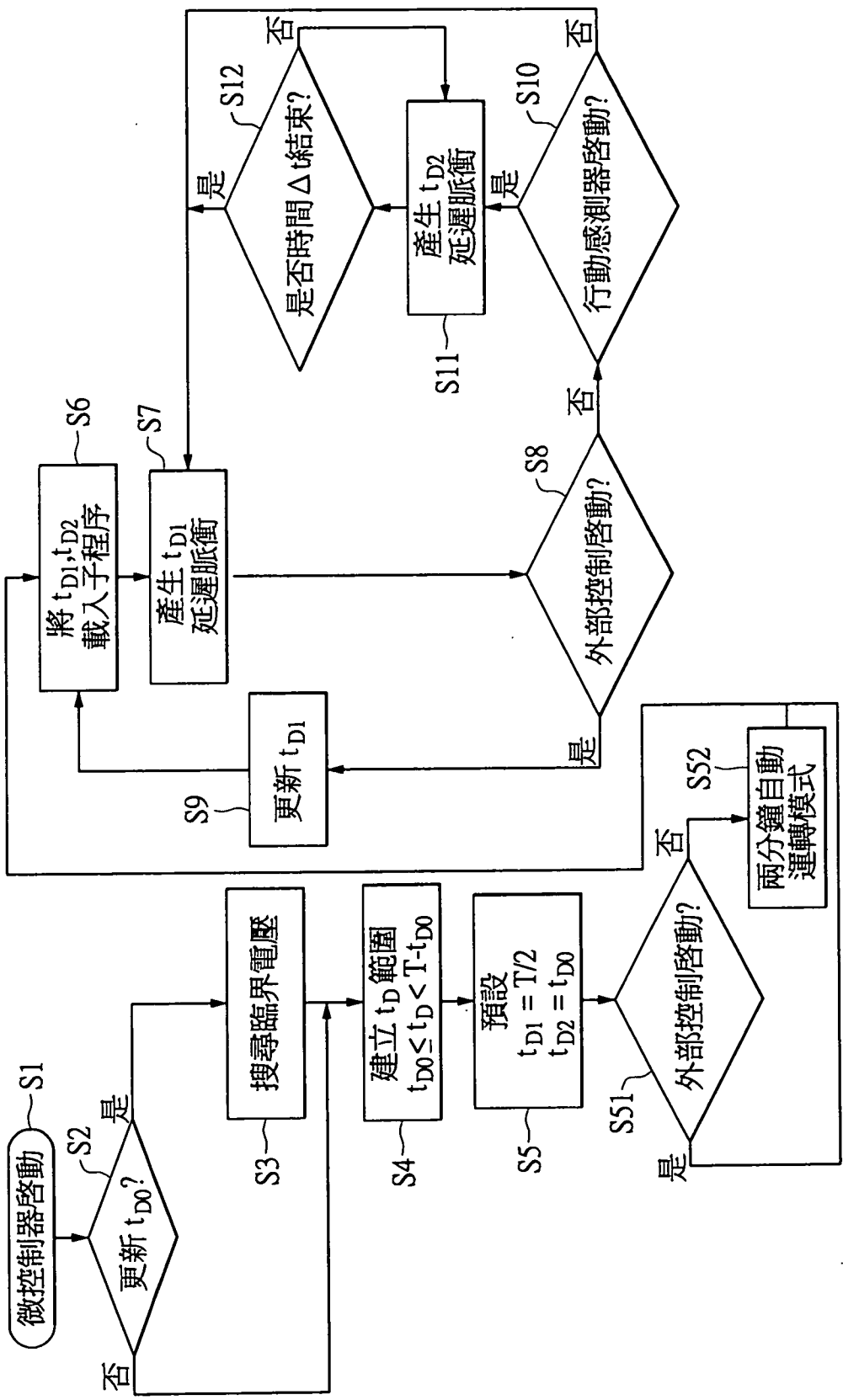


圖12

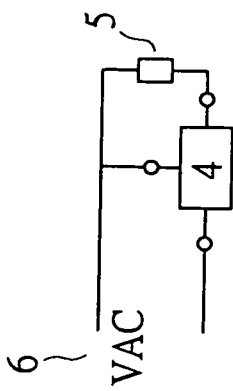


圖13A

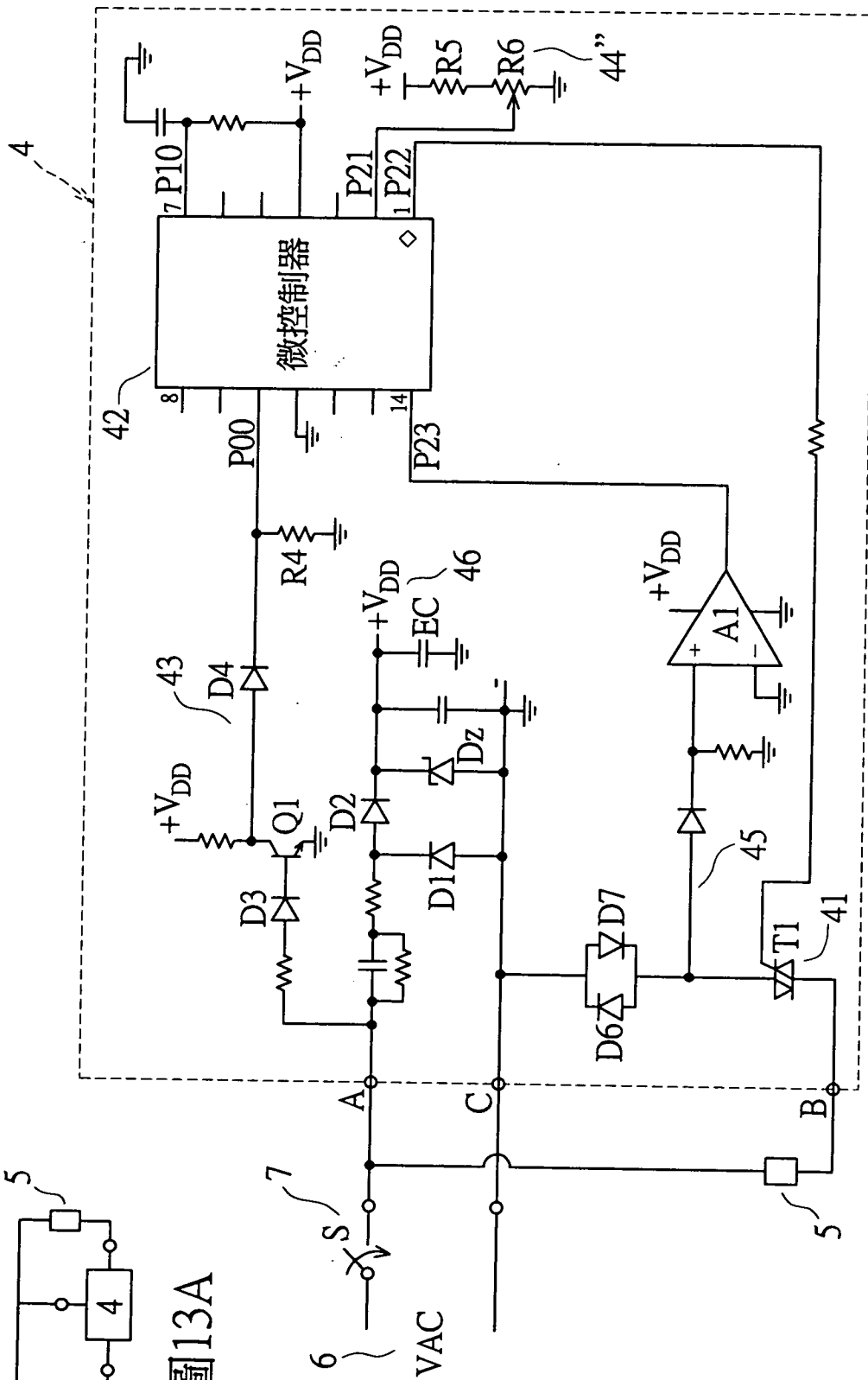


圖13B

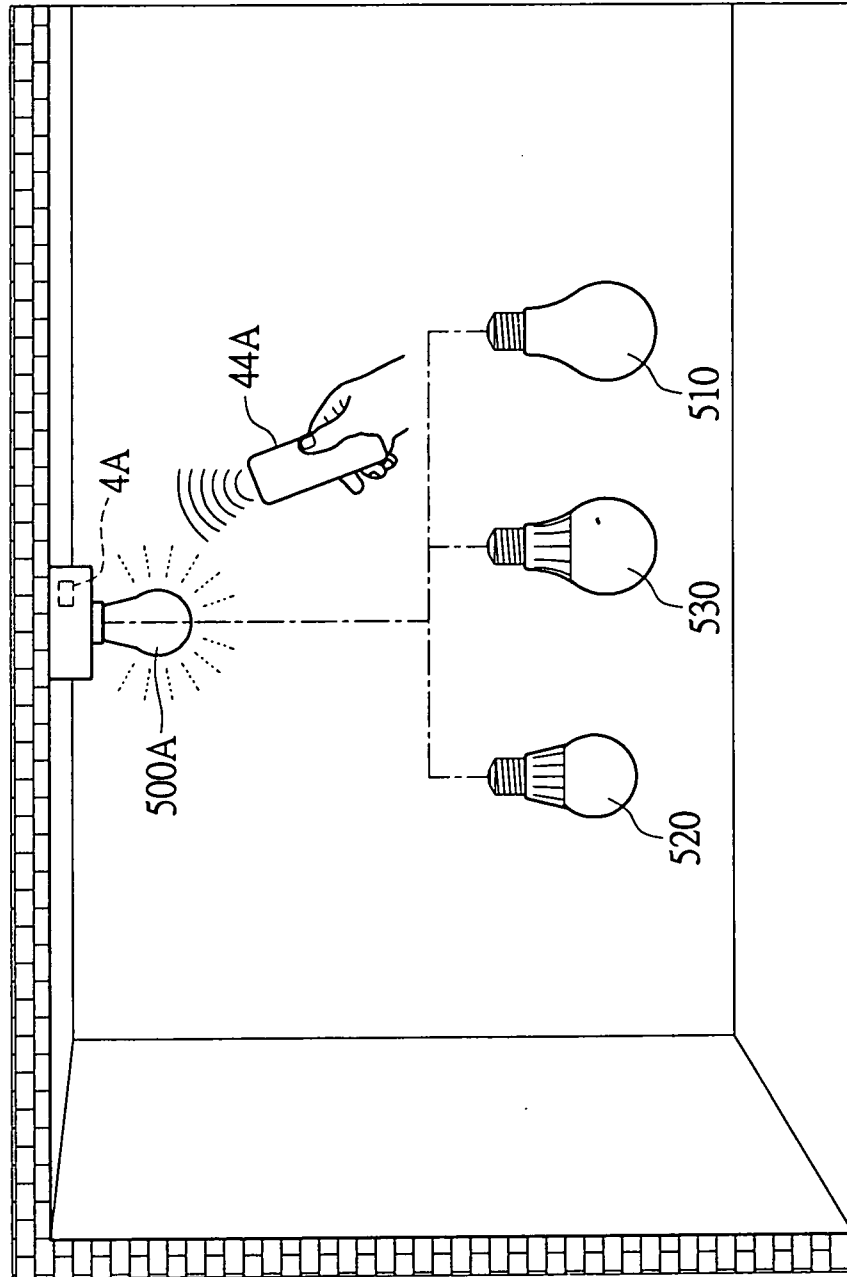


圖14A

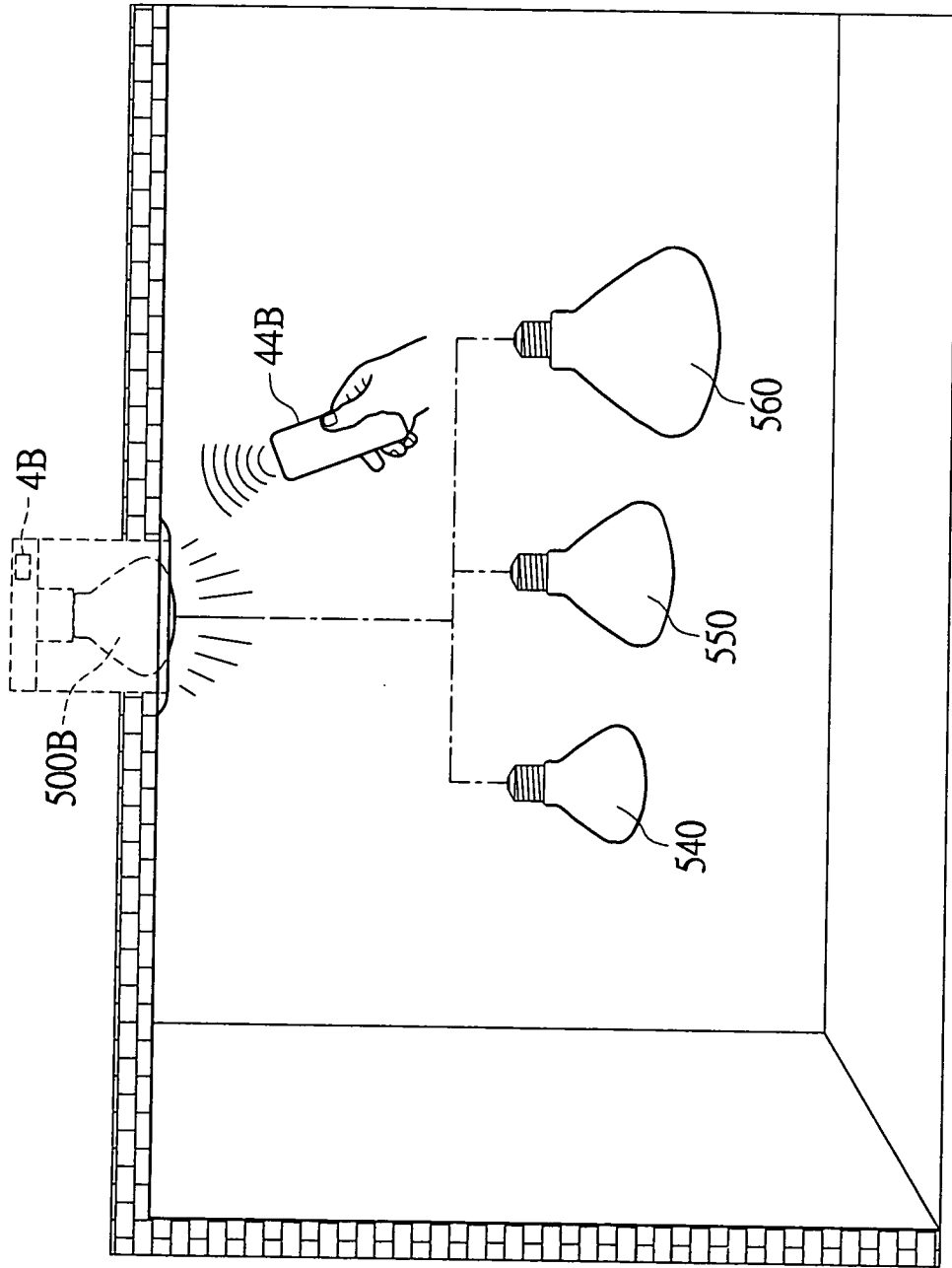


圖14B

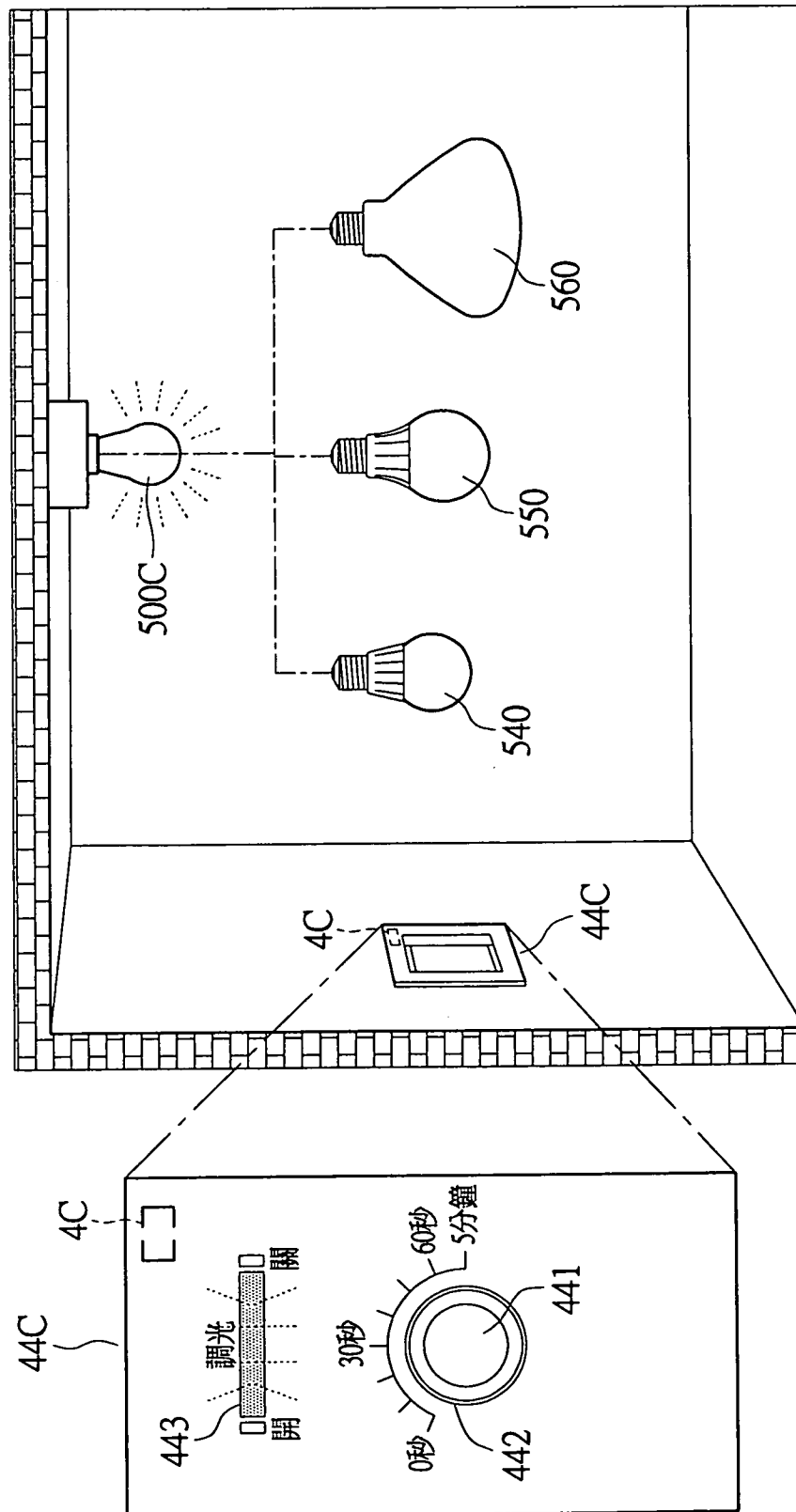


圖14C