I669983

(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 I669983 B**

(45)公告日： 中華民國 108 (2019) 年 08 月 21 日

(21)申請案號：106139935 (22)申請日： 中華民國 106 (2017) 年 11 月 17 日

(51)Int. Cl.： ***H05B33/08 (2006.01)*** *A01G9/20 (2006.01)*

(71)申請人：遠東科技大學 (中華民國) FAR EAST UNIVERSITY (TW)
臺南市新市區中華路 49 號

(72)發明人：顏豪呈 YEN, HAU CHEN (TW) ；鐘明吉 CHUNG, MIN CHI (TW) ；蘇鵬宇 SU, PENG YU (TW) ；張耕源 CHANG, KENG YUAN (TW) ；黃梓原 HUANG, TZU YUAN (TW) ；龔傳淨 GONG, CHUAN JING (TW)

(74)代理人：邱銘峯

(56)參考文獻：

TW	546990	TW	201012300A1
TW	201717743A	CN	104932435A

審查人員：陳裕民

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：11 共 41 頁

(54)名稱

應用於植物生長之 LED 調光裝置

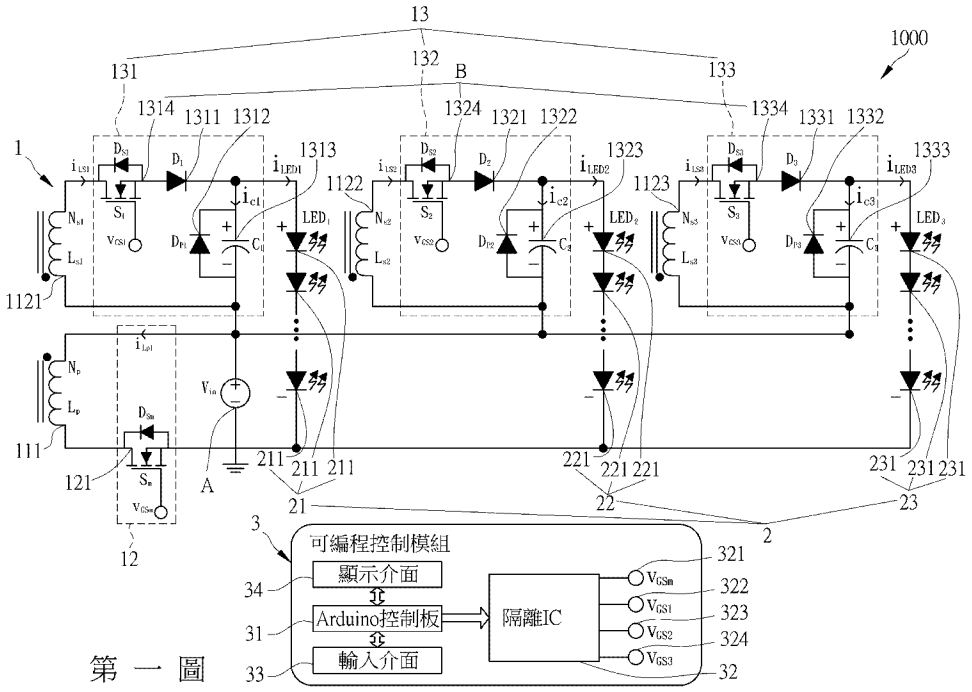
LED DIMMER FOR PLANT GROWTH

(57)摘要

一種應用於植物生長之 LED 調光裝置，包括：一升壓型返馳式轉換模組，其有一次側電路並設有一高頻開關，以及複數二次側電路並皆設有一低頻開關；複數 LED，具植物生長所需之不同發光波長範圍，分別設置於前述二次側電路；一可編程控制模組，用以驅動該高頻開關及前述低頻開關，係允許依寫入之設定，改變各低頻開關之導通率來調整各 LED 分配獲得的平均電流，以及控制該高頻開關之導通率隨各低頻開關之導通與截止的不同而對應改變，使各 LED 於導通期間均能以一預定數值之平均電流(如額定電流值)驅動；藉之，可由一低電壓直流源驅動並提供個別調光。

A LED dimmer for plant growth includes a boosted flyback transformer module having a primary electrical circuit connected to a high-frequency switch and a plurality of secondary electrical circuits each connected to a low-frequency switch, a plurality of LEDs, disposed in the secondary electrical circuits, emitting a source light within a wavelength range suitable for plant growth, and a programmable controller module for driving the high-frequency switch and the low-frequency switches and altering a conductivity of the high-frequency switch with respect to the conduction and cut-off of each low-frequency switch, in order to drive each LED with an average current at a predefined value during conduction. The programmable controller module alters the conductivity of each low-frequency switch to modulate the average current for driving each LED. The LED dimmer is driven by a low-voltage direct current and provides respective illumination.

指定代表圖：



第一圖

符號簡單說明：

(1000)・・・應用於植物生長之 LED 調光裝置

(1)・・・升壓型返馳式轉換模組

(111)・・・一次側繞組

(1121)・・・第一二次側繞組

(1122)・・・第二二次側繞組

(1123)・・・第三二次側繞組

(12)・・・一次側電路

(121)・・・高頻開關

(13)・・・二次側電路

(131)・・・第一二次側電路

(1311)・・・第一二極體

(1312)・・・第二二極體

(1313)・・・第一輸出電容

(1314)・・・第一低頻開關

(132)・・・第二二次側電路

(1321)・・・第三二極體

(1322)・・・第四二極體

(1323)・・・第二輸出電容

(1324)・・・第二低頻開關

(133)・・・第三二次側電路

(1331)・・・第五二極體

(1332)・・・第六二極體

(1333)・・・第三輸出電容

(1334)・・・第三低頻開關

(2)・・・LED

(21)・・・第一波長LED

(211)・・・藍光LED

(22)・・・第二波長LED

(221)・・・綠光LED

(23)・・・第三波長LED

(231)・・・紅光LED

(3)・・・可編程控制模組

(31)・・・可編程模組控制板

(32)・・・隔離積體電路

(321)・・・高頻開關連接腳位

(322)・・・第一低頻開關連接腳位

(323)・・・第二低頻開關連接腳位

(324)・・・第三低頻開關連接腳位

(33)・・・輸入介面

(34)・・・顯示介面

(A)・・・低電壓直流源

(B)・・・低頻開關

【發明說明書】

【中文發明名稱】應用於植物生長之LED調光裝置

【英文發明名稱】LED DIMMER FOR PLANT GROWTH

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種應用於植物生長之LED調光裝置，尤指一種可由低電壓直流電如太陽能電池組驅動，並允許個別調光之應用於植物生長之LED調光裝置。

【先前技術】

【0002】 台灣植物工廠於近年逐漸興起，由文獻得知植物於生長過程中，可以給予光源照射刺激生長，而以LED取替傳統螢光燈具的可能性已被證實，以LED作為人工光源，具有縮短生長期、調節生產期、提升品質或提高產量等優點，且LED本身具有高發光密度與省電之特性，可降低用電成本。

【0003】 然而，對於不同種類之植物，或者植物於不同生長階段中，其所需要的光波長組合以及光照週期之條件並不相同，如有文獻指出，如第十A圖、第十B圖及第十C圖所示，說明此植物在幼苗階段(第十A圖)以紫藍光光譜最為有效，而在成長階段(第十B圖)以藍紫光及紅光的光譜皆為有效，而在開花階段(第十C圖)以紅光光譜最為有效。而為配合植物所需的有效光之照射，需有LED之相關調光裝置的使用，以能確實提供上述縮短生長期、調節生產期、提升品質或提高產量等優點。

【0004】 而相關前案如有中華民國新型專利公告第M512289號，「適用於多類植物生長之發光二極體光照結構」，係一種適用於多類植物生長之發光二極體光照結構，係應用於室內植栽，包括至少一電路板，電路板底面佈設有複

數個白光、藍光及紅光二極體等二極體組，能發出對應色光，相鄰白光二極體之間距係小於相鄰藍光或紅光二極體之間距，該電路板係透過一驅動電路，連接至一模式調整電路及一時間調整電路，該模式調整電路能使該電路板僅點亮其中之一二極體組，或同時或依序點亮全部，形成至少四種光照模式，該時間調整電路能控制各光照模式下之光照及休眠時間，以滿足不同種類植物之光週期，且能有效防止葉片因藍光或紅光過度照射而發生白斑病變。

【0005】 然而，上述前案之驅動電路之模式及時間的調整，係調整其中發光二極體各自的亮或不亮，來形成複數種光照模式，然而此種驅動模式所能產生的光照結果較為固定且受限制，不能廣泛地適用於不同種類的植物及植物不同的生長階段，使用的靈活性較不足。

【0006】 又有如中華民國發明專利公告第I574608號「植物工廠用之光配方驗證平台」，其具有：一電源轉換器以提供一可變輸出電壓；一RGB LED電路，由三個驅動信號控制其紅光LED、綠光LED、藍光LED之平均電流；一光感測器，用以提供紅光、綠光、及藍光之感測信號；以及一控制單元，用以執行一驅動信號產生程序以依所述紅光、綠光、及藍光之感測信號調整所述三個驅動信號之作用期間以使RGB LED電路提供所需之光配方，其中，該驅動信號產生程序係依紅光LED、綠光LED、藍光LED之平均電流與一門檻電流之比較結果決定工作於一第一模式或一第二模式。

【0007】 然而，上述前案係根據光感測器提供之感測信號，以調整紅光LED、綠光LED、藍光LED之驅動訊號，以依紅光LED、綠光LED、藍光LED之平均電流與門檻電流之比較結果，來決定光配方之工作模式為何者，其對各個LED的驅動控制之方法較為繁雜，且該前案用於以光波長回授補償機制克服

因LED老化而使照明光波長偏移的問題，並非用於控制各LED根據植物的種類、植物生長的階段等不同來調整LED照明參數，亦即，目前尚無針對植物種類、植物生長階段的不同而調整LED照明參數的一實用的控制方式。

【0008】 又如中國大陸發明專利公告第CN104932435A號之「調節室內植物生長環境的智能系統及其控制方法」，係一種調節室內植物生長環境的智能系統，其特徵在於：它包括微控制器、模擬溫度傳感器、土壤濕度傳感器、LED燈珠、低壓電熱絲、環境光傳感器、RGB燈珠、數字溫度傳感器以及SD卡讀寫器，本發明能有效地將空氣中的二氧化碳固定並且釋放出氧氣，相較於傳統的將植物擺放在室內，而不對其狀態與生理活動不進行調節而言，本發明能夠更加有效地淨化室內空氣環境，保證其在低照度環境下以及低根區溫度環境下生理活動維持在較高水平，不僅不會釋放出更多的二氧化碳，還能夠促進其吸附有害氣體、控制植物吸收室內如甲醛等有害氣體，淨化室內空氣環境的能力。

【0009】 其中，上述前案揭露使用電子抹除式可複寫唯讀記憶體(EEPROM)進行數據存儲，供提供1024個可存儲0～255數字的存儲位，地址分別為0-1023，用以存儲室內溫度、土壤溫度、土壤濕度、用於存儲短週期數據的數據緩存以及用於記錄當前系統狀態的斷電保護數據區。然而，該前案用於根據植物的生長環境狀況，調整其生長環境參數，並非用以根據植物的種類、生長階段等而調整生長環境參數，針對依據植物種類不同、植物生長階段不同而調整LED照明參數，該前案同樣沒有能提供一個實用的控制方式。

【0010】 此外，為符合相關安規，且欲同時驅動多組藍、綠、紅之光的三原色之LED，習知電路使用有返馳式轉換器(Flyback Converter)，藉由耦合電感

設計有多個二次側繞組，可同時驅動多個具有不同額定電壓值、額定電流值的LED，且符合電氣隔離之安全規範。

【0011】 然而，由於不同種類或不同階段下的植物，其所需要的光波長組合及光週期等條件並不相同。而傳統返馳式轉換器之二次側電路(13b)如第十一圖所示，包含一二極體開關(134b)，當轉換器一次側之能量轉換給二次側電路(13b)時，所有二次側的能量只能同時增或同時減，故而使得個別調光不易，無法配合植物生長之需要，來調變各個不同發光波長的LED。

【0012】 並且，現有的LED光源之驅動電路多使用類比電路IC(3b)驅動，其調光需要人工調整，若用於如植栽架時，當每層放置有不同植物，或是不同生長階段之同種植物，則由人工下去量測及調整各組不同的光源組合，對於農業4.0而言，實為一筆龐大的成本花費。

【0013】 另外，近來我國發展太陽能發電已有相當成果，如於105年度太陽光電總發電量已到了10億度，顯示政府推廣之「種電政策」相當成功，然而推廣太陽能發電，需要相當大面積之土地利用，因此在農地上架設太陽能板會使得原先土壤上的植物沒了光源照射而無法種植。而由前述已知，以LED光源給予植物有效波長之照射，係能具有各種好處，然而，當利用太陽能發電做為驅動LED的電力來源，則由於太陽能板同一般綠色能源，其輸出電壓較低，而不易較好的驅動LED光板，亦不能用於如第十一圖所示之習知電路。因此，實有創作一可由低電壓直流源驅動之應用於植物生長之LED調光裝置的必要。

【發明內容】

【0014】 爰此，為改善上述不足之處，本發明人致力於研究，提出本發明之應用於植物生長之LED調光裝置，其係可由一低電壓直流源驅動，所述之應

用於植物生長之LED調光裝置包括有：一升壓型返馳式轉換模組，包含一耦合電感、一一次側電路及複數二次側電路；該耦合電感包含一一次側繞組及複數二次側繞組；該一次側電路對應該一次側繞組，並包含有一高頻開關，該一次側電路用以連接該低電壓直流源；前述二次側電路分別對應前述二次側繞組，並皆包含有一低頻開關；複數LED，各具有植物生長所需之不同發光波長範圍，且分別設置於前述二次側電路；一可編程控制模組，電性連接該高頻開關及前述低頻開關，用以驅動該高頻開關及前述低頻開關；該可編程控制模組允許根據寫入之設定，控制前述低頻開關各自之導通率(Duty Ratio)改變，以重新分配各LED獲得的平均電流；並允許根據寫入之設定，配合各低頻開關之導通與截止的不同，控制該高頻開關的導通率隨之對應改變，以使各LED於其導通期間所流過的平均電流皆能符合一預定數值。

【0015】 進一步，所述預定數值係為所使用之LED各自的額定電流。

【0016】 進一步，該低電壓直流源為一太陽能電池組。

【0017】 進一步，該可編程控制模組並允許根據設定，依預定的一時間週期，定時同時驅動該高頻開關及前述低頻開關，以及同時不驅動該高頻開關及前述低頻開關，藉之，用於控制前述LED以適合之光照週期提供植物光照。

【0018】 進一步，該可編程控制模組包含一可編程模組控制板以及一隔離積體電路，該可編程模組控制板電性連接該隔離IC，該隔離IC提供一高頻開關連接腳位及複數低頻開關連接腳位，分別用以電性連接至該高頻電路開關及前述低頻電路開關；該可編程模組控制板用以驅動該高頻開關及前述低頻開關，其中，該可編程模組控制板允許設定不同的控制模式，以於不同控制模式下驅動該高頻開關及前述低頻開關時，令前述導通率做對應的改變。

【0019】 進一步，該可編程控制模組並包含一顯示介面以及一輸入介面，該顯示介面及該輸入介面皆電性連接該可編程模組控制板，該輸入介面供編寫前述控制模式的程式碼於該可編程模組控制板，以及控制該可編程模組控制板改變其控制模式，而該顯示介面包含用以顯示前述控制模式的程式碼。

【0020】 進一步，該可編程控制模組係利用脈波寬度調變技術產生一高頻驅動訊號及複數低頻驅動訊號，分別用以驅動該高頻開關及前述低頻開關，藉之，可由調變該高頻驅動訊號及前述低頻驅動訊號各自的脈波寬度，來改變前述導通率。

【0021】 進一步，係根據下列公式來改變該高頻電率開關的導通率：

$L_p = \frac{V_{in}^2 D_H^2}{2P_o f_s}$ ，$\frac{V_{oi}}{V_{in}} > \frac{1}{n_i} \cdot \frac{D_H}{1-D_H}$ ，$L_{Si} = \frac{L_p}{n_i^2}$ ，其中，L_p為該一次側繞組之電感值，V_{in}為該一次側電路之輸入電壓，D_H為該高頻電路開關之導通率，P_o為輸出負載功率，f_s為高頻驅動訊號的頻率，V_{oi}為前述二次側電路各自之輸出電壓，L_{Si}為前述二次側繞組各自之電感值，L_p為該一次側繞組之電感值，$n_i=N_p/N_{Si}$為該一次側繞組各與前述二次側繞組之匝數比。

【0022】 進一步，前述二次側繞組包含一第一二次側繞組、一第二二次側繞組及一第三二次側繞組，前述二次側電路包含一第一二次側電路、一第二二次側電路及一第三二次側電路，該第一二次側電路包含一第一二極體、一第二二極體及一第一輸出電容，該第二二次側電路包含一第三二極體、一第四二極體及一第二輸出電容，該第三二次側電路包含一第五二極體、一第六二極體及一第三輸出電容，前述低頻開關包含一第一低頻開關、一第二低頻開關及一第三低頻開關，前述LED包含一第一波長LED、一第二波長LED及一第三波長

LED；該第一低頻開關一端連接該第一二次側繞組一端，該第一低頻開關另一端連接該第一二極體之陽極端，該第一二極體之陰極端連接該第一輸出電容一端，該第一輸出電容另一端連接該第一二次側繞組另一端，該第二二極體以陰極端連接該第一輸出電容之該端，而以陽極端連接該第一輸出電容之該另一端，該第一輸出電容之該另一端並連接該低電壓直流源正極端，而該第一波長LED之陽極端連接該第一輸出電容之該端，該第一波長LED之陰極端連接該低電壓直流源負極端；該第二低頻開關一端連接該第二二次側繞組一端，該第二低頻開關另一端連接該第三二極體之陽極端，該第三二極體之陰極端連接該第二輸出電容一端，該第二輸出電容另一端連接該第二二次側繞組另一端，該第四二極體以陰極端連接該第二輸出電容之該端，而以陽極端連接該第二輸出電容之該另一端，該第二輸出電容之該另一端並連接該低電壓直流源正極端，而該第二波長LED之陽極端連接該第二輸出電容之該端，該第二波長LED之陰極端連接該低電壓直流源負極端；該第三低頻開關一端連接該第三二次側繞組一端，該第三低頻開關另一端連接該第五二極體之陽極端，該第五二極體之陰極端連接該第三輸出電容一端，該第三輸出電容另一端連接該第三二次側繞組另一端，該第六二極體以陰極端連接該第三輸出電容之該端，而以陽極端連接該第三輸出電容之該另一端，該第三輸出電容之該另一端並連接該低電壓直流源正極端，而該第三波長LED之陽極端連接該第三輸出電容之該端，該第三波長LED之陰極端連接該低電壓直流源負極端。

【0023】 進一步，該第一波長LED係為至少一顆藍光LED串聯，該第二波長LED係為至少一顆綠光LED串聯，該第三波長LED係為至少一顆紅光LED串聯。

【0024】 根據上述技術特徵可達成以下功效：

【0025】 1.於升壓型返馳式轉換模組的一次側電路串接高頻開關，並於各二次側電路串接相對低頻的各低頻開關，藉由改變各低頻開關之導通率來重新分配各LED獲得的平均電流，以達到調光目的，並同時改變該高頻開關之導通率隨著各低頻開關之導通與截止而同步變化的情形，使各LED不會有燒毀問題，並確保各LED於其導通之期間所流過的電流，皆能大致上符合其額定電流，而有較佳的電路利用性。

【0026】 2.本發明揭露之電路，可同時升壓直流源並依各導通率的設定來分配能量至各LED，而可由輸出電壓較低的綠色能源(如太陽能電池組)作驅動本發明，並完成調光之目的。

【0027】 3.結合數位之可編程控制模組，配合植物不同生長階段的需求光照，將對應的各導通率之控制模式寫入該可編程控制模組，藉此，僅需變換不同的控制模式，即可改變各LED各自之亮度，調整為最利於植物生長的有效光照，完成調光之目的，令植物生長得更好，其調光過程，相較於昔知之類比控制，更可簡易、快速而節省人力成本。

【0028】 4.藉該可編程控制模組寫入對應的程式碼，可依預定的時間週期來控制該高頻開關及前述低頻開關同時驅動或者同時不驅動，藉之，該可編程控制模組並可控制前述LED以合適之光照週期提供植物前述有效光照。

【0029】 5.該可編程控制模組使用有可編程模組控制板，利用可編程模組控制板開放原始碼及可編修與記憶程式的特性，允許一般使用者寫入各種控制前述導通率的控制模式，使用上更靈活。

【圖式簡單說明】

【0030】 [第一圖]係本發明實施例之應用於植物生長之LED調光裝置之電路圖。

【0031】 [第二圖]係本發明實施例之應用於植物生長之LED調光裝置之電路作動時序圖。

【0032】 [第三圖]係本發明實施例之應用於植物生長之LED調光裝置之電路操作時模式一時之示意圖。

【0033】 [第四圖]係本發明實施例之應用於植物生長之LED調光裝置之電路操作時模式二時之示意圖。

【0034】 [第五圖]係本發明實施例之應用於植物生長之LED調光裝置之電路操作時模式三時之示意圖。

【0035】 [第六圖]係本發明實施例之應用於植物生長之LED調光裝置之電路操作時模式四時之示意圖。

【0036】 [第七圖]係本發明實施例中，用以說明該可編程模組控制板輸出之該高頻驅動訊號、該第一低頻驅動訊號、該第二低頻驅動訊號及該第三低頻驅動訊號與電流之關係圖。

【0037】 [第八圖]係本發明實施例所列舉一所述控制模式中，輸出之該高頻驅動訊號、該第一低頻驅動訊號、該第二低頻驅動訊號及該第三低頻驅動訊號與電流之關係圖。

【0038】 [第九圖]係本發明實施例中所列舉之電氣參數進行電路模擬之模擬電路圖。

【0039】 [第十A圖]係列舉一植物生長過程中於幼苗階段時，所需的光波長組合之示意圖。

【0040】 [第十B圖]係列舉一植物生長過程中於成長階段時，所需的光波長組合之示意圖。

【0041】 [第十C圖]係列舉一植物生長過程中於開花階段時，所需的光波長組合之示意圖。

【0042】 [第十一圖]係使用傳統返馳式轉換器及類比電路IC驅動之電路圖，說明無法個別調光，且不適用於低電壓直流源驅動。

【實施方式】

【0043】 綜合上述技術特徵，本發明應用於植物生長之LED調光裝置的主要功效將可於下述實施例清楚呈現。

【0044】 請先參閱第一圖所示，係本實施例之應用於植物生長之LED調光裝置(1000)，包括有一升壓型返馳式轉換模組(1)、複數LED(2)及一可編程控制模組(3)，其中：

【0045】 該升壓型返馳式轉換模組(1)包含一耦合電感(圖未標)、一一次側電路(12)及複數二次側電路(13)。其中，該耦合電感包含一組一次側繞組(111)及三組二次側繞組(圖未標)，所述三組二次側繞組分別為一第一二次側繞組(1121)、一第二二次側繞組(1122)及一第三二次側繞組(1123)。而該一次側電路(12)對應該一次側繞組(111)，並包含有一高頻開關(121)，用以導通或截止該一次側電路(12)，該一次側電路(12)並連接一低電壓直流源(A)。而前述二次側電路(13)有三組，分別為一第一二次側電路(131)、一第二二次側電路(132)及一第三二次側電路(133)，且分別對應該第一二次側繞組(1121)、該第二二次側繞組(1122)及該第三二次側繞組(1123)，前述二次側電路(13)皆包含有一低頻開關(B)，用以導通或截止各自之二次側電路(13)。

【0046】 前述LED(2)有三組，分別為一第一波長LED(21)、一第二波長LED(22)及一第三波長LED(23)，各自具有植物生長所需之不同發光波長範圍，如藍光、綠光及紅光，且分別設置於該第一二次側電路(131)、該第二二次側電路(132)及該第三二次側電路(133)。

【0047】 是以，前述耦合電感於該一次側電路(12)切換為截止時，將該低電壓直流源(A)做升壓轉換，並將電能由該一次側繞組(111)分配至該第一二次側繞組(1121)、該第二二次側繞組(1122)及該第三二次側繞組(1123)，而所述電能的分配比例係依據該第一二次側電路(131)、該第二二次側電路(132)及該第三二次側電路(133)各自之低頻開關(B)的導通率而定，分配的電能並分別用於驅動該第一三LED(21)、該第二波長LED(22)及該第三波長LED(23)。

【0048】 又該可編程控制模組(3)係電性連接該高頻開關(121)、該第一低頻開關(1314)，用以驅動該高頻開關(121)及前述低頻開關(B)。藉之，該可編程控制模組(3)允許根據寫入之設定，控制前述低頻開關(131)各自之導通率(Duty Ratio)改變，以重新分配各LED(2)獲得的平均電流；並允許根據寫入之設定，配合各低頻開關(B)之導通與截止的不同，控制該高頻開關(121)的導通率(Duty Ratio)隨之對應改變，藉以使各LED(2)於其導通期間所流過的平均電流皆能符合一預定數值，而此數值例如為所使用之LED各自的額定電流。

【0049】 接續參閱第一圖所示，詳細地說，本實施例中，該升壓型返馳式轉換模組(1)係為：該第一二次側電路(131)並包含一第一二極體(1311)、一第二二極體(1312)及一第一輸出電容(1313)，該第二二次側電路(132)並包含一第三二極體(1321)、一第四二極體(1322)及一第二輸出電容(1323)，該第三二次側電路(133)並包含一第五二極體(1331)、一第六二極體(1332)及一第三輸出電容

(1333)，前述低頻開關(B)分別為一第一低頻開關(1314)、一第二低頻開關(1324)及一第三低頻開關(1334)。

【0050】 並且，該一次側繞組(111)一端連接該低電壓直流源(A)正極端，該一次側繞組(111)另一端連接該高頻開關(121)一端，該高頻開關(121)另一端連接該低電壓直流源(A)負極端。而該第一低頻開關(1314)一端連接該第一二次側繞組(1121)一端，該第一低頻開關(1314)另一端連接該第一二極體(1311)之陽極端，該第一二極體(1311)之陰極端連接該第一輸出電容(1313)一端，該第一輸出電容(1313)另一端連接該第一二次側繞組(1121)另一端，該第二二極體(1312)以陰極端連接該第一輸出電容(1313)之該端，而以陽極端連接該第一輸出電容(1313)之該另一端，該第一輸出電容(1313)之該另一端並連接該低電壓直流源(A)正極端，而該第一波長LED(21)之陽極端連接該第一輸出電容(1313)之該端，該第一波長LED(21)之陰極端連接該低電壓直流源(A)負極端。而該第二低頻開關(1324)一端連接該第二二次側繞組(1122)一端，該第二低頻開關(1324)另一端連接該第三二極體(1321)之陽極端，該第三二極體(1321)之陰極端連接該第二輸出電容(1323)一端，該第二輸出電容(1323)另一端連接該第二二次側繞組(1122)另一端，該第四二極體(1322)以陰極端連接該第二輸出電容(1323)之該端，而以陽極端連接該第二輸出電容(1323)之該另一端，該第二輸出電容(1323)之該另一端並連接該低電壓直流源(A)正極端，而該第二波長LED(22)之陽極端連接該第二輸出電容(1323)之該端，該第二波長LED(22)之陰極端連接該低電壓直流源(A)負極端。而該第三低頻開關(1334)一端連接該第三二次側繞組(1123)一端，該第三低頻開關(1334)另一端連接該第五二極體(1331)之陽極端，該第五二極體(1334)之陰極端連接該第三輸出電容(1333)一端，該第三輸出電容(1333)

另一端連接該第三二次側繞組(1123)另一端，該第六二極體(1332)以陰極端連接該第三輸出電容(1333)之該端，而以陽極端連接該第三輸出電容(1333)之該另一端，該第三輸出電容(1333)之該另一端並連接該低電壓直流源(A)正極端，而該第三波長LED(23)之陽極端連接該第三輸出電容(1333)之該端，該第三波長LED(23)之陰極端連接該低電壓直流源(A)負極端。

【0051】 並且，本實施例中，係使用一太陽能電池組做為該低電壓直流源(A)。而該高頻開關(121)、該第一低頻開關(1314)、該第二低頻開關(1324)及該第三低頻開關(1334)係皆使用金屬氧化物半導體場效電晶體。且該可編程控制模組(3)係利用脈波寬度調變技術來產生一高頻驅動訊號、一第一低頻驅動訊號、一第二低頻驅動訊號及一第三低頻驅動訊號，用以分別驅動該高頻開關(121)、該第一低頻開關(1314)、該第二低頻開關(1324)及該第三低頻開關(1334)，而可藉由調變該高頻驅動訊號、該第一低頻驅動訊號、該第二低頻驅動訊號及該第三低頻驅動訊號各自的脈波寬度，來改變前述導通率。

【0052】 較佳的是，本實施例中，該可編程控制模組(3)包含一可編程模組控制板(31)以及一隔離積體電路〔以下簡稱隔離IC〕(32)，本實施例中之該可編程模組控制板(31)係採用Arduino控制板。該可編程模組控制板(31)電性連接該隔離IC(32)，該隔離IC(32)提供一高頻開關連接腳位(321)、一第一低頻開關連接腳位(322)、一第二低頻開關連接腳位(323)及一第三低頻開關連接腳位(324)，分別用以電性連接至該高頻開關(121)、該第一低頻開關(1314)、該第二低頻開關(1324)及該第三低頻開關(1334)，供該可編程模組控制板(13)傳送產生的該高頻驅動訊號、該第一低頻驅動訊號、該第二低頻驅動訊號及該第三低頻驅動訊號來驅動該高頻開關(121)、該第一低頻開關(1314)、該第二低頻開關

(1324)及該第三低頻開關(1334)。其中，使用該可編程模組控制板(31)係可允許使用者預先設定或隨時設定多個不同的控制模式，以於不同控制模式下驅動該高頻開關(121)、該第一低頻開關(1314)、該第二低頻開關(1324)及該第三低頻開關(1334)時，令前述導通率做對應的改變。

【0053】 參閱第一圖及第二圖所示，其中第二圖係本實施例之應用於植物生長之LED調光裝置(1000)的電路作動時序圖，因該第一二次側電路(131)、該第二二次側電路(132)及該第三二次側電路(133)之結構相對應，故以下僅以局部電路[即該一次側電路(12)搭配該第一二次側電路(131)]，來說明本實施例之適用於植物生長之LED調光裝置(1000)操作時的電路動作模式，係可操作於下述四個電路動作模式：

【0054】 模式一：參閱第二圖及第三圖所示，當該高頻開關(121)為正電位時，該高頻開關(121)導通，此時該一次側繞組(111)之跨壓為V_{in}，該一次側繞組(111)之電流呈線性上升，該一次側繞組(111)為儲能狀態，此時，因該第一二次側繞組(1121)之極性與該一次側繞組(111)之極性相反，該第一二次側電路(131)之該第一二極體(1311)為逆偏而不導通，此時該第一波長LED(21)之能量，係由上一個週期所充電之該第一輸出電容(1313)之電壓VC1及該低電壓直流源(A)之輸入電壓V_{in}所提供。

【0055】 模式二：參閱第二圖及第四圖所示，當該高頻開關(121)為零電位時，該高頻開關(121)截止，該一次側繞組(111)之電流i_{Lp}到達峰值，此時該一次側繞組(111)之電流iLp瞬間下降至零，為保持磁通平衡，該第一二次側繞組(1121)感應一第一二次側電流i_{S1}，而一部分對該第一輸出電容(1313)充電，另一部分提供能量給該第一波長LED(21)。

【0056】 模式三：參閱第二圖及第五圖所示，延續模式二，係當該第一二次側電流下降至零時，電路進入模式三，此時該第一波長LED(21)之能量由該第一輸出電容(1313)提供。

【0057】 模式四：參閱第二圖及第六圖所示，當該高頻開關(121)及該第一低頻開關(1314)均為截止時，該第一電容(1313)不充電，此時由該低電壓直流源(A)之輸入電壓V_{in}經由該第二二極體(1312)提供能量給該第一波長LED(21)，此時該第一波長LED(21)為切入電壓(最低亮度)。

【0058】 上述操作模式說明本實施例之LED(2)之驅動，係至少可由該低電壓直流源(A)以LED(2)之切入電壓做最低亮度的驅動。

【0059】 以下說明本實施例之調光過程：

【0060】 配合參閱第一圖及第七圖所示，由於綠色能源如太陽能電池的輸出電壓一般較低，常見的太陽能電池組之輸出電壓有12V、24V、48V等，本實施例使用48V的太陽能電池組做為該低電壓直流源(A)。而本實施例之該第一波長LED(21)係使用20顆藍光LED(211)串聯，總負載電壓為60V，額定電流為0.34A，總額定功率為20.4W，總切入電壓為48V；該第二波長LED(22)係使用20顆綠光LED(221)串聯，總負載電壓為59V，額定電流為0.35A，總額定功率為20.6V，總切入電壓為48V；該第三波長LED(23)係使用28顆紅光LED(231)串聯，總負載電壓為60V，額定電流為0.47A，總額定功率為28.2W，總切入電壓為48V。要說明的是，由於紅光LED(231)的切入電壓(cut-in voltage)較低，故使用較多顆(28顆)紅光LED(231)串聯，以達到總切入電壓為48V。

【0061】 參閱第一圖及第七圖所示，使用時，該可編程模組控制板(31)輸出該高頻驅動訊號(311)，控制該高頻開關(121)以相對高頻於導通及截止間切

換，以及輸出該第一低頻驅動訊號(312)、該第二低頻驅動訊號(313)及該第三低頻驅動訊號(314)，分別控制前述低頻開關(B)以相對低頻於導通及截止間切換，故該高頻開關(121)每次導通期間，使一次側電流i_{LP}流經該一次側繞組(111)，而每次截止時，由低頻開關(B)呈導通的二次側繞組(112)感應二次側電流供應LED(2)。本實施例之配置，使任一前述低頻開關(B)於導通期間，其二次側繞組(112)所感應的二次側電流之平均值，皆能符合其LED(2)的額定電流，例如，令該第三低頻開關(1334)於導通期間，該第三二次側繞組(1123)所感應的第三二次側電流之平均值為0.48A。因此，當調降其中一前述低頻驅動訊號(C)的脈波寬度，而調降其中一前述低頻開關(B)於一個導通週期中的導通時間(即調降導通率)時，即可調降對應的其中一LED(2)最終獲得的總平均電流，而產生較低的發光亮度，如第七圖中調降該第三低頻驅動訊號(314)使最終獲得的紅光LED(231)總平均電流最低。同樣地，調升其中一前述低頻驅動訊號(C)的脈波寬度，而調升其中一前述低頻開關(B)於一個導通週期中的導通時間(即調升導通率)，即可調升對應的其中一LED(2)最終所獲得的總平均電流，而產生較大的發光亮度，如第七圖中調升該第一低頻驅動訊號(312)使最終獲得的藍光LED(221)總平均電流最高。

【0062】 由於本實施例之配置，若使該第一低頻開關(1314)、該第二低頻開關(1324)及該第三低頻開關(1334)同時處於導通時，該第一二次側電路(131)、該第二二次側電路(132)及該第三二次側電路(133)分配到的平均電流，分別能符合該第一波長LED(21)、該第二波長LED(22)及該第三波長LED(23)的額定電流，因此，若當前述低頻開關(B)之任一(或任二)先切換為截止，則所述一次側電流i_{LP}的能量，將全部分配給其餘的二個(或一個)前述低頻開關(B)對應

的二次側電路(13)，而易造成其餘的二個(或一個)LED(2)燒毀。相反地，若本實施例之配置，係使前述低頻開關(B)之任一(或任二)處於導通時，各自分配獲得的平均電流能符合其LED(2)的額定電流，則當另二(或另一)前述低頻開關(B)亦切換為導通後，將使三個二次側電路(13)所分配到平均電流，均不能符合其額定電流，而不能有效利用電路。因此，本實施例中，為避免上述情形，前述三個低頻開關(B)隨著各自之導通與截止狀態的不同，該高頻開關(121)的導通率亦同步對應調升或調降，以同步調升或調降一次側電流i_{LP}的能量，例如配合第七圖中，須將該高頻驅動訊號(311)於t_0’至t_1’區間的脈波寬度調升，使該高頻開關(121)於t_0’至t_1’區間的導通率調升如D_{H1}，而使該一次側電流的能量i_{LP}提高，而有較佳的電路利用性，而當於t_1’至t_2’及t_2’至t_3’區間，則須將該高頻開關(121)的導通率調降如D_{H2}及D_{H3}，使該一次側電流的能量i_{LP}降低，避免藍光LED(211)及綠光LED(212)之燒毀。則本實施例中，該可編程模組控制板(31)依據不同設定而改變前述低頻開關(B)各自的導通率後，並同時改變該高頻開關(121)之導通率的同步變化情形。進一步地說，在本實施例中，使用開放原始碼的該可編程模組控制板(31)，允許一般使用者皆能依據其種植植物的不同、植物生長階段的不同，而預先設定(或隨時設定)多組不同的控制模式，以在不同控制模式下，控制使前述低頻開關(B)各自的導通率改變，以及控制該高頻開關(A)之導通率的同步變化情形改變，藉以配合植物需求，調整前述二次側電路(13)中，該第一波長LED(21)、該第二波長LED(22)及該第三波長LED(23)各自的發光亮度，並維持該第一波長LED(21)、該第二波長LED(22)及該第三波長LED(23)於其導通期間所流過的電流皆能大致上符合其額定電流，避免各LED(2)燒毀或電路的利用性不足。

【0063】 參閱第一圖及第八圖所示，例如，該第一低頻開關(1314)、該第二低頻開關(1324)、該第三低頻開關(1334)之切換頻率皆為1kHz，在其中一控制模式(如以第八圖所示之該高頻驅動訊號(311a)、該第一低頻驅動訊號(312a)、該第二低頻驅動訊號(313a)及該第三低頻驅動訊號(314a)做驅動的控制模式)下，該第一低頻開關(1314)之導通率為50%，輸出的總平均電流為0.17A，該第二低頻開關(1324)之導通率為60%，輸出的總平均電流為0.21A，該第三低頻開關(1334)之導通率為40%，輸出的總平均電流為0.19A，而可調整使各LED(2)的亮度不同。配合參閱下表(一)所示，各低頻開關(B)有導通標示為1，各低頻開關(B)截止則標示為0，而該高頻開關(121)的切換頻率為32kHz，則在一個低頻開關的切換週期內，該高頻開關(121)的導通率有6種組合，分別為下表(一)中t”$_0$~t”$_1$、t”$_1$~t”$_2$、t”$_2$~t”$_3$、t”$_3$~t”$_4$、t”$_4$~t”$_5$及t”$_5$~t”$_6$區間所對應的$D_{H(C)}$、$D_{H(B)}$、$D_{H(A)}$、$D_{H(E)}$、$D_{H(F)}$及$D_{H(H)}$。

【0064】

	第一低頻開關	第二低頻開關	第三低頻開關	高頻開關之最佳導通率
MODE 1	1	1	1	$D_{H(A)}$
MODE 2	1	1	0	$D_{H(B)}$
MODE 3	1	0	1	$D_{H(C)}$
MODE 4	1	0	0	$D_{H(D)}$
MODE 5	0	1	1	$D_{H(E)}$
MODE 6	0	1	0	$D_{H(F)}$
MODE 7	0	0	1	$D_{H(G)}$
MODE 8	0	0	0	$D_{H(H)}$

表(一)，本實施例之導通情形。

【0065】 再參閱第一圖所示，本實施例之應用於植物生長之LED調光裝置(1000)的電路係操作於不連續導通模式(DCM)，由文獻可知其公式如以下式(一)、式(二)及式(三)：

【0066】 式(一)：$L_p = \frac{V_{in}^2 D_H^2}{2P_o f_s}$

【0067】 式(二)：$\frac{V_{oi}}{V_{in}} > \frac{1}{n_i} \cdot \frac{D_H}{1-D_H}$

【0068】 式(三)：$L_{Si} = \frac{L_p}{n_i^2}$

【0069】 其中，L_p為該一次側繞組(111)之電感值，V_{in}為該一次側電路(12)之輸入電壓，D_H為該高頻開關(121)之導通率，P_o為輸出負載功率，f_s為高頻驅動訊號的頻率，V_{oi}為前述二次側電路(13)各自之輸出電壓，L_{Si}為前述二次側繞組(112)各自之電感值，L_p為該一次側繞組(111)之電感值，$n_i=N_p/N_{Si}$為該一次側繞組(111)與各前述二次側繞組(112)之匝數比。

【0070】 將本實施例使用的上述電氣規格數值帶入式(一)、式(二)及式(三)可整理如下表(二)。

輸入電壓, V_{in}	DC 48V
輸出電壓, V_{oi}	藍, V_{o1}：DC 60.0V 綠, V_{o2}：DC 59.0V 紅, V_{o3}：DC 60.0V
輸出電流, I_{oi}	藍, I_{o1}：0.340A 綠, I_{o2}： 0.350A 紅, I_{o3}： 0.470A
等效輸出電阻, r_{oi}	藍, r_{o1}：DC 175Ω

	綠, r_{oi}：DC 168Ω 紅, r_{oi}：DC 127Ω
圈數比, $n_i=N_1/N_2$	藍, n_1：0.98 綠, n_2：1.08 紅, n_3：1.03
高頻切換頻率, f_{Sm}	32kHz
高頻開關導通率, D_{HSm}	0.24
低頻切換頻率, f_{S1}~ f_{S3}	1kHz
低頻開關導通率, D_{GS1}~ D_{GS3}	1
一次側電感值, L_p	142μH
二次側電感值, L_{si}	藍, L_{s1}：148μH 綠, L_{s2}：120μH 紅, L_{s3}：134μH

表(二)，電路滿載輸出時的電氣規格表

【0071】 並透過如第七圖所示之電路模擬，可獲得如下表(三)所示各導通率之值：

【0072】

	第一低頻開關	第二低頻開關	第三低頻開關	高頻開關之最佳導通率	高頻開關之導通範圍(取最佳導通率±5%)
MODE 1	1	1	1	24.00%	24.60%~23.04%
MODE 2	1	1	0	18.24%	19.04%~17.76%
MODE 3	1	0	1	20.00%	20.65%~19.52%
MODE 4	1	0	0	12.80%	13.44%~12.38%
MODE 5	0	1	1	19.84%	20.80%~19.52%
MODE 6	0	1	0	12.48%	13.12%~12.16%
MODE 7	0	0	1	14.72%	15.68%~14.24%

MODE 8	0	0	0	00.00%	0%

表(三)，本實施例經模擬後單位時間的導通情形。

【0073】 藉之，本實施例之可編程控制模組(3)可以是透過如一電腦的一輸入介面(33)電性連接該可編程模組控制板(31)，用以編寫上述各導通率的控制模式於該可編程模組控制板(31)，而前述控制模式對應植物生長的不同階段，例如幼苗階段、成長階段及開花階段等，該輸入介面(33)並可用以操作該可編程模組控制板(31)切換其控制模式，而用以一次調整前述各組LED(2)各自到達預定亮度需求，提供植物生長最有效的光照。而該電腦的一顯示介面(34)電性連接該可編程模組控制板(31)則可用以顯示前述控制模式的程式碼或及本實施例電路的各項參數等。

【0074】 此外，該可編程模組控制板(31)並可透過如該輸入介面(33)於前述控制模式中寫入對應的程式碼，以依預定的一時間週期，來控制該高頻開關(121)、該第一低頻開關(1314)、該第二低頻開關(1324)及該第三低頻開關(1334)同時驅動或者同時不驅動，藉之，該可編程模組控制板(31)並可控制前述LED(2)以合適之光照週期提供植物前述有效光照，例如，係每24小時中以前述有效光照對植物照光16小時等。

【0075】 綜合上述實施例之說明，當可充分瞭解本發明之操作、使用及本發明產生之功效，惟以上所述實施例僅係為本發明之較佳實施例，當不能以此限定本發明實施之範圍，即依本發明申請專利範圍及發明說明內容所作簡單的等效變化與修飾，皆屬本發明涵蓋之範圍內。

【符號說明】

【0076】

(1000) 應用於植物生長之LED調光裝置

(1) 升壓型返馳式轉換模組

(111) 一次側繞組

(1121) 第一二次側繞組

(1122) 第二二次側繞組

(1123) 第三二次側繞組

(12) 一次側電路

(121) 高頻開關

(13) 二次側電路

(131) 第一二次側電路

(1311) 第一二極體

(1312) 第二二極體

(1313) 第一輸出電容

(1314) 第一低頻開關

(132) 第二二次側電路

(1321) 第三二極體

(1322) 第四二極體

(1323) 第二輸出電容

(1324) 第二低頻開關

(133) 第三二次側電路

(1331) 第五二極體

(1332) 第六二極體

(1333) 第三輸出電容

(1334) 第三低頻開關

(2) LED

(21) 第一波長LED

(211) 藍光LED

(22) 第二波長LED

(221) 綠光LED

(23) 第三波長LED

(231) 紅光LED

(3) 可編程控制模組

(31) 可編程模組控制板

(311)、(311a) 高頻驅動訊號

(312)、(312a) 第一低頻驅動訊號

(313)、(313a) 第二低頻驅動訊號

(314)、(314a) 第三低頻驅動訊號

(32) 隔離IC

(321) 高頻開關連接腳位

(322) 第一低頻開關連接腳位

(323) 第二低頻開關連接腳位

(324) 第三低頻開關連接腳位

(33) 輸入介面

(34) 顯示介面

(3b) 類比電路IC

(13b) 二次側電路

(134b) 二極體開關

(A) 低電壓直流源

(B) 低頻開關

(C) 低頻驅動訊號

專利案號：106139935

108年4月1日所提修正

公告本

I669983

【發明摘要】

【中文發明名稱】應用於植物生長之LED調光裝置

【英文發明名稱】LED DIMMER FOR PLANT GROWTH

【中文】

一種應用於植物生長之LED調光裝置，包括：一升壓型返馳式轉換模組，其有一次側電路並設有一高頻開關，以及複數二次側電路並皆設有一低頻開關；複數LED，具植物生長所需之不同發光波長範圍，分別設置於前述二次側電路；一可編程控制模組，用以驅動該高頻開關及前述低頻開關，係允許依寫入之設定，改變各低頻開關之導通率來調整各LED分配獲得的平均電流，以及控制該高頻開關之導通率隨各低頻開關之導通與截止的不同而對應改變，使各LED於導通期間均能以一預定數值之平均電流(如額定電流值)驅動；藉之，可由一低電壓直流源驅動並提供個別調光。

【英文】

A LED dimmer for plant growth includes a boosted flyback transformer module having a primary electrical circuit connected to a high-frequency switch and a plurality of secondary electrical circuits each connected to a low-frequency switch, a plurality of LEDs, disposed in the secondary electrical circuits, emitting a source light within a wavelength range suitable for plant growth, and a programmable controller module for driving the high-frequency switch and the low-frequency switches and altering a conductivity of the high-frequency switch with respect to the conduction and cut-off of each low-frequency switch, in order to drive each LED with an average current at a predefined value during conduction. The programmable controller module alters the

conductivity of each low-frequency switch to modulate the average current for driving each LED. The LED dimmer is driven by a low-voltage direct current and provides respective illumination.

【指定代表圖】 第一圖

【代表圖之符號簡單說明】

(1000) 應用於植物生長之LED調光裝置

(1) 升壓型返馳式轉換模組

(111) 一次側繞組

(1121) 第一二次側繞組

(1122) 第二二次側繞組

(1123) 第三二次側繞組

(12) 一次側電路

(121) 高頻開關

(13) 二次側電路

(131) 第一二次側電路

(1311) 第一二極體

(1312) 第二二極體

(1313) 第一輸出電容

(1314) 第一低頻開關

(132) 第二二次側電路

(1321) 第三二極體

(1322) 第四二極體

(1323) 第二輸出電容

(1324) 第二低頻開關

(133) 第三二次側電路

(1331) 第五二極體

(1332) 第六二極體

(1333) 第三輸出電容

(1334) 第三低頻開關

(2) LED

(21) 第一波長LED

(211) 藍光LED

(22) 第二波長LED

(221) 綠光LED

(23) 第三波長LED

(231) 紅光LED

(3) 可編程控制模組

(31) 可編程模組控制板

(32) 隔離積體電路

(321) 高頻開關連接腳位

(322) 第一低頻開關連接腳位

(323) 第二低頻開關連接腳位

(324) 第三低頻開關連接腳位

(33) 輸入介面

(34) 顯示介面

(A) 低電壓直流源

(B) 低頻開關

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種應用於植物生長之LED調光裝置，係可由一低電壓直流源驅動，其包括：

一升壓型返馳式轉換模組，包含一耦合電感、一一次側電路及複數二次側電路；該耦合電感包含一一次側繞組及複數二次側繞組；該一次側電路對應該一次側繞組，並包含有一高頻開關，該一次側電路用以連接該低電壓直流源；前述二次側電路分別對應前述二次側繞組，並皆包含有一低頻開關；

複數LED，各具有植物生長所需之不同發光波長範圍，係分別設置於前述二次側電路；

一可編程控制模組，電性連接該高頻開關及前述低頻開關，用以驅動該高頻開關及前述低頻開關；

該可編程控制模組允許根據寫入之設定，控制前述低頻開關各自之導通率(Duty Ratio)改變，以重新分配各LED獲得的平均電流；並允許根據寫入之設定，配合各低頻開關之導通與截止的不同，控制該高頻開關的導通率隨之對應改變，以使各LED於其導通期間所流過的平均電流皆能符合一預定數值，該可編程控制模組並允許根據設定，依預定的一時間週期，定時同時驅動該高頻開關及前述低頻開關，以及同時不驅動該高頻開關及前述低頻開關，藉之，用於控制前述LED以適合之光照週期提供植物光照。

【第2項】如申請專利範圍第1項所述之應用於植物生長之LED調光裝置，其中，所述預定數值係為所使用之LED各自的額定電流。

【第3項】如申請專利範圍第1項所述之應用於植物生長之LED調光裝置，其中，該低電壓直流源為一太陽能電池組。

【第4項】如申請專利範圍第1項所述之應用於植物生長之LED調光裝置，其中，該可編程控制模組包含一可編程模組控制板以及一隔離積體電路，該可編程模組控制板電性連接該隔離積體電路，該隔離積體電路提供一高頻開關連接腳位及複數低頻開關連接腳位，分別用以電性連接至該高頻電路開關及前述低頻電路開關；該可編程模組控制板用以驅動該高頻開關及前述低頻開關，其中，該可編程模組控制板允許設定不同的控制模式，以於不同控制模式下驅動該高頻開關及前述低頻開關時，令前述導通率做對應的改變。

【第5項】如申請專利範圍第4項所述之應用於植物生長之LED調光裝置，其中，該可編程控制模組並包含一顯示介面以及一輸入介面，該顯示介面及該輸入介面皆電性連接該可編程模組控制板，該輸入介面供編寫前述控制模式的程式碼於該可編程模組控制板，以及控制該可編程模組控制板改變其控制模式，而該顯示介面包含用以顯示前述控制模式的程式碼。

【第6項】如申請專利範圍第1項所述之應用於植物生長之LED調光裝置，其中，該可編程控制模組係利用脈波寬度調變技術產生一高頻驅動訊號及複數低頻驅動訊號，分別用以驅動該高頻開關及前述低頻開關，藉之，由調變該高頻驅動訊號及前述低頻驅動訊號各自的脈波寬度，來改變前述導通率。

【第7項】如申請專利範圍第1項所述之應用於植物生長之LED調光裝置，其中，係根據下列公式來改變該高頻電率開關的導通率：

$L_p = \frac{V_{in}^{\ 2} D_H^{\ 2}}{2P_o f_s}$ ，$\frac{V_{oi}}{V_{in}} > \frac{1}{n_i} \cdot \frac{D_H}{1-D_H}$ ，$L_{Si} = \frac{L_p}{n_i^2}$ ，其中，L_p為該一次側繞組之電感值，V_{in}為該一次側電路之輸入電壓，D_H為該高頻電路開關之導通率，P_o為輸出負載功率，f_s為高頻驅動訊號的頻率，V_{oi}為前述二次側電路各自之輸出電壓，L_{Si}為前

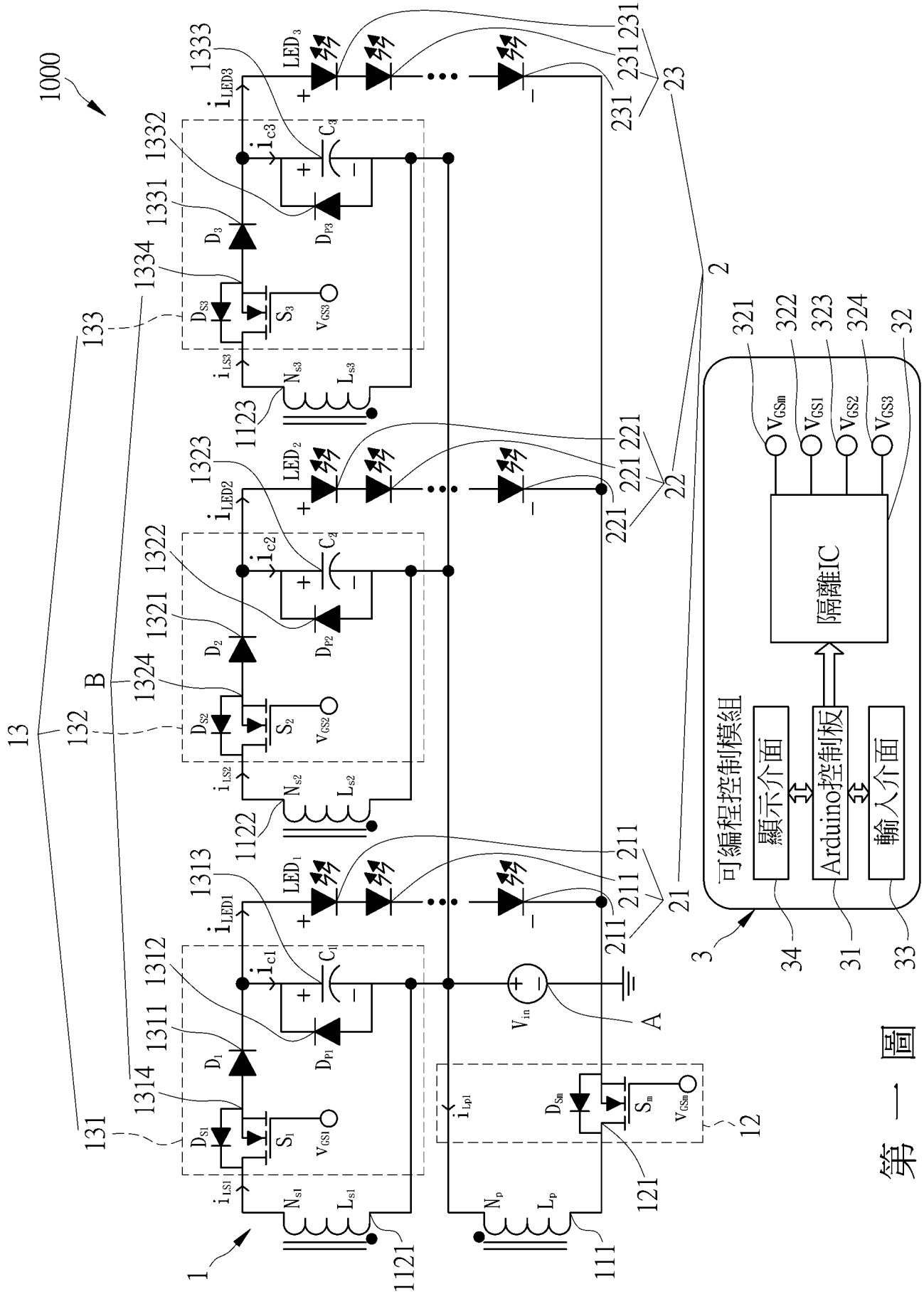
述二次側繞組各自之電感值，$n_i=N_p/N_{Si}$為該一次側繞組各與前述二次側繞組之匝數比。

【第8項】如申請專利範圍第1項所述之應用於植物生長之LED調光裝置，其中，前述二次側繞組包含一第一二次側繞組、一第二二次側繞組及一第三二次側繞組，前述二次側電路包含一第一二次側電路、一第二二次側電路及一第三二次側電路，該第一二次側電路包含一第一二極體、一第二二極體及一第一輸出電容，該第二二次側電路包含一第三二極體、一第四二極體及一第二輸出電容，該第三二次側電路包含一第五二極體、一第六二極體及一第三輸出電容，前述低頻開關包含一第一低頻開關、一第二低頻開關及一第三低頻開關，前述LED包含一第一波長LED、一第二波長LED及一第三波長LED；該第一低頻開關一端連接該第一二次側繞組一端，該第一低頻開關另一端連接該第一二極體之陽極端，該第一二極體之陰極端連接該第一輸出電容一端，該第一輸出電容另一端連接該第一二次側繞組另一端，該第二二極體以陰極端連接該第一輸出電容之該端，而以陽極端連接該第一輸出電容之該另一端，該第一輸出電容之該另一端並連接該低電壓直流源正極端，而該第一波長LED之陽極端連接該第一輸出電容之該端，該第一波長LED之陰極端連接該低電壓直流源負極端；該第二低頻開關一端連接該第二二次側繞組一端，該第二低頻開關另一端連接該第三二極體之陽極端，該第三二極體之陰極端連接該第二輸出電容一端，該第二輸出電容另一端連接該第二二次側繞組另一端，該第四二極體以陰極端連接該第二輸出電容之該端，而以陽極端連接該第二輸出電容之該另一端，該第二輸出電容之該另一端並連接該低電壓直流源正極端，而該第二波長LED之陽極端連接該第二輸出電容之該端，該第二波長LED之陰極端連接該低電壓直流源負

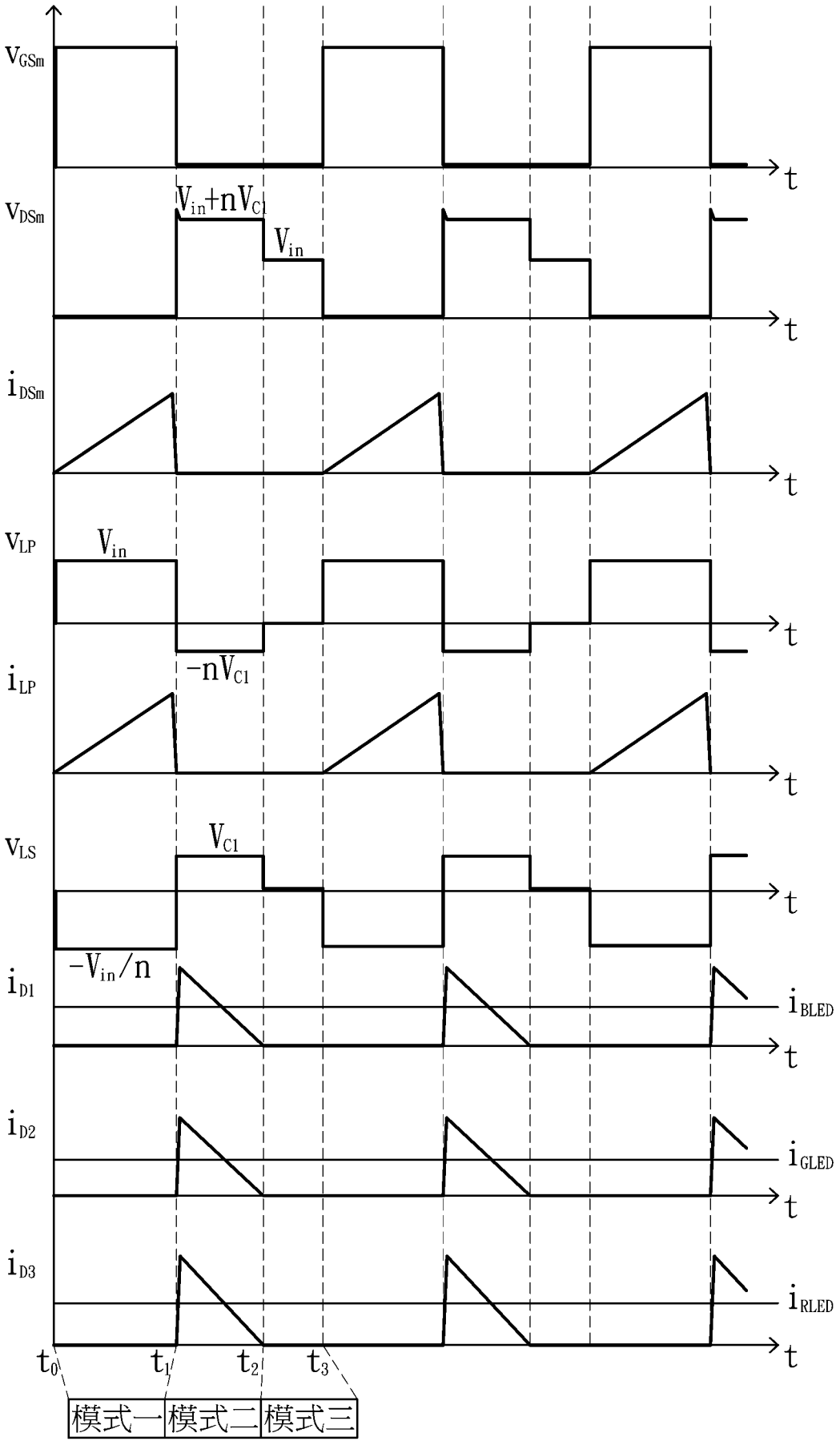
極端；該第三低頻開關一端連接該第三二次側繞組一端，該第三低頻開關另一端連接該第五二極體之陽極端，該第五二極體之陰極端連接該第三輸出電容一端，該第三輸出電容另一端連接該第三二次側繞組另一端，該第六二極體以陰極端連接該第三輸出電容之該端，而以陽極端連接該第三輸出電容之該另一端，該第三輸出電容之該另一端並連接該低電壓直流源正極端，而該第三波長LED之陽極端連接該第三輸出電容之該端，該第三波長LED之陰極端連接該低電壓直流源負極端。

【第9項】如申請專利範圍第8項所述之應用於植物生長之LED調光裝置，其中，該第一波長LED係為至少一顆藍光LED串聯，該第二波長LED係為至少一顆綠光LED串聯，該第三波長LED係為至少一顆紅光LED串聯。

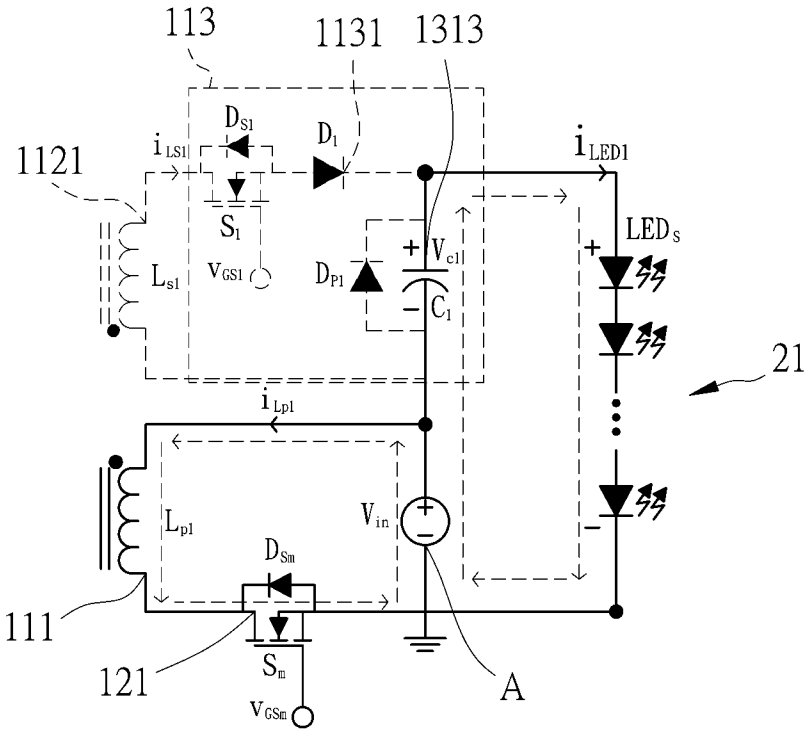
【發明圖式】


1000
1
2
3
12
13
131
132
133
1121
1122
1123
111
121
1311
1312
1313
1321
1322
1323
1331
1332
1333
1314
1324
1334
211
221
231
21
22
23
321
322
323
324
32
31
33
34
A
B
V_{in}
LED_1
LED_2
LED_3
D_1
D_2
D_3
D_{P1}
D_{P2}
D_{P3}
D_{S1}
D_{S2}
D_{S3}
D_{Sm}
C_1
C_2
C_3
C_4
S_1
S_2
S_3
S_m
V_{GS1}
V_{GS2}
V_{GS3}
V_{GSm}
i_{LED1}
i_{LED2}
i_{LED3}
i_{c1}
i_{c2}
i_{c3}
i_{LS1}
i_{LS2}
i_{LS3}
i_{Lp1}
N_{s1}
N_{s2}
N_{s3}
N_p
L_{s1}
L_{s2}
L_{s3}
L_p
可編程控制模組
顯示介面
Arduino控制板
輸入介面
隔離IC

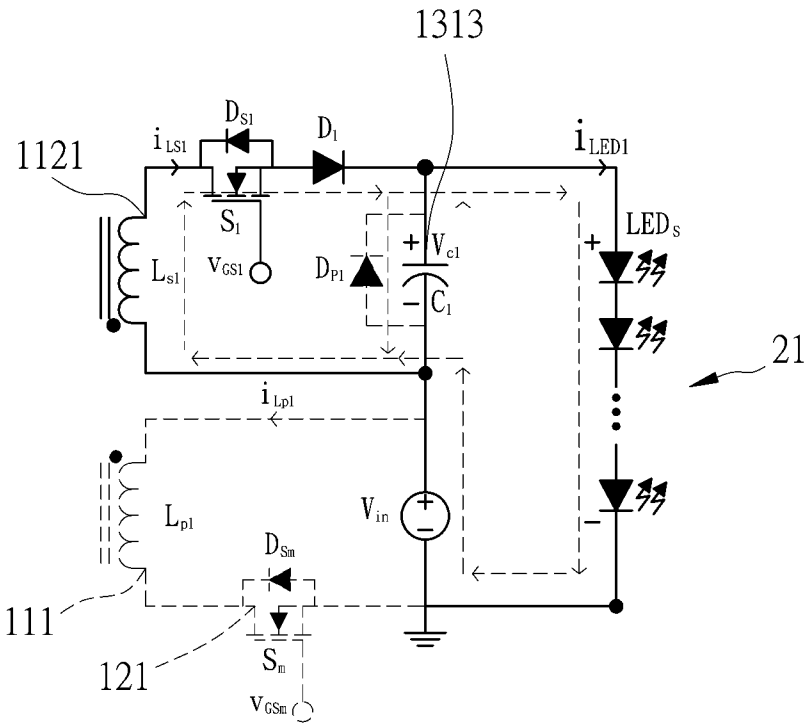
第一圖


V_{GSm}
V_{DSm}
$V_{in}+nV_{C1}$
V_{in}
i_{DSm}
V_{LP}
V_{in}
$-nV_{C1}$
i_{LP}
V_{LS}
V_{C1}
$-V_{in}/n$
i_{D1}
i_{BLED}
i_{D2}
i_{GLED}
i_{D3}
i_{RLED}
t
t_0
t_1
t_2
t_3
模式一
模式二
模式三

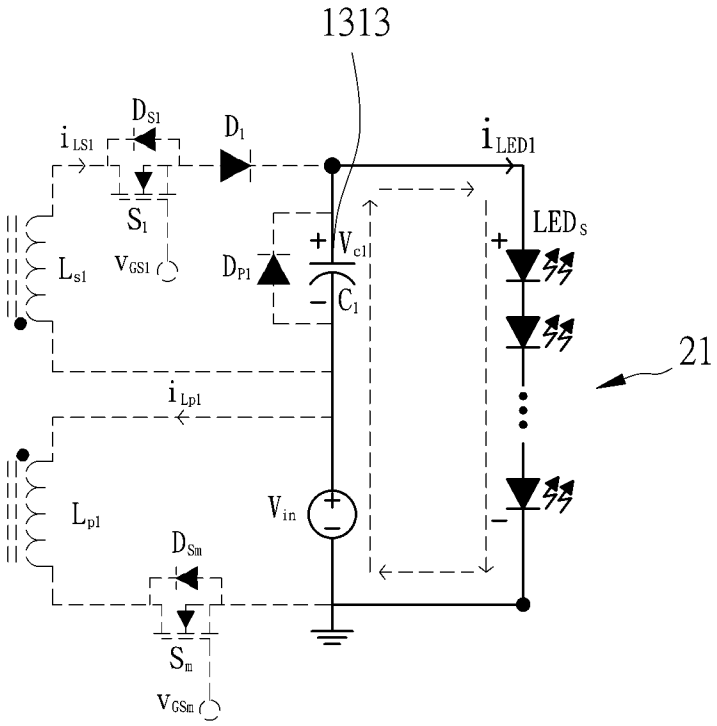
第 二 圖


113
1131
1313
1121
D_{S1}
D_1
i_{LS1}
i_{LED1}
S_1
V_{GS1}
L_{s1}
D_{P1}
V_{c1}
C_1
LED_S
21
i_{Lp1}
L_{p1}
V_{in}
D_{Sm}
111
121
S_m
V_{GSm}
A

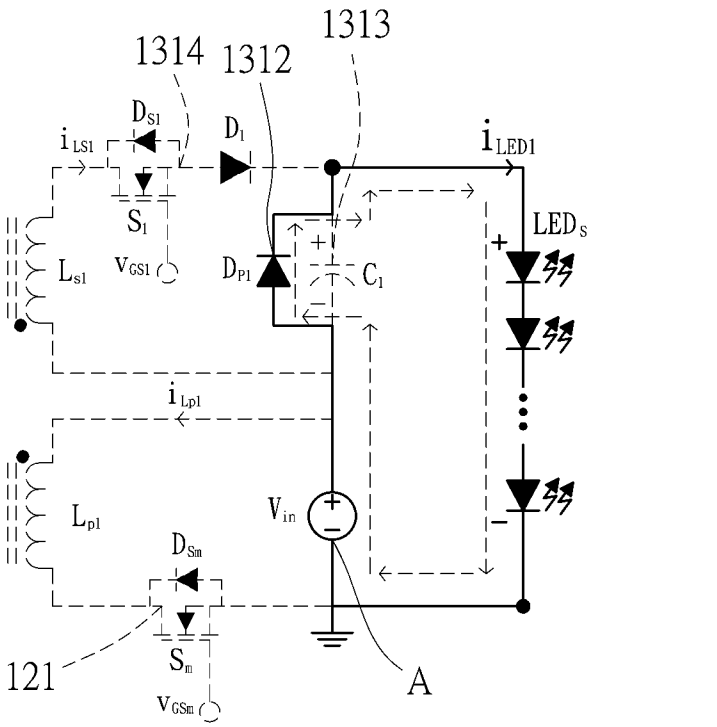
第 三 圖


1313
D_{S1}
D_1
1121
i_{LS1}
i_{LED1}
S_1
LED_S
V_{GS1}
L_{s1}
D_{P1}
V_{c1}
C_1
21
i_{Lp1}
L_{p1}
V_{in}
D_{Sm}
111
121
S_m
V_{GSm}

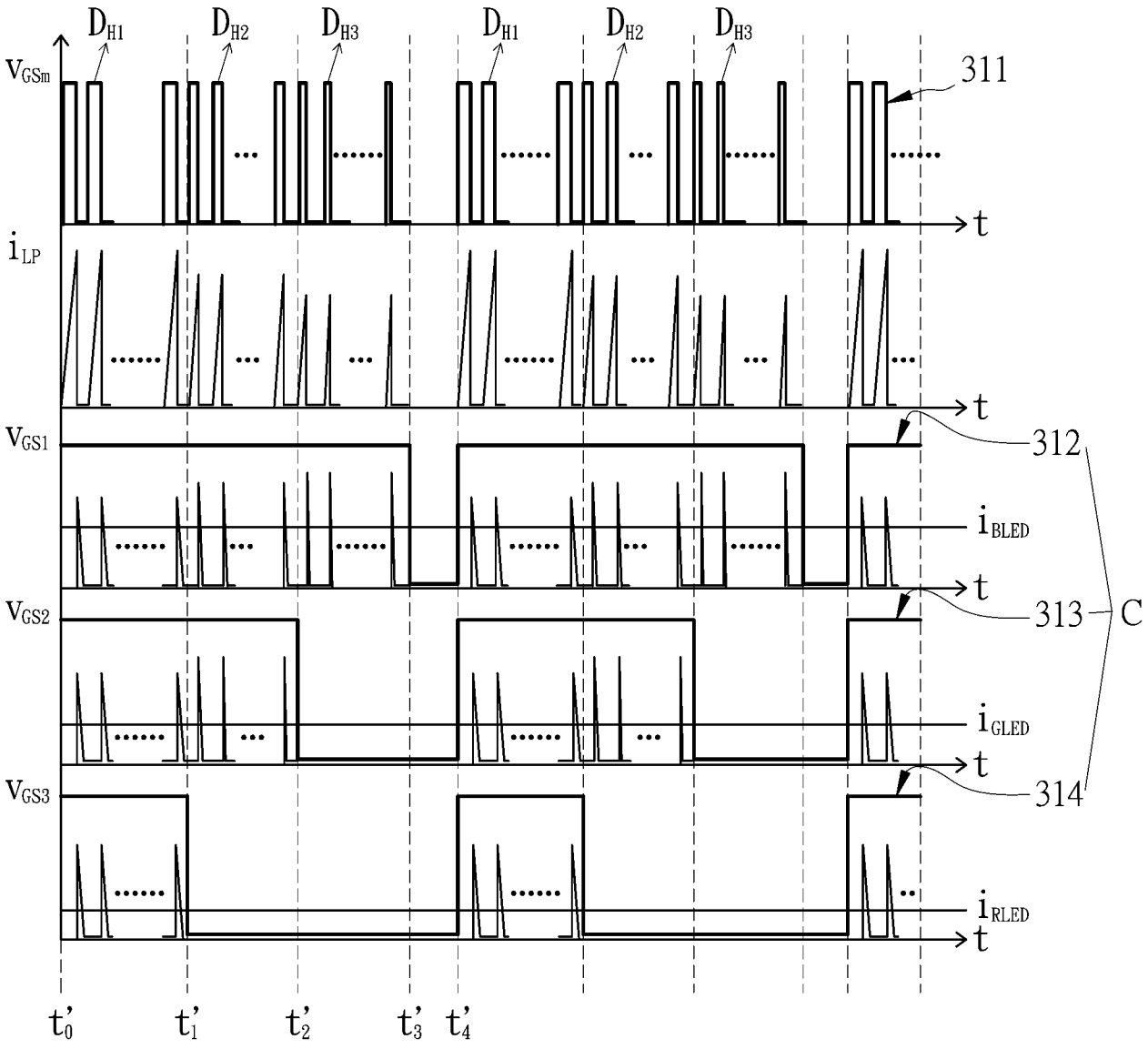
第 四 圖


1313
D_{S1}
i_{LS1}
D_1
i_{LED1}
S_1
LED_S
L_{s1}
v_{GS1}
D_{P1}
V_{c1}
C_1
21
i_{Lp1}
L_{p1}
V_{in}
D_{Sm}
S_m
v_{GSm}

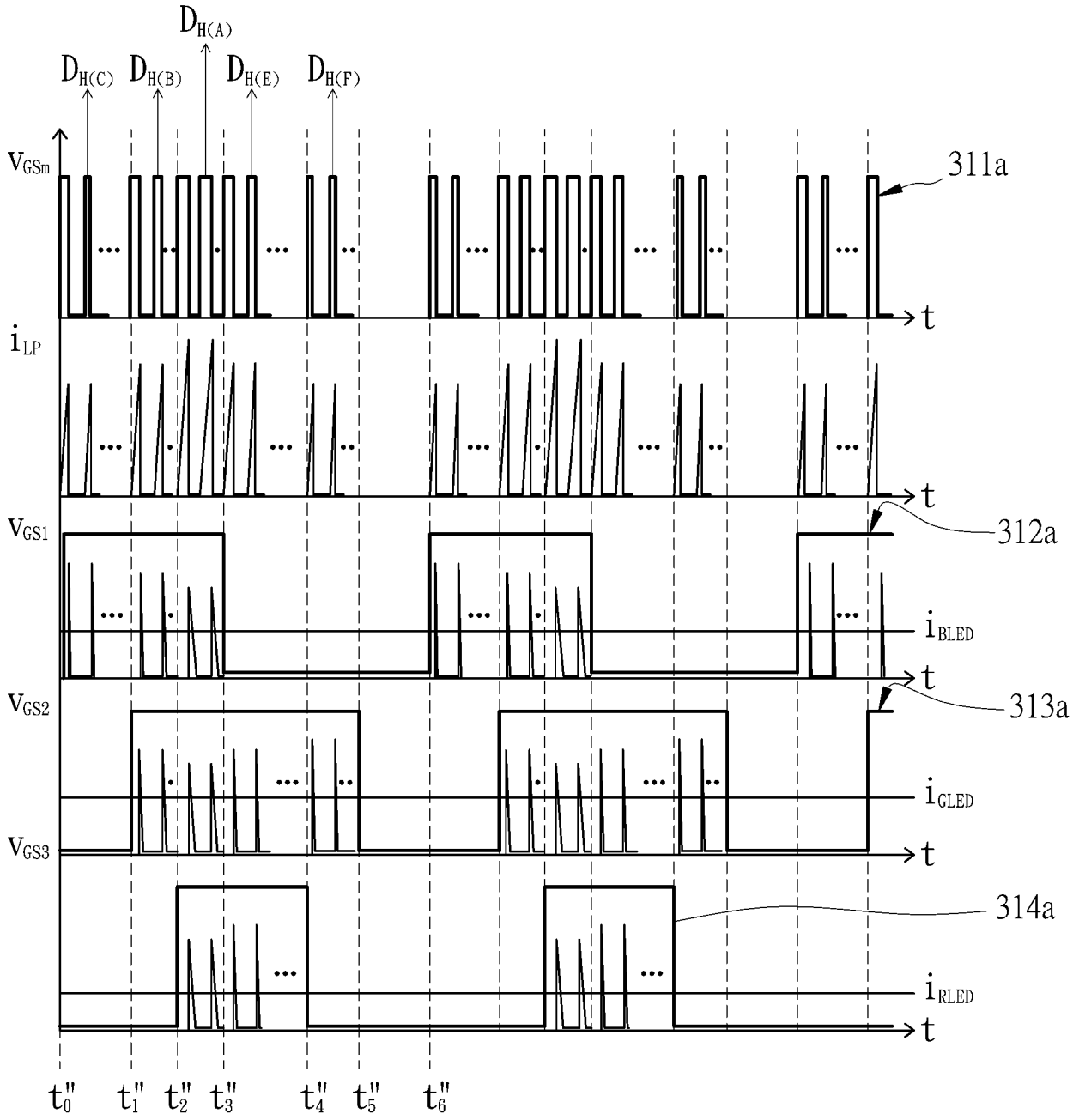
第 五 圖


1313
1314
1312
D_{S1}
i_{LS1}
D_1
i_{LED1}
S_1
LED_S
L_{s1}
v_{GS1}
D_{P1}
C_1
i_{Lp1}
L_{p1}
V_{in}
D_{Sm}
121
S_m
v_{GSm}
A

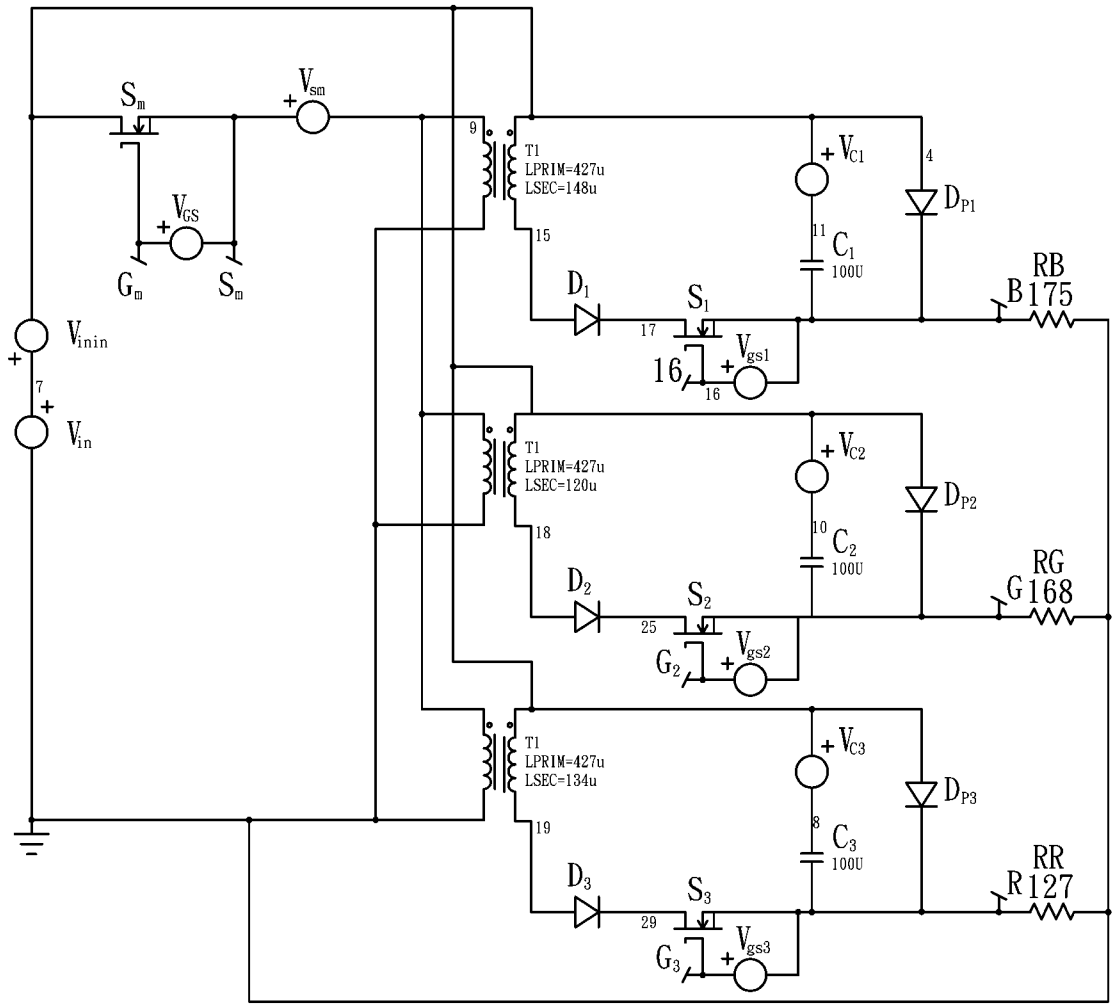
第 六 圖


D_{H1}
D_{H2}
D_{H3}
D_{H1}
D_{H2}
D_{H3}
V_{GSm}
311
t
i_{LP}
t
V_{GS1}
312
i_{BLED}
t
V_{GS2}
313
C
i_{GLED}
t
V_{GS3}
314
i_{RLED}
t
t'_0
t'_1
t'_2
t'_3
t'_4

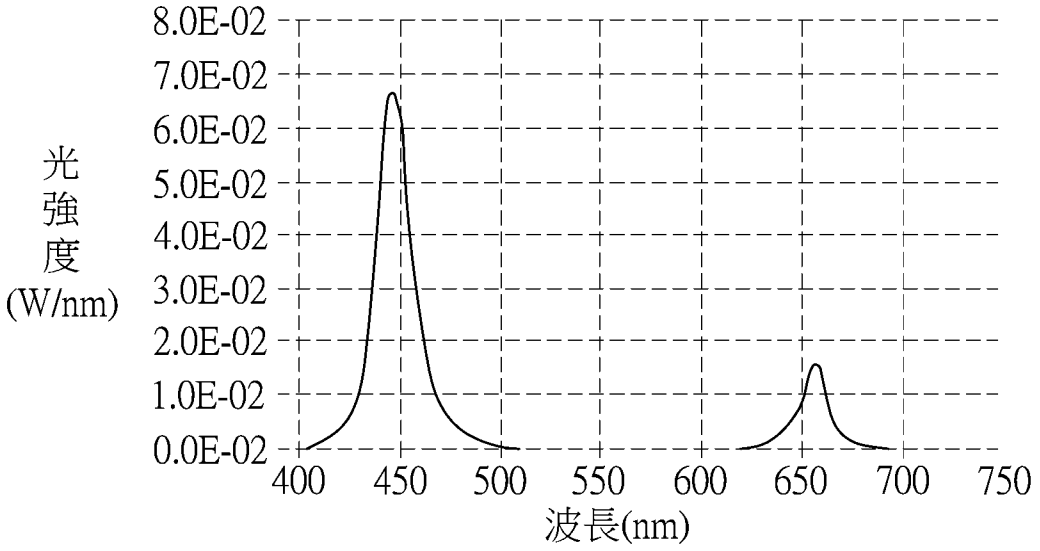
第 七 圖


$D_{H(A)}$
$D_{H(C)}$
$D_{H(B)}$
$D_{H(E)}$
$D_{H(F)}$
V_{GSm}
311a
t
i_{LP}
t
V_{GS1}
312a
i_{BLED}
t
V_{GS2}
313a
i_{GLED}
V_{GS3}
t
314a
i_{RLED}
t
t_0'' t_1'' t_2'' t_3'' t_4'' t_5'' t_6''

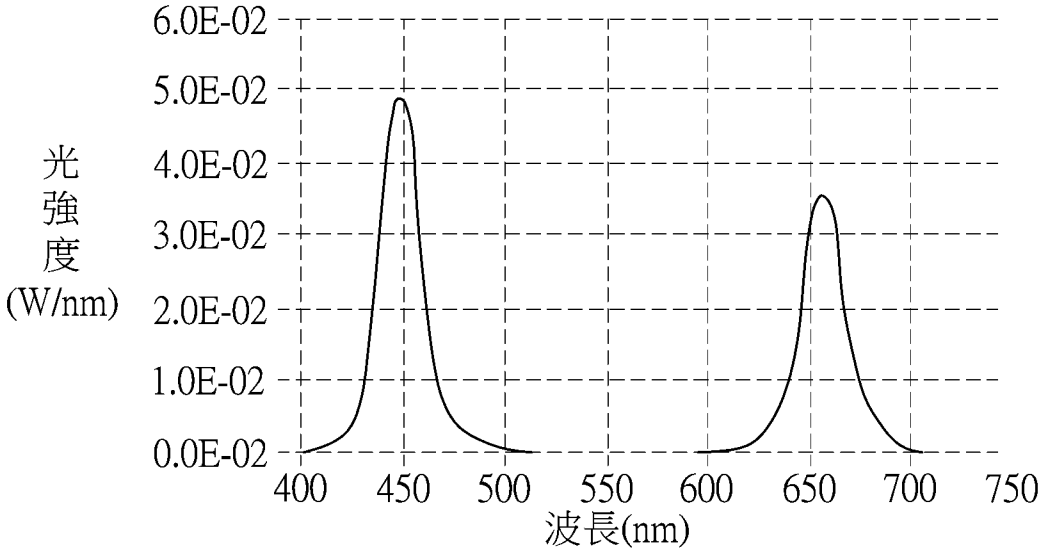
第 八 圖


Sm
Vsm
VGS
Gm
Sm
Vinin
Vin
7
T1
LPRIM=427u
LSEC=148u
9
15
VC1
4
DP1
11
C1
100U
D1
S1
17
16
Vgs1
RB
B175
T1
LPRIM=427u
LSEC=120u
18
VC2
DP2
10
C2
100U
D2
S2
25
G2
Vgs2
RG
G168
T1
LPRIM=427u
LSEC=134u
19
VC3
DP3
8
C3
100U
D3
S3
29
G3
Vgs3
RR
R127

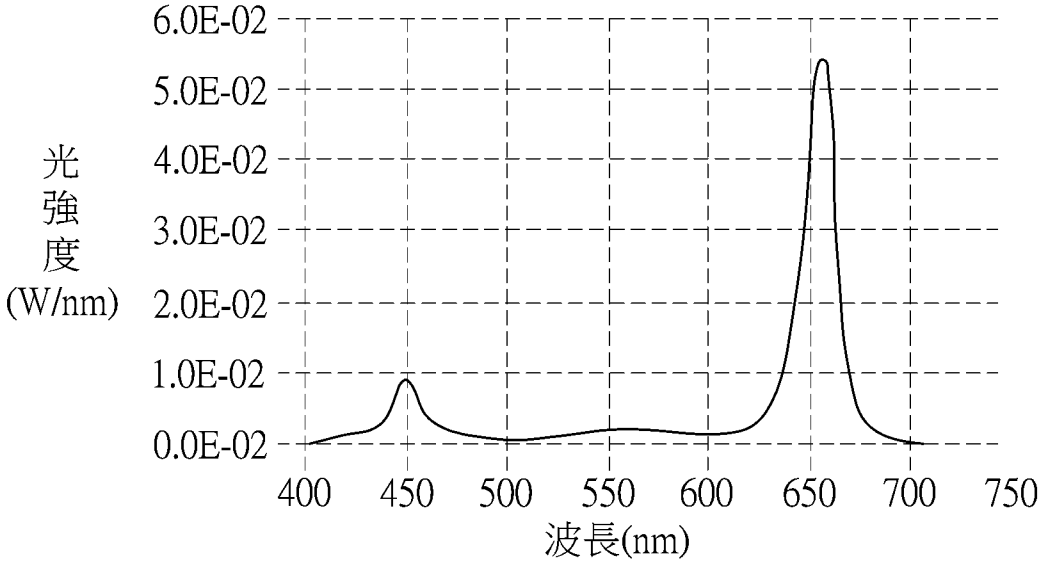
第 九 圖



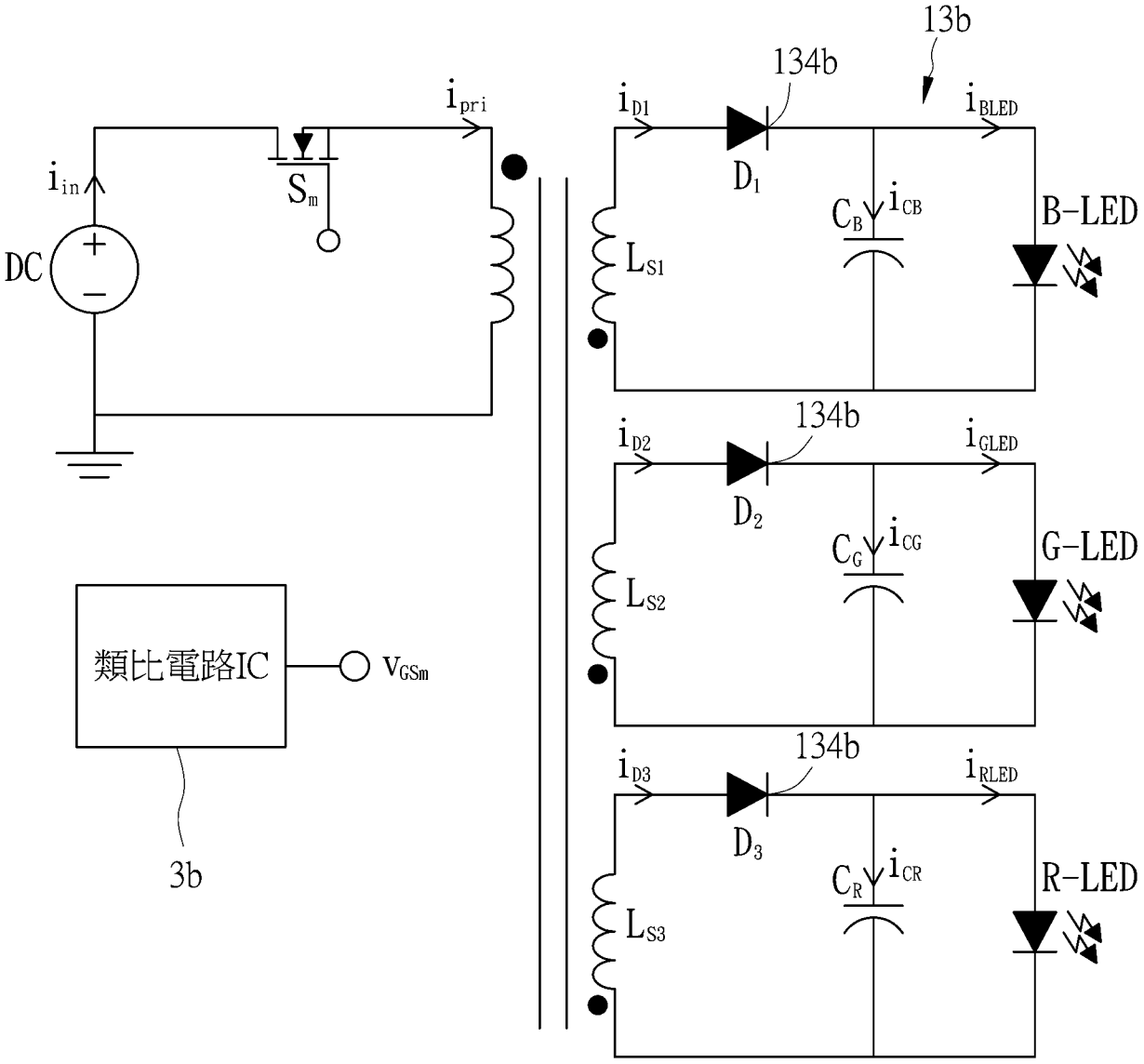
第 十A 圖



第 十B 圖



第 十C 圖


13b
134b
i_{pri}
i_{in}
S_m
DC
i_{D1}
i_{BLED}
D_1
C_B
i_{CB}
B-LED
L_{S1}
i_{D2}
i_{GLED}
D_2
C_G
i_{CG}
G-LED
L_{S2}
i_{D3}
i_{RLED}
D_3
C_R
i_{CR}
R-LED
L_{S3}
類比電路IC
V_{GSm}
3b

第 十一 圖