



(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 I869017 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：112141958

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 11 月 01 日

(51)Int. Cl. : H05B45/347 (2020.01)

H05B45/34 (2020.01)

H05B45/345 (2020.01)

G09G3/32 (2016.01)

(30)優先權：2023/09/22 美國

18/371,453

(71)申請人：聯詠科技股份有限公司 (中華民國) NOVATEK MICROELECTRONICS CORP.
(TW)

新竹縣寶山鄉新竹科學工業園區創新一路十三號二樓

(72)發明人：程智修 CHENG, JHIH-SIOU (TW)；梁可駿 LIANG, KEKO-CHUN (TW)；林俊甫
LIN, CHUN-FU (TW)；林晉毅 LIN, JIN-YI (TW)；林介安 LIN, CHIEH-AN
(TW)；方柏翔 FANG, PO-HSIANG (TW)

(74)代理人：吳豐任；戴俊彥

(56)參考文獻：

TW I474313B

TW I536344B

TW I540569B

TW M601945U

TW 202304253A

US 20210315079A1

審查人員：林俊傑

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：4 共 28 頁

(54)名稱

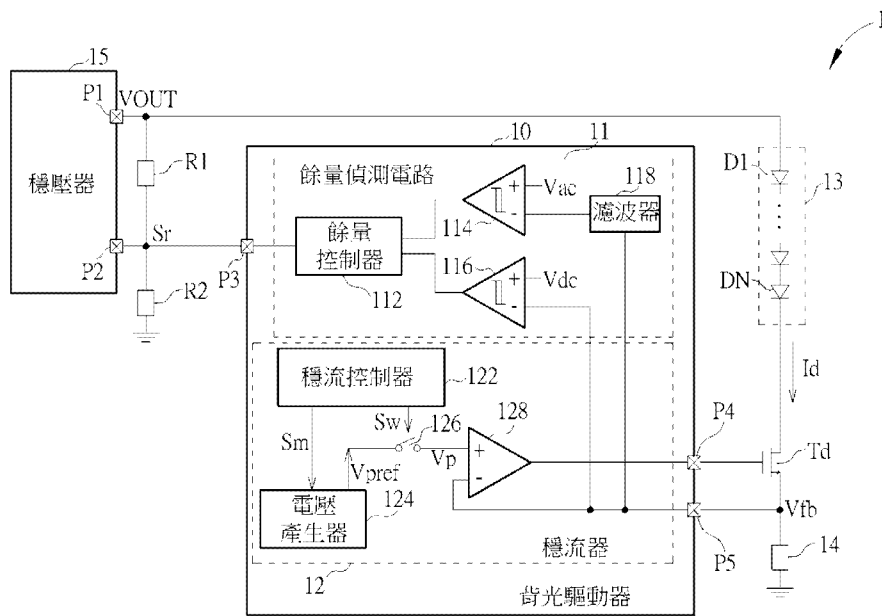
背光驅動器及其控制方法

(57)摘要

一種背光驅動器，透過負載路徑中的驅動電晶體驅動發光二極體(light-emitting diode，LED)燈串。LED 燈串、驅動電晶體及電負載依序耦接以形成負載路徑，背光驅動器包含穩流器及餘量偵測電路。穩流器耦接於驅動電晶體及電負載的第一端，以至少依據來自電負載的第一端的反饋電壓來控制流經負載路徑的驅動電流。餘量偵測電路耦接於電負載的第一端及穩壓器，以至少依據來自電負載的第一端的反饋電壓來控制穩壓器以調節 LED 燈串的第一端的供電電壓。

A backlight driver drives a light-emitting diode (LED) string via a driving transistor in a load path. The LED string, the driving transistor, and an electrical load are sequentially coupled to form the load path. The backlight driver includes a current regulator and a headroom detection circuit. The current regulator is coupled to the driving transistor and a first terminal of the electrical load to control a driving current flowing through the load path according to at least a feedback voltage from a first terminal of the electrical load. The headroom detection circuit is coupled to the first terminal of the electrical load and a voltage regulator to control the voltage regulator to regulate a supply voltage to a first terminal of the LED string according to at least the feedback voltage.

指定代表圖：



符號簡單說明：

1:發光二極體背光模組

10:背光驅動器

11:餘量偵測電路

116:第一比較器

118:濾波器

114:第二比較器

112:餘量控制器

12:穩流器

122:穩流控制器

124:電壓產生器

126:開關

128:運算放大器

13:發光二極體燈串

14:電負載

15:穩壓器

D1 至 DN:發光二極體

Id: 驅動電流

P1 至 P5:連接埠

R1 及 R2:電阻

Sm:震幅控制訊號

Sr:調節訊號

Sw:寬度控制訊號

Td:驅動電晶體

Vac:交流參考電壓

Vdc: 直流參考電壓

Vfb:反饋電壓

VOUT:供電電壓

Vp:電壓脈衝

Vpref:控制參考電壓



I869017

【發明摘要】

【中文發明名稱】背光驅動器及其控制方法

【英文發明名稱】 BACKLIGHT DRIVER AND METHOD OF CONTROLLING THE SAME

【中文】

一種背光驅動器，透過負載路徑中的驅動電晶體驅動發光二極體(light-emitting diode，LED)燈串。LED燈串、驅動電晶體及電負載依序耦接以形成負載路徑，背光驅動器包含穩流器及餘量偵測電路。穩流器耦接於驅動電晶體及電負載的第一端，以至少依據來自電負載的第一端的反饋電壓來控制流經負載路徑的驅動電流。餘量偵測電路耦接於電負載的第一端及穩壓器，以至少依據來自電負載的第一端的反饋電壓來控制穩壓器以調節LED燈串的第一端的供電電壓。

【英文】

A backlight driver drives a light-emitting diode (LED) string via a driving transistor in a load path. The LED string, the driving transistor, and an electrical load are sequentially coupled to form the load path. The backlight driver includes a current regulator and a headroom detection circuit. The current regulator is coupled to the driving transistor and a first terminal of the electrical load to control a driving current flowing through the load path according to at least a feedback voltage from a first terminal of the electrical load. The headroom detection circuit is coupled to the first terminal of the electrical load and a voltage regulator to control the voltage regulator to regulate a supply voltage to a first terminal of the LED string according to at least the feedback voltage.

【指定代表圖】第(1)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1: 發光二極體背光模組

10: 背光驅動器

11: 餘量偵測電路

116: 第一比較器

118: 濾波器

114: 第二比較器

112: 餘量控制器

12: 穩流器

122: 穩流控制器

124: 電壓產生器

126: 開關

128: 運算放大器

13: 發光二極體燈串

14: 電負載

15: 穩壓器

D1至DN: 發光二極體

Id: 驅動電流

P1至P5: 連接埠

R1及R2: 電阻

Sm: 震幅控制訊號

Sr: 調節訊號

Sw: 寬度控制訊號

Td: 驅動電晶體

Vac: 交流參考電壓

Vdc: 直流參考電壓

Vfb: 反饋電壓

VOUT: 供電電壓

Vp: 電壓脈衝

Vpref: 控制參考電壓

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】背光驅動器及其控制方法

【英文發明名稱】 BACKLIGHT DRIVER AND METHOD OF CONTROLLING
THE SAME

【技術領域】

【0001】 本發明係關於電子電路，特別係關於一種降低熱耗的背光驅動器及其控制方法。

【先前技術】

【0002】 發光二極體(Light-emitting diode, LED)背光模組是一種光源，用以照明電視機、電腦顯示器、智能手機等各種顯示設備。與傳統背光源相比，LED背光模組更節能、更耐用、使用壽命更長。

【0003】 LED背光模組採用驅動電晶體來驅動LED燈串以產生所需的亮度。相關技術中，LED背光模組利用驅動電晶體閘極端的閘極電壓來調節LED燈串的供電電壓。在運作時，驅動電晶體的閘極電壓與驅動電晶體的汲極電壓成負相關。因此LED背光模組通過監控閘極電壓來估算汲極電壓，依據汲極電壓估算驅動電晶體的餘量(headroom)電壓，並依據餘量電壓調節供電電壓，進而實現省電同時降低熱耗。然而，由於驅動電晶體的特性會因製程差異而產生元件之間的差異，且驅動電晶體的閘極電壓的運作範圍較大，因此餘量電壓的估計不易準確，造成功率浪費及熱耗增加。

【0004】 在另一種LED背光模組的做法中，LED背光模組利用驅動電晶體汲

第 1 頁，共 15 頁(發明說明書)

極的汲極電壓來調節LED燈串的供電電壓。然而，這種做法會增加LED背光模組中的接腳數，增加製造成本。

【發明內容】

【0005】 本發明實施例揭露一種背光驅動器，透過負載路徑中的驅動電晶體驅動發光二極體(light-emitting diode，LED)燈串。LED燈串、驅動電晶體及電負載依序耦接以形成負載路徑，電負載包含第一端，及第二端，耦接於接地端，背光驅動器包含穩流器及餘量偵測電路。穩流器耦接於驅動電晶體及電負載的第一端，以至少依據來自電負載的第一端的反饋電壓來控制流經負載路徑的驅動電流。餘量偵測電路耦接於電負載的第一端及穩壓器，以至少依據來自電負載的第一端的反饋電壓來控制穩壓器以調節LED燈串的第一端的供電電壓。

【0006】 本發明實施例揭露一種控制方法，用以控制背光驅動器通過負載路徑中的驅動電晶體驅動發光二極體(LED)燈串。LED燈串、驅動電晶體及電負載依序耦接形成負載路徑，電負載包含第一端，及第二端，耦接於接地端，背光驅動器包含穩流器及餘量偵測電路，穩流器耦接於電負載的第一端及驅動電晶體，餘量偵測電路耦接於電負載的第一端及穩壓器。方法包含穩流器至少依據來自電負載的第一端的反饋電壓控制流經負載路徑的驅動電流，及餘量偵測電路至少依據來自電負載的第一端的反饋電壓控制穩壓器來調節LED燈串的第一端的供電電壓。

【圖式簡單說明】

【0007】

第1圖係為本發明實施例中之一種發光二極體(light-emitting diode，LED)背光模

組的電路示意圖。

第2圖係為第1圖中之背光驅動器的控制方法的流程圖。

第3圖係為第1圖中之LED背光模組的時序圖。

第4圖係為本發明實施例中之另一種LED背光模組的電路示意圖。

【實施方式】

【0008】 第1圖係為本發明實施例中之一種發光二極體(light-emitting diode, LED)背光模組1的電路示意圖。LED背光模組1可應用在顯示裝置中, 及可採用LED燈串來照明顯示裝置。進一步而言, LED背光模組1可控制供給LED燈串的供電電壓 V_{OUT} , 以提供足夠亮度, 節約能源並減少熱耗。

【0009】 LED背光模組1可包含背光驅動器10、LED燈串13、驅動電晶體Td、電負載14、穩壓器15及電阻R1及R2。LED燈串13、驅動電晶體Td及電負載14可依序耦接以形成負載路徑。具體而言, LED燈串13包含第一端, 耦接於穩壓器15; 及第二端。驅動電晶體Td包含控制端, 耦接於背光驅動器10; 第一端, 耦接於LED燈串13的第二端; 及第二端。電負載14包含第一端, 耦接於驅動電晶體Td的第二端; 及第二端, 耦接於接地端。接地端可提供接地電壓, 例如0V。背光驅動器10可耦接於電負載14的第一端及穩壓器15。LED燈串13可包含依序相互耦接的LED D1至 LED DN, 其中N可以是大於1的正整數。例如, N可為3, LED D1至LED D3可依序相互耦接, LED D1的陽極為LED燈串13的第一端, 且LED D3的陰極為LED燈串13的第二端。驅動電晶體Td可以是N型金屬氧化物半導體場效應電晶體 (metal - oxide - semiconductor field-effect transistor, MOSFET)。電負載14可以是固定電阻, 用以感測反饋電壓 V_{fb} 。例如, 電負載14可以是100歐姆的電阻。電阻R1及R2可以是固定電阻, 用以形成分壓器。

第 3 頁, 共 15 頁(發明說明書)

【0010】 在運作時，LED燈串13可接收供電電壓VOUT，及在驅動電流Id通過時發光。背光驅動器10可通過穩壓器15調節供電電壓VOUT，及可使驅動電流Id通過驅動電晶體Td以驅動LED燈串13。驅動電流Id可包含複數個脈衝，每個脈衝的震幅及脈寬可相同或不同。大致而言，驅動電流Id的平均準位越高，則LED燈串13的亮度越亮。當驅動電流Id流過驅動電晶體Td時，驅動電晶體Td的第一端及第二端之間會形成壓降，稱為餘量電壓。若餘量電壓過高，則驅動電晶體Td中會浪費功率，造成熱耗。若餘量電壓不足，則驅動電晶體Td將無法產生足夠的驅動電流Id，導致亮度不足。因此，背光驅動器10可將供電電壓VOUT調節到合適的準位以保證足夠的亮度同時節約能源並減少熱耗。

【0011】 背光驅動器10可以積體電路實現，及可包含穩流器12、餘量偵測電路11，及連接埠P3至P5。穩壓器15可以是直流至直流(DC-to-DC)調節器且可包含連接埠P1及P2。穩流器12通過連接埠P4耦接於驅動電晶體Td的控制端。餘量偵測電路11通過連接埠P5耦接於電負載14的第一端，及通過連接埠P3及P2耦接於穩壓器15。穩壓器15還可通過連接埠P1耦接於LED燈串13的第一端。

【0012】 穩流器12可包含穩流控制器122、電壓產生器124、開關126及運算放大器128。穩流控制器122、電壓產生器124及開關126可產生電壓脈衝Vp以控制驅動電流Id中的脈衝。運算放大器128及驅動電晶體Td可形成反饋迴路以偵測反饋電壓Vfb。

【0013】 穩流控制器122可產生震幅控制訊號Sm及寬度控制訊號Sw以分別控制脈衝的震幅及脈寬。

【0014】 電壓產生器124耦接於穩流控制器122以接收震幅控制訊號 S_m ，依據震幅控制訊號 S_m 對控制參考電壓 V_{pref} 的震幅進行控制，並輸出控制參考電壓 V_{pref} 。也就是說，控制參考電壓 V_{pref} 的震幅是可調的。在一些實施例中，震幅控制訊號 S_m 可以是電壓訊號，且電壓產生器124可以是電壓控制電壓源。在其他實施例中，震幅控制訊號 S_m 可以是電流訊號，且電壓產生器124可以是電流控制電壓源。震幅控制訊號 S_m 的震幅可與控制參考電壓 V_{pref} 的震幅成正相關。例如，震幅控制訊號 S_m 的震幅可增加以增加控制參考電壓 V_{pref} 的震幅。

【0015】 開關126包含控制端，耦接於穩流控制器122以接收寬度控制訊號 S_w ；第一端，耦接於電壓產生器124以接收控制參考電壓 V_{pref} ；及第二端，依據控制參考電壓 V_{pref} 及寬度控制訊號 S_w 控制電壓脈衝 V_p 。開關126可依據寬度控制訊號 S_w 調整電壓脈衝 V_p 的脈寬，及依據控制參考電壓 V_{pref} 調整電壓脈衝 V_p 的震幅。寬度控制訊號 S_w 可以是脈寬調製(pulse width modulation, PWM)電壓。在一些實施例中，電壓脈衝 V_p 的脈寬可等於寬度控制訊號 S_w 的脈寬，且電壓脈衝 V_p 的震幅可等於控制參考電壓 V_{pref} 的震幅。

【0016】 運算放大器128包含反相輸入端，耦接於電負載14的第一端以接收反饋電壓 V_{fb} ；正相輸入端，耦接於開關126的第二端以接收電壓脈衝 V_p ；及輸出端，耦接於驅動電晶體 T_d 的控制端。運算放大器128可依據反饋電壓 V_{fb} 及電壓脈衝 V_p 控制驅動電流 I_d 中的脈衝。由於運算放大器128的正相輸入端及反相輸入端在穩態下可視為虛擬短路，因此運算放大器128可調整驅動電晶體 T_d 的控制端的控制電壓以使反饋電壓 V_{fb} 匹配於電壓脈衝 V_p 。控制電壓可與驅動電晶體 T_d 第一端的電壓成負相關，及與驅動電流 I_d 成正相關。若電壓脈衝 V_p 大幅超過反

饋電壓 V_{fb} ，則運算放大器128可增加控制電壓以提升驅動電流 I_d ，藉以使反饋電壓 V_{fb} 升高直到反饋電壓 V_{fb} 等於電壓脈衝 V_p 為止。然而，若供電電壓 V_{OUT} 不足以提供負載路徑中的驅動電流 I_d ，則儘管控制電壓很大，反饋電壓 V_{fb} 仍會小於電壓脈衝 V_p 。例如，若供電電壓 V_{OUT} 為8.1V，驅動電流 I_d 為1mA，則LED燈串13兩端的壓降可為7V，驅動電晶體 T_d 的餘量電壓可為1V，且電負載14兩端的反饋電壓 V_{fb} 可以是0.1V。由於負載路徑上的壓降為8.1V($=7+1+0.1$)，負載路徑上的壓降等於供電電壓 V_{OUT} ，因此供電電壓 V_{OUT} 足以提供1毫安作為驅動電流 I_d 。若驅動電流 I_d 從1mA上升到2mA，在理想情況下，LED燈串13兩端的壓降可能需要大約7V或大於7V(如7.3V)的壓降，驅動電晶體 T_d 的餘量電壓可能變為小於或等於1.3V(若供電電壓 V_{OUT} 維持不變則驅動電晶體 T_d 的餘量電壓會受到壓制而變小)，且電負載14兩端的反饋電壓 V_{fb} 可變為0.2V或更大。然而此時負載路徑上的所需的壓降為8.8V ($=7.3+1.3+0.2$)，超過供電電壓 V_{OUT} ($8.8>8.1$)，因此供電電壓 V_{OUT} 不足以提供2mA的驅動電流 I_d ，因此驅動電流 I_d 將被調整到1mA到2mA之間，導致反饋電壓 V_{fb} 在0.1V到0.2V之間，且驅動電晶體 T_d 的餘量電壓在1V到1.3V之間。換句話說，餘量電壓不足。

【0017】 餘量偵測電路11可包含第一比較器116、濾波器118、第二比較器114及餘量控制器112。在一些實施例中，餘量偵測電路11可在調節供電電壓 V_{OUT} 的調節期間被致能，及在不調節供電電壓 V_{OUT} 的正常期間被失能。反饋電壓 V_{fb} 可包含直流(direct current, DC)成分及交流(alternating current, AC)成分。第一比較器116可依據反饋電壓 V_{fb} 中的直流成分來偵測餘量電壓不足。濾波器118及第二比較器114可依據反饋電壓 V_{fb} 中的交流成分來偵測餘量電壓不足。餘量控制器112可依據第一比較器116及第二比較器114的偵測結果控制穩壓器15以調節供電電壓 V_{OUT} 。

【0018】 第一比較器116包含第一輸入端，耦接於電負載14的第一端以接收反饋電壓 V_{fb} ；第二輸入端，接收直流參考電壓 V_{dc} ，及輸出端，依據反饋電壓 V_{fb} 及直流參考電壓 V_{dc} 輸出第一比較結果。第一比較器116的第一輸入端可為反相輸入端，且第一比較器116的第二輸入端可為正相輸入端。直流參考電壓 V_{dc} 可由第一電壓源產生，且可設為固定準位，例如0.2V。第一比較器116可將反饋電壓 V_{fb} 及直流參考電壓 V_{dc} 進行比較以產生第一比較結果。在一些實施例中，若反饋電壓 V_{fb} 小於直流參考電壓 V_{dc} ，則第一比較器116可將第一比較結果設為邏輯高準位(例如，1.8V)，表示偵測到餘量電壓不足。若反饋電壓 V_{fb} 等於或超過直流參考電壓 V_{dc} ，則第一比較器116可將第一比較結果設為邏輯低準位(例如，0V)，表示偵測到餘量電壓充足。

【0019】 濾波器118可耦接於電負載14的第一端，以依據反饋電壓 V_{fb} 產生濾波電壓。第二比較器114包含第一輸入端，耦接於濾波器118以接收濾波電壓；第二輸入端，接收交流參考電壓 V_{ac} ；及輸出端，依據濾波電壓與交流參考電壓 V_{ac} 輸出第二比較結果。第二比較器114的第一輸入端可為反相輸入端，且第二比較器114的第二輸入端可為正相輸入端。交流參考電壓 V_{ac} 可由第二電壓源產生，且可設為等於或不同於直流參考電壓 V_{dc} 的固定準位。例如，交流參考電壓 V_{ac} 可以是0.1V。第二比較器114可將濾波電壓及交流參考電壓 V_{ac} 進行比較以產生第二比較結果。在一些實施例中，若濾波電壓小於交流參考電壓 V_{ac} ，則第二比較器114可將第二比較結果設為邏輯高準位，表示偵測到餘量電壓不足。若濾波電壓等於或超過交流參考電壓 V_{ac} ，則第二比較器114可將第二比較結果設為邏輯低準位，表示偵測到餘量電壓充足。

【0020】 餘量控制器112可耦接於第一比較器116的輸出端、第二比較器114的輸出端以及穩壓器15，以依據第一比較結果及第二比較結果控制穩壓器15來調節供電電壓VOUT。若第一比較結果及第二比較結果表示反饋電壓Vfb小於直流參考電壓Vdc及/或濾波電壓小於交流參考電壓Vac，餘量偵測電路11可控制穩壓器15以增加供電電壓VOUT。若第一比較結果及第二比較結果表示反饋電壓Vfb超過直流參考電壓Vdc且濾波電壓超過交流參考電壓Vac，餘量偵測電路11可控制穩壓器15以降低供電電壓VOUT。在一些實施例中，餘量控制器112可包含或聞，或聞具有第一端，耦接於第一比較器116的輸出端以接收第一比較結果；第二端，耦接於第二比較器114的輸出端接收第二比較結果；及輸出端，輸出第一比較結果及第二比較結果的位元或運算(bitwise OR operation)結果。餘量控制器112可依據位元或運算的結果產生調節訊號Sr。若位元或運算的結果為邏輯高準位，則餘量控制器112可減小調節訊號Sr的值，進而增加供電電壓VOUT；若位元或運算的結果為邏輯低準位，餘量控制器112可增加調節訊號Sr的值，進而降低供電電壓VOUT。

【0021】 在一些實施例中，餘量偵測電路11可省略濾波器118及第二比較器114，餘量控制器112可耦接於第一比較器116的輸出端，以依據第一比較結果調節供電電壓VOUT。若第一比較結果表示反饋電壓Vfb小於直流參考電壓Vdc，餘量偵測電路11可控制穩壓器15以增加供電電壓VOUT。若第一比較結果表示反饋電壓Vfb超過直流參考電壓Vdc，餘量偵測電路11可控制穩壓器15以降低供電電壓VOUT。

【0022】 第2圖係為背光驅動器10的控制方法200的流程圖。方法200包含步驟S202及S204，依據反饋電壓Vfb控制驅動電流Id及供電電壓VOUT。任何合理的

技術變更或是步驟調整都屬於本發明所揭露的範疇。步驟S202及S204如下：

【0023】 步驟S202： 穩流器12至少依據來自電負載14的第一端的反饋電壓 V_{fb} 來控制流經負載路徑的驅動電流 I_d ；

【0024】 步驟S204： 餘量偵測電路11至少依據來自電負載14的第一端的反饋電壓 V_{fb} 來控制穩壓器15，以調節LED燈串13的第一端的供電電壓 V_{OUT} 。

【0025】 在步驟S202中，穩流器12調整驅動電流 I_d ，直到反饋電壓 V_{fb} 等於電壓脈衝 V_p 為止。穩流器12可依據震幅控制訊號 S_m 及寬度控制訊號 S_w 在一訊幀中產生驅動電流 I_d 的一個升壓脈沖及複數個正常脈衝。如第3圖所示，驅動電流 I_d 可包含一訊幀中的升壓脈沖及複數個正常脈衝以實現高效的餘量電壓控制。第3圖的解釋將在後續段落中提供。複數個正常脈衝可具有相等的震幅及相等的脈寬。升壓脈沖的震幅可超過正常脈衝的震幅，且升壓脈沖的脈寬可小於正常脈衝的震幅。驅動電流中升壓脈衝的震幅與脈寬的乘積可等於正常脈衝的震幅與脈寬的乘積。穩流器12可依據震幅控制訊號 S_m 調整正常脈衝的震幅及升壓脈衝的震幅，並依據寬度控制訊號 S_w 調整正常脈衝的脈寬及升壓脈衝的脈寬。以此方式，穩流器12控制驅動電流 I_d 中升壓脈沖及正常脈衝的產生，以減少螢幕閃爍並增強使用者體驗。在一些實施例中，穩流器12可依據震幅控制訊號 S_m 及反饋電壓 V_{fb} 調整正常脈衝的震幅及升壓脈衝的震幅，並依據寬度控制訊號 S_w 及反饋電壓 V_{fb} 調整正常脈衝的脈寬及升壓脈衝的脈寬。

【0026】 在步驟S204中，若反饋電壓 V_{fb} 小於直流參考電壓 V_{dc} 及/或濾波電壓小於交流參考電壓 V_{ac} ，餘量偵測電路11控制穩壓器15以增加供電電壓 V_{OUT} ；若反饋電壓 V_{fb} 超過直流參考電壓 V_{dc} 且濾波電壓超過交流參考電壓 V_{ac} ，餘量偵

測電路11控制穩壓器15以降低供電電壓 V_{OUT} 。如此一來，餘量偵測電路11可控制穩壓器15以調節供電電壓 V_{OUT} 。

【0027】 LED背光模組1採用方法200依據反饋電壓 V_{fb} 同時控制驅動電流 I_d 及供電電壓 V_{OUT} ，相較於傳統依據驅動電晶體的汲極電壓調節供電電壓的方式，LED背光模組1能夠節省接腳數，及降低背光驅動器10的製造成本。相較於傳統利用驅動電晶體的閘極電壓來估計餘量電壓以調整供電電壓的方式，LED背光模組1能夠利用反饋電壓 V_{fb} 來調整供電電壓 V_{OUT} 。由於反饋電壓 V_{fb} 直接反映驅動電流 I_d ，因此LED背光模組1可精確調節供電電壓，從而精確地將驅動電流 I_d 調整到所需的準位，實現高效的節能及散熱。此外，穩流器12在驅動電流 I_d 中採用升壓脈衝以減少螢幕閃爍並增強使用者體驗，同時實現有效的餘量電壓控制。

【0028】 第3圖為LED背光模組1的時序圖，其中橫軸表示時間，縱軸表示垂直同步訊號 V_{sync} 的電壓、沒有升壓脈衝的傳統驅動電流 I_d 及具有升壓脈衝的本案驅動電流 I_d 。垂直同步訊號 V_{sync} 表示影像訊幀開始，垂直同步訊號 V_{sync} 中2個連續脈衝的對應緣(例如上升緣)出現的時間間隔稱為訊幀週期 T_{frame} 。例如，兩個連續脈衝的上升緣分別出現在時間 t_0 及時間 t_6 ，因此時間 t_0 及時間 t_6 之間的時間間隔稱為訊幀週期 T_{frame} 。傳統驅動電流 I_d 及本案驅動電流 I_d 中的虛線波形表示使用未穩壓電源 V_{OUT} 的波形，傳統驅動電流 I_d 及本案驅動電流 I_d 中的實線波形表示使用穩壓電源 V_{OUT} 的波形。傳統驅動電流 I_d 包含震幅及脈寬相等的正常脈衝 P_{nc} 。本案驅動電流 I_d 包含升壓脈衝 P_b （例如時間 t_1 與時間 t_2 之間）及複數個正常脈衝 P_{nn} （例如時間 t_4 與時間 t_5 之間）。在一個例子中，本案驅動電流 I_d 包含訊幀週期 T_{frame} 中的1個升壓脈衝 P_b 及1000個正常脈衝 P_{nn} 。

第 10 頁，共 15 頁(發明說明書)

【0029】 對於傳統驅動電流 I_d 而言，在每個正常脈衝 P_{nc} 期間可調節供電電壓 V_{OUT} 。因此，時間 t_1 及時間 t_6 之間的時間間隔可稱為調節週期。如第3圖所示，傳統驅動電流 I_d 在調節期間會從準位 I_{d1} 減小到準位 I_{d2} 。參考第1圖及第3圖，由於LED背光模組1中的反饋迴路具有足夠的增益，反饋電壓 V_{fb} 不會出現餘量電壓不足的現象，因此餘量偵測電路11持續降低供電電壓 V_{OUT} 直到電壓驅動電晶體 T_d 的第一端的電壓小於驅動電晶體 T_d 的最小餘量電壓為止，最小餘量電壓為使驅動電流 I_d 從理想值下降預定百分比的電壓。例如，若驅動電流 I_d 的理想值為1mA且預定百分比為1%，則最小餘量電壓為使驅動電流 I_d 從理想值下降至0.99mA的電壓。因此，當偵測到餘量電壓不足時，傳統的驅動電流 I_d 可能已過低，導致LED燈串13無法產生所需的亮度，因而造成螢幕閃爍。進一步而言，餘量偵測電路11在偵測到餘量不足時，可通過穩壓器15增加供電電壓 V_{OUT} ，但由於穩壓器15的反饋響應緩慢，恢復時間冗長，導致長時間亮度不足，因此降低使用者體驗。

【0030】 對於本案驅動電流 I_d 而言，供電電壓 V_{OUT} 可在升壓脈衝 P_b 期間而非在正常脈衝 P_{nn} 期間調節。因此，時間 t_1 及時間 t_4 之間的時間間隔可稱為調節週期，時間 t_4 及時間 t_6 之間的時間間隔可稱為正常週期。在本實施例中，本案驅動電流 I_d 在調節期間從準位 I_{d3} 減小到準位 I_{d4} 。因此，由於升壓脈衝 P_b 的震幅與脈寬的乘積等於正常脈衝 P_{nn} 的震幅與脈寬的乘積，對於未調節的供電電壓 V_{OUT} (本案驅動電流 I_d 中的虛線波形)而言，本案驅動電流 I_d 中的升壓脈衝 P_b 及正常脈衝 P_{nn} 可在訊幀週期 T_{frame} 內產生恆定的平均準位。因此，雖然本案驅動電流 I_d 在升壓脈衝 P_b 期間從準位 I_{d3} 下降到準位 I_{d4} ，但由於升壓脈衝 $P_b(=1)$ 的數量明顯少於正常脈衝 $P_{nn}(=1000)$ 的數量，因此人眼幾乎察覺不到亮度降低，從而

減少螢幕閃爍，提升使用者體驗。

【0031】 雖然在本實施例中本案驅動電流 I_d 僅包含一個升壓脈衝 P_b ，但本發明不以此為限，本領域技術人員應了解本案驅動電流 I_d 中可包含多於一個升壓脈衝 P_b 以滿足設計要求。

【0032】 第4圖係為本發明實施例中之另一種LED背光模組4的電路示意圖。LED背光模組4與LED背光模組1的不同之處在於將背光驅動器10中的穩流器12替換為背光驅動器40中的穩流器42。LED背光模組4中的其他元件與LED背光模組1類似，其說明可參見前文，在此不再贅述。以下討論將集中在穩流器42上。

【0033】 穩流器42可包含穩流控制器122、電壓產生器124、開關126及運算放大器128。穩流控制器122、電壓產生器124、運算放大器128及開關126可產生電壓脈衝 V_p 以改變驅動電流 I_d 中的脈衝。運算放大器128及驅動電晶體 T_d 可形成反饋迴路以偵測反饋電壓 V_{fb} 。

【0034】 運算放大器128包含反相輸入端，耦接於電負載14的第一端以接收反饋電壓 V_{fb} ；正相輸入端，耦接於電壓產生器124以接收控制參考電壓 V_{pref} ；及輸出端。依據反饋電壓 V_{fb} 及控制參考電壓 V_{pref} 產生驅動電壓。

【0035】 開關126包含控制端，耦接於穩流控制器122以接收寬度控制訊號 S_w ；第一端，耦接於運算放大器128以接收驅動電壓；及第二端，耦接於驅動電晶體 T_d 的控制端以依據驅動電壓及寬度控制訊號 S_w 產生電壓脈衝 V_p ，並依據電壓脈衝 V_p 控制驅動電流 I_d 中的脈衝。

【0036】 穩流器42中的其他元件的設置及穩流器42的運作可與穩流器12相似，其說明可參見前文，為簡潔起見在此不再贅述。

【0037】 與LED背光模組1類似，LED背光模組4可採用方法200依據反饋電壓 V_{fb} 同時控制驅動電流 I_d 及供電電壓 V_{OUT} ，和依據驅動電晶體 T_d 的汲極電壓調節供電電壓 V_{OUT} 的傳統方法相比，背光驅動器40會節省接腳數及降低製造成本。此外，穩流器42在驅動電流 I_d 中採用升壓脈衝以減少螢幕閃爍並增強使用者體驗，同時實現有效的餘量電壓控制。

以上該僅為本發明之較佳實施例，凡依本發明申請專利範圍所做之均等變化與修飾，皆應屬本發明之涵蓋範圍。

【符號說明】

【0038】

1, 4: 發光二極體背光模組
10, 40: 背光驅動器
11: 餘量偵測電路
116: 第一比較器
118: 濾波器
114: 第二比較器
112: 餘量控制器
12, 42: 穩流器
122: 穩流控制器
124: 電壓產生器

126: 開關

128: 運算放大器

13: 發光二極體燈串

14: 電負載

15: 穩壓器

200: 控制方法

S202及S204: 步驟

D1至DN: 發光二極體

Id: 驅動電流

Id1至Id4: 準位

P1至P5: 連接埠

Pb: 升壓脈衝

Pnc, Pnn: 正常脈衝

R1及R2: 電阻

Sm: 震幅控制訊號

Sr: 調節訊號

Sw: 寬度控制訊號

t1至t6: 時間

Tframe: 訊幀週期

Td: 驅動電晶體

Vac: 交流參考電壓

Vdc: 直流參考電壓

Vfb: 反饋電壓

VOUT: 供電電壓

Vp: 電壓脈衝

Vpref: 控制參考電壓

Vsync: 垂直同步訊號

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種背光驅動器，透過一負載路徑中的一驅動電晶體驅動一發光二極體(light-emitting diode，LED)燈串，該LED燈串、該驅動電晶體及一電負載依序耦接以形成該負載路徑，該電負載包含一第一端，及一第二端，耦接於一接地端，該背光驅動器包含：

一穩流器，耦接於該驅動電晶體及該電負載的該第一端，以至少依據來自該電負載的該第一端的一反饋電壓來控制流經該負載路徑的一驅動電流；及

一餘量偵測電路，耦接於該電負載的該第一端及一穩壓器，以至少依據來自該電負載的該第一端的該反饋電壓來控制該穩壓器以調節該LED燈串的一第一端的一供電電壓。

【請求項2】 如請求項1所述之背光驅動器，其中，該穩流器產生該驅動電流在一訊幀中的一升壓脈沖及複數個正常脈衝，該升壓脈衝的一震幅超過該複數個正常脈衝中的每個正常脈衝的一震幅，並且該升壓脈衝的一脈寬小於該複數個正常脈衝中每個正常脈衝的一脈寬。

【請求項3】 如請求項2所述之背光驅動器，其中，該升壓脈衝的該震幅與該脈寬的一乘積等於每個正常脈衝的該震幅與該脈寬的一乘積。

【請求項4】 如請求項1所述之背光驅動器，其中：

該驅動電晶體包含一控制端、一第一端，耦接於該LED燈串的一第二端，及一第二端，耦接於該電負載的該第一端；及
該穩流器包含：

一穩流控制器，用以產生一震幅控制訊號及一寬度控制訊號；

一電壓產生器，耦接於該穩流控制器，以依據該震幅控制訊號控制一控制參考電壓的一震幅，並輸出該控制參考電壓；

一開關，包含一控制端，耦接於該穩流控制器以接收該寬度控制訊號；

一第一端，耦接於該電壓產生器以接收該控制參考電壓；及一第二端，依據該控制參考電壓及該寬度控制訊號產生一電壓脈衝；

及

一運算放大器，具有一反相輸入端，耦接於該電負載的該第一端以接收該反饋電壓；一正相輸入端，耦接於該開關的該第二端以接收該電壓脈衝；及一輸出端，耦接於該驅動電晶體的該控制端以依據該反饋電壓及該電壓脈衝控制該驅動電流中的一脈衝。

【請求項5】 如請求項1所述之背光驅動器，其中：

該驅動電晶體包含一控制端、一第一端，耦接於該LED燈串的一第二端，及一第二端，耦接於該電負載的該第一端；及

該穩流器包含：

一穩流控制器，用以產生一震幅控制訊號及一寬度控制訊號；

一電壓產生器，耦接於該穩流控制器，以依據該震幅控制訊號控制一控制參考電壓的一震幅，並輸出該控制參考電壓；

一運算放大器，具有一反相輸入端，耦接於該電負載的該第一端以接收該反饋電壓；一正相輸入端，耦接於該電壓產生器以接收該控制參考電壓；及一輸出端，用以依據該反饋電壓及該控制參考電壓產生一驅動電壓；及

一開關，包含一控制端，耦接於該穩流控制器以接收該寬度控制訊號；

一第一端，耦接於該運算放大器以接收該驅動電壓；及一第二端，耦接於該驅動電晶體的該控制端以依據該驅動電壓及該寬度控制訊號產生一電壓脈衝，並依據該電壓脈衝控制該驅動電流中的一脈衝。

【請求項6】 如請求項1所述之背光驅動器，其中，該餘量偵測電路包含：

一第一比較器，包含一第一輸入端，耦接於該電負載的該第一端以接收該反饋電壓；一第二輸入端，接收一直流(direct current, DC)參考電壓；及一輸出端，依據該反饋電壓及該直流參考電壓輸出一第一比較結果；一濾波器，耦接於該電負載的該第一端以依據該反饋電壓產生一濾波電壓；一第二比較器，包含一第一輸入端，耦接於該濾波器以接收該濾波電壓；一第二輸入端，接收一交流(alternating current, AC)參考電壓；及一輸出端，依據該濾波電壓及該交流參考電壓輸出一第二比較結果；及一餘量控制器，耦接於該第一比較器的該輸出端、該第二比較器的該輸出端及該穩壓器以依據該第一比較結果及該第二比較結果控制該穩壓器來調節該供電電壓。

【請求項7】 如請求項6所述之背光驅動器，其中，若該第一比較結果及該第二比較結果表示該反饋電壓小於該直流參考電壓及/或該濾波電壓小於該交流參考電壓，則該餘量偵測電路控制該穩壓器以增加該供電電壓。

【請求項8】 如請求項6所述之背光驅動器，其中，若該第一比較結果及該第二比較結果表示該反饋電壓超過該直流參考電壓且該濾波電壓超過該交流參考電壓，則該餘量偵測電路控制該穩壓器以降低該供電電壓。

【請求項9】 如請求項1所述之背光驅動器，其中，該餘量偵測電路包含：

一第一比較器包含一第一輸入端，耦接於該電負載的該第一端以接收該反饋電壓；一第二輸入端，接收一直流參考電壓；及一輸出端，依據該反饋電壓及該直流參考電壓輸出一第一比較結果；

一餘量控制器，耦接於該第一比較器的該輸出端及該穩壓器以依據該第一比較結果控制該穩壓器來調節該供電電壓。

【請求項10】 如請求項9所述之背光驅動器，其中，若該第一比較結果表示該反饋電壓小於該直流參考電壓，則該餘量偵測電路控制該穩壓器以增加該供電電壓。

【請求項11】 如請求項9所述之背光驅動器，其中，若該第一比較結果表示該反饋電壓超過該直流參考電壓，則該餘量偵測電路控制該穩壓器以降低該供電電壓。

【請求項12】 一種控制方法，用以控制一背光驅動器通過一負載路徑中的一驅動電晶體驅動一發光二極體(LED)燈串，該LED燈串、該驅動電晶體及一電負載依序耦接以形成該負載路徑，該電負載包含一第一端，及一第二端，耦接於一接地端，該背光驅動器包含一穩流器及一餘量偵測電路，該穩流器耦接於該電負載的該第一端及該驅動電晶體，該餘量偵測電路耦接於該電負載的該第一端及一穩壓器，該方法包含：

該穩流器至少依據來自該電負載的該第一端的一反饋電壓控制流經該負載路徑的一驅動電流；及

該餘量偵測電路至少依據來自該電負載的該第一端的該反饋電壓控制該穩壓器來調節該LED燈串的一第一端的一供電電壓。

【請求項13】 如請求項12所述之方法，其中：

該穩流器至少依據來自該電負載的該第一端的該反饋電壓控制流經該負載路徑的該驅動電流包含：

該穩流器依據一震幅控制訊號及該反饋電壓調整該驅動電流中的一升壓脈衝的一震幅；及

該穩流器依據一寬度控制訊號及該反饋電壓調整該升壓脈衝的一脈寬；

該方法還包含該餘量偵測電路對該反饋電壓進行濾波以產生一濾波電壓；
及

該餘量偵測電路至少依據來自該電負載的該第一端的該反饋電壓控制該穩壓器來調節該LED燈串的該第一端的該供電電壓包含：

該餘量偵測電路至少依據該反饋電壓及該濾波電壓來控制該穩壓器以調節該供電電壓。

【請求項14】 如請求項13所述之方法，其中，該餘量偵測電路至少依據來自該電負載的該第一端的該反饋電壓控制該穩壓器來調節該LED燈串的該第一端的該供電電壓包含：

若該反饋電壓小於一直流參考電壓及/或該濾波電壓小於一交流參考電壓，
該餘量偵測電路控制該穩壓器以增加該供電電壓。

【請求項15】 如請求項13所述之方法，其中，該餘量偵測電路至少依據來自該

第 5 頁，共 7 頁(發明申請專利範圍)

電負載的該第一端的該反饋電壓控制該穩壓器來調節該LED燈串的該第一端的該供電電壓包含：

若該反饋電壓超過一直流參考電壓並且該濾波電壓超過一交流參考電壓，該餘量偵測電路控制該穩壓器以降低該供電電壓。

【請求項16】 如請求項13所述之方法，其中該升壓脈衝中的該震幅及該脈寬的一乘積等於該驅動電流中的一正常脈衝的一震幅與一脈寬的一乘積。

【請求項17】 如請求項13所述之方法，其中，該驅動電流在一訊幀中包含一升壓脈衝及複數個正常脈衝。

【請求項18】 如請求項12所述之方法，其中，該穩流器至少依據來自該電負載的該第一端的該反饋電壓控制流經該負載路徑的該驅動電流包含：

該穩流器依據一震幅控制訊號及該反饋電壓調整該驅動電流中的一升壓脈衝的一震幅；及

該穩流器依據一寬度控制訊號及該反饋電壓調整該升壓脈衝的一脈寬。

【請求項19】 如請求項18所述之方法，其中，該餘量偵測電路至少依據來自該電負載的該第一端的該反饋電壓控制該穩壓器來調節該LED燈串的該第一端的該供電電壓，包含：

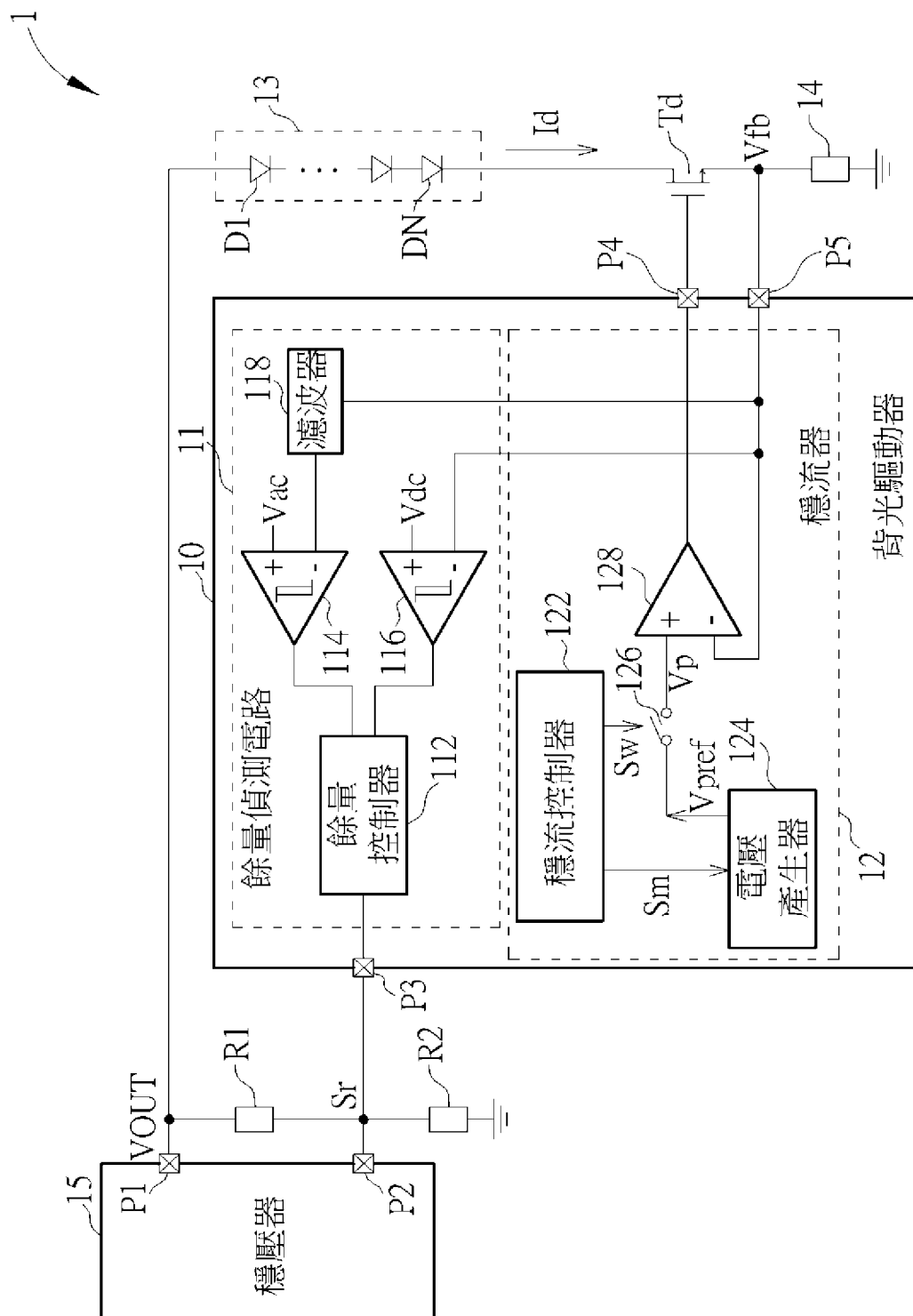
若該反饋電壓小於一直流參考電壓，該餘量偵測電路控制該穩壓器以增加該供電電壓。

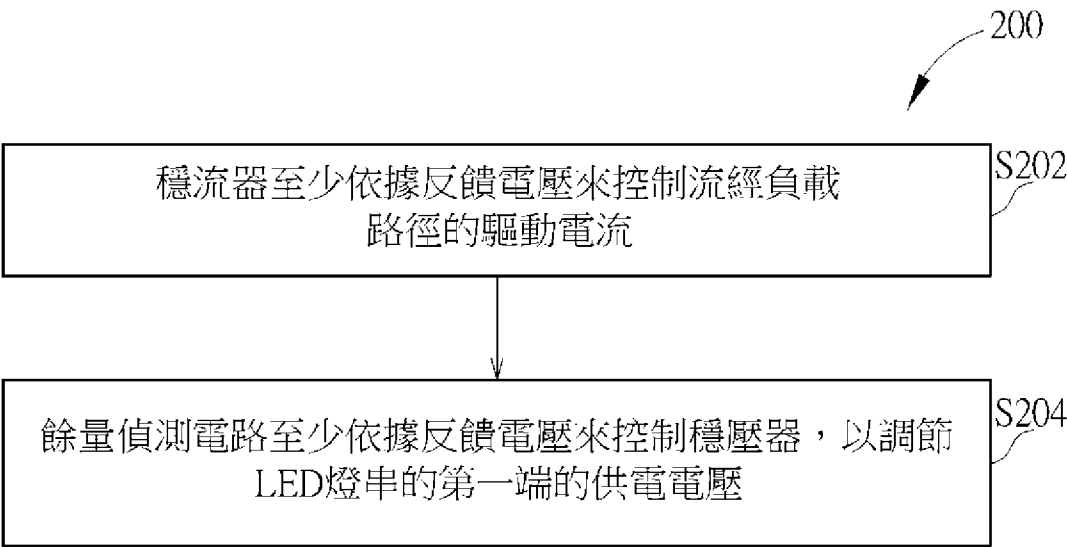
【請求項20】 如請求項18所述之方法，其中，該餘量偵測電路至少依據來自該

電負載的該第一端的該反饋電壓控制該穩壓器來調節該LED燈串的該第一端的該供電電壓，包含：

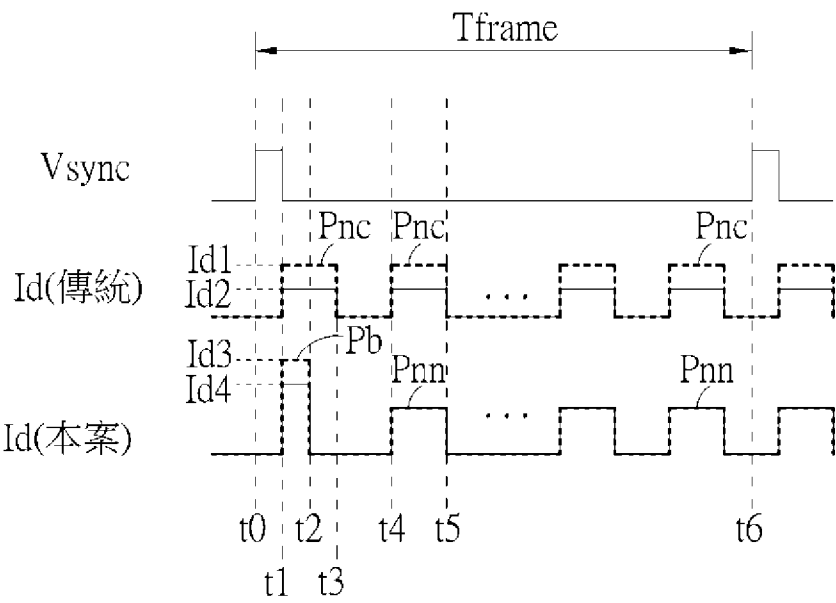
若該反饋電壓超過一直流參考電壓，該餘量偵測電路控制該穩壓器以降低該供電電壓。

圖 1 架





第2圖



第3圖

