

(21)申請案號：099142594

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 12 月 07 日

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

(71)申請人：力林科技股份有限公司 (中華民國) POWER FOREST TECHNOLOGY CORPORATION (TW)

新竹縣竹北市光明六路 47 號 4 樓

(72)發明人：朱冠任 CHU, KWAN JEN (TW)

(74)代理人：詹銘文；葉璟宗

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：9 項 圖式數：2 共 20 頁

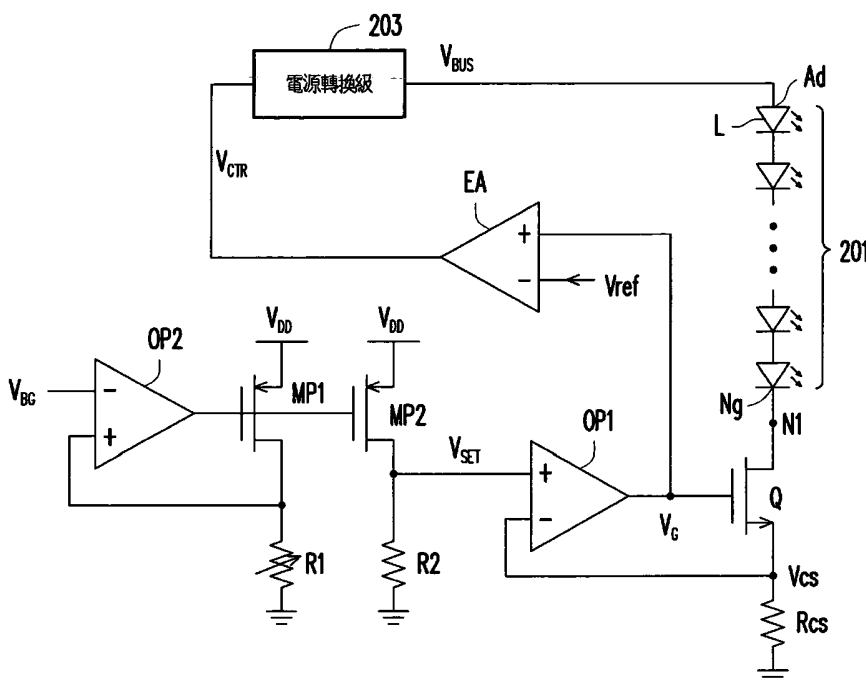
(54)名稱

發光二極體驅動裝置

LIGHT EMITTING DIODE DRIVING APPARATUS

(57)摘要

一種發光二極體驅動裝置，包括：第一運算放大器，其正輸入端用以接收一關聯於流經發光二極體串之電流的預設電壓；第一電阻，其第一端耦接第一運算放大器的負輸入端，而其第二端則耦接至接地電位；功率電晶體，其閘極耦接第一運算放大器的輸出端，其汲極耦接發光二極體串的陰極，而其源極則耦接第一電阻的第一端；誤差放大器，其一輸入端耦接功率電晶體的閘極，其另一輸入端用以接收一參考電壓，而其輸出端則用以輸出一控制電壓；以及電源轉換級，用以根據所輸出的控制電壓大小而提供一直流電壓至發光二極體串的陽極。



20：發光二極體驅動裝置

201：發光二極體串

203：電源轉換級

Ad：發光二極體串的陽極

EA：誤差放大器

L：發光二極體

MP1：P 型電晶體

MP2：P 型電晶體

Ng：發光二極體串的陰極

OP1：運算放大器

OP2：運算放大器

Q：N 型功率電晶體

R1：可變電阻

R2：電阻

R_{cs} : 電阻

V_{BG} : 穩定電壓

V_{BUS} : 直流電壓

V_{CTR} : 控制電壓

V_{DD} : 系統電壓

V_G : 功率電晶體之開
極的電壓

V_{SET} : 預設電壓

V_{cs} : 偵測電壓

V_{ref} : 參考電壓

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種發光二極體驅動技術，且特別是有關於一種可以控制發光二極體之流通電流與操作電壓的發光二極體驅動裝置。

【先前技術】

圖 1 繪示為傳統發光二極體驅動裝置 10 的示意圖。請參照圖 1，發光二極體驅動裝置 10 適於驅動由多個發光二極體 (light emitting diode, LED) L 串接在一起的發光二極體串 (LED string) 101，且其包括有電源轉換級 (power conversion stage) 103、功率電晶體 (power transistor) Q、電阻 (resistor) Rcs、運算放大器 (operational amplifier) OP、誤差放大器 (error amplifier) EA、開關 (switch) SW、電流源 (current source) I1 與 I2，以及 PNP 型雙載子電晶體 (bipolar junction transistor, BJT) B1 與 B2。

一般而言，運算放大器 OP 之正輸入端 (+) 所接收的預設電壓 V_{SET} 會決定流經發光二極體串 101 的電流。如此一來，運算放大器 OP 即可比較預設電壓 V_{SET} 與偵測電壓 V_{cs} 以切換功率電晶體 Q，從而使得流經發光二極體串 101 的電流為一定電流 (constant current)。另一方面，為了要使得發光二極體驅動裝置 10 在定電流操作過程中不要造成過多的功率損耗 (power loss，其等於流經發光二極體串 101 的電流乘上節點 N1 上的電壓)，可以藉由誤差放大器

EA 所輸出的控制電壓 (control voltage) V_{CTR} 來控制電源轉換級 103 所提供給發光二極體串 101 的直流電壓 (DC voltage) V_{BUS} 大小，藉以降低節點 N1 上的電壓 (亦即功率電晶體 Q 之汲極的電壓)。

更清楚來說，開關 SW 會於在定電流操作過程中導通 (turn on)，藉以使得誤差放大器 EA 對節點 N2 上的電壓與節點 N3 上的參考電壓 V_{ref} 進行比較與誤差放大，從而輸出控制電壓 V_{CTR} 以控制電源轉換級 103 所提供的直流電壓 V_{BUS} 大小。可見得，傳統發光二極體驅動裝置 10 乃是從功率電晶體 Q 的汲極拉回授以控制電源轉換級 103 所提供之直流電壓 V_{BUS} 的大小。

然而，傳統發光二極體驅動裝置 10 的架構存在著以下幾點的問題：

- 1、用以決定參考電壓 V_{ref} 的基準電壓 (basic voltage) V_{ledmin} 必須隨著預設電壓 V_{SET} 的改變而改變 (亦即改變參考電壓 V_{ref} 的大小)；

- 2、由於功率電晶體 Q 導通時的導通電阻 (R_{ds-on}) (屬於正溫度係數) 會隨著溫度的提升而增加，以至於用以決定參考電壓 V_{ref} 的基準電壓 V_{ledmin} 也必須隨著溫度的改變而改變 (亦即改變參考電壓 V_{ref} 的大小)，從而使得發光二極體驅動裝置 10 的控制機制 (control mechanism) 會變得相對複雜；以及

- 3、在未調光過程中 (亦即流經發光二極體 L 的電流為零時)，由於節點 N1 上的電壓為一相對高的電壓準位

(一般為數十伏特)，所以必須將開關 SW 關閉 (turn off) 以避免發光二極體驅動裝置 10 的內部元件發生損毀 (damage)。同時，此開關 SW 必需為高壓元件。

【發明內容】

有鑒於此，本發明提出一種發光二極體驅動裝置，藉以改善先前技術所述及的問題。

本發明提供一種發光二極體驅動裝置，其適於驅動至少一發光二極體串，而且此發光二極體驅動裝置包括第一運算放大器、第一電阻、功率電晶體、誤差放大器，以及電源轉換級。其中，第一運算放大器的正輸入端用以接收一關聯於流經所述發光二極體串之電流的預設電壓。第一電阻的第一端耦接第一運算放大器的負輸入端，而第一電阻的第二端則耦接至接地電位。

功率電晶體的閘極耦接第一運算放大器的輸出端，功率電晶體的汲極耦接所述發光二極體串的陰極，而功率電晶體的源極則耦接第一電阻的第一端。誤差放大器的一輸入端耦接功率電晶體的閘極，誤差放大器的另一輸入端用以接收一參考電壓，而誤差放大器的輸出端則用以輸出一控制電壓。電源轉換級耦接於誤差放大器的輸出端與發光二極體串的陽極之間，用以根據所述控制電壓的大小而提供一直流電壓至所述發光二極體串的陽極。

於本發明的一實施例中，所述參考電壓為一固定值，且此固定值決定於第一運算放大器操作於飽和區的電壓

值。

於本發明的一實施例中，當功率電晶體之閘極的電壓大於所述參考電壓時，則誤差放大器所輸出的控制電壓會致使電源轉換級所提供的直流電壓上升。反之，當功率電晶體之閘極的電壓小於所述參考電壓時，則誤差放大器所輸出的控制電壓會致使電源轉換級所提供的直流電壓下降。

基於上述，本發明所提出的發光二極體驅動裝置主要是從功率電晶體的閘極拉回授以控制電源轉換級所提供之直流電壓的大小，而且誤差放大器所接收的參考電壓又被設計成第一運算放大器操作於飽和區的電壓值。如此一來，相較於以往，不但可以大幅地簡化發光二極體驅動裝置的控制機制，而且又不需改變誤差放大器所接收的參考電壓（在改變流經發光二極體串之電流的情況下）以及採用開關來避免發光二極體驅動裝置的內部元件發生損毀。

為讓本發明之上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【實施方式】

現將詳細參考本發明之示範性實施例，在附圖中說明所述示範性實施例之實例。另外，凡可能之處，在圖式及實施方式中使用相同標號的元件/構件代表相同或類似部分。

圖2繪示為本發明一實施例之發光二極體驅動裝置20

的示意圖。請參照圖 2，發光二極體驅動裝置 20 適於驅動由多個發光二極體 (light emitting diode, LED) L 串接在一起的至少一發光二極體串 (LED string) 201，而且發光二極體驅動裝置 20 包括有電源轉換級 (power conversion stage) 203、運算放大器 (operational amplifier) OP1 與 OP2、誤差放大器 (error amplifier) EA、N 型功率電晶體 (N-type power transistor) Q、可變電阻 (variable resistor) R1、電阻 (resistor) R2 與 Rcs，以及 P 型電晶體 (P-type transistor) MP1 與 MP2。

於本實施例中，運算放大器 OP1 的正輸入端 (positive terminal, +) 用以接收一關聯於流經發光二極體串 201 之電流的預設電壓 (predetermined voltage) V_{SET} 。電阻 Rcs 的第一端耦接運算放大器 OP1 的負輸入端 (negative terminal, -)，而電阻 Rcs 的第二端則耦接至接地電位 (ground)。N 型功率電晶體 Q 的閘極 (gate) 耦接運算放大器 OP1 的輸出端，N 型功率電晶體 Q 的汲極 (drain) 耦接發光二極體串 201 的陰極 (cathode) Ng，而 N 型功率電晶體 Q 的源極 (source) 則耦接電阻 Rcs 的第一端。

誤差放大器 EA 的一輸入端 (例如正輸入端) 耦接 N 型功率電晶體 Q 的閘極，誤差放大器 EA 的另一輸入端 (例如負輸入端) 用以接收一參考電壓 (reference voltage) V_{ref} ，而誤差放大器 EA 的輸出端則用以輸出一控制電壓 (control voltage) V_{CTR} 。電源轉換級 203 耦接於誤差放大器 EA 的輸出端與發光二極體串 201 的陽極 (anode) Ad

之間，用以根據誤差放大器 EA 所輸出之控制電壓 V_{CTR} 的大小而提供一直流電壓（DC voltage） V_{BUS} 至發光二極體串 201 的陽極 Ad。

運算放大器 OP2 的負輸入端用以接收一穩定電壓（bandgap voltage） V_{BG} 。P 型電晶體 MP1 的閘極耦接運算放大器 OP2 的輸出端，P 型電晶體 MP1 的源極耦接至一系統電壓（system voltage） V_{DD} ，而 P 型電晶體 MP1 的汲極則耦接運算放大器 OP2 的正輸入端。可變電阻 R1 的第一端耦接運算放大器 OP2 的正輸入端，而可變電阻 R1 的第二端則耦接至接地電位。P 型電晶體 MP2 的閘極耦接運算放大器 OP2 的輸出端，P 型電晶體 MP2 的源極耦接至系統電壓 V_{DD} ，而 P 型電晶體 MP2 的汲極則用以產生預設電壓 V_{SET} 。電阻 R2 的第一端耦接 P 型電晶體 MP2 的汲極，而電阻 R2 的第二端則耦接至接地電位。

於本實施例中，可變電阻 R1 與電阻 R2 的阻值具有一比例關係（ratio relationship），且此比例關係決定預設電壓 V_{SET} 的大小，亦即：流經發光二極體串 201 之電流的大小。另外，參考電壓 V_{ref} 為一固定值（fixed value），且此固定值決定於運算放大器 OP1 操作於飽和區（saturation area）（亦即高增益運作）的電壓值。再者，反應於 N 型功率電晶體 Q 的元件特性（element characteristic），當 N 型功率電晶體 Q 之閘極的電壓 V_G 大於參考電壓 V_{ref} 時，誤差放大器 EA 所輸出的控制電壓 V_{CTR} 會致使電源轉換級 203 所提供的直流電壓 V_{BUS} 上升。反之，當 N 型功率電晶

體 Q 之閘極的電壓 V_G 小於參考電壓 V_{ref} 時，誤差放大器 EA 所輸出的控制電壓 V_{CTR} 會致使電源轉換級 203 所提供的直流電壓 V_{BUS} 下降。

基於上述，藉由調整可變電阻 R1 與電阻 R2 之阻值的比例關係，即可決定關聯於流經發光二極體串 201 之電流大小的預設電壓 V_{SET} 。如此一來，運算放大器 OP1 即可比較所決定的預設電壓 V_{SET} 與偵測電壓 V_{CS} 以切換 N 型功率電晶體 Q，從而使得流經發光二極體串 201 的電流為一定電流 (constant current)。另一方面，為了要使得發光二極體驅動裝置 20 在定電流操作過程中不要造成過多的功率損耗 (power loss，其等於流經發光二極體串 201 的電流乘上節點 N1 上的電壓)，可以藉由誤差放大器 EA 所輸出的控制電壓 V_{CTR} 來控制電源轉換級 203 所提供給發光二極體串 201 的直流電壓 V_{BUS} 大小，藉以降低節點 N1 上的電壓 (亦即 N 型功率電晶體 Q 之汲極的電壓)。

然而，與先前技術不同的是，本實施例主要是從 N 型功率電晶體 Q 的閘極拉回授以控制電源轉換級 203 所提供之直流電壓 V_{BUS} 的大小，而且誤差放大器 EA 所接收的參考電壓 V_{ref} 又被設計成運算放大器 OP1 操作於飽和區的電壓值。因此，在改變預設電壓 V_{SET} 的狀況下，並不需改變參考電壓 V_{ref} ，其係因 N 型功率電晶體 Q 之閘極的電壓 V_G 並不會隨之改變。另外，就算 N 型功率電晶體 Q 導通時的導通電阻 (R_{ds-on}) (屬於正溫度係數) 會隨著溫度的提升而增加，但由於本實施例主要是從 N 型功率電晶體

Q 的閘極拉回授以控制電源轉換級 203 所提供之直流電壓 V_{BUS} 的大小，所以也不需改變參考電壓 V_{ref} ，其係因 N 型功率電晶體 Q 之閘極的電壓 V_G 也不會隨之改變。如此一來，即可大幅地簡化發光二極體驅動裝置 20 的控制機制 (control mechanism)。

再者，就算在未調光過程中（亦即流經發光二極體 L 的電流為零時），節點 N1 上的電壓為一相對高的電壓準位（例如為數十伏特），但由於本實施例主要是從 N 型功率電晶體 Q 的閘極拉回授以控制電源轉換級 203 所提供之直流電壓 V_{BUS} 的大小，所以在未調光過程中，N 型功率電晶體 Q 之閘極的電壓 V_G 也為一相對低的電壓準位。如此一來，本實施例並不須如先前技術般採用高壓開關 (switch) 以避免發光二極體驅動裝置 20 的內部元件發生損毀 (damage)。

除此之外，雖然上述實施例僅以發光二極體驅動裝置 20 用來驅動單一發光二極體串為例來進行說明，但是本發明並不限於此。更清楚來說，若利用發光二極體驅動裝置 20 來驅動多組並接在一起的發光二極體串的話，則控制流經各發光二極體串之電流的方式皆與上述實施例類似，故而在這並不再加以贅述之。而關於控制電源轉換級 203 所提供之直流電壓 V_{BUS} 的部分，必須於發光二極體驅動裝置 20 中加入一個最大電壓選擇電路 (maximum voltage selection circuit, 未繪示)，藉以選擇所有 N 型功率電晶體中具有最大閘極電壓 (V_{Gmax}) 者給誤差放大器 EA，從

而使得誤差放大器 EA 據以控制電源轉換級 203 所提供之直流電壓 V_{BUS} 的大小。

綜上所述，本發明所提出的發光二極體驅動裝置主要是從功率電晶體的閘極拉回授以控制電源轉換級所提供之直流電壓的大小，而且誤差放大器所接收的參考電壓又被設計成第一運算放大器操作於飽和區的電壓值。如此一來，相較於以往，不但可以大幅地簡化發光二極體驅動裝置的控制機制，而且又不需改變誤差放大器所接收的參考電壓（在改變流經發光二極體串之電流的情況下）以及採用開關來避免發光二極體驅動裝置的內部元件發生損毀。

雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，故本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。另外，本發明的任一實施例或申請專利範圍不須達成本發明所揭露之全部目的或優點或特點。此外，摘要部分和標題僅是用來輔助專利文件搜尋之用，並非用來限制本發明之權利範圍。

【圖式簡單說明】

下面的所附圖式是本發明的說明書的一部分，繪示了本發明的示例實施例，所附圖式與說明書的描述一起說明本發明的原理。

圖 1 繪示為傳統發光二極體驅動裝置 10 的示意圖。

圖2繪示為本發明一實施例之發光二極體驅動裝置20的示意圖。

【主要元件符號說明】

10、20：發光二極體驅動裝置

101、201：發光二極體串

103、203：電源轉換級

Q：N型功率電晶體

Rcs、R2：電阻

R1：可變電阻

OP、OP1、OP2：運算放大器

EA：誤差放大器

SW：開關

I1、I2：電流源

B1、B2：雙載子電晶體

L：發光二極體

N1~N3：節點

MP1、MP2：P型電晶體

Vref：參考電壓

V_{SET}：預設電壓

Vcs：偵測電壓

V_{CTR}：控制電壓

V_{BUS}：直流電壓

V_{ledmin}：基準電壓

V_{DD} ：系統電壓

V_G ：功率電晶體之閘極的電壓

V_{BG} ：穩定電壓

A_d ：發光二極體串的陽極

N_g ：發光二極體串的陰極

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：99142594

※申請日：09.11.27

※IPC 分類：H05B 37/02 (2006.01)

一、發明名稱：

發光二極體驅動裝置 / LIGHT EMITTING DIODE
DRIVING APPARATUS

二、中文發明摘要：

一種發光二極體驅動裝置，包括：第一運算放大器，其正輸入端用以接收一關聯於流經發光二極體串之電流的預設電壓；第一電阻，其第一端耦接第一運算放大器的負輸入端，而其第二端則耦接至接地電位；功率電晶體，其閘極耦接第一運算放大器的輸出端，其汲極耦接發光二極體串的陰極，而其源極則耦接第一電阻的第一端；誤差放大器，其一輸入端耦接功率電晶體的閘極，其另一輸入端用以接收一參考電壓，而其輸出端則用以輸出一控制電壓；以及電源轉換級，用以根據所輸出的控制電壓大小而提供一直流電壓至發光二極體串的陽極。

三、英文發明摘要：

A light emitting diode (LED) driving apparatus is provided, and which includes a first operational amplifier (OPA) having a positive terminal for receiving a

predetermined voltage relating to a current flowing through an LED string; a first resistor having a first terminal coupled to a negative terminal of the first OPA and a second terminal coupled to a ground; a power transistor having a gate coupled to an output of the first OPA, a drain coupled to a cathode of the LED string and a source coupled to the first terminal of the first resistor; an error amplifier having one input terminal coupled to the gate of the power transistor, another input terminal for receiving a reference voltage and an output terminal for outputting a control voltage; and a power conversion stage for providing a DC voltage to an anode of the LED string according the outputted control voltage.

四、指定代表圖：

(一) 本案之指定代表圖：圖 2。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

20：發光二極體驅動裝置

201：發光二極體串

203：電源轉換級

Q：N 型功率電晶體

Rcs、R2：電阻

R1：可變電阻

OP1、OP2：運算放大器

EA：誤差放大器

七、申請專利範圍：

1.一種發光二極體驅動裝置，適於驅動至少一發光二極體串，而該發光二極體驅動裝置包括：

一第一運算放大器，其正輸入端用以接收一關聯於流經該發光二極體串之電流的預設電壓；

一第一電阻，其第一端耦接該第一運算放大器的負輸入端，而其第二端則耦接至一接地電位；

一功率電晶體，其閘極耦接該第一運算放大器的輸出端，其汲極耦接該發光二極體串的陰極，而其源極則耦接該第一電阻的第一端；

一誤差放大器，其一輸入端耦接該功率電晶體的閘極，其另一輸入端用以接收一參考電壓，而其輸出端則用以輸出一控制電壓；以及

一電源轉換級，耦接於該誤差放大器的輸出端與該發光二極體串的陽極之間，用以根據該控制電壓的大小而提供一直流電壓至該發光二極體串的陽極。

2.如申請專利範圍第 1 項所述之發光二極體驅動裝置，其中該參考電壓為一固定值，且該固定值決定於該第一運算放大器操作於一飽和區的一電壓值。

3.如申請專利範圍第 2 項所述之發光二極體驅動裝置，其中當該功率電晶體之閘極的電壓大於該參考電壓時，則該誤差放大器所輸出的該控制電壓會致使該電源轉換級所提供的該直流電壓上升。

4.如申請專利範圍第 2 項所述之發光二極體驅動裝置，其中當該功率電晶體之閘極的電壓小於該參考電壓

時，則該誤差放大器所輸出的該控制電壓會致使該電源轉換級所提供的該直流電壓下降。

5.如申請專利範圍第 1 項所述之發光二極體驅動裝置，更包括：

一第二運算放大器，其負輸入端用以接收一穩定電壓；

一第一電晶體，其閘極耦接該第二運算放大器的輸出端，其源極耦接至一系統電壓，而其汲極則耦接該第二運算放大器的正輸入端；

一第二電阻，其第一端耦接該第二運算放大器的正輸入端，而其第二端則耦接至該接地電位；

一第二電晶體，其閘極耦接該第二運算放大器的輸出端，其源極耦接至該系統電壓，而其汲極則用以產生該預設電壓；以及

一第三電阻，其第一端耦接該第二電晶體的汲極，而其第二端則耦接至該接地電位。

6.如申請專利範圍第 5 項所述之發光二極體驅動裝置，其中該第二電阻與該第三電阻的阻值具有一比例關係。

7.如申請專利範圍第 6 項所述之發光二極體驅動裝置，其中該比例關係決定該預設電壓的大小。

8.如申請專利範圍第 5 項所述之發光二極體驅動裝置，其中該第二電阻為一可變電阻。

9.如申請專利範圍第 5 項所述之發光二極體驅動裝置，其中該第一與該第二電晶體為 P 型電晶體，而該功率電晶體為 N 型電晶體。

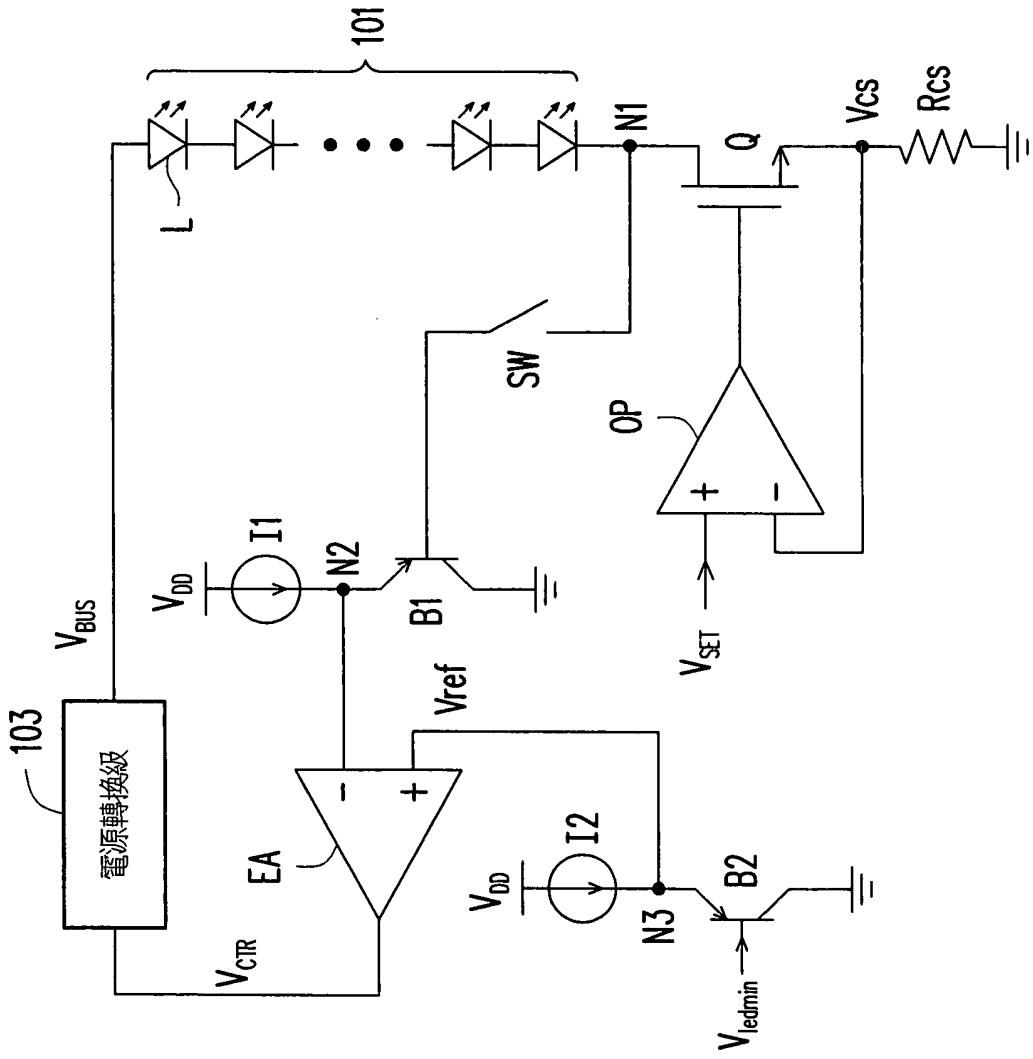


圖 1

predetermined voltage relating to a current flowing through an LED string; a first resistor having a first terminal coupled to a negative terminal of the first OPA and a second terminal coupled to a ground; a power transistor having a gate coupled to an output of the first OPA, a drain coupled to a cathode of the LED string and a source coupled to the first terminal of the first resistor; an error amplifier having one input terminal coupled to the gate of the power transistor, another input terminal for receiving a reference voltage and an output terminal for outputting a control voltage; and a power conversion stage for providing a DC voltage to an anode of the LED string according the outputted control voltage.

四、指定代表圖：

(一) 本案之指定代表圖：圖 2。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

20：發光二極體驅動裝置

201：發光二極體串

203：電源轉換級

Q：N 型功率電晶體

Rcs、R2：電阻

R1：可變電阻

OP1、OP2：運算放大器

EA：誤差放大器

L：發光二極體

MP1、MP2：P 型電晶體

Vref：參考電壓

V_{SET}：預設電壓

V_{CS}：偵測電壓

V_{CTR}：控制電壓

V_{BUS}：直流電壓

V_{DD}：系統電壓

V_G：功率電晶體之閘極的電壓

V_{BG}：穩定電壓

Ad：發光二極體串的陽極

Ng：發光二極體串的陰極

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無