



(19)中華民國智慧財產局

(12)新型說明書公告本

(11)證書號數：TW M667034 U

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 02 月 21 日

(21)申請案號：113212865

(22)申請日：中華民國 113 (2024) 年 11 月 25 日

(51)Int. Cl. : **H05B45/30 (2020.01)**

(71)申請人：晶達光電股份有限公司(中華民國) LITEMAX ELECTRONICS INC. (TW)

新北市新店區寶橋路 235 巷 131 號 6 樓之 1

(72)新型創作人：張琮堯 (TW)

(74)代理人：王立成；余宗學

(NOTE)備註：相同的創作已於同日申請發明專利(Another patent application for invention in respect of the same creation has been filed on the same date)

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：4 共 24 頁

(54)名稱

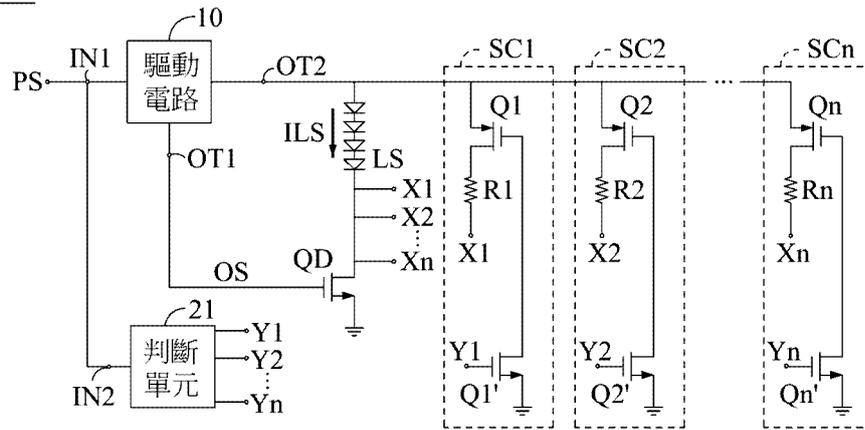
發光二極體燈條的精確調光電路

(57)摘要

一種發光二極體(light-emitting diode, LED)燈條的精確調光電路，包括：驅動電路，被配置為基於脈衝寬度調變(pulse width modulation, PWM)訊號透過第一輸出端輸出導通訊號，以及透過第二輸出端輸出驅動電流；LED 燈條，其第一端電性耦接至驅動電路，以接收驅動電流，其第二端電性耦接至驅動開關，驅動開關還電性耦接至第二輸出端，並由導通訊號驅動而導通，LED 燈條被配置為當驅動開關導通時基於驅動電流的大小而產生對應的亮度；判斷單元，具有判斷輸入端、n 個輸出端及設定調光比例，判斷單元被配置為當 PWM 訊號的佔空比例小於等於設定調光比例時，由 n 個輸出端輸出調光訊號，其中 n 為大於等於 1 的正整數；以及 n 個分流迴路，其一端與 LED 燈條並聯耦接，其另一端與判斷單元的 n 個輸出端電性耦接，n 個分流迴路被配置為基於調光訊號而導通 n 個分流迴路中的 m 個並聯迴路，以降低流過 LED 燈條的驅動電流的大小，其中 m 為大於等於 1 且小於等於 n 的正整數。藉此，本創作可用於對 LED 燈條進行精確調光，並解決 PWM 調光技術的調光比例的範圍不大的問題。

指定代表圖：

110



【圖3】

符號簡單說明：

10:驅動電路

21:判斷單元

110:精確調光電路

ILS:驅動電流

IN1:驅動輸入端

IN2:判斷輸入端

LS:LED 燈條

OT1:第一輸出端

OT2:第二輸出端

OS:導通訊號

R1:分流電阻

R2:分流電阻

Rn:分流電阻

PS:PWM 訊號

Q1:第一開關元件

Q1':第二開關元件

Q2:第一開關元件

Q2':第二開關元件

QD:驅動開關

Qn:第一開關元件

Qn':第二開關元件

SC1:分流迴路

SC2:分流迴路

SCn:分流迴路

X1:節點

X2:節點

Xn:節點

Y1:輸出端

Y2:輸出端

Yn:輸出端



M667034

## 【新型摘要】

【中文新型名稱】 發光二極體燈條的精確調光電路

【中文】

一種發光二極體(light-emitting diode, LED)燈條的精確調光電路，包括：驅動電路，被配置為基於脈衝寬度調變(pulse width modulation, PWM)訊號透過第一輸出端輸出導通訊號，以及透過第二輸出端輸出驅動電流；LED燈條，其第一端電性耦接至驅動電路，以接收驅動電流，其第二端電性耦接至驅動開關，驅動開關還電性耦接至第二輸出端，並由導通訊號驅動而導通，LED燈條被配置為當驅動開關導通時基於驅動電流的大小而產生對應的亮度；判斷單元，具有判斷輸入端、 $n$ 個輸出端及設定調光比例，判斷單元被配置為當PWM訊號的佔空比例小於等於設定調光比例時，由 $n$ 個輸出端輸出調光訊號，其中 $n$ 為大於等於1的正整數；以及 $n$ 個分流迴路，其一端與LED燈條並聯耦接，其另一端與判斷單元的 $n$ 個輸出端電性耦接， $n$ 個分流迴路被配置為基於調光訊號而導通 $n$ 個分流迴路中的 $m$ 個並聯迴路，以降低流過LED燈條的驅動電流的大小，其中 $m$ 為大於等於1且小於等於 $n$ 的正整數。藉此，本創作可用於對LED燈條進行精確調光，並解決PWM調光技術的調光比例的範圍不大的問題。

【指定代表圖】 圖3

【代表圖之符號簡單說明】

10 驅動電路

21 判斷單元

110	精確調光電路
ILS	驅動電流
IN1	驅動輸入端
IN2	判斷輸入端
LS	LED燈條
OT1	第一輸出端
OT2	第二輸出端
OS	導通訊號
R1	分流電阻
R2	分流電阻
Rn	分流電阻
PS	PWM訊號
Q1	第一開關元件
Q1'	第二開關元件
Q2	第一開關元件
Q2'	第二開關元件
QD	驅動開關
Qn	第一開關元件
Qn'	第二開關元件
SC1	分流迴路
SC2	分流迴路
SCn	分流迴路
X1	節點
X2	節點

Xn 節點  
Y1 輸出端  
Y2 輸出端  
Yn 輸出端

## 【新型說明書】

【中文新型名稱】 發光二極體燈條的精確調光電路

### 【技術領域】

【0001】 本創作係關於一種調光電路，特別是關於一種發光二極體(Light Emitting Diode, LED)燈條的精確調光電路。

### 【先前技術】

【0002】 液晶顯示器(Liquid Crystal Display, LCD)可以應用於各種電子設備上，例如，電視、智慧型手機、電腦等。其中LCD通常包括背光模組以向液晶層提供照明，並且以電路控制LCD中像素的亮度和顏色以呈現所需的影像。LED燈條因其具有體積小、功耗低、發光效率高、壽命長等諸多優點而被廣泛應用於LCD上。

【0003】 目前主流的LED燈條的調光技術有兩種方式：直流(Direct Current, DC)調光技術及脈衝寬度調變(pulse width modulation, PWM)調光技術。其中DC調光技術在低電流情況下，電壓會下降，導致LED無法維持穩定發光，並且當LED燈條被調整到低亮度時，流過LED燈條的驅動電流接近於零，LED燈條可能無法被驅動發亮，這使得在低亮度下對LED燈條採用DC調光技術進行調光時，會有低亮度調光難以控制的問題。因此，當需要在低亮度下對LED燈條進行調光時，通常會採用PWM調光技術。

### 【新型內容】

【0004】然而，PWM調光技術雖然可以在低亮度下對LED燈條進行調光，但受限於LED驅動積體電路(Integrated Circuit, IC)的能力，目前市面上的LED驅動IC能做到最大調光比例的範圍也只有到3000：1。因此，習知的PWM調光技術會有調光比例的範圍不大的問題。另外，前述的LED驅動IC還非常昂貴，例如，單顆LED驅動IC的價格約為100多元台幣，因此，習知的PWM調光技術還有成本昂貴的問題。

【0005】為解決上述問題，本創作提供一種發光二極體燈條的精確調光電路，包括：驅動電路，具有驅動輸入端、第一輸出端及第二輸出端，驅動輸入端接收PWM訊號，驅動電路被配置為基於PWM訊號透過第一輸出端輸出導通訊號，以及透過第二輸出端輸出驅動電流；LED燈條，其第一端電性耦接至第二輸出端，以接收驅動電流，其第二端電性耦接至驅動開關，驅動開關還電性耦接至第一輸出端，並由導通訊號驅動而導通，LED燈條被配置為當驅動開關導通時基於驅動電流的大小而產生對應的亮度；判斷單元，具有判斷輸入端、 $n$ 個輸出端及設定調光比例，判斷單元的判斷輸入端接收PWM訊號，判斷單元被配置為當PWM訊號的佔空比例小於等於設定調光比例時，由 $n$ 個輸出端輸出調光訊號，其中 $n$ 為大於等於1的正整數；及 $n$ 個分流迴路，其一端與LED燈條並聯耦接，其另一端與判斷單元的 $n$ 個輸出端電性耦接， $n$ 個分流迴路被配置為基於調光訊號而導通 $n$ 個分流迴路中的 $m$ 個並聯迴路，以降低流過LED燈條的驅動電流的大小，其中 $m$ 為大於等於1且小於等於 $n$ 的正整數。

【0006】在一些實施例中，每一個 $n$ 個分流迴路進一步包括：第一開關元件，具有第一端、第二端及第三端，第一開關元件的第一端電性耦接至LED燈條的第一端；分流電阻，其一端電性耦接至第一開關元件的第二端，其另一端電性耦接

至LED燈條的第二端；及第二開關元件，具有第一端、第二端及第三端，第二開關元件的第一端電性耦接至第一開關元件的第三端，第二開關元件的第二端電性耦接至判斷單元的n個輸出端的其中之一，第二開關元件的第三端電性耦接至接地端。

【0007】 在一些實施例中，第一開關元件為P通道金屬氧化物半導體(Metal-Oxide-Semiconductor, MOS)電晶體，第二開關元件為N通道金屬氧化物半導體電晶體。

【0008】 在一些實施例中，判斷單元進一步包括：放大器，具有負訊號輸入端、正訊號輸入端與訊號輸出端，放大器的負訊號輸入端電性耦接至訊號輸出端，放大器被配置為透過負訊號輸入端接收PWM訊號並轉換PWM訊號為待比較電壓訊號，並透過訊號輸出端輸出待比較電壓訊號；及n個比較器，該n個比較器中的每一個具有負訊號輸入端、正訊號輸入端與輸出端，n個比較器中的每一個負訊號輸入端分別與放大器的訊號輸出端電性耦接，以接收待比較電壓訊號，n個比較器中的每一個正訊號輸入端分別電性耦接至具有彼此不同的參考電壓，且n個比較器中的每一個被配置為將待比較電壓訊號與各自具有的參考電壓進行比較，以決定是否透過n個比較器中的一個或多個的輸出端來輸出調光訊號。

【0009】 在一些實施例中，當待比較電壓訊號小於等於各自具有的參考電壓時，n個比較器輸出調光訊號。

【0010】 在一些實施例中，n個比較器各自具有的參考電壓之間的級距為0.1V。

【0011】 在一些實施例中，流過LED燈條的驅動電流的電流值被降低為 $1/(m+1)$ 。

【0012】 在一些實施例中，設定調光比例的範圍為0.001%至10%。

【0013】 綜上所述，本創作實施例的精確調光電路可以使用原本的LED驅動IC來進行調光，並無須更換成具有較高成本的LED驅動IC，且在精確調光電路中所增加的分流迴路與判斷單元的成本低於具有較高成本的LED驅動IC的成本，進而解決習知的PWM調光技術有成本昂貴的問題。另外，本創作實施例的精確調光電路可以透過增加分流迴路的數量，以及控制前述分流迴路中並聯迴路的導通數量，使精確調光電路可以擴展至比0.1V更小的級距，不僅可以解決習知的PWM調光技術的調光比例的範圍不大的問題，還可以實現極低亮度的調光功能。再者，習知的PWM調光技術若要做到高調光比例，工作頻率需求極高，容易有電磁干擾(ElectroMagnetic Interference, EMI)的問題，但是本創作實施例的精確調光電路不需要改變原本的工作頻率，故相對沒有EMI干擾的問題。

#### 【圖式簡單說明】

##### 【0014】

圖1是示出根據本創作實施例的電路方塊示意圖。

圖2是示出根據本創作實施例的另一電路方塊示意圖。

圖3是示出根據本創作另一實施例的電路方塊示意圖。

圖4是示出根據本創作又一實施例的電路方塊示意圖。

#### 【實施方式】

【0015】 在本創作實施例中所指「LED燈條」的結構，可以是由多個LED元件所組成。在其他實施例中，多個LED元件也可以組成「LED陣列」的結構。LED燈條與LED陣列可以共同組成發光模組，或者單獨組成發光模組。因此，本創作實施例的精確調光電路可以用於對由LED燈條與/或LED陣列所組成的發光模組進行調光。

【0016】 請參照圖1，是示出根據本創作實施例的電路方塊示意圖。如圖1所示，本創作實施例的精確調光電路100包括：驅動電路10、判斷單元20、LED燈條LS、分流迴路SC1及驅動開關QD。

【0017】 驅動電路10具有驅動輸入端IN1、第一輸出端OT1及第二輸出端OT2。驅動電路10的驅動輸入端IN1可用以接收PWM訊號PS。

【0018】 驅動電路10可被配置為基於PWM訊號PS透過第一輸出端OT1輸出導通訊號OS至驅動開關QD，以及透過第二輸出端OT2輸出驅動電流ILS。

【0019】 LED燈條LS電性耦接至驅動電路10。LED燈條LS的第一端(即負端)電性耦接至第二輸出端OT2，以接收由第二輸出端OT2輸出的驅動電流ILS。

【0020】 LED燈條LS的第二端(即正端)電性耦接至驅動開關QD。驅動開關QD還電性耦接至第一輸出端OT1，以接收導通訊號OS。驅動開關QD由第一輸出端OT1輸出的導通訊號OS驅動而導通。LED燈條LS被配置為當驅動開關QD導通時基於驅動電流ILS的大小而產生對應的亮度。另外，驅動開關QD可以例如是NMOS電晶體。

【0021】 判斷單元20具有判斷輸入端IN2、輸出端Y1及設定調光比例(圖中未示)。判斷單元20的判斷輸入端IN2可用以接收PWM訊號PS。判斷單元20被配

置為當PWM訊號PS的佔空比例小於等於設定調光比例時，由輸出端Y1輸出調光訊號DS。

【0022】 分流迴路SC1，其一端與LED燈條LS並聯耦接，其另一端與判斷單元20的輸出端Y1電性耦接。分流迴路SC1被配置為基於調光訊號DS而導通，以降低流過LED燈條LS的驅動電流ILS的大小。

【0023】 分流迴路SC1進一步包括：第一開關元件Q1、分流電阻R1、第二開關元件Q1'。

【0024】 第一開關元件Q1具有第一端、第二端及第三端。第一開關元件Q1的第一端電性耦接至LED燈條LS的第一端。在本創作實施例中，第一開關元件Q1為PMOS電晶體。第一開關元件Q1的第一端為PMOS電晶體的源極端、第一開關元件Q1的第二端為PMOS電晶體的汲極端，第一開關元件Q1的第三端為PMOS電晶體的閘極端。

【0025】 分流電阻R1的一端電性耦接至第一開關元件Q1的第二端，分流電阻R1的另一端電性耦接至節點X1，節點X1電性耦接至LED燈條LS的第二端。在其他實施例中，節點X1可以被省略，以使分流電阻R1的另一端直接電性耦接至LED燈條LS的第二端。

【0026】 第二開關元件Q1'具有第一端、第二端及第三端。第二開關元件Q1'的第一端電性耦接至第一開關元件Q1的第三端。

【0027】 第二開關元件Q1'的第二端電性耦接至判斷單元20的輸出端Y1，第二開關元件Q1'的第三端電性耦接至接地端。在本創作實施例中，第二開關元件Q1'為NMOS電晶體。第二開關元件Q1'的第一端為NMOS電晶體的汲極端、第二

開關元件Q1'的第二端為NMOS電晶體的閘極端，第二開關元件Q1'的第三端為NMOS電晶體的源極端。

【0028】請一併參照圖1與圖2，本創作實施例的精確調光電路100的電路動作原理說明如下：

【0029】如圖1所示，當PWM訊號PS的佔空比例為5%~100%時，驅動電路10基於接收的PWM訊號PS透過第一輸出端OT1輸出導通訊號OS至驅動開關QD，以使驅動開關QD導通，並且第二輸出端OT2輸出驅動電流ILS至LED燈條LS，以使LED燈條LS產生對應於驅動電流ILS大小的亮度。

【0030】更具體的說，當PWM訊號PS被輸入到判斷單元20時，判斷單元20偵測PWM訊號PS的佔空比例是否小於等於設定調光比例。如果PWM訊號PS的佔空比例(例如，6%~100%)大於設定調光比例(例如，5%)時，判斷單元20透過輸出端Y1輸出具有低邏輯位準的調光訊號DS至第二開關元件Q1'，而使第二開關元件Q1'斷開，因此，分流迴路SC1中的第一開關元件Q1亦為斷開，而驅動電流ILS會流過LED燈條LS後接地，並使LED燈條LS產生對應於驅動電流ILS大小的亮度。

【0031】如圖2所示，如果PWM訊號PS的佔空比例(例如，0%~5%)小於等於設定調光比例(例如，5%)時，判斷單元20透過輸出端Y1輸出具有高邏輯位準的調光訊號DS至第二開關元件Q1'，而使第二開關元件Q1'導通，因此，分流迴路SC1中的第一開關元件Q1亦為導通，此時，分流電阻R1會與LED燈條LS形成並聯耦合的關係，並且驅動電流ILS會被分流為驅動電流ILS1及驅動電流ILS2。由於流過LED燈條LS的驅動電流ILS降低至驅動電流ILS1，因此，LED燈條LS產生對應於於驅動電流ILS1的亮度。

【0032】 另外，分流電阻R1的阻值的設計方式為：假設LED燈條LS的電壓為30V，流過的驅動電流ILS為0.1A，其分流電阻R1的電阻值為 $R1=V/I$ ， $R1=30V/0.1A$ ， $R1=300\Omega$ 。舉例來說，將分流電阻R1設計為300Ω時，可使流過LED燈條LS的驅動電流ILS從0.1A減少至0.05A，因此，LED燈條LS產生的亮度也會降低。將分流電阻R1設計為200Ω，可使流過LED燈條LS的驅動電流ILS從0.1A減少至0.04A，依此類推。藉此，本創作實施例的精確調光電路100可快速滿足在低亮度下的精確調光功能。

【0033】 請參照圖3，是示出根據本創作另一實施例的電路方塊示意圖。圖3實施例與圖1實施例的不同之處在於：圖3實施例將判斷單元的輸出端Y1擴展為輸出端Y1、輸出端Y2、...、輸出端Yn，即n個輸出端，以及將分流迴路SC1擴展為分流迴路SC1、分流迴路SC2、...、分流迴路SCn，即n個分流迴路，其餘電路構造與圖1相同或類似，於此不再贅述。

【0034】 判斷單元21具有判斷輸入端IN2、n個輸出端Y1、Y2、...、Yn，及設定調光比例(圖中未示)。判斷單元21的判斷輸入端IN2可用以接收PWM訊號PS。判斷單元21被配置為當PWM訊號PS的佔空比例小於等於設定調光比例時，由n個輸出端Y1、Y2、...、Yn輸出調光訊號DS，其中n為大於等於1的正整數。

【0035】 n個分流迴路SC1、SC2、...、SCn，每一個分流迴路的一端與該LED燈條LS並聯耦接，每一個分流迴路的另一端與判斷單元21的n個輸出端Y1、Y2、...、Yn電性耦接。

【0036】 每一個分流迴路的電路構造彼此相同。分流迴路SC1進一步包括：第一開關元件Q1、分流電阻R1、第二開關元件Q1'。分流迴路SC2進一步包括：第一開關元件Q2、分流電阻R2、第二開關元件Q2'。分流迴路SCn進一步包括：

第一開關元件 $Q_n$ 、分流電阻 $R_n$ 、第二開關元件 $Q_n'$ 。其中分流電阻 $R_1$ 的另一端電性耦接至節點 $X_1$ ，節點 $X_1$ 電性耦接至LED燈條 $LS$ 的第二端；分流電阻 $R_2$ 的另一端電性耦接至節點 $X_2$ ，節點 $X_2$ 電性耦接至LED燈條 $LS$ 的第二端，依此類推，分流電阻 $R_n$ 的另一端電性耦接至節點 $X_n$ ，節點 $X_n$ 電性耦接至LED燈條 $LS$ 的第二端。

【0037】  $n$ 個分流迴路 $SC_1$ 、 $SC_2$ 、...、 $SC_n$ 被配置為基於調光訊號 $DS$ 而導通 $n$ 個分流迴路 $SC_1$ 、 $SC_2$ 、...、 $SC_n$ 中的 $m$ 個並聯迴路，以降低流過LED燈條 $LS$ 的驅動電流 $I_{LS}$ 的大小，其中 $m$ 為大於等於1且小於等於 $n$ 的正整數。

【0038】 在本創作實施例中，透過控制 $n$ 個分流迴路 $SC_1$ 、 $SC_2$ 、...、 $SC_n$ 中的 $m$ 個並聯迴路的導通數量，即可控制流過LED燈條 $LS$ 的驅動電流 $I_{LS}$ 的大小。在本創作實施例中，當分流迴路 $SC_1$ 、 $SC_2$ 、...、 $SC_n$ 中的 $m$ 個並聯迴路被導通時，流過LED燈條 $LS$ 的驅動電流 $I_{LS}$ 的電流值被降低為 $1/(m+1)$ 。

【0039】 以下說明本創作實施例的精確調光電路110如何實現精確調光功能，例如，一臺4000尼特(nits)亮度的LCD，其調光刻度為0至100，所以當調光刻度為0時，其顯示的最低亮度為40nit。因此，當需要將LCD調光至40nits以下時，需要採用具有較高成本的LED驅動IC來實現。

【0040】 但是，若採用本創作實施例的精確調光電路110時，透過調整判斷單元21中的設定調光比例，可以決定 $n$ 個分流迴路 $SC_1$ 、 $SC_2$ 、...、 $SC_n$ 中的 $m$ 個並聯迴路的導通數量，以控制流過LED燈條 $LS$ 的驅動電流 $I_{LS}$ 的大小，並使LED燈條 $LS$ 產生對應的亮度。例如，當分流迴路 $SC_1$ 為導通，其餘分流迴路均為斷開時，表示 $m$ 為1，流過LED燈條 $LS$ 的驅動電流 $I_{LS}$ 可以減少一半，因此，LCD所顯示的最低亮度從40nits降低至20nits。

【0041】 當 $n$ 個分流迴路中的 $m$ 個並聯迴路有4個為導通，其餘分流迴路均為斷開時，表示 $m$ 為4，流過LED燈條 $LS$ 的驅動電流 $I_{LS}$ 可以再減少，因此，LCD所顯示的最低亮度從40nits降低至10nits。依此類推，本創作實施例的精確調光電路110可以使LCD所顯示的最低亮度降低至1nit。在其他實施例中，精確調光電路110可以達到10000:1(即0.01%)的調光比例。藉此，本創作實施例的精確調光電路110可以解決習知的PWM調光技術的調光比例的範圍不大的問題。

【0042】 值得說明的是，本創作實施例的精確調光電路110可以使用原本的LED驅動IC並無須更換成具有較高成本的LED驅動IC，並且精確調光電路110中所增加的分流迴路與判斷單元的成本(以6個分流迴路的電路架構為基礎來計算約為50多元台幣)相較於具有較高成本的LED驅動IC(單顆價格約為100多元台幣)而言，還是可以節省了約50%的成本，因此，本創作實施例的精確調光電路110可以解決習知的PWM調光技術成本昂貴的問題。

【0043】 請參照圖4，是示出根據本創作又一實施例的電路方塊示意圖。圖4實施例中的判斷單元21的輸出端為6個，即輸出端 $Y1\sim Y6$ ，並且分流迴路的數量為6個。

【0044】 判斷單元21進一步包括：放大器 $UA1$ 、比較器 $UB1\sim UB6$ 。

【0045】 放大器 $UA1$ 具有負訊號輸入端(-)、正訊號輸入端(+)與訊號輸出端 $VO$ 。放大器 $UA1$ 的負訊號輸入端電性耦接至訊號輸出端。放大器 $UA1$ 的負訊號輸入端用以作為判斷單元21的判斷輸入端 $IN2$ 。放大器 $UA1$ 被配置為透過負訊號輸入端接收PWM訊號 $PS$ 並轉換PWM訊號為待比較電壓訊號 $PSV$ ，並透過訊號輸出端 $VO$ 輸出待比較電壓訊號 $PSV$ 。

【0046】比較器UB1~UB6中的每一個具有負訊號輸入端、正訊號輸入端及訊號輸出端。比較器UB1~UB6中的每一個的負訊號輸入端分別與放大器UA1的訊號輸出端VO電性耦接，以接收待比較電壓訊號PSV。比較器UB1~UB6中的每一個的正訊號輸入端電性耦接至具有彼此不同的參考電壓，且比較器UB1~UB6中的每一個被配置為將待比較電壓訊號PSV與各自具有的參考電壓VS1~VS6進行比較，以決定是否透過輸出端Y1~Y6的一個或多個的輸出端來輸出調光訊號DS。

【0047】另外，在判斷單元21的比較器UB1~UB6中，每個比較器的參考電壓之間的級距為0.1V，例如，比較器UB1的正訊號輸入端所電性耦接的參考電壓VS1為0.6V，比較器UB2的正訊號輸入端所電性耦接的參考電壓VS2為0.5V，比較器UB3的正訊號輸入端所電性耦接的參考電壓VS3為0.4V，比較器UB4的正訊號輸入端所電性耦接的參考電壓VS4為0.3V，比較器UB5的正訊號輸入端所電性耦接的參考電壓VS5為0.2V，比較器UB6的參考電壓VS6為0.1V。換句話說，比較器UB1~UB6各自具有的參考電壓VS1~VS6之間的級距為0.1V，但不以此為限。

【0048】以下說明圖4實施例的精確調光電路110的電路動作原理：

【0049】判斷單元21的設定調光比例為5%。當PWM訊號PS的佔空比例為0%~5%時，判斷單元21可根據PWM訊號PS的佔空比例與設定調光比例之間的關係來決定要導通6個分流迴路中的幾個並聯迴路。

【0050】當PWM訊號PS的佔空比例為5%時，控制放大器UA1的+V電壓為0.55V，進入比較器UB1~UB6中的待比較電壓PSV為0.55V，經由比較器UB1將待比較電壓訊號PSV(即0.55V)與參考電壓VS1(即0.6V)進行比較後，待比較電壓訊號PSV小於參考電壓VS1，故比較器UB1輸出高邏輯位準的調光訊號DS至第二開

關元件Q1'，以導通第二開關元件Q1'及第一開關元件Q1，而待比較電壓訊號PSV均大於其餘比較器UB2~UB6的參考電壓，故比較器UB2~UB6不輸出調光訊號DS，以使第二開關元件Q2'~Q6'維持斷開，流過LED燈條LS的驅動電流被分流至6個分流迴路中的1個並聯迴路中。藉此，精確調光電路110可以透過導通6個分流迴路中的1個並聯迴路，來使LED燈條LS所產生的亮度降低至對應於1個調光比例的亮度。

**【0051】** 當PWM訊號PS的佔空比例為4%時，控制放大器UA1的+V電壓為0.45V，進入比較器UB1~UB6中的待比較電壓PSV為0.45V，其中比較器UB1~UB2將待比較電壓訊號PSV(即0.45V)與參考電壓VS1(即0.6V)進行比較後，待比較電壓訊號PSV小於參考電壓VS1以及參考電壓VS2，故比較器UB1~UB2輸出高邏輯位準的調光訊號至第二開關元件Q1'~Q2'，以導通第二開關元件Q1'~Q2'及第一開關元件Q1~Q2，流過LED燈條LS的驅動電流被分流至6個分流迴路中的2個並聯迴路中。藉此，精確調光電路110可以透過導通6個分流迴路中的2個並聯迴路，來使LED燈條LS所產生的亮度降低至對應於2個調光比例的亮度。

**【0052】** 依此類推，當PWM訊號PS的佔空比例為0%時，控制放大器UA1的+V電壓為0.05V，進入比較器UB1~UB6中的待比較電壓PSV為0.05V，其中比較器UB1~UB6將待比較電壓訊號PSV(即0.05V)與參考電壓VS1(即0.6V)~VS6(即0.1V)進行比較後，待比較電壓訊號PSV小於參考電壓VS1~VS6，故比較器UB1~UB6分別輸出高邏輯位準的調光訊號DS至第二開關元件Q1'~Q6'，以導通第二開關元件Q1'~Q6'及第一開關元件Q1~Q6，流過LED燈條LS的驅動電流被分流至6個分流迴路中的6個並聯迴路中。藉此，精確調光電路110可以透過導通6個

分流迴路中的6個並聯迴路，來使LED燈條LS所產生的亮度降為最低亮度。另外，在圖4實施例中，設定調光比例的範圍可以為0.001%至10%。

**【0053】** 綜上所述，本創作實施例的精確調光電路可以使用原本的LED驅動IC來進行調光，並無須更換成具有較高成本的LED驅動IC，且在精確調光電路中所增加的分流迴路與判斷單元的成本低於具有較高成本的LED驅動IC的成本，進而解決習知的PWM調光技術有成本昂貴的問題。另外，本創作實施例的精確調光電路可以透過增加分流迴路的數量，以及控制前述分流迴路中並聯迴路的導通數量，使精確調光電路可以擴展至比0.1V更小的級距，不僅可以解決習知的PWM調光技術的調光比例的範圍不大的問題，還可以實現極低亮度的調光功能。再者，習知的PWM調光技術若要做到高調光比例，工作頻率需求極高，容易有EMI的問題，但是本創作實施例的精確調光電路不需要改變原本的工作頻率，故相對沒有EMI干擾的問題。

### 【符號說明】

#### 【0054】

10	驅動電路
20	判斷單元
21	判斷單元
100	精確調光電路
110	精確調光電路
DS	調光訊號
ILS	驅動電流

ILS1	驅動電流
ILS2	驅動電流
IN1	驅動輸入端
IN2	判斷輸入端
LS	LED燈條
OT1	第一輸出端
OT2	第二輸出端
OS	導通訊號
R1	分流電阻
R2	分流電阻
Rn	分流電阻
PS	PWM訊號
PSV	待比較電壓訊號
Q1	第一開關元件
Q1'	第二開關元件
Q2	第一開關元件
Q2'	第二開關元件
Q3	第一開關元件
Q3'	第二開關元件
Q4	第一開關元件
Q4'	第二開關元件
Q5	第一開關元件

Q5'	第二開關元件
Q6	第一開關元件
Q6'	第二開關元件
QD	驅動開關
Qn	第一開關元件
Qn'	第二開關元件
SC1	分流迴路
SC2	分流迴路
SCn	分流迴路
UA1	放大器
UB1~UB6	比較器
VO	訊號輸出端
VS1~VS6	參考電壓
X1	節點
X2	節點
X6	節點
Xn	節點
Y1~Yn	輸出端

## 【新型申請專利範圍】

【請求項1】 一種發光二極體(light-emitting diode, LED)燈條的精確調光電路，包括：

一驅動電路，具有一驅動輸入端、一第一輸出端及一第二輸出端，該驅動輸入端接收一脈衝寬度調變(pulse width modulation, PWM)訊號，該驅動電路被配置為基於該PWM訊號透過該第一輸出端輸出一導通訊號，以及透過該第二輸出端輸出一驅動電流；

一LED燈條，其第一端電性耦接至該第二輸出端，以接收驅動電流，其第二端電性耦接至一驅動開關，該驅動開關還電性耦接至該第一輸出端，並由該導通訊號驅動而導通，該LED燈條被配置為當該驅動開關導通時基於該驅動電流的大小而產生對應的亮度；

一判斷單元，具有一判斷輸入端、 $n$ 個輸出端及一設定調光比例，該判斷單元的該判斷輸入端接收該PWM訊號，該判斷單元被配置為當該PWM訊號的佔空比例小於等於該設定調光比例時，由該 $n$ 個輸出端輸出一調光訊號，其中 $n$ 為大於等於1的正整數；及

$n$ 個分流迴路，其一端與該LED燈條並聯耦接，其另一端與該判斷單元的該 $n$ 個輸出端電性耦接，該 $n$ 個分流迴路被配置為基於該調光訊號而導通該 $n$ 個分流迴路中的 $m$ 個並聯迴路，以降

低流過該LED燈條的該驅動電流的大小，其中 $m$ 為大於等於1且小於等於 $n$ 的正整數。

**【請求項2】** 如請求項1所述的精確調光電路，其中每一個該 $n$ 個分流迴路進一步包括：

一第一開關元件，具有一第一端、一第二端及一第三端，該第一開關元件的該第一端電性耦接至該LED燈條的該第一端；

一分流電阻，其一端電性耦接至該第一開關元件的該第二端，其另一端電性耦接至該LED燈條的該第二端；及

一第二開關元件，具有一第一端、一第二端及一第三端，該第二開關元件的該第一端電性耦接至該第一開關元件的該第三端，該第二開關元件的該第二端電性耦接至該判斷單元的該 $n$ 個輸出端的其中之一，該第二開關元件的該第三端電性耦接至接地端。

**【請求項3】** 如請求項2所述的精確調光電路，其中該第一開關元件為P通道金屬氧化物半導體電晶體，該第二開關元件為N通道金屬氧化物半導體電晶體。

**【請求項4】** 如請求項1所述的精確調光電路，其中該判斷單元進一步包括：

一放大器，具有一負訊號輸入端、一正訊號輸入端與一訊號輸出端，該放大器的該負訊號輸入端電性耦接至該訊號輸出端，該放大器被配置為透過該負訊號輸入端接收該PWM訊號並轉

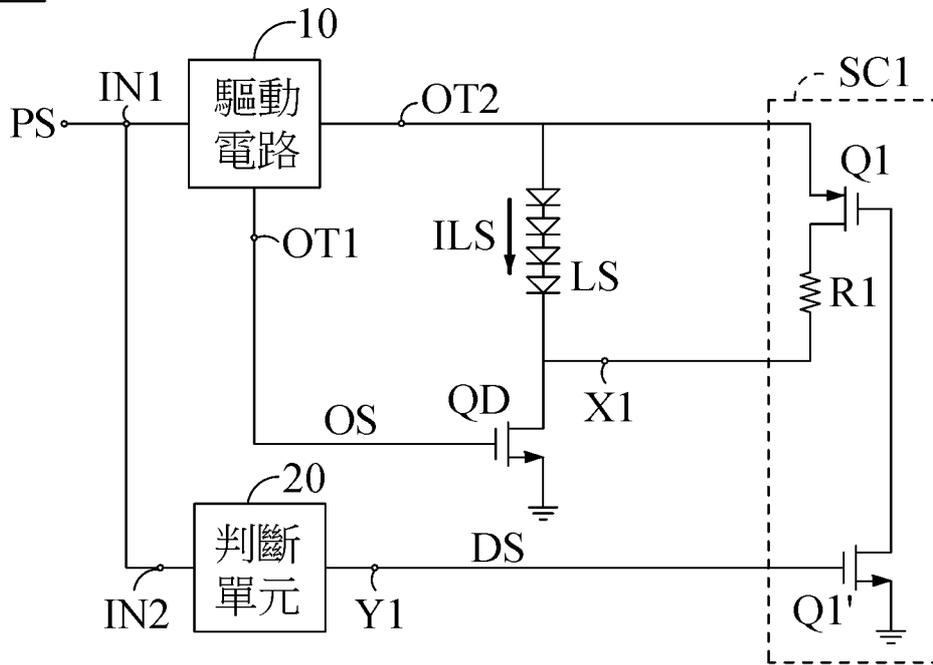
換該PWM訊號為一待比較電壓訊號，並透過該訊號輸出端輸出該待比較電壓訊號；及

n個比較器，該n個比較器中的每一個具有一負訊號輸入端、一正訊號輸入端與一輸出端，該n個比較器中的每一個該負訊號輸入端分別與該放大器的該訊號輸出端電性耦接，以接收該待比較電壓訊號，該n個比較器中的每一個該負訊號輸入端分別電性耦接至具有彼此不同的參考電壓，且該n個比較器中的每一個被配置為將該待比較電壓訊號與各自具有的該參考電壓進行比較，以決定是否透過該n個比較器中的一個或多個的該輸出端來輸出該調光訊號。

- 【請求項5】 如請求項4所述的精確調光電路，其中當該待比較電壓訊號小於等於各自具有的該參考電壓時，該n個比較器輸出該調光訊號。
- 【請求項6】 如請求項4所述的精確調光電路，其中該n個比較器各自具有的該參考電壓之間的級距為0.1V。
- 【請求項7】 如請求項1所述的精確調光電路，其中流過該LED燈條的該驅動電流的電流值被降低為 $1/(m+1)$ 。
- 【請求項8】 如請求項1所述的精確調光電路，其中該設定調光比例的範圍為0.001%至10%。

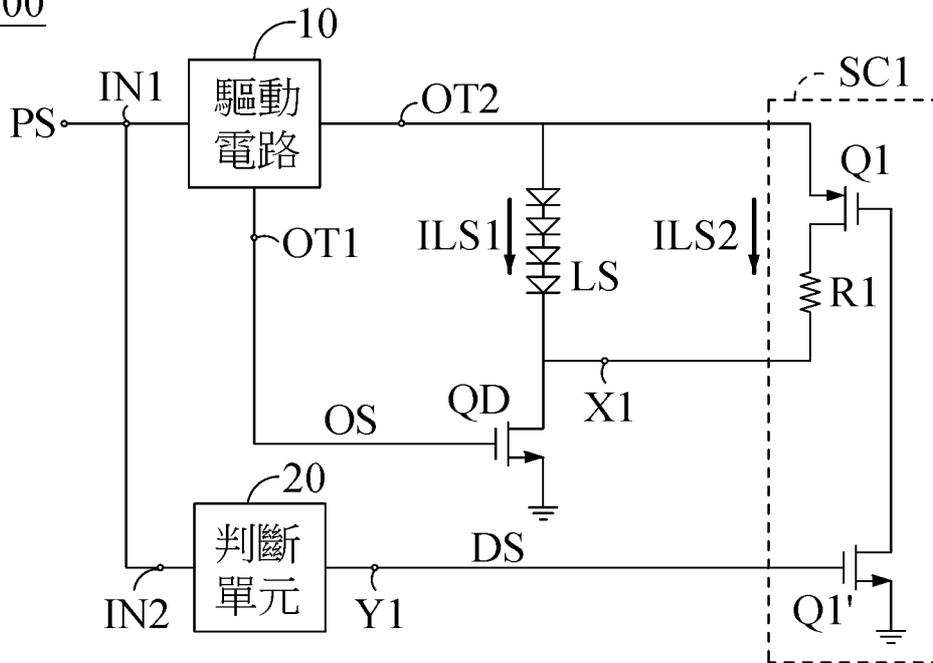
【新型圖式】

100



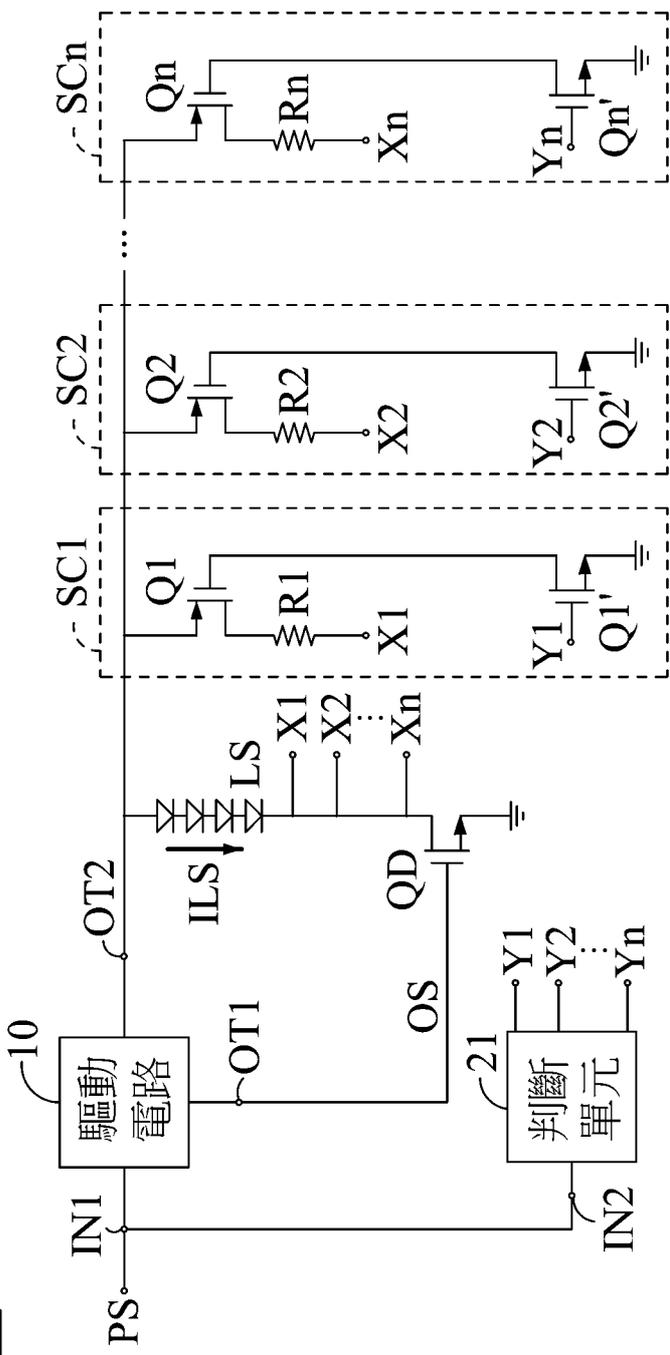
【圖1】

100



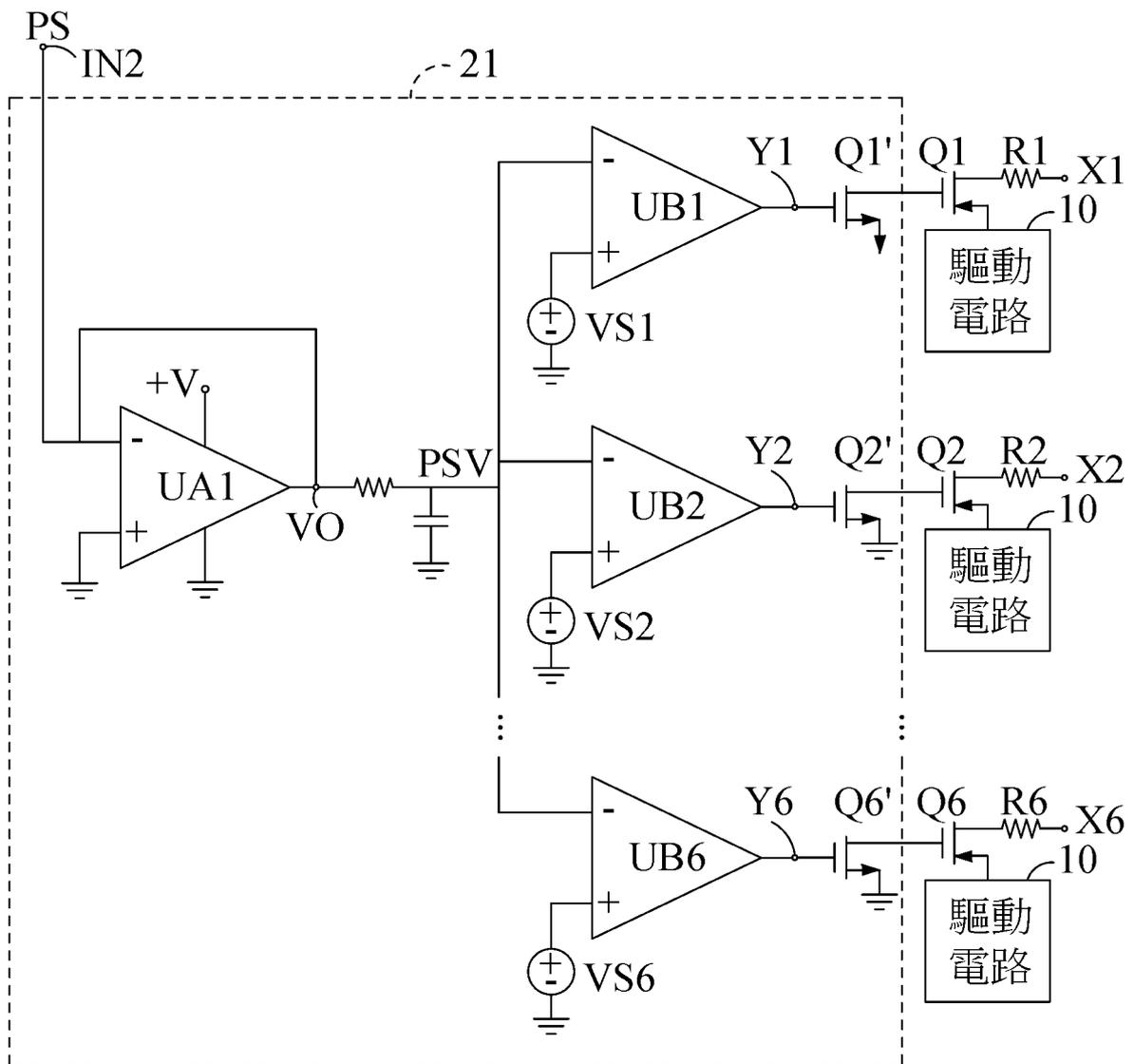
【圖2】

110



【圖3】

110



【圖4】