



(21)申請案號：106115201

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 05 月 08 日

(51)Int. Cl. :

*G01N21/17 (2006.01)**A61B5/02 (2006.01)*

(71)申請人：國立交通大學(中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)

新竹市東區大學路 1001 號

(72)發明人：趙昌博 CHAO, PAUL C.P. (TW)；杜哲怡 TU, TSE-YI (TW)；潘伯威 PAN, BO-WEI (TW)；吳妍華 WU, YAN-HWA (TW)

(74)代理人：楊長峯

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：8 共 29 頁

(54)名稱

用於光體積變化描記圖法之感測系統的自適應性控制器

ADAPTIVE CONTROLLER USED IN PHOTOPLETHYSMOGRAPHY SENSING SYSTEM

(57)摘要

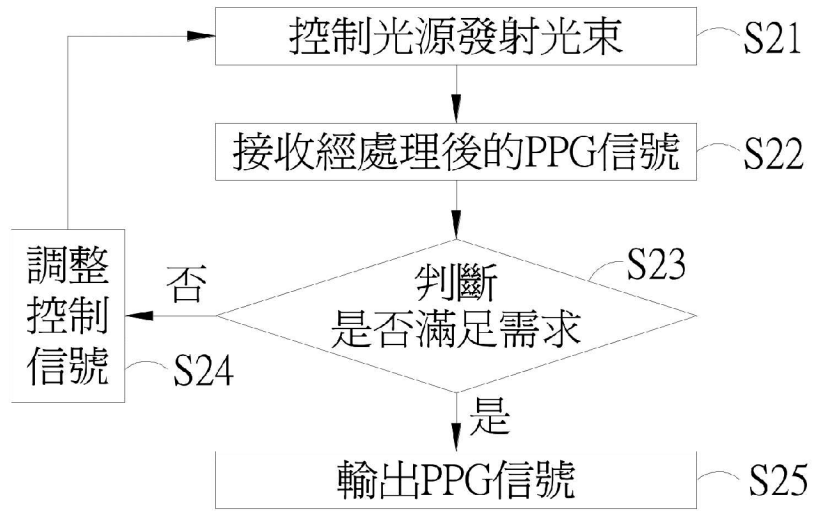
一種用於光體積變化描記圖法之感測系統的自適應性控制器，包括多個硬體電路，經組態而用以：接收經處理後的光體積變化描記圖法信號（PPG 信號）；判斷經處理後的 PPG 信號是否滿足需求；若經處理後的 PPG 信號滿足需求，則輸出 PPG 信號；以及若經處理後的 PPG 信號未滿足需求，則調整用以對 PPG 信號進行放大之放大器的增益或/與調整光源的驅動信號。

An adaptive controller used in a photoplethysmography sensing system, comprises a plurality of hardware circuits which are configured for: receiving a photoplethysmography signal (hereinafter, "PPG signal") processed; determining whether the PPG signal processed satisfies with a requirement; outputting the PPG signal processed if the PPG signal processed satisfies with a requirement; and adjusting a gain of an amplifier for amplifying the PPG signal and/or a driving signal of a light source if the PPG signal processed does not satisfy with a requirement.

指定代表圖：

符號簡單說明：

S21~S25 . . . 步驟



第 2 圖



201843430

申請日: 106/05/08

IPC分類: *G01N 21/17* (2006.01)  
*A61B 5/02* (2006.01)**【發明摘要】****【中文發明名稱】** 用於光體積變化描記圖法之感測系統的自適應性控制器**【英文發明名稱】** ADAPTIVE CONTROLLER USED IN

PHOTOPLETHYSMOGRAPHY SENSING SYSTEM

**【中文】**

一種用於光體積變化描記圖法之感測系統的自適應性控制器，包括多個硬體電路，經組態而用以：接收經處理後的光體積變化描記圖法信號(PPG信號)；判斷經處理後的PPG信號是否滿足需求；若經處理後的PPG信號滿足需求，則輸出PPG信號；以及若經處理後的PPG信號未滿足需求，則調整用以對PPG信號進行放大之放大器的增益或/與調整光源的驅動信號。

**【英文】**

An adaptive controller used in a photoplethysmography sensing system, comprises a plurality of hardware circuits which are configured for: receiving a photoplethysmography signal (hereinafter, "PPG signal") processed; determining whether the PPG signal processed satisfies with a requirement; outputting the PPG signal processed if the PPG signal processed satisfies with a requirement; and adjusting a gain of an amplifier for amplifying the PPG signal and/or a driving signal of a light source if the PPG signal processed does not satisfy with a requirement.

**【指定代表圖】** 第2圖。**【代表圖之符號簡單說明】**

S21～S25：步驟

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】用於光體積變化描記圖法之感測系統的自適應性控制器

【英文發明名稱】 ADAPTIVE CONTROLLER USED IN  
PHOTOPLETHYSMOGRAPHY SENSING SYSTEM

### 【技術領域】

【0001】本發明是有關於一種光體積變化描記圖法（photoplethysmography）之感測系統，且特別是一種用於光體積變化描記圖法之感測系統的自適應性控制器。

### 【先前技術】

【0002】光體積變化描記圖法可以用來獲得生物體的生理資訊，例如心跳、脈搏與血壓等。光體積變化描記圖法的原理說明如下。當光束入射到生物體的皮膚表面時，光束會受到血管中之血流脈動變化的影響，而有所變化。更精確地說，光束在血管之血液量較高時，其被吸收的光能量也較高。因此，光體積變化描記圖法是接收生物體的皮膚表面反射的光束來獲得光體積變化描記圖法信號（簡稱為PPG信號），以藉由PPG信號來獲得生物體的生理資訊。

【0003】由於PPG信號的振幅不大，因此，傳統光體積變化描記圖法之感測系統會以固定放大倍率將PPG信號放大後，再對PPG信號進行分析與處理。另外，傳統光體積變化描記圖法之感測系統會固定光源（發光二極體）的驅動信號（驅動電流或驅動電壓）之振幅，以提供固定振幅的光束射向生物體的皮膚表面。

【0004】然而，PPG信號容易人體膚色、皮膚厚度、量測位置、血管厚薄影響，故使用固定訊號放大倍率，不易得到信號品質良好的PPG信號。另外，若感測系統設定光源以最大功率發射光束，則針對部分使用者將會產生信號飽和及浪費能源的問題。

【0005】另外，感測系統在獲取PPG信號時，會依照PPG信號的振幅判斷光感測器是否有接收到由光源將光束射向皮膚表面所產生的反射光束。因此，若採用固定倍率放大PPG信號時，若放大後的PPG信號仍過小，則使用者需要改變量測位置，以尋找較佳的量測位置，才能獲得足夠大的PPG信號。又或者，感測系統的製造者可以選擇在增加成本的情況下，使用陣列式的光源與光感測器來實現感測系統，以避免接收到的PPG信號太小。

【0006】除此之外，若PPG信號無法達到數位信號處理的最佳處理範圍時（例如，欲透過PPG信號獲得血壓，則需要對PPG信號進行數位信號處理），則無法順利地獲得對應的生理資訊。舉例來說，若PPG信號太大，而超出數位信號的處理範圍，則感測系統無法進一步地獲得PPG信號之峰值的時間點，並造成脈搏速率的計算有錯誤，導致計算出血壓也不正確。相反地，若PPG信號過小，則感測系統判斷出之PPG信號之峰值的時間點容易有錯誤，造成脈搏速率的誤差過大，導致計算出的血壓值也不精確。簡單地說，PPG信號過大或過小，都有可能造成所獲得之相關於時間的生理資訊有不準確的問題。

【0007】另外一方面，傳統光體積變化描記圖法之感測系統的光源之驅動信號的振幅並無法自動地調變，故當PPG信號有失真的情況時，則需要進一步地修正驅動電路，來調整驅動信號的振幅，才能獲得信號品質較良好的PPG信號，故造成許多的不便與麻煩。

**【發明內容】**

**【0008】** 有鑑於上述習知技藝之問題，本發明之目的就是在提供一種用於光體積變化描記圖法之感測系統的自適應性控制器，其可以依據PPG信號是否滿足需求來自適應性地調整光源的驅動信號之振幅或/與放大器的增益，以藉此獲得信號品質較佳或滿足需求的PPG信號，並增加量測的準確度、穩定度與敏感度。

**【0009】** 根據本發明至少一目的，提供一種用於光體積變化描記圖法之感測系統的自適應性控制器，包括多個硬體電路，經組態而用以：接收經處理後的光體積變化描記圖法信號（PPG信號）；判斷經處理後的PPG信號是否滿足需求；若經處理後的PPG信號滿足需求，則輸出PPG信號；以及若經處理後的PPG信號未滿足需求，則調整用以對PPG信號進行放大之放大器的增益或/與調整光源的驅動信號。。

**【0010】** 根據本發明至少一目的，提供一種光體積變化描記圖法之感測系統，其包括上述自適應性控制器、光源與光感測器。

**【0011】** 承上所述，依本發明提供之，其可具有一或多個下述優點：

**【0012】** （1）自適應性控制器可以讓經處理後的PPG信號具有較高的穩定度、準確度與敏感度。

**【0013】** （2）自適應性控制器的實現成本不大，且易於整合於光體積變化描記圖法之感測系統中，故具有輕薄短小與售價不貴等優勢。

**【0014】** （3）由於無須透過使用者來優化經處理後的PPG信號，故使用自適應性控制器的光體積變化描記圖法之感測系統具有方便操作的優點。

**【圖式簡單說明】**

【0015】 第1圖係為本發明實施例之光體積變化描記圖法之感測系統的示意圖。

【0016】 第2圖是本發明實施例之用於光體積變化描記圖法之感測系統的自適應性控制器所執行的控制方法之流程圖。

【0017】 第3圖是本發明另一實施例之用於光體積變化描記圖法之感測系統的自適應性控制器所執行的控制方法之流程圖。

【0018】 第4圖是本發明又一實施例之用於光體積變化描記圖法之感測系統的自適應性控制器所執行的控制方法之流程圖。

【0019】 第5圖是本發明實施例之用於光體積變化描記圖法之感測系統的電路圖。

【0020】 第6圖是本發明另一實施例之用於光體積變化描記圖法之感測系統的電路圖。

【0021】 第7圖是本發明實施例之增益可調整放大器的電路圖。

【0022】 第8圖是本發明另一實施例之用於光體積變化描記圖法之感測系統的電路圖。

### 【實施方式】

【0023】 為利 貴審查員瞭解本發明之技術特徵、內容與優點及其所能達成之功效，茲將本發明配合附圖，並以實施例之表達形式詳細說明如下，而其中所使用之圖式，其主旨僅為示意及輔助說明書之用，未必為本發明實施後之真實比例與精準配置，故不應就所附之圖式的比例與配置關係侷限本發明於實際實施上的專利範圍，合先敘明。



【0024】 需注意的是，雖然「第一」、「第二」、「第三」等用語在文中用來描述各種元件，但這些被描述的元件不應被此類用語所限制。此類用語僅用於從一個元件區分另一個元件。因此，以下所討論之「第一」元件皆能被寫作「第二」元件，而不偏離本發明之教示。

【0025】 本發明實施例提供一種用於光體積變化描記圖法之感測系統的自適應性控制器，其可以依據PPG信號是否滿足需求來自適應性地調整光源的驅動信號（驅動電流或驅動電壓）之振幅或/與放大器的增益。感測系統所獲得的PPG信號之信號品質可以增加，且量測的準確度、穩度度與敏感度也可以因此提升。另外，在本發明其中一個實施例中，自適應性調整光源的驅動信號之振幅或/與放大器的增益的演算法可以導入人工智慧的演算法，以快速地使PPG信號滿足需求。

【0026】 請參照第1圖，第1圖係為本發明實施例之光體積變化描記圖法之感測系統的示意圖。第1圖的光體積變化描記圖法之感測系統1係為攜帶式生理感測器，且在使用時，需要將攜帶式生理感測器貼近於生物體的皮膚表面。攜帶式生理感測器可以透過PPG信號獲得心跳、血壓、脈搏、血氧、血流與/或血糖等生理資訊，故其可以是攜帶式的光學式血壓計、脈搏血氧儀、非侵入式血流計與非侵入式血糖機。附帶一提的是，上述攜帶式生理感測器亦可以設計為穿戴式裝置，且本發明並不限制光體積變化描記圖法之感測系統1的應用方式。

【0027】 另外，上述攜帶式生理感測器可以將量測的PPG信號與/或獲得之生理資訊傳送給任一個具有通訊功能的電子裝置，以透過電子裝置來顯示PPG信號與/或生理資訊，或者將量測的PPG信號與/或獲得之生理資訊傳送給雲端伺

服器，以建立使用者之生理資訊的資料庫，從而達到管理與了解使用者之生理狀況的用途。

【0028】光體積變化描記圖法之感測系統1包括光源11與光感測器12。光源11可以是發光二極體或者其他類型的光源，例如波長可以調整的雷射二極體，且本發明不以此為限制。另外，光源11的數量可以是一個以上，例如，相同或不同波長之多個光源11。光源11用以產生光束射向生物體的皮膚表面，其中皮膚下方可能例如有橈動脈、尺動脈、肱動脈或微血管等。

【0029】生物體的皮膚表面會反射光源產生之光束，而光感測器12用以接收此反射光束，並且將反射光束轉換為PPG信號。由於皮膚表面底下的血管脈動與血液成分與濃度變化都會影響光束之能量被吸收的狀況，故皮膚表面產生的反射光束攜帶有生理資訊。光體積變化描記圖法之感測系統1因此還包括了後端電路（未繪示於第1圖，其包括放大器、運算電路與通訊電路，但本發明不限定於此），用以對PPG信號放大與處理運算等。另外，光感測器12可以是一般的光電二極體，或者是其他類型的光電轉換裝置，且本發明不以此為限。

【0030】然而，因為生物體的皮膚厚度、膚色、血管位置、性別、年紀、人種、血液成份、疾病與使用者的操作方式等諸多變異，若使用固定的增益來放大光感測器12接收反射光束所產生之PPG信號，則可能使得PPG信號的信號品質不佳，導致獲得的生理資訊不準確。因此，光體積變化描記圖法之感測系統1更包括自適應性控制器（未繪示於第1圖，其例如包括第5圖之峰值偵測電路53與錯誤放大器EAMP，但本發明不限制於此）於其中，自適應性控制器可以根據PPG信號是否滿足需求來調整光源11的驅動信號之振幅（亦即調整其發射之光束

的振幅)與/或放大器的增益。如此，光體積變化描記圖法之感測系統1可以在低成本、低耗能與方便量測的操作模式下，得到較佳的PPG信號。

【0031】本發明實施例的自適應性控制器有多種的實現方式，其可以是透過單純硬體電路來實現，亦可以是透過軟體配合硬體電路來實現，總而言之，以下所述之自適應性控制器與其執行的控制方法皆非用以限制本發明。

【0032】本發明實施例的自適應性控制器的體積不大且實現容易，並可以直接整合於光體積變化描記圖法之感測系統1之中，故其上述攜帶式生理感測器的尺寸及成本相對於目前市面上之光感式生醫感測器相差不大。另外一方面，在PPG信號之信號品質不佳或為滿足需求時，自適應性控制器會自動地對光源11之驅動信號之振幅與/或放大器之增益的進行調整，而無須使用者進行額外的操作，故對使用者來說較為方便，且量測的生理資訊之準確度、穩定度與敏感度也比較高。

【0033】簡單地說，本發明實施例的自適應性控制器或執行於其中的控制方法可以解決PPG信號在信號品質不佳造成使用者不易讀取到正確之生理資訊的問題，以及解決光感測器12受到操作環境之影響(諸如環境光線或生物體的晃動之類的影響)導致產生的PPG信號不準確的問題。

【0034】接著，請參照第2圖，第2圖是本發明實施例之用於光體積變化描記圖法之感測系統的自適應性控制器所執行的控制方法之流程圖。首先，在步驟S21中，自適應性控制器以控制信號控制光源(例如發光二極體)發射光束至生物體的皮膚表面，其中光束的振幅相對於驅動信號之振幅，且驅動信號相對於控制信號。接著，在步驟S22中，自適應性控制器接收經處理後的PPG信號，其中生物體的皮膚表面會反射光源發射的光束，且光感測器會接收生物體之皮

膚表面的反射光束，並據此將其轉換為PPG信號。接著，在步驟S23中，自適應性控制器判斷經處理後的PPG信號是否滿足需求。若經處理後的PPG信號未滿足需求，則接著在步驟S24中，自適應性控制器調整其用來決定光源之驅動信號的控制信號（亦即，調整光源在步驟S21中發射之光束的振幅），以接著再次執行步驟S21～S23；若經處理後的PPG信號滿足需求，則接著在步驟S25中，自適應性控制器將收到的PPG信號輸出至其下一級的電路。步驟S21～S24會重複地執行，直到經處理後的PPG信號滿足需求。

**【0035】** 在步驟S23中，經處理後的PPG信號係指將光感測器產生的PPG信號經過包括濾波與峰值偵測等處理等，但本發明不以此為限制。另外，經處理後的PPG信號是否滿足需求是指經處理後的PPG信號之振幅或/與信號穩定度是否達到需求，例如根據是否能順利找出經處理後之PPG信號的第二個峰值來判斷是否達到需求，若是，則無需調整光源發射之光束的振幅，若否，則需要進一步地調整調整光源發射之光束的振幅，例如，透過改變控制信號來調整光源的驅動信號之振幅。

**【0036】** 舉例來說，若光感測器產生的PPG信號之振幅過小，則會使得經處理後的PPG信號的振幅太小而有失真，導致進行後續之數位信號處理（包括類比/數位轉換與數值計算等）時，會有較大誤差的產生。相反地，若光感測器產生的PPG信號之振幅過大，則可能除了造成能量的浪費之外，更可能會使得經處理後之PPG信號的振幅超出數位信號處理可以接受的最大值。然而，透過步驟S23的判斷與步驟S24對控制信號的調整，在步驟S21時，光源發射的光束之振幅也可以藉此被調整，使得光感測器產生的PPG信號的振幅可以落於預設門檻範圍內，從而避免上述問題的發生。

【0037】 接著，請參照第3圖，第3圖是本發明另一實施例之用於光體積變化描記圖法之感測系統的自適應性控制器所執行的控制方法之流程圖。首先，在步驟S31中，自適應性控制器控制光源（例如發光二極體）發射光束至生物體的皮膚表面，其中光束的振幅相關於驅動信號之振幅，驅動信號相關於控制信號，且於此實施例中，光束的振幅是固定，也就是驅動信號之振幅是固定。接著，生物體的皮膚表面會反射光源發射的光束，且光感測器會接收生物體之皮膚表面的反射光束，並據此將其轉換為PPG信號送至放大器。然後，在步驟S32中，自適應性控制器控制放大器對其接收之光感測器所產生的PPG信號以一增益進行放大，其中增益相關於控制信號，亦即增益的大小由控制信號所決定。

【0038】 接著，在步驟S33中，自適應性控制器接收經處理後的PPG信號。然後，在步驟S34中，自適應性控制器判斷經處理後的PPG信號是否滿足需求。若經處理後的PPG信號未滿足需求，則接著在步驟S35中，自適應性控制器調整其用來決定放大器之增益的控制信號，以接著再次執行步驟S32～S35；若經處理後的PPG信號滿足需求，則接著在步驟S36中，自適應性控制器將收到的PPG信號輸出至其下一級的電路。步驟S32～S35會重複地執行，直到經處理後的PPG信號滿足需求。

【0039】 在步驟S33中，經處理後的PPG信號係指將光感測器產生的PPG信號經過包括濾波、峰值偵測與放大等處理等，但本發明不以此為限制。另外，經處理後的PPG信號是否滿足需求是指經處理後的PPG信號之振幅或/與信號穩定度是否達到需求，例如判斷經處理後的PPG信號是否大於等於3V，若是，則無需調整放大器的增益，若否，則需要進一步地調整調整放大器的增益，例如，透過改變控制信號來調整放大器的增益。另外，於步驟S33中，判斷經處理後的

PPG信號是否滿足需求可以透過信號品質分析程式配合硬體電路來實現。值得一提的是，在其他實施例中，亦可以透過自適應性控制器控制其他電路進行數位信號處理的參數，來改善經處理後的PPG信號之信號品質。簡單地說，自適應性控制器可以在低成本的條件下，優化經處理後的PPG信號。

**【0040】** 在第3圖的實施例中，於進一步地調整調整放大器的增益後，經處理後的PPG信號雖然可能達到3V，但其第二個峰值仍無法被順利找出，此時需要進一步地調整光緣之光束的振幅才能使處理後的PPG信號的第二個峰值順利地被找出。請參照第4圖，第4圖是本發明又一實施例之用於光體積變化描記圖法之感測系統的自適應性控制器所執行的控制方法之流程圖。第4圖之自適應性控制器所執行的控制方法係選擇對光源之光束的振幅與/或放大器的增益進行調整。首先，在步驟S41中，自適應性控制器控制光源（例如發光二極體）發射光束至生物體的皮膚表面，其中光束的振幅相對於驅動信號之振幅，驅動信號相對於控制信號，且於此實施例中，光束的振幅相對於驅動信號，而驅動信號則是由自適應性控制器產生的第一控制信號所決定。接著，生物體的皮膚表面會反射光源發射的光束，且光感測器會接收生物體之皮膚表面的反射光束，並據此將其轉換為PPG信號送至放大器。然後，在步驟S42中，自適應性控制器控制放大器對其接收之光感測器所產生的PPG信號以一增益進行放大，其中增益相對於自適應性控制器產生的第二控制信號，亦即增益的大小由第二控制信號所決定。

**【0041】** 接著，在步驟S43中，自適應性控制器接收經處理後的PPG信號。然後，在步驟S44中，自適應性控制器判斷經處理後的PPG信號是否滿足需求。若經處理後的PPG信號未滿足需求，則接著在步驟S45中，自適應性控制器判斷

要調整放大器的增益與/或光源產生之光束的振幅；若經處理後的PPG信號滿足需求，則接著在步驟S48中，自適應性控制器將收到的PPG信號輸出至其下一級的電路。若判斷僅需要調整光源產生之光束的振幅，則步驟S46會被執行；若判斷僅需要調整放大器的增益，則步驟S47會被執行；若判斷同時得調整放大器的增益與光源產生之光束的振幅，則步驟S46與S47都會被執行，但是步驟S47是在步驟S46與S41再次執行後，才被執行，或者步驟S42是在S41再次被執行後，才再次執行。在步驟S46中，自適應性控制器調整其用來決定光源產生之光束的振幅的第一控制信號。在步驟S47中，自適應性控制器調整其用來決定放大器之增益的第二控制信號。步驟S41～S45與「步驟S46及S47的至少其中之一」會重複地執行，直到經處理後的PPG信號滿足需求。

**【0042】** 在步驟S43中，經處理後的PPG信號係指將光感測器產生的PPG信號經過包括濾波、峰值偵測與放大等處理等，但本發明不以此為限制。另外，經處理後的PPG信號是否滿足需求是指經處理後的PPG信號之振幅或/與信號穩定度是否大於預設門檻值或落在預設門檻範圍內，若是，則無需調整放大器的增益與光源產生之光束的振幅，若否，則需要進一步地調整調整放大器的增益與/或光源產生之光束的振幅。另外，於步驟S43中，判斷經處理後的PPG信號是否滿足需求可以透過信號品質分析程式或智慧化分析程式配合硬體電路來實現，其中智慧化分析程式更可以導入人工智慧演算法的深度學習或模糊控制的概念，以使得自適應性控制器能夠快速地使經處理後的PPG信號滿足需求。值得一提的是，在其他實施例中，亦可以透過自適應性控制器控制其他電路進行數位信號處理的參數，來改善經處理後的PPG信號之信號品質。簡單地說，自適應性控制器可以在低成本與/或低時間花費的條件下，優化經處理後的PPG信號。

【0043】 值得一提的是，光源與光感測的數量可以不止一個以上，且光源與光感測器對應之光束的波長不同。不同波長的光束可以對應於攜帶不同生理資訊的經處理後之PPG信號。透過智慧化分析程式，可以更有效率地控制多個光源之光束的振幅與不同放大器的增益，以快速地獲得滿足需求之多個經處理後的PPG信號，並計算出多個不同且準確度高的生理資訊。另外一方面，上述生理資訊與/或經處理後的PPG信號更可以被傳送到具有通訊能力的計算裝置與/或雲端伺服器，因此，使用者可以透過應用程式來查看與管理其生理資訊。除此之外，上述生理資訊與/或經處理後的PPG信號更可以與其他醫療器材與醫療技術所量測的生理資訊與/或經處理後的PPG信號進行交叉比對，以學習或建立出校正模型，從而使自適應性控制器能夠快速地使經處理後的PPG信號滿足需求。

【0044】 接著，請參照第5圖，第5圖是本發明實施例之用於光體積變化描記圖法之感測系統的電路圖。用於光體積變化描記圖法之感測系統5中的自適應性控制器係由濾波電路52、峰值偵測電路53與錯誤放大器EAMP所構成。用於光體積變化描記圖法之感測系統5係包括自適應性控制器、光源L1（其為發光二極體）與光感測器51與開關電晶體T1。現有技術中，開關電晶體T1的閘極係連接固定偏壓，以使得光源L1的驅動電流為固定值，不過於本發明實施例中，開關電晶體T1的閘極係連接自適應性控制器，以接收自適應性控制器產生的控制信號，進而調整光源L1的驅動電流。

【0045】 更進一步地說，於本發明實施例中，光源L1的輸入端與輸出端連接一偏壓與開關電晶體T1的汲極端。光源L1發射之光束的強度相關於驅動電流。光感測器51用以接收反射光束，並產生PPG信號。濾波器52的輸入端接收PPG信號，並對PPG信號進行濾波，例如濾除不必要的低頻與高頻雜訊。濾波器52的輸出端電性連接峰值偵測電路53的輸入端。峰值偵測電路53用以取出經濾波



後之PPG信號的峰值，且透過其輸出端，將此峰值送至錯誤放大器EAMP的負輸入端。錯誤放大器EAMP的正輸入端接收參考信號Vref。錯誤放大器EAMP比較峰值與參考信號Vref，並透過輸出端將據此產生的控制信號傳送給開關電晶體T1的閘極。藉由一次或多次對驅動電流的調整，經處理後的PPG信號最後會滿足需求。另外，上述參考信號Vref是線性穩壓器所提供的一電壓信號，參考信號Vref可以大概是1V，以將經處理後的PPG信號控制在0~3.3V之間，避免經處理後的PPG信號不會輕易地飽和。

**【0046】** 請接著參照第6圖，第6圖是本發明另一實施例之用於光體積變化描記圖法之感測系統的電路圖。用於光體積變化描記圖法之感測系統6中的自適應性控制器係由濾波電路62、增益可調整放大器63與微控制單元64所構成。用於光體積變化描記圖法之感測系統6係包括自適應性控制器、光源L1（其為發光二極體）與光感測器61與開關電晶體T1。於此實施例中，開關電晶體T1的閘極係連接固定偏壓Vb，以使得光源L1的驅動電流為固定值。

**【0047】** 於本發明實施例中，光源L1的輸入端與輸出端連接另一偏壓與開關電晶體T1的汲極端。光源L1發射之光束的強度相關於驅動電流。光感測器61用以接收反射光束，並產生PPG信號。濾波器62的輸入端接收PPG信號，並對PPG信號進行濾波，例如濾除不必要的低頻與高頻雜訊。濾波器62的輸出端電性連接增益可調整放大器63的輸入端。增益可調整放大器63用以放大經濾波後的PPG信號，並將放大後的PPG信號傳送給微控制單元64。微控制單元64判斷放大後的PPG信號是否大於等於特定電壓，例如3V。若放大後的PPG信號未大於等於特定電壓，則微控制單元64產生控制信號來調整增益可調整放大器63的增益，

反之，若放大後的PPG信號大於等於特定電壓，則微控制單元64不調整增益可調整放大器63的增益。

【0048】請接著參照第7圖，第7圖是本發明實施例之增益可調整放大器的電路圖。圖6的增益可調整放大器63可以由圖7之增益可調整放大器7來實現，增益可調整放大器7包括一個運算放大器、複數個電阻 $R$ 、 $R_1 \sim R_4$ 與複數個開關 $S_1 \sim S_4$ 。運算放大器的正輸入端接收濾波後的PPG信號 $V_{in}$ ，運算放大器的負輸入端透過電阻 $R$ 連接運算放大器的輸出端，且運算放大器的輸出端用來輸出放大後的PPG信號 $V_{out}$ 。 $R_1 \sim R_4$ 的第二端別透過複數個開關 $S_1 \sim S_4$ 連接到接地電壓，且 $R_1 \sim R_4$ 的第一端連接到運算放大器的負輸入端。複數個開關 $S_1 \sim S_4$ 受到微控制單元傳送的控制信號而打開或關閉，以藉此調整增益可調整放大器7的增益。

【0049】請接著參照第8圖，第8圖是本發明另一實施例之用於光體積變化描記圖法之感測系統的電路圖。用於光體積變化描記圖法之感測系統8中的自適應性控制器係由濾波電路82、峰值偵測電路83、錯誤放大器EAMP、增益可調整放大器84與微控制單元85所構成。用於光體積變化描記圖法之感測系統8係包括自適應性控制器、光源L1（其為發光二極體）與光感測器81與開關電晶體T1。現有技術中，開關電晶體T1的閘極係連接固定偏壓，以使得光源L1的驅動電流為固定值，不過於本發明實施例中，開關電晶體T1的閘極係連接自適應性控制器，以接收自適應性控制器產生的控制信號，進而調整光源L1的驅動電流。

【0050】於圖8的實施例是結合圖5與圖6之實施例的作法，也就是可以針對驅動電流進行調整與針對增益可調整放大器84的增益進行調整。光感測器81、濾波器82、峰值偵測電路83、錯誤放大器EAMP、增益可調整放大器84、微

控制單元85、光源L1與開關電晶體T1的功能與作動皆已經於圖5與圖6的實施例中介紹過，故不再贅述。

【0051】綜合以上所述，本發明實施例提供之用於光體積變化描記圖法之感測系統的自適應性控制器可以讓經處理後的PPG信號具有較高的穩定度、準確度與敏感度。除此之外，上述自適應性控制器的實現成本不大，且易於整合於光體積變化描記圖法之感測系統中，故具有輕薄短小與售價不貴等優勢。另外，由於無須透過使用者來優化經處理後的PPG信號，故使用自適應性控制器的光體積變化描記圖法之感測系統具有方便操作的優點。

【0052】以上所述僅為舉例性，而非為限制性者。任何未脫離本發明之精神與範疇，而對其進行之等效修改或變更，均應包括於後附之申請專利範圍中。

#### 【符號說明】

【0053】 1、5、6、8：光體積變化描記圖法之感測系統

11、L1：光源

12、51、61、81：光感測器

52、62、82：濾波器

53、83：峰值偵測電路

63、7、84：增益可調整放大器

64、85：微控制單元

EAMP：錯誤放大器

R、R<sub>1</sub>~R<sub>4</sub>：電阻

$S_1 \sim S_4$  : 開關

$S_{21} \sim S_{48}$  : 步驟

T1 : 開關電晶體

$V_{in}$  : 濾波後的PPG信號

$V_{out}$  : 放大後的PPG信號

## 【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種用於光體積變化描記圖法之感測系統的自適應性控制器，包括多個硬體電路，經組態而用以：

接收經處理後的一光體積變化描記圖法信號（PPG 信號）；

判斷經處理後的該 PPG 信號是否滿足一需求；

若經處理後的該 PPG 信號滿足該需求，則輸出該 PPG 信號；以及

若經處理後的該 PPG 信號未滿足該需求，則調整用以對該 PPG 信號進行放大之一放大器之一增益或/與調整一光源之一驅動信號。

【第2項】 如申請專利範圍第 1 項所述之用於光體積變化描記圖法之感測系統的自適應性控制器，其中該光源產生的一光束相關於該驅動信號。

【第3項】 如申請專利範圍第 1 項所述之用於光體積變化描記圖法之感測系統的自適應性控制器，其中更使用一信號品質分析程式或一智慧化分析程式來判斷經處理後的該 PPG 信號是否滿足該需求。

【第4項】 如申請專利範圍第 1 項所述之用於光體積變化描記圖法之感測系統的自適應性控制器，其中經處理後的該 PPG 信號是否該需求是指經處理後的該 PPG 信號之振幅或/與信號穩定度是否大於一預設門檻值或落在一預設門檻範圍內。

【第5項】 如申請專利範圍第 1 項所述之用於光體積變化描記圖法之感測系統的自適應性控制器，其中該等硬體電路包括：

一濾波器，接收一光感測器產生的該 PPG 信號，並對其進行濾波；

一峰值偵測電路，接收經濾波後的該 PPG 信號，並找出其一峰值；

以及

一錯誤放大器，比較該峰值與一參考信號，並據此輸出一控制信號至該光源之一輸出端所連接的一開關電晶體之一閘極端，以藉此依據該控制信號調整該光源的一驅動信號。

**【第6項】** 一種用於光體積變化描記圖法之感測系統，包括：

一光源，用以根據一驅動信號產生一光束射向一生物體的一皮膚表面；

一光感測器，用以接收該皮膚表面反射該光束產生的一反射光束，並據此產生一 PPG 信號；以及

一自適應性控制器，包括多個硬體電路，經組態而用以：

接收經處理後的該 PPG 信號；

判斷經處理後的該 PPG 信號是否滿足一需求；

若經處理後的該 PPG 信號滿足該需求，則輸出該 PPG 信號；以及

若經處理後的該 PPG 信號未滿足該需求，則調整用以對該 PPG 信號進行放大之一放大器的一增益或/與調整該光源的一驅動信號。

**【第7項】** 如申請專利範圍第 6 項所述之用於光體積變化描記圖法之感測系統，更包括該放大器。

**【第8項】** 如申請專利範圍第 6 項所述之用於光體積變化描記圖法之感測系統，其中該自適應性控制器更使用一信號品質分析程式或一智慧化分析程式來判斷經處理後的該 PPG 信號是否滿足該需求。

**【第9項】** 如申請專利範圍第 6 項所述之用於光體積變化描記圖法之感測系統，其中經處理後的該 PPG 信號是否該需求是指經處理後的該 PPG

信號之振幅或/與信號穩定度是否大於一預設門檻值或落在一預設門檻範圍內。

**【第10項】** 如申請專利範圍第 6 項所述之用於光體積變化描記圖法之感測系統，其中該等硬體電路包括：

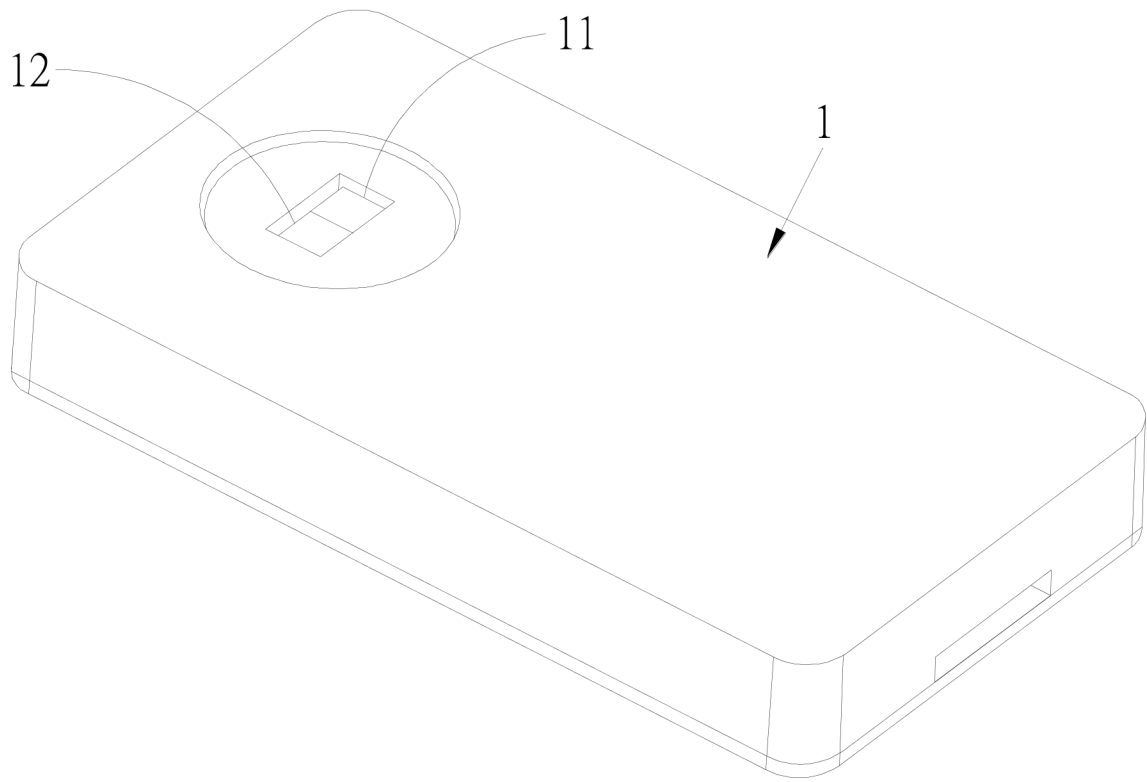
一濾波器，接收一光感測器產生的該 PPG 信號，並對其進行濾波；

一峰值偵測電路，接收經濾波後的該 PPG 信號，並找出其一峰值；

以及

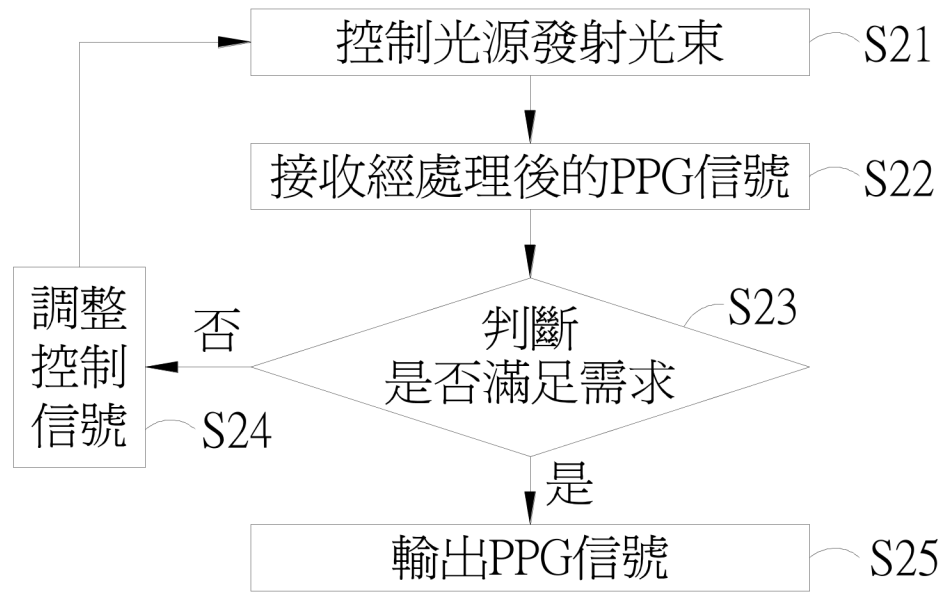
一錯誤放大器，比較該峰值與一參考信號，並據此輸出一控制信號至該光源之一輸出端所連接的一開關電晶體之一閘極端，以藉此依據該控制信號調整該光源的一驅動信號。

【發明圖式】

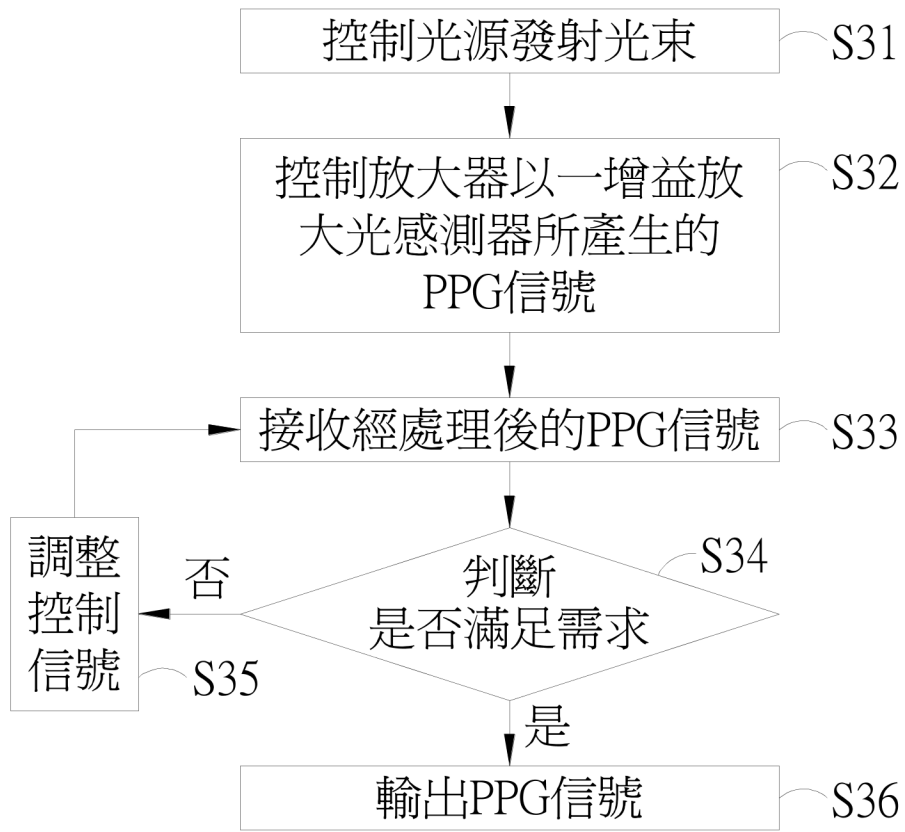


第 1 圖

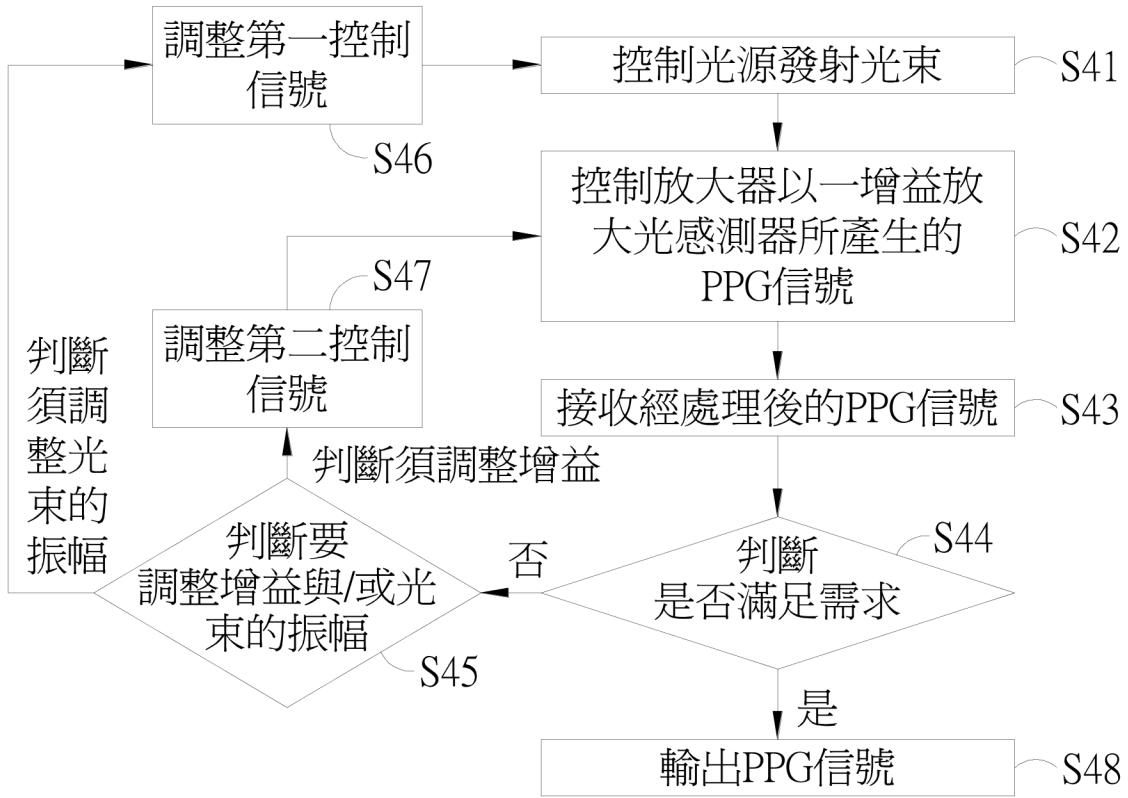




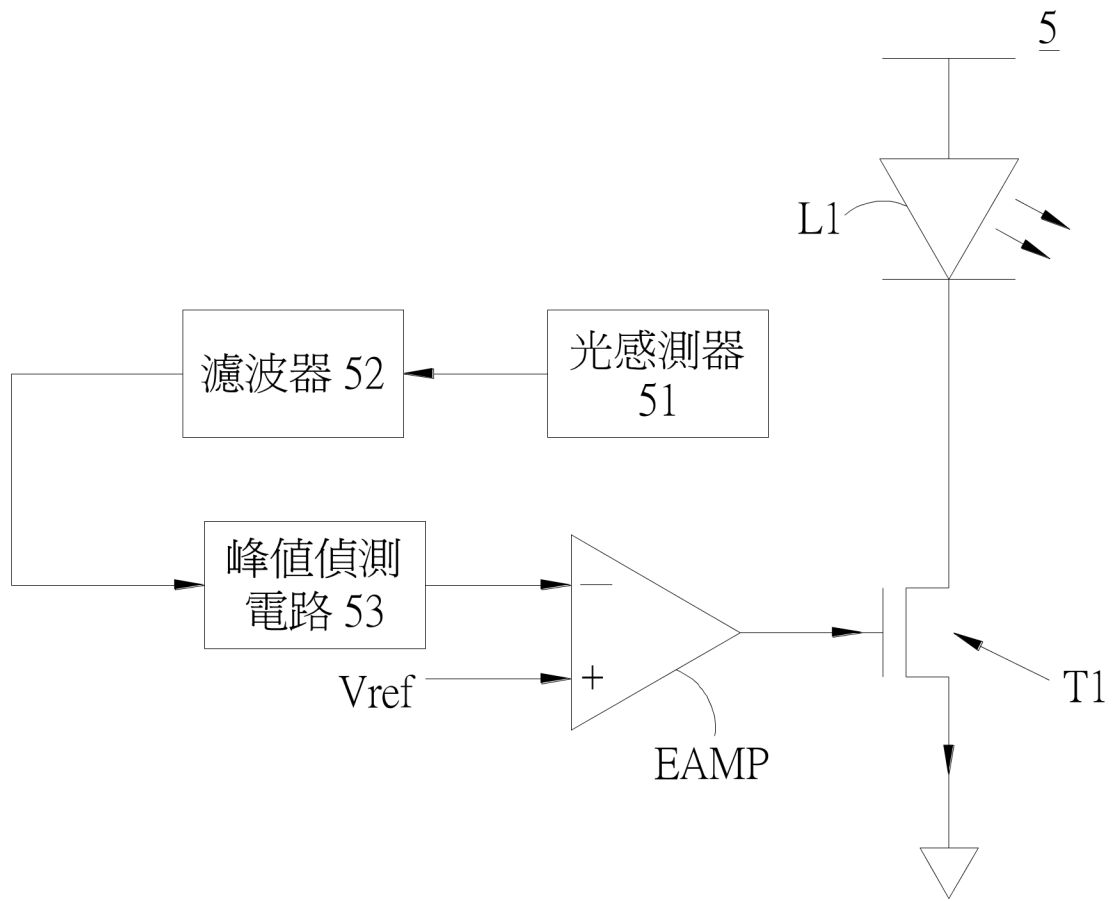
第 2 圖



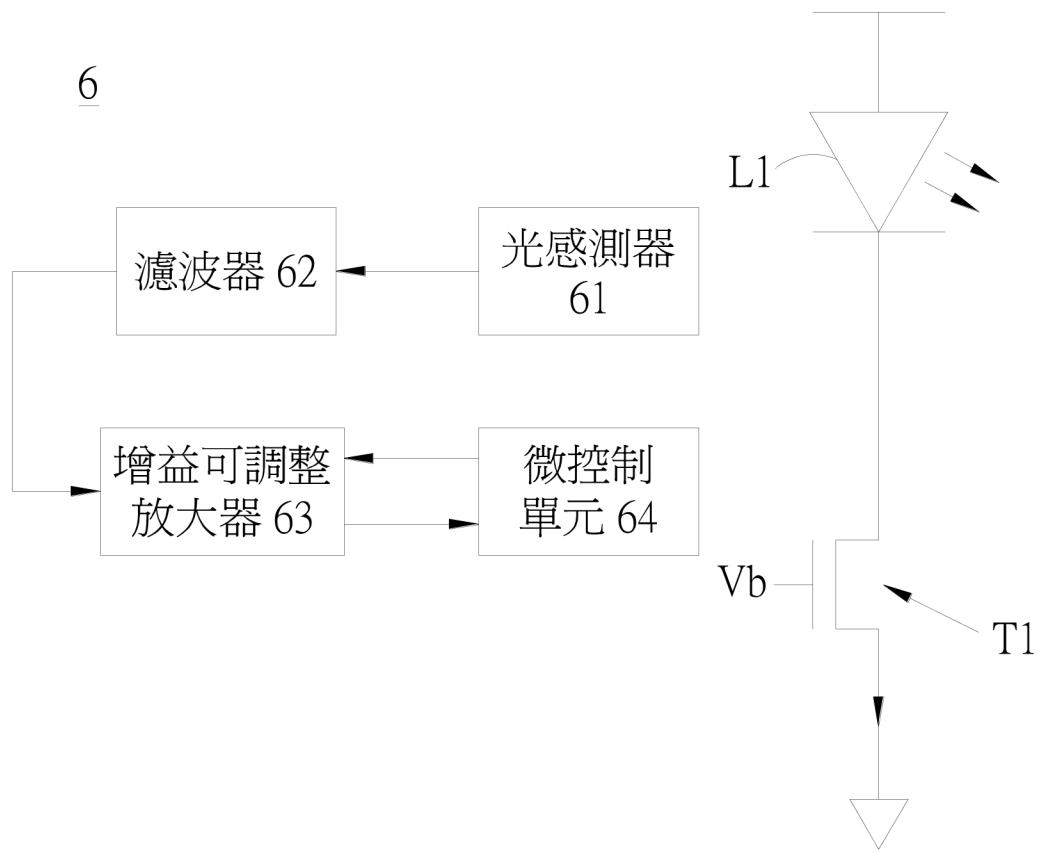
第 3 圖



第 4 圖

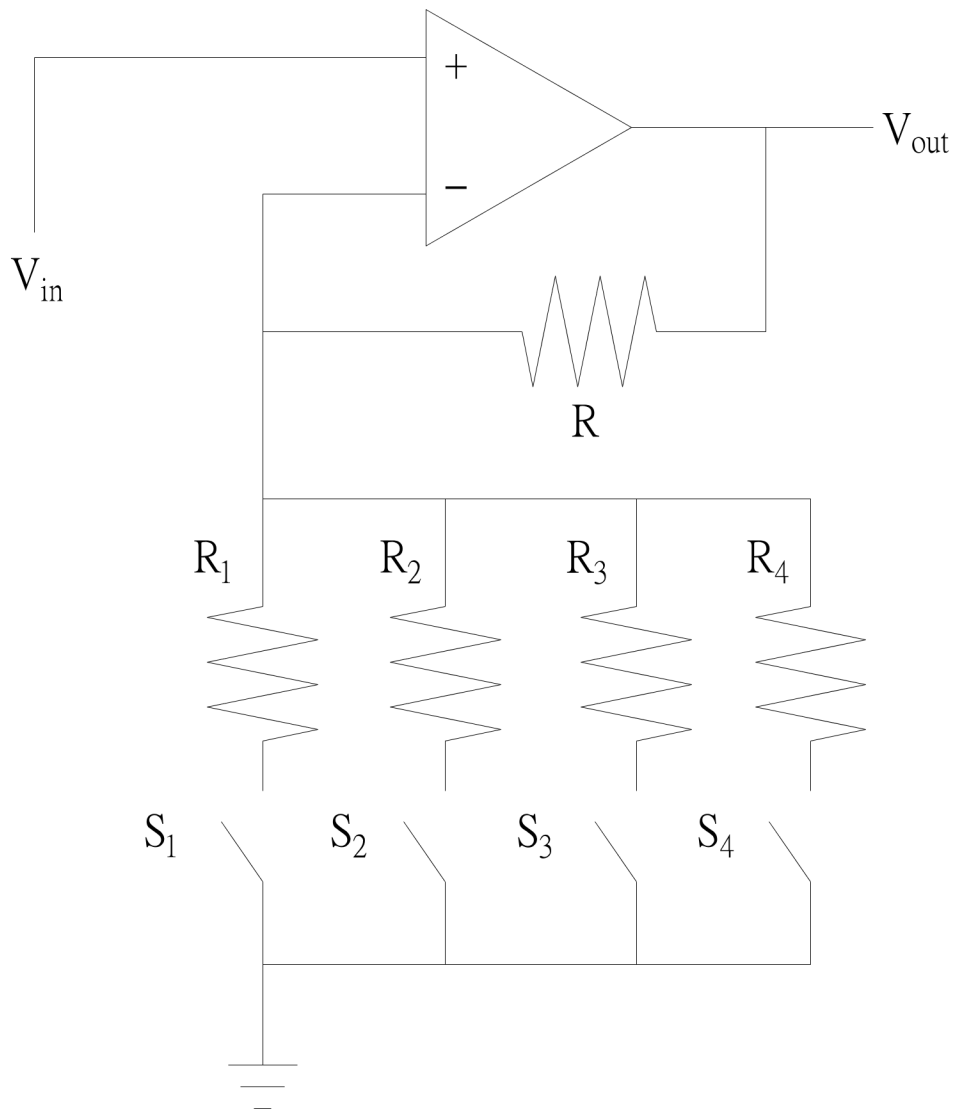


第 5 圖

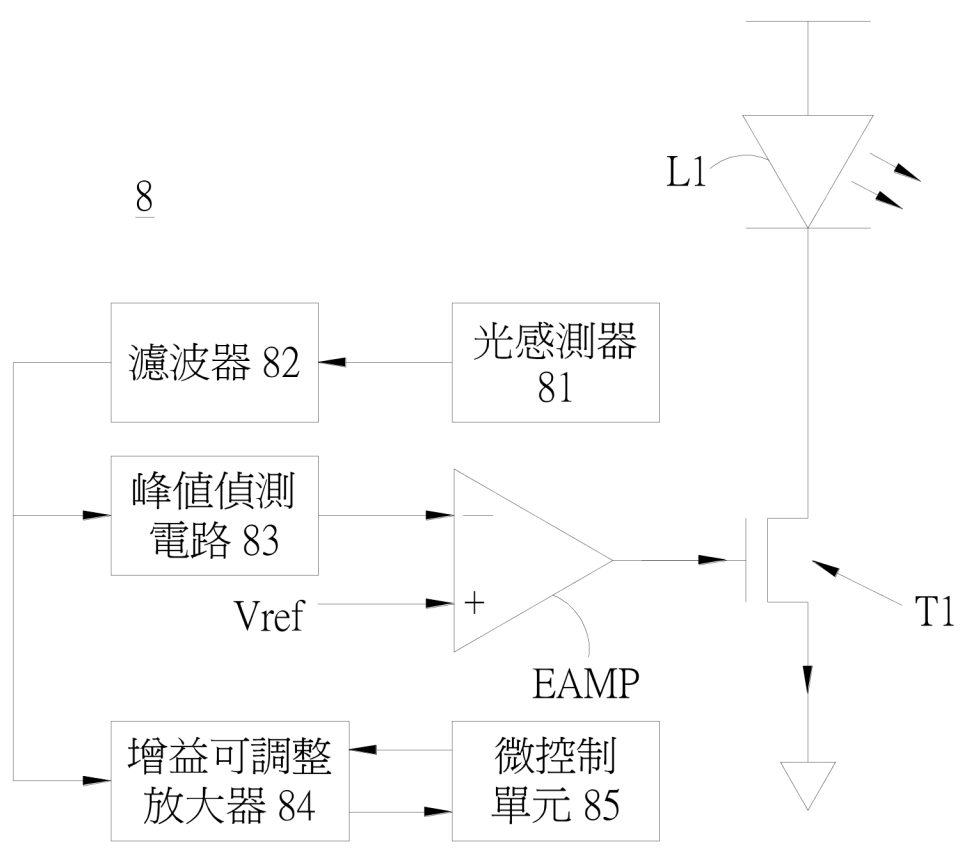


第 6 圖

7



第 7 圖



第 8 圖