



(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 I853049 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 08 月 21 日

(21)申請案號：109122229

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 07 月 01 日

(51)Int. Cl. : G01S7/486 (2020.01)

(30)優先權：2019/09/18 日本

2019-169425

(71)申請人：日商索尼半導體解決方案公司(日本) SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：西野辰樹 NISHINO, TATSUKI (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

US 2019/0250257A1

審查人員：張智杰

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：22 共 78 頁

(54)名稱

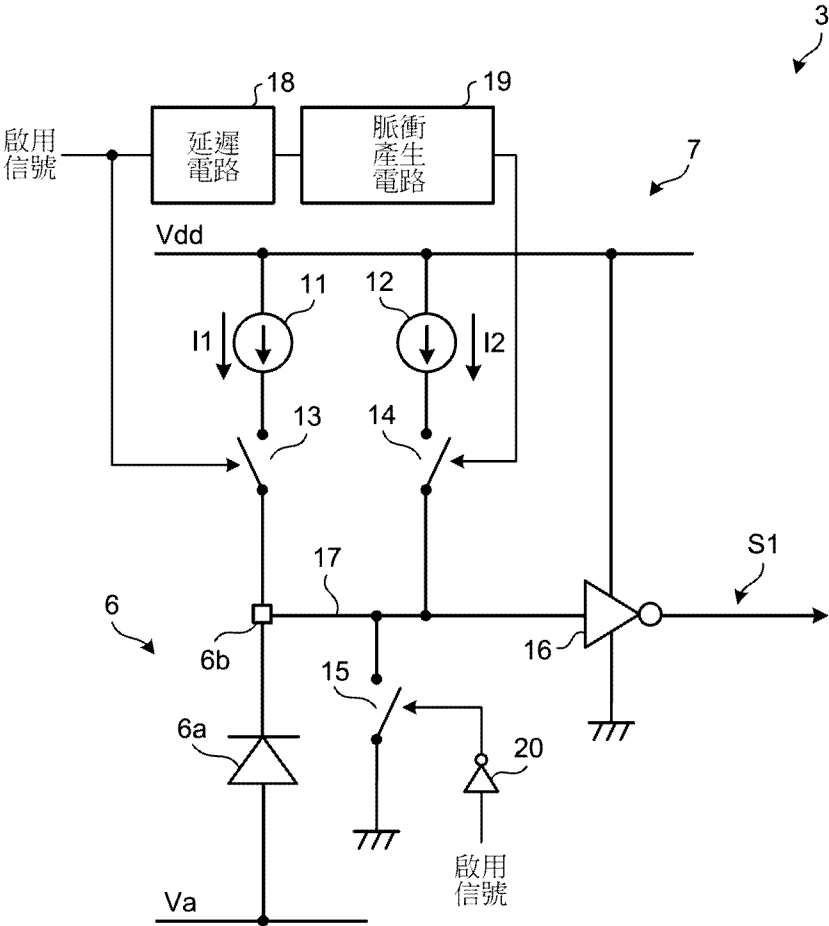
距離量測感測器

(57)摘要

根據本發明之一距離量測感測器包含一單光子突崩二極體(SPAD)元件、一第一恆定電流源及一第二恆定電流源、一第一開關、一第二開關及一閘控開關。該 SPAD 元件歸因於自一光源發射之光而在接收自一量測物體反射之光時輸出一信號。該第一恆定電流源及該第二恆定電流源並聯連接至該 SPAD 元件之一陰極。該第一開關連接於該 SPAD 元件與該第一恆定電流源之間。該第二開關連接於該 SPAD 元件與該第二恆定電流源之間。該閘控開關連接於該 SPAD 元件與該第一開關之間及該 SPAD 元件與一接地電位之間。

A distance measurement sensor according to the present disclosure includes a single photon avalanche diode (SPAD) element, a first constant current source and a second constant current source, a first switch, a second switch, and a gating switch. The SPAD element outputs a signal at the time of receiving light reflected from a measured object due to light emitted from a light source. The first constant current source and the second constant current source are connected in parallel to a cathode of the SPAD element. The first switch is connected between the SPAD element and the first constant current source. The second switch is connected between the SPAD element and the second constant current source. The gating switch is connected between the SPAD element and the first switch and between the SPAD element and a ground potential.

指定代表圖：



【圖7】

符號簡單說明：

3:光接收單元

6:像素陣列單元

6a:單光子突崩二極體
(SPAD)元件

6b:連接單元

7:脈衝輸出單元

11:第一恆定電流源

12:第二恆定電流源

13:第一開關

14:第二開關

15:閘控開關

16:反相器

17:信號線

18:延遲電路

19:脈衝產生電路

20:反相器

I1:電流值

I2:電流值

S1:信號

Va:預定電壓

Vdd:電源供應電壓



I853049

【發明摘要】

【中文發明名稱】

距離量測感測器

【英文發明名稱】

DISTANCE MEASUREMENT SENSOR

【中文】

根據本發明之一距離量測感測器包含一單光子突崩二極體(SPAD)元件、一第一恆定電流源及一第二恆定電流源、一第一開關、一第二開關及一閘控開關。該SPAD元件歸因於自一光源發射之光而在接收自一量測物體反射之光時輸出一信號。該第一恆定電流源及該第二恆定電流源並聯連接至該SPAD元件之一陰極。該第一開關連接於該SPAD元件與該第一恆定電流源之間。該第二開關連接於該SPAD元件與該第二恆定電流源之間。該閘控開關連接於該SPAD元件與該第一開關之間及該SPAD元件與一接地電位之間。

【英文】

A distance measurement sensor according to the present disclosure includes a single photon avalanche diode (SPAD) element, a first constant current source and a second constant current source, a first switch, a second switch, and a gating switch. The SPAD element outputs a signal at the time of receiving light reflected from a measured object due to light emitted from a light source. The first constant current source and the second constant current source are connected in parallel to a cathode of the SPAD element. The first switch is connected

between the SPAD element and the first constant current source. The second switch is connected between the SPAD element and the second constant current source. The gating switch is connected between the SPAD element and the first switch and between the SPAD element and a ground potential.

【指定代表圖】

圖7

【代表圖之符號簡單說明】

- 3:光接收單元
- 6:像素陣列單元
- 6a:單光子突崩二極體(SPAD)元件
- 6b:連接單元
- 7:脈衝輸出單元
- 11:第一恆定電流源
- 12:第二恆定電流源
- 13:第一開關
- 14:第二開關
- 15:閘控開關
- 16:反相器
- 17:信號線
- 18:延遲電路
- 19:脈衝產生電路
- 20:反相器

- I1:電流值
- I2:電流值
- S1:信號
- Va:預定電壓
- Vdd:電源供應電壓

【發明說明書】

【中文發明名稱】

距離量測感測器

【英文發明名稱】

DISTANCE MEASUREMENT SENSOR

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種距離量測感測器。

【先前技術】

【0002】 稱為一直接ToF (飛行時間)方法之一距離量測方法被視為使用光來量測至一量測物體之一距離之一距離量測方法。在直接ToF方法中，自一光源發射之光由一量測物體反射，反射光由一光接收元件接收，且基於自發射光之時間至接收光作為反射光之時間之一時間量測至一目標之一距離(例如參考PTL 1)。

[引用列表]

[專利文獻]

【0003】

[PTL 1]

JP 2015-117970 A

【發明內容】

[技術問題]

【0004】 本發明提出一種能夠快速及適當執行一SPAD元件之一閘控操作之距離量測感測器。

[問題之解決方案]

【0005】 根據本發明，提供一種光偵測裝置。該光偵測裝置包括：一突崩光二極體，其中該突崩光二極體之一電極耦合至一第一節點；一第一開關，其耦合至該第一節點，且經由一第一電流源耦合至一第一電位線；一第二開關，其耦合至該第一節點，且經由一第二電流源耦合至該第一電位線；及一延遲電路，其耦合至該第一開關及該第二開關。

[發明之有利效應]

【0006】 根據本發明，可快速及適當執行一SPAD元件之一閘控操作。應注意，在此所描述之效應不必受限制，而是可為本發明中所描述之任何效應。

【圖式簡單說明】

【0007】

圖1係示意性繪示可應用於本發明之各實施例之藉由一直接ToF方法之距離量測的一圖式。

圖2係繪示可應用於本發明之各實施例之基於光由一光接收單元接收之一時間之一實例之一直方圖的一圖式。

圖3係繪示根據一實施例之使用一距離量測裝置之一電子設備之一實例之一組態的一方塊圖。

圖4係更詳細繪示可應用於一實施例之一距離量測裝置之一實例之一組態的一方塊圖。

圖5係繪示根據本發明之各實施例之一距離量測感測器之一組態實例的一方塊圖。

圖6係繪示根據本發明之各實施例之可應用於一光接收單元之一裝置之一組態之一實例的一示意圖。

圖7係繪示根據本發明之一第一實施例之一脈衝輸出單元之一組態實例的一電路圖。

圖8係繪示根據本發明之第一實施例之一脈衝輸出單元之一操作實例的一時序圖。

圖9係繪示根據本發明之第一實施例之一延遲電路及一脈衝產生電路之一組態實例的一電路圖。

圖10係繪示根據本發明之第一實施例之一延遲電路及一脈衝產生電路之另一組態實例的一電路圖。

圖11係繪示根據本發明之一第二實施例之一脈衝輸出單元之一組態實例的一電路圖。

圖12係繪示根據本發明之第二實施例之一脈衝輸出單元之一操作實例的一時序圖。

圖13係繪示根據本發明之第一實施例之一修改方案之一脈衝輸出單元之一組態實例的一電路圖。

圖14係繪示根據本發明之第一實施例之修改方案之一脈衝輸出單元之一操作實例的一時序圖。

圖15係繪示根據本發明之第一實施例之修改方案之一脈衝輸出單元之另一組態實例的一電路圖。

圖16係繪示根據本發明之第一實施例之修改方案之一脈衝輸出單元之另一操作實例的一時序圖。

圖17係繪示根據本發明之第二實施例之一修改方案之一脈衝輸出單元之一組態實例的一電路圖。

圖18係繪示根據本發明之第二實施例之修改方案之一脈衝輸出單元

之一操作實例的一時序圖。

圖19係繪示根據本發明之第二實施例之修改方案之一脈衝輸出單元之另一組態實例的一電路圖。

圖20係繪示根據本發明之第二實施例之修改方案之一脈衝輸出單元之另一操作實例的一時序圖。

圖21係繪示一車輛控制系統之一示意性組態之一實例的一方塊圖。

圖22係繪示一車輛外部資訊偵測單元及一成像單元之安裝位置之一實例的一圖式。

【實施方式】

【0008】 下文將基於圖式來詳細描述本發明之各實施例。在以下實施例中，相同部分將由相同元件符號標示，不冗餘描述。

【0009】 稱為一直接ToF方法之一距離量測方法被視為使用光來量測至一量測物體之一距離之一距離量測方法。在直接ToF方法中，自一光源發射之光由量測物體反射，反射光由一光接收元件接收，且基於自發射光之時間至接收光作為反射光之時間之一時間量測至一目標之一距離。

【0010】 在距離量測方法中，其中包含一單光子突崩二極體(SPAD)元件之一光接收元件用作為一光接收單元。在SPAD元件中，在接收光及輸出一信號之後存在一預定空檔時間。為此，為自量測物體可靠地接收反射光且輸出信號，在一無效狀態中控制SPAD元件，直至光源發射光。

【0011】 接著，在距離量測感測器中執行與光源之一光發射操作同步之稱為用於將SPAD元件自一無效狀態切換至一有效狀態之一閘控操作之處理。

【0012】 另一方面，自光源發射之光可由距離量測感測器或其類似

者之一罩殼反射，且可作為比來自量測物體之反射光更早之雜散光返回。此外，上述閘控操作可歸因於雜散光而無法適當執行。

【0013】 此係因為當雜散光入射於SPAD元件上時，雜散光累積為電子，使得SPAD元件可在閘控操作期間歸因於累積電子而非有意地反應。

【0014】 為緩解由累積電子引起之問題，在一相對較長時間內執行閘控操作係有效的。藉此，由於可執行閘控操作同時消除由雜散光引起之累積電子，因此可抑制SPAD元件歸因於累積電子而非有意地反應。

【0015】 然而，由於閘控操作耗費一長時間，因此SPAD元件自無效狀態切換至有效狀態之一時間亦會變長。因此，當距離量測感測器附近存在量測物體時，SPAD元件無法在來自量測物體之反射光到達距離量測感測器之前切換至有效狀態。因此，難以量測距離量測感測器附近之量測物體之距離。

【0016】 因此，期望實現能夠克服上述問題且快速及適當執行SPAD元件之閘控操作之一距離量測感測器。

【0017】

<距離量測方法>

本發明係關於使用光來執行距離量測之技術。因此，為促進本發明之各實施例之理解，將參考圖1及圖2描述可應用於各實施例之一距離量測方法。

【0018】 圖1係示意性繪示可應用於本發明之各實施例之藉由一直接ToF方法之距離量測的一圖式。在各實施例中，直接ToF方法經應用為距離量測方法。

【0019】 直接ToF方法係用於由一光接收單元3接收藉由一量測物體X反射來自一光源單元2之發射光L1所獲得之反射光L2且基於光之發射時點與接收時點之間的一時間差執行距離量測之一方法。

【0020】 距離量測感測器1包含光源單元2及光接收單元3。光源單元2具有一光源4 (參考圖5)(即，例如一雷射二極體)且經驅動以依一脈衝方式發射一雷射束。

【0021】 自光源單元2發射之光L1由量測物體X反射且由光接收單元3接收為反射光L2。光接收單元3包含藉由光電轉換將光轉換為一電信號且根據所接收之光輸出一信號之一像素陣列單元6 (參考圖5)。

【0022】 此處，光源單元2發射光之一時間(光發射時點)經界定為一時間 t_0 ，且藉由量測物體X反射來自光源單元2之發射光L1所獲得之反射光L2由光接收單元3接收之一時間(光接收時點)經界定為一時間 t_1 。

【0023】 若一常數 c 經界定為一光速(2.9979×10^8 [m/sec])，則距離量測感測器1與量測物體X之間的一距離 D 由以下數學公式(1)計算。

$$D=(c/2) \times (t_1 - t_0) \dots (1)$$

【0024】 距離量測感測器1可重複執行上述處理複數次。此外，光接收單元3可具有複數個SPAD元件6a (參考圖6)，且基於反射光L2由各SPAD元件6a接收之各光接收時點計算距離 D 。

【0025】 距離量測感測器1基於類別(分級)來對自光發射時點之時間 t_0 至光由光接收單元3接收之光接收時點之一時間 t_m (下文中亦指稱一「光接收時間 t_m 」)分類，且產生一直方圖。

【0026】 圖2係繪示可應用於本發明之各實施例之基於光由光接收單元3接收之一時間之一實例之一直方圖的一圖式。在圖2中，水平軸表示

分級且垂直軸表示各分級之一頻率。藉由對各預定單位時間 d 之光接收時間 t_m 分類來獲得分級。

【0027】 具體而言，分級#0滿足 $0 \leq t_m < d$ ，分級#1滿足 $d \leq t_m < 2 \times d$ ，分級#2滿足 $2 \times d \leq t_m < 3 \times d$ ，...，分級#(N-2)滿足 $(N-2) \times d \leq t_m < (N-1) \times d$ 。當光接收單元3之一曝光時間經界定為一時間 t_{ep} 時，滿足 $t_{ep} = N \times d$ 。

【0028】 距離量測感測器1基於分級來計數獲取光接收時間 t_m 之次數，獲得各分級之一頻率200，且產生一直方圖。此處，光接收單元3亦接收除自光源單元2發射之光L1之反射光L2之外的光。

【0029】 例如，存在距離量測感測器1周圍之環境光作為除目標反射光L2之外的光之一實例。環境光係隨機入射於光接收單元3上之光，且直方圖中歸因於環境光之一環境光組分201變成相對於目標反射光L2之雜訊。

【0030】 另一方面，目標反射光L2係根據一特定距離所接收之光，且表現為直方圖中之一主動光組分202。對應於主動光組分202中之一峰值之頻率之分級變成對應於量測物體X之距離D之分級。

【0031】 距離量測感測器1獲得分級之一代表性時間(例如分級之中心處之一時間)作為上述時間 t_1 ，藉此根據上述數學公式(1)計算至量測物體X之距離D。如上文所描述，可藉由使用複數個光接收結果來執行適合於隨機雜訊之距離量測。

【0032】

<電子設備之組態>

圖3係繪示根據各實施例之使用一距離量測裝置之一電子設備之一實例之一組態的一方塊圖。在圖3中，一電子設備56包含一距離量測裝置

51、一光源單元52、一儲存單元53、一控制單元54及一光學系統55。

【0033】 對應於上述光源單元2之光源單元52係一雷射二極體，且經驅動以(例如)依一脈衝方式發射一雷射束。作為一面光源發射一雷射束之一垂直腔面射型雷射(VCSEL)可經應用為光源單元52。然而，本發明不限於此，而是可應用其中使用其中雷射二極體排列成一排之一陣列在垂直於該排之一方向上掃描自雷射二極體陣列發射之一雷射束的一組態作為光源單元52。此外，可應用其中使用作為一單一光源之一雷射二極體在水平及垂直方向上掃描自雷射二極體發射之一雷射束的一組態。

【0034】 距離量測裝置51包含對應於上述光接收單元3之複數個光接收元件。複數個光接收元件經配置成(例如)二維點陣以形成一光接收表面。光學系統55將自外部入射之光引導至包含於距離量測裝置51中之光接收表面。

【0035】 控制單元54控制電子設備56之一總體操作。例如，控制單元54將一光發射觸發供應至距離量測裝置51，該光發射觸發係用於引起光源單元52發射光之一觸發。距離量測裝置51引起光源單元52在基於光發射觸發之時點發射光，且儲存指示光發射時點之一時間 t_0 。此外，控制單元54根據(例如)來自外部之一指令執行在相對於距離量測裝置51距離量測時設定一模式。

【0036】 距離量測裝置51計數在一預定時間範圍內獲取指示光由光接收表面接收之時點之時間資訊(光接收時間 t_m)之次數，計算各分級之頻率，且產生上述直方圖。此外，距離量測裝置51基於所產生之直方圖計算至量測物體之距離D。指示計算距離D之資訊儲存於儲存單元53中。

【0037】 圖4係更詳細繪示可應用於各實施例之距離量測裝置51之

一實例之一組態的一方塊圖。在圖4中，距離量測裝置51包含一像素陣列單元100、一距離量測處理單元101、一像素控制單元102、一總體控制單元103、一時脈產生單元104、一光發射時序控制單元105及一介面(I/F)106。像素陣列單元100、距離量測處理單元101、像素控制單元102、總體控制單元103、時脈產生單元104、光發射時序控制單元105及介面(I/F)106安置於(例如)一半導體晶片上。

【0038】 在圖4中，總體控制單元103根據(例如)預先安裝之一程式來控制距離量測裝置51之總體操作。此外，總體控制單元103亦可根據自外部供應之一外部控制信號來執行控制。時脈產生單元104基於自外部供應之一參考時脈信號產生用於距離量測裝置51中之一或多個時脈信號。光發射時序控制單元105根據自外部供應之一光發射觸發信號來產生指示光發射時點之一光發射控制信號。光發射控制信號供應至光源單元52且供應至距離量測處理單元101。

【0039】 像素陣列單元100包含複數個像素電路60，其等各包含一光接收元件，複數個像素電路60配置成二維點陣。各像素電路60之一操作由像素控制單元102根據總體控制單元103之指令控制。例如，像素控制單元102可控制自包含一列方向上之 p 個像素電路及一行方向上之 q 個像素電路之 $(p \times q)$ 個像素電路60之各區塊之各像素電路60讀取像素信號。此外，藉由以區塊為單位在列方向上掃描各像素電路60且進一步在行方向上掃描各像素電路60，像素控制單元102可自各像素電路60讀取像素信號。然而，本發明不受限於此，且像素控制單元102可獨立控制像素電路60之各者。此外，像素控制單元102可使用像素陣列單元100之一預定區域作為一目標區域以將包含於目標區域中之像素電路60設定為將自其讀取一像

素信號之一目標像素電路60。另外，像素控制單元102可集中掃描複數個列(複數個排)，進一步在行方向上掃描該複數個列，且自各像素電路60讀取像素信號。

【0040】 自各像素電路60讀取之像素信號供應至距離量測處理單元101。距離量測處理單元101包含一轉換單元110、一產生單元111及一信號處理單元112。

【0041】 自各像素電路60讀取且自像素陣列單元100輸出之像素信號供應至轉換單元110。此處，像素信號自各像素電路60非同步讀取且供應至轉換單元110。即，像素信號根據光在各像素電路60中接收之時點自光接收元件讀取，且被輸出。

【0042】 轉換單元110將自像素陣列單元100供應之像素信號轉換為數位資訊。即，自像素陣列單元100供應之像素信號根據光由包含於對應於像素信號之像素電路60中之光接收元件接收之時點輸出。轉換單元110將所供應之像素信號轉換為指示時點之時間資訊。

【0043】 產生單元111基於像素信號由轉換單元110轉換之時間資訊產生一直方圖。此處，產生單元111基於由設定單元113設定之一單位時間計數時間資訊，且產生一直方圖。

【0044】 例如，信號處理單元112基於由產生單元111產生之直方圖之資料執行預定算術處理，且計算距離資訊。例如，信號處理單元112基於由產生單元111產生之直方圖之資料產生直方圖之一曲線近似。信號處理單元112可偵測近似於直方圖之曲線之一峰值，且可基於所偵測之峰值計算距離D。

【0045】 當執行直方圖之曲線近似時，信號處理單元112可對近似

於直方圖之曲線執行濾波處理。例如，信號處理單元112可藉由對近似於直方圖之曲線執行低通濾波處理來抑制一雜訊組分。

【0046】 由信號處理單元112獲得之距離資訊供應至介面106。介面106輸出自信號處理單元112供應至外部之距離資訊作為輸出資料。例如，一行動產業處理器介面(MIPI)可經應用為介面106。

【0047】 在以上描述中，由信號處理單元112獲得之距離資訊經由介面106輸出至外部，但此不受限於此實例。即，可使用其中作為由產生單元111產生之直方圖之資料之直方圖資料自介面106輸出至外部之一組態。在此情況中，由設定單元113設定之距離量測條件資訊可省略指示一濾波係數之資訊。自介面106輸出之直方圖資料供應至(例如)一外部資訊處理裝置且經適當處理。

【0048】

<距離量測感測器之組態>

隨後，將參考圖5及圖6描述根據各實施例之距離量測感測器1之一組態。圖5係繪示根據本發明之各實施例之距離量測感測器1之一組態實例的一方塊圖。如上文所描述，距離量測感測器1包含光源單元2、光接收單元3及一罩殼9。

【0049】 光源單元2具有一光源4及一光源驅動單元5。光源4由(例如)一雷射二極體(諸如一垂直腔面射型雷射(VCSEL))構成。光源4不限於VCSEL，而是可使用其中雷射二極體配置成一排或其類似者之一雷射二極體陣列作為光源4。

【0050】 光源驅動單元5驅動光源4。光源驅動單元5驅動光源4，使得具有預定時點及脈衝寬度之發射光L1基於(例如)來自光接收單元3之控

制單元8之光發射控制信號自光源4發射。

【0051】 例如，光源驅動單元5可驅動光源4，使得雷射束在垂直於排之一方向上自具有配置成排之雷射二極體之光源4掃描。

【0052】 光接收單元3具有一像素陣列單元6、一脈衝輸出單元7及一控制單元8。

【0053】 像素陣列單元6具有配置成二維點陣之複數個SPAD元件6a (參考圖6)。在SPAD元件6a中，藉由將其中發生突崩擴增之一大反向偏壓電壓施加於陰極，突崩擴增歸因於根據一光子之入射所產生之電子而內部發生。

【0054】 即，SPAD元件6a具有一大電流根據一光子之入射流動之一特性。此外，在SPAD元件6a中，可藉由使用上述特性來高敏感度偵測包含於反射光L2中之一光子之入射。

【0055】 像素陣列單元6中之複數個SPAD元件6a之操作由控制單元8控制。例如，控制單元8可控制自包含列方向上之 n 個像素及行方向上之 m 個像素之 $(n \times m)$ 個SPAD元件6a之各區塊之各SPAD元件6a讀取一信號。

【0056】 此外，藉由以區塊為單位在列方向上掃描各SPAD元件6a及在各列之行方向上掃描各SPAD元件6a，控制單元8可自各SPAD元件6a讀取信號。

【0057】 在各實施例中，控制單元8可自各SPAD元件6a獨立讀取一信號。由像素陣列單元6之SPAD元件6a產生之信號供應至脈衝輸出單元7。

【0058】 脈衝輸出單元7根據由SPAD元件6a產生之信號將一預定脈衝信號作為一數位信號輸出至控制單元8。稍後將描述脈衝輸出單元7之細

節。

【0059】 控制單元8根據(例如)預先安裝之一程式控制距離量測感測器1之總體操作。例如，控制單元8藉由控制光源驅動單元5來控制光源4之光發射時點。

【0060】 此外，控制單元8基於自脈衝輸出單元7輸出之脈衝信號產生圖2中所繪示之直方圖。此外，控制單元8基於所產生之直方圖之資料執行預定算術處理，且計算至量測物體X之距離D。

【0061】 罩殼9容納光源單元2及光接收單元3。另一方面，如圖3中所繪示，若發射光L1由罩殼9反射，則其可作為雜散光L3入射於光接收單元3之像素陣列單元6上。接著，雜散光L3比來自量測物體X之反射光L2更早入射於像素陣列單元6上。

【0062】 圖6係繪示根據本發明之各實施例之可應用於光接收單元3之一裝置之一組態之一實例之一示意圖。在圖6中，藉由層壓各由一半導體晶片形成之一光接收晶片3a及一邏輯晶片3b來組態光接收單元3。為易於理解，圖6繪示呈一分離狀態之光接收晶片3a及邏輯晶片3b。

【0063】 在光接收晶片3a中，SPAD元件6a配置成像素陣列單元6之一區域中之二維點陣。邏輯晶片3b具有一脈衝輸出單元7及一控制單元8。光接收晶片3a及邏輯晶片3b之組態不受限於圖6之實例。

【0064】

<脈衝輸出單元之組態及操作(第一實施例)>

隨後，將參考圖7至圖10描述根據第一實施例之脈衝輸出單元7之一組態及一操作。圖7係繪示根據本發明之第一實施例之脈衝輸出單元7之一組態實例之一電路圖。

【0065】如圖7中所繪示，脈衝輸出單元7具有一第一恆定電流源11、一第二恆定電流源12、一第一開關13、一第二開關14、一閘控開關15及一反相器16。

【0066】第一恆定電流源11連接於一預定電源供應電壓Vdd與第一開關13之間，且使具有一預定電流值I1之一電流流動至第一開關13。第二恆定電流源12連接於電源供應電壓Vdd與第二開關14之間，且使具有一預定電流值I2之一電流流動至第二開關14。

【0067】第一開關13連接於第一恆定電流源11與一信號線17之間，且第二開關14連接於第二恆定電流源12與信號線17之間。信號線17經由像素陣列單元6之一連接單元6b連接SPAD元件6a（其係二極體）之一陰極及反相器16之一輸入端子。

【0068】即，在根據第一實施例之脈衝輸出單元7中，第一恆定電流源11及第二恆定電流源12分別經由第一開關13及第二開關14並聯連接至SPAD元件6a之陰極。

【0069】接著，第一恆定電流源11及第二恆定電流源12分別使電流值I1及電流值I2之電流流動至SPAD元件6a之陰極。SPAD元件6a之一陽極連接至一預定電壓Va，且反相器16之一輸出端子連接至控制單元8（參考圖5）。

【0070】此處，控制單元8藉由控制第一開關13及第二開關14來控制流動至SPAD元件6a之陰極之電流量。第一開關13及第二開關14基於自控制單元8輸出之一啟用信號切換於一接通狀態（導通狀態）與一切斷狀態（斷接狀態）之間。

【0071】具體而言，啟用信號直接輸入至第一開關13。即，當啟用

信號自切斷切換至接通時，第一開關13自切斷即時切換至接通。

【0072】此外，啟用信號經由一延遲電路18及一脈衝產生電路19輸入至第二開關14。即，當啟用信號自切斷切換至接通時，第二開關14在逝去一預定時間之後的一預定週期期間自切斷切換至接通。

【0073】閘控開關15連接於信號線17與一接地電位之間。即，閘控開關15連接於SPAD元件6a與第一開關13之間及SPAD元件6a與接地電位之間。

【0074】閘控開關15基於自控制單元8輸出之啟用信號切換於一接通狀態與一切斷狀態之間。具體而言，啟用信號經由反相器20輸入至閘控開關15。

【0075】即，當啟用信號自切斷切換至接通時，閘控開關15自接通即時切換至切斷。接著，控制單元8可藉由控制閘控開關15來執行SPAD元件6a之閘控操作。

【0076】例如，控制單元8可藉由接通閘控開關15來使SPAD元件6a之陰極接地。因此，反向偏壓電壓不施加於SPAD元件6a，使得控制單元8可引起SPAD元件6a進入一無效狀態。

【0077】另一方面，控制單元8可藉由切斷閘控開關15來引起SPAD元件6a之陰極進入一浮動狀態。因此，反向偏壓電壓可施加於SPAD元件6a，使得控制單元8可引起SPAD元件6a進入一有效狀態。

【0078】接著，將參考圖8及圖7描述根據第一實施例之脈衝輸出單元7之操作。圖8係繪示根據本發明之第一實施例之脈衝輸出單元7之一操作實例的一時序圖。

【0079】在圖8之實例中，由於啟用信號在一初始狀態中維持切斷

狀態，因此閘控開關15維持接通狀態，且SPAD元件6a進入無效狀態。

【0080】接著，控制單元8控制光源驅動單元5以引起光源4在時間T1依一脈衝方式發射光。因此，雜散光L3在時間T2入射於SPAD元件6a上。如圖8中所繪示，雜散光L3比來自量測物體X之反射光L2更早入射於SPAD元件6a上。

【0081】雜散光L3入射於SPAD元件6a上，使得電子在無效狀態中累積於SPAD元件6a中。

【0082】接著，控制單元8在已自光源4發射光之時間T1逝去一預定時間之時間T3將啟用信號自切斷切換至接通。因此，閘控開關15在時間T3自接通切換至切斷，且SPAD元件6a之陰極進入一浮動狀態。

【0083】此外，第一開關13在時間T3自切斷切換至接通。因此，具有電流值I1之電流自第一恆定電流源11供應至SPAD元件6a之陰極，使得SPAD元件6a之一陰極電壓自0 (V)逐漸增大。

【0084】如上文所描述，在第一實施例中，在開始閘控操作之後，藉由使用並聯連接至SPAD元件6a之陰極之複數個恆定電流源之一者(第一恆定電流源11)來使SPAD元件6a之陰極升壓。

【0085】藉此，可限制SPAD元件6a之陰極升壓之一速度。因此，根據第一實施例，由於可執行閘控操作同時消除累積於SPAD元件6a中之電子，因此可抑制SPAD元件6a歸因於累積電子而非有意地反應。

【0086】接著，自控制單元8發送之啟用信號經由延遲電路18及脈衝產生電路19發送至第二開關14，如上文所描述。因此，第二開關14在已自時間T3逝去一預定延遲時間之時間T4自切斷切換至接通。

【0087】藉此，具有一電流值I1+I2之一電流自第一恆定電流源11

及第二恆定電流源12供應至SPAD元件6a之陰極，使得SPAD元件6a之陰極電壓在時間T4之時間點自一電壓V1快速增大。

【0088】接著，電壓在時間T5達到一預定電壓V2，且第二開關14在時間T5自接通切換至切斷。其後，具有電流值I1之電流自第一恆定電流源11供應至SPAD元件6a之陰極，使得SPAD元件6a之陰極電壓維持電壓V2。

【0089】如上文所描述，在第一實施例中，SPAD元件6a中之累積電子可在直至時間T4之一週期期間完全消除。換言之，在第一實施例中，將可完全消除累積於SPAD元件6a中之電子之一時間設定為由延遲電路18設定之一延遲時間。

【0090】藉此，即使SPAD元件6a之陰極電壓自時間T4快速增大，但可抑制SPAD元件6a非有意地反應。

【0091】另外，在第一實施例中，可藉由自時間T4使用複數個恆定電流源之任何者使SPAD元件6a之陰極升壓來減少直至SPAD元件6a之陰極電壓變成電壓V2之一時間。即，在第一實施例中，可在一短時間內完成閘控操作。

【0092】因此，根據第一實施例，複數個恆定電流源並聯連接至SPAD元件6a之陰極，使得可快速及適當執行SPAD元件6a之閘控操作。

【0093】此外，在第一實施例中，第一恆定電流源11之電流值I1可小於第二恆定電流源12之電流值I2。藉此，可進一步限制SPAD元件6a之陰極之升壓速度，直至接通第二開關14之時間T4。此外，可自接通第二開關14之時間T4更快速增大SPAD元件6a之陰極電壓。

【0094】因此，根據第一實施例，可更快速及適當執行SPAD元件

6a之閘控操作。

【0095】 此外，在第一實施例中，控制單元8可在直至第二開關14自切斷切換至接通之一週期(即，直至時間T4之一週期)期間使第一開關13維持接通狀態。

【0096】 因此，SPAD元件6a之陰極電壓可連續增大直至時間T4，使得直至SPAD元件6a之陰極之電壓增大至電壓V2之時間可減少。因此，根據第一實施例，可更快速執行SPAD元件6a之閘控操作。

【0097】 繼續描述時間T5之後的時序圖。在時間T5，將反向偏壓電壓V2施加於SPAD元件6a之陰極，直至稱為一蓋革(Geiger)模式之一狀態發生，其恰在突崩擴增發生之前。

【0098】 即，在時間T5，自SPAD元件6a之陰極輸出之信號具有電壓V2。接著，由於等於或大於一預定臨限電壓之電壓V2作為一信號輸入至反相器16，因此反相器16輸出一低位準信號S1 (參考圖7)。

【0099】 接著，若由反射光L2引起之一光子在時間T6入射於對其施加電壓V2之SPAD元件6a上，則SPAD元件6a崩潰且一電流流動至第一恆定電流源11。

【0100】 因此，SPAD元件6a之陰極電壓自電壓V2快速減小，且當陰極電壓變成小於臨限電壓時，反相器16輸出高位準信號S1。

【0101】 接著，由於SPAD元件6a中之突崩擴增在時間T7停止，因此SPAD元件6a之陰極電壓在0 (V)處停止減小。此外，當SPAD元件6a由第一恆定電流源11再充電時，SPAD元件6a之陰極電壓增大(所謂之淬滅操作)。

【0102】 接著，若SPAD元件6a之陰極電壓變成等於或大於臨限電

壓，則反相器16輸出低位準信號S1。

【0103】 如上文所描述，若反射光L2入射於SPAD元件6a上，則反相器16將源自反射光L2之脈衝信號S1輸出至控制單元8。最後，SPAD元件6a之陰極電壓在時間T8返回至預定電壓V2，且SPAD元件6a返回至初始狀態。

【0104】 圖9係繪示根據本發明之第一實施例之延遲電路18及脈衝產生電路19之一組態實例的一電路圖。如圖9中所繪示，延遲電路18具有反相器18a及18b、一CMOS電路18c、一恆定電流源18d、一NAND (「反及」)電路18e及一電容器18f。

【0105】 延遲電路18之一輸入端子18i連接至反相器18a之一輸入端子。延遲電路18a之一輸出端子連接至CMOS電路18c之一輸入端子及反相器18b之一輸入端子。

【0106】 一預定電流由恆定電流源18d供應至CMOS電路18c。CMOS電路18c之一輸出端子連接至NAND電路18e之一輸入端子。

【0107】 NAND電路18e之另一輸入端子連接至反相器18b之一輸出端子。NAND電路18e之一輸出端子連接至延遲電路18之一輸出端子18o。電容器18f連接於CMOS電路18c之一輸出端子與一接地電位之間。

【0108】 在上述電路組態中，可藉由適當調整恆定電流源18d之一電流值及電容器18f之一電容值來控制延遲電路18之一延遲時間。

【0109】 脈衝產生電路19具有一CMOS電路19a、一恆定電流源19b、一互斥OR (「互斥或」)電路19c及一電容器19d。脈衝產生電路19之一輸入端子19i連接至CMOS電路19a之一輸入端子且連接至互斥OR電路19c之一輸入端子。

【0110】 一預定電流由恆定電流源 19b 供應至 CMOS 電路 19a。CMOS 電路 19a 之一輸出端子連接至互斥 OR 電路 19c 之另一輸入端子。

【0111】 互斥 OR 電路 19c 之一輸出端子連接至脈衝產生電路 19 之一輸出端子 19o。電容器 19d 連接於 CMOS 電路 19a 之一輸出端子與一接地電位之間。

【0112】 在上述電路組態中，可藉由適當調整恆定電流源 19b 之一電流值及電容器 19d 之一電容值來控制自脈衝產生電路 19 輸出之一脈衝之一長度。

【0113】 延遲電路 18 及脈衝產生電路 19 之電路組態不受限於圖 9 中之實例。圖 10 係繪示根據本發明之第一實施例之延遲電路 18 及脈衝產生電路 19 之另一組態實例的一電路圖。

【0114】 在圖 10 之實例中，延遲電路 18 具有反相器 18a、18b 及 18h、一 NAND 電路 18e 及一反相器群組 18g。

【0115】 延遲電路 18 之一輸入端子 18i 連接至反相器 18a 之一輸入端子。反相器 18a 之一輸出端子連接至反相器群組 18g 之一輸入端子及反相器 18b 之一輸入端子。

【0116】 反相器群組 18g 具有串聯連接之偶數個(在圖中，四個)反相器。反相器群組 18g 之一輸出端子連接至反相器 18h 之一輸入端子。反相器 18h 之一輸出端子連接至 NAND 電路 18e 之一輸入端子。

【0117】 NAND 電路 18e 之另一輸入端子連接至反相器 18b 之一輸出端子。NAND 電路 18e 之一輸出端子連接至延遲電路 18 之一輸出端子 18o。

【0118】 在上述電路組態中，可藉由適當調整反相器群組 18g 之數

目來控制延遲電路18之延遲時間。

【0119】脈衝產生電路19具有一互斥OR電路19c、一反相器群組19e及一反相器19f。脈衝產生電路19之一輸入端子19i連接至反相器群組19e之一輸入端子且連接至互斥OR電路19c之一輸入端子。

【0120】反相器群組19e具有串聯連接之偶數個(在圖中，四個)反相器。反相器群組19e之一輸出端子連接至反相器19f之一輸入端子。反相器19f之一輸出端子連接至互斥OR電路19c之另一輸入端子。互斥OR電路19c之一輸出端子連接至脈衝產生電路19之一輸出端子19o。

【0121】在上述電路組態中，可藉由適當調整反相器群組19e之數目來控制自脈衝產生電路19輸出之一脈衝之一長度。

【0122】

<第二實施例>

隨後，將參考圖11及圖12描述根據一第二實施例之一脈衝輸出單元7之一組態及一操作。圖11係繪示根據本發明之第二實施例之脈衝輸出單元7之一組態實例的一電路圖。

【0123】如圖11中所繪示，脈衝輸出單元7具有一第一恆定電流源11、一第二恆定電流源12、一第一開關13、一第二開關14、一閘控開關15及一反相器16。

【0124】第一恆定電流源11連接於第一開關13與接地電位之間，且使具有一預定電流值I1之一電流流動至接地電位。第二恆定電流源12連接於第二開關14與接地電位之間，且使具有一預定電流值I2之一電流流動至接地電位。

【0125】第一開關13連接於第一恆定電流源11與一信號線17之間，

且第二開關14連接於第二恆定電流源12與信號線17之間。信號線17經由一像素陣列單元6之一連接單元6b連接一SPAD元件6a之一陽極及反相器16之一輸入端子。

【0126】 即，在根據第二實施例之脈衝輸出單元7中，第一恆定電流源11及第二恆定電流源12分別經由第一開關13及第二開關14並聯連接至SPAD元件6a之陽極。

【0127】 接著，第一恆定電流源11及第二恆定電流源12分別使電流值I1及I2之電流自SPAD元件6a之陽極流動至接地電位。SPAD元件6a之一陰極連接至一預定電壓Vc，且反相器16之一輸出端子連接至一控制單元8(參考圖5)。

【0128】 此處，控制單元8藉由控制第一開關13及第二開關14來控制流動至SPAD元件6a之陽極之電流量。第一開關13及第二開關14基於自控制單元8輸出之一啟用信號切換於一接通狀態與一切斷狀態之間。

【0129】 具體而言，啟用信號直接輸入至第一開關13。即，當啟用信號自切斷切換至接通時，第一開關13自切斷即時切換至接通。

【0130】 此外，啟用信號經由一延遲電路18及一脈衝產生電路19輸入至第二開關14。即，當啟用信號自切斷切換至接通時，第二開關14在逝去一預定時間之後的一預定週期期間自切斷切換至接通。相同於第一實施例中之電路之電路可用於延遲電路18及脈衝產生電路19。

【0131】 閘控開關15連接於信號線17與電源供應電壓Vdd之間。即，閘控開關15連接於SPAD元件6a與第一開關13之間及SPAD元件6a與電源供應電壓Vdd之間。

【0132】 閘控開關15基於自控制單元8輸出之啟用信號切換於一接

通狀態與一切斷狀態之間。具體而言，啟用信號經由反相器20輸入至閘控開關15。

【0133】 即，當啟用信號自切斷切換至接通時，閘控開關15自接通即時切換至切斷。接著，控制單元8可藉由控制閘控開關15來執行SPAD元件6a之閘控操作。

【0134】 例如，控制單元8可藉由接通閘控開關15來將SPAD元件6a之陽極之一電壓設定為電源供應電壓Vdd。因此，反向偏壓電壓不施加於SPAD元件6a，使得控制單元8可引起SPAD元件6a進入一無效狀態。

【0135】 另一方面，控制單元8可藉由切斷閘控開關15來引起SPAD元件6a之陽極進入一浮動狀態。因此，反向偏壓電壓可施加於SPAD元件6a，使得控制單元8可引起SPAD元件6a進入一有效狀態。

【0136】 接著，將參考圖12及圖11描述根據第二實施例之一脈衝輸出單元7之一操作。圖12係繪示根據本發明之第二實施例之脈衝輸出單元7之一操作實例的一時序圖。

【0137】 在圖12之實例中，由於啟用信號在一初始狀態中維持一切斷狀態，因此閘控開關15維持一接通狀態，且SPAD元件6a進入一無效狀態。

【0138】 接著，控制單元8控制光源驅動單元5以引起光源4在時間T1依一脈衝方式發射光。因此，雜散光L3在時間T2入射於SPAD元件6a上。雜散光L3入射於SPAD元件6a上，使得電子在無效狀態中累積於SPAD元件6a中。

【0139】 接著，控制單元8在已自光源4發射光之時間T1逝去一預定時間之時間T3將啟用信號自切斷切換至接通。因此，閘控開關15在時間

T3自接通切換至切斷，且SPAD元件6a之陽極進入一浮動狀態。

【0140】此外，第一開關13在時間T3自切斷切換至接通。因此，具有電流值I1之電流藉由第一恆定電流源11自SPAD元件6a之陽極流動，使得SPAD元件6a之一陽極電壓自電源供應電壓Vdd逐漸減小。

【0141】如上文所描述，在第二實施例中，在開始閘控操作之後，藉由使用並聯連接至SPAD元件6a之陽極之複數個恆定電流源之一者(第一恆定電流源11)來使SPAD元件6a之陰極降壓。

【0142】因此，可限制SPAD元件6a之陽極降壓之一速度。因此，根據第二實施例，由於可執行閘控操作同時消除累積於SPAD元件6a中之電子，因此可抑制SPAD元件6a歸因於累積電子而非有意地反應。

【0143】接著，自控制單元8發送之啟用信號經由延遲電路18及脈衝產生電路19發送至第二開關14，如上文所描述。因此，第二開關14在已自時間T3逝去一預定延遲時間之時間T4自切斷切換至接通。

【0144】藉此，具有一電流值I1+I2之一電流藉由第一恆定電流源11及第二恆定電流源12自SPAD元件6a之陽極流動，使得SPAD元件6a之陽極電壓在時間T4之時間點自一電壓V4快速減小。

【0145】接著，電壓在時間T5達到一預定電壓V3，且第二開關14在時間T5自接通切換至切斷。其後，具有電流值I1之電流藉由第一恆定電流源11自SPAD元件6a之陽極流動，使得SPAD元件6a之陽極電壓維持電壓V3。

【0146】如上文所描述，在第二實施例中，類似於第一實施例，SPAD元件6a中之累積電子可在直至時間T4之一週期期間完全消除。換言之，在第二實施例中，將可完全消除累積於SPAD元件6a中之電子之一時

間設定為由延遲電路18設定之一延遲時間。

【0147】 藉此，即使SPAD元件6a之陽極電壓自時間T4快速減小，但可抑制SPAD元件6a非有意地反應。

【0148】 此外，在第二實施例中，直至SPAD元件6a之陽極電壓變成電壓V3之一時間可藉由自時間T4使用複數個恆定電流源之任何者使SPAD元件6a之陽極降壓來減少。即，在第二實施例中，可在一短時間內完成閘控操作。

【0149】 因此，根據第二實施例，可藉由將複數個恆定電流源並聯連接至SPAD元件6a之陽極來快速及適當執行SPAD元件6a之閘控操作。

【0150】 此外，在第二實施例中，第一恆定電流源11之電流值I1可小於第二恆定電流源12之電流值I2。藉此，可進一步限制SPAD元件6a之陽極之降壓速度，直至接通第二開關14之時間T4。此外，可自接通第二開關14之時間T4更快速減小SPAD元件6a之陽極電壓。

【0151】 因此，根據第二實施例，可更快速及適當執行SPAD元件6a之閘控操作。

【0152】 此外，在第二實施例中，控制單元8可在直至第二開關14自切斷切換至接通之一週期(即，直至時間T4之一週期)期間使第一開關13維持接通狀態。

【0153】 因此，SPAD元件6a之陽極電壓可連續減小直至時間T4，使得直至SPAD元件6a之陽極之電壓減小至電壓V3之時間可減少。因此，根據第二實施例，可更快速執行SPAD元件6a之閘控操作。

【0154】 繼續描述時間T5之後的時序圖。在時間T5，反向偏壓電壓V3施加於SPAD元件6a之陽極，直至稱為一蓋革模式之一狀態發生，其恰

在突崩擴增發生之前。

【0155】 即，在時間T5，自SPAD元件6a之陽極輸出之信號具有電壓V3。接著，由於小於一預定臨限電壓之電壓V3作為一信號輸入至反相器16，因此反相器16輸出一高位準信號S1（參考圖11）。

【0156】 接著，若由反射光L2引起之一光子在時間T6入射於對其施加電壓V3之SPAD元件6a上，則SPAD元件6a崩潰且一電流流動至第一恆定電流源11。

【0157】 因此，SPAD元件6a之陽極電壓自電壓V3快速增大，且當陽極電壓變成等於或大於臨限電壓時，反相器16輸出低位準信號S1。

【0158】 接著，由於SPAD元件6a中之突崩擴增在時間T7停止，因此SPAD元件6a之陽極電壓在電源供應電壓Vdd處停止增大。此外，當一電流藉由第一恆定電流源11流動時，SPAD元件6a之陽極電壓減小(所謂之淬滅操作)。

【0159】 接著，若SPAD元件6a之陽極電壓變成小於臨限電壓，則反相器16輸出高位準信號S1。

【0160】 如上文所描述，若反射光L2入射於SPAD元件6a上，則反相器16將源自反射光L2之脈衝信號S1輸出至控制單元8。最後，SPAD元件6a之陽極電壓在時間T8返回至預定電壓V3，且SPAD元件6a返回至初始狀態。

【0161】

<各種修改方案>

隨後，將參考圖13至圖20描述脈衝輸出單元7之各種修改方案。

【0162】

<第一實施例之修改方案>

圖13係繪示根據本發明之第一實施例之一修改方案之脈衝輸出單元7之一組態實例的一電路圖。圖13之實例與圖7中所繪示之第一實施例之不同點在於用於將啟用信號傳輸至第一開關13及第二開關14之一路徑之一組態。

【0163】 具體而言，啟用信號經由脈衝產生電路19輸入至第一開關13，且啟用信號經由延遲電路18A輸入至第一開關13。

【0164】 即，當啟用信號自切斷切換至接通時，第一開關13在一預定週期期間自切斷切換至接通，且第一開關13在逝去一預定時間之後自切斷切換至接通。

【0165】 此外，啟用信號經由脈衝產生電路19及延遲電路18B輸入至第二開關14。即，當啟用信號自切斷切換至接通時，第二開關14在逝去一預定時間之後的一預定週期期間自切斷切換至接通。

【0166】 接著，將參考圖14及圖13描述根據第一實施例之修改方案之脈衝輸出單元7之操作。圖14係繪示根據本發明之第一實施例之修改方案之脈衝輸出單元7之一操作實例的一時序圖。

【0167】 在圖14之實例中，由於啟用信號在一初始狀態中維持一切斷狀態，因此閘控開關15維持一接通狀態，且SPAD元件6a進入一無效狀態。

【0168】 接著，控制單元8控制光源驅動單元5以引起光源4在時間T11依一脈衝方式發射光。因此，雜散光L3在時間T12入射於SPAD元件6a上。雜散光L3入射於SPAD元件6a上，使得電子在無效狀態中累積於SPAD元件6a中。

【0169】接著，控制單元8在已自光源4發射光之時間T11逝去一預定時間之時間T13將啟用信號自切斷切換至接通。因此，閘控開關15在時間T13自接通切換至切斷，且SPAD元件6a之陰極進入一浮動狀態。

【0170】此外，第一開關13在時間T13自切斷切換至接通。因此，具有電流值I1之電流自第一恆定電流源11供應至SPAD元件6a之陰極，使得SPAD元件6a之一陰極電壓自0 (V)逐漸增大。

【0171】另一方面，在此修改方案中，第一開關13在時間T14自接通切換至切斷，使得SPAD元件6a之陰極電壓自時間T14變成恆定為一預定電壓V1a。

【0172】接著，自控制單元8發送之啟用信號經由脈衝產生電路19及延遲電路18B發送至第二開關14，如上文所描述。因此，第二開關14在已自時間T14逝去一預定延遲時間之時間T15自切斷切換至接通。

【0173】藉此，具有電流值I2之電流自第二恆定電流源12供應至SPAD元件6a之陰極，使得SPAD元件6a之陰極電壓在時間T15之時間點自一電壓V1a快速增大。接著，電壓在時間T16達到預定電壓V2，且在時間T16，第二開關14自接通切換至切斷。

【0174】此外，自控制單元8發送之啟用信號經由延遲電路18A發送至第一開關13。藉此，在時間T16，第一開關13自切斷切換至接通。因此，具有電流值I1之電流自第一恆定電流源11供應至SPAD元件6a之陰極，使得SPAD元件6a之陰極電壓維持電壓V2。

【0175】由於圖14中所描述之時間T17至T19之操作相同於圖8之實例中之時間T6至T8之操作，因此將省略詳細描述。

【0176】如上文所描述，在第一實施例之修改方案中，在閘控操作

期間，由第一恆定電流源11供應至SPAD元件6a之電流在時間T14暫時停止，使得SPAD元件6a之陰極電壓在電壓V1a處維持恆定。

【0177】 如上文所描述，陰極電壓在高於0 (V)且低於SPAD元件6a之崩潰電壓(電壓V2)之一電壓處維持恆定，使得歸因於雜散光L3而累積之電子可自SPAD元件6a適當放電。

【0178】 原因如下。SPAD元件6a之陰極電壓在接近0 (V)之一電壓處維持恆定，使得SPAD元件6a有意地小崩潰，藉此歸因於崩潰而自SPAD元件6a消除累積電子。

【0179】 即使SPAD元件6a有意地小崩潰，但小崩潰在一短時間內完成且SPAD元件6a即時返回至一穩定狀態，使得對總體閘控操作幾乎無不利影響。

【0180】 能夠實施上述修改方案之啟用信號之傳輸路徑之組態不受限於圖13之實例。圖15係繪示根據本發明之第一實施例之修改方案之脈衝輸出單元7之另一組態實例的一電路圖。

【0181】 在圖15之實例中，啟用信號經由脈衝產生電路19A輸入至第一開關13，且啟用信號經由延遲電路18A輸入至第一開關13。

【0182】 因此，即使在圖15之實例中，當啟用信號自切斷切換至接通時，第一開關13可在一預定週期期間自切斷切換至接通。此外，即使在圖15之實例中，第一開關13可在逝去一進一步預定時間之後自切斷切換至接通。

【0183】 此外，啟用信號經由延遲電路18B及脈衝產生電路19B輸入至第二開關14。因此，即使在圖15之實例中，當啟用信號自切斷切換至接通時，第二開關14可在逝去一預定時間之後的一預定週期期間自切斷

切換至接通。

【0184】 在圖15之實例中，由於脈衝可由獨立脈衝產生電路19A及19B產生，因此可個別控制用於使第一開關13維持一接通狀態之一時間及用於使第二開關14維持一接通狀態之一時間。因此，根據圖15之實例，可更順利執行閘控操作。

【0185】 此外，在圖13及圖15所繪示之脈衝輸出單元7中，可執行不同於圖14之實例之另一操作。圖16係繪示根據本發明之第一實施例之修改方案之脈衝輸出單元7之另一操作實例的一時序圖。

【0186】 圖16之實例係其中閘控操作在引起光源4發射光之前開始之一實例。首先，控制單元8在時間T21將啟用信號自切斷切換至接通，時間T21係引起光源4發射光之一時間T23之前的一預定時間。

【0187】 因此，閘控開關15在時間T21自接通切換至切斷，使得SPAD元件6a之陰極進入一浮動狀態。

【0188】 此外，第一開關13在時間T21自切斷切換至接通。因此，具有電流值I1之電流自第一恆定電流源11供應至SPAD元件6a之陰極，使得SPAD元件6a之一陰極電壓自0 (V)逐漸增大。接著，SPAD元件6a之陰極電壓自時間T22變成恆定為預定電壓V1a。

【0189】 接著，控制單元8控制光源驅動單元5以引起光源4在時間T23依一脈衝方式發射光。因此，雜散光L3在時間T24入射於SPAD元件6a上。

【0190】 此處，在圖16之實例中，由於SPAD元件6a之陰極電壓在雜散光L3入射之時間T24已增大至電壓V1a，因此SPAD元件6a小崩潰，且SPAD元件6a之陰極電壓減小至0 (V)。

【0191】 如上文所描述，在圖16之實例中，崩潰歸因於雜散光L3而發生於SPAD元件6a中。因此，即使雜散光L3入射，但由雜散光L3引起之電子不累積於SPAD元件6a中。

【0192】 即，在圖16之實例中，第一開關13在引起光源4發射光之前自切斷切換至接通，且SPAD元件6a因雜散光L3入射而有意地小崩潰。因此，可抑制歸因於雜散光L3之電子之累積。

【0193】 因此，根據圖16之實例，可抑制在閘控操作期間電子歸因於雜散光L3而累積於SPAD元件6a中。

【0194】 由於圖16中所繪示之時間T25至T29之操作相同於圖14之實例中之時間T16至T19之操作，因此將省略詳細描述。

【0195】

<第二實施例之修改方案>

圖17係繪示根據本發明之第二實施例之一修改方案之脈衝輸出單元7之一組態實例的一電路圖。圖17之實例與圖11中所繪示之第二實施例之不同點在於用於將啟用信號傳輸至第一開關13及第二開關14之一路徑之一組態。

【0196】 具體而言，啟用信號經由脈衝產生電路19輸入至第一開關13，且啟用信號經由延遲電路18A輸入至第一開關13。

【0197】 即，當啟用信號自切斷切換至接通時，第一開關13在一預定週期期間自切斷切換至接通，且第一開關13在逝去一預定時間之後自切斷切換至接通。

【0198】 此外，啟用信號經由脈衝產生電路19及延遲電路18B輸入至第二開關14。即，當啟用信號自切斷切換至接通時，第二開關14在逝

去一預定時間之後的一預定週期期間自切斷切換至接通。

【0199】 接著，將參考圖18及圖17描述根據第二實施例之修改方案之脈衝輸出單元7之操作。圖18係繪示根據本發明之第二實施例之修改方案之脈衝輸出單元7之一操作實例的一時序圖。

【0200】 在圖18之實例中，由於啟用信號在一初始狀態中維持一切斷狀態，因此閘控開關15維持一接通狀態，且SPAD元件6a進入一無效狀態。

【0201】 接著，控制單元8控制光源驅動單元5以引起光源4在時間T11依一脈衝方式發射光。因此，雜散光L3在時間T12入射於SPAD元件6a上。雜散光L3入射於SPAD元件6a上，使得電子在無效狀態中累積於SPAD元件6a中。

【0202】 接著，控制單元8在已自光源4發射光之時間T11逝去一預定時間之時間T13將啟用信號自切斷切換至接通。因此，閘控開關15在時間T13自接通切換至切斷，使得SPAD元件6a之陽極進入一浮動狀態。

【0203】 此外，第一開關13在時間T13自切斷切換至接通。因此，具有電流值I1之電流自SPAD元件6a之陽極流動至第一恆定電流源11，使得SPAD元件6a之陽極電壓自電源供應電壓Vdd逐漸減小。

【0204】 另一方面，在此修改方案中，第一開關13在時間T14自接通切換至切斷，使得SPAD元件6a之陽極電壓自時間T14變成恆定為一預定電壓V4a。

【0205】 接著，自控制單元8發送之啟用信號經由脈衝產生電路19及延遲電路18B發送至第二開關14，如上文所描述。因此，第二開關14在已自時間T14逝去一預定延遲時間之時間T15自切斷切換至接通。

【0206】 因此，具有電流值 I_2 之電流自SPAD元件6a之陽極流動至第二恆定電流源12，使得SPAD元件6a之陽極電壓在時間T15之時間點自電壓V4a快速減小。接著，電壓在時間T16達到預定電壓V3，且第二開關14在時間T16自接通切換至切斷。

【0207】 此外，自控制單元8發送之啟用信號經由延遲電路18A發送至第一開關13。藉此，在時間T16，第一開關13自切斷切換至接通。因此，具有電流值 I_1 之電流自SPAD元件6a之陽極流動至第一恆定電流源11，使得SPAD元件6a之陽極電壓維持電壓V3。

【0208】 由於圖18中所描述之時間T17至T19之操作相同於圖12之實例中之時間T6至T8之操作，因此將省略詳細描述。

【0209】 如上文所描述，在第二實施例之修改方案中，在閘控操作期間，由第一恆定電流源11自SPAD元件6a發射之電流在時間T14暫時停止，使得SPAD元件6a之陽極電壓在電壓V4a處維持恆定。

【0210】 如上文所描述，陽極電壓在低於電源供應電壓Vdd且高於SPAD元件6a之崩潰電壓(電壓V3)之一電壓處維持恆定，使得歸因於雜散光L3而累積之電子可自SPAD元件6a適當放電。

【0211】 原因如下。SPAD元件6a之陽極電壓在接近電源供應電壓Vdd之一電壓處維持恆定，使得SPAD元件6a有意地小崩潰，藉此自SPAD元件6a消除歸因於崩潰之累積電子。

【0212】 即使SPAD元件6a有意地小崩潰，但小崩潰在一短時間內完成且SPAD元件6a即時返回至一穩定狀態，使得對總體閘控操作幾乎無不利影響。

【0213】 能夠實施上述修改方案之啟用信號之傳輸路徑之組態不受

限於圖17之實例。圖19係繪示根據本發明之第二實施例之修改方案之脈衝輸出單元7之另一組態實例的一電路圖。

【0214】 在圖19之實例中，啟用信號經由脈衝產生電路19A輸入至第一開關13，且啟用信號經由延遲電路18A輸入至第一開關13。

【0215】 因此，即使在圖19之實例中，當啟用信號自切斷切換至接通時，第一開關13可在一預定週期期間自切斷切換至接通。此外，即使在圖19之實例中，第一開關13可在逝去一進一步預定時間之後自切斷切換至接通。

【0216】 此外，啟用信號經由延遲電路18B及脈衝產生電路19B輸入至第二開關14。因此，即使在圖19之實例中，當啟用信號自切斷切換至接通時，第二開關14可在逝去一預定時間之後的一預定週期期間自切斷切換至接通。

【0217】 在圖19之實例中，由於脈衝可由獨立脈衝產生電路19A及19B產生，因此可個別控制用於使第一開關13維持一接通狀態之一時間及用於使第二開關14維持一接通狀態之一時間。因此，根據圖19之實例，可更順利執行閘控操作。

【0218】 此外，在圖17及圖19所繪示之脈衝輸出單元7中，亦可執行不同於圖18之實例之一操作。圖20係繪示根據本發明之第二實施例之修改方案之脈衝輸出單元7之另一操作實例的一時序圖。

【0219】 圖20之實例係其中閘控操作在引起光源4發射光之前開始之一實例。首先，控制單元8在時間T21將啟用信號自切斷切換至接通，時間T21係引起光源4發射光之時間T23之前的一預定時間。

【0220】 因此，閘控開關15在時間T21自接通切換至切斷，使得

SPAD元件6a之陽極進入一浮動狀態。

【0221】 此外，第一開關13在時間T21自切斷切換至接通。因此，具有電流值I1之電流自SPAD元件6a之陽極流動至第一恆定電流源11，使得SPAD元件6a之陽極電壓自電源供應電壓Vdd逐漸減小。接著，SPAD元件6a之陽極電壓自時間T22變成恆定為預定電壓V4a。

【0222】 接著，控制單元8控制光源驅動單元5以引起光源4在時間T23依一脈衝方式發射光。因此，雜散光L3在時間T24入射於SPAD元件6a上。

【0223】 此處，在圖20之實例中，由於SPAD元件6a之陽極電壓在雜散光L3入射之時間T24已減小至電壓V4a，因此SPAD元件6a小崩潰，且SPAD元件6a之陽極電壓增大至電源供應電壓Vdd。

【0224】 如上文所描述，在圖20之實例中，崩潰歸因於雜散光L3而發生於SPAD元件6a中。因此，即使雜散光L3入射，但由雜散光L3引起之電子不累積於SPAD元件6a中。

【0225】 即，在圖20之實例中，第一開關13在引起光源4發射光之前自切斷切換至接通，且SPAD元件6a因雜散光L3入射而有意地小崩潰。因此，可抑制歸因於雜散光L3之電子之累積。

【0226】 因此，根據圖20之實例，可抑制在閘控操作期間電子歸因於雜散光L3而累積於SPAD元件6a中。

【0227】 由於圖20中所描述之時間T25至T29之操作相同於圖18之實例中之時間T16至T19之操作，因此將省略詳細描述。

【0228】

<效應>

根據第一實施例之距離量測感測器1包含單光子突崩二極體(SPAD)元件6a、第一恆定電流源11及第二恆定電流源12、第一開關13、第二開關14及閘控開關15。SPAD元件6a歸因於自光源4發射之光L1而在接收自量測物體X反射之光(反射光L2)時輸出信號S1。第一恆定電流源11及第二恆定電流源12並聯連接至SPAD元件6a之陰極。第一開關13連接於SPAD元件6a與第一恆定電流源11之間。第二開關14連接於SPAD元件6a與第二恆定電流源12之間。閘控開關15連接於SPAD元件6a與第一開關13之間及SPAD元件6a與接地電位之間。

【0229】 因此，可快速及適當執行SPAD元件6a之閘控操作。

【0230】 根據第二實施例之距離量測感測器1包含單光子突崩二極體(SPAD)元件6a、第一恆定電流源11及第二恆定電流源12、第一開關13、第二開關14及閘控開關15。SPAD元件6a歸因於自光源4發射之光L1而在接收自量測物體X反射之光(反射光L2)時輸出信號S1。第一恆定電流源11及第二恆定電流源12並聯連接至SPAD元件6a之陽極。第一開關13連接於SPAD元件6a與第一恆定電流源11之間。第二開關14連接於SPAD元件6a與第二恆定電流源12之間。閘控開關15連接於SPAD元件6a與第一開關13之間及SPAD元件6a與電源供應電壓Vdd之間。

【0231】 因此，可快速及適當執行SPAD元件6a之閘控操作。

【0232】 根據各實施例之距離量測感測器1進一步包含光源4及控制單元8。光源4使用光(發射光L1)照射量測物體X。控制單元8控制光源4、第一開關13、第二開關14及閘控開關15。接著，控制單元8將閘控開關15自接通切換至切斷，其與光源4之光發射操作同步。

【0233】 因此，由於可使SPAD元件6a與來自量測物體X之反射光

L2反應且不使SPAD元件6a與雜散光L3，因此可高度準確地量測至量測物體X之距離D。

【0234】 此外，在根據各實施例之距離量測感測器1中，控制單元8將第一開關13自切斷切換至接通，其與閘控開關15之切斷操作同步。此外，在將第一開關13自切斷切換至接通之後，控制單元8將第二開關14自切斷切換至接通。

【0235】 因此，可快速及適當執行SPAD元件6a之閘控操作。

【0236】 此外，在根據各實施例之距離量測感測器1中，控制單元8在直至第二開關14自切斷切換至接通之週期期間使第一開關13維持接通狀態。

【0237】 藉此，可更快速執行SPAD元件6a之閘控操作。

【0238】 此外，在根據各實施例之距離量測感測器1中，控制單元8在直至第二開關14自切斷切換至接通之週期期間將第一開關13自接通切換至切斷。

【0239】 藉此，歸因於雜散光L3而累積之電子可自SPAD元件6a適當放電。

【0240】 此外，在根據各實施例之距離量測感測器1中，控制單元8在引起光源4發射光之前將閘控開關15自接通切換至切斷。

【0241】 藉此，可抑制在閘控操作期間電子歸因於雜散光L3而累積於SPAD元件6a中。

【0242】 此外，在根據各實施例之距離量測感測器1中，第一恆定電流源11之電流值I1小於第二恆定電流源之電流值I2。

【0243】 藉此，可更快速及適當執行SPAD元件6a之閘控操作。

【0244】

<應用於行動物體之實例>

根據本發明(本技術)之技術可應用於各種產品。例如，根據本發明之技術可實現為安裝於任何類型之行動物體(諸如一汽車、一電動車、一混合電動車、一機車、一自行車、個人代步工具、一飛機、一無人機、一船舶及一機器人)上之一裝置。

【0245】 圖21係繪示根據本發明之技術可應用於其之一車輛控制系統(其係一行動物體控制系統之一實例)之一示意性組態實例的一方塊圖。

【0246】 一車輛控制系統12000包含經由一通信網路12001連接之複數個電子控制單元。在圖21所繪示之實例中，車輛控制系統12000包含一驅動系統控制單元12010、一車身系統控制單元12020、一車輛外部資訊偵測單元12030、一車輛內部資訊偵測單元12040及一積體控制單元12050。此外，一微電腦12051、一音訊/影像輸出單元12052及一車載網路介面(I/F) 12053經繪示為積體控制單元12050之一功能組態。

【0247】 驅動系統控制單元12010根據各種程式控制與一車輛之一驅動系統有關之裝置之操作。例如，驅動系統控制單元12010充當一控制裝置，諸如用於產生車輛之一驅動力之一驅動力產生裝置(諸如一內燃機或一驅動馬達)、用於將驅動力傳輸至車輪之一驅動力傳輸機構、用於調整車輛之一轉向角之一轉向機構及用於產生車輛之一制動力之一制動裝置。

【0248】 車身系統控制單元12020根據各種程式控制安裝於一車身上之各種裝置之操作。例如，車身系統控制單元12020充當一無鑰匙進入系統、一智慧型鑰匙系統、一電動車窗裝置或各種燈(諸如一頭燈、一尾

燈、一剎車燈、一閃光燈或一霧燈)之一控制裝置。在此情況中，自替換一鑰匙之一可攜式裝置傳輸之無線電波或各種開關信號可輸入至車身系統控制單元12020。車身系統控制單元12020接收此等無線電波或信號之輸入，且控制車輛之一門鎖裝置、一電動車窗裝置、一燈及其類似者。

【0249】 車輛外部資訊偵測單元12030偵測其上安裝車輛控制系統12000之車輛之外部資訊。例如，一成像單元12031連接至車輛外部資訊偵測單元12030。車輛外部資訊偵測單元12030引起成像單元12031使一車輛外部影像成像，且接收成像影像。車輛外部資訊偵測單元12030可基於所接收之影像對一人、一車輛、一障礙物、一標誌、路面上之一文字或其類似者執行物體偵測處理或距離偵測處理。

【0250】 成像單元12031係接收光且輸出對應於接收光量之一電信號之一光學感測器。成像單元12031可將電信號輸出為一影像或可將電信號輸出為距離量測資訊。此外，由成像單元12031接收之光可為可見光或可為不可見光，諸如紅外線。

【0251】 車輛內部資訊偵測單元12040偵測車輛內部資訊。例如，偵測一駕駛員之一狀態之駕駛員狀態偵測單元12041連接至車輛內部資訊偵測單元12040。駕駛員狀態偵測單元12041包含(例如)使駕駛員成像之一攝影機，且車輛內部資訊偵測單元12040可計算駕駛員之一疲勞度或一專注度或可基於自駕駛員狀態偵測單元12041輸入之偵測資訊判定駕駛員是否睡著。

【0252】 微電腦12051可基於由車輛外部資訊偵測單元12030或車輛內部資訊偵測單元12040獲取之車輛內部資訊或車輛外部資訊計算驅動力產生裝置、轉向機構或制動裝置之一控制目標值，且可將一控制命令輸出

至驅動系統控制單元12010。例如，微電腦12051可執行協同控制以實現包含車輛防撞或車輛衝擊減輕、基於一車輛間距離之跟車行駛、車輛勻速行駛、車輛碰撞警告或車道偏離警告及其類似者之一先進駕駛輔助系統(ADAS)之功能。

【0253】 此外，微電腦12051基於由車輛外部資訊偵測單元12030或車輛內部資訊偵測單元12040獲取之車輛周圍之資訊控制驅動力產生裝置、轉向機構、制動裝置或其類似者，藉此執行協同控制以實現不依靠駕駛員之操作而自主行駛之自動駕駛。

【0254】 此外，微電腦12051可基於由車輛外部資訊偵測單元12030獲取之車輛外部資訊將一控制命令輸出至車身系統控制單元12020。例如，微電腦12051根據由車輛外部資訊偵測單元12030偵測到之一前行車輛或一對向車輛之一位置控制一頭燈，藉此執行協同控制以防止眩光，諸如自遠光切換至近光。

【0255】 音訊/影像輸出單元12052將音訊及影像之至少一者之一輸出信號傳輸至能夠以視覺或聽覺將資訊提供至一車輛乘員或車輛之外部之輸出裝置。在圖21之實例中，一揚聲器12061、一顯示單元12062及一儀錶盤12063經繪示為輸出裝置。顯示單元12062可包含(例如)一車載顯示器及一抬頭顯示器之至少一者。

【0256】 圖22係繪示成像單元12031之一安裝位置之一實例的一圖式。

【0257】 在圖22中，成像單元12031具有成像單元12101、12102、12103、12104及12105。

【0258】 成像單元12101、12102、12103、12104及12105提供於

(例如)一車輛12100之幾個位置(諸如一前鼻、一後視鏡、一後保險槓、一後門及一車輛內部擋風玻璃之一上部分)處。提供於前鼻中之成像單元12101及提供於車輛內部擋風玻璃之上部分中之成像單元12105主要獲取車輛12100前面之影像。提供後視鏡中之成像單元12102及12103主要獲取車輛12100兩側之影像。提供於後保險槓或後門中之成像單元12104主要獲取車輛12100後面之一影像。提供於車輛內部擋風玻璃之上部分中之成像單元12105主要用於偵測一前行車輛或一行人、一障礙物、一交通燈、一交通標誌、一車道或其類似者。

【0259】 圖22繪示成像單元12101至12104之一成像範圍之一實例。一成像範圍12111指示提供於前鼻中之成像單元12101之一成像範圍，成像範圍12112及12113分別指示提供於後視鏡中之成像單元12102及12103之成像範圍，且一成像範圍12114指示提供於後保險槓或後門中之成像單元12104之一成像範圍。例如，由成像單元12101至12104成像之影像資料經疊加使得當自上方觀看車輛12100時，獲得一鳥瞰影像。

【0260】 成像單元12101至12104之至少一者可具有獲取距離資訊之一功能。例如，成像單元12101至12104之至少一者可為包含複數個成像元件之一立體攝影機或可為具有用於相位差偵測之像素之一成像元件。

【0261】 例如，微電腦12051基於自成像單元12101至12104獲得之距離資訊獲得至成像範圍12111至12114內之各三維物體之一距離及距離之一時間變化(相對於車輛12100之一相對速度)，藉此提取在實質上相同於車輛12100之方向上依一預定速度(例如0 km/h或更大)行駛之三維物體，特定言之，車輛12100之一移動路徑上之最近三維物體，作為一前行車輛。此外，微電腦12051可在前行車輛之前預先設定一車輛安全間距，

且可執行自動制動控制(包含跟隨停車控制)、自動加速控制(包含跟隨起動控制)及其類似者。如上文所描述，可執行協同控制以實現不依靠駕駛員之操作而自主行駛之自動駕駛或其類似者。

【0262】 例如，微電腦12051基於自成像單元12101至12104獲得之距離資訊將關於三維物體之三維物體資料分類為其他三維物體(諸如兩輪車、普通車輛、大型車輛、行人、電話線桿)且提取資料，且可將資料用於自動避免障礙物。例如，微電腦12051將車輛12100周圍之障礙物識別為車輛12100之駕駛員可見之障礙物及駕駛員不可見之障礙物。此外，微電腦12051判定指示與各障礙物碰撞之風險之碰撞風險，且當碰撞風險等於或高於一設定值且存在一碰撞可能性時，微電腦12051經由揚聲器12061或顯示單元12062將警告輸出至駕駛員，或由驅動系統控制單元12010執行強制減速或避免轉向。因此，微電腦12051可執行駕駛輔助以避免碰撞。

【0263】 成像單元12101至12104之至少一者可為偵測紅外線之一紅外攝影機。例如，微電腦12051判定一行人是否存在於成像單元12101至12104之成像影像中，藉此辨識行人。例如，根據用於提取作為紅外攝影機之成像單元12101至12104之成像影像中之特徵點之一程序及用於對指示一物體之一輪廓之一系列特徵點執行圖案匹配處理以判定一行人是否存在之一程序來執行此行人辨識。若微電腦12051判定行人存在於成像單元12101至12104之成像影像中且辨識行人，則音訊/影像輸出單元12052控制顯示單元12062，使得所辨識之行人經疊加且以一矩形框突出顯示。此外，音訊/影像輸出單元12052可控制顯示單元12062在一所要位置處顯示指示行人之一圖標或其類似者。

【0264】 已描述根據本發明之技術可應用於其之車輛控制系統之實例。根據本發明之技術可應用於上述組態中之成像單元12031。具體而言，圖5中之距離量測感測器1可應用於成像單元12031。可藉由將根據本發明之技術應用於成像單元12031來快速及適當執行SPAD元件之閘控操作。

【0265】 儘管上文已描述本發明之實施例，但本發明之技術範疇不受限於上述實施例，而是可在不背離本發明之精神之範疇下進行各種修改。此外，可適當組合不同實施例及修改方案中之組件。

【0266】 例如，在上述實施例之各者中，已繪示其中兩個恆定電流源並聯連接至SPAD元件6a之實例。然而，並聯連接至SPAD元件6a之恆定電流源之數目不受限於兩個，而是可並聯連接三個或更多個恆定電流源。

【0267】 此外，本說明書中所描述之效應僅供例示而非限制，且可添加其他效應。

【0268】 本技術亦可採用以下組態。

(1) 一種距離量測感測器，其包含：

一單光子突崩二極體(SPAD)元件，其經組態以歸因於自一光源發射之光而在接收自一量測物體反射之光時輸出一信號；

一第一恆定電流源及一第二恆定電流源，其等並聯連接至該SPAD元件之一陰極；

一第一開關，其連接於該SPAD元件與該第一恆定電流源之間；

一第二開關，其連接於該SPAD元件與該第二恆定電流源之間；及

一閘控開關，其連接於該SPAD元件與該第一開關之間及該SPAD元

件與一接地電位之間。

(2) 一種距離量測感測器，其包含：

一單光子突崩二極體(SPAD)元件，其經組態以歸因於自一光源發射之光而在接收自一量測物體反射之光時輸出一信號；

一第一恆定電流源及一第二恆定電流源，其等並聯連接至該SPAD元件之一陽極；

一第一開關，其連接於該SPAD元件與該第一恆定電流源之間；

一第二開關，其連接於該SPAD元件與該第二恆定電流源之間；及

一閘控開關，其連接於該SPAD元件與該第一開關之間及該SPAD元件與一電源供應電壓之間。

(3) 如(1)或(2)之距離量測感測器，其進一步包含：

一光源，其經組態以使用光照射該量測物體；及

一控制單元，其經組態以控制該光源、該第一開關、該第二開關及該閘控開關，其中

該控制單元將該閘控開關自接通切換至切斷，其與該光源之一光發射操作同步。

(4) 如(3)之距離量測感測器，其中

該控制單元將該第一開關自切斷切換至接通，其與該閘控開關之一切斷操作同步，且

該控制單元在將該第一開關自切斷切換至接通之後將該第二開關自切斷切換至接通。

(5) 如(4)之距離量測感測器，其中

該控制單元在直至該第二開關自切斷切換至接通之一週期期間使該

第一開關維持一接通狀態。

(6) 如(4)之距離量測感測器，其中

該控制單元在直至該第二開關自切斷切換至接通之一週期期間將該第一開關自接通切換至切斷。

(7) 如(4)至(6)中任一項之距離量測感測器，其中

該控制單元在引起該光源發射光之前將該開關自接通切換至切斷。

(8) 如(1)至(7)中任一項之距離量測感測器，其中

該第一恆定電流源之一電流值小於該第二恆定電流源之一電流值。

【0269】 另外或替代地，本技術亦可採用以下組態。

(1') 一種光偵測裝置，其包括：

一突崩光二極體，其中該突崩光二極體之一電極耦合至一第一節點；

一第一開關，其耦合至該第一節點，且經由一第一電流源耦合至一第一電位線；

一第二開關，其耦合至該第一節點，且經由一第二電流源耦合至該第一電位線；及

一延遲電路，其耦合至該第一開關及該第二開關。

(2') 如(1')之光偵測裝置，其進一步包括耦合至該第一節點及一第二電位線之一第三開關。

(3') 如(1')或(2')之光偵測裝置，其中該第一電流源之一電流值小於該第二電流源之一電流值。

(4') 如(1')至(3')中任一項之光偵測裝置，其進一步包括經組態以控

制該第一開關及該第二開關之控制電路系統。

(5') 如(4')之光偵測裝置，其中該控制電路系統經組態以將一啟用信號輸出至該第一開關及該延遲電路，且該延遲電路經組態以將一延遲啟用信號輸出至該第二開關。

(6') 如(5')之光偵測裝置，其中該第一開關經組態以基於該啟用信號切換於一導通狀態與一斷接狀態之間，且該第二開關經組態以基於該延遲啟用信號切換於一導通狀態與一斷接狀態之間。

(7') 如(1')至(6')中任一項之光偵測裝置，其包括：

一第一晶片，其包含該突崩光二極體；及

一第二晶片，其包含該第一開關及該第二開關。

(8') 如(1')至(7')中任一項之光偵測裝置，其進一步包括耦合至該第一電位線及該第一節點之一反相器。

(9') 如(1')至(8')中任一項之光偵測裝置，其中該電極係一陽極。

(10') 如(1')至(8')中任一項之光偵測裝置，其中該電極係一陰極。

(11') 一種偵測光之方法，該方法包括：

提供一突崩光二極體，其中該突崩光二極體之一電極耦合至一第一節點；

提供一第一開關，該第一開關耦合至該第一節點，且經由一第一電流源耦合至一第一電位線；

提供一第二開關，該第二開關耦合至該第一節點，且經由一第二電流源耦合至該第一電位線；及

提供一延遲電路，該延遲電路耦合至該第一開關及該第二開關。

(12') 如(11')之方法，其進一步包括提供耦合至該第一節點及一第二

電位線之一第三開關。

(13') 如(11')或(12')之方法，其進一步包括經由一控制電路系統控制該第一開關及該第二開關。

(14') 如(13')之方法，其進一步包括使一啟用信號自該控制電路系統輸出至該第一開關及該延遲電路及使一延遲啟用信號自該延遲電路輸出至該第二開關。

(15') 如(11')至(14')中任一項之方法，其包括：

提供一第一晶片，該第一晶片包含該突崩光二極體；及

提供一第二晶片，該第二晶片包含該第一開關及該第二開關。

(16') 如(11')至(15')中任一項之方法，其進一步包括提供耦合至該第一電位線及該第一節點之一反相器。

(17') 如(11')至(16')中任一項之方法，其中該電極係一陽極。

(18') 如(11')至(17')中任一項之方法，其中該電極係一陰極。

(19') 一種距離量測系統，其包括：

一光源裝置，其經組態以發射一第一光；及

一光偵測裝置，其經組態以歸因於該第一光而自一物體接收一第二光，該光偵測裝置包含：

一突崩光二極體，其中該突崩光二極體之一電極耦合至一第一節點，

一第一開關，其耦合至該第一節點，且經由一第一電流源耦合至一第一電位線，

一第二開關，其耦合至該第一節點，且經由一第二電流源耦合至該第一電位線，及

一延遲電路，其耦合至該第一開關及該第二開關。

(20') 如(19')之距離量測系統，其中該光偵測裝置包含耦合至該第一節點及一第二電位線之一第三開關。

(22') 如(20')之距離量測系統，其中該第二開關經組態以在該第三開關已切換至一斷接狀態之後及該光偵測裝置接收該第二光之前的一時間切換至一導通狀態。

【符號說明】

【0270】

- 1:距離量測感測器
- 2:光源單元
- 3:光接收單元
- 3a:光接收晶片
- 3b:邏輯晶片
- 4:光源
- 5:光源驅動單元
- 6:像素陣列單元
- 6a:單光子突崩二極體(SPAD)元件
- 6b:連接單元
- 7:脈衝輸出單元
- 8:控制單元
- 9:罩殼
- 11:第一恆定電流源
- 12:第二恆定電流源

- 13:第一開關
- 14:第二開關
- 15:閘控開關
- 16:反相器
- 17:信號線
- 18:延遲電路
 - 18a:反相器
 - 18A:延遲電路
 - 18b:反相器
 - 18B:延遲電路
 - 18c:CMOS電路
 - 18d:恆定電流源
 - 18e:NAND電路
 - 18f:電容器
 - 18g:反相器群組
 - 18h:反相器
 - 18i:輸入端子
 - 18o:輸出端子
- 19:脈衝產生電路
 - 19a:CMOS電路
 - 19A:脈衝產生電路
 - 19b:恆定電流源
 - 19B:脈衝產生電路

19c:互斥OR電路
19d:電容器
19e:反相器群組
19f:反相器
19i:輸入端子
19o:輸出端子
20:反相器
51:距離量測裝置
52:光源單元
53:儲存單元
54:控制單元
55:光學系統
56:電子設備
60:像素電路
100:像素陣列單元
101:距離量測處理單元
102:像素控制單元
103:總體控制單元
104:時脈產生單元
105:光發射時序控制單元
106:介面(I/F)
110:轉換單元
111:產生單元

- 112:信號處理單元
- 113:設定單元
- 200:頻率
- 201:環境光組分
- 202:主動光組分
- 12000:車輛控制系統
- 12001:通信網路
- 12010:驅動系統控制單元
- 12020:車身系統控制單元
- 12030:車輛外部資訊偵測單元
- 12031:成像單元
- 12040:車輛內部資訊偵測單元
- 12041:駕駛員狀態偵測單元
- 12050:積體控制單元
- 12051:微電腦
- 12052:音訊/影像輸出單元
- 12053:車載網路介面(I/F)
- 12061:揚聲器
- 12062:顯示單元
- 12063:儀錶盤
- 12100:車輛
- 12101:成像單元
- 12102:成像單元

12103:成像單元

12104:成像單元

12105:成像單元

12111:成像範圍

12112:成像範圍

12113:成像範圍

12114:成像範圍

d:單位時間

D:距離

I1:電流值

I2:電流值

L1:發射光

L2:反射光

L3:雜散光

S1:信號

t_0 :時間

t_1 :時間

t_{ep} :時間

t_m :光接收時間

Va:預定電壓

Vc:預定電壓

Vdd:電源供應電壓

X:量測物體

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種光偵測裝置，其包括：

一突崩光二極體，其中該突崩光二極體之一電極耦合至一第一節點；

一第一開關，其耦合至該第一節點，且經由一第一電流源耦合至一第一電位線；

一第二開關，其耦合至該第一節點，且經由一第二電流源耦合至該第一電位線；

一延遲電路，其耦合至該第一開關，且經由一脈衝產生電路耦合至該第二開關；及

一第三開關，其耦合至該第一節點及一第二電位線。

【請求項2】

如請求項1之光偵測裝置，其中該第一電流源之一電流值小於該第二電流源之一電流值。

【請求項3】

如請求項1之光偵測裝置，其進一步包括經組態以控制該第一開關及該第二開關之控制電路系統。

【請求項4】

如請求項3之光偵測裝置，其中該控制電路系統經組態以將一啟用信號輸出至該第一開關及該延遲電路，且該延遲電路經組態以將一延遲啟用信號輸出至該第二開關。

【請求項5】

如請求項4之光偵測裝置，其中該第一開關經組態以基於該啟用信號切換於一導通狀態與一斷接狀態之間，且該第二開關經組態以基於該延遲啟用信號切換於一導通狀態與一斷接狀態之間。

【請求項6】

如請求項1之光偵測裝置，其包括：

一第一晶片，其包含該突崩光二極體；及

一第二晶片，其包含該第一開關及該第二開關。

【請求項7】

如請求項1之光偵測裝置，其進一步包括耦合至該第一電位線及該第一節點之一反相器。

【請求項8】

如請求項1之光偵測裝置，其中該電極係一陽極。

【請求項9】

如請求項1之光偵測裝置，其中該電極係一陰極。

【請求項10】

一種偵測光之方法，該方法包括：

提供一突崩光二極體，其中該突崩光二極體之一電極耦合至一第一節點；

提供一第一開關，該第一開關耦合至該第一節點，且經由一第一電流源耦合至一第一電位線；

提供一第二開關，該第二開關耦合至該第一節點，且經由一第二電流源耦合至該第一電位線；

提供一延遲電路，該延遲電路耦合至該第一開關，且經由一脈衝產

生電路耦合至該第二開關；及

提供一第三開關，該第三開關耦合至該第一節點及一第二電位線。

【請求項11】

如請求項10之方法，其進一步包括經由一控制電路系統控制該第一開關及該第二開關。

【請求項12】

如請求項11之方法，其進一步包括使一啟用信號自該控制電路系統輸出至該第一開關及該延遲電路及使一延遲啟用信號自該延遲電路輸出至該第二開關。

【請求項13】

如請求項10之方法，其包括：

提供一第一晶片，該第一晶片包含該突崩光二極體；及

提供一第二晶片，該第二晶片包含該第一開關及該第二開關。

【請求項14】

如請求項10之方法，其進一步包括提供耦合至該第一電位線及該第一節點之一反相器。

【請求項15】

如請求項10之方法，其中該電極係一陽極。

【請求項16】

如請求項10之方法，其中該電極係一陰極。

【請求項17】

一種距離量測系統，其包括：

一光源裝置，其經組態以發射一第一光；及

一光偵測裝置，其經組態以歸因於該第一光而自一物體接收一第二光，該光偵測裝置包含：

一突崩光二極體，其中該突崩光二極體之一電極耦合至一第一節點，

一第一開關，其耦合至該第一節點，且經由一第一電流源耦合至一第一電位線，

一第二開關，其耦合至該第一節點，且經由一第二電流源耦合至該第一電位線，

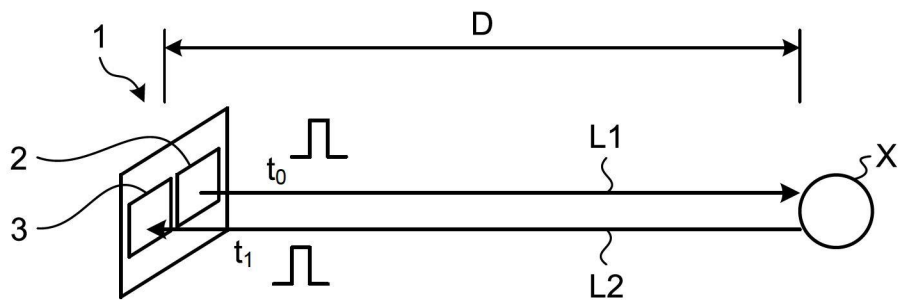
一延遲電路，其耦合至該第一開關，且經由一脈衝產生電路耦合至該第二開關，及

一第三開關，其耦合至該第一節點及一第二電位線。

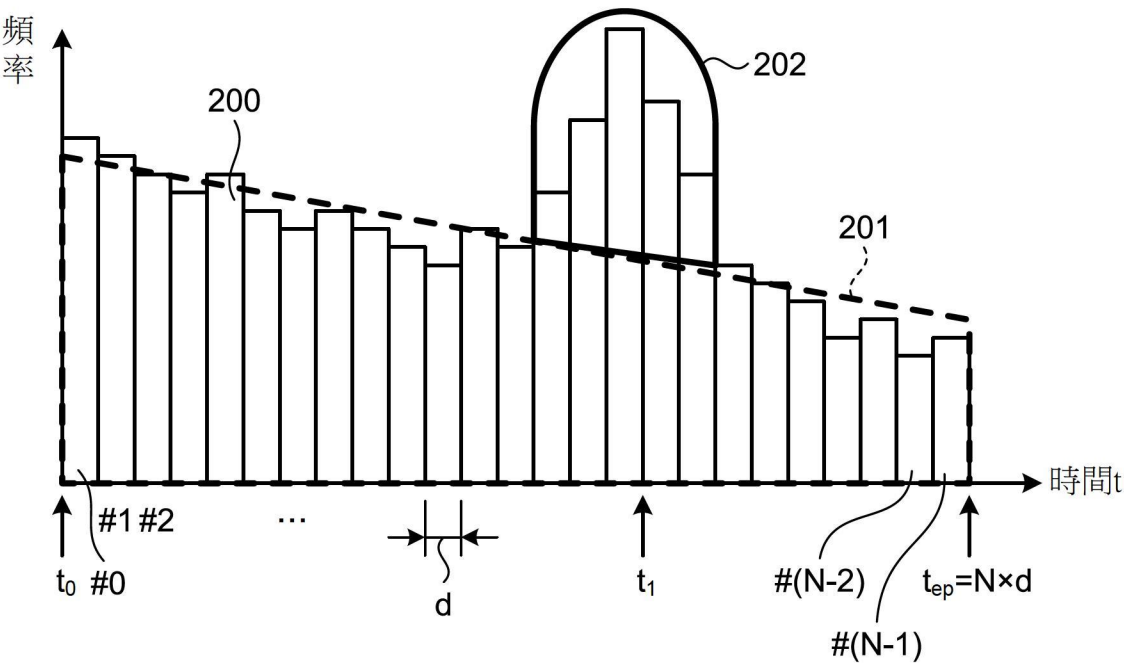
【請求項18】

如請求項17之距離量測系統，其中該第二開關經組態以在該第三開關已切換至一斷接狀態之後及該光偵測裝置接收該第二光之前的一時間切換至一導通狀態。

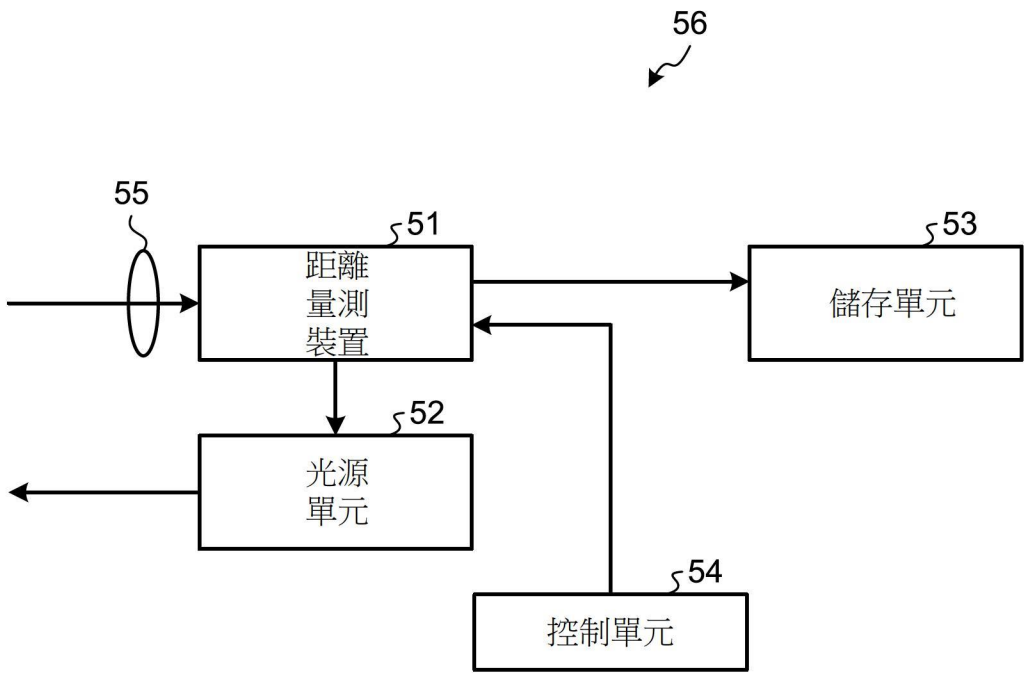
【發明圖式】



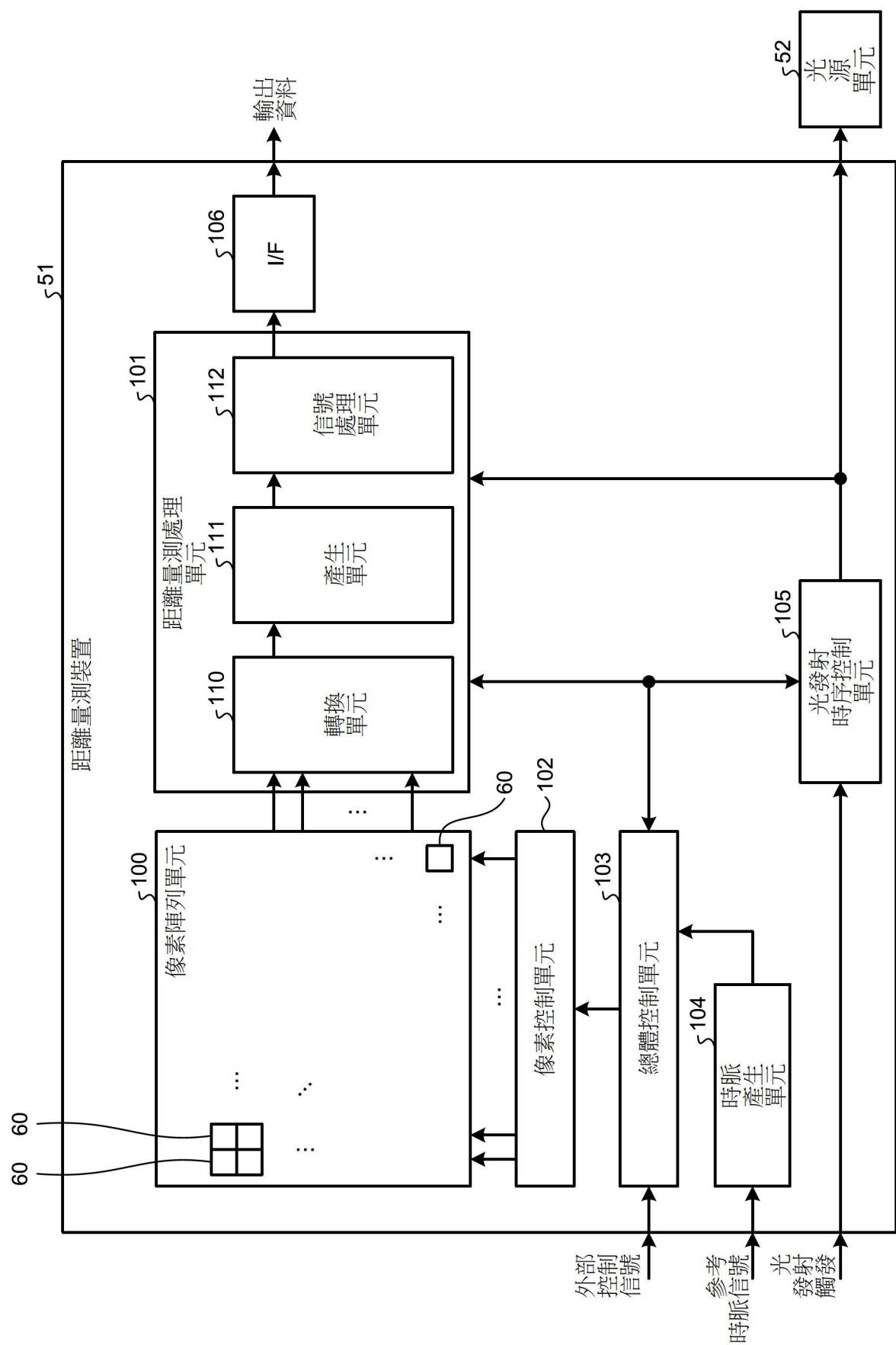
【圖1】



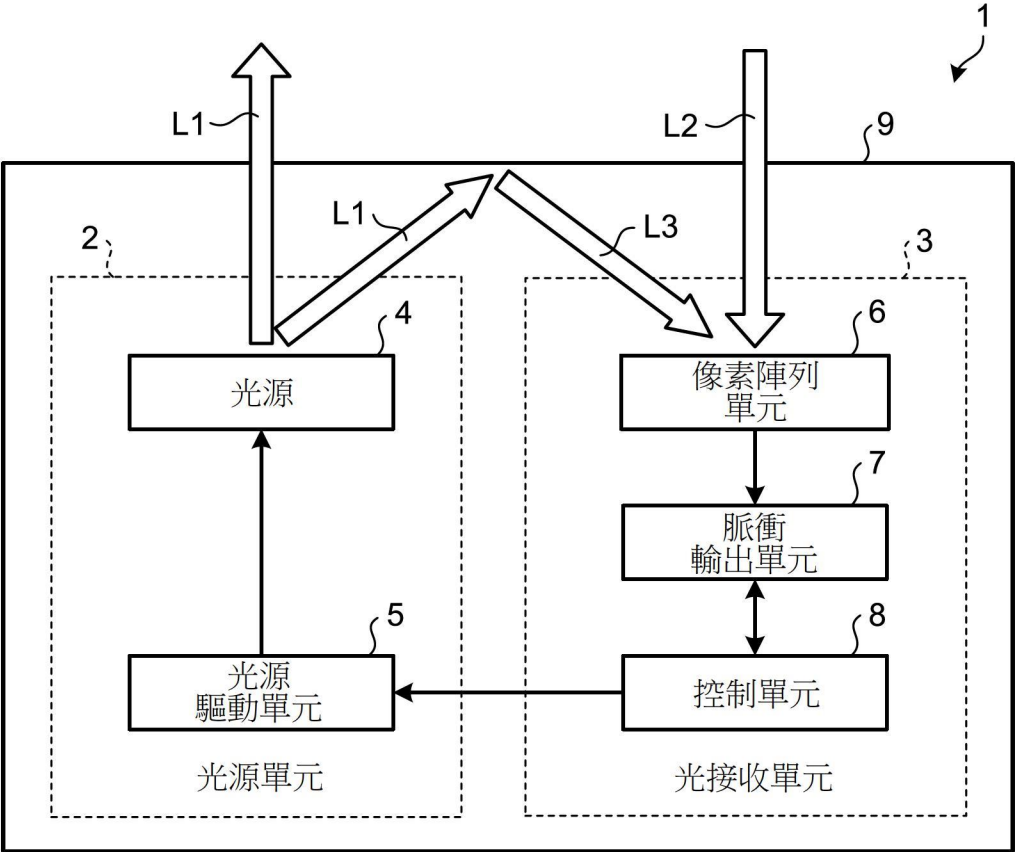
【圖2】



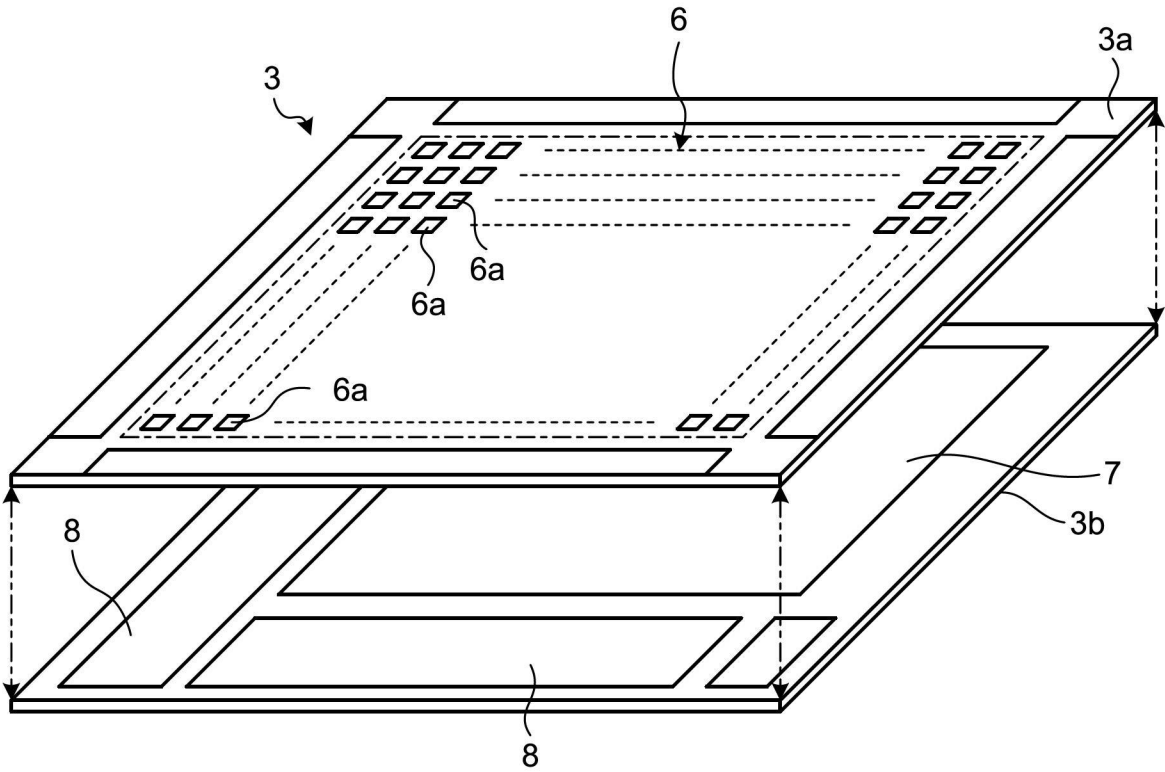
【圖3】



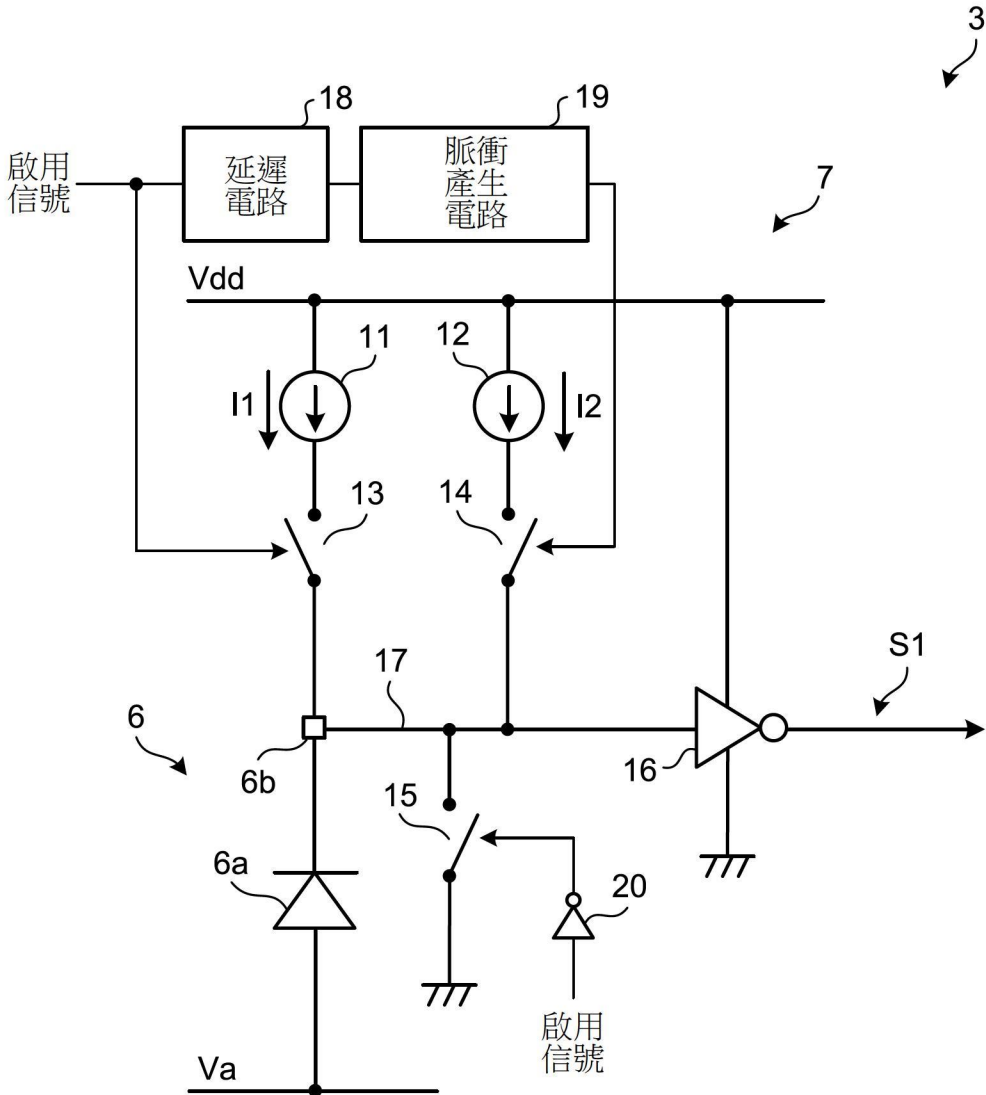
【圖4】



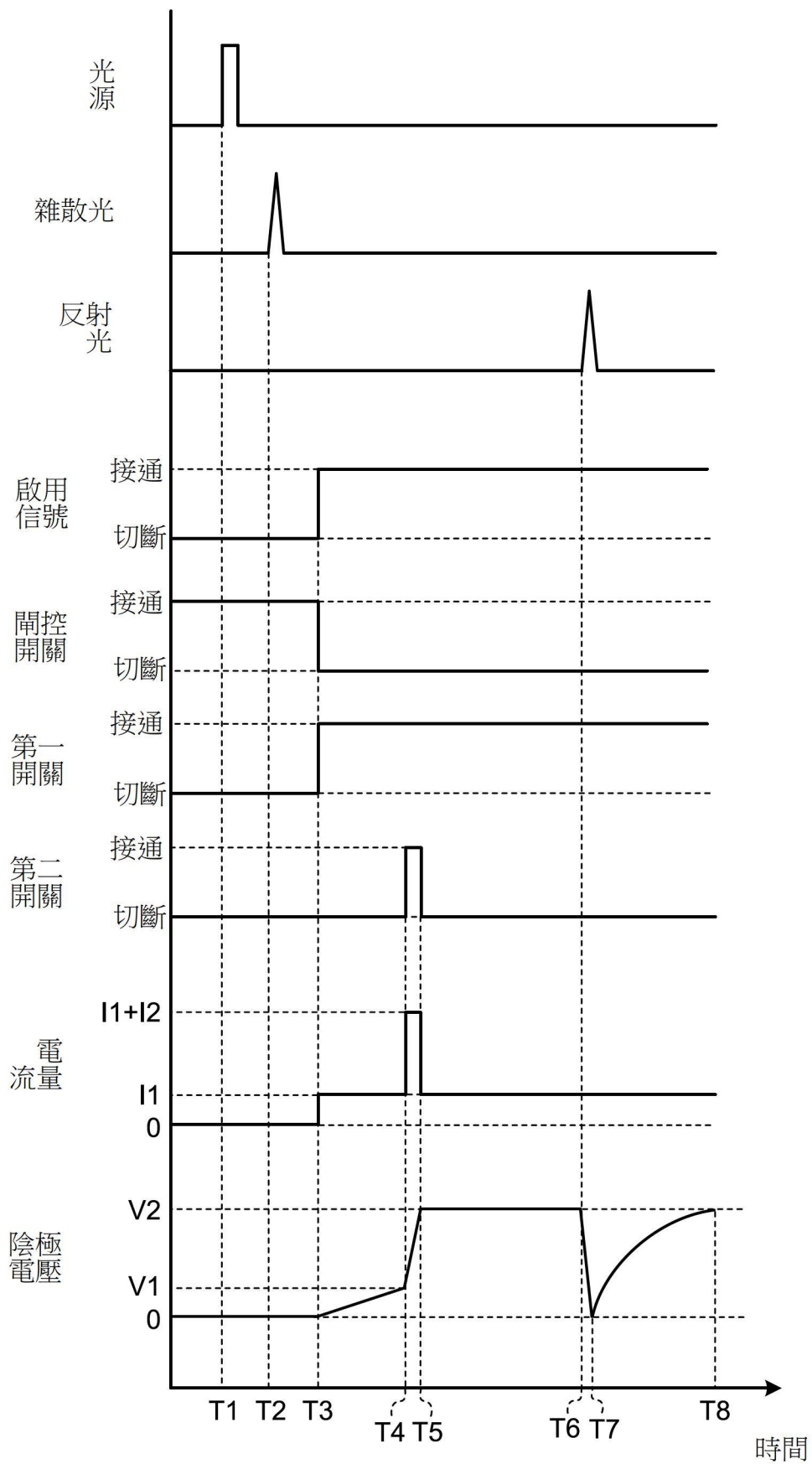
【圖5】



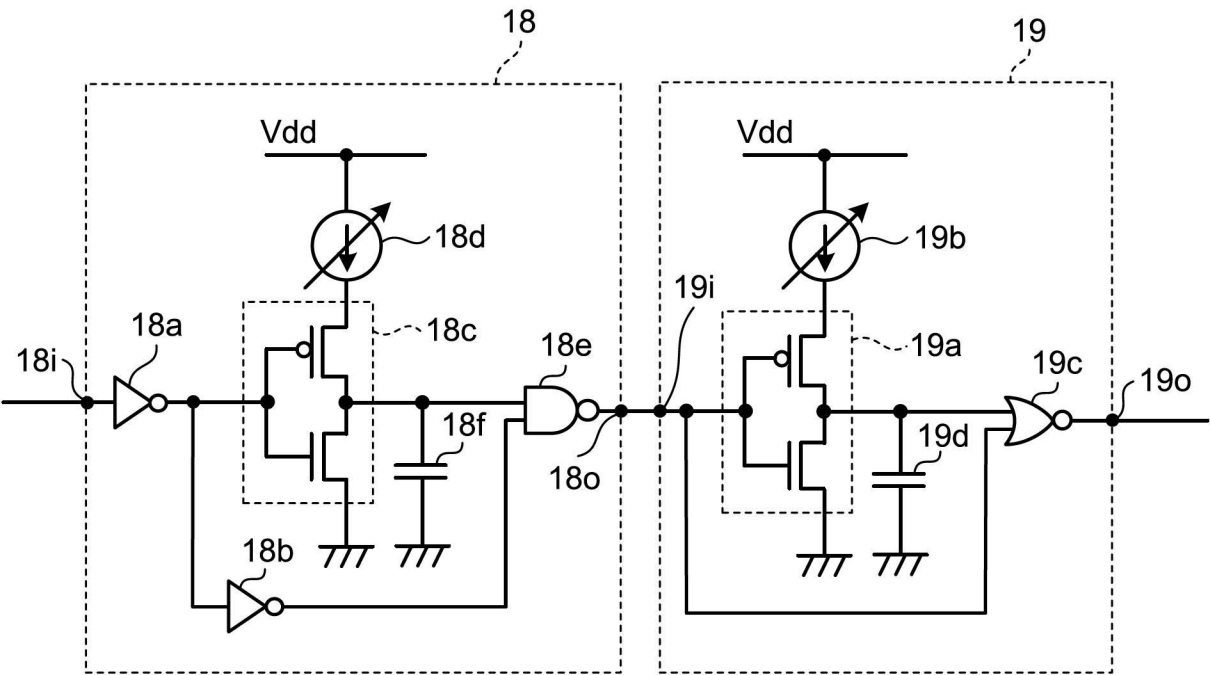
【圖6】



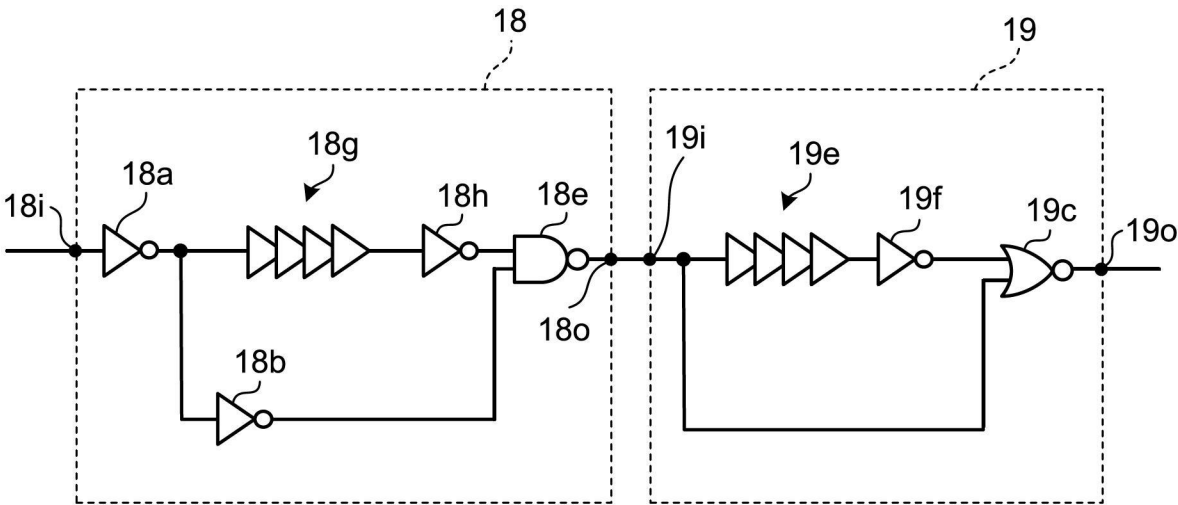
【圖7】



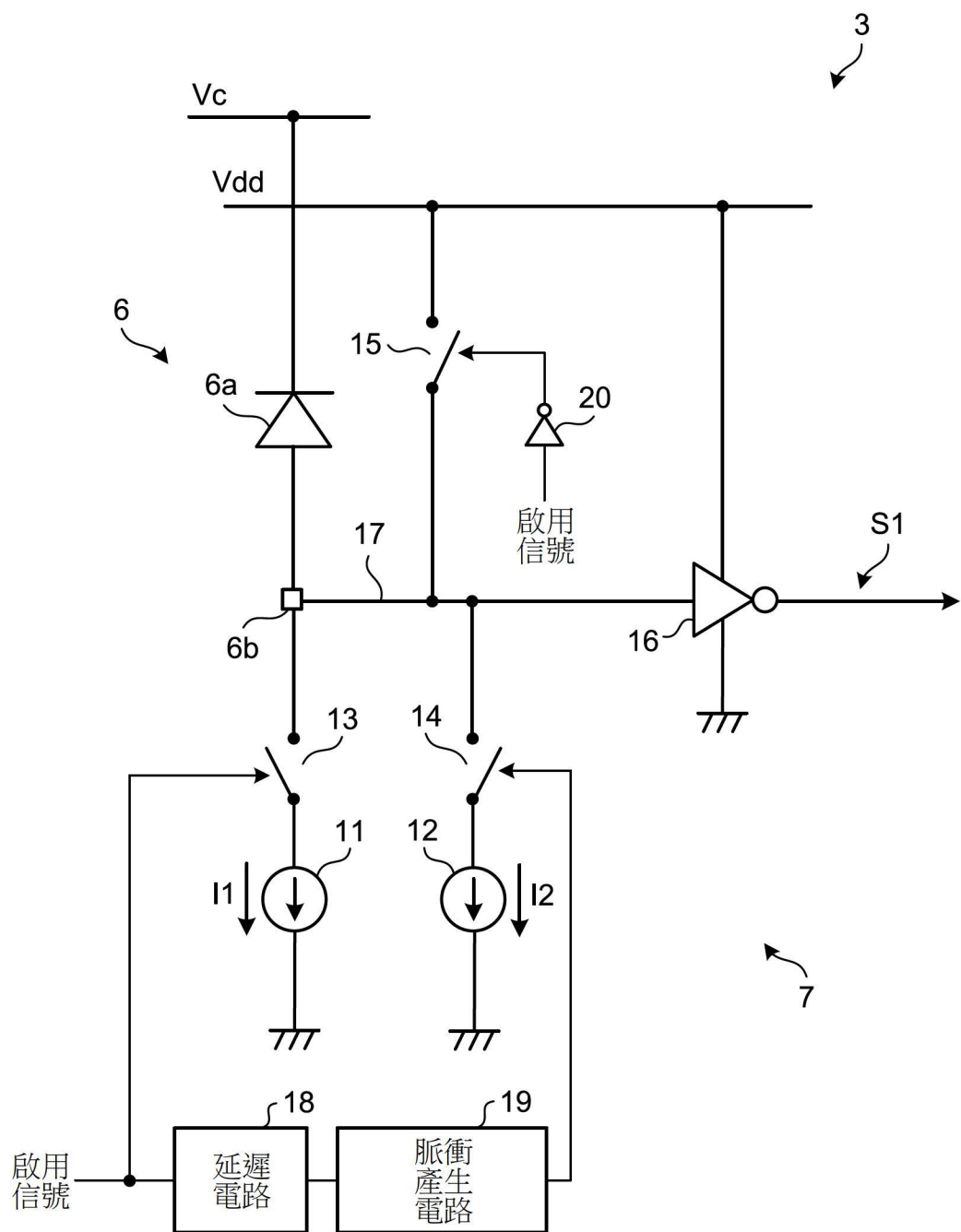
【圖8】



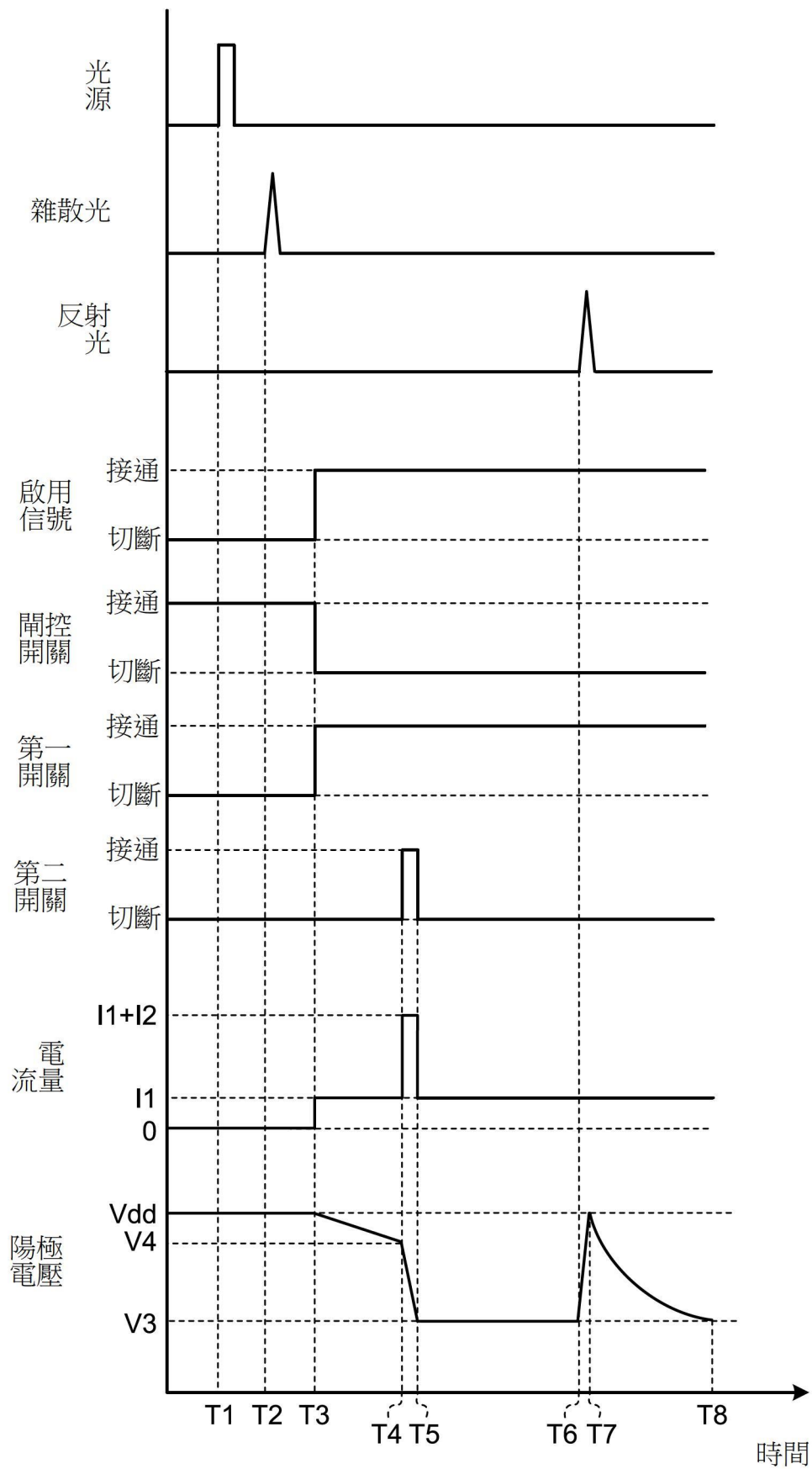
【圖9】



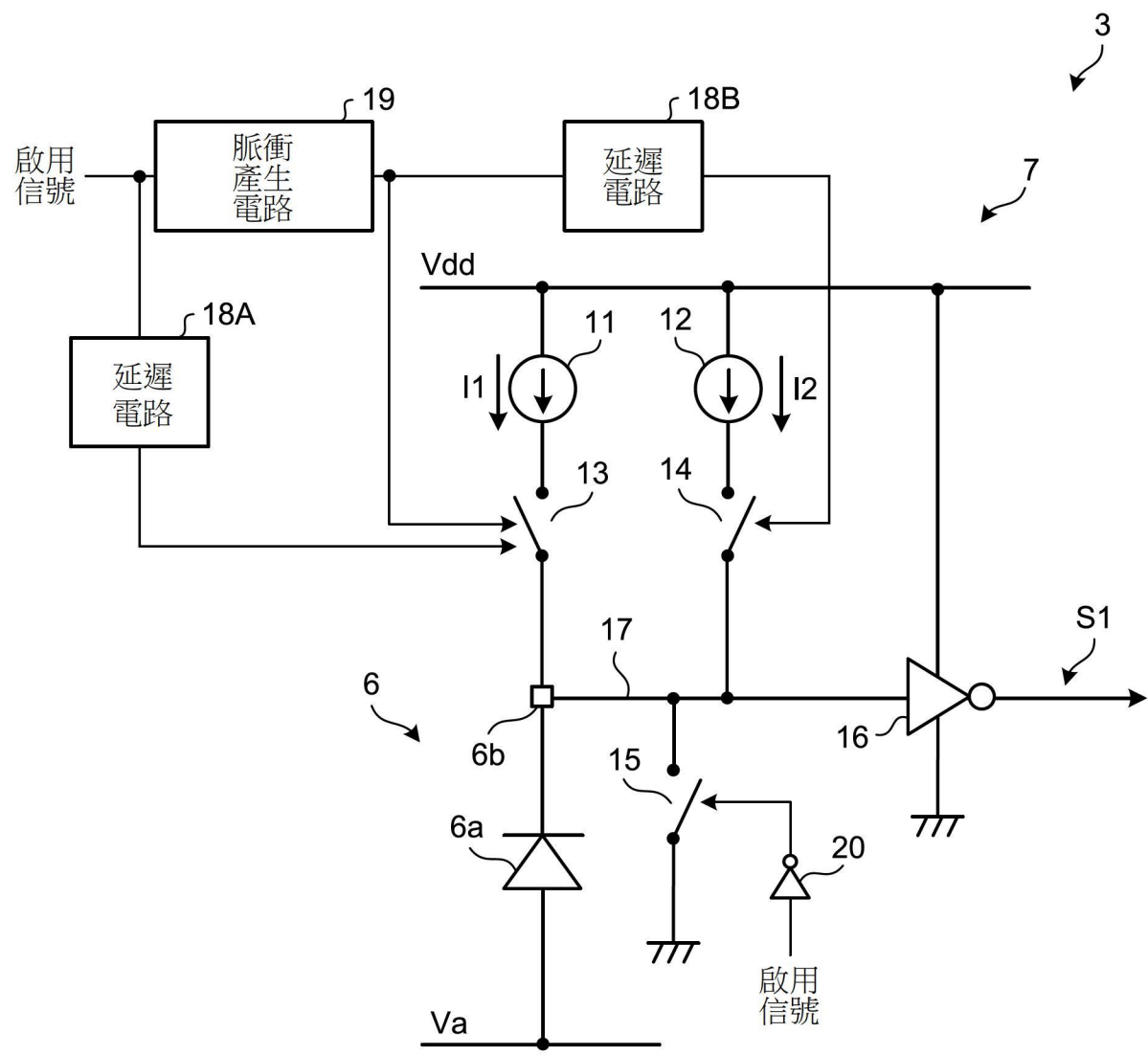
【圖10】



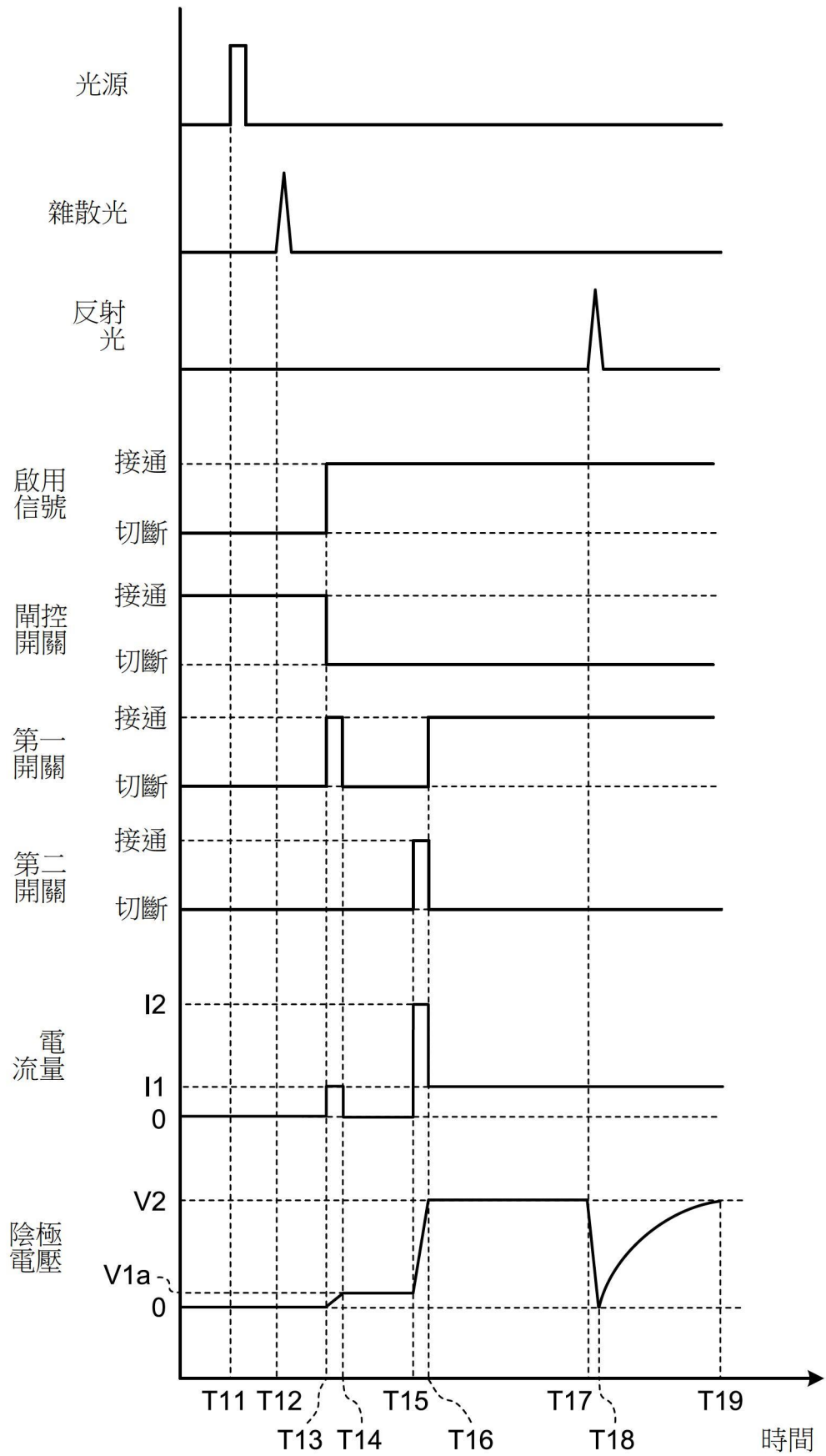
【圖11】



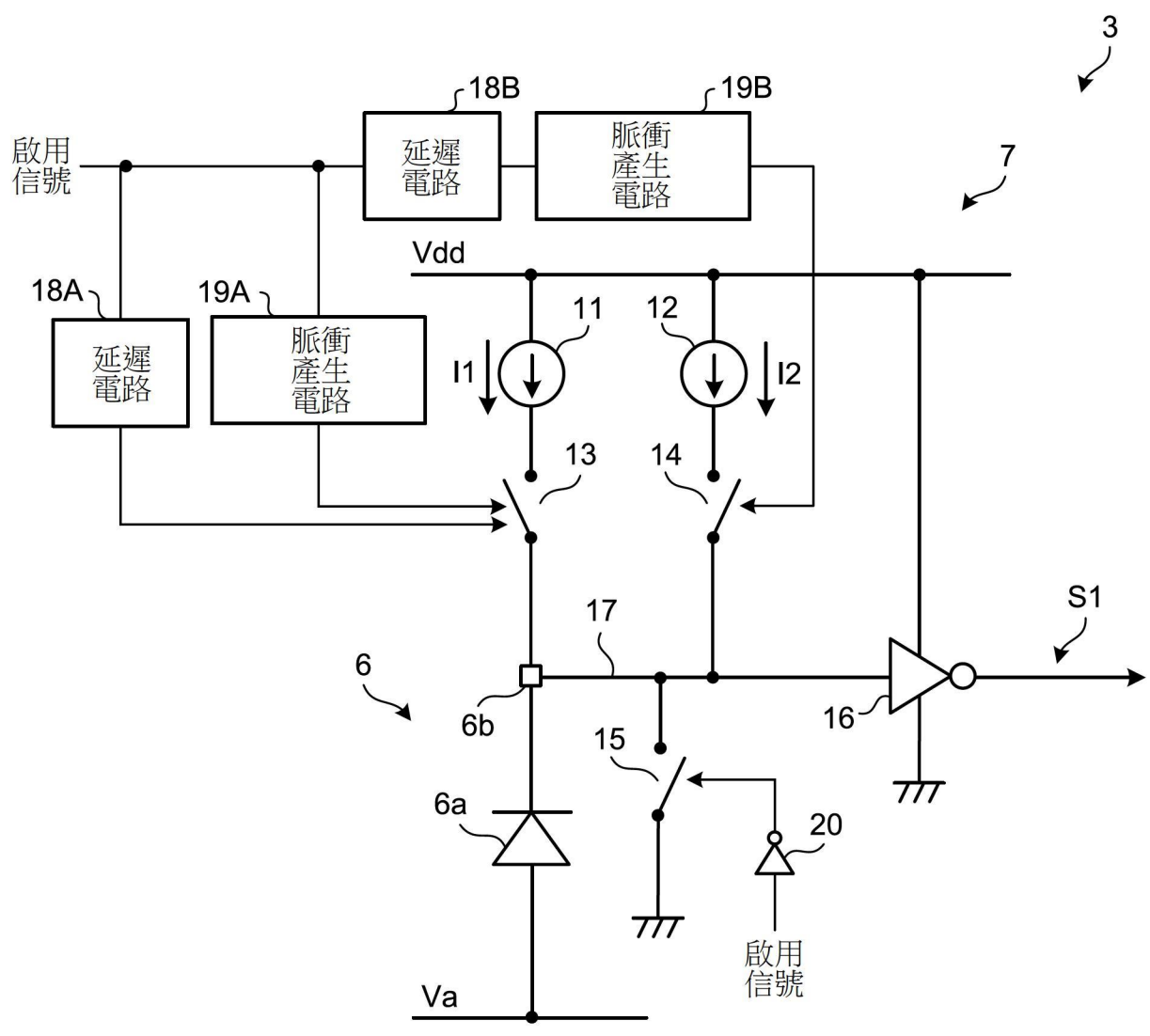
【圖12】



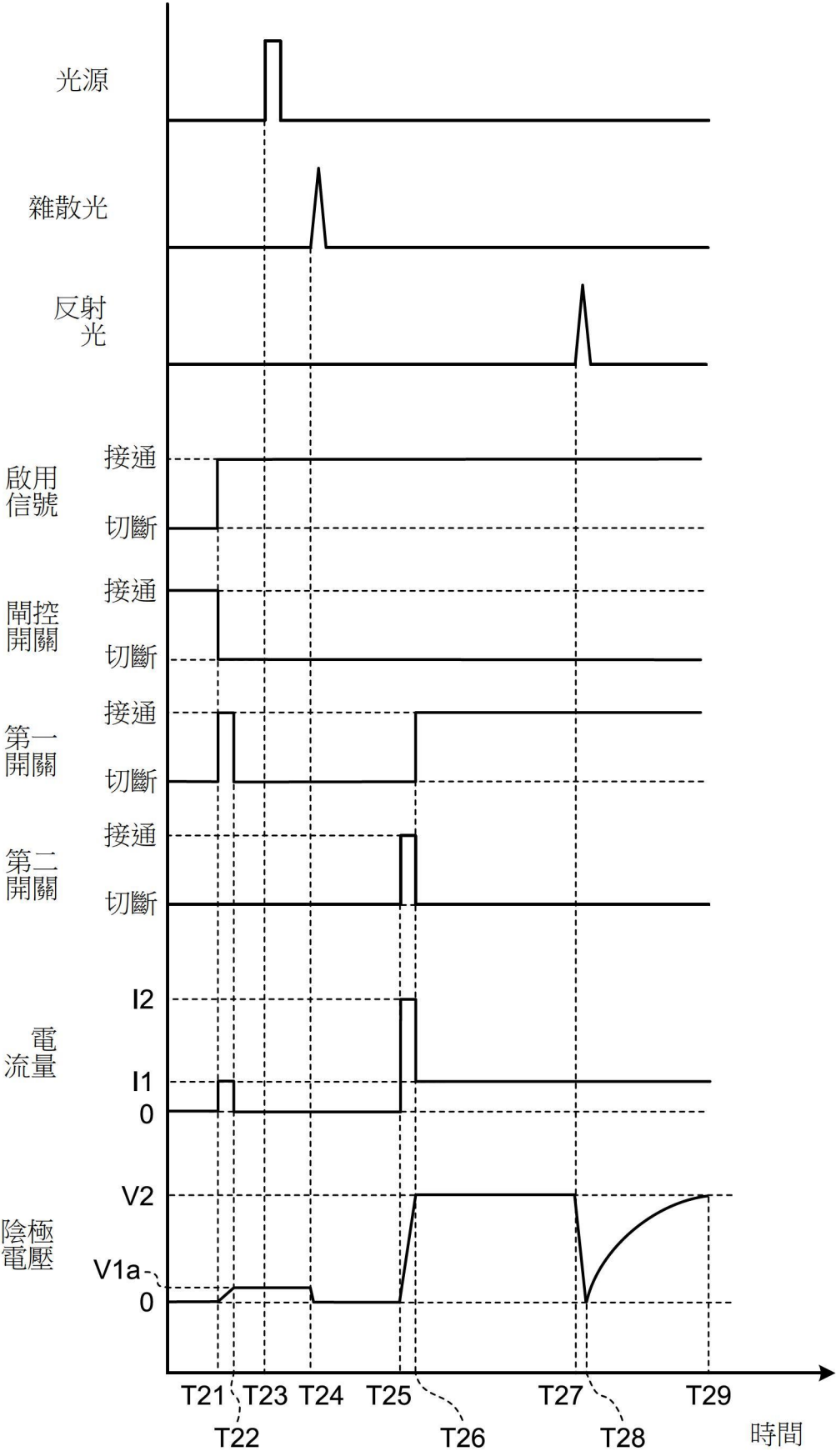
【圖13】



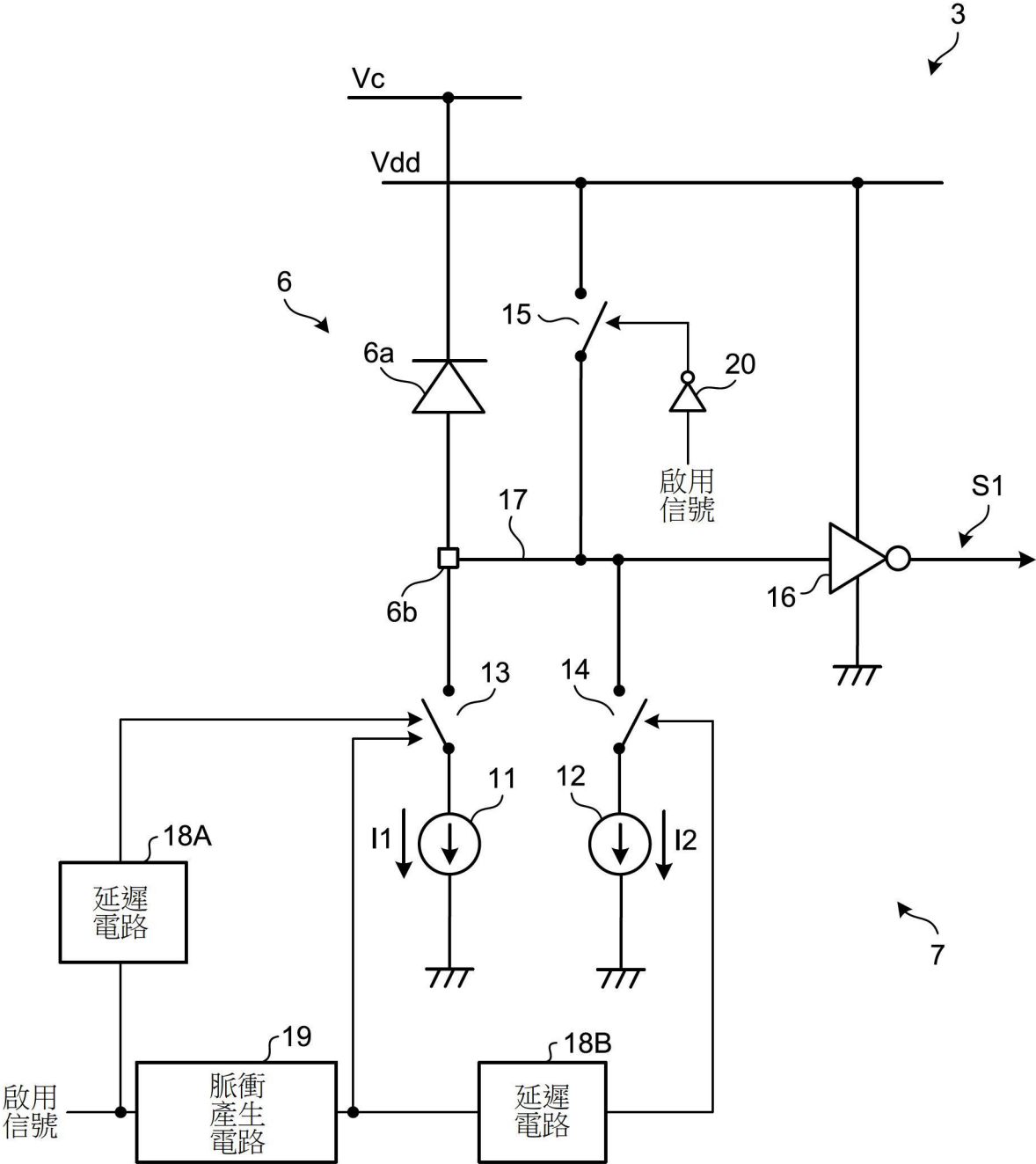
【圖14】



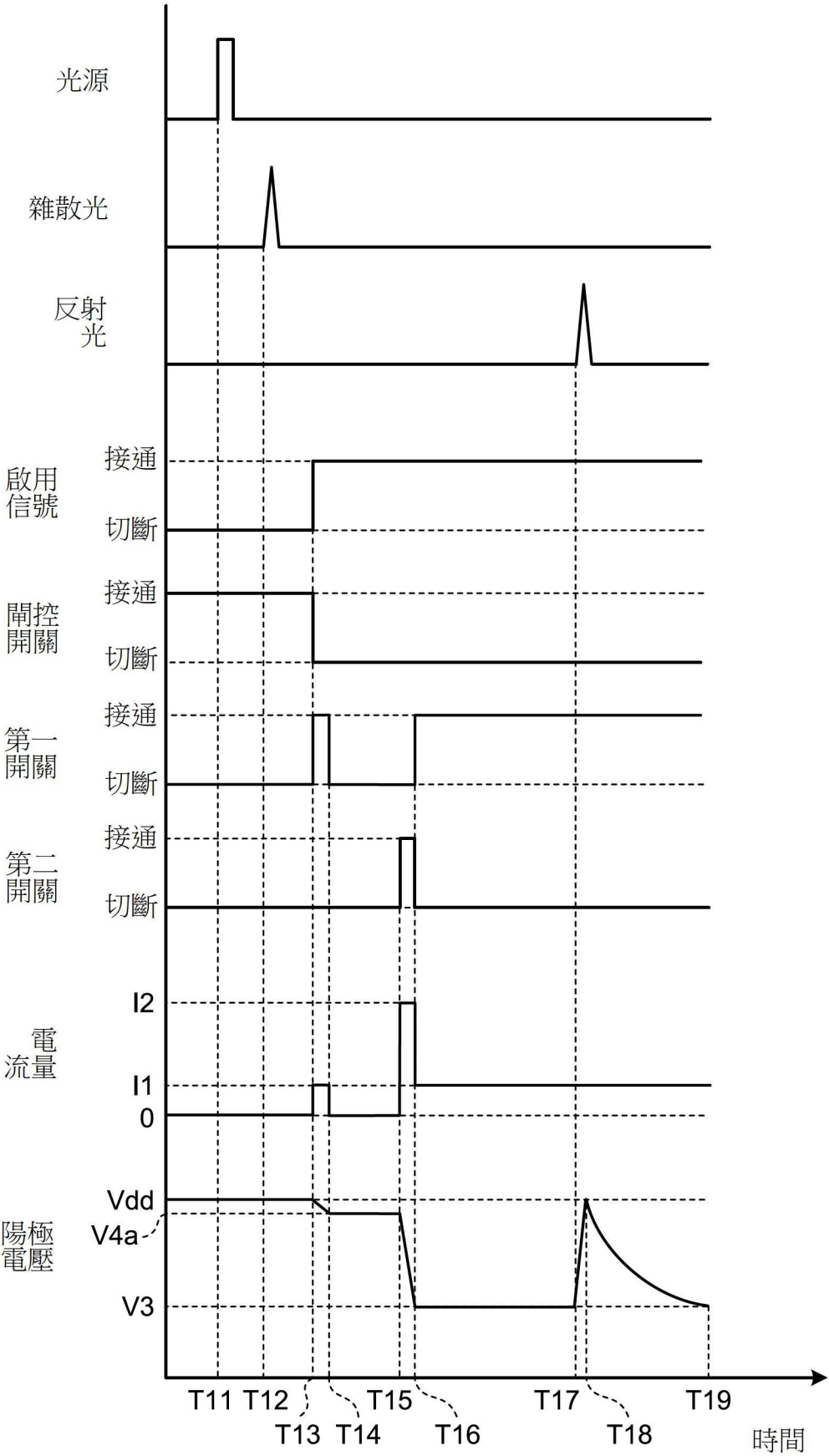
【圖15】



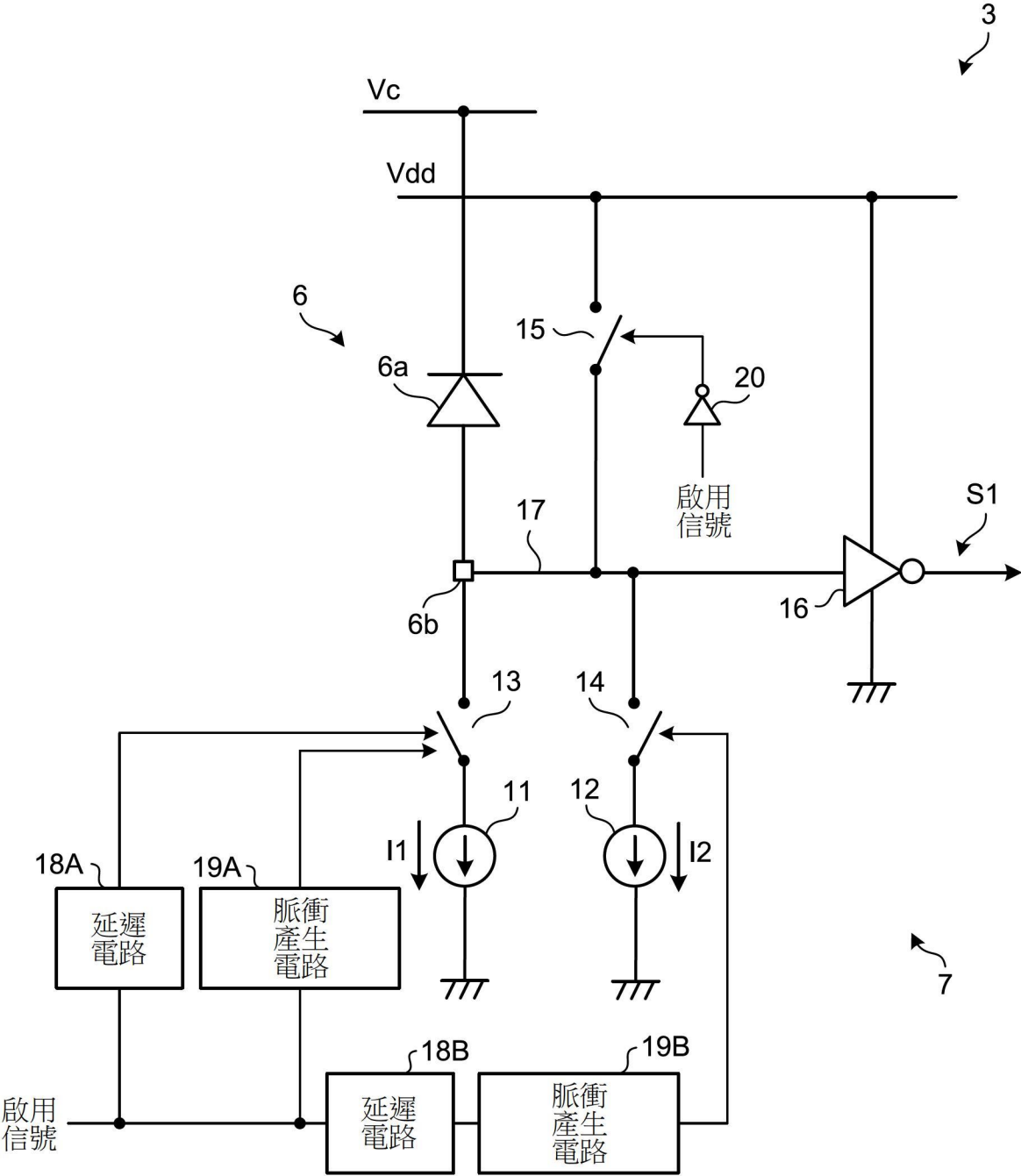
【圖16】



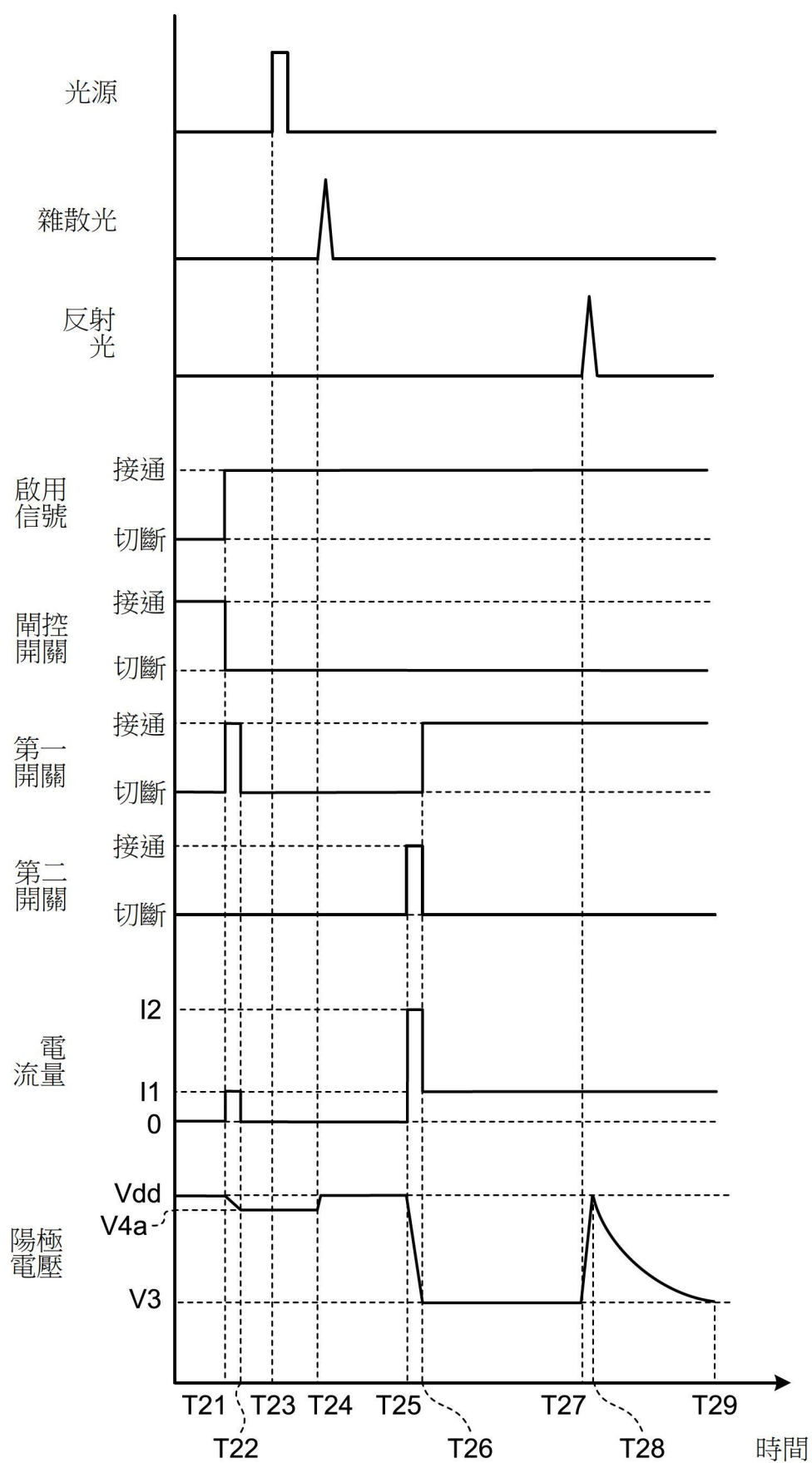
【圖17】



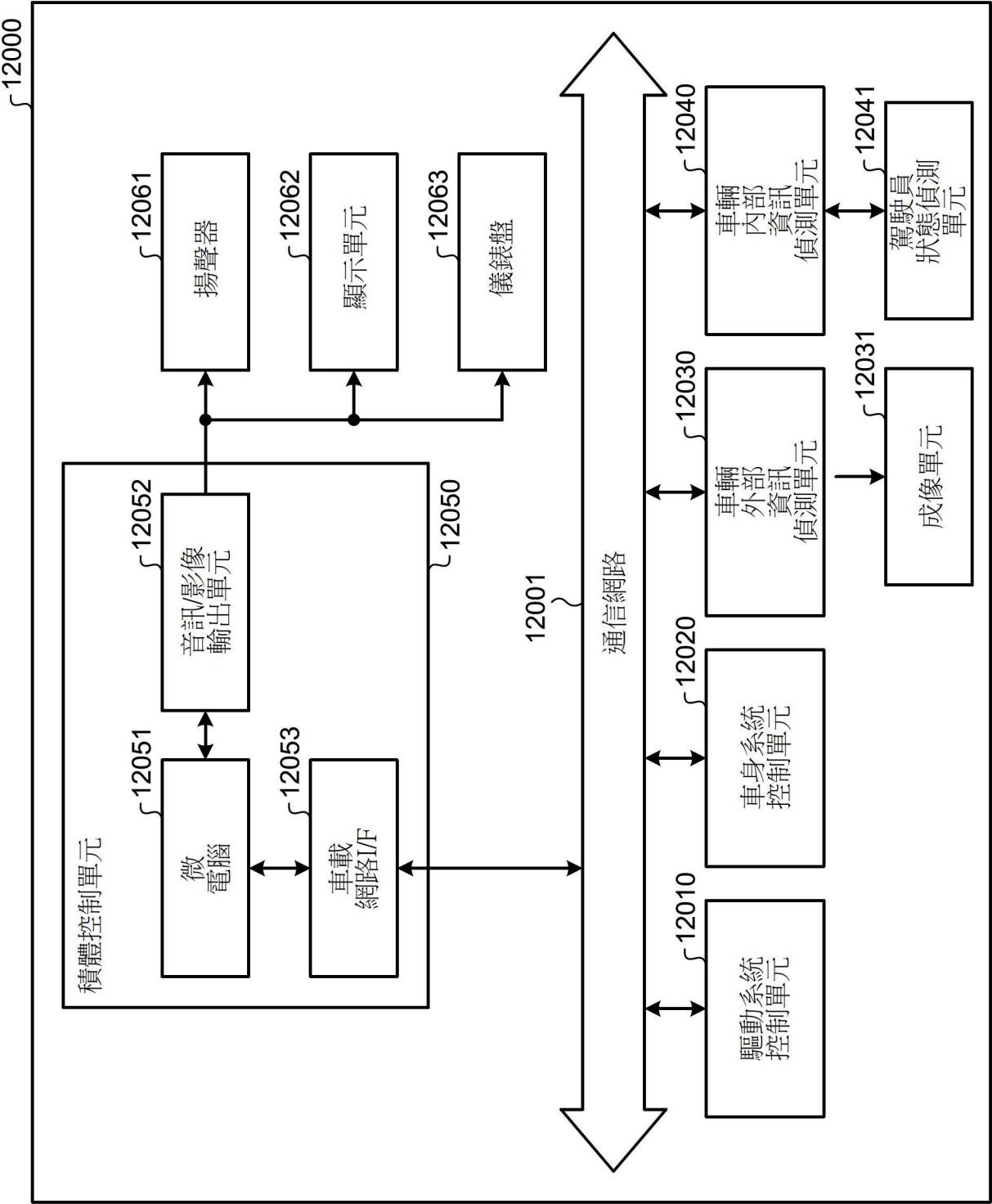
【圖18】



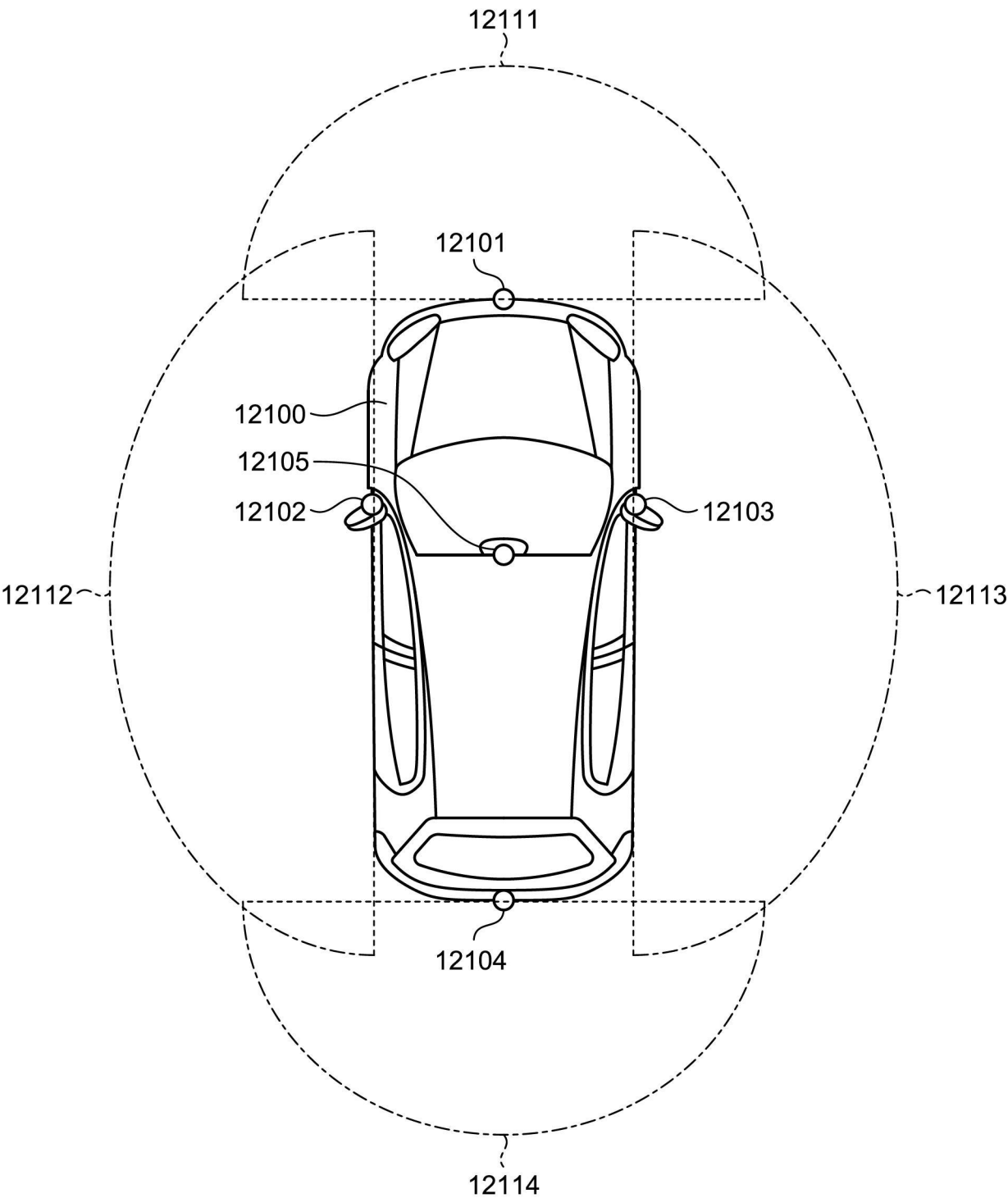
【圖19】



【圖20】



【圖21】



【圖22】