



(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 I575494 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 03 月 21 日

(21)申請案號：101128446

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 08 月 07 日

(51)Int. Cl. : G09G3/32 (2016.01)

(30)優先權：2011/08/19	日本	2011-179737
2011/08/26	日本	2011-184370
2011/09/08	日本	2011-196463

(71)申請人：半導體能源研究所股份有限公司(日本) SEMICONDUCTOR ENERGY  
LABORATORY CO., LTD. (JP)

日本

(72)發明人：黑川義元 KUROKAWA, YOSHIYUKI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW	523635	TW	I250301
TW	I265272	CN	1489702A
US	05422483	US	07893932B2
US	20060157760A1		

審查人員：陳裕民

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：19 共 133 頁

(54)名稱

半導體裝置的驅動方法

METHOD FOR DRIVING SEMICONDUCTOR DEVICE

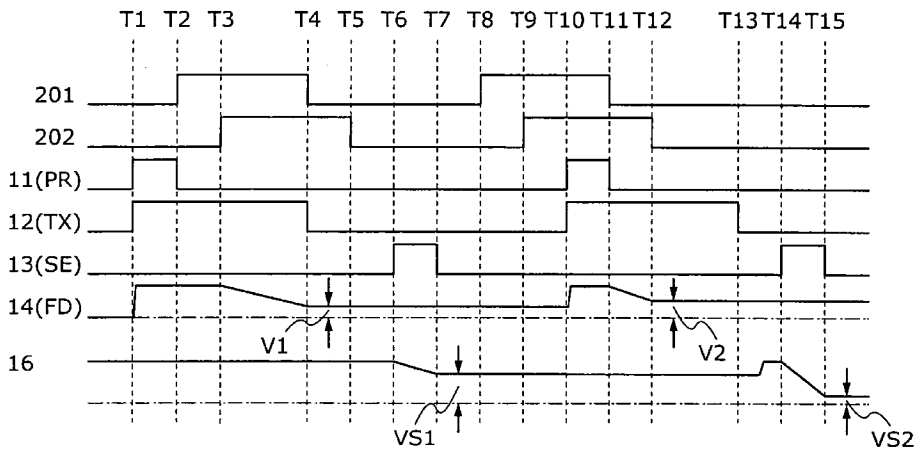
(57)摘要

本發明的一個方式提供一種能夠進行三維拍攝的半導體裝置的驅動方法。該驅動方法還實現使像素微型化、同時進行二維拍攝及三維拍攝以及/或高精度地對高速移動體進行三維拍攝。藉由根據第一照射和第二照射的時序進行第一拍攝和第二拍攝，測量從光源到檢測對象的距離。吸收可見光的第一光電感測器和吸收紅外光的第二光電感測器彼此重疊並能夠同時進行二維拍攝及三維拍攝。此外，藉由利用相鄰的光電感測器檢測來自檢測對象的大致同一個點的反射光，還可以防止高速地移動的檢測對象中的三維拍攝精度的降低。

A method for driving a semiconductor device which enables three-dimensional imaging is provided. The method for driving the semiconductor device also enables a reduction in the size of a pixel, two-dimensional imaging concurrently with the three-dimensional imaging, and/or accurate three-dimensional imaging of a fast-moving object. The distance from a light source to an object is measured by performing a first imaging and a second imaging with respect to the timings of the first irradiation and the second irradiation, respectively. A first photosensor absorbing visible light and a second photosensor absorbing infrared light are overlapped with each other and enable the two-dimensional imaging and the three-dimensional imaging, respectively, to be performed concurrently. Adjacent photosensors detect light reflected off substantially the same point of an object, preventing a reduction in the accuracy of the three-dimensional imaging of a fast-moving object.

指定代表圖：

圖2



符號簡單說明：

11 . . . 信號線

12 . . . 信號線

13 . . . 信號線

14 . . . 節點

16 . . . 信號線

201 . . . 脈衝

202 . . . 脈衝

T1~T15 . . . 時刻

V1、V2 . . . 電位

VS1、VS2 . . . 電位

# 發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101128446

※申請日：101 年 08 月 07 日

※IPC 分類：G09G 3/32 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

半導體裝置的驅動方法

Method for driving semiconductor device

## 二、中文發明摘要：

本發明的一個方式提供一種能夠進行三維拍攝的半導體裝置的驅動方法。該驅動方法還實現使像素微型化、同時進行二維拍攝及三維拍攝以及/或高精度地對高速移動體進行三維拍攝。藉由根據第一照射和第二照射的時序進行第一拍攝和第二拍攝，測量從光源到檢測對象的距離。吸收可見光的第一光電感測器和吸收紅外光的第二光電感測器彼此重疊並能夠同時進行二維拍攝及三維拍攝。此外，藉由利用相鄰的光電感測器檢測來自檢測對象的大致同一個點的反射光，還可以防止高速地移動的檢測對象中的三維拍攝精度的降低。

**三、英文發明摘要：**

A method for driving a semiconductor device which enables three-dimensional imaging is provided. The method for driving the semiconductor device also enables a reduction in the size of a pixel, two-dimensional imaging concurrently with the three-dimensional imaging, and/or accurate three-dimensional imaging of a fast-moving object. The distance from a light source to an object is measured by performing a first imaging and a second imaging with respect to the timings of the first irradiation and the second irradiation, respectively. A first photosensor absorbing visible light and a second photosensor absorbing infrared light are overlapped with each other and enable the two-dimensional imaging and the three-dimensional imaging, respectively, to be performed concurrently. Adjacent photosensors detect light reflected off substantially the same point of an object, preventing a reduction in the accuracy of the three-dimensional imaging of a fast-moving object.

四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

11：信號線

12：信號線

13：信號線

14：節點

16：信號線

201：脈衝

202：脈衝

T1~T15：時刻

V1、V2：電位

VS1、VS2：電位

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

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種具有光電感測器的半導體裝置的驅動方法，特別關於一種應用飛行時間（Time Of Flight：TOF）方式的半導體裝置的驅動方法。

### 【先前技術】

能夠由光的到達時間差決定的檢測信號來測量從光源到檢測對象的距離的三維距離測量感測器引人注目。三維距離測量感測器被期待應用於廣範圍的用途諸如藉由虛擬鍵盤、姿態識別等得到的資訊的輸入裝置、各種機械的視覺感測器、安全系統、智慧安全氣囊用感測器、車載感測器等。

考慮到消費者對更安全且更舒適的生活環境的追求以及老齡化社會的發展等，可以將移動體檢測感測器用於檢測侵入者等的防盜措施或用於檢測衛生間或浴室內的跌倒等異常情況。為了更正確地把握移動的人或物體的狀況，對用來高精度地取得關於移動體的資訊（目標物的存在、位置、運動、大小等）的技術進行研究開發。

TOF 方式是指藉由檢測從光源（距離測量感測器）照射的光（照射光）到達檢測對象的時間與由檢測對象反射的光（反射光）到達距離測量感測器的時間的差，來藉由計算得出從光源到檢測對象的距離的方式。可以由下述算式表示從光源到檢測對象的距離  $x$ 。在此， $c$  表示光速（

$3 \times 10^8 \text{ m/s}$  ) ,  $\Delta t$  表示時間差 ( 參照圖 5 ) 。

[算式 1]

$$x = \frac{(c \times \Delta t)}{2}$$

作為三維距離測量感測器的一個例子，非專利文獻 1 公開了一種三維距離測量裝置，該三維距離測量裝置為了進行三維空間中的距離測量，將反射紅外光的檢測期間分為兩次，取得不同的檢測信號，並使用 TOF 方式進行三維拍攝。

在非專利文獻 2 中，應用非專利文獻 1 中的光電感測器的結構來在每個圖框期間中交替進行能夠得到二維資訊（來自檢測對象的反射光的強度、色彩等）的二維拍攝和能夠得到三維資訊（從光源到檢測對象的距離）的三維拍攝。此外，進行多次紅外線照射且使用 TOF 方式來進行三維拍攝。

[非專利文獻 1]S.J.Kim et al, " A Three-Dimensional Time-of-Flight CMOS Image Sensor With Pinned-Photodiode Pixel Structure " ,IEEE Electron Device Letter, Vol.31, No.11, Nov.2010.

[非專利文獻 2]S.J.Kim et al, " A 640×480 Image Sensor with Unified Pixel Architecture for 2D/3D Imaging in 0.11um CMOS " , 2011 Symposium on VLSI Circuits Digest of Technical Papers, PP.92-93.



CMOS 影像感測器被要求像素的微型化。一般來說，安裝在 CMOS 影像感測器中的光電感測器傳送利用光電二極體中的光電轉換生成的電荷，將電荷積累在電容保持節點中，且在使被積累的電荷放大之後讀出作為檢測信號。

在非專利文獻 1 中提出了一種方法，其中為了應用 TOF 方式測量從光源到檢測對象的距離，藉由控制拍攝期間分別在照射期間和反射期間重疊的期間的拍攝時及在照射期間和反射期間不重疊的期間的拍攝時進行反射紅外光的檢測。但是，為了實現該方法，需要對一般的光電感測器追加新的電晶體。光電感測器的元件數的增大阻礙像素的微型化。

此外，雖然在非專利文獻 1 所提出的方法中，藉由兩次紅外光照射取得不同的檢測信號，但是難以連續地進行各反射紅外光的檢測。也就是說，從最初的拍攝的結束到下一個拍攝的開始之間產生時間差。因此，發生非專利文獻 1 所提出的方法不適合於移動體的位置檢測的問題。特別是，當檢測對象的移動速度快時，位置檢測精度顯著地降低。

在非專利文獻 2 所提出的方法中，需要在二維拍攝和三維拍攝之間切換圖框期間。因此，在利用二維拍攝的資訊取得和利用三維拍攝的資訊取得之間產生時間差，所以發生難以一次取得兩者資訊的問題。

再者，當重視電荷的傳送效率而增大與光電二極體電連接的積累電晶體（storage transistor）的通道寬度時，

還存在截止電流增大且光電感測器的電荷保持特性惡化的問題。

### 【發明內容】

鑒於上述問題，本發明的課題之一是提供實現像素的微型化以及能夠進行三維拍攝的半導體裝置的驅動方法。

此外，本發明的課題之一是提供一種實現像素的微型化以及能夠同時進行二維拍攝和三維拍攝的同時進行的半導體裝置的驅動方法。

此外，本發明的課題之一是提供一種實現像素的微型化以及能夠進行移動體的高精度的位置檢測的半導體裝置的驅動方法。

此外，本發明的課題之一是提供一種電荷保持特性優良的半導體裝置的驅動方法。

以相同時間進行其時序彼此不同的第一照射及第二照射，對應於第一照射及第二照射進行第一拍攝及第二拍攝，並且藉由在第一拍攝及第二拍攝中取得由光的到達時間差決定的第一檢測信號及第二檢測信號，測量從光源到檢測對象的距離。藉由控制使積累在光電感測器的節點中的電荷量變化的電晶體的閘極電極的電位，實現三維拍攝以及半導體裝置的像素的微型化。

也就是說，本發明的一個方式是一種半導體裝置的驅動方法，包括如下步驟：從光源對檢測對象以相同時間進行第一照射及其時序與第一照射不同的第二照射；使用光

電二極體檢測因第一照射產生的來自檢測對象的第一反射光以及因第二照射產生的來自檢測對象的第二反射光；使用從光電二極體輸出的光電流在第一照射開始之後的第一照射期間和第一反射期間重疊的期間中將使積累在節點中的電荷量變化的電晶體的閘極電極的電位設定為高電位，以進行第一拍攝，且在第二照射結束之後的第二反射期間中將使積累在浮動擴散中的電荷量變化的電晶體的閘極電極的電位設定為高電位，以進行第二拍攝；以  $\Delta t$  表示第一照射期間的開始時刻和第一反射期間的開始時刻之間的時間差，以  $\alpha$  表示比例常數；從第一拍攝取得第一檢測信號  $S1$ ；從第二拍攝取得第二檢測信號  $S2$ ；以及根據下述算式使用第一檢測信號及第二檢測信號測量從光源到檢測對象的距離  $x$ ，以  $T$  表示第一照射期間，且以  $c$  表示光速，

$$x = \frac{(c \times T \times S2)}{2 \times (S1 + S2)}。$$

此外，本發明的一個方式是一種半導體裝置的驅動方法，包括如下步驟：以相同時間從光源對檢測對象進行第一照射及其時序與第一照射不同的第二照射；使用光電二極體檢測因第一照射產生的來自檢測對象的第一反射光以及因第二照射產生的來自檢測對象的第二反射光；使用從光電二極體輸出的光電流在第一照射開始之後的第一照射期間和第一反射期間重疊的期間中將使積累在節點中的電

荷量變化的電晶體的閘極電極的電位設定為高電位，以進行積累在與電晶體的源極電極和汲極電極中的一方電連接的節點中的電荷的變化量多的第一拍攝，且在第二照射結束之後的第二反射期間中將使積累在節點中的電荷量變化的電晶體的閘極電極的電位設定為高電位，以進行積累在與電晶體的源極電極和汲極電極中的一方電連接的浮動擴散中的電荷的變化量少的第二拍攝；以  $\Delta t$  表示第一照射期間的開始時刻和第一反射期間的開始時刻之間的時間差，以  $\alpha$  表示比例常數；從第一拍攝取得第一檢測信號  $S1$ ；從第二拍攝取得第二檢測信號  $S2$ ；以及根據下述算式使用第一檢測信號及第二檢測信號測量從光源到檢測對象的距離  $x$ ，以  $T$  表示第一照射期間，且以  $c$  表示光速，

$$x = \frac{(c \times T \times S2)}{2 \times (S1 + S2)}。$$

此外，以相同時間進行其時序彼此不同的第一照射及第二照射，對應於第一照射及第二照射進行第一拍攝及第二拍攝，並且藉由在第一拍攝及第二拍攝中取得由光的到達時間差決定的第一檢測信號及第二檢測信號，測量從光源到檢測對象的距離。再者，在包括第一拍攝期間及第二拍攝的期間進行第三拍攝取得第三檢測信號。此外，藉由重疊吸收可見光並透過紅外光的第一光電感測器和吸收紅外光的第二光電感測器，先利用第一光電感測器吸收可見光並利用第二光電感測器主要吸收紅外光，可以實現半導

體裝置的像素的微型化並可以同時進行二維拍攝和三維拍攝的同時進行。

也就是說，本發明的一個方式是一種半導體裝置的驅動方法，包括如下步驟：重疊地設置吸收可見光並具有透過第一紅外光及第二紅外光的第一半導體層的第一光電二極體和具有吸收第一紅外光及第二紅外光的第二半導體層的第二光電二極體；從光源對檢測對象以相同時間進行第一紅外光照射及其時序與第一紅外光照射不同的第二紅外光照射；使用第一光電二極體吸收可見光；使用從第一光電二極體輸出的光電流至少在因第一紅外光產生的檢測對象的反射光被照射到第一光電二極體之前到因第二紅外光產生的檢測對象的反射光被照射到第一光電二極體之後的第一期間中將使積累在第一節點中的電荷量變化的第一電晶體的閘極電極的電位設定為高電位；藉由檢測出該第一期間的可見光取得檢測對象的二維資訊；使用第二光電二極體吸收第一紅外光及第二紅外光；使用從第二光電二極體輸出的光電流在第一紅外光照射開始之後的第一紅外光照射期間和第一紅外光反射期間重疊的第二期間中將使積累在第二浮動擴散節點中的電荷量變化的第二電晶體的閘極電極的電位設定為高電位；藉由檢測出該第二期間的第一紅外光取得第一檢測信號 S1；在第二紅外光照射結束之後的包括在第二紅外光反射期間中的第三期間中使積累在第二節點中的電荷量變化的第二電晶體的閘極電極的電位設定為高電位；藉由檢測該第三期間的第二紅外光取得

第二檢測信號 S2；以  $\Delta t$  表示第一紅外光照射期間的開始時刻和第一紅外光反射期間的開始時刻之間的時間差，以  $\alpha$  表示比例常數；以及藉由根據下述算式使用第一檢測信號 S1 及第二檢測信號 S2 測量從光源到檢測對象的距離  $x$ ，以 T 表示第一紅外光照射期間，且以  $c$  表示光速來取得檢測對象的三維資訊

$$x = \frac{(c \times T \times S2)}{2 \times (S1 + S2)}。$$

此外，在上述結構中，作為第一半導體層可以使用非晶矽。

此外，在上述結構中，作為第二半導體層可以使用結晶矽或單晶矽。

此外，從光源對檢測對象進行光照射，相鄰的第一光電二極體和第二光電二極體吸收反射光。利用包括第一光電二極體的第一光電感測器進行的第一拍攝及利用包括第二光電二極體的第二光電感測器進行的第二拍攝在時間上連續。藉由在第一拍攝期間中利用該第一光電感測器檢測來自光照射時的檢測對象的反射光，得到第一檢測信號。另外，藉由在第二拍攝期間中利用該第二光電感測器檢測來自光照射之後的檢測對象的反射光，得到第二檢測信號。藉由不使第一拍攝的結束和第二拍攝的開始之間產生時間差，即使檢測對象是移動體也能夠不降低位置檢測精度地測量從光源到檢測對象的距離。

也就是說，本發明的一個方式是一種半導體裝置的驅動方法，包括如下步驟：從光源對檢測對象進行光照射；利用相鄰的第一光電二極體和第二光電二極體吸收來自檢測對象的同一點的反射光；在光照射開始之後的照射期間和反射期間重疊的第一期間中，為了進行第一拍攝，使用從第一光電二極體輸出的光電流將使積累在第一節點中的電荷量變化的第一電晶體的閘極電極的電位設定為高電位，藉由檢測該第一期間的被照射到第一光電二極體的反射光取得第一檢測信號 S1，且在光照射結束之後的包括在反射期間中的第二期間，為了進行第二拍攝，使用從第二光電二極體輸出的光電流將使積累在第二節點中的電荷量變化的第二電晶體的閘極電極的電位設定為高電位，藉由該第二期間中的被照射到第二光電二極體的反射光取得第二檢測信號 S2；在光照射結束之後還連續地進行反射光的檢測；以  $\Delta t$  表示光照射期間的開始時刻和反射期間的開始時刻之間的時間差，以  $\alpha$  表示比例常數；從第一拍攝取得第一檢測信號 S1；從第二拍攝取得第二檢測信號 S2；根據下述算式使用第一檢測信號及第二檢測信號測量從光源到檢測對象的距離  $x$ ，以  $T$  表示光照射期間，且以  $c$  表示光速，

$$x = \frac{(c \times T \times S2)}{2 \times (S1 + S2)}。$$

此外，在上述結構中，檢測對象也可以是移動體。

此外，在上述結構中，檢測對象也可以高速地移動。

在上述結構中，作為電晶體的半導體層也可以使用氧化物半導體材料。

在上述結構中，作為電晶體的半導體層也可以使用矽材料。

上述結構解決上述課題中的至少一個。

此外，在本說明書中，“反射光檢測”即指“實質上的拍攝”。因此，“反射光檢測開始時刻”是指“實質上的拍攝開始時刻”，且它的意思與“拍攝開始時刻”的意思不同。同樣，“反射光檢測結束時刻”是指“實質上的拍攝結束時刻”，且它的意思與“拍攝結束時刻”不同。

此外，在本說明書中，“第一拍攝”是指“實質上的第一拍攝”，而“第二拍攝”是指“實質上的第二拍攝”。

根據本發明的一個方式，藉由基於對應於照射光從光電二極體產生的光電流來控制使積累在節點中的電荷量變化的電晶體的閘極電極的電位，可以以較少的元件構成光電感測器並實現三維拍攝，由此還可以實現半導體裝置的像素的微型化。此外，藉由重疊地設置吸收可見光的第一光電二極體和吸收紅外光的第二光電二極體，可以實現二維拍攝和三維拍攝的同時進行。另外，在相鄰的光電二極體中，藉由控制與該光電二極體電連接的電晶體的閘極電極的電位，可以實現移動體的三維拍攝。再者，藉由提高該電晶體的保持特性，還可以提高光電感測器的性能並提供在 TOF 方式中也有效的驅動方法。



**【實施方式】**

參照圖式對實施方式進行詳細說明。但是，本發明不侷限於以下說明，所屬技術領域的普通技術人員可以很容易地理解一個事實就是其方式及詳細內容在不脫離本發明的宗旨及其範圍的情況下可以被變換為各種各樣的形式。因此，本發明不應該被解釋為僅侷限在以下所示的實施方式所記載的內容中。注意，在下面說明的發明結構中，在不同的圖式中共同使用相同的元件符號來表示相同的部分或具有相同功能的部分，而省略反復說明。

**[實施方式 1]**

在本實施方式中，參照圖 1 至圖 4 說明應用 TOF 方式的半導體裝置的驅動方法。更具體地，說明一種半導體裝置的驅動方法，其中對應於第一照射期間及第二照射期間（時間長度相同，而時序不同）進行第一拍攝及第二拍攝，藉由檢測因第一反射產生的第一反射光取得由光的到達時間差決定的第一檢測信號，並藉由檢測因第二反射產生的第二反射光取得由光的到達時間差決定的第二檢測信號，由此測量從光源到檢測對象的距離。

本說明書所公開的發明的一個方式的半導體裝置所具有的光電感測器由三個電晶體及一個光電二極體構成。圖 1 是示出半導體裝置所具有的光電感測器 100 的結構的電路圖的一個例子。光電感測器 100 包括光電二極體 102、

電晶體 103、電晶體 104 以及電晶體 105。

第一信號線 11 是重設信號線 (PR)。第二信號線 12 是電荷積累信號線 (TX)。第三信號線 13 是選擇信號線 (SE)。第五信號線 15 是光電感測器基準信號線。第六信號線 16 是光電感測器輸出信號線。

在光電感測器 100 中，光電二極體 102 的一個電極與第一信號線 11 電連接，光電二極體 102 的另一個電極與電晶體 103 的源極電極和汲極電極中的一方電連接。電晶體 103 的源極電極和汲極電極中的另一方與電晶體 104 的閘極電極及節點 14 電連接。電晶體 104 的源極電極和汲極電極中的一方與第五信號線 15 電連接。電晶體 105 的源極電極和汲極電極中的一方與第六信號線 16 電連接。電晶體 104 的源極電極和汲極電極中的另一方與電晶體 105 的源極電極和汲極電極中的另一方電連接。電晶體 103 的閘極電極與第二信號線 12 電連接，並且電晶體 105 的閘極電極與第三信號線 13 電連接。

另外，雖然在圖 1 中示出了光電二極體 102 的陽極與第一信號線 11 電連接，光電二極體 102 的陰極與電晶體 103 的源極電極和汲極電極中的一方電連接的結構，但是不侷限於此。光電二極體 102 的陰極可以與第一信號線 11 電連接，並且光電二極體 102 的陽極可以與電晶體 103 的源極電極和汲極電極中的一方電連接。

光電二極體 102 是產生由被照射的光決定的光電流的光電轉換元件。因此，藉由檢測由檢測對象反射的光，使

光電流流過該光電二極體 102。

電晶體 103 用作控制實質上的拍攝期間的電晶體。在所公開的發明的一個方式中，當將第一信號線 11 的電位從“L”切換為“H”並將電晶體 103 的閘極電極的電位（第二信號線 12 的電位）從“L”切換為“H”時，正電荷積累在節點 14 中。當在使電晶體 103 的閘極電極的電位（第二信號線 12 的電位）維持為“H”的狀態下將第一信號線 11 的電位從“H”切換為“L”時，開始拍攝且對應於被照射到光電二極體 102 的光負電荷積累在節點 14 中。此外，當將電晶體 103 的閘極電極的電位（第二信號線 12 的電位）從“H”切換為“L”時結束拍攝。

在本實施方式中，當第一拍攝時，以在開始第一反射光的檢測的同時開始第一拍攝並在結束第一照射的同時結束第一拍攝的方式控制第一信號線 11 及第二信號線 12 的電位。此外，當第二拍攝時，以在結束第二照射的同時開始第二拍攝並在結束第二反射光的檢測的同時結束第二拍攝的方式控制第一信號線 11 及第二信號線 12 的電位。

換言之，在第一照射期間和第一反射期間重疊的期間中將電晶體 103 的閘極電極的電位控制為“H”，在第二照射開始之後的第二照射期間和第二反射期間不重疊的期間中將電晶體 103 的閘極電極的電位控制為“H”，在第一反射光檢測期間及第二反射光檢測期間中將電晶體 103 的閘極電極的電位控制為“H”，即可。

電晶體 104 用作放大積累在節點 14 中的電荷的電晶

體。電晶體 105 用作控制光電感測器的輸出的電晶體。當被輸入到電晶體 105 的閘極電極的信號（第三信號線 13 的電位）從“L”切換為“H”時，信號被讀出。

如上所述，光電感測器 100 由四個元件，即一個光電二極體和三個電晶體構成。因為可以使用較少的元件構成光電感測器，所以容易高密度地集體光電感測器而實現像素的微型化。

另外，作為用於電晶體 103 的半導體層，使用氧化物半導體層較佳。為了將藉由對光電二極體 102 照射光生成的電荷長時間地保持在節點 14 中，需要使用截止電流極低的電晶體構成與光電二極體電連接的電晶體 103。因此，藉由作為半導體層使用氧化物半導體材料，可以提高光電感測器 100 的性能。

此外，當想在短時間內將藉由對光電二極體 102 照射光生成的電荷積累在節點 14 中時，作為用於電晶體 103 的半導體層也可以使用非晶矽、微晶矽、多晶矽、單晶矽等的材料。藉由使用這些材料，能夠構成遷移率高的電晶體，由此可以將電荷在短時間內積累在節點 14 中。

說明具有光電感測器 100 的半導體裝置的驅動方法。藉由使用該驅動方法，可以利用應用 TOF 方式的三維拍攝測量從光源到檢測對象的距離。

參照圖 2 及圖 3 所示的時序圖說明具體的驅動方法。首先，在圖 2 中說明光電感測器 100 的工作。接著，在圖 3 中說明驅動方法的特徵及利用應用 TOF 方式的三維拍攝

的距離測量方法。

注意，在圖 2 及圖 3 所示的時序圖中，在脈衝 201 及脈衝 202 中 “H” 表示 “照射”，“L” 表示 “非照射”，在其他脈衝中，“H” 表示電位高的狀態，“L” 表示電位低的狀態。

圖 2 是光電感測器 100 的時序圖。在時刻 T1 至時刻 T15 之間從光源對檢測對象進行兩次照射（第一照射及第二照射）。另外，第二照射的時序與第一照射不同，並且進行第一照射及第二照射的照射時間相同。此外，在第一照射及第二照射中，從光源到檢測對象的距離不變，並且從時刻 T2 到時刻 T3 的時間（時間差）和從時刻 T8 到時刻 T9 的時間（時間差）相同。

在時刻 T1，將第一信號線 11 設定為 “H”。再者，將第二信號線 12 設定為 “H”（第一復位）。此時，光電二極體 102 及電晶體 103 導通，而節點 14 變為 “H”。

在時刻 T2，開始從光源對檢測對象的第一照射。在脈衝 201 中，從 “L”（非照射）變為 “H”（照射）。該時刻為第一照射開始時刻。此外，將第一信號線 11 設定為 “L”，且使第二信號線 12 維持為 “H”。

在時刻 T3，從光源發射的第一照射光被檢測對象反射，而第一反射光開始入射到半導體裝置中。在脈衝 202 中，從 “L”（非照射）變為 “H”（照射）。該時刻為第一反射開始時刻。

此外，時刻 T3 也是第一反射光檢測開始時刻。可以

在時刻 T3 開始反射光的檢測。

在時刻 T3 至時刻 T4 之間（第一反射光檢測，所謂的實質上的第一拍攝），節點 14 的電位對應於第一反射光的強度而變化。因光電二極體 102 的截止電流，節點 14 的電位開始從“H”降低。截止電流與被照射到光電二極體 102 的光（反射光）的強度及照射時間成比例。

在此，說明節點 14 的電位變化與被照射到光電二極體 102 的光（反射光）的強度及照射時間之間的關係。當檢測期間的時間長度相同時，光強度越高，節點 14 的電位變化越大。此外，當強度相同時，光檢測期間越長，節點 14 的電位變化越大。因此，光強度越大且光檢測期間越長，光電二極體 102 的截止電流增大而節點 14 的電位變化越大。

在時刻 T4，結束從光源對檢測對象的第一照射。在脈衝 201 中，從“H”（照射）變為“L”（非照射）。該時刻為第一照射結束時刻。此外，將第二信號線 12 設定為“L”。此時，第一拍攝結束。此外，該第一拍攝結束時刻與第一照射結束時刻一致。此外，時刻 T4 也是第一反射光檢測結束時刻。

另外，節點 14 的電位在時刻 T4 之後固定。時刻 T4 時的節點 14 的電位（V1）由在第一反射光檢測期間中從光電二極體 102 發射的光電流決定。也就是說，節點 14 的電位取決於光強度等。

此外，根據時刻 T4 時的節點 14 的電位（V1）決定第

一檢測信號。因為第一反射光檢測期間越長，節點 14 的電位變化越大，所以時刻 T4 的節點 14 的電位（V1）越小。

另外，在時刻 T1 至時刻 T4 之間被照射到光電二極體 102 的光都是指第一反射光，即，從光源對檢測對象照射的光被檢測對象反射的光。

在時刻 T5，結束由檢測對象反射的第一反射光的對半導體裝置的入射。在脈衝 202 中，從“H”（照射）變為“L”（非照射）。該時刻為第一反射結束時刻。

另外，當將第二信號線 12 設定為“L”時，因第二信號線 12 和節點 14 之間的寄生電容節點 14 的電位發生變化。當電位變化大時，在第一拍攝中，不能準確地獲取由光電二極體 102 所生成的光電流。因此，為了減少寄生電容的影響，減少電晶體 103 的閘極電極和汲極電極之間的電容或電晶體 103 的閘極電極和汲極電極之間的電容或者將儲存電容連接到節點 14 等的措施是有效的。在根據本發明的一個方式的光電感測器 100 中實施這些措施，所以可以忽視起因於寄生電容的節點 14 的電位變化。

在時刻 T6，將第三信號線 13 設定為“H”（第一讀出開始）。此時，電晶體 105 導通。此外，第五信號線 15 及第六信號線 16 藉由電晶體 104、電晶體 105 導通。於是，第六信號線 16 的電位降低。另外，在時刻 T6 之前，預先進行預充電工作且使第六信號線 16 處於“H”。

對於對第六信號線 16 進行預充電工作的讀出電路的

結構沒有特別的限制。如圖 4 所示，讀出電路 101 也可以由一個 p 通道型電晶體 106 構成。第七信號線 17 是預充信號線。節點 18 是高電位供給線。電晶體 106 的閘極電極與第七信號線 17 電連接，電晶體 106 的源極電極和汲極電極中的一方與第六信號線 16 電連接，並且電晶體 106 的源極電極和汲極電極中的另一方與節點 18 電連接。

在時刻  $T_7$ ，將第三信號線 13 設定為“L”（第一讀出結束）。於是，電晶體 105 被遮斷，第六信號線 16 的電位固定。時刻  $T_7$  時的第六信號線 16 的電位（ $V_{S1}$ ）由時刻  $T_6$  至時刻  $T_7$  時的第六信號線 16 的電位變化的速度決定。

另外，第六信號線 16 的電位變化的速度由電晶體 104 的源極電極和汲極電極之間的電流決定。換言之，在第一拍攝中，第六信號線 16 的電位變化速度由被照射到光電二極體 102 的光（反射光）的強度及照射時間決定。當照射時間相同時，光強度越高，第六信號線 16 的電位變化的速度越慢。此外，當強度相同時，光檢測期間越長，第六信號線 16 的電位變化的速度越慢。第六信號線 16 的電位變化的速度越慢，時刻  $T_7$  的第六信號線 16 的電位（ $V_{S1}$ ）越大。

因此，藉由利用第一反射光檢測取得時刻  $T_7$  時的第六信號線 16 的電位（ $V_{S1}$ ），可以檢測在第一拍攝期間入射到光電二極體 102 中的光（反射光）的量（入射光的強度和時間的乘積）而得到檢測信號  $S_1$ 。在此，在第一照



射中的光強度固定且只入射有第一反射光的情況下，第六信號線 16 的電位 ( $V_{S1}$ ) 與第一反射光檢測期間大致成比例。

說明節點 14 的電位和第六信號線 16 的電位之間的關係。當被照射到光電二極體 102 的光 (反射光) 的强度高時，一定期間內的節點 14 的電位變化變大 (時刻 T4 時的節點 14 的電位的值降低)。此時，因為電晶體 104 的通道電阻變高，所以第六信號線 16 的電位變化的速度變慢。因此，一定期間內的第六信號線 16 的電位變化變小 (時刻 T7 時的第六信號線 16 的電位值變高)。

在時刻 T8，開始從光源對檢測對象的第二照射。脈衝 201 從 “L” (非照射) 變為 “H” (照射)。該時刻為第二照射開始時刻。

在時刻 T9，由檢測對象反射從光源發射的第二照射光，且第二反射光開始入射到半導體裝置中。脈衝 202 從 “L” (非照射) 變為 “H” (照射)。該時刻為第二反射開始時刻。

在時刻 T10，將第一信號線 11 設定為 “H”，而且將第二信號線 12 設定為 “H” (第二復位)。此時，光電二極體 102 及電晶體 103 導通且節點 14 變為 “H”。

在時刻 T11，結束從光源對檢測對象的第二照射。脈衝 201 從 “H” (照射) 變為 “L” (非照射)。該時刻為第二照射結束時刻。將第一信號線 11 設定為 “L”，將第二信號線 12 維持為 “H”。另外，該第二拍攝開始時刻與

第二照射結束時刻一致。此外，時刻  $T_{11}$  也是第二反射光檢測開始時刻。

在時刻  $T_{11}$  至時刻  $T_{12}$  之間（第二反射光檢測，所謂的實質上的第二拍攝），節點 14 的電位對應於第二反射光的強度而變化。因光電二極體 102 的截止電流，節點 14 的電位開始從“H”降低。截止電流與被照射到光電二極體 102 的光（反射光）的強度及照射時間成比例。因此，根據反射光強度及反射光檢測期間，節點 14 的電位也變化。

注意，在本實施方式中，作為一個例子示出第二反射光檢測期間（時刻  $T_{11}$  至時刻  $T_{12}$ ）比第一反射光檢測期間（時刻  $T_3$  至時刻  $T_4$ ）短的情況。因此，與第一拍攝時的節點 14 的電位變化相比，第二拍攝時的節點 14 的電位變化小。

在時刻  $T_{12}$ ，結束由檢測對象反射的第二反射光的對半導體裝置的入射。在脈衝 202 中，從“H”（照射）變為“L”（非照射）。該時刻為第二反射結束時刻。此外，時刻  $T_{12}$  也是第二反射光檢測結束時刻。

另外，節點 14 的電位在時刻  $T_{12}$  之後固定。時刻  $T_{12}$  時的節點 14 的電位（ $V_2$ ）由在第二反射光檢測的期間中從光電二極體 102 發射的光電流決定。也就是說，節點 14 的電位取決於光強度等。

此外，對應於時刻  $T_{12}$  時的節點 14 的電位（ $V_2$ ）決定第二檢測信號。因為第二反射光檢測期間越短，節點 14

的電位變化越小，所以時刻  $T_{12}$  的節點 14 的電位 ( $V_2$ ) 越大。

在時刻  $T_{13}$ ，將第二信號線 12 設定為“L”。

像這樣，以在結束第二照射的同時開始第二拍攝且在結束第二反射光的檢測的同時結束第二拍攝的方式控制第一信號線 11 及第二信號線 12 的電位。

另外，在時刻  $T_{10}$  至時刻  $T_{13}$  之間被照射到光電二極體 102 的光都是指第二反射光，即，在從光源對檢測對象照射光時由檢測對象反射的光。

在時刻  $T_{14}$ ，將第三信號線 13 設定為“H”（第二讀出開始）。此時，電晶體 105 導通。此外，第五信號線 15 及第六信號線 16 藉由電晶體 104、電晶體 105 導通。於是，第六信號線 16 的電位降低。另外，在時刻  $T_6$  之前，預先進行預充電工作且使第六信號線 16 處於“H”。

在時刻  $T_{15}$ ，將第三信號線 13 設定為“L”（第二讀出結束）。於是，電晶體 105 被遮斷，第六信號線 16 的電位固定。時刻  $T_{15}$  時的第六信號線 16 的電位 ( $V_{s2}$ ) 由時刻  $T_{14}$  至時刻  $T_{15}$  時的第六信號線 16 的電位變化的速度決定。

當光強度相同時，反射光檢測期間越短，第六信號線 16 的電位變化的速度越快。第六信號線 16 的電位變化的速度越快，時刻  $T_{15}$  時的第六信號線 16 的電位 ( $V_{s2}$ ) 越小。

因此，藉由第二反射光檢測取得時刻  $T_{15}$  時的第六信

號線 16 的電位 ( $V_{s2}$ )，可以檢測在第二拍攝期間入射到光電二極體 102 中的光 (反射光) 的量 (入射光的強度的時間積) 而得到檢測信號 S2。在此，在第二照射中的光強度固定且只入射有第二反射光的情況下，第六信號線 16 的電位 ( $V_{s2}$ ) 與第二反射光檢測期間大致成比例。

另外，因為在本實施方式中，第二反射光檢測期間 (時刻 T11 至時刻 T12) 比第一反射光檢測期間 (時刻 T3 至時刻 T4) 短，所以時刻 T15 時的第六信號線 16 的電位 ( $V_{s2}$ ) 比時刻 T7 時的第六信號線 16 的電位 ( $V_{s1}$ ) 小。

圖 3 示出光電感測器 100 中的脈衝 201、脈衝 202 以及脈衝 12。首先，參照圖 3 明確地說明驅動方法的特徵。所公開的發明的一個方式中的驅動方法的主要特徵是藉由控制第一信號線 11 及第二信號線 12 的電位來改進實質上的拍攝期間的時序，以進行第一反射光檢測及第二反射光檢測。

邊比較圖 3 所示的各種脈衝邊分別對照射期間、反射期間、拍攝期間、積累工作期間、反射光檢測期間等各期間進行說明。

如脈衝 201 所示，時刻 T2 是第一照射開始時刻，時刻 T4 是第一照射結束時刻，並且時刻 T2 至時刻 T4 是第一照射期間。時刻 T8 是第二照射開始時刻，時刻 T11 是第二照射結束時刻，並且時刻 T8 至時刻 T11 是第二照射期間。在所公開的發明的一個方式中，第一照射期間與第二照射期間必須相等。

如脈衝 202 所示，時刻  $T_3$  是第一反射開始時刻，時刻  $T_5$  是第一反射結束時刻，並且時刻  $T_3$  至時刻  $T_5$  是第一反射期間。時刻  $T_9$  是第二反射開始時刻，時刻  $T_{12}$  是第二反射結束時刻，並且時刻  $T_9$  至時刻  $T_{12}$  是第二反射期間。反射期間與照射期間相等。

換言之，因為第一照射期間與第二照射期間相等，且第一反射期間與第二反射期間相等，所以照射期間與反射期間相等。

如脈衝 12 所示，時刻  $T_1$  是第一積累工作開始時刻，時刻  $T_4$  是第一積累工作結束時刻，並且時刻  $T_1$  至時刻  $T_4$  是第一積累工作期間。此外，時刻  $T_3$  是第一拍攝開始時刻，時刻  $T_4$  是第一拍攝結束時刻，並且時刻  $T_3$  至時刻  $T_4$  是第一拍攝期間。此外，時刻  $T_3$  是第一反射光檢測開始時刻，時刻  $T_4$  是第一反射光檢測結束時刻，並且時刻  $T_3$  至時刻  $T_4$  是第一反射光檢測期間。

第一積累工作期間需要至少在第一反射期間之前開始。此外，第一拍攝需要在第一照射期間結束的同時結束。以這樣決定拍攝期間的時序的方式控制第一信號線 11 及第二信號線 12 的電位。

再者，如脈衝 12 所示，時刻  $T_{10}$  是第二積累工作開始時刻，時刻  $T_{13}$  是第二積累工作結束時刻，並且時刻  $T_{10}$  至時刻  $T_{13}$  是第二積累工作期間。此外，時刻  $T_{11}$  是第二拍攝開始時刻，時刻  $T_{12}$  是第二拍攝結束時刻，並且時刻  $T_{11}$  至時刻  $T_{12}$  是第二拍攝期間。此外，時刻  $T_{11}$  是

第二反射光檢測開始時刻，時刻  $T_{12}$  是第二反射光檢測結束時刻，並且時刻  $T_{11}$  至時刻  $T_{12}$  是第二反射光檢測期間。

第二拍攝需要在第二照射期間結束的同時開始。此外，第二積累工作期間需要至少在第二反射期間之後結束。以這樣決定拍攝期間的時序的方式控制第一信號線 11 及第二信號線 12 的電位。

換言之，藉由對應於第一反射期間決定第一拍攝期間，且對應於第二反射期間決定第二拍攝期間，將反射光檢測分為兩次。

另外，第一反射光檢測期間與第一照射期間開始之後的第一照射期間和第一反射期間重疊的期間相等，即為第一拍攝期間。此外，第二反射光檢測期間與第二照射期間之後的第二反射期間相等，即成為第二拍攝期間。而且，從第一反射光檢測取得依靠光的到達時間差決定的第一檢測信號，且從第二反射光檢測取得由光的到達時間差決定的第二檢測信號。由此，可以測量從半導體裝置到檢測對象的距離。

接著，說明利用應用 TOF 方式的三維拍攝的距離測量方法。使用算式表示利用從第一反射光檢測取得的由光的到達時間差決定的第一檢測信號  $S_1$  及從第二反射光檢測取得的由光的到達時間差決定的第二檢測信號  $S_2$  來測量從半導體裝置到檢測對象的距離的方法。

在此，當第一照射及第二照射時的光強度固定且在第

一 拍攝期間及第二拍攝期間中只有第一反射光及第二反射光入射到光電二極體 102 中時，第六信號線 16 的電位 ( $V_{S1}$ ) 與第一反射光檢測期間大致成比例，且第六信號線 16 的電位 ( $V_{S2}$ ) 與第二反射光檢測期間大致成比例。

換言之，從第一拍攝取得的第一檢測信號 S1 由第一反射光檢測期間決定，並且從第二拍攝取得的第二檢測信號 S2 由第二反射光檢測期間決定。

可以由使用比例常數  $\alpha$ 、照射期間 T、時間差  $\Delta t$  的下述算式表示第一檢測信號 S1 及第二檢測信號 S2。

[算式 6]

$$S1 = \alpha \times (T - \Delta t)$$

[算式 7]

$$S2 = \alpha \times (\Delta t)$$

在算式 6 及算式 7 中刪掉比例常數  $\alpha$  來可以得到時間差  $\Delta t$ 。

[算式 8]

$$\Delta t = \frac{(T \times S2)}{(S1 + S2)}$$

再者，當利用算式 1 以及算式 8 時，可以由下述算式表示從半導體裝置到檢測對象的距離。

[算式 9]

$$x = \frac{(c \times T \times S2)}{2 \times (S1 + S2)}$$

由此可知，得到第一檢測信號 S1 及第二檢測信號 S2，即可得到從半導體裝置到檢測對象的距離 x。

此外，在不進行從光源的光照射的期間中，也可以利用光電感測器 100 進行第三拍攝。在此情況下，藉由第三拍攝得到的第三檢測信號 S3。藉由將第一檢測信號 S1 減去第三檢測信號 S3 的值與第二檢測信號 S2 減去第三檢測信號 S3 的值作為算式 9 中的檢測信號 S1 及檢測信號 S2，可以消除自然光的影響。

由此可知，藉由使用較少的元件構成光電感測器並改進在安裝有該光電感測器的半導體裝置的驅動方法，可以實現應用 TOF 方式的三維拍攝並發揮距離測量裝置的功能。因此，能夠解決當應用 TOF 方式時發生的光電感測器的元件數增大的問題，從而能夠實現有利於像素的微型化的半導體裝置。

另外，本實施方式可以與本說明書所示的其他實施方式適當地組合。

[實施方式 2]

在本實施方式中，對由實施方式 1 所示的光電感測器 100 的結構進行更詳細的說明。參照圖 6A 說明具有配置



為  $m$  行  $n$  列的矩陣狀的光電感測器 100 的半導體裝置的結構的一個例子，參照圖 6B 說明與圖 6A 不同的結構的一個例子。

在圖 6A 中，多個光電感測器 100 被配置為  $m$  ( $m$  是 2 以上的自然數) 行  $n$  ( $n$  是 2 以上的自然數) 列的矩陣狀。各行的光電感測器 100 與多個第一信號線 11 (PR) (表示為 11 (PR) <sub>1</sub> 至 11 (PR)  <sub>$m$</sub> ) 中的任一個、多個第二信號線 12 (TX) (表示為 12 (TX) <sub>1</sub> 至 12 (TX)  <sub>$m$</sub> ) 中的任一個以及多個第三信號線 13 (SE) (表示為 13 (SE) <sub>1</sub> 至 13 (SE)  <sub>$m$</sub> ) 中的任一個電連接。各列的光電感測器 100 與多個光電感測器輸出信號線 (表示為 16<sub>1</sub> 至 16 <sub>$n$</sub> ) 中的任一個以及多個光電感測器基準信號線 (表示為 15<sub>1</sub> 至 15 <sub>$n$</sub> ) 中的任一個電連接。

在圖 6A 中，各行的光電感測器共同使用第二信號線 12 (TX)，各行的光電感測器共同使用第一信號線 11 (PR)，各行的光電感測器共同使用第三信號線 13 (SE)，各列的光電感測器共同使用光電感測器輸出信號線，各列的光電感測器共同使用光電感測器基準信號線。但是，本發明不侷限於此。也可以在各行設置多個第二信號線 12 (TX) 並使其分別與不同的光電感測器 100 電連接。也可以在各行設置多個第一信號線 11 (PR) 並使其分別與不同的光電感測器 100 電連接。也可以在各行設置多個第三信號線 13 (SE) 並使其分別與不同的光電感測器 100 電連接。也可以在各列設置多個光電感測器輸出信號線並使

其分別與不同的光電感測器 100 電連接。也可以在各列設置多個光電感測器基準信號線並使其分別與不同的光電感測器 100 電連接。

此外，雖然在圖 6A 中示出了各列的光電感測器共同使用光電感測器基準信號線的結構，但是不侷限於此。各行的光電感測器也可以共同使用光電感測器基準信號線。

此外，配置為  $m$  行  $n$  列的矩陣狀的光電感測器 100 中的同時進行復位工作、積累工作的光電感測器 100 也可以共同使用第二信號線 12 (TX)。配置為  $m$  行  $n$  列的矩陣狀的光電感測器 100 中的同時進行復位工作、積累工作的光電感測器也可以共同使用第一信號線 11 (PR)。

藉由如上所述那樣共同使用佈線來減少佈線數量，可以簡化驅動配置為  $m$  行  $n$  列的矩陣狀的光電感測器 100 的驅動電路。

接著，參照圖 6B 說明具有配置為  $m$  行  $n$  列的矩陣狀的光電感測器 100 的半導體裝置的一個例子，該結構與圖 6A 所示的結構不同。

在圖 6B 中，多個光電感測器 100 配置為  $m$  行  $n$  列的矩陣狀。各行的光電感測器 100 與多個第三信號線 13 (SE) (表示為 13 (SE)  $_1$  至 13 (SE)  $_m$ ) 中的任一個電連接。各列的光電感測器 100 與多個第一信號線 11 (PR) (表示為 11 (PR)  $_1$  至 11 (PR)  $_n$ ) 中的任一個、多個第二信號線 12 (TX) (12 (TX)  $_1$  至 12 (TX)  $_n$ ) 中的任一個、多個光電感測器輸出信號線 (表示為 16 $_1$

至 16<sub>n</sub>) 中的任一個以及多個光電感測器基準信號線 (表示為 15<sub>1</sub> 至 15<sub>n</sub>) 中的任一個電連接。

在圖 6B 中, 各行的光電感測器共同使用第三信號線 13 (SE), 各列的光電感測器共同使用第一信號線 11 (PR), 各列的光電感測器共同使用第二信號線 12 (TX), 各列的光電感測器共同使用光電感測器輸出信號線, 各列的光電感測器共同使用光電感測器基準信號線。但是, 本發明不侷限於此。

雖然在圖 6B 中示出了各列的光電感測器共同使用光電感測器基準信號線的結構, 但是不侷限於此。各行的光電感測器也可以共同使用光電感測器基準信號線。

此外, 配置為 m 行 n 列的矩陣狀的光電感測器 100 中的同時進行復位工作、積累工作的光電感測器共同使用第二信號線 12 (TX)。配置為 m 行 n 列的矩陣狀的光電感測器 100 中的同時進行復位工作、積累工作的光電感測器共同使用第一信號線 11 (PR)。

藉由如上所述那樣共同使用佈線來減少佈線數量, 可以簡化驅動配置為 m 行 n 列的矩陣狀的光電感測器 100 的驅動電路。

圖 7A 示出光電感測器 100 的俯視圖, 而圖 7B 示出沿著圖 7A 的虛線 A1-A2 的剖面圖。

光電感測器 100 包括用作第一信號線 11 (PR) 的導電膜 210、用作第二信號線 12 (TX) 的導電膜 211、用作第三信號線 13 (SE) 的導電膜 212、用作第五信號線 15

(光電感測器基準信號線)的導電膜 213 以及用作第六信號線 16 (光電感測器輸出信號線)的導電膜 214。

光電感測器 100 所具有的光電二極體 102 包括按順序層疊的 p 型半導體膜 215、i 型半導體膜 216 和 n 型半導體膜 217。導電膜 210 與用作光電二極體 102 的陽極的 p 型半導體膜 215 電連接。

光電感測器 100 所包括的導電膜 218 用作電晶體 103 的閘極電極且與導電膜 211 電連接。光電感測器 100 所包括的導電膜 219 用作電晶體 103 的源極電極和汲極電極中的一方。光電感測器 100 所包括的導電膜 220 用作電晶體 103 的源極電極和汲極電極中的另一方。光電感測器 100 所包括的導電膜 221 與 n 型半導體膜 217 及導電膜 219 電連接。光電感測器 100 所包括的導電膜 222 用作電晶體 104 的閘極電極且與導電膜 220 電連接。

光電感測器 100 所包括的導電膜 223 用作電晶體 104 的源極電極和汲極電極中的一方。光電感測器 100 所包括的導電膜 224 用作電晶體 104 的源極電極和汲極電極中的另一方以及電晶體 105 的源極電極和汲極電極中的一方。此外，導電膜 214 用作電晶體 105 的源極電極和汲極電極中的另一方。導電膜 212 還用作電晶體 105 的閘極電極。光電感測器 100 所包括的導電膜 225 與導電膜 223 及導電膜 213 電連接。

另外，在圖 7A 和 7B 中，光電感測器 100 所包括的導電膜 226 與用作第一信號線 11 (PR) 的導電膜 210 電連

接。此外，光電感測器 100 所包括的導電膜 227 與用作第二信號線 12 (TX) 的導電膜 211 電連接。

可以藉由將形成在絕緣表面上的一個導電膜加工為所希望的形狀來形成導電膜 212、導電膜 218、導電膜 222、導電膜 225、導電膜 226 以及導電膜 227。在導電膜 212、導電膜 218、導電膜 222、導電膜 225、導電膜 226 以及導電膜 227 上形成有閘極絕緣膜 228。再者，可以藉由將形成在閘極絕緣膜 228 上的一個導電膜加工為所希望的形狀來形成導電膜 210、導電膜 211、導電膜 213、導電膜 214、導電膜 219、導電膜 220、導電膜 223 以及導電膜 224。

此外，在導電膜 210、導電膜 211、導電膜 213、導電膜 214、導電膜 219、導電膜 220、導電膜 223 以及導電膜 224 上形成有絕緣膜 281 及絕緣膜 282。在絕緣膜 281 及絕緣膜 282 上形成有導電膜 221。

作為電晶體 103 的活性層 250，使用氧化物半導體較佳。為了在長時間內保持從基板 251 一側照射光而生成的電荷，需要使用截止電流極低的電晶體構成與光電二極體 102 電連接的電晶體 103。因此，藉由作為活性層 250 使用氧化物半導體材料，可以提高光電感測器 100 的性能。

另外，當電晶體 103 是底閘極型時，較佳為如圖 7A 和 7B 所示那樣採用用作閘極電極的導電膜 218 和活性層 250 完全重疊的結構。藉由採用該結構可以防止因從基板 251 一側入射的光使活性層 250 中的氧化物半導體劣化，因此可以防止引起電晶體 103 的特性劣化的諸如臨界電壓

的遷移等。另外，藉由在電晶體 104 和電晶體 105 中採用上述結構，也可以得到同樣效果。

在此，當如圖 6A 所示那樣第二信號線 12 (TX) 在行方向上延伸地配置時，存在與其同樣在行方向上延伸地配置且平行於第二信號線 12 (TX) 的第三信號線 13 (SE)。因為第三信號線 13 (SE) 與電晶體 105 的閘極電極電連接，所以當將第三信號線 13 (SE) 的一部分用作電晶體 105 的閘極電極時，一般在與電晶體 105 的閘極電極相同的層中使用與該閘極電極相同的材料形成平行於第三信號線 13 (SE) 的第二信號線 12 (TX)。但是，一般而言，與用於電晶體的源極和汲極的材料相比，用於電晶體的閘極電極的材料電阻高。因此，第二信號線 12 (TX) 的電阻趨高。

針對於此，在圖 6B 所示的結構中，第二信號線 12 (TX) 在列方向上延伸地配置。因此，可以使用形成在與在行方向上延伸地配置的第三信號線 13 (SE) 不同的層中的導電膜來形成第二信號線 12 (TX)。例如，如圖 7A 和 7B 所示，可以使用形成在與形成構成光電感測器 100 的電晶體 (電晶體 103、電晶體 104、電晶體 105 等) 的閘極電極的導電膜 (導電膜 212、導電膜 218、導電膜 222) 不同的層中的導電膜 211 形成第二信號線 12 (TX)。可以在與構成光電感測器 100 的電晶體 (電晶體 103、電晶體 104、電晶體 105 等) 的源極電極和汲極電極相同的層中使用與該源極電極和該汲極電極相同的材料諸如導電膜

214、導電膜 219、導電膜 220、導電膜 224 等形成導電膜 211。因此，與圖 6A 所示的結構相比，可以減少第二信號線 12 (TX) 的電阻。

另外，本實施方式可以與本說明書所示的其他實施方式適當地組合。

### [實施方式 3]

在實施方式中，說明包括在單晶矽等的半導體膜中形成有通道的電晶體以及在氧化物半導體層中形成有通道的電晶體的光電感測器的製造方法。

如圖 8A 所示，在基板 700 的絕緣表面上使用已知的 CMOS 的製造方法形成光電二極體 704 及 n 通道型電晶體 705。在本實施方式中，以使用從單晶的半導體基板分離的單晶半導體膜形成光電二極體 704、n 通道型電晶體 705 的情況為例子。作為單晶的半導體基板，例如可以使用矽基板。

簡單地說明單晶半導體膜的具體製造方法的一個例子。首先，對單晶半導體基板注入使用由電場加速了的離子構成的離子束，並且在離半導體基板的表面有一定深度的區域中形成藉由使結晶結構錯亂而被局部脆弱化的脆弱層。可以根據離子束的加速能量及離子束的入射角來調整形成脆弱層的區域的深度。並且，將半導體基板與形成有絕緣膜 701 的基板 700 以夾著該絕緣膜 701 的方式彼此貼合。在使半導體基板與形成有絕緣膜 701 的基板 700 重合之

後，對半導體基板及形成有絕緣膜 701 的基板 700 的一部分施加  $1\text{N}/\text{cm}^2$  以上且  $500\text{N}/\text{cm}^2$  以下的壓力，較佳為施加  $11\text{N}/\text{cm}^2$  以上且  $20\text{N}/\text{cm}^2$  以下左右的壓力，來進行貼合。當施加壓力時，半導體基板與絕緣膜 701 從該部分開始接合，最終使密接的整個面接合。接著，藉由進行加熱處理，存在於脆弱層中的微孔彼此結合，因此微孔的體積增大。其結果是，作為半導體基板的一部分的單晶半導體膜從半導體基板分離。將上述加熱處理的溫度設定為不超過基板 700 的應變點的溫度。然後，藉由利用蝕刻等將上述單晶半導體膜加工為所希望的形狀，可以形成島狀半導體膜 702 及島狀半導體膜 703。

光電二極體 704 使用絕緣膜 701 上的島狀半導體膜 702 形成，而 n 通道型電晶體 705 使用絕緣膜 701 上的島狀半導體膜 703 形成。此外，光電二極體 704 是島狀半導體膜 702 中具有 p 型的導電性的區域 727、具有 i 型的導電性的區域 728 以及具有 n 型的導電性的區域 729 的橫向結型。此外，n 通道型電晶體 705 包括閘極電極 707。n 通道型電晶體 705 在島狀半導體膜 703 中包括夾著與閘極電極 707 重疊的區域設置的一對具有 n 型的導電性的區域。而且，n 通道型電晶體 705 在島狀半導體膜 703 和閘極電極 707 之間包括絕緣膜 708。在 n 通道型電晶體 705 中，絕緣膜 708 用作閘極絕緣膜。

另外，具有 i 型的導電性的區域 728 是指一種區域，其中半導體膜中的賦予 p 型或 n 型的雜質濃度為



$1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$  以下，並且光傳導率為暗導電率的 100 倍以上。具有 i 型的導電性的區域 728 還包括具有元素週期表中第 13 族或第 15 族的雜質元素的區域。也就是說，當不對具有 i 型的導電性的區域 728 有意添加用於控制價帶電子的雜質元素時，具有 i 型的導電性的區域 728 呈現弱的 n 型導電性，因此具有 i 型的導電性的區域 728 還包括在成膜時或成膜之後有意或無意添加有賦予 p 型的雜質元素的區域。

雖然對於可以用作基板 700 的材料沒有大限制，但是當使用透射型或半透射型的液晶元件時，基板 700 也採用具有透光性的材料。此外，可以用作基板 700 的材料至少需要具有能夠承受後面的加熱處理程度的耐熱性。例如，作為基板 700，可以使用藉由熔融法或浮法而製造的玻璃基板、石英基板、陶瓷基板等。當後面的加熱處理的溫度較高時，作為玻璃基板使用應變點為  $730^\circ\text{C}$  以上的玻璃基板較佳。雖然與上述基板相比，一般由具有撓性的合成樹脂如塑膠等構成的基板的耐熱溫度較低，但是若能夠耐受製程中的處理溫度，則也可以被使用。

注意，在本實施方式中，雖然說明使用單晶半導體膜形成光電二極體 704 及 n 通道型電晶體 705 的例子，但是本發明不侷限於該結構。例如，既可以使用利用氣相生長法形成在絕緣膜 701 上的多晶半導體膜及微晶半導體膜，又可以藉由已知的技術使上述半導體膜晶化。作為已知的半導體膜的晶化法，有使用雷射的雷射晶化法、使用催化

元素的晶化法。或者，也可以組合使用催化元素的晶化法和雷射晶化法。此外，在使用石英等具有優越的耐熱性的基板的情況下，也可以採用使用電熱爐的熱晶化法、使用紅外光的燈退火晶化法、使用催化元素的晶化法以及組合了 950°C 左右的高溫退火法的晶化法。

如圖 8A 所示，藉由在將導電膜形成在絕緣膜 708 上之後藉由蝕刻等將上述導電膜加工為所希望的形狀，而與閘極電極 707 一起形成佈線 711。

接著，如圖 8A 所示，覆蓋光電二極體 704、n 通道型電晶體 705、佈線 711、閘極電極 707 地形成絕緣膜 712。另外，在本實施方式中，雖然示出使用單層的絕緣膜 712 的情況，但是絕緣膜 712 不需要是單層，也可以層疊兩層以上的絕緣膜作為絕緣膜 712。

絕緣膜 712 使用能夠承受後面的製程中的加熱處理的溫度的材料。明確而言，使用氧化矽、氮化矽、氮氧化矽、氧氮化矽、氮化鋁、氧化鋁等材料來形成絕緣膜 712 較佳。

另外，在本說明書中，氧氮化物是指在其組成中含氧量多於含氮量的物質。此外，氮氧化物是指在其組成中含氮量多於含氧量的物質。

還可以藉由 CMP 法等使絕緣膜 712 的表面平坦化。

接著，如圖 8A 所示，在絕緣膜 712 上形成閘極電極 713。

作為閘極電極 713 的材料，可以分別使用鉬、鈦、鉻

、鉬、鎢、鈳、鈳等金屬材料、以這些金屬材料為主要成分的合金材料或這些金屬的氮化物的單層或疊層。另外，若能夠承受後面的製程中進行的加熱處理的溫度，則作為上述金屬材料也可以使用鋁、銅。為了避免耐熱性或腐蝕性的問題，鋁或銅較佳為與高熔點金屬材料組合而使用。作為高熔點金屬材料，可以舉出鉬、鈳、鉻、鉬、鎢、鈳、鈳等。

例如，作為具有兩層的疊層結構的閘極電極 713，較佳為採用鋁膜上層疊有鉬膜的兩層結構、銅膜上層疊有鉬膜的兩層結構、銅膜上層疊有氮化鈳膜或氮化鉬膜的兩層結構或者層疊氮化鈳膜與鉬膜的兩層結構。作為具有三層的疊層結構的閘極電極 713，較佳為採用以鋁膜、鋁和矽的合金膜、鋁和鈳的合金膜或鋁和鈳的合金膜為中間層且以鎢膜、氮化鎢膜、氮化鈳膜或鈳膜為上下層而層疊的結構。

此外，作為閘極電極 713，也可以使用氧化銦、氧化銦氧化錫、氧化銦氧化鋅、氧化鋅、氧化鋅鋁、氧氮化鋅鋁或氧化鋅鎳等的具有透光性的氧化物導電膜。

閘極電極 713 的厚度分別為 10nm 至 400nm，較佳為 100nm 至 200nm。在本實施方式中，在藉由使用鎢靶材的濺射法形成 150nm 厚的閘極電極用導電膜之後，藉由蝕刻將該導電膜加工（構圖）為所希望的形狀，來形成閘極電極 713。另外，較佳為所形成的閘極電極 713 的端部具有錐形形狀，這是因為層疊在其上的閘極絕緣膜的覆蓋性能

夠得到提高的緣故。另外，也可以藉由噴墨法形成光阻掩罩。當藉由噴墨法形成光阻掩罩時不使用光微影掩模，因此可以減少製造成本。

接著，如圖 8B 所示，在閘極電極 713 上形成閘極絕緣膜 714，然後在閘極絕緣膜 714 上的與閘極電極 713 重疊的位置上形成氧化物半導體層 715。

閘極絕緣膜 714 藉由利用電漿 CVD 法或濺射法等並使用氧化矽膜、氮化矽膜、氧氮化矽膜、氮氧化矽膜、氧化鋁膜、氮化鋁膜、氧氮化鋁膜、氮氧化鋁膜、氧化鉛膜、氧化鉬膜的單層或疊層來形成。閘極絕緣膜 714 較佳為儘量不包含水分、氫、氧等的雜質。在藉由濺射法形成氧化矽膜時，作為靶材使用矽靶材或石英靶材，並且作為濺射氣體使用氧或者氧和氫的混合氣體。

由於藉由去除雜質實現了 i 型化或實質上 i 型化的氧化物半導體層（高度純化的氧化物半導體層）對介面態及介面電荷非常敏感，所以高度純化的氧化物半導體層 715 與閘極絕緣膜 714 之間的介面很重要。因此與高度純化的氧化物半導體層 715 接觸的閘極絕緣膜 714 被要求高品質化。

例如，使用  $\mu$  波（頻率為 2.45GHz）的高密度電漿 CVD 法可以形成緻密且絕緣耐壓高的高品質絕緣膜，所以是較佳的。藉由將高度純化的氧化物半導體層與高品質閘極絕緣膜密接，可以降低介面態，從而可以形成良好的介面特性。

當然，只要能夠作為閘極絕緣膜 714 形成品質好的絕緣膜，就可以採用其他成膜方法諸如濺射法、電漿 CVD 法等。此外，也可以使用其膜性質及與氧化物半導體層 715 之間的介面特性藉由成膜後的加熱處理得到改善的絕緣膜。無論在任何情況下，採用如下絕緣膜即可：不僅作為閘極絕緣膜的膜性質良好，而且能夠降低閘極絕緣膜與氧化物半導體層之間的介面態密度而形成良好的介面。

也可以形成層疊有使用阻擋性高的材料的絕緣膜和氮的含有比率低的絕緣膜的諸如氧化矽膜、氧氮化矽膜等的閘極絕緣膜 714。在此情況下，將氧化矽膜、氧氮化矽膜等的絕緣膜形成在阻擋性高的絕緣膜與氧化物半導體層之間。作為阻擋性高的絕緣膜，例如可以舉出氮化矽膜、氮氧化矽膜、氮化鋁膜或氮氧化鋁膜等。藉由使用阻擋性高的材料形成絕緣膜，可以防止水分或氫等的氛圍中的雜質或包含在基板內的鹼金屬、重金屬等的雜質侵入到氧化物半導體層中、閘極絕緣膜 714 中或者氧化物半導體層與其他絕緣膜的介面及其附近。此外，藉由以與氧化物半導體層接觸的方式形成氮的含有比率低的絕緣膜諸如氧化矽膜、氧氮化矽膜等，可以防止阻擋性高的絕緣膜直接接觸氧化物半導體層。

例如，也可以作為第一閘極絕緣膜藉由濺射法形成厚度為 50nm 以上且 200nm 以下的氮化矽膜 ( $\text{SiN}_y$  ( $y>0$ ))，並且在第一閘極絕緣膜上作為第二閘極絕緣膜層疊厚度為 5nm 以上且 300nm 以下的氧化矽膜 ( $\text{SiO}_x$  ( $x>0$ ))

，來形成厚度為 100nm 的閘極絕緣膜 714。閘極絕緣膜 714 的厚度根據電晶體被要求的特性適當地設定即可，可以為 350nm 至 400nm 左右。

在本實施方式中形成的閘極絕緣膜 714 具有在藉由濺射法形成的厚度為 50nm 的氮化矽膜上層疊藉由濺射法形成的厚度為 100nm 的氧化矽膜的結構。

另外，閘極絕緣膜 714 與後面形成的氧化物半導體層接觸。因為當氧化物半導體含有氫時對其特性造成壞影響，所以閘極絕緣膜 714 較佳為不包含氫、羥基及水分。為了使閘極絕緣膜 714 中儘量不包含氫、羥基及水分，作為成膜的預處理，較佳為在濺射裝置的預熱室中對形成有閘極電極 713 的基板 700 進行預熱，來使吸附到基板 700 的水分或氫等雜質脫離並對其進行排氣。另外，預熱的溫度是 100℃ 以上且 400℃ 以下，較佳的是 150℃ 以上且 300℃ 以下。另外，設置在預熱室中的排氣單元較佳為低溫泵。注意，也可以省略該預熱處理。

可以藉由將在閘極絕緣膜 714 上形成的氧化物半導體膜加工為所希望的形狀形成氧化物半導體層 715。氧化物半導體膜的厚度為 2nm 以上且 200nm 以下，較佳為 3nm 以上且 50nm 以下，更佳為 3nm 以上且 20nm 以下。氧化物半導體膜使用氧化物半導體作為靶材且藉由濺射法形成。此外，氧化物半導體膜可以在稀有氣體（例如氬）氛圍下、氧氛圍下或稀有氣體（例如氬）和氧的混合氛圍下藉由濺射法形成。

另外，較佳為在藉由濺射法形成氧化物半導體膜之前，進行引入氬氣體產生電漿的反濺射，而去除附著在閘極絕緣膜 714 的表面的塵屑。反濺射是指不對靶材一側施加電壓而使用 RF 電源在氬氛圍下對基板一側施加電壓來在基板附近形成電漿以進行表面改性的方法。另外，也可以使用氮、氦等的氛圍代替氬氛圍。此外，也可以在對氬氛圍添加氧、一氧化二氮等的氛圍下進行反濺射。此外，也可以在對氬氛圍添加氯、四氟化碳等的氛圍下進行反濺射。

氧化物半導體膜較佳為至少包含銦 (In) 或鋅 (Zn)。尤其是，較佳為包含 In 和 Zn。另外，除了上述元素以外，較佳為還具有鎵 (Ga) 作為穩定劑 (stabilizer)，該穩定劑用來減少上述使用該氧化物半導體的電晶體的電特性偏差。另外，作為穩定劑較佳為具有錫 (Sn)。另外，作為穩定劑較佳為具有鈦 (Hf)。另外，作為穩定劑較佳為具有鋁 (Al)。

另外，作為其他穩定劑，可以具有鐳系元素的鐳 (La)、鈰 (Ce)、鐳 (Pr)、釹 (Nd)、釷 (Sm)、鈾 (Eu)、鈷 (Gd)、鉕 (Tb)、鐳 (Dy)、釹 (Ho)、銩 (Er)、錐 (Tm)、鐳 (Yb)、鐳 (Lu) 中的任一種或多種。

例如，作為氧化物半導體，可以使用：氧化銦、氧化錫、氧化鋅；二元金屬氧化物諸如 In-Zn 類氧化物、Sn-Zn 類氧化物、Al-Zn 類氧化物、Zn-Mg 類氧化物、Sn-Mg

類氧化物、In-Mg 類氧化物、In-Ga 類氧化物；三元金屬氧化物諸如 In-Ga-Zn 類氧化物（也稱為 IGZO）、In-Al-Zn 類氧化物、In-Sn-Zn 類氧化物、Sn-Ga-Zn 類氧化物、Al-Ga-Zn 類氧化物、Sn-Al-Zn 類氧化物、In-Hf-Zn 類氧化物、In-La-Zn 類氧化物、In-Ce-Zn 類氧化物、In-Pr-Zn 類氧化物、In-Nd-Zn 類氧化物、In-Sm-Zn 類氧化物、In-Eu-Zn 類氧化物、In-Gd-Zn 類氧化物、In-Tb-Zn 類氧化物、In-Dy-Zn 類氧化物、In-Ho-Zn 類氧化物、In-Er-Zn 類氧化物、In-Tm-Zn 類氧化物、In-Yb-Zn 類氧化物、In-Lu-Zn 類氧化物；以及四元金屬氧化物諸如 In-Sn-Ga-Zn 類氧化物、In-Hf-Ga-Zn 類氧化物、In-Al-Ga-Zn 類氧化物、In-Sn-Al-Zn 類氧化物、In-Sn-Hf-Zn 類氧化物、In-Hf-Al-Zn 類氧化物。

注意，在此，例如 In-Ga-Zn 類氧化物是指作為主要成分具有 In、Ga 和 Zn 的氧化物，對於 In、Ga、Zn 的比率沒有限制。另外，也可以包含 In、Ga、Zn 以外的金屬元素。

例如，可以使用  $\text{In} : \text{Ga} : \text{Zn} = 1 : 1 : 1$  ( $= 1/3 : 1/3 : 1/3$ ) 或  $\text{In} : \text{Ga} : \text{Zn} = 2 : 2 : 1$  ( $= 2/5 : 2/5 : 1/5$ ) 的原子比的 In-Ga-Zn 類氧化物或該組成的近旁的氧化物。或者，可以使用  $\text{In} : \text{Sn} : \text{Zn} = 1 : 1 : 1$  ( $= 1/3 : 1/3 : 1/3$ )、 $\text{In} : \text{Sn} : \text{Zn} = 2 : 1 : 3$  ( $= 1/3 : 1/6 : 1/2$ ) 或  $\text{In} : \text{Sn} : \text{Zn} = 2 : 1 : 5$  ( $= 1/4 : 1/8 : 5/8$ ) 的原子比的 In-Sn-Zn 類氧化物或具有接近上述原子比的氧化物。



但是，所公開的發明不侷限於此，可以根據所需要的半導體的電特性（遷移率、閾值、不均勻性等）而使用具有適當的組成的氧化物。另外，較佳為採用適當的載子濃度、雜質濃度、缺陷密度、金屬元素及氧的原子數比、原子間距離以及密度等，以得到所需要的半導體的電特性。

氧化物半導體可以為單晶或非單晶。在採用後者時，可以採用非晶或多晶。另外，可以採用在非晶中包括具有結晶性的部分的結構或非晶。

在本實施方式中，將藉由使用包含 In（銦）、Ga（鎵）及 Zn（鋅）的靶材的濺射法而得到的厚度為 30nm 的 In-Ga-Zn-O 類氧化物半導體的薄膜用作氧化物半導體膜。作為上述靶材，例如可以使用各金屬的組成的原子數比為 In : Ga : Zn=1 : 1 : 0.5、In : Ga : Zn=1 : 1 : 1 或 In : Ga : Zn=1 : 1 : 2 的靶材。另外，包含 In、Ga 及 Zn 的靶材的填充率為 90%以上且 100%以下，較佳為 95%以上且低於 100%。藉由採用填充率高的靶材，可以形成緻密的氧化物半導體膜。

在本實施方式中，將基板放置在保持為減壓狀態的處理室內，去除處理室內的殘留水分並引入被去除了氫及水分的濺射氣體，使用上述靶材在基板 700 上形成氧化物半導體膜。在進行成膜時，也可以將基板溫度設定為 100℃ 以上且 600℃ 以下，較佳為 200℃ 以上且 400℃ 以下。藉由邊加熱基板邊進行成膜，可以降低包含在所形成的氧化物半導體膜中的雜質的濃度。另外，可以減輕濺射所帶來的

損傷。爲了去除殘留在處理室中的水分，使用吸附型真空泵較佳。例如，使用低溫泵、離子泵、鈦昇華泵較佳。另外，作爲排氣單元，也可以使用配備有冷阱的渦輪泵。在使用低溫泵對沉積室進行排氣時，例如排出氫原子、水（ $H_2O$ ）等的包含氫原子的化合物（更佳地，還包括包含碳原子的化合物）等，由此可以降低該沉積室中形成的氧化物半導體膜所包含的雜質的濃度。

作爲成膜條件的一個例子，可以應用如下條件：基板與靶材之間的距離爲 100mm，壓力爲 0.6Pa，直流（DC）電源功率爲 0.5kW，採用氧（氧流量比率爲 100%）氛圍。另外，使用脈衝直流（DC）電源較佳，因爲藉由使用脈衝電源可以減少在成膜時發生的塵屑並可以實現均勻的膜厚度分佈。

另外，爲了使氧化物半導體膜中儘量不包含氫、羥基及水分，作爲成膜的預處理，較佳爲在濺射裝置的預熱室中對形成到閘極絕緣膜 714 的基板 700 進行預熱，來使吸附到基板 700 的水分或氫等的雜質脫離而排出。另外，預熱的溫度是 100°C 以上且 400°C 以下，較佳是 150°C 以上且 300°C 以下。此外，設置在預熱室中的排氣單元較佳爲低溫泵。另外，還可以省略該預熱處理。此外，也可以在後面進行的絕緣膜 722 的成膜之前對形成到導電膜 720 及導電膜 721 的基板 700 也同樣地進行該預熱處理。

另外，作爲用來形成氧化物半導體層 715 的蝕刻，可以採用乾蝕刻和濕蝕刻中的一者或兩者。作爲用於乾蝕刻

的蝕刻氣體，使用包含氯的氣體（氯類氣體，例如，氯（ $\text{Cl}_2$ ）、三氯化硼（ $\text{BCl}_3$ ）、四氯化矽（ $\text{SiCl}_4$ ）、四氯化碳（ $\text{CCl}_4$ ）等）較佳。另外，還可以使用包含氟的氣體（氟類氣體，例如四氟化碳（ $\text{CF}_4$ ）、六氟化硫（ $\text{SF}_6$ ）、三氟化氮（ $\text{NF}_3$ ）、三氟甲烷（ $\text{CHF}_3$ ）等）、溴化氫（ $\text{HBr}$ ）、氧（ $\text{O}_2$ ）或對上述氣體添加了氦（ $\text{He}$ ）或氬（ $\text{Ar}$ ）等的稀有氣體的氣體等。

作為乾蝕刻法，可以使用平行平板型 RIE（Reactive Ion Etching：反應離子蝕刻）法或 ICP（Inductively Coupled Plasma：感應耦合電漿）蝕刻法。適當地調節蝕刻條件（施加到線圈型電極的電力量、施加到基板一側的電極的電力量、基板一側的電極溫度等）以能夠蝕刻為所希望的加工形狀的方式。

作為用於濕蝕刻的蝕刻劑，可以使用混合磷酸、醋酸和硝酸而成的溶液、檸檬酸或草酸等的有機酸。在本實施方式中，使用 ITO-07N（日本關東化學公司製造）。

也可以藉由噴墨法形成用來形成氧化物半導體層 715 的光阻掩罩。由於當藉由噴墨法形成光阻掩罩時不使用光掩模，因此可以縮減製造成本。

另外，較佳為在在下一個製程中形成導電膜之前進行反濺射，來去除附著在氧化物半導體層 715 及閘極絕緣膜 714 的表面的抗蝕劑殘渣等。

另外，有時在藉由濺射等形成的氧化物半導體層中包含多量的水分或氫（包括羥基）等的雜質。由於水分或氫

容易形成施體能階，因此對於氧化物半導體來說水分或氫是雜質。於是，在本發明的一個方式中，為了減少氧化物半導體層中的水分或氫等雜質（脫水化或脫氫化），在減壓氛圍、氮或稀有氣體等惰性氣體氛圍、氧氣體氛圍或超乾燥空氣（使用 CRDS（cavity ring-down laser spectroscopy：光腔衰蕩光譜法）方式的露點計進行測量時的水分量是 20ppm（露點換算為  $-55^{\circ}\text{C}$ ）以下，較佳的是 1ppm 以下，更佳的是 10ppb 以下的空氣）氛圍下對氧化物半導體層 715 進行加熱處理。

藉由對氧化物半導體層 715 進行加熱處理，可以使氧化物半導體層 715 中的水分或氫脫離。明確而言，以  $250^{\circ}\text{C}$  以上且  $750^{\circ}\text{C}$  以下，較佳為以  $400^{\circ}\text{C}$  以上且低於基板的應變點的溫度進行加熱處理，即可。例如，以  $500^{\circ}\text{C}$  進行 3 分鐘以上且 6 分鐘以下左右的加熱處理即可。藉由使用 RTA 法作為加熱處理，可以在短時間內進行脫水化或脫氫化，由此也可以以超過玻璃基板的應變點的溫度進行處理。

在本實施方式中，使用加熱處理裝置之一種的電爐。

注意，加熱處理裝置不侷限於電爐，也可以具備利用電阻發熱體等的發熱體所產生的熱傳導或熱輻射對被處理物進行加熱的裝置。例如，可以使用 GRTA（Gas Rapid Thermal Anneal：氣體快速熱退火）裝置、LRTA（Lamp Rapid Thermal Anneal：燈快速熱退火）裝置等的 RTA（Rapid Thermal Anneal：快速熱退火）裝置。LRTA 裝置是

指藉由利用從鹵素燈、金屬鹵化物燈、氙弧燈、碳弧燈、高壓鈉燈或者高壓汞燈等的燈發射的光（電磁波）的輻射來對被處理物進行加熱的裝置。GRTA 裝置是指使用高溫氣體進行加熱處理的裝置。作為氣體，使用即使進行加熱處理也不與被處理物產生反應的惰性氣體如氬等的稀有氣體或氮。

另外，在加熱處理中，較佳為在氮或氬、氖、氫等的稀有氣體中不包含水分或氫等。或者，較佳為將引入到加熱處理裝置中的氮或氬、氖、氫等的稀有氣體的純度設定為 6N（99.9999%）以上，更佳設定為 7N（99.99999%）以上（即，將雜質濃度設定為 1ppm 以下，較佳設定為 0.1ppm 以下）。

藉由上述製程，可以減少氧化物半導體層 715 中的氫的濃度而實現高度純化。由此可以謀求氧化物半導體層 715 的穩定化。此外，可以藉由以玻璃轉變溫度以下的溫度進行加熱處理，形成具有極低載子密度和寬能隙的氧化物半導體層 715。因此，可以使用大尺寸基板來製造電晶體，從而可以提高生產率。此外，藉由使用氫濃度減少且高度純化了的氧化物半導體層 715，可以製造具有高耐壓性和極低截止電流的電晶體。可以在形成氧化物半導體膜的任一時間進行上述加熱處理。

注意，在對氧化物半導體膜進行加熱時，根據氧化物半導體膜的材料或加熱條件，有時在氧化物半導體膜的表面上形成有板狀結晶。板狀結晶較佳為與氧化物半導體膜

的表面大致垂直地 c 軸配向的單晶體。此外，即使不是單晶體，也較佳為採用在通道形成區域中各結晶的 ab 面一致或者 a 軸或 b 軸都一致且成為大致垂直於氧化物半導體膜的表面的 c 軸配向的多晶體或單晶。注意，當氧化物半導體膜的基底表面不均勻時，形成多晶板狀結晶。因此，氧化物半導體膜的基底表面較佳為盡可能平坦。

接著，藉由部分地蝕刻絕緣膜 708、絕緣膜 712 及閘極絕緣膜 714，形成到達島狀半導體膜 702、島狀半導體膜 703 及佈線 711 的接觸孔。

而且，在藉由濺射法、真空蒸鍍法，以覆蓋氧化物半導體層 715 的方式形成導電膜之後，藉由蝕刻等對該導電膜進行構圖，從而如圖 8C 所示那樣形成用作源極電極、汲極電極或佈線的導電膜 716、導電膜 717、導電膜 718、導電膜 719、導電膜 720 以及導電膜 721。

另外，導電膜 716 及導電膜 717 與島狀半導體膜 702 接觸。導電膜 718 及導電膜 719 與島狀半導體膜 703 接觸。導電膜 720 與佈線 711 及氧化物半導體層 715 接觸。導電膜 721 與氧化物半導體層 715 接觸。

作為導電膜 716、導電膜 717、導電膜 718、導電膜 719、導電膜 720 以及導電膜 721 的材料，可以舉出選自鋁、鉻、銅、鉭、鈦、鉬、鎢中的元素、以上述元素為主要成分的合金或組合上述元素而成的合金膜等。此外，還可以採用在鋁、銅等的金屬膜的下側或上側層疊鉻、鉭、鈦、鉬、鎢等的高熔點金屬膜的結構。此外，鋁或銅較佳

為與高熔點金屬材料組合而使用，以避免耐熱性或腐蝕性的問題。作為高熔點金屬材料，可以使用鉬、鈦、鉻、鈿、鎢、釷、鈳、鈹等。

此外，導電膜 716、導電膜 717、導電膜 718、導電膜 719、導電膜 720 以及導電膜 721 可以採用單層結構或兩層以上的疊層結構。例如，可以舉出包含矽的鋁膜的單層結構；在鋁膜上層疊鈦膜的兩層結構；以及鈦膜、在該鈦膜上層疊鋁膜、還在該鋁膜上層疊鈦膜的三層結構等。

此外，也可以使用導電金屬氧化物形成成為導電膜 716、導電膜 717、導電膜 718、導電膜 719、導電膜 720 以及導電膜 721 的導電膜。作為導電金屬氧化物，可以使用氧化銻、氧化錫、氧化鋅、氧化銻氧化錫、氧化銻氧化鋅或者使上述金屬氧化物材料包含矽或氧化矽的材料。

當在形成導電膜後進行加熱處理時，較佳為導電膜具有能夠耐受該加熱處理的耐熱性。

另外，以在對導電膜進行蝕刻時氧化物半導體層 715 盡可能不被去除的方式適當地調整各個材料及蝕刻條件，。根據蝕刻條件，有時島狀氧化物半導體層 715 中的露出部被部分地蝕刻而形成槽部（凹部）。

在本實施方式中，作為導電膜使用鈦膜。因此，可以使用包含氨和過氧化氫水的溶液（過氧化氫氨水）對導電膜選擇性地進行濕蝕刻，但是氧化物半導體層 715 的一部分也被蝕刻。明確而言，作為過氧化氫氨水使用以 5：2：2 的體積比混合有 31wt%的過氧化氫水、28wt%的氨水和

水的水溶液。或者，也可以使用包含氯（ $\text{Cl}_2$ ）、三氯化硼（ $\text{BCl}_3$ ）等的氣體對導電膜進行乾蝕刻。

另外，爲了減少在光微影製程中使用的光掩模數及製程數，還可以使用由多色調掩模形成的光阻掩罩來進行蝕刻製程，該多色調掩模是使透過的光具有多種強度的掩模。由於使用多色調掩模形成的光阻掩罩成爲具有多種厚度的形狀，並且可以藉由進行蝕刻進一步改變形狀，因此可以用於加工爲不同圖案的多個蝕刻製程。因此，可以使用一個多色調掩模形成至少對應於兩種以上的不同圖案的光阻掩罩。從而，可以減少曝光掩模數，並且還可以減少與其對應的光微影製程，所以能夠實現製程的簡化。

接著，進行使用  $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{N}_2$  或  $\text{Ar}$  等的氣體的電漿處理。藉由該電漿處理去除附著在露出的氧化物半導體層 715 表面上的水等。此外，也可以使用氧和氬的混合氣體進行電漿處理。

另外，在進行電漿處理之後，如圖 8C 所示，以覆蓋導電膜 716、導電膜 717、導電膜 718、導電膜 719、導電膜 720、導電膜 721 以及氧化物半導體層 715 的方式形成絕緣膜 722。絕緣膜 722 較佳爲儘量不包含水分、氬、氧等的雜質，既可以是單層的絕緣膜，又可以是由層疊的多個絕緣膜構成的絕緣膜。當在絕緣膜 722 中包含氬時，該氬侵入到氧化物半導體層中或者該氬抽出氧化物半導體層中的氧，因此有氧化物半導體層的背通道部低電阻化（n 型化）而形成寄生通道的憂慮。因此，重要的是，爲了使



絕緣膜 722 成爲儘量不包含氫的膜，在成膜方法中不使用氫。絕緣膜 722 使用阻擋性高的材料較佳。例如，作爲阻擋性高的絕緣膜，可以使用氮化矽膜、氮氧化矽膜、氮化鋁膜或氮氧化鋁膜等。當使用層疊的多個絕緣膜時，將諸如氧化矽膜、氧氮化矽膜等的氮的含有比率低的絕緣膜形成在與上述阻擋性高的絕緣膜相比更接近於氧化物半導體層 715 的一側。然後，以隔著氮的含有比率低的絕緣膜與導電膜 716、導電膜 717、導電膜 718、導電膜 719、導電膜 720、導電膜 721 以及氧化物半導體層 715 重疊的方式形成阻擋性高的絕緣膜。藉由使用阻擋性高的絕緣膜，可以防止水分或氫等雜質侵入到氧化物半導體層 715 中、閘極絕緣膜 714 中或氧化物半導體層 715 與其他絕緣膜的介面及其附近。此外，藉由以接觸於氧化物半導體層 715 的方式形成諸如氧化矽膜、氧氮化矽膜等的氮的比率低的絕緣膜，可以防止使用阻擋性高的材料的絕緣膜直接接觸於氧化物半導體層 715。

在本實施方式中，形成絕緣膜 722，該絕緣膜 722 具有在藉由濺射法形成的厚度爲 200nm 的氧化矽膜上層疊有藉由濺射法形成的厚度爲 100nm 的氮化矽膜的結構。可以將成膜時的基板溫度設定爲室溫以上且 300℃ 以下。在本實施方式中，將成膜時的基板溫度設定爲 100℃。

另外，也可以在形成絕緣膜 722 之後進行加熱處理。在氮、超乾燥空氣或稀有氣體（氫、氦等）的氛圍下，較佳爲在 200℃ 以上且 400℃ 以下（例如在 250℃ 以上且 350

℃ 以下) 的溫度下進行該加熱處理。較佳的是，上述氣體的含水量為 20ppm 以下，較佳為 1ppm 以下，更佳為 10ppb 以下。在本實施方式中，例如在氮氛圍下以 250℃ 進行 1 個小時的加熱處理。或者，也可以在形成導電膜 716、導電膜 717、導電膜 718、導電膜 719、導電膜 720 以及導電膜 721 之前，與為了減少水分或氫而對氧化物半導體膜進行的上述加熱處理同樣進行高溫且短時間的 RTA 處理。藉由在設置含有氧的絕緣膜 722 之後進行加熱處理，即使因對氧化物半導體層進行的上述加熱處理而在氧化物半導體層 715 中產生氧缺陷，也可以從絕緣膜 722 對氧化物半導體層 715 供應氧。可以藉由對氧化物半導體層 715 供應氧，減少氧化物半導體層 715 中的成爲施體的氧缺陷。其結果是，可以使氧化物半導體層 715 趨近於 i 型，降低因氧缺陷而導致的電晶體的電特性的偏差，從而實現電特性的提高。進行該加熱處理的時序只要是形成絕緣膜 722 之後就沒有特別的限制，而藉由兼作該加熱處理與其他製程諸如形成樹脂膜時的加熱處理、用來使透明導電膜低電阻化的加熱處理，可以不增加製程數而使氧化物半導體層 715 趨近於 i 型。

此外，也可以藉由在氧氛圍下對氧化物半導體層 715 進行加熱處理，對氧化物半導體添加氧，來減少氧化物半導體層 715 中的成爲施體的氧缺陷。加熱處理的溫度例如是 100℃ 以上且低於 350℃，較佳是 150℃ 以上且低於 250℃。上述用於氧氛圍下的加熱處理的氧氣體較佳為不包含

水、氫等。或者，較佳的是，將引入到加熱處理裝置中的氧氣體的純度設定為 6N (99.9999%) 以上，較佳設定為 7N (99.99999%) 以上 (也就是說，將氧中的雜質濃度設定為 1ppm 以下，較佳設定為 0.1ppm 以下)。

或者，也可以藉由採用離子植入法或離子摻雜法等對氧化物半導體層 715 添加氧來減少成為施體的氧缺陷。例如，可以將以 2.45GHz 的微波電漿化了的氧添加到氧化物半導體層 715 中。

另外，也可以藉由在絕緣膜 722 上形成導電膜之後對該導電膜進行構圖，在與氧化物半導體層 715 重疊的位置上形成背閘極電極。當形成背閘極電極時，較佳為覆蓋背閘極電極地形成絕緣膜。可以使用與閘極電極 713 或者導電膜 716、導電膜 717、導電膜 718、導電膜 719、導電膜 720 以及導電膜 721 同樣的材料及結構來形成背閘極電極。

背閘極電極的厚度為 10nm 至 400nm，較佳為 100nm 至 200nm。例如，較佳的是，在形成具有鈦膜、鋁膜和鈦膜的層疊結構的導電膜之後，藉由光微影法等形成光阻掩罩，並且藉由蝕刻去除不需要的部分來將該導電膜加工 (構圖) 為所希望的形狀，從而形成背閘極電極。

藉由上述製程，形成電晶體 724。

電晶體 724 包括閘極電極 713、閘極電極 713 上的閘極絕緣膜 714、閘極絕緣膜 714 上的與閘極電極 713 重疊的氧化物半導體層 715 以及形成在氧化物半導體層 715 上

的一對導電膜 720 或導電膜 721。再者，電晶體 724 也可以包括絕緣膜 722 作為其構成要素。圖 8C 所示的電晶體 724 具有通道蝕刻結構，其中在導電膜 720 和導電膜 721 之間氧化物半導體層 715 的一部分被蝕刻。

另外，作為電晶體 724 使用單閘構的電晶體而進行說明，但是根據需要，藉由具有電連接的多個閘極電極 713，可以形成具有多個通道形成區域的多閘結構的電晶體。

另外，接觸於氧化物半導體層 715 的絕緣膜（在本實施方式中，相當於閘極絕緣膜 714 以及絕緣膜 722）也可以使用包含第 13 族元素及氧的絕緣材料。較多氧化物半導體材料包含第 13 族元素，包含第 13 族元素的絕緣材料與氧化物半導體的搭配良好，因此藉由將包含第 13 族元素的絕緣材料用於與氧化物半導體層接觸的絕緣膜，可以保持氧化物半導體層與絕緣膜的良好介面狀態。

包含第 13 族元素的絕緣材料是指包含一種或多種第 13 族元素的絕緣材料。作為包含第 13 族元素的絕緣材料，例如有氧化鎵、氧化鋁、氧化鋁鎵、氧化鎵鋁等。在此，氧化鋁鎵是指含鋁量（at.%）多於含鎵量（at.%）的物質，並且氧化鎵鋁是指含鎵量（at.%）等於或多於含鋁量（at.%）的物質。

例如，當以接觸於包含鎵的氧化物半導體層的方式形成絕緣膜時，藉由將包含氧化鎵的材料用於絕緣膜，可以保持氧化物半導體層和絕緣膜之間的良好介面特性。例如，藉由以彼此接觸的方式設置氧化物半導體層和包含氧

化鎵的絕緣膜，可以減少產生在氧化物半導體層與絕緣膜的介面的氫的沉積（pileup）。另外，在作為絕緣膜使用屬於與氧化物半導體層的成分元素相同的族的元素時，可以獲得同樣的效果。例如，使用包含氧化鋁的材料形成絕緣膜也是有效的。另外，由於氧化鋁具有不容易透過水的特性，因此從防止水侵入到氧化物半導體層中的角度來看，使用該材料較佳。

此外，作為與氧化物半導體層 715 接觸的絕緣膜，較佳為採用藉由進行氧氛圍下的加熱處理或氧摻雜處理等包含多於化學計量組成的氧的絕緣材料。氧摻雜處理是指對塊體（bulk）添加氧的處理。此外，為了明確表示不僅對薄膜表面添加氧，而且對薄膜內部添加氧，使用該術語“塊體”。此外，氧摻雜處理包括將電漿化了的氧添加到塊體中的氧電漿摻雜處理。另外，也可以使用離子植入法或離子摻雜法進行氧摻雜處理。

例如，當作為與氧化物半導體層 715 接觸的絕緣膜使用氧化鎵時，藉由進行氧氛圍下的加熱處理或氧摻雜處理，可以將氧化鎵的組成設定為  $Ga_2O_x$  ( $X=3+\alpha$ ,  $0<\alpha<1$ )。

此外，作為與氧化物半導體層 715 接觸的絕緣膜使用氧化鋁時，藉由進行氧氛圍下的加熱處理或氧摻雜處理，可以將氧化鋁的組成設定為  $Al_2O_x$  ( $X=3+\alpha$ ,  $0<\alpha<1$ )。

此外，作為與氧化物半導體層 715 接觸的絕緣膜使用氧化鎵鋁（氧化鋁鎵）時，藉由進行氧氛圍下的加熱處理或氧摻雜處理，可以將氧化鎵鋁（氧化鋁鎵）的組成設定

為  $Ga_xAl_{2-x}O_3$  ( $0 < X < 2$ ,  $0 < \alpha < 1$ )。

藉由進行氧摻雜處理，可以形成具有包含多於化學計量組成的氧的區域的絕緣膜。藉由使具備這種區域的絕緣膜與氧化物半導體層接觸，絕緣膜中的過剩的氧被供應到氧化物半導體層中，可以減少氧化物半導體層中或氧化物半導體層與絕緣膜的介面中的氧缺陷，來可以使氧化物半導體層 i 型化或無限趨近於 i 型。

也可以將具有包含多於化學計量組成的氧的區域的絕緣膜僅用於與氧化物半導體層 715 接觸的絕緣膜中的位於上層的絕緣膜和位於下層的絕緣膜中的一方，但是較佳為用於兩者的絕緣膜。藉由採用將具有包含多於化學計量組成的氧的區域的絕緣膜用於與氧化物半導體層 715 接觸的絕緣膜中的位於上層及下層的絕緣膜，且在其間夾著氧化物半導體層 715 的結構，可以進一步提高上述效果。

此外，位於氧化物半導體層 715 的上層或下層的絕緣膜既可以是使用具有相同的構成元素的絕緣膜，又可以是使用具有不同的構成元素的絕緣膜。例如，既可以採用上層和下層都是其組成為  $Ga_2O_x$  ( $X=3+\alpha$ ,  $0 < \alpha < 1$ ) 的氧化鎵的結構，又可以採用上層和下層中的一方是其組成為  $Ga_2O_x$  ( $X=3+\alpha$ ,  $0 < \alpha < 1$ ) 的氧化鎵，另一方是其組成為  $Al_2O_x$  ( $X=3+\alpha$ ,  $0 < \alpha < 1$ ) 的氧化鋁的結構。

另外，與氧化物半導體層 715 接觸的絕緣膜也可以是具有包含多於化學計量組成的氧的區域的絕緣膜的疊層。例如，也可以作為位於氧化物半導體層 715 的上層形成組

成爲  $Ga_2O_x$  ( $X=3+\alpha$ ,  $0<\alpha<1$ ) 的氧化鎵，並在其上形成組成爲  $Ga_xAl_{2-x}O_{3+\alpha}$  ( $0<X<2$ ,  $0<\alpha<1$ ) 的氧化鎵鋁 (氧化鋁鎵)。此外，既可以採用作爲位於氧化物半導體層 715 的下層形成具有包含多於化學計量組成的氧的區域的絕緣膜的疊層的結構，又可以採用作爲位於氧化物半導體層 715 的上層及下層形成具有包含多於化學計量組成的氧的區域的絕緣膜的疊層。

光電二極體 704 可以用作圖 1 以及圖 6A 和 6B 等所示的光電二極體 102。n 通道型電晶體 705 可以用作圖 1 以及圖 6A 和 6B 等所示的電晶體 104、電晶體 105。電晶體 724 可以用作圖 1 以及圖 6A 和 6B 等所示的電晶體 103。此外，電晶體 724 還可以用作圖 1 以及圖 6A 和 6B 等所示的電晶體 104、電晶體 105。

本實施方式可以與上述實施方式組合而實施。

#### [實施方式 4]

在本實施方式中，說明具有與實施方式 3 不同的結構的在氧化物半導體層中形成有通道的電晶體。

圖 9A 所示的光電感測器與實施方式 3 同樣包括光電二極體 704 及 n 通道型電晶體 705。而且，在圖 9A 中，在光電二極體 704 及 n 型電晶體 705 上形成有通道保護結構的底閘極型電晶體 724。

電晶體 724 包括形成在絕緣膜 712 上的閘極電極 730、閘極電極 730 上的閘極絕緣膜 731、在閘極絕緣膜 731

上與閘極電極 730 重疊的氧化物半導體層 732、形成在氧化物半導體層 732 上的與閘極電極 730 重疊的位置中的通道保護膜 733、形成在氧化物半導體層 732 上的導電膜 734 及導電膜 735。再者，在電晶體 724 的構成要素中還可以包括形成在導電膜 734、導電膜 735 及通道保護膜 733 上的絕緣膜 736。

藉由設置通道保護膜 733，可以防止在後面的製程中進行蝕刻時的電漿或蝕刻劑對氧化物半導體層 732 中的成爲通道形成區域的部分造成如膜減少等的損傷。因此，可以提高電晶體 724 的可靠性。

通道保護膜 733 可以使用包含氧的無機材料（氧化矽、氮氧化矽、氧氮化矽、氧化鋁或氧氮化鋁等）形成。通道保護膜 733 可以利用電漿 CVD 法或熱 CVD 法等的氣相生長法或濺射法形成。在形成通道保護膜 733 之後，對通道保護膜 733 進行蝕刻來加工其形狀。在此，藉由濺射法形成氧化矽膜並藉由使用經由光微影形成的掩模的蝕刻加工，來形成通道保護膜 733。

藉由將包含氧的無機材料用於通道保護膜 733，即使藉由用來減少水分或氫的加熱處理在氧化物半導體層 732 中產生氧缺陷，也可以從通道保護膜 733 對氧化物半導體層 732 供應氧來減少成爲施體的氧缺陷。因此，可以使通道形成區域趨近於 i 型，並減輕氧缺陷所引起的電晶體 724 的電特性的不均勻，來提高電特性。

與實施方式 3 同樣，圖 9B 所示的光電感測器包括光



電二極體 704 及 n 通道型電晶體 705。而且，在圖 9B 中，光電二極體 704 及 n 通道型電晶體 705 上形成有底接觸型電晶體 724。

電晶體 724 包括形成在絕緣膜 712 上的閘極電極 741、閘極電極 741 上的閘極絕緣膜 742、閘極絕緣膜 742 上的導電膜 743、導電膜 744 以及隔著閘極絕緣膜 742 與閘極電極 741 重疊的氧化物半導體層 745。再者，在電晶體 724 的構成要素中也可以包括形成在氧化物半導體層 745 上的絕緣膜 746。

另外，圖 9A、9B 所示的電晶體 724 還可以包括背閘極電極。

與實施方式 3 同樣，圖 9C 所示的光電感測器包括光電二極體 704 及 n 通道型電晶體 705。而且，在圖 9C 中，光電二極體 704 及 n 通道型電晶體 705 上形成有頂接觸型電晶體 724。

電晶體 724 包括形成在絕緣膜 712 上的氧化物半導體層 755、氧化物半導體層 755 上的導電膜 753 及導電膜 754、氧化物半導體層 755、導電膜 753 及導電膜 754 上的閘極絕緣膜 752 以及隔著閘極絕緣膜 752 與氧化物半導體層 755 重疊的閘極電極 751。再者，在電晶體 724 的構成要素中也可以包括形成在閘極電極 751 上的絕緣膜 756。

與實施方式 3 同樣，圖 9D 所示的光電感測器包括光電二極體 704 及 n 通道型電晶體 705。而且，在圖 9D 中，光電二極體 704 及 n 通道型電晶體 705 上形成有頂接觸

型電晶體 724。

電晶體 724 包括形成在絕緣膜 712 上的導電膜 763 及導電膜 764、導電膜 763 及導電膜 764 上的氧化物半導體層 765、氧化物半導體層 765、導電膜 763 及導電膜 764 上的閘極絕緣膜 762 以及隔著閘極絕緣膜 762 與氧化物半導體層 765 重疊的閘極電極 761。再者，在電晶體 724 的構成要素中也可以包括形成在閘極電極 761 上的絕緣膜 766。

光電二極體 704 可以用作圖 1 以及圖 6A 和 6B 等所示的光電二極體 102。n 通道型電晶體 705 可以用作圖 1 以及圖 6A 和 6B 等所示的電晶體 104、電晶體 105。電晶體 724 可以用作圖 1 以及圖 6A 和 6B 等所示的電晶體 103。此外，電晶體 724 還可以用作圖 1 以及圖 6A 和 6B 等所示的電晶體 104、電晶體 105。

本實施方式可以與上述實施方式組合而實施。

#### [實施方式 5]

在本實施方式中，可以應用 TOF 方式同時進行二維拍攝及三維拍攝的半導體裝置的驅動方法。

本實施方式中的光電感測器的結構與實施方式 1 的圖 1 所示的光電感測器的結構相同。明確而言，重疊地設置具有相同結構的第一光電感測器和第二光電感測器。作為第一光電感測器所具有的半導體層，使用吸收可見光且透過紅外光的非晶矽等。此外，作為第二光電感測器所具有

的半導體層，使用吸收紅外光的結晶矽或單晶矽等。

當三維拍攝時，對應於第一照射及第二照射（時間的長度相同，而時序不同）進行第一拍攝及第二拍攝，藉由檢測因第一照射產生的第一反射光的第一反射光檢測取得由光的到達時間差決定的第一檢測信號，並檢測因第二照射產生的第二反射光的第二反射光檢測取得由光的到達時間差決定的第二檢測信號，測量從光源到檢測對象的距離。當二維拍攝時，藉由進行第三拍攝取得第三檢測信號，取得檢測對象的亮度及顏色。

在本實施方式中，參照圖 10A 和 10B 說明重疊設置第一光電感測器 100A 和第二光電感測器 100B 的結構。另外，因為第一光電感測器 100A 及第二光電感測器 100B 的結構與光電感測器 100 的結構相同，所以省略其詳細說明。

圖 10A 是示出根據本發明的一個方式的半導體裝置所具有的光電感測器的結構的電路圖的一個例子。如圖 10A 所示，第一光電感測器 100A 由三個電晶體以及一個光電二極體構成。此外，第二光電感測器 100B 由三個電晶體及一個光電二極體構成。如圖 10A 所示，第一光電感測器 100A 包括第一光電二極體 102A、電晶體 103A、電晶體 104A 以及電晶體 105A。此外，第二光電感測器 100B 包括第二光電二極體 102B、電晶體 103B、電晶體 104B 以及電晶體 105B。

如圖 10A 所示，第一光電感測器 100A 和第二光電感測器 100B 相鄰。明確而言，如圖 10B 所示，第一光電二

極體 102A 和第二光電二極體 102B 重疊，並且，以與第二光電二極體 102B 相比照射到光電感測器的光（包括可見光及紅外光）先入射到第一光電二極體 102A 的方式配置配置第一光電二極體 102A。

注意，照射到光電感測器 100 的光是反射光。本實施方式中的照射到第一光電二極體 102A 的光是指在對檢測對象照射來自光源的光和自然光中的一者或兩者之後由該檢測對象反射的光（可見光）。此外，照射到第二光電二極體 102B 的光是指在對檢測對象照射外部光之後由該檢測對象反射的光（紅外光）。

藉由重疊地設置第一光電感測器 100A 和第二光電感測器 100B，當配置各感測器時可以共用面積，所以可以減少在半導體裝置中的光電感測器的佔有面積。由此，可以謀求像素的微型化。

此外，第一光電二極體 102A 的半導體層具有主要吸收可見光且透過大部分的紅外光的特性。例如，作為第一光電二極體 102A 的半導體層，可以使用非晶矽等。

另外，第二光電二極體 102B 的半導體層具有吸收紅外光的特性。例如，作為第二光電二極體 102B 的半導體層，可以使用結晶矽、單晶矽等。

因此，藉由使第一光電二極體 102A 在第二光電二極體 102B 之前吸收可見光，可以減少入射到第二光電二極體 102B 中的可見光。

換言之，在第一光電感測器 100A 中利用可見光，而

在第二光電感測器 100B 中利用紅外光。

在圖 10A 中，信號線 11A 是重設信號線 (PR\_2)。信號線 12A 是電荷積累信號線 (TX\_2)。信號線 13A 是選擇信號線 (SE\_2)。信號線 16A 是光電感測器輸出信號線。此外，信號線 11B 是重設信號線 (PR\_3)。信號線 12B 是電荷積累信號線 (TX\_3)。信號線 13B 是選擇信號線 (SE\_3)。信號線 16B 是光電感測器輸出信號線。信號線 15 是光電感測器基準信號線，並且第一光電感測器 100A 及第二光電感測器 100B 也可以共同使用信號線 15。

當三維拍攝時，控制信號線 11B (PR\_3) 及信號線 12B (TX\_3) 的電位。明確而言，當第一拍攝時，以在開始第一紅外光反射的同時開始第一拍攝並在結束第一紅外光照射的同時結束第一拍攝的方式控制第一信號線 11B 及第二信號線 12B 的電位。此外，當第二拍攝時，以在結束第二紅外光反射照射的同時開始第二拍攝並在結束第二紅外光反射的同時結束第二拍攝的方式控制信號線 11B 及信號線 12B 的電位。

當二維拍攝時，控制信號線 11A (PR\_2) 及信號線 12A (TX\_2) 的電位。明確而言，當第三拍攝時，以至少在開始第一拍攝之前開始第三拍攝且至少在結束第二拍攝之後結束第三拍攝的方式控制信號線 11A 及信號線 12A 的電位。

如上所述，第一光電感測器 100A 及第二光電感測器 100B 由四個元件構成，即一個光電二極體和三個電晶體

。因為由較少的元件構成光電感測器，所以可以容易高密度地集體光電感測器而實現像素的微型化。

接著，說明具有圖 10A 所示的結構的光電感測器的半導體裝置的驅動方法。藉由使用該驅動方法，能夠同時進行二維拍攝及應用 TOF 方式的三維拍攝。此外，因為重疊第一光電感測器 100A 及第二光電感測器 100B，所以可以在實現像素的微型化的同時進行使用吸收可見光的第一光電感測器 100A 的二維拍攝及使用吸收紅外光的第二光電感測器 100B 的三維拍攝。

參照圖 11 及圖 12 所示的時序圖說明具體的驅動方法。首先，在圖 11 中說明第一光電感測器 100A 及第二光電感測器 100B 的工作。在圖 12 中說明驅動方法的特徵及同時進行二維拍攝及應用 TOF 方式的三維拍攝的方法。

圖 11 是第一光電感測器 100A 及第二光電感測器 100B 的時序圖。根據本實施方式的驅動方法，可以在時刻 T1 至時刻 T18 之間進行二維拍攝及三維拍攝。

注意，在圖 11 及圖 12 所示的時序圖中，在脈衝 201 及脈衝 202 中“H”表示“照射”，“L”表示“非照射”，在其他脈衝中，“H”表示電位高的狀態，“L”表示電位低的狀態。

另外，在三維拍攝時，從光源對檢測對象進行照射兩次（第一照射及第二照射）。另外，第二照射的時序與第一照射不同，並且進行第一照射及第二照射相同時間。此外，在第一照射及第二照射中，從光源到檢測對象的距離

不變，並且時刻 T2 至時刻 T3 的時間（時間差）和時刻 T8 至時刻 T9 的時間（時間差）相同。

在時刻 T1，將信號線 11B 設定為“H”。再者，將信號線 12B 設定為“H”（三維拍攝時的第一復位）。此時，第二光電二極體 102B 及電晶體 103B 導通，且節點 14B 變為“H”。

同樣，將信號線 11A 設定為“H”。再者，將信號線 12A 設定為“H”（二維拍攝時的第一復位）。此時，第一光電二極體 102A 及電晶體 103A 導通，且節點 14A 變為“H”。

在時刻 T2，開始從光源對檢測對象的第一光照射。在脈衝 201 中，從“L”（非照射）變為“H”（照射）。該時刻為第一照射開始時刻。此外，將信號線 11B 設定為“L”，且將信號線 12B 維持為“H”。

同樣，將信號線 11A 設定為“L”，且將信號線 12A 維持為“H”。因為根據該結構，重疊地構成吸收可見光的第一光電二極體 102A 和吸收紅外光的第二光電二極體 102B，可以在相同期間內進行第一拍攝及第三拍攝。

在時刻 T3，從光源發射的第一照射光由檢測對象反射，且第一反射光（紅外光）開始入射到半導體裝置中。在脈衝 202 中，從“L”（非照射）變為“H”（照射）。該時刻為第一反射開始時刻。時刻 T3 也是第一反射光檢測開始時刻。在時刻 T3 時可以開始反射光的檢測。此外，將信號線 12A 維持為“H”。

在時刻 T3 至時刻 T4 之間（第一反射光檢測期間），節點 14B 的電位對應於第一反射光的強度而變化。因第二光電二極體 102B 的截止電流，節點 14B 的電位開始從“H”降低。截止電流與被照射到第二光電二極體 102B 的光（反射光）的強度及照射時間成比例。

同樣，節點 14A 的電位開始從“H”降低。

在時刻 T4，結束從光源對檢測對象的第一光照射。在脈衝 201 中，從“H”（照射）變為“L”（非照射）。該時刻為第一照射結束時刻。此外，將信號線 12B 設定為“L”。此外，時刻 T4 也是第一反射光檢測結束時刻。另一方面，將信號線 12A 維持為“H”。

另外，節點 14B 的電位在時刻 T4 之後固定。時刻 T4 時的節點 14B 的電位（V1）根據在第一反射光檢測的期間中光電二極體 102 所生成的光電流決定。也就是說，節點 14B 的電位取決於光強度等。另一方面，節點 14A 的電位繼續降低。

此外，對應於時刻 T4 時的節點 14B 的電位（V1）決定第一檢測信號。因為第一反射光檢測期間越長，節點 14B 的電位變化越大，所以時刻 T4 的節點 14B 的電位（V1）越小。

在時刻 T1 至時刻 T4 之間被照射到第二光電二極體 102B 的光都是指因第一反射產生的反射光，即，從光源對檢測對象照射的光被檢測對象反射的光。另外，該反射光是紅外光。



此外，在時刻 T1 至時刻 T16 之間被照射到第一光電二極體 102A 的光都是指反射光。即，在來自光源的光和自然光中的一者或兩者被照射到檢測對象時由該檢測對象反射的光。另外，該反射光是可見光。

在時刻 T5，結束由檢測對象反射的因第一反射產生的反射光的對半導體裝置的入射。在脈衝 202 中，從“H”（照射）變為“L”（非照射）。該時刻為第一反射結束時刻。另一方面，將信號線 12A 維持為“H”。

另外，當將信號線 12B 設定為“L”時，因信號線 12B 和節點 14B 之間的寄生電容節點 14B 的電位發生變化。當電位變化大時，在第一拍攝及第二拍攝中，不能準確地獲取由光電二極體 102B 所生成的光電流。因此，為了減少寄生電容的影響，減少電晶體 103B 的閘極電極和汲極電極之間的電容或電晶體 103B 的閘極電極和汲極電極之間、將儲存電容連接到節點 14B 等的措施是有效的。在根據本發明的一個方式的第二光電感測器 100B 中實施這些措施，所以可以忽視起因於寄生電容的節點 14B 的電位變化。

另外，對根據本發明的一個方式的第一光電感測器 100A 也實施同樣的措施。

在時刻 T6，將信號線 13B 設定為“H”（第一讀出開始）。此時，電晶體 105B 導通。此外，信號線 15B 及信號線 16B 藉由電晶體 104B、電晶體 105B 導通。於是，信號線 16B 的電位降低。另外，在時刻 T6 之前，預先對信

號線 16B 進行預充電工作且使它處於“H”。

對於對信號線 16 進行預充電工作的讀出電路的結構沒有特別的限制。該讀出電路也可以採用圖 4 所示的結構。

在時刻 T7，將信號線 13B 設定為“L”（第一讀出結束）。於是，電晶體 105B 被遮斷，信號線 16B 的電位固定。時刻 T7 時的信號線 16B 的電位（ $V_{S1}$ ）由時刻 T6 至時刻 T7 時的信號線 16B 的電位變化的速度決定。

藉由第一反射光檢測取得時刻 T7 時的信號線 16B 的電位（ $V_{S1}$ ），可以檢測在第一拍攝期間照射到第二光電二極體 102B 中的反射光的量（入射光的強度的時間積）而得到檢測信號 S1。在此，在第一照射中的光強度固定且只被照射因第一反射產生的反射光的情況下，信號線 16B 的電位（ $V_{S1}$ ）與第一反射光檢測期間大致成比例。

在時刻 T8，開始從光源對檢測對象的第二照射。在脈衝 201 中，從“L”（非照射）變為“H”（照射）。該時刻為第二照射開始時刻。此外，將信號線 12A 維持為“H”。

在時刻 T9，由檢測對象反射從光源發射的第二照射光，且第二反射光開始入射到半導體裝置中。在脈衝 202 中，從“L”（非照射）變為“H”（照射）。該時刻為第二反射開始時刻。

在時刻 T10，將信號線 11B 設定為“H”，而且將信號線 12B 設定為“H”（三維拍攝時的第二復位）。此時

，第二光電二極體 102B 及電晶體 103B 導通而節點 14B 變為“H”。

在時刻 T11，結束從光源對檢測對象的第二光照射。在脈衝 201 中，從“H”（照射）變為“L”（非照射）。該時刻為第二照射結束時刻。將信號線 11B 設定為“L”，將信號線 12B 維持為“H”。此外，時刻 T11 也是第二反射光檢測開始時刻。在時刻 T11 時可以開始反射光的檢測。另外，將信號線 12A 維持為“H”。

在時刻 T11 至時刻 T12 之間（第二反射光檢測），節點 14B 的電位對應於第二反射光的強度而變化。因光電二極體 102B 的截止電流，節點 14B 的電位開始從“H”降低。截止電流與被照射到光電二極體 102B 的光（反射光）的強度及照射時間成比例。因此，根據反射光強度及反射光檢測期間節點 14B 的電位也變化。

注意，在本實施方式中，作為一個例子示出第二反射光檢測期間（時刻 T11 至時刻 T12）比第一反射光檢測期間（時刻 T3 至時刻 T4）短的情況。因此，與第一拍攝時的節點 14 的電位變化相比，第二拍攝時的節點 14 的電位變化小。

在時刻 T12，結束由檢測對象反射的因第二反射產生的反射光的對半導體裝置的入射。在脈衝 202 中，從“H”（照射）變為“L”（非照射）。該時刻為第二反射結束時刻。此外，時刻 T12 也是第二反射光檢測結束時刻。另一方面，將信號線 12A 維持為“H”。

另外，節點 14B 的電位在時刻 T12 之後固定。時刻 T12 時的節點 14B 的電位 ( $V_2$ ) 由在第二反射光檢測的期間中第二光電二極體 102B 生成的光電流決定。也就是說，節點 14B 的電位取決於光強度等。另一方面，節點 14A 的電位繼續降低。

此外，對應於時刻 T12 時的節點 14 的電位 ( $V_2$ ) 決定第二檢測信號。因為第二反射光檢測期間越短，節點 14 的電位變化越小，所以時刻 T12 的節點 14 的電位 ( $V_2$ ) 越大。

在時刻 T13，將信號線 12B 設定為“L”。

另外，在時刻 T10 至時刻 T13 之間被照射到第二光電二極體 102B 的光都是指因第二反射產生的反射光，即，從光源對檢測對象照射的光由檢測對象反射的光。另外，該反射光是紅外光。

在時刻 T14，將信號線 13B 設定為“H”（第二讀出開始）。此時，電晶體 105B 導通。此外，信號線 15B 及信號線 16B 藉由電晶體 104B、電晶體 105B 導通。於是，信號線 16B 的電位降低。另外，在時刻 T14 之前，預先對信號線 16B 進行預充電工作且使它處於“H”。

在時刻 T15，將信號線 13B 設定為“L”（第二讀出結束）。於是，電晶體 105B 被遮斷，信號線 16B 的電位固定。時刻 T15 時的信號線 16B 的電位 ( $V_{S2}$ ) 由時刻 T14 至時刻 T15 時的信號線 16B 的電位變化的速度決定。

因此，藉由第二反射光檢測取得時刻 T15 時的信號線

16B 的電位 ( $V_{s2}$ )，可以檢測在第二拍攝期間照射到第二光電二極體 102B 的反射光的量 (入射光的強度的時間積) 而得到檢測信號 S2。在此，在第二照射中的光強度固定且只被照射因第二反射產生的反射光的情況下，信號線 16B 的電位 ( $V_{s2}$ ) 與第二反射光檢測期間大致成比例。

另外，因為在本實施方式中，第二反射光檢測期間 (時刻 T11 至時刻 T12) 比第一反射光檢測期間 (時刻 T3 至時刻 T4) 短，所以時刻 T15 時的信號線 16B 的電位 ( $V_{s2}$ ) 比時刻 T7 時的信號線 16B 的電位 ( $V_{s1}$ ) 小。

因為在時刻 T15，藉由第一拍攝可以得到檢測信號 S1，且藉由第二拍攝可以得到檢測信號 S2，所以能夠進行應用 TOF 方式的三維拍攝。

在時刻 T16，將信號線 12A 設定為 “L”。

在時刻 T17，將信號線 13A 設定為 “H” (第三讀出開始)。此時，電晶體 105A 導通。此外，信號線 15A 及信號線 16A 藉由電晶體 104A、電晶體 105A 導通。於是，信號線 16A 的電位降低。另外，在時刻 T17 之前，預先對信號線 16A 進行預充電工作且使它處於 “H”。

在時刻 T18 時，將信號線 13A 設定為 “L” (第三讀出結束)。於是，電晶體 105A 被遮斷，信號線 16A 的電位固定。時刻 T18 時的信號線 16A 的電位 ( $V_{s3}$ ) 由時刻 T3 至時刻 T16 時的信號線 16A 的電位變化的速度決定。

藉由照射到第一光電二極體 102A 的反射光 (可見光

) 的檢測 (第三反射光檢測) 來取得時刻 T18 時的信號線 16A 的電位 ( $V_{S3}$ )，檢測第三拍攝期間中照射到第一光電二極體 102A 的反射光量 (入射的光的強度的時間積) 而可以得到檢測信號 S3。在此，當固定來自光源的光和自然光中的一者或兩者的強度時，信號線 16A 的電位 ( $V_{S3}$ ) 大致與第三反射光檢測期間成比例。

因為在時刻 T18，藉由第三拍攝可以得到檢測信號 S3，所以能夠在進行二維拍攝的期間中進行應用 TOF 方式的三維拍攝。

圖 12 是第一光電感測器 100A 及第二光電感測器 100B 中的脈衝 201、脈衝 202、信號線 12A 的脈衝以及信號線 12B 的脈衝。參照圖 12 明確地說明驅動方法的特徵。在第一反射光檢測期間中將電晶體 103B 的閘極電極的電位設定為“H”，在第二反射光檢測期間中將電晶體 103B 的閘極電極的電位設定為“H”，且在包括第一拍攝期間及第二拍攝期間的期間中將電晶體 103A 的閘極電極的電位設定為“H”。由此，當二維拍攝時可以進行三維拍攝。

邊比較對圖 12 所示的各種脈衝邊分別對照射期間、反射期間、拍攝期間、反射光檢測期間等各期間進行說明。

如脈衝 201 所示，時刻 T2 是第一照射開始時刻，時刻 T4 是第一照射結束時刻，並且時刻 T2 至時刻 T4 是第一照射期間。時刻 T8 是第二照射開始時刻，時刻 T11 是

第二照射結束時刻，並且時刻 T8 至時刻 T11 是第二照射期間。在所公開的發明的一個方式中，第一照射期間與第二照射期間必須相等。

如脈衝 202 所示，時刻 T3 是第一反射開始時刻，時刻 T5 是第一反射結束時刻，並且時刻 T3 至時刻 T5 是第一反射期間。時刻 T9 是第二反射開始時刻，時刻 T12 是第二反射結束時刻，並且時刻 T9 至時刻 T12 是第二反射期間。反射期間與照射期間相等。

換言之，因為第一照射期間與第二照射期間相等，且第一反射期間與第二反射期間相等，所以照射期間與反射期間相等。

如信號線 12B 的脈衝 (TX\_3) 所示，第一拍攝需要在與第一反射期間同時或至少在第一反射期間之前開始。此外，第二拍攝需要在與第二反射期間同時或至少在第二反射期間之後結束。

換言之，藉由對應於第一反射期間決定第一拍攝期間，且對應於第二反射期間決定第二拍攝期間，將反射光檢測分為兩次。

再者，如信號線 12A 的脈衝 (TX\_2) 所示，時刻 T3 是第三拍攝開始時刻，並且時刻 T16 是第三拍攝結束時刻。此外，時刻 T3 是反射光檢測開始時刻，時刻 T16 是反射光檢測結束時刻，並且時刻 T3 至時刻 T16 是反射光檢測期間。

第三拍攝需要在第一拍攝期間結束的同時或至少在第

一拍攝期間之前開始。此外，第三拍攝需要在與第二拍攝期間的同時或至少在第二拍攝期間之後結束。以這樣決定拍攝期間的時序的方式控制信號線 11A 及信號線 12A 的電位。

換言之，藉由使第一拍攝期間及第二拍攝期間包括於第三拍攝期間內，可以在二維拍攝時進行三維拍攝。

另外，在所公開的發明的一個方式中，第一反射光檢測期間與第一照射期間和第一反射期間重疊的期間相等，即成為實質上的第一拍攝期間。此外，第二反射光檢測期間與第二照射期間之後的第二反射期間相等，即為實質上的第二拍攝期間。從第一反射光檢測取得由光的到達時間差決定的第一檢測信號，且從第二反射光檢測取得由光的到達時間的差決定的第二檢測信號。由此，可以測量從半導體裝置到檢測對象的距離（三維拍攝）。

此外，第三反射光檢測期間包括第一拍攝期間及第二拍攝期間。藉由利用第三反射光檢測取得第三檢測信號，可以取得檢測對象的亮度及色彩等（二維拍攝）。

由此可知，藉由使用較少的元件構成光電感測器並改進在安裝有該光電感測器的半導體裝置中的驅動方法，可以在進行二維拍攝時實現應用 TOF 方式的三維拍攝並發揮同時取得二維資訊及三維資訊的半導體裝置的功能。因此，能夠解決當應用 TOF 方式時發生的光電感測器的元件數增大的問題，並實現有利於像素的微型化的半導體裝置。

另外，本實施方式可以與本說明書所示的其他實施方



式適當地組合。

[實施方式 6]

在本實施方式中，參照圖 13A 和 13B 說明當半導體裝置所具有的光電感測器具有實施方式 5 所示的結構時，將多個該光電感測器配置為矩陣狀的結構的一個例子。再者，圖 14 示出圖 13A 和 13B 所示的光電感測器的俯視圖。另外，光電感測器的結構及驅動方法可以參照實施方式 5。

在圖 13A 中，多個光電感測器 100 配置為  $m$  ( $m$  是 2 以上的自然數) 行  $n$  ( $n$  是 2 以上的自然數) 列的矩陣狀。作為例子，各行的光電感測器 100 與多個信號線 11A (重設信號線) (表示為 11A\_1 至 11A\_m) 中的任一個、多個信號線 12A (電荷積累信號線) (表示為 12A\_1 至 12A\_m) 中的任一個、多個信號線 13A (選擇信號線) (表示為 13A\_1 至 13A\_m) 中的任一個、多個信號線 11B (重設信號線) (表示為 11B\_1 至 11B\_m) 中的任一個、多個信號線 12B (電荷積累信號線) (表示為 12B\_1 至 12B\_m) 中的任一個、多個信號線 13B (選擇信號線) (表示為 13B\_1 至 13B\_m) 中的任一個以及多個信號線 15 (光電感測器基準信號線) (表示為 15\_1 至 15\_n) 中的任一個電連接。作為例子，各列的光電感測器 100 與多個信號線 16A (光電感測器輸出信號線) (表示為 16A\_1 至 16A\_n) 中的任一個、多個信號線 16B (光電感測器輸出

信號線) (表示為 16B\_1 至 16B\_n) 中的任一個電連接。

在圖 13A 和 13B 中，各行的光電感測器 100 共同使用信號線 11A (重設信號線)、信號線 12A (電荷積累信號線)、信號線 13A (選擇信號線)、信號線 11B (重設信號線)、信號線 12B (電荷積累信號線)、信號線 13B (選擇信號線)、信號線 15 (光電感測器基準信號線)。此外，各行的光電感測器 100 共同使用信號線 16B (光電感測器出力信號線)、信號線 16A (光電感測器出力信號線)。另外，對於信號線的連接不侷限於上述結構。

此外，雖然圖 13A 和 13B 示出了各行光電感測器 100 共同使用信號線 15 (光電感測器基準信號線) 的結構，但是不侷限於此。各列的光電感測器 100 也可以共同使用信號線 15 (光電感測器基準信號線)。

此外，圖 13B 示出第一光電感測器 100A 中的第一光電二極體 102A (102A\_1 至 102A\_n) 的配置及第二光電感測器 100B 中的第二光電二極體 102B (102B\_1 至 102B\_n) 的配置。在此，由檢測對象反射的光先入射到第一光電二極體 102A (102A\_1 至 102A\_n) 中。因此，由該檢測對象反射的光包括：對檢測對象照射來自光源的光和自然光中的一者或兩者，由該檢測對象反射外部光，然後入射到第一光電二極體 102A 中的可見光；從光源對檢測對象照射紅外光，由該檢測對象反射外部光，然後入射到第二光電二極體 102B 中的紅外光。

為可見光電感測器的第一光電二極體 102A 的半導體

層的非晶矽具有吸收從外部入射的可見光並透過從外部入射的紅外光的特性。藉由採用上述結構，能夠利用第一光電二極體 102A ( 102A\_1 至 102A\_n ) 主要吸收可見光，並利用第二光電二極體 102B ( 102B\_1 至 102B\_n ) 主要吸收紅外光。此外，可以減少入射到紅外光電感測器的第二光電二極體 102B 中的可見光。因此，可以將第二光電感測器 100B 用於利用可見光的二維拍攝，並將第一光電感測器 100A 用於利用紅外光的三維拍攝，由此可以縮小光電感測器的佔有面積。

如上所說明，因為在本實施方式的結構中，也可以重疊地設置可見光電感測器的第一光電感測器 100A 及紅外光電感測器的第二光電感測器 100B，所以在半導體裝置中可以減少第一光電感測器 100A 及第二光電感測器 100B 的佔有面積。其結果是，能夠在實現像素的微型化的同時進行二維拍攝及應用 TOF 方式的三維拍攝。

另外，本實施方式可以與本說明書所示的其他實施方式適當地組合。

#### [實施方式 7]

在本實施方式中說明即使檢測對象高速地移動，也藉由應用 TOF 方式能夠在檢測對象高速移動的情況下高精度地檢測檢測對象的位置的半導體裝置的驅動方法。

明確而言，在相鄰的光電感測器中，實際檢測檢測對象的同一個點上的反射光。一個光電感測器進行第一拍攝

來檢測開始對檢測對象的光照射之後的照射期間和反射期間重疊的期間中的來自檢測對象的反射光。另一個光電感測器進行第二拍攝來檢測結束對檢測對象的光照射之後的不與照射期間重疊的反射期間中的來自檢測對象的反射光。藉由連續地進行第一拍攝和第二拍攝，從第一拍攝的結束到第二拍攝的開始之間不產生時間差。根據該方法，即使檢測對象是移動體，也可以提高檢測精度。

本實施方式所示的光電感測器的結構與實施方式 1 的圖 1 所示的光電感測器相同的結構。因此，省略詳細說明（參照實施方式 1）。各光電感測器有三個電晶體及一個光電二極體構成。圖 15 是示出半導體裝置所具有的光電感測器 100<sub>n</sub> 及光電感測器 100<sub>(n+1)</sub> 的結構的電路圖的一個例子。另外，雖然說明光電感測器 100<sub>n</sub> 及光電感測器 100<sub>(n+1)</sub> 具有相同的結構的例子，但是也可以採用不同的結構。

如圖 15 所示，相鄰地配置光電感測器 100<sub>n</sub> 及光電感測器 100<sub>(n+1)</sub>。光電感測器 100<sub>n</sub> 由三個電晶體及一個光電二極體構成。同樣地，光電感測器 100<sub>(n+1)</sub> 由三個電晶體及一個光電二極體構成。

如圖 15 所示，光電感測器 100<sub>n</sub> 包括光電二極體 102<sub>n</sub>、電晶體 103<sub>n</sub>、電晶體 104<sub>n</sub> 以及電晶體 105<sub>n</sub>。光電感測器 100<sub>(n+1)</sub> 包括光電二極體 102<sub>(n+1)</sub>、電晶體 103<sub>(n+1)</sub>、電晶體 104<sub>(n+1)</sub> 以及電晶體 105<sub>(n+1)</sub>。

另外，在本實施方式中，由光源對檢測對象的光照射只有進行一次。因此，從檢測對象入射到光電感測器中的反射光是指對應於該一次照射的反射光。

在此，在相鄰的光電感測器 100<sub>n</sub> 及光電感測器 100<sub>(n+1)</sub> 中，可以認為實質上來自檢測對象的同一個點的反射光入射到光電感測器 100<sub>n</sub> 及光電感測器 100<sub>(n+1)</sub> 中。

換言之，入射到光電感測器 102<sub>n</sub> 中的反射光及入射到光電二極體 102<sub>(n+1)</sub> 中的反射光可以認為是當從光源對檢測對象照射光時，在該檢測對象的同一個點反射的光。

在圖 15 中，信號線 11<sub>n</sub> 是重設信號線 (PR<sub>n</sub>)。信號線 12<sub>n</sub> 是電荷積累信號線 (TX<sub>n</sub>)。信號線 13<sub>n</sub> 是選擇信號線 (SE<sub>n</sub>)。信號線 16<sub>n</sub> 是光電感測器輸出信號線 (OUT<sub>n</sub>)。

在圖 15 中，信號線 11<sub>(n+1)</sub> 是重設信號線 (PR<sub>(n+1)</sub>)。信號線 12<sub>(n+1)</sub> 是電荷積累信號線 (TX<sub>(n+1)</sub>)。信號線 13<sub>(n+1)</sub> 是選擇信號線 (SE<sub>(n+1)</sub>)。信號線 16<sub>(n+1)</sub> 是光電感測器輸出信號線 (OUT<sub>(n+1)</sub>)。信號線 15 也是光電感測器基準信號線，而且光電感測器 100<sub>n</sub> 以及光電感測器 100<sub>(n+1)</sub> 還可以共同使用信號線 15。

如圖 15 所示，在光電感測器 100<sub>n</sub> 中，光電二極體 102<sub>n</sub> 的一個電極與信號線 11<sub>n</sub> 電連接，光電二極體

102<sub>n</sub> 的另一個電極與電晶體 103<sub>n</sub> 的源極電極和汲極電極中的一方電連接。電晶體 103<sub>n</sub> 的源極電極和汲極電極中的另一個與電晶體 104<sub>n</sub> 的閘極電極和節點 14<sub>n</sub> 電連接。電晶體 104<sub>n</sub> 的源極電極和汲極電極中的一方與信號線 15 電連接。電晶體 105<sub>n</sub> 的源極電極和汲極電極中的一方與信號線 16<sub>n</sub> 電連接。電晶體 104<sub>n</sub> 的源極電極和汲極電極中的另一方與電晶體 105<sub>n</sub> 的源極電極和汲極電極中的另一方電連接。電晶體 103<sub>n</sub> 的閘極電極與信號線 12<sub>n</sub> 電連接，電晶體 105<sub>n</sub> 的閘極電極與信號線 13<sub>n</sub> 電連接。

此外，與此同樣，如圖 15 所示，在光電感測器 100<sub>(n+1)</sub> 中，光電二極體 102<sub>(n+1)</sub> 的一個電極與信號線 11<sub>(n+1)</sub> 電連接，光電二極體 102<sub>(n+1)</sub> 的另一個電極與電晶體 103<sub>(n+1)</sub> 的源極電極和汲極電極中的一方電連接。電晶體 103<sub>(n+1)</sub> 的源極電極和汲極電極中的另一方與電晶體 104<sub>(n+1)</sub> 的閘極電極和節點 14<sub>(n+1)</sub> 電連接。電晶體 104<sub>(n+1)</sub> 的源極電極和汲極電極中的一方與信號線 15 電連接。電晶體 105<sub>(n+1)</sub> 的源極電極和汲極電極中的一方與信號線 16<sub>(n+1)</sub> 電連接。電晶體 104<sub>(n+1)</sub> 的源極電極和汲極電極中的另一方與電晶體 105<sub>(n+1)</sub> 的源極電極和汲極電極中的另一方電連接。電晶體 103<sub>(n+1)</sub> 的閘極電極與信號線 12<sub>(n+1)</sub> 電連接，電晶體 105<sub>(n+1)</sub> 的閘極電極與信號線 13<sub>(n+1)</sub> 電連接。

另外，雖然在圖 15 中示出了光電二極體  $102_n$  的陽極與信號線  $11_n$  電連接，光電二極體  $102_n$  的陰極與電晶體  $103_n$  的源極電極和汲極電極中的一方電連接的結構，但是不侷限於此。光電二極體  $102_n$  的陰極可以與信號線  $11_n$  電連接，並且光電二極體  $102_n$  的陽極可以與電晶體  $103_n$  的源極電極和汲極電極中的一方電連接。

同樣地，雖然示出了光電二極體  $102_{(n+1)}$  的陽極與信號線  $11_{(n+1)}$  電連接，光電二極體  $102_{(n+1)}$  的陰極與電晶體  $103_{(n+1)}$  的源極電極和汲極電極中的一方電連接的結構，但是不侷限於此。光電二極體  $102_{(n+1)}$  的陰極可以與信號線  $11_{(n+1)}$  電連接，並且光電二極體  $102_{(n+1)}$  的陽極也可以與電晶體  $103_{(n+1)}$  的源極電極和汲極電極中的一方電連接。

藉由相鄰地設置光電感測器（例如，光電感測器  $100_n$  及光電感測器  $100_{(n+1)}$ ），可以利用相鄰的兩個光電感測器檢測來自實質上從檢測對象的同一個點的反射光。由於利用相鄰的光電感測器的一個檢測在光照射結束之前反射的光，並利用相鄰的光電感測器的另一個檢測在光照射結束之後反射的光，因此即使檢測對象是移動體也可以提高位置檢測的精度。

接著，說明具有光電感測器 100 的半導體裝置的驅動方法。藉由採用該驅動方法，可以利用應用 TOF 方式的三維拍攝來測量從半導體裝置到檢測對象的距離。即使檢測對象是移動體，且其移動速度快，位置檢測精度也不會大

幅度地降低。

參照圖 16 及圖 17 所示的時序圖說明具體的驅動方法。首先，在圖 16 中說明光電感測器的工作。接著，在圖 17 中說明驅動方法的特徵及利用應用 TOF 方式的三維拍攝的距離測量方法。

圖 16 是光電感測器 100<sub>n</sub> 中的信號線 11<sub>n</sub>、信號線 12<sub>n</sub>、信號線 13<sub>n</sub>、信號線 14<sub>n</sub> 以及信號線 16<sub>n</sub> 的時序圖。此外，圖 16 是光電感測器 100<sub>(n+1)</sub> 中的信號線 11<sub>(n+1)</sub>、信號線 12<sub>(n+1)</sub>、信號線 13<sub>(n+1)</sub>、信號線 14<sub>(n+1)</sub> 以及信號線 16<sub>(n+1)</sub> 的時序圖。在時刻 T1 至時刻 T10 之間進行三維拍攝。

注意，在圖 16 及圖 17 所示的時序圖中，在脈衝 201 及脈衝 202 中 “H” 表示 “照射”，“L” 表示 “非照射”，在其他脈衝中，“H” 表示電位高的狀態，“L” 表示電位低的狀態。

作為當所公開的一個方式中的三維拍攝，從光源對檢測對象進行光照射一次。此外，在光照射中也可以改變光源和檢測對象之間的距離。即，檢測對象也可以是移動體，而且該移動體可以高速地移動。

從時刻 T2 到時刻 T3 的時間是指從光源照射的光（照射光）到達檢測對象的時間與被檢測對象反射的光（反射光）到達半導體裝置的時間的差。

在時刻 T1，將信號線 11<sub>n</sub> 設定為 “H”。再者，將信號線 12<sub>n</sub> 設定為 “H”（第一復位）。此時，光電二極



體 102<sub>n</sub> 及電晶體 103<sub>n</sub> 導通，而節點 14<sub>n</sub> 變為“H”。

在時刻 T2，開始從光源對檢測對象的光照射。在脈衝 201 中，從“L”（非照射）變為“H”（照射）。該時刻為光照射開始時刻。此外，將信號線 11<sub>n</sub> 設定為“L”，且將信號線 12<sub>n</sub> 維持為“H”。

在時刻 T3，從光源發射的照射光由檢測對象反射，且反射光開始入射到半導體裝置中。在脈衝 202 中，從“L”（非照射）變為“H”（照射）。該時刻為反射開始時刻。時刻 T3 也是第一反射光檢測開始時刻。在時刻 T3 時可以開始反射光的檢測。節點 14<sub>n</sub> 的電位開始從“H”降低。

在時刻 T4，將信號線 12<sub>n</sub> 維持為“H”。節點 14<sub>n</sub> 的電位進一步繼續降低。此外，在時刻 T4，將信號線 11<sub>(n+1)</sub> 設定為“H”，並且將信號線 12<sub>(n+1)</sub> 設定為“H”（第二復位）。此時，光電二極體 102<sub>(n+1)</sub> 及電晶體 103<sub>(n+1)</sub> 導通，並且節點 14<sub>(n+1)</sub> 變為“H”。

在時刻 T5，結束從光源對檢測對象的光照射。在脈衝 201 中，從“H”（照射）變為“L”（非照射）。該時刻為照射結束時刻。此外，將信號線 12<sub>n</sub> 設定為“L”。此外，時刻 T5 也是第一反射光檢測結束時刻。

另外，當將信號線 12<sub>n</sub> 設定為“L”時，因信號線 12<sub>n</sub> 和節點 14<sub>n</sub> 之間的寄生電容節點 14<sub>n</sub> 的電位發生變化。當電位變化大時，在第一拍攝及第二拍攝中，不能不

能準確地獲取由光電二極體 102<sub>n</sub> 所生成的光電流。因此，爲了減少寄生電容的影響，減少電晶體 103<sub>n</sub> 的閘極電極和汲極電極之間的電容或電晶體 103<sub>n</sub> 的閘極電極和汲極電極之間、在節點 14<sub>n</sub> 中設置儲存電容等的措施是有效的。在根據本發明的一個方式的光電感測器 100<sub>n</sub> 中實施這些措施，所以可以忽視起因於寄生電容的節點 14<sub>n</sub> 的電位變化。

另外，對根據本發明的一個方式的光電感測器 100<sub>(n+1)</sub> 也實施同樣的措施。

像這樣，以在開始光照射的同時開始第一拍攝且在結束光照射的同時結束第一拍攝的方式控制信號線 11<sub>n</sub> 及信號線 12<sub>n</sub> 的電位。

另外，節點 14<sub>n</sub> 的電位在時刻 T5 之後固定。時刻 T5 時的節點 14<sub>n</sub> 的電位 (V1) 由在第一反射光檢測的期間中光電二極體 102<sub>n</sub> 所生成的光電流決定。也就是說，節點 14<sub>n</sub> 的電位取決於光強度等。

此外，對應於時刻 T5 時的節點 14<sub>n</sub> 的電位 (V1) 決定第一檢測信號。因爲第一反射光檢測期間越長，節點 14<sub>n</sub> 的電位變化越大，所以時刻 T5 的節點 14<sub>n</sub> 的電位 (V1) 越小。

在時刻 T1 至時刻 T10 之間被照射到光電二極體 102<sub>n</sub> 的光都是指反射光，即，從光源對檢測對象照射的光被檢測對象反射的光。

另外，在時刻 T1 至時刻 T10 之間被照射到光電二極

體 102\_ ( n+1 ) 的光也都是指反射光，即，在從光源對檢測對象照射光時由檢測對象反射的光。

再者，在時刻 T5，將信號線 11\_ ( n+1 ) 設定為“L”，並將信號線 12\_ ( n+1 ) 維持為“H”。此外，時刻 T5 也是第二反射光檢測開始時刻。在時刻 T5 時可以開始反射光的檢測。

在時刻 T5 至時刻 T6 之間（第二反射光檢測期間），節點 14\_ ( n+1 ) 的電位對應於在第二反射光檢測期間中入射到光電二極體 102\_ ( n+1 ) 中的反射光的強度而變化。因光電二極體 102\_ ( n+1 ) 的截止電流，節點 14\_ ( n+1 ) 的電位開始從“H”降低。截止電流與被照射到 102\_ ( n+1 ) 的反射光的強度及照射時間成比例。因此，由反射光強度及反射光檢測期間而節點 14\_ ( n+1 ) 的電位也變化決定。

注意，在本實施方式中，作為一個例子示出第二反射光檢測期間（時刻 T5 至時刻 T6）比第一反射光檢測期間（時刻 T3 至時刻 T5）短的情況。因此，與第一拍攝時的節點 14 的電位變化相比，第二拍攝時的節點 14 的電位變化小。

在時刻 T6，結束由檢測對象反射的反射光的對半導體裝置的入射。在脈衝 202 中，從“H”（照射）變為“L”（非照射）。該時刻為反射結束時刻。此外，時刻 T6 也是第二反射光檢測結束時刻。另一方面，將信號線 12\_ ( n+1 ) 維持為“H”。

另外，節點  $14_{(n+1)}$  的電位在時刻  $T6$  之後固定。時刻  $T6$  時的節點  $14_{(n+1)}$  的電位 ( $V2$ ) 由在第二反射光檢測的期間中光電二極體  $102_{(n+1)}$  所生成的光電流決定。也就是說，節點  $14_{(n+1)}$  的電位取決於光強度等。

此外，對應於時刻  $T6$  時的節點  $14_{(n+1)}$  的電位 ( $V2$ ) 決定第二檢測信號。因為第二反射光檢測期間越短，節點  $14_{(n+1)}$  的電位變化越小，所以時刻  $T6$  的節點  $14_{(n+1)}$  的電位 ( $V2$ ) 越小。

在時刻  $T7$ ，將信號線  $12_{(n+1)}$  設定為“L”。

像這樣，以在結束光照射的同時開始第二拍攝且在結束對應於光照射的反射光的檢測的同時結束第二拍攝的方式控制信號線  $11_{(n+1)}$  及信號線  $12_{(n+1)}$  的電位。

在時刻  $T8$ ，將信號線  $13_n$  設定為“H”（第一讀出開始）。此時，電晶體  $105_n$  導通。此外，信號線  $15_n$  及信號線  $16_n$  藉由電晶體  $104_n$ 、電晶體  $105_n$  導通。於是，信號線  $16_n$  的電位降低。另外，在時刻  $T8$  之前，預先對信號線  $16_n$  進行預充電工作且使它處於“H”。

對於對信號線  $16_n$  進行預充電工作的讀出電路的結構沒有特別的限制。該讀出電路可以與圖 4 所示的讀出電路 101 同樣地由一個 p 通道型電晶體 106 構成。

在時刻  $T9$ ，將信號線  $13_n$  設定為“L”（第一讀出結束）。於是，電晶體  $105_n$  被遮斷，信號線  $16_n$  的電位固定。時刻  $T9$  時的信號線  $16_n$  的電位 ( $V_{s1}$ ) 由時刻

T8 至時刻 T9 時的信號線 16<sub>n</sub> 的電位變化的速度決定。

因此，藉由第一反射光檢測取得時刻 T9 時的信號線 16<sub>n</sub> (V<sub>s1</sub>) 的電位 (V<sub>s1</sub>)，可以檢測在第一拍攝期間入射到光電二極體 102<sub>n</sub> 中的光 (反射光) 的量 (入射光的強度的時間積) 而得到檢測信號 S1。在此，在光照射中的光強度固定且只有第一反射光入射到光電二極體 102<sub>n</sub> 中的情況下，信號線 16<sub>n</sub> 的電位 (V<sub>s1</sub>) 與第一反射光檢測期間大致成比例。

再者，在時刻 T9，將信號線 13<sub>(n+1)</sub> 設定為 “H” (第二讀出開始)。此時，電晶體 105<sub>(n+1)</sub> 導通。此外，信號線 15<sub>(n+1)</sub> 及信號線 16<sub>(n+1)</sub> 藉由電晶體 104<sub>(n+1)</sub>、電晶體 105<sub>(n+1)</sub> 導通。於是，信號線 16<sub>(n+1)</sub> 的電位降低。另外，在時刻 T9 之前，預先對信號線 16<sub>(n+1)</sub> 進行預充電工作且使它處於 “H”。

在時刻 T10，將信號線 13<sub>(n+1)</sub> 設定為 “L” (第一讀出結束)。於是，電晶體 105<sub>(n+1)</sub> 被遮斷，信號線 16<sub>(n+1)</sub> 的電位固定。時刻 T10 時的信號線 16<sub>(n+1)</sub> 的電位 (V<sub>s2</sub>) 由時刻 T9 至時刻 T10 時的信號線 16<sub>(n+1)</sub> 的電位變化的速度決定。

當光強度相同時，反射光檢測期間越短，信號線 16<sub>(n+1)</sub> 的電位變化的速度越快。信號線 16<sub>(n+1)</sub> 的電位變化的速度越快，時刻 T10 的信號線 16<sub>(n+1)</sub> 的電位 (V<sub>s2</sub>) 越小。

因此，藉由第二反射光檢測取得時刻 T10 時的信號線

16<sub>-(n+1)</sub> 的電位 ( $V_{s2}$ )，可以檢測在第二拍攝期間入射到光電二極體 102<sub>-(n+1)</sub> 中的光 (反射光) 的量 (入射光的強度的時間積) 而得到檢測信號 S2。在此，在光照射中的光強度固定且只有第二反射光入射到光電二極體 102<sub>-(n+1)</sub> 中的情況下，信號線 16<sub>-(n+1)</sub> 的電位 ( $V_{s2}$ ) 與第二反射光檢測期間大致成比例。

另外，因為在本實施方式中，第二反射光檢測期間 (時刻 T5 至時刻 T6) 比第一反射光檢測期間 (時刻 T3 至時刻 T5) 短，所以時刻 T10 時的信號線 16<sub>-(n+1)</sub> 的電位 ( $V_{s2}$ ) 比時刻 T9 時的信號線 16<sub>-n</sub> 的電位 ( $V_{s1}$ ) 小。

因為在時刻 T10，藉由第一拍攝可以得到檢測信號 S1 且藉由第二拍攝可以得到檢測信號 S2，所以能夠進行應用 TOF 方式的三維拍攝。

此外，如上所述，第一反射光檢測期間是檢測光照射時的來自檢測對象的反射光的期間，而第二反射光檢測期間是檢測光照射結束之後的來自檢測對象的反射光的期間。換言之，藉由利用相鄰的光電感測器，能夠連續地檢測實質上來自檢測對象的同一個點的反射光。

圖 17 是光電感測器 100<sub>-n</sub> 及光電感測器 100<sub>-(n+1)</sub> 中的脈衝 201 及脈衝 202、信號線 12<sub>-n</sub> 的脈衝以及信號線 12<sub>-(n+1)</sub> 的脈衝。首先，參照圖 17 明確地說明驅動方法的特徵。將反射光的檢測分為兩次，即第一反射光檢測期間及第二反射光檢測期間。利用相鄰的光電感測器 100<sub>-n</sub>、光電感測器 100<sub>-(n+1)</sub> 以連續地進行第一拍攝

及第二拍攝的方式控制信號線 11<sub>n</sub>、信號線 12<sub>n</sub>、信號線 11<sub>(n+1)</sub>、信號線 12<sub>(n+1)</sub> 的電位來改進拍攝時間的時序是所公開的發明的一個方式的驅動方法的主要特徵。

邊比較圖 17 所示的各種脈衝邊分別對照射期間、反射期間、拍攝期間、積累工作期間、反射光檢測期間等各期間進行說明。

如脈衝 201 所示，時刻 T2 是照射開始時刻，時刻 T5 是照射結束時刻，並且時刻 T2 至時刻 T5 是照射期間。如脈衝 202 所示，時刻 T3 是反射開始時刻，時刻 T6 是反射結束時刻，並且時刻 T3 至時刻 T6 是反射期間。反射期間與照射期間相等。

如信號線 12<sub>n</sub> 的脈衝 (TX<sub>n</sub>) 所示，時刻 T3 是第一拍攝工作開始時刻，時刻 T5 是第一拍攝結束時刻，並且時刻 T3 至時刻 T5 是第一拍攝期間。此外，時刻 T3 是第一反射光檢測開始時刻，時刻 T5 是第一反射光檢測結束時刻，並且時刻 T3 至時刻 T5 是第一反射光檢測期間。

第一拍攝需要在與反射期間同時或至少在反射期間之前開始。此外，第一拍攝需要在照射期間結束的同時結束。以這樣決定拍攝期間的時序的方式控制信號線 11<sub>n</sub> 及信號線 12<sub>n</sub> 的電位。

再者，如信號線 12<sub>(n+1)</sub> 的脈衝 (TX<sub>(n+1)</sub>) 所示，時刻 T5 是第二拍攝開始時刻，時刻 T6 是第二拍攝結束時刻，並且時刻 T5 至時刻 T6 是第二拍攝期間。此外

，時刻  $T5$  是第二反射光檢測開始時刻，時刻  $T6$  是第二反射光檢測結束時刻，並且時刻  $T5$  至時刻  $T6$  是第二反射光檢測期間。

第二拍攝需要在照射期間結束的同時開始。此外，第二拍攝需要至少在反射期間的同時或反射期間之後結束。以這樣決定拍攝期間的時序的方式控制信號線  $11_{(n+1)}$  及信號線  $12_{(n+1)}$  的電位。

換言之，藉由將在反射期間中照射到光電感測器  $100_n$  及光電感測器  $100_{(n+1)}$  的反射光的檢測期間分為兩次，利用光電感測器  $100_n$  檢測出第一拍攝期間中的第一反射光，且利用光電感測器  $100_{(n+1)}$  檢測出第二拍攝期間中的第二反射光，能夠時間上連續地進行拍攝。

另外，第一反射光檢測期間在第一照射期間內。此外，第二反射光檢測期間在第二反射期間內。而且，藉由從第一反射光檢測取得由光的到達時間差決定的第一檢測信號  $S1$ ，且從第二反射光檢測取得由光的到達時間差決定的第二檢測信號  $S2$ ，可以測量從半導體裝置到檢測對象的距離。

另外，可以利用應用 TOF 方式的三維拍攝的距離測量方法的計算式的詳細說明可以參照實施方式 1。

由此可知，藉由使用較少的元件構成光電感測器，且改進安裝有該光電感測器的半導體裝置的驅動方法，可以實現應用 TOF 方式的三維拍攝並發揮距離測量裝置的功能。因此，能夠解決應用 TOF 方式時發生的光電感測器的元



件數增大的問題，並實現有利於像素的微型化的半導體裝置。

此外，因為利用相鄰的光電感測器的一個檢測從光源對檢測對象的光照射結束之前反射的光，利用相鄰的光電感測器的另一個檢測從光源對檢測對象的光照射結束之後反射的光，所以即使檢測對象是移動體，也可以能夠不降低位置檢測精度地測量從光源到檢測對象（移動體）的距離。

另外，本實施方式可以與本說明書所示的其他實施方式適當地組合。

#### [實施方式 8]

在本實施方式中，更詳細地說明實施方式 7 所示的相鄰的光電感測器 100<sub>n</sub> 及光電感測器 100<sub>(n+1)</sub> 的結構。參照圖 18 示出包括配置為 m 行 k 列的矩陣狀的光電感測器的半導體裝置的結構的一個例子，參照圖 19 說明與圖 18 的結構不同的結構的一個例子。

圖 18 示出相鄰的列中的光電感測器 100<sub>n</sub> 和光電感測器 100<sub>(n+1)</sub> 檢測來自拍攝對象的同一個點的反射光的例子。圖 19 示出相鄰的行中的光電感測器 100<sub>n</sub> 和光電感測器 100<sub>(n+1)</sub> 檢測來自同一個點的反射光的例子。另外，因為使用上述任一結構都可以得到同樣效果，所以該結構沒有限制。

在圖 18 中，多個光電感測器被配置為 m（m 是 2 以

上的自然數) 行  $k$  ( $k$  是 2 以上的自然數) 列的矩陣狀。例如, 在第一行的相鄰的光電感測器  $100_n$  和光電感測器  $100_{(n+1)}$  中檢測出來自拍攝對象的同一個點的反射光。同樣, 在第  $n$  行的相鄰的光電感測器  $100_n$  和光電感測器  $100_{(n+1)}$  中檢測出來自拍攝對象的同一個點的反射光。

第  $n$  列的光電感測器  $100_n$  (第一行的光電感測器  $100_n$  至第  $m$  行的光電感測器  $100_n$ ) 與多個信號線  $11_n$  (第一行的  $11_n$  至第  $m$  行的  $11_n$ ) 中的任一個、多個信號線  $12_n$  (第一行的  $12_n$  至第  $m$  行的  $12_n$ ) 中的任一個以及多個信號線  $13_n$  (第一行的  $13_n$  至第  $m$  行的  $13_n$ ) 中的任一個電連接。

此外, 第  $(n+1)$  列的光電感測器  $100_{(n+1)}$  (第一行的光電感測器  $100_{(n+1)}$  至第  $m$  行的光電感測器  $100_{(n+1)}$ ) 與多個信號線  $11_{(n+1)}$  (第一行的  $11_{(n+1)}$  至第  $m$  行的  $11_{(n+1)}$ ) 中的任一個、多個信號線  $12_{(n+1)}$  (第一行的  $12_{(n+1)}$  至第  $m$  行的  $12_{(n+1)}$ ) 中的任一個以及多個信號線  $13_{(n+1)}$  (第一行的  $13_{(n+1)}$  至第  $m$  行的  $13_{(n+1)}$ ) 中的任一個電連接。

第  $n$  列的光電感測器  $100_n$  (第一行的光電感測器  $100_n$  至第  $m$  行的光電感測器  $100_n$ ) 共同使用光電感測器輸出信號線及光電感測器基準信號線。例如, 第  $n$  列的光電感測器輸出信號線 (表示為  $16_n$ ) 與第  $n$  列的光電感

測器 100<sub>n</sub> (第一行的光電感測器 100<sub>n</sub> 至第 m 行的光電感測器 100<sub>n</sub>) 電連接, 第 n 列的光電感測器基準信號線 (表示為 15<sub>n</sub>) 也與第 n 列的光電感測器 100<sub>n</sub> (第一行的光電感測器 100<sub>n</sub> 至第 m 行的光電感測器 100<sub>n</sub>) 電連接。

此外, 第 (n+1) 列的光電感測器 100<sub>(n+1)</sub> (第一行的光電感測器 100<sub>(n+1)</sub> 至第 m 行的光電感測器 100<sub>(n+1)</sub>) 共同使用光電感測器輸出信號線及光電感測器基準信號線。例如, 第 (n+1) 列的光電感測器輸出信號線 (表示為 16<sub>(n+1)</sub>) 與第 (n+1) 列的光電感測器 100<sub>(n+1)</sub> (第一行的光電感測器 100<sub>(n+1)</sub> 至第 m 行的光電感測器 100<sub>(n+1)</sub>) 電連接。第 (n+1) 列的光電感測器基準信號線 (表示為 15<sub>(n+1)</sub>) 也與第 (n+1) 列的光電感測器 100<sub>(n+1)</sub> (第一行的光電感測器 100<sub>(n+1)</sub> 至第 m 行的光電感測器 100<sub>(n+1)</sub>) 電連接。

在圖 18 中, 第 n 列的光電感測器共同使用光電感測器基準信號線 15<sub>n</sub>, 第 (n+1) 列的光電感測器共同使用光電感測器基準信號線 15<sub>(n+1)</sub>。此外, 第 n 列的光電感測器共同使用光電感測器輸出信號線 16<sub>n</sub>, 第 (n+1) 列的光電感測器共同使用光電感測器輸出信號線 16<sub>(n+1)</sub>。

但是, 本發明不侷限於此。例如, 也可以在各列設置多個光電感測器基準信號線 15 並使其與互不相同的光電

感測器電連接。此外，也可以在各列設置多個光電感測器輸出信號線 16 並使其與互不相同的光電感測器電連接。

另外，雖然在圖 18 中示出了各列的光電感測器共同使用光電感測器基準信號線 15 及光電感測器輸出信號線 16 的結構，但是不侷限於此。各行的光電感測器也可以共同使用光電感測器基準信號線 15 及光電感測器輸出信號線 16。

藉由如上所述那樣共同使用佈線來減少佈線數，可以簡化配置為  $m$  行  $k$  列的矩陣狀的光電感測器的驅動電路。

接著，參照圖 19 說明包括配置為  $m$  行  $k$  列的矩陣狀的光電感測器的半導體裝置的與圖 18 的結構不同的結構的一個例子。在圖 19 中，將多個光電感測器 100 配置為  $m$  ( $m$  是 2 以上的自然數) 行  $k$  ( $k$  是 2 以上的自然數) 列的矩陣狀。例如，在第一行的相鄰的光電感測器 100 <sub>$n$</sub>  和光電感測器 100 <sub>$(n+1)$</sub>  中檢測來自拍攝對象的同一個點的反射光。同樣，在第  $n$  行的相鄰的光電感測器 100 <sub>$n$</sub>  及光電感測器 100 <sub>$(n+1)$</sub>  中檢測來自拍攝對象的同一個點的反射光。

第  $n$  行的光電感測器 100 <sub>$n$</sub>  (第一列的光電感測器 100 <sub>$n$</sub>  至第  $k$  列的光電感測器 100 <sub>$n$</sub> ) 與多個信號線 11 <sub>$n$</sub>  (第一列的 11 <sub>$n$</sub>  至第  $k$  列的 11 <sub>$n$</sub> ) 中的任一個、多個信號線 12 <sub>$n$</sub>  (第一列的 12 <sub>$n$</sub>  至第  $k$  列的 12 <sub>$n$</sub> ) 中的任一個以及多個光電感測器輸出信號線 16 <sub>$n$</sub>  (第一列的 16 <sub>$n$</sub>  至第  $k$  列的 16 <sub>$n$</sub> ) 中的任一個電連接。

此外，第  $(n+1)$  行的光電感測器  $100_{(n+1)}$ （第一列的光電感測器  $100_{(n+1)}$  至第  $k$  列的光電感測器  $100_{(n+1)}$ ）與多個信號線  $11_{(n+1)}$ （第一列的  $11_{(n+1)}$  至第  $k$  列的  $11_{(n+1)}$ ）中的任一個、多個信號線  $12_{(n+1)}$ （第一列的  $12_{(n+1)}$  至第  $k$  列的  $12_{(n+1)}$ ）中的任一個以及多個感測器輸出信號線  $16_{(n+1)}$ （第一列的  $16_{(n+1)}$  至第  $k$  列的  $16_{(n+1)}$ ）中的任一個電連接。

第  $n$  列的光電感測器  $100_n$ （第一列的光電感測器  $100_n$  至第  $k$  列的光電感測器  $100_n$ ）共同使用信號線  $13_n$ 。此外，第  $(n+1)$  行的光電感測器  $100_{(n+1)}$ （第一行的光電感測器  $100_{(n+1)}$  至第  $k$  列的光電感測器  $100_{(n+1)}$ ）共同使用信號線  $13_{(n+1)}$ 。例如，第  $n$  行的信號線  $13_n$  與第  $n$  行的光電感測器  $100_n$ （第一列的光電感測器  $100_n$  至第  $k$  列的光電感測器  $100_n$ ）電連接。第  $(n+1)$  行的信號線  $13_{(n+1)}$  與第  $(n+1)$  行的光電感測器  $100_{(n+1)}$ （第一列的光電感測器  $100_{(n+1)}$  至第  $k$  列的光電感測器  $100_{(n+1)}$ ）電連接。

此外，各列的光電感測器共同使用光電感測器基準信號線  $15$ 。例如，如圖 19 所示，第一列的光電感測器共同使用光電感測器基準信號線  $15$ ，第二列的光電感測器共同使用光電感測器基準信號線  $15$ ，並且第  $k$  列的光電感測器共同使用光電感測器基準信號線  $15$ 。

但是，本發明不侷限於此。例如，也可以在各列設置

多個光電感測器基準信號線 15 並使其與互不相同的光電感測器電連接。

另外，雖然在圖 19 中示出了各列光電感測器共同使用光電感測器基準信號線 15，且各行的光電感測器共同使用信號線 13 的結構，但是不侷限於此。各行的光電感測器也可以共同使用光電感測器基準信號線 15 或者各列的光電感測器也可以共同使用信號線 13。

藉由如上所述那樣共同使用佈線來減少佈線數，可以簡化配置為  $m$  行  $k$  列的矩陣狀的光電感測器驅動的驅動電路。

另外，本實施方式可以與本說明書所示的其他實施方式適當地組合。

#### 【圖式簡單說明】

在圖式中：

圖 1 是說明光電感測器的圖；

圖 2 是說明光電感測器的脈衝的圖；

圖 3 是說明光電感測器的脈衝的圖；

圖 4 是說明讀出電路的圖；

圖 5 是說明 TOF 方式的圖；

圖 6A 和 6B 是配置為矩陣狀的多個光電感測器的電路圖；

圖 7A 和 7B 是光電感測器的俯視圖及剖面圖；

圖 8A 至 8C 是示出光電感測器的製造方法的剖面圖；

圖 9A 至 9D 是光電感測器的剖面圖；

圖 10A 和 10B 是說明光電感測器的圖；

圖 11 是說明光電感測器的脈衝的圖；

圖 12 是說明光電感測器的脈衝的圖；

圖 13A 和 13B 是配置為矩陣狀的多個光電感測器的電路圖；

圖 14 是光電感測器的俯視圖；

圖 15 是說明光電感測器的圖；

圖 16 是說明光電感測器的脈衝的圖；

圖 17 是說明光電感測器的脈衝的圖；

圖 18 是配置為矩陣狀的多個光電感測器的電路圖；

圖 19 是配置為矩陣狀的多個光電感測器的電路圖。

**【 主要元件符號說明 】**

11：信號線

12：信號線

13：信號線

14：節點

15：信號線

16：信號線

17：信號線

18：節點

100：光電感測器

101：電路

102 : 光電二極體

103 : 電晶體

104 : 電晶體

105 : 電晶體

106 : 電晶體

201 : 脈衝

202 : 脈衝

210 : 導電膜

211 : 導電膜

212 : 導電膜

213 : 導電膜

214 : 導電膜

215 : 半導體膜

216 : 半導體膜

217 : 半導體膜

218 : 導電膜

219 : 導電膜

220 : 導電膜

221 : 導電膜

222 : 導電膜

223 : 導電膜

224 : 導電膜

225 : 導電膜

226 : 導電膜



- 227 : 導電膜
- 228 : 閘極絕緣膜
- 250 : 活性層
- 251 : 基板
- 281 : 絕緣膜
- 700 : 基板
- 701 : 絕緣膜
- 702 : 半導體膜
- 703 : 半導體膜
- 704 : 光電二極體
- 705 : n 通道型電晶體
- 707 : 閘極電極
- 708 : 絕緣膜
- 711 : 佈線
- 712 : 絕緣膜
- 713 : 閘極電極
- 714 : 閘極絕緣膜
- 715 : 氧化物半導體層
- 716 : 導電膜
- 717 : 導電膜
- 718 : 導電膜
- 719 : 導電膜
- 720 : 導電膜
- 721 : 導電膜

- 722 : 絕緣膜
- 724 : 電晶體
- 727 : 區域
- 728 : 區域
- 729 : 區域
- 730 : 閘極電極
- 731 : 閘極絕緣膜
- 732 : 氧化物半導體層
- 733 : 通道保護膜
- 734 : 導電膜
- 735 : 導電膜
- 736 : 絕緣膜
- 741 : 閘極電極
- 742 : 閘極絕緣膜
- 743 : 導電膜
- 744 : 導電膜
- 745 : 氧化物半導體層
- 746 : 絕緣膜
- 751 : 閘極電極
- 752 : 閘極絕緣膜
- 753 : 導電膜
- 754 : 導電膜
- 755 : 氧化物半導體層
- 756 : 絕緣膜

103年7月20日修正替換頁

- 761 : 閘極電極
- 762 : 閘極絕緣膜
- 763 : 導電膜
- 764 : 導電膜
- 765 : 氧化物半導體層
- 766 : 絕緣膜

**七、申請專利範圍：**

1. 一種包括具有光電二極體的光電感測器的半導體裝置的驅動方法，包括如下步驟：

從第一時刻到第二時刻藉由對該光電二極體的第一端子供應第一信號進行第一重設工作；

從該第二時刻到第四時刻使用來自光源的第一光進行檢測對象的第一照射；

從該第二時刻到該第四時刻藉由檢測被該檢測對象反射的該第一光進行第一拍攝；

從第八時刻到第十一時刻使用來自該光源的第二光進行該檢測對象的第二照射；

從第十時刻到該第十一時刻藉由對該光電二極體的該第一端子供應該第一信號進行第二重設工作；以及

從該第十一時刻到第十三時刻藉由檢測被該檢測對象反射的該第二光進行第二拍攝，

其中，從該第二時刻到該第四時刻的時間長度和從該第八時刻到該第十一時刻的時間長度相同。

2. 根據申請專利範圍第 1 項之半導體裝置的驅動方法，還包括如下步驟：

藉由該第一拍攝得到第一檢測信號；

藉由該第二拍攝得到第二檢測信號；以及

使用該第一檢測信號和該第二檢測信號得到從該光源到該檢測對象的距離。

3. 根據申請專利範圍第 2 項之半導體裝置的驅動方

法，還包括如下步驟：

藉由使用下述算式得到從該光源到該檢測對象的該距離  $x$ ：

$$x = \frac{(c \times T \times S2)}{2 \times (S1 + S2)},$$

其中  $S1$  是該第一檢測信號， $S2$  是該第二檢測信號， $T$  是從該第二時刻到該第四時刻的該時間長度，且  $c$  是光速。

4. 根據申請專利範圍第 1 項之半導體裝置的驅動方法，

其中從第三時刻到第五時刻被該檢測對象反射的該第一光入射到該光電二極體中，

從第九時刻到第十二時刻被該檢測對象反射的該第二光入射到該光電二極體中，

並且從該第二時刻到該第三時刻的時間長度、從該第四時刻到該第五時刻的時間長度、從該第八時刻到該第九時刻的時間長度和從該第十一時刻到該第十二時刻的時間長度相同。

5. 根據申請專利範圍第 4 項之半導體裝置的驅動方法，

其中該光電感測器包括第一電晶體和第二電晶體，

該第一電晶體的第一端子與該光電二極體的第二端子電連接，

該第一電晶體的第二端子與該第二電晶體的閘極電連接，

並且該方法包括如下步驟：

從該第二時刻到該第四時刻藉由對該第一電晶體的閘極供應第二信號進行該第一拍攝；以及

從該第十一時刻到該第十三時刻藉由對該第一電晶體的該閘極供應該第二信號進行該第二拍攝。

6. 根據申請專利範圍第 5 項之半導體裝置的驅動方法，

其中該第一電晶體包括具有通道形成區域的氧化物半導體層。

7. 一種包括彼此相鄰的第一光電感測器和第二光電感測器的半導體裝置的驅動方法，該第一光電感測器包括第一光電二極體，該第二光電感測器包括第二光電二極體，包括如下步驟：

從第一時刻到第二時刻藉由對該第一光電二極體的第一端子供應第一信號進行該第一光電感測器的第一復位工作；

從該第二時刻到第五時刻使用來自光源的第一光進行的檢測對象的第一照射；

從該第二時刻到該第五時刻藉由檢測被該檢測對象反射的該第一光進行該第一光電感測器的第一拍攝；

從第四時刻到該第五時刻藉由對該第二光電二極體的第一端子供應該第一信號進行該第二光電感測器的第二復

位工作；以及

從該第五時刻到第七時刻藉由檢測被該檢測對象反射的該第一光進行該第二光電感測器的第二拍攝。

8. 根據申請專利範圍第 7 項之半導體裝置的驅動方法，還包括如下步驟：

藉由該第一拍攝得到第一檢測信號；

藉由該第二拍攝得到第二檢測信號；以及

使用該第一檢測信號和該第二檢測信號得到從該光源到該檢測對象的距離。

9. 根據申請專利範圍第 8 項之半導體裝置的驅動方法，還包括如下步驟：

藉由使用下述算式得到從該光源到該檢測對象的該距離  $x$ ：

$$x = \frac{(c \times T \times S2)}{2 \times (S1 + S2)},$$

其中  $S1$  是該第一檢測信號， $S2$  是該第二檢測信號， $T$  是從該第二時刻到該第五時刻的該時間長度，且  $c$  是光速。

10. 根據申請專利範圍第 7 項之半導體裝置的驅動方法，

其中從第三時刻到第六時刻被該檢測對象反射的該第一光入射到該第一光電二極體和該第二光電二極體中，

並且從該第二時刻到該第三時刻的時間長度和從該第

五時刻到該第六時刻的時間長度相同。

11. 根據申請專利範圍第 10 項之半導體裝置的驅動方法，

其中該第一光電感測器包括第一電晶體和第二電晶體，

該第二光電感測器包括第三電晶體和第四電晶體，

該第一電晶體的第一端子與該第一光電二極體的第二端子電連接，

該第一電晶體的第二端子與該第二電晶體的閘極電連接，

該第三電晶體的第一端子與該第二光電二極體的第二端子電連接，

該第三電晶體的第二端子與該第四電晶體的閘極電連接，

並且該方法包括如下步驟：

從該第二時刻到該第五時刻藉由對該第一電晶體的閘極供應第二信號進行該第一光電感測器的該第一拍攝；以及

從該第五時刻到該第七時刻藉由對該第三電晶體的閘極供應該第二信號進行該第二光電感測器的該第二拍攝。

12. 根據申請專利範圍第 11 項之半導體裝置的驅動方法，

其中該第一電晶體包括具有通道形成區域的氧化物半導體層，



並且該第三電晶體包括具有通道形成區域的氧化物半導體層。

13. 一種包括第一光電感測器和第二光電感測器的半導體裝置的驅動方法，該第一光電感測器包括第一光電二極體，該第二光電感測器包括第二光電二極體，包括如下步驟：

從第一時刻到第二時刻藉由對該第一光電二極體的第一端子供應第一信號進行該第一光電感測器的第一復位工作；

從該第二時刻到第四時刻使用來自光源的第一光進行檢測對象的第一照射；

從該第二時刻到該第四時刻藉由檢測被該檢測對象反射的該第一光進行該第一光電感測器的第一拍攝；

從第八時刻到第十一時刻使用來自該光源的第二光進行該檢測對象的第二照射；

從第十時刻到該第十一時刻藉由對該第一光電二極體的該第一端子供應該第一信號進行該第一光電感測器的第二復位工作；

從該第十一時刻到第十三時刻藉由檢測被該檢測對象反射的該第二光進行該第一光電感測器的第二拍攝；以及

從該第二時刻到該第四時刻和從該第十一時刻到該第十三時刻藉由檢測第三光進行該第二光電感測器的第三拍攝，

其中，該第二光電二極體形成在該第一光電二極體

上，

並且，從該第二時刻到該第四時刻的時間長度和從該第八時刻到該第十一時刻的時間長度相同。

14. 根據申請專利範圍第 13 項之半導體裝置的驅動方法，還包括如下步驟：

藉由該第一拍攝得到第一檢測信號；

藉由該第二拍攝得到第二檢測信號；以及

使用該第一檢測信號和該第二檢測信號得到從該光源到該檢測對象的距離。

15. 根據申請專利範圍第 14 項之半導體裝置的驅動方法，還包括如下步驟：

藉由使用下述算式得到從該光源到該檢測對象的該距離  $x$ ：

$$x = \frac{(c \times T \times S2)}{2 \times (S1 + S2)},$$

其中  $S1$  是該第一檢測信號， $S2$  是該第二檢測信號， $T$  是從該第二時刻到該第四時刻的該時間長度，且  $c$  是光速。

16. 根據申請專利範圍第 13 項之半導體裝置的驅動方法，

其中從第三時刻到第五時刻被該檢測對象反射的該第一光入射到該第一光電二極體中，

從第九時刻到第十二時刻被該檢測對象反射的該第二

光入射到該第一光電二極體中，

並且從該第二時刻到該第三時刻的時間長度、從該第四時刻到該第五時刻的時間長度、從該第八時刻到該第九時刻的時間長度和從該第十一時刻到該第十二時刻的時間長度相同。

17. 根據申請專利範圍第 16 項之半導體裝置的驅動方法，

其中該第一光電感測器包括第一電晶體和第二電晶體，

該第一電晶體的第一端子與該第一光電二極體的第二端子電連接，

該第一電晶體的第二端子與該第二電晶體的閘極電連接，

並且該方法包括如下步驟：

從該第二時刻到該第四時刻藉由對該第一電晶體的閘極供應第三信號進行該第一光電感測器的該第一拍攝；以及

從該第十一時刻到該第十三時刻藉由對該第一電晶體的該閘極供應該第三信號進行該第一光電感測器的該第二拍攝。

18. 根據申請專利範圍第 17 項之半導體裝置的驅動方法，

其中該第一電晶體包括具有通道形成區域的氧化物半導體層。

19. 根據申請專利範圍第 18 項之半導體裝置的驅動方法，

其中該第一光包括第一紅外光，

該第二光包括第二紅外光，

並且該方法包括如下步驟：

藉由檢測被該檢測對象反射且透過該第二光電二極體的該第一紅外光進行該第一光電感測器的該第一拍攝；以及

藉由檢測被該檢測對象反射且透過該第二光電二極體的該第二紅外光進行該第一光電感測器的該第二拍攝。

20. 根據申請專利範圍第 19 項之半導體裝置的驅動方法，

其中該第一光電二極體包括單晶矽，

並且該第二光電二極體包括非晶矽。

圖 1

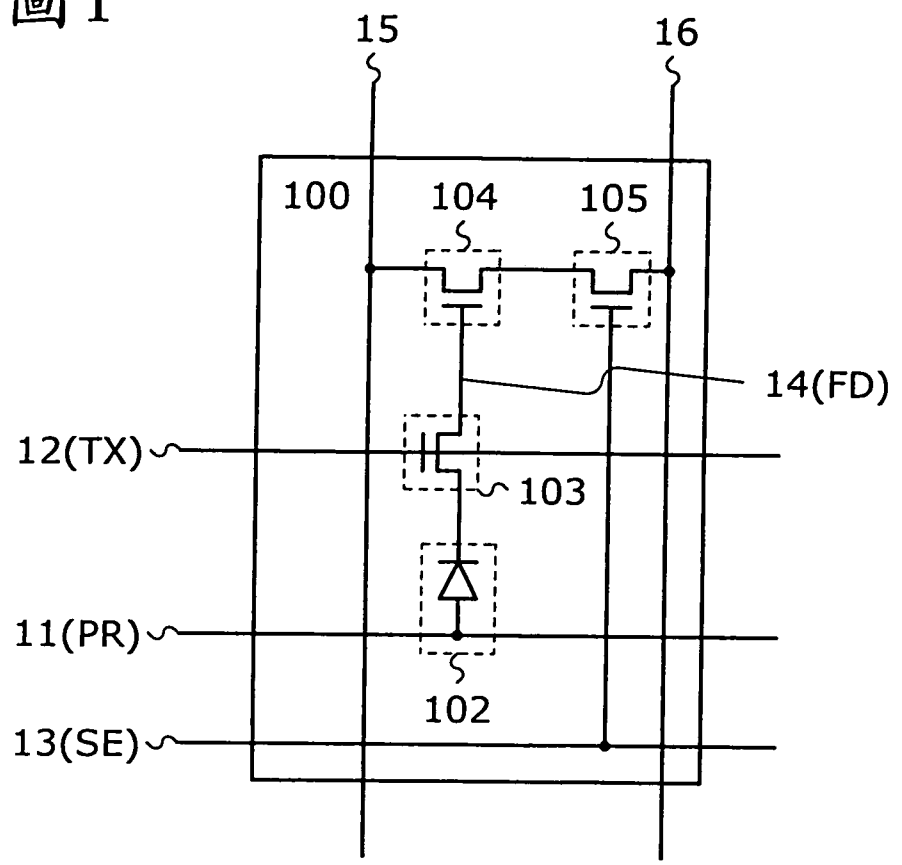


圖2

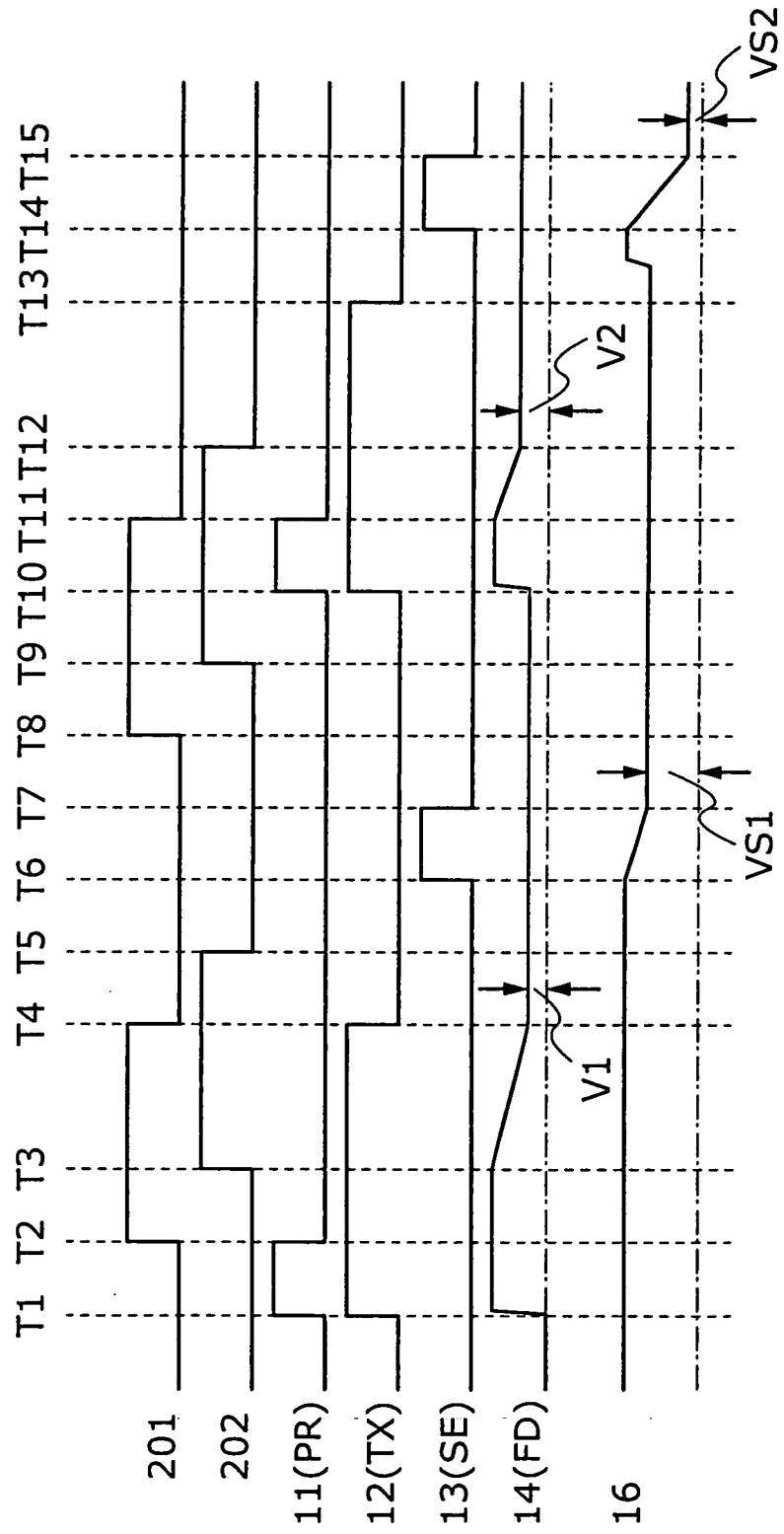


圖3

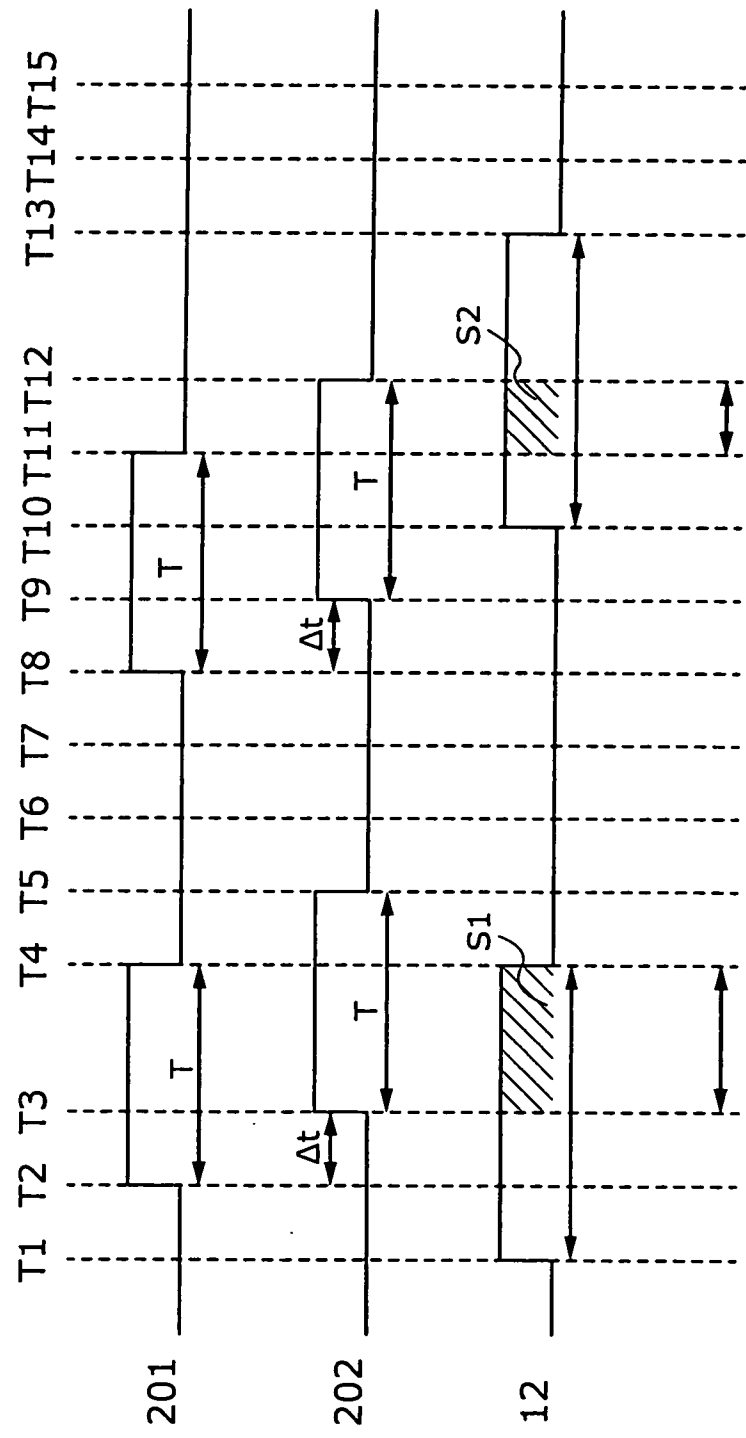


圖 4

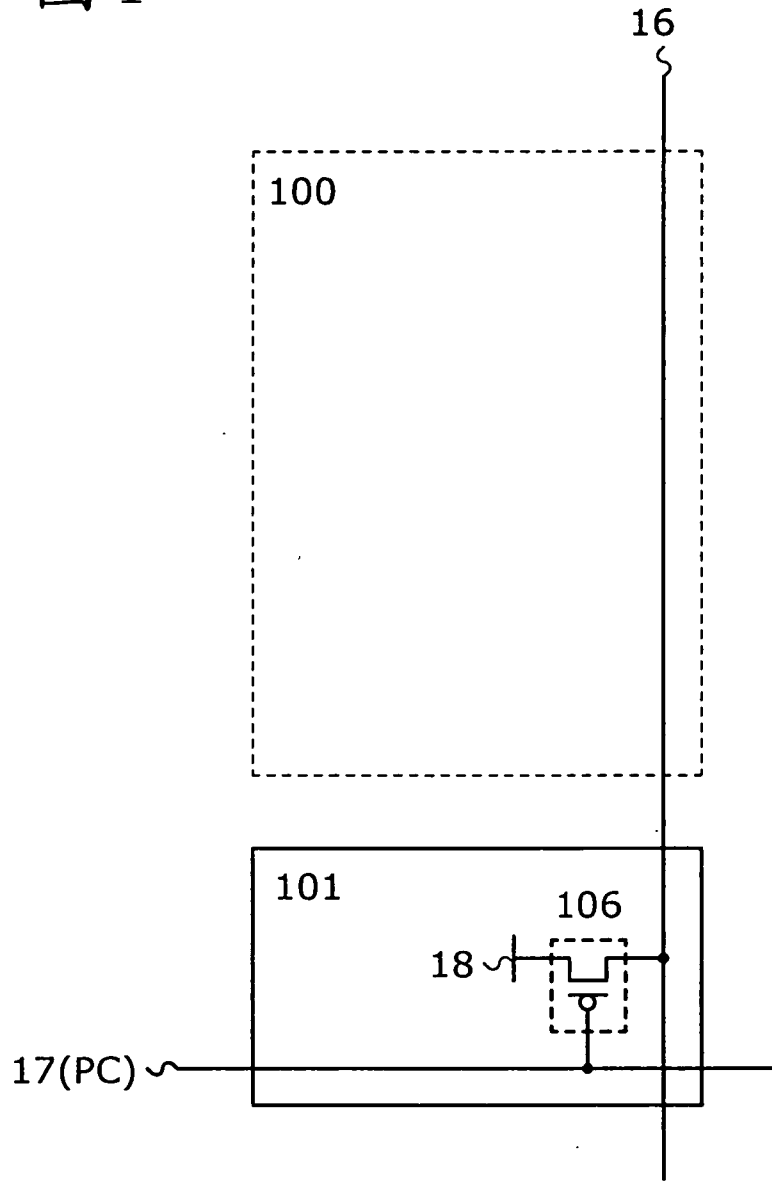




圖5

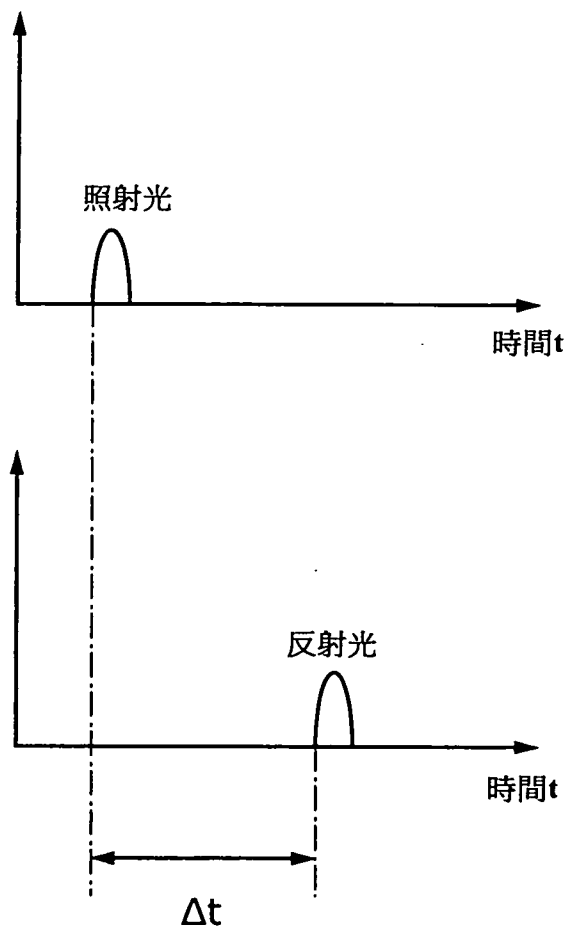
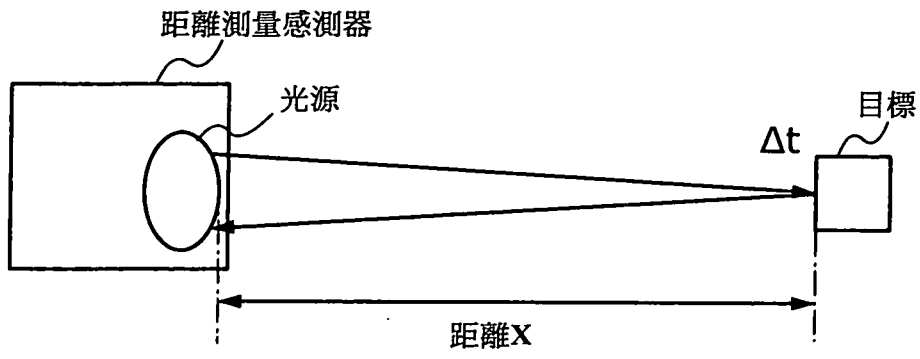


圖 6A

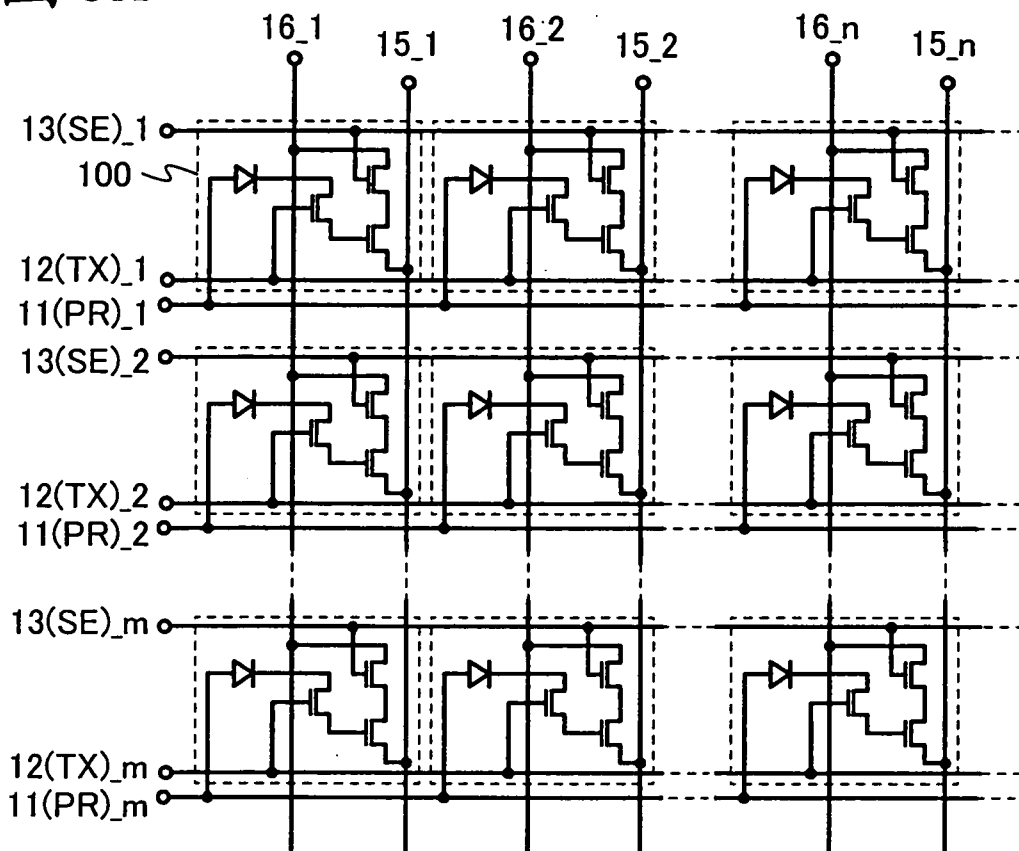


圖 6B

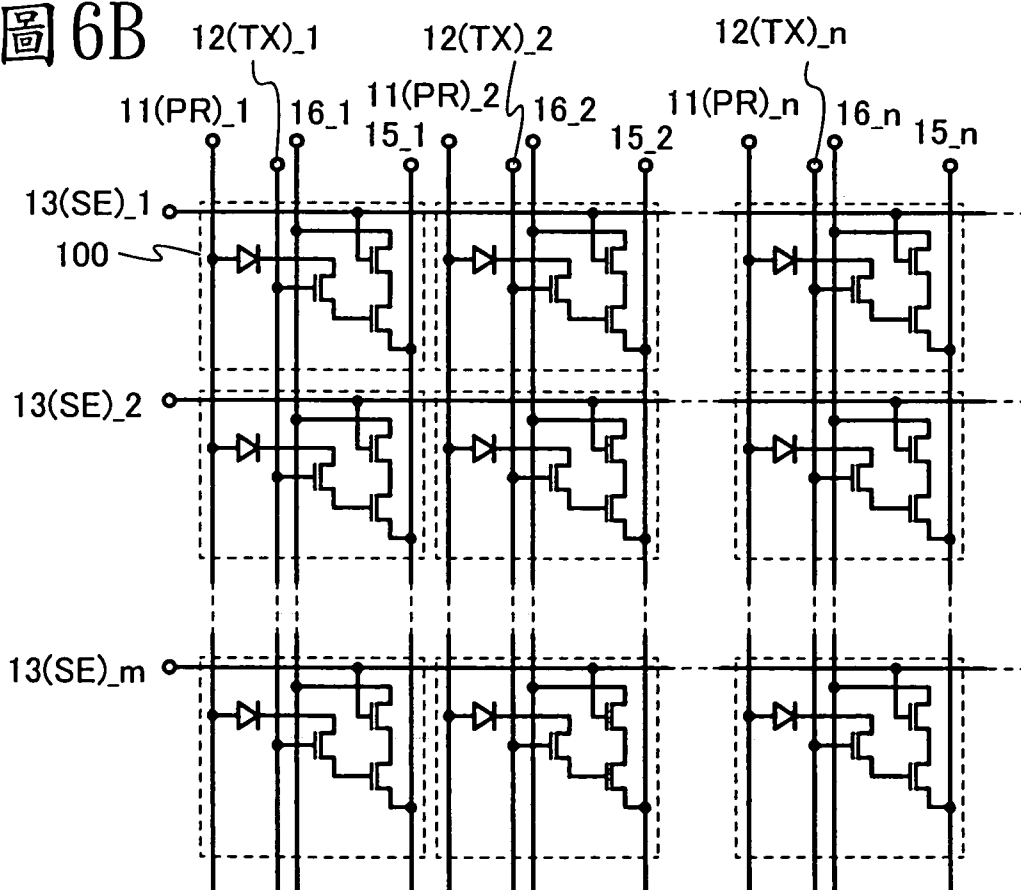


圖7A

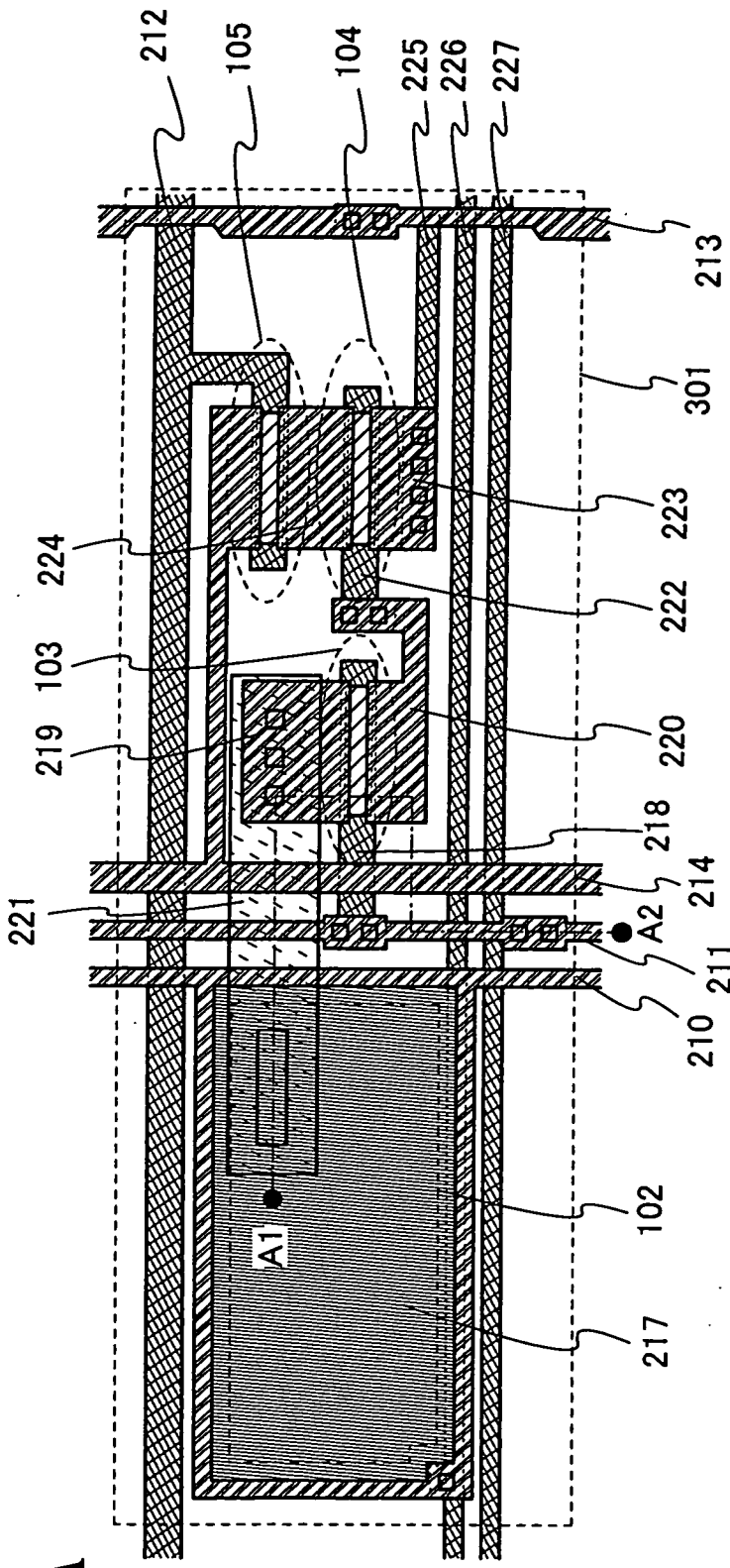


圖7B

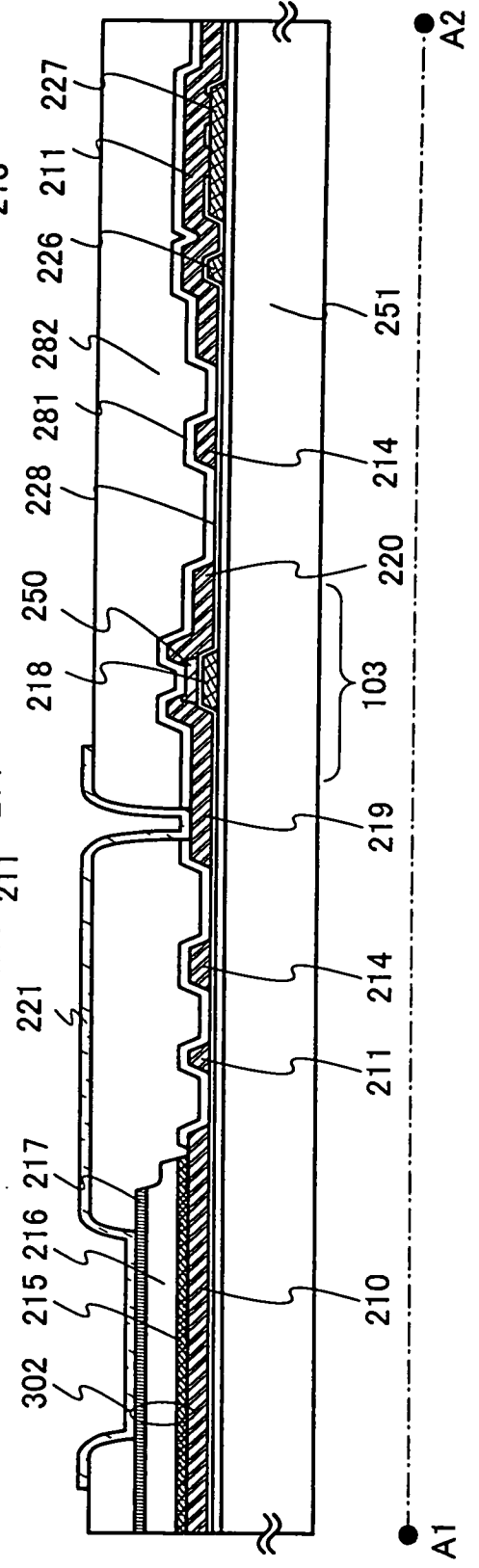


圖 8A

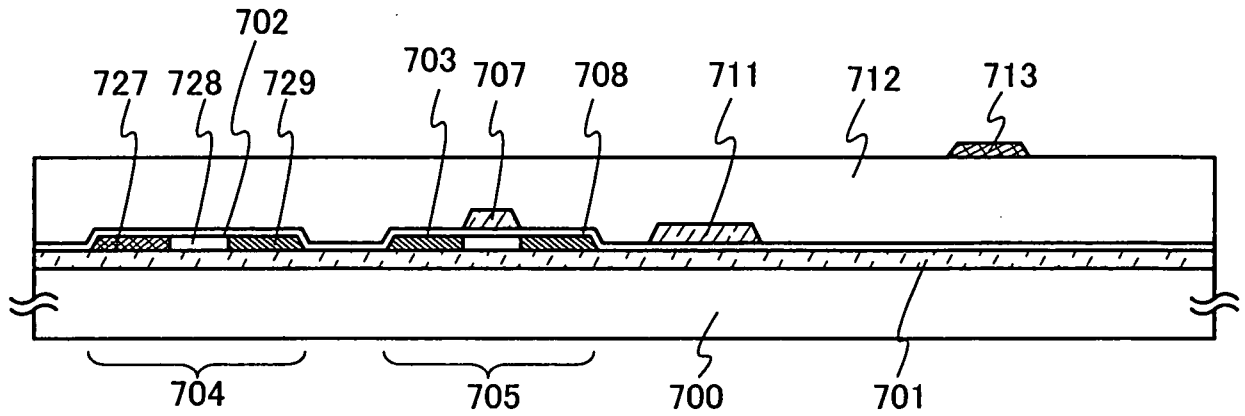


圖 8B

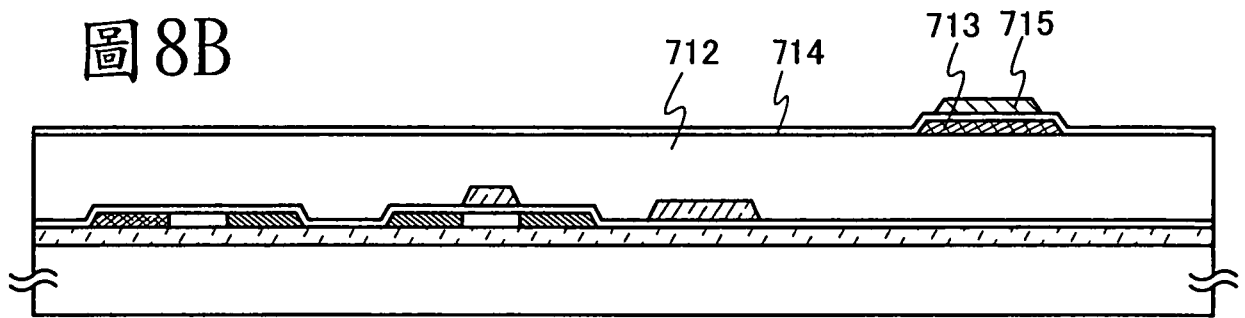


圖 8C

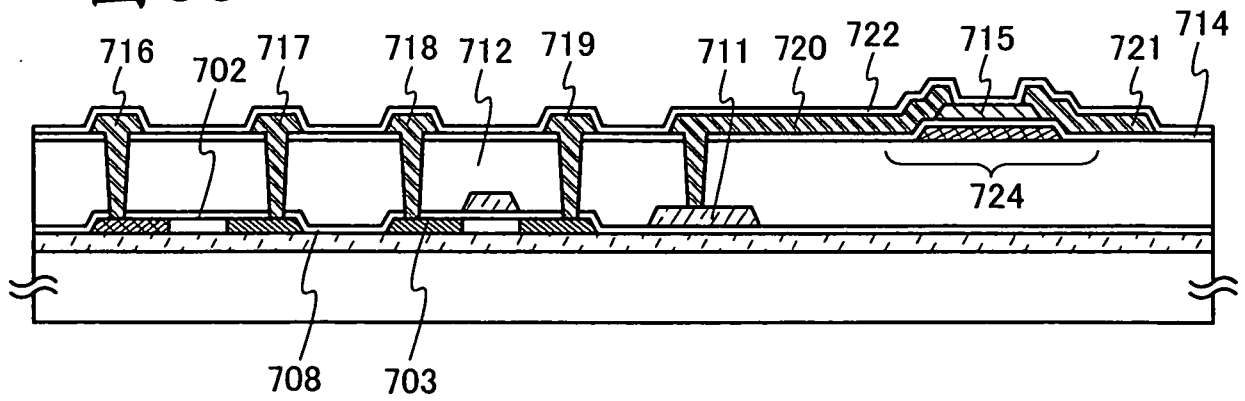


圖 9A

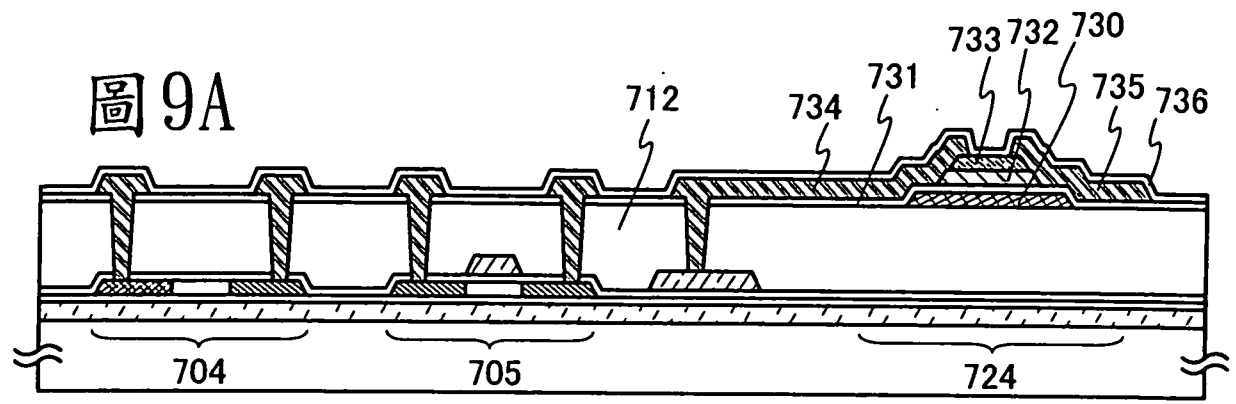


圖 9B

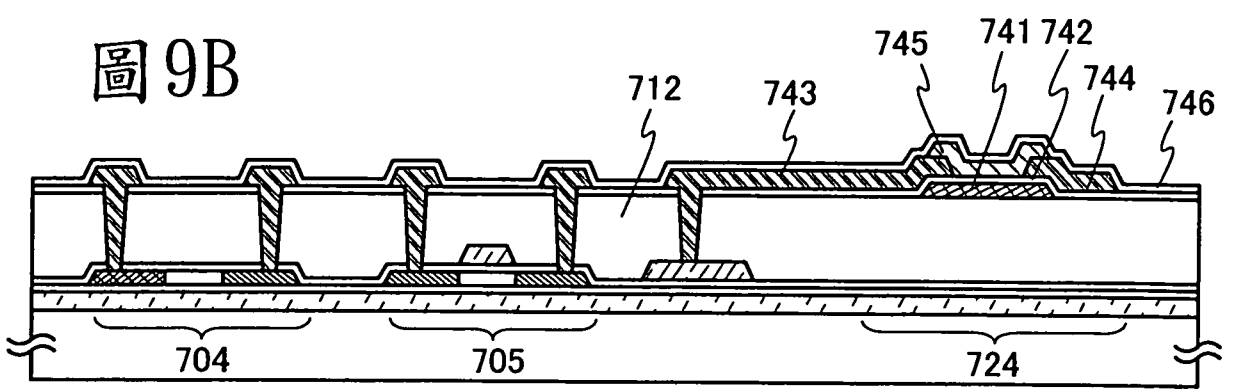


圖 9C

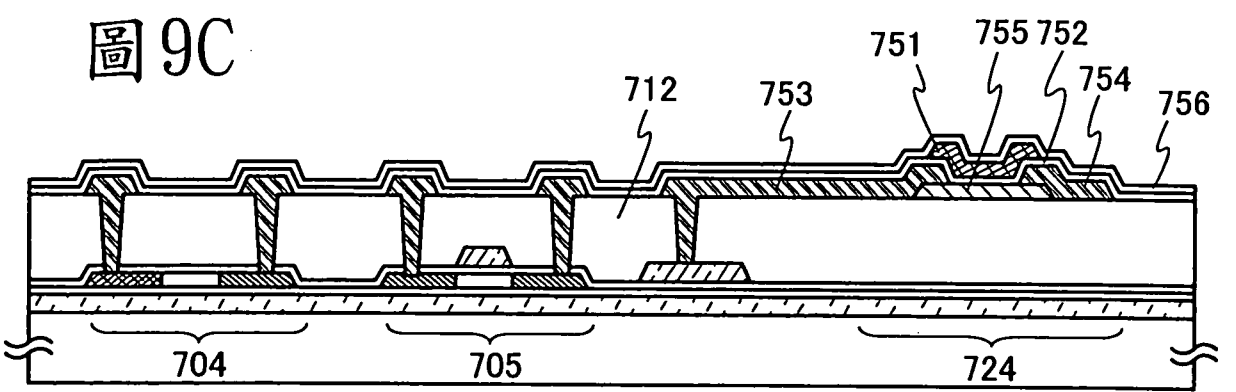


圖 9D

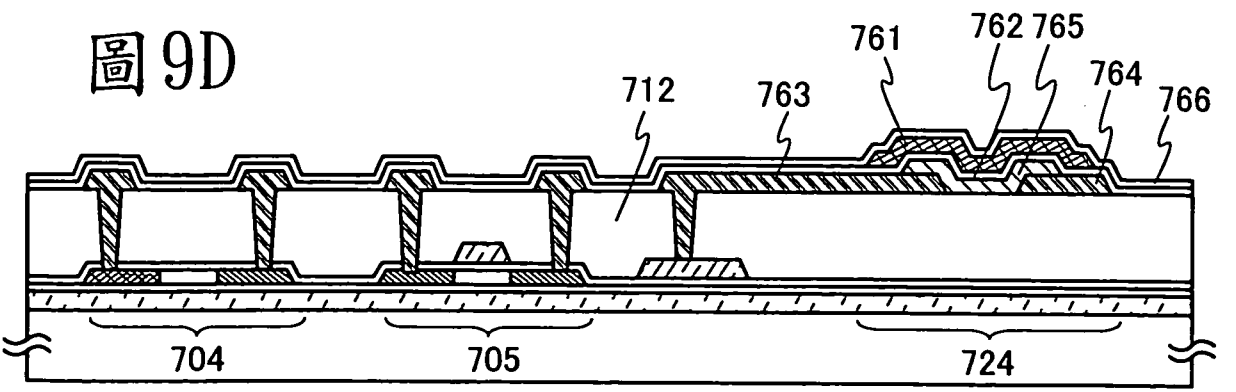


圖10A

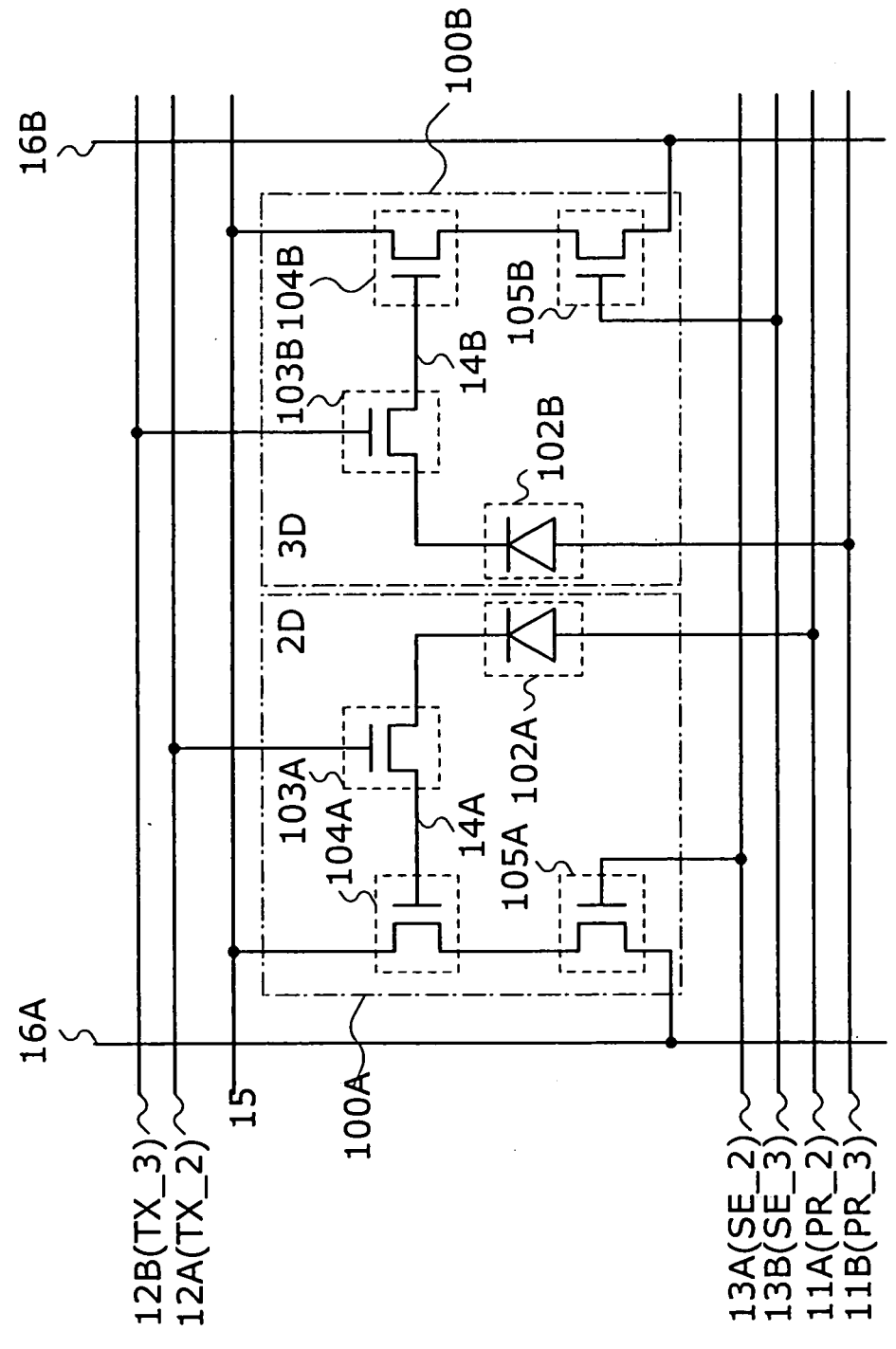
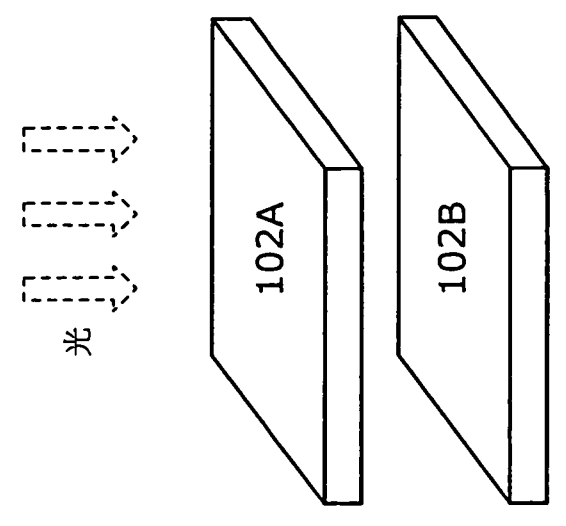


圖10B



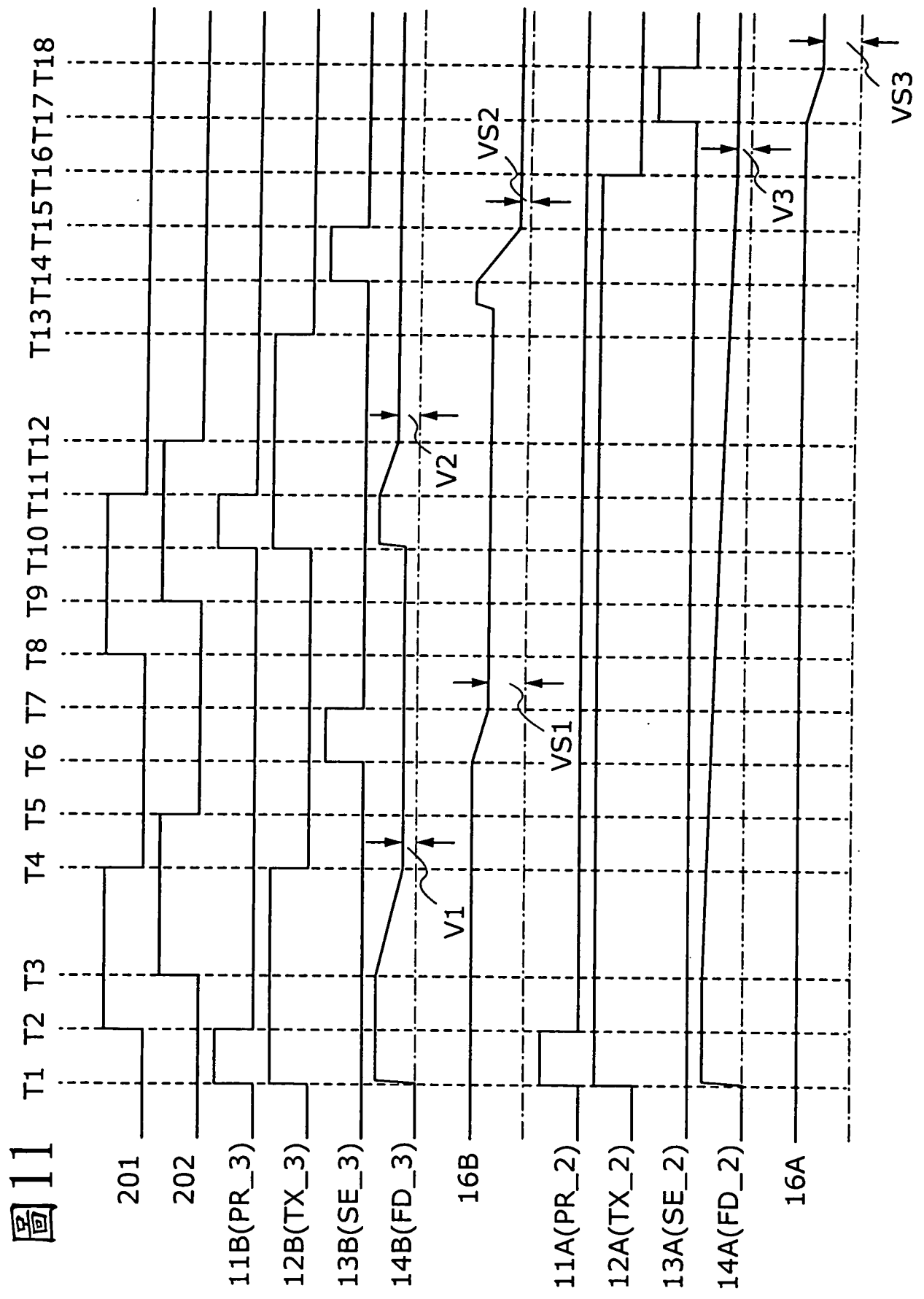


圖12

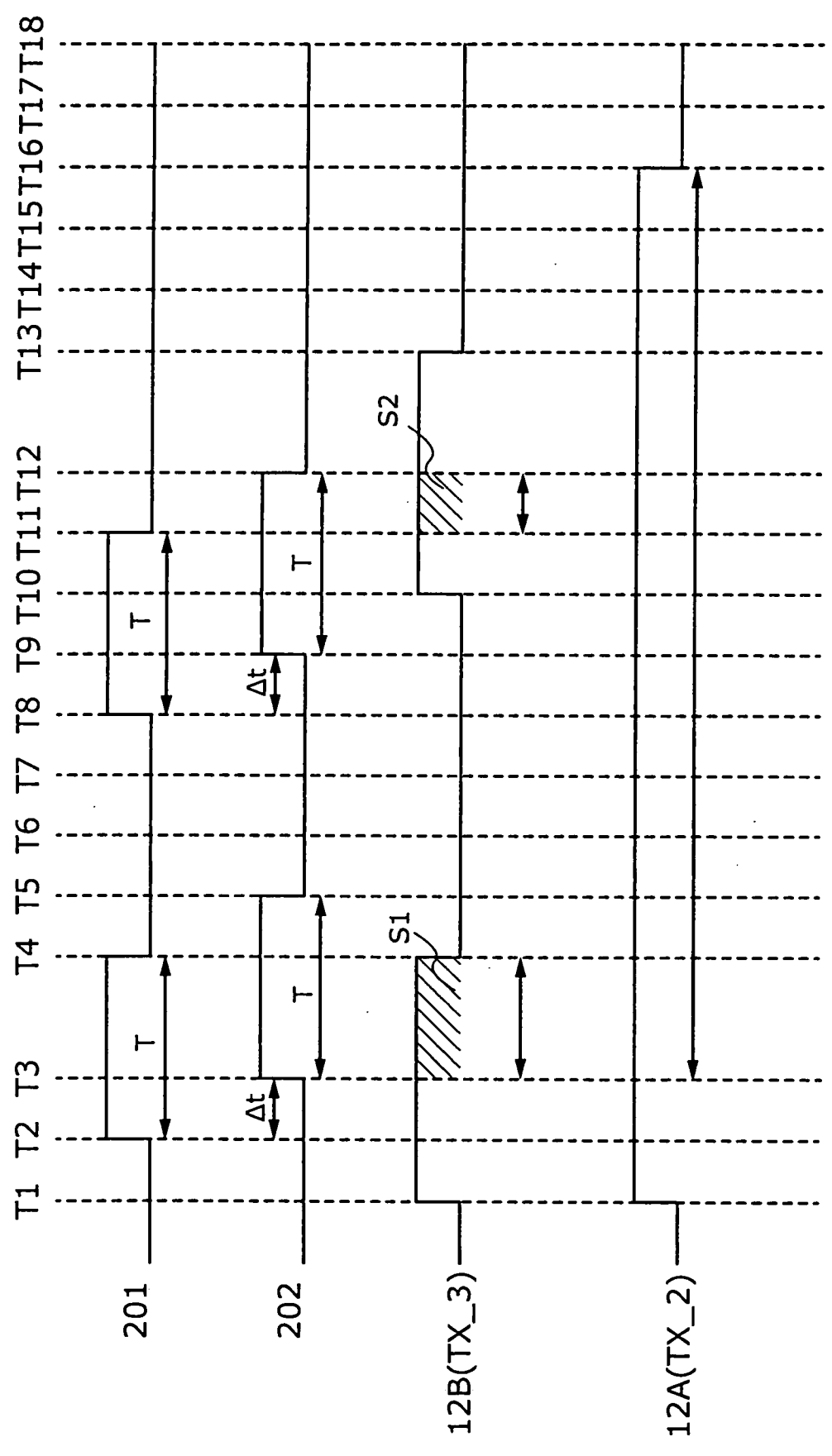




圖 13A

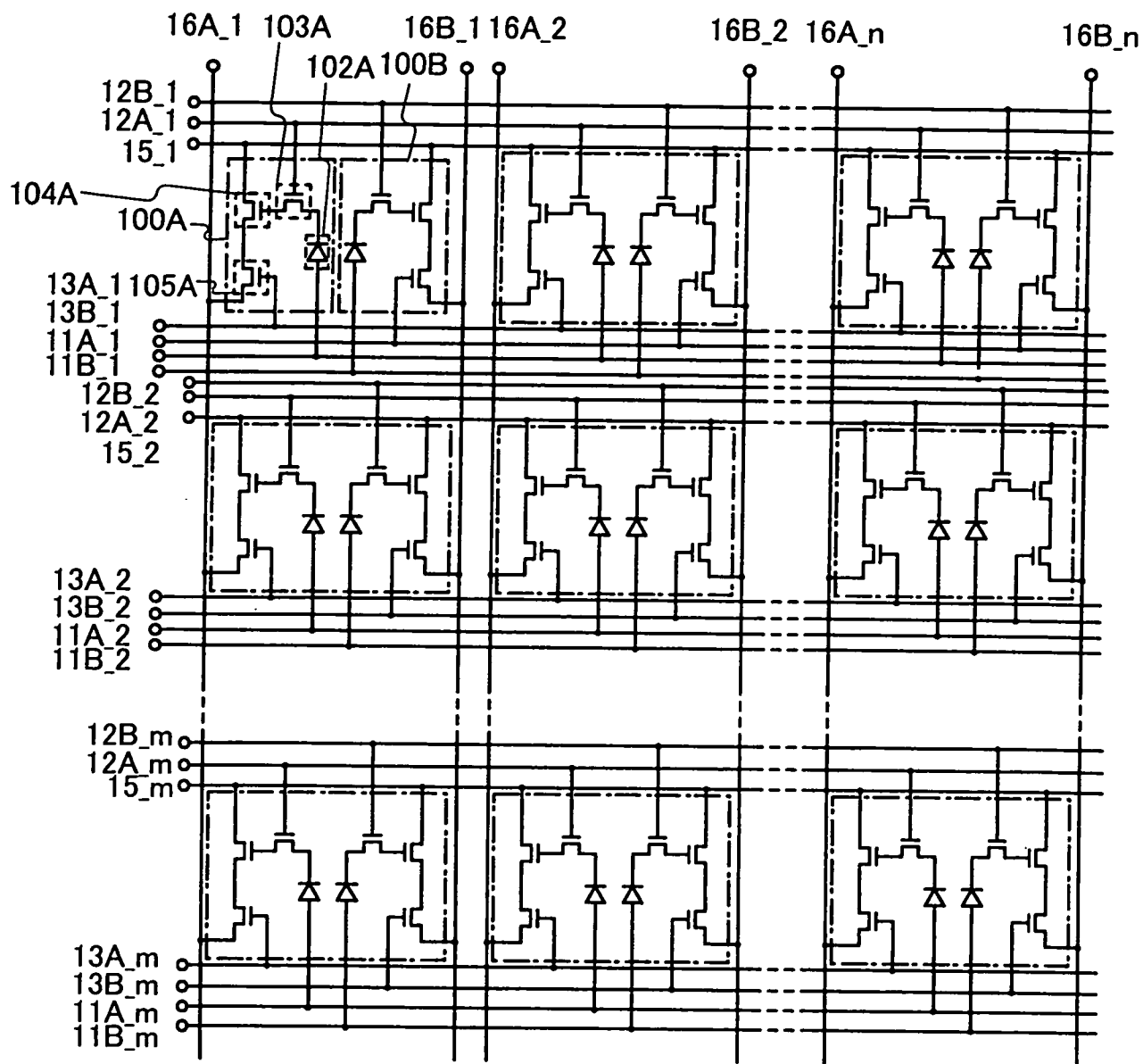
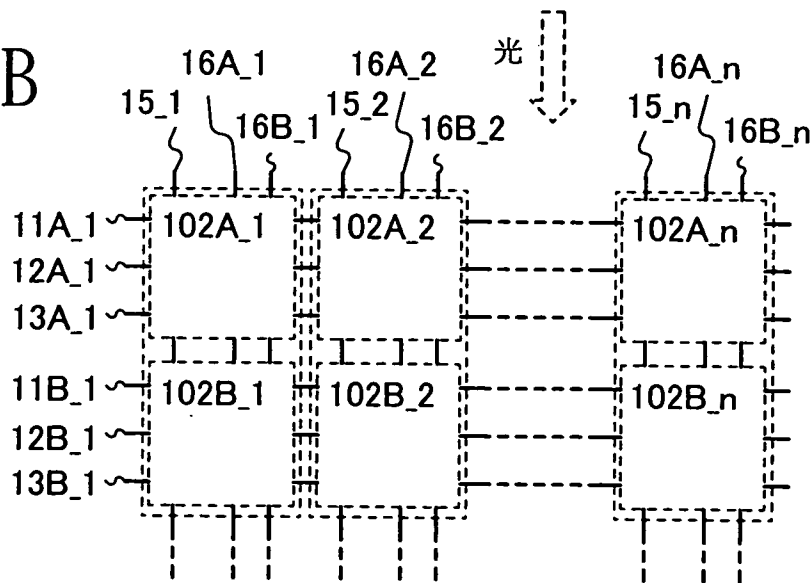


圖 13B



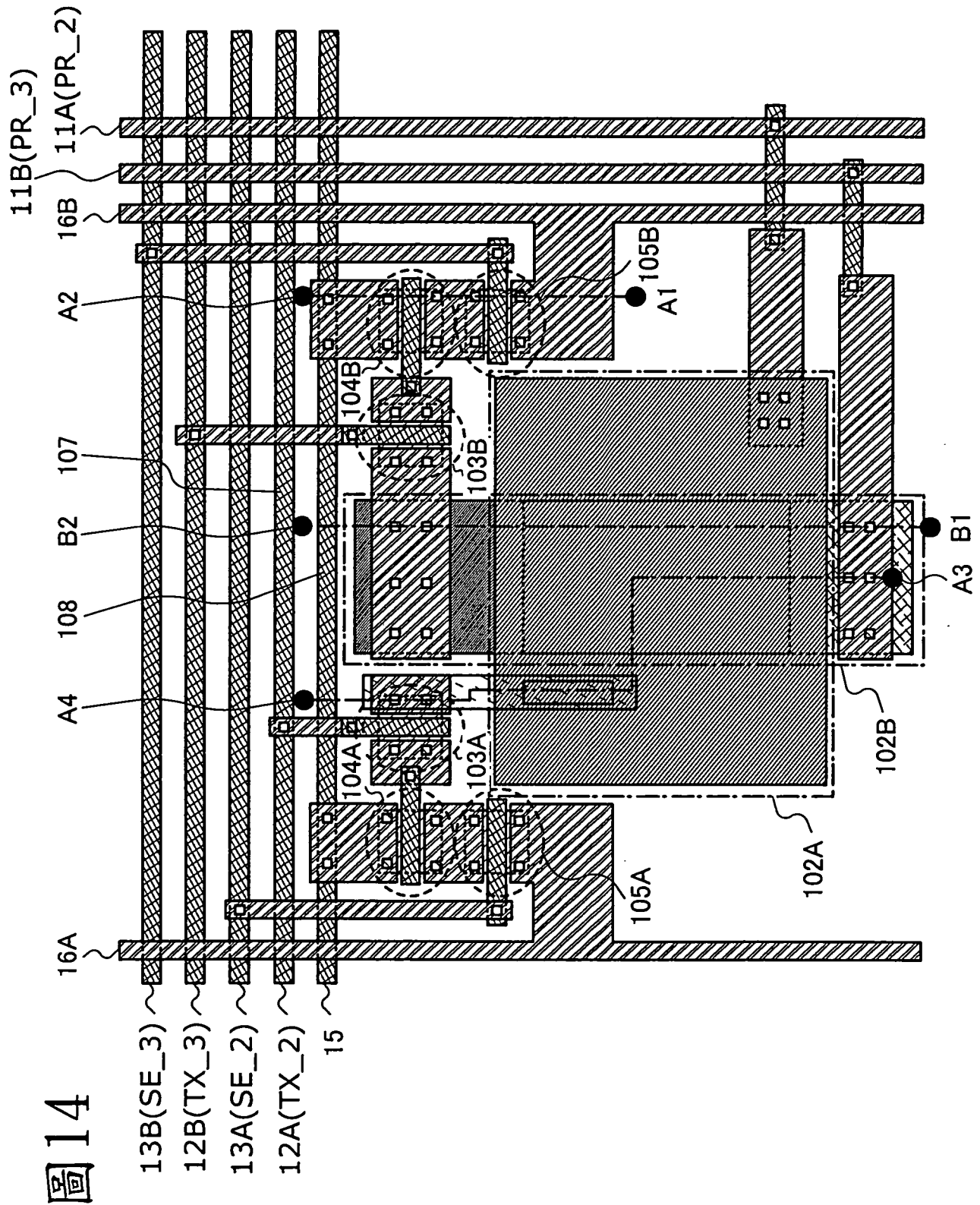
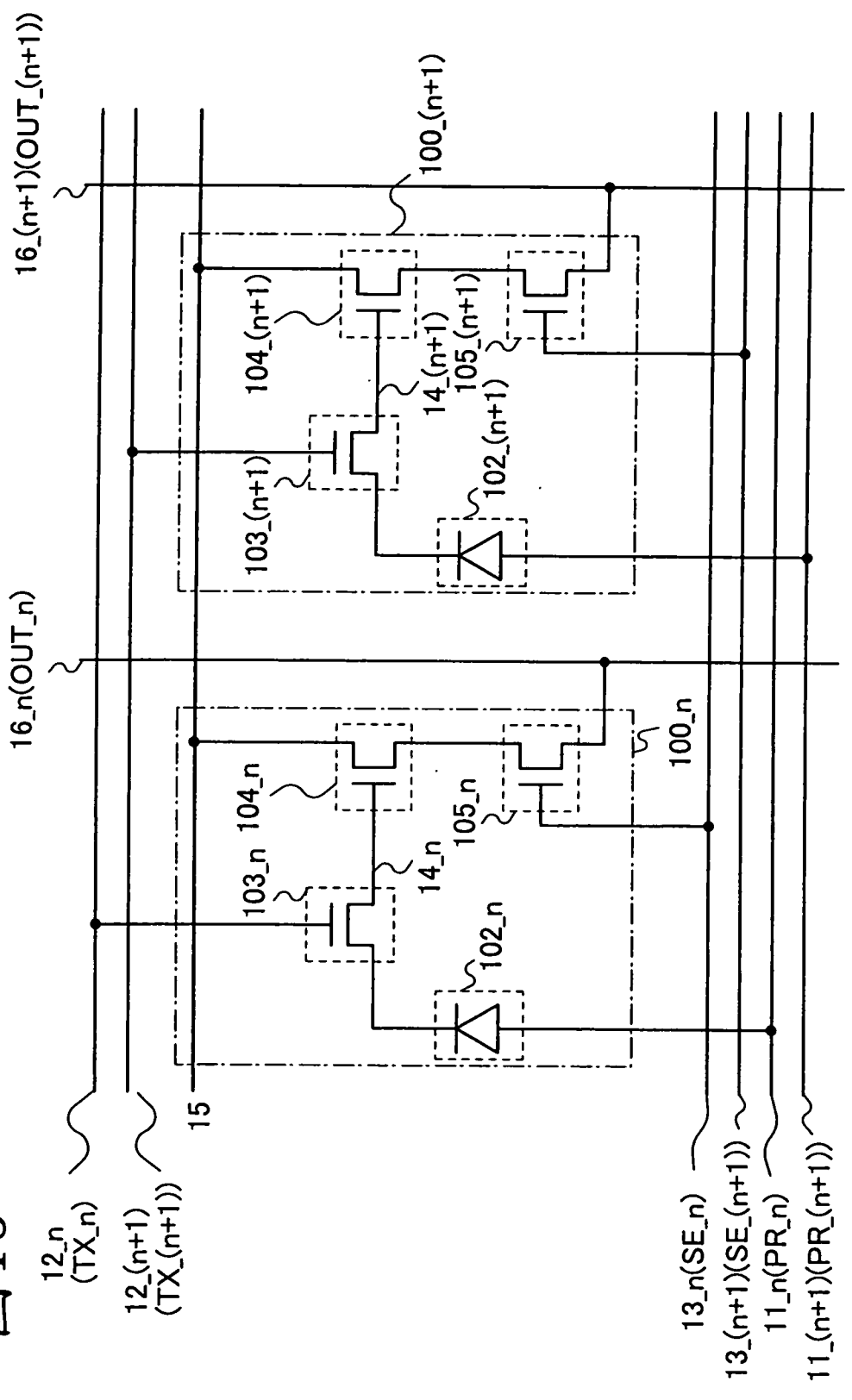


圖14

圖15



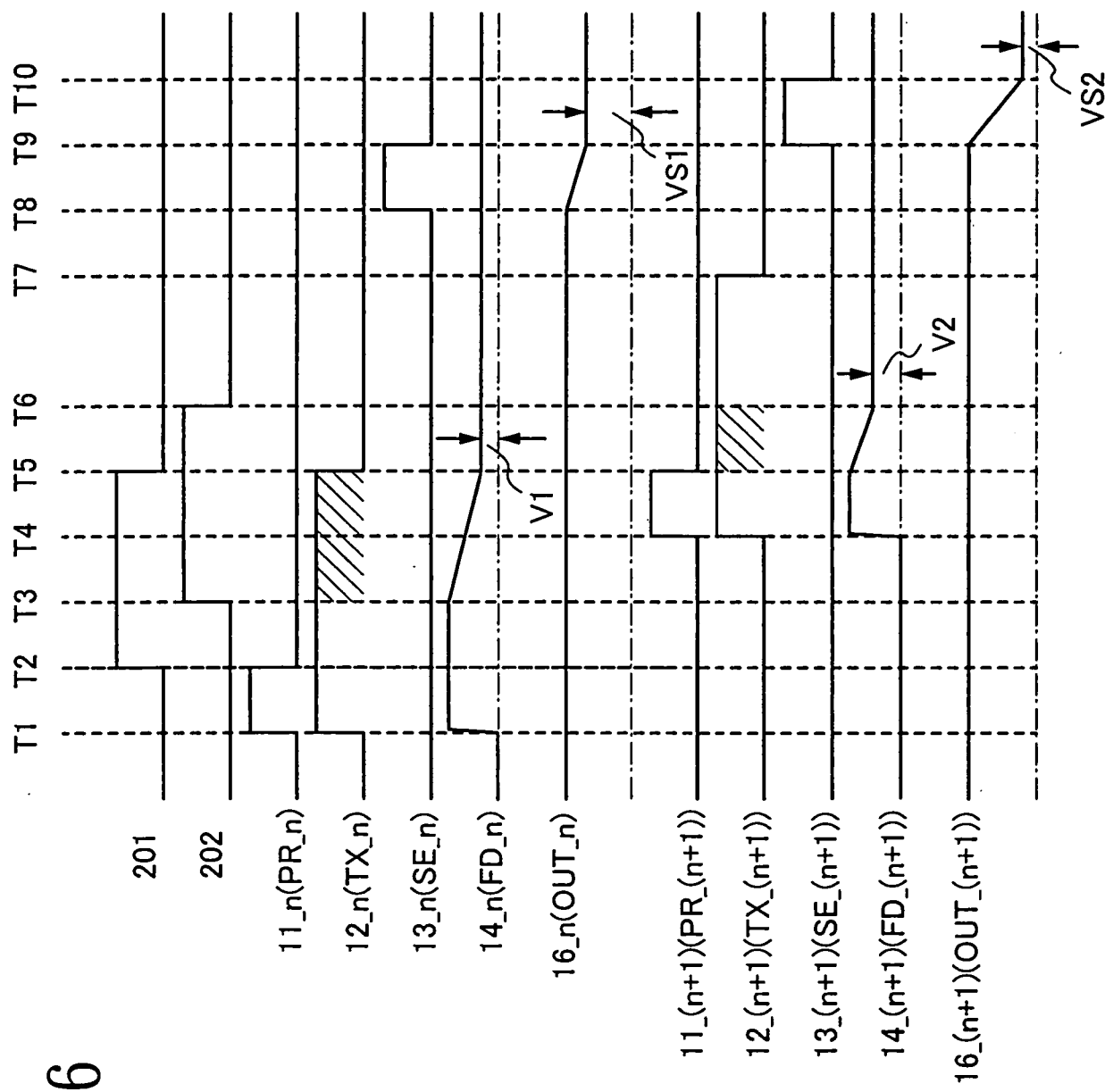


圖16

圖17

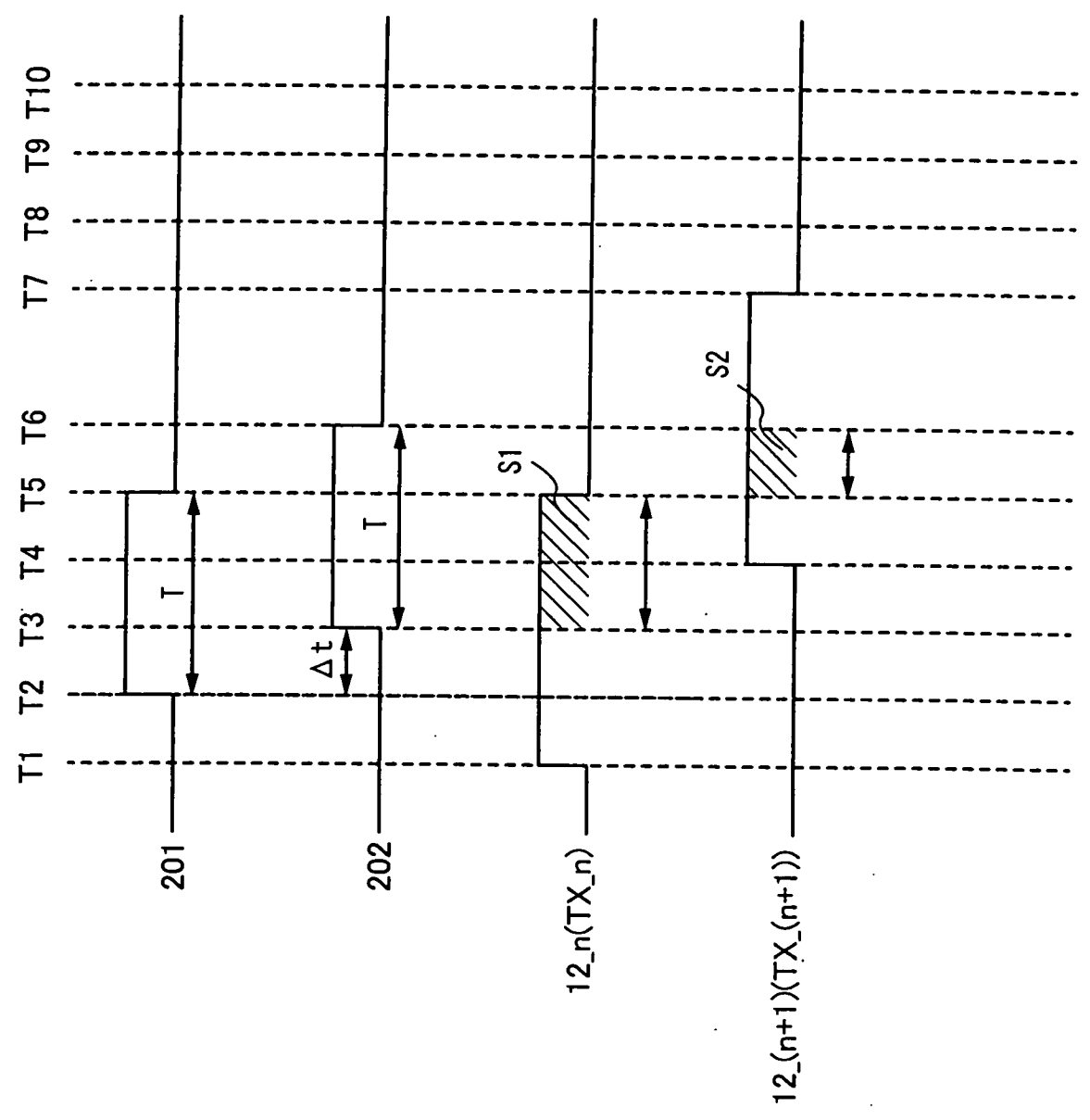


圖 18

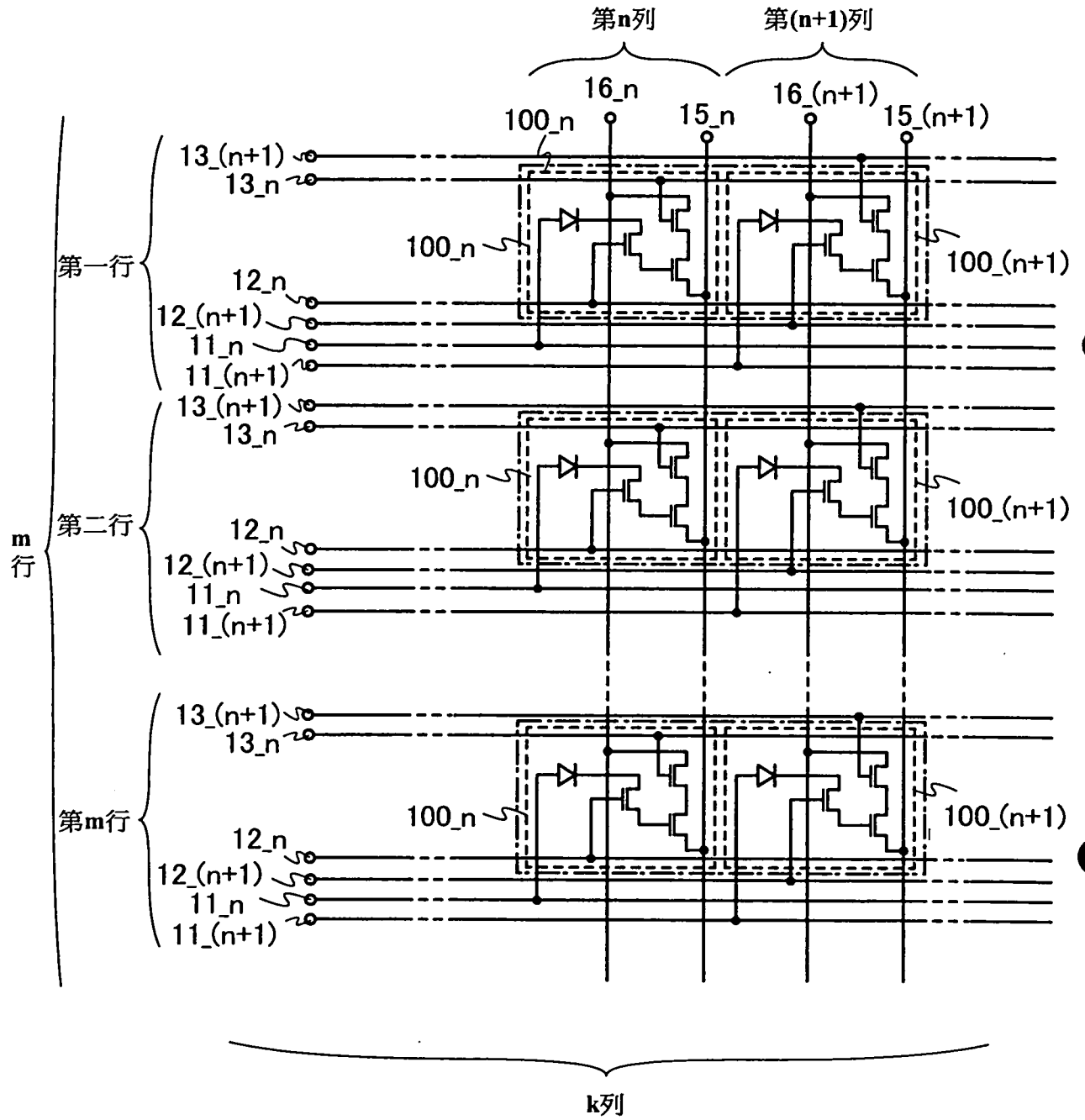


圖 19

