



(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 I570636 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 02 月 11 日

(21)申請案號：101146394

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 12 月 10 日

(51)Int. Cl. : G06K9/78 (2006.01)

G06T7/00 (2006.01)

(30)優先權：2011/12/26 日本

2011-284139

2012/01/18 日本

2012-007680

2012/01/26 日本

2012-014533

(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 201015993A1

US 2009/0114919A1

Michael Van den Bergh, Luc Van Gool, "Combining RGB and ToF Cameras for Real-time 3D Hand Gesture Interaction", 2011 IEEE Workshop on Applications of Computer Vision (WACV), pp. 66-72, 5-7 Jan. 2011

Shoji Kawahito, Izhal Abdul Halin, Takeo Ushinaga, Tomonari Sawada, Mitsuru Homma, and Yasunari Maeda, "A CMOS Time-of-Flight Range Image Sensor With Gates-on-Field-Oxide Structure", IEEE SENSORS JOURNAL, VOL. 7, NO. 12, Pp. 1578-1586, DECEMBER 2007

審查人員：黃存賢

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：25 共 184 頁

(54)名稱

動作識別裝置

MOTION RECOGNITION DEVICE

(57)摘要

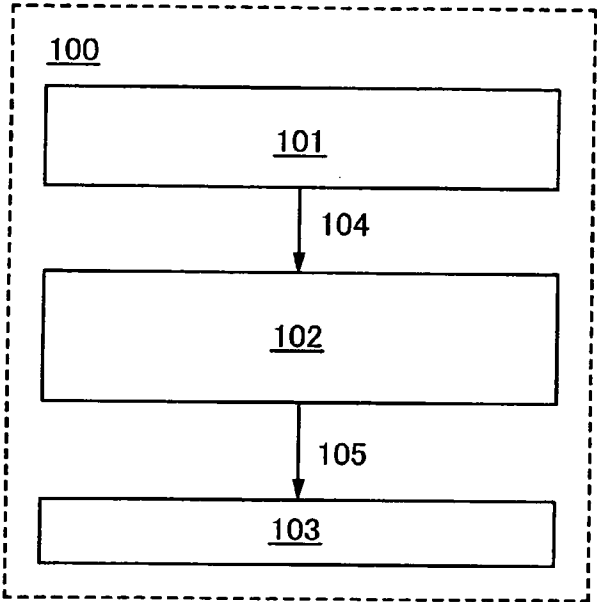
本發明提供一種能夠非接觸識別檢測目標的動作的動作識別裝置及具有簡單結構且無論檢測目標的狀態如何都能夠識別其動作的動作識別裝置。藉由將 TOF 三維距離影像感測器用於動作識別裝置，可以容易檢測位置變化資訊或形狀變化資訊，並可以容易檢測快速移動的檢測目標的位置變化資訊或形狀變化資訊。基於模式匹配進行動作識別。從三維距離測定感測器獲取用於模式匹配的影像資料。從隨時變化的檢測目標的影像資料中選出物體資料，並根據所選出的物體資料的隨時變化推定動作資料。動作識別裝置根據基於動作資料產生的輸出資料而進行操作。

A motion recognition device capable of recognizing the motion of an object without contact with the object is provided. Further, a motion recognition device that has a simple structure and can recognize the motion of an object regardless of the state of the object is provided. By using a 3D TOF range image sensor in the motion recognition device, information on changes in position and shape is detected easily. Further, information on changes in position and shape of a fast-moving object is detected easily. Motion recognition is performed on the basis of pattern matching. Imaging data used for pattern matching is acquired from a

3D range measuring sensor. Object data is selected from imaging data on an object that changes over time, and motion data is estimated from a time change in selected object data. The motion recognition device performs operation defined by output data generated from the motion data.

指定代表圖：

圖 1A



符號簡單說明：

- 100 . . . 動作識別裝置
- 101 . . . 影像拍攝裝置
- 102 . . . 影像處理裝置
- 103 . . . 資訊處理裝置
- 104 . . . 影像資料
- 105 . . . 輸出資料

發明專利說明書

104年12月3日修正 (本)

(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：101146394

※申請日：101 年 12 月 10 日

※IPC 分類：G06K 9/18 (2006.01)

G06T 7/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文／英文)

動作識別裝置

Motion recognition device

二、中文發明摘要：

本發明提供一種能夠非接觸識別檢測目標的動作的動作識別裝置及具有簡單結構且無論檢測目標的狀態如何都能夠識別其動作的動作識別裝置。藉由將 TOF 三維距離影像感測器用於動作識別裝置，可以容易檢測位置變化資訊或形狀變化資訊，並可以容易檢測快速移動的檢測目標的位置變化資訊或形狀變化資訊。基於模式匹配進行動作識別。從三維距離測定感測器獲取用於模式匹配的影像資料。從隨時變化的檢測目標的影像資料中選出物體資料，並根據所選出的物體資料的隨時變化推定動作資料。動作識別裝置根據基於動作資料產生的輸出資料而進行操作。

三、英文發明摘要：

A motion recognition device capable of recognizing the motion of an object without contact with the object is provided. Further, a motion recognition device that has a simple structure and can recognize the motion of an object regardless of the state of the object is provided. By using a 3D TOF range image sensor in the motion recognition device, information on changes in position and shape is detected easily. Further, information on changes in position and shape of a fast-moving object is detected easily. Motion recognition is performed on the basis of pattern matching. Imaging data used for pattern matching is acquired from a 3D range measuring sensor. Object data is selected from imaging data on an object that changes over time, and motion data is estimated from a time change in selected object data. The motion recognition device performs operation defined by output data generated from the motion data.

四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第 (1A) 圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

100：動作識別裝置

101：影像拍攝裝置

102：影像處理裝置

103：資訊處理裝置

104：影像資料

105：輸出資料

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利用光飛行時間（Time-Of-Flight：TOF）方式的三維距離影像感測器的動作識別裝置。

在本說明書中，半導體裝置是指能夠藉由利用半導體特性而工作的所有裝置，因此電光裝置、半導體電路以及電子裝置都是半導體裝置。

【先前技術】

近年來，已在推進影像或顯示器的三維化，對三維資訊獲取技術的研究開發日益火熱。能夠即時獲取空間的三維資訊的三維距離影像感測器被期待著應用於姿勢識別系統、電腦視覺系統等各種用途。在非專利檔案 1 中，公開了如下三維距離影像感測器：藉由利用 TOF 方式從光源向檢測對象照射光，獲取距離影像資訊。與立體視覺方式或雷射掃描方式等相比，上述感測器可以實現小型及低成本的系統。

另外，藉由檢測出檢測對象的位置變化資訊、形狀變化資訊等而以數位方式記錄動作資訊的動作識別技術已在廣泛應用於運動醫療、電影、電腦動畫等領域中。在專利檔案 1 中，公開了包括用來容易檢測出用戶的複雜動作的用戶介面的資訊處理裝置。

在專利檔案 2 中，公開了根據由多個影像拍攝裝置拍

攝的多個二維影像計算出三維距離影像資訊以識別檢測對象的動作的系統。另外，在專利檔案 3 中，公開了藉由檢測出從人體輻射的紅外線而識別人體動作的人體動作識別感測器。

[專利檔案 1] 日本專利申請公開第 2011-8601 號公報

[專利檔案 2] 日本專利申請公開第 2001-273503 號公報

[專利檔案 3] 日本專利申請公開 平 7-288875 號公報

[非專利檔案 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.

在專利檔案 1 中，用戶的身體各部分上帶著由感測器等構成的標記裝置。藉由測量該標記裝置的隨時變化（位置的隨時變化、形狀的隨時變化等），仔細地記錄用戶的複雜動作。但是，因為用戶的身上帶著感測器，所以發生對用戶的動作有限制或標記裝置的摘戴需長時間等的問題。

另外，在專利檔案 2 中，檢測對象總是被多個影像拍攝裝置拍攝。檢測對象為不進入影像拍攝裝置的死角而需要在比較窄的預定範圍內進行動作，或者，因需要準備多個影像拍攝裝置或感測器而在整個系統上價格變得昂貴。

再者，基於由多個影像拍攝裝置拍攝的檢測對象的多個二維影像（彩色影像），根據該影像的差值而利用三角

剖分的原理推測並計算出拍攝範圍內的檢測對象的三維距離影像資訊。因此，有計算處理浪費時間、需要進行背景處理等以從包含檢測對象以外的物體的影像中抽出檢測對象的位置等的問題。另外，從多個影像拍攝裝置的位置對準、影像拍攝裝置的自動聚焦機構的安裝等的觀點來看，難以實現影像拍攝裝置的結構的簡單化。

此外，在非專利檔案 1 所提出的方法中，藉由兩次照射紅外光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，從最初的拍攝結束到下一個拍攝開始之間產生時間差。因此，發生非專利檔案 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。

另外，如專利檔案 3 那樣，在利用從人體輻射的紅外線的情況下，不能忽視伴隨人體的體溫變化等而發生的雜訊。

【發明內容】

鑒於上述問題，本發明的目的之一是：提供一種能夠以不接觸檢測對象的方式識別檢測對象的動作的動作識別裝置。

另外，本發明的目的之一是：提供一種具有簡單的結構且無論檢測對象的狀態如何都能夠識別其動作的動作識別裝置。

另外，本發明的目的之一是：藉由拍攝快速移動的檢

測對象而不發生模糊影像，容易獲取檢測對象的位置變化資訊或形狀變化資訊。

藉由將利用 TOF 方式的三維距離影像感測器用於動作識別裝置，實現位置變化資訊或形狀變化資訊的檢測的簡單化。

另外，藉由將利用 TOF 方式的三維距離影像感測器用於動作識別裝置，實現包括彩色影像資訊的位置變化資訊或形狀變化資訊的檢測的簡單化。

本說明書所公開的本發明的一個方式是：一種動作識別裝置，包括：影像拍攝裝置，該影像拍攝裝置獲取檢測對象的距離影像資訊，並根據該距離影像資訊產生影像資料而輸出該影像資料；影像處理裝置，該影像處理裝置包括：第一記憶部，該第一記憶部儲存特定物體模式；第二記憶部，該第二記憶部儲存特定動作模式；影像記憶部，該影像記憶部儲存隨時變化的影像資料；物體資料檢測部，該物體資料檢測部從儲存在影像記憶部中的影像資料中抽出從檢測對象的動作開始時刻到動作結束時刻的影像資料，並比較所抽出的影像資料與特定物體模式以選出各時刻的最一致的物體資料；第三記憶部，該第三記憶部儲存各時刻的物體資料；動作資料檢測部，該動作資料檢測部比較儲存在第三記憶部中的從檢測對象的動作開始時刻到動作結束時刻的物體資料與特定動作模式以推定動作資料；第四記憶部，該第四記憶部儲存動作資料；以及輸出控制部，該輸出控制部根據動作資料產生輸出資料而輸出

該輸出資料；以及資訊處理裝置，該資訊處理裝置基於輸出資料識別檢測對象的動作，並進行輸出資料所規定的操作。

在上述動作識別裝置中，影像拍攝裝置藉由檢測出從光源輻射的光到達檢測對象直到被檢測對象反射的光到達影像拍攝裝置的時間並利用時間與光速的算式而獲取檢測對象的距離影像資訊。

在上述動作識別裝置中，影像拍攝裝置藉由如下方法獲取檢測對象的距離影像資訊，該方法包括如下步驟：從光源向檢測對象進行第一光照射，並在與該第一光照射不同的時序進行第二光照射，所述兩種光照射的時間相等；利用光電二極體檢測出在進行第一照射時產生的檢測對象的第一反射光及在進行第二照射時產生的檢測對象的第二反射光；利用從光電二極體輸出的光電流藉由如下兩種方法分別獲取第一檢測信號 S1 和第二檢測信號 S2：為了進行第一拍攝，至少從在進行第一照射時產生的檢測對象的第一反射光開始照射到光電二極體的時刻之前直到第一照射結束的時刻之後為止，將使累積在浮置節點（floating diffusion）中的電荷量發生變化的第一電晶體的閘極電極的電位設定為高電位，以檢測出該高電位期間的第一反射光；為了進行第二拍攝，至少從第二照射結束的時刻之前直到在進行第二照射時產生的檢測對象的第二反射光照射到光電二極體的步驟結束的時刻之後為止，將使累積在浮置節點中的電荷量發生變化的第一電晶體的閘極電極的電

位設定為高電位，以檢測出該高電位期間的第二反射光；以及利用第一照射期間 T 、光速 c 、第一檢測信號 $S1$ 以及第二檢測信號 $S2$ 按照下述算式(1)計算出從光源到檢測對象的距離 x 。

$$x = \frac{c \times T \times S2}{2 \times (S1 + S2)} \quad (1)$$

在上述動作識別裝置中，也可以藉由計算出相關係數進行與特定物體模式之間的比較。

在上述動作識別裝置中，也可以藉由計算出相關係數進行與特定動作模式之間的比較。

在上述動作識別裝置中，影像拍攝裝置也可以具備多個光電感測器，該多個光電感測器的每一個都包括光電二極體、第一電晶體、第二電晶體以及第三電晶體。

在上述動作識別裝置中，也可以使用氧化物半導體材料作為第一電晶體的半導體層。

在上述動作識別裝置中，也可以使用矽材料作為第一電晶體的半導體層。

本說明書所公開的本發明的一個方式是：一種動作識別裝置，包括：影像拍攝裝置，該影像拍攝裝置藉由以沒有時間差的方式一次照射光進行第一拍攝和第二拍攝而獲取檢測對象的距離影像資訊，並根據該距離影像資訊產生影像資料而輸出該影像資料；影像處理裝置，該影像處理裝置包括：第一記憶部，該第一記憶部儲存特定物體模式；第二記憶部，該第二記憶部儲存特定動作模式；影像記憶部，該影像記憶部儲存隨時變化的影像資料；物體資

料檢測部，該物體資料檢測部從儲存在影像記憶部中的影像資料中抽出從檢測對象的動作開始時刻到動作結束時刻的影像資料，並比較所抽出的影像資料與特定物體模式以選出各時刻的最一致的物體資料；第三記憶部，該第三記憶部儲存各時刻的物體資料；動作資料檢測部，該動作資料檢測部比較儲存在第三記憶部中的從檢測對象的動作開始時刻到動作結束時刻的物體資料與特定動作模式以推定動作資料；第四記憶部，該第四記憶部儲存動作資料；以及輸出控制部，該輸出控制部根據動作資料產生輸出資料而輸出該輸出資料；以及資訊處理裝置，該資訊處理裝置基於輸出資料識別檢測對象的動作，並進行輸出資料所規定的操作。

在上述動作識別裝置中，影像拍攝裝置藉由檢測出從從光源輻射的光到達檢測對象直到被檢測對象反射的光到達影像拍攝裝置的時間，在光照射結束之前及之後連續檢測出所述反射光，並利用時間與光速的算式而獲取檢測對象的距離影像資訊。

在上述動作識別裝置中，影像拍攝裝置藉由如下方法獲取檢測對象的距離影像資訊，該方法包括如下步驟：從光源向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；利用從第一光電二極體輸出的光電流藉由如下方法獲取第一檢測信號 S1：至少從反射光的吸收開始之前直到光照射結束的瞬間為止，將使累積在第一節點中的電荷量發生

變化的第一電晶體的閘極電極的電位設定為高電位，以檢測出在該高電位期間中照射到第一光電二極體的反射光；利用從第二光電二極體輸出的光電流藉由如下方法獲取第二檢測信號 S2：至少從光照射結束的瞬間直到反射光的吸收結束之後為止，將使累積在第二節點中的電荷量發生變化的第二電晶體的閘極電極的電位設定為高電位，以檢測出在該高電位期間中照射到第二光電二極體的反射光；以及利用第一檢測信號 S1、第二檢測信號 S2、光照射期間 T 以及光速 c 按照下述算式(1)計算出從光源到檢測對象的距離 x。

$$x = \frac{c \times T \times S2}{2 \times (S1 + S2)} \quad (1)$$

在上述動作識別裝置中，也可以藉由計算出相關係數進行與特定物體模式之間的比較。

在上述動作識別裝置中，也可以藉由計算出相關係數進行與特定動作模式之間的比較。

在上述動作識別裝置中，影像拍攝裝置也可以具備多個光電感測器，該多個光電感測器的每一個都包括光電二極體、第一電晶體、第二電晶體以及第三電晶體，並且相鄰的第一光電二極體和第二光電二極體可以從檢測對象的同一點吸收反射光。

在上述動作識別裝置中，也可以使用矽材料作為第一電晶體的半導體層。藉由將具有高遷移率的半導體層用於其閘極電極與浮置節點電連接的第一電晶體，可以提高對累積在浮置節點中的電荷的放大率，由此可以構成靈敏度

更高的放大電晶體。

在上述動作識別裝置中，也可以使用矽材料作為第二電晶體的半導體層。藉由將矽材料用於其源極電極和汲極電極中的一方與第一電晶體的源極電極和汲極電極中的一方電連接的第二電晶體的半導體層，可以提高第二電晶體的導通電流。因此，可以縮短資料的讀出時間而快速控制光電感測器的輸出。另外，藉由使用具有高遷移率的半導體層，可以在更寬的範圍內控制輸出控制線的開關速度。

在上述動作識別裝置中，也可以使用氧化物半導體材料作為第三電晶體的半導體層。藉由將氧化物半導體材料用於其源極電極和汲極電極中的一方與浮置節點電連接且其另一方與光電二極體電連接的第三電晶體的半導體層，可以使電晶體的截止電流（off-state current）極低。因為浮置節點能夠保持所累積的電荷的時間變得更長，所以安裝在動作識別裝置內的影像拍攝裝置能夠更準確地檢測出從光源輻射的光（照射光）到達檢測對象直到被檢測對象反射的光（反射光）到達影像拍攝裝置的時間，以獲取可靠性高的影像資料。

另外，在上述動作識別裝置中，藉由使用矽材料作為第一電晶體及第二電晶體的半導體層且使用氧化物半導體材料作為第三電晶體的半導體層，可以在實現像素的微型化的同時獲取具有高性能及能夠進行高速工作的影像拍攝裝置的動作識別裝置。

另外，在上述動作識別裝置中，也可以使用矽材料作

爲第一電晶體、第二電晶體以及第三電晶體的半導體層。在檢測對象快速移動的情況下，藉由使用矽材料作爲用於光電感測器的所有電晶體的半導體層，可以使光電感測器的工作速度變得更快。

另外，本說明書所公開的本發明的一個方式是：一種動作識別裝置，包括：影像拍攝裝置，該影像拍攝裝置獲取檢測對象的二維影像資訊及三維距離影像資訊，並根據該影像資訊產生影像資料而輸出該影像資料；影像處理裝置，該影像處理裝置包括：第一記憶部，該第一記憶部儲存特定物體模式；第二記憶部，該第二記憶部儲存特定動作模式；影像記憶部，該影像記憶部儲存隨時變化的影像資料；物體資料檢測部，該物體資料檢測部從儲存在影像記憶部中的影像資料中抽出從檢測對象的動作開始時刻到動作結束時刻的影像資料，並比較所抽出的影像資料與特定物體模式以選出各時刻的最一致的物體資料；第三記憶部，該第三記憶部儲存各時刻的物體資料；動作資料檢測部，該動作資料檢測部比較儲存在第三記憶部中的從檢測對象的動作開始時刻到動作結束時刻的物體資料與特定動作模式以推定動作資料；第四記憶部，該第四記憶部儲存動作資料；以及輸出控制部，該輸出控制部根據動作資料產生輸出資料而輸出該輸出資料；以及資訊處理裝置，該資訊處理裝置基於輸出資料識別檢測對象的動作，並進行輸出資料所規定的操作。

在上述動作識別裝置中，影像拍攝裝置藉由檢測出從

從光源輻射的紅外光到達檢測對象直到被檢測對象反射的紅外光到達影像拍攝裝置的時間並利用時間與光速的算式而獲取檢測對象的三維距離影像資訊。

在上述動作識別裝置中，影像拍攝裝置藉由如下方法獲取檢測對象的三維距離影像資訊，該方法包括如下步驟：從光源向檢測對象進行第一紅外光照射，並在與該第一紅外光照射不同的時序進行第二紅外光照射，所述兩種光照射的時間相等；利用第一光電二極體吸收可見光；利用從第一光電二極體輸出的光電流藉由如下方法獲取二維影像資訊：至少從在進行第一紅外光照射時產生的檢測對象的反射光照射到第一光電二極體的時刻之前直到在進行第二紅外光照射時產生的檢測對象的反射光照射到第一光電二極體的時刻之後為止，將使累積在第一浮置節點中的電荷量發生變化的第一電晶體的閘極電極的電位設定為高電位，以檢測出該高電位期間的可見光；利用第二光電二極體吸收第一紅外光及第二紅外光；利用從第二光電二極體輸出的光電流藉由如下兩種方法分別獲取第一檢測信號 S1 和第二檢測信號 S2：在第一紅外光照射期間與第一紅外光反射期間重疊的期間，將使累積在第二浮置節點中的電荷量發生變化的第二電晶體的閘極電極的電位設定為高電位，以檢測出該高電位期間的第一紅外光；在第二紅外光照射之後且在第二紅外光照射期間與第二紅外光反射期間不重疊的期間，將使累積在第二浮置節點中的電荷量發生變化的第二電晶體的閘極電極的電位設定為高電位，以

檢測出該高電位期間的第二紅外光；以及利用第一檢測信號 S1、第二檢測信號 S2、第一紅外光照射期間 T 以及光速 c 按照下述算式(1)計算出從光源到檢測對象的距離 x。

$$x = \frac{c \times T \times S2}{2 \times (S1 + S2)} \quad (1)$$

在上述動作識別裝置中，也可以藉由計算出相關係數進行與特定物體模式之間的比較。

在上述動作識別裝置中，也可以藉由計算出相關係數進行與特定動作模式之間的比較。

在上述動作識別裝置中，影像拍攝裝置較佳為具備多個第一及第二光電二極體，該第一光電二極體具有吸收可見光並透射紅外光的第一半導體層，而該第二光電二極體具有吸收紅外光的第二半導體層。另外，第一光電二極體和第二光電二極體較佳為配置為彼此重疊。

在上述動作識別裝置中，可以使用非晶矽或多晶矽作為第一半導體層。

在上述動作識別裝置中，可以使用多晶矽、微晶矽或單晶矽作為第二半導體層。

在上述動作識別裝置中，也可以使用矽材料作為第一電晶體的半導體層。

在上述動作識別裝置中，也可以使用矽材料作為第二電晶體的半導體層。

在上述動作識別裝置中，也可以使用氧化物半導體材料作為第一電晶體的半導體層。

在上述動作識別裝置中，也可以使用氧化物半導體材

料作為第二電晶體的半導體層。

上述結構解決上述課題中的至少一個。

在本說明書中，“物體資料”是指包括色彩資訊及亮度資訊的檢測對象的形狀資訊、位置資訊、方向資訊、形態資訊、種類資訊以及部位資訊等。就是說，“物體資料”是指包括二維影像資訊及三維影像資訊的資訊。因此，例如，檢測對象的部位是指“手部及其顏色（膚色等）”、“腿部及其顏色（膚色等）”等。

在本說明書中，“動作資料”是指“物體資料”的隨時變化。就是說，“動作資料”是指檢測對象的形狀的隨時變化資訊、位置的隨時變化資訊、方向的隨時變化資訊、形態的隨時變化資訊等。

在本說明書中，“影像資料”是指從由影像拍攝裝置拍攝的檢測對象的三維距離影像中獲取的資訊。“三維距離影像”是指藉由在某一時刻測定安裝在影像拍攝裝置內的各像素與檢測對象之間的距離來集合該距離資訊而成的影像。

根據本發明的一個方式，藉由將利用 TOF 方式的三維距離影像感測器用於動作識別裝置，可以以簡單的結構容易檢測出包括彩色影像資訊的檢測對象的位置變化資訊及形狀變化資訊等。另外，對檢測對象的動作沒有限制，並且無論檢測對象的狀態如何都能夠準確地識別其動作。另外，即使檢測對象快速移動，也對檢測對象的動作沒有限制，並且無論檢測對象的狀態如何都能夠準確地識別其動

作。

【實施方式】

以下，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，而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，在以下說明的發明結構中，在不同的圖式中共同使用相同的符號來表示相同的部分或具有相同功能的部分，而省略重複說明。

實施方式 1

在本實施方式中，參照圖 1A 至圖 2 說明具有利用 TOF 方式的影像拍攝裝置的動作識別裝置。

另外，在所公開的發明的一個方式中，基於模式匹配進行動作識別。從影像拍攝裝置獲取用於模式匹配的影像資料。採用如下方法：比較隨時變化的檢測對象的影像資料與資料庫中的各種特定物體模式以選出最一致的物體資料（模式匹配）；再者，將從動作開始時刻到動作結束時刻的時間劃分為特定的時間，比較在各時刻選出的物體資料與資料庫中的各種特定動作模式以推定動作資料（物體資料的隨時變化）。動作識別裝置能夠根據基於動作資料產生的輸出資料而進行操作。另外，因為影像資料包括三

維距離影像資訊及彩色影像資訊，所以可以藉由使用該影像資料進行模式匹配而提高動作識別裝置的檢測精確度。

動作識別裝置利用 TOF 方式從影像拍攝裝置獲取影像資料。TOF 方式是指在將光從光源照射到檢測對象（照射光）且被檢測對象反射的光（反射光）到達影像拍攝裝置時檢測出從該照射光到達檢測對象直到該反射光到達影像拍攝裝置的時間，以計算出從影像拍攝裝置到檢測對象的距離的方式。從光源到檢測對象的距離 x 可以以如下算式表示： $x = (c \times \Delta t) / 2$ 。這裏， c 表示光速（ $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ），而 Δt 表示延遲時間。

影像拍攝裝置藉由測定安裝在顯示部內的各像素與檢測對象之間的距離而獲取多個距離資訊。藉由集合這些距離資訊，可以獲取距離影像資訊作為影像資料。

另外，影像拍攝裝置能夠同時進行二維影像拍攝和利用 TOF 方式的三維影像拍攝。在此情況下，影像拍攝裝置較佳為具備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，這些兩個光電感測器彼此重疊。藉由使用第一光電感測器進行二維影像拍攝，並使用第二光電感測器進行三維影像拍攝，可以同時獲取三維距離影像資訊及彩色影像資訊作為影像資料。

藉由利用 TOF 方式，可以使動作識別裝置不接觸檢測對象地獲取某一時刻的三維距離影像資訊。

另外，動作識別裝置能夠不接觸檢測對象地獲取某一時刻的彩色影像資訊。

另外，影像拍攝裝置因具有簡單的結構而可以被設置在動作識別裝置的顯示部內。

再者，藉由利用 TOF 方式，不管檢測對象的狀態如何都可以使動作識別裝置進行動作識別，而不容易受到溫度等檢測對象的狀態的影響。

另外，光源較佳為被設置在影像拍攝裝置內。

圖 1A 是示出所公開的發明的一個方式中的動作識別裝置的整體結構的方塊圖。動作識別裝置 100 具有影像拍攝裝置 101、影像處理裝置 102 以及資訊處理裝置 103。影像資料 104 從影像拍攝裝置 101 被輸出而輸入到影像處理裝置 102。輸出資料 105 從影像處理裝置 102 被輸出而輸入到資訊處理裝置 103。

影像處理裝置 102 包括影像記憶部 110、第一記憶部 111、第二記憶部 112、第三記憶部 113、第四記憶部 114、物體資料檢測部 115、動作資料檢測部 116 以及輸出控制部 117。第一記憶部 111 儲存特定物體模式，而第二記憶部 112 儲存特定動作模式。作為標準的特定物體模式及特定動作模式預先儲存在資料庫中。

影像記憶部 110 從影像拍攝裝置 101 獲取影像資料 104，並儲存該影像資料 104。影像記憶部 110 包括三維距離影像資訊的記憶部，也可以包括彩色影像資訊的記憶部。例如，藉由影像拍攝裝置 101 的二維影像拍攝而獲取的二維資訊（檢測對象的亮度、色彩等）被儲存在彩色影像資訊的記憶部中，而藉由影像拍攝裝置 101 的三維影像

拍攝而獲取的三維距離影像資訊（從光源到檢測對象的距離）被儲存在三維距離影像資訊的記憶部中。

第一記憶部 111 儲存各種特定物體模式。“特定物體模式”，例如在檢測出人的手指的動作作為檢測對象時相當於指尖的形狀模式；或者，在檢測出人的手的動作作為檢測對象時相當於各指尖或手掌的形狀模式。

另外，作為特定物體模式，除了三維距離影像資訊以外，還可以包括彩色影像資訊。在包括彩色影像資訊的情況下，“特定物體模式”，例如在檢測出人的手指的動作作為檢測對象時除了相當於指尖的形狀模式以外還相當於手指的顏色（膚色等）、指甲的顏色（透明等）的資訊等；或者，在檢測出人的手的動作作為檢測對象時除了相當於各指尖或手掌的形狀模式以外還相當於手掌的顏色（膚色等）的資訊等。

第二記憶部 112 儲存各種特定動作模式。“特定動作模式”是指：處於特定狀態的區域的移動；伴隨變化的動作；或者，具有以一定週期反復的反復性的動作或動程等。“特定動作模式”，例如相當於指尖從上向下移動、用手做石頭、剪子、布的手勢的一連串動作等。

另外，作為特定動作模式，還可以包括彩色影像資訊。在包括彩色影像資訊的情況下，“特定動作模式”除了相當於指尖從上向下移動、用手做石頭、剪子、布的手勢的一連串動作等位置變化資訊、形狀變化資訊以外還相當於手指的顏色（膚色等）、指甲的顏色（透明等）的資

訊等。

影像拍攝裝置 101 拍攝檢測對象，來獲取檢測對象的三維距離影像。該，也可以獲取彩色影像。爲了獲取三維距離影像，利用基於 TOF 方式的距離測定方法。藉由使用影像拍攝裝置 101，可以以簡單的結構獲取三維距離影像，而不需要使用多個影像拍攝裝置等。將三維距離影像及彩色影像作爲影像資料 104 從影像拍攝裝置 101 輸出到影像處理裝置 102。另外，影像拍攝裝置 101 需要配置在能夠拍攝對動作識別裝置 100 進行操作的用戶的位置。影像拍攝裝置 101 既可設置在動作識別裝置 100 的顯示部內，又可設置在動作識別裝置 100 的外部。

影像資料 104 隨時變化，但是可以使用影像拍攝裝置 101 以特定的時間間隔獲取各時刻的影像資料 104。在本說明書中，將時刻 t_n 的影像資料 104 表示爲影像資料 104_n。

影像處理裝置 102 接收影像資料 104，來產生用來使資訊處理裝置 103 進行適當的處理的輸出資料 105。基於動作資料產生輸出資料 105。“進行適當的處理”是指：在檢測對象不直接接觸動作識別裝置 100 的操作部或動作識別裝置 100 本身的狀態下，動作識別裝置 100 進行對應於輸出資料 105 的操作。

另外，動作識別裝置 100 的操作（例如，輸入“1”作爲行動電話的發信號碼等）與用來使動作識別裝置 100 進行該操作的動作資料（例如，豎起食指等）之間的對應

關係是預定的。在從影像處理裝置 102 輸出用來進行所希望的操作的輸出資料 105 時，資訊處理裝置 103 能夠進行適當的處理。

關於本說明書中的動作識別，利用預先準備的資料庫。該資料庫除了儲存檢測對象的特定物體模式及特定動作模式以外，還儲存用來使動作識別裝置 100 進行某一操作的動作資料，即分別對應於各自操作的多個動作資料等。另外，也可以將藉由利用由動作識別裝置 100 獲取的各種模式而產生的資料追加儲存在資料庫中。

資訊處理裝置 103 接收輸出資料 105，並對動作識別裝置 100 進行用來進行對應於輸出資料 105 的操作的處理。“對應於輸出資料 105 的操作”是指與檢測對象的動作相應地操作動作識別裝置 100。因為動作識別裝置 100 可以應用於各種用途，所以資訊處理裝置 103 需要利用輸出資料 105 進行對應於各種用途的處理。“對應於各種用途的處理”是指，例如在將動作識別裝置 100 應用於煤氣爐的情況下，進行如下操作：在指尖從上向下移動時點火；在指尖從下向上移動時滅火等。

以下，詳細地說明在影像處理裝置 102 中進行的動作識別。圖 2 是說明所公開的發明的一個方式的動作識別工作的流程圖。

在影像記憶部 110 中，進行步驟 301 的工作。在步驟 301 中，影像記憶部 110 儲存時刻 t_n (n 為自然數) 的影像資料 104_n。

在物體檢測部 115 中，進行步驟 302 至步驟 309 的工作。首先，在步驟 302 中，從影像資料 104_n 中抽出特定物體模式。

接著，在步驟 303 中，比較從影像資料 104_n 中抽出的特定物體模式和儲存在第一記憶部 111 中的特定物體模式。

接著，在步驟 304 中，藉由計算出相關係數，以該相關係數為基準從資料庫中的各種特定物體模式中選出與該特徵最一致的特定物體模式。如步驟 305 所示，在相關係數 (α) 為某一值 (β) 以上時，進入步驟 306。在步驟 306 中，被判斷為：儲存在第一記憶部 111 中的各種特定物體模式中不存在著與從影像資料 104_n 抽出的物體模式一致的特定物體模式。另一方面，如步驟 308 所示，在相關係數 (α) 小於某一值 (β) 時，進入步驟 309。在步驟 309 中，被判斷為：儲存在第一記憶部 111 中的各種特定物體模式中不存在著與從影像資料 104_n 抽出的物體模式一致的特定物體模式。

在進入步驟 306 的情況下，在步驟 307 中，物體資料檢測部 115 獲取時刻 t_n 的物體資料（也稱為第 n 資料）。

在第三記憶部 113 中，進行步驟 310 的工作。在步驟 310 中，第三記憶部 113 儲存時刻 t_n 的物體資料。物體資料隨時變化，但是也可以隨時獲取。例如，在時刻 t_1 能夠獲取第一物體資料，而在時刻 t_3 能夠獲取第三物體資料。

為了連續獲取物體資料，只要從步驟 310 返回步驟

301，即可。例如，爲了在時刻 t_1 至時刻 t_{10} 依次獲取第一物體資料至第十物體資料，只要反復進行十次的步驟 301 至步驟 306 的工作，即可。

在動作資料檢測部 116 中，進行步驟 311 至步驟 317 的工作。首先，在步驟 311 中，比較物體資料的隨時變化和儲存在第二記憶部 112 中的特定動作模式。

接著，在步驟 312 中，藉由計算出相關係數，以該相關係數爲基準從資料庫中的各種特定動作模式中選出與該特徵最一致的特定動作模式。如步驟 313 所示，在相關係數 (γ) 爲某一值 (δ) 以上時，進入步驟 314。在步驟 314 中，被判斷爲：儲存在第二記憶部 112 中的各種特定動作模式與物體資料的隨時變化相同。另一方面，如步驟 316 所示，在相關係數 (γ) 小於某一值 (δ) 時，進入步驟 317。在步驟 317 中，被判斷爲：儲存在第二記憶部 112 中的各種特定動作模式與物體資料的隨時變化不同。就是說，藉由核對特定動作模式與物體資料的隨時變化，判定有沒有進行特定動作模式。

另外，相關係數的標準值 δ 也可以根據資訊處理裝置 103 之後進行的處理內容而不同。規定處理內容的資訊處理裝置 103 較佳爲包括物體資料的隨時變化與相關係數的標準值 δ 的對應表，該對應表在啓動資訊處理裝置 103 時適當地被讀出。

在步驟 315 中，在儲存在第二記憶部 112 中的各種特定動作模式與物體資料的隨時變化一致的情況下，動作資

料檢測部 116 獲取動作資料。

在第四記憶部 114 中，進行步驟 318 的工作。在步驟 318 中，第四記憶部 114 儲存動作資料。

在輸出控制部 117 中，進行步驟 319 的工作。在步驟 319 中，輸出控制部 117 基於儲存在第四記憶部 114 中的動作資料產生輸出資料 105，並將該輸出資料 105 輸出到資訊處理裝置 103。另外，輸出控制部 117 不僅可以產生輸出資料 105，而且還可以根據各種用途將適當的資料供應到資訊處理裝置 103。

藉由使用具有上述結構的動作識別裝置 100，可以不接觸進行動作的檢測對象地識別檢測對象的動作。另外，上述結構簡單，並且不管檢測對象的狀態如何都能夠進行準確的動作識別。

藉由使用具有上述結構的動作識別裝置 100，除了檢測對象的位置變化資訊、形狀變化資訊等以外，還可以檢測出彩色影像資訊。在此情況下，可以進一步提高檢測精確度。

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，參照圖 3 至圖 5 以及圖 13 說明應用 TOF 方式的影像拍攝裝置的驅動方法的一個例子。更具體地，說明一種影像拍攝裝置的驅動方法，其中對應於第

一照射期間及第二照射期間（照射時間相等，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延遲時間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延遲時間決定的第二檢測信號，由此測量從光源到檢測對象的距離。

本實施方式中的影像拍攝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 3 是示出影像拍攝裝置所具有的光電感測器 400 的結構的電路圖的一個例子。光電感測器 400 包括光電二極體 402、電晶體 403、電晶體 404 以及電晶體 405。

信號線 11 是重設信號線（PR）。信號線 12 是電荷積累信號線（TX）。信號線 13 是選擇信號線（SE）。節點 14 是浮置節點（FD）。信號線 15 是光電感測器基準信號線。信號線 16 是光電感測器輸出信號線。

在光電感測器 400 中，光電二極體 402 的陽極與信號線 11 電連接，光電二極體 402 的陰極與電晶體 403 的源極電極和汲極電極中的一方電連接。電晶體 403 的源極電極和汲極電極中的另一方與電晶體 404 的閘極電極及節點 14 電連接。電晶體 404 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 405 的源極電極和汲極電極中的一方與信號線 16 電連接。電晶體 404 的源極電極和汲極電極中的另一方與電晶體 405 的源極電極和汲極電極中的另一方電連接。電晶體 403 的閘極電極與信號線 12 電

連接，並且電晶體 405 的閘極電極與信號線 13 電連接。

另外，雖然在圖 3 中示出了光電二極體 402 的陽極與信號線 11 電連接，光電二極體 402 的陰極與電晶體 403 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 402 的陰極可以與信號線 11 電連接，並且光電二極體 402 的陽極可以與電晶體 403 的源極電極和汲極電極中的一方電連接。

光電二極體 402 是因被照射光而產生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 402。

電晶體 403 用作控制影像拍攝時間的電晶體。在所公開的發明的一個方式中，當將信號線 11 的電位從“L (Low)”切換為“H (High)”並將電晶體 403 的閘極電極的電位（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 403 的閘極電極的電位（信號線 12 的電位）維持為“H”的狀態下將信號線 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 402 的光負電荷積累在節點 14 中。此外，當將電晶體 403 的閘極電極的電位（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，以在開始第一照射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信號線 11 及信號線 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拍

攝了與第一拍攝相等的時間之後結束第二拍攝的方式控制信號線 11 及信號線 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 403 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 403 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 403 的閘極電極的電位控制為“H”，即可。

電晶體 404 用作放大積累在節點 14 中的電荷的電晶體。電晶體 405 用作控制光電感測器的輸出的電晶體。當被輸入到電晶體 405 的閘極電極的信號（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 400 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，所以容易高密度地整合光電感測器而實現像素的微型化。

另外，作為用於電晶體 403 的半導體層，較佳為使用氧化物半導體層。為了將藉由對光電二極體 402 照射光生成的電荷長時間地保持，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 403。使用氧化物半導體材料的電晶體的截止電流極低。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 400 的性能。

另外，還可以抑制從節點 14 洩漏到光電二極體 402

的電荷的流動。尤其是，在第一拍攝與第二拍攝之間的時間差大時，即在節點 14 儲存電荷需要長時間時，洩漏電荷的影響變大，因此，特別佳為使用氧化物半導體材料。藉由使用氧化物半導體材料作為半導體層，也可以更高準確度地檢測出從光源輻射的光（照射光）到達檢測對象直到被檢測對象反射的光（反射光）到達影像拍攝裝置的時間，以獲取可靠性高的影像資料來提高光電感測器 400 整體的性能。

此外，當想在短時間內將藉由對光電二極體 402 照射光生成的電荷積累在節點 14 中時，作為用於電晶體 403 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。

作為用於電晶體 404 的半導體層，較佳為使用多晶矽、單晶矽等的材料。藉由使用高遷移率的半導體層，可以提高對累積在節點 14 中的電荷的放大率，由此可以構成靈敏度更高的放大電晶體。

作為用於電晶體 405 的半導體層，較佳為使用多晶矽、單晶矽等的材料。藉由使用這些材料，可以提高電晶體 405 的導通電流。因此，可以縮短資料的讀出時間而快速控制光電感測器的輸出。另外，藉由使用具有高遷移率的半導體層，可以在更寬的範圍內控制信號線 16 的開關速度。藉由提高電位變化的速度的自由度來明確地抽出速度差，可以獲取更準確的資料。

以下，說明具有光電感測器 400 的影像拍攝裝置的驅動方法的一個例子。藉由使用該驅動方法，可以利用應用 TOF 方式的三維影像拍攝測量三維距離影像。

參照圖 4 及圖 5 所示的時序圖說明具體的驅動方法。首先，在圖 4 中說明光電感測器 400 的工作。接著，在圖 5 中說明驅動方法的特徵及利用應用 TOF 方式的三維影像拍攝的三維距離影像測量方法。

注意，在圖 4 及圖 5 所示的時序圖中，在脈衝 501 及脈衝 502 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 4 是光電感測器 400 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等。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（延遲時間）和從時刻 T8 到時刻 T9 的時間（延遲時間）相等。

在時刻 T1，將信號線 11 設定為“H”。再者，將信號線 12 設定為“H”（第一重設）。此時，光電二極體 402 及電晶體 403 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 501 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 11 設定為

“L”，且使信號線 12 維持為“H”（第一拍攝開始）。該第一拍攝開始時刻與第一照射開始時刻一致。

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影像拍攝裝置中。在脈衝 502 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 402 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 402 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 402 的光（反射光）的強度及照射時間之間的關係。當檢測期間的時間相等時，反射光強度越高，節點 14 的電位變化越大。此外，當強度相等時，反射光檢測期間越長，節點 14 的電位變化越大。因此，反射光強度越大且反射光檢測期間越長，光電二極體 402 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 501 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 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 T_4 也是第一反射光檢測結束時刻。

像這樣，以在開始第一照射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信號線 11 及信號線 12 的電位。

另外，節點 14 的電位在時刻 T_4 之後固定。時刻 T_4 的節點 14 的電位 (V_1) 由在第一反射光檢測期間中從光電二極體 402 產生的光電流決定。也就是說，節點 14 的電位取決於反射光強度等。

此外，根據時刻 T_4 的節點 14 的電位 (V_1) 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 T_4 的節點 14 的電位 (V_1) 小。

另外，在時刻 T_1 至時刻 T_4 之間被照射到光電二極體 402 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 T_5 ，結束由檢測對象反射的第一反射光的對影像拍攝裝置的入射。在脈衝 502 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，當將信號線 12 設定為“L”時，因信號線 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，不能準確地獲取在第一拍攝中由光電二極體 402 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 403 的閘極電極和源極電極之間的電容或電晶體 403 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 400 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，將信號線 13 設定為“H”（第一讀出開始）。此時，電晶體 405 導通。此外，信號線 15 及信號線 16 藉由電晶體 404、電晶體 405 導通。於是，信號線 16 的電位降低。另外，在時刻 T6 之前，預先對信號線 16 進行預充電工作而使其處於“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。如圖 13 所示的讀出電路 401 那樣，該讀出電路也可以由一個 p 通道型電晶體 406 構成。信號線 17 是預充信號線。節點 18 是高電位供給線。電晶體 406 的閘極電極與信號線 17 電連接，電晶體 406 的源極電極和汲極電極中的一方與信號線 16 電連接，並且電晶體 406 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 T7，將信號線 13 設定為“L”（第一讀出結束）。於是，電晶體 405 被遮斷，信號線 16 的電位固定。時刻 T7 的信號線 16 的電位（ V_{s1} ）由時刻 T6 至時刻 T7 的信號線 16 的電位變化的速度決定。

另外，信號線 16 的電位變化的速度由電晶體 404 的源極電極和汲極電極之間的電流決定。換言之，信號線 16 的電位變化速度由在第一拍攝中被照射到光電二極體 402 的光（反射光）的強度及照射時間決定。當照射時間相等時，反射光強度越高，信號線 16 的電位變化的速度越

慢。此外，當強度相等時，反射光檢測期間越長，信號線 16 的電位變化的速度越慢。信號線 16 的電位變化的速度越慢，時刻 T7 的信號線 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 T7 的信號線 16 的電位 (V_{S1})，可以檢測在第一影像拍攝時間入射到光電二極體 402 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 S1。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，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 的電位和信號線 16 的電位之間的關係。當被照射到光電二極體 402 的光（反射光）的強度高時，一定期間內的節點 14 的電位變化變大（時刻 T4 的節點 14 的電位的值降低）。此時，因為電晶體 404 的通道電阻變高，所以信號線 16 的電位變化的速度變慢。因此，一定期間內的信號線 16 的電位變化變小（時刻 T7 的信號線 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 501 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影像拍攝裝置中。脈衝 502 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 11 設定為“H”，而且將信號

線 12 設定為 “H”（第二重設）。此時，光電二極體 402 及電晶體 403 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 501 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 11 設定為 “L”，將信號線 12 維持為 “H”（第二拍攝開始）。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 T11 也是第二反射光檢測開始時刻。

在時刻 T11 至時刻 T12 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 402 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 402 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 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第二反射光的對影像拍攝裝置的入射。在脈衝 502 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。

另外，節點 14 的電位在時刻 T_{12} 之後固定。時刻 T_{12} 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 402 產生的光電流決定。也就是說，節點 14 的電位取決於反射光強度等。

此外，對應於時刻 T_{12} 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} ，將信號線 12 設定為“L”。此時，第二拍攝結束。

像這樣，以在結束第二照射的同時開始第二拍攝並在拍攝了與第一拍攝相等的時間之後結束第二拍攝的方式控制信號線 11 及信號線 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 402 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} ，將信號線 13 設定為“H”（第二讀出開始）。此時，電晶體 405 導通。此外，信號線 15 及信號線 16 藉由電晶體 404、電晶體 405 導通。於是，信號線 16 的電位降低。另外，在時刻 T_{14} 之前，預先對信號線 16 進行預充電工作而使其處於“H”。

在時刻 T_{15} ，將信號線 13 設定為“L”（第二讀出結束）。於是，電晶體 405 被遮斷，信號線 16 的電位固定。時刻 T_{15} 的信號線 16 的電位 (V_{S2}) 由時刻 T_{14} 至時

刻 T_{15} 的信號線 16 的電位變化的速度決定。

當光強度相等時，反射光檢測期間越短，信號線 16 的電位變化的速度越快。信號線 16 的電位變化的速度越快，時刻 T_{15} 的信號線 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} 的信號線 16 的電位 (V_{s2})，可以檢測在第二影像拍攝時間入射到光電二極體 402 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_2 。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，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 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，所以時刻 T_{15} 的信號線 16 的電位 (V_{s2}) 比時刻 T_7 的信號線 16 的電位 (V_{s1}) 小。

圖 5 示出光電感測器 400 中的脈衝 501、脈衝 502 以及信號線 12 的電位。首先，參照圖 5 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信號線 11 及信號線 12 的電位來改進影像拍攝時間的時序，以進行第一反射光檢測及第二反射光檢測。

邊比較圖 5 所示的各種脈衝邊分別對照射期間、反射期間、影像拍攝時間、積累工作期間、反射光檢測期間等各期間進行說明。

如脈衝 501 所示，時刻 T_2 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 502 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。

如信號線 12 的電位所示，時刻 T1 是第一積累工作開始時刻，時刻 T4 是第一積累工作結束時刻，並且時刻 T1 至時刻 T4 是第一積累工作期間。此外，時刻 T2 是第一拍攝開始時刻，時刻 T4 是第一拍攝結束時刻，並且時刻 T2 至時刻 T4 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 T4 是第一反射光檢測結束時刻，並且時刻 T3 至時刻 T4 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，第一積累工作期間（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信號線 11 及信號線 12 的電位。

再者，如信號線 12 的電位所示，時刻 T10 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_{13} 是第二拍攝結束時刻，並且時刻 T_{11} 至時刻 T_{13} 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。

第二積累工作期間（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信號線 11 及信號線 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相等於第一照射期間和第一反射期間重疊的期間，即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，即成為實質上的第二拍攝期間。而且，從第一反射光檢測取得由光的延遲時間決定的第一檢測信號，且從第二反射光檢測取得由光的延遲時間決定的第二檢測信號。由此，可以測量從影像拍攝裝置到檢測對象的距離。

接著，說明利用應用 TOF 方式的三維影像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延遲時間決定的第一檢測信號 S_1 及從第二反射光檢

測取得的由光的延遲時間決定的第二檢測信號 S2 來測量從影像拍攝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影像拍攝期間及第二影像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 402 中時，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 大致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 大致由第二反射光檢測期間決定。

可以使用比例常數 α 、照射期間 T、延遲時間 Δt 以下述算式 (2) 及 (3) 表示第一檢測信號 S1 及第二檢測信號 S2。

$$S1 = \alpha \times (T - \Delta t) \quad (2)$$

$$S2 = \alpha \times (\Delta t) \quad (3)$$

在算式 (2) 及 (3) 中刪掉比例常數 α 來可以得到算式 (4) 所示的延遲時間 Δt 。

$$\Delta t = \frac{(T \times S2)}{(S1 + S2)} \quad (4)$$

再者，當利用上述從光源到檢測對象的距離 x 的算式 ($x = (c \times \Delta t) / 2$) 及算式 (4) 時，可以由算式 (1) 表示從圖像拍攝裝置到檢測對象的距離。

$$x = \frac{c \times T \times S2}{2 \times (S1 + S2)} \quad (1)$$

由此，得到第一檢測信號 S1 及第二檢測信號 S2，即

可得到從圖像拍攝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 400 進行第三拍攝。在此情況下，藉由第三拍攝得到第三檢測信號 $S3$ 。藉由將從第一檢測信號 $S1$ 減去第三檢測信號 $S3$ 的值與從第二檢測信號 $S2$ 減去第三檢測信號 $S3$ 的值作為上述算式 (1) 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安裝有該光電感測器的影像拍攝裝置的驅動方法，可以實現應用 TOF 方式的三維影像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，從而能夠實現具有簡單的結構的影像拍攝裝置。

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

在本實施方式中，參照圖 6 至圖 8 以及圖 13 說明應用 TOF 方式的影像拍攝裝置的驅動方法的一個例子。根據該驅動方法，即使檢測對象高速地移動，也能夠進行高精確度的位置檢測。明確而言，在相鄰的光電感測器中，實質上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在對檢測對象照射光時被檢測對象反射的光。另一個光電感測器進行第二拍攝來檢測在結束

對檢測對象的光照射之後被檢測對象反射的光。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，即使檢測對象高速地移動，也可以提高檢測精確度。

本說明書所公開的發明的一個方式中的影像拍攝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 6 是示出影像拍攝裝置所具有的光電感測器 700_n 及光電感測器 700_(n+1) 的結構的電路圖的一個例子。另外，以下說明光電感測器 700_n 及光電感測器 700_(n+1) 具有相同的結構的例子。

如圖 6 所示，相鄰地配置光電感測器 700_n 及光電感測器 700_(n+1)。光電感測器 700_n 由三個電晶體及一個光電二極體構成。同樣地，光電感測器 700_(n+1) 由三個電晶體及一個光電二極體構成。

如圖 6 所示，光電感測器 700_n 包括光電二極體 702_n、電晶體 703_n、電晶體 704_n 以及電晶體 705_n。光電感測器 700_(n+1) 包括光電二極體 702_(n+1)、電晶體 703_(n+1)、電晶體 704_(n+1) 以及電晶體 705_(n+1)。

另外，在所公開的發明的一個方式中，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 700_n 及光電感測器 700_(n+1) 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 700_n 及光電感測器 700_(n+1) 中。

換言之，入射到光電二極體 702_n 中的反射光及入射到光電二極體 702_(n+1) 中的反射光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 6 中，信號線 11_n 是重設信號線 (PR_n)。信號線 12_n 是電荷積累信號線 (TX_n)。信號線 13_n 是選擇信號線 (SE_n)。節點 14_n 是浮置節點 (FD)。信號線 16_n 是光電感測器輸出信號線 (OUT_n)。

在圖 6 中，信號線 11_(n+1) 是重設信號線 (PR_(n+1))。信號線 12_(n+1) 是電荷積累信號線 (TX_(n+1))。信號線 13_(n+1) 是選擇信號線 (SE_(n+1))。節點 14_(n+1) 是浮置節點 (FD)。信號線 16_(n+1) 是光電感測器輸出信號線 (OUT_(n+1))。信號線 15 也是光電感測器基準信號線，而且光電感測器 700_n 以及光電感測器 700_(n+1) 還可以共同使用信號線 15。

如圖 6 所示，在光電感測器 700_n 中，光電二極體 702_n 的陽極與信號線 11_n 電連接，光電二極體 702_n 的陰極與電晶體 703_n 的源極電極和汲極電極中的一方電連接。電晶體 703_n 的源極電極和汲極電極中的另一個與電晶體 704_n 的閘極電極及節點 14_n 電連接。電晶體 704_n 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 705_n 的源極電極和汲極電極中的一方與信號線 16_n

電連接。電晶體 704_n 的源極電極和汲極電極中的另一方與電晶體 705_n 的源極電極和汲極電極中的另一方電連接。電晶體 703_n 的閘極電極與信號線 12_n 電連接，電晶體 705_n 的閘極電極與信號線 13_n 電連接。

此外，與此同樣，如圖 6 所示，在光電感測器 700_(n+1) 中，光電二極體 702_(n+1) 的陽極與信號線 11_(n+1) 電連接，光電二極體 702_(n+1) 的陰極與電晶體 703_(n+1) 的源極電極和汲極電極中的一方電連接。電晶體 703_(n+1) 的源極電極和汲極電極中的另一方與電晶體 704_(n+1) 的閘極電極及節點 14_(n+1) 電連接。電晶體 704_(n+1) 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 705_(n+1) 的源極電極和汲極電極中的一方與信號線 16_(n+1) 電連接。電晶體 704_(n+1) 的源極電極和汲極電極中的另一方與電晶體 705_(n+1) 的源極電極和汲極電極中的另一方電連接。電晶體 703_(n+1) 的閘極電極與信號線 12_(n+1) 電連接，電晶體 705_(n+1) 的閘極電極與信號線 13_(n+1) 電連接。

另外，雖然在圖 6 中示出了光電二極體 702_n 的陽極與信號線 11_n 電連接，光電二極體 702_n 的陰極與電晶體 703_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 702_n 的陰極可以與信號線 11_n 電連接，並且光電二極體 702_n 的陽極可以與電晶體 703_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 702_ (n+1) 的陽極與信號線 11_ (n+1) 電連接，光電二極體 702_ (n+1) 的陰極與電晶體 703_ (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 702_ (n+1) 的陰極可以與信號線 11_ (n+1) 電連接，並且光電二極體 702_ (n+1) 的陽極也可以與電晶體 703_ (n+1) 的源極電極和汲極電極中的一方電連接。

光電二極體 702 是因被照射光而產生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 702。

電晶體 703 用作控制影像拍攝時間的電晶體。在所公開的發明的一個方式中，當將信號線 11 的電位從“L”切換為“H”並將電晶體 703 的閘極電極的電位（信號線 12 的電位）從“L”切換為“H”時，正電荷積累在節點 14 中。當在將電晶體 703 的閘極電極的電位（信號線 12 的電位）維持為“H”的狀態下將信號線 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 702 的光負電荷積累在節點 14 中。像這樣，藉由將電晶體 703 的閘極電極的電位設定為“H”或“L”，可以改變積累在節點 14 中的電荷的量。此外，當將電晶體 703 的閘極電極的電位（信號線 12 的電位）從“H”切換為“L”時結束拍攝。

在三維影像拍攝時，控制信號線 11_n (PR_n) 及信號線 12_n (TX_n) 的電位。另外，控制信號線 11_

($n+1$) ($PR_ (n+1)$) 及信號線 $12_ (n+1)$ ($TX_ (n+1)$) 的電位。

明確而言，當第一拍攝時，以在開始光照射的同時開始第一拍攝並在結束光照射的同時結束第一拍攝的方式控制信號線 11_n (PR_n) 及信號線 12_n (TX_n) 的電位。此外，當第二拍攝時，以在結束光照射的同時開始第二拍攝並在拍攝了與第一拍攝相等的時間之後結束第二拍攝的方式控制信號線 $11_ (n+1)$ ($PR_ (n+1)$) 及信號線 $12_ (n+1)$ ($TX_ (n+1)$) 的電位。

電晶體 704 用作放大積累在節點 14 中的電荷的電晶體。電晶體 705 用作控制光電感測器的輸出的電晶體。當被輸入到電晶體 705 的閘極電極的信號 (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 700_n 及光電感測器 $700_ (n+1)$ 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，所以容易高密度地整合光電感測器而實現像素的微型化。

電晶體 703、704 以及 705 分別具有與在上述實施方式中說明的電晶體 403、404 以及 405 同樣的功能。因此，合適的半導體層也可以參照上述實施方式。

如上所述，光電感測器由四個元件，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，所以容易高密度地整合光電感測器而實現像素的微型化。

另外，當想得到中小型且特別重視高速工作的光電感測器時，電晶體 703、704 以及 705 都可以由多晶矽、單晶矽等材料構成。

另外，當重視低成本化時，電晶體 703、704 以及 705 都可以由氧化物半導體材料構成。

另外，當重視低成本化及大型化時，電晶體 703、704 以及 705 都可以由非晶矽或微晶矽構成。

藉由相鄰地設置光電感測器（例如，光電感測器 700_n 及光電感測器 700_(n+1)），可以利用相鄰的兩個光電感測器檢測實質上來自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，因此即使檢測對象快速移動也可以提高位置檢測的精確度。

比較如下兩種情況，得知各自檢測精確度大不相同：一是每隔一圖框（例如，每隔 120Hz）進行影像拍攝的情況；二是沒有時間差地一次照射光來進行第一拍攝及第二拍攝的情況。在每隔一圖框（例如，每隔 120Hz）進行影像拍攝的情況下，例如，在手從右向左移動 10cm 時，產生大約 8mm 的偏差（大致相當於手指一半），但是在使用上述方法進行影像拍攝的情況下，未產生該偏差，由此能夠拍攝不模糊的影像。除此以外，即使在如下情況下也可以進行高精確度的影像拍攝：手在秒速 0.1m 至 10m 的範圍內移動；快速扔球；或者，動物等出乎意料地動作。

接著，參照圖 7 及圖 8 所示的時序圖說明具有光電感測器 700_n 及光電感測器 700_(n+1) 的影像拍攝裝置的驅動方法的具體例子。藉由採用該驅動方法，可以利用應用 TOF 方式的三維影像拍攝來測量從影像拍攝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，位置檢測精確度也不會大幅度地降低。

在圖 7 中，說明光電感測器 700_n 及光電感測器 700_(n+1) 的工作的一個例子。在圖 8 中，說明驅動方法的特徵及利用應用 TOF 方式的三維影像拍攝的距離測量方法的一個例子。

圖 7 是光電感測器 700_n 中的信號線 11_n、信號線 12_n、信號線 13_n、節點 14_n 以及信號線 16_n 的時序圖。此外，圖 7 是光電感測器 700_(n+1) 中的信號線 11_(n+1)、信號線 12_(n+1)、信號線 13_(n+1)、節點 14_(n+1) 以及信號線 16_(n+1) 的時序圖。在時刻 T1 至時刻 T10 之間進行三維影像拍攝。

注意，在圖 7 及圖 8 所示的時序圖中，在脈衝 601 及脈衝 602 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影像拍攝，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 T_2 到時刻 T_3 的時間是指從從光源輻射的光（照射光）到達檢測對象直到被檢測對象反射的光（反射光）到達影像拍攝裝置的時間。

在時刻 T_1 ，將信號線 11_n 設定為“H”。再者，將信號線 12_n 設定為“H”（第一重設）。此時，光電二極體 702_n 及電晶體 703_n 導通，而節點 14_n 變為“H”。

在時刻 T_2 ，開始從光源對檢測對象的光照射。在脈衝 601 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_n 設定為“L”，且將信號線 12_n 維持為“H”（第一拍攝開始）。該第一拍攝開始時刻與照射開始時刻一致。

在時刻 T_3 ，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影像拍攝裝置中。在脈衝 602 中，從“L”（非照射）變為“H”（照射）。該時刻為反射開始時刻。時刻 T_3 也是第一反射光檢測開始時刻。在時刻 T_3 可以開始反射光的檢測。節點 14_n 的電位開始從“H”降低。

在時刻 T_4 ，將信號線 12_n 維持為“H”。節點 14_n 的電位進一步繼續降低。此外，在時刻 T_4 ，將信號線 $11_{(n+1)}$ 設定為“H”，並且將信號線 $12_{(n+1)}$ 設定為“H”（第二重設）。此時，光電二極體 $702_{(n+1)}$ 及電晶體 $703_{(n+1)}$ 導通，並且節點 $14_{(n+1)}$ 變為“H”。

在時刻 T_5 ，結束從光源對檢測對象的光照射。在脈

衝 601 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_n 設定為 “L”。此時，第一拍攝結束。此外，該第一拍攝結束時刻與照射結束時刻一致。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_n 設定為 “L” 時，因信號線 12_n 和節點 14_n 之間的寄生電容節點 14_n 的電位發生變化。當電位變化大時，不能準確地獲取在第一拍攝及第二拍攝中由光電二極體 702_n 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 703_n 的閘極電極和源極電極之間的電容或電晶體 703_n 的閘極電極和汲極電極之間的電容、將儲存電容連接於節點 14_n 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 700_n 中實施這些措施，所以可以忽視起因於寄生電容的節點 14_n 的電位變化。

另外，對根據本發明的一個方式的光電感測器 700_ (n+1) 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_n 及信號線 12_n 的電位。

在時刻 T3 至時刻 T5 之間（第一反射光檢測期間），節點 14_n 的電位對應於入射光電二極體 702_n 的反射光的強度而變化。因光電二極體 702_n 的截止電流，節點 14_n 的電位開始從 “H” 降低。截止電流與被照射到光電

二極體 702_n 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 702 的光（反射光）的強度及照射時間之間的關係。當檢測期間相等時，反射光強度越高，節點 14 的電位變化越大。此外，當強度相等時，反射光檢測期間越長，節點 14 的電位變化越大。因此，反射光強度越大且反射光檢測期間越長，光電二極體 702 的截止電流增大而節點 14 的電位變化越大。

另外，節點 14_n 的電位在時刻 T5 之後固定。時刻 T5 的節點 14_n 的電位（V1）由在第一反射光檢測的期間中光電二極體 702_n 所生成的光電流決定。也就是說，節點 14_n 的電位取決於反射光強度等。

此外，對應於時刻 T5 的節點 14_n 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_n 的電位變化越大，所以時刻 T5 的節點 14_n 的電位（V1）越小。

在時刻 T1 至時刻 T5 之間被照射到光電二極體 702_n 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 T4 至時刻 T7 之間被照射到光電二極體 702_(n+1) 的光也都是指反射光，即，從光源對檢測對象照射的光被檢測對象反射的光。

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”（第二拍攝

開始)。另外，該第二拍攝開始時刻與照射結束時刻一致。此外，時刻 $T5$ 也是第二反射光檢測開始時刻。在時刻 $T5$ 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 $702_{(n+1)}$ 中的反射光的強度而變化。因光電二極體 $702_{(n+1)}$ 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光電二極體 $702_{(n+1)}$ 的反射光的強度及時間成比例。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影像拍攝裝置的入射。在脈衝 602 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 $T6$ 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 $702_{(n+1)}$ 所生成的光電流決

定。也就是說，節點 $14_{(n+1)}$ 的電位取決於反射光強度等。

此外，對應於時刻 $T6$ 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 ($V2$) 越大。

在時刻 $T7$ ，將信號線 $12_{(n+1)}$ 設定為“L”。此時，第二拍攝結束。

像這樣，以在結束光照射的同時開始第二拍攝並在拍攝了與第一拍攝相等的時間之後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 705_n 導通。此外，信號線 15 及信號線 16_n 藉由電晶體 704_n 、電晶體 705_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 進行預充電工作而使它處於“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 13 所示的讀出電路 401 同樣地由一個 p 通道型電晶體 406 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 705_n 被遮斷，信號線 16_n 的電位固定。時刻 $T9$ 的信號線 16_n 的電位 (V_{s1}) 由時刻 $T8$ 至時刻 $T9$ 的信號線 16_n 的電位變化的速度決定。

另外，信號線 16_n 的電位變化的速度由電晶體 704_n

的源極電極和汲極電極之間的電流決定。換言之，信號線 16_n 的電位變化速度由在第一拍攝中被照射到光電二極體 702_n 的光（反射光）的強度及照射時間決定。當照射時間相等時，反射光強度越高，信號線 16_n 的電位變化的速度越慢。此外，當強度相等時，反射光檢測期間越長，信號線 16_n 的電位變化的速度越慢。信號線 16_n 的電位變化的速度越慢，時刻 T9 的信號線 16_n 的電位（ V_{s1} ）越大。

因此，藉由利用第一反射光檢測取得時刻 T9 的信號線 16_n 的電位（ V_{s1} ），可以檢測在第一影像拍攝時間入射到光電二極體 702_n 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 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 702_n 的情況下，信號線 16_n 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 的電位和信號線 16 的電位之間的關係。當被照射到光電二極體 702 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。此時，因為電晶體 704 的通道電阻變高，所以信號線 16 的電位變化的速度變慢。因此，一定期間內的信號線 16 的電位變化變小。

再者，在時刻 T9，將信號線 13_（n+1）設定為“H”（第二讀出開始）。此時，電晶體 705_（n+1）導通。此外，信號線 15 及信號線 16_（n+1）藉由電晶體 704_

($n+1$)、電晶體 705_ $(n+1)$ 導通。於是，信號線 16_ $(n+1)$ 的電位降低。另外，在時刻 T9 之前，預先對信號線 16_ $(n+1)$ 進行預充電工作而使它處於“H”。

在時刻 T10，將信號線 13_ $(n+1)$ 設定為“L”（第二讀出結束）。於是，電晶體 705_ $(n+1)$ 被遮斷，信號線 16_ $(n+1)$ 的電位固定。時刻 T10 的信號線 16_ $(n+1)$ 的電位 (V_{s2}) 由時刻 T9 至時刻 T10 的信號線 16_ $(n+1)$ 的電位變化的速度決定。

當光強度相等時，反射光檢測期間越短，信號線 16_ $(n+1)$ 的電位變化的速度越快。信號線 16_ $(n+1)$ 的電位變化的速度越快，時刻 T10 的信號線 16_ $(n+1)$ 的電位 (V_{s2}) 越小。

因此，藉由第二反射光檢測取得時刻 T10 的信號線 16_ $(n+1)$ 的電位 (V_{s2})，可以檢測在第二拍攝期間入射到光電二極體 702_ $(n+1)$ 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 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 702_ $(n+1)$ 中的情況下，信號線 16_ $(n+1)$ 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 的信號線 16_ $(n+1)$ 的電位 (V_{s2}) 比時刻 T9 的信號線 16_ n 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 S_2 ，所以能夠進行應用 TOF 方式的三維影像拍攝。

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 8 是光電感測器 700_n 及光電感測器 $700_{(n+1)}$ 中的脈衝 601 及脈衝 602、信號線 12_n 的脈衝以及信號線 $12_{(n+1)}$ 的脈衝。首先，參照圖 8 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。以利用相鄰的光電感測器 700_n 、光電感測器 $700_{(n+1)}$ 連續地進行第一拍攝及第二拍攝的方式控制信號線 11_n 、信號線 12_n 、信號線 $11_{(n+1)}$ 、信號線 $12_{(n+1)}$ 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 8 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 601 所示，時刻 T_2 是照射開始時刻，時刻 T_5 是照射結束時刻，並且時刻 T_2 至時刻 T_5 是照射期間。如脈衝 602 所示，時刻 T_3 是反射開始時刻，時刻 T_6 是反射結束時刻，並且時刻 T_3 至時刻 T_6 是反射期間。反射期間與照射期間相等。

如信號線 12_n 的脈衝 (TX_n) 所示，時刻 $T2$ 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 $T2$ 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_n 及信號線 12_n 的電位。

再者，如信號線 $12_ (n+1)$ 的脈衝 ($TX_ (n+1)$) 所示，時刻 $T5$ 是第二拍攝開始時刻，時刻 $T7$ 是第二拍攝結束時刻，並且時刻 $T5$ 至時刻 $T7$ 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 700_n 及光電感測器 $700_ (n+1)$ 的反射光的檢測期間分為兩次，利用光電感測器 700_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 $700_ (n+1)$ 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拍攝期間內。此

外，第二反射光檢測期間在第二拍攝期間內。而且，藉由從第一反射光檢測取得由光的延遲時間決定的第一檢測信號 $S1$ ，且從第二反射光檢測取得由光的延遲時間決定的第二檢測信號 $S2$ ，可以測量從影像拍攝裝置到檢測對象的距離。

接著，說明利用應用 TOF 方式的三維影像拍攝的距離測量方法的一個例子。使用算式表示利用第一檢測信號 $S1$ 及第二檢測信號 $S2$ 來測量從影像拍攝裝置到檢測對象的距離的方法的一個例子。

在此，當從光源照射到檢測對象的光強度固定且在第一影像拍攝期間及第二影像拍攝期間中只有第一反射光及第二反射光分別入射到光電二極體 702_n 和光電二極體 $702_ (n+1)$ 中時，信號線 16_n 的電位 (V_{s1}) 與第一反射光檢測期間大致成比例，且信號線 $16_ (n+1)$ 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 $S1$ 大致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 $S2$ 大致由第二反射光檢測期間決定。

可以使用比例常數 α 、照射期間 T 、延遲時間 Δt 以下述算式 (2) 及 (3) 表示第一檢測信號 $S1$ 及第二檢測信號 $S2$ 。

$$S1 = \alpha \times (T - \Delta t) \quad (2)$$

$$S2 = \alpha \times (\Delta t) \quad (3)$$

在算式 (2) 及 (3) 中刪掉比例常數 α 來可以得到算

式 (4) 所示的延遲時間 Δt 。

$$\Delta t = \frac{(T \times S2)}{(S1 + S2)} \quad (4)$$

再者，當利用上述從光源到檢測對象的距離 x 的算式 ($x = (c \times \Delta t) / 2$) 及算式 (4) 時，可以由算式 (1) 表示從圖像拍攝裝置到檢測對象的距離 x 。

$$x = \frac{c \times T \times S2}{2 \times (S1 + S2)} \quad (1)$$

由此，得到第一檢測信號 $S1$ 及第二檢測信號 $S2$ ，即可得到從圖像拍攝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 700_n 和光電感測器 700_(n+1) 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 $S3$ 。藉由將從第一檢測信號 $S1$ 減去第三檢測信號 $S3$ 的值與從第二檢測信號 $S2$ 減去第三檢測信號 $S3$ 的值作為算式 (1) 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安裝有該光電感測器的影像拍攝裝置的驅動方法，可以實現應用 TOF 方式的三維影像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影像拍攝裝置。

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，所以即使檢測對象快速移動，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。

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 4

在本實施方式中，參照圖 9A 至圖 13 說明可以同時進行二維拍攝和應用 TOF 方式的三維拍攝的影像拍攝裝置的驅動方法的一個例子。另外，影像拍攝裝置所具有的光電感測器採用吸收可見光的第一光電感測器與吸收紅外光的第二光電感測器重疊的結構。

當三維拍攝時，對應於第一紅外光照射及第二紅外光照射（時間相等，而時序不同）進行第一拍攝及第二拍攝，藉由檢測因第一紅外光照射產生的第一紅外反射光的第一紅外反射光檢測取得由光的延遲時間決定的第一檢測信號，並檢測因第二紅外光照射產生的第二紅外反射光的第二紅外反射光檢測取得由光的延遲時間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等。

以下，參照圖 9A 至圖 10B 說明本說明書所公開的發明的一個方式的影像拍攝裝置所具有的光電感測器的結

構。光電感測器 800 具有第一光電感測器 800A 及第二光電感測器 800B。

如圖 9A 和 9B 所示，說明第一光電感測器 800A 和第二光電感測器 800B 都採用同一結構的例子。第一光電感測器 800A 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 800B 由三個電晶體及一個光電二極體構成。如圖 9A 所示，第一光電感測器 800A 包括第一光電二極體 802A、第一電晶體 804A、第二電晶體 805A 以及第三電晶體 803A。與此同樣，如圖 9B 所示，第二光電感測器 800B 包括第二光電二極體 802B、第一電晶體 804B、第二電晶體 805B 以及第三電晶體 803B。

圖 10A 是示出影像拍攝裝置所具有的光電感測器 800 的結構的電路圖的一個例子。如圖 10A 所示，第一光電感測器 800A 和第二光電感測器 800B 相鄰。明確而言，如圖 10B 所示，第一光電二極體 802A 和第二光電二極體 802B 重疊，並且，以照射到光電感測器 800 的光（包括可見光及紅外光）比第二光電二極體 802B 早入射到第一光電二極體 802A 的方式配置第一光電二極體 802A。

在本說明書中，照射到光電感測器 800 的光是反射光。本說明書中的照射到第一光電二極體 802A 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 802B 的光是指在對檢測對象照射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 800A 和第二光電感測器 800B，當配置各感測器時可以共用面積，所以可以減少在影像拍攝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 802A 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 802A 的半導體層，可以使用非晶矽等。

另外，第二光電二極體 802B 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 802B 的半導體層，可以使用多晶矽、微晶矽、單晶矽等。

因此，藉由使第一光電二極體 802A 比第二光電二極體 802B 早吸收可見光，可以減少入射到第二光電二極體 802B 中的可見光。

換言之，在第一光電感測器 800A 中利用可見光，而在第二光電感測器 800B 中利用紅外光。

在圖 9A 及 10A 中，信號線 11A 是重設信號線（PR₂）。信號線 12A 是電荷積累信號線（TX₂）。信號線 13A 是選擇信號線（SE₂）。節點 14A 是浮置節點（FD）（FD₂）。信號線 16A 是光電感測器輸出信號線。在圖 9B 及 10A 中，信號線 11B 是重設信號線（PR₃）。信號線 12B 是電荷積累信號線（TX₃）。信號線 13B 是選擇信號線（SE₃）。節點 14B 是浮置節點（FD）（FD₃）。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 800A 及第二光電感測器 800B 也可以共同使用信號線 15。

如圖 10A 所示，在光電感測器 800 中，光電二極體 802 的陽極與信號線 11 電連接，光電二極體 802 的陰極與第三電晶體 803 的源極電極和汲極電極中的一方電連接。第三電晶體 803 的源極電極和汲極電極中的另一個與第一電晶體 804 的閘極電極及節點 14 電連接。第一電晶體 804 的源極電極和汲極電極中的一方與信號線 15 電連接。第二電晶體 805 的源極電極和汲極電極中的一方與信號線 16 電連接。第一電晶體 804 的源極電極和汲極電極中的另一方與第二電晶體 805 的源極電極和汲極電極中的另一方電連接。第三電晶體 803 的閘極電極與信號線 12 電連接，第二電晶體 805 的閘極電極與信號線 13 電連接。

另外，雖然在圖 9A 至 10A 中示出了光電二極體 802 的陽極與信號線 11 電連接，光電二極體 802 的陰極與第三電晶體 803 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 802 的陰極可以與信號線 11 電連接，並且光電二極體 802 的陽極可以與第三電晶體 803 的源極電極和汲極電極中的一方電連接。

光電二極體 802 是因被照射光而產生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 802。

第三電晶體 803 用作控制影像拍攝時間的電晶體。在所公開的發明的一個方式中，當將信號線 11 的電位從 “L

(Low) ” 切 換 為 “ H (High) ” 並 將 第 三 電 晶 體 803 的 閘 極 電 極 的 電 位 (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 將 第 三 電 晶 體 803 的 閘 極 電 極 的 電 位 (信 號 線 12 的 電 位) 維 持 為 “ H ” 的 狀 態 下 將 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 802 的 光 負 電 荷 積 累 在 節 點 14 中 。 像 這 樣 , 藉 由 將 第 三 電 晶 體 803 的 閘 極 電 極 的 電 位 設 定 為 “ H ” 或 “ L ” , 可 以 改 變 積 累 在 節 點 14 中 的 電 荷 的 量 。 此 外 , 當 將 第 三 電 晶 體 803 的 閘 極 電 極 的 電 位 (信 號 線 12 的 電 位) 從 “ H ” 切 換 為 “ L ” 時 結 束 拍 攝 。

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 光 照 射 的 同 時 開 始 第 一 拍 攝 並 在 結 束 第 一 光 照 射 的 同 時 結 束 第 一 拍 攝 的 方 式 控 制 信 號 線 11B 及 信 號 線 12B 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 拍 攝 了 與 第 一 拍 攝 相 等 的 時 間 之 後 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 在 開 始 第 一 拍 攝 的 同 時 開 始 第 三 拍 攝 且 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 。

第 一 電 晶 體 804 用 作 放 大 積 累 在 節 點 14 中 的 電 荷 的

電晶體。第二電晶體 805 用作控制光電感測器的輸出的電晶體。當被輸入到第二電晶體 805 的閘極電極的信號（信號線 13 的電位）從“L”切換為“H”時，信號被讀出。

第三電晶體 803、第一電晶體 804 以及第二電晶體 805 分別具有與在上述實施方式中說明的電晶體 403、404 以及 405 同樣的功能。因此，合適的半導體層也可以參照上述實施方式。

接著，說明具有光電感測器 800 的影像拍攝裝置的驅動方法。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 800A 及第二光電感測器 800B，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 800A 的二維拍攝及使用吸收紅外光的第二光電感測器 800B 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 中說明光電感測器 800 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 是光電感測器 800 的時序圖。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 901 及脈衝 902 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，從光源對檢測對象照射光兩次（第一照射及第二照射）。另外，第二照射的時序與第一照射的時序不同，並且第一照射的時間與第二照射的時間相等。此外，在第一照射及第二照射中，光源與檢測對象之間的距離不變，並且時刻 T2 至時刻 T3 的時間（延遲時間）和時刻 T8 至時刻 T9 的時間（延遲時間）相等。

在時刻 T1，將信號線 11B 設定為“H”。再者，將信號線 12B 設定為“H”（三維拍攝時的第一重設）。此時，第二光電二極體 802B 及第三電晶體 803B 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”（二維拍攝時的第一重設）。此時，第一光電二極體 802A 及第三電晶體 803A 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 901 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”（第一拍攝開始）。該第一拍攝開始時刻與第一照射開始時刻一致。

同樣，將信號線 11A 設定為“L”，且將信號線 12A 維持為“H”（第三拍攝開始）。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 802A 和吸收紅外光的第二光電二極體 802B，可以同時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）開始入射到影像拍攝裝置中。在脈衝 902 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 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 802B 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 802B 的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。

在此，說明節點 14 的電位變化與被照射到光電二極體 802 的反射光的強度及照射時間之間的關係。當檢測期間相等時，反射光強度越高，節點 14 的電位變化越大。此外，當強度相等時，反射光檢測期間越長，節點 14 的電位變化越大。因此，反射光強度越大且反射光檢測期間越長，光電二極體 802 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光照射。在脈衝 901 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”。此時，第一拍攝結束。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。另一方面，將信號線 12A 維持為“H”。

像這樣，以在開始第一照射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信號線 11B 及信號線 12B 的電位。

另外，節點 14B 的電位在時刻 T4 之後固定。時刻 T4 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 802 所生成的光電流決定。也就是說，節點 14B 的電位取決於反射光強度等。另一方面，節點 14A 的電位繼續降低。

此外，對應於時刻 T4 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 802B 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 802A 的光也都是指反射光。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影像拍攝裝置的入射。在脈衝 902 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，不能準確地獲取在第一拍攝及第二拍攝中第二光電二極體 802B 所生成的光電流。因此，為了減少寄生電容的影響，減少第三電晶體 803B 的閘極電極和源極電極之間的電容或第三電晶體 803B 的閘極電極和汲極電極之間的電容、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 800B 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 800A 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，第二電晶體 805B 導通。此外，信號線 15 及信號線 16B 藉由第一電晶體 804B、第二電晶體 805B 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 進行預充電工作而使它處於“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。如圖 13 所示的讀出電路 401 那樣，該讀出電路也可以由一個 p 通道型電晶體 406 構成。

在時刻 T7，將信號線 13B 設定為“L”（第一讀出結束）。於是，第二電晶體 805B 被遮斷，信號線 16B 的電

位固定。時刻 $T7$ 的信號線 16B 的電位 (V_{s1}) 由時刻 $T6$ 至時刻 $T7$ 的信號線 16B 的電位變化的速度決定。

另外，信號線 16 的電位變化的速度由第一電晶體 804 的源極電極和汲極電極之間的電流決定。換言之，信號線 16 的電位變化速度由在第一拍攝中在時刻 $T3$ 至時刻 $T4$ 被照射到第二光電二極體 802B 的反射光（紅外光）的強度及照射時間決定，該速度由在第二拍攝中在時刻 $T11$ 至時刻 $T12$ 被照射到第二光電二極體 802B 的反射光（紅外光）的強度及照射時間決定，並且該速度由在第三拍攝中在時刻 $T3$ 至時刻 $T16$ 被照射到第一光電二極體 802A 的反射光（可見光）的強度及照射時間決定。

當照射時間相等時，反射光強度越高，信號線 16B 的電位變化的速度越慢。此外，當光強度相等時，反射光檢測期間越長，信號線 16B 的電位變化的速度越慢。信號線 16B 的電位變化的速度越慢，信號線 16 的電位 (V_{s1} 、 V_{s1}) 越大。

當照射時間相等時，反射光強度越高，信號線 16A 的電位變化的速度越慢。此外，當光強度相等時，反射光檢測期間越長，信號線 16A 的電位變化的速度越慢。信號線 16A 的電位變化的速度越慢，信號線 16A 的電位 (V_{s3}) 越大。

說明節點 14 的電位和信號線 16 的電位之間的關係。當被照射到光電二極體 802 的光的強度高時，一定期間內的節點 14 的電位變化變大，由此節點 14 的電位的值降

低。此時，因為第一電晶體 804 的通道電阻變高，所以信號線 16 的電位變化的速度變慢。因此，一定期間內的信號線 16 的電位變化變小，由此信號線 16 的電位值變高。

藉由第一反射光檢測取得時刻 T7 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 802B 中的反射光的量（入射光的強度和時間的乘積）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 901 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影像拍攝裝置中。在脈衝 902 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”（三維拍攝時的第二重設）。此時，第二光電二極體 802B 及第三電晶體 803B 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 901 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”（第二拍攝開始）。該第二拍攝開始時刻與第二照射結束時刻一致。此外，時刻 T11 也是第二反射光檢測開始時刻。在時刻 T11 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（第二反射光檢測期間），節點 14B 的電位對應於第二反射光的強度而變化。因第二光電二極體 802B 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 802B 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影像拍攝裝置的入射。在脈衝 902 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 的節點 14B 的電位（V2）由在第二反射光檢測的期間

中第二光電二極體 802B 生成的光電流決定。也就是說，節點 14B 的電位取決於反射光強度等。另一方面，節點 14A 的電位繼續降低。

此外，對應於時刻 T12 的節點 14 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 的電位變化越小，所以時刻 T12 的節點 14 的電位（V2）越大。

在時刻 T13，將信號線 12B 設定為“L”。此時，第二拍攝結束。

像這樣，以在結束第二照射的同時開始第二拍攝並在拍攝了與第一拍攝相等的時間之後結束第二拍攝的方式控制信號線 11B 及信號線 12B 的電位。

另外，在時刻 T10 至時刻 T13 之間被照射到第二光電二極體 802B 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，第二電晶體 805B 導通。此外，信號線 15 及信號線 16B 藉由第一電晶體 804B、第二電晶體 805B 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 進行預充電工作而使它處於“H”。

在時刻 T15，將信號線 13B 設定為“L”（第二讀出結束）。於是，第二電晶體 805B 被遮斷，信號線 16B 的

電位固定。時刻 T_{15} 的信號線 16B 的電位 (V_{s2}) 由時刻 T_{14} 至時刻 T_{15} 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 T_{15} 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 802B 的反射光的量（入射光的強度和時間的乘積）而得到檢測信號 S_2 。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 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，所以時刻 T_{15} 的信號線 16B 的電位 (V_{s2}) 比時刻 T_7 的信號線 16B 的電位 (V_{s1}) 小。

因為在時刻 T_{15} ，藉由第一拍攝可以得到檢測信號 S_1 ，且藉由第二拍攝可以得到檢測信號 S_2 ，所以能夠進行應用 TOF 方式的三維拍攝。

在時刻 T_{16} ，將信號線 12A 設定為“L”。此時，結束第三拍攝。

在時刻 T_{17} ，將信號線 13A 設定為“H”（第三讀出開始）。此時，第二電晶體 805A 導通。此外，信號線 15 及信號線 16A 藉由第一電晶體 804A、第二電晶體 805A 導通。於是，信號線 16A 的電位降低。另外，在時刻 T_{17} 之前，預先對信號線 16A 進行預充電工作而使它處於“H”。

在時刻 $T18$ ，將信號線 13A 設定為“L”（第三讀出結束）。於是，第二電晶體 805A 被遮斷，信號線 16A 的電位固定。時刻 $T18$ 的信號線 16A 的電位（ V_{S3} ）由時刻 $T3$ 至時刻 $T16$ 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 802A 的反射光（可見光）的檢測（第三反射光檢測）來取得時刻 $T18$ 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 802A 的反射光量（入射光的強度和時間的乘積）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 是光電感測器 800 中的脈衝 901、脈衝 902、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。在第一拍攝期間內的第一反射光檢測期間中將第三電晶體 803B 的閘極電極的電位設定為“H”，在第二拍攝期間內的第二反射光檢測期間中將第三電晶體 803B 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第三電晶體 803A 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。

邊比較圖 12 所示的各種脈衝邊分別對照射期間、反

105年10月3日修正頁1

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 901 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 902 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，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。

如信號線 12B 的脈衝 (TX_3) 所示，時刻 T2 是第一拍攝開始時刻，時刻 T4 是第一拍攝結束時刻，並且時刻 T2 至時刻 T4 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 T4 是第一反射光檢測結束時刻，並且時刻 T3 至時刻 T4 是第一反射光檢測期間。

第一拍攝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信號線 11B 及信號線 12B 的電位。

再者，如信號線 12B (TX_3) 的脈衝所示，時刻 T11

是第二拍攝開始時刻，時刻 T_{13} 是第二拍攝結束時刻，並且時刻 T_{11} 至時刻 T_{13} 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，第二拍攝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信號線 11B 及信號線 12B 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。

再者，如信號線 12A 的脈衝 (TX_2) 所示，時刻 T_2 是第三拍攝開始時刻，時刻 T_{16} 是第三拍攝結束時刻，並且時刻 T_2 至時刻 T_{16} 是第三拍攝期間。此外，時刻 T_3 是第三反射光檢測開始時刻，時刻 T_{16} 是第三反射光檢測結束時刻，並且時刻 T_3 至時刻 T_{16} 是第三反射光檢測期間。

第三拍攝需要在第一拍攝期間開始的同時或至少在第一拍攝期間之前開始。此外，第三拍攝需要在第二拍攝期間結束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相等於第一照射期間與第一反射期間重疊的期間，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延遲時間決定的第一檢測信號，且從第二反射光檢測取得由光的延遲時間決定的第二檢測信號。由此，可以測量從影像拍攝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）。

接著，說明利用應用 TOF 方式的三維影像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延遲時間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延遲時間決定的第二檢測信號 S_2 來測量從影像拍攝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影像拍攝期間及第二影像拍攝期間中只有第一反射光及第二反射光入射到第二光電二極體 802B 中時，信號線 16B 的電位（ V_{s1} ）與第一反射光檢測期間大致成比例，且信號線 16B 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 S_1 大致由

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 $S2$ 大致由第二反射光檢測期間決定。

可以使用比例常數 α 、照射期間 T 、延遲時間 Δt 以下述算式 (2) 及 (3) 表示第一檢測信號 $S1$ 及第二檢測信號 $S2$ 。

$$S1 = \alpha \times (T - \Delta t) \quad (2)$$

$$S2 = \alpha \times (\Delta t) \quad (3)$$

在算式 (2) 及 (3) 中刪掉比例常數 α 來可以得到算式 (4) 所示的延遲時間 Δt 。

$$\Delta t = \frac{(T \times S2)}{(S1 + S2)} \quad (4)$$

再者，當利用上述從光源到檢測對象的距離 x 的算式 ($x = (c \times \Delta t) / 2$) 及算式 (4) 時，可以由算式 (1) 表示從圖像拍攝裝置到檢測對象的距離。

$$x = \frac{c \times T \times S2}{2 \times (S1 + S2)} \quad (1)$$

由此，得到第一檢測信號 $S1$ 及第二檢測信號 $S2$ ，即可得到從圖像拍攝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，也可以利用第二光電感測器 800B 進行第四拍攝。在此情況下，藉由第四拍攝得到第四檢測信號 $S4$ 。藉由將從第一檢測信號 $S1$ 減去第四檢測信號 $S4$ 的值與從第二檢測信號 $S2$ 減去第四檢測信號 $S4$ 的值作為上述算式 (1) 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

進安裝有該光電感測器的影像拍攝裝置的驅動方法，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影像拍攝裝置的功能。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影像拍攝裝置。

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 5

在本實施方式中，參照圖 14A 至 14D 說明將具有利用 TOF 方式的影像拍攝裝置的動作識別裝置應用於行動電話的例子。

圖 14A 至 14D 是在顯示部中安裝有影像拍攝裝置的行動電話 5000 的結構簡圖。藉由在顯示部中安裝影像拍攝裝置，可以使顯示部占整體行動電話 5000 的面積變得更大，而可以獲取更高清晰度的三維距離影像及彩色影像。另外，也可以將影像拍攝裝置安裝在行動電話的顯示部以外的部分，或者，也可以將影像拍攝裝置安裝在行動電話的顯示部和顯示部以外的部分的兩者。在任一情況下，根據所公開的發明的一個方式，藉由將光照射到檢測對象，可以獲取三維距離影像及彩色影像。

在圖 14A 至 14D 中，行動電話 5000 的顯示部除了具有顯示資訊的功能以外還具有獲取檢測對象的三維距離影

像及彩色影像的功能。因此，不一定必須要將影像拍攝裝置設置在行動電話 5000 的外部，所以可以實現簡單的結構。

如圖 14A 所示，行動電話 5000 包括揚聲器 5001、外殼 5002、被組裝在外殼 5002 中的顯示部 5003 以及操作按鈕 5004 等。

圖 14A 至 14D 示出根據操作者的姿勢（例如，手勢）操作行動電話 5000 的例子。操作者在識別範圍 5005 內不直接接觸行動電話 5000 地做姿勢，來可以操作行動電話 5000。另外，識別範圍 5005 位於顯示部 5003 的正上。

如圖 14B 所示，例如，在操作者在顯示部 5003 的識別範圍 5005 內做“豎起右手的食指”的手勢時，發信號碼 1 被輸入到行動電話。

如圖 14C 所示，例如，在操作者在顯示部 5003 的識別範圍 5005 內做“豎起右手的食指和中指”的手勢時，發信號碼 2 被輸入到行動電話。

如圖 14D 所示，例如，在操作者在顯示部 5003 的識別範圍 5005 內做“豎起右手的食指、中指以及無名指”的手勢時，發信號碼 3 被輸入到行動電話。

操作者能夠不用手指等直接接觸操作按鈕 5004 或顯示部 5003 地操作行動電話。就是說，操作者只要做姿勢就能夠進行打電話或製作電子郵件等的各種操作。

在安裝在行動電話 5000 中的第一記憶部儲存特定物

體模式，而第二記憶部儲存特定動作模式。作為特定物體模式，明確地說，可以舉出“豎起的右手的食指”、“豎起的右手的食指和中指”以及“豎起的右手的食指、中指和無名指”等。另外，操作者可以任意決定儲存在第一記憶部中的特定物體模式和儲存在第二記憶部中的特定動作模式。例如，藉由將“在縱橫向上揮動雙手”“在左右方向上旋動雙手”等操作者通常做的姿勢作為特定動作模式儲存，可以使操作者憑直覺地操作行動電話 5000。

安裝在行動電話 5000 中的資訊處理裝置對行動電話進行處理，以使行動電話確實地進行基於上述特定動作模式的動作。

另外，顯示部 5003 也可以具有透光性。

行動電話 5000 不管操作者的手的狀態如何都能夠識別其動作。即使做手勢的操作者的手髒，或者，做手勢的操作者戴手套，也可以準確地操作行動電話 5000。只要操作者在識別範圍 5005 內做手勢，就可以非接觸地容易操作行動電話 5000。更詳細地說，姿勢不侷限於手勢。即使使用棍子代替手，也可以準確地識別姿勢。

另外，行動電話 5000 也可以識別彩色影像資訊。因此，例如，也可以根據手套的顏色改變操作。

另外，即使操作者的手快速移動，行動電話 5000 也可以拍攝不模糊的三維距離影像，而容易獲取位置變化資訊、形狀變化資訊。

另外，即使操作者為殘疾人，也可以準確地操作行動

電話 5000。例如，也可以利用義指、義肢（義手或義腿）等操作行動電話 5000。

另外，即使操作者不能識別顯示在顯示部 5003 上的資訊等，例如，不能理解所顯示的文字或者不能看見資訊本身（視覺殘疾等），也可以與姿勢相應地按照操作者的意圖操作行動電話。

因此，可以提供一種操作者的身體負擔不重且對操作者的動作沒有限制的行動電話。另外，可以提供一種操作者能夠不直接接觸行動電話地容易進行操作的行動電話。

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 15A 和 15B 說明將具有利用 TOF 方式的影像拍攝裝置的動作識別裝置應用於電磁爐的例子，而參照圖 16A 和 16B 說明將具有利用 TOF 方式的影像拍攝裝置的動作識別裝置應用於微波爐的例子。

圖 15A 和 15B 是在顯示部中安裝有影像拍攝裝置的電磁爐 6000 的結構簡圖。另外，也可以將影像拍攝裝置安裝在電磁爐的顯示部以外的部分，或者，也可以將影像拍攝裝置安裝在電磁爐的顯示部和顯示部以外的部分的兩者。在任一情況下，根據所公開的發明的一個方式，藉由將光（也可以為紅外光）照射到檢測對象，可以獲取三維距離影像。

在圖 15A 和 15B 中，電磁爐 6000 的顯示部除了具有顯示資訊的功能以外還具有獲取檢測對象的三維距離影像的功能、獲取檢測對象的彩色影像的功能。因此，不一定必須要將影像拍攝裝置設置在電磁爐 6000 的外部，所以可以實現簡單的結構。

如圖 15A 和 15B 所示，電磁爐 6000 包括顯示部 6001a、6001b 以及 6001c、三個電磁灶 6002a、6002b 以及 6002c、平板 6003、電源燈 6004、操作按鈕 6005、排氣口 6006 等。

圖 15A 和 15B 示出根據操作者的姿勢（例如，手勢）操作電磁爐 6000 的例子。操作者在識別範圍 6007a、6007b 以及 6007c 內不直接接觸電磁爐 6000 地做姿勢，來可以操作電磁爐 6000。

另外，識別範圍 6007a、6007b 以及 6007c 分別位於顯示部 6001a、6001b 以及 6001c 的正上。

如圖 15A 所示，例如，在操作者在顯示部 6001a 的識別範圍 6007a 內做“豎起右手的拇指，並按一下”的手勢時，電磁爐 6000 的電磁灶 6002a 的電源開啓，使得電源燈 6004 點亮“ON”。

如圖 15B 所示，例如，在操作者在顯示部 6001a 的識別範圍 6007a 內做“豎起右手的食指和中指，並按一下”的手勢時，電磁爐 6000 的電磁灶 6002a 的電源關掉，使得電源燈 6004 點亮“OFF”。

操作者能夠不用手指等直接接觸操作按鈕 6005 或顯

示部 6001 地操作電磁爐。就是說，操作者只要做姿勢就能夠進行電磁灶的電源的 ON 及 OFF、電磁灶的火力調節以及用於電源自動 OFF 的計時器置位等各種操作。

在安裝在電磁爐 6000 中的第一記憶部儲存特定物體模式，而第二記憶部儲存特定動作模式。作為特定物體模式，明確地說，可以舉出“豎起的右手的拇指”、“豎起的右手的食指和中指”等。作為特定物體模式，還可以包括彩色影像資訊。在包括彩色影像資訊的情況下，“特定物體模式”除了相當右手的手指的形狀模式以外還相當於手指的顏色（膚色等）、指甲的顏色（透明等）的資訊等。另外，作為特定動作模式的具體例子，可以舉出“用豎起的右手的拇指按一下”、“用豎起的右手的食指和中指按一下”等。

另外，操作者可以任意決定儲存在第一記憶部中的特定物體模式和儲存在第二記憶部中的特定動作模式。操作者可以預先設定對應於各種模式的操作，例如，在操作者做“往右旋動右手的中指畫圓”的手勢時“電磁爐 6000 的電源開啓”，在操作者做“往左旋動右手的中指畫圓”的手勢時“電磁爐 6000 的電源關掉”，在操作者做“往前伸出雙手，然後握雙手”的手勢時“利用電磁爐 6000 的烤架進行雙面自動燒烤”，或者，在操作者做“握一個手，然後從左向右移動”的手勢時“電磁爐 6000 的火力逐步增高”等，以實現做姿勢控制及操作具有通用控制功能的介面和介質的應用產品。

另外，即使操作者的手快速移動，電磁爐 6000 也可以拍攝不模糊的三維距離影像，而容易獲取位置變化資訊、形狀變化資訊。

另外，作為姿勢的種類，不侷限於操作者（人）所進行的姿勢。還可以採用模仿物體的形狀、符號、文字、操作者預定的某種目標物等各種各樣的物體的姿勢。

安裝在電磁爐 6000 中的資訊處理裝置對電磁爐進行處理，以使電磁爐確實地進行基於上述特定動作模式的操作。

圖 16A 和 16B 是在顯示部中安裝有影像拍攝裝置的微波爐 7000 的結構簡圖。另外，也可以將影像拍攝裝置安裝在微波爐的顯示部以外的部分，或者，也可以將影像拍攝裝置安裝在微波爐的顯示部和顯示部以外的部分的兩者。在任一情況下，根據所公開的發明的一個方式，藉由將光照射到檢測對象，可以獲取三維距離影像。

在圖 16A 和 16B 中，微波爐 7000 的顯示部除了具有顯示資訊的功能以外還具有獲取檢測對象的三維距離影像及彩色影像的功能。因此，不一定必須要將影像拍攝裝置設置在微波爐 7000 的外部，所以可以實現簡單的結構。

如圖 16A 和 16B 所示，微波爐 7000 包括顯示部 7001、操作按鈕 7002、透明觀察窗 7003、爐門的把手 7004、外殼 7005、爐門 7006 以及電源燈 7008 等。

圖 16A 和 16B 示出根據操作者的姿勢（例如，手勢）操作微波爐 7000 的例子。操作者在識別範圍 7007 內不直

接接觸微波爐 7000 地做姿勢，來可以操作微波爐 7000。
另外，識別範圍 7007 位於顯示部 7001 的正上。

如圖 16A 所示，在顯示部 7001 的識別範圍 7007 中，
例如，在操作者做“握左手，然後從上向下移動”的手勢
時，微波爐 7000 的電源開啓，使得電源燈 7008 點亮
“ON”。

另外，即使操作者的手快速移動，微波爐 7000 也可
以拍攝不模糊的三維距離影像，而容易獲取位置變化資
訊、形狀變化資訊。

如圖 16B 所示，在顯示部 7001 的識別範圍 7007 中，
例如，在操作者做“握左手，然後從下向上移動”的手勢
時，微波爐 7000 的電源關掉，使得電源燈 7008 點亮
“OFF”。

操作者能夠不用手指等直接接觸操作按鈕 7002 或顯
示部 7001 地操作微波爐。就是說，操作者只要做姿勢就
能夠進行微波爐的電源的 ON 及 OFF、燒烤功能、蒸汽功
能等各種操作。

因此，可以提供一種電子裝置（電磁爐、微波爐
等），該電子裝置不管操作者的狀態如何都能夠識別動
作、操作者的身體負擔不重以及對操作者的動作沒有限
制。另外，操作者能夠不直接接觸該電子裝置地容易進行
操作。

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，更詳細地說明實施方式 2 所示的光電感測器 400 的結構。參照圖 17A 說明具有配置為 m 行 n 列的矩陣狀的光電感測器 400 的影像拍攝裝置的結構的一個例子，參照圖 17B 說明與圖 17A 不同的結構的一個例子。

在圖 17A 中，多個光電感測器 400 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 400 與多個信號線 11 (PR) (表示為 11 (PR) _1 至 11 (PR) _ m) 中的任一個、多個信號線 12 (TX) (表示為 12 (TX) _1 至 12 (TX) _ m) 中的任一個以及多個信號線 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 400 與多個光電感測器輸出信號線 (表示為 16_1 至 16_ n) 中的任一個以及多個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。

在圖 17A 中，各行的光電感測器共同使用信號線 12 (TX)，各行的光電感測器共同使用信號線 11 (PR)，各行的光電感測器共同使用信號線 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信號線 12 (TX) 並使其分別與不同的光電感測器 400 電連接。也可以在各行設置

多個信號線 11 (PR) 並使其分別與不同的光電感測器 400 電連接。也可以在各行設置多個信號線 13 (SE) 並使其分別與不同的光電感測器 400 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 400 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 400 電連接。

此外，雖然在圖 17A 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 400 中的同時進行重設工作、積累工作的光電感測器 400 也可以共同使用信號線 12 (TX)。配置為 m 行 n 列的矩陣狀的光電感測器 400 中的同時進行重設工作、積累工作的光電感測器也可以共同使用信號線 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 400 的驅動電路。

接著，參照圖 17B 說明具有配置為 m 行 n 列的矩陣狀的光電感測器 400 的影像拍攝裝置的一個例子，該結構與圖 17A 所示的結構不同。

在圖 17B 中，多個光電感測器 400 配置為 m 行 n 列的矩陣狀。各行的光電感測器 400 與多個信號線 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 400 與多個信號線 11 (PR)

(表示為 $11(PR)_1$ 至 $11(PR)_n$) 中的任一個、多個信號線 $12(TX)$ (表示為 $12(TX)_1$ 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_n) 中的任一個以及多個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。

在圖 17B 中，各行的光電感測器共同使用信號線 $13(SE)$ ，各列的光電感測器共同使用信號線 $11(PR)$ ，各列的光電感測器共同使用信號線 $12(TX)$ ，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 17B 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 400 中的同時進行重設工作、積累工作的光電感測器也可以共同使用信號線 $12(TX)$ 。配置為 m 行 n 列的矩陣狀的光電感測器 400 中的同時進行重設工作、積累工作的光電感測器也可以共同使用信號線 $11(PR)$ 。

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 400 的驅動電路。

圖 18A 示出光電感測器 400 的俯視圖，而圖 18B 示出沿著圖 18A 的虛線 A1-A2 的剖面圖。

光電感測器 400 包括用作信號線 11 (PR) 的導電膜 210、用作信號線 12 (TX) 的導電膜 211、用作信號線 13 (SE) 的導電膜 212、用作信號線 15 (光電感測器基準信號線) 的導電膜 213 以及用作信號線 16 (光電感測器輸出信號線) 的導電膜 214。

光電感測器 400 所具有的光電二極體 402 包括依次層疊的 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 402 的陽極的 p 型半導體膜 215 電連接。

光電感測器 400 所包括的導電膜 218 用作電晶體 403 的閘極電極且與導電膜 211 電連接。光電感測器 400 所包括的導電膜 219 用作電晶體 403 的源極電極和汲極電極中的一方。光電感測器 400 所包括的導電膜 220 用作電晶體 403 的源極電極和汲極電極中的另一方。光電感測器 400 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 400 所包括的導電膜 222 用作電晶體 404 的閘極電極且與導電膜 220 電連接。

光電感測器 400 所包括的導電膜 223 用作電晶體 404 的源極電極和汲極電極中的一方。光電感測器 400 所包括的導電膜 224 用作電晶體 404 的源極電極和汲極電極中的另一方以及電晶體 405 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 405 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 405 的閘極電極。光電感測器 400 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 18A 和 18B 中，光電感測器 400 所包括的導電膜 226 與用作信號線 11 (PR) 的導電膜 210 電連接。此外，光電感測器 400 所包括的導電膜 227 與用作信號線 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 上形成導電膜 221。

作為電晶體 403 的半導體層 250，較佳為使用氧化物半導體。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 402 電連接的電晶體 403。因此，藉由作為半導體層 250 使用氧化物半導體材料，可以提高光電感測器 400 的性能。另外，作為用於電晶體 404 和電晶體 405 的半導體

層也可以使用氧化物半導體。

另外，作為用於電晶體 404 和電晶體 405 的半導體層也可以使用非晶矽、微晶矽、多晶矽以及單晶矽等材料。藉由上述材料，可以構成遷移率高的電晶體。

另外，當電晶體 403 是底閘極型時，較佳為如圖 18B 所示那樣採用用作閘極電極的導電膜 218 與半導體層 250 完全重疊的結構。藉由採用該結構可以防止從基板 251 一側入射的光使半導體層 250 中的氧化物半導體劣化，因此可以防止引起電晶體 403 的特性劣化的諸如臨界電壓的漂移等。另外，藉由在電晶體 404 和電晶體 405 中採用上述結構，也可以得到同樣效果。

在此，當如圖 17A 所示那樣信號線 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信號線 12 (TX) 的信號線 13 (SE)。因為信號線 13 (SE) 與電晶體 405 的閘極電極電連接，所以當將信號線 13 (SE) 的一部分用作電晶體 405 的閘極電極時，一般在與電晶體 405 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信號線 13 (SE) 的信號線 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的電阻高。因此，信號線 12 (TX) 的電阻趨於高。

另一方面，在圖 17B 所示的結構中，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信號線 13 (SE) 不同的層中的

導電膜來形成信號線 12 (TX)。例如，如圖 18A 和 18B 所示那樣，可以使用形成在與形成構成光電感測器 400 的電晶體（電晶體 403、電晶體 404、電晶體 405 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 形成信號線 12 (TX)。可以在與構成光電感測器 400 的電晶體（電晶體 403、電晶體 404、電晶體 405 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 17A 所示的結構相比，可以降低信號線 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 8

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 19A 所示那樣，在基板 7060 的絕緣表面上使用已知的 CMOS 的製造方法形成光電二極體 7040 及 n 通道型電晶體 7050。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 7040 及 n 通道型電晶體 7050 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 7010 的基板 7060 以夾著該絕緣膜 7010 的方式彼此貼合。在使半導體基板與基板 7060 重合之後，對半導體基板及基板 7060 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 7010 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，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 7060 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 7020 及島狀半導體膜 7030。

光電二極體 7040 使用絕緣膜 7010 上的島狀半導體膜 7020 形成，而 n 通道型電晶體 7050 使用絕緣膜 7010 上的島狀半導體膜 7030 形成。此外，光電二極體 7040 是島狀半導體膜 7020 中具有 p 型的導電性的區域 7270、具有 i 型的導電性的區域 7280 以及具有 n 型的導電性的區域 7290 的橫向結型。此外，n 通道型電晶體 7050 包括閘極

電極 7070。n 通道型電晶體 7050 在島狀半導體膜 7030 中包括夾著與閘極電極 7070 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 7050 在島狀半導體膜 7030 和閘極電極 7070 之間包括絕緣膜 7080。在 n 通道型電晶體 7050 中，絕緣膜 7080 用作閘極絕緣膜。

另外，具有 i 型的導電性的區域 7280 是指一種區域，其中半導體膜中的賦予 p 型或 n 型的所包含的雜質濃度為 $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 以下，並且光傳導率為暗導電率的 400 倍以上。具有 i 型的導電性的區域 7280 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 7280 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 7280 呈現弱的 n 型導電性，因此具有 i 型的導電性的區域 7280 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 7060 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 7060 也採用具有透光性的材料。此外，可以用作基板 7060 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 7060，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，作為玻璃基板較佳為使用應變點為 730°C 以上的玻璃基板。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

能夠承受製程中的處理溫度，則可以被使用。

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 7040 及 n 通道型電晶體 7050 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 7010 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℃ 左右的高溫退火法的晶化法。

另外，如圖 19A 所示那樣，在將導電膜形成在絕緣膜 7080 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 7070 一起形成佈線 7110。

接著，如圖 19A 所示那樣，以覆蓋光電二極體 7040、n 通道型電晶體 7050、佈線 7110、閘極電極 7070 的方式形成絕緣膜 7120。另外，在本實施方式中，雖然例示出使用單層的絕緣膜 7120 的情況，但是絕緣膜 7120 不需要是單層，也可以層疊兩層以上的絕緣膜用作絕緣膜 7120。

絕緣膜 7120 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，較佳為使用氧化矽、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 7120。

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。

也可以藉由 CMP 法等使絕緣膜 7120 的表面平坦化。

接著，如圖 19A 所示那樣，在絕緣膜 7120 上形成閘極電極 7130。

作為閘極電極 7130 的材料，可以分別使用鉬、鈦、鉻、鉭、鎢、釹、釷等金屬材料、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，可以使用鉬、鈦、鉻、鉭、鎢、釹、釷等。

例如，作為具有兩層的疊層結構的閘極電極 7130，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、銅膜上層疊有氮化鈦膜或氮化鉭膜的兩層結構或者層疊氮化鈦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 7130，較佳為採用以鋁膜、鋁和矽的合金膜、鋁和鈦的合金膜或鋁和釹的合金膜為中間層且以鎢膜、氮化鎢膜、氮化鈦膜或鈦膜為上下層而層疊的結構。

此外，作為閘極電極 7130，也可以使用氧化銮、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鎵等具有透光性的氧化物導電膜。

閘極電極 7130 的厚度為 10nm 至 400nm，較佳為為 40nm 至 200nm。在本實施方式中，在藉由使用鎢靶材的濺射法形成厚度為 150nm 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 7130。另外，當形成了的閘極電極 7130 具有錐形形狀時，層疊在其上的閘極絕緣膜的覆蓋性能夠得到提高，因此是較佳的。另外，也可以藉由噴墨法形成光阻掩模。當藉由噴墨法形成光阻掩模時不使用光微影掩模，因此可以減少製造成本。

接著，如圖 19B 所示那樣，首先在閘極電極 7130 上形成閘極絕緣膜 7140，然後在閘極絕緣膜 7140 上的與閘極電極 7130 重疊的位置上形成氧化物半導體層 7150。

閘極絕緣膜 7140 藉由電漿 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 7140 較佳為儘量不包含水分、氫、氧等雜質。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）對介面能階及介面電荷非常敏感，所以高度純化了的氧化物半導體層

7150 與閘極絕緣膜 7140 之間的介面很重要。因此接觸於氧化物半導體層 7150 的閘極絕緣膜 7140 被要求高品質化。

例如，藉由 μ 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，可以降低介面能階，從而可以得到良好的介面特性。

當然，只要可以作為閘極絕緣膜 7140 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，藉由成膜後的加熱處理，也可以是使用其膜性質及與氧化物半導體層 7150 之間的介面特性得到改善的絕緣膜。無論在任何情況下，都採用如下絕緣膜即可：除了作為閘極絕緣膜的膜性質良好，還能夠降低閘極絕緣膜與氧化物半導體層之間的介面能階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諸如氧化矽膜、氧氮化矽膜等的閘極絕緣膜 7140。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，可以防止氛圍中的水分或氫等雜質或包含在基板內的鹼金屬、重金屬等雜質侵入到氧化物半導

體層中、閘極絕緣膜 7140 中或者氧化物半導體層與其他絕緣膜之間的介面及其附近。此外，藉由以接觸於氧化物半導體層的方式形成氮的含有比率低的絕緣膜諸如氧化矽膜、氮化矽膜等，可以防止阻擋性高的絕緣膜直接接觸於氧化物半導體層。

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（ 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（ SiO_x （ $x>0$ ）），來形成厚度為 400nm 的閘極絕緣膜 7140。閘極絕緣膜 7140 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閘極絕緣膜 7140，該閘極絕緣膜 7140 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 400nm 的氧化矽膜的結構。

另外，閘極絕緣膜 7140 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其特性受到壞影響，所以閘極絕緣膜 7140 較佳為不包含氫、羥基及水分。為了使閘極絕緣膜 7140 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 7130 的基板 7060 進行預熱，來使吸附到基板 7060 的水分或氫等雜質脫離而進行排氣。另外，預熱的溫度是 100℃ 以上且 400℃ 以下，較佳是 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。另外，也可以省略該預熱處理。

藉由將在閘極絕緣膜 7140 上形成的氧化物半導體膜加工為所希望的形狀可以形成氧化物半導體層 7150。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，更較佳為 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 7140 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氟、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膜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，可以具有鑼系元素的鑼（La）、鈾（Ce）、鐳（Pr）、釹（Nd）、釷（Sm）、鎔（Eu）、釷（Gd）、鉕（Tb）、鐳（Dy）、釹（Ho）、鉕（Er）、銩（Tm）、釷（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 類氧化物或與該組成相似的氧化物。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 類氧化物或與該組成相似的氧化物。

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流子濃度、雜質濃度、缺陷密度、金屬元素和氧的原子數比、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 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成分比為 $\text{In} : \text{Ga} : \text{Zn} = 1 : 1 : 0.5$ 、 $\text{In} : \text{Ga} : \text{Zn} = 1 : 1 : 1$ 或 $\text{In} : \text{Ga} : \text{Zn} = 1 : 1 : 2$ 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，邊去除處理室內的殘留水分邊引入被去除了氫及水分的濺射氣體，使用上述靶材在基板 7060 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，可以降低包含在形成的氧化物半導體膜中的雜質濃度。另外，可以減輕濺射所帶來的損傷。為了去除殘留在處理室中的水分，較佳為使用吸附型真空泵。例如，較佳為使用低溫泵、離子泵、鈦昇華泵。另外，作為排氣單元，也可以使用配備有冷阱的渦輪泵。在使用低溫泵對處理室進行排氣時，例如排出氫原子、水（ H_2O ）等的包含氫原子的化合物（更較佳的是，還包括包含碳原子的化合物）等，由此可以降低該處理室中形成的氧化物半導體膜所包含的雜質濃度。

作為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為 400mm，壓力為 0.6Pa，直流（DC）電源功率為 0.5kW，採用氧（氧流量比率為 100%）氛圍。另外，當使用脈衝直流（DC）電源時，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，所以是較佳的。

另外，為了使氧化物半導體膜中儘量不包含氫、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到閘極絕緣膜 7140 的基板 7060 進行預熱，來使吸附到基板 7060 的水分或氫等雜質脫離而進行排出。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為低溫泵。另外，也可以省略該預熱處理。此外，也可以在後面進行的絕緣膜 7220 的成膜之前對形成到導電膜 7200 及導電膜 7210 的基板 7060 也同樣地進行該預熱處理。

另外，作為用來形成氧化物半導體層 7150 的蝕刻，可以採用乾蝕刻和濕蝕刻中的一者或兩者。作為用於乾蝕刻的蝕刻氣體，較佳為使用包含氯的氣體（氯類氣體，例如，氯（ Cl_2 ）、三氯化硼（ BCl_3 ）、四氯化矽（ SiCl_4 ）、四氯化碳（ CCl_4 ）等）。另外，還可以使用包含氟的氣體（氟類氣體，例如四氟化碳（ CF_4 ）、六氟化硫（ SF_6 ）、三氟化氮（ NF_3 ）、三氟甲烷（ CHF_3 ）等）、溴化氫（ HBr ）、氧（ O_2 ）或對上述氣體添加了氦（ He ）或氬（ Ar ）等稀有氣體的氣體等。

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。以能夠蝕刻為所希望的加工形狀的方式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）。

作為用於濕蝕刻的蝕刻劑，可以使用混合了磷酸、醋酸和硝酸的溶液、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）。

藉由噴墨法也可以形成用來形成氧化物半導體層 7150 的光阻掩模。當藉由噴墨法形成光阻掩模時不使用光掩模，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 7150 及閘極絕緣膜 7140 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°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 7150 進行加熱處理。

藉由對氧化物半導體層 7150 進行加熱處理，可以使氧化物半導體層 7150 中的水分或氫脫離。明確而言，以 250°C 以上且 750°C 以下，較佳為以 400°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°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 Annealing : 氣體快速熱退火) 裝置、LRTA (Lamp Rapid Thermal Annealing : 燈快速熱退火) 裝置等的 RTA (Rapid Thermal Annealing : 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，較佳為在氮或氦、氖、氬等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氦、氖、氬等稀有氣體的純度設定為 6N (99.9999%) 以上，更佳為設定為 7N (99.99999%) 以上 (即，將雜質濃度設定為 1ppm 以下，較佳為設定為 0.1ppm 以下) 。

藉由上述製程，可以降低氧化物半導體層 7150 中的

氫濃度而實現高度純化。由此可以使氧化物半導體層 7150 穩定化。此外，藉由以玻璃轉變溫度以下的溫度進行加熱處理，可以形成具有極低載流子密度和寬能隙的氧化物半導體層 7150。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，藉由使用降低氫濃度且高度純化了的氧化物半導體層 7150，可以製造具有高耐壓性和截止電流極低的電晶體。只要在形成氧化物半導體膜之後，就可以進行上述加熱處理。

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板狀結晶被形成。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 軸都一致且成為與氧化物半導體膜的表面大致垂直地 c 軸配向的多晶體。注意，當氧化物半導體膜的基底表面具有凹凸時，板狀結晶成為多晶體。因此，氧化物半導體膜的基底表面較佳為盡可能平坦。

氧化物半導體膜處於單晶、多晶（也稱為 polycrystal）或非晶等狀態。

另外，氧化物半導體膜較佳為 CAAC-OS（C Axis Aligned Crystalline Oxide Semiconductor：c 軸配向結晶氧化物半導體）膜。CAAC-OS 膜不是完全的單晶，也不是完全的非晶。CAAC-OS 膜是在非晶相中具有結晶部及非晶部的結晶-非晶混合相結構的氧化物半導體膜。另

外，在很多情況下該結晶部分的尺寸為能夠容納於一個邊長小於 100nm 的立方體的尺寸。另外，在使用透射電子顯微鏡（TEM:Transmission Electron Microscope）觀察到的影像中，包括在 CAAC-OS 膜中的非晶部與結晶部的邊界不明確。另外，利用 TEM 在 CAAC-OS 膜中觀察不到晶界（grain boundary）。因此，在 CAAC-OS 膜中，起因於晶界的電子遷移率的降低得到抑制。

包括在 CAAC-OS 膜中的結晶部的 c 軸在平行於 CAAC-OS 膜的被形成面的法線向量或表面的法線向量的方向上一致，在從垂直於 ab 面的方向看時具有三角形或六角形的原子排列，且在從垂直於 c 軸的方向看時，金屬原子排列為層狀或者金屬原子和氧原子排列為層狀。另外，在不同結晶部之間 a 軸與 b 軸的方向也可以不同。在本說明書中，當只記載“垂直”時，包括 85°以上且 95°以下的範圍。另外，當只記載“平行”時，包括 -5°以上且 5°以下的範圍。

另外，在 CAAC-OS 膜中，結晶部的分佈也可以不均勻。例如，在 CAAC-OS 膜的形成過程中，在從氧化物半導體膜的表面一側進行結晶生長時，與被形成面近旁相比，有時在表面近旁結晶部所占的比例高。另外，藉由對 CAAC-OS 膜添加雜質，有時在該雜質添加區中結晶部產生非晶化。

因為包括在 CAAC-OS 膜中的結晶部的 c 軸在平行於 CAAC-OS 膜的被形成面的法線向量或表面的法線向量的

方向上一致，所以有時根據 CAAC-OS 膜的形狀（被形成面的剖面形狀或表面的剖面形狀）朝向彼此不同的方向。另外，結晶部的 c 軸方向是平行於形成 CAAC-OS 膜時的被形成面的法線向量或表面的法線向量的方向。結晶部藉由進行成膜或進行成膜後的加熱處理等的晶化處理來形成。

在使用 CAAC-OS 膜的電晶體中，因照射可見光或紫外光而產生的電特性變動小。因此，該電晶體的可靠性高。

另外，構成氧化物半導體膜的氧的一部分也可以用氮取代。

接著，藉由對絕緣膜 7080、絕緣膜 7120 及閘極絕緣膜 7140 的一部分進行蝕刻，形成到達島狀半導體膜 7020、島狀半導體膜 7030 及佈線 7110 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 7150 的方式形成導電膜之後，藉由蝕刻等對該導電膜進行構圖，由此如圖 19C 所示那樣形成用作源極電極、汲極電極或佈線的導電膜 7160、導電膜 7170、導電膜 7180、導電膜 7190、導電膜 7200 以及導電膜 7210。

另外，導電膜 7160 及導電膜 7170 接觸於島狀半導體膜 7020。導電膜 7180 及導電膜 7190 接觸於島狀半導體膜 7030。導電膜 7200 接觸於佈線 7110 及氧化物半導體層 7150。導電膜 7210 接觸於氧化物半導體層 7150。

作為導電膜 7160、導電膜 7170、導電膜 7180、導電

膜 7190、導電膜 7200 以及導電膜 7210 的材料，可以舉出選自鋁、鉻、銅、鉍、鈦、鉬、鎢中的元素、以上述元素為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、鉍、鈦、鉬、鎢等的高熔點金屬膜的結構。此外，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，可以使用鉍、鈦、鉻、鉍、鎢、釹、釷等。

此外，導電膜 7160、導電膜 7170、導電膜 7180、導電膜 7190、導電膜 7200 以及導電膜 7210 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 7160、導電膜 7170、導電膜 7180、導電膜 7190、導電膜 7200 以及導電膜 7210 的導電膜。作為導電金屬氧化物，可以使用氧化銦、氧化錫、氧化鋅、氧化銦氧化錫、氧化銦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承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 7150 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，有時對島狀氧化物半導體層 7150 的露出部中的一部分進行蝕刻而形成槽部（凹部）。

在本實施方式中，作為導電膜使用鈦膜。因此，可以使用包含氮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 7150 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 的體積比混合了 31wt%的過氧化氫水、28wt%的氨水和水的溶液。或者，也可以使用包含氯（ Cl_2 ）、三氯化硼（ BCl_3 ）等的氣體對導電膜進行乾蝕刻。

另外，為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模來進行蝕刻製程，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模成為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，因此可以用於加工為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模。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，所以可以實現製程的簡化。

接著，進行使用 N_2O 、 N_2 或 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 7150 表面上的水等。此外，也可以使用氧和氫的混合氣體進行電漿處理。

另外，在進行電漿處理之後，如圖 19C 所示那樣，以覆蓋導電膜 7160、導電膜 7170、導電膜 7180、導電膜

7190、導電膜 7200、導電膜 7210 以及氧化物半導體層 7150 的方式形成絕緣膜 7220。絕緣膜 7220 較佳為儘量不包含水分、氫、氧等雜質，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 7220 中包含氫時，該氫侵入到氧化物半導體層中或者該氫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，為了使絕緣膜 7220 成為儘量不包含氫的膜，在成膜方法中不使用氫。絕緣膜 7220 較佳為使用阻擋性高的材料。例如，作為阻擋性高的絕緣膜，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 7150 的一側。然後，以隔著氮的含有比率低的絕緣膜與導電膜 7160、導電膜 7170、導電膜 7180、導電膜 7190、導電膜 7200、導電膜 7210 以及氧化物半導體層 7150 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 7150 中、閘極絕緣膜 7140 中或氧化物半導體層 7150 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 7150 的方式形成氮的比率低的絕緣膜諸如氧化矽膜、氧氮化矽膜等，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 7150。

在本實施方式中，形成絕緣膜 7220，該絕緣膜 7220 具有在藉由濺射法形成的厚度為 200nm 的氧化矽膜上層疊藉由濺射法形成的厚度為 100nm 的氮化矽膜的結構。將成膜時的基板溫度設定為室溫以上且 300℃ 以下即可。在本實施方式中，將成膜時的基板溫度設定為 100℃。

另外，也可以在形成絕緣膜 7220 之後進行加熱處理。在氮、超乾燥空氣或稀有氣體（氬、氦等）的氛圍下，較佳為以 200℃ 以上且 400℃ 以下，例如以 250℃ 以上且 350℃ 以下的溫度進行該加熱處理。較佳的是，上述氣體的含水量為 20ppm 以下，較佳為 1ppm 以下，更較佳為 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 7160、導電膜 7170、導電膜 7180、導電膜 7190、導電膜 7200 以及導電膜 7210 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 7220 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 7150 中產生氧缺陷，也可以從絕緣膜 7220 向氧化物半導體層 7150 供應氧。藉由對氧化物半導體層 7150 供應氧，可以減少氧化物半導體層 7150 中的成為施體的氧缺陷。在氧化物半導體層 7150 中，較佳為包含超過化學計量組成的氧。其結果，可以使氧化物半導體層 7150 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

的時序只要在形成絕緣膜 7220 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 7150 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 7150 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 7150 中的成為施體的氧缺陷。加熱處理的溫度例如是 100℃ 以上且低於 350℃，較佳為是 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，較佳為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，更佳為設定為 7N（99.99999%）以上（即，將氧中的雜質濃度設定為 1ppm 以下，較佳為設定為 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 7150 添加氧來減少成為施體的氧缺陷。例如，可以將利用 2.45GHz 的微波電漿化了的氧添加到氧化物半導體層 7150 中。

另外，藉由在絕緣膜 7220 上形成導電膜之後對該導電膜進行構圖，也可以在與氧化物半導體層 7150 重疊的位置上形成背閘極電極。當形成背閘極電極時，較佳為以覆蓋背閘極電極的方式形成絕緣膜。可以使用與閘極電極 7130、導電膜 7160、導電膜 7170、導電膜 7180、導電膜 7190、導電膜 7200 以及導電膜 7210 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模，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 7240。

電晶體 7240 包括閘極電極 7130、閘極電極 7130 上的閘極絕緣膜 7140、閘極絕緣膜 7140 上的與閘極電極 7130 重疊的氧化物半導體層 7150 以及形成在氧化物半導體層 7150 上的一對導電膜（導電膜 7200 以及導電膜 7210）。再者，電晶體 7240 也可以包括絕緣膜 7220 作為其構成要素。圖 19C 所示的電晶體 7240 具有通道蝕刻結構，其中在導電膜 7200 和導電膜 7210 之間氧化物半導體層 7150 的一部分被蝕刻。

另外，作為電晶體 7240 使用單閘結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，也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 7150 的絕緣膜（在本實施方式中，相當於閘極絕緣膜 7140 以及絕緣膜 7220）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，

可以保持與氧化物半導體層的良好介面狀態。

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。

另外，作為接觸於氧化物半導體層 7150 的絕緣膜，可以使用包含氧的無機材料（氧化矽、氧氮化矽、氮氧化矽等）。藉由將包含氧的無機材料用於絕緣膜，即使因用來減少水分或氫的加熱處理而產生氧缺陷，也可以從絕緣膜向氧化物半導體層供應氧而減少成為施體的氧缺陷。

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，較佳為使用該材料。

此外，作為接觸於氧化物半導體層 7150 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等包含多於化學計量組成的氧的絕緣材料。氧摻雜是指對塊體 (bulk) 添加氧。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，氧摻雜包括將電漿化了的氧添加到塊體中的氧電漿摻雜。另外，也可以使用離子植入法或離子摻雜法進行氧摻雜。

例如，當作為接觸於氧化物半導體層 7150 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，可以將氧化鎵的組成設定為 Ga_2O_x ($X=3+\alpha$, $0<\alpha<1$)。

此外，作為接觸於氧化物半導體層 7150 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，可以將氧化鋁的組成設定為 Al_2O_x ($X=3+\alpha$, $0<\alpha<1$)。

此外，作為接觸於氧化物半導體層 7150 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，可以將氧化鎵鋁 (氧化鋁鎵) 的組成設定為 $Ga_xAl_{2-x}O_{3+\alpha}$ ($0<X<2$, $0<\alpha<1$)。

藉由進行氧摻雜，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和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 7150 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 7150 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 7150 的結構，可以進一步提高上述效果。

此外，用於氧化物半導體層 7150 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，接觸與氧化物半導體層 7150 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 7150 的上層形成組成為 Ga_2O_x ($x=3+\alpha$, $0<\alpha<1$) 的氧化鎵，並在其上形成組成為 $\text{Ga}_x\text{Al}_{2-x}\text{O}_{3+\alpha}$ ($0<x<2$, $0<\alpha<1$) 的氧化鎵鋁（氧化鋁鎵）。此外，既可以採用作為位於氧化物半導體層 7150 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，又可以採用作為氧化物半導體層 7150 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 7040 可以用作圖 3 以及圖 17A 和 17B 等所示的光電二極體 402。n 通道型電晶體 7050 可以用作圖 3 以及圖 17A 和 17B 等所示的電晶體 404、電晶體 405。電晶體 7240 可以用作圖 3 以及圖 17A 和 17B 等所示的電晶體 403。此外，電晶體 7240 還可以用作圖 3 以及圖 17A 和 17B 等所示的電晶體 404、電晶體 405。

本實施方式可以與上述實施方式組合而實施。

實施方式 9

在本實施方式中，說明具有與實施方式 8 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 20A 所示的光電感測器與實施方式 8 同樣包括光電二極體 7040 及 n 通道型電晶體 7050。而且，在圖 20A 中，在光電二極體 7040 及 n 型電晶體 7050 上形成有通道保護結構的底閘極型電晶體 7240a。

電晶體 7240a 包括：形成在絕緣膜 7120 上的閘極電極 7300；閘極電極 7300 上的閘極絕緣膜 7310；在閘極絕緣膜 7310 上與閘極電極 7300 重疊的氧化物半導體層 7320；形成在氧化物半導體層 7320 上的與閘極電極 7300 重疊的位置中的通道保護膜 7330；形成在氧化物半導體層 7320 上的導電膜 7340 及導電膜 7350。再者，在電晶體 7240a 的構成要素中還可以包括形成在導電膜 7340、導電膜 7350 及通道保護膜 7330 上的絕緣膜 7360。

藉由設置通道保護膜 7330，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 7320 中的
成為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 7240a 的可靠性。

通道保護膜 7330 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 7330 可以利用電漿 CVD 法或熱 CVD 法等的气相生長法或者濺射法形成。在形成通道保護膜 7330 之後，對通道保護膜 7330 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光微影形成的掩模蝕刻加工，來形成通道保護膜 7330。

藉由將包含氧的無機材料用於通道保護膜 7330，即使因用來減少水分或氫的加熱處理而在氧化物半導體層 7320 中產生氧缺陷，也可以從通道保護膜 7330 對氧化物半導體層 7320 供應氧來減少成為施體的氧缺陷。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 7240a 的電特性的不均勻，來提高電特性。

與實施方式 8 同樣，圖 20B 所示的光電感測器包括光電二極體 7040 及 n 通道型電晶體 7050。而且，在圖 20B 中，光電二極體 7040 及 n 通道型電晶體 7050 上形成有底接觸型電晶體 7240b。

電晶體 7240b 包括：形成在絕緣膜 7120 上的閘極電極 7410；閘極電極 7410 上的閘極絕緣膜 7420；閘極絕緣膜 7420 上的導電膜 7430、導電膜 7440；隔著閘極絕緣膜 7420 與閘極電極 7410 重疊的氧化物半導體層 7450。再

者，在電晶體 7240b 的構成要素中也可以包括形成在氧化物半導體層 7450 上的絕緣膜 7460。

另外，圖 20A、20B 所示的電晶體 7240a、電晶體 7240b 還可以包括背閘極電極。

與實施方式 8 同樣，圖 20C 所示的光電感測器包括光電二極體 7040 及 n 通道型電晶體 7050。而且，在圖 20C 中，光電二極體 7040 及 n 通道型電晶體 7050 上形成有頂接觸型電晶體 7240c。

電晶體 7240c 包括：形成在絕緣膜 7120 上的氧化物半導體層 7550；氧化物半導體層 7550 上的導電膜 7530 及導電膜 7540；氧化物半導體層 7550、導電膜 7530 及導電膜 7540 上的閘極絕緣膜 7520；隔著閘極絕緣膜 7520 與氧化物半導體層 7550 重疊的閘極電極 7510。再者，在電晶體 7240c 的構成要素中也可以包括形成在閘極電極 7510 上的絕緣膜 7560。

與實施方式 8 同樣，圖 20D 所示的光電感測器包括光電二極體 7040 及 n 通道型電晶體 7050。而且，在圖 20D 中，光電二極體 7040 及 n 通道型電晶體 7050 上形成有頂接觸型電晶體 7240d。

電晶體 7240d 包括：形成在絕緣膜 7120 上的導電膜 7630 及導電膜 7640；導電膜 7630 及導電膜 7640 上的氧化物半導體層 7650；氧化物半導體層 7650、導電膜 7630 及導電膜 7640 上的閘極絕緣膜 7620；隔著閘極絕緣膜 7620 與氧化物半導體層 7650 重疊的閘極電極 7610。再

者，在電晶體 7240d 的構成要素中也可以包括形成在閘極電極 7610 上的絕緣膜 7660。

光電二極體 7040 可以用作圖 3 以及圖 17A 和 17B 等所示的光電二極體 402。n 通道型電晶體 7050 可以用作圖 3 以及圖 17A 和 17B 等所示的電晶體 404、電晶體 405。電晶體 7240a 至電晶體 7240d 分別可以用作圖 3 以及圖 17A 和 17B 等所示的電晶體 403。此外，電晶體 7240a 至電晶體 7240d 還分別可以用作圖 3 以及圖 17A 和 17B 等所示的電晶體 404、電晶體 405。

本實施方式可以與上述實施方式組合而實施。

實施方式 10

在本實施方式中，更詳細地說明實施方式 3 所示的相鄰的光電感測器 700_n 及光電感測器 700_(n+1) 的結構。參照圖 21 說明包括配置為 m 行 k 列的矩陣狀的光電感測器的影像拍攝裝置的結構的一個例子，參照圖 22 說明與圖 21 的結構不同的結構的一個例子。

圖 21 示出相鄰的列中的光電感測器 700_n 和光電感測器 700_(n+1) 檢測來自拍攝對象的同一個點的反射光的例子。圖 22 示出相鄰的行中的光電感測器 700_n 和光電感測器 700_(n+1) 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 21 中，多個光電感測器配置為 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 700_n 和光電感測器 $700_ (n+1)$ 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 700_n 和光電感測器 $700_ (n+1)$ 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 700_n (第一行的光電感測器 700_n 至第 m 行的光電感測器 700_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 $700_ (n+1)$ (第一行的光電感測器 $700_ (n+1)$ 至第 m 行的光電感測器 $700_ (n+1)$) 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 700_n (第一行的光電感測器 700_n 至第 m 行的光電感測器 700_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 700_n（第一行的光電感測器 700_n 至第 m 行的光電感測器 700_n）電連接，第 n 列的光電感測器基準信號線（表示為 15_n）也與第 n 列的光電感測器 700_n（第一行的光電感測器 700_n 至第 m 行的光電感測器 700_n）電連接。

此外，第 (n+1) 列的光電感測器 700_(n+1)（第一行的光電感測器 700_(n+1) 至第 m 行的光電感測器 700_(n+1)）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_(n+1)）與第 (n+1) 列的光電感測器 700_(n+1)（第一行的光電感測器 700_(n+1) 至第 m 行的光電感測器 700_(n+1)）電連接。第 (n+1) 列的光電感測器基準信號線（表示為 15_(n+1)）也與第 (n+1) 列的光電感測器 700_(n+1)（第一行的光電感測器 700_(n+1) 至第 m 行的光電感測器 700_(n+1)）電連接。

在圖 21 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_n，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_(n+1)。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_n，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_(n+1)。

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 21 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量，可以簡化驅動配置為 m 行 k 列的矩陣狀的光電感測器的驅動電路。

接著，參照圖 22 說明包括配置為 m 行 k 列的矩陣狀的光電感測器的影像拍攝裝置的與圖 21 的結構不同的結構的一個例子。在圖 22 中，多個光電感測器配置為 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，在第一列的相鄰的光電感測器 700_n 和光電感測器 700_(n+1) 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 700_n 及光電感測器 700_(n+1) 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 700_n (第一列的光電感測器 700_n 至第 k 列的光電感測器 700_n) 與多個信號線 11_n (第一列的 11_n 至第 k 列的 11_n) 中的任一個、多個信號線 12_n (第一列的 12_n 至第 k 列的 12_n) 中的任一個以及多個光電感測器輸出信號線 16_n (第一列的 16_n 至

第 k 列的 16_n) 中的任一個電連接。

此外，第 $(n+1)$ 行的光電感測器 $700_ (n+1)$ (第一列的光電感測器 $700_ (n+1)$ 至第 k 列的光電感測器 $700_ (n+1)$) 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 700_n (第一列的光電感測器 700_n 至第 k 列的光電感測器 700_n) 共同使用信號線 13_n 。此外，第 $(n+1)$ 行的光電感測器 $700_ (n+1)$ (第一行的光電感測器 $700_ (n+1)$ 至第 k 列的光電感測器 $700_ (n+1)$) 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 700_n (第一列的光電感測器 700_n 至第 k 列的光電感測器 700_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 $700_ (n+1)$ (第一列的光電感測器 $700_ (n+1)$ 至第 k 列的光電感測器 $700_ (n+1)$) 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 22 所示那樣，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 22 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量，可以簡化驅動配置為 m 行 k 列的矩陣狀的光電感測器的驅動電路。

另外，光電感測器 700_n、光電感測器 700_(n+1) 的結構與上面所示的光電感測器 400 的結構同樣，所以可以參照圖 18A 和 18B 作為上述光電感測器的俯視圖及剖面圖。

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 11

在本實施方式中，參照圖 23A 和 23B 說明將影像拍攝裝置所具有的光電感測器配置為矩陣狀的結構的一個例子。另外，光電感測器的結構及驅動方法可以參照實施方式 4。

在圖 23A 中，多個光電感測器 800 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。圖 23A 示出各行的光電感測器 800 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) 中的任一個電連接的例子。圖 23A 示出各列的光電感測器 800 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) 中的任一個電連接的例子。

在圖 23A 和 23B 中, 各行的光電感測器 800 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 800 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，雖然在圖 23A 和 23B 中示出了各行光電感測器 800 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 800 也可以共同使用信號線 15（光電感測器基準信號線）。

此外，圖 23B 示出第一光電感測器 800A 中的第一光電二極體 802A（802A_1 至 802A_n）的配置及第二光電感測器 800B 中的第二光電二極體 802B（802B_1 至 802B_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 802A（802A_1 至 802A_n）中。因此，由該檢測對象反射的光包括：來自光源的光和自然光的一者或兩者照射到檢測對象，由該檢測對象反射該光，然後入射到第一光電二極體 802A 中的可見光；從光源對檢測對象照射光，由該檢測對象反射該光，然後入射到第二光電二極體 802B 中的紅外光。

為可見光電感測器的第一光電二極體 802A 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 802A（802A_1 至 802A_n）主要吸收可見光，並利用第二光電二極體 802B（802B_1 至 802B_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 802B 中的可見光。因此，可以將第一光電感測器 800A 用於利用可見光的二維拍攝，並將第二光電感測器 800B 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，重疊地設置可見光電感測器的第一光電感測器 800A 及紅外光電感測器的第二光電感測器 800B，所以在影像拍攝裝置中可以減少光電感測器 800 的佔有面積。其結果，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 12

在本實施方式中，圖 24 示出圖 3 及圖 4 所示的光電感測器的俯視圖。圖 25A 和 25B 分別示出沿圖 24 的鏈式線 A1-A2 及 A3-A4 的剖面圖和沿圖 24 的鏈式線 B1-B2 的剖面圖。

以下，對圖 25A 進行說明。在圖 25A 中，在透光基板 880 上設置有遮光層 831 及基底膜 832。在遮光層 831 上，隔著基底膜 832 設置有第二光電二極體 802B 中的 p 型半導體區域 883 及 i 型半導體區域 884。在與構成第二光電二極體 802B 中的 p 型半導體區域 883 及 i 型半導體區域 884 的半導體層相同的層中，設置有構成第一電晶體 804B 的半導體層的 n 型半導體區域 885 及 i 型半導體區域 886。與此同樣，在與構成第二光電二極體 802B 中的 p 型半導體區域 883 及 i 型半導體區域 884 的半導體層相同的層中，設置有構成第二電晶體 805B 的半導體層的 n 型半

導體區域 887 及 i 型半導體區域 888。與此同樣，在與構成第二光電二極體 802B 中的 p 型半導體區域 883 及 i 型半導體區域 884 的半導體層相同的層中，設置有構成第三電晶體 803A 的半導體層的 n 型半導體區域 889。

另外，透光基板 880 較佳為由透射可見光及紅外光的材料構成的基板。例如，可以使用透射可見光及紅外光的塑膠基板或透射可見光及紅外光的玻璃基板。

另外，遮光層 831 是為防止來自背光的紅外光及可見光入射到第一光電二極體 802A 及第二光電二極體 802B 而設置的。遮光層 831 藉由如下方法而形成：使用能夠遮擋紅外光及可見光的鋁或鉻等金屬材料藉由濺射法、CVD 法或塗敷法形成膜，然後，使用光微影法、蝕刻法對該膜進行加工，來形成遮光層 831。另外，遮光層 831 較佳為不僅設置在與第二光電二極體 802B 重疊的區域中而且還設置在與構成電晶體 803、804 以及 805 的各自半導體層重疊的區域中。藉由利用遮光膜對各電晶體的半導體層進行遮光，可以防止由來自背光的紅外光及可見光的入射導致的電晶體的臨界電壓的偏移等特性劣化。另外，作為背光的結構，可以使用能夠從透光基板 880 一側發射紅外光和可見光的光源。作為背光的具體結構，可以採用將發射紅外光的發光二極體和發射可見光的發光二極體排列而配置的結構。

這裏，為了使用來檢測出光的可見光及紅外光入射到第一光電二極體 802A 及第二光電二極體 802B，將背光設

置在透光基板 880 一側。另外，也可以將發射紅外光的發光二極體另外設置在對置基板一側。

另外，基底膜 832 防止透光基板 880 中所含有的 Na 等鹼金屬或鹼土金屬擴散到第二光電二極體 802B 中而影響到其特性。藉由使用 CVD 法或濺射法等並且使用氧化矽、氮化矽、氧氮化矽或氮氧化矽等具有透光性及絕緣性的材料以單層或疊層形成基底膜 832。另外，基底膜 832 的表面的平坦性較佳為高。這是為了防止形成第二光電二極體 802B 的半導體層時的形成故障。

另外，作為第二光電二極體 802B 的半導體層，可以使用多晶矽等結晶矽。在由具有結晶矽的半導體層構成的第二光電二極體 802B 中，p 型半導體區域 883、i 型半導體區域 884 以及 n 型半導體區域（未圖示）設置在與透光基板 880 平行的方向上。另外，作為構成電晶體 803、804 以及 805 的各自半導體層，也使用多晶矽等結晶矽而設置 n 型半導體區域、i 型半導體區域以及 n 型半導體區域。第二光電二極體 802B 及各電晶體的半導體層藉由如下方法而形成：使用光微影法、蝕刻法對所形成的結晶矽進行加工，接著，先使用光微影法形成掩模再使用離子植入法或離子摻雜法形成 p 型或 n 型雜質區域。

另外，作為第二光電二極體 802B 的半導體層，可以藉由接合、剝離方法而使用單晶矽等結晶矽。首先，將氫離子（ H^+ 、 H_2^+ 、 H_3^+ 等）或者氫離子及氮離子添加到諸如矽晶圓的半導體晶圓，以在該半導體晶圓中形成脆化層。

將該半導體晶圓接合到基底膜 832 上並且藉由熱處理使其沿著脆化層分離以形成基底膜 832 上的半導體層。從半導體晶圓的表面到脆性層的深度對應於半導體層的厚度；因此，半導體層的厚度可以藉由控制添加氫離子等的條件來調整。

另外，在圖 24 和圖 25A 中，在第二光電二極體 802B 中的半導體層、第一電晶體 804B 的半導體層、第二電晶體 805B 的半導體層以及第三電晶體 803A 的半導體層上設置有絕緣層 810。在 i 型半導體區域 886 上，隔著絕緣層 810 設置有形成在與傳遞控制線 807 及電源線 808 相同的層中的閘極電極 811。在 i 型半導體區域 888 上，隔著絕緣層 810 設置有形成在與傳遞控制線 807 及電源線 808 相同的層中的閘極電極 812。在絕緣層 810 上，設置有形成在與傳遞控制線 807 相同的層中的電源線 808。

絕緣層 810 防止來自外部的諸如 Na 的鹼金屬或鹼土金屬擴散到第二光電二極體 802B 而影響到其特性。絕緣層 810 藉由電漿 CVD 法、濺射法等使用如下膜的單層或疊層而形成：氧化矽膜、氧氮化矽膜、氮氧化矽膜、有機樹脂膜等具有透光性及絕緣性的材料的膜。

另外，形成在與閘極電極 811 及 812 相同的層中的各種佈線可以使用具有導電性的金屬材料而形成。作為具有導電性的金屬材料，可以使用鉬、鈦、鉻、鉭、鎢、鋁、銅、鈹、鈳等的金屬材料或以這些金屬材料為主要成分的合金材料，以單層或疊層形成各種佈線。各種佈線藉由濺

射法或真空蒸鍍法形成。

另外，在圖 24 和圖 25A 中，在絕緣層 810、閘極電極 811、閘極電極 812 以及電源線 808 上設置有絕緣層 813。在 n 型半導體區域 885 與 n 型半導體區域 887 之間，隔著絕緣層 810 及絕緣層 813 設置有形成在與第一輸出信號線 840A 和第二輸出信號線 840B 相同的層中的導電層 814。在 n 型半導體區域 887 上，隔著絕緣層 810 及絕緣層 813 設置有第二輸出信號線 840B。在 n 型半導體區域 885 與電源線 808 之間，隔著絕緣層 810 及絕緣層 813 設置有形成在與第一輸出信號線 840A 和第二輸出信號線 840B 相同的層中的導電層 815。在 p 型半導體區域 883 上，隔著絕緣層 810 及絕緣層 813 設置有形成在與第一輸出信號線 840A 和第二輸出信號線 840B 相同的層中的導電層 816。在 n 型半導體區域 889 上，隔著絕緣層 810 及絕緣層 813 設置有形成在與第一輸出信號線 840A 和第二輸出信號線 840B 相同的層中的導電層 817。

絕緣層 813 藉由電漿 CVD 法、濺射法等使用如下膜的單層或疊層而形成：氧化矽膜、氧氮化矽膜、氮氧化矽膜、有機樹脂膜等具有透光性及絕緣性的材料的膜。

另外，導電層 814 至導電層 817 藉由使用濺射法或真空蒸鍍法以鉬、鈦、鉻、鉭、鎢、鋁、銅、鈳等的金屬、這些金屬為主要成分的合金材料或氧化銦等導電金屬氧化物等以單層或疊層而形成。

另外，在圖 25A 中，在絕緣層 813 及導電層 816 上設

置有第一光電二極體 802A 中的 p 型半導體區域 818、i 型半導體區域 819 以及 n 型半導體區域 820。另外，第一光電二極體 802A 中的 p 型半導體區域 818 設置為其端部重疊於導電層 816 上。

另外，作為第一光電二極體 802A 的半導體層，可以使用非晶矽。在由具有非晶矽的半導體層構成的第一光電二極體 802A 中，p 型半導體區域 818、i 型半導體區域 819 以及 n 型半導體區域 820 在與透光基板 880 垂直的方向上層疊。

p 型半導體區域 818 由包含賦予 p 型的雜質元素的非晶矽形成。使用包含屬於週期表中的第 13 族的雜質元素（例如，硼（B））的半導體材料氣體藉由電漿 CVD 法來形成 p 型半導體區域 818。作為半導體材料氣體，可以使用矽烷（ SiH_4 ）。或者，可以使用 Si_2H_6 、 SiH_2Cl_2 、 SiHCl_3 、 SiCl_4 或 SiF_4 等。p 型半導體區域 818 的厚度較佳為 10nm 以上 50nm 以下。

i 型半導體區域 819 由非晶矽形成。藉由電漿 CVD 法使用半導體材料氣體形成非晶矽膜來形成 i 型半導體區域 819。作為半導體材料氣體，可以使用矽烷（ SiH_4 ）。或者，可以使用 Si_2H_6 、 SiH_2Cl_2 、 SiHCl_3 、 SiCl_4 或 SiF_4 等。i 型半導體區域 819 的厚度較佳為 880nm 以上 8000nm 以下。

n 型半導體區域 820 由包含賦予 n 型的雜質元素的非晶矽形成。使用包含屬於週期表中的第 15 族的雜質元素

（例如，磷（P））的半導體材料氣體藉由電漿 CVD 法來形成 n 型半導體區域 820。作為半導體材料氣體，可以使用矽烷（ SiH_4 ）。或者，可以使用 Si_2H_6 、 SiH_2Cl_2 、 SiHCl_3 、 SiCl_4 或 SiF_4 等。n 型半導體區域 820 的厚度較佳為 20nm 以上 880nm 以下。

另外，在圖 25A 中，在第一光電二極體 802A、第二輸出信號線 840B、導電層 814、導電層 815、導電層 816 以及導電層 817 上設置有絕緣層 821。在 n 型半導體區域 820 與導電層 817 之間，隔著絕緣層 821 設置有形成在與用作像素電極的導電層相同的層中的導電層 822。

絕緣層 821 藉由電漿 CVD 法、濺射法等使用如下膜的單層或疊層而形成：氧化矽膜、氮化矽膜、氮氧化矽膜、有機樹脂膜等具有透光性及絕緣性的材料的膜。另外，絕緣層 821 較佳為其表面平坦的絕緣層。

導電層 822 只要是具有透光性的導電層，即可，並且使用如下材料形成：例如，氧化銦錫（ITO）、含有氧化矽的氧化銦錫（ITSO）或氧化銦鋅（IZO）。

以下，對圖 25B 進行說明。在圖 25B 所示的剖面圖中，在透光基板 880 上設置有遮光層 831 及基底膜 832。在遮光層 831 上，隔著基底膜 832 設置有第二光電二極體 802B 中的 p 型半導體區域 883、i 型半導體區域 884 以及 n 型半導體區域 823。

另外，在圖 25B 中，在第二光電二極體 802B 中的半導體層上設置有絕緣層 810。在絕緣層 810 上，設置有形

成在與傳遞控制線 807 相同的層中的電源線 808。

另外，在圖 24 和圖 25B 中，在絕緣層 810 及電源線 808 上設置有絕緣層 813。在 p 型半導體區域 883 上，隔著絕緣層 810 及絕緣層 813 設置有形成在與第一輸出信號線 840A 和第二輸出信號線 840B 相同的層中的導電層 816。在 n 型半導體區域 823 上，隔著絕緣層 810 及絕緣層 813 設置有形成在與第一輸出信號線 840A 和第二輸出信號線 840B 相同的層中的導電層 824。

另外，在圖 25B 中，在絕緣層 813 及導電層 816 上設置有第一光電二極體 802A 中的 p 型半導體區域 818、i 型半導體區域 819 以及 n 型半導體區域 820。另外，第一光電二極體 802A 中的 p 型半導體區域 818 設置為其端部重疊於導電層 816 上。

另外，在圖 25B 所示的剖面圖中，在第一光電二極體 802A、導電層 816 以及導電層 824 上設置有絕緣層 821。

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 1A 和 1B 是說明動作識別裝置的圖；

圖 2 是說明動作識別裝置的圖；

圖 3 是說明實施方式 2 的光電感測器的圖；

圖 4 是說明實施方式 2 的光電感測器的時序圖的圖；

圖 5 是說明實施方式 2 的光電感測器的時序圖的圖；

圖 6 是說明實施方式 3 的光電感測器的圖；

圖 7 是說明實施方式 3 的光電感測器的時序圖的圖；

圖 8 是說明實施方式 3 的光電感測器的時序圖的圖；

圖 9A 和 9B 是說明實施方式 4 的光電感測器的圖；

圖 10A 和 10B 是說明實施方式 4 的光電感測器的圖；

圖 11 是說明實施方式 4 的光電感測器的時序圖的圖；

圖 12 是說明實施方式 4 的光電感測器的時序圖的圖；

圖 13 是說明讀出電路的圖；

圖 14A 至 14D 是說明動作識別裝置的一個例子的圖；

圖 15A 和 15B 是說明動作識別裝置的一個例子的圖；

圖 16A 和 16B 是說明動作識別裝置的一個例子的圖；

圖 17A 和 17B 是配置為矩陣狀的多個光電感測器的電路圖；

圖 18A 和 18B 分別是光電感測器的俯視圖和剖面圖；

圖 19A 至 19C 是光電感測器的剖面圖；

圖 20A 至 20D 是光電感測器的剖面圖；

圖 21 是配置為矩陣狀的多個光電感測器的電路圖；

圖 22 是配置為矩陣狀的多個光電感測器的電路圖；

圖 23A 和 23B 是配置為矩陣狀的多個光電感測器的電路圖；

圖 24 是光電感測器的俯視圖；

圖 25A 和 25B 是光電感測器的剖面圖。

【主要元件符號說明】

1：發信號碼

2：發信號碼

3：發信號碼

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：動作識別裝置

101：影像拍攝裝置

102：影像處理裝置

103：資訊處理裝置

104：影像資料

105：輸出資料

110：影像記憶部

111：記憶部

112：記憶部

- 113：記憶部
- 114：記憶部
- 115：物體資料檢測部
- 116：動作資料檢測部
- 117：輸出控制部
- 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：半 導 體 層

251：基 板

281：絕 緣 膜

282：絕 緣 膜

301：步 驟

302：步 驟

303：步 驟

304：步 驟

305：步 驟

306：步 驟

307：步 驟

308：步 驟

309：步 驟

310：步 驟

311：步 驟

312：步 驟

313：步 驟

314：步 驟

315：步 驟

316：步 驟

317：步 驟

318：步 驟

319：步 驟

400：光 電 感 測 器

401：電 路

402：光 電 二 極 體

403：電 晶 體

404：電 晶 體

405：電 晶 體

406：電 晶 體

501：脈 衝

502：脈 衝

601：脈 衝

602：脈 衝

700：光 電 感 測 器

702：光 電 二 極 體

703：電 晶 體

704：電 晶 體

705：電 晶 體

800：光 電 感 測 器

800A：光 電 感 測 器

800B：光 電 感 測 器

802：光 電 二 極 體

802A：光 電 二 極 體

802B：光 電 二 極 體

803：電 晶 體

803A：電 晶 體

803B：晶 體 管

804：晶體管

804A：晶體管

804B：晶體管

805：電晶體

805A：電晶體

805B：電晶體

807：傳遞控制線

808：電源線

810：絕緣層

811：閘極電極

812：閘極電極

813：絕緣層

814：導電層

815：導電層

816：導電層

817：導電層

818：p 型半導體區域

819：i 型半導體區域

820：n 型半導體區域

821：絕緣層

822：導電層

823：n 型半導體區域

824：導電層

831：遮光層

832：基底膜

840A：輸出信號線

840B：輸出信號線

880：透光基板

883：p 型半導體區域

884：i 型半導體區域

885：n 型半導體區域

886：i 型半導體區域

887：n 型半導體區域

888：i 型半導體區域

889：n 型半導體區域

901：脈衝

902：脈衝

5000：行動電話

5001：揚聲器

5002：外殼

5003：顯示部

5004：操作按鈕

5005：識別範圍

6000：電磁爐

6001：顯示部

6001a：顯示部

6001b：顯示部

6001c：顯示部

0

6002a：電磁灶

6002b：電磁灶

6002c：電磁灶

6003：平板

6004：電源燈

6005：操作按鈕

6006：排氣口

6007a：識別範圍

6007b：識別範圍

6007c：識別範圍

7000：微波爐

7001：顯示部

7002：操作按鈕

7003：窗

7004：爐門的把手

7005：外殼

7006：爐門

7007：識別範圍

7008：電源燈

7010：絕緣膜

7020：半導體膜

7030：半導體膜

7040：光電二極體

7050：n 通道型電晶體

7060：基板

7070：閘極電極

7080：絕緣膜

7110：佈線

7120：絕緣膜

7130：閘極電極

7140：閘極絕緣膜

7150：氧化物半導體層

7160：導電膜

7170：導電膜

7180：導電膜

7190：導電膜

7200：導電膜

7210：導電膜

7220：絕緣膜

7240：電晶體

7240a：電晶體

7240b：電晶體

7240c：電晶體

7240d：電晶體

7270：區域

7280：區域

7290：區域

7300：閘極電極

7310：閘極絕緣膜

7320：氧化物半導體層

7330：通道保護膜

7340：導電膜

7350：導電膜

7360：絕緣膜

7410：閘極電極

7420：閘極絕緣膜

7430：導電膜

7440：導電膜

7450：氧化物半導體層

7460：絕緣膜

7510：閘極電極

7520：閘極絕緣膜

7530：導電膜

7540：導電膜

7550：氧化物半導體層

7560：絕緣膜

7610：閘極電極

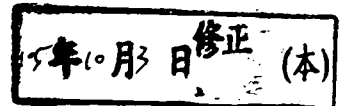
7620：閘極絕緣膜

7630：導電膜

7640：導電膜

7650：氧化物半導體層

7660：絕緣膜



七、申請專利範圍：

1. 一種動作識別裝置，包括：

影像處理裝置，以及

影像拍攝裝置，

其中，該影像處理裝置利用特定物體模式從第一動作時刻的第一距離影像資訊中抽出該第一動作時刻的檢測對象的第一物體資料，

該影像處理裝置利用該特定物體模式從第二動作時刻的第二距離影像資訊中抽出該第二動作時刻的檢測對象的第二物體資料，

該影像處理裝置利用特定動作模式抽出從該第一動作時刻到該第二動作時刻的檢測對象的動作資料，

其中，該第一距離影像資訊和該第二距離影像資訊都由該影像拍攝裝置所獲取，該影像拍攝裝置包括第一光電感測器和第二光電感測器，

其中，該第一光電感測器包括第一光電二極體，以及

其中，該第二光電感測器包括形成於該第一光電二極體之上的第二光電二極體。

2. 根據申請專利範圍第 1 項之動作識別裝置，

其中，該影像拍攝裝置藉由如下方法獲取距離影像資訊，該方法包括如下步驟：

在從第一時刻到第二時刻，對該第一光電感測器進行第一重設工作；

在從該第二時刻到第四時刻，進行第一光照射，

其中將第一光從光源照射到該檢測對象；

在從該第二時刻到該第四時刻，藉由檢測出被該檢測對象反射的該第一光，對該第一光電感測器進行第一影像拍攝；

在從第八時刻到第十一時刻，進行第二光照射，其中將第二光從該光源照射到該檢測對象；

在從第十時刻到該第十一時刻，對該第一光電感測器進行第二重設工作；以及

在從該第十一時刻到第十三時刻，對該第一光電感測器進行第二影像拍攝，

並且，從該第二時刻到該第四時刻的時間與從該第八時刻到該第十一時刻的時間相等。

3.根據申請專利範圍第 2 項之動作識別裝置，

其中，從該光源到該檢測對象的距離 x 根據藉由該第一影像拍攝而獲取的第一檢測信號 $S1$ 、藉由該第二影像拍攝而獲取的第二檢測信號 $S2$ 、該第一光照射和該第二光照射各自的光照射期間 T 以及光速 c 而獲取，該算式如下：

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

4.根據申請專利範圍第 3 項之動作識別裝置，

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，該影像拍攝裝置藉由如下方法獲取該距離影像資訊，該方法包括如下步驟：

在從該第二時刻到該第四時刻，藉由將第二信號供應到該第一電晶體的閘極，對該第一光電感測器進行該第一影像拍攝；以及

在從該第十一時刻到該第十三時刻，藉由將該第二信號供應到該第一電晶體的閘極，對該第一光電感測器進行該第二影像拍攝。

5.根據申請專利範圍第 4 項之動作識別裝置，

其中，該第一電晶體包括包括通道形成區的氧化物半導體層。

6.一種動作識別裝置，包括：

影像處理裝置；

影像拍攝裝置；以及

光源，

其中，該影像處理裝置利用特定物體模式從第一動作時刻的第一距離影像資訊中抽出該第一動作時刻的檢測對象的第一物體資料，

該影像處理裝置利用該特定物體模式從第二動作時刻的第二距離影像資訊中抽出該第二動作時刻的檢測對象的第二物體資料，

該影像處理裝置利用特定動作模式抽出從該第一動作

時刻到該第二動作時刻的檢測對象的動作資料，

該第一距離影像資訊和第二距離影像資訊都由該影像拍攝裝置所獲取，該影像拍攝裝置包括第一光電感測器和第二光電感測器，

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形成於該第一光電二極體之上的第二光電二極體，

並且，該影像拍攝裝置藉由如下方法獲取距離影像資訊，該方法包括如下步驟：

在從第一時刻到第二時刻，對該第一光電感測器進行第一重設工作；

在從該第二時刻到第四時刻，進行第一光照射，其中將第一光從該光源照射到該檢測對象；

在從該第二時刻到該第四時刻，藉由利用該第一光電感測器檢測出被該檢測對象反射的該第一光，進行第一影像拍攝；

在從第八時刻到第十一時刻，以來自該光源的第二光，進行該檢測對象的第二光照射；

在從第十時刻到該第十一時刻，對該第一光電感測器進行第二重設工作；以及

在從該第十一時刻到第十三時刻，藉由利用該第一光電感測器檢測出被該檢測對象反射的該第二光，進行第二影像拍攝。

7.根據申請專利範圍第 6 項之動作識別裝置，

其中，從該光源到該檢測對象的距離 x 根據藉由該第一影像拍攝而獲取的第一檢測信號 $S1$ 、藉由該第二影像拍攝而獲取的第二檢測信號 $S2$ 、該第一光照射與該第二光照射之各者的期間 T 以及光速 c 而獲取，該算式如下：

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

8. 根據申請專利範圍第 7 項之動作識別裝置，

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，該影像拍攝裝置藉由如下方法獲取該距離影像資訊，該方法包括如下步驟：

在從該第二時刻到該第四時刻，藉由將第二信號供應到該第一電晶體的閘極，利用該第一光電感測器進行該第一影像拍攝；以及

在從該第十一時刻到該第十三時刻，藉由將該第二信號供應到該第一電晶體的該閘極，利用該第一光電感

測器進行該第二影像拍攝。

9.根據申請專利範圍第 8 項之動作識別裝置，

其中，該第一電晶體包括包括通道形成區的氧化物半導體層，

並且，該第三電晶體包括包括通道形成區的氧化物半導體層。

10.一種動作識別裝置，包括：

影像處理裝置；

影像拍攝裝置；以及

光源，

其中，該影像處理裝置利用特定物體模式從第一動作時刻的第一距離影像資訊中抽出該第一動作時刻的檢測對象的第一物體資料，

該影像處理裝置利用該特定物體模式從第二動作時刻的第二距離影像資訊中抽出該第二動作時刻的檢測對象的第二物體資料，

該影像處理裝置利用特定動作模式抽出從該第一動作時刻到該第二動作時刻的檢測對象的動作資料，

該第一距離影像資訊和第二距離影像資訊都由該影像拍攝裝置所獲取，該影像拍攝裝置包括第一光電感測器和第二光電感測器，

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形成在該第一光電二極體上的第二光電二極體，

並且，該影像拍攝裝置藉由如下方法獲取距離影像資訊，該方法包括如下步驟：

在從第一時刻到第二時刻，對該第一光電感測器進行第一重設工作；

在從該第二時刻到第四時刻，進行第一光照射，其中將第一光從該光源照射到該檢測對象；

在從該第二時刻到該第四時刻，藉由利用該第一光電感測器檢測出被該檢測對象反射的該第一光，進行第一影像拍攝；

在從第八時刻到第十一時刻，進行第二光照射，其中將第二光從該光源照射到該檢測對象；

在從第十時刻到該第十一時刻，對該第一光電感測器進行第二重設工作；

在從該第十一時刻到第十三時刻，藉由利用該第一光電感測器檢測出被該檢測對象反射的該第二光，進行第二影像拍攝；以及

在從該第二時刻到第十六時刻，藉由利用該第二光電感測器檢測出第三光，進行第三影像拍攝，

並且，從該第二時刻到該第四時刻的時間與從該第八時刻到該第十一時刻的時間相等。

11. 根據申請專利範圍第 10 項之動作識別裝置，

其中，從該光源到該檢測對象的距離 x 根據藉由該第一影像拍攝而獲取的第一檢測信號 $S1$ 、藉由該第二影像拍攝而獲取的第三檢測信號 $S3$ 、該第一光照射和該第二

光照射各自的光照射期間 T 以及光速 c 而獲取，該算式如下：

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

12.根據申請專利範圍第 11 項之動作識別裝置，

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，該影像拍攝裝置藉由如下方法獲取該距離影像資訊，該方法包括如下步驟：

在從該第二時刻到該第四時刻，藉由將第三信號供應到該第一電晶體的閘極，利用該第一光電感測器進行該第一影像拍攝；以及

在從該第十一時刻到該第十三時刻，藉由將該第三信號供應到該第一電晶體的閘極，利用該第一光電感測器進行該第二影像拍攝。

13.根據申請專利範圍第 12 項之動作識別裝置，

其中，該第一電晶體包括包括通道形成區的氧化物半導體層。

14.根據申請專利範圍第 13 項之動作識別裝置，

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，該影像拍攝裝置藉由如下方法獲取該距離影像資訊，該方法包括如下步驟：

藉由利用該第一光電感測器檢測出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，進行該第一影像拍攝；以及

藉由利用該第一光電感測器檢測出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，進行該第二影像拍攝。

15.根據申請專利範圍第 14 項之動作識別裝置，

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 1A

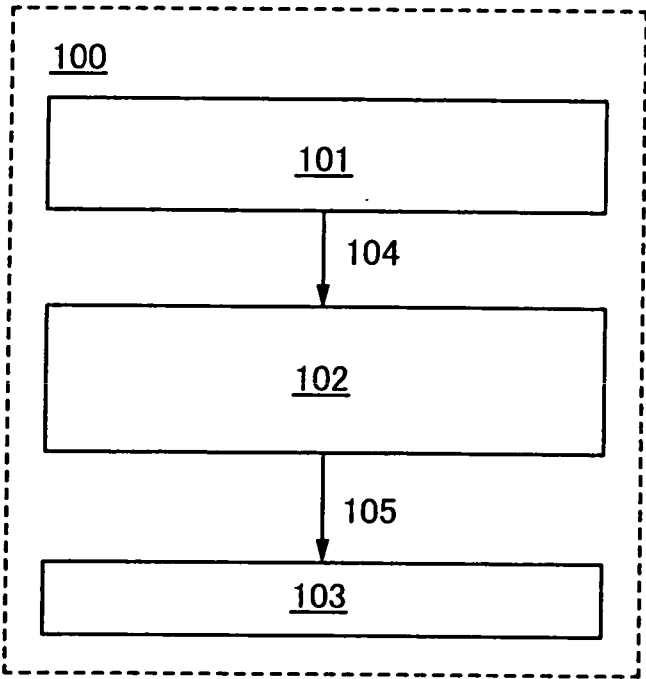


圖 1B

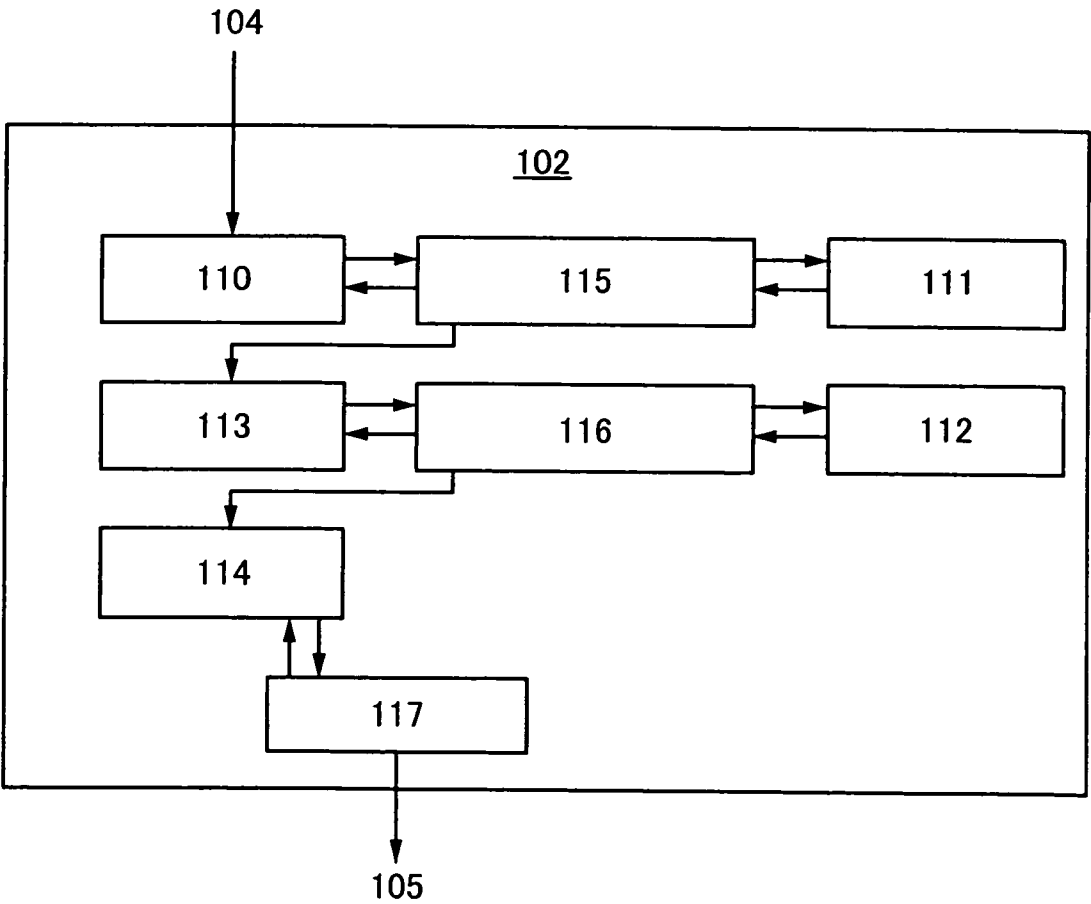


圖 2

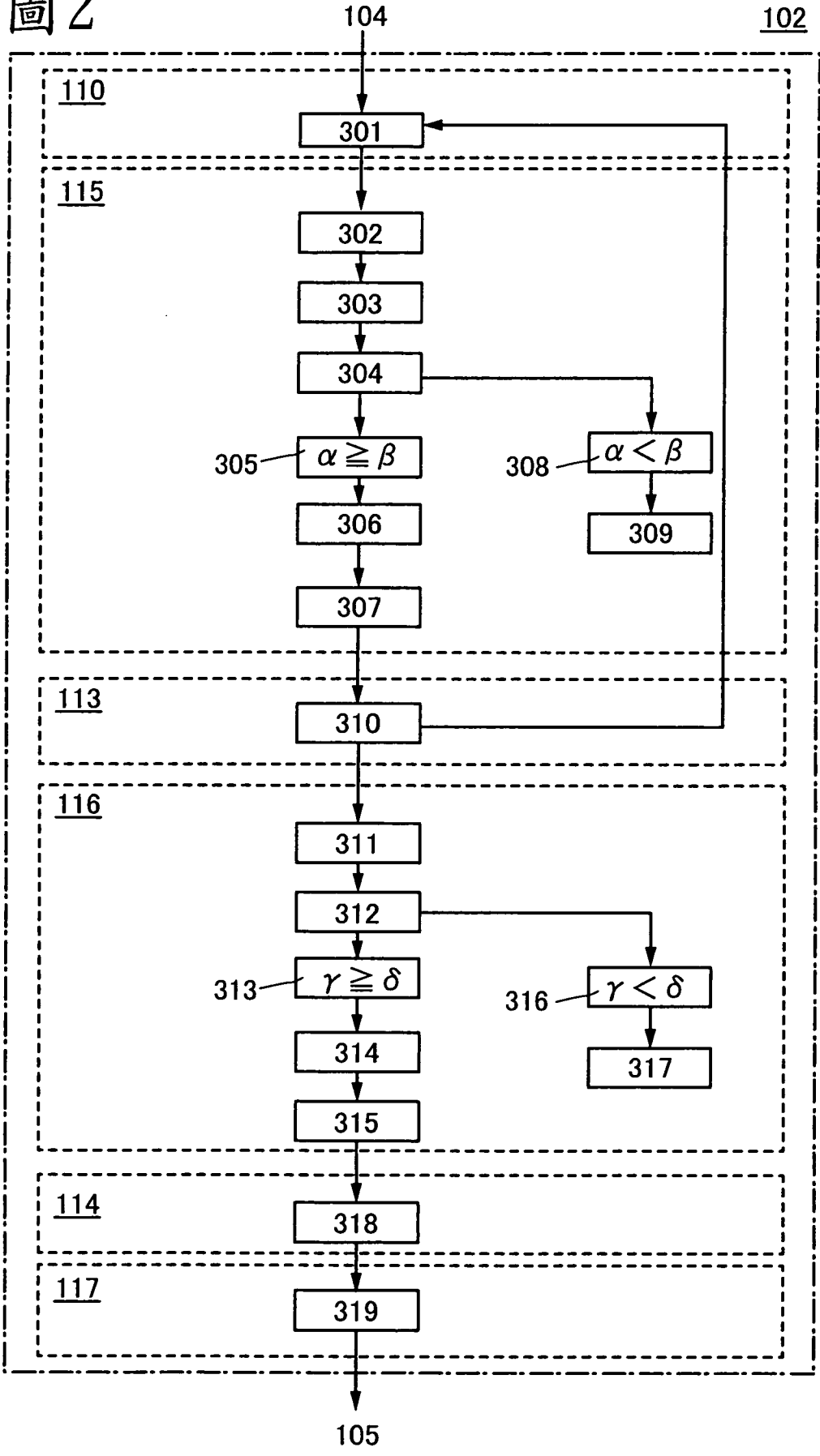


圖 3

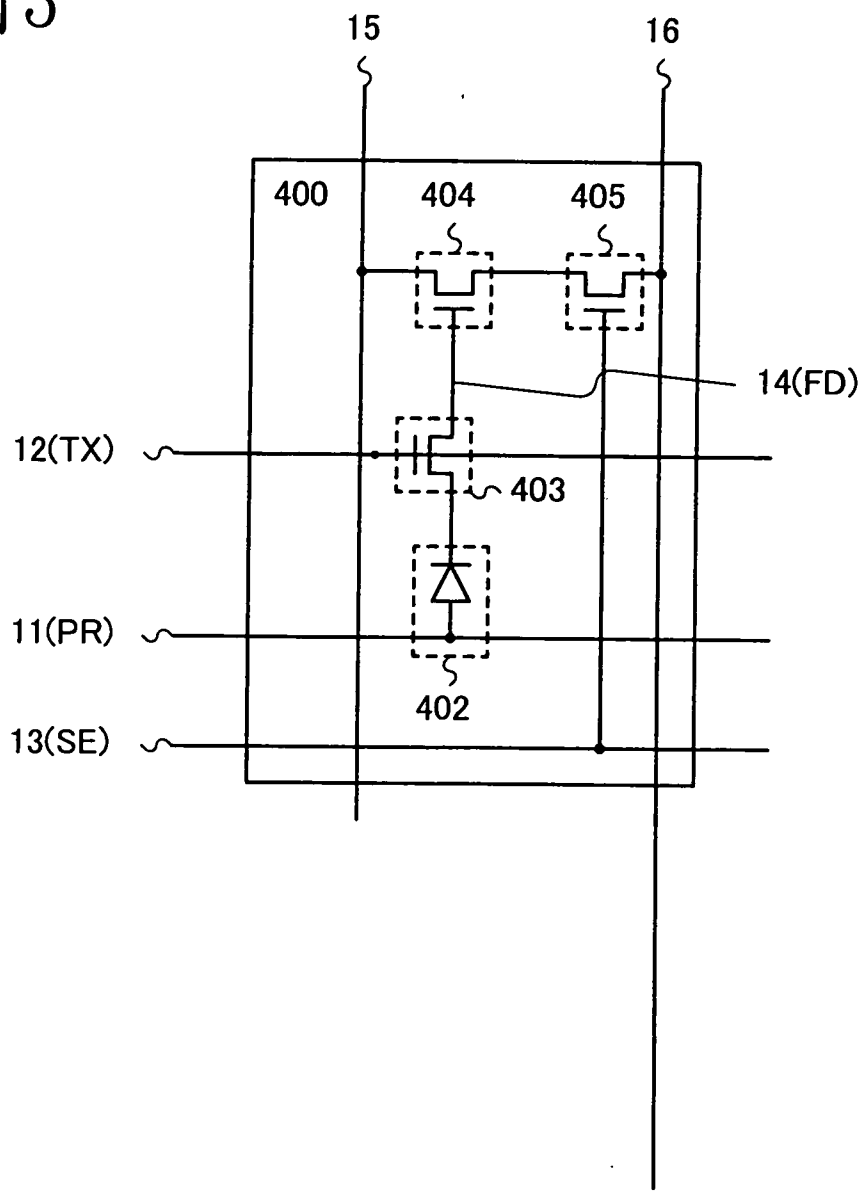


圖4

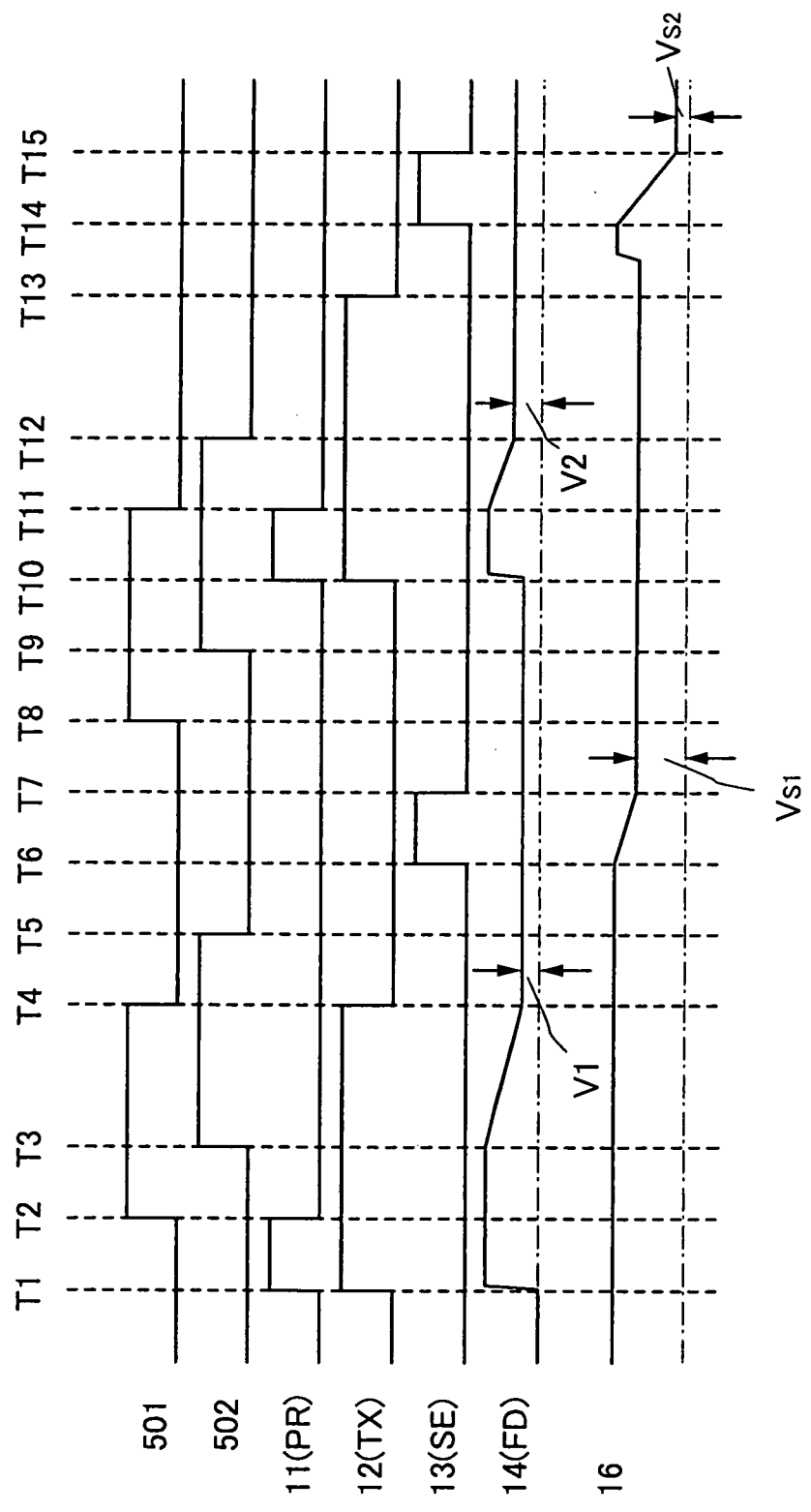


圖5

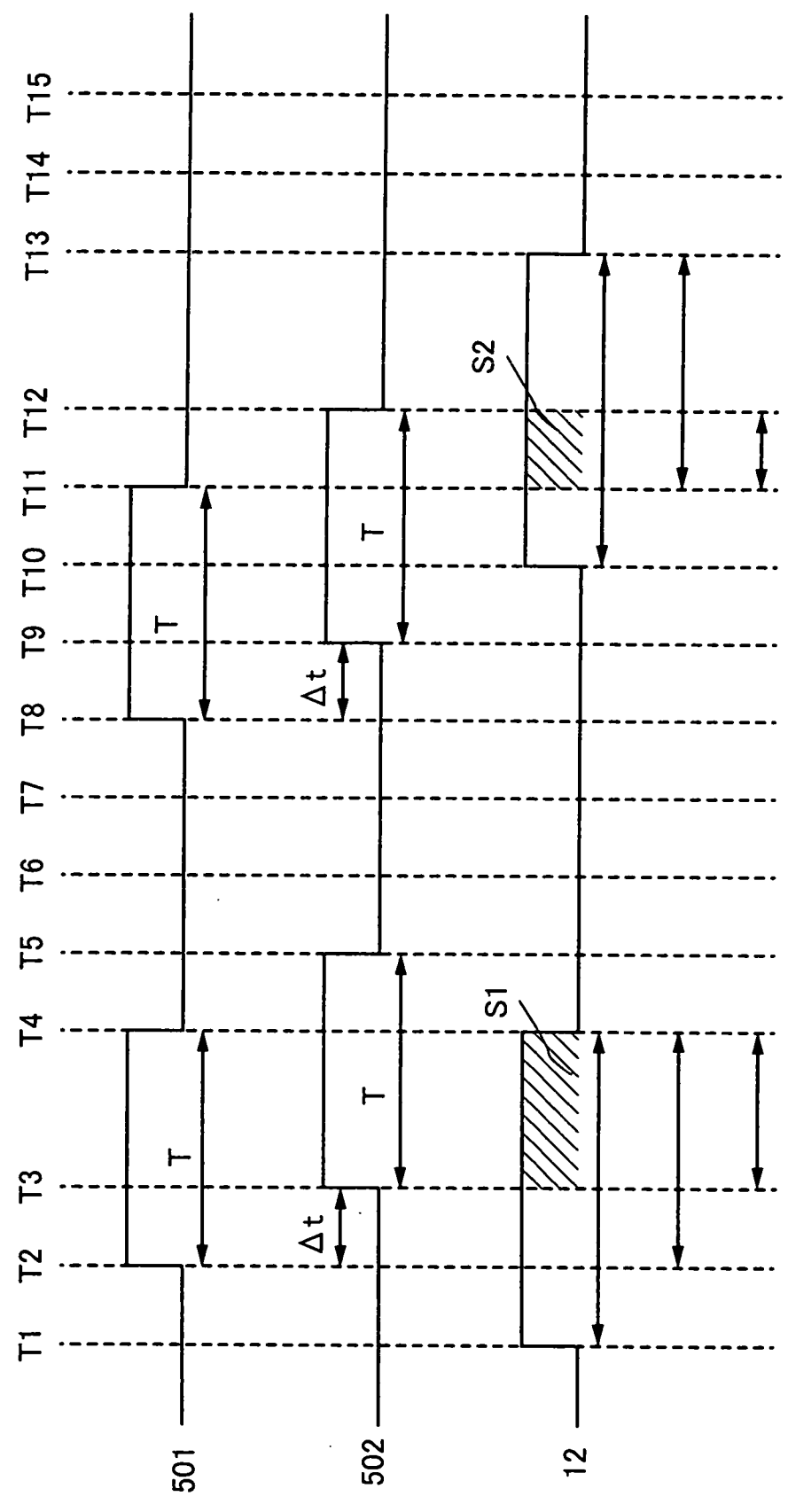


圖6

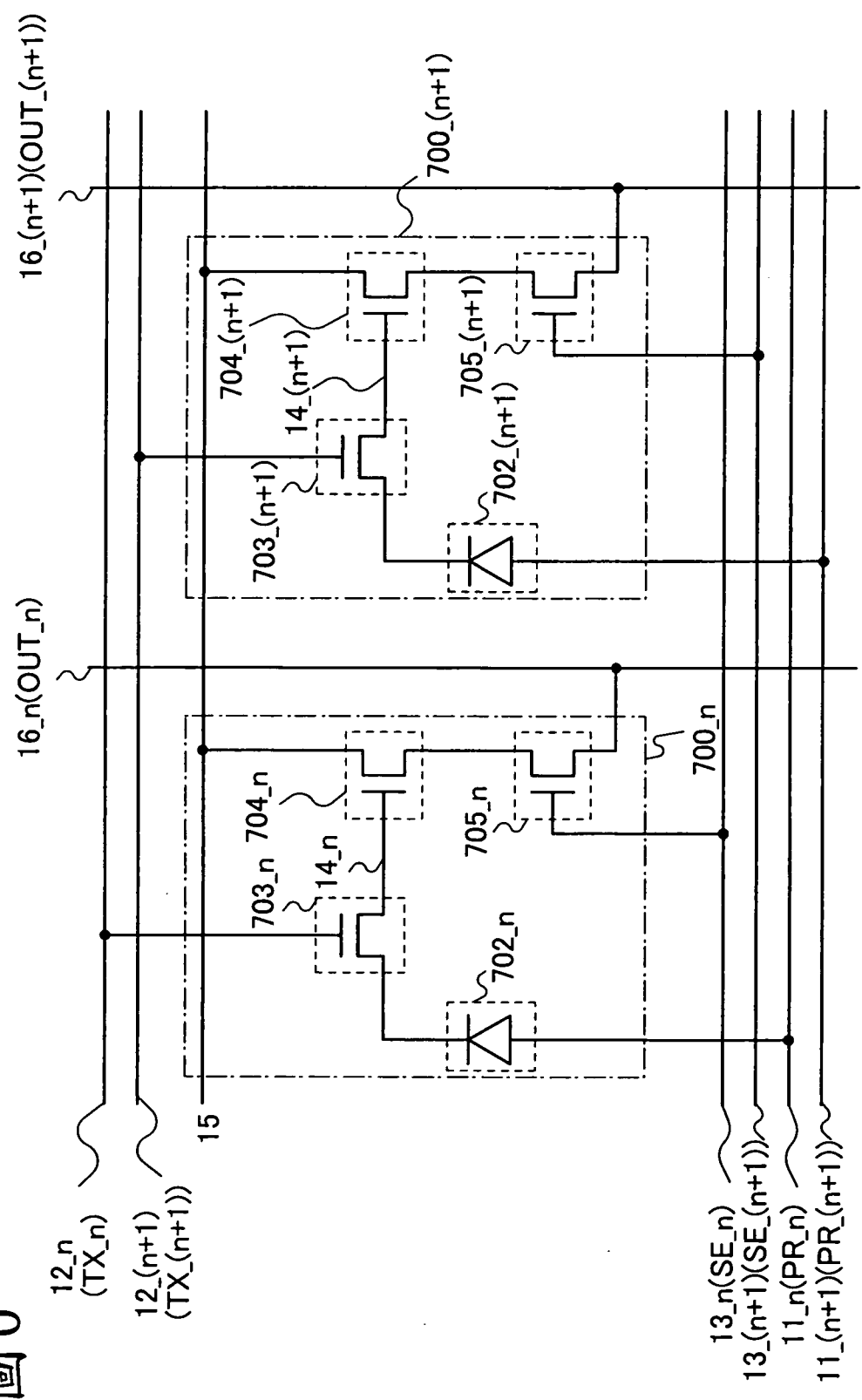


圖7

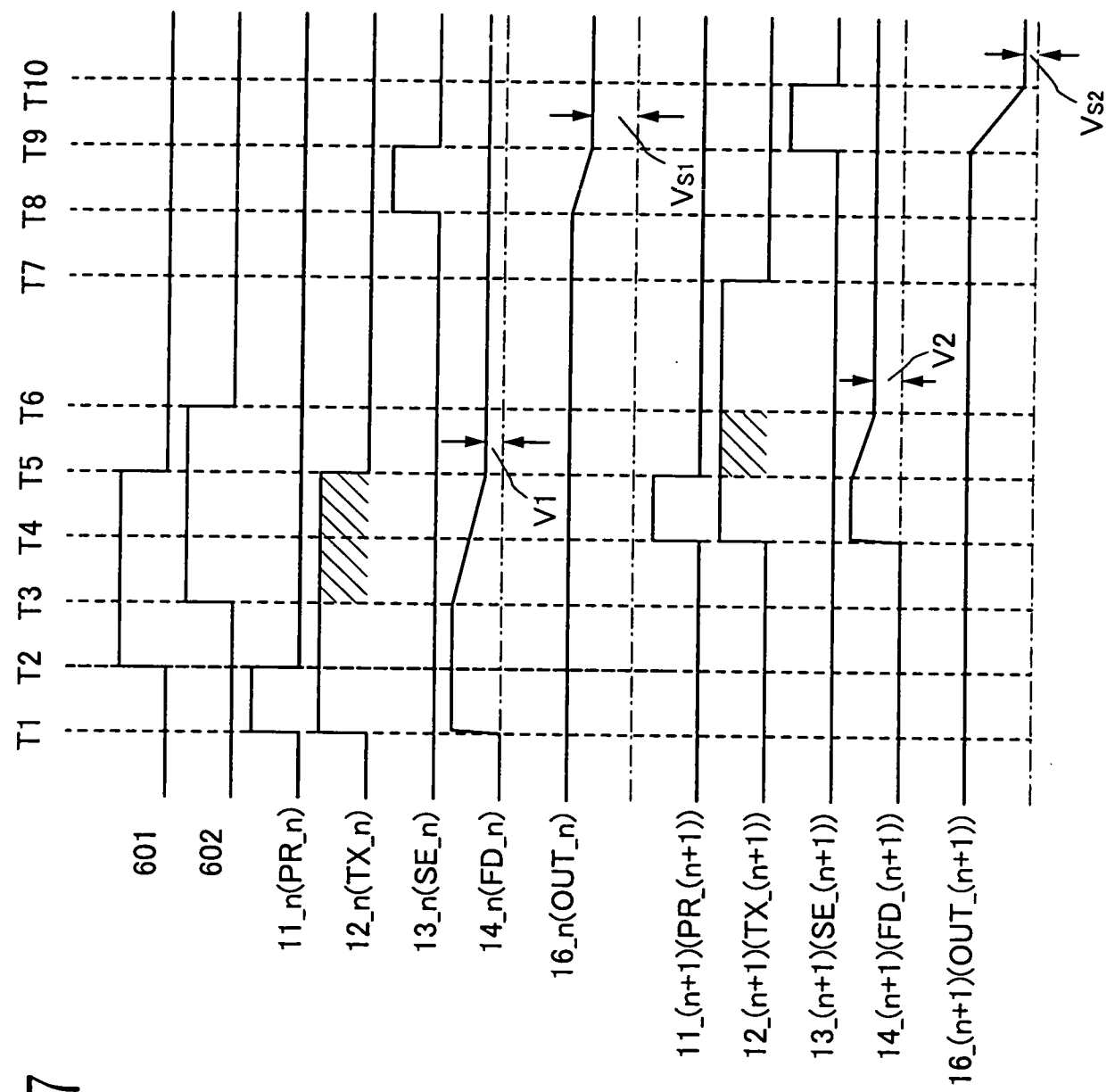


圖8

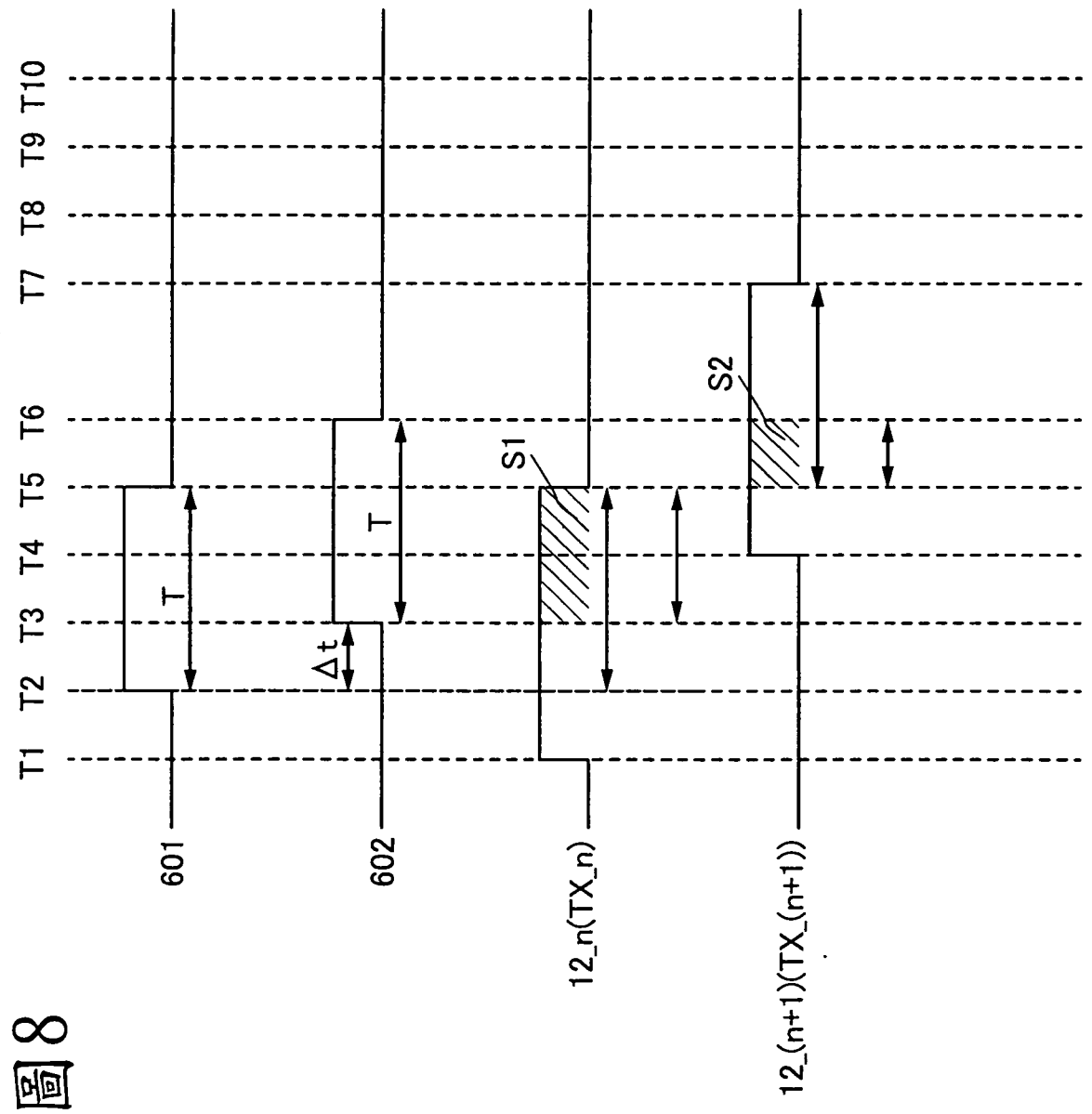


圖 9A

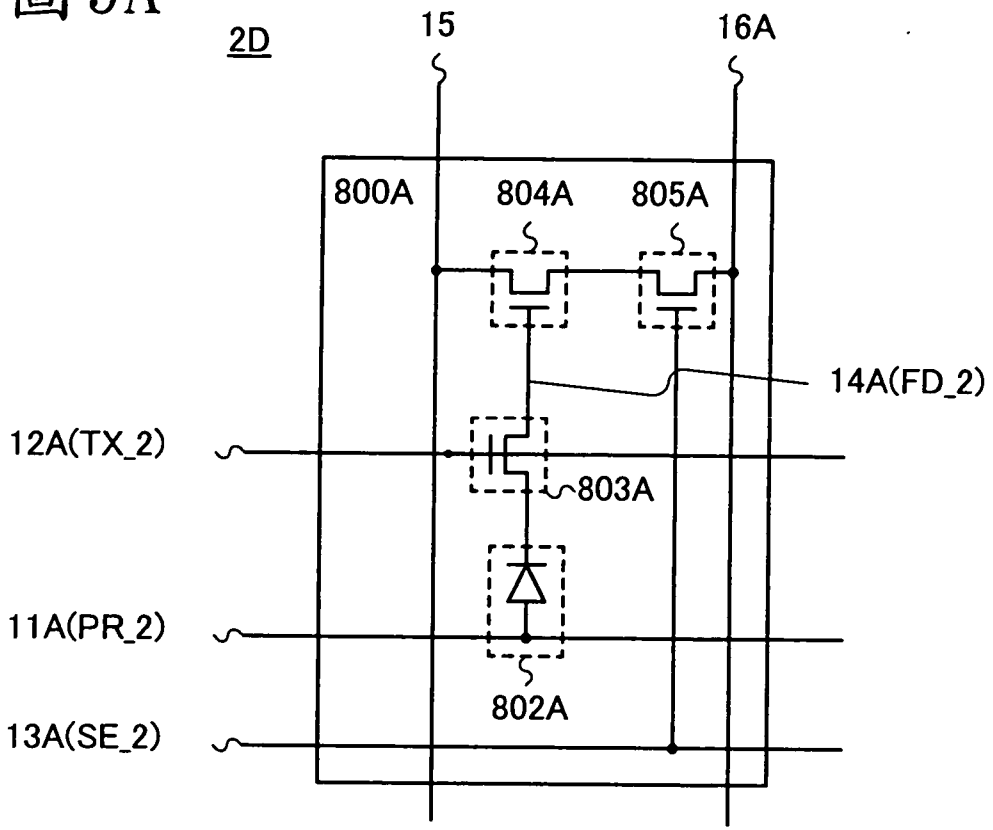


圖 9B

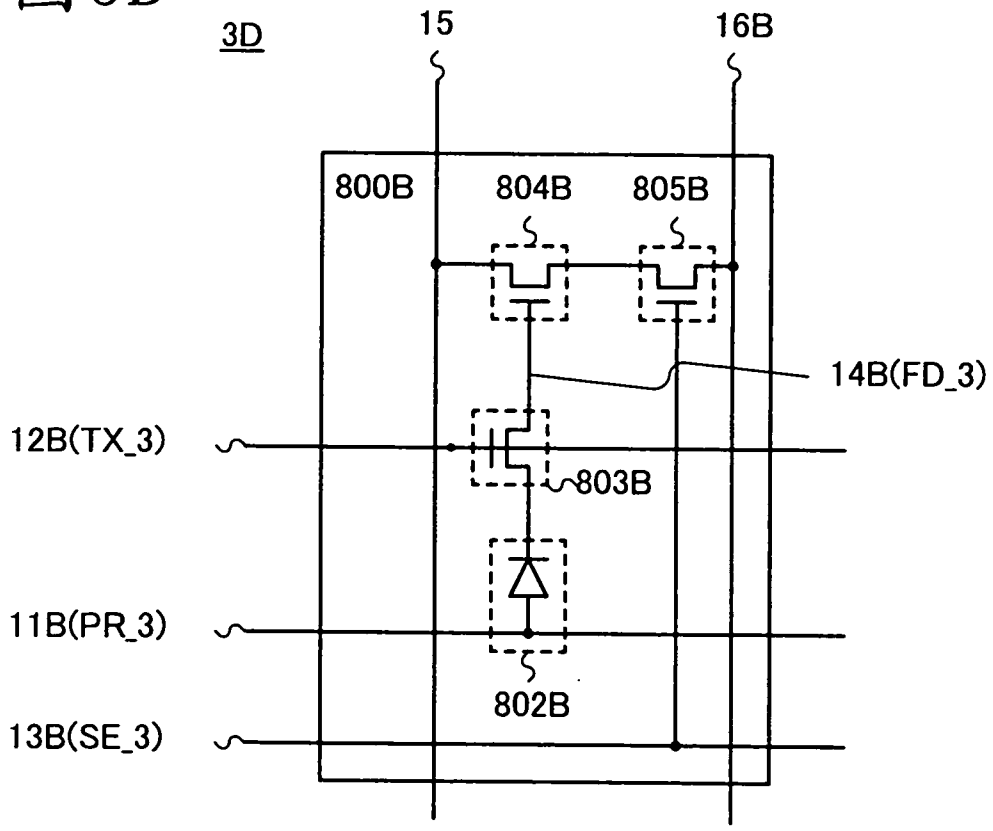


圖 10A

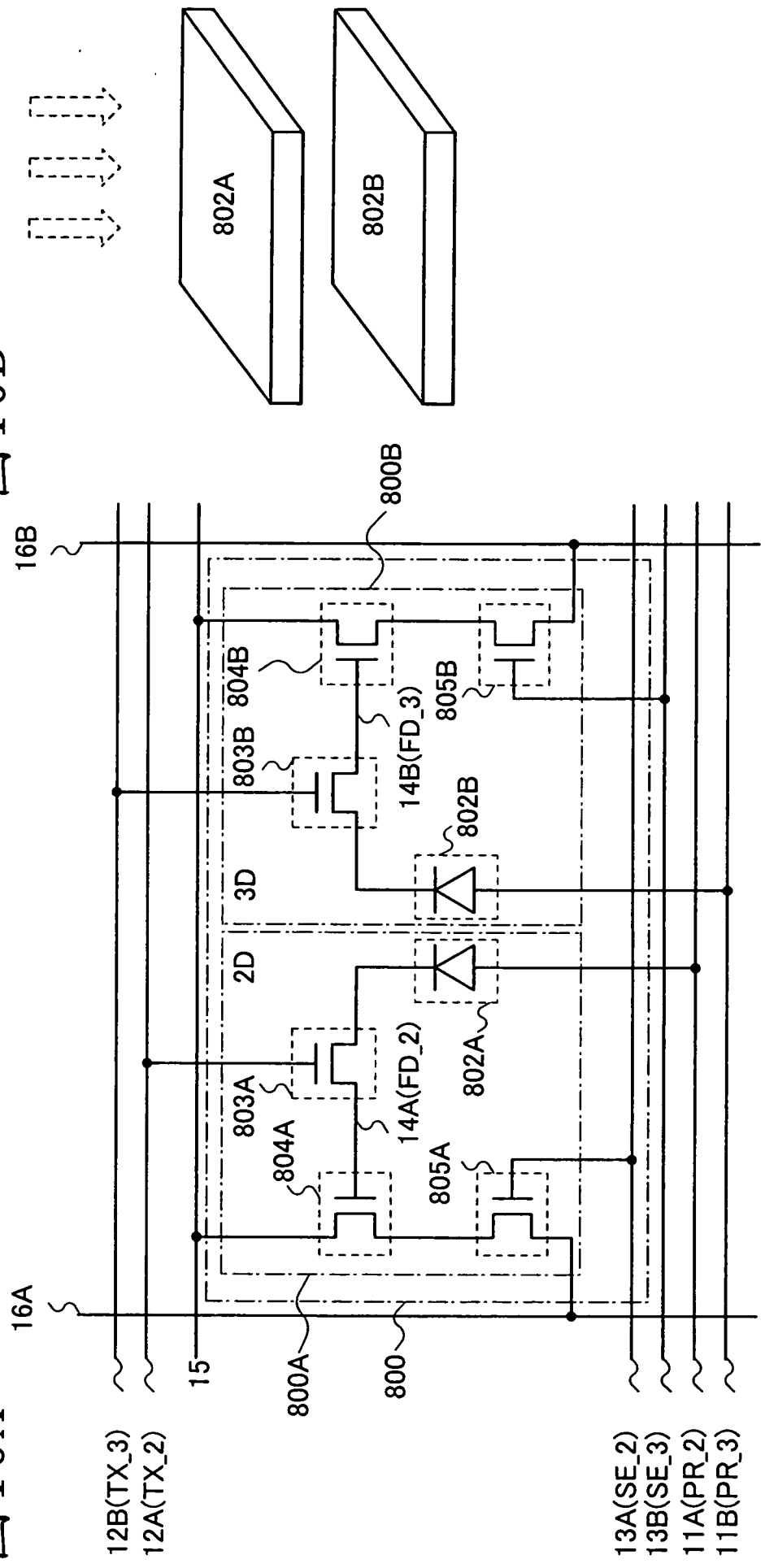


圖 10B

圖 11

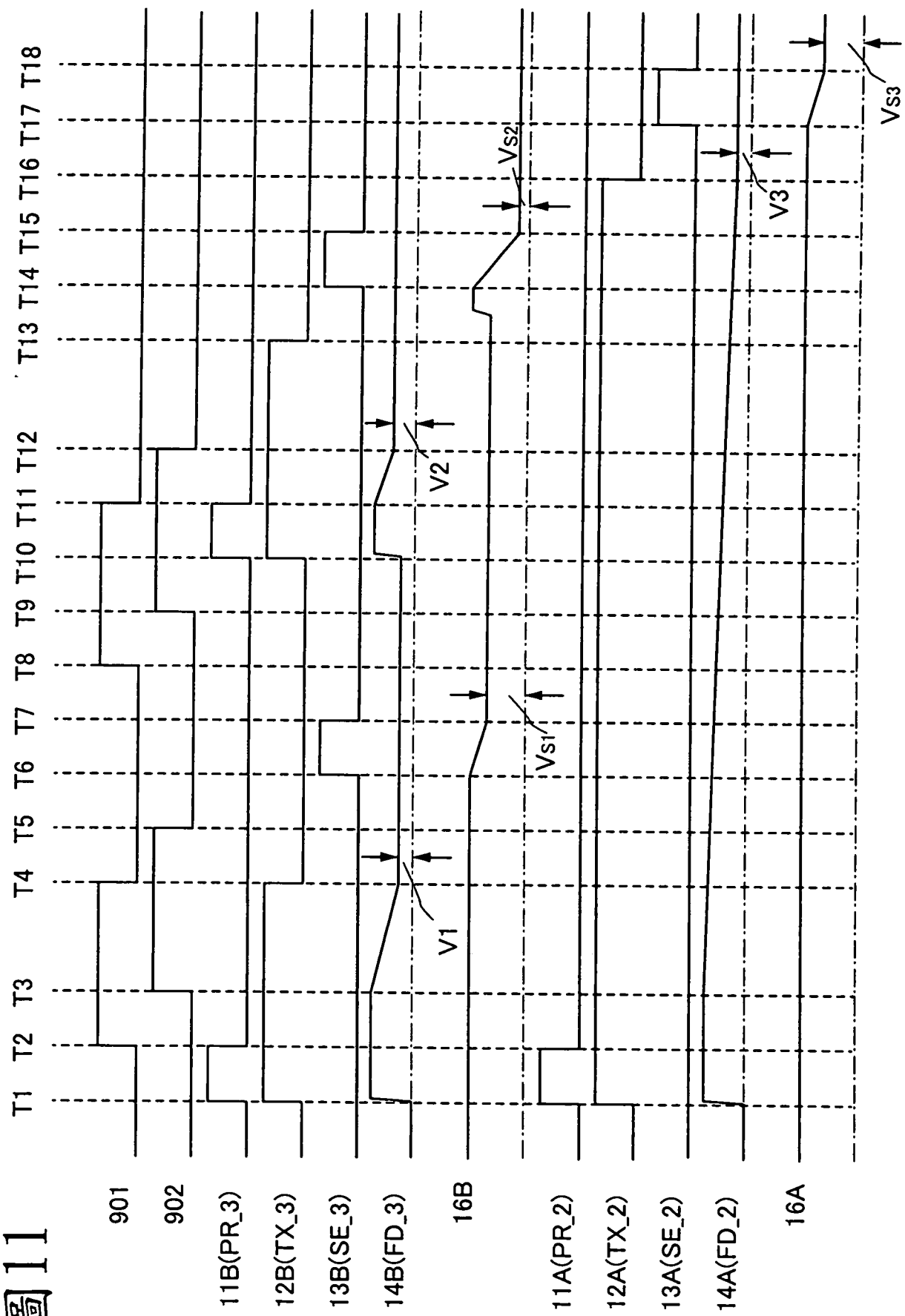


圖12

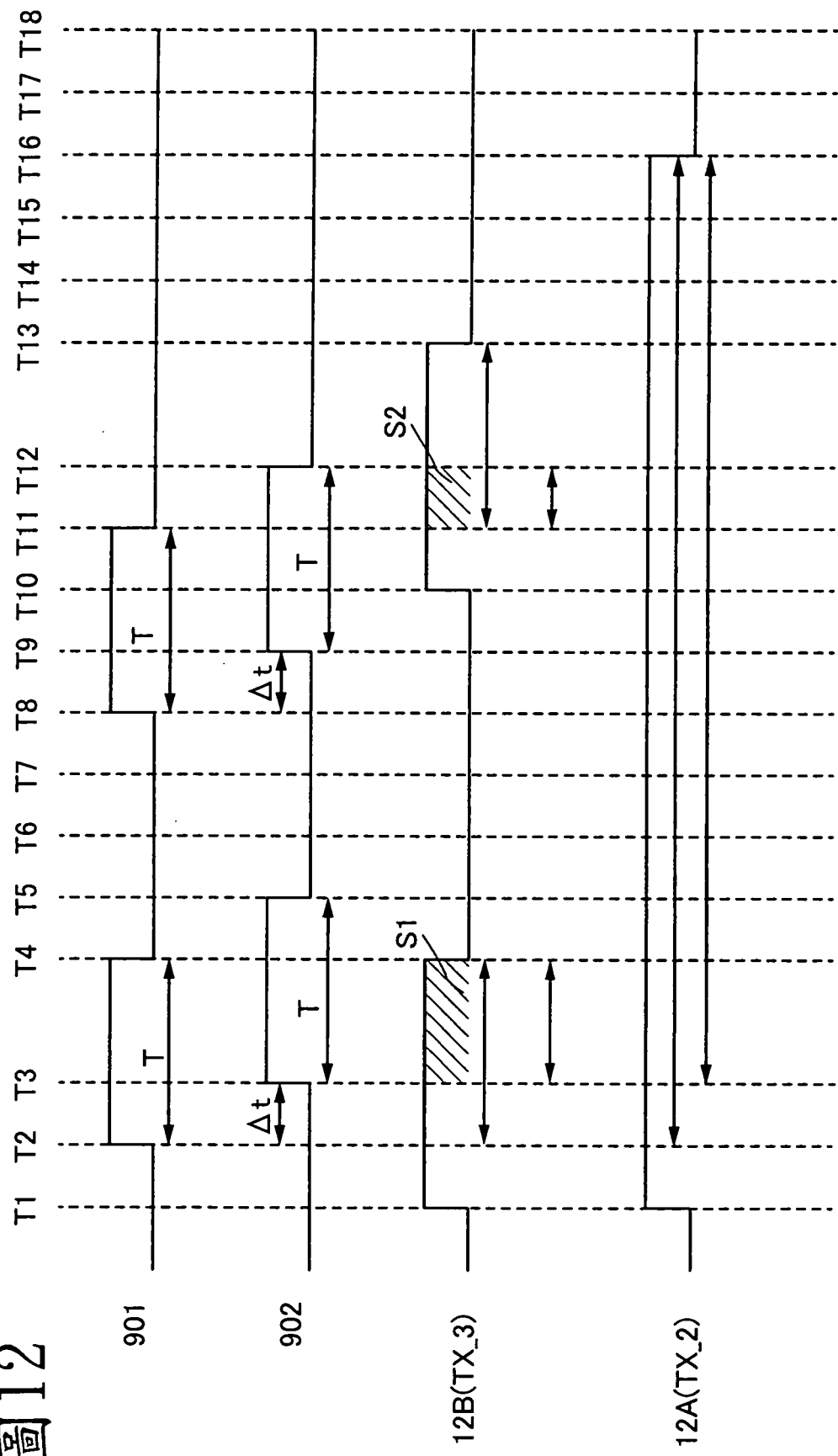


圖 13

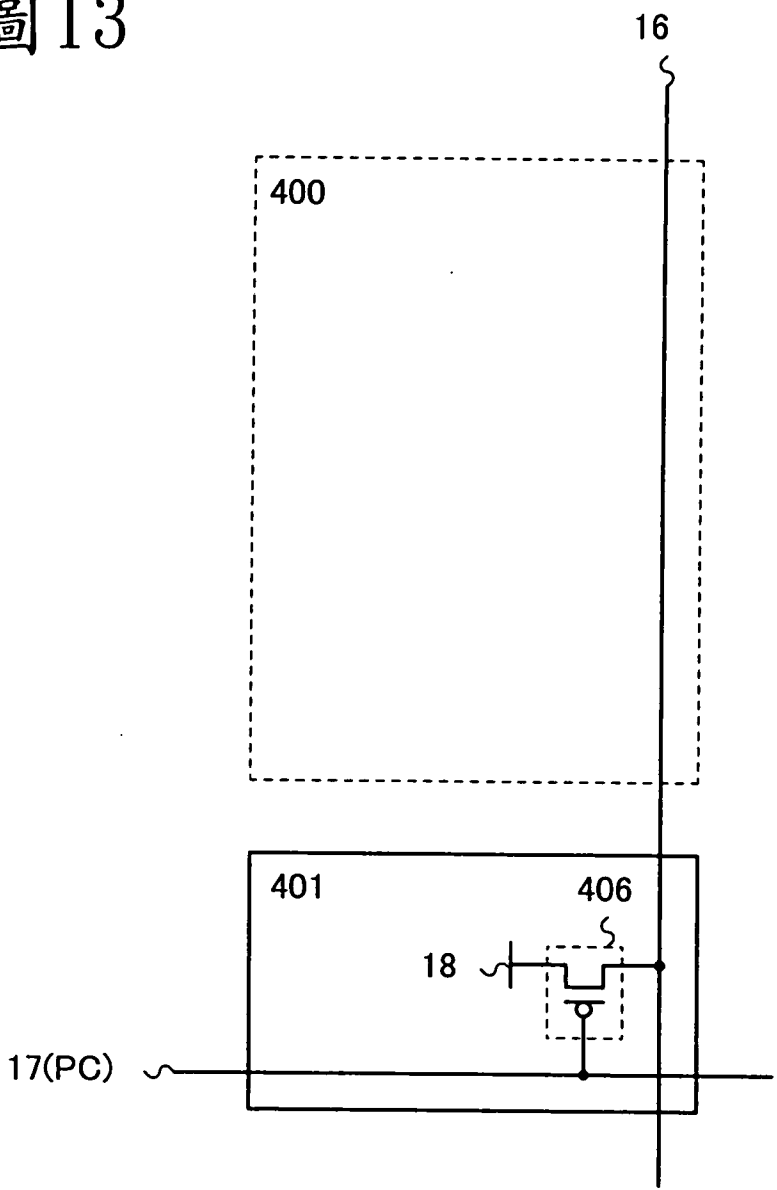


圖 14A

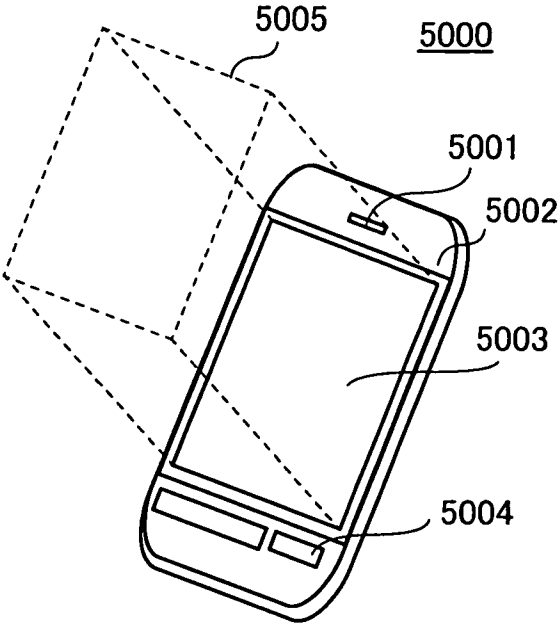


圖 14B

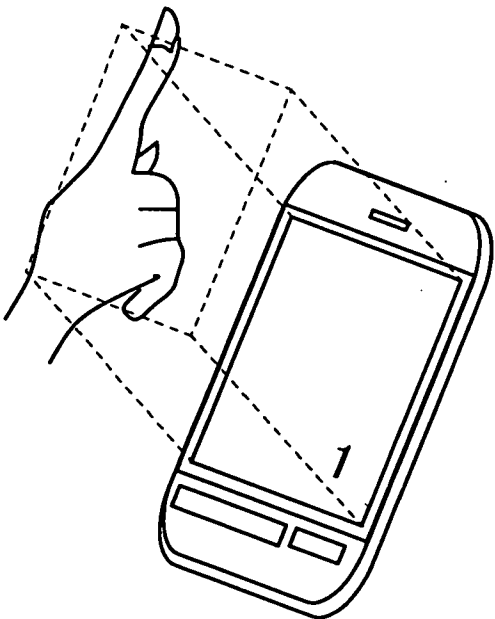


圖 14C

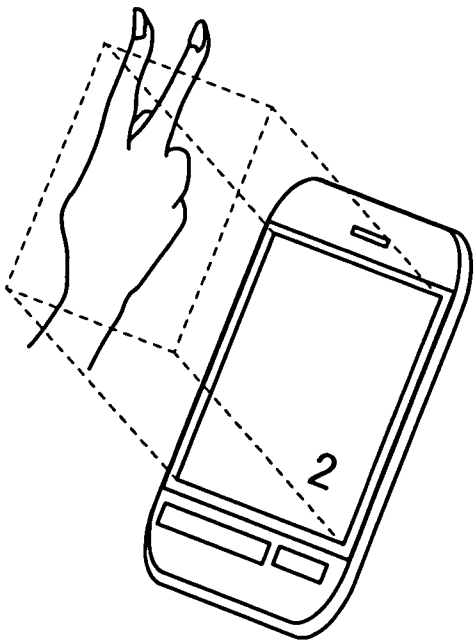


圖 14D

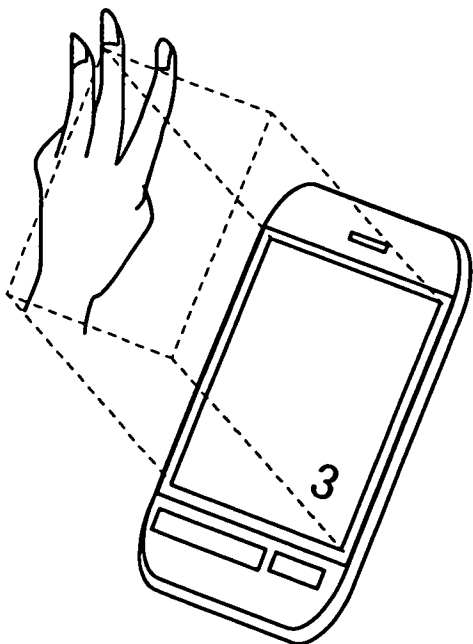


圖 15A

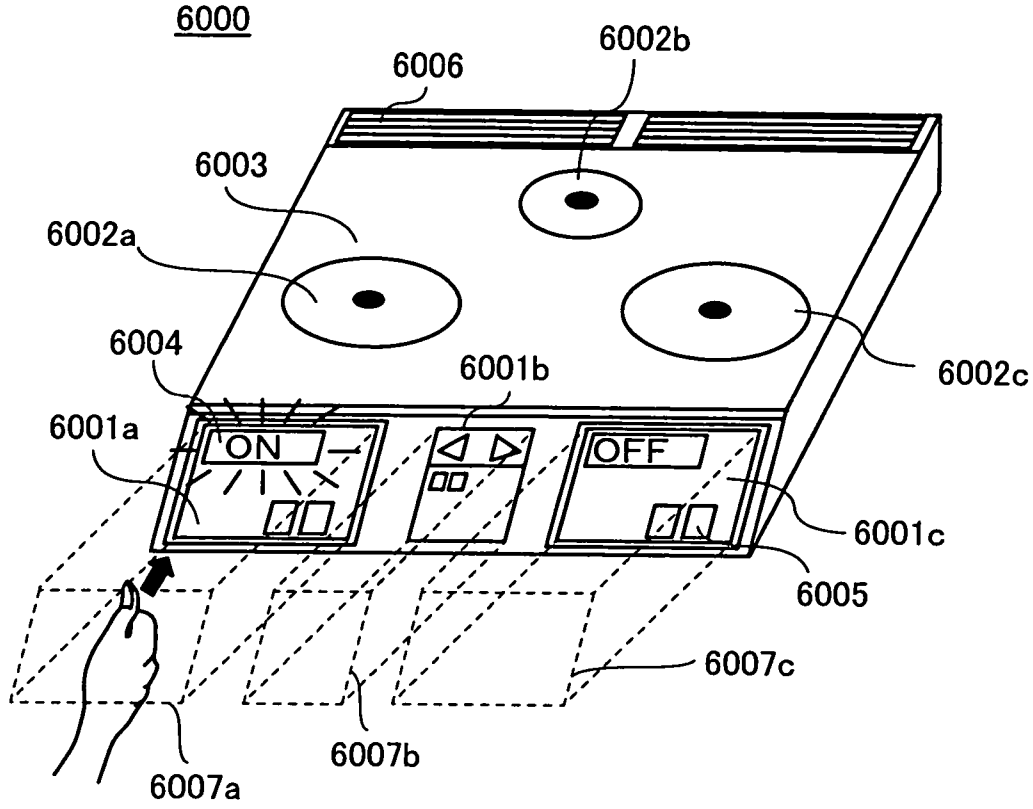


圖 15B

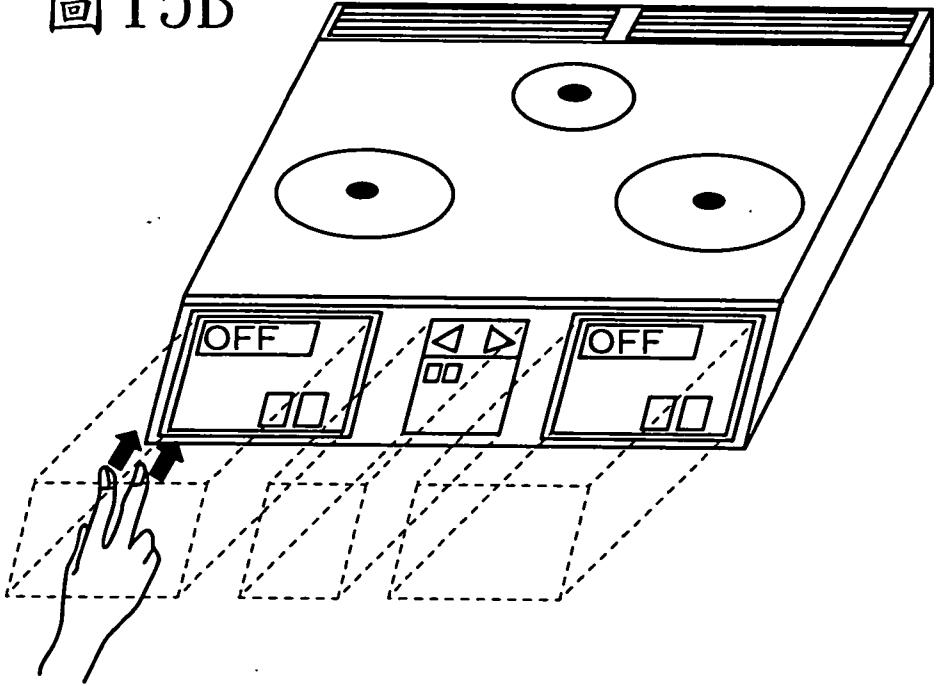


圖 16A

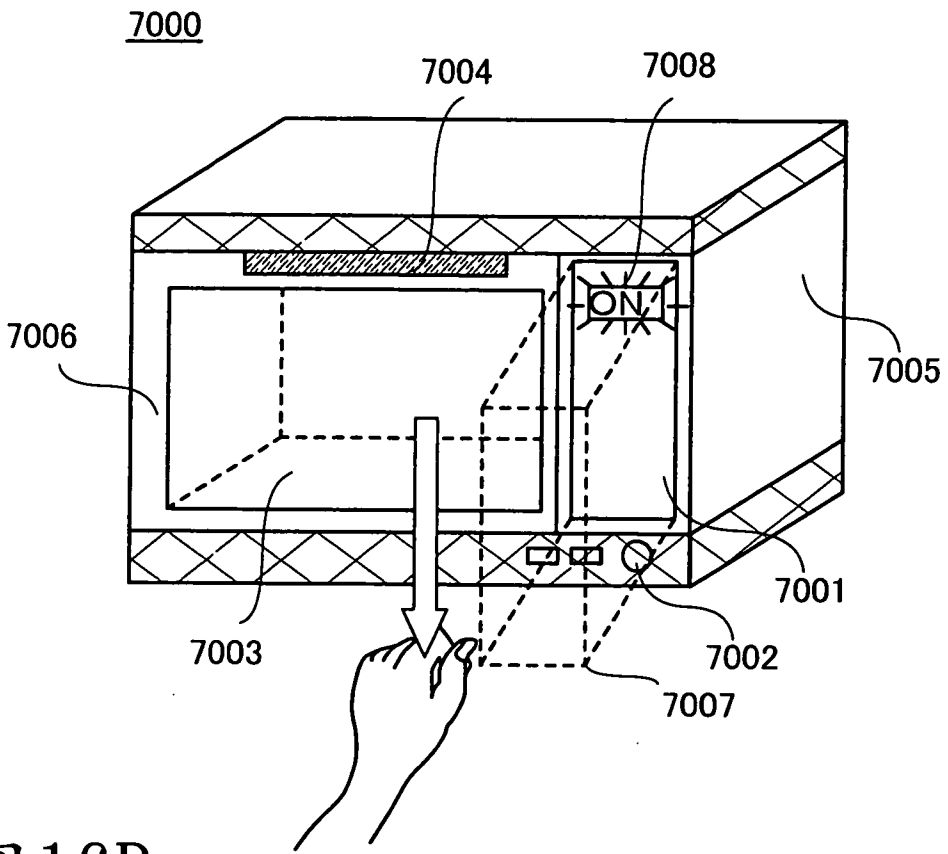


圖 16B

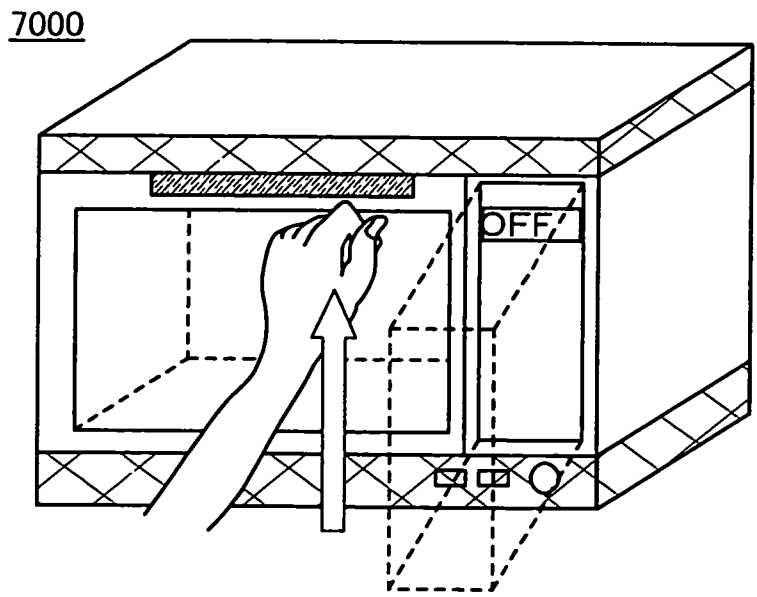


圖 17A

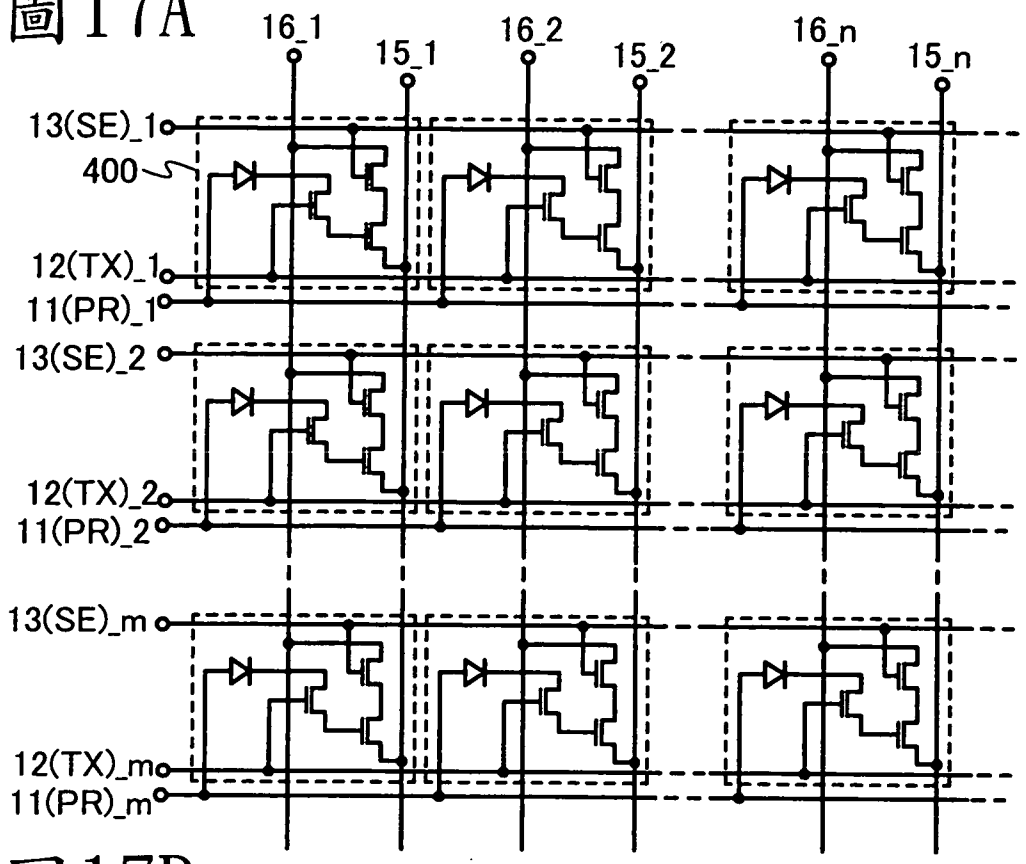


圖 17B

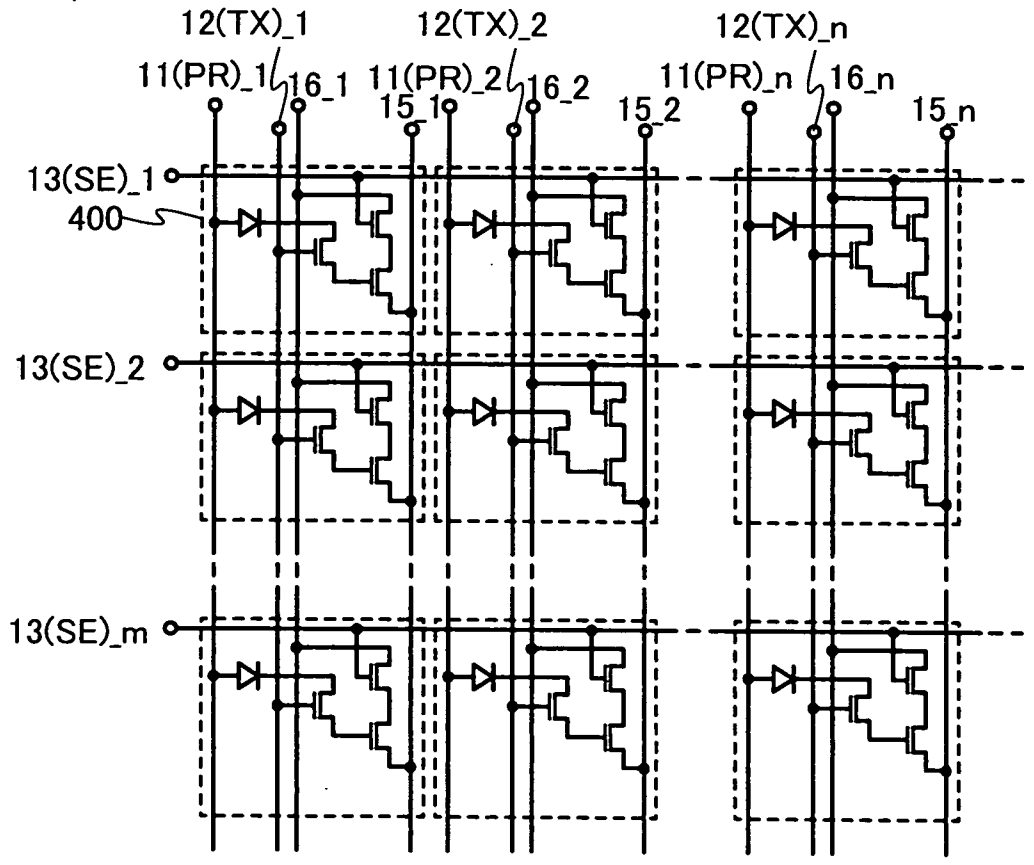


圖 19A

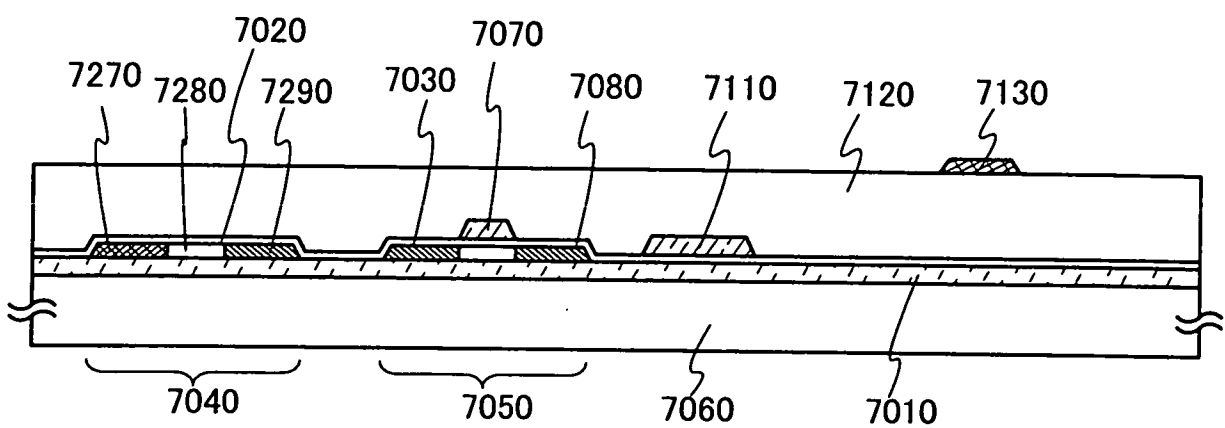


圖 19B

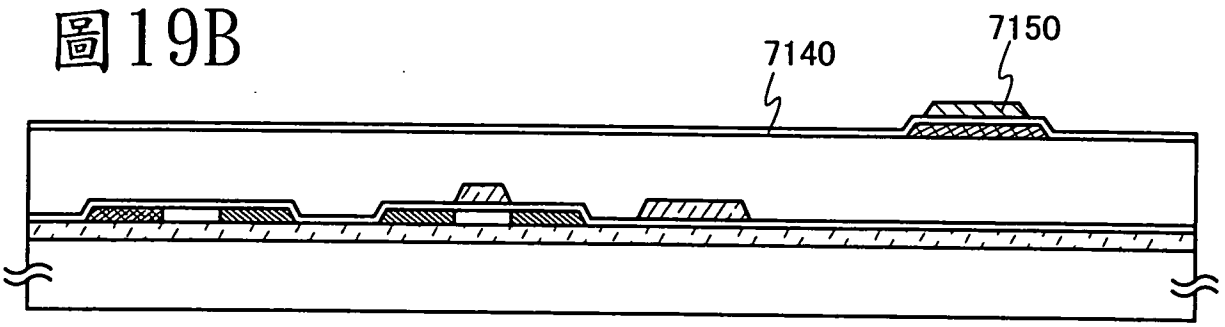


圖 19C

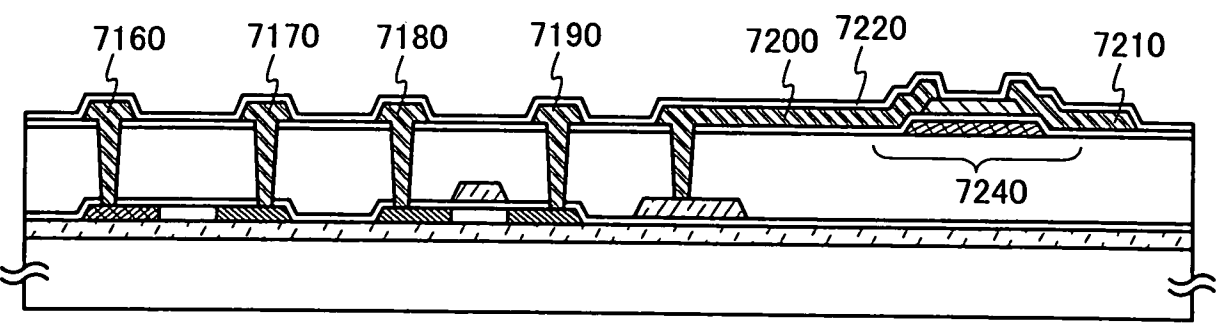


圖 21

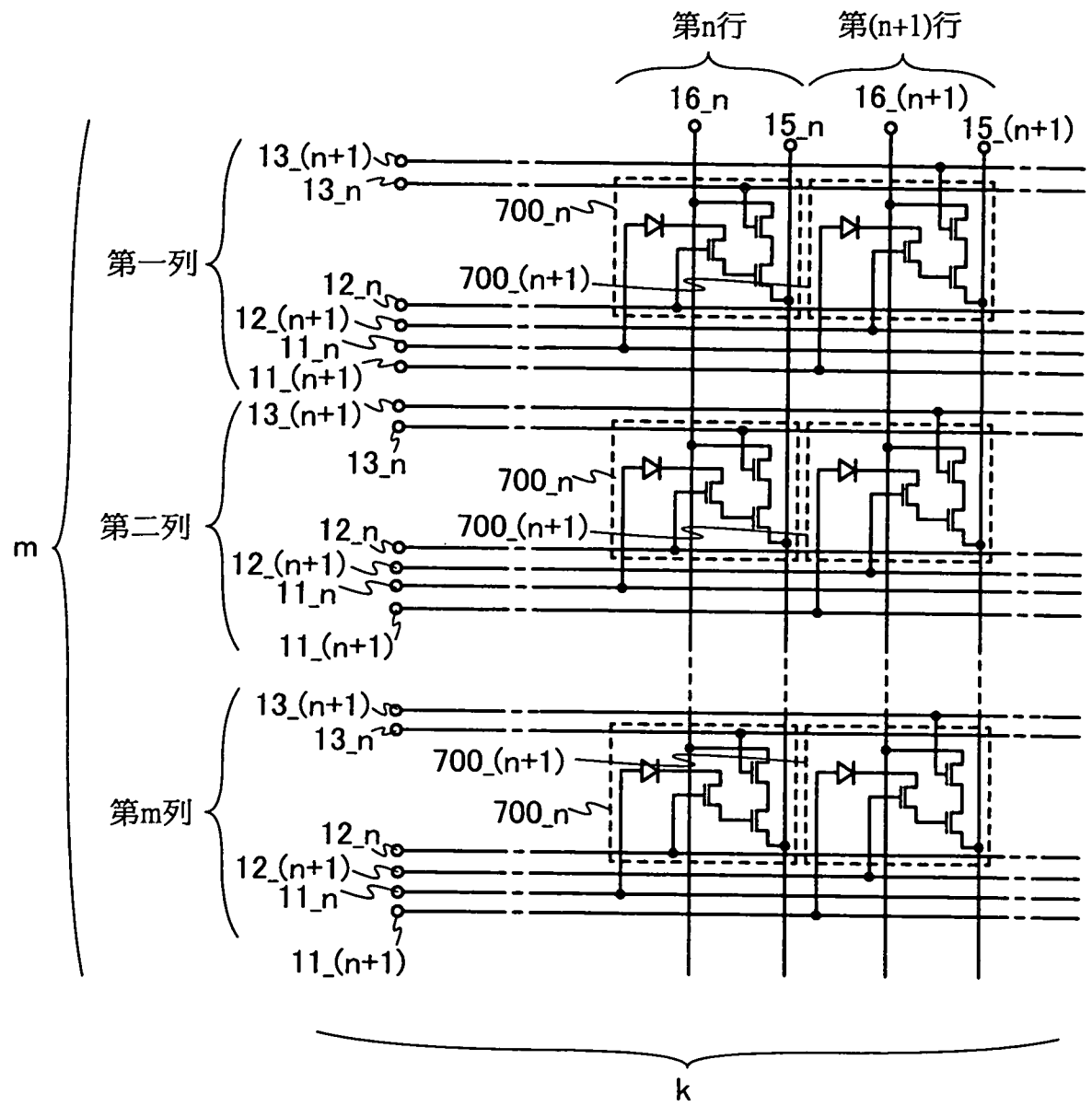


圖22

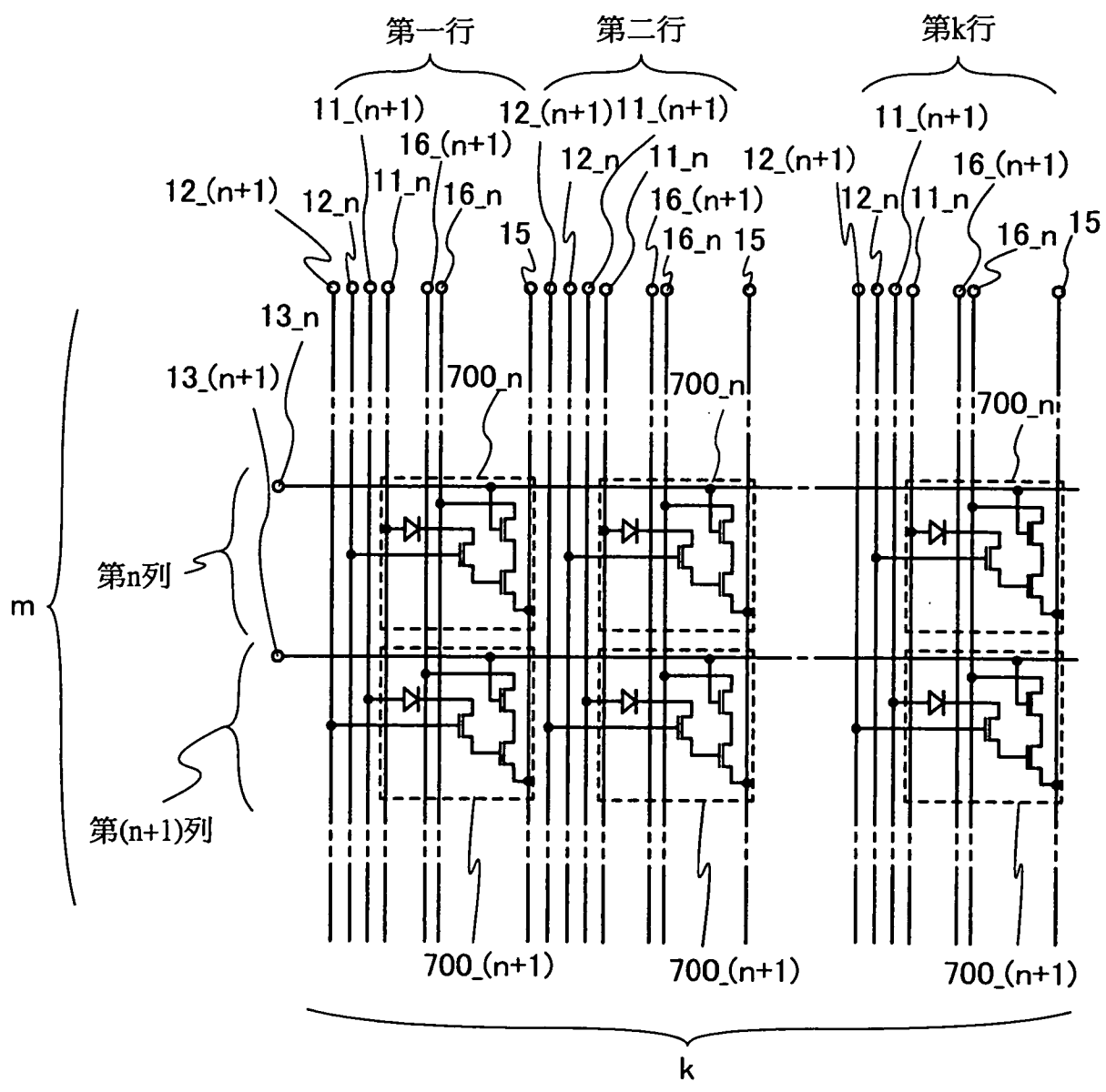


圖 23A

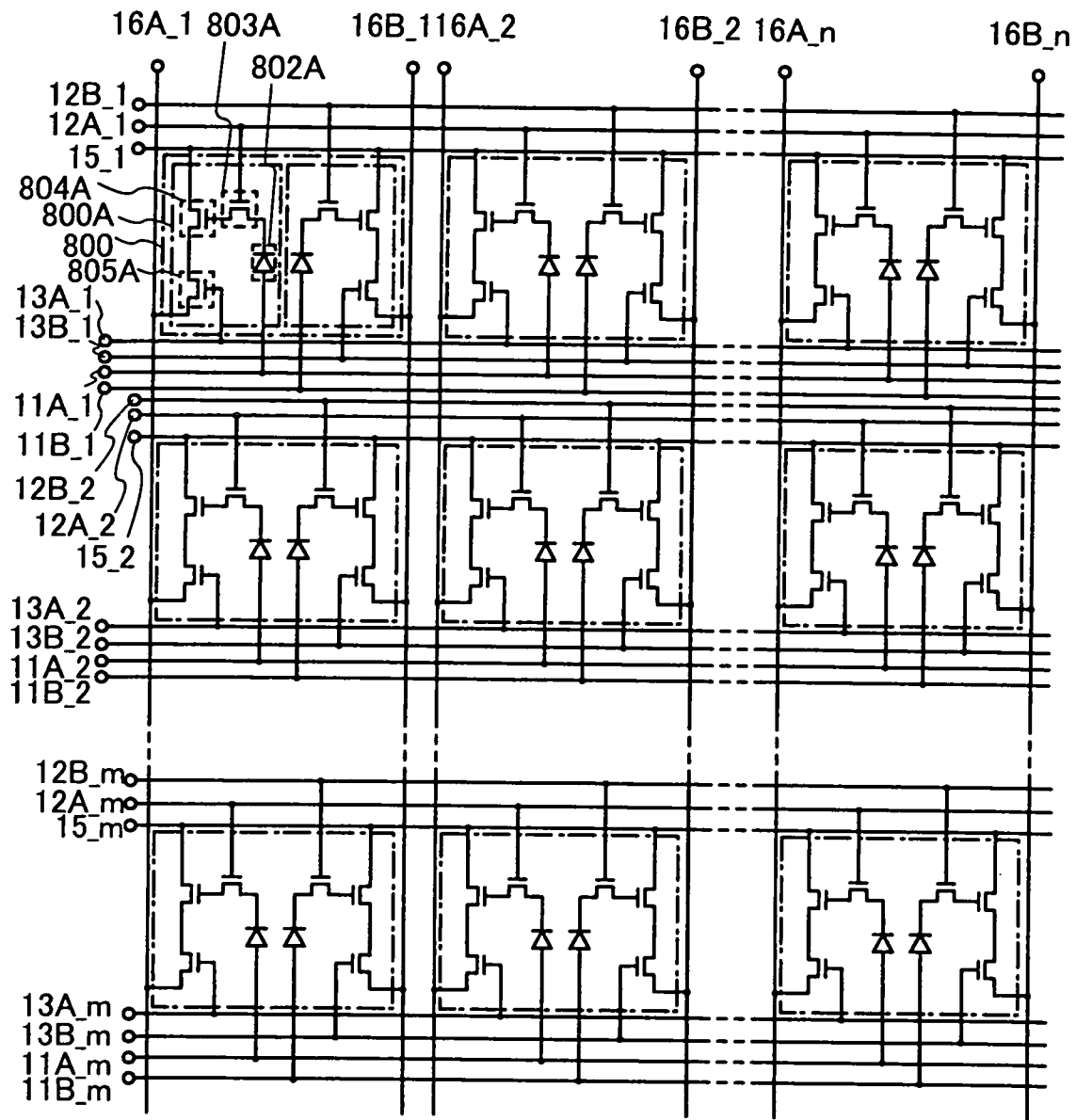


圖 23B

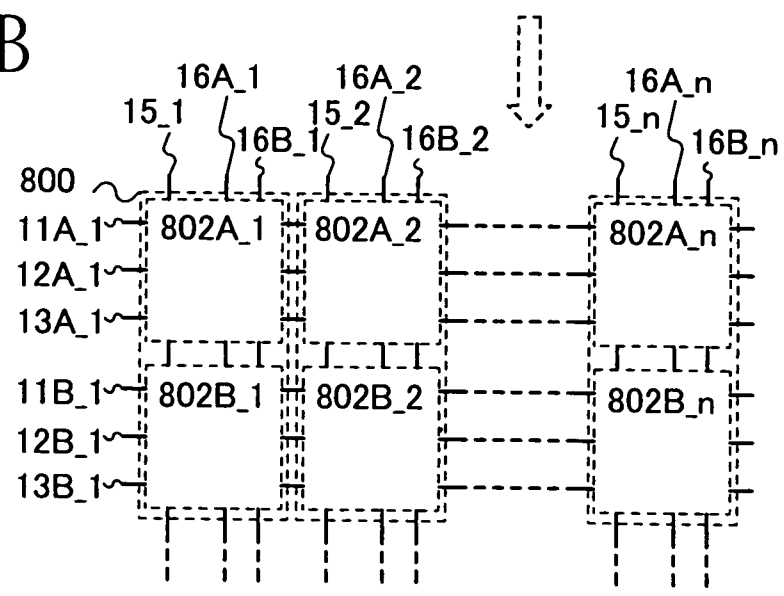


圖24

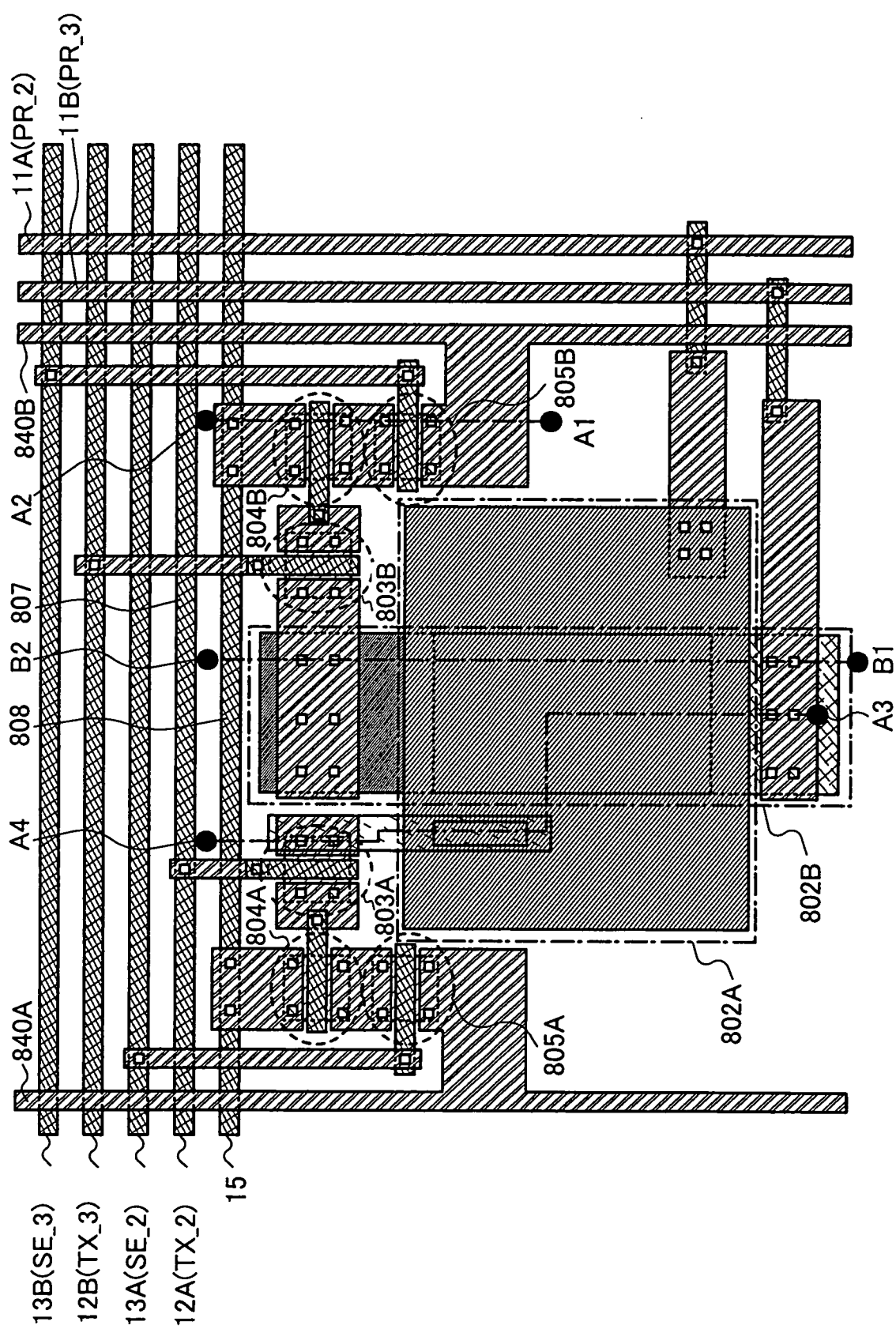


圖25A

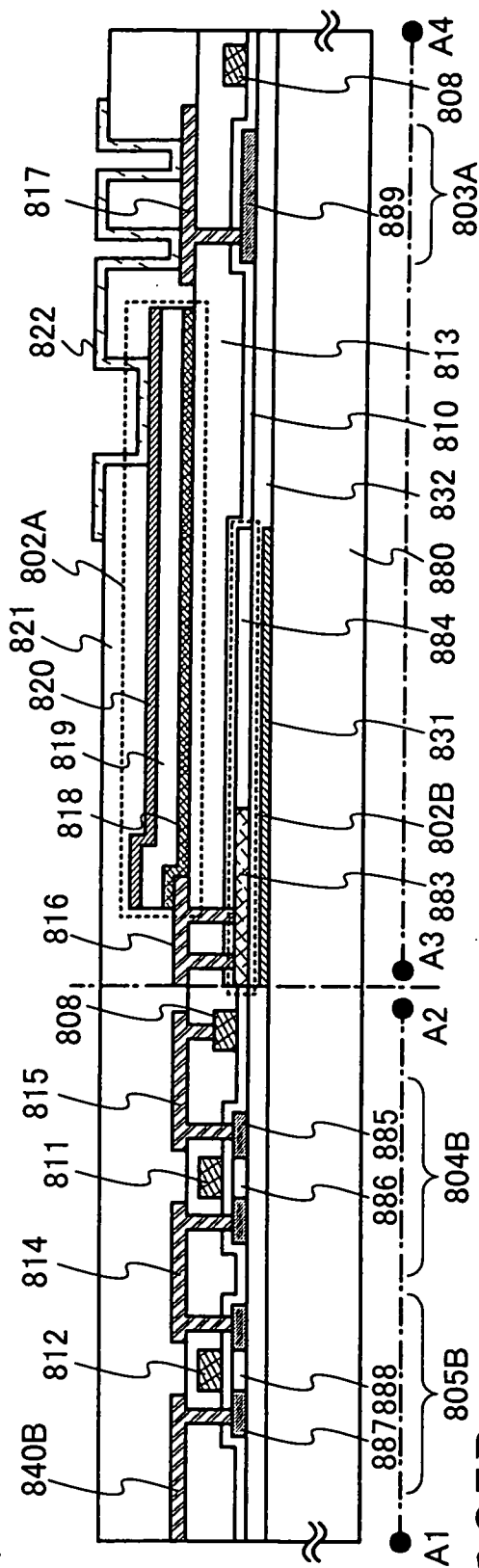


圖25B

