



(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 I427778 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 02 月 21 日

(21)申請案號：098143921

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 12 月 21 日

(51)Int. Cl. : H01L27/14 (2006.01)

H04N5/335 (2011.01)

(30)優先權：2009/01/09 日本

2009-003164

(71)申請人：新力股份有限公司 (日本) SONY CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：久保寺隆 KUBODERA, TAKASHI (JP)；中村明弘 NAKAMURA, AKIHIRO (JP)；

竹下光明 TAKESHITA, KANEYOSHI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

JP 04-063473

US 2004/0179120A1

審查人員：王丕政

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：36 共 0 頁

(54)名稱

固態影像擷取元件及其驅動方法

SOLID-STATE IMAGE PICKUP ELEMENT AND DRIVING METHOD THEREOF

(57)摘要

一種固態影像擷取元件，包括：(A)一光接收/電荷累積區域，形成在一半導體層中並藉由層壓 M (其中 $M \geq 2$) 光接收/電荷累積層而形成；(B)一電荷輸出區域，形成在該半導體層中；(C)一空乏層形成區域，由該半導體層的一部分所形成，該半導體層的該部分係位於該光接收/電荷累積區域及該電荷輸出區域之間；以及(D)一控制電極區域，用於控制一空乏層在該空乏層形成區域中的形成狀態，其中該固態影像擷取元件另外包括自各光接收/電荷累積層延伸至該空乏層形成區域之一光接收/電荷累積層延伸部。

A solid-state image pickup element includes: (A) a light receiving/charge accumulating region formed in a semiconductor layer and formed by laminating M (where $M \geq 2$) light receiving/charge accumulating layers; (B) a charge outputting region formed in the semiconductor layer; (c) a depletion layer forming region formed of a part of the semiconductor layer, the part of the semiconductor layer being situated between the light receiving/charge accumulating region and the charge outputting region; and (D) a control electrode region for controlling a state of formation of a depletion layer in the depletion layer forming region, wherein the solid-state image pickup element further includes a light receiving/charge accumulating layer extending section extending from each light receiving/charge accumulating layer to the depletion layer forming region.

公告本

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98143921

※申請日：98 年 12 月 21 日

※IPC 分類：

一、發明名稱：(中文／英文)

H01L 27/114 (2006.01)

固態影像擷取元件及其驅動方法

H04N 5/375 (2011.01)

Solid-state image pickup element and driving method thereof

二、中文發明摘要：

一種固態影像擷取元件，包括：(A)一光接收/電荷累積區域，形成在一半導體層中並藉由層壓 M (其中 $M \geq 2$) 光接收/電荷累積層而形成；(B)一電荷輸出區域，形成在該半導體層中；(C)一空乏層形成區域，由該半導體層的一部分所形成，該半導體層的該部分係位於該光接收/電荷累積區域及該電荷輸出區域之間；以及(D)一控制電極區域，用於控制一空乏層在該空乏層形成區域中的形成狀態，其中該固態影像擷取元件另外包括自各光接收/電荷累積層延伸至該空乏層形成區域之一光接收/電荷累積層延伸部。



、英文發明摘要：

A solid-state image pickup element includes: (A) a light receiving/charge accumulating region formed in a semiconductor layer and formed by laminating M (where $M \geq 2$) light receiving/charge accumulating layers; (B) a charge outputting region formed in the semiconductor layer; (C) a depletion layer forming region formed of a part of the semiconductor layer, the part of the semiconductor layer being situated between the light receiving/charge accumulating region and the charge outputting region; and (D) a control electrode region for controlling a state of formation of a depletion layer in the depletion layer forming region, wherein the solid-state image pickup element further includes a light receiving/charge accumulating layer extending section extending from each light receiving/charge accumulating layer to the depletion layer forming region.



四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

10：矽半導體基材

11：半導體層

30、31、32、33：層

61：絕緣膜

62：光屏蔽層

63：平滑層

120：光接收/電荷累積區域

121、122、123：光接收/電荷累積層

121A、122A、123A：光接收/電荷累積層延伸部

140：電荷輸出區域

141：電荷輸出部

150：空乏層形成區域

151：部分

160：控制電極區域

161：控制電極部

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】

本發明相關於固態影像擷取元件及其驅動方法，並明確地相關於單板型彩色固態影像擷取元件及其驅動方法。

【先前技術】

在相關技術之單板型彩色固態影像擷取元件中，諸如 CCD（電荷耦合裝置）影像感測器、CMOS（互補式金屬氧化物半導體）影像感測器，傳輸紅色、綠色、或藍色的彩色濾波器係設置在光接收/電荷累積層之上。為得到彩色視訊資訊，將由該彩色濾波器傳輸並由該光接收/電荷累積層接收之可見光輸出為來自該固態影像擷取元件的訊號。各色彩的彩色濾波器吸收約 $2/3$ 的入射光。因此有可見光之低劣使用效率及低靈敏度的缺點。此外，因為各固態影像擷取元件僅提供一顏色的彩色訊號，特別具有低解析度及引人注目之偽色的其他缺點。

因此，為克服此等缺點，已研究並發展在其中層壓三光接收/電荷累積層的固態影像擷取元件（例如，參閱日本特許公開專利申請案第 2006-278446 號）。此種結構之固態影像擷取元件具有在其中從光入射表面依序層壓三光接收/電荷累積層的像素結構，該等光接收/電荷累積層係用於產生關聯於藍色、綠色、及紅色之三原色光的電荷。各固態影像擷取元件具有用於讀取獨立地在個別光接收/電荷累積層中產生之電荷的訊號讀取電路，並對多數入射

光實施光電轉換。因此，可見光的使用效率接近 100%，且對應於藍色、綠色、及紅色之三原色的訊號係藉由一固態影像擷取元件取得。因此具有得到高靈敏度及高解析度之優秀影像的優點。

【發明內容】

然而，在揭示於上述特許公開專利申請案公告中的該固態影像擷取元件中，對該等層壓光接收/電荷累積層各者設置一 MOS 型開關。亦即，設置彼此相互獨立的三個 MOS 型開關。因此，作為一整體之該固態影像擷取元件的面積增加，且因此不適合小型化。此外，雖然設置用於從各光接收/電荷累積層轉移電荷的連接區域，當該連接區域係由 n^+ 半導體層或 p^+ 半導體層形成時，該連接區域受 kTC 雜訊影響。

因此期望提供具有在其中層壓光接收/電荷累積層，且其使作為一整體之固態影像擷取元件的面積減少變得可能，並使雜訊在電荷轉移時的影響減少變得可能之構造或結構的固態影像擷取元件，及其驅動方法。

根據本發明的固態影像擷取元件或在根據本發明之第一至第三模式的固態影像擷取元件驅動方法中的固態影像擷取元件包括：

(A) 一光接收/電荷累積區域，形成在一半導體層中並藉由層壓 M (其中 $M \geq 2$) 光接收/電荷累積層而形成；

(B) 一電荷輸出區域，形成在該半導體層中；

(C) 一空乏層形成區域，由該半導體層的一部分所形成，該半導體層的該部分係位於該光接收/電荷累積區域及該電荷輸出區域之間；以及

(D) 一控制電極區域，用於控制一空乏層在該空乏層形成區域中的形成狀態，其中

該固態影像擷取元件另外包括一光接收/電荷累積層延伸部，自各光接收/電荷累積層延伸至該空乏層形成區域。

附帶一提，在根據本發明的固態影像擷取元件中或在根據本發明之第一模式或第二模式的固態影像擷取元件驅動方法中之固態影像擷取元件中，該空乏層形成區域中的個別光接收/電荷累積層延伸部的投影影像不必彼此重疊，或可能彼此重疊。在此情形中，當投影影像係藉由將該等光接收/電荷累積層延伸部投影而得到時，雖然投影方向基本上係任意的，假設該投影方向係與該半導體層垂直的方向（該方向可能指稱為「Z-方向」）。下列描述也是如此。

在根據本發明之第一模式的固態影像擷取元件驅動方法中，該控制電極區域包括一控制電極部，該電荷輸出區域包括一電荷輸出部，並經由藉由循序地施加控制電壓至該控制電極部而在該空乏層形成區域中形成的空乏層，將累積在該等光接收/電荷累積層中的電荷轉移至該電荷輸出部。

在根據本發明之第二模式的固態影像擷取元件驅動方

法中，該空乏層形成區域之一部分的厚度係取決於各光接收/電荷累積層而改變，該空乏層形成區域之該部分係位於該光接收/電荷累積層延伸部及該控制電極區域之間，該控制電極區域包括 M 個控制電極部，該電荷輸出區域包括 M 個電荷輸出部，並經由藉由施加控制電壓至該等控制電極部而在該空乏層形成區域中形成的空乏層，將累積在該等光接收/電荷累積層中的電荷轉移至該等電荷輸出部。附帶一提，可經由藉由循序地施加該控制電壓至該等控制電極部而在該空乏層形成區域中形成的空乏層，將累積在該等光接收/電荷累積層中的電荷循序地轉移至該等電荷輸出部，或可能經由藉由同步地施加具有不同值之控制電壓至個別控制電極部而在該空乏層形成區域中形成的空乏層，將累積在個別光接收/電荷累積層中的電荷同步地轉移至個別之電荷輸出部。

在根據本發明之第三模式的固態影像擷取元件驅動方法中，該空乏層形成區域中的個別光接收/電荷累積層延伸部的投影影像不會彼此重疊，該空乏層形成區域之一部分的厚度在各光接收/電荷累積層均完全相同，該空乏層形成區域之該部分係位於該光接收/電荷累積層延伸部及該控制電極區域之間，該控制電極區域包括一控制電極部，該電荷輸出區域包括 M 個電荷輸出部，並經由藉由施加控制電壓至該控制電極部而在該空乏層形成區域中形成的空乏層，將累積在該等光接收/電荷累積層中的電荷同步地轉移至該等電荷輸出部。

在根據本發明的固態影像擷取元件及根據本發明之第一至第三模式的固態影像擷取元件驅動方法中，設置用於用於控制空乏層在該空乏層形成區域中之形成狀態的控制電極區域。因此，藉由將適當控制電壓施加至該控制電極區域，空乏層可在該空乏層形成區域中形成，並可將累積在該等光接收/電荷累積層中的電荷經由該空乏層轉移至該電荷輸出區域（電荷輸出部）。因此可減少作為一整體之該固態影像擷取元件的尺寸，並可降低雜訊在電荷轉移時的影響。就關於本發明人所實行之研究而言，具有藉由施加適當之控制電壓至該控制電極區域以延伸空乏層並從而控制累積在光接收/電荷累積層中的電荷至電荷輸出區域（電荷輸出部）之轉移的構造或結構之固態影像擷取元件不為人所知。

【實施方式】

在下文中，將參考該等圖式以在實施例的基礎上描述本發明。然而，本發明未受限於該等實施例，且該等實施例中的不同數值及材料係說明性的。附帶一提，描述將以下列順序提供。

- 1.根據本發明的固態影像擷取元件、根據本發明之第一至第三模式的固態影像擷取元件驅動方法、及通用描述

- 2.第一實施例（根據本發明的固態影像擷取元件及根據本發明之第一模式的固態影像擷取元件驅動方法之具體描述）

3.第二實施例（根據本發明的固態影像擷取元件及根據本發明之第二模式的固態影像擷取元件驅動方法之具體描述）

4.第三實施例（根據本發明的固態影像擷取元件及根據本發明之第三模式的固態影像擷取元件驅動方法之具體描述及其他）

[根據本發明的固態影像擷取元件、根據本發明之第一至第三模式的固態影像擷取元件驅動方法、及通用描述]

在根據本發明之第一至第三模式的固態影像擷取元件驅動方法中，各光接收/電荷累積層在電荷累積之前可係完全空乏的。

在包括上述較佳實施例之根據本發明的固態影像擷取元件或根據本發明之第一至第三模式的固態影像擷取元件驅動方法中，空乏層形成區域可具有第一導電型，電荷輸出區域、光接收/電荷累積層、及光接收/電荷累積層延伸部可具有第二導電型，且該光接收/電荷累積層可介於具有該第一導電型的上層及下層之間。在此情形中，當該第一導電型係 p-型時，該第二導電型係 n-型，且載子為電子。另一方面，當該第一導電型為 n-型時，該第二導電型為 p-型，且載子為電洞。

在包括上述較佳實施例之根據本發明的固態影像擷取元件中，為實行根據本發明之第一模式的固態影像擷取元

件驅動方法，該控制電極區域可包括一控制電極部，該電荷輸出區域可包括一電荷輸出部，以及在將具有第 m （其中 $1 \leq m \leq M$ ）值之控制電壓施用於該控制電極部的基礎上（亦即，將該控制電壓施用 M 次），經由形成在該空乏層形成區域中的空乏層，可將累積在第 m 光接收/電荷累積層中的電荷轉移至該電荷輸出部。附帶一提，隨著 m 值的減少，可將該光接收/電荷累積層置於更接近光入射表面。

替代地，在包括上述較佳實施例之根據本發明的固態影像擷取元件中，為實行根據本發明之第二模式的固態影像擷取元件驅動方法，該空乏層形成區域之一部分的厚度可取決於各光接收/電荷累積層而改變，該空乏層形成區域之該部分係位於該光接收/電荷累積層延伸部及該控制電極區域之間，該控制電極區域可包括 M 個控制電極部，該電荷輸出區域可包括 M 個電荷輸出部，以及在將控制電壓施用於第 m （其中 $1 \leq m \leq M$ ）控制電極部的基礎上（亦即，將該控制電壓循序施用 M 次或將施用電壓的可變值應用至該 M 個控制電極部一次），經由形成在該空乏層形成區域中的空乏層，可將累積在第 m 光接收/電荷累積層中的電荷轉移至第 m 電荷輸出部。附帶一提，隨著 m 值的減少，可將該光接收/電荷累積層置於更接近光入射表面。

替代地，在包括上述較佳實施例之根據本發明的固態影像擷取元件中，可將該空乏層形成區域中的個別光接收/電荷累積層延伸部的投影影像設定在不會彼此重疊的狀態中。在此情形中，為實行根據本發明之第三模式的固態

影像擷取元件驅動方法，該空乏層形成區域之一部分的厚度在各光接收/電荷累積層可完全相同，該空乏層形成區域之該部分係位於該等光接收/電荷累積層延伸部及該控制電極區域之間，該控制電極區域可包括一控制電極部，該電荷輸出區域可包括 M 個電荷輸出部，以及在將控制電壓施用於該控制電極部的基礎上（亦即，將該控制電壓施用一次），經由形成在該空乏層形成區域中的空乏層，可將累積在第 m （其中 $1 \leq m \leq M$ ）光接收/電荷累積層中的電荷轉移至第 m 電荷輸出部。附帶一提，隨著 m 值的減少，可將該光接收/電荷累積層置於更接近光入射表面。

另外，在包括上述較佳實施例及構造之根據本發明的固態影像擷取元件中，各光接收/電荷累積層在電荷累積之前係如期望地完全空乏的。此抑制 kTC 雜訊的發生。附帶一提，各光接收/電荷累積層在部分情形中不必係完全空乏的。在先前的作業中，也將累積在各光接收/電荷累積層中的電荷轉移至該電荷輸出區域（電荷輸出部）。在此作業完成時，各光接收/電荷累積層可係完全空乏的。因此，也將此種作業包括在「各光接收/電荷累積層在電荷累積之前係完全空乏的」之觀念中。如上文所述，在根據本發明之第一至第三模式的固態影像擷取元件驅動方法中，各光接收/電荷累積層在電荷累積之前也可係完全空乏的。此情形中的「在電荷累積之前」也係以相似觀念使用。

此外，在包括上述較佳實施例及構造之根據本發明的

固態影像擷取元件，或包括上述較佳實施例及構造之根據本發明之第一模式或第二模式的固態影像擷取元件驅動方法中，該空乏層形成區域的雜質濃度係隨著在沿著垂直於該半導體之方向（Z-方向）上與該控制電極區域的距離增加而減少。

替代地，在包括上述較佳實施例及構造之根據本發明的固態影像擷取元件，或包括上述較佳實施例及構造之根據本發明之第一模式或第二模式的固態影像擷取元件驅動方法中，針對在沿著垂直於該半導體之方向（Z-方向）上與該控制電極區域距離較遠的該光接收/電荷累積層，當累積在光接收/電荷累積層中的電荷轉移至電荷輸出部時，施加至該控制電極區域之控制電壓的絕對值（或當累積在光接收/電荷累積層中的電荷轉移至電荷輸出部時，施加至控制電極部之控制電壓的絕對值）較高。

替代地，在包括上述較佳實施例及構造之根據本發明的固態影像擷取元件，或包括上述較佳實施例及構造之根據本發明之第一模式或第二模式的固態影像擷取元件驅動方法中，該空乏層形成區域之一部分的雜質濃度係取決於該空乏層形成區域之該部分的厚度而改變，該空乏層形成區域之該部分係位於該光接收/電荷累積層延伸部及該控制電極區域之間。另一方面，在包括上述較佳實施例及構造之根據本發明之第三模式的固態影像擷取元件驅動方法中，該空乏層形成區域的雜質濃度可完全相同（固定的）。

在包括上述各種較佳實施例及構造之根據本發明的固態影像擷取元件，或包括上述各種較佳實施例及構造之根據本發明之第一至第三模式的固態影像擷取元件驅動方法中，當電荷係電子時，在將累積在光接收/電荷累積層中的電荷轉移至該電荷輸出區域（或電荷輸出部）時，與電子相關之該電荷輸出區域（或電荷輸出部）的電位低於空乏層之電位，且該空乏層的該電位低於該光接收/電荷累積層之電位。

在包括上述各種較佳實施例及構造之根據本發明的固態影像擷取元件，或包括上述較佳實施例及構造之根據本發明之第一至第三模式的固態影像擷取元件驅動方法中（在下文中，可能將該固態影像擷取元件及該固態影像擷取元件驅動方法簡單地指稱為「本發明」），可將由形成在該空乏層形成區域之上的轉移閘極及介於該轉移閘極及該空乏層形成區域之間的絕緣膜所組成的一種 MOS 型開關引用為該控制電極區域的具體構造或結構。此外，該半導體層可，例如，藉由磊晶成長法由形成在具有第二導電型之矽半導體基材上的矽層所形成。在部分情形中，該半導體層可由該矽半導體基材之表面區域所形成。

雖然未受限制， M 的具體值可能係二或三。當 $M=3$ 時，位於最接近該半導體層的光入射表面之區域中的光接收/電荷累積層與該半導體層之光入射表面的平均距離為，例如， $0.1\mu\text{m}$ 至 $0.3\mu\text{m}$ （為方便起見，該光接收/電荷累積層將指稱為第一光接收/電荷累積層（ $m=1$ ））；位於次

一最接近區域中的光接收/電荷累積層與該半導體層之光入射表面的平均距離為，例如， $0.5\mu\text{m}$ 至 $0.8\mu\text{m}$ （為方便起見，該光接收/電荷累積層將指稱為第二光接收/電荷累積層（ $m=2$ ））；位於距離最遠之區域中的光接收/電荷累積層與該半導體層之光入射表面的平均距離為，例如， $1.5\mu\text{m}$ 至 $3\mu\text{m}$ （為方便起見，該光接收/電荷累積層將指稱為第三光接收/電荷累積層（ $m=M=3$ ））。附帶一提，在此種構造中，該第一光接收/電荷累積層接收藍光（波長：例如， 400nm 至 500nm ）並累積電荷；該第二光接收/電荷累積層接收綠光（波長：例如， 500nm 至 600nm ）並累積電荷；且該第三光接收/電荷累積層接收紅光（波長：例如， 600nm 至 700nm ）並累積電荷。

單板型彩色固態影像擷取元件，諸如 CCD 影像感測器、CMOS 影像感測器等，及單板型彩色固態影像擷取裝置可由根據本發明之固態影像擷取元件形成。此外，根據本發明的固態影像擷取元件可係前方照明型或後方照明型。

[第一實施例]

第一實施例相關於根據本發明的固態影像擷取元件及根據本發明之第一模式的固態影像擷取元件驅動方法。圖 1A、圖 2A、及圖 3A 係根據該第一實施例之固態影像擷取元件的部分示意剖面圖。圖 1B、圖 2B、及圖 3B 係第一、第二、及第三光接收/電荷累積層等之配置狀態的部分

示意剖面圖。附帶一提，圖 1A、圖 2A、及圖 3A 係沿著圖 1B、圖 2B、及圖 3B 中的箭號 A-A 取得之部分示意剖面圖。圖 1B、圖 2B、及圖 3B 係沿著圖 1A 中的箭號 a-a、b-b、及 c-c 取得之該等光接收/電荷累積層等的配置狀態之部分示意剖面圖。

根據第一實施例或待於稍後描述之第二或第三實施例的固態影像擷取元件，或在根據第一實施例或待於稍後描述之第二或第三實施例的固態影像擷取元件驅動方法中的固態影像擷取元件形成 CMOS 影像感測器，並形成前方照明單板型彩色固態影像擷取元件及單板型彩色固態影像擷取裝置。該固態影像擷取元件包括：

(A) 光接收/電荷累積區域 120、220、或 320，形成在半導體層 11 中，並藉由層壓 M（其中 $M \geq 2$ ，且在該實施例中明確地設定 $M=3$ ）個光接收/電荷累積層 121、122、及 123、221、222、及 223、或 321、322、及 323 而形成；

(B) 電荷輸出區域（電荷保持區域）140、240、或 340，形成在半導體層 11 中；

(C) 空乏層形成區域 150、250、或 350，由半導體層 11 的一部分形成，半導體層 11 的該部分係位於該光接收/電荷累積區域 120、220、或 320 及電荷輸出區域 140、240、或 340 之間；以及

(D) 控制電極區域 160、260、或 360，用於控制空乏層在空乏層形成區域 150、250、或 350 中的形成狀態，

其中該固態影像擷取元件另外包括光接收/電荷累積層延伸部 121A、122A、及 123A、221A、222A、及 223A、或 321A、322A、及 323A，自個別光接收/電荷累積層 121、122、及 123、221、222、及 223、或 321、322、及 323 延伸至空乏層形成區域 150、250、或 350。附帶一提，當 CMOS 影像感測器係由該固態影像擷取元件形成時，電荷輸出區域 140、240、或 340 也指稱為浮動擴散區域。另一方面，當 CCD 影像感測器係由該固態影像擷取元件形成時，電荷輸出區域 140、240、或 340 具有已為人熟知之垂直 CCD 結構。

在該第一實施例中，空乏層形成區域 150 中的個別光接收/電荷累積層延伸部 121A、122A、及 123A 的投影影像不會彼此重疊，且係並列的。此外，控制電極區域 160 包括一控制電極部 161，且電荷輸出區域 140 包括一電荷輸出部（電荷保持部）141。在根據第一實施例的固態影像擷取元件中，在將具有第 m （其中 $1 \leq m \leq M$ ）值之控制電壓施用於控制電極部 161（亦即，將該控制電壓施用 M 次）的基礎上，經由形成在空乏層形成區域 150 中的空乏層，將累積在第 m 光接收/電荷累積層 121、122、或 123 中的電荷轉移至電荷輸出部 141。附帶一提，在第一實施例或待於稍後描述之第二及第三實施例中，隨著 m 值的減少，該光接收/電荷累積層係位於更接近光入射表面處。具體地說，隨著 m 值的減少，該光接收/電荷累積層係位於半導體層 11 的較淺區域（較接近該半導體層之光入射表

面的區域)中。

在第一實施例或待於稍後描述之第二及第三實施例中，空乏層形成區域 150、250、或 350 具有第一導電型（具體地說， p^- 型）。該電荷輸出區域、該等光接收/電荷累積層、以及該等光接收/電荷累積層延伸部具有第二導電型（具體地說， n -型）。附帶一提，更具體地說，電荷輸出區域 140、240、或 340 係 n^+ 型雜質區域，且光接收/電荷累積區域 120、220、或 320 及光接收/電荷累積層延伸部 121A、122A、及 123A、221A、222A、及 223A、或 321A、322A、及 323A 係 n -型雜質區域。另外，該等光接收/電荷累積層係介於具有該第一導電型之上層及下層之間。具體地說，第一光接收/電荷累積層 121、221、或 321 係介於具有該第一導電型（具體地說， p -型）之上層 30 及下層 31 之間。第二光接收/電荷累積層 122、222、或 322 係介於具有該第一導電型（具體地說， p -型）之上層 31 及下層 32 之間。空乏層形成區域 150、250、或 350 係由具有該第一導電型之層（ p -型雜質區域）30、31、32、及 33 所圍繞。另外，第三光接收/電荷累積層 123、223、或 323 係介於具有該第一導電型（具體地說， p -型）之上層 32 及下層 33 之間。在此情形中，如上文所述，電荷輸出區域 140、240、或 340 中的第二導電型（具體地說， n -型）雜質濃度高於光接收/電荷累積層 121、122、及 123、221、222、及 223、或 321、322、及 323 及光接收/電荷累積層延伸部 121A、122A、及 123A、221A、222A、及

223A、或 321A、322A、及 323A 中的第二導電型（具體地說，n-型）雜質濃度。

在第一實施例或待於稍後描述之第二及第三實施例中，電荷係電子，且在將累積於光接收/電荷累積層 121、122、及 123、221、222、及 223、或 321、322、及 323 中的電荷轉移至電荷輸出區域 140、240、或 340（或電荷輸出部）時，與電子相關之電荷輸出區域 140、240、或 340（或電荷輸出部）的電位低於空乏層之電位，且該空乏層的該電位低於光接收/電荷累積層 121、122、及 123、221、222、及 223、或 321、322、及 323 之電位。此外，在電荷累積之前，光接收/電荷累積層 121、122、及 123、221、222、及 223、或 321、322、及 323 各者係完全空乏的。

在此情形中，如上文所述，第一光接收/電荷累積層 121、221、或 321 係由具有該第一導電型（具體地說，p-型）之上層 30 所覆蓋。亦即，第一光接收/電荷累積層 121、221、或 321 不在曝露狀態中。因此可能減少暗電流並減少 kTC 雜訊。

在第一實施例或待於稍後描述之第二及第三實施例中，控制電極區域 160、260、或 360 係由形成在該空乏層形成區域 150、250、或 350 之上的轉移閘極及介於該轉移閘極及該空乏層形成區域之間的絕緣膜 61 所組成的一種 MOS 型開關所形成。半導體層 11 係由藉由磊晶成長法形成在具有第二導電型（具體地說，n-型）之矽半導體基材

10 上的矽層所形成。

控制電極區域 160、260、或 360、光接收/電荷累積區域 120、220、或 320、及電荷輸出區域 140、240、或 340 係由平滑層 63 所覆蓋，其對入射可見光透明。在此情形中，可見光入射於其上的平滑層 63 係由，例如， SiO_2 或 SiN 製成。晶載微鏡頭（未圖示）係設置在平滑層 63 上。此外，光屏蔽層 62 係形成在光接收/電荷累積區域 120、220、或 320 以外的區域上方。各種佈線（未圖示）係形成在平滑層 63 中。入射在平滑層 63 上的可見光穿越設置在光屏蔽層 62 中的開口，然後進入光接收/電荷累積區域 120、220、或 320。

在根據第一實施例的固態影像擷取元件中，空乏層形成區域 150 之部分 151、152、及 153 的雜質濃度係取決於空乏層形成區域 150 之該等部分 151、152、及 153 的厚度而改變，該等部分係位於光接收/電荷累積層延伸部 121A、122A、及 123A 及控制電極區域之間。具體地說，空乏層形成區域 150 的雜質濃度隨著在沿著垂直於半導體層 11 之方向（Z-方向）上與控制電極區域 160 的距離增加（亦即，在第一實施例中的半導體層 11 的較深區域中）而減少。更具體地說，空乏層形成區域 150 之部分 151 的雜質濃度約為 $5 \times 10^{16} / \text{cm}^3$ （當 $V_{\text{TG}} = 1$ 伏特時，在空乏層抵達 $0.2 \mu\text{m}$ 處的濃度），該部分係位於與第一光接收/電荷累積層 121 之光接收/電荷累積層延伸部 121A 相同的水平上（距離半導體層 11 之光入射表面 $0.2 \mu\text{m}$ 的位置）。空乏層

形成區域 150 之部分 152 的雜質濃度約為 $1 \times 10^{16}/\text{cm}^3$ (當 $V_{TG}=2$ 伏特時，在空乏層抵達 $0.6\mu\text{m}$ 處的濃度)，該部分係位於與第二光接收/電荷累積層 122 之光接收/電荷累積層延伸部 122A 相同的水平上 (距離半導體層 11 之光入射表面 $0.6\mu\text{m}$ 的位置)。空乏層形成區域 150 之部分 153 的雜質濃度約為 $8 \times 10^{14}/\text{cm}^3$ (當 $V_{TG}=5$ 伏特時，在空乏層抵達 $3\mu\text{m}$ 處的濃度)，該部分係位於與第三光接收/電荷累積層 123 之光接收/電荷累積層延伸部 123A 相同的水平上 (距離半導體層 11 之光入射表面 $2\mu\text{m}$ 的位置)。附帶一提，將半導體層 11 之光入射表面更具體地指稱為具有該第一導電型 (p-型) 之上層 30 的表面。

藉由將空乏層形成區域 150 之雜質濃度設定成如上文所述，並將電壓 $V_{TG-B}=1$ 伏特、 $V_{TG-G}=2$ 伏特、及 $V_{TG-R}=5$ 伏特施加至控制電極區域 160 (控制電極部 161)，經由形成在空乏層形成區域 150 中的空乏層，將累積在第一、第二、及第三光接收/電荷累積層 121、122、及 123 中的電荷經由光接收/電荷累積層延伸部 121A、122A、及 123A 轉移至電荷輸出部 141。圖 21 顯示在施加至控制電極區域 160 之電壓 V_{TG} 及所形成之空乏層的厚度之間的關係。附帶一提，在圖 21 中，以「A」標示的白色菱形標記曲線、以「B」標示之白色方形標記曲線、以「C」標示之白色圓形標記曲線、以「D」標示之白色三角形標記曲線、以「E」標示之黑色菱形標記曲線、及以「F」標示之黑色方形標記曲線代表當該雜質濃度為 $1 \times 10^{14}/\text{cm}^3$ 、 $2 \times$

$10^{14}/\text{cm}^3$ 、 $1 \times 10^{15}/\text{cm}^3$ 、 $1 \times 10^{16}/\text{cm}^3$ 、 $1 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 、及 $1 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 時的關係。

將參考圖 9 至 11 在下文描述根據第一實施例的固態影像擷取元件驅動方法。在第一實施例中，基本上，累積在光接收/電荷累積層 121、122、及 123 中的電荷係經由藉由循序地施加控制電壓至控制電極部 161 而形成在空乏層形成區域 150 中的空乏層循序地轉移至電荷輸出部 141。附帶一提，當累積在光接收/電荷累積層 121、122、及 123 中的電荷轉移至電荷輸出部 141 時，針對在沿著垂直於半導體層 11 之方向（Z-方向）上與控制電極區域 160 距離較遠的該光接收/電荷累積層，施加至控制電極部 161 之控制電壓的絕對值較高。具體地說，當累積在光接收/電荷累積層 121、122、及 123 中的電荷轉移至電荷輸出部 141 時，針對位於半導體層 11 之較深位置的該光接收/電荷累積層，施加至控制電極部 161 之控制電壓的絕對值較高。

在圖 9 至 15 中，「FD」代表在該電荷輸出區域或該電荷輸出部中的電位。「B」、「G」、及「R」分別代表在第一光接收/電荷累積層、第二光接收/電荷累積層、及第三光接收/電荷累積層中的電位。「FD 重設」代表該電荷輸出區域或電荷輸出部的初始化（重設）。「B 讀出」代表累積在第一光接收/電荷累積層中的電荷至該電荷輸出區域或該電荷輸出部的轉移。「G 讀出」代表累積在第二光接收/電荷累積層（或第一光接收/電荷累積層及第二

光接收/電荷累積層)中的電荷至該電荷輸出區域或該電荷輸出部的轉移。「R讀出」代表累積在第三光接收/電荷累積層(或第一光接收/電荷累積層、第二光接收/電荷累積層、及第三光接收/電荷累積層)中的電荷至該電荷輸出區域或該電荷輸出部的轉移。

[步驟-100]

在根據第一實施例的固態影像擷取元件驅動方法中，首先，各光接收/電荷累積層 121、122、及 123 在電荷累積之前係完全空乏的。具體地說，累積在各光接收/電荷累積層中的電荷係在先前作業中轉移至該電荷輸出區域(電荷輸出部)。在此作業完成時，各光接收/電荷累積層 121、122、及 123 係完全空乏的。因此，此種作業可使各光接收/電荷累積層 121、122、及 123 完全空乏。

[步驟-110]

之後，例如，將 $V_{FD-B}=5$ 伏特施加至電荷輸出部 141，並同時將 $V_{TG-B}=5$ 伏等施加至控制電極部 161。因此，將所謂的反向偏壓施加至各光接收/電荷累積層 121、122、及 123 上。電荷(在第一實施例中係電子)依據個別光接收/電荷累積層 121、122、及 123 中的光接收狀態累積在個別光接收/電荷累積層 121、122、及 123 中。然而，此步驟可省略。

[步驟 -120]

在預定曝露時間通過後，將，例如， $V_{FD-reset}=5$ 伏特施加至電荷輸出部 141。然而， $V_{FD-reset}$ 的值可能係 5 伏特以外的值（例如，電源供應電壓的 3 伏特）。因此將電荷輸出區域 140 初始化（重設）。

[步驟 -130]

之後，將累積在第一光接收/電荷累積層 121 中的電荷轉移至電荷輸出區域 140（B 讀出）。具體地說，例如，將具有第一值（ $V_{TG-B}=1$ 伏特）的控制電壓施加至控制電極部 161。因此，空乏層形成在空乏層形成區域 150 中，且此空乏層抵達第一層的光接收/電荷累積層延伸部 121A，但未抵達第二層及第三層的光接收/電荷累積層延伸部 122A 及 123A。結果，第一光接收/電荷累積層 121 經由第一層的光接收/電荷累積層延伸部 121A 及該空乏層電性連接至電荷輸出部 141，並將累積在第一光接收/電荷累積層 121 中的電荷轉移至電荷輸出區域 140。其次，該電荷在電荷輸出區域 140 中轉換為電壓。將該電壓傳送至已為人熟知之未顯示於該圖中的訊號偵測電路。附帶一提，在圖 9 及圖 10 中，「B 讀出」的示意表示係重複的。

[步驟 -140]

其次，藉由再度實施[步驟 -120]以將電荷輸出區域 140 初始化。之後，將累積在第二光接收/電荷累積層 122

中的電荷轉移至電荷輸出區域 140 (G 讀出)。具體地說，例如，將具有第二值 ($V_{TG-G}=2$ 伏特) 的控制電壓施加至控制電極部 161。因此，空乏層形成在空乏層形成區域 150 中，且此空乏層抵達第二層的光接收/電荷累積層延伸部 122A，但未抵達第三層的光接收/電荷累積層延伸部 123A。結果，第一光接收/電荷累積層 121 及第二光接收/電荷累積層 122 經由第一層及第二層的光接收/電荷累積層延伸部 121A 及 122A 及該空乏層電性連接至電荷輸出部 141，並將累積在第二光接收/電荷累積層 122 中的電荷轉移至電荷輸出區域 140。其次，該電荷在電荷輸出區域 140 中轉換為電壓。將該電壓傳送至已為人熟知之未顯示於該圖中的訊號偵測電路。

[步驟 -150]

之後，藉由再度實施[步驟 -120]以將電荷輸出區域 140 初始化(重設)。然後，將累積在第三光接收/電荷累積層 123 中的電荷轉移至電荷輸出區域 140 (R 讀出)。具體地說，例如，將具有第三值 ($V_{TG-R}=5$ 伏特) 的控制電壓施加至控制電極部 161。因此，空乏層形成在空乏層形成區域 150 中，且此空乏層抵達第三層的光接收/電荷累積層延伸部 123A。結果，第一光接收/電荷累積層 121、第二光接收/電荷累積層 122、及第三光接收/電荷累積層 123 經由第一層、第二層、及第三層的光接收/電荷累積層延伸部 121A、122A、及 123A 及該空乏層電性連接至

電荷輸出部 141，並將累積在第三光接收/電荷累積層 123 中的電荷轉移至電荷輸出區域 140。其次，該電荷在電荷輸出區域 140 中轉換為電壓。將該電壓傳送至已為人熟知之未顯示於該圖中的訊號偵測電路。

在第一實施例中，累積在第一光接收/電荷累積層 121 中的電荷係在[步驟-130]中轉移至電荷輸出區域 140。累積在第一光接收/電荷累積層 121 中的電荷係由藍光、綠光、及紅光之接收所引起。累積在第二光接收/電荷累積層 122 中的電荷係在[步驟-140]中轉移至電荷輸出區域 140。累積在第二光接收/電荷累積層 122 中的電荷係由綠光及紅光之接收所引起。累積在第三光接收/電荷累積層 123 中的電荷係在[步驟-150]中轉移至電荷輸出區域 140。累積在第三光接收/電荷累積層 123 中的電荷係由紅光之接收所引起。因此，電荷係在電荷輸出區域 140 中轉換為電壓，該等電壓係傳送至已為人熟知之未顯示於該圖中的訊號偵測電路，且該訊號偵測電路實施作業，從而可得到已接收之藍光量、已接收之綠光量、及已接收之紅光量。附帶一提，待於稍後描述之第二實施例及第三實施例也是如此。附帶一提，當未設置機械快門機制時，該光接收/電荷累積區域也係在[步驟-130]、[步驟-140]、及[步驟-150]中接收光。然而，[步驟-130]、[步驟-140]、及[步驟-150]的時間係非常短的時間。因此不會出現特殊問題。

在根據第一實施例的固態影像擷取元件及固態影像擷取元件驅動方法中，設置用於控制空乏層在空乏層形成區

域 150 中之形成狀態的控制電極區域 160，且空乏層形成區域 150 中之個別光接收/電荷累積層延伸部 121A、122A、及 123A 的投影影像不彼此重疊且係並列的。因此，藉由將適當控制電壓施加至控制電極區域 160，空乏層可在空乏層形成區域 150 中形成，並可將累積在光接收/電荷累積層 121、122、及 123 中的電荷經由該空乏層轉移至電荷輸出區域 140（電荷輸出部 141）。因此可減少作為一整體之該固態影像擷取元件的尺寸。

根據第一實施例的固態影像擷取元件可藉由以磊晶成長法（在其中實施原位摻雜的磊晶成長法）在矽半導體基材 10 上形成包括 p-型雜質之半導體層 11 的方法而製造，之後藉由為人熟知之離子植入法形成光接收/電荷累積層 121、122、及 123、光接收/電荷累積層延伸部 121A、122A、及 123A、電荷輸出區域 140（浮動擴散區域）、及空乏層形成區域 150，然後在半導體層 11 的表面上形成絕緣膜 61，在空乏層形成區域 150 之上形成控制電極區域 160，並將平滑層 63、光屏蔽層 62、及平滑層 63 形成在整體表面之上。

替代地，根據第一實施例的固態影像擷取元件也可藉由參考至圖 16A 至 16D、圖 17A 至 17C、及圖 18A 至 18C 之於下文描述的方法而製造，彼等係該矽半導體等的部分示意端視圖。附帶一提，圖 16A 至 16D、圖 17A 至 17C、及圖 18A 至 18C 係與沿著圖 1B 中的箭號 A-A 取得之圖相似的部分示意剖面圖。

[步驟 -A]

首先，藉由磊晶成長法將包括 p-型雜質之半導體層 11A 形成在矽半導體基材 10 上（參見圖 16A）。其次，藉由已為人熟知之離子植入法將第三光接收/電荷累積層 123 及空乏層形成區域 150 形成在半導體層 11A 中（參見圖 16B）。附帶一提，半導體層 11A 對應於下層 33。

[步驟 -B]

其次，藉由磊晶成長法將包括 p-型雜質之半導體層 11B 形成在整體表面之上（參見圖 16C）。其次，藉由已為人熟知之離子植入法將第二光接收/電荷累積層 122 及空乏層形成區域 150 形成在半導體層 11B 的表面區域中（參見圖 16D）。附帶一提，位於第二光接收/電荷累積層 122 及第三光接收/電荷累積層 123 之間的半導體層 11B 對應於上層 32 或下層 32。

[步驟 -C]

其次，藉由磊晶成長法將包括 p-型雜質之半導體層 11C 形成在整體表面之上（參見圖 17A）。其次，藉由已為人熟知之離子植入法將第一光接收/電荷累積層 121 及空乏層形成區域 150 形成在半導體層 11C 的表面區域中（參見圖 17B）。附帶一提，位於第一光接收/電荷累積層 121 及第二光接收/電荷累積層 122 之間的半導體層 11C 對應於上層 31 或下層 31。

[步驟-D]

其次，藉由磊晶成長法將包括 p-型雜質的半導體層 11D 形成在整體表面之上，並藉由氧化半導體層 11D 之表面以形成由 SiO_2 製造的絕緣膜 61（參見圖 17C）。其次，藉由已為人熟知之離子植入法將空乏層形成區域 150 形成在半導體層 11D 中（參見圖 18A）。附帶一提，位於絕緣膜 61 及第一光接收/電荷累積層 121 之間的半導體層 11D 對應於上層 30。

[步驟-E]

之後，藉由為人熟知的方法將控制電極區域 160 形成在空乏層形成區域 150 之上（參見圖 18B）。

[步驟-F]

其次，藉由已為人熟知之離子植入法將電荷輸出區域 140（浮動擴散區域）形成在半導體層 11D 中（參見圖 18C）。

[步驟-G]

之後，將平滑層 63、光屏蔽層 62、及平滑層 63 形成在整體表面之上。因此可得到根據第一實施例的固態影像擷取元件。附帶一提，根據待於稍後描述之第二實施例或第三實施例的固態影像擷取元件基本上也可藉由上述方法製造。

[第二實施例]

第二實施例相關於根據本發明的固態影像擷取元件及根據本發明之第二模式的固態影像擷取元件驅動方法。圖 4A 係在根據第二實施例之固態影像擷取元件中的控制電極部及電荷輸出部之配置狀態的示意圖。圖 4B、圖 5A、及圖 5B 係第一、第二、及第三光接收/電荷累積層等之配置狀態的部分示意剖面圖。

在該第二實施例中，空乏層形成區域 250 中之個別光接收/電荷累積層延伸部 221A、222A、及 223A 的投影影像同樣不會彼此重疊，且係並列的。此外，如同在第一實施例中，該空乏層形成區域 250 之部分 251、252、及 253 的厚度係取決於個別光接收/電荷累積層 221、222、以及 223 而改變，該等部分係位於光接收/電荷累積層延伸部 221A、222A、以及 223A 及該控制電極區域之間。另外，控制電極區域 260 包括 M 個（在第二實施例中，同樣地 $M=3$ ）控制電極部 261、262、以及 263，且電荷輸出區域 240 包括 M 個電荷輸出部（電荷保持部）241、242、以及 243。在將控制電壓施用於第 m（其中 $1 \leq m \leq M$ ）控制電極部的基礎上（在第二實施例中，將各種施用電壓值施用於 M 個控制電極部 261、262、以及 263 一次），經由形成在空乏層形成區域 250 中的空乏層，將累積在第 m 光接收/電荷累積層中的電荷轉移至第 m 電荷輸出部。

關於空乏層形成區域 250 之部分 251、252、及 253 的厚度，該等部分係位於該光接收/電荷累積層延伸部 221A

、222A、以及223A及該控制電極區域之間，光接收/電荷累積層延伸部221A、222A、及223A的位準係與上文之第一實施例的位準相似之值。在根據第二實施例的固態影像擷取元件中，同樣地，空乏層形成區域250之部分251、252、及253的雜質濃度係取決於空乏層形成區域250之該等部分251、252、及253的厚度而改變，該等部分係位於光接收/電荷累積層延伸部221A、222A、及223A及該控制電極區域之間。具體地說，如同在第一實施例中，空乏層形成區域250的雜質濃度隨著在沿著垂直於半導體層11之方向（Z-方向）上與控制電極區域260的距離增加（亦即，在半導體層11的較深區域中）而變得較低。

將在下文中參考圖12及13以描述根據第二實施例的固態影像擷取元件驅動方法。在第二實施例中，基本上，累積在光接收/電荷累積層中的電荷係經由藉由施加控制電壓至控制電極部而在該空乏層形成區域中形成的空乏層轉移至電荷輸出部。附帶一提，在第二實施例中，累積在個別光接收/電荷累積層221、222、及223中的電荷係經由藉由將具有不同值之控制電壓 V_{TG} 同步施加至個別控制電極部261、262、以及263而在空乏層形成區域250中形成的空乏層，同步轉移至個別電荷輸出部241、242、以及243。替代地，累積在個別光接收/電荷累積層221、222、及223中的電荷可能經由藉由循序地施加控制電壓於至控制電極部261、262、以及263而在空乏層形成區域250中形成的空乏層，循序地轉移至電荷輸出部241、242、以及

243。當累積在光接收/電荷累積層 221、222、及 223 中的電荷轉移至電荷輸出部 241、242、以及 243 時，針對在沿著垂直於半導體層 11 之方向（Z-方向）上與控制電極區域 260 距離較遠的該光接收/電荷累積層（具體地說，針對位於半導體層 11 之較深位置的該光接收/電荷累積層），施加至控制電極部 261、262、或 263 之控制電壓的絕對值較高。

[步驟 -200]

在根據第二實施例的固態影像擷取元件驅動方法中，如同第一實施例中的 [步驟 -100]，各光接收/電荷累積層 221、222、及 223 同樣係完全空乏的。

[步驟 -210]

之後，如同第一實施例中的 [步驟 -110]，將所謂的反向偏壓施加至各光接收/電荷累積層 221、222、及 223 上。電荷（在第二實施例中也係電子）依據個別光接收/電荷累積層 221、222、及 223 中的光接收狀態累積在個別光接收/電荷累積層 221、222、及 223 中。

[步驟 -220]

在預定曝光時間經過後，如同第一實施例中的 [步驟 -120]，將，例如， $V_{FD-reset}$ 伏特施加至第一電荷輸出部 241、第二電荷輸出部 242、以及第三電荷輸出部 243，且

在同時，將 $V_{TG-reset}$ 伏特施加至第一控制電極部 261、第二控制電極部 262、以及第三控制電極部 263。從而將第一電荷輸出部 241、第二電荷輸出部 242、以及第三電荷輸出部 243 初始化（重設）。

[步驟-230]

之後，將累積在第一光接收/電荷累積層 221 中的電荷轉移至第一電荷輸出部 241、將累積在第二光接收/電荷累積層 222 中的電荷同步轉移至第二電荷輸出部 242、並將累積在第三光接收/電荷累積層 223 中的電荷同步轉移至第三電荷輸出部 243（參閱圖 12 及圖 13 中的「讀出」）。具體地說，例如，將 V_{FD-B} 伏特施加至第一電荷輸出部 241，並將具有第一值的控制電壓 V_{TG-B} 施加至第一控制電極部 261。同時，將 V_{FD-G} 伏特施加至第二電荷輸出部 242，並將 V_{TG-G} 伏特施加至第二控制電極部 262。同時，將 V_{FD-R} 伏特施加至第三電荷輸出部 243，並將 V_{TG-R} 伏特施加至第三控制電極部 263。從而，空乏層形成在該空乏層形成區域 250 中，且在第一控制電極部 261 正下方的此空乏層抵達第一層的光接收/電荷累積層延伸部 221A，但未抵達第二層及第三層的光接收/電荷累積層延伸部 222A 及 223A。在第二控制電極部 262 正下方的該空乏層抵達第二層的光接收/電荷累積層延伸部 222A，但未抵達第三層的光接收/電荷累積層延伸部 223A。第三控制電極部 263 正下方的該空乏層抵達第三層的光接收/電荷累積

層延伸部 223A。結果，第一光接收/電荷累積層 221 經由第一層的光接收/電荷累積層延伸部 221A 及該空乏層電性連接至第一電荷輸出部 241，並將累積在第一光接收/電荷累積層 221 中的電荷轉移至第一電荷輸出部 241。第二光接收/電荷累積層 222 經由第二層的光接收/電荷累積層延伸部 222A 及該空乏層電性連接至第二電荷輸出部 242，並將累積在第二光接收/電荷累積層 222 中的電荷轉移至第二電荷輸出部 242。第三光接收/電荷累積層 223 經由第三層的光接收/電荷累積層延伸部 223A 及該空乏層電性連接至第三電荷輸出部 243，並將累積在第三光接收/電荷累積層 223 中的電荷轉移至第三電荷輸出部 243。其次，在電荷輸出部 241、242、以及 243 中將該等電荷轉變為電壓。將該等電壓傳送至已為人熟知之未顯示於該圖中的訊號偵測電路。

在根據第二實施例的固態影像擷取元件或根據本發明之第二模式的固態影像擷取元件驅動方法中，同樣地設置用於控制空乏層在空乏層形成區域 250 中之形成狀態的控制電極部 261、262、以及 263，且空乏層形成區域 250 中的個別光接收/電荷累積層延伸部 221A、222A、及 223A 之投影影像不彼此重疊且係並列的。因此，藉由將適當的控制電壓施加至控制電極部 261、262、以及 263，空乏層可在空乏層形成區域 250 中形成，並可將累積在光接收/電荷累積層 221、222、及 223 中的電荷經由該空乏層同步轉移至電荷輸出部 241、242、以及 243。因此可減少作為

一整體之該固態影像擷取元件的尺寸。此外，因為有能力將控制電壓一次施加於控制電極部 261、262、以及 263，可將操作序列簡化。

[第三實施例]

第三實施例相關於根據本發明的固態影像擷取元件及根據本發明之第三模式的固態影像擷取元件驅動方法。圖 6A、圖 7A、及圖 8A 係根據該第三實施例之固態影像擷取元件的部分示意剖面圖。圖 6B、圖 7B、及圖 8B 係第一、第二、及第三光接收/電荷累積層等的配置狀態之部分示意剖面圖。附帶一提，圖 6A、圖 7A、及圖 8A 係沿著圖 6B、圖 7B、及圖 8B 中的箭號 A-A 取得之部分示意剖面圖。圖 6B、圖 7B、及圖 8B 係沿著圖 6A 中的箭號 a-a、b-b、及 c-c 取得之該等光接收/電荷累積層等的配置狀態之部分示意剖面圖。

在該第三實施例中，空乏層形成區域 350 中的個別光接收/電荷累積層延伸部 321A、322A、及 323A 的投影影像同樣不會彼此重疊，且係並列的。然而，該空乏層形成區域 350 之部分 351、352、及 353 的厚度在個別光接收/電荷累積層 321、322、以及 323 中均相同，該等部分係位於光接收/電荷累積層延伸部 321A、322A、以及 323A 及該控制電極區域之間。控制電極區域 360 包括一控制電極部 361，且電荷輸出區域 340 包括 M 個電荷輸出部（電荷保持部）341、342、以及 343。在將控制電壓施用於控制

電極部 361 的基礎上（亦即，將該控制電壓應用一次），經由形成在空乏層形成區域 350 中的空乏層，將累積在第 m （其中 $1 \leq m \leq M$ ）光接收/電荷累積層中的電荷轉移至第 m 電荷輸出部。

關於空乏層形成區域 350 之部分 351、352、及 353 的厚度，該等部分 351、352、以及 353 係位於光接收/電荷累積層延伸部 321A、322A、以及 323A 及該控制電極區域之間，光接收/電荷累積層延伸部 321A、322A、及 323A 之部分 321B、322B、以及 323B 的位準係與上述第一實施例中之第一光接收/電荷累積層 121 的光接收/電荷累積層延伸部 121A 之位準相同的位準，該等部分 321B、322B、以及 323B 最接近控制電極區域 360。附帶一提，在根據第三實施例的固態影像擷取元件中，與第一實施例或第二實施例不同，空乏層形成區域 350 之部分 351、352、及 353 的雜質濃度均相同（固定），該等部分係位於光接收/電荷累積層延伸部 321A、322A、以及 323A 及該控制電極區域之間。具體地說，空乏層形成區域 350 之部分 351、352、及 353 的雜質濃度與第一實施例中之空乏層形成區域 150 之部分 151 的雜質濃度相同，該部分係位於與第一光接收/電荷累積層之光接收/電荷累積層延伸部相同的位準上。

將在下文中參考圖 14 及 15 以描述根據第三實施例的固態影像擷取元件驅動方法。在第三實施例中，基本上，累積在該等光接收/電荷累積層中的電荷係經由藉由施加

控制電壓至該控制電極部而在該空乏層形成區域中形成的空乏層轉移至該等電荷輸出部。

[步驟 -300]

在根據第三實施例的固態影像擷取元件驅動方法中，如同第一實施例中的[步驟 -100]，首先，各光接收/電荷累積層 321、322、及 323 在電荷累積之前也係完全空乏的。

[步驟 -310]

之後，如同第一實施例中的[步驟 -110]，將所謂的反向偏壓施加至各光接收/電荷累積層 321、322、及 323 上。電荷（在第三實施例中也係電子）依據個別光接收/電荷累積層 321、322、及 323 中的光接收狀態累積在個別光接收/電荷累積層 321、322、及 323 中。

[步驟 -320]

在預定曝光時間經過後，如同第一實施例中的[步驟 -120]，將，例如， $V_{FD-reset}$ 伏特施加於第一電荷輸出部 341、第二電荷輸出部 342、以及第三電荷輸出部 343，且在同時，將 $V_{TG-reset}$ 伏特施加至該控制電極部 361。從而將第一電荷輸出部 341、第二電荷輸出部 342、以及第三電荷輸出部 343 初始化（重設）。

[步驟 -330]

之後，將累積在第一光接收/電荷累積層 321 中的電荷轉移至第一電荷輸出部 341、將累積在第二光接收/電荷累積層 322 中的電荷同時轉移至第二電荷輸出部 342、並將累積在第三光接收/電荷累積層 323 中的電荷同時轉移至第三電荷輸出部 343（參閱圖 14 及圖 15 中的「讀出」）。具體地說，例如，將 V_{FD-B} 伏特同步施加於第一電荷輸出部 341、第二電荷輸出部 342、以及電荷輸出部 343，並同時將 V_{TG-B} 伏特的控制電壓施加於控制電極部 361。因此，空乏層形成在該空乏層形成區域 350 中，且此空乏層抵達第一層之光接收/電荷累積層延伸部 321A 的部分 321B、第二層之光接收/電荷累積層延伸部 322A 的部分 322B、以及第三層之光接收/電荷累積層延伸部 323A 的部分 323B。結果，第一光接收/電荷累積層 321 經由第一層的光接收/電荷累積層延伸部 321A 及 321B 及該空乏層電性連接至第一電荷輸出部 341，並將累積在第一光接收/電荷累積層 321 中的電荷轉移至第一電荷輸出部 341。同時，第二光接收/電荷累積層 322 經由第二層的光接收/電荷累積層延伸部 322A 及 322B 及該空乏層電性連接至第二電荷輸出部 342，並將累積在第二光接收/電荷累積層 322 中的電荷轉移至第二電荷輸出部 342。另外，第三光接收/電荷累積層 323 經由第三層的光接收/電荷累積層延伸部 323A 及 323B 及該空乏層電性連接至第三電荷輸出部 343，並將累積在第三光接收/電荷累積層 323 中的電荷轉移至第三電荷輸出部 343。其次，在電荷輸出部 341、342、

以及 343 中將該等電荷轉變為電壓。將該等電壓傳送至已為人熟知之未顯示於該圖中的訊號偵測電路。

在根據第三實施例的固態影像擷取元件或根據本發明之第三模式的固態影像擷取元件驅動方法中，同樣地設置用於控制空乏層在空乏層形成區域 350 中之形成狀態的控制電極部 361，且空乏層形成區域 350 中的個別光接收/電荷累積層延伸部 321A、322A、及 323A 之投影影像不彼此重疊且係並列的。因此，藉由將適當的控制電壓施加至控制電極部 361，空乏層在空乏層形成區域 350 中形成，並可將累積在光接收/電荷累積層 321、322、及 323 中的電荷經由該空乏層同時轉移至該電荷輸出區域 341、342、以及 343。因此可減少作為一整體之該固態影像擷取元件的尺寸。此外，因為有能力將控制電壓一次施加於控制電極部 361，可將操作序列簡化。

當本發明已在較佳實施例之基礎上描述時，本發明未受限於此等實施例。描述於該等實施例中的該固態影像擷取元件之構造及結構係例示性的，並可適當地改變。雖然該等光接收/電荷累積層延伸部在該等實施例中係並列的，本發明未受限於此。可能形成在其中光接收/電荷累積層係長方平面形且光接收/電荷累積層延伸部係自該長方形的光接收/電荷累積層之三側延伸的構造或結構。M 的數值未限制為三，而可能係二、四、或以上。

雖然該等實施例中僅描述前方照明型的固態影像擷取元件，該固態影像擷取元件可係後方照明型。具體地說，

例如，當將描述於第一實施例中的該固態影像擷取元件改變為後方照明型時，如圖 19 所示，使光從矽半導體基材 10 入射。絕緣層 64 及光屏蔽層 62 形成在矽半導體基材 10 上，並另外形成半導體層 11。將光接收/電荷累積層 121、122、及 123、光接收/電荷累積層延伸部 121A、122A、及 123A、電荷輸出區域（浮動擴散區域）140、以及空乏層形成區域 150 形成在半導體層 11 中。另外，將絕緣膜 61 形成在半導體層 11 的表面上，控制電極區域 160 形成在空乏層形成區域 150 之下，並形成平滑層 63。附帶一提，控制電極區域 160 係設置在第三光接收/電荷累積層之下。替代地，如圖 20 所示，控制電極區域 160 可能形成在第一光接收/電荷累積層之上。附帶一提，在圖 20 中，參考數字 65 代表絕緣層。

本發明包含與於 2009 年 1 月 9 日向日本特許廳申請之日本優先權專利申請案案號第 2009-003164 號所揭示的主題內容相關之主題內容，該專利之教示全文以提及之方式併入本文中。

熟悉本發明之人士應能理解不同的修改、組合、次組合、及變更可能取決於設計需求及其他因素而在隨附之申請專利範圍或其等同範圍內發生。

【圖式簡單說明】

圖 1A 及 1B 分別係根據第一實施例之固態影像擷取元件的部分示意剖面圖及第一光接收/電荷累積層等之配置

狀態的部分示意剖面圖，且圖 1A 係沿著圖 1B 之箭號 A-A 取得的部分示意剖面圖；

圖 2A 及 2B 分別係根據第一實施例之固態影像擷取元件的部分示意剖面圖及第二光接收/電荷累積層等之配置狀態的部分示意剖面圖，且圖 2A 係沿著圖 2B 之箭號 A-A 取得的部分示意剖面圖；

圖 3A 及 3B 分別係根據第一實施例之固態影像擷取元件的部分示意剖面圖及第三光接收/電荷累積層等之配置狀態的部分示意剖面圖，且圖 3A 係沿著圖 3B 之箭號 A-A 取得的部分示意剖面圖；

圖 4A 及 4B 分別係顯示在根據第二實施例之固態影像擷取元件中的控制電極部及電荷輸出部之配置狀態的示意圖及第一光接收/電荷累積層等之配置狀態的部分示意剖面圖；

圖 5A 及 5B 分別係在根據第二實施例之固態影像擷取元件中的第二光接收/電荷累積層及第三光接收/電荷累積層等之配置狀態的部分示意剖面圖；

圖 6A 及 6B 分別係根據第三實施例之固態影像擷取元件的部分示意剖面圖及第一光接收/電荷累積層等之配置狀態的部分示意剖面圖，且圖 6A 係沿著圖 6B 之箭號 A-A 取得的部分示意剖面圖；

圖 7A 及 7B 分別係根據第三實施例之固態影像擷取元件的部分示意剖面圖及第二光接收/電荷累積層等之配置狀態的部分示意剖面圖，且圖 7A 係沿著圖 7B 之箭號 A-A

取得的部分示意剖面圖；

圖 8A 及 8B 分別係根據第三實施例之固態影像擷取元件的部分示意剖面圖及第三光接收/電荷累積層等之配置狀態的部分示意剖面圖，且圖 8A 係沿著圖 8B 之箭號 A-A 取得的部分示意剖面圖；

圖 9 係顯示在不同區域中之電位的圖，該圖協助解釋根據第一實施例之該固態影像擷取元件的驅動方法；

圖 10 係顯示在不同區域中之電位的圖，該圖延續自圖 9 並協助解釋根據第一實施例之該固態影像擷取元件的驅動方法；

圖 11 係從與圖 9 或圖 10 不同的觀點顯示在不同區域中之電位的圖，該圖協助解釋根據第一實施例之該固態影像擷取元件的驅動方法；

圖 12 係顯示在不同區域中之電位的圖，該圖協助解釋根據第二實施例之該固態影像擷取元件的驅動方法；

圖 13 係從與圖 12 不同的觀點顯示在不同區域中之電位的圖，該圖協助解釋根據第二實施例之該固態影像擷取元件的驅動方法；

圖 14 係顯示在不同區域中之電位的圖，該圖協助解釋根據第三實施例之該固態影像擷取元件的驅動方法；

圖 15 係從與圖 14 不同的觀點顯示在不同區域中之電位的圖，該圖協助解釋根據第三實施例之該固態影像擷取元件的驅動方法；

圖 16A、16B、16C、及 16D 係矽半導體基材等的部分

示意剖面圖，該等部分示意剖面圖協助解釋根據第一實施例之該固態影像擷取元件的製造方法；

圖 17A、17B、及 17C 係該矽半導體基材等的部分示意剖面圖，該等部分示意剖面圖延續自圖 16D 並協助解釋根據第一實施例之該固態影像擷取元件的製造方法；

圖 18A、18B、及 18C 係該矽半導體基材等的部分示意剖面圖，該等部分示意剖面圖延續自圖 17C 並協助解釋根據第一實施例之該固態影像擷取元件的製造方法；

圖 19 係藉由將根據第一實施例之固態影像擷取元件的結構改變為後方照明型所形成之固態影像擷取元件的部分示意剖面圖；

圖 20 係藉由將根據第一實施例的固態影像擷取元件之結構改變為後方照明型所形成的固態影像擷取元件之修改範例的部分示意剖面圖；以及

圖 21 係顯示在施加至控制電極區域的電壓 V_{TG} 與所形成之空乏層的厚度之間的關係的圖。

【主要元件符號說明】

10：矽半導體基材

11、11A、11B、11C、11D：半導體層

30、31、32、33：層

61：絕緣膜

62：光屏蔽層

63：平滑層

64、65：絕緣層

120、320：光接收/電荷累積區域

121、122、123、221、222、223、321、322、323：

光接收/電荷累積層

121A、122A、123A、221A、222A、223A、321A、

322A、323A：光接收/電荷累積層延伸部

140、340：電荷輸出區域

141、241、242、243、341、342、343：電荷輸出部

150、250、350：空乏層形成區域

151、152、153、251、252、253、351、352、353、

321B、322B、323B：部分

160、360：控制電極區域

161、261、262、263、361：控制電極部

七、申請專利範圍：

1. 一種固態影像擷取元件，包含：

(A) 一光接收/電荷累積區域，形成在一半導體層中並藉由層壓 M 層（其中 $M \geq 2$ ）光接收/電荷累積層而形成；

(B) 一電荷輸出區域，形成在該半導體層中；

(C) 一空乏層形成區域，由該半導體層的一部分所形成，該半導體層的該部分係位於該光接收/電荷累積區域及該電荷輸出區域之間；以及

(D) 一控制電極區域，用於控制一空乏層在該空乏層形成區域中的形成狀態，其中

該固態影像擷取元件另外包括一光接收/電荷累積層延伸部，自各光接收/電荷累積層延伸至該空乏層形成區域，其中

該空乏層形成區域之一部分的厚度係取決於各光接收/電荷累積層而改變，該空乏層形成區域之該部分係位於該光接收/電荷累積層延伸部及該控制電極區域之間，

該控制電極區域包括 M 個控制電極部，

該電荷輸出區域包括 M 個電荷輸出部，以及

基於將一控制電壓施用至一第 m（其中 $1 \leq m \leq M$ ）控制電極部，經由形成在該空乏層形成區域中的一空乏層，將累積在一第 m 光接收/電荷累積層中的電荷轉移至一第 m 電荷輸出部。

2. 如申請專利範圍第 1 項之固態影像擷取元件，其中

該空乏層形成區域具有一第一導電型，

該電荷輸出區域、該等光接收/電荷累積層、以及該光接收/電荷累積層延伸部具有一第二導電型，以及

該等光接收/電荷累積層係介於具有該第一導電型之一上層及一下層之間。

3.如申請專利範圍第 1 項之固態影像擷取元件，其中

該控制電極區域包括一控制電極部，

該電荷輸出區域包括一電荷輸出部，以及

基於將具有一第 m （其中 $1 \leq m \leq M$ ）值之一控制電壓施用至該控制電極部，經由形成在該空乏層形成區域中的一空乏層，將累積在一第 m 光接收/電荷累積層中的電荷轉移至該電荷輸出部。

4.如申請專利範圍第 1 項之固態影像擷取元件，其中

該空乏層形成區域中的個別光接收/電荷累積層延伸部的投影影像不會彼此重疊。

5.如申請專利範圍第 4 項之固態影像擷取元件，其中

該空乏層形成區域之一部分的厚度在各光接收/電荷累積層均完全相同，該空乏層形成區域之該部分係位於該等光接收/電荷累積層延伸部及該控制電極區域之間，

該控制電極區域包括一控制電極部，

該電荷輸出區域包括 M 個電荷輸出部，以及

基於將一控制電壓施用至該控制電極部，經由形成在該空乏層形成區域中的一空乏層，將累積在一第 m （其中 $1 \leq m \leq M$ ）光接收/電荷累積層中的電荷轉移至一第 m 電荷

輸出部。

6.如申請專利範圍第 1 項之固態影像擷取元件，其中各光接收/電荷累積層在電荷累積之前係完全空乏的。

7.如申請專利範圍第 1 項之固態影像擷取元件，其中該空乏層形成區域的雜質濃度隨著在沿著垂直於該半導體層之方向上與該控制電極區域的距離增加而減少。

8.如申請專利範圍第 1 項之固態影像擷取元件，其中當累積在一光接收/電荷累積層中的電荷轉移至一電荷輸出部時，針對在沿著垂直於該半導體層之方向上與該控制電極區域距離較遠的該光接收/電荷累積層，施加至該控制電極區域之一控制電壓的一絕對值較高。

9.如申請專利範圍第 1 項之固態影像擷取元件，其中該空乏層形成區域之一部分的雜質濃度係取決於該空乏層形成區域之該部分的厚度而改變，該空乏層形成區域之該部分係位於該光接收/電荷累積層延伸部及該控制電極區域之間。

10.如申請專利範圍第 1 項之固態影像擷取元件，其中

當電荷係電子時，在將累積在一光接收/電荷累積層中的電荷轉移至該電荷輸出區域時，與電子相關之該電荷輸出區域的電位低於該空乏層之電位，且該空乏層的該電位低於該光接收/電荷累積層之電位。

11.一種固態影像擷取元件的驅動方法，該固態影像

擷取元件包括 (A) 一光接收/電荷累積區域，形成在一半導體層中並藉由層壓 M 層（其中 $M \geq 2$ ）光接收/電荷累積層而形成、(B) 一電荷輸出區域，形成在該半導體層中、(C) 一空乏層形成區域，由該半導體層的一部分所形成，該半導體層的該部分係位於該光接收/電荷累積區域及該電荷輸出區域之間、以及 (D) 一控制電極區域，用於控制一空乏層在該空乏層形成區域中的形成狀態，且該固態影像擷取元件另外包括自各光接收/電荷累積層延伸至該空乏層形成區域之一光接收/電荷累積層延伸部，該控制電極區域包括一控制電極部，且該電荷輸出區域包括一電荷輸出部，其中

該空乏層形成區域之一部分的厚度係取決於各光接收/電荷累積層而改變，該空乏層形成區域之該部分係位於該光接收/電荷累積層延伸部及該控制電極區域之間，

該控制電極區域包括 M 個控制電極部，

該電荷輸出區域包括 M 個電荷輸出部，以及

基於將一控制電壓施用至一第 m（其中 $1 \leq m \leq M$ ）控制電極部，經由形成在該空乏層形成區域中的一空乏層，將累積在一第 m 光接收/電荷累積層中的電荷轉移至一第 m 電荷輸出部，該驅動方法包含以下步驟：

經藉由循序地施加一控制電壓至該控制電極部而在該空乏層形成區域中形成的該空乏層，循序地將累積在該等光接收/電荷累積層中的電荷轉移至該電荷輸出部。

12. 一種固態影像擷取元件的驅動方法，該固態影像

擷取元件包括（A）一光接收/電荷累積區域，形成在一半導體層中並藉由層壓 M 層（其中 $M \geq 2$ ）光接收/電荷累積層而形成、（B）一電荷輸出區域，形成在該半導體層中、（C）一空乏層形成區域，由該半導體層的一部分所形成，該半導體層的該部分係位於該光接收/電荷累積區域及該電荷輸出區域之間、以及（D）一控制電極區域，用於控制一空乏層在該空乏層形成區域中的形成狀態，且該固態影像擷取元件另外包括自各光接收/電荷累積層延伸至該空乏層形成區域之一光接收/電荷累積層延伸部，該空乏層形成區域之一部分的厚度係取決於各光接收/電荷累積層而改變，該空乏層形成區域之該部分係位於該光接收/電荷累積層延伸部及該控制電極區域之間，該控制電極區域包括 M 個控制電極部，且該電荷輸出區域包括 M 個電荷輸出部，其中

該空乏層形成區域之一部分的厚度係取決於各光接收/電荷累積層而改變，該空乏層形成區域之該部分係位於該光接收/電荷累積層延伸部及該控制電極區域之間，

該控制電極區域包括 M 個控制電極部，

該電荷輸出區域包括 M 個電荷輸出部，以及

基於將一控制電壓施用至一第 m（其中 $1 \leq m \leq M$ ）控制電極部，經由形成在該空乏層形成區域中的一空乏層，將累積在一第 m 光接收/電荷累積層中的電荷轉移至一第 m 電荷輸出部，該驅動方法包含以下步驟：

經藉由施加一控制電壓至該等控制電極部而在該空乏

層形成區域中形成的該空乏層，將累積在該等光接收/電荷累積層中的電荷轉移至該等電荷輸出部。

13. 一種固態影像擷取元件的驅動方法，該固態影像擷取元件包括（A）一光接收/電荷累積區域，形成在一半導體層中並藉由層壓 M 層（其中 $M \geq 2$ ）光接收/電荷累積層而形成、（B）一電荷輸出區域，形成在該半導體層中、（C）一空乏層形成區域，由該半導體層的一部分所形成，該半導體層的該部分係位於該光接收/電荷累積區域及該電荷輸出區域之間、以及（D）一控制電極區域，用於控制一空乏層在該空乏層形成區域中的形成狀態，且該固態影像擷取元件另外包括自各光接收/電荷累積層延伸至該空乏層形成區域之一光接收/電荷累積層延伸部，該空乏層形成區域中的個別光接收/電荷累積層延伸部的投影影像不會彼此重疊，該空乏層形成區域之一部分的厚度在各光接收/電荷累積層均完全相同，該空乏層形成區域之該部分係位於該等光接收/電荷累積層延伸部及該控制電極區域之間，該控制電極區域包括一控制電極部，且該電荷輸出區域包括 M 個電荷輸出部，其中

該空乏層形成區域之一部分的厚度係取決於各光接收/電荷累積層而改變，該空乏層形成區域之該部分係位於該光接收/電荷累積層延伸部及該控制電極區域之間，

該控制電極區域包括 M 個控制電極部，

該電荷輸出區域包括 M 個電荷輸出部，以及

基於將一控制電壓施用至一第 m（其中 $1 \leq m \leq M$ ）控制

電極部，經由形成在該空乏層形成區域中的一空乏層，將累積在一第 m 光接收/電荷累積層中的電荷轉移至一第 m 電荷輸出部，該驅動方法包含以下步驟：

經藉由施加一控制電壓至該控制電極部而在該空乏層形成區域中形成的該空乏層，同步地將累積在該等光接收/電荷累積層中的電荷轉移至該等電荷輸出部。

14. 如申請專利範圍第 11 項之固態影像擷取元件的驅動方法，其中

各光接收/電荷累積層在電荷累積之前係完全空乏的。

15. 如申請專利範圍第 11 項之固態影像擷取元件的驅動方法，其中

該空乏層形成區域具有一第一導電型，

該電荷輸出區域、該等光接收/電荷累積層、以及該光接收/電荷累積層延伸部具有一第二導電型，以及

該等光接收/電荷累積層係介於具有該第一導電型之一上層及一下層之間。

16. 如申請專利範圍第 11 項之固態影像擷取元件的驅動方法，其中

該空乏層形成區域的雜質濃度隨著在沿著垂直於該半導體層之方向上與該控制電極區域的距離增加而減少。

17. 如申請專利範圍第 11 項之固態影像擷取元件的驅動方法，其中

當累積在一光接收/電荷累積層中的電荷轉移至該電

荷輸出部時，針對在沿著垂直於該半導體層之方向上與該控制電極區域距離較遠的該光接收/電荷累積層，施加至該控制電極部之一控制電壓的一絕對值較高。

18.如申請專利範圍第 11 項之固態影像擷取元件的驅動方法，其中

該空乏層形成區域之一部分的雜質濃度係取決於該空乏層形成區域之該部分的厚度而改變，該空乏層形成區域之該部分係位於該光接收/電荷累積層延伸部及該控制電極區域之間。

19.如申請專利範圍第 11 項之固態影像擷取元件的驅動方法，其中

當電荷係電子時，在將累積在一光接收/電荷累積層中的電荷轉移至該電荷輸出部時，與電子相關之該電荷輸出部的電位低於該空乏層之電位，且該空乏層的該電位低於該光接收/電荷累積層之電位。

[illegible]

Fig. 1 is a plan view of a semiconductor device. The device is shown as a rectangular chip with a central rectangular region labeled 121. To the left of this central region, there is a vertical rectangular area labeled 140. Within this area, there are two smaller rectangular regions labeled 141 and 150. Above the central region 121, there is a rectangular area labeled 122A. Below the central region 121, there is a rectangular area labeled 123A. The entire device is labeled 121A. Arrows labeled 'A' indicate the direction of the A-A' line.

圖 2A

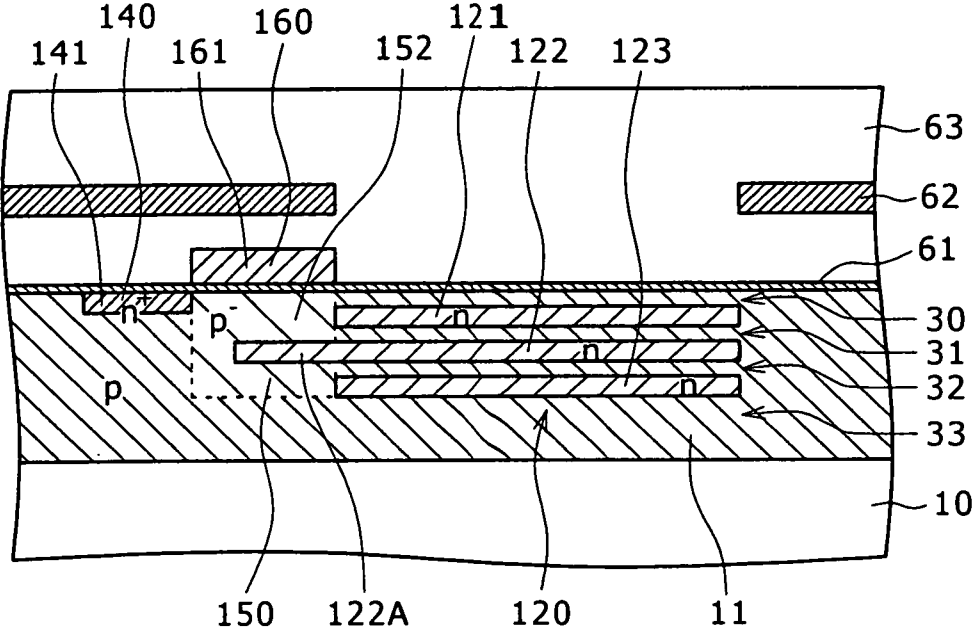


圖 2B

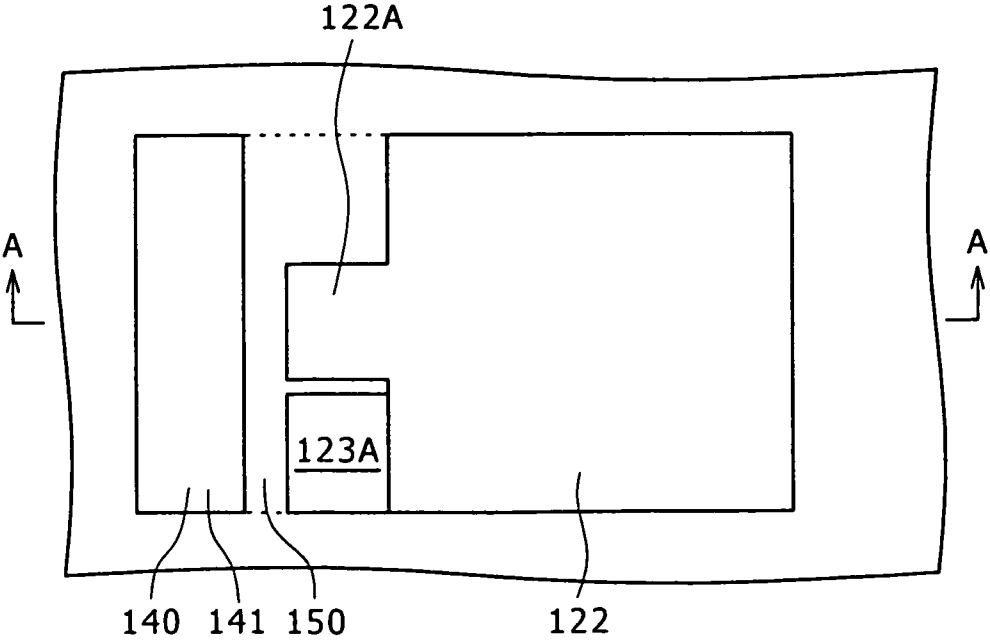


圖 3A

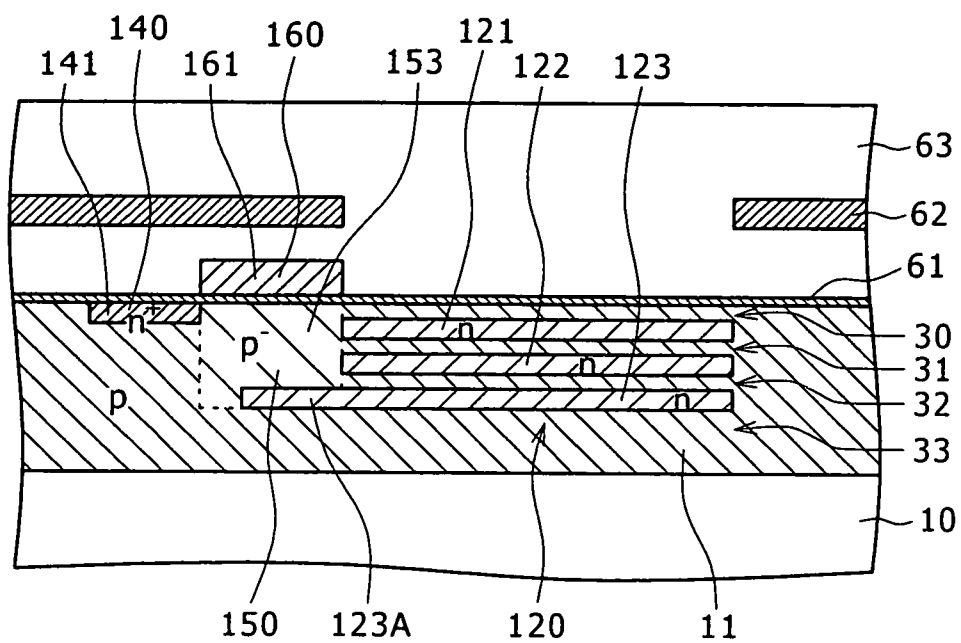


圖 3B

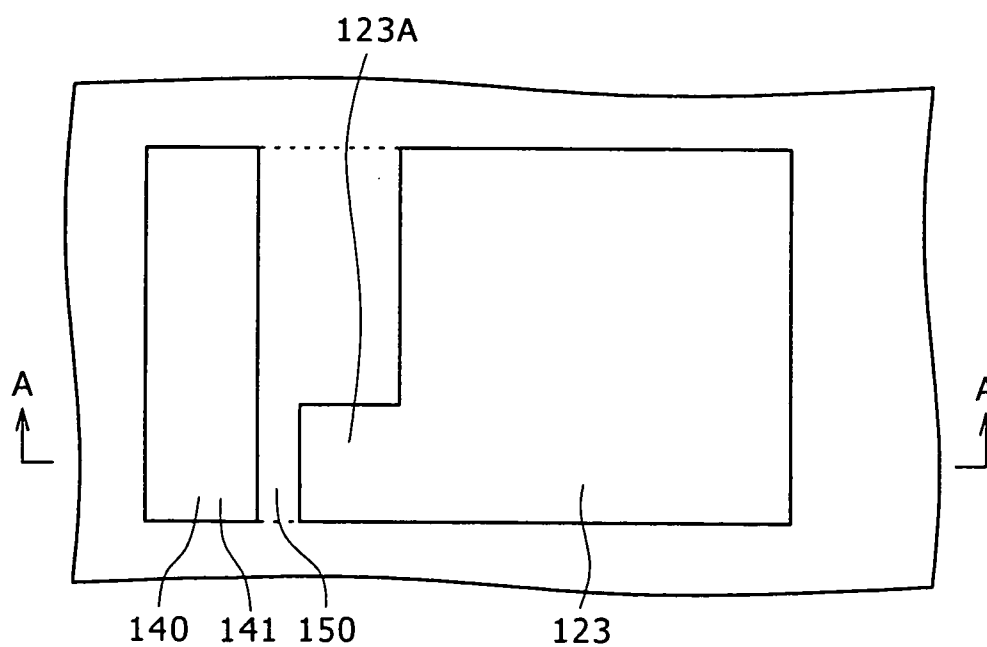


圖 4A

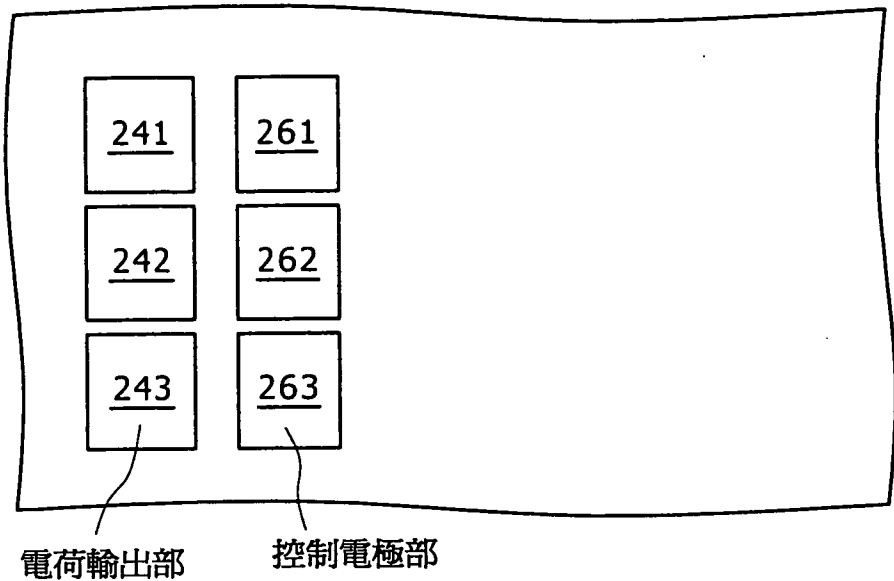


圖 4B

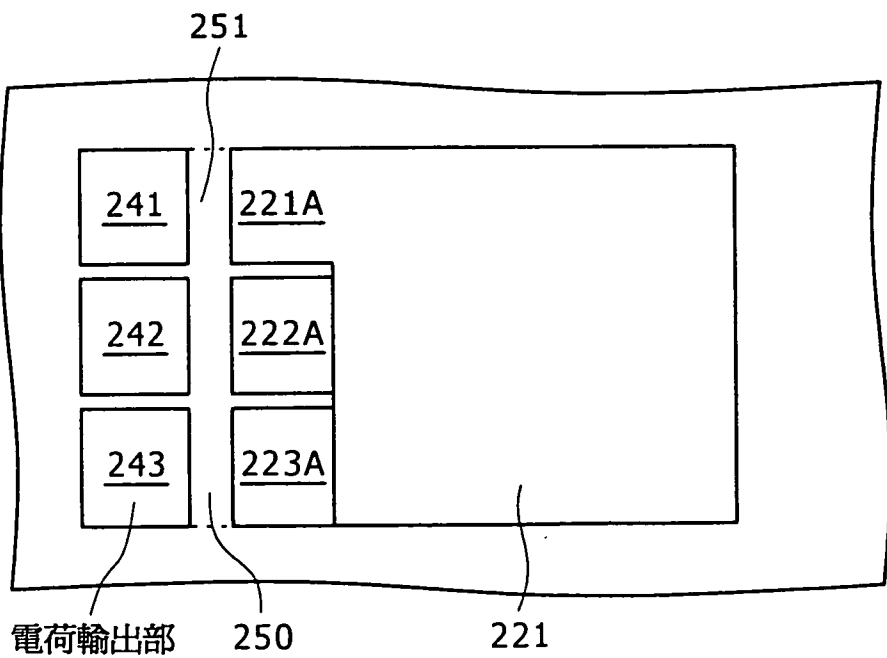


圖 5A

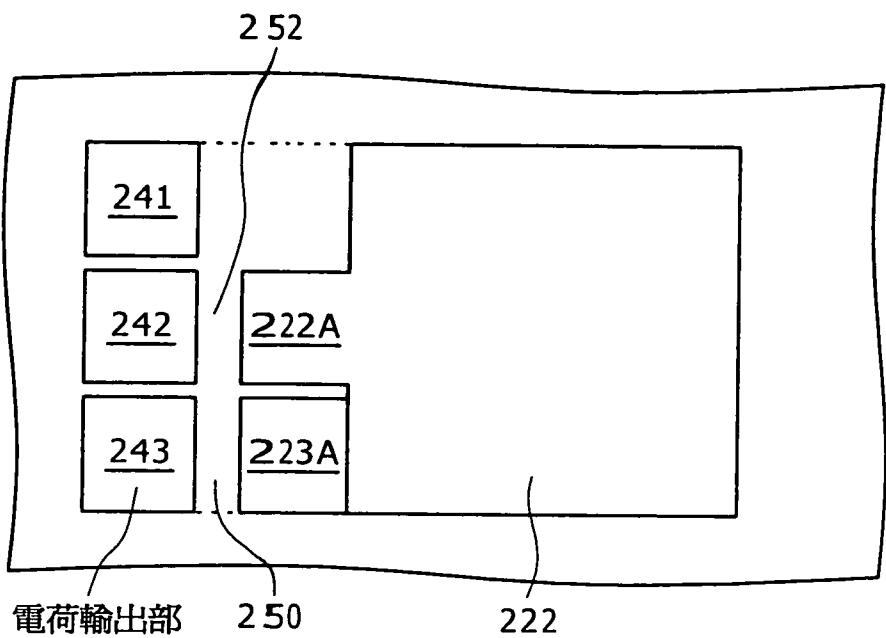


圖 5B

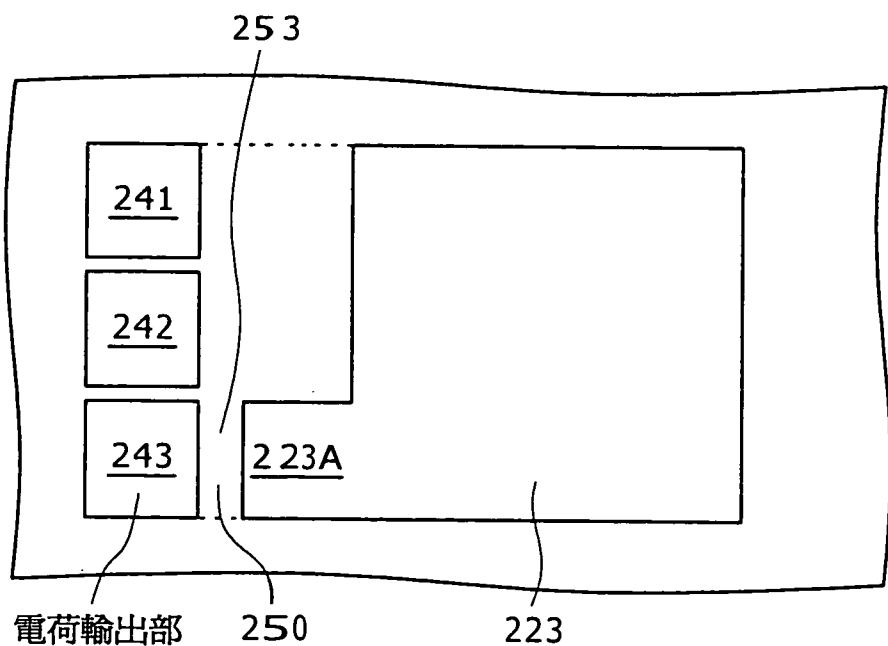


圖 7A

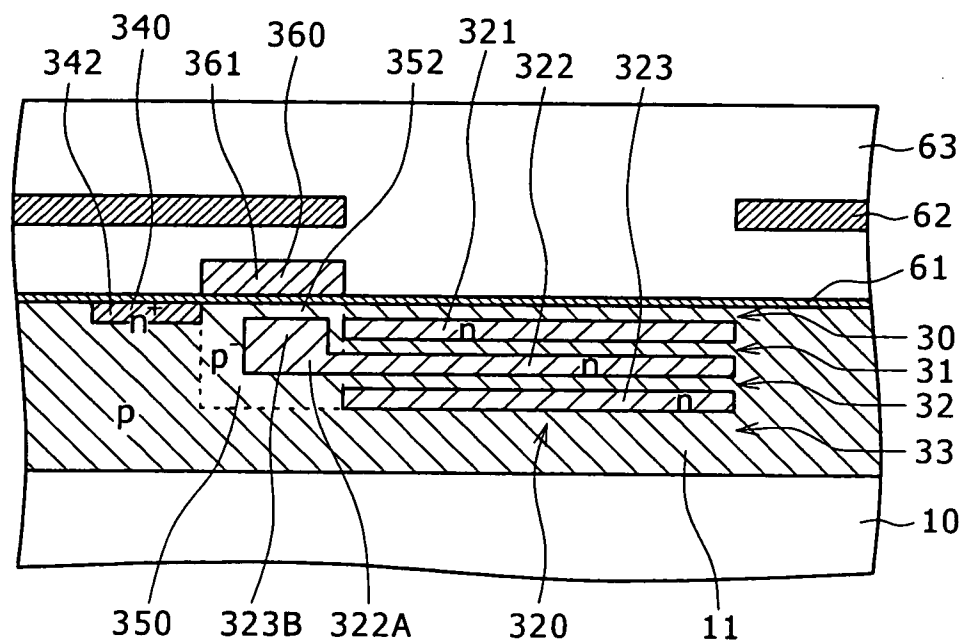


圖 7B

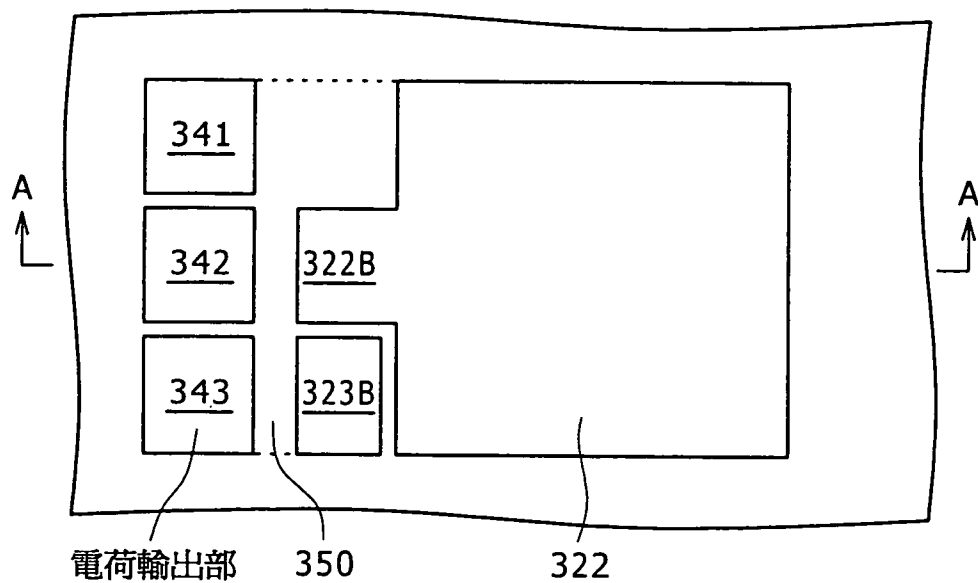


圖9

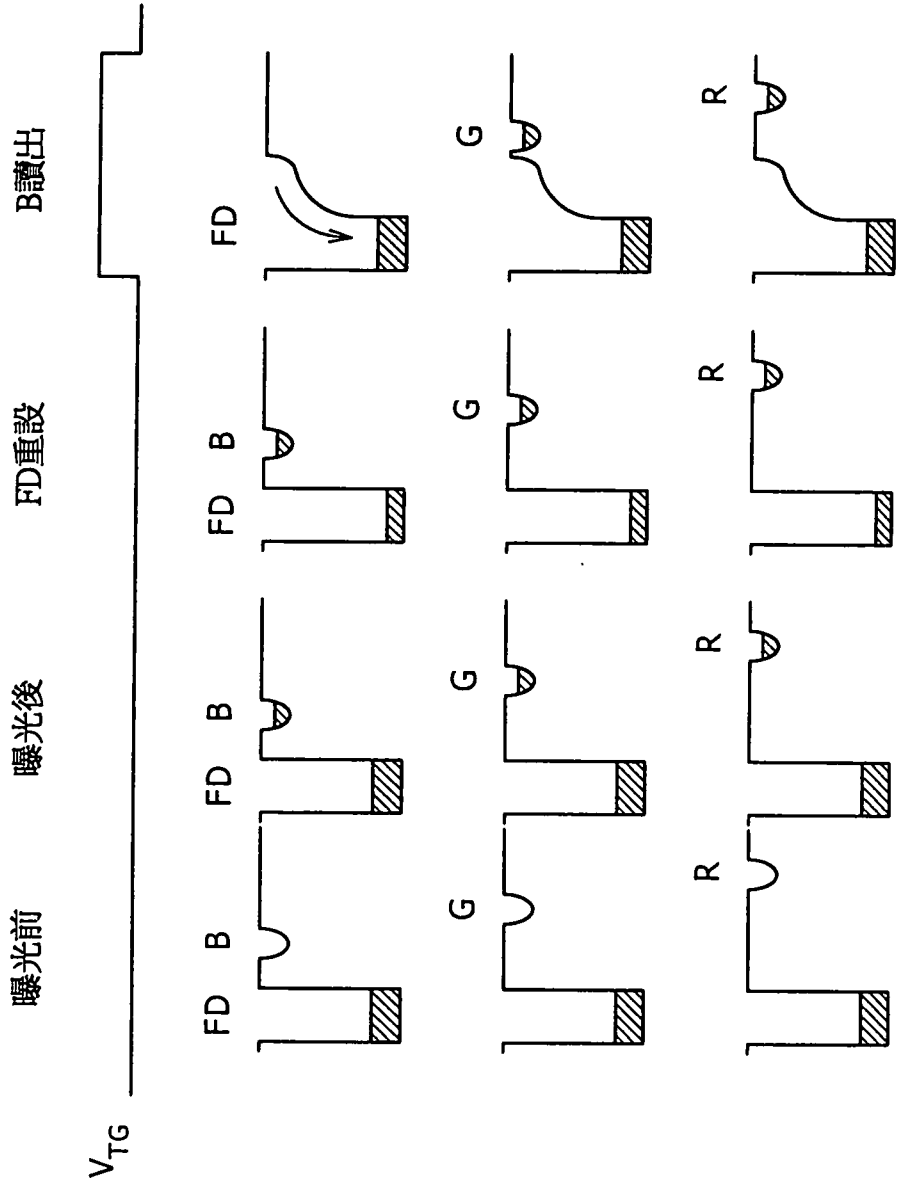


圖10

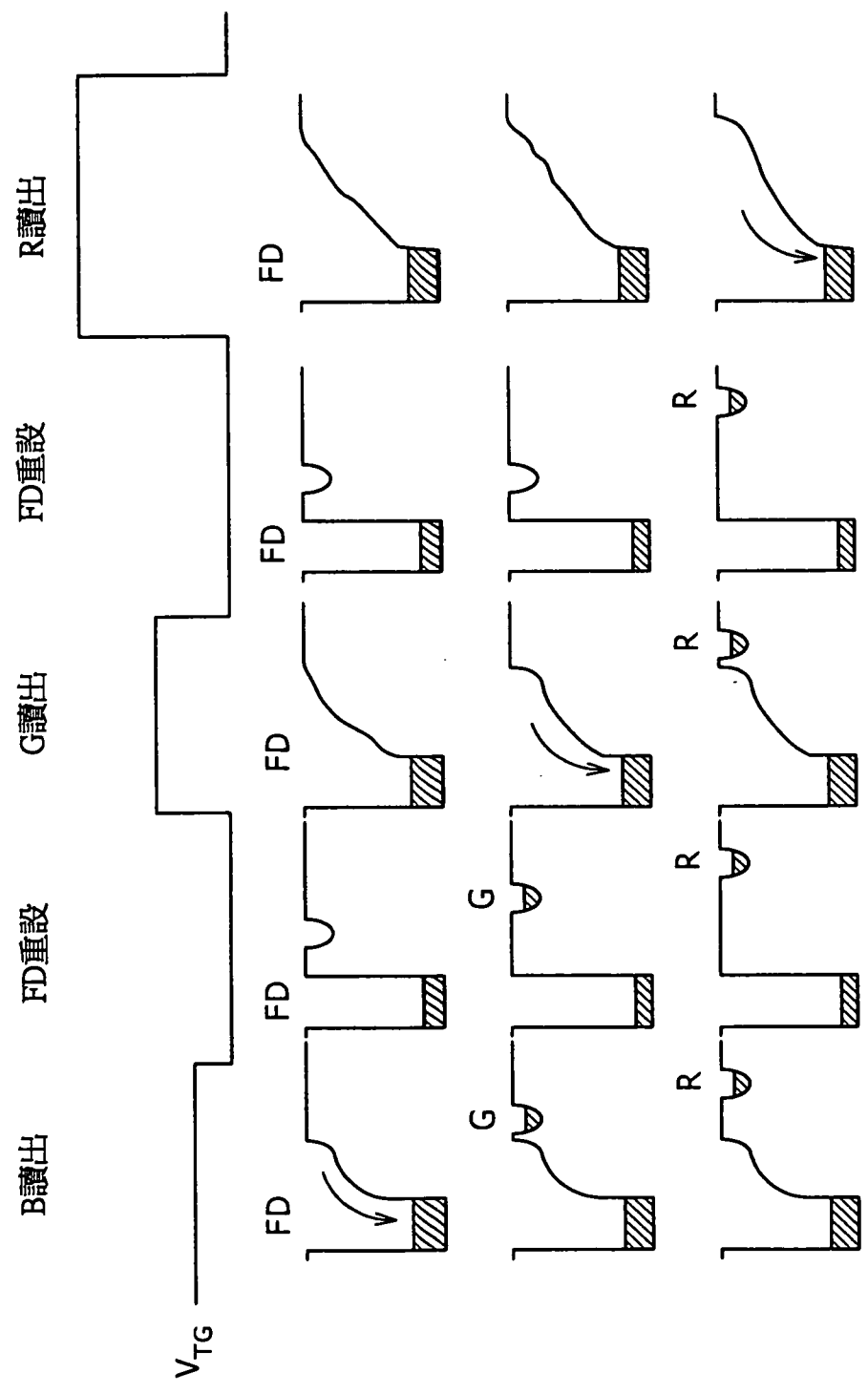


圖11

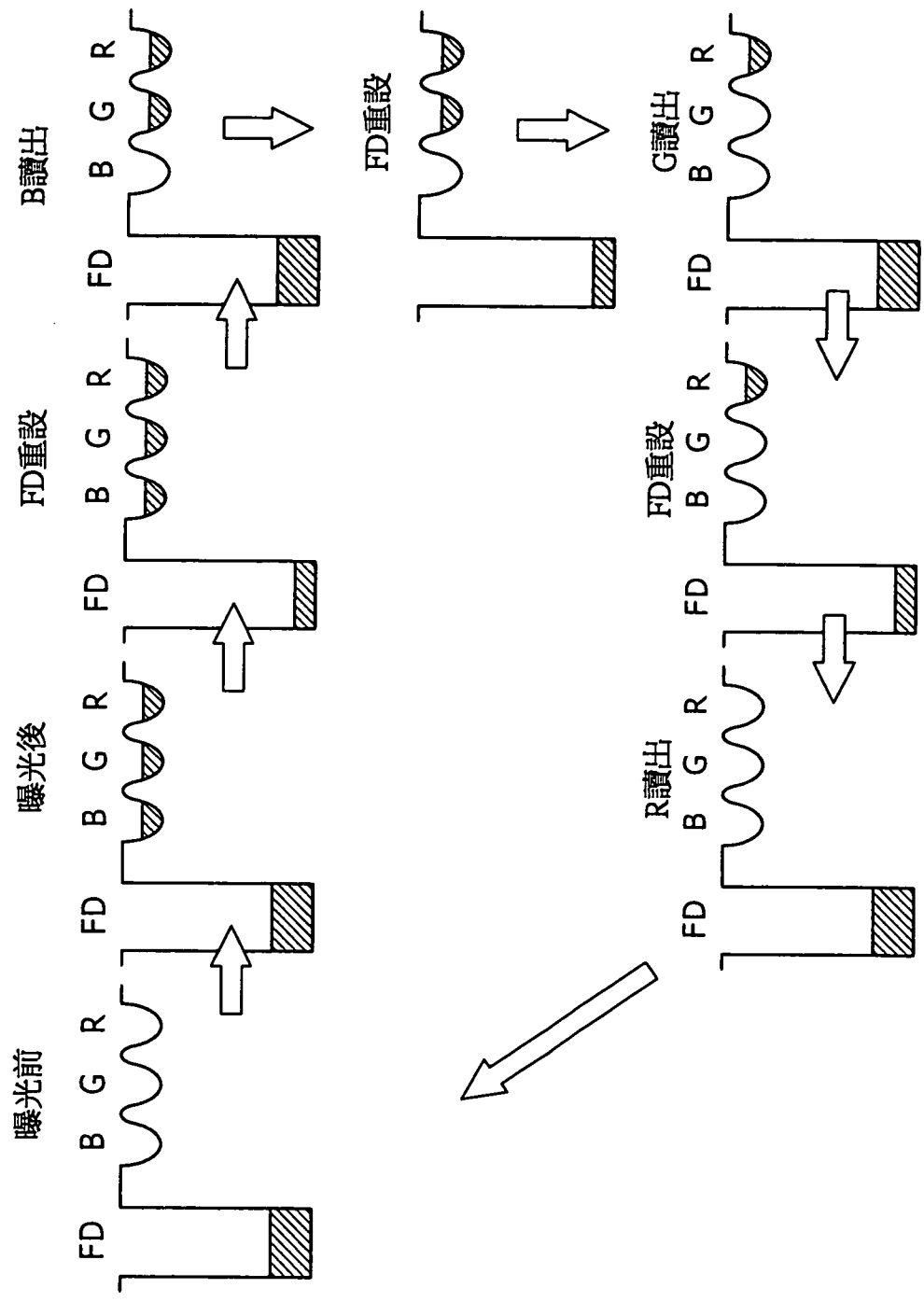


圖12

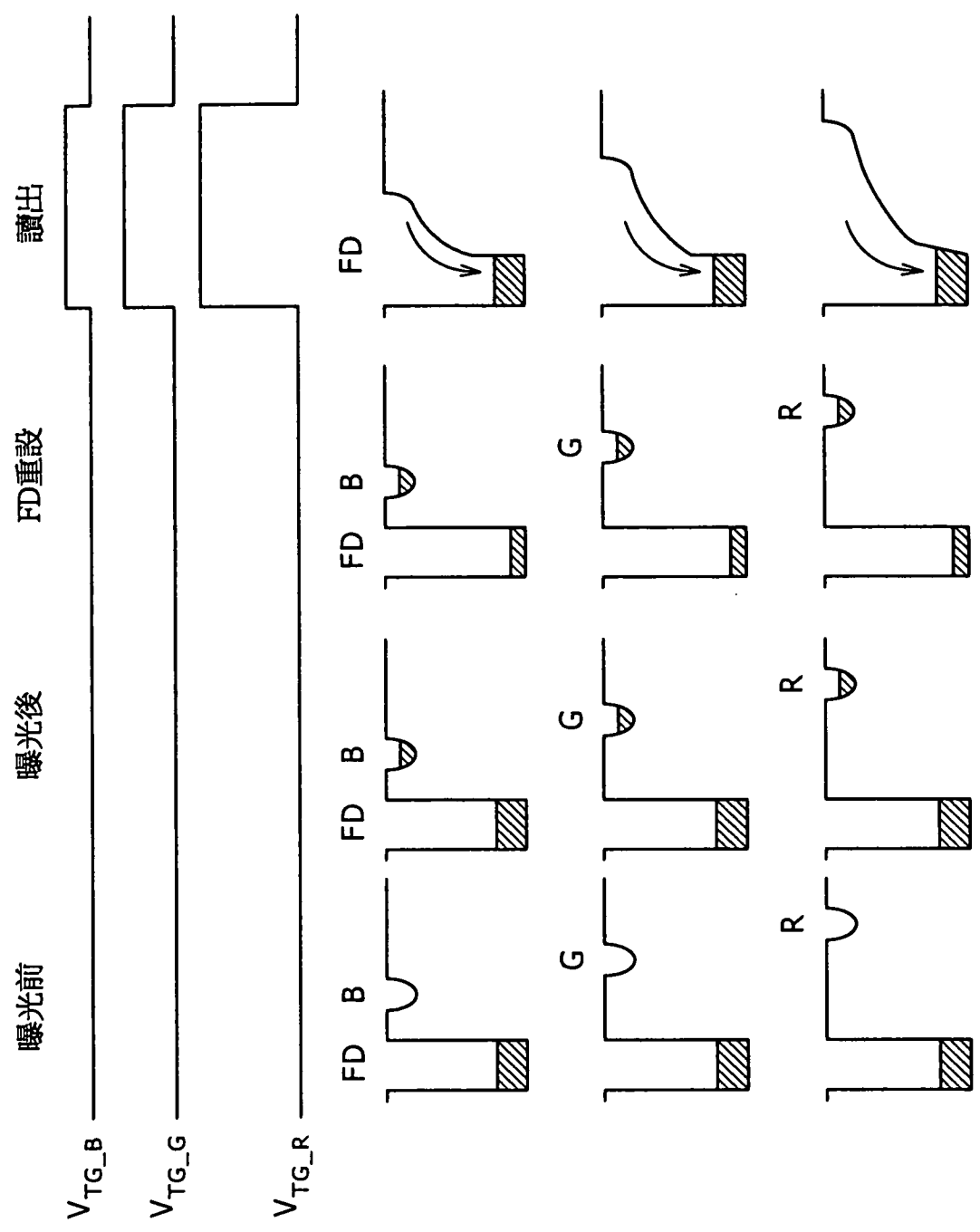


圖13

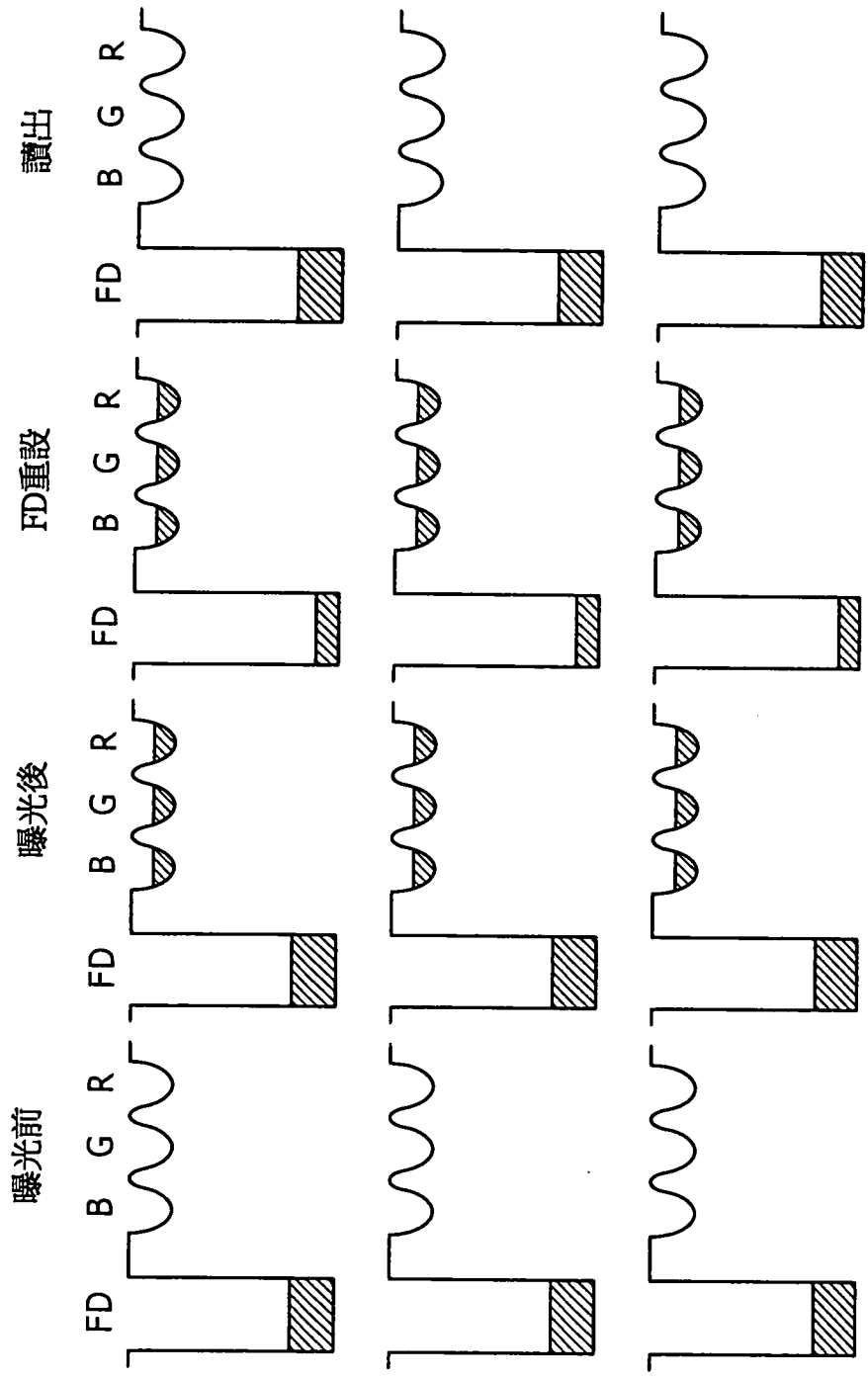


圖14

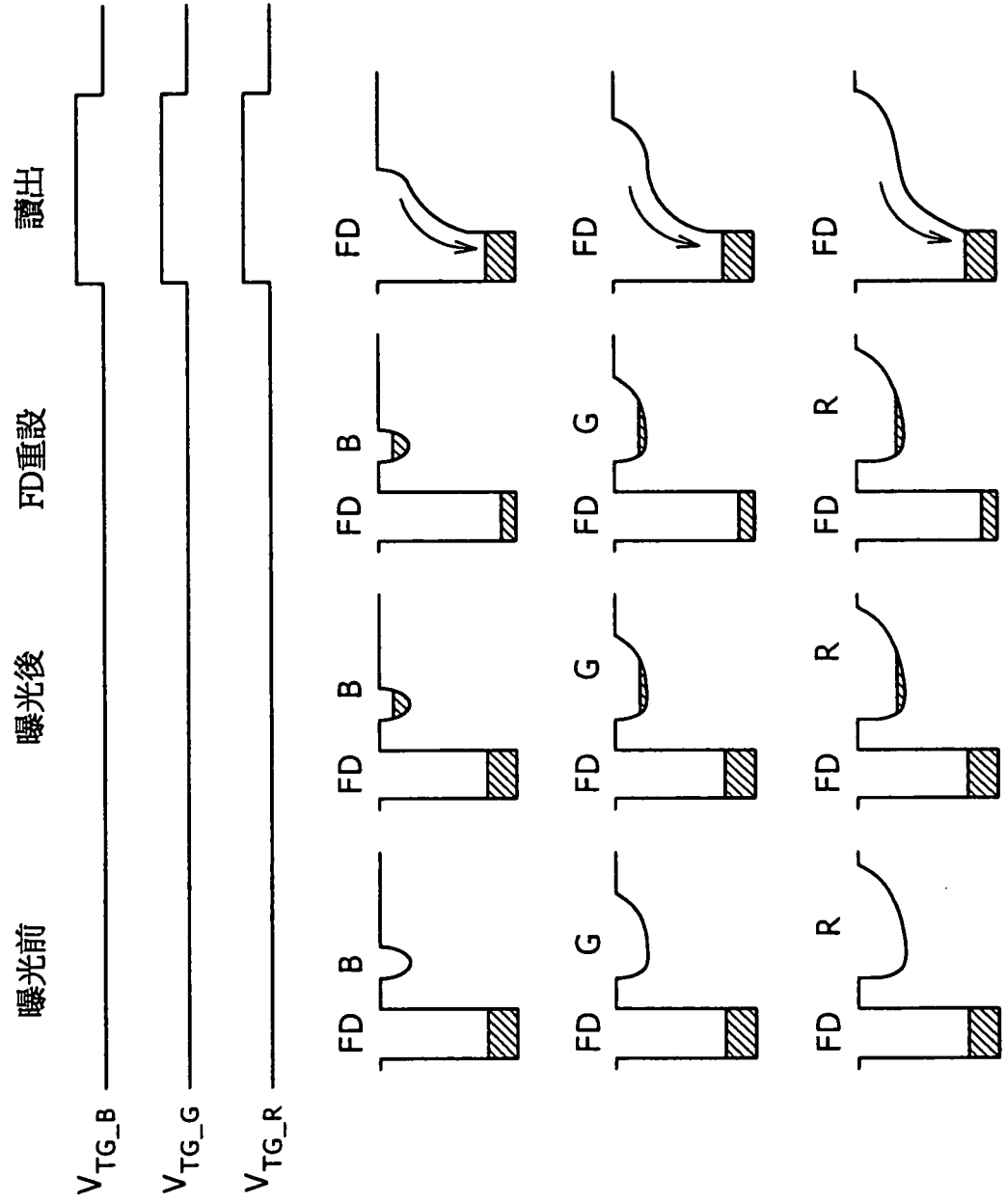


圖15

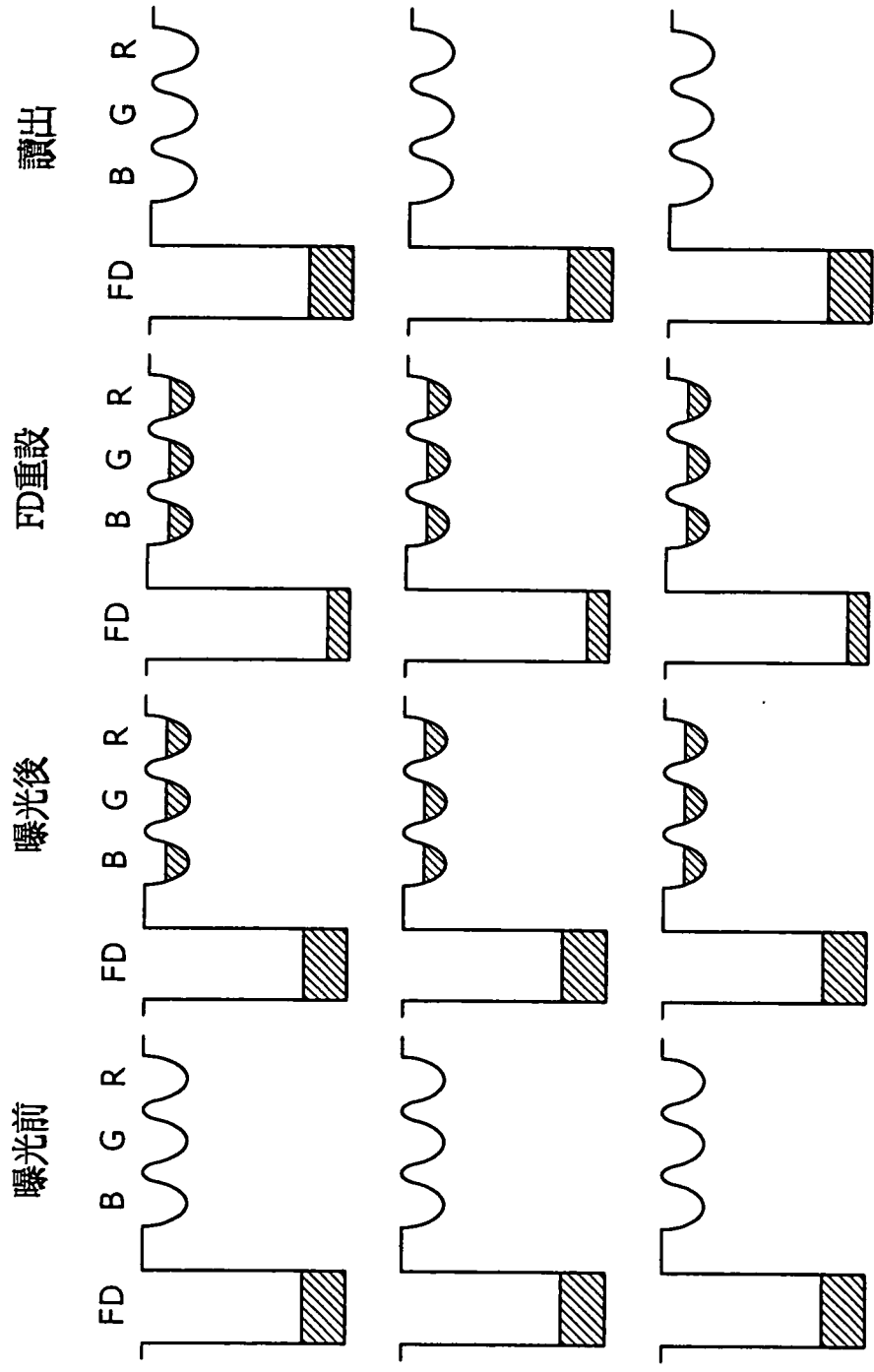


圖 16A
[STEP-A]

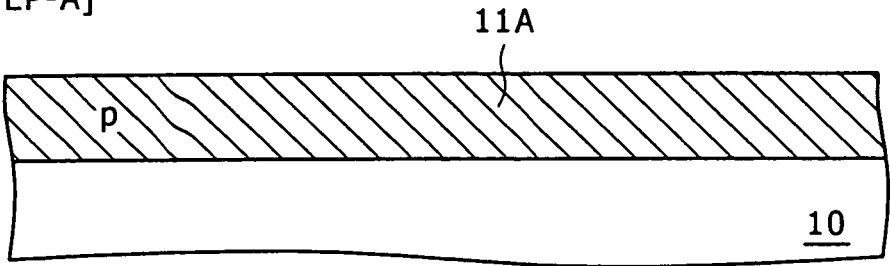


圖 16B
[STEP-A] 繼續

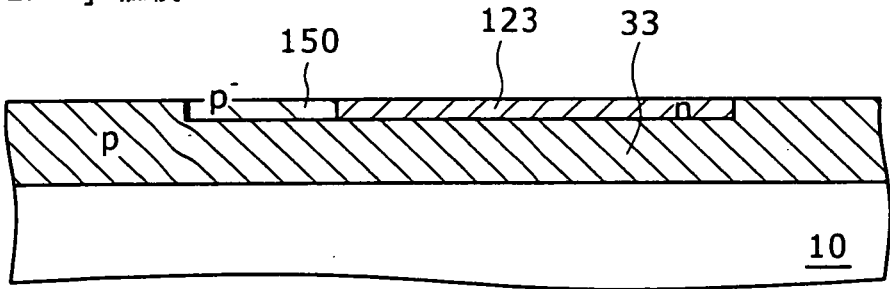


圖 16C
[STEP-B]

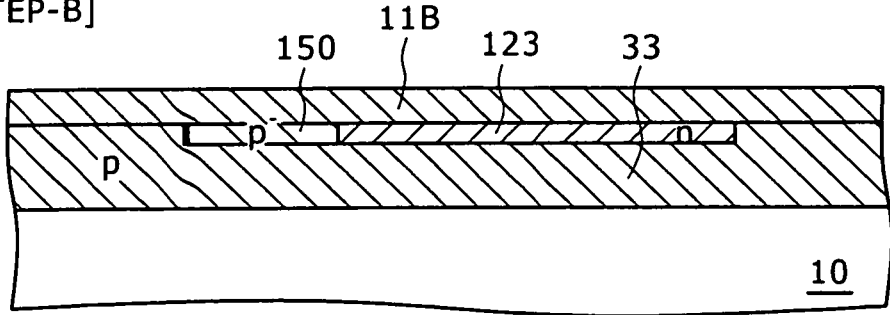


圖 16D
[STEP-B] 繼續

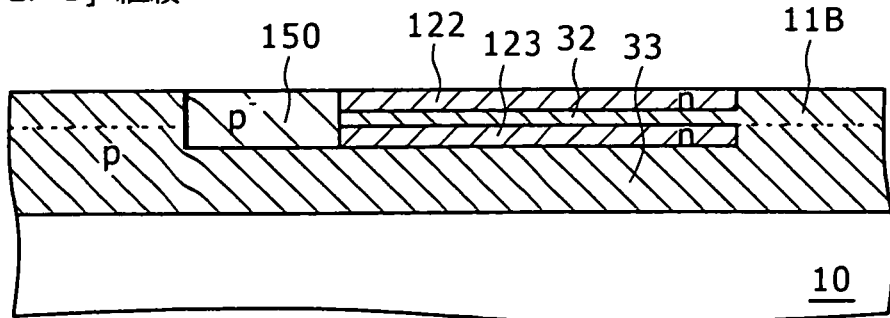


圖 17A

[STEP-C]

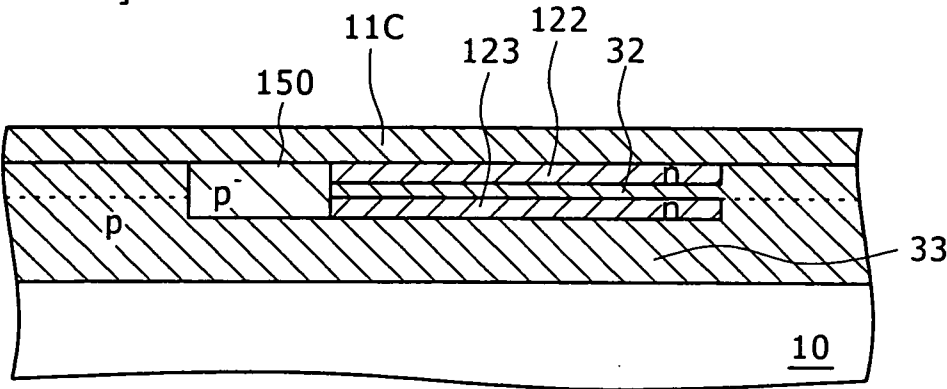


圖 17B

[STEP-C] 繼續

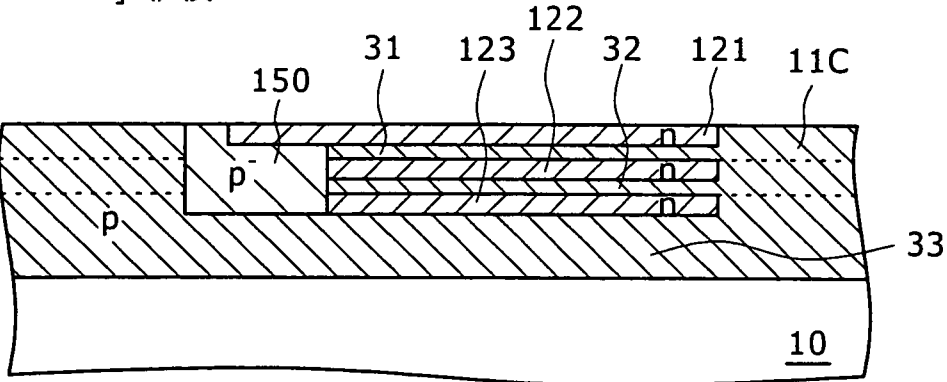


圖 17C

[STEP-D]

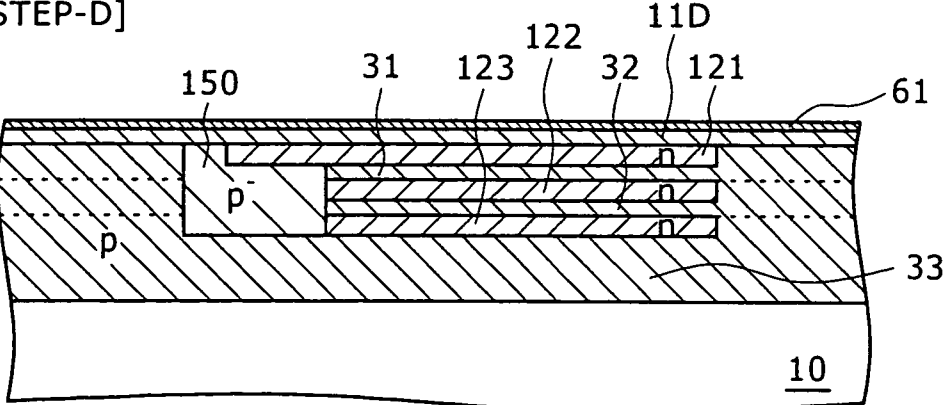


圖 18A

[STEP-D] 繼續

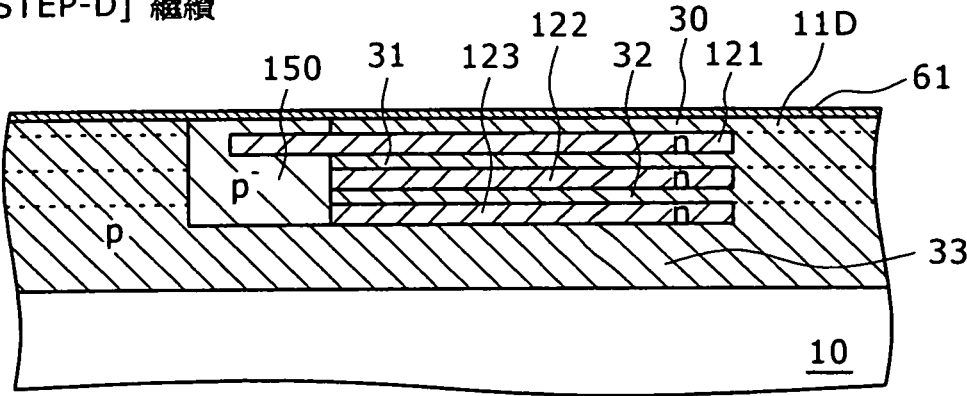


圖 18B

[STEP-E]

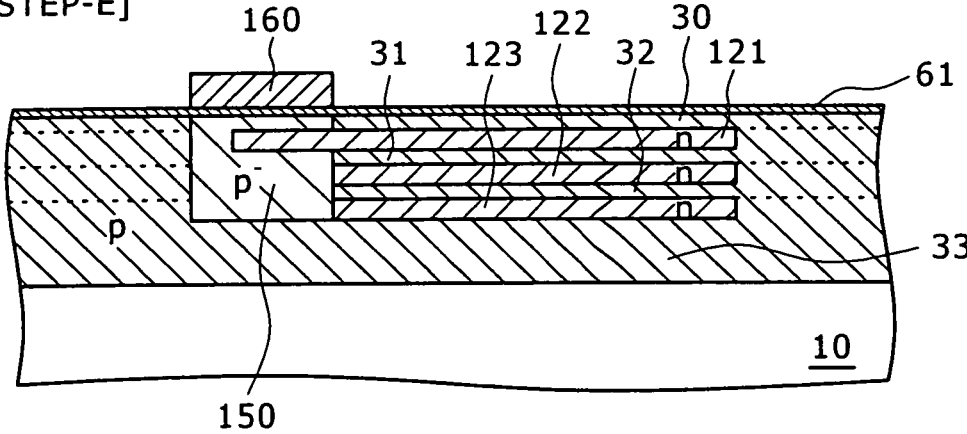


圖 18C

[STEP-F]

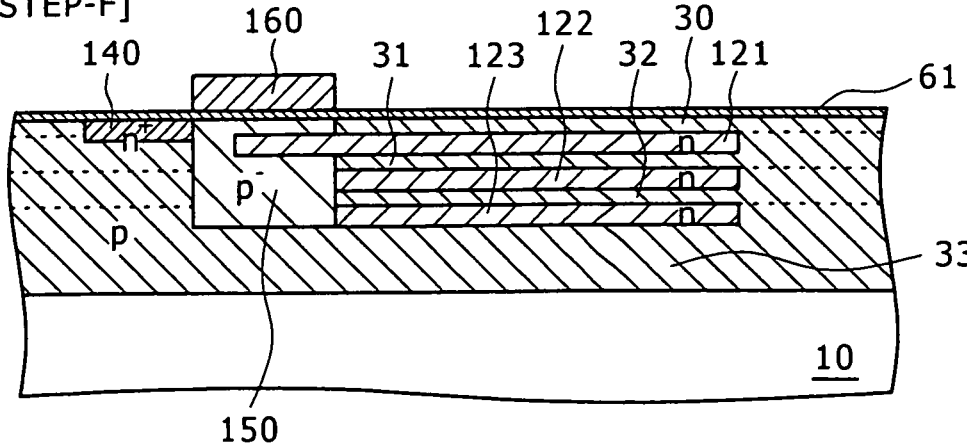


圖 19

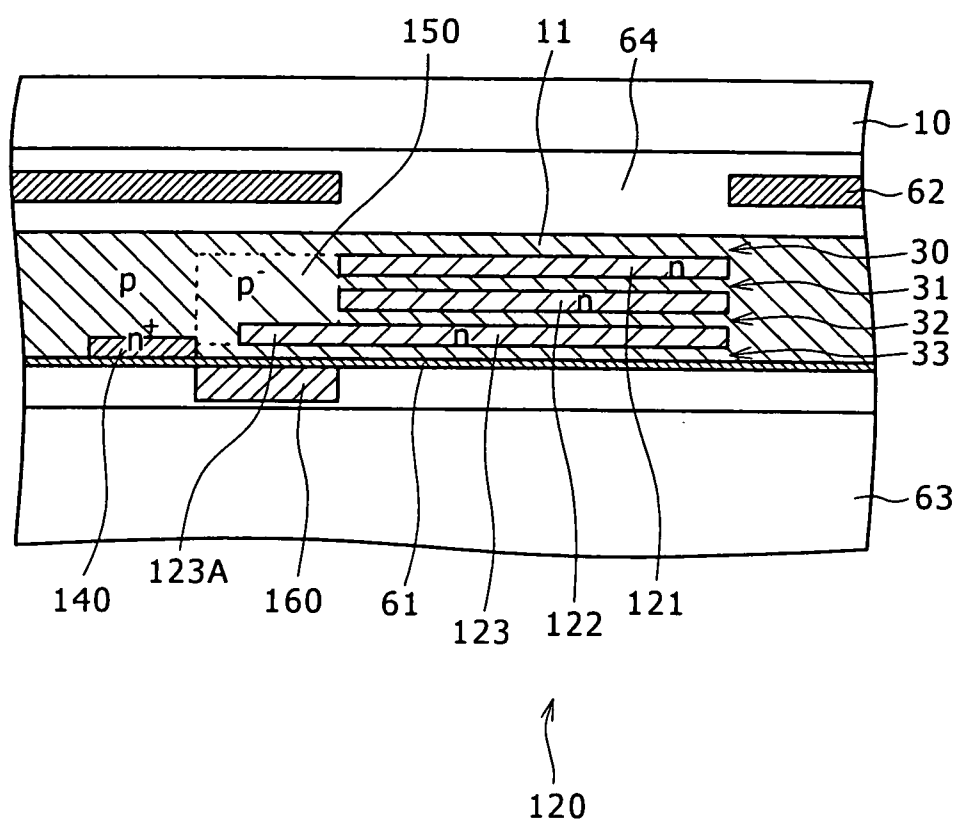


圖21

