



(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 I463541 B

(45) 公告日：中華民國 103 (2014) 年 12 月 01 日

(21) 申請案號：100132448

(22) 申請日：中華民國 100 (2011) 年 09 月 08 日

(51) Int. Cl. : H01L21/265 (2006.01)

H01L27/146 (2006.01)

(30) 優先權：2010/09/21 日本

2010-210930

(71) 申請人：東芝股份有限公司 (日本) KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA (JP)
日本

(72) 發明人：富田健 TOMITA, KEN (JP) ; 小原悅郭 OBARA, YOSHIHIRO (JP)

(74) 代理人：林志剛

(56) 參考文獻：

TW 320778

TW 200841462A

TW 200933709A

TW 201030948A

審查人員：于若天

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：28 共 62 頁

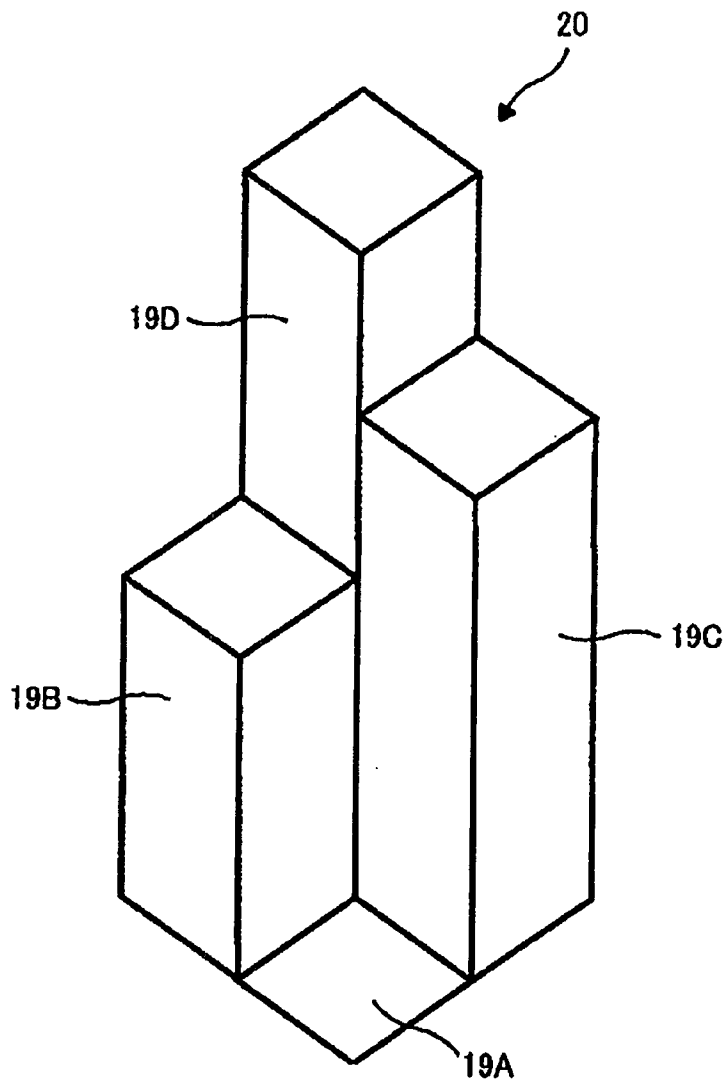
(54) 名稱

雜質層之形成方法及固體攝影裝置之製造方法

(57) 摘要

一種雜質層之形成方法，係具備有：在半導體基板(15)上，形成光阻材料(16)之工程；和使用具備有複數之經由透過率互為相異之複數的微小之透過部(13A)乃至(13D)所構成之單位透過區域(14)並具有將此些之單位透過區域(14)配列為 2 維狀所成的透過區域(11)之光柵光罩(10)，來對於此光阻材料(16)進行曝光之工程；和藉由對於作了曝光的光阻材料(16)進行顯像，來在半導體基板(15)之表面上，形成具備有與透過區域(11)之透過率相對應了的膜厚之薄膜區域(17)的光阻層(18)之工程；和經由薄膜區域(17)而對於半導體基板(15)注入離子之工程；和使被注入至同一深度處之複數的離子群(21A'、21B'、21C'、21D')，以在橫方向上作接合且均一化的方式而擴散之工程。

圖6



- 19A . . . 第 1 薄膜部
- 19B . . . 第 2 薄膜部
- 19C . . . 第 3 薄膜部
- 19D . . . 第 4 薄膜部
- 20 . . . 光阻單元

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：100132448

※申請日：100年09月08日

※IPC分類：

H01L 21/565 (2006.01)

H01L 27/46 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

雜質層之形成方法及固體攝影裝置之製造方法

二、中文發明摘要：

一種雜質層之形成方法，係具備有：在半導體基板（15）上，形成光阻材料（16）之工程；和使用具備有複數之經由透過率互為相異之複數的微小之透過部（13A）乃至（13D）所構成之單位透過區域（14）並具有將此些之單位透過區域（14）配列為2維狀所成的透過區域（11）之光柵光罩（10），來對於此光阻材料（16）進行曝光之工程；和藉由對於作了曝光的光阻材料（16）進行顯像，來在半導體基板（15）之表面上，形成具備有與透過區域（11）之透過率相對應了的膜厚之薄膜區域（17）的光阻層（18）之工程；和經由薄膜區域（17）而對於半導體基板（15）注入離子之工程；和使被注入至同一深度處之複數的離子群（21A'、21B'、21C'、21D'），以在橫方向上作接合且均一化的方式而擴散之工程。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(6)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

19A：第 1 薄膜部

19B：第 2 薄膜部

19C：第 3 薄膜部

19D：第 4 薄膜部

20：光阻單元

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，係有關於雜質層之形成方法及固體攝影裝置之製造方法。

【先前技術】

一般而言，具備有深的雜質層之半導體裝置，係為週知。例如在 CMOS 感測器中之像素分離層或者是在 CCD 感測器中之井層，係為有必要形成為至少較光電變換部更深的雜質層。

此些之像素分離層或者是井層等之較深的雜質層，係藉由改變離子之加速電壓並進行複數次之離子注入，來使其在深度方向上具有複數之濃度峰值，而形成之。或者是，藉由在進行了一次的離子注入後，經由長時間之熱擴散來在深度方向上使離子擴散，而形成之。

如此這般，在先前技術中，係經由複數次之離子注入工程或者是長時間之熱擴散工程，來形成較深之雜質層，因此，要在短時間內而形成此種較深之雜質層一事，係為困難。故而，在 CMOS 感測器、CCD 感測器等之固體攝影裝置的情況時，為了形成像素分離層或者是井層，係需要長時間，此事係成為對於在固體攝影裝置之製造中的產率提升造成阻礙的主要原因。

【發明內容】

本發明之實施形態，其目的，係在於提供一種：能夠在短時間內形成從表面起而朝向內部方向之深的雜質層之雜質層之形成方法，以及提供一種能夠使產率提升之固體攝影裝置之製造方法。

本發明之實施形態之雜質層之形成方法，其特徵為，具備有：在基板上，形成感光性的光阻材料之工程；和使用將由透過率為相異之複數的部分區域所成之單位透過區域作了複數個之 2 維配列所成的曝光用光罩，來對於前述光阻材料進行曝光之工程；和藉由對於作了曝光的前述光阻材料進行顯像，來因應於前述曝光用光罩之透過率而形成膜厚部分性相異的光阻層之工程；和經由此光阻層而對於前述基板注入離子之工程；和使藉由該工程而被注入至前述基板內之略相同深度處的離子群，以在橫方向上作連結的方式而擴散之工程。

又，本發明之實施形態之固體攝像裝置之製造方法，其特徵為，具備有：在被形成於矽基板之表面上的基底層之表面上，將複數之光電變換部配列形成為格子狀之工程；和在包含有前述複數之光電變換部的前述基底層之表面上，形成感光性之光阻材料之工程；和將由被配列為格子狀之複數的非透過區域以及被設置在此些之非透過區域間的透過區域所成、並且前述透過區域為將複數之單位透過區域作 2 維配列所成、各前述單位透過區域為由透過率相異之複數的部分區域所成之曝光用光罩，以使該曝光用光罩之各前述非透過區域被配置在前述複數之光電變換部上

的方式來作對位之工程；和使用前述曝光用光罩而對前述光阻材料進行曝光之工程；和藉由對於被曝光了的前述光阻材料進行顯像，來因應於前述曝光用光罩之透過率而形成膜厚為部分性相異之光阻層之工程；和經由此光阻層來對於前述基底層之前述光電變換部間注入離子之工程；和使被注入至前述基底層內之略同一之深度處的離子群，以在橫方向上作連結的方式而擴散，並藉由此而形成像素分離層之工程。

又，本發明之實施形態之固體攝像裝置之製造方法，其特徵為，具備有：在矽基板之表面上，形成感光性的光阻材料之工程；和使用由透過區域以及包圍此透過區域之非透過區域所成、且前述透過區域為將複數之單位透過區域作 2 維配列所成、各前述單位透過區域為由透過率相異之複數的部分區域所成之曝光用光罩，來對於前述光阻材料進行曝光之工程；和藉由對於作了曝光的前述光阻材料進行顯像，來因應於前述曝光用光罩之透過率而形成膜厚部分性相異的光阻層之工程；和經由此光阻層而對於前述矽基板注入離子之工程；和使被注入至前述矽基板內之略同一深度處的離子群，以在橫方向上作連結且均一化的方式而擴散，並藉由此來形成井層之工程；和在此井層之表面上，將複數之光電變換部配列形成為格子狀之工程。

若依據上述構成之雜質層之形成方法，則係能夠在短時間內形成從表面起而朝向內部方向之深的雜質層，進而，若依據上述構成之固體攝影裝置之製造方法，則係能夠

使產率提升。

【實施方式】

首先，參考圖 1，對於在本發明之實施形態的雜質層之形成方法中所被使用之光柵光罩作說明。圖 1，係為對於在本發明之實施形態的雜質層之形成方法中所被使用之光柵光罩之一部份作擴大展示的上圖。圖 1 中所示之光柵光罩 10，係為將依存於場所而具備有相異之透過率的透過區域 11，藉由透過率略為 0% 之非透過區域 12 而作了包圍者。

此光柵光罩 10 之透過區域 11，係為將單位透過區域 14 作為透過區域 11 之基本單位，而將複數之單位透過區域 14 相互無空隙地配列為 2 維狀之區域。

各單位透過區域 14 內，係以成為分別具備有微小之面積的正方形狀之區域的方式，而被以矩陣狀來等分割為 4 個。被等分割成 4 個的各個正方形狀之部分區域，其透過率係互為相異，並從透過率為高者起而依序由第 1 透過部 13A、第 2 透過部 13B、第 3 透過部 13C、第 4 透過率 13D 所成。

以上所說明了的複數之單位透過區域 14，係以使此些之單位透過區域 14 所分別具備之具有相同透過率的部分區域 13A、13B、13C、13D 相互作分離配置的方式，來相互無空隙地配列為 2 維狀。亦即是，複數之單位透過區域 14 所分別具備之第 1 透過部 13A，係被相互分離地作配置

。同樣的，複數之單位透過區域 14 所分別具備之第 2、第 3、第 4 透過部 13B、13C、13D，亦係被相互分離地作配置。

另外，具備有同一之透過率的部分區域 13A、13B、13C、13D，係並非一定需要以相互分離的方式來作配置。

以上所說明了的光柵光罩 10，例如係在玻璃板等一般之使曝光光透過之透明基板的表面上，適宜形成有將曝光光作反射之由鉻膜所成的點 (dot) 圖案。在此光柵光罩 10 中，曝光光之透過率，係經由點圖案之面積的大小來作控制。故而，第 1 透過部 13A、第 2 透過部 13B、第 3 透過部 13C、第 4 透過部 13D，係依此順序而被形成有面積由大至小之點圖案。另外，各透過部 13A、13B、13C、13D 之曝光光的透過率，係亦可經由點圖案之配列密度來作控制，且亦可經由面積和配列密度來作控制。

接著，參考圖 2 乃至圖 9，對於使用有此光柵光罩 10 之雜質層之形成方法作說明。首先，參考圖 2 乃至圖 6，針對直到使用圖 1 之光柵光罩 10 而形成光阻層為止之工程作說明。圖 2、圖 4，係為用以對於本實施形態之雜質層之形成方法作說明的裝置之上面圖。圖 3 (a) 以及圖 5 (a)，係分別為圖 2、圖 4 之沿著一點鍊線 X-X' 之裝置的剖面圖，圖 3 (b) 以及圖 5 (b)，係分別為沿著圖 2、圖 4 之一點鍊線 Y-Y' 之裝置的剖面圖。又，圖 6，係為對於光阻層之一部份作擴大展示之立體圖。

首先，如圖 2 中所示一般，在半導體基板 15 之表面

上，均一地形成光阻材料 16，並在此光阻材料 16 之上方，將圖 1 中所示之光柵光罩 10 作對位並作配置。

接著，如圖 3 (a)、(b) 中所示一般，使用光柵光罩 10，來對光阻材料 16 進行曝光。藉由此，光柵光罩 10 之透過區域 11 的正下方之光阻材料 16，係藉由與透過區域 11 之透過率相對應的曝光量而被作曝光。

亦即是，如圖 3 (a) 中所示一般，在第 1 透過部 13A 之正下方的光阻材料 16 處，係被照射有最多量之曝光光。另一方面，如圖 3 (b) 中所示一般，第 4 透過部 13D 之正下方的光阻材料 16 之曝光量，係被照射有最少量之曝光光。如此這般，在透過率為越高之透過部的正下方之光阻材料 16 處，係被照射有越多量之曝光光。

接著，如圖 4 以及圖 5 (a)、(b) 中所示一般，對被作了曝光之光阻材料 16 進行曝光。藉由此，曝光量越多之區域，光阻材料 16 係越被作除去。故而，在半導體基板 15 之表面上，係被形成有因應於光柵光罩 10 之透過率而使膜厚部分性相異之光阻層 18，亦即是，係被形成有具備著因應於曝光量而使膜厚部分性相異之絨縫 (quilting) 狀的薄膜區域 17 之光阻層 18。

薄膜區域 17，係將光阻單元 20 作為薄膜區域 17 之基本單位，而將複數之光阻單元 20 相互無空隙地配列為 2 維狀之區域。

各光阻單元 20 內，係以成為分別具備有微小之面積的正方形狀之區域的方式，而被以矩陣狀來等分割為 4 個

。被等分割成 4 個的各個部分區域，其膜厚係互為相異，並從膜厚為薄者起而依序由第 1 薄膜部 19A、第 2 薄膜部 19B、第 3 薄膜部 19C、第 4 薄膜部 19D 所成。

於此，參考圖 6，針對光阻單元 20 作更進一步之詳細說明。圖 6，係為對於一個的光阻單元 20 作展示之立體圖。如圖 6 中所示一般，光阻單元 20，係為將以與光柵光罩 10 之單位透過區域 14 之透過率相對應了的膜厚所形成之 4 根的四角柱，相互無空隙地配列為 2 維狀者。此光阻單元 20，其各四角柱之高度（膜厚），係成為經由單位透過區域 14 之各透過部 13A 乃至 13D 的透過率所作了控制的高度（膜厚）。又，各四角柱之水平剖面的面積，係成為經由單位透過區域 14 之各透過部 13A 乃至 13D 的微小面積所作了控制的微小面積。

另外，在圖 6 所示之光阻單元 20 處，各薄膜部 19A 乃至 19D 之膜厚，係只要成為在後述之離子注入工程中而能夠使離子貫通之膜厚即可。於此，在本申請案中，薄膜部 19A 乃至 19D，係設為包含有膜厚為 $0\ \mu\text{m}$ 的情況。故而，特別是第 1 薄膜部 19A，係亦可如圖 6 中所示一般而使膜厚為 $0\ \mu\text{m}$ 。

薄膜區域 17，係為將以上所說明了的複數之光阻單元 20 相互無空隙地配列為 2 維狀之區域，但是，複數之光阻單元 20，係如圖 4 中所示一般，以使此些之光阻單元 20 所分別具備之具有相同膜厚的薄膜部、例如第 1 薄膜部 19A 相互作分離配置的方式，來作了配列形成。

接著，參考圖 7 (a) 、 (b) 乃至圖 9 (a) 、 (b) ，針對使用圖 4 乃至圖 6 中所示之光阻層 18 而在半導體基板 15 上形成雜質層之方法作說明。另外，各圖 (a) ，係為用以對於本實施形態之雜質層之形成方法作說明的相當於圖 5 (a) 之剖面圖。另外，各圖 (b) ，係為用以對於本實施形態之雜質層之形成方法作說明的相當於圖 5 (b) 之剖面圖。

首先，如圖 7 (a) 、 (b) 中所示一般，在半導體基板 15 處，透過光阻層 18 ，而以所期望之加速電壓來注入例如 P 型之離子。被注入之離子，係貫通薄膜區域 17 並到達半導體基板 15 之所期望的深度處。離子所到達之深度，係依存於薄膜區域 17 之厚度，若是膜厚越薄，則會到達基板之越深處。故而，係在與薄膜區域 17 之膜厚相對應的深度處，而被形成有複數之離子群 21A' 、 21B' 、 21C' 、 21D' 。

例如，經由透過具備有同一膜厚之同一膜厚部、亦即是透過複數之第 1 薄膜部 19A 所注入的離子而形成的複數之第 1 離子群 21A' ，係如圖 7 (a) 中所示一般，被形成於同一深度但是於橫方向（水平方向）上為相異之位置處。同樣的，經由透過複數之第 3 薄膜部 19C 所注入的離子而形成的複數之第 3 離子群 21C' ，係被形成於較第 1 離子群 21A' 而更淺之同一深度但是於橫方向（水平方向）上為相異之位置處。

又，如圖 7 (b) 中所示一般，經由透過複數之第 2 薄

膜部 19B 所注入的離子而形成的複數之第 2 離子群 21B'，係被形成於較第 1 離子群 21A' 而更淺且較第 3 離子群 21C' 而更深之同一深度但是於橫方向（水平方向）上為相異之位置處。經由透過複數之第 4 薄膜部 19D 所注入的離子而形成的複數之第 4 離子群 21D'，係被形成於較第 3 離子群 21C' 而更淺之同一深度但是於橫方向（水平方向）上為相異之位置處。

接著，如圖 8 (a)、(b) 中所示一般，經由離子注入後之各離子群 21A'、21B'、21C'、21D' 之擴散，而以朝向半導體基板 15 之深度方向而濃度峰值位置為深之順序，形成依序由第 1 雜質區域 21A、第 2 雜質區域 21B、第 3 雜質區域 21C、第 4 雜質區域 21D 所成之複數的 P 型雜質區域。

亦即是，同一深度之複數的離子群 21A'、21B'、21C'、21D'、例如複數之第 1 離子群 21A'，係經由離子注入後之各離子群 21A' 的朝向橫方向之擴散，而如圖 8 (a) 中所示一般，形成 P 型之第 1 雜質區域 21A。同樣的，複數之第 3 離子群 21C'，係經由擴散而形成 P 型之第 3 雜質區域 21C。另外，各離子群 21A'、21B'、21C'、21D'，由於係亦會朝向相對於紙面之垂直方向而同時作擴散，因此，在圖 8 (b) 中之以點線所示的位置處，亦會分別被形成第 1、第 3 雜質區域 21A、21C。

與此完全相同的，如圖 8 (a)、(b) 中所示一般，複數之第 2 離子群 21B'，係形成第 2 雜質區域 21B，複數

之第 4 離子群 21D'，係形成第 4 雜質區域 21D。

進而，被注入了的離子，由於係亦會在垂直方向擴散，因此，最終，各雜質區域 21A 乃至 21D 之各峰值濃度係被均一化，而如圖 9(a)、(b) 中所示一般，能夠形成深的雜質層 22。

另外，在本發明中，亦可於圖 8(a)、(b) 所示之工程之後，藉由進行熱處理並使被注入之離子作熱擴散，來如圖 9(a)、(b) 中所示一般，形成使複數之濃度峰值被作了略均一化之深的雜質層 22。但是，在半導體基板 15 處，由於係預先以使在深度方向上而具備有複數之濃度峰值的方式，來進行了離子注入，因此，用以使離子作熱擴散之熱處理時間，係僅需要極短之時間即可。

如同以上所說明一般，若依據本實施形態之雜質層之形成方法，則係並不需要複數次之離子注入工程或者是長時間的熱擴散工程，僅需藉由一次之離子注入，便能夠從表面起來朝向內部方向而形成深的雜質層 22。故而，係能夠以短時間而形成深的雜質層。

又，若依據本實施形態之光柵光罩 10，則係能夠將具備有用以僅藉由一次之離子注入來從表面起而朝向內部方向形成深的雜質層 22 之薄膜區域 17 的光阻層 18，僅藉由一次之曝光、顯像工程來形成之。

另外，在本申請案中，係將半導體基板 15、以及被形成有深的雜質層 22 之包含任意之層的半導體基板 15，稱作基板。此時，上述之實施形態，係能夠在所有之於基板

表面處形成深的雜質層 22 之情況中作適用。

以下，針對將上述之雜質層之形成方法以及光柵光罩適用於固體攝影裝置之製造方法中的情況作說明。

(第 1 實施形態)

圖 10，係為對於適用上述之雜質層之形成方法以及光柵光罩所製造的 CMOS 型之固體攝影裝置的像素部作擴大並作模式性展示之上面圖。如圖 10 中所示一般，此固體攝影裝置之像素部，係經由被配列形成為格子狀之複數的像素 30 所構成。此些之各像素 30，係分別為將光電變換部以及微透鏡等作層積所構成者。另外，在光電變換部和微透鏡之間，係亦有被形成有配線層、平坦化層、彩色濾鏡層等之情況。

圖 11，係為沿著圖 1 之一點鍊線 Z-Z' 的像素部之剖面圖。如圖 11 中所示一般，CMOS 型之固體攝影裝置之像素部，係被形成在 P 型之矽基板 31 上。亦即是，在 P 型之矽基板 31 的表面上，係被形成有 N 型之基底層 32，在此 N 型之基底層 32 的表面上，係以格子狀而被配列形成有由 N+ 型之雜質層所成之複數的光電變換部 33。各光電變換部 33，例如係以使在四方處而與相鄰接之光電變換部 33 之間分離有 $5 \sim 6 \mu\text{m}$ 左右的方式而被形成。

各光電變換部 33，係為使與經由微透鏡（未圖示）所集光在此區域處之光量相對應的量之電子產生的區域。另外，在此些之各光電變換部 33 處所產生了的電子，係被

傳輸至被形成於 P 型之矽基板 31 上的由 CMOS 所成之電荷傳輸部（未圖示）處，電荷傳輸部（未圖示），係將電子傳輸至被設置於最終段的電荷、電壓變換部（未圖示）處。

在此些之各光電變換部 33 的表面上，係分別被形成有 P+ 型之阻障層 34。此阻障層 34，係為用以對於從外部而來之結晶缺陷作抑制的雜質層。藉由設置此層 34，暗電流之發生係被抑制。故而，係以形成有阻障層 34 為理想，但是，此係並非為一定需要形成者。

又，在上述之各光電變換部 33 之間，係被形成有 P+ 型之像素分離層 35。像素分離層 35，係以具備有略均一之濃度分布的方式，而一直被形成至至少較光電變換部 33 更深之位置處。此像素分離層 35，係為用以對於電荷在相鄰接之光電變換部 33 之間而移動的情形作抑制之雜質層。故而，像素分離層 35，係以能夠形成至少較經由光電變換部 33 所形成之電位勢而更淺之電位勢的程度之離子濃度來形成之。

另外，在上述之光電變換部 33 上，實際上，係如同上述一般，被層積形成有配線層、平坦化層、彩色濾鏡層以及微透鏡等，並經由此些而形成像素 30，但是，於此係將圖示以及說明省略。

以上所說明了的 CMOS 型之固體攝影裝置，相較於在 N 型之矽基板的表面上形成 P 型之基底層，並在此 P 型之基底層的表面上被配列形成有由 N+ 型之雜質層所成之複

數的光電變換部之 CMOS 型的固體攝影裝置，在能夠將藉由光電變換部 33 所產生了的電子有效率地作收集之點上，係為有利之構成。

接著，參考圖 12 乃至圖 16，針對上述之固體攝影裝置之製造方法作說明。除了圖 14 以外，圖 12 乃至圖 16，係為用以對於本實施形態之固體攝影裝置之製造方法作說明的相當於圖 11 之剖面圖。又，圖 14，係為對於在此固體攝影裝置之製造方法中所被適用之光柵光罩之一部份作擴大展示的上圖。

首先，如圖 12 中所示一般，在 P 型之矽基板 31 的表面上，係被形成有 N 型之基底層 32，在此基底層 32 的表面上，形成 N+ 型之光電變換部 33。N 型之基底層 32，例如係為由矽所成者，並在 P 型之矽基板 31 的表面上，藉由磊晶成長來形成之。又，N+ 型之光電變換部 33，係藉由在基底層 32 之表面上，形成使成為光電變換部之區域作了開口的光阻層，並將此光阻層作為光罩來使用，而例如注入磷 (P) 或者是砷 (As) 等的 N 型之離子，而形成之。

接著，如圖 13 中所示一般，在各光電變換部 33 之表面上，形成 P 型之阻障層 34。阻障層 34，係藉由在形成了光電變換部 33 之後，使用上述之光阻層，而例如注入硼 (B) 等之 P 型離子，來形成之。

之後，在各光電變換部 33 之間，形成身為較光電變換部 33 更深之雜質層的 P+ 型之像素分離層 35。關於此像

素分離層 35 之形成方法，係適用上述之雜質層之形成方法。因此，首先，參考圖 14，對於爲了形成像素分離層 35 所適用之光柵光罩作說明。

如圖 14 中所示一般，用以形成像素分離層 35 所使用之光柵光罩 36，係爲以格子狀而被配列形成有非透過區域 37，並在此些之非透過區域 37 之間被形成有依存於場所而透過率爲相異之透過區域 38 者。

透過區域 38，係與圖 1 中所示之光柵光罩 10 相同的，爲將由從透過率爲高者起依序爲第 1 透過部 13A、第 2 透過部 13B、第 3 透過部 39C、第 4 透過率 39D 所成之 4 個的微小正方形狀之部分區域，作爲 1 個的單位透過區域 40，並被配列形成有複數之單位透過區域 40 的區域。另外，複數之單位透過區域 40 的配列，係與圖 1 所示之光柵光罩 10 處的單位透過區域 14 之配列相同。

像素分離層 35，係使用圖 14 中所示之光柵光罩 36 而被形成。亦即是，係如圖 15 中所示一般，在包含光電變換部 33 以及阻障層 34 之基底層 32 的表面上，形成感光性之光阻材料 41。而後，將圖 14 中所示之光柵光罩 36 以使非透過區域 37 被配置在光電變換部 33 之上的方式來作對位，之後，經由光柵光罩 36 來對於光阻材料 41 進行曝光。之後，對於光阻材料 41 進行顯像。藉由此，在基底層 32 之表面上，與光柵光罩 36 之透過區域 38 的透過率相對應地，而形成具備有由膜厚成 4 階段相異之複數的薄膜部所成之薄膜區域 42 的光阻層 43。複數之薄膜部，例

如係以在 $0\ \mu\text{m} \sim 1.5\ \mu\text{m}$ 之範圍內而使膜厚成 4 階段之相異的方式，來形成之。

另外，在圖 15 中，於薄膜區域 42 內，係被形成有膜厚呈包含 $0\ \mu\text{m}$ 之 2 階段相異的薄膜部 44A、44B。但是，在實際的薄膜區域 42 內，係相對於圖 15 之剖面而於紙面垂直方向上，更進而被形成有膜厚成 2 階段相異的薄膜部。

接著，如圖 16 中所示一般，透過光阻層 43，而以例如 1400kV 程度之加速電壓來對於基底層 32 注入 P 型之離子（例如硼（B））。若是注入離子，則藉由其後之離子的對於水平方向之擴散，而因應於薄膜區域 42 之膜厚，來形成濃度峰值之深度為相異的 4 種類之雜質區域，亦即是，依據濃度峰值之位置為深的順序，而依序形成第 1 雜質區域 45A、第 2 雜質區域 45B、第 3 雜質區域 45C、第 4 雜質區域 45D。

如此這般而被形成在光電變換部 33 間之第 1 雜質區域 45A、第 2 雜質區域 45B、第 3 雜質區域 45C、第 4 雜質區域 45D，係分別亦更進而朝向垂直方向擴散。故而，如同上述一般，若是對於基底層 32 注入離子，則最終，係形成如圖 11 中所示一般之較光電變換部 33 更深的像素分離層 35。

另外，亦可在形成了第 1 雜質區域 45A、第 2 雜質區域 45B、第 3 雜質區域 45C、第 4 雜質區域 45D 之後，進而進行熱處理，而經由使被注入了的離子進行熱擴散，來

形成如圖 11 中所示一般之像素分離層 35。此時，在基底層 32 處，由於係預先以在深度方向上而具備有複數之濃度峰值的方式，來進行了離子注入，因此，用以使離子作熱擴散之熱處理時間，係僅需要極短之時間即可。

在如同上述一般而形成了像素分離層 35 之後，進而藉由適宜形成配線層、平坦化層、彩色濾鏡層以及微透鏡等，而製造出 CMOS 型之固體攝影裝置。

相對於此，在適用先前技術之雜質層之形成方法來形成與上述之像素分離層 35 相同之像素分離層的情況時，係如同下述一般來形成。

亦即是，係在基底層之表面上，形成使成爲像素分離層之區域作了開口的光阻層，並將此光阻層作爲光罩來使用，而對於基底層注入 P 型之離子（例如硼（B））。此時，爲了使其在深度方向上具備有複數之濃度峰值，而一面例如在 300kV ~ 1400kV 之範圍內來改變離子之加速電壓，一面進行複數次（例如 4 次）之離子注入。藉由此，而形成與上述之像素分離層 35 相同的像素分離層。另外，於此之後，係亦可進行熱處理來使被作了注入的離子熱擴散，但是，此熱處理時間，係與本實施形態相同的，只要極短的時間即可。

如同以上所說明一般，若依據本實施形態之固體攝影裝置之製造方法，則相較於先前技術之製造方法，由於係能夠將離子之注入次數大幅度降低，因此，係能夠以短時間來形成身爲深的雜質層之像素分離層 35。故而，係可提

供一種能夠使產率提升之固體攝影裝置之製造方法。

(第 2 實施形態)

圖 17，係為對於適用上述之雜質層之形成方法所製造的 CCD 型之固體攝影裝置的像素部作擴大並作模式性展示之相當於圖 11 的剖面圖。另外，此固體攝影裝置之像素部的上面圖，由於係與圖 10 相同，故係省略圖示及說明。

如圖 17 中所示一般，CCD 型之固體攝影裝置之像素部，係被形成在 N 型之矽基板 50 上。亦即是，在 N 型之矽基板 50 的表面上，係於從基板 50 之表面起直到深部為止的區域中，而被形成有 P 型之井層 51。P 型之井層 51，係以相對於矽基板 50 之表面積而成為例如 60~70% 程度之表面積的方式而形成之。在此井層 51 之表面上，由 N+ 型之雜質層所成之複數的光電變換部 52，係以相互分離的方式而被作配列形成。又，在此些之各光電變換部 52 的表面上，係分別被形成有 P+ 型之阻障層 53。

另外，在此些之光電變換部 52 上，實際上，係與 CMOS 型固體攝影裝置相同的，被層積形成有配線層、平坦化層、彩色濾鏡層以及微透鏡等，並經由這些而形成像素，但是，於此係將圖示以及說明省略。

在此固體攝影裝置中，像素之感度，係依存於 P 型之井層 51 的離子濃度。特別是井層 51 之深度，係依存於像素之長波長側之感度。故而，在上述之固體攝影裝置中，

井層 51，係藉由能夠得到所期望之像素感度的程度之為深且為濃的離子濃度來形成之。

在以上所說明了的 CCD 型之固體攝影裝置的情況中，在此些之各光電變換部 52 處所產生了的電子，係被傳輸至被形成於 N 型之矽基板 50 上的由 CCD 所成之電荷傳輸部（未圖示）處，電荷傳輸部（未圖示），係將電子傳輸至被設置於最終段的電荷、電壓變換部（未圖示）處。

接著，參考圖 18 乃至圖 21，針對上述之 CCD 型之固體攝影裝置之製造方法作說明。圖 18，係為對於在此固體攝影裝置之製造方法中所被適用之光柵光罩 54 之一部份作擴大展示的上圖。又，圖 19 乃至圖 21，係為用以對於本實施形態之固體攝影裝置之製造方法作說明的相當於圖 17 之剖面圖。

在 CCD 型之固體攝影裝置的情況中，係藉由在 N 型之矽基板 50 的表面上，於從基板 50 之表面起直到深部為止的區域中而形成有 P 型之井層 51，並在此井層 51 之表面上形成光電變換部 52 等，而製造之。在此固體攝影裝置之製造方法中，關於井層 51 之形成，係適用上述之雜質層之形成方法。因此，首先，參考圖 18，對於為了形成井層 51 所適用之光柵光罩 54 作說明。

如圖 18 中所示一般，用以形成井層 51 之光柵光罩 54，係為使身為與井層 51 之平面形狀相對應了的形狀並且依存於場所而透過率互為相異之透過區域 55 被非透過區域（未圖示）所作了包圍者。

透過區域 55，係為將 4 個的微小之正方形狀的部分區域，作為 1 個的單位透過區域 57，並由複數之單位透過區域 57 作了配列形成之區域。

4 個的微小正方形狀之部分區域，係分別由 1 處的第 1 透過部 56A、和 1 處的第 2 透過部 56B、以及 2 處的第 3 透過部 56C 所成。此些，係為以第 1 透過部 56A、第 2 透過部 56B、第 3 透過部 56C 之順序而使透過率依序變高的方式來作了控制之區域。而，在單位透過區域 57 內，此些之第 1 乃至第 3 透過部 56A、56B、56C，係以使同一場所在縱方向以及橫方向上而不會相鄰接的方式，來作配列。

在透過區域 55 內，如同以上所作了說明一般之複數的單位透過區域 57，係以使具備有相同之透過率的部分區域不會相鄰接的方式，而作了配列形成。

井層 51，係使用圖 18 中所示之光柵光罩 54 而被形成。亦即是，係如圖 19 中所示一般，在 N 型之矽基板 50 的表面上，形成感光性之光阻材料 58。而後，將圖 18 中所示之光柵光罩 54 以使此透過區域 55 被配置在所期望之位置上的方式來作對位，之後，經由光柵光罩 54 來對於光阻材料 58 進行曝光。之後，對於光阻材料 58 進行顯像。藉由此，在矽基板 50 之表面上，與光柵光罩 54 之透過區域 55 的透過率相對應地，而形成具備有由膜厚成 3 階段相異之複數的薄膜部所成之薄膜區域 59 的光阻層 60。複數之薄膜部，例如係以在 $0\ \mu\text{m} \sim 1.7\ \mu\text{m}$ 之範圍內而使膜

厚呈 3 階段之相異的方式，來形成之。

在圖 19 中，於薄膜區域 59 內，係被形成有膜厚呈包含 $0\ \mu\text{m}$ 之 2 階段相異的第 1 薄膜部 61A 以及第 3 薄膜部 61C。但是，在實際的薄膜區域 59 內，係相對於圖 19 之剖面而於紙面垂直方向上（以下，稱作垂直方向），更進而被形成有膜厚相異的薄膜部。亦即是，在於垂直方向上而最為與膜厚為 $0\ \mu\text{m}$ 之第 1 薄膜部 61A 相鄰接之場所處，係被形成有膜厚為厚之第 3 薄膜部 61C，在於垂直方向上而最為與圖 19 中所示之第 3 薄膜部 61C 相鄰接之場所處，係被形成有膜厚成為第 1 薄膜部 61A 和第 3 薄膜部 61C 之中間的膜厚之第 2 薄膜部（未圖示）。

另外，在薄膜區域 59 內，第 3 薄膜部 61C，係被形成有第 1 薄膜部 61A 或者是第 2 薄膜部之數量的 2 倍之數量。

接著，如圖 20 中所示一般，透過薄膜區域 59，而以例如 2000kV 程度之加速電壓來對於矽基板 50 注入 P 型之離子（例如硼（B））。若是注入離子，則藉由其後之離子的對於水平方向之擴散，而因應於薄膜區域 59 之膜厚，來形成濃度峰值之深度為相異的 3 種類之雜質區域，亦即是，依據濃度峰值之位置為深的順序，而依序形成第 1 雜質區域 62A、第 2 雜質區域 62B、第 3 雜質區域 62C。於此，經由貫通了第 3 薄膜部 61C 之離子群所形成的第 3 雜質區域 62C，係具備有經由貫通了第 1 或者是第 2 薄膜部 61A 之離子群所形成的第 1 雜質區域 62A 或者是第 2

雜質區域 62B 之離子濃度的 2 倍之離子濃度。

進而，在形成了各雜質區域 62A 乃至 62C 之後，進行例如 10 小時程度之熱處理，而使作了注入的離子熱擴散。藉由此，如同圖 21 中所示一般，能夠形成深的井層 51。

在如此這般而形成了井層 51 之後，在此井層 51 之表面上，分別形成光電變換部 52 以及阻障層 53，進而，藉由適宜形成配線層、平坦化層、彩色濾鏡層以及微透鏡等，而製造出 CCD 型之固體攝影裝置。

相對於此，在適用先前技術之雜質層之形成方法來形成與上述之井層 51 相同之井層的情況時，係如同下述一般來形成。

亦即是，係在矽基板之表面上，形成使成爲井層之區域作了開口的光阻層，並將此光阻層作爲光罩來使用，而對於矽基板以例如 100kV 程度之加速電壓來注入 P 型之離子（例如硼（B））。之後，使注入了的離子作 30 小時程度之熱擴散。藉由此，而形成與上述之井層 51 相同的井層。

於此，在圖 22 中，對於藉由本實施形態之製造方法而適用上述之條件所形成了的井層 51 之濃度剖面圖以及藉由先前技術之雜質層之形成方法而適用上述之條件所形成了的井層之濃度剖面圖作展示。如圖 22 中所示一般，可以得知，藉由本實施形態之製造方法所形成的井層 51 之濃度剖面圖（圖中之實線 D1），係與藉由先前技術之

雜質層之形成方法所形成的井層之濃度剖面圖（圖中之實線 D2）略一致。

又，在圖 23 中，對於具備有藉由本實施形態之製造方法而適用上述之條件所形成了的井層 51 之固體攝影裝置的分光特性、以及具備有藉由先前技術之雜質層之形成方法而適用上述之條件所形成了的井層之固體攝影裝置的分光特性作展示。如圖 23 中所示一般，可以得知，藉由本實施形態之製造方法所形成的固體攝影裝置之分光特性（圖中之實線 S1），係與具備有藉由先前技術之雜質層之形成方法所形成的井層之固體攝影裝置的分光特性（圖中之實線 S2）略一致。

如同以上所說明一般，若依據本實施形態之固體攝影裝置之製造方法，則由於係以在深度方向上而於相異之位置處形成有複數之離子濃度峰值的方式，來將離子注入，因此，係能夠將之後的熱擴散工程中所需要之時間大幅度的縮短。故而，如同由圖 22、圖 23 而能夠明顯得知一般，係能夠以短時間來形成與藉由先前技術之雜質層之形成方法所形成的井層略相同之井層 51。故而，係可提供一種能夠使產率提升之固體攝影裝置之製造方法。

另外，上述之雜質層之形成方法，以及固體攝影裝置之製造方法，係為能夠將具備有與先前技術略相同之離子濃度分布的像素分離層 35 以及井層 51 等之深的雜質層 22 以較先前技術而更短的時間來形成之方法。但是，若依據本發明，則藉由對於光柵光罩 10、36、54 之單位透過區

域 14、40、57 內之複數的透過部之數量以及配置作適當控制，係亦能夠在不改變製造時間的狀態下而更進而對於雜質層 22 之深度方向的離子濃度作控制。以下，針對包含有以使像素感度作提升的方式來對於離子濃度作了控制的井層 60 之固體攝影裝置之製造方法，作為第 3 實施形態來作說明。

（第 3 實施形態）

第 3 實施形態的固體攝影裝置之製造方法，相較於第 2 實施形態的固體攝影裝置之製造方法，係為具備有以使像素感度作提升的方式來對於深度方向之離子濃度作了控制的井層 60 之固體攝影裝置之製造方法。故而，經由本實施形態之固體攝影裝置之製造方法所製造出的固體攝影裝置，除了井層 60 之離子濃度係為相異之外，係與圖 10 以及圖 17 相同。

以下，參考圖 24 乃至圖 27，針對第 3 實施形態之固體攝影裝置之製造方法作說明。圖 24，係為對於在此固體攝影裝置之製造方法中所被適用之光柵光罩 61 之一部份作擴大展示的上圖。又，圖 25 乃至圖 27，係為用以對於本實施形態之固體攝影裝置之製造方法作說明的相當於圖 17 之剖面圖。

圖 24 中所示之光柵光罩 61，係為使身為與井層 60 之平面形狀相對應了的形狀並且依存於場所而透過率互為相異之透過區域 62 被非透過區域（未圖示）所作了包圍者

。透過區域 62，係為將 9 個的微小之正方形狀的部分區域，作為 1 個的單位透過區域 63，並由複數之單位透過區域 63 作了配列形成之區域。

9 個的微小正方形狀之部分區域，係分別由 3 處的第 1 透過部 64A、第 2 透過部 64B、第 3 透過部 64C 所成。此些，係為以第 1 透過部 64A、第 2 透過部 64B、第 3 透過部 64C 之順序而使透過率依序變高的方式來作了控制之區域。而，在單位透過區域 63 內，此些之第 1 乃至第 3 透過部 64A、64B、64C，係以使同一場所在縱方向以及橫方向上而不會相鄰接的方式，來作配列。

在透過區域 62 內，如同以上所作了說明一般之複數的單位透過區域 63，係以使具備有相同之透過率的部分區域不會相鄰接的方式，而作了配列形成。

亦即是，圖 24 中所示之光柵光罩 61，相較於圖 18 中所示之光柵光罩 54，在使單位透過區域 63 內之相對於第 3 透過部 64C 的第 1 透過部 64A 以及第 2 透過部 64B 之數量的比例作了增加一點上，係為相異。

以使像素感度作提升的方式而對於離子濃度作了控制的井層 60，係使用圖 24 中所示之光柵光罩 61 而被形成。亦即是，係如圖 25 中所示一般，在 N 型之矽基板 50 的表面上，形成感光性之光阻材料 65。而後，將圖 24 中所示之光柵光罩 61 以使此透過區域 62 被配置在所期望之位置上的方式來作對位，之後，經由光柵光罩 61 來對於光阻

材料 65 進行曝光。之後，對於光阻材料 65 進行顯像。藉由此，在矽基板 50 之表面上，與光柵光罩 61 之透過區域 62 的透過率相對應地，而形成具備有由膜厚成 3 階段相異之複數的薄膜部所成之薄膜區域 66 的光阻層 67。複數之薄膜部，例如係以在 $0\ \mu\text{m} \sim 1.7\ \mu\text{m}$ 之範圍內而使膜厚成 3 階段之相異的方式，來形成之。

另外，在圖 25 中，係僅對於將膜厚成 3 階段相異之第 1 薄膜部 68A、第 2 薄膜部 68B、第 3 薄膜部 68C（但是，係以膜厚為薄之順序，而成為第 1 薄膜部 68A、第 2 薄膜部 68B、第 3 薄膜部 68C）設為 1 列的薄膜區域 66 之任意的其中 1 列作展示。但是，在實際之薄膜區域 66 內的其他列處，係被形成有因應於光柵光罩 61 之透過區域 62 的透過率所作了配列之第 1 薄膜部 68A、第 2 薄膜部 68B、第 3 薄膜部 68C。

另外，在薄膜區域 66 內，第 1 薄膜部 68A、第 2 薄膜部 68B、第 3 薄膜部 68C，係分別被形成有相同之數量。

亦即是，薄膜區域 66，相較於圖 19 中所示之薄膜區域 59，係使相對於第 3 薄膜部 68C 的數量之第 1 薄膜部 68A 以及第 2 薄膜部 68B 之數量的比例作了增加。

接著，如圖 26 中所示一般，透過薄膜區域 66，而以例如 2000kV 程度之加速電壓來對於矽基板 50 注入 P 型之離子（例如硼（B））。若是注入離子，則藉由其後之離子的對於水平方向之擴散，而因應於薄膜區域 66 之膜厚

，來形成濃度峰值之深度為相異的 3 種類之雜質區域，亦即是，依據濃度峰值之位置為深的順序，而依序形成第 1 雜質區域 96A、第 2 雜質區域 96B、第 3 雜質區域 69C。

於此，如同上述一般，相對於第 3 薄膜部 68C 之數量的第 1 薄膜部 68A 或者是第 2 薄膜部 68B 之數量的比例，由於相較於圖 19 中所示之薄膜區域 59，係為增加，因此，第 1 雜質區域 69A 以及第 2 雜質區域 69B 之雜質濃度，相較於圖 20 中所示之第 1 雜質區域 62A 以及第 2 雜質區域 62B，係成為增加。

進而，在形成了各雜質區域 69A 乃至 69C 之後，進行例如 10 小時程度之熱處理，而使作了注入的離子熱擴散。藉由此，如同圖 27 中所示一般，能夠形成深的井層 60。

圖 28，係為對於經由此方法所形成的井層 60 之離子濃度剖面圖 (profile) 和經由第 2 實施形態之方法所形成的井層 51 之離子濃度剖面圖作比較展示之圖表。

如圖 28 中所示一般，藉由本實施形態之方法所形成的井層 60 (圖中之實線)，相較於藉由第 2 實施形態之方法所形成的井層 51 (圖中之點線)，在深部處之離子濃度係提升。

在如同上述一般而形成了井層 60 之後，在此井層 60 之表面上，分別形成光電變換部 52 以及阻障層 53，進而，藉由適宜形成配線層、平坦化層、彩色濾鏡層以及微透鏡等，而製造出 CCD 型之固體攝影裝置。

如同以上所說明一般，就算是依據本實施形態之固體攝影裝置之製造方法，亦由於係以在深度方向上而於相異之位置處形成有複數之離子濃度峰值的方式，來將離子注入，因此，係能夠將之後的熱擴散工程中所需要之時間大幅度的縮短。故而，由於係能夠以短時間來形成井層 60，因此係提供一種能夠使產率提升之固體攝影裝置之製造方法。

進而，若依據本實施形態之固體攝影裝置之製造方法，則相較於在第 3 實施形態之固體攝影裝置之製造方法中所使用的光柵光罩 54，係使用以使單位透過區域 63 內之相對於第 3 透過部 64C 的第 1、第 2 透過部 64A、64B 的數量之比例增加的方式來作了控制的光柵光罩 61，來形成井層 60。故而，相較於使用光柵光罩 54 所形成之井層 51，係能夠形成使深部之離子濃度作了提升的井層 60，藉由此，相較於藉由第 3 實施形態之固體攝影裝置之製造方法所製造出的固體攝影裝置，係能夠製造出特別是使長波長側之像素感度作了提升的固體攝影裝置。

以上，雖係針對本發明之實施形態作了說明，但是，此實施形態，係僅為作為例子而揭示者，而並非對於本發明之範圍作限定。此些之新穎的實施形態，係可藉由其他之各種形態來實施，在不脫離發明之趣旨的範圍內，係可作各種之省略、置換及變更。此些之實施形態或其之變形，係被包含於發明之範圍或要旨內，並且亦被包含在申請專利範圍中所記載之發明及其均等範圍內。

例如，在上述之各光柵光罩 10、36、54、61 中，係將單位透過區域 14、40、57、63，分別藉由透過率成 3 階段或 4 階段相異之複數的透過部來作了構成。但是，單位透過區域，係只要藉由透過率成 2 階段以上相異之 2 個以上的透過部來構成即可。故而，藉由上述之各光柵光罩 10、36、54、61 所形成之光阻單元 20 的形狀，亦並不被限定於圖 6 中所示之形狀，光阻單元，只要是藉由膜厚成 2 階段以上相異之 2 個以上的薄膜部來構成即可。

又，在上述之各光柵光罩 10、36、54、61 中，單位透過區域 14、40、57、63，係分別被配列為 2 維狀。但是，本發明之實施形態的光柵光罩，亦可為將單位透過區域 14、40、57、63 至少在列方向或者是行方向上作了配列者。

另外，在本申請案中，在稱作光罩或者事曝光用光罩的情況時，除了代表上述之本發明的光柵光罩 10、36、54、61 一般之光罩本身以外，亦包含用以形成此些之光罩的設計資料。

【圖式簡單說明】

〔圖 1〕對於在本發明之實施形態的雜質層之形成方法中所被使用之光柵光罩之一部份作擴大展示的上圖。

〔圖 2〕係為用以說明本發明之實施形態的雜質層之形成方法之圖，並為對於在半導體基板上配置光柵光罩之工程作展示的上圖。

〔圖 3〕係為用以說明本發明之實施形態的雜質層之形成方法之圖，（a）係對於使用光柵光罩而對光阻材料進行曝光之工程作展示，並為沿著圖 2 之一點鍊線 X-X' 之剖面圖，（b）係對於同樣之工程作展示，並為沿著圖 2 之一點鍊線 Y-Y' 之剖面圖。

〔圖 4〕係為用以說明本發明之實施形態的雜質層之形成方法之圖，並為對於在半導體基板上形成具備有薄膜區域之光阻層的工程作展示之上面圖。

〔圖 5〕係為圖 4 之剖面圖，（a）係為沿著圖 4 之一點鍊線 X-X' 之剖面圖，（b）係為沿著圖 4 之一點鍊線 Y-Y' 之剖面圖。

〔圖 6〕對於光阻層之薄膜區域的一部份作擴大展示之立體圖。

〔圖 7〕係為用以說明本發明之實施形態的雜質層之形成方法之圖，（a）係對於形成雜質層之工程作展示，並為相當於圖 5（a）之剖面圖，（b）係對於同樣之工程作展示，並為相當於圖 5（b）之剖面圖。

〔圖 8〕係為用以說明本發明之實施形態的雜質層之形成方法之圖，（a）係同樣為對於形成雜質層之工程作展示，並為相當於圖 5（a）之剖面圖，（b）係對於同樣之工程作展示，並為相當於圖 5（b）之剖面圖。

〔圖 9〕係為用以說明本發明之實施形態的雜質層之形成方法之圖，（a）係同樣為對於形成雜質層之工程作展示，並為相當於圖 5（a）之剖面圖，（b）係對於同樣

之工程作展示，並為相當於圖 5 (b) 之剖面圖。

〔圖 10〕對於經由本發明之第 1 實施形態的固體攝影裝置之製造方法所製造的固體攝影裝置之像素部作擴大展示的上圖。

〔圖 11〕沿著圖 10 之一點鍊線 Z-Z' 的剖面圖。

〔圖 12〕係為用以說明本發明之第 1 實施形態的固體攝影裝置之製造方法之圖，並為對於形成光電變換部之工程作展示的相當於圖 11 之剖面圖。

〔圖 13〕係為用以說明本發明之第 1 實施形態的固體攝影裝置之製造方法之圖，並為對於形成阻障層之工程作展示的相當於圖 11 之剖面圖。

〔圖 14〕對於在第 1 實施形態的固體攝影裝置之製造方法中所被使用之光柵光罩之一部份作擴大展示的上圖。

〔圖 15〕係為用以說明第 1 實施形態的固體攝影裝置之製造方法之圖，並為對於形成光阻層之工程作展示的相當於圖 11 之剖面圖。

〔圖 16〕係為用以說明本發明之第 1 實施形態的固體攝影裝置之製造方法之圖，並為對於形成像素分離層之工程作展示的相當於圖 11 之剖面圖。

〔圖 17〕對於經由本發明之第 2 實施形態的固體攝影裝置之製造方法所製造的固體攝影裝置之像素部作擴大展示的相當於圖 11 之剖面圖。

〔圖 18〕對於在第 2 實施形態的固體攝影裝置之製造

方法中所被使用之光柵光罩之一部份作擴大展示的上圖。

〔圖 19〕係為用以說明第 2 實施形態的固體攝影裝置之製造方法之圖，並為對於形成光阻層之工程作展示的相當於圖 17 之剖面圖。

〔圖 20〕係為用以說明本發明之第 2 實施形態的固體攝影裝置之製造方法之圖，並為對於形成井層之工程作展示的相當於圖 17 之剖面圖。

〔圖 21〕係為用以說明本發明之第 2 實施形態的固體攝影裝置之製造方法之圖，並同樣為對於形成井層之工程作展示的相當於圖 17 之剖面圖。

〔圖 22〕對於經由第 2 實施形態的固體攝影裝置之製造方法所製造的井層之濃度剖面圖 (profile) 和經由先前技術之固體攝影裝置之製造方法所製造的井層之濃度剖面圖作比較展示之圖表。

〔圖 23〕對於經由第 2 實施形態的固體攝影裝置之製造方法所製造的裝置之分光特性和經由先前技術之固體攝影裝置之製造方法所製造的裝置之分光特性作比較展示之圖表。

〔圖 24〕對於在第 3 實施形態的固體攝影裝置之製造方法中所被使用之光柵光罩之一部份作擴大展示的上圖。

〔圖 25〕係為用以說明第 3 實施形態的固體攝影裝置之製造方法之圖，並為對於形成光阻層之工程作展示的相

當於圖 17 之剖面圖。

〔圖 26〕係為用以說明第 3 實施形態的固體攝影裝置之製造方法之圖，並為對於形成井層之工程作展示的相當於圖 17 之剖面圖。

〔圖 27〕係為用以說明第 3 實施形態的固體攝影裝置之製造方法之圖，並同樣為對於形成井層之工程作展示的相當於圖 17 之剖面圖。

〔圖 28〕對於經由第 3 實施形態的固體攝影裝置之製造方法所形成的井層之離子濃度剖面圖 (profile) 和經由第 2 實施形態之固體攝影裝置之製造方法所形成的井層之離子濃度剖面圖作比較展示之圖表。

【主要元件符號說明】

10：光柵光罩

11：透過區域

12：非透過區域

13A：第 1 透過部

13B：第 2 透過部

13C：第 3 透過部

13D：第 4 透過部

14：單位透過區域

15：半導體基板

16：光阻材料

17：薄膜區域

- 18 : 光阻層
- 19A : 第 1 薄膜部
- 19B : 第 2 薄膜部
- 19C : 第 3 薄膜部
- 19D : 第 4 薄膜部
- 20 : 光阻單元
- 21A : 第 1 雜質區域
- 21A' : 離子群
- 21B : 第 2 雜質區域
- 21B' : 離子群
- 21C : 第 3 雜質區域
- 21C' : 離子群
- 21D : 第 4 雜質區域
- 21D' : 離子群
- 22 : 雜質層
- 30 : 像素
- 31 : P 型之矽基板
- 32 : N 型之基底層
- 33 : 光電變換部
- 34 : 阻障層
- 35 : 像素分離層
- 36 : 光柵光罩
- 37 : 非透過區域
- 38 : 透過區域

- 39A : 第 1 透過部
- 39B : 第 2 透過部
- 39C : 第 3 透過部
- 39D : 第 4 透過部
- 40 : 單位透過區域
- 41 : 光阻材料
- 42 : 薄膜區域
- 43 : 光阻層
- 44A : 薄膜部
- 44B : 薄膜部
- 45A : 第 1 雜質區域
- 45B : 第 2 雜質區域
- 45C : 第 3 雜質區域
- 45D : 第 4 雜質區域
- 50 : N 型之矽基板
- 51 : P 型之井層
- 52 : 光電變換部
- 53 : P+型之阻障層
- 54 : 光柵光罩
- 55 : 透過區域
- 56A : 第 1 透過部
- 56B : 第 2 透過部
- 56C : 第 3 透過部
- 56D : 第 4 透過部

103年3月31日修正替換頁

- 57：單位透過區域
- 58：光阻材料
- 59：薄膜區域
- 60：光阻層
- 61：光柵光罩
- 61A：第1薄膜部
- 61C：第3薄膜部
- 62：透過區域
- 62A：第1雜質區域
- 62B：第2雜質區域
- 62C：第3雜質區域
- 63：單位透過區域
- 64A：第1雜質區域
- 64B：第2雜質區域
- 64C：第3雜質區域
- 65：光阻材料
- 66：薄膜區域
- 67：光阻層
- 68A：第1薄膜部
- 68B：第2薄膜部
- 68C：第3薄膜部
- 69A：第1雜質區域
- 69B：第2雜質區域
- 69C：第3雜質區域

空白頁

七、申請專利範圍：

1. 一種雜質層之形成方法，其特徵為具備有：
在基板上形成感光性的光阻材料之工程；和
使用複數個的單位透過區域被 2 維配列而構成的曝光用光罩，來對於前述光阻材料進行曝光之工程，前述單位透過區域由透過率相異之複數的部分區域配列為格子狀而所構成；和

藉由對於作了曝光的前述光阻材料進行顯像，來因應於前述曝光用光罩之透過率而形成膜厚相異的部分區域所構成之光阻層之工程；和

經由此光阻層而對於前述基板注入離子之工程；和
以藉由該工程而被注入至前述基板內之略同一深度處的離子群，在橫方向上作連結，並且被注入至不同深度處的離子群，在縱方向上作連結的方式使予以擴散之工程，
前述曝光用光罩之複數之單位透過區域被配列成具有相同透過率之前述部分區域不相鄰接。

2. 如申請專利範圍第 1 項所記載之雜質層之形成方法，其中，前述單位透過區域為略正方形狀，前述部分區域係將前述單位透過區域作 4 分割，並分別具有前述單位透過區域之 $1/4$ 之面積的略正方形狀。

3. 如申請專利範圍第 1 項所記載之雜質層之形成方法，其中，前述單位光阻區域所含之複數的部分區域中，包含有膜厚實質為 0 之部分。

4. 如申請專利範圍第 1 項所記載之雜質層之形成方法

，其中，前述擴散工程為熱擴散工程。

5. 一種固體攝影裝置之製造方法，其特徵為具備有：

在被形成於矽基板之表面上的基底層之表面上，將複數之光電變換部配列形成為格子狀之工程；和

在包含有前述複數之光電變換部的前述基底層之表面上，形成感光性之光阻材料之工程；和

將由被配列為格子狀之複數的非透過區域以及被設置在此些之非透過區域間的透過區域所成，並且前述透過區域為複數之單位透過區域被 2 維配列所成，各前述單位透過區域為由透過率相異之複數的部分區域配列為格子狀所成之曝光用光罩，以使該曝光用光罩之各前述非透過區域被配置在前述複數之光電變換部上的方式來作對位之工程；和

使用前述曝光用光罩而對前述光阻材料進行曝光之工程；和

藉由對於被曝光了的前述光阻材料進行顯像，來因應於前述曝光用光罩之透過率而形成膜厚相異之部分區域所構成之光阻層之工程；和

經由此光阻層來對於前述基底層之前述光電變換部間注入離子之工程；和

藉由以被注入至前述基底層內之略同一深度處的離子群，在橫方向上作連結，並且被注入至不同深度處的離子群，在縱方向上作連結的方式使予以擴散，來形成像素分離層之工程，

前述曝光用光罩之複數之單位透過區域被配列成具有相同透過率之前述部分區域不相鄰接。

6.如申請專利範圍第 5 項所記載之固體攝影裝置之製造方法，其中，前述單位透過區域為略正方形狀，前述部分區域係將前述單位透過區域作 4 分割，並分別具有前述單位透過區域之 $1/4$ 之面積的略正方形狀。

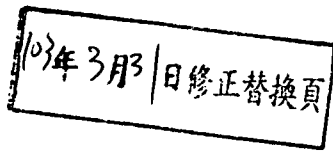
7.如申請專利範圍第 6 項所記載之固體攝影裝置之製造方法，其中，前述單位光阻區域所含之複數的部分區域中，包含有膜厚實質為 0 之部分。

8.如申請專利範圍第 5 項所記載之固體攝影裝置之製造方法，其中，前述擴散工程為熱擴散工程。

9.一種固體攝影裝置之製造方法，其特徵為具備有：
在矽基板之表面上形成感光性的光阻材料之工程；和
使用由透過區域以及包圍此透過區域之非透過區域所成，且前述透過區域為複數之單位透過區域被 2 維配列所成，各前述單位透過區域為由透過率相異之複數的部分區域配列為格子狀所成之曝光用光罩，來對於前述光阻材料進行曝光之工程；和

藉由對於作了曝光的前述光阻材料進行顯像，來因應於前述曝光用光罩之透過率而形成膜厚相異之部分區域所構成的光阻層之工程；和

經由此光阻層而對於前述矽基板注入離子之工程；和
藉由以被注入至前述矽基板內之略同一深度處的離子群，以在橫方向上作連結，被注入至不同深度處的離子



群，在縱方向上作連結，且均一化的方式使予以擴散，來形成井層之工程；和

在此井層之表面上，將複數之光電變換部配列形成為格子狀之工程，

前述曝光用光罩之複數之單位透過區域被配列成具有相同透過率之前述部分區域不相鄰接。

10.如申請專利範圍第 9 項所記載之固體攝影裝置之製造方法，其中，前述單位透過區域為略正方形狀，前述部分區域係將前述單位透過區域作 4 分割，並分別具有前述單位透過區域之 $1/4$ 之面積的略正方形狀。

11.如申請專利範圍第 9 項所記載之固體攝影裝置之製造方法，其中，前述單位透過區域為略正方形狀，前述部分區域係將前述單位透過區域作 9 分割，並分別具有前述單位透過區域之 $1/9$ 之面積的略正方形狀。

12.如申請專利範圍第 11 項所記載之固體攝影裝置之製造方法，其中，前述被作了 9 分割之部分區域中之 3 個的部分區域具備有同一之透過率，此些之具備有同一透過率之 3 個的部分區域係相互分離地被作配置。

圖 1

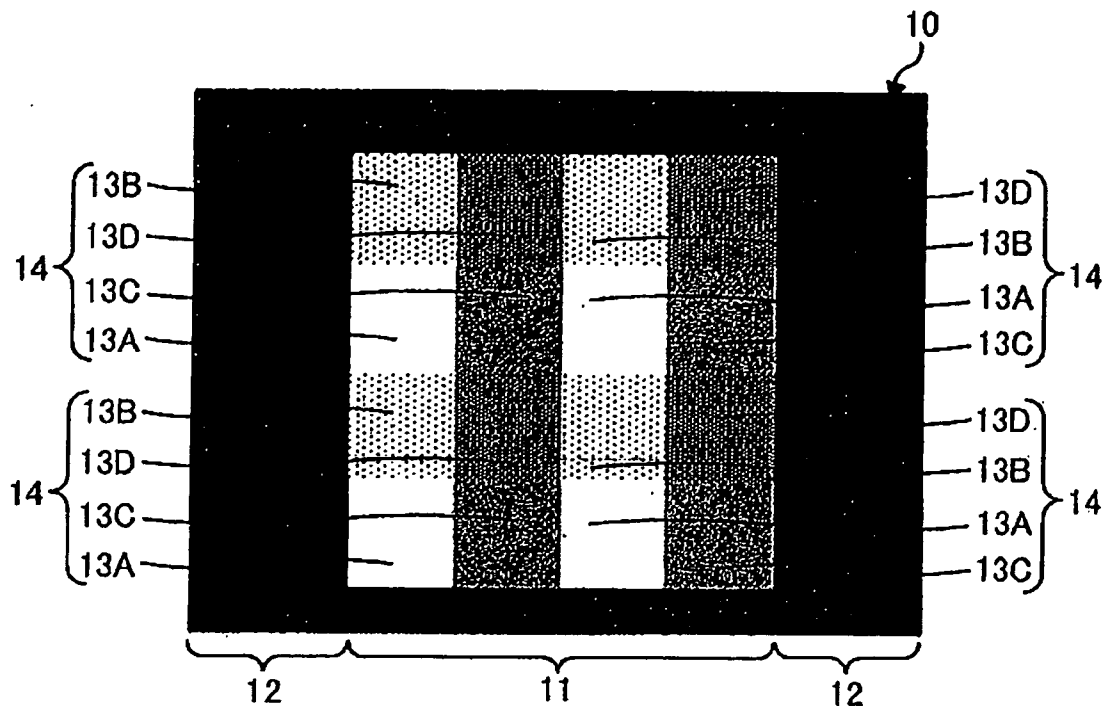


圖 2

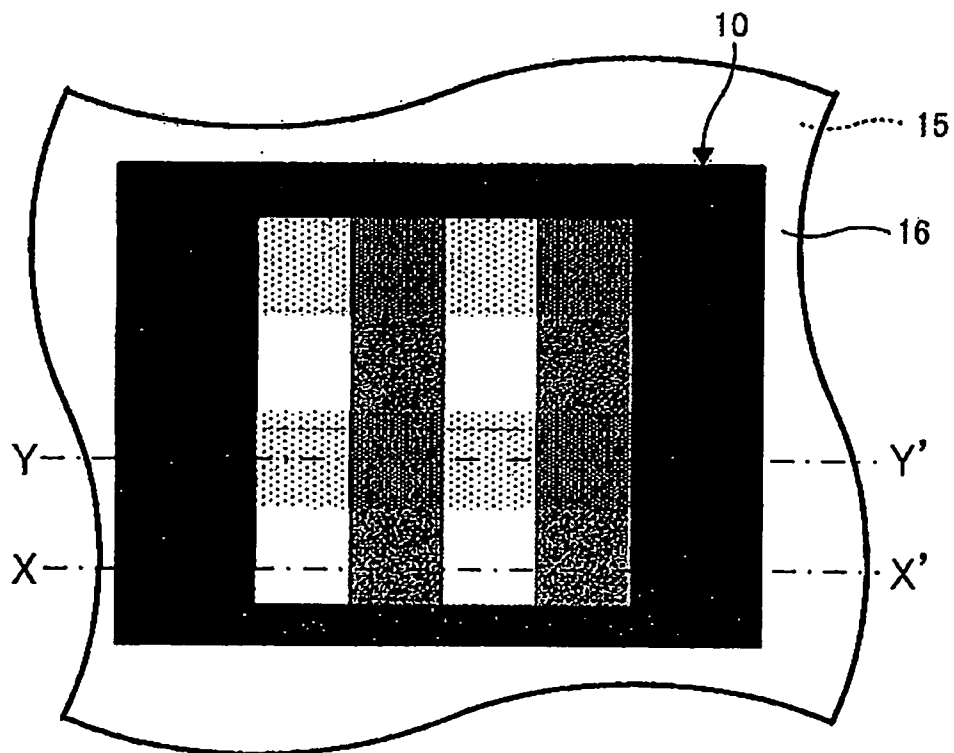


圖3

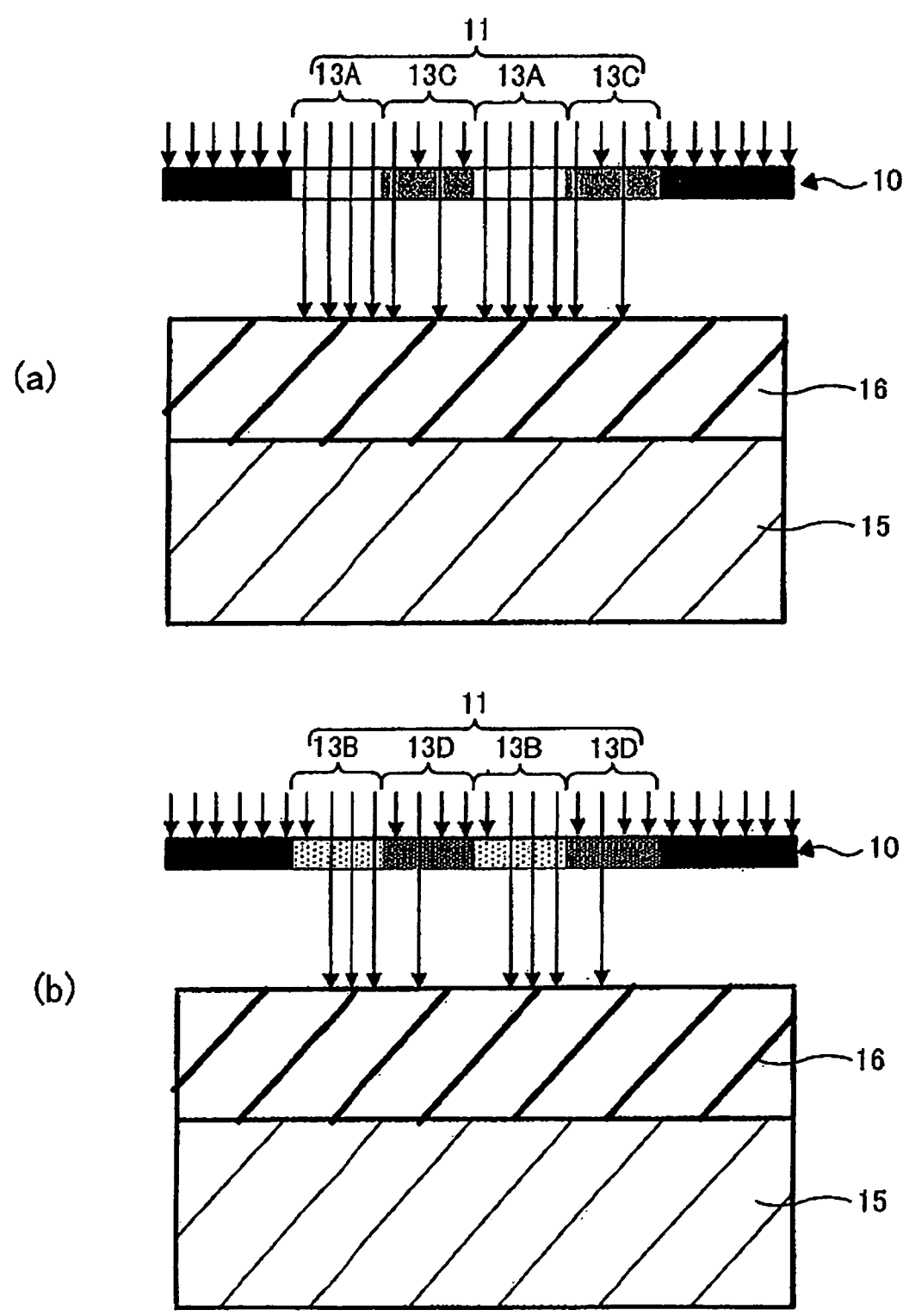


圖 4

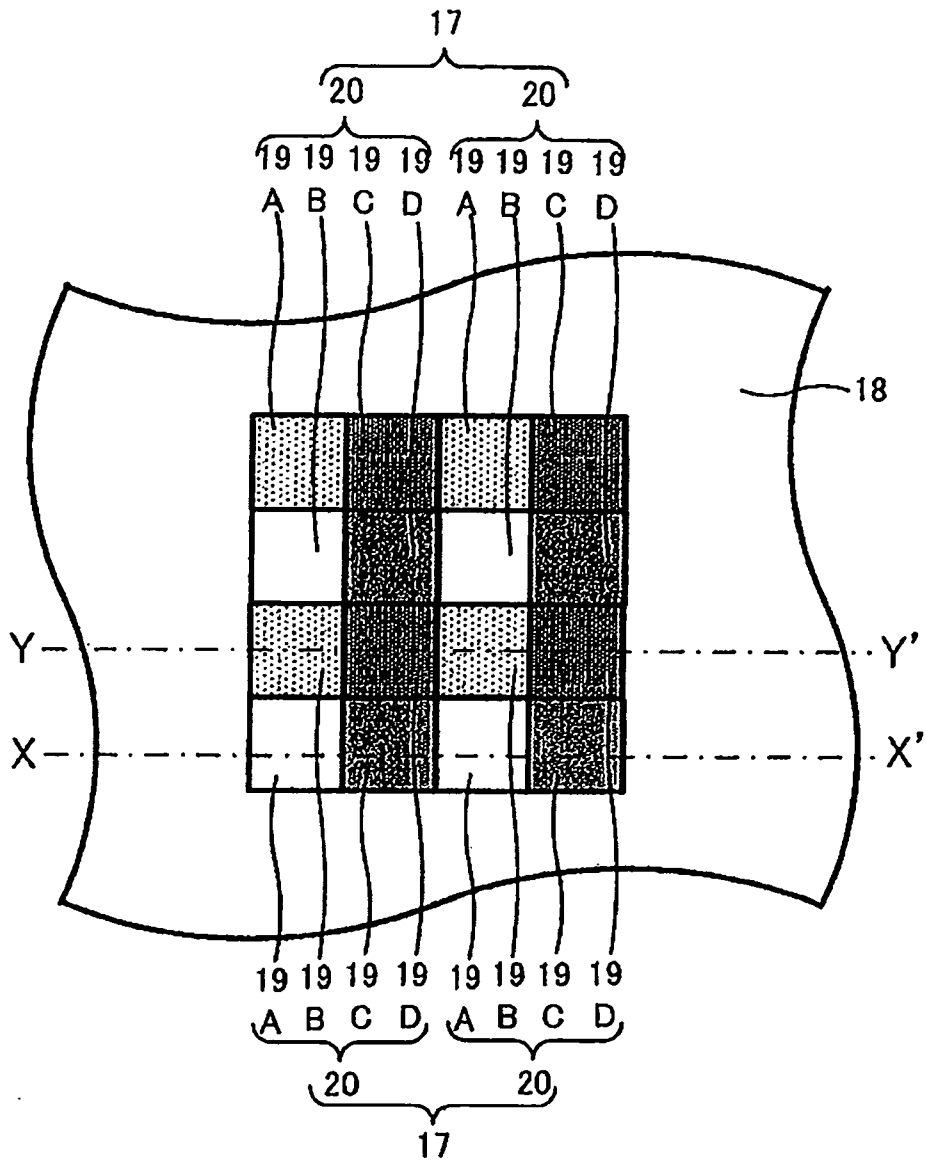
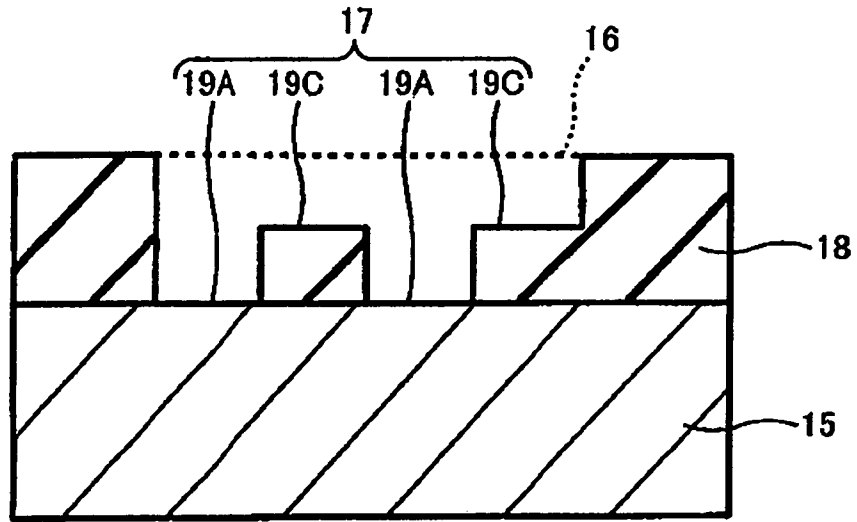


圖5

(a)



(b)

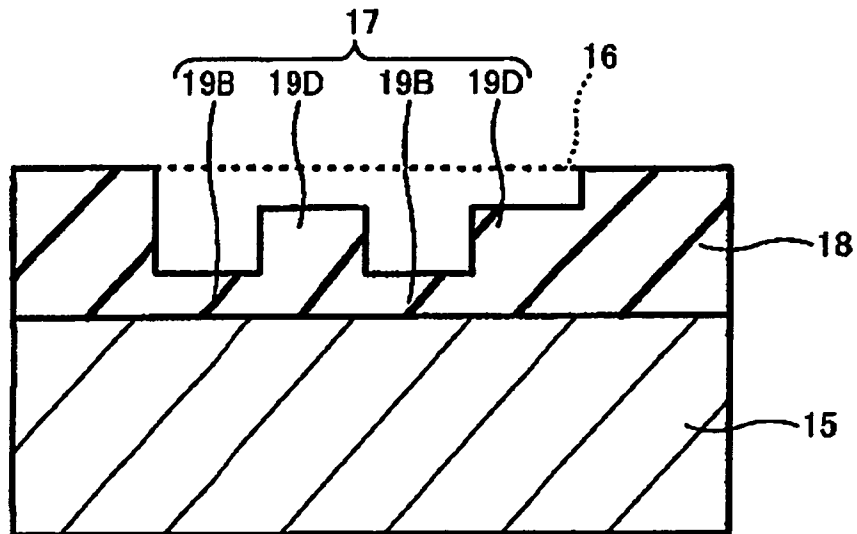


圖 6

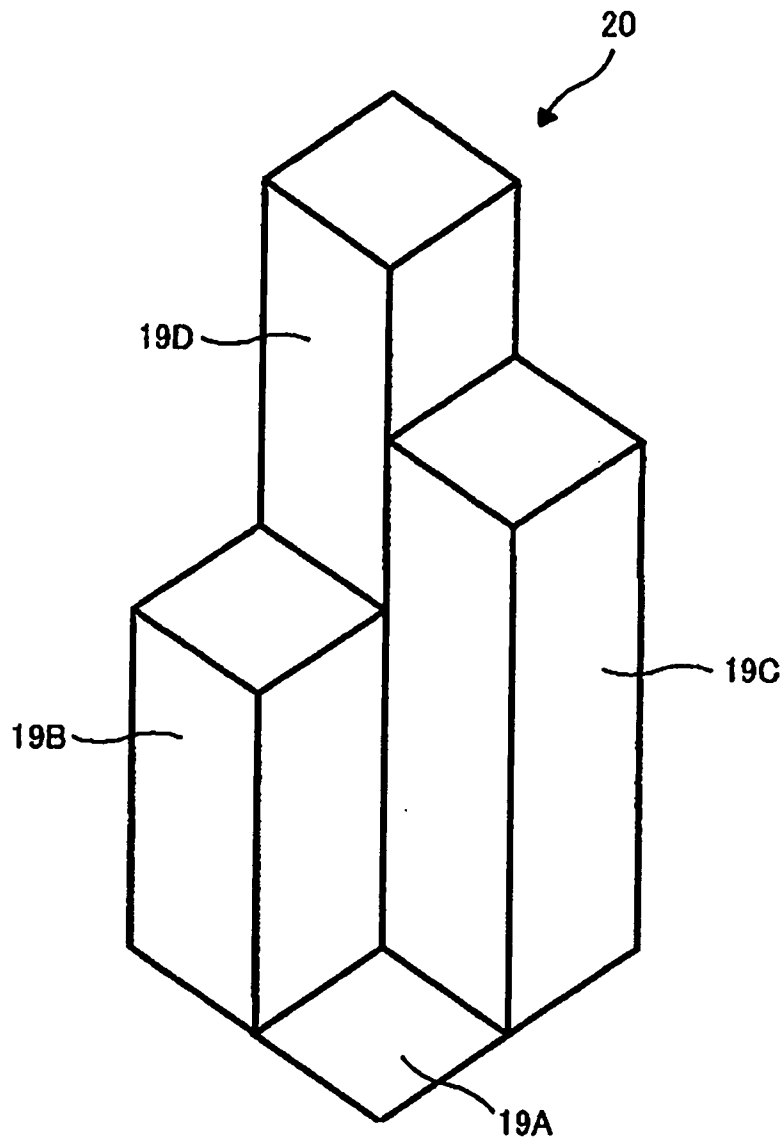


圖 7

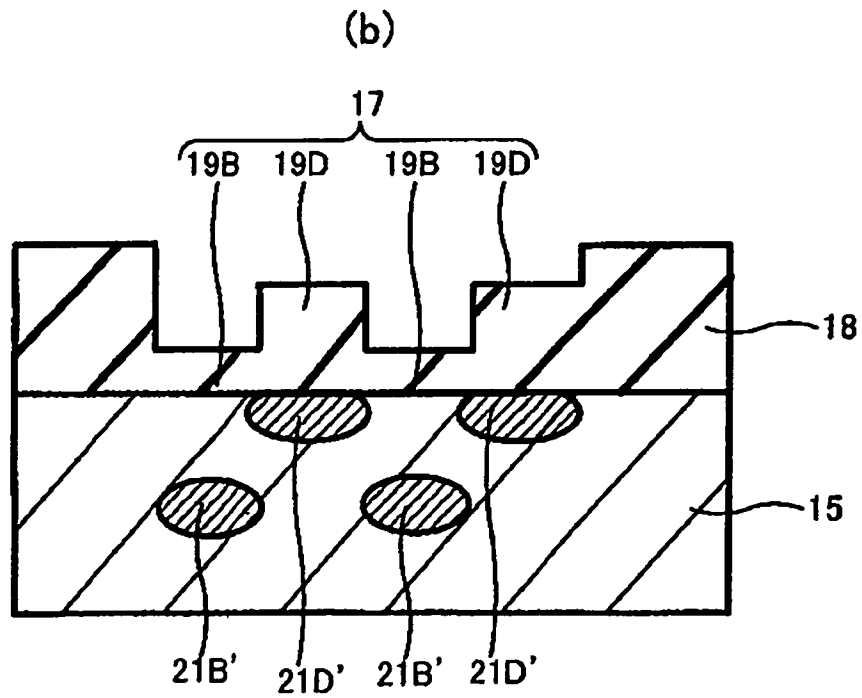
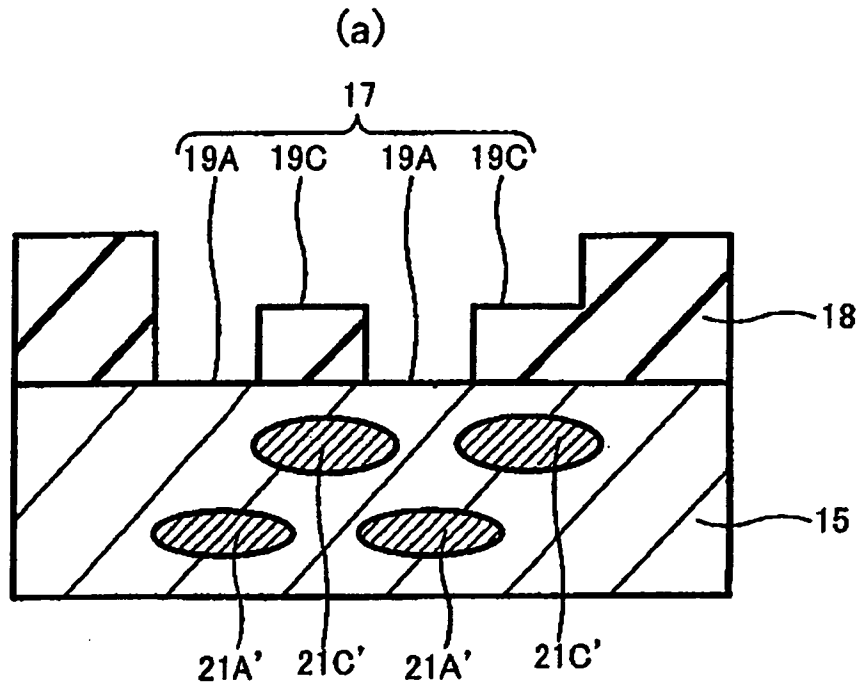


圖 8

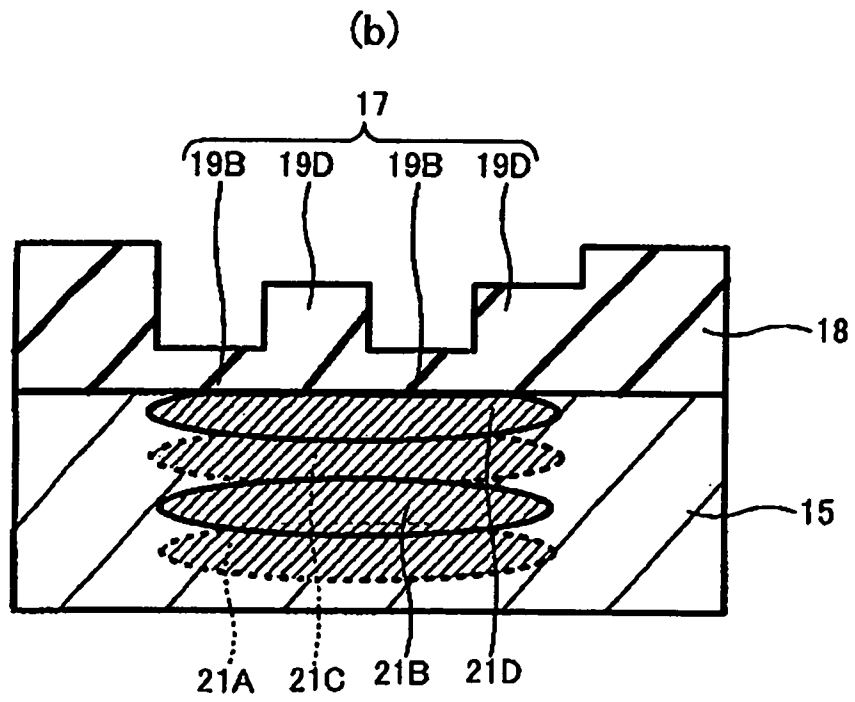
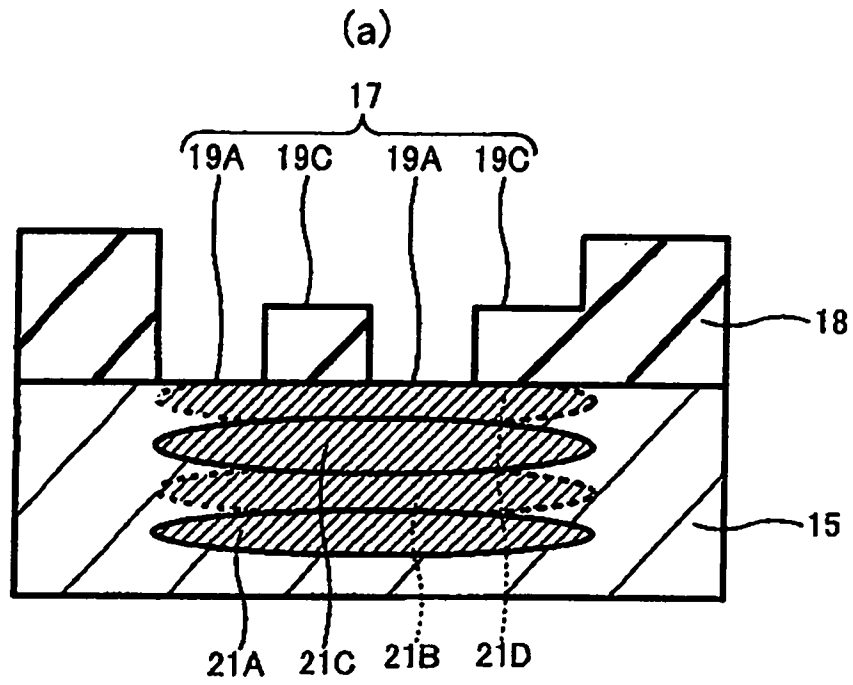
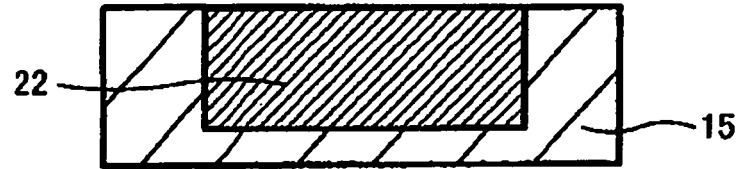


圖9

(a)



(b)

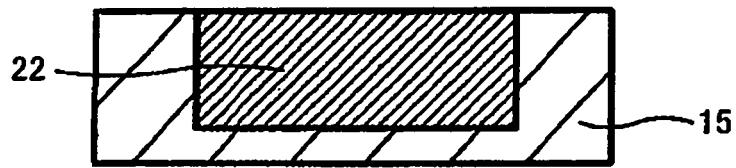


圖 10

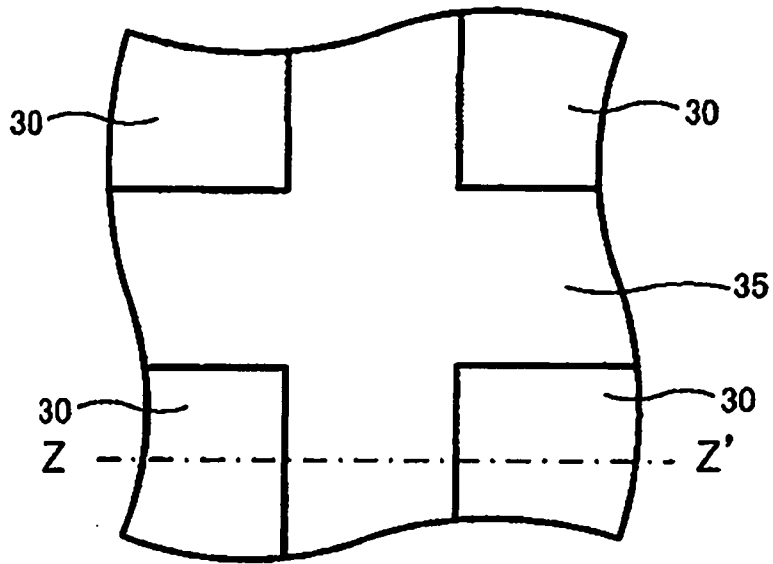


圖 11

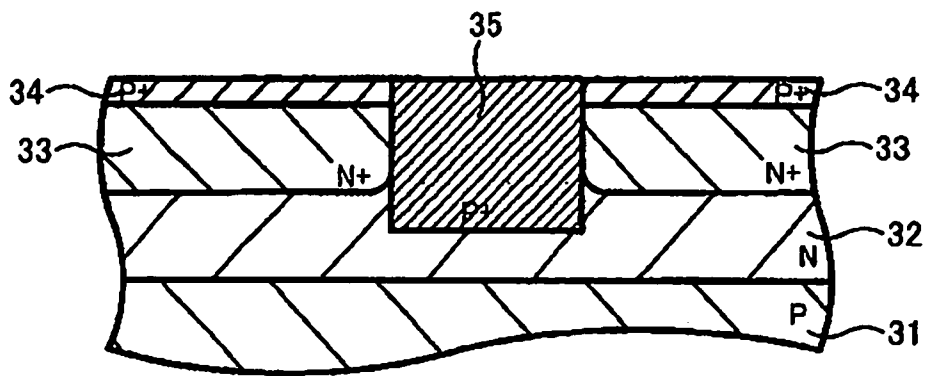


圖 12

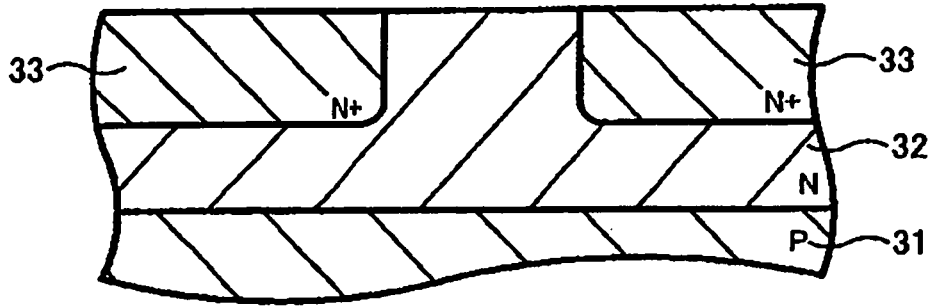


圖 13

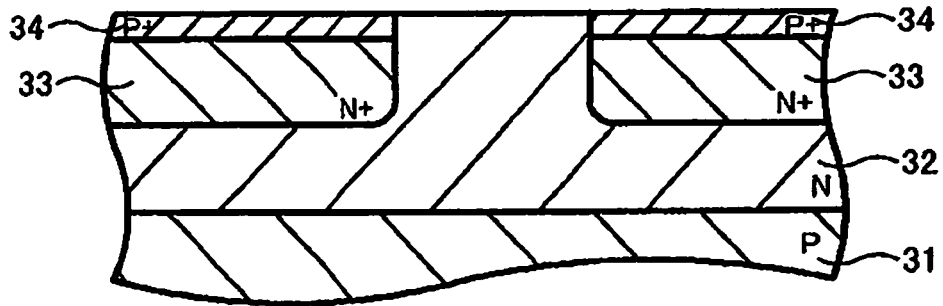


圖 14

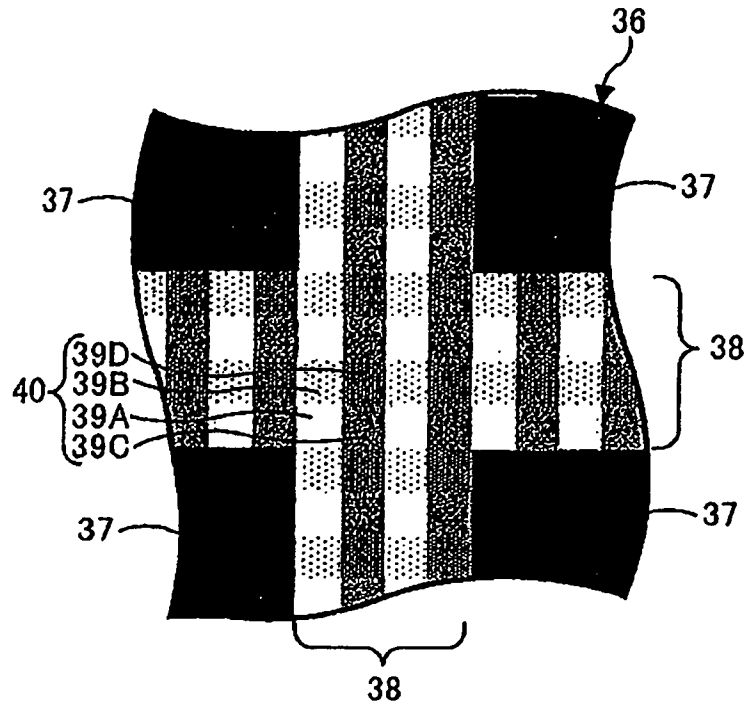


圖 15

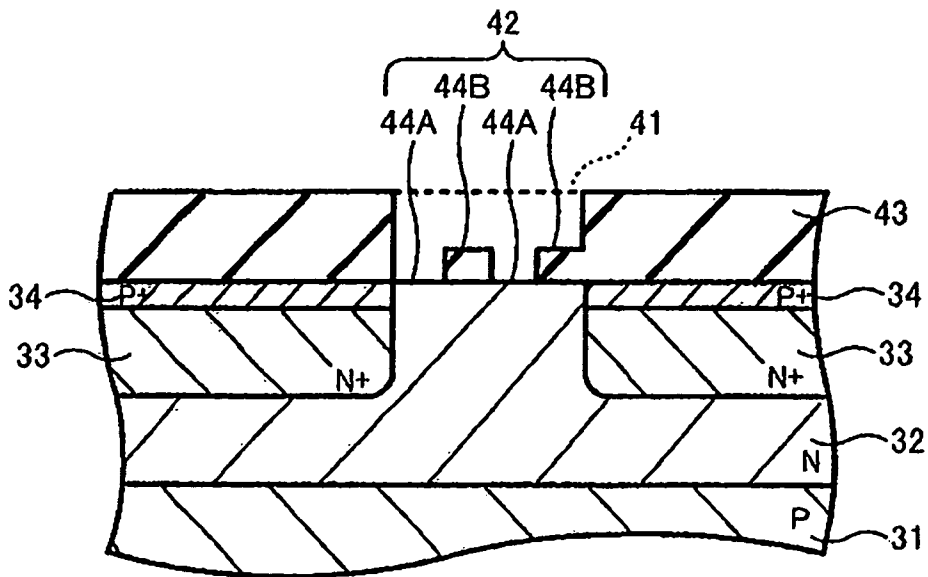


圖 16

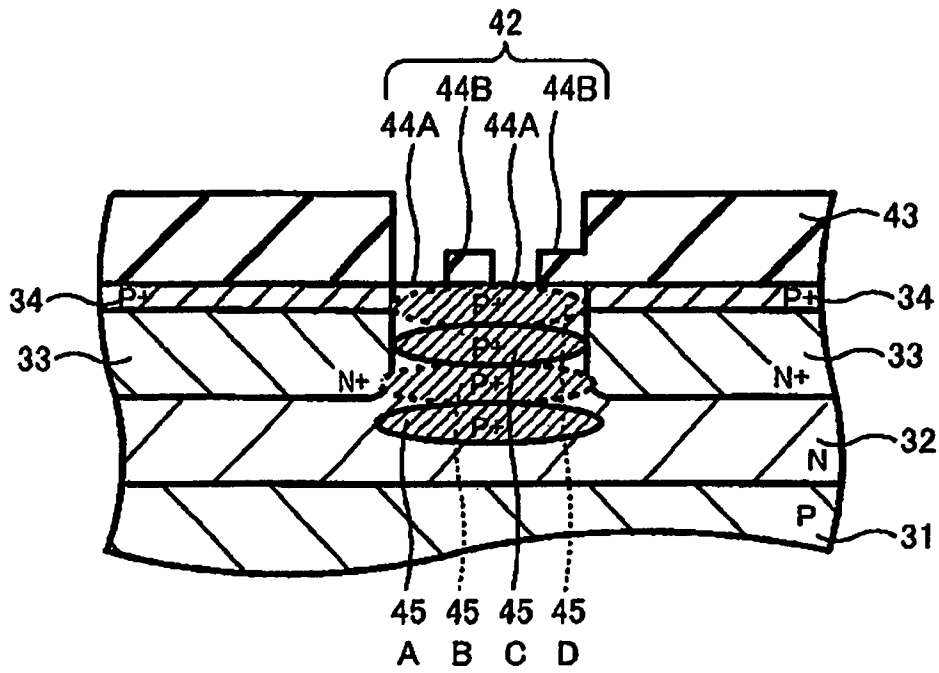


圖 17

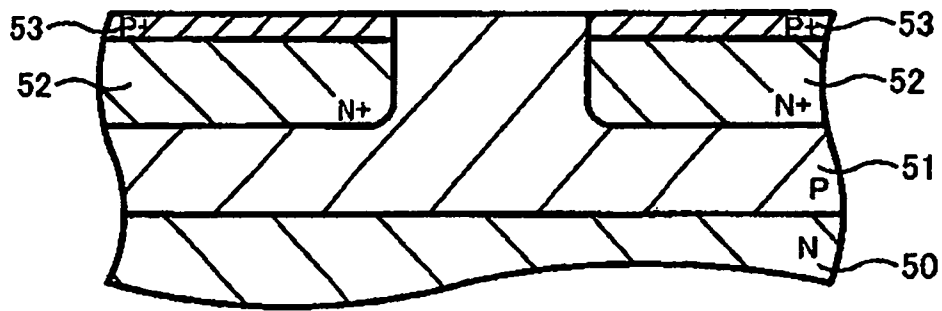


圖 18

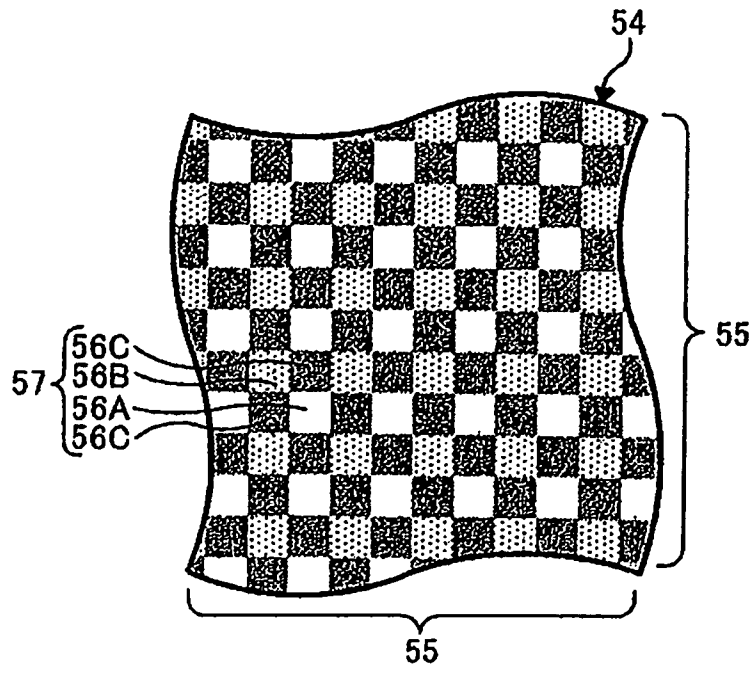


圖 19

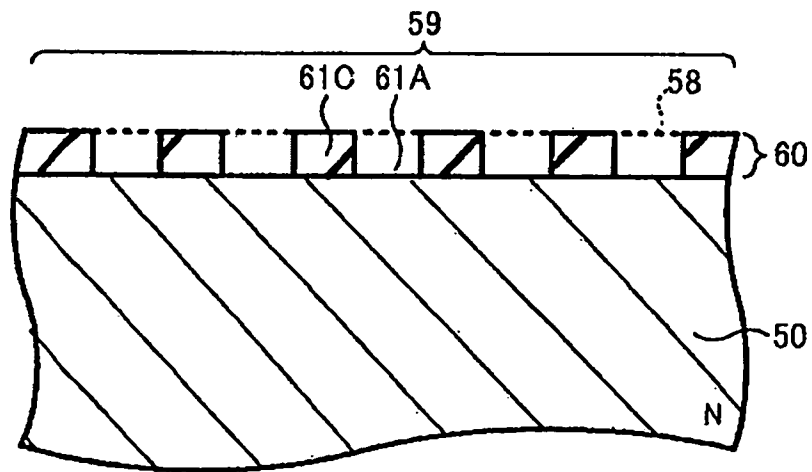


圖 20

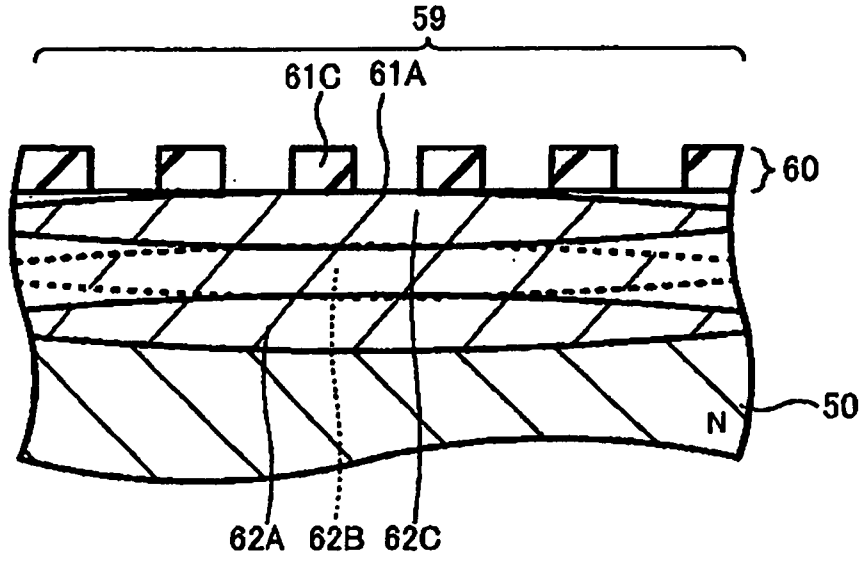


圖 21

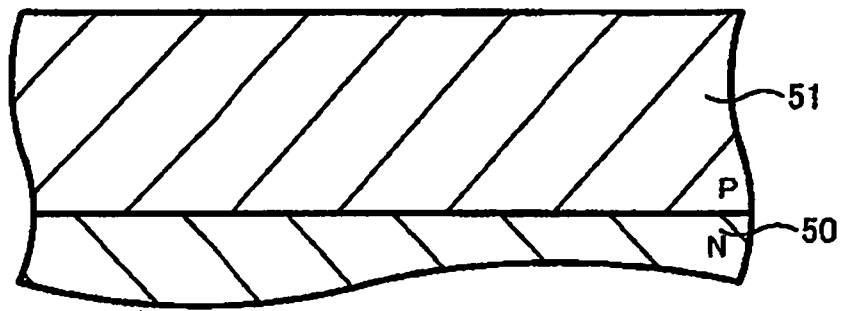


圖 22

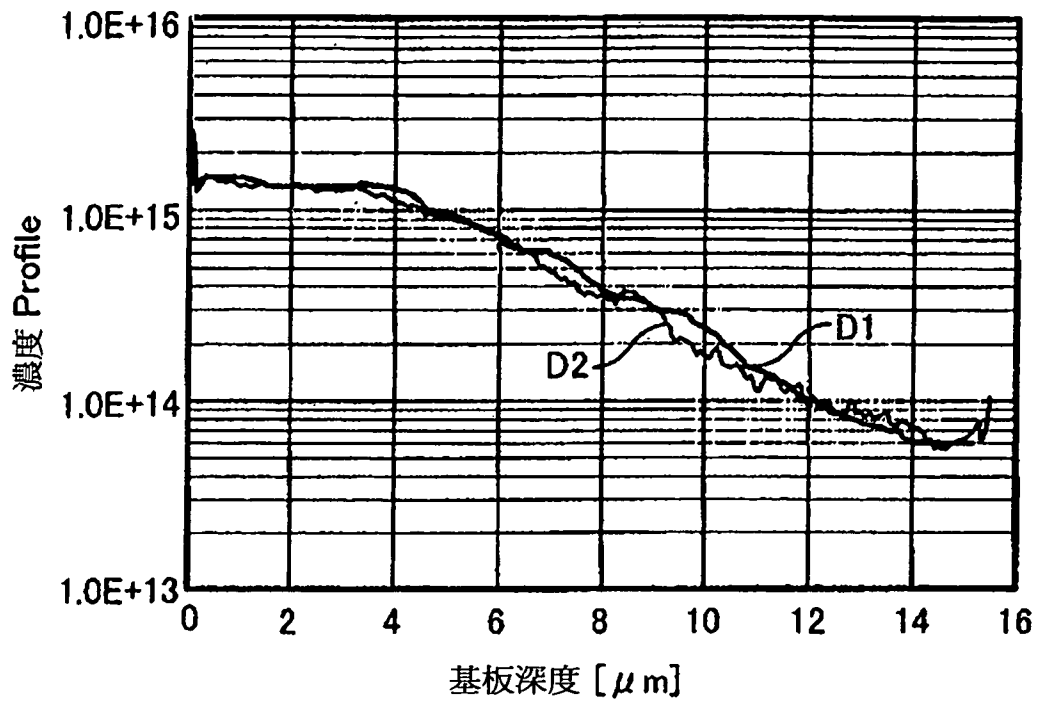


圖 23

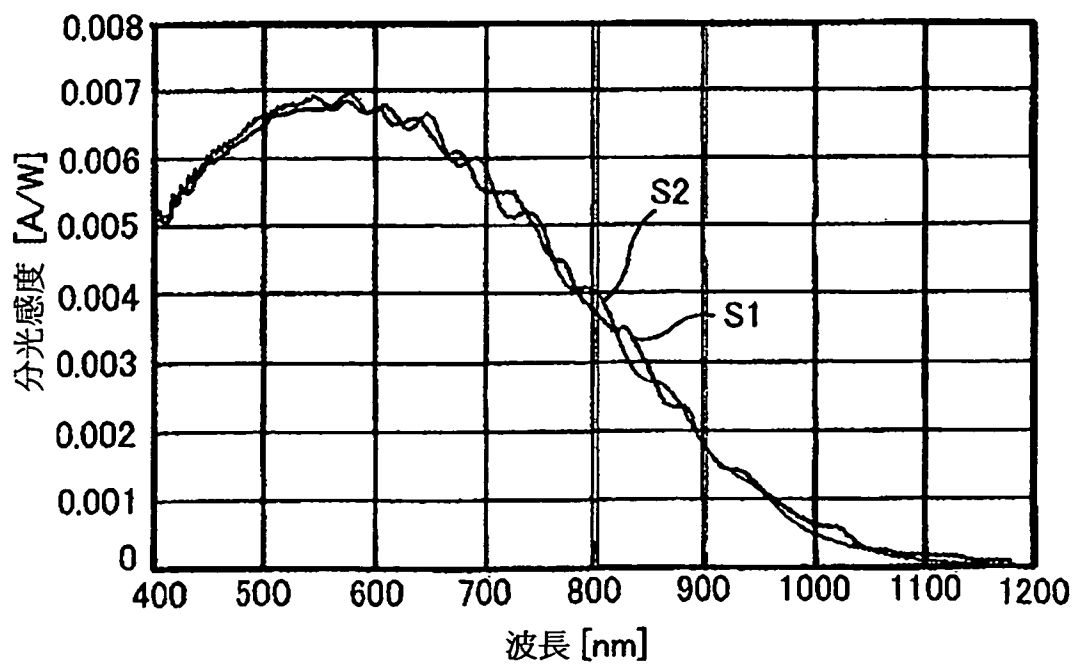


圖 24

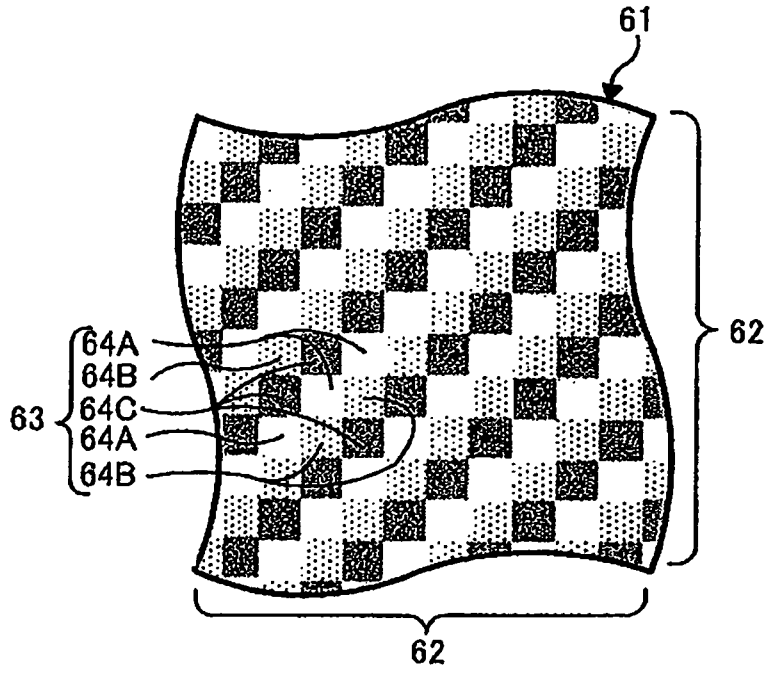


圖 25

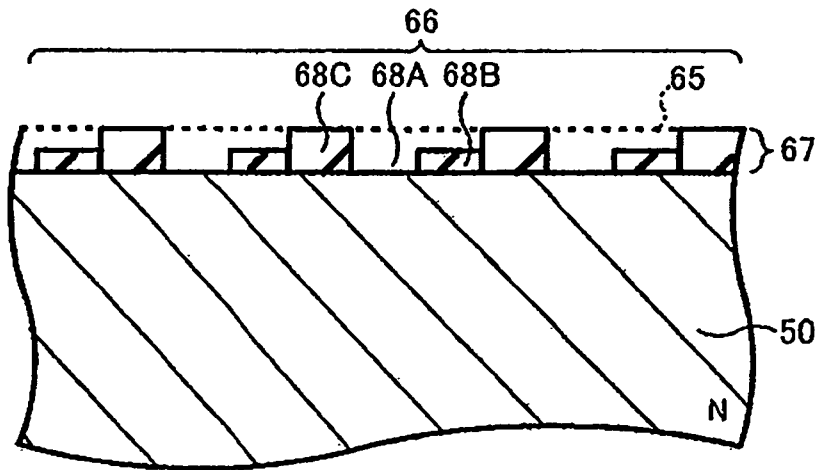


圖 26

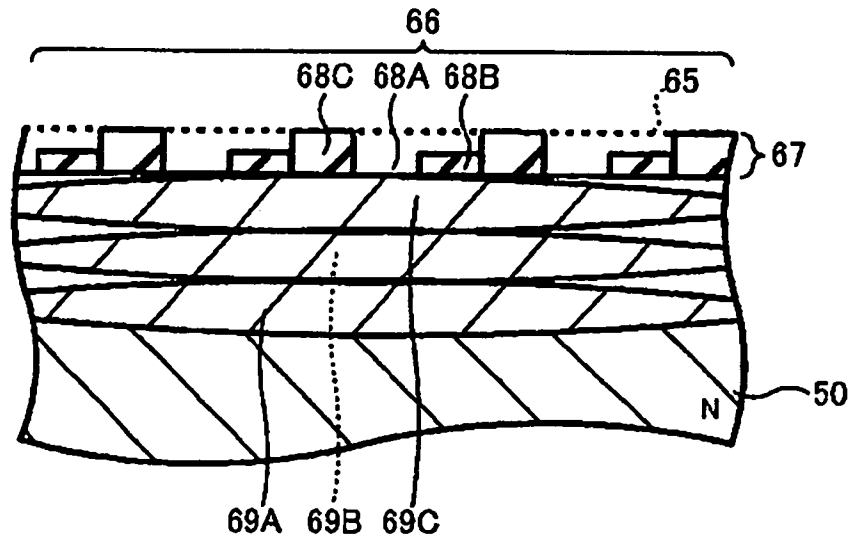


圖 27

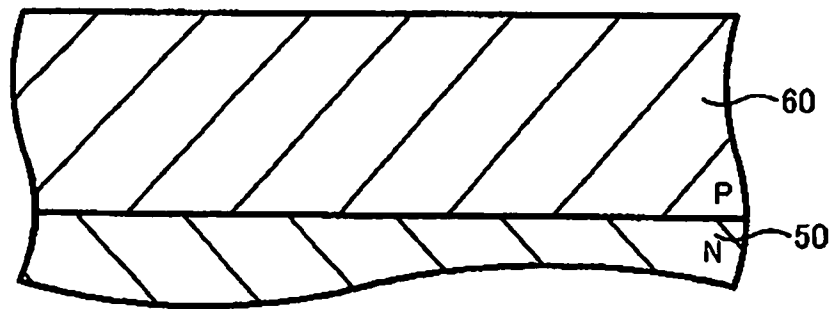


圖 28

