



(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 I385802B1

(45) 公告日：中華民國 102 (2013) 年 02 月 11 日

(21) 申請案號：097134327

(22) 申請日：中華民國 97 (2008) 年 09 月 08 日

(51) Int. Cl. : H01L29/78 (2006.01)

H01L21/336 (2006.01)

(71) 申請人：尼克森微電子股份有限公司 (中華民國) NIKO SEMICONDUCTOR CO., LTD. (TW)
 新北市汐止區工建路 368 號 12 樓

(72) 發明人：涂高維 TU, KAO WAY (TW)

(74) 代理人：莊志強

(56) 參考文獻：

US 6693323B2

US 6853033B2

US 2005/0104121A1

US 2006/0249786A1

審查人員：詹利澤

申請專利範圍項數：36 項 圖式數：26 共 0 頁

(54) 名稱

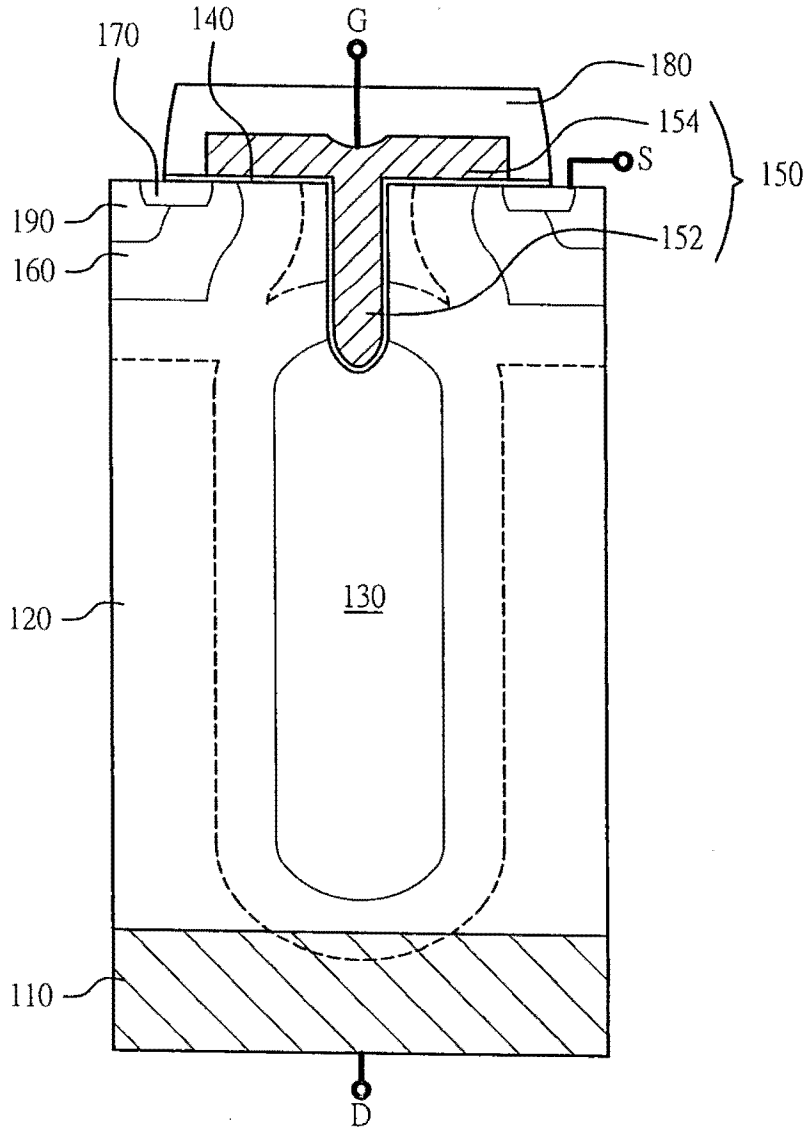
高壓金氧半導體元件及其製作方法

HIGH-VOLTAGE METAL-OXIDE SEMICONDUCTOR DEVICE AND FABRICATION METHOD THEREOF

(57) 摘要

一種高壓金氧半導體元件，包括一第一導電型之本體、一導電結構、一第二導電型之第一井區、一第一導電型之源極摻雜區與一第二導電型之第二井區。其中，導電結構具有一第一延伸部與一第二延伸部。第一延伸部係由本體之上表面朝向本體之內部延伸。第二延伸部係沿著本體之上表面延伸。第一井區係位於本體內，位於第二延伸部之下方，並且，第一井區與第一延伸部間隔一預設距離。源極摻雜區係位於第一井區內。第二井區係位於本體內，由第一延伸部之底部延伸至一汲極摻雜區附近。

A high-voltage metal-oxide semiconductor device comprising a body, a conductive structure, a first well, a source region, and a second well is provided. The conductive structure has a first extending portion and a second extending portion. The first extending portion is extended from an upper surface of the body inside the body. The second extending portion is extended along the upper surface of the body. The first well is located in the body and is below the second extending portion. The first well is kept away from the first extending portion with a predetermined distance. The source region is located in the first well. The second well is located in the body and extended from the bottom of the first extending portion to near a drain region.



- 110 . . . 基板
- 120 . . . N 型磊晶層
- 130 . . . P 型第二井區
- 140 . . . 氧化層
- 150 . . . 導電結構
- 152 . . . 第一延伸部
- 154 . . . 第二延伸部
- 160 . . . P 型第一井區
- 170 . . . 源極摻雜區
- 180 . . . 介電層
- 190 . . . P 型重摻雜區
- D . . . 汲極
- G . . . 閘極
- S . . . 源極

第 2A 圖

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：097134327

※申請日：97.9.8

※IPC 分類：H01L 29/78 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

H01L 21/336 (2006.01)

高壓金氧半導體元件及其製作方法

/HIGH-VOLTAGE METAL-OXIDE SEMICONDUCTOR
DEVICE AND FABRICATION METHOD THEREOF

二、中文發明摘要：

一種高壓金氧半導體元件，包括一第一導電型之本體、一導電結構、一第二導電型之第一井區、一第一導電型之源極摻雜區與一第二導電型之第二井區。其中，導電結構具有一第一延伸部與一第二延伸部。第一延伸部係由本體之上表面朝向本體之內部延伸。第二延伸部係沿著本體之上表面延伸。第一井區係位於本體內，位於第二延伸部之下方，並且，第一井區與第一延伸部間隔一預設距離。源極摻雜區係位於第一井區內。第二井區係位於本體內，由第一延伸部之底部延伸至一汲極摻雜區附近。

三、英文發明摘要：

A high-voltage metal-oxide semiconductor device comprising a body, a conductive structure, a first well, a source region, and a second well is provided. The conductive structure has a first extending portion and a

second extending portion. The first extending portion is extended from an upper surface of the body inside the body. The second extending portion is extended along the upper surface of the body. The first well is located in the body and is below the second extending portion. The first well is kept away from the first extending portion with a predetermined distance. The source region is located in the first well. The second well is located in the body and extended from the bottom of the first extending portion to near a drain region.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (二 A) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

基板 110

N 型磊晶層 120

P 型第二井區 130

氧化層 140

導電結構 150

第一延伸部 152

第二延伸部 154

P 型第一井區 160

源極摻雜區 170

介電層 180

P 型重摻雜區 190

汲極 D

閘極 G

源極 S

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種高壓金氧半導體元件及其製作方法，尤其是一種具有垂直井區之高壓金氧半導體元件及其製作方法。

【先前技術】

在功率半導體元件中，金氧半場效電晶體(MOSFET)具有高切換速度、低開關損耗、低驅動損耗的特性，廣泛被應用於高頻功率轉換。不過，隨著功率半導體元件所需承受的電壓值提高，導通電阻會隨之迅速增長，而導致導通損耗的比例大幅提高，使其應用受到極大的限制。

如第一與一 A 圖所示，傳統之高壓金氧半場效電晶體之導通電阻($R_{DS(on)}$)主要是由漂移區(drift zone)的電阻值(包括 R_{ch} 、 R_a 、與 R_{epi})決定。又，此金氧半場效電晶體之電壓阻斷(voltage blocking)能力主要是由漂移區之距離與摻雜濃度決定。為了提高電壓阻斷之能力，必須提高磊晶層之厚度並降低其摻雜濃度，然而，卻會導致導通電阻值不成比例的提高。

不同耐壓的金氧半場效電晶體，其導通電阻中各部分所佔之比例也各有不同。如圖中所示，對耐壓 30V 之金氧半場效電晶體而言，其磊晶層電阻(R_{epi})僅為總導通電阻的 29%；不過，對耐壓 600V 之金氧半場效電晶體而言，磊晶層電阻則是佔據總導通電阻的 96.5%。

為了降低高壓金氧半場效電晶體之導通電阻。一個方法是增加電晶體之截面積以降低導通電阻。不過，此方法會導致電晶體元件之積極度降低，而造成成本的提高。另一個方法是引入少數載子(minority carrier)導電以降低導通電阻。不過，此方

法除了會導致開關速度降低，同時會產生拖尾電流(tail current)，而導致開關損耗增加。

由於前述二種方法都有其應用上的缺陷，因此，如何設計出一種高壓金氧半導體元件，不僅具有低導通電阻，同時具有高電壓阻斷能力，是本領域亟待處理的問題。

【發明內容】

本發明之目的在於提供一種高壓金氧半導體元件及其製作方法，可以有效降低導通電阻以降低耗損，同時具有高電壓阻斷能力。

本發明的其他目的和優點可以從本發明所揭露的技術特徵中得到進一步的了解。

本發明之一實施例提供一種高壓金氧半導體元件。此高壓金氧半導體元件包括一第一導電型之本體、一導電結構、一第二導電型之第一井區、一第一導電型之源極摻雜區與一第二導電型之第二井區。其中，導電結構具有一第一延伸部與一第二延伸部。第一延伸部係由本體之上表面朝向本體之內部延伸。第二延伸部係沿著本體之上表面延伸。第一井區係位於本體內，位於第二延伸部之下方，並且，第一井區與第一延伸部間隔一預設距離。源極摻雜區係位於第一井區內。第二井區係位於本體內，由第一延伸部之底部延伸至一汲極摻雜區附近。

在本發明之一實施例中，第一延伸部係連接至第二延伸部，並且，第二延伸部係連接至一閘極。

在本發明之一實施例中，第一延伸部與第二延伸部間具有一介電層，第一延伸部係連接至一閘極，第二延伸部係電性連接至源極摻雜區。

本發明亦提供一種高壓金氧半導體元件之製作方法，包括下列步驟：(a)提供一第一導電型之基材；(b)於基材上製作一第一導電型之第一磊晶層；(c)利用一光罩於第一磊晶層中定義一摻雜範圍，並植入第二導電型之離子於第一磊晶層內，以構成一第一摻雜區；(d)重複前述步驟(b)與(c)至少一個循環；(e)製作一第二磊晶層於這些第一磊晶層上；(f)製作一溝渠曝露最上方之第一摻雜區；(g)製作一導電結構於第二磊晶層上，此導電結構具有一第一延伸部與一第二延伸部，第一延伸部係位於溝渠內，第二延伸部係沿著第二磊晶層之上表面延伸；(h)以此導電結構為遮罩，植入第二導電型之離子於第二磊晶層內，以構成複數個第一井區，並且，此第一井區與第一延伸部間隔一預設距離；(i)利用一光罩定義源極之位置，並植入第一導電型之離子於第一井區內，以構成複數個源極摻雜區；(j)沈積一介電層，並於介電層中製作複數個接觸窗，曝露位於介電層下方之源極摻雜區與第一井區；(k)透過介電層植入第二導電型之離子於第一井區內，以構成複數個第二導電型之重摻雜區位於這些接觸窗之下方。

本發明之另一實施例提供一種高壓金氧半導體元件。此高壓金氧半導體元件包括一第一導電型之本體、一閘極導電層、二個第二導電型之第一井區、二個第一導電型之源極摻雜區與一第二導電型之第二井區。其中，閘極導電層係沿著本體之上表面延伸。二個第二導電型之第一井區係位於本體內，且對應於閘極導電層之相對兩側邊。二個第一導電型之源極摻雜區分別位於二個第一井區內，且對應於閘極導電層之相對兩側邊之下方。第二導電型之第二井區係位於本體內，並由閘極導電層之下方方向下延伸至一基材附近。此第二井區係電性連接至一閘

極或一源極。第二井區與二個第一井區間分別間隔一預設距離。並且，第二井區與閘極導電層之間隔距離大於第一井區之深度。

本發明之另一實施例提供一種高壓金氧半導體元件之製作方法。此製作方法包括下列步驟：(a)提供一基材；(b)於此基材上製作一第一導電型之第一磊晶層；(c)利用一光罩於此第一磊晶層中定義一摻雜範圍，並植入第二導電型之離子於第一磊晶層內，以構成一第一摻雜區；(d)重複前述步驟(b)與(c)至少一個循環；(e)製作一第二磊晶層於這些第一磊晶層上，這些第一摻雜區係受熱擴張，互相連接形成一垂直井區；(f)製作一第二導電型之保護環於第二磊晶層內，定義一主動區域，並且，此保護環之位置與垂直井區之位置重疊；(g)製作一閘極導電層於第二磊晶層之上表面，且對準垂直井區；(h)以閘極導電層為遮罩，植入第二導電型之離子於第二磊晶層內，並驅入這些第二導電型之離子以構成複數個第一井區，這些第一井區與垂直井區分別間隔一預設距離，同時，在趨入步驟中，保護環之範圍係向下擴張與垂直井區相連接；(i)利用一光罩定義源極之位置，並植入第一導電型之離子於第一井區內，以構成複數個源極摻雜區；(j)沈積一介電層，並於介電層中製作複數個接觸窗，曝露位於介電層下方之這些源極摻雜區與第一井區；(k)透過介電層植入第二導電型之離子於第一井區內，以構成複數個第二導電型之重摻雜區於第一井區內。

以上的概述與接下來的詳細說明皆為示範性質，是為了進一步說明本發明的申請專利範圍。而有關本發明的其他目的與優點，將在後續的說明與圖示加以闡述。

【實施方式】

第二 A 與二 B 圖係本發明之高壓金氧半導體元件一較佳實施例之示意圖。以下係以一 N 型金氧半導體場效電晶體 (MOSFET) 為例。如圖中所示，此高壓金氧半導體元件具有一 N 型磊晶層 120、一導電結構 150、一 P 型之第一井區 (well) 160、一 N 型之源極摻雜區 170 與一 P 型之第二井區 130。其中，N 型磊晶層 120 係位於一 N 型基板 110 上，作為此高壓金氧半導體元件之本體。N 型基板 110 係電性連接至一汲極 D，可視為此 N 型金氧半導體元件之汲極摻雜區。導電結構 150 係位於 N 型磊晶層 120 上。此導電結構 150 係呈 T 型，具有一第一延伸部 152 與一第二延伸部 154。第一延伸部 152 係由 N 型磊晶層 120 之上表面朝向 N 型磊晶層 120 之內部延伸。第二延伸部 154 係沿著 N 型磊晶層 120 之上表面延伸。此導電結構 150 係電性連接至一閘極 G。

P 型之第一井區 160 係位於 N 型磊晶層 120 內，且位於導電結構 150 之第二延伸部 154 之下方。並且，第一井區 160 與導電結構 150 之第一延伸部 152 間隔一預設距離。也就是說，在 P 型之第一井區 160 與第一延伸部 152 之間具有 N 型磊晶層 120。N 型之源極摻雜區 170 係位於 P 型之第一井區 160 內，且對應於導電結構 150 之第二延伸部 154 之下方處。此源極摻雜區 170 係電性連接至一源極 S。並且，在 N 型源極摻雜區 170 與 N 型磊晶層 120 間具有 P 型之第一井區 160。

P 型之第二井區 130 係位於 N 型磊晶層 120 內，並且是由第一延伸部 152 之底部向下延伸至 N 型基板 110 附近。值得注意的是，此 P 型之第二井區 130 之底部與位於其下方之 N 型基板 110 間間隔有一定厚度之 N 型磊晶層 120，並且，此 P

型第二井區 130 並未直接與第一延伸部 152 相接觸。就一較佳實施例而言，P 型第二井區 130 與第一延伸部 152 之間至少間隔一氧化層 140。惟，此 P 型第二井區 130 係緊鄰於第一延伸部 152，確保第二井區 130 之電位會受到第一延伸部 152 之電位影響。此外，此 P 型第二井區 130 與 P 型第一井區 160 間必須留有足夠寬度的 N 型磊晶層 120，作為此金氧半導體元件導通時之導電通道。

如第二 A 圖所示，當此金氧半導體元件之閘極 G 源極 S 之壓差(VGS)小於一臨界電壓(VTH)時，在 N 型源極摻雜區 170 與 N 型磊晶層 120 間之 P 型第一井區 160 內不會產生通道(channel)。此時，若在汲極 D(對應於 N 型基板 110)與源極 S(對應於源極摻雜區 170)間施以順向偏壓，在 P 型第一井區 160(電性連接至源極 S)與 N 型磊晶層 120(電性連接至汲極 D)間之空乏區(depletion region)的範圍會加大(如圖中虛線所示)。

同時，當金氧半導體元件關斷時，閘極 G(對應於導電結構 150)的電位與源極 S(對應於源極摻雜區 170)的電位大致相等。因此，當汲極 D 與源極 S 間的順向偏壓提高，在 P 型第二井區 130(透過導電結構 150 電性連接至閘極 G)與 N 型磊晶層 120(電性連接至汲極 D)之間之空乏區的範圍亦會加大(如圖中虛線所示)。前述形成於第一井區 160 與磊晶層 120 之間以及第二井區 130 與磊晶層 120 之間的空乏區，會夾斷源極摻雜區 170 至 N 型基板 110 間之導電通道。由於空乏區具有優異的電壓阻斷能力，因而可以大幅提高金氧半導體元件之耐壓。

如第二 B 圖所示，當閘極 G 與源極 S 之壓差(VGS)大於一臨界電壓(VTH)，在 N 型源極摻雜區 170 與 N 型磊晶層 120 間之 P 型第一井區 160 內(即對應於第二延伸部 154 下方處)會

產生一通道。此時，源極摻雜區 170 的電子可透過前述通道進入空乏區中，恢復 N 型磊晶層 120 之電性，進而形成一導電路徑。如圖中箭頭所示，此導電通道係由源極摻雜區 170 沿著第二延伸部 154 之下方，再轉而沿著第一延伸部 152 與第二井區 130 之側邊垂直向下至 N 型基板 110。

就一較佳實施例而言，如圖中所示，第二井區 130 之寬度係大於第一延伸部 152 之寬度，避免第二井區 130 與第一井區 160 間之磊晶層 120 的厚度過大，而影響元件導通時，磊晶層 120 恢復導電性所需的時間。又，第二井區 130 之上緣係包覆第一延伸部 152 之底部。此外，本發明之金氧半導體元件係著眼於其高耐壓之特性，並且，此金氧半導體元件之耐壓值與第二井區 130 之延伸距離具有正相關。因此，就實際應用上而言，第二井區 130 之延伸距離係遠大於第一延伸部 152 之長度。

雖然前揭實施例係以高壓金氧半導體場效電晶體為例進行說明，不過，本發明之適用範圍不限於金氧半導體場效電晶體。本發明只需要將前揭實施例所使用之 N 型基板 110，改為 P 型基板，即構成一絕緣閘雙極性電晶體(IGBT)。

第三圖係本發明高壓金氧半導體元件另一較佳實施例之示意圖。不同於第二圖之實施例，本實施例之導電結構 150' 之第一延伸部 152' 與第二延伸部 154' 之間具有一介電層 156，例如一氧化層，以使第一延伸部 152' 與第二延伸部 154' 互相電性分離。並且，此導電結構 150' 之第二延伸部 154' 係電性連接至閘極 G，第一延伸部 152' 則是電性連接至源極 S。

第二圖之高壓金氧半導體元件中，第二井區 130 之電位是受到閘極 G 的影響。相較之下，本實施例之第二井區 130 之

電位則是受到源極 S 影響。不過，當閘極 G 與源極 S 之壓差 (VGS) 小於臨界電壓 (V_{TH}) 時，如同第二圖之實施例，本實施例在 P 型第一井區 160 與 N 型磊晶層 120 間以及 P 型第二井區 130 與 N 型磊晶層 120 間亦會產生空乏區夾斷源極摻雜區 170 至 N 型基板 110 間之導電通道，提供優異的電壓阻斷能力。

第四 A 至四 H 圖顯示本發明高壓金氧半導體元件之製作方法之一較佳實施例。以下係以一 N 型金氧半導體元件之製作流程為例。如第四 A 圖所示，首先，提供一 N 型基材 210。然後，如第四 B 圖所示，於此基材 210 上製作一 N 型第一磊晶層 220a，利用一光罩(未圖示)於此第一磊晶層 220a 上方製作一光阻圖案層 PR，以定義一摻雜範圍，並植入 P 型離子於此第一磊晶層 220a 內，以構成一 P 型第一摻雜區 230a。

接下來，如第四 C 圖所示，重複第四 B 圖之製作步驟至少一個循環，重複的次數的多寡與所欲製作之高壓金氧半導體元件之耐壓值的高低呈正相關。在本實施例中所製作之金氧半導體元件之耐壓值為 600V，因此，重複六次第四 B 圖之製作步驟，而在基材 210 上堆疊六層第一磊晶層 220a，並且對應於六層第一磊晶層 220a，在此第一磊晶層 220a 之堆疊中，亦具有六個第一摻雜區 230a。

值得注意的是，第四 B 圖之製作步驟必須使用光罩以定義摻雜範圍。在本實施例中，在各個第一磊晶層中 220a 形成第一摻雜區 230a 所使用的是同一個光罩，並且，各個第一磊晶層 220a 中所形成之第一摻雜區是沿著垂直方向對齊。此外，由於在磊晶層之製作步驟中涉及高溫製程，因此，第一摻雜區 230a 的範圍會因為後續之磊晶層製作步驟而擴大。如第四

C 圖所示，在本實施例中，透過適當控制第一摻雜區 230a 之摻雜物的植入深度、植入濃度、以及相對應之第一磊晶層 220a 之厚度，可以使各個第一磊晶層 220a 內之第一摻雜區 230a 互相重疊，而形成單一個 P 型垂直井區 230(此 P 型垂直井區 230 即對應於第二 A 與二 B 圖之第二井區 130)。不過，此 P 型垂直井區 230 與其下方之基材 210 仍然保持一定距離。

隨後，如第四 D 圖所示，製作一 N 型第二磊晶層 220b 於這些第一磊晶層 220a 上，此第二磊晶層 220b 與這些第一磊晶層 220a 整體構成一磊晶層 220 作為此金氧半導體元件之本體。然後，製作一溝渠 248 曝露最上方之第一摻雜區 230a，也就是曝露這些第一摻雜區 230a 所構成之 P 型垂直井區 230 之上緣。接下來，同時請參照第四 E 圖所示，製作一氧化層 240，覆蓋該第二磊晶層 220b 之裸露表面。然後，全面沈積一多晶矽層(未圖示)，並填滿溝渠 248。接下來，利用一光罩定義出導電結構 250 之位置，並蝕刻去除多餘之多晶矽層，以形成多晶矽導電結構 250 於第二磊晶層 220b 上。此導電結構具有一第一延伸部 252 與一第二延伸部 254，第一延伸部 252 係位於溝渠 248 內，第二延伸部 254 係沿著第二磊晶層 220b 之上表面延伸。

接下來，如第四 F 圖所示，直接利用此導電結構 250 為遮罩，植入 P 型離子於第二磊晶層 220b 內，以構成複數個 P 型之第一井區 260。此 P 型第一井區 260 與第一延伸部 252 係間隔一預設距離。也就是說，在第一井區 260 與第一延伸部 252 間夾有 N 型之第二磊晶層 220b。值得注意的是，此 P 型第一井區 260 與位於第一延伸部 252 下方之 P 型垂直井區 230 間夾有足夠寬度之 N 型磊晶層，作為金氧半導體元件導通時之導

電通道。

隨後，如第四 G 圖所示，利用一光罩(未圖示)於第一井區 260 上製作一光阻圖案層 PR，以定義源極摻雜區 270 之位置，並植入 N 型離子於第一井區 260 內，以構成複數個源極摻雜區 270 於第一井區 260 內。接下來，如第四 H 圖所示，沈積一介電層 280，並於介電層 280 中製作複數個接觸窗 282，曝露位於介電層 280 下方之源極摻雜區 270 與第一井區 260。然後，透過介電層 280 植入 P 型離子於第一井區 260 內，以構成複數個 P 型重摻雜區 290 於第一井區 260 內。

如第四 H 圖所示，在前揭實施例中，形成於磊晶層 220 之各個第一摻雜區 230a 係互相重疊以構成一垂直井區 230。不過，本發明並不限於此。如第五圖所示，製作於磊晶層 220 各個第一摻雜區 330a 亦可以互相分離。不過，各個第一摻雜區 330a 之間隔距離不得太大，以確保各個第一摻雜區 330a 的電位可以互相感應。

第六 A 至六 E 圖係本發明高壓金氧半導體元件另一較佳實施例之製作流程。承接第四 D 圖之步驟，如第六 A 圖所示，製作一第一氧化層 241，覆蓋該第二磊晶層 220b 之裸露表面。然後，全面沈積一第一多晶矽層，並且填滿溝渠 248。接下來，回蝕(etch back)去除多餘之第一多晶矽層，僅留下位於溝渠 248 內由多晶矽材料所構成之導電結構 350 之第一延伸部 352。

接下來，如第六 B 圖所示，製作一第二氧化層 242，覆蓋第一延伸部 352 之裸露表面。然後，全面沈積一第二多晶矽層，覆蓋第二氧化層 242。接下來，利用一光罩(未圖示)定義第二延伸部 354 之位置，並蝕刻去除多餘之第二多晶矽層，以形

成由多晶矽材料所構成之導電結構 350 之第二延伸部 354。

接下來，如第六 C 圖所示，直接利用第二延伸部 354 為遮罩，植入 P 型離子於第二磊晶層 220b 內，以構成複數個 P 型之第一井區 260。隨後，如第六 D 圖所示，利用一光罩(未圖示)製作一光阻圖案層 PR 於第一井區 260 上，以定義源極摻雜區 270 之位置，並植入 N 型離子於第一井區 260 內，以構成複數個源極摻雜區 270 於第一井區 260 內。接下來，如第六 E 圖所示，沈積一介電層 280，並於介電層 280 中製作複數個接觸窗 282，曝露位於介電層 280 下方之源極摻雜區 270 與第一井區 260。然後，透過介電層 280 植入 P 型之離子於第一井區 260 內，以構成複數個 P 型之重摻雜區 290 於第一井區 260 內。

值得注意的是，透過前述第六 A 與六 B 圖之步驟所製作之第一延伸部 352 與第二延伸部 354 是彼此分離。就一較佳實施例而言，第二延伸部 354 可電性連接至閘極 G，以控制此金氧半導體元件之運作。第一延伸部 352 則可電性連接至源極 S。為了將此第一延伸部 352 電性連接至源極 S，就一較佳實施例而言，如第七圖所示，可在介電層 280 鄰近於此高壓金氧半導體元件之邊緣處之製作一開口 284，曝露此第一延伸部 352，然後再利用一源極金屬層 295 同時連接至第一延伸部 352 與源極摻雜區 270，即可使第一延伸部 352 電性連接至源極 S。

第八圖係本發明高壓金氧半導體元件又一較佳實施例之示意圖。圖中係以一高壓金氧半導體場效電晶體為例。如圖中所示，此高壓金氧半導體元件具有一 N 型磊晶層 120、一閘極導電層 450、二個 P 型第一井區 160、二個 N 型源極摻雜區 170 與一 P 型第二井區 130。其中，N 型磊晶層 120 係位於一 N 型

基材 110 上，作為此高壓金氧半導體元件之本體。閘極導電層 450 係沿著 N 型磊晶層 120 之上表面延伸。二個 P 型第一井區 160 係位於 N 型磊晶層 120 內，且對應於閘極導電層 450 之相對兩側邊。此二個 P 型第一井區 160 係間隔一定距離。

二個 N 型源極摻雜區 170 分別位於二個 P 型第一井區 160 內，且位於閘極導電層 450 之相對兩側邊之下方處。P 型第二井區 130 係且位於 N 型磊晶層 120 內，由閘極導電層 450 之下方，向下延伸至 N 型基材 110 附近。此 N 型基材 110 可視為一 N 型之汲極摻雜區。P 型第二井區 130 與二個 P 型第一井區 160 間分別間隔一預設距離。此第二井區 130 係電性連接至一閘極 G 或一源極 S。並且，就一較佳實施例而言，第二井區 130 與閘極導電層 450 之間隔距離係大於第一井區 160 之深度。

同時請參照第九 A 與九 B 圖，為了將第二井區 130 電性連接至此高壓金氧半導體元件之閘極 G 或源極 S，就一較佳實施例而言，可利用此高壓金氧半導體元件之邊緣處之保護環 (guard ring) 460 作為媒介以進行電性連接。如圖中所示，P 型保護環 460 係位於 N 型本體內，且環繞位於主動區域 A 內之 P 型第一井區 160。此保護環 460 之深度係大於 P 型第一井區 160 之深度。P 型第二井區 130 係由此高壓金氧半導體元件之主動區域 A 延伸至保護環 460 之下方，而與保護環 460 相接。

如第九 A 圖所示，為了使連接至保護環 460 之 P 型第二井區 130 電性連接至源極 S，本實施例在介電層 180 中製作有開口 186 以曝露保護環 460。並且，在介電層 180 上沈積有源極金屬層 195，同時連接至源極摻雜區 170 與保護環 460，以

使保護環 460 電性連接至源極 S。如第九 B 圖所示，為了使連接至保護環 460 之 P 型第二井區 130 電性連接至閘極 G，本實施例直接利用主動區域 A 邊緣之閘極導電層 450'。將此閘極導電層 450' 延伸至保護環 460 之上表面而與保護環 460 相連接，以使保護環 460 電性連接至閘極 G。

第十 A 至十 C 圖係顯示第八圖之金氧半導體元件連同其保護環 460 之製作方法之一較佳實施例。承接第四 C 圖之步驟，如第十 A 圖所示，在製作第二磊晶層 220b 之後，製作一 P 型之保護環 460 於第二磊晶層 220b 內，定義出一主動區域 A。由第二磊晶層 220b 之上方觀之，此保護環 460 之位置係與位於磊晶層 220 內之 P 型垂直井區 230(即對應於第八圖之第二井區 130)的位置重疊。隨後，製作一閘極導電層 450 於第二磊晶層 220b 之上表面，且對準垂直井區 230。

接下來，如第十 B 圖所示，以此閘極導電層 450 為遮罩，植入 P 型離子於第二磊晶層 220b 內，並驅入這些 P 型離子，以構成複數個 P 型第一井區 260。這些 P 型第一井區 260 與 P 型垂直井區 230 分別間隔一預設距離。值得注意的是，在，驅入 P 型離子之步驟中，保護環 460 內的 P 型離子也會向下擴散，而使保護環 460 的範圍向下擴張與 P 型垂直井區 230 相連接。

隨後，如第十 C 圖所示，利用一光罩定義源極之位置，並植入 N 型離子於第一井區 260 內，以構成複數個源極摻雜區 270。然後，沈積一介電層 280，並於介電層 280 中製作複數個接觸窗 282，曝露位於介電層 280 下方之源極摻雜區 270 與第一井區 260。接下來，透過介電層 280 植入 P 型離子於第一井區 260 內，以構成 P 型重摻雜區 290 於第一井區 260 內。

本發明之高壓金氧半導體元件具有下列優點：

首先，如第二 A 與二 B 圖所示，當閘極 G 與源極 S 之壓差(VGS)小於一臨界電壓(V_{TH})時，若在汲極 D 與源極 S 間施以順向偏壓，在第一井區 160 與第二井區 130 間會產生空乏區完全阻斷其間之 N 型磊晶層 120。此空乏區具有優異的電壓阻斷能力，因而可以大幅提高金氧半導體元件之耐壓。另一方面，當閘極 G 與源極 S 之壓差(VGS)大於一臨界電壓(V_{TH})時，在源極摻雜區 170 與 N 型磊晶層 120 間之第一井區 160 內會產生通道。此時，源極摻雜區 170 的電子可透過前述通道進入空乏區中，恢復 N 型磊晶層 120 之電性，進而形成一導電路徑。基本上，透過適度提高 N 型磊晶層 120 之摻雜濃度，可以獲致優異的導通電阻，達到降低導通損耗的目的。

其次，如第二 A 圖所示，本發明之高壓金氧半導體元件在關斷時所形成之空乏區是位於第一井區 160 與第二井區 130 之間。第一井區 160 與第二井區 130 之間隔距離通常是小於相鄰二金氧半導體元件之閘極之間隔距離。因此，本發明之高壓金氧半導體元件關斷後，填充電子至空乏區以回復至導通狀態的速度會優於傳統之具有橫向 PN 接面的高壓金氧半導體元件，例如 Coolmos™ 與 Super junction 半導體元件。

此外，如第二 A 圖所示，本發明之高壓金氧半導體元件除了在重摻雜區 190、第一井區 160 與 N 型磊晶層 120 間具有一與生俱來之齊納二極體，在第二井區 130 與 N 型磊晶層 120 間亦具有一齊納二極體。當雪崩崩潰(avalanche breakdown)產生時，崩潰電流不會完全集中於重摻雜區 190、第一井區 160 與 N 型磊晶層 120 間之齊納二極體。因此，本發明之高壓金氧半導體元件可以減少流經第二延伸部 154 下方之橫向電阻

的電流，進而可以防止形成於 N 型磊晶層 120、P 型第一井區 160 與源極摻雜區 170 間之雙極性接面電晶體因為過大的電流而毀損。

如上所述，本發明完全符合專利三要件：新穎性、進步性和產業上的利用性。本發明在上文中已以較佳實施例揭露，然熟習本項技術者應理解的是，該實施例僅用於描繪本發明，而不應解讀為限制本發明之範圍。應注意的是，舉凡與該實施例等效之變化與置換，均應設為涵蓋於本發明之範疇內。因此，本發明之保護範圍當以下文之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

第一與一 A 圖顯示不同耐壓之金氧半場效電晶體，其整體導通電阻中各部分所佔之比例的差異；

第二 A 與二 B 圖係本發明高壓金氧半導體元件一較佳實施例之剖面示意圖；

第三圖係本發明高壓金氧半半導體元件另一較佳實施例之剖面示意圖；

四 A 至四 H 圖顯示本發明高壓金氧半導體元件之製作方法之一較佳實施例；

第五圖係本發明高壓金氧半導體元件又一較佳實施例之剖面示意圖；以及

第六 A 至六 E 圖顯示本發明高壓金氧半導體元件之製作方法之另一較佳實施例；

第七圖係第六 E 圖中之第一延伸部電性連接至源極摻雜區一較佳實施例之示意圖；

第八圖係本發明高壓金氧半導體元件又一較佳實施例之

剖面示意圖；

第九 A 圖係第八圖中之第二井區電性連接至源極一較佳實施例之剖面示意圖；

第九 B 圖係第八圖中之第二井區電性連接至閘極一較佳實施例之剖面示意圖；以及

第十 A 至十 C 圖係第八圖之高壓金氧半導體元件及其保護環之製作方法之一較佳實施例。

【主要元件符號說明】

基板 110

N 型磊晶層 120

P 型第二井區 130

氧化層 140

導電結構 150,150'

第一延伸部 152,152'

第二延伸部 154,154'

介電層 156

閘極導電層 450,450'

P 型第一井區 160

源極摻雜區 170

介電層 180

開口 186

P 型重摻雜區 190

源極金屬層 195

汲極 D

閘極 G

源極 S
保護環(guard ring)460
主動區域 A
基材 210
N 型磊晶層 220
N 型第一磊晶層 220a
N 型第二磊晶層 220b
光阻圖案層 PR
P 型第一摻雜區 230a,330a
P 型垂直井區 230
溝渠 248
氧化層 240
第一氧化層 241
第二氧化層 242
導電結構 250,350
第一延伸部 252,352
第二延伸部 254,354
P 型第一井區 260
源極摻雜區 270
介電層 280
接觸窗 282
開口 284
P 型重摻雜區 290
源極金屬層 295

七、申請專利範圍：

- 1.一種高壓金氧半導體元件，包括：一第一導電型之本體；一導電結構，具有一第一延伸部與一第二延伸部，該第一延伸部係由該本體之上表面朝向該本體之內部延伸，該第二延伸部係沿著該本體之該上表面延伸；一第二導電型之第一井區，位於該本體內，位於該第二延伸部之下方，並且，該第一井區與該第一延伸部間隔一預設距離，其中該第一延伸部之長度大於該第一井區之深度；一第一導電型之源極摻雜區，位於該第一井區內；以及一第二導電型之第二井區，位於該本體內，由該第一延伸部之底部延伸至一汲極摻雜區附近。
- 2.如申請專利範圍第 1 項之高壓金氧半導體元件，其中，該第一延伸部係連接至該第二延伸部。
- 3.如申請專利範圍第 2 項之高壓金氧半導體元件，其中，該導電結構係連接至一閘極。
- 4.如申請專利範圍第 1 項之高壓金氧半導體元件，其中，該第一延伸部與該第二延伸部間具有一介電層，該第一延伸部係電性連接至該源極摻雜區，該第二延伸部係電性連接至一閘極。
- 5.如申請專利範圍第 1 項之高壓金氧半導體元件，其中，該第二井區之延伸距離遠大於該第一延伸部之長度。
- 6.如申請專利範圍第 1 項之高壓金氧半導體元件，其中，該汲極摻雜區係位於該本體之底部。
- 7.如申請專利範圍第 1 項之高壓金氧半導體元件，其中，該導電結構係呈 T 型。
- 8.如申請專利範圍第 1 項之高壓金氧半導體元件，其中，該第二井區與該第一延伸部間隔至少一氧化層，並且，該第二井區之電性

受到該第一延伸部之電位影響。

9.如申請專利範圍第 1 項之高壓金氧半導體元件，其中，該第二井區之寬度大於該第一延伸部之寬度。

10.如申請專利範圍第 1 項之高壓金氧半導體元件，其中，該第二井區之上緣包覆該第一延伸部之底部。

11.如申請專利範圍第 1 項之高壓金氧半導體元件，其中，該汲極摻雜區係第一導電型。

12.如申請專利範圍第 1 項之高壓金氧半導體元件，其中，該汲極摻雜區係第二導電型。

13.一種高壓金氧半導體元件，包括：一第一導電型之本體；一閘極導電層，沿著該本體之上表面延伸；二個第二導電型之第一井區，位於該本體內，且對應於該閘極導電層之相對兩側邊；二個第一導電型之源極摻雜區，分別位於該二個第一井區內，且位於該閘極導電層之相對兩側邊之下方；以及一第二導電型之第二井區，電性連接至一閘極或一源極，且位於該本體內，由該閘極導電層之下方向下延伸至一基材附近，該第二井區與該二個第一井區間分別間隔一預設距離，並且，該第二井區與該閘極導電層之間隔距離大於該第一井區之深度。

14.如申請專利範圍第 14 項之高壓金氧半導體元件，其中，該高壓金氧半導體元件更包括一第二導電型之保護環，位於該本體內，且環繞該些第一井區，該保護環之深度大於該第一井區之深度，並且，該保護環之下緣與該第二井區相接觸。

15.如申請專利範圍第 15 項之高壓金氧半導體元件，其中，該保護環係透過一源極金屬層電性連接至該源極。

16.如申請專利範圍第 15 項之高壓金氧半導體元件，其中，該保護環係透過該閘極導電層電性連接至該閘極。

17.如申請專利範圍第14項之高壓金氧半導體元件，其中，該基材係第一導電型。

18.如申請專利範圍第14項之高壓金氧半導體元件，其中，該基材係第二導電型。

19.一種高壓金氧半導體元件之製作方法，包括：(a)提供一基材；(b)於該基材上製作一第一導電型之第一磊晶層；(c)利用一光罩於該第一磊晶層中定義一摻雜範圍，並植入第二導電型之離子於該第一磊晶層內，以構成一第一摻雜區；(d)重複前述步驟(b)與(c)至少一個循環；(e)製作一第一導電型之第二磊晶層於該些第一磊晶層上；(f)製作一溝渠曝露最上方之該第一摻雜區；(g)製作一導電結構於該第二磊晶層上，該導電結構具有一第一延伸部與一第二延伸部，該第一延伸部係位於該溝渠內，該第二延伸部係沿著該第二磊晶層之上表面延伸；(h)以該導電結構為遮罩，植入第二導電型之離子於該第二磊晶層內，以構成複數個第一井區，該第一井區與該第一延伸部間隔一預設距離；(i)利用一光罩定義源極之位置，並植入第一導電型之離子於該第一井區內，以構成複數個源極摻雜區；(j)沈積一介電層，並於該介電層中製作複數個接觸窗，曝露位於該介電層下方之該些源極摻雜區與該第一井區；(k)透過該介電層植入第二導電型之離子於該第一井區內，以構成複數個第二導電型之重摻雜區於該第一井區內。

20.如申請專利範圍第19項之製作方法，其中，製作該導電結構之步驟包括：製作一第一氧化層，覆蓋該第二磊晶層之裸露表面；全面沈積一多晶矽層；以及利用一光罩定義該導電結構之位置，並蝕刻去除多餘之該多晶矽層。

21.如申請專利範圍第19項之製作方法，更包括將該導電結構電性連接至一閘極。

- 22.如申請專利範圍第 19 項之製作方法，其中，製作該導電結構之步驟包括：製作一第一氧化層，覆蓋該第二磊晶層之裸露表面；全面沈積一第一多晶矽層；回蝕該第一多晶矽層，以構成該第一延伸部；製作一第二氧化層覆蓋該第一延伸部之裸露表面；全面沈積一第二多晶矽層；以及利用一光罩定義該第二延伸部之位置，並蝕刻去除多餘之該第二多晶矽層。
- 23.如申請專利範圍第 22 項之製作方法，更包括將該第一延伸部電性連接至該源極摻雜區。
- 24.如申請專利範圍第 23 項之製作方法，更包括：於該介電層製作一開口，曝露該第一延伸部；以及製作一源極金屬層，透過該接觸窗連接該源極摻雜區，並透過該開口連接該第一延伸部。
- 25.如申請專利範圍第 19 項之製作方法，其中，該些第一摻雜區係受熱擴張，互相連接形成一垂直井區。
- 26.如申請專利範圍第 25 項之製作方法，其中，該垂直井區與該基材間被一第一導電型之摻雜區隔開。
- 27.如申請專利範圍第 19 項之製作方法，其中，該導電結構係呈 T 型。
- 28.如申請專利範圍第 19 項之製作方法，其中，該第一摻雜區之寬度係大於該溝渠之寬度。
- 29.如申請專利範圍第 19 項之製作方法，其中，該基材係第一導電型。
- 30.如申請專利範圍第 19 項之製作方法，其中，該基材係第二導電型。
- 31.一種高壓金氧半導體元件之製作方法，包括：(a)提供一基材；(b)於該基材上製作一第一導電型之第一磊晶層；(c)利用一光罩於該第一磊晶層中定義一摻雜範圍，並植入第二導電型之離子於該

第一磊晶層內，以構成一第一摻雜區；(d)重複前述步驟(b)與(c)至少一個循環；(e)製作一第二磊晶層於該些第一磊晶層上，該些第一摻雜區係受熱擴張，互相連接形成一垂直井區；(f)製作一第二導電型之保護環於該第二磊晶層內，定義一主動區域，並且，該保護環之位置與該垂直井區之位置重疊；(g)製作一閘極導電層於該第二磊晶層之上表面，且對準該垂直井區；(h)以該閘極導電層為遮罩，植入第二導電型之離子於該第二磊晶層內，並驅入該些第二導電型之離子，以構成複數個第一井區，該些第一井區與該垂直井區分別間隔一預設距離，同時，該保護環之範圍係向下擴張而與垂直井區相連接；(i)利用一光罩定義源極之位置，並植入第一導電型之離子於該第一井區內，以構成複數個源極摻雜區；(j)沈積一介電層，並於該介電層中製作複數個接觸窗，曝露位於該介電層下方之該些源極摻雜區與該第一井區；以及(k)透過該介電層植入第二導電型之離子於該第一井區內，以構成複數個第二導電型之重摻雜區於該第一井區內。

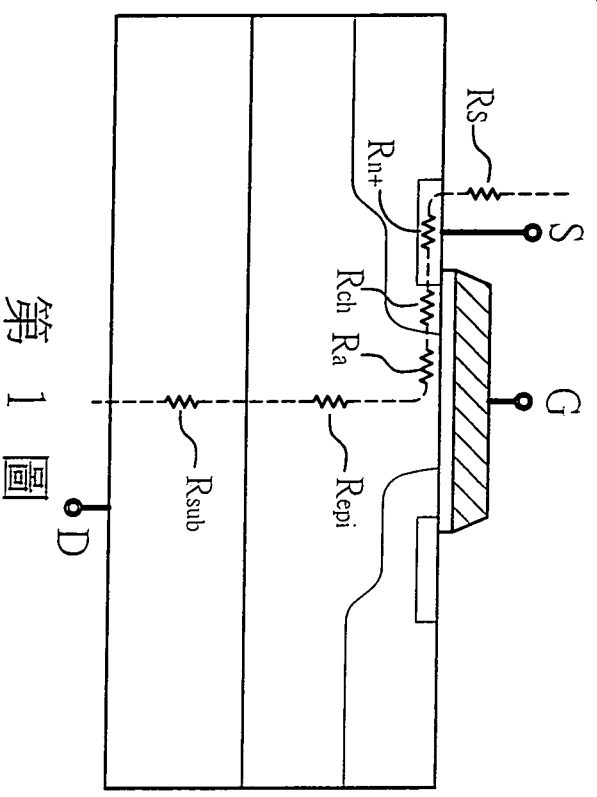
32.如申請專利範圍第 31 項之製作方法，其中，製作於該第二磊晶層上表面之該閘極導電層係延伸連接該保護環。

33.如申請專利範圍第 31 項之製作方法，更包括製作一源極金屬層於該介電層上，同時連接該保護環與該源極摻雜區。

34.如申請專利範圍第 31 項之製作方法，其中，該垂直井區與該基材間隔一預定距離。

35.如申請專利範圍第 31 項之製作方法，其中，該基材係第一導電型。

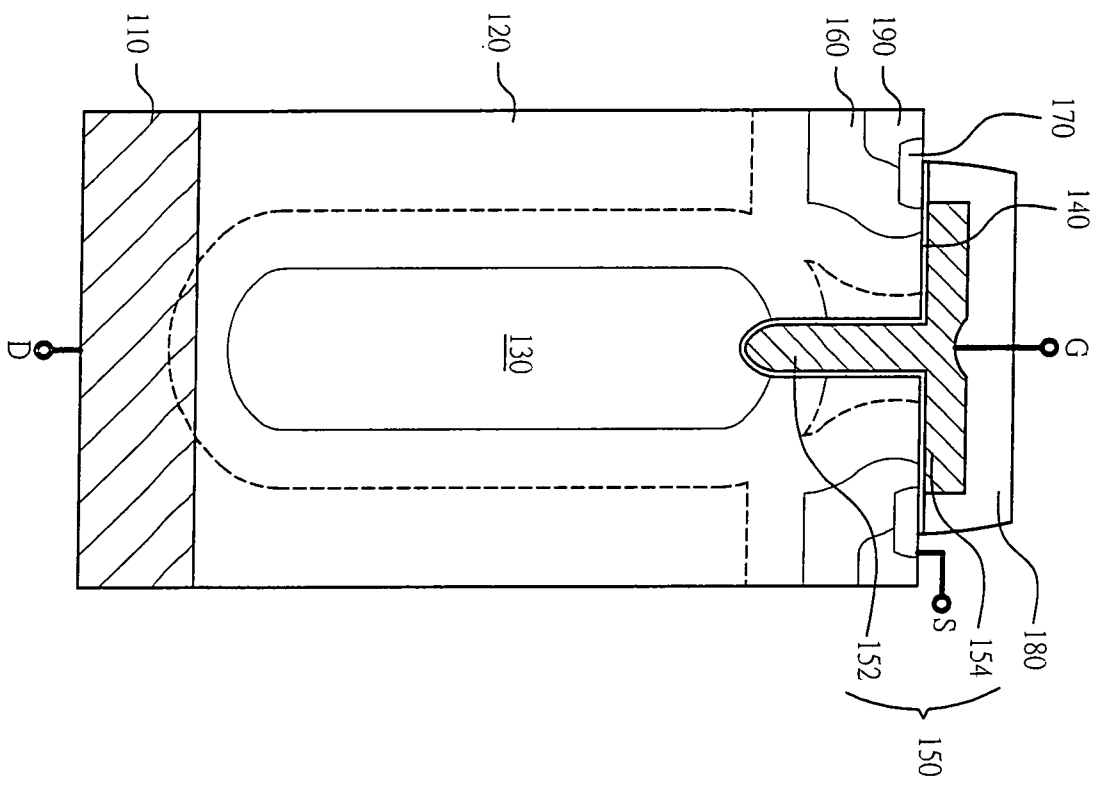
36.如申請專利範圍第 31 項之製作方法，其中，該基材係第二導電型。



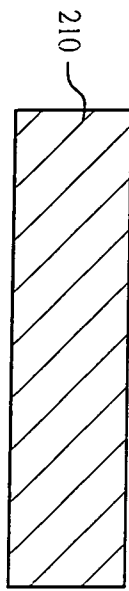
第 1 圖

R _{DSON}	
V _{DG} = 30V	V _{DG} = 600V
R _s = 7%	R _s = 0.5%
R _{n+} = 6%	R _{n+} = 0.5%
R _{ch} = 28%	R _{ch} = 1.5%
R _a = 23%	R _a = 0.5%
R _{epi} = 29%	R _{epi} = 96.5%
R _{sub} = 7%	R _{sub} = 0.5%

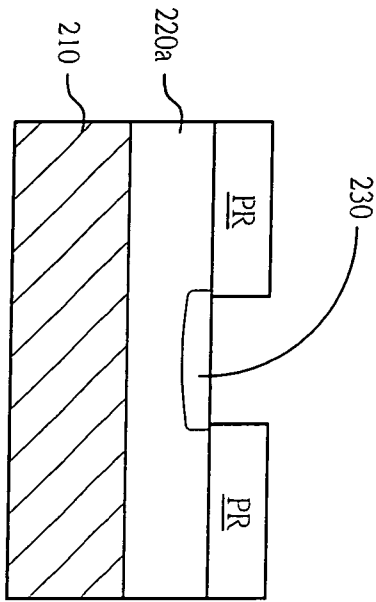
第 1A 圖



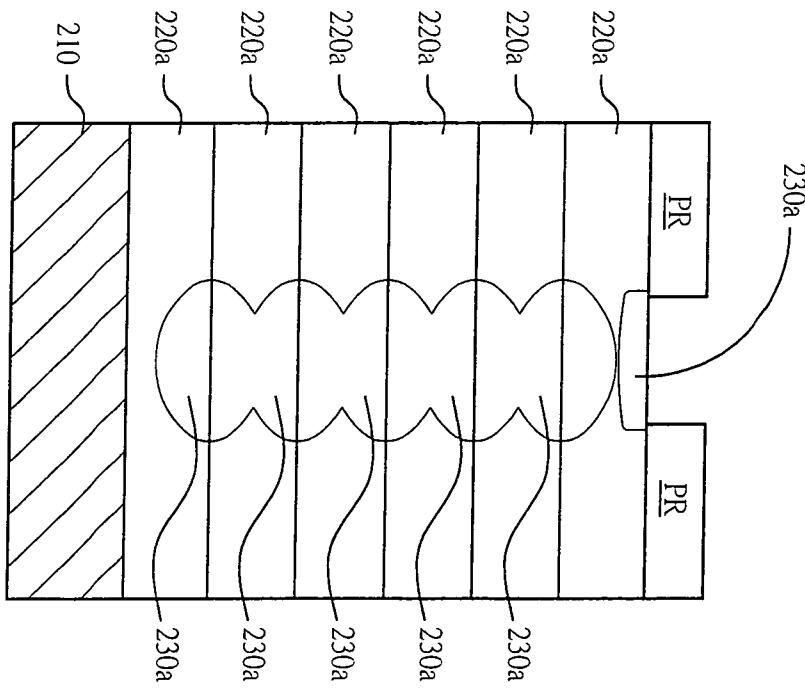
第 2A 圖



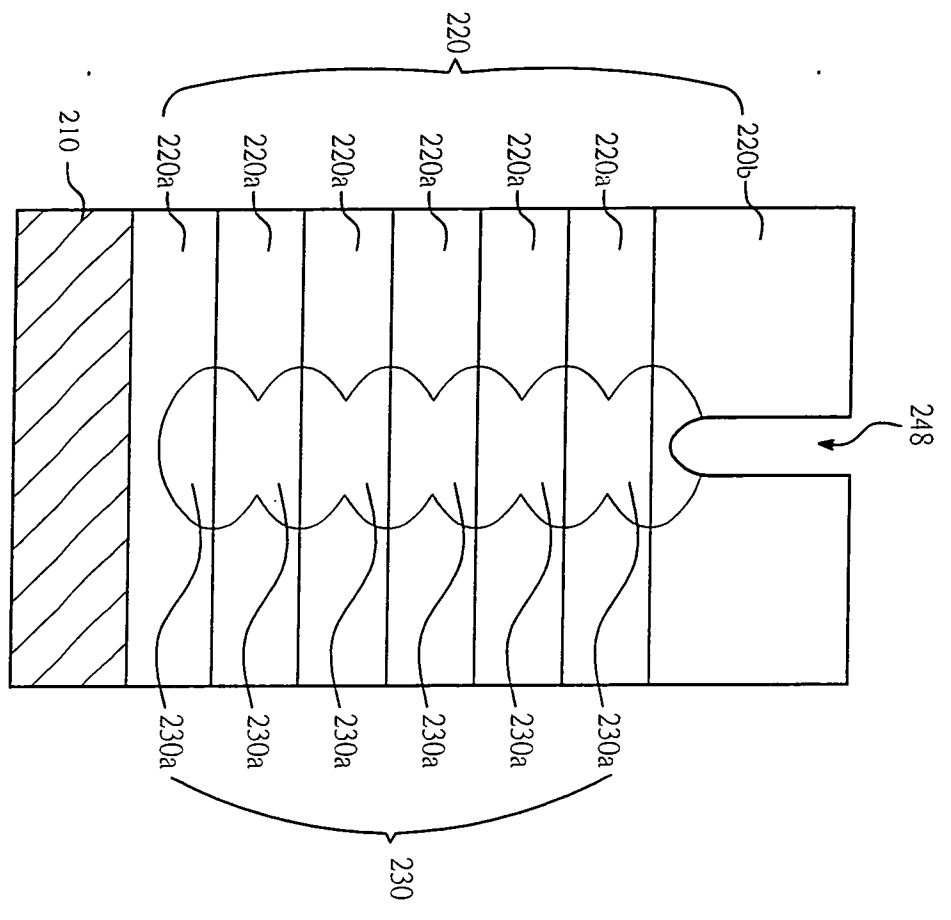
第 4A 圖



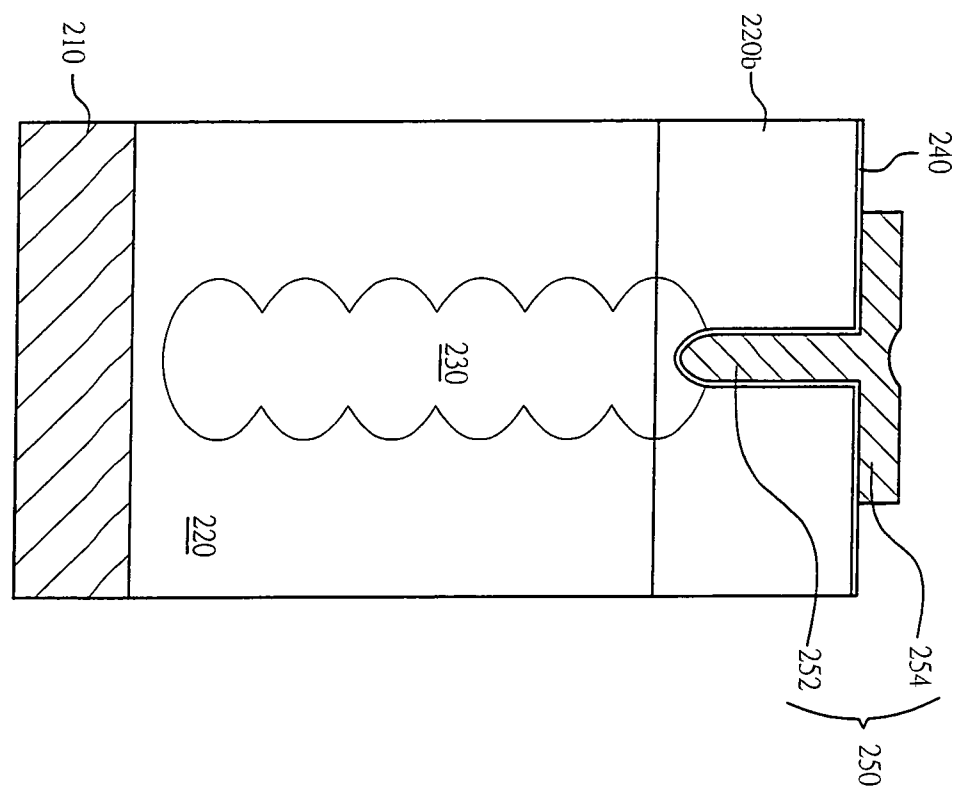
第 4B 圖



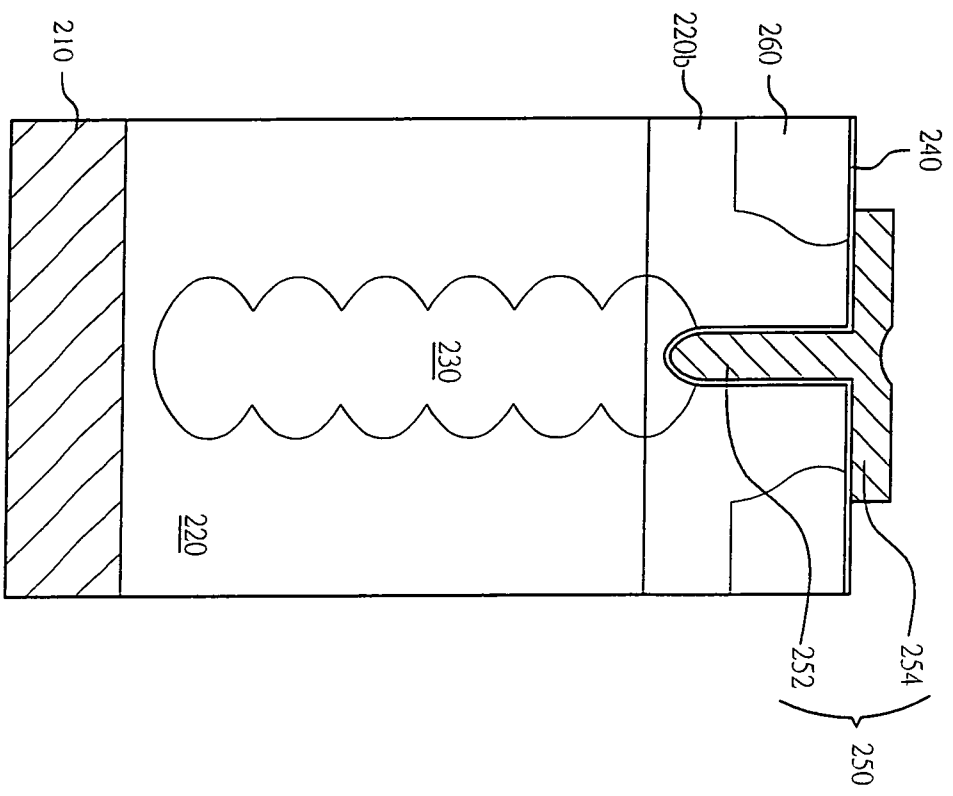
第 4C 圖



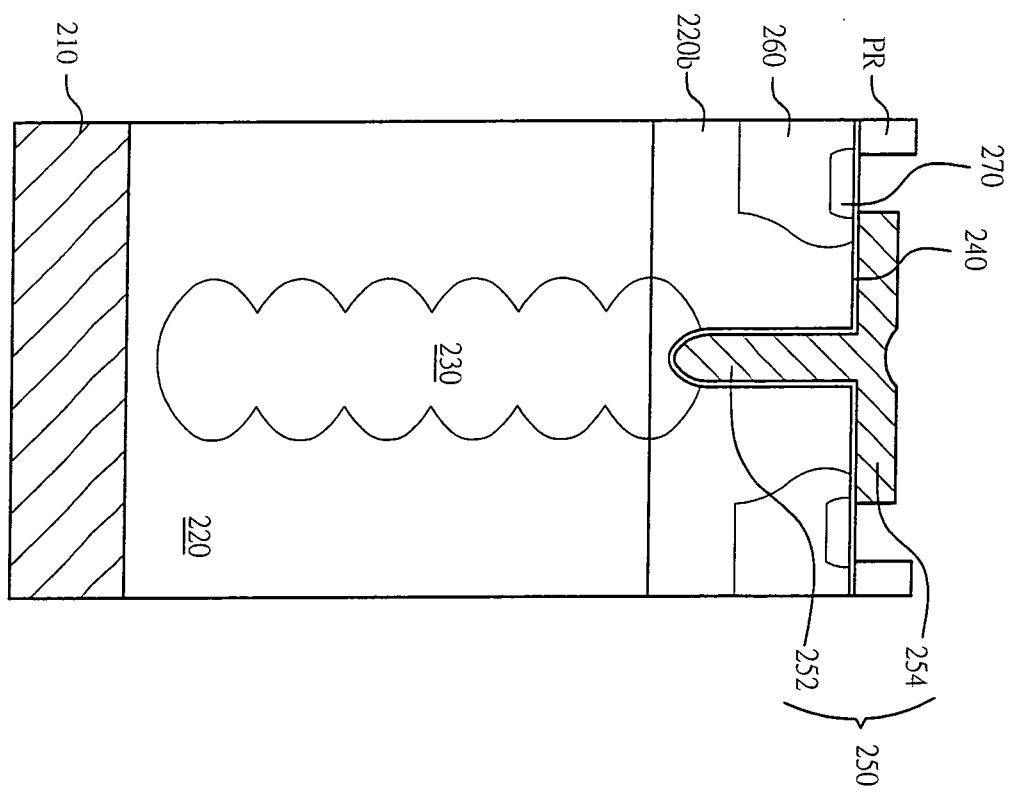
第 4D 圖



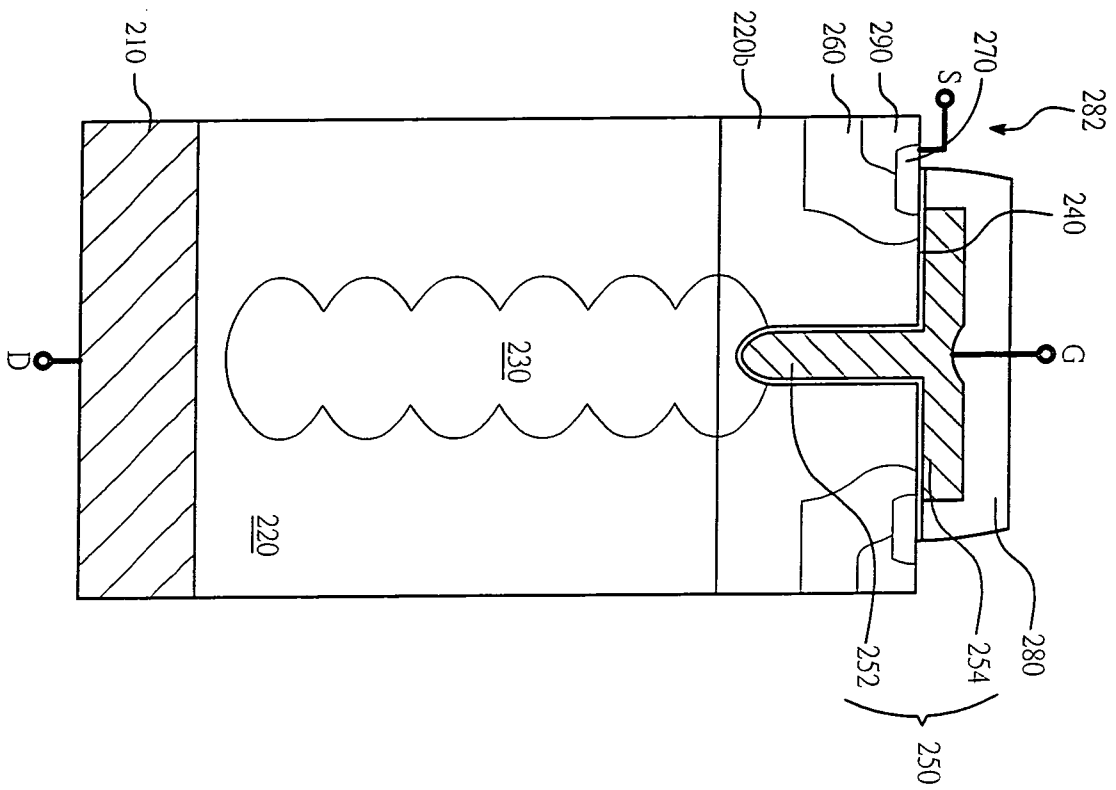
第 4E 圖



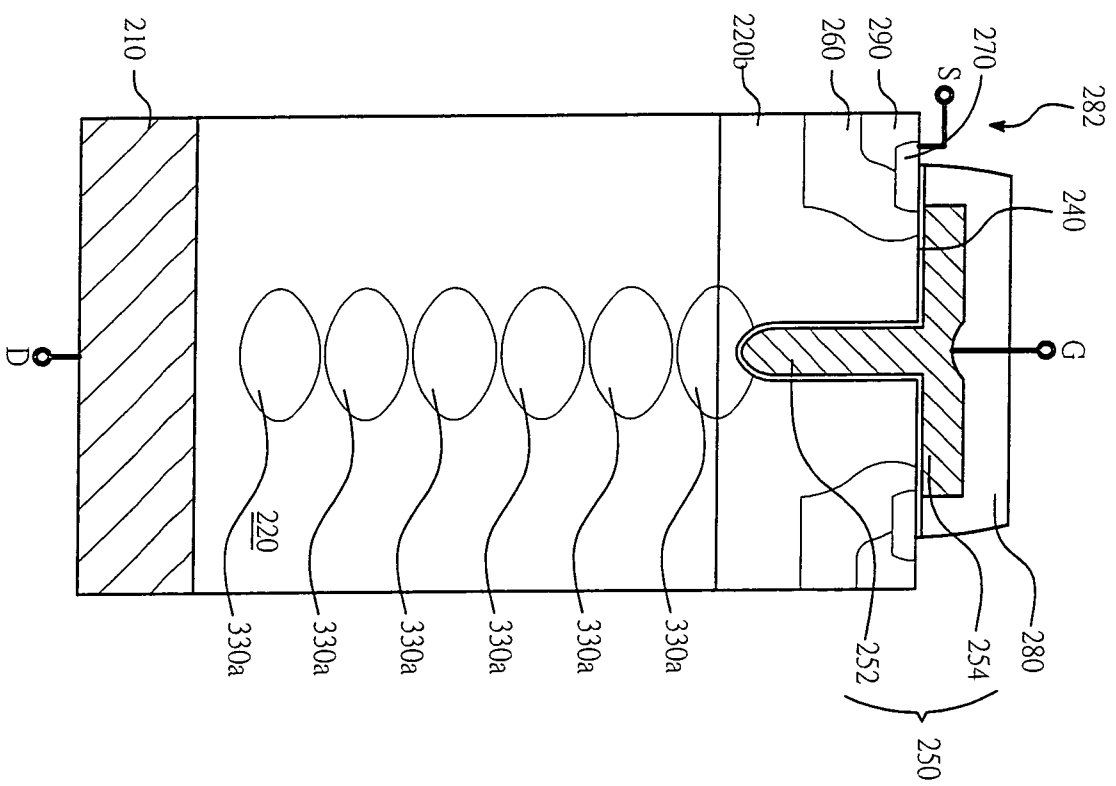
第 4F 圖



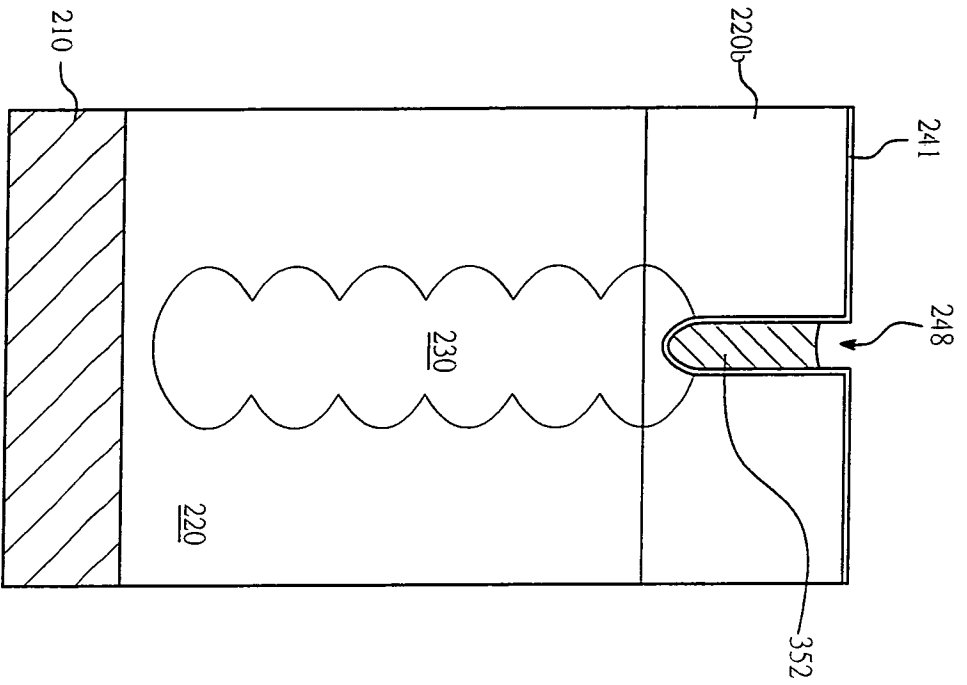
第 4G 圖



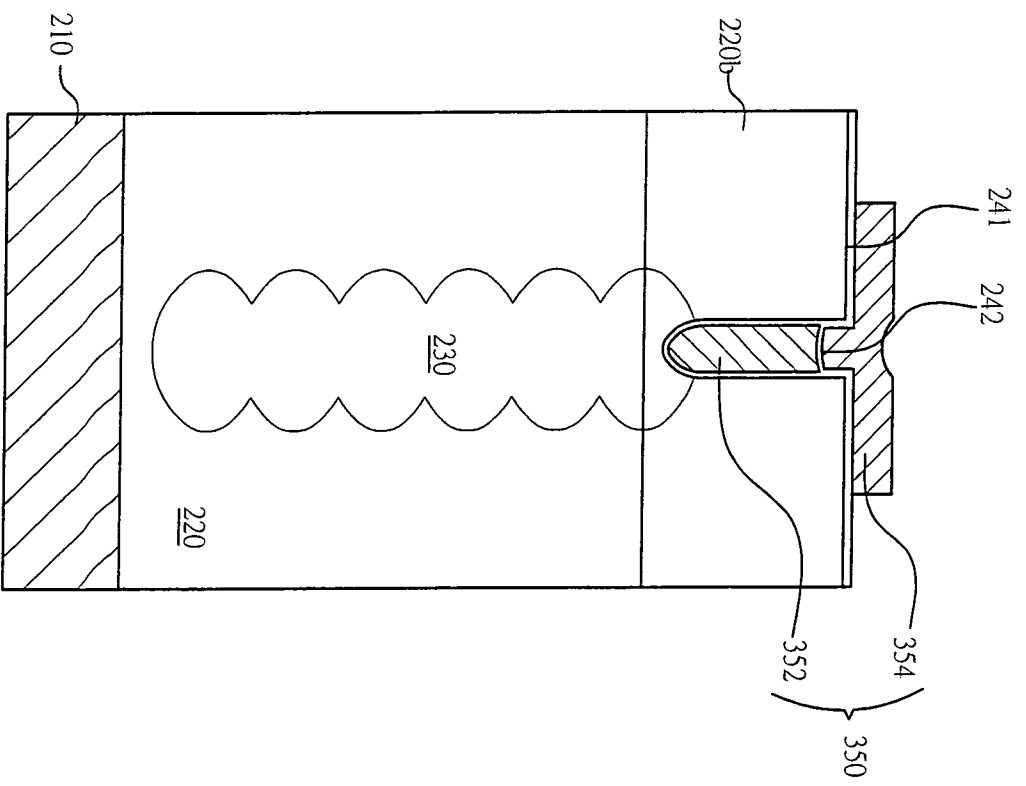
第 4H 圖



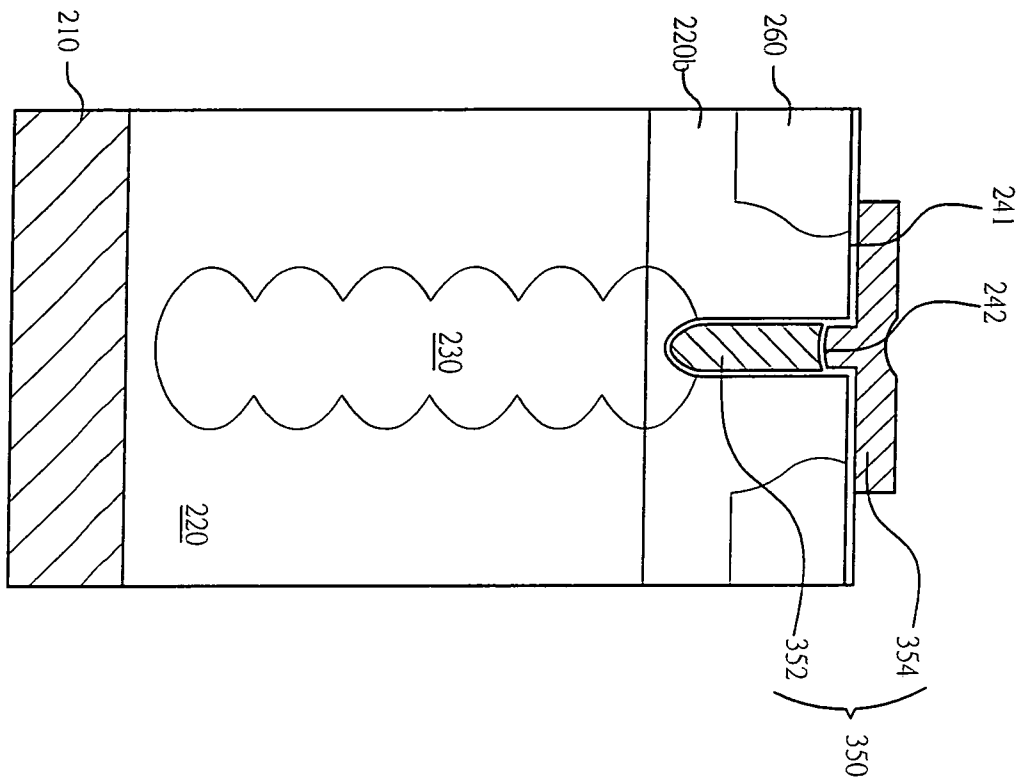
第 5 圖



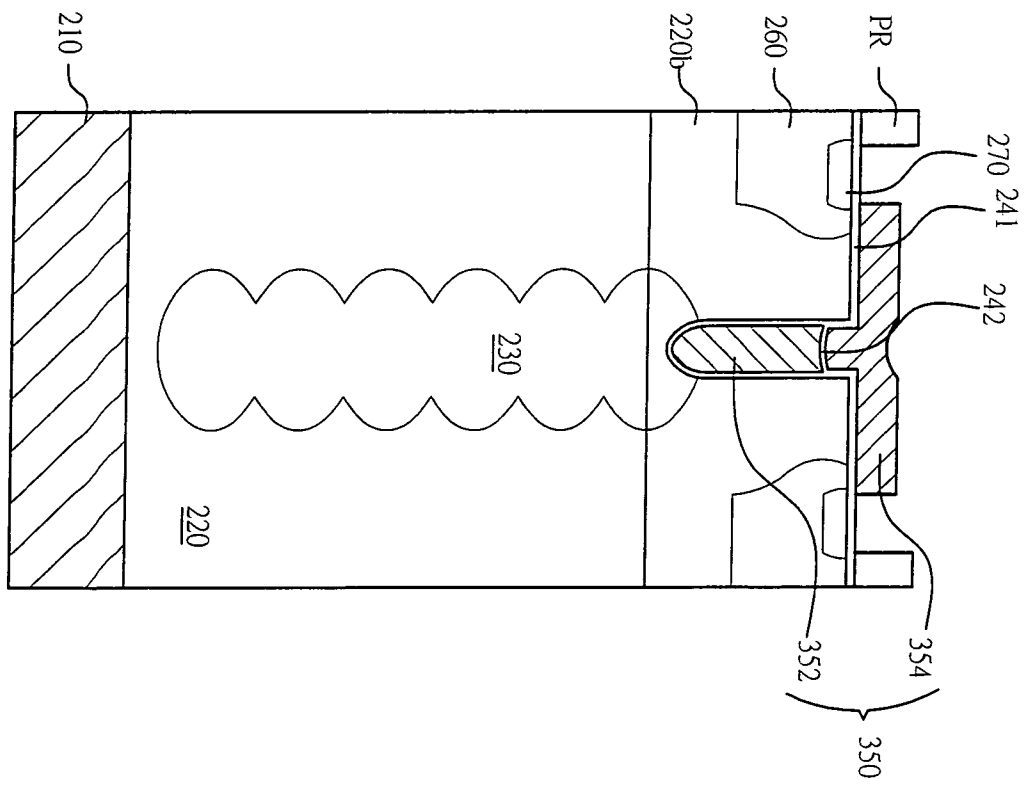
第 6A 圖



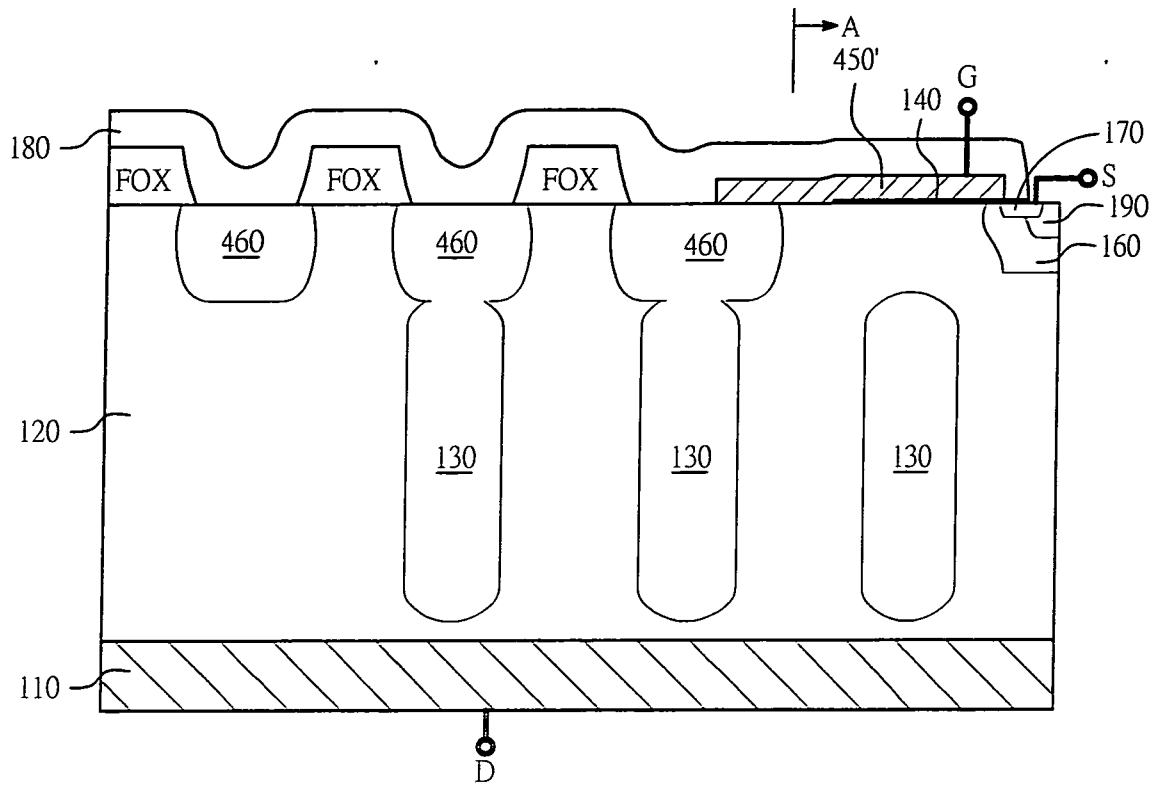
第 6B 圖



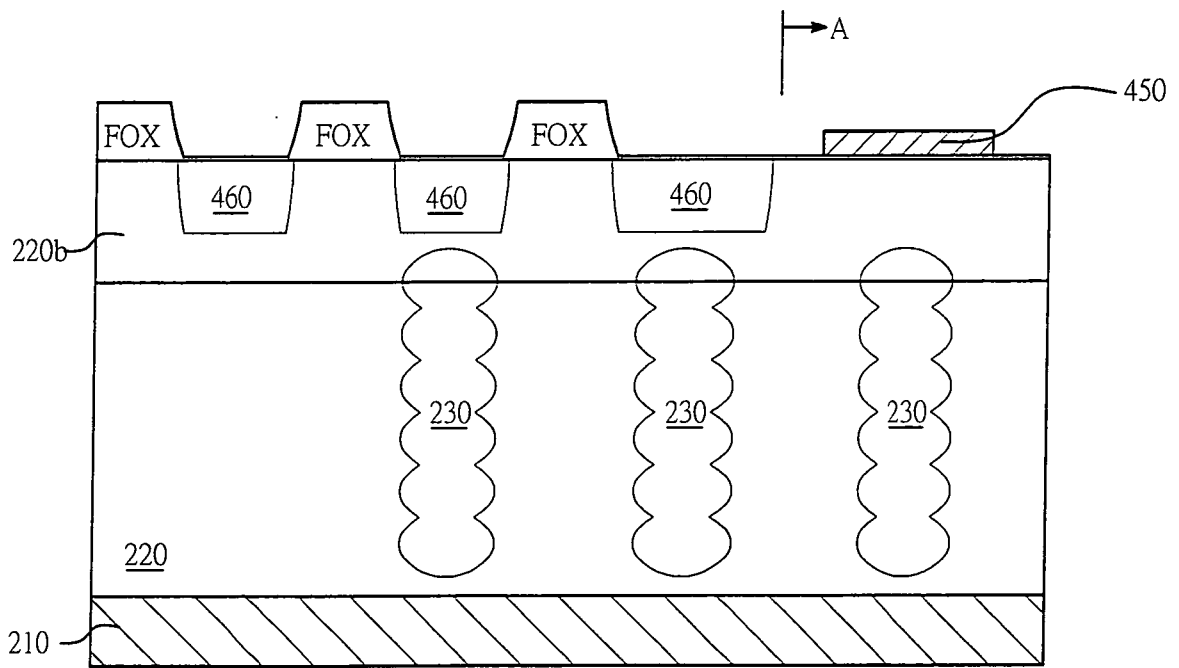
第 6C 圖



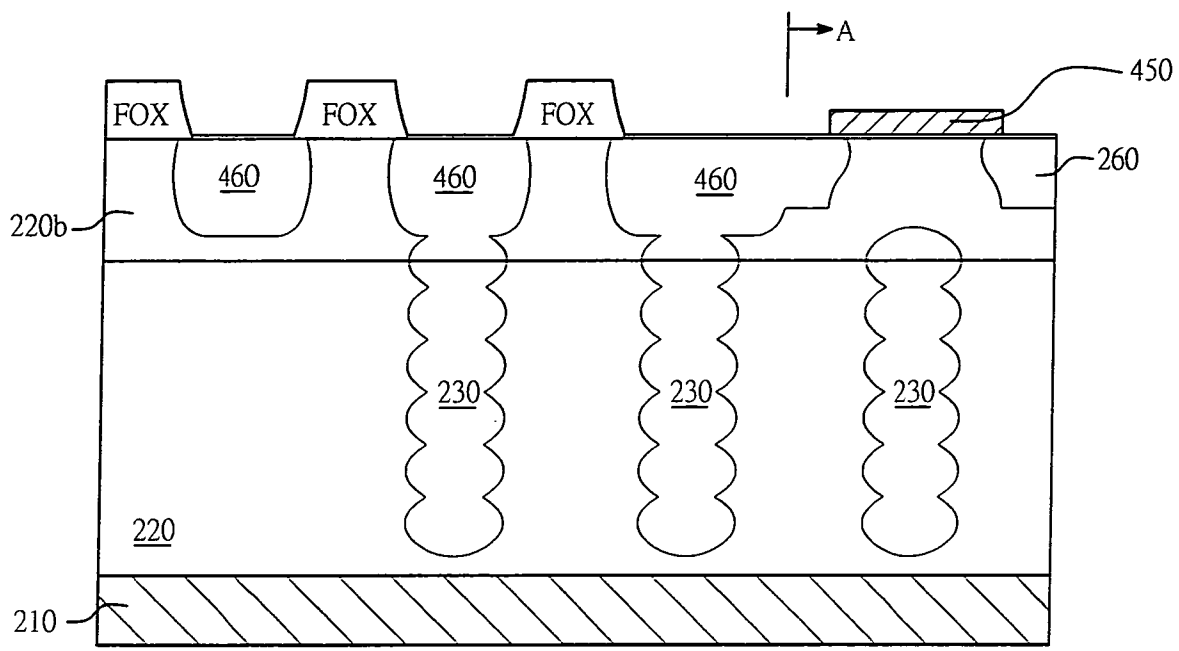
第 6D 圖



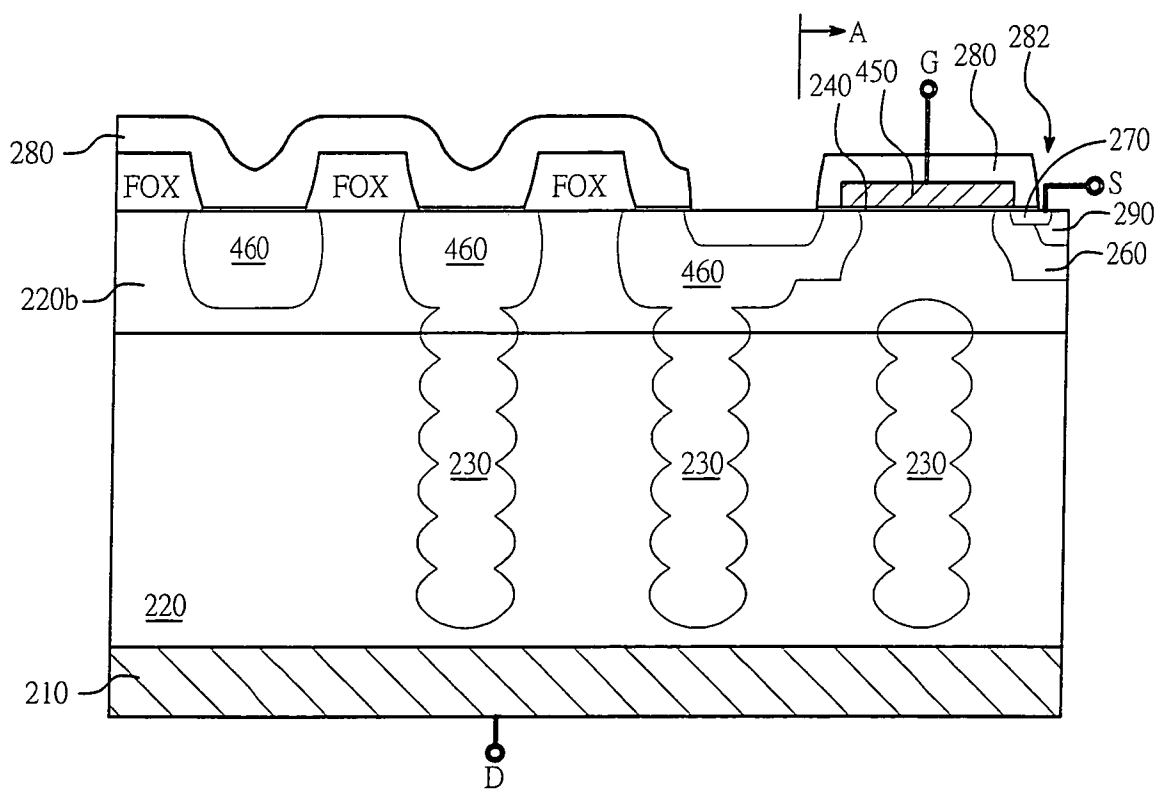
第 9B 圖



第 10A 圖



第 10B 圖



第 10C 圖